JICA

No. 40

中華人民共和国工場(大冶冶金)近代化計画調査報告書　一九八五年一〇月　国際協力事業団

105
66.3
MPI

中華人民共和国工場(大冶冶金)
近代化計画
調査報告書

1985年10月

国際協力事業団

鉱計工
[redacted]
85 — 169

JICA LIBRARY
1034111[3]

中華人民共和国工場(大冶冶金)
近代化計画
調査報告書

1985年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入月日 '85.11.18	105
登録No. 12093	66.3
	MPI

序　　文

日本国政府は，中華人民共和国政府の要請に基づき，同国大冶冶金工場における，銅製錬工場近代化計画策定のための調査を行うこととし，その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は，幾島優次郎氏を団長とする調査団を編成し，1985年2月25日から3月16日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は，中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ，その協力を得て工場の診断，関係資料の収集等を行った。帰国後工場診断の結果をふまえ，関連データの検討，解析等の国内作業を行った。

本報告書は，その成果を取りまとめたものであり，大冶冶金工場の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府，在中華人民共和国日本国大使館，外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1985年10月

国際協力事業団

総　　裁　有田圭輔

大　　要

大　　要

1. 本調査の概要

(1) 調査の背景

本調査は，国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会が1984年11月9日付で署名した「中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則」に基づき実施した。

(2) 対象工場および製品

対象工場：湖北省大冶冶金工場

製　　品：粗　　銅

　　硫　　酸

(3) 調査の目的

対象工場の製品に関して，生産工程と生産管理および中国側が計画している生産能力増強計画に対して近代化計画を提案する。

(4) 現地調査

幾島優次郎を団長として，団長・団員7名で1985年2月25日から3月16日まで20日間，現地調査を行った。

(5) 工場概況

操業開始：1960年

工場全体規模：敷地面積　287,000 ㎡

　　建家面積　91,300 ㎡

　　人　　員　2,625 人

生産量(1984年)：粗銅　51,041 t/年

　　硫酸　119,183 t/年

2. 近代化計画

(1) 生産工程での近代化（計画A）

1）環境保全の改善のため，製錬排ガス中の硫黄の固定率を現状の約60％から93％以上とする。排水に関しては，排水処理設備で処理する。

2）省力化，自動化，計装化設備の導入

3）銅実収率の向上

4）転炉煙灰中の有価物回収率の向上

(2) 生産能力面での近代化（計画B，計画C）

1）中国側生産能力目標

生産目標：粗銅　100,000 t/年

硫　酸　300,000 t/年

目標達成時期：1990 年

2）生産能力増強計画提案

	計　画　B	計　画　C
生産目標		
粗銅	75,000 t/年	100,000 t/年
硫酸（100％換算）	222,000 t/年	296,000 t/年
投資額	281 億円	339 億円
目標達成時期	1990 年	1990 年

(3) 生産管理面での近代化

1）組織の見直し

2）環境管理の強化

3）設備保全管理の強化

4）安全管理の強化

(4) 近代化計画実施上の留意点

1）本近代化計画は概要計画であるので，実施にあたっては中国側の実状に合わせて修正を行い詳細な計画を作成し，実行に移して成果を上げられるよう念願する。

2）提案設備の設計にあたっては，運転操作，保守管理面からも中国内外の実績を参考にされたい。

3）生産能力増強計画の実施にあたっては，原料銅精鉱の組成が製錬プロセスに密接に関係するので，1990年以降10年間位の組成を予測し，計画の見直しを行う必要があろう。

4）流動焙焼炉の操業は，銅精鉱の粒度分布や鉱物組成等の影響を強く受けるので設計に先だって，試験炉でのテストを行う必要がある。

中華人民共和国工場(大冶冶金)

近代化計画

調査報告書

目　　次

第Ⅰ編　序　　論

ページ

1. 調査の背景 …… 1
2. 現地調査団の編成および日程 …… 1
3. 中国側の要請 …… 1

第Ⅱ編　工 場 概 要

1. 工場配置および自然条件 …… 3
   1.1. 工 場 敷 地 …… 3
   1.2. 建 築 物 …… 3
   1.3. 生 産 工 場 …… 3
   1.4. 鉄道・道路輸送状況 …… 5
   1.5. 自 然 条 件 …… 6
2. 製品および生産 …… 8
   2.1. 原料，副原料（1983年実績） …… 8
   2.2. 製　　品 …… 8
   2.3. 生産能力および実績（1984年） …… 9
   2.4. 稼 動 率 …… 9
   2.5. 生 産 性 …… 9
3. 製 造 設 備 …… 10
   3.1. 主要製造設備 …… 10
   3.2. ユーティリティ …… 10
   3.3. 機器リスト …… 12
4. 組織および人員 …… 39
5. 生産計画および生産実績 …… 41
   5.1. 生 産 計 画 …… 41
   5.2. 生 産 実 績 …… 41
6. 販売計画および販売実績 …… 41

第Ⅲ編　生 産 工 程

1. 原料受入貯蔵 …… 43
2. 原 料 調 合 …… 44
3. 鉱 石 乾 燥 …… 45

ページ

4. 反　射　炉 …… 46
4.1 熔錬全般 …… 46
4.2. 反　射　炉 …… 49
5. 転　　炉 …… 60
6. 鋳　　造 …… 74
7. ガス処理 …… 75
7.1. 処理概要 …… 75
7.2. 漏込み空気量 …… 76
8. 硫酸製造 …… 78
8.1. 設備能力 …… 78
8.2. 操業概要 …… 78
8.3 生産量および製品品質 …… 88
8.4. 原単位 …… 91
9. 余熱発電 …… 94
9.1 概　　要 …… 94
9.2 操業状況 …… 94
9.3 主要部分の操業データ …… 94
9.4 発電機について …… 94
10. 排水処理 …… 96
10.1 銅製錬系排水 …… 96
10.2 肥料工場の排水 …… 97
11. 転炉煙灰処理 …… 100
11.1 転炉煙灰処理工程 …… 100
11.2 処理量と生産量 …… 105
11.3 エネルギー消費量および原単位 …… 106
12. 構内搬送 …… 108
12.1 輸送設備 …… 108
12.2 原材料，製品の輸送方法 …… 108

第Ⅳ編　生産管理
1. 工場管理 …… 109
1.1. 工場管理組織 …… 109
2. 生産管理 …… 111
2.1. 生産計画 …… 111

ページ

2.2. 生産工程管理 …… 111
2.3. 生産性向上のための施策 …… 111
3. 調達および在庫管理 …… 113
4. 技術管理 …… 114
5. 品質管理 …… 115
5.1. 組織 …… 115
5.2. 規格・標準化 …… 116
5.3. 計装機器概要 …… 116
6. コスト管理 …… 118
7. 教育訓練 …… 119
8. 設備保全管理 …… 120
8.1. 体制 …… 120
8.2. 生産設備の保全標準 …… 120
8.3. 生産設備の更新と新設の基準 …… 121
8.4. 設備定期修理 …… 121
8.5. 設備検査方法および検査計器 …… 121
9. 環境管理 …… 122
9.1. 全般 …… 122
9.2. 放煙排ガス …… 122
9.3. 作業環境 …… 125
9.4. 硫黄固定率 …… 126
10. 安全管理 …… 128

第V編 近代化計画

1. 近代化計画の対象と内容 …… 129
1.1. 概要 …… 129
1.2. 基本的な考え方 …… 129
2. 近代化計画作成にあたっての中国側との合意事項 …… 131
3. 生産工程の近代化 …… 133
3.1. 計画の概要（計画A） …… 133
3.2. ユーティリティおよび操業物品 …… 164
3.3. 計画図（計画A） …… 165
3.4. 主要設備仕様（計画A） …… 205
3.5. 近代化計画に要する経費 …… 207

ページ

3.6. 工　程　表 …… 209
3.7. 留意事項 …… 209
4. 生産能力の近代化（その1） …… 213
4.1. 計画の概要（計画B） …… 213
4.2. ユーティリティおよび操業物品 …… 261
4.3. 計　画　図（計画B） …… 262
4.4. 主要設備仕様（計画B） …… 327
4.5. 近代化計画に要する経費 …… 329
4.6. 工　程　表 …… 331
4.7. 留意事項 …… 331
5. 生産能力の近代化（その2） …… 335
5.1. 計画の概要（計画C） …… 335
5.2. ユーティリティおよび操業物品 …… 381
5.3. 計　画　図（計画C） …… 383
5.4. 主要設備仕様（計画C） …… 445
5.5. 近代化計画に要する経費 …… 448
5.6. 工　程　表 …… 449
5.7. 留意事項 …… 449
6. 計画A，B，Cのまとめ …… 453
6.1 操　　業 …… 453
6.2 ユーティリティおよび操業物品 …… 454
6.3 改造内容 …… 455
6.4 近代化計画に要する経費 …… 456
6.5 実施スケジュール …… 456
7. 生産管理の近代化 …… 457
7.1. 組織の見直し …… 457
7.2. 設備保全・調達・在庫のシステム導入 …… 457
7.3. 資材部門におけるワンライティング伝票発行システムの導入 …… 468
7.4. コンピューターの利用 …… 475
7.5. 技術管理の強化（現場改善機能の導入） …… 475
7.6. 環境管理の強化 …… 475
7.7. 安全管理の強化 …… 476
8. 近代化計画実施上の留意点 …… 480
8.1 全　　般 …… 480

ページ

8.2 熔　　錬 …… 480
8.3 硫　　酸 …… 480
8.4 排ガス処理 …… 481
8.5 排水処理 …… 481
8.6 転炉煙灰処理 …… 481
8.7 機　　械 …… 482
8.8 電気（受配電設備） …… 483
8.9 計　　装 …… 483

第Ⅵ編　追加修正

1. 流動焙焼炉用溶剤粉砕設備の追加 …… 485
1.1 処理量 …… 485
1.2 溶剤粉砕設備系統図（計画C） …… 486
1.3 溶剤粉砕設備機器仕様〔新設分〕（計画C） …… 487
1.4 概算設備費 …… 487
2. 計画Cでのロータリードライヤー増設不要 …… 488
3. 金属カドミウムの回収 …… 489
4. 計画B，計画Cでの保温炉および鋳造機新設不要 …… 492

別添資料

1. 水砕鍋の日本に於ける用途 …… 493
2. 肥料工場の排水中F対策 …… 495
3. 反射炉排ガスの硫黄固定法比較 …… 497
4. 局排ガス処理法の比較 …… 501
5. 小名浜製錬所における安全小集団活動について …… 502

表　目　次

		ページ
表 1	生産工場・貯鉱舎概要	3
表 2	鉄道車両保有状況	5
表 3	自動車保有状況	5
表 4	気象データ（過去30年間）	6
表 5	月平均気温と湿度（黄石市）	7
表 6	主要製造設備	10
表 7	原料関係主要機器リスト	14
表 8	銅精鉱および溶剤ベルトコンベヤ仕様	17
表 9	微粉炭設備主要機器リスト	18
表10	反射炉主要機器リスト	20
表11	反射炉ボイラー仕様	22
表12	発電機仕様	22
表13	転炉主要機器リスト	24
表14	鋳造機仕様	27
表15	ガス精製乾燥吸収工程主要機器リスト	28
表16	転化，製品工程主要機器リスト	31
表17	転炉煙灰処理設備主要機器リスト	33
表18	空気圧縮機主要機器リスト	34
表19	中国鋼材規格抜粋一覧	36
表20	形式別主要計装機器リスト	38
表21	過去10年間の鉱石処理量（湿量 t）	41
表22	1984年の生産実績	41
表23	操業実績	47
表24	エネルギー消費状況	47
表25	粗銅各工程エネルギー消費状況（年間）	48
表26	規格石炭への換算	48
表27	銅バランス	49
表28	銅精鉱成分（%）	51
表29	溶剤成分（%）	51
表30	調合鉱（%）	52
表31	鈹品位と反射炉鍞の組成（%）	53
表32	操業データ	54

ページ

表33　反射炉物質収支 …… 56
表34　反射炉熱収支 …… 57
表35　反射炉熱収支参考数字 …… 58
表36　物質収支と熱収支のまとめ …… 59
表37　鈹処理量 …… 66
表38　粗銅組成 …… 66
表39　転炉鍛 …… 66
表40　粗銅と転炉鍛の組成（%） …… 67
表41　転炉排ガス組成（%） …… 67
表42　転炉操業実績 …… 67
表43　転炉炉修 …… 68
表44　転炉物質収支（1サイクル） …… 70
表45　転炉熱収支 …… 71
表46　転炉熱収支参考数字 …… 72
表47　物質収支と熱収支のまとめ …… 73
表48　反射炉排ガス量および組成 …… 75
表49　硫酸工場設備能力 …… 78
表50　コットレル出口ガス中煙灰分析値 …… 80
表51　各塔循環酸量および酸濃度（計算値） …… 80
表52　各塔ガス，酸および冷却水温度（℃） …… 82
表53　循環酸分析値 …… 82
表54　ガス量および組成 …… 82
表55　SO_2 ブロワー特性 …… 83
表56　SO_2 ブロワー吸引ガス量 …… 83
表57　熱交換器廻り温度 …… 85
表58　転化器各層ガス組成 …… 85
表59　転化器各層温度 …… 85
表60　浄化乾燥吸収工程操業指針 …… 86
表61　転化工程操業指針 …… 86
表62　硫酸主要設備操作技術指標（実測データ） …… 87
表63　1984年硫酸月別生産量および稼動日数 …… 90
表64　硫酸品質国家基準 …… 90
表65　1984年エネルギー使用状況 …… 91
表66　1984年各工程電気使用状況 …… 92
表67　硫酸工場原単位推移 …… 92

ページ

表68　発電機仕様 …… 94
表69　各排水中の濃度と量と国家基準値（1984年平均） …… 96
表70　調合地下水分析値（1984年平均） …… 97
表71　転炉煙灰分析値（%） …… 100
表72　転炉煙灰の浸出率（%） …… 100
表73　転炉煙灰処理原料，中間品，製品の量と成分（%） …… 105
表74　煙灰中の有価金属の移行率 …… 106
表75　転炉煙灰処理工場のエネルギー消費量 …… 106
表76　計測点数表 …… 117
表77　各排ガスの汚染対象物排出量と基準値（1984年） …… 123
表78　作業環境の SO_2 濃度（mg/Nm³） …… 126
表79　冷却水使用量（計画A） …… 150
表80　電力使用量（計画A） …… 150
表81　ユーティリティおよび操業物品（計画A） …… 164
表82　計画図リスト（計画A） …… 165
表83　主要設備仕様（計画A） …… 205
表84　設備費内訳（計画A） …… 208
表85　工事工程表（計画A） …… 209
表86　銅精鉱品位（%） …… 215
表87　1990年予想鉱物組成 …… 216
表88　熔錬成分表 …… 224
表89　流動炉熱収支（計画B） …… 230
表90　反射炉熱収支（計画B） …… 230
表91　転炉造鍰期熱収支（計画B） …… 231
表92　転炉製銅期熱収支（計画B） …… 231
表93　冷却水使用量（計画B） …… 248
表94　電力使用量（計画B） …… 248
表95　ユーティリティおよび操業物品（計画B） …… 261
表96　計画図リスト（計画B） …… 262
表97　主要設備仕様（計画B） …… 327
表98　設備費の内訳（計画B） …… 330
表99　工事工程表（計画B） …… 331
表100　銅精鉱品位 …… 337
表101　1990年予想鉱物組成 …… 337
表102　熔錬成分表（計画C） …… 346

ページ

表103 流動炉熱収支（計画C） …… 352
表104 反射炉熱収支（計画C） …… 352
表105 転炉造鍞期熱収支（計画C） …… 353
表106 転炉製銅期熱収支（計画C） …… 353
表107 冷却水使用量（計画C） …… 370
表108 電力使用量（計画C） …… 370
表109 ユーティリティおよび操業物品（計画C） …… 381
表110 計画図リスト（計画C） …… 383
表111 主要設備仕様（計画C） …… 445
表112 設備費の内訳（計画C） …… 448
表113 工事工程表（計画C） …… 449
表114 生産量のまとめ …… 453
表115 熔錬操業まとめ …… 453
表116 硫酸・排煙脱硫まとめ …… 454
表117 蒸気発生量まとめ …… 454
表118 ユーティリティおよび操業物品まとめ …… 454
表119 改造内容まとめ …… 455
表120 近代化計画に要する経費まとめ …… 456

図　目　次

ページ

図1　工場配置図 …… 4
図2　給水系統図 …… 13
図3　ロータリードライヤー系統図および排気系機器リスト …… 15
図4　銅精鉱および溶剤輸送系統図 …… 16
図5　微粉炭設備系統図 …… 19
図6　余熱発電系統図および付帯設備機器リスト …… 23
図7　転炉送風機配管系統図 …… 26
図8　工場圧気系統図 …… 35
図9　大冶冶金工場の組織 …… 40
図10　系　統　図 …… 46
図11　転炉断面図 …… 61
図12　転炉送風量記録 …… 63
図13　転炉操業温度記録 …… 64
図14　反射炉排ガスフローシート …… 75
図15　漏込み空気量 …… 77
図16　硫酸工場フローシート …… 79
図17　硫酸物質収支 …… 81
図18　稼動日数および生産量推移 …… 89
図19　肥料工場排水処理設備フローシート …… 99
図20　転炉煙灰処理工場フローシート …… 101
図21　工場管理組織図 …… 110
図22　品質管理体制 …… 115
図23　設備保全管理組織図 …… 120
図24　安水吸収液体SO_2製造排脱フローシート …… 125
図25　物質収支（硫黄） …… 127
図26　安全管理組織図 …… 128
図27　概略系統図（現状） …… 134
図28　概略系統図（計画A） …… 135
図29　熔錬系統図 …… 136
図30　排ガス処理フローシート（計画A） …… 140
図31　硫酸工場フローシート（計画A） …… 141
図32　ガス精製工程メカニカルフローシート（計画A） …… 143

ページ

図33　既設硫酸工場ガス乾燥工程水収支（計画Ａ）…… 145
図34　ガス乾燥工程メカニカルフローシート（計画Ａ）…… 146
図35　吸収工程メカニカルフローシート（計画Ａ）…… 148
図36　硫黄収支（計画Ａ）…… 149
図37　排ガス処理系統図（計画Ａ）…… 153
図38　排ガス処理物質収支（計画Ａ）…… 155
図39　排水処理設備系統図（計画Ａ）…… 157
図40　排水処理設備物質収支（計画Ａ）…… 159
図41　転炉煙灰処理系統図（計画Ａ）…… 162
図42　転炉煙灰処理物質収支（計画Ａ）…… 163
図43　概略系統図（計画Ｂ）…… 214
図44　熔錬系統図 …… 217
図45　緩浮選系統図 …… 218
図46　物質収支（t/y）（計画Ｂ）…… 225
図47　物質収支（t/h）（計画Ｂ）…… 226
図48　物質収支（Cu）（計画Ｂ）…… 227
図49　物質収支（Fe）（計画Ｂ）…… 228
図50　物質収支（Ｓ）（計画Ｂ）…… 229
図51　排ガス処理フローシート（計画Ｂ）…… 234
図52　既設硫酸工場フローシート（計画Ｂ）…… 235
図53　新設硫酸工場フローシート（計画Ｂ）…… 236
図54　ガス精製工程メカニカルフローシート（計画Ｂ）…… 239
図55　既設硫酸工場ガス乾燥工程水収支（計画Ｂ）…… 240
図56　新設硫酸工場ガス乾燥工程水収支（計画Ｂ）…… 241
図57　既設硫酸工場ガス乾燥工程メカニカルフローシート（計画Ｂ）…… 242
図58　新設硫酸工場ガス乾燥および吸収工程メカニカルフローシート（計画Ｂ）…… 243
図59　転化工程メカニカルフローシート（計画Ｂ）…… 245
図60　既設硫酸工場吸収工程メカニカルフローシート（計画Ｂ）…… 246
図61　硫黄収支（計画Ｂ）…… 247
図62　排ガス処理系統図（計画Ｂ）…… 251
図63　排ガス処理物質収支（計画Ｂ）…… 253
図64　排水処理設備系統図（計画Ｂ）…… 255
図65　排水処理設備物質収支（計画Ｂ）…… 256
図66　転炉煙灰処理系統図（計画Ｂ）…… 259
図67　転炉煙灰処理物質収支（計画Ｂ）…… 260

ページ

図68　概略系統図（計画C）…… 336
図69　熔錬系統図 …… 339
図70　鍛浮選系統図 …… 340
図71　物質収支（t/y）（計画C）…… 347
図72　物質収支（t/h）（計画C）…… 348
図73　物質収支（Cu）（計画C）…… 349
図74　物質収支（Fe）（計画C）…… 350
図75　物質収支（S）（計画C）…… 351
図76　排ガス処理フローシート（計画C）…… 356
図77　既設硫酸工場フローシート（計画C）…… 357
図78　新設硫酸工場フローシート（計画C）…… 358
図79　ガス精製工程メカニカルフローシート（計画C）…… 361
図80　既設硫酸工場ガス乾燥工程水収支（計画C）…… 362
図81　新設硫酸工場ガス乾燥工程水収支（計画C）…… 363
図82　既設硫酸工場ガス乾燥工程メカニカルフローシート（計画C）…… 364
図83　新設硫酸工場ガス乾燥および吸収工程メカニカルフローシート（計画C）…… 365
図84　転化工程メカニカルフローシート（計画C）…… 367
図85　既設硫酸工場吸収工程メカニカルフローシート（計画C）…… 368
図86　硫黄収支（計画C）…… 369
図87　排ガス処理系統図（計画C）…… 372
図88　排ガス処理物質収支（計画C）…… 374
図89　排水処理設備系統図（計画C）…… 376
図90　排水処理設備物質収支（計画C）…… 378
図91　転炉煙灰処理系統図（計画C）…… 380
図92　転炉煙灰処理物質収支（計画C）…… 382
図93　大冶冶金工場組織（現状）…… 458
図94　組織改革（案）…… 459
図95　設備保全トータルコスト …… 460
図96　システムの基本構成 …… 462
図97　保全システムフロー …… 463
図98　資材システムフロー …… 464

計画図リスト（計画A）

ページ

1）全体配置図 …… 167
2）鉱石乾燥炉コットレルの図 …… 169
3）反射炉排ガス系統図 …… 171
4）反射炉ボイラー改造配置図 …… 173
5）ボイラー給水蒸気配管系統図 …… 175
6）転炉ボイラー新設の図 …… 177
7）転炉口取機の図 …… 179
8）転炉メカニカルパンチャーの図 …… 181
9）既設硫酸工場改造系統図 …… 183
10）既設硫酸工場改造配置図 …… 185
11）排煙脱硫設備系統図 …… 187
12）直接排脱および硫酸排脱工場配置図 …… 189
13）局所排気系統図 …… 191
14）局所排気（排脱）配置図 …… 193
15）局所排気（バッグフィルター）の図 …… 195
16）煙灰処理硫酸亜鉛製造設備系統図 …… 197
17）排水処理設備配置図 …… 199
18）反射炉計装線図 …… 201
19）転炉ボイラー計装線図 …… 203

計画図リスト（計画B）

1）全体配置図 …… 263
2）調合鉱舎設備の図 …… 265
3）熔錬工場配置図 …… 267
4）鉱石乾燥炉コットレルの図 …… 269
5）流動焙焼炉系統図 …… 271
6）流動焙焼炉平面図 …… 273
7）流動焙焼炉側面図 …… 275
8）反射炉改造（カルサインチャージ）の図 …… 277
9）反射炉排ガス系統図 …… 279
10）反射炉ボイラー改造配置図 …… 281
11）ボイラー給水蒸気配管系統図 …… 283

ページ

12）転炉ボイラー新設の図 …… 285
13）転炉口取機の図 …… 287
14）転炉メカニカルパンチャーの図 …… 289
15）粗銅鋳造設備配置図 …… 291
16）鍰浮選系統図 …… 293
17）スラグコンベヤおよび一次破砕配置図 …… 295
18）二次破砕および浮選工場配置図 …… 297
19）既設硫酸工場改造系統図 …… 299
20）既設硫酸工場改造配置図 …… 301
21）新設硫酸工場系統図 …… 303
22）新設硫酸工場配置図 …… 305
23）排煙脱硫設備系統図 …… 307
24）硫酸排脱設備配置図 …… 309
25）局所排気系統図 …… 311
26）局所排気（排脱）配置図 …… 313
27）局所排気（バッグフィルター）の図 …… 315
28）煙灰処理硫酸亜鉛製造設備系統図 …… 317
29）排水処理設備配置図 …… 319
30）流動焙焼炉計装線図 …… 321
31）反射炉計装線図 …… 323
32）転炉ボイラー計装線図 …… 325

計画図リスト（計画C）

1）全体配置図 …… 385
2）調合鉱舎設備の図 …… 387
3）熔錬工場配置図 …… 389
4）鉱石乾燥炉コットレルの図 …… 391
5）流動焙焼炉系統図 …… 393
6）流動焙焼炉平面図 …… 395
7）流動焙焼炉側面図 …… 397
8）新設反射炉の図 …… 399
9）ボイラー給水蒸気配管系統図 …… 401
10）転炉ボイラー新設の図 …… 403
11）転炉口取機の図 …… 405

ページ

12）転炉メカニカルパンチャーの図 …… 407
13）粗銅鋳造設備配置図 …… 409
14）鍛浮選系統図 …… 411
15）スラグコンベヤおよび一次破砕配置図 …… 413
16）二次破砕および浮選工場配置図 …… 415
17）既設硫酸工場改造系統図 …… 417
18）既設硫酸工場改造配置図 …… 419
19）新設硫酸工場系統図 …… 421
20）新設硫酸工場配置図 …… 423
21）排煙脱硫設備系統図 …… 425
22）硫酸排脱設備配置図 …… 427
23）局所排気系統図 …… 429
24）局所排気（排脱）配置図 …… 431
25）局所排気（バッグフィルター）の図 …… 433
26）煙灰処理硫酸亜鉛製造設備系統図 …… 435
27）排水処理設備配置図 …… 437
28）流動焙焼炉計装線図 …… 439
29）反射炉計装線図 …… 441
30）転炉ボイラー計装線図 …… 443

第 I 編

序　論

第Ⅰ編　序　　論

1. 調査の背景

中華人民共和国政府は，西暦2000年までに農業・工業の生産を1980年の4倍に拡大する計画を発表し，計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため，中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており，本調査は，同要請にもとづき国際協力事業団が，中華人民共和国国家経済委員会と署名した，1984年11月9日付の中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則により，実施したものである。

2. 現地調査団の編成および日程

(1) 調査団のメンバー

氏　　名	担　　当
幾島優次郎	団長，総括
村上修一	団員，熔錬・反射炉
西山　茂	団員，硫酸
西山　豊	団員，熔錬・転炉
徳増真志	団員，機械・設備改善
石川新次	団員，電気・計装改善
清水　隆	団員，公害防止・煙灰処理

(2) 日　程

1985年2月25日から3月16日まで20日間現地調査を行った。

3. 中国側の要請

事前調査時に中国側より下記の要請があった。

(1) 近代的製錬法の採用により次の計画を達成する。

1990年	粗　銅	100,000 t/年	(現　45,000 t/年)
	電気銅	50,000 t/年	(現　　0 t/年)
	硫　酸	300,000 t/年	(現 100,000 t/年)

(2) 銅の実収率の向上　　現状　97.5％→98％

硫黄の固定率の向上　　現状　60％→93％

粗銅エネルギー原単位を現状の½（0.8 t－規格石炭/t－粗銅）とする。

(3) 工場環境保全の根本的改善

排煙・排水に関して無公害の工場とする。

(4) 転炉煙灰中の有価物回収率の向上

Cu, Pb, Zn, Bi, Cd, In, Tℓ

(5) 技術改革に当たり次の点に留意する。

・現有設備を極力利用すること

・生産に影響が少ないこと

・投資金額が少ないこと

・改造期間が短いこと

・経済効率が高いこと

(6) 自動化率を高め労働生産性を向上する。

第 II 編

工 場 概 要

第Ⅱ編　工　場　概　要

1. 工場配置および自然条件

1.1　工　場　敷　地

工場配置を図1に示す。

工場の敷地面積は287,000㎡で，このうち建家面積は91,300㎡である。

3本の主要道路が工場内を東西に走っており，これらは工場の正門で一つにまとまって省・市の道路網と接続している。また，主要製品および原材料倉庫は鉄道と接続している。建家は東から西に配置されている。

1.2　建　築　物

建築物は工業用建築と民用建築（休憩所，事務所等）の2種類があり，面積は以下のようになっている。

・工業用建築　　72,700 ㎡

・民用建築　　18,600 ㎡

1.3　生　産　工　場

生産工場，貯鉱舎の概要を表1に示す。

表1　生産工場・貯鉱舎概要

名　称	寸　法	面　積	備　考
反射炉主建家	63 mL × 18 mW	1,134 ㎡	クレーンレール高さ　17.5 m 15 t クレーン　1台 コンクリートおよび鉄骨構造
転炉主建家	138 mL × 24 mW	3,314 ㎡	クレーンレール高さ　17.5 m 50 t クレーン　3台 コンクリートおよび鉄骨構造
銅精鉱貯鉱舎	180 mL × 24 mW	4,320 ㎡	貯鉱能力　33,000 t 建家軒高さ　11.285 m クレーンレール高さ　9.0 m 10 t バケットクレーン　3台 建家中央に線路有り
溶剤貯鉱舎	108 mL × 24 mW	2,592 ㎡	貯蔵量　7,480 t クレーンレール高さ　9.5 m 10 t バケットクレーン　1台
石炭倉庫	138 mL × 24 mW	3,312 ㎡	10 t バケットクレーン　2台 他に屋外置場　864 ㎡ 総貯蔵量　13,000 t
硫酸ブロワー室		748 ㎡	建家軒高さ　7.6 m

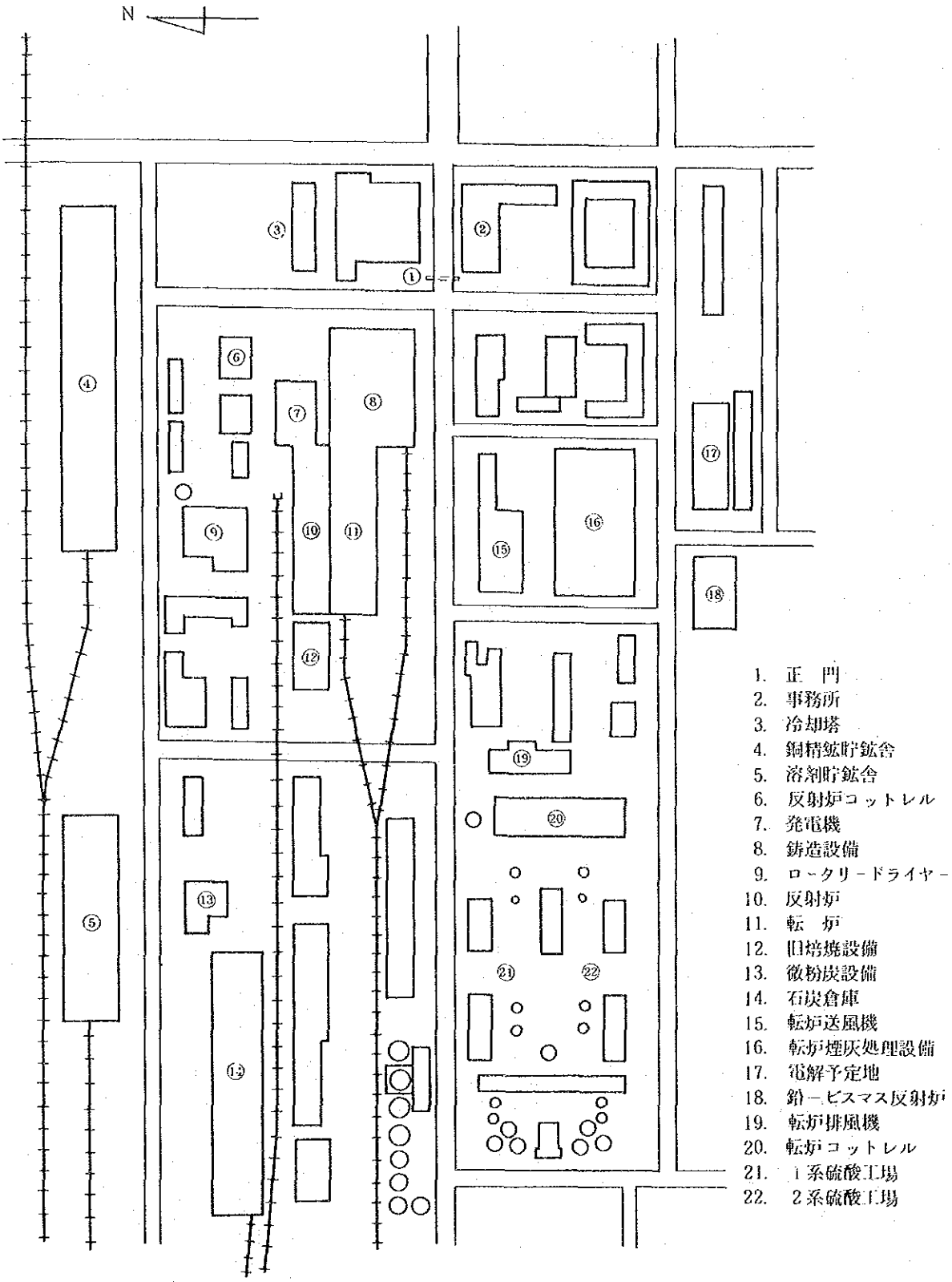

N
1. 正　門
2. 事務所
3. 冷却塔
4. 銅精鉱貯鉱舎
5. 溶剤貯鉱舎
6. 反射炉コットレル
7. 発電機
8. 鋳造設備
9. ロータリードライヤー
10. 反射炉
11. 転　炉
12. 旧焙焼設備
13. 微粉炭設備
14. 石炭倉庫
15. 転炉送風機
16. 転炉煙灰処理設備
17. 電解予定地
18. 鉛ービスマス反射炉
19. 転炉排風機
20. 転炉コットレル
21. 1系硫酸工場
22. 2系硫酸工場

図1　工　場　配　置　図

1.4　鉄道・道路輸送状況

1.4.1　鉄　道　概　況

1984年現在，全公司の鉄道（標準軌道）の長さは合計で27.9㎞で，このうち新下陸地区（工場所在地）には17本の鉄道があり，すべて終着線となっている。これらの鉄道は多目的に利用されている。

表2に鉄道車両保有状況を示す。

表2　鉄道車両保有状況

貨　車　名	台数	型　式	備　　考
蒸気機関車	6	SY型	銅録山（地名）の2台を含む
鉱石輸送車	34	C501型	C501型 …… 20台
		C62M型	C62M型 …… 14台
水砕鍰輸送車	16	K4型	
硫酸輸送車	75	G11型	
蒸気クレーン車	2	—	吊上荷重　15t

1.4.2　自動車輸送設備

表3に自動車保有状況を示す。

表3　自動車保有状況

車　両　名	台数	備　　考
トラック	96	大部分 4～5t トラック
		最大 20t トラック
レッカー車	13	大部分 8t レッカー車
		最大 50t レッカー車
ブルドーザー	6	
ショベルローダー	2	

1.4.3　1984年輸送状況

- 鉄道輸送量　　74.84万t（72%）
- 自動車輸送量　　29.23万t（28%）

1.5 自 然 条 件

大冶冶金工場がある地域は，大陸性気候である。

過去30年間の気象データを表4に示す。

表4　気象データ（過去30年間）

年平均気温	17 ℃
最高気温	42.2 ℃
最低気温	−14.7 ℃
年平均相対湿度	80 %
夏季室外計算湿度	69 %
冬季室外計算湿度	60 %
土壌凍結深度	100～200 mm
最大積雪量	150 mm
年平均風速	2.3 m/s
最大風速	21.9 m/s
基本風圧値	30 kg/cm²
主な風向	南東

また，地震に関しては25年前に工場が操業を開始してからは一度もなく，200年ほど前に震度6の地震があった記録が残っている程度である。

月別の気象データとして，1983年と1984年の月平均気温と月平均湿度を表5に示す。

表 5　月平均気温と湿度（黄石市）

月	気温（℃）		湿度（%）	
	1983 年	1984 年	1983 年	1984 年
1	4.5	2.7	77	73
2	6.4	4.2	70	73
3	10.4	11.0	74	75
4	17.0	16.4	81	81
5	23.0	20.9	81	79
6	25.0	26.3	82	82
7	27.9	29.1	81	80
8	28.7	28.9	75	77
9	25.1	23.5	81	80
10	18.3	17.9	85	80
11	12.8	13.3	72	82
12	7.0	4.2	70	78
平均	17.2	16.5	77.4	78.3
最高	38.1	37.0	100	100
最低	−2.6	−4.2	19	16

2. 製品および生産

2.1 原料，副原料（1983年実績）

(1) 銅 鉱 石　30～35万t/年

	Cu	Fe	S	SiO_2	CaO
%	21.42	29.85	24.06	7.2	2.23

(2) 硅 石

	SiO_2	CaO	Fe	$A\ell_2O_3$
%	92	0.25	0.7	5～6

(3) 含金硅石

	SiO_2	CaO	Fe	Au	Ag
%	85	3	4	12.63	37.30

Au, Ag は g/t

(4) 石 灰 石

	SiO_2	CaO	Fe
%	4	48	1

(5) 石 炭　7万t/年

	固定炭素	揮発分	灰 分	水 分
%	57 ～ 60	25～30	15	1～2

	C	H	O	S	N
%	71.91	4.78	9.46	0.75	1.02

低発熱量 6,735 Kcal/kg

2.2 製 品

(1) 粗 銅 ： 一号粗銅　銅含有率 99.3％以上

： 二号粗銅　銅含有率 99％以上

(2) 硫　酸

	硫酸濃度 %	強熱残分 %	Fe %	As %	透明度 mm	色度
一級	93.0または98.0	＜0.03	＜0.01	＜0.005	＞50	＜2
二級	93.0または98.0	＜0.10				

硫酸濃度下限：93.0％ H_2SO_4 は92.5％
98.0％ H_2SO_4 は98.0％

(3) 硫酸亜鉛

(4) 鉛－ビスマス合金

鉛　80％，　ビスマス　20％

2.3 生産能力および実績（1984年）

	生産能力	1984年実績
粗銅	50,000 t/年	51,041 t/年
硫酸	130,000 t/年	119,183 t/年
発電量	9,000 kw	2,934万kwh/年
硫酸亜鉛		420 t/年
鉛-ビスマス合金		340 t/年

2.4 稼動率

年間稼動日　330 ～ 340日

2.5 生産性

(1) 一人当たり生産額　287,000元/人・年

(2) 一人当たり年利益　20,169元/人・年

(3) 労働生産性：粗銅　79.4 t/人・年
硫酸　702.8 t/人・年

3. 製 造 設 備

3.1 主要製造設備

表6に主要製造設備の概要を示す。

表6 主 要 製 造 設 備

名 称	数 量	仕 様	
ロータリードライヤー	3 基	寸法 乾燥能力	2.2 mφ × 3.9 mL 37湿 t/h
反 射 炉	1 基	寸法 バーナー レンガ	31.0 mL × 9.3 mW × 4.4 mH (内寸) 微粉炭焚 1.4 t/h × 7本 Mg − Aℓ 系
転 炉	3 基	型式 寸法 羽口 レンガ	円筒回転式，50 t炉 3.7 mφ × 7.1 mL (外寸) 56.5 mmφ × 18 本 Cr − Mg 系
粗 銅 鋳 造 機	1 基	型式 寸法 鋳造能力 粗銅重量	直線式鋳造機 1.28 mW × 15.3 mL 20 t/h 50 kg/個
硫 酸 製 造 設 備	2系列	ガス量 SO_2濃度 製造能力	50,000 Nm³/h 5.1 % 13万t/y (100%硫酸換算)
反 射 炉 ボ イ ラ ー	1 基	蒸発量 圧 力	45 t/h 39 kg/cm²G
タ ー ビ ン 発 電 機	2 基	3,000 kW，6,000 kW	

3.2 ユーティリティ

3.2.1 給 水

(1) 水源と送水状況

1) 水 源

・長 江 (揚子江) ……黄石市ポンプ場

・張家湖 ……老下陸ポンプ室

・地下水 ……花家井ポンプ室 (緊急時)

2) 送水状況

黄石ポンプ場には，第1，第2の2つのポンプ室がある。

(a) 第1ポンプ室は長江から取水し，800 m 離れた第2ポンプ室に送水する。毎時間

の送水量は，約 1,400 t である。

(b) 第 2 ポンプ室は，沈澱清澄用と加圧用で新下陸工場地区と20km離れ，第 3 ポンプ室に送水する。毎時送水量は約 1,300 t である。新下陸に 25,000 t/日送水する。その他約 5,000 t/日を大冶県に送る。

(c) 第 3 ポンプ室は黄板橋にあり，2 つの 5,000 t 貯水池を備えている。工場用水と生活用水の 2 組の系統がある。生活用水は塩素ガス殺菌装置を経由する。

生活用水供給量　約 15,000 t/日

工場用水供給量　約 10,000 t/日

この工場用水の一部は，第 1 循環水ポンプ室に送られ，循環水の補給水となる。一部は浄水場の 4,000 t 貯水池に送られ，製錬，硫酸，肥料の生産用に供給される。

(d) 第 1 循環水ポンプ室にも 2 組の系統があり，別々に化成配管と製錬の各ジャケットの冷却水として供給し，機械式冷却塔を採用している。

その内容は，

製錬系統循環水　約 20,000 t/日

硫酸系統循環水　約 30,000 t/日

である。

(e) 老下陸ポンプ室は工場用水の送水場であり，黄石張家湖の水を取水し，5 km離れた浄水場の 4,000 t 貯水池に送水する。毎日約 20,000 t の送水が可能である。

(f) 花家井ポンプ室は最も古いポンプ室で，工場区域から 4 km離れているが水量が少ないので，補給用水としての役をするだけである。長江からの配管が破裂した時だけポンプが働く。毎日の可能送水量は約 3,000 t である。

(g) 浄水場にもう一つの 2,000 t の生活用水貯水池があり，工場区域の生活用水を供給している。

(2) 余熱発電の給水状況

(a) 水　　源

工場用水は，4,000 t の山頂の工場用水貯水池に接続している。生活用水は，2,000 t の山頂の生活用水貯水池に接続している。

(b) 能　　力

純水製造能力　24 t/h　　ボイラー補給水率　50 %

冷却水補給水量　150 t/h　　冷却水循環量　3,000 t/h

(c) 1984 年消費水量

新　水　550,000 t　　循環水　1,800,000 t

(3) 製錬，硫酸，肥料 1984 年消費水量

製　錬　：新水　3,300,000 t　　循環水　5,000,000 t

硫酸，肥料：新水　2,300,000 t　　循環水　10,000,000 t

(4) 給水系統図

図2に給水系統図を示す。

3.2.2 電　　力

大冶冶金工場の主要電力は約1㎞離れた新下陸変電所，保安電力は約5㎞離れた鉄山変電所より，架空線で供給されている。（管轄は黄石供電局）

(1) 受電電圧：6kV

(2) 主要電力の供給能力15,000㎾（ただし，新下陸変電所側は20,000kVA，110kV/6kVの変圧器を2台有し，1台は予備である。）

(3) 保安電力の供給能力　1,500㎾

(4) 受　電　状　況

場内には第一，第二配電所があり，現在の平均負荷は10,000㎾，最大負荷は12,000㎾である。電力コンデンサーの総容量は約3,400kVAで，力率は98%以上である。両配電所の母線は負荷の状況に応じて連結可能となるよう開閉器を設けてある。主要幹線ケーブル布設はケーブルピット方式である。（一部は木柱配電方式）

1）第一配電所（主要負荷……熔錬設備関係）

各工場内変電所(屋内)の変圧器容量の合計は6,500kVA/7台で，そのうち2,000kVA/2台は予備である。

2）第二配電所（主要負荷……硫酸製造設備関係）

各工場内変電所(屋内)の変圧器容量の合計は5,310kVA/7台でそのうち1,500kVA/2台は予備である。

(5) そ　の　他

・高圧電源（6kV）　電動機容量250㎾以上

・低圧電源　　3相380V（動力）

　　単相220V（照明，コンセント）

3.3 機器リスト

3.3.1 原料関係設備

(1) 原料関係主要機器リスト

原料関係主要機器リストを表7に示す。

(2) ロータリードライヤー設備

ロータリードライヤー系統図および排気系機器リストを図3に示す。

(3) 銅精鉱および溶剤輸送設備

1）銅精鉱および溶剤輸送系統図を図4に示す。

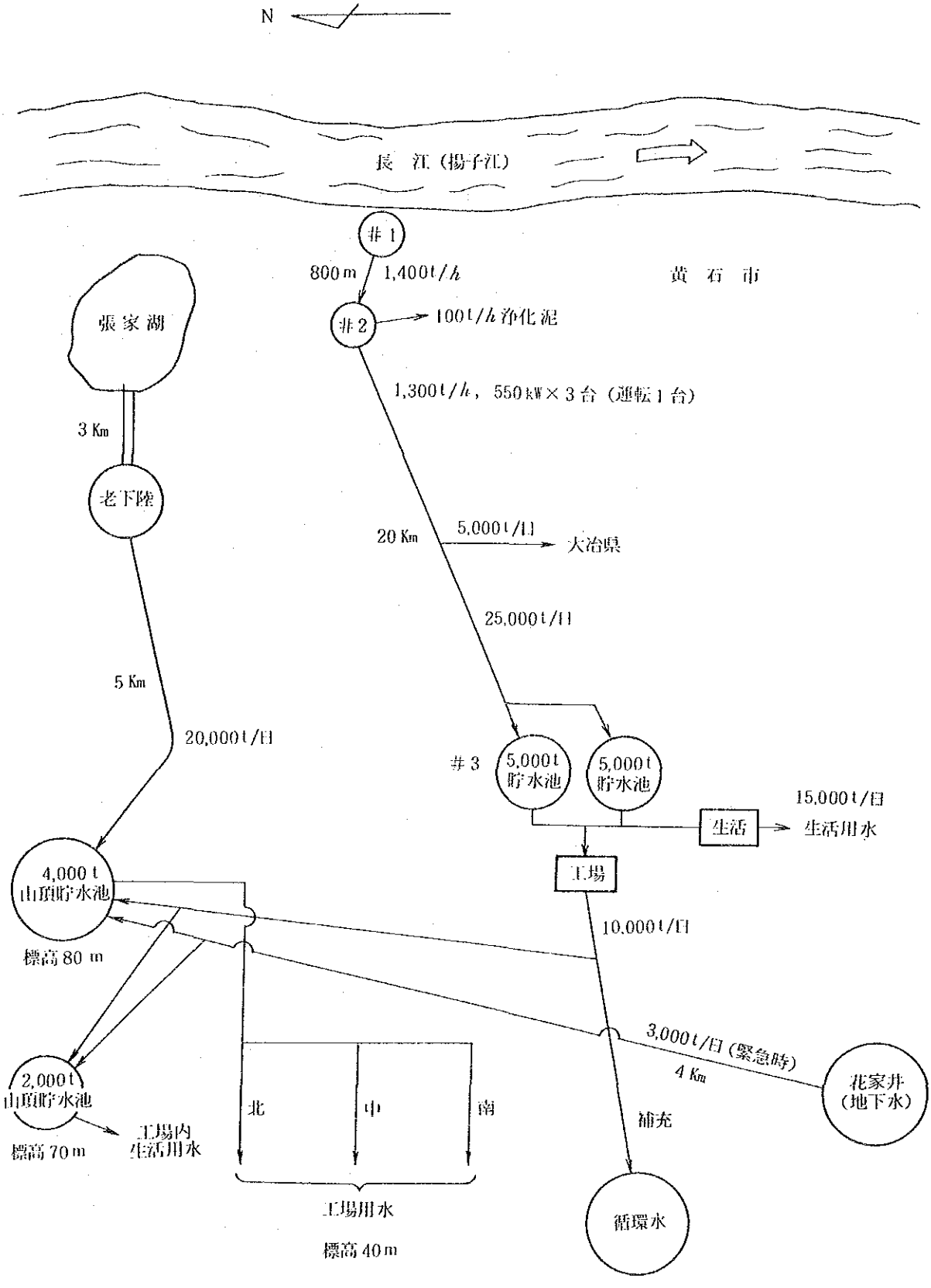
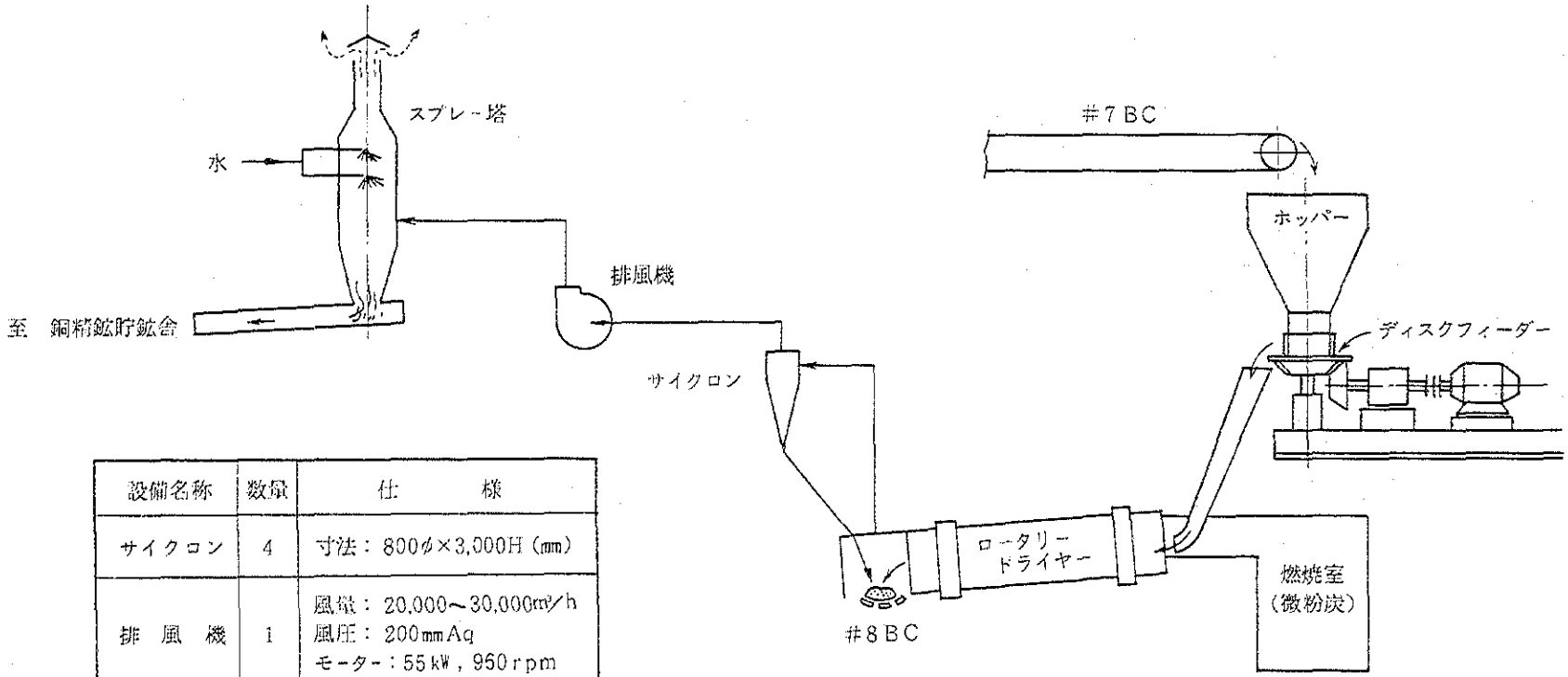

N
長 江（揚子江）
井1
800m
1,400t/h
黄 石 市
張 家 湖
井2
100t/h 浄化泥
1,300t/h，550kW×3台（運転1台）
3 Km
老下陸
20 Km
5,000t/日
大冶県
25,000t/日
5 Km
20,000t/日
井3
5,000t 貯水池
5,000t 貯水池
15,000t/日
生活
生活用水
工場
4,000t 山頂貯水池
標高80 m
10,000t/日
3,000t/日（緊急時）
4 Km
花家井（地下水）
2,000t 山頂貯水池
標高70m
工場内 生活用水
北
中
南
補充
工場用水
標高40m
循環水

図2 給 水 系 統 図

2）銅精鉱および溶剤ベルトコンベヤ仕様を表8に示す。

表7　原料関係主要機器リスト

設備名称	数量	仕様	
450 × 750 ジョークラッシャー	1	寸法	2,750 L × 2,660 W × 1,680 H（㎜）
		能力	Q = 35 ～ 45 t/h 40 ㎾ × 975 rpm
		主要部材質	本体　ZG 25 歯板，ライニング板　ZG　Mn 13
		設置時期	1960年（中国製）
KCR－900 コーンクラッシャー	1	寸法	2,050 L × 1,670 W × 2,334 H（㎜）
		能力	Q = 50 ～ 86 t/h 40 ㎾ × 735 rpm
		主要部材質	本体　ZG 25 主軸　45 破砕板　ZG　Mn 13
		設置時期	1960年（中国製）
KCR－1,200 コーンクラッシャー	1	寸法	4,020 L × 2,270 W × 3,115 H（㎜）
		能力	Q = 105 t/h 60 ㎾ × 735 rpm
		主要部材質	本体　ZG 25 主軸　45 破砕板　ZG　Mn 13
		設置時期	1960年（中国製）
ロータリードライヤー	3	寸法	2.2 mφ × 13.5 mL
		能力	Q = 37 湿 t/h 40 ㎾
		主要部材質	胴部　A_3
		設置時期	1975年　2台 1985年　1台　（中国製）



設備名称	数量	仕　　様
サイクロン	4	寸法：800φ×3,000H (mm)
排　風　機	1	風量：20,000～30,000m³/h 風圧：200mmAq モーター：55kW，950rpm
スプレー塔	1	寸法：1,400φ×8,500H (mm)

注) BC：ベルトコンベヤ

図3　　ロータリードライヤー系統図および排気系機器リスト

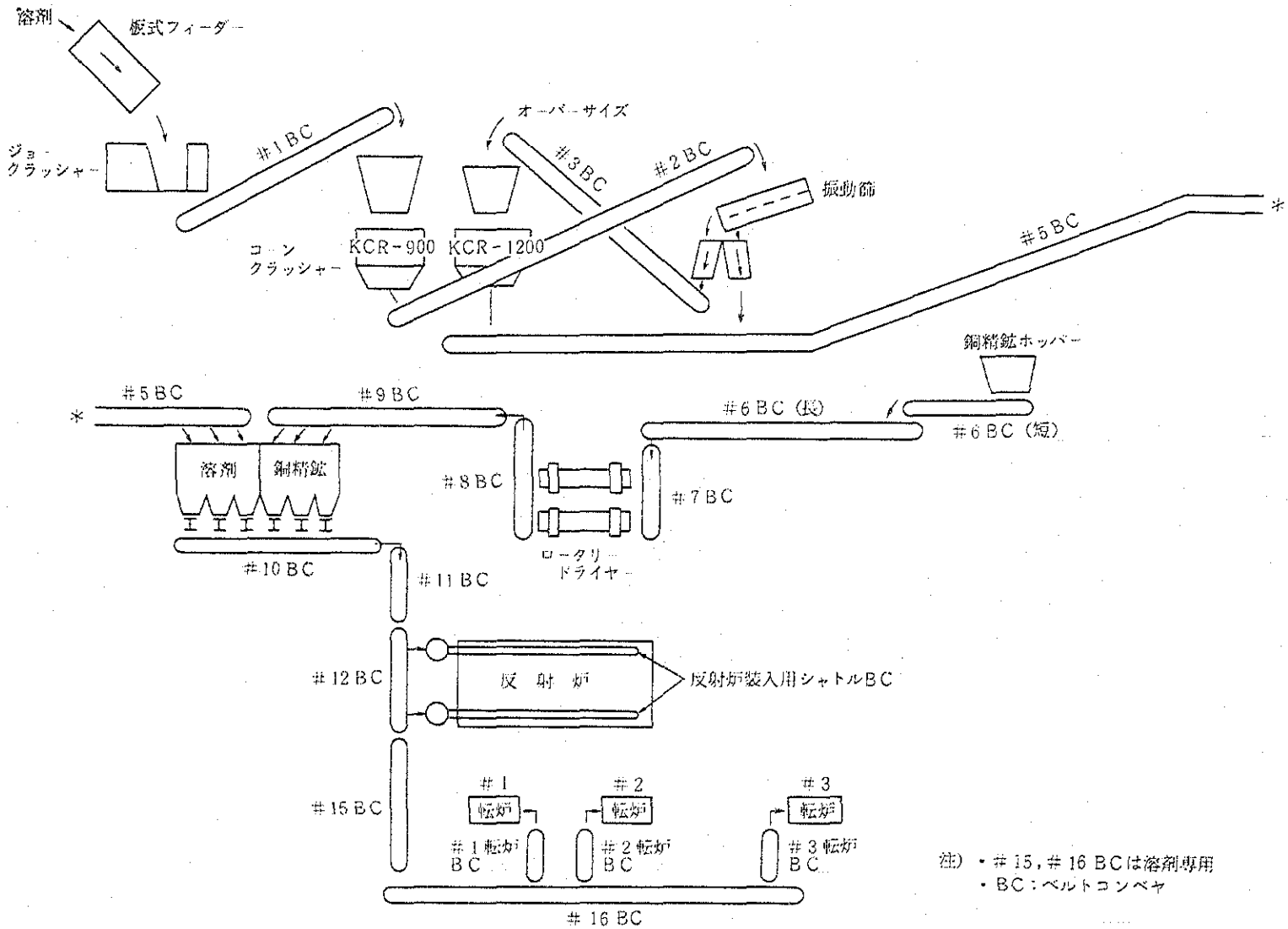


図4　銅精鉱および溶剤輸送系統図

表 8　銅精鉱および溶剤ベルトコンベヤ仕様

名　　称	仕　　様	備　考
＃1 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝38.9 m，V＝0.79 m/s i＝31.5，モーター 7.5kW	溶剤破砕
＃2 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝48.5 m，i＝23.34 モーター 13kW	溶剤破砕
＃3 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝37.8 m，V＝0.79 m/s i＝31.5，モーター 2.8kW	溶剤破砕
＃5 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝53 m，V＝1.25 m/s i＝20.49，モーター 10kW	溶剤破砕
＃6 ベルトコンベヤ（短）	B＝800，L＝5.9 m，モーター 5.5kW	銅精鉱
＃6 ベルトコンベヤ（長）	B＝650，L＝65 m，i＝23.34 モーター 20kW	銅精鉱
＃7 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝57 m，V＝1.25 m/s i＝23.34，モーター 13kW	銅精鉱
＃8 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝58 m，V＝1.25 m/s モーター 10kW	銅精鉱
＃9 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝28.5 m，V＝1.71 m/s i＝23.34，モーター 10kW	銅精鉱
＃10 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝34.8 m，V＝0.79 m/s i＝20.49，モーター 7.5 kW	銅精鉱
＃11 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝12 m，V＝1.25 m/s モーター 4.5 kW	—
＃12 ベルトコンベヤ	B＝650，L＝96 m，V＝1.45 m/s モーター 40kW	—
＃15 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝26.5 m，V＝2.3 m/s i＝20.49，モーター 7.5 kW	転　炉
＃16 ベルトコンベヤ	B＝500，L＝67.15 m，V＝1.81 m/s i＝20.49，モーター 7.5 kW	転　炉
反射炉装入用 シャトルベルトコンベヤ	B＝500，L＝36 m，i＝20.49 モーター 7.5 kW	反射炉 2台
＃1 転炉ベルトコンベヤ	B＝800，L＝5 m，V＝0.239 m/s i＝30，モーター 4 kW	転　炉
＃2 転炉ベルトコンベヤ	B＝800，L＝5 m，V＝0.238 m/s i＝30，モーター 4 kW	転　炉
＃3 転炉ベルトコンベヤ	B＝800，L＝5 m，モーター 4 kW	転　炉

（※）記号説明　　B：ベルト幅　mm
L：ベルト長　m
V：ベルト速度　m/s
i：減速比

3.3.2 微粉炭設備

(1) 主要機器リスト

微粉炭設備主要機器リストを表9に示す。

表9 微粉炭設備主要機器リスト

設備名称	数量	仕様	
微粉炭ボールミル	2	寸法	2.5 mφ×3.9 mL
		能力	10 t/h（乾量）
		材質	ライニング板 ZGMn 13
		モーター	380 kW
		設置時期	1960年（中国製）
#1 排風機	1	風量	40,000 m³/h
		風圧	730 mmH₂O
		モーター	135 kW
#2 排風機	1	風量	20,000～40,000 m³/h
		風圧	200 mmH₂O
		モーター	55 kW
バッグフィルター	1	沪過面積	570 m²

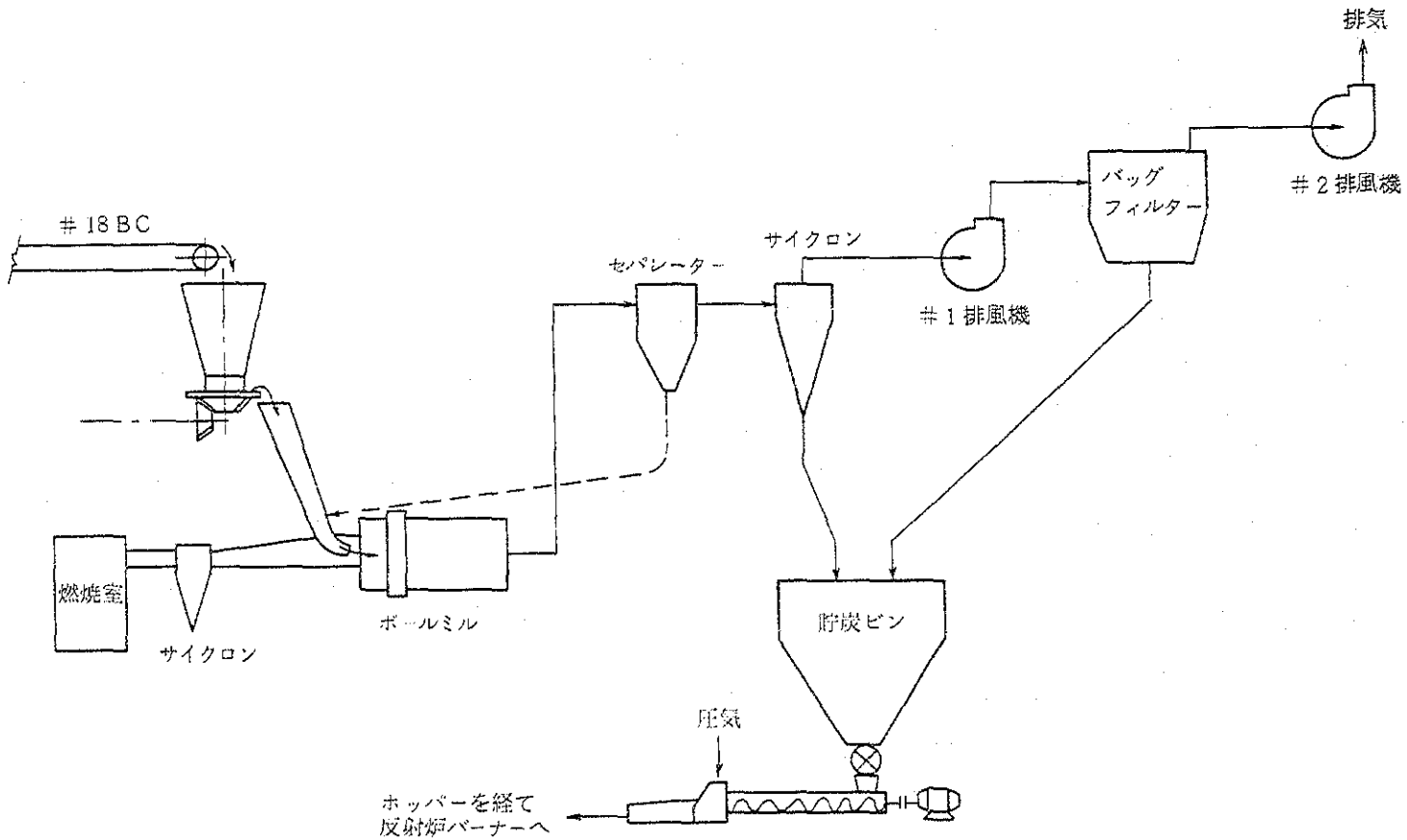
(2) 微粉炭設備系統図

微粉炭設備系統図を図5に示す。

3.3.3 反射炉

(1) 主要機器リスト

反射炉主要機器リストを表10に示す。



注）BC：ベルトコンベヤ

図5　微粉炭設備系統図

表10　反射炉主要機器リスト

設備名称	数量	仕様	
反射炉一次送風機	2	寸法	—
		能力	Q = 18,920 ～ 25,189 ㎥/h P = 400 ㎜H_2O 55 ㎾× 960 rpm
		主要部材質	普通鋼
		設置時期	1975年（中国製）
反射炉二次送風機	2	寸法	2,272 L × 1,810 W × 2,240 H（㎜）
		能力	Q = 49,300 ㎥/h P = 400 ㎜H_2O 75 ㎾× 1,400 rpm
		主要部材質	普通鋼
		設置時期	1983年　1台 1985年　1台（中国製）
反射炉排風機	2	寸法	4,401 L × 3,692 W × 4,471 H（㎜） （モーター部分を寸法に含まず）
		能力	Q = 405,000 ㎥/h P = 344 ㎜H_2O 650 ㎾× 960 rpm
		主要部材質	インペラ　16 Mn 主軸　45
		設置時期	1982年（中国製）
微粉炭バーナー	7	寸法	600 φ × 2,848 L（㎜）
		能力	1.4 t/h
		主要部材質	本体　A_3 噴出口　耐熱鋳鉄
		設置時期	—
煙道冷却水ポンプ	2	寸法	—
		能力	43.2 ㎥/h × 90 mH 22 ㎾× 2,950 rpm
		主要部材質	—
		設置時期	—
水砕鍛循環ポンプ	2	寸法	—
		能力	288 ㎥/h × 42 mH 55 ㎾× 2,950 rpm
		主要部材質	—
		設置時期	—

設備名称	数量	仕様	
反射炉コットレル	2	寸法	15,570L × 9,096W × 15,644H（mm） 断面積 39.6 m²
		能力	Q = 85,500 ～ 285,000 m³/h 集塵率 = 99 ～ 99.5 %
		主要部材質	陽極及陰極板 A_3 芒刺 1Cr 18 Ni 9Ti 本体 保温レンガ＋赤レンガ＋コンクリート＋A_3
		設置時期	1982年（中国製）
反射炉煙突	1	寸法	4.1 mφ × 130 mH（頂部内径）
		能力	—
		主要部材質	鉄筋コンクリート製
		設置時期	—

3.3.4 反射炉ボイラーおよび余熱発電設備

(1) 反射炉ボイラー仕様

反射炉ボイラー仕様を表11 に示す。

表 11　反射炉ボイラー仕様

設計能力	ガス条件	入口ガス流量　100,000 N㎥/h 入口ガス温度　1,150 ℃ 出口ガス温度　320 ℃
	発生蒸気	給水温度　140 ℃ 過熱蒸気温度　450 ℃ 発生蒸気量　45 t/h 発生蒸気圧力　39 kg/㎠G
ボイラー仕様	型式	WGZ 45/39－I型
	基数	1　基
	設置時期	1982年（中国製）
	寸法	14 mL × 8.1 mW × 29 mH
	水冷壁伝熱面積	3,132 ㎡
	過熱器伝熱面積	1,166 ㎡
	水管	51 φ × 3.5厚，材質　ST 45.8/II
	過熱管	42 φ × 3.5厚，51 φ × 3.5厚 材質｛頂部，低温過熱器 ST 45.8/III 高温過熱器 15 CrMo ドラム 208
	水容積	36 ㎥

(2)　余熱発電設備

1）発電機仕様

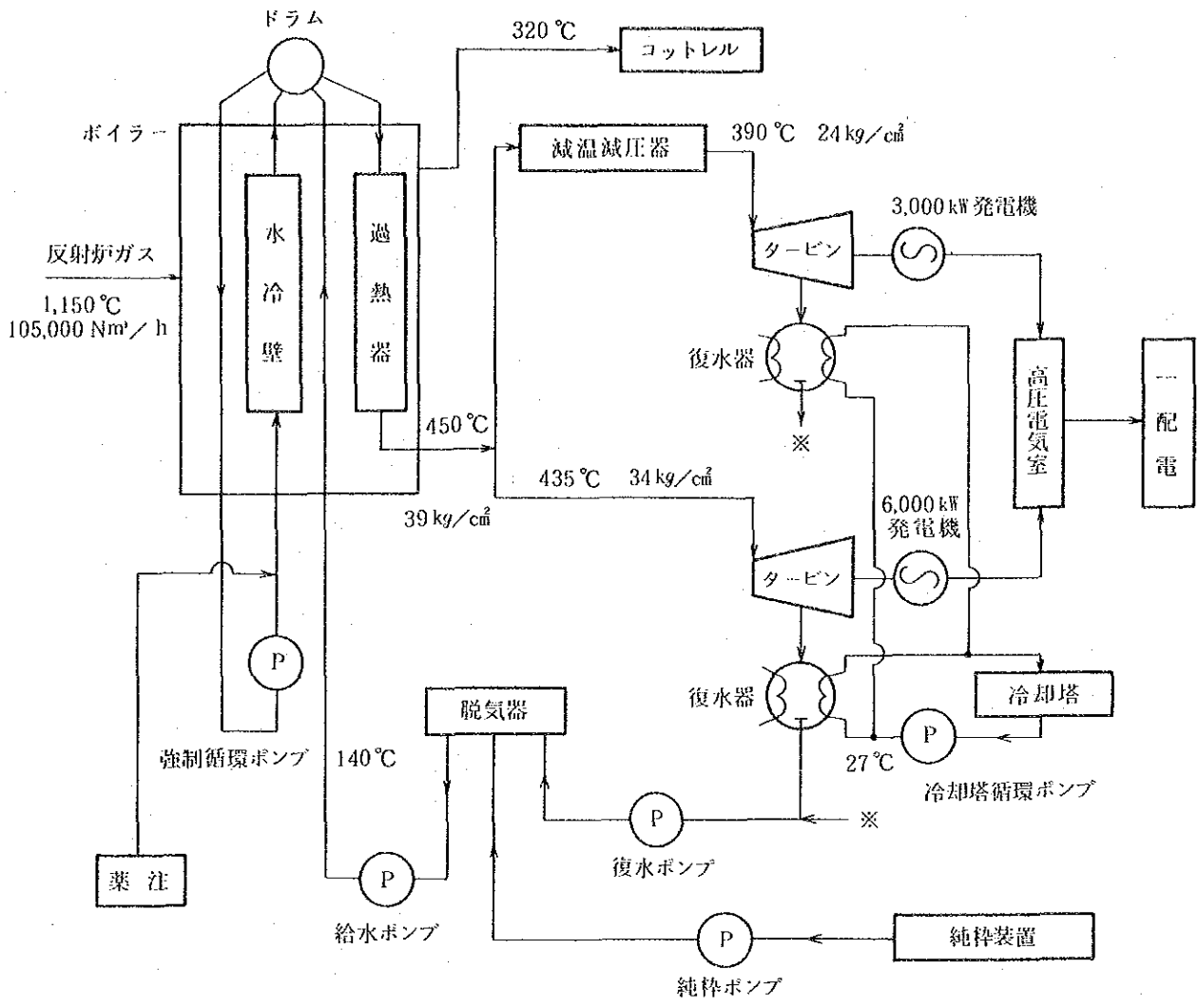
発電機仕様を表12 に示す。

表 12　発電機仕様

設備名称	数量	仕様
6,000 kw タービン発電機	1	寸法：3,747 L × 1,140 W × 2,435 H（㎜） 能力：6,000 kW，6 kV 材質：インペラ，主軸 34 CrMo
3,000 kw タービン発電機	1	寸法：3,961 L × 1,970 W × 1,793 H（㎜） 能力：3,000 kW，6 kV 材質：主軸 45，インペラ 34 CrMo

2）余熱発電系統図および付帯設備機器リスト

余熱発電系統図および付帯設備機器リストを図 6 に示す。



設備名称	数量	仕様
給水ポンプ	2	モーター 150 kW（1台予備）
強制循環ポンプ	3	モータ 100 kW
復水ポンプ	2	モーター 13 kW（1台予備）
純水ポンプ	2	モーター 10 kW（1台予備）
冷却塔循環ポンプ	3	モーター 75 kW（1台予備）
冷却塔	5	循環水量 1,260 m³/h
		水温 入口 33 ℃，出口 27 ℃

図 6　余熱発電系統図および付帯設備機器リスト

3.3.5 転　　炉

(1) 主要機器リスト

転炉主要機器リストを表13に示す。

(2) 転炉送風機配管系統図

転炉送風機配管系統図を図7に示す。

表13 転炉主要機器リスト

設備名称	数量	仕様	
転　　炉	3	寸　　法	3.66mφ × 7.1mL
		能　　力	50t 炉 炉傾転用モーター AC 30kW（常用） DC 25kW（緊急用）
		主要部材質	シェル 16Mn ギヤ，タイヤ ZG55
		設置時期	1960年 2台 1967年 1台 （中国製）
転炉クレーン	3	寸　　法	スパン 22.5m
		能　　力	主巻 50t，補巻 15t × 2 モーター 主巻 80kW× 582rpm 補巻 30kW× 720rpm 走行 45kW× 577rpm 横行 7.5kW× 950rpm 速　度 主巻 7.6m/min 補巻 12.2m/min 走行 80m/min 横行 43.3m/min
		主要部材質	ガーダ A_3
		設置時期	1960年 2台 1967年 1台 （中国製）
転炉送風機	2	寸　　法	2,748L × 1,700W（mm） （モーターは寸法に含まず）
		能　　力	Q = 750 Nm³/min P = 2.2 kg/cm² abs 2,000 kW× 2,180 rpm
		主要部材質	インペラ 30CrMnSiA 主軸 45
		設置時期	1983年 1台 1984年 1台 （中国製）

設備名称	数量	仕様	
転炉送風機	1	寸法	—
		能力	Q = 920 Nm³/min P = 3.3 kg/cm² abs 3,500 kW, 5,200 rpm
		主要部材質	—
		設置時期	1971年（ソ連製）
転炉高温排風機	4	寸法	4,610 L × 2,550 W × 1,740 H（mm）
		能力	Q = 125,000 m³/h P = 140 ～ 150 mmH_2O 155 kW
		主要部材質	ケーシング，インペラ 1Cr 18Ni 9Ti 軸 2Cr 13
		設置時期	1984年（中国製）
転炉コットレル	6	寸法	12,066 L × 8,576 W × 13,350 H（mm） 断面積 30 m²
		能力	Q = 43,200 ～ 86,400 m³/h 集塵率 = 90 ～ 95 %
		主要部材質	陽極棒 A_3 陰極線 Ni－Cr 合金 本体 保温レンガ＋鉱滓綿＋A_3
		設置時期	1960年（中国製）

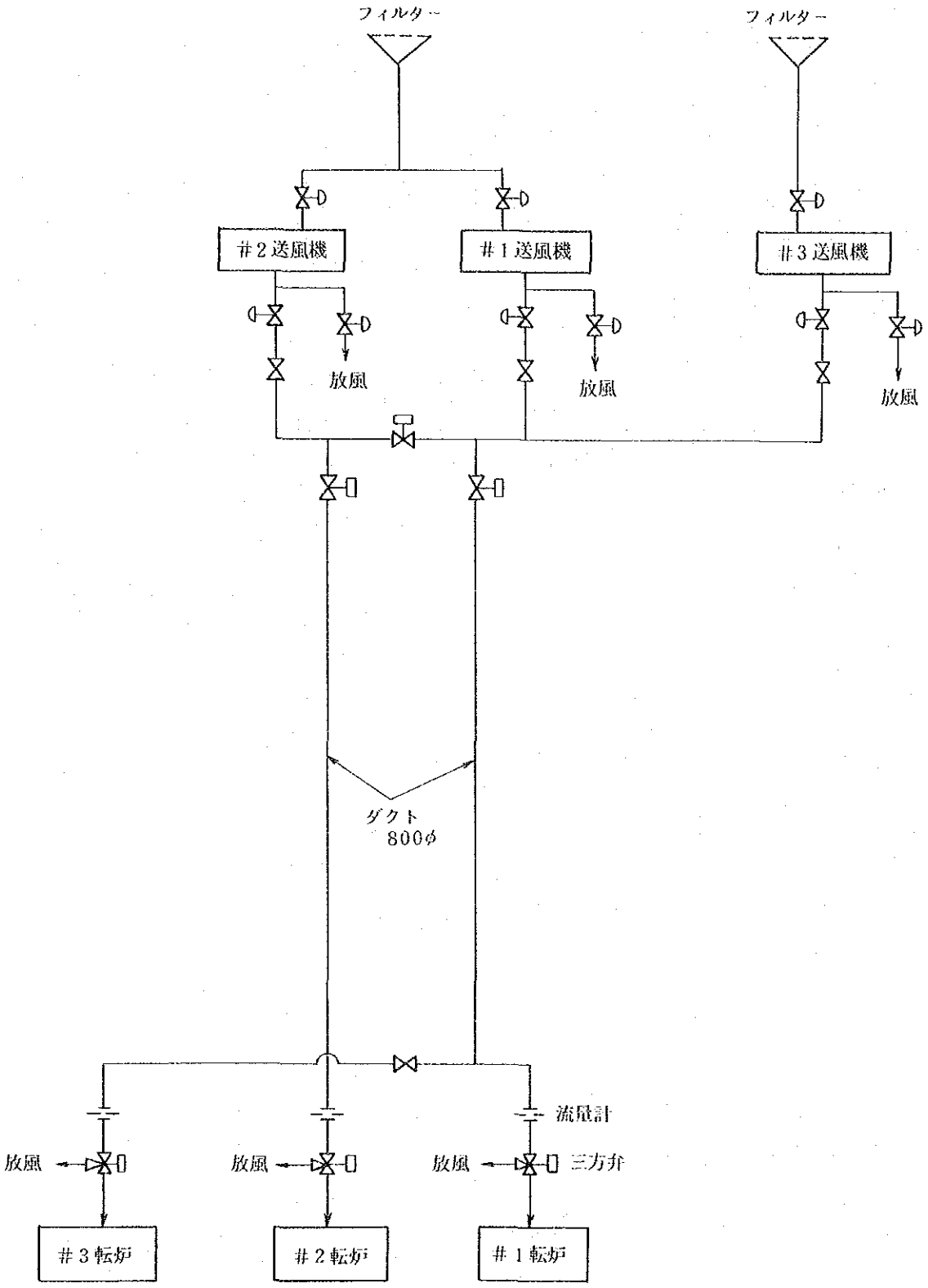


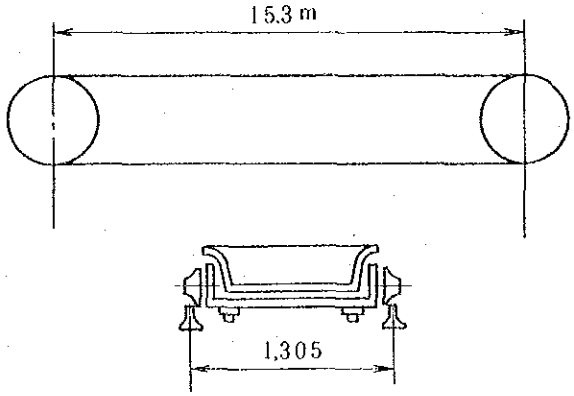
図7　転炉送風機配管系統図

3.3.6 鋳　　造

(1) 鋳造機仕様

鋳造機仕様を表14に示す。

表14　鋳　造　機　仕　様

項　　目	仕　　様
概略寸法	
鋳造能力	20　t/h
粗銅重量	50　kg/個
鋳造速度	6　m/min
駆動モーター	30　kW

3.3.7 硫　　酸

(1) 主要機器リスト

1) ガス精製乾燥吸収工程主要機器リスト

ガス精製乾燥吸収工程主要機器リストを表15に示す。

2) 転化，製品工程主要機器リスト

転化，製品工程主要機器リストを表16に示す。

表15　ガス精製乾燥吸収工程主要機器リスト

設備名称	区分	数量	仕様	
熱濃酸塔	第1 硫酸工場	1	寸法	5,500φ × 14,900H（mm） S内＝21.7 ㎡ F冷＝660 ㎡
			能力	Q＝50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 スプレー管 HT 15－32 噴霧ノズル　6個
			備考	S内＝空塔断面積 F冷＝酸冷却器 伝熱面積　60 ㎡/Unit 1970年設置
	第2 硫酸工場	1	寸法	5,500φ × 17,470H（mm） S内＝21.7 ㎡ F冷＝1,020 ㎡
			能力	Q＝50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 スプレー管 HT 15－32 噴霧ノズル　6個
			備考	1977年設置
泡沫塔	第1，第2 硫酸工場 同仕様	2 (各1)	寸法	3,700φ × 11,040H（mm） S内＝10.7 ㎡ F冷＝840 ㎡
			能力	Q＝50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 泡沫板 HT 15－32 充填物：4層鋳鉄製グリッド 鞍型リング充填物
			備考	1970年　1基 1977年　1基
乾燥塔	第1 硫酸工場	1	寸法	5,260φ × 13,800H（mm） S内＝21.7 ㎡ F冷＝420 ㎡
			能力	Q＝50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 分酸装置 HT 15－32 充填物：耐酸レンガ充填物　182 ㎥ うち鞍型リング 50φ×150 ㎥ 充填高さ　8.4 m
			備考	1970年設置
	第2 硫酸工場	1	寸法	6,000φ × 14,900H（mm） S内＝28.26 ㎡ F冷＝420 ㎡
			能力	Q＝50,000 Nm³/h

設備名称	区分	数量	仕様	
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 分酸装置 HT 15－32 充填物：耐酸レンガ充填物 213 ㎥ 鞍型リング 76φ × 120 ㎥ 50φ × 87 ㎥ 充填高さ 7.5 m
			備考	1977 年設置
吸収塔	第 1 硫酸工場	1	寸法	5,260φ × 15,000H（㎜） S 内＝ 21.7 ㎡ F 冷＝ 1,680 ㎡
			能力	Q ＝ 50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 分酸装置 HT 15－32 充填物：耐酸レンガ充填物 182 ㎥ うち鞍型リング 50φ× 150 ㎥ 充填高さ 8.4 m
			備考	1970 年設置
	第 2 硫酸工場	1	寸法	6,000φ × 14,900H（㎜） S 内＝ 28.26 ㎡ F 冷＝ 1,680 ㎡
			能力	Q ＝ 50,000 Nm³/h
			材質，充填物	材質：鋼板 A_3＋耐酸レンガ張 分酸装置 HT 15－32 充填物：耐酸レンガ充填物 213 ㎥ 鞍型リング 76φ × 120 ㎥ 50φ × 87 ㎥ 充填高さ 7.5 m
			備考	1977 年設置
捕沫器	第 1 硫酸工場	1	寸法	10,000φ × 7,600H（㎜） S 内＝ 78.5 ㎡
			能力	――
			材質，充填物	材質：鋼 A_3 充填物：鞍型磁性リング 50φ × 0.2 mH 25φ × 0.25 mH
			備考	――
	第 2 硫酸工場	1	寸法	10,000φ × 7,900H（㎜） S 内＝ 78.5 ㎡
			能力	――
			材質，充填物	材質：鋼 A_3 充填物：鞍型磁性リング 50φ × 0.25 mH 25φ × 0.25 mH ワイヤメッシュ：2,800φ × 150厚 ステンレス製（316L）
			備考	――

設備名称	区分	数量	仕様	
ワイヤメッシュ捕沫器	第1 硫酸工場	1	寸法 能力 材質，充塡物 備考	2,800φ × 6,873H（㎜） ——— 材質：鋼 A_3 ワイヤメッシュ：充塡高さ 100㎜，150㎜各1層 ステンレス製（316L） ———
	第2 硫酸工場	2	寸法 能力 材質，充塡物 備考	4,800φ × 2,900H（㎜） ——— 材質：鋼 A_3 ワイヤメッシュ：充塡高さ 150㎜ 1層 ステンレス製（316L） ———
循環槽	第1，第2 硫酸工場 同仕様	12 （各6）	寸法 能力 材質，充塡物 備考	5,500φ × 2,230H（㎜） 有効容積 36 ㎥ ——— 材質：鋼＋耐酸レンガ張 ———
酸ポンプ	第1，第2 硫酸工場 同仕様	26 （各13）	寸法 能力 材質，充塡物 備考	——— 100 ㎥/h × 36 mH 55 kW× 1,470 rpm 材質：鋳鉄 ———
	第1，第2 硫酸工場 同仕様	6 （各3）	寸法 能力 材質，充塡物 備考	——— 20 ㎥/h × 24 mH 13 kW× 1,470 rpm 材質：鋳鉄 ———

表16　転化，製品工程主要機器リスト

設備名称	区分	数量	仕様	
SO_2 送風機	第1，第2 硫酸工場 同仕様	4 （各2）	寸法 能力 材質 備考	型式：D 1,000－21 Q＝60,000 ㎥/h P＝－400，＋2,200 ㎜H_2O 800kW× 2,810 rpm 変速範囲（流体継手）762～2,945 rpm ケーシング：鋳鉄 インペラ：1 Cr 18 Ni 9 Ti 30 CrMnSi 1970年 2台 1977年 2台（中国製）
第1熱交換器	第1，第2 硫酸工場 同仕様	4 （各2）	寸法 能力 材質	3,700φ×11,914H（㎜） F熱（伝熱面積）＝2,500 ㎡ 本体：鋼 A_3 伝熱管：＃10鋼 51φ×3.5厚×8,000L（㎜） 2,250本 バッフルプレート：2枚 保温：鉱滓綿 380厚
第2熱交換器	第1，第2 硫酸工場 同仕様	2 （各1）	寸法 能力 材質	転化器内 76φ×4厚トロンボーン型 F熱1＝276 ㎡（1,221m） F熱2＝365 ㎡（1,615m） 本体：鋼 A_3 伝熱管：＃10鋼
第3熱交換器	第1，第2 硫酸工場 同仕様	2 （各1）	寸法 能力 材質	3,400φ×7,804H（㎜） F熱＝1,040 ㎡ 本体：鋼 A_3 伝熱管：＃10鋼 51φ×3.5厚×4,000L（㎜） 1,921本 バッフルプレート：1枚 保温：鉱滓綿 380厚（㎜）
第4熱交換器	第1，第2 硫酸工場 同仕様	2 （各1）	寸法 能力 材質	3,600φ×9,914H（㎜） F熱＝1,700 ㎡ 本体：鋼 A_3 伝熱管：＃10鋼 51φ×3.5厚×6,000L（㎜） 2,095本 バッフルプレート：3枚 保温：鉱滓綿 380厚（㎜）

設備名称	区分	数量	仕様	
転化器	第1，第2 硫酸工場 同仕様	2 （各1）	寸法 能力 材質 備考	7,240φ × 15,160H（mm） S内（空塔断面積）＝ 38.5 ㎡ 4段転化 触媒 75 ㎡ 本体：鋼 A_3＋耐酸レンガ張 隔板，固定板：HT 15－32 1970年 1基 1971年 1基
製品計量槽	第1，第2 硫酸工場 共用	5	寸法 能力 材質	5,000φ × 3,000H（mm） 有効容積 59 ㎥ 鋼 A_3
製品貯槽	第1，第2 硫酸工場 共用	4	寸法 能力 材質	12,000φ × 6,000H（mm） 有効容積 577 ㎥ 鋼 A_3
製品装車計量槽	第1，第2 硫酸工場 共用	4	寸法 能力 材質 備考	8,600φ × 7,500H（mm） 有効容積 435 ㎥ 鋼 A_3 装車：貨車積込用

3.3.8　転炉煙灰処理設備主要機器リスト

転炉煙灰処理設備主要機器リストを表 17 に示す。

表 17　転炉煙灰処理設備主要機器リスト

(mm)

設備名称	数量	仕様
転炉煙灰用バッグフィルター	1	180φ × 2,300L × 8 本/室 × 3 室 (32 ㎡)
転炉煙灰用ホッパー	1	55 ㎥ (約 15 t)
一次浸出槽	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
一次浸出槽クッションタンク	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
二次浸出槽	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
二次浸出槽クッションタンク	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
第一浄液槽	1	1,500φ × 1,800H (2.5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
第二浄液 1 段目槽	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
第二浄液 2 段目槽	1	1,500φ × 1,800H (2.5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
As・Fe 澱物酸洗浄槽	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 A 3
As・Fe 澱物 KOH中和槽	1	2,000φ × 2,000H (5 ㎥), 材質 A 3
濃縮槽	1	2,000φ × 1,800H (4.5 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti
結晶槽	4	5,000 L × 1,200 W × 400 H (2 ㎥), 材質 1Cr 18Ni 9Ti ジャケット付
遠心分離機	1	型式 SS−800 × 1, 内径 800φ, 150 ～ 200 rpm モーター 55 kW
一次浸出フィルタープレス	2	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
二次浸出フィルタープレス	2	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
第一浄液フィルタープレス	1	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
第二浄液フィルタープレス	1	800 W × 870 H, 40 ㎡/台
酸洗浄フィルタープレス	1	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
KOH中和フィルタープレス	1	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
第三浄液フィルタープレス	1	640 W × 640 H, 10 ㎡/台
蒸気ボイラ	2	蒸発量 2 t/h, 圧力 5 kg/㎠, 石炭焚
鉛－ビスマス反射炉	1	6,105 L × 2,820 W × 2,900 H (炉内 4,600 L × 1,900 W × 1,250 H) 炉床面積 8 ㎡, 許容最高温度 1,450℃ 重油バーナー 3 本 140 ～ 180 kg/h, 送風機 13 kW 燃焼空気量 1,700 ～ 2,200 Nm³/h, 溶湯深さ 0.4 m
同上用バッグフィルター	2	180φ × 2,300 L × 56 本 (72 ㎡) 1 台 沪布仕様不明 (36 ㎡) 1 台
同上用煙突	1	35 mH

3.3.9　空気圧縮機設備

(1)　空気圧縮機主要機器リストを表18に示す。

表18　空気圧縮機主要機器リスト

名　　称	数量	仕　　様	
250 kW 空気圧縮機 （工場圧気）	5	型　式 能　力	レシプロ式 40 m³/min × 8 kg/cm²
130 kW 空気圧縮機 （硫酸用圧気）	2	型　式 能　力	レシプロ式 20 m³/min × 8 kg/cm²

(2)　工場圧気系統図を図8に示す。

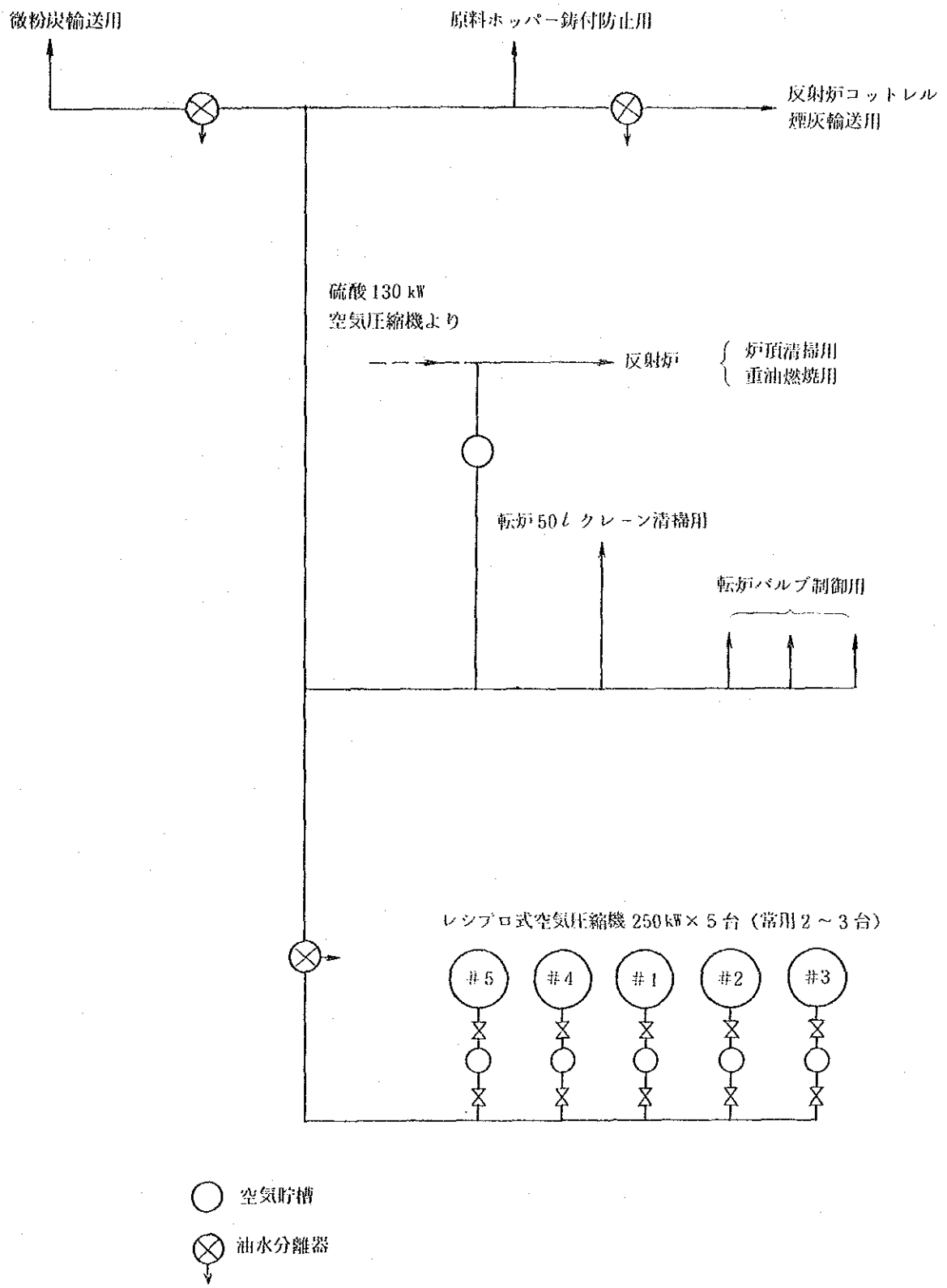

微粉炭輸送用
原料ホッパー鋳付防止用
反射炉コットレル
煙灰輸送用
硫酸 130 kW
空気圧縮機より
反射炉
炉頂清掃用
重油燃焼用
転炉 50 ℓ クレーン清掃用
転炉バルブ制御用
レシプロ式空気圧縮機 250 kW × 5 台（常用 2 ～ 3 台）
#5
#4
#1
#2
#3
空気貯槽
油水分離器

図 8　工　場　圧　気　系　統　図

3.3.10 そ　の　他

(1) 中国鋼材規格抜粋一覧

中国鋼材規格抜粋一覧を表19 に示す。

表19　中国鋼材規格抜粋一覧

σb：引張強さ　kg/mm²
σs：降伏点　kg/mm²
HB：ブリネル硬度

No.	記号	組成(%)	機械強度	備考
1	A 3	規格なし	σb＝41～43 kg/mm² σs＝22～24 kg/mm²	圧延鋼材，SSに相当
2	#10	C：0.07～0.14，Si：0.17～0.37 Mn：0.35～0.65，P：0.35 以下 S：0.04 以下，Cr：0.15 以下 Ni：0.25 以下	σb＝34 kg/mm² σs＝21 kg/mm² HB＝137	(良質炭素鋼材) 普通 Mn 鋼
3	#20	C：0.17～0.24，Si：0.17～0.34 Mn：0.35～0.65，P：0.04 以下 S：0.04 以下，Cr：0.25 以下 Ni：0.25 以下	σb＝36～40 kg/mm² σs＝18～22 kg/mm² HB＝103～156	(良質炭素鋼材) 普通 Mn 鋼
4	#45	C：0.42～0.50，Si：0.17～0.37 Mn：0.50～0.80，P：0.04 以下 S：0.04 以下，Cr：0.25 以下 Ni：0.25 以下	σb＝54～60 kg/mm² σs＝27～30 kg/mm² HB＝156～217	(良質炭素鋼材) 普通 Mn 鋼
5	HT 15－33	規格なし	σb＝33 kg/mm² σs＝15 kg/mm² HB＝163～229	ねずみ鋳鋼 FCに相当
6	ZG 25	C：0.22～0.32，Mn：0.50～0.80 Si：0.20～0.45，P：0.06 以下 S：0.06 以下	σb＝42～45 kg/mm² σs＝21～24 kg/mm² HB＝131～179	鋳鋼
7	ZG 35	C：0.32～0.42，Mn：0.50～0.80 Si：0.20～0.45，P：0.06 以下 S：0.06 以下	σb＝47～50 kg/mm² σs＝25～28 kg/mm² HB＝143～197	鋳鋼
8	ZG 55	C：0.52～0.62，Mn：0.50～0.80 Si：0.20～0.45，P：0.06 以下 S：0.06 以下	σb＝65～70 kg/mm² σs＝35～38 kg/mm² HB＝169～229	鋳鋼
9	ZGMn 13	C：0.90～1.30，Mn：11.0～14.0 Si：0.30～0.80，S：0.05 以下 P：0.10 以下	σb＝56 kg/mm² σs＝30 kg/mm² HB＝179～229	特殊高合金鋳鋼
10	16 Mn	C：0.12～0.20，Mn：1.20～1.60 Si：0.20～0.60	σb＝48～52 kg/mm² σs＝28～35 kg/mm²	普通低合金結合鋼
11	ZCr 13	C：0.16～0.24，Mn：0.06 以下 Si：0.60 以下，S：0.03 以下 P：0.035 以下，Cr：12～14	σb＝66 kg/mm² σs＝45 kg/mm² HB＝197～248	不銹，耐酸，耐熱
12	35Cr Mo	C：0.32～0.40，Mn：0.40～0.70 Si：0.30～0.40，Cr：0.80～1.10 Mo：0.15～0.25	σb＝60～75 kg/mm² σs＝40～55 kg/mm² HB＝207～269	

σb：引張強さ　kg/mm²
σs：降伏点　kg/mm²
HB：ブリネル硬度

No.	記　号	組　成	機械強度	備　考
13	30CrMnSi	C：0.27～0.34，Mn：0.80～1.10 Si：0.90～1.20，Cr：0.80～1.10	σb＝110 kg/mm² σs＝90 kg/mm² HB＝229 以下	合金結合鋼
14	1Cr18Ni9Ti	C：0.12 以下，Mn：2.00 以下 Si：1.00 以下，S：0.02 以下 P：0.035 以下，Cr：17～19 Ni：8～11，Ti：5（C%－0.02）～0.8	σb＝55 kg/mm² σs＝20 kg/mm²	不銹，耐酸，耐熱 SUS に相当

3.3.11　主要電動機リスト

(1)　高圧電動機（6 kV）

転風用送風機	3,500 kW	1 台	いずれか 1 台運転
転風用送風機	2,000 kW	2 台	
圧縮機	250 kW	5 台	2～3 台運転
微粉炭用ミル	380 kW	2 台	1 台運転
排煙用（反射炉）	650 kW	2 台	1 台運転
SO_2 送風機	800 kW	4 台	2 台運転

(2)　低圧電動機（380V）

転炉傾転用		30 kW	3 台	
転炉傾転用		25 kW	3 台	非常用（直流）
転炉クレーン	走行	45 kW	3 台	
	横行	7.5 kW	3 台	
	主巻	80 kW	3 台	
	補巻	30 kW×2	3 台	
高温排風機（転炉）		155 kW	4 台	2 台運転
反射炉一次送風機		55 kW	2 台	
反射炉二次送風機		75 kW	2 台	
ロータリードライヤー		40 kW	3 台	
溶剤用クラッシャー		40 kW	1 台	
溶剤用クラッシャー		40 kW	1 台	
溶剤用クラッシャー		60 kW	1 台	

表20　形式別主要計装機器リスト

単位 ＼ 形式 数量	電位差計式	ホースバランス式	バイメタル式	ダイヤフラム式圧力計	伝送器	＊1 調節器	＊2 その他
転　炉	6			3	3		3
反射炉	5		6		5	2	14
原　料	5	4	4	18			
動　力	2	5	16	21	8	4	21
硫　酸	16	11	23	102	7	2	6
小　計	34	20	49	144	23	8	44
合　計	322 台						

＊1.　PID 調節器等

＊2.　指示計，警報，操作器，増幅器，開閉演算器等

注）被測対象別機器リストは，第Ⅳ編 5.品質管理の表 76.を参照

4. 組織および人員

大冶冶金工場の組織を図9に示す。工場の総人員は2,625人であるが，これには肥料工場の約300人も含まれている。責任者は，工場長1名と副工場長4名の合計5名である。管理担当者は118人，技術担当者は112人であり現在の実作業員は2,154人である。

工場は大きく4つの部門に分かれており，それぞれ生産部門，経営部門，労政部門，設備部門である。この4つの部門の中に科があり生産部門に6科，経営部門に4科，労政部門に2科，設備部門に1科，さらに工場長付の科が2科あり合計15科である。これらの科は直接生産を行わない事務的な担当科である。また，直接生産を担当する職場として，生産部門と設備部門に9職場があり，さらに肥料工場に1職場がある。これらの職場は，炉修職場と設備保全職場を除いて4組3交代制である。

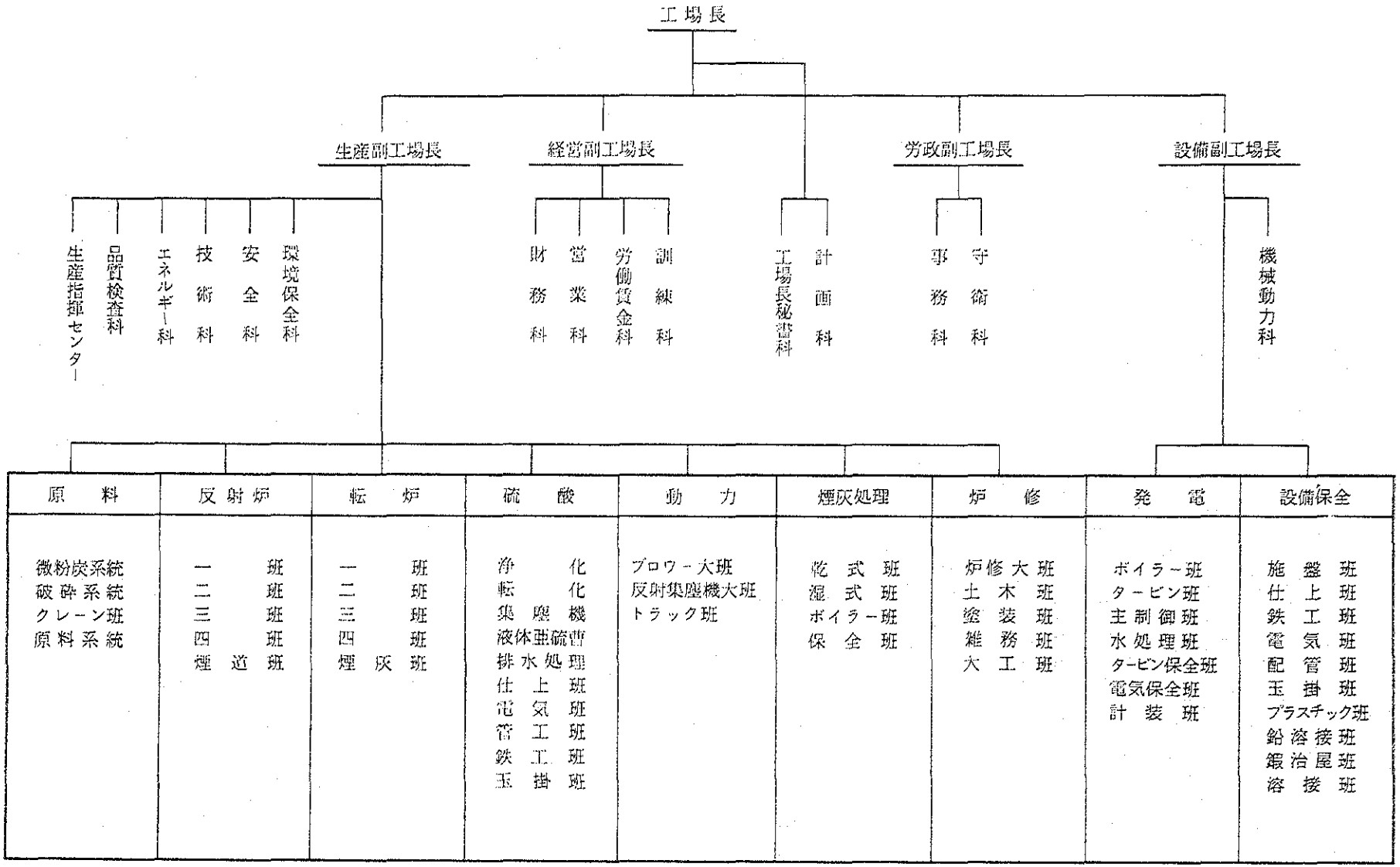


図9　大冶冶金工場の組織

5. 生産計画および生産実績

5.1 生 産 計 画

生産計画は，年間計画と季間計画と月間計画の3種類がある。

年間計画は，大冶有色金属公司の年間指令計画に基づいて市場の状況や原材料の供給状況，さらに設備状況，環境保全および安全性を考慮して作成される。これを作業員の代表大会で通達した後に実行する。

季間計画は，公司の季間計画に従って工場の実情を考えて作成される。これに基づいて月間計画が作成され，同時に設備の保全計画も作成され，各職場に通達される。

5.2 生 産 実 績

過去10年間の鉱石処理量を表21に，また1984年の生産実績を表22に示す。

表21 過去10年間の鉱石処理量（湿量 t）

年	鉱石処理量	年	鉱石処理量
1975	283,753	1980	343,302
1976	303,306	1981	331,930
1977	244,594	1982	294,057
1978	367,815	1983	318,441
1979	344,481	1984	342,122

表22 1984年の生産実績

粗 銅	51,040,794 t
硫 酸	119,182.72 t
発 電 量	2,933.7万kWH
硫酸亜鉛	420 t
Pb-Bi合金	340 t

6. 販売計画および販売実績

生産計画は有色金属公司の指令に基づき立案されているので，製品は円滑に販売されている。それゆえ販売計画および販売実績は，生産計画および生産実績に対応している。

販売実績は，「本編の5.2.生産実績」を参照されたい。

第 III 編

生 産 工 程

第Ⅲ編　生　産　工　程

1. 原料受入貯蔵

現状分析

鉱石の貯鉱舎は，180 mL × 24 mW × 9 mH で，建家の中央に軌道がある。鉱石は大部分貨車による受入れであるが，一部はトラックで受入れる。貯鉱舎は，18個の室に分かれており，銘柄別に受入れられる。貯鉱能力は3万3千tであり，粗銅年産5～6万tまで，大丈夫である。クレーンは受入，調合兼用で，10tクレーンが3台ある。

溶剤の貯蔵用建家は，108 mL ×24 mW × 9.5 mH で，10t クレーンが2台ある。（1台は予備）溶剤の破砕はジョークラッシャー，コーンクラッシャーにより行っており，能力は40t／時である。破砕作業は1の方（7：30～15：30）のみである。破砕の規格および実績は以下の様である。

	規格	実績
反射炉硅石	6 ㎜以下	10 ㎜
反射炉硅石	6 ㎜以下	10 ㎜
転炉硅石	30 ㎜以下	50 ㎜

問題点

(1) 貯鉱能力が，粗銅年産5～6万tであり，増産時には増強が必要である。

(2) 溶剤貯蔵用建家の屋根が一部分しかないため，雨天時に溶剤がぬれて，転炉で水蒸気爆発を起こすことがある。

(3) 溶剤の破砕において，規格の粒度まで破砕されておらず，このために，転炉において硅石が溶けないで残る場合がある。

2. 原 料 調 合

現状分析

調合基準は以下の様である。

① 成　　分

	Cu	Fe	S	SiO_2	CaO	
%	15～18	25～30	18～20	15～18	4 ～ 6	溶剤込み

② 水分はドライヤー出口で5～7%

③ 粒度6㎜以下。

混合が均一で，塊，異物がないこと。

原料調合は，銅精鉱貯鉱舎で各種鉱石を均一に混合する調合と，乾燥後の鉱石と破砕後の溶剤を均一に混合する調合の二段階で行なわれる。

各種鉱石の調合は，銅精鉱貯鉱舎内でバスケットクレーンのバケットの杯数により行なわれる。1回の調合は300t である。クレーンは受入れと兼用で10t クレーンが3台ある。

鉱石と溶剤の調合は以下の様に行なわれる。

鉱石は乾燥後，容量35㎥の10個のホッパーに貯えられ，ホッパーの下のテーブルフィーダーによりコンベア上に抜出される。溶剤は同じく容量35㎥の8個のホッパーに貯えられ，コンベア上に抜出され，鉱石と混合されて反射炉上のホッパーに送られる。

調合の操業は3方操業で，調合からロータリードライヤーへのコンベア能力は150～200t/時である。反射炉への最大供給能力は1,400t/日であり，粗銅年産5～6万t までは，現状設備で可能である。

問題点

(1) 調合は，バケットクレーンの杯数で行われており，量的に不正確である。流動焙焼炉設置時には，炉の安定操業のために調合鉱のバラツキを少くする必要がある。

(2) 鉱石受入，調合，鉱石払出が同じ銅精鉱貯鉱舎のクレーンを使用して行われるために，クレーンの動きが繁雑であり，互いに干渉をしあって能率が悪い。

(3) 鉱石の水分が14～16%と高く，調合からロータリードライヤーへの運搬中に払出しホッパーに付着して出にくく，手間がかかる。

3. 鉱 石 乾 燥

現状分析

鉱石の乾燥用に，ロータリードライヤーが3台あり，2台が稼動している。寸法は，2.2 mφ × 13.5 mLで，容積46㎥，傾斜4％，回転数5.9 rpmである。乾燥用の熱源は，微粉炭製造所より送られてきた微粉炭で，各ドライヤー毎に，燃焼室を持っている。鉱石の供給は水分が多いために，テーブルフィーダーにより行われている。乾燥能力は37湿t/時・炉であり，乾燥強度は，50～55kg H_2O/㎥・時・炉である。

乾燥炉排ガスは，直径800㎜のサイクロン4基，ブロワー，直径1,400㎜，高さ8,500㎜のスプレー塔により，除塵される。

操業温度は，ロータリードライヤー入口で720℃，サイクロン入口で220℃，サイクロン出口で165℃，スプレー塔出口で125℃である。

圧力は，ロータリードライヤーの出口で－22㎜H_2Oである。排ガス量は，24,000～25,500 N㎥/時であり，ダスト濃度は，サイクロン入口で10.2 g/N㎥，スプレー塔出口で0.3 g/N㎥である。集塵効率は，サイクロンで65～70％，スプレー塔で60％，全体として86～91％である。

問題点

(1) ロータリードライヤー排ガスの集塵効率が悪く，鉱石が排ガスとともに大気中に放出され，これによる銅損失が問題になっている。

4. 反 射 炉

4.1 熔錬全般

現状分析

(1) 系 統 図

溶錬全般の系統図を図10に示す。

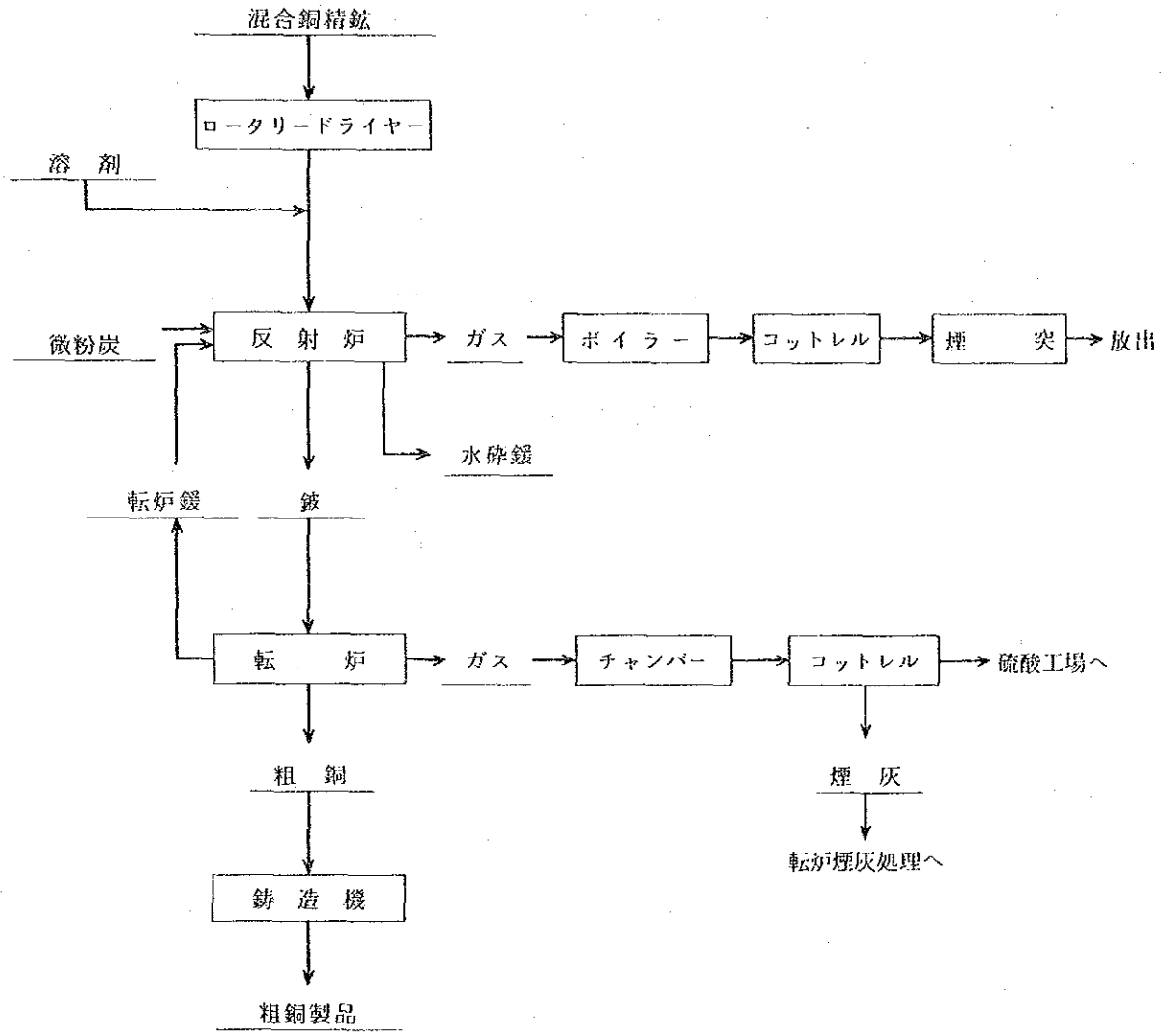


図10 系 統 図

(2) 操 業 実 績

表 23 操 業 実 績

年	1980	1982	1983	1984
粗 銅 t/d	145.8	138.4	153.1	150.1
〃 t/y	46,347	45,871	46,719	51,040
粗銅銅分 %	99.44	99.45	99.48	
熔錬実収率 %	97.00	96.83	97.09	
粗銅t当り原単位				
電 気 kWh/t	596	656	618	587
規格石炭 t/t	1.59	1.53	1.44	1.45
水 m³/t	81.41	83.82	65.46	64.64
耐 火 物	66.79	63.94	60.97	
労働生産性				
全 員t/人・年	38.16	33.32	33.96	
生産工人t/人・年	70.968	68.67	69.85	
粗銅加工費 元/t	311.9	300.9	315.0	
生産コスト 元/t	4,690	4,855	4,887	
粗銅利潤 万元/年	736.85	704.45	244.6	

(3) 1984 年エネルギー消費状況

粗銅産出量 51,040.794 t

エネルギー消費状況

表 24 エネルギー消費状況

種類	電 気	石 炭	直接水	循環水	コークス	ガソリン	ディーゼル油	酸 素
消費量	万kWh 2,997	t規格 73,863	万t 329.9	万t 507.4	t 83.03	t 34.6	t 39.7	本 1,101
規格石炭換算(t)	12,109	73,863	867.7	309.5	80.79	51.1	62.5	7.6
%	13.853	87.194	0.993	0.354	0.092	0.059	0.072	0.009

全工場のエネルギー消費のうち粗銅の占める割合は 84.561 % である。

表 25　粗銅各工程エネルギー消費状況（年間）

工程	原料	%	反射炉	%	転炉	%	動力	%	その他	%
電気 万kWh	483.8		150.2		42.0		2,260.9		60.5	
t 規格石炭	1,954.7	25.8	606.8	0.9	169.5	29.1	9,133.9	92.0	244.4	
石炭 t	6,136.9		75,932.5		127.6					
t 規格石炭	5,523.2	72.9	68,339.7	98.8	114.8	19.7				
直接水 t	378,635		172,968		424,242		2,819,324			
t 規格石炭	99.6	1.3	45.5	0.1	111.6	19.2	741.5	7.5		
循環水 t			2,029,718		3,044,578					
t 規格石炭			123.8	0.2	185.7	31.9				
その他 t 規格石炭			38.3	0.1			49.5	0.5	114.2	
小計	7,577.5		69,154.0		581.6		9924.9		358.6	
割合		8.7		79.1		0.7		11.4		0.3
工程別 エネルギーコスト 円	806,784		4,776,688		195,292		2,189,456		13,400	
工程別総エネルギー消費 t 粗銅当り	0.149		1.355		0.011		0.195		0.003	

表 26　規格石炭への換算

項目	換算値	備考
電気	0.403 kg 規格石炭／kWh	
石炭	0.93 kg 規格石炭／kg	高発熱量 6,500 Kcal／kg の場合
直接水	0.263 kg 規格石炭／m³	ポンプの電気代
循環水	0.061 〃	〃
コークス	0.97 kg 規格石炭／kg	
ガソリン	1.475 〃	
ディーゼル油	1.573 〃	
酸素	6.8 kg 規格石炭／本	1本＝6 m³ 酸素を製造する時の電気代

(4) 銅バランス

表27 銅バランス

項目	%
金属銅回収率	97.145
反射炉鍛損失	1.82
反射炉放煙による損失	0.517
転炉ガスによる損失	0.06
鉱石乾燥時の損失	0.2
その他損失	0.258

問題点

(1) 銅の回収率が97.145％と低い。

4.2 反射炉

現状分析

4.2.1 微粉炭設備

原料石炭は大同炭で，固定炭素57～60％，揮発分25～30％，灰分15％であり，ボールミル2.5 mφ × 3.9 mL 2台により－200メッシュ85％以上，水分1～2％に乾燥，微粉砕される。ボールミルの能力は10～12 t／時・基である。

微粉砕の図を図5に示す。

ボールミル入口の熱風温度は320 ℃，出口温度は67℃である。

貯蔵式で，ボールミル側と反射炉側にホッパーがあり，ボールミル側より圧縮空気で，反射炉まで，約200 m輸送している。

4.2.2 反射炉仕様

設計能力は25,000 t 粗銅/年であったが，3回の改造により炉床面積を180 ㎡から270 ㎡に拡張し，現在の生産能力は50,000 t 粗銅/年である。炉は一炉で寸法は，31.02 mL × 9.30 mW × 4.41 mH（アーチ2.3 mH＋壁3.07 mH）である。煉瓦はMg－Aℓを使用している。年間340日稼動し，年に1回25日間冷却して炉修を行う。鉱石装入は，生鉱をシャトルコンベアにより炉上の両サイドに運び，天井よりシュートを通して炉内に装入する。バーナー能力は1.4 t／時・本である。

鈹口は，サイホン抜き1個で，他に炉停止時の台抜き用の鈹口が2個ある。鍛口は，馬蹄型の堰を入れ，フローターを止めている。鍛口，返鍛口共に1個である。

4.2.3 操業指針

(1) 日処理量

炉床能力	3.5 ～ 3.7 t / 日・㎡
処理量	950 ～ 1,100 t / 日 （5 ～ 7 %水分含み Solid ）

(2) 湯面管理

総深さ	1.3 m以下	1.1 m以上
鉧深さ	400 ～ 700 ㎜	300 ㎜以下にしないこと
	通常は 500 ㎜	
鍰深さ	約 600 ㎜	

(3) 鉧品位　　25 ～ 30 %

(4) 原料装入

フェットリング上面と天井の間隔が 200 ㎜以上にならないこと。

(5) 熱管理

1) 炉内ガス温度　　バーナー側より 6.7 m : 1,420 ～ 1,480 ℃　熱電対で測定

炉尻より 6 m : 1,260 ～ 1,280 ℃　〃

2) 風量

1次空気	18,000 ～ 20,000 N㎥/時
2次空気	34,000 ～ 42,000 N㎥/時
風炭比	7 : 1 N㎥ / kg （リーク込み）

3) ガス成分

CO_2	O_2	CO	
14	4.5以下	微	オルザットで測定
			アップテイクにて測定

4) 圧力　　0.5 ～ + 3 ㎜ H_2O　　炉尻より 9 m の点

5) 燃料率　　19 ～ 22 %

4.2.4　反射炉の操業

(1)　原　　料

1）銅　精　鉱

表 28　銅精鉱成分（%）

	1983 年実績	1990 年予想
Cu	21.42	23.78
Fe	29.85	27.92
S	24.06	24.97
SiO_2	7.26	9.68
CaO	2.23	2.53
Pb	0.196	0.1
Zn	0.568	0.55
Bi	0.055	0.094
Cd	0.008	0.0045
As	0.148	0.378
Sb	0.014	

83年および84年の処理量

1983 年	873 乾 t/日	26,190 乾 t/月
1984 年	884 乾 t/日	26,520 乾 t/月

2）溶　　剤

溶剤の成分を表29に示す。

表 29　溶剤成分（%）

	SiO_2	CaO	Fe	$A\ell_2O_3$	Au (g/t)	Ag (g/t)
硅　石	92	0.25	0.7	5～6		
含金硅石	85	3	4		12.63	37.37
石灰石	4	48	1			

3) 処　理　量

調合鉱処理量は最大 1,050 湿 t / 日であり，これには約11％の硅石と約 6 ％の石灰石，反射炉のボイラーおよびコットレルの煙灰30 t / 日，転炉チャンバー＋サイクロン煙灰 2 t / 日が含まれる。成分を表30に示す。

表 30　調　合　鉱（％）

	Cu	Fe	S	SiO_2	CaO
調　合　鉱	17.22	27.84	19.18	15.95	4.18

1975 年から 1984 年までの調合鉱処理量を以下に示す。

1975 年	283,753 湿 t / 年
76	303,306
77	244,594
78	367,815
79	344,481
80	343,302
81	331,930
82	294,057
83	318,441
84	342,122

(2) 燃　料　等

燃料は全量微粉炭で，当分重油を使える目途はない。酸素プラントおよび反射炉燃焼空気の加熱器はない。

(3) 産　出　物

鈹品位は 30.66 ％であり，鍰品位は Cu 0.357 ％，Fe 35.03 ％，SiO_2 36.03 ％，CaO 6.81 ％，SiO_2/Fe = 1.03 である。（1983 年実績）

1981 年 ～ 1984 年の鈹品位と反射炉鍰の組成を表31に示す。

表 31　鈹品位と反射炉鍰の組成（%）

成分 / 年	反射炉鍰					鈹
	Cu	Fe	SiO_2	CaO	SiO_2/Fe	Cu
1981	0.364	32.89	38.64	6.71	1.16	30.09
1982	0.321	31.07	38.47	7.68	1.24	30.76
1983	0.357	35.03	36.03	6.81	1.03	30.66
1984						29.46

排ガスはアップテイクで1,750 湿Nm³/分，CO_2 14～15%，SO_2 1 ～ 1.5 %，O_2 4 ～ 5 %，N_2 78～ 78.5 %，水分13%，ダスト濃度10～12 g/Nm³である。

(4)　操業データ

反射炉圧の制御は，排ガスがボイラー，コットレルを通っている時には，排風機の入口ダンパーにて行われる。排ガスがバイパス煙道から直接煙突に行っている時には，煙道ダンパーにより制御される。炉圧は炉尻より 9 m の所で約＋ 1 mmH_2O，アップティクで＋0.4 ～＋ 0 mmH_2O である。

操業温度は炉前（バーナー側から 6.70 m）で1,450 ～ 1,500 ℃，炉の後部（炉尻から 6.05 m）で1,200～1,250 ℃，アップテイクで1,150 ℃である。

1983 年の実績は以下の様である。

調合鉱装入量	3.68　湿 t / m² ・日
燃　料　率	226 kg ・石炭 / 調合鉱・湿 t
スラグ発生率	79.47 %
溶　剤　率	15.08 %
煙 灰 発 生 率	3 %
直　収　率（注）	95 %

$$（注）直収率 = \frac{鈹中銅量 \times 100}{反射炉全装入銅量}$$

1983 年 2 月から 1984 年12月までの各月の操業データを表32に示す。

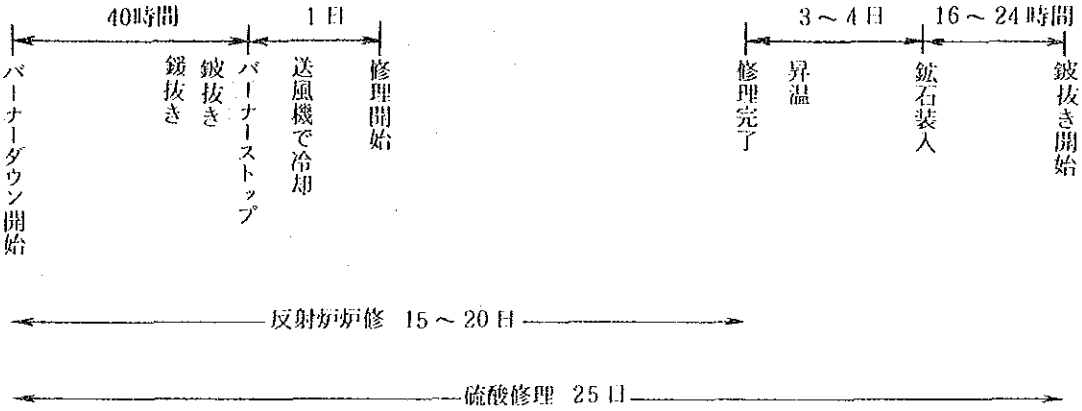
表32 操 業 デ ー タ

月	装入量 湿t	精鉱量 湿t	原料品位 Cu%	鈹品位 Cu%	スラグロス Cu%	燃料率 kg
'83 2	21192	18252	16.95	28.0	0.32	229.2
3	33998	28898	17.08	29.6	0.32	235.2
4	32397	28979	17.46	30.1	0.32	227.7
5	32150	28999	16.30	29.4	0.32	214.7
6	32730	28577	17.27	28.4	0.35	220.2
7	29611	26644	16.43	30.2	0.38	210.2
8	28241	24758	17.88	31.4	0.37	230.0
9	29930	25949	18.04	33.0	0.37	329.9
10	32959	28165	17.71	33.0	0.41	225.3
11	29662	24917	17.0	33.8	0.41	220.6
12	2433	2135	17.81	27.8	0.46	229.9
'84 1	19800		14.91	29.7	0.34	229.9
2	29792		15.99	28.9	0.31	223.8
3	33670		15.53	27.9	0.31	199.2
4	30276		15.16	25.8	0.31	212.1
5	31697		16.42	27.5	0.30	224.0
6	29506		17.86	31.2	0.32	226.6
7	29149		16.52	30.2	0.33	220.4
8	31928		17.11	30.6	0.32	228.6
9	32295		17.67	31.4	0.35	225.6
10	32840		18.44	31.9	0.29	228.0
11	31214		17.18	30.2	0.34	218.4
12	13911		16.61	27.3	0.31	210.3

（注） 燃料率は，装入量 1 t 当りの石炭使用量（kg）

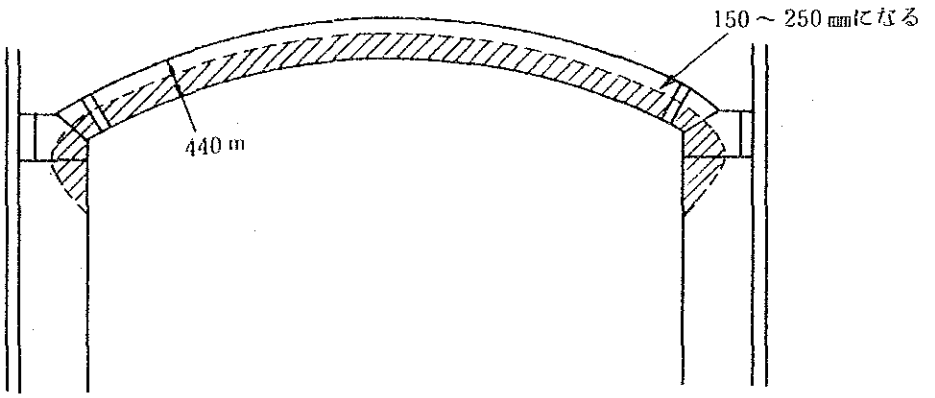
4.2.5 反射炉炉修

反射炉の炉修は以下の様なスケジュールで炉を止めて行われる。



操業開始時は転炉一基，硫酸一系で操業し，3～5日後，転炉二基，硫酸二系の操業となる。

修理内容は，操業日数が330～340日となると，高温部の天井が，下図の様に損傷し，煉瓦が落ちるのでバーナー側の高温部の天井については1回1年で取替え，炉尻側の天井の低温部については1回/1～3年で取替える。



炉壁については高温部の上部を修理する。

炉底については，マグネタイトによる炉床のアップが800㎜位あるのでダイナマイトにて取除く。

返鍛口，鈹口，鍛口は各々修理を行う。

バーナー口は状況に応じて修理し，バーナーの角度を調整する。

煙道は必要があれば修理を行う。アップテイクは3～4年毎に修理を行う。

4.2.6　反射炉物質収支，熱収支

反射炉の物質収支と熱収支を表33，表34，表35に示す。

表 33　反射炉物質収支

項目		組成	Cu	Fe	S	SiO_2	CaO	其他	合計
入炉	原料	%	17.14	29.05	20.31	14.42	4.95	14.13	100
		t/d	174.405	295.552	206.66	146.728	50.368	143.777	1017.53
	転炉鍰	%	1.86	49.61	1.49	24.54	0.36	22.14	100
		t/d	8.091	215.802	6.481	106.748	1.566	96.309	434.997
	微粉炭中の灰分	%		13.0		43.0	12.0	32.0	100
		t/d		2.731		9.032	2.52	6.721	21.004
	合計	%							
		t/d	182.496	514.145	213.141	262.508	54.454	246.807	1473.531
出炉	鈹	%	29.88	37.22	24.68			8.22	100
		t/d	175.874	219.077	145.266			48.383	588.6
	反射炉鍰	%	0.361	38.0	1.038	34.55	7.245	18.806	100
		t/d	2.646	278.557	7.609	253.267	53.109	137.875	733.045
	煙灰	%	10.64	20.0	4.05	26.75	2.55	36.02	100
		t/d	3.675	6.91	1.398	9.241	0.882	12.444	34.55
	排ガス	t/d			58.868				58.868
	合計	t/d	182.195	504.544	213.141	262.508	53.991	198.684	1415.053
誤差		t/d	−0.301	−9.581	0	0	−0.463	−48.124	−58.468
		%	−0.16	−1.86	0	0	−0.85	−19.49	−3.97

表 34　反射炉熱収支

入熱 Kcal / h				出熱 Kcal / h			
番号	項目	Kcal / h	%	番号	項目	Kcal / h	%
1	原料の持込熱	597,586	0.79	1	硫化物の分解熱	1,337,310	1.76
2	転炉鍰の持込熱	8,641,940	11.39	2	孔雀石の分解熱	668,861	0.88
3	石炭の持込熱	112,736	0.15	3	$CaCO_3$の分解熱	1,415,489	1.86
4	空気の持込熱	738,529	0.97	4	水の蒸発熱	3,651,458	4.81
5	$S + O_2 \rightarrow SO_2$	5,440,384	7.17	5	鈹の持去り熱	5,591,700	7.37
6	$2FeO + SiO_2 = 2FeO \cdot SiO_2$	4,123,378	5.43	6	鍰の持去り熱	9,926,651	13.08
7	石炭の燃焼熱	56,244,533	74.10	7	ガスの持去り熱	45,886,261	60.46
				8	煙灰の持去り熱	359,032	0.47
				9	不完全燃焼損失 CO	2,858,659	3.77
				10	未燃焼損失 C	1,124,891	1.48
				11	炉壁放散熱	267,539	0.35
				12	天井放散熱	1,540,802	2.03
				13	炉底放散熱	540,000	0.71
				14	その他熱損失	730,434	0.97
総計		75,899,086		総計		75,899,087	100

表35　反射炉熱収支参考数字

入熱					
項目		重量	温度	比熱	熱量 (Kcal)
返鍰潜熱		434.997 t/日	1,192 °C		8,641,940
石炭の燃焼熱		200.42 t/日		発熱量 6735.2 Kcal/kg	56,244,533
反応熱	硫黄酸化熱				5,440,384
	造鍰反応熱				4,123,378

出熱					
項目		重量	温度	比熱	熱量 (Kcal)
鈹の持去り熱		588.6 t/日	1,140 °C		5,591,700
鍰の持去り熱		733.045 t/日	1,187 °C	325 Kcal/kg	9,926,651
煙灰持去り熱		34.55 t/日	1,240 °C	0.2 Kcal/kg・°C	359,032
気体の持去熱	SO_2	1.54 %	1,247 °C	0.546 Kcal/kg・°C	1,010,444
	CO_2	12.72 %	〃	〃	8,346,009
	O_2	3.85 %	〃	0.36 Kcal/kg・°C	1,665,568
	CO	1.03 %	〃	0.345 〃	427,027
	N_2	69.2 %	〃	0.342 〃	28,440,111
	H_2O	11.66 %	〃	0.428 〃	5,997,102

これらのデータは，1983年6月21日から6月28日に測定したものである。
物質収支と熱収支のまとめを表36に示す。

表36　物質収支と熱収支のまとめ

脱　　硫　　率	29.71 %
燃　　料　　率	197 kg/装入量 t
煙　　灰　　率	3.40 %　対装入量
反　射　炉　鍰　率	72.04 %　対装入量
直　　収　　率	96.37 %
微粉炭燃焼効率	92.92 %
反　射　炉　熱　効　率	29.76 %
炉　　床　　能　　力	3.77 t/㎡・日

問題点

(1) 反射炉炉床の上昇のため，年間約1ケ月操業を止めて炉床を堀っている。

(2) ウエットチャージであるために，カルサインチャージ，新プロセスと比べて，燃料率が悪い。

(3) 熱収支に関しては，石炭が完全燃焼しないための損失が多い様に思われる。反射炉の放散熱は2348 Mcal/h と少なすぎると思われる。

(4) 水砕鍰の処分法が決っておらず問題である。

水砕鍰は，毎年約21万t発生しているが，これは日本の様な外販ができず，すでに443.2万tが工場の西方2㎞の所に積置かれている。

この積置は，工場敷地内であるが降雨時の排水が付近の農地に影響を及ぼしているとの事で，農民より苦情が出ている。

2～3年前からは，発生分だけは鉱山の抗内充填に約90%（約12㎞離れた銅緑山鉱山）と，残り10%は無料で近くのセメント工場に送っている。

積置分についても同様の処理を考えているが，鉱内充填の場合の2次汚染を心配している。浸出テストは，まだ実施していない。

サンドブラスト向けの出荷も，2～3年前に検討したが，梱包費や横持ち費の出費が大きく，あきらめた経緯がある。

全量出荷できる様なセメント工場は近くにない。

5. 転　炉

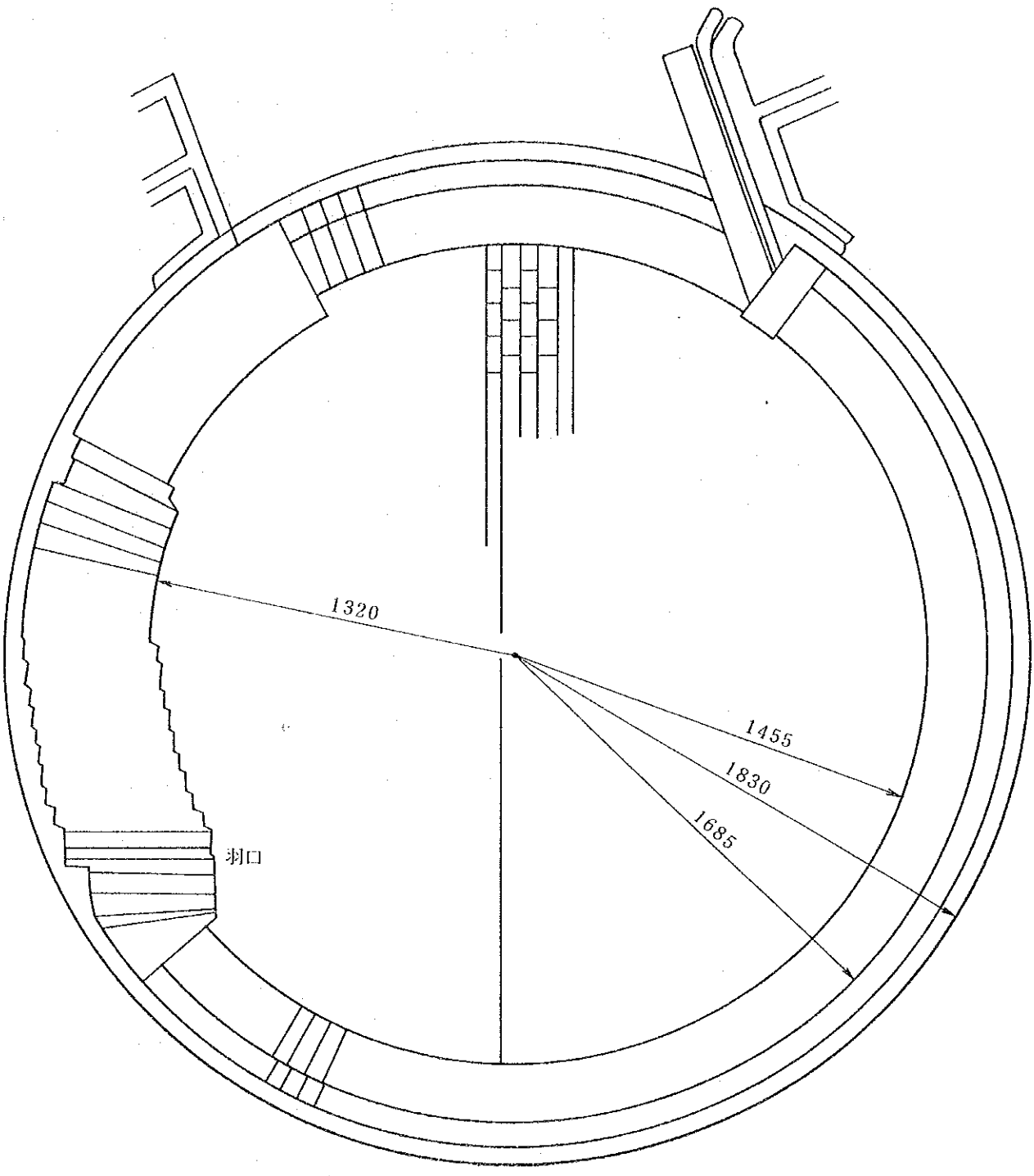
現状分析

5.1.1　転　炉　仕　様

転炉は 3.66 mφ × 7.1 mL の50 t 炉が 3 台あり，炉口は長さ 2.62 m，幅 1.53 m で面積は 4.4 ㎡である。レンガはCr－Mgであり，羽口は 56.5 ㎜φ のものが 18本ある。炉の使い方は 1 炉修理 2 炉稼動（2 炉同時送風）である。

建家は 156 mL × 24 mw × 11.5 mH で，50 t クレーンが 3 台ある。レードルは 6 ㎥，15 t で，鈹一杯20 t，鍰一杯18 t，粗銅一杯25 t であるが，秤量器はなく，目測又は溶体の深さを測って，計測している。送風用ブロワーは 2,000 kW，750 ㎥/分が 2 台，3,500 kW 920 ㎥/分が 1 台あり，通常 1 台使用している。又，操業温度の測定に輻射温度計を使用している。

転炉の概略形状を図11に示す。



羽口距離 225mm

図11 転 炉 断 面 図

5.1.2　転炉操業指針

(1)　粗銅産出量　　45～50 t／炉

(2)　粗銅品質

一号粗銅	含　銅	99.3 %	合格率　95 %
二号粗銅	〃	99.0 %	合格率　100 %

(3)　冷　　剤

冷剤比　0.20 ～ 0.25 t/t 鈹　　大きさは 500 ㎜以下

(4)　操業条件

1)　鈹品位　　25～30%

2)　転炉鍰成分　　Cu 2 %以下　　SiO_2 24～27%

3)　送風圧力　　0.8 ～ 1.1 kg/㎠G

4)　送風量

2 炉吹時　　15,000 ～ 19,000 N㎥/h

1 炉吹時　　20,000 ～ 22,000 N㎥/h

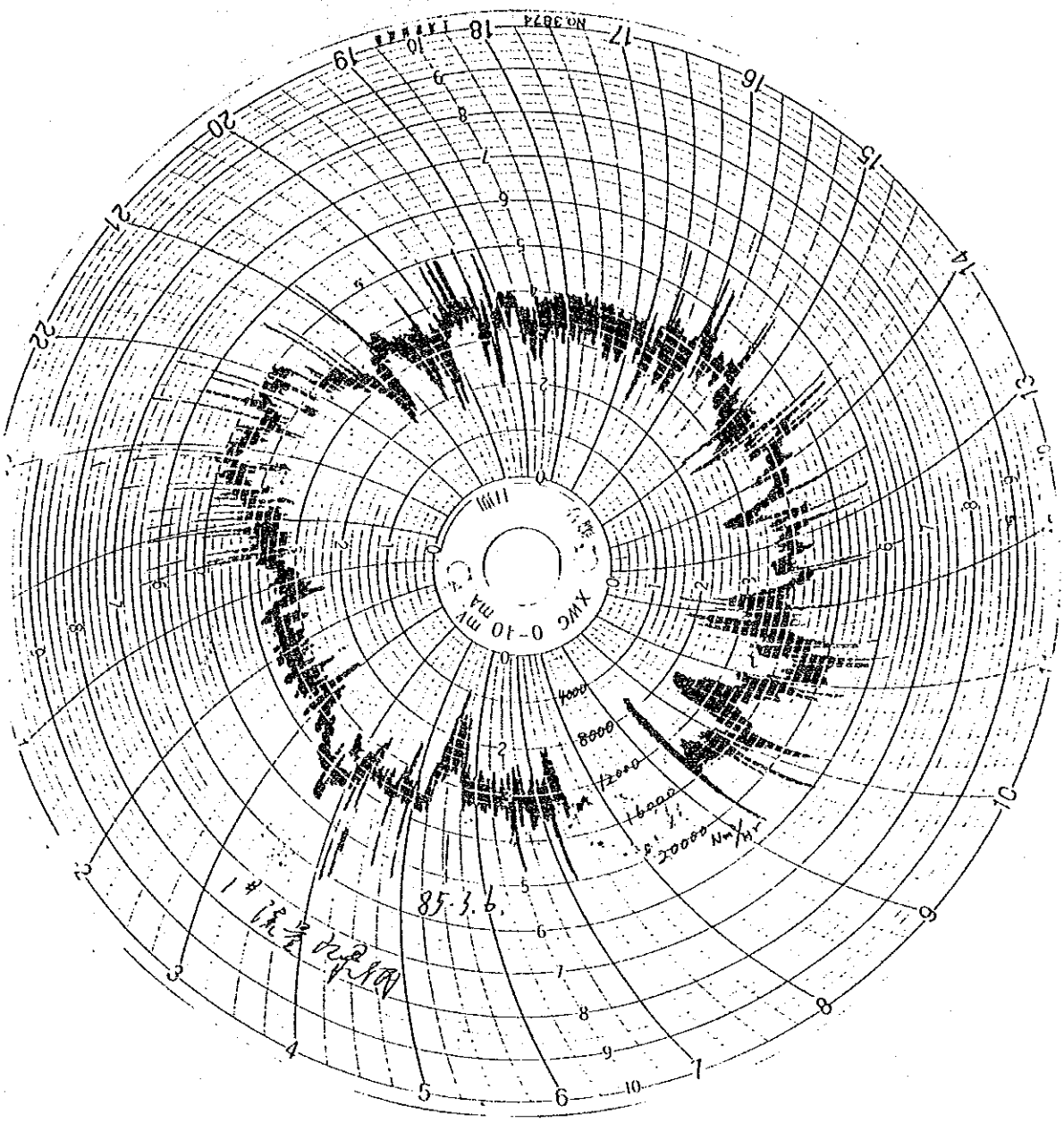
5.1.3　転炉の操業

過去2年間の送風量の実績は，16,000 ～ 20,000 N㎥/時であり，平均は 17,000 N㎥/時である。羽口強度は，2,200 kW ブロワー使用時は 0.57 ～ 0.64 N㎥/(min・㎠)であり，3,500 kW ブロワー使用時は，0.75 ～ 0.8 N㎥/(min・㎠)である。操業温度は，造鍰期で 1,250 ℃以下，製銅期で 1,280 ℃以下である。

銅系冷剤は，粗銅鋳造時の鋳付きだけである。

転炉の寿命が短く，耐火物消耗量は61 kg/t－粗銅と高い。

転炉の送風量および温度の記録紙を図12と図13に示す。



吹込流量記録紙

図 12　転炉送風量記録

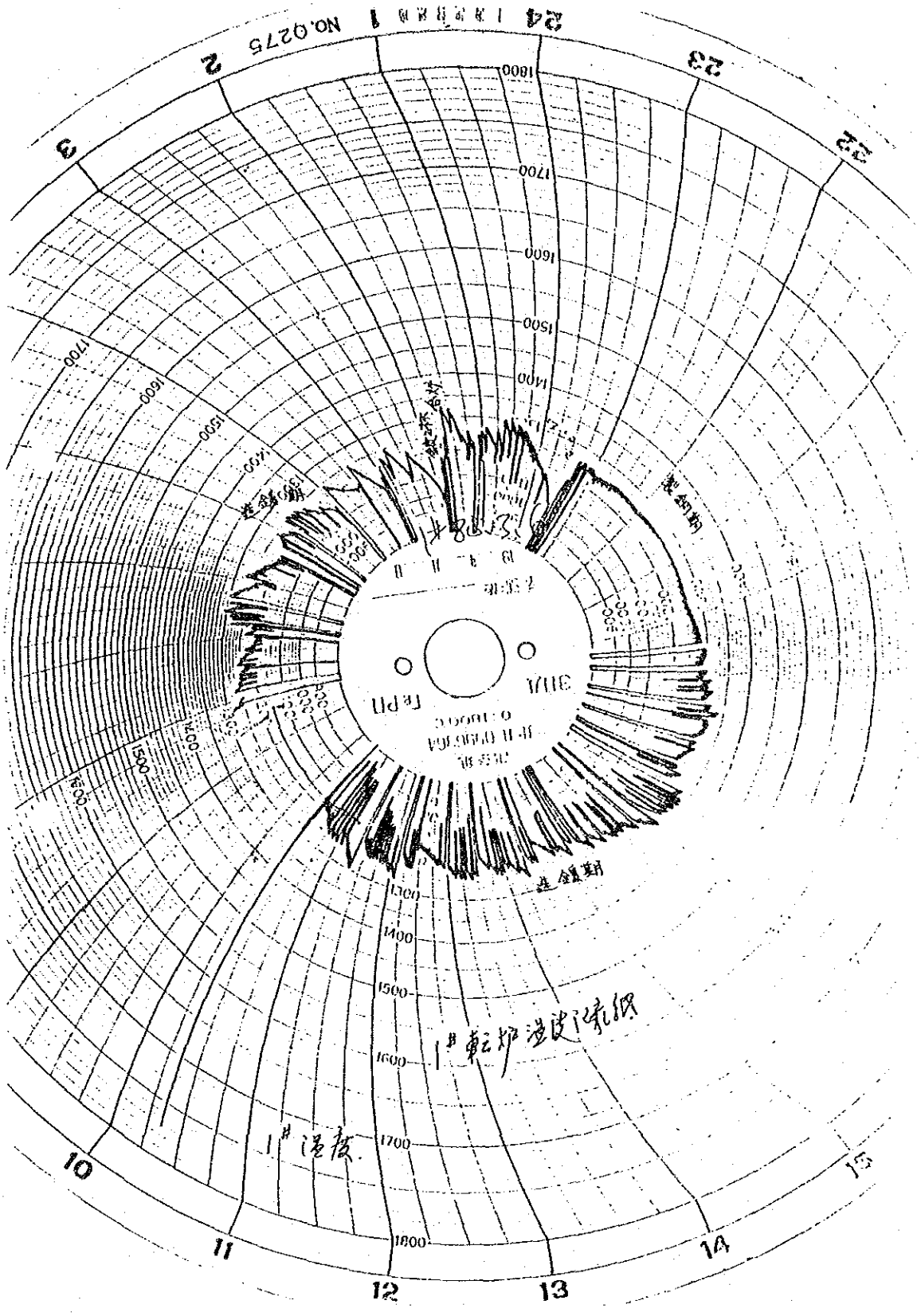
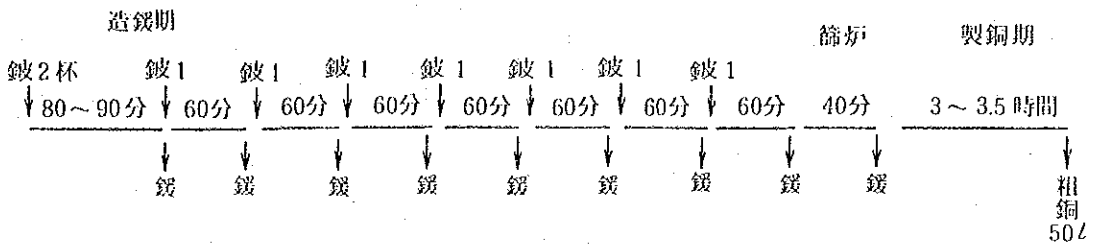


図 13　転炉操業温度記録

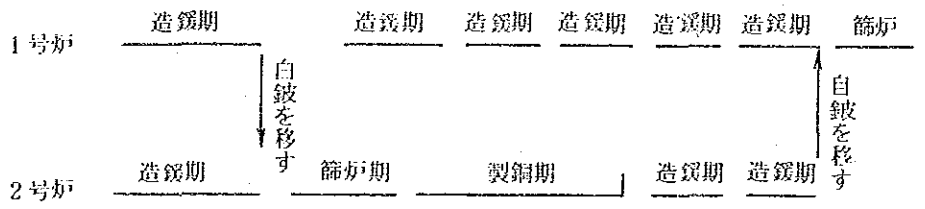
(1) 転炉サイクル

1) 1炉使用時



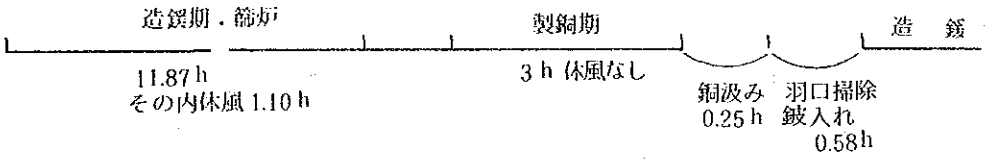
造鍞期には，鈹を入れてから15～20分までに溶剤を入れ，鈹を入れてから40～50分の間に冷剤を入れる。1サイクルには，白鈹中の銅量が50tに成るまで鈹を入れ（約9～10杯），その後，鈹を入れずに鉄を酸化する期間（篩炉期）がある。篩炉期の初めの白鈹品位は70％，終りの鈹品位は78～79％である。製銅期は銅系の冷剤がほとんどないので，3～3.5時間，連続して送風される。

2) 2炉使用時



2炉使用時には，2炉合わせて鈹が9～10杯（粗銅量で50t位）になれば，白鈹を一炉にまとめ製銅期に入る。これは，白鈹の温度を下げることと，一炉で一サイクル通してやる場合に比べて，最高の湯面レベルを低くする効果がある。

平均的な操業時間は以下の様である。



造鍛中に一方に1回，口取りを行う。平均的な送風率は80～85%である。

(2) 鈹

1983年各月の鈹処理量を表37に示す。

表 37　鈹処理量

	鈹　量	稼動日	1日当り処理量	備　考
2 月	3,361	8 日	420 t/日	
3 月	17,362	31 日	560	
4 月	16,760	30 日	559	
5 月	15,903	31 日	513	
6 月	17,950	30 日	598	
7 月	15,200	31 日	490	14日間硫酸一系修理 転炉一炉吹き
8 月	15,200	31 日	490	
9 月	15,440	30 日	515	
10 月	16,720	31 日	539	
11 月	14,020	30 日	467	
12 月	1,470	3.6 日	408	

(3) 産出物

1) 粗　銅

表 38　粗銅組成

	Cu	Fe	S
%	99.48	0.0125	0.048

2) 転炉鍞

表 39　転炉鍞

	Cu	Fe	S	Fe_3O_4	SiO_2
%	1.41	48	2.0	13	25.47

粗銅と転炉鍐の組成を表40に示す。

表40　粗銅と転炉鍐の組成（%）

成分 / 年	転炉鍐					粗銅		
	Cu	S	Fe Total	Fe_3O_4	SiO_2	Cu	S	Fe
1981	1.59	2	48	11	23.81	99.43	0.038	0.0125
1982	1.42	2	48	12.5	25.67	99.45	0.035	0.0125
1983	1.41	2	48	13	25.47	99.48	0.048	0.0125

3）コットレル煙灰

3.0 t/日

4）排ガス

表41　転炉排ガス組成（%）

	SO_2	SO_3	O_2	N_2
造鍐期	13.87	1.24	0.21	84.68
製銅期	17.17	1.43	0.10	81.30

(4)　転炉操業実績

1983年，1984年の各月の転炉操業実績を表42に示す。

表42　転炉操業実績

月	産出粗銅量 t	（直）収率 %	1サイクル時間 hr	鍐品位 %	正常作業率 %
'83 2	3,141	87.57	14.6	28.0	48.5
3	5,099	92.95	13.2	29.6	59.1
4	5,018	93.38	13.1	30.1	60.6
5	4,630	92.02	13.2	29.4	56.6
6	5,016	92.04	12.7	28.4	58.4
7	4,299	88.79	13.5	30.2	55.0
8	4,519	89.94	14.5	31.4	58.5
9	4,841	89.13	13.3	33.0	57.9

月	産出粗銅量 t	直収率 %	1サイクル時間 hr	鈹品位 %	正常作業率 %
'83 10	5,245	88.98	13.9	33.0	61.5
11	4,522	90.20	12.7	33.8	53.4
12	389	88.74	12.8	27.8	44.0
'84 1	2,637	90.56	12.0	29.7	46
2	4,257	87.15	13.3	28.9	58
3	4,636	90.38	17.6	27.9	74
4	4,042	90.56	13.8	25.8	57.2
5	4,583	92.81	14.2	27.5	59.4
6	4,646	93.55	14.3	31.2	60.4
7	4,246	92.85	13.3	30.2	53.1
8	4,843	93.35	15.0	30.6	62.3
9	5,032	93.12	13.8	31.4	60
10	5,324	93.14	12.8	31.9	59.8
11	4,765	94.05	13.0	30.2	58.2
12	2,031	92.57	13.7	27.3	56.6

$$直収率 = \frac{粗銅中の銅量 \times 100}{転炉全装入銅量}$$

5.1.4 転炉炉修

転炉炉修のサイクルは以下の様である。

大修→小修→中修→小修→堀修→小修→大修

各間隔は20サイクル（約10日）である。

転炉炉修の内容を表43に示す。

表43 転炉炉修

名称	修理個所	取替煉瓦重量 t	修理期間（1直は8時間）
大修	炉内煉瓦全部	90 t	冷却2日＋5直＋昇温
小修	羽口，鏡	25	冷却2日＋3直
中修	羽口，鏡，炉底	30	冷却2日＋3直
堀修	状況によって判断	不定	冷却2日＋1～2直

転炉レンガの痛みが激しく，炉修頻度が高いが，３交代で作業することにより，２炉同時炉修による１炉吹きにならない様にしている。レンガの痛みの理由としては，レンガの材質が悪いことと，操業温度が高いものと考えられる。

5.1.5　転炉物質収支，熱収支

転炉の物質収支と熱収支を表44，表45，表46に示す。

測定日は，1984年６月８日と６月10日である。

物質収支と熱収支のまとめを表47に示す。

表44　転炉物質収支（1サイクル）

1サイクル＝14.87 h

項目			単位	Cu	Fe	S	SiO_2	O_2	N_2	その他	合計
入炉	鈹および冷剤		t	65.84	70.05	48.37		5.90		9.39	199.60
			%	32.99	35.10	24.23		2.96		4.70	100
	空気		t					63.75	213.42		277.17
			%					23.00	77.00		100
	溶剤		t				34.44			7.56	42.00
			%				82.00			18.00	100
	合計		t	65.84	70.05	48.37	34.44	69.65	213.42	16.95	518.77
出炉	転炉鍰		t	3.19	68.87	1.96	36.51	21.47		11.22	143.30
			%	2.23	44.67	1.37	25.48	14.98		7.83	100
	煙灰		t	0.35	0.12	0.16	0.03			0.55	1.19
			%	29.66	10.25	13.36	2.27			45.97	100
	粗銅		t	58.52	0.003	0.14				0.28	58.94
			%	99.26	0.005	0.24				0.52	100
	ガス	SO_2	t			42.41		42.41			84.82
			%			50.00		50.00			100
		SO_3	t			3.70		5.55			9.25
			%			40.00		60.00			100
		N_2	t						213.42		213.42
			%						100		100
		O_2	t					0.56			0.56
			%					100			100
	合計		t	62.06	69.00	48.37	36.54	69.99	213.42	12.05	511.48
誤差			t	−3.78	−1.05	0	2.10	0.34	0	−4.90	−7.29
			%	−5.78	−1.50	0	6.10	0.50	0	−28.91	−1.41

表 45　転炉熱収支

入熱				出熱			
番号	項目	10^6 Kcal	%	番号	項目	10^6 Kcal	%
1	鈹持込熱	40.57	18.15	1	ガス持去り熱	81.01	36.23
2	空気持込熱	3.95	1.77	2	転炉鍐持去り熱	62.89	28.13
3	溶剤持込熱	0.20	0.09	3	粗銅持去り熱	8.30	3.71
4	鉄酸化熱	63.12	28.23	4	煙灰持去り熱	0.46	0.21
5	$S + O_2 \rightarrow SO_2$	104.92	46.93	5	$FeS \rightarrow Fe + S$	31.95	14.30
6	$2FeO + SiO_2 \rightarrow 2FeO \cdot SiO_2$	10.82	4.84	6	炉壁放散熱	26.99	12.07
				7	炉口放散熱	13.94	6.23
				8	誤差	−1.96	−0.88
合計		223.58	100	合計		223.58	100

表46　転炉熱収支参考数字

入　熱					
項　目		重　量 (t)	温　度 (°C)	比　熱 Kcal/kg・°C	熱　量 Kcal
鈹の持込熱		189.6	1070		40.57×10^6
反応熱	Fe 酸化熱				63.12×10^6
	$S + O_2 \rightarrow SO_2$				104.92×10^6
	$2FeO+SiO_2 \rightarrow 2FeO\cdot SiO_2$				10.82×10^6

出　熱					
項　目		重　量 (t)	温　度 (°C)	比　熱 Kcal/kg・°C	熱　量 Kcal
粗銅持去り熱		58.94	1,280		熱収支表参照
転炉鍞持去り熱		143.3	1,254		〃
煙灰持去り熱		1.19	1,104		〃
ガスの持去り熱	SO_2	18,445 Nm³	1,104	0.54	〃
		11,242 Nm³	1,148		〃
	N_2	119,864 Nm³	1,104	0.33	〃
		48,005 Nm³	1,148		〃
	SO_3	1,652 Nm³	1,104	0.54	〃
		938 Nm³	1,148		〃
	O_2	279 Nm³	1,104	0.35	〃
		112 Nm³	1,148		〃
放散熱					〃

表47　物質収支と熱収支のまとめ

	6 月 10 日	6 月 8 日	備　考
直収率	88.88 %	87.78 %	
溶剤率	21.04 %	22.31 %	対鈹量
冷剤率	5.27 %	4.85 %	〃
煙灰率	0.60 %	0.90 %	〃
送風強度	0.52 Nm³/(cm²・min)	0.52 Nm³/(cm²・min)	
送風時間率	89.13 %	82.12 %	
熱効率	46.14 %	48.43 %	
酸素効率	99.10 %	98.40 %	

注）

$$熱効率 = \frac{粗銅の持去り熱 + 鍰の持去り熱 + 吸熱反応熱}{総入熱} \times 100$$

問題点

(1)　転炉の煉瓦寿命が短く，炉修が多い。

(2)　鈹品位が30%と低く，転炉への負荷が大きい。

(3)　転炉の熱収支では，放散熱が2,753 Mcal /h と多すぎる。

6. 鋳　造

現状分析

鋳造機は直線鋳造機で，寸法は，1.28 mW× 15.3mLである。鋳造能力は20 t/時である。クレーンでレードルを徐々に傾むけ，中の粗銅を樋に注ぎ，樋よりモールドに鋳込まれる。モールドは鋳鋼であるが，熔体の強く当るところが壊れやすい。モールドには離型剤として，微粉炭をスプレーしているが，実際には粗銅ははがれにくく，鉄棒ではがしている。粗銅塊は1個50kgであるが，500kg/個（800 ㎜× 500 ㎜× 140 ～ 150 ㎜)に変更する予定である。

製品の規格および合格率は以下の様である。

一号粗銅	含　銅	99.3％以上	合格率　95％以上
二号粗銅	含　銅	99.0％以上	合格率100％

問題点

(1) レードルを使って，クレーンで傾けながら鋳造しているので，1台の専用クレーンが鋳造中に必要である。レードルは冷えやすいので転炉粗銅の温度を高くしておく必要があり，これが転炉の寿命を短かくしている。

7. ガ ス 処 理

7.1 処理概要

現状分析

(1) 反射炉排ガス

反射炉排ガスのフローシートを図14に示す。

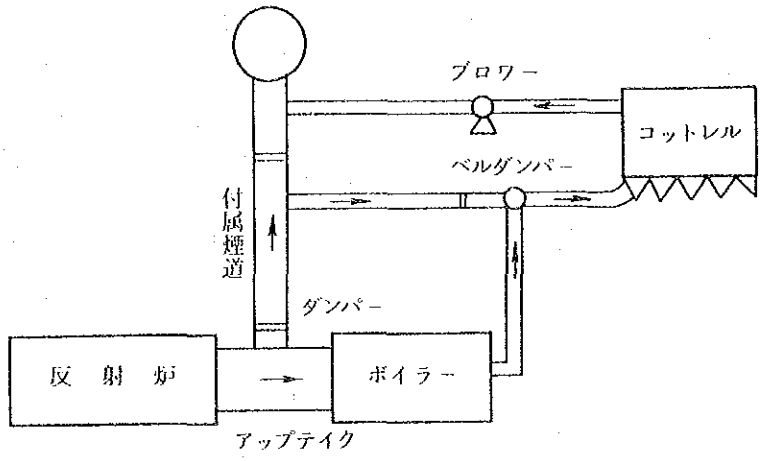


図 14 反射炉排ガスフローシート

反射炉排ガスは，炉出口で水スプレーされた後，ボイラーにて廃熱回収され，コットレルにて除塵後送風機にて 130 m 高煙突へ送風される。炉出口から送風機までの圧力損失は，200 ～ 250 mm H_2O である。

ガス量および組成を表48に示す。

表48 反射炉排ガス量および組成

場 所	ガス量	温 度	ガ ス 組 成 %				煙 灰
	Nm³/min	°C	SO_2	CO_2	O_2	N_2	g /Nm³
ボイラー入口	1,750	1,150	1 ～ 1.5	14 ～ 15	4 ～ 5	78 ～ 78.5	10 ～ 12
煙 突 入 口	3,050	200	0.45	6	-		0.3 ～ 0.5

炉出口の煙灰は，煙道への付着防止のために水スプレーしているので湿っている。ボイラーとベルダンパー間の煙道の煙灰は，蒸気噴射によりベルダンパー側に吹き寄せられている。煙灰抜き出しは，各所シュートより実施し全量反射炉へ繰返し処理されている。

コットレルは，有効断面積40 m² / 基のものが 2 台あり，処理ガス量は 2,620 ～ 3,120 Nm³/分であり，入口ガス温度は 350 ℃以下である。集塵効率は 99.0 ～ 99.5 %である。

(2) 転炉排ガス

転炉排ガスは，可動フードと炉の隙間よりの漏込み空気により希釈冷却され，ダストチャンバー，サイクロンおよびコットレルにて煙灰除去後，送風機にて硫酸工場に供給される。

ダストチャンバーは，1段目水冷壁，2段目レンガ壁の2段である。サイクロンは，1炉あたり8基ある。ダストチャンバーおよびサイクロン煙灰は，1回/日抜出し，反射炉に繰返し処理されている。

サイクロン，コットレル間の煙道は，直径3m，距離180mで保温はされていない。送風機は，コットレルの入口側に設置されている。炉出口から硫酸工場までの圧力損失は90mmH_2Oである。

コットレルは腐食が激しく，現在使用しているのは6基中4基である。有効断面積30㎡/基で，処理ガス量1,100～1,200 N㎥/分，ガス温度220～300°Cのガスを処理している。集塵効率は93%であり，コットレル煙灰は気流輸送にて煙灰処理工場へ送られる。

問題点

(1) 反射炉排ガス

1) 煙道に水スプレーするため，装置腐食が激しく，漏込み空気量が非常に多い。

2) 送風機が大きすぎるため，吸引過多となり，ガス量が非常に多い。

(2) 転炉排ガス

1) 漏込み空気によりガスを冷却するため，硫酸工場での処理ガス量が多く，SO_2濃度が低い。

2) 煙道の保温がないため，局部冷却による腐食が大である。

7.2 漏込み空気量

現状分析

図15に漏込み空気量の物量収支を示す。

$$\text{リーク率} = \frac{\text{漏込み空気量}}{\text{各設備入口ガス量}}$$ と定義する。

反射炉排ガスの煙突までのリーク率は1.1，転炉排ガスの硫酸工場までのリーク率は1.9である。

問題点

1) 漏込み空気量が非常に多いため，排風機消費電力が多い。

2) 漏込み空気による局部冷却により，装置の腐食が激しい。

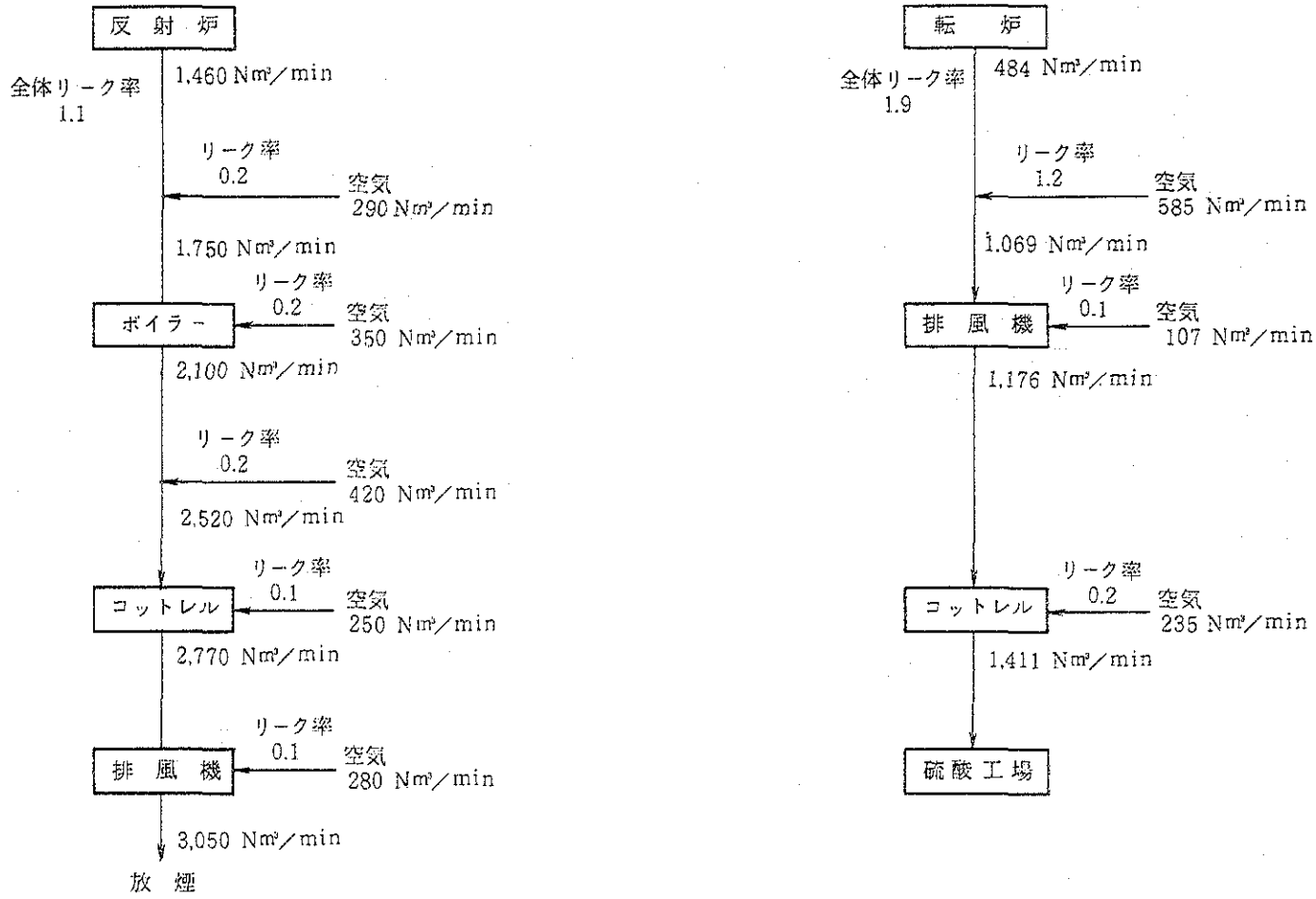

反射炉
全体リーク率
1.1
1,460 Nm³/min
リーク率
0.2
空気
290 Nm³/min
1,750 Nm³/min
リーク率
0.2
ボイラー
空気
350 Nm³/min
2,100 Nm³/min
リーク率
0.2
空気
420 Nm³/min
2,520 Nm³/min
リーク率
0.1
コットレル
空気
250 Nm³/min
2,770 Nm³/min
リーク率
0.1
排風機
空気
280 Nm³/min
3,050 Nm³/min
放煙
転炉
全体リーク率
1.9
484 Nm³/min
リーク率
1.2
空気
585 Nm³/min
1,069 Nm³/min
リーク率
0.1
排風機
空気
107 Nm³/min
1,176 Nm³/min
リーク率
0.2
コットレル
空気
235 Nm³/min
1,411 Nm³/min
硫酸工場

図 15　漏込み空気量

8. 硫 酸 製 造

8.1 設備能力

現状分析

硫酸工場設備能力を表49に示す。

表49 硫酸工場設備能力

1，2系列共 同一仕様

項 目		設 計	現 状
処理ガス量	Nm³/hr	50,000 SO_2 送風機 60,000	45,000
SO_2 濃度	%	5.1	4 ～ 4.5
生 産 量	t/年・両系	130,000	120,000
稼動日数	日	320	330
備 考		現状データは1984年データを使用	

問題点

特になし

8.2 操業概要

現状分析

硫酸工場フローシートを図16に示す。

1970年8月および1977年12月建設のシングルコンタクト方式の硫酸工場が2系列あり，設備仕様は同一である。ただし，2系は1系よりも余裕率を大きくしている。たとえば，乾燥塔および吸収塔の塔高や塔径は大きく，またSO_2ブロワー出口にデミスターを設置している。

(1) 処理ガス

転炉排ガスのみを使用して硫酸を製造しているため，SO_2負荷変動が大きい。また，転炉以降の漏込み空気量が多いため，SO_2濃度が低い。

コットレル出口ガス中煙灰は0.077 g/Nm³と少ない。

コットレル出口ガス中煙灰分析値を表50に示す。

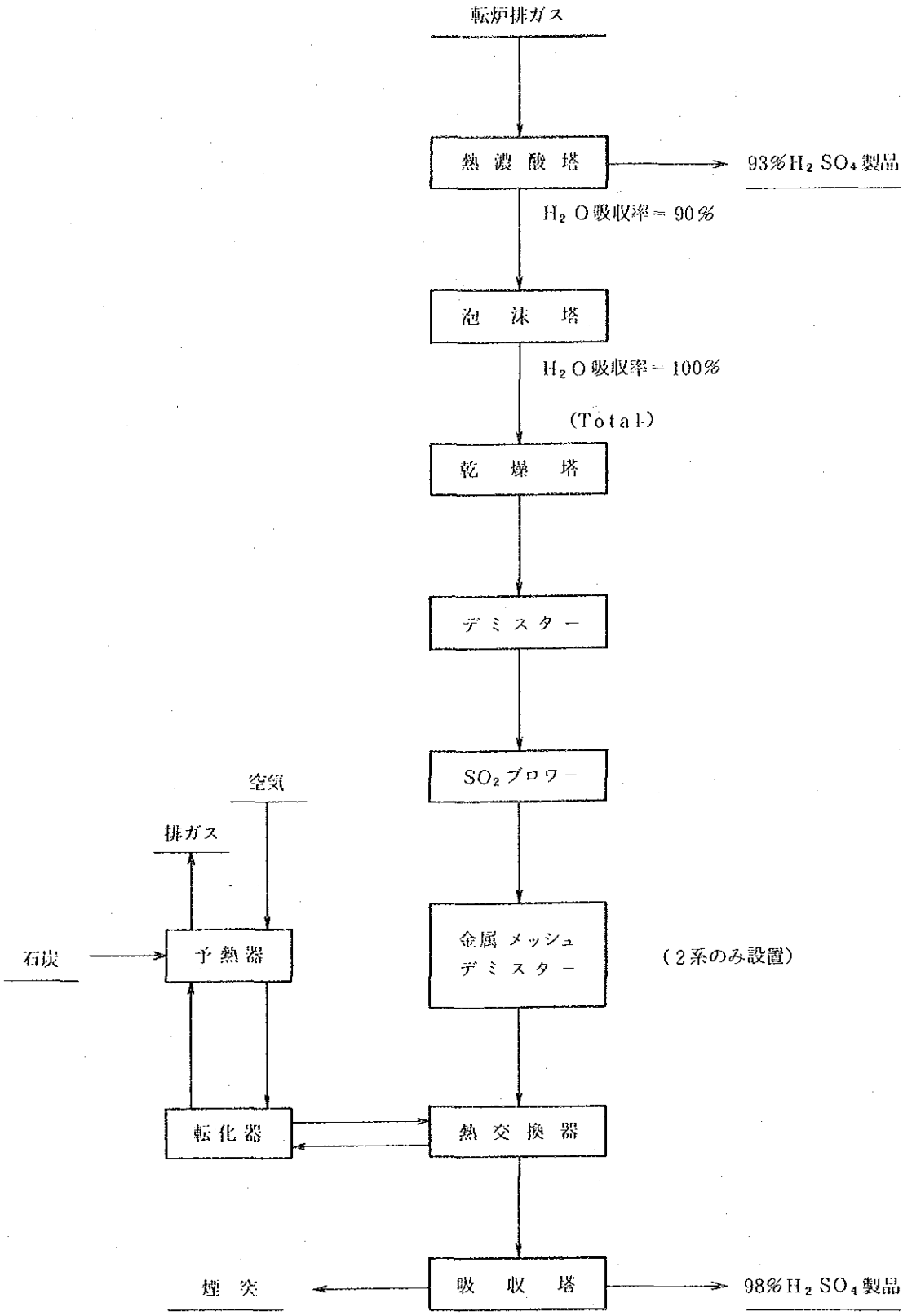


図16　硫酸工場フローシート

表50　コットレル出口ガス中煙灰分析値

気体中不純物 / 工程	煙灰量 g/Nm³	成分 % Fe	Cu	Pb	Zn	As	Hg	SO_3	その他
電気集塵機出口	0.077	0.44	1.38	28.13	11.38	3.04	—	1.89	

(2)　ガス精製工程

コットレルを出たガスは熱濃酸塔，泡沫塔にて煙灰を除去され，ガスの温度冷却および乾燥が同時に行なわれる。

93%硫酸を循環使用しているため，ガス浄化工程の排水処理は必要ないが，硫酸中の不純物が非常に多くなり良質な製品は得られない。しかも熱濃酸塔より製品として抽出しているため，製品中SO_2含有量が非常に高い。

各塔循環酸量および酸濃度を表51に示す。

表51　各塔循環酸量および酸濃度（計算値）

項目 / 場所	循環量 t/h	H_2SO_4濃度 %	交酸量 t/h	抽出酸量 t/h	補給量 t/h	交酸方法
熱濃酸塔	180	93	} 26.1	27.5	水 0.4	吸収塔より
泡沫塔	360	93		0.0	0	熱濃酸塔より（連通管）
乾燥塔	504	98	不明	0.0	0	吸収塔より
吸収塔	612	98	19.6	0.0	水 0.5	熱濃酸塔より

硫酸物量収支を図17に示す。

硫酸製造水 1.9 t/h 中 1 t/h は，ガスの持込み水分である。

各塔ガス，酸および冷却水温度を表52に示す。

循環酸の分析値を表53に示す。

浄化工程での空気漏込み量は 74.1Nm³/分で最高温度は38°C である。ガス量および，組成を表54に示す。

熱濃酸塔の酸管および酸噴霧ノズルの腐食が大で，長期定修時に酸管の部分取替およびノズルを全量取替ている。

泡沫塔は長期定修時に多孔板更新，澱物出し，デミスター水洗を実施している。

ポンプ材質が悪いため，熱濃酸塔は 1 ～ 6 月に 1 回，泡沫塔は 3 ～ 8 月に 1 回の周期で切替修理をしている。

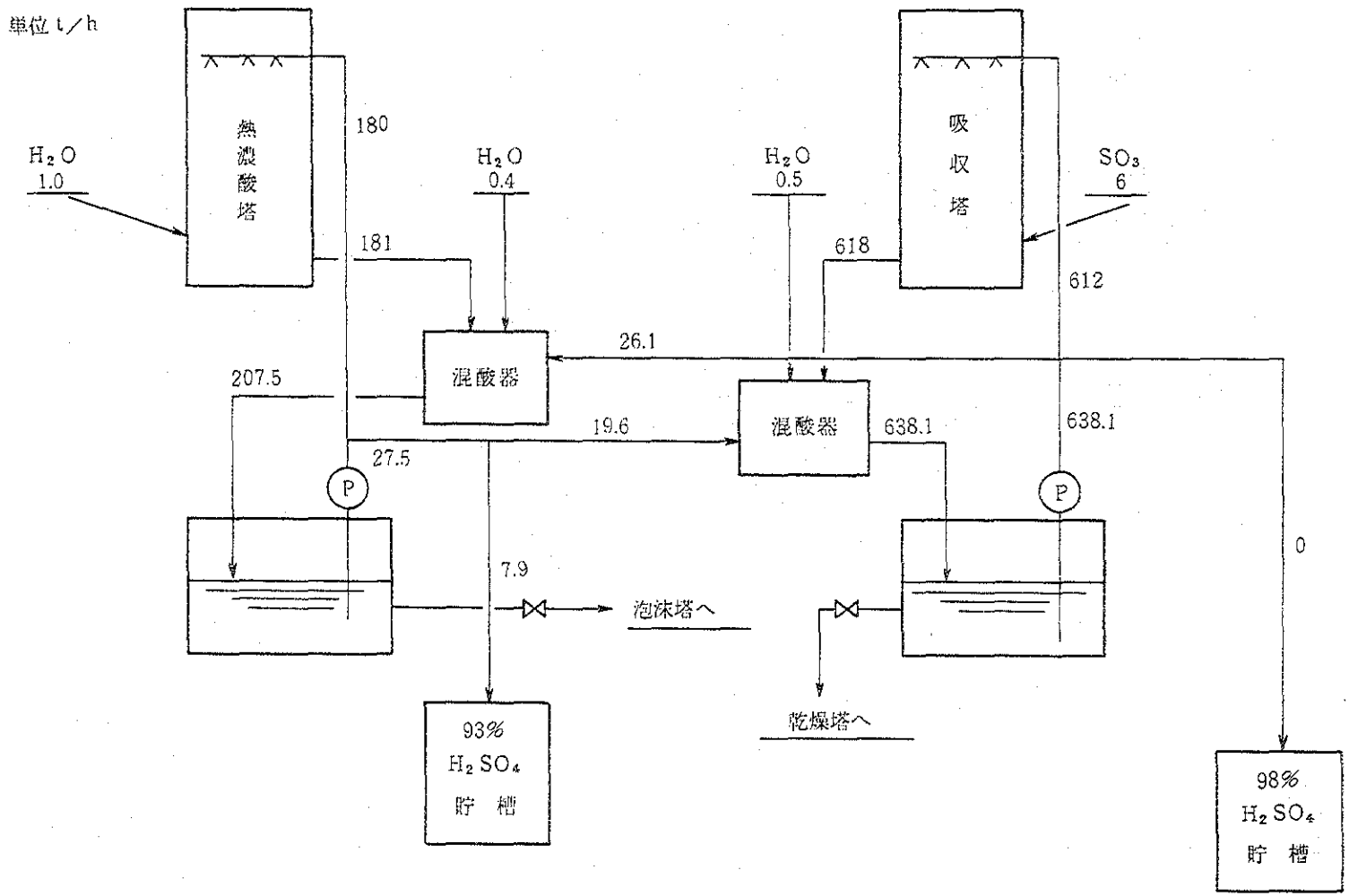

単位 t/h
熱濃酸塔
吸収塔
H_2O 1.0
H_2O 0.4
H_2O 0.5
SO_3 6
180
181
618
612
26.1
207.5
混酸器
混酸器
19.6
638.1
638.1
27.5
P
P
7.9
0
泡沫塔へ
乾燥塔へ
93% H_2SO_4 貯槽
98% H_2SO_4 貯槽

図 17　硫酸物質収支

表52　各塔ガス，酸および冷却水温度（℃）

ガス温度

( )内は推定

分類	場所 ＼ 工程名	熱濃酸塔	泡沫塔	乾燥塔	吸収塔
塔	入口	270	(90)	(50)	165
	出口	90	50	35	—

酸温度

分類	場所 ＼ 工程名	熱濃酸塔	泡沫塔	乾燥塔	吸収塔
塔	入口	55	70	40	45
	出口	100	50	40	70

冷却水温度

項目 ＼ 工程		熱濃酸塔	泡沫塔	乾燥塔	吸収塔
冷却水量 t/h		531	307	25	786
温度 ℃	入口	35	35	35	30 ※1
	排水	42	40	40	40

※1.　設計温度35℃

表53　循環酸分析値

1985年2月実績

工程名 ＼ 項目	硫酸濃度	不純物 ppm										品質		
	%	Fe	Cu	Pb	Zn	As	F	As	Cℓ	SO_2	Hg	透光度	着色	強熱残分
熱濃酸塔	93	220	2.5	76	27	44	39	—	<1	420	分析不可	計器なし	懸濁	500
泡沫塔	93	250	3.0	75	31	18	74	—	<1	110			灰白色	580
乾燥塔	98	110	1.0	66	7.5	15	120	—	<1	1300				200
吸収塔	98	120	1.0	15	3.7	15	54	—	<1	52				260

表54　ガス量および組成

1985年2月実績

場所 ＼ 項目	気体量	乾気体組成 %					煙灰
	N㎥/分	SO_2	CO_2	O_2	N_2	水分kg/DN㎥	g/N㎥
硫酸工場入口	705.4 ※1	4.6	微	14.5	80.90	9.60	0.067
送風機出口	779.5 ※1	4.5	0.10	14.4	80.00	0.16	0.011
吸収塔出口	732.7	0.12	0.30 ※2	13.7	85.88	0.070	0.009

※1　リーク量（コットレル含まず）74.1 N㎥/min

※2　CO_2 増加プレヒーター熱交リークではない（測定誤差）

(3) 乾燥工程

泡沫塔を出たガスは乾燥塔通煙後，デミスターにてガス中の飛沫液滴を除去し，SO_2ブロワーにて転化工程に送られる。

乾燥塔では98％硫酸を循環使用しており，浄化工程でのトラブルによるガスの乾燥不足を防止する目的で運転されている。98％硫酸を使用しているために乾燥塔出口硫酸分圧が高くなっており，これによってSO_2ブロワーランナーおよび第1熱交換器の腐食が激しくなっている。

乾燥工程操業データを表51～表54に示す。

第2系工場については，SO_2ブロワー出口にもデミスターが設置されている。

SO_2ブロワー特性を表55に示す。

SO_2ブロワー吸引能力は，浄化工程圧力損失増加およびガス浄化が悪いことに起因する第1熱交換器および転化器の圧力増加によって短時間で低下する。(表56参照) これを初期状態まで復元するために，年2回定期修理を行なっている。

乾燥工程は長期休転時分散管検査，デミスター水洗，および塔底澱物出しを実施する。SO_2ブロワーランナーは腐食が激しいため年に2回交換している。ガスの浄化が悪いのでデミスターの目詰により圧力損失が大きくなる。このため水洗により澱物を定修ごとに除去している。

乾燥塔ポンプは3～8月に1回切替修理している。

表55　SO_2ブロワー特性

項目 ＼ 番号		1	2	3	4	5
流　量〔Nm³/分〕		779.5	821	772	821	772
温　度	入　口	20	35	35		
°C	出　口	40	60	60		
静　圧	吸込口	−700	−1,085	−1,083	−1,085	−1,083
mmH_2O	吐出口	1,500	2,611	2,190	2,611	2,190
乾気体	SO_2	4.5	4.0	3.7	4.0	3.7
組　成	CO_2	0.1				
%	O_2	14.4				
	N_2	80.0				

表56　SO_2ブロワー吸引ガス量

月	ガス量　Nm³/min	備　　考
1	833	30日定修直後
7	700～767	
8	750～800	7日定修直後
12	700～767	

(4) 転化工程

SO_2 ブロワーを出たガスは，第1～第4熱交換器にて転化ガスと熱交換して，温度上昇後転化器に導入され，SO_2 は SO_3 に転化する。

熱交換器は，直列接続で使用されており，その内第2熱交換器は転化器内に設置されている。第1熱交換器での SO_2 ガスの SO_3 側への漏れ込みが多く見掛上 SO_2 転化率が悪くなっている。（1984年平均95%）

転化系でのヒートバランス点は，SO_2 濃度3.5～4.0%と不明瞭であるが，計算上は3.5%でも熱量不足とはならない。

触媒充填量は，1層15㎥，2層18.75㎥，3層18.75㎥，4層22.5㎥で，1層の1/3は低温用，他は中温用触媒を使用している。

ガス浄化が悪いため触媒層の圧力上昇が大きく，触媒篩分けは1層では年に2回，他は年に1回実施している。また，SO_2 ブロワー出口ガス中砒素4㎎/N㎥（Max. 22㎎/N㎥），フッ素は32.9㎎/N㎥と非常に高く，触媒活性能低下が大きい。したがって触媒寿命も非常に短かく，1層1年，他は3年で更新している。

触媒使用量は，4～5㎥/（万t 100%硫酸）で国家規準の約3倍となっている。触媒単価は9,000元/tで，年間触媒購入費は40～50万元/年である。

SO_2 ブロワー出口 SO_2 濃度は4～4.5%と低濃度で，しかも転炉休風による SO_2 負荷変動も大きいため，補熱の必要が生じ，予熱器を運転する場合が月3回程度ある。予熱器は SO_2 濃度3%以下になると運転し，燃料としては3㎜アンダーの石炭を手動焚にて最大500kg/h使用している。

熱交換器廻り温度を表57に，転化器各層ガス組成を表58に，転化器各層温度を表59に示す。

第1熱交操器の伝熱管腐食が激しいため，年に2回腐食伝熱管の取替をしている。煙道のガス漏れ修理は運転しながら修理し，長期定修時は保温補修および一部煙道の取替をしている。

長期定修時の降温は，プレヒートエアーにて約8時間パージ後，空気冷却を16時間実施する。また昇温は，30～40時間で転化器1層入口温度を380～400°Cまで上昇後，転炉排ガスを導入する。

表57　熱交換器廻り温度

（°C）

分類＼場所＼層		1	2	3	4
転化器	入　口	440	490	480	470
	出　口	560	510	485	472

分類＼場所＼番号		1		2		3		4	
		SO_2	SO_3	SO_2	SO_3	SO_2	SO_3	SO_2	SO_3
熱交換器	入　口	65	200以下	(380)	(470)	(440)	(480)	(450)	(490)
	出　口	380	(490)	440	(485)	450	(510)	460	(560)

送風機温度	入　口	40
	出　口	70

表58　転化器各層ガス組成

1982年9月実績

項目＼層	流　量 Nm³/分	温　度　°C 入　口	温　度　°C 出　口	出口気体組成　% SO_2	出口気体組成　% SO_3	出口気体組成　% O_2	転化率 %	空塔速度 m/秒
1	880	425	530	1.2	3.66	12.36	75	1.04
2		475	495	0.51	4.40	12.04	90	1.06
3		440	448	0.25	4.66	11.94	95	1.00
4		427	429	0.17	4.74	11.90	96.5	0.98

表59　転化器各層温度

1985年2月実績

項目＼事例			1	2
原気体流量　Nm³/分			732.7	750～800
〃　SO_2濃度　%			3.99	5
排気体SO_2濃度 ppm			0.17	0.19
温度 °C	1層	入　口	415	425
		出　口	496	540
	2層	入　口	456	507
		出　口	512	537
	3層	入　口	477	495
		出　口	485	500
	4層	入　口	464	478
		出　口	467	500

(5) 吸収工程

転化器にて，SO_3に転化されたガスは吸収塔にてSO_3を吸収した後，未処理のまま75 m煙突より大気へ放煙する。

吸収塔循環酸濃度は98.3 ± 0.2 %で運転しており，増加した酸は全量熱濃酸塔に送酸する。

酸冷却器は，鋳鉄製イリゲーションクーラーを使用している。

冷却は長江からの直接水（最大30°C），循環水（最大35℃）の2種類があり，最大温度となる期間は約1ケ月間である。

吸収工程操業データを表50～表53に示す。

吸収塔循環ポンプは3～6月に1回切替修理している。酸管修理は，経路切換後取替修理をしており，共通部分の場合は1回に4～8時間工場を休転して取替ている。その頻度は硫酸工場全体で年に1.5～2回である。

(6) 操業指針

毎年操業指針を決めて，それに基づいて工場の運転をしており，きめ細かく管理している。

操業指針の1例を表60から表61に示し，主要設備技術指標を表62に示す。

表60 浄化乾燥吸収工程操業指針

項目 / 工程	循環酸 濃度 %	循環酸 量 m³/hr	酸温度 °C 入口	酸温度 °C 出口	ドラフト mmH₂O
熱濃酸塔	93	44	50	160	−60
泡沫塔	93	200	45	60	−500
乾燥塔	93または98	280	40	42	−150
吸収塔	98.3	340	45	68	150

表61 転化工程操業指針

入口SO_2濃度3 %以上，転化率94 %以上

圧力損失　700 mmH_2O/全層

温度 °C / 層		1	2	3	4
制御温度	入口	425	* 475	440	427
	出口	530	495	448	429

*反応速度を考えて高くしている。

表62　硫酸主要設備操作技術指標（実測データ）

指標＼名称		コットレル	熱濃酸塔	泡沫塔	乾燥塔	デミスター	吸収塔	SO_2ブロワー
電圧 V	一次	200～300						6,000
	二次	45～60						90～95
電流 A	一次	12～40						90～95
	二次 mA	70～205						
ガス温度 °C	入口	220～300	160～240				130～165	20～30
	出口	180～250	60～100	30～40	20～35	20～30	40～60	
ドラフト mmH_2O	入口	－5～－10	－20～－30				200～350	－700～－1,250
	出口	－10～－30	－55～－30	－300～－750	－595～－1,100	－685～－1,200	40～80	1,200～2,300
循環酸温度 °C	入口		45～55	20～40	20～30		40～45	
	出口		80～100	22～45	20～30		50～65	
循環酸濃度	%		93	93	93～98		98	
循環ポンプ	台数		1	2	1～2		2～3	
	電流 A		70～80	>80	70～80		75～85	

問題点

(1) 処理ガス

転炉排ガスの硫酸工場入口SO_2濃度が低く，負荷変動が大きい。

(2) 浄化工程

鋳鉄を，配管，ポンプおよび酸噴霧ノズルに使用しているが耐食性がないため交換修理頻度が多い。

(3) 乾燥工程

循環酸濃度が高すぎるため，乾燥塔出口の硫酸分圧が高すぎる。これにより第1熱交換器およびSO_2ブロワーランナーの腐食が激しい。

浄化能力が低いため，デミスターの目詰りによる圧力損失の上昇が速く，SO_2ブロワー吸引能力が短期間に低下する。

(4) 転化工程

ガス中のフッ素，および砒素による触媒毒によって触媒活性能が低下し，触媒寿命が非常に短かい。

第1熱交換器伝熱管のリークが頻繁におこる。

(5) 吸収工程

循環ポンプの修理頻度が多い。

8.3 生産量および製品品質

現状分析

(1) 生産量

93%硫酸生産量は，年々増加の傾向にあり，1984年には119,183 t/年になっている。また，1983年については稼動日数減少にもかかわらず，生産量は低下していない。(図18参照)

98%硫酸については現在生産していない。1984年月別生産量および稼動日数を表63に示す。

(2) 製品品質

硫酸品質の国家基準を表64に示す。

製品中不純物が多く2級酸のみしかできない。

(表53熱濃酸塔分析値参照)

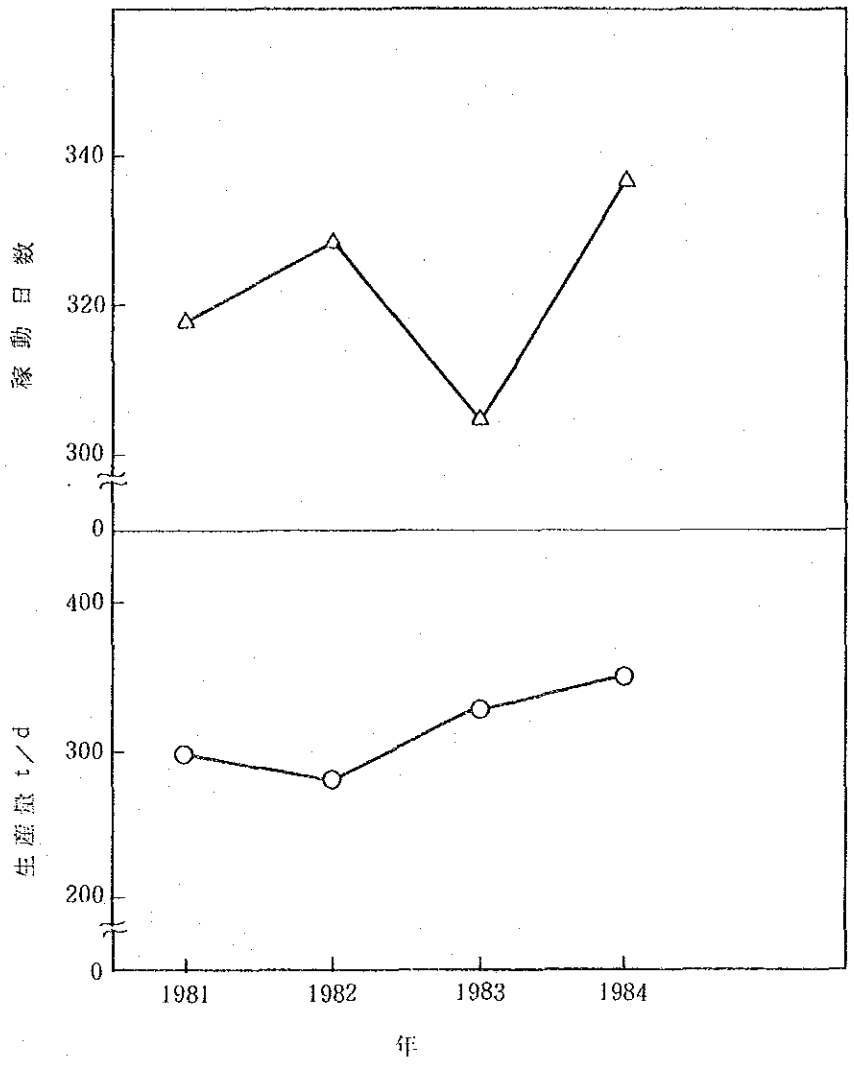


図 18　稼動日数および生産量推移

表 63　1984 硫酸月別生産量および稼動日数

項目 / 月	生産量 t/m			稼動日数 日			平均日産量 t/d			備考
	一系	二系	合計	一系	二系	平均	一系	二系	合計	
1	2,221	3,806	6,027	13	20	16.5	171	190	365	
2	5,656	5,470	11,126	29	29	29	195	189	384	
3	6,093	5,897	11,997	31	31	31	197	190	387	
4	5,294	5,707	10,911	30	30	30	176	190	364	
5	5,610	5,993	11,602	31	31	31	181	193	374	
6	4,839	5,333	10,172	30	30	30	161	178	339	
7	4,917	4,618	9,536	26	27	26.5	189	171	360	
8	5,893	5,575	11,468	31	31	31	190	180	370	
9	5,457	5,321	10,778	30	30	30	182	177	359	
10	5,275	5,815	11,089	31	31	31	170	188	358	
11	4,704	5,490	10,194	30	30	30	157	183	340	
12	2,052	2,230	4,282	14	13	13.5	147	172	317	
合計または平均	57,928	61,254	119,183	326	333	330	平均 174	平均 184	平均 361	

表 64　硫酸品質国家基準

工業硫酸国家基準	硫酸濃度 %	灼熱残渣含量 %	Fe %	As %	透明度 mm	色度
1 級	93.0 または 98.0	＜ 0.03	＜ 0.01	＜ 0.005	＞ 50	＜ 2
2 級	※1 ※2 93.0 または 98.0	＜ 0.1	—	—	—	—

※ 1.　92.5 以上

※ 2.　98.0 以上（設備設計 98.3 ± 0.2 %）

問題点

原ガスSO_2濃度が低いため，設計値に比べて生産量が少ない。

熱濃酸塔より製品として抽出するため，製品品質が非常に悪い。

8.4 原 単 位

現状分析

(1) エネルギー使用状況

1984年エネルギー使用状況を表65に示す。

硫酸工場のエネルギー使用量は大冶冶金工場の9.995 %に相当し，そのほとんどは電力である。

1984年工程別電気使用状況を表66に示す。

電力消費量の大半はSO_2ブロワーで，これを含む転化工程の電力消費量が，硫酸工場の61.34 %を占める。

(2) 原 単 位

硫酸工場の原単位推移を表67に示す。

最近4年間でみると，電力および石炭原単位は着実に低下している。しかし，コスト，労務費は増加傾向にある。

硫酸の増産益が大きく，1984年は1981年に比べて1.5倍の利益となっている。

表65 1984年エネルギー使用状況

H_2SO_4 119,183 t/年

項目＼名称	電 気	石 炭	直流水	繰返し水	ガソリン	ディーゼル油	酸 素
年間使用量	10千kWh 2,203	規格石炭 t 188	t 2,261,668	t 9,749,144	t 0.185	t 0.189	ボンベ本 520
規格石炭換算 t	8,902	188	595	595	0.273	0.293	3.57
エネルギー占有率 %	86.16	1.82	5.57	5.58	0.003	0.003	0.035
値 段 (元)	1,806,855	12,567	248,783	341,220	148	94.5	3,640

表 66　1984年各工程電気使用状況
（修理用電気 12.23万 kWh は各工程に含む）

項目＼工程	コットレル	浄化	乾吸	転化	備考
使用量 10^4 kWh	167.6	319.4	381.4	1,351.6	
占有率 %	7.61	14.50	17.31	61.34	
原単位 kWh/100%H_2SO_4	14.06	26.8	32	114.24	

表 67　硫酸工場原単位推移

	1981	1982	1983	1984
硫酸生産量 t/y	95,500	93,410	100,680	119,183
t/d	300	284	330	353
SO_2 濃度 %	—	4.1	4.2	4.5
BL 出口				
ダスト g/Nm³	0.013	0.012	0.011	0.010
ミスト 〃	0.177	0.157	0.134	0.156
水分 〃	0.318	0.293	0.326	0.328
転化率 %	94.07	93.71	94.08	94.49
吸収率 %	99.46	99.69	99.77	99.67
排ガス SO_2 %	0.31	0.30	0.31	0.39
電力原単位 kWh/t	195	193	182	181
水 t/t	105	108	92	102
石炭 kg/t	6.2	10	6.9	3.0
コスト 元/t				
職場	46.4	49.8	63.7	80.4
工場	49.3	52.6	67.0	83.9
労働生産性				
全員 t/人年	282	251	264	292
生産工人 〃	628	543	603	703
利潤 万元/年	614	570	470	931

硫酸価格　165 元/t

問題点

ガス浄化能力が低いため圧力損失増加が大きく，しかも処理ガス中SO_2濃度が低いため，エネルギー使用量が多く，電力原単位も悪い。

硫酸工場の計装設備の遅れ，計器室の分散等により作業者が多く必要なため，労働生産性は硫酸増産にもかかわらず増加している。

9. 余 熱 発 電

反射炉の廃熱を利用し，余熱ボイラーを1基設置し余熱発電を行なっている。

現状分析

9.1 概　　要

工場内使用電力量の50%をまかない，有色公司の電力消費節減に役立っている。

9.2 操 業 状 況

(1) ボイラー稼動日数 236 日（1984 年実績）

(2) 操業トラブル

ボイラー加熱器のチューブ破損等のトラブルにより，平均 1 ～ 1.5 ケ月に 1 度，20～60 時間の操業停止となる。

9.3 主要部分の操業データ

(1) ボイラー入口ガス温度　600 ～ 700 ℃

(2) ボイラー出口ガス温度　320 ℃

(3) ボイラー給水温度　140 ℃

(4) 蒸 気 発 生 量　35 ～ 36 t/h

(5) 蒸 気 圧 力　32 kg/cm²

(6) 蒸 気 温 度　450 ℃

9.4 発電機について

(1) 発電機仕様

表 68 発 電 機 仕 様

定 格 出 力	6,000 kW	3,000 kW
定 格 電 圧	6 kV	6 kV
周 波 数	50 Hz	50 Hz
台 数	1 台	1 台

(2) 発生電力状況（1984 年実績）

1）平 均 出 力　約 5,000 kW

2）瞬間最大出力　　約 8,000 kW

3）年間発生電力量　　約 3,000 万 kWh

4）電力費換算　　約 150 万元

問題点

(1) ボイラーのトラブルが多く，またボイラーが1基のため著しく稼動率が低い。

10. 排 水 処 理

工場排水は，大別すると銅製錬系排水と肥料工場の排水の２種類がある。

銅製錬系排水は，反射炉排ガスが大気放煙であり，転炉排ガスを処理している硫酸工場のガス精製系が乾式法であるために排ガス洗浄排水はなく，冷却水や雨水が大部分である。

また，肥料工場の排水は，ケイフッ酸ナトリウム結晶の母液や洗浄水があるので排水中のＦが高い。表69に各排水の量と不純物濃度，国家基準値を示す。国家基準値は，１９６３年頃に制定され，その値は日本並みであるが，日本のように県条例の上乗せ基準はなく，２～３年前までは，その規制もさほど厳しくなかった。

10. 1 銅製錬系排水

現状分析

(1) 表 69 の①～⑥は銅製錬系排水であり，これらは工場の東排水口に集まっている。

表 69 各排水中の濃度と量と国家基準値（1984 年平均）

排水測定箇所		流量	pH	SS *1		Cu		Pb		Zn		Cd		As		F	
		m³/y		mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y	mg/ℓ	t/y
①	熔錬総合北側溝	398,860	6～7	94.44	37.67	0.46	0.183	0.426	0.169	3.272	1.305	0.24	0.095	0.07	0.027		
②	熔錬総合南側溝	14,075	6～7	18.38	0.26	0.194	0027 0.	1.725	0242 0.	0.568	0.008	0.076	0011 0.	0.26	0037 0.		
③	調合東ピット	475,200	5～7	45.9	21.81	503 88.	42.06	0.855	0.41	92.04	43.74	3.527	1.68	0.161	0.08		
④	調合南総合出口	332,640	6～7	692	32.88	1.21	0.058	1.30	0.432	0.795	0.264	0.028	0.009	0.168	0.056		
⑤	硫酸工場排水	760,320	5～9	84	63.87												
⑥	西口排水	979,680	4～8	61 344.	60 337.											58.91	57.8
計		2,601,801			09 494.				0352 1.		317 45.		7851 1.		1667 0.		
国家基準値			6～9	500		1.00		1.00		5.00		0.10		0.50		10.00	

＊1. 固型浮遊物。

(2) ①の熔錬総合北側溝の排水は，空気圧縮機の冷却水や煙灰処理工場の結晶槽冷却水や雨水などである。煙灰処理工場の澱物の流れ込みでＣｄが若干高い。

(3) ②の熔錬総合南側溝の排水は，Pb－Bi反射炉のジャケット水や雨水であるが，Pb澱物を天日乾燥しているので雨水によるPb澱物の流れ込みのためにPbが若干高い。

(4) ③の調合東ピットの排水は，銅鉱石のドライヤーのスプレー水塔や調合の地下水や床洗浄水などであるがCu，Zn，Cd が高い。これは，調合地下水が原因であり，この地下水の分析値は表70に示す様にCu，Zn，Cd が非常に高い。この地下水は，1日8時間だけ12㎥/h で抜出し排水として出している。

表 70　調合地下水分析値（1984 年平均）

pH	SS＊1 (mg/ℓ)	Cu (mg/ℓ)	Cd (mg/ℓ)	Zn (mg/ℓ)	Pb (mg/ℓ)	As (mg/ℓ)
5.56	97.28	194.2	19.09	313.64	0.454	0.037

＊1. 固形浮遊物

(5) ④の調合南総合出口の排水は，鉱石ドライヤーのジャケット水や雨水などである。固形浮遊物やCu，Pb が若干高いが，東排水口で合流すると薄まるので問題にしていない。

(6) ⑤の硫酸工場の排水であるが，酸冷却器の冷却水は，通常循環使用しているので，酸漏れ時に NaOH で中和した時に流す排水が主なものである。

(7) ①～⑤の排水は，工場側で1月に2～3回サンプリングおよび分析を行ない，自主管理を行なっている。①と①～⑤の合流した東排水口は，年に2回程度，公司の管理局が立入り検査を行なう。

(8) 以前は，煙灰処理工場のCd の流れ込みが激しく，1980 年までに2回年間97万元の罰金を払った事がある。現在は，Cu が基準値を越えているが罰金は取られていない。

問題点

(1) 銅製錬系の排水は，調合の地下水を除けば，ほとんど問題ない。調合地下水については処理する必要がある。

(2) 硫酸工場のイリゲーションの酸漏れの頻度が多い様であるが，これについてはイリゲーションクーラーの設備対策が必要である。

10. 2 肥料工場の排水

肥料工場については，今回の調査範囲外であるが，F問題に対する情報提供のために，概略状況の説明を受けた。

肥料工場は，1973 年より稼動し，2～3年前より排水中のFの規制が厳しくなり，昨年石灰中和の排水処理設備をつくり，11月より操業を開始した。

現状分析

(1) 表69の⑥の西口排水が肥料工場の排水である。Fが問題となっている排水原液は100㎥/日程程度であるが，その他の肥料工場排水も合流し，西口排水量は2,000～3,000㎥/日となっている。

(2) 石灰中和の排水処理は，Fが問題となっている原液100㎥/日を対象としている。フローシートを図19に示す。排水原液は，H_2SiF_6とNaCℓの反応後液（母液）が20㎥/日と$NaSiF_6$結晶の洗浄液が80㎥/日である。原液中のFは4,000～7,000㎎/ℓでpHは約1，HCℓが20～30 g/ℓ，NaCℓが5～23 g/ℓ含まれている。

(3) 石灰中和処理方法は，CaO 60%の生石灰を粉砕消和した原乳を用い，中和槽でpH 7～9に中和している。沈降槽で澱物を沈降させ，オーバーフロー液を放流し，アンダーフロー液をフィルタープレスで脱水し沪液は放流している。澱物は，鉱山に坑内充填している。

(4) 中和処理を行なっている場合は，沈降槽の放流水もフィルタープレスの沪液もFが20㎎/ℓ程度であるが，西口排水口では他のFを含まない排水が合流し，基準値10㎎/ℓを満足するはずであるが，Fについては，中和処理設備の出口で規制されているので，現状の20㎎/ℓが問題となっている。

(5) 澱物は，浸出テストを行なって浸出液中のAsとFが基準値を満足している。

澱物成分	As 0.0017%	F 14.62%
浸出液	As 不検出	F 9.31 ㎎/ℓ，12.04 ㎎/ℓ
基準値	As ＜1.5 ㎎/ℓ	F ＜50 ㎎/ℓ

問題点

(1) 沈降槽で凝集剤を使っていないことやフィルタープレスの沪液を直接放流していることも問題ではあるが，石灰乳の中和処理だけでは実際にFを15㎎/ℓ以下にするのは容易ではない様である。

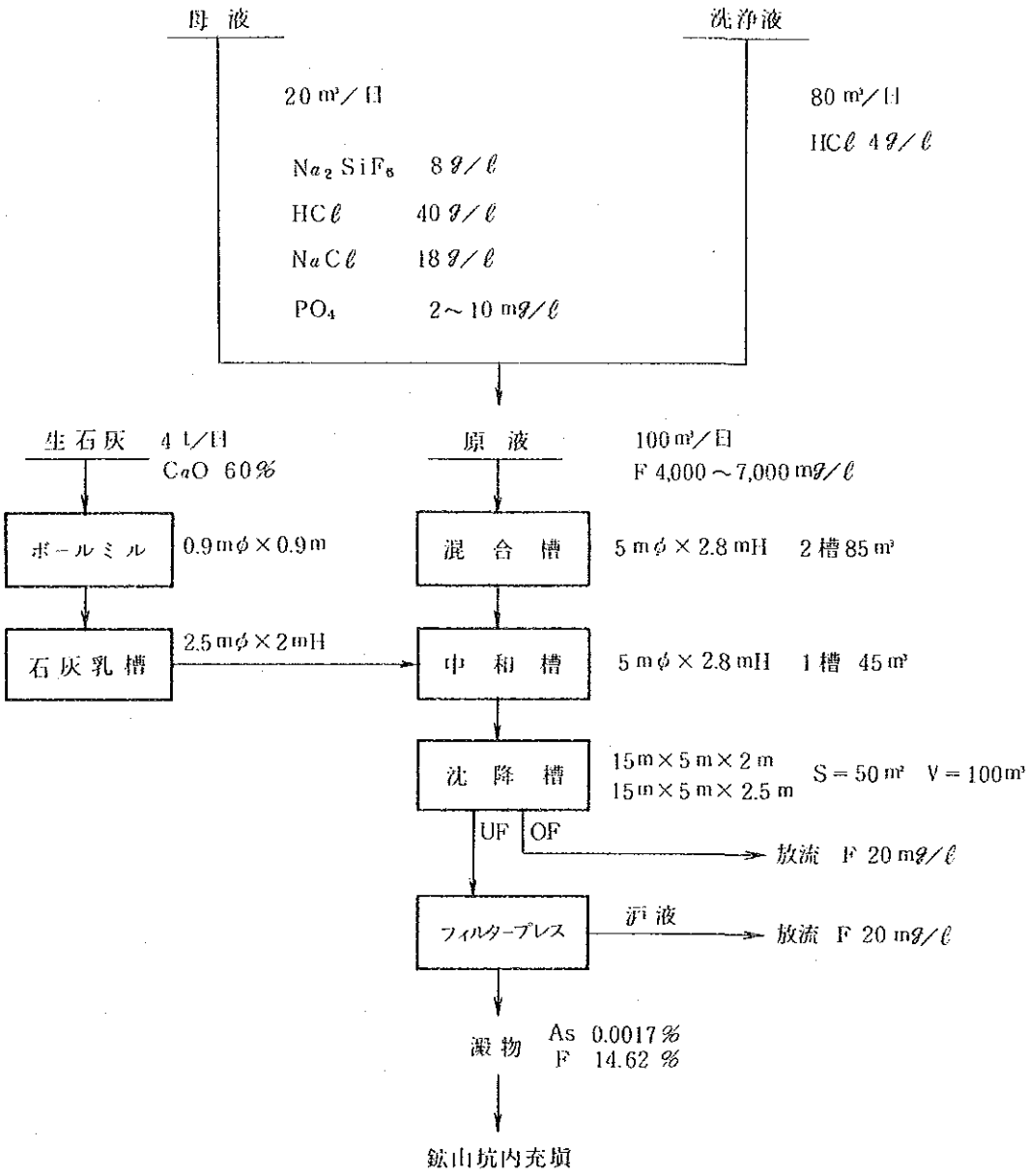


図 19 肥料工場排水処理設備フローシート

11. 転炉煙灰処理

転炉コットレル煙灰は，大冶冶金工場が操業を開始した1960年から10年間は全量反射炉へ繰返し処理していたが，有価金属の回収とAs，Cd等の環境汚染防止の2つの目的から，1971年よりその処理を開始した。すでに15年経過しているが，処理工程が完全に定まっておらず，今なお検討されている。

11.1 転炉煙灰処理工程

転炉煙灰処理工場のフローシートを図20に示す。

11.1.1 浸出工程

現状分析

(1) 温度65℃の温水で2段浸出を行なっている。

(2) 1段目は2段浸出液を用いて，固液比1：3で浸出時間は4時間である。

(3) 1バッチ当り煙灰1.5tの浸出で1日3バッチの3交代操業である。

(4) 2段目の浸出で新水を用い，固液比1：3で浸出時間は2時間である。

(5) 2次浸出滓は洗浄を行なっていない。水分は45～50%である。

(6) 1983年の煙灰量は1165.4tであり，その分析値は表71に示すとおりである。

表71 転炉煙灰分析値（%）

Cu	Zn	Cd	Pb	Bi	As	In	Tℓ	Fe	Sn
2.155	9.898	0.553	29.46	6.223	3.68	0.04	0.04	1	2

(7) 2段浸出による浸出率は，表72に示すとおりである。

表72 転炉煙灰の浸出率（%）

Cu	Zn	Cd	As	Pb	Bi
82.44	92.84	73.05	31.25	2.37	4.73

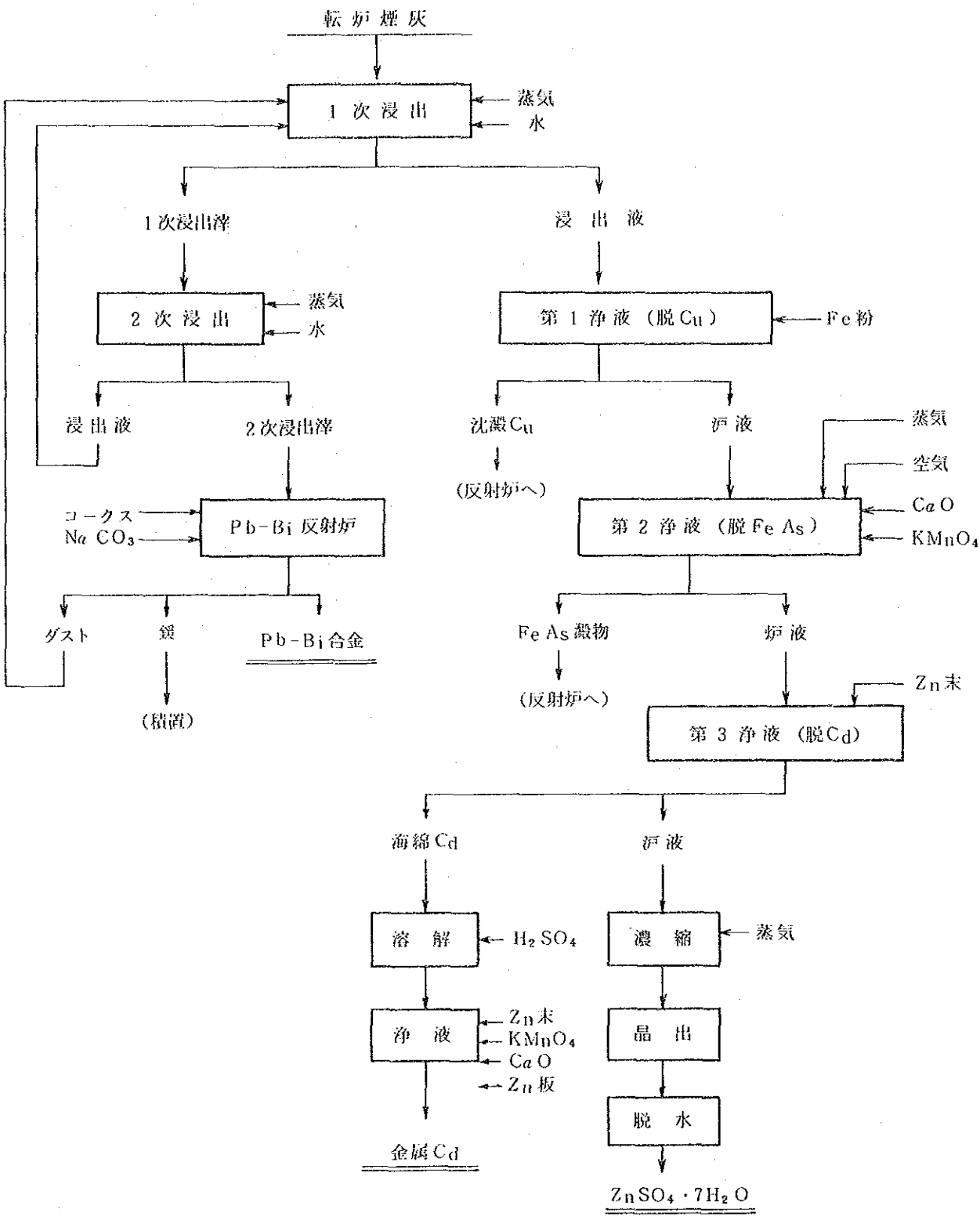


図 20　転炉煙灰処理工場フローシート

問題点

(1) 水浸出の割には，Cu，Zn，Cd の浸出率は高いが，更に浸出率を上げるには，硫酸浸出にすべきである。

(2) 現在の2次浸出は，1次浸出の洗浄と考えられるもので，2段浸出の2次浸出で硫酸浸出を行なうならば，その洗浄工程が必要である。

(3) 硫酸浸出を行なっていないために，1次浸出の浸出時間が4時間も必要となっている。

(4) Pb とBi も浸出しているような結果となっているが，Pb やBi が浸出することは考えられず，これは，フィルタープレスでの漏れと考えられる。

(5) 現在の設備では，増処理の際に対応できない。

(6) 現在の転炉コットレルは，転炉からの距離が長く，Cu やZn やCd 等 が大部分硫酸化合物になっている可能性が高いが，改造工事で転炉コットレルが転炉に近くなれば，品位も当然変わるが形態も変わり，水浸出では浸出率が低下することが予想される。

11. 1. 2 第1浄液工程（脱Cu 工程）

現状分析

(1) 浸出液に鉄粉を添加し銅を沈澱除去する。

(2) 添加する鉄粉は，重量比で浸出液中の銅の約 1.5 倍である。終点は液の色で判定している。温度は，常温で，反応時間は45分である。

(3) 析出した銅は，沈澱銅（海綿銅）として回収され，反射炉へ繰返し処理される。沈澱銅は，水分20～30％含んでいるが，沈澱銅の洗浄は行なわれていない。

(4) 沪液は，第2浄液工程に送られる。

問題点

(1) 工場全体から考えると，第2浄液工程の Fe As 澱物も沈澱銅と同様に反射炉へ繰返すのであれば，第1浄液工程の鉄粉による脱銅は，銅の回収率を上げるのに有効な方法とは考えられない。

ただし，Fe As 澱物を系外へ廃棄するのであれば，第1浄液工程で脱 Cu を行なうのが，銅の回収率の面で有利である。

11. 1. 3 第2浄液工程（脱 Fe As 工程）

現状分析

(1) 第2浄液工程は，2段になっている。

(2) 1段目は，空気吹込みを行ないながら，生石灰を加え，Fe As澱物として鉄と砒素を除去する。この際の pH は 4.5 ～ 5.0，温度は85℃以上で反応時間は 3 時間である。

(3) 2段目は，残存している鉄と砒素をさらに除去するために，$KMnO_4$ を添加し生石灰

で再度中和処理を行なう。これによって，鉄はほぼ完全に除去され，砒素は 0.1 g/ℓ程度まで除去される。

(4) FeAs 澱物は，現在反射炉へ繰返し処理されているが，鉱山の坑内充塡を可能にするため，酸洗や再中和を行ない，不純物が浸出しないように処理テストを行なっている。

問題点

(1) 反応温度は，通常60℃程度が適当と考えられるが85℃以上を必要とする理由が不明である。

(2) 中和剤として生石灰を用いているが，純度の高い良質の炭酸カルシウムが入手できれば，炭酸カルシウムで十分であると考えられる。

(3) 残存砒素が 0.1 g/ℓ程度であれば，$KMnO_4$ の 2 段目の工程は不用と考えられる。

(4) FeAs 澱物の処理については，工場全体の不純物バランスを考慮し，特に砒素の負荷が問題とならなければ反射炉へ繰返し処理を行なった方が有価金属の回収上好ましい。

11.1.4 第3浄液工程（脱カドミウム工程）

現状分析

(1) 第2浄液後液にはカドミウムと亜鉛が残っており，亜鉛末を添加してカドミウムを沈澱除去する。

(2) 亜鉛末は表面が酸化されて反応しにくくなっているので，まず硫酸を加えて，pH 2 程度にしてから亜鉛末を添加する。反応後は pH 5～6になる。

(3) 亜鉛末の添加量は，カドミウムに対して重量比で 0.8 である。

(4) 液の分析は，1週間に1度である。

(5) これまでの作業環境のアルシンガス濃度の測定値は 0.142 mg/N㎥で，基準値の 0.3 mg/N㎥以下であった。

(6) 海綿カドミウムは，硫酸浸出後に亜鉛末で脱銅を行ない，さらに，$KMnO_4$ と $Ca(OH)_2$ で脱砒素，脱鉄の浄液を行ない，最後に亜鉛板でカドミウムを析出させ，金属カドミウムとして販売していたが，現在は市場が悪く海綿カドミウムの状態で積置している。

問題点

(1) 亜鉛末によるカドミウムの沈澱除去で最も問題となるのは，アルシンガスの発生である。測定値は低濃度になっているが，液中に砒素が 0.1 g/ℓ程度含まれており，硫酸を添加して pH 2にした後，亜鉛末をカドミウムに対して重量比 0.8（1.4倍当量）で添加するとアルシンガスが相当発生する危険性がある。

残存砒素濃度，低 pH，添加亜鉛末量が問題であると同時に，換気や管理も十分でない。また，液の分析頻度も少ない。

11.1.4 硫酸亜鉛晶出工程

現状分析

(1) 第3浄液後液中には，亜鉛が70 g/ℓ程度含まれているが，これを蒸気パイプ（蛇管）の入った濃縮槽で加熱蒸発し，液比重が1.53～1.60，亜鉛濃度が240～270 g/ℓまで濃縮する。

(2) 濃縮槽液量は，2.5～3 ㎥で2時間ごとに少量ずつ液を追加し，12時間続けた後，液を結晶槽へ移す。1日2回の操業である。

(3) 結晶槽は，水冷ジャケットの付いた2 ㎥の槽で，これに濃縮液を張り，3～4日放置し，液を冷却し硫酸亜鉛の結晶を析出させる。

(4) 結晶は，スコップにてかき出し，遠心分離機にて脱水後袋詰めを行ない出荷する。残液は通常濃縮槽へ戻すが，不純物の多い時は第2浄液槽へ戻す。

問題点

(1) 濃縮方法および晶出方法が単純ではあるが原始的な方法であり人手がかかりすぎている。

11.1.5 乾式工程

(1) 2次浸出滓は，おもに$PbSO_4$の澱物であるが，これを反射炉にて還元して鉛－ビスマス合金をつくる。

(2) 2次浸出滓は，そのままでは水分が40～50％含まれているので天日乾燥を行ない，水分8％程度としてから反射炉へ装入する。

(3) 還元剤としてコークスを2次浸出滓に対して10～12％を添加する。さらに不純物を鍰として抜くための造鍰剤としてNa_2CO_3を16～20％添加する。

(4) 反射炉は，2 m×4 mの大きさで重油のバーナーが3本付いている。

(5) 操業は，3交代で1方1サイクル行なう。

(6) 1回の原料装入は約3.5 tで，バーナーで100～200 kg/時6時間焚き，その後，レードルに1～1.3 tのPb－Bi合金を抜き出し，次に約2 tの鍰を抜く。これが1サイクルである。

(7) 現状の煙灰処理量（月当り約100 t）では，反射炉の稼動日数は年間100日強である。

(8) 排ガスは，上部にジャケットの付いたレンガの角煙道を通り，ダストはバグフィルターで捕集され，ブロワーを経由して煙突から放煙される。

(9) ダストは，原料に対して約11％の発生率で，これは1次浸出槽へ戻される。鍰は，現在積置きしている。鉛－ビスマス合金は，上海の貴金属製錬所へ販売されている。

問題点

(1) 2次浸出滓の乾燥を天日で行なっているため，降水時の流出損失とともに排水汚染の一

因となっている。

(2) 鍑の処理方法が確立していない。

11. 2 処理量と生産量

現状分析

(1) 1983 年の原料，中間品および製品の成分を表73に示す。

(2) 煙灰中の有価金属の移行率を表74に示す。

問題点

(1) 反射炉へ繰返しているFe As 澱物の発生率が大きい。

(2) 鉛ービスマス反射炉鍑は，現在処理されず，積置かれているが，これの発生率も大きい。

(3) 鉛とビスマスの鉛ービスマス合金への移行率が小さい。

表 73 転炉煙灰処理原料，中間品，製品の量と成分（%）

	量	Cu	Zn	Cd	Pb	Bi	As	In	Tℓ	Fe	Sn	SiO_2
転炉煙灰	1165.4	2.155	9.898	0.553	29.46	6.223	3.68	0.04	0.04	1	2	
2次浸出滓	700.1	0.3 ~0.6	1.0 ~1.3	0.2 ~0.4	40~50	6 ~10	4~8					4~8
沈澱銅	35.5	60~70					3~5			20		
Fe As 澱物	350		3~6	0.3 ~0.4			2~8			4~6		
海綿 Cd	6.2	1	30	60								
硫酸亜鉛	461.4											
Pb－Bi 合金	274.0				80	20						
Pb－Bi 反射炉鍑	525.5	0.84	1.57	0.29	12.88	0.22	4.39				1	
Pb－Bi 反射炉ダスト	77			1.0 ~1.5	45~50	1 ~1.5	15~19				1.2 ~2.5	

表 74　煙灰中の有価金属の移行率

	煙　灰	沈澱銅	Fe As 澱物	海綿 Cd	硫酸亜鉛	Pb−Bi 合金	反射炉鍞	大　気	その他
Cu	t 25.108	19.867					4.41		0.831
	100 %	79.1					17.6		3.3
Zn	t 115.319		18.279		87.843		8.258		0.939
	100 %		15.9		76.2		7.2		0.8
Cd	t 6.441		1.31	2.924		0.151	1.513	0.072	0.471
	100 %		20.3	45.4		2.3	23.5	1.1	7.3
Pb	t 343.135		8.135			232.19	67.69	2.80	32.38
	100 %		2.4			67.7	19.7	0.8	9.4
Bi	t 72.496		3.429			64.09	1.14	0.063	3.77
	100 %		4.7			88.4	1.6	0.09	5.2
As	t 42.867		18.196	1.178			23.07	0.943	
	100 %		42.5	2.8			53.8	2.2	

11. 3　エネルギー消費量および原単位

現状分析

(1)　転炉煙灰処理工場でのエネルギー消費量は，規格石炭換算で年間 1308 t である。これは，工場全体の 1.26 %を占める。その内訳を表75に示す。

表 75　転炉煙灰処理工場のエネルギー消費量

	石　炭 *1 (t)	電　力 (万 kWh)	重　油 (t)	直接水 (t)	コークス (t)	酸　素 (ボンベ本)	ガソリン (t)
使用量	734.40	18.8942	289.99	104,230	7.82	147	0.117
*1 石炭換算(t)	734.40	76.333	456.168	27.412	7.609	1.01	0.177
割　合 (%)	56.35	5.86	35.00	2.10	0.58	0.08	0.01
価　格 (元)	48,948.48	15,493.24	62,059.79	11,465.3	782	1,029	115.6

＊1.　規格石炭（7,000 Kcal/kg）　　1984 年実績

(2) 鉛－ビスマス合金と硫酸亜鉛の原単位

コークス	380 ～ 400 kg/t－合金
$NaCO_3$	600 ～ 650 kg/t－合金
重　油	900 ～ 1,000 kg/t－合金
亜鉛末	7.2 kg/t－$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$
$KMnO_4$	1.9 kg/t－$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

問題点

(1) 第2浄液（脱FeAs）工程では温度85℃以上で行なっている事や濃縮槽で沸騰蒸発を行なっていることにより蒸気の使用量が多く，したがって，石炭の消費量が多い。

12. 構 内 搬 送

現状分析

12.1 輸送設備

鉄道，道路輸送状況は「第Ⅱ編 1.4 鉄道・道路・輸送状況」を参照のこと。

12.2 原材料，製品の輸送方法

- 銅精鉱，溶剤，石炭 …… 鉄道による貨車輸送
- 製品粗銅 …… 〃
- 硫　　酸 …… 〃
- 水 砕 鍰 …… 主に貨車輸送，一部車輸送

問題点

特になし。