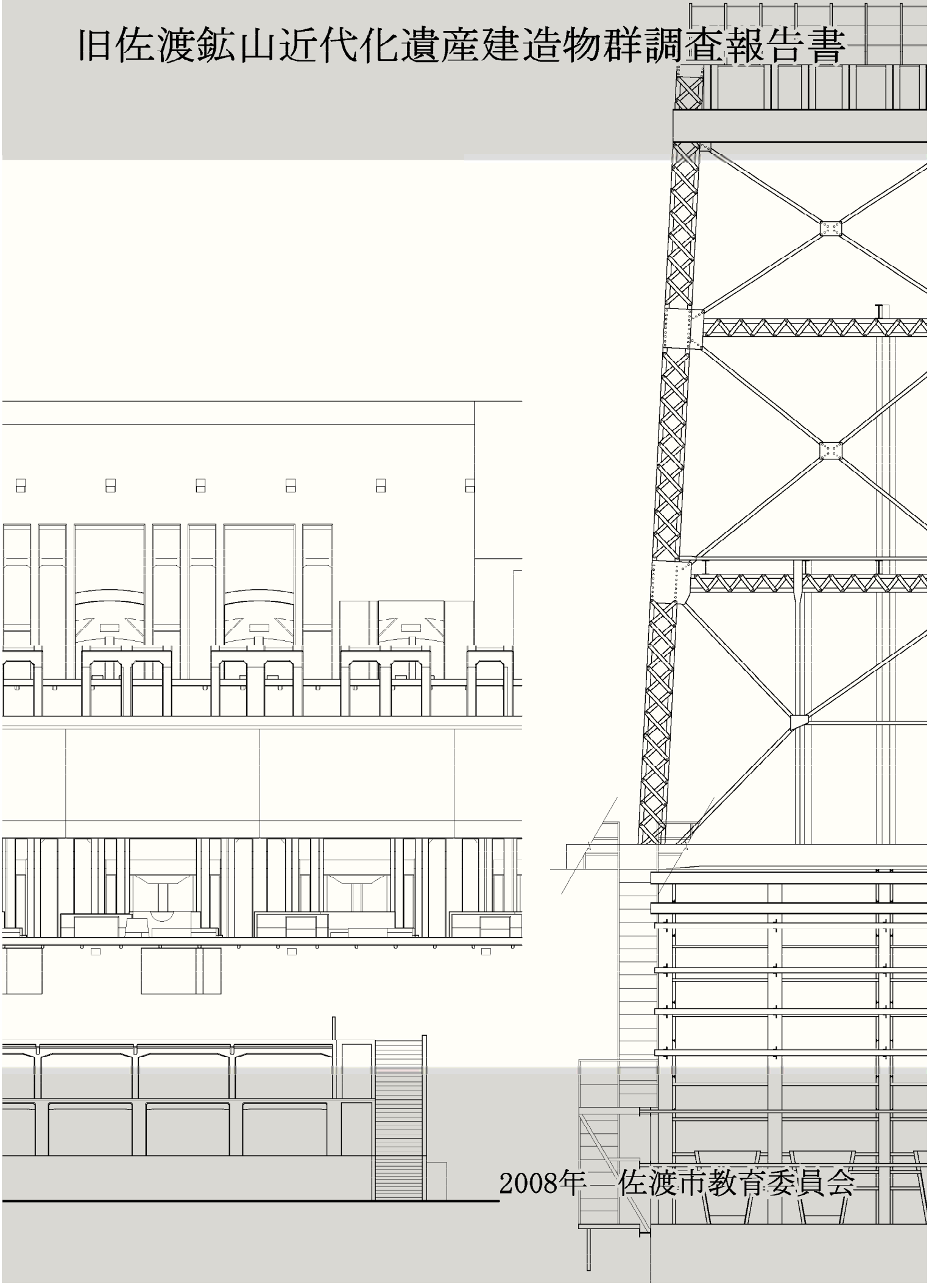
旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査報告書



2008年　佐渡市教育委員会

旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査報告書

2008 年　佐渡市教育委員会

序

佐渡は、古くから金の出る島として知られていた。また天領となった江戸時代には、当時の先端技術を導入して積極的な開発を進め、幕末に至るまで国内最大の金銀鉱山を有することとなった。さらに、明治維新後も官営の佐渡鉱山として、国策により欧米諸国の最新技術が取り入れられ、その後、平成元(1989)年に休山するまで、鉱山国家日本を代表する存在として、長い期間にわたり我が国の財政を支えてきた。

殊にその事実を物語る、明治時代以降に建設された鉱業関連の施設は、後に工業国家といわれる日本の礎となったものであり、近代化遺産として現在も良好な状態で残されている。

こうした鉱業に関連する近代化遺産の歴史的重要性を認識した旧相川町では、平成 15(2003)年からその価値証明と保存のための調査を実施した。

そして、この調査は市町村合併後に誕生した佐渡市へも引き継がれ、４ヶ年にわたる調査結果を「佐渡金銀山近代化遺産保存管理計画報告書」として年度ごとの概報の形でとりまとめてきた。特に、平成 19 年度には、これまでの調査成果により、対象とする 30 件のうち６件の施設が、「旧佐渡鉱山」関連の文化財として国の登録有形文化財に登録された。今後は、他の物件についても文化財の指定あるいは登録などの措置を進める予定である。

本調査は、私たちの故郷である佐渡のみならず、日本の近代化を牽引した産業遺産の姿を記録にとどめ、貴重な文化財として将来にわたる保存と活用の端緒となることを目的に実施したものである。本報告書に記載された調査結果が、近代鉱業史に関する調査研究や保存活動の一助として活用されることを願ってやまない。

終わりに当たり、調査の実施と報告書の作成について、細部にわたりご指導を賜った文化庁、新潟県教育庁文化行政課をはじめ、元三菱マテリアル株式会社の川北鎮雄氏ならびに菊池俊次氏、さらには施設所有者である株式会社ゴールデン佐渡及び関係各位に衷心より御礼を申し上げる次第である。

平成 20 年３月

佐渡市教育委員会
教育長　渡邉剛忠

例言

1　本書は佐渡市教育委員会世界遺産・文化振興課が主体となり調査を行った「旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査」の報告書である。必要な調査及び資料作成は㈱グリーンシグマに委託した。

2　調査目的、調査組織、調査経過等については、本文第一章に記述した。

3　調査にあたっては、旧佐渡鉱山の所有者である㈱ゴールデン佐渡をはじめ、関係機関、関係各位から多大な協力を得た。人造石(たたき)工法については、愛知県史編さん委員会文化財部会特別調査員(産業遺産担当)の天野武弘氏に愛知県を中心とした事例資料の提供と御教示を得た。

4　報告書編集にあっては、文化庁、新潟県教育庁文化行政課世界遺産登録推進室の指導・助言を受けた。金属の選鉱・製錬については、元三菱マテリアル㈱川北鎮雄氏、菊池俊次氏に御教示を得た。鉱山全般については、金属鉱山研究会顧問の村上安正氏の御教示を得た。また、佐渡市所蔵の資料の他、㈱ゴールデン佐渡、柏崎市立図書館(小竹コレクション絵葉書)等から貴重な資料の提供や御教示を得た。これら提供資料は巻末に掲載した。

5　本書では鉱山名を示す文言を各時代で区分し、近世以前を「佐渡金銀山」、近代以降を「佐渡鉱山」、休山以降を「旧佐渡鉱山」と記す。各施設の名称表記は「(字名)＋(名称)」を原則とし、名称は資料の記述を参照した。但し、時代・資料によって名称の相違があるため、当該施設の特徴を最も良くあらわす名称を示すよう留意した。

6　本書に掲載した写真は平成15(2003)年度から平成19(2007)年度にわたって撮影したものである。一部の巻頭写真は現状とは周辺状況が大きく変化のあるものについて撮影年を明記したが、本文掲載写真は撮影年を割愛した。なお、本文掲載写真の表題には「(章).(節).(各節毎の通し番号)」を付した。

7　参考文献・脚注は各節の文末にまとめた。表記は原則として「(編著者):(文献名、掲載書籍名)、(参照頁)、(発行年)」の順に並べた。参照頁は「p.(頁)」と記し、複数頁を参照した場合は「pp.(頁)-(頁)」と記した。発行年月日は西暦で「(発行年).(発行月)」と記した。

8　本報告書の編集に用いた資料は、相互間で建設年代の相違が多く確認された。おそらく、「竣工」「完工」「落成」等の文言が建築(上屋)の完成年、設備を含めた施設全体の完成年、操業の開始年等、意味する事象が異なるためで、各資料でこれら文言が厳密に使い分けられていないためと考えられた。相違が見られた場合は可能な限りの資料批判によって建設年代を判断し、原則として当時、旧佐渡鉱山を所管した内部資料を優先した。資料批判によっても判断が困難な場合は、原則として記述された年代が古いものを採用した。

9　本書の作成に関する担当を以下に記す。

なお、選鉱・製錬方法に関する詳細な記述・資料(本文第二章第 2 節、第三章第 2 節「2.佐渡鉱山における選鉱・製錬技術の意義」、巻末資料 1.選鉱・製錬関連資料)は、佐渡金銀山遺跡調査委員会の川北鎮雄氏(元三菱マテリアル㈱)による調査報告書「佐渡金銀山における明治以降の選鉱、製錬技術の発展と意義」によるものである。また、佐渡鉱山の歴史的価値(本文第三章第 4 節)は、村上安正氏(金属鉱山研究会顧問)による執筆である。

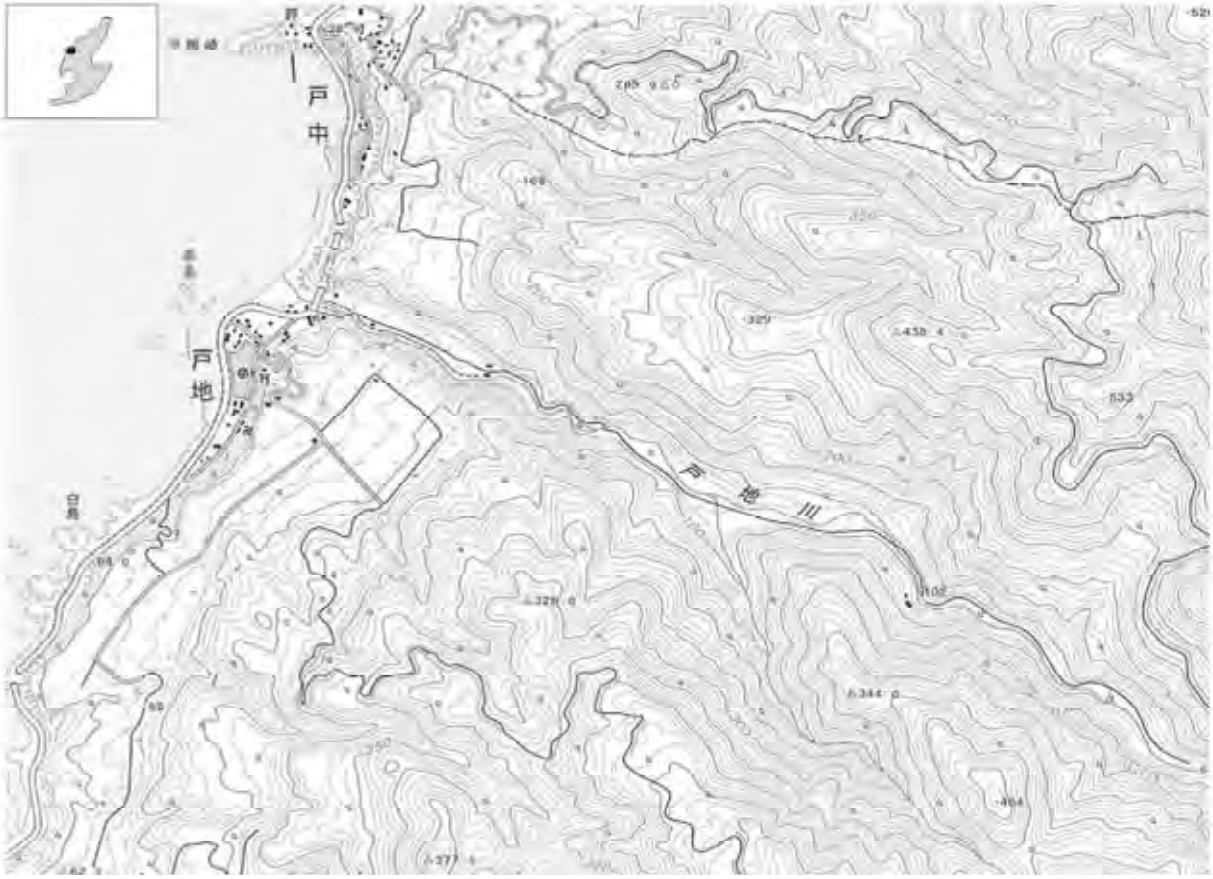
平成 15(2003)年度に実測調査を行った施設(佐渡鉱山機械工場、高任分析所、中尾変電所、間ノ山上アーチ橋、間ノ山下アーチ橋、北沢火力発電所発電機室棟、大間港煉瓦倉庫 1、大間港煉瓦倉庫 2、大間港捨鉱倉庫、戸地川第二発電所)の図版作成は、旧相川町より新潟大学工学部建設学科黒野研究室へ委託されたものである。

・著作編集	㈱グリーンシグマ
・監修	新潟県教育庁文化行政課
	佐渡市教育委員会世界遺産・文化振興課
・本文執筆	瀬戸 智(㈱グリーンシグマ)　梅嶋 修(㈱グリーンシグマ)
	川北 鎮雄(元三菱マテリアル㈱)、村上 安正(金属鉱山研究会顧問)
・図版・資料作成	瀬戸 智　梅嶋 修
	清水 徹(アトリエ縁)　西澤 哉子(建築工房哉)
	新潟大学工学部建設学科黒野研究室
	長谷川 崇(新潟大学大学院博士後期課程)
・巻末資料作成・編集	選鉱・製錬関連資料作成:川北 鎮雄　同編集:瀬戸 智
	古写真・資料図面編集:梅嶋 修
・巻頭写真撮影・編集	田村 収(写真士・TAMURA)
・本文掲載写真撮影	山崎 完一(㈱グリーンシグマ)　梅嶋 修
	俯瞰(空撮)写真は佐渡市所有のものを用いた

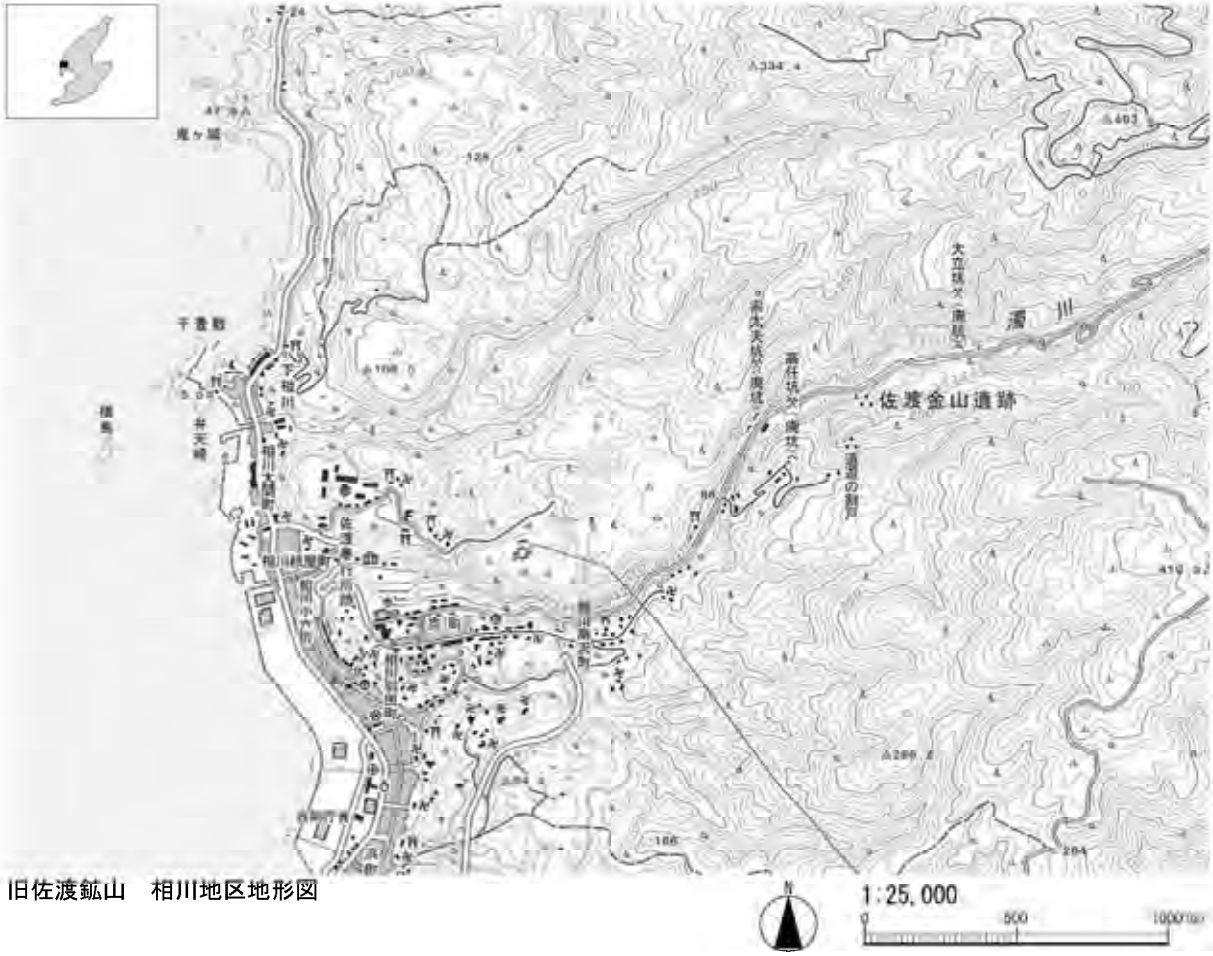
旧佐渡鉱山　位置図

佐渡市
新潟県

佐渡空港
旧佐渡鉱山
両津港
赤泊港
小木港
空路
航路
中条
新潟港
新潟空港
新潟駅
新潟中央JCT
寺泊港
上越新幹線
磐越自動車道
長岡JCT
長岡駅
直江津港
北陸自動車道
上越JCT
上信越
自動車道
関越自動車道
越後
湯沢駅



旧佐渡鉱山　戸地地区地形図



旧佐渡鉱山　相川地区地形図

旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査報告書　目次

巻頭写真
序
例言
旧佐渡鉱山位置図
目次

第一章　調査の目的と方法 ―― 1
第 1 節　調査に至る経緯 2
第 2 節　調査の目的と方法 3
1. 調査の目的 …… 3
2. 調査の内容 …… 3
3. 調査体制 …… 3
4. 調査の経過 …… 4

第二章　佐渡鉱山の概説 ―― 7
第 1 節　佐渡鉱山における近代化の沿革 8
1. 近世以前の佐渡金銀山 …… 8
2. 官営期の佐渡鉱山 …… 8
3. 三菱時代の佐渡鉱山 …… 11
4. 年表 …… 14
第 2 節　佐渡鉱山における生産工程の変遷 23
1. 生産工程の概要 …… 23
2. 生産工程の変遷 …… 23
3. 生産量の推移 …… 44

第三章　旧佐渡鉱山の価値 ―― 49
第 1 節　近代化遺産の構成と特徴 50
1. 旧佐渡鉱山近代化遺産の残存状況 …… 50
2. 近代化遺産の構成と特徴 …… 58
第 2 節　鉱山施設としての先進性 62
1. 佐渡鉱山の先駆的役割 …… 62
2. 佐渡鉱山における選鉱･製錬技術の意義 …… 63
第 3 節　国内鉱山との比較 65
1. 主な所有者及び近代化開始年代 …… 65
2. 操業年代 …… 66
3. 立地 …… 66
4. 選鉱･製錬方法 …… 67
5. 残存施設･設備と保存状況 …… 67
第 4 節　佐渡鉱山の歴史的価値 70

第四章　現存する鉱山施設の詳細 ―― 71
第 1 節　大立地区 72
1. 大立竪坑櫓 …… 72
2. 大立竪坑捲揚室 …… 79

第 2 節　高任地区　83
1. 高任坑 …… 83
2. 道遊坑 …… 87
3. 佐渡鉱山機械工場 …… 90
4. 高任粗砕場 …… 96
5. 高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード …… 105
6. 高任分析所 …… 110
7. 中尾変電所 …… 114
8. 上相川火薬庫 …… 119
第 3 節　間ノ山地区　125
1. 間ノ山捲鉱場 …… 125
2. 間ノ山下アーチ橋 …… 133
3. 間ノ山上アーチ橋 …… 136
4. 諏訪隧道･神明トンネル …… 139
第 4 節　北沢地区　145
1. 旧北沢青化･浮選鉱所 …… 145
2. 北沢浮遊選鉱場 …… 150
3. 北沢浮遊選鉱場インクライン …… 163
4. 北沢 50m シックナー …… 169
5. 北沢火力発電所発電機室棟 …… 173
第 5 節　大間地区　178
1. 大間港(護岸) …… 178
2. 大間港トラス橋 …… 186
3. 大間港ローダー橋脚 …… 189
4. 大間港クレーン台座 …… 192
5. 大間港煉瓦倉庫 1 …… 195
6. 大間港煉瓦倉庫 2 …… 199
7. 大間港捨鉱倉庫 …… 202
第 6 節　戸地地区　205
1. 戸地川第一発電所 …… 205
2. 戸地川第二発電所 …… 209

第五章　旧佐渡鉱山近代化遺産保存管理方針 ―― 217
第 1 節　基本方針　218
第 2 節　保存管理と段階的整備　219
第 3 節　保存管理の仕組みづくり　220
第 4 節　保存管理と公開　221

資料（選鉱･製錬関連資料、古写真、資料絵図、資料図面）
報告書要約(SUMMARY)

第一章

調査の目的と方法

第１節　調査に至る経緯

佐渡島は新潟県沖の日本海に浮かぶ、変化に富んだ地形と豊かな自然を持つ島である。相川を中心とした金銀山の開発は中世末期頃から本格化したが、江戸時代初期には世界の産金量の 5%にあたる年間約 400kg の金を産出したと推定されており、日本最大の金銀山として極めて重要な位置を占めていた。現在でも各時代の鉱山関連施設が島内各所に良好な状態で残り、鉱山と共に形成された鉱山都市と一体となった景観を観ることができる。

明治時代以降、佐渡鉱山はイギリス、アメリカ、ドイツの外国人技師の招聘により、竪坑開削、鉱石運搬方法の機械化等が図られ、再開発が行われた。欧米の最先端技術を取り入れて建設された鉱山関連施設の一部は、日本の近代化の一翼を担った代表的な近代化遺産として現存している。

しかし、社会状況の変化、高品位鉱石の枯渇により平成元(1989)年 3 月 31 日に採掘を休止した。休止後は㈱ゴールデン佐渡によって、鉱業法・鉱山保安法等に基づく適切な維持管理が続けられている。

平成 3(1991)年、旧相川町は「相川町伝統的建造物群保存対策推進委員会」を設置し、相川の伝統的建造物群を中心とする幅広い調査を行った。平成 5(1993)年には『金山の町佐渡相川 伝統的建造物群保存地区保存対策調査報告書』を発行し、同書の中で旧佐渡鉱山近代化遺産の保存に言及した。平成 6(1994)年には佐渡金銀山における近世の遺構 7 ヶ所が国指定史跡となる。

平成 9(1997)年、佐渡市町村会が新潟県に対し、「佐渡金銀山の史蹟を『世界文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約』の文化遺産登録に関する要望書」を提出する。同年、民間支援として「世界文化遺産を考える会」が発足した。

平成 15(2003)年、旧相川町議会に佐渡金銀山課の設置が提案され承認を得た。同課の設置により、佐渡金銀山の世界遺産登録運動に拍車がかかり、旧佐渡鉱山近代化遺産の調査が本格的に開始された。同時に現存する近代化遺産の保存について㈱ゴールデン佐渡との協議が進められた。同年には民間支援として「佐渡金銀山友の会」が発足した。

平成 16(2004)年 3 月 1 日には、佐渡島内の全市町村が合併して佐渡市が発足、旧佐渡鉱山の調査は教育委員会生涯学習課佐渡金銀山室によって継続された。平成 17(2005)年には学識経験者に委員を委嘱して「佐渡金銀山遺跡調査委員会」を設置し、佐渡金銀山に関する文化遺産の調査を推進した。

平成 18(2006)年には佐渡金銀山室を世界遺産推進室に改編、学識経験者に委員を委嘱して「佐渡金山遺跡整備委員会」を設置し、史跡「佐渡金山遺跡」の整備と文化財指定を目指す物件の保存管理指導を受けた。同年 11 月には、新潟県教育庁文化行政課との協議によって世界遺産暫定一覧表記載資産候補提案書「金と銀の島、佐渡－鉱山とその文化―」を文化庁へ提出した（継続審議により平成 19・2007 年 12 月再提出）。

平成 19(2007)年、佐渡市は世界遺産推進室を世界遺産・文化振興課に改編、新潟県教育庁文化行政課は世界遺産登録推進室を設置、調査を推進した。また、民間支援として「世界遺産を考える会」と「世界遺産友の会」が合同され「佐渡を世界遺産にする会」が発足した。

現在、一部の鉱山施設が国登録有形文化財として答申を受けると共に、㈱ゴールデン佐渡により、旧佐渡鉱山に残る近代化遺産の一部は一般公開が行われており、今後も整備を進め、順次公開範囲を広めていく計画としている。

第 2 節　調査の目的と方法

1. 調査の目的

本調査は旧佐渡鉱山に現存する近代化遺産建造物群について、貴重な文化遺産としての評価と保存管理計画策定に必要な基礎資料の作成を目的とする。

なお、世界遺産暫定一覧表記載資産候補提案書「金と銀の島、佐渡－鉱山とその文化―」においては、鉱山及び鉱山が育んだ文化を登録の対象として提案する。本報告書はこの内、旧佐渡鉱山の近代化遺産に関する範囲(建造物等)についての調査報告を記すものである。

2. 調査の内容

調査内容を以下に記す。

(1) 調査対象地区

調査対象地域は旧相川町地内に存在する旧佐渡鉱山地内の大立地区、高任地区、間ノ山地区、北沢地区、大間地区、戸地地区とする。

(2) 建造物調査

建造物の集中する各地区には機械測量によって配置図を作成した。各建造物･工作物は実測、図面の作成を行った。作成図面は平面図の他、必要に応じて立面図、断面図を作成した。

写真記録は建物･工作物の外観及び内部について撮影した。現存する建造物･構造物については、大判写真を撮影した。

(3) 資料調査

歴史･変遷等調査として建造物の基礎調査､年代確認、改修･更新(建替)の調査を行った。また、建造物や生産システム(主として鉱石の選鉱･製錬法)に関する資料の把握･検討を行った。調査は刊行文献、既往の報告書、㈱ゴールデン佐渡の提供資料等を参考とした。

3. 調査体制

本調査は佐渡市教育委員会世界遺産･文化振興課が主体となり、必要な調査及び資料作成は㈱グリーンシグマに委託した。

調査の内容は、事業者及び受託者の協議によって決定し、必要に応じて佐渡金銀山遺跡調査委員会に報告、内容等を検証するものとした。

以下、平成 19(2007)年度時の関係者を記す。

事業者

佐渡市教育委員会

教育長		渡邉 剛忠
教育次長		藤井 武雄

世界遺産･文化振興課

課長		石塚 秀夫
課長補佐		高藤 一郎平
課長補佐		齋藤 義昭
世界遺産調査係	係長	下谷 徹
〃	主事	宇佐美 亮
〃	主事	若林 篤男
世界遺産推進係	係長	金子 雅晃
〃	主事	須藤 洋行

調査･報告書作成

㈱グリーンシグマ

代表取締役	社長	平田 敏彦
常務取締役		山崎 完一
建築設計室	室長	瀬戸 智
〃	技師	片柳 友哉
〃	技師	梅嶋 修
環境計画室	技師	香野 哲大

建造物調査及び図版･資料作成協力

s.i.k.i 建築設計事務所	小松 康之
アトリエ縁 代表	清水 徹
建築工房哉 代表	西澤 哉子
浜五　代表	星名 康弘

新潟大学大学院博士後期課程

長谷川 崇

巻頭写真撮影

写真士･TAMURA	田村 収

平成 15(2003)年度

建造物実測調査及び図版作成

新潟大学工学部建設学科黒野研究室

指導･助言

文化庁

新潟県

教育庁文化行政課世界遺産登録推進室

㈱ゴールデン佐渡

取締役社長　永松 武彦

[選鉱･製錬]

元三菱マテリアル㈱　川北 鎮雄

元三菱マテリアル㈱　菊池 俊次

[鉱山全般]

金属鉱山研究会顧問　村上 安正

[人造石(たたき)工法]

愛知県史編さん委員会文化財部会

特別調査員(産業遺産担当)

天野 武弘

4. 調査の経過

調査は平成 15(2003)年度より平成 19(2007)年度まで 5 年間継続で行われた。なお、初年度のみ旧相川町を事業者とし、平成 16 (2004)年度以降は佐渡市を事業者とする。

調査は各年度初旬に調査対象を設定し、夏～秋頃に現地調査を実施､年度末に報告書を提出した。但し、機械測量による配置図作成のみ、平成 18(2006)年度に各地区をまとめて実施した。

各年次において、現地調査対象とした建造物･工作物を以下に記す。

(1) 平成 15(2003)年度

佐渡鉱山機械工場、高任分析所、中尾変電所、間ノ山下アーチ橋、間ノ山上アーチ橋、北沢火力発電所発電機室棟、大間港煉瓦倉庫 1、大間港煉瓦倉庫 2、大間港捨鉱倉庫、戸地川第二発電所

(2) 平成 16(2004)年度

間ノ山搗鉱(とうこう)場、旧北沢青化･浮選鉱所、北沢浮遊選鉱場、北沢 50m シックナー、北沢浮遊選鉱場インクライン

(3) 平成 17(2005)年度

大立竪坑櫓、大立竪坑捲揚室、上相川火薬庫、高任坑、道遊坑、高任粗砕場、高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード､諏訪隧道･神明トンネル、戸地川第一発電所

(4) 平成 18(2006)年度

大間港護岸、大間港トラス橋、大間港ローダー橋脚、大間港クレーン台座

(5) 平成 19(2007)年度

補足調査、報告書作成

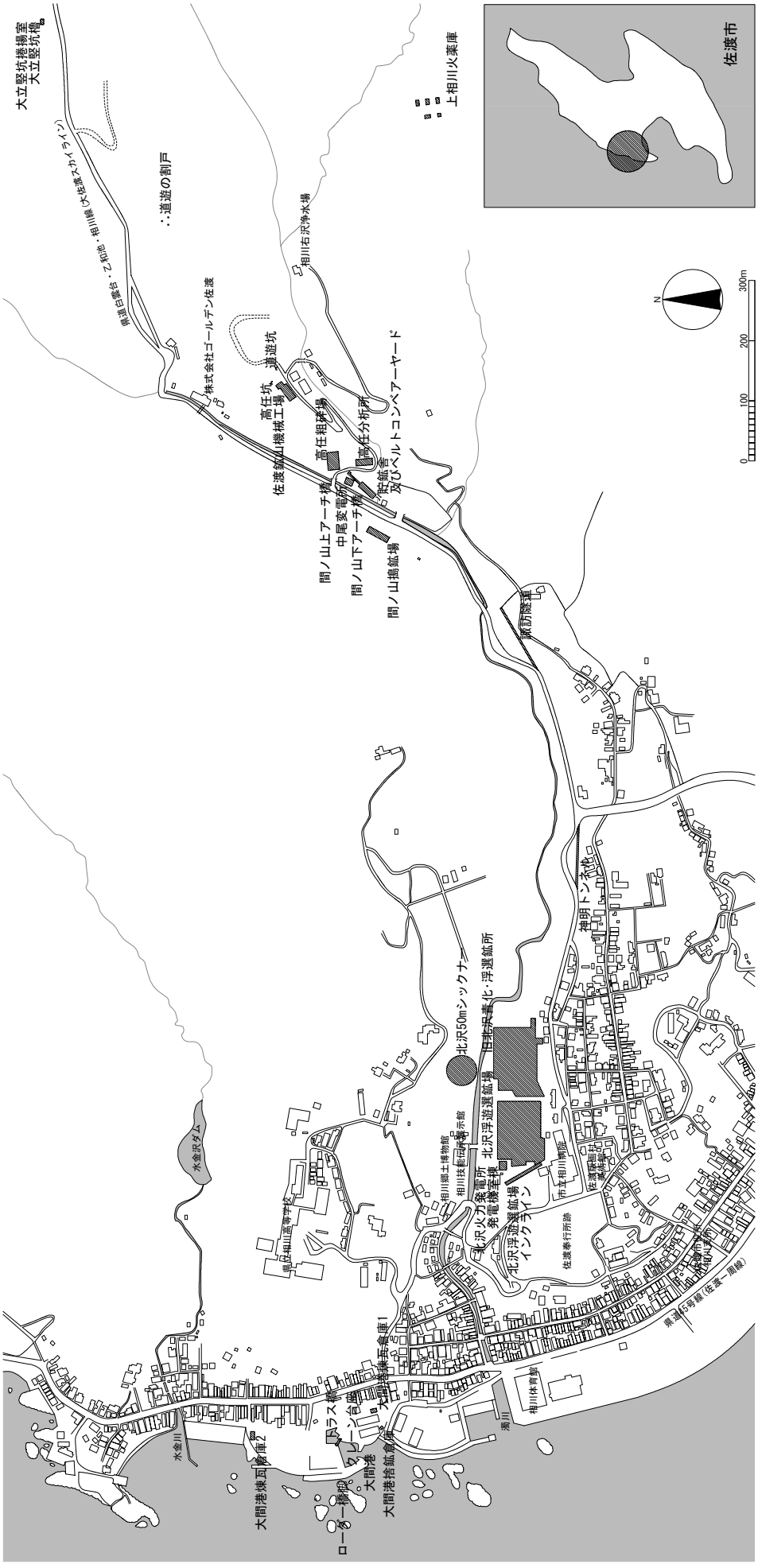


図1.2.1　旧佐渡鉱山施設分布図

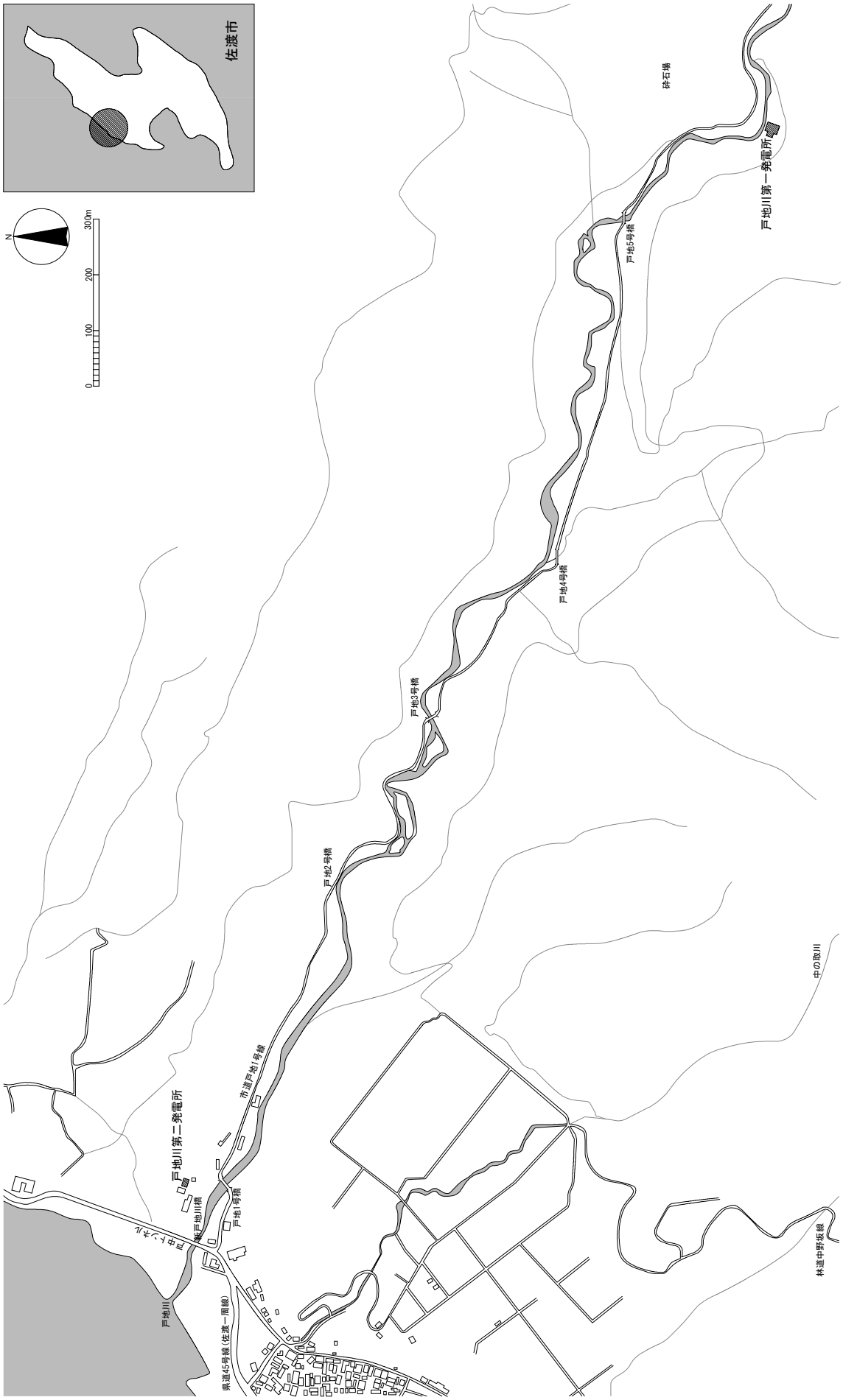


図1.2.2　旧佐渡鉱山施設分布図(戸地地区)

第二章

佐渡鉱山の概説

第１節　佐渡鉱山における近代化の沿革

1. 近世以前の佐渡金銀山

佐渡金銀山は慶長 6(1601)年、先行して開発されていた鶴子銀山の山師３人(三浦次兵衛、渡辺儀兵衛、同弥次右衛門)が六十枚間歩、道遊、父(ててい)の割戸を開いたことに始まったとされる。幕府は直ちに大久保石見守長安を奉行として派遣、大規模な開発に着手する。以後、江戸時代を通じて国内最大の貴金属鉱山として繁栄を続けたが、幕末に至って近世の経営・技術を以ってしては稼行の限界に達していた。

慶応 3(1867)年、幕府は外国人鉱山技師エラスムス・ガワーを、北海道茅沼炭田開発の帰路、佐渡に差し向けた。ガワーは翌 4(1868)年１月１日に相川町を訪れ、坑内排水用竜吐水の設計・使用、火薬採鉱法の伝授等、洋式技術の導入によって佐渡鉱山の近代化を図ろうとしたが、幕府瓦解の報に接して慶応 4(1868)年３月 20 日、奉行所役人の渡航に便乗して佐渡を去った。

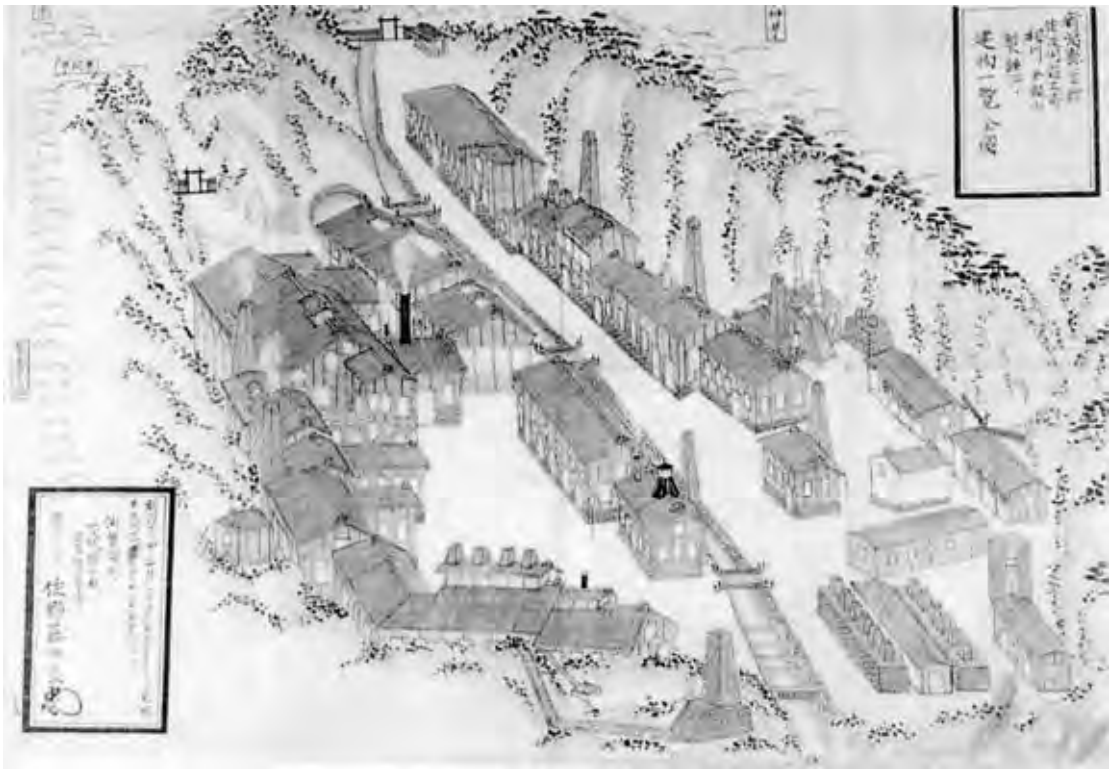
ガワーの滞在期間は凡そ３ヶ月と短く、限られた範囲の洋式鉱山技術の導入に留まったが、長崎や横浜のように、既に幕末において西洋技術の移植が行われていた場所の１つであったことが指摘される。

2. 官営期の佐渡鉱山(～明治 29 年)

(1) 維新直後

維新後、政府は旧幕時代と同様に、鉱山の改革と開発を重視し、明治元(1868)年 12 月にそれまでの鉱山局を改め、鉱山司を設置、鉱山経営を民間にも開放してその活性化を図った。政府自らも主要鉱山の経営に乗り出し、欧米先進国の進んだ技術を積極的に取り入れて近代化を図り、民間の鉱山を指導するという役割を担った。

佐渡鉱山の官営化は早く、明治 2(1869)年４月に行われた(佐渡鉱山に先立って、明治元・1868 年に生野鉱山(兵庫県朝来市・養父市)が官営化された)。５月には鉱山司知事足立忠次郎が佐渡に来島し、旧金座役所跡に鉱山司支庁を設置、経営組織の整備に取り掛かった。５月 25 日、ガワーが明治政府御雇となり、再度佐渡鉱山に勤務して洋式鉱山化を指導した。６月に帰京した足立は、９月に鉱山権正兼佐渡県大参事として赴任した。



資料2.1.1 「新潟県管轄佐渡国雑太郡相川金銀山製錬所建物一覧全図」(明治12・1879～明治14・1881年頃)

明治 3(1870)年には鉱山正兼民部権大丞井上勝の一行が来島し、佐渡鉱山を視察した。この一行には、ガワーと新しく雇われたジェームス・スコットの 2 名が随行しており、アメリカから輸入した洋式鉱山機械の設置を行った。

(2) 工部省時代

明治 3(1870)年閏 10 月に工部省が設置されると、鉱山司もその所管となって鉱山掛となり、12 月には鉱山寮と改称された。これに伴って、佐渡鉱山も工部省佐渡出張所となり、洋式技術の導入による本格的な鉱山の改革が開始されることになった。

明治 3(1870)年に着任したガワーは、まず洋式製錬法を採用し、水銀製錬法の一種である鍋混汞(こんこう)法を導入した製鉱所の建設に着手した(なお、生野鉱山では同時期、樽混汞(こんこう)法を用いたとされる)。しかし、明治 5(1872)年に完工した製鉱所の鍋混汞(こんこう)法は十分な成果を得られず、ガワーは責任をとって明治 6(1873)年に辞任した。

明治 5(1872)年、明治政府は、米国で鉱山の採鉱・製錬を研究し工部省鉱山寮七等出仕を拝命したばかりの津田弘道と鉱山師長ゴッドフレーに佐渡鉱山を視察させ、洋式熔鉱炉の建設等の改革案を提出させた。明治 6(1873)年に改革案は採用、翌 7(1874)年には津田が鉱山長に任命され、改革に当たった。津田は鉱山長の権限を強化するとともに、有能技術者を呼び寄せ、人的な充実を図った。製鉱師アレキシス・ジェニンや開坑師アドルフ・レーを採用、スコットの契約を更新して、外国人技師を 6 名とした。津田の努力によって、明治 6(1873)年には官員 35 名、技術者 12 名という官営鉱山最大の人員を擁した。

明治 7(1874)年にはジェニンの指導によって熔鉱炉の建造に着手、漸次増築を行い多大な成果をあげる。翌 8(1875)年には混汞(こんこう)法が成果を納め、これを機に新しい施設が次々に建設された。同年には撰鉱所の建設に着手し、翌 9(1876)年に完工する。

また、製錬の能率向上に対して供給する鉱石が不足するようになり、明治 8(1875)年にはレーによって大立竪坑(国内金属鉱山では最古の洋式竪坑と伝わる)の開削が始められ、明治 10(1877)年に完工し、鉱石の需要を満たした。なお、当初の昇降動力は馬絞車使用の馬力捲揚であったが、間もなく蒸気力捲揚となった。

明治 4(1871)年には既に大工町下から間ノ山大橋まで運搬車道が敷設される等、トロッコで鉱石が運ばれるようになり、1t 当たりの鉱石運搬費用は旧幕時代の 1/20 に減じた。明治 14(1881)年には工部省赤羽工作局製作の国産鑿岩機を導入、実効は少なかったが、これも国内における鑿岩機使用の嚆矢となる。

明治時代初期における佐渡鉱山の近代化は外国人技師の力によるところが大きかった。官営鉱山

写真2.1.1　道遊の割戸[国指定史跡] 全景

写真2.1.2　道遊の割戸 近景

として近代技術の導入が早く、成功と失敗の中で模索しながら、着々と近代鉱山としての施設が整えられていった。

(3) 御料局時代

明治 18(1885)年 12 月に工部省が廃止され、佐渡鉱山は、一時、農商務省、大蔵省の所管となったが、明治 22(1889)年より皇室財産に編入され、宮内省御料局の所管となった。本報告書では工部省廃止後から三菱合資会社への払い下げまでを御料局時代と呼ぶ。

明治 18(1885)年 11 月、幕末から活躍した洋学者であり、既に釜石製鉄所の建設等に実績のある大島高任が佐渡鉱山局長に就任した。

大蔵省が佐渡鉱山を所管していた時、大蔵大臣松方正義は、金本位制への移行を考え、大島局長に採算度外視で年百万円分の金の増産を極秘に要請したと伝えられる。大島局長は直ちに事業拡張計画を策定し、興業費 7 万円(熔鉱炉製錬器械代及び熔鉱炉改設費 5 万円、鑿岩機購入代 2 万円)を申請するが、政府の財政緊縮方針で不許可となる。大島局長は更に案を練って、本省との折衝の結果、総額 18 万円を明治 19(1886)～22(1889)年の継続支出として獲得した(内訳 : 熔鉱製錬器械並据付 3 万 8 千円、鑿岩機 2 万円、新竪坑開削費 6 万円、倉庫移転並埋立費 2 万 2 千円、北立島坑開削費 2 万 7 千円、地所買上費 3 千円、汽船購入費 1 万円)。佐渡鉱山における明治時代中期の開発はこの予算によるところが大きい。

明治 20(1887)年、大島局長の意向により、ドイツ留学から帰国した東京帝国大学渡辺渡教授を佐渡鉱山局技師として迎え、新竪坑の開削、製鉱器械の新設、銅鉱淘汰設備の新設などを進めた。なお、渡辺は明治 22(1889)年の御料局移管に際し、大島の後任として佐渡鉱山局長に就任した。

明治 18(1885)年には、新竪坑の開削に着手し、明治 20(1887)年に完成した。明治 22(1889)年 5 月には新竪坑の命名式が挙行され、新竪坑は大島高任の名前をとって高任竪坑と名付けられた。同年には銅鉱選鉱場(高任選鉱場)も完成した。明治 23(1890)年着工の間ノ山揚鉱場は翌 24(1891)年に完工、明治 26(1893)年 2 月には第二工場も完工した。

明治 20(1887)年 4 月には、北沢の新製鉱所敷地造成時の切崖土砂を搬出し大間港埋立を行うため、この間に蒸気動による(ブライヘルト複線式)架空索道を架設した。大間港築港は、波浪のため数回にわたり挫折したが、明治 25(1892)年に完成した。

明治 23(1890)年には、揚鉱製錬の鉱尾に沈澱製錬法(キス法)を適用し遺利を収めた。これを受けて、金銀の増収を目的に明治 24(1891)年に沈澱製錬所(極貧鉱処理)建設を行い、翌 25(1892)年に竣工、翌 26(1893)年から営業を開始した。

上記のように、明治時代中期における佐渡鉱山の開発は、外国人技師に代わり大島高任、渡辺渡等の日本人技術者が中心となって着々と新施設が整えられた。

また、明治 23(1890)年には、佐渡鉱山学校が相川において開校し、日本人技術者の育成に力を注いだ。校長には渡辺渡が任命され、自ら鉱物学を

写真2.1.3　旧御料局佐渡支庁(現相川郷土博物館)
[国指定史跡]

担当した。御料局の技師・技手 11 人等が教師として授業を行い、その内容は高度なものであったとされる(なお､佐渡鉱山学校は三菱合資会社への払い下げと同時に閉校)。

更に、東京帝国大学の実習生や全国各地の鉱山から実地研修生が来島し、朝鮮政府からも留学生 3 人が派遣され、佐渡鉱山で学んだ。

3. 三菱時代の佐渡鉱山

(1) 払い下げ後の発展

皇室財産として御料局が経営していた佐渡鉱山は、明治 29(1896)年 11 月 1 日に民間払い下げとなり､入札の結果､三菱合資会社の経営となった。これにより、佐渡鉱山は官営鉱山としての歴史を閉じ、民間会社の経営する鉱山となった。

明治 32(1899)年、道遊二番坑(後に通洞坑と呼称される)が開坑された。翌 33(1900)年には運搬に不便な道遊の露頭掘を中止し、坑内に設けた複数の採鉱場から､間ノ山揚鉱場へ鉱石を供給した。

製錬法に関しては､明治 34(1901)年から､当時、国内でも普及し始めた青化製錬法の研究が始められた。この結果、青化製錬法の有利さが確認されたため、混汞製錬法及び沈澱製錬法は明治 37(1904)年に廃止され、青化製錬法に切り替えられた。大正 7(1918)年には、銅、亜鉛鉱石の選鉱において広まりつつあった浮遊選鉱法について、金銀銅鉱への適用の研究が開始され、続いて金銀鉱そのものを対象とし、実験が続けられた。この実験の結果は、昭和 7(1932)年、鉱尾処理における青化製錬法の一部を浮遊選鉱法へ転換させ、翌 8(1933)年、上鉱処理浮選場の操業として結実した。

明治 33(1900)年には、選鉱場の動力であるペルトン水車を利用した発電により、県内で初めて電灯照明を夜間の高任選鉱場に使用した。明治 41(1908)年には出力 500kW の北沢火力発電所が完工した。明治 43(1910)年には大立竪坑に発電機が設置され、捲揚の電化が進展した。明治 45(1912)年には相川の町から約 13km 離れた北海村(当時)戸地地区の戸地川で出力 600kW の発電機 2 台を擁する戸地川第一発電所が着工、大正 4(1915)年に完成する。大正 6(1917)年には、戸地川第一発電所の下流およそ 25 町(2,727.3m)の海岸付近において、出力 510kW の戸地川第二発電所の新築工事に着手、大正 8(1919)年に完成した。戸地川でつくられた電気は約 290 本の電柱で鉱山に送電され、間ノ山中尾変電所で低降し、北沢火力発電所の線に接続され、各鉱山施設に利用された。

明治時代末期における佐渡鉱山は第一級の金山に位置したが、大正時代以降は大規模銅製錬所や新興金山の出現によって地位が低下し、官営時代に設定された採鉱・製錬のシステムを引き継ぎ､拡

写真2.1.4　旧鉱山事務所(現相川郷土博物館)

張して生産を維持したが、特に製錬において青化製錬法を導入したこと、及び動力を電気に変更した2点をもって、この時代の顕著な設備更新とみることができる。

(2) 重要鉱物増産法の施行

昭和12(1937)年に日中戦争が始まると、同年に金資金特別会計法・産金法、翌 13(1938)年には重要鉱物増産法が施行される等、国策の要請によって国内の鉱山は大増産体制が採られた。

佐渡鉱山では、昭和13(1938)年、大立竪坑の捲揚拡大計画を2年工期で進展させた。同計画は月5,000t 産出を 30,000t に拡大するもので、竪坑断面の拡大、捲揚室の移転、索道の架設、竪坑櫓の新規設置から成り、この結果、1t 鉱車2台を搭載可能な複胴捲揚機と人員・資材ケージ捲揚機を別に昇降させることが可能となった。高任竪坑では、内部コンクリート捲立工事、180 馬力捲揚機への増強で、月5,000tから月15,000t捲揚を達成した。高任地区では選鉱場を東に移築し、鉄筋コンクリート造の容量 2,500t の貯鉱舎を建設した。昭和6(1931)年、道遊二番坑(通洞坑)の鉱石運搬にはガソリン機関車が使用されていたが、昭和14(1939)年にはトロリー式4t 電車を導入し、鉱石運搬の能率を一層高めた。

資料2.1.2　古写真　坑内採鉱の様子(鑿岩機の使用)

資料2.1.3　古写真　坑内採鉱の様子(鉱車運搬)

昭和12(1937)年には、増産体制の最重要施設として、1ヶ月に3万tの原鉱を処理する北沢浮遊選鉱場が建設された。その後拡張を行い、昭和13(1938)年には1ヶ月に5万tの原鉱を処理する大選鉱場として操業され、佐渡鉱山における本部選鉱場として扱われた。設計と操業の指導を担当したのは、三菱本店の技術部参事(のち常務取締役)高橋幸三郎とされる。昭和 15(1940)年には、直径50mのシックナー(大濃縮器)が建設され、東洋一とうたわれた北沢の大浮遊選鉱場が実現した。なお、当時の佐渡における1ヶ月の産出粗鉱量は3～4万t、金品位3g程度であったため、増産分の原鉱を粗鉱で賄うことができず、不足分3万t程度の原鉱は、昭和6(1931)年頃から既に計画・一部実行していた相川の海岸一帯に堆積していた浜石の採取を本格化させ、供給した。増産体制が整った結果、昭和15(1940)年の産金量は明治時代以来の最高記録となった。

大間港でも施設の新設・更新が著しく行われ、出力9,800kW(1,400kW×1台、4,200kW×2台)に及ぶ鉄筋コンクリート造の火力発電所(昭和 15・1940年建設)、1.2t のクレーン、鉄筋コンクリート造のローダー(積載機)橋、新倉庫、重油タンク等が設置された。

昭和時代初期の佐渡鉱山は、国策による増産体制によって明治時代以来最高の産金量を記録した。この増産体制は、鉱業界の技術革新を大幅に前進させた点で評価される一方、乱掘を引き起こし、やがて資源の枯渇を招き、鉱山の寿命を大きく縮めることとなった。

(3) 佐渡鉱山の大縮小

戦時国策による増産は昭和 27(1952)年の大縮小へと繋がることとなる。昭和16(1931)年に太平洋戦争に突入すると、金銀増産計画は暗転し、国

策の転換で戦略金属である銅、鉛、亜鉛の増産へ傾斜した。昭和 18(1943)年の「金山整理令」公布で佐渡鉱山も整理の対象とされたが、鳥越坑からの銅鉱石採掘を前面に出し、銅山という名目で辛うじて終戦まで命脈を保ったものの、増産体制の象徴であった浜石採取はこの整備によって姿を消した。

昭和 20(1945)年の終戦後も、佐渡鉱山は戦争中の無計画増産により活況を取り戻せず、昭和 27(1952)年には延命のため大縮小を断行、海面下の坑内採鉱場は全て水没させ、疎水坑レベル以上だけの操業となった。また、500 人の従業員を 49 人にまで減少させ、高任竪坑、北沢浮遊選鉱場は閉鎖され、大立竪坑も 56kW の複胴捲揚機のみに縮小した。昭和 52(1977)年には戸地川水力発電所を閉鎖した。

昭和戦前期までの佐渡鉱山では、採鉱と選鉱・製錬の両事業が行われていたが、太平洋戦争後は破砕を行った鉱石は直接、直島製錬所(香川県香川郡直島町)へ輸送していた。

(4) 休山

佐渡鉱山は大縮小後、高品位鉱脈の発見の望みが薄く、旧採掘跡周辺に残された比較的品位の高い遺利(残鉱)を回収しつつ操業してきたが、その残鉱も枯渇したことから、平成元(1989)年 3 月 31 日に休山となった。円高等による金価格の低落も休山に拍車をかけたとされる。休山に伴っては、大立竪坑や高任粗砕場等も閉鎖となった。

休山後は、三菱マテリアル系列の㈱ゴールデン佐渡に引き継がれている。

【参考文献】

① 相川町史編纂委員会編:『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、1995.2
② 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、pp.97-100、2002.3
③ 相川町教育委員会:『金山の町佐渡相川 伝統的建造物群保存地区保存対策調査報告書』、1993.3

4. 年表 （佐渡鉱山における明治時代以降の鉱業年表）

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
明治元年	1868	○ E.H.M.ガワーが佐渡鉱山に坑内排水用竜吐水の設計･使用、火薬採鉱法を伝授。 ○ 明治政府、鉱山局を改め、鉱山司を設置。 ○ 生野鉱山官営化。			
明治2年	1869	○ 行政官布告第177号「鉱山開採を許し、府藩県管内鉱山の採出額を録上せしむ」実施。 ○「鉱山司大意書」「鉱山司規則書」布告。 ○ 佐渡鉱山官営化。民部省所管。鉱山司支庁を設置。 ○ 英人製鉱師ガワー雇入。佐渡鉱山詰。		○ 採鉱に階段法(上向,下向)を採り入れ規則的採鉱に移行。	
明治3年	1870	○ 近代鉱山技術の移植高まる。 ○ 工部省創設により、佐渡鉱山移管。佐渡出張所となる。 ○ 英人機械兼製鉱師ジェームス･スコットを雇入。佐渡鉱山詰。 ○ 生野鉱山は樽混汞法を採用。 ○ この頃、アメリカで鑿岩機実用化。	○ ガワーの指導で鍋混汞法による洋式製鉱所建設着工。	○ カルフォルニア式搗鉱機は撰鉱と鍋混汞法による製錬に使用。 ○ 佐渡鉱山は鍋混汞法を採用。効果無く、その後漸次改良を施す。 ○ 坩堝精銀法を採用。	○ カルフォルニア式搗鉱機(鉄槌1本600ポンド･272.2kg)、ブレーキ式生搗機を米国より輸入。
明治4年	1871	○ 新貨幣制度実施。金本位制。 ○ 工部省、英人鉱山師長J.G.H.ゴッドフレーを雇入。 ○ 工部省佐渡出張所を鉱山寮佐渡出支庁に改称。初代主任に小林秀和。 ○ 洋式製錬と運搬の機械化により、約2,000名が失業。	○ 運搬車道敷設。運搬の機械化。		○ 米国パシフィック･アイチン･ウオークス1870年製造ステーショナリー･リターンチュブラー･ボイラー40馬力、2台連続を使用。
明治5年	1872	○「鉱山司規則書」改正。各地鉱山の府県委任廃止。官営鉱山以外は一般人の借地として許可･収税とする。 ○ 火薬類取締り。	○ 洋式製鉱所完工するも混汞製錬十分な成果得られず。	○ 製鉱器械、混汞製錬法の装置試験･使用。好結果得ず。	
明治6年	1873	○ 日本坑法施行。体系的鉱業法規制定。 ○ 英人製鉱師ガワー解雇。 ○ 英人坑夫ジェームス･テール､ジョン･シーモンス､トーマス･トレロール、米人鉱山兼製鉱師アレキシス･ジェニン、独人開坑師アドルフ･レーを雇入。佐渡鉱山詰。 ○ 新潟県赤谷村石炭山を官行化。佐渡鉱山に用いる石炭を採掘。	○ J.G.H.ゴッドフレーの建議により、熔鉱炉建造決議。	○ 製鉱器試験上手くいかず、製錬を旧に復す。	○ 製鉱用水確保のため、坑内の湧水を汲み出す吸水器を外国から購入決定。

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
明治7年	1874	○ 英人坑夫ジェームス･テール解雇。 ○ 佐渡鉱山長に津田弘道が就任。	○ アレキシス･ジェニンの建議により、第一製鉱所内に金銀銅鉱用の煉瓦製熔鉱炉(ピルツ式)を建造、漸次増築。	○ 混滓鍋8基で利益を生む。鍋混滓法で金を採取。薬品を入れて銀を混滓して抽出。	○ 混滓鍋は鋳鉄製マック･コーン型。 ○ 英国製ポータブル･ロコモチーフ･ボイラー10馬力、1台を使用。 ○ 英国製コルニッシ･ボイラー15馬力、英国製ヴァーチカル･クロッス･チューブ･ボイラー3馬力を購入(翌年より使用)。
明治8年	1875	○ 村上三藏が相川に導火線工場を起こす。	○ 大立竪坑を開削。 ○ 撰鉱所新築着手。 ○ 第一、第二熔鉱炉完成。 ○ 先に建設した淘汰所が試験で好結果を得る。	○ 銅鉱製錬を開始。 ○ 混滓製錬試験に好結果を得たが、鉱石乏しく事業拡張できず。	○ リッチンガー側動汰盤ザルツブルク式竪動汰盤を採用。
明治9年	1876	○ 英人坑夫ジョン･シーモンス解雇。 ○ 米人鉱山兼製鉱師アレキシス･ジェニン解雇。 ○ 外国人技師を解雇し専ら邦人の経理に委ねる。	○ ドイツ式分銀炉(円型灰吹炉)1座を築造(煉瓦製、内部は耐火煉瓦)。 ○ 撰鉱所1棟を竣工。 ○ 熔鉱炉･煙突を新築。	○ ジェニンがドイツ式分銀炉を応用し貴鉛を処理(鉛収銀法による熔錬、ドイツ式分銀炉･粘土坩堝精銀法の実施は日本初)。 ○ 混滓法で良結果。混滓器運転再開。在来の製錬､撰鉱を廃止。	
明治10年	1877	○ 鉱山寮佐渡出支庁を佐渡鉱山分局に改称。 ○ 工部省、英人鉱山師長J.G.H.ゴッドフレーを解雇。 ○ 英人坑夫トーマス･トレロール解雇。	○ 大立竪坑完成。 ○ 製鉱所に鈹焼釜2列を新築。設備が整い、一連の洋式処理施設が完成。 ○ 熔鉱炉･煙返しを新築。 ○ コークス釜1列を築き製錬燃料とする(非鉄製錬用熔鉱炉でのコークス使用は日本初)。	○ 設備が整い、混滓その他製錬の用具･機器が整備され、製錬方法が確立。	
明治11年	1878	○ 独人開坑師アドルフ･レー解雇。	○ 淘汰場並びに分析所を新築。混滓場を改作。 ○ 熔鉱炉1座を新築。		○ 混滓所で使用の蒸気機関を竪坑に移転。馬器械に換用する。
明治12年	1879	○ 山形油戸炭鉱を官行化。佐渡鉱山で用いるコークスの原料となる石炭を採掘。			○ 東京元赤羽工作分局明治11(1878)年製造コルニッシ･ボイラー12馬力、1台使用。
明治13年	1880	○ 明治政府、工場払下げ概則公布。官行鉱山、工場次第に民営化。			○ 竪坑に蒸気捲揚機、鋼製丸縄を採用。 ○ 排水に蒸気動力のコーニッシュ式プランジャーポンプ設置(日本初)。 ○ 東京元赤羽工作分局明治12(1879)年製造ヴァーチカル･クロッス･チューブ･ボイラー6馬力、1台使用。 ○ 佐渡鉱山、院内銀山にてジッガー採用。
明治14年	1881	○ 英人機械兼製鉱師ジェームス･スコット解雇。 ○ 工部省、技術者･機器を欧米から国内へ変換する方針。	○ 新汰淘場火災。 ○ コークス釜2列を増築。 ○ 熔鉱所に反射炉1座を新設決定。 ○ 亜鉛精銀所･精銅所を新築。 ○ 硫酸銅(丹礬)製造所を新築。		○ 英国式ダーリントン無弁鑿岩機を赤羽工作局で模造試作。佐渡鉱山で試用(日本初の鑿岩機使用。結果不良)。

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
明治15年	1882				
明治16年	1883	○ 鉱山局廃止。総務局鉱山課を新設。佐渡鉱山分局を佐渡鉱山局に改称。	○ 混淆所を新設。		○ 東京元赤羽工作分局明治13(1880)年製造100馬力ホリゾンタル･ダブル･フリュー･ボイラー、アウトサイド･ファヤリング4台連続を使用。
明治17年	1884				
明治18年	1885	○ 大島高任局長就任。 ○ 工部省廃止。鉱山行政は農商務省官房鉱山課に移管。 ○ 本局舎と採鉱場の間に電話架設。	○ 大竪坑汽罐場火災。機械場役局、石炭貯蔵所、鍛冶小舎等焼失。 ○ 大竪坑捲揚機械場、大竪坑上屋の修営落成。 ○ 高任竪坑開削着手。		
明治19年	1886	○ 大蔵省に移管。 ○ 道遊の割戸露頭掘開始。	○ 大間港埋立着工。		
明治20年	1887	○ 渡辺渡、佐渡鉱山局技師に着任。 ○ 生野･足尾各鉱山に鉄製工字形軌道を敷設。	○ 軌道鉱車を使用。鉄製工字形軌道を敷設。 ○ 高任竪坑完成。 ○ 日本初の蒸気動によるブライヘルト複線式架空索道を大間港と北沢製錬所の間に架設。		○ インガーソルランド会社製インガーソルランド型鑿岩機を採用。 ○ 空気圧搾機導入。
明治21年	1888		○ 新淘汰場完成。 ○ モルデネル焙焼炉新設。 ○ 煉瓦熔鉱炉を廃止。 ○ ドイツ･フライベルグ式絞鉛炉を築造。	○ ハンチントンミルで粉砕と混淆を併せて行う。 ○ 混淆法をフリュー汰盤で淘汰選別。貧鉱の処理を有利に行う。 ○ 道遊鉱脈全幅を数区に分け、各区に順次普通の階段法を摘要(腰割と呼ぶ)。	○ ハンチントンミル、フリュー汰盤採用(日本初)。 ○ 高任坑掘下げにノールス単式直動ポンプ使用(日本初)。 ○ 英国バーミンガム1887年製造ルート･ボイラー使用。 ○ 吉尾九郎が横軸鉄製の太鼓を備えた米式馬絞車を製作。高任坑掘下用の捲揚機に使用。
明治22年	1889	○ 宮内省御料局に移管。 ○ 大島高任が佐渡支庁長を退き、渡辺渡が後任。 ○ 高任竪坑命名式典。	○ 銅鉱選鉱場(高任選鉱場)、円形水套式熔鉱炉を完成。首尾一貫したドイツ方式を実現。	○ 金銀･銅鉱の合併製錬、銅による収金銀法を開始。溶剤として金銀含珪酸鉱を利用。近代的乾式製錬法の始まり。	○ 米国レザー･アンド･シャルマー製円形水套式熔鉱炉を採用。 ○ 噴射(ゼット)ポンプ採用。
明治23年	1890	○「鉱業条例」公布。 ○ 佐渡鉱山学校設立。	○ 間ノ山搗鉱場の建設着手。	○ 搗鉱製錬の鉱尾に沈澱製錬法(キス法)を適用。採用を検討。	○ カルフォルニア式搗鉱機を導入(スタンプ重量850ポンド･385.6kg)。 ○ 高任坑の掘下げに達磨ポンプ採用。高任二番坑道にユニヴァーサルポンプを採用。 ○ インガーソル･エクリップC4及びC6(1873年発明)型鑿岩機並びにランドスラッガーNo.12,ランドジャイアントNo.2を購入･使用。
明治24年	1891	○ 宮内省御料局は佐渡、生野の鉱石処理のため、大阪製煉所を開設。	○ 間ノ山第一搗鉱場完成。 ○ 沈澱製錬所建設着手。		○ カリフォルニア式回転杵30杵を新設。
明治25年	1892	○「鉱業条例」施行。 ○ 大阪製煉所が事業開始。	○ 沈澱製錬所竣工。 ○ 大間港竣工(服部長七による護岸工事)。	○ 搗鉱鉱尾･淘汰鉱尾より金銀を抽収する目的で沈澱製錬法(キス法)を採用。	○ ノールス複式直動ポンプを採用(金属鉱山で日本初)。

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
明治26年	1893		○ 間ノ山第二搗鉱場完成。	○ 沈澱製錬法(キス法)の営業開始。淘汰･鍋混渣･搗鉱混渣の3種の鉱尾を混合処理･乾燥･塩化焙焼を経て溶解･沈澱･濾過の順序で操業。 ○ 富鉱は溶解法、中鉱は搗混渣法、貧鉱は搗鉱製錬に付し、従来の廃鉱を有利に利用。	○ カルフォルニア式回転杵30杵を設置。
明治27年	1894	○ 日清戦争。		○ 青化法の試験。効果上がらず。	
明治28年	1895				
明治29年	1896	○ 帝室経済会議は佐渡･生野両鉱山と大阪製煉所の払下げを決定。入札により三菱合資会社が落札。 ○ 渡辺渡離任。佐渡鉱山長に徳弘為章が就任。 ○ 佐渡鉱山学校閉校。			
明治30年	1897	○ 明治30年代に漸次米国式の方法･機械を輸入。	○ 青盤五番坑道が大立五番坑道と連絡。馬絞車を全廃。	○ 銅鉱の生鉱自熔製錬法が成功。金銀鉱は珪酸溶剤として使用される。含有量の低い金鉱も産出粗銅中に収集。	○ 製錬器混渣二番鍋1台、ハンチングトン磨鉱機1台起業認許。
明治31年	1898		○ 淘汰工場を廃止。	○ 上鉱の供給不足、下鉱処理の不適合により、混渣製錬、熔鉱製錬の一部を休止、操業短縮。	
明治32年	1899	○ 鉄砲火薬取締法制定。 ○ 東京帝国大学理工科に冶金学科設立。 ○ 三菱大阪製煉所電気分銅工場完成。電気精銅を開始。 ○ 原田鎭治(元生野鉱山長)が佐渡鉱山長就任。	○ 道遊坑開坑。 ○ 貧鉱大量処理を計画。搗鉱･沈澱両工場を拡張。		○ 間ノ山搗鉱場の杵12基、汞面銅板12面の増設。
明治33年	1900	○ コークス･石灰の自社製造中止。	○ 道遊坑開坑に伴い、道遊の割戸の露頭掘りを中止。	○ 淘汰製錬再興。堆積の銅鉱を処理開始。	○ 新潟県内で初の電灯照明(ペルトン水車使用)を夜間の高任選鉱場に使用。 ○ 高任五番坑道でドイツ･フンボルト会社製コンパウンドダイレクトポンプ据付。
明治34年	1901	○ 三菱大阪製煉所にてメービアス銀電解法実施。	○ 第二搗鉱場増設(ランカッシャー汽罐使用、杵数60、2段ダンカン使用)。 ○ 大竪選鉱場新設。	○ 青化製錬法の研究開始。 ○ カルフォルニア搗鉱機を貧鉱に応用。富鉱もこれによって処理。	○ 搗鉱製錬の規模拡大、杵数を200に増加。
明治35年	1902	○ この頃、全世界の産金の大部分は搗鉱混渣製錬。 ○ 瓜生秦が佐渡鉱山長就任。	○ 沈澱製錬場増設。	○ ケービング法を使用。	○ 米国ライナー会社製ウォーターライナー鑿岩機導入。
明治36年	1903		○ 搗鉱場を増設。	○ 搗鉱混渣法発達。選鉱は手選別と僅かの淘汰作業に止まる。	

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
明治37年	1904	○ 日露戦争。	○ 間ノ山下アーチ橋完成。	○ 鍋混汞法、沈澱製錬法(キス法)を廃止。 ○ 青化製錬法を本格的に実施。 ○ 含銅硫化鉄鋼の製錬法が進歩。金銀は銅と共に採収する方が有利となる。金銀鉱の選鉱が簡略化され、銅鉱製錬の溶剤として使用。	○ 搗鉱杵数更に30基増設。全90本となる。1本当たり重量を435kg(従来391kg)とした。
明治38年	1905	○ 鉱業法公布･施行。		○ 搗鉱、青化製錬の改良を重ねる。	
明治39年	1906		○ 泥鉱製錬場建設。		○ ボールミル、チューブミルの出現。泥鉱青化の採用を促進。佐渡もチューブミルの試験を行った。
明治40年	1907				
明治41年	1908		○ 第三搗鉱場新築(第一搗鉱場の増築、杵50本)。 ○ 北沢火力発電所設置。		○ 排水を蒸気ポンプから電気タービンポンプに変更。 ○ 搗鉱杵の重量をすべて1,000ポンド(453.59kg)に改めて50基を増加。全200基とする。 ○ 北沢火力発電所にパブコック･ウィルコックス･ボイラー据付。
明治42年	1909	○ 大阪製煉所にて電気薄銅板を製造。 ○ 田口源五郎(当時佐渡鉱山採鉱課長)によりアセチレン灯の実用新案登録願。漸次全国の鉱山にて採用。	○ 第三搗鉱場完成。		○ この頃著名な竪坑で蒸気捲揚機を用いていたのは佐渡の大立と高任の2竪坑のみ。 ○ メキシコ、欧州で採用のパチュカタンクを検討。
明治43年	1910	○ 青化製錬世界的に進歩中。	○ 道遊坑坑口より60mの支柱枠腐朽。坑口より約23mをトンネルにする。	○ 鉱石を全部泥鉱化する傾向。	○ ハーレン製タービンポンプ50馬力、2台据付。 ○ 大立竪坑に発電機設置。
明治44年	1911	○ 工場法公布(大正5･1916年施行)。 ○ 中本英彦が佐渡鉱山長就任。			○ 竪坑蒸気捲揚機を電気捲揚機に改める。 ○ オリバー濾過器の自家製造と実験。
明治45年	1912		○ 自家用電気事業変更(戸地水力発電所)工事許可。工事着手。		
大正元年			○ 大立･高任に火薬庫新設。	○ 真吹炉新設、試験的操業を行ったが成果を上がらず。	○ 高任にシーメンスタービン1台据付。 ○ 大立坑内にペルトン水車を原動とした40kW発電機を据付、電気ポンプを設置。
大正2年	1913		○ 戸地川水力電気工事は変電所上屋、社宅、坑夫長屋等の建造終了。	○ 泥鉱の攪拌を攪拌腕またはポンプから圧気法に変更。 ○ 鉱液の分離を清透移液法、圧搾濾過器法の二段処理から真空濾過法に統一。	○ オリバー(Oliver)式真空濾過機を導入。
大正3年	1914	○ 第一次世界大戦。 ○ 道遊山の崩壊と水流が坑内に氾濫するのを防ぐため大立川付替え。	○ 泥鉱製錬場改築。 ○ 大間港で荷揚げに用いる1t半起重機2台新設、ライス･高架車道増設。	○ 砕鉱法を粗砕･細砕の二段処理から、粗砕･中砕･泥砕の三段処理へ。搗鉱機を中砕用に。 ○ 混汞法と併用されていた青化法を、単独法として実施。青化法で処理された砂泥混合物の砂泥分離処理を開始。	○ ニュチックハンマー設置費承認。 ○ ルーツ鼓風器5号型1台を増設。熔鉱操業を革新。

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
大正4年	1915	○ 第一次世界大戦の影響で青化法に用いるシアン化ナトリウムの価格が2倍になり、経営に大打撃。 ○ 佐渡鉱山に豪雨。大切川などに被害。	○ 大立坑物置納屋1棟焼失。 ○ 戸地川水力電気工事(戸地川第一発電所)竣成。間ノ山に変電所設置。全火力発電所を休止。ポンプ捲揚等を電力に変更。 ○ 熔鉱煙突･煙道を改築。	○ 青化法による産金が混渣法を上回る。	○ 蒸気鉄槌破損。電機的圧気鉄槌に改める。 ○ 戸地川第一発電所にスイス製インパルスタービン700馬力、2台設置。 ○ チューブミル設置中。
大正5年	1916	○ 佐渡鉱山に暴風雨。大間港の艀船等損壊。			○ コニカルミル架設。 ○ 大立三番坑に明電社製タービン30馬力、1台据付。
大正6年	1917	○ 金輸出禁止。 ○ 直島製煉所設立。 ○ 安川昇一が佐渡鉱山長就任。	○ 戸地川第二発電所新築工事着手。 ○ 揚鉱場改修承認。		○ 道遊より自動索128m完成。 ○ 揚鉱場でコニカルミルの実験実施。
大正7年	1918	○ 三菱コンツェルン化。三菱鉱業㈱設立。 ○ 直島製煉所操業開始。 ○ 爆薬にゼグリナイト混用。 ○ 前佐渡鉱山長中本英彦、大阪製煉所長へ。		○ ミル使用により、泥鉱量大。青化液の濃度をあげ収銀を多くした。泥滓中の水分減で、剥落完全となり処理進む。	○ 大立坑にインガーソルランド製横置双聯二段式三相交流誘導電動機200馬力圧縮機据付。 ○ コニカルミル落成。ハーヂンゲ式で佐渡鉱山製作。
大正8年	1919	○ 馬車運搬開始。	○ 間ノ山第一揚鉱場改修竣工。 ○ 間ノ山第二揚鉱場廃止。 ○ 泥鉱製錬所増築。 ○ 戸地川第二発電所完工。	○ ミル使用により、渾化方法は漸次縮小。ダンカン淘汰器で採取。泥鉱増加。濾過器増設に着手。 ○ 揚鉱法改良に伴い、砂鉱増加、泥鉱減少。40尺シックナーを増設。	○ 鑿岩機使用開始。 ○ 陸軍火工廠製甲桜ダイナマイト4号を使用。 ○ ドリルに8号雷管採用。 ○ シャープナー据付。 ○ コニカルミル3台運転。
大正9年	1920	○ 三菱大阪製煉所が粗鉛の電解精製法採用。		○ 二重ダンカン淘汰器を全面的に活用し、汰物の採取増を図った。	○ 高任五番坑に三菱神戸造船所製4段100馬力タービンポンプ据付。 ○ コニカルミル1台、二重淘汰ダンカン8台増設。
大正10年	1921			○ 分級器はドラックベルトを廃し、バケットエレベータに改良。 ○ 廃液中のシアン回収実験。	○ 高任坑にインガーソルランド製横置双聯二段式三相交流誘導電動機200馬力圧縮機据付。
大正11年	1922			○ 銀の増収のため電流通過による小実験実施。青化複塩を電解し遊離のシアン化ナトリウムを得る。効果有。	
大正12年	1923			○ 浮遊選鉱試験。ジャネー式器械、MK式器械で実施。	
大正13年	1924	○ 銅鉱処理を直島製煉所へ売鉱に変更。	○ 揚鉱場で火災。強風のため500坪を全焼。 ○ 間ノ山揚鉱場新築願。	○ 揚鉱場火災で鉱尾処理一時休業。金液、澱物熔解を実施。	○ 揚鉱場設備、スタンプ、ミル、バケットエレベータ等。
大正14年	1925	○ 熔鉱法閉止。上鉱、銅鉱、汰物全て直島製煉所に送る。	○ 間ノ山揚鉱場完成。		
昭和元年	1926	○ 全国的に浮遊選鉱躍進。MK式浮選機の試験に邁進した。 ○ 明石孝因が佐渡鉱山長就任。			

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
昭和2年	1927			○ アマルガム採収増と水銀消耗を防ぐため、ダンカン淘汰器改修。 泥鉱操業能率向上のため、濾過器改修。 実収率向上のためシアン化ナトリウム、亜鉛の条件を緩和。 いずれも効果無し。	○ 高任二番坑に三菱長崎造船所製2段100馬力タービンポンプ1台設置。
昭和3年	1928	○ 渇水期のため電力不足で成績上がらず。		○ 採鉱にシュリンケージ法を使用。	
昭和4年	1929			○ 用水不足で操業進まず。抗内水も揚水して使用。	
昭和5年	1930	○ 金輸出解禁。	○ 鉱車は木製角型。 ○ なお馬匹運搬を使用。	○ 第2次ミルに付属のダンカンのアマルガメーションを全廃。汰物の増収を図る。	○ 大立竪坑では明治44(1911)年製造の神戸三菱製65馬力三相交流誘導電動機をもつ捲揚機を使用。 ○ 高任竪坑では明治27(1894)年製造のドイツ製100馬力三相交流誘導電動機をもつ捲揚機を使用。
昭和6年	1931	○ 満州事変。 ○ 金輸出再禁止。 ○ 産金買い上げ実施。 ○ 操業合理化。 ○ 残鉱少なく、浜石を処理。	○ 高任竪坑の施枠をコンクリート製へ変更。 ○ 道遊坑運搬にガソリン機関車を用いて大立竪坑出鉱分を高任竪坑に集中。送鉱を一本化。 ○ 鉱車数増加、鉱車車輪改造。	○ SW型フォレスター浮選機完成･運転。泥鉱処理を青化法から浮選法に変更。砂鉱は青化法を継続。	○ 高任竪坑1,500尺深度の信号法を点鈴法から電鈴式に改善。
昭和7年	1932			○ 浮遊選鉱法を採用。泥鉱青化製錬場を廃止し、浮遊選鉱場のパイロットプラントとして操業。	○ ペッブルミルをボールミルに変更。 ○ SW浮選機を増設。
昭和8年	1933	○ 明石孝因鉱山長、尾去沢鉱山へ。岩尾行造が佐渡鉱山長就任。		○ 上鉱処理に浮遊選鉱を採用。	○ 青化曹達を国産に全部切替(英ブランナーモンド→東洋曹達)。 ○ 上鉱浮選で、マーシーミル運転。
昭和9年	1934			○ 泥鉱浮選で上鉱浮選滓も取扱開始。	○ 上鉱浮選に砕鉱設備(ブレーキクラッシャー、ロールクラッシャー)増設。
昭和10年	1935	○ 豪雪により操業困難、予算を割る。	○ 高任竪坑櫓改修(木造櫓を荒川鉱山の転用櫓と取替)。 ○ 上鉱浮選拡張工事着工。 ○ 大間港に2t起重機新設。		○ 上鉱浮選拡張工事、8呎ボールミル完成。鉱量不足で能力発揮できず。SW機6台を運転開始。
昭和11年	1936		○ 高任粗砕場建設中。		○ トロンメルの代わりにシュプレムスクリーン、シェーキングスクリーン試験のため購入検討。
昭和12年	1937	○ 日中戦争。 ○ 金資金特別会計法、産金法公布･施行。 ○ 政府、金増産に乗出す増産助成のため、深鉱、選鉱･製錬場設置、機械化に対して奨励金交付。 ○ 加藤長吉が佐渡鉱山長就任。 ○ 青化澱物熔澱廃止。大阪製煉所に送付。	○ 北沢浮選鉱場完成。3万t/月を処理。	○ 浜石用グリズリー設置(ボールミル粉砕効率化のため)。クラシファイヤース掻き揚げ部にスクリューコンベア設置推進中(鉱液濃度上昇のため)。 ○ スクリーンはバイブレーティングがシュプリーム、シェーキングより有利。	○ 新設選鉱場浮選機、機種選定(候補、デンヴァー、ファーガーグレーン)。 ○ 浮選油検討。国産の高砂浮選油に期待。このときデューデューポンドフローザー、白油Bと混用。

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
昭和13年	1938	○ 重要鉱物増産法公布。 ○ 国家総動員法公布。増産体制が整う。	○ 大立竪坑捲揚拡大計画。 ○ 高任貯鉱舎建設。 ○ 高任竪坑捲揚機･竪坑改修(コンクリート巻)工事落成。 ○ 下相川火力発電所建設。 ○ 北沢浮選鉱場を拡張。5万t/月を処理。搗鉱系と合わせ、全体で7万t/月を処理(この他、片刃青化で1万t/月を処理)。 ○ この頃、大間に新倉庫、重油タンク、1.2tクレーン、ローダー橋設置。 ○ 浜石大量運搬のため海岸から選鉱場下まで坑道を開削。竪坑で選鉱場の貯蔵庫に積込。	○ 浜石の採取本格化。 ○ 上鉱浮選では第1次粗精鉱をそのまま精選にかけていたが、シックナーで濃縮後、精選にかけるよう変更。 ○ 上鉱浮選場改造を検討(受入･砕鉱を本部で行い、磨鉱･浮選だけを上鉱浮選場で行う)。	○ 高任粗砕場－高任貯鉱舎間ベルトコンベアー据付。 ○ 浜石採取作業はドラッグラインやスキップを使用。
昭和14年	1939	○ 第二次世界大戦始まる。	○ 新設分析工場完成。 ○ 旧浮選場改造工事完成。新系統で操業開始。 ○ 浜石洗滌設備据付(金銀含まない表土を洗う)。 ○ 上鉱浮選改造工事大半竣工。 ○ 青化場建屋、老朽化。現青化場を全廃し、浮選へ計画。 ○ 北沢50mシックナー建設着手。	○ 鉱尾は本部選鉱場の第二次磨鉱回路で処理。	○ 道遊坑へトロリー式4t電車導入。
昭和15年	1940	○ 鉱業所制の採用により、佐渡鉱業所と改称。 ○ 産金量1,538kgとなり、明治時代以来最高記録。	○ 大立竪坑櫓、捲揚室建設完了。 ○ 高任鑿焼場拡張工事着手。 ○ 北沢浮遊選鉱場磨鉱場横インクライン付替工事着手。 ○ 北沢50mシックナー建設。 ○ 大間火力発電所建設。 ○ 上相川火薬庫建設。	○ 浮選精鉱品位向上。青化実収率低下の傾向。硫化鉱が多くなっているため。青化製錬を廃し、浮選に置換すること計画中。	
昭和16年	1941	○ 太平洋戦争。 ○ 貿易が途絶。国際決裁の手段としての金の機能が喪失。 ○ 高橋幸三郎が佐渡鉱山長就任。	○ 高任鑿焼場拡張工事土木工事完了。建築工事着手。 ○ 搗鉱場、鉱倉基礎崩壊。建屋半壊の事故。 ○ 浮遊選鉱場斜面捲揚機付属工事完成。	○ 選鉱系統変更。旧上鉱浮選場と搗鉱場を本部浮選から分離し銅鉱浮選に、搗鉱場の青化製錬を本部選鉱場に連絡。	○ 旧上鉱浮選場にコニカルボールミル、SW型浮選機、スピッツカステン、ドアーシックナー。
昭和17年	1942	○ 3月、明石孝因が佐渡鉱山長就任。8月、末綱礎吉が佐渡鉱山長就任。	○ 搗鉱系統(銅選鉱)、青化改造工事完成。 ○ 金鉱業整理による処理鉱量縮減により、期末で搗鉱場閉鎖。		
昭和18年	1943	○「金山整理令」公布。 ○ 浜石採取休止。 ○ 山内亀三郎が佐渡鉱山長就任。	○ 搗鉱系2万t/月、浮遊選鉱系2万t/月の設備を供出。 ○ 搗鉱場、青化場廃止。	○ 佐渡鉱山は銅鉱山に転換。選鉱場能力を3万tに縮小。	
昭和19年	1944	○ 竹越熊三郎が佐渡鉱山長就任。	○ 新下川鉱山選鉱場第1期工事(浮選鉱1日200t工場の建設)に佐渡鉱山から緊急に必要な選鉱機械類を供出。		

年		出来事	施設	採鉱･選鉱･製錬方法	機械
元号	西暦				
昭和20年	1945	○ 戦争により火薬割当減量。採掘量減少。 ○ 尾形正嘉が佐渡鉱山長就任。 ○ 太平洋戦争終戦。 ○ 商工省復活。鉱山局等をおく。 ○ 財閥解体指令。 ○ 従業員役1,300人(43')が700人に半減。生産額激減。			
昭和21年	1946	○ 持株会社整理委員会令施行。三菱鉱業が第3次持株会社指定を受ける。			
昭和22年	1947	○ 三菱鉱業は第2会社を分離独立させる形式で石炭、金属の2会社に分割する方針を決定。		○ 浮選により珪砂の生産開始。ガラス原料向けに販売。	
昭和23年	1948	○ 三菱鉱業が過度経済力集中排除法の第1次指定を受ける。		○ 金銀銅鉱の生産再開。実績上がらず。	
昭和24年	1949	○ 通商産業省発足。 ○ 過度経済力集中排除法に基づく2社分割の決定指令が三菱鉱業に発せられる。			
昭和25年	1950	○ 三菱鉱業の石炭･金属部門の会社分離が実現。石炭事業を三菱鉱業㈱、金属事業を太平鉱業㈱に分離。 ○ 朝鮮動乱勃発。			
昭和26年	1951	○ 新鉱業法施行。			
昭和27年	1952	○ 佐渡鉱山大縮小。 ○ 太平鉱業、三菱金属鉱業㈱と社名変更。	○ 高任竪坑、北沢浮遊選鉱場閉鎖。		
昭和28年	1953	○ 朝鮮休戦協定調印。 ○ 金管理法制定。金自由販売。	○ 大間火力発電所の設備を比島トレド銅山へ輸出。長期売鉱契約締結。		
昭和45年	1970		○ 道遊坑のトロリー式電車老朽化。4t蓄電池機関車に代替。		
昭和48年	1973	○ 三菱鉱業、三菱セメント、豊国セメントの3社が合併、三菱鉱業セメント㈱発足。 ○ 佐渡金山㈱へ操業が引き継がれる。 ○ 三菱金属鉱業、三菱金属㈱と社名変更。			
昭和52年	1977		○ 戸地川水力発電所閉鎖。		
平成元年	1989	○ 佐渡鉱山採掘を休止。 ○ 観光鉱山､㈱ゴールデン佐渡に吸収合併。	○ 大立竪坑道、高任粗砕場、高任貯鉱舎等、鉱山施設休止。		

第 2 節　佐渡鉱山における生産工程の変遷

1. 生産工程の概要

本節では、明治 2(1869)年の官営化以降、昭和 27(1952)年の選鉱場廃止までの 83 年間にわたる佐渡鉱山の選鉱・製錬技術の発展についてまとめる。

佐渡鉱山における鉱石の処理は製錬技術に始まり、徐々に選鉱技術の色彩が強くなり、昭和時代に入ってからは、なお濃厚になった。取りまとめにあたっては、この間における技術の発展を 7 期にわけて記述した。主な流れは次の通りである。

明治維新とともに欧米技術者の指導により、海外(主にドイツ、アメリカ)における当時の金銀鉱の選鉱・製錬の最新技術を導入し、改革の緒についた。骨子となる技術は、金銀の他に銅も産出する佐渡鉱山の特徴により、搗鉱法、鍋混汞法ならびに銅熔鉱炉法、分銀炉法である。これらプロセスにより、金銀はアマルガムおよび貴鉛をへて、金銀地金として回収された。

欧米の技術者が去った後、最初に導入されたのが、搗鉱製錬ならびに混汞製錬の鉱尾から金銀を回収するキス法である。佐渡鉱山では沈澱製錬法と呼ばれた。鉱尾を塩化焙焼し、金銀を塩化物として溶出、沈澱工程を経て、澱物を熔鉱炉で処理、金銀を銅または貴鉛中に回収する方法である。

研究の結果、明治 37(1904)年、鍋混汞法、沈澱製錬法は廃止され、より効率的な青化製錬法に置き換えられた。

大正 6(1917)年の直島製煉所の発足(大正 7・1918 年操業開始)とその後の操業安定により、大正 14(1925)年、熔鉱法は閉止され、上鉱、汰物は直島に送られるようになった。その間、佐渡鉱山では、金銀鉱を対象にして浮遊選鉱法が研究・開発され、青化製錬法は一部を残して、昭和 7(1932)年、浮遊選鉱法に変えられた。

その後、国家からの金増産の要請に基づき、鉱石の増産に加え、浜石を大量に処理することとし、昭和 12(1937)年ー昭和 15(1940)年に大選鉱場が建設・拡張された。この結果、金銀の生産は昭和 15(1940)年には過去最高の値を記録した。

昭和 16(1941)年、太平洋戦争の勃発により、軍需用として銅の需要が高まり、昭和 18(1943)年、一部設備を政府に供出すると同時に、金銀から銅の生産に切り替えられた。この時点で、搗鉱、青化両工程は閉止された。

その後、浮遊選鉱法だけでの操業となり、戦時、戦後の出鉱量の低下、資材の不足もあって生産量は低下し、経営が悪化、探鉱の結果も芳しくなく、昭和 27(1952)年、ついに選鉱場は閉止され、明治時代以降 83 年間に及ぶ選鉱操業に終止符が打たれた。

2. 生産工程の変遷

基点となるフローシートを図 2.1 から図 2.9 に示す。図 2.1、2.2 は、それぞれ植田、中本論文[1)]にある工程別の操業系統図を総括的にまとめたもので、官営時代、明治 35(1902)年の総合的な操業系統図を示す。図 2.3 は大正 3(1914)年の熔鉱炉関係の操業系統図[2)]、図 2.4、2.5 は大正 12(1923)年の操業系統図[3)]、図 2.6 は昭和 12(1937)年の操業系統図[4)]、図 2.8、2.9 は昭和 14(1939)年 6 月の操業系統図[5)]である。なお、図 2.7 は図 2.8、2.9 の全体像がわかるように今回まとめたものである。これらをもとに、参考文献[6)]からその間の動きを調べ、発展としてまとめたものが、図 2.10 である。

上記資料により、明治 2(1869)年から昭和 27(1952)年に至る選鉱・製錬技術の発展を操業方法の観点から述べると、以下のように総括できる(生産品の構成内容の観点による総括は次項に述べる)。

なお、この間における設備の仕様、分析値、選鉱・製錬関係の年表をまとめ、それぞれ表 2.1, 2.2, 2.3 に示す。設備のうち、自家発電については表 2.1’にまとめた。また、基礎となった官営時代の設備の図を、参考文献[7)]から引用し、図 2.12 に示す。最後に、当時の選鉱場、製錬場を視覚で理解するため、主な古写真(㈱ゴールデン佐渡所蔵)を

巻末に示す。参考資料として、選鉱・製錬関係用語の簡単な説明を巻末資料６にまとめた。

(1) 第１期［図 2.1、2.11］
－近代操業法の基礎形成－
明治 2(1869)年－明治 26(1893)年

主なフローは次の通りである。鉱石を手撰により分類し、金銀だけを含む鉱石は鍋混汞法(pan amalgamation)により水銀を使い、金銀地金として回収する。銅を含み金銀の低い鉱石は、汰淘(dressing この場合は比重選鉱)により、品位を上げて汰物(concentrated ore)をとり、銅分は熔鉱炉で粗銅として回収、随伴する金銀は、同じ熔鉱炉で鉛を使って、貴鉛として回収した後、分銀炉(cupellation furnace)で金銀地金を回収する。金銀地金は大阪にある造幣局に送り、そこで金と銀に分離される。粗銅に移行した金銀分も送り先である大阪造幣局において回収される。

工程の概要[8]は次の通りで、詳しい操業系統図を図 2.11 に示す[9]。このフローは、明治 2(1869)年に雇用された英国人製鉱師エラスムス・ガワー(Erasmus H.M.Gower)が原形を作り、その後、工部省鉱山師長ゴットフレー(J.G.H.Godfrey)が、明治 6(1873)年に招聘した米国人技師アレキシス・ジェニン(Alexis Janin)と共に作成した基本方針に基づくものである。

採掘された鉱石は手撰により、金銀品位をもとに１番鉱、２番鉱、３番上鉱、３番下鉱に選別される。１番鉱、２番鉱、３番上鉱は鍋混汞法で処理して金銀を回収する。３番下鉱には銅が含まれるため、汰淘により脈石を除いて汰物(精鉱)を採り、熔鉱炉で製錬して含金銀鉛と銅鈹を作る。

汰淘は原料の鉱石をジョー・クラッシャー(jaw crusher)で破砕の後、搗鉱機(stamp)で水を加えながら粉砕し、分級箱(Rittinger spitzkasten[10], pointed box)で砂鉱、泥鉱に分級、砂部分をリッチンガーテーブル(Rittinger’s shaking table[11])で比重選鉱し、精鉱を回収した。含金銀鉛はドイツ式分銀炉で処理して金銀地金を得る。銅鈹は初期には丹礬製造工場で丹礬とし、鍋混汞法における添加試薬として使用していたが、後半、銅量が増してからは丹礬製造に必要なもの以外は黒銅をへて粗銅とした。

鍋混汞法は米国ネバダ州ワッショー(Washoe)地区で開発され西部の金銀山で広く採用されていたアマルガム法の一種であるワッショー法で、カルフォルニア式スタンプ(搗鉱機)と水平に回転する鍋の組み合わせによる製錬法である。

鍋混汞法での反応式は次の通りである。金は鉱石中で化合物を作らず単体または合金で存在するのでアマルガムを形成するが、銀は硫化物としても存在し、これを次の反応により塩化物とすることでアマルガムを生成させる。

$$CuSO_4+2NaCl=CuCl_2+Na_2SO_4$$

$$Ag_2S+CuCl_2=2AgCl+CuS$$

混汞法が佐渡鉱山で採用されたのは明治 3(1870)年のことで、生野鉱山(樽混汞法)と並んでわが国での嚆矢である[12]。

熔鉱炉製錬は還元製錬と脱硫焙焼を繰り返し、銅鈹の銅品位をあげていく、当時、ジャーマン・プロセスと呼ばれていた製錬法である。わが国では、明治 8(1875)年の小坂鉱山に次いで、翌年、佐渡鉱山で２番目の熔鉱炉製錬が始まったのである。熔鉱炉の燃料には最初は木炭が使われたが、明治 10(1877)年、コークスに換えられた。わが国の非鉄製錬用熔鉱炉でコークスを使用したのは、佐渡鉱山が最初である[13]。

(2) 第２期［図 2.2］
－沈澱製錬法導入と三菱合資会社への移管－
明治 26(1893)年－明治 37(1904)年

混汞、搗鉱工程で発生する鉱尾には、なお多くの金銀が含まれ(金 3-5g/t、銀 60-90g/t 程[14])、その回収は外国人を引き継いだ佐渡鉱山の技術者により明治時代前期頃から研究されてきたが、殊に渡辺渡(明治 20・1887 年鉱山局技師に着任)が鉱山長の時代に進展し、明治 26(1893)年に企業化された。その方法は佐渡鉱山で沈澱製錬法と呼ばれ、1860 年、ハンガリーのシュメールニッツで開発されたキス法(銀を主として、金の採取を併せ行う

[15])をもとにしている。鉱尾を塩化焙焼して金、銀を塩化物とし、次亜硫酸ソーダ液で溶出、銀塩を硫化石灰により沈澱させ、この澱物を熔鉱炉に装入し金銀を回収するものである。

沈澱製錬法は明治 29(1896)年に経営が三菱に移ってからも改善が続けられたが、それに平行して明治 34(1901)年からは当時、国内でも普及し始めた青化製錬法の研究が始められた。青化製錬法の主な反応式は次の通りである。

$4Au+8NaCN+O_2+2H_2O \rightarrow 4NaAu(CN)_2+4NaOH$

(金属態 Ag も同じ式)

Ag については、硫化物も次式によりシアン化物となり、溶解する。

$Ag_2S+4CN^- \rightarrow 2Ag(CN)_2^-+S_2^-$

粉砕した鉱石または鉱尾をスラリーとし、空気と十分接触するなかで、青化液を加え、金銀をシアン化物として抽出、固体分を十分に除去し清澄液とし、ついで亜鉛末を加えて金銀を析出、沈澱させるのである。

(3) 第 3 期 [図 2.3、2.4、2.5]
－混汞、沈澱製錬法の廃止と青化製錬法の導入－
明治 37(1904)年－大正 14(1925)年

青化製錬法の有利さが長期にわたる実験で確認されたので、沈澱製錬法ならびに混汞製錬法は、明治 37(1904)年に廃止され[16]、青化製錬法に置き換えられた。混汞製錬法の廃止により、直接、熔鉱炉で処理される品位の高いもの以外は、鉱石はすべて搗鉱製錬にかけられることとなり、その増強を図った。このため搗鉱機の杵の重量、杵の数を増した。明治 41(1908)年には、杵の重量をすべて 1,000 ポンドとし、総数を 50 基増やして、200 基とした[17]。

搗鉱製錬では、ダンカン(Dancan)式淘汰器で水銀を添加し、金銀をアマルガムとして回収した。同じくそこで生成する汰物は熔鉱炉へ向け、細かい粒子分は泥鉱と砂鉱に分けられ、ともに青化製錬にかけられることになった。青化製錬法による実収率は、明治 42(1909)年には、金 67%、銀 28%程であった。その後、徐々に向上し、大正元(1912)年には砂鉱で金 77.6%、銀 37.5%、泥鉱で金 82.5%、銀 49.6%であった[18]。

なお、熔鉱炉製煉においては、大正元(1912)年に真吹炉が導入されたが、安定操業には時日を要し、翌年も良い結果を出していないと報告されており[19]、大正 3(1914)年頃から本格的に稼動したものと思われる。

(4) 第 4 期
－熔鉱炉製錬の中止と直島製煉所への出荷－
大正 14(1925)年－昭和 7(1932)年

直島製煉所の操業開始(大正 7･1918 年)とその後の発展により、大正 14(1925)年には佐渡鉱山での熔鉱炉製錬を中止し、熔鉱炉で処理していた上鉱、汰物を直島に送り[20]、操業の効率化を図った。なお、上鉱の処理については、鉱山からの産出量と転炉での消費量のバランスの関係で、これが直島で積みあがることもあり、後には、上鉱を浮選工程にかけて精鉱として出荷した[21]。

(5) 第 5 期 [図 2.6]
－浮遊選鉱法の導入－
昭和 7(1932)年－昭和 12(1937)年

浮遊選鉱法(浮選)は、大正 7(1918)年から金銀銅鉱を対象に小実験を開始し、石英質含金銀鉱には、大正 12(1923)年、三菱鉱業研究所の研究を基礎に、ジャネー式器械で実験を始めた。金銀鉱での浮選は新しい試みであり、多くの困難に遭遇したが、これらを克服しつつ、以後 9 年間にわたり試験を行った。この結果、泥鉱処理にはコスト、実収率(特に銀)において、青化製錬法より浮遊選鉱法が優れていることが判明した

このようにして、昭和 7(1932)年に至り、搗鉱尾のうち泥鉱には青化製錬法に代えて浮遊選鉱法を導入することとした[22]。

更に、翌昭和 8(1933)年には、上鉱にも浮遊選鉱法を実施することとし、試験操業を開始した。但し、砂鉱には銀実収率は低いものの、工程が簡素で、コスト面で有利なので、引き続き青化製錬

法を採用した。泥鉱への浮遊選鉱法の成功は、低品位鉱(Au3g/t 程[23])の経済的採掘を可能とし、山命延長に寄与した意義も大きい。

(6) 第 6 期 [図 2.7、2.8、2.9]
－熔澱処理の中止と大阪製煉所への出荷 7 万 t/月処理体制への増強と戦時下の縮小－
昭和 12(1937)年－昭和 18(1943)年

昭和 12(1937)年、佐渡鉱山での青化澱物の熔澱処理を中止、そのまま大阪製煉所へ送ることとし、効率化を図った。国策に基づく金の増産に応えるため、低品位となっていた粗鉱の生産量を増し、さらに浜石[24]の採取量を月産 3 万ｔ程度へ大々的に増して、選鉱場への供給鉱量を増やし、設備の拡張をはかって処理総量 7 万 t/月体制(浮遊選鉱系 5 万ｔ、搗鉱系 2 万 t)とすることとし[25]、昭和 13(1938)年に第 1 期工事を完了、漸次、設備の改良を施し、昭和 15(1940)年には、全ての工事が完成した。この年、金銀ともに明治時代以降、過去最高の生産量を記録し(金1,538㎏、銀24,494㎏)、以後、これを越えることはなかった。太平洋戦争の進行により、国策による金鉱業整備のため、金銀から銅の生産に転ずることになり、昭和 18(1943)年には、搗鉱系 2 万 t/月、青化系 1 万 t/月の設備すべてを国に供出することとし、搗鉱場、青化場を閉止すると共に、浮遊選鉱設備も 2 万 t/月供出し、3 万 t/月に縮小した。

(7) 第 7 期
－3 万 t/月浮遊選鉱設備での操業と ガラス工業向珪砂の生産－
昭和 18(1943)年－昭和 27(1952)年

昭和 18(1943)年、国策である金鉱業整理にそって、金の生産を取りやめ、銅の生産に転じた。このため、同年 3 月には搗鉱場を、6 月には青化場を閉止した。すなわち、搗鉱設備 2 万 t/月、青化設備 1 万 t/月を共に供出し、(浮遊)選鉱設備は 5 万 t/月のうち、2 万 t/月を供出、結果、選鉱設備 3 万 t/月だけが残存するところとなった。

その後は、物資、人員が不足するなか、精一杯の生産を続け、金銀の生産は激減したものの、銅については、昭和 18(1943)年、昭和 19(1944)年それぞれ 867t、891t と佐渡鉱山では過去にない高レベルの生産を行い、昭和 20(1945)年の終戦を迎えた。戦後は、戦時中に水没した坑道の排水にも着手する等、戦後の混乱のなかで生産量向上のため最善を尽くした。そのなかで、生き残り策として、昭和 22(1947)年 4 月には金銀鉱の生産をやめ、ガラス工業向け珪砂の生産に転ずる施策を取ったが、昭和 23(1948)年初めには、金銀鉱の採掘を再開し、珪砂の生産と並立する施策に転じた。

しかし、鉱石品位の低下による採算悪化に加えて探鉱の結果も芳しくなく、昭和 27(1952)年にはついに選鉱場の操業を閉止する大縮小を断行するに至り、この年をもって、明治 2(1869)年の操業開始以来、83 年間にわたる選鉱操業に終止符が打たれた。

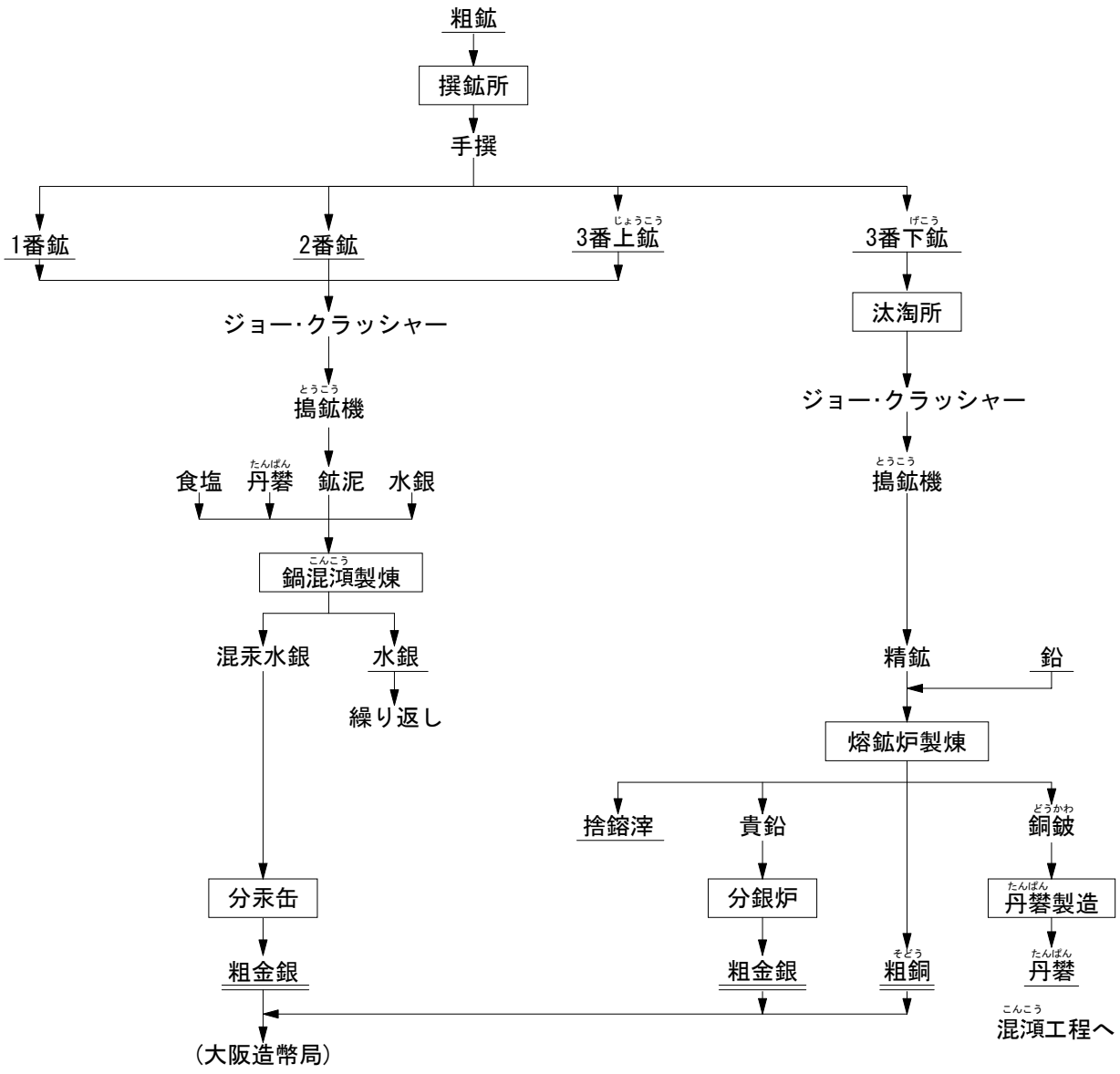


図2.1　操業系統図(官営時代)

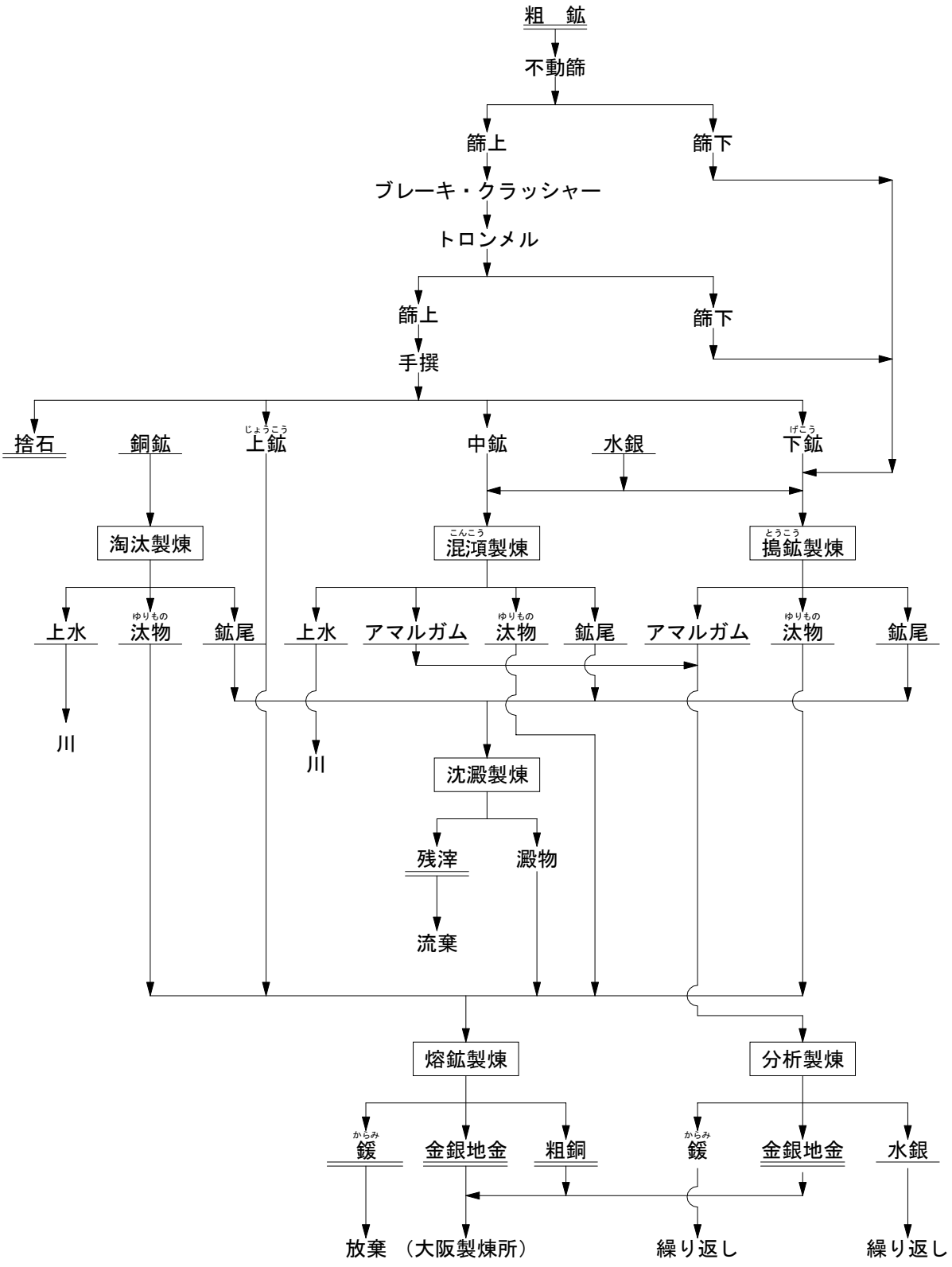


図2.2　操業系統図(三菱時代 1902年)

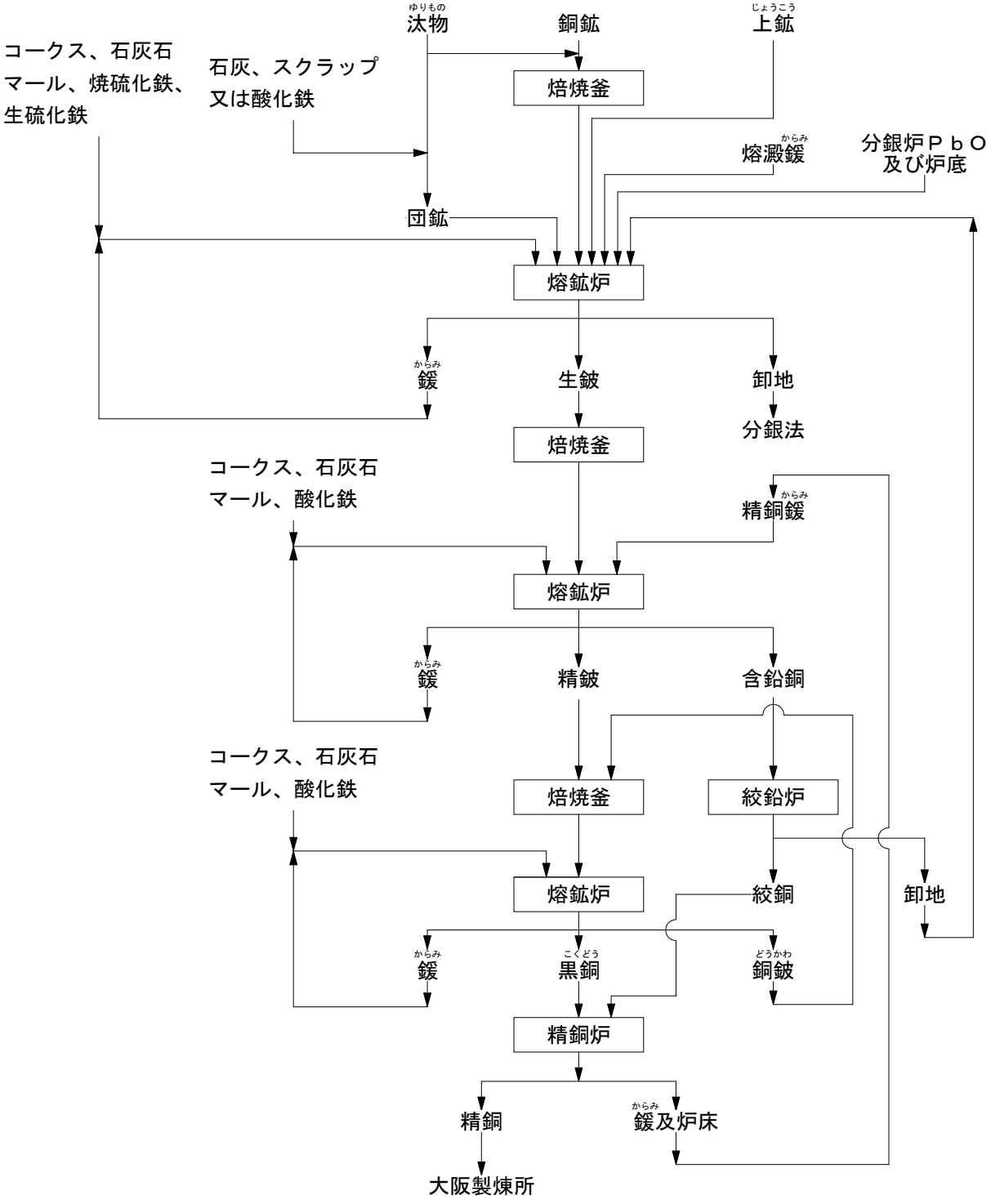


図2.3　操業系統図(熔鉱関係 1914年)

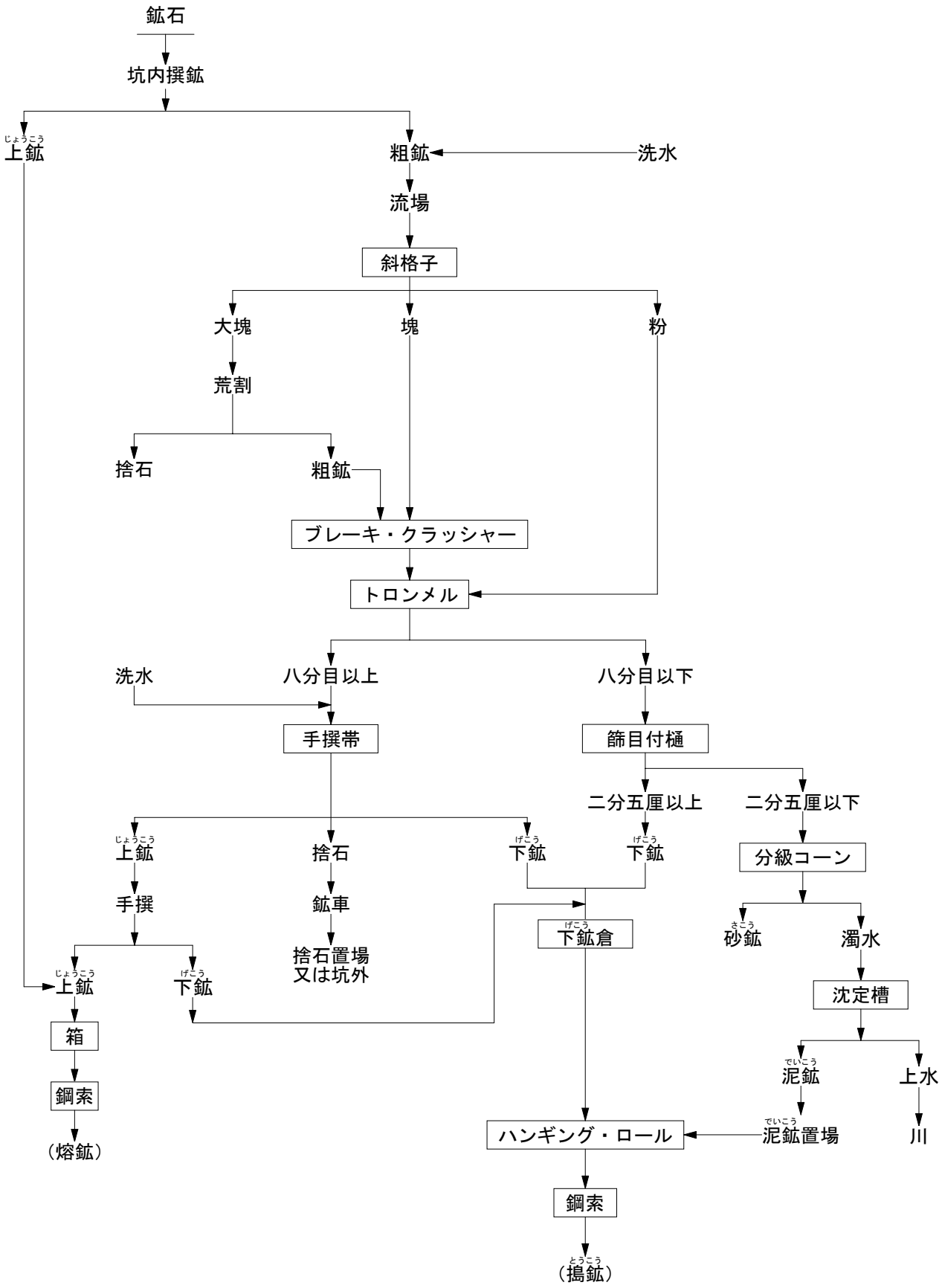


図2.4　操業系統図(1923年 砕鉱関係)

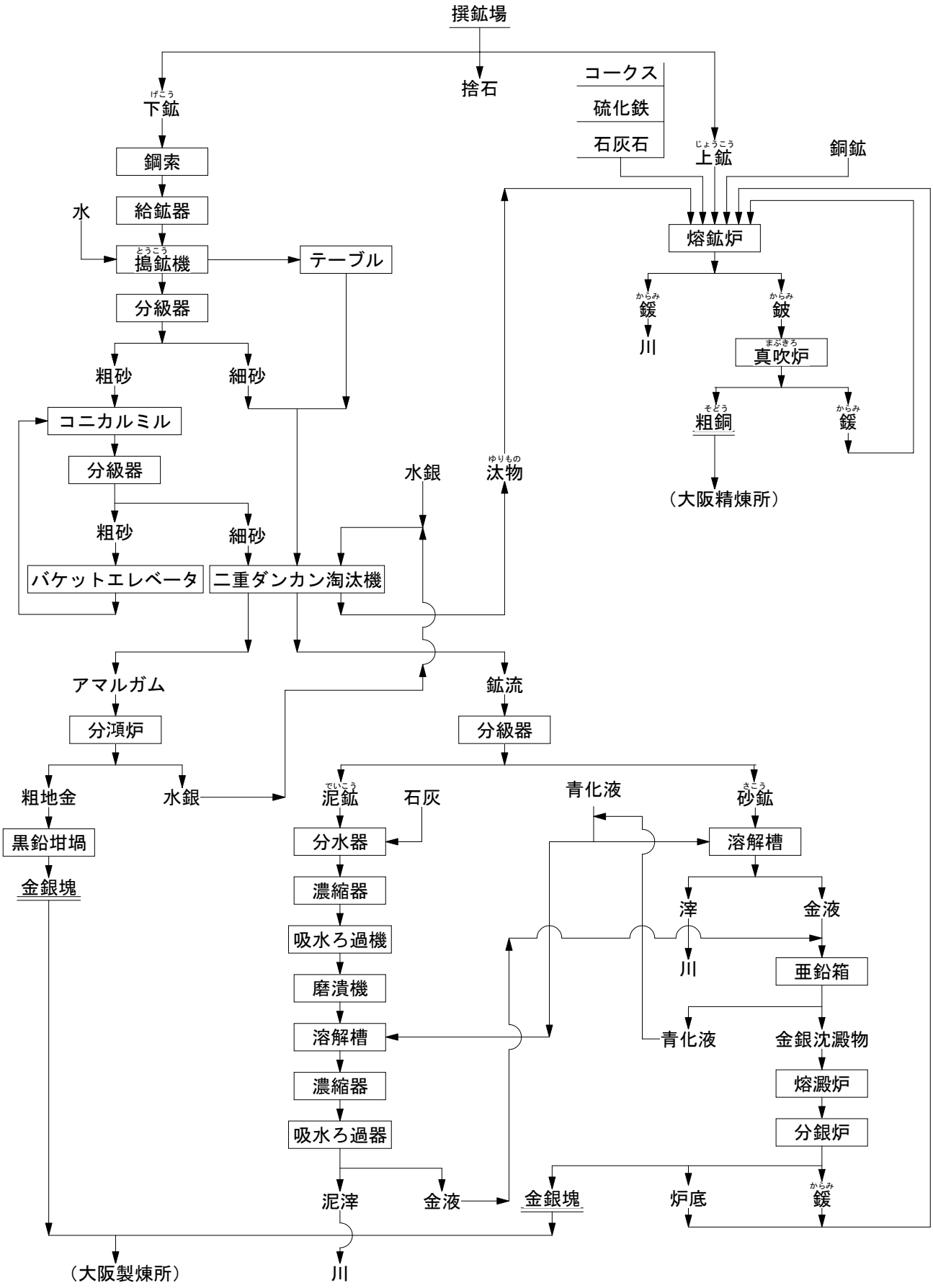


図2.5　操業系統図(1923年 製錬関係)

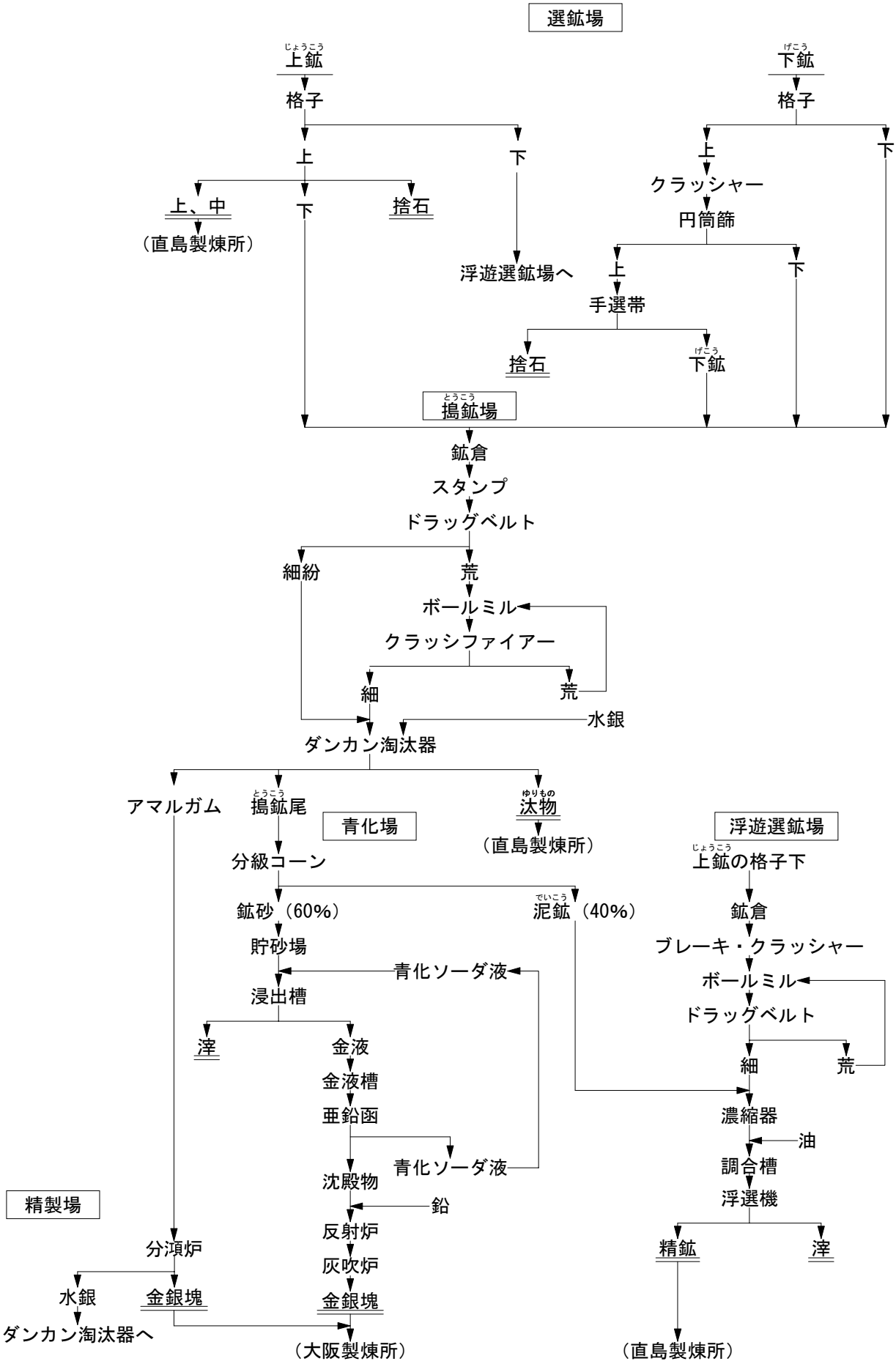


図2.6　操業系統図(1937年)

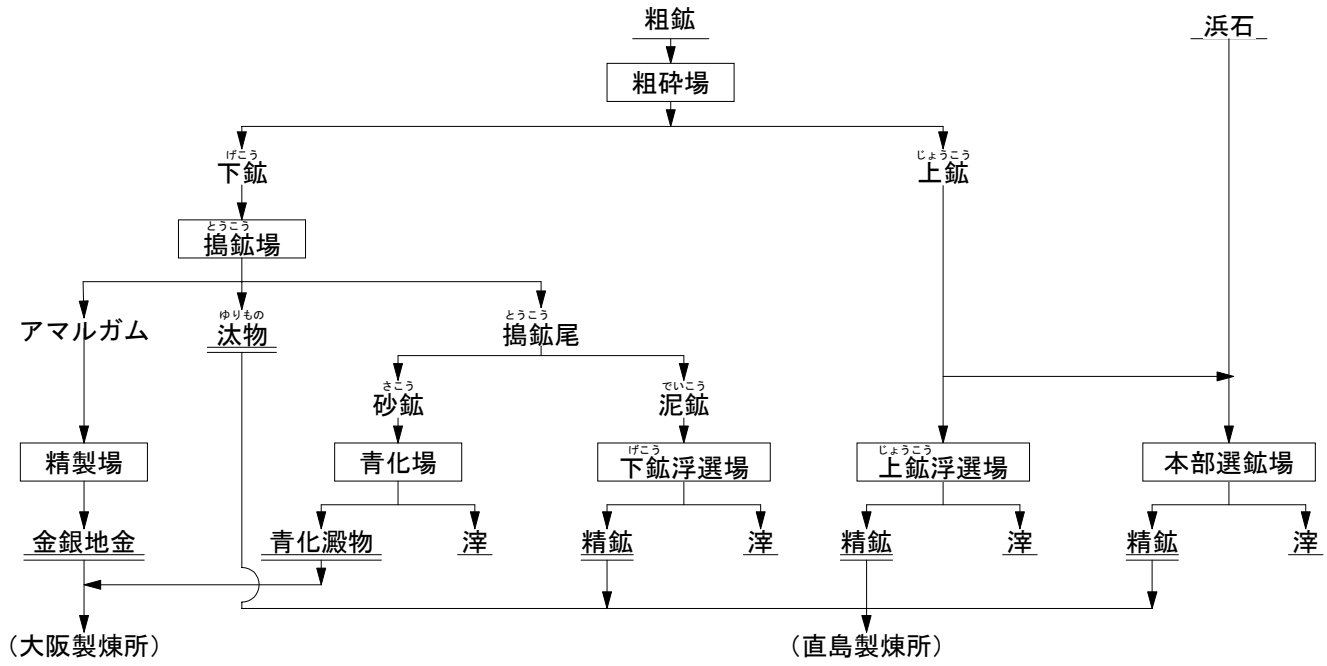


図2.7　操業系統図(1939年 総括)

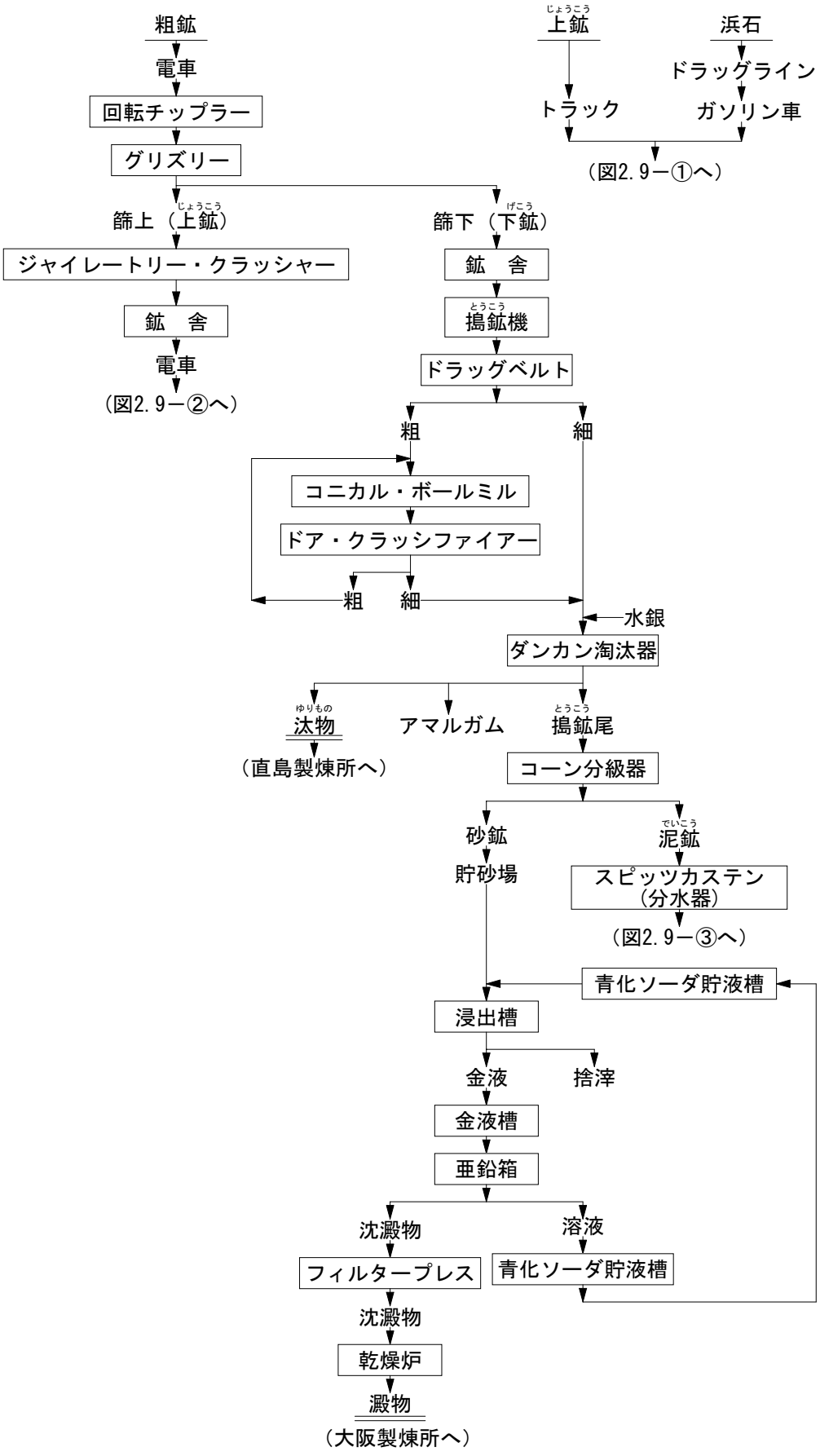


図2.8　操業系統図(1939年 その1)

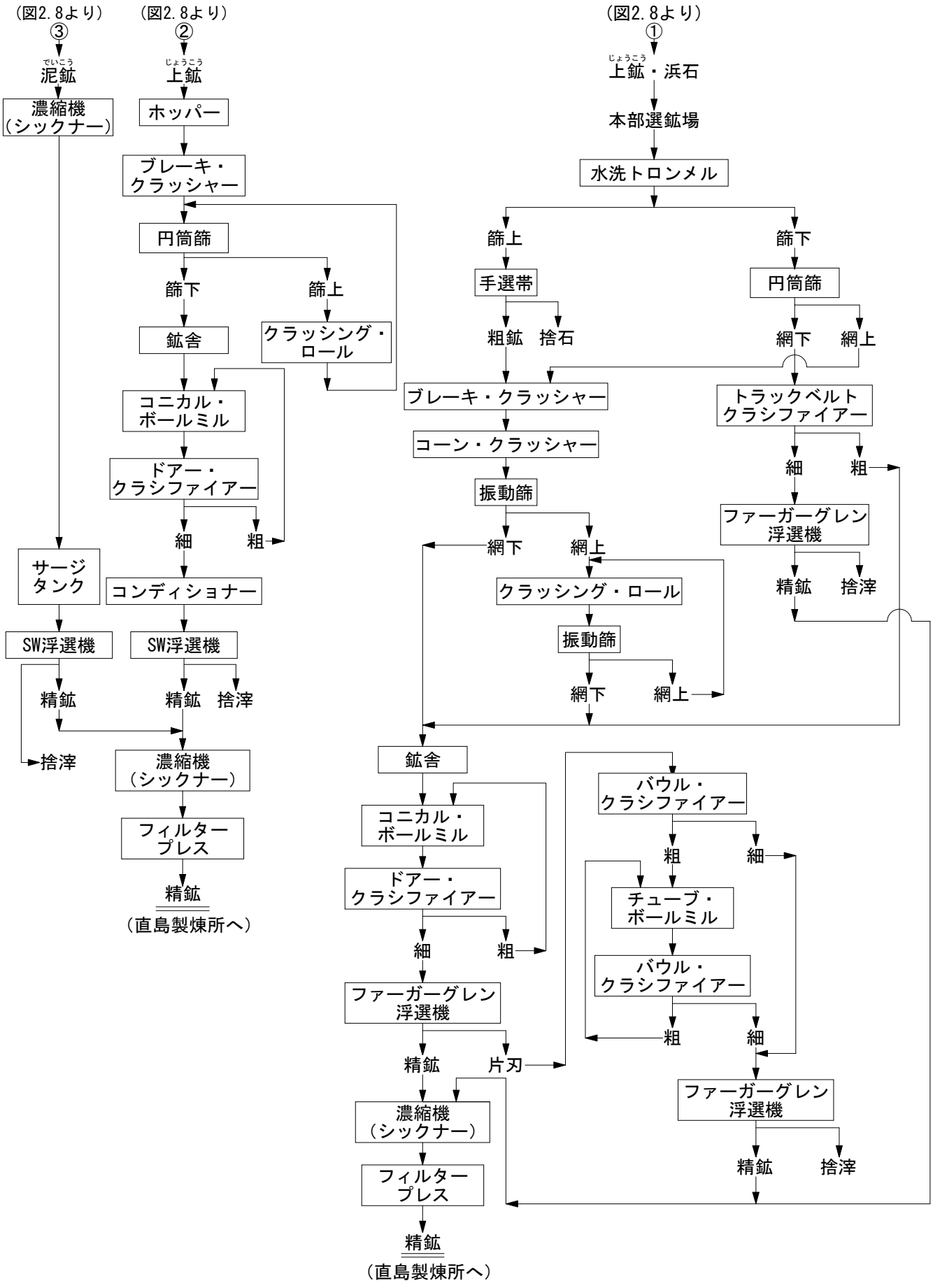
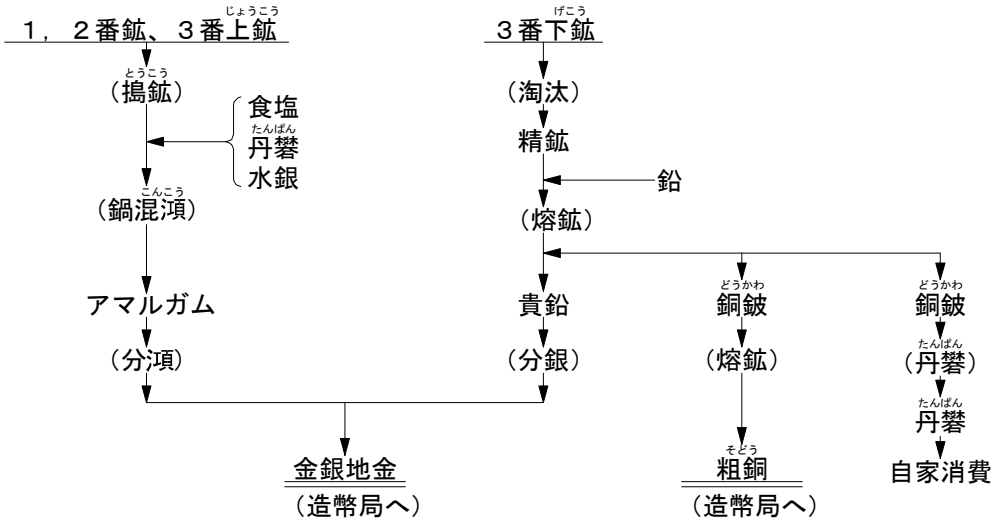


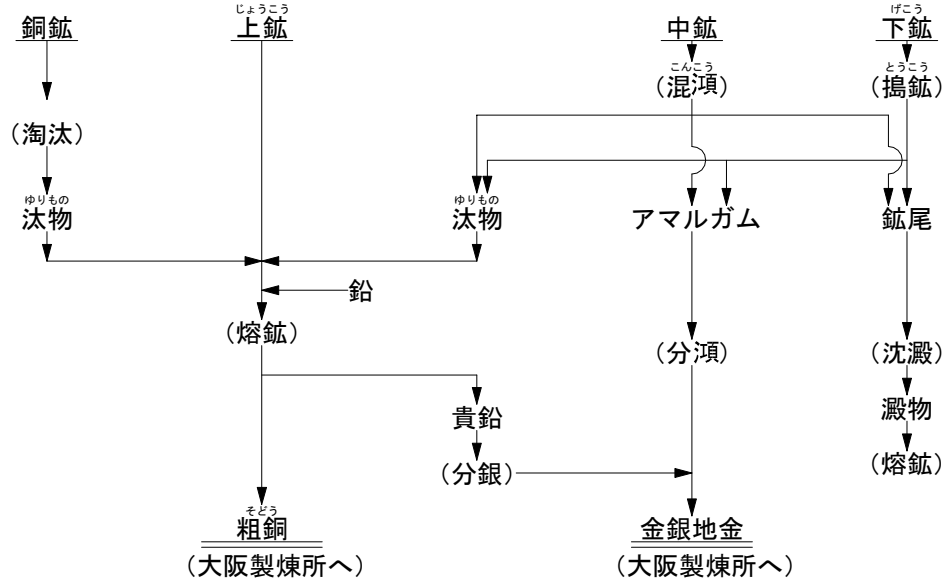
図2.9　操業系統図(1939年 その2)

図2.10　選鉱･製錬法の発展

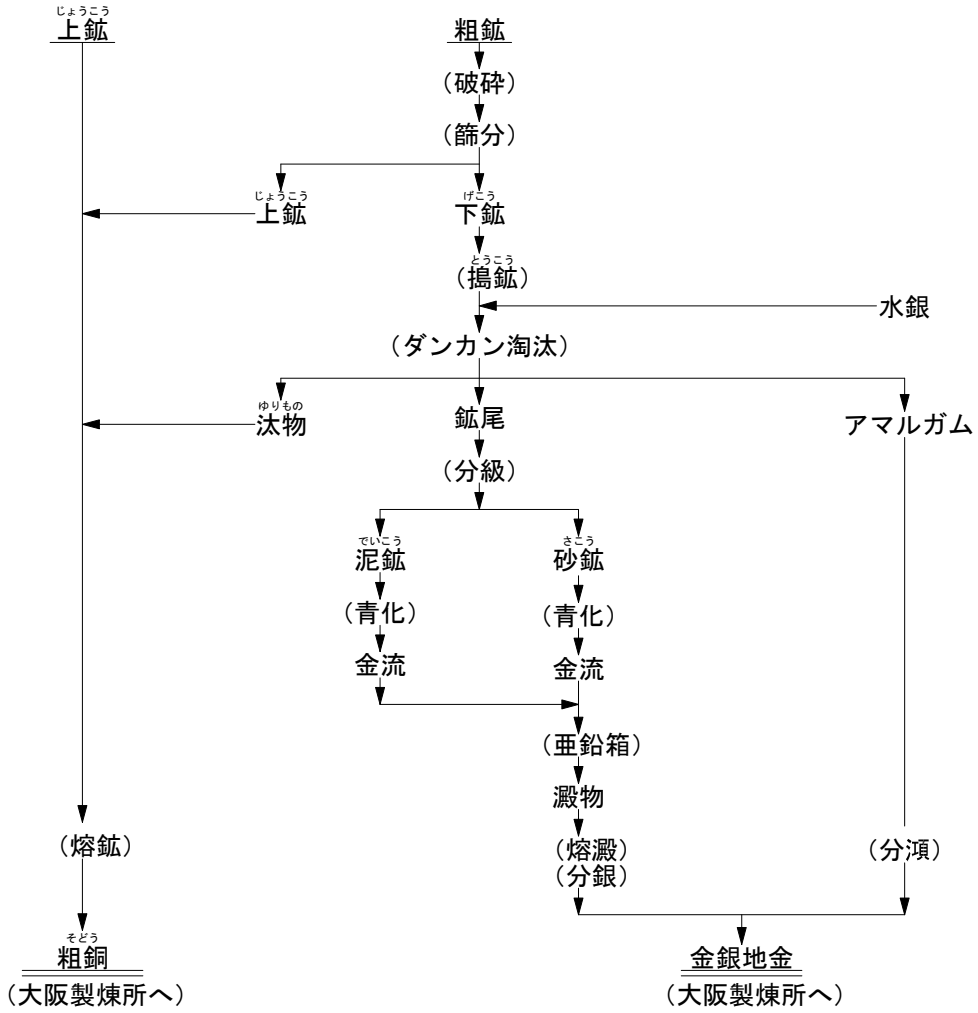
第１期（1869～1893）（1869年　官営で創業）



第２期（1893～1904）（1893年　沈澱製煉開始、1896年　経営が三菱へ移管。）



第３期（1904～1925）（1904年　混淆、沈澱中止。代わって青化法導入）



第４期（1925～1932）（1925年　熔鉱中止。上鉱、汰物は直島へ送鉱。）

上鉱	汰物	金銀地金
（直島製煉所へ）	（直島製煉所へ）	（大阪製煉所へ）

第５期（1932～1937）（1932年　泥鉱青化は浮選に切り替え。1938年　７万T/月体制。）

泥鉱
（浮選）

上鉱	汰物　精鉱	金銀地金
（直島製煉所へ）	（直島製煉所へ）	（大阪製煉所へ）

第６期（1937～1943）（1937年　青化澱物の熔澱処理中止。澱物は大阪へ。1943年　設備縮小。）

上鉱	汰物　精鉱	澱物　金銀地金
（直島製煉所へ）	（直島製煉所へ）	（大阪製煉所へ）

第７期（1943～1952）（縮小した選鉱場だけでの操業。）

汰物　精鉱
（直島製煉所へ）

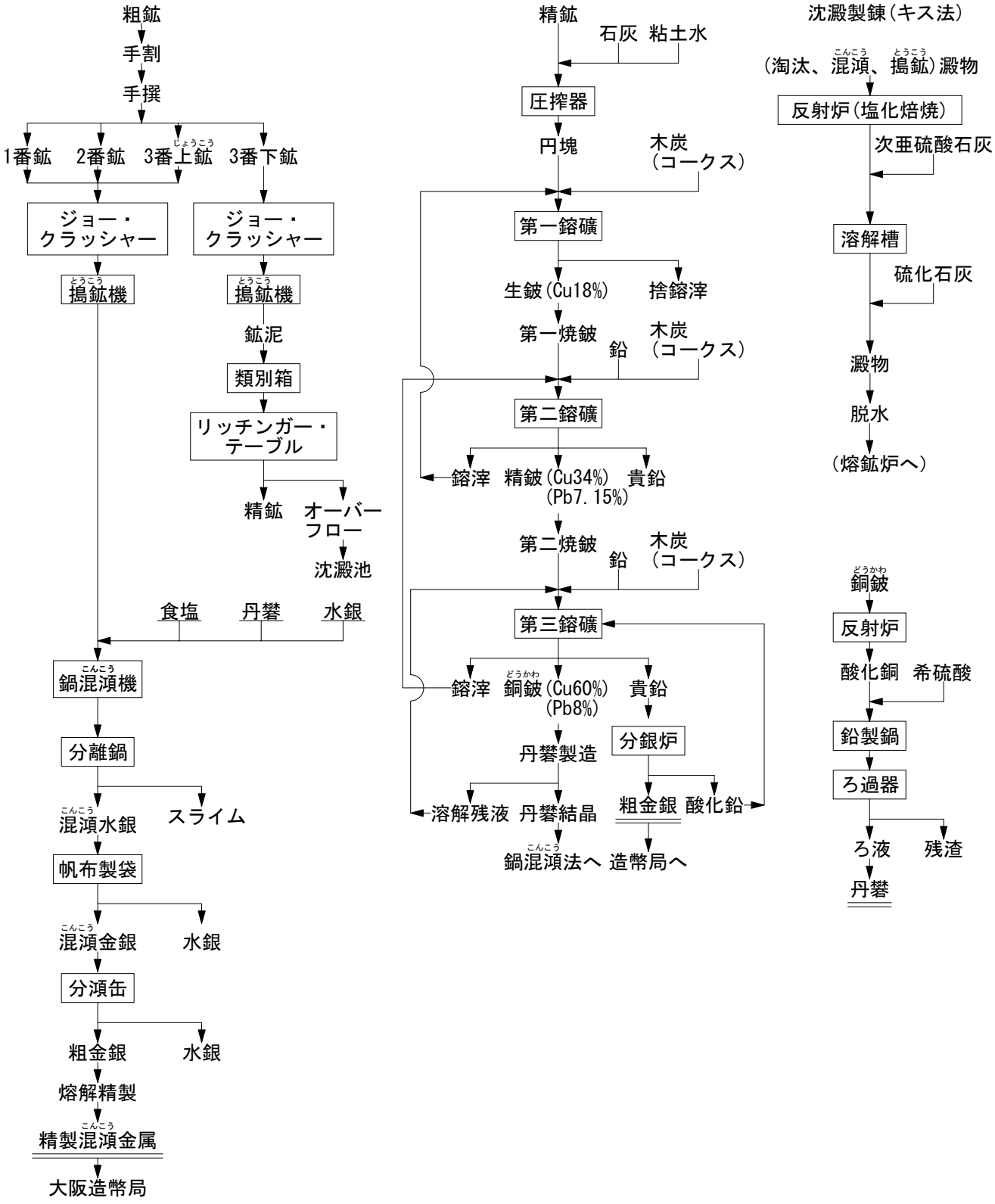
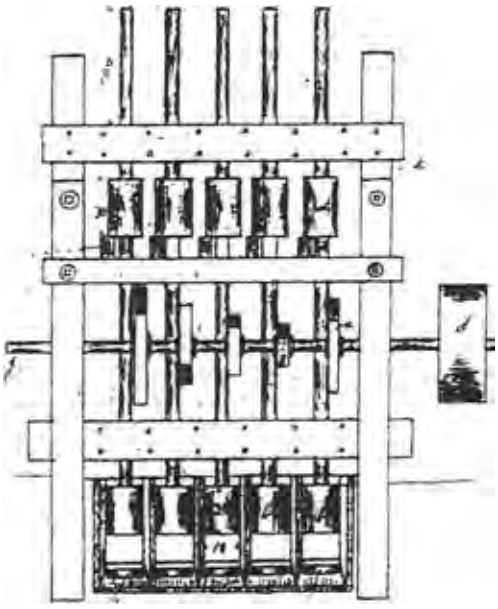
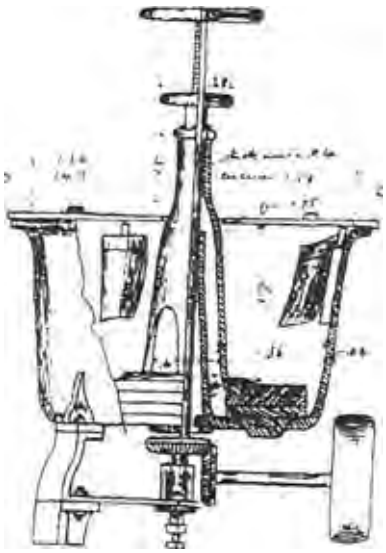


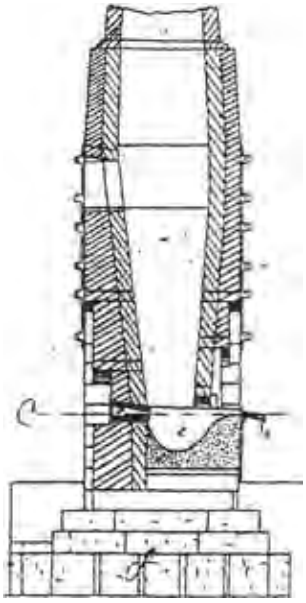
図2.11　操業系統図　（官営時代）



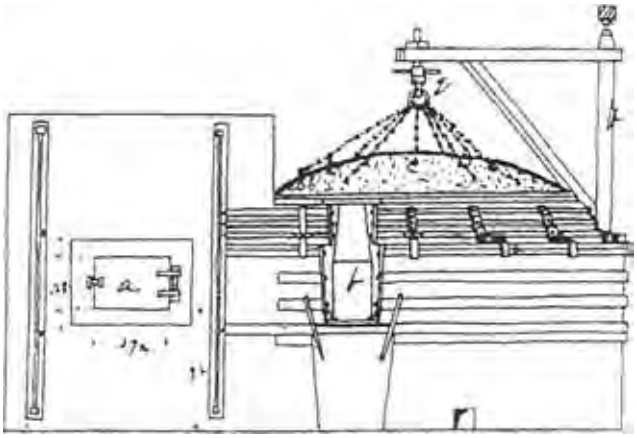
佐渡鉱山揚鉱機図



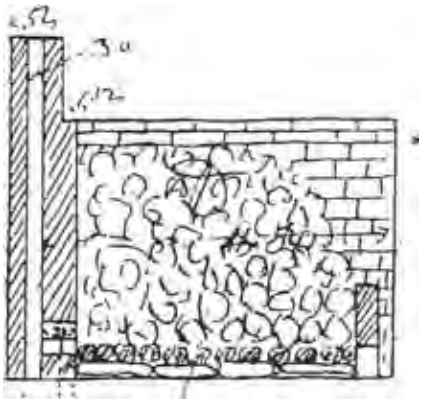
佐渡鉱山鍋混頑の図



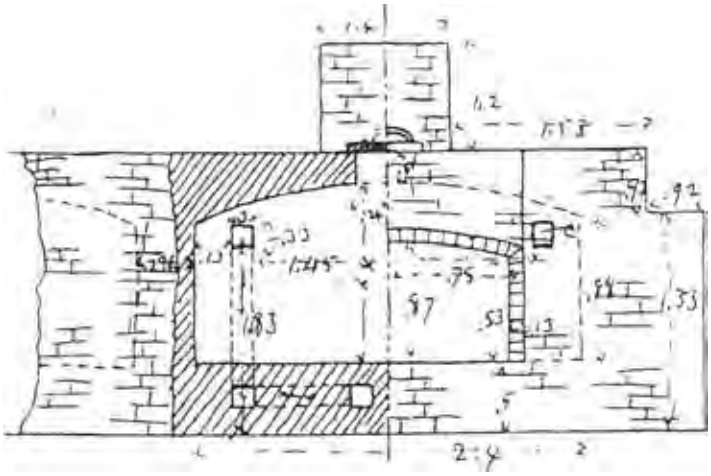
ストルベルク式熔鉱炉



佐渡鉱山のドイツ式分銀炉



銅鈹焙焼炉(シュターデル)



ジョン式コークス竈

図2.12　官営時代の設備図

表2.1　主要設備仕様表

設備名	時期		
	官営時代	明治35(1902)年	大正3(1914)年
砕鉱器 (ジョー・ クラッシャー)	2-2.5 t/時	ブレーキ式、3.2 t/時	
円筒篩 (トロンメル)			
ボールミル			
チューブミル			
濃縮器 (シックナー)			
クラッシング・ ロール			
コーン・ クラッシャー			
搗鉱機 (混汞用)	杵5本、650斤、昇降高さ10インチ、昇降度数70/分	杵5本、650ポンド/本、昇程9寸2分、搗数70	
搗鉱機 (鉱尾処理用)		第一搗鉱場(杵 60本、850ポンド、11インチ、74回) 第二搗鉱場(60本、850ポンド、9.2インチ、68-72回、処理量1.3t/杵・日)	
分水器 (スピッツ カステン)			
二重ダンカン 淘汰器			
フェージャー グレン 浮選機			
乾燥炉 (沈澱製錬)		ステテフェルド式、棚形直立炉4基、高さ25尺、内径12尺、幅4尺、6段	
塩化焙焼炉 (沈澱製錬用)		反焔式、4基、長さ48尺、幅13尺、4段に分割	
混汞鍋		1t(直径5.1寸、深さ2.85尺)6基、0.5t 8基	
熔鉱炉	高さ 39尺3寸、上口 方4尺、総立坪 7坪1分1厘	2基、円形水套式、羽口準　直径36インチ、径100㎜、数6本、装入口－下底 2.812m、羽口－下底 0.681m、装入口(矩形) 0.59m×0.76m	ウォータジャケット、丸形、羽口径4インチ、数6、装入口－底9フィート6インチ、羽口－底　27インチ
熔銅炉 (精銅炉)		黒銅、絞銅を精製、長さ4.817m×幅2.545m×高さ1.273m	反射炉、高さ4フィート、長さ15フィート6インチ、幅 8フィート
絞鉛炉			南蛮炉を改良 長さ4尺、最大幅3尺、前に向いて15度傾く
真吹炉			2基、径3尺、深さ1尺5寸 炉全体を煉瓦壁で囲み、煙は後方に導き、煙道へ
熔澱炉		高さ3.181m×長さ5.151m×幅1.821m、炉床は焜焼、熔澱両室に分かれる 処理量　湿澱物約1.5t/日	英国式灰吹炉、火床、熔煉部、乾燥焙焼部からなる 高さ10フィート7インチ、幅6フィート1インチ、長さ5フィート
分銀炉 (灰吹炉)		ドイツ式、長さ6.454×幅0.424m 炉床長径2.696×短径0.780m、羽口数2	ドイツ式、矩形、長さ21フィート6インチ、幅14フィート、中に卵形の床を有す(長さ10フィート4インチ、幅12フィート1インチ)
分汞炉		円筒状レトルト、長さ90cm、内径33cm、燃料　松薪	

参考文献	植田晃一：「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、資源・素材学会、1998秋、1999春、1999秋	中本英彦：『佐渡鉱山説明書』、三菱合資会社、1903.1	『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)、西村啓造(1914)

時期			設備名
大正12(1923)年	昭和7(1932)年	昭和13(1938年)-15(1940)年 (本部選鉱場起業)	
高任4基、口径5.9寸×9.2寸、1.3寸×9.2寸 大立3基、高任に同仕様		ブレーキ式、24インチ×15インチ、１台	砕鉱器 (ジョー・クラッシャー)
高任4基、径3尺、長さ8尺 大立3基、高任に同仕様		計4台完成	円筒篩 (トロンメル)
		8フィート×4フィート	ボールミル
		計4台	チューブミル
シックナー 攪拌棒の回転数は、15分に1回		ドア型、径 50m	濃縮器 (シックナー)
		計3台	クラッシング・ロール
高任1基、給鉱部径3尺、高さ2.5尺 大立1基		4.5フィート1台、5フィート1台	コーン・クラッシャー
			搗鉱機 (混渣用)
			搗鉱機 (鉱尾処理用)
分級器からの鉱流のうち80%を水分として、回収し、残り20%をシックナーに送る スピッツカステンはこの分水器と考えられる			分水器 (スピッツカステン)
上径4尺、下径5尺、深さ5寸			二重ダンカン淘汰器
		50基	フェージャーグレン浮選機
			乾燥炉 (沈澱製錬)
			塩化焙焼炉 (沈澱製錬用)
			混渣鍋
			熔鉱炉
			熔銅炉 (精銅炉)
			絞鉛炉
2基、径4尺、深さ1.4尺			真吹炉
			熔澱炉
			分銀炉 (灰吹炉)
			分渣炉

『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)、夏井武市(1923)	『佐渡鉱山概要』：発行人 本間幸吉(新潟県佐渡郡)、1932	『佐渡鉱山事業報告』：三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵	参考文献

表2.1'　自家発電一覧表

名称	完成年	容量	参照文献番号
高任水力	明治33(1900)年	15kW	『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』
北沢火力	明治41(1908)年	500kW	『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』
戸地川第一(水力)	大正4(1915)年	600kW×2台	『三菱社誌』
戸地川第二 (水力)	大正8(1919)年	510kW	『三菱社誌』
入川水力(高千支山)	昭和4(1929)年	200kW	『特別報告』
下相川火力	昭和13(1938)年	1,000kW	「佐渡鉱山関係施設等設計図」 (新潟県指定文化財)
大間火力	昭和15(1940)年	1,400kW×1台 4,200kW×2台	『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』

表2.2　分析値の例

品目	金 (Au)	銀 (Ag)	銅 (Cu)	鉛 (Pb)	亜鉛 (Zn)	石英 (SiO2)	ｼｱﾝ化ﾅﾄﾘｳﾑ (NaCN)	ｼｱﾝ化ｶﾘｳﾑ (KCN)	時期 (西暦)	備考
上鉱	70	4,267							1935	※1　本山 年間平均値
上鉱	44	374							1940	※1　年間平均値
中鉱	22	274							1902	※2
下鉱	5	74							1902	※2
下鉱	4	74							1900 -1903頃	※3
銅鉱石 (淘汰原料)	3	275	1.8						1902	※2
精鉱 (汰淘所出)	78	2,534	14.5			48.3			1882	※4
揚鉱鉱尾	20	87							1902	※2
混渫鉱尾	55	166							1902	※2
淘汰鉱尾	20	188							1902	※2
沈澱製錬 澱物	236	19,314	7	4.6	7.5				1902	※2
青化液							0.185	0.23	1914	※5　濃液 (最初に抽出する シアンの濃い液)
〃							0.16	0.144	1914	※6　中液 (2回目の抽出液)
〃							0.084	0.108	1914	※6　淡液 (3回目の抽出液)
(砂鉱) 青化澱物	10,000	131,700	4.75	2.435	57.709	10.215			1914	※6　濃
〃	3,500	95,300	4	3.347	55.622	18.75			1914	※6　中
〃	4,450	49,350	0.85	3.415	57.221	23.61			1914	※6　淡
青化残渣	1	47							1909	※1
〃	1	63							1911	※1
〃	1	46							1914	※1
〃	1	54							1918	※1
〃	0	49							1920	※1
浮選精鉱	111	26,531							1935	※1　本支山 年間平均値
〃	162	2,871							1940	※1　年間平均値
金銀地金 (%)	5	94							1930	生産量から計算 年間平均値 分銀出
〃	17	78							1930	生産量から計算 年間平均値 分湏出
〃	11	86							1935	生産量から計算 年間平均値
〃	24	64							1940	生産量から計算 年間平均値

単位：Au, Agはg/t、他は%とする。
備考欄：分析値の値は下記資料を参照した。
※1　『佐渡鉱山事業報告』：三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵
※2　中本英彦:『佐渡鉱山説明書』、三菱合資会社、1903.1
※3　日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、1968複製(原本:1930)
※4　植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、
資源・素材学会、1998秋、1999春、1999秋)
※5　『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)　中野嘉作(1883)
※6　『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)　西村啓造(1914)

表2.3　選鉱･製錬関係年表

年		出来事
元号	西暦	
明治2年	1869	官営鉱山として創業。英人ガワー着任。
明治5年	1872	混淆器試運転。
明治6年	1873	英人ガワー離任。米人ジェニン着任。
明治8年	1875	汰淘所完成。第一、二熔鉱炉完成。
明治9年	1876	ドイツ式分銀炉、撰鉱所完成。混淆器運転再開。米人ジェニン離任。
明治10年	1877	鈹焼炉、コークス炉完成。
明治18年	1885	大島高任着任。
明治20年	1887	渡辺渡着任。
明治21年	1888	絞鉛炉導入。
明治22年	1889	高任選鉱所完成。水套式熔鉱炉完成。大島高任辞任。
明治24年	1891	第一搗鉱場完成。
明治26年	1893	第二搗鉱場完成。沈澱製錬開始。
明治29年	1896	経営、三菱合資へ移管。渡辺渡辞任。
明治31年	1898	中本英彦着任(大正3･1918年鉱山長職離任まで佐渡に勤務)。
明治34年	1901	青化製錬の研究開始。
明治37年	1904	混淆、沈澱製錬廃止。青化操業開始。
明治41年	1908	第三搗鉱場新築(明治43･1909年に完成)。北沢に500k火力発電所建設。
大正元年	1912	真吹炉新設。
大正4年	1915	戸地川第一発電所完成(600kW×2)。
大正7年	1918	経営、三菱鉱業へ移管。
大正8年	1919	戸地川第二発電所完成(510kW)。
大正12年	1923	浮遊選鉱試験開始。
大正14年	1925	熔鉱炉閉止し、上鉱、銅鉱、汰物の直島送り始まる。
昭和6年	1931	搗鉱工程の泥鉱処理を青化法から浮選法に切り替え。
		砂鉱処理は青化法を継続。
昭和8年	1933	上鉱処理に浮選を採用。
昭和12年	1937	青化澱物の熔澱処理を廃し、直接、大阪製煉所へ送る。
昭和13年	1938	本部(浮遊)選鉱場新設起業第一期工事完成。
昭和15年	1940	本部(浮遊)選鉱場新設起業工事完成。大間火力発電所完成(1,400kW、4,200kW×2)。
		金、銀生産新記録(明治以降)。
昭和18年	1943	金鉱業整理の国策により、3月に搗鉱操業、6月に青化操業を閉止。
		金から銅の生産に転換。選鉱能力は、5万t/月より3万t/月へ縮小。
昭和22年	1947	ガラス工業向け珪砂の生産を開始。一時期、金銀鉱の生産を止める。
昭和27年	1952	選鉱場閉止。

3. 生産量の推移

(1) 生産量の推移

表 2.4 に、明治時代以降における佐渡鉱山の金、銀、銅の生産量、ならびに、金、銀について、わが国全体の生産量と佐渡鉱山の生産量が占める比率等を示し、図 2.13 に佐渡鉱山における金、銀、銅の生産量をグラフで表した。なお、全国の生産量については、明治 42(1909)年以降の数量に関する資料が確認できず空欄とした。

まず、佐渡鉱山における金の生産量の推移をみる。明治時代初期は年産 100 kg以下で推移していたが、近代化の取り組みが功を奏し、官営時代の明治 25(1892)年には、254 kgにまで増加した。明治 19(1896)年、経営が三菱に移り、更に生産が増し、明治時代末期の明治 44(1911)年には、573 kg に達した。その後、400-600 kg台で推移し、昭和 5(1930)年には 800 kgを越え、昭和 13(1938)年－15(1940)年の大増産により、昭和 15(1940)年には過去最高の 1,538 kgを記録した。翌 16(1941)年、太平洋大戦が始まり、昭和 18(1943)年、国策による金から銅への生産の転換があり、金の生産は大きく低下し、昭和 19(1944)年には 532 kg、終戦の年、昭和 20(1945)年には 244 kgであった。戦後は更に低下し 100 kgを割ったが、その後いくらか回復し、選鉱場閉止直前の昭和 27(1952)年は 171 kg であった。

次に、国内出の金に占める佐渡鉱山の比率であるが、明治 25(1892)年の 36%をピークとして、他鉱山での生産が増えるとともに徐々に低下し、明治 33(1900)年以降は 8-10%で推移した。銀の生産量は金のそれと同じような増減を示している。但し、全国での生産比率は、金と異なり、明治 20(1887)年以降、数%で推移している。参考のため、佐渡鉱山における金、銀の産出比率を示した。銀/金比は、明治時代中期までは概ね 20-40 で推移したが、その後は 10 台で推移し、終戦前後は 20 台に上がっている。

最後に銅の生産であるが、戦時中の銅鉱増産時の 600-900t は別にして、年産数 10t 多くて 100t 台である。

(2) 生産品の構成内容

佐渡鉱山における生産品は、次の 5 つの型に分類される。なお、[　]内は前項における選鉱・製錬技術の分類と整合する。

・銀地金、粗銅［第 1、2、3 期］
・金銀地金、上鉱、汰物［第 4 期］
・金銀地金、上鉱、汰物、精鉱［第 5 期］
・金銀地金、上鉱、汰物、精鉱、金銀澱物［第 6 期］
・汰物、精鉱、(珪砂)　［第 7 期］

各期の代表例をとり、金銀の生産量[26]と構成比率を表 2.5 に示す。なお、生産量の少ない銅は同表から除いた。また、各期の代表年度は各期の中央付近、ないしは後半の 1 年度を選ぶこととし、第 1 期が明治 25(1892)年、第 2 期が明治 35(1902)年、第 3 期が大正 4(1915)年、第 4 期が昭和 5(1930)年、第 5 期が昭和 10(1935)年、第 6 期が昭和 15(1940)年、第 7 期が昭和 24(1949)年とした。

これより、金について次のことがいえる。第 3 期(明治 2・1869 年－大正 14・1925 年)までは、金銀地金で出荷されていたが、第 4 期(大正 14・1925 年－昭和 7・1932)は鉱石での出荷が約半分、残りの多くが地金であった。第 5 期(昭和 7・1932 年－昭和 12・1937)には精鉱が半分近くを占め、残りが、地金と鉱石であった。第 6 期(昭和 12・1937 年－昭和 18・1943)には、大半が精鉱、残りが地金、鉱石、澱物、第 7 期(昭和 18・1943 年－昭和 27・1952)は精鉱と汰物であった。プロセスの主体が製錬から選鉱に移っていく様子を読み取ることができる。

表2.4　生産量の推移

年		金			銀			銅	銀/金
元号	西暦	佐渡生産量 (kg)	全国生産量 (kg)	佐渡比率 (%)	佐渡生産量 (kg)	全国生産量 (kg)	佐渡比率 (%)	佐渡生産量 (t)	(佐渡)
明治2年	1869	20	−	−	364	−	−		19
明治3年	1870	37	−	−	1,329	−	−	−	36
明治4年	1871	22	−	−	587	−	−	11	27
明治5年	1872	29	−	−	843	−	−	−	29
明治6年	1873	38	−	−	1,710	−	−	4	46
明治7年	1874	15	94	15.8	620	2,730	22.7	14	42
明治8年	1875	25	174	14.4	1,156	6,768	17.1	12	46
明治9年	1876	28	222	12.7	1,234	8,736	14.1	6	44
明治10年	1877	68	350	19.5	3,009	11,045	27.2	−	44
明治11年	1878	62	273	22.9	2,605	9,891	26.3	−	42
明治12年	1879	94	261	35.9	1,759	9,087	19.4	−	19
明治13年	1880	102	312	32.5	2,342	10,339	22.7	−	23
明治14年	1881	91	305	30.0	2,736	17,861	15.3	−	30
明治15年	1882	66	272	24.1	2,036	17,380	11.7	−	31
明治16年	1883	77	301	25.4	3,238	24,131	13.4	54	42
明治17年	1884	87	275	31.8	2,962	22,901	12.9	129	34
明治18年	1885	94	274	34.4	2,781	23,836	11.7	0	29
明治19年	1886	136	465	29.2	3,519	33,685	10.4	−	26
明治20年	1887	124	521	23.9	3,151	35,618	8.8	1	25
明治21年	1888	213	629	33.8	3,919	42,738	9.2	1	18
明治22年	1889	189	769	24.6	3,764	42,968	8.7	1	20
明治23年	1890	205	727	28.2	3,370	52,844	6.4	0	16
明治24年	1891	156	722	21.6	2,687	58,670	4.6	14	17
明治25年	1892	254	701	36.3	5,764	60,238	9.6	188	23
明治26年	1893	230	736	31.2	5,330	69,361	7.7	12	23
明治27年	1894	222	786	28.4	5,239	72,036	7.3	115	24
明治28年	1895	130	896	24.7	4,264	72,272	5.9	113	33
明治29年	1896	207	973	21.2	4,003	58,652	6.8	85	19
明治30年	1897	185	1,037	17.9	2,847	54,294	5.2	74	15
明治31年	1898	181	1,225	14.8	2,069	60,443	3.4	21	11
明治32年	1899	195	1,824	10.7	3,252	56,168	5.8	37	17
明治33年	1900	230	2,507	9.2	4,315	58,806	7.3	38	19
明治34年	1901	320	3,538	9.0	4,787	54,745	8.7	35	15
明治35年	1902	414	4,479	9.2	4,329	57,641	7.5	37	10
明治36年	1903	453	4,343	10.4	3,923	58,602	6.7	29	9
明治37年	1904	341	4,131	8.3	3,674	61,513	6.0	12	11
明治38年	1905	334	4,623	7.2	2,456	83,308	2.9	6	7
明治39年	1906	376	4,136	9.1	3,193	79,118	4.0	14	8
明治40年	1907	398	4,172	9.5	3,468	93,889	3.7	6	9
明治41年	1908	428	5,253	8.1	3,500	124,195	2.8	4	8
明治42年	1909	487			4,098			1	8
明治43年	1910	486			4,584			−	9
明治44年	1911	573			5,266			−	9
大正元年	1912	422			4,063			−	10
大正2年	1913	440			4,718			9	11
大正3年	1914	551			5,196			13	9
大正4年	1915	638			5,779			22	9
大正5年	1916	558			4,818			10	9
大正6年	1917	460			4,908			15	11
大正7年	1918	534			5,764			14	11
大正8年	1919	449			5,293			12	12
大正9年	1920	358			4,496			12	13
大正10年	1921	496			5,711			27	12
大正11年	1922	466			5,364			21	12
大正12年	1923	406			4,647			18	11
大正13年	1924	329			4,834			14	15
大正14年	1925	500			7,132			7	14
昭和元年	1926	445			6,914			8	16
昭和2年	1927	606			10,174			7	17
昭和3年	1928	495			9,292			3	19
昭和4年	1929	680			10,472			6	15
昭和5年	1930	837			13,085			1	16
昭和6年	1931	846			13,303			−	16
昭和7年	1932	357			6,130			−	17
昭和8年	1933	509			6,506			−	13
昭和9年	1934	753			10,743			−	14
昭和10年	1935	824			13,828			−	17
昭和11年	1936	849			11,518			−	14
昭和12年	1937	843			12,186			−	14
昭和13年	1938	1,086			15,731			−	14
昭和14年	1939	1,499			22,788			−	15
昭和15年	1940	1,538			24,494			−	16
昭和16年	1941	1,280			21,933			140	17
昭和17年	1942	1,101			22,955			684	21
昭和18年	1943	710			19,911			868	28
昭和19年	1944	532			16,819			891	32
昭和20年	1945	244			5,539			180	23
昭和21年	1946	160			4,009			108	25
昭和22年	1947	33			583			23	18
昭和23年	1948	52			1,189			58	23
昭和24年	1949	133			2,451			97	18
昭和25年	1950	185			4,668			114	25
昭和26年	1951	171			4,979			80	29

佐渡の生産量は、麓三郎:『佐渡金銀山史話』(三菱金属鉱業㈱、1956(1973増補))を参照した。
なお、金、銅は小数点未満を四捨五入した。
1874-1882及び1898-1908の全国生産量は、東京鉱山監督署編:『日本鉱業誌』(1911.1)を参照した。
1883-1897は、日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』(学術文献普及振興会、1968複製(原本1930))を参照した。

図2.13　佐渡鉱山における生産量の推移

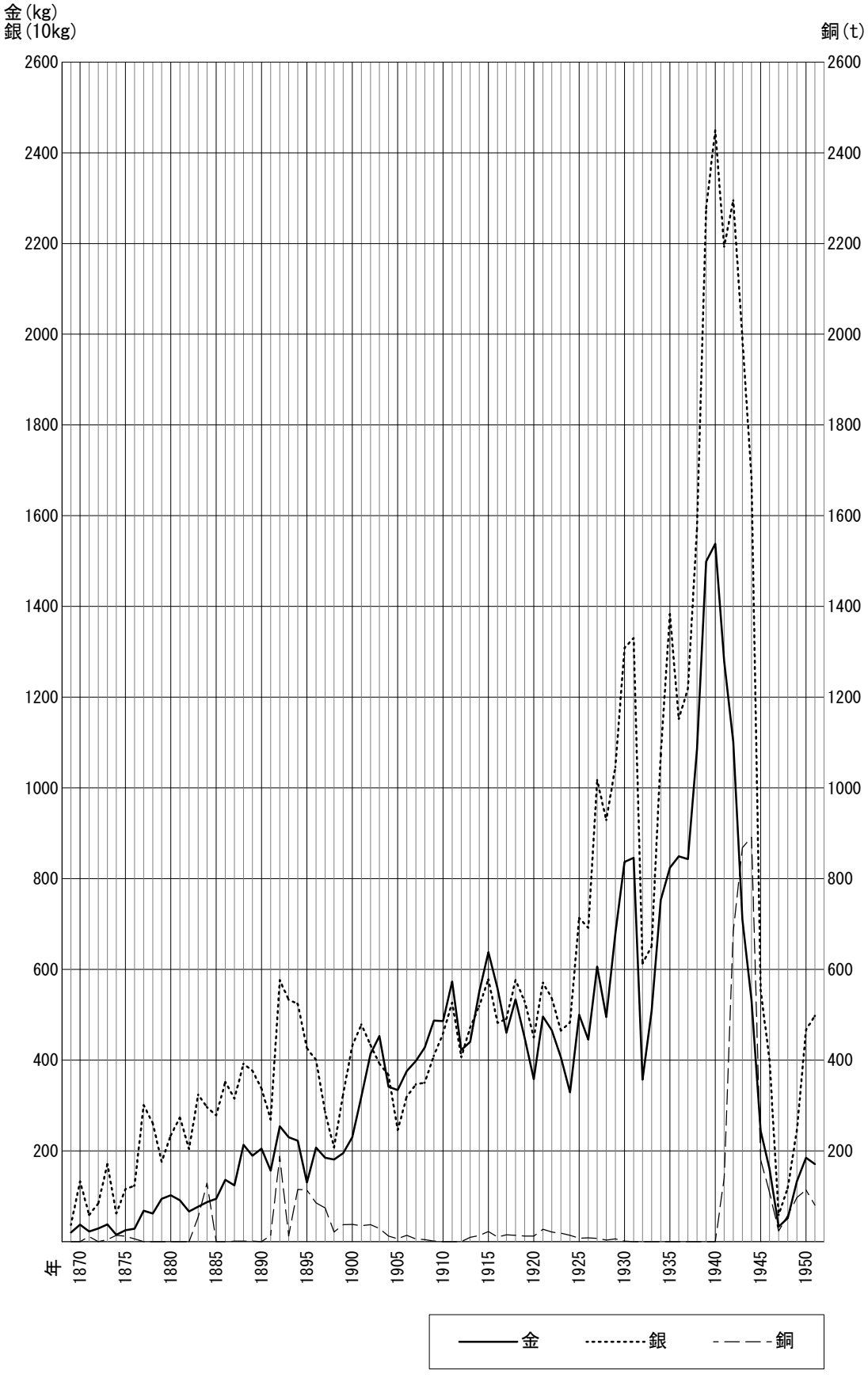
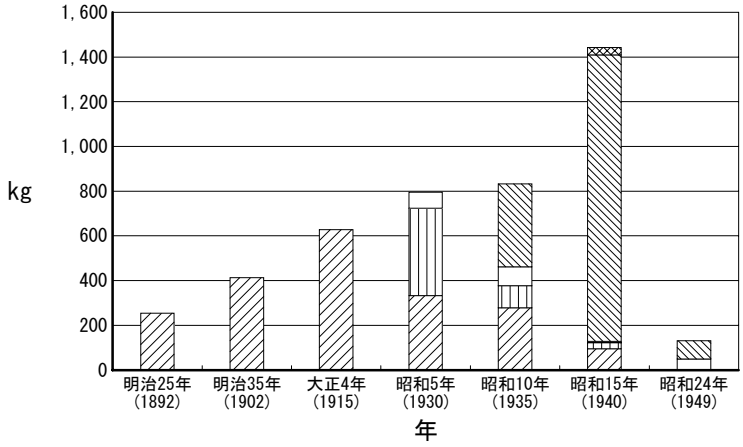


表2.5　生産品(金銀)構成の変遷

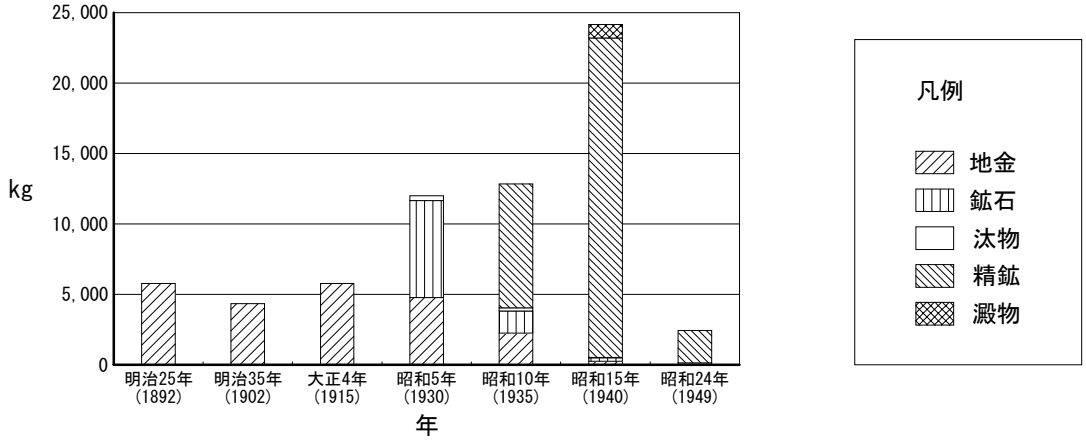
期	年度	種別	地金(1892-1915は粗銅中を含む)		鉱石		汰物		精鉱		澱物		含有量合計
			含有量(kg)	構成比(%)	含有量(kg)	構成比(%)	含有量(kg)	構成比(%)	含有量(kg)	構成比(%)	含有量(kg)	構成比(%)	
1	明治25年(1892)	金	254	100	0		0		0		0		254
		銀	5,764	100	0		0		0		0		5,764
2	明治35年(1902)	金	413	100	0		0		0		0		413
		銀	4,329	100	0		0		0		0		4,329
3	大正4年(1915)	金	628	100	0		0		0		0		628
		銀	5,779	100	0		0		0		0		5,779
4	昭和5年(1930)	金	333	42	391	49	72	9	0		0		796
		銀	4,775	40	6,884	57	330	3	0		0		11,989
5	昭和10年(1935)	金	278	33	99	12	85	10	370	44	0		832
		銀	2,245	17	1,563	12	225	2	8,805	69	0		12,838
6	昭和15年(1940)	金	95	7	28	2	5	0	1,282	89	33	2	1,443
		銀	252	1	233	1	25	0	22,696	94	946	4	24,152
7	昭和24年(1949)	金	0		0		49	37	82	63	0		131
		銀	0		0		126	5	2,306	95	0		2,432

各数値は『佐渡鉱山事業報告』(三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵)による。

生産品構成の変遷(金)



生産品構成の変遷(銀)



【参考文献】

① 麓三郎:『佐渡金銀山史話』、三菱金属鉱業㈱、1956(1973 増補)
② 植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、資源・素材学会、1998 秋、1999 春、1999 秋
③ 『佐渡鉱山事業報告』、三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵
④ 中本英彦:『佐渡鉱山説明書』、三菱合資会社、1903.1
⑤ 平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』、三菱鉱業㈱、1950
⑥ 『佐渡鉱山概要』、発行人 本間幸吉(新潟県佐渡郡)、1932
⑦ 『佐渡鉱山事業系統図』、佐渡鉱山、1939.7
⑧ 三菱鉱業セメント㈱編刊:『三菱鉱業社史』、1976.6
⑨ 三菱マテリアル㈱直島製錬所資料、1925.6 の社内公簡
⑩ 三津谷桂司氏私信(2006 年 2 月)
⑪ 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)
⑪-1 中野嘉作(1883)
⑪-2 西村啓造(1914)
⑪-3 夏井武市(1923)
⑪-4 川田錦一郎(1923)
⑫ 並川宏彦:「新潟県・佐渡郡における産業遺産を訪ねて－世界産業遺産候補の予備調査(5)続き 佐渡金銀山の近代遺産－」、桃山学院大学総合研究所紀要第 26 巻第 2 号、pp.39-61、2000.11
⑬ 日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、1968 複製(原本:1930)
⑭ 鉱山懇話会編:『日本鉱業発達史 上巻』、1932.3
⑮ 高橋幸三郎:『佐渡金銀鉱の浮選法』、日本鉱業会誌、1934.12
⑯ 『三菱佐渡鉱山要覧』、佐渡鉱山、1937.2
⑰ 東京鉱山監督署編:『日本鉱業誌』、1911.1
⑱ 『特別報告』、三菱鉱業㈱、1921.1-1949.12(1945 以降『特別報告資料』と改題)、㈱ゴールデン佐渡所蔵
⑲ Handbook of Mineral Dressing (Ores and Industrial Minerals): Arthur F. Taggart, John Wiley and Sons, Inc.,1945

【巻末資料】

資料 1　官営時代並びに明治 35(1902)年の製錬方法
　　－植田、中本論文の抄録－
資料 2　選鉱・製錬関係年表
　　2-1　官営時代(1869-1896)
　　2-2-1 三菱時代(1901-1935)
　　2-2-2 三菱時代(1936-1944)
　　2-2-3 三菱時代(1945-1949)
資料 3　年間生産量の明細
　　3-1 年間生産量明細(1902、1915、1930、1935、1940)
　　3-2 年間生産量明細(1949)
資料 4　佐渡鉱山における浮遊選鉱法の発達
　　平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』(三菱鉱業㈱、1950)からの抄録
資料 5　佐渡鉱山における金銀鉱の浮選
　　(元三菱マテリアル㈱　菊池俊次)
資料 6　選鉱・製錬関係用語集

注

1) 植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、資源・素材学会、1998 秋、1999 春、1999 秋
中本英彦:『佐渡鉱山説明書』、三菱合資会社、1903.1
以下、本文では各々を「植田論文」、「中本論文」と記述する。
2) 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)、西村啓造(1914)
3) 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)、夏井武市(1923)、川田錦一郎(1923)
4) 『三菱佐渡鉱山要覧』、佐渡鉱山、1937.2
5) 『佐渡鉱山事業系統図』、佐渡鉱山、1939.7
6) 『佐渡鉱山事業報告』:三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』、三菱鉱業㈱、1950
7) 植田論文。注 1)参照。
8) 工程の詳細は、植田論文(注 1)前掲)を参照とされたいが、その要約を取りまとめ、巻末資料 1 として掲載した。
9) 植田論文に記載された系統図に加えて、文章で叙述されたものもフローシート化した。なお、沈澱製錬工程は中本論文(注 1)前掲)より引用した。
10) Handbook of Mineral Dressing (Ores and Industrial Minerals): Arthur F. Taggart, John Wiley and Sons, Inc.,1945
11) 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)、中野嘉作(1883)
12) 日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、1968 複製(原本:1930)
13) 植田論文参照。注 1)前掲。
14) 麓三郎:『佐渡金銀山史話』、三菱金属鉱業㈱、1956(1973 増補)
15) 注 12)参照。
16) 混渫(こんこう)製錬は良鉱の産出が減り、貧鉱を大量に処理して金の生産を維持する必要が生じたため廃止された。
17) 三菱鉱業セメント㈱編刊:『三菱鉱業社史』、1976.6
18) 『佐渡鉱山事業報告』:三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
19) 注 18)参照。
20) 下記資料によれば、粒、塊状の上鉱(じょうこう)は溶剤として転炉で、粉状の汰物(ゆりもの)は反射炉で処理されたと考えられる。
三菱マテリアル㈱直島製錬所資料、1925.6 の社内公簡
高橋幸三郎:『佐渡金銀鉱の浮選法』、日本鉱業会誌、1934.12
21) 高橋幸三郎:『佐渡金銀鉱の浮選法』、日本鉱業会誌、1934.12
22) 注 21)参照。
23) 当時の産鉱の 70%を低品位鉱が占めた。注 21)参照。
24) 浜石とは、相川湾の相川町に接した海岸一体にわたって堆積している砂利で、金山の鉱脈露頭が多年の風化作用で崩落して、川を伝わって海に流れ入り、波浪により堆積したものや、採掘鉱石が洪水等で流れて、海浜に堆積した礫層であって、その量 100 万 t、金品位は 2-3g/t と推測された。注 17)参照。
25) 注 17)参照。
26) 佐渡鉱山における金銀の生産量は注 18)の資料を参照した。

第三章

旧佐渡鉱山の価値

第１節　近代化遺産の構成と特徴

1. 旧佐渡鉱山近代化遺産の残存状況

金属鉱山における鉱山施設の機能は採鉱･選鉱･製錬の 3 つの機能に大別される。但し、近代化が推進された明治時代以降は選鉱と製錬を一連のものとして、採鉱･製錬の 2 つの機能と捉えることも可能である。

鉱山の敷地内には、これらの主要施設を中心に、鉱石･物資等の運搬施設、作業員の移動に用いる交通施設、電力や給排水のインフラ施設、事務所や倉庫といった管理施設等、様々な機能が配置されており、1,342 点の「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)と共に、鉱山の操業システムを理解するうえで貴重な存在となっている。

近代の佐渡鉱山で建設された鉱山施設は旧相川町に多く現存し、その分布は大きく大立地区、高任地区、間ノ山地区、北沢地区、大間地区に分類することができる。この他、旧相川町の市街地には、鉱山関連の事務所･住宅、戸地地区には戸地川流域に水力発電所の遺構が残されている。

以下、旧佐渡鉱山における鉱山施設の残存状況や地区毎の沿革･特徴等について概略を述べる。

(1) 大立地区

大立地区には、明治 8(1875)年に開削が始められた大立竪坑の櫓及び捲揚室が現存する。なお、建造物は開削当初のものではなく、昭和 13(1938)年の重要鉱物増産法施行に伴う大立竪坑捲揚拡大計画により、昭和 15(1940)年に更新されたものである。地上に現存する施設はこの 2 施設が確認される程度で、この他、近世に行われた無数の狸掘り跡が残存する。

大立地区では、大立竪坑の開削と同時に選鉱所を新築したとされ [1]、明治時代初期から、採鉱だけではなく選鉱施設の開発が行われたと考えられる。また、『工部省沿革報告』によれば、明治 18(1885)年 1 月 2 日に採鉱場大竪坑汽鑵場より失火、機械場役局および石炭貯蔵所鍛冶小舎などが焼失したという記録が残り [2]、竪坑の稼動に必要な動力関連の施設等が立地していたことも明らかである。これら施設群の状況は「佐渡鉱山 大竪坑の全景」と題される古写真･絵葉書等によって窺うことができる。

外国人技師等による西洋技術の導入によって早期に開発が進められた大立地区は、佐渡鉱山における初期の近代化を象徴する地区といえよう。

(2) 高任地区

高任地区には、明治 22(1889)年に開坑された高任竪坑、明治 32(1899)年に開坑された道遊坑の坑口が配され、佐渡鉱山における採鉱拠点の 1 つとして位置付けられた。高任竪坑には竪坑櫓 [3]が設置され、周辺には捲揚室･動力室等、様々な施設が建設されたが、これら採鉱に関する地上施設に限れば、明治 43(1910)年に改修された道遊坑の石造坑口が特筆されるに留まる。

両坑道から坑外へ運搬された鉱石は、両坑口の南西部に立地した高任選鉱場(明治 22･1889 年建築)で処理されていたが、高任粗砕場 (昭和 12･1937 年頃

写真3.1.1　大立地区(大立竪坑)

写真3.1.2　高任･間ノ山地区俯瞰

建設)、高任貯鉱舎(昭和 13・1938 年建設)の建設以後、搬出経路は西に位置した別の坑口へ移動されると共に、坑内及び高任地区を一周する環状の鉱車軌道が敷設され、高任粗砕場で鉱石を降ろした鉱車は道遊坑から再び坑内へと至る軌道経路を辿ることとなった。これに伴い、高任選鉱場は廃止されたと考えられる。現在、これら選鉱に関する施設としては、高任粗砕場、高任貯鉱舎、環状の鉱車軌道や蓄電池式機関車の修理・整備が行われた佐渡鉱山機械工場が現存する。

高任地区には上記の他、鉱石の分析を行い採鉱箇所の採算性等を検討する高任分析所や、高任地区の南東に位置する上相川に火薬庫(昭和 14・1939 年建築)が設置され、採鉱に関連する設備・資材管理機能も担っていた。また、濁川左岸には中尾変電所が設置され、戸地川発電所から送電された電力を降圧し、諸施設へ送電したとされ、インフラの主要拠点でもあったといえよう。

高任地区は鉱山地区全体の中心的な立地状況から、採鉱・選鉱施設をはじめ、これらを連絡する坑内活動の支援施設、機械選鉱の発達を支えた電力供給というインフラ施設等、様々な役割を担っていた。現存する施設群は、昭和 13(1938)年の重要鉱物増産法が施行された際に更新されたものが大半を占めるが、明治 18(1885)年に佐渡鉱山局長に就任した大島高任に率いられた日本人技術者によって開発が行われた点において、明治時代中期(御料局時代)の佐渡鉱山開発を象徴する地区といえよう。

(3) 間ノ山地区

間ノ山地区には、掲鉱製錬を行った施設である間ノ山掲鉱場の遺構が現存する。間ノ山掲鉱場は明治 24(1891)年に第一掲鉱場、明治 26(1893)年に第二掲鉱場が濁川左岸に建設された。明治 32(1899)年頃から随時設備の増設を行い、明治 41(1908)年には第一掲鉱場を南側へ大きく増築する等、当時の佐渡鉱山における掲鉱製錬の重要性を指摘できよう。但し、第一掲鉱場は大正 13(1924)年に火災で焼失し、大正 14 (1925)年に再度新築されており、第二掲鉱場は高任粗砕場の建設に伴い解体された。なお、鉱石の搬入には明治時代には索道を用いたとされる。古写真によれば昭和時代初期には高任地区より濁川を渡る鉄橋で鉱石を運搬し、高任粗砕場の建設後、ベルトコンベアーに変更されことが明らかであるが、これら間ノ山掲鉱場への鉱石搬入路は一切が現存していない。

間ノ山掲鉱場は御料局時代に建設されたものであるが、三菱への払い下げ後も運営を続け、旧北沢青化・浮選鉱所や北沢浮遊選鉱場において、コスト・実収率に優れた選鉱・製錬方法が確立された後もこれらの予備作業として掲鉱製錬を続けていた。昭和 18(1943)年の廃止に至るまで佐渡鉱山の生産を長期にわたり支え続けた施設といえよう。

この他、濁川には 2 本の石造単アーチ橋(間ノ山上アーチ橋、間ノ山下アーチ橋・明治 37・1904 年建設)が架かり、北沢地区へと至る途中には、鉱車用のトンネル(諏訪隧道・神明トンネル)が現存する等、交通・運搬に関する遺構が確認される。

写真3.1.3　高任地区全景

写真3.1.4　間ノ山地区俯瞰

(4) 北沢地区

北沢地区は近代化導入の初期段階(明治時代中期以前)において、淘汰所、混淆(こんこう)所、熔鉱所等の製錬施設と製錬作業の補助施設が整備された。当時の北沢地区の状況は「新潟県管轄佐渡国雑太郡相川金銀山精錬所建物一覧全図」(明治 14・1881 年頃)及び「佐渡国鉱山製銀所之図」(明治 23・1890 年)等に描かれている。「佐渡国鉱山製銀所之図」によれば、御料局支庁が置かれたことが明らかで、近代鉱山として発展する早い段階(もしくは当初) から鉱山全体の一大拠点として位置付けられたことが窺える。

北沢地区における一連の選鉱・製錬施設は、佐渡鉱山で研究が進められた新たな選鉱・製錬方法の実用化に伴って改変・更新が行われた。明治 23(1890)年には、搗鉱(とうこう)製錬の鉱尾に沈澱製錬法(キス法)を適用し、遺利を収めた。これを受けて、金銀の増収を目的に明治26(1893)年に沈澱製錬所(極貧鉱処理)が建設された。この沈澱製錬所(極貧鉱処理)が遺構の現存する旧北沢青化・浮選鉱所の基盤となった施設とみるのが妥当である。また、昭和13(1938)年の重要鉱物増産法施行に伴っては、それまで研究が行われた浮遊選鉱法を実用化し、昭和 15(1940)年までに、北沢浮遊選鉱場、北沢 50m シックナーが建設され、一帯を本部選鉱場として位置付けたとされる。

佐渡鉱山における選鉱・製錬技術の近代化は、当初、西洋技術の導入によって行われたが、欧米の技術者が去った後、日本人技術者達は低品位鉱や一度製錬処理を行った鉱尾を処理して増産に繋げる沈澱製錬法、更には青化製錬法・浮遊選鉱法の研究に時間を費やしたと捉えることが可能である。北沢地区一帯に現存する製錬施設は、これら佐渡鉱山で研究・実用化された青化製錬法・浮選選鉱法への発展を示すものといえよう。

この他、明治 41(1908)年に建設された北沢火力発電所の一部(発電機室棟)や北沢浮遊選鉱場の付属施設であるインクラインが現存している。

なお、昭和 14(1939)年の「佐渡鑛山工作工場附近配置図」及び昭和 17(1942)年の「工作工場機械配置図」(いずれも「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)によれば、当時、北沢地区には上記した選鉱・製錬施設以外にも労務者浴場、分析所、仕上工場、鋳造工場、鍛造工場(鍛冶場)、製缶工場、木型場、木工場等、複数棟の施設が立地したが、その殆どは解体・撤去されている。

(5) 大間地区

大間地区には、生産品の搬出、生産に必要な物資、熔鉱炉や発電所等の燃料に用いる石炭の搬入用として大間港の築港が行われた。築港には新製鉱所(旧北沢青化・浮選鉱所)敷地造成時の切崖土砂を運搬し埋立に用いたとされ、土砂の運搬は明治 20(1887)年 4 月に架設された索道によって行われた。索道は日本最初の蒸気動によるブライヘルト複線式架空索道であったとされる。『佐渡金銀山史話』[4]によれば、築港は「数回波浪のために挫折した」とされるが、明治 23(1890)年から同 24(1891)年にかけて人造石(たたき)工法の開発者である服部長七を招聘し同港の護岸工事を進め、明治 25(1892)年に完成した。

写真3.1.5　北沢地区俯瞰

写真3.1.6　大間地区俯瞰

築港後、大正3(1914)年には荷揚げに用いる1t半起重機(クレーン)2台が新設された。昭和13(1938)年の重要鉱物増産法施行に伴う金の増産体制時には、大間港でも施設の新設・更新が著しく行われ、1.2tのクレーン、鉄筋コンクリート造のローダー(積載機)橋、重油タンク等が設置された。この内、クレーンの台座部分、ローダー(積載機)橋の橋脚部分等が現存し、この他に船荷の積み降ろしに使用された鉄骨造のトラス橋等が確認できる。

なお、昭和15(1940)年には出力9,800kW(1,400kW×1台、4,200kW×2台)による鉄筋コンクリート造の火力発電所が大間港に建設された。この頃、大間港には一面に軌道が敷設され、鉱石・石炭等の生産品・物資が往来したが、現在、軌道は撤去され、火力発電所は基礎部分のみを残す状態にある。

現在の大間港は、築港当初の骨格を保ちつつ、各時代において設備更新が重ねられた姿を残しており、生産品の搬出や物資の搬入を行い、佐渡鉱山における生産施設全般の近代化を支援した地区といえよう。

また、築港には服部長七による人造石(たたき)工法が採用された。同工法は、コンクリート工法が普及・定着するまでの土木工法として、明治30(1897)年代に全国で広く使用されたもので、国内の事例として、四日市旧港防波堤(潮吹き堤防、三重県四日市市、明治30・1897年施工、[重要文化財])が挙げられる。大間港の保存状態はこれに劣るものの、施工年代としては早く、築港の背景や現存するものの一事例として価値を見出すことができよう。

写真3.1.7　戸地地区(戸地川第二発電所)

(6) 戸地地区

戸地地区では、明治45(1912)年に自家用電気事業変更(戸地川水力発電所)の工事許可を得て、本格的な水力発電所の工事が着手された。戸地地内(当時北海村)の戸地川は相川の町から北に約13km離れているが、鉱山近隣地帯は豊富な水量を得る川が無かったため、建設地が遠距離になったとされる。

同工事は大正4(1915)年に完成し、5月には一部使用許可、9月2日には全使用許可を得た。10月3日には落成式が行われ、11月24日に竣成した。

戸地川の河口付近に戸地川第二発電所が現存するが、この2.7km上流に位置した戸地川第一発電所は建物が撤去され、基礎部を残すのみとなっている。

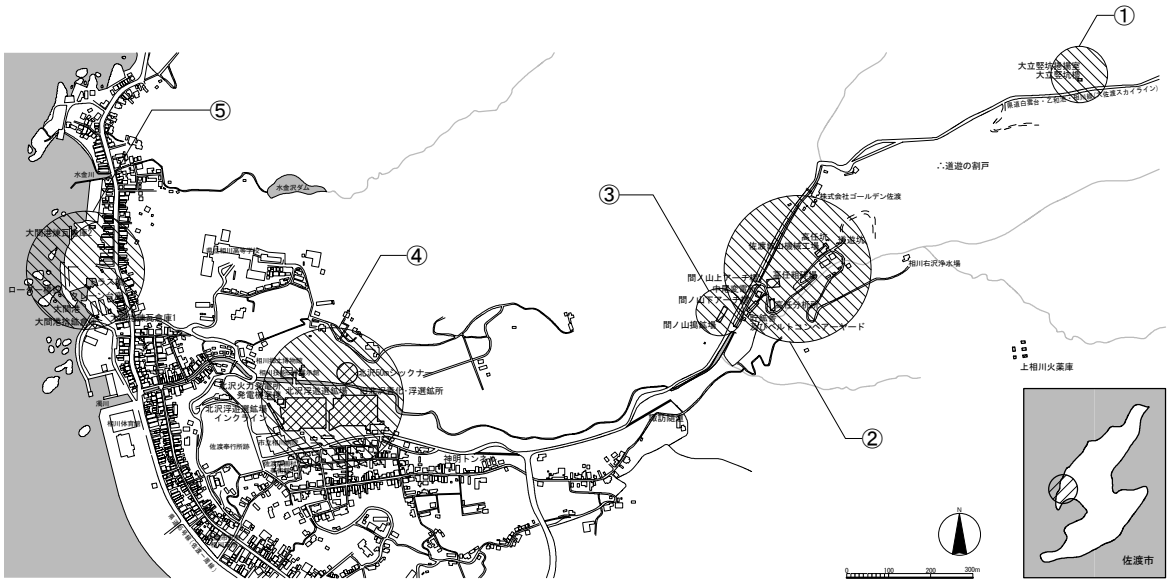
鉱山が近代化を進める過程において、鉱山施設・設備を動かす動力は蒸気から電力へと変更され、電化された施設・設備は次々と大量の電気を必要とするようになり、更なる増産体制は必要な電力量の増加に拍車をかけたであろう。

戸地地区には、佐渡鉱山が既存の発電所だけでは十分に得ることのできなかった発電量を補足するため、大規模工事の末、発電所建設が行われた。佐渡鉱山の電気量が不足するほど急速な発達を遂げた時代の象徴といえよう。

表3.1.1　旧佐渡鉱山近代化遺産施設一覧 及び 機能・概要

番号	名称 地区名称	名称 施設名称	構造	分類	機能・概要	建築年代
1-1	大立	大立竪坑櫓	S	採鉱	坑内作業員の出入、採鉱・坑内保全用の資材、鉱車等の運搬に用いるケージを昇降させる施設の一つ。	昭和15(1940)年
1-2		大立竪坑捲揚室	—	採鉱	ケージを昇降させる捲揚機、鑿岩機等の動力源である空気圧縮機(コンプレッサー)等の機械類を設置する。	昭和15(1940)年
2-1	高任	高任坑	SB	採鉱	坑外と坑内を結ぶ連絡口。	昭和時代初期以前
2-2		道遊坑	SB	採鉱	鉱車によって坑内作業員、採鉱・坑内保全用の資材等の搬入口。鉱石は尾根の反対側にある坑口より搬出。	明治32(1899)年
2-3		佐渡鉱山機械工場	W	設備管理	蓄電池式機関車の修理・整備、坑道維持のための道具作成・修理を行う。	昭和14(1939)年頃
2-4		高任粗砕場	S	選鉱	鉱石の一次破砕を行う。	昭和12(1937)年頃
2-5		貯鉱舎及び ベルトコンベアーヤード	RC	選鉱	高任粗砕場より鉱石を搬入し、品位等で分類し貯蔵する。	昭和13(1938)年
2-6		高任分析所	S	採鉱	高任地区に運搬された鉱石の分析を行い、採鉱箇所の採算性等について検討を行う。	昭和14(1939)年頃
2-7		中尾変電所	W	インフラ	戸地川発電所から送られた電気を低降し、北沢火力発電所を介して佐渡鉱山の諸施設へ送電する。	昭和30(1955)年代以前
2-8		上相川火薬庫	(RC)	採鉱	坑道の掘削に使用する火薬の貯蔵庫。	昭和14(1939)年
3-1	間ノ山	間ノ山搗鉱場	(RC)	製錬	官営時代の最先端技術であった搗鉱製錬によって、粗鉱より汰物とアマルガムを生成する。	大正14(1925)年
3-2		間ノ山下アーチ橋	SB	運搬	濁川を渡る橋。	明治37(1904)年
3-3		間ノ山上アーチ橋	SB	運搬	濁川を渡る橋。	明治時代末期～昭和時代初期
3-4		諏訪隧道・神明トンネル	SB	運搬	高任貯鉱舎より鉱車にて北沢選鉱場へ鉱石を運ぶためのトンネル。	昭和14(1939)年以前
4-1	北沢	旧北沢青化・浮選鉱所	(RC)	選鉱・製錬	搗鉱場から排出される鉱尾を濃縮、貯鉱舎から運ばれる上鉱を粉砕し、青化製錬によって精鉱を抽出する。	明治25(1892)年
4-2		北沢浮遊選鉱場	(RC)	選鉱	高任粗砕場より運搬される上鉱、採取された浜石を粉砕・磨鉱の後、浮遊選鉱を行い、精鉱を抽出する。	昭和12(1937)年
4-3		北沢浮遊選鉱場 インクライン	(RC)	選鉱	北沢選鉱場へ資材を運ぶための捲揚式軌道。	昭和16(1941)年
4-4		北沢50mシックナー	RC	選鉱	間ノ山搗鉱場より排出される鉱尾を沈澱・濃縮する。	昭和15(1940)年
4-5		北沢火力発電所 発電機室棟	B	インフラ	佐渡鉱山の諸施設へ電力を供給する発電施設。3棟からなる火力発電所の発電機室の機能を果たす。	明治41(1908)年
5-1	大間	大間港(護岸)	SB	運搬	生産品の搬出だけでなく、生産に必要な物資、熔鉱炉や発電所等の燃料に用いる石炭の搬入用として築港。	明治25(1892)年
5-2		大間港トラス橋	S	運搬	鉱車から艀船に鉱石を降ろすホッパー機能を果たす。	昭和27(1952)年以前
5-3		大間港ローダー橋脚	RC	運搬	搬入・搬出される貨物(石炭・鉱石)を陸揚・船積・運搬するための橋(軌道)を支える構造物	昭和13(1938)年頃
5-4		大間港クレーン台座	SB	運搬	貨物の荷揚げに用いたクレーンの台座。	大正3(1914)年 昭和10(1935)年
5-5		大間港煉瓦倉庫1	B	資材管理	大間港に設置された倉庫。	明治時代後期～大正時代
5-6		大間港煉瓦倉庫2	(B)	資材管理	大間港に設置された倉庫。	明治時代～大正時代
5-7		大間港捨鉱倉庫	(B)	生産管理	大間港に設置された倉庫。	明治時代後期～大正時代
6-1	戸地	戸地川第一発電所跡	(W)	インフラ	佐渡鉱山の諸施設へ電力を供給する水力発電所。	大正4(1915)年
6-2		戸地川第二発電所	W	インフラ	佐渡鉱山の諸施設へ電力を供給する水力発電所。戸地川第一発電所の完成後まもなく建設された。	大正8(1919)年

※構造はW:木造　S:鉄骨造　RC:鉄筋コンクリート造　SB:石造　B:レンガ造　( )は上屋がないもの



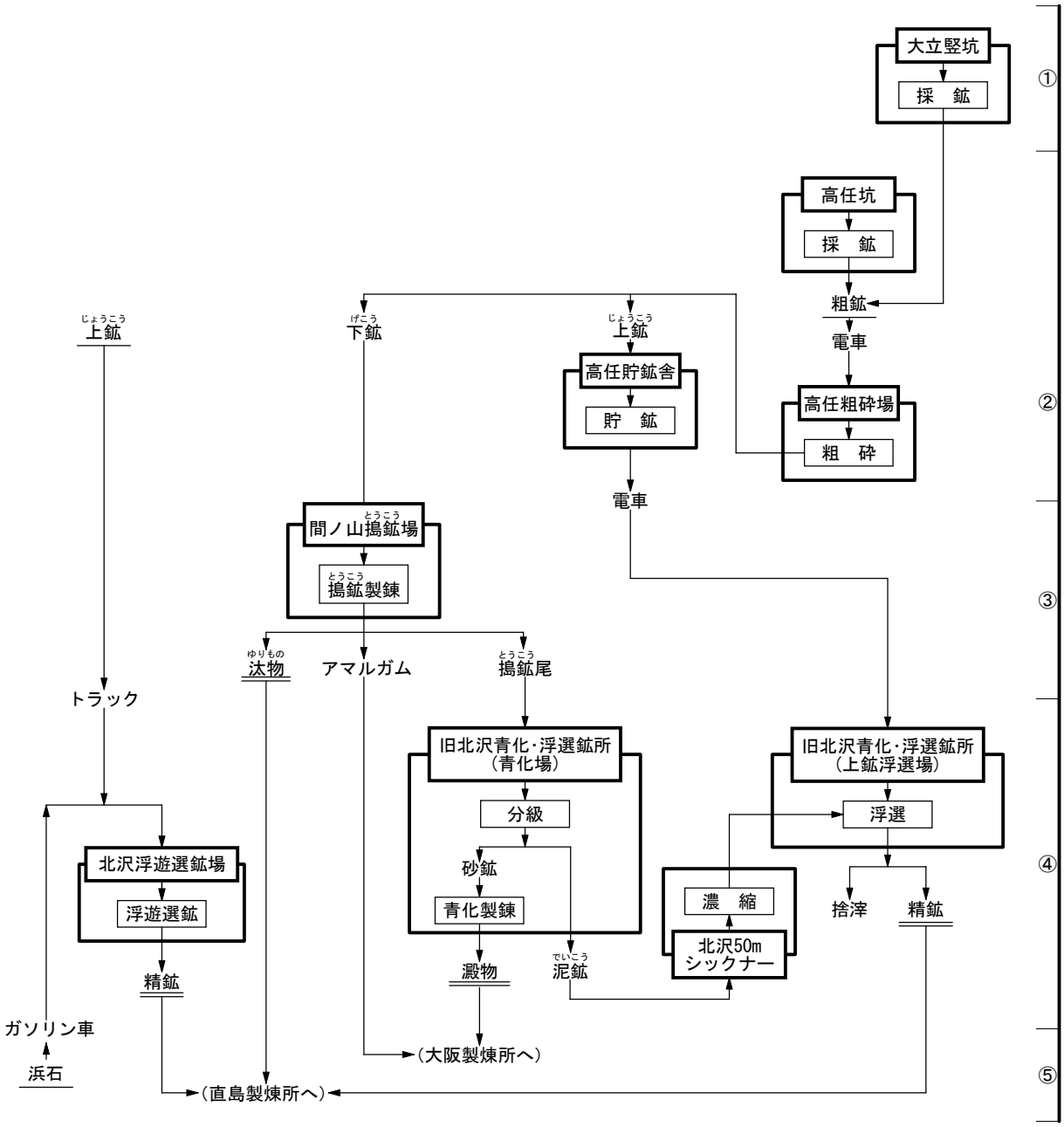


図3.1.1　現存する施設の分布と機能(概要)

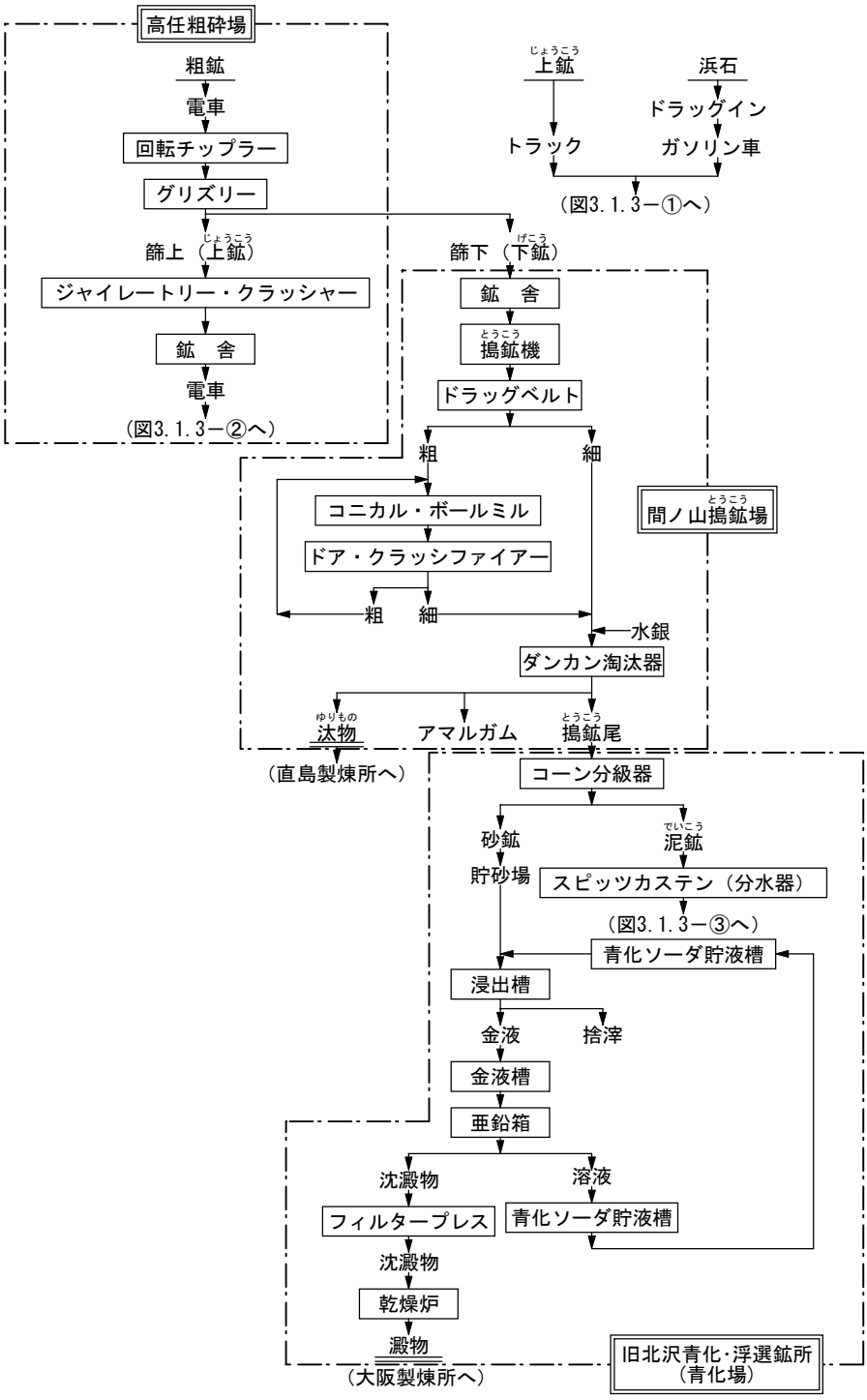


図3.1.2　昭和14(1939)年における操業系統図と施設の役割(その1)

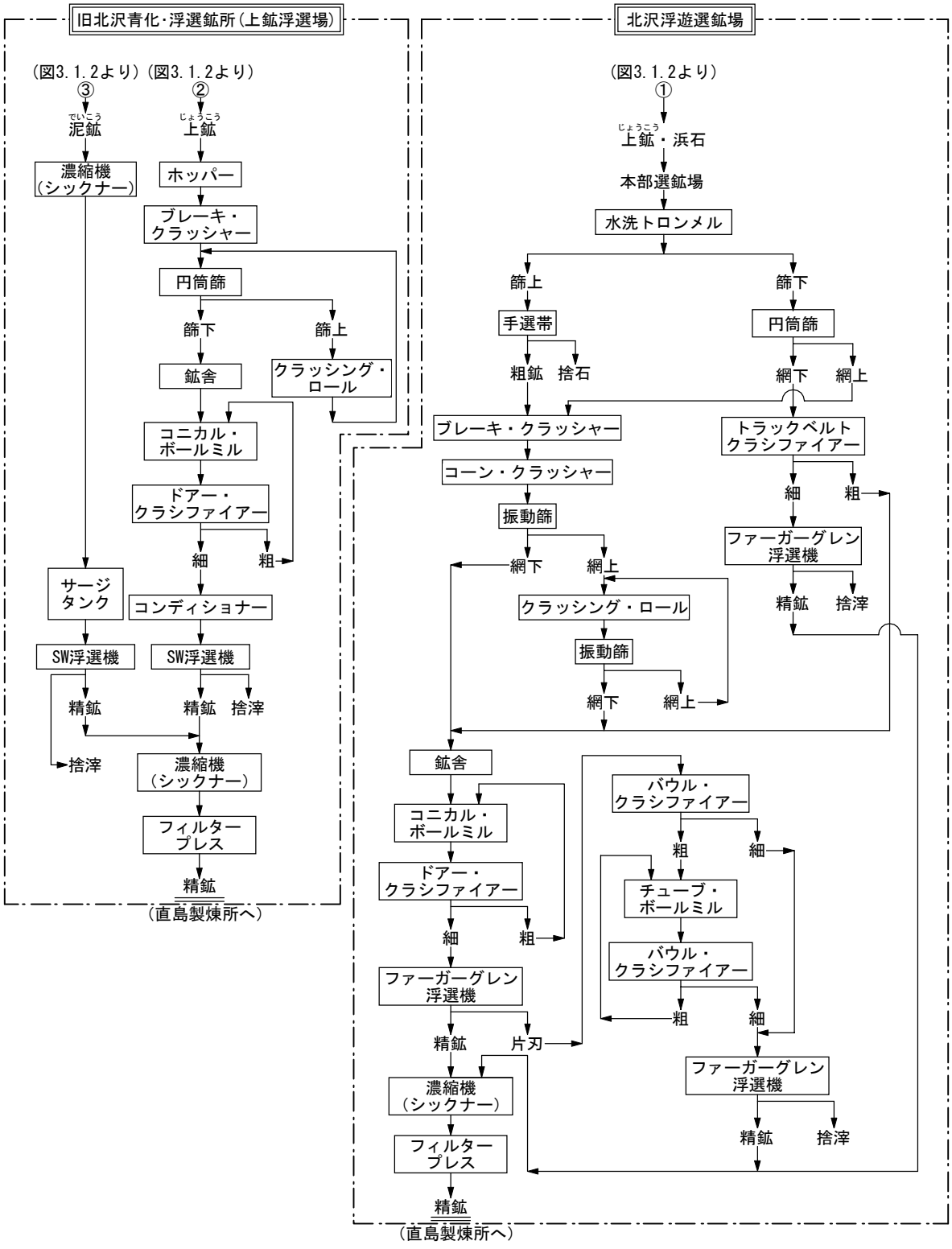


図3.1.3　昭和14(1939)年における操業系統図と施設の役割(その2)

2. 近代化遺産の構成と特徴

(1) 地理的特徴

旧佐渡鉱山の施設群は大立竪坑から大間港まで直線距離約 2.5㎞、標高差約 179m の間に存在し、鉱山としては比較的近距離に採鉱、選鉱・製錬、資材・生産品の運搬を行う施設が配置されている。

鉱山施設の多くは谷筋を流れる濁川流域に立地し、明治時代初期から中期に設定された佐渡鉱山の採鉱・選鉱・製錬の拠点、及びその運搬路に集中している。また、選鉱・製錬に直接関わる施設は、鉱山全体の生産工程が山腹から山麓へ効率良く進むように、斜面地形を利用して建設される傾向にある。

鉱山における生産品や資材の運搬は一般的に陸路に頼るところが大きい。しかし、旧佐渡鉱山は島という立地条件から海路が必要不可欠となり、港という特徴的な施設が建設された点に 1 つの特質を見出すことができる。

以上により、旧佐渡鉱山の施設群は、山腹から海岸部にわたって採鉱、選鉱・製錬、港湾施設が連続的に立地する特徴的な景観を形成しているといえよう。

(2) 施設の機能的特徴

旧佐渡鉱山には採鉱施設、選鉱施設、製錬施設、運搬施設、インフラ施設、管理施設といった金属鉱山で行われていた様々な機能を示す施設及び遺構が残されている。以下に鉱山施設の機能と各地区に現存する鉱山施設及び遺構の関係を示す。

直接的な採鉱施設は大立・高任地区に集中し、現存するものに大立竪坑櫓、大立竪坑捲揚室、高任坑、道遊坑が挙げられる。この他、採鉱に関連した管理施設として佐渡鉱山機械工場、高任分析所、上相川火薬庫等が挙げられる。

選鉱施設は高任地区に集中し、現存するものに高任粗砕場、貯鉱舎及びベルトコベアーヤードが挙げられる。

選鉱・製錬施設は間ノ山・北沢地区に集中し、現存する遺構として間ノ山揚鉱(とうこう)場、旧北沢青化・浮選鉱所、北沢浮遊選鉱場が挙げられ、揚鉱(とうこう)製錬から青化製錬へ、青化製錬から浮遊選鉱へと技術が発展するに伴い施設が新設されており、旧佐渡鉱山における選鉱・製錬技術の変遷を示している。

その他、これらの地区を結ぶ運搬施設として間ノ山上アーチ橋、間ノ山下アーチ橋、諏訪隧道・神明トンネルに加え、海運施設である大間港が挙げられる。インフラ施設としては中尾変電所、北沢火力発電所発電機室棟、戸地川第二発電所等が挙げられ、特に戸地川第二発電所には発電機も残されており、電力供給における近代技術を示している。

(3) 構造物の特徴

現存する施設及び遺構は主に明治時代後期から昭和時代初期の建造物で、用途や規模に応じて木造、石造、煉瓦造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造といった様々な構造を採用している。

明治時代以来、木造を主体として建造物が建てられてきたが、現存する施設を見る限り、明治時代中期には、倉庫や耐火を必要とする施設等には煉瓦造が採用されたことが窺える [5]。昭和時代初期になると、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の建造物が建設された。特に大規模な施設は躯体を鉄筋コンクリート、小屋組を鉄骨造とする。これにより大規模な施設の建設が可能となったことは、金の増産に大きく寄与したとも考えられる。なお、鉄骨造では形鋼をリベット接合する建造物の他、レール材を転用した建築物が散見され、鉱山内に無数にあった運搬設備の廃材を使用した可能性がある。

また、大間地区には土木構造物として人造石(たたき)工法で築造された港湾施設(大間港)が現存する。同工法は、コンクリート工法が普及・定着するまでの土木工法として、服部長七によって開発・確立されたもので、佐渡鉱山の大間港は服部長七によって施工されたことが明らかである。資料には [6]、長七は大間港以外にも佐渡鉱山において貯水池堰堤、製鉱用沈澱池、潜水堤等を人造石(たたき)工法で施工したことが記されており、現存する施設では、旧北沢青化・浮選鉱所の一部が、服部長七の施工による人造石(たたき)工法の可能性が高い。

(4) 鉱山施設の開発時期

佐渡鉱山の鉱山施設は、幾度かの大規模な開発時

期を迎えている。鉱山施設の建設は基本的に下記開発時期に準じる傾向にあるといえよう。

1）所管の変更
- 明治維新に伴う官営化と工部省設置（明治2･1869年～）
- 御料局所管（明治22･1889年～）
- 三菱への払い下げ（明治29･1896年～）

2）新たな選鉱･製錬方法の導入
- 混淆（こんこう）法の導入（明治3･1870年）
- 揚鉱（とうこう）製錬法及び沈澱製錬法（キス法）の導入（明治24･1891年）
- 青化製錬法の導入（明治37･1904年）
- 浮遊選鉱法の導入（昭和7･1932年）

3）社会情勢の変化に伴う国の政策
- 重要鉱物増産法施行（昭和13･1938年）

全体として、いずれの開発時期も増産を動機としたものであり、民間への払い下げ後も度重なる国の政策の影響を大きく受けながら鉱山運営が行われたといえ、佐渡鉱山が社会情勢・経済に受けた影響、佐渡鉱山が社会に対して与えた影響は多大なものであったと推測される。

(5) 現存する鉱山施設群とその機能

佐渡鉱山における採鉱･選鉱･製錬等の近代鉱山としてのシステムは明治時代初期に確立され、初期に設定されたシステムを踏襲しつつ、増産政策に伴って各地区において頻繁に設備更新が行われた。

旧佐渡鉱山には採鉱から製品出荷まで一連の施設群が現存し、坑外の生産システムを追うことが可能である。

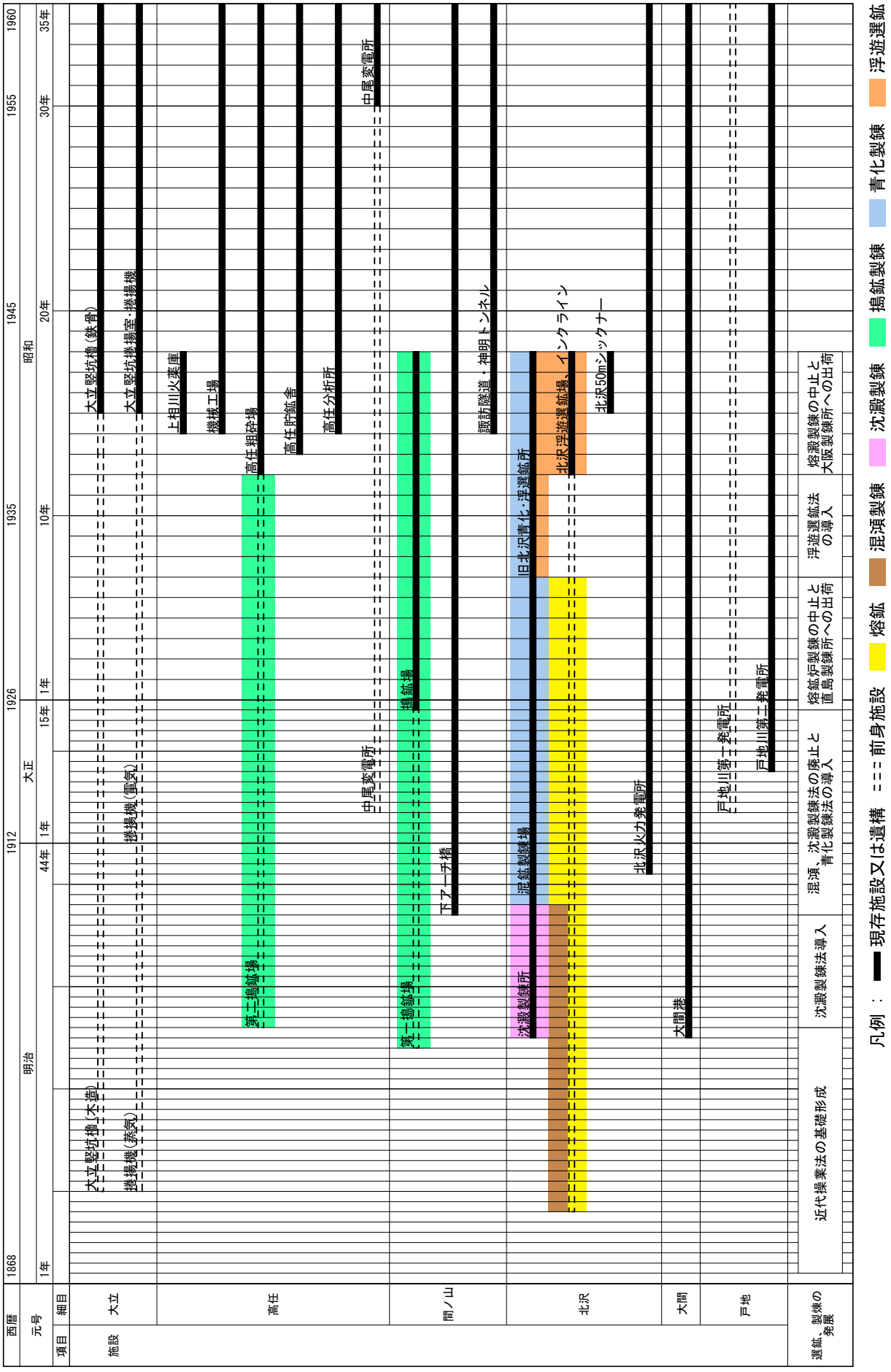
これら現存する旧佐渡鉱山の鉱山施設群は、昭和13(1938)年の重要鉱物増産法施行に伴って更新されたもの、つまり三菱によって佐渡鉱山が経営されていた時代に建設されたものが大半を占める。但し、昭和時代初期以前に建設されたものも含め、昭和15(1940)年頃には現存する全ての施設が稼動していた。戦争時の増産体制とはいえ、明治時代以来の最高の産金量を記録した一連の施設･設備は、明治時代以降、金の増産に関する研究・設備更新を重ねた結果の1つの到達点であったといえよう。

なお、太平洋戦争後は、選鉱･製錬事業が実質的に行われず、破砕を行った鉱石は直接、直島製錬所へ輸送していた。戦時体制の増産によって活況を取り戻せず、延命のために佐渡鉱山が昭和27(1952)年の大縮小を断行した後、施設の解体･撤去をはじめとする細かい変更はあったものの、鉱山全体にわたる大規模な施設･設備更新は行われていないとみるのが妥当であろう。

注

1) 鉱山談話会編：『日本鉱業発達史 上巻』、p. 61、1932
なお、『工部省沿革報告』（大蔵省、p. 213、1889. 4）にも明治9(1876)年に選鉱所が竣工した記録も確認できるが、同資料の明治時代初期の建設工事に関する記述は、施設の機能に関する記述はあるが、建設場所が明確に記されていない場合が多い。但し、選鉱場はその性格上、竪坑の開削と同時期に建設されると考えられ、上記の選鉱場は大立竪坑の開削とほぼ同時期であることを考慮すれば、大立地区に建設された可能性は高い。
2) 『工部省沿革報告』、大蔵省、p. 220、1889. 4
3) 当初は木造であったことが古写真･絵葉書によって判明する。昭和10(1935)年より鉄骨造に変更したとされる。
4) 麓三郎：『佐渡金銀山史話』、三菱金属鉱業㈱、1956(1973増補)
5) 下記資料によれば、佐渡では明治3(1870)年より島内で煉瓦の製造が行われ、最盛期の明治41(1908)年には全島に普及し製造者は16戸を数えたが、大正末年に煉瓦製造が消滅したとされる。これに従えば、旧佐渡鉱山の煉瓦造建造物は明治時代初期頃から建設が可能であった。
相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近･現代』、相川町、pp. 416-417、1995. 2
6) 飯塚一雄：人造石(たたき)工法による明治期土木構築物、『日本の産業遺産ー産業考古学研究ー』、玉川大学出版部、p. 145、1986

図3.1.4　施設及び選鉱・製錬相関年表



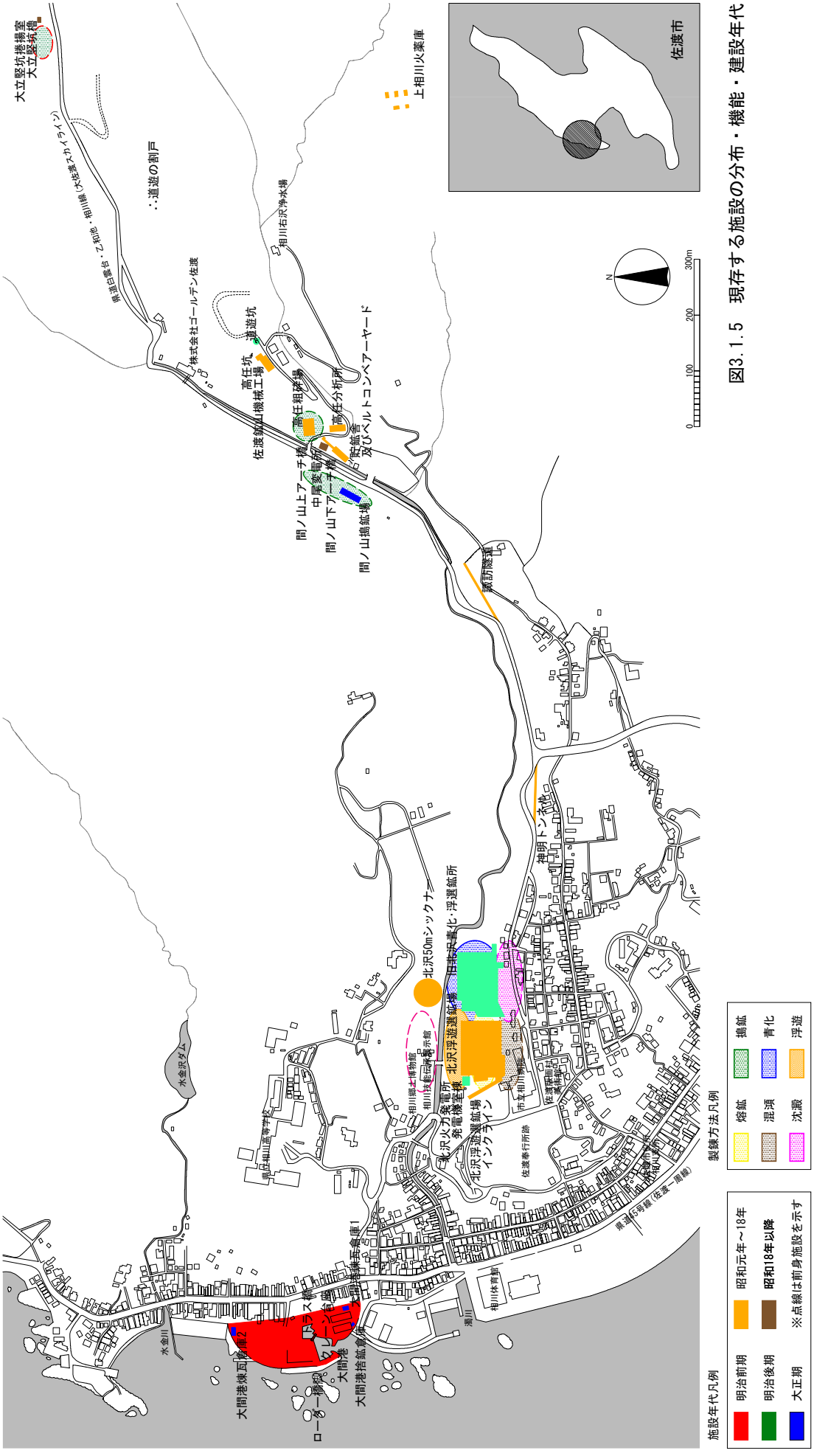


図3.1.5　現存する施設の分布・機能・建設年代

第 2 節　鉱山施設としての先進性

1. 佐渡鉱山の先駆的役割

(1) 近代化初期における佐渡鉱山の役割

明治維新後の近代日本は、殖産興業の主要な柱として鉱業を位置付け、鉱業資源を輸出して近代的設備を導入することとし、江戸時代中期以降、探鉱及び採鉱技術の限界もあって衰退していた鉱山の再開発を積極的に推進した。

まず、政府自らが主要鉱山の経営に乗り出し、全国の鉱山をつぶさに点検して重要鉱山(特に幕府領だった鉱山)を官営とした(藩領鉱山は「掘出し不苦」の方針で干渉しなかったとされる)。官営鉱山は、明治元(1868)年の生野(兵庫県朝来市・養父市)、翌2(1869)年の佐渡をはじめ、十数鉱山(金属、炭鉱等含む)に達した。明治5(1872)年の太政官布告と明治6(1873)年の日本坑法の制定では、鉱山資源は全て国家の専有とし、政府だけが採掘の権利があると宣言した。但し、同法は鉱業者が国に借区出願して鉱山を稼行することを定め、官営鉱山以外は借区料・坑物料を納めれば採掘は自由で、旧幕時代に幕府や諸藩の独占事業であった鉱山経営を民間に開放し、その活性化を図ったとされる。

官営鉱山は欧米先進国の技術を積極的に取り入れて近代化を図り、民間鉱山を指導する役割を担っていたとされる。

しかし、これら官営鉱山は一部の例外を除いて収支が償わず、政府の財政を圧迫する結果に陥り、明治10(1877)年代後半から民間資本に払い下げられた。但し、佐渡、生野、三池(福岡県大牟田市・熊本県荒尾市)は工部省廃止の後、御料局所管を経て、民間に払い下げられるまで政府は手放すことは無かった。明治10(1877)年代の不換紙幣の増発によるインフレ克服のために、紙幣の整理と正貨準備高の蓄積が大きな課題で、明治19(1886)年には紙幣と正貨の兌換(だかん)を行うこととし、大量の金銀貨及び地金を必要としたため、石炭の輸出で外国銀貨の獲得に重要な役割を果たした三池と、銀の生産で国内第一の成績を挙げていた佐渡、生野の二鉱山は政府にとって重要な位置を占めていたのである。

佐渡鉱山の経営は、良鉱で緊急に心要な正貨の直接的獲得をめざし、明治維新後の日本経済の安定と発展に大きく寄与したといえよう。

(2) 佐渡鉱山への欧米技術導入と国内技術の発展

幕末から明治時代初期における政府の欧米技術導入による近代化推進の中で、佐渡鉱山は奉行所による経営から引き続き官営鉱山となり、外国人技師を中心として近代化を進めた。

全国の官営鉱山では明治元(1868)年から明治17(1884)年までに外国人技師を雇用しており、佐渡鉱山では明治 2(1869)年に製鉱技師であるガワーを雇入れた後、機械及び製鉱師、坑夫、開坑師といった外国人技師の雇入れと解雇を明治14(1881)年まで行った。明治6(1873)年には外国人技師を6名とし、官員 35 名、技術者 12 名という官営鉱山最大の人員を擁する鉱山となったとされる。

この間、カルフォルニア式揚鉱(とうこう)器、吸水器等、米・英製の機械類を輸入しており、中でもコーニッシュ式プランジャーポンプ、鑿岩機、分銀炉の採用は国内初とされ、欧米技術の試験的導入が先んじて行われたといえる。

一方、明治10(1877)年代には、日本でも東京元赤羽工作分局等で鉱山機械類の製造が行われた。明治14(1881)年になると、当時、佐渡鉱山を所管した工部省は、外国人技師・外国機器を国内技術者・国内機器へ変換する方針を打ち立てる。これはつまり、初期近代化において、欧米技術に頼っていた日本の近代産業が一連の技術を習得し、国内技術の発展を始めたことを示しているといえよう[1)]。

明治18(1885)年になると鉱業界の第一人者である大島高任が局長に就任し、明治20(1887)年に赴任した東京帝国大学教授の渡辺渡と共に佐渡鉱山の事業拡張を行う。当時、佐渡鉱山においては既に外国人技師は解雇されており、施設・設備更新の計画は全て国内技術者の手に委ねられた事になる。但し、この頃においてもフリュー汰盤やノールス式ポンプを国内初採用する等、新たな欧米技術の試験的導入は続けられると共に、明治20(1887)年に架設された国内初の蒸気動によるブライヘルト複線式架空索道とい

った国内での技術革新も進められていった。

このように見れば、佐渡鉱山の発展は、国内における技術者の成熟や機械産業全体の発展と密接に関係するものといえよう。

なお、明治29(1896)年の三菱合資会社払い下げ後も選鉱・製錬技術の改良が続けられ技術革新が行われた他、坑内作業においても改良が行われた結果、明治42(1909)年にアセチレン灯が実用化され、全国の鉱山で採用されたことも国内技術の発展を示している(選鉱・製錬技術の導入は次項で詳述する)。

このように、明治時代初期における鉱山への近代技術の導入は、現代の工業大国日本の礎を築いた分野の１つであったといえよう。

(3) 技術者の育成

近代技術に対応する技術者の育成については、明治12(1879)年、後の佐渡御料局佐渡支庁長渡辺渡が東京帝国大学の採鉱学生実施研究の取締として派遣されたことが挙げられる。この頃、東京帝国大学の学生が行った実地研究として、明治13(1880)年と明治15(1882)年に作成した報告書が残されており、同研究は昭和12(1937)年までの間､度々行われている。

また、明治22(1889)年には佐渡鉱山学校が設立され、採鉱、冶金、機械、建築学科の卒業生を輩出し、佐渡鉱山が三菱に払い下げとなる明治29(1896)年までの間、人材育成機関としての役割を果たした。

このように佐渡鉱山は、施設の近代化に伴う技術者の育成についても重要な役割を担っていたといえよう。

2. 佐渡鉱山における選鉱･製錬技術の意義

(1) 技術の導入先

佐渡金銀山の選鉱・製錬技術の近代化は明治2(1869)年に始まる官営の時代にその基礎が築かれた。主に植田論文[2)]をもとに、それらがどこから導入されたかをまとめる。

金銀鉱の製錬に対しては、官営化と共に佐渡に着任した英人ガワーにより、当時、米国カリフォルニアで広く用いられていた搗鉱(とうこう)、混汞(こんこう)製錬法が導入された。混汞器は導入当初うまく稼動しなかったが、ガワーの後継者、米人ジェニンの指導で軌道に乗せられた。続いて、英人ゴットフレーとジェニンの建議により、熔鉱炉、コークス炉、分銀炉が導入された。熔鉱炉はドイツ式のもので、フライベルグ鉱山で使われていたものである。また、コークス炉は英国のジョン式である。分銀炉は当初、ドイツ式のものが導入されたが､後､英国式のものも導入された。

搗鉱(とうこう)並びに混汞(こんこう)製錬の鉱尾中にある金銀の回収に使われ、佐渡では沈澱製錬と呼ばれたキス法はハンガリーで開発され、ヨーロッパで普及していたものを導入した。選鉱については、比重選鉱にドイツで開発されたリッチンガー・テーブル(Rittinger’s shaking table) が既に明治8(1875)年に採用されていたが、渡辺渡が設計し、明治22(1889)年に開業した選鉱場は首尾一貫してドイツ式のものであった[3)]。

大正時代に導入された青化製錬法、昭和時代になって導入された浮遊選鉱法は、共に国内では佐渡に先行して導入した鉱山があったが、佐渡でも十分に検討･試験のうえ、導入された。青化製錬法、浮遊選鉱法はそれぞれで欧米において発展した技術をわが国に導入したものである。浮遊選鉱法については、硫化鉱に適用されるのが一般的であるが、佐渡では低品位石英質含金銀鉱に対して世界でも独自の技術を開発し、実用化したものである[4)]。

結論として、国別でいえば、佐渡の基幹技術は主にアメリカ、イギリス、ドイツから導入されたことになる。

(2) 技術の先駆性、波及効果など

佐渡鉱山の近代化には、国内非鉄金属鉱山の先駆けとなる多くの欧米の技術が導入され、これらはその後、国内他鉱山に普及し、その発展に寄与している。ここでは、主に『明治工業史 鉱業篇』[5)]をもとに、他鉱山に先駆けて導入された技術とその他鉱山への波及効果についてまとめる。

佐渡では明治3(1870)年､カリフォルニア搗鉱(とうこう)機、鍋混汞(こんこう)器が輸入されたが、これは当時の米国における湿式金銀製錬の主流の方法であり、わが国における他の金銀鉱山の多くもこれに倣った。例えば、明治35(1902)年前後から､九州地方で開発の波佐見(長

崎県東彼杵郡波佐見町)、上星野(福岡県八女郡星野村)、鯛生(大分県日田市)などの鉱山で採用された。

熔鉱炉は明治 9(1876)年に操業を開始したが、明治 8(1875)年に始まる小坂(秋田県鹿角郡小坂町)の銅製錬用熔鉱炉と共に銅、鉛などの非鉄熔鉱炉の嚆矢である。また、明治 22(1889)年に完成した水套式熔鉱炉も我が国では初期のものであり、佐渡で操業方法の工夫により好成績をあげ、その後の各製錬所での水套式熔鉱炉の普及に寄与した。明治 10(1887)年に導入されたコークス炉も非鉄製錬では嚆矢となるものであった。明治 9(1876)年に導入されたドイツ式分銀炉はわが国では初めてのもので、後に高玉鉱山(福島県郡山市)でも採用された。

明治8(1875)年には汰盤(リッチンガー・テーブル)を使った比重選鉱が始められたが、これもわが国での汰盤採用の嚆矢である。また、明治 22(1889)年に渡辺渡の設計により開業した高任選鉱場は、首尾一貫ドイツ方式を採用したわが国初の選鉱場である[6]。そしてこれは、足尾(栃木県日光市)、尾去沢(秋田県鹿角市)などでの銅鉱選鉱の発達を刺激した。

続いて、佐渡において、世界でも珍しい独自の発達を遂げた金銀鉱への浮選について述べたい[7]。佐渡では青化製錬法に代えて浮遊選鉱法を導入することが長く研究されたが、浜石を含む下鉱並びに上鉱を揚鉱製錬した後に排出される鉱尾の 40%を占める泥鉱についてこれに成功、企業化された(鉱尾の残り60%の砂鉱については、経済性から引き続き、青化製錬法が採用された)。この浮選技術開発の鍵は、金含有量が極めて低く(2-3g/t)回収成分量が極端に少ない原料からこれを捕捉するため、安定した泡沫層を形成することにあり、佐渡では多種の浮選機を比較検討のうえ選択し、浮選条件に現場的、実際的な工夫を積み重ね、これに成功したものである。この技術が金品位の低い浜石の大量処理に役立った。

佐渡の選鉱では、金銀を山元で地金として回収するのではなく、精鉱に濃縮し、これを直島にある銅製錬所に送り、そこで銅と一緒に回収した。これは、経済的に、山元、製錬両者を総合的に評価しようとする当時の斬新な発想から生じたものである。

こうして、石英質含金銀鉱の処理で、おそらく世界では他に例を見ない浮選技術を開発・実用化したのである。但し、金品位の低い鉱石に適用されたので、当時は他の金鉱山に利用されるまでには至らなかった。

(3) 佐渡鉱山における選鉱・製錬技術の意義

著作物、社内文書により、明治以降、選鉱場閉止に至るまでの佐渡金銀山における選鉱・製錬技術の変遷を調査し、その発展のあとを辿った。その結果、次のことが認められた。

1) 選鉱・製錬近代技術の導入が、採鉱、探査技術と相俟って、低品位鉱の採掘も可能とし、江戸時代末期には瀕死の状態にあった金銀山を蘇らせ、山命の延長をもたらし、資源の有効活用と近代産業の発展に寄与した。
2) 技術の近代化は維新とほぼ同時に着手され、その多くが国内の嚆矢であり、わが国他の選鉱場、非鉄製錬所の技術の発達に貢献した。嚆矢となった技術は、選鉱では、一貫選鉱場の建設、製錬では、揚鉱法、混淆法、熔鉱炉、コークス炉、分銀炉、などの技術であり、それぞれわが国銅選鉱・製錬の発展を促した。その後も新技術の導入に努めたが、主なものは青化製錬法、浮遊選鉱法である。
3) 石英質含金銀鉱に対して恐らく世界に例のない独自の浮選技術が開発され、実用化された。但し、低品位金銀鉱への適用ということで、他の鉱山で利用されるまでには至らなかった。

注

1) 但し、院内銀山(秋田県湯沢市)は明治 8(1875)年に官営化された後、明治 14(1881)年から外国人技師の雇用を行っている。後に官営化された鉱山においては未だ外国人技師による近代技術の移植が行われていたと考えられる。
文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、pp. 89-92、2002. 3
2) 植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、資源・素材学会、1998 秋、1999 春、1999 秋
3) 鉱山懇話会編:『日本鉱業発達史 上巻』、1932. 3
4) 巻末資料 5 参照。
5) 日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、1968 複製(原本:1930)
6) 注 3)参照。
7) 巻末資料 5 参照。

第 3 節　国内鉱山との比較

本節では、文化庁文化財部記念物課：『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』[1]に詳細な調査報告が掲載されている金・銀山及び銅山を対象に佐渡鉱山との比較を行う。

但し、同報告書は鉱山の近代化遺産について共通の視点が確立していないため、文献・資料等で明確な歴史・沿革についての記述は比較的詳細であるものの、より専門的な調査を要する鉱山全体の生産システム(選鉱・製錬方法等)と、現地での詳細な調査が必要な建造物の機能・残存状況に関する記述は統一性が取られておらず、日本における各鉱山が近代化以降、どのように変遷を遂げているかまでは明確にされていない点を今後の課題として挙げておきたい。

1. 主な所有者及び近代化開始年代

(1) 金・銀鉱山の近代化

明治時代に入り、新政府は貨幣の素材、対外支払いの手段としての金銀の生産を重視した。即ち、明治元(1868)年 2 月、政府は旧幕府の銅座役所を収めて銅会所と改称し、7 月にこれを鉱山局と改めた。更に同年 12 月には鉱山局を鉱山司とし、幕府または諸藩の独占事業とされていた鉱山経営を一般に開放した。その一方で、重要鉱山については、政府が自ら鉱山の開発経営に乗り出し、欧米の先進的な技術を積極的に取り入れて鉱山の近代化を図った。以下、明治時代に官営化された鉱山を中心に、近代化の沿革を述べる。

明治維新後に官営とされた金銀山は、院内(秋田県湯沢市)、生野(兵庫県朝来市・養父市)、佐渡の 3 鉱山である。

院内銀山は近世の民間経営から明治時代以降、秋田藩が経営した。明治 6(1873)年には民間の鉱山会社(岡田平蔵)の私行に属した。同 7(1874)年には小野組が経営したが同組は間もなく破産したため、秋田県庁の仮官行を経て、明治 8(1875)年に工部省が所管し、院内支庁が設置された。明治 12(1879)年には電気製銀設備を計画、明治 14(1881)年にヒリップ・シウィンやB. ロージングら 4 名の外国人技師を雇い入れる等によって、近代化が推進されたが、明治政府の巨額な投資が行われるも電気製銀設備は効果を得ず、年間損失も大きかったことから、明治 17(1884)年には古河市兵衛に払い下げられた。

生野鉱山は近世の幕有民営から官営とし、明治元(1868)年に鉱山司生野出張所が置かれ、フランス人技師 F. コワニエの主導により、近代化が推進されている。明治 2(1869)年に猪野々地区が買収され、事務所や工場が建設されて太盛坑の採掘が再開された。

佐渡鉱山は、近世を通じ一貫して幕府直轄として佐渡奉行所によって統轄され、生産された金銀は江戸幕府の財政を支え続けた。明治 2(1869)年に官営化されると、鉱山権正兼佐渡県大参事として足立忠次郎が赴任し、鉱山司役所を設置して新しい鉱山経営体制が発足した。また、明治 3(1870)年に工部省が設置され、民部省が所管していた鉱山、鉄道、製鉄等の事業を統轄するようになると、佐渡鉱山も工部省の所管となった。

生野、佐渡の両鉱山は明治 22(1889)年に皇室財産として御料局所管を経て、明治 29(1896)年に三菱合資会社へ払い下げられた。

この他、鴻之舞(北海道紋別市)、大谷(宮城県本吉郡本吉町)、半田(福島県伊達郡桑折町・国見町)、鯛生(大分県日田市)の金・銀鉱山はいずれも民間の経営である。

(2) 銅鉱山の近代化

銅鉱山では小坂(秋田県鹿角郡小坂町)、阿仁(秋田県北秋田市)が官営鉱山として近代化が推進された。

小坂鉱山は、慶応 2(1866)年の時点で南部藩が所有し、大島高任による調査で有望な鉱山であると確認され、製錬所の建設を計画したが、戊辰戦争のために同計画は中止、明治 2(1869)年に明治政府に没収され、官営鉱山となった。大島高任が鉱山司鉱山権正に任じられ、明治 3(1870)年に製錬所建設を再開、熔鉱炉が完成、明治 6(1873)年にはドイツ人技師K. ネットーが着任、新製錬法の転換に着手する等、明治時代初期から近代化が推進された。明治 17(1884)年に藤田組に払い下げとなる。

阿仁鉱山は、近世まで民営・藩営であったが、明治

維新後に県営を経て、明治 8(1875)年に工部省の直轄となり、同 13(1880)年ドイツ人技師メッケル、ライヘルが来県、同 15(1882)年新式製錬所の開設で近代化が推進されたが、赤字経営により明治 18(1885)年に政商古河市兵衛に払い下げられた。

この他、水沢(岩手県北上市)、尾去沢(秋田県鹿角市)、日立(茨城県日立市)、足尾(栃木県日光市)、尾小屋(石川県小松市)、別子(愛媛県新居浜市・今治市)の銅鉱山はいずれも民間の経営である。

(3) 佐渡鉱山近代化の特徴

以上のことから、旧佐渡鉱山は近世において純然たる幕府直轄であった鉱山が明治維新とほぼ同時に官営となった唯一の鉱山といえ [2]、政府主導によって近代化が推進された点に特徴付けられる。

2. 操業年代

(1) 金・銀鉱山の開坑

近代化が推進された金・銀鉱山の多くは、中世から近世初期に開発が行われている。

佐渡鉱山は、『佐渡年代記』『佐渡風土記』『佐渡故実略記』などの史料に拠ると、天文 11(1542)年に、相川金銀山の南東部に位置する鶴子銀山が越後国の商人茂右衛門により発見されたとされる。そして、慶長 6(1601)年に、鶴子銀山の山師三浦次兵衛、渡辺儀兵衛、渡辺弥次右衛門により相川金銀山の六十枚間歩、道遊の割戸、父(てて)の割戸が開かれ、本格的な開発が始まった。

また、生野鉱山は、史料に拠れば、天文 11(1542)年に太盛鉱区西南の古城山山麓で蛇間歩が発見されたのが、開坑年次とされる。

大谷鉱山の開坑は伝聞によるため明確ではないが、近世では仙台伊達藩の重要財源として、大谷地方の産金が大きく寄与したことが確実とされる。半田銀山は慶長 3(1598)年から本格的な操業が開始されている。また、院内銀山は慶長 11(1606)年に発見され、翌 12(1607)年より操業が開始される。最盛期は、開坑後数年間であり、1630 年代にかけて産銀量は急速に減少した。

この他、鴻之舞、鯛生鉱山は明治時代以降の開発である。

(2) 金・銀鉱山の操業停止

近代化以降の操業停止年代は、昭和 29(1954)年の院内銀山が最も早く、昭和 40(1965)年代に鴻之舞、大谷、半田、鯛生、昭和 48(1973)年に生野鉱山が操業を停止した [3]。

佐渡鉱山は、平成元(1989)年に採掘を停止しており、最も遅くまで操業を続けていた。史料の記述が明確な 16 世紀中期以降に開発された金・銀鉱山の中でも、断絶もなく長期間にわたって操業を続けてきた鉱山である。

(3) 銅鉱山の開坑と操業停止

銅鉱山では阿仁、日立、足尾が中世の開発、水沢、小坂、尾去沢、別子が近世の開発とされ、尾小屋鉱山は明治時代からの開発である。

操業停止年代は昭和時代中期頃に水沢、尾小屋、昭和 50(1975)年前後に阿仁、尾去沢、日立が操業を停止している。なお、別子銅山は採掘を停止するが、新居浜選鉱場等が現在も稼動する。小坂鉱山は小坂製錬㈱小坂製錬所が現在も稼動する。

3. 立地

比較に挙げた金・銀・銅鉱山施設は、一般的に山間部に立地している。但し、例外として大谷鉱山は海岸丘陵地、別子銅山は山間部から海岸部にわたる立地となっている。

佐渡鉱山は島という地理的特性を反映した山間部から海岸部にわたる連続的な立地とするが、別子銅山が山間部の採鉱施設と海岸部の選鉱・製錬施設との距離が離れているのに対し、佐渡鉱山では採鉱施設から選鉱・製錬施設までの距離が比較的短く、これら施設が近距離の運搬設備を介して一連で稼動している点に特徴を見出せる。

とりわけ、鉱山の生産品積み出しと物資の搬入に直接に結びついている大間港の港湾関連施設が良好に現存していることは、国内の他の貴金属鉱山にはない特徴といえる [4]。

4. 選鉱･製錬方法

(1) 金･銀鉱の選鉱･製錬

比較に挙げた金･銀山においては、選鉱･製錬方法として混汞(こんこう)法･沈澱製錬法･青化製錬法･浮遊選鉱法が導入されている。

『近代遺跡調査報告書－鉱山－』の記述によれば、鴻之舞鉱山は青化製錬法、大谷鉱山は青化製錬法と浮遊選鉱法、院内銀山は沈澱製錬法と混汞(こんこう)法、半田銀山と鯛生金山は混汞(こんこう)法と青化製錬法、生野鉱山は混汞(こんこう)法を用いたことが明らかである[5)]。

佐渡鉱山では、混汞(こんこう)法･沈澱製錬法･青化製錬法の3 種類の方法に加えて浮遊選鉱法が導入され、多種類の選鉱･製錬方法が行われていた。とりわけ浮遊選鉱法は、従来、銅を主とする硫化鉱に用いられていた技術であるが、佐渡鉱山においては硫化鉱物の存在量が希薄な鉱石に対して、技術開発とプロセスの経済性を綿密に検討した結果、金銀における浮遊選鉱法の実用化に成功したものである。佐渡鉱山における金銀鉱石に対する浮遊選鉱法は、鉱業技術史上世界的にも特筆されるべき成果であったといえる。

なお、半田銀山は生野鉱山に倣って近代化を図った後、佐渡鉱山で行われた鍋混汞(こんこう)法の研究をてがけており、選鉱･製錬技術の近代化において民営鉱山が官営鉱山の技術を導入していった事例も確認される。

(2) 銅鉱の選鉱･製錬

銅の選鉱･製錬は、金･銀の選鉱･製錬とはその手法が異なるため、直接的な比較対照にはならないが、含銅鉱石製錬の主流である熔鉱製錬は、明治時代初期における金･銀鉱山でも行われた技術であり、また、銅の熔鉱製錬においては、その溶剤として用いられる珪酸鉱に金･銀が含まれる場合、製錬過程で金･銀鉱の採取が可能であり、佐渡鉱山でもこの技術が一時用いられた[6)]。

官営化によって近代化の推進が早期に行われた旧佐渡鉱山の選鉱･製錬技術は、銅鉱山の選鉱･製錬技術の発展にも大きく貢献したといえる。

5. 残存施設･設備と保存状況

佐渡及び生野において多くの鉱山施設が残されている他、鯛生では、設備･機器が多く残されている。銅鉱山では小坂、足尾、別子において多くの鉱山施設が残されている他、小坂、尾去沢において設備･機器が多く残されている。

従来、このような鉱山施設･設備は観光、記念館、鉱山用建造物といった形で保存･活用されてきたが、近代以降の産業遺産が文化財として取り扱われるに伴い、(生野鉱山)神子畑鋳鉄橋、旧阿仁鉱山外国人官舎、旧小坂鉱山事務所が国重要文化財指定を受け、旧小坂鉱山病院事務所が国登録有形文化財として答申を受けるなど、文化財として建造物保存の機運も高まっている。旧佐渡鉱山においても、平成19(2007)年に大立竪坑櫓、大立竪坑捲揚室、道遊坑、間ノ山上アーチ橋、間ノ山下アーチ橋が国登録有形文化財として答申を受けた。

しかし一方で、平成 16(2004)年 12 月には生野鉱山神子畑選鉱場の上屋が全面解体撤去される等、日本の鉱山全体として、建造物の解体撤去も並行して進んでおり、近代化以降、日本の鉱山を牽引した佐渡鉱山に、歴史的建造物としての鉱山施設の保存･活用の牽引が期待される。

注

1) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、2002.3
2) 生野は幕有民営で、安値による買収あるいは接収によって官営化された
3) 昭和22(1947)年に生野鉱山より独立した明延鉱山は昭和62(1987)年まで操業した。
4) 別子銅山新居浜港は重要港湾として四国有数の工業港、貿易港として開発が進む
5) 但し、本文で挙げた選鉱･製錬方法は『近代遺跡調査報告書－鉱山－』の記述を参考としたもので、操業時を通してこの選鉱･製錬方法のみが行われた訳ではない。下記資料では、生野鉱山において大正 2(1913)年の沈殿製錬法の休止と青化製錬法への変更、大正 4(1915)年の(カロー式)浮遊選鉱場建設、大正6(1917)年の同操業(昭和62･1987 年、明延鉱山の閉山と共に操業停止)を明らかとしている。
庄谷邦幸、並川宏彦、種田明、野尻亘:「兵庫県朝来郡朝来町および周辺地域の産業遺産を訪ねて－世界産業遺産候補の予備調査(6)－」、桃山学院大学総合研究所紀要第 28 巻 3 号、pp.141-178、2003.3
なお、生野鉱山の浮遊選鉱場は主に明延鉱山の鉱石から銅･亜鉛･錫を選鉱するもので、後述するように佐渡鉱山における浮遊選鉱法とは目的の異なるものであったと考えられる。
6) 直島製煉所はこの手法を原理としており、同施設の完成により佐渡鉱山の操業の効率化が図られた。

表3.3.1　国内金・銀山との比較

鉱山名	所在地	主な所有者	操業年代	関連技術者	立地	選鉱・製錬方法	残存施設				備考
							鉱山施設	鉱山施設跡	関連施設	設備・機器他	
鴻之舞鉱山	北海道紋別市	住友	大正6(1917)年～昭和48(1973)年	※1	山間	青化法	坑道・坑口、電車格納庫、架線、送水施設、倉庫、鉱車軸、変電機	旧製錬所跡、新製錬所跡、沈澱池跡、軌道・索道跡	鉱山事務所、旧住宅跡、小学校跡、寮跡、映画・芝居館跡、病院跡、鉱山慰霊碑		通産産金72.7t、銀1,233.8t 昭和17(1942)年最大粗鉱処理量9万t/月
大谷鉱山	宮城県本吉郡本吉町	三原経国 久原房之助(久原鉱業) 十時精一 日本鉱業 大谷鉱業	近世～昭和46(1971)年 大正元(1912)年から近代操業		海岸	青化法 浮遊選鉱	浮遊選鉱場跡(コンクリート部分)、坑口、シックナー	沈澱池跡	鉱山事務所、旧鉱山町跡	グランビー鉱車、コンプレッサー、鉱山関係資料・鉱具	通産産金18.9t、銀6.3t 昭和50(1975)年浮遊選鉱場は5千t/月処理
院内銀山	秋田県湯沢市	岡田平蔵 小野組 秋田県庁 官営 古河市兵衛(古河鉱業)	慶長12(1607)年～昭和29(1954)年 明治14(1881)年より近代化	ヒリップ・シウィン B.ロージング ※2	山間	沈澱法 混渣法	坑口、樺山発電所、タービン、発電機(タービンと発電機は現在も稼働)	鉱山事務所跡、大切坑跡	居住区石垣、小学校跡、療養所跡、墓地、金山神社	鉱山用具	旧異人館の設計図面を基に「院内銀山異人館」を再建。
半田銀山	福島県伊達郡桑折町国見町	弘成館	近世～昭和45(1970)年 明治8(1875)年頃より近代化	※3	山間	樽混渣法 青化法	通洞、坑道	跨道橋石垣			生野に倣って近代化を図る 一時佐渡で行われた鍋混渣法の研究を手がけたが実現せず
佐渡鉱山	新潟県佐渡市	官営 三菱	近世～平成元(1989)年 慶応3(1867)年英人ガワーにより火薬採鉱法の伝授	E.H.M.ガワー アレキシス・ジェニン アドルフ・レー 大島高任 渡辺渡 ※4	山間 海岸	鍋混渣法 沈澱法 青化法 浮遊選鉱	竪坑、捲揚室、貯鉱舎、坑道、工作修理場、選鉱場、製錬所跡(コンクリート部分)、火力発電所、シックナー、大間港、火薬庫		御陵局支庁舎、鉱山長官舎		通産産金77t、銀2,330t 昭和15(1940)年処理能力7万t/月
生野鉱山	兵庫県朝来市 養父市	官営 三菱	天文11(1542)年～昭和62(1987)年 明治元(1868)年仏人コワニエにより近代化が推進	エル・フランソワ・コワニエ エシルテヲヒル・ムーセ 朝倉盛明 ※5	山間	樽混渣法	坑口、坑道、選鉱場、水処理施設、混渣所、鋳鉄橋、軌道、インクライン指令所、捲揚機械室、発電所、変電所、資材倉庫、鉄工所、木工所、電車修理所	水路、沈澱池	総合事務所、採鉱事務所、鉱山長官舎、鉱山監督官舎、社宅(長屋)、異人館(ムーシェ邸)、廃滓場	選鉱設備機器、電車	通産産銀650t(生野地区のみ) 神子畑鋳鉄橋は重要文化財
鯛生金山	大分県日田市	鯛生野金山 鯛生金山(ハンス・ハンター) 鯛生産業 鯛生鉱業	明治27(1894)年～昭和45(1970)年	ハンス・ハンター H.S.ワイゴール A.G.マック J.A.プリント 薬師五郎 新井友蔵	山間	混渣法 青化法	坑道、磨鉱工場、青化製錬工場、			捲揚機、鉱車、他坑内機械・設備、クラッシャー、ボールミル、フィルタープレス、ドルシックナー、オリバーフィルター、測量用具	通産産金約37t 現在、観光施設「地底博物館鯛生金山」として活用

表3.3.1、3.3.2の記述は、文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』(ジアース教育新社、2002.3)を参照した。なお、関係技術者欄の「※」は、下記資料を参照し、別記した。
※1　住友金属鉱山㈱鴻之舞金山史編纂委員会編:『住友鴻之舞金山史』、住友金属鉱山、2003.10
※2、4、5、6、7、8　吉城文雄:「近代技術導入と鉱山業の近代化」、国連大学人間と社会の開発プログラム研究報告、1979
※3　日本鉱業会:『日本鉱業会誌』

※1　小池宝三郎　　※2　オスワルト・ヴァイヘル、クリスチャン・バンサ、タフルユ・ハイセイ　　※3　松浦建二
※4　ジェームス・スコット、ジェームス・テール、ジョン・シーモンス、トーマス・トレロール
※5　ピケー、ルビー、ポリー、ゼー・ボース、アルキンス・パリース、ビ・エール・マルロー、フランソア・アラン、アンドリアス・ゼロー、ピエルデウアナール、レス・カール、オークスタン・エノーン、ジャク・ラブラン、ジアンバチスト・リユスタン・ベルセー、グロード・ウェルチー、ポール・レルム、レヲン・シスリー、アレトン・ボッシ、ゼヲゼフリユスタンベル・ゼー、ジャン・レニヲル、フランソワ・マイエ、レピケ・ラミー、シャル・フードア
※6　タフルユ・ハイセイ、フォン・ワイヤ、ウィルヘルム・カラース　　※7　ルイス・ジンジル　　※8　ルイ・ラロック

表3.3.2　国内銅山との比較

鉱山名	所在地	主な所有者	操業年代	関連技術者	立地	選鉱・製錬方法	残存施設				備考
							鉱山施設	鉱山施設跡	関連施設	設備・機器他	
水沢鉱山	岩手県北上市	古河市兵衛(古河鉱業) 三田熊太郎 玉城孝次	寛文元(1661)年～昭和29(1954)年		山間	真吹法	軌道障壁、煙道、シックナー	製錬所跡(コンクリート基礎)、事務所跡	所長宅跡、廃滓堆積場、職員住宅跡		明治24(1891)年に古河市兵衛の所有 鍰煉瓦で構築された遺構が多く残る
小坂鉱山	秋田県鹿角郡小坂町	官営 藤田組 同和鉱業 小坂製錬(藤田組は同和鉱業の前身)	近世～現在 明治3(1870)年より近代化	大島高任 クルト・アドルフ・ネット一 チャールズ・ハクマイル トーマス・トレロール 久原房之助 竹内雅彦 青山隆太郎	山間	熔鉱炉 電解法	堅坑、溶鉱場、電錬所、分析所、工作場、発電所、変電所	露天掘跡、選鉱所跡	旧小坂鉱山事務所、採鉱事務所、厚生関連施設(康楽館)、小坂駅・小坂鉄道	発電機、採鉱用具、測量用具、文書類、蒸気機関車、貴賓車	明治前期は銀山、明治33(1900)年より銅山として成功 発電所は現在も稼動 旧小坂鉱山事務所は重要文化財、旧小坂鉱山病院事務所は国登録有形文化財
阿仁鉱山	秋田県北秋田市	官営 古河市兵衛(古河鉱業) 阿仁鉱山	天正年間(1573-1592)～昭和54(1979)年 明治15(1882)年より近代化	アドルフ・メッケル F.ライヘル ※6	山間	真吹法 熔鉱炉	小沢選鉱場跡(コンクリート部分)		阿仁鉱山山神社、銀山神明社、異人館(旧阿仁鉱山外国人官舎)	鉱山関係資料、鉱山用具	旧阿仁鉱山外国人官舎は重要文化財
尾去沢鉱山	秋田県鹿角市	岡田平蔵 三菱 尾去沢鉱山	慶長4(1599)年～昭和53(1978)年 明治22(1889)年頃より近代化	長谷川芳之助 久原房之助 竹内雅彦 ※7	山間 丘陵	真吹法 熔鉱炉 反射炉 (浮遊選鉱)	選鉱所(コンクリート部分)、シックナー、工作工場、分析所、変電所、坑道、竪坑、発電所	堆積場跡、坑口跡、墓地跡	鉱山事務所、鉱山クラブ、沈澱池	坑内事務所・休憩所、バッテリー電車、坑内機械修理工場、鉱山関係資料、鉱山用具	観光坑道「マインランド尾去沢」として活用 発電所は現在も稼動
日立鉱山	茨城県日立市	赤沢鉱業 久原房之助(久原鉱業) 日本鉱業 日立鉱山	天正年間(1573-1592)～昭和56(1981)年 明治39(1906)年より近代化	シー・オールセン 大橋真六 小平浪平 久原房之助 竹内雅彦 宮長平作 西山銀吉(鉱山職員)	山間	熔鉱炉	竪坑、竪坑櫓、捲揚室、旧コンプレッサー室、索道	大煙突、煙道	久原本部、娯楽施設(旧共楽館)	コンプレッサー、捲揚機、インジケーター、鑿岩機	鑿岩機の所蔵数278台 日立市内に日立セメント㈱が昭和12(1937)年に完成した索道が現存している
足尾銅山	栃木県日光市	古河市兵衛(古河鉱業)	天文19(1550)年～平成元(1989)年 明治10(1877)年より近代化	玉村勇助	山間	熔鉱炉 転炉 自電炉	坑口、坑道、選鉱場、水処理施設、混汞所、鋳鉄橋、軌道、インクライン指令所、捲揚機械室、発電所、変電所、資材倉庫、鉄工所、木工所、電車修理所	発電所跡、コンプレッサー室跡	貴賓館(排水倶楽部)、社宅跡	コンプレッサー、電気機関車、鍛造炉、エアーハンマー、旋盤	明治23(1890)年日本で最初に索道運搬を開始 鉱水中和沈澱設備は現在も稼動
尾小屋鉱山	石川県小松市	横山隆平・隆興 日本鉱業	明治14(1881)年～昭和37(1962)年 明治25(1892)年より近代化	渡辺渡 広田理太	山間	真吹法 熔鉱炉 転炉 電解法 (浮遊選鉱)	大煙突、煙道、軌道トンネル	竪坑跡、選鉱場跡	沈澱池、汚水処理場		明治27(1894)年渡辺渡の指導による洋式選鉱場が完成。軌道トンネルは一部を資料館として活用
別子銅山	愛媛県新居浜市 今治市	住友	元禄4(1691)年～昭和48(1973)年 明治期	※8	山間 海岸	熔鉱炉 (浮遊選鉱)	坑道、坑口、水力発電用取水口、変電所、発電所、鉱山鉄道・鉄橋・トンネル、煙突、新居浜選鉱場、新居浜港	鉱山鉄道跡、貯鉱庫跡	神社、醸造場跡、接待館跡、副支配人宅跡、採鉱課長宅跡、小学校跡、劇場跡、人道橋、鉱石・坑水排出用の橋、支配人役宅、社宅、住友倶楽部・銀行・病院、接待館	蒸気機関車、電車、水車、発電機、収銅所	観光施設「マイントピア別子」「マイントピア別子・東平」として活用 新居浜選鉱場は現在も稼動

第 4 節　佐渡鉱山の歴史的価値

佐渡鉱山は、16 世紀末の発見から始まり、平成元(1989)年の休山まで約 400 年の歴史を有する。その総産出量は、金 78t、銀 2,330t、銅 5,400t といわれ、現存の菱刈鉱山に次ぎ本邦第 2 位であり、近世以来日本を代表する鉱山であった。その間、生野鉱山に続いて明治 2(1869)年には官営鉱山になり、お雇い外国人技術者の手で鉱山の近代化が図られ、竪坑開鑿や発破工法の採用等が推進された。明治 29(1896)年には三菱に払い下げられ、青化製錬や大規模な選鉱施設が稼動した。太平洋戦争と共に政府は、金山整備令を発して産銅増強を図ったため、多くの金山は操業を停止し施設の撤去･転用が行われたが、佐渡は銅山に認定され、存続することができた。戦後は本来の金銀山として出発したが、昭和 27(1952)年に操業を縮小、昭和 43(1968)年には鉱山再開のための探鉱を開始し、佐渡金山㈱が主に含金珪酸鉱を採掘したが、その甲斐なく休山に追い込まれたのであった。

こうした佐渡鉱山の歴史を彩る産業遺産は、旧相川町濁川流域の約 2.5 ㎞の間に存在する。そこには、竪坑、選鉱所等の生産設備の他、火薬庫、電力設備、機械工場、積出港、橋梁等の生産補完設備やインフラに伴う歴史的建造物群が点在する。これらの施設は、当初の原形を留めないものもあるが、それは年月の経過と保全管理上の問題等から必然的に起こった事情があるため、やむを得ないことである。

平成 10(1998)年から文化庁が実施した近代遺跡調査は、産業遺跡を 11 (鉱業、エネルギー産業、重工業、軽工業、交通･運輸･通信業、商業･金融業、農林水産業、社会、政治、文化、その他)に分野区分し、全国規模での概要調査と詳細調査を行ったもので、その先駆けが鉱山である。鉱山については、34 鉱山の詳細調査が報告書としてまとめられているが、その内容は、鉱山の近代化産業資産について共通の視点が確立していなかったため、項目や詳しさに統一性が取られていない。その結果、鉱山が持つ独特の産業的性格が咀嚼(そしゃく)されないまま歴史と残存遺跡に着目するに留まっている。

鉱山と他の第二次産業との大きな違いは、リスクが高く限定された資源を採取する原始産業と採取した資源を精製して素材に仕立てる工場制生産が両立していることである。加えて、製品と資材の物流、動力等、産業の発展･維持のためのインフラを同時に推進するという高度で総合的産業基盤を創生する必要があったことである。しかもこの産業の源泉である資源賦存の状態は、対象鉱種の別と同時にそれぞれの鉱山で大きく異なり、対応する鉱業生産過程の内部構造もそれぞれ個性的に構築され、展開する。こうした条件の下で生まれた鉱山の産業遺産についての尺度は、他産業のように事前に基準を定め、評価をすると云うことは馴染まないといえる。更に鉱山では、その所在地が平地に乏しい山間地にあり、限られた立地条件の中で生産施設と生活空間を集約しなければならないことから、立地の有効利用のためスクラップ＆ビルドを行う例も多い。従って、鉱山の近代化遺産調査においては、これらの産業的性格を認識することが重要であるといえる。

旧鉱山地における産業遺産の保護･活用では、これを意識した施設を設けている。坑内観光･記念館及び鉱山用建造物というパターンである。坑内観光･記念館では、既存坑道の使用制約から坑道の一部を利用した人形展示、パネル･用品展示が中心に行われ、建造物は竪坑、選鉱所跡等であるが、これらで鉱山の特色を強くアピールできるとはいえない。日立では、日鉱記念館の他、竪坑と残された修理工場内に鑿岩機と初期の選鉱器具が展示されているが、鉱山を担った本山地区の面影は完全に払拭されている。これは極端な例だが、他鉱山でもこれと大同小異であり、所有する企業と自治体の対応によって多少の違いがある程度である。

今後の資源問題を考える上でも、鉱山の産業遺産の積極的活用が重要であり、一歩踏み込んだ新しい創造が求められている。その点で、旧佐渡鉱山には多くの産業遺産が集約され、歴史的価値に留まらず、未来を見据えた学習的価値を具備していると確信する。

第四章

現存する鉱山施設の詳細

第１節　大立地区

1. 大立竪坑櫓

(1) 立地･沿革 [1)]

大立竪坑櫓は県道白雲台･乙和池･相川線の北側に立地する鉄骨造の櫓で、坑内作業員の出入り、採鉱･坑内保全用の資材､鉱車等の運搬に用いるケージを昇降させるための施設の一つである。

大立竪坑はドイツ人開坑師アドルフ･レー等の企画実施により明治 8(1875)年に大切･青盤･大立の 3 主脈を狙い開削が開始され、明治 10(1877)年に完成した [2)]。日本の金属鉱山では最古の洋式竪坑と伝わる。坑口の標高は 179m､深さ約 165m で、49.5m 毎に 3 段の水平坑道を持ったとされる [3)]。

大立竪坑の開削を契機に佐渡鉱山では大切坑、青盤坑、鳥越坑でも旧坑道利用の垂直竪坑が設けられた。動力は当初、馬絞車と称する馬力捲揚が行われていたが、明治 13(1880)年には蒸気機関を使用するようになったとされる [4)]。

昭和 13(1938)年には大立竪坑捲揚拡大計画を 2 年工期で進展させた [5)]。その内容は月 5,000t の産出量を 30,000t に拡大させるもので、具体的には次に挙げる 4 項目を実行した。

- 竪坑断面を 5.5m×2.4m から 5.75m×3.35m に拡大
- 地表の捲揚室を坑内に移設

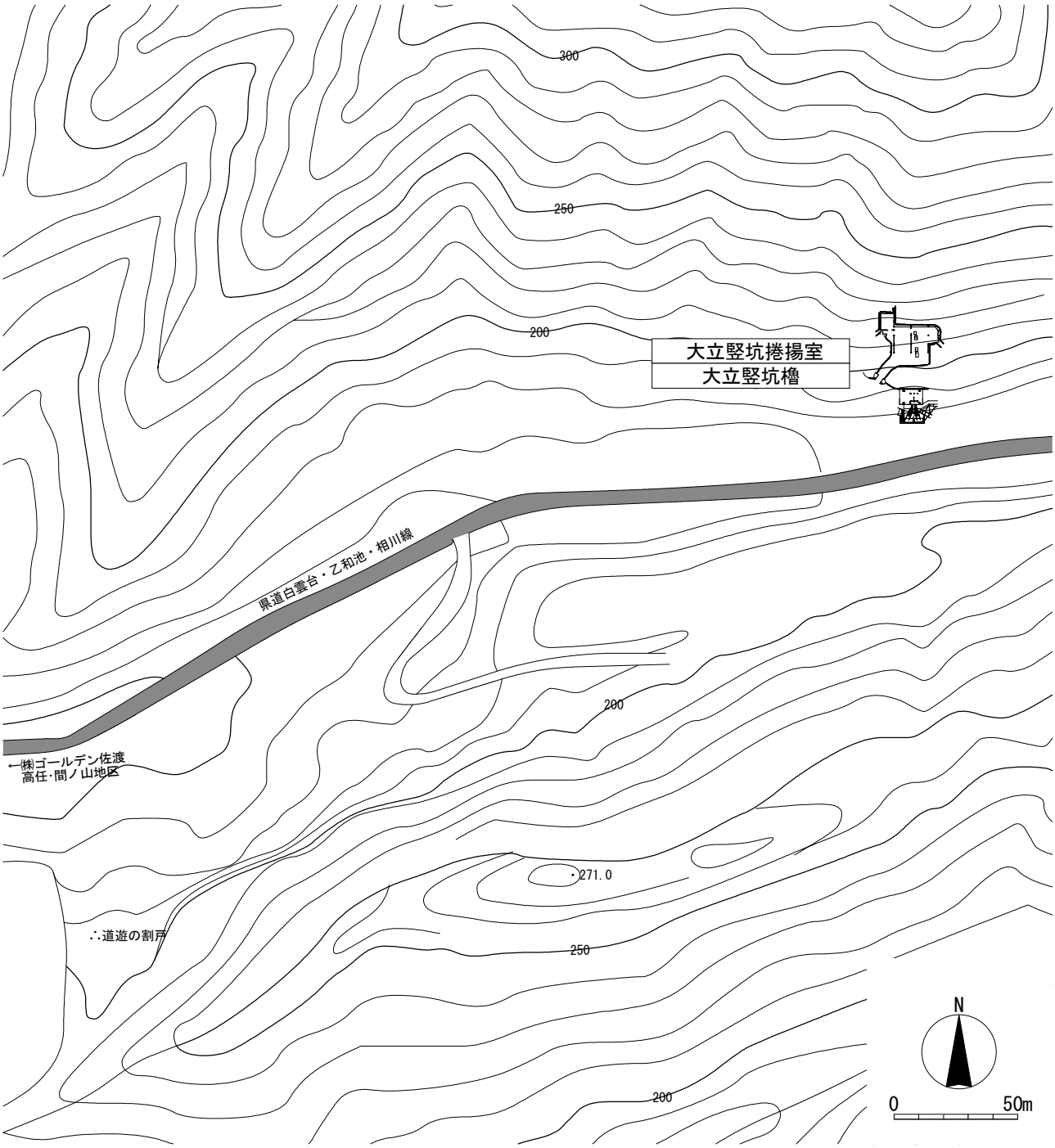
写真4.1.1　大立竪坑櫓
外観(南より)

写真4.1.2　大立竪坑櫓　外観(南西より)

写真4.1.3　大立竪坑櫓
外観(南東より)

写真4.1.4　大立竪坑櫓
上層部分側面(西より)

写真4.1.5　大立竪坑櫓
上層部分柱脚詳細(南東より)



大立地区　施設配置図
大立竪坑櫓
大立竪坑捲揚室

・索道(ロープウェイ)の架設

・竪坑櫓新規設置[6)]

この結果、1t 鉱車 2 車搭載可能な復胴捲揚機と人員･資材用ケージ捲揚機を別に昇降可能として、大幅な増産を達成したとされる。

なお､｢佐渡鉱山関係施設等設計図｣(新潟県指定文化財)によれば、昭和 13(1938)年の｢佐渡鉱山大立竪坑 大立竪坑捲揚装置 (第二)捲揚機配置又櫓ノ案｣で鉄骨造櫓の案が示され、昭和 15(1940)年の｢大立竪坑櫓設計圖｣に現存する櫓の詳細が示されている。また、『特別報告』[7)]によれば、昭和 15(1940)年 6 月に竪坑櫓基礎工事着手、同年 10 月には竪坑櫓の据付が終了したとされ、建設年代が明確である。

(2) 建造物の概要

竪坑櫓の構造は、ケージの昇降に用いる上層部分(櫓)と、坑内から運搬してきた鉱石の貯蔵に用いる下層部分(鉱舎)の 2 つに大別される。

上層部分は鉄骨トラス構造で、地表面の規模は東西約6.4m､南北約5.0mの矩形で､高さは約14.4mとする。櫓の南北面は地表面に対して垂直に建つが、東西面は上部に向かって逓減させている。柱･梁は山形鋼と平鋼ラチスをリベット接合した矩形断面とし、各層には斜材として、たすき掛けの山形鋼を設ける。最上部には捲揚機からケージへワイヤーを連結させるための車輪が設置され、この保守管理用として床を設ける。また、転落防止のために手摺も設けられ、この南面には三菱の社章が取付く。上層部分内部にはレールが上下に向かって設けられており、このレールに沿ってケージが上下していたと考えられるが、現在、坑口は鉄筋コンクリートで閉塞されている。

上層部分の地表面には、内部から南側 3 方向へ

写真4.1.6　大立竪坑櫓　上層部分内部(北西より)

写真4.1.7　大立竪坑櫓
下層部分チップラー(鉱車回転装置)(北東より)

写真4.1.8　大立竪坑櫓　上層部分-下層部分
コンクリート片持迫床面(南西より)

写真4.1.9　大立竪坑櫓
下層部分東側　捨鉱経路持出し部分(南より)

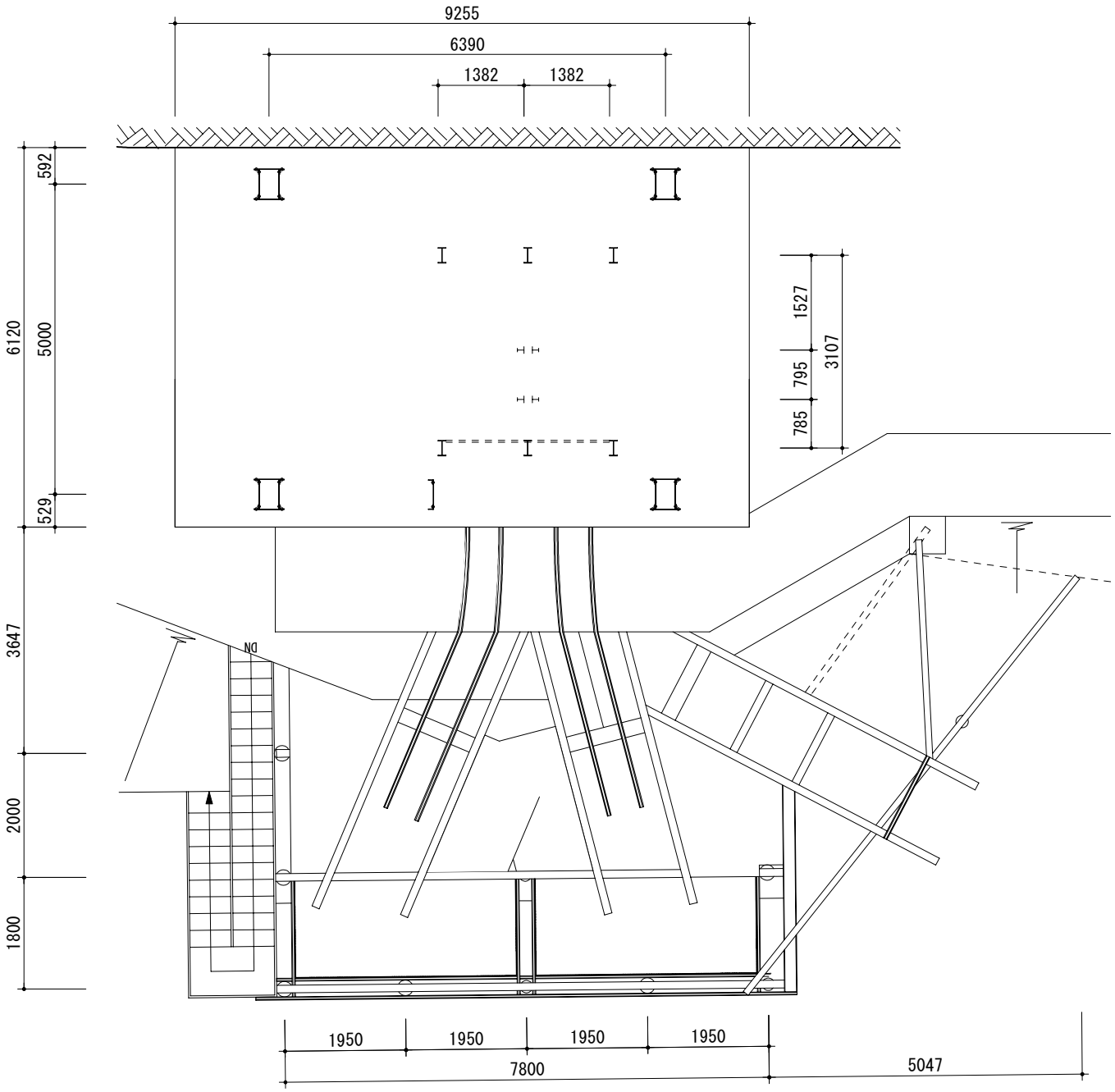
レールが設けられ、下層部分の頂部に達する。上層部分地表面から下層部分の頂部までは片持迫のコンクリートスラブが設けられる。レールの先端にはチップラー(鉱車回転装置)が設置され、鉱石を鉱舎へ落下させる仕組みとなっている[8)]。下層部分は鋼管製の柱と形鋼で軸組を構成し、規模は東西約 7.8m、南北約 3.8m の矩形で、高さは約 9.0m とする。古レールの胴縁と鋼板による外壁を背面岩盤まで設け、内部は中央で 2 室に分けられる。

(3) 建造物の価値

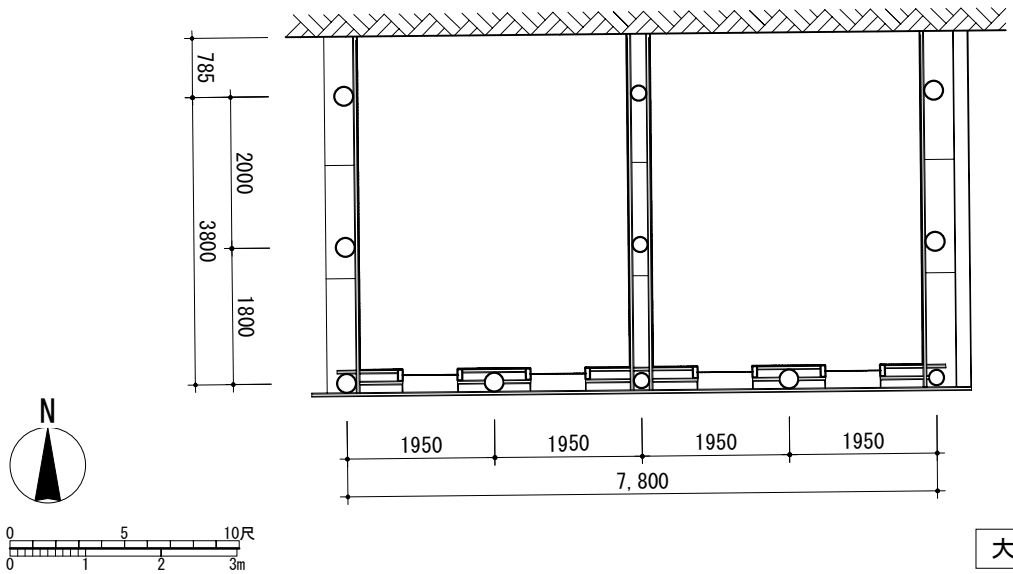
日本の金属鉱山では最古の洋式竪坑とされる大立竪坑は、明治時代初期から平成元(1989)年の休山までを通じて稼動していたもので、佐渡鉱山の近代化と歩みを共にしてきた。当施設は、採鉱(坑内作業)と選鉱・製錬(坑外作業)を繋ぐ施設として佐渡鉱山を支え、鉱山の中心施設として活躍した旧佐渡鉱山近代化遺産のシンボルとなる施設の一つである。

注

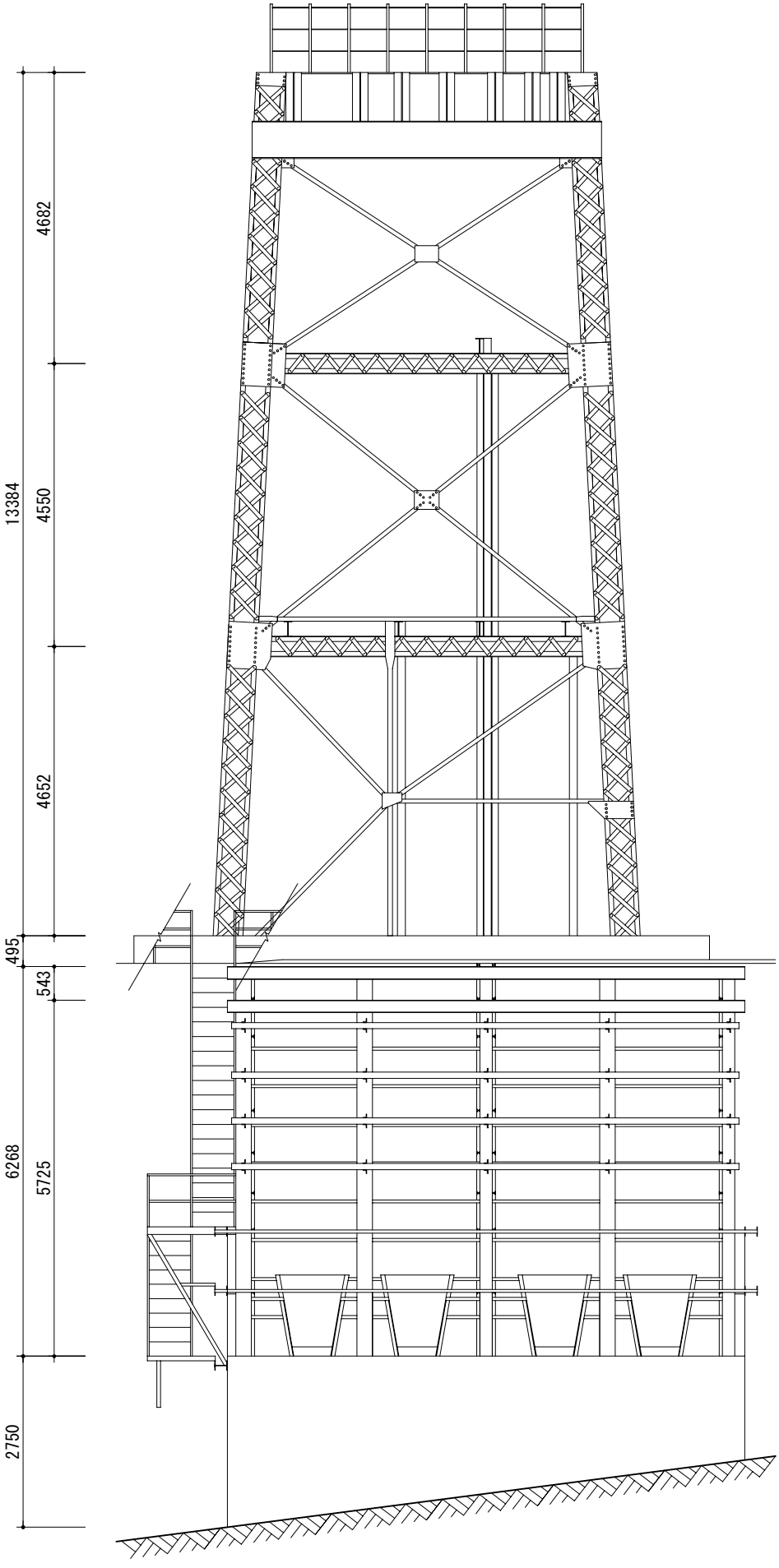
1) 大立竪坑の沿革について特に注記の無いものは下記資料を参照とする。
文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、pp.97-100、2002.3
2) 開削の開始、施設の完成は下記資料を参照とする。
日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、p.60、p.178(第 15 表)、1968 複製(原本:1930)
通産大臣官房調査統計部:『本邦鉱業の趨勢 50 年史(1900-1950)解説編』、龍渓書舎、p.47、1980
なお、下記資料によれば、明治 10(1877)年に起工(p.110、第 3 表)、開削着手(p.251)とされる。
鉱山談話会編:『日本鉱業発達史 上巻』、1932.3
3) 下記資料によれば、明治 35(1902)年時点での深さは 1,010 尺(306m)であったと記す。
『明治工業史 鉱業篇』、p.178(第 15 表)、注 2)前掲。
4) 『本邦鉱業の趨勢 50 年史(1900-1950)解説編』、p.48、注 2)前掲。
『日本鉱業発達史 上巻』、p.248、注 2)前掲。
5) 同年、「重要鉱物増産法」が公布されており、佐渡鉱山でも増産計画が進んだ。
6) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の古写真によれば、前身の旧竪坑櫓は木造であったことが窺える。
7) 『特別報告』、三菱鉱業㈱、1921.1-1949.12(1945 以降『特別報告資料』と改題)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
8) 但し、最も東側のレールは鉱舎内部には繋がっていない。



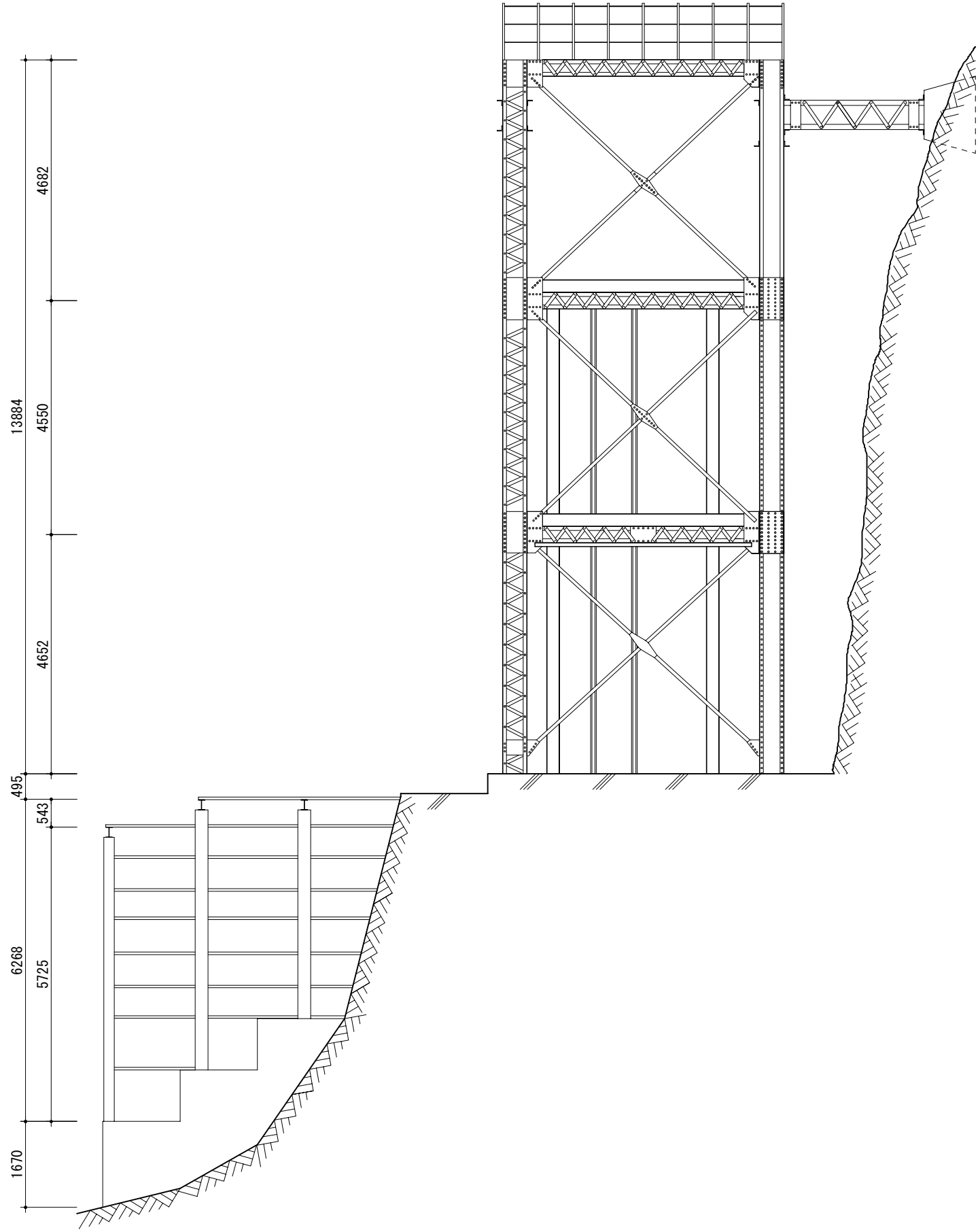
大立竪坑櫓　上層部分平面図



大立竪坑櫓　下層部分平面図



大立竪坑櫓　南側立面図



0　5　10尺
0　1　2　3m

大立竪坑櫓　東側立面図

2. 大立竪坑捲揚室

(1) 立地･沿革[1)]

大立竪坑捲揚室は､竪坑櫓背面の坑内に配され､内部にはケージを昇降させるための動力となる捲揚機､鑿岩機等の動力源である空気圧縮機(コンプレッサー)等の機械類を設置する。

昭和 13(1938)年の大立竪坑捲揚拡大計画においては、地表の捲揚室を坑内に移設したことが明らかで、当捲揚室がこれに該当する。

「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)によれば､昭和 13(1938)年の「佐渡鉱山大立竪坑　大立竪坑捲揚装置　(第二)捲揚機配置又櫓ノ案」をはじめ、昭和 15(1940)年頃までの平面図が確認され、捲揚室の規模や捲揚機の位置等について検討が行われたことが窺える。『特別報告』[2)]によれば、昭和 15(1940)年 9 月「竪坑捲揚室コンクリート捲キ(中略)終了」とされ､建設年代が明確である。なお、現存する捲揚機は昭和 14(1939)年製造で､建設当初に設置されたものと考えられる[3)]。

(2) 建造物の概要

大立竪坑捲揚室は、大立竪坑櫓の北西山面に設けられた間口約 2.4m、高さ約 2.7m の切石積アーチの出入口より、北東に向かって入る。切石積アーチの要石には右から「大立捲揚室」と陽刻される。

室内は山内の岩盤を掘削した空間で、全体で南北約 28.3m、東西約 23.3m とし、北側に鉄筋コンクリート製のアーチ構造物を設ける。アーチ構造物は 420 ㎜角の柱によって支えられ、規模は南北約 10.5m(3.5m×3 スパン)、東西約 14m(7m×2 スパン)とする。アーチ構造物の内部は中央の壁面によって東西 2 室に隔てられ、西側に捲揚機、東側にコンプレッサー[4)]等が設置されていた。東面北側には南北約 7.0m、東西約 4.0m の小室を配し、この南東には通路を介して後設のコンプレッサー室が設けられる[5)]。一方、北西隅には約 5.4m 四方

写真4.1.10　大立竪坑捲揚室
坑口(南西より)

写真4.1.11　大立竪坑捲揚室
内部コンクリートアーチ(南西より)

写真4.1.12　大立竪坑捲揚室
捲揚ワイヤー開口部
(北西より)

写真4.1.13　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ東側内部(東より)

写真4.1.14　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ西側内部(南西より)

の小室を配する。同室は昭和 31(1956)年の「大立立坑 75HP 捲揚機機械装置圖」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)によれば「配電室」と表記され、現在も電機関係の機械類が現存している。なお、配電室の南西隅は坑道に通じている。

岩盤の天井は北側が低く、南側に向かって徐々に高さを上げる。アーチ構造物もこれに伴い、北側天井高さ約 4.3m、南側天井高さ約 7.0m とした勾配を持つ。捲揚室南面の上部壁面には開口部が穿たれており、捲揚機からのワイヤーが開口部を通って、竪坑櫓の車輪を介し、ケージへと繋がっていたことが窺える。

(3) 建造物の価値

坑外に立つ竪坑櫓は旧佐渡鉱山近代化遺産のシンボルとなる施設の一つであるが、これを実際に稼動させていたのは坑内にあった当捲揚室であり、竪坑櫓と併せ後世に残すべき施設といえる。

注

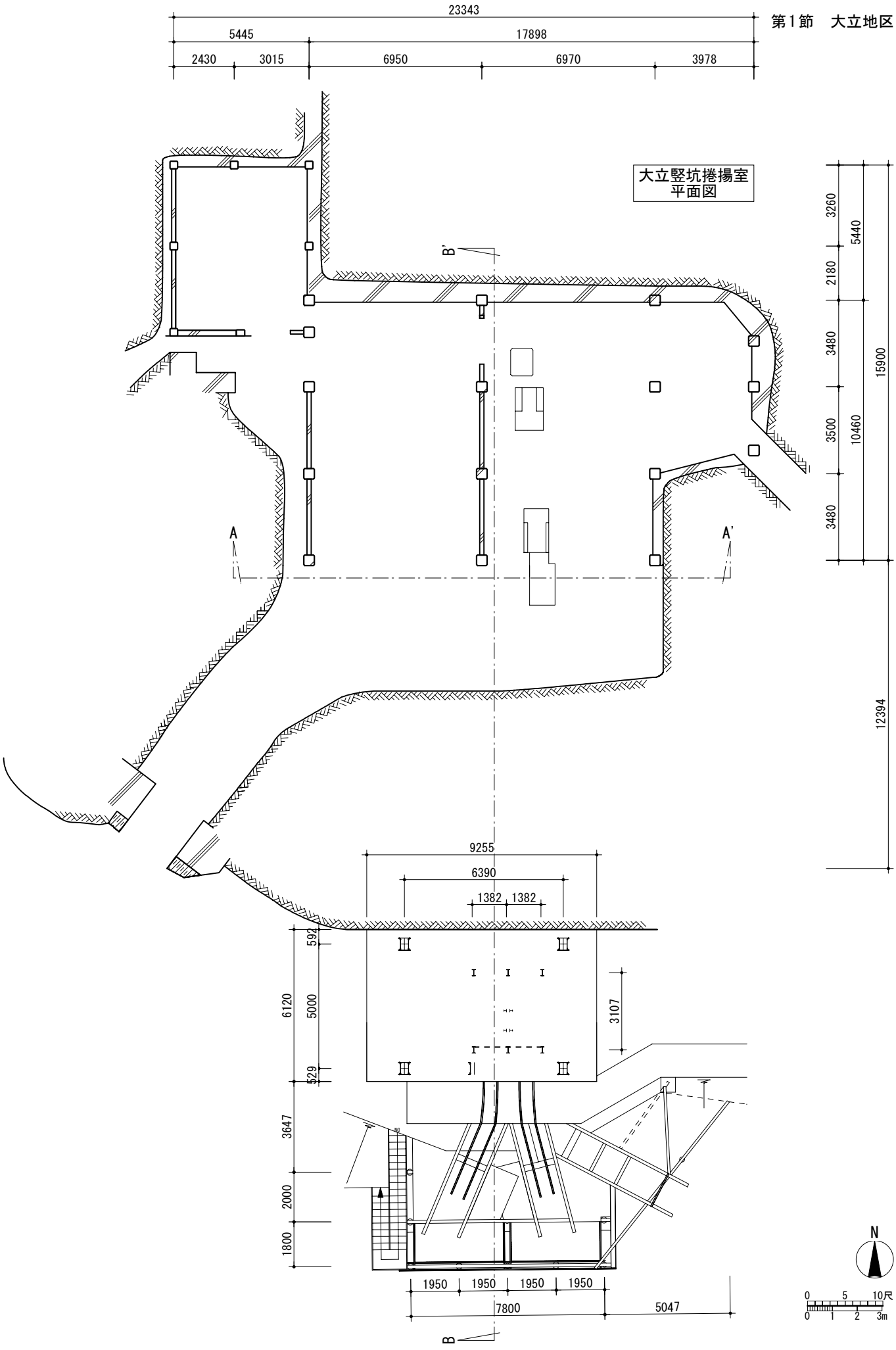
1) 大立竪坑捲揚室の沿革について特に注記の無いものは下記資料を参照とする。
文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、pp.97-100、2002.3
2) 『特別報告』、三菱鉱業㈱、1921.1-1949.12(1945 以降『特別報告資料』と改題)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
3) 現存する捲揚機は銘板より「日立製作所(東京)」製と判明し、「捲揚荷重 3,030 kg、捲上速度 200m/分、電動機 75HP、鋼索直径 24 ㎜、長さ 302m、製品番号 531821、昭和 14 年」と記される。なお、同機械には「登録新案」の銘板も付けられており「第 05580 號」と記される。
4) 捲揚室内にあるコンプレッサーの胴体部には、「INGERSOLL-RAND CO. NEW YORK IMPERIAL TYPE」との銘が陽刻される。
5) 通路はアーチ屋根の躯体鉄筋コンクリートを破壊して設けられているため後設と明らかである。また、設置されたコンプレッサーは、銘板より「石川島播磨重工業株式会社」製と判明し、「形式 WN112、仕様 16×10×1×7、駆動法 B、機械番号 IM-P4172、常用圧力 7 kg/c ㎡、回転数 660R/M、行程容積 30.4m3/min、製造年月 1968.9」と記される。「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)によれば、コンプレッサーの製造と同時期に後設のコンプレッサー室の掘削が行われたことが判明する。

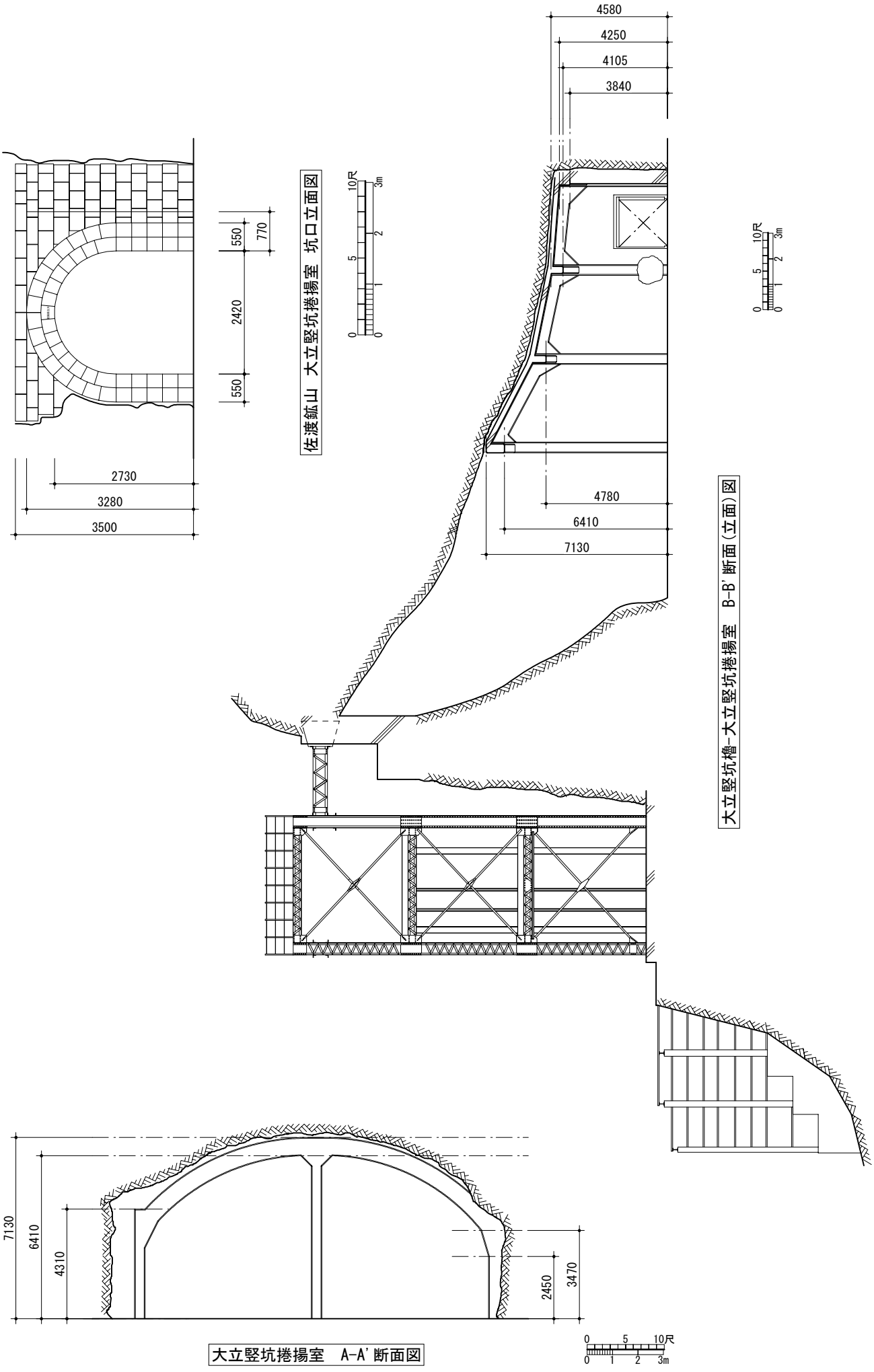
写真4.1.15　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ東側内部　小室(北西より)

写真4.1.16　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ西側内部　配電室(南西より)

写真4.1.17　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ西側内部　捲揚機(南より)

写真4.1.18　大立竪坑捲揚室
コンクリートアーチ東側内部コンプレッサー(南西より)


23343
5445
17898
2430
3015
6950
6970
3978
大立竪坑捲揚室
平面図
B'
A
A'
3260
5440
2180
3480
15900
3500
10460
3480
12394
9255
6390
1382
1382
592
6120
5000
529
3107
3647
2000
1800
1950
1950
1950
1950
7800
5047
B
N
0
5
10尺
0
1
2
3m


4580
4250
4105
3840
550
770
2420
550
2730
3280
3500
10尺
5
0
3m
2
1
0
佐渡鉱山　大立竪坑捲揚室　坑口立面図
4780
6410
7130
大立竪坑櫓−大立竪坑捲揚室　B-B'断面(立面)図
7130
6410
4310
2450
3470
大立竪坑捲揚室　A-A'断面図

第 2 節　高任地区

1. 高任坑

(1) 立地･沿革 [1)]

明治維新以降、政府は佐渡鉱山に外国人技師を雇入れ、欧米技術を導入したが、明治 14(1881)年以降は外国人技術者を雇入れることはなく [2)]、明治 18(1885)年に大島高任が鉱山局長に就任 [3)]、明治 20(1887)年には渡辺渡が赴任 [4)] し、日本人技術者によって鉱山整備が行われた。

高任竪坑は、県道白雲台･乙和池･相川線より相川右沢浄水場まで繋がる山道の中間部、高任地区にあり、坑口は道遊の割戸から南へ約 2 ㎞、標高 117m に位置した。明治 18(1885)年に開削が着手され [5)]、明治 20(1887)年に開坑した [6)]。明治 22(1889)年には新竪坑の命名式が挙行され、坑名は開削当時の鉱山局長･大島高任の名から取られたものである。

明治 35(1902)年における高任竪坑は、長辺 15 尺、短辺 7.6 尺、深さ 1,000 尺であったが [7)]、昭和 5(1930)年には深さ 530m まで開削 [8)]、最終的には十五番坑(深さ 667m)まで達し、佐渡鉱山で最も深い竪坑であった [9)]。昭和 18(1943)年の「金山整理令」公布により佐渡鉱山は銅鉱山に転換され、専ら銅鉱の生産に努めたが、昭和 27(1952)年の大縮小に伴い高任竪坑は閉鎖された。

古写真･絵葉書 [10)] によれば、高任竪坑櫓は木造の時代と鉄骨造の時代の 2 種類が確認できるが [11)]、いずれも現存せず [12)]、現状では仮櫓(レプリカ)が設置される。捲揚機は他の鉱山に転用され、収容していた建物(捲揚室)は昭和 45(1970)年まで鉱山事務所として利用したが、火災で焼失した [13)]。

(2) 建造物の概要

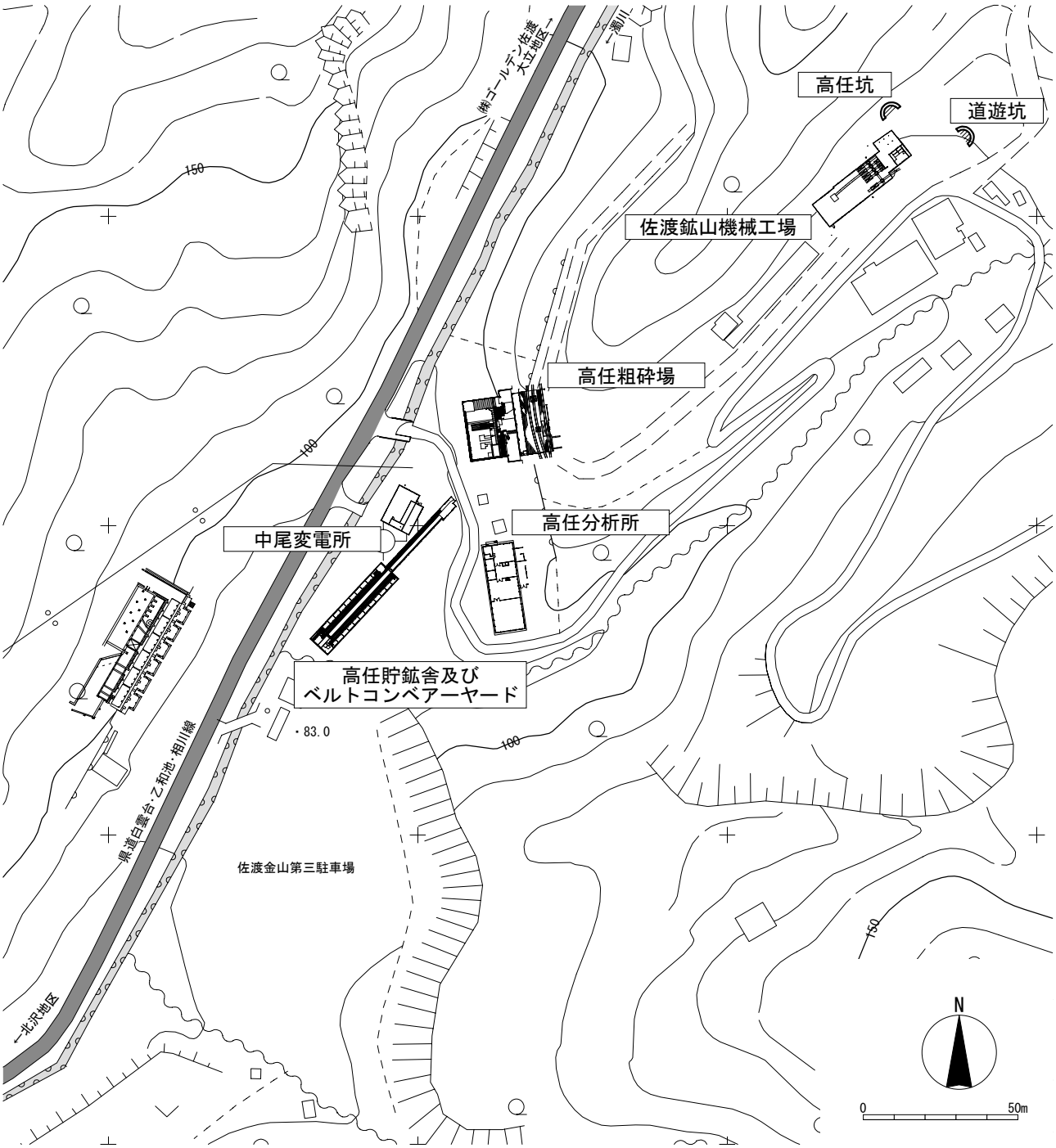
現在は、高任竪坑の西側に位置する坑口から高任粗砕場へと続く坑道を「高任坑」と呼称する [14)]。高任坑は各坑道で採掘した鉱石を高任粗砕場へ搬出する役割を担っていた。聞取調査によれば、高任粗砕場で荷卸を行った鉱車は、充電室 [15)]、修理工場等を経て、道遊坑(通洞坑)坑口より再び坑内へ至るとされる。

高任坑の坑口はコンクリートで固められ、外周は自然石の石垣を積む。石目地はモルタル深目地とする。坑道内部は南西方向へ湾曲し別の坑道と合流する。坑内は幅約 3.5m、高さ約 3.1m で内壁及び天井はコンクリート仕上げとする。坑内床面には湾曲部の中間まで排水側溝を設けるが、以後は暗渠管にて高任竪坑側へ排水する。

写真4.2.1　高任坑　坑口(南東より)

写真4.2.2　高任坑
坑道内部　高任竪坑側坑口付近(南東より)

写真4.2.3　高任坑
坑道内部　高任粗砕場側坑口付近(北東より)



高任地区　施設配置図
高任坑
道遊坑
佐渡鉱山機械工場
高任粗砕場
高任貯鉱舎及びルトコンベアーヤード
高任分析所
中尾変電所

(3) 建造物の価値

高任竪坑は、佐渡鉱山の整備が外国人技師の手から離れ、日本人技術者の手によって進められた際に開削された竪坑で、日本人技術者による近代化の幕開けを象徴する施設の一つといえる。佐渡鉱山の最深部まで至った竪坑は、その技術力をあらわすものといえよう。

写真4.2.4　高任坑　坑道内部分岐点(南西より)

写真4.2.5　高任坑　道遊坑への坑道(南西より)

写真4.2.6　高任坑　竪坑仮櫓(レプリカ)(南より)

注

1) 高任竪坑の沿革は下記資料を参照とする。
①相川町史編纂委員会編:『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、1995.2
②文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、pp.97-100、2002.3
③並川宏彦:「新潟県・佐渡郡における産業遺産を訪ねてー世界産業遺産候補の予備調査(5)続き:佐渡金銀山の近代遺産ー、桃山学院大学総合研究所紀要第26巻第2号」、pp.39-61、2000.11
④相川町教育委員会:『金山の町佐渡相川 伝統的建造物群保存地区保存対策調査報告書』、pp.80-99、1993.3

2) 明治14(1881)年、工部省は技術者・機器を欧米から国内へ変換する方針を立てる。同年6月にゼームス・スコットを解雇して以降、外国人技師に関する記録は確認できない。

3) 大島高任はそれまで工部省大技長であった。注1)-①、p.219参照。なお、大島の赴任後間もなく工部省は廃止され、鉱山行政は明治18(1885)年に農商務省官房鉱山課、翌19(1886)年には大蔵省へ移管される。

4) ドイツ留学から帰国した東京帝国大学教授の渡辺は、明治20(1887)年に技師として佐渡鉱山に赴任した。明治22(1889)年、佐渡鉱山が宮内省御料局へ移管されると同時に大島高任が支庁長を退き、後任に任ぜられる。明治29(1896)年に佐渡鉱山が三菱合資会社に払下げになると共に退任。

5) ⑤鉱山談話会編、『日本鉱業発達史 上巻』、p.110(第3表)、p.251、1932.3

6) ⑥日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、p.178、1968複製(原本:1930)

7) 注6)-⑥参照。また、下記資料にも明治時代末期における高任竪坑の構造を「高任及大立坑區ニ各深サ一千尺ニ達スル竪坑アリテ百五十尺毎ニ高サ七尺幅五尺及至八尺ノ運搬坑道ヲ開キ其中間坑井ニヨリテ相連絡セシム而シテ現時坑道ノ延長殆ンド十萬尺ニ達ス」と記す。
東京鉱山監督署編:『日本鉱業誌 上巻』、原書房、p.187、1991.12複製(原本:1911)
なお、運搬坑道の呼称は鉱脈の名前と上部坑口を基点(0番)とした番号で決められ、番号は文献にある「百五十尺毎」に付けられる。

8) 注5)-⑤参照。

9) 注1)-②、p.98、及び、注1)-③、p.41参照。

10) 佐渡市、㈱ゴールデン佐渡、柏崎市立図書館(小竹コレクション絵葉書)所蔵。

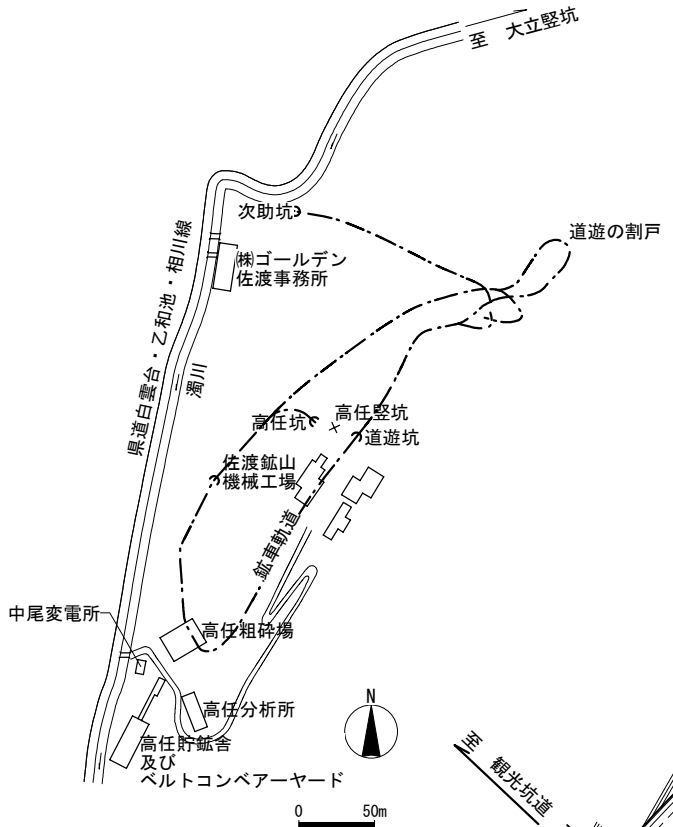
11) 鉄骨造の高任竪坑櫓は昭和10(1935)年、荒川鉱山(秋田県大仙市)の櫓を転用したものと伝わる。

12) 高任竪坑は昭和27(1952)年の佐渡鉱山大縮小に伴って閉鎖され、鉄骨造の櫓はその後撤去されたとある。注1)-③、p.41参照。

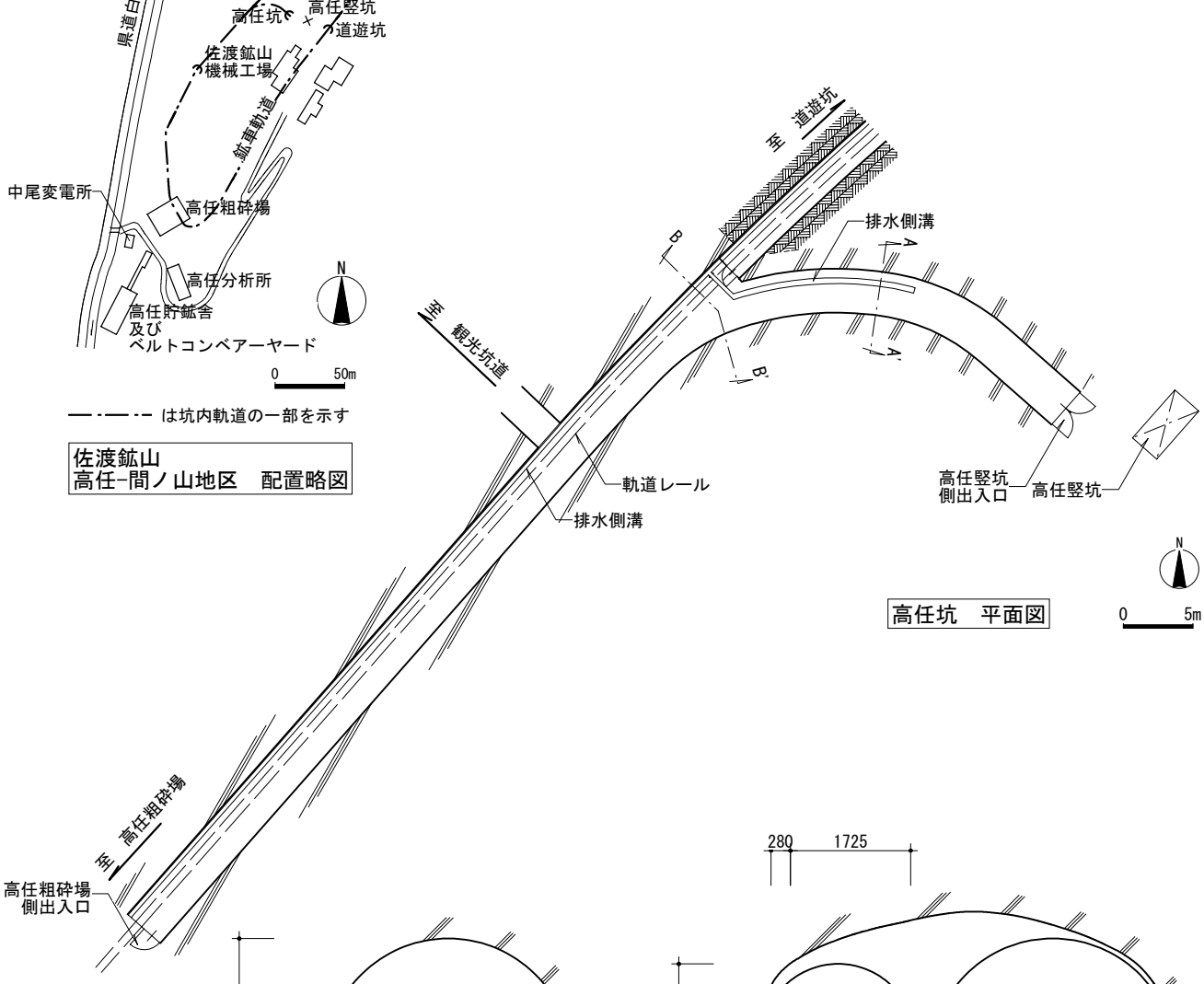
13) 注1)-②、p.99参照。

14) 本文では、閉鎖された竪坑を「高任竪坑」、現存する坑道を「高任坑」として区別して表記する。

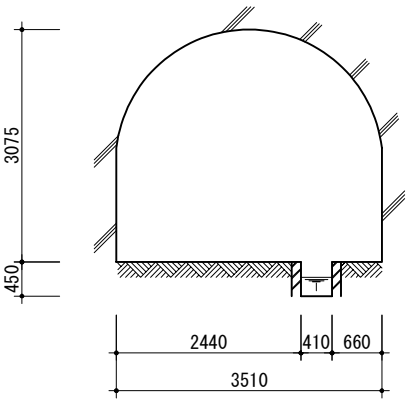
15) トロリー式4t電車(蓄電池式機関車)の導入は昭和14(1939)年とする。注1)-②、p.98参照。



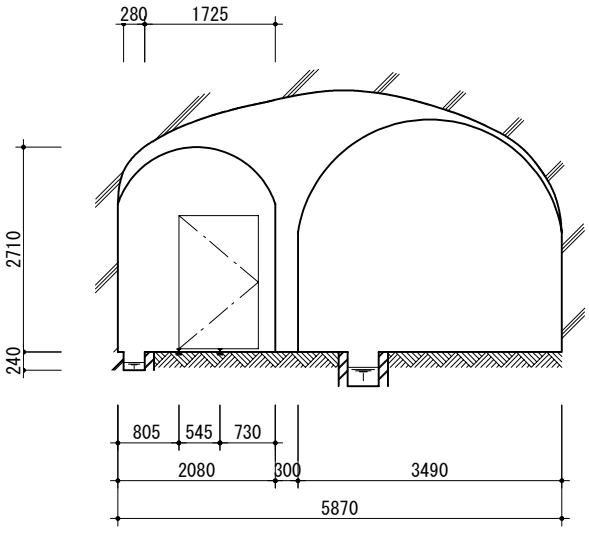
佐渡鉱山
高任-間ノ山地区　配置略図



高任坑　平面図



高任坑　A－A'断面図



高任坑　B－B'断面図

0　1　2m

2. 道遊坑

(1) 沿革

佐渡金銀山は、先行して開発されていた鶴子銀山の山師 3 人が、慶長 6(1601)年に六十枚間歩、道遊の割戸、父(てて)の割戸を開いたことに始まったとされる。

道遊の割戸では明治維新後も露頭掘りによる採鉱が行われたが、明治 32(1899)年の道遊坑開坑に伴い、翌 33(1900)年、運搬に不便な道遊の露頭掘を中止し、坑内に設けた複数の採鉱場から、間ノ山搗鉱場へ鉱石を供給した[1)]。なお、同坑道は後に通洞坑と呼ばれている[2)]。

(2) 建造物の概要

道遊坑は、県道白雲台･乙和池･相川線より相川右沢浄水場まで繋がる山道の中間部、高任地区に坑口を設ける。道遊坑の内外には鉱車用軌道が敷設されており、当坑口は鉱車によって坑内作業員、採鉱･坑内保全用の資材等が往来した。聞取調査によれば、道遊坑は鉱山内の各主要坑道と接続しており、環状の鉱車用軌道が敷設されていたことが判明した。鉱石を積載した鉱車は道遊坑の西に設けられた別の坑口から坑外へ搬出され、鉱石を降ろした後、充電室[3)]、修理工場等を経て、再び当坑口より坑内へ至るとされる。

道遊坑の坑口は幅約 2.3m、高さ約 2.5m で御影切石を用いたアーチを 2 段に組み、これより外周は自然石を積む。アーチ 1 段目のキーストーンにあたる石には縁取りを施した上、右から「道遊坑」の文字を陽刻する。切石及び自然石積共に目地はモルタル山目地とする。坑口の輪石は奥行 510 ㎜で、これより奥は約 20m を石造(自然石積)の坑道とする。

更に奥へ進むと、坑道は幅約 2.1m、高さ約 2.8m の鉄筋コンクリート造に変更される。道遊坑の坑口から次助坑との結節点までの総延長は約 131.5m で、この間には「回避所」を 2 箇所設け、鉱車の通過時に作業員が一時的に避難できる構造とする。なお、道遊坑と次助坑の結節点周辺は岩盤を掘削したままの状態をあらわしている。

(3) 建設年代

道遊坑の坑口は、高任竪坑櫓が鉄骨造に変わる以前、木造であった時代の古写真･絵葉書[4)]において現状と同じ姿で撮影されており、建設年代は少なくとも鉄骨造の高任竪坑櫓の建設年代を遡る[5)]。

文献によれば明治 43(1910)年、道遊坑坑口より 60m の支柱枠が腐朽したため、坑口より約 23m をトンネルに変更したとされ[6)]、坑口より約 20m の

写真4.2.7　道遊坑　坑口(南西より)

写真4.2.8　道遊坑　坑道内部坑口付近(南西より)

写真4.2.9　道遊坑
坑道内部　石積-コンクリート切替部(南西より)

坑道はこの際、現在の石造(自然石積)に変更したと考えられる。同工事が坑口を含むものか明確ではないが、上記した古写真の年代判定を考慮すれば、坑口の建設年代は道遊坑の開坑(明治 32・1899 年)以後、明治 43(1910)年までと考えるのが妥当であろう。なお、鉄筋コンクリート造の坑道は、表面に長さ約 6 尺の小巾板を堰板として打設を行った跡を見ることができ、一部コンクリートが剥落した部分では主筋に古レール、帯筋に丸鋼を用いたことが確認できるため、少なくとも昭和時代前半までに施工されたと推測できる。

写真4.2.10　道遊坑　坑道内部　回避所(南より)

写真4.2.11　道遊坑　坑道内部　古レールの再用

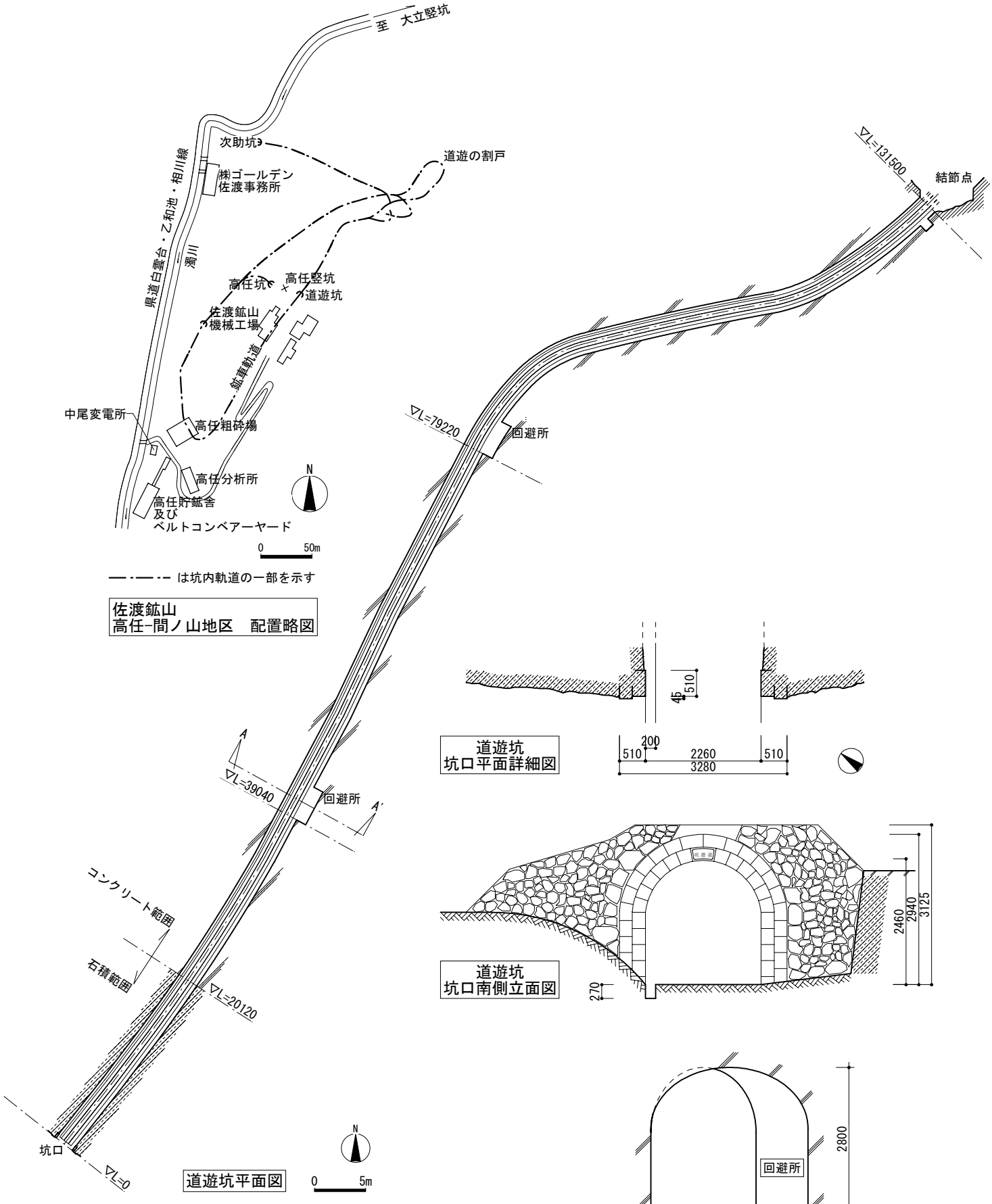
写真4.2.12　道遊坑
次助坑との結節点付近(北東より)

(4) 建造物の価値

道遊坑は明治 32(1899)年に開坑されたもので、明治時代後期以降、この坑口を坑内作業員、採鉱・坑内保全用の資材等が往来した。平成元(1989)年の休山まで稼動した坑道で、採鉱(坑内作業)と選鉱・製錬(坑外作業)を繋ぐ施設として佐渡鉱山を支えた施設の一つである。運搬の利便を求めた道遊坑の開坑によって、道遊の割戸で近世から行われた露頭掘りが中止されたことは、同鉱山における近代化の浸透を象徴的に示すものといえるだろう。

注

1) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、p. 98、2002. 3
2) 昭和 44(1969)年の「佐渡鉱山坑内平面図」(㈱ゴールデン佐渡所蔵)による。いつ頃から通洞坑の呼称が用いられたかは明確ではない。
3) 但し、トロリー式 4t 電車(蓄電池式機関車)の導入は昭和 14(1939)年とする。注 1)参照。
4) 佐渡市、㈱ゴールデン佐渡、柏崎市立図書館(小竹コレクション絵葉書)所蔵。
5) 鉄骨造の高任竪坑櫓は昭和 10(1935)年、荒川鉱山(秋田県大仙市)の櫓を転用したものと伝わる。
6) 注 1)参照。


至　大立竪坑
次助坑
道遊の割戸
(株)ゴールデン
佐渡事務所
県道白雲台・乙和池・相川線
濁川
高任坑
高任竪坑
道遊坑
佐渡鉱山
機械工場
鉱車軌道
中尾変電所
高任粗砕場
高任分析所
高任貯鉱舎
及び
ベルトコンベアーヤード
N
0　50m
―・―・― は坑内軌道の一部を示す
佐渡鉱山
高任-間ノ山地区　配置略図
▽L=131500
結節点
▽L=79220
回避所
A
A'
▽L=39040
回避所
コンクリート範囲
石積範囲
▽L=20120
坑口
▽L=0
N
道遊坑平面図
0　5m
45
510
200
510
2260
510
3280
道遊坑
坑口平面詳細図
2460
2940
3125
270
道遊坑
坑口南側立面図
回避所
2800
260
1410
390
2060
1015
3075
道遊坑
坑道(A-A')断面図
0　1　2m

3. 佐渡鉱山機械工場

(1) 立地･沿革

佐渡鉱山機械工場は、県道白雲台･乙和池･相川線より相川右沢浄水場まで繋がる山道の中間部、高任地区にあり、平成元(1989)年の休山まで工作機械庫として使用されていた。

建物の北東には高任坑、東に道遊坑(通洞坑)が位置する。建物は道遊坑(通洞坑)、高任粗砕場等を繋ぐ一連の鉱車軌道に接して建てられており、聞取調査によれば、佐渡鉱山が昭和 27(1952)年に大縮小を行う直前までは、建物内で蓄電池式機関車の修理･整備、坑道維持等に用いる道具作成･修理等を行っていたとされる。

(2) 建造物の概要

佐渡鉱山機械工場は南を正面として立地する木造平屋建、切妻造平入桟瓦葺の建物で、規模の異なる 3 棟の切妻屋根建物が妻面を接続して構成される[1)]。規模は全体で梁間 5 間、桁行 19 間で、東棟背面に約 3.2m の下屋を張り出す。外壁は下見板張りで[2)]、隅部には付柱を設ける。小屋組は各棟共に木造トラス組(キングポストトラス)とする。西棟･中央棟には、柱と陸梁の間に方杖を設け、ボルト締めで固定する[3)]。中央棟･西棟の前面には幅約 4m で波形鉄板葺の下屋を張り出す。下屋には鉱車軌道が敷設され、この東西に延長する鉱車軌道上には切妻造の屋根を設ける。下屋軸部はレール転用材、山形鋼によるトラス組とする。

中央棟･西棟の内部は間仕切りの無い土間コンクリート(一部タタキ土間)1 室で、下屋に敷設された鉱車軌道が室内に引き込まれる。中央棟東側には 5 つのターンテーブルが設けられ、ここで鉱車の向きを変えて、修理･整備に運んだとされる。西棟の北東隅には、車両点検用ピットが設けられていた。東棟南東部分には間仕切りを設けて 1 室を配し、北側は床上で畳敷とする。

(3) 痕跡･復原

西棟と中央棟が接合する柱筋上の陸梁下面には等間隔に柱を納めるホゾ穴の痕跡を確認した。同

写真4.2.13　佐渡鉱山機械工場　外観(南東より)

写真4.2.14　佐渡鉱山機械工場　外観(南東より)

写真4.2.15　佐渡鉱山機械工場　東棟外観(南東より)

写真4.2.16　佐渡鉱山機械工場　下屋(東より)

位置の南面側柱には、北へ向かう腰壁(貫穴)の痕跡を確認した。一方、中央棟と東棟を繋ぐ通路部分の柱間には、窓(中敷居・鴨居)と壁(貫穴)の痕跡を確認した。この結果、中央棟は東西面共に壁面及び窓に復原され、1 棟の建物として独立した時期があったと考えられる [4]。また、中央棟南面側柱には、床高さ部分にホゾ穴の痕跡が確認でき、床を設けていた可能性がある [5]。一方、西棟には昭和 14(1939)年製造とされる工作機械 [6]が残されており、建築時期を示す可能性がある [7]。東棟は柱、差物、合掌材に整合性を取ることのできない痕跡が多数見られ、転用材を使用して建築されたものと考えられる。

上記の痕跡によれば、当初は中央棟が単独で建

写真4.2.17　佐渡鉱山機械工場
内部:西棟から中央棟(西より)

写真4.2.18　佐渡鉱山機械工場
内部:中央棟から西棟(東より)

写真4.2.19　佐渡鉱山機械工場
西棟小屋組(南東より)

写真4.2.20　佐渡鉱山機械工場
中央棟小屋組(南東より)

写真4.2.21　佐渡鉱山機械工場
東棟小屋組(南東より)

写真4.2.22　佐渡鉱山機械工場
西棟難波鉄工所製旋盤
(昭和14・1939年)

ち、間もなく西・東棟が増築された[8]と考えられるが、古写真には鉄骨造の高任竪坑櫓の西側に増築以前の機械工場の一部と考えられる建物が1棟確認でき[9]、立地・桁行規模を見る限りでは西棟と同じ規模で、中央棟より先に西棟が建築された可能性もある。少なくとも、昭和14(1939)年頃には西棟の建築が行われ、大縮小のあった昭和27(1952)年までには現在の形を整えたと考えるのが妥当であろう。

なお、当建物の建築年代を直接示す資料は確認できなかったが、『特別報告』[10]によれば、昭和15(1940)年に「鑿焼場拡張工事」、翌16(1941)年に「高任鑿焼場建築工事 着手」の記述が確認された。当建物は概して、坑内作業に用いる鉱車や道具・機械類の作成・修理等に用いられたもので、『特別報告』にある「鑿焼場」が当建物を指す可能性が考えられる。「拡張工事」の後に「建築工事 着手」との記述がある点も当建物で行われた増築を示唆するものである。

写真4.2.23　佐渡鉱山機械工場
中央棟鉱車用ターンテーブル

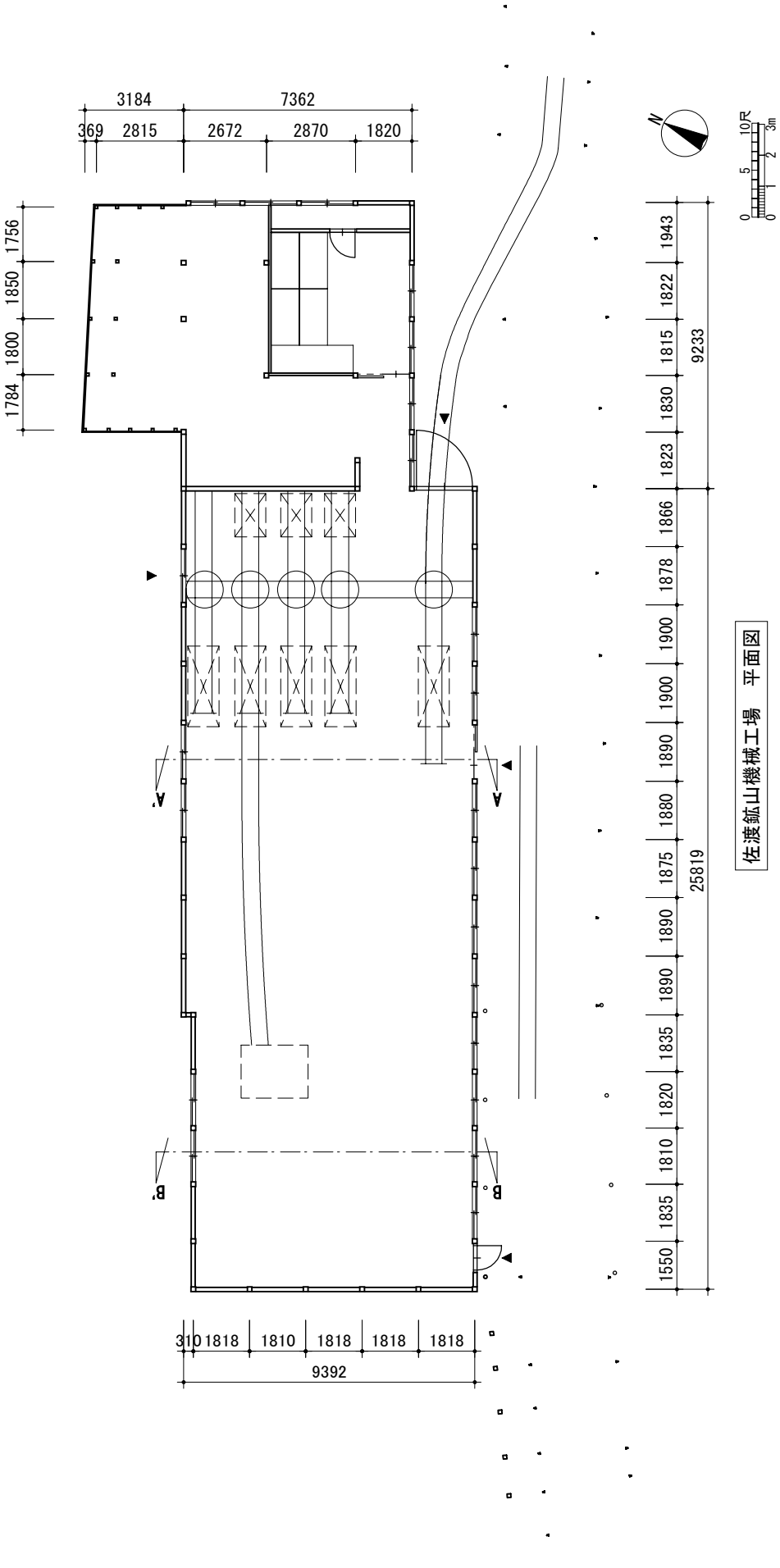
写真4.2.24　佐渡鉱山機械工場
西棟鉱車点検口

(4) 建造物の価値

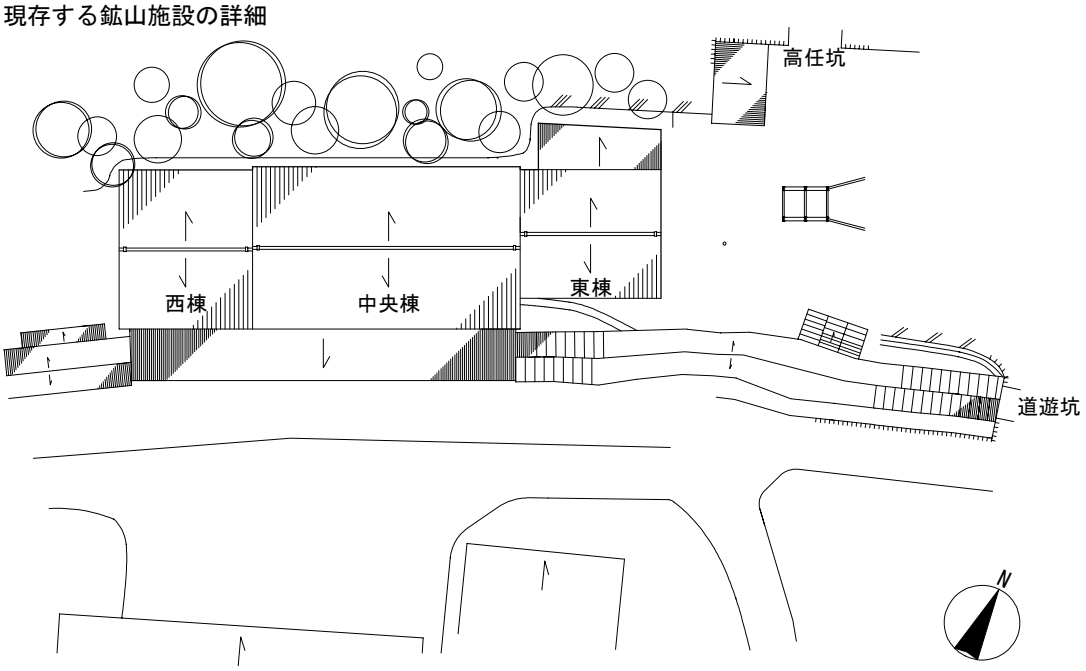
近代鉱山において、短時間で大量の鉱石処理を行うためには、鉱車等による効率化は必要不可欠であった。蓄電池式機関車を導入して、鉱石運搬の能率を一層高めるに当り、当建物において鉱車の整備・修理が行われた点を考慮すれば、鉱山の機械運営を支えていた施設であるとえよう。

注

1) 以後、便宜上、西棟、中央棟、東棟と称する。中央棟は梁間5間、桁行9間(柱間1間=6尺2寸)とする。西棟は梁間5間、桁行5間(柱間1間=6尺)で、中央棟と南面を揃えて接合される。東棟は梁間4間、桁行5間(柱間1=6尺)で、中央棟と北面を揃えて接合される。
2) 但し、中央棟及び西棟の北西面、窓上部は採光のため波形アクリル板に改変される。
3) 方杖は全て材料が新しく、当初からのものか定かではない。
4) 中央棟と東・西棟の接合する柱筋上にある構造材は、架構の状況から、いずれも中央棟のものと判断できる。
5) 対応する痕跡が無いため、床面の範囲は不明。また、復原される床組は現状の鉱車軌道に重なるものであるが、この不整合は解決できない。
6) 全機械の詳細は未調査だが、下記資料によれば、室内には旋盤2台(篠原機械製作所製)(難波鉄工所製)、フライス盤1台(大阪山口鉄工所製)、ボール盤1台(坂本鉄工所製)、2t 蓄電池式機関車6台(日本輸送機製)等の各種機械が現存することが報告される。
文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、pp.99-100、2002.3
上記の機械類を確認した際、旋盤(難波鉄工所製)の銘版に下記内容が記されていた。
「NAMBA IRON WORKS　NAGAOKA JAPAN　TRADE MARK　長岡市　株式会社難波鐵工所　製作年月日　昭和14年12月　製造番號　91　851」
7) 下記資料によれば、トロリー式4t 電車(蓄電池式機関車)の導入が昭和 14(1939)年とされ、工作機械の製造年代と整合する。
『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、p.98、注6)前掲。
8) 西棟に使用される材料は中央棟と比較して年代的に大きく前後しないため、増築は中央棟建築から間もない時期と考えられる。
9) なお、建物へ鉱車の引込が可能であったことが窺える。
10) 『特別報告』、三菱鉱業㈱、1921.1-1949.12(1945以降『特別報告資料』と改題)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。

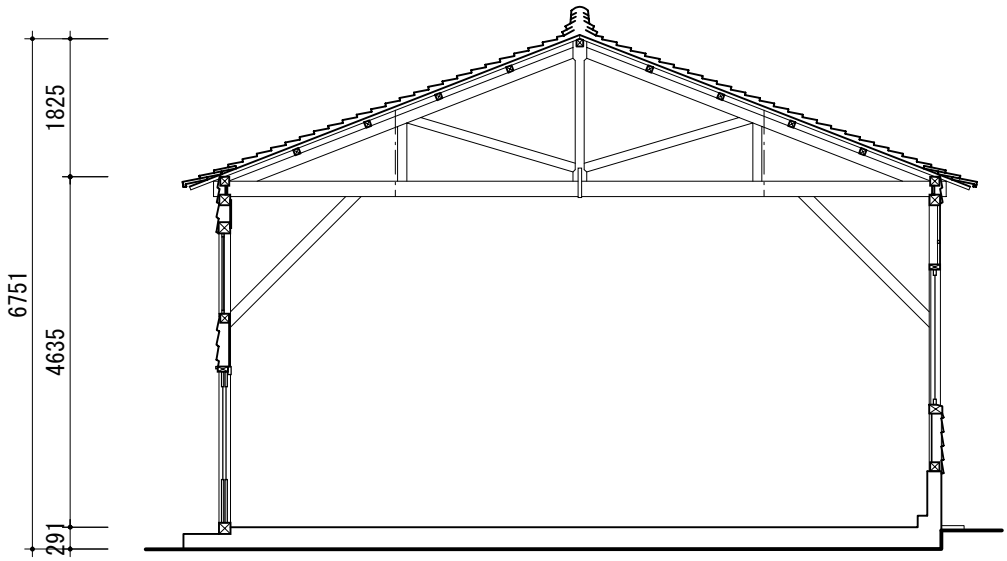


佐渡鉱山機械工場　平面図

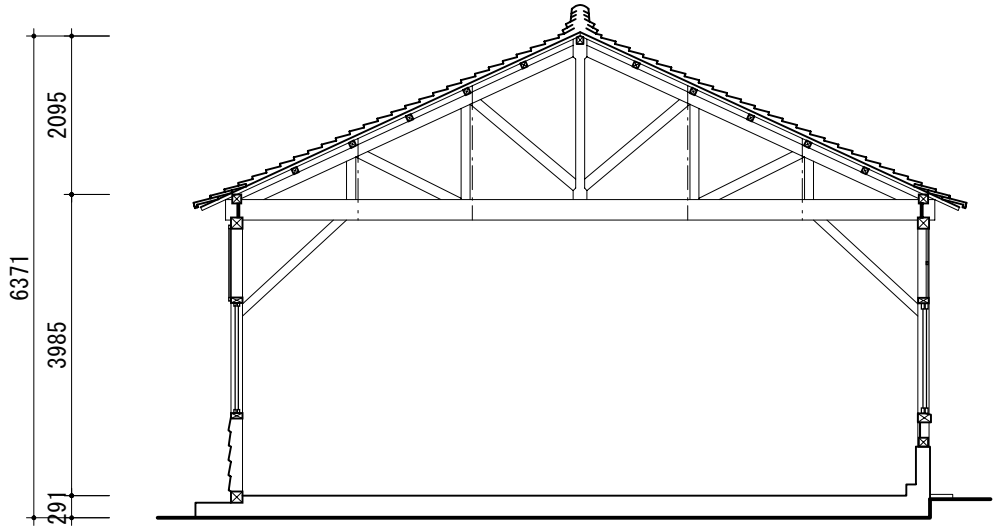


佐渡鉱山機械工場　配置図

0　10　20m

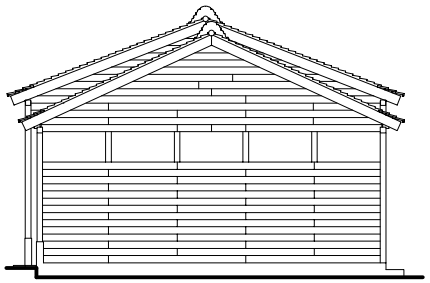


佐渡鉱山機械工場　中央棟(A-A')断面図

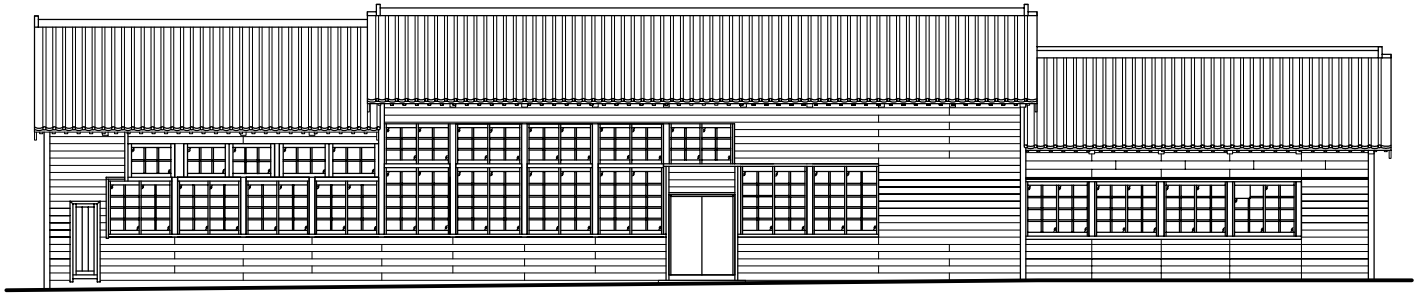


佐渡鉱山機械工場　西棟(B-B')断面図

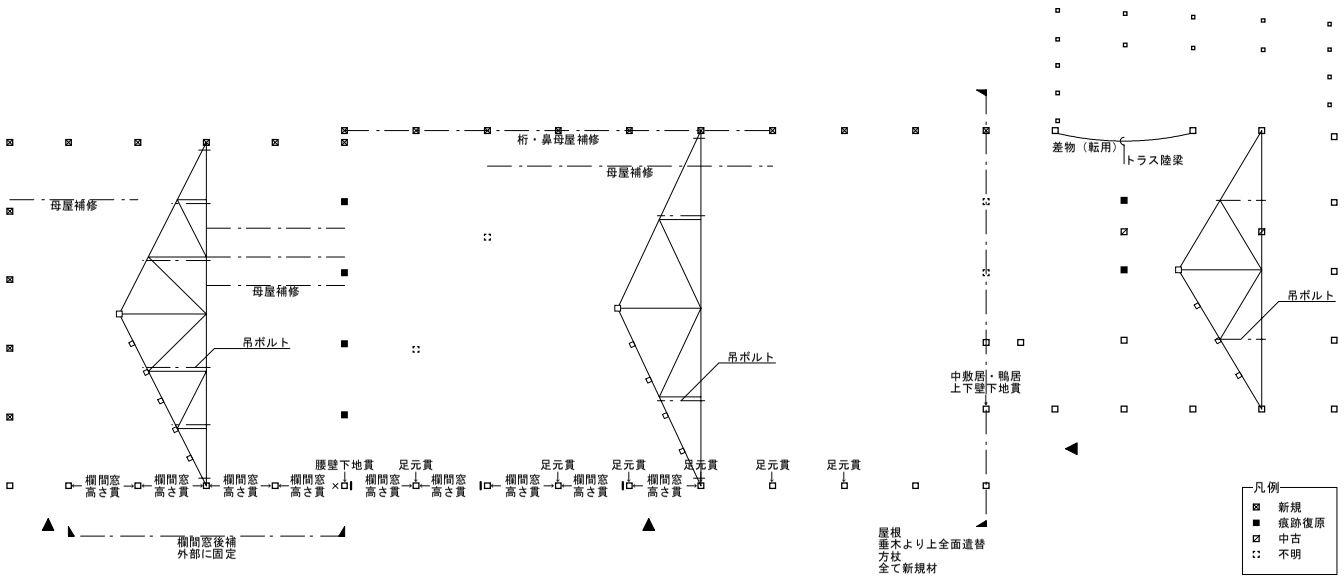
0　5　10尺
0　1　2　3m



佐渡鉱山機械工場　西側立面図



佐渡鉱山機械工場　南側立面図



佐渡鉱山機械工場　痕跡図

4. 高任粗砕場

(1) 立地･沿革

高任粗砕場は県道白雲台･乙和池･相川線の東側、濁川左岸に西面[1]して建つ。

高任粗砕場の建設年代は明確ではないものの、同施設の建設工程を示す古写真[2]の一部にガラス乾板が現存し、この裏面には撮影日時と考えられる陰刻が確認された。この内、最も新しい陰刻によれば、昭和 11(1936)年 11 月[3]時点で未だ建設中であったことが明らかとなる[4]。なお、昭和 13(1938)年の「重要鉱物増産法」公布に伴い佐渡鉱山で増産計画が進み、同年、鉄筋コンクリート製、容量 2,500t の高任貯鉱舎を建設したとされるが[5]、古写真によれば、高任貯鉱舎の建設以前に高任粗砕場がほぼ完成していたことが明らかである。以上を総合的に判断すれば、高任粗砕場の建設は昭和 12(1937)年頃と考えるのが妥当であろう[6]。

高任粗砕場は鉱石の一次破砕[7]を行う施設として平成元(1989)年の休山まで使用されていた。建物は高低差約 20m の斜面に建ち、規模は全体で東西(梁間)約 26.5m、南北(桁行)約 23m、間ノ山地区の地表面より高任地区の建物最頂部まで約 31m とし、大きく全 7 層(地階含む)で構成される。破砕工程として、鉱石は上層から下層へ流れるため、本報告では便宜上、上層を第 1 層とし、順に階層を下げて説明を加える[8]。

(2) 建造物の概要

第 1 層は梁間約 8m、桁行約 20m、鉄骨造切妻造(小屋組:トラス)、波形セメント板葺の建造物で、鉱石の運搬が行われた。内部には坑道から延びる鉱車軌道 3 本が、建物の南北を貫通する。東面には

写真4.2.25　高任粗砕場　外観(西より)

写真4.2.26　高任粗砕場
外観(南西より)

写真4.2.27　高任粗砕場　第4層以下外観(南東より)

写真4.2.28　高任粗砕場　第1層外観(東より)

2 機の鉱車用ダンパー(傾斜装置)が設置され、最も内(東)側を通る軌道を鉱車が通過する際、このダンパーがはたらき、鉱車を傾けて積載した鉱石を下層(鉱倉)へ落下させる。また、中央を通る軌道には大小２機のチップラー(回転装置)が設けられ、内部に鉱車を止めて回転させることで積載した鉱石を下層(鉱倉)へ落下させる。

第２層は第１層の西側に約2.6m突出した鉄骨造片流れ(小屋組:トラス)、波形セメント板葺の下屋を含め、鉱石の分級が行われた。東側には古レールによって造られたグリズリー(篩)が設置される。上層から落とされた小さな鉱石は隙間を通って更に下層の鉱倉へと落下するが、隙間を通らない大きな鉱石は、西側に設けられたコンクリートスラブ上の作業場で人力破砕を行い[9]、下層へ落下させたと考えられる。

第３層は第1･2層の直下に設けられた鉄筋コンクリート造の鉱倉で、鉱石の貯鉱が行われた。

第４層は第３層の壁面より西へ約4m突出した鉄骨造片流れ(小屋組:トラス)、波形セメント板葺の下屋で、規模は梁間約 4m、桁行約 23m とする[10]。フィーダー(給石機)、トロンメル(回転篩)、クラッシャー等が設置され、機械による鉱石の分級･破砕が行われた。

写真4.2.29　高任粗砕場　第1層内部[運搬](南西より)

写真4.2.30　高任粗砕場　第1層内部[運搬](北西より)

写真4.2.31　高任粗砕場
第1層チップラー(小)(南西より)

写真4.2.32　高任粗砕場
第1層チップラー(大)(南西より)

写真4.2.33　高任粗砕場
第1層鉱車用ダンパー(北西より)

写真4.2.34
高任粗砕場
第2層内部グリズリー
[分級](南西より)

写真4.2.35　高任粗砕場
第2層内部作業場[分級](南より)

写真4.2.36　高任粗砕場
第3層内部作業場[分級･貯鉱](北より)

写真4.2.37　高任粗砕場
第4層内部[分級･粗砕](南より)

写真4.2.38　高任粗砕場
第4層内部[分級･粗砕](北より)

写真4.2.39　高任粗砕場
第4層トロンメル[回転篩]
(南西より)

写真4.2.40　高任粗砕場
第4層フィーダー[給石機]
(北西より)

写真4.2.41　高任粗砕場
第5層内部北側ベルトコンベアー
[運搬･粗砕](南東より)

写真4.2.42　高任粗砕場
第5層内部[粗砕]吹抜･小屋組(南より)

写真4.2.43　高任粗砕場
第5･6層内部[粗砕]
(南西より)

写真4.2.44　高任粗砕場
第5･6層内部[粗砕]
(北西より)

写真4.2.45　高任粗砕場
第6層内部[粗砕](北西より)

写真4.2.46
高任粗砕場
第7層ベルトコンベアー
[運搬](北より)

写真4.2.47　高任粗砕場
第7層　高任貯鉱舎へのベルトコンベアー
[運搬](東より)

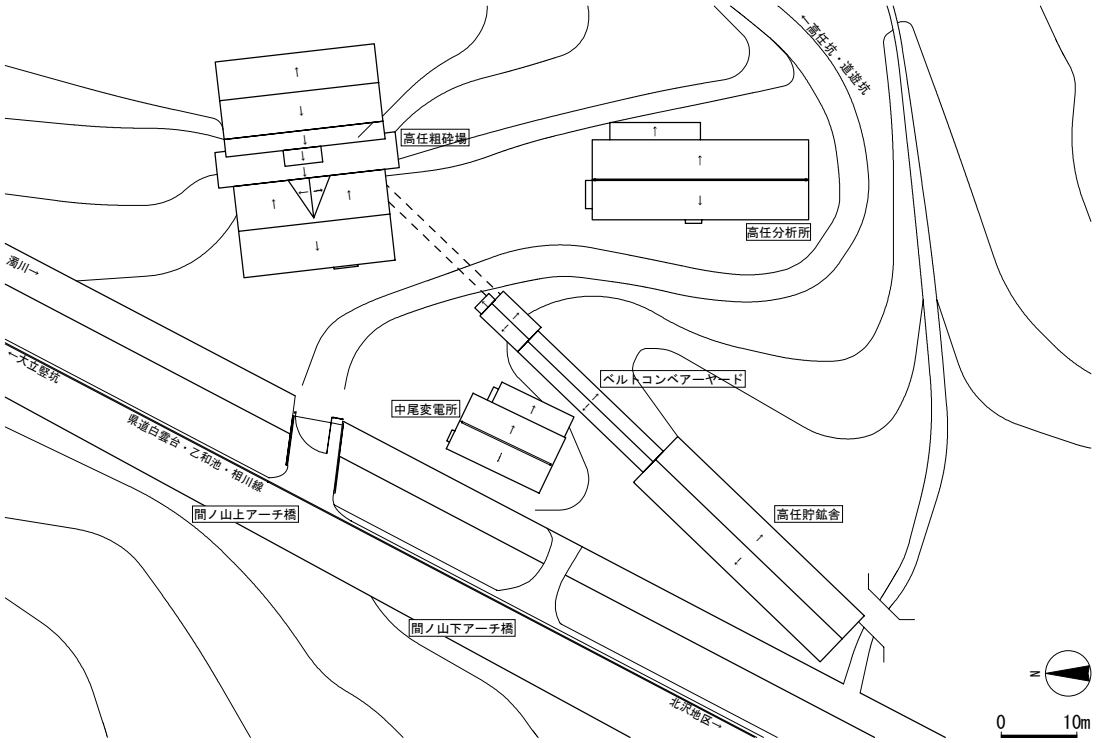
第5･6層は鉄骨造切妻造平入(小屋組:トラス)、波形セメント板葺の建物で、規模は梁間約 10m、桁行約 19m とする。背面側には撞木造で約 2m を張り出して第4層へ接続する。第5層は南側の大部分を吹抜とし、チェーンブロックを有した可動式クレーンを設けていた。北側には床を設け、第 4 層からベルトコンベアーが設置され、クラッシャー等の破砕機械が置かれた。第6層にはジョークラッシャー等の破砕機械を設置する。第 7 層(地階)には西側に建つ高任貯鉱舎へと繋がるベルトコンベアーが設置される[11)]。第4層の破砕工程で規定の大きさに達した鉱石は直接、まだなお大きい鉱石は第6層のジョークラッシャーを介して第7層のベルトコンベアーへと運ばれた。

(3) 建造物の価値

高任粗砕場は坑道から運搬した鉱石を効率良く破砕するため、斜面を利用して建設されている。建物内には運搬軌道、ダンパー、チップラー、グリズリー、フィーダー、トロンメル、クラッシャー、ベルトコンベアー等の機械･設備が現存する。立地状況、建造物、機械設備が相俟って全体が 1 つのシステムとして機能する点は鉱山特有の施設といえるだろう。

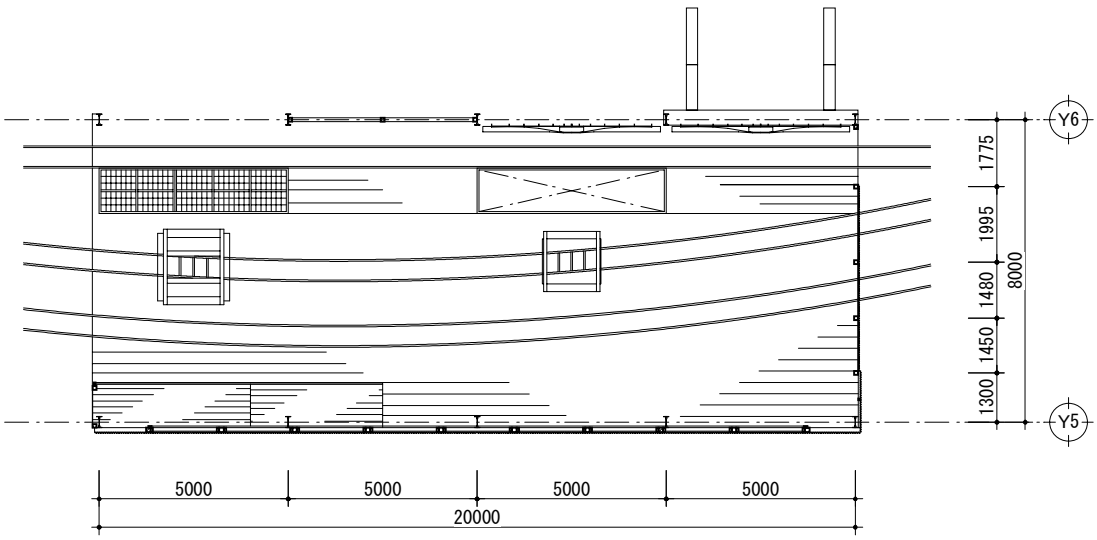
注

1) 下層側の主たる出入口を正面とした。
2) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。高任粗砕場の建設工程を示す連続的な写真が残される。
3) 実際の陰刻は「一一･一一･一〇」とのみ記され、元号の記述が無い。但し、高任粗砕場と高任貯鉱舎は一連で稼動する施設であるため、元号は「昭和」と考えて差し支えない。
4) この時点で上屋が架かっていない状態のため、完成は翌12(1937)年以降と考えられる。
5) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
6) 高任粗砕場と高任貯鉱舎は一連で稼動する施設であるため、実際の操業は高任貯鉱舎建設後の昭和 13(1938)年となった可能性が考えられる。
7) 一次破砕は、原鉱を 400～200㎜ 程度に砕く作業である。採掘された原石を粗砕きするので、施設は構造の頑丈さが要求される。
8) 当建物の粗破工程は、現存する設備と下記資料図面を参照したため、凡そ昭和 40(1965)年代前後の機能を述べるものとする。
「粗破場(機器、装置)配置図」、昭和 39(1964)年 7 月
「粗砕場 既設粗破場レイアウト」、昭和 44(1969)年 4 月
「粗砕場 機械配置側面図(1)」、昭和 44(1969)年 4 月
「粗砕場 機械配置側面図(2)」、昭和 44(1969)年 4 月
「粗破場機械装置一覧表」
上記、いずれも「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)。
9) 作業場ではハンマー等の人力破砕用具が確認された。
10) なお、南北には機械類の保守･点検に用いられていたと考えられる木造の床面が設置されていた。
11) 高任粗砕場から高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤードまでは、地下道が貫通しており、この中にベルトコンベアーが通じている。

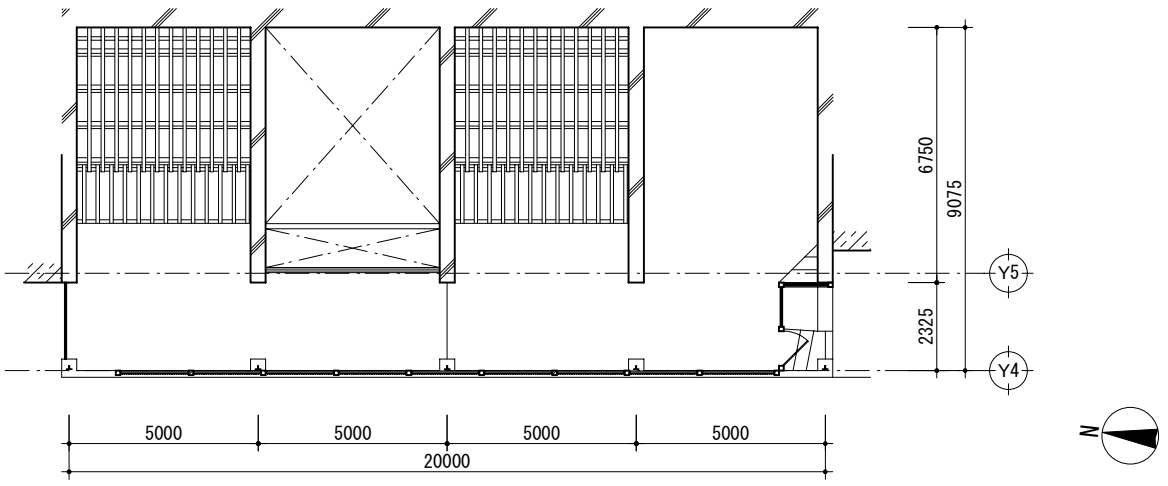


高任-間ノ山地区　配置図

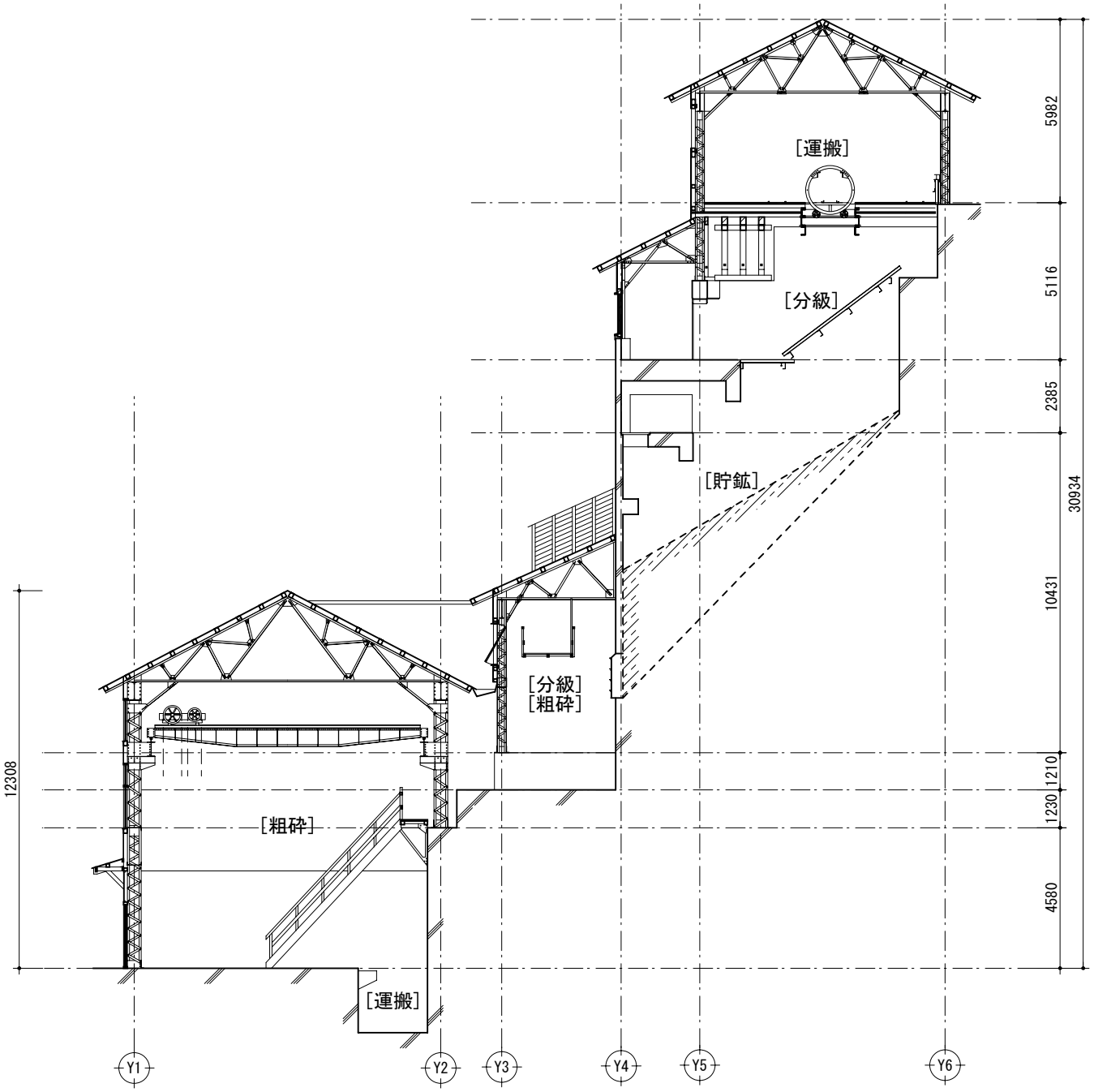
- - - - - - は高任粗砕場から高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤードまでを貫通する地下道を示す。この中にベルトコンベアーが通じている。



高任粗砕場　第1層[運搬]平面図

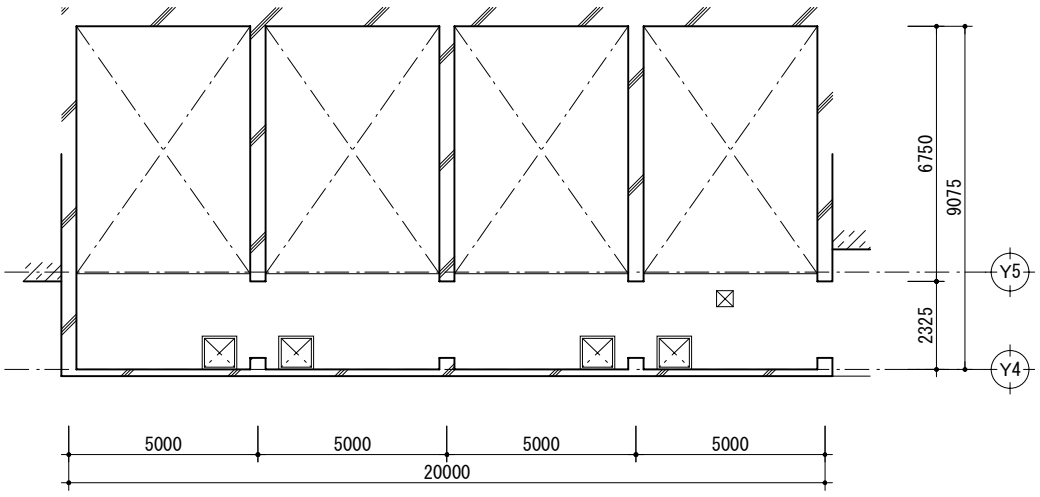


高任粗砕場　第2層[分級]平面図

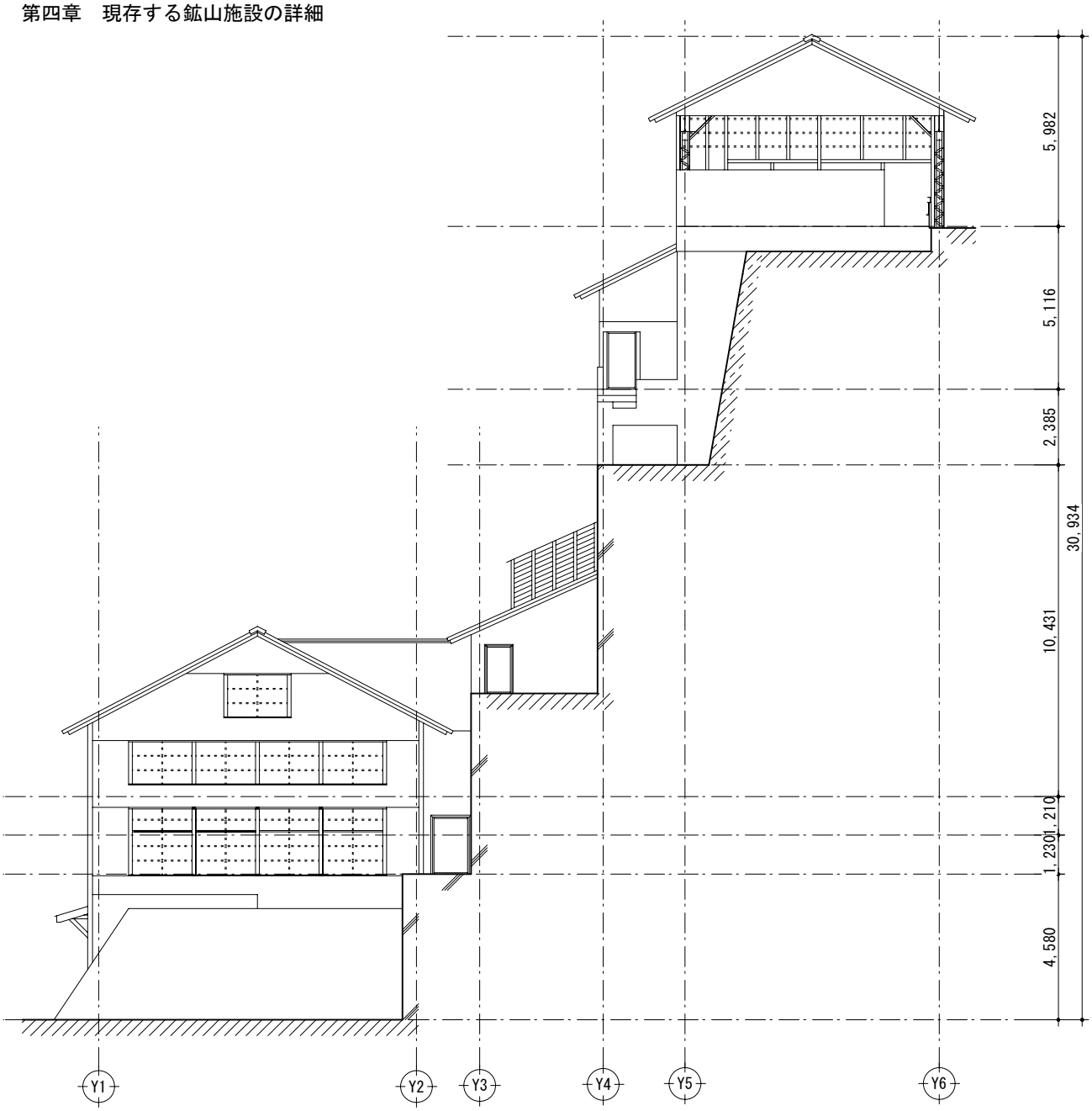


高任粗砕場　梁間断面図

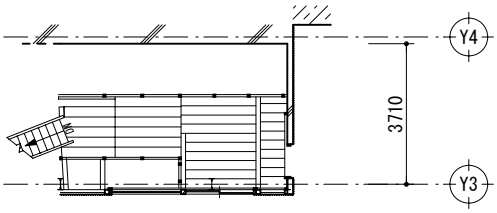
[　]内は各層の機能概要を示す



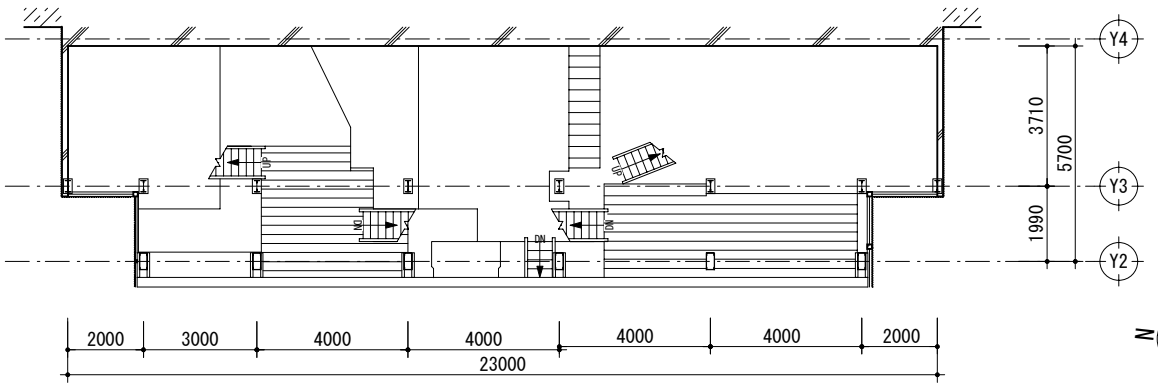
高任粗砕場　第3層[貯鉱]平面図



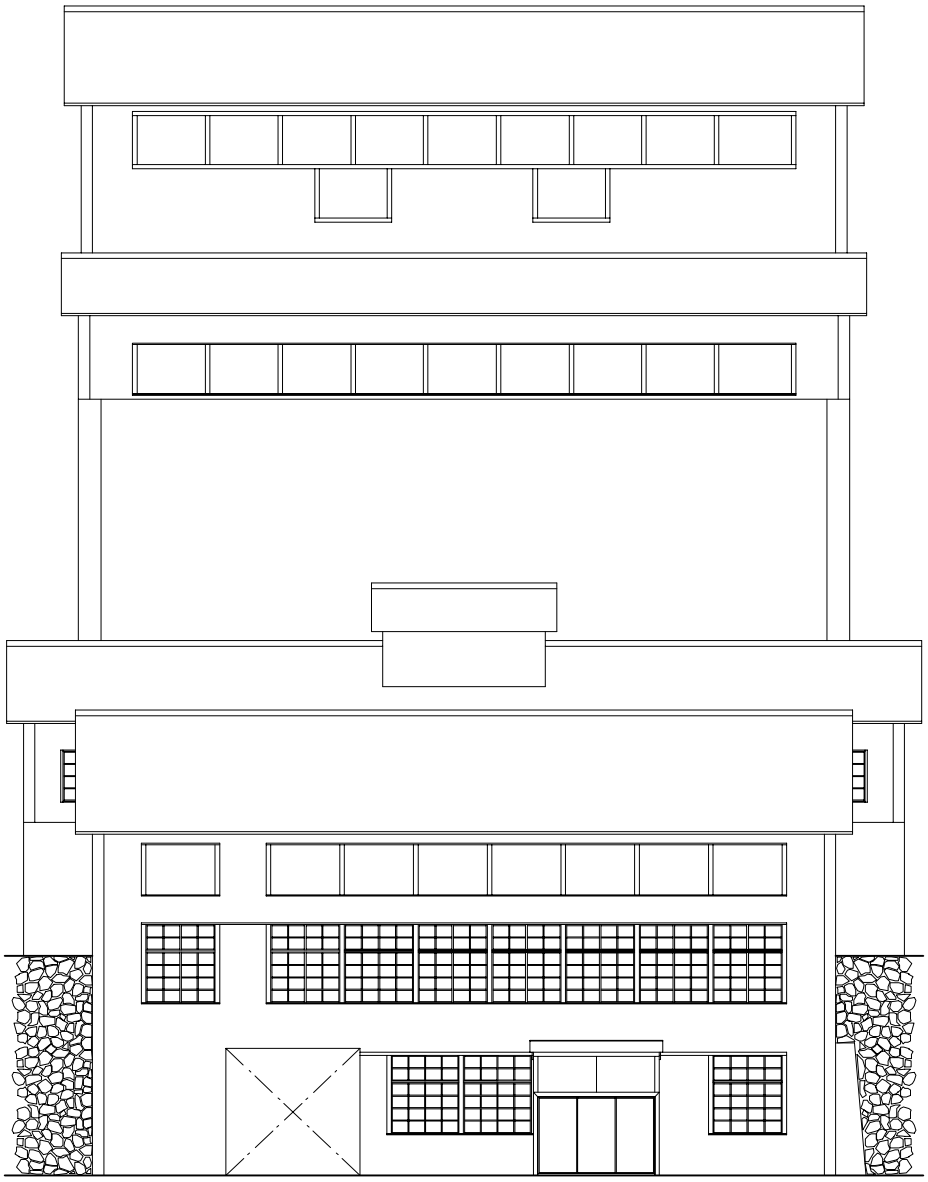
高任粗砕場　南側立面図



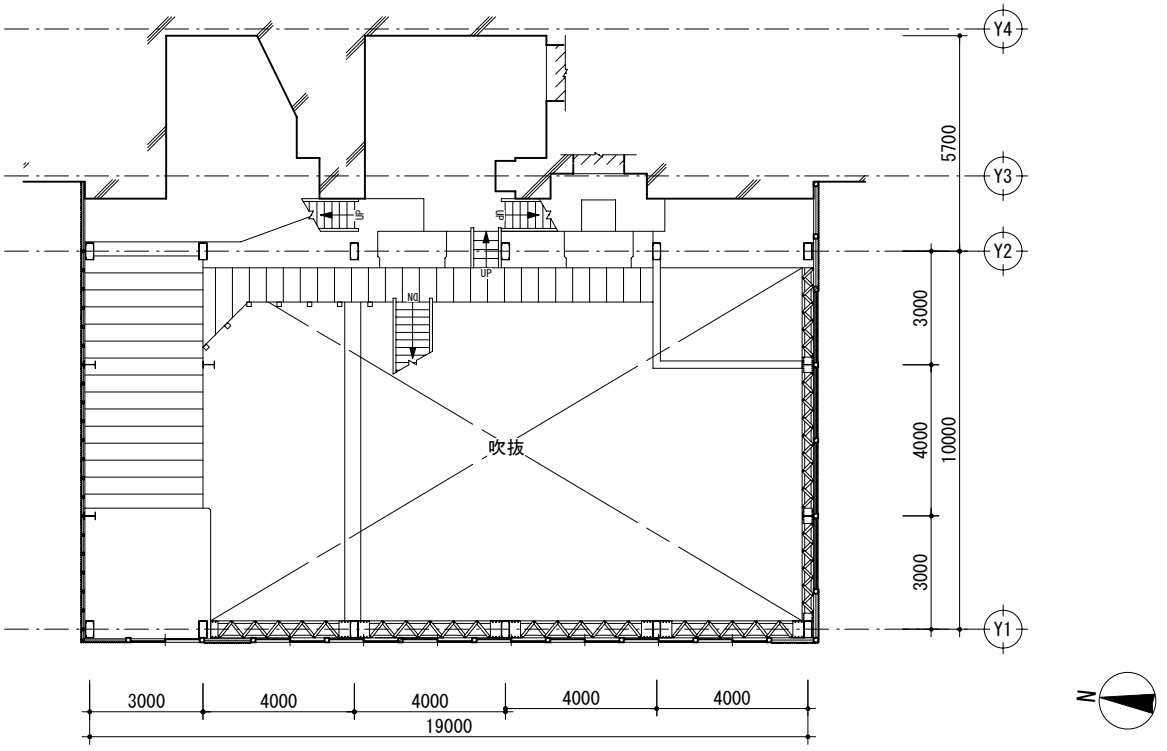
高任粗砕場　第4層(上部)[分級･粗砕]平面図



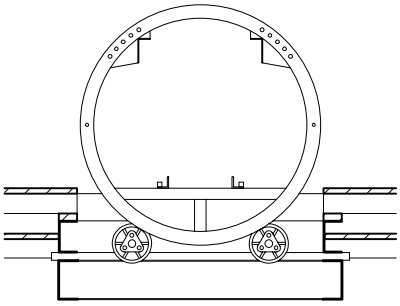
高任粗砕場　第4層(下部)[分級･粗砕]平面図



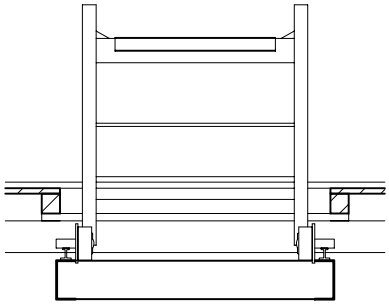
高任粗砕場　西側立面図



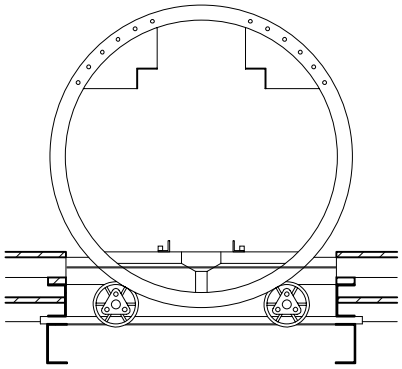
高任粗砕場　第5層[粗砕]平面図



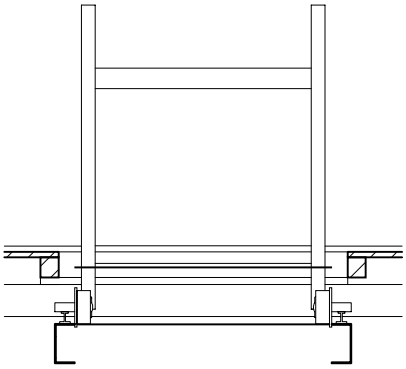
南側チップラー(小)　立面図(南面)



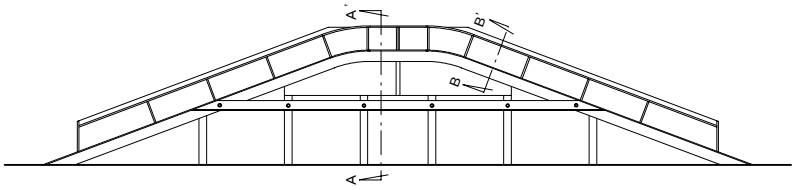
南側チップラー(小)　立面図(東面)



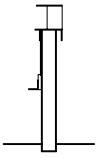
北側チップラー(大)　立面図(南面)



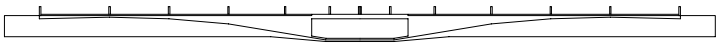
北側チップラー(大)　立面図(東面)



鉱車用ダンパー(傾斜装置)　立面図(西面)

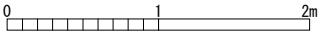


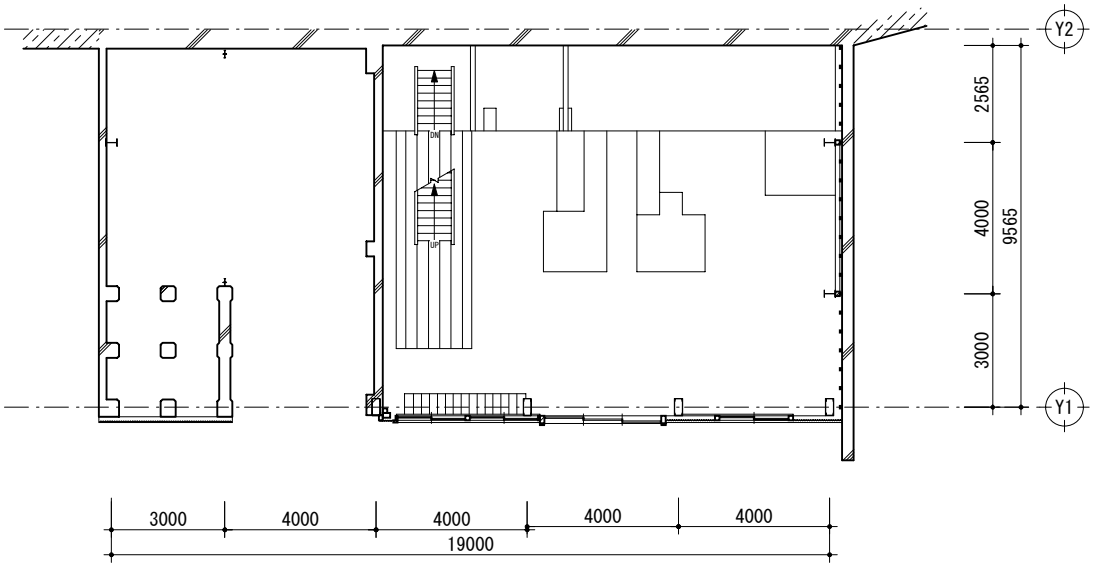
鉱車用ダンパー(傾斜装置)　A-A'断面図



鉱車用ダンパー(傾斜装置)　平面図

鉱車用ダンパー(傾斜装置)　B-B'断面図





高任粗砕場　第6層[粗砕]平面図

5. 高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード

(1) 立地･沿革

高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤードは県道白雲台･乙和池･相川線の東側、濁川左岸の高任地区に北面[1]して建つ。高任粗砕場で一次破砕された鉱石が、地下を貫通するベルトコンベアーヤードを通じて、高任貯鉱舎へと運搬された。

佐渡鉱山では昭和 13(1938)年の「重要鉱物増産法」公布に伴い増産計画が進み、同年、鉄筋コンクリート製､容量 2,500t の貯鉱舎を建設したとされ[2]、この貯鉱舎が当施設を指すと考えられる。

なお、当施設は佐渡鉱山が休山した平成元(1989)年まで使用された。聞取調査によれば、佐渡鉱山から最後の鉱石を運搬するに当っては、当施設からトラックで二見港に運んだとされる。

(2) 建造物の概要

a. ベルトコンベアーヤード

ベルトコンベアーヤードは鉄骨造切妻造妻入、波形セメント板葺の建物で、規模は梁間 2.6m[3]、長さ 31.3m[4]とする。北側 3 スパンは高任粗砕場地表面に水平に建つが、南側 12 スパンは、凡そ 1/5(11.5°)の勾配を持ち、高任貯鉱舎第 1 層の北面中央部に向かって接続される。また、北側 9 スパンは地表面に軸部を建てるが、南側 6 スパンは直下の土地が大きく下がっており、鉄骨造の床組を掛け渡した上に軸部を建てる構造とする。

鉄骨柱は山形鋼を背中合わせにした T 字型とし、小屋組は山形鋼によってトラス(キングポストトラス)を組む。なお、鋼材同士は全てリベットによって接合される。

南北面には一定間隔で木製引き違い窓が設けられており、勾配を持つ部分の窓は平行四辺形としている。なお、窓の位置は南北面で互い違いに配する。

内部は東側にベルトコンベアー、西側に板張りの床を配する。ベルトコンベアーは北側に立地する高任粗砕場地階から繋がっており、南側の高任貯鉱舎へ鉱石を運搬する用途を担っていた。なお、

写真4.2.48　高任ベルトコンベアーヤード(左)外観(北西より)

写真4.2.49　高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード外観(北東より)

写真4.2.50　高任貯鉱舎　外観(南西より)

写真4.2.51　高任貯鉱舎　外観(南東より)

高任貯鉱舎内部には当施設からのみ出入りが可能で、鉱石の運搬だけでなく、作業員の往来にも使用されたと考えられる。

b. 高任貯鉱舎

高任貯鉱舎は鉄筋コンクリート及び鉄骨造、切妻造妻入、波形セメント板葺の建物で、規模は梁間約 7.3m、桁行約 33.2m とし、大きく全 4 層で構成される。運搬経路として、鉱石は上層から下層へ流れるため、本報告では便宜上、上層を第 1 層とし、順に階層を下げて説明を加える。

第 1・2 層は鉄骨造の上屋で、山形鋼を背中合わせにした T 字型の柱を梁間 4 スパン[5]×桁行 13 スパン[6]で配する。小屋組は山形鋼によってトラス(フィンクトラス)を組む。なお、鋼材同士は全てリベットによって接合される。第 1 層には高任粗砕場地階から接続するベルトコンベアーが南北方向に配され、両脇に木造の床を設ける。第 1 層最西側には、ベルトコンベアーを稼動させるモーター類が残存していた。ベルトコンベアーで運ばれた鉱石は品位等で分類し、第 3 層の鉱倉へ落下さ

写真4.2.52
高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード
俯瞰(北東より)

写真4.2.53
高任ベルトコンベアーヤード
内部[運搬](北より)

写真4.2.54
高任ベルトコンベアーヤード
内部[運搬](南より)

写真4.2.55　高任貯鉱舎　第1層内部[運搬](北より)

写真4.2.56　高任貯鉱舎　第1層内部[運搬](南より)

写真4.2.57　高任貯鉱舎
第1層内部[運搬]
ベルトコンベアー(北西より)

写真4.2.58　高任貯鉱舎
第1層内部[運搬]
ベルトコンベアー(北西より)

写真4.2.59　高任貯鉱舎
第1層内部[運搬]
ベルトコンベアー(南西より)

せたと考えられる。第2層にはベルトコンベアーから鉱石を落下させるため吹抜が設けられ、吹抜の両脇にはコンクリートスラブの床面を配する。吹抜部は鉄筋コンクリート造の梁型をあらわし、ベルトコンベアーの躯体鉄骨を支える。

第3･4層は鉄筋コンクリート造の構造物とする。第3層は梁間1スパン×桁行5スパンで柱を配し、各柱間には間仕切り壁が設けられ、内部を5箇所の鉱倉に用いる。第4層は梁間2スパン×桁行20スパンで柱を配し、搬出用の鉱車軌道を配する。妻面から鉱車が2車両並列で進入できる構造となっており、第3層床面に穿たれた穴[7]にフィーダー(給石機)を設け、鉱車へ鉱石を積載、搬出する。

(3) 建造物の価値

高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤードは、旧佐渡鉱山において原形を留める数少ない大規模建造物の一つである。観光坑道に向かう県道(白雲台･乙和池･相川線)の脇に立地するため、現在はランドマークとしての役割も担う貴重な建物の一つといえる。

注

1) 鉱石の搬入経路であるベルトコンベアーヤードの出入口が北面に取付くことから北を正面とした。
2) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、pp.97-100、2002.3
3) 但し、東側3スパンは梁間約3.1mとし、南側に張り出す。
4) 15スパン、1スパン=約2m。加えて、北側に約1.3mの出入口を張り出す。
5) 中央2スパン=約2.52m、両脇2スパン=約1.12m。
6) 1スパン=約2.55m。
以後、柱間は全体規模を等分割した値とする。
7) 第3層床面には鉱倉1箇所に対して16個(全80個)の穴が穿たれており、これらが整然と並ぶ。

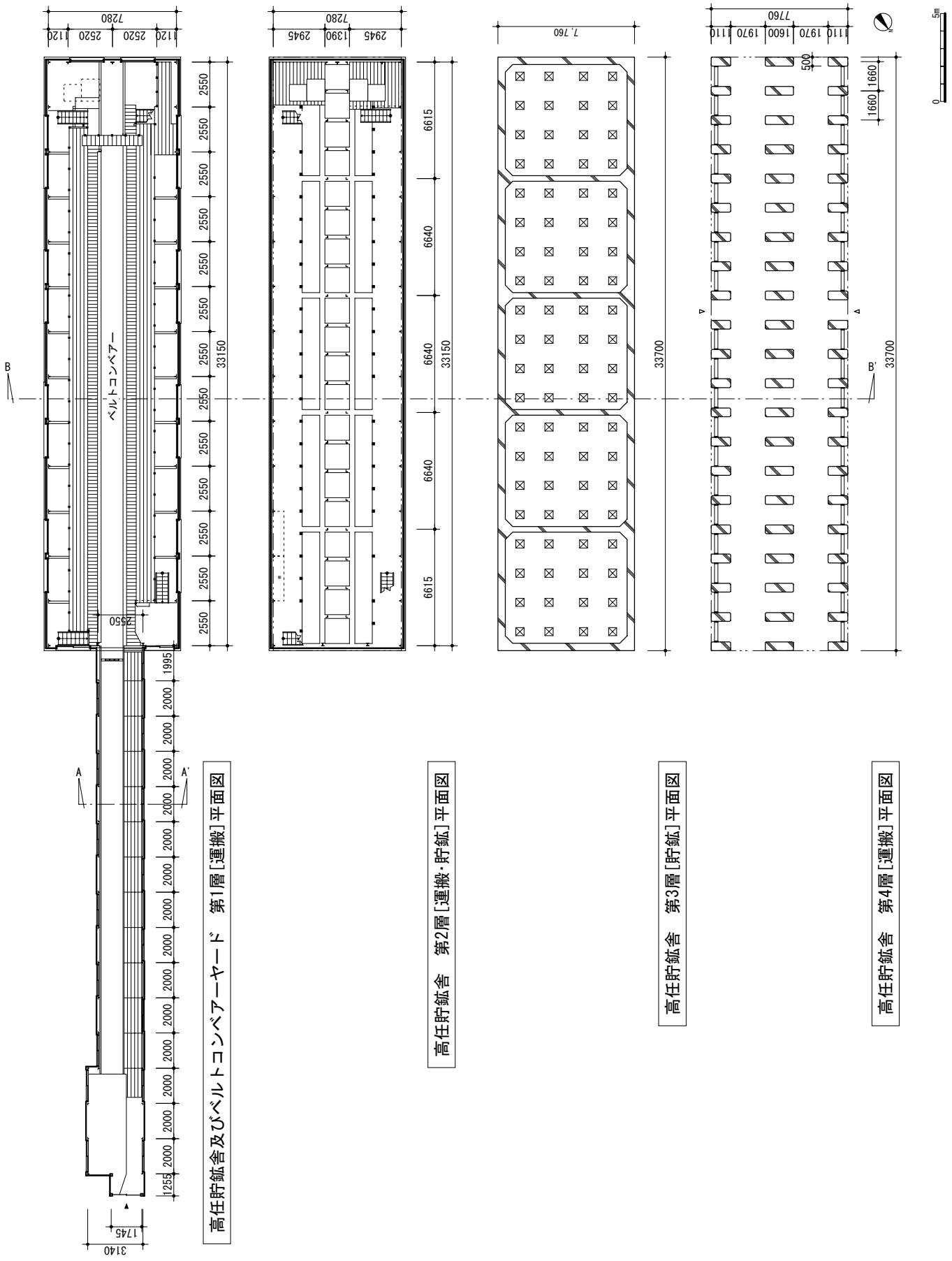
写真4.2.60　高任貯鉱舎
第2層内部[運搬･貯鉱](南より)

写真4.2.61　高任貯鉱舎
第2層内部[運搬･貯鉱](北西より)

写真4.2.62　高任貯鉱舎
第3層鉱倉内部[貯鉱](南東より)

写真4.2.63　高任貯鉱舎
第3層鉱倉内部[貯鉱](南東より)

写真4.2.64　高任貯鉱舎
第4層鉱車軌道[運搬]
(北より)

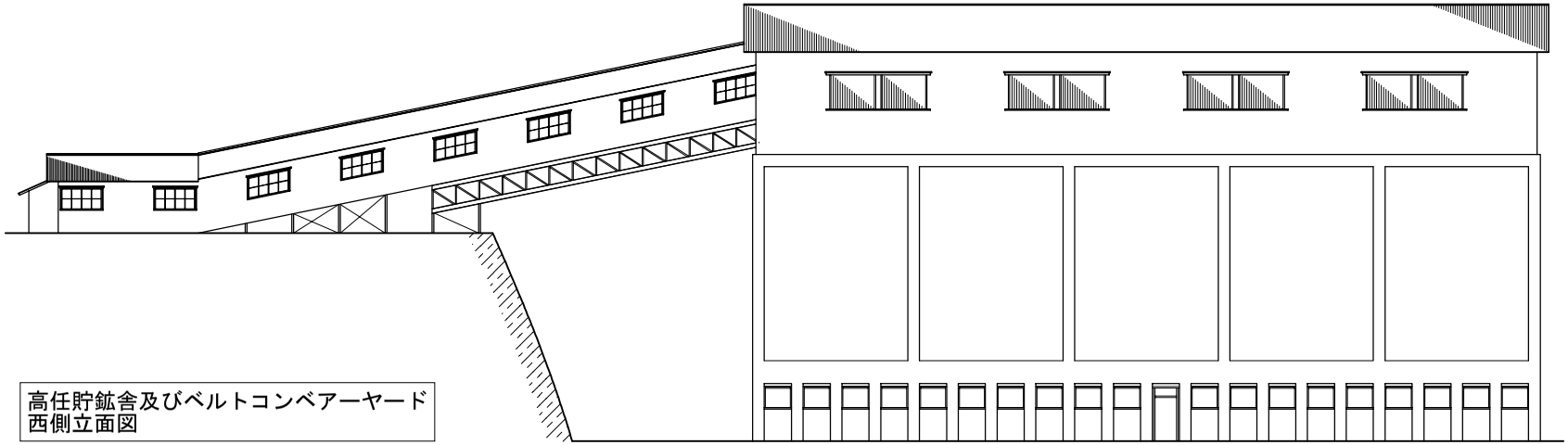


高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード　第1層［運搬］平面図

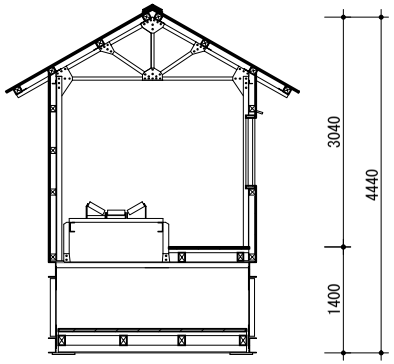
高任貯鉱舎　第2層［運搬・貯鉱］平面図

高任貯鉱舎　第3層［貯鉱］平面図

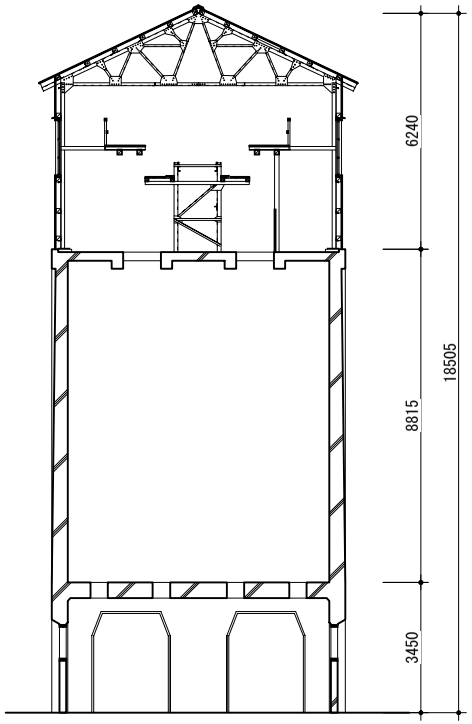
高任貯鉱舎　第4層［運搬］平面図



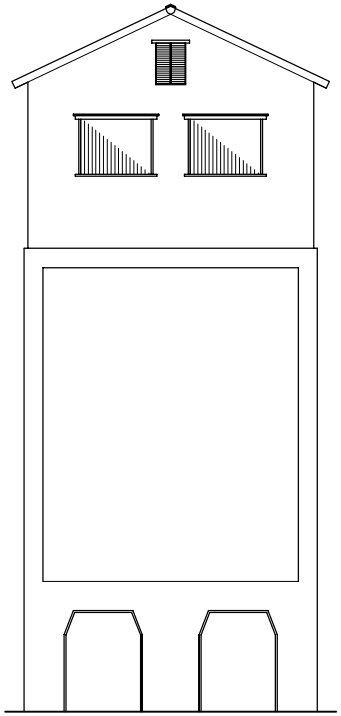
高任貯鉱舎及びベルトコンベアーヤード
西側立面図



高任ベルトコンベアーヤード
梁間(B-B')断面図



高任貯鉱舎　梁間(A-A')断面図



高任貯鉱舎　南側立面図

6. 高任分析所

(1) 立地･沿革

高任分析所は、県道白雲台･乙和池･相川線より相川右沢浄水場まで繋がる山道の麓、高任粗砕場の南側に西面して立地する。鉱山では増産を目的に、採鉱･選鉱･製錬等の各工程において鉱石の分析を行い、鉱脈の品位や選鉱･製錬方法の採算性を検討したとされ、高任地区に立地する当分析所では、高任地区に運搬された鉱石の分析を行い、採鉱箇所の採算性等について検討を行ったという。

高任分析所の建設年代は明確ではないものの、古写真[1)]によれば、昭和13(1938)年以前に高任粗砕場が建設された際、この前身建物であった間ノ山搗鉱場第二工場は一部が切断された状態で残されていたことが窺える。昭和13(1938)年以降、高任貯鉱舎建設後の写真では、残されていた間ノ山搗鉱場第二工場の一部が撤去され、この跡地に高任分析所が建設されたことが確認できる。

『特別報告』[2)]によれば､昭和14(1939)年6月「新設分析工場ハ月末ニ完成セリ」とある。この「分析工場」が当施設を示すものであるか確証は得られないものの[3)]、当時、増産体制を採った佐渡鉱山において[4)]、先端技術である鉄骨造の分析所建設は月報へ記すに値する出来事であったと推測され、同記述が当施設の建設年代を示す可能性は高いといえよう。

なお､「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)を確認すると、「佐渡鉱山 分析室内配置図」及び数枚の関連機械図面が確認できる。「佐渡鉱山 分析室内配置図」は、建物内に存在する一部の機械類に網掛けを施しており、関連機械図面で設計された機械の位置を示すもので、建物本体は作図の時点で既設のものであったと考えるのが妥当であろう｡「佐渡鉱山 分析室内配置図」は作図年代が記述されていないが、関連機械図面は昭和34(1959)年以降の作図と明らかであり、当建物の建設は昭和 34(1959)年を降るものではないと考えられる。

写真4.2.65　高任分析所　外観(北西より)

写真4.2.66　高任分析所　外観(南西より)

写真4.2.67　高任分析所
外観(南東より)

写真4.2.68　高任分析所
内部電気部品倉庫(北西より)

写真4.2.69　高任分析所
内部天秤室(北東より)

(2) 建造物の概要

高任分析所は鉄骨造二階建、切妻造平入、波型セメント板葺の建物で、規模は梁間 9.4m、桁行 27.9m とする。東西面の柱は溝形鋼(75 ㎜×155 ㎜)2本を背中合せにしてH形鋼のように使用する。一方、南北面の柱は溝形鋼1本で、溝を室内側にして用いる。各柱間は 1 スパン=2m を基本とし、梁間は中央に 4 スパンを設けた上、表・裏側に約 0.7m を張り出し、桁行は 14 スパンを設ける。小屋組は形鋼によるトラス組で、水平・垂直のブレースを設ける。

鉄骨軸部の外側面には外壁を構成するための基礎、木軸部を抱き合わせる。基礎は鉄筋コンクリート造で腰部(地表面から 1.58m)まで立上げ、天端には溝形鋼を渡した上で土台を廻す[5]。土台上には木軸を立上げるが、木柱は全て鉄骨柱へボルトで接合され、外壁はこの木軸外側面に沿って構成される。外壁下地材の胴縁は全て鉄骨柱に山形鋼又はピースアングルをリベット接合した上に渡し、これらにボルト接合としていた 。外壁は波形セメント板張り、化粧釘止めとする。隅部はR形断面の役物を使用して付柱状に納めていた。

建物背面には北側に奥行 2.75m の下屋を設ける。下屋軸部は全てレール転用材にて構成され、屋根、外壁共に波形鉄板とする。

内部[6]は南側 10m を電気部品倉庫とし、北側 18m には実験台・調合台・重油炉・灰吹炉・乾燥室等を設けた。南北の間仕切りは波型セメント板を隔て板として設ける程度で、上部は吹放しとする。北西部には小規模な部屋を4室設け、南側より休憩室、分金室、天秤室(2 室)に用いた。一階床は土間コンクリートで、北側に配される小室4室のみ床板張りとする。二階は北側より 3〜6 スパンの間にのみ設けられ、他は吹抜とする。床はレール転用材で大引根太を組み、床板張りとする。下屋にはクラッシャー、グラインダー等の機械類が設置されるため、分析の事前作業が行われたと考えられる。

(3) 建造物の価値

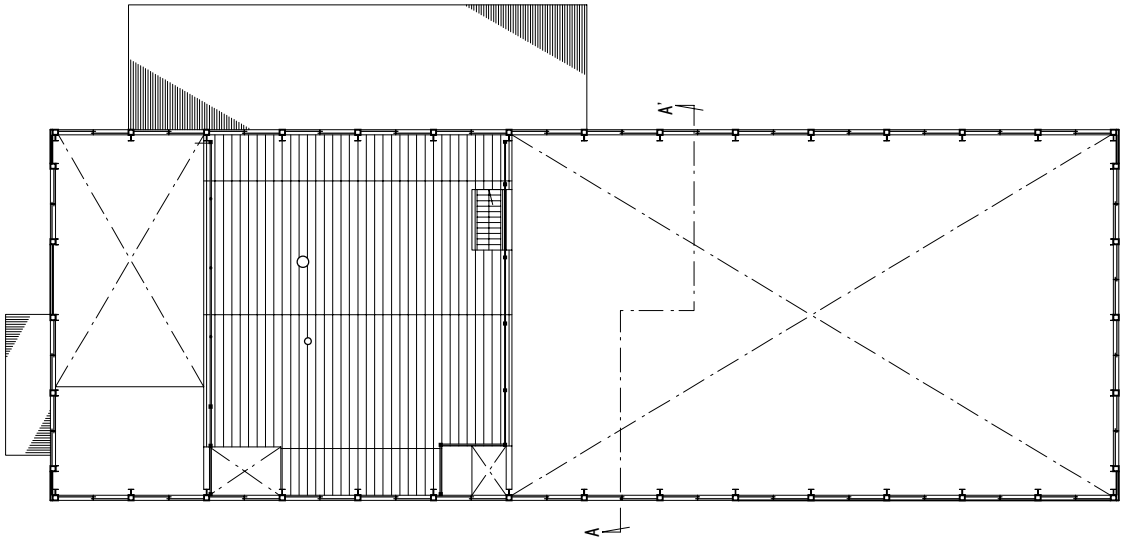
明治時代以来、佐渡鉱山では新坑道の開削、鉱石運搬の効率化等による大量採掘・大量処理を行うと共に、鉱石の分析によって生産・採算性の向上を模索してきた。これらが相俟って、佐渡鉱山は生産量を維持してきたといえ、高任分析所は、この生産システムの一端を担った施設であったといえよう。

注

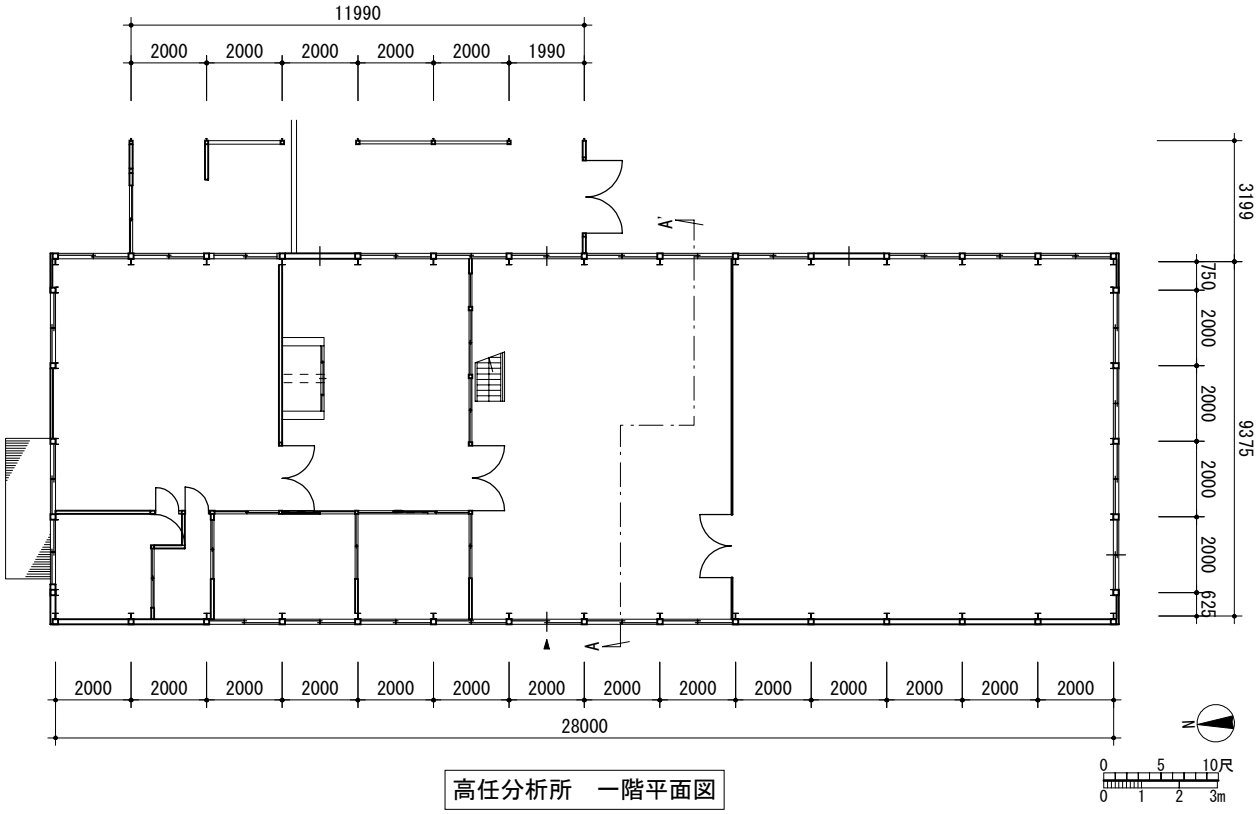
1) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。
2) 『特別報告』、三菱鉱業㈱、1921.1-1949.12(1945 以降『特別報告資料』と改題)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
3) 冒頭で述べたように、鉱山では増産を目指すため、採鉱・選鉱・製錬等の各工程において鉱石の分析を行い、鉱脈の品位や選鉱・製錬方法の採算性を検討したとされる。佐渡鉱山内の「分析所(工場)」は当施設のみを指すものではない。
4) 昭和 13(1938)年、「重要鉱物増産法」の公布に伴い佐渡鉱山でも増産計画が進んだ。
5) 土台は窓敷居を兼ねる。
6) 当建物の各室用途は、現存する設備と下記資料を参照したため、凡そ昭和 30(1955)年代前後の機能と想定される。
「佐渡鉱山 分析室内配置図」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)。
なお、当図の作図年代は確認できないが、関連の機械図面が昭和 34(1959)年以降と明らかで、当図の作図も同時期と推測される。

写真4.2.70　高任分析所　小屋組(西より)

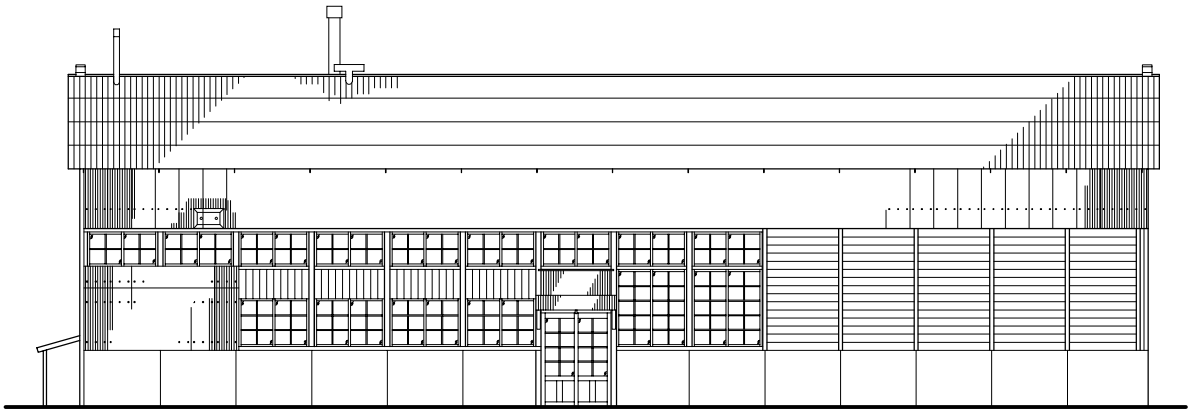
写真4.2.71　高任分析所　下屋内部(北より)



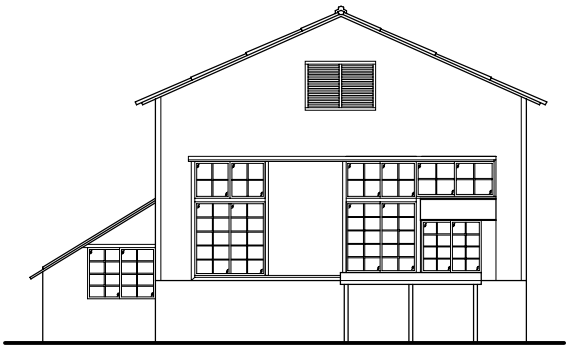
高任分析所　二階平面図



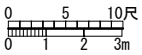
高任分析所　一階平面図

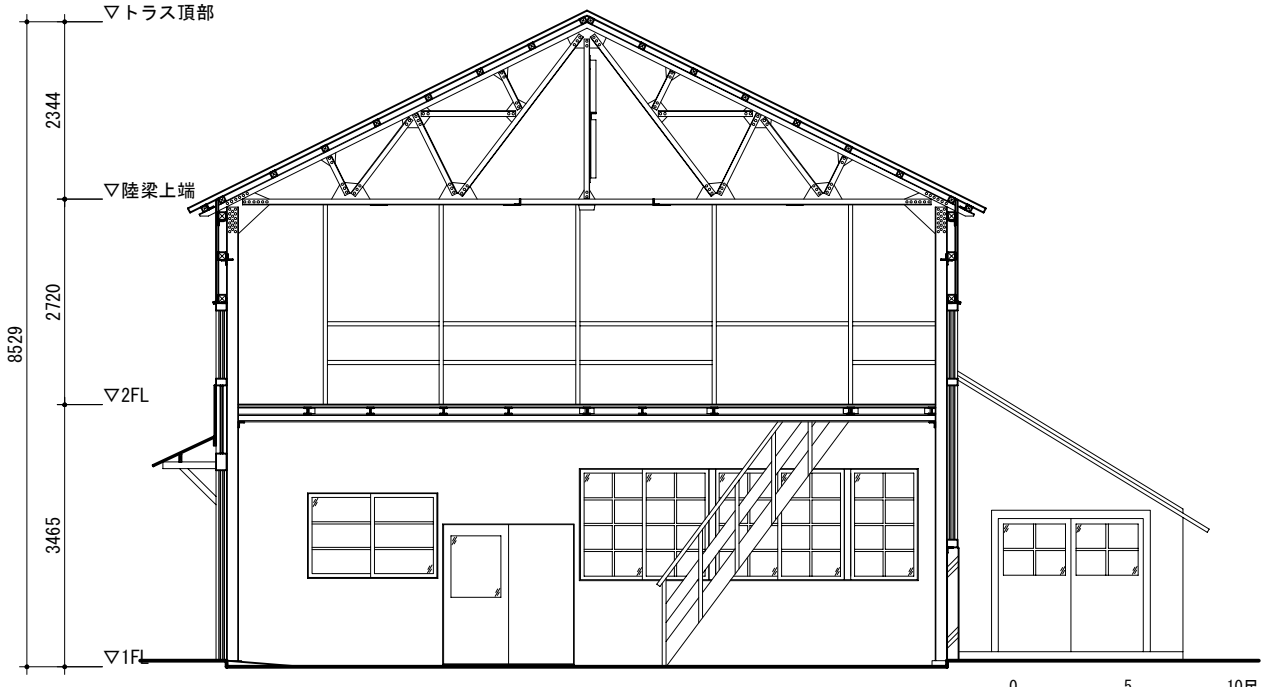


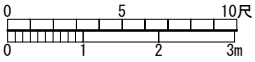
高任分析所　西側立面図



高任分析所　西側立面図







高任分析所　梁間(A-A')断面図

7. 中尾変電所

(1) 沿革

佐渡鉱山では明治 45(1912)年、相川の町から約 13km 離れた戸地地内(当時北海村)の戸地川で、自家用電気事業変更(戸地川水力発電所)の工事許可を得て、本格的な水力発電所の工事に着手した。同工事は大正 4(1915)年に完成し、5 月には一部使用許可、9 月 2 日には全使用許可を得た。10 月 3 日には落成式が行われ、11 月 24 日に竣成した。送電には電柱 290 本を用い、戸地から相川までの 2 里 33 町(約 9.15km)余りの距離を電線で繋いだとされる [1]。高圧線で送られた電気は、中尾変電所で低降し、既に完成していた北沢火力発電所の線に接続することで、更に 200V に降圧して金山の諸施設に利用したとされる [2]。

『三菱社誌』[3]によれば、大正 2(1913)年には自家用電気事業変更(戸地水力発電所)工事において変電所の上屋が完成、大正 4(1915)年には水路、鉄管、発電機、電柱等、各種工事内容と共に「相川間ノ山に変電所設置」と記され、中尾変電所は自家用電気事業変更(戸地水力発電所)工事の一環として建設されたことが窺える。

但し、昭和 13(1938)年に高任貯鉱舎が建設される以前の古写真には、現在の中尾変電所は確認できない。『搗鉱製錬所新設御届』(大正 13・1924 年)[4]に添付された「搗鉱場附近地形圖」によれば、現在の中尾変電所より濁川を少し遡った右岸に「変電所」が設置されていたことが明らかとなり、同建物が『三菱社誌』の「変電所」を指すものであろう。

つまり、現存する中尾変電所は資料にある「変電所」と同じ機能を持った別の建物で、後に建替えられたものと考えられる [5]。

(2) 建造物の概要

中尾変電所は相川町の中心市街地から妙見山に向かう県道白雲台・乙和池・相川線を登り、間ノ山地区にて濁川に架かる間ノ山上アーチ橋の左岸袂に立地する。建物は木造平屋建、切妻造妻入セメ

写真4.2.72　中尾変電所　外観(北東より)

写真4.2.73　中尾変電所　外観(北西より)

写真4.2.74　中尾変電所
基礎(北東より)

写真4.2.75　中尾変電所
窓詳細(北東より)

写真4.2.76　中尾変電所
外壁・付柱納まり
(南東より)

ント瓦葺で、河岸に沿って立地し、東を正面とする。現状では倉庫としての使用を主とするが、建物の内外部、西側妻面等に残された碍子ノップが変電施設であった面影を残す。

規模は梁間 4 間､桁行 7 間(一間=6 尺=約 1.82m)を本屋とし、南面西側には南北 1.5 間、東西 5.5 間の下屋を設ける。下屋の外壁、屋根は共に波形金属板を仕上げ材とする。下屋及び室内に配された物入れ程度の小部屋は、窓を塞いで設けられたもので後設と判断できる[6)]。

基礎は鉄筋コンクリート造で腰部(地表面より約 600 ㎜)までを立上げ、一間(6 尺)毎に厚みを増して、柱型のような形状を見せる[7)]。

外壁は縦幅 285 ㎜、横幅 1,800 ㎜、厚さ 4 ㎜のセメント板張りで、下見板風に成形されたものを用いる。一部に張り替えも見られたが、真馬踏み目地を基本とする。内部壁面もセメント板張りとするが、幅約 900 ㎜、長さ約 1,800 ㎜のものを縦張り釘止めとする。

基礎上には土台を配し、この上に柱を立てて木軸部を構成する。なお、土台の仕上げを確認したところ、丸鋸挽の痕跡が確認された。内外壁共に大壁造とするため、木軸部の全容は明らかではないが､内部壁面が破損･落下している部分における部分的な観察によれば、窓の両脇(柱間一間毎)に 4 寸 5 分角の本柱を設けていると考えられる[8)]。また、間柱の存在も確認でき、杉材であることも明らかとなった[9)]。柱間に横桟等の下地材は確認されず、外壁のセメント板はワッシャーを挟んだ上、マイナスネジで木軸(本柱、間柱)へ直接固定していた。マイナスネジ止めの横幅間隔を実測したところ、1 尺 5 寸であったため、間柱は本柱の柱間寸法を四ツ割した 1 尺 5 寸間隔で配していると考えられる。

床は全面土間コンクリートとするが、後設の小部屋は木床組の上、床板張りとする。

天井は無く、木造トラス組(キングポストトラス)の小屋組をあらわし､板垂木によって屋根を支える。陸梁下部を支える柱等も無く、室内に大空間を造り、機械設備の設置を容易にしたと考えら

写真4.2.77　中尾変電所　下屋外観(南東より)

写真4.2.78　中尾変電所　内部(北東より)

写真4.2.79　中尾変電所　内部(西より)

写真4.2.80　中尾変電所　小屋組(東より)

れる。各トラス組は、両妻面及び妻面より柱間 1.5 間間隔で設け、中央部のみトラス間隔を 1 間とする。中央部を除くトラス間には各四隅へ火打梁を備える。本柱の上にトラス組を配する場合、陸梁の下面に方杖を設ける。火打梁、方杖はいずれも敷桁、柱、陸梁へボルト締めとしていた。各トラスの真束間には下部に水平、上部に筋違による振れ止めを備える。いずれも真束の両側面に設けられ、真束を貫通してボルト締めで固定される。

東､南面各 1 ヶ所に木製腰鏡板ガラス戸を設け、出入口とする｡但し､南面の出入口は各痕跡より、当初は窓であったと考えられ、庇を持った東面の出入口のみが当初の出入口と考えられる。また、各建具に使用されるガラスには歪みが確認できる。

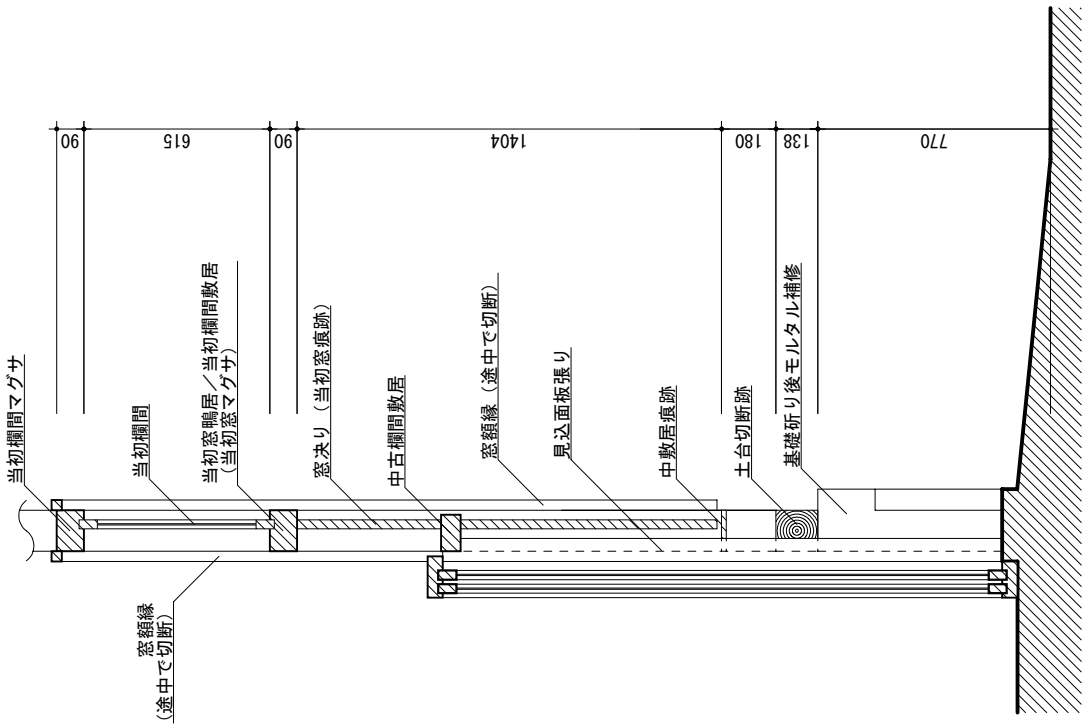
(3) 建造物の価値

中尾変電所は大規模工事であった戸地川水力発電所建設工事の一環として大正 4(1915)年に建設された。但し、現存施設は後に建替えられたもので、構造形式等を見る限り、建築年代は昭和 30(1955)年代頃を下限と考えるのが妥当であろう。

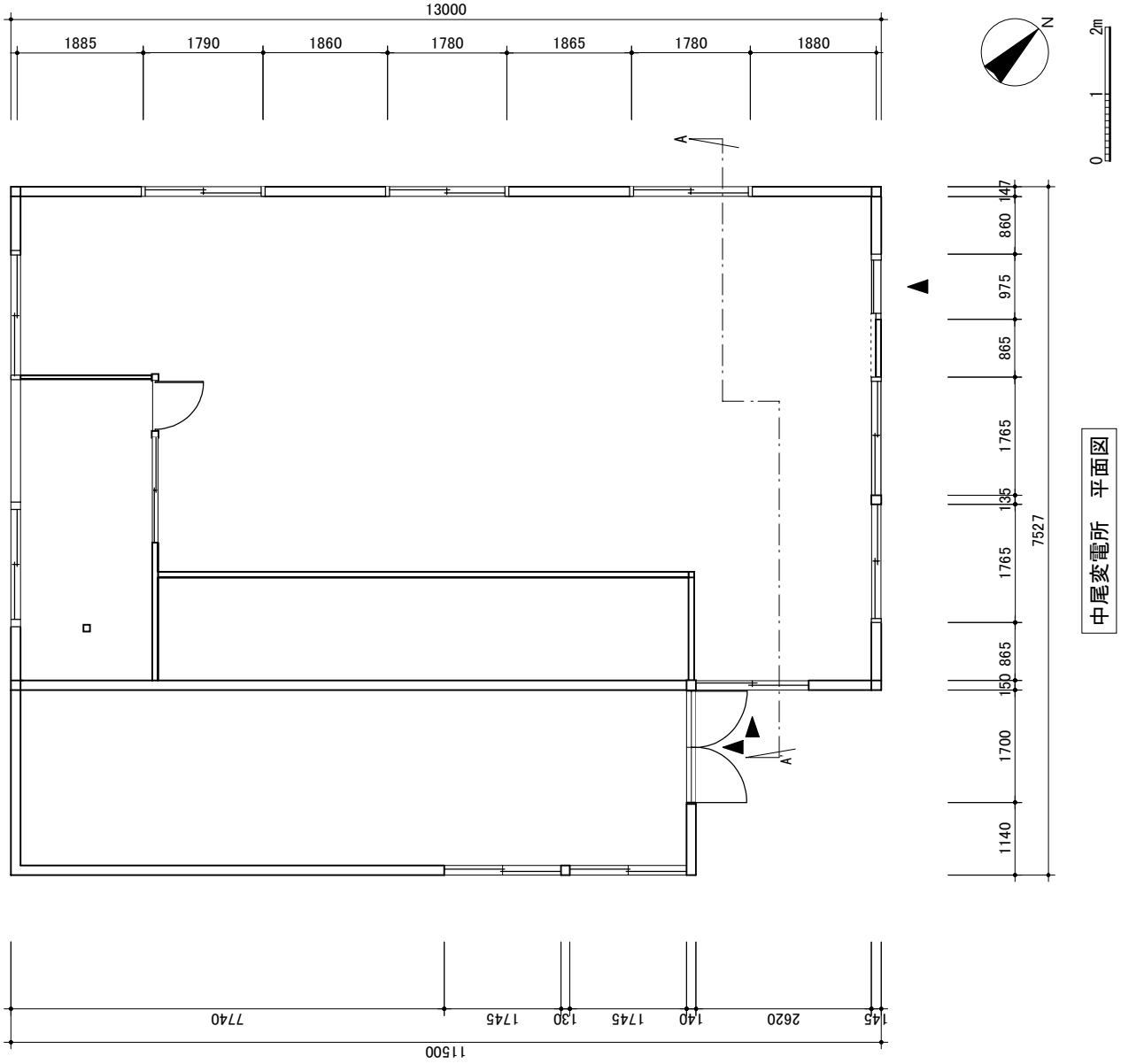
当建物は、機械設備を納める上屋として実用性を追求した点に近代工場建築としての特徴を見ることができる。佐渡鉱山の近代化には、機械を稼動させる電気の存在が必要不可欠であるが、変電施設は発電された電力を一定に供給するため、発電施設と共に重要な役割を担い､鉱山施設･機械を陰で支えた建物といえよう。

注

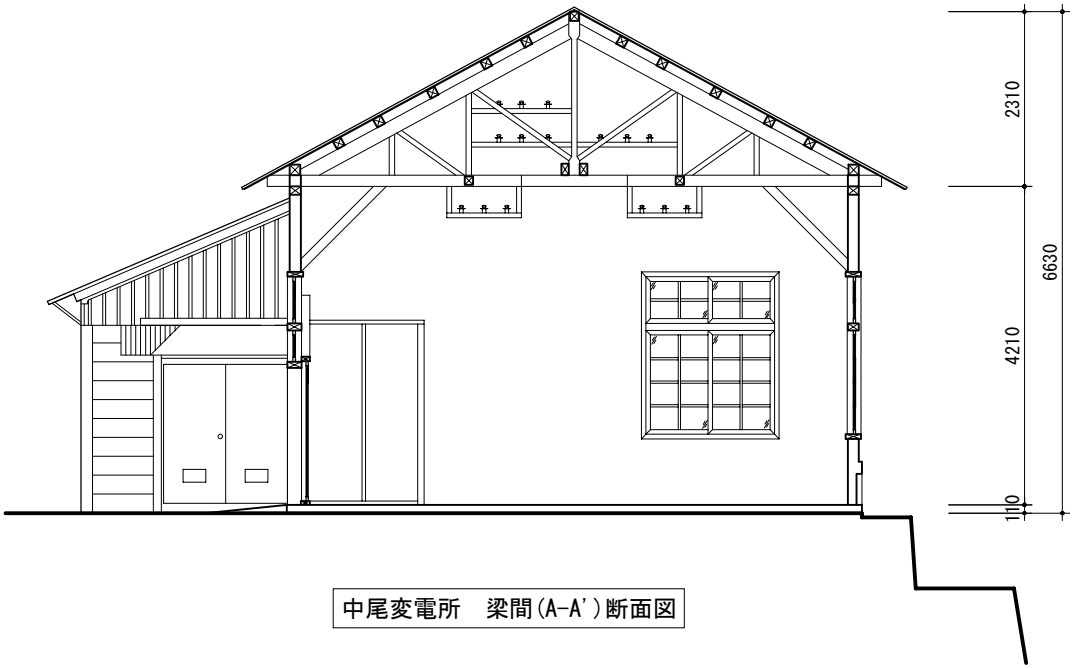
1) 戸地川水力発電所の沿革は本章第 6 節に詳述した。
2) 相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近･現代』、相川町、p.223、1995.2
3) 三菱総合研究所編：『三菱社誌』、東大出版会刊、1982
4) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の文書。大正 13(1924)年に火災で焼失した搗鉱場の新築願を同年 4 月 10 日に東京鉱務署長へ宛てた書簡の控。
5) 『三菱社誌』の「変電所」は現存しない。以下、「中尾変電所」は現存施設を指すこととする。
6) 南面は後の改造で、開口部を塞いでいたが、上部の欄間が確認でき、この位置から開口部位置が明らかとなる。これによれば、南面の窓は計 4 つが設けられる。
7) 但し、東西妻面では開口部の位置の関係上、両脇は半間(3 尺)間隔とする。
8) 前述した地表面に表れる基礎柱型形状もこれに則している。但し、土台を設けるため、柱は直接基礎の上に乗らない。
9) 間柱は野材としての使用のためか､杉皮を残したまま使用されている。間柱の断面寸法は明らかではないが、納まりの関係上、見込巾は本柱と同じ 4 寸 5 分と考えられる。



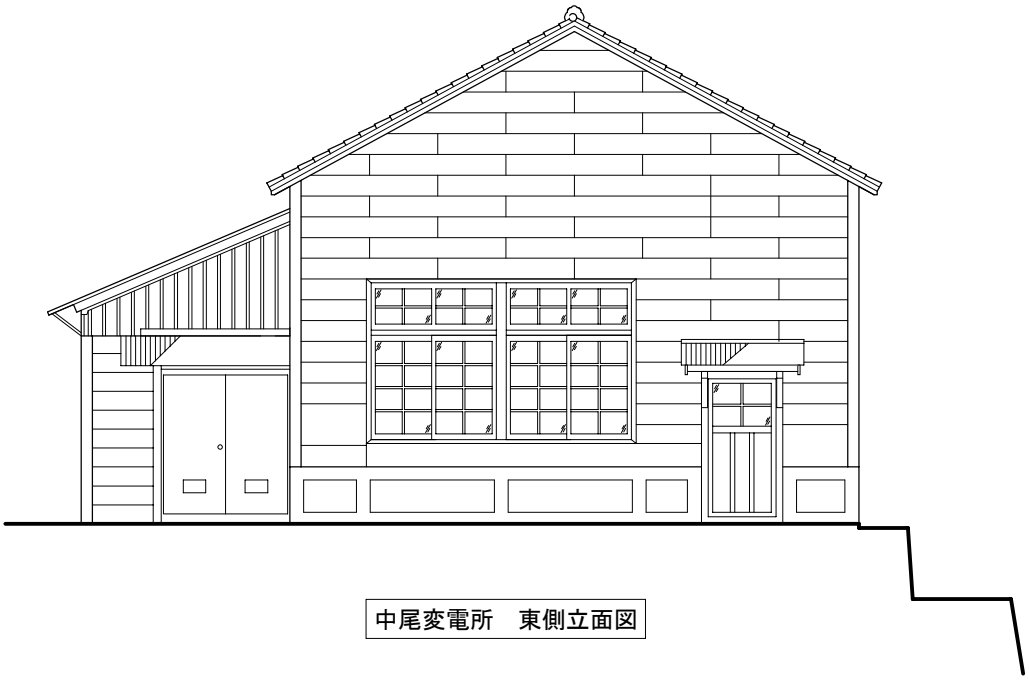
中尾変電所　南側出入口痕跡図



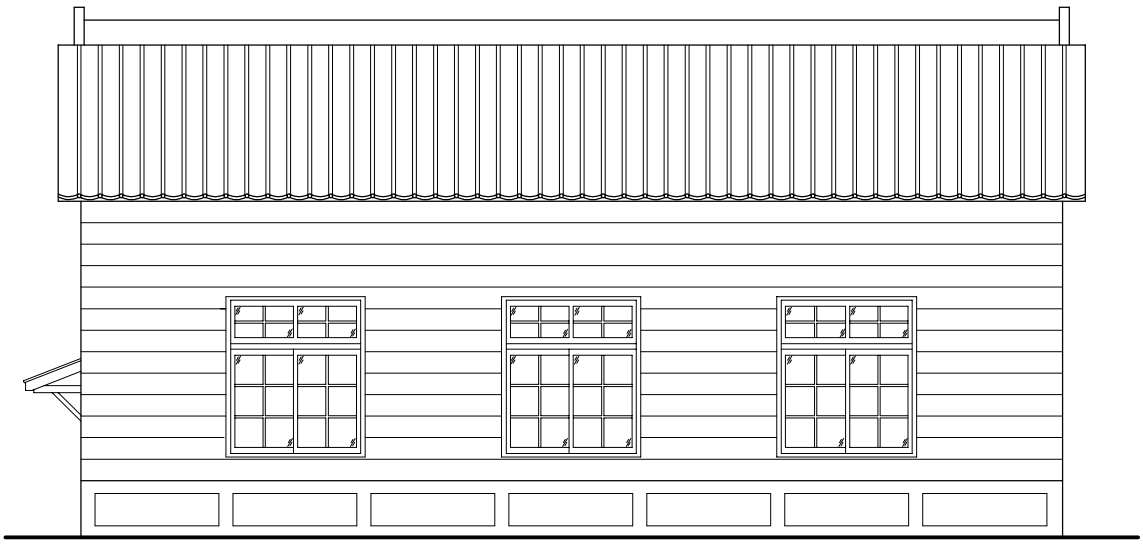
中尾変電所　平面図



中尾変電所　梁間(A-A')断面図



中尾変電所　東側立面図



中尾変電所　北側立面図

8. 上相川火薬庫

(1) 立地･沿革

上相川火薬庫は、相川右沢浄水場付近から山道を東へ登った山中にある。周辺一帯は上相川と呼ばれる初期の鉱山町が栄えた地域である[1)]。

昭和14(1939)年、上相川の上山ノ神町に周囲を土塁で囲んだ本格的な火薬庫(全5棟)が新設された[2)]。坑道の掘削に使用する火薬を保管した建物とされる[3)]。

(2) 建造物の概要

上相川火薬庫は全5棟が現存し、全て鉄筋コンクリート造平屋建切妻造とする。各棟共に屋根を欠くが、壁面はほぼ原形を留めている。

上相川火薬庫が建つ敷地は東が山側、西が谷側の傾斜地とする。敷地全体及び各棟は高さ4m以上[4)]の土塁で囲まれており、敷地内へは北西部にある入口から東へ向かって入る。なお、土塁は下から1.3m程度を石積とし、これより上は締め固めた土砂とする。敷地中央にも南北方向に土塁が設けられ、この西側には南から1、2号棟、東側には南から3～5号棟が配される。敷地中央の土塁には通路が1箇所設けられ東西を連絡する。5棟の建物は全て敷地中央の土塁に出入口を向けており、1、2号棟は東、3～5号棟は西を正面として立地する。

建物は330㎜角の柱を約1.8m間隔で配し、規模は1号棟のみ3スパン(約5.5m)四方で、2～5号棟は梁間3スパン(約5.5m)×桁行5スパン(約9.5m)とする。1号棟、3～5号棟は妻面を東西に向けた妻入形式とするが、2号棟のみ妻面を南北に向けた平入形式とする。

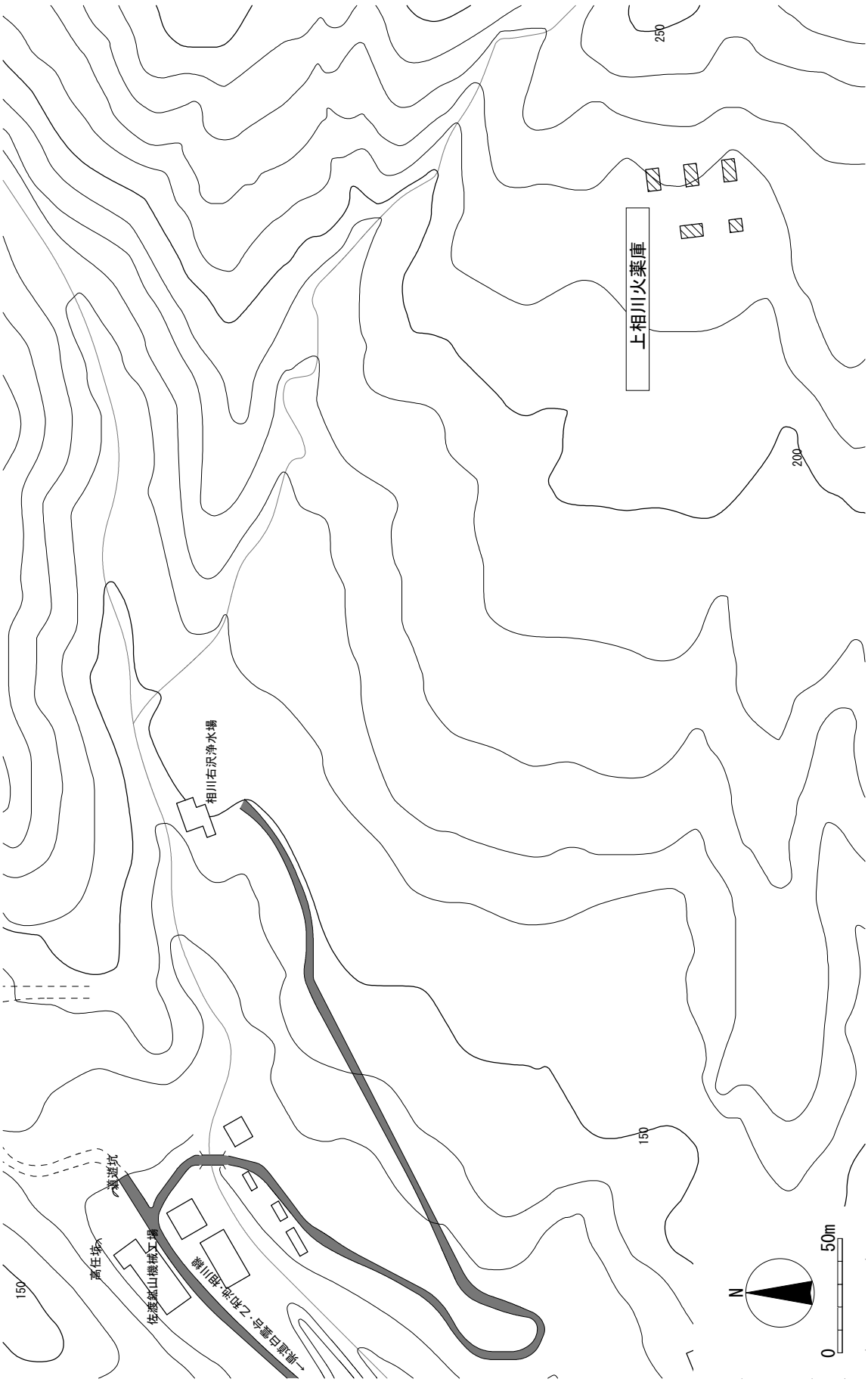
現在、建物内部の床は撤去されているが、地表面にはコンクリートブロックが一定間隔で配され、床束を支えたものと考えられる。窓の直下には(床下)換気口も配される。室内壁面には木煉瓦が埋め込まれており、鉄釘が刺さった状態のものもある。

写真4.2.81　上相川火薬庫　1号棟外観(北東より)

写真4.2.82　上相川火薬庫　2号棟外観(北東より)

写真4.2.83　上相川火薬庫
土塁(2号棟北側より5号棟南側を見る)

写真4.2.84　上相川火薬庫
土塁及び3号棟外観(北西より)



高任地区　施設配置図
上相川火薬庫

かつて室内壁面には何らかの仕上げ材が張られ、木煉瓦はその下地として用いられていたと考えられる。また、室内壁面にはコンクリート打設の際に用いられた堰板の跡が残っており、6 寸幅の杉板が用いられたと考えられる。一方、外壁には仕上げモルタル塗りが施され、約 10～20 ㎜の厚さが確認できた[5)]。小屋組は、コンクリートの壁面内側に傾斜を持った母屋の痕跡が残るため、木造洋小屋組であったと考えられる。

壁面には一定間隔で窓を設けるが、各棟共に枠、障子が欠損していた。但し、1、2 号棟の出入口には鉄扉(アングルドア)が残存しており、建物の性格上、窓も鉄扉であった可能性が高い。窓外側には丸鋼による竪格子を設ける。なお、出入口には庇を設けていた。

写真4.2.85　上相川火薬庫　5号棟俯瞰(北東より)

写真4.2.86　上相川火薬庫　5号棟外観(南西より)

写真4.2.87　上相川火薬庫　5号棟内部(西より)

(3) 建造物の価値

上相川火薬庫は壁を強固な鉄筋コンクリート、開口部を鉄扉で造り、屋根を比較的軽量な木造としている。この構造は、保管している火薬が万が一誤爆した際、爆風が上へ向かい、隣の火薬庫へ誘爆しないための工夫と考えられる。また、各棟の間に設けられた土塁は、建物間での誘爆を回避する造りになっていると考えられる。

近代鉱山の坑道開削は火薬の使用によって著しい発展をみた。当建物は、佐渡鉱山で用いる火薬の保管を担う重要な建物の一つであったといえる。

注

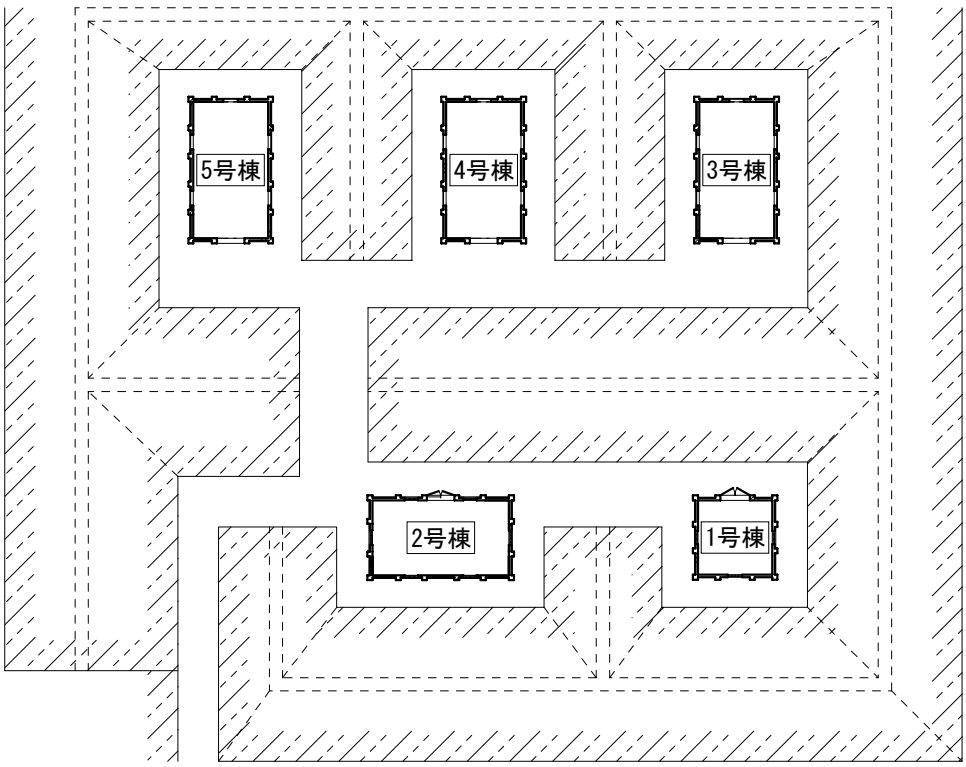
1) 現在、上相川一帯は山林と化した状態にあるが、近世に斜面を造成して形成された鉱山産業都市の遺構が広範囲に確認されている。上相川の詳細については、下記資料に詳しい。
相川町教育委員会:『金山の町佐渡相川 伝統的建造物群保存地区保存対策調査報告書』、2. 上相川と近世相川、pp. 10-25、1993. 3

2) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p. 98、2002. 3

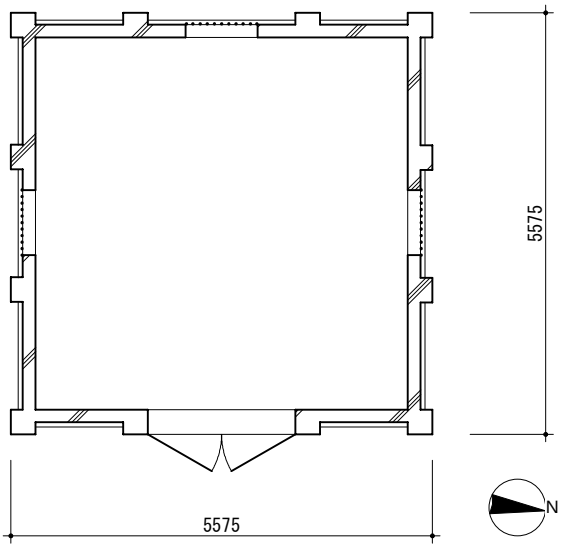
3) 佐渡鉱山における黒色火薬を用いた採鉱法は、慶応4(1868)年、佐渡を訪れた英国人技師ガワーによって伝えられた。注 2)、p. 97 及び下記資料参照。
相川町史編纂委員会:『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、pp. 207-208、1995. 2

4) 敷地全体が傾斜地になるため、箇所によって土塁の高さは異なる。

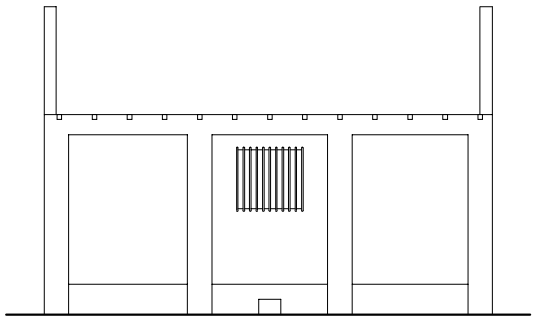
5) コンクリート打設の精度によって、仕上げモルタル塗りの厚さは箇所によって異なる。



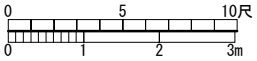
上相川火薬庫　配置図

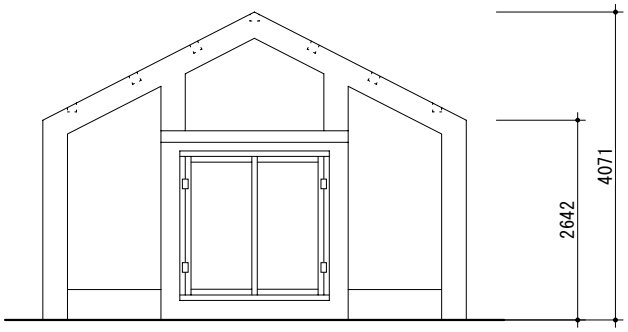


上相川火薬庫　1号棟　平面図

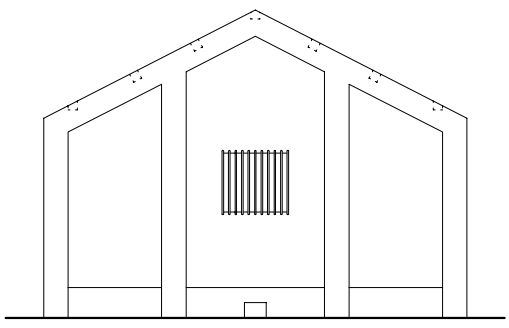


上相川火薬庫　1号棟
北･南側立面図

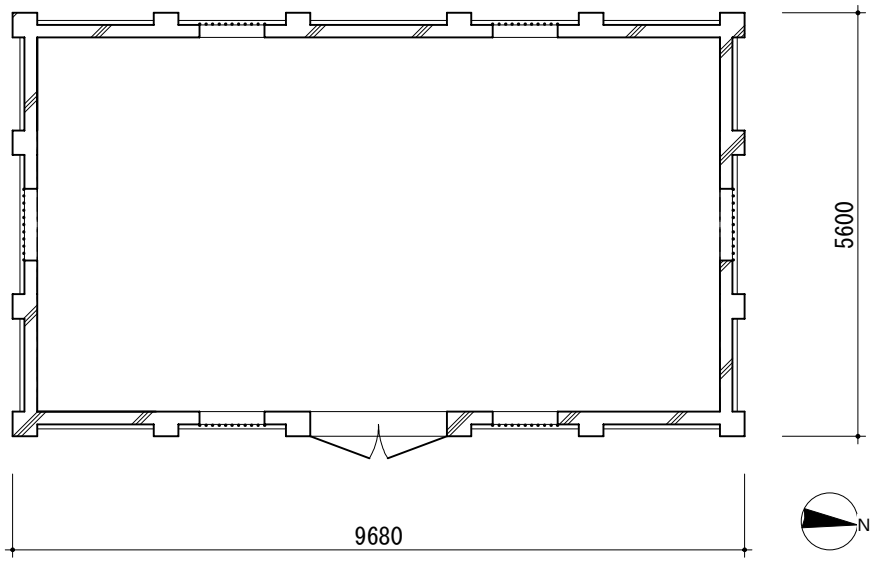




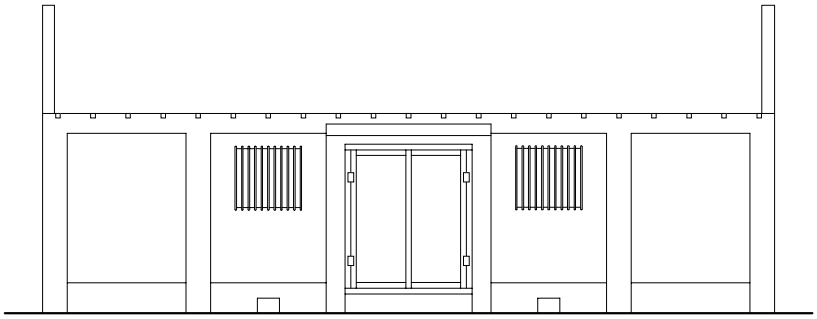
上相川火薬庫　1号棟
東側立面図



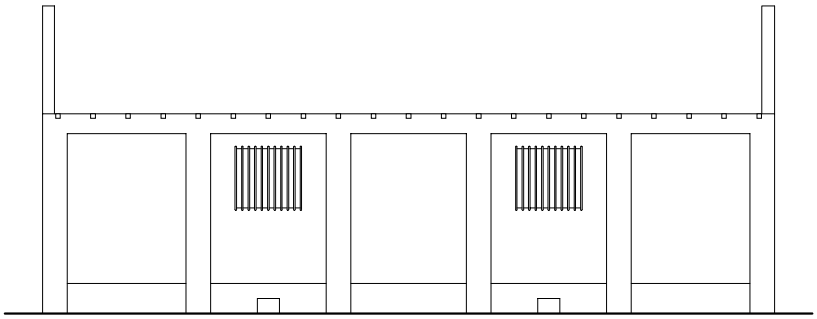
上相川火薬庫　1号棟
西側立面図



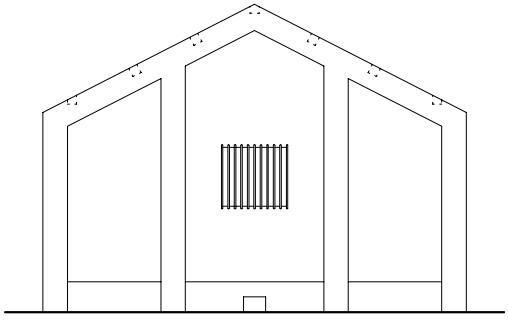
上相川火薬庫　2号棟　平面図



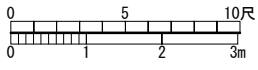
上相川火薬庫　2号棟　東側立面図

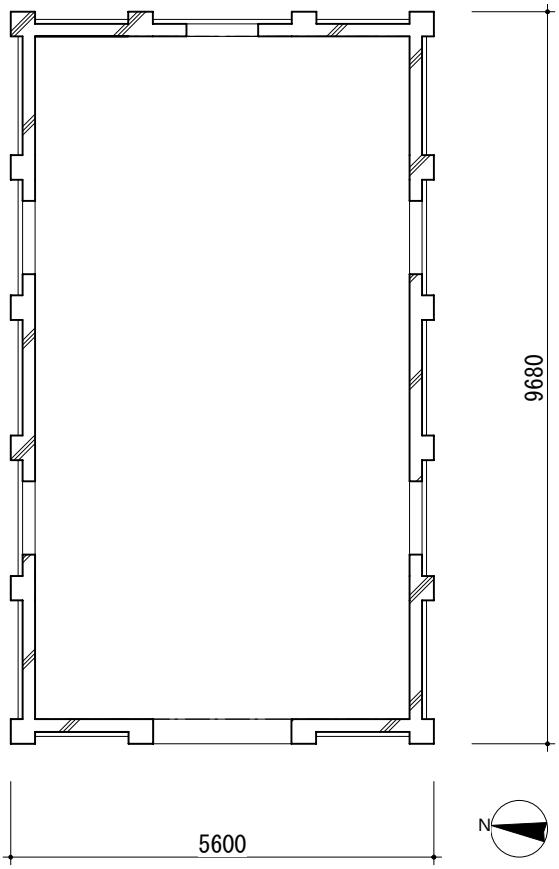


上相川火薬庫　2号棟　西側立面図

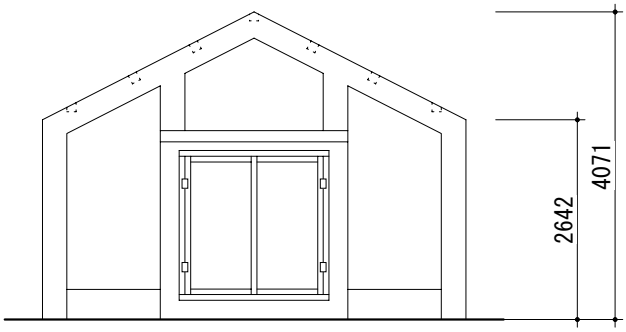


上相川火薬庫　2号棟　北･南側立面図

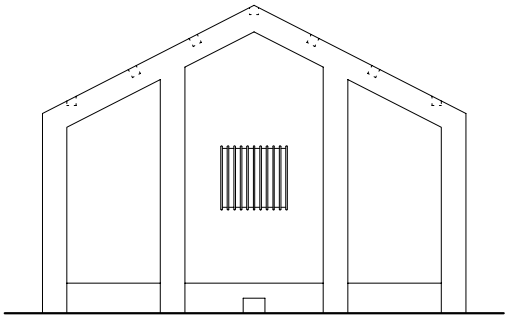




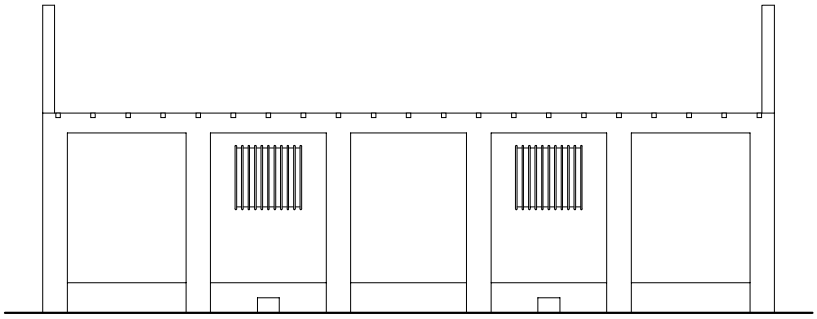
上相川火薬庫
3･4･5号棟　平面図



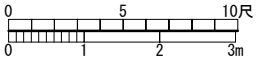
上相川火薬庫
3･4･5号棟　西側立面図



上相川火薬庫
3･4･5号棟　東側立面図



上相川火薬庫
3･4･5号棟　北･南側立面図



第 3 節　間ノ山地区

1. 間ノ山搗鉱場

(1) 立地･外観

間ノ山搗鉱場は県道白雲台･乙和池･相川線の北側に石積で造成を行った高台に立地する幅約 45m、奥行 19m、高さ約 15m(現地表面より最頂部)の建造物で、搗鉱製錬を行った施設である。裏側は傾斜地(山の斜面)に沿っており、階段状に建設される。かつては上屋を設けた建造物であったが、現在は撤去され[1)]、鉄筋コンクリート造の基礎･壁面等を残すのみとする。

(2) 沿革

間ノ山搗鉱場は明治 23(1890)年から建設が着手され、明治 24(1891)年に第一搗鉱場、明治 26(1893)年に第二搗鉱場が完成した[2)]。この搗鉱場にはカルフォルニア式鉄杵搗鉱機を導入したが、この威力は全国から見学者を集め、従来の混汞法を一変させたという[3)]。明治 32(1899)年頃から漸次設備の増設を行ったが、専ら金の採取法として製錬の主要施設としての役割を果たしていた搗鉱混汞法は、明治 34(1901)年に開始された青化製錬法の研究が実用化されると共に、漸次青化製錬法の予備作業となったとされる[4)]。なお、当時の古写真も残されており[5)]、官営時代以来の搗鉱場の姿が明らかとなる。

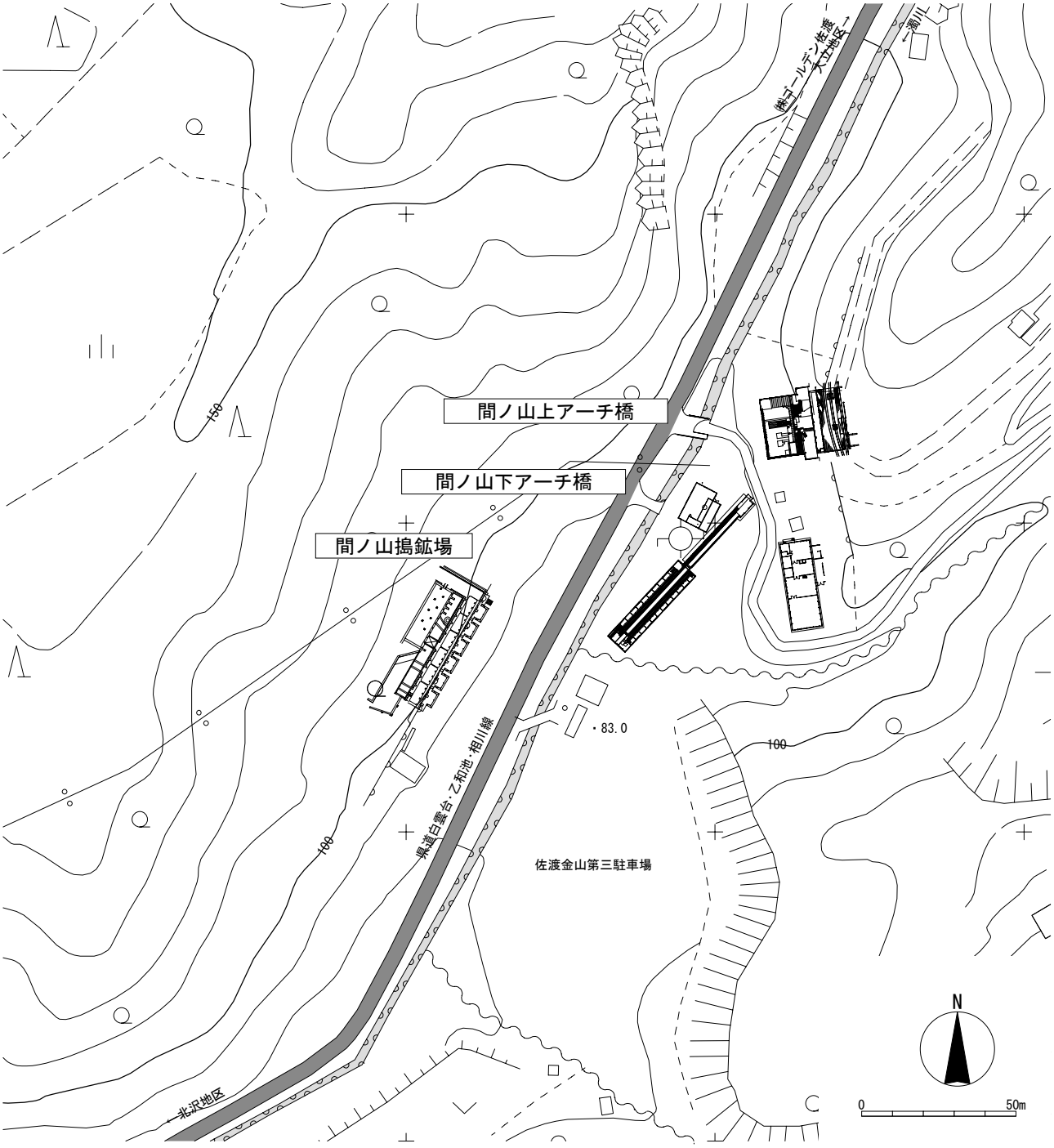
明治 41(1908)年には第一搗鉱場を南側に大きく増設して増産に寄与するも、大正 13(1924)年 1 月 23 日に第一搗鉱場で火災が発生、強風のため

写真4.3.1　間ノ山搗鉱場
外観(南東より)

写真4.3.2　間ノ山搗鉱場　外観(北東より)

写真4.3.3　間ノ山搗鉱場
第1･2層　南東部分(北西より)

写真4.3.4　間ノ山搗鉱場
第1･2層　中央-南東部分(北西より)



間ノ山地区　施設配置図
間ノ山掘鉱場
間ノ山下アーチ橋
間ノ山上アーチ橋

写真4.3.5　間ノ山掻鉱場
第1･2層　北部分(北より)

写真4.3.6　間ノ山掻鉱場
第1･2層　北東部分(南西より)

写真4.3.7　間ノ山掻鉱場
第2層　北西部分内部(北より)

写真4.3.8　間ノ山掻鉱場
第2層　北西部分内部(西より)

写真4.3.9　間ノ山掻鉱場
第2層　北西部分内部(東より)

写真4.3.10　間ノ山掻鉱場　第3層(北より)

写真4.3.11　間ノ山掻鉱場　第3層内部(北西より)

写真4.3.12　間ノ山掻鉱場　第4･5層(北東より)

写真4.3.13　間ノ山掻鉱場　第5層部分詳細(南より)

500坪を全焼、多大な損害を出したとされる[6]。『撈鉱製錬場新設御届』(大正13・1924年)[7]によれば、焼失した撈鉱場の新築願を大正13(1924)年4月10日に東京鉱務署長へ宛てており、同年4月14日に認可を得て、大正14(1925)年に完成した[8]。建設中の古写真[9]も残されており、建て替えた上屋は鉄骨造であったことが判明する。昭和18(1943)年、第二次世界大戦の最中、商工省はそれまでの金の増産政策を廃止し、生産設備、資材、労力は銅、亜鉛、鉛、鉄、石炭の生産に振り分けられ、間ノ山撈鉱場もこれに伴って廃止された[10]。

現存する構造物は『撈鉱製錬場新設御届』及び『撈鉱製錬場一部変更御届』(大正14・1925年)[11]に添付された「撈鉱場設計略圖及配置圖」や古写真等とほぼ同じ状況であることが窺え、大正14(1925)年に建設されたものが基盤になっていると考えられる。

(3) 機能

現状では機械類が撤去され、詳細な製錬工程を追うことは困難な状況にあるが、『撈鉱製錬所新設御届』及び『撈鉱製錬場一部変更御届』に添付された「撈鉱場設計略圖及配置圖」より、大正時代から昭和時代初期に当施設で行われた製錬工程を把握することができる。同図面によれば、製錬の工程は上層から下層へと進み[12]、上から順に鉱倉、スタンプ、分級コーン、コニカルチューブミル、クラッシファイヤー、二重ダンカン(淘汰器)を配していた。但し、これら機械類は、現地表面付近に設置されたもので[13]、現存する構造物の殆どは鉱倉に用いられたと考えられる。

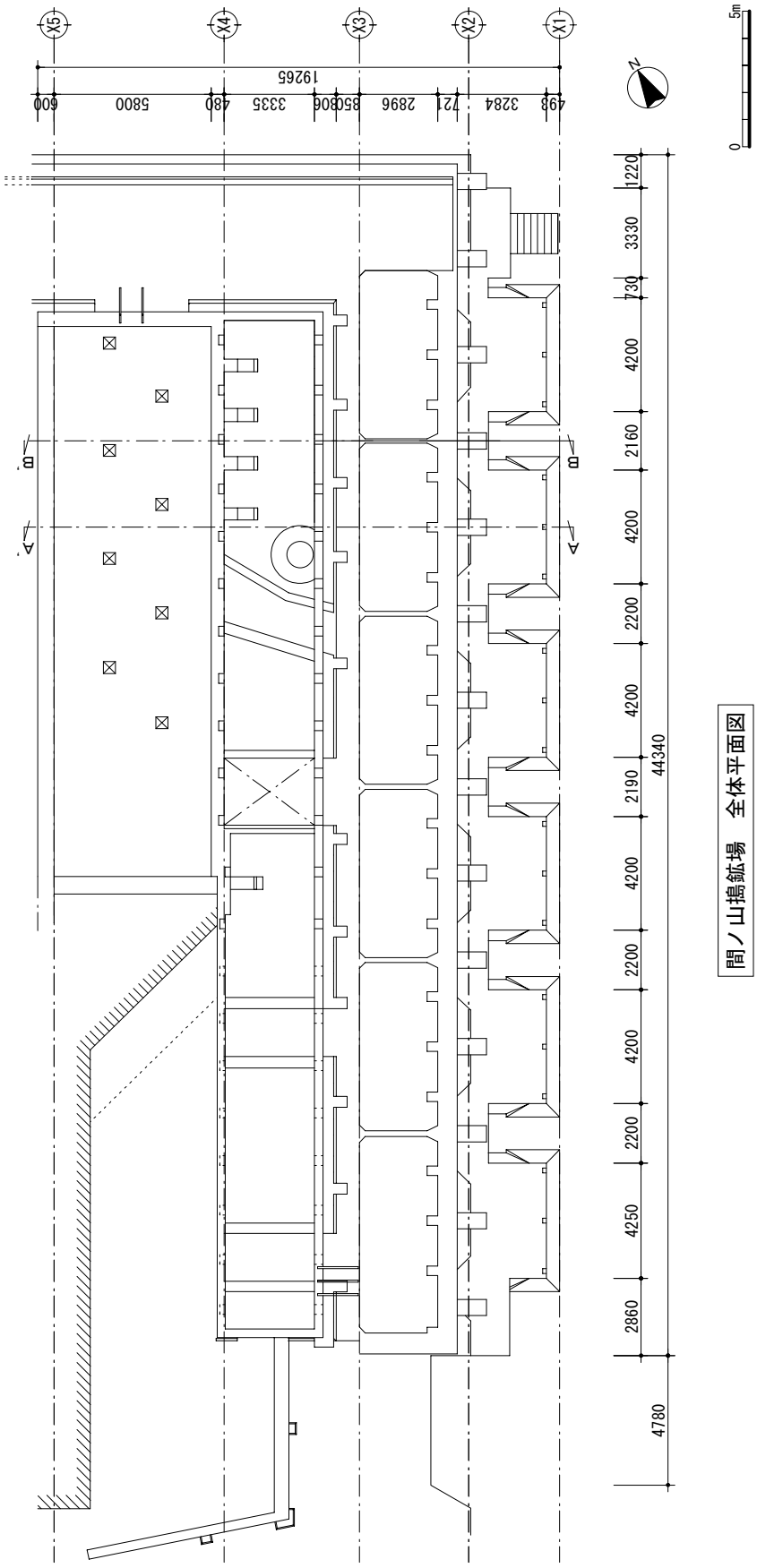
撈鉱製錬では、汰物とアマルガムが生成された。汰物は直接、直島製煉所へ搬出し、アマルガムは分溜炉で水銀を除去した後、大阪製煉所へ搬出した。なお、淘汰作業後に排出される鉱尾は、撈鉱製錬では回収されない金銀が多く含まれたため、これらを木樋によって北沢地区へ運び、より実収率の高い(沈澱・青化)製錬・(浮遊)選鉱を加えて精鉱を回収した。

(4) 建造物の価値

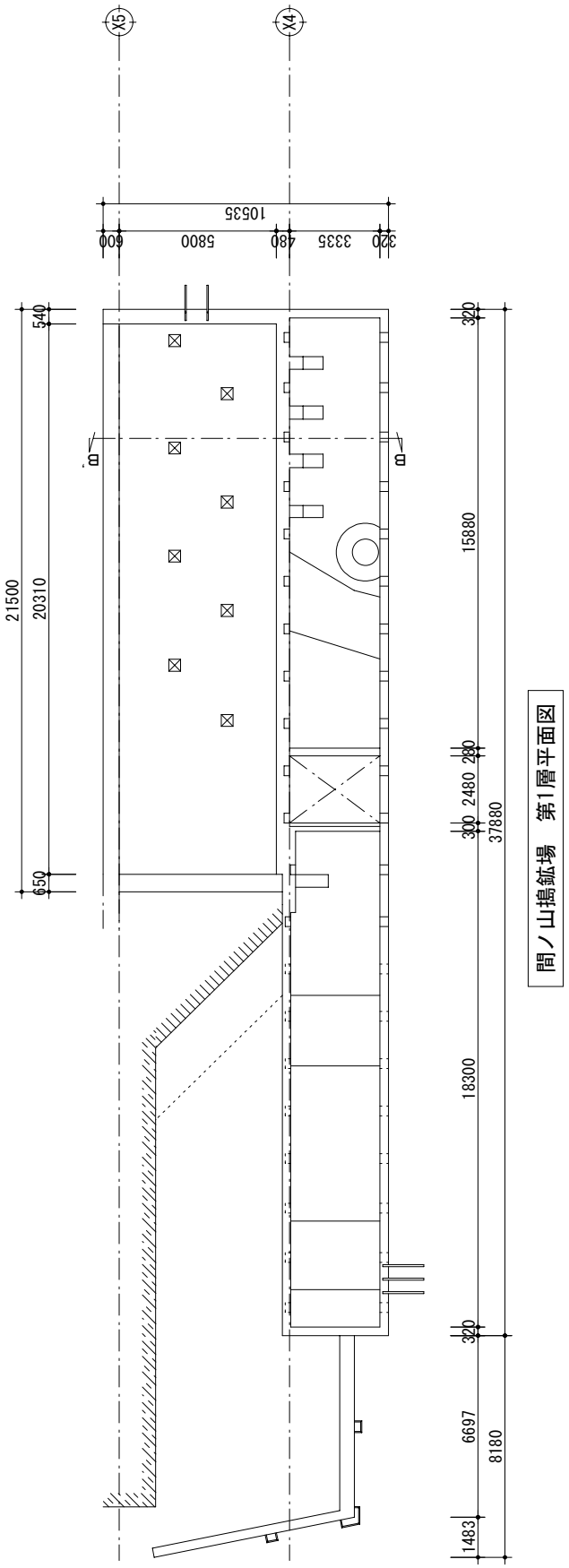
間ノ山撈鉱場は官営時代に建設され、当時の最先端技術である撈鉱製錬を行った施設である。三菱合資会社への払い下げ後も運営を続け、コスト・実収率の優れた新たな選鉱・製錬技術が導入された後も、これらの予備作業として引き継がれた。明治24(1891)年の第一撈鉱場完成から昭和18(1943)年の廃止に至るまで、佐渡鉱山を長期にわたり支えた施設である。

注

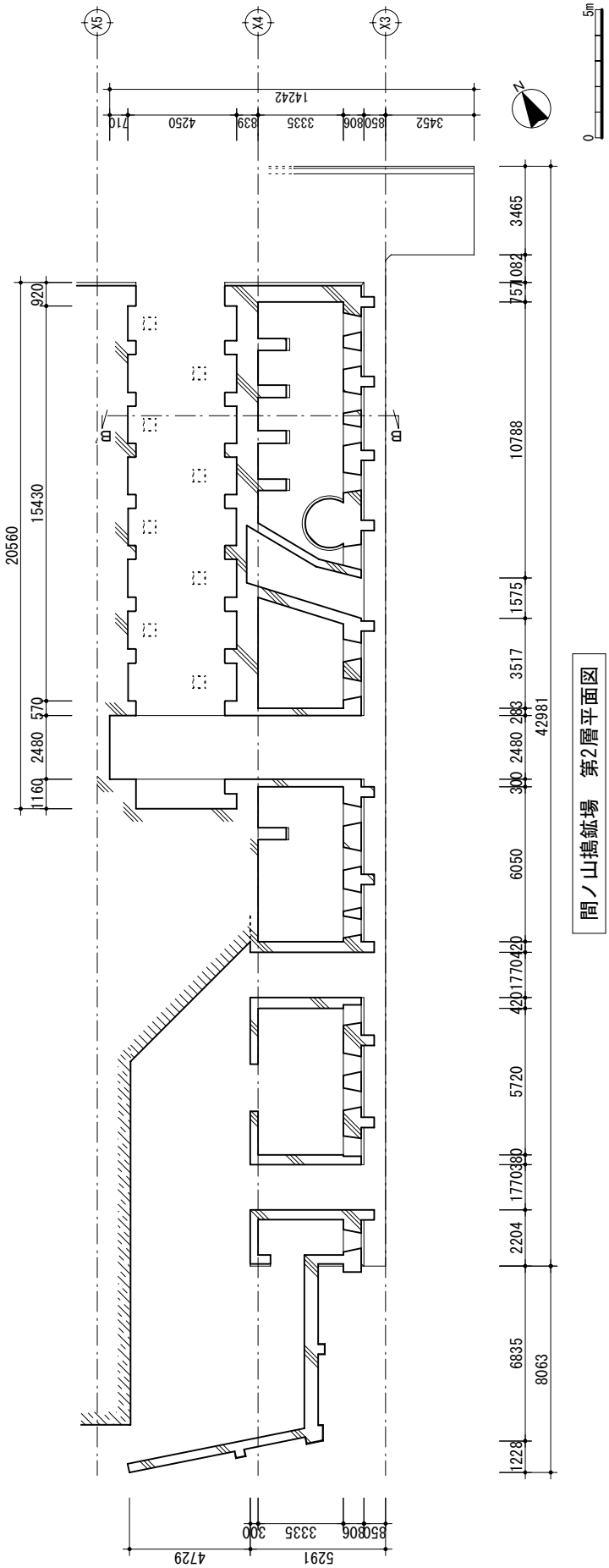
1) 『新潟県－新風土記－』(岩波書店編集部編、岩波写真文庫第256、1958.3)には、上屋撤去後、現地表面に機械基礎が残存していた状況の撈鉱場の写真が掲載され、昭和33(1958)年までには鉄骨造の上屋が撤去されたことが明らかである。
2) 日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、p.291、p.327、1968複製(原本:1930)
なお、第二撈鉱場は現在、高任粗砕場が建つ場所に立地した。大正8(1919)年の廃止に伴い一部が切断され、高任粗砕場建設後に解体・撤去され現存しない。
3) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
4) 注2)、p.291参照。
5) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。間ノ山下アーチ橋(明治37・1904年)建設以前の間ノ山撈鉱場の姿が窺える。
6) 『佐渡鉱山事業報告』、三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1944)、㈱ゴールデン佐渡所蔵
7) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の文書。
8) 注6)参照。
9) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。『撈鉱製錬所新設御届』(大正13・1924年、㈱ゴールデン佐渡所蔵)に添付された「撈鉱場設計略圖及配置圖」と同じ建造物が建設される。
10) 三菱鉱業セメント㈱編刊:『三菱鉱業社史』、p.435、1976.6
11) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の文書。『撈鉱製錬場新設御届』で申請・認可された内容の一部変更を届出た書類であり、平面図の内容は当書類に添付されたものが実施に近いと考えた。
12) このため、本書の図面・写真では上層を第1層とし、順に階層を下げて説明を行う。
13) 注1)参照。



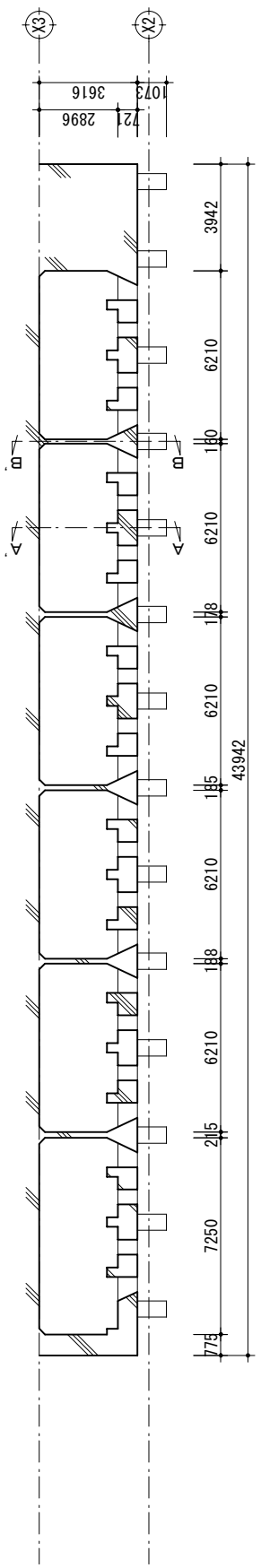
間ノ山搗鉱場　全体平面図



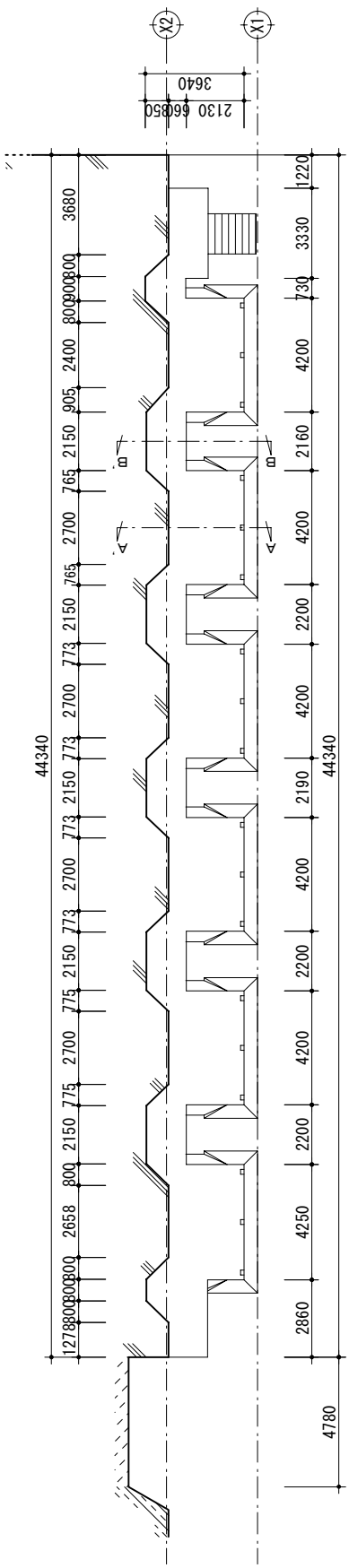
間ノ山掘鉱場　第1層平面図



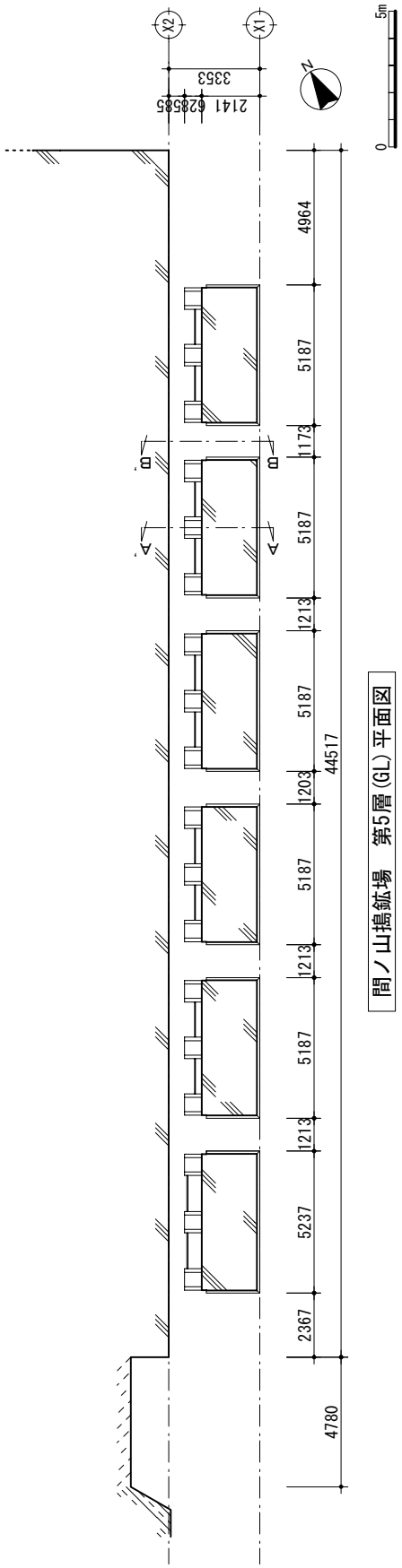
間ノ山掘鉱場　第2層平面図



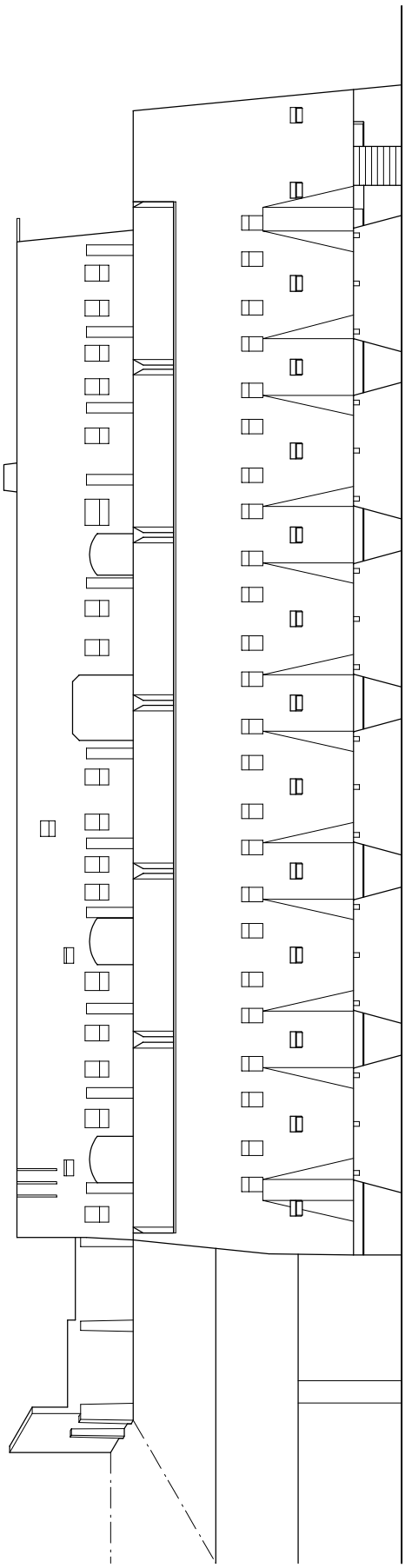
間ノ山搗鉱場　第3層平面図



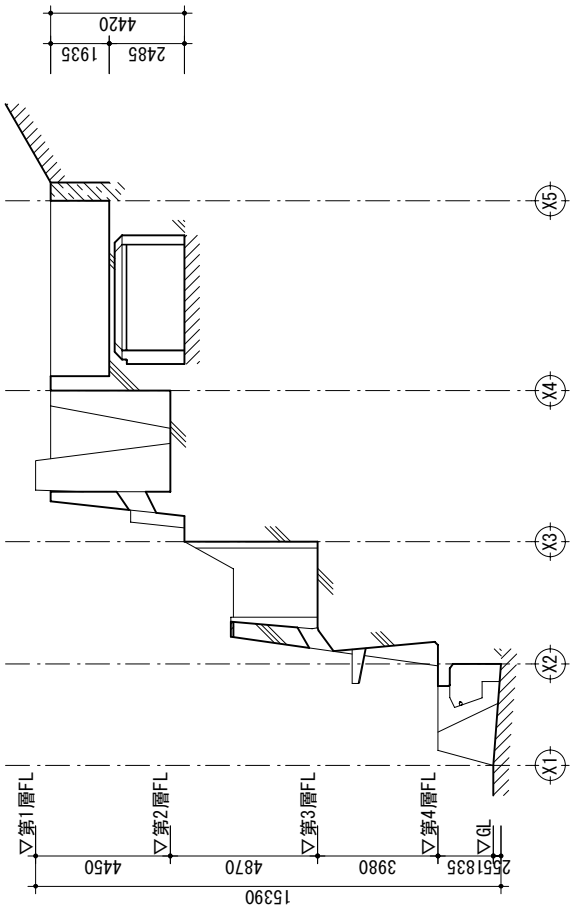
間ノ山搗鉱場　第4層平面図



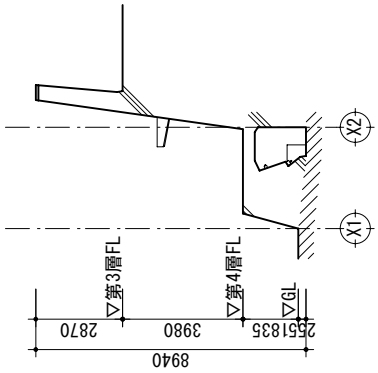
間ノ山搗鉱場　第5層(GL)平面図



間ノ山捣鉱場　南側立面図



間ノ山捣鉱場　B－B'断面図



間ノ山捣鉱場　A－A'断面図

2. 間ノ山下アーチ橋

(1) 立地･沿革

間ノ山下アーチ橋は相川の鉱山地区及び中心市街地を流れる濁川の中流部に架かる石造の単アーチ橋である。周辺一帯は間ノ山地区と呼ばれ、明治時代から多くの鉱山施設群を配した。濁川右岸には県道白雲台･乙和池･相川線、左岸には旧佐渡鉱山の施設群が立地しており、この往来には上流の上アーチ橋を使用するが、古写真[1)]によれば、かつては数基の木造橋、石造単アーチ橋が設けられ、この用途を担っていたことがわかる。現在、間ノ山地区には石造単アーチ橋が近接して2基残存しており、当アーチ橋は下流側のものとなる。

アーチ内壁には「佐渡鑛山　卅七年十一月」と記された銘板が埋め込まれており、建設年代を示すものと考えられる。元号の記述は無いが、間ノ山第二揚鉱場[2)]と同時に撮影される古写真[3)]が確認できることから、銘板の記述は明治37(1904)年を指すと考えられる。

(2) 建造物の概要

当アーチ橋は袂を中心線より外側へ広げる形状(左岸下流側を除く)となっており、橋長は約10.3m､橋幅は左岸側が約5.2m､右岸側が約10.0m[4)]、最小幅は約3.3mとする｡天端は土砂により被覆されており、高欄、地覆は共に確認できない。

アーチの径間は約3.8m、拱矢は約2.7mとし、天端は土砂の堆積で正確な勾配は不明だが、概ね水平とする。上流側壁面はねじれがない曲面で構成され、傾斜角度が約82°とする。下流側壁面はねじれのある曲面で構成され、岸側の傾斜角度が約80°、中央付近の傾斜角度が約84°とする。輪石は上辺約1尺、下辺約8寸、高さ約1尺2寸の切石を使用し､表面をルスティカ風に仕上げる。要石の寸法も輪石とほぼ同形状とする。壁石は5寸～2尺程度の雑割石を乱積とする。

目地幅は輪石同士の間が1㎝程度、壁石同士の間が4～8㎝程度とし､目地材にはモルタルが使用される。平目地･山目地が混在するが、補修による

写真4.3.14　間ノ山下アーチ橋　外観(南西より)

写真4.3.15　間ノ山下アーチ橋　外観(北より)

写真4.3.16　間ノ山下アーチ橋　橋梁天端(西より)

写真4.3.17　間ノ山下アーチ橋　銘板(西より)

相違と考えられ、明確な意匠的意図は見受けられない。

目地材が剥離した箇所の観察によれば、内部には骨材の混じる締め固められた土砂が充填されており、この土砂はおそらく石灰で固められた「たたき」と推測される。佐渡鉱山における鉄筋コンクリート造普及以前の土木構造物には「人造石工法」[5]が用いられたと考えられる。

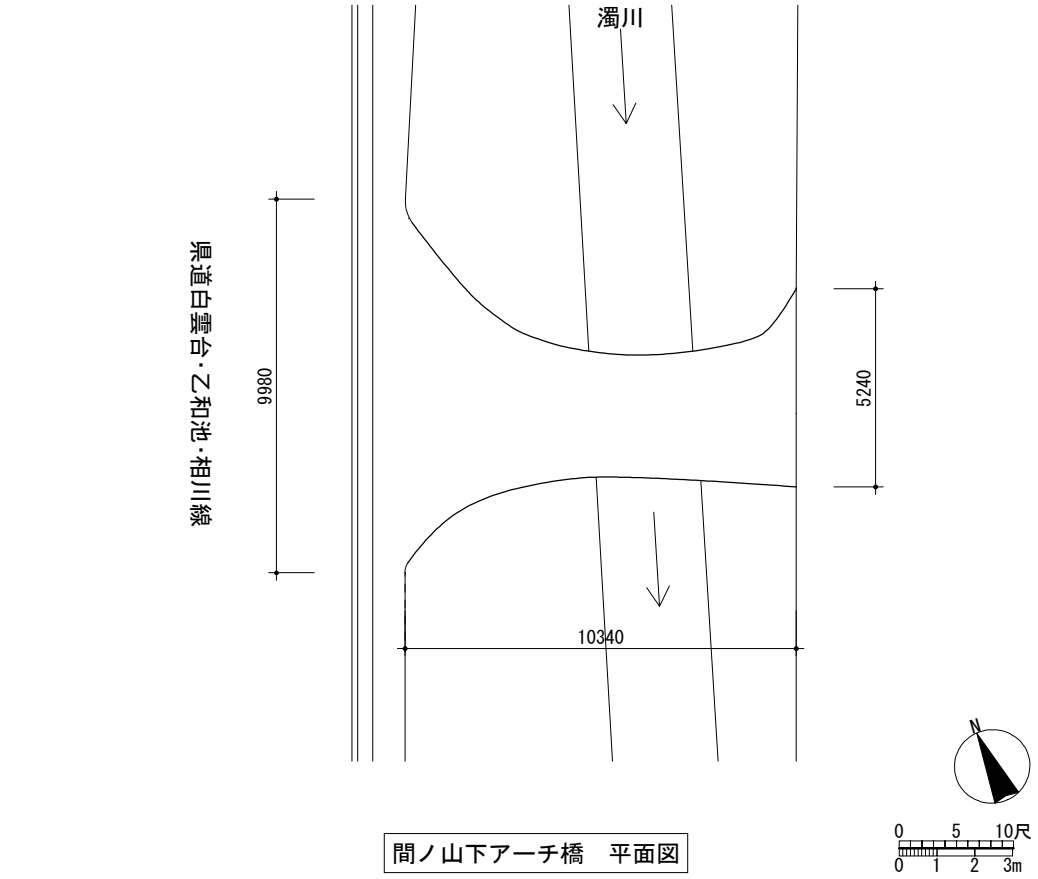
実際、同工法は佐渡鉱山で使用する需要資材（石炭等）の荷揚げ港として構築された大間港の護岸に使用されたことが明らかであり[6]、古写真では河川護岸や鉱車の橋脚、現在でも濁川の護岸、河床等に人造石工法の特徴[7]が確認できる。当アーチ橋も「人造石工法」の特徴をよくあらわすもので、同工法によって施工された可能性が高く、建設年代と考えられる明治 37（1904）年は、全国で「人造石工法」が広く使用された年代とよく整合するものである。

(3) 建造物の価値

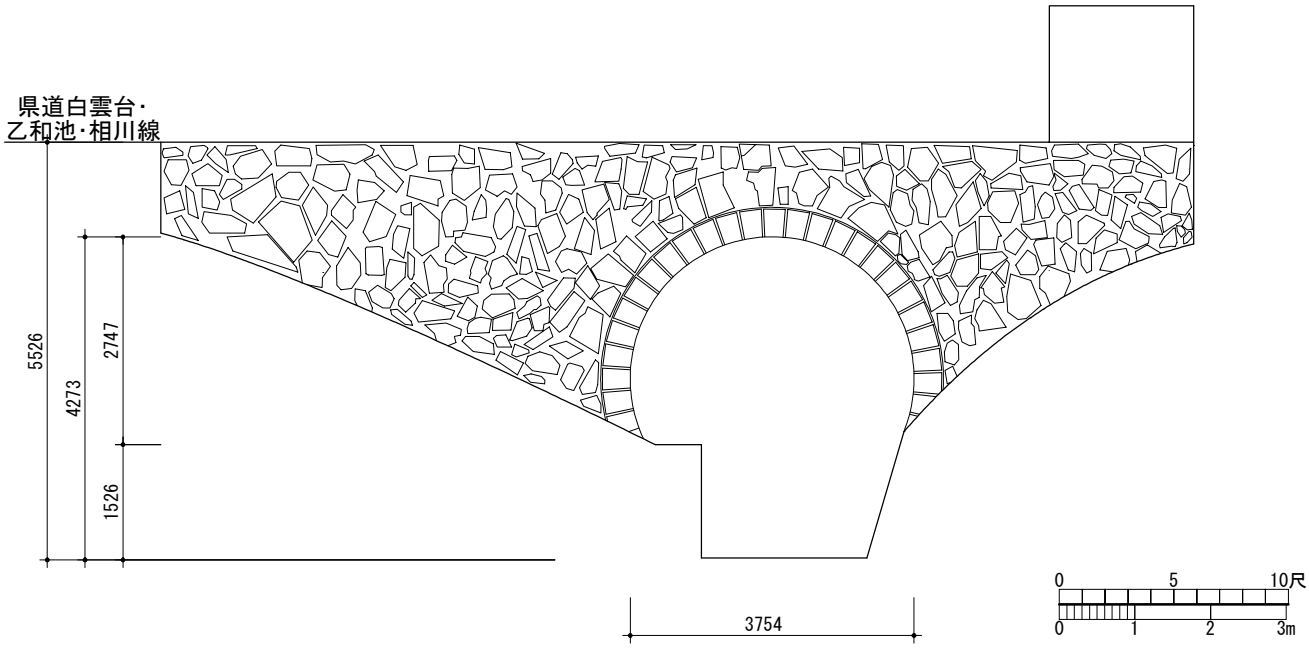
間ノ山下アーチ橋は、本体に埋め込まれた銘板及び古写真より明治 37（1904）年の建設と考えられる。明治 30（1897）年代に全国で広く使用され、佐渡鉱山でも施工例のある「人造石工法」の特徴をよくあらわすもので、表面石積の大部分が原形を留めている。

注

1) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。
2) 高任粗砕場の前身建物で、明治 26（1893）年に完成。大正 8（1919）年の廃止に伴い一部が切断され、高任粗砕場建設後に解体・撤去され現存しない。
3) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。ガラス乾板が現存する。
4) 橋幅の実測値は最大幅とする。但し、一部石積の末端が土を被覆しており、正確な平面形状は把握できなかったため若干の誤差がある。
5) 人造石工法は明治 10（1877）年代に開発され、コンクリート工法が普及・定着するまでの土木工法として、明治 30（1897）年代に全国で広く使用された。同工法は在来技術の 1 つである「たたき」を干拓堤防や河川護岸等の土木工事に応用したもので、明治時代に入って、水路・堰堤・護岸・水門等の大規模な近代土木構造物が増えるに従い、これらの要求にこたえて、広く用いられるようになったとされる。水密性の高い堅固な張石層が形成されると共に、従来の石垣や張石と比べ、曲線断面の構築も比較的容易という利点があった。施工例として代表的なものに、四日市旧港防波堤（潮吹き堤防、三重県四日市市、重要文化財）が挙げられる。なお、人造石工法については、下記資料を参考とする。
   飯塚一雄：「人造石（たたき）工法による明治期土木構築物」、『日本の産業遺産－産業考古学研究－』、玉川大学出版部、1986. 3
   天野武弘、早川恭子：「愛知県による人造石工事とその産業遺産」、「愛知県史研究」第 8 号、2004. 3
6) 大間港の築港は「数回波浪のために挫折した」（麓三郎：『佐渡金銀山史話』、佐渡金属工業㈱、1956、1973 増補）とされるが、明治 23（1890）年から同 24（1891）年にかけて、人造石（たたき）工法の開発者である服部長七を招聘し、同工法によって護岸工事が進められ、明治 25（1892）年に完成した。
7) 人造石工法において、内部に充填されるたたき練土は石垣の目地塗りのような補助的使用ではなく、割石相互の間に充填され、2 寸から 3 寸程度の厚さを持つ。いわば練土の中に天然石が浮いている形となる。このため、人造石工法の表面張石は石材同士が接合せず、幅広い目地を見せることになる。なお、人造石工法は「目塗り」と呼ばれる目地モルタルの塗り直しを定期的に行って維持管理されることが通例とされるため、目地材は建設年代の指標とは成り難いと考えられる。



間ノ山下アーチ橋　平面図



間ノ山下アーチ橋　南側立面図

3. 間ノ山上アーチ橋

(1) 立地

間ノ山上アーチ橋は相川の鉱山地区及び中心市街地を流れる濁川の中流部に架かる石造の単アーチ橋である。周辺一帯は間ノ山地区と呼ばれ、明治時代から多くの鉱山施設群を配した。濁川右岸には県道白雲台･乙和池･相川線、左岸には旧佐渡鉱山の選鉱施設群が立地しており、同橋梁はこれらの土地を車道で繋ぐ役割を担っている。現在、間ノ山地区には石造単アーチ橋が近接して 2 基残存しており、当アーチ橋は上流側のものとなる。

(2) 建造物の概要

当アーチ橋は濁川を斜めに横断する斜橋構造となっており [1)]、左岸側橋詰は右岸側橋詰より約 2.6m 側に設けられる。橋長は約 8m（上流側約 6.6m、下流側約 9.5m）、幅員は約 6.5m とする。橋梁天端はアスファルト舗装されており、転落防止の柵が設けられる。

アーチの径間は約 4.1m、拱矢は約 1.8m とし、天端は左岸側が右岸側より高い約 9.5%勾配の坂路となる。壁面はねじれのある曲面で構成されており、岸側の傾斜角度が約 75°、中央付近の傾斜角度が約 84°とする。輪石は上辺約 1 尺、下辺約 9 寸、高さ約 1 尺の切石を用い、表面はルスティカ風の仕上げとする。要石は輪石の倍程の高さを持つものを用い、表面をびしゃん仕上げとする。壁石は 5 寸～1 尺 5 寸程度の雑割石を乱積とする。

目地幅は輪石同士の間が 2 ㎝程度、壁石同士の間が 4 ㎝程度とし、目地材にはモルタルが使用される。平目地･山目地が混在するが、補修による相違と考えられ、明確な意匠的意図は見受けられない。

目地材が剥離した箇所の観察によれば、内部には骨材が混じる、締め固められた土砂が充填されており、この土砂はおそらく石灰で固められた「たたき」と推測される。当アーチ橋は間ノ山下アーチ橋と同様に「人造石工法」[2)]の特徴をあらわしてお

写真4.3.18　間ノ山上アーチ橋　外観（南より）

写真4.3.19　間ノ山上アーチ橋　外観（北西より）

写真4.3.20　間ノ山上アーチ橋　橋梁天端（西より）

写真4.3.21　間ノ山上アーチ橋
キーストーン詳細（南より）

り、同工法によって施工された可能性が考えられる。

(3) 建設年代の考察

間ノ山上アーチ橋の建設年代を示す一次資料は確認できなかったが、古写真の時代を追うことで、凡その建設年代を推測できた。間ノ山第二掲鉱場[3]が撮影される古写真[4]では、上流・下流共に石造単アーチ橋が確認できず、木造橋が位置する。これより時代の降った古写真[5]では、間ノ山第二掲鉱場が存在しながらも、上流・下流共に石造単アーチ橋に変更された状態が確認できる。以上により、間ノ山上アーチ橋は、明治 26(1893)年以降、遅くとも高任粗砕場が建築される昭和 12(1937)年頃までに建設されたものと明らかである。

但し、建設技術の観点から、間ノ山下アーチ橋(明治 37・1904 建設)に比して、キーストーンの形状が発達していることから、これより若干時代の降った明治時代末期以降の建設と考えるのが妥当であろう。

(4) 建造物の価値

間ノ山上アーチ橋は、古写真によって明治時代末期(明治 37・1904 年以降)～昭和時代初期(昭和 12・1937 年頃)の建設と考えられ、表面の石積の大部分が原形を留めている。濁川によって隔てられた山道と鉱山施設一帯との往来に用いられた橋梁であり、鉱山内における重要な交通施設のうち現存する数少ないものの一つといえ、現役の橋梁として使用されていることは特筆に値するであろう。

注

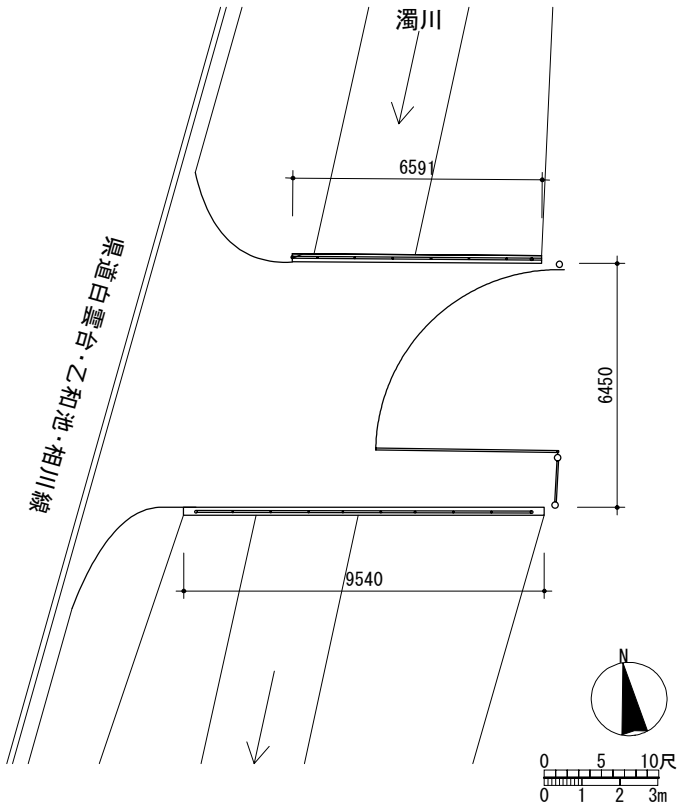
1) 橋全体が濁川の流れに対して斜めに設けられる一方、アーチ部分は濁川と平行に設けられているため、河川の流路の変遷などにより結果的に斜めに交差したとは考え難く、建設当初から何らかの意図によって斜橋構造を採ったと考えられる。

2) 人造石工法は明治 10(1877)年代に開発され、コンクリート工法が普及・定着するまでの土木工法として、明治 30(1897)年代に全国で広く使用された。同工法は在来技術の 1 つである「たたき」を干拓堤防や河川護岸等の土木工事に応用したもので、明治時代に入って、水路・堰堤・護岸・水門等の大規模な近代土木構造物が増えるに従い、これらの要求にこたえて、広く用いられるようになったとされる。水密性の高い堅固な張石層が形成されると共に、従来の石垣や張石と比べ、曲線断面の構築も比較的容易という利点があった。施工例として代表的なものに、四日市旧港防波堤(潮吹き堤防、三重県四日市市、重要文化財)が挙げられる。なお、人造石工法については、下記資料を参考とする。
飯塚一雄:「人造石(たたき)工法による明治期土木構築物」、『日本の産業遺産－産業考古学研究－』、玉川大学出版部、1986. 3
天野武弘、早川恭子:「愛知県による人造石工事とその産業遺産」、「愛知県史研究」第 8 号、2004. 3。

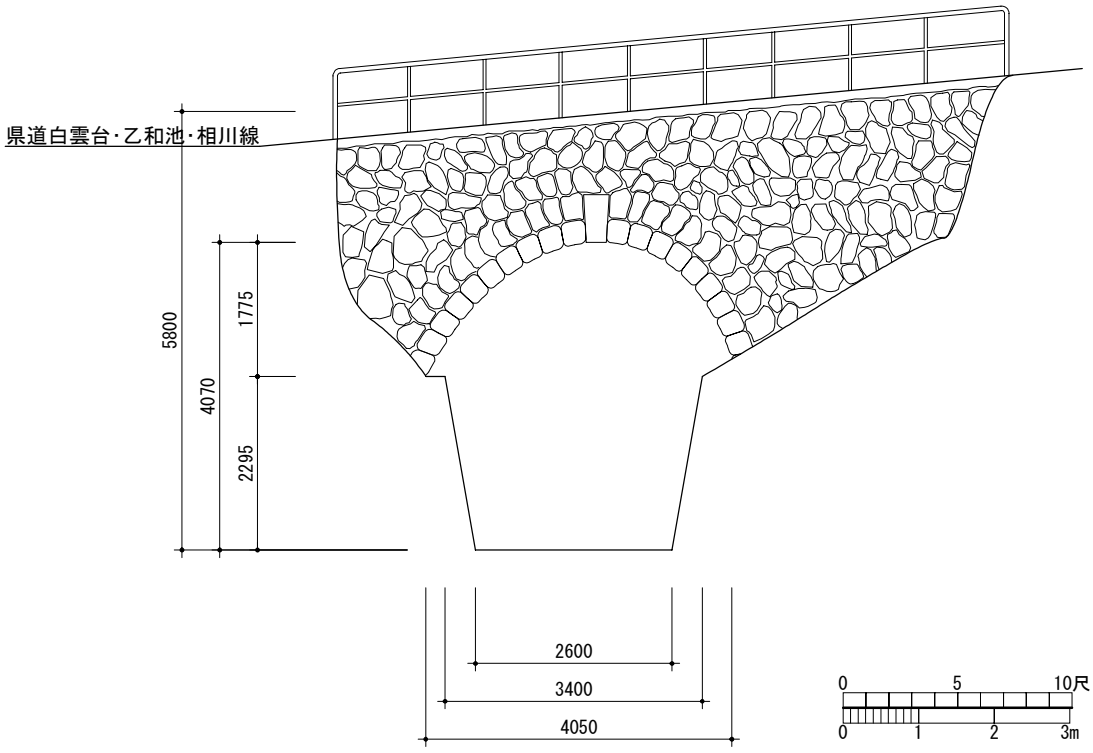
3) 高任粗砕場の前身建物で、明治 26(1893)年に完成。大正 8(1919)年の廃止に伴い一部が切断され、高任粗砕場建設後に解体・撤去され現存しない。

4) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。

5) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。ガラス乾板が現存する。



間ノ山上アーチ橋　平面図



間ノ山上アーチ橋　南側立面図

4. 諏訪隧道･神明トンネル

(1) 立地･沿革

昭和 13(1938)年、「重要鉱物増産法」が公布され、佐渡鉱山でも増産計画が進んだ。これに伴って同年、佐渡鉱山では高任粗砕場、容量 2,500t の高任貯鉱舎等を建設したとされる[1)]。高任貯鉱舎は一次破砕された鉱石を貯える施設で、貯えられた鉱石は、同建物の基礎部を通る鉱車軌道によって北沢地区へと運搬されていた。

高任貯鉱舎から北沢地区までの鉱車軌道は濁川左岸に設けられ、軌道上には 2 箇所のトンネルが穿たれている。周辺一帯の山裾と濁川の河岸は大きく屈曲している場所があるため、軌道を直線的に敷設し、運搬を円滑に行うためには山裾を貫通するトンネルの有用性が高かったと考えられる。

軌道の敷設年代や鉱車用トンネルの建設経緯を明確に示す資料は確認できなかったが、昭和 14(1939)年の「相川町地形図」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」･新潟県指定文化財)には、上手側のトンネルが示され、「諏訪隧道」と記される。また、作

写真4.3.22　石垣上の鉱車軌道(南西より)

写真4.3.23　鉱車軌道鉄骨軸部(西より)

写真4.3.24　諏訪隧道
上手側(東面)開口部(北東より)

写真4.3.25　諏訪隧道
下手側(西面)開口部(南西より)

写真4.3.26　諏訪隧道
内部　上手側開口部付近
(北東より)

写真4.3.27　諏訪隧道
内部　上手側
コンクリート-岩盤変更部(北東より)

写真4.3.28　諏訪隧道
内部　下手側開口部付近
(北東より)

間ノ山地区　施設配置図
諏訪隧道
神明トンネル

図年代は記されていないが、鉱山施設の配置から昭和 13(1938)年～15(1940)年頃に描かれたと考えられる「相川町地形圖」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)には、下手側のトンネルが示され、「神明トンネル」と記される。

2 つの鉱車用トンネルは「相川町地形地図」が描かれた昭和 14(1939)年には既に建設されていたと考えて差し支え無い。

(2) 建造物の概要

a. 高任貯鉱舎から諏訪隧道までの軌道

高任貯鉱舎より諏訪隧道までの軌道の一部は石垣の上に敷設されているが、濁川の支流に差し掛かった部分では石垣が一旦切断されており、鉄骨の軸部を組んだ上にレールを乗せていた。濁川の支流上に鉱車軌道を渡すために設けられた鉄骨軸部は、石垣の間、約 6.0m に架け渡される。石垣高さは地表面から頂部まで約 1.8m とする。鉄骨軸部は 70 ㎜×150 ㎜の溝型鋼で構成され、頂部に 90 ㎜×200 ㎜の溝型鋼を乗せる。現在、軌道は撤去されているが、石垣及び溝型鋼の頂部をほぼ水平に揃えており、ここに軌道が敷設されていたと考えられる。なお、軌道の直下部はコンクリート製の側溝を設置できる構造としていたが、現在は鋼材の破損によって殆どが落下した状態であった。

b. 諏訪隧道

諏訪隧道 300m(直線距離)下手に上手側開口部が設けられ、北東から南西へ貫通する。

開口部は上手側、下手側共に巾約 3m、高さ約 3.1m の馬蹄形アーチとし、開口部の両脇は山の斜面に自然石の石垣を積む。トンネルの全長は約 101m で、上手側開口部から約 51.4m、下手側開口部から約 8.8m は、内部をコンクリートで補強する[2)]が、中間部約 41.1m は岩盤を掘削したままの状態とする。内部にはコンクリートを打設した際の堰板の跡が確認できる。痕跡によれば、円弧は巾 2～3 寸程度の小巾板を堰板に用い、これより下部の壁面は巾 7～8 寸程度の巾広板を堰板に用いたことがわかる。長さはいずれも 6 尺程度を継目としていた。軌道は既に撤去されているが、中央には排水溝が確認された。但し、上手側の排水溝は土砂で埋まった状態とする。

写真4.3.29　神明トンネル
上手側(東面)開口部(東より)

写真4.3.30　神明トンネル
下手側(西面)開口部(西より)

写真4.3.31　神明トンネル
内部　上手側
開口部付近(東より)

写真4.3.32　神明トンネル
内部　上手側
コンクリート-岩盤変更部(西より)

写真4.3.33　神明トンネル
内部　下手側
コンクリート-岩盤変更部(東より)

c. 神明トンネル

神明トンネルは、諏訪隧道上手側開口部から更に約 400m(直線距離)下手に上手側開口部が設けられ、東から西へ貫通する。

開口部は上手側を巾約3m、高さ約2.3mとする。下手側は巾を上手側と同じ約3mとするが、高さは3.7mと高い。開口部の両脇は山の斜面に自然石の石垣を積む。全長は約78.7mで、上手側開口部から約6m、下手側開口部から約17.2mは、内部をコンクリートで補強するが、中間部約55.5mは岩盤を掘削したままの状態とする。内部では上手側から約2/3の地点付近で、地表面の土砂に落差が確認できる。落差は大きく切り立った状態で、当初から同じ状況では軌道が敷設できないため、落差地点より上手側は何らかの理由で土砂が流れ込んだものと考えられる。内部にはコンクリートを打設した際の堰板の跡が確認できる。堰板の痕跡は諏訪隧道とほぼ同じ状況で、同時期の打設と考えて差し支え無い。

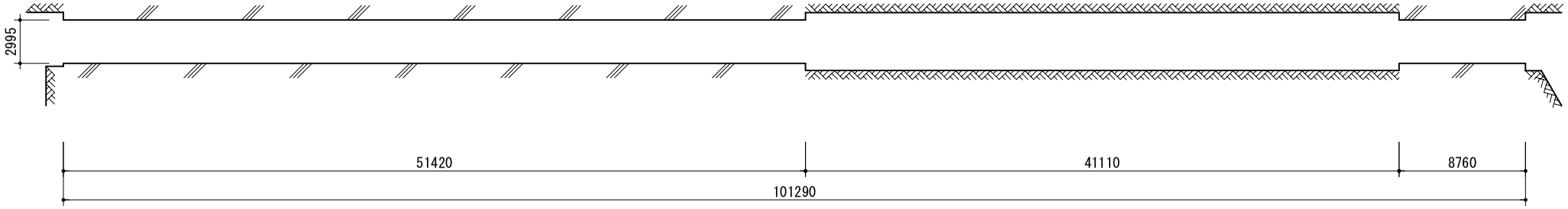
(3) 建造物の価値

諏訪隧道及び神明トンネルは、破砕が行われた鉱石を北沢地区の選鉱・製錬施設へ送る鉱車軌道上に位置する。鉱山における運搬施設は、採鉱・選鉱・製錬施設を繋ぐ重要な役割を担っており、当トンネルは、その運搬効率の向上を図ったものである。

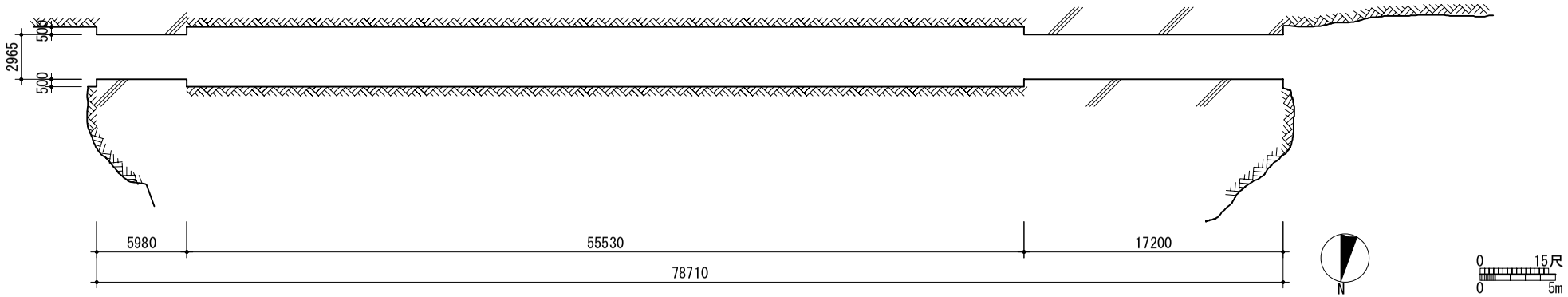
坑外における鉱車軌道の多くが撤去された現在、旧佐渡鉱山における運搬敷設の存在を示す数少ない現存資料として貴重な施設といえるだろう。

注

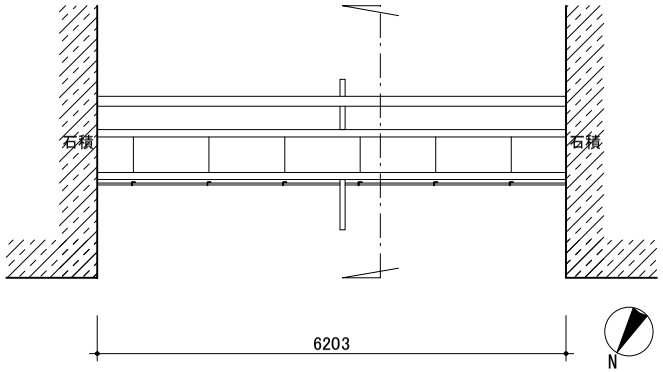
1) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
2) 開口部と同じ馬蹄形アーチとする。



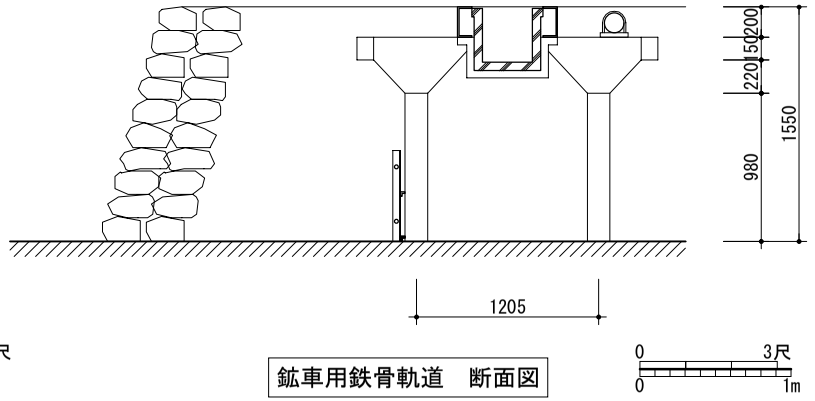
諏訪隧道　平面図



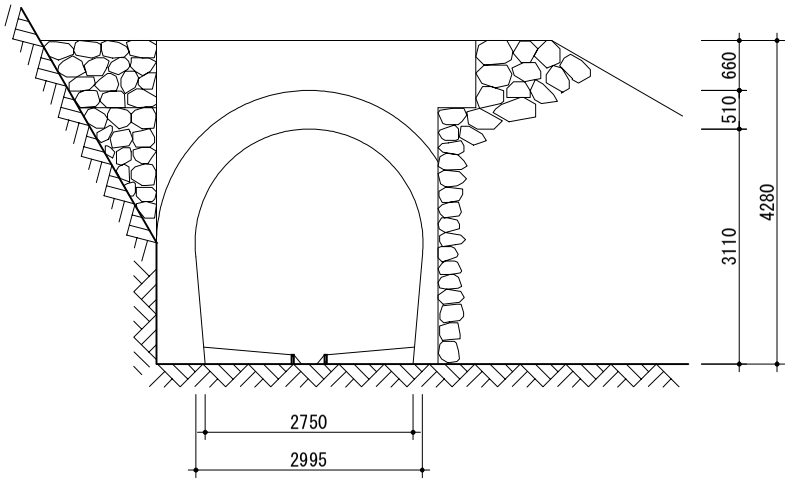
神明トンネル　平面図



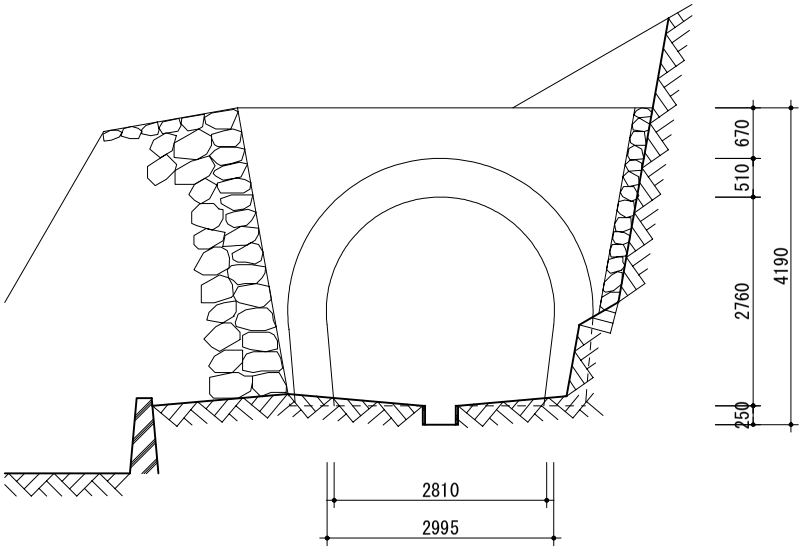
鉱車用鉄骨軌道　平面図



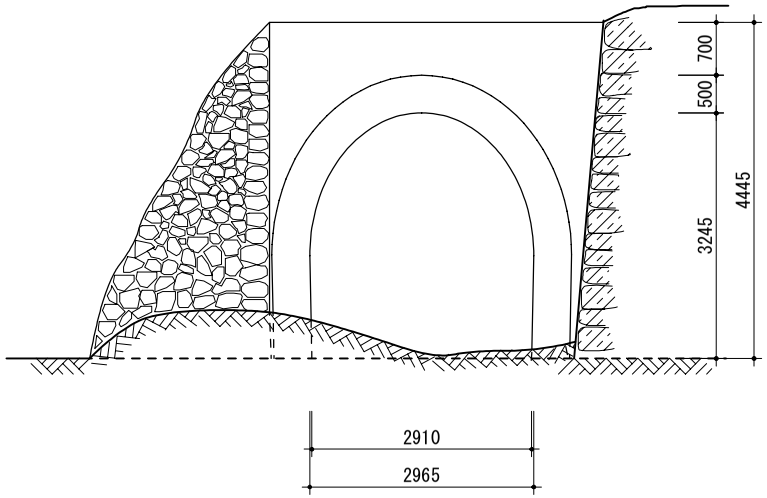
鉱車用鉄骨軌道　断面図



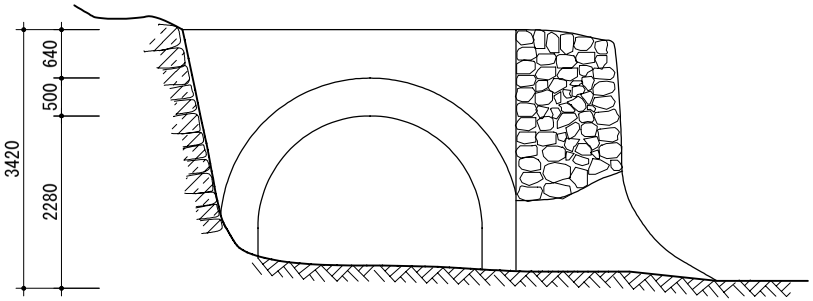
諏訪隧道　上手側(東面)開口部立面図



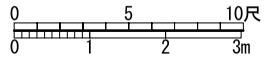
諏訪隧道　下手側(西面)開口部立面図



神明トンネル　上手側(東面)開口部立面図



神明トンネル　下手側(西面)開口部立面図



第 4 節　北沢地区

1. 旧北沢青化･浮選鉱所

(1) 立地･沿革

旧北沢青化･浮選鉱所は､北沢地区の濁川左岸から尾根頂上までの斜面全体に渡って建設された一連の選鉱･製錬施設で、全体の規模は東西(間口)約 138m、南北(奥行)約 98m、高さ約 33m(現地表面～構造物最上部)とする。現在、上屋は撤去され、現存する構造物の多くは石造構造物となっており、一部に鉄筋コンクリート造の壁体が確認されるが、その大半が土砂に覆われた状況である。

佐渡鉱山における明治時代初期の製錬施設については､明治 12(1879)年～明治 14(1881)年頃に描かれた『新潟県管轄佐渡国雑太郡相川金銀山製錬所建物一覧全図』[1)]によって窺うことができる。この頃、既に北沢地区が佐渡鉱山における製錬の拠点であったことが窺えるものの、未だ北沢地区谷間南面の傾斜地形を利用した建造物が確認できない。明治 23(1890)年の『佐渡国鉱山製銀所之図』には、銀及び銅の淘汰場が北沢地区の谷間の地形を利用して階段状に建設された状況が描かれており、この頃までには北沢地区に多数の製錬施設が建設されたことが明らかである。

文献によれば、明治 23(1890)年、間ノ山搗鉱(とうこう)場で行われた製錬で排出される鉱尾に沈澱製錬法(キス法)を適用し遺利を収めたことを受けて、明治 24(1891)年に金銀の増収を目的として沈澱製

写真4.4.1　旧北沢青化･浮選鉱所　俯瞰(北東より)

写真4.4.2　旧北沢青化･浮選鉱所　外観(北西より)

写真4.4.3　旧北沢青化･浮選鉱所
第1層東側[分級](北東より)

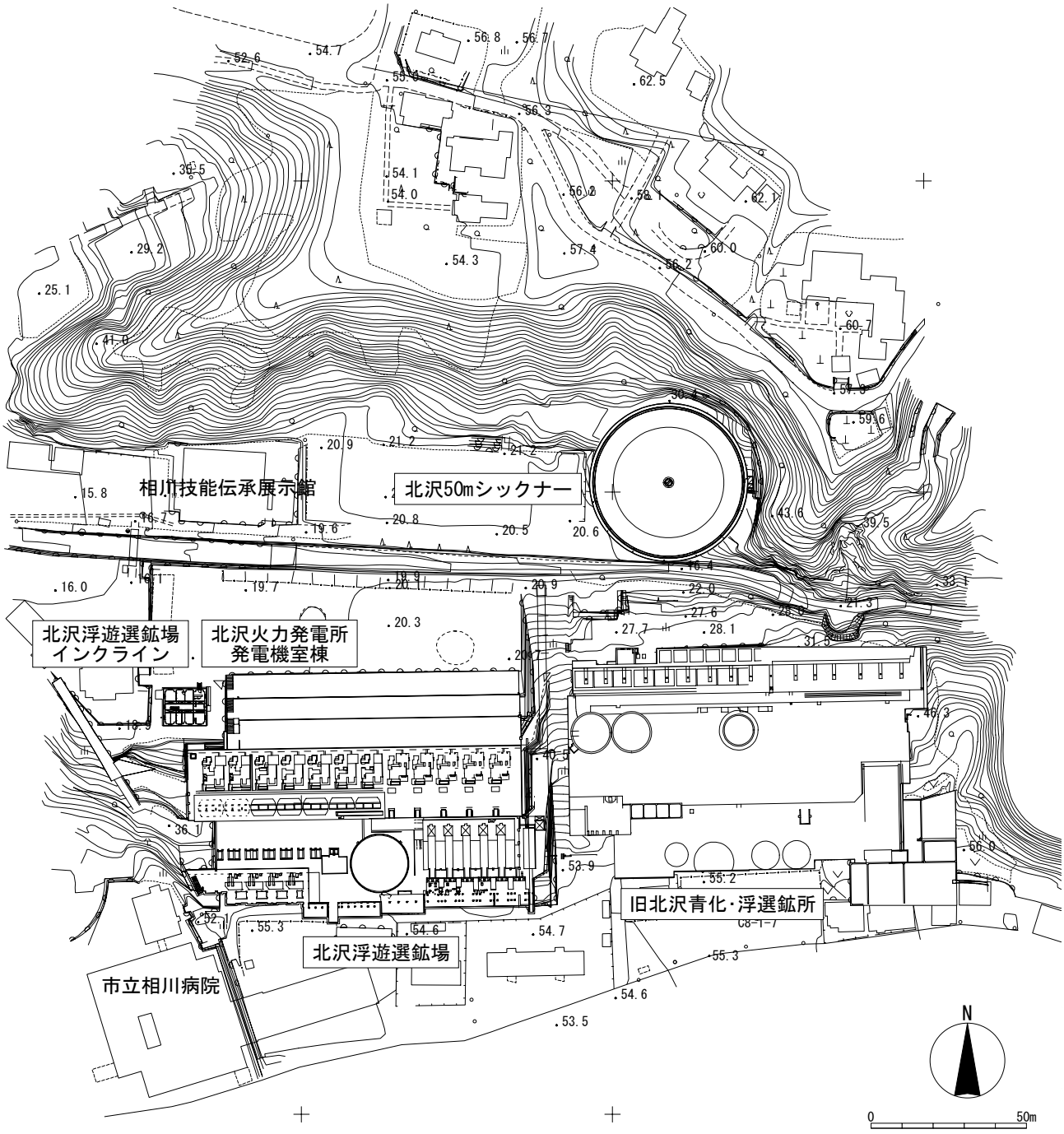
写真4.4.4　旧北沢青化･浮選鉱所
第1層中央部シックナー跡(東より)

写真4.4.5　旧北沢青化･浮選鉱所
第1層西側[上鉱処理](南西より)

写真4.4.6　旧北沢青化･浮選鉱所
第2層より第1層を見る(北西より)

写真4.4.7　旧北沢青化･浮選鉱所
第2層中央部シックナー(南東より)

写真4.4.8　旧北沢青化･浮選鉱所
第2層西側シックナー(南より)



北沢地区　施設配置図
北沢浮遊選鉱場
旧北沢青化･浮選鉱所
北沢浮遊選鉱場インクライン
北沢50mシックナー
北沢火力発電所発電機室棟

錬所(極貧鉱処理)建設に着手し、翌 25(1892)年に完工したとされる[2]。この沈澱製錬所(極貧鉱処理)が現在の旧北沢青化・浮選鉱所に関連する施設とみるのが妥当で、当施設は明治 20(1887)年代には現在見られる建造物の基盤を整えたと考えられる。

明治 34(1901)年からは、当時の国内で普及し始めた青化製錬法の研究が開始された。この結果、青化製錬法の有利さが確認されたため、明治 37(1904)年に沈澱製錬法及び混渫(こんこう)製錬法が廃止され、青化製錬法に切り替えられたとされる[3]。「新旧製錬場配置図」(明治 39・1906 年)[4]によれば、当施設を「青化場」と示しており、この頃までに当施設で行われた製錬方法が変更されたと考えて差し支えない。

昭和 7(1932)年、佐渡鉱山では浮遊選鉱法を採用することとなったため、当施設を後に建設を行う北沢浮遊選鉱場のパイロットプラントとして操業を開始した。昭和時代初期における当施設は、北沢青化・浮選鉱所と呼称されており[5]、青化製錬・浮遊選鉱の双方が行われたと考えられる。

(2) 建造物の概要

当施設の選鉱・製錬工程は古写真[6]及び井口家文書「佐渡鉱山事業系統図」[7]を参照することができる。建造物及び選鉱・製錬工程は大きく 4 層に分けられ、西側に建つ北沢浮遊選鉱場との間にインクラインが配される。工程として、鉱石は上層から下層へ流れるため、本報告では便宜上、上層を第 1 層とし、順に階層を下げて説明を加える[8]。

昭和時代初期の北沢青化・浮選鉱所において、受け入れる鉱石は大きく 2 系統あった。1 系統は高任粗砕場で破砕され高任貯鉱舎に貯められた鉱石で、鉱車によって山を下って運搬された[9]。もう

写真4.4.9　旧北沢青化・浮選鉱所
第3層より第2層を見る(北東より)

写真4.4.10　旧北沢青化・浮選鉱所
第3層[浸出槽](南東より)

写真4.4.11
旧北沢青化・浮選鉱所
第4層[亜鉛箱](西より)

写真4.4.12　旧北沢青化・浮選鉱所
地表面より第3、4層を見る(北東より)

写真4.4.13
旧北沢青化・浮選鉱所
第3-4層浸出液経路(北より)

1系統は、間ノ山揚鉱場において鉱石より汰物・アマルガムを生成した後に排出される鉱尾で、濃縮後に青化製錬・浮遊選鉱を加えて二次的に精鉱を回収した。なお、間ノ山揚鉱場より排出された鉱尾は木樋で北沢地区へ運ばれたとされる。

高任地区より運搬された鉱石は主に浮遊選鉱で処理された。第2層で粉砕・磨鉱の後、浮選機にかけられ、比重の相違によって精鉱の抽出を行った。浮選機で抽出された精鉱は、濃縮の後、脱水・乾燥させて直島製煉所へ搬出した。

一方の鉱尾は、主に青化製錬で処理された。先ず第1層東側に設けられた分級コーンで泥鉱と砂鉱に分別した。この内、泥鉱は濃縮の後、浮選機で処理された。一方、砂鉱は水分を除去した後、第3層に設置された浸出槽で青化物に溶かした金液とし、第4層の亜鉛箱を通して沈澱物を澱物として抽出した。なお、廃液となる青化液は浸出槽で繰り返し用いられた。澱物は乾燥炉によって脱水・乾燥させて大阪製煉所へ搬出した。

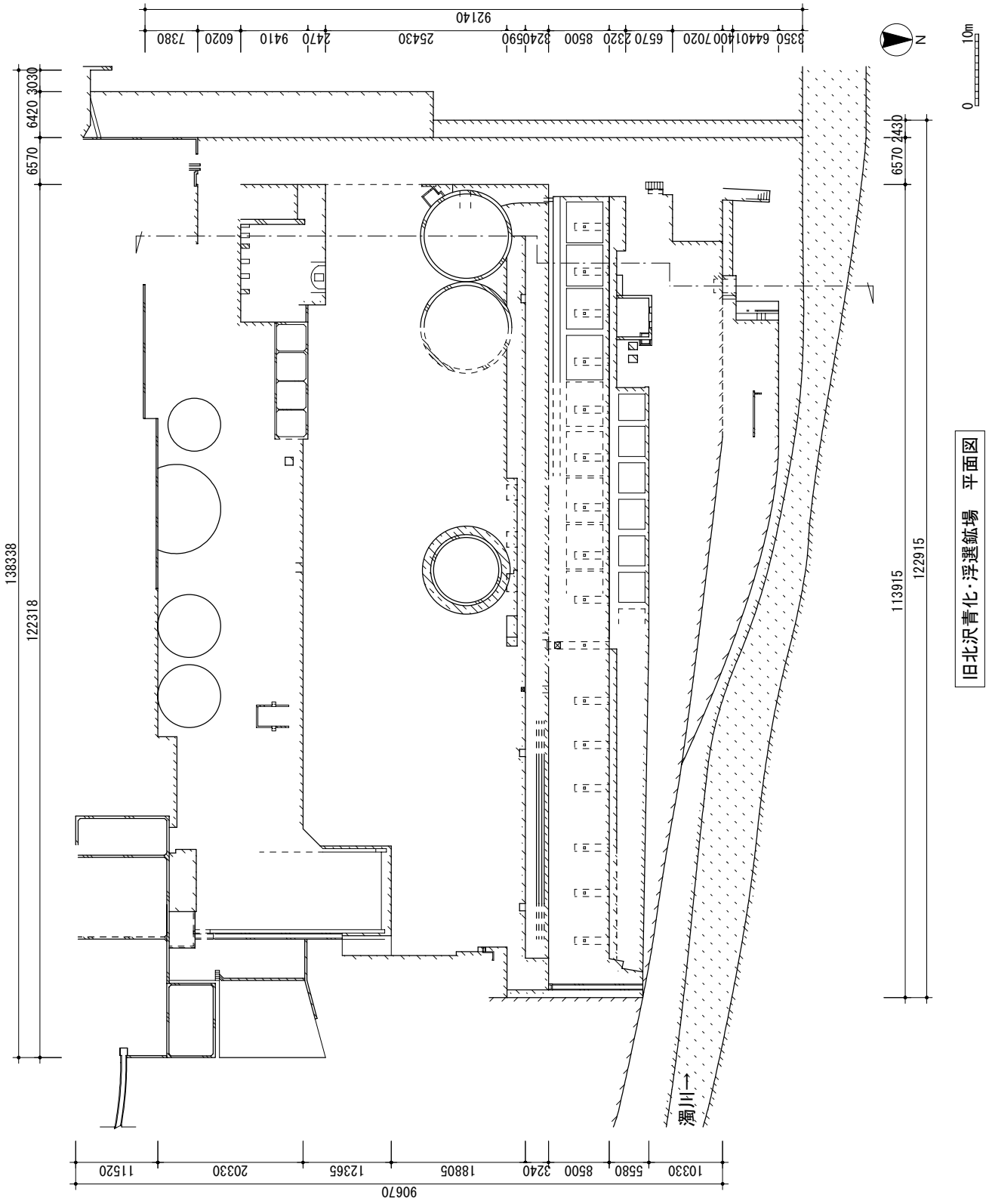
なお、資料によれば、御料局佐渡支庁長を務めた渡辺渡は、大間港の築港を行った服部長七の成果を讃えて表彰状を贈ったとされる[10)]。表彰状の記述によれば、長七は大間港の他、鉱山の貯水池堰堤、製鉱用沈澱池、潜水堤等を人造石(たたき)工法で施工したとされる。大間港の完成は明治25(1892)年で、沈澱製錬所(極貧鉱処理)建設とほぼ同時期である。このため、資料の記述にある「製鉱用沈澱池」とは、当施設の前身機能に関するものと考えられ、実際、現存する当施設の一部は石造構造物で構成されており、これらが人造石(たたき)工法である可能性が高い。

(3) 建造物の価値

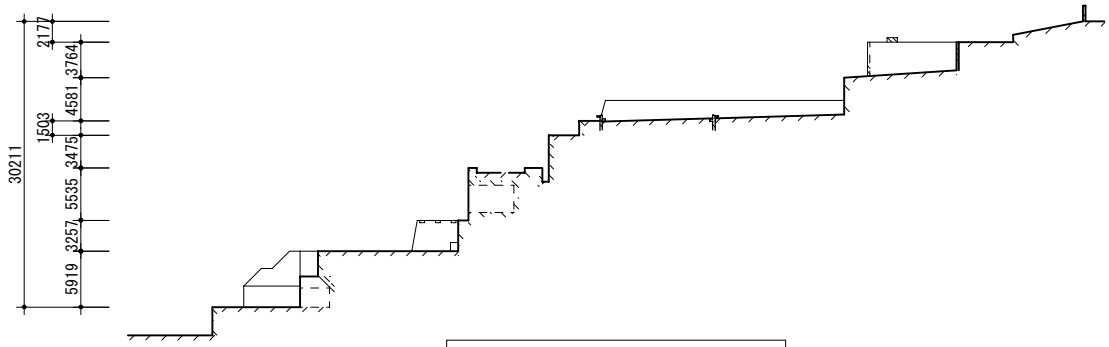
北沢地区は、明治時代初期から近代鉱山としての整備が行われ、明治20(1887)年代には多数の製錬施設が建設され、基本的なシステムが形成された。北沢青化・浮選鉱所は、明治 20(1887)年代に製錬施設としての基盤を整えたものと考えられ、佐渡鉱山における初期近代化システムの一役を担った。設備更新の著しい鉱山施設において、明治時代以来の近代化システムの姿を現在に残す数少ない建造物の1つとして貴重であり、当時、佐渡鉱山で度重なる実験の末に完成させた青化製錬法と最新技術であった浮遊選鉱法の双方を担った施設として、旧佐渡鉱山近代化遺産における選鉱・製錬の象徴ともいえる建造物である。

注

1) 同図には「明治一二年酉三月二日弥十郎町裏手ニ□見取其後一四年□七月一七日並建物入ル」と記され、明治12(1879)年～明治 14(1881)年頃の北沢地区を描いたものとわかる。
2) 日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、p. 336、1968 複製(原本:1930)
3) 『明治工業史 鉱業篇』、p. 338、注2)前掲。
三菱鉱業セメント㈱編刊:『三菱鉱業社史』、p. 121、1976. 6
通産大臣官房調査統計部:『本邦鉱業の趨勢 50 年史(1900-1950)解説編』、龍渓書舎、p. 54、1980
4) ㈱ゴールデン佐渡所蔵。当時、間ノ山地区及び北沢地区に存在した製錬施設の配置を描く。
5) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の古写真に当施設の消火器配置略図を撮影したものが残り、ここに「北沢青化浮選控所」と記される。なお、「控」は「鉱」の当て字と考え、本報告書では当施設を「北沢青化・浮選鉱所」と呼称する。
6) 注5)参照。
7) 相川文書館所蔵。昭和 15(1940)年頃の事業系統図と、昭和15(1940)年以前の系統図が残される。
8) 当建物の選鉱・製錬工程は、昭和時代初期の資料を参照とした。このため、凡そ昭和 15(1940)年頃の機能を述べるものとする。
9) 鉱車の整備以前は架空索道によって運搬された。
10) 飯塚一雄:「人造石(たたき)工法による明治期土木構築物」、『日本の産業遺産－産業考古学研究－』、玉川大学出版部、p. 145、1986. 3



旧北沢青化・浮選鉱場　平面図



旧北沢青化･浮選鉱場　断面図

2. 北沢浮遊選鉱場

(1) 立地･沿革

昭和 12(1937)年、佐渡鉱山では増産計画によって 3 万 t/月処理の北沢浮遊選鉱場が建設された[1)]。昭和 13(1938)年以降、拡張を行い、5 万 t/月の原鉱を処理可能な大選鉱場として操業した[2)]。設計と操業の指導を担当したのは三菱本店の技術部参事(のち常務取締役)、高橋幸三郎とされる[3)]。

建造物は北沢地区の濁川左岸から尾根頂上までの斜面全体にわたり、鉄筋コンクリートの本体と鉄骨造の上屋によって建設されたもので、規模は東西(間口)約 115m、南北(奥行)約 80m、高さ約 35m(現地表面～鉄筋コンクリート造の最上部)とする。当時の最先端技術であった浮遊選鉱が行われ、本部選鉱場として扱われた[4)]。

なお、当時の佐渡における 1 ヶ月の産出粗鉱量は 3～4 万 t、金品位 3g 程度であったため、増産分の原鉱を粗鉱で賄うことができず、不足分 3 万 t 程度の原鉱は、昭和 6(1931)年頃から既に計画･一部実行していた相川の海岸一帯に堆積していた浜石[5)]の採取を本格化させ、供給した。増産体制が整った結果、昭和 15(1940)年の産金量は明治時代以来の最高記録となった。

しかし、第二次世界大戦中の昭和 18(1943)年、商工省はそれまでの金増産政策を廃止し、生産設備、資材、労力を銅、亜鉛、鉛、鉄、石炭の生産に振り分けた。これに伴い、佐渡鉱山では浜石の採取が休止され、北沢浮遊選鉱場の約半分に及ぶ設備、上屋が供出された。鉱山自体も銅鉱山に転換し、選鉱能力は 3 万 t に縮小した[6)]。

終戦後も戦時中の無計画な乱掘で佐渡鉱山は活況を取り戻すことができず、昭和 27(1952)年に佐渡鉱山は延命のため､大縮小を断行する｡この際、東洋一を誇ったとされる北沢浮遊選鉱場も建設から僅か 15 年で閉鎖された｡現在は階段状の鉄筋コンクリート構造躯体のみが残存する。

写真4.4.14　北沢浮遊選鉱場　俯瞰(北東より)

写真4.4.15　北沢浮遊選鉱場　外観(東より)

写真4.4.16　北沢浮遊選鉱場　外観(北東より)

写真4.4.17　北沢浮遊選鉱場　外観(北西より)

写真4.4.18　北沢浮遊選鉱場
第2･3層東側[貯鉱･分級･手撰](北西より)

写真4.4.19　北沢浮遊選鉱場
第2層中央部[貯鉱](北西より)

写真4.4.20　北沢浮遊選鉱場
第2･3層西側[貯鉱･粉砕](北東より)

写真4.4.21　北沢浮遊選鉱場
第2層西側[貯鉱](西より)

写真4.4.22　北沢浮遊選鉱場
第2層西側[貯鉱･粉砕](北西より)

写真4.4.23　北沢浮遊選鉱場
第2層西側[貯鉱･粉砕](東より)

写真4.4.24　北沢浮遊選鉱場
第3層西側[粉砕](北東より)

写真4.4.25　北沢浮遊選鉱場
第3層西側[粉砕](南西より)

(2) 建造物の概要

現在、北沢浮遊選鉱場は大きく全 9 層(現地表面･斜面頂上部含む)が確認できる。工程として、鉱石は上層から下層へ流れるため、本報告では便宜上、上層を第 1 層とし、順に階層を下げて説明を加える[7]。なお、現地表面が第 9 層となるが、後の埋立てによって地表面が上昇しており、古写真[8]によれば、第 9 層には地下が設けられたことが判明する。また、この北側には北沢浮遊選鉱場と一連で使用されるシックナー(濃縮機)、プレス(脱水･乾燥)場等の施設が設けられていた。

北沢浮遊選鉱場は、低品位の原鉱を大量処理することで増産を図る施設である。北沢浮遊選鉱場が受け入れる鉱石は大きく 2 系統あった。1 系統は高任粗砕場で破砕され高任貯鉱舎に貯められた鉱石で、鉱車によって山を下って運搬された。もう 1 系統は相川の海岸一帯に堆積していた浜石をドラッグライン[9]やスキップ[10]等の機械で集めたもので､海岸から北沢地区まで鉱車坑道を開削し、弥十郎町の竪坑で捲揚げて浮遊選鉱場第 1･2 層の貯鉱舎に積み込まれたとされる[11]。

受け入れた鉱石はトロンメル(回転篩)等の分級機械及び手撰を介して、直接磨鉱するものと、粉砕を介して磨鉱するものに分類した。粉砕は第 3 層西側、磨鉱は第 5 層で行われ、繰り返し処理を行うことで、実収率の向上を図った。磨鉱を終えた鉱石は第 6～8 層に設置された浮選機にかけられ、比重の相違によって精鉱の抽出を行った。浮選機で抽出された精鉱は、浮遊選鉱場北側に設けられたシックナーで濃縮され、第 9 層地下ポンプ室に設置されたダイヤフラムポンプ[12]によって、シックナー西側に設けられたフィルタープレスへ輸送し、脱水･乾燥させて直島製煉所へ搬出した。

(3) 建造物の価値

北沢浮遊選鉱場は国策による増産体制の主要施設として建設されたもので、坑内採鉱と浜石採取によって 5 万 t/月の原鉱処理に併せ、当時の最先

写真4.4.26　北沢浮遊選鉱場
第3層東側[分級･手撰](南西より)

写真4.4.27　北沢浮遊選鉱場
第4層東側[分級･手撰](北東より)

写真4.4.28　北沢浮遊選鉱場
第4層東側[分級･手撰](北東より)

写真4.4.29　北沢浮遊選鉱場
第5層東側[磨鉱](北西より)

端技術である浮遊選鉱によって明治時代以来最高の産金量を記録した。一方、戦争国策による増産は乱掘を引き起こし、やがて資源の枯渇を招き、昭和 27(1952)年の大縮小へと繋がった。北沢浮遊選鉱場は鉱業界の技術革新を大幅に前進させた点で評価される一方、戦争国策による投機的経営によって鉱山の寿命を大きく縮めたもので、昭和 12(1938)年の建設から閉鎖まで僅か 15 年の間に、佐渡鉱山の明暗を共にした施設といえるだろう。

注

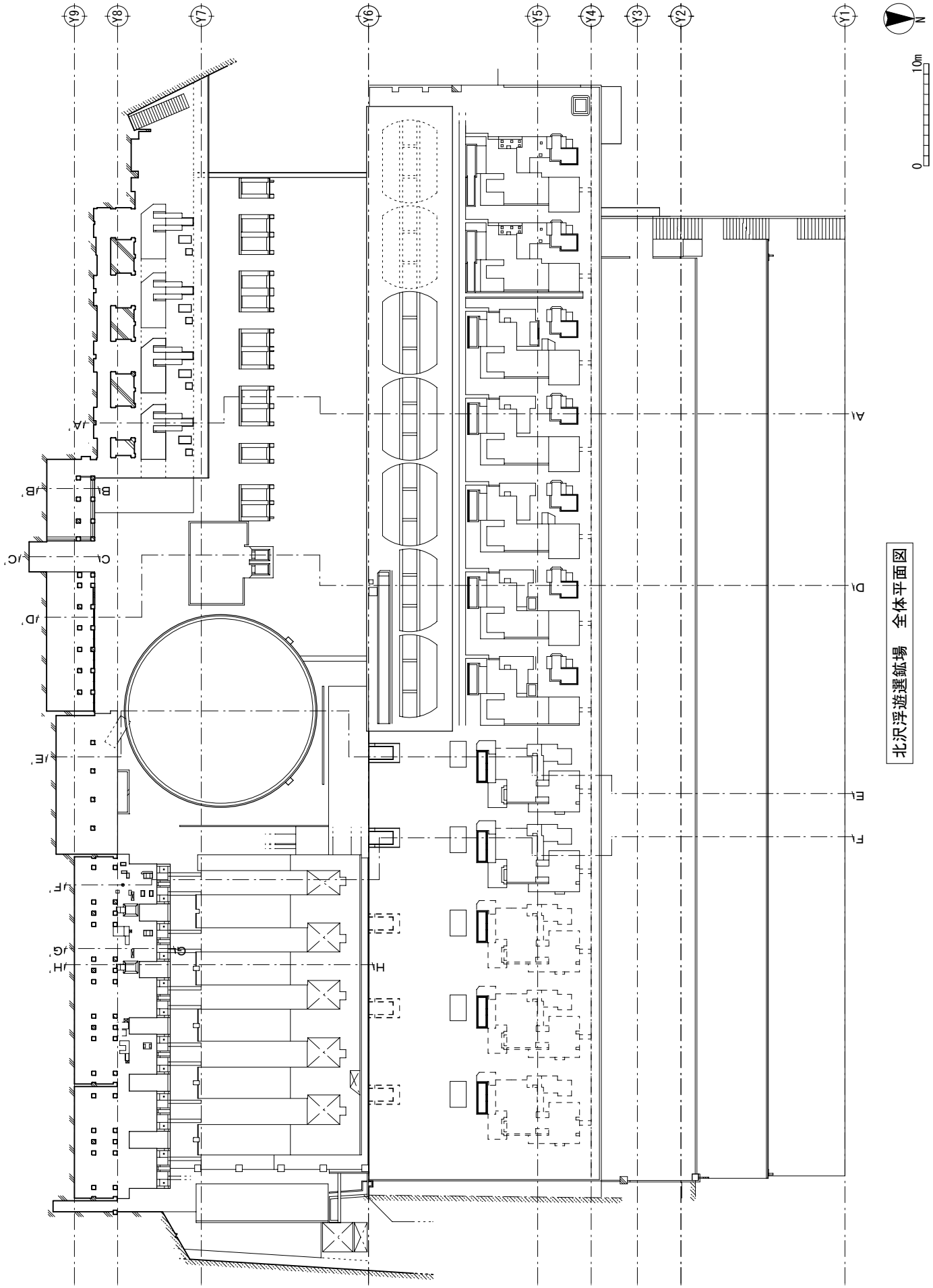
1) 通産大臣官房調査統計部：『本邦鉱業の趨勢 50 年史(1900-1950)解説編』、龍渓書舎、p. 69、1980
2) 搗鉱製錬法と併せ、全体で 7 万 t/月を処理した。『佐渡鉱山事業報告』、三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
3) 相川町史編纂委員会:『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、p. 678、1995. 2
4) 当施設は当時「本部浮遊選鉱場」「新工場」などの名前で呼ばれたとされる(注 3)、p. 677 参照)。また、㈱ゴールデン佐渡所蔵の古写真に当施設の消火器配置略図を撮影したものが残り、ここに「本部選鉱場」と記される。
5) 浜石は相川の海岸一体に堆積していた砂利。金山の鉱脈露頭が多年の風化作用によって崩落し、川を伝って海へ流れ込み、波浪によって海岸に堆積したものや、採掘鉱石が洪水などで流れて海浜に堆積した礫層で、その量は 100 万 t、金品位は 2～3 g で、これは鉱山で採掘される低品位粗鉱と変わりないものと見積られた。なお、浜石の採取は昭和 7(1932)年頃から既に計画・実行されていたが、北沢浮遊選鉱場の建設によって本格化された。注 3)、pp. 674-679 及び三菱鉱業セメント㈱編刊：『三菱鉱業社史』、p. 434、1976. 6 参照。
6) 『三菱鉱業社史』、p. 376、注 5)前掲。
7) 当施設の選鉱工程は井口家文書「佐渡鉱山事業系統図」(相川文書館所蔵)を参照とする。同文書には、昭和 15(1940)年頃の事業系統図と、昭和 15(1940)年以前の系統図が残される。また、各工程の配置関係は、㈱ゴールデン佐渡所蔵の古写真に当施設の消火器配置略図を撮影したものが残され、ここに若干の工程説明が書き加えられていたものを参照とした。このため、本文は凡そ昭和 15(1940)年頃の機能を述べるものとする。
8) 注 4)、注 7)参照。
9) 土工事用掘削機の一種。ブームで吊ったバケットを振り子のように前方に投げ、たぐり寄せながら土をすくう。
10) 斜坑または立坑のずり出しに使用する土砂運搬用機械。
11) 聞取調査及び『三菱鉱業社史』、pp. 434-435(注 5)前掲)による。
12) ダイヤフラム(振動板)の容積変化で流体を輸送するポンプ。液体を攪拌せずに定容積の輸送が可能。

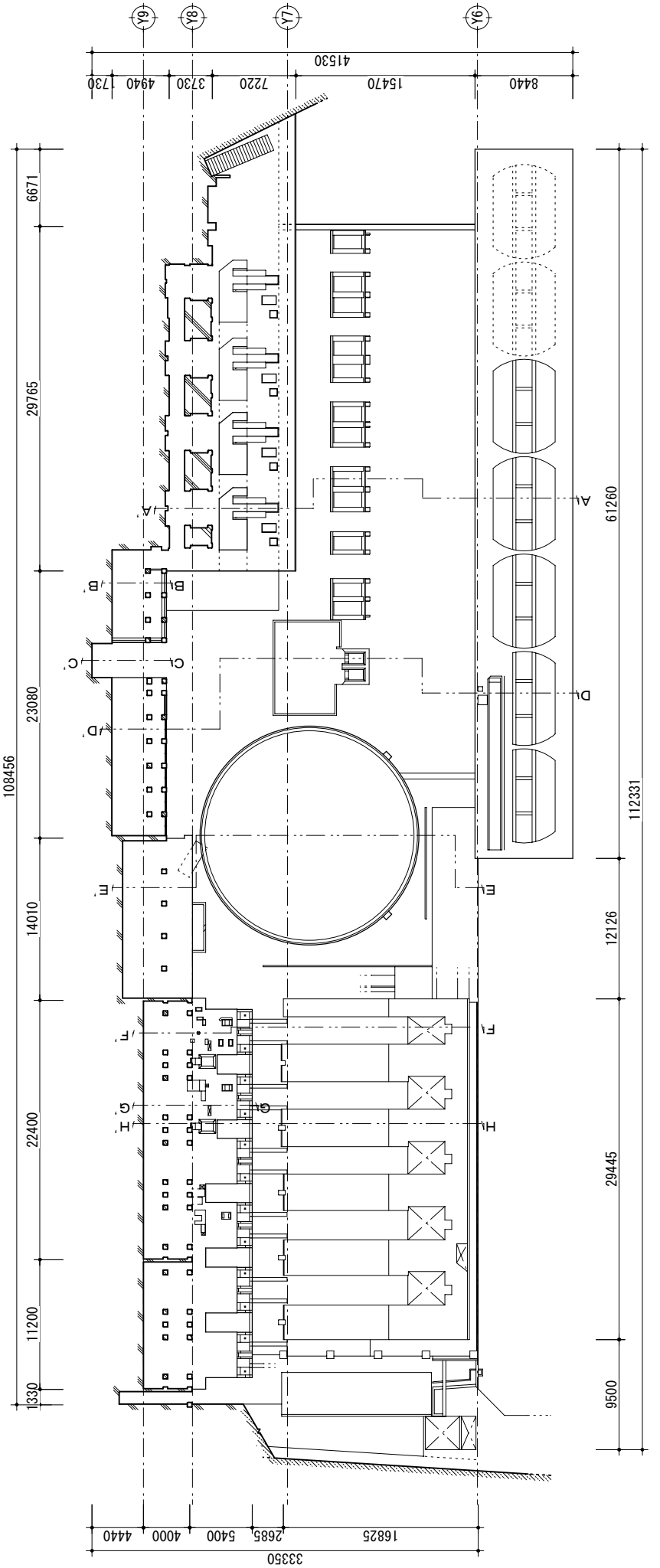
写真4.4.30　北沢浮遊選鉱場
第4･5層西側[貯鉱･磨鉱](北東より)

写真4.4.31　北沢浮遊選鉱場
第6層[浮選](北西より)

写真4.4.32　北沢浮遊選鉱場
第7層[浮選](西より)

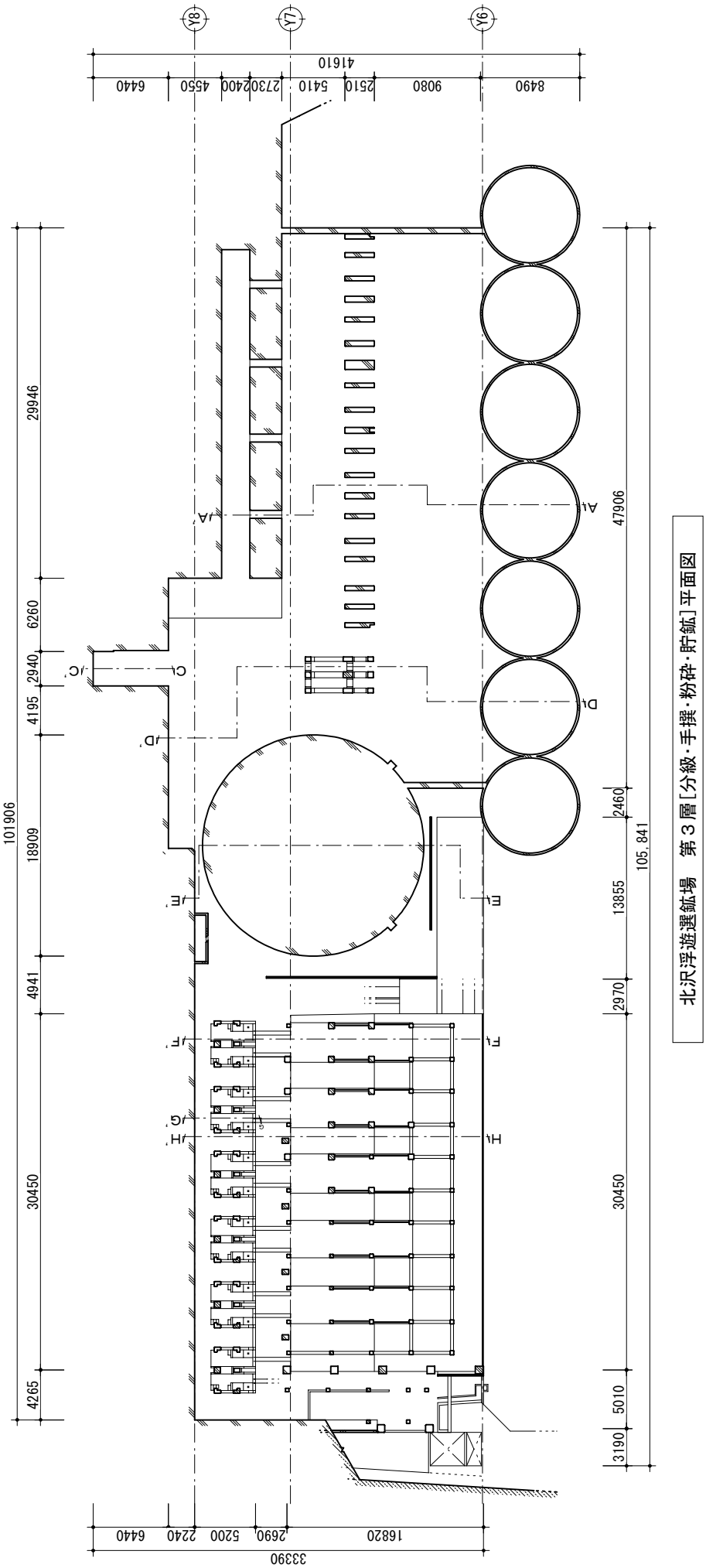
写真4.4.33　北沢浮遊選鉱場
第8層[浮選](西より)


Y9
Y8
Y7
Y6
Y5
Y4
Y3
Y2
Y1
N
0
10m
A
B
C
D
E
F
G
H
北沢浮遊選鉱場　全体平面図

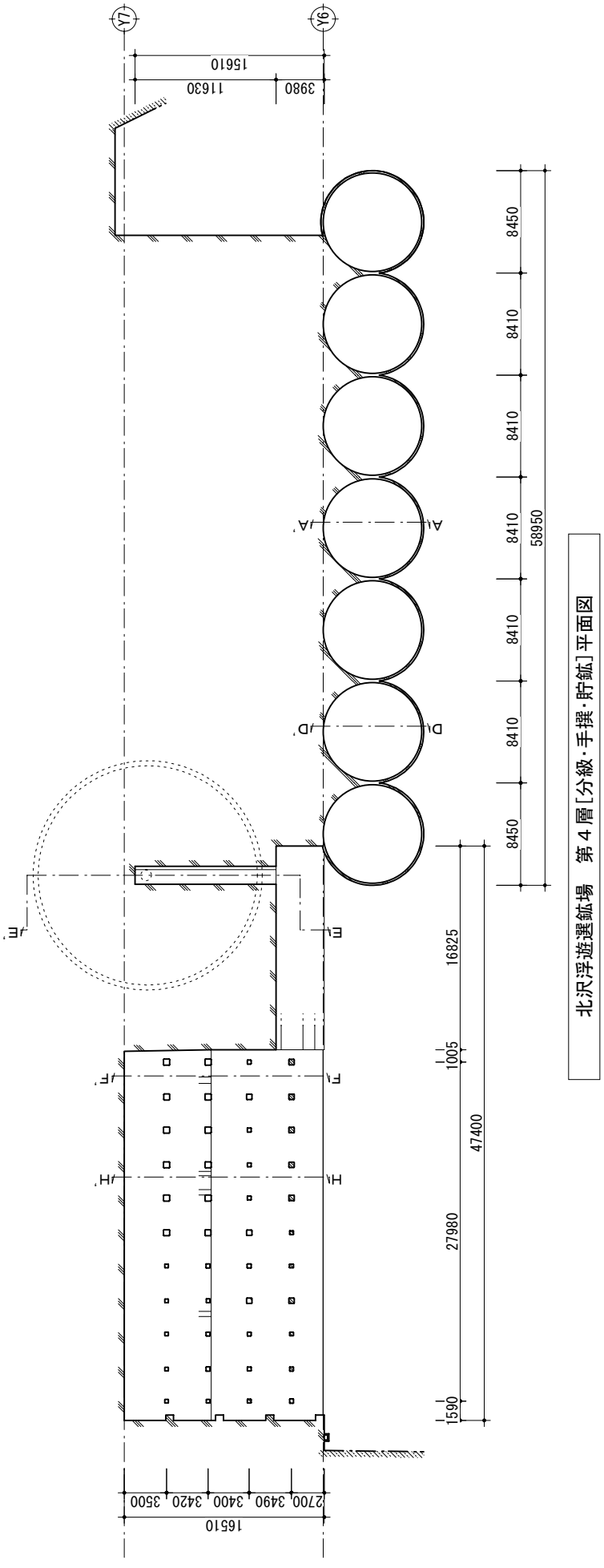


北沢浮遊選鉱場　第２・３層[貯鉱・分級・手撰・粉砕]平面図

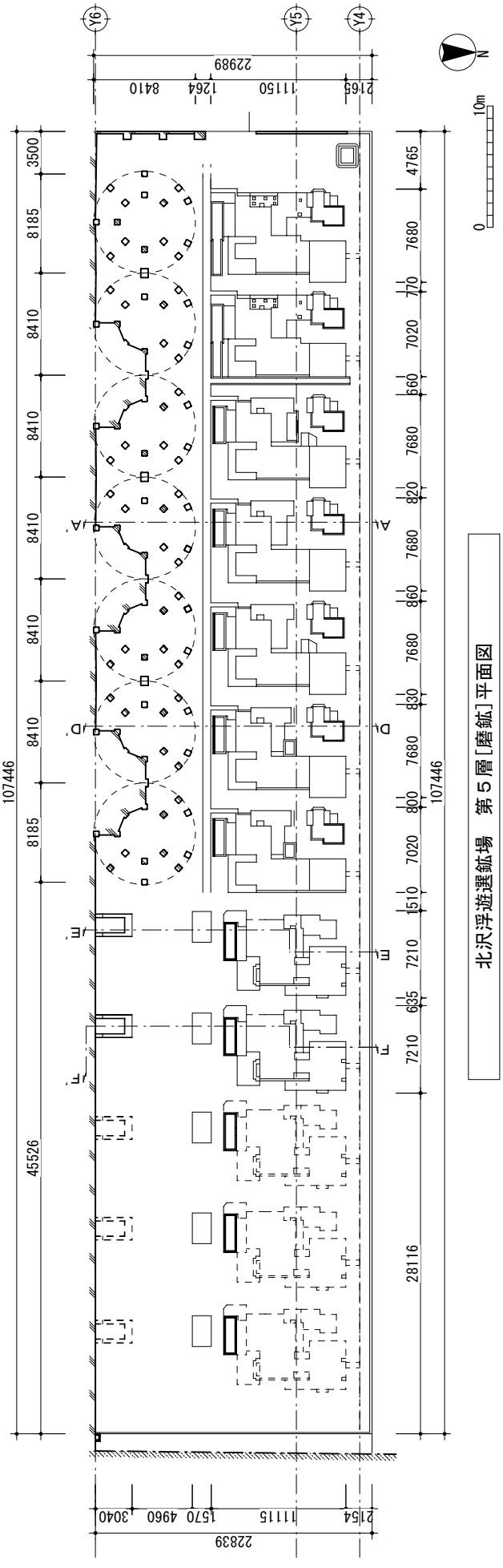
注）第１層は斜面頂上部とする。
各層で行われる主な製錬工程を[　]内に示した。



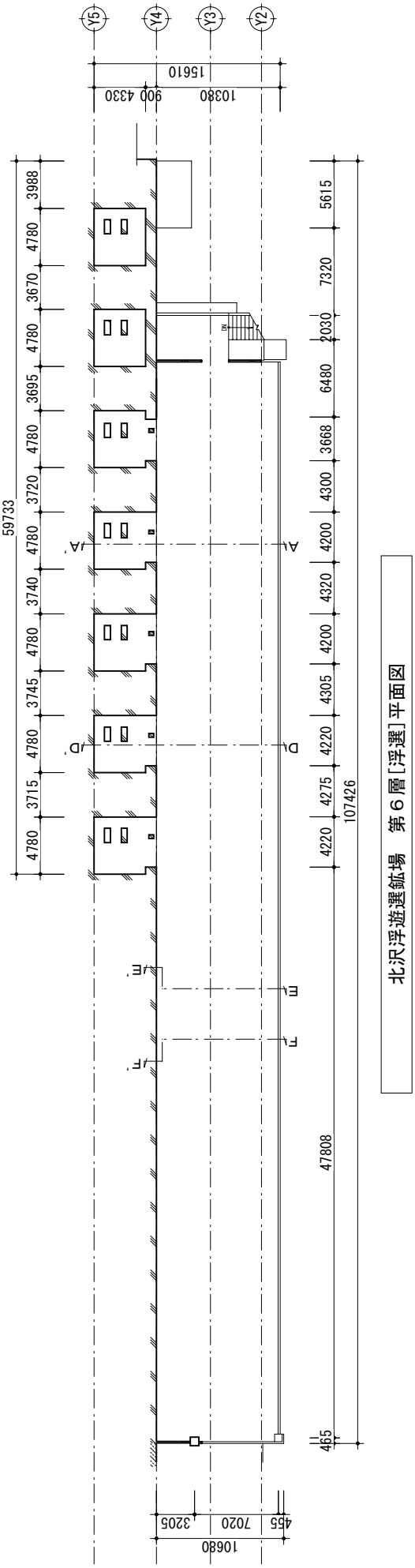
北沢浮遊選鉱場　第３層[分級・手撰・粉砕・貯鉱]平面図



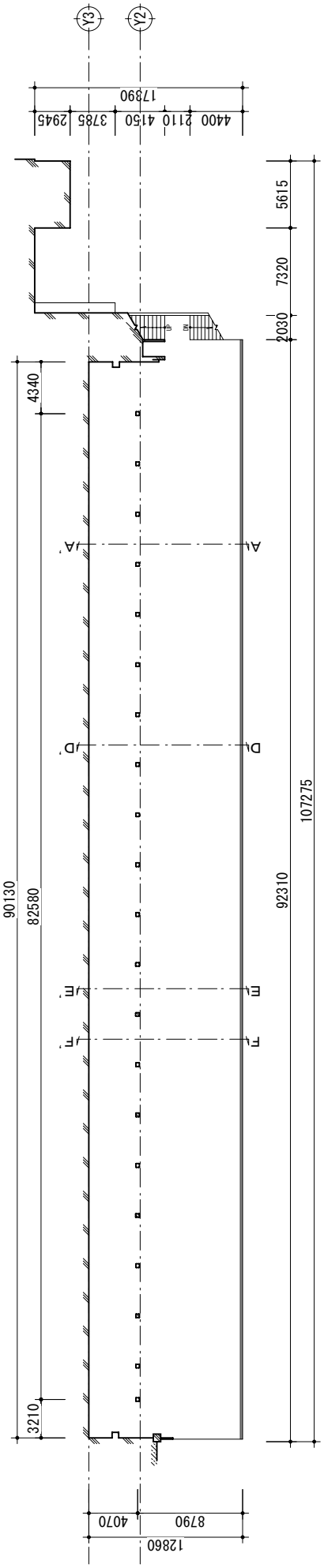
北沢浮遊選鉱場　第４層[分級・手撰・貯鉱]平面図



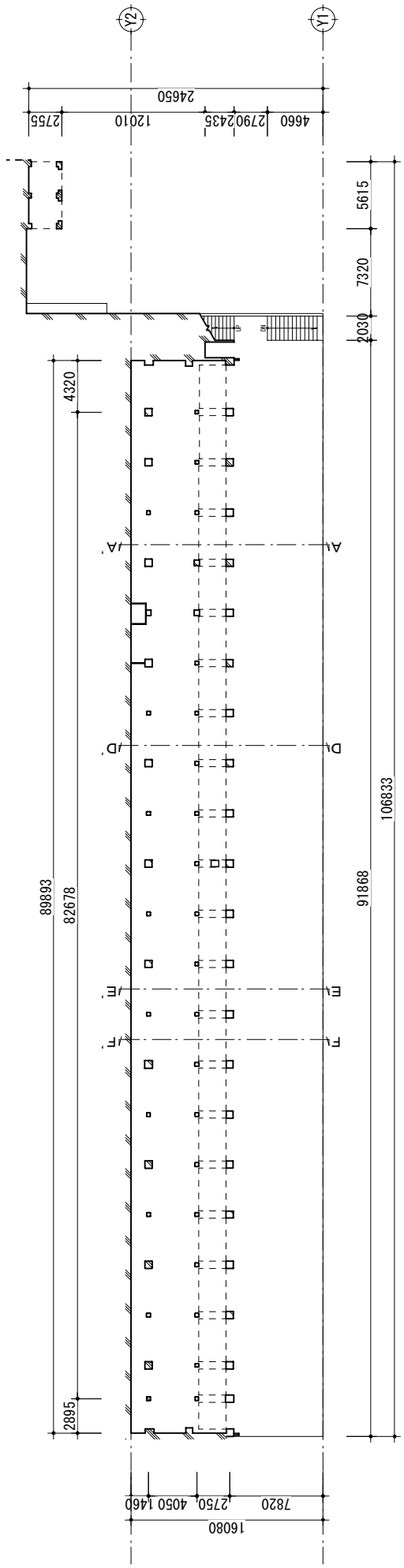
北沢浮遊選鉱場　第５層[磨鉱]平面図



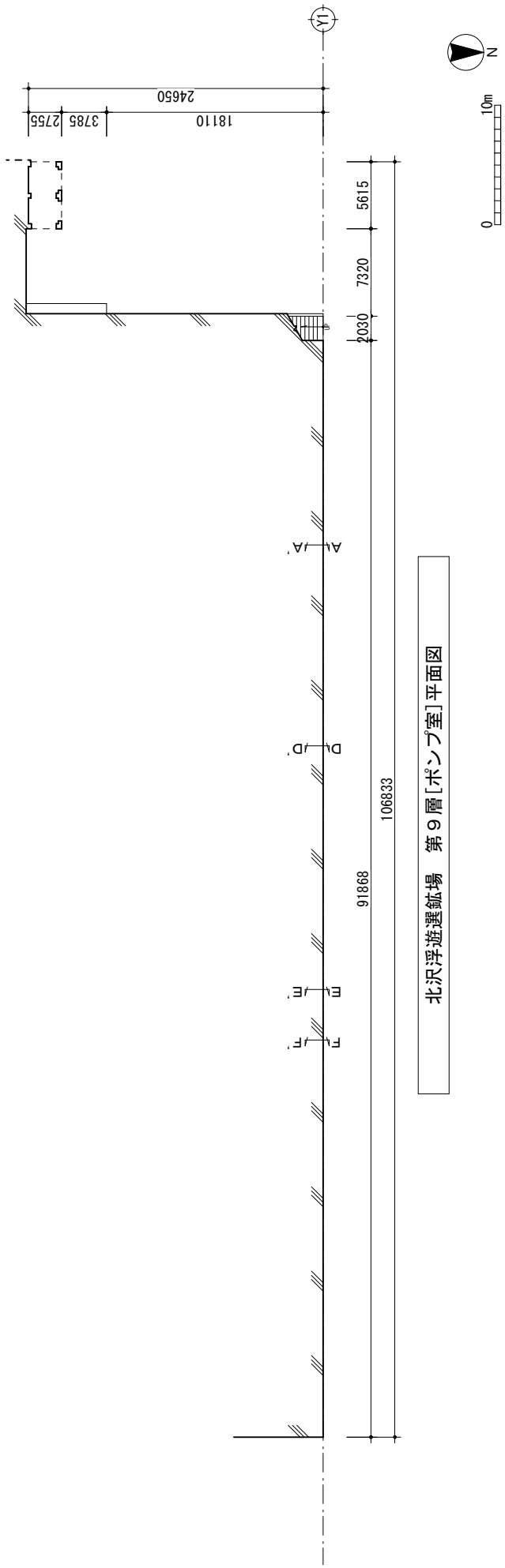
北沢浮遊選鉱場　第６層[浮選]平面図



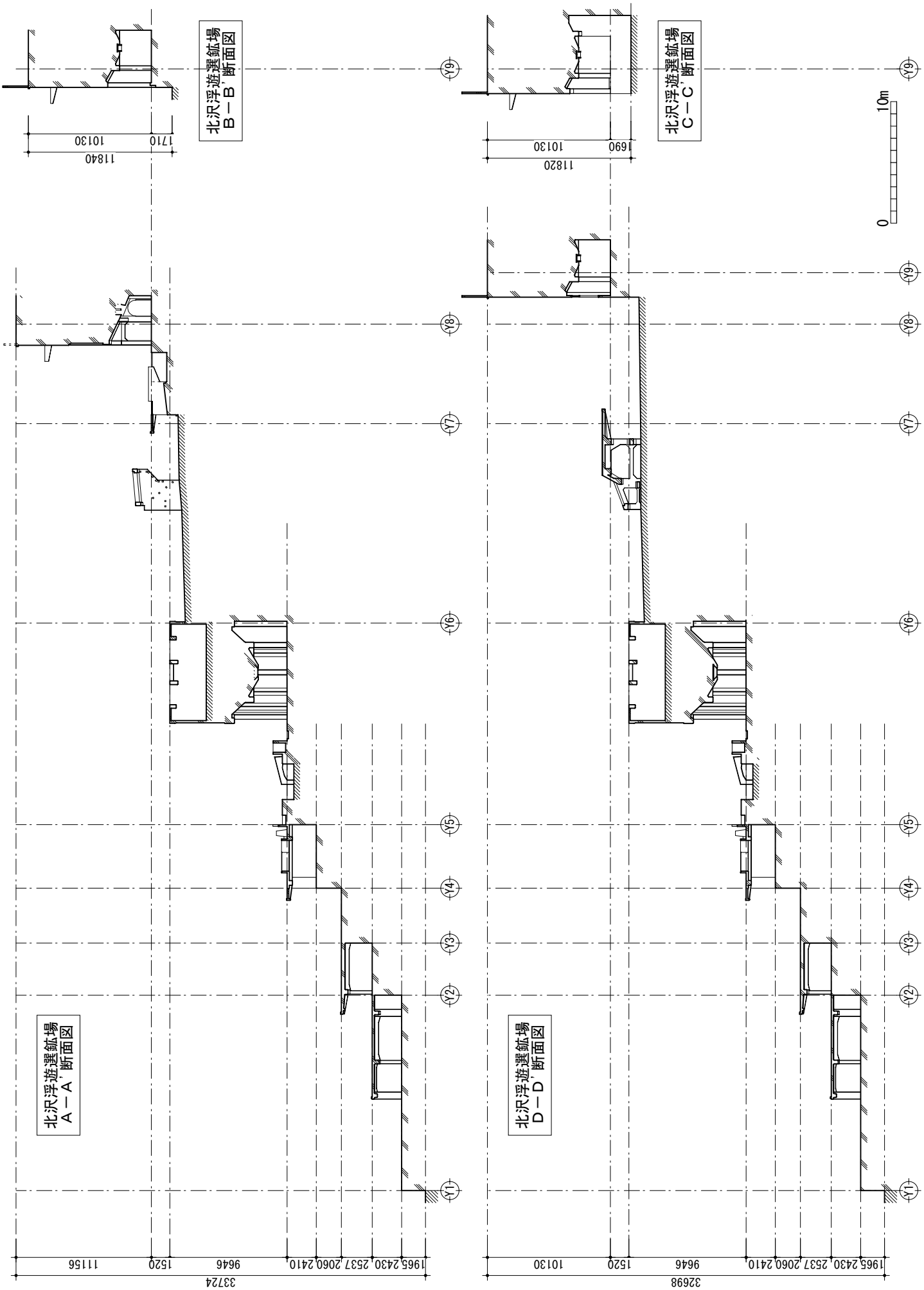
北沢浮遊選鉱場　第７層[浮選]平面図

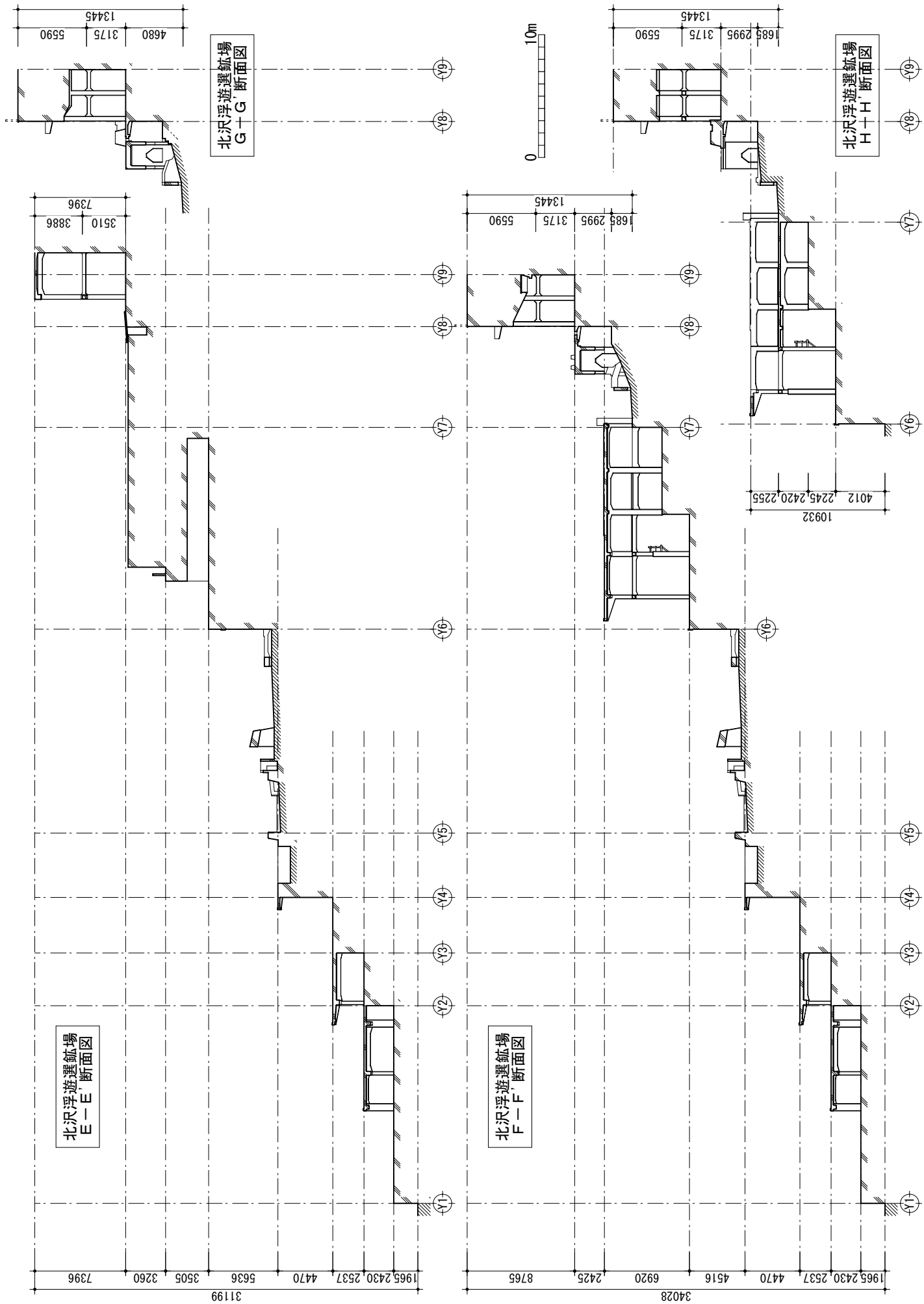


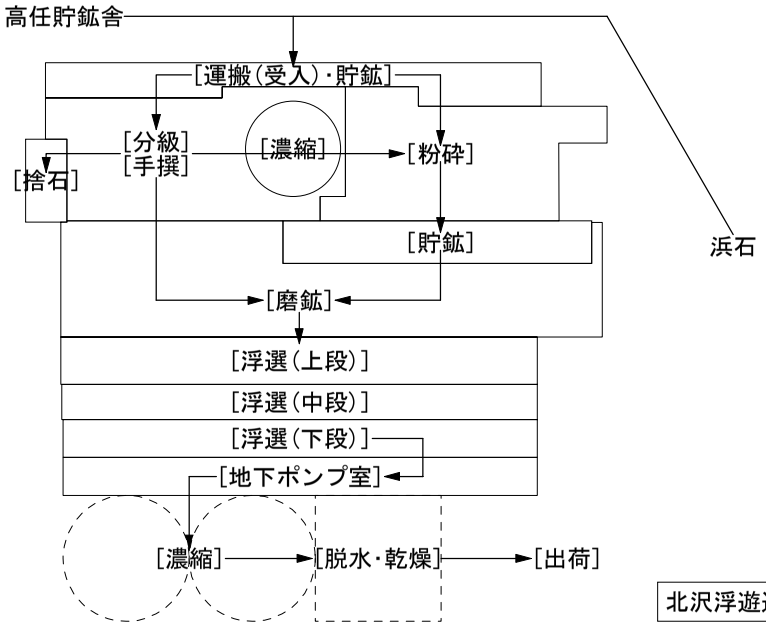
北沢浮遊選鉱場　第８層[浮選]平面図



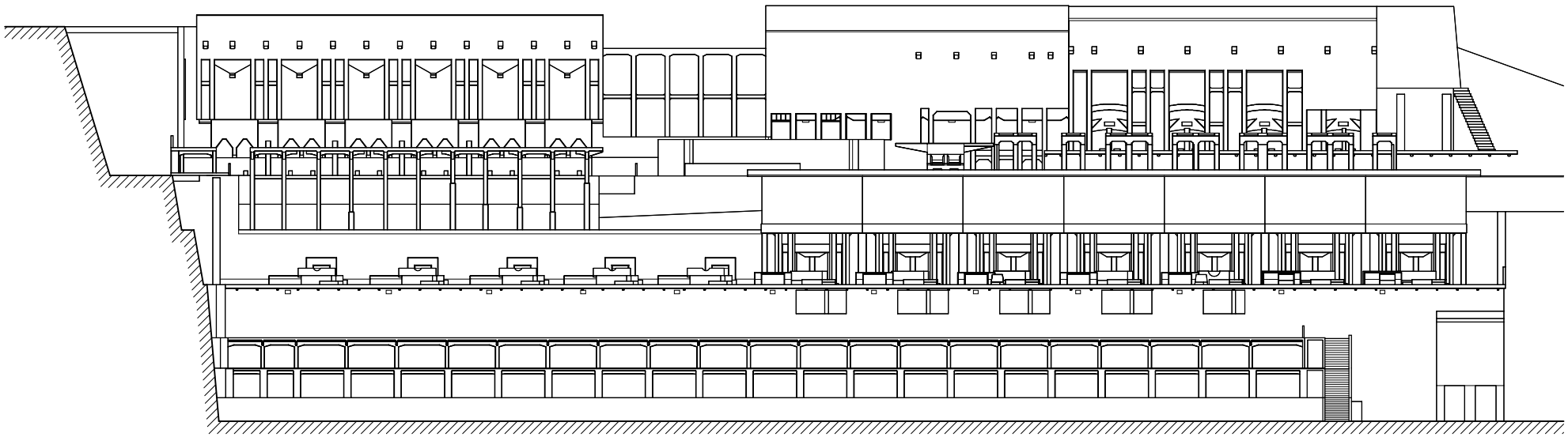
北沢浮遊選鉱場　第９層[ポンプ室]平面図


北沢浮遊選鉱場
A－A'断面図
北沢浮遊選鉱場
B－B'断面図
北沢浮遊選鉱場
C－C'断面図
北沢浮遊選鉱場
D－D'断面図
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
Y7
Y8
Y9
0
10m
11840
10130
1710
11820
10130
1690
11156
1520
9646
2410
2060
2537
2430
1965
33724
10130
1520
9646
2410
2060
2537
2430
1965
32698


北沢浮遊選鉱場
E－E'断面図
北沢浮遊選鉱場
F－F'断面図
北沢浮遊選鉱場
G－G'断面図
北沢浮遊選鉱場
H－H'断面図
0
10m
Y1
Y2
Y3
Y4
Y5
Y6
Y7
Y8
Y9
1965 2430 2537 4470 5636 3505 3260 7396
31199
1965 2430 2537 4470 4516 6920 2425 8765
34028
4012 2245 2420 2255
10932
1685 2995 3175 5590
13445
3510 3886
7396
4680 3175 5590
13445



北沢浮遊選鉱場　機能概念図



北沢浮遊選鉱場　北側立面図

0　10m

3. 北沢浮遊選鉱場インクライン

(1) 立地･沿革

北沢地区に建設された選鉱･製錬施設の一部は、濁川左岸から尾根頂上までの傾斜地に階段状で建設された。これら施設の脇には、選鉱･製錬施設における物資等の往来を円滑に行うためインクラインが設けられた。明治時代～大正時代の絵図「佐渡鑛山全景案内」[1]には、「斜車道」と記される斜面軌道が既に描かれている[2]。

北沢浮遊選鉱場インクラインは同選鉱場で処理を行う浜石[3]や物資等の運搬に用いたもので、同建物西側の地表面から傾斜地頂上までを北西-南東に繋ぐものである[4]。

「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)には、「佐渡鑛山新設選鑛場 本部側インクライン 変更設計図」(昭和15･1940年)が確認され、また、『佐渡鉱山事業報告』[5]によれば昭和16(1941)年に「本部選鉱斜面捲揚機付属工事完成」とあり、当インクラインの建設を示す記述と判断できる。

(2) 建造物の概要

北沢浮遊選鉱場インクラインは、全体の水平距離約89m、高さ約36mとする。鉱車軌道が設けられる床コンクリートスラブは、幅約3～4m程度で[6]、傾斜は約20°（実測値）とする。

北側下部からの水平距離約 38m、北側地表面から高さ約15mの部分までは鉄筋コンクリート造の柱･梁によって支えられ、その先は敷地造成時の地山に築かれた石積の構造物となっている。鉄筋コンクリート造の頂部付近では、東側に分岐線が接続されており、北沢浮遊選鉱場の第5層(磨鉱工程部分)へほぼ水平に延長する[7]。

本線の柱･梁は門型に組み、南北方向約5m間隔で配し、床コンクリートスラブを支える。柱･梁は上から6基あり、上部5基には、柱間の中間付近にも梁を備えるが、最も下にある1基のみスラブ

写真4.4.34　北沢浮遊選鉱場インクライン　外観(東より)

写真4.4.35　北沢浮遊選鉱場インクライン
外観(北東より)

写真4.4.36
北沢浮遊選鉱場
インクライン
床面(北東より)

写真4.4.37
北沢浮遊選鉱場
インクライン
床面(南より)

写真4.4.38
北沢浮遊選鉱場
インクライン
柱･梁詳細(北より)

写真4.4.39
北沢浮遊選鉱場
インクライン
柱･梁詳細(南より)

高さが低いためか中間に梁を設けていない。分岐線も同様に、門型に組んだ柱・梁によって構成され、間隔は約 5m とする。本線と分岐線の接続部付近の梁は非常に複雑な架構を見せている。

柱は柱脚に行くほど太さを増しており、且つ、中心から若干の転びを持って立てられる。なお、段差のある地盤面に柱が立てられるため、柱最下部の太さは場所によって異なっている。

古写真によれば、床面天端は、階段状に連続した段差を設け、この上に枕木を配して、レールを敷設していたことが窺える[8)]。

(3) 建造物の価値

北沢浮遊選鉱場インクラインは、北沢地区の傾斜地に階段状に建設された選鉱・製錬施設において物資等の往来を円滑に行うために建設された。工程が進むにつれて階層を下げる選鉱・製錬施設は傾斜地を有効に利用して計画・建設されたものであったが、一方でこの工程を逆行する物資を運搬し、選鉱・製錬施設本体を円滑に操業して利益を得るためには当インクラインのような補助施設が必要不可欠で、当時、東洋一と称された大規模な北沢浮遊選鉱場を支えた建造物の一つである。

注

1) 佐渡市所蔵。明治時代末期～大正時代の佐渡鉱山の様子を描く。
2) なお、同絵図によれば、「斜車道」を含む軌道は製錬施設のみに限らず、「食堂」「浴場」「電機工場」等の施設にも延長されている。当時はおそらく、大間港で陸揚げされた石炭等の物資運搬に用いられたと考えられる。
3) 資料によれば、浜石は主に海岸から北沢地区まで鉱車坑道を開削し、弥十郎町の竪坑で捲揚げたとされるが、聞取によれば、当インクラインでも運搬が行われたとされる。
4) 当インクラインの軸線は、北沢浮遊選鉱場の軸線より若干東に振れて計画される。なお、旧北沢青化・浮選鉱所西側にもインクラインが確認できる。このインクラインは旧北沢青化・浮選鉱所本体に沿って設けられたもので、側面を石垣で固めていることから、北沢青化・浮選鉱所の建設と一連で計画・設置されたと考えられる。
5) 『佐渡鉱山事業報告』、三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。
6) 箇所によってコンクリートスラブの幅に誤差がある。
7) 以下、本報告では地表面から尾根頂上まで南北に配される床コンクリートスラブを「本線」、本線中間部に接続され、東側の北沢浮遊選鉱場へ接続する床コンクリートスラブを「分岐線」と呼称する。
8) 昭和 38(1963)年 8 月撮影の写真(新潟県新発田市菅谷寺所蔵)では、既に軌道が撤去されている。

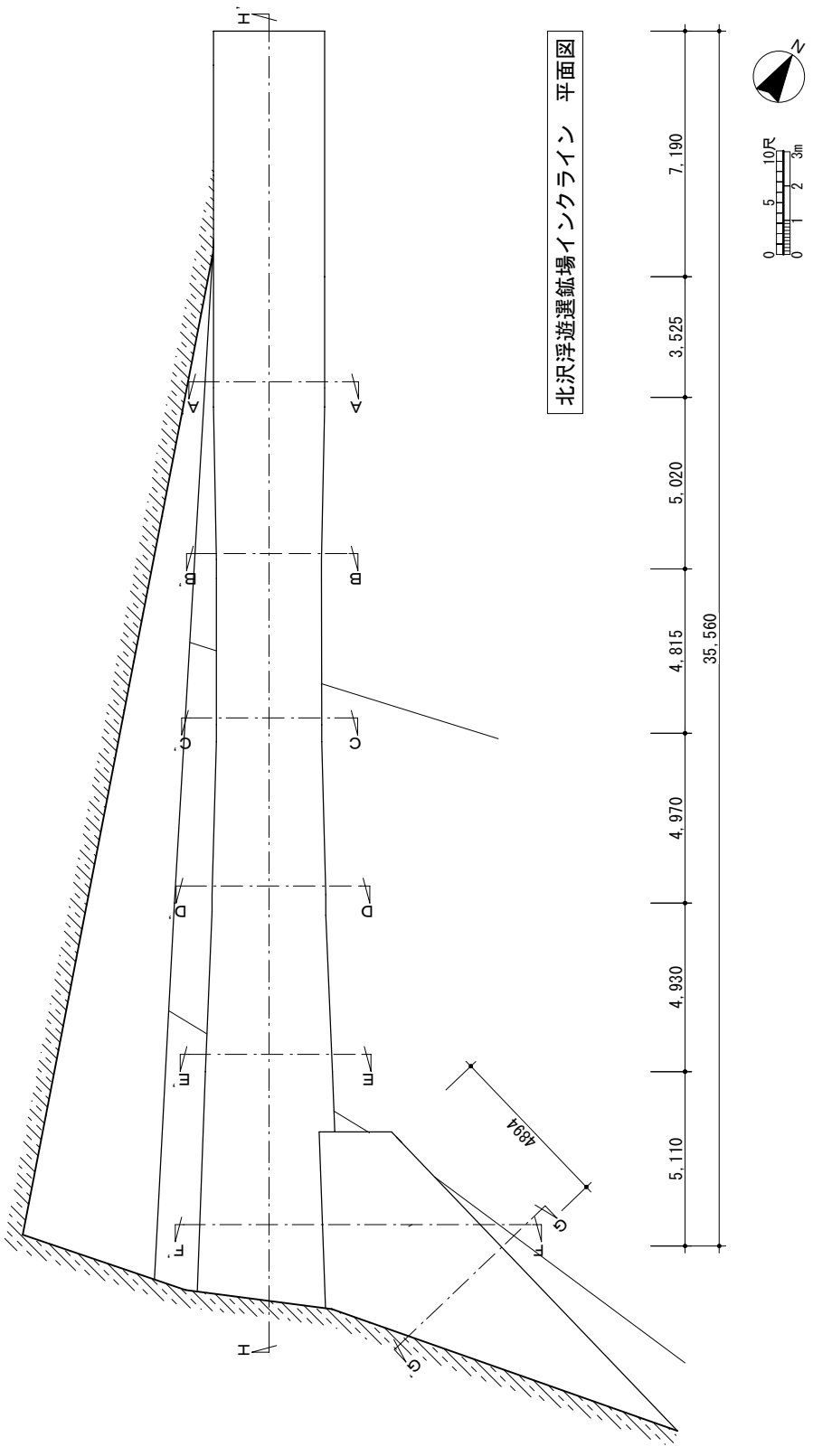
写真4.4.40　北沢浮遊選鉱場インクライン
床面(北より)

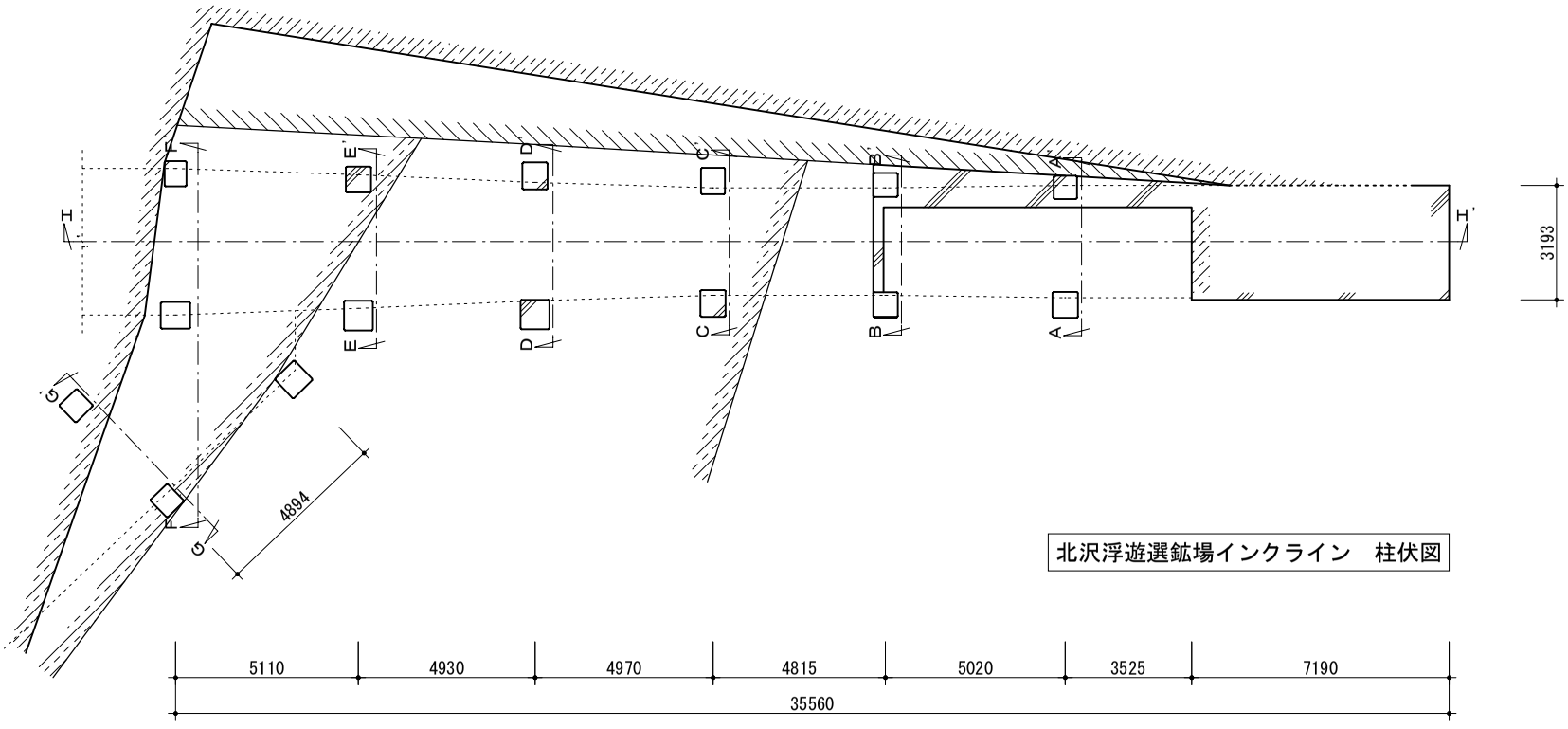
写真4.4.41　北沢浮遊選鉱場インクライン
主線コンクリート構造部最上部(北東より)

写真4.4.42
北沢浮遊選鉱場インクライン
主線・分岐線接合点(北西より)

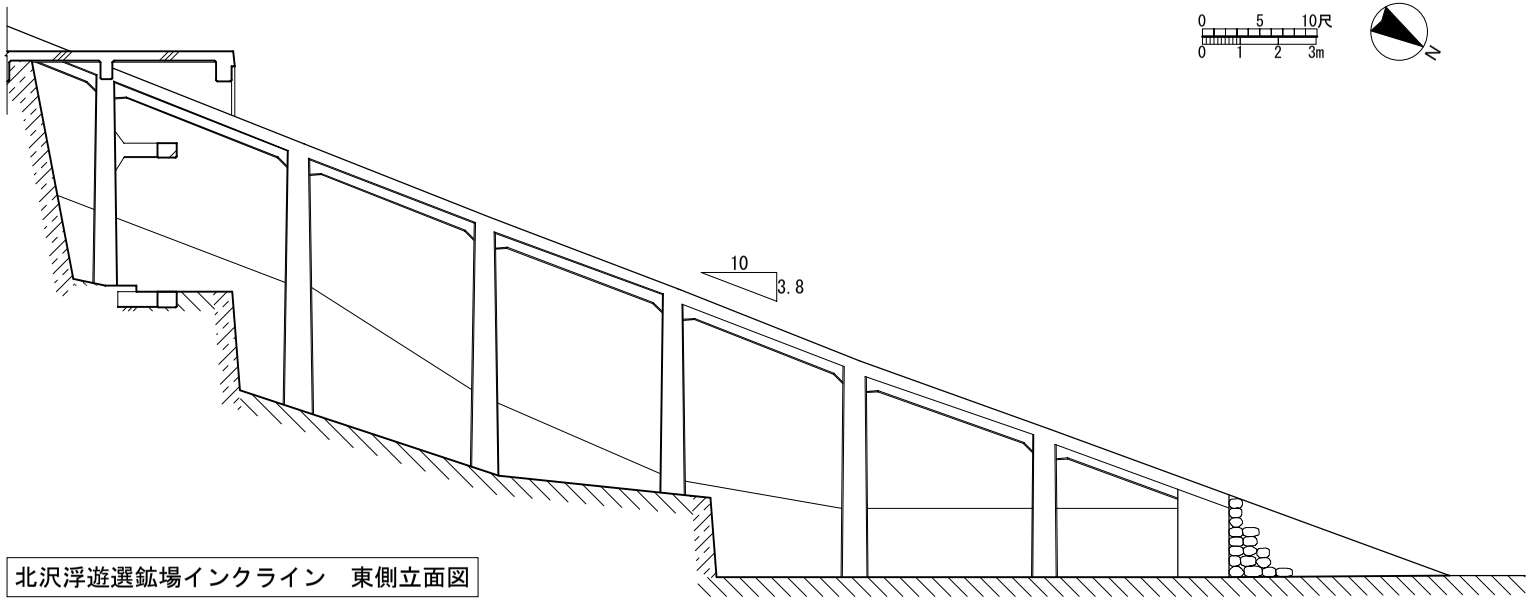
写真4.4.43
北沢浮遊選鉱場インクライン
分岐線接合部梁架構状況(北より)

写真4.4.44
北沢浮遊選鉱場インクライン
分岐線接合部梁架構状況(北東より)

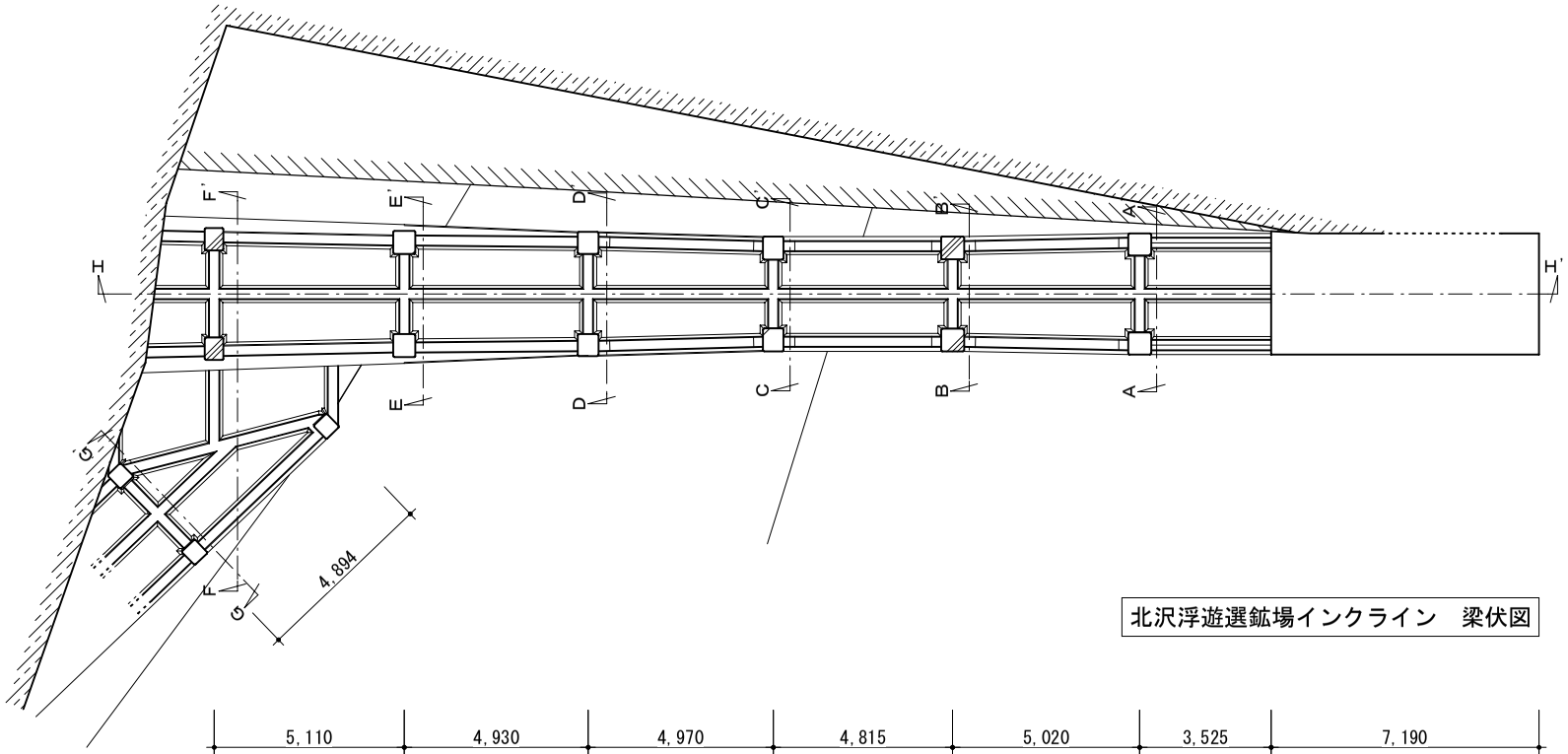

北沢浮遊選鉱場インクライン　平面図
N
0
5
10尺
0
1
2
3m
7,190
3,525
5,020
4,815
4,970
4,930
5,110
35,560
48.94
A
A'
B
B'
C
C'
D
D'
E
E'
F
F'
G
G'
H
H'



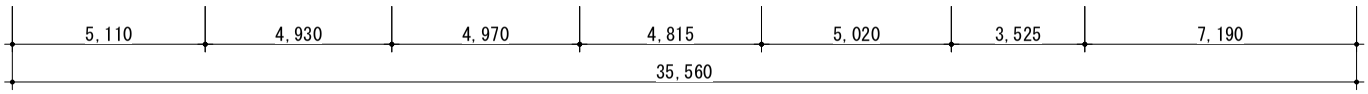
北沢浮遊選鉱場インクライン　柱伏図

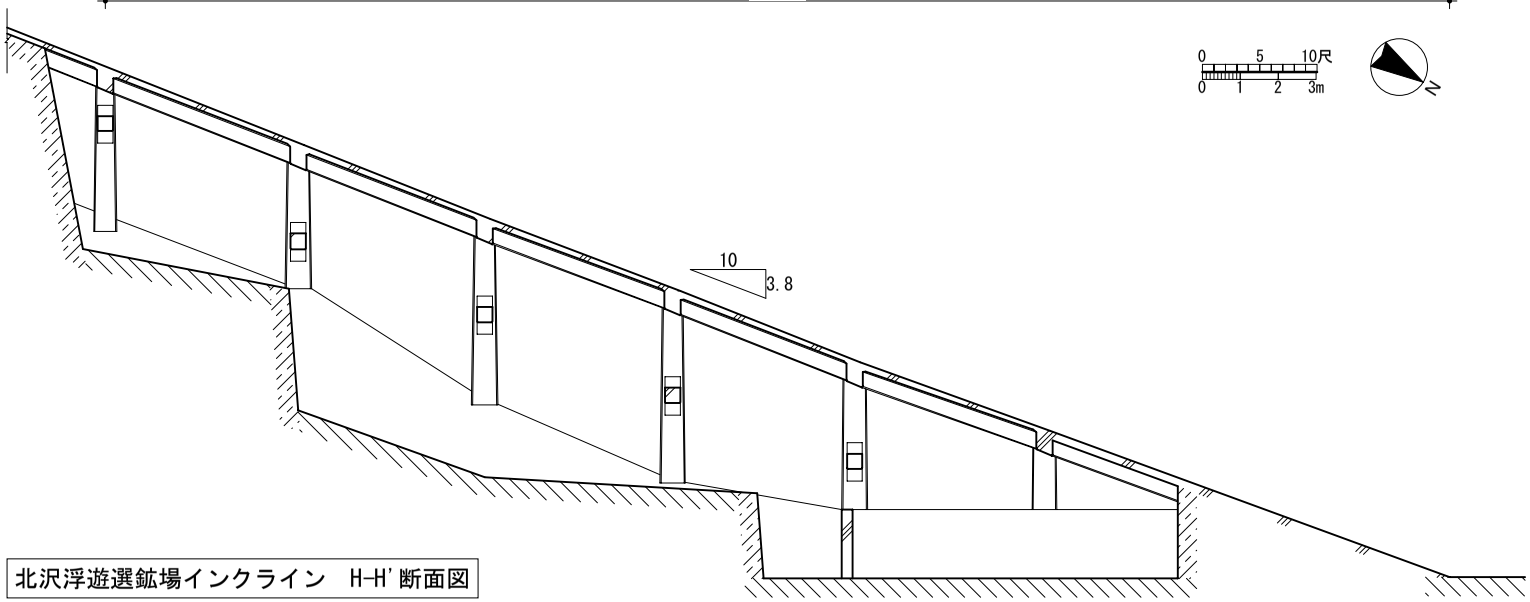


北沢浮遊選鉱場インクライン　東側立面図

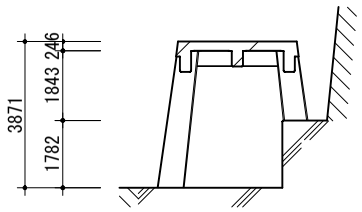


北沢浮遊選鉱場インクライン　梁伏図

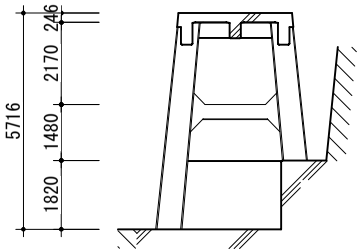




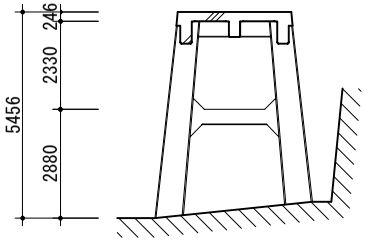
北沢浮遊選鉱場インクライン　H-H'断面図



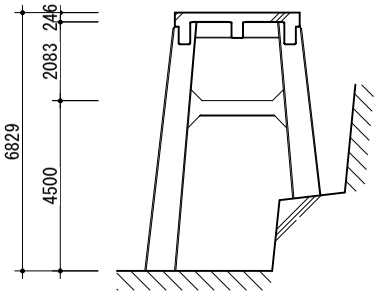
北沢浮遊選鉱場インクライン
A-A'断面図



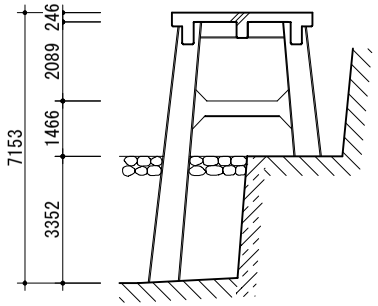
北沢浮遊選鉱場インクライン
B-B'断面図



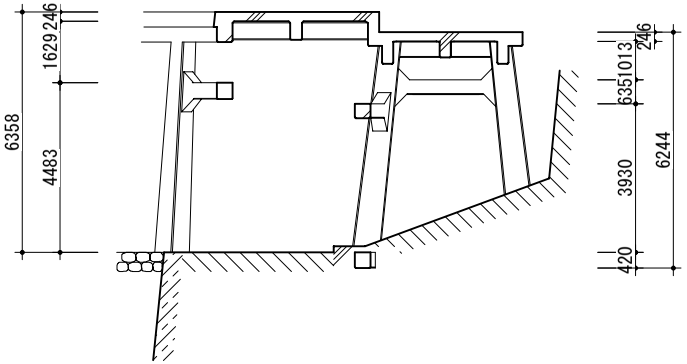
北沢浮遊選鉱場インクライン
C-C'断面図



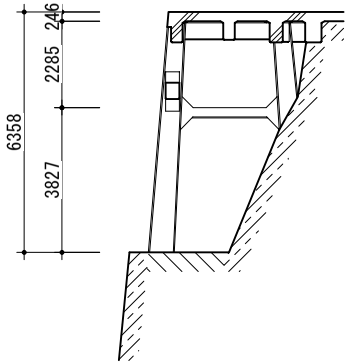
北沢浮遊選鉱場インクライン
D-D'断面図



北沢浮遊選鉱場インクライン
E-E'断面図



北沢浮遊選鉱場インクライン
F-F'断面図



北沢浮遊選鉱場インクライン
G-G'断面図

4. 北沢 50m シックナー

(1) 立地･沿革

北沢 50m シックナーは、北沢地区の濁川右岸に位置し、北側斜面に沿って立地する。鉄筋コンクリート造による直径約 50m、高さ約 9.6m の円形建造物で、昭和 15(1940)年に完成したとされる [1)]。佐渡鉱山では昭和 13(1938)年の「重要鉱物増産法」公布に伴い増産計画が進み、選鉱･製錬施設の拡張･更新等が行われており、当施設もこの増産体制時に建設されたものである。

選鉱･製錬過程において、鉱石は微粒子状態まで砕かれ、水を含み液･泥状(パルプ)になる。シックナー[2)]とは、泥状の鉱石を鉱物と水に分離する非濾過分離装置をいう。佐渡鉱山における当シックナーは、特に間ノ山揚鉱場において鉱石から汰物･アマルガムを生成した後に排出される鉱尾の濃縮を行った。濃縮された鉱尾には、青化製錬･浮遊選鉱を加えて二次的に精鉱を回収した。なお、間ノ山揚鉱場より排出された鉱尾は木樋で当シックナーまで運ばれたとされる。

なお、佐渡鉱山には大小のシックナーが選鉱･製錬施設の内外に付属したことが古写真等から判

写真4.4.45　北沢50mシックナー　俯瞰(南西より)

写真4.4.46　北沢50mシックナー　俯瞰(南より)

写真4.4.47　北沢50mシックナー　外観(西より)

写真4.4.48　北沢50mシックナー　屋上外観(北西より)

写真4.4.49　北沢50mシックナー　構造部詳細(西より)

写真4.4.50　北沢50mシックナー　構造部詳細(南より)

明するが、現存するものの多くは土砂に埋まり、当シックナーは最も保存状態の良いものといえる。

(2) 建造物の概要

構造物を支える柱は直径約 760 ㎜の円柱で、円弧角 12° 毎に柱列を計画し、各柱列には中心から 8.3m、15.4m、22.6m の同心円上に柱を配する。建造物の北東は地山とし、南東の約 1/3(正確には 3/10)の範囲にのみ柱が配され、残りは斜面に石垣を築いて建造物を支える。

半径方向の各柱間には下面を円弧とした巾 500 ㎜の梁(以下:円弧梁)を放射状に架け渡す。中心から1本目の柱までは柱列1つ置きに円弧梁を架け、1 本目より外側は全ての柱列に円弧梁を架ける。3 本目の柱より外側には 1.8m の片持迫を設ける。各柱列の間には、半径方向の柱間を 4 分割した位置に巾 400 ㎜の梁を架け渡す。

躯体コンクリート表面には堰板の跡が確認された。建物全体を支える円柱は巾 150 ㎜(3 寸)程度の堰板が用いられ、正確な円弧ではなく、凡そ 16 面体で形成される。なお、石垣と躯体コンクリートとの取合いには打設に用いた型板が一部残存しており、石垣の隙間にはモルタルが流出した形跡が残るため、施工の際、石垣自体が型枠の役割を果たしていた可能性が考えられる。

屋上コンクリートスラブの高さは中心に向かって低くなり、外周部はパラペット状に立上げて、屋上全体を漏斗形状としている。この屋上部分に鉱尾を貯め、水分の分離・濃縮を行った。

中心には円筒状の構造物を配し、屋上スラブより約 5.5m を立上げる。円筒には鉄管が設置された跡が残る。一方、東面石垣上には小規模の水槽が設けられ、シックナー内部と鉄管によって繋がれていた形跡が残っていた。これらはシックナー内部のオーバーフローを処理する施設と考えられる。地表面には、中心に配された円筒状の構造物から南の濁川へ向かって巾 1.5m の排水路を設けており、オーバーフローした水は濁川へと排水されたと考えられる。なお、円筒部の内側には鉄製のタラップを設けて人が昇降可能となっていた。

なお、「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定有形文化財)に「佐渡鑛山新設選鑛場五十米シックナー配筋圖」が確認できる。詳細な配筋図であることから当初の設計図と考えられ、当建造物の構造を知る上で貴重な資料となる。

(3) 建造物の価値

北沢 50m シックナーは、揚鉱(とうこう)製錬によって汰物(ゆりもの)・アマルガムを生成した後に排出される鉱尾を収集・濃縮したものである。濃縮後の鉱尾には、青化製錬・浮遊選鉱を加えて二次的に精鉱を回収した。

昭和 13(1938)年頃からの増産体制時に建設されたもので、鉱尾の大量処理によって増産を支えた重要な施設の一つといえる。

注

1) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書ー鉱山ー』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
但し、下記資料によれば、昭和 16(1941)年には機械の据付が行われており、昭和 15(1940)年の完成は建築工事のみを示す可能性がある。
『佐渡鉱山事業報告』、三菱合資会社(1896-1918)、三菱鉱業㈱(1918-1946)、㈱ゴールデン佐渡所蔵。

2) (1)パルプ中の固体粒子を沈降させて濃縮する装置。
(2)円形のタンクの中でパルプの固体粒子を重力で静かに沈降させて濃縮し、底部中央にかき集めて抜き出す装置。原則として固形分を含まない水をタンクの周囲からオーバーフローさせる。

写真4.4.51　北沢50mシックナー屋上詳細(北より)

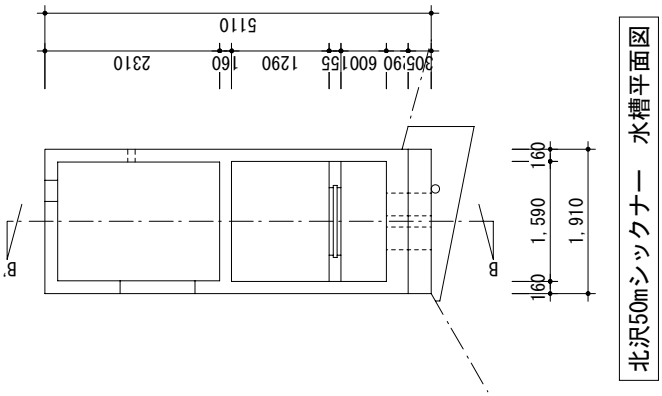
写真4.4.52　北沢50mシックナー中央円筒部見上げ詳細(南西より)

写真4.4.53　北沢50mシックナー東側水槽詳細(南東より)

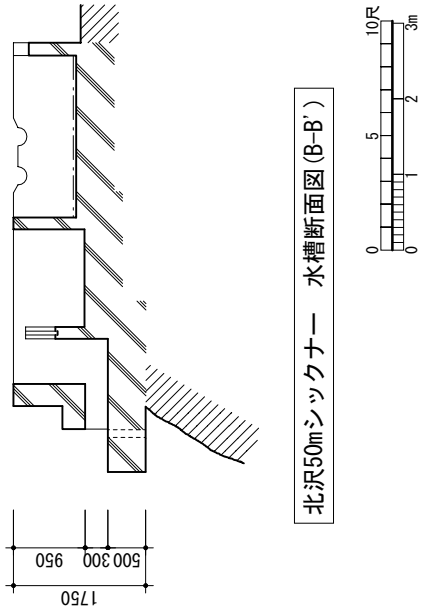
北沢50mシックナー　梁伏図

北沢50mシックナー　平面図

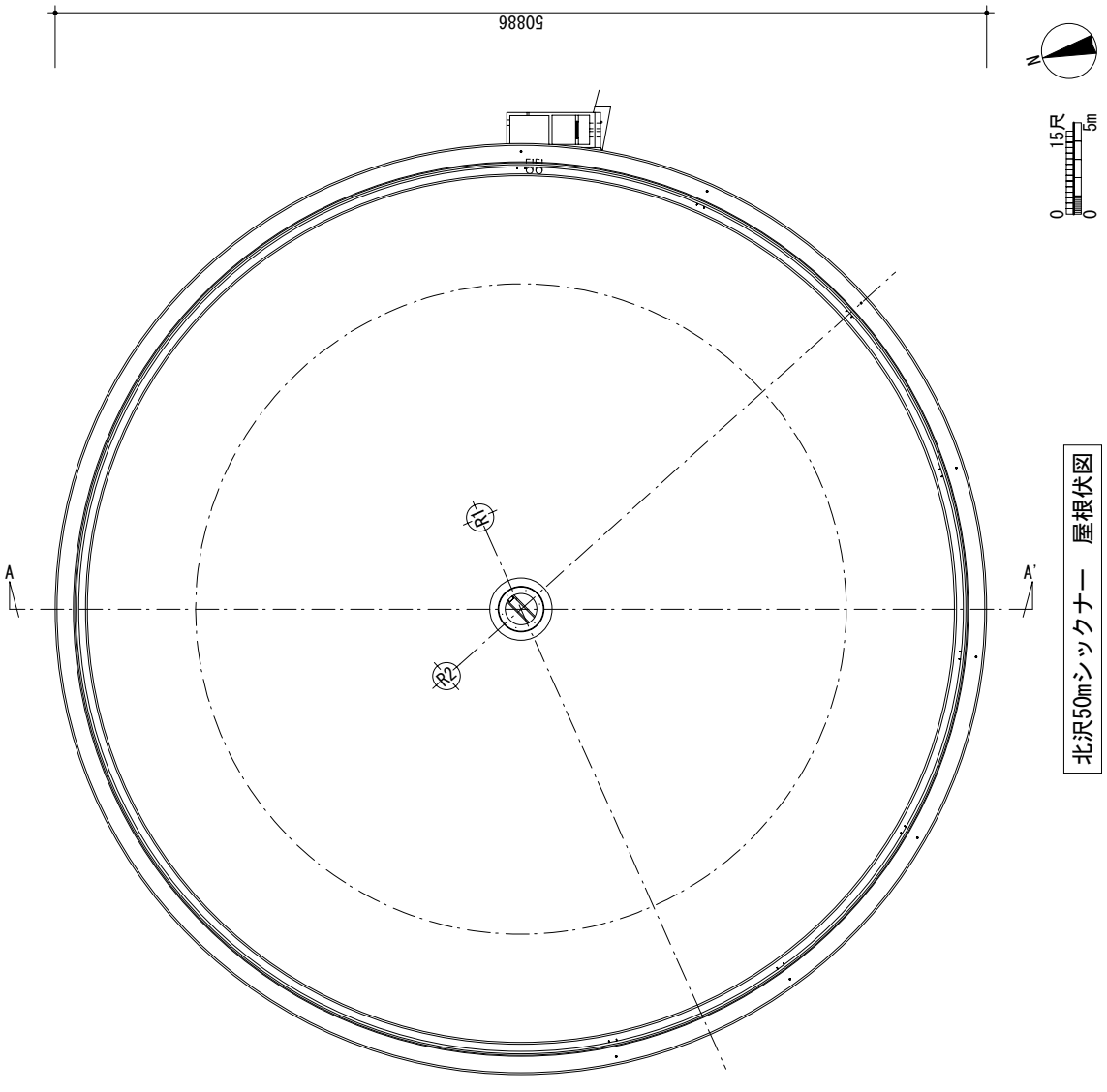
北沢50mシックナー　A-A' 断面図



北沢50mシックナー　水槽平面図



北沢50mシックナー　水槽断面図(B-B')



北沢50mシックナー　屋根伏図

5. 北沢火力発電所発電機室棟

(1) 立地･沿革

明治 41(1908)年、北沢地区構内に出力 500kW の火力発電所が建設された[1)]。

『日本鉱業誌 上巻』[2)]における「佐渡金山 將来ノ擴張及改良」の項によれば「明治二十九年宮内省御料局ヨリ拂下ゲヲ受ケテ以來規模擴張施設改良ノ重ナルモノヲ列記スレバ…(中略)…第十、動力ノ變更 明治四十年汽罐汽機ノ各工場ニ散在セルモノヲ一所ニ纏メ新タニばぶこつく、うゐるこつくす[3)]汽罐及五百きろわつと、たーぼ、ぜねれーたーヲ据ヘ各工場ニハ電氣原動機ニヨリ運轉スルコトヽセリ」と記され､明治時代末期には各工場にあった小さい蒸汽力をやめて、誘導電動機に動力を改めたことが窺える。また､「原動機」「(ニ)發電機」の項目には「五百きろわつと三相交流發電機すちーむ、たーびんニ連結 一臺」と記され、同発電機が北沢火力発電所のものを指すと考えられる[4)]。

なお､『製錬場増設及原動装置新設届補修』(明治 40･1907 年)[5)]には北沢火力発電所の平･断面図が添付されており、同発電所は 3 棟の建物で構成されていたことが明らかである。当建物はこの内、発電機室を担うもので、西側には汽罐(ボイラー)室棟、南西側には節炭器(エコノマイザー[6)])室棟を配した。

(2) 建造物の概要

北沢火力発電所発電機室棟は北沢地区の南側斜面の麓に東面して立地する[7)]煉瓦造二階建[8)](地下一階)切妻造平入桟瓦葺の建物である。平面は梁間外法 13.7m、桁行外法 11.9m の矩形で、躯体煉瓦の壁厚は約 460 ㎜とする。南北妻壁の内側には約 3.2m 毎にバットレスが設けられていた。

躯体煉瓦はイギリス積で構成されるが、要所に自然石を用いてアクセントとする。小屋組は木造トラス組(キングポストトラス)とする。

内部は新設の間仕切りによって覆われるが、前述の『製錬場増設及原動装置新設届補修』の添付図面によって当初の機能を窺うことができる。同図面によれば、当建物は当初、平屋建(地下一階)

写真4.4.54　北沢火力発電所発電機室棟
外観(北西より)

写真4.4.55　北沢火力発電所発電機室棟
外観(北より)

写真4.4.56　北沢火力発電所発電機室棟
外観(北東より)

写真4.4.57　北沢火力発電所発電機室棟
外観(西より)

写真4.4.58　北沢火力発電所発電機室棟
地階内部　北東隅部(西より)

写真4.4.59　北沢火力発電所発電機室棟
地階内部　中央部(北西より)

写真4.4.60　北沢火力発電所発電機室棟
地階天井詳細(南より)

写真4.4.61　北沢火力発電所発電機室棟
地階内部西面(東より)

写真4.4.62　北沢火力発電所発電機室棟
一階内部展示室(北東より)

写真4.4.63
北沢火力発電所
発電機室棟
一階内部廊下(東より)

写真4.4.64
北沢火力発電所発電機室棟
二階内部(南西室)(東より)

写真4.4.65
北沢火力発電所発電機室棟
二階内部廊下(西より)

写真4.4.66
北沢火力発電所
発電機室棟
小屋組(南西より)

写真4.4.67
北沢火力発電所発電機室棟
小屋組(西より)

の建物であったことが明らかである。一階は発電設備設置のため、1 室で構成されていた。室内のほぼ中央にスチームタービン・発電機を設置し、汽罐(ボイラー)室棟で発生させた蒸気によって発電を行っていた。地階にはコンデンサーが設置されていたが、現状で機械類は一階、地階共に一切が現存せず、地階に発電機の基礎を残す程度とする。

地階は自然石練石積を土留壁とし、この上に切石積の上屋基礎を設ける。基礎には床下換気口が設けられていた[9)]。上屋一階の床組は鋼材の大引根太組を配し、各根太間に煉瓦積によるアーチ型のスラブを設けていた。

現状の建物は二階建に改変されるため、窓は各階に 2 枚引違いの木製ガラス窓を設けるが、古写真[10)]によれば当初の窓は一、二階を貫いた一連の構成としており、アーチ部を欄間とする 1 つの上げ下げ窓であったことが明らかである。

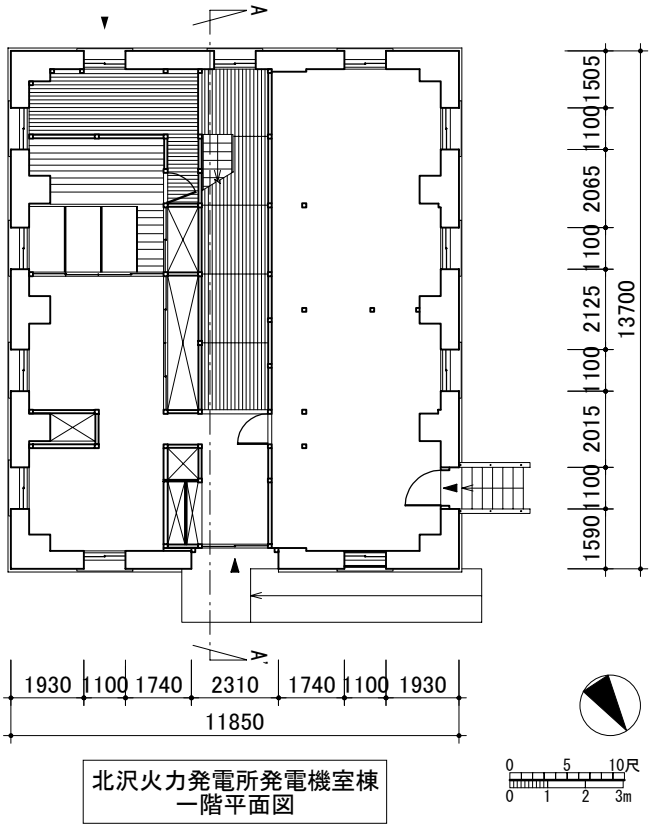
なお、別の古写真[11)]では、当建物の屋根、小屋組、窓建具等が撤去された姿が確認できる。この頃、当建物に大きな改造が加えられたと考えられる[12)]。

(3) 建造物の価値

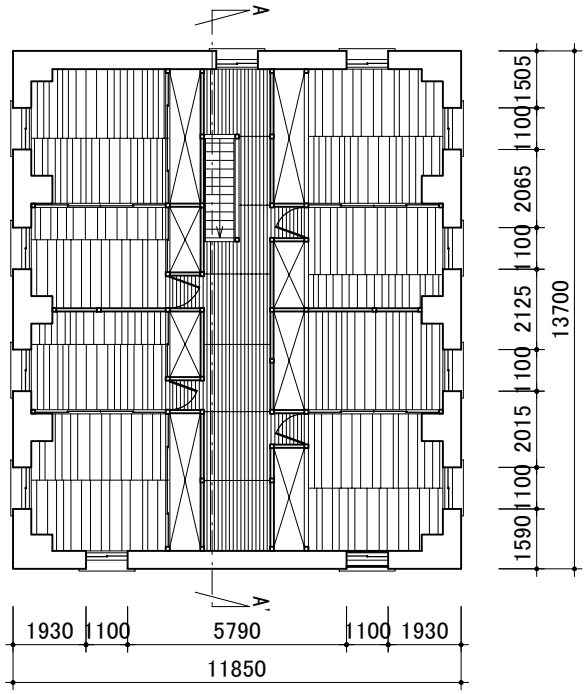
北沢火力発電所発電機室棟は、鉱山施設を稼動させるために必要な電力を確保するための一施設として建築された。同時期に鉱山施設が一気に電気化される大きな革新期にあったことを示すものといえ、近代佐渡鉱山における生産システムの一部として貴重な存在といえる。鉱山内に残存する煉瓦造建造物の中で最も大きく、保存状況が比較的良好で、建築年代が確定できる点も評価できる。現在は一階の一部を改装し、佐渡鉱山関連資料の展示施設として一般公開する。

注

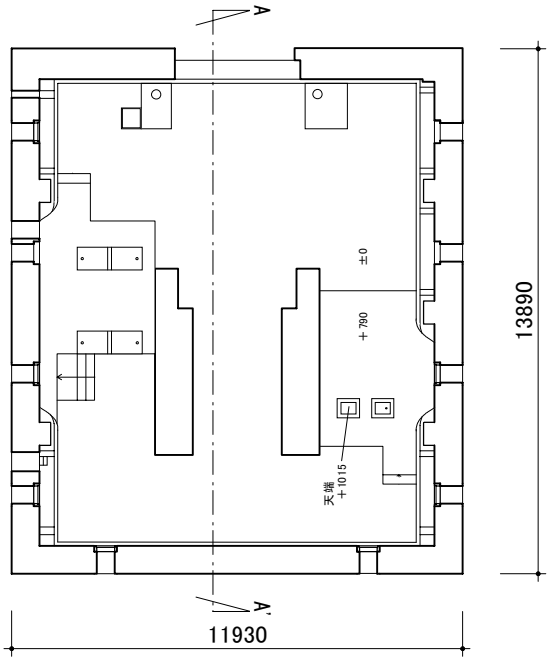
1) 相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、p.222、1995.2
2) 東京鉱山監督署編：『日本鉱業誌 上巻』、原書房、pp.185-202、1991.12 複製(原本:1911)
3) バブコック―ウィルコックスボイラー(Babcock-Wilcox boiler)。アメリカの機械技術者であるバブコックとウィルコックスが 1867 年に共同で特許を取得した横型の水管式ボイラー。
4) なお、古写真(㈱ゴールデン佐渡所蔵)・絵葉書(柏崎市立図書館所蔵、小竹コレクション)に煉瓦造建造物内へ設置された発電機を撮影するものが確認された。開口部の意匠が酷似しており、当建物内部を撮影したものと考えられる。
5) ㈱ゴールデン佐渡所蔵の文書。
6) ボイラーの給水加熱装置の 1 つで、煙道に水管を設け、排気の余熱で給水を加熱するもの。
7) 現在は北・西・東面に出入口を設けるが、古写真(㈱ゴールデン佐渡所蔵)によれば、北面の出入口は後設と明らかで、当初は木製上げ下げ窓であったことが明らかとなる。実際の建物では、出入口見込面は煉瓦を切断した後にモルタルで補修を行った痕跡が確認され、また、石造の窓台が設けられていた部分の煉瓦は目地を違えており、後に煉瓦を追加した痕跡を見ることができる。以上により、当建物の正面は、主たる出入口を設ける東面とした。
8) 現状の二階は改造によって設けられたもので、当初は平屋建であった。
9) 切石積の基礎には床下換気口の他に開口部や多数の穴が穿たれていた。古写真では床下換気口以外の開口部は確認できないため、中古の発電設備設置に際して設けられたものと考えられる。
10) 佐渡市所蔵。『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、p.222(注 1)前掲)に掲載。建築後間もない時期の写真と推測される。
11) 佐渡市、相川郷土博物館所蔵。同博物館によれば昭和 40(1965)年頃の北沢地区を撮影したとされる。また、同位置から昭和 47(1972)年に撮影したとされる写真は、汽罐室棟の解体撤去作業を撮影している。
12) 小屋組の材料は建築年代に対して細く、躯体と梁・桁の納まりに不自然な点や構造が後設の柱に依存する点が見られるため、小屋組は後に改変されている可能性がある。



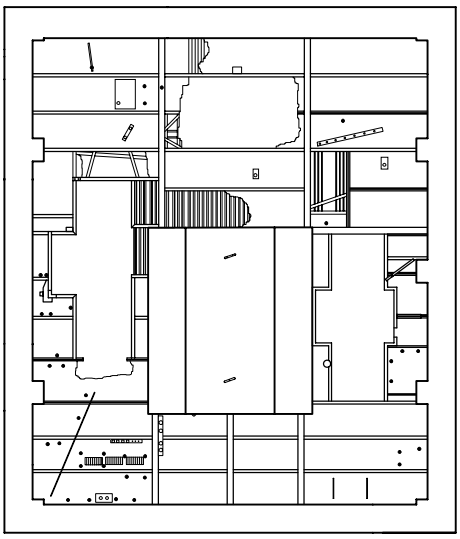
北沢火力発電所発電機室棟
一階平面図



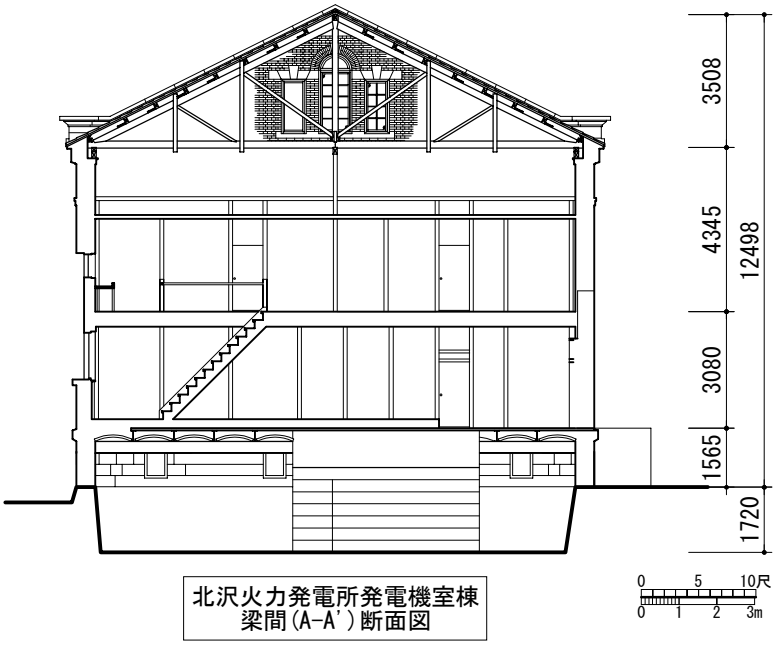
北沢火力発電所発電機室棟
二階平面図



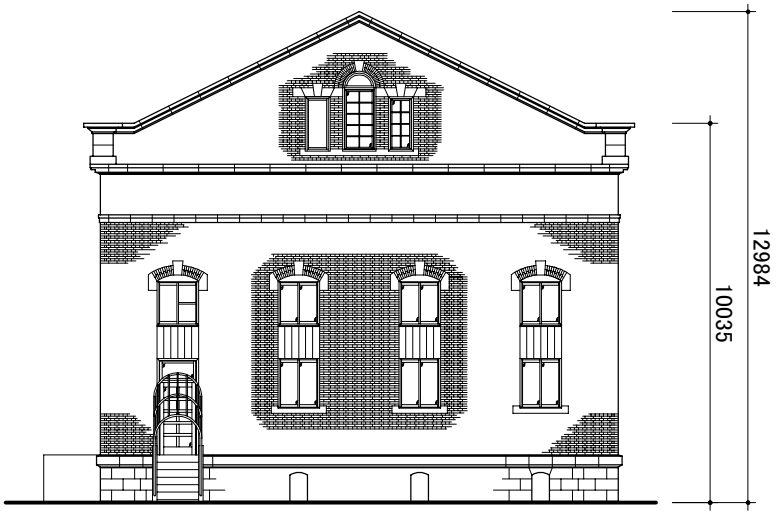
北沢火力発電所発電機室棟
地階平面図



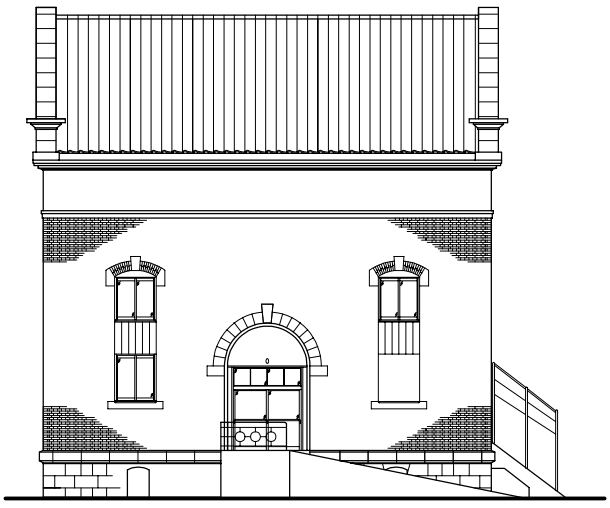
北沢火力発電所発電機室棟
地階見上げ図



北沢火力発電所発電機室棟
梁間(A-A')断面図



北沢火力発電所発電機室棟
西側立面図



北沢火力発電所発電機室棟
北側立面図

第 5 節　大間地区

1. 大間港(護岸)

(1) 概要

大間港は相川の市街地を流れる濁川河口と水金川河口の中間付近に存在する港湾である。

鉱山の近代化を推し進めるにあたっては、特に機械類の動力を生み出す燃料を大量に必要としたことは想像にたやすい。大間港は生産品の搬出だけでなく、生産に必要な物資、溶鉱炉や発電所等の燃料に用いる石炭の搬入用として築港された。『佐渡金銀山史話』[1]によれば、「大間埋立地には倉庫数棟を建設し、需要資材の受け入れ場所とした。石炭の如きも若松或いは油戸より二見港に回漕し、二見より艀積として曳船によって大間に揚げた」とされる。また別の資料[2]によれば、大正 4(1915)年における大間港の交易について「輸出品、缶詰・生魚類沢根経由、価格七千円。輸入品、油類・鉄材・石炭・外国米等、総価格十万六千五百十九円、輸入超過九万九千五百十九円。尚、一昨年（大正元年）迄金銀地金を輸出したるも昨年より両津港を経過せり。」[3]とあり、大正時代には鉱山用資材の受入が主な機能であったことが窺える。なお、昭和 18(1943)年度の二見港における石炭輸入量は他の品目と比べ突出しており[4]、この大半は大間港に回漕され、佐渡鉱山に用いられたと考えられる。

なお、平成元(1989)年の休山時、佐渡鉱山から最後の鉱石を搬出した際、船は二見港より出航した[5]。

(2) 沿革

大間港は埋立による人工港湾で、築港には新製鉱所敷地造成時の切崖土砂を運搬し埋立に用いたとされ、土砂の運搬は明治 20(1887)年 4 月に架設された索道によって行われた[6]。『佐渡金銀山史話』[7]ではこの様子を、「相川大間の築港工事は、北沢製錬敷地の造成と関連して、切取り土砂を索道で運び(明治)一九年に着手された」と記す。

「大間築港地形図(埋立地)」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)には、築港に際する埋立地の範囲が示される[8]。同図及び現地測量によれば、埋立地は東西約 115m、南北約 250m で、既存の海岸線より西側へ半円状に張り出す形状とし、南西部に船渠を設ける計画であった。船渠は瓢箪形に造られ、瓢箪の底となる部分を海側(南西)、口となる部分を陸側(北東)に向けて位置する。現在の大間港における護岸の平面形状は「大間築港地形図(埋立地)」における埋立地範囲とほぼ整合するもので、築港当初の大間港の骨格を現在も良好に保つことを示唆する。

大間港の築港は、「数回波浪のために挫折した」[9]とされるが、明治 23(1890)年から同 24(1891)年にかけて人造石(たたき)工法の開発者である服部長七を招聘し同港の護岸工事を進め、明治 25(1892)年に完成した[10]。

(3) 人造石(たたき)工法について

人造石(たたき)工法は在来技術の 1 つである「たたき」を干拓堤防や河川護岸等の土木工事に応用したもので、明治 10(1877)年代に開発された[11]。

写真4.5.1　大間港　俯瞰(北西より)

写真4.5.2　大間港　船渠入口(南より)

コンクリート工法が普及・定着するまでの土木工法として、水路・堰堤・護岸・水門等の大規模な近代土木構造物が増えるに従い、これらの要求にこたえて、明治30(1897)年代に全国で広く使用された。記録が確認できる限りでは昭和時代初期まで使用されたことが明らかである[12)]。

「人造石」は土木工事おける「たたき」一般を指すが、狭義には土砂を充填した沈澱体の外側に天然石を張り、保護層を形成した構造物を指すものである。本文では、「たたき」材料のみを使用した構造物は単に「たたき」と記し、「たたき」練土と天然石積の組み合わせによる構成を「人造石(たたき)」と記述する。「人造石(たたき)」にも堤体内部に普通の土砂を充填する場合と、内部も少量の石灰を混ぜて「たたき」構造とする場合があり、後者の方が堅固で、波や水流が激しく当たる場所に適用される。

「たたき」は、結合材としての消石灰と骨材としての種土を主材料とし、水で練ってたたき固めたものであるが、種土の役割は単なる骨材の域を越えており、適否は仕上がり強度を大きく左右したとされる。種土は、マサ(真砂)、マサ土(サバ土、ヘナ土等の異称もある)と呼ばれる花崗岩類が深層風化によって土壌化したものの内、極端に風化・分解の進んでいないものが最適とされた。なお、仕上がり強度は劣るもののマサ土以外の配合材料でも施工は可能であり、左官達はその土地で入手できる材料を選び、それに応じた配合比でたたきを構成したとされる。実際、相川付近でマサに相当する土は無く、現場に石英質の土粒が混入していることから、鉱山のズリ(破砕された捨鉱)を種土に利用した可能性が指摘されている[13)]。また、人造石(たたき)を海中に使用する場合、混捏水は海水が良いとの実験結果も得られたとされる[14)]。

「人造石(たたき)」におけるたたき練土は石垣の目地塗りのような補助的使用ではなく、割石相互の間に充填され、2寸から3寸程度の厚さを持つ。いわば練土の中に天然石が浮いている形となる。水密性の高い堅固な張石層が形成されると共に、従来の石垣や張石と比べ、曲線断面の構築も比較

写真4.5.3　大間港　船渠南西部(南西より)

写真4.5.4　大間港　船渠北東部(南西より)

写真4.5.5　大間港　船渠北東部(北東より)

写真4.5.6　大間港　船渠北東部停泊場(南西より)

的容易という利点があった。

(4) 施工者･服部長七について

大間港を施工した服部長七(1840-1919)は､天保11(1840)年､三河国碧海郡棚尾村(現愛知県碧南市新川町)に､左官の子として生まれた。転々と職業を変えた末、上京して明治 7(1874)年からたたき屋を開業したとされる。小規模邸宅工事を通じてたたきの水硬性や強度を高め、明治 9(1876)年、後に｢人造石｣と呼ばれた｢長七たたき｣を考案したとされる。長七の技術は次第に認められ、宮内省御用を契機として大久保利通ら政府高官の私邸工事にも出入りするようになった。長七は単なる職人仕事の枠に納まらず、人造石工事を専門とする請負組織｢服部組｣を率い、港湾･干拓･護岸･堰堤･樋門･鉄道等､様々な土木構造物を完成させている。

長七が受注･施工した本格的な土木工事の受注･施工は、明治 11(1878)年の愛知県岡崎町夫婦橋の架橋が最初で、土木工事への応用として全てを人造石(たたき)工法で築造したとされる。明治15(1882)年、愛知県服部新田干拓堤防(1,440m)の築堤では､大規模な土木工事に初めて人造石(たたき)工法を用いた。この際、自らの技術を実施で試すため､資金を借り入れて工事を行ったとされる。同工事は無事成功を納め、これを足がかりに長七は人造石(たたき)工法を全国展開していく。

その後も、広島県宇品新開･築港(明治 17･1884～22･1889 年)、鳥取県加露港築港(明治 23･1890年)、御料局佐渡支庁大間港護岸(明治 23･1890～24･1891 年)、愛知県豊橋在神野新田干拓築堤(明治 26･1893～明治 28･1895 年)、三重県四日市築港(明治 30･1897 年･重要文化財)､愛知県名古屋築港(明治 31･1898～明治 35･1902 年) 等、その地方で歴史に残る大工事を請け負ったが、明治37(1904)年に服部組を解散し、一切の事業から手を引いた。

なお、大間港完成の際、当時の御料局佐渡支庁長渡辺渡は、服部長七の成果を讃えて表彰状を贈

写真4.5.7　大間港　防波堤(大)上端(北より)

写真4.5.8　大間港　防波堤(大)西面(北西より)

写真4.5.9　大間港　防波堤(大)東面(北東より)

写真4.5.10　大間港　防波堤(小)(北より)

ったとされる[15]。表彰状の記述によれば、長七は鉱山の貯水池堰堤、製鉱用沈殿池、潜水堤など多数、人造石(たたき)工法で施工したとされる。このことから、佐渡鉱山において、大間港以外の構造物に服部長七の人造石(たたき)工法が採用・施工されたことが窺える。

(5) 大間港の機能

船渠西側には南へ延びる防波堤(大)、南側には西へ突出する防波堤(小)を設け、船渠内を穏やかな状態に保っている。港西側の海面には岩礁が確認でき、浅瀬になっていることが窺え、船渠への入港は西から東へと進んだ後、大小の防波堤の間を南側から北側へ向かう造りとなっている。大間港の防波堤(大)からは北へ一連の護岸が続き、水金川に至る部分には現在、相川漁港が位置する。港北東部には、民家との境界部分に古い石積が確認でき、築港当時の埋立地境界を示す可能性が考えられる。

船渠の東面には、停泊場[16]と考えられる石敷の床面が配される。この南側にはコンクリート造による建物・機械の基礎が確認でき、なんらかの港湾施設が存在していたことが窺える。船渠北西部にも停泊場と考えられる石敷の床面を設けた。現在は崩落等が相俟って、石が散乱した状態にあるが、水際の一部等には計画的に敷かれた石が確認できた。古写真・絵葉書[17]では石敷のスロープに木造の小型船が停泊する様子も確認できる。

大間港の護岸形状は、波の影響を受けやすい西面護岸や防波堤(大)は勾配が緩く、波の影響を受け難い北面・南面護岸や船渠内護岸は勾配が急で直壁に近い形状となっている。また、北面～西面護岸に残存する護岸形状を見る限り、波の影響を受けやすい護岸は海水が埋立地へ浸入するのを防ぐため、上部を擁壁状に立ち上げた複断面形状とし、更にそれを超えた海水は、副堤で防ぐ構造になっていると考えられる。

現在、西面の護岸は、殆どがコンクリートによ

写真4.5.11　大間港　人造石(たたき)工法断面構成

写真4.5.12　大間港　船渠南西部停泊場石敷(西より)

写真4.5.13　大間港　防波堤(小)-南側護岸(南より)

写真4.5.14　大間港　南側護岸東面(北東より)

って改修されているが、「大間倉庫附近平面圖」(昭和 32・1957 年、「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)によれば、当初は北面護岸～防波堤(大)にかけて連続した護岸と副堤が存在したことが判明する。また、「大間築港地形図(埋立地)」(前掲)によれば、築港当初の防波堤(大)は南側先端が東側へ突出した形状を採っていたが、近年、コンクリートで補修が行われた[18)]。

港湾北側には昭和 38(1963)年から始まった漁港整備に伴い、昭和 42(1967)年に相川漁港が完成、港湾南側には昭和 51(1976)年から海岸部の埋立が開始され、かつて海面に面していた南・北面護岸の一部は現在、新たな埋立地で覆われている。

(6) 建造物の価値

大間港は、人造石(たたき)工法の開発者である服部長七が明治 23(1890)年から同 24(1891)年にかけて護岸工事を施工し、明治 25(1892)年に完成した。人造石(たたき)工法は工事が進まなかった大間港の護岸を完成させた点において効果は多大なものであったと推測される。また、大間港は築港以後、部分的な補修・改修は行われたが、現状の護岸・副堤等は、築港当初の埋立範囲とほぼ整合するもので、埋立地の範囲や船渠の基本形状等に大きな変更は無く、築港当初の骨格を良好に保つものである。

佐渡金銀山が他の鉱山と異なる点は、鉱山が島に存在するため、生産品や生産に関する需要資材の多くが船によって輸送されることにあるといえる。石炭は日本全体の近代化に対する重要物資の一つであり、その確保と輸送方法は佐渡鉱山においても重要な役割を担ったといえ、大間港は佐渡鉱山にとって重要な港湾であったといえる。

注

1) 麓三郎：『佐渡金銀山史話』、佐渡金属工業㈱、1956(1973 増補)

2) 相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、p. 442、1995. 2。
なお、文献では二見港、相川港、姫津港の 3 港の記述があ

写真4. 5. 15　大間港　西面護岸(南より)

写真4. 5. 16　大間港　西面護岸副堤(西より)

写真4. 5. 17　大間港　北面護岸(北西より)

写真4. 5. 18　大間港
東面埋立地境界石積み(北東より)

り、相川港が大間港にあたる。

3) 記述では、大正2(1913)年から金銀の積み出しは両津港を利用したとされるが、昭和32(1957)年の「大間倉庫附近平面圖」、昭和33(1958)年の「大間港鉱石倉庫配置図」(いずれも「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)には貯鉱施設が記載されており、更に聞取調査によれば、生産品・物資の積降ろしは昭和52(1977)年～53(1978)年頃までは大間と二見の2つの港を併用し、その後、比較的波の穏やかな二見港へ移されたという。大正時代以降に大間港からの鉱石の積み出しが全く無くなった訳ではないといえよう。

4) 移入量は石炭が119,996、その他の品目は1～4桁の値となっている(単位不明)。注2)参照。

5) 注2)、p.872参照。

6) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
なお、下記資料によれば、索道は日本最初の蒸気動によるブライヘルト複線式架空索道で、延長1,090mとされる。
通産大臣官房調査統計部:『本邦鉱業の趨勢50年史(1900-1950)解説編』、龍渓書舎、p.50、1980
日本工業会・啓明会:『明治工業史 鉱業篇』、学術文献普及会、p.214、1968複製(原本:1930)
鉱山談話会編、『日本鉱業発達史 上巻』、p.236、1932.3
また、『佐渡国鉱山製銀所之図』(明治23・1890年)には、「海岸埋立綱車」とその駅が描かれており、新製鉱所敷地造成は北沢地区の工事を指すもので、明治25(1892)年に竣工した沈澱製錬所(現在、北沢地区に遺構が確認される「旧北沢青化・浮選鉱場」)を指すと考えられる。

7) 注1)参照。

8) 但し、図面の作図年代は明記されていない。

9) 注1)参照。

10) なお、この頃、佐渡鉱山の所管は変遷が著しく、築港開始の明治20(1887)年当時は農商務省の所管であったが、明治22(1889)年からは宮内省御料局の所管となり、完成後の明治29(1896)年には三菱合資会社へ払い下げとなっている。

11) 近世において既に土間・流し・井戸等、湿気防止や水密性を要する小規模な構造物に早くから用いられていたが、大規模な構造物の記録は確認されていない。

12) 天野武弘、早川恭子:「愛知県による人造石工事とその産業遺産」、「愛知県史研究」第8号、p.77、2004.3

13) 飯塚一雄:「人造石(たたき)工法による明治期土木構築物」、『日本の産業遺産－産業考古学研究－』、玉川大学出版部、p.133、1986.3

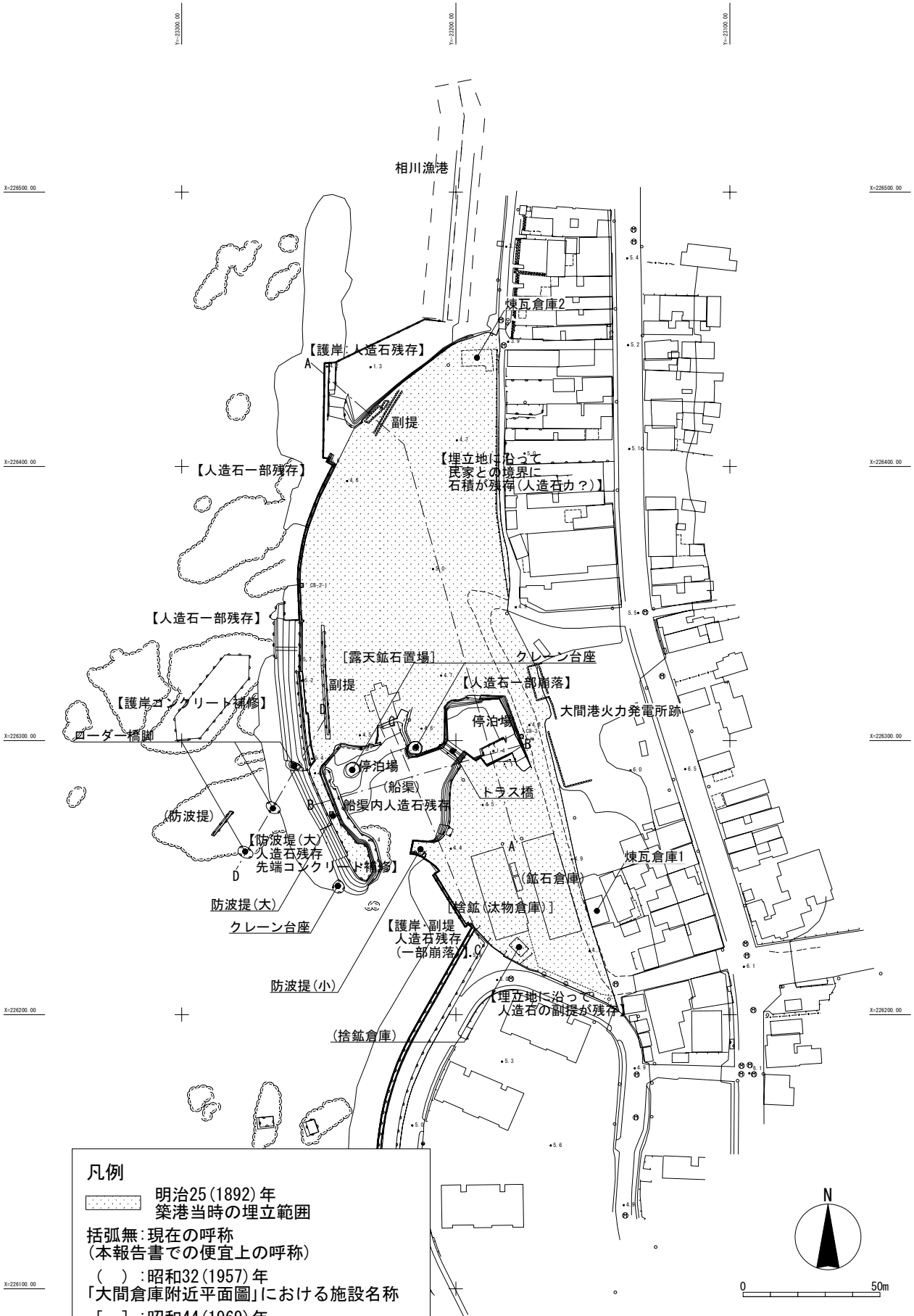
14) 注13)、p.153参照。

15) 注13)、p.145参照。

16) 貨物の昇降に荷揚げ機を用いたとされるが、人員の昇降には停泊が可能な場所が必要と考える。

17) 古写真は㈱ゴールデン佐渡所蔵。また、柏崎市立図書館蔵の小竹コレクション絵葉書に佐渡鉱山を撮影したものが数点含まれる。

18) 昭和 54(1979)年撮影の写真では当初形状を保っていたが、平成5(1993)年頃撮影の写真では大きく破損した状態にあり、平成14(2002)年頃撮影の写真ではコンクリートで補修されている。



凡例

明治25(1892)年
築港当時の埋立範囲

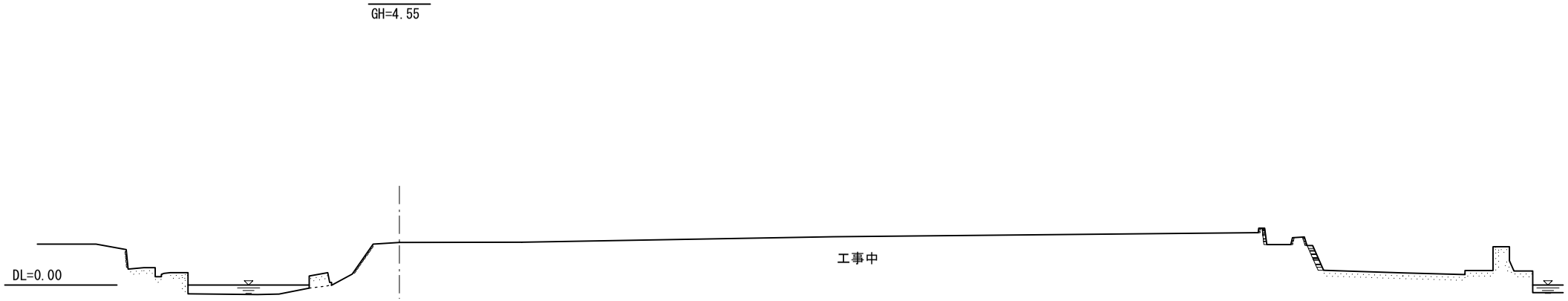
括弧無：現在の呼称
（本報告書での便宜上の呼称）

（　）：昭和32(1957)年
「大間倉庫附近平面圖」における施設名称

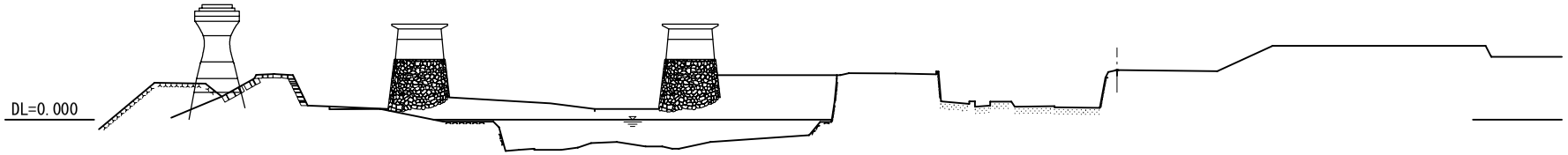
［　］：昭和44(1969)年
「大間港鉱石倉庫配置図」における施設名称

【　】：現地残存・破損状況

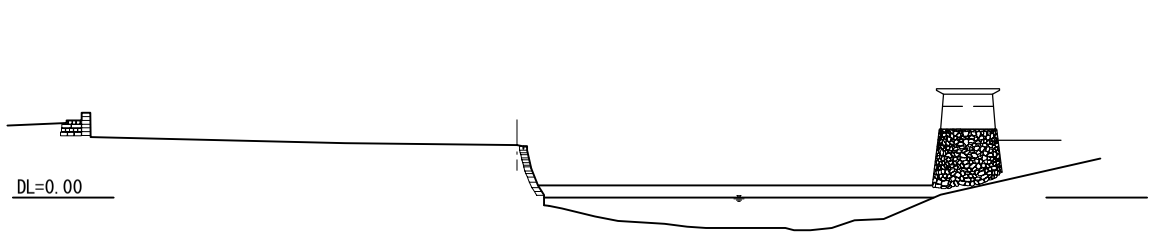
大間地区　施設配置図
大間港（護岸）
大間港トラス橋
大間港ローダー橋脚
大間港クレーン台座
大間港煉瓦倉庫1
大間港煉瓦倉庫2
大間港捨鉱倉庫



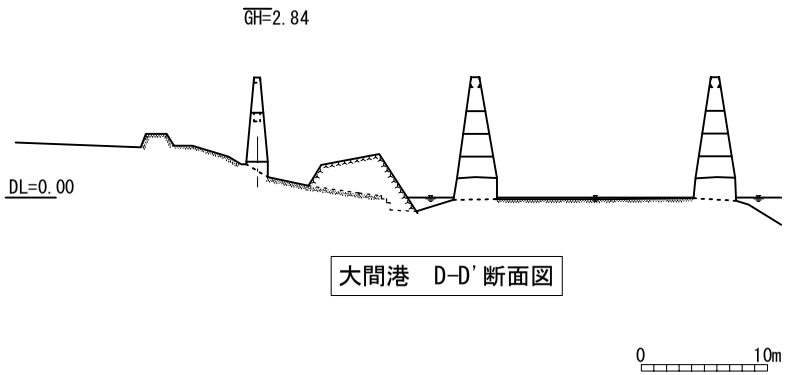
大間港　A-A'断面図



大間港　B-B'断面図



大間港　C-C'断面図



大間港　D-D'断面図

2. 大間港トラス橋

(1) 立地･概要

大間港は、生産品の搬出や生産に必要な物資、特に溶鉱炉の燃料等に用いる石炭の搬入用として明治 25(1892)年[1)]に築港された。船渠は中央を絞った瓢箪形に造られ、南西－北東方向へ船を出入りさせる。船渠中央部分には現在、南東－北西間に鉄骨造のトラス橋が架け渡される。聞取によれば[2)]、当トラス橋はホッパー[3)]施設で、橋梁上に鉱車等を乗り付けて[4)]、トラス橋の下に停泊させた艀に鉱石を落下させて積載したとされる。

大間港トラス橋は、橋長約 9.7m、幅員約 4.7m、トラス高さ約 6.8m の橋梁で、側面はほぼ正三角形の形状を取り左右対称とする[5)]。同橋を構成する鋼材同士は基本的にリベットで接合され、特にパネルポイント(格点)[6)]はガゼット(繋板)を用いて

写真4.5.19　大間港トラス橋　全景(南西より)

写真4.5.20　大間港トラス橋
俯瞰(北西より)

写真4.5.21　大間港トラス橋　全景(南西より)

写真4.5.22　大間港トラス橋と鉱車(南東より)

写真4.5.23　大間港トラス橋
橋桁･橋脚納まり(南より)

写真4.5.24　大間港トラス橋
ホッパー部詳細(南東より)

写真4.5.25　大間港トラス橋
橋桁･中央支柱･斜材納まり(南より)

剛結する。

(2) 建設年代の考察

大間港トラス橋の建設年代は明確ではないが、建築構造材の普及年代、鉱山全体の建築構造の変遷、聞取調査等によって凡その建設年代を考察することができる。

現存するトラス橋は鋼材をリベットによって接合するが、全国的には昭和 30(1955)年代後半より溶接の発達やハイテンションボルトの普及に伴い、昭和 40(1965)年頃にはリベット接合が姿を消したとされる[7]。また、トラスを構成する主たる構造材にはⅠ形鋼、H 形鋼が用いられず、溝形鋼、山形鋼をリベット接合で組み合わせて用いている。H 形鋼の国産化は昭和 33(1958)年頃からで、Ⅰ形鋼はH形鋼の出現で急速に姿を消したとされる[8]。以上を考慮すれば、同トラス橋の建築年代は上記の建築鋼材が普及した昭和 30(1955)年代に下限を置くことができる。

一方、佐渡鉱山においては、鉄骨造の建造物は昭和戦前期から普及する傾向にあり[9]、同トラス橋も昭和戦前期以降のものである可能性が高い。また、昭和 27(1952)年の佐渡鉱山大縮小の際、佐渡鉱山から細倉鉱山(宮城県栗原市)へ異動になった社員への聞取調査では、佐渡鉱山勤務時に同トラス橋の存在が確認されている。

以上を総合的に判断すれば、大間港トラス橋は昭和戦前期以降、昭和 20(1945)年代までに建設されたと考えるのが妥当であろう。

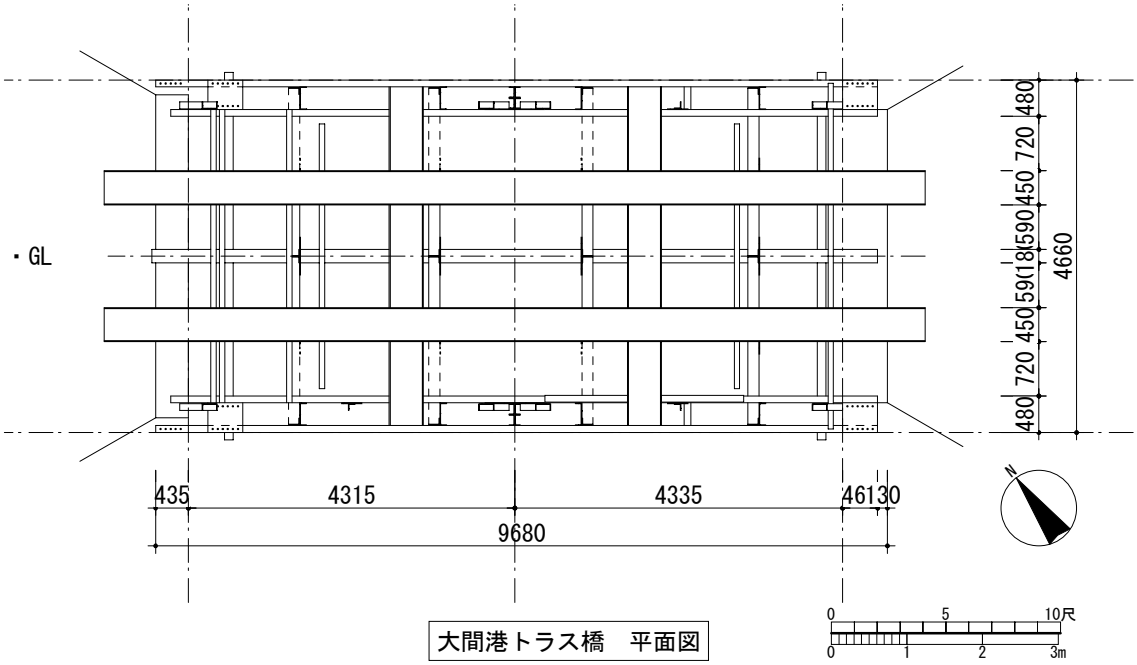
なお、現在確認されている古写真･絵葉書[10]には、現存する橋梁が鉄骨トラス構造であるのに対し、木造の橋梁が写されており、前身の橋梁と判断できる。周辺施設として、港の北東に鉄筋コンクリート造の火力発電所(昭和 15･1940 年建築)[11]は無く、同位置には木羽葺屋根の民家が連なっている。

(3) 建造物の価値

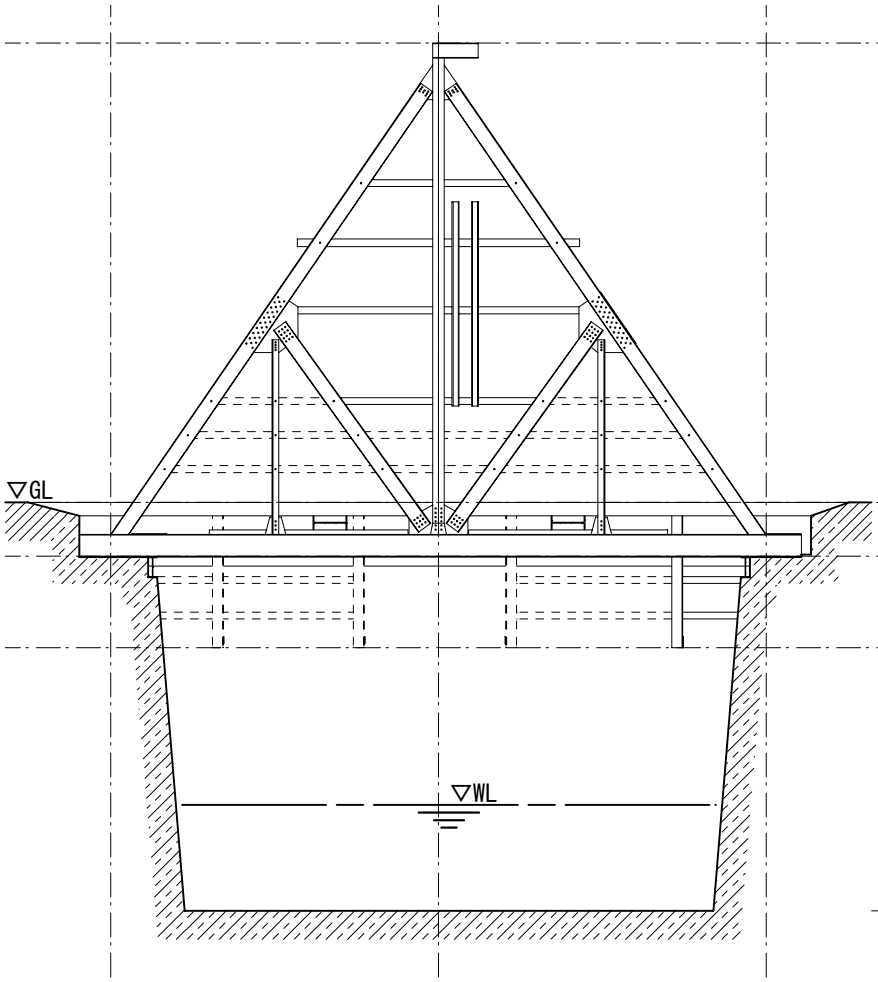
『佐渡金銀山史話』[12]によれば、「大間埋立地には倉庫数棟を建設し、需要資材の受け入れ場所とした。石炭の如きも若松或いは油戸より二見港に回漕し、二見より艀積として曳船によって大間に揚げた」と記され、大間港はその立地条件より、艀積による貨物の揚げ下ろしを前提としたことが窺える。港の構造上、大間港トラス橋のような立地や構造は貨物運搬の効率良い方法の一つであったといえ、島内作業の最終工程として機能した重要な施設の一つであったといえるだろう。

注

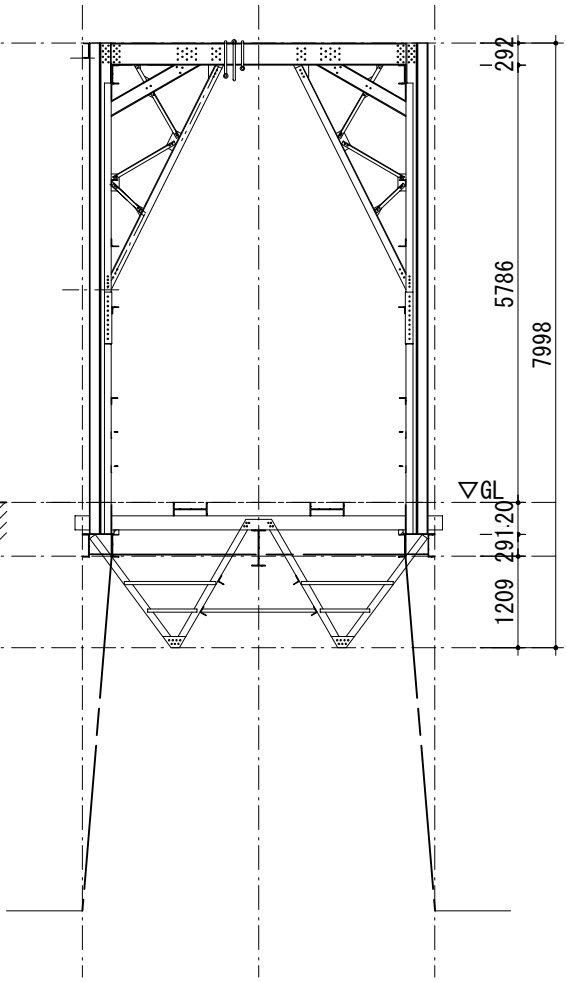
1) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p. 98、2002. 3
2) 下記資料にも同様の聞取調査結果が報告される。
伊東孝:「世界遺産への登録をめざす佐渡金銀山」、「建設業界」通巻 573 号、日本土木工業界、2000. 2
伊東孝:「佐渡大間港－鉱山の近代化支えた積み出し基地－」、「ほっとほくりく」№31、北陸建設弘済会、pp. 9-12、2003. 10
3) 粒状に近い材料を受けて流下させるための漏斗状の装置。
4) 鉱車廃止後はトラックで乗り付けたとされる。
5) 両端橋桁の納まりが若干異なるため、橋桁は非対称とする。
6) トラスを構成する部材の節点。
7) 小野田滋:『鉄道構造物探見 トンネル、橋梁の見方･調べ方』、JTB、p. 48、51、2003. 1
8) 注 7)、p. 50 参照。
9) 佐渡鉱山において、鉄骨を使用した建造物は昭和 13(1938)年の「重要鉱物増産法」に伴って増産計画が進み、鉱山施設の大幅な更新が行われた際に普及した傾向がある。
10) ㈱ゴールデン佐渡所蔵のものに加え、柏崎市立図書館蔵の小竹コレクション絵葉書に佐渡鉱山を撮影したものが数点含まれる。
11) 相川町史編纂委員会編:『佐渡相川の歴史 通史編 近･現代』、相川町、p. 679、1995. 2
12) 麓三郎:『佐渡金銀山史話』、三菱金属鉱業㈱、1956(1973 増補)



大間港トラス橋　平面図



大間港トラス橋　南側立面図



大間港トラス橋　東側立面図

3. 大間港ローダー橋脚

(1) 立地･沿革

大間港ローダー[1]橋脚は、同港で搬入･搬出される貨物(石炭･鉱石)を陸揚･船積･運搬するための橋(軌道)を支える構造物で、昭和 13(1938)年頃の建設とされる[2]。なお、昭和 15(1940)年には港の東側に鉄筋コンクリート造の火力発電所[3]が建設されており、ローダー橋は同発電所に必要な石炭運搬の効率化を図るため、一連で計画された可能性が高い。

古写真等によれば、大間港にはローダー橋が南北に 2 本設けられ、橋脚上には軌道が架けられていたことが判明する。橋脚は 3 基が現存しており、全て北側のローダー橋のものと判断できる。北側のローダー橋は船渠北側の平坦地より南西方向の沖に向けて設けられ、走行式クレーンと鉱車が往来していたことが窺える[4]。一方、南側のローダー橋は橋脚を含めた一切が撤去され現存しない[5]。船渠北側の平坦地より防波堤(大)の先端南西部に 1 基現存するクレーン台座に向けて設けられ、固定クレーンによって揚重が行われたことが窺える。

聞取調査によれば、北側ローダー橋が石炭荷揚用、南側ローダー橋が鉱石船積用であったとされる[6]。ローダー橋に接続した軌道は大間港の埋立地全域に張り巡らされ、特に石炭は直接、大間港火力発電所へ運搬されたと考えられる。なお、船渠北側の平坦地一帯の用途は、「大間倉庫附近平面圖」(昭和 32･1957 年)に「鉱石貯鉱場 1,500T」、「大間港鉱石倉庫配置図」(昭和 33･1958 年)[7]に「露天鉱石置場」と記されることから、概して荷さばき地として用いられたと考えられる。

(2) 建造物の概要

現存するローダー橋脚は、南西(海)側の 2 基を円錐台形の柱による構造物(以下:円錐台形橋脚)とし、北東(陸)側の 1 基を矩形の柱による構造物

写真4.5.26　大間港ローダー橋脚　全景(南東より)

写真4.5.27　大間港ローダー橋脚　全景(北東より)

写真4.5.28　大間港ローダー橋脚
矩形橋脚(南西より)

写真4.5.29　大間港ローダー橋脚
円錐台形橋脚(東より)

(以下:矩形橋脚)とする。円錐台形橋脚間の距離は約 19m、円錐台形橋脚と矩形橋脚の距離は約 17m とする。ローダー橋脚の北西にはコンクリート造の防波堤が配置される[8)]。現存しないものも含めた橋脚について古写真を確認したところ、陸に立つ橋脚を矩形、海に立つ橋脚を円錐台形としているようで、波浪の影響により橋脚の形状を変更した意図が窺える[9)]。

円錐台形橋脚は巾約 5.6m、奥行約 3.4m、高さ約 9.7m の鉄筋コンクリート構造物とする。高さ約 1.8m の台座の上に柱脚の直径約 2.4m、柱頭の直径約 0.65m とした橋脚 2 本を約 2.9m の間隔で設け、柱脚 2 本は柱頭を梁で繋ぐ。コンクリートの打設には小幅板が堰板として使用されており、台座下端から柱頭梁下まで垂直距離で約 1.8m 毎に継ぎ痕があり、全体を 5 等分で打継いだと考えられる。

矩形橋脚は推定巾約 4.8m、奥行約 1.7m、高さ約 8.1m の鉄筋コンクリート構造物とし、高さ約 1.2m の台座の上に柱脚の巾 0.9m×奥行 1.7m、柱頭の巾 0.47m×奥行 0.48m とした橋脚を約 3.6m の間隔で設置する。柱脚 2 本は柱中段と柱頭の 2 ヶ所を梁で繋ぐ。

(3) 建造物の価値

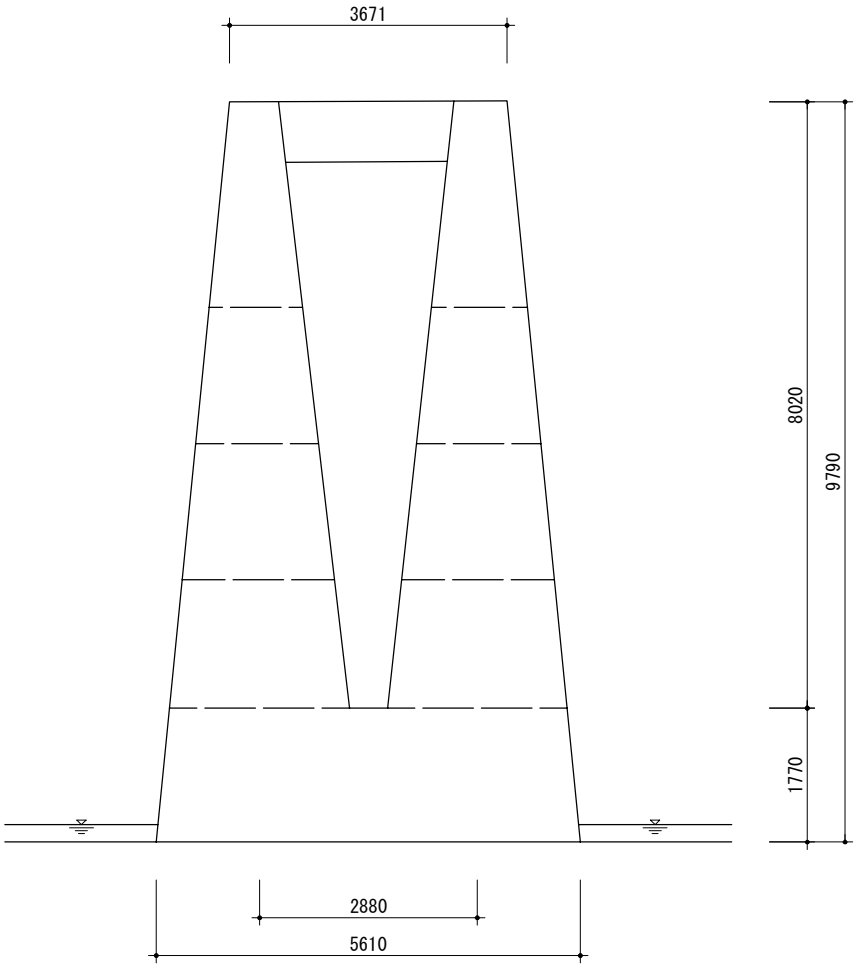
大間港は生産用資材である石炭等の搬入や鉱石の搬出用に築港された。ローダー橋は石炭・鉱石を主とした貨物の陸揚・荷卸・運搬施設として設置され、現在もこの橋脚が残存する。佐渡鉱山は昭和 13(1938)年の「重要鉱物増産法」に伴い、北沢浮遊選鉱場を中心とした大規模な施設整備を行っている。一連の整備では、鉱山施設が必要とする大量の電力を確保するため、大間港火力発電所が建設された。ローダー橋は大間港火力発電所に必要な大量の石炭の受入を効率化する施設の一つとして佐渡鉱山を根底から支えたといえよう。

注

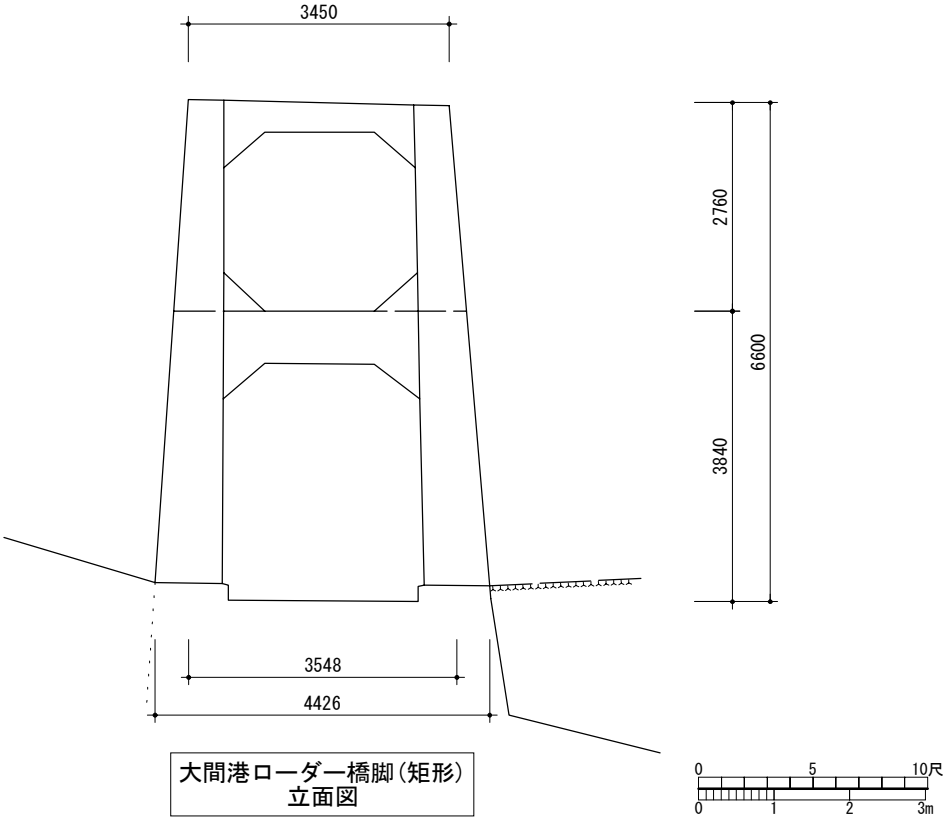
1) ローダーは大きく 2 種類に分類される。岸壁において、穀物・鉱石・油類・木材等、貨物がそのまま包装されずに船積みされるばら荷物(バルクカーゴ[Bulk Cargo]、最近ではコンテナ化できない貨物全般をばら荷物という場合が多い)を陸揚するための荷役機械をアンローダーと称する。間欠式(ばら物をつかみ他の場所へ移す方式)と連続式及び真空吸引式等の種類がある。逆にばら荷物を船積するための荷役機械をシップローダーという。
2) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
3) 三菱鉱業セメント㈱編刊:『三菱鉱業社史』、p.435、1976.6
4) このため、当ローダーはクレーンによる間欠式であったことが窺える。
5) 防波堤(大)の船渠側に残るコンクリート構造物の撤去痕跡が南側ローダー橋脚の一部と考えられる。
6) 伊東孝:「世界遺産への登録をめざす佐渡金銀山」、「建設業界」通巻 573 号、日本土木工業界、2000.2
伊東孝:「佐渡大間港－鉱山の近代化支えた積み出し基地－」、「ほっとほくりく」№31、北陸建設弘済会、pp.9-12、2003.10
上記資料及び注 1)に従えば、北側のものがアンローダー、南側のものがシップローダーとなる。
7) 図面はいずれも「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)。
8) 昭和 32(1957)年の「大間倉庫附近平面圖」(「佐渡鉱山関係施設等設計図」・新潟県指定文化財)に既に描かれており、おそらくローダー橋脚へ打ち寄せる波消しを目的に設置されたものと考えられる。
9) 矩形の橋脚の方が劣化は著しいが、海水の影響等を考慮して形状だけでなくコンクリートの品質を変更している可能性も考えられる。

写真4.5.30　大間港ローダー橋脚及び防波堤(北より)

写真4.5.31　大間港ローダー橋脚
南側ローダー橋脚撤去痕跡(南東より)



大間港ローダー橋脚(円錐台形)
立面図



大間港ローダー橋脚(矩形)
立面図

4. 大間港クレーン台座

(1) 立地･沿革

大間港には貨物の荷揚げに用いたクレーンの台座が船渠の北側に 2 基、南西部に 1 基現存する。北側の 2 基は円錐台形の構造物で、下部を石積、上部を鉄筋コンクリート造とする。2 基は約 24m の間隔を置いて配される。北東部の台座は船渠壁面と一体化した構造で、一部は地表面に立つ。北西部の台座は停泊場上に独立して立地する。南西部の台座は鉄筋コンクリート造とする。

クレーン本体は現存しないが、古写真･絵葉書[1)]にて当時の様子を窺うことができる。なお、築港から間もない時代を撮影したものによれば、当初、北東の台座は存在せず、船渠壁面の隅部が切石積で納められており、同台座が船渠壁面の一部を取り込んで建設されたものと明らかである。また、北側台座の設置後で、南西部台座が存在しない古写真も確認でき、北側台座と南西部台座の建設に年代差があることも明らかとなる。

資料によれば、大間港には大正 3(1914)年に荷揚げに用いる 1t 半起重機(クレーン)2 台[2)]が新設、昭和 10(1935)年には 1.2t のクレーン[3)]1 台が新設されており、前者が北側 2 基、後者が南西部 1 基の建設年代と考えることができよう。

なお、古写真では北側の 2 基に上部のコンクリート部分が無く、石積の上に直接クレーンが載った状態が撮影されており、上部のコンクリート部分は後に嵩上げされたことが明らかである。

(2) 建造物の概要

北側に 2 基配される台座の石積部分の高さは、北西の台座において約 4.3m 程度とする。上部コンクリート部分は、底部直径約 4.2m、頂部約直径 3.5m、高さ約 3.4m の円錐台形とする。石積部分と合わせた全高は約 7.7m となる。外壁は厚さ約 30 cmとし、中心には直径約 1m の円柱を配する。円柱から外壁へは、四方に厚さ 30 cmの壁を設ける。外壁面には巾 70 cm、高さ 1.7m のアーチ形開口部を 4 箇所設ける。内部壁面にも、床面から高さ 1.8m の部分に巾 30 cm、高さ 60 cmの矩形開口部を設け

写真4.5.32　大間港クレーン台座　北側2基(南より)

写真4.5.33　大間港クレーン台座　北側2基(西より)

写真4.5.34　大間港クレーン台座　北西部(南東より)

写真4.5.35　大間港クレーン台座　北東部(南東より)

る。頂部には直径約 5m のコンクリートスラブを載せる。コンクリートスラブは巾約 1.3m のドーナツ形で、一角を切り欠いた形状とする。なお、切り欠き部分は 2 基共に船渠の中心に向けられている。中央円柱とコンクリートスラブ内側円周部分には、同心円上にアンカーボルトと溝が設けられていた。アンカーボルトはクレーンの固定、溝はクレーンの回転等に用いたものであろう。

南西部に 1 基配される台座は底部直径約 5.5m、上部直径約 4m、全高 10.3m で、上部にくびれ(くびれ部の直径は約 2.5m)を持った円筒形とする。古写真によれば、かつて船渠北側に設けられた鉱石貯鉱場付近より同台座に向かってローダー橋を接続していたことが判明する。同ローダー橋は鉱石船積用とされ[4]、ローダー橋で運搬された鉱石がクレーンで船積されたと考えられる。

(3) 建造物の価値

大間港は鉱石の搬出や生産用資材である石炭等の搬入用に築港された。貨物の昇降には起重機(クレーン)が用いられ、現在もこの台座が残存する。大間港はその立地条件より艀積による揚げ下ろしを前提としていたため、この回転率の向上が必要とされたであろう。起重機(クレーン)はこの問題を解決する施設であり、大規模な佐渡鉱山における生産システムの始まり(資材搬入)と終わり(生産品搬出)の効率化を担った重要な施設であったといえよう。

注

1) ㈱ゴールデン佐渡所蔵のものに加え、柏崎市立図書館蔵の小竹コレクション絵葉書に佐渡鉱山を撮影したものが数点含まれる。
2) 三菱総合研究所編：『三菱社誌』、東大出版会刊、1982
3) 文化庁文化財部記念物課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
4) 下記資料に佐渡鉱山に関する聞取調査が報告される。なお、大間港にはローダー橋が南北に 2 本設けられ、南西部のクレーンに接続するローダー橋は南側のものとなる。北側のローダー橋は橋脚が現存し、石炭運搬用であったとされる。
伊東孝:「世界遺産への登録をめざす佐渡金銀山」、「建設業界」通巻 573 号、日本土木工業界、2000.2
伊東孝:「佐渡大間港－鉱山の近代化支えた積み出し基地－」、「ほっとほくりく」№31、北陸建設弘済会、pp.9-12、2003.10

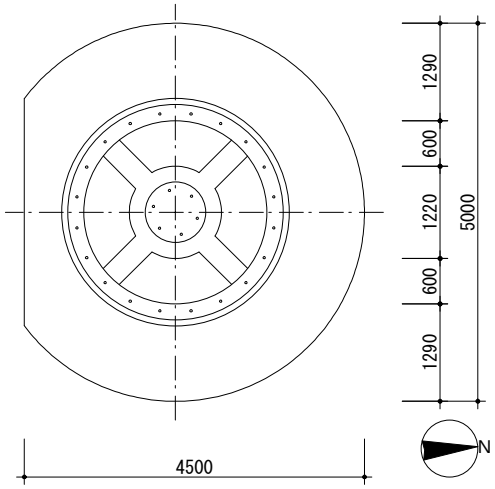
写真4.5.36　大間港クレーン台座　北側2基(東より)

写真4.5.37　大間港クレーン台座　上面(東より)

写真4.5.38　大間港クレーン台座　上面(東より)

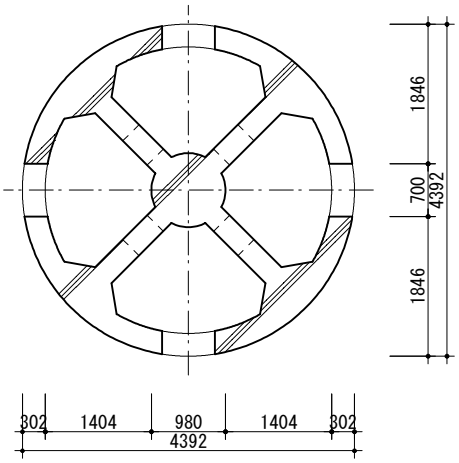
写真4.5.39　大間港クレーン台座　南西部(南東より)

写真4.5.40　大間港クレーン台座　南西部(東より)

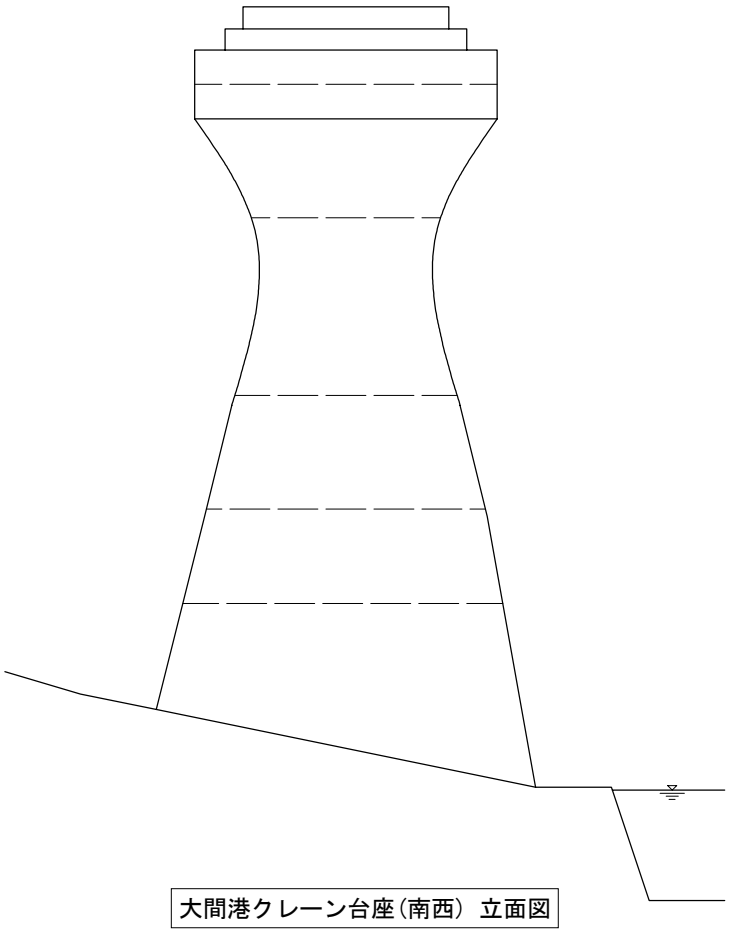


（方位は北東のもの）

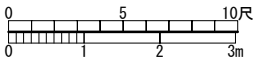
大間港クレーン台座（北西･北東） 屋根伏図

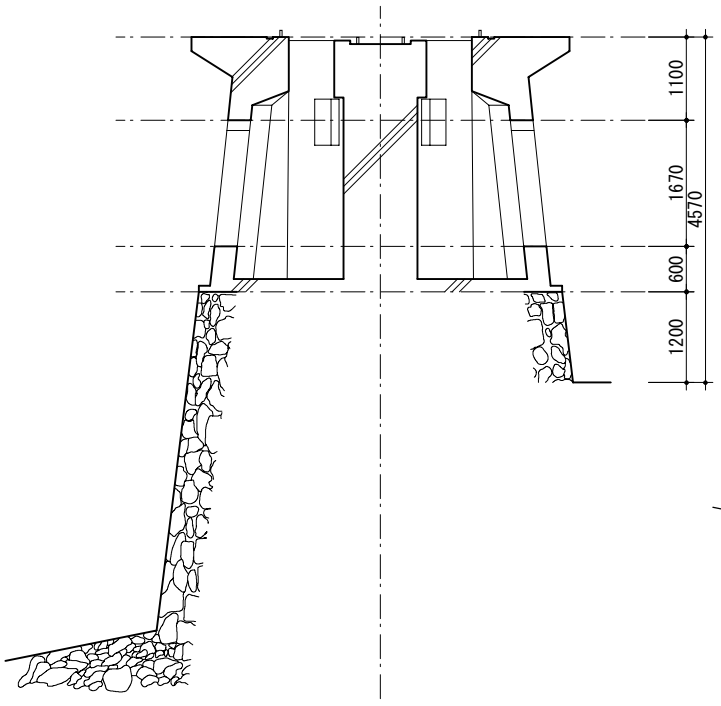


大間港クレーン台座（北西･北東） 平面図

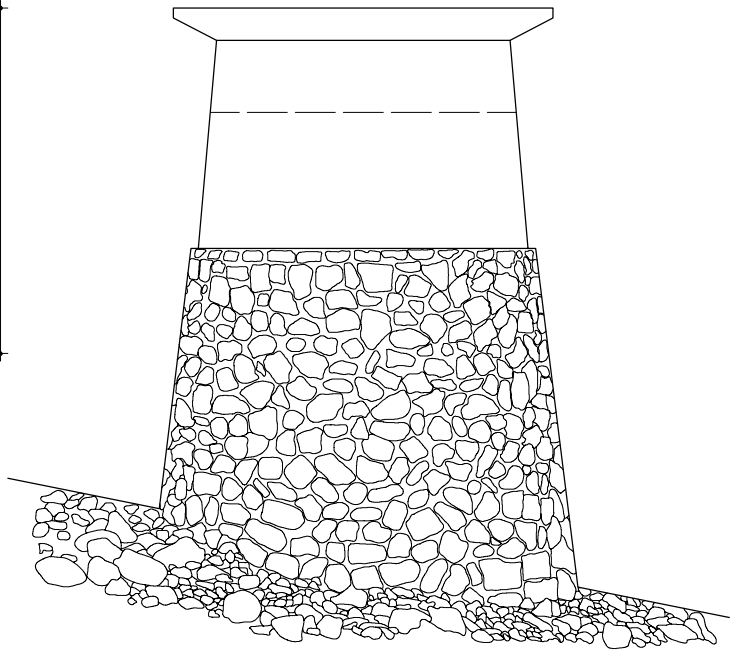


大間港クレーン台座（南西） 立面図





大間港クレーン台座（北西･北東） 断面図



大間港クレーン台座（北西･北東） 立面図

5. 大間港煉瓦倉庫 1

(1) 立地･外観

大間港煉瓦倉庫 1[1)]は、大間港の南東部に立地する煉瓦造二階建、切妻造妻入桟瓦葺の建物である。規模は梁間外法約 6.1m、桁行外法約 9.7m で、南を正面として立地する。

外壁は煉瓦化粧積とし、イギリス積で構成され、要所に自然石を用いてアクセントとする。軒は煉瓦小口積による蛇腹状の持送りを 4 段設ける。

使用される煉瓦の基本寸法は、長辺 7 寸 5 分～7 寸 8 分、短辺 3 寸 5 分～3 寸 6 分、厚さ 1 寸 8 分～1 寸 9 分、表面の目地寸法は 8～10㎜とする[2)]。

躯体煉瓦の壁厚は一、二階で異なっており、一階が煉瓦長辺 1 枚+短辺 1 枚+目地分(約 355 ㎜)、二階が長辺 1 枚あるいは短辺 2 枚+目地分(約 236 ㎜)となる。このように、一、二階で煉瓦躯体の厚さが異なるのは内部に設けられる木軸構造との関連によるもので、一階は構造壁、二階は意匠壁の意味合いが強いといえよう。

大間港に立地する建物の配置図面として「大間倉庫附近平面圖」(昭和 32･1957 年、「佐渡鉱山関係施設等設計図」･新潟県指定文化財)を確認したが、当倉庫が納めていた物品の記述は確認できない。同図によれば、近隣には鉱石･捨鉱･汰物(ゆりもの)用の倉庫が建ち並ぶ様子が確認できる。一方、『佐渡金銀山史話』[3)]によれば「大間埋立地には倉庫数棟を建設し、需要資材の受け入れ場所とした。」とされる。当建物は鉱石、あるいは鉱山の需要資材を納めたものと考えられる。

(2) 内部

内部は一、二階共に一室で、二階は裏(北)側 3/5 を床とし、表(南)側は階段、踊場を設けた吹抜とする。

一階は東西側壁の内側に沿って管柱を設け(柱間一間＝約 1.76m)、梁間方向へ二階床梁を渡す。

写真4.5.41　大間港煉瓦倉庫1　外観(南西より)

写真4.5.42　大間港煉瓦倉庫1　外観(北西より)

写真4.5.43
大間港煉瓦倉庫1
外観(南東より)

写真4.5.44　大間港煉瓦倉庫1
一階内部　床組の改変(南西より)

写真4.5.45
大間港煉瓦倉庫1
二階吹抜部(南東より)

なお、二階床梁には仕口痕跡、ホゾ穴、貫穴等の痕跡を見ることができたが整合性は確認できず、また、手斧斫りの痕跡からも転用材と考えられる。

二階は一階同様、東西側壁の内側に沿って管柱を立てる（柱間一間＝約 2.25m）。小屋組は木造トラス組（キングポストトラス）とする。なお、敷桁は躯体煉瓦壁と管柱の双方に荷重がかかる位置に載せる。南北妻壁の内側には管柱やトラスの圧縮材は設けず、躯体煉瓦壁、陸梁、合掌材のみで支え、中央には高窓を設ける。隅部には鉄筋棒による水平ブレースを設ける。鉄筋ボルトの南側は陸梁、北側は躯体煉瓦壁を貫通して納められる。また、二階管柱と両妻側外壁の間にも鉄筋棒をボルト締めし、二階管柱の振れ止めに備えたと考えられる。

一階南面出入口の楣（まぐさ）はフラットアーチ（陸迫持）[4]とし、北面及び両妻壁にはアーチ窓を設ける。但し、北面窓のアーチ部分には煉瓦が詰められ、楣（まぐさ）下端には両端を煉瓦目地に差し込んだ鉄板を備え、荷重を支えていた。

西面南側の煉瓦外壁には棟木、母屋を大入した痕跡が見られた。また、南面東側には切妻屋根のモルタル痕跡が見られた。これらの部分には切妻屋根による別の建造物が接続していたと考えられる。また、南側出入口の両側には木材を固定したらしきアンカーが突出し、切妻屋根の取り付いたモルタル痕跡を見ることができた。南面には通路のような接続棟が接続されていたのであろう。これら接続棟の詳細は不明だが、近辺には幾つかの建物が隣接していたことが窺える。

(3) 建造物の価値

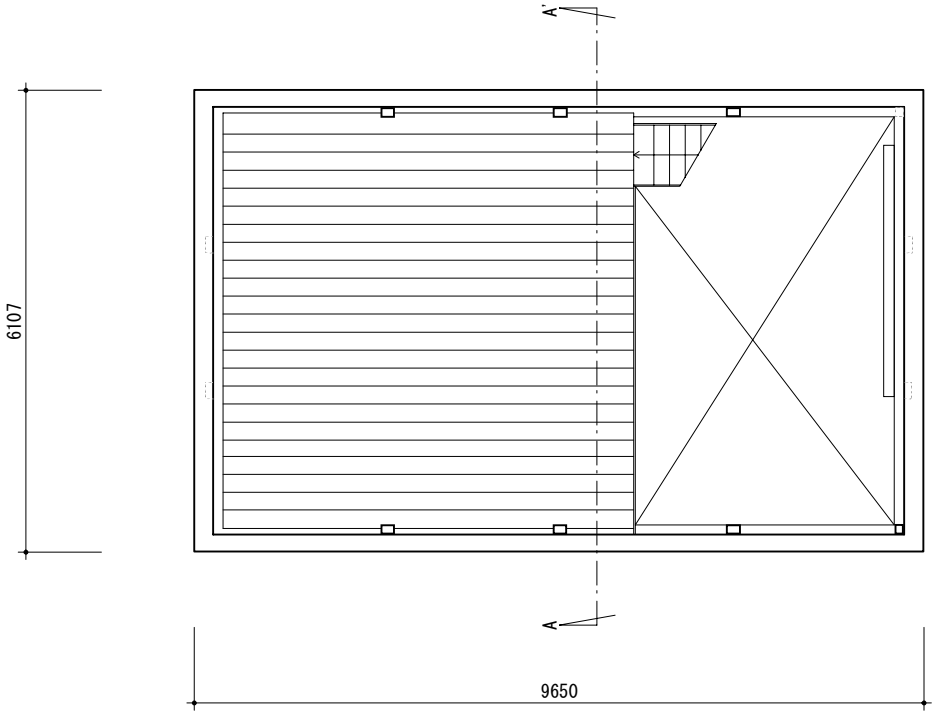
当建物は建築年代が明らかではないが、開口部にフラットアーチ（陸迫持）を用いることを考慮すれば、明治時代後期（大間港完成の明治 25・1892 年以降）から大正時代までには建築されたと考えられる[5]。内部には改造が加えられるが、外観は当初の形態をよく残している。鉱山内では鉄骨造や鉄筋コンクリート造の構造物が目立ち、近年では解体されたものも多い中、煉瓦造の建物が残存していることは貴重で、大間港の建造物として一連で保存・活用すべき建造物といえよう。

注

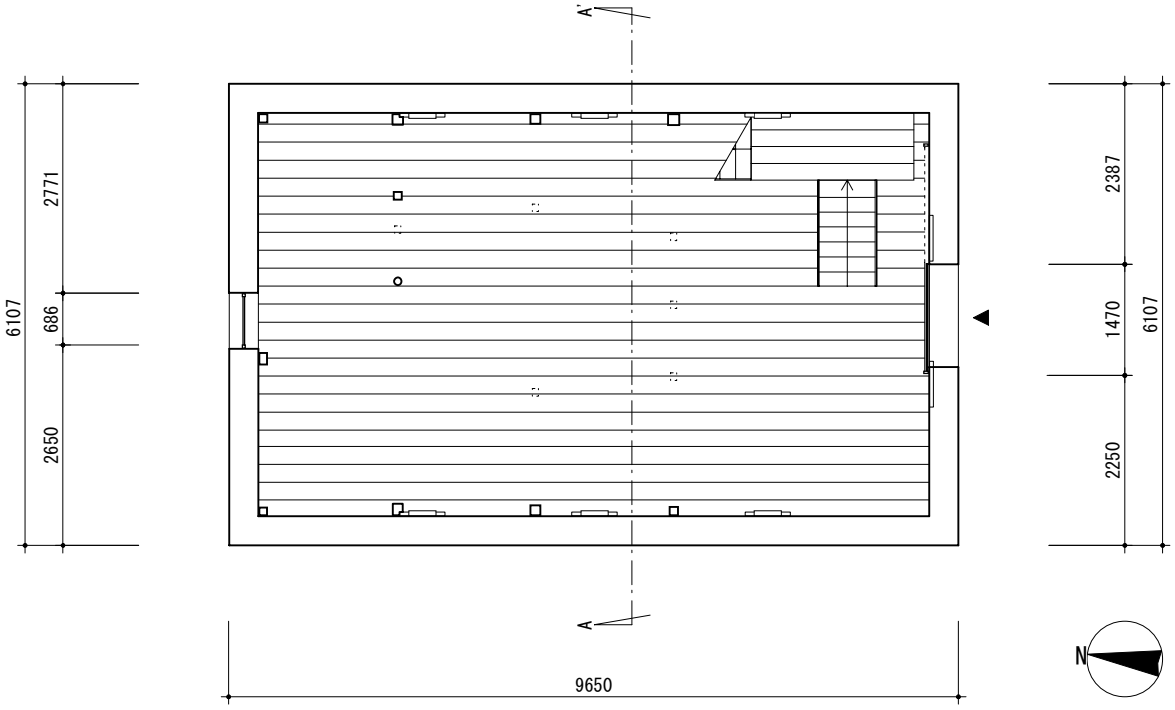
1) 現在、大間港には煉瓦倉庫が 3 棟現存する。本報告では便宜上、当建物を「煉瓦倉庫 1」として記述する。
2) 実測値平均であり、寸法には若干の誤差がある。
3) 麓三郎：『佐渡金銀山史話』、三菱金属鉱業㈱、1956（1973 増補）
4) フラットアーチ（陸迫持）は明治時代後期～大正時代以降に多用されるという。水野信太郎：『日本煉瓦史の研究』、法政大学出版局、p. 240、1999. 3
5) 下記資料によれば、佐渡では明治 3（1870）年より島内で煉瓦の製造が行われ、最盛期の明治 41（1908）年には全島に普及し製造者は 16 戸を数えたが、大正末年に煉瓦製造が消滅したとされる。これに従えば、当建物の煉瓦は佐渡島内で製造されたものである可能性が高い。
相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近・現代』、相川町、pp. 416-417、1995. 2

写真4.5.46　大間港煉瓦倉庫1　小屋組（南東より）

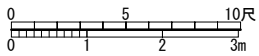
写真4.5.47　大間港煉瓦倉庫1
北西隅部　鉄筋棒水平ブレース（南東より）

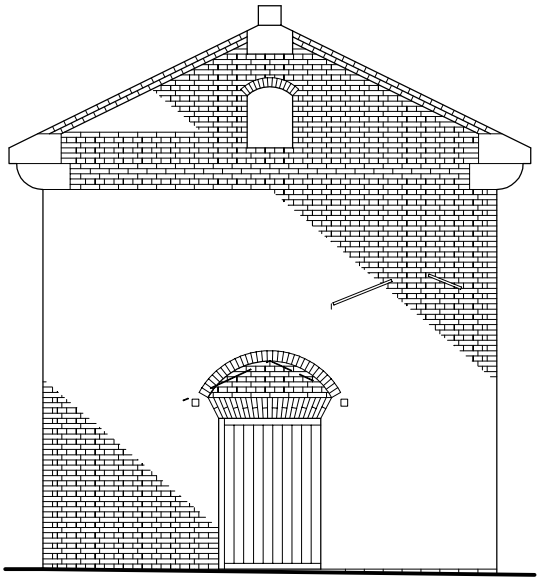


大間港煉瓦倉庫1　二階平面図

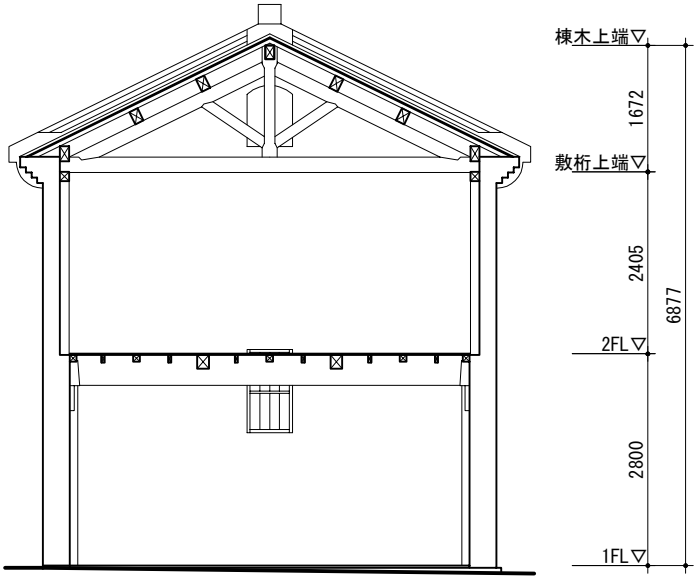


大間港煉瓦倉庫1　一階平面図

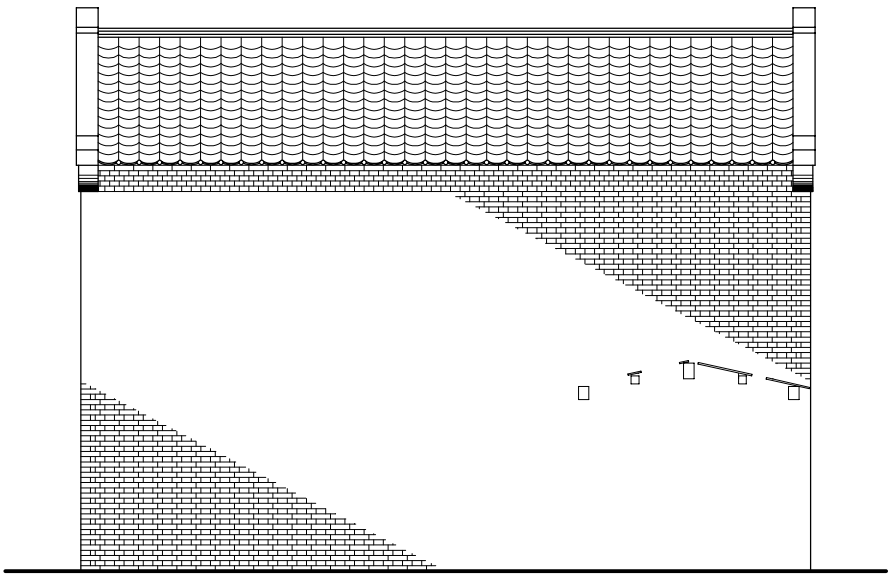




大間港煉瓦倉庫1　南側立面図



大間港煉瓦倉庫1　梁間(A-A')断面図



大間港煉瓦倉庫1　南側立面図

6. 大間港煉瓦倉庫 2

(1) 立地･外観

大間港煉瓦倉庫 2[1)]は、大間港の最北部、相川漁港南岸に立地する煉瓦造平屋建、切妻造平入の建物である。規模は梁間外法約 5.8m、桁行外法約 11.4m で、南を正面として立地する。

躯体は煉瓦造とし内外壁共に、モルタル塗り仕上げとする。妻面内側及び開口部見込面のみ煉瓦化粧積を見せており、煉瓦はイギリス積で構成され、要所に自然石を用いてアクセントとする。軒は煉瓦小口積による蛇腹状の持送りを 4 段設ける。使用される煉瓦の基本寸法は、長辺 7 寸 6 分、短辺 3 寸 6 分、厚さ 1 寸 9 分、表面の目地寸法は 8～10 ㎜とする[2)]。躯体煉瓦の壁厚は煉瓦一枚壁とし､長辺 1 枚あるいは短辺 2 枚+目地分(約 230 ㎜)となる。

大間港煉瓦倉庫 1 と同様に、当倉庫が納めていた物品は資料等で確認できず､大間港で搬入･搬出される鉱石、あるいは鉱山の需要資材を納めた可能性が考えられる。

(2) 内部

平面は桁行中央に煉瓦造モルタル塗り仕上げの間仕切り壁を設け[3)]、同規模の矩形平面による 2

写真4.5.48　大間港煉瓦倉庫2　外観(南西より)

写真4.5.49　大間港煉瓦倉庫2　外観(北より)

写真4.5.50　大間港煉瓦倉庫2　外観(南より)

写真4.5.51　大間港煉瓦倉庫2　妻面詳細(西より)

写真4.5.52　大間港煉瓦倉庫2
北西隅部(北西より)

写真4.5.53　大間港煉瓦倉庫2
北面西側開口部(北西より)

写真4.5.54　大間港煉瓦倉庫2
北面東側開口部(南東より)

室を並列させた平面形式とする。現状で床は土間コンクリートとし、室内は内部にベニヤ板壁、アルミサッシ窓等の間仕切りを設けるが、全て後設のものである。

屋根は妻面の躯体煉瓦と一部の小屋組を残し崩落しており、現状では室内に木軸を設けた上、波形金属板葺片流れの屋根を設ける[4)]。但し、妻面に残存する小屋組によれば、当初は木造トラス組(キングポストトラス)であったことが判明する。陸梁は1材で梁間を渡し、端部を躯体煉瓦壁天端へ直接乗せる。

各室の南面中央に出入口を設けるが、建具はアルミサッシに変更されていた。入口上部には切妻屋根の庇らしきアンカーボルトの痕跡が見られた。北面には矩形の高窓を二箇所(各室1ヶ所)設ける。西側は窓として原形を留めるが、東側は後にモルタルで閉口されていた。いずれの窓も楣(まぐさ)の下部に鉄板を挿入することで荷重を支えていた。当建物の建築年代は明らかとなっていないが、軒高さとの関係上、開口部の楣(まぐさ)をフラットアーチ(陸迫持)とすることは明らかで、明治時代後期(大間港完成の明治 25･1892 年以降)から大正時代までには建築されたと考えられる[5)]。

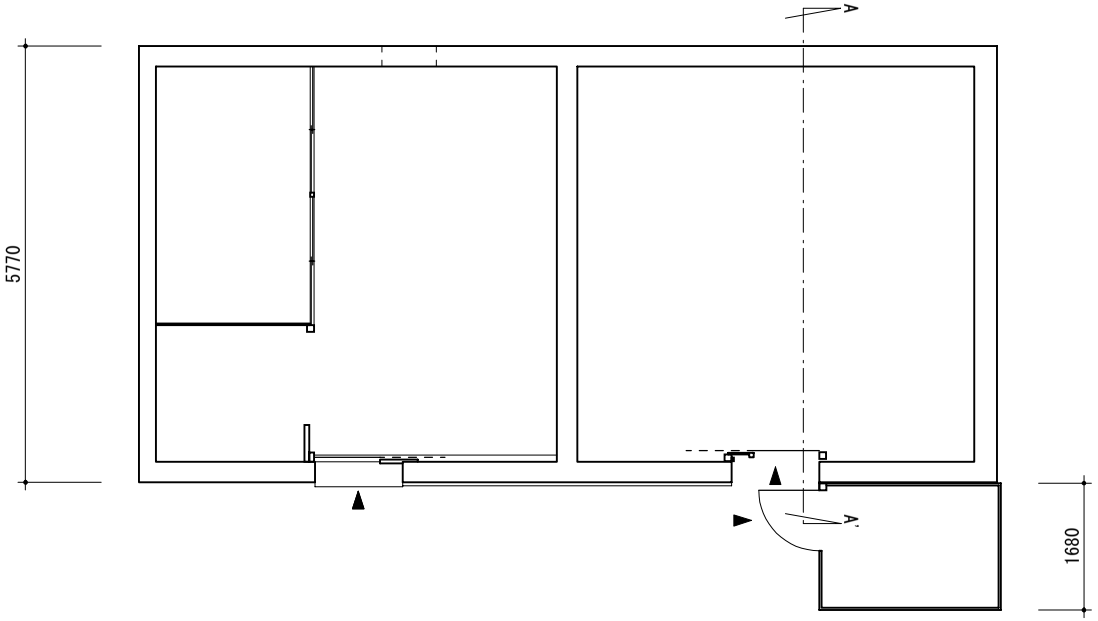
なお、内外部壁面のモルタル塗り仕上げは当初からのものか定かではないが[6)]、外壁仕上げが剥落する部分において目地を確認したところ、積目地にはモルタルが使用されており、大正時代末期～昭和時代初期のものとは考え難い[7)]。

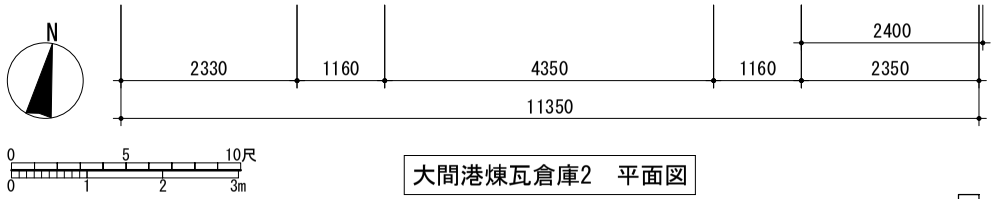
(3) 建造物の価値

大間港煉瓦倉庫2は屋根の崩落によって保存状態が良いとは言えない状況であり、内外部ともにモルタル塗りとすることから、煉瓦造建造物として外観の価値を損失している。しかし、鉱山施設として明治時代～大正時代を代表する煉瓦造建物が残存している点だけでも貴重なものとして捉え、大間港の構造物や他の煉瓦倉庫と共に保存していくことで、近代化遺産として一連の価値を高めることができる点においては、保存･活用していくことが望ましい。

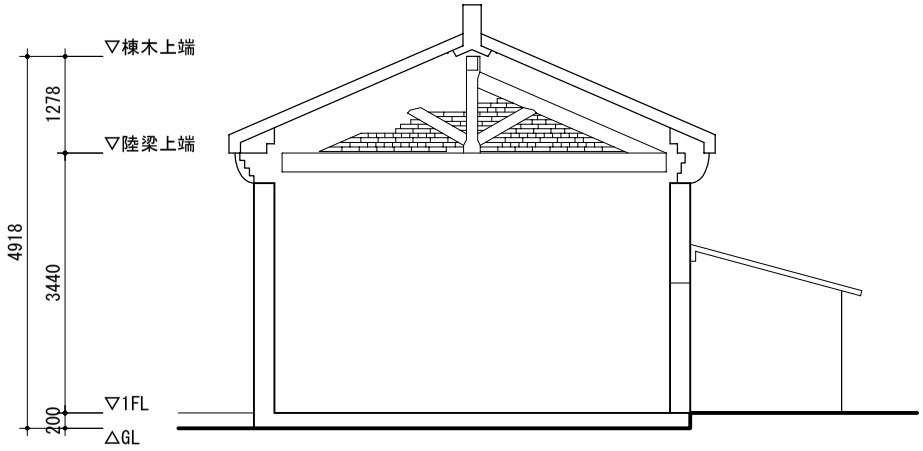
注

1) 現在、大間港には煉瓦倉庫が3棟現存する。本報告では便宜上、当建物を「煉瓦倉庫2」として記述する。
2) 実測値平均であり、寸法には若干の誤差がある。
3) モルタル塗りが剥落した部分で確認を行ったが、内部は煉瓦壁となっていた。
4) 西側半分の部屋は西方向へ、東側半分の部屋は南面へ屋根を流す。
5) フラットアーチ(陸迫持)は明治時代後期～大正時代以降に多用されるという。水野信太郎：『日本煉瓦史の研究』、法政大学出版局、p.240、1999.3
なお、下記資料によれば、佐渡では明治3(1870)年より島内で煉瓦の製造が行われ、最盛期の明治41(1908)年には全島に普及し製造者は16戸を数えたが、大正末年に煉瓦製造が消滅したとされる。これに従えば、当建物の煉瓦は佐渡島内で製造されたものである可能性が高い。
相川町史編纂委員会編：『佐渡相川の歴史 通史編 近･現代』、相川町、pp.416-417、1995.2
6) 東側窓の閉口に使用されるモルタルと内部壁面の仕上げに明瞭な違いが見られないことから、モルタル塗りは後補の可能性が高い。
7) 明治時代、国内におけるポルトランド･セメントの生産は、技術の進歩と海外へ輸出するほどの生産量の増大を見せていたが、大正時代末期～昭和時代初期には、煉瓦の単価や煉瓦職人の日当に比べて、セメント1樽の価格がなおも高すぎたとされ、煉瓦造建築を工事するのにセメントが充分に使用されたとは言えない状況も存在していたという。『日本煉瓦史の研究』、p.252、注5)前掲。

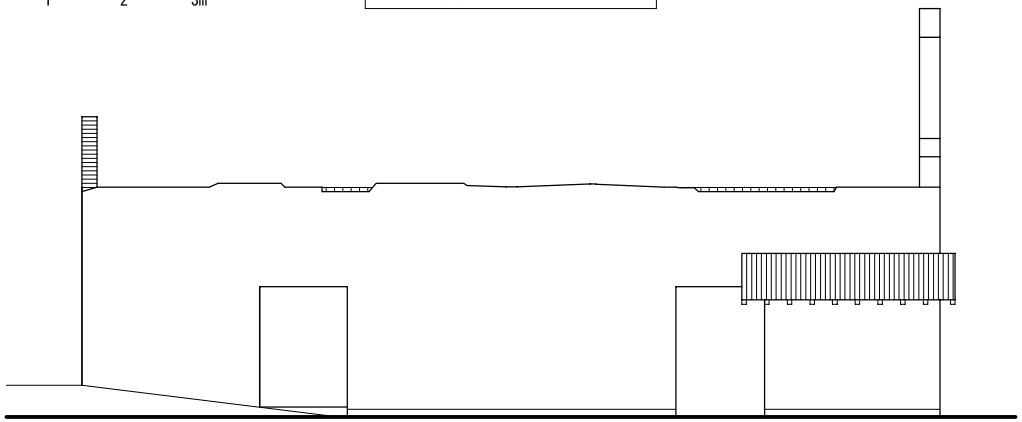




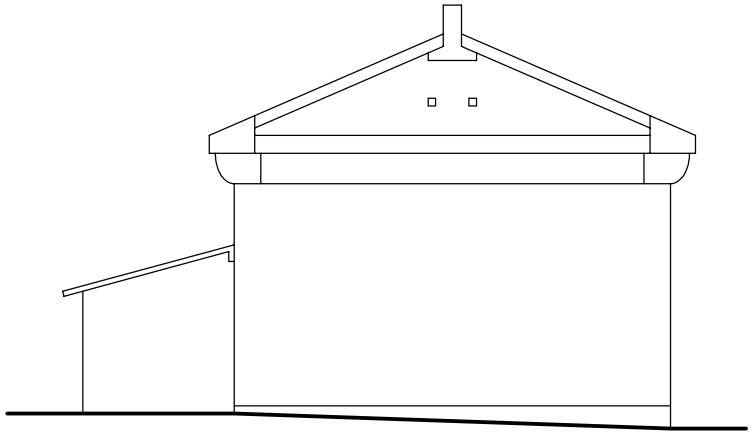
大間港煉瓦倉庫2　平面図



大間港煉瓦倉庫2　梁間(A-A')断面図



大間港煉瓦倉庫2　南側立面図



大間港煉瓦倉庫2　東側立面図

7. 大間港捨鉱倉庫

(1) 立地･外観

大間港南部に倉庫として使用された小さな煉瓦造の建物が立地する。「大間倉庫附近平面圖」(昭和32･1957 年、「佐渡鉱山関係施設等設計図」･新潟県指定有形文化財)によれば当建物を「捨鉱倉庫」と記す。

大間港捨鉱倉庫は梁間外法約 4.2m、桁行外法約 6.0m、煉瓦造平屋建切妻造平入の建物である。建物の西側から南側にかけて大間港の護岸が存在し、建物はこの護岸に沿って、東を正面として立地する。現状では破損が著しく、躯体煉瓦と小屋組材の一部のみが残存した状態となっている。

外壁は煉瓦化粧積とし、イギリス積で構成される。軒は煉瓦による蛇腹状の持送りを 3 段設ける。使用される煉瓦の基本寸法は、長辺 8 寸 2 分～8 寸 3 分、短辺 3 寸 9 分～4 寸、厚さ 2 寸 1 分～2 寸 2 分、表面の目地寸法は 8～10㎜ とする[1)]。壁厚は長辺 1 枚あるいは短辺 2 枚+目地分(約 252 ㎜)とする。

(2) 内部

内部は間仕切りの無い 1 室で構成される。現在、床は地表面をあらわしているが、捨鉱倉庫としての使用を考慮すれば、当初から床は設けていなかった可能性が考えられる。内部壁面はモルタル塗り仕上げとし、煉瓦目地を見せていない[2)]。

屋根は部材の殆どを失っているが、妻面の煉瓦壁と一部の小屋組を残しており、木造トラス組であったことが判明する[3)]。東西の壁面には、陸梁を掛けた痕跡が残されており、各トラス組は桁行方向を 4 分割した位置に設けられていたことがわかる。また、東西の壁面の上端には屋根勾配に合わせて斜めに仕上げたモルタルが残されていた。このモルタルは面戸と同様の機能を担ったと考えられるが、上面は鏝で仕上げられており、小屋組を設けた後に詰めたものではなく、当初からのものと考えられた。

東面には出入口を設けるが、建具は撤去されていた。開口部周辺には、躯体煉瓦に木煉瓦が埋設されていた。ここには建具枠が固定され、北側へ片引きする建具が設けられていたと考えられる。開口部の高さは基礎上端から軒までとし、楣(まぐさ)は煉

写真4.5.55　大間港捨鉱倉庫　外観(南東より)

写真4.5.56　大間港捨鉱倉庫　外観(北西より)

写真4.5.57　大間港捨鉱倉庫
外観(南より)

写真4.5.58　大間港捨鉱倉庫
妻壁詳細(南東より)

写真4.5.59　大間港捨鉱倉庫
東壁面天端モルタル(南東より)

瓦小口積のフラットアーチ(陸迫持)とする。西面には窓を設けるが、出入口同様、建具は撤去されていた。楣(まぐさ)は煉瓦小口積のフラットアーチ(陸迫持)とする。窓見込面に木煉瓦が確認されたが、どのような建具に復原されるかは判断できなかった。

(3) 建築年代の考察

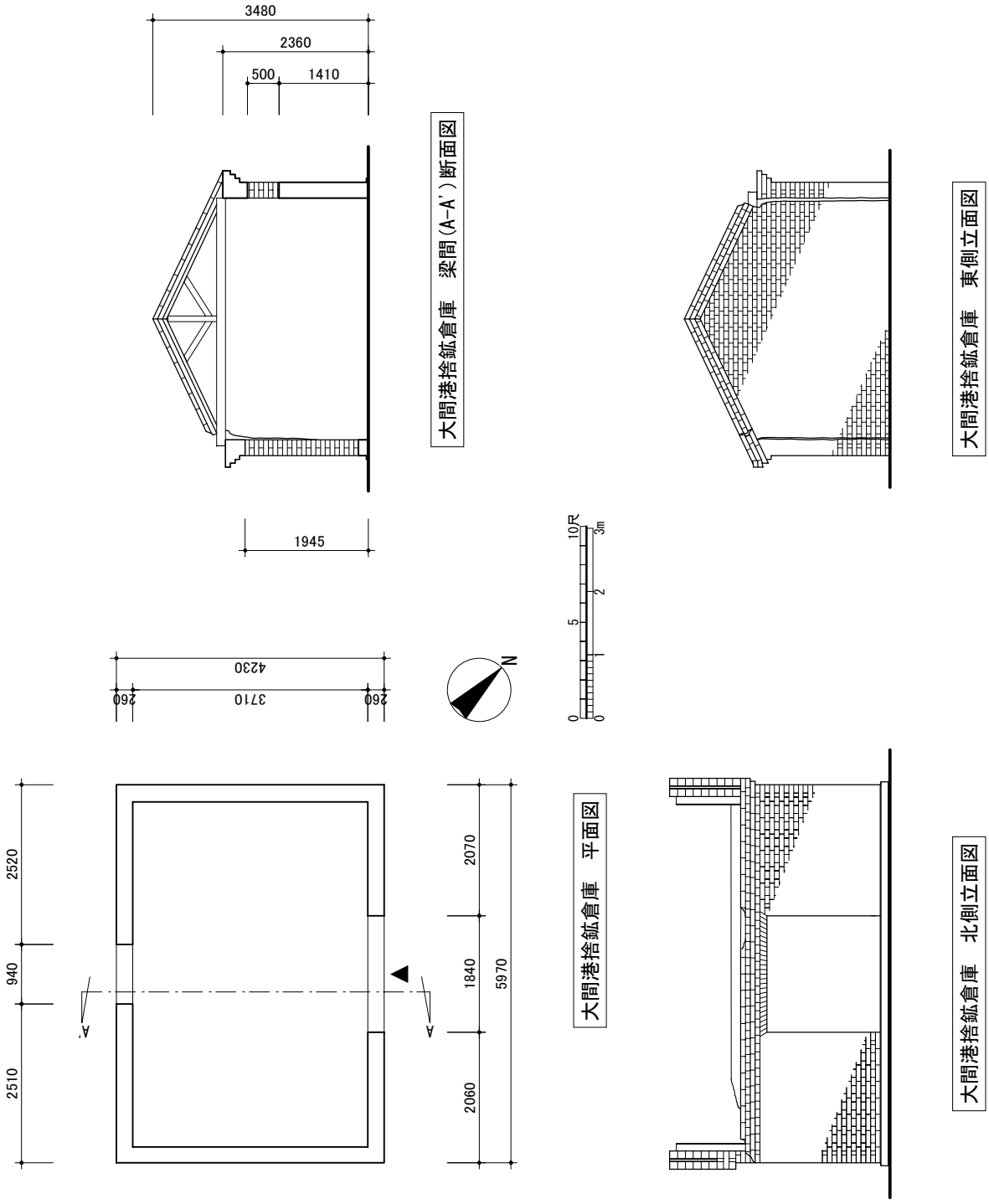
当建物は建築年代が明らかではないが、開口部の楣(まぐさ)をフラットアーチ(陸迫持)とすることから明治時代後期を遡るものではないと考えられる[4)]。一方、木煉瓦や小屋組と内部壁面のモルタルは表面を揃えて施工されており、また、内部壁面のモルタルと面戸の機能を持った軒先のモルタルは一連で仕上げられているため、当初からの仕上げと考えられる。明治時代、国内におけるポルトランド･セメントの生産は､技術の進歩と海外へ輸出するほどの生産量の増大を見せていたが、大正時代末期～昭和時代初期には、煉瓦の単価や煉瓦職人の日当に比べて、セメント1樽の価格がなおも高すぎたとされ、煉瓦造建築を工事するのにセメントが充分に使用されたとは言えない状況も存在していたという[5)]。これらを考慮した結果、当建物は明治時代後期～大正時代中期頃までの建築と考えるのが妥当であろう[6)]。

(4) 建造物の価値

大間港捨鉱倉庫は、鉱山内における煉瓦建築として形を残す数少ないものの1つである。大間港で行われた鉱石の選別に関連する施設として、一連の近代化遺産の価値を高めるためにも保存･活用していくことが望ましい。

注

1) 実測値平均であり、寸法には若干の誤差がある。
2) 開口部見込面は煉瓦目地を見せる。
3) 躯体煉瓦に埋め込まれた陸梁、真束、斜材が残存する。合掌材は躯体煉瓦に埋設されていた痕跡が残される。母屋は痕跡が不明瞭。
4) フラットアーチ(陸迫持)は明治時代後期～大正時代以降に多用されるという。
水野信太郎:『日本煉瓦史の研究』､法政大学出版局､p. 240、1999. 3
5) 注4)、p. 252参照。
6) 下記資料によれば、佐渡では明治3(1870)年より島内で煉瓦の製造が行われ、最盛期の明治41(1908)年には全島に普及し製造者は16戸を数えたが、大正末年に煉瓦製造が消滅したとされる。これに従えば、当建物の煉瓦は佐渡島内で製造されたものである可能性が高い。
相川町史編纂委員会編:『佐渡相川の歴史 通史編 近･現代』、相川町、pp. 416-417、1995. 2


3480
2360
500
1410
1945
大間港捨鉱倉庫　梁間(A-A')断面図
大間港捨鉱倉庫　東側立面図
4230
3710
260
260
N
0
5
1
2
3m
10尺
2520
940
2510
A
A'
2070
1840
2060
5970
大間港捨鉱倉庫　平面図
大間港捨鉱倉庫　北側立面図

第 6 節　戸地地区

1. 戸地川第一発電所

(1) 立地･沿革 [1)]

佐渡鉱山は明治 45(1912)年 3 月、相川の町から約 13km 離れた戸地地内(当時北海村)の戸地川で自家用電気事業変更(戸地川水力発電所)の工事許可を得て、本格的な水力発電所の工事に着手した。鉱山近隣地帯は豊富な水量を得る川が無かったため、建設地が遠距離になったという。

工事は先ず、水源地における水路の開削、鉄管の敷設、地土石の切取り、発電所及び社宅地形の埋立て、電柱の建立等が行われた。工事は厳冬積雪で 12 月中旬に中止されることがあったが [2)]、大正 2(1913)年に変電所の上屋、社宅、坑夫長屋等の建造が終了し、水路、堰堤、架線、鉄管敷設地切取り等が進行した。

戸地川第一発電所は大正 4(1915)年に完成し、5 月には一部使用許可、9 月 2 日には全使用許可を得た。9 月に全火力発電所を休止し、ポンプ捲揚げなどを電力で賄ったが、なお余裕があり、暖水･暖室器をつくり、薪炭の節約を試みた。10 月 3 日には 200 人を呼ぶ落成式が行われた。島内諸村の見物人は 1,000 人余と報道される [3)]。4 ヵ年にわたった大工事は、経費 24 万円を費やして 11 月 24 日に竣成した。戸地川本支流を引いて水路延長 20,600 尺(6,242.4m)、鉄管 1,500 尺(454.5m)、スイス製 700 馬力「インパルス・タービン」2 台 [4)]、600kVA 発電機 2 台 [5)]及び備品を備え、電柱 290 本を用いて、戸地から相川までの 2 里 33 町(約 9.15 km)余りの距離を電線で繋ぎ､送電を行ったとされる。

写真4.6.1　戸地川第一発電所
全景(北より)

写真4.6.2　戸地川第一発電所
基礎外観(北西より)

写真4.6.3　戸地川第一発電所
基礎外観(南東より)

写真4.6.4　戸地川第一発電所
出入口階段(北西より)

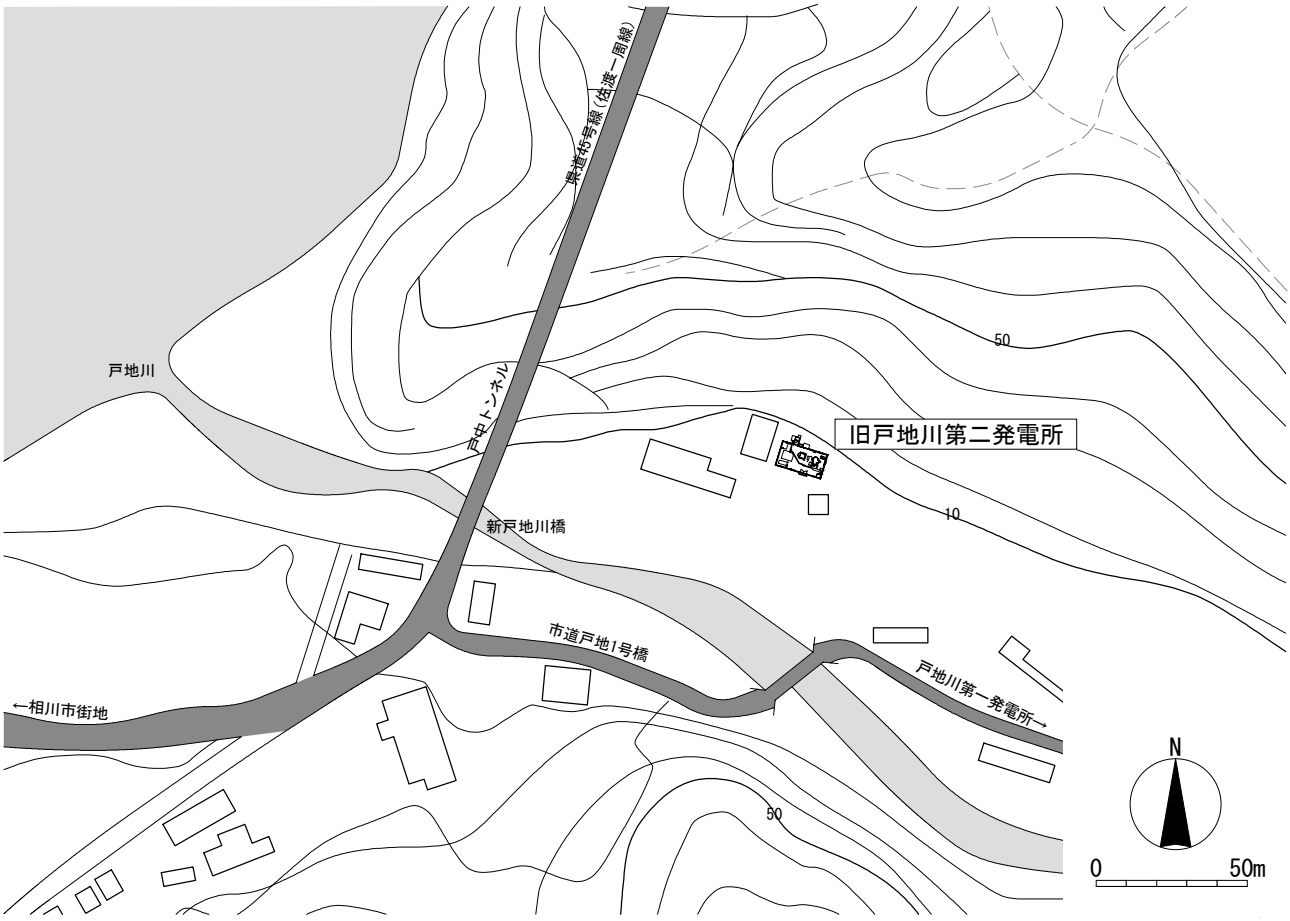
写真4.6.5　戸地川第一発電所
基礎詳細

写真4.6.6　戸地川第一発電所
機械基礎(北東より)

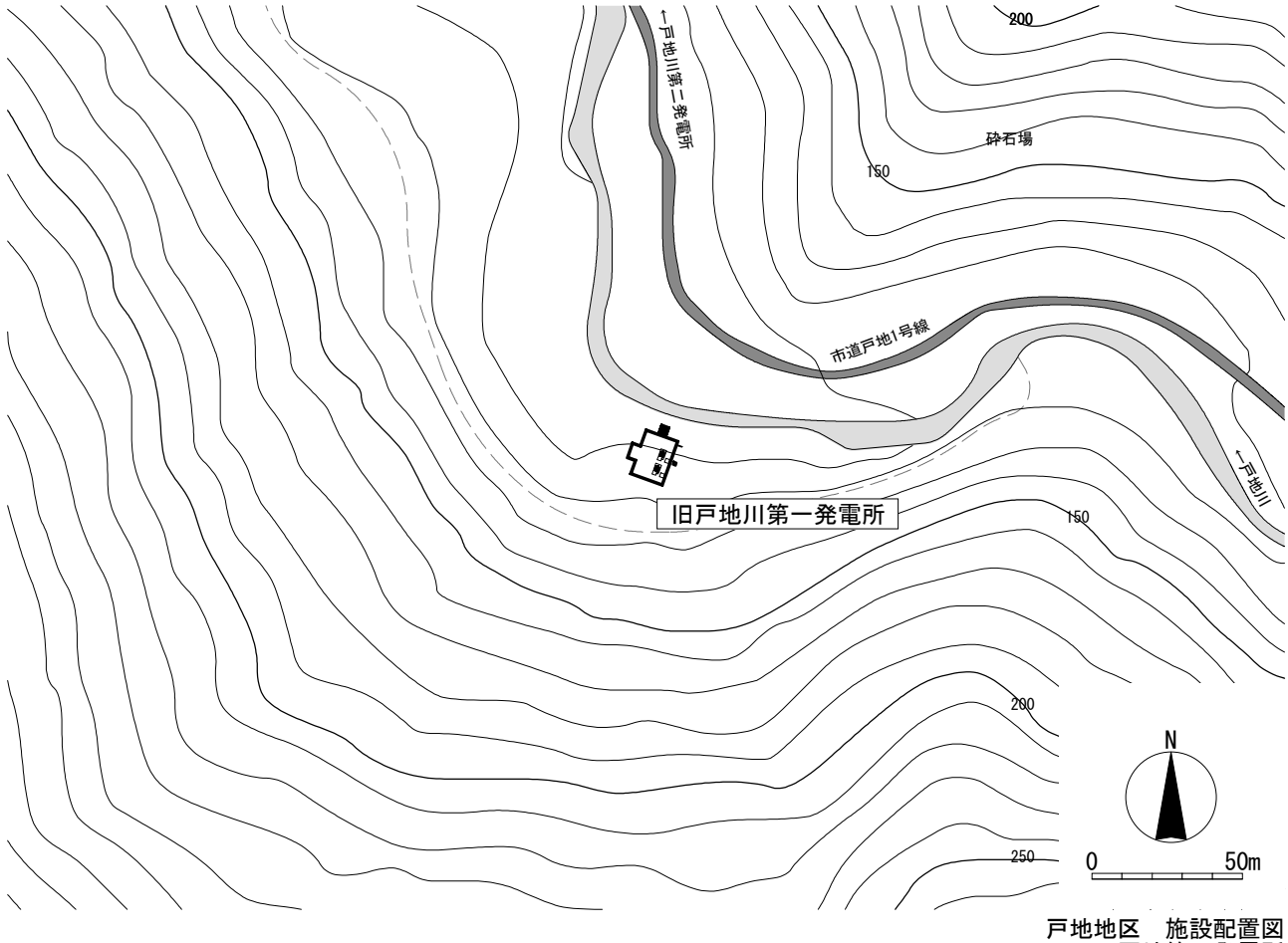
写真4.6.7　戸地川第一発電所
パイプライン基礎(南より)

写真4.6.8　戸地川第一発電所
基礎東面パイプライン用トンネル

写真4.6.9　戸地川第一発電所
上げ下げ窓分銅･滑車



戸地地区　施設配置図
戸地第二発電所



戸地地区　施設配置図
戸地第一発電所

戸地川水力発電所は昭和52(1977)年5月に閉鎖となった[6]。現在、第一発電所は取り壊され、山中に石積の基礎部のみを残すのみとなっている。

(2) 建造物の概要

旧戸地川第一発電所は県道 45 号線から戸地川を遡った山中にあり、建物は戸地川左岸に石垣を積み上げた敷地に北面して立地していた[7]。敷地南側は山の斜面とし、以前はこの山頂から発電に使用する水を供給するパイプラインを設けていた。現在、鉄管は撤去され、鉄筋コンクリート製の基礎部のみを残す。

現存する建物基礎部は、自然石を地表面から約 1.2m 積み上げ、この上に高さ 30 cmの切石を乗せる。また、木製の土台が一部確認され、切石へアンカーボルトで緊結されていた。基礎実測寸法によれば、規模は梁間6間、桁行8間半とし、西面に巾3間で1間半の張り出し部分を持つ[8]。古写真･絵葉書[9]によれば、建物の屋根は寄棟造とし、西面には下屋を接続させたことが明らかである[10]。開口部は内法上にアーチの小窓を設け、窓は上げ下げ窓であったことが明らかである。なお、現地では廃棄された上げ下げ窓の分銅･滑車が確認できた。

(3) 機能

機械類は既に撤去されているが、南東部に水力発電機の機械基礎が残存していた。機械基礎はコンクリート製で、表面は人造石洗い出し仕上げとする。

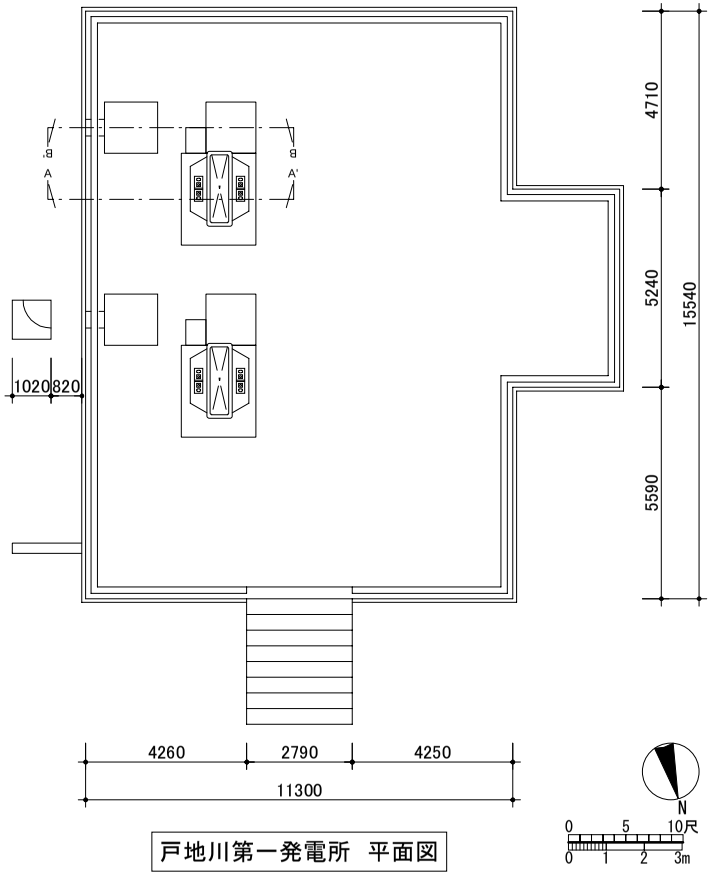
基礎部周辺の状況を確認したところ、建物の東側には、パイプラインを 90° 曲げるために円弧状の窪みを持った基礎が残存していた。同基礎は山腹のパイプラインの直線上に位置するため、発電用の水は建物東面から発電機へと送られていたと考えられる。機械基礎には床下へ穴が穿たれており、発電に使用した水を排水するための地下室へと通じる。地表面から地下室の観察を行ったが、石積による壁面によって構成され、西側へ広がっていた。

(4) 建造物の価値

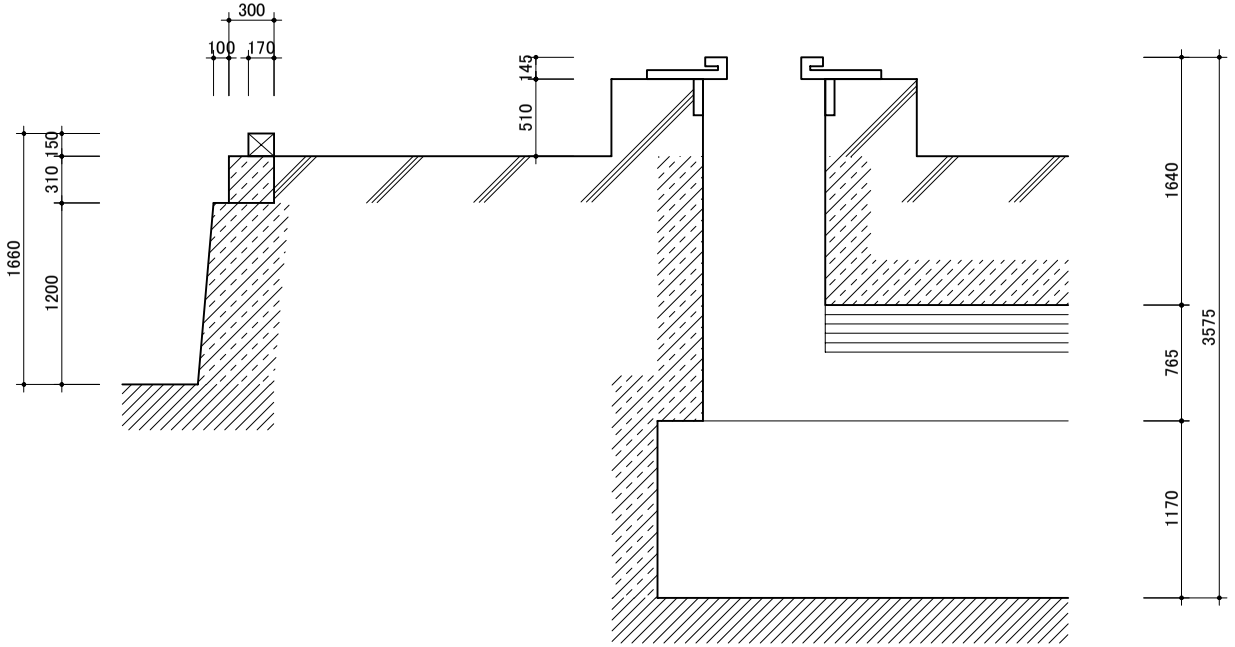
戸地川第一発電所は、鉱山付近だけでは十分に得ることのできなかった発電量を補足する施設として、大規模工事の末、遠距離に建築された。建物は既に撤去されているが、既存の発電所だけでは電気量が不足するほど急速な発達を遂げた佐渡鉱山の歴史を現在に伝える貴重な施設といえるだろう。

注

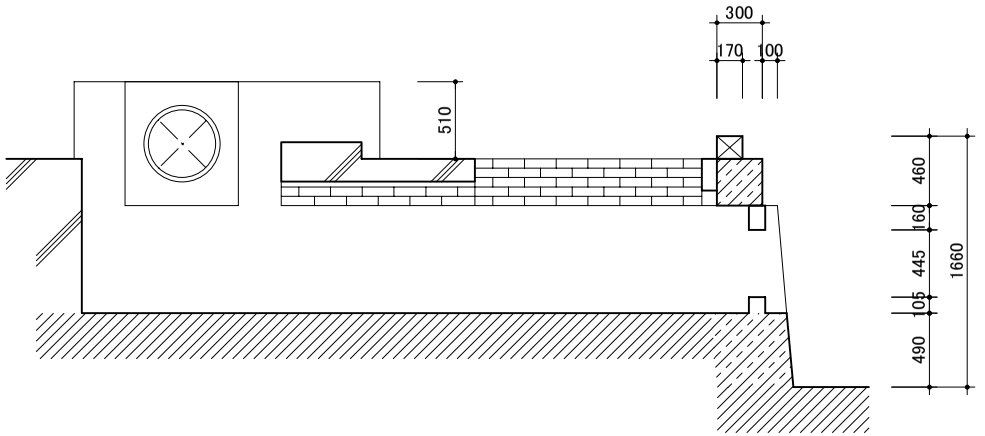
1) 戸地第一発電所の沿革について､特に注記の無いものは下記資料を参照とする。
三菱総合研究所編：『三菱社誌』、東大出版会刊、1982
2) 大正元(1912)年は 12 月 25 日、大正 2(1913)年は 12 月 18 日で工事を中止している。再開日は不明。
3) 「新佐渡」、1915.10
4) 「ESCHER WYSS & CO. №. 5311 + 1913」及び「ESCHER WYSS & CO. №. 5312 + 1913」と刻まれる銘板が各2枚、戸地第二発電所内に残されていた。エッシャー・ワイス社はスイスの会社とされることから、おそらくこの銘板は「インパルス･タービン」のものである可能性が考えられる。第一発電所閉鎖及び解体の際に機械からは外されて､第二発電所に保管されたのであろうか。なお、古写真には、第一発電所の内部と思われるものがあり､発電機にこの銘板らしきものが張られている。
5) 出力数の記載がある資料を以下に列記する。
①「新佐渡」、1915.10
第一発電所：600kW2 台
②文化庁文化財部記念課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
第一発電所：600kW2 台、第二発電所：510kW
③『三菱佐渡鉱山要覧』、佐渡鉱山、1937.2
第一発電所：960kW、第二発電所：400kW
資料によって出力値が異なるが､建設当時の情報である①及び②の数値を採用した。
6) 注 5)-②参照。
7) 古写真や階段の残存等により建物正面が判明する。
8) 柱間間隔は実測寸法を尺貫法で換算したものとする。
9) ㈱ゴールデン佐渡所蔵のものに加え、柏崎市立図書館蔵の小竹コレクション絵葉書に佐渡鉱山を撮影したものが数点含まれる。
10) 現地には基礎北面に階段が残存し､写真と整合する。また、西面下屋の基礎形状も写真に整合する。



戸地川第一発電所　平面図



戸地川第一発電所　A-A'断面図



戸地川第一発電所　B-B'断面図

2. 戸地川第二発電所

(1) 立地･沿革

佐渡鉱山は、大正 6(1917)年に既設の発電所(戸地川第一発電所)の下流およそ 25 町(2,727.3m)の海岸付近において、戸地川第二発電所の新築工事に着手した。

第二発電所の工事経過について詳細な記録は残されていないが、大正 8(1919)年完工とされ、510kW を出力したと伝えられる[1)]。

(2) 建造物の概要

戸地川第二発電所は、戸地川河口付近の右岸に南面して立地する木造平屋建(地下一階)寄棟造平入桟瓦葺の建物である。外壁は下見板張りとし、四隅には付柱を設ける。建物北側には山の斜面が控え、以前はこの山頂から発電に使用する水を供給するパイプラインを設けていた[2)]。建物平面は梁間外法 8.4m、桁行外法 15.7m の矩形とするが、屋根形状によれば東側約 12m が寄棟造の本屋で、西側に桁行約 3.7m の下屋を接続させており、下屋は梁間約 4.4m の寄棟造に南北約 2m ずつの葺きおろしを設ける。本屋裏側には梁間約 1.4m、桁行約 2.7m の通用口が切妻屋根で接続される。床は土間コンクリートに菱形目地切り仕上げを施し、壁面は竪板張りの腰壁と木摺下地漆喰塗り仕上げで構成される。天井は設けず、小屋組の木造トラス組

写真4.6.10　戸地川第二発電所
外観(南より)

写真4.6.11　戸地川第二発電所　外観(南西より)

写真4.6.12　戸地川第二発電所　発電機(南西より)

写真4.6.13　戸地川第二発電所
内部(北西より)

をあらわす。窓は木製の欄間付上げ下げ窓で、欄間を内倒し回転窓とする。

基礎構成、柱面・梁下面のホゾ、隅木の焼落ち等の痕跡を総合的に判断すると[3]、下屋の南北約 2m 分(屋根葺きおろし部分)は後の増築と考えられる。実際、下屋増築が行われる前の古写真が確認でき、増築以前の図面[4]も確認された。

(3) 発電設備・地階

建物内部には一連の発電設備が残存しており、銘板[5]より「奥村電気商會」(京都)製[6]と明らかである。本屋北東隅床面には地階への開口が設けられ、地階は発電用水の給・排水経路として使用される。内部には給・排水管が配され、発電に使用された水は地階南側に設けられた疎水道によって西方の海へ排水される。地階壁面は建物の直下に当た

写真4.6.14　戸地川第二発電所
内部(北西より)

写真4.6.15　戸地川第二発電所　内部(南東より)

写真4.6.16　戸地川第二発電所
小屋組(南東より)

写真4.6.17　戸地川第二発電所
下屋小屋組(北東より)

写真4.6.18　戸地川第二発電所
下屋隅木焼け跡

写真4.6.19　戸地川第二発電所
銘板(ESCHER WYSS & CO.№9311 + 1913)
(ESCHER WYSS & CO.№9312 + 1913)

写真4.6.20
戸地川第二発電所
地階　発電用給・排水管

写真4.6.21　戸地川第二発電所
地階　排水経路

る範囲を切石積、建物範囲外の壁面を自然石練石積の土留壁とする。地階天井は、壁面が切石積の範囲は鋼材を組んだ上にコンクリートスラブを配し、自然石練石積の範囲は同材をアーチ天井として支える。地階北側には鋼材を組んだ上に板敷の床を設けていた。おそらく配水設備の整備に用いられたものと考えられる。

(4) 建造物の価値

戸地川第二発電所は現在も上屋と共に一連の発電設備が現存しており、近代化遺産としての価値を存分に有した建造物である。

主要施設であった戸地川第一発電所が解体撤去された現在、戸地川水力発電所の大規模工事と佐渡鉱山の急速な発達を伝える数少ない貴重な建造物の一つといえる。

注

1) 出力数の記載がある資料を以下に列記する。
①文化庁文化財部記念課:『近代遺跡調査報告書－鉱山－』、ジアース教育新社、p.98、2002.3
第一発電所：600kW2 台、第二発電所：510kW
②『三菱佐渡鉱山要覧』、佐渡鉱山、1937.2
第一発電所：960kW、第二発電所：400kW
資料によって出力値が異なるが、現存する発電機の銘板(注 5)参照)と同じ数値(①)を採用した。

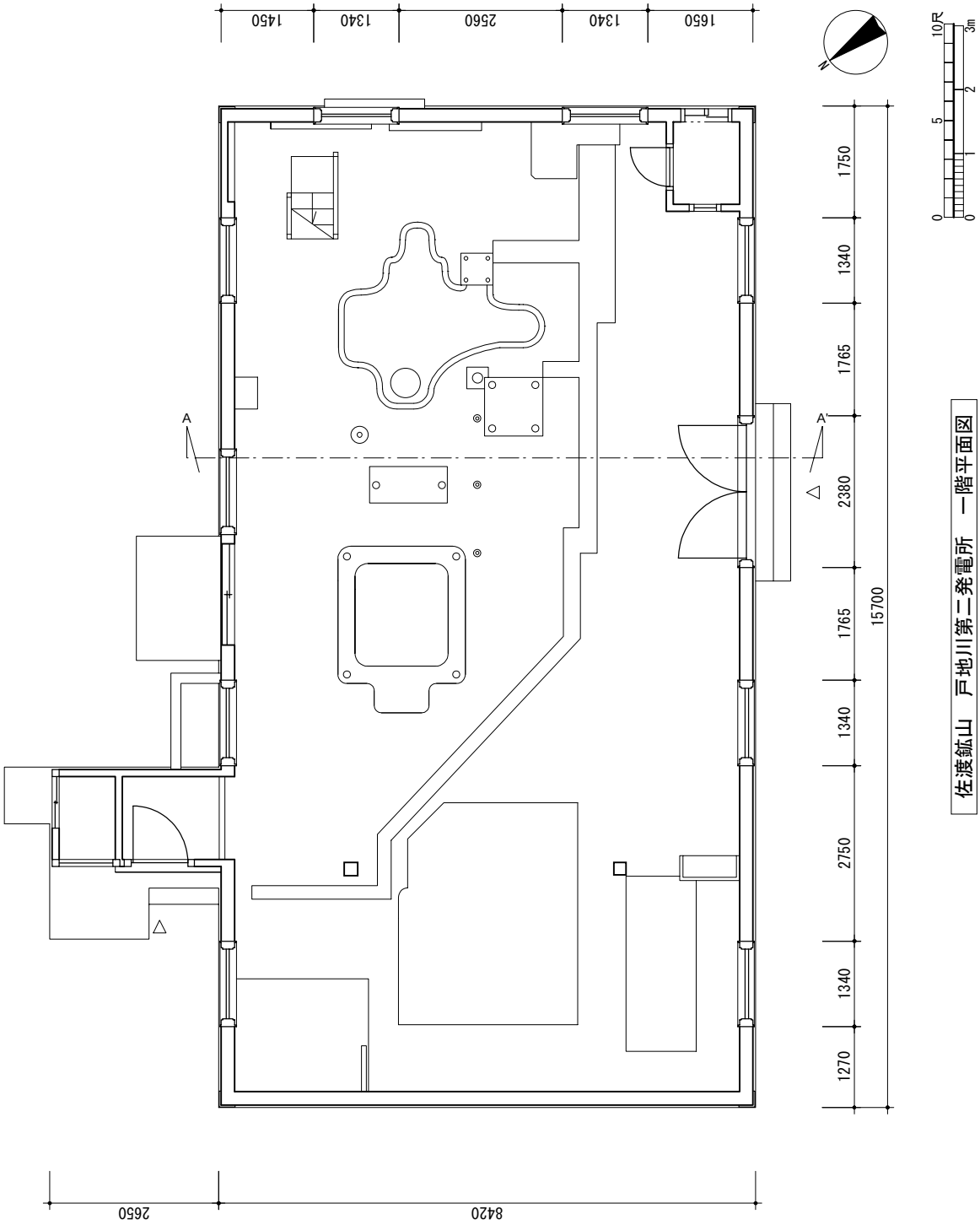
2) パイプラインは現存しないが、古写真(㈱ゴールデン佐渡所蔵)で確認できる。

3) 増築された部分のみ、地表面に見える基礎の構成が異なる。柱面には柱間装置、梁下面には柱のホゾ穴が確認でき、下屋の隅木が焼落ちた痕跡が確認できる。

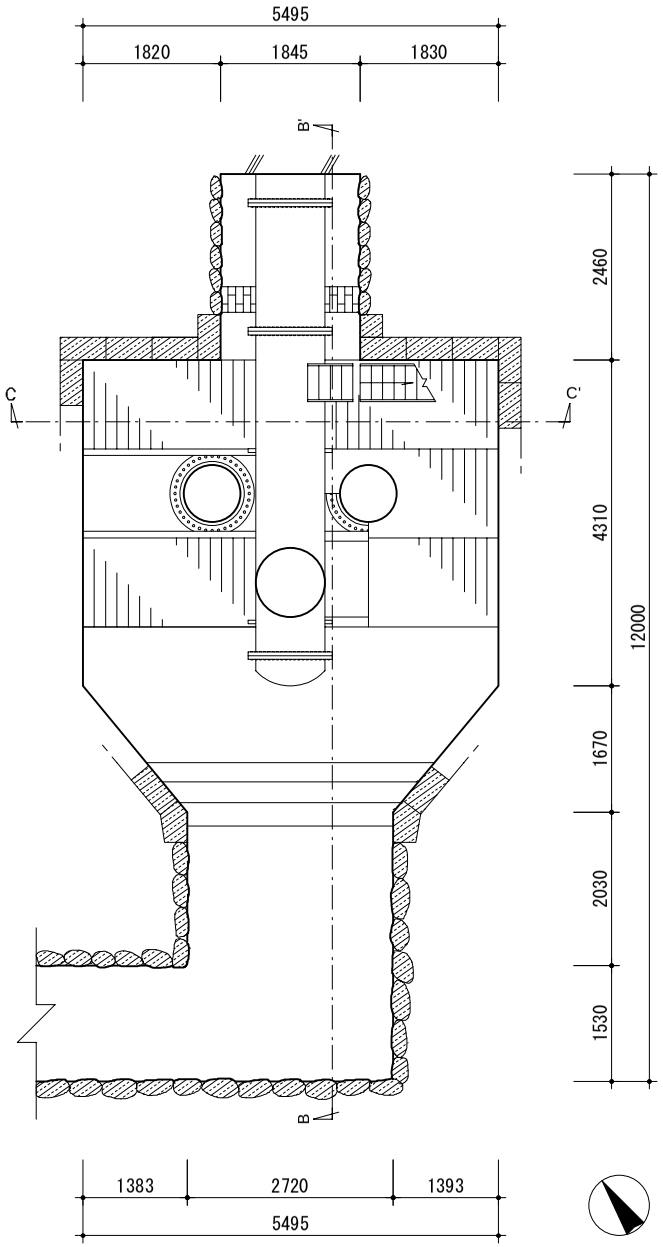
4) 「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)に増築以前の戸地川第二発電所の平面・立面図、「北立島戸地連絡線路戸地第二発電所屋内接續點構造圖」、「北立島戸地連絡線路戸地第二発電所引込線構造圖」が確認された。但し、いずれも作図年代は記されていない。

5) 以下に奥村電気商會製発電機の銘板全文を記す。
・三相交流發電機 THREE PHASE ALTERNATING CURRENT GENERATOR TYPE RFO NO. 20870 K.V.A. 510 POWER FACTOR 8 60 CYCLE 11350 VOLT 25.9 AMP. 720 R.P.M. OKUMURA ELECTRIC WORKS KYOTO JAPAN 奥村電気商會
・直流發電機 DIRECT CURRENT DYNAMO 15 K.W. 100 VOLT 150 AMP 720 R.P.M NO 20371 OKUMURA E.W KYOTO JAPAN 奥村電気商會

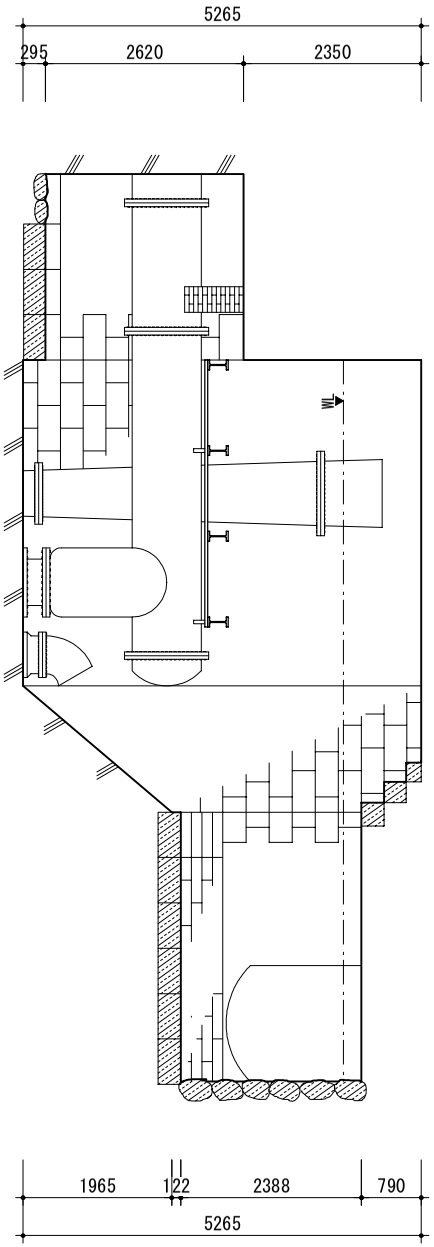
6) 奥村電気商會は、明治 18(1885)年に大阪で電気機器の製作を行っていた奥村猛が明治 28(1895)年、本社を京都に移転して疎水慶流橋の南方に工場を設置。京都における最初の電気機器生産メーカーだったとされる。奥村電気の京都への移転は明治 24(1891)年、蹴上に日本最初の水力発電所が誕生したことが契機になったとされる。奥村電気は昭和時代初期の不況期に解散したが、明治時代から大正時代には発電機や電動機などの回転電動部門では日本有数の企業として知られており、奥村電機の京都移転以後、様々なメーカーが京都で電気機器の製造を開始した。



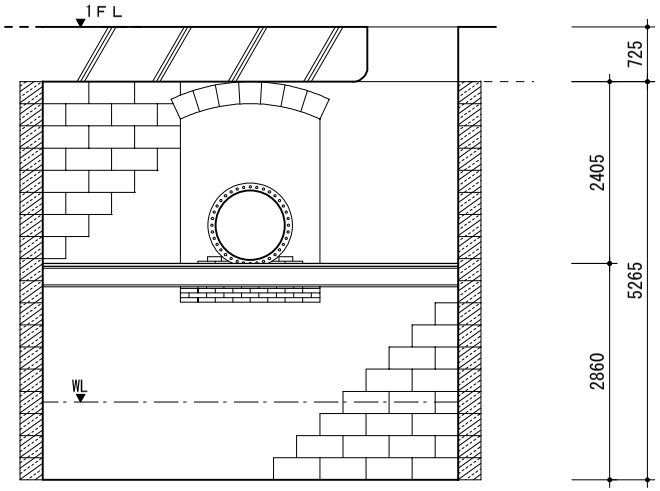
佐渡鉱山　戸地川第二発電所　一階平面図



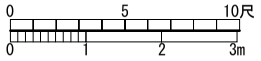
佐渡鉱山　戸地川第二発電所　地階平面図

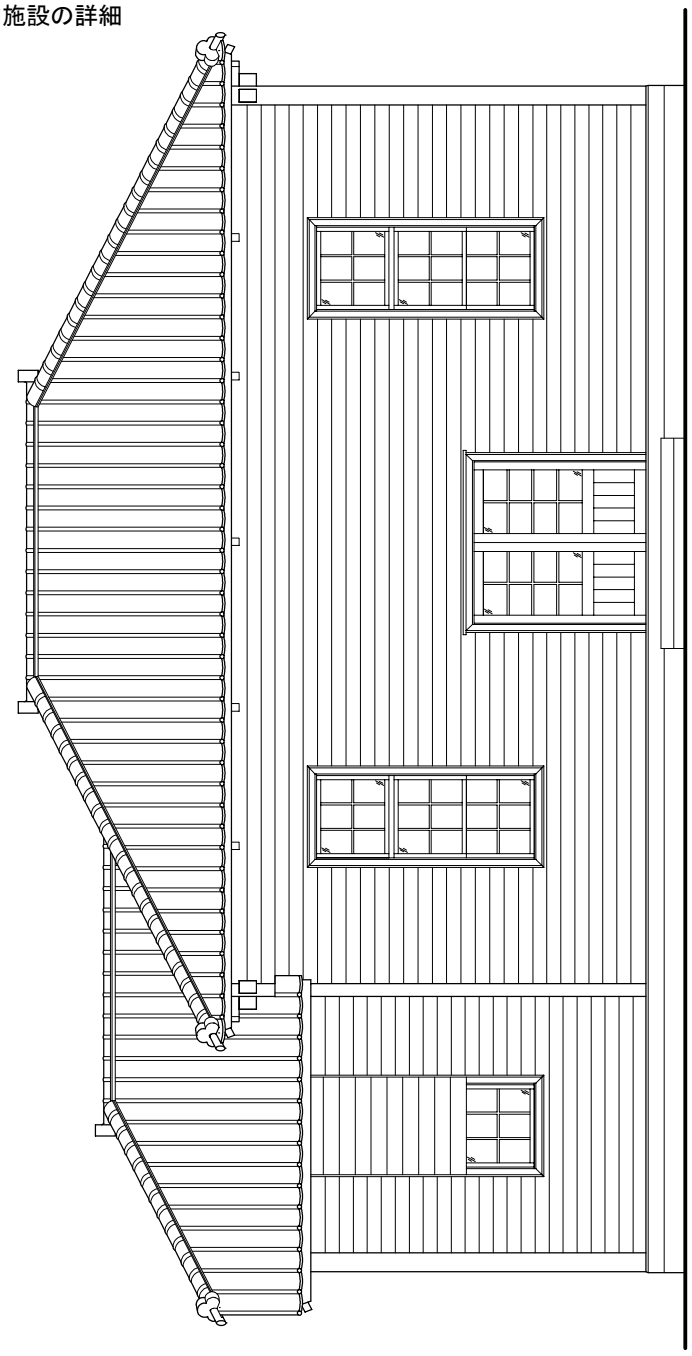


佐渡鉱山　戸地川第二発電所　地階B-B'断面図

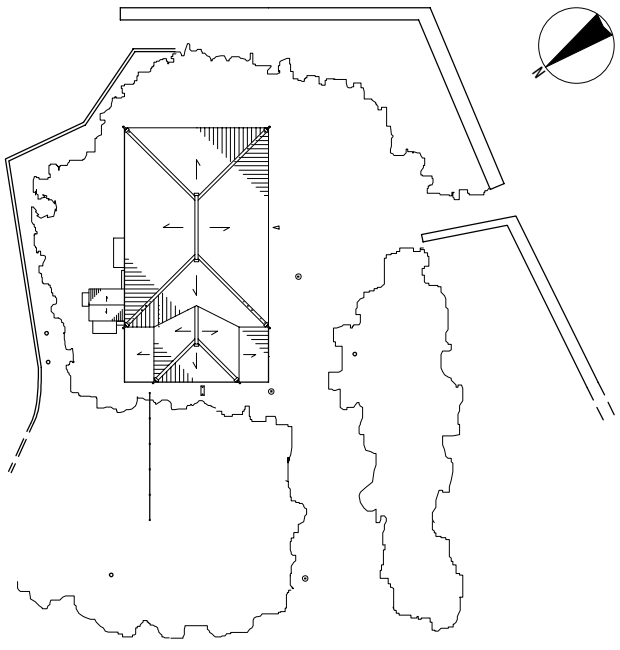


佐渡鉱山　戸地川第二発電所　地階C-C'断面図

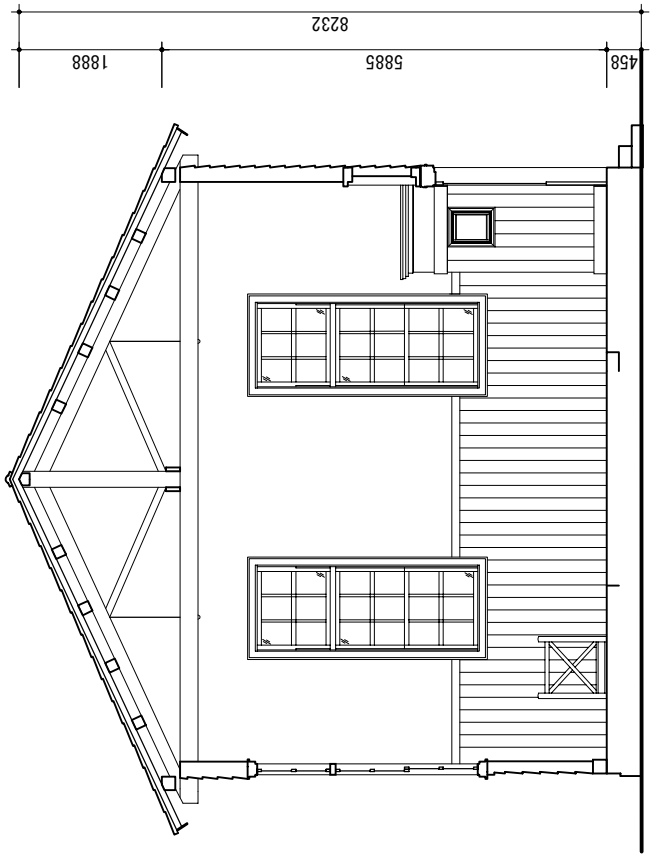




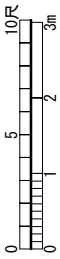
佐渡鉱山　戸地川第二発電所　南側立面図

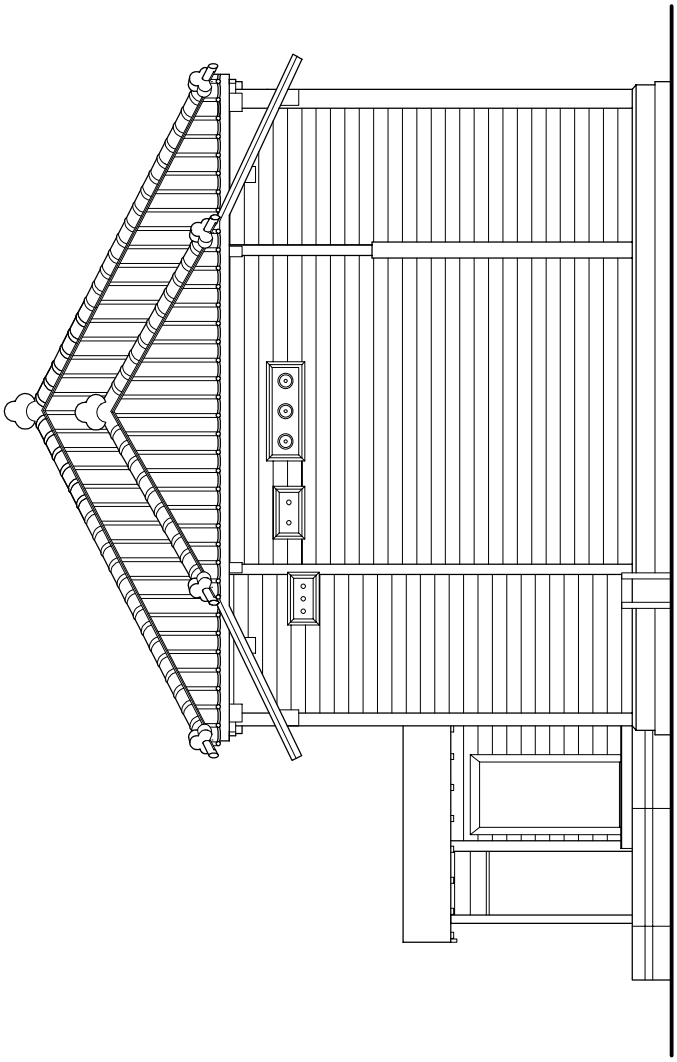


佐渡鉱山　戸地川第二発電所　配置図



佐渡鉱山　戸地川第二発電所　梁間A-A'断面図





佐渡鉱山　戸地川第二発電所　西側立面図

第五章

旧佐渡鉱山近代化遺産保存管理方針

第１節　基本方針

旧佐渡鉱山近代化遺産群の保存管理は施設個々に保存管理を行うと同時に、これらの施設群をとりまく周辺環境を含めた地域全体を文化景観資源としてとらえ、地域の生活環境と調和のとれた保存管理を行うものとする。また、近代化遺産群が有効に活用され地域の誇りとして引き継がれていくよう、産官学民が連携する仕組みづくりを推進し、地域の人々を中心とした持続可能な保存管理を行うものとする。

(1) 周辺環境との一体的な保存管理

保存管理の対象は近代化遺産群及びそれらと一体をなす周辺環境とする。近代化遺産群は、国・県及び市の文化財関連諸法令に従って保存管理を推進する。周辺環境は、景観法等の関連諸法令を視野に入れ、関係諸機関との連携体制の強化を図りながら一体的な保存管理を推進する。

整備にあたっては自然環境及び地域の生活環境との調和に配慮する。また、施設間のアクセス整備にあたっても同様に配慮するとともに、案内標識の設置場所及び意匠について十分な検討を行うものとする。

(2) 施設の個別特性と相互関係の重視

個々の施設が持つ特性と施設相互の関係性を重視し、保存管理と活用のための整備を実施する。実施にあたっては、文化財価値を損ねることのないよう十分な検討を行うものとし、機械類においては施設と一体的な保存管理を行うものとする。保存活用にあたっては対象施設毎に復原、現状保存、活用のための改善等の整備方法を計画し、建造物と遺構について鉱山システムとの関連性が理解できるよう適切な整備を行うものとする。また、日常の維持管理行為と文化財価値に影響をあたえる整備行為の区分を明確にし、行為に対する事前協議及び完了後の確認を法令に従って行うものとする。

(3) 持続可能な保存管理の仕組みづくり

継続的な保存管理を行うため、地域に密着した活動を目指した実施体制の整備充実を図る。そのためには、地域の人々に近代化遺産群に関する情報をしっかりと伝え、歴史を語る大切な資源として残し伝えるものであることを認識してもらうことが重要となる。その結果、地域の人々が高い意識をもってこれら近代化遺産群の意味を考え、保存管理の活動を行うことで、旧佐渡鉱山の価値や魅力がよりよい状態に保たれる。そこで、“遺産が重要なものであり人々に伝えたい”という思いをもって地域の人々が自ら行動することを支援する仕組みづくりを推進する。

(4) 他の文化財との総合的な保存管理

相川には近代化遺産群の他にも多くの文化財が保存されている。特に国指定史跡の佐渡金山遺跡は保存管理計画が策定されていることから、旧佐渡鉱山近代化遺産群とともに佐渡鉱山遺跡全体の保存管理として総合的な計画とする。

また、相川郷土博物館(旧御料局佐渡支庁)をはじめとする多くの近代化遺産建造物が保存活用されており、相川のまちなみ形成とも関連づけた計画とする。

第 2 節　保存管理と段階的整備

旧佐渡鉱山近代化遺産群の保存管理に至る前段階として、先ずは多くの人々に遺産の状況及び価値を知ってもらい、文化財としての認識を高めることが重要である。そこで、全体的な保存管理について段階的に進めることとする。

また、近代化遺産群は各地区に点在する多数の構造物に対して整備が行われることから、個別施設の整備を進めて行く中で、様々な整備段階の施設が混在しながら、全体的な整備段階を向上していくこととなる。そこで、個別整備に優先順位を計画し全体的な整備を効果的に行うこととする。

さらに、これらの整備を進める中で、鉱山のシステムを構成する複数の施設要素の関係性をわかりやすく解説するためのビジターセンター施設の整備も早期段階において重要なものとなる。ビジターセンター施設は相川郷土博物館などの既存施設を利用することも視野に入れる。

以下にそれぞれの段階を示す。

(1) 全体的な保存管理の段階

a. 近代化遺産施設群の存在を広く認識してもらい、島内外に紹介する。
b. 調査工事等により、保存管理のための具体的な手法を決定する。
c. 劣化を防ぎ、現状保存を行う。
d. 修復、活用のための改修等を行う。

(2) 個別施設毎における整備段階

a. 植物による構造物への侵食を防ぐために、樹木を伐開する。
b. 構造体の劣化を防ぐために、表面保護を施す。
c. 外観を保存するための補修・補強を行う。
d. 施設を活用するための補修・補強を行う。

(3) 整備の優先順位

a. 保存状況が良く、施設の機能が分かりやすい施設を整備する。
　大立竪坑櫓、大立竪坑捲揚室、高任粗砕場、高任貯鉱舎及びベルトコベアーヤード、佐渡鉱山機械工場、中尾変電所、北沢火力発電所発電機室棟、戸地川第二発電所、大間港
b. アピール性の高い施設を整備する。
　道遊坑、間ノ山搗鉱場、間ノ山上アーチ橋、間ノ山下アーチ橋、旧北沢青化・浮選鉱所、北沢浮遊選鉱場、北沢浮遊選鉱場インクライン、北沢 50ｍシックナー
c. その他の施設を整備する。
　高任坑、高任分析所、上相川火薬庫、諏訪隧道・神明トンネル、戸地川第一発電所

第 3 節　保存管理の仕組みづくり

文化財の保存･活用においてはハード事業とソフト事業が相互に機能する必要があり、佐渡市担当課を中心に関連各課に連携を働きかけながら推進していくものとする。

(1) ソフトづくりの仕組み

生涯学習講座や現地見学会、ワークショップの開催など、地域住民に対する情報提供の拡大を図るとともに、学校教育においても地域の自然･歴史･文化を学ぶ教育の推進を行い、次世代への学習機会の充実を目指す。

現在、相川地区においては、観光客を対象に『相川ふれあいガイド』によって佐渡金銀山の史跡を中心とした案内を行っている。『相川ふれあいガイド』の人材は、相川の歴史･文化財･寺社他に関する「学習講座」を受講した人の中から参加を依頼しているものである。今後は旧佐渡鉱山の近代化遺産もこの案内の対象に含め、この仕組みをより充実し、親子参加型の学習講座に参加した小中学生にも『相川ふれあいガイド』を依頼するなど、より多くの地域の人々が旧佐渡鉱山の歴史と触れ合いながら観光や学習を行えるようにする。これら地域住民による現地案内機能の確保及び充実を図ることにより、見学時の興味と理解を深め、学習効果を高めるようにする。

また、平成 19(2007)年に結成された全島規模の民間団体である「佐渡を世界遺産にする会」や「古道を歩く会」との連携活動を行い、住民が樹木管理や施設の清掃、イベント企画などの活動に積極的に参加できるよう推進する。

さらに、平成 17(2005)年より景観法が制定され、平成 19(2007)年より佐渡市においても景観計画の策定が進められている。これにより地域住民の意向を踏まえ、それぞれの地域性及び多様な特質の形成が期待されることから、旧佐渡鉱山と周辺景観を保存管理する上で十分に連携を図るものとする。

(2) ハードづくりの仕組み

佐渡市担当課が行う文化財に関連した保存･活用整備の他に、道路誘導標識や施設案内板整備、近代化遺産施設を取り込んだ公園化、遊歩道･散策路整備などのまちづくり関連事業の導入も活用に際して有効な手法となるため、関係各課との連携を働きかける。これらの事業は地域の歴史･文化を活かしたまちづくり施策として導入できることから、文化財に関連する保存･活用整備のあらゆる段階において積極的に推進していく。

また、施設の具体的な修復、活用のための改修等を行う場合には、建築基準法や消防法、都市計画法等の各種関係法令との調整が発生するため、これら関係機関との協力体制も推進する。

(3) 学識経験者及び関係各省庁との体制

近代化遺産群は構造、仕上げ、機能において様々な異なる条件の施設が残されているため、保存･活用についての様々な手法が検討されたうえで、各施設にとって最適な方法で整備が行われる必要がある。したがって、国及び県の文化財行政担当課と充分な情報交換を行いながら計画や整備を推進するとともに、学識経験者を交えた整備検討委員会を組織し、保存･活用の方法について広範にわたる検討を行うこととする。

第 4 節　保存管理と公開

現在、旧佐渡鉱山近代化遺産群の所有者は㈱ゴールデン佐渡であり、施設の維持管理及び安全管理は同社が鉱山法を遵守しながら行っている。施設の公開については佐渡金銀山の史跡を主にしていたが、近年、「産業遺産散策コース」を設定し、大立竪坑及び北沢浮遊選鉱場の公開を行っている。今後は、地域住民、行政、学校教育機関も加わり保存管理を推進するとともに、他の近代化遺産についても積極的な公開を実施する。

旧佐渡鉱山近代化遺産群は貴金属選鉱･製錬の技術史的変遷を中心に、近代鉱業の先端技術が導入された足跡を辿りながら新たな価値や魅力を発見することができる資源である。したがって地域への情報提供に加えて、島外でのシンポジウム開催などにより国内外への情報発信を行い、多くの人々がこれらの遺産に触れられる機会を増やすよう、積極的な PR を行うものとする。

このように、旧佐渡鉱山近代化遺産群を含む歴史資源は地域の教育資源及び観光資源ともいえるものであり、保存管理と公開が歴史文化の啓発と観光等の産業振興につながり、地域の誇りとなって引き継がれていく資源となるよう計画を推進するものとする。

資料

旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査報告書　資料目次

１．選鉱･製錬関連資料 ―― 1

資料１　官営時代並びに明治 35(1902)年の製錬方法　－植田、中本論文の抄録－ ･･･････ 2

資料２　選鉱･製錬関係年表

資料 2-1　　官営時代(1869-1896) ･･･････ 16

資料 2-2-1　三菱時代(1897-1935) ･･･････ 17

資料 2-2-2　三菱時代(1936-1944) ･･･････ 24

資料 2-2-3　三菱時代(1945-1949) ･･･････ 25

資料３　年間生産量の明細

資料 3-1　年間生産量明細(1902、1915、1930、1935、1940) ･･･････ 26

資料 3-2　年間生産量明細(1949) ･･･････ 28

資料４　佐渡鉱山における浮遊選鉱法の発展

平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』(三菱鉱業㈱､1950) からの抄録 ･･･････ 29

資料５　佐渡鉱山における金銀鉱の浮選(元三菱マテリアル㈱　菊池俊次) ･･･････ 32

資料６　選鉱･製錬関係用語集 ･･･････ 34

２．古写真 ―― 37

大立地区 ･･･････ 38

高任地区 ･･･････ 40

間ノ山地区 ･･･････ 51

北沢地区 ･･･････ 55

大間地区 ･･･････ 63

戸地地区 ･･･････ 68

高任粗砕場建設工程 ･･･････ 69

北沢浮遊選鉱場建設工程 ･･･････ 72

３．資料絵図 ―― 75

４．資料図面(地形図、配置図等) ―― 79

５．資料図面(建造物･設備関連等) ―― 93

大立地区 ･･･････ 94

高任地区 ･･･････ 100

間ノ山地区 ･･･････ 110

北沢地区 ･･･････ 113

大間地区 ･･･････ 133

戸地地区 ･･･････ 140

1. 選鉱・製錬関連資料

資料１　官営時代並びに明治 35(1902)年の製錬方法

－植田、中本論文の抄録－

官営時代の製錬方法を植田の論文[1)]により、三菱合資会社移管以降の製錬方法を明治 36(1903)年 1 月の中本の論文[2)](直近の明治 35･1902 年の操業とみる)により、取りまとめた。

1. 官営時代(明治 2･1869 年 4 月－同 29･1896 年 10 月)

『工部省沿革報告』[3)]、東大生による『佐渡鉱山に関する実習報告書』[4)]、米国人技術者アレキシス･ジェニン(Alexis Janin)の書簡等を資料としてまとめられた植田の論文[5)]に基づいて、この時代の操業を述べる。論文よりそのまま(又は凡そ、そのまま)引用した箇所には「　」を付した。

明治 2(1869)年 4 月、明治政府は佐渡鉱山を官営とし、ここに鉱山司支庁をおき、足立忠次郎を鉱山司知事とした。鉱山(選鉱･製錬工程)の近代化は、同年 5 月に雇用し派遣した英国人製鉱師エラスムス･ガワー(Elasmus H.M.Gower)、明治 6(1873)年 10 月に彼を引き継いだ米国人技師アレキシス･ジェニン(明治 9･1876 年 10 月離任)により基礎が固められた。ジェニンが去った後は、明治 29(1896)年 11 月に経営が三菱合資会社に移管されるまで、官営により、足立太郎、狛林之助、大島高任、渡邉渡などの手により発展した。

当初、ガワーの指導により、ワッショー式鍋混汞法を採用して近代化をはかったが、その操業に失敗し、やむを得ず一旦、江戸時代からの旧製錬法に復した。これを取り戻すため、工部省は鉱山師長ゴットフレー(J.G.H.Godfrey)に委嘱して、米国人技師アレキシス･ジェニンを招聘した。ジェニンは明治 6(1873)年 10 月に来日し、工部省でゴットフレー等と打ち合わせ後、12 月に佐渡鉱山に着任した。

「ゴットフレーとジェニンの構想による製錬の基本方針は大要下記のごとくであった。

①銅を含み、金品位の低い鉱石は、比重選鉱で品位を上げ、熔鉱炉で製錬して含金銀鉛と銅鈹を得る。
②含金銀鉛は、ドイツ式分銀炉で処理して金銀を採る。
③銅鉱は脱硫焙焼と熔鉱炉による還元製錬を繰り返して銅鈹とし、湿式法により丹礬を製造し、銅混汞法で使用する。
④金銀のみを含有する鉱石は、鍋混汞法で処理する。」

それに基づいた操業系統図を本文第二章第 2 節の図 2.1 に、主な動きを資料 2-1(年表)に示す。

当時は、鉱石の採掘から地金の産出までの工程は、採鉱と製錬からなり、選鉱は製錬の一部という考え方であった。製錬に先立つ採鉱部門は次の通りである。「佐渡鉱山には主要な鉱脈として北から南へ鳥越、大切、大立、青磐がある。うち、鳥越、大切脈は、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱など硫化鉱物が多く、金品位も低く、混汞法には適さない。」これら四つの鉱脈から採掘された鉱石は、二つの竪抗、大切および大立抗から捲揚げられた。それらの竪抗の傍らにそれぞれ撰鉱所があり、金銀品位により次の 4 種に撰鉱された。1 番鉱、2 番鉱、3 番上鉱、3 番下鉱。1 番鉱から 3 番上鉱までは、鍋混汞法で処理、3 番下鉱は、汰淘(比重選鉱)して品位を上げた後、熔鉱炉で製錬する。

次に、工程別に操業方法を述べる。

(1) 鍋混汞法

1 番鉱、2 番鉱、3 番上鉱からの金銀採取に適用された鍋混汞法の操業系統図を本文第二章第 2 節の図 2.11

に示す。本法は、ワッショー式で「メキシコや南米で発達したパチオ法やカゾー法をもとにして、カルホルニア式スタンプと水平に回転する内臼を有する鍋との組み合わせを主体とする水銀アマルガム法の一種であり、ネバダ州コムストック鉱脈の鉱石処理のため、ワッショー地区で1861年に始めて開発され、のちに米国西部の金銀鉱山で広く採用された。代表的工場としてはコンソリデーテッド・バージニア・ミルやカリホルニア・ミルが有名である。ヨーロッパの主流である樽混汞法に比し、実収率が高く、コストが安いとされており、米国西部の金銀鉱山は殆ど全部この方法を採用していた。」ガワーにより明治3(1870)年8月に導入されたが上手くいかず、一旦休止し、明治8(1875)年12月、ジェニンの手により成功し、日の目をみた。

(2) 粉砕および汰淘所

3番下鉱は、「まず、処理能力2-2.5t/時のジョー・クラッシャーで30㎜以下に砕く。排出鉱は搗鉱機にかけて、水を添加しながら、粉砕する。搗鉱機は、2組あり、各々鉄製杵5本を有し、一本の重量は650斤、昇降高さ10吋、昇降度数70回/分、碓の周囲は木板で囲み、真鍮製金網を張ってある。搗鉱機の真鍮製金網から出た3番鉱下の鉱泥は類別箱と称する分級装置に入る。類別箱は4種あり、各箱の巾は1号箱は1尺、2号箱は2尺、3号箱は4尺、4号箱は8尺と通過するにつれて、巾が広くなる。鉱石の47%が1号箱で、22%が2号箱で、12%が3号箱で、11%が4号箱で沈澱する。ここで沈澱しなかった泥鉱は場外の沈澱池で回収する。各箱別に(すなわち粒度別に)汰板にかけて分級し、熔鉱炉で製錬する精鉱を採る。汰板はリッチンガー・テーブルで、佐渡では横動雙面汰板と呼ばれた。傾斜したテーブル上に鉱泥を水と共に流し、直角方向より、カム・シャフトにより振動を与える。汰淘所の動力は40馬力蒸気機関で賄い、石炭4.5t/日を消費した。精鉱の分析例として、明治15(1882)年の値に、金78.2g/t、銀2.5337 kg/t、銅14.50%、珪砂48.30%がある。」

(3) 熔錬・熔鉱炉・分銀炉

「汰淘所で採取された精鉱は粉鉱なので、石灰と粘土水を加えて、螺旋圧縮器により圧搾し、直径3寸、厚さ2寸の円塊とした(すなわち今日の団鉱)。」これを本文第二章第2節の図2.11に示すプロセスに従って処理し、金銀は最終的に粗金銀として回収した。鉱石中の銅は、丹礬として回収され、鍋混汞法の試薬として消費される。「本法は還元製錬と脱硫焙焼を繰り返すことで、銅鈹の銅品位を上げて行く、当時ジャーマン・プロセスと呼ばれていた製錬法である。熔鉱炉はストルベルク式が採用された。その燃料は木炭で始まったが、佐渡鉱山の鉱石中の珪酸含有量が多くてスラグの融点が高く、明治10(1877)年9月にコークスに代えられた。わが国非鉄製錬用熔鉱炉でコークスを最初に使用したのは、佐渡鉱山が最初である。」熔練工程は明治8(1875)年3月に、分銀炉は明治9(1876)年1月にスタートした。丹礬製造工程が軌道に乗ったのは、明治15(1882)年後半のことである。鉱石中の金、銀は工程で添加される鉛に入って、貴鉛となり、ドイツ式分銀炉で回収される。なお、原料中の銅は明治16(1883)年頃からは、熔鉱炉で黒銅まで仕上げた後、熔銅炉により精銅として回収されたようである(『工部省沿革報告』に基づく植田氏の私信)。

植田論文に載せられている、搗鉱機、鍋混汞器、ストルベルク式熔鉱炉、ドイツ式分銀炉、銅鈹焙焼炉、ジョン式コークス竈の図を本文第二章第2節の図2.12に示す。原図はすべて、明治16(1883)年、佐渡鉱山で実習した東大生中野嘉作の実習報告書[6]によるものである。

2. 三菱時代(明治 35･1902 年頃の操業)

本項では、三菱合資社移管後の操業をまず明治 36(1903)年 1 月に上梓された佐渡鉱山長、中本英彦の『佐渡鉱山説明書』[7]により述べる。叙述の方法は、同書の詳細な説明部分は省いて、工程の流れが解るよう主要部分を引用する形で取りまとめた。また、本資料の末尾に示す論文中の操業系統図は原図が右書きであるのを左書きに改めた。

坑内で採掘される鉱石は大立抗、大切抗のものは、大立撰鉱場で、高任抗、道遊抗のものは、高任撰鉱場で撰鉱する。どちらの撰鉱場でも、粗鉱を 1 寸 5 分目の不動篩で篩い、篩上はブレーキ式砕鉱器(ジョー･クラッシャー)で砕いた後、円篩(トロンメル、5 分目)で篩う。不動篩、円篩の篩下は下鉱とする。円篩の篩上は、手撰帯上で、上鉱、中鉱、下鉱、捨石に分類する。

これらから、金、銀を採取する製錬方法を以下に述べるが、製錬全体の操業系統図を本文第二章第 2 節の図 2.2 に示す。

(1) 混汞製錬(パン･アマルガメーション)

混汞製錬は、米国で行われているワッショー法である。即ち、石英質含金銀鉱を粉砕し第一塩化銅(または第二塩化銅)、水銀、鉄により、金銀を汞化、抽出する方法である。佐渡では明治 3(1870)年に創設し、幾多の辛苦をへて、御料局の時代に漸く成功の緒についたものである。三菱に移管後、一時、原料の欠乏で十分な操業ができなかったが、近時、盛況を呈している。操業系統図を末尾の図 1(第一表)に示す。原料の中鉱(平均品位は Au22g/t、銀 274 g/t)は撰鉱場から、鉄索運搬法で輸送されてくる。まず斜格子で篩い、篩上は砕鉱器で砕く。その後、鉱石は、搗鉱器をとおして更に細かくした後、マッコーン式混汞鍋において、水蒸気で加温し、食塩、丹礬を添加し、硫化銀を塩化物とし、水銀を添加し金、銀ともにアマルガムとして回収する。アマルガムは分析所に、汰物(精鉱)は熔鉱製錬に、鉱尾は搗鉱製錬に送り、それぞれ含有される金、銀を回収する。以下、各設備の仕様と工程の詳細を述べる。砕鉱器はブレーキ式で、処理能力は 3.2t/h、1−3 寸の鉱石を 1 寸内外に破砕する。搗鉱碓は、5 本の杵(1 本、650 ポンド、昇程 9 寸 2 分)からなり、1 分間の搗数は 70 である。処理量は杵 1 本当たり 1.1t/日である。搗鉱器入口の鉱石粒度は 1 寸内外である。出口は 60 目/寸網下である。沈定槽は木製で、深さ 2 尺 7 寸、面積 48 平方尺、槽数 22 で、直列に使用する。各槽で沈定する鉱砂をショベルで掬い上げ、手車に入れ混汞鍋に運ぶ。濁水は屋外の沈定池で混汞尾と共に沈定し、沈澱製錬の材料に供す。混汞鍋は、1t 容量(直径 5.1 尺、深さ 2.85 尺)のものが 6 基、0.5t のものが 8 基ある。鍋の内部には、3 ケの羽根を持つ攪拌器がある。操業は 1 サイクル 6 時間で、清水を加えて、最初の 2 時間で磨鉱、次の 1 時間、蒸気を加えながら 52−53 度に加温、水銀を添加し、自然金を汞化、最後に 3 時間、丹礬、食塩を添加し、銀を塩化物とし汞化し、反応を終える。ついで清水を追加し、希釈、放冷する。分離鍋は直径 8 尺、深さ 3.35 尺で、混汞鍋 2 ヶに 1 ヶの割合で配置されている。底部に縦に 5 ヶの穴(径 2 吋)があり、最底部には水銀、アマルガムの溜まる溝がある。内部には攪拌翼が備えられている。分離鍋に入った鉱砂は清水を加え、上部 4 ヶの穴から尾鉱が、最下部 1 ヶの穴からは繰り返しとなる重砂が集められる。底に溜まった水銀、アマルガムは抜き出されて、洗浄鍋に導かれて洗浄され、ついで木綿袋で水銀、アマルガムに分離する(水銀は木綿を通過し、粘性の大きなアマルガムが袋に残留する)。分離鍋からでる鉱尾は、ダンカン淘汰器(4 台)に導く。2 kgの水銀を加え、攪拌、放置すると、重い部分の鉱砂からは汞化によりアマルガムが生じる。その他は汰物として乾式製錬に付す。鉱尾は屋外の沈定池に導き、沈定したものを沈澱製錬に送る。産出物は、1 ヶ月当たり平均、アマルガム 14 kg、水銀 25 kg、汰物430 kgである。

(2) 搗鉱製錬

金銀鉱を搗鉱碓(スタンプモータ)により粉砕し、同時に水銀により汞化作用を行わせてアマルガムを作り、これを採取する方法である。佐渡では明治24(1891)年に完成した第一搗鉱場に60本のスタンプを設置して品位の低い鉱石を処理した。明治26(1893)年に完成した第二搗鉱場には、明治34(1901)年時点で改良したスタンプ60本を設置した。

a. 第一搗鉱場

操業系統図を図 2(第参表)に示す。原鉱は下鉱と称する低品位のもので、Au5.3g/t、Ag74 g/t 程である。受け入れた鉱石は斜格子で篩い、1.5－3 寸以上のものはブレーキ式砕鉱器(4.5t/h)で破砕する。1.5 寸以下となった鉱石をチュロッホ(註。Tullock)式給鉱器で搗鉱碓に給鉱する。スタンプは東西両工場に 30 本ずつある。5本で1碓をなす。1本の重量は850ポンド。碓内部には生成したアマルガムが付着するよう汞化銅板が張ってある。杵のストロークは11吋、作動数74回/分、水銀の添加量は12－18 g/h である。先の銅板に付着せず鉱砂とともに流出したアマルガムは、その後に工夫を凝らして布設してある銅板(前銅板という)で回収するようになっている。前銅板の先端には、猫木綿を敷き通り抜けたアマルガムの回収を図っている。更にその先に、尖箱(pointed box, 分級装置)、ダンカン淘汰器を設け、更なる回収を図っている。なお、アマルガムの採取は人力により間歇的に行う。ダンカン淘汰器は淘汰作用より汞化作用を主目的としている。水銀の添加量は 1.8 kgである。水銀、アマルガム、汰物の混合物は次の建桶に入る。ここで建杓子により急激に攪拌すると、比重差で重い順に水銀、アマルガム、汰物に分離する。アマルガムは木綿で圧搾、分汞し、分溜炉に送る。汰物は、品位によって混溜製錬または熔鉱製錬に送る。ダンカン淘汰器からの鉱尾は、第二搗鉱場のものと合わせ、沈澱場の沈定池で沈定後、沈澱製錬の原料とする。

b. 第二搗鉱場

操業系統図を図 3(第四表)に示す。本工場は明治 26(1893)年の設立で、ほぼ第一搗鉱場と同時期のものであるが、明治 34(1901)年に機械装置の改良が行われている。原鉱は第一搗鉱場と同じく下鉱である。以下、第二搗鉱場が改善された点を中心に説明する。搗鉱碓は5本のスタンプ、12基よりなる。杵の一本の重量は850ポンド、ストロークは9.2吋、作動数68－72回/分。処理量は1日、1杵あたり1.3t弱である。水銀の添加量は12－20 g/h である。本機は当所工作課の鋳造品である。処理量、実収率の向上を目指して、碓部排出口の形状、杵の位置、銅板の取り付け位置に改良が加えられた。搗鉱器の前銅板であるが、固定のもの加え、新たに「横振銅板」を設けた。汞化銅面を振動させ、鉱流に新面が接するようにし、アマルガムが附着する機会を増している。ダンカン淘汰器を一段から二段とし、その機能を増強した。ともに同大同形である。上段にあるものは主に汞化器として、下段にあるものは主に淘汰器として使う。その結果、明治 35(1902)年度の成績をみると、処理鉱量で第一搗鉱場が、23,733.671t, 第二搗鉱場が25,722.239t、(Au品位は、第一搗鉱場が5.1 g/t、第二搗鉱場が5.6 g/t。Ag品位は第一搗鉱場が67 g/t、第二搗鉱場が83 g/t)、産出物は、地金が第一搗鉱場で445.964 kg、第二搗鉱場で454.426 kg、汰物が第一搗鉱場で80.677t、第二搗鉱場で261.683tであった。第二搗鉱場の汰物が大幅に増えているが、ダンカン淘汰器の改良効果が大きい。

(3) 淘汰製錬(コンセントレーション)

本法は銅鉱の淘汰(比重選鉱)を行うもので、Cu1.8%、Au3g/t、Ag275 g/t のような鉱石を処理するが、元は金銀鉱も処理していた。後者は搗鉱法が優れており、そちらに譲った。銅鉱の産出量が減り 1 ヶ年、1,000t内外であり、最近は時々操業するのみで、本山で重きをなす工程とは言えない。操業系統図を図 4(第六表)に示す。以下、そのフローを説明する。粗鉱はブレーキ式砕鉱器で30㎜のものを、20㎜に破砕する。ついで細鉱はロール(破砕器)で、20㎜から12㎜に砕く。その処理量は15t/日である。これを円筒篩(トロンメル)

に導き、水を加えて、分級する。トロンメルは直列に3段ある。篩目はそれぞれ6、3、 1.5㎜である。各々の篩上は、それぞれに付属する跳汰器(ジガー、jig)に、篩下は次のトロンメルに導入される。ただし、1.5㎜のトロンメルの篩下は、尖箱(分級器)に入る。各ジガーからでる汰物は熔鉱製錬の原料になり、尾鉱はハンチントン･ミルに向かう。尖箱は分級装置で、1.5 ㎜以上の鉱粒はやはり付属のジガーに入る。以上、4 基のジガーからでた鉱尾はすべてハンチントン･ミル(2 基)に集められ、粉砕される。粉砕後、産物は尖箱に入る。この尖箱は3ヶ1連(直列)で、おのおの各6区よりなる。1号に沈定する鉱砂は4台のフリュー盤(Frue vanner)に入り、2、3号からでる泥鉱は3台のフリュー盤に送り、3号から溢流する上水は鉱尾とともに屋外沈定池に導く。各フリュー盤の大きさは、長さ 8.3m、幅 1.22m である。各フリュー盤からの粉鉱は熔鉱製錬の原料とし、鉱尾は屋外沈定池で沈定せしめ、沈澱製錬の材料に供す。沈定池は 2 つあり、その面積合計は529.41 平方尺(約 448 ㎡)である。なお、銅鉱で金銀を含有するものは、ハンチントン･ミルに水銀を装入し、アマルガムとして採集することができる。

(4) 沈澱製錬法

本法はキス法で、明治 26(1893)年の創業である。一度他の製錬法で金銀を抽出して産出した鉱尾を原料とし、金銀を徹底的に回収しようとするもので、搗鉱製錬法と共に年々その規模を拡張してきた。

フローシートを図5(第八表)に示す。原料は搗鉱尾、混渣尾、汰鉱尾、雑泥鉱である。雑泥鉱は、本製錬法の焙焼工程ででる煙灰、焼鉱を洗浄溶解する際に発生する浮滓、手撰工程の洗滌水に含まれる泥鉱である。その発生量と品位は次の通りである。

	量(t/y)	Au(%)	Ag(%)
搗鉱尾	43,500	0.00020	0.00865
混渣尾	7,000	0.00055	0.01655
汰鉱尾	800	0.00020	0.01875
煙灰	200	0.00027	0.01120
浮滓	8	0.00032	0.01220
泥鉱	50	0.00043	0.03320

a. 鉱尾沈定

混渣尾、汰鉱尾は各々の工場にある沈定槽から取り上げ、本工場まで運ぶ。搗鉱尾は搗鉱場から木樋で、本工場に設置されている沈定槽に導入される。沈定槽は3系列、各列7槽。1槽の大きさは、長さ 18 尺、幅 8 尺、深さ 2 尺、石造でセメントライニングされている。

b. 調合

各鉱尾はまず 208 坪の蓄積場に貯められる。ついで乾燥炉の煙道上にある同面積の調合場で混和、調合される。調合の標準比率は千分率で搗鉱尾 800、混渣尾 142、汰鉱尾 29、雑泥鉱29、一昼夜の調合量は 35t である。調合鉱はここに放置して予備乾燥する。

c. 乾燥

乾燥炉はステテフェルド式の棚形直立炉で4基あり、高さ 25 尺、内径長さ 12 尺、幅4尺、6段の煉瓦造りである。燃料は粉炭である。炉の上端は煙道に、下端は焙焼炉につながっている。炉内に停滞する湿鉱は攪拌口より鉄棒で落とすようにする。

d. 塩化焙焼

焙焼炉は乾燥炉の炉尾に接して設置され、反焔式で4基ある。長さ48尺、幅13尺、これを4段に分割し、各床に手入れ口左右各4ヶ、火床1ヶがある。燃料は炭と松薪である。各床間の移動、床での攪拌は手動である。鉱尾は第4床から第1床へと向かう。第3床で食塩を装入する。1バッチ1t余り、各床の滞在時間50分である。焙焼が終われば、受棚(煉瓦作りでロート形)に掻き出す。

e. 冷鉱の貯鉱

焼鉱は受棚より鉱車で冷鉱場に運ぶ。その面積は6,840平方尺で、12時間堆積、その後、掻広げ更に12時間放置、塩化作用を十分にする。ついで、各浸出槽に対応する焼鉱室(11ヶ、木造、40－60t容量)に搬出する。

f. 浸出

浸出槽は11ヶ。4ヶは木造、他は石造でセメントライニング。各槽の容量は60－85t。中央下部に残滓抜き出し口(1尺四方)、排液管(内径1.5吋)がある。後部端に注液管(内径1.5吋)がある。上部からの焼鉱の装入にあわせ、注液管より次亜硫酸石灰液を注入する。また、上部から繰り返しの溶液を加える。槽底の排液管から生成液を抜き、沈澱槽に導く。反応の終点はサンプルをとり、硫化石灰液を加えて沈澱の生成の可否で行う。通常、装入から反応終了まで1週間を要す。

g. 沈澱

沈澱槽は総数11ヶで、2ヶが木造、残りが石造(長さ13尺、巾11尺、深さ9尺)である。浸出槽の下段に設置してある。底部に上下2ヶの排出管(上は澄液、下が澱物用)がある。反応は硫化石灰の注入、攪拌に10数分を要し、その後4－10時間静置して、上澄液、澱物を抜き出す。

h. 澱物濾過

沈澱槽からの澱物は石造の澱物槽に受け、ポンプでフィルタープレス(木枠1m四方、澱物容量18立方尺)に圧入する。濾液は、母液槽をへて、貯液槽に流送される。澱物の主な組成は、Au0.0236%、Ag1.9314%、Cu7.0000%、Pb4.6000%、Zn7.5000%である。

i. 硫化石灰、次亜硫酸石灰の製造

これらは自家製造する。原料は石灰石と硫黄で外部から購入する。先に硫化石灰を製造し、これに熔鉱製錬で発生する亜硫酸ガス(鉄熔剤製造のための硫化鉄の焙焼で発生)を反応させ、次亜硫酸石灰を製造する。フローシートを図6(第拾表)に示す。石灰石の煅焼は石灰窯で行うが、炉は円筒状で、燃料は焙焼炉、ボイラーの石炭滓洗滌で得られる屑コークスを利用する。石灰の装入量は1.37t/日である。生成する消石灰ならびに購入した硫黄はモータミルで粉砕した後、反応させる。反応器は木造で、攪拌機を備え、水蒸気を供給する。残滓は繰り返し使用し、前半に生成する濃い液は沈澱槽に送り、後半の薄い液は次亜硫酸石灰製造工程に送る。次亜硫酸石灰は脱硫塔の塔頂にて硫化石灰液を石灰乳と混合、滴下させ、亜硫酸ガスと反応させ、生成物は溜池に導き、渣滓を沈定、上澄液を貯液槽に送る。

(5) 熔鉱製錬法

本法は、銅鉱淘汰(選鉱)により得た汰物(精鉱)を焙焼して熔鉱炉によって黒銅を得て、更に粗銅とする工程と金銀富鉱を鉛とともに熔解して貴鉛を得て、更に分銀法により地金とする工程を総称するものである。銅鉱の産出が多かったときは忙しかったが、減少とともに暇になっている。金銀鉱、澱物の熔鉱及び分銀は、定常的に操業している。操業系統図を図7(第拾壹表)に示す。

a. 酸化焙焼

原料は汰鉱、生鈹、精鈹、銅鈹、掃集物である。これらを調合場で層状に積み、その一端から切り取りな

がら混和し、炉の受箱に装入する。焙焼炉は燃料を松薪とするモルデネル氏式反焔炉で、脱硫と熔鉱炉で都合の良いように粉鉱を塊鉱にすることが目的である。大きさは、内寸で、幅4.2ｍ、高さ0.651ｍ、長さ12.9ｍ、6ヶの床からなる。作業口が両側に各11ヶある。受箱から1.5時間毎に1tの調合物を第1床から第6床に向けて人力で間歇的に掻き送る。装入物は第4床以降で脱硫され、火床に近い第5、6床で半熔融状の焼鉱になる。

b. 熔鉱

熔鉱炉は2基あるが、専用のものの仕様は、次のようである。円形、鉄製水套式で、羽口準直径36吋、羽口数6、羽口径100㎜、装入口、下底間2.812m、羽口、下底間0.681m、水套高さ2.12m、装入口は矩形で横0.59m、縦0.76m、そこでの炉径は1.46mである。鏝口は、炉底から0.44m、下部前壁にある。鈹口は孔径55㎜、側壁最下部、炉底準にある。ルツボ部は耐火煉瓦の上に、コークス粉、粘土粉の混合物を打ち固めている。水套水は、水量2立方尺/分(約541/分)で、排水温度は75℃である。一番吹では熔剤として白雲石、焼硫化鉄を使い、生成する鈹はCu平均30%、鋳鉄製鈹受壷に受け放冷後、冷水で急冷し、脆性を与え、破砕しやすいようにする。鏝は一旦、鉄製受壷に受け、鈹を分離し、鏝壷に溢流させる。上鈹吹では、焼鈹に半製品、酸化鉱、生鉱を加えて、金銀を吸収させ、貴鉛、鈹を産出する。貴鉛は12 kg塊に鋳造し、分銀に供し、鈹は平均Cu45%、鏝はCu,Pbが高く、繰り返す。鈹吹を二番鈹吹と称し、産出鈹を精鈹と呼ぶ。焼精鈹、焼銅鈹吹を三番、四番吹と称し、多量の黒銅と少量の鈹、時に少量の含銅鉛を産出する。

c. 熔澱

本工程は澱物処理の工程で、乾燥、焙焼、合鉛(金銀を鉛に溶かしこむ)、分銀を行う。金銀汰物は熔剤として加える。炉は英式分銀炉と階段焙焼炉を結合したものである。炉は高さ3.181m、長さ5.151m、幅1.821m、炉床は煆焼、熔澱両室に分かれ、煆焼室は3床で各長さ1.970m、幅1.454m、熔澱室は、長さ1.855m、幅1.120m、高さ0.313mで、床には長さ1.290m、幅0.830m、深さ0.210mの取り外し式鋳型炉床(テストと呼ばれる)をはめ込むようになっている。火床は1ヶである。煆焼炉上には乾燥床があり、原料はまずここに入れる。火炎は熔澱室をへて煆焼室に入る。煆焼室には、各床に作業口があり、熔澱室には、前面に鏝、貴鉛の抜き出し口、裏面に鉛の装入口がある。沈澱所からの湿澱物は硫黄を40%含み、煆焼室で乾燥、脱硫する。澱物の1回当り装入量は300 kgで含金銀硅質汰鉱2 kgを加える。各床間の移動は作業口をとおして人力で行う。熔澱床に達するとその量は100 kgに減る。ここで200 kgの精鉱を加えて、熔解を続ける。熔解が進むと、珪酸鉛、硫化鉱を分解し、鉛の貴金属の吸収を増加するため、鉄屑を適量投じる。生成する貴鉛は底から受壷に抜き、12 kg塊に鋳造し、分銀に供す。鏝は掻きだして、上鉱吹に繰り返す。一日の処理量は、湿澱物1.5t程、燃料は石炭600 kgである。

d. 分銀

上鉱及び澱物から得た貴鉛の分銀は量が少ない時は熔澱炉を、多い時はドイツ式分銀炉を使う。後者は長さ6.454m、幅0.424m炉床の長径2.696m、短径0.780mである。羽口は2ヶ、径は50.3㎜である。炉床はマール粉(marl、石灰系耐火粘土)5、粘土粉1の混合物を混和したものを使う。中央に窪みを作り、銀溜めとする。種湯には貴鉛8.5tを装入し、点火し、熔解を始める。熔解が終わると熔解表面に空気を吹きつけ、酸化物の鉛蜜陀を流出させる。同時に装入口から新たな貴鉛を徐々に装入する。すべての装入が終われば、鉛は蜜陀として流出し(一部は炉底に浸み込む)、中央に銀が残る。銀は炉外に取り出し、精製に都合の良いように150㎜×200㎜に裁断し精製所に送る。炉床は拳大に砕き、熔鉱炉に供し、含まれる金銀を回収する。一日の装入量4.5t程である。

e. 熔銅

黒銅、絞銅を精製する工程である。炉の仕様は、長さ4.817m、幅2.45m、高さ1.273mで、楕円形の炉床(長

径1.16m、短径0.63m)を持ち、火床、作業口(1ヶ)がある。炉床はマール粉5、粘土粉1.5の混和物で打ち固める。炉床に窪みがあり、ここに鉛を集める。炉の始業には十分乾燥(12時間)、加熱し(24時間)、作業口から、黒銅(こくどう)2.3t を装入し、熔解する。熔解後表面に圧気を吹きつけ、揮発物を酸化除去する。表面の雑物を除いた後、鉄製攪拌器で攪拌する。酸化揮発するもの、表面に鍰(からみ)として浮くものがある。鍰(からみ)はコークス粉を投じて除去した後、サンプルの破断面からCu90%以上になれば、火力を弱め、表面を木炭で覆い、含金銀粗銅(そどう)を湯汲みで鋳型に汲む。一日の装入量は4.6t,　燃料は石炭1.1tである。

f. 絞鉛

含銅鉛から鉛を分離する方法である。炉は以前に使用の南蛮炉を改築したもので、貴鉛の溜床と15度で傾斜する炉床(内径が長径0.909m、短径0.455m、長さ2.090m)があり、銅塊用の掻き出し口、羽口2ヶ、操業口、装入口 1 ヶのついた炉蓋もある。操業を始めるには、炉床(コークス粉、粘土粉の混合物)を木炭または松薪で乾燥し、圧気を吹きつけ徐々に温度を上げ、銅の融点以下、鉛の融点以上とする。鉛は銅中の金銀を吸収し、溜め床に溜まり、溢流して鋳型に流れる。操業口から炉内の半熔融状銅を拡げ、鉛のすべてを絞りだす。銅分は掻き出し口に集め、熔銅炉に送る。貴鉛は12 kgの塊とし、分銀炉に装入する。

g. 硫化鉄焙焼

熔鉱製錬の熔解剤である酸化鉄を得るため硫化鉄を焙焼する法である。煉瓦張フライベルヒ・キルンが2基あり、その大きさは高さ4.848m、幅1.893m、長さ4.050mである。装入口2ヶ、作業口4ヶ、掻き出し口2ヶを供えている。硫化鉄のS品位は45%程である。従って、一旦燃焼を始めると、数ヶ月の久しい間、一片の薪材も要せずに操業する。排ガス中の亜硫酸ガスは先述のように次亜硫酸石灰の製造に供す。2炉から産出する焼鉱は、一日1.5－2tであり、含有硫黄は8－9%である。

(6) 分析事業

アマルガムを分溳して、金銀地金を作ること、各種鉱物の金属試金及び定性、定量分析を行うのがその業務内容である。うち、精製工程は次の通りである。

操業系統図を図8(第拾参表)に示す。各製錬場からくるアマルガムを倉庫に貯え、凡そ130 kgに達すると精製をする。アマルガムは長さ90 cm、内径33 cmの円筒状レトルトに入れ、煉瓦で作った炉内におく。レトルトは内径3.8 cmのダクトで水銀の凝縮器につながっている。レトルトに粘土水を塗り、紙を敷き、その上にアマルガムをいれ、表面を均一にならし、蓋をする。松薪を燃料として、その燃焼ガスでレトルトを6－8時間加熱、冷却すれば、海綿状の粗地金が産出する。この粗地金を拳大に砕き、黒鉛ルツボに入れ、試金分析で発生する鍰(からみ)、硼砂を加え、蓋をして、耐火煉瓦の炉内で熔解する。粗地金を追加装入し、熔解が終われば、硝石に三分の一の硝子粉を加え、攪拌して不純物を酸化除去し、18－21 kgの金銀地金に鋳造する。

注

1) 植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス・ジェニン」、資源・素材学会、1998秋、1999春、1999秋(以下、本文では植田論文と記述する)
2) 中本英彦:『佐渡鉱山説明書』、三菱合資会社、1903.1
3) 『工部省沿革報告』、大蔵省、1889.4
4) 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(東京大学所蔵)
5) 注1)前掲。
6) 『佐渡鉱山に関する実習報告書』(注4)前掲)の内の1つ。
7) 注2)前掲。

図1　混渟製錬系統図

第壹表　混渟製煉系圖

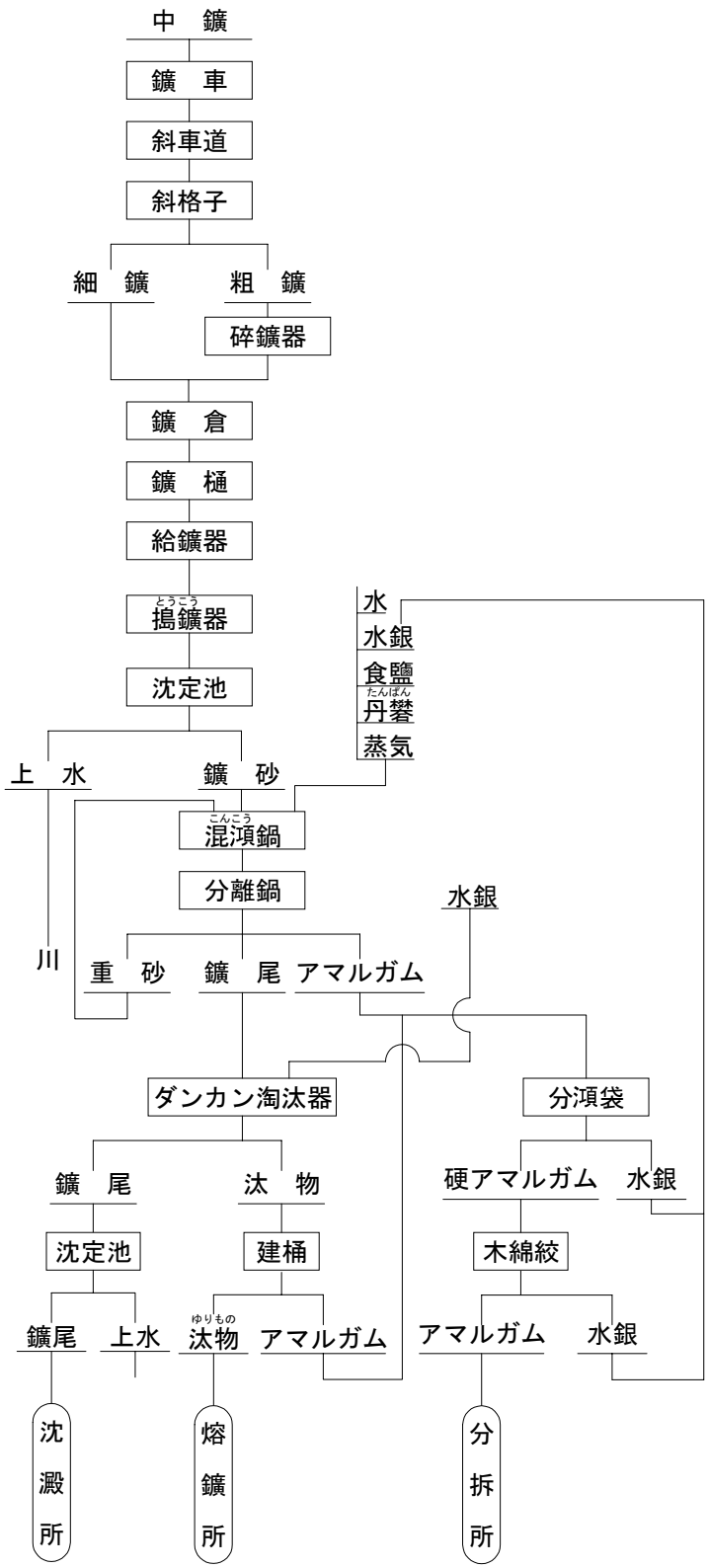


図2　第一揚鑛製錬系統図

第参表　第壱揚鑛製煉系圖

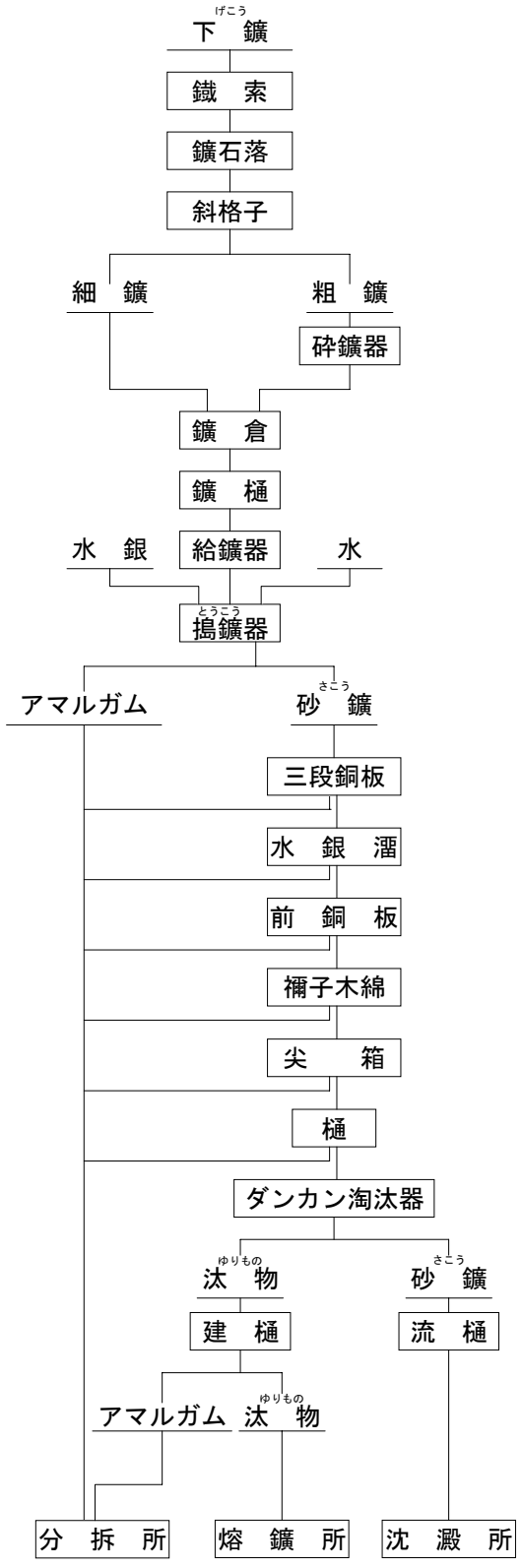


図1～図8に示す操業系統図は中本英彦:『佐渡鉱山説明書』(三菱合資会社､1903.1)に掲載されるものを引用した。
なお、漢数字で「第〇表」とある表題は原本を引用したもので
枠で囲った表題は本報告書のために付したものである。
また、本書掲載にあたっては、原図が右書きであるのを左書きに改めた。

図3　第二搗鑛(とうこう)製錬系統図

第四表　第貳搗鑛(とうこう)製煉系図

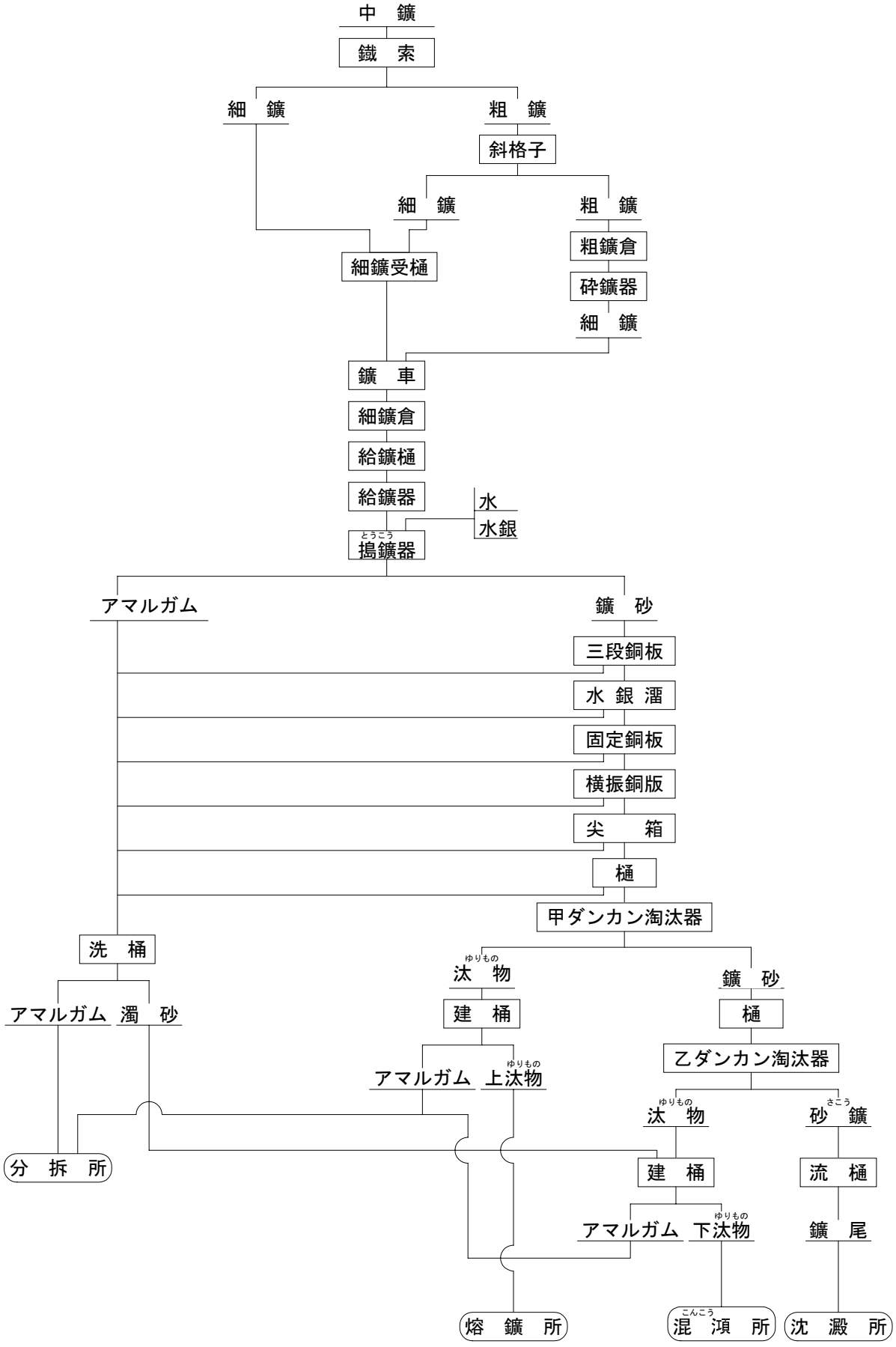


図4　淘汰製錬系統図

第六表　淘汰製煉系圖

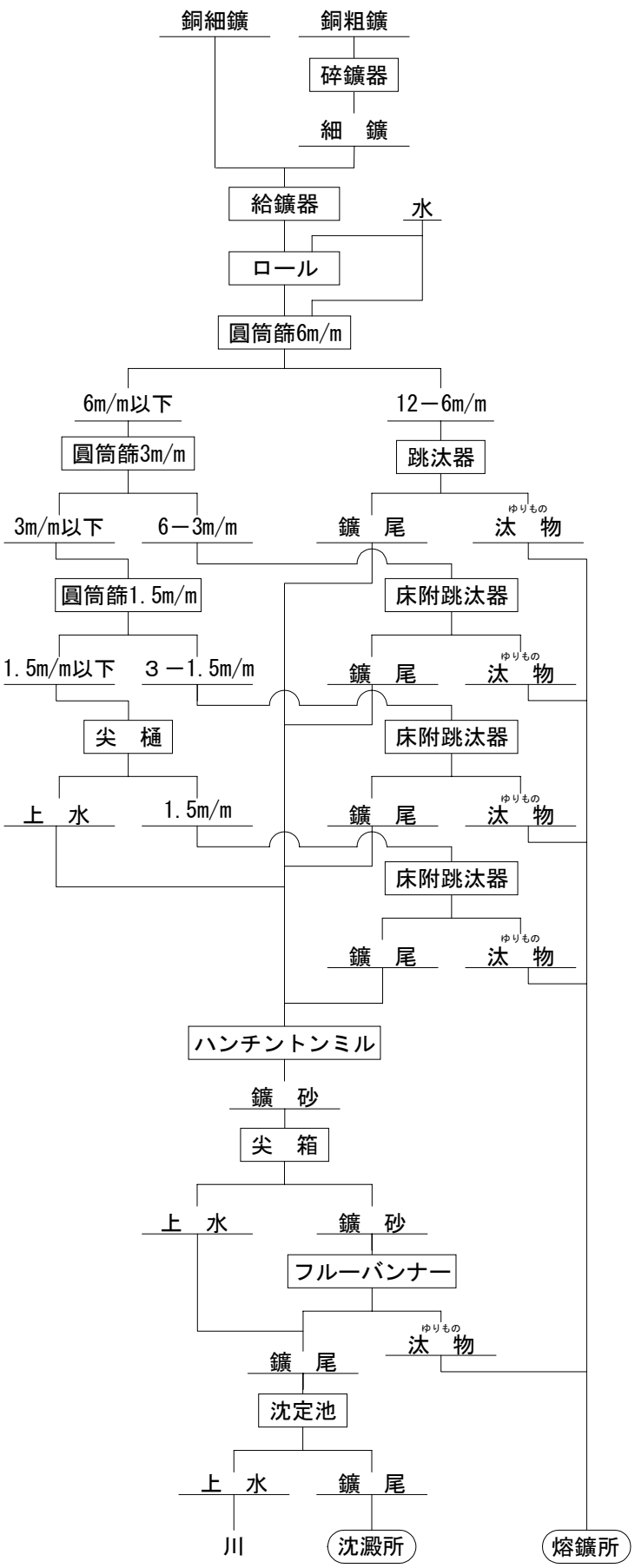


図5　沈澱製錬系統図

第八表　沈澱製煉系圖

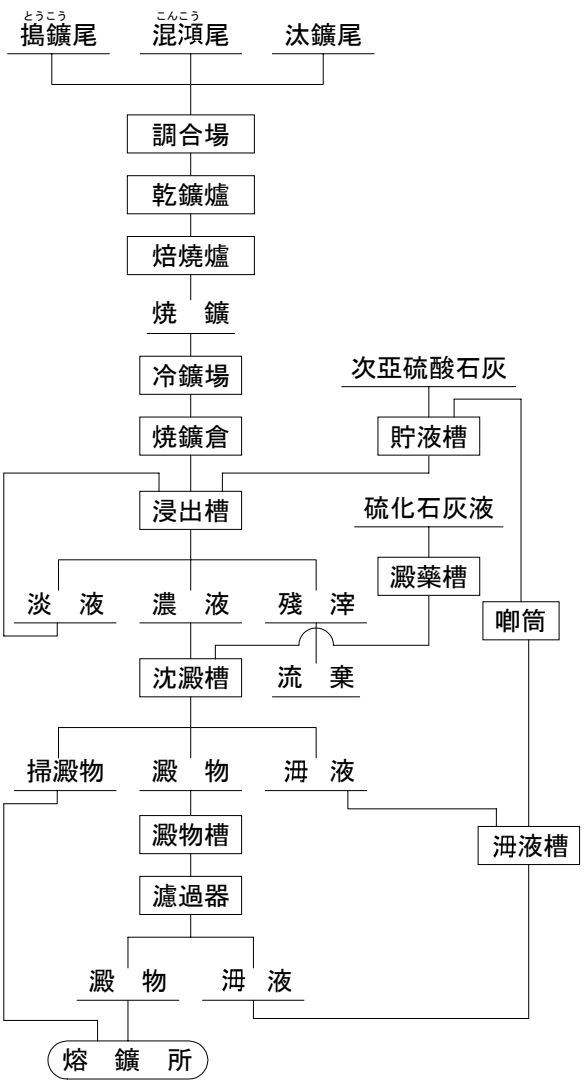


図6　硫化石灰製造系統図

第拾表　硫化石灰製造系圖

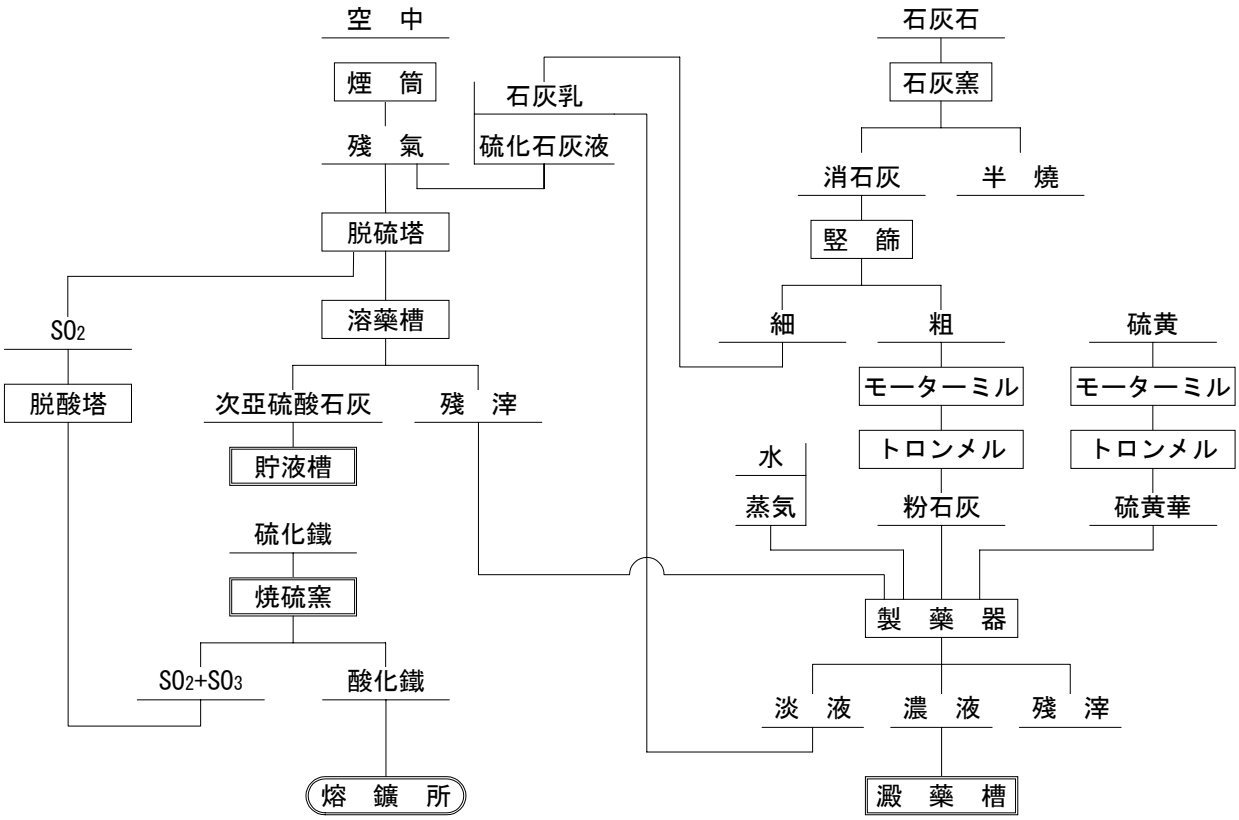


図7　熔鑛製錬系統図

第拾壹表　熔鑛製煉系圖

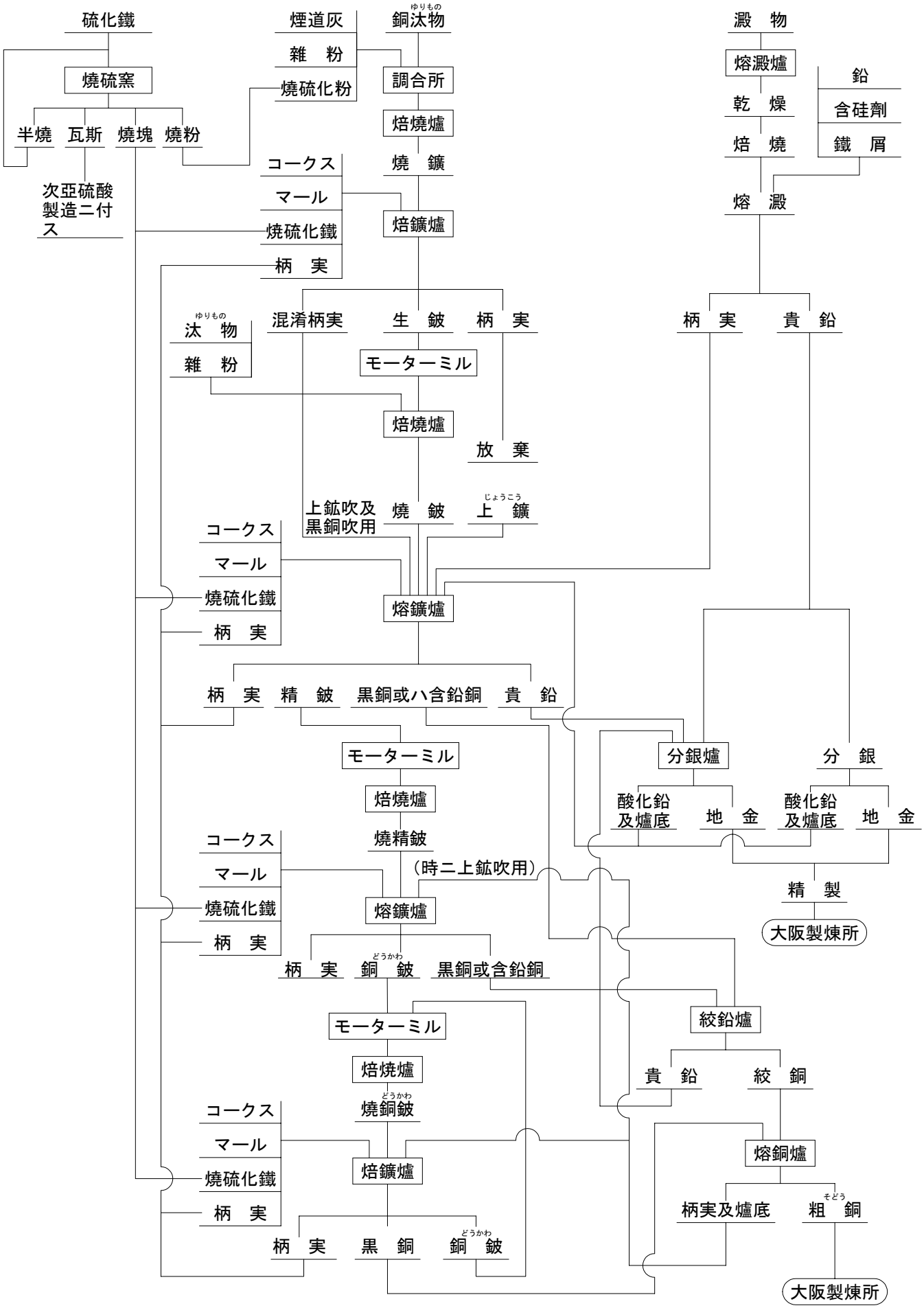
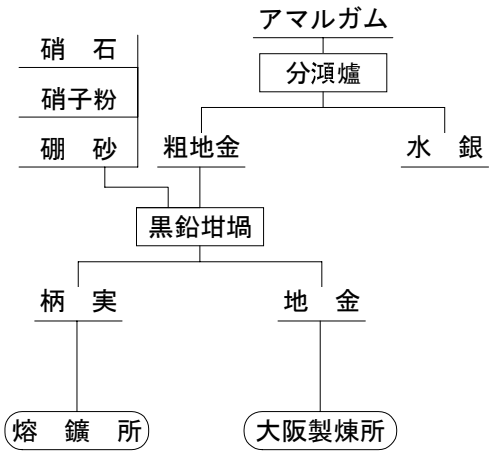


図8　分拆製錬系統図

第拾参表　分拆製煉系圖



資料2-1　選鉱･製錬関係年表（官営時代 1869－1896）

資料2-1は、植田晃一:「明治初期の佐渡鉱山近代化と米国人アレキシス･ジェニン」(資源･素材学会、1998秋､1999春､1999秋)を参照した。
但し、「　」は、麓三郎:『佐渡金銀山史話』(三菱金属鉱業㈱､1956(1973増補))を参照した。
[　]は、並川宏彦：「新潟県･佐渡郡における産業遺産を訪ねて－世界産業遺産候補の予備調査(5)続き 佐渡金銀山の近代遺産－」、(桃山学院大学総合研究所紀要第26巻第2号、pp. 39-61、2000. 11)を参照した。

年		工程			
元号	西暦	全般	混淆	搗鉱	熔鉱
明治2年	1869	民部省所管。 エラスムス･ガワー着任。			
明治3年	1870	新設の工部省の所管に。 佐渡出張所の呼称。	混淆器到着。		
明治4年	1871	鉱山寮佐渡支庁の名称。			
明治5年	1872		混淆器試運転。		
明治6年	1873	ガワー離任､アレキシス･ ジェニン着任。	混淆器上手くいかず､旧 に復した。		
明治8年	1875			汰淘所完成。	第二､続いて第一熔鉱炉 完成。
明治9年	1876	ジェニン離任。	混淆器運転再開。	撰鉱所竣工。	ドイツ式分銀炉完成。
明治10年	1877	佐渡鉱山分局の呼称。			かわ焼釜2列､コークス釜 新築。
明治11年	1878	分析所新設。			第三熔鉱炉完成。
明治14年	1881	丹礬製造所新築。			コークス釜2列､増強。 [精銅炉新設]
明治16年	1883	[鉱山局と改称]	規模拡張。		
明治17年	1884				
明治18年	1885	工部省廃止､農商務省に 移管(鉱山課)。 大島高任着任。			
明治19年	1886	大蔵省に移管。 [佐渡鉱山局]			
明治20年	1887	渡辺渡着任。			
明治21年	1888	「新淘汰場完成」		ハンチントン磨鉱機[粉 砕と同時に混淆]採用。 フリュー汰盤導入。	「フライベルグ式絞鉛炉 導入」
明治22年	1889	宮内省御料局へ移管。渡 辺渡御料局佐渡支庁長に 就任。高任選鉱所完成。		[銅選鉱場完成。首尾一貫 のドイツ方式]	「米国フレザー･アンド･ シャルマー製水套式熔鉱 炉完成」
明治24年	1891			「第一搗鉱所完成」 [搗鉱機で汞化開始]	
明治25年	1892	「大間港竣工」			
明治26年	1893	「沈澱製煉開始」[p. 461]		「第二搗鉱所完成」	
明治29年	1896	渡辺渡離任。11月､三菱合 資に移管。			

資料2-2-1　選鉱･製錬関係年表（三菱時代 1897－1935）

資料2-2-1は、平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』(三菱鉱業㈱、1950)を参照した。
但し、［　］は、並川宏彦:「新潟県･佐渡郡における産業遺産を訪ねて－世界産業遺産候補の予備調査(5)続き 佐渡金銀山の近代遺産－」(桃山学院大学総合研究所紀要第26巻第2号、pp.39-61、2000.11)を参照した。

年		工程					
元号	西暦	全般	混淆	揚鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
明治30年	1897			処理鉱量23,644t。			
明治31年	1898			処理鉱量25,206t。	淘汰製錬全部休業。銅品位低下し採算不利のため。熔鉱6ヶ月に1度操業。		
明治32年	1899	貧鉱大量処理の方針とし､揚鉱､沈澱製錬の増設を計画。				沈澱製錬で最も注意が必要なのは､塩化焙焼であり､食塩の調合を研究。	
明治33年	1900		6個の混淆鍋を運転､漸次増加。ダンカン淘汰器を据え､水銀､アマルガムの採取を図る。		淘汰製錬再興。堆積の銅鉱を処理開始。		
明治34年	1901			第二揚鉱場増設(杵数60､二段ダンカン使用)。	原料豊富で操業順調。	混淆製錬を青化製錬に変える研究を開始。	
明治35年	1902	明治維新以来の生産新記録。取扱鉱量59,315t､産出物Au414kg､Ag4.329t､Cu37t。			上鉱多く(99.5t)産出多い。		
明治36年	1903	処理鉱量54,503t。	本法､揚鉱､青化製錬に置換するのが有利であるのを認めつつあり。	混淆廃止の機運熟す。	上鉱､汰物のみ処理のこととす。6ヶ月に1回の操業となる。	淘汰製錬廃し､青化製錬に改める(このこと､p.445に記述)。	
明治37年	1904		04.9.26をもって廃止(35年間継続した)。	04.5にスタンプ30本増設､90本となる。また､1本当たり重量を435kg(従来391kg)とした。	原料の供給十分ならず､隔日操業(上鉱61t､澱物75t､汰物62tなど)。	キッス法沈澱製錬を廃し､その設備を活用し､青化操業は規模を大きくして開始。	
明治38年	1905	製錬改革の基礎固まる。揚鉱､青化製錬の改良を重ねる。		処理鉱量6万t､産出量Au219kg､Ag985kg。	上鉱の処理鉱量33t､淘汰物50t､その他合計195t。漸く事業を継続をなす。	成績良好。処理鉱量50,762t。産出金110kg､銀1,311kg。実収率Au68%､Ag30%。揚鉱での産出は砂鉱87.7%､泥鉱12.3%で､後者からの金､銀の回収が重要､これを推進。	
明治39年	1906	処理鉱量59,445t。含有量Au413.588kg､Ag8.293t､Cu2t。			1年間4回の処理。処理量上鉱46t､澱物12t､汰物37tなど。産出地金2,143kg､粗銅15.668t。	砂鉱処理(順調に進歩。用水不足で前年比5,000t減の45,359t。実収率Au74%､Ag31%)。泥鉱処理(ボールミル､チューブミルの出現が泥鉱青化の採用を促進。当山もチューブミルの試験を行った。)	

年		工程					
元号	西暦	全般	混頒	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
明治40年	1907	処理鉱量63,236tの新記録。品位Au5.6g､Ag117g。実収率　Au60%､Ag15%。海浜よりの砂金､砂鉱採取を､明治38年より特定請負人で行っている。本年は砂金1.811t､砂鉱採取量1048t。			1年間4回の処理。処理量 上鉱48t､澱物18t､汰物20tなど。合計144t。産出地金2441kg､粗銅6.3t。	砂鉱処理(46,405t。KCN低減の試み。NaCNがKCNに優れること知る。)泥鉱処理(処理鉱量9,869t。研究継続。)	
明治41年	1908	処理鉱量63,257tで1907をやや上回る。(火力発電所設置す。)		第三搗鉱場新築(杵50本)。		砂鉱処理(いよいよ順調)泥鉱処理(作業に慣れ､成績進みつつあり)	
明治42年	1909	生産量は金量486.930kg(最盛期の1903に比し､34kgの増加)。銀4,097.052kg。		第三搗鉱場の完成で､処理鉱量78,493t､金品位6g､銀品位107g。		青化法処理鉱量58,113t。収穫率金67%､銀28%。残滓平均品位 金0.74g､銀46.7g。銀実収率が低く､近年､メキシコ､欧州で採用の｢パチュカタンク｣を検討中。	
明治43年	1910	青化製錬世界的に進歩中。全部泥鉱化の傾向。ろ過器は北米で｢リッジウェー｣｢オリバー｣など回転式葉式真空ろ過器へ。ミルも｢フリントチューブミル｣､｢ハーディングミル｣など。｢ブラウンタンク｣は｢パチュカタンク｣へ。当鉱山は漸く曙光さすも会心の域に達せず。		処理鉱量86,691tなるも品位低下で生産量は減退。チューブミルの試験をした。		泥鉱青化処理量18,151t。鉱石を全泥化する傾向あり､当鉱山も実験を重ねた。収穫率 金78%､銀48%。	
明治44年	1911	中本英彦､鉱山長に就任。		処理鉱量107,650t。品位は金が5.5g､銀が89g。収穫率金60%､銀19.84%。		砂鉱青化(処理鉱量78,902t､収穫率 金77.79%､銀35.55%､好成績)。泥鉱青化(処理鉱量22,348t。収穫率 金80.62%､銀45.79%)残滓品位金0.84､銀62.5。(漸次､泥鉱青化の完璧を期す。オリバーろ過器の自家製造と実験を行った。)	

年		工程					
元号	西暦	全般	混頒	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
大正元年	1912			処理鉱量 88,639t。 産出地金 1991.753kg、 金252kg､銀1,515kg。他に､汰物から､金5kg余り､銀58kg。	熔鉱原料処理 165.528t。 産出地金 2,785kg。 含有金169kg､銀2,548kg。真吹炉新設し､試験的操業を行ったが成果を上げられず。	砂鉱青化(処理鉱量61,940t､収穫率 金77.56%､銀37.49%､青化液回収に漸く熟達。)。泥鉱青化(処理鉱量20,017t。収穫率 金82.5%､銀49.6%。革新的改良を起工したが､完成に至らず。)	
大正2年	1913	上鉱の産出多く､熔鉱法活況。泥鉱青化改築完成。遺利回収の廃鉱ならびに浜石の量1481t､西三川鉱山からも買鉱し(1,178t)､製錬鉱量未曾有の89,896t。産金440kg､銀4,718kg､銅8t。			真吹炉の操業､まだ良い結果出ず。		
大正3年	1914			処理量 89,502.768t。 品位 金6.3g､銀107g。 収穫率 金59.08%､ 銀16.51%。	処理量 885.111t(雑鉱､774.516tと多し)。	処理鉱量 77,200.185t。 品位 金2.7g､銀90g。残滓品位 金0.69g､銀45.8g。	
大正4年	1915	製錬法革新のためチューブミルを設置中。［戸地川第一発電所竣工。600kVA2台］		鉱石産出多く､買鉱と併せ､順調。金380kg､銀1,524kg､汰物52t。収穫率 金62%､銀16%。	熔鉱炉改造に着手。煙道､煙突を高くする。［高さ110尺］	欧州戦乱の影響でNaCN価格二倍になり､大打撃を受ける。	
大正5年	1916	記録保存なし。					
大正6年	1917	搗鉱場でコニカルミルの実験実施。現在搗鉱器40台で250t/日､将来搗鉱器18台､ミル3台で300t/日か。 ［戸地川第2発電所着工］		原鉱品位低下､産出地金減少。			
大正7年	1918 (上)	5月に三菱鉱業新設。1年は上(5－10月)､下(11－6月)の二期制となる。中本英彦鉱山長､大阪製錬所長へ。後任 安川昇一氏。		コニカルミル落成。新搗鉱器は粗砕を主眼。碓内汞化は行わず､旧スタンプ4台､コニカルミル1台､ダンカン8基で1組。ミルは｢ハーヂンゲ式｣で当山製作。	順調。	収穫率 金85.06%､ 銀41.86%で空前の好成績。ミル使用により､泥鉱量大。青化液の濃度をあげ､収銀多くした。泥滓中の水分減で､剥落完全となり処理進む。	
大正7年	1918 (下)	高千支山漸次隆昌。製錬処理鉱量逐年増量。		処理鉱量 43,084t。品位 金5.7g､銀115g。	上鉱5.605tなるも､銅鉱汰物､硫化鉱その他雑物多く､計538.124t処理。産出粗銅8.436t。	処理量36,822t､品位 金3.1g､銀109g。 残滓品位 金0.55g､ 銀54.1g。	

年		工程					
元号	西暦	全般	混頑	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
大正8年	1919 (上)			6月に第一工場改修竣工と共に第二工場は廃止される。コニカルミルは3台の運転で､汞化方法は漸次縮小､ダンカン淘汰器で採取する方策へ。		ミル使用に伴い､泥鉱増し､シックナー､ろ過器の増設に着手。	
大正8年	1919 (下)					搗鉱法の改良に伴い､砂鉱増加､泥鉱減少､鉱尾金品位は泥鉱に多く､砂鉱に少なし(微細な金粒が泥鉱に移行)。よって､40尺シックナーを増設した。	
大正9年	1920 (上)			二重ダンカン淘汰器を全面的に活用し､汰物の採取増を図った。	銅鉱及び汰物多く､銅鉱吹を主。上鉱は含鉛吹。	収穫率 金84.24%､ 残滓 金0.45g､ 銀48.5g。	
大正9年	1920 (下)			コニカルミル(直径7尺､全長13尺､円筒部7尺)1台､二重淘汰ダンカン8台増設3月に完工。	実収率 金103.41%､ 銀91.64%､ 銅87.46% と成績優良。		
大正10年	1921 (上)			分級器はドラックベルトを廃し､バケットエレベータに改良。	本山産出の銅鉱は含銅少ないが相当の金銀を含み､上鉱､汰物､カラミなどの半製品と共に処理中。	実収率 金84.78%､ 銀41.71% で良好。	
大正10年	1921 (下)			粗砂を減じ､細砂を増すような粉砕を企画。青化製錬の理想として60目以上を皆無とする。	上鉱､銅鉱の産出多く､活況。	実収率金92.73%､銀45.14%で良好。残滓 金0.5g､銀50.8g。NaOHにHCNを吸収させNaCNを回収する実験を実施(鉱研試験の現場実験。廃液中のCNを回収するため)。	
大正11年	1922 (上)				粉鉱比較的多く､コークス､硫化鉄の使用量を増す。	泥鉱本期著しく増加。	
大正11年	1922 (下)			動力の供給十分で､空前の砕鉱量。ミル産出100目以上の細砂を増加。	上鉱57t､銅鉱200t､半製品ほか計833t処理。粗銅11.890t､金57.993kg､銀709.152kg､銅10.799t。	各工程良好。銀の増収のため電流通過による小実験実施。青化複塩を電解し遊離のNaCNを得る意図。効果あり､実験継続する。	

年		工程					
元号	西暦	全般	混頌	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
大正12年	1923 (上)			異状なし。		泥鉱の電流溶解実験継続。溶銀増加するも､薬液消失大など負の作用もあり､困難。むしろ浮遊選鉱によるが得策で､今回はジャネー式器械で70回の実験を行った。	
大正12年	1923 (下)	搗鉱場で火災あり。		1924.1.23､モータ室配電盤付近より火災。強風のため500坪を全焼､多大な損失。焼失器械の主なもの､バケットエレベータ､淘汰器､電動機類。復興計画を決め､直ちに工事に着手。工事未完のまま今期を終わる。		搗鉱法火災で鉱尾処理一時休業。金液､澱物熔解を実施。浮遊選鉱試験､今期は規模を大きくしてMK式器械で実施。	
大正13年	1924 (上)			4月26日に運転再開､徐々に操業度を上げ､6月18日より､スタンプ60本､ミル3台にまで至った。バケットエレベータ､4号ミル未完で全操業にまではいかず。工程改善を実施し､5目網に代え､3目網とした。ミル排出の粗鉱はバケットエレベータで､更に1個のミル(4号ミル)に装入､粉砕する。搗鉱場杵50本廃止した。	上鉱34t､ 銅鉱25t､ 汰物14t を直島製錬所に送った。社内送鉱の端緒。残りは当所で処理。		
大正13年	1924 (下)			改良設備新装完成。杵数110本に減。碓網5目から3目に。コーンで分級､粗は3台のコニカルミルで砕き､再分級､粗をコニカルミルで粉砕。その後､ダンカン淘汰器39台で汞化。未曾有の50,871tを処理。	2ヶ月の操業に過ぎず。	鉱量著しく増加。44,694t。	
大正14年	1925 (上)			工場は完成したが､旱天のため水力発電不足し､操業活発でなかった。	上鉱､銅鉱､汰物すべて直島に送り､本法行わず。		

年		工程					
元号	西暦	全般	混頒	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
大正14年	1925(下)			異状なし。	海上輸送危険のため､直島に送らず､熔鉱､真吹作業をした。処理鉱量230t。	異状なし。	
昭和元年	1926(上)	搗鉱､青化共に特筆なし。時代の趨勢は浮遊選鉱の躍進を現出。MK式浮選機の試験に邁進した。					
昭和1年	1926(下)	異状なし。					
昭和2年	1927(上)			アマルガム採収増､水銀消耗防がんため､ダンカン淘汰器改修するも功なし。		泥鉱操業能率向上のため､ろ過器の改修するも功なし。実収率向上のためNaCN､Znの条件を緩和したが､変わらず実収不良。	
昭和2年	1927(下)			成績優良。		NaCN単価低廉。使用量の節約もあり､前例ない仕上がり経費。	
昭和3年	1928(上)			渇水期のため電力不足で成績上がらず。		原鉱品位低下で､成績不良。シックナー､ろ過器は能率向上。	
昭和3年	1928(下)					対前期､幾分成績向上。	
昭和4年	1929(上)			用水不足で操業進まず。抗内水も揚水して使用。		NaCNの使用を増やすも､金の溶解不足。	
昭和4年	1929(下)			青化法との関係で､25目網を混ぜて鉱量を制限。砕鉱成績向上し､80目上大いに減少し､汰物採収良好で新記録。		泥鉱処理に､前期同様に､溶解槽比重を低下し溶解率の向上に努めた。	
昭和5年	1930(上)					濃､中､淡液を濃､淡に2液に変更､簡略化しても､結果変わらず異状なし。	
昭和5年	1930(下)			第2次ミルに付属のダンカンのアマルガメーションを全廃。汰物の増収をはかる。		ろ過器1台増し､泥鉱操業の順調化を図る。	
昭和6年	1931(上)			合理化により水銀､油､繊網の減少。		液､沈澱物の単純化を実行。	試験結果まだ十分でない。SW型試験準備。
昭和6年	1931(下)	産金量劣ったが､諸物価下落､金価格上昇で好調。		残鉱少なく､浜石926t余りを処理。			SW型フォレスター浮選機完成し､1月15日より運転。2月より泥鉱青化を切り替え､浮選法のみの運転。

年		工程					
元号	西暦	全般	混頌	搗鉱	熔鉱	沈澱､青化	浮選
昭和7年	1932(上)	泥鉱青化を全部浮選に切り替え、経費を節減した。		浜石2271.26t処理。その品位は、金4.7g､銀83g。(因みに下鉱は、夫々3.5,66)		砂鉱浸出の独立操業。泥鉱浮選は順調。	
昭和7年	1932(下)			従来のペッブルミルをボールミルに変更し始業。			前期に増設したSW機を更に3台増設。上鉱浮選新設工事も竣工近い。
昭和8年	1933(上)	明石孝因鉱山長、尾去沢鉱山へ。岩尾行造氏代任。				青化曹達を国産に全部切り替え。(英､ブランナーモンド→東洋曹達)	泥鉱浮選場SW機増設終了。5月29日より､7台運転に。 処理量7.734t/時に向上し､滓品位も低下。 上鉱浮選試験場4月17日より始業。
昭和8年	1933(下)						上鉱浮選で､マーシーミル漸く運転に入る(取り扱い鉱量増に関係)。
昭和9年	1934(上)	欠本					
昭和9年	1934(下)	処理鉱量93392t(15565t/月)は新記録。					上鉱浮選は11月、砕鉱設備(ブレーキクラッシャー、ロールクラッシャー)増設し、塊鉱処理50%増。泥鉱浮選で上鉱浮選滓も取り扱い始める。
昭和10年	1935(上)						上鉱浮選拡張起業工事は4月中旬着工､6月に8呎ボールミル､8月にSW機6台を運転開始した。上鉱浮選滓は一部を泥鉱浮選に繰り返さず廃棄し得るに至った。なお、研究中。
昭和10年	1935(下)	未曾有の豪雪により操業困難､予算を割る。					上鉱浮選拡張工事､8呎ボールミル完成したが､鉱量不足で能力発揮できず。

資料2-2-2　選鉱･製錬関係年表（三菱時代 1936－1944）

資料2-2-2は、『佐渡鉱山事業報告』（三菱合資会社:1896-1918、三菱鉱業㈱:1918-1946、㈱ゴールデン佐渡所蔵）を参照した。
但し、　[　]は、並川宏彦：「新潟県･佐渡郡における産業遺産を訪ねて－世界産業遺産候補の予備調査(5)続き　佐渡金銀山の近代遺産－」、（桃山学院大学総合研究所紀要第26巻第2号、pp.39-61、2000.11）を参照した。

年		工程	
元号	西暦	全般	浮選
昭和11年	1936（上）	順調。	処理量 上鉱 7,901t/月　下鉱 5049t/月。上鉱での浜石供給減少気味。
昭和11年	1936（下）	都合により浜石採取不能。	SK浮選機検討中。トロンメルの代わりにシュプレムスクリーン、シェーキングスクリーン試験のため購入検討中。
昭和12年	1937（上）	[産金法施行（金の強制買い上げ。増産要求）。]	浜石用グリズリー設置（ボールミル粉砕効率化のため）。同じく、鉱液濃度上昇（60%に上げる）のため、クラシファイヤース掻き揚げ部にスクリューコンベア設置推進中。ヂューポンドフロザーの導入（樟脳白油Bと併用）検討中。青化澱物熔澱を廃止し、そのまま大阪製錬所に送付することとす。デンバー浮選機実験のため設置準備中。スクリーンはバイブレーティングがシュプリーム、シェーキングに優れていることを認める。
昭和12年	1937（下）		上記ボールミル濃度調整、近く据付予定。新設選鉱場浮選機、機種選定中（候補、デンヴァー、フェイジャーグレーン）浮選油検討中。国産の高砂浮選油に期待。このときデューヂューポンドフローザー、白油Bと混用。
昭和13年	1938（上）		上鉱浮選で第1次粗精鉱をそのまま精選にかけていたが、シックナーで濃縮後、精選にかけるよう変更。浮選精鉱の青化処理を研究中。浮選油の検討続行。高砂、デューポンド、白油の混合は白油単独に著しく劣る。
昭和13年	1938（下）	新設選鉱場起業第1期工事完了、運転開始。処理鉱量劇的に増大。電力不足（重油発電所故障など）で予算未達。	上鉱浮選場改造を検討（受け入れ、砕鉱を本部で行い、磨鉱、浮選だけにする）。本部選鉱場、フェジャーグレン浮選機の改善検討。
昭和14年	1939（上）	本部選鉱場月を重ねるに順調。	浜石洗滌設備据付（金銀含まない表土を洗う）。上鉱浮選改造工事大半竣工。浮選における海水の影響研究中。実収率への影響はないようだ。ザンセートは影響を受ける。今後も継続。青化場建屋、老朽化。現青化場を全廃し、浮選とする案、計画中。
昭和14年	1939（下）	大間火力発電所1号発電機完成、運転開始。重油発電故障多く、青化ソーダ供給不円滑、粗鉱品位低下などで予算未達。	旧浮選場改造工事完成し、新系統で操業開始。なお、鉱尾は本部選鉱場の第二次磨鉱回路に導かれる。労務費節約。実収率の向上、電力の節約。などの効果。浮選精鉱品位の向上（研究の効果を実操業に適用）。鉱量、浮選機のバランス向上。浮選機の改善。精選系統パルプ濃度を薄めた。ザンセート扱いに注意など。
昭和15年	1940（上）	粗鉱品位低下、浜石採掘予算未達で予算達成できず。起業工事本期完成予定のところ、資材不足などで、来期に延びる。	浮選精鉱品位向上す（対1939上）。Au118→188g、Ag1899→2251t。近来、青化実収率低下の傾向。硫化鉱多くなっているため。青化製錬を廃し、浮選に置換すること計画中。
昭和15年	1940（下）	起業ほぼ完成。	新浮選乾燥確立。水分20→8%程度に。圧熱濾過式直接乾燥法による。特許出願中。
昭和16年	1941（上）	搗鉱場、鉱倉基礎瞬時に崩壊し、建屋半壊の事故あり。	鳥越脈開発により銅鉱浮選処理計画。現在の旧上鉱浮選場は、コニカルボールミル、SW型浮選機に付属のスピッツカステン、ドアーシックナーを有し、月1万tの処置能力あり。この系統を銅鉱浮選に使う計画。
昭和16年	1941（下）	事業報告書で製錬が選鉱に用語変更さる。選鉱系統変更す。旧上鉱浮選場と搗鉱場を本部浮選から分離し銅鉱浮選に、搗鉱場の青化製錬を本部選鉱場に連絡。	

年		工程	
元号	西暦	全般	浮選
昭和17年	1942（上）	操業順調。揚鉱系統(銅選鉱)、青化改造工事完成。	青化操業における原砂鉱の装入方法の研究など多岐に渉る研究。浮選精鉱の新乾燥法1年の操業の結果、欠点あり。高熱によるプレスレコード、パッキングゴムの損傷甚だしくダイヤフラムポンプの能力が発揮できず。熱効率が悪い。石灰の消費が多い。
昭和17年	1942（下）	金鉱業整理による処理鉱量縮減により、期末で揚鉱場閉鎖。四十余年の伝統を誇り大なる功績と貴重なる資料を残した揚鉱場の休止に一同感慨無量。	
昭和18年	1943（上）	金鉱業整理により、能力(計70000t/月。うち、揚鉱系20000t,本部選鉱系50000t,他に片刃青化10000t)の内、揚鉱系20000t,本部選鉱系の内、20000tを設備として供出。揚鉱は前期3月末、青化は6月末で休止。操業は設備の休廃止にも係わらず順調。	
昭和18年	1943（下）	転用諸機械の取り外し、荷造り、選鉱系統の縮小、統合等で選鉱場場内は狭溢雑然としていたが、操業は終始順調。	
昭和19年	1944（上）	諸機械類特に手選場関係の損傷漸増、極力補修するもなお一層の補修を要す。粉砕用ボールの入手は極度に逼迫。辛うじて操業継続。	
昭和19年	1944（下）	諸資材の入手難、諸機械類の損傷頻発し、操業は苦難。全員協力して改善に努力。	

資料2-2-3　選鉱･製錬関係年表（三菱時代 1945－1949）

資料2-2-3は、『特別報告』(三菱鉱業㈱:1921.1-1949.12、1945以降『特別報告資料』と改題、㈱ゴールデン佐渡所蔵)を参照した。

年	月	記事
昭和22年（1947）	2	ガラス原料向珪砂の試験開始。手選で石英鉱の抽出を試験。
	4	再建案により、珪砂連続操業を開始。 本月の生産は90t。上半期、金銀銅鉱の処理、1,004t/月(残鉱のみ)の予定。
	5	坑内、外とも金銀銅より珪砂操業に転換。鉱石は残鉱処理。
	11	10月末に再建案立案、向こう6ヶ月、金銀銅鉱、珪砂併行操業実施。
昭和23年（1948）	1	金銀銅鉱の生産再開。曙光見えるも実績上がらず。
	2	金銀銅鉱、漸く鳥越脈よりの出鉱増加。
	6	金銀銅鉱、増産すべく勘太夫地区の開発を行っている。

資料3-1　年間生産量明細（1902、1915、1930、1935、1940）

資料3-1は、『佐渡鉱山事業報告』
（三菱合資会社:1896-1918、三菱鉱業㈱:1918-1946、㈱ゴールデン佐渡所蔵）を参照した。

明治35(1902)年

工程	含金量(kg)	含銀量(kg)	含銅量(t)
混淆工程	173	1446	
熔鉱工程	102	2338	37
搗鉱工程	138	545	
生産量合計	0	4329	37

大正4(1915)年

工程	製品	量(kg)	含金量(kg)	含銀量(kg)	含銅量(t)	計算上の品位(含有量/鉱量)	
						Au(%)	Ag(%)
搗鉱工程	金銀地金	2084.734	380.245	1524.079	0	18.2395	73.1066
熔鉱工程	金銀地金	3837.04	242.649	3498.269	0	6.3239	91.171
金銀地金合計		5921.774	622.894	5022.348	0	10.5187	84.8115
	粗銅(t)	24.952	5.465	756.749	22.408	0.0219	3.0328
生産量合計			628.359	628.359	22.408		

昭和5(1930)年

鉱種	期別	鉱量(t、金銀地金はkg)	含金量(kg)	含銀量(kg)	含銅量(t)	計算上の品位(含有量/鉱量)	
						Au(%)	Ag(%)
本山上鉱	上期	2856.719	128.223	822.611		0.0045	0.0288
	下期	3129.995	178.23	1011.217		0.0057	0.0323
	合計	5986.714	306.453	1833.828		0.0051	0.0306
高千上鉱	上期	103.88	13.204	1984.62		0.0127	1.9105
	下期	20.02	2.869	378.816		0.0143	1.8922
	合計	123.9	16.073	2363.436		0.013	1.9075
上鉱(年間合計)		6110.614	322.526	4197.264		0.0053	0.0687
高千下鉱(四阪島へ)	上期	983.9	10.176	710.363		0.001	0.0722
	下期	1002.3	15.14	676.56		0.0015	0.0675
	合計	1986.2	25.316	1386.923		0.0013	0.0698
高千下鉱(小坂へ)	上期	1573.467	20.872	86.739		0.0013	0.0055
	下期	1513.4	16.65	1150.2		0.0011	0.076
	合計	3086.867	37.522	1236.939		0.0012	0.0401
下鉱(年間合計)		5073.067	62.838	2623.862		0.0012	0.0517
本山銅鉱	上期	42.809	4.868	54.671	1.82	0.0114	0.1277
	下期	10.863	1.084	7.715	0.435	0.01	0.071
	合計	53.672	5.952	62.386	2.255	0.0111	0.1162
製錬汰物	上期	137.739	30.796	143.814		0.0224	0.1044
	下期	210.202	38.716	132.319		0.0184	0.0629
	合計	347.941	69.512	276.133		0.02	0.0794
製錬カラミ	上期	26.811	1.668	38.15		0.0062	0.1423
	下期	9.025	0.318	14.898		0.0035	0.1651
	合計	35.836	1.986	53.048		0.0055	0.148
浜川汰物	上期	2.826	0.457	0.638		0.0162	0.0226
	下期	0	0	0			
	合計	2.826	0.457	0.638		0.0162	0.0226
製錬汰物(含カラミ、年間合計)		386.603	71.955	329.819		0.0186	0.0853
金銀地金(分銀出)	上期	2382	101.211	2237.784		4.249	93.9456
	下期	2094.3	109.044	1955.599		5.2067	93.3772
	合計	4476.3	210.255	4193.383		4.6971	93.6797
金銀地金(分須出)	上期	434.61	71.842	337.889		16.5302	77.7453
	下期	308.097	50.894	244.15		16.5188	79.2445
	合計	742.707	122.736	582.039		16.5255	78.3672
金銀地金(合計)		5219.007	332.991	4775.422		6.3804	91.5006
年間合計			796.262	11988.753	2.255		

昭和10(1935)年

鉱種		鉱量	含金量 (kg)	含銀量 (kg)	含銅量 (t)	計算上の品位 (含有量/鉱量)	
						Au(%)	Ag(%)
本山上鉱	上期	849.756	59.741	387.811	1.663	0.007	0.4564
	下期	440.335	30.361	162.687	0.957	0.0069	0.3695
	合計	1290.091	90.102	550.498	2.62	0.007	0.4267
高千上鉱	上期	45.283	6.815	779.415	0.144	0.015	1.7212
	下期	19.055	2.022	233.095	0.046	0.0106	1.2233
	合計	64.338	8.837	1012.51	0.19	0.0137	1.5737
上鉱(年間合計)		1354.429	98.939	1563.008	2.81	0.0073	0.1154
製錬汰物	上期	529.579	53.208	123.276	0.046	0.01	0.0233
	下期	329.71	29.631	72.52	0.069	0.009	0.022
	合計	859.289	82.839	195.796	0.115	0.0096	0.0228
製錬カラミ	上期	21.152	2.256	27.545	0.141	0.0107	0.1302
	下期	0.781	0.105	1.639	0.101	0.0134	0.2099
	合計	21.933	2.361	29.184	0.242	0.0108	0.1331
製錬汰物(含カラミ、年間合計)			85.2	224.98	0.357		
浮選精鉱	上期	1964.269	196.863	4796.31	19.752	0.01	0.2442
	下期(本山)	1119.024	148.318	2165.27	16.212	0.0133	0.1935
	下期(高千)	235.57	24.32	1843.57	3.34	0.0103	0.7826
	合計	3318.863	369.501	8805.15	39.304	0.0111	0.2653
金銀地金	上期	1433.233	152.635	1222.786		10.6497	85.3166
	下期	1178.722	125.739	1021.812		10.6674	86.6881
	合計	2611.955	278.374	2244.598		10.6577	85.9356
年間合計			832.014	12837.736	42.471		

昭和15(1940)年

鉱種	期別	鉱量	含金量 (kg)	含銀量 (kg)	含銅量 (t)	計算上の品位 (含有量/鉱量)	
						Ag(%)	Ag(%)
直島送り(上鉱)	上期	342.926	18.498	154.723		0.0054	0.0451
	下期	280.22	9.053	78.213		0.0032	0.0279
	合計	623.146	27.551	232.936		0.0044	0.0374
沈澱物	上期	5633.8	32.704	453.243		0.0006	0.008
	下期	4941	34	493.094		0.0007	0.01
	合計	10574.8	32.738	946.337		0.0003	0.0089
浮選精鉱	上期	3568.882	672.733	11603.811		0.0188	0.3251
	下期	4336.537	608.876	11091.353		0.014	0.2558
	合計	7905.419	1281.609	22695.164		0.0162	0.2871
手選精鉱	上期	0.25	0.016	0.756		0.0064	0.3024
	下期	0					
	合計	0.25	0.016	0.756			
精鉱(年間合計)		7905.669	1281.625	22695.92			
細倉行き汰物	上期	0					
	下期	406.424	4.698	25.162		0.0012	0.0062
	合計	406.424	4.698	25.162		0.0012	0.0062
金銀地金	上期	216.415	52.513	143.253		24.265	66.1937
	下期	176.117	42.823	108.932		24.3151	61.8521
	合計	392.532	95.336	252.185		24.2874	64.2457
年間合計		19902.571	1441.948	24152.54			

資料3-2　年間生産量明細（1949）

表3-2における各数字は『特別報告資料』
（三菱鉱業㈱､1921.1-1949.12、1945以降『特別報告資料』と改題、㈱ゴールデン佐渡所蔵）を参照した。
残存資料の都合で、暦年ベースとした。
2－4月は汰物が金銀汰物、金銅汰物と分類されており、ここではその合計を記した。
品位は鉱量、含有量から逆算した。
3,6,9月に、銅塊鉱が2－3t/月生産されているが、少量であるため、ここではそれを除いた。

昭和24(1949)年

月	浮選精鉱						
	鉱量(t)	品位			含有量		
		Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Au(kg)	Ag(kg)	Cu(t)
1	82.549	95.8	2076	7.77	7.914	171.391	6.42
2	80.468	82.5	1812	7.32	6.639	146.512	5.893
3	108.282	56.3	1261	9.37	6.097	136.551	10.148
4	97.567	82.1	1278	9.81	8.009	124.688	9.577
5	150.637	64.5	1156	9.28	9.677	172.691	13.932
6	121.847	46.9	1188	7.85	5.72	144.827	9.57
7	105.87	43.2	1560	8.86	4.582	165.18	9.388
8	106.668	54.8	1805	8.73	5.856	192.551	9.318
9	124.265	52	1665	7.46	6.463	206.968	9.265
10	125.392	51.1	2135	6.34	6.412	267.732	7.959
11	138.046	54.1	2290	6.89	7.482	316.22	9.524
12	107.357	69.8	2425	7.48	7.495	260.418	8.037
合計	1348.948	61.04460661	1709.279379	8.082668865	82.346	2305.729	109.031

月	汰物							珪砂(t)
	鉱量(t)	品位			含有量			
		Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu	
1	30.777	128.7	259	0.2	3.962	7.994	0.069	1,722
2	24.769	156.6070491	310.7109694	0.145342969	3.879	7.696	0.036	1,991
3	29.459	131.8103126	255.948946	0.176516514	3.883	7.54	0.052	2,368
4	30.655	146.9580819	450.5627141	0.548034578	4.505	13.812	0.168	1,801
5	27.401	150.9069012	331.2652823	0	4.135	9.077		1,576
6	41.048	130.3	287	0.36	5.343	11.807	0.148	1,926
7	25.085	103.7	281	0.32	2.61	7.074	0.082	1,705
8	42.506	100.3	288	0.48	4.265	12.278	0.206	2,115
9	26.546	152.5	370	0.2	4.047	9.814	0.069	1,914
10	31.273	99.2	325	0.2	3.118	10.188	0.06	2,110
11	32.151	104	450	0.3	3.391	14.567	0.102	2,241
12	30.29	180.1	457	0.21	5.456	13.845	0.064	2,220
合計	371.96	130.6430799	337.9180557	0.283901495	48.594	125.692	1.056	23,689

資料４　佐渡鉱山における浮遊選鉱法の発展

平井栄一:『佐渡鉱山史(稿)』(三菱鉱業㈱、1950)からの抄録

1)　始まりは大正７(1918)年、鳥越脈から産する金銀銅鉱より浮選で銅を採取、鉱尾中の金銀は青化法で処理する小実験。浮選機はフーバー式、及びカロー式。

2)　金銀鉱に対しても浮選応用の可否を研究する要あり。大正 12(1923)年、三菱鉱業研究所の研究を基礎にジャネー式器械で実験を重ねた。
結果：原料及び採収率、掲鉱原鉱(Au89.74%、Ag79.83%)、泥鉱原鉱(Au75.92%、Ag70.74%)、泥鉱溶滓(Au40.69%、Ag57.71%)。泥鉱溶滓の採収率は低いが、鉱尾中の Au、Ag 品位は掲鉱原鉱、泥鉱溶滓ともに変わらない。実験に用いた油類はコールター、クレヲソート。今後、規模を大きくして実験を進めることとした。

3)　大正 13(1924)年。浮選機、MK 式器械１台とジャネー式。泥鉱滓を対象。試薬はコールター、クレヲソート、パインオイル。金銀鉱は銅鉱と違って単純ではないことを確認。フロスに珪石があるので金銀を濃縮することが必要。その方法として、直接にまたは酸化焙焼、塩化焙焼してから青化法に付すことを試験。確たる結論出ず。続いて、泥鉱滓の金銀品位が低い(Au0.22－0.40、Ag45.3－55.00g/t)ので、原料を泥鉱原鉱(Au1.2－2.2、Ag106－144g/t)として、MK 式で浮選の試験。何回か行ったが、良い結果得られず。また、フロスの処理について、反射炉で酸化及び塩化焙焼を行って青化液で溶解したもの、生フロスを青化液溶解したものなど試験したが、成否ははっきりせず。

4)　大正 13(1924)年 10 月－同 14(1925)年３月には、フロスの溶解試験を４ケースについて行った。
①塩化焙焼、青化
②塩化焙焼、次亜硫酸ソーダ浸出
③青化、その浸出滓を塩化焙焼
④青化を繰り返し
いずれも、工程が複雑、経済的に問題など難点あり、結論得られず。実験を継続。

5)　大正 14(1926)年４月－９月。泥鉱を原鉱として、MK 浮選機を使って、総鉱量 87t 程の実機試験を行い、経済性を調べた。すなわち、得られた浮選精鉱を直島に送り、佐渡で泥鉱青化した場合と比較した。結果、佐渡で泥鉱青化した場合の方が有利という結果であった。未だ浮選の操業に慣れず、操業の管理がうまくいかない為であった。原料を泥鉱溶滓とした場合は、管理はうまくいったが、まだ、浮選が有利というわけにはいかなかった。

6)　その後も試験を続けた。昭和６(1931)年４月－９月の試験では、試薬にポタシウムザンセートを使うようになっている。まだ会心の成績をあげるまでには、至らなかったが、最早や浮選の有利であることが、確認され、SW 型フォレスター浮選機４台を据付けて、月 3000t 処理を目標として、開始し、昭和７(1932)年 ７ 月には泥鉱青化法を廃した。砂鉱は従来どおり、青化処理によることとした。発足当時の成績は次のようである。元鉱品位(g/t)Au1.4－1.6、Ag75－85. 精鉱品位 Au82.7－96.0、Ag3435－4639. 滓品位 Au0.52－0.58、Ag24.9－28.6. 実収率 Au64.5－69.3%、Ag63.1－72.2%。試薬は樟脳白油、ポタシウムザ

ンセート。泥鉱浮選が有利であることが示された。ともかく、昭和7(1932)年1月から、泥鉱浮選が始まったが、砂鉱には浮選を実施するには至らなかった。これは、浮選法が実収率、滓品位の点で、青化法をはるかに引き離すという段階までは至っていなかったからである。かくして、浮選について不断の研究が続行された。

7) 上鉱浮選試験場新設(3槽新設)。昭和8(1933)年4月に始業。

8) 砂鉱を細磨し、浮選試験実施。泥鉱浮選より遥かに優れ、青化法に比しても有利であること確認。粘土質酸化鉱(所謂プライマリースライム)は従来浮選による金銀分離は困難とされたが、「フォースフローテイション」を開発し、実収率 Au84.82%、Ag74.32%を得ることに成功した。その方法は、通常は気泡は垂直、水平、二方向に運動を与えられ、縁から連続的に溢出するが、本法では、気泡に垂直方向にのみ自然運動を与えるので、縁から溢出することなく、金銀粒子を採収することができる。

9) 上鉱浮選は昭和10(1935)年6月、第2拡張工事(ボールミル、SW浮選機増設)を実施し、一部完成。9月から、月 500t 以上処理。浮選機は SW 式を拡充しつつあったが、他の型式も比較検討し、結果、ファガーグレンが最も優れているとの結論に達した。将来、選鉱場新設の場合は、ファガーグレン機を採用する方針が決定した。実操業における改善。①スラリー濃度の上昇(60→75%)クラシファイヤー掻上部にスクリューコンベアを設置し水の使用量を減らすことによる。②浮選油の変更。デユーポンドフローザーの採用。これに樟脳白油 B 号を併用した。これらで置き換えることで、供給困難な樟脳白油の使用量を減らした。③スクリーンについては、比較の結果、バイブレーティング式が機構簡単で消費電力も最良であることを認め、これを採用す。

10) 昭和13(1938)年4−9月。次のような試験を行った。将来、低品位鉱の大量処理に備え、浮選精鉱の青化処理に関する研究。青化溶解の難易は鉱粒の大きさに関係し、極限に磨鉱することが、最も重要であることを把握。樟脳白油の供給が年々減少しているので、代替する浮選油の検討も続けた。

11) 坑内情勢は益々低品位大量処理が必要となり、昭和13(1938)年、本部選鉱場新設第1期工事が完了した。その内容は、上鉱浮選場は磨鉱、浮選に止め、砕鉱は本部を拡張しそれに統合する。大間発電所の増強(ボイラー、発電機)。ボールミル、チューブミル、トロンメル、ファガーグレン浮選機などが増設された。これにより得られたメリットは、労務費の節減、電力の節減。選鉱実収率の向上。例えば、実収率は Au(昭和 14・1939 年上期　、86.03→1940 年上期、　88.20%)、Ag(72.69→73.07%)、選鉱場滓品位 Au(0.43→0.35gt)Ag(15.7→17.0gt)。精鉱品位は、Au118.8→188.4gt、Ag1899→3251gt。

12) 昭和 15(1940)年下期に、次の諸機械を据付け、本部選鉱場新設工事は殆んど完成した。トロンメル、ブレーキ・クラッシャー、コーン・クラッシャー、ジャイレートリー・クラッシャー、ドアー型シックナー、フィルタープレス、コニカル・ボールミル、チューブ・ミル、ロール・クラッシャー、ファガーグレン浮選機、懸案の浮選精鉱の乾燥方法を確立し(低圧過熱蒸気による圧熱濾過式直接乾燥法)。水分を20%から 8%に下げた。(この新法は、1 年の実操業の後、高温によるダイヤフラムポンプの故障、熱効率の悪さなどの不具合で、使用を取りやめた。)

13) 鳥越開発による金銀銅鉱に対し、処理系等を変更した。すなわち、上鉱浮選場を本部選鉱場から分離し、銅鉱浮選専用とする。銅鉱石は粗砕場にジャイレトリー・クラッシャーを設置し破砕、搗鉱場でスタンプ、コニカル　ボールミルで磨鉱、木樋にて上鉱浮選場に運ぶ。ここで、スピッツカステン、ドアーシックナーにて鉱泥を濃縮し、ファゲルグレン並びにSW型浮選機にて浮選する。昭和16(1941)年末に工事は完成し、昭和17(1942)年初頭から操業を開始した。

14) 太平洋戦争とともに、国策による金山整備に遭遇し、昭和18(1943)年、月7万ｔ（搗鉱1万ｔ、本部選鉱系5万t、片刃青化1万t）の処理能力のうち、搗鉱系2万t、本部選鉱系2万ｔの設備を供出することとなり、搗鉱は昭和18(1943)年3月末、青化は6月末をもって休止し、創業40余年の歴史に幕を閉じた。

資料5　佐渡鉱山における金銀鉱の浮選

元三菱マテリアル(株)　菊池俊次

1. 緒言

江戸期以来、盛衰を繰り返しつつも採掘を継続し、幕府の財政を支え、我国の経済史上異彩を放ってきた佐渡鉱山は、明治以降も鉱山技術の近代化を図り、大戦後に至るまで操業を続けてきた。

私見ではあるが、佐渡鉱山で独自に開発され、実操業に応用された浮選技術は、世界の金鉱山の操業例の中でも、特異な存在であったと評価すべきであろう。

以下、当時の浮選技術の開発を中心にして、佐渡鉱山の先人の足跡をたどり、それがその後の鉱山技術に与えた影響について考察する。

2. 金銀鉱の浮選

ヨーロッパにおける産業革命以降、金属の需要と生産は飛躍的に拡大する。この過程にあって、増産と地金の品質向上に寄与した 3 大新技術は、鉱石の採掘に対する火薬類の使用技術、選鉱における浮遊選鉱の応用、製錬における地金の電解精製技術であったという(三菱マテリアル、故櫻井宏氏)。

就中浮遊選鉱は、驚異的な鉱石処理能力の増大、金属採収率の上昇、産物品位の向上と相まって、一部の酸化鉱物の処理を除いて、それまでの主流であった比重選鉱法を、またたく間に駆逐した。かくの如く浮選は、比較的容易な硫化鉱物から始まったのである。現在に至って浮選は、新しい浮選剤の開発、そして基礎研究に根ざしたプロセス開発の努力が実って、酸化鉱物に至るまで、その応用範囲を広げている。

金鉱山にあっても例外ではない。金鉱山における浮選の導入例は、殆どが硫化鉱物の浮遊除去に係るものである。もともと硫化鉱物の存在は、金銀を溶解採取する青化法には有害であることから、例えば卑金属硫化物中に金が賦存する場合には、これを浮選処理して、採取した精鉱はそのまま製錬所に売却する。あるいは黄鉄鉱中に金銀が含まれる場合は、これを浮遊除去、得られた産物をバイ焼等、青化法が適用可能な形に変えて、金銀を採取するものである。いずれにしても、このような操業例では、プロセスの主流はあくまでも従来の青化法であり、金銀の浮選とはいうものの、実際には硫化鉱物とともにこれに随伴する金銀を回収するもので、技術的に見れば、硫化鉱物の浮選という域を出るものではない。

しかるに佐渡の場合は、様相を異にする。硫化鉱物の存在量が希薄な、従来は青化法に供していた鉱石の一部に、技術開発とプロセスの経済性を綿密に検討した結果、浮選を適用、実用化に成功したのである。更なる検証が必要だが、このような観点から佐渡の金銀浮選は、技術史上世界的にも特筆されるべき成果であると考えるのである。

脈石(みゃくせき)中に存在する金銀粒子の浮遊性は、理論的には、最も容易な硫化鉱物に近い。したがって、酸化鉱物の如き難処理鉱物ではないが、鉱石中の回収対象物の含有量が甚だ微量(硫化鉱物浮選の数千分の 1 のオーダー)であるということから、工業的、技術的には、浮選機における安定した泡沫層を形成せしめるのに、困難が伴うのである。事実、過去の資料(高橋幸三郎、昭和 9 年)を参照するに、捕収剤(ザンセート)の使用量は、通常の硫化物浮選と同程度であるのに対して、気泡剤の所要量は、数倍の量に達している。

このような回収成分が極端に少なく、一定の泡沫層を維持することが難しい浮選には、プロセスの物理化学的条件を整える以上に、現場的、実際的な工夫、高度な技術水準が要求される。しかし、当時の佐渡では、見事にこれを克服したのである。

ちなみに他の国内の金鉱山では、唯一北海道の千歳鉱山での応用例があるが、ここでは金の殆どの部分を、これを随伴する硫化鉱物と共に浮遊せしめ、銅精鉱として製錬所に売却していた。米国、カナダ、豪州、南

アにおける金鉱山の操業例を見ても、佐渡の如き青化法の一部、あるいは全体を代替して、脈石中の金銀を直接浮選で回収した例は見当たらない。

3. 生産設備に係る新技術の導入

独自なプロセスの開発とともに、佐渡では浮選機その他、当時としては先駆的な選鉱機器の導入に意が払われていたことに注目したい。すなわち浮選機では、ブロワーによる空気吹き込み式の SW 浮選機と、機械攪拌、自吸式の円形セル Fagergren 浮選機が同時に使用され、その効能が比較検討されている。

浮選機の導入に先立ち、旧来の揚鉱機を代替したボールミル、機械式分級機、その他の鉱山技術を含めて、これらは戦前の我国の鉱山技術革新の過程で、先駆的な役割をはたしたものと信じる。

SW 浮選機は、ブロワーを含めた設備の保守管理、浮選成績の観点から、後代には姿を消した。しかし Fagergren は、その後一部が兵庫県の神子畑選鉱場に転用された。ここでは、更に自家製の同型機が製作されるとともに、その後本家米国の WEMCO 社の新型機が導入され、長期にわたって粗選の主力機として使い続けられた。

東洋一の選鉱場と称せられた神子畑選鉱場建屋の鉄骨構造部分は、佐渡の北沢選鉱場と、ほぼ同年代の建設ではないかと推測するが、両者は、ともに壮大な規模と、その余りにも優美な姿が、写真で見る限り酷似する。おそらく設計が同一の技術者の手になるのではないかと考えられるのだが、筆者が在職中の上司に問い合わせても、その当否は定かでない。佐渡、明延の「所史」を克明に調べて、本件が検証されんことを望む。

4. 鉱山における選鉱方法と、製錬工程との有効なる組み合わせ

佐渡における金銀鉱浮選処理のもう一つの特徴は、金銀が濃縮された精鉱を山元処理することなく、そのまま直島銅製錬所に送り、ここでの乾式処理に供したことであろう。勿論直島には、銅製錬の熔剤としての一定量の珪酸鉱を受け入れたいとの要望もある。ここには、新しい浮選法の導入に伴って、鉱石の山元処理と、これを地金に仕上げる製錬工程を、経済的な側面から十分に吟味して、両者を総合的に評価しようという斬新な発想が見られる。

鉱山業は、天与の資源を対象とするのであるから、山元のみならず、地理的に隔たって位置する製錬といえども、地殻に眠る鉱石の性状の影響から逃れることはできない。鉱山と製錬、両者のプロセスは、環境と操業コスト、有害物質の処理を含めて、総合的に最適な組み合わせが検討されるべきであろう。

金鉱山にあっては、貴金属が硫化鉱物に随伴する場合には、これを浮選処理して精鉱を製錬の乾式処理に付すること。しかして有害な硫化物を含まぬ金鉱は、青化法で処理し得る。

戦後の世界の産金量を窺うに、近年は銅の大増産とともに、これに付随して生産される金量が増加した。そして低品位金鉱石を対象として、青化液を使った露天のヒープリーチング方式を採用する大鉱山の出現である。

しかし、中規模で比較的金品位の高い鉱山にあっては、往時の佐渡の如き、脈石中の金を直接浮選で処理する可能性もない訳ではない。

5. 結言

以上、佐渡鉱山における金銀の浮選を中心にして、近代化以降、この鉱山がはたしてきた役割と、我国の他の鉱山に与えた影響について論じた。技術開発の進展に伴って最後に建設された北沢選鉱場は、今は広大な礎石を残すのみである。しかし、現存する膨大な資料とともに、この先人の偉業が、願わくば世界遺産として、末永く後世に伝えられんことを祈る。

資料 6　選鉱･製錬関係用語集

参考のため、本報告書に使用の選鉱、製錬関係用語について、簡単な説明を試みた。原則として、「本報告書において意味するところ」の趣旨で記述した。詳しくは専門書を参照されたい。説明のうち、(ム)とあるのは、村上安正著:『足尾銅山史』(随想舎、2006.3)にある「鉱山用語抄」からの引用である。他に、文部省学術奨励審議会学術用語分科審議会編:『学術用語集 採鉱ヤ金学編』(日本鉱業会、1954)、日本金属学会編:『非鉄金属製錬』(1964.2)などを参考にした。

なお、各項目は[　]で部門毎に分類し、部門内で 50 音順に並べた。

[全般]

採鉱	探査活動で見つけられた鉱石を坑内でまたは露天で採掘する工程。
実収率	金属のある工程での回収率のこと。工程の産出(アウトプット)量を装入(インプット)量で除し、百分率で表示する。
製錬	精鉱を原料として、有用金属を単体として抽出する工程。銅、亜鉛、鉛の製錬では、熔錬(smelting)、精製(refining)両方の意味を包含している。
選鉱	採掘された鉱石から脈石を除いて(この集まりを尾鉱(tailings)という。明治時代は鉱尾と称していた)、製錬に供する原料(この集まりを精鉱(concentrates)という)を採取する工程。
操業系統図(flowsheet)	生産工程を、設備、装入物、産出物を線で結び、解かり易く表示した図。
探査(探鉱)	経済的に採掘可能な鉱石の存在を物理的、化学的方法により、調査すること。

[採鉱]

下鉱(げこう)	品位が低い金鉱石。
坑外	鉱山の地表にある部分、施設で選鉱場、製錬場その他の施設がある。
坑内	鉱山の地中にある部分、施設で、ここで鉱石を採掘する。
鉱脈	ある厚みを持った板状鉱床。(ム)
上鉱(じょうこう)	品位(含有分の濃度で、%、g/t 等で表示)が高い金鉱石。
貧鉱	下鉱に同じ。
脈石(みゃくせき)	鉱石に含まれている岩石、例えば石英や粘土で有用鉱物資源にならないもの。(ム)
良鉱	上鉱に同じ。
露頭	鉱床が地表に露出している部分。(ム)

[選鉱]

鉱尾(こうび)	採掘された鉱石から脈石を除いた集まりを指す。現在は普通、尾鉱 という。明治時代は鉱尾と称していた。
索道	鉄道やトラック以前の主要な鉱山運搬設備。要所にポストを立てて鋼索を張り鋼索を移動して搬器で運搬する。(ム)
砂鉱(さこう)	粉砕された鉱尾をサイクロンなどで粒度の大きさの違いで分けたもののうち、粒度の粗い部分。

手撰	作業者が破砕された粗鉱を肉眼で識別して、鉱物部分を選びとる。
スラリー	輸送等のため、粉状物を水と混ぜ合わせた混合物。
精鉱	浮遊選鉱で回収された有用金属の濃縮された部分。
泥鉱(でいこう)	上記で細かい部分。
澱物(でんぶつ)	化学反応により溶液中に析出した固形分を濾過して得られる物。
淘汰	砕いた鉱粒を容器に入れ、それを水中で揺すって比重で仕分けること。立桶、汰板、跳汰器、汰盤、ねこ流しなどを用いる。(ム) (汰淘とも表現。dressing の近代の訳語。現代は選鉱と訳す。)
浮選(浮遊選鉱)	粉砕した鉱石を水と混ぜ、これに少量の化学薬品を添加して、目的とする鉱物を、鉱液に分散させた気泡に付着させて回収する選別方法。
分級	粉状物を粒子の大きさごとに分類して採取すること。
汰物(ゆりもの)	淘汰(汰淘)で集められた比重の高い部分で金属品位が高い。使われた破砕器の違いから、精鉱に比べて粒度が大きいと考えられる。

[金製錬]

亜鉛末(あえんまつ)	亜鉛の粉末。亜鉛を溶け易くするために粉末にする。イオン化傾向の違いで、亜鉛が溶け、代わって金銀が析出する。
アマルガム	水銀と他の金属の合金(Pt,Fe,Ni,Co,Mn は水銀と合金を作らない)。
銀塩(ぎんえん)	酸と塩基の反応生成物で銀を含む化合物。
青化液	シアン化カリ、シアン化ソーダを溶かした液。
青化法	シアン化カリ、シアン化ソーダを使って金をシアン化合物として抽出する金の製錬方法。
搗鉱法(とうこうほう)	搗鉱機(杵を使った破砕器､stamp)を使って金鉱石を破砕すると共に水銀を添加し、金銀をアマルガムとして抽出する製錬方法。
鍋混汞法 (なべこんこうほう)	混汞は現在は混汞と綴るのが普通。アマルガムを利用した金の抽出法。反応容器に鍋状のものを使う。樽状容器を使う樽混汞法もある。

[製錬]

塩化焙焼 (えんかばいしょう)	焙焼操作により、目的金属を塩化物にすること。塩素源として食塩などを使う。
鍰(からみ)	熔鉱炉などの熔錬炉で生成する液相のうち、金属、鈹より比重が小さく、上部に分離してくる有価金属含有量の少ない部分。
貴鉛(きえん)	金、銀など貴金属を溶かし込んだ鉛。
黒銅(こくどう)	転炉で産出した不純分を含む銅を通常、粗銅(そどう。blister copper,crude copper。)と呼ぶ。鈹を熔鉱炉で還元して銅を生産した場合、粗銅と同じような純度の銅だが黒銅と呼ぶ。佐渡では、黒銅を熔銅炉において品位を高め、粗銅とした。
丹礬(たんぱん)	硫酸銅のこと。
地金	精製された銅などの基幹金属(ベースメタル)。

転炉	水平に配置した多数の羽口から空気を吹き込み、銅鈹を粗銅に転換する円筒状の回転炉。円筒曲面に長方形状装入口があり、銅鈹、銅屑、珪酸鉱などを入れ、生成した銅鈹、鍰を出す。
銅鈹（どうかわ）	主に銅、鉄の硫化物が溶け合ったもの。銅精鉱を酸化、熔融して得られる。金属銅の生産に至る中間生成物質。
灰吹（はいぶき）	熔融した貴鉛に空気を吹きつけ、鉛など酸化しやすいものを酸化除去し、貴金属を回収する操作。
反射炉	粉状銅精鉱を熔かす箱型状の炉。石炭を燃料とし、その火炎自体ならびの炉壁からの輻射熱で精鉱を熔解する。銅製錬では、国内では、当時、熔鉱炉が主流で、直島でのみ採用されていた。
分銀炉（ぶんぎんろ）	貴鉛を熔融し、表面に空気を吹き付けて鉛を酸化して除去し、銀、金など貴金属を回収する炉。
真吹炉（まぶきろ）	古くからわが国で独自に発達した炉で、熔けた銅鈹の表面に空気を吹きつけて酸化し、金属銅を生成させる炉。転炉が導入される前にわが国で広く使われた（昭和初期には、姿を消した）。転炉に比べ、小規模、非能率で作業環境も悪い。
熔鉱炉	直立炉で、下部にある複数の孔（羽口（はぐち）という）から空気を吹き込み、降下する装入物（塊鉱、焼鉱、コークス、溶剤などの混合物）を熔融し、還元する。
熔澱処理	澱物を熔融処理すること。

2. 古写真

古写真1.1
大立地区全景
（南西より）

中央の高い建物が木造の旧竪坑櫓と考えられる。周辺には選鉱施設が立地していた。奥には煙突を有することから、蒸気機関に関する建物が立地したと考えられる。手前は明治34(1901)年に新設された大立選鉱場と考えられる。
[明治34(1901)年
～明治時代末期]

古写真1.2
大立地区遠景
（南西より）

同上。
[明治34(1901)年
～明治時代末期]

古写真1.3
大立地区遠景
（南西より）

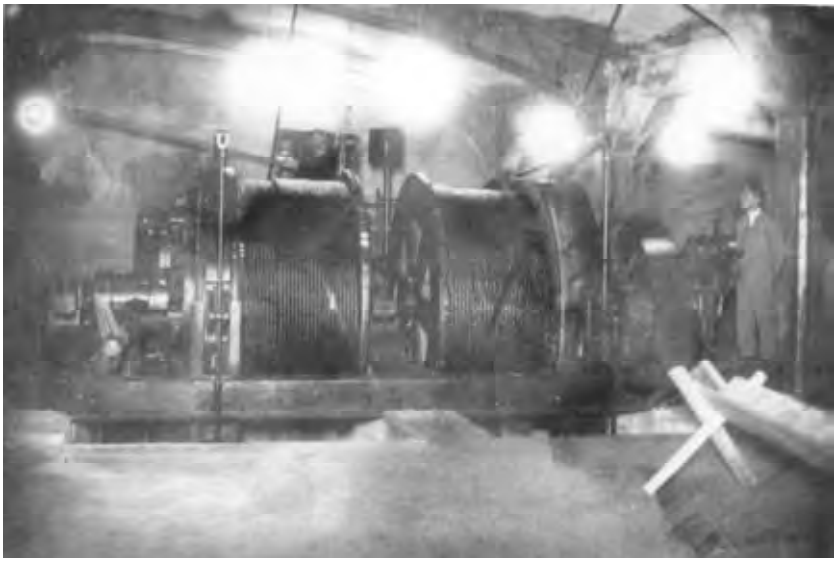
同位置から撮影された別の時代の写真。施設群にわずかな相違が確認できる。
[明治34(1901)年
～明治時代末期]

古写真1.4
大立地区全景
(南西より)

旧竪鉱櫓の奥に見えた煙突が姿を消しており、動力が変更されたと考えられる。
なお、大立竪坑では明治43(1910)年に発電機が設置され、翌44(1911)年には蒸気捲揚を電気捲揚に改めている。
[大正時代
～昭和15(1940)年]

古写真1.5
大立地区
旧大立竪坑櫓(木造)
プラット(操車場)
(南より)

木造の旧竪坑櫓の昇降機を撮影したものとされる。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]



古写真1.6
大立竪坑捲揚機室内部
大立竪坑捲揚機
(南より)

現存する捲揚機
日立製作所(東京)
昭和14(1939)年製
設置は昭和15(1940)年
[昭和15(1940)年か]

古写真2.1
高任地区
旧高任竪坑櫓(左)
道遊坑坑口(中央奥)
(南西より)

木造の旧竪坑櫓と道遊坑の坑口が撮影される。南(右)側に捲揚室が設置された。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[大正時代～昭和9(1934)年]

古写真2.2
高任地区
旧高任竪坑櫓(奥)　索道支柱(手前)
(北東より)

高任竪坑は明治20(1887)年に開坑した。奥に見える建物が木造の旧高任竪坑櫓。手前に写る索道の支柱は運搬方法の変更によって、後に姿を消す。
[～昭和9(1934)年]

古写真2.3
高任地区
高任竪坑櫓
(南より)

昭和10(1935)年、高任竪坑櫓が鉄骨に変更された。荒川鉱山(秋田県大仙市)の鉄製櫓を転用したものと伝わる。
[昭和10(1935)年以降]

古写真2.4
高任地区
旧高任竪坑櫓
プラット(操車場)

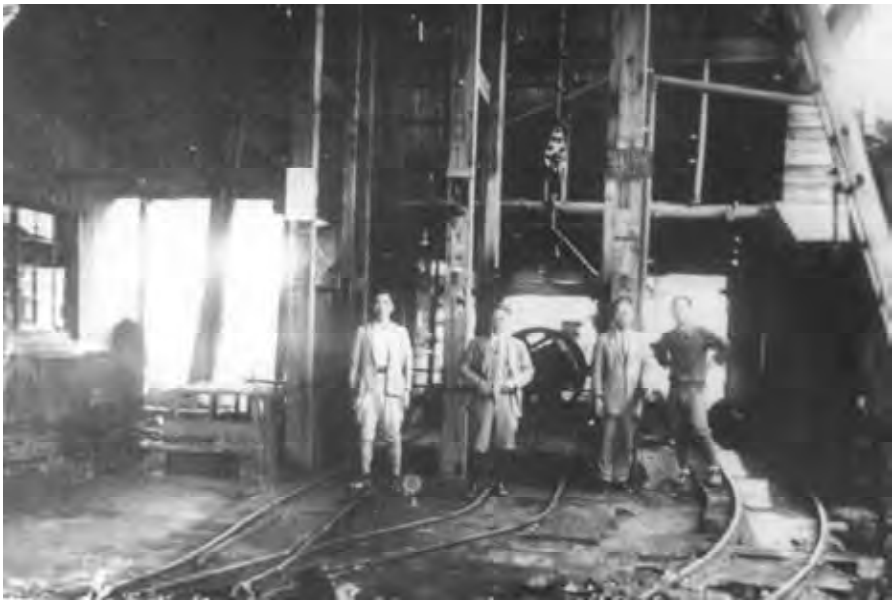
木造の旧竪坑櫓の昇降機を撮影したものと考えられる。
[～昭和10(1935)年]

古写真2.5
高任地区
高任竪坑櫓　道遊坑坑口
(南西より)

同左。
[昭和10(1935)年以降]

古写真2.6
高任地区
高任竪坑櫓　道遊坑坑口
(南西より)

同左。
[昭和10(1935)年以降]



古写真2.7
高任地区
高任竪坑櫓
プラット(操車場)

高任竪坑櫓内部。捲揚用ケージを2基備える。
[昭和10(1935)年以降]

古写真2.8
高任地区
道遊坑坑口
(南西より)

道遊坑は明治32(1899)年に開坑し、明治43(1910)年に坑口の改修が行われた。
[明治43(1910)年
～昭和14(1939)年]

古写真2.9
高任地区
道遊坑坑口
(南西より)

同上。
坑道内へ電線が通じる。
[昭和14(1939)年以降]

古写真2.10
高任地区
高任選鉱場
（南西より）

高任選鉱場は明治22（1889）年に銅鉱選鉱場として完成。高任竪坑の南西に位置した。昭和13（1938）年の増産体制後に解体され現存しない。
［明治22（1889）年
～昭和13（1938）年頃］

古写真2.11
高任地区遠景
（東より）

高任選鉱場、旧高任竪坑櫓等が撮影される。幾つかの施設には煙突が設けられ、蒸気動力を使用していた頃の写真と推測される。
左手斜面下に写る建物は索道の駅とされる。
［明治22（1889）年
～明治時代末期］

古写真2.12
高任地区遠景
（南西より）

上記写真よりも若干時代の降ったものと考えられる。
中央の巨大な煙突は昭和時代初期まで存在した。
［明治22（1889）年
～昭和10（1935）年］

古写真2.13
高任地区遠景
(南西より)

[明治22(1889)年
～昭和10(1935)年]

古写真2.14
高任地区遠景
(南西より)

[明治22(1889)年
～昭和10(1935)年]

古写真2.15
高任地区遠景
(南西より)

高任選鉱場は残るが、高任竪坑櫓が鉄骨造に変更されている。
[昭和10(1935)年以降]

古写真2.16
道遊の割戸より
高任地区を臨む
(北東より)

間ノ山地区までを見下ろす写真で、間ノ山掲鉱場が大正14(1925)年に建替えられた後、昭和13(1938)年の増産体制以前を撮影したものと考えられる。
[大正14(1925)年
～昭和13(1938)年頃]

古写真2.17
高任地区全景
(北東より)

高任粗砕場から道遊坑まで軌道が繋がる。高任選鉱場は確認できない。右に佐渡鉱山機械工場が写る。
[昭和12(1937)年以降]

古写真2.18
鉱石運搬電気式機関車

昭和時代初期には、電気式機関車が鉱車を牽引した。
[昭和12(1937)年撮影]

古写真2.19
高任･間ノ山地区遠景
間ノ山第一揚鉱場(左)
間ノ山第二揚鉱場(中央)
(南西より)

第一揚鉱場は明治24(1891)年、第二揚鉱場は明治26(1893)年に完成した。
濁川には間ノ山下アーチ橋がまだ建設されず、木造の橋が架かる。
[明治26(1893)年
～明治37(1904)年撮影]

古写真2.20
高任･間ノ山地区
間ノ山第二揚鉱場
間ノ山下アーチ橋
(南西より)

第二揚鉱場は明治26(1893)年に完成した後、北側へ増築が行われた。
間ノ山下アーチ橋は銘板を有し、明治37(1904)年の建設と考えられる。
[明治時代末期]

古写真2.21
高任･間ノ山地区遠景
間ノ山第二揚鉱場
間ノ山下アーチ橋
(南西より)

同上。
施設周辺には石置屋根の鉱山住宅が建ち並ぶ。
[明治時代末期]

古写真2.22
高任･間ノ山地区遠景
間ノ山第一揚鉱場(左)
間ノ山第二揚鉱場(右奥)
(南西より)

明治41(1908)年、高台上(左手前)の間ノ山第一揚鉱場が南側へ増設された。間ノ山第二揚鉱場の廃止(大正8･1919年)以前の写真。
[明治41(1908)年
～大正8(1919)年撮影]

古写真2.23
高任･間ノ山地区
間ノ山第二揚鉱場
間ノ山下アーチ橋
(南西より)

間ノ山第二揚鉱場は大正8(1919)年に廃止された。
[大正8(1919)年
～昭和11(1936)年]

古写真2.24
高任･間ノ山地区
間ノ山第二揚鉱場
(南西より)

同上。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]

古写真2.25
高任･間ノ山地区
間ノ山第二搗鉱場
(南西より)

左手奥に高任地区より間ノ山第一搗鉱場を結ぶ鉄橋が写る。
[大正8(1919)年
～昭和11(1936)年]

古写真2.26
高任･間ノ山地区
間ノ山第二搗鉱場
(南西より)

同上。
「親栄会佐渡鉱山　参観記念　一〇．五．一〇」と記される。元号が大正、昭和いずれを指すか不明。
[大正8(1919)年
～昭和11(1936)年]

古写真2.27
高任－間ノ山地区
鉱石運搬用鉄橋
(南西より)

高任地区より間ノ山第一搗鉱場を結ぶ鉄橋。間ノ山第一搗鉱場側より撮影。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]

古写真2.28
高任･間ノ山地区
高任粗砕場
（南西より）

高任粗砕場は間ノ山第二掲鉱場跡地へ建設され、右手にはこの一部が残る。古写真より昭和11(1936)年に建設工事が行われたと考えられ、完成は内部設備の工事を考慮すれば、昭和12(1937)年頃と推測された。当写真は足場が架かり、建設中の状況を撮影したものと考えられる。
[昭和11(1936)年
～昭和12(1937)年]

古写真2.29
高任･間ノ山地区遠景
高任粗砕場
（南西より）

高任粗砕場の足場が取れた状態で、完成もしくは内部の工事を行っている状況と考えられる。 高任貯鉱舎(昭和13･1938年建設)の建設以前。
[昭和12(1937)年頃]

古写真2.30
高任･間ノ山地区遠景
（南西より）

同上。
高任地区より間ノ山第一掲鉱場を結ぶ鉄橋も写る。
[昭和12(1937)年頃]

古写真2.31
高任･間ノ山地区遠景
（南西より）

昭和13(1938)年建設の高任貯鉱舎が撮影される。高任地区より間ノ山第一捲鉱場を結ぶ鉄橋がベルトコンベアーに変更された。
[昭和13(1938)年以降]

古写真2.32
高任･間ノ山地区
高任粗砕場
高任貯鉱舎
中尾変電所
（南西より）

同上。
中尾変電所の建設後に撮影。
[昭和13(1938)年以降]

古写真2.33
高任･間ノ山地区遠景
（南西より）

鉱車軌道に屋根が架けられる。中央奥には高任分析所が写る。
[昭和14(1939)年以降]

古写真3.1
間ノ山地区
間ノ山第一掲鉱場
（北東より）

明治24（1891）年完成の間ノ山第一掲鉱場。架空索道の建設以前に撮影された写真で、濁川には間ノ山下アーチ橋がまだ建設されず、木造の橋が架かる。
［明治24（1891）年
～明治37（1904）年］

古写真3.2
間ノ山地区
間ノ山第一掲鉱場
（北東より）

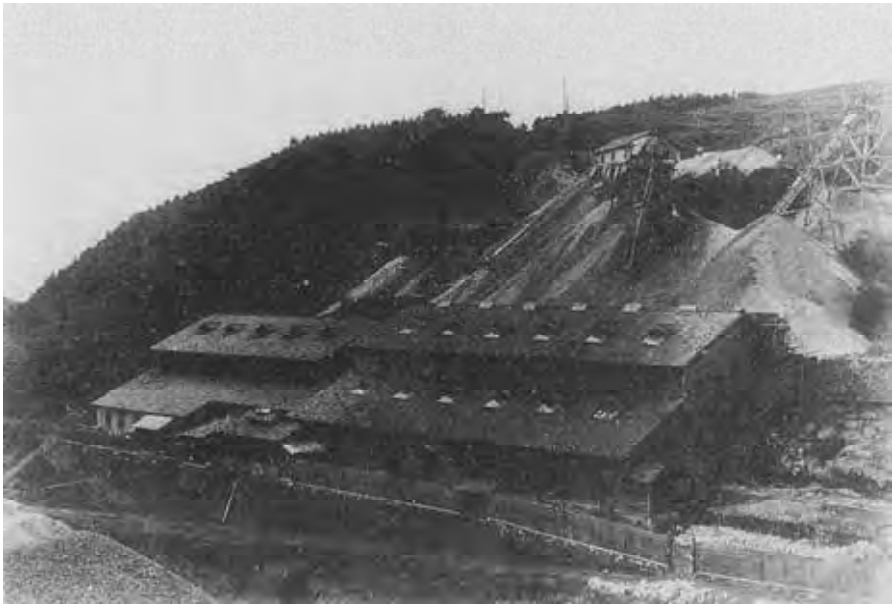
架空索道の支柱が建つ。中央部の増築も確認できる。濁川には石橋が架かるが、脚部のみで、アーチは見えない。
［明治24（1891）年～明治37（1904）年］

古写真3.3
間ノ山地区
間ノ山第一掲鉱場
（北東より）

同左。
［明治24（1891）年～明治37（1904）年］

古写真3.4
間ノ山地区
間ノ山第一搗鉱場
(南東より)

明治41(1908)年、間ノ山第一搗鉱場が南側に大きく増築された。
[明治41(1908)年
～大正8(1919)年]



古写真3.5
間ノ山地区
間ノ山第一搗鉱場(右手前)
間ノ山第三搗鉱場(左奥)
(北東より)

大正8(1919)年には再度、間ノ山第一搗鉱場が増築・改修された。当写真は増設後の姿を撮影したものと考えられる。
[大正8(1919)年
～大正13(1924)年]

古写真3.6
間ノ山地区
間ノ山搗鉱場新設工事
(北東より)

大正13(1924)年に間ノ山第一搗鉱場で火災が発生し、全焼。同年に間ノ山搗鉱場の新設願の許可を得て、翌14(1925)年に完成した。
[大正13(1924)年
～大正14(1925)年]

古写真3.7
間ノ山地区
間ノ山搗鉱場新設工事
（北より）

間ノ山搗鉱場は鉄骨造で新設された。
［大正13(1924)年
～大正14(1925)年］

古写真3.8
間ノ山地区
間ノ山搗鉱場
（北東より）

大正14(1925)年に完成した間ノ山搗鉱場の全景。右に写る小さな建物は、高任地区から鉱石の運搬に用いられた鉱車の停車場と考えられる。
［昭和時代初期］

古写真3.9
間ノ山搗鉱場
（北東より）

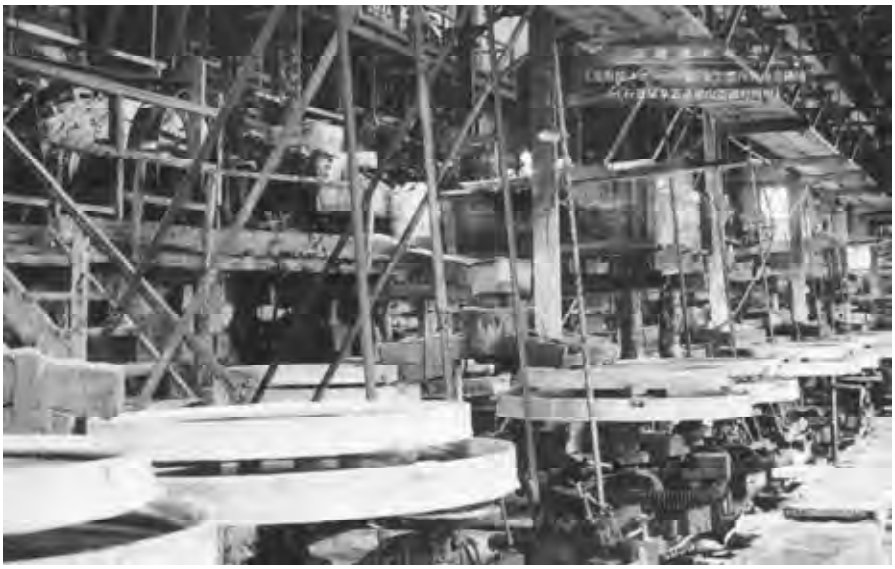
同上。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
［昭和時代初期］

古写真3.10
揚鉱場内部揚鉱器

揚鉱場内部を撮影した写真。木造上屋の揚鉱場に揚鉱器が整然と並ぶ。撮影時期や対象建物は不明。
[大正13(1924)年以前]

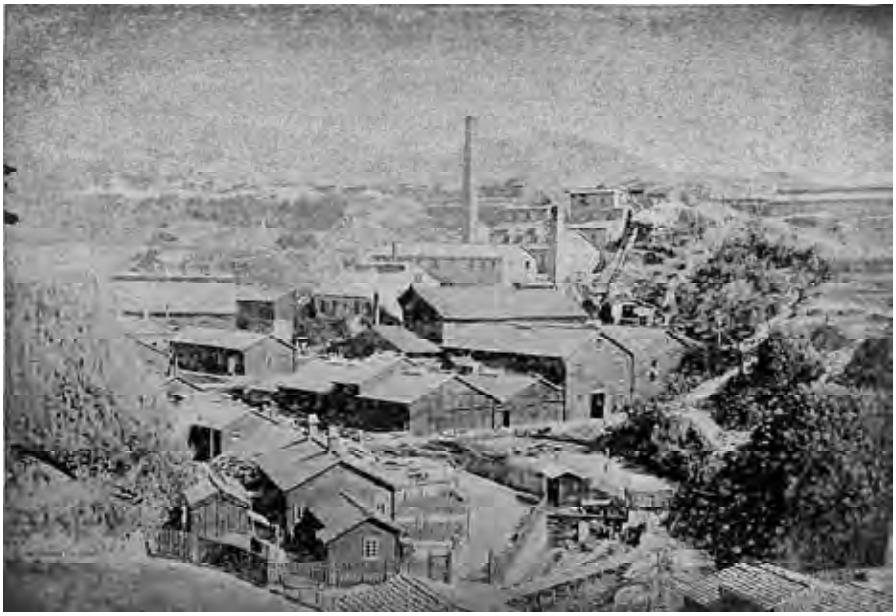
古写真3.11
間ノ山揚鉱場内部

同上。
上屋の構造が鉄骨造であることが窺え、大正14(1925)年に完成した間ノ山揚鉱場内部を撮影したものと考えられる。
[昭和時代初期]



古写真3.12
間ノ山揚鉱場内部

同上。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]



古写真4.1
北沢地区遠景
（北西より）

沈澱製錬所の建設（明治25・1892年）以前の北沢地区を撮影する。
明治23（1893）年に出版された「御料佐渡鉱山製鉱所之図」に描かれた北沢地区に極めて近い建物の配置が窺える。
中央の巨大な煙突付近には淘汰所、熔鉱所が建ち並んだ。
［明治25（1892）年以前］

古写真4.2
北沢地区遠景
（北西より）

明治25（1892）年に極貧鉱の処理を行う沈澱製錬所が建設され、後に青化製錬・浮遊選鉱が行われた。
［明治25（1892）年
～明治時代末期］

古写真4.3
北沢地区遠景
（北西より）

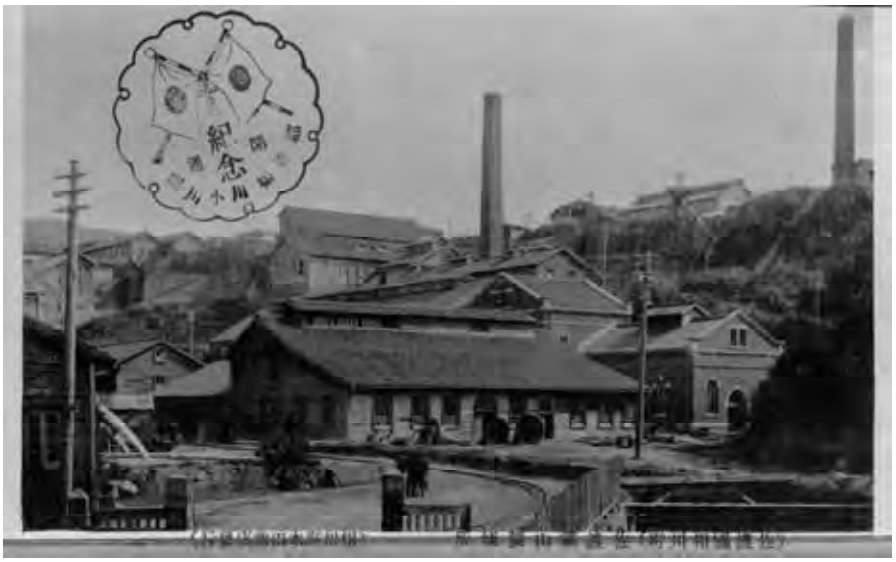
沈澱製錬所建設後の北沢地区を撮影する。
熔鉱所が拡張され、小さな煙突が増える等、変化が確認できる。
各建物には煙突が設けられ、未だ蒸気力を主たる動力とした時代に撮影されたことが窺える。
［明治25（1892）年
～明治39（1906）年］

古写真4.4
北沢地区遠景
(北西より)

熔鉱場に妻入の小屋根が付属され、北沢火力発電所の建設後と同じ姿を見せる。
[明治25(1892)年
～明治39(1906)年]

古写真4.5
北沢地区遠景
(北東より)

明治41(1908)年に煉瓦造の北沢火力発電所が建設される(中央右)。
中央左の建物は熔鉱場で、熔鉱製錬が行われた。
[明治41(1908)年
～昭和時代初期]



古写真4.6
北沢地区遠景
(北西より)

北沢火力発電所建設後の北沢地区を撮影する。
中央左寄りの高台(中央煙突左)に建つ建物は、明治39(1906)年に建設された泥鉱製錬場。
印章に「郡道相川小川線開通記念」と記される。
[明治41(1908)年
～大正3(1914)年頃]

古写真4.7
北沢地区遠景
(西より)

北沢地区を西より撮影する。北沢火力発電所(左下)・泥鉱製錬場(中央奥)の建設後で、北沢浮遊選鉱場の建設以前。
[明治41(1908)年
～昭和時代初期]

古写真4.8
北沢地区遠景
鉱山地区正門
(北西より)

木造の北沢地区正門。
絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]

古写真4.9
北沢地区遠景
(北西より)

昭和12(1937)年に北沢浮遊選鉱場が建設される。
[昭和12(1937)年頃]

古写真4.10
北沢地区遠景
鉱山地区正門
（北西より）

浮遊選鉱場建設後の北沢地区正門。鉄筋コンクリート造に変更された。
［昭和13(1938)年以降］

古写真4.11
北沢地区遠景
（北西より）

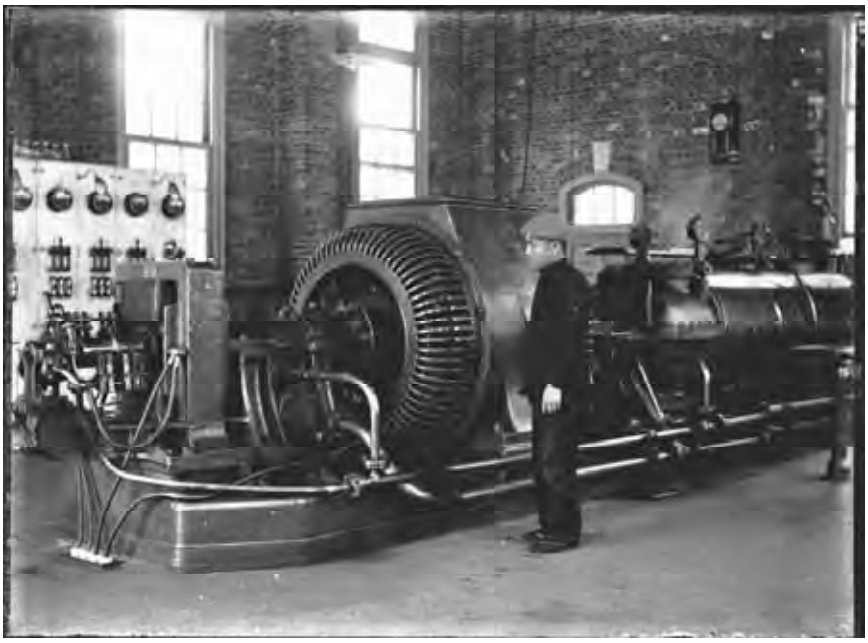
昭和12(1937)年に建設された北沢浮遊選鉱場は、その後の拡張で、翌13(1940)年には5万t/月の原鉱を処理を可能とした。
同写真では旧北沢青化・浮選鉱所の上屋が解体されている。
［昭和18(1943)年以降］

古写真4.12
北沢浮遊選鉱場
（北東より）

同上。
［昭和18(1943)年以降］

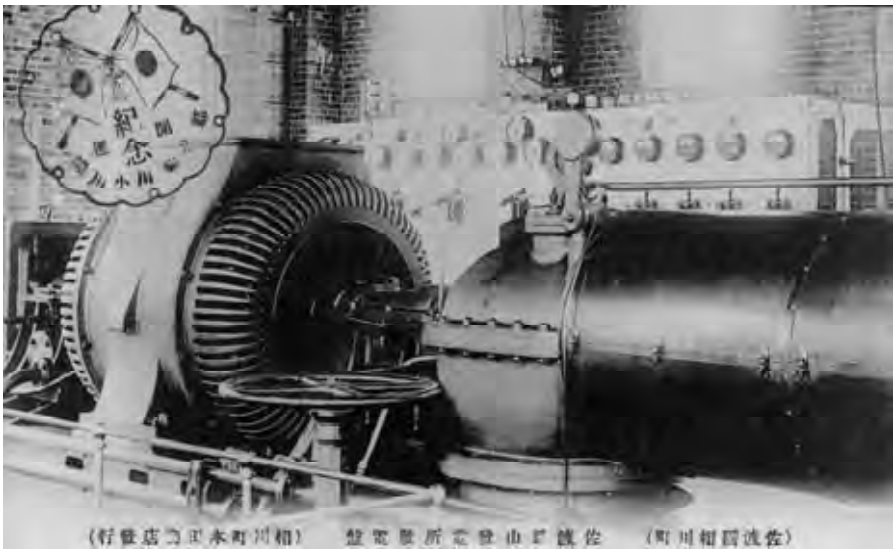
古写真4.13
北沢火力発電所
発電機室棟･汽罐室棟
（北東より）

明治41(1908)年に建設された煉瓦造の北沢火力発電所。煉瓦造の建物3 棟で構成され、手前が現存する発電機室棟。奥に見えるのが汽罐室棟で、2棟の裏側に発電を補助する節炭器棟を設けた。
汽罐室棟の奥は索道の支柱。
[明治41(1908)年頃か]



古写真4.14
北沢火力発電所発電機室棟
内部発電機
（北東より）

北沢火力発電所の発電機。出力は500kWとされる。
[明治41(1908)年頃か]



古写真4.15
北沢火力発電所発電機室棟
内部発電機
（北西より）

同上。
印章には「郡道相川小川線開通記念」と記される。
[明治時代末期
～大正3(1914)年頃]

古写真4.16
旧北沢青化･浮選鉱所
内部　青化浸出槽

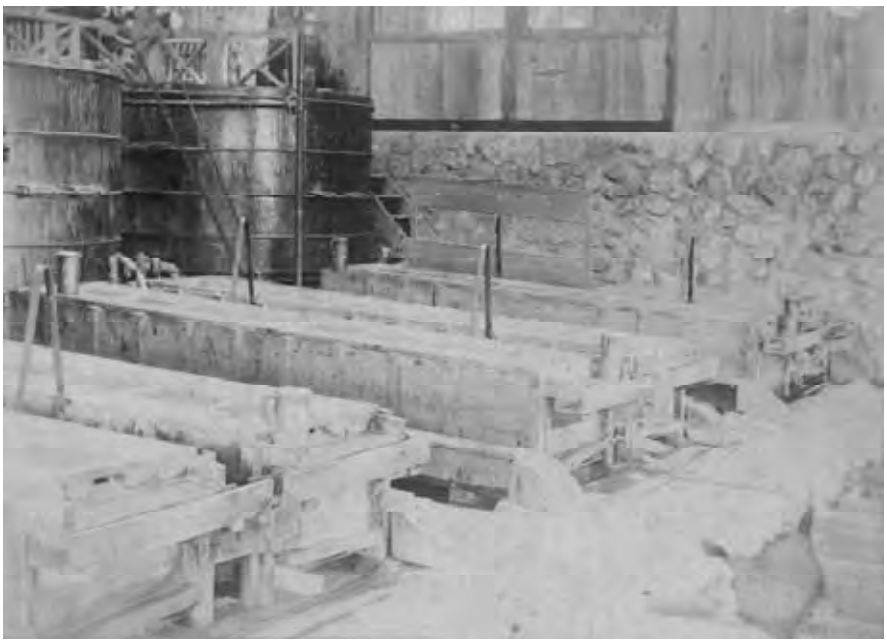
シアン化ナトリウム水溶液によって金液を浸出させる設備。次工程で亜鉛と化学反応させることで金が抽出される。
現在は土砂に覆われるが現地下層部にコンクリート造の浸出槽の痕跡が確認できる。
[明治時代末期
～昭和時代初期]

古写真4.17
旧北沢青化･浮選鉱所
内部　青化浸出槽

絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
[昭和時代初期]

古写真4.18
旧北沢青化･浮選鉱所
内部　亜鉛箱

金液と亜鉛を化学反応させ、金を抽出する設備。
[明治時代末期
～昭和時代初期]



古写真4.19
旧北沢青化･浮選鉱所
内部　亜鉛箱

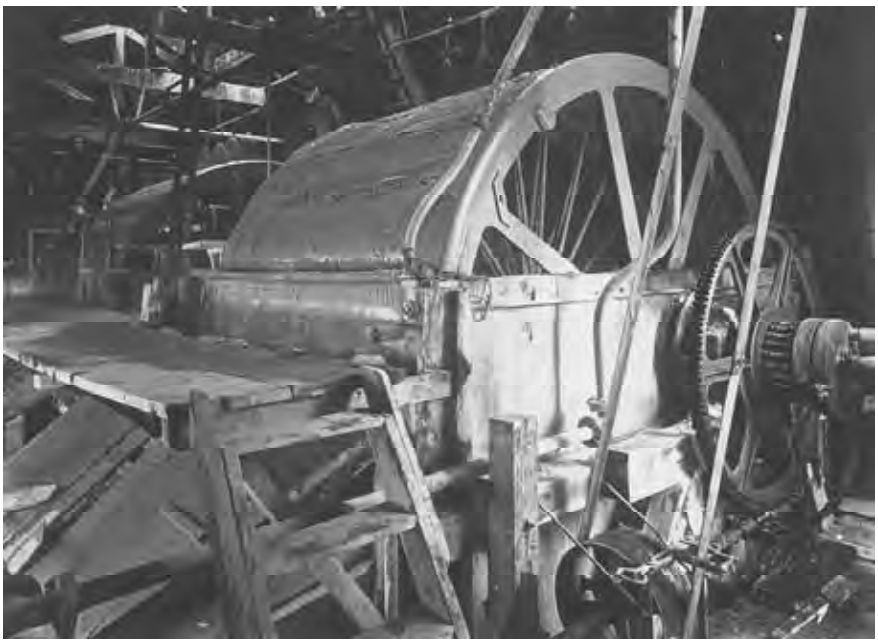
亜鉛を化学反応させ、金を抽出する設備。
写真左手側が前工程作業で、施設の西端を撮影したものと考えられる。
[明治時代末期
～昭和時代初期]

古写真4.20
北沢浮遊選鉱場内部
内部
(西より)

北沢浮遊選鉱場内部(第５層磨鉱部分)を撮影したものと考えられる。
[昭和13(1938)年
～昭和18(1943)年]

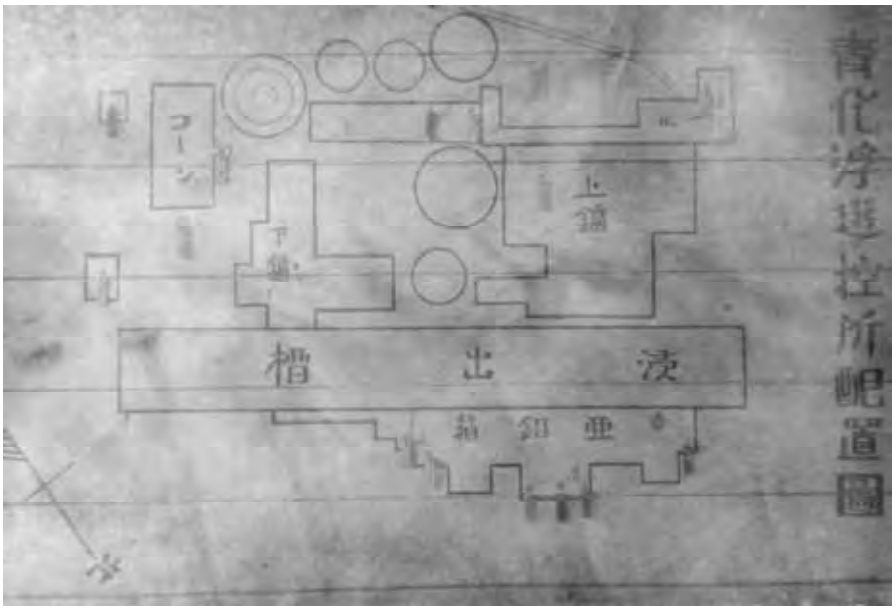
古写真4.21
北沢浮遊選鉱場
内部ボールミル

鉱石の粉砕に用いられたボールミルで、北沢浮遊選鉱場内部を撮影したものとされる。
ボールミルは鉄球の入った機械の中へ鉱石を入れ、回転させることによって鉱石を粉砕する設備。
[昭和13(1938)年
～昭和18(1943)年]



古写真4.22
北沢浮遊選鉱場
内部オリバーフィルター

北沢浮遊選鉱場内に設置されたオリバーフィルターとされる。
浮遊選鉱で分離された鉱石分を脱水させる設備。
[大正2(1913)年
～昭和時代初期]



古写真4.23
北沢青化･浮遊選鉱所
配置図

北沢青化･浮遊選鉱所の配置図を撮影したもの。
撮影年代は不明だが、現存遺構がどのような区分で作業が行われたかを示す。
[昭和12(1937)年
～昭和18(1943)年]

古写真4.24
本部選鉱場
(北沢浮遊選鉱場)
火床及消火器配置略図

北沢浮遊選鉱場の配置図を撮影したもの。
同上。
[昭和12(1937)年
～昭和18(1943)年]

古写真5.1
大間地区
大間港全景
（西より）

大間港は、明治25(1892)年に完成した埋立による人口港湾で、人造石(たたき)工法の開発者である服部長七によって施工された。クレーン台座の建設以前を撮影する。
印章には「郡道相川小川線開通記念」と記される。
[明治時代末期
～大正3(1914)年]

古写真5.2
大間地区
大間港全景
（南西より）

大正3(1914)年に建設された石造のクレーン台座が撮影される。
船渠中央部には木造の橋梁が架かる。
[大正3(1914)年
～昭和13(1938)年]

古写真5.3
大間港
大間港全景
（南東より）

絵葉書に押された印章には元号が記されていないが、昭和9(1934)年のものと伝わる。
ローダー橋の建設以前を撮影した写真で、運搬には鉱車と索道が併用される。
[昭和時代初期]

古写真5.4
大間地区
大間港遠景
(東より)

北側よりローダー橋が延びるが、防波堤より先が建設中であることが窺える。
大間港火力発電所、鉄筋コンクリート造のクレーン台座はまだ建設されていない。
[昭和13(1938)年頃]

古写真5.5
大間地区
大間港遠景
(南より)

鉄筋コンクリート造のクレーン台座が完成。昭和10(1935)年の建設と考えられる。
昭和13(1938)年頃には、ローダー橋が完成した。
昭和15(1940)年に鉄筋コンクリート造の大間港火力発電所が建設される。同時期、大間港一帯には無数の軌道が敷設され、資材の運搬に用いられたことが窺える。
[昭和15(1940)年以降]

古写真5.6
大間地区
大間港遠景
(東より)

昭和13(1938)年頃に建設されたローダー橋が撮影される。北(奥)側のローダー橋は橋脚が現存するもので、石炭荷揚に用い(アンローダー)、南(手前)側のローダー橋は鉱石船積に用いた(シップローダー)。
石造のクレーン台座にはコンクリートで嵩上げが行われた。
右手前に大間港捨鉱倉庫が写る。
[昭和13(1938)年以降]

古写真5.7
大間地区
大間港
クレーン台座
ローダー橋
(南東より)

石造のクレーン台座上には固定式クレーン、ローダー橋には可動式クレーンが設置される。当写真のローダー橋は橋脚が現存するもので、石炭の荷揚に用いられた(アンローダー)。
[昭和13(1938)年以降]

古写真5.8
大間地区
大間港遠景
(北より)

大間港火力発電所の発電機は太平洋戦争後、解体されフィリピンへの対外賠償施設としてトレド銅山へ輸出された。中央左奥に大間港煉瓦倉庫2が撮影される。
[昭和15(1940)年以降]

古写真5.9
大間地区
大間港遠景
(南東より)

同上。
中央左奥に大間港煉瓦倉庫1が撮影される。
[昭和15(1940)年以降]

古写真5.10
大間地区
大間港遠景
（西より）

海上より大間港、相川の町並みを臨む。
［昭和15（1940）年以降］

古写真5.11
大間地区
大間港全景
（北東より）

船渠中央の橋梁が鉄骨造のトラス橋に変更された。
［昭和時代初期］

古写真5.12
相川海岸沿い
浜石採集風景
スキップ

佐渡鉱山では、昭和12（1937）年～昭和13（19328）年の北沢浮遊選鉱場の建設に伴い、相川の海岸一帯に堆積していた浜石を採集、製錬の原鉱として供給した。
スキップは斜坑または竪坑等のずり出しに使用する土砂運搬用機械を指す。
［昭和時代初期］

古写真5.13
相川海岸沿い
浜石採集風景
ドラッグライン

同上。
ドラッグラインとはブームで吊ったバケットを振り子のように前方に投げ、たぐり寄せながら土をすくう土工事用掘削機の一種。
[昭和時代初期]

古写真5.14
相川海岸沿い
ガソリン鉱車による
浜石の運搬

浜石は当初、ガソリンエンジン機関車で運搬し、後にトラックに変更された。更に太平洋戦争に伴い、燃料・部品の不足から電気機関車に切り替えられたと伝わる。
[昭和時代初期]

古写真5.15
鉱石積載風景

佐渡鉱山の鉱石が船積される様子。
[昭和時代初期]

古写真6.1
戸地地区
戸地川第一発電所
（北東より）

戸地川第一発電所は大正4(1915)年に完成した。山頂よりパイプラインを設け、発電用の水を供給した。
建物は寄棟造で、西側に下屋を張り出す形を採っていた。
建物は現存しないが、跡地に基礎が残存し、写真の規模・形状とほぼ一致する。
[大正4(1915)年
～昭和時代初期]

古写真6.2
戸地地区
戸地川第一発電所
（北東より）

当絵葉書には「(前略)落差ハ實ニ九百二十尺其高キ事全國中第四位ナリト」と記される。
[大正4(1915)年～昭和時代初期]

古写真6.3
戸地地区
戸地川第二発電所
（北より）

戸地川第二発電所は大正6(1917)年に完成した。第一発電所と同様、山頂よりパイプラインを設け、発電用の水を供給した。なお、第一発電所とはパイプラインと下屋の位置関係が逆になっている。
[大正6(1917)年頃か]

高任粗砕場建設工程

・当写真は㈱ゴールデン佐渡が所蔵するもので、高任粗砕場の建設工程を示すものである。
・古写真にはガラス乾板の現存するものも含まれており、裏面には撮影日時と考えられる陰刻が確認された。陰刻は各写真の表題末尾に[　]書きで記した。なお、陰刻には元号が記されていないが、高任貯鉱舎(昭和13･1938年建設)と一連で用いられた施設であるため､｢昭和｣と考えるのが妥当であろう。
・古写真は陰刻された撮影日時を参考に建設工程の古いものから順に並べ、表題に枝番号(-1、-2)を付した。
・高任粗砕場建設工程-6、-7、-8は印刻に｢北沢｣の文字が確認できるが、工事用の足場、周辺の建物･地形等を考慮すれば、高任粗砕場の建設工程を示すものと明らかで、誤植と考えられた。当報告書ではこれらの陰刻に関する誤植、当字等は修正せず原文ママを掲載した。

古写真7.1　高任粗砕場建設工程-1

古写真7.2　高任粗砕場建設工程-2

古写真7.3　高任粗砕場建設工程-3

古写真7.4　高任粗砕場建設工程-4

古写真7.5　高任粗砕場建設工程-5

古写真7.6　高任粗砕場建設工程-6
［十一年九月五日午后二時北沢］

古写真7.7　高任粗砕場建設工程-7
［十一年九月五日午后二時北沢］

古写真7.8　高任粗砕場建設工程-8
［十一年九月十日午后二時北沢］

古写真7.9　高任粗砕場建設工程-9
［十一·九·二〇　二PM］

古写真7.10　高任粗砕場建設工程-10
［十一·九·三〇　午后二時］

古写真7.11　高任粗砕場建設工程-11
［一一·一〇·一〇　三PM］

古写真7.12　高任粗砕場建設工程-12
［一一·一〇·二〇］

古写真7.13　高任粗砕場建設工程-13
［一一·一〇·三〇　三PM］

古写真7.14　高任粗砕場建設工程-14
［一一·一一·一〇］

古写真7.15　高任粗砕場建設工程-15

古写真7.16　高任粗砕場建設工程-16

古写真7.17　高任粗砕場建設工程-17

古写真7.18　高任粗砕場建設工程-18

古写真7.19
高任粗砕場建設工程-19

北沢浮遊選鉱場建設工程

・当写真は㈱ゴールデン佐渡が所蔵するもので、北沢浮遊選鉱場の建設工程を示すものである。
・古写真は推測される建設工程の古いものから順に並べ、表題に枝番号(-1、-2)を付した。
・古写真にはガラス乾板の現存するものも含まれており、高任粗砕場建設工程-15、-20 は裏面に撮影日時と考えられる陰刻が確認された。陰刻は各写真の表題末尾に[　]書きで記した。なお、陰刻には元号が記されていないが、既往の報告等により「昭和」と明らかである。
・当報告書では陰刻に関する誤植、当字等は修正せず原文ママを掲載した。

古写真8.1　北沢浮遊選鉱場建設工程-1

古写真8.2　北沢浮遊選鉱場建設工程-2

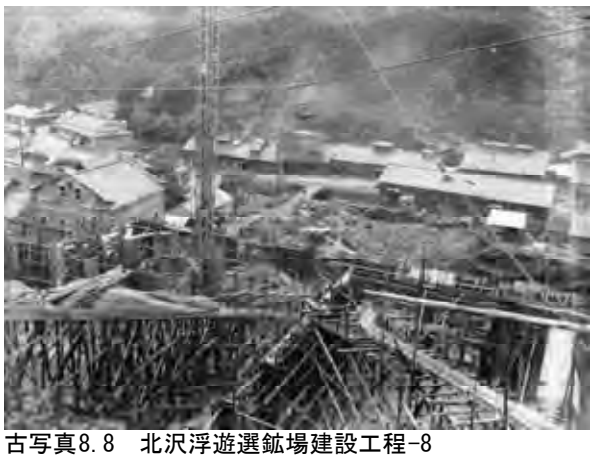
古写真8.3　北沢浮遊選鉱場建設工程-3

古写真8.4　北沢浮遊選鉱場建設工程-4

古写真8.5　北沢浮遊選鉱場建設工程-5

古写真8.6　北沢浮遊選鉱場建設工程-6

古写真8.7　北沢浮遊選鉱場建設工程-7


古写真8.8　北沢浮遊選鉱場建設工程-8

古写真8.9　北沢浮遊選鉱場建設工程-9

古写真8.10　北沢浮遊選鉱場建設工程-10

古写真8.11　北沢浮遊選鉱場建設工程-11

古写真8.12　北沢浮遊選鉱場建設工程-12

古写真8.13　北沢浮遊選鉱場建設工程-13

古写真8.14　北沢浮遊選鉱場建設工程-14

古写真8.15　北沢浮遊選鉱場建設工程-15
[一一·一〇·三〇　八·三〇AM]

古写真8.16　北沢浮遊選鉱場建設工程-16

古写真8.17　北沢浮遊選鉱場建設工程-17

古写真8.18　北沢浮遊選鉱場建設工程-18

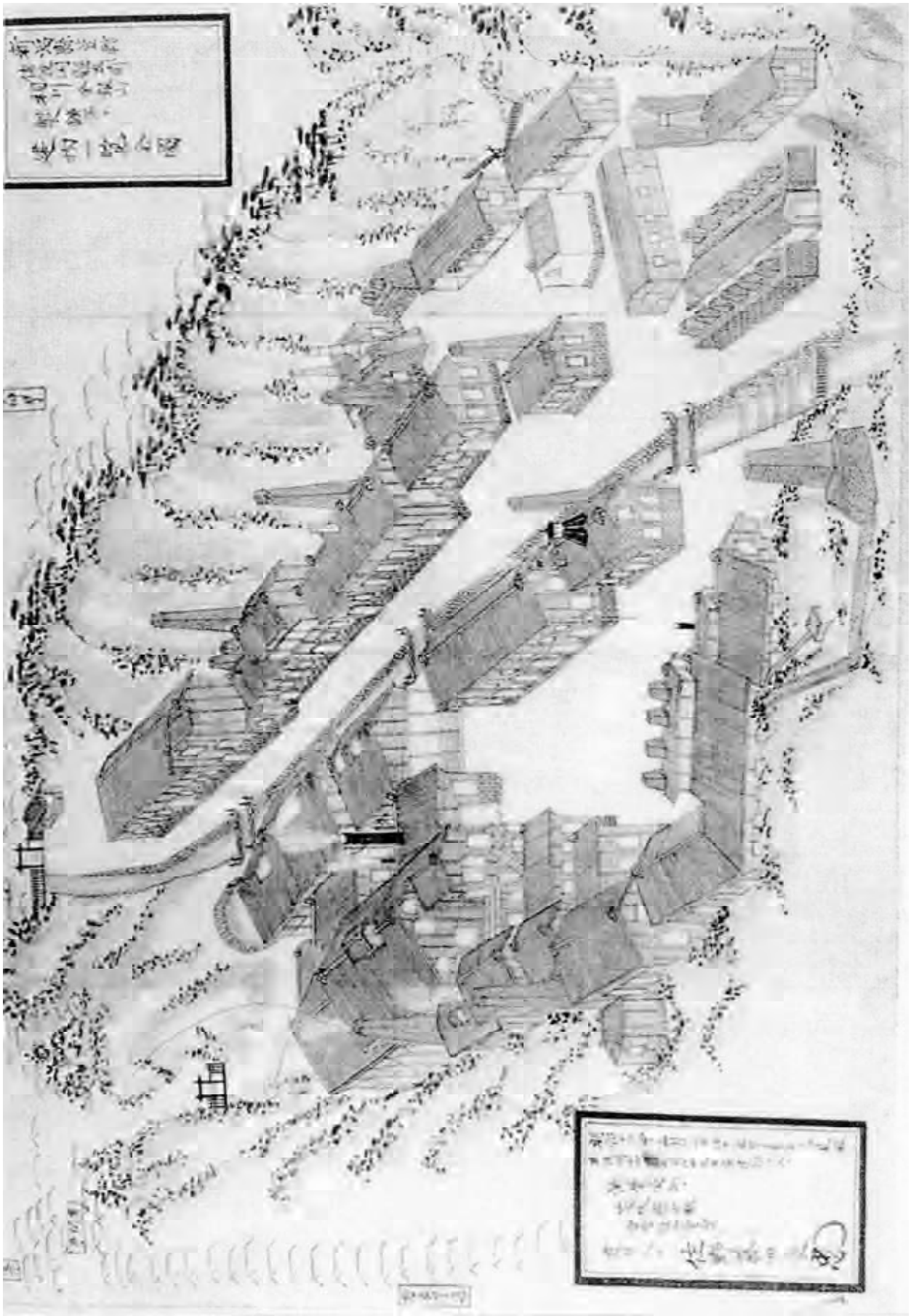
古写真8.19　北沢浮遊選鉱場建設工程-19

古写真8.20　北沢浮遊選鉱場建設工程-20
[12-1-31]

古写真8.21　北沢浮遊選鉱場建設工程-21

古写真8.22　北沢浮遊選鉱場建設工程-22

3. 資料絵図



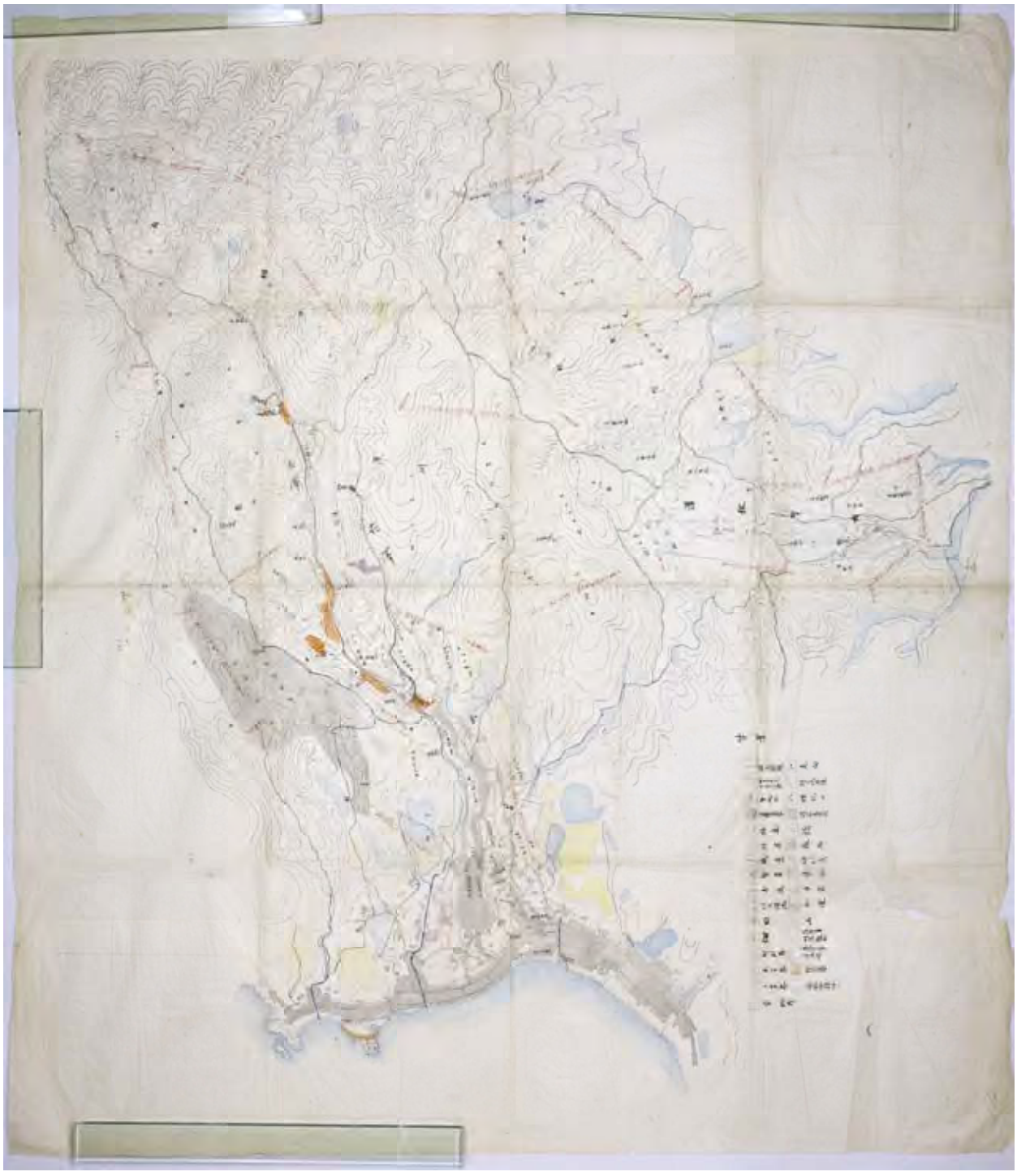
絵図1　「新潟県管轄佐渡国雑太郡相川金銀山製錬所建物一覧全図」[明治12･1879年～明治14･1881年頃]

絵図2 「御料佐渡鑛山製錬所之圖」[明治23・1890年5月]

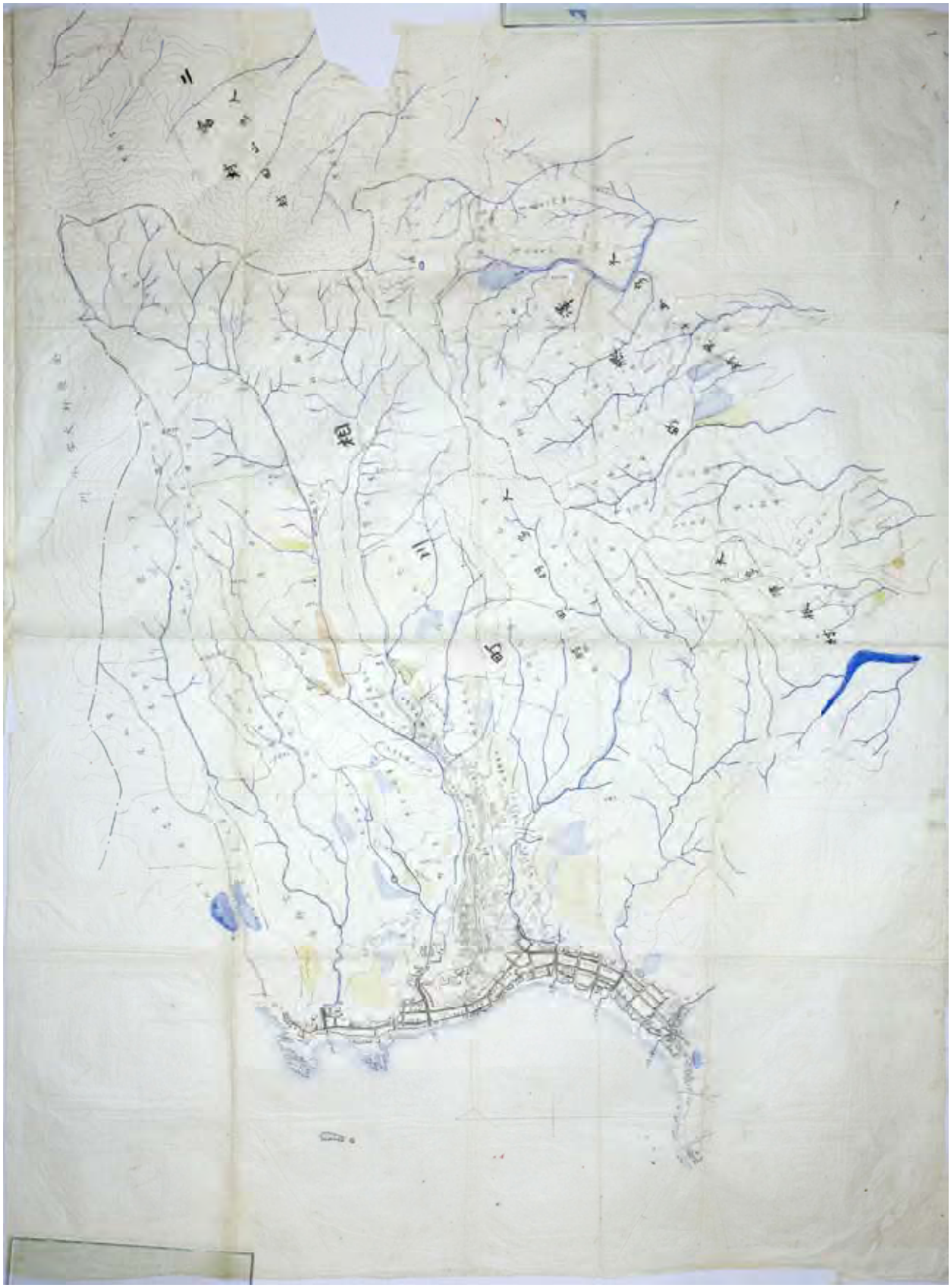
4. 資料図面(地形図、配置図等)

資料図面　例言

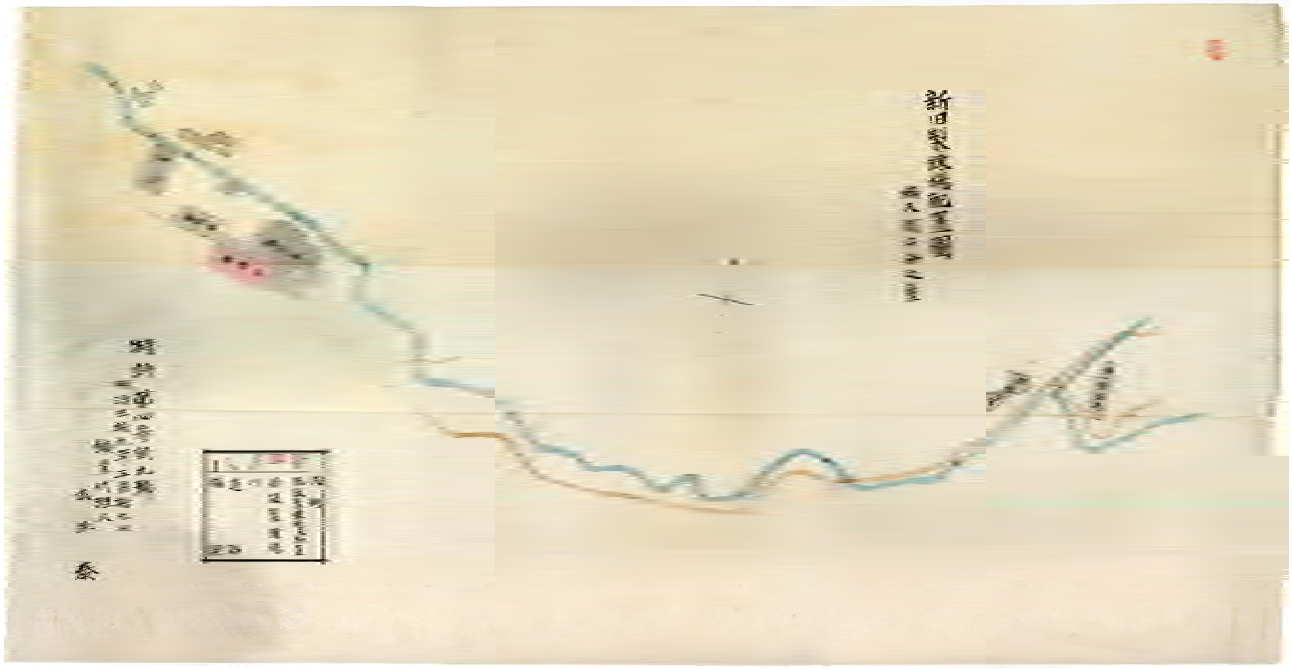
・本報告書に掲載した資料図面は「佐渡鉱山関係施設等設計図」(新潟県指定文化財)を始めとする㈱ゴールデン佐渡所蔵の提供資料とする。
・各図面の表題は、紙面の記述を「　」書きとした。表題の記述が無いものは、図面の内容・目的等を示す便宜上の表題を付した。
・文書等に添付されていた図面は、添付元の資料名を図面表題の後に『　』書きで付した。
・図面・文書共に年号の記述があるものは、表題の後に[　]で記した。
・紙面に年号の記述が無い図面は、図面が示す建造物・機械類の配置等から年代を推測し、(　)書きで記した。
・なお、図面類は写図(トレース)の可能性も否定できないため、(　)書きの年号は必ずしも図面本体の作図年代とは限らない。



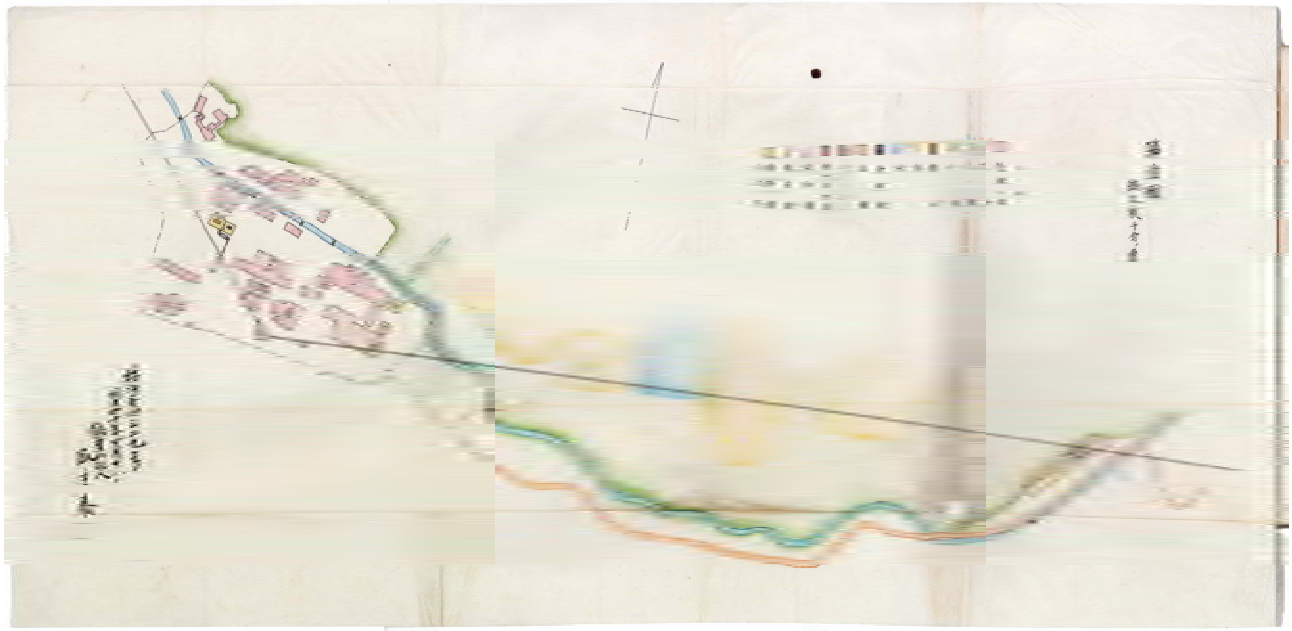
図面1　相川町地形図(明治時代後期～大正時代初期)



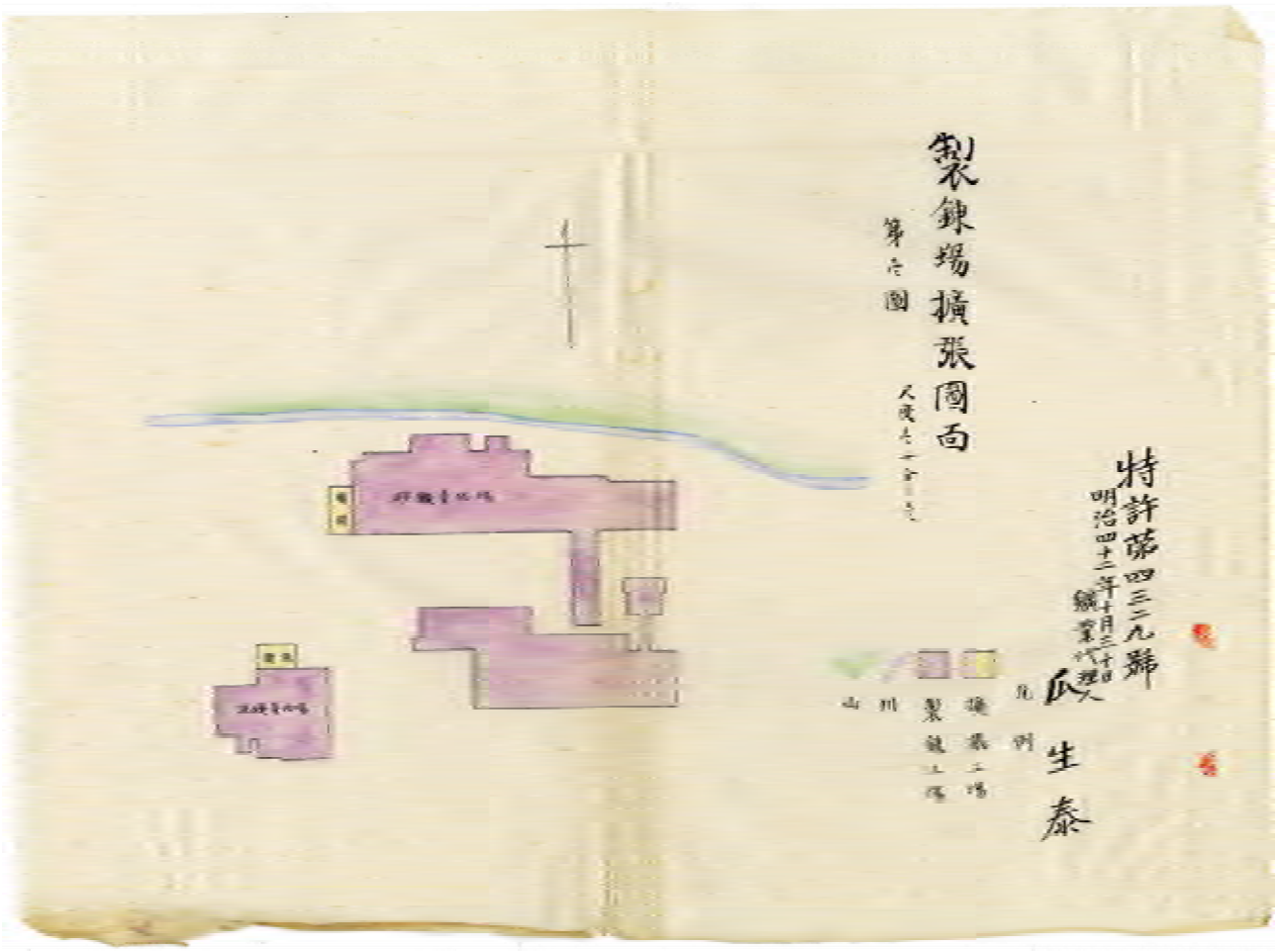
図面2　相川町地形図（明治時代後期～大正時代初期）



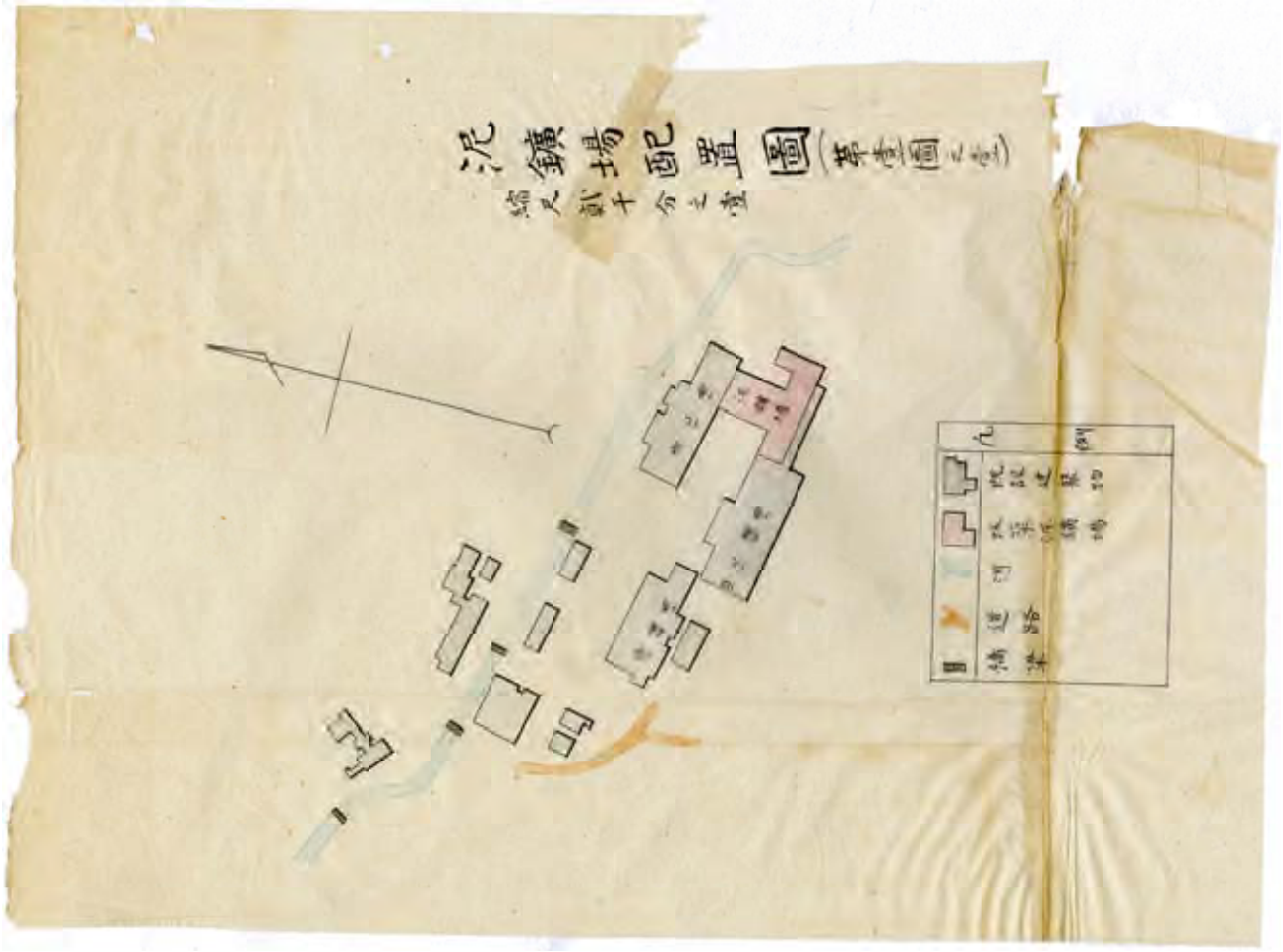
図面3 「新旧製錬場配置図」[明治39(1906)年3月]



図面4 北沢火力発電所新設･製錬場増築図 [明治40(1907)年4月]
『製錬場増設及原動装置新設届補修』[明治40(1907)年4月]に添付



図面5 「製錬場擴張圖面」[明治42(1909)年10月] 『製錬場拡張恩届』[明治42(1909)年10月]に添付

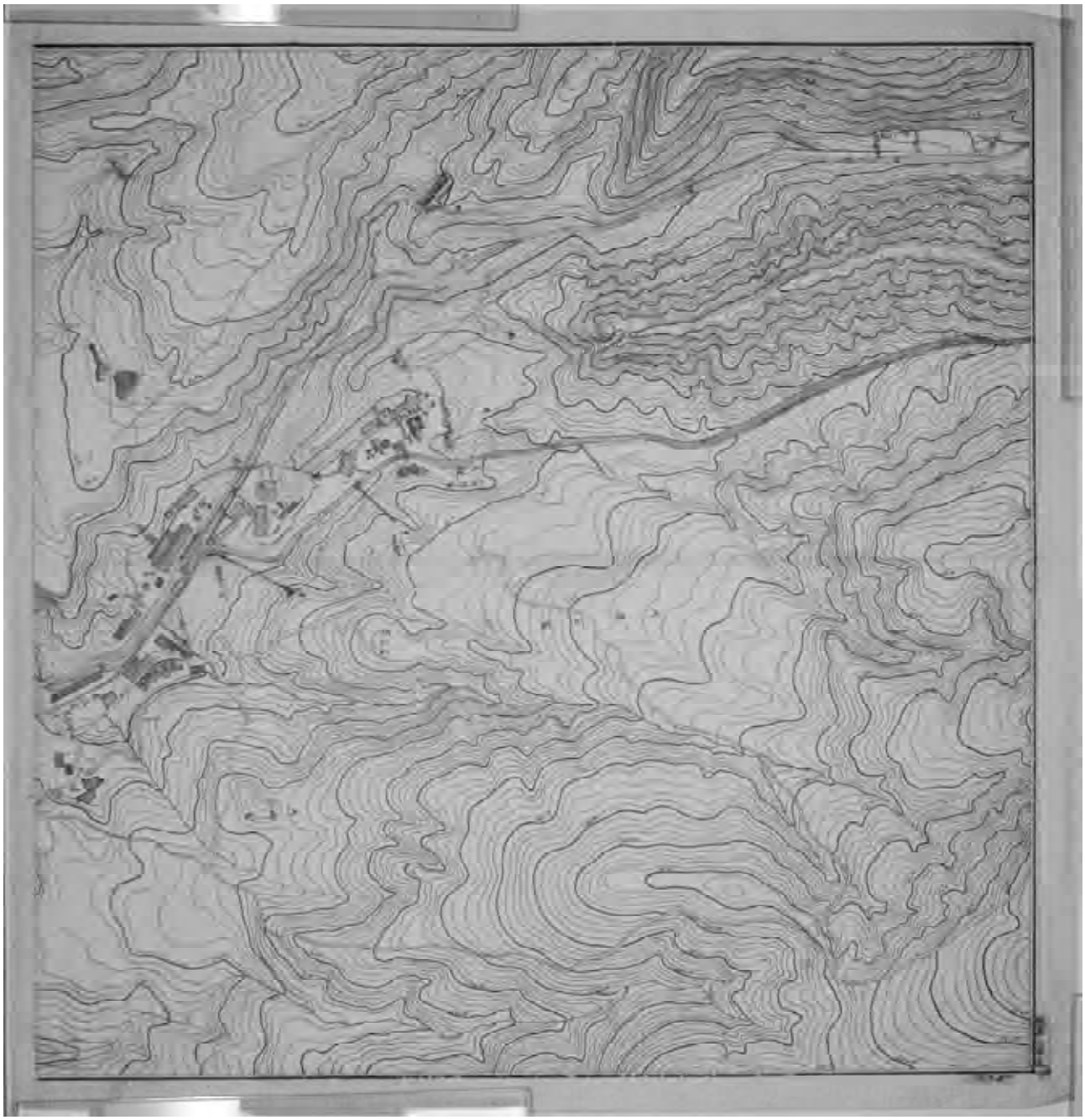


図面6 「泥鑛場配置圖」 『青化製錬工場改築御届』[明治45(1912)年6月]に添付

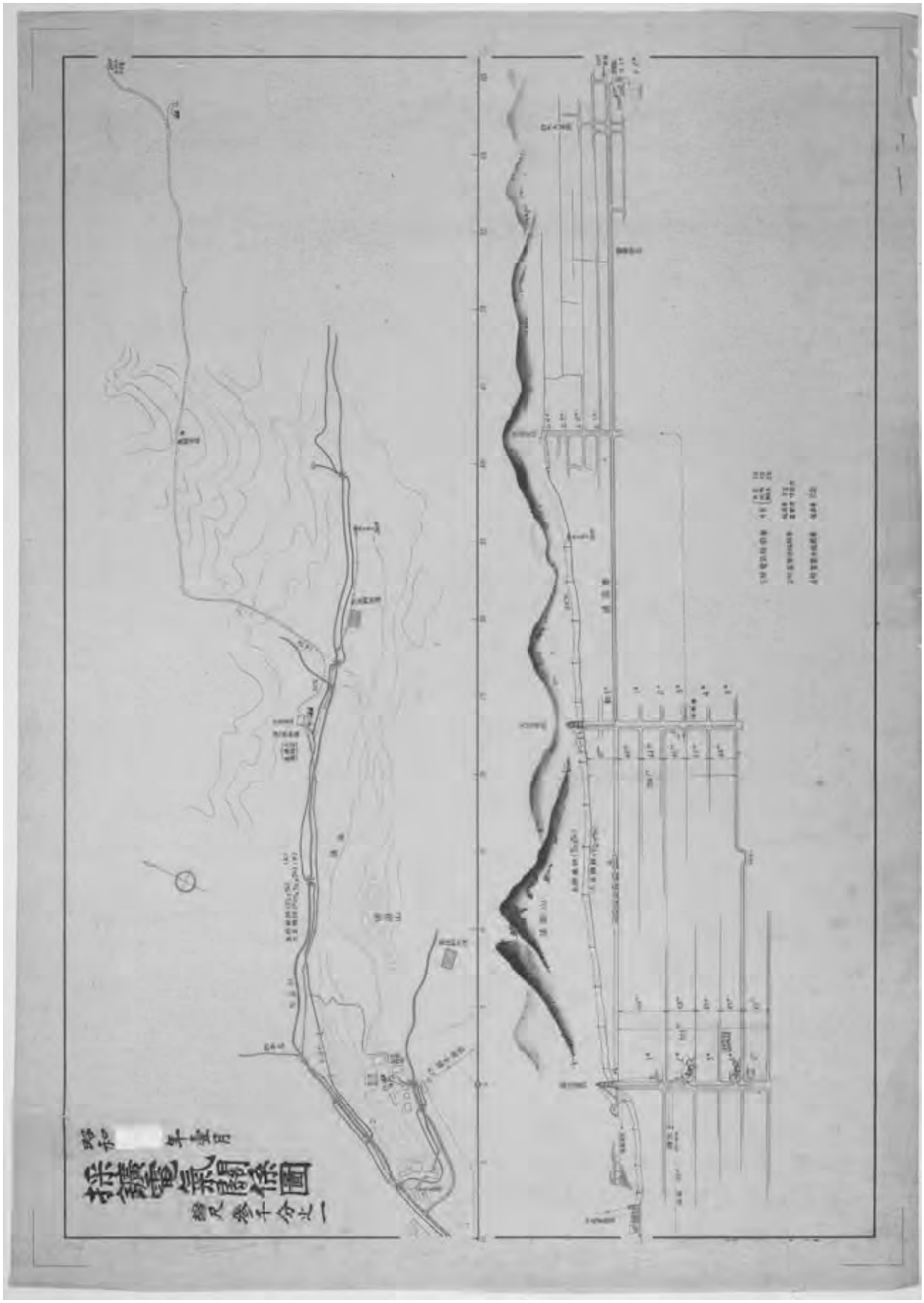
図面7 「相川町大字下戸炭屋濱町 外拾貳大字砂金採取願地實測圖」[明治32(1899)年2月]

図面8 「相川町地形圖」(昭和13･1938年～昭和15･1940年頃)

図面9 「相川町地形地図」(昭和13・1938年～昭和15・1940年頃)

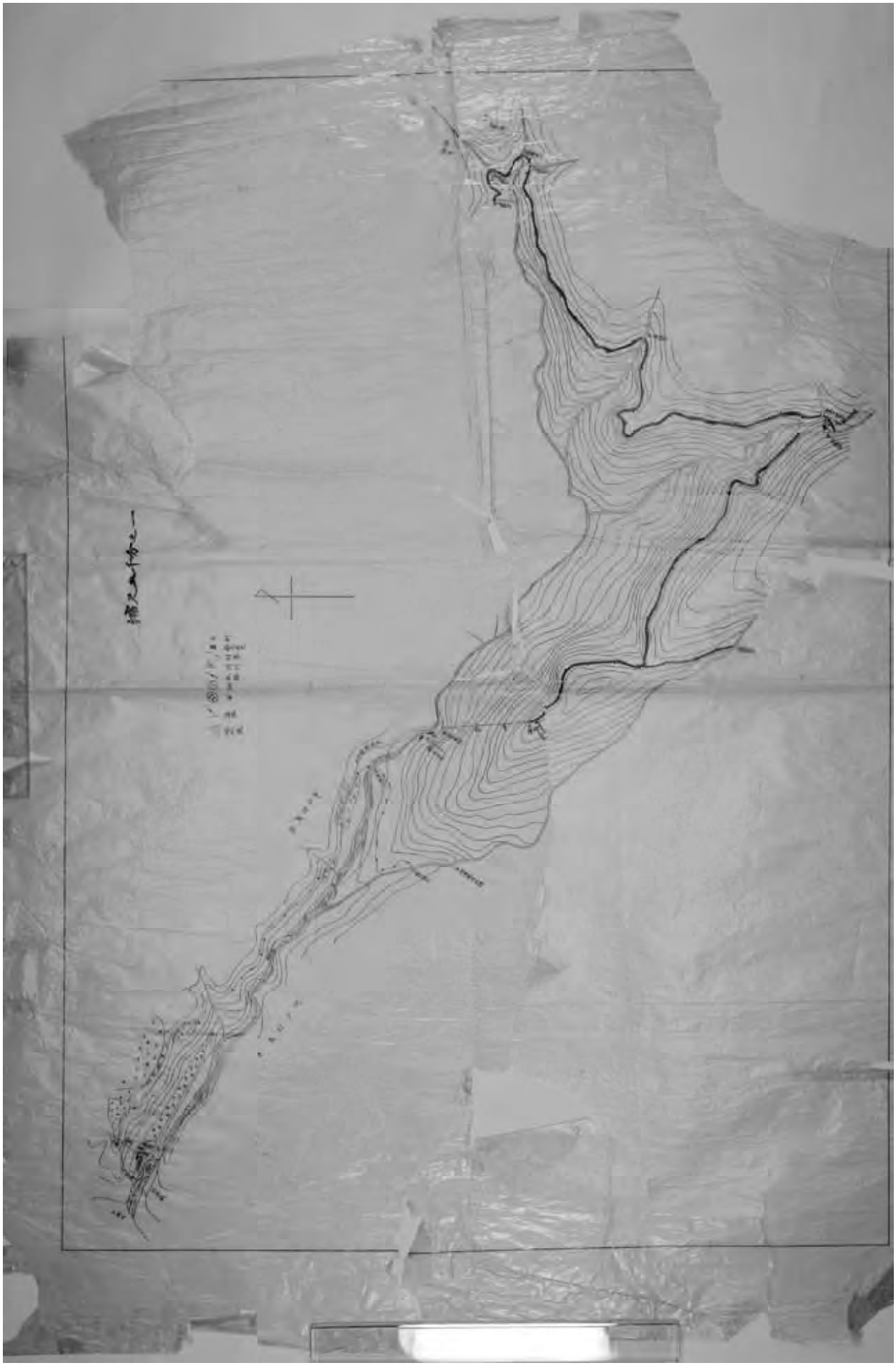


図面10　相川町地形図[昭和14(1939)年9月]

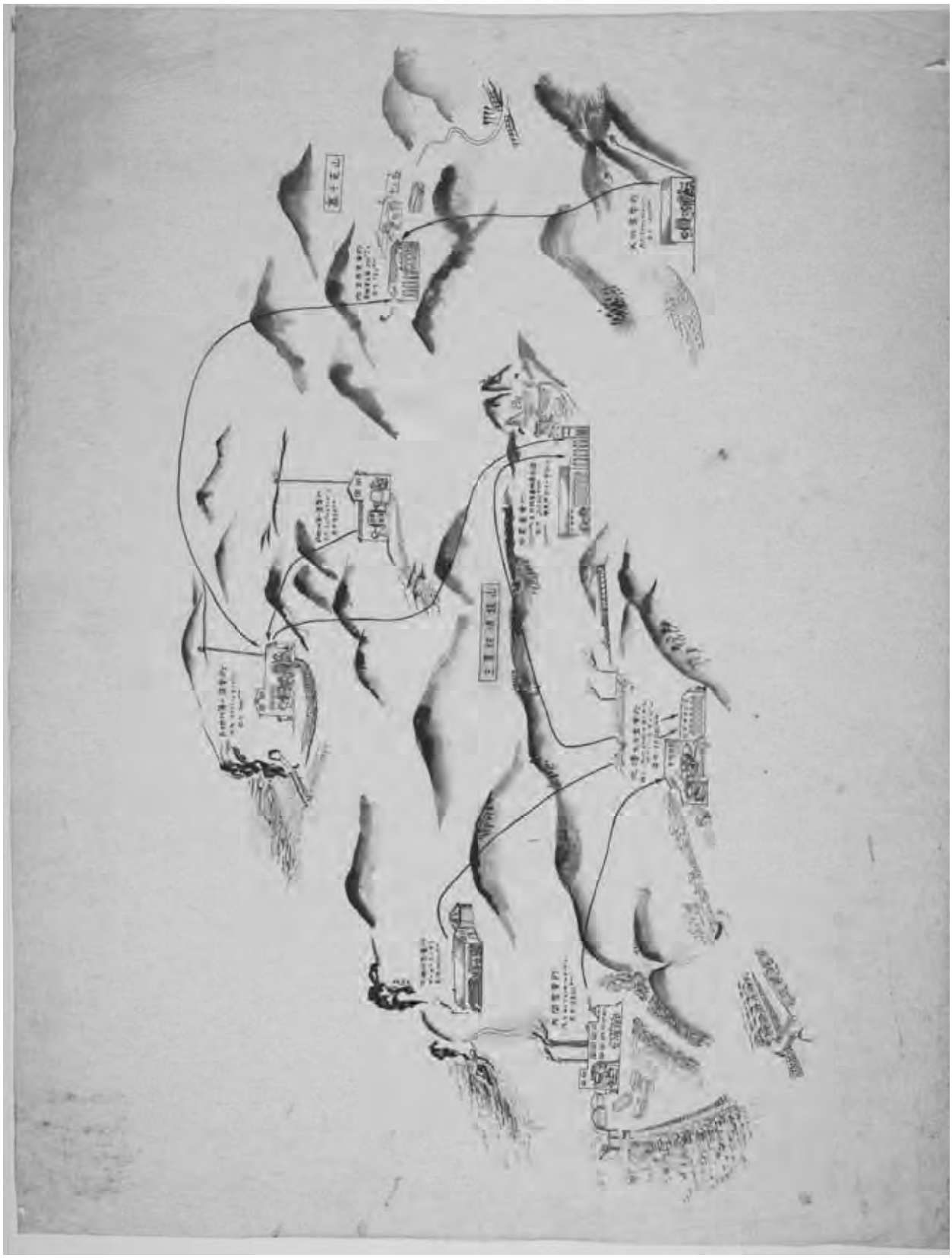


図面11 「採鑛電氣關係圖」[昭和□年1月]

図面12 「佐渡鉱業所 構内配電線路」[昭和16(1941)年1月]



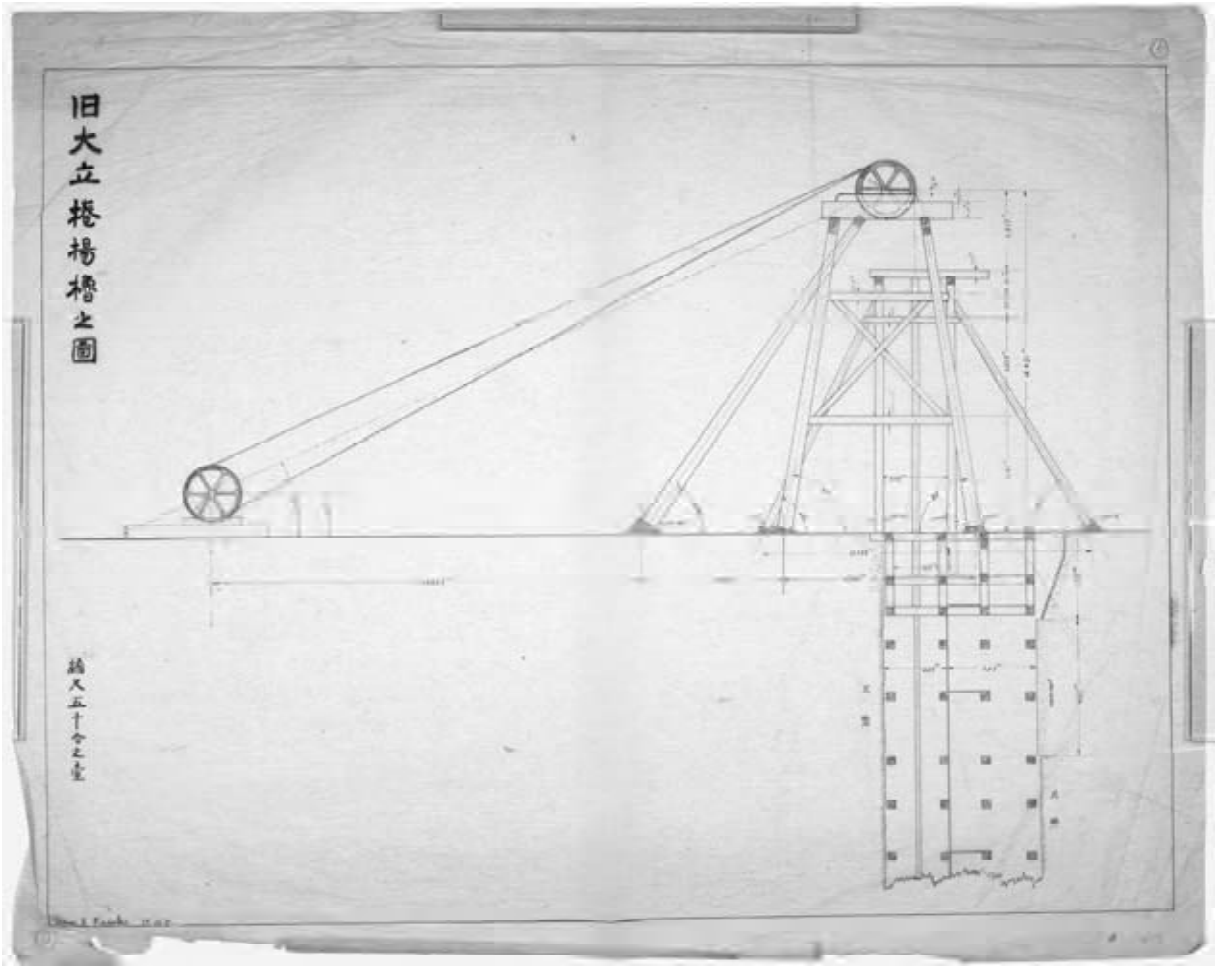
図面13　戸地川流域地形図及び戸地川第一・第二発電所位置図(大正8・1919年以降)



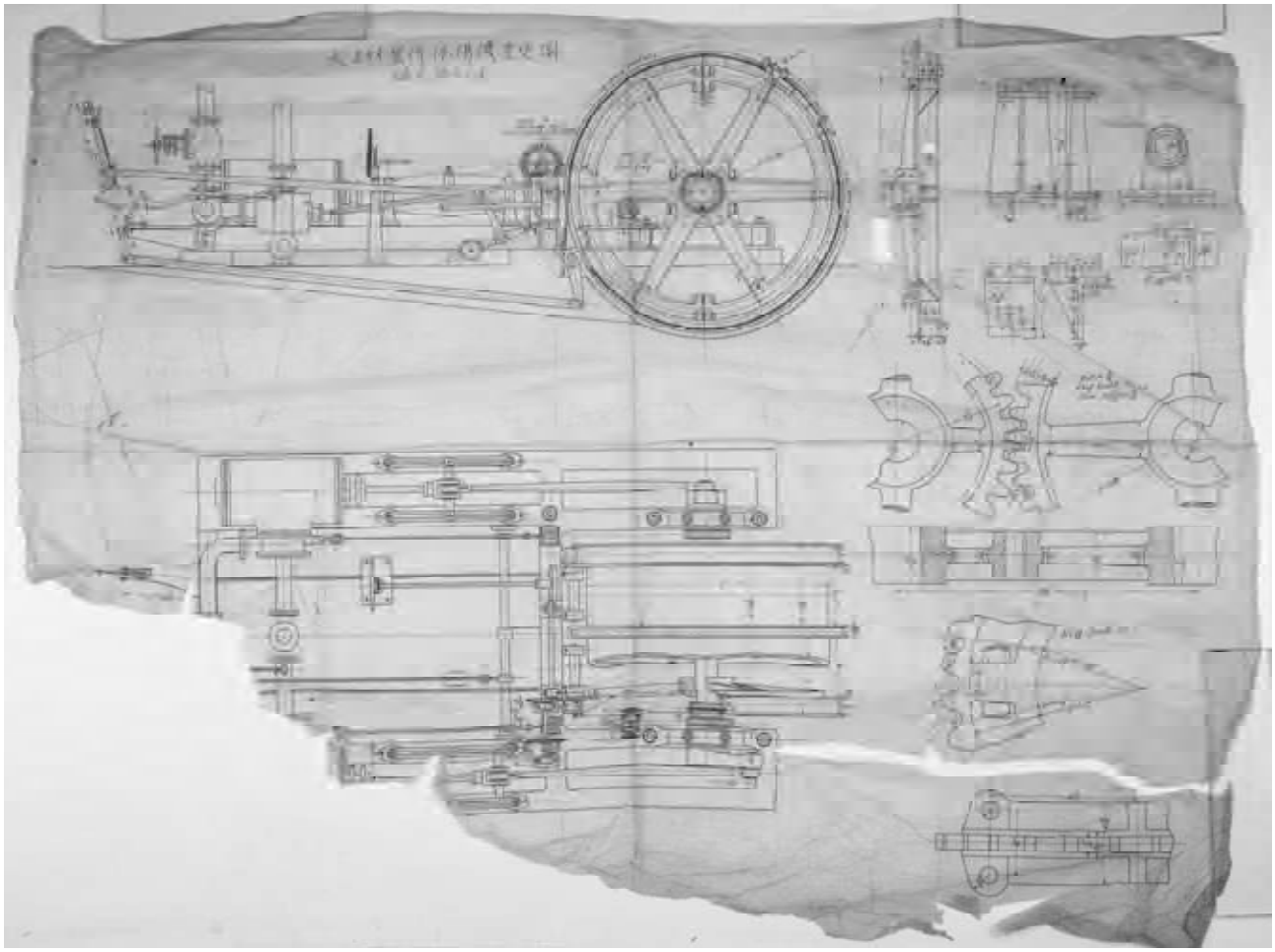
図面14　佐渡鉱山発電関係施設図(昭和15･1940年以降)

5. 資料図面(建造物･設備関連等)

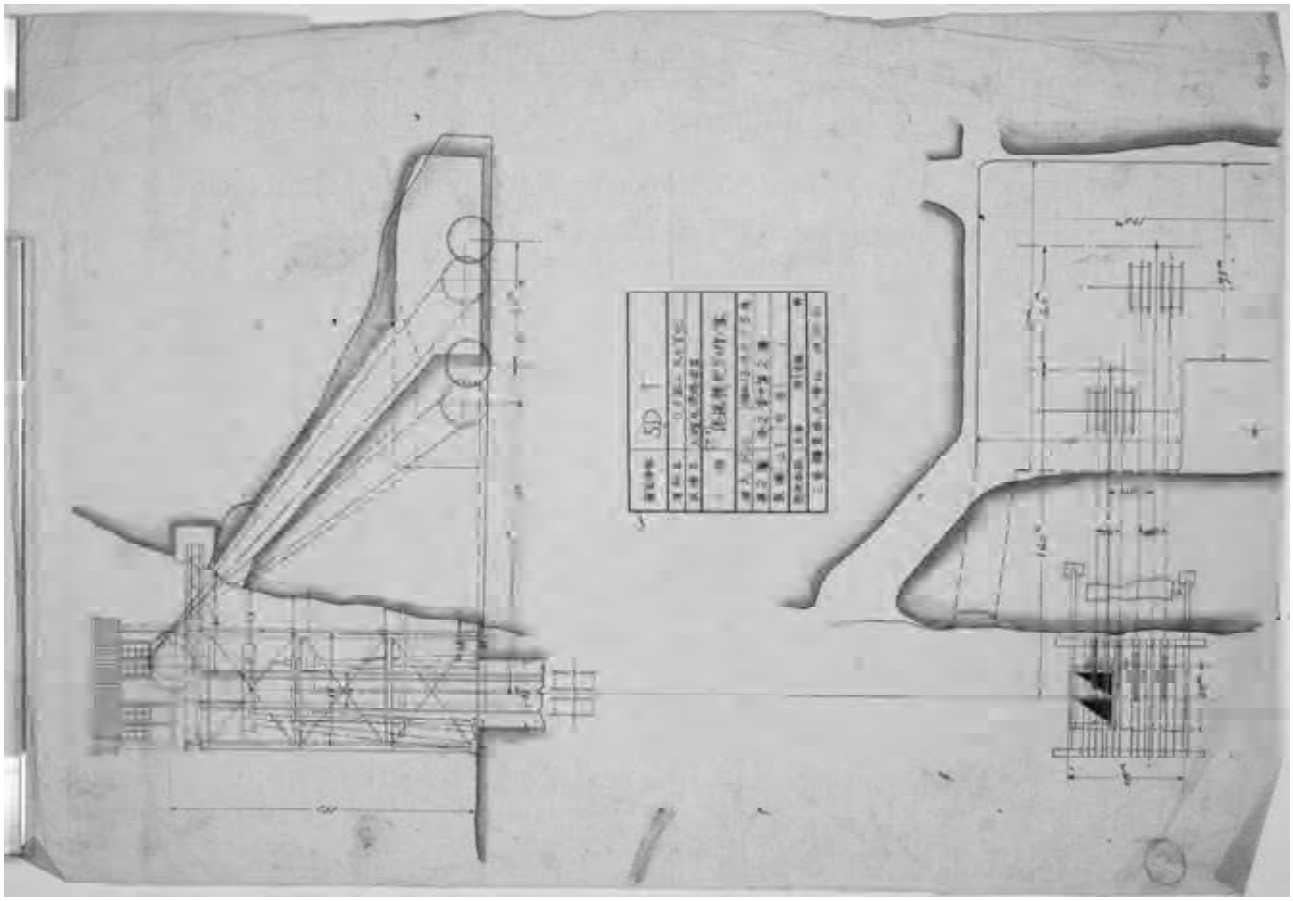
5. 資料図面(建造物･設備関連等)



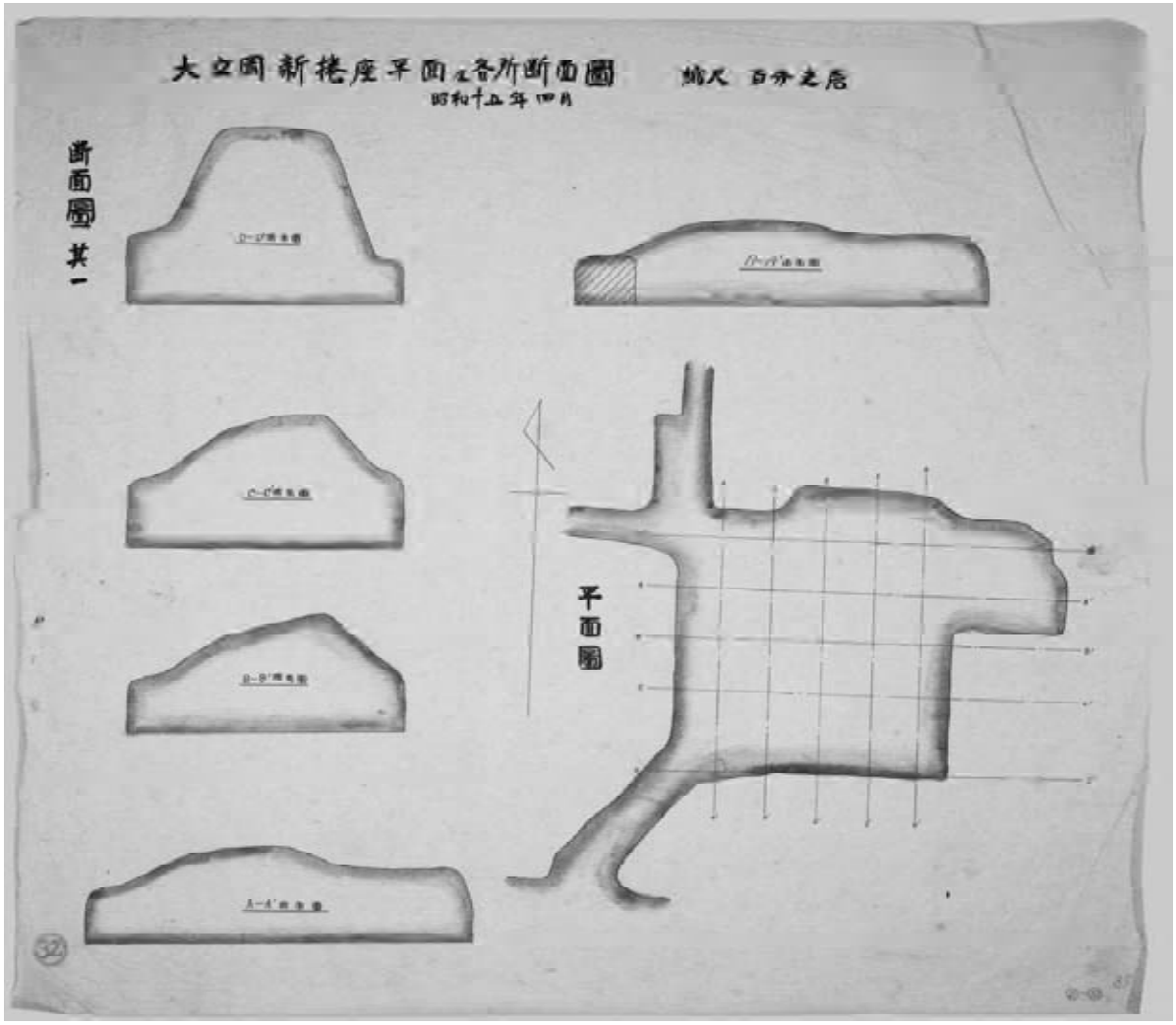
図面1.1 「旧大立捲揚櫓之圖」[昭和17(1942)年10月]



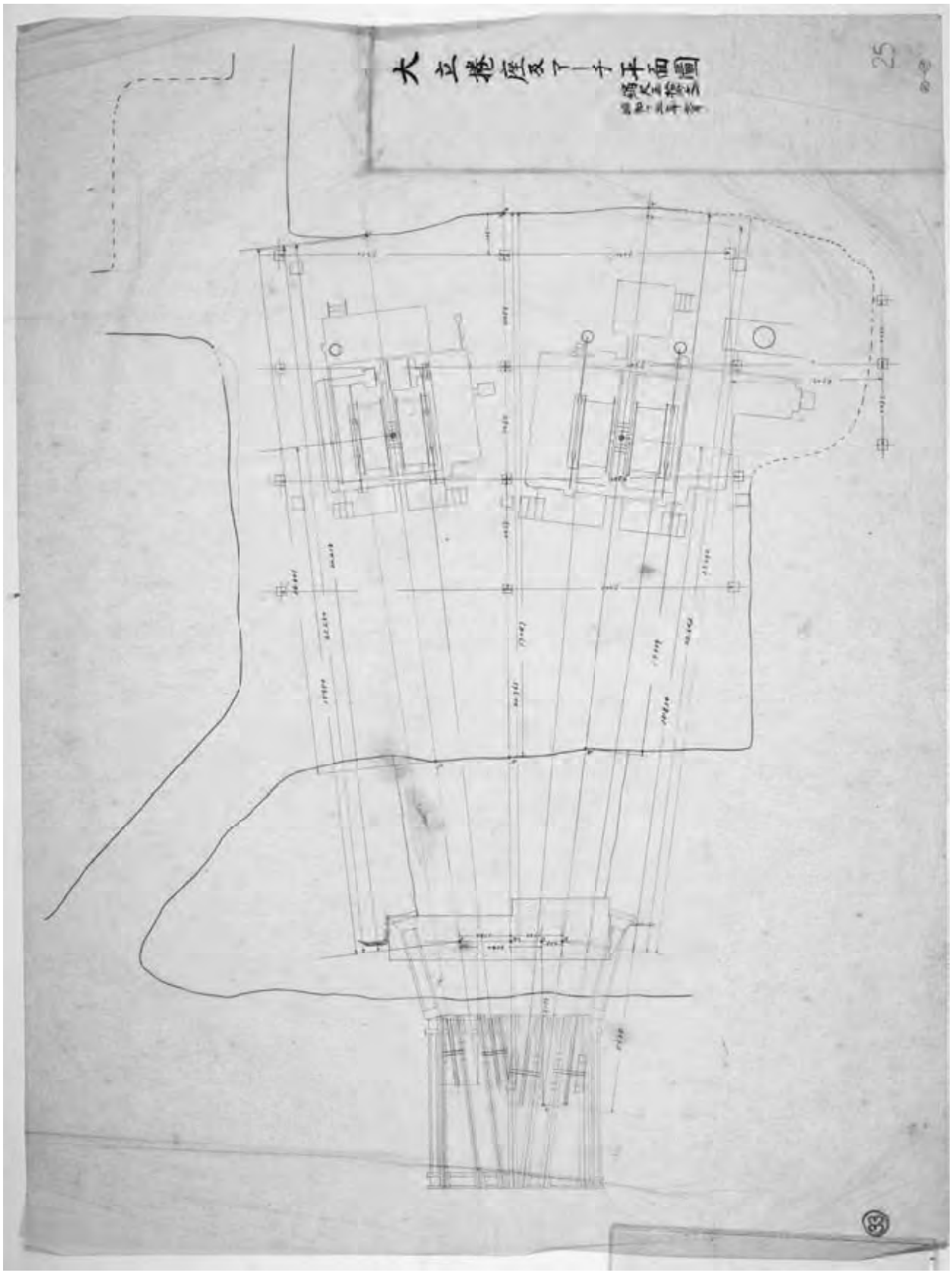
図面1.2 「大立坑蒸汽捲揚機変更圖」(明治43･1910年以前か)



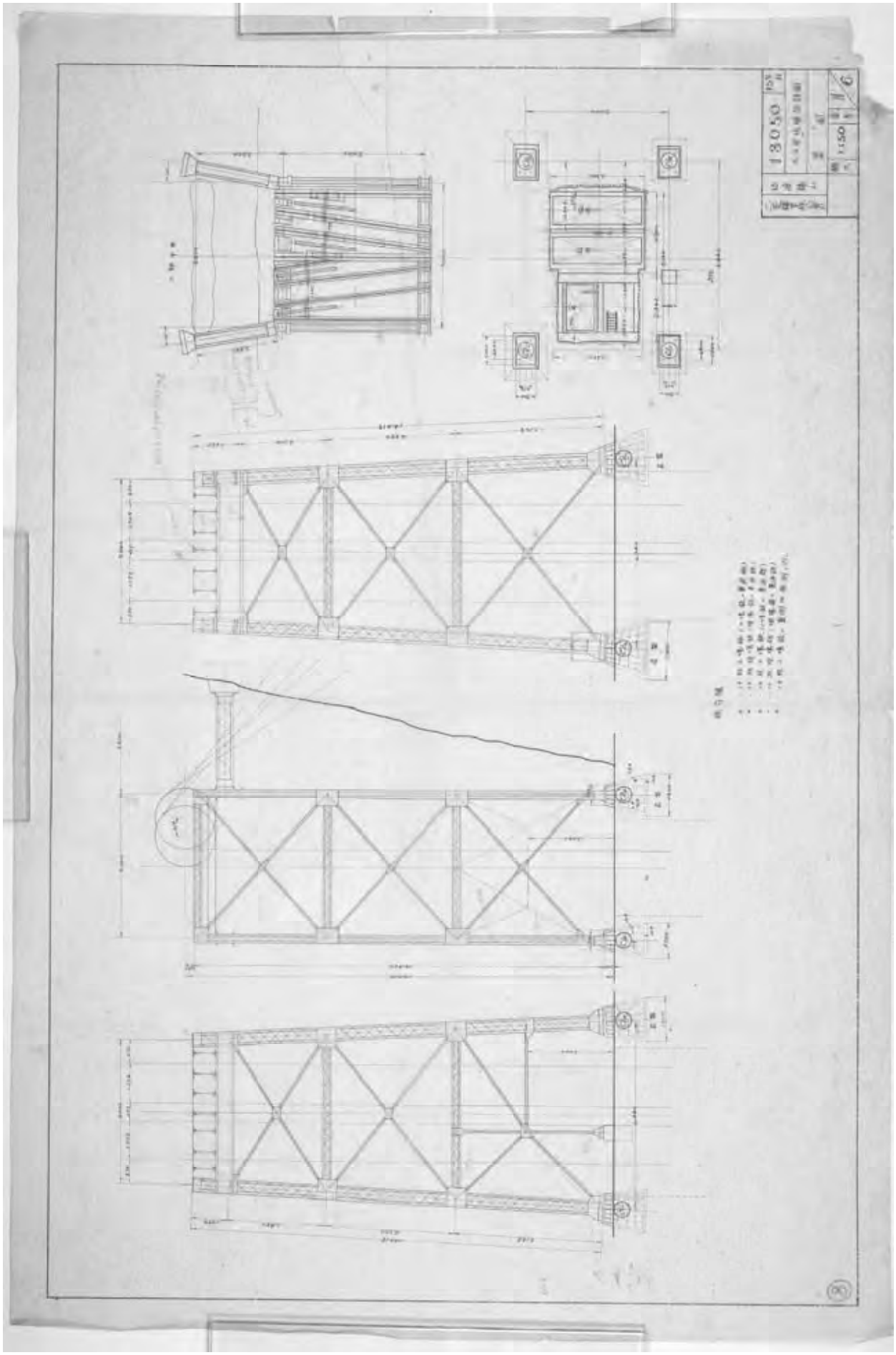
図面1.3 「佐渡鉱山大立竪坑 大立竪坑捲揚装置 (第二)配置又櫓ノ案」[昭和13(1938)年8月]



図面1.4 「大竪坑新捲座平面及各所断面圖」[昭和15(1940)年4月]

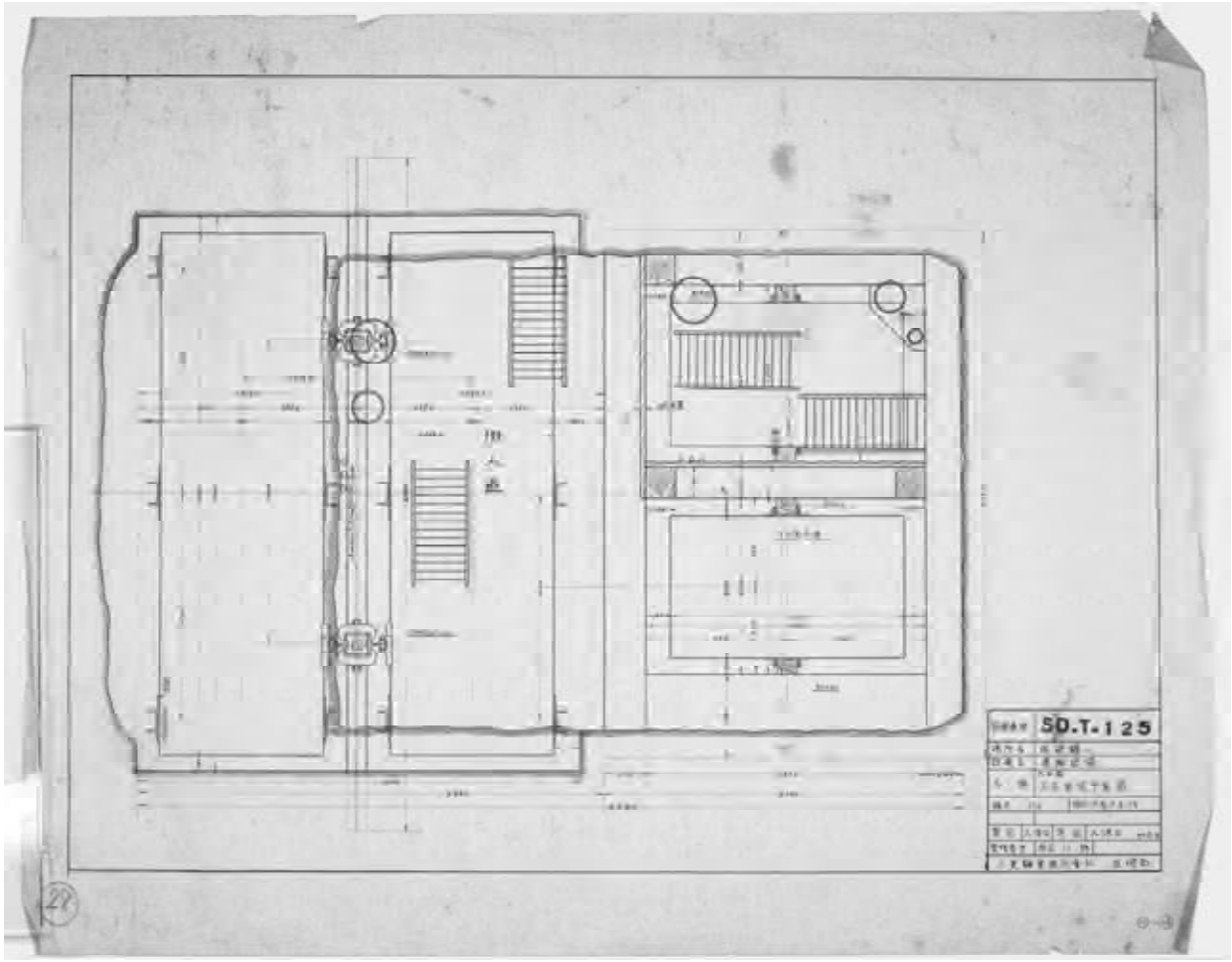


図面1.5 「大立捲座及アーチ平面圖」[昭和15(1940)年6月]

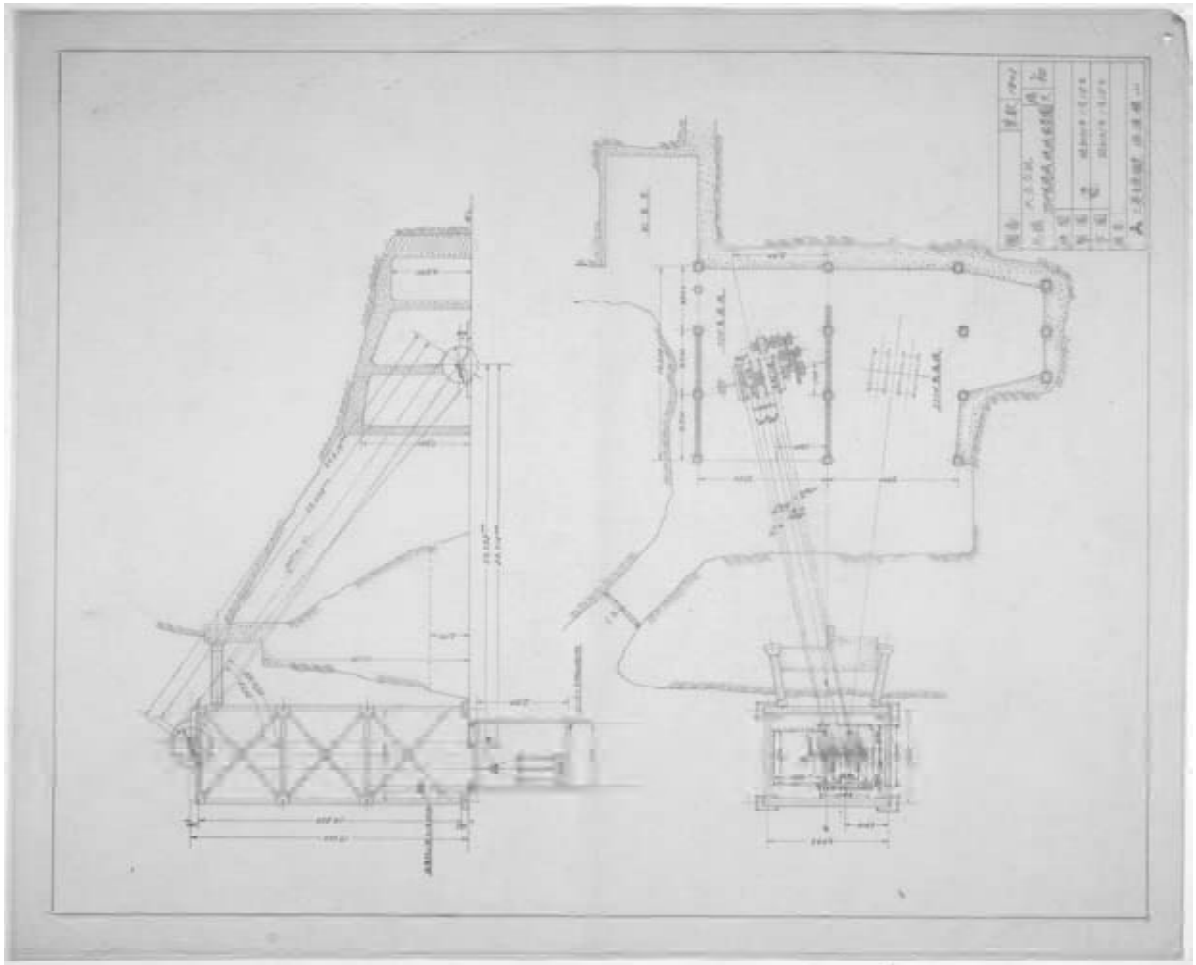


図面1.6 「大立竪坑櫓設計圖」[昭和15(1940)年]

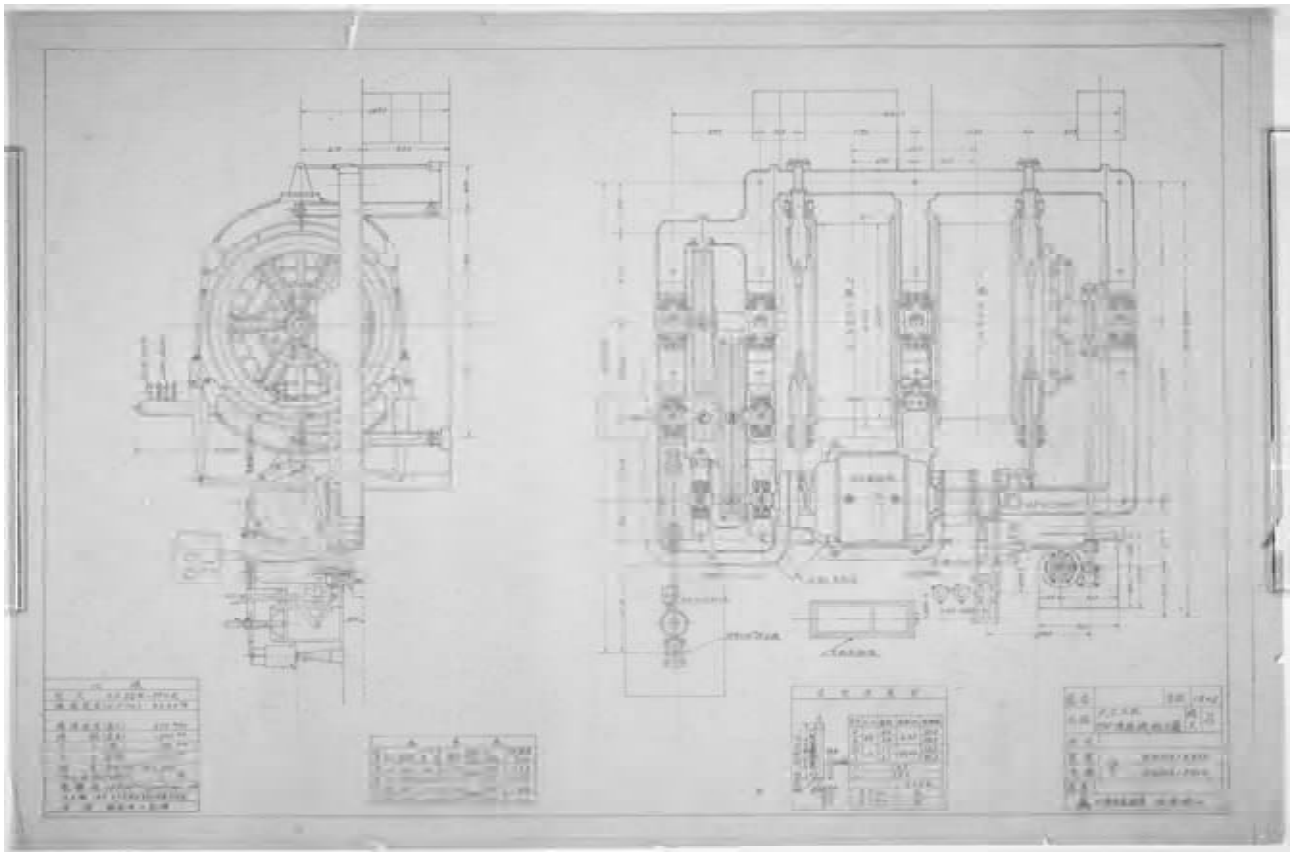
5. 資料図面(建造物･設備関連等)



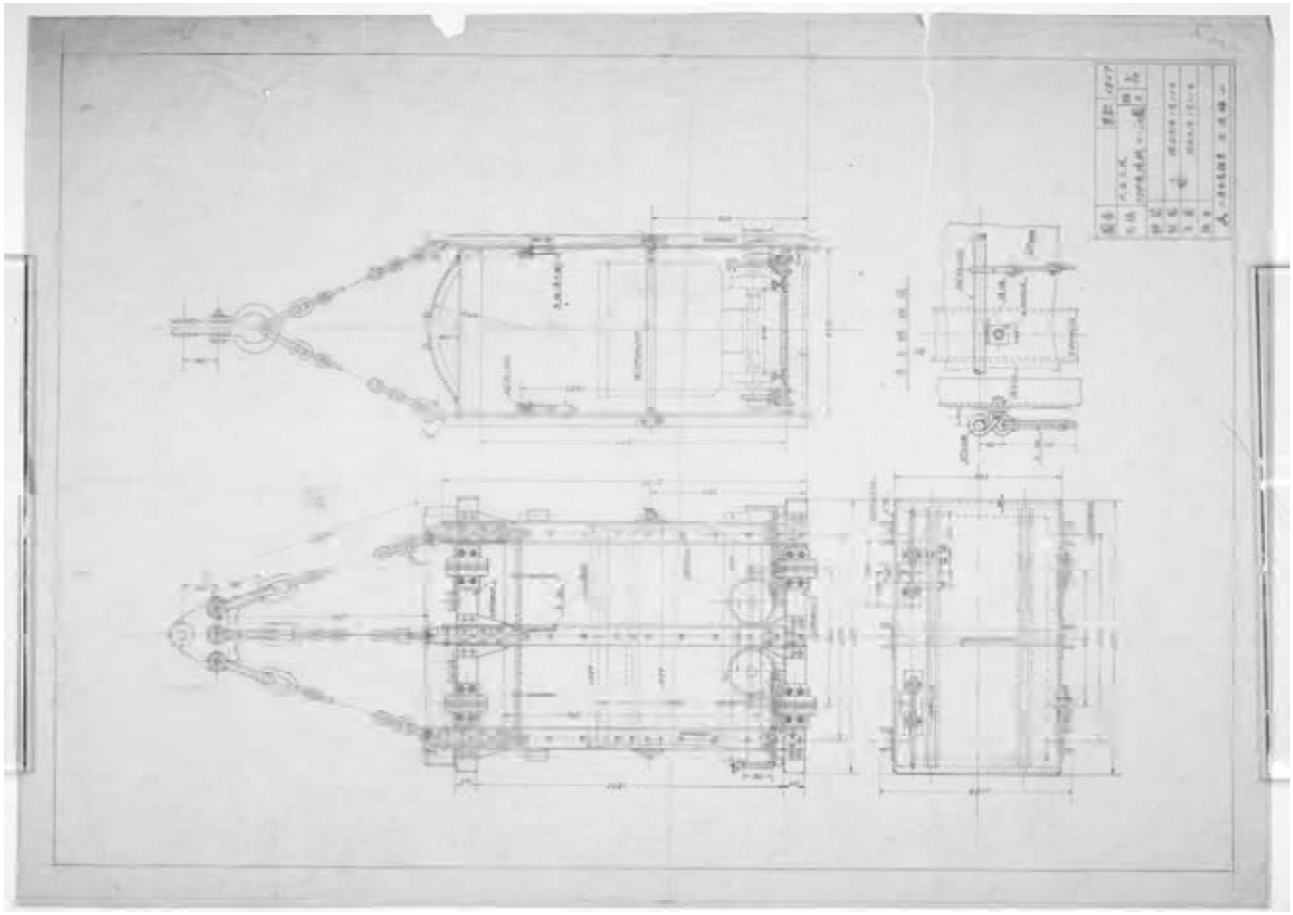
図面1.7 「佐渡鑛山 運搬設備 大立岡大立竪坑平面図」[昭和15(1940)年8月]



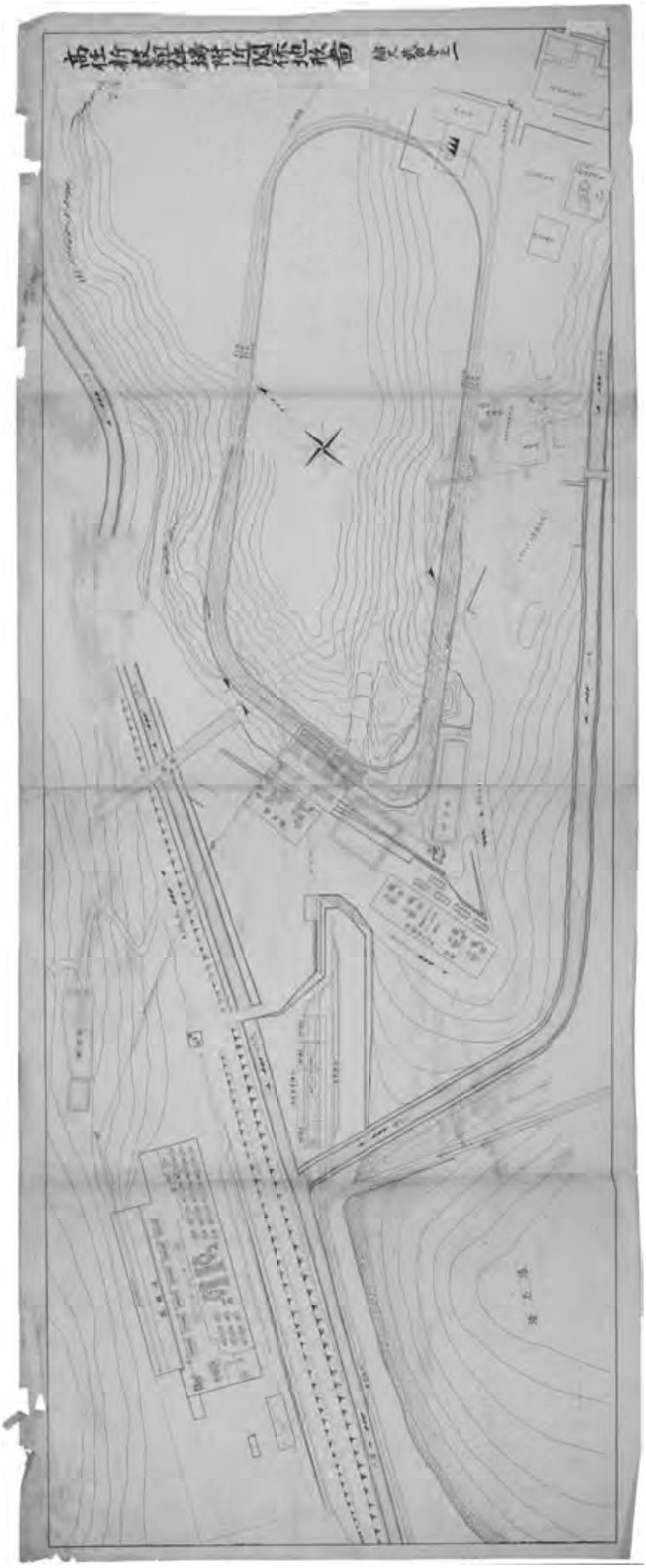
図面1.8 「大立竪坑 75HP捲揚機械装置圖」[昭和31(1956)年1月]



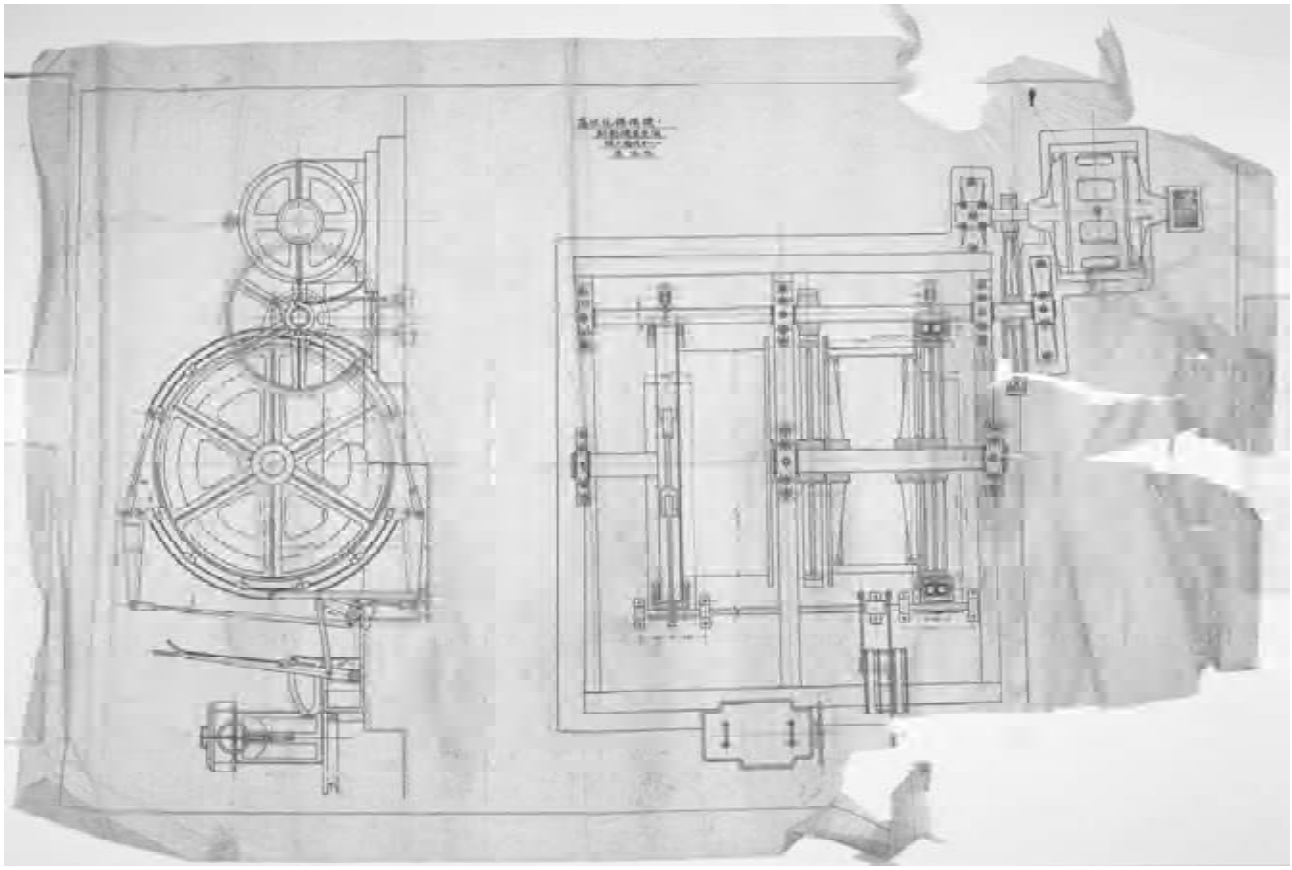
図面1.9 「大立竪坑 75HP捲揚機組立圖」[昭和31(1956)年1月]



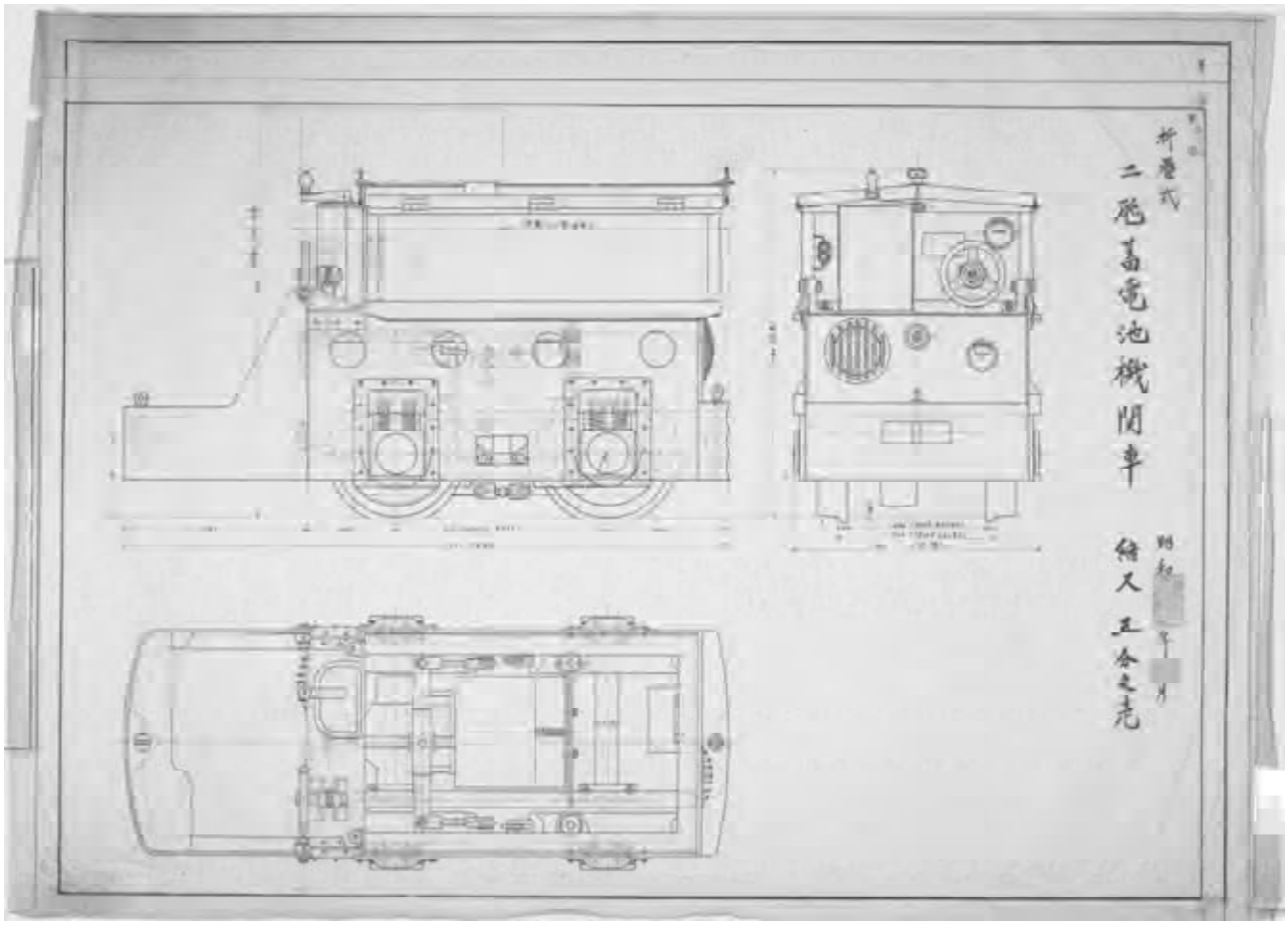
図面1.10 「大立竪坑 75HP巻揚機ケージ之圖」[昭和31(1956)年1月]



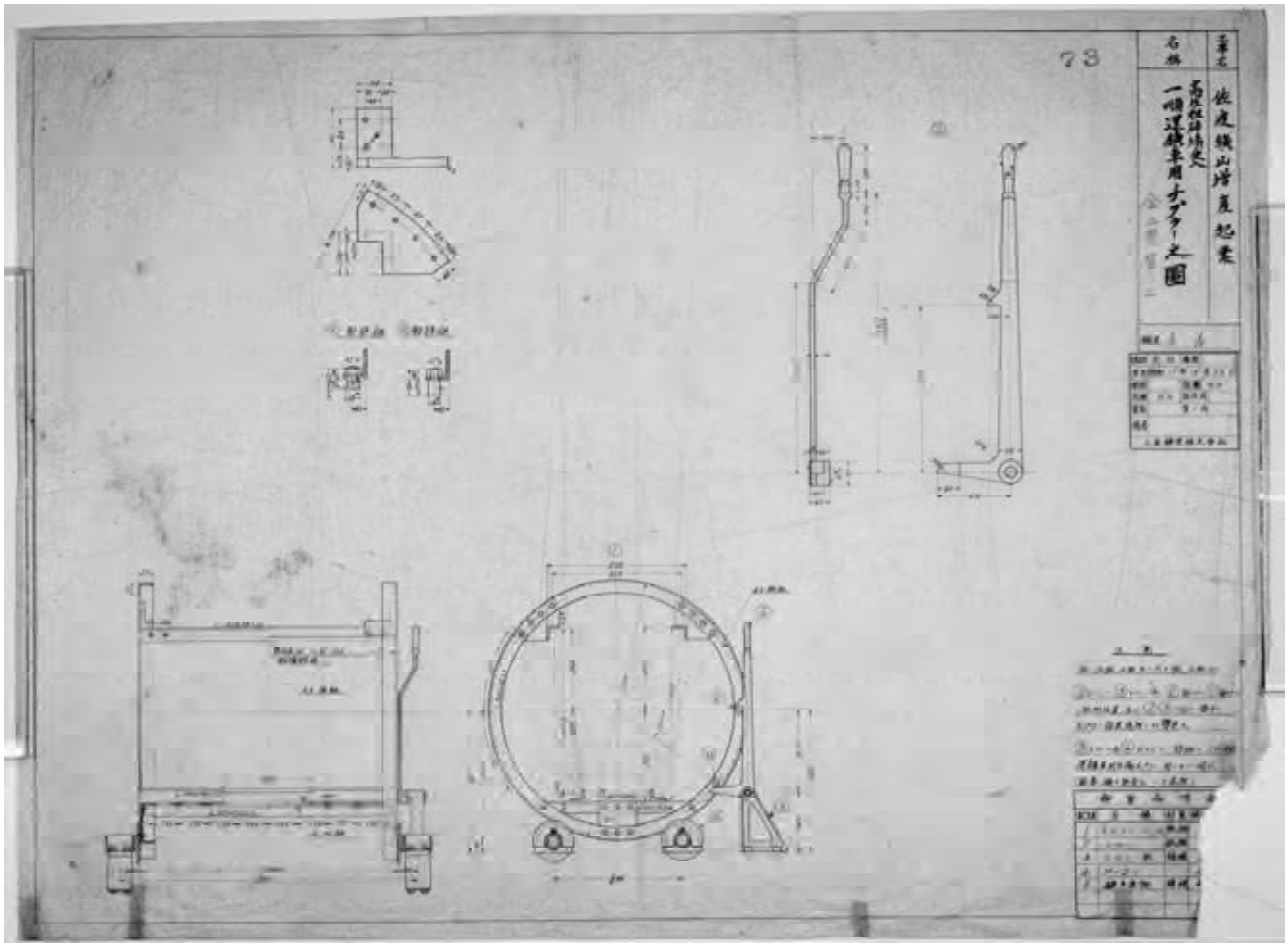
図面 2.1 「高任新設粗砕場附近関係地形圖」(昭和13･1938年～昭和15･1940年頃)



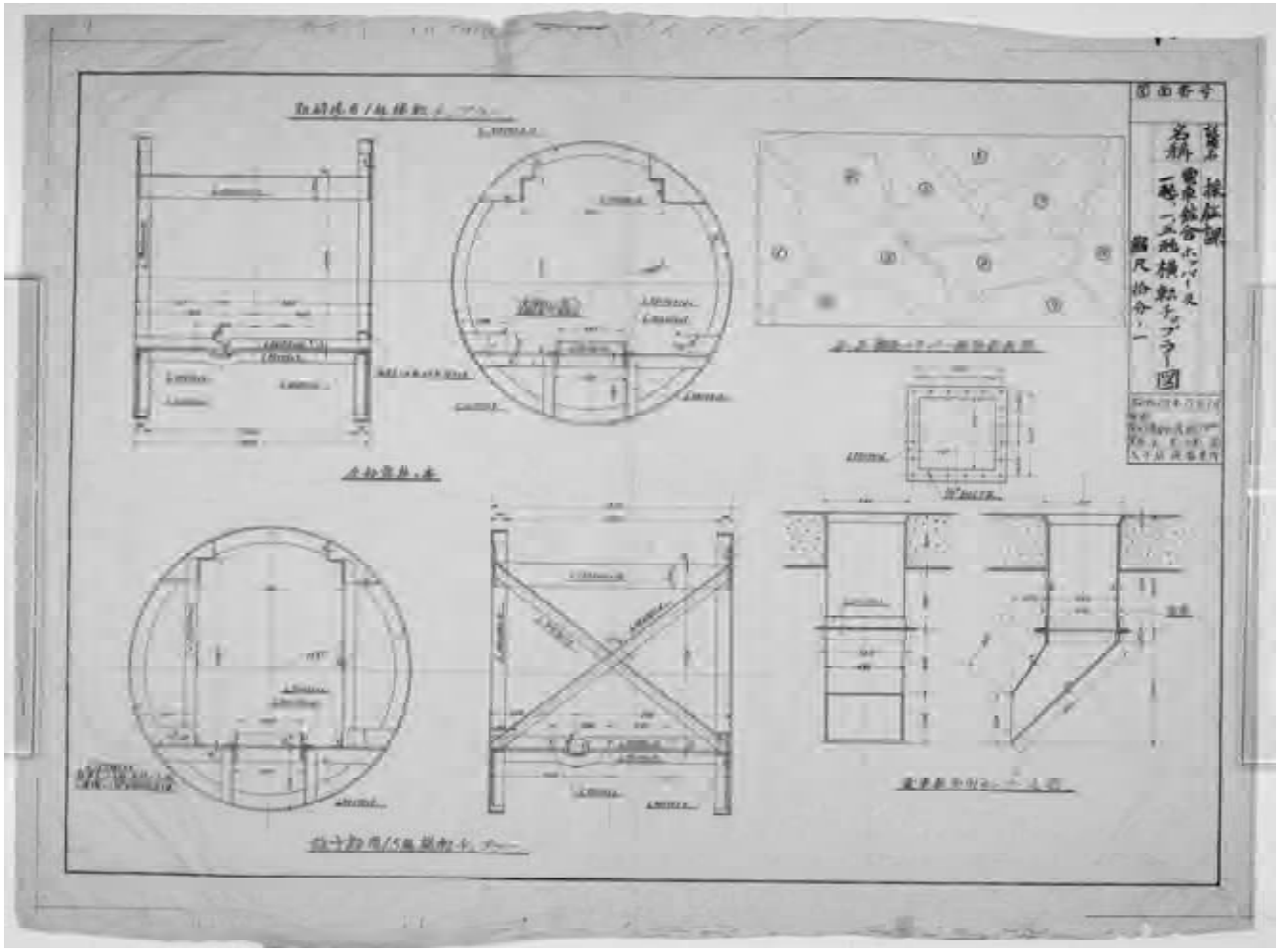
図面2.2 「高任坑捲揚機制動機変更図」(大正時代以降か)



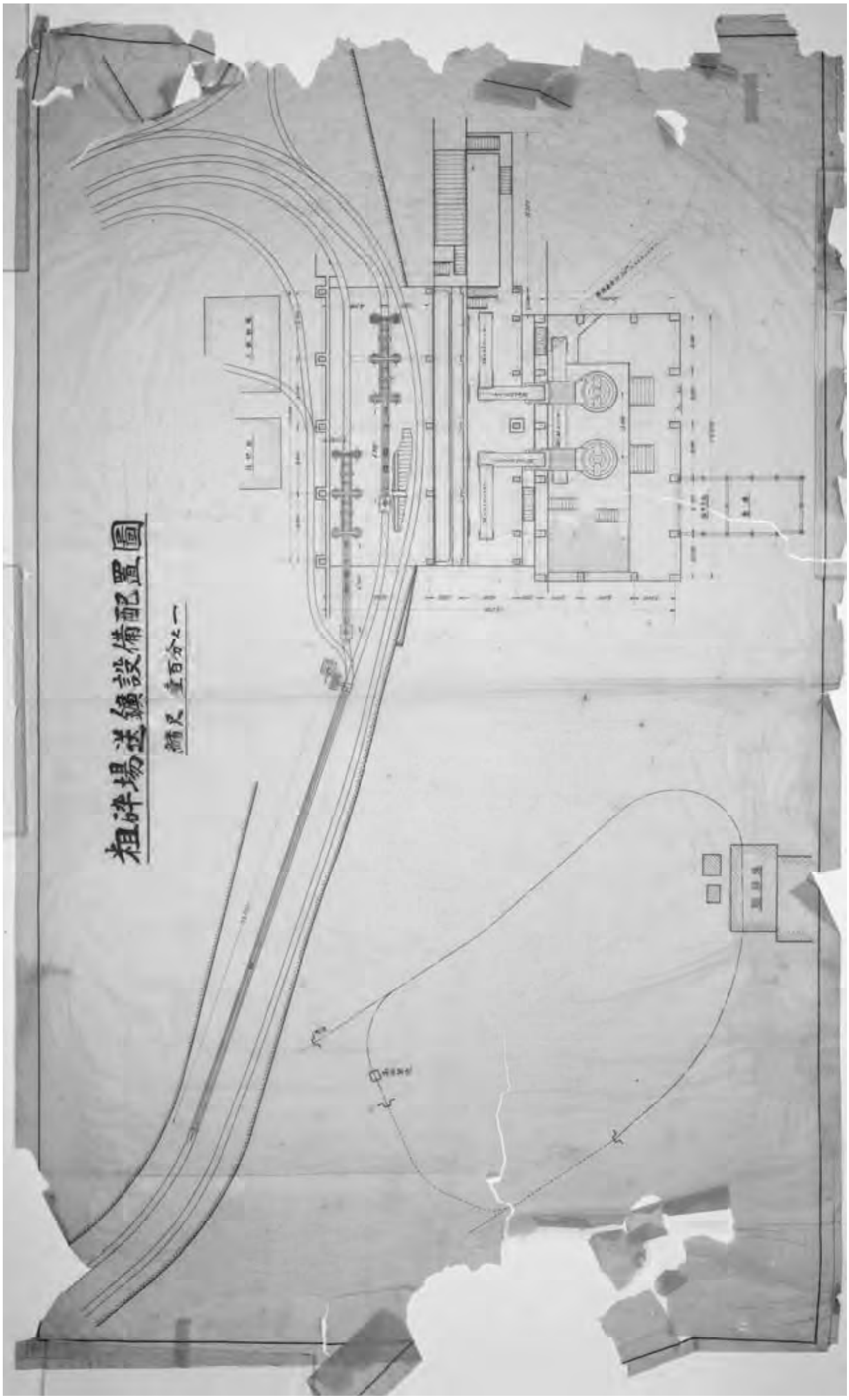
図面2.3 「折畳式二瓲蓄電池機関車」[昭和□年□月]



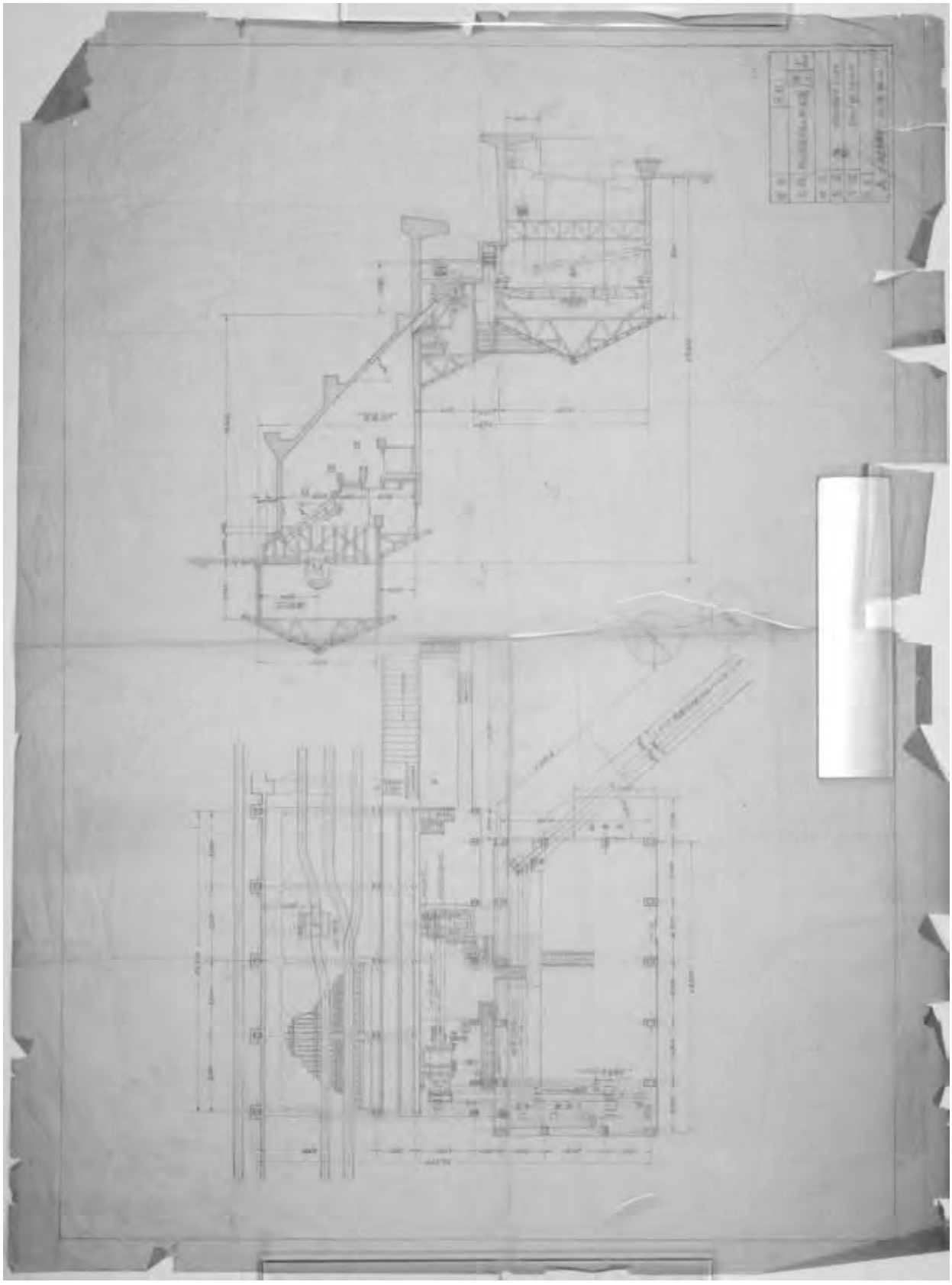
図面2.4 「佐渡鑛山増産起業 高任粗砕場受入 一噸運鑛用チプラー之圖」[昭和11(1936)年12月]



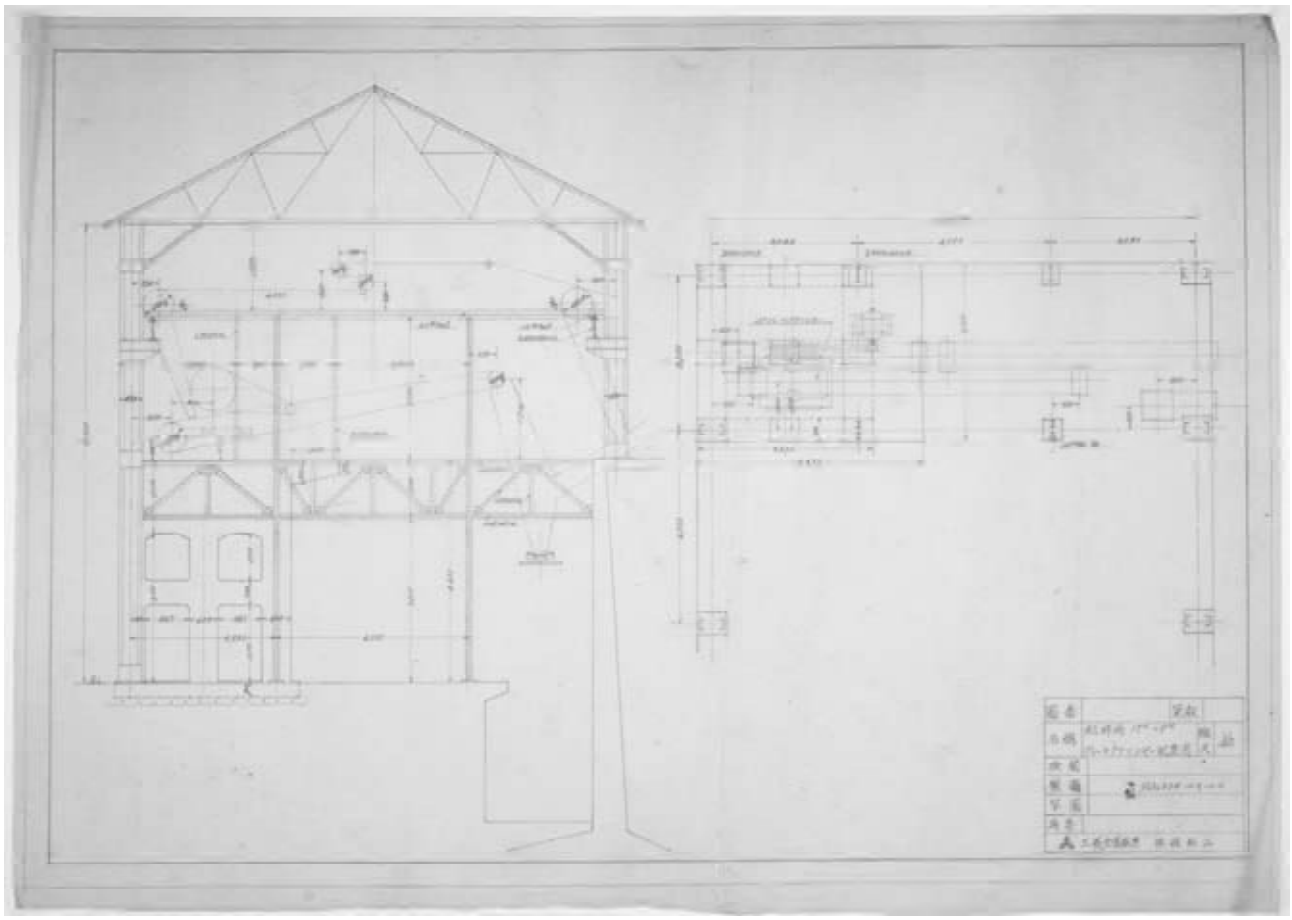
図面2.5 「電車鑛車ホッパー及一瓲、一.五瓲横転チップラー図」[昭和25(1950)年11月]



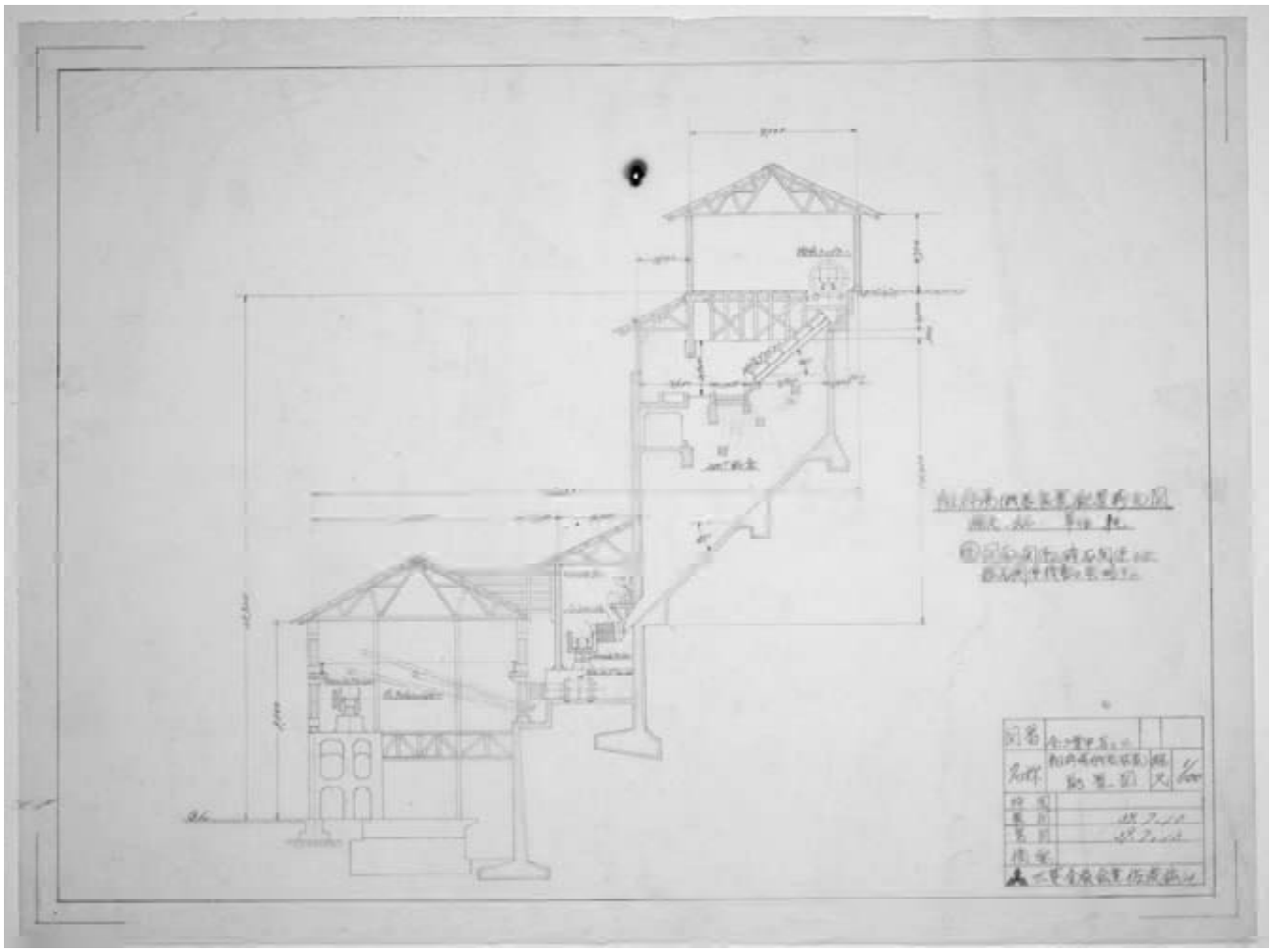
図面2.6 「粗砕場送鑛設備配置圖」(昭和12･1937年頃)



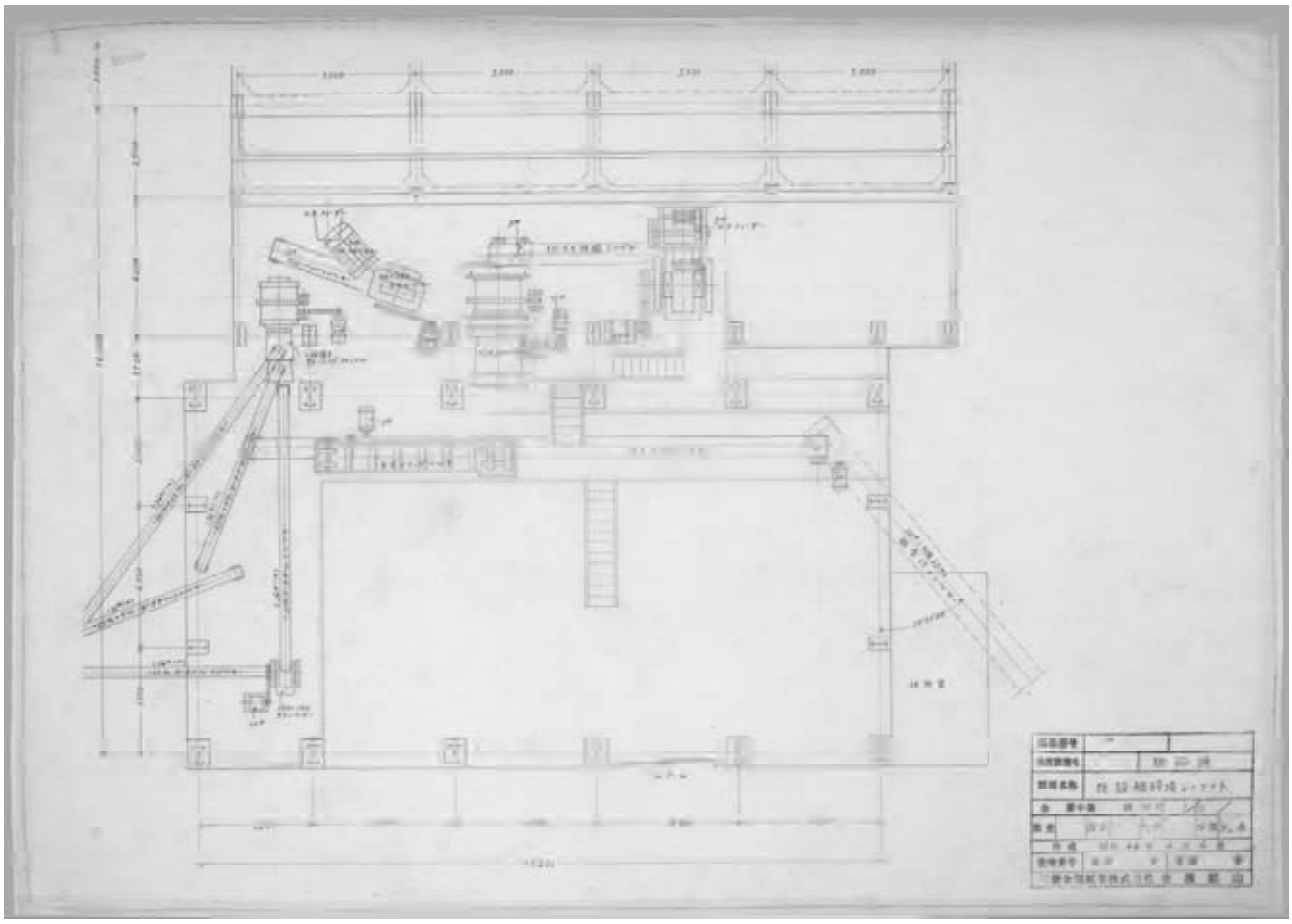
図面2.7 「粗砕場平面及断面圖」[昭和30(1955)年5月]



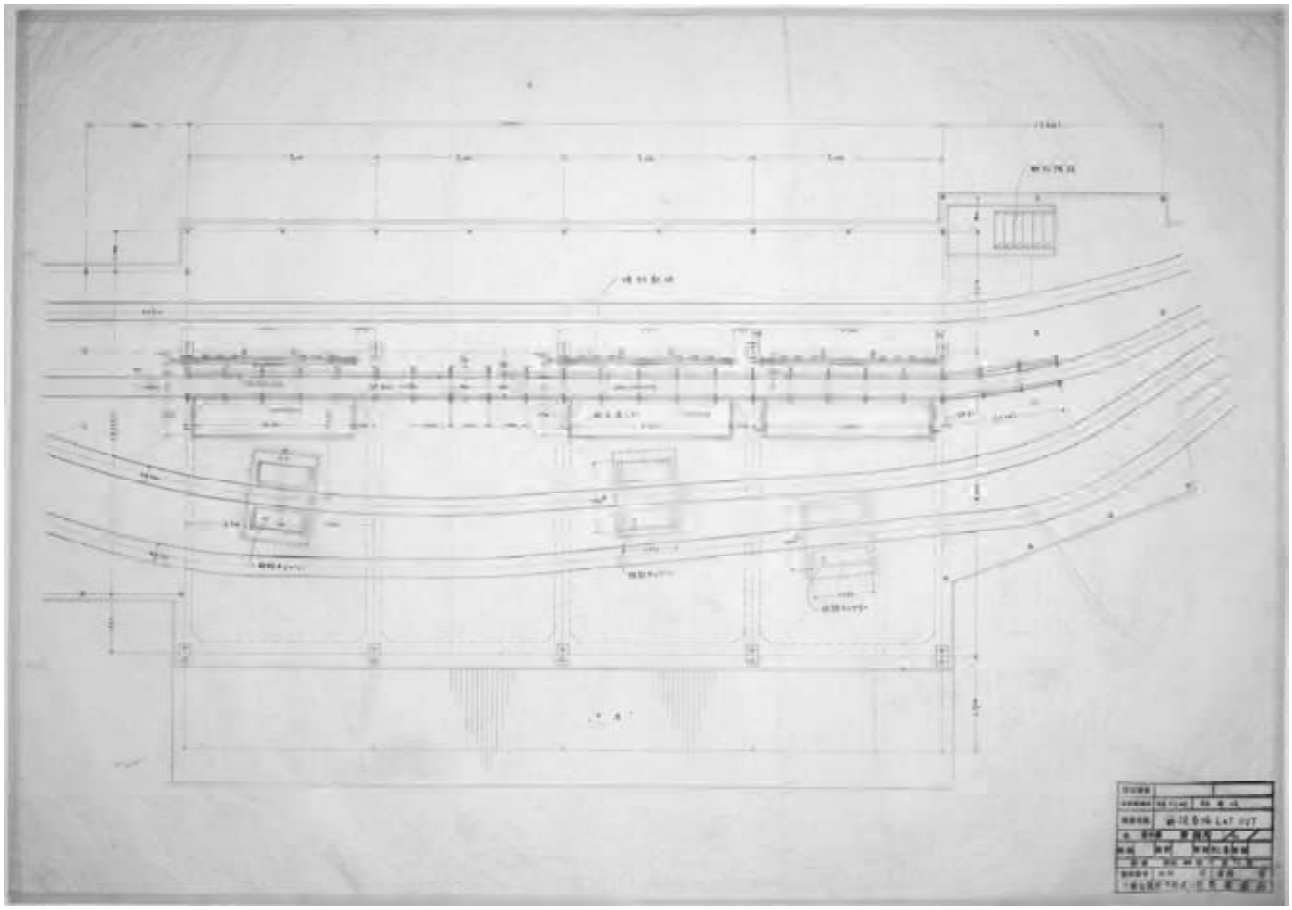
図面2.8 「粗砕場15吋×9吋 ブレーキクラッシャー配置図」[昭和33(1958)年12月]



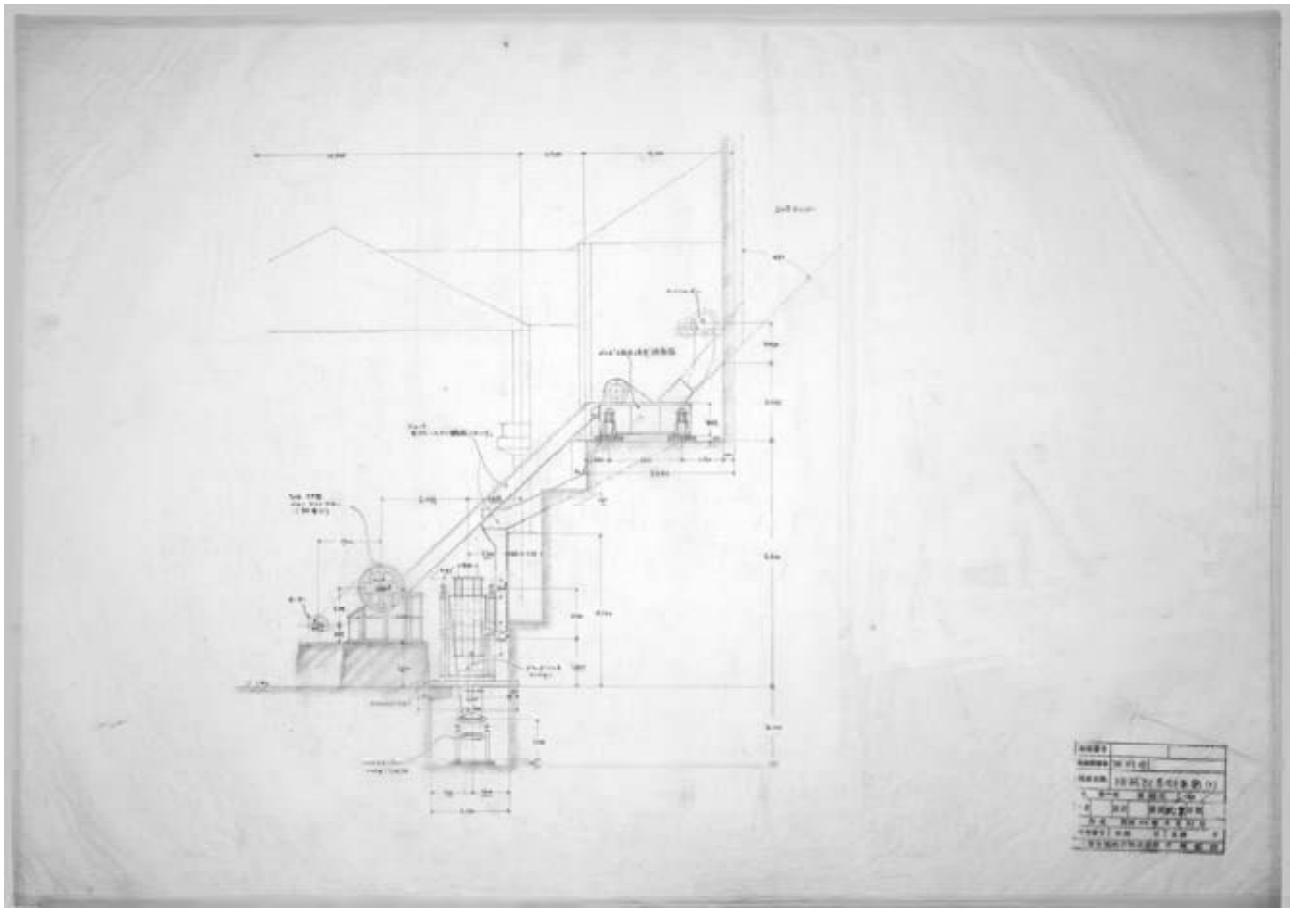
図面2.9 「粗砕場(機器、装置)配置図」[昭和39(1964)年7月]



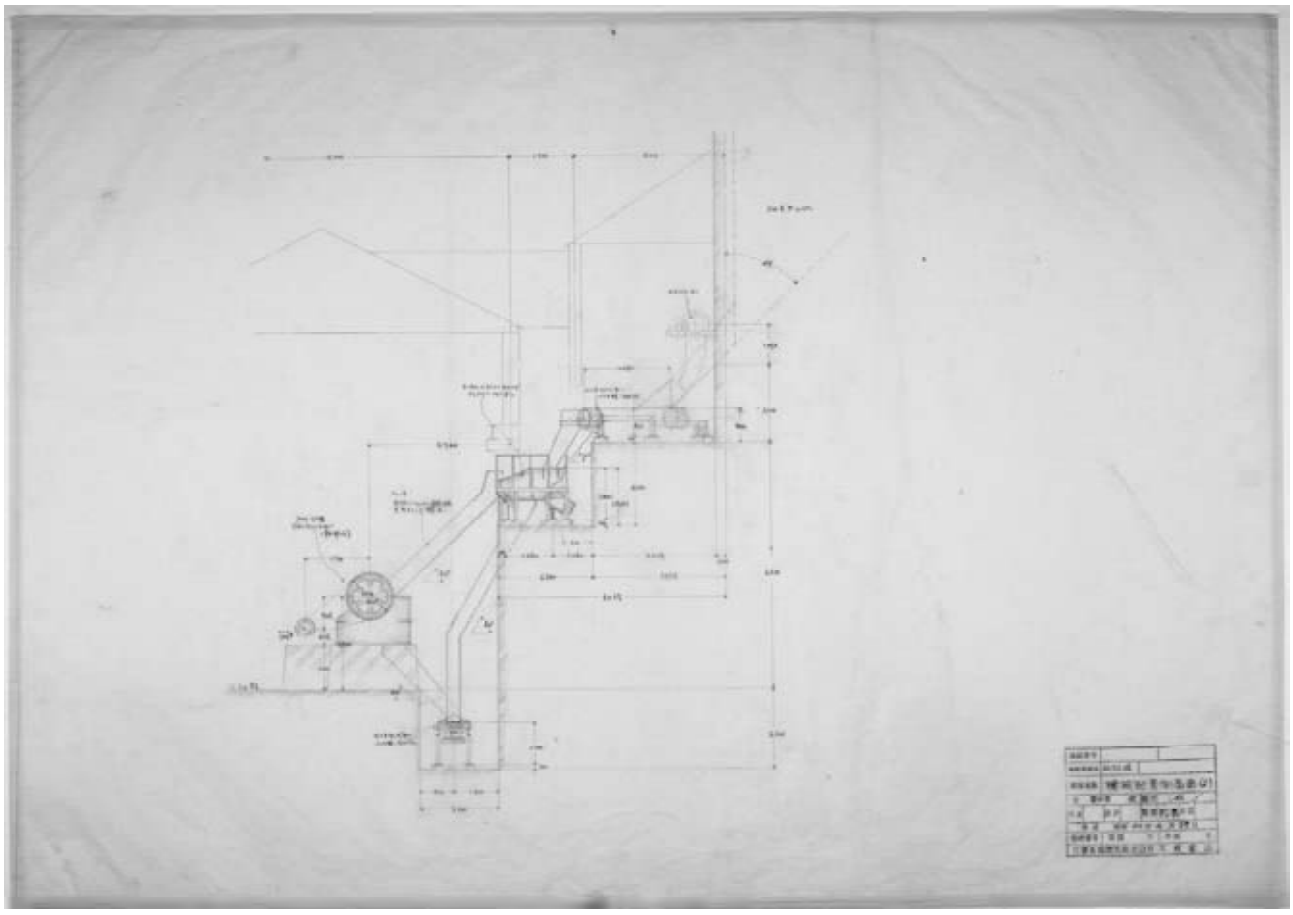
図面2.10 「粗砕場 既設粗砕場レイアウト」[昭和44(1969)年4月]



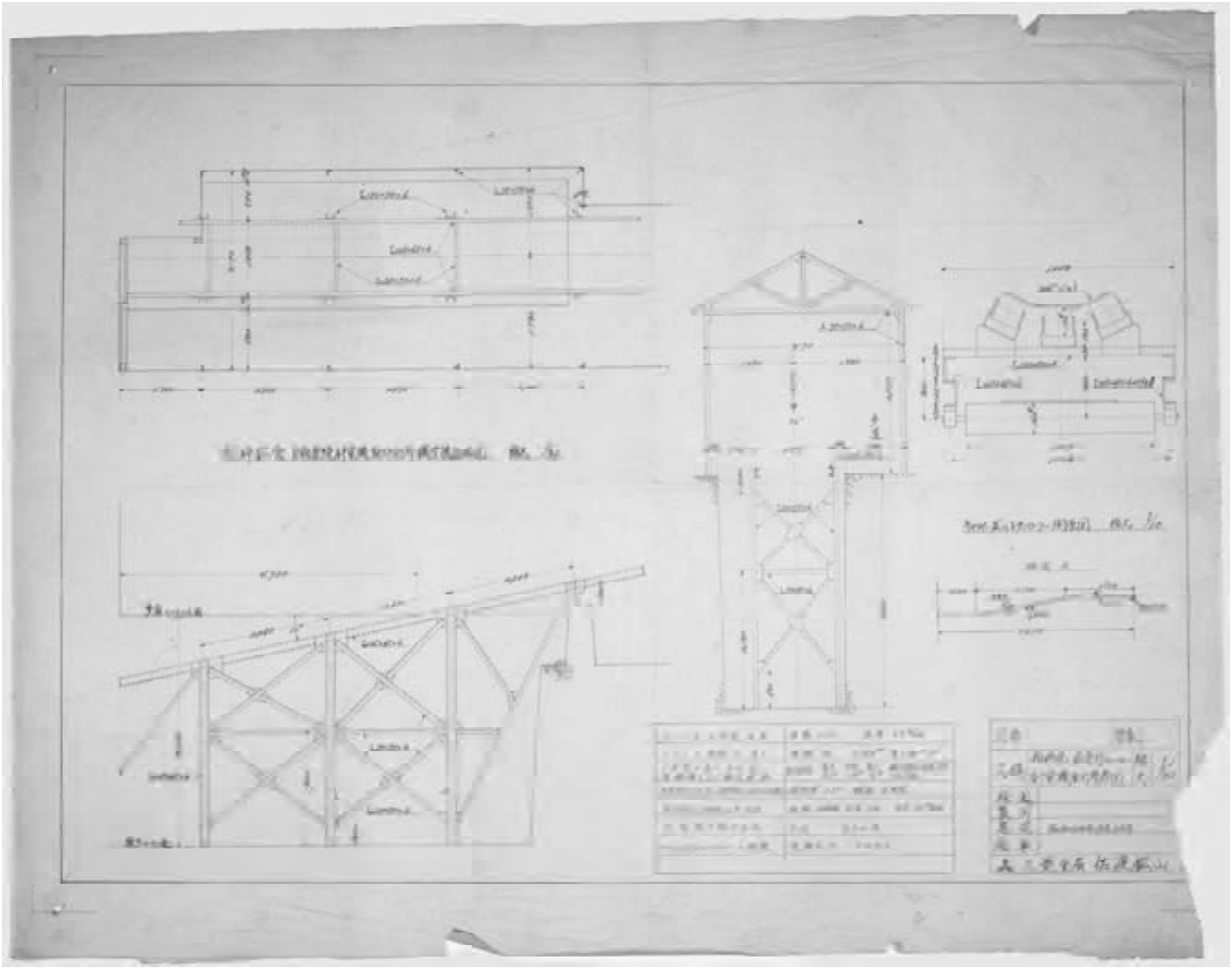
図面2.11 「粗砕場 操車場 新操車場 LAY OUT」[昭和44(1969)年4月]



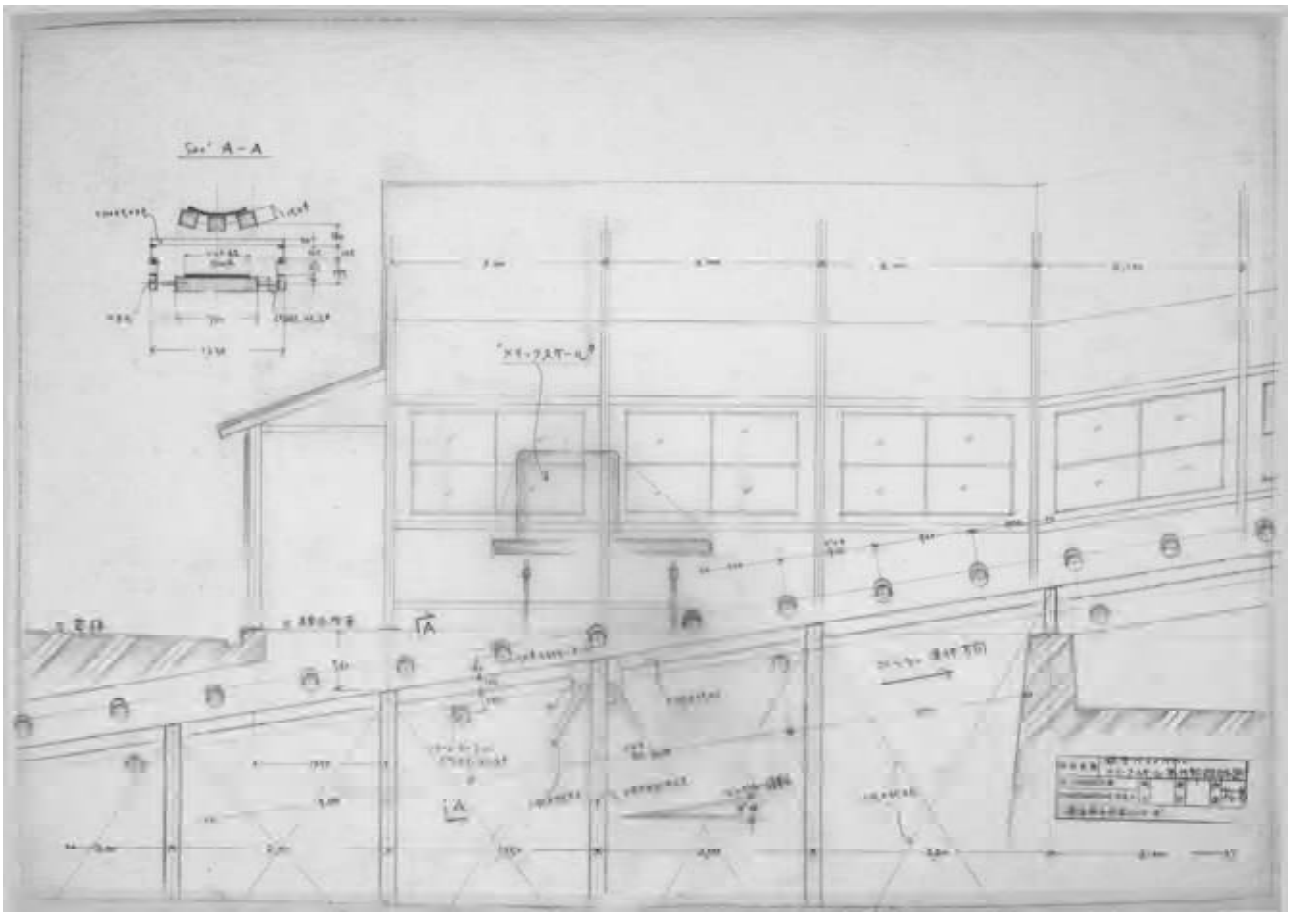
図面2.12 「粗砕場 機械配置側面図(1)」[昭和44(1969)年4月]



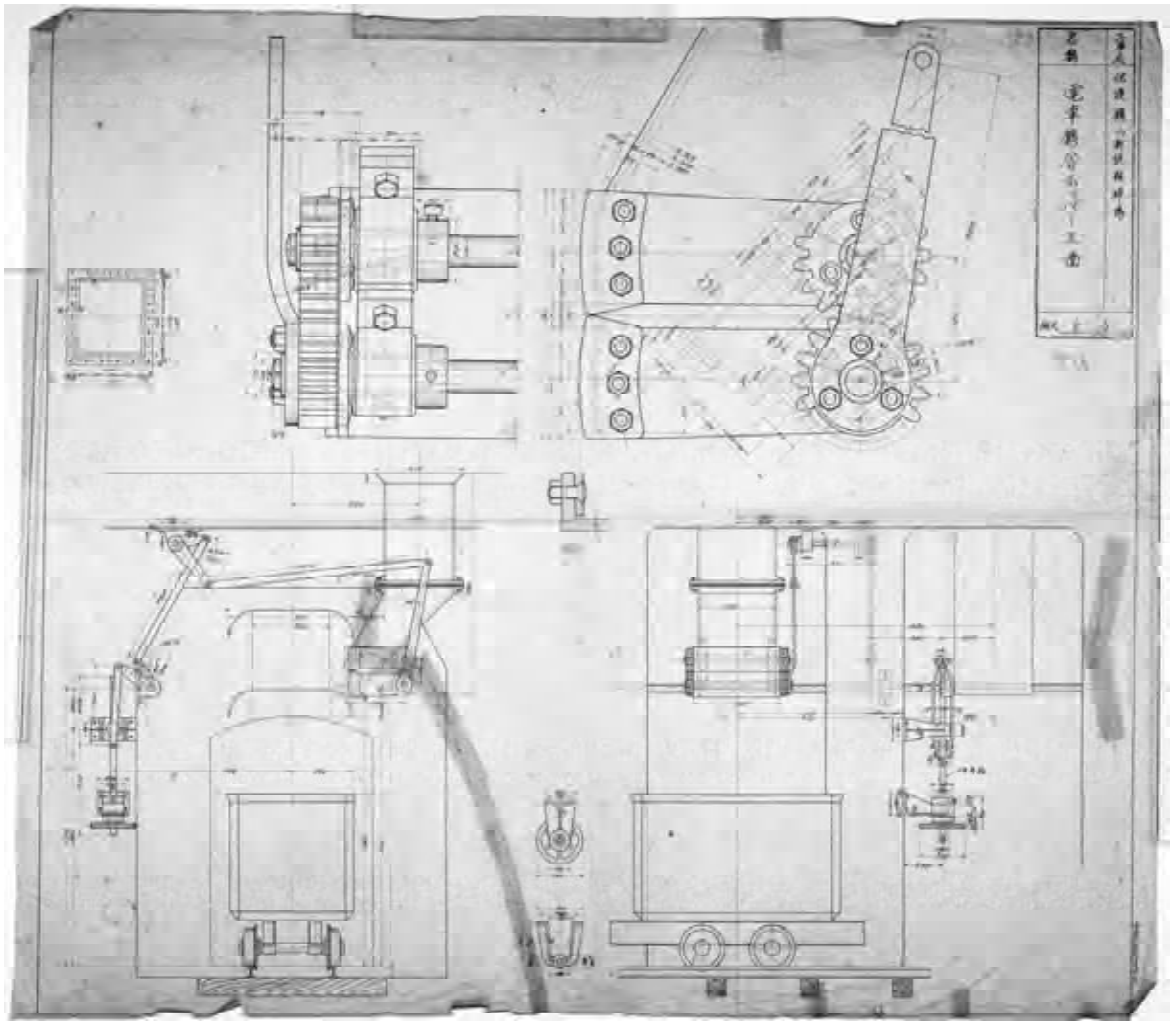
図面2.13 「粗砕場 機械配置側面図(2)」[昭和44(1969)年4月]



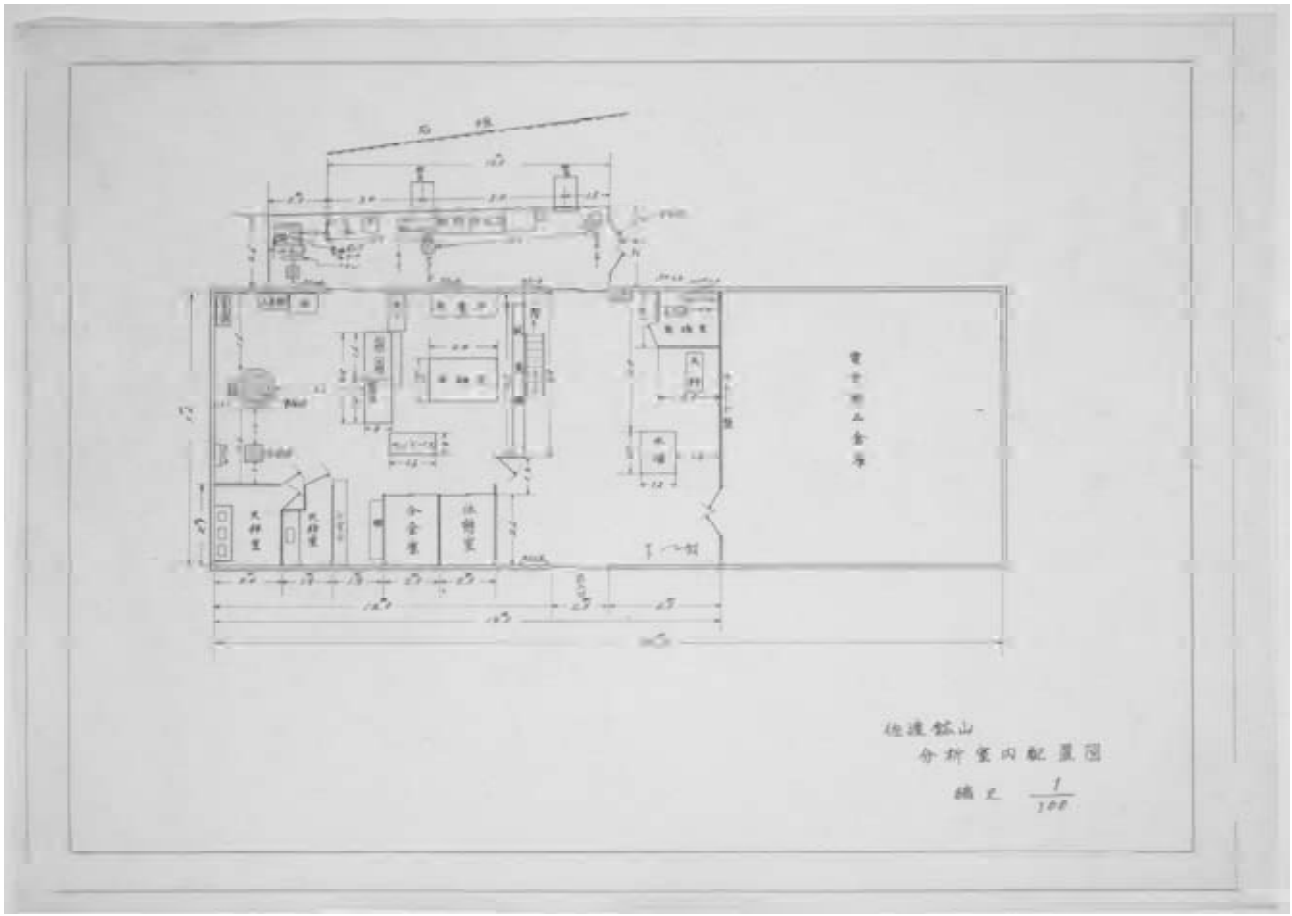
図面2.14 「粗砕場鉱倉行コムベヤー 計量機取付参考図」[昭和34(1959)年2月]



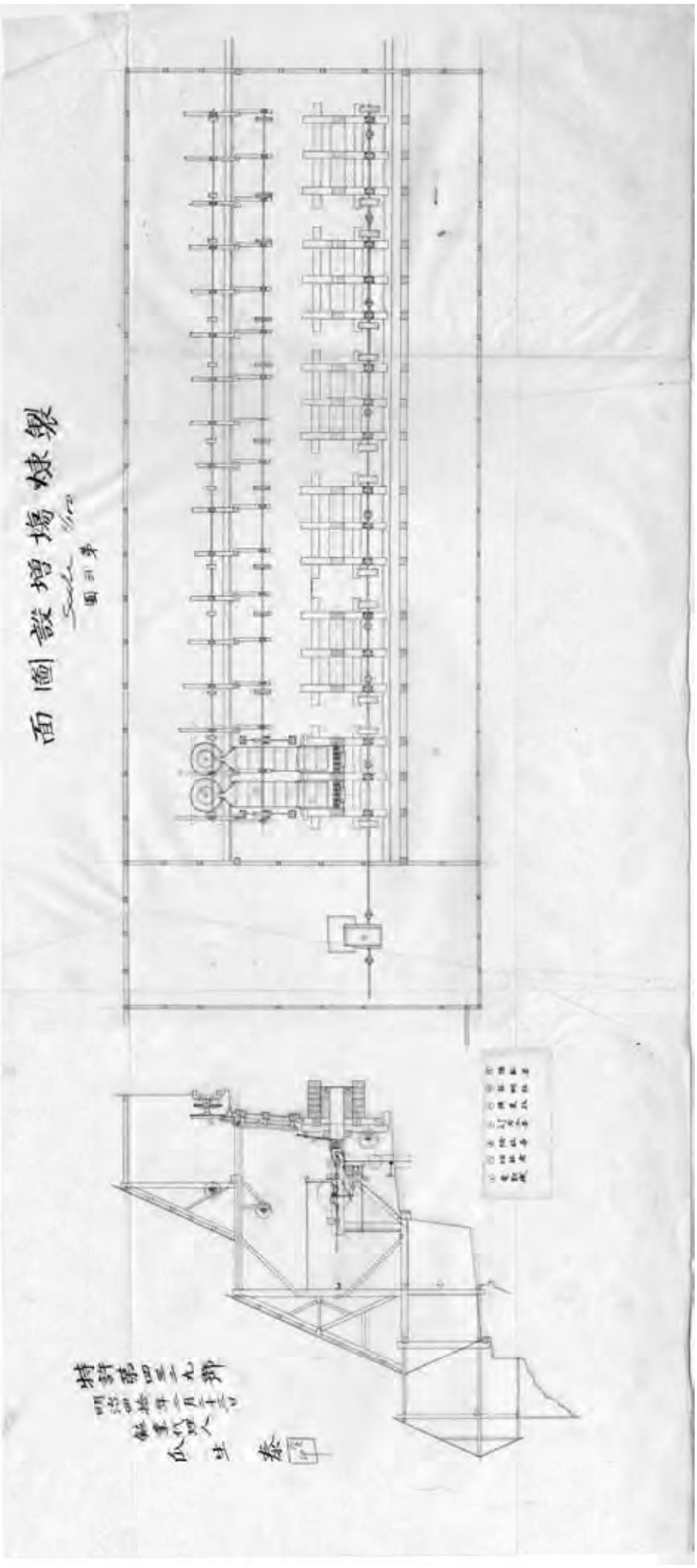
図面2.15 「鉱舎行コンベヤー メリックスケール取付部概略図」[昭和44(1969)年4月]



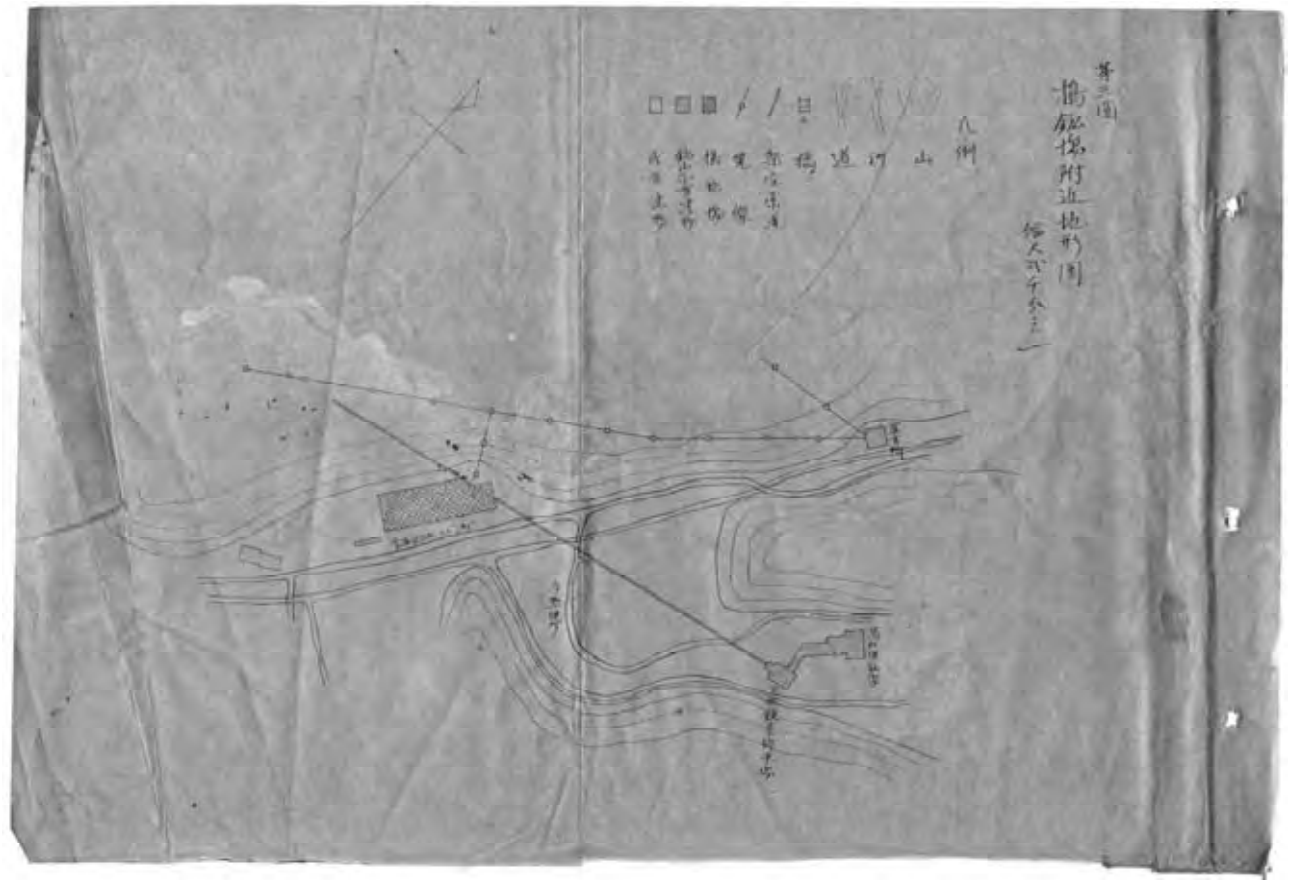
図面2.16 「佐渡鑛山新設粗砕場 電車鑛舎ホッパー之圖」[昭和12(1937)年10月]



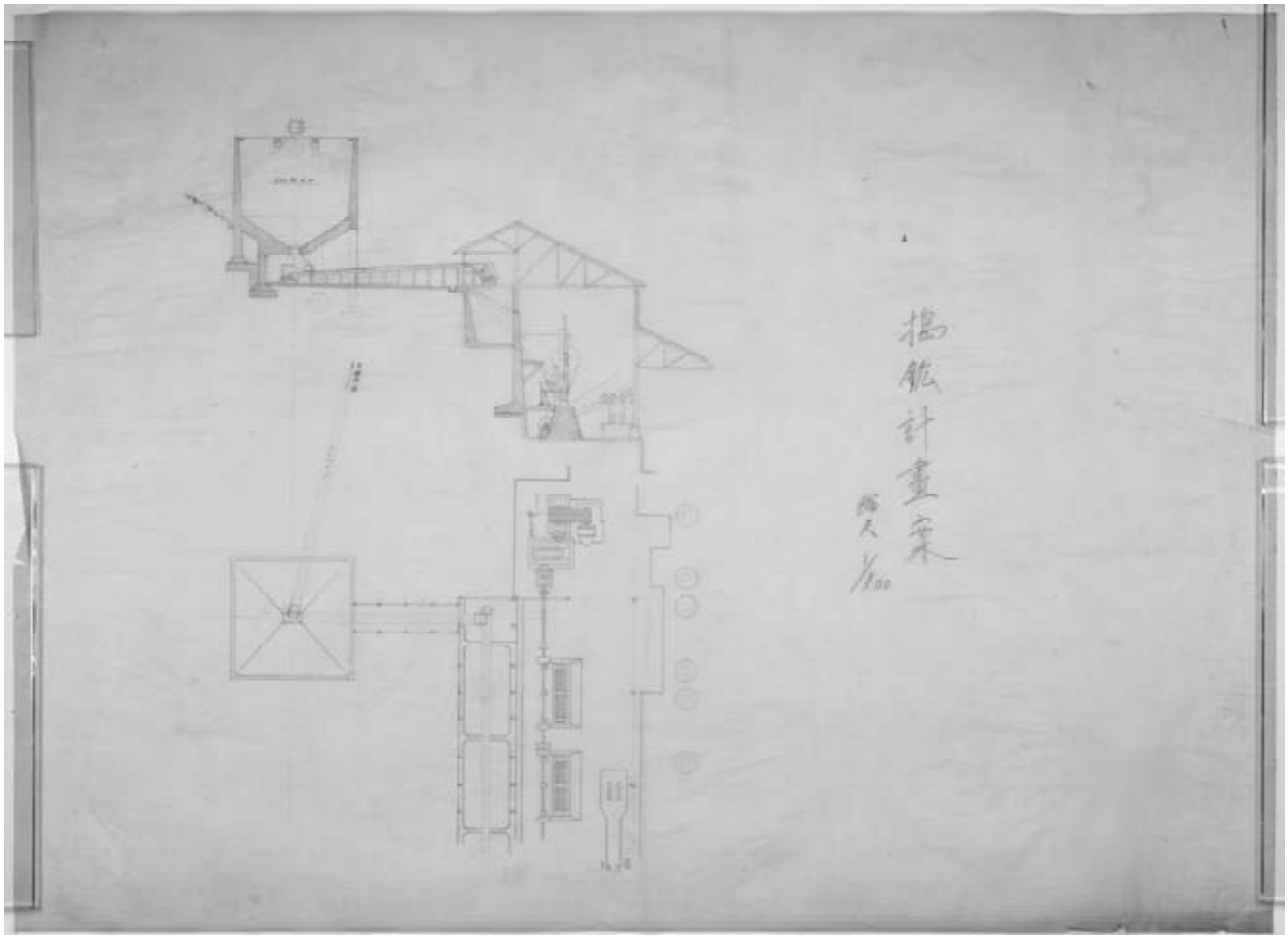
図面2.17 「佐渡鉱山分析室内配置図」(昭和30･1955年代)



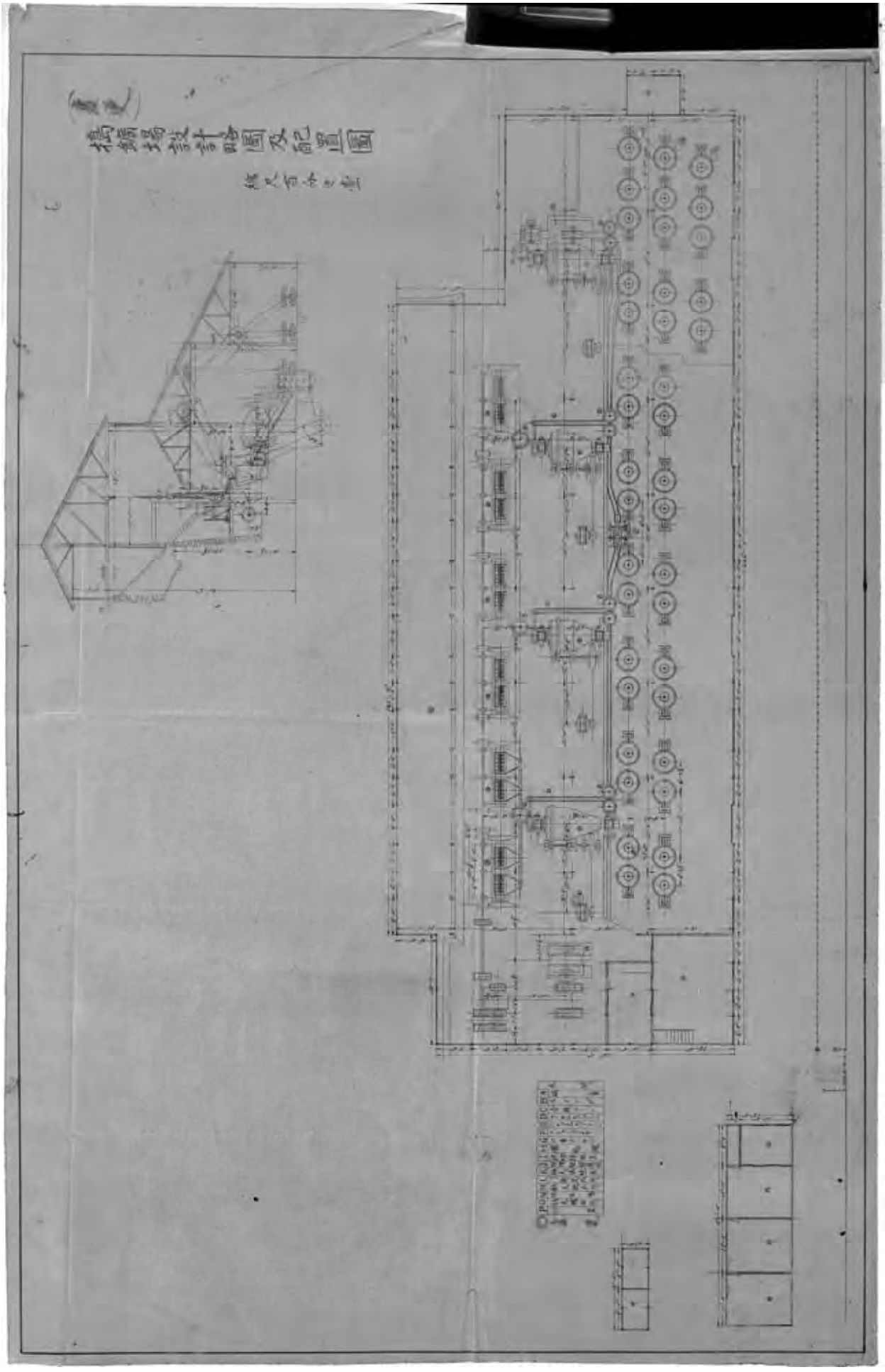
図面3.1 「製錬場増設圖面」[明治40(1907)年2月] 『製錬場増設設計書及圖面』[明治40(1907)年2月]に添付



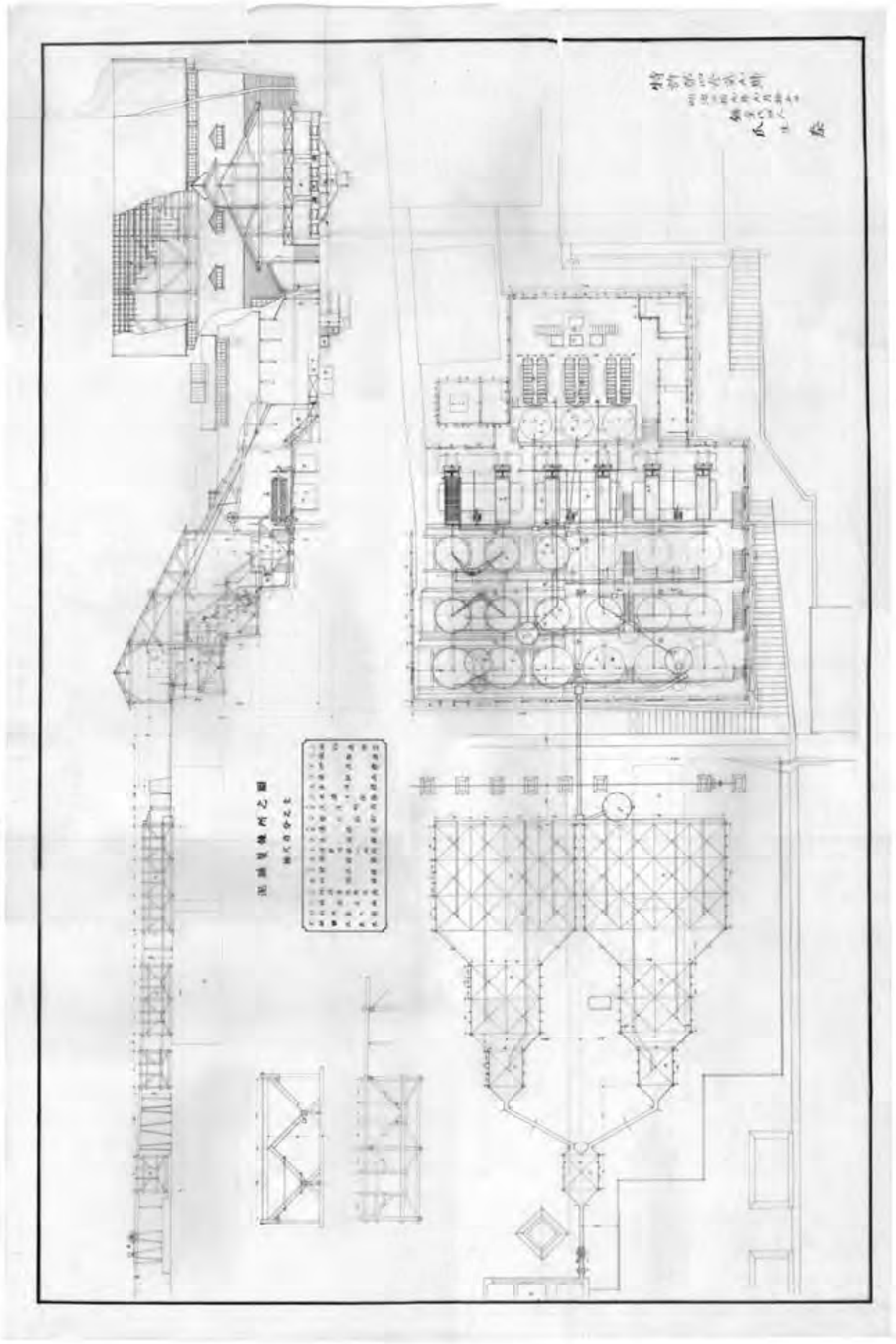
図面3.2 「搗鉱場附近地形図」『搗鉱製錬場新設御届』[大正13(1924)年4月]に添付



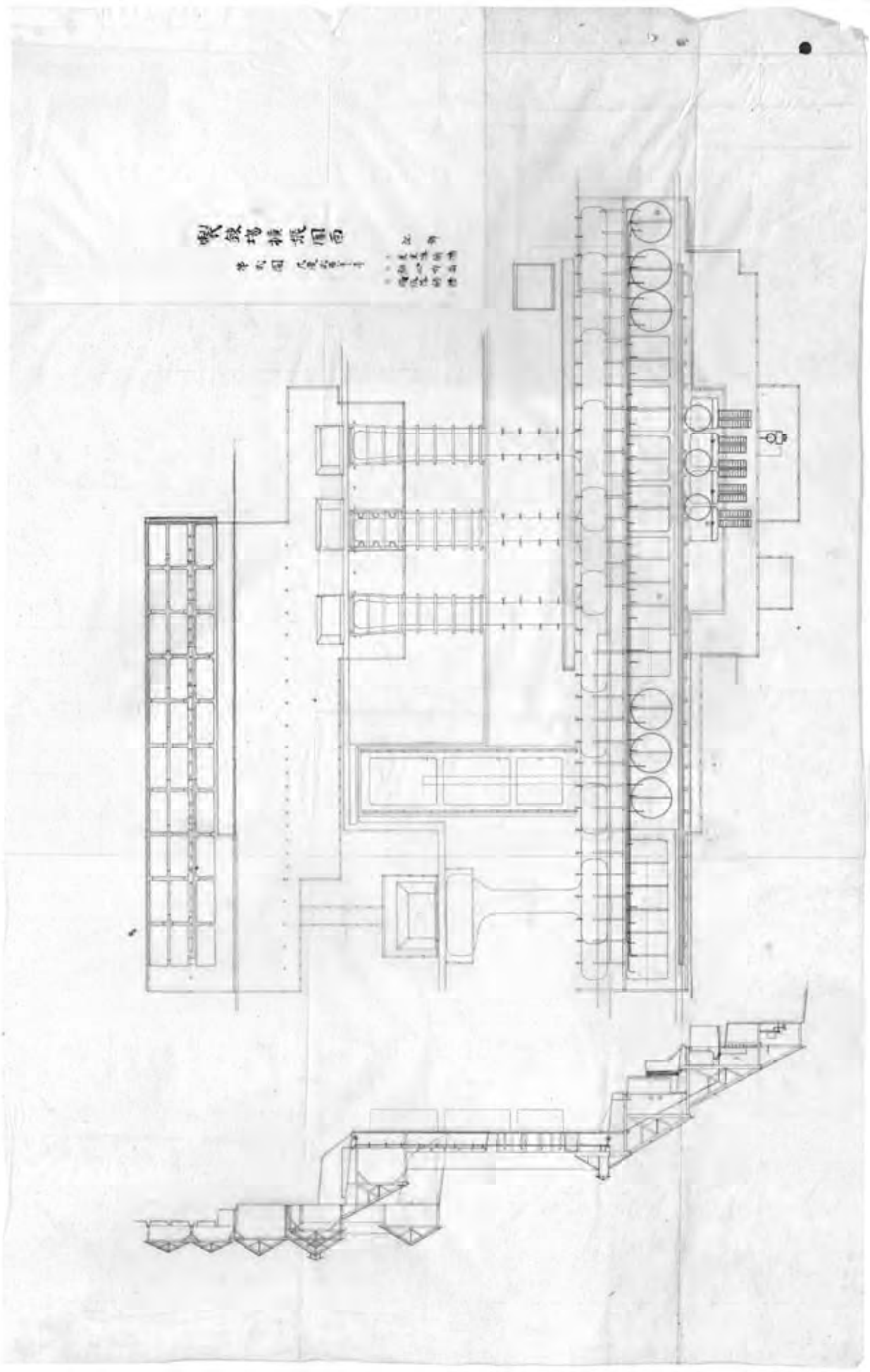
図面3.3 「搗鉱計画案」(大正13･1924年頃か)



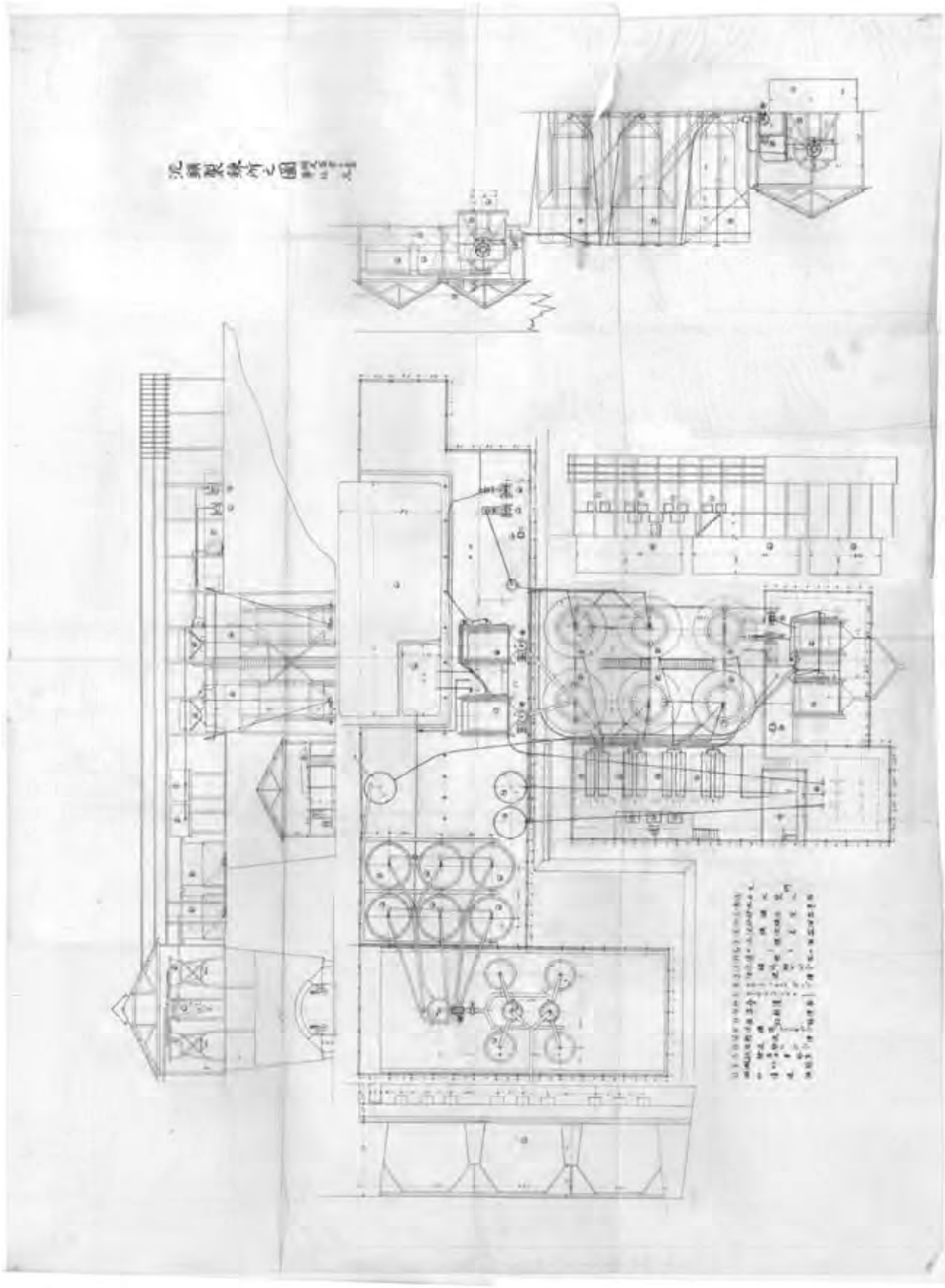
図面3.4 「(変更)搗鉱場設計略圖及配置圖」 『搗鉱製錬場一部変更御届』[大正14(1925)年1月]に添付



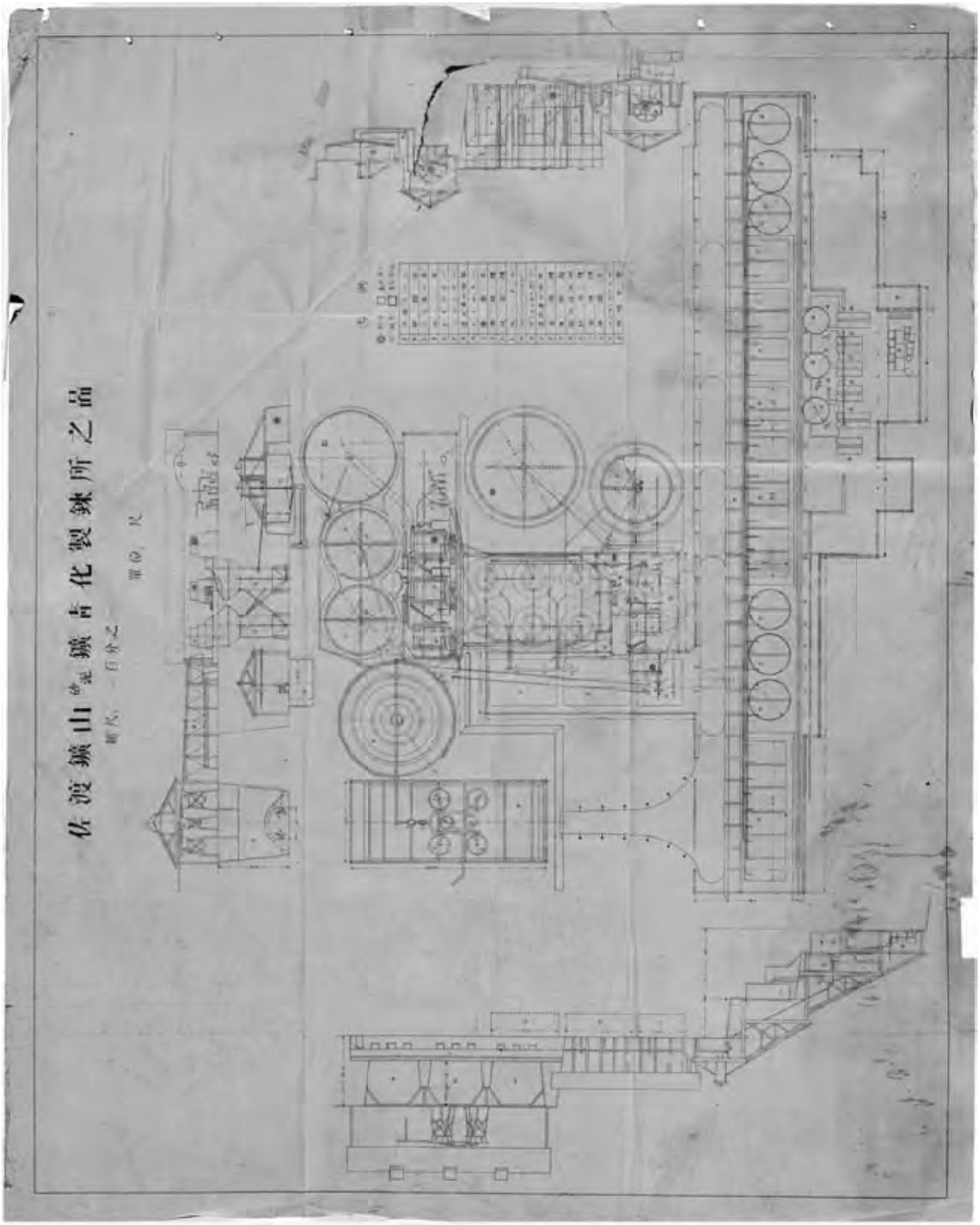
図面4.1 「泥鑛製錬所之圖」[明治39(1906)年9月] 『泥鑛製錬場落成御届』[明治39(1906)年9月]に添付



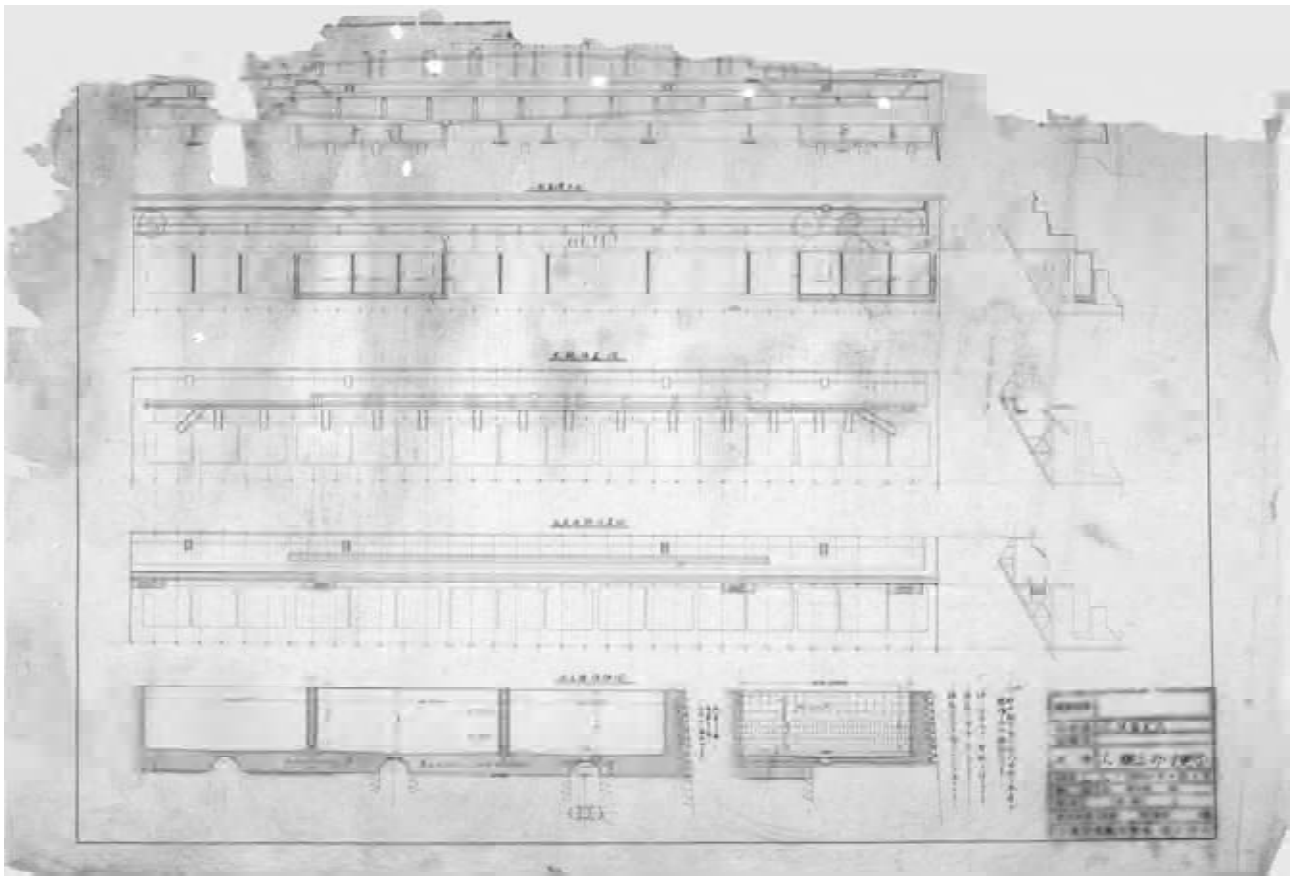
図面4.2 「製錬場擴張圖面」『製錬場擴張御届』[明治42(1909)年10月]に添付



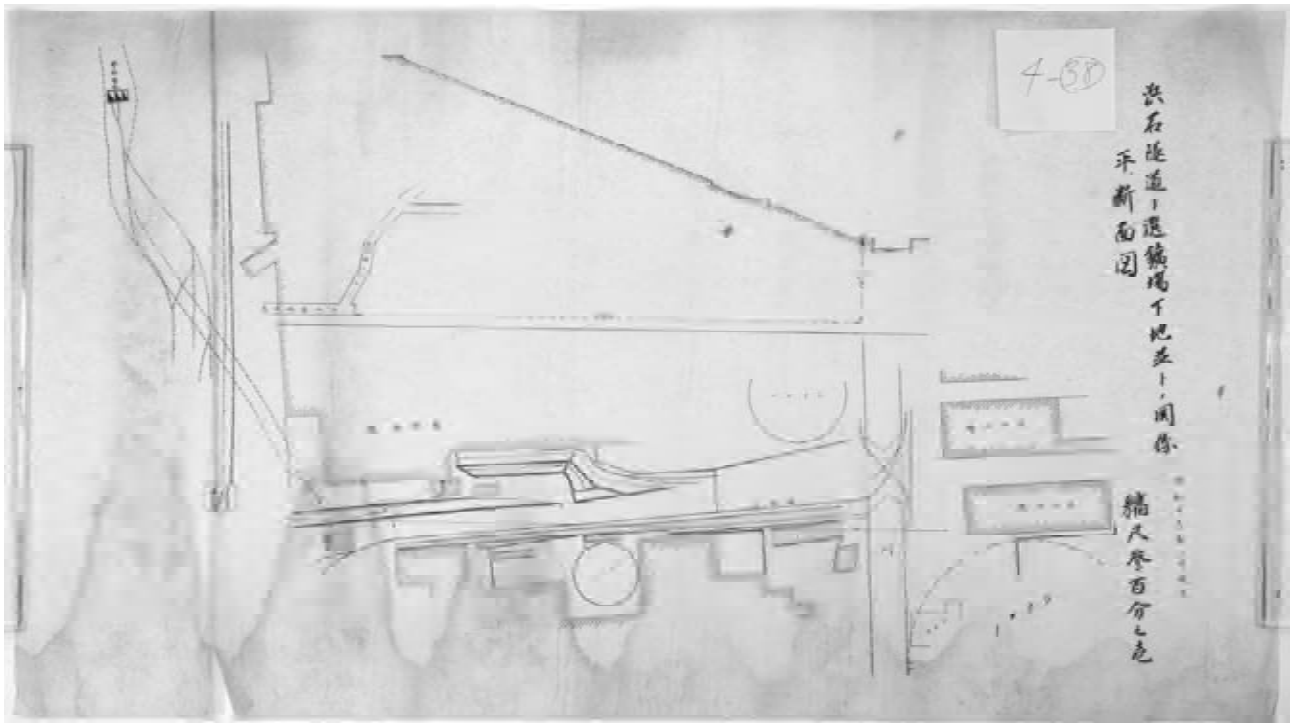
図面4.3 「泥鑛製錬所之圖」『青化製錬工場改築落成御届』[大正2(1913)年12月]に添付



図面4.4 「佐渡鑛山砂泥鑛青化製鍊所之圖」『工事竣成御届』[大正8(1919)年9月]に添付

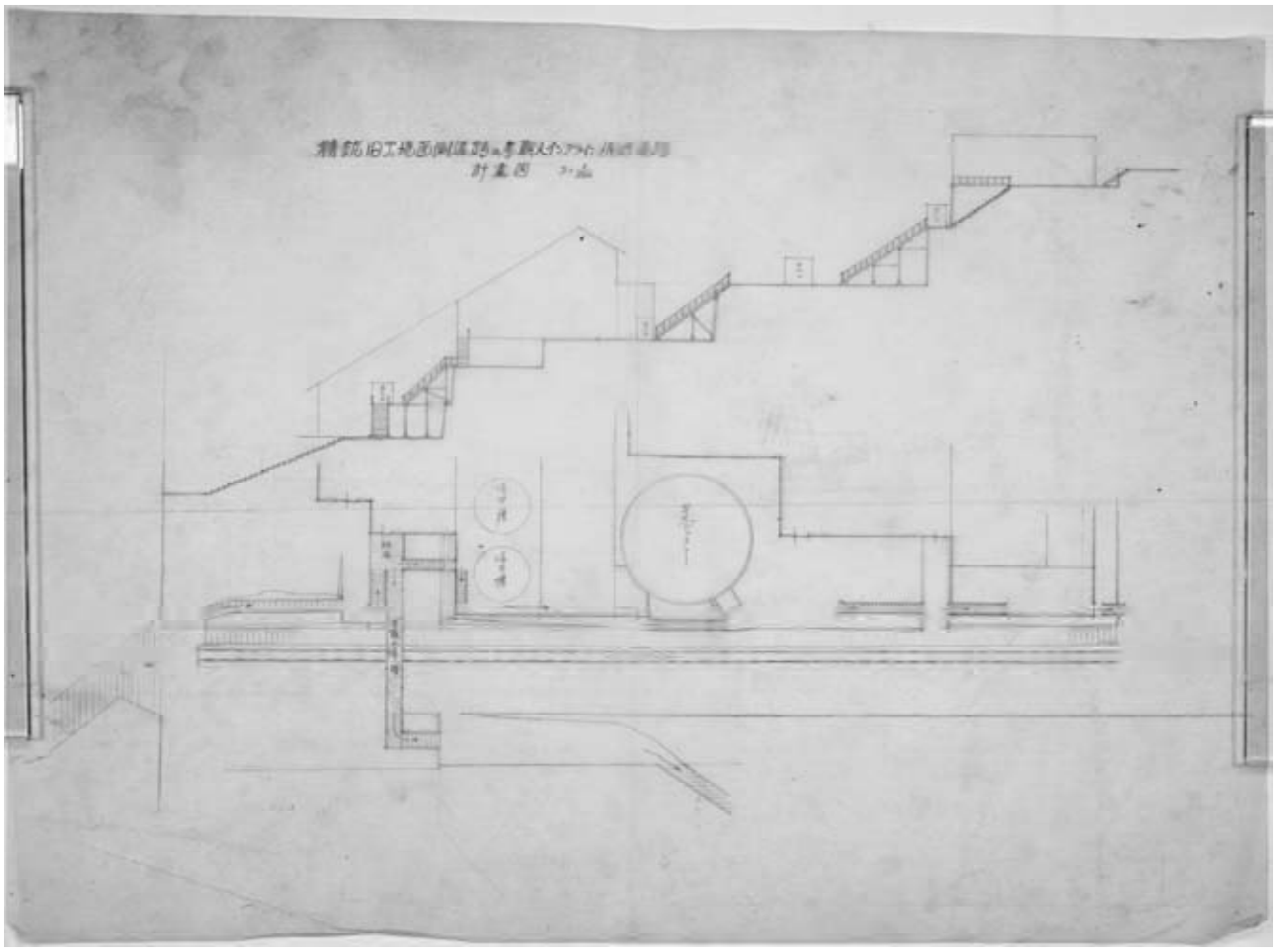


図面4.5 「佐渡鑛業所 上鑛上部変更圖」[昭和16(1941)年10月]

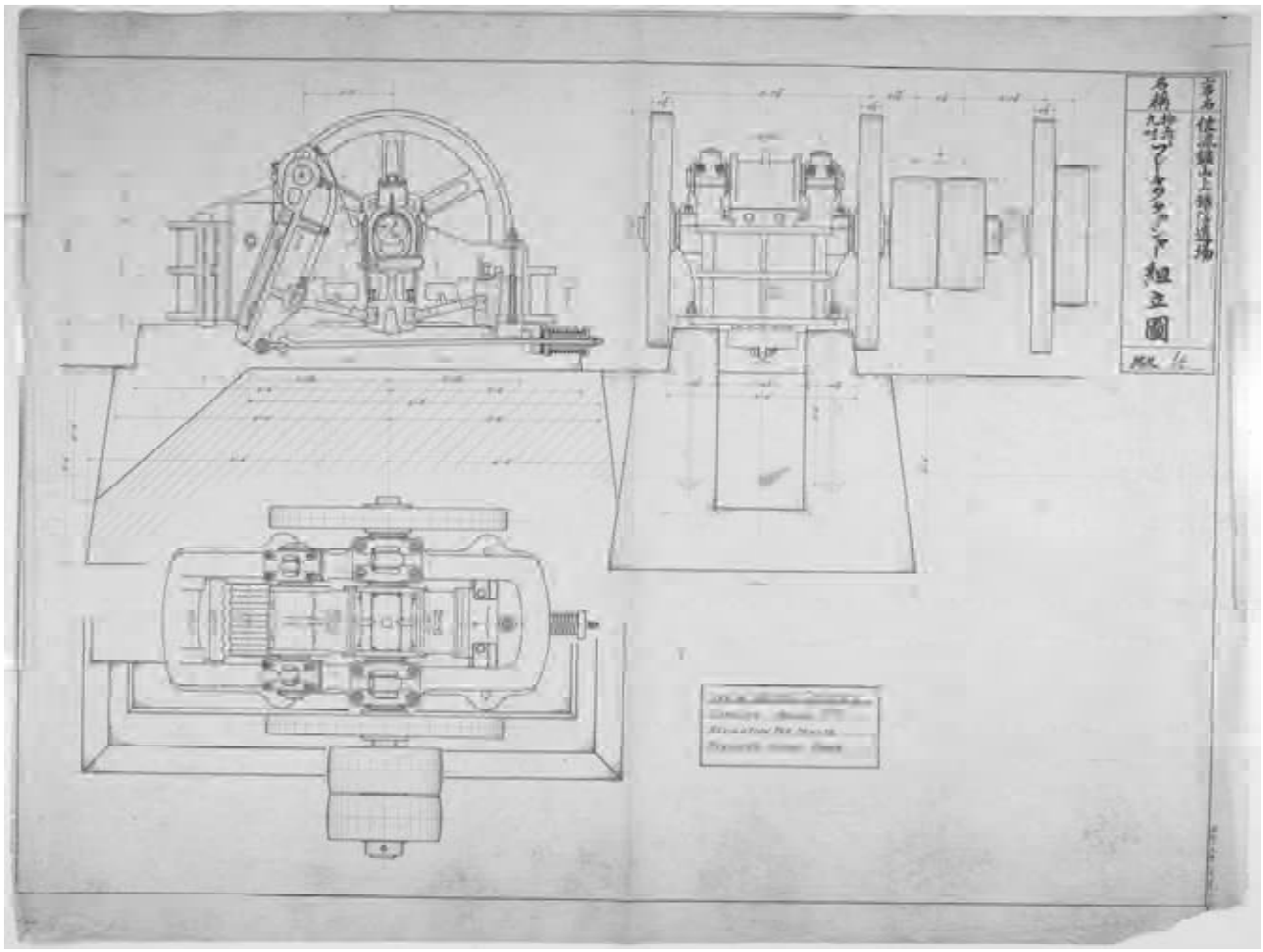


図面4.6 「浜石隧道ト選鑛場下地トノ関係 平断面図」[昭和16(1941)年8月]

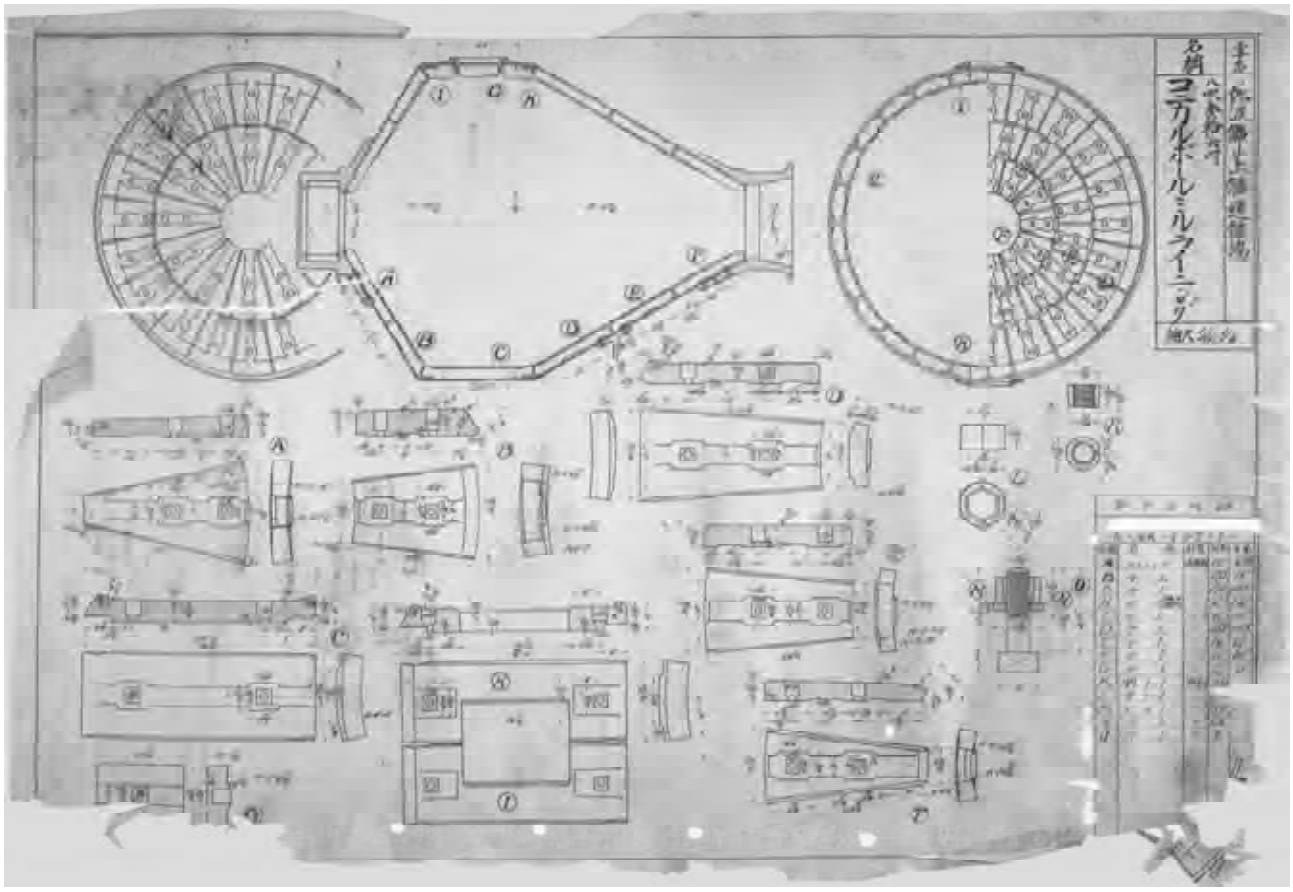
5. 資料図面(建造物･設備関連図)



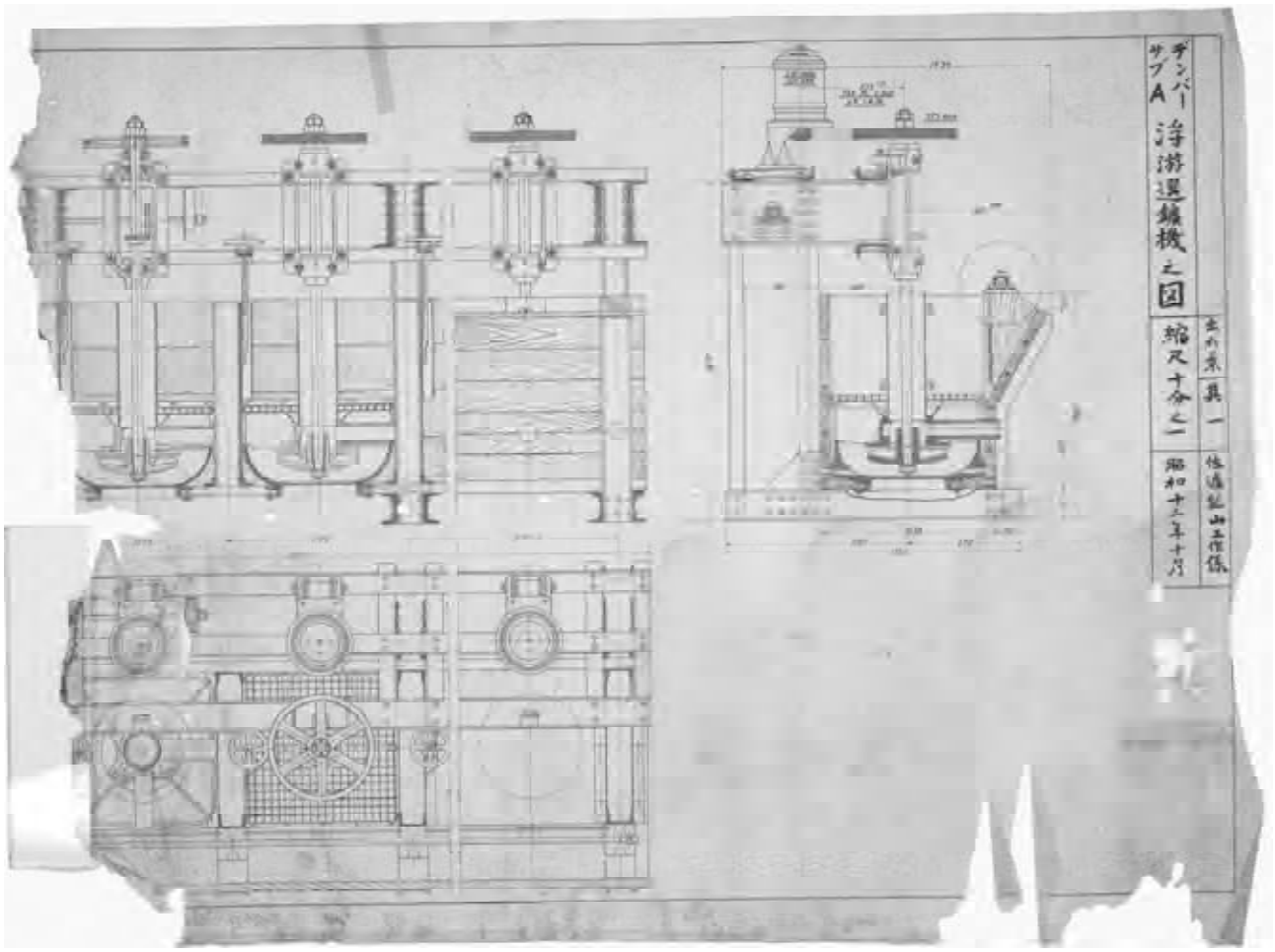
図面4.7 「精鉱旧工場西側通路及参観人インクライン横断通路 計畫書」(昭和17･1942年以前か)



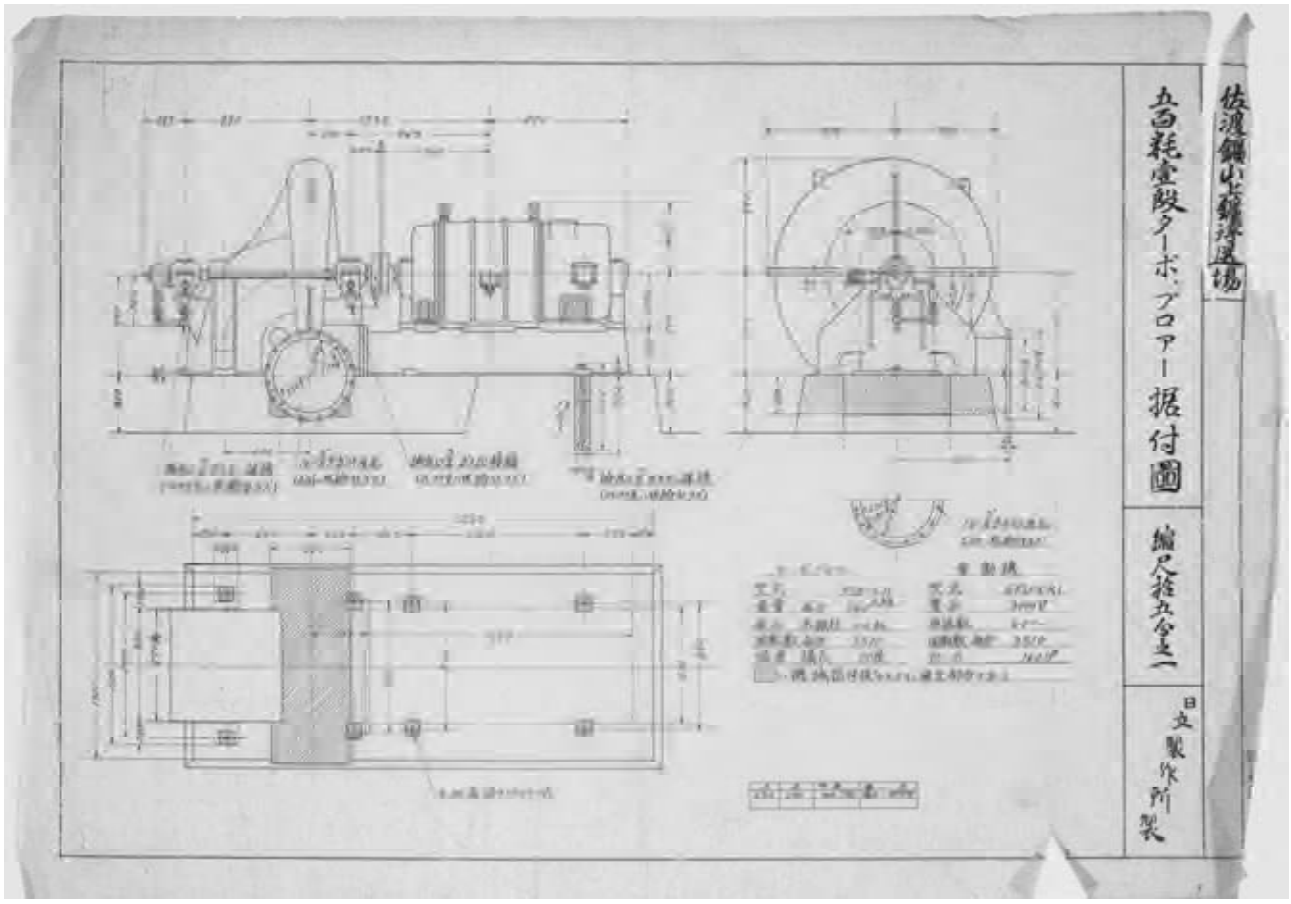
図面4.8 「佐渡鑛山上鑛浮選場 拾五吋九吋ブレーキクラッシャー組立圖」[昭和13(1938)年7月]



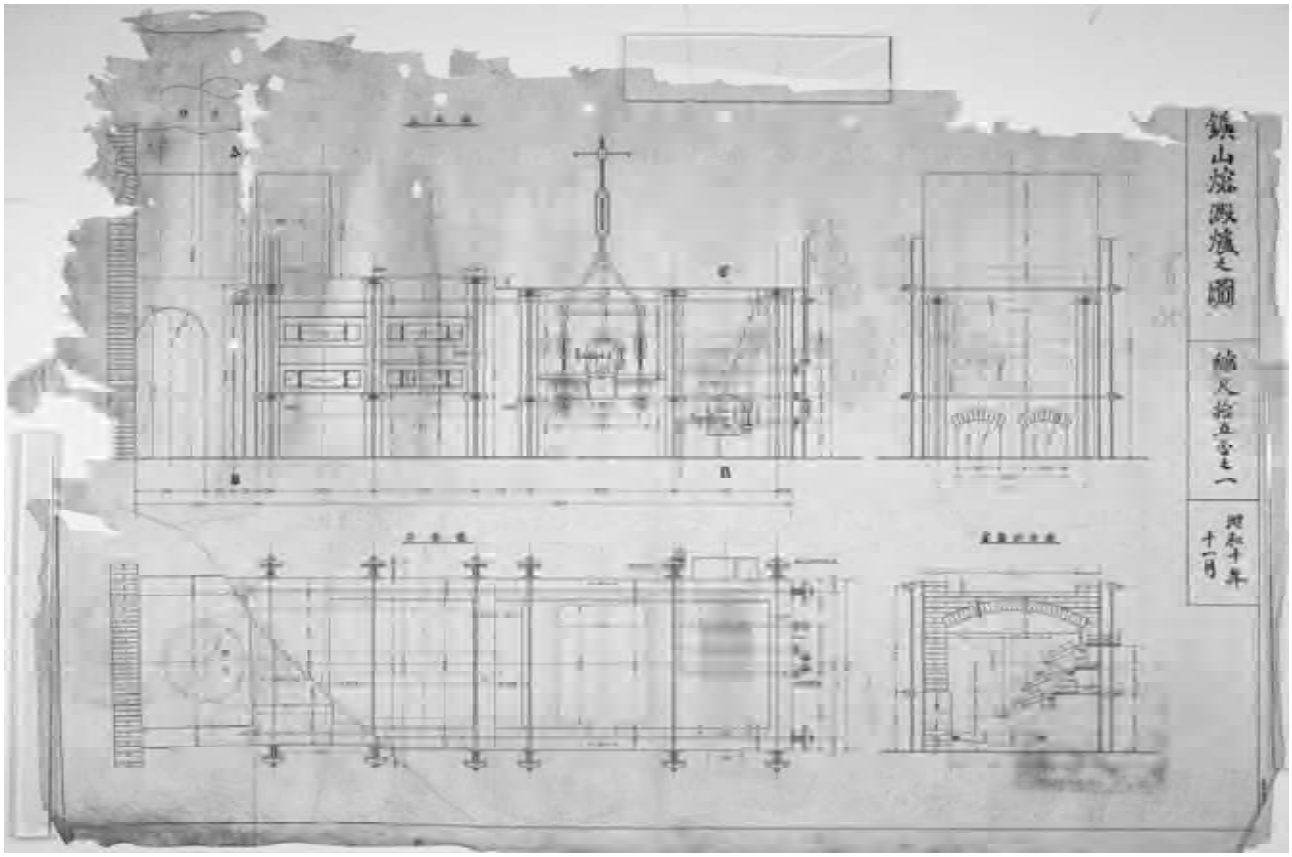
図面4.9 「佐渡鑛山上鑛浮選場 八呎参拾六吋コニカルボールミルライニング」(昭和10･1935年代か)



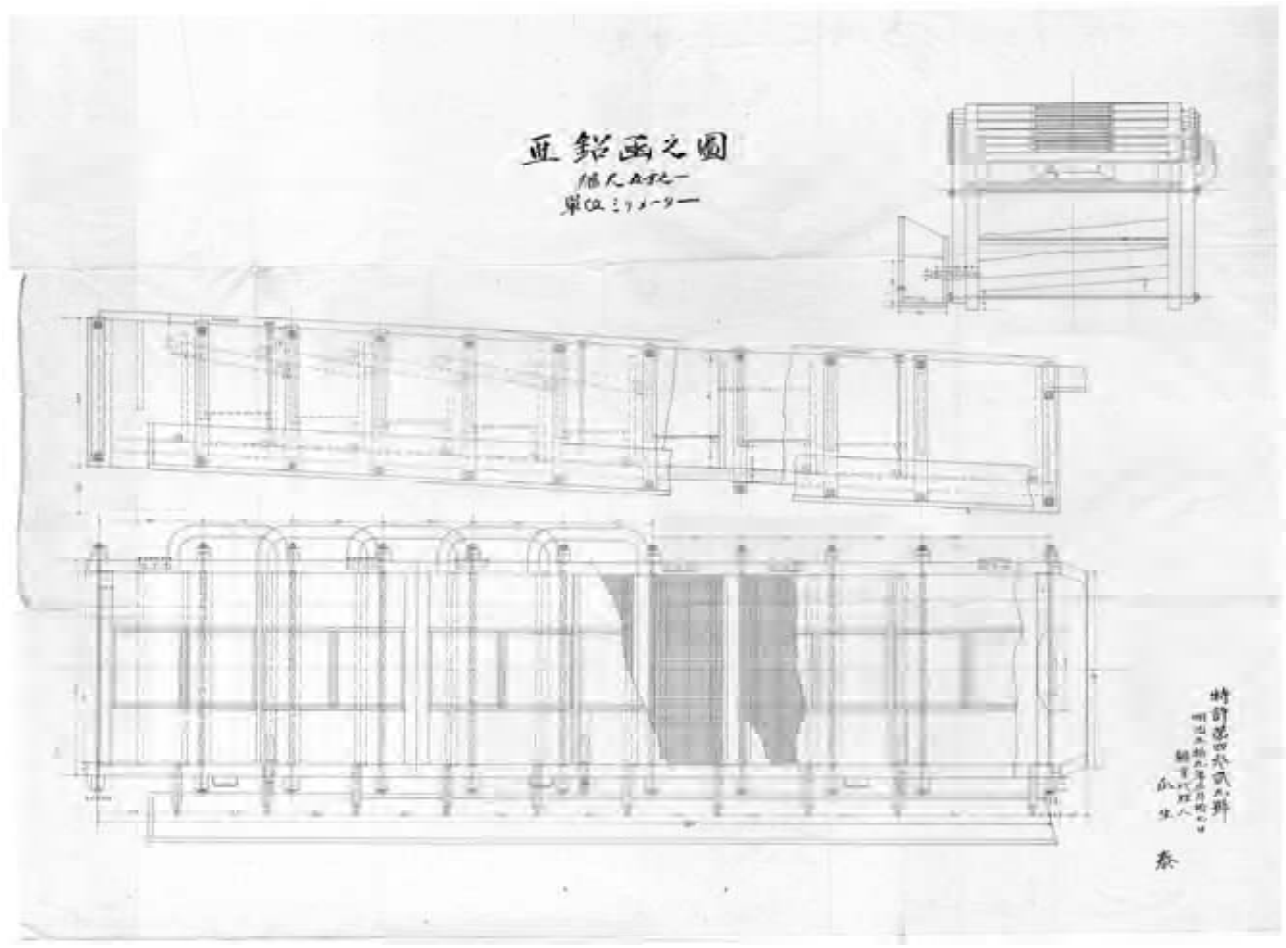
図面4.10 「デンバーサブA 浮遊選鑛機之図」[昭和12(1937)年10月]



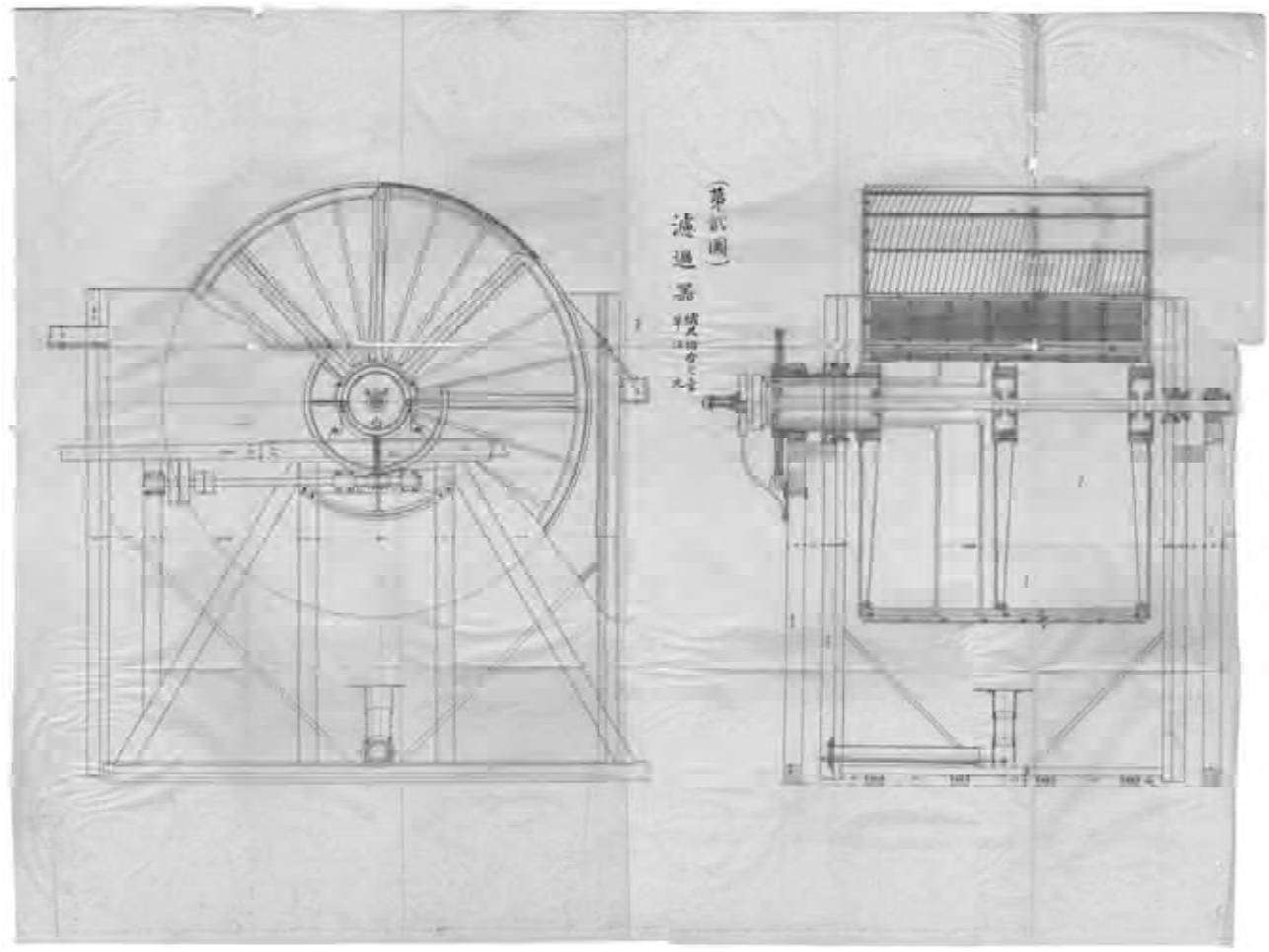
図面4.11 「佐渡鑛山上鑛浮選場 五百粍壹段ターボ、ブロアー据付圖」[昭和11(1936)年]



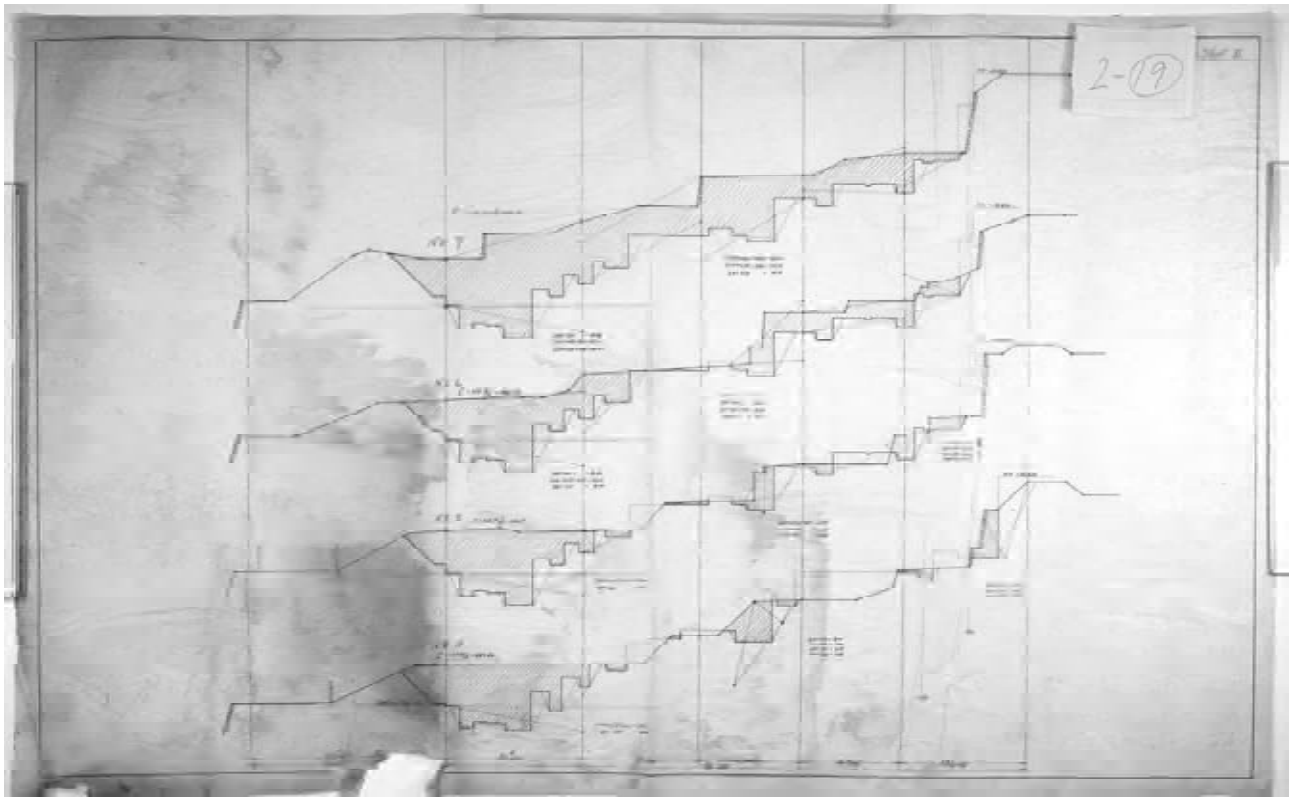
図面4.12 「[ ]鑛山熔澱爐之圖」[昭和10(1935)年11月]



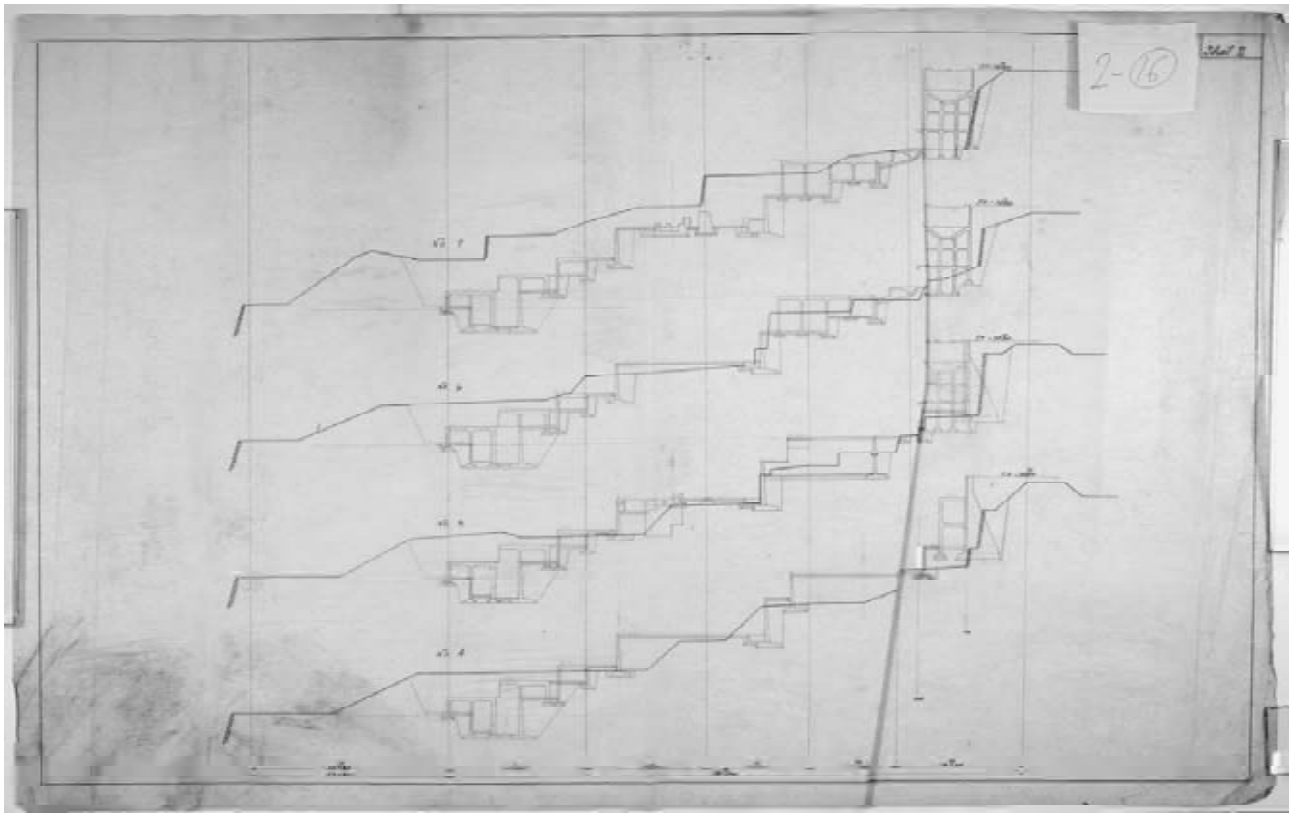
図面4.13 「亜鉛函之圖」[明治39(1906)年9月]



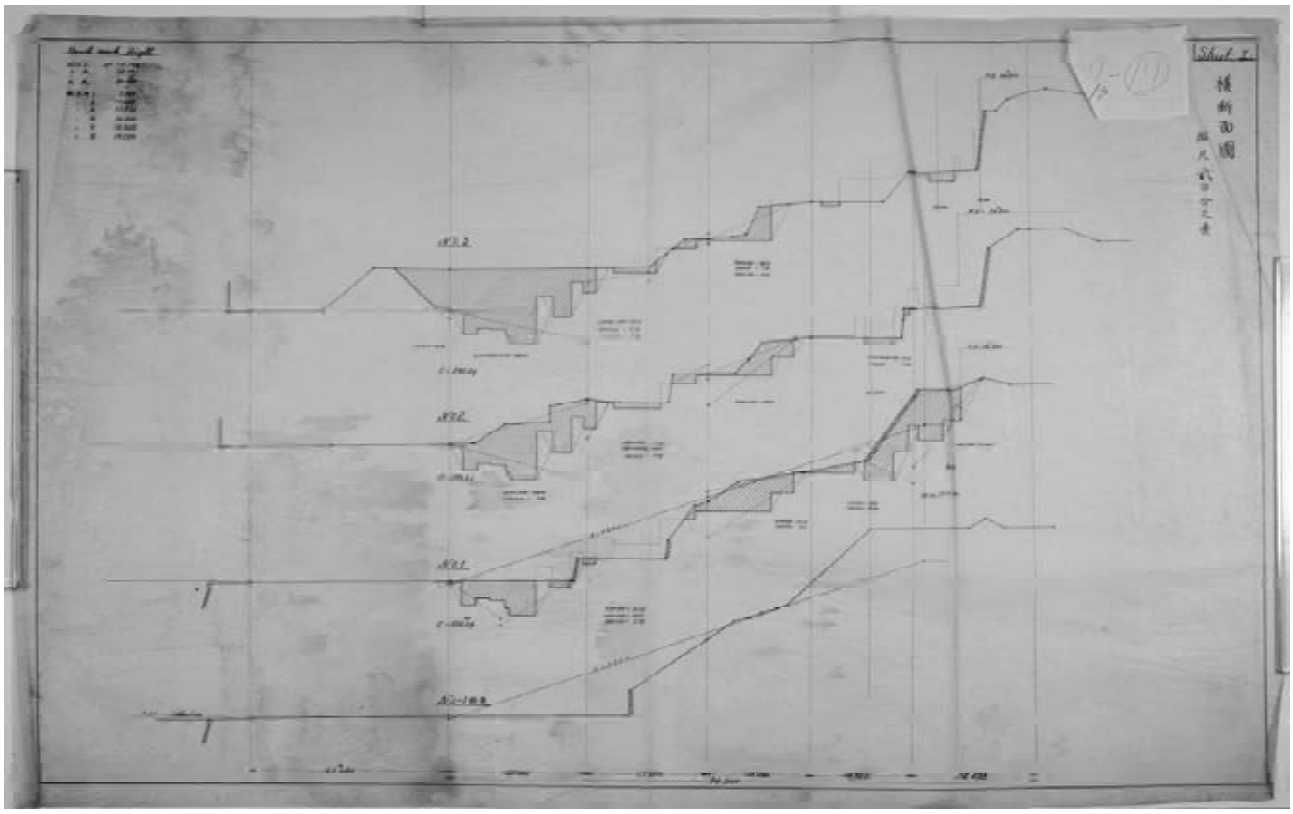
図面4.14 「濾過器」『青化製錬工場改築御届』[明治45(1912)年6月]に添付



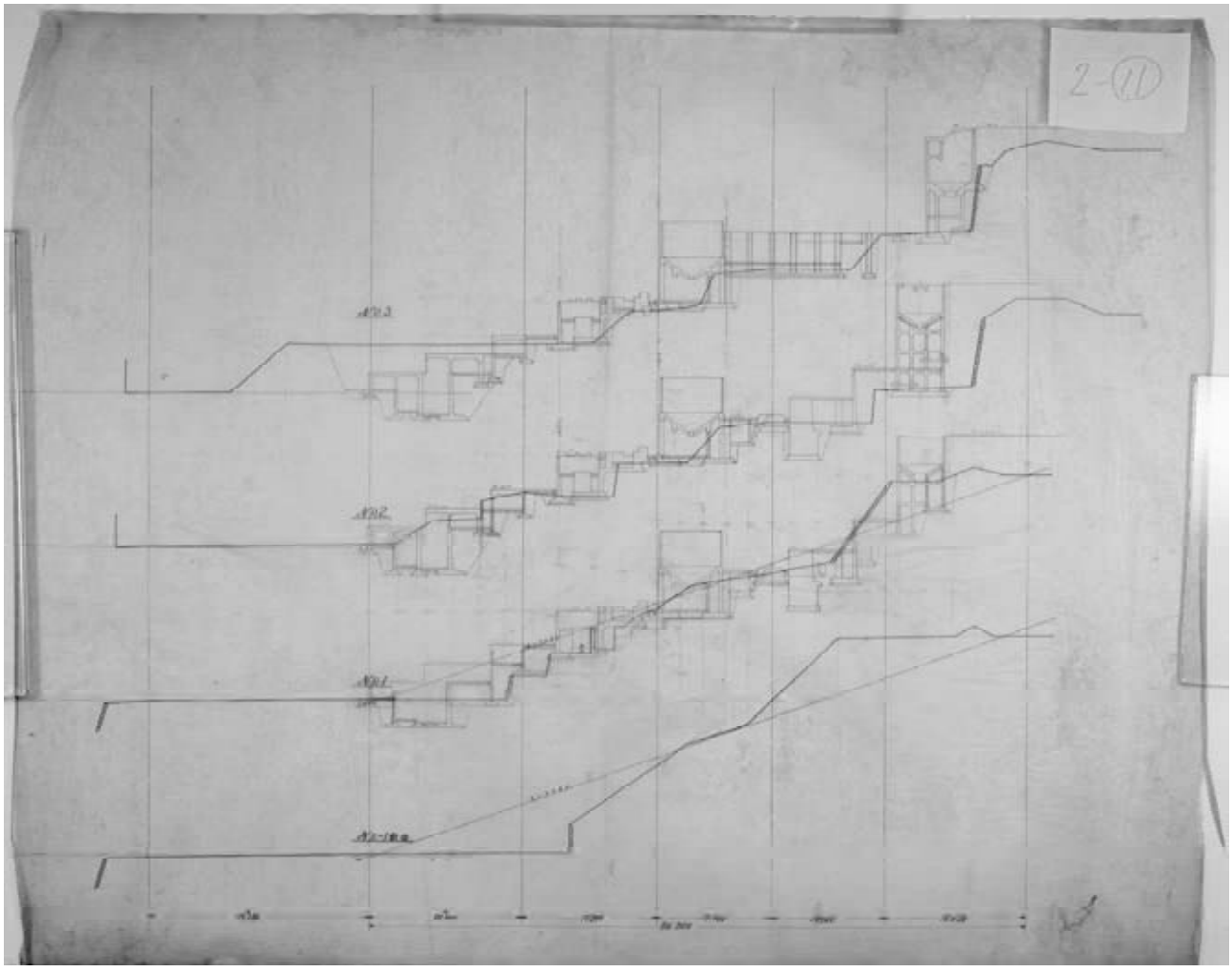
図面4.15　北沢浮遊選鉱場建設　東側土工事断面図(昭和11･1936年頃)



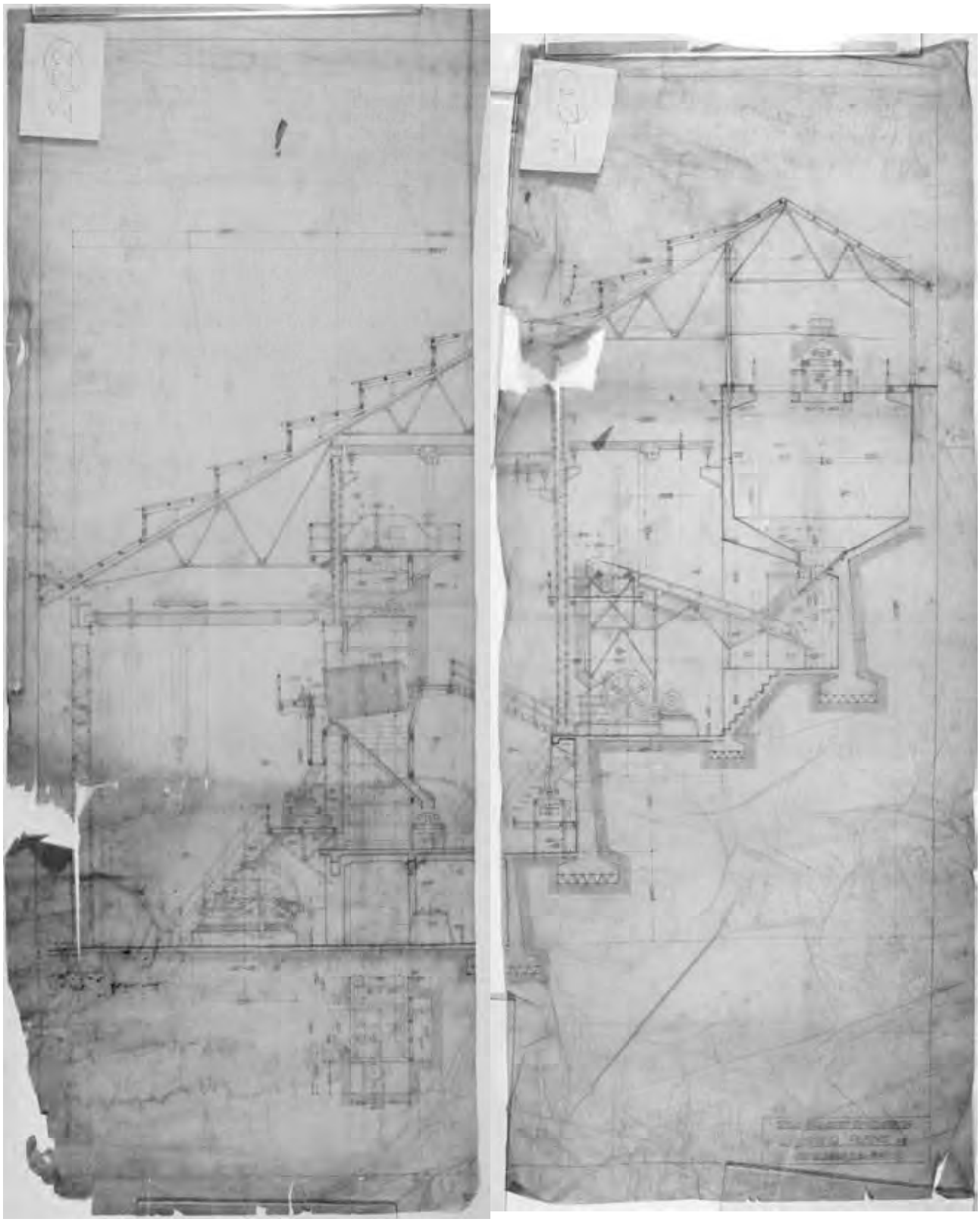
図面4.16　北沢浮遊選鉱場建設　東側断面図(昭和11･1936年頃)



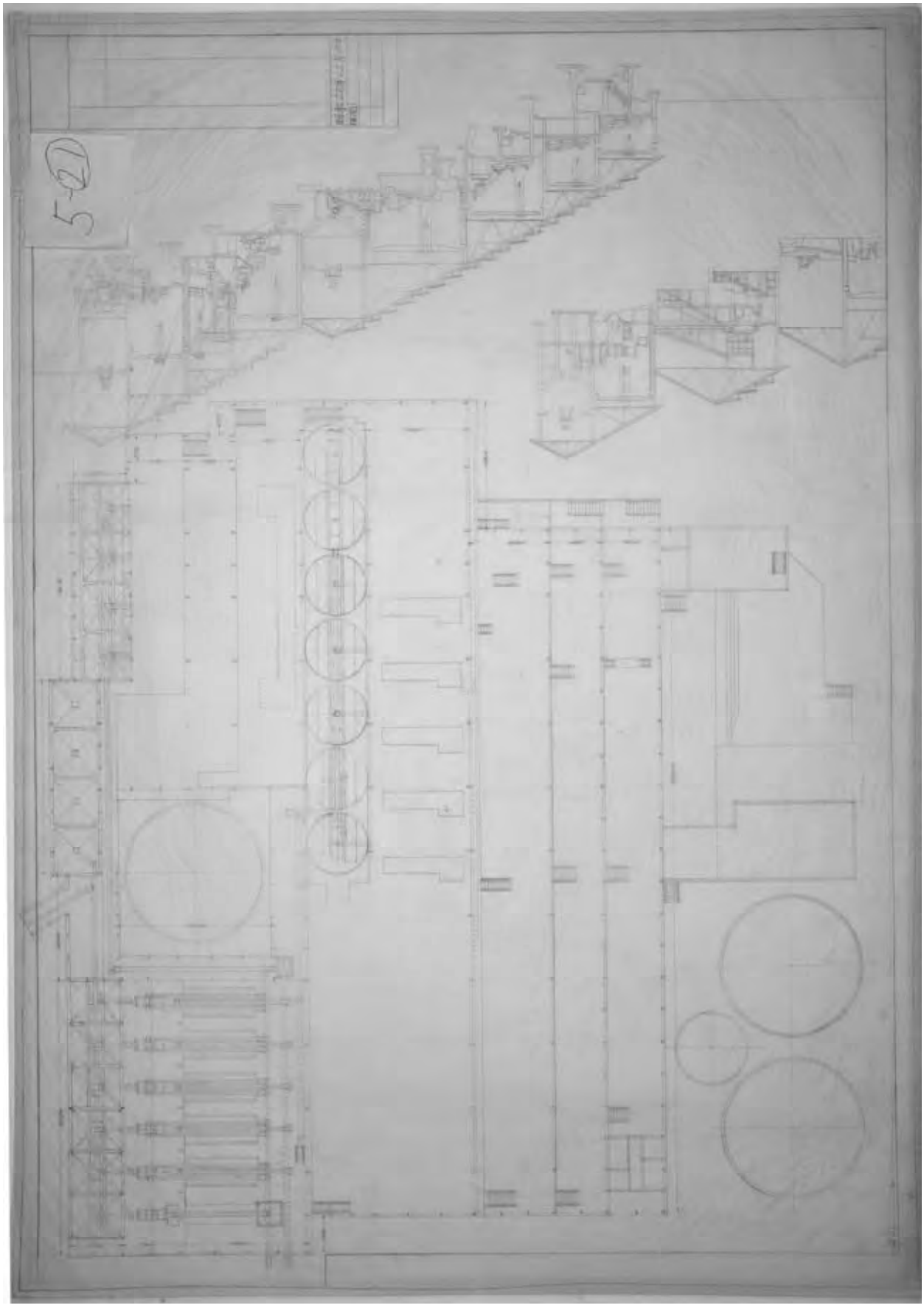
図面4.17　北沢浮遊選鉱場建設　西側土工事断面図(昭和11･1936年頃)



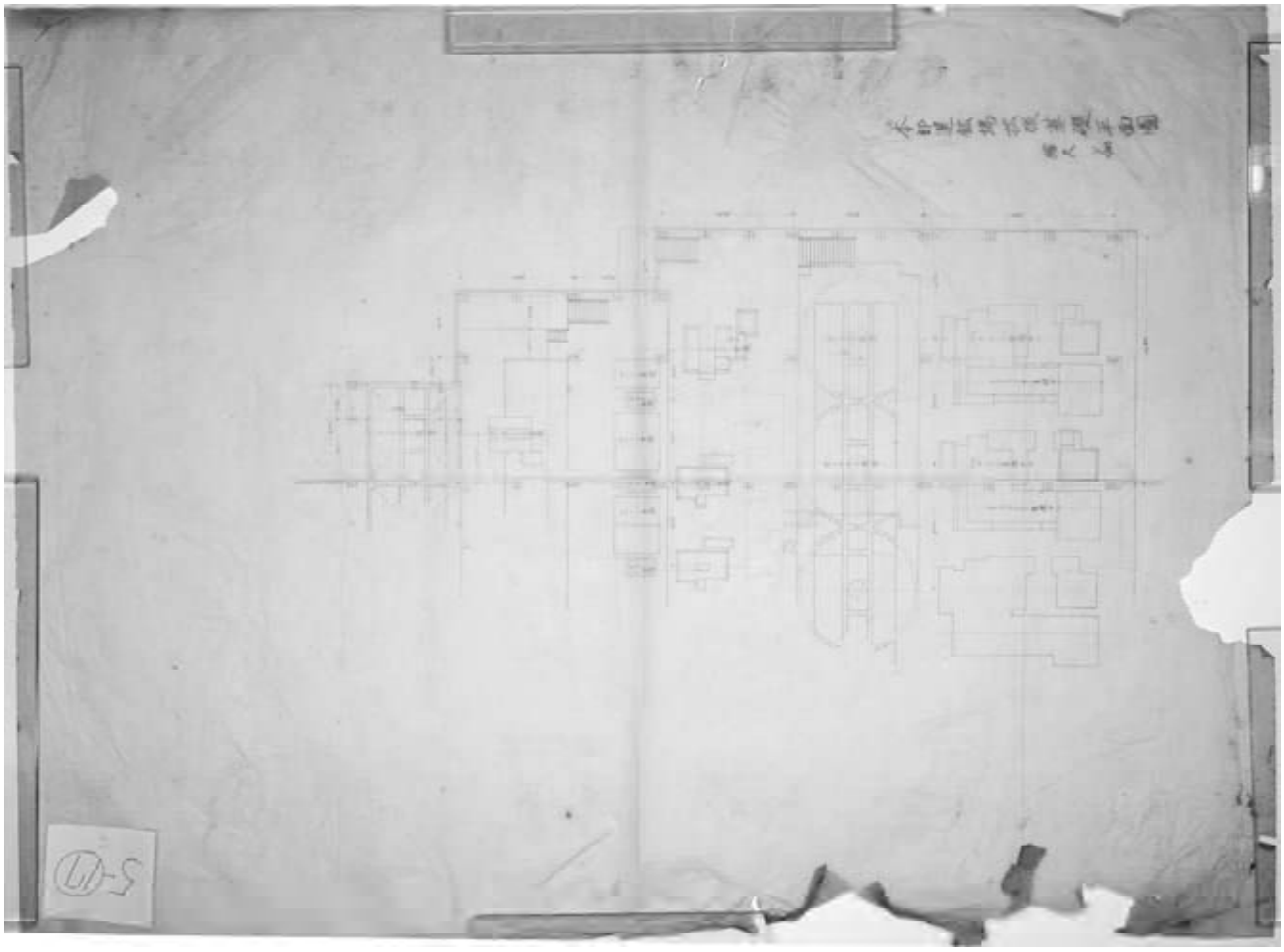
図面4.18　北沢浮遊選鉱場建設　西側断面図(昭和11･1936年頃)



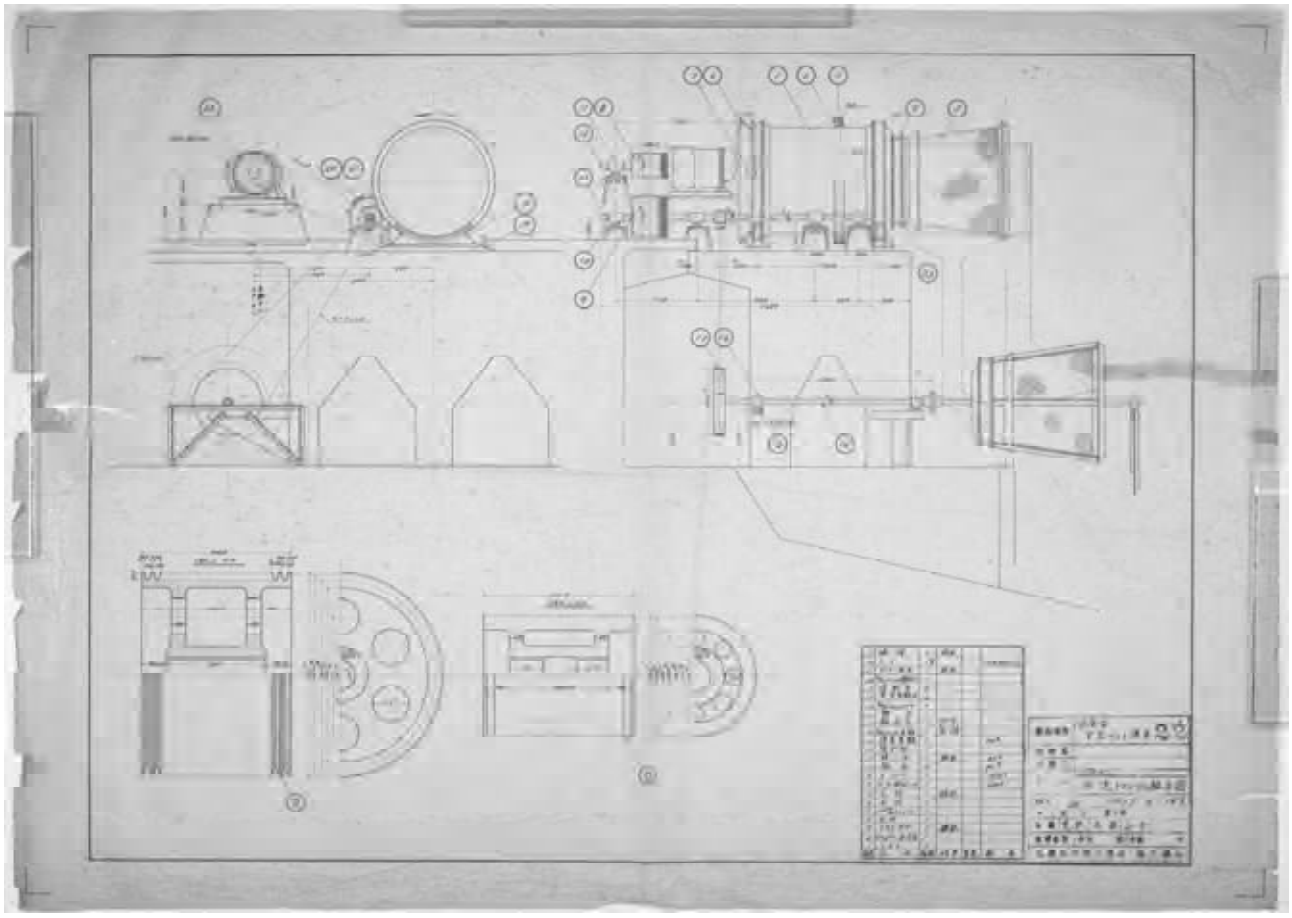
図面4.19 「SADO GOLD-SILVER CONCENTRATOR. CRUSHING PLANT. NO.1」(北沢浮遊選鉱場[粉砕]断面図)
(昭和10･1935年代)



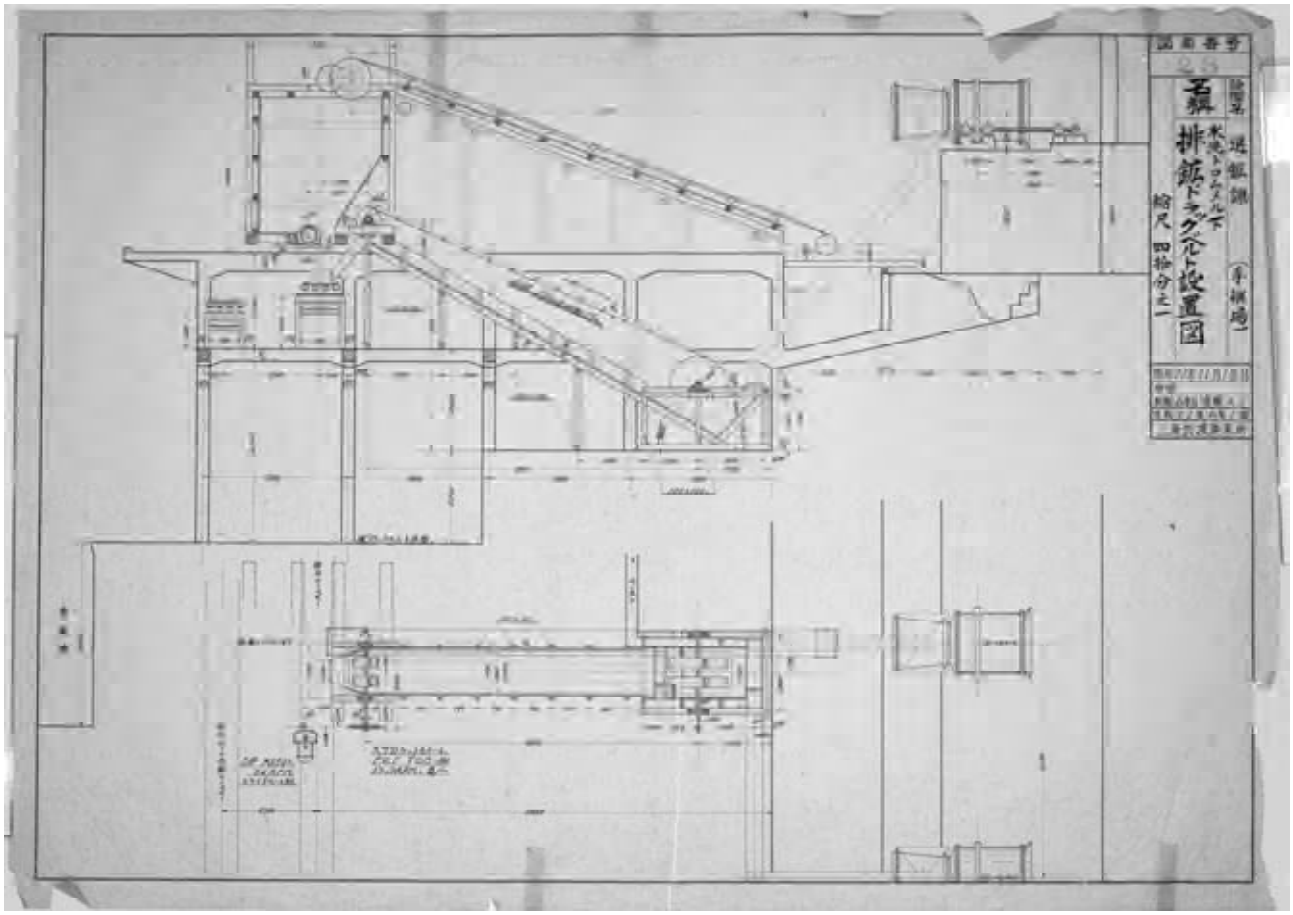
図面4.20　北沢浮遊選鉱場全体図[昭和22(1947)年10月]



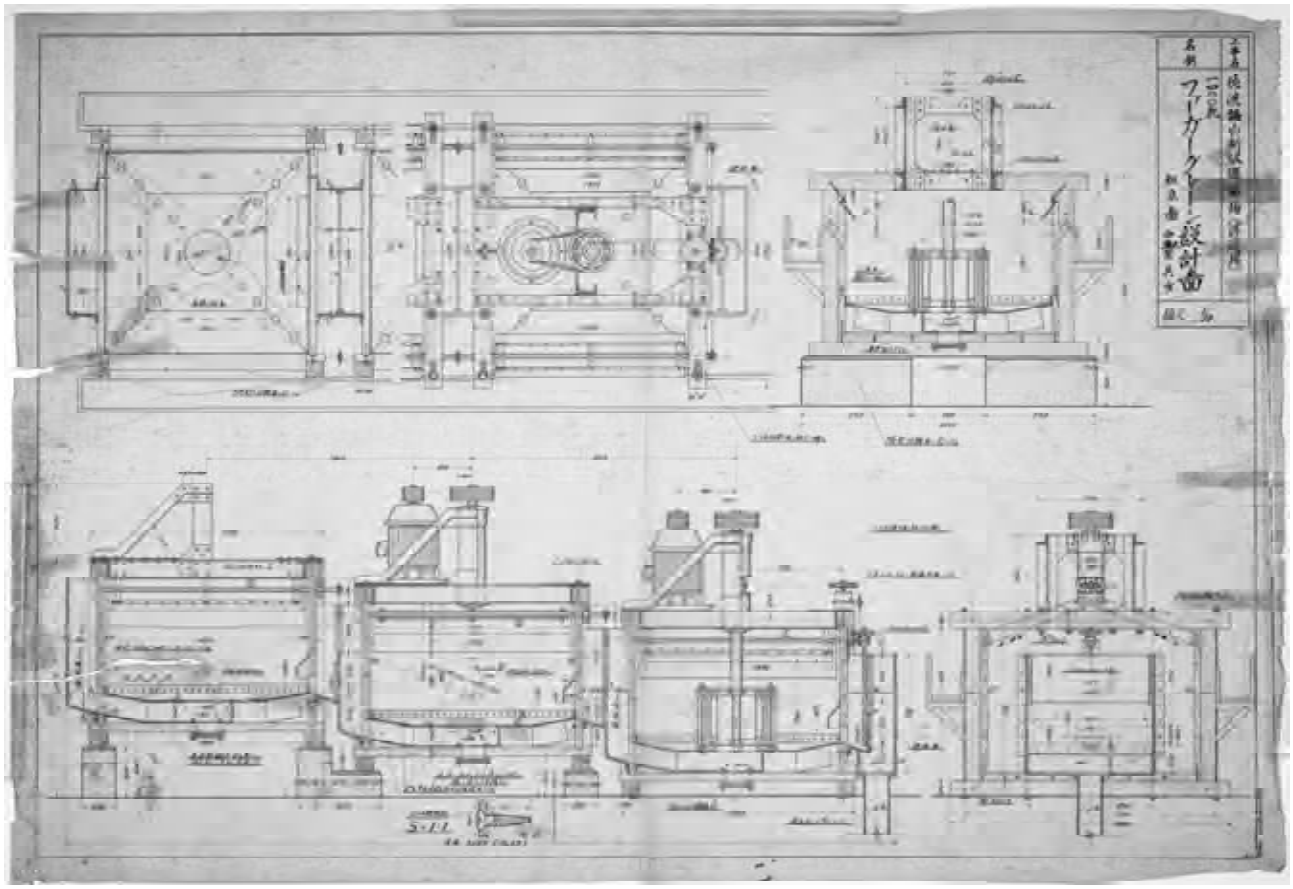
図面4.21 「本部選鉱場拡張基礎平面圖」(昭和15･1940年頃)



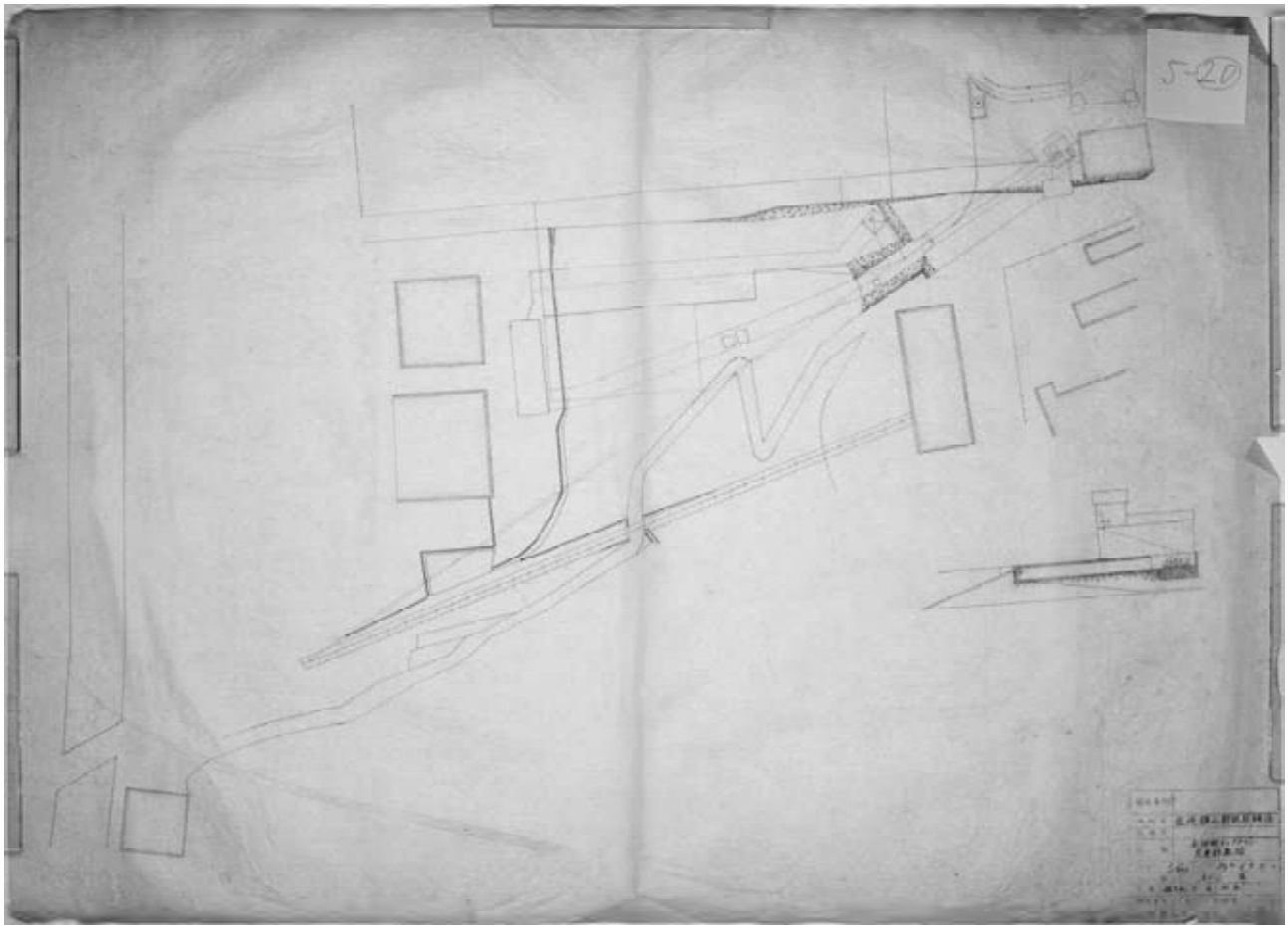
図面4.22 「30m/m 水洗トロンメル組立図」[昭和17(1942)年2月]



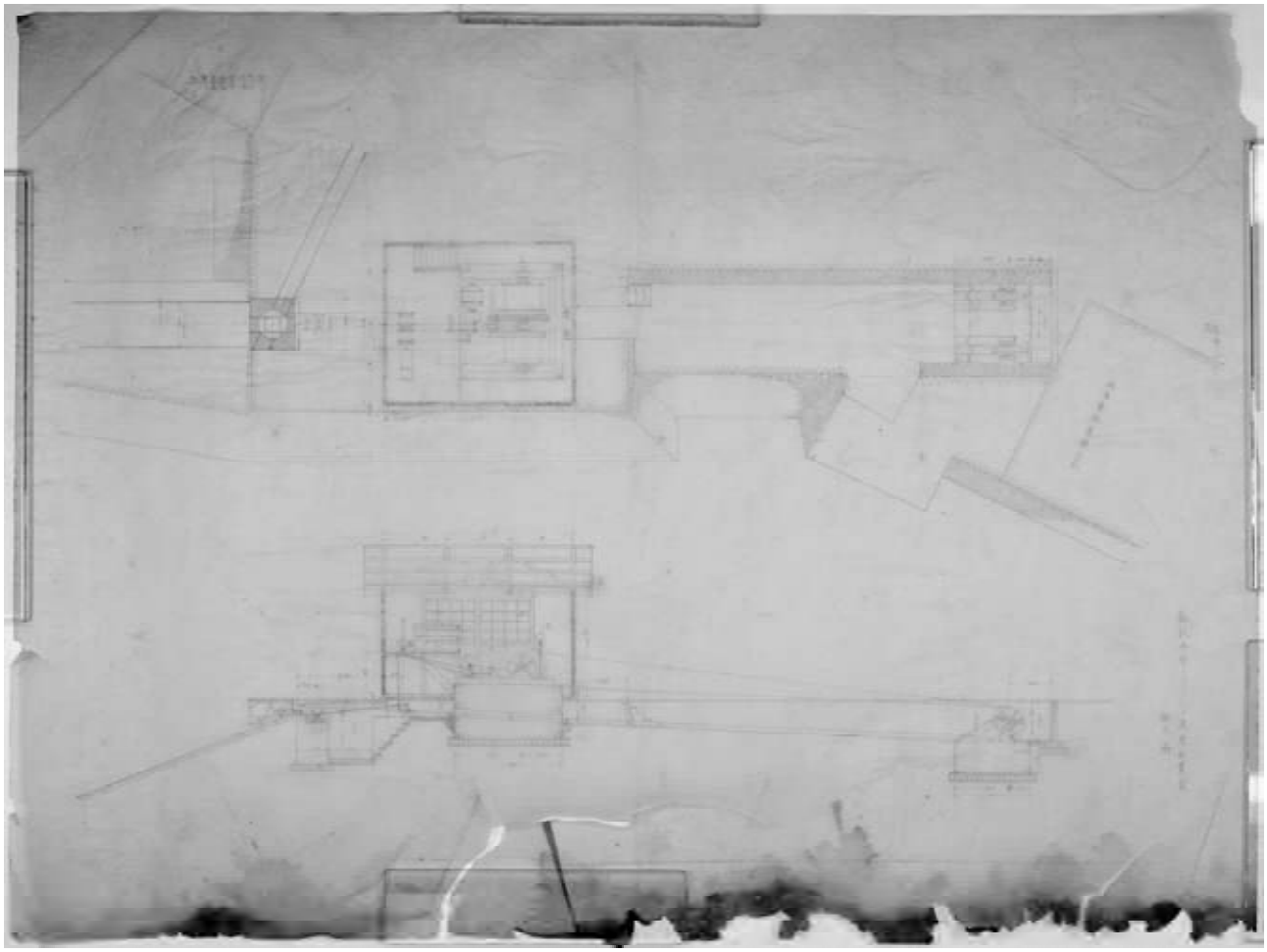
図面4.23 「水洗トロムメル下 排鉱ドラックベルト設置図」[昭和22(1947)年11月]



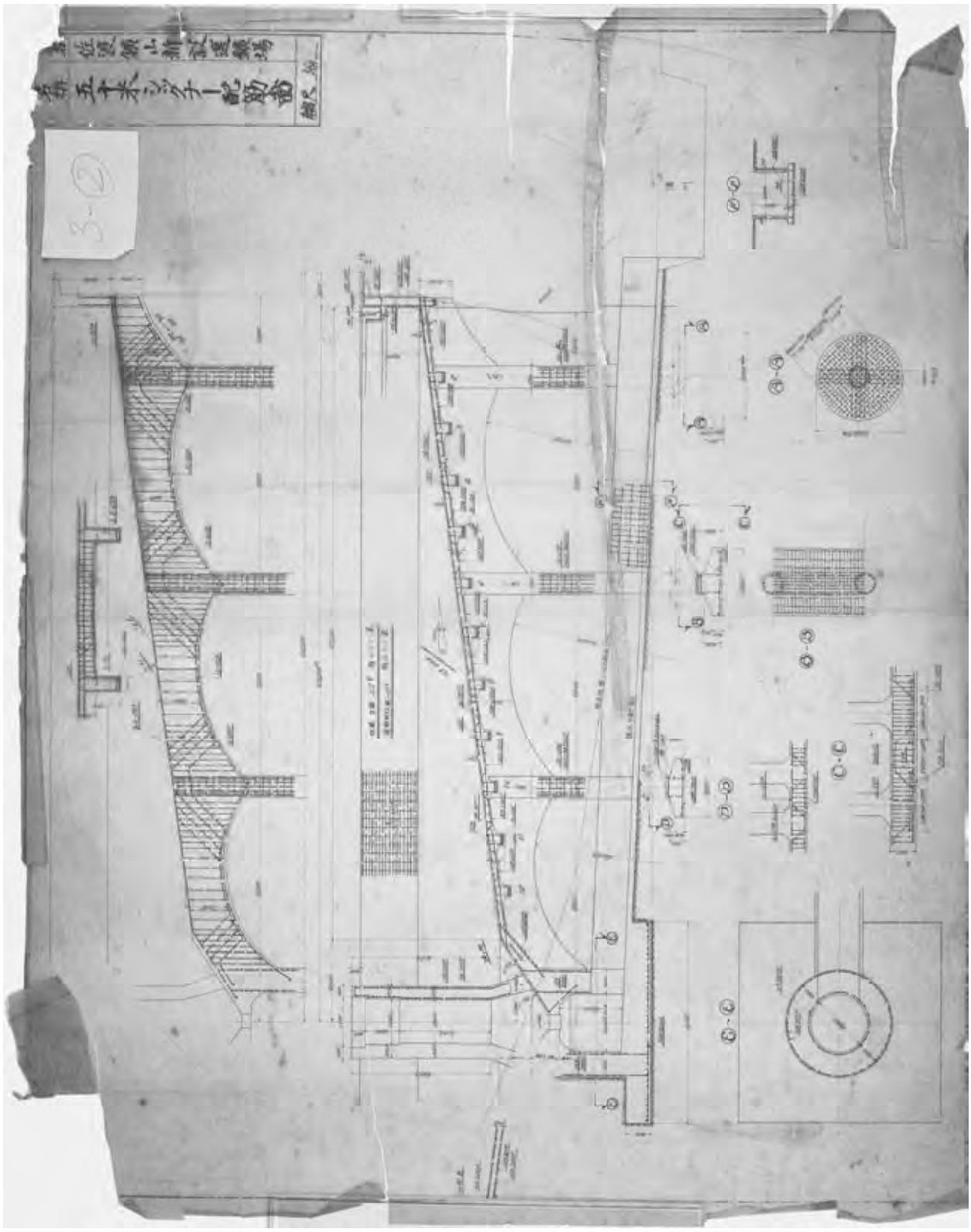
図面4.24 「佐渡鑛山新設選鉱場 一四〇〇粍ファーガーグレーン設計圖」[昭和13(1938)年4月]



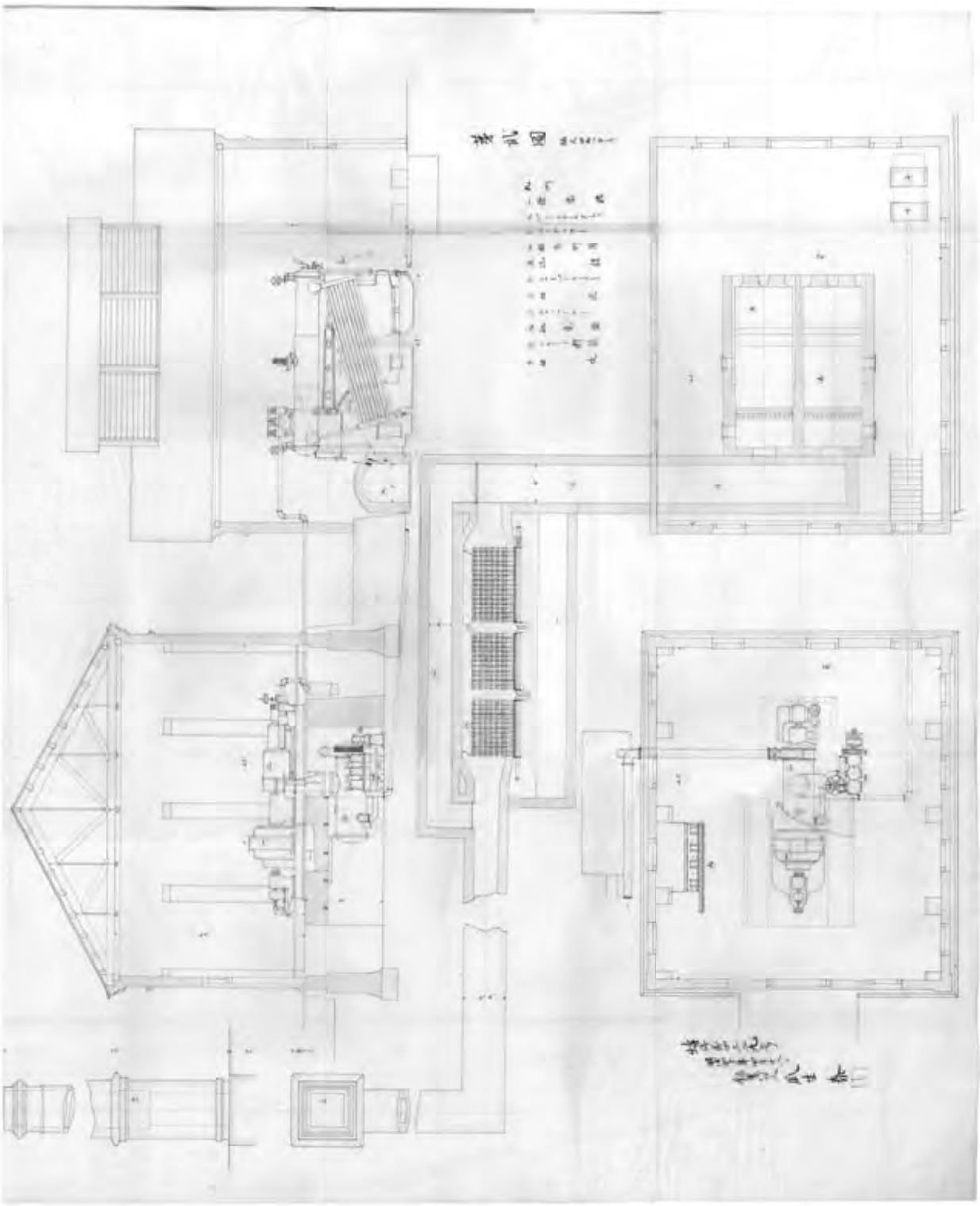
図面4.25 「佐渡鑛山新設選鑛場 本部側インクライン 変更設計図」[昭和15(1940)年6月]



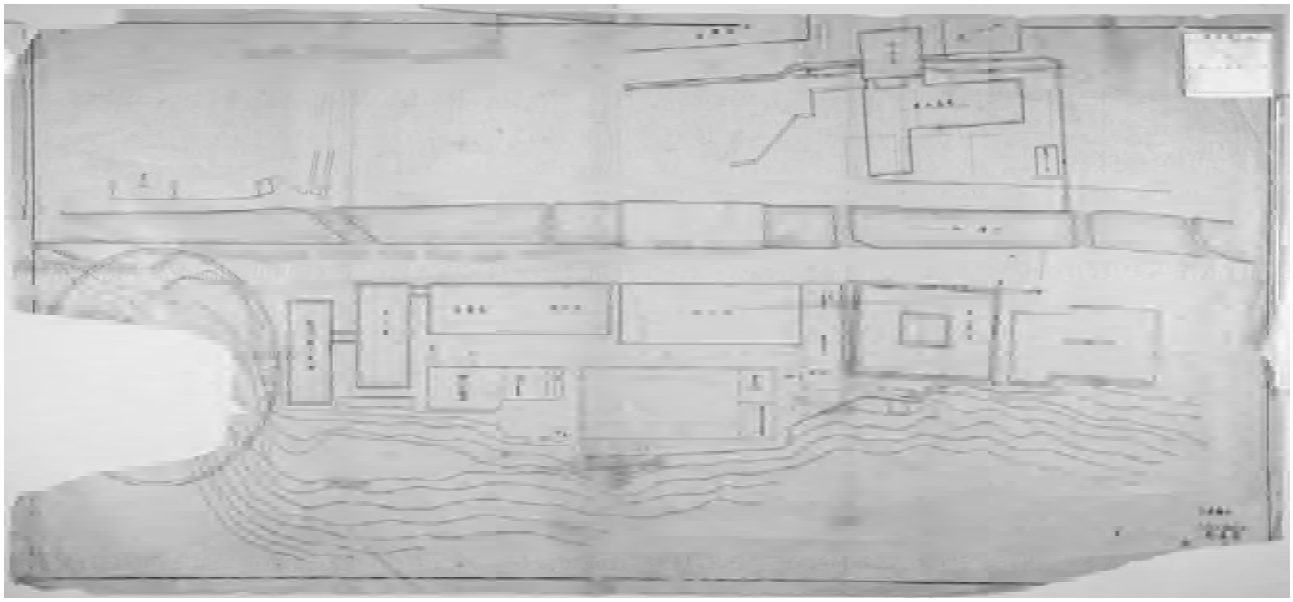
図面4.26 「新設本部インクライン巻座計畫案」(昭和15･1940年頃)



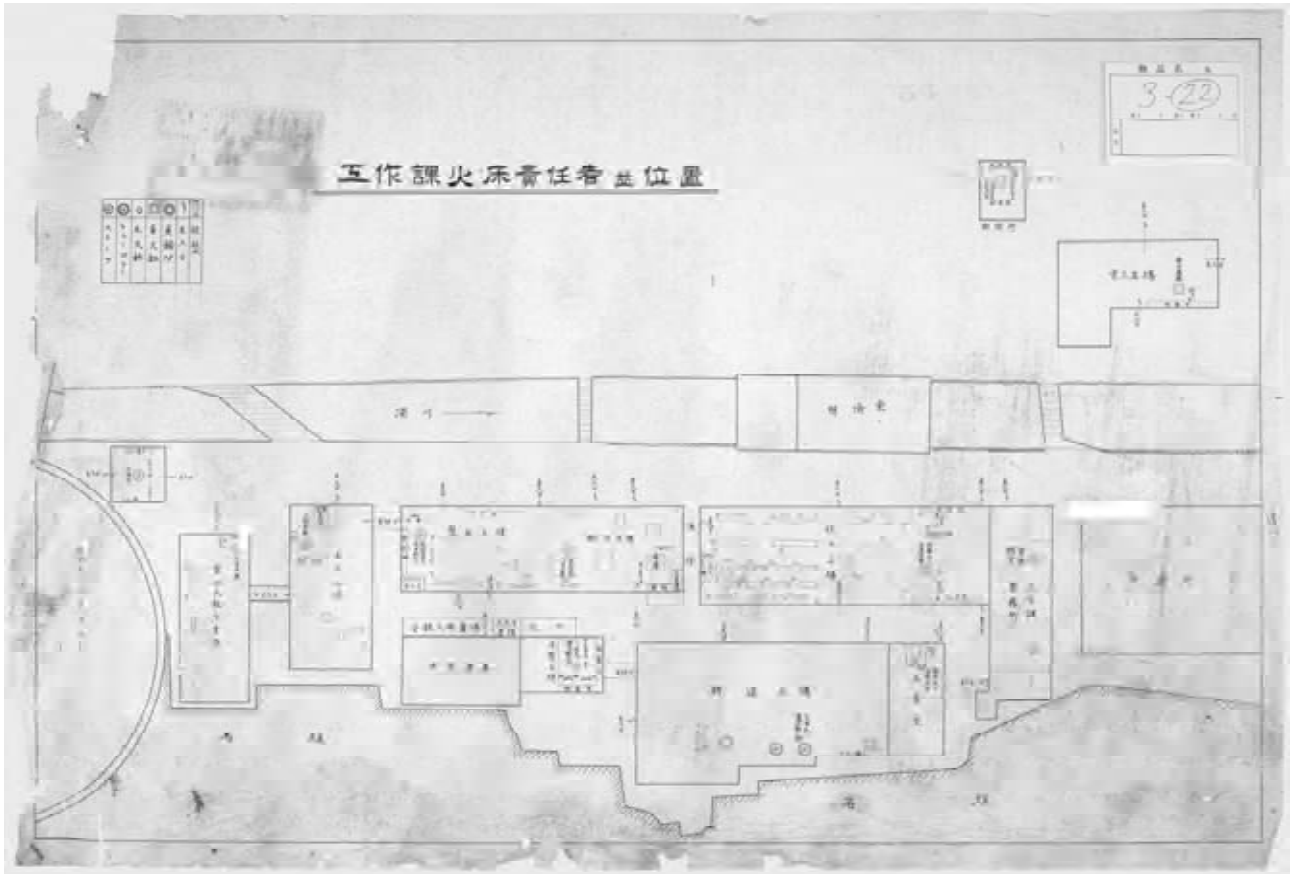
図面4.27 「佐渡鑛山新設選鑛場五十米シックナー配筋圖」[昭和1口年]



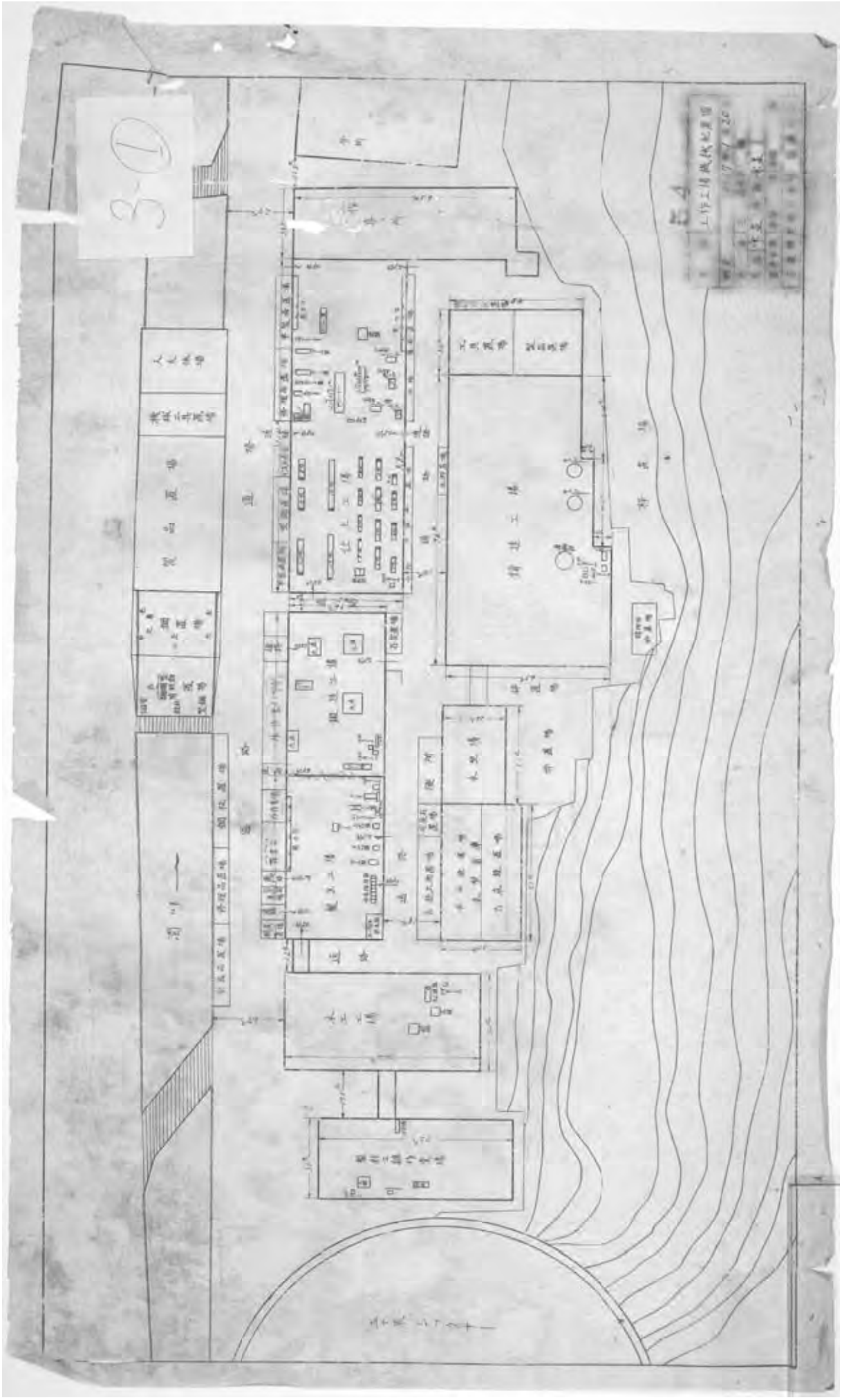
図面4.28　北沢火力発電所平･断面図　『製錬場増設及原動装置新設届補修』[明治40(1907)年4月]に添付



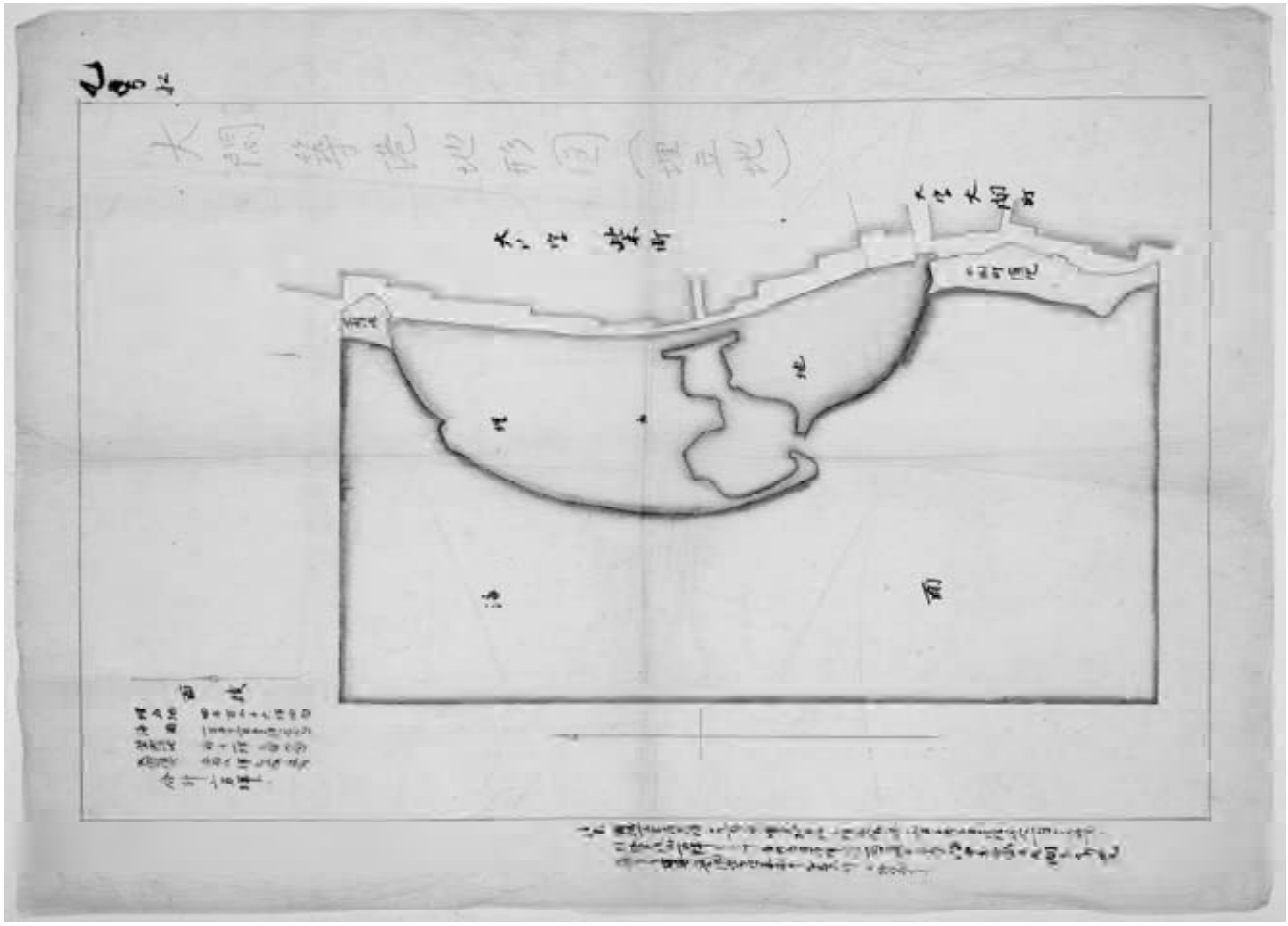
図面4.29 「佐渡鑛山 工作工場及附近 配置圖」[昭和14(1939)年]



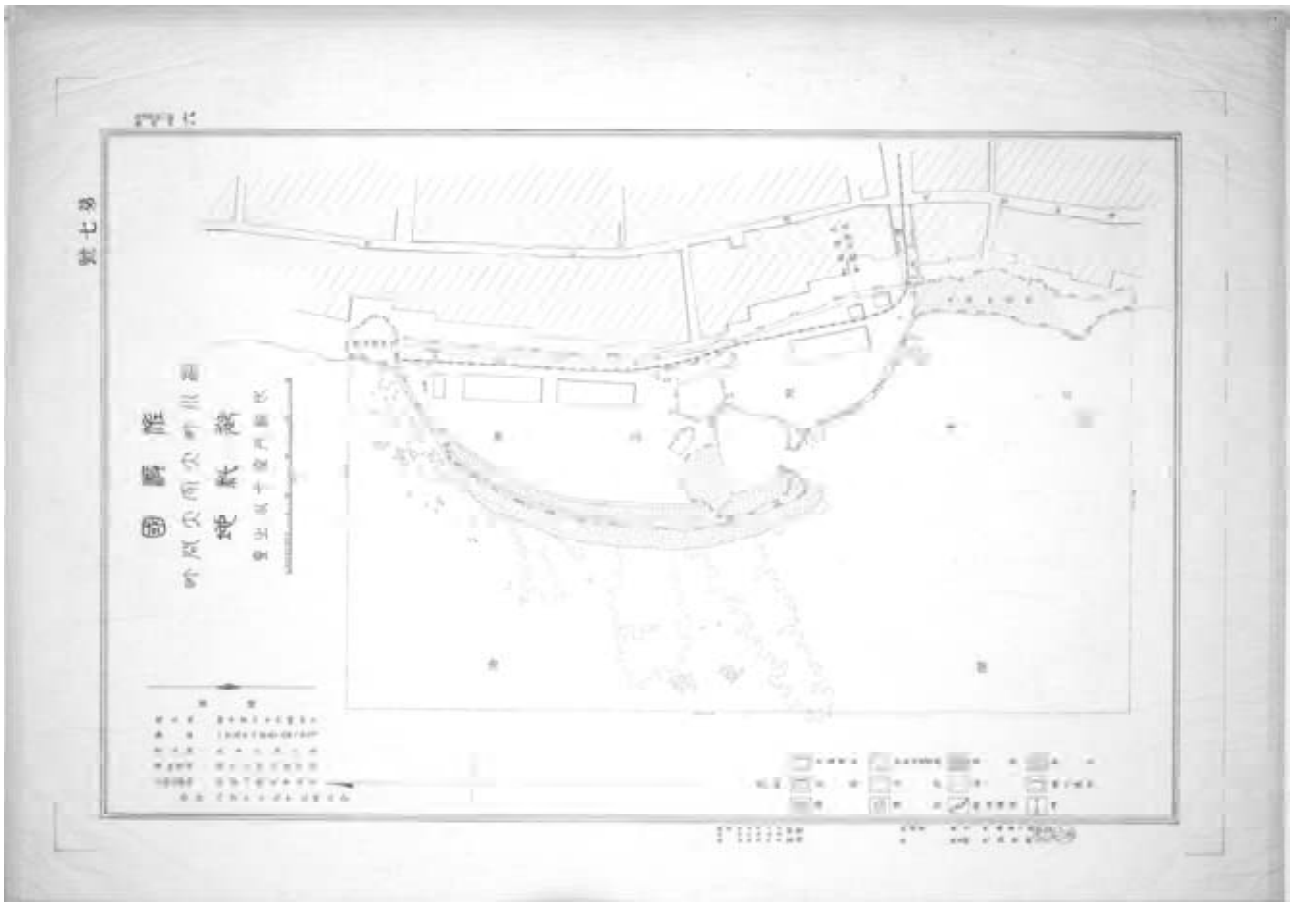
図面4.30 「工作課火床責任者並位置」(昭和10･1935年代)



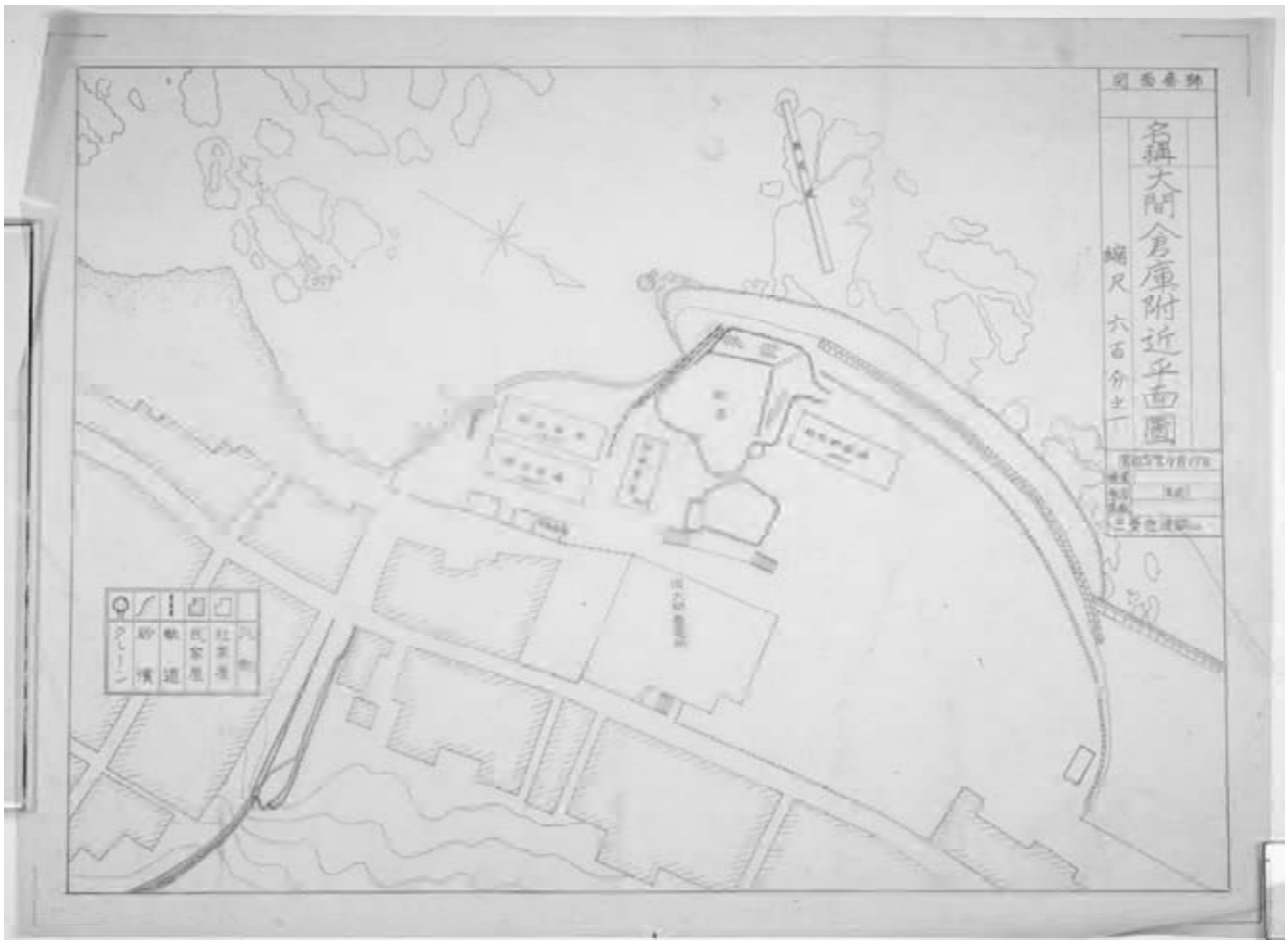
図面 4.31 「工作工場機械配置圖」[昭和17(1942)年1月]



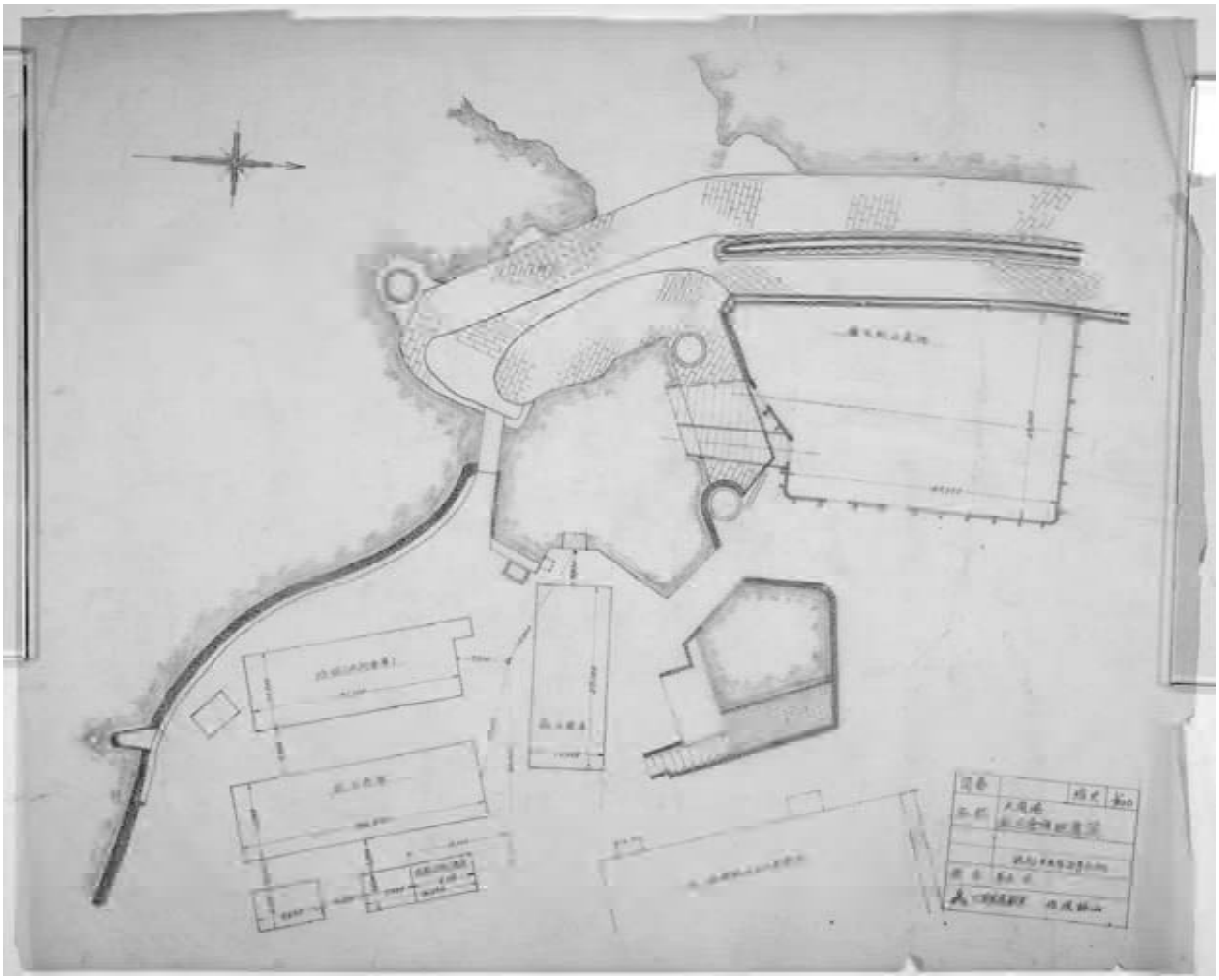
図面5.1 「大間築港地形図(埋立地)」(明治時代中期頃)



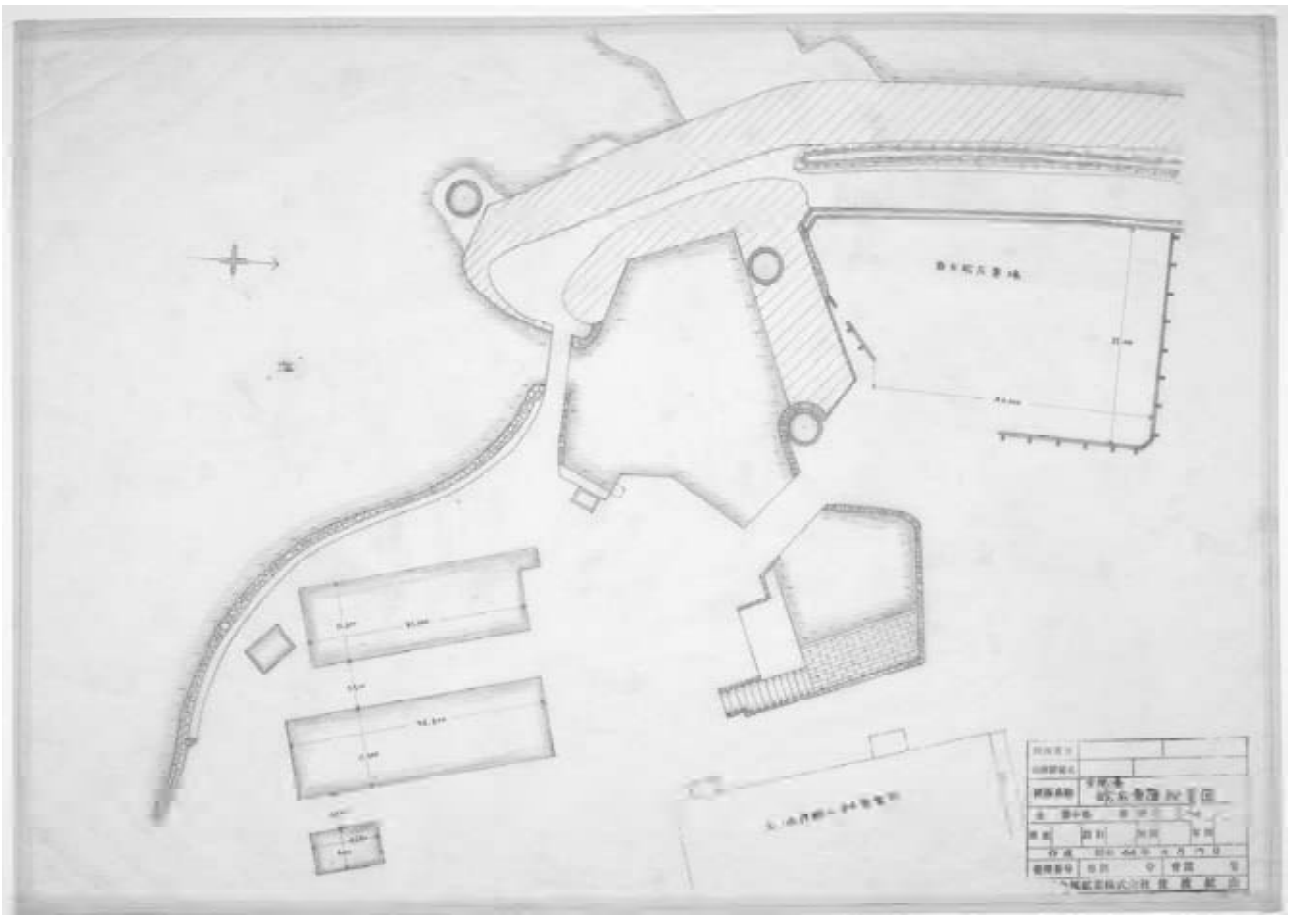
図面5.2 「佐渡國 相川町大字大間町 御料地」[明治29(1896)年6月]



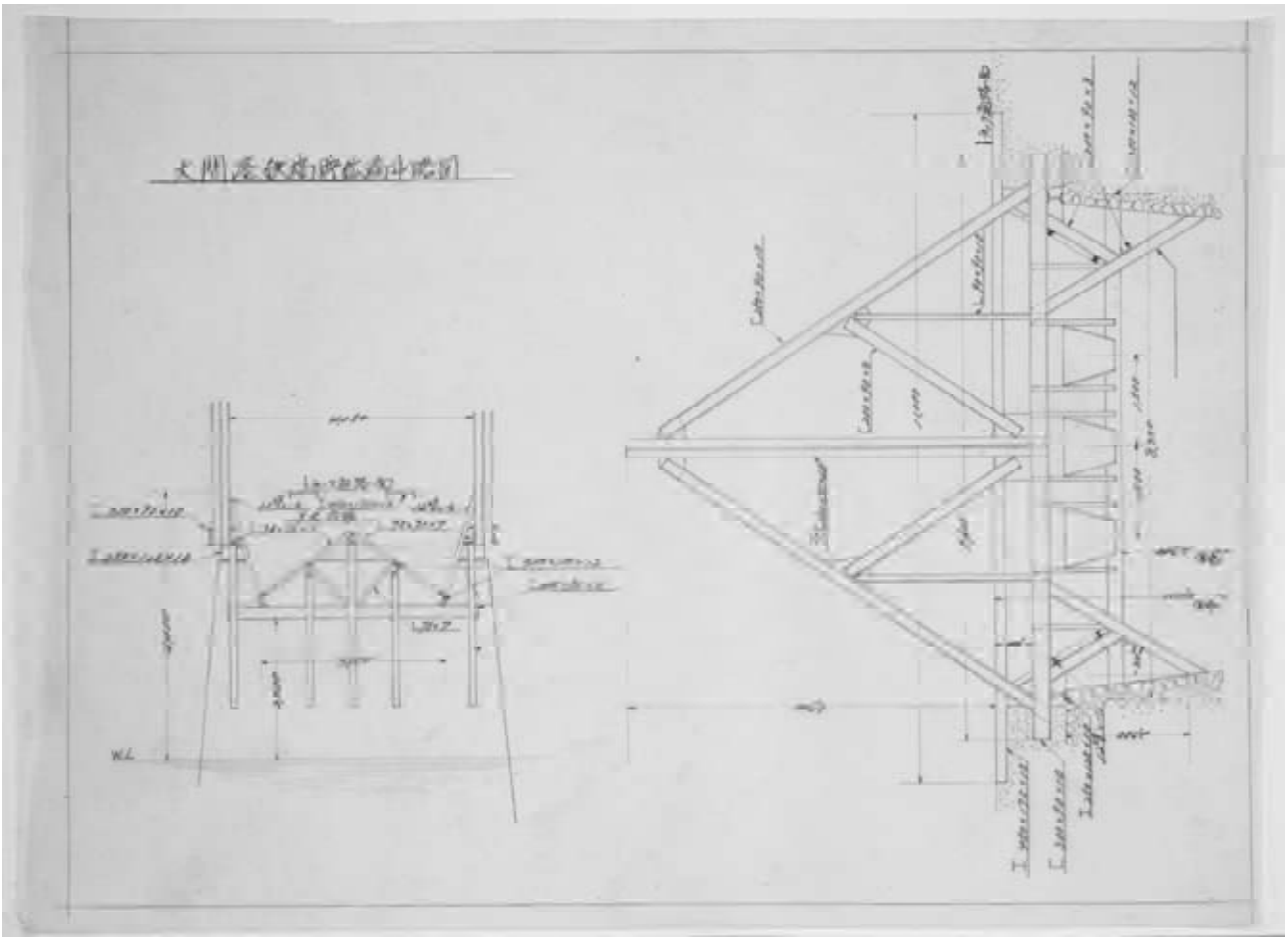
図面5.3 「大間倉庫附近平面圖」[昭和32(1957)年9月]



図面5.4 「大間港鉱石倉庫配置図」[昭和33(1958)年2月]

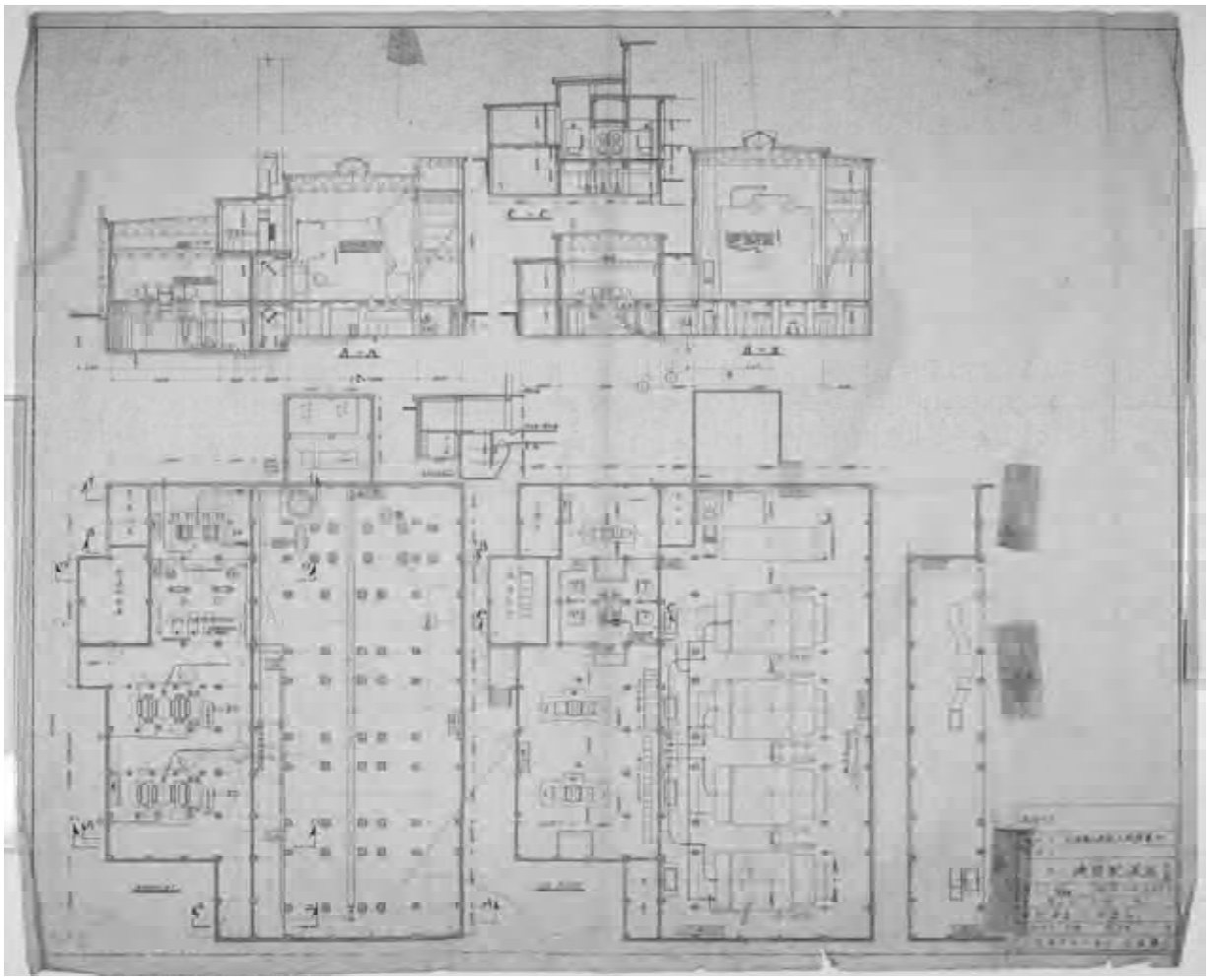


図面5.5 「大間港鉱石倉庫配置図」[昭和44(1969)年4月]

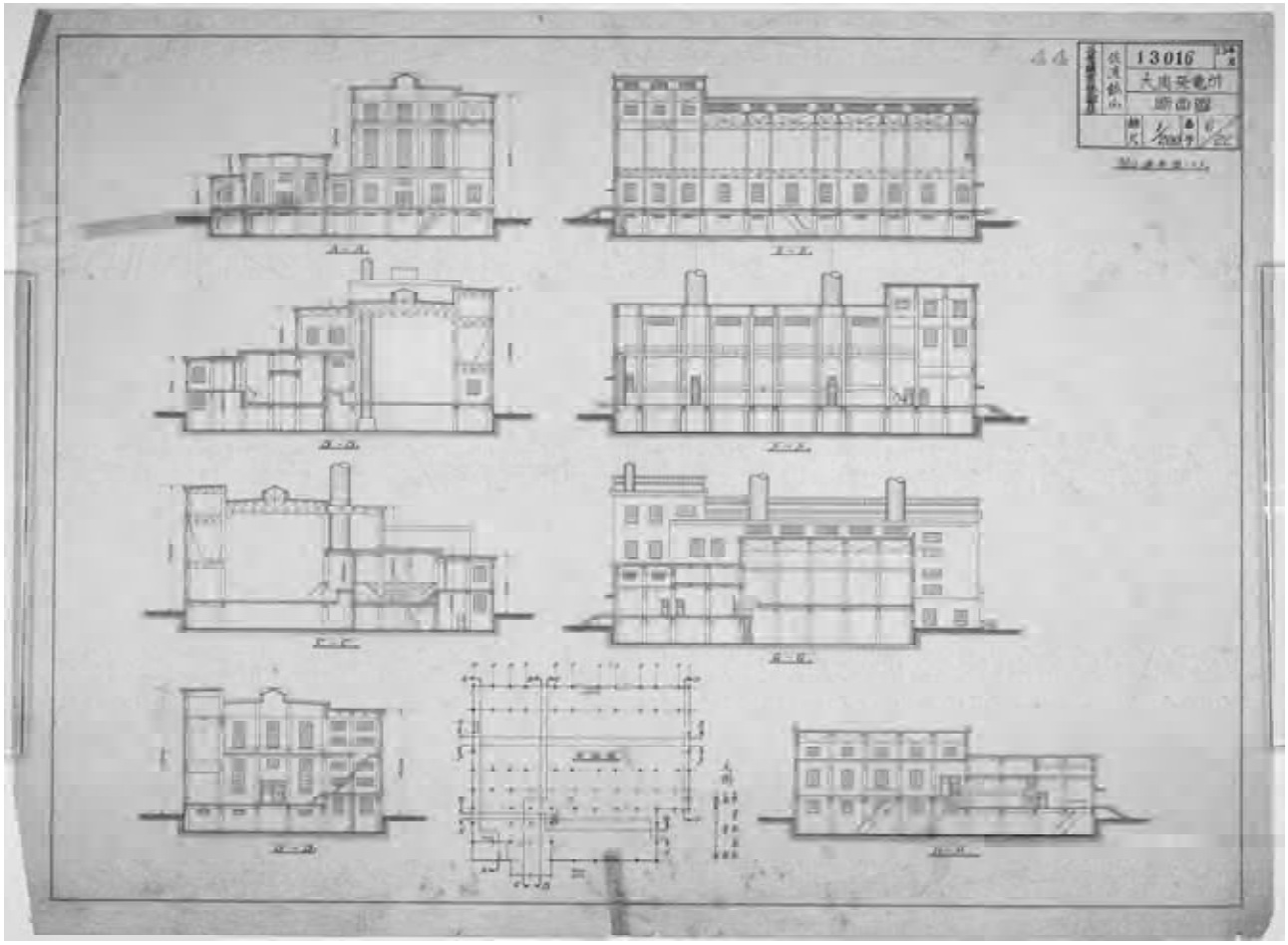


図面5.6 「大間港鉄橋貯鉱漏斗略図」(昭和30･1955年代以降か)

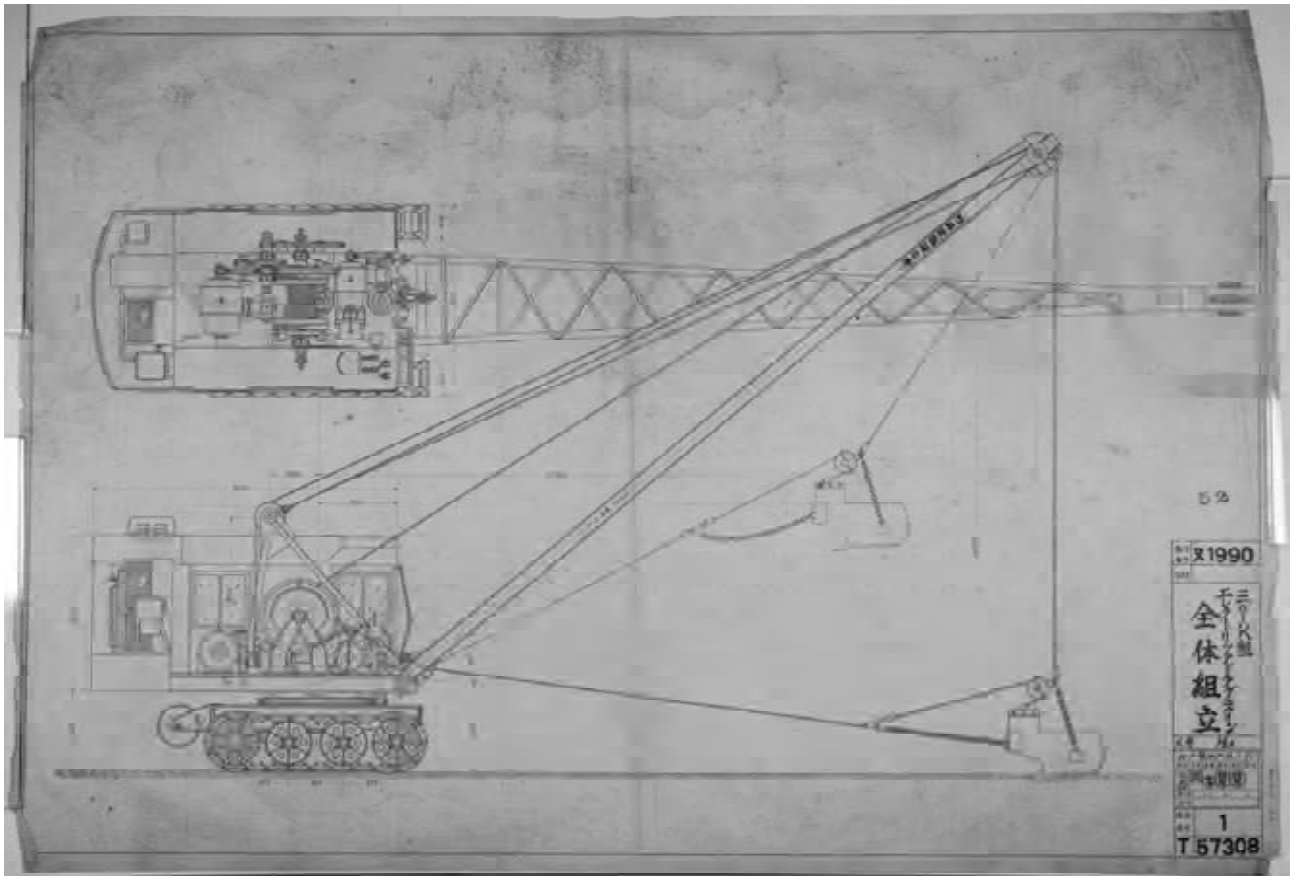
5. 資料図面(建造物･設備関連図)



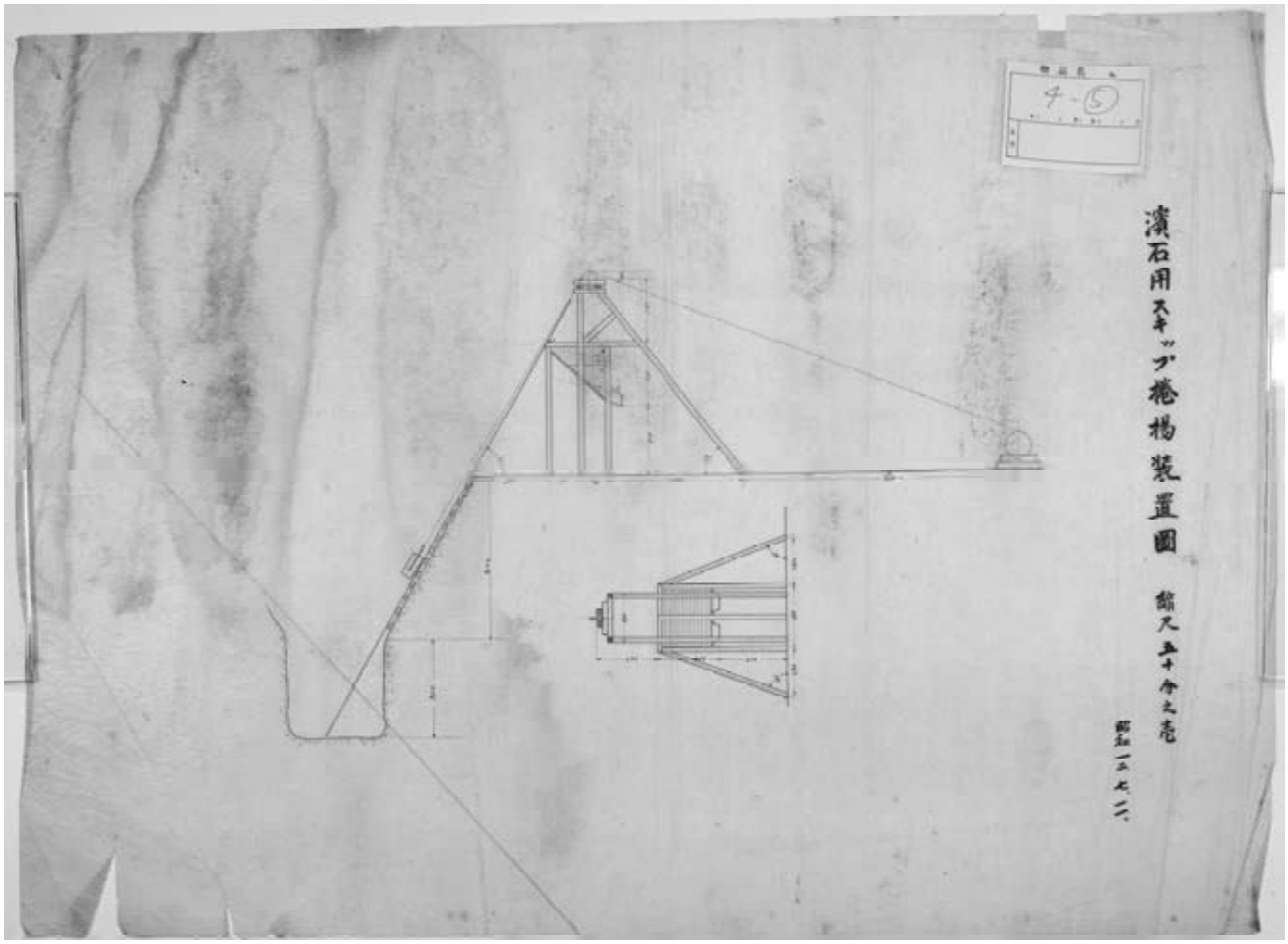
図面5.7 「佐渡鑛山新設大間發電所 機器配置圖 訂正図」[昭和13(1938)年12月]



図面5.8 「佐渡鉱山 大間発電所 断面圖」[昭和13(1938)年]

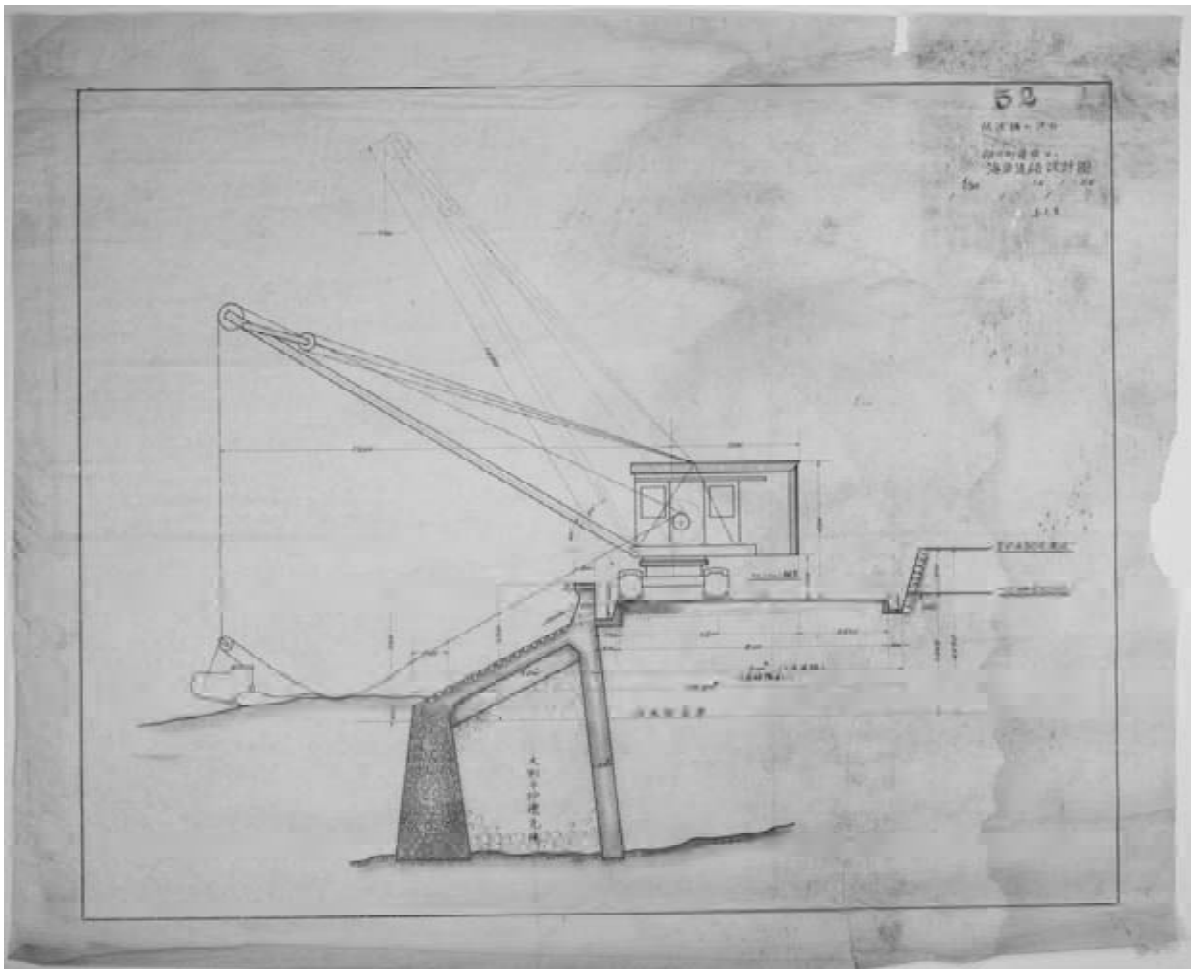


図面5.9 「三〇-K型 エレクトリックドラッグライン 全体組立」[昭和11(1936)年8月]

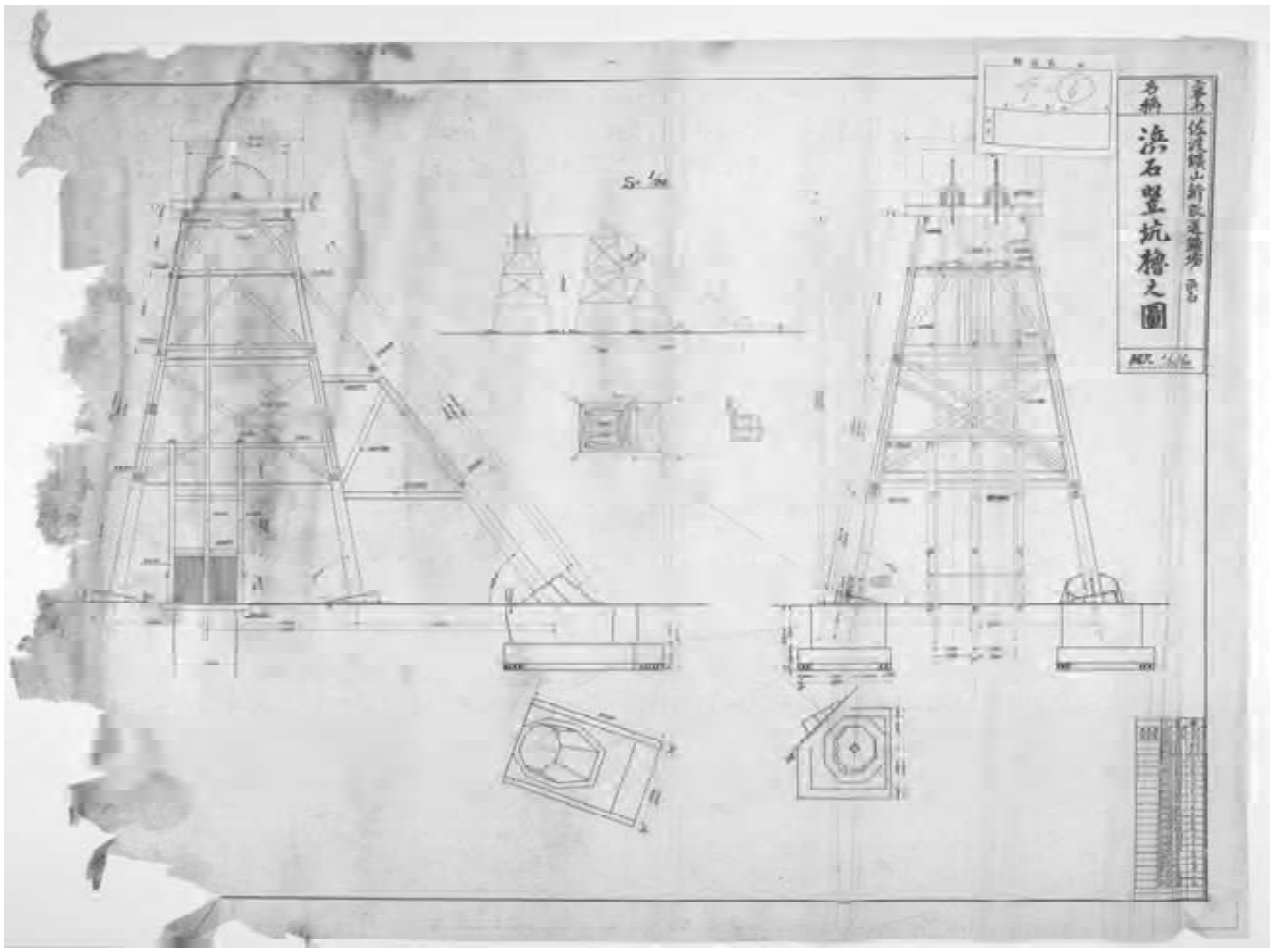


図面5.10 「濱石用スキップ捲揚裝置圖」[昭和12(1937)年7月]

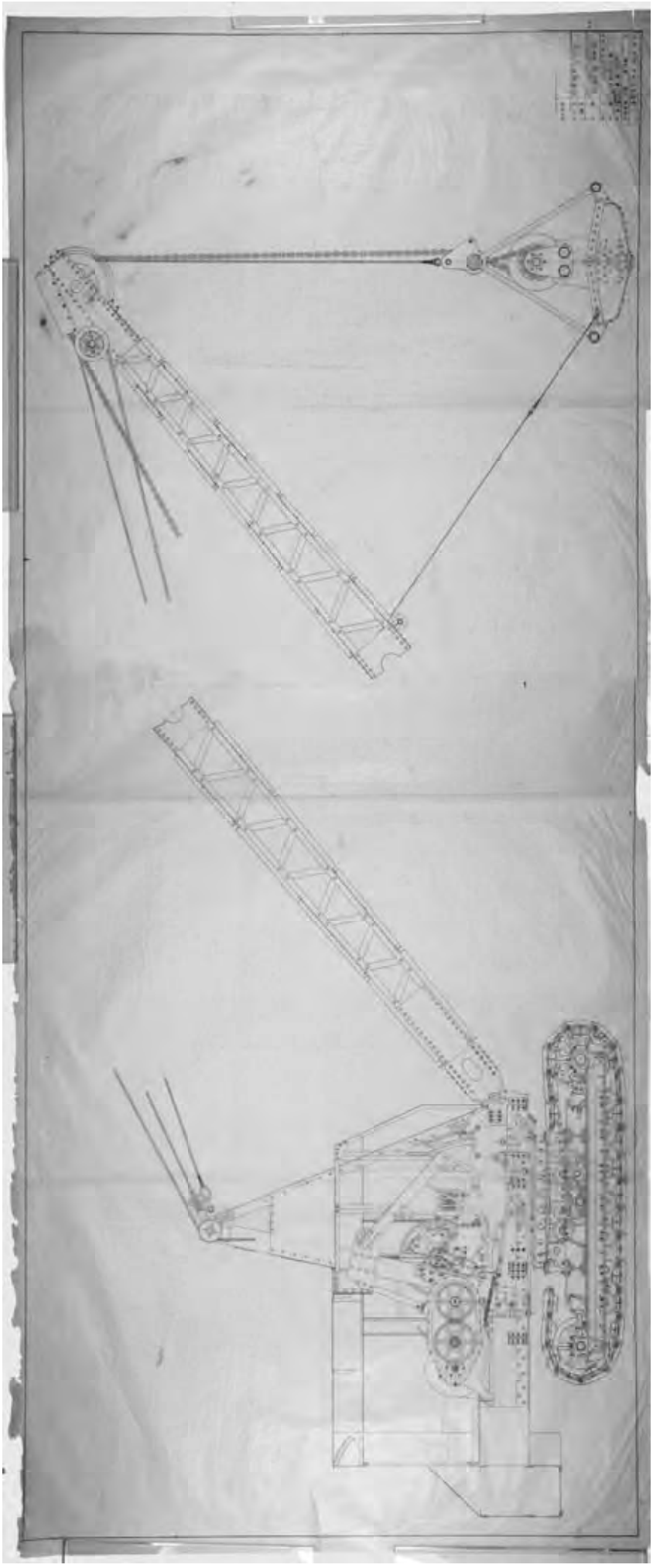
5. 資料図面(建造物･設備関連図)



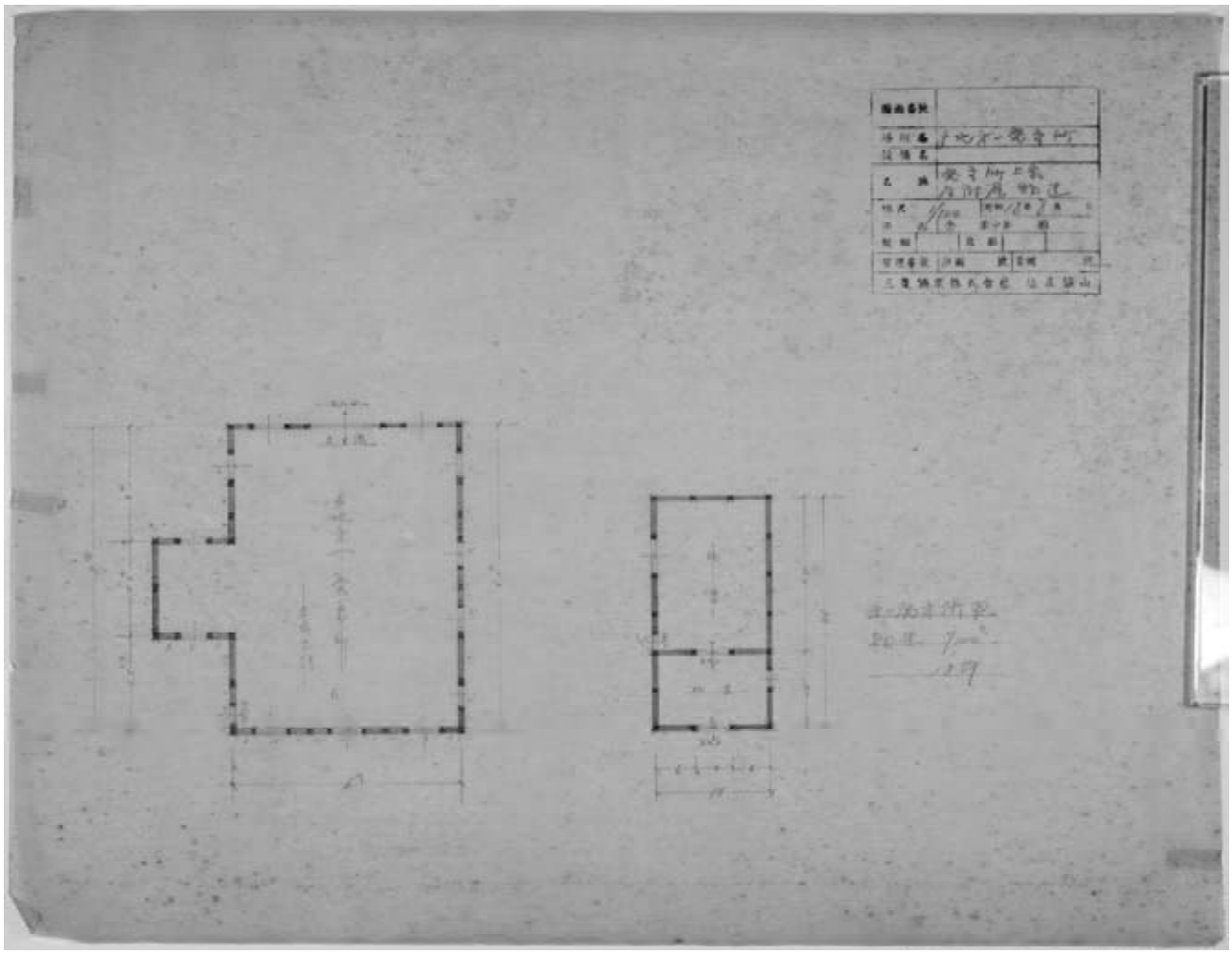
図面5.11 「佐渡鑛山浜石 相川町護岸並ニ海岸道路設計圖」[昭和14(1939)年1月]



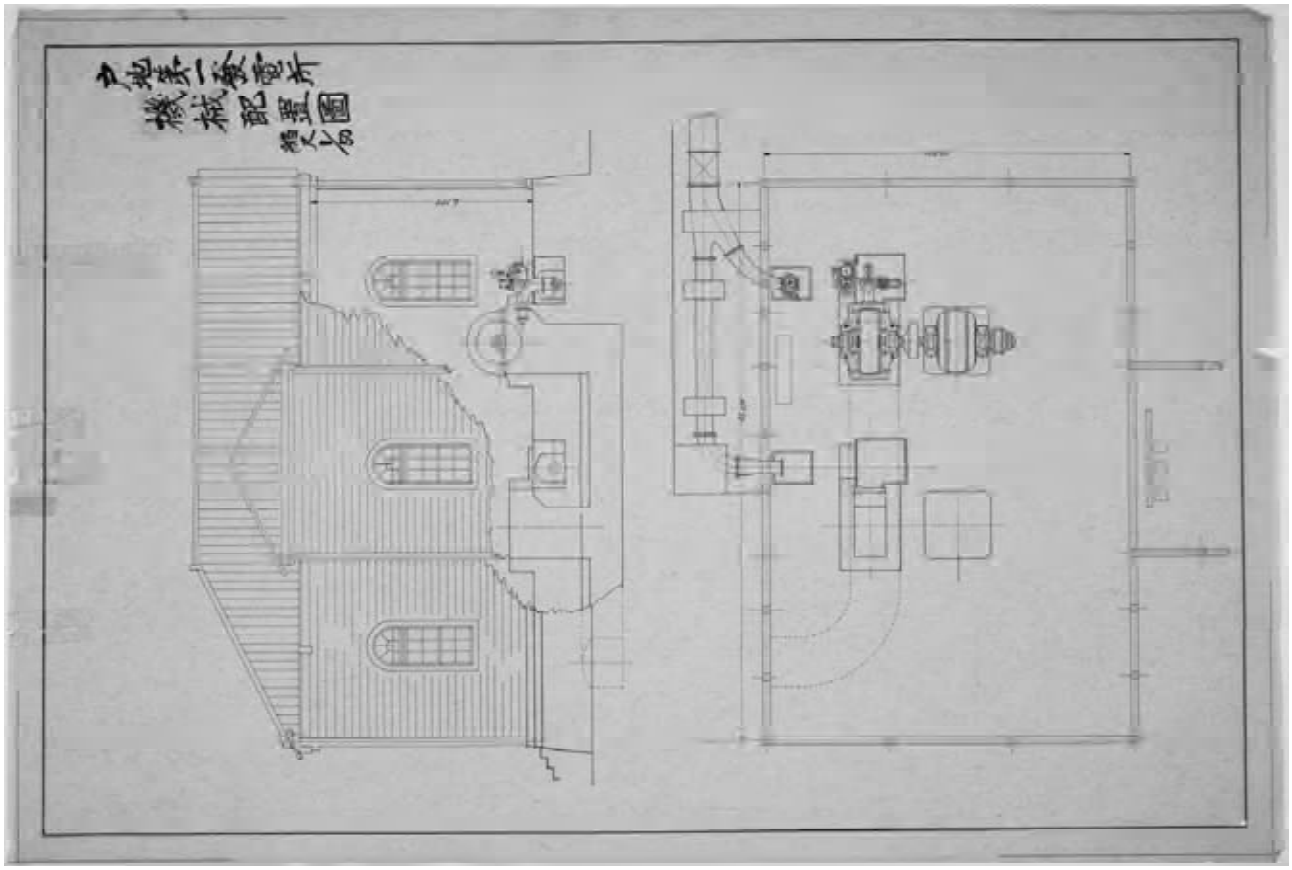
図面5.12 「佐渡鉱山新設選鉱場浜石 浜石竪坑櫓之圖」[昭和15(1940)年5月]



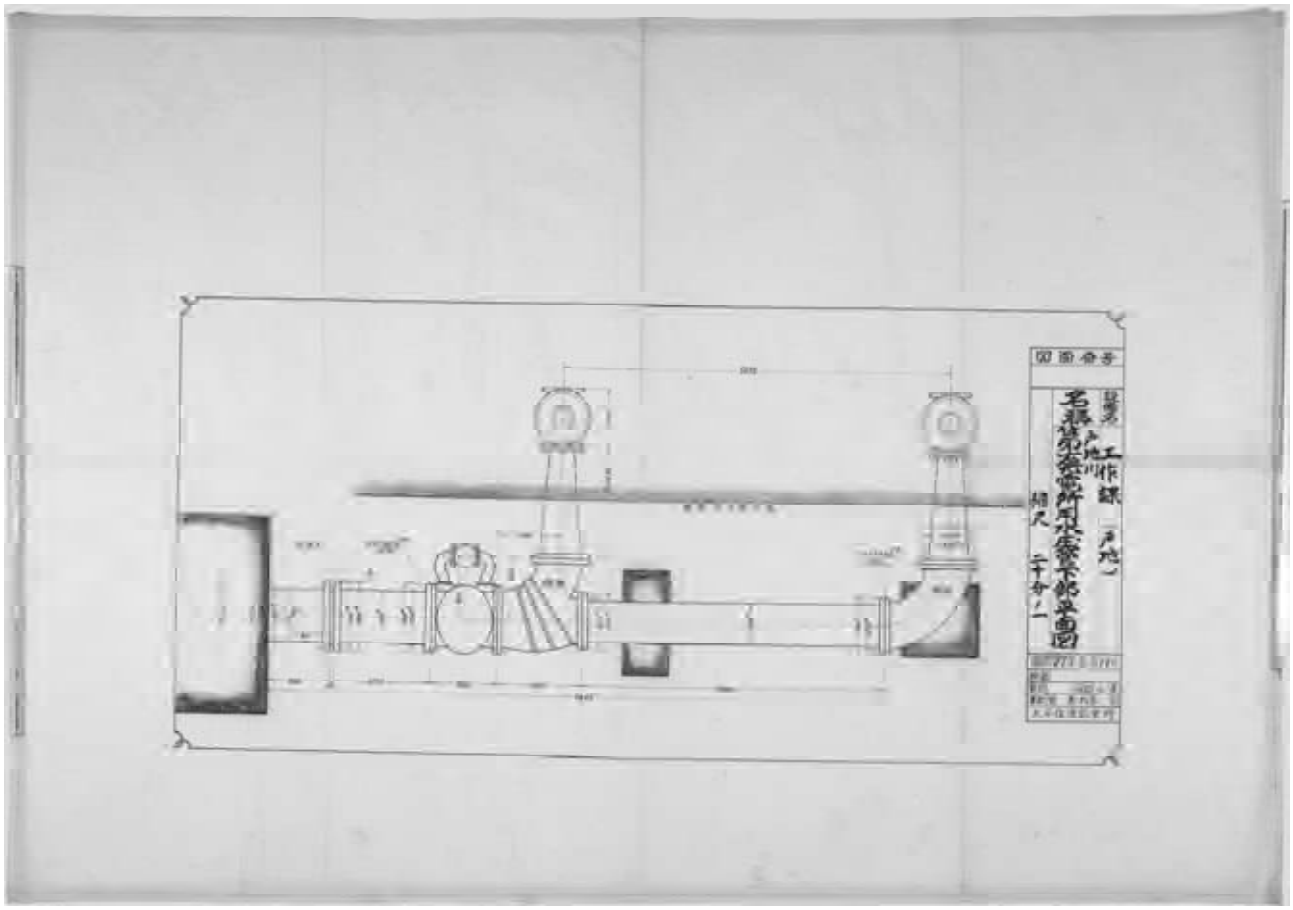
図面5.13 「佐渡鉱業所浜石 クラムシェルバケット付ヂブクレーン總組立圖(側面圖)」[昭和16(1941)年5月]



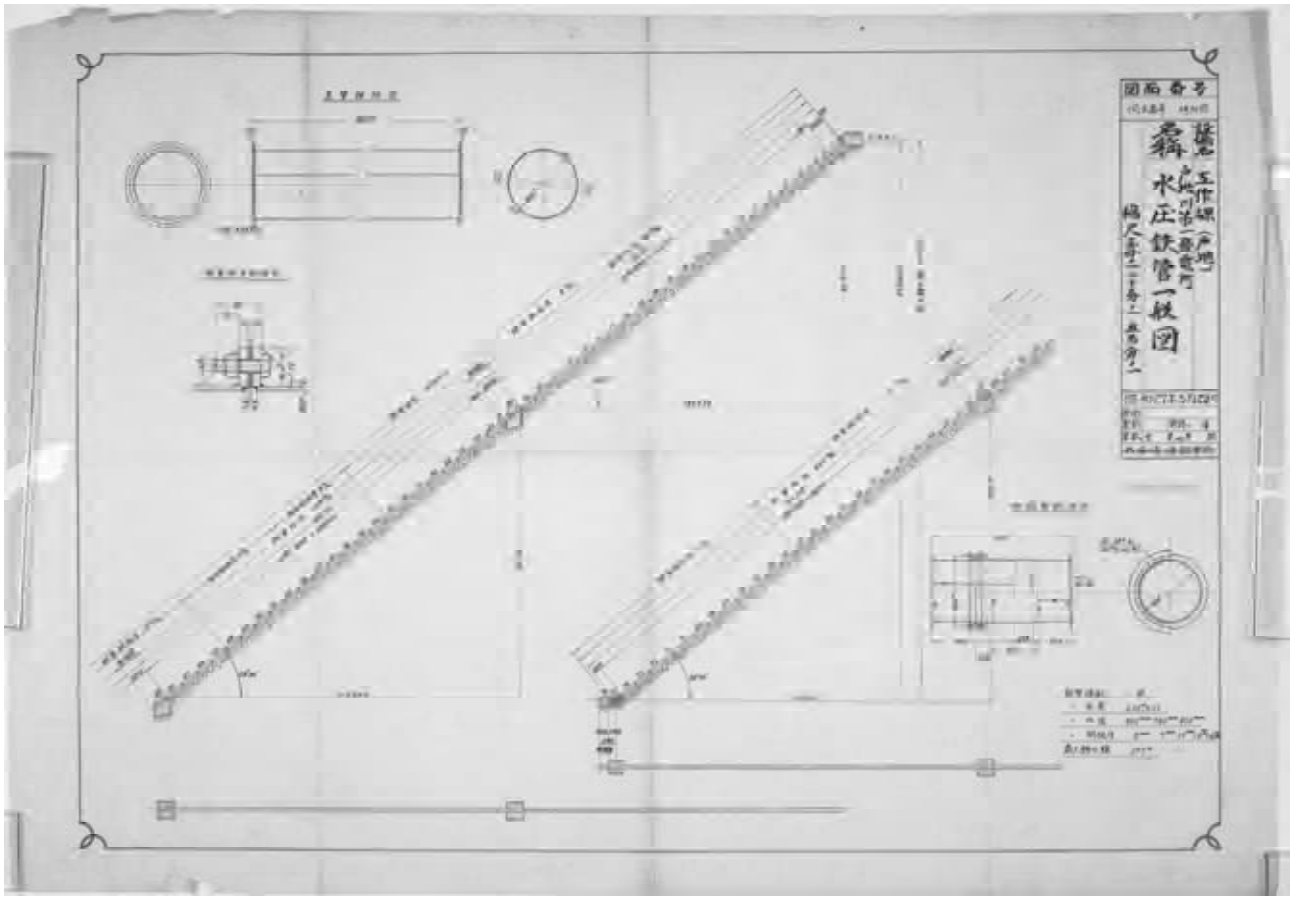
図面6.1 「戸地第一発電所 発電所上家 仝附属物置」[昭和18(1943)年8月]



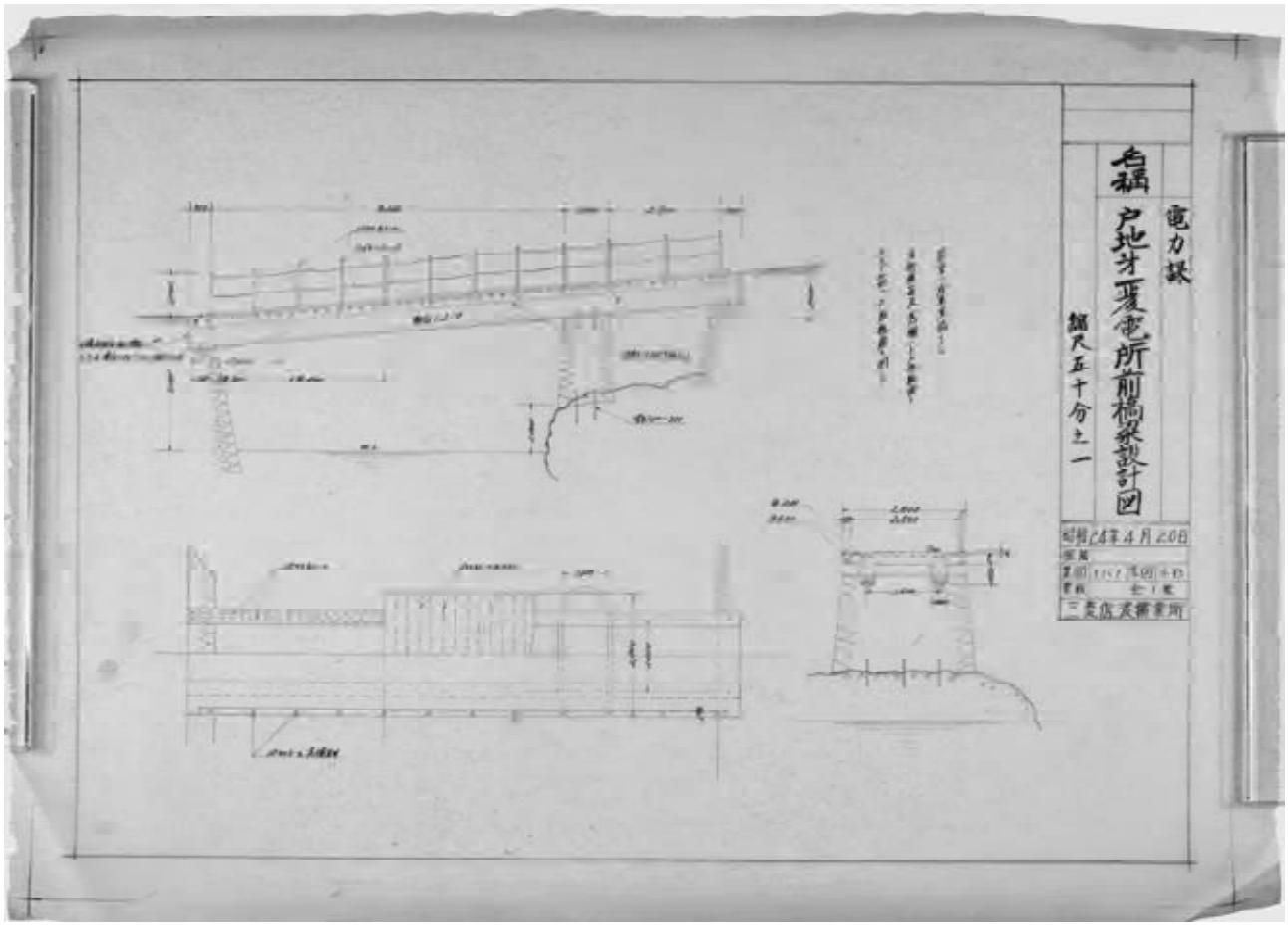
図面6.2 「戸地第一発電所機械配置図」(大正4･1915年以降か)



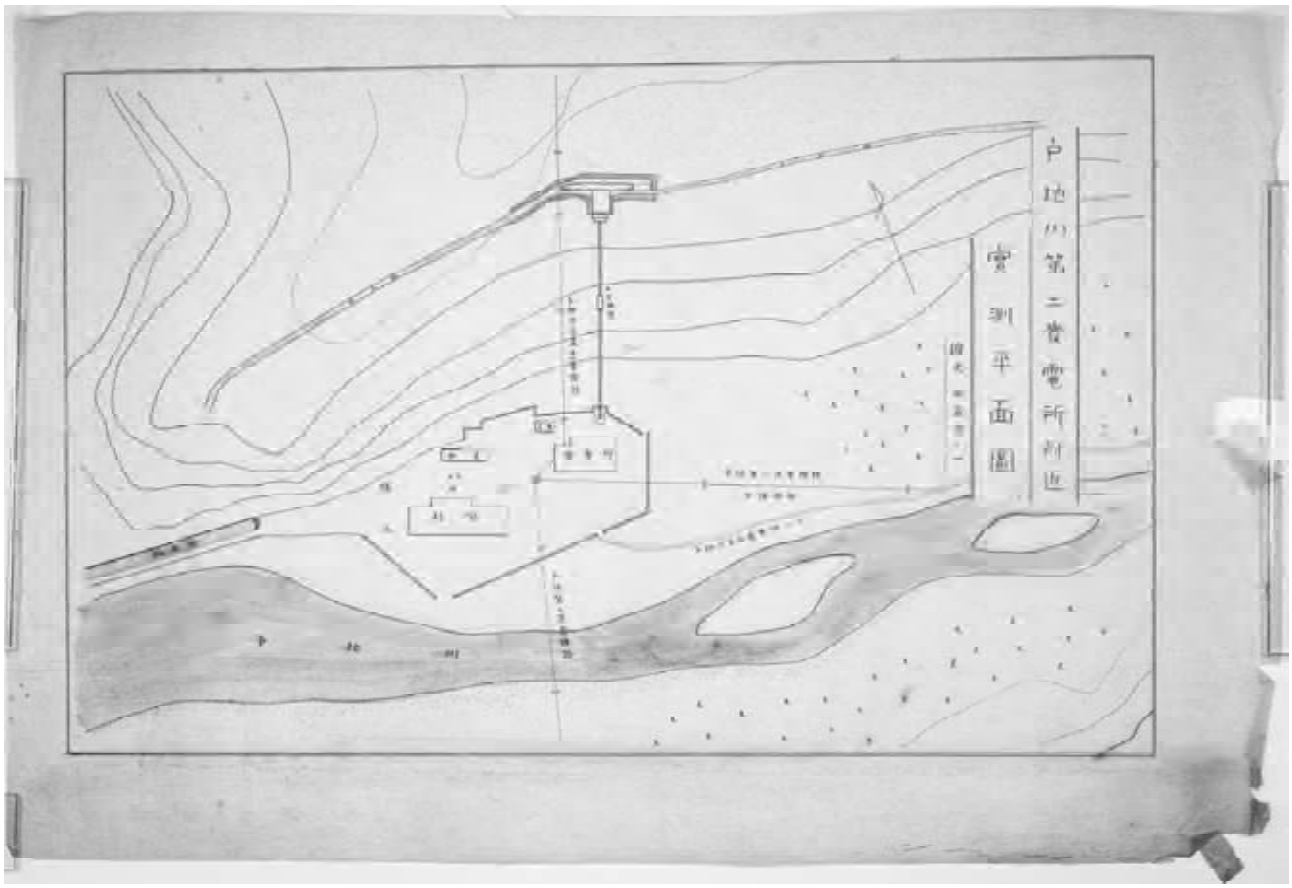
図面6.3 「戸地川第一発電所用水圧管下部平面図」[昭和27(1952)年5月]



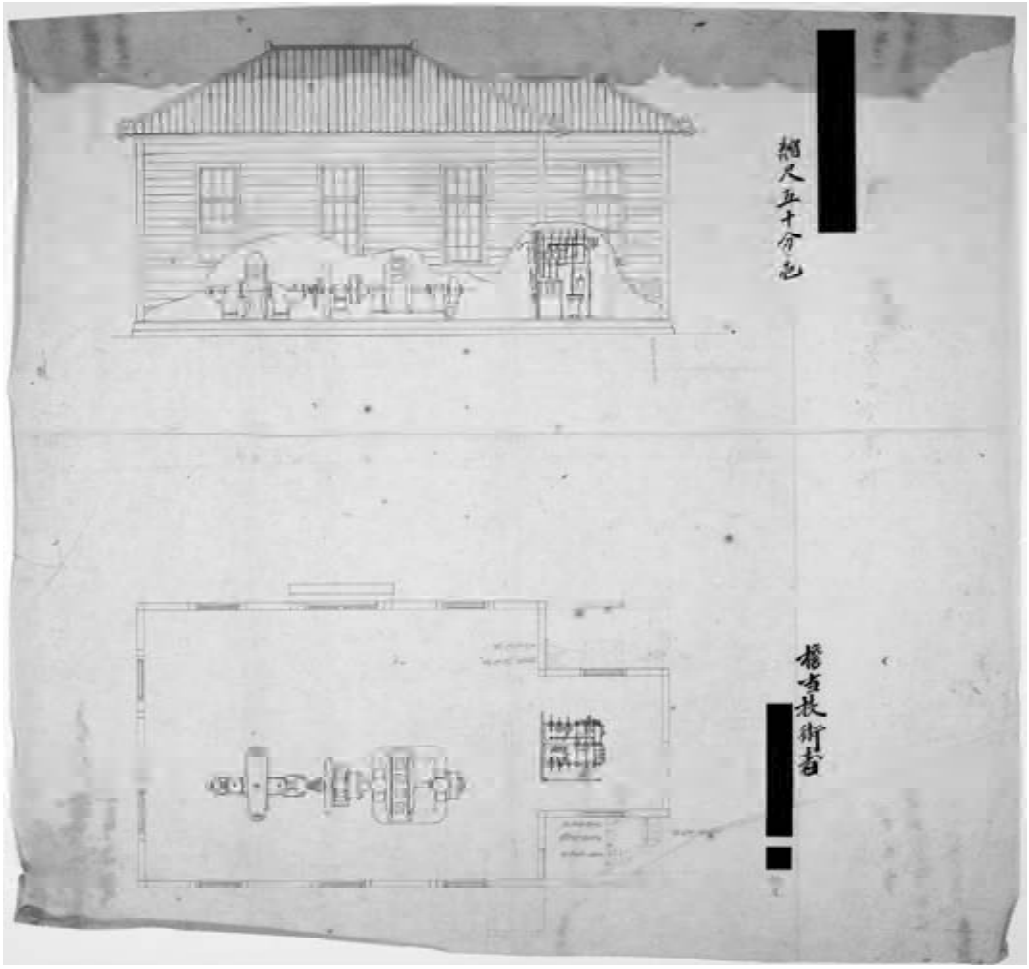
図面6.4 「戸地川第一發電所水圧鉄管一般図」[昭和27(1952)年5月]



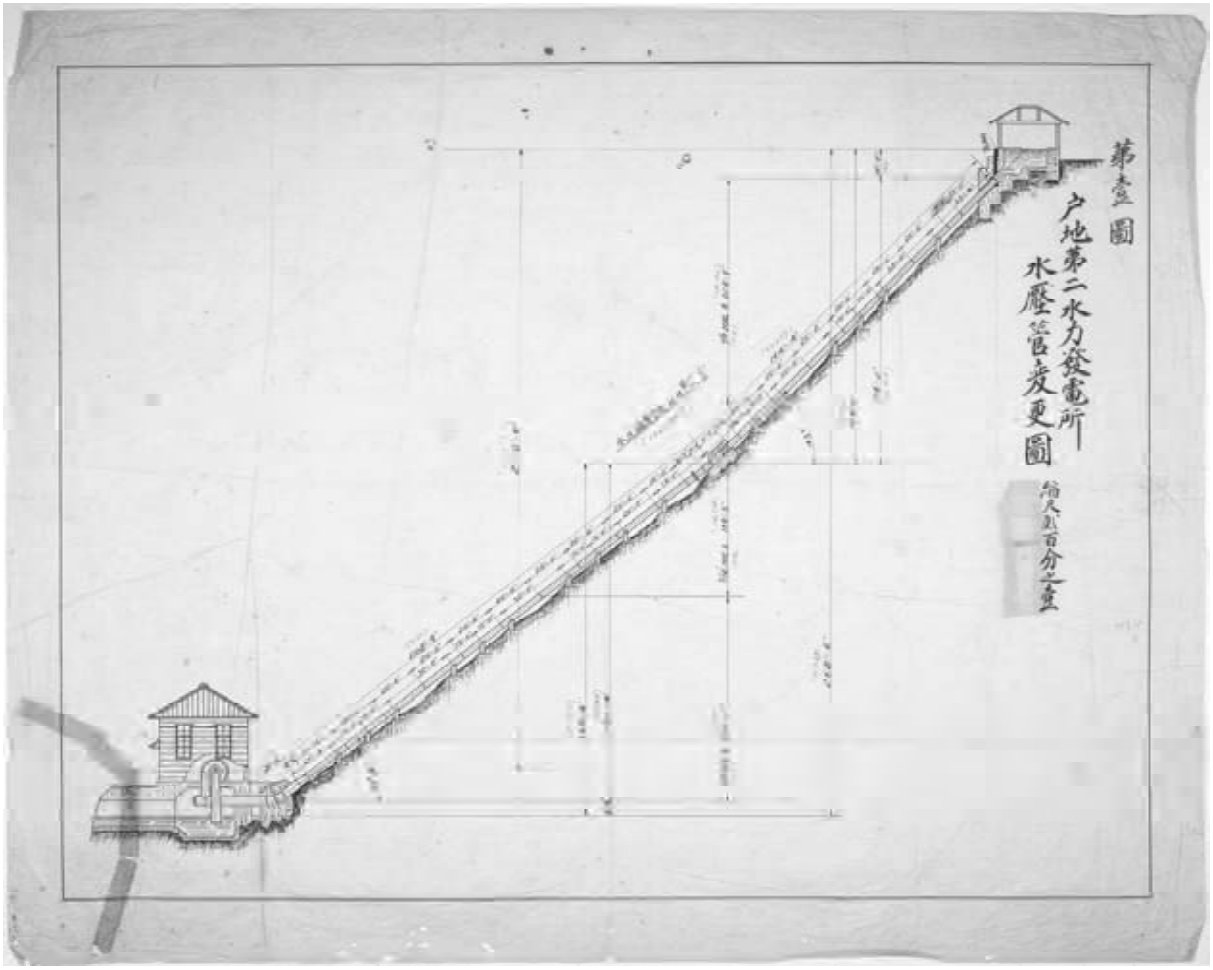
図面6.5 「戸地第一発電所前橋梁設計図」[昭和24(1949)年4月]



図面6.6 「戸地川第二發電所附近 實測平面図」(大正8･1919年以降か)

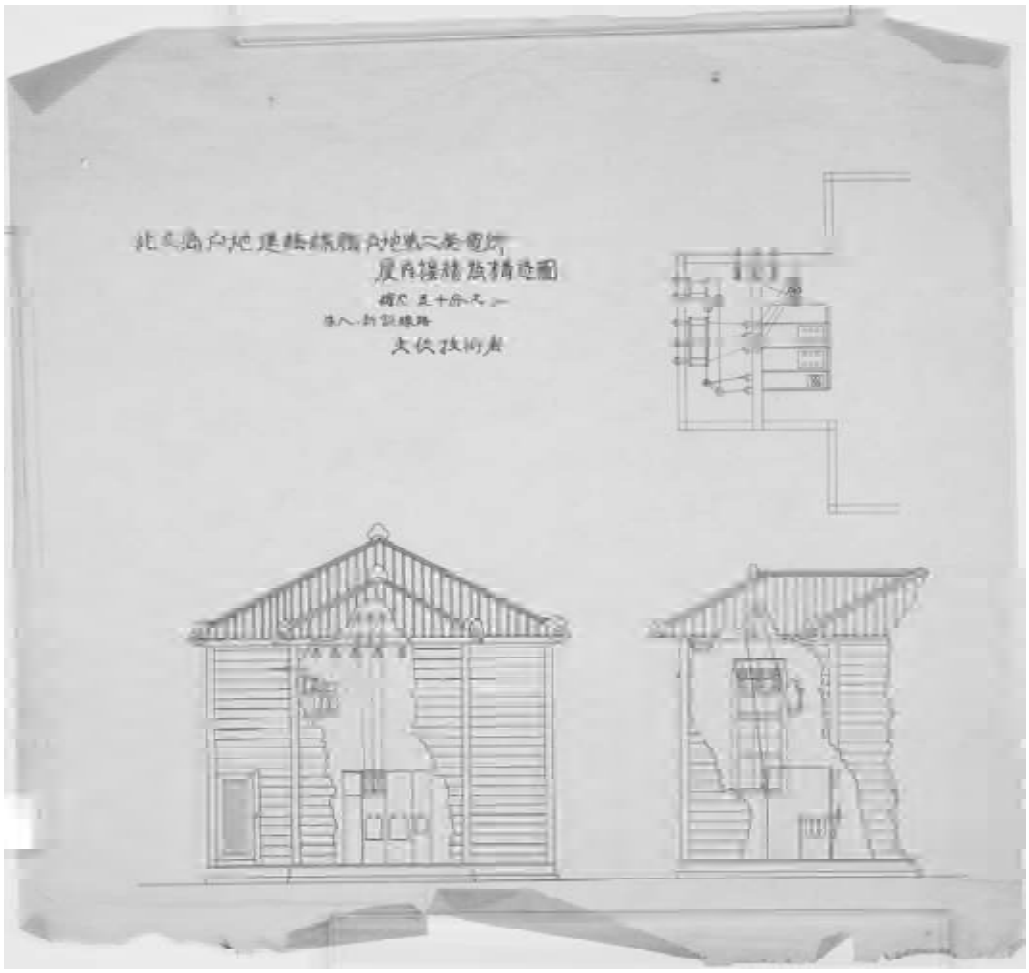


図面6.7　戸地川第二発電所 北側立面図･平面図(大正8･1919年以降か)

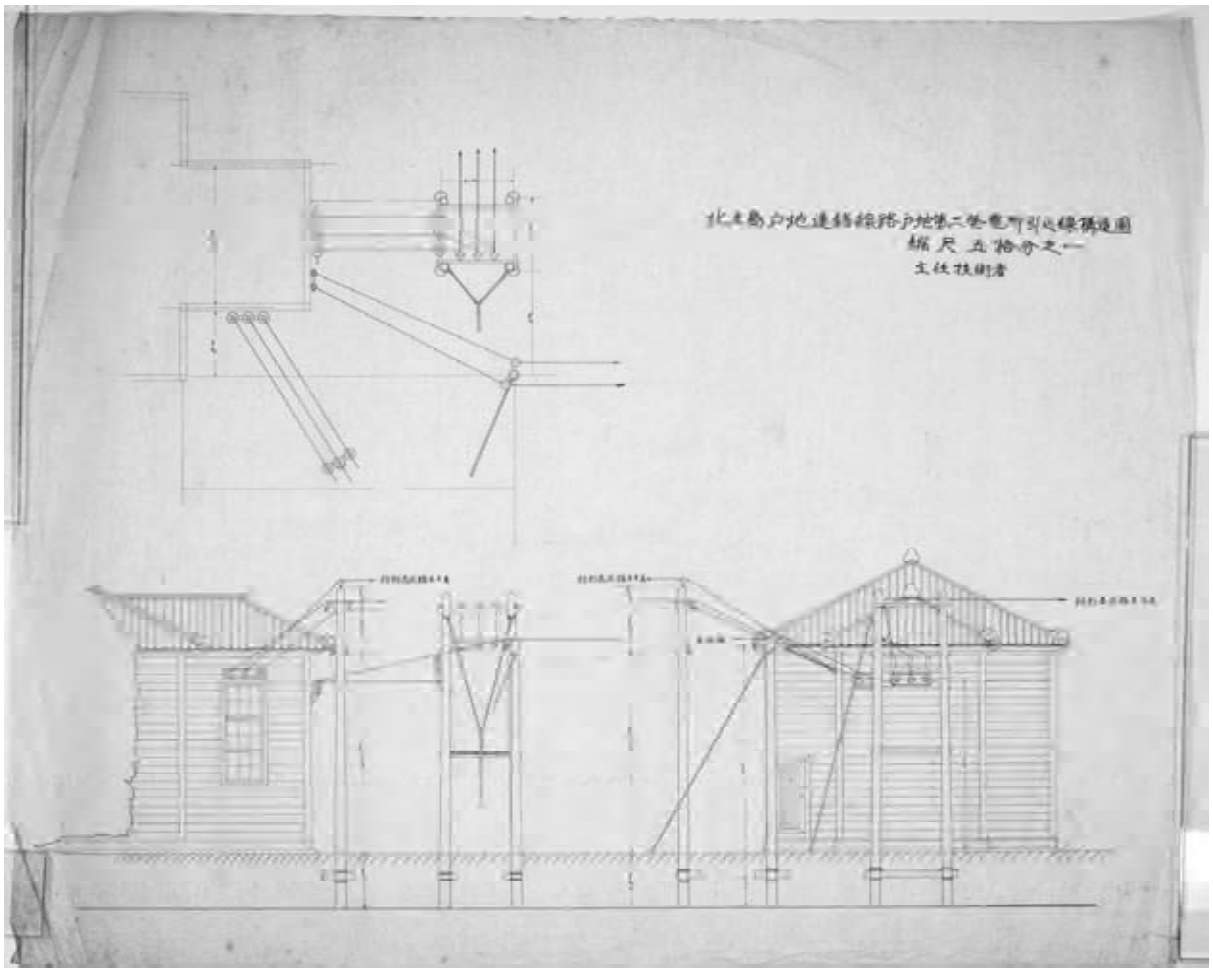


図面6.8 「戸地第二水力發電所 水壓管変更圖」(大正8･1919年以降か)

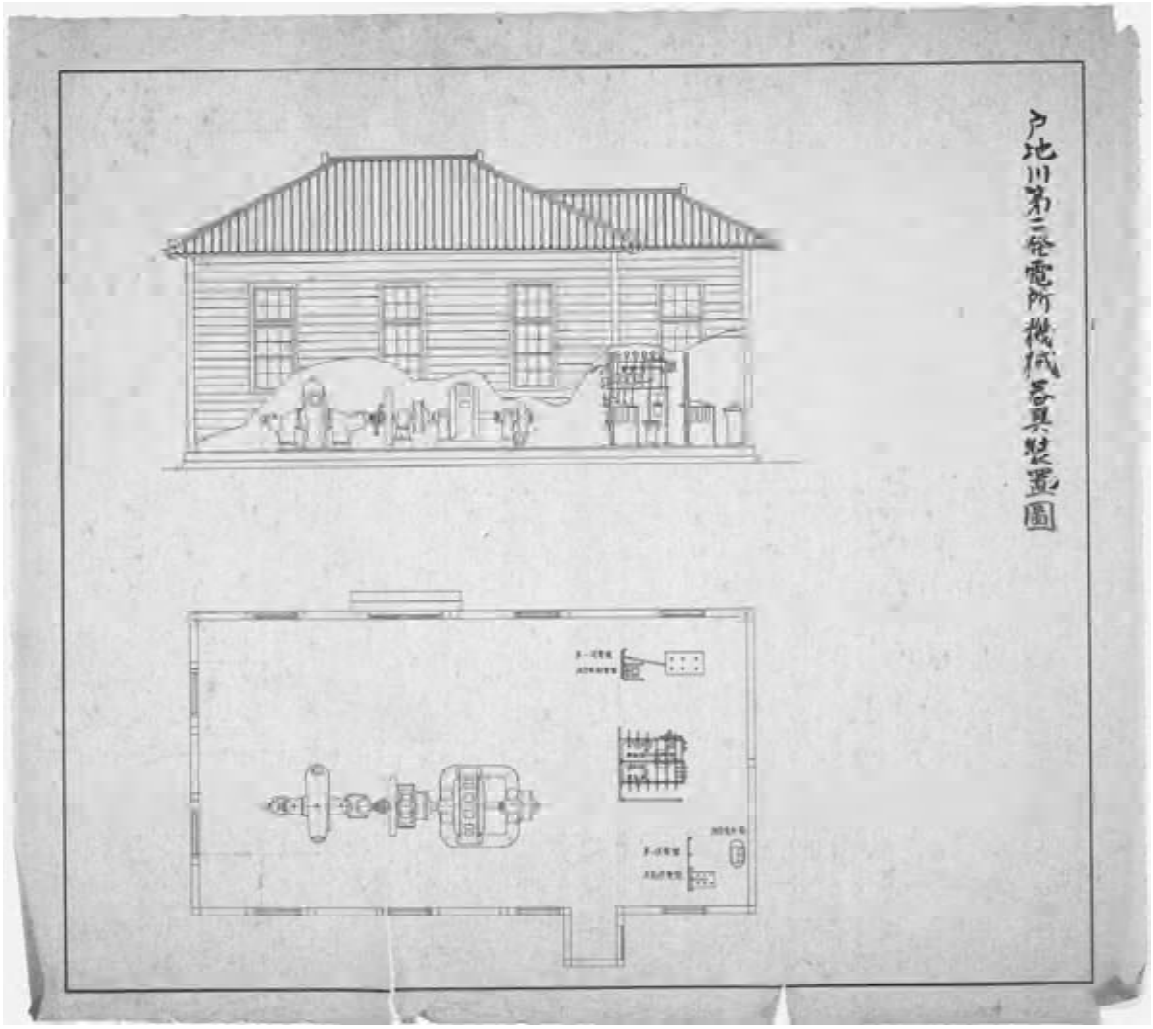
5. 資料図面(建造物･設備関連図)



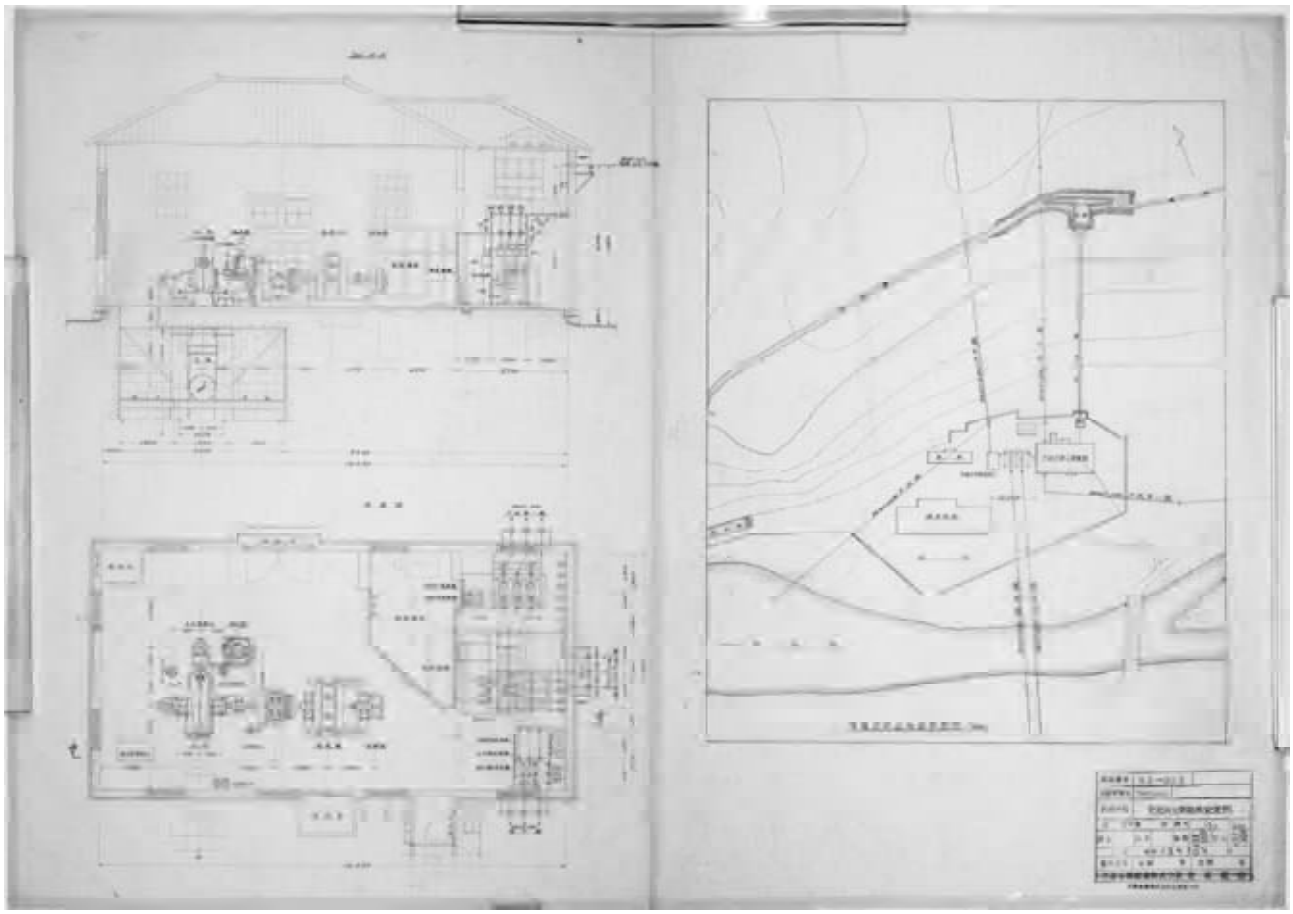
図面6.9 「北立島戸地連絡線路戸地第二発電所屋内接續點構造圖」(大正8･1919年以降か)



図面6.10 「北立島戸地連絡線路戸地第二発電所引込線構造圖」(大正8･1919年以降か)



図面6.11 「戸地川第二発電所機械器具装置圖」(昭和時代初期以降か)



図面6.12 「戸地川2P/S 発電所主要設備配置図」[昭和43(1968)年10月]

報告書　要約

本書は佐渡市教育委員会世界遺産・文化振興課が主体となり調査を行った「旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査」の報告書である。調査は、旧佐渡鉱山に現存する鉱山施設について詳細な建造物調査を行い、各施設の立地・沿革、建造物の概要、機能等を示すと共に、文献・資料調査と併せ、旧佐渡鉱山全体の歴史・沿革、生産システム、産業遺産としての価値を明確にすることを目的とした。

佐渡鉱山は16世紀末の発見から始まり、平成元(1989)年の休山まで約400年にわたって操業を続けた鉱山である。その総産出量は、金78t、銀2,330t、銅5,400tといわれ、近世以来、日本を代表する鉱山であった。明治2(1869)年の官営化、翌3(1870)年の工部省所管に伴っては、外国人技術者の手による竪坑開削や発破工法の採用等、欧米技術の導入によって近代化が図られた。官営鉱山としての操業は、国内の民間鉱山を指導する役割を担うと共に国内の技術発展と技術者育成を促し、また、金・銀の生産はその後の日本経済の安定と発展に大きく寄与した。明治22(1889)年には皇室財産として御料局所管を経て、明治29(1896)年には三菱合資会社へ払い下げられ民間の経営する鉱山となったが、高品位鉱石の枯渇により平成元(1989)年に採掘を休止し、現在に至る。

佐渡鉱山では、近代を通じて、度重なる生産(選鉱・製錬)技術の革新(揚鉱(とうこう)法・沈澱法・青化法・浮遊選鉱法等の研究・採用)と、これに伴った鉱山施設の大規模な改変・更新が行われた。特に昭和時代初期には、従来、銅を主とする硫化鉱に用いられていた浮遊選鉱法を金・銀鉱に適用し、昭和15(1940)年には明治時代以来最大の産金量を記録した。低品位金・銀鉱への浮遊選鉱法の適用は佐渡鉱山特有の技術であったとされ、鉱業技術史上世界的にも特筆すべき成果といえる。

旧佐渡鉱山地内には採鉱、選鉱・製錬、運搬、インフラ、設備管理、港湾等、様々な機能を担った一連の施設及びその遺構が現存し、当時の生産システムを追うことが可能である。これら鉱山施設群は、直線距離2.5km、標高差179mという鉱山としては比較的近距離の範囲に立地し、谷筋の限られた平地に、生産工程が山腹から山麓へ効率良く進むよう合理的に施設を配置している。また、旧佐渡鉱山は島という立地条件から、生産品の搬出と生産に必要な物資の搬入に海路を必要としたため、明治25(1892)年には北沢の製錬施設群より直近の海岸に港湾施設が建設された。旧佐渡鉱山は、採鉱(竪坑)から島外搬出(港湾)までの鉱山施設が連続的に立地する特徴的な景観にも価値を見出すことができる。

現存する鉱山施設群は主に明治時代から昭和時代初期の建造物で構成されている。明治時代には、コンクリート工法が普及・定着する以前に服部長七によって開発された人造石(たたき)工法による「大間港」「旧北沢青化・浮選鉱所」(青化浸出槽)、煉瓦造による「北沢火力発電所発電機室棟」等が建設され、昭和時代初期には鉄骨造の「大立竪坑櫓」「高任粗砕場」、鉄筋コンクリート造の「北沢浮遊選鉱場」「北沢50mシックナー」等が建設された。この他、「大立竪坑捲揚室」「道遊坑」の坑口や「間ノ山上アーチ橋」「間ノ山下アーチ橋」等、近代を通じて石造アーチも多用される。このように、旧佐渡鉱山には多様な構造の鉱山施設が点在し、近代建築史の観点からも価値を見出すことができる。また、「大立竪坑捲揚室」「佐渡鉱山機械工場」「高任粗砕場」「戸地川第二発電所」等、一部の鉱山施設には、かつての捲揚機、コンプレッサー、工作機械、破砕機械、発電機等が良好に保存されており、産業機械の歴史における貴重な資料といえる。

現在、佐渡鉱山の維持・管理を行う㈱ゴールデン佐渡には、建造物の建設年代や前身建造物の姿などを示す古写真や1,342点の鉱山施設・設備・機械の設計図(「佐渡鉱山関係施設等設計図」新潟県指定文化財)等が良好に保存され、鉱山施設の変遷を理解する上で高い資料価値を有している。

以上のように、佐渡鉱山は明治時代以降における鉱業技術を理解するための重要な諸要素を数多く残し、また、関連した社会基盤をも含め日本産業史上においても代表的な近代化遺産である。

Report Summary

This report summarizes results of "an architectural survey on industrial heritage in the old *Sado* Mine" conducted mainly by the World Heritage and Cultural Promotion Division of the *Sado* City Board of Education. The survey looked into details of existent mining-related facilities at *Sado* Mine, identified the location and history of each facility, and produced an overview of each building and its function. Along with studies of related documents and data, the survey was aimed at proving the value of industrial heritage as well as the importance of its history and development of the entire mining and production system.

Mining on *Sado* Island dates back to the late 16th century when deposits were first discovered and it continued for about 400 years until 1989 when operations were suspended. *Sado* Mine was known to be one of the top mining sites in Japan with an estimated total production volume of 78 tons, 2,330 tons and 5,400 tons for gold, silver and copper respectively. When the central government took control of the mine in 1869 and placed it under the jurisdiction of the former Ministry of Engineering the following year, modernization began by adopting western technology such as driving vertical shafts and the use of blasting methods under the instruction of foreign engineers. The government-operated *Sado* Mine assumed a leading role for private mines throughout the country, and helped develop Japan's mining technology and educate Japanese engineers. The Gold and silver production greatly contributed to stabilizing and further developing the Japanese economy. In 1889 *Sado* Mine became property of the imperial household under the jurisdiction of the Imperial Household Agency's Property Administration Department. The mine was privatized in 1896 when it was sold to former *Mitsubishi Goshi Kaisha* (present-day *Mitsubishi* Materials Corporation). The mine gradually became short of high-grade ore, and the operation was finally suspended in 1989.

Throughout the modernization period, *Sado* Mine took on constant innovative changes in production including ore dressing and smelting, as well as studying and adopting mining and smelting techniques such as stamp amalgamation, the Kiss process, cyanidation and flotation. In order to accommodate new technology, mining facilities were renovated or updated on a large scale. Particularly notable is the application of flotation techniques conventionally used in processing sulfide ore, primarily copper, to process silicious ore containing gold and silver, which led to a record annual high of gold production volume in 1940 since the *Meiji* Period (1868-1912). Application of flotation techniques to treat ore containing silver and low-grade ore proved to be unique to *Sado* Mine at the time, a milestone of remarkable significance in the history of mining technology.

A group of facilities and remains of structures with a wide array of functions are still existent within the mining area. These include facilities used for mining, dressing, smelting, and facility management as well as transportation and port infrastructure. Therefore, it is highly possible to identify the production systems at the time. The group of mining-related facilities was situated in a relatively compact area compared to other mining areas in Japan, within an area of 2.5km by linear distance with an elevation gap of 179m. Facilities are strategically situated from very limited level areas on the mountainside down to the foot of the mountain to facilitate efficient production between each processing stage. Situated on an island, *Sado* Mine required maritime transportation in order to export products and import necessary goods for production. Therefore a port was

constructed in 1892 at the coast nearest to the group of smelting facilities in the *Kitazawa* area. The *Sado* Mine's facilities are located down a mountain slope in a sequential manner to cover the entire process from mining (vertical shafts) to shipping (port), creating a unique view with special significance.

The group of existent mining facilities on *Sado* is mainly composed of those constructed between the *Meiji* Period (1868-1912) and the early *Showa* Period (1926-1989). During the *Meiji* Period, prior to the spread of construction techniques using concrete, a similar but unique technique invented by *Choshichi Hattori* was implemented in building "*Oma* Port" and a leaching tank for cyanidation at the "*Kitazawa* Cyanidation and Flotation Plant". Also constructed during the *Meiji* Period was a brick building that "*Kitazawa* Thermal Power Plant, Generators House". The steel-framed "*Odate* Vertical Shaft, Head Frame" and "*Takato* Crushing Plant" were constructed during the early *Showa* Period, followed by the construction of steel-reinforced concrete "*Kitazawa* Flotation Plant" and "*Kitazawa* 50m Thickener". In addition to these facilities, the entrance to "*Odate* Vertical Shaft, Hoisting Plant" and "*Doyu* Level" and two stone bridges in the *Ainoyama* area exemplify an arch-shaped stone design that was applied to a variety of architecture constructed throughout the modernization period. Many mining-related facilities with a wide array of architectural designs remain at the *Sado* Mine that bear historical significance in respect to the development of modern architecture. At some facilities including "*Odate* Vertical Shaft, Hoisting Plant", "*Sado* Mine Machine Maintenance House", "*Takato* Crushing Plant" and "Second *Tojigawa* Hydroelectric Power Plant", machines such as winders, compressors, machine tools, mills, and generators are well preserved and offer valuable evidence with respect to the history of industrial machinery.

Presently, the Golden *Sado* Company maintains and manages the property of the *Sado* Mine. It also preserves photographs that clarify the construction period and shows original buildings prior to renovation as well as 1,342 drawings of facilities, equipment, and machines. These drawings are designated as a tangible cultural property by *Niigata* Prefecture under the name of "Drawings of Facilities related to *Sado* Mine." These documents are a highly valuable resource for understanding the development of mining facilities.

The *Sado* Mine preserves a large number of important elements that help us understand mining technology since the *Meiji* Period. These elements, as well as the local social infrastructure surrounding the mining industry, show the continuous growth of mining technology throughout Japan's long history of industrialization.

Report of an architectural survey on industrial heritage in the old *Sado* Mine

Frontispiece

Preface

Explanatory notes

Location map of the old *Sado* Mine

Contents

Chapter Ⅰ Purpose and method of survey — 1

Section 1 Details to survey 2

Section 2 Purpose and method of survey 3

2-1 Purpose of survey ····· 3
2-2 Contents of survey ····· 3
2-3 Organization of survey ····· 3
2-4 Progress of survey ····· 4

Chapter Ⅱ Overview of the *Sado* Mine — 7

Section 1 History of modernization in the *Sado* Mine 8

1-1 The *Sado* Mine before 1868 ····· 8
1-2 The *Sado* Mine of government-operated period ····· 8
1-3 The *Sado* Mine of *Mitsubishi*-owned period ····· 11
1-4 Chronology ····· 14

Section 2 Transition of production process in the *Sado* Mine 23

2-1 Summary of production process ····· 23
2-2 Transition of production process ····· 23
2-3 Transition of production ····· 44

Chapter Ⅲ Value of the old *Sado* Mine — 49

Section 1 Composition and feature of industrial heritage 50

1-1 Remaining condition of industrial heritage in the old *Sado* Mine ····· 50
1-2 Composition and feature of industrial heritage ····· 58

Section 2 Advanced level as mine facilities 62

2-1 Pioneering role of the *Sado* Mine ····· 62
2-2 Meaning of ore dressing and smelting technology in the *Sado* Mine ····· 63

Section 3 Comparison with domestic mine 65

3-1 The main owner and modernization beginning age ····· 65
3-2 Opening age ····· 66
3-3 Location ····· 66
3-4 Method of ore dressing and smelting ····· 67
3-5 Remaining facilities, equipment, and preservation condition ····· 67

Section 4 Historical value of the *Sado* Mine 70

Chapter Ⅳ Details in remaining mine facilities — 71

Section 1 *Odate* area 72

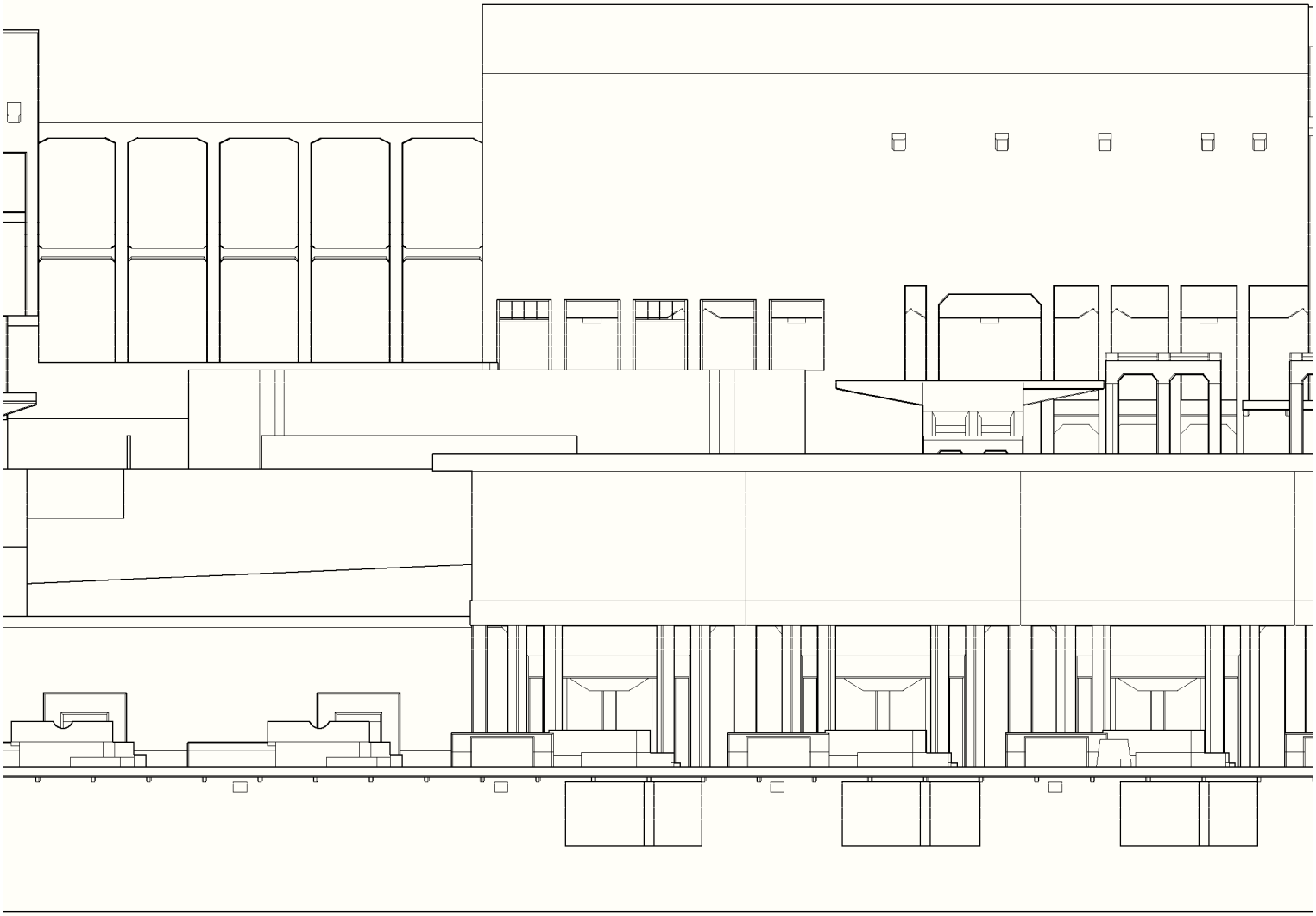
1-1 *Odate* Shaft, Head Frame ····· 72
1-2 *Odate* Shaft, Hoisting Plant ····· 79

Section 2 *Takato* area 83
2-1 *Takato* Level ····· 83
2-2 *Doyu* Level ····· 87
2-3 *Sado* Mine Machine Maintenance House ····· 90
2-4 *Takato* Crushing Plant ····· 96
2-5 *Takato* Ore Tank and Belt Conveyer Yard ····· 105
2-6 *Takato* Assay Plant ····· 110
2-7 *Nakao* Substation ····· 114
2-8 *Kami-Aikawa* Powder Magazines ····· 119
Section 3 *Ainoyama* area 125
3-1 *Ainoyama* Stamp Amalgamation Plant ····· 125
3-2 *Ainoyama Shimo*-Arch Bridge ····· 133
3-3 *Ainoyama Kami*-Arch Bridge ····· 136
3-4 *Suwa* Tunnel and *Shinmei* Tunnel ····· 139
Section 4 *Kitazawa* area 145
4-1 Old *Kitazawa* Cyanidation and Flotation Plant ····· 145
4-2 *Kitazawa* Flotation Plant ····· 150
4-3 Inclination Track for *Kitazawa* Flotation Plant ····· 163
4-4 *Kitazawa* 50m Thickener ····· 169
4-5 *Kitazawa* Thermal Power Plant, Generators House ····· 173
Section 5 *Oma* area 178
5-1 *Oma* Port (Shore Protection) ····· 178
5-2 *Oma* Port, Truss Bridge ····· 186
5-3 *Oma* Port, Loader Pier ····· 189
5-4 *Oma* Port, Crane Base ····· 192
5-5 *Oma* Port, Warehouse Made of Brick 1 ····· 195
5-6 *Oma* Port, Warehouse Made of Brick 2 ····· 199
5-7 *Oma* Port, Warehouse for Refuse ····· 202
Section 6 *Toji* area 205
6-1 First *Tojigawa* Hydroelectric Power Plant ····· 205
6-2 Second *Tojigawa* Hydroelectric Power Plant ····· 209

Chapter Ⅴ Preservation management policy of industrial heritage in the old *Sado* Mine ——— 217
Section 1 Basic policy 218
Section 2 Preservation management and phased maintenance 219
Section 3 Mechanism-making of preservation management 220
Section 4 Preservation management and opening to the public 221

Materials
(Materials of ore dressing and smelting, Old photographs, Architectural and mechanical drawings)
Report Summary

旧佐渡鉱山近代化遺産建造物群調査報告書

2008年3月

発　　行　佐渡市教育委員会（世界遺産･文化振興課）
〒952-8501　新潟県佐渡市両津湊198
電　話　0259-27-4170
ＦＡＸ　0259-27-4184
編　　集　株式会社グリーンシグマ
〒950-2042　新潟県新潟市西区坂井700-1
電　話　025-211-0010㈹
ＦＡＸ　025-269-1134
印刷製本　長谷川印刷
〒950-2022　新潟県新潟市西区小針1丁目11-8
電　話　025-233-0321
ＦＡＸ　025-233-0322