

国際協力事業団

中華人民共和国

国務院經濟貿易弁公室

中華人民共和国
工場（太原西山石膏）近代化計画
調査報告書

1993年1月


小野田エンジニアリング株式会社

工計工

CR(3)

92-203

中華人民共和国
工場（太原西山石膏）近代化計画
調査報告書

JICA LIBRARY

1107760191

1993年1月

小野田エンジニアリング株式会社

国際協力事業団

25414

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国において工場（太原西山石膏）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、小野田エンジニアリング株式会社 鳥谷部 良氏を団長とする調査団を、1992年3月5日から同年3月25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経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が工場（太原西山石膏）の近代化計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展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、外務省及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。

1993年 1月

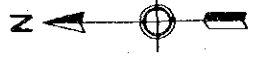
国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

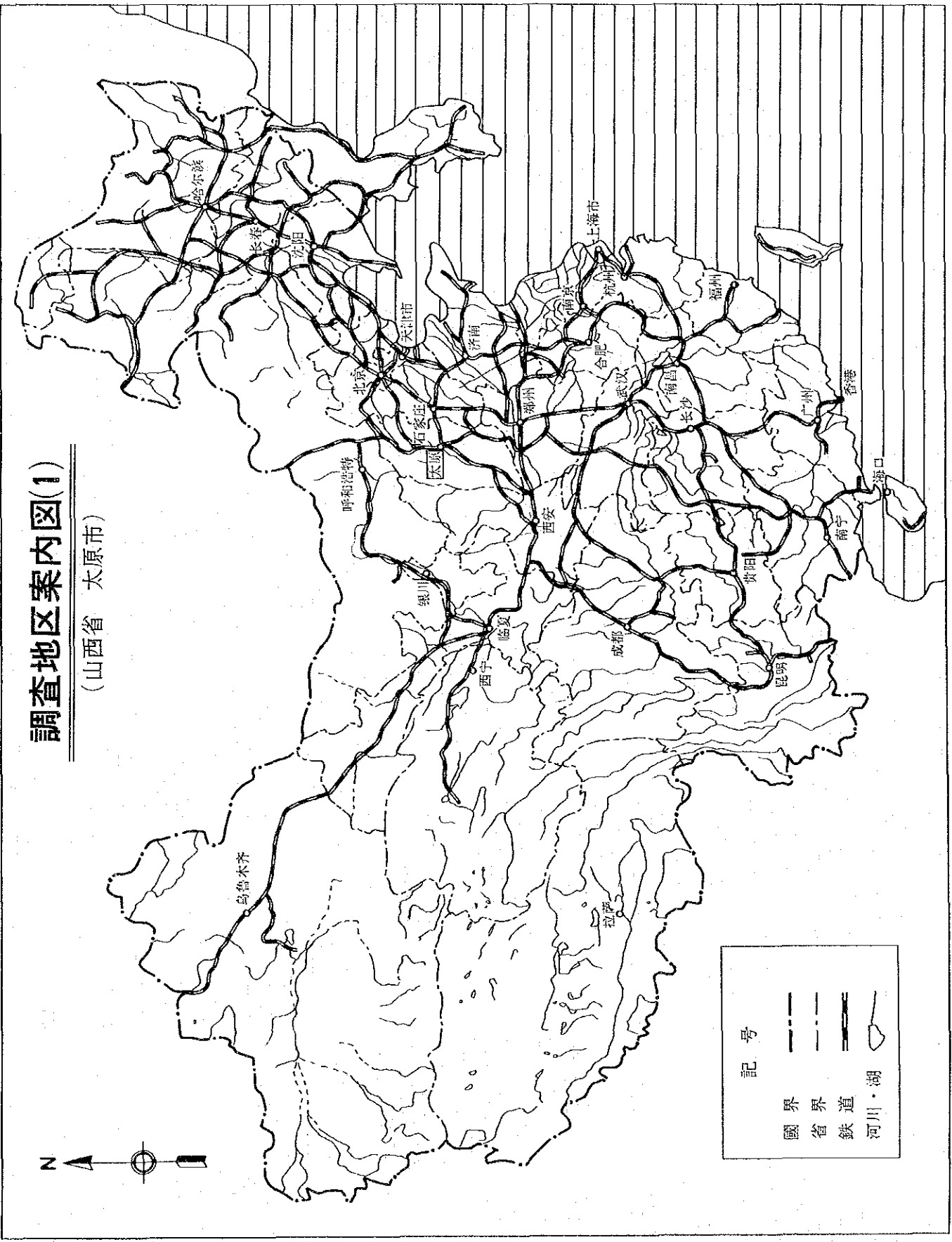
柳谷謙介

調查地区案内图(1)

(山西省 太原市)



記号	
——	國界
- - -	省界
≡≡≡	鐵道
~~~~~	河川・湖







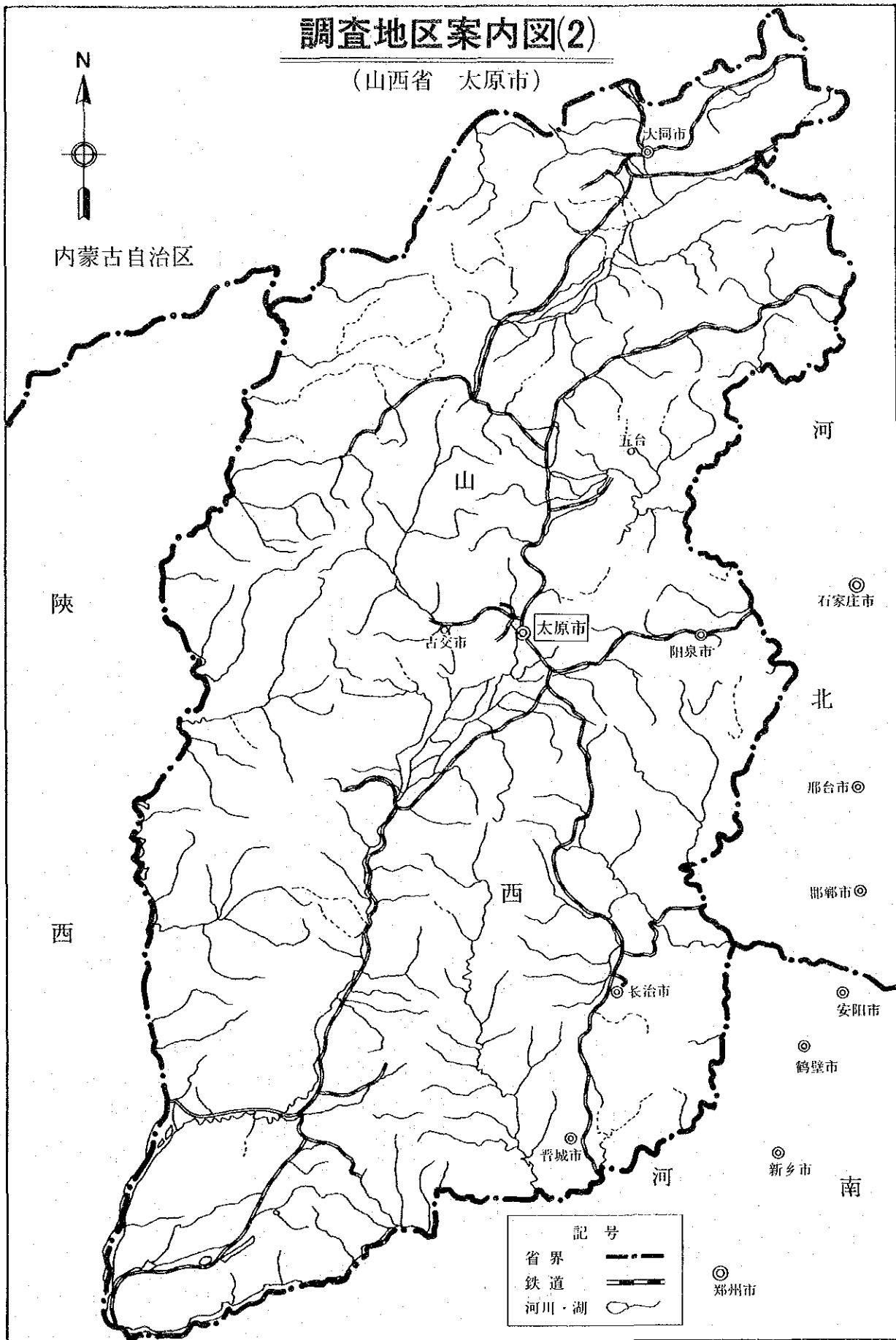
# 調查地区案内图(2)

(山西省 太原市)

N



内蒙古自治区



記号

- 省界
- 铁道
- 河川·湖

◎ 郑州市



# 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務院生産弁公室が、1992年1月29日付で署名した「中華人民共和国 工場（太原西山石膏）近代化計画調査実施細則」に基づき実施したものである。

#### (2) 調査の目的

既存設備の利用に重点をおいた、生産工程と生産管理、および工場が計画している生産能力増強と製品の多品種化・品質向上計画に関する近代化計画を提案する。

#### (3) 調査対象工場および対象製品

対象工場 : 太原西山石膏工場

対象製品 :  $\beta$ 型半水石膏粉および石膏プラスター

#### (4) 現地調査

鳥谷部 良（小野田エンジニアリング株式会社）を団長として、団長・団員5名（内 通訳1名）で、1992年3月5日から3月25日迄の21日間現地調査を実施した。

#### (5) 工場概要（石膏製品工場）

設 立 : 1982年

敷地面積 : 11,750 m²

従業員数 : 52名（鉱山関係を含めた従業員総数は610名）

主要製品 : 生石膏粉、 $\beta$ 型半水石膏粉、焼成石膏、石膏ホローブロック、繊維石膏板

## 2. 近代化計画

現在、中国は建築用材料として赤レンガが多用されている。しかし、この原料として耕地の表土が使用され、農業に悪影響をおよぼすので、他の建材を使用することが国家的に奨励されている。そのため、建築資材としての石膏製品の需要が伸長するものと考えられる。

また、生活様式の変化に伴い、食器など従来の陶器に加え、衛生陶器など新たな陶磁器製品の需要も増加している。したがって、その製造過程で使用される石膏型の材料である型材用石膏の需要増加も見込まれる。

更に、中国では建築物の高層化に伴い新建材の需要が生じており、太原西山石膏工場としても将来の製品として石膏系建材設備について検討する計画を有している。

このような状況の下で、当工場が将来中国における石膏製品の主要供給工場の一つとなるための礎を築くことが今回の近代化の目的である。

当工場は1982年に建設されて以来、設備の改善は実施されていない。そこで、この設備を有効に利用し、所期の生産量と製品品質を達成することが今回の近代化計画の重要な課題である。

### (1) 生産工程面の近代化

工場の近代化計画の目標に対し

- ① 製造の方式
- ② 生産能力
- ③ 品質向上のためのプロセスと生産設備

の3つの観点から、製造の各工程について検討し、生産方式の改善と設備の改善、増強案を提案した。

設備の改善、増強案の主な内容は

- ① 原料の一次破碎設備、粉碎設備の新設、改造
- ② 焼成設備の改造
- ③ 焼石膏粉碎設備、混合設備の新設
- ④ 製品包装設備の新設
- ⑤ 各種計測装置の新設
- ⑥ 電気・制御設備の更新

である。

2系統ある製造設備は、製品の多品種化に対応するため、製品品種別毎の専用設備とすることを提案した。

また、近代化実施方法として、現実的かつ実現性の高い方策として段階的な設備増強方式を提案した。

#### (2) 生産管理面の近代化

生産計画・日程管理、調達管理、在庫管理、工程管理、品質管理、安全管理、設備管理、教育・訓練・環境対策に関し、日本の同業企業の経験と実績に基づき、中国で実施可能と考えられる対応策を提案した。

特に、品質向上達成のための生産方式の改善に伴い、各生産工程毎の管理を中心とした管理システムの改善策を提示した。

#### (3) 近代化に必要な経費

工事の実施時期をずらし、第一期と第二期で本設備近代化を達成する方式での段階的な設備の近代化を前提とし、必要経費を試算し下表のとおり提示した。また、この経費は海外調達費（日本からの調達に要する費用）と国内調達費（中国での調達に要する費用）から成り、これらを加算した額が総経費となる。

項目 \ 調達区分	海外（日本）調達費 （百万円）	国内調達費 （千元）
第一期	264	4,265
第二期	62.3	660
合計	326.3	4,925

注）経費の算定条件など詳細については第11章参照

尚、初期投資を最小にする方策を検討し、代替案として提示している。

#### (4) 近代化の実施スケジュール

工場近代化計画の実施方法に関し、段階的近代化の考え方について提案した。

また工期については、工事工程計画表を提示している。

### 3. 近代化計画実施上の留意点

工場が目標としている近代化計画は、近代的な設備導入だけで達成できるものではない。石膏原石販売にのみ依存することなく、付加価値の高い製品を効率良く製造することが必要である。

また、設備近代化を一つの契機として、人と組織の活性化を図って、全社的な近代化に取り組まなければならない。

当工場が、近代化計画の目標を達成するためには、次のような改善努力が不可欠である。

- (1) 工場近代化のもとに、従業員の意識の統一と向上を図る。
- (2) 工場全体の生産性と品質のレベルを上げる努力をする。
- (3) 近代化設備計画において、システムとして設計を行う。
- (4) 拡販によるだけでなく、原価低減と製品品質向上により利益率の向上に努める。
- (5) 十分な市場調査を行うと共に宣伝・広告・説明会を通じ市場の開発に努める。
- (6) 工場近代化を円滑且つ効率よく実施するため、プロセス及び製品の研究を行う。



中華人民共和國  
工場(太原西山石膏)近代化計画  
調査報告書



## 目 次

第I編 序 論 .....	I - 1
1. 調査の背景 .....	I - 1
2. 調査の目的 .....	I - 1
3. 調査の対象工場および対象製品 .....	I - 1
4. 調査の対象範囲 .....	I - 1
5. 調査団の編成、日程、太原西山石膏礦主要面談者 .....	I - 2
第II編 工場の社会的環境と工場概況 .....	II - 1
第1章 山西省・太原市の概要 .....	II - 1
1-1 山西省の概要 .....	II - 1
1-1-1 山西省の地勢 .....	II - 1
1-1-2 山西省の気象条件 .....	II - 1
1-1-3 山西省の社会的環境 .....	II - 1
1-1-4 山西省の産業・経済 .....	II - 1
1-2 太原市の概要 .....	II - 3
1-2-1 太原市の地勢 .....	II - 3
1-2-2 太原市の気象条件 .....	II - 3
1-2-3 太原市の社会的環境 .....	II - 5
1-2-4 太原市の産業・経済 .....	II - 5
第2章 中国の石膏産業の概要 .....	II - 7
2-1 概要 .....	II - 7
2-2 製品の種類 .....	II - 7
2-3 製品の需要と供給 .....	II - 8
2-4 製品の価格 .....	II - 8
2-5 将来需要予想 .....	II - 9
2-6 石膏工場の分布 .....	II - 9

第3章 太原西山石膏礦の概要 .....	II-11
3-1 概要 .....	II-11
3-2 工場配置 .....	II-13
3-2-1 石膏製品工場敷地 .....	II-13
3-2-2 主な建物 .....	II-13
3-2-3 石膏鉱山 .....	II-13
3-3 製品および生産能力、販売実績 .....	II-15
3-3-1 製品の種類 .....	II-15
3-3-2 年間生産能力 .....	II-15
3-3-3 販売実績 .....	II-15
3-4 生産設備 .....	II-16
3-4-1 主要生産設備 .....	II-16
3-4-2 電気設備 .....	II-17
3-4-3 試験設備 .....	II-20
3-5 組織および人員 .....	II-22
3-5-1 組織と人員構成 .....	II-22
3-5-2 勤務体制 .....	II-23
3-6 原料の調達 .....	II-24
3-6-1 原料 .....	II-24
3-6-2 材料 .....	II-28
3-7 販売 .....	II-29
3-7-1 販売方法 .....	II-29
3-7-2 今後の需要予想 .....	II-29
3-7-3 販売計画 .....	II-29
3-7-4 製品競争力 .....	II-31
3-8 問題点 .....	II-32
第4章 生産工程の現状と問題点 .....	II-33
4-1 生産工程概要 .....	II-33

4-1-1	生産設備の概要	II-33
4-1-2	現在稼働中の焼成設備	II-33
4-1-3	近代化対象設備	II-34
4-1-4	近代化対象設備の概要	II-35
4-1-5	近代化対象設備の既存機器仕様	II-35
4-2	原料受入工程	II-47
4-2-1	現状	II-47
4-2-2	考察と問題点	II-47
4-3	原料粉碎工程	II-48
4-3-1	1号系統の現状	II-48
4-3-2	2号系統の現状	II-51
4-3-3	考察	II-53
4-3-4	問題点	II-54
4-4	焼成工程	II-56
4-4-1	1号系統の現状	II-56
4-4-2	2号系統の現状	II-60
4-4-3	2号系統実運転の状況	II-62
4-4-4	考察	II-67
4-4-5	問題点	II-69
4-5	仕上げ粉碎・混合工程	II-71
4-5-1	現状	II-71
4-5-2	考察と問題点	II-71
4-6	包装・入出庫	II-72
4-6-1	現状	II-72
4-6-2	考察と問題点	II-73
4-7	電気設備	II-74
4-7-1	現状	II-74
4-7-2	考察と問題点	II-74

第5章 生産管理の現状と問題点 .....	II-75
5-1 調達管理 .....	II-75
5-1-1 現状 .....	II-75
5-1-2 問題点 .....	II-75
5-2 在庫管理 .....	II-76
5-2-1 現状 .....	II-76
5-2-2 問題点 .....	II-76
5-3 工程管理 .....	II-77
5-3-1 現状 .....	II-77
5-3-2 問題点 .....	II-79
5-4 品質管理 .....	II-81
5-4-1 現状 .....	II-81
5-4-2 問題点 .....	II-82
5-4-3 石膏の品質 .....	II-82
5-4-4 石膏の品質試験結果 .....	II-85
5-4-5 石炭の品質 .....	II-104
5-5 安全管理 .....	II-105
5-5-1 現状 .....	II-105
5-5-2 問題点 .....	II-105
5-6 設備管理 .....	II-106
5-6-1 現状 .....	II-106
5-6-2 問題点 .....	II-106
5-7 教育・訓練 .....	II-107
5-7-1 現状 .....	II-107
5-7-2 問題点 .....	II-107
5-8 環境対策 .....	II-108
5-8-1 現状 .....	II-108
5-8-2 問題点 .....	II-108

第Ⅲ編 近代化計画 .....	Ⅲ-1
第6章 近代化計画の対象とその内容 .....	Ⅲ-1
第7章 近代化計画の構想 .....	Ⅲ-3
7-1 工場側の近代化構想 .....	Ⅲ-3
7-1-1 基本構想 .....	Ⅲ-3
7-1-2 生産能力の改造目標 .....	Ⅲ-3
7-1-3 近代化実現のために必要な設備と設備投資 .....	Ⅲ-4
7-1-4 近代化推進のために考慮すべき条件 .....	Ⅲ-4
7-2 工場側の近代化構想に対する対処策 .....	Ⅲ-5
7-2-1 生産計画 .....	Ⅲ-5
7-2-2 利益計画 .....	Ⅲ-5
7-2-3 製品品質の目標レベル .....	Ⅲ-6
7-3 近代化計画の重点課題 .....	Ⅲ-8
第8章 生産工程の近代化 .....	Ⅲ-11
8-1 生産工程概要 .....	Ⅲ-11
8-1-1 製品別専用製造設備 .....	Ⅲ-11
8-1-2 各工程毎の設備概要 .....	Ⅲ-11
8-2 生産工程近代化の前提条件 .....	Ⅲ-12
8-2-1 段階的近代化 .....	Ⅲ-12
8-2-2 設備系統の専用化 .....	Ⅲ-12
8-2-3 生産量の推移 .....	Ⅲ-12
8-3 原料受入工程 .....	Ⅲ-14
8-3-1 近代化の基本的考え方 .....	Ⅲ-14
8-3-2 1号、2号系統の近代化 .....	Ⅲ-14
8-3-3 改善実施に当たっての留意事項 .....	Ⅲ-14
8-4 原料粉碎工程 .....	Ⅲ-15
8-4-1 近代化の基本的考え方 .....	Ⅲ-15

8-4-2	1号系統の近代化	Ⅲ-15
8-4-3	2号系統の近代化	Ⅲ-18
8-4-4	改善実施に当たっての留意事項	Ⅲ-20
8-5	焼成工程	Ⅲ-21
8-5-1	近代化の基本的考え方	Ⅲ-21
8-5-2	1号系統の近代化	Ⅲ-21
8-5-3	2号系統の近代化	Ⅲ-27
8-5-4	改善実施に当たっての留意事項	Ⅲ-29
8-6	焼石膏粉碎・混合工程	Ⅲ-30
8-6-1	近代化の基本的考え方	Ⅲ-30
8-6-2	1号系統の近代化	Ⅲ-30
8-6-3	2号系統の近代化	Ⅲ-35
8-6-4	改善実施に当たっての留意事項	Ⅲ-38
8-7	包装・入出庫工程	Ⅲ-39
8-7-1	近代化の基本的考え方	Ⅲ-39
8-7-2	1号系統の近代化	Ⅲ-39
8-7-3	2号系統の近代化	Ⅲ-40
8-7-4	改善実施に当たっての留意事項	Ⅲ-41
8-8	熟成工程	Ⅲ-42
8-9	電気設備	Ⅲ-43
8-9-1	近代化の基本的考え方	Ⅲ-43
8-9-2	電源関係の近代化	Ⅲ-43
8-9-3	制御設備の近代化	Ⅲ-44
8-9-4	改善実施に当たっての留意事項	Ⅲ-44
8-10	土木建築工事	Ⅲ-45
8-10-1	土木建築工事仕様	Ⅲ-45
8-10-2	各建物および構造物の設計概要	Ⅲ-46
8-11	設備フローシートおよび計画図	Ⅲ-49
8-12	設備・機器仕様	Ⅲ-50
8-12-1	機械関係	Ⅲ-50



8-12-2 電気関係	Ⅲ-67
<b>第9章 生産管理の近代化</b>	<b>Ⅲ-71</b>
9-1 生産管理の概要	Ⅲ-71
9-1-1 管理項目	Ⅲ-71
9-1-2 生産管理会議の開催	Ⅲ-71
9-2 生産計画、日程管理	Ⅲ-73
9-2-1 生産計画	Ⅲ-73
9-2-2 日程管理	Ⅲ-73
9-2-3 要員計画	Ⅲ-79
9-3 調達管理	Ⅲ-80
9-3-1 原材料	Ⅲ-80
9-3-2 燃料	Ⅲ-80
9-3-3 予備品、消耗品、他	Ⅲ-81
9-3-4 管理項目内容・記録	Ⅲ-81
9-4 在庫管理	Ⅲ-82
9-4-1 原料石膏	Ⅲ-82
9-4-2 製品	Ⅲ-82
9-4-3 管理項目内容・記録	Ⅲ-83
9-5 工程管理	Ⅲ-84
9-5-1 基準書、標準書、要領書等の整備	Ⅲ-84
9-5-2 運転結果の記録と保管	Ⅲ-85
9-6 品質管理	Ⅲ-86
9-6-1 品質基準	Ⅲ-86
9-6-2 製品の期待品質	Ⅲ-88
9-6-3 品質管理項目・方法	Ⅲ-89
9-7 安全管理	Ⅲ-90
9-7-1 設備、作業環境の安全化	Ⅲ-90
9-7-2 安全教育	Ⅲ-91
9-7-3 安全推進	Ⅲ-92

9-8	設備管理	Ⅲ-93
9-8-1	設備台帳	Ⅲ-93
9-8-2	性能基準	Ⅲ-94
9-8-3	点検検査基準表	Ⅲ-94
9-8-4	検査記録	Ⅲ-94
9-8-5	給油脂基準	Ⅲ-95
9-8-6	検査設備の管理	Ⅲ-95
9-8-7	図面類の管理	Ⅲ-95
9-9	教育・訓練	Ⅲ-97
9-9-1	O J T教育	Ⅲ-97
9-9-2	O F F - J T教育	Ⅲ-98
9-10	環境対策	Ⅲ-99
第10章	近代化の実施スケジュール	Ⅲ-101
第11章	近代化に必要な経費	Ⅲ-105
11-1	経費のまとめ	Ⅲ-105
11-2	経費の試算	Ⅲ-106
11-2-1	経費の範囲及び調達区分	Ⅲ-106
11-2-2	経費の算定条件	Ⅲ-107
11-3	経費についての見解	Ⅲ-108
11-4	代替案	Ⅲ-109
11-4-1	代替案A	Ⅲ-109
11-4-2	代替案B	Ⅲ-110
第12章	近代化実施上の留意点	Ⅲ-113
第13章	結論と勧告	Ⅲ-115
13-1	結論	Ⅲ-115
13-2	勧告	Ⅲ-120

## 添付資料

1. 太原市気象資料 .....	添-1
2. 原材料、製品等の価格 .....	添-3
3. 石膏会社にかかる税金 .....	添-9
4. 太原西山石膏礦「水質検査表」 .....	添-10
5. 太原西山石膏礦「安全管理」 .....	添-12
6. 品質管理標準 .....	添-17
7. 工場に適用される環境基準 .....	添-19
8. 北京市陶磁器工場訪問報告書 .....	添-21
9. 太原磁山機器工場訪問報告書 .....	添-24
10. 太原市建材工業建築設計室 .....	添-26
11. 太原ボイラー補機設備工場訪問報告書 .....	添-31
12. 太原西山石膏礦からの受領資料 .....	添-33

## 写真集

## 図面集

## 表 目 次

表3-1	販売実績 .....	Ⅱ - 15
表3-2	1号、2号系統生産設備 .....	Ⅱ - 16
表3-3	石膏生産量 .....	Ⅱ - 27
表4-1	1号系統機器仕様（現状） .....	Ⅱ - 36
表4-2	2号系統機器仕様（現状） .....	Ⅱ - 41
表5-1	工業用及び建築用石膏石敏物成分と結晶水 .....	Ⅱ - 81
表5-2	建築用石膏の強度 .....	Ⅱ - 81
表5-3	建築用石膏の粉末度 .....	Ⅱ - 82
表5-4	建築用石膏の凝結時間 .....	Ⅱ - 82
表5-5	石膏原石化学分析値 .....	Ⅱ - 86
表5-6	粉碎生石膏化学分析値 .....	Ⅱ - 86
表5-7	焼成石膏化学分析値 .....	Ⅱ - 87
表5-8	嵩密度 .....	Ⅱ - 87
表5-9	粉碎生石膏粉末度 .....	Ⅱ - 87
表5-10	焼成石膏粉末度 .....	Ⅱ - 88
表5-11	X線回折分析の結果 .....	Ⅱ - 90
表5-12	示差熱分析の結果 .....	Ⅱ - 99
表5-13	物理試験結果 .....	Ⅱ - 103
表5-14	太原西山石炭の品質 .....	Ⅱ - 104
表7-1	工場近代化の方策 .....	Ⅲ - 9
表8-1	1号系統を兼用設備とした場合の生産量試算 .....	Ⅲ - 13
表9-1	第一期階段での要員数 .....	Ⅲ - 79
表9-2	第二期段階での要員数 .....	Ⅲ - 79
表9-3	原料石膏粉粉末度（日本の場合） .....	Ⅲ - 87
表9-4	陶磁器特級粉末度（日本の場合） .....	Ⅲ - 87
表9-5	品質管理のための検査項目および方法 .....	Ⅲ - 89
表10-1	工事工程計画表 .....	Ⅲ - 102
表10-2	生産管理近代化の実施スケジュール .....	Ⅲ - 103

表11-1 近代化に必要な経費まとめ .....	Ⅲ-105
表11-2 経費の範囲および調達区分 .....	Ⅲ-106
表11-3 代替案Aの場合の経費まとめ .....	Ⅲ-109
表11-4 代替案Bの場合の経費まとめ .....	Ⅲ-110

## 目 次

図1-1	太原市街図	.....	II - 4
図3-1	石膏製品工場配置図	.....	II - 14
図3-2	石膏製品工場の組織図と人員構成	.....	II - 22
図3-3	太原西山石膏礦位置図	.....	II - 25
図4-1	1号系統原料粉碎工程フロー（現状）	.....	II - 48
図4-2	2号系統原料粉碎工程フロー（現状）	.....	II - 51
図4-3	1号系統焼成工程フロー（現状）	.....	II - 56
図4-4	ホットピット寸法図	.....	II - 59
図4-5	2号系統焼成工程フロー（現状）	.....	II - 60
図4-6	実運転の温度測定位置図	.....	II - 65
図4-7	ケトル寸法図	.....	II - 67
図4-8	包装・入出庫工程フロー（現状）	.....	II - 72
図5-1	中国西山石膏礦 雪花石膏	G _{R-1} .....	II - 91
図5-2	中国西山石膏礦 透明石膏	G _{R-2} .....	II - 92
図5-3	中国西山石膏礦 3月13日原料	G _{P-1} .....	II - 93
図5-4	中国西山石膏礦 3月14日原料	G _{P-2} .....	II - 94
図5-5	中国西山石膏礦 3月13日焼成品	G _{C-1} .....	II - 95
図5-6	中国西山石膏礦 3月14日焼成品	G _{C-2} .....	II - 96
図5-7	中国西山石膏礦 焼成品（1月25日）	G _{C-3} .....	II - 97
図5-8	中国平邑 $\alpha$ 石膏	G _{C-4} .....	II - 98
図5-9	中国西山石膏礦 3月14日原料	G _{P-2} .....	II - 100
図5-10	中国西山石膏礦 3月14日焼成品	G _{C-2} .....	II - 101
図5-11	中国平邑 $\alpha$ 石膏	G _{C-4} .....	II - 102
図8-1	1号系統 原料粉碎工程フロー	.....	III - 16
図8-2	2号系統 原料粉碎工程フロー	.....	III - 19
図8-3	1号系統 焼成工程フロー	.....	III - 22
図8-4	ケトル釜底構造図	.....	III - 24
図8-5	豎煙道構造図	.....	III - 26

図8-6	2号系統焼成工程フロー	Ⅲ-28
図8-7	1号系統焼石膏粉碎・混合工程フロー（第一期）	Ⅲ-32
図8-8	1号系統焼石膏粉碎・混合工程フロー（第二期）	Ⅲ-33
図8-9	2号系統焼石膏粉碎・混合工程フロー（第一期）	Ⅲ-36
図8-10	2号系統焼石膏粉碎・混合工程フロー（第二期）	Ⅲ-37
図8-11	1号系統包装・入出庫工程フロー	Ⅲ-39
図8-12	2号系統包装・入出庫工程フロー	Ⅲ-40
図9-1	第一期段階での運転タイムチャート	Ⅲ-75
図9-2	第二期段階での運転タイムチャート	Ⅲ-77





# 第 I 編

## 序 論



## 第1編 序 論

### 1. 調査の背景

中華人民共和国は1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制のもとで経済開発のため、工業の活性化に取り組むとともに1982年の党大会で西暦2000年までに農工生産を1980年の4倍に拡大するとの目標を発表した。

さらに、同国政府はこの目標の一環として投資効果の高い既存工場の近代化を図ることとし、わが国にたいして協力を要請してきた。

本調査は同国政府の要請に基づき、国際協力事業団が中華人民共和国国務院生産弁公室と署名した1992年1月29日付の「中華人民共和国工場（太原西山石膏）近代化計画調査実施細則」に基づいて実施したものである。

### 2. 調査の目的

太原西山石膏工場の工場診断を行いその結果に基づいて既存設備の有効利用に重点をおいた生産能力、生産工程及び生産管理の向上、改善に関する現実的かつ可能性の高い近代化計画を提案することを目的とする。

### 3. 調査の対象工場および対象製品

本調査の対象とする工場及び製品は次の通りである。

対象工場：太原西山石膏工場

対象製品： $\beta$ 型半水石膏粉及び石膏プaster

### 4. 調査の対象範囲

調査対象の範囲は次の通りである。

#### (1) 工場の概要調査

(i) 工場配置

(ii) 生産品目及び生産能力

(iii) 製造設備

(iv) 組織及び人員

(v) 材料

- (vi) 生産計画及び生産実績
- (vii) 販売
- (2) 生産工程調査
  - (i) 原料受け入れ
  - (ii) 粉砕工程
  - (iii) 焼成工程
  - (iv) 熟成工程
  - (v) 包装・入出庫
- (3) 生産管理調査
  - (i) 調達管理
  - (ii) 在庫管理
  - (iii) 工程管理
  - (iv) 品質管理
  - (v) 安全管理
  - (vi) 設備管理
  - (vii) 教育・訓練
  - (VIII) 環境対策
- (4) 中国側の工場近代化計画に係わる確認調査

5. 調査団の編成、日程、太原西山石膏礦主要面談者

現地調査団は、1992年3月5日から3月25日にかけて現地調査を実施した。調査団の編成、調査日程及び太原西山石膏礦の主要面談者はつぎの通りである。

(1) 現地調査団の編成

団長	鳥谷部 良	小野田エンジニアリング株式会社	総 括
団員	酒井 康輔	丸石石膏株式会社	生産工程
団員	久保 頼生	小野田エンジニアリング株式会社	設備積算
団員	高田 俊二	小野田エンジニアリング株式会社	生産管理
団員	杉浦 正子		通 訳

(2) 現地調査の日程

1992年3月5日 移動(東京→北京)  
国際協力事業団 北京事務所に報告

3月6日 北京市陶磁器工場調査

3月7日 移動(北京→太原)

3月8日～12日 太原西山石膏礦・石膏工場調査

3月13日～14日 石膏工場2号系統ケトル焼成実験調査

3月15日 太原礮山機器工場調査

3月16日 太原市建材工業建築設計室調査及び太原ボイラー補機  
設備工場調査

3月17日～22日 太原西山石膏礦・石膏工場調査

3月23日 移動(太原→北京)  
中華人民共和国 国家計画委員会に報告

3月24日 国際協力事業団 北京事務所に報告

3月25日 移動(北京→東京)

(3) 太原西山石膏礦の主要面談者

工場長	袁 章成	
副工場長	武 民敬	工場近代化委員会主管
副所長	楊 箴珪	分析化学担当
副所長	崔 萬虎	製品工芸担当
	高 美英	分析化学担当
	趙 宇龍	電気担当
	龐 琲驥	通 訊



## 第 II 編

### 工場の社会的環境と工場概況





## 第 II 編 工場の社会的環境と工場概況

### 第 1 章 山西省・太原市の概要

#### 1-1 山西省の概要

山西省は華北平原以西、黄土高原東部に位置している。また河北省、河南省、陝西省及び内蒙古自治区とも隣接する。太行山以西にあるため山西省と言う。春秋時代（BC770～403）は晋国に属していたので“晋”と言うこともある。

首府は太原市に置かれている。

##### 1-1-1 山西省の地勢

山西高原と通称されるように海拔 1,000m、地表は深い黄土層で覆われている。東西両側はほとんど山地で間に盆地が点々と並ぶ。山地、高原、丘陵が全体の72%を占め残り28%は盆地である。

中部にある盆地は断層陥没により形成され東北から西南に大同、忻県、太原、臨汾、運城などの盆地がある。盆地の海拔は 1,000mから250mとなっている。

太原盆地は北に太原市北の上藍村から、南へ介休西南義棠まで、総面積は15,320平方kmある。その内平野が三分の一を占める。

##### 1-1-2 山西省の気象条件

温帯～暖温帯、半湿潤～半乾燥の大陸性モンスーン気候である。海拔が高く東西を山で囲まれていることにより、同緯度の華北平原と比べて気温が低く、降水量が少なく冬季が長く夏の酷暑があまりない。

##### 1-1-3 山西省の社会的環境

人口は 2,774万人。（1990年）

交通は主に鉄道が使用されその他自動車道路、航空路も使用される。

##### 1-1-4 山西省の産業・経済

山西省の主要産業としては次のようなものが挙げられる。

### (1) 鉱業

石炭の埋蔵量は中国内の重要な位置を占め石炭供給基地となっている。種類が多く品質も高い。有煙炭がもっとも多くそのほとんどは大同、太原西山、陽泉に産出する。大同は重要な動力石炭の産出地であり、陽泉の無煙炭は早くから全国的に名前を知られている。

このほかに重要な産炭地として古交、汾西、路安、晋城、軒崗、霍州などがある。

鉄鉱も種類が多く広く分布している。主に繁峙、陽泉、晋城と呂梁山などに産出する。

### (2) 工業

重工業は主に太原、陽泉、長治にある。

巻き上げ機械、鉱山機械、圧延機械、紡績機械等を製作する全国的に重要な位置にある。

### (3) 農業

乾燥地帯であり且つあまり肥沃ではない。

主として麦や高粱を産する。

## 1-2 太原市の概要

太原市は山西省の中部にある太原盆地の北端に位置し汾河の兩岸に跨がっている。省内の政治、経済、文化と交通の中心である。重工業が発達し軽工業も種類が多く省内最大の工業都市である。千年近い歴史があり市西南25kmには著名な名勝古刹「晋祠」がある。

### 1-2-1 太原市の地勢

太原市の面積は 6,908平方km、平均標高は海拔 777.9mである。

太原市は東北西を山に囲まれ南は開けている。

### 1-2-2 太原市の気象条件

最低温度の月平均温度      - 7.5℃      最低温度      -25.5℃

最低温度の月平均相対湿度      55%

最高温度の月平均温度      +23.9℃      最高温度      +39.4℃

最高温度の月平均相対湿度      69%

年総降水量      438.6mm

月最高降水量      99.4mm

1時間降水量      24.4mm

最大積雪量（深さ）      16cm

最大凍土層深さ      77cm

平均風速      夏      2.1m/s

冬      2.2m/s

主な風向及び頻度      夏      (7月) C19 S 8 NW 8

冬      (1月) C24 S 9 NW 9

S = 南 N = 北 W = 西 C = 静止風速 < 2 m/s

尚、詳細については「添付資料1 太原市気象資料」を参照のこと。

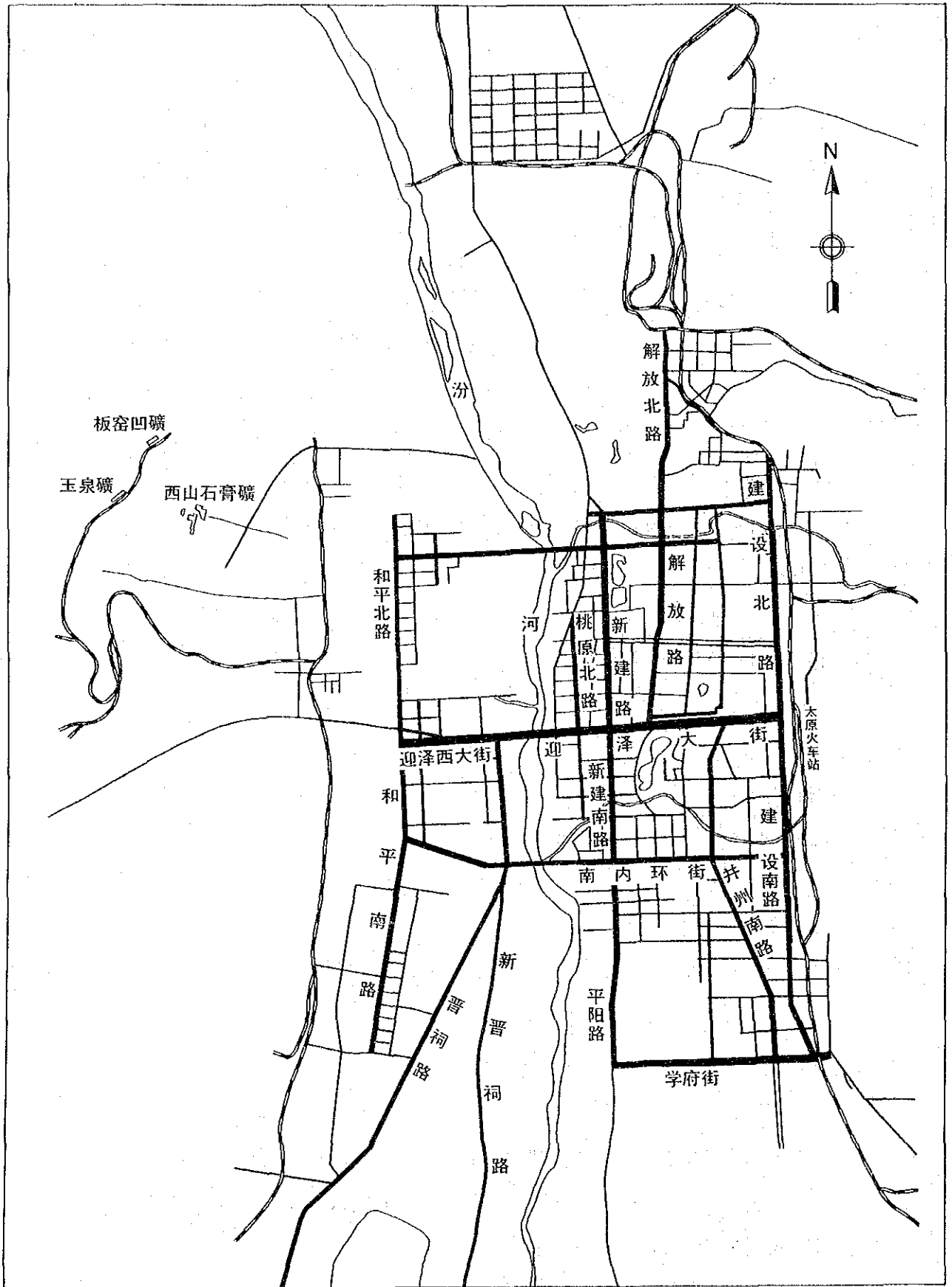


图 1-1 太原市街图

### 1-2-3 太原市の社会的環境

人口は224万人。(1990年)

山西省の首府であり、学術・文化の中心である。都市は優美で観光地も多い。

### 1-2-4 太原市の産業・経済

山西省の政治、経済、文化と交通の中心である。重工業が発達し軽工業も種類が多く山西省最大の工業都市である。



## 第2章 中国の石膏産業の概要

### 2-1 概要

中国は石膏資源が豊富で天然石膏の鉱床が多く分布範囲も非常に広い。

天然石膏の種類は繊維石膏、透明石膏、雪花石膏の普通天然石膏と硬石膏がある。

中国の石膏の年間生産利用は1千万Ton余りに達し世界の中でも10位に入る。

現在、県営の石膏鉱山は30ヵ所以上ある。

石膏の使用構造は発展途上国型に属し主にセメント工業の凝結遅延剤として使用され年産生産量の90%を占める。その他の10%はさらに加工され又はその他の業界で使用される。

石膏製品は従来の生石膏粉と焼石膏粉から現在のような石膏ボード、石膏ブロック、ホローブロックと装飾用石膏プラスター等の建材用並びに陶磁器型材用等に発展した。

### 2-2 製品の種類

種類としては石膏原石、石膏粉及び石膏建材がある。

石膏原石の90%はセメント工業に使用されその他は加工される。

石膏粉は生石膏粉、焼石膏粉があり、焼石膏粉には陶磁器型材用と建材用がある。

石膏建材には、石膏ボード、繊維質石膏ボード、石膏ブロック、ホローブロックや装飾用石膏ボード等がある。

### 2-3 製品の需要と供給

セメント産業に使用される石膏は石膏鉱山により生産、供給され基本的に国内需要が満たされている。

焼石膏粉は需要を満たしていないし又品質も生産量も十分なレベルに到達していない。焼石膏粉もおもに石膏鉱山にある工場で生産供給される。

石膏製品の石膏ボード、石膏ブロック、ホローブロックは主に高層建築と高級住宅に使用される。従って主な需要は大都会にあり、全般的に供給が需要を満たすことはできない。

装飾用石膏ボードの需要は更に大きい。これらも石膏工場で生産されている。

### 2-4 製品の価格

全国石膏鉱山の製品価格は地域や品質によって異なるが平均的なものは次の通りである。(何れも工場出荷価格)

繊維石膏	130元/Ton
普通天然石膏	40元/Ton
装飾用ボード	5.6元/m ²
石膏ボード	10元/m ²
石膏ブロック	15~20元/m ²
ホローブロック	15~20元/m ²



## 2-5 将来の需要予想

セメント生産が建設材料の中で優先的に伸びているのでこれに伴って石膏生産量の予想は毎年6～7%で伸びるものと予想されている。

2000年までに年産1,570万Ton以上に達する。※

経済の発展と生活の向上に伴い衛生陶器やその他陶器用型材石膏および各種石膏系建材など石膏製品の用途は更に増加するものと考えられる。

注※

中国のセメント生産量は1988年度で  $205 \times 10^6$  Ton/年である。

これに必要な石膏の量は約715万Ton/年である。

これが近年6.5%で伸びると2000年には約1,570万Ton/年に達する。

## 2-6 石膏工場の分布

石膏資源の分布は非常に広く黒龍江省、福建省、浙江省の3省を除き全国に分布している。これらの資源は全てその付近に建設されている工場により開発され利用されている。

主として湖北省、山西省、湖南省、甘肅省、チベット及び雲南省等に建設されている。



### 第3章 太原西山石膏礦の概要

#### 3-1 概要

太原西山石膏礦は山西省の首府太原市河西区万柏林地区にある。市中心から10km以内にあり2本の専用鉄道線と中国全土の鉄道がつながっている。交通の便としては自動車道路が良い。

太原市はエネルギー資源に近く且つ重化学工業基地に位置しているため当礦としては電力、燃料などエネルギーは豊富で水源、ガス、通信の便も良く環境には恵まれている。当礦は1952年に設立され、雪花青石膏（雪花石膏）を生産する中国々内の主な企業のひとつである。

太原市西山石膏礦の基本的な形態は次の通りである。

- |              |              |
|--------------|--------------|
| (1) 企業名称     | 太原西山石膏礦      |
| (2) 所在地      | 太原市河西区万柏林石膏街 |
| (3) 企業所属     | 中国非金属礦工業總公司  |
| (4) 所有権      | 全民(国有)       |
| (5) 主管部門     |              |
| (中央部)        | 中国非金属礦工業總公司  |
| (省・市・区)      | 山西省建材局       |
| (地方局)        | 太原市建材局       |
| (6) 設立       | 1952年        |
| (7) 敷地面積     | 25万㎡         |
| (8) 年間生産額    | 1,800万元      |
| (9) 従業員総数    | 610名         |
| 内 訳 管 理 者    | 92人          |
| (技術者)        | (31人)        |
| 現場従業員        | 518人         |
| (10) 従業員平均年齢 | 32.1才        |

(11) 主 要 製 品

(i) セメント凝結遅延剤

(ii)  $\beta$ 型半水石膏粉

(iii) 繊維石膏板

(iv) 石膏ホローブロック

(v) 焼成石膏

(12) 固定資産原価 1004.3万元

(13) 流動資産 60万元

(14) 最近の主要投資額

石膏鉦拡大工事 (1985~1989) : 2,000万元

## 3-2 工場配置

### 3-2-1 石膏製品工場敷地

工場近代化計画の対象となる新工場は事務所敷地に隣接しており50m×235m=11,750㎡の広さである。図3-1に石膏製品工場の配置を示す。

### 3-2-2 主な建物

- |              |                                 |                                                   |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| (1) 原石置場     | 18,000mm W×18,000mm L = 324㎡    | 鉾山から搬入された原石を保管し粉碎工程へ送る。                           |
| (2) 原料粉碎・焼成室 | 18,000mm W×24,500mm L = 441㎡    | 鉄筋コンクリート製3階建の建屋で原料の粉碎工程、焼成工程が入っている。               |
| (3) 熟成サイロ    | φ6,000mm×14,000mm H             | 鉄筋コンクリート製の丸サイロで現在は使用されていない。                       |
| (4) 製品倉庫     | 10,000mm W×50,000mm L = 500㎡    | PP編袋に包装された石膏製品が出荷まで保管される。                         |
| (5) 機械修理室    | 70㎡                             | 簡単な修理等はここでする。                                     |
| (6) 天井板製造工場  | 18,000mm W×110,500mm L = 1,980㎡ | 天井板、ホローブロックが製造される。また、旧式の原石焼成堅窯で焼成された焼石膏が粉碎・包装される。 |
| (7) 現場試験室    | 7,500mm W×9,000mm L = 67.5㎡     | 石膏の簡単な試験はここで行う。                                   |
| (8) 変電所      | 41㎡                             | 石膏工場の受変電を行う。                                      |
| (9) その他の建屋   |                                 | 同一敷地内に暖房用ボイラー室、製品倉庫、乾燥機室の建屋がある。                   |

### 3-2-3 石膏鉾山

石膏鉾山の概要については3-6-1項参照。

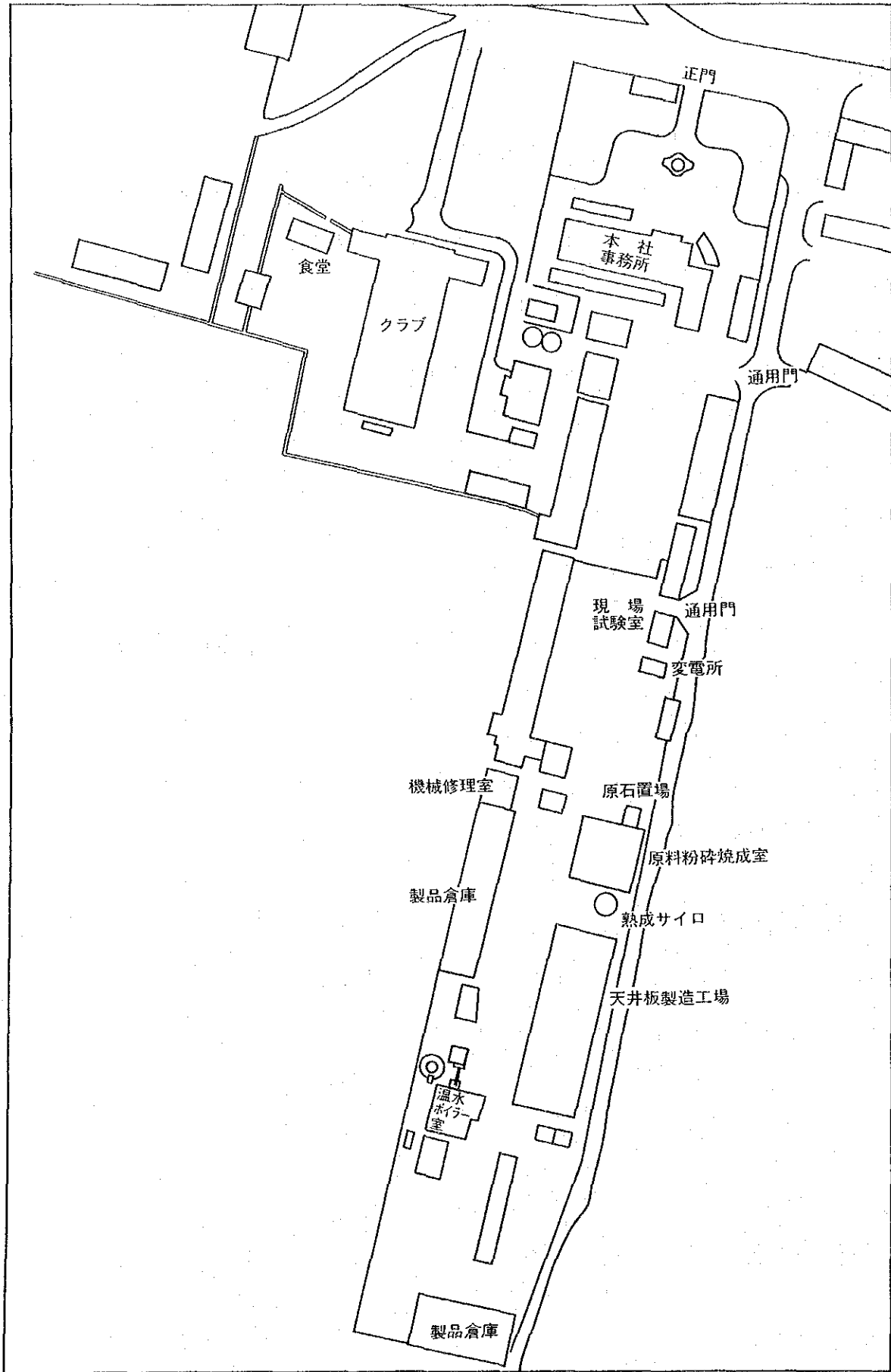


図 3 - 1 石膏製品工場配置図

### 3-3 製品および生産能力、販売実績

#### 3-3-1 製品の種類

主な製品は2級石膏鉱石、各種石膏粉、石膏ブロック、天井板等がある。

上質な雪花青石膏（雪花石膏）は全国的に知られ製品は華北、東北及び華東の大、中セメント工場に出荷される。

#### 3-3-2 年間生産能力

##### (1) 石膏製品

(i) 焼石膏粉（窯 焼成品） 4,800~6,000Ton/年

(ii) 焼石膏粉（ケトル焼成品） 約6,000Ton/年

(iii) 繊維石膏板 現在製造していないので不明である。

(iv) 石膏ホローブロック 同上

##### (2) 石膏原石

3-6-1項参照

#### 3-3-3 販売実績

最近3年間の生産販売は表3-1のとおりである。

表3-1 販売実績

用 途	1989年	1990年	1991年
セメント凝結遅延剤	22.5万 t	21万 t	24 万 t
β 型半水石膏粉	0.1万 t	0.6万 t	0.6万 t
繊維石膏板	2.5万 m ²	2 万 m ²	2 万 m ²
石膏ホローブロック	500 m ²	0.1万 m ²	0.2万 m ²
焼 成 石 膏	0.1万 t	0.1万 t	0.2万 t

3-4 生産設備

3-4-1 主要生産設備

(1) 焼石膏製造設備

焼石膏製造設備としては、現在稼動中の焼成堅窯と、今回の近代化計画の対象となっている1号、2号系統の粉碎・焼成一貫設備とがある。

その設備構成を次に示す。

(i) 焼成堅窯 7基

(ii) 1号、2号系統生産設備

表3-2 1号、2号系統生産設備

機 器 名 称	数 量	
	1号系統	2号系統
<原料受入・粉碎工程>		
ジョークラッシャー	1	1
バケットエレベータ	1	1
ホッパー	1	1
振動フィーダ	1	1
堅型ローラーミル (レイモンドミル)	1	1
分級機 (レイモンドミル内蔵)	1	1
ミル用ファン	1	1
サイクロン	1	1
ホッパー	—	1
サイクロン	1	1
バグフィルター	—	1
ドラグチェーンコンベヤ	1	—
スクリーンコンベヤ	—	1
ホッパー	1	—
<焼成工程>		
ケトル	1	1
ファン (ケトル吹き込み)	1	1
サイクロン (蒸気)	1	1



サイクロン（燃焼ガス）	—	1
ダブルサイクロン（燃焼ガス）	1	1
ファン（燃焼ガス）	1	1
ホッパー（旧石炭ホッパー）	1	—
ホットピット（1、2号共用）	1	—
スクリーコンベヤ（ホットピット排出）	1	—
<出荷・包装工程>		
空気輸送機	—	1
ロータリーフィーダ	—	1
サイロ	—	1

## （2）建材製造設備

繊維石膏板、石膏ホローブロック等の製品は型枠などを使い、主として手作業によって製造されている。

現在はほとんど製造していない状況である。

## （3）石膏鉱山の設備

石膏鉱山の主要設備については3-6-1参照

### 3-4-2 電気設備

#### （1）受電

太原西山石膏礦の開発計画に基づき工場から2 km離れた東社変電所から電力が供給される。10kV高圧を使用し1回線で供給される。受電線は断面積240mm²のアルミニウム線である。

受電経路は次の通りである。

東社変電所

↓

ケーブル地下埋設（型式2 L Q₂ -240）

長さ 170mの2回線

↓

架空導線（型式GLJ-150）

長さ 900m



ケーブル地下埋設（型式2LQ₂-240）

長さ370mの2回線



架空導線（型式GLJ-150）

長さ350m



太原西山石膏礦山総配変電所

(2) 太原西山石膏礦内の給配電

太原西山石膏礦総配変電所は4つの配電回線によって10kV高圧供電を下記区域へ行っている。

(i) 板窑凹鉞区への給電

距離：3 km

変圧器：3 台

容量：100kVA+560kVA+100kVA=760kVA

現在設備容量：900kW

(ii) 玉泉鉞区への給電

距離：3 km

変圧器：3 台

容量：560kVA+320kVA+100kVA=980kVA

現在設備容量：650kW

(iii) 石膏製品工場への給電

距離：0.5km

変圧器：1 台（写真3-1参照）

容量：320kVA

現在設備容量：817kW

(iv) 生活区域事務所への給電

距離：0.5km

変圧器：1台

容量：250kVA

よってこれらをまとめると

全礦の総容量：2,550kVA

現在の全礦設備総容量：2,450kW

常用設備総容量：2,100kW

となる。

### (3) 石膏製品工場内の給配電

(i) 石膏製品工場配変電所から下記設備へ給電している

(a) 石膏製品部門

1号系統設備容量 122.56kW

2号系統設備容量 175.66kW

粉 碎 系 22 kW

そ の 他 20 kW

(b) ボイラー室 設備容量 75 kW

(c) プレハブ製造部門設備容量 120 kW

(d) 第1ポンプ室設備容量 10.4 kW (+10.4kW予備用)

(e) 第5ポンプ室設備容量 35 kW (+22.4kW予備用)

(f) 粉碎系統 設備容量 24 kW

(g) 風呂場 設備容量 5 kW

(h) 家属工場 設備容量 90 kW

(i) 修理工場 設備容量 85 kW

以上合計すると総設備容量は817kWとなる。現在、これに対し320kVAの変圧器によって給配電を行っている。

(ii) 現在の負荷状況

現在の電源容量 320kVA

最大瞬間負荷 315kVA

1991年使用電力量 51,715kWh

### (iii) 電気方式

	電 圧	相	線	周波数
受 電	10kV	3 $\phi$	3 W	50Hz
動力用	380 V	3 $\phi$	4 W	50Hz
制御用	220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
計装用 (電圧計)	380 V	2 $\phi$	2 W	50Hz
照明用	220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
電流計	220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
回転計	220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
振動電流計	220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
コンセント	{ 220 V	1 $\phi$	2 W	50Hz
	{ 380 V	3 $\phi$	4 W	50Hz

### (iv) 動力用電源条件

容量、変動：電圧 380 V  $\pm$  5 %

周波数 50Hz  $\pm$  5 Hz

停 電 : 有り (僅少)

力 率 :  $\geq 0.9$

### (4) 規 格

下記規格を適用している

- ・ S J 系列
- ・ S J L 系列
- ・ Y 系列

### 3-4-3 試験設備

試験設備は太原西山石膏礦本事務所内にある科研所の試験室と製品工場に隣接してある現場試験室の2ヶ所がある。(写真3-2参照)

#### (1) 事務所内の試験室

##### (i) 化学分析室

化学分析用テーブルの他乾燥機、電気炉、ヒーター、蒸留水製造設備等一連の設備があり実験に必要なガラス器具や薬品類は完備されている。

(ii) 天秤室

化学分析室に隣接して天秤室があり化学天秤数台が整備されている。

(iii) 物理試験室

混水量、凝結、粉末度等の物理試験が実施されそのための設備が設置されている。

尚、顕微鏡がある。

(iv) 強度試験室

自動曲げ、引張試験機 1基

圧縮強度試験機 1基

が設置されている。

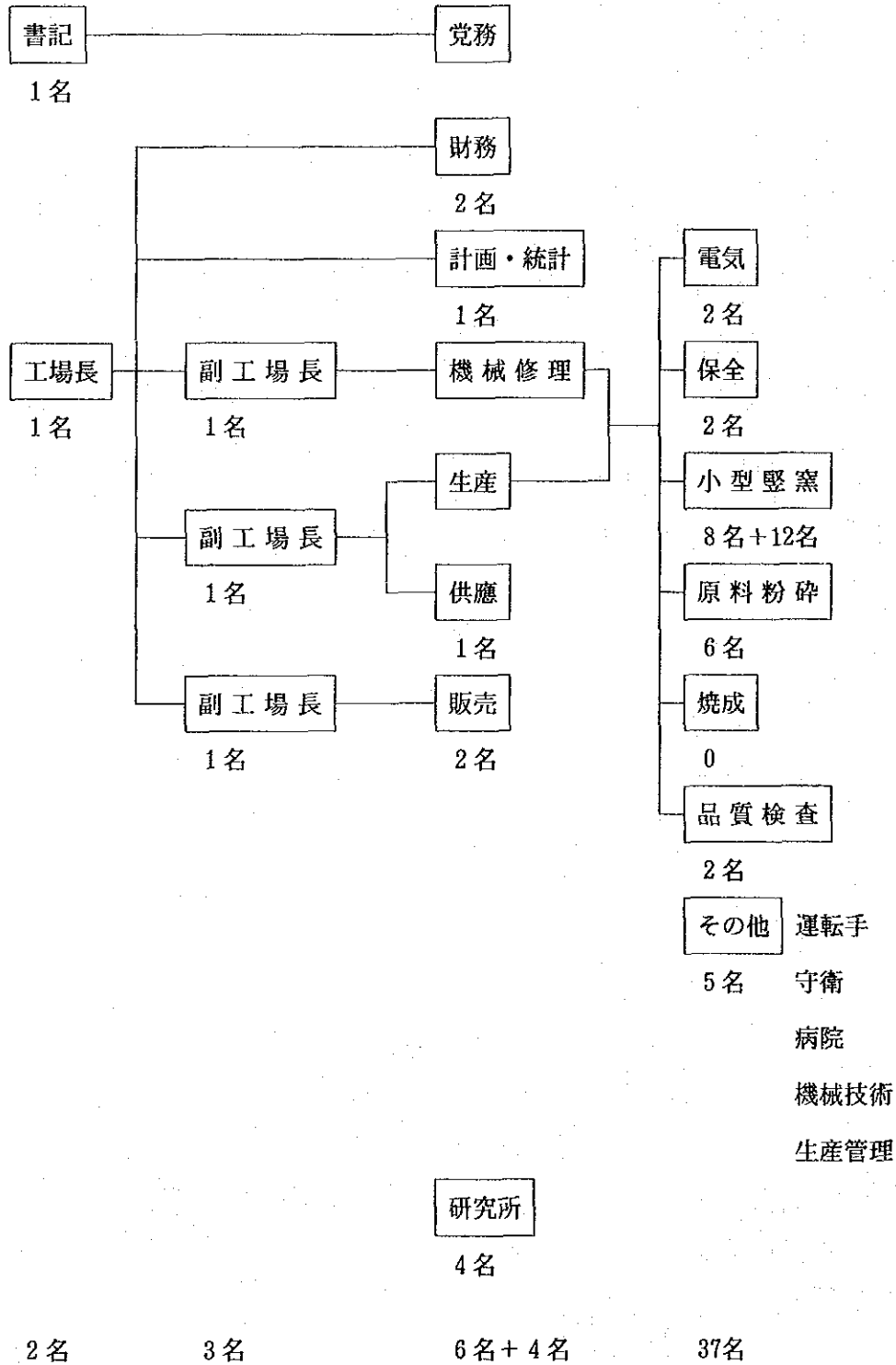
(2) 製品工場付設現場試験室

主として粉末度、標準軟度、混水量の試験を実施している。

3-5 組織および人員

3-5-1 組織と人員構成

石膏製品工場の組織と人員構成は図3-2の通りである。



合計 52名 (含研究所 4名)

図3-2 石膏製品工場の組織図と人員構成

### 3-5-2 勤務体制

勤務体制は6日/週勤務、実働8時間/日となっている。

勤務時間は次の通りである。

午 前 7 : 30~12 : 00

昼休み 12 : 00~13 : 30

午 後 13 : 30~17 : 00

### 3-6 原料の調達

#### 3-6-1 原料

主要原料は西山鉍山から産出される天然石膏であるのでこれについて詳述する。  
(写真3-3参照)。

##### (1) 位置、交通

西山鉍山は太原市の中心から北西15kmに位置する。

鉍山の位置は図3-3に示すように旧鉍区の板窑凹硃区と新鉍区の玉泉硃区がある。西山鉍山には鉄道の専用線が引き込んであり板窑凹硃と玉泉硃用に夫れ夫れプラットホームがありここから玉門溝駅まで石膏を運び中国各地に出荷される。板窑凹硃区杭口とプラットホーム及び石膏製品工場間の距離は夫れ夫れ2 km及び4 kmであり、又、玉泉硃区杭口とプラットホーム及び石膏製品工場間の距離は夫れ夫れ3.6km及び5 kmである。

(写真3-4参照)

また玉門溝駅から太原西駅(鉄道)までは2 kmで、太原西駅から北京駅までは約500km強である。

##### (2) 鉍山の概要

旧鉍区の板窑凹硃区にはS. L. 1,090mとS. L. 1,070mに水平坑があり夫れ夫れ軌道式(電気機関車、鉍車)及びトラックレスマイニングを採用している。板窑凹硃区の採掘能力は約100,000Ton/年である。

玉泉硃区には1,070m Lに水平坑があり、採掘にはトラックレイスマイニングを採用している。坑道の総延長は7.0kmである。

勾配は1/2,000である。坑内採掘はルームアンドピラー(房柱)方式である。

鉍山の稼働日数は8 h/日の306日/年である。



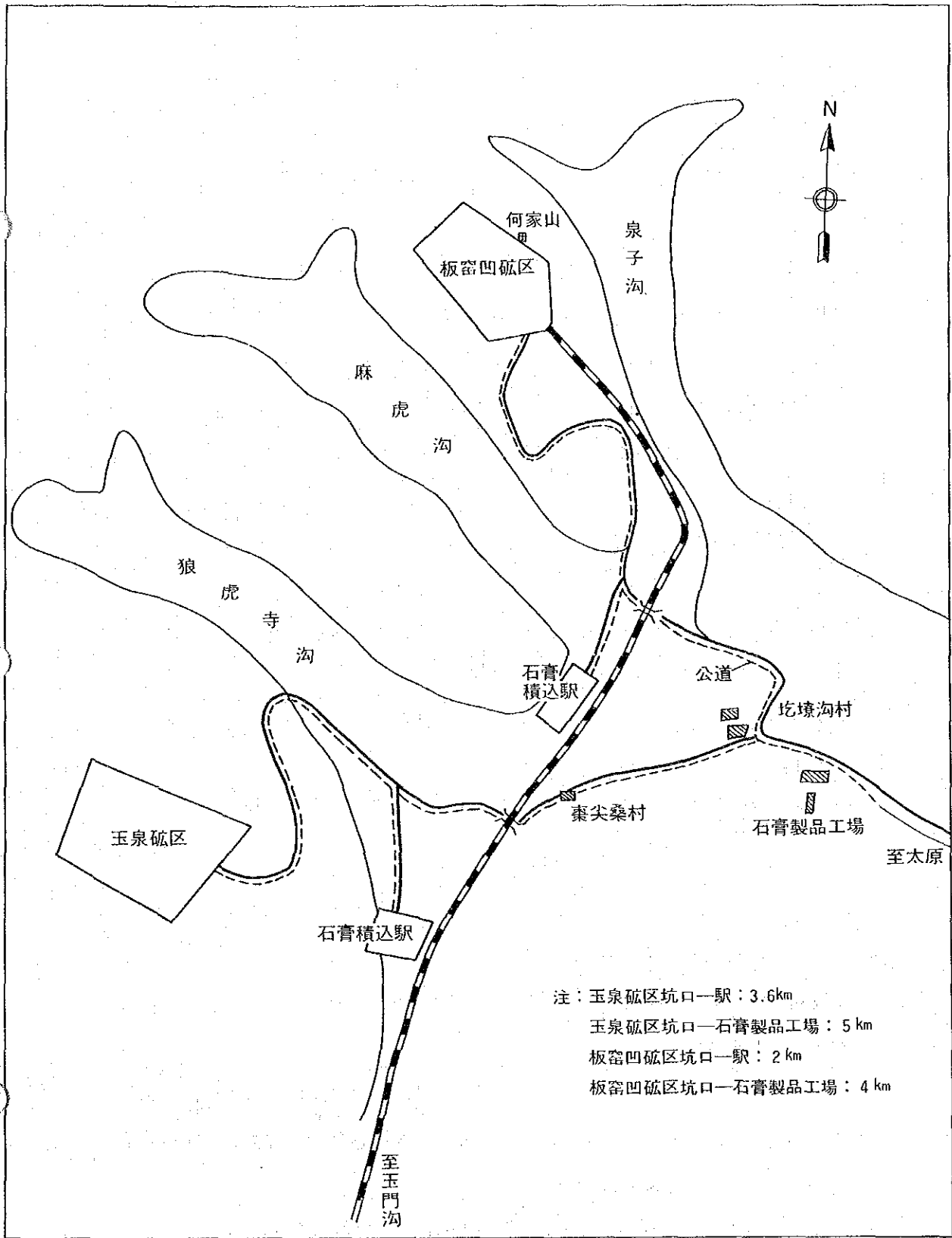


图 3-3 太原西山石膏矿位置图

### (3) 地形、地質

地形は急な山地であり石膏製品工場のレベルが約 780m S. L. であるのに対して玉泉砒区水平坑のレベルが約 1,070m S. L. と約 300mの差がある。

西山鉦山の地質は古生代オルドヴィス紀の石灰岩、苦灰岩とこれらに挟有される石膏及び硬石膏からなる。地層の一般走向はNWで $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$  北へ傾斜する。

上部石膏鉦体は第1組層(1~6層)、第2組層(7~9層)、第3組層(10層)からなり、各々の層厚は10~15m、6~15m、10~20mである。

下部石膏鉦体は第4組層(11~13層)で厚さは20mである。

石膏は灰白~灰~暗灰色でかなり堅硬である。

上下盤、挟みの石灰岩は緻密、堅硬である。

### (4) 石膏鉦量

鉦床賦存面積は28km²であり、可採鉦量は4,000万Tonと言われている。

### (5) 石膏の品質

鉦山で石膏と称しているものには雪花石膏、粘土質石膏、硬石膏がある。

雪花石膏と粘土質石膏の割合は1:1と言われている。石膏の純度は雪花石膏が80~89%、粘土質石膏が60~70%程度である。

硬石膏は無水物の含有割合が高く60~90%ある。

品質の詳細は5-4-3項を参照。

### (6) 採掘

玉泉砒区は坑道のレベルが1,070m S. L. でトラックレスマイニングを採用している。現在開発中であり1994年に完成する予定である。

採掘はルームアンドピラー(房柱)方式である。採掘部が10m×10mで残柱は8m×8mである。

現在第1組層の5層と第6層を採掘している。これは厚さ2mの層が2層であり粘土の挟みがある。第1組層(1~6層)の厚さは12mである。1~4層は後で戻って来て採掘する。

採掘は穿孔発破で実施している。穿孔は圧縮空気を動力としレッグドリル(支脚付ドリル)で行っている。発破後電動ショベル(2m)によりダンプトラック等に積み込んでいる。採掘の効率は高い。

西山鉱山は石膏層の傾斜が $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ と緩く、岩盤の状況もよく、また坑内湧水もほとんど無いので坑内採掘の条件は良い。

西山の主要坑道は $1/2,000$ の勾配で巾 $5.0\text{m}$ 、高さ $4.0\text{m}$ 、採掘切羽への坑道は巾 $4.0\text{m}$ 、高さ $3.7\text{m}$ 、通気坑道の中は $3.0\text{m}$ 、高さ $3.0\text{m}$ である。

現在未完成のため坑道内には、車両の排気がこもっているが、将来は改善されるとのことである。

選鉱は視観により硬石膏と石膏をより分けている。

将来需要が増えた時は選別工程を取り入れる予定である。

#### (7) 運搬、貯鉱場、専用線

電動ショベルで積荷された石膏はダンプトラック（積載量 $6 \sim 7\text{Ton}$ ）又はトラクター（積載量 $3 \sim 4\text{Ton}$ 、農閑期に利用される）により約 $870\text{m S. L.}$ にある貯鉱場に運搬される。

貯鉱場は専用線のプラットホームの一部をなして $20\text{m}$ 巾 $\times 70\text{m}$ 長さ $\times 15\text{m}$ 高さである。

貨車は $10 \sim 24$ 輛編成で1輛 $30 \sim 60\text{Ton}$ 積である。

石膏製品工場（約 $790\text{m S. L.}$ ）には同様ダンプトラック又はトラクターで搬入されている。

#### (8) 採掘量

西山石膏礦は板窑凹礦で1931年採掘を開始し、1952年より本格的な採掘を始めた。現在玉泉砒区を開発中であり1994年には中国一の石膏鉱山になる。

生産量の現状及び予想を表3-3に示す。

表3-3 石膏生産量（単位：Ton/年）

年	板窑凹砒	玉泉砒	合計
1992	100,000	120,000	220,000
1993	100,000	200,000	300,000
1994	100,000	300,000	400,000
1995	100,000	400,000	500,000

鉱山の寿命は下記の通りと言われている

板窑凹砒区      年間採掘量  $100,000\text{Ton}$       20年

玉泉砒区      年間採掘量  $400,000\text{Ton}$       35年

### 3-6-2 材 料

添加剤として次の材料を使用している。これらは全て購入品である。

凝結遅延剤：有 機 質……ペプトン、グリセリン

無機化合物……クエン酸アルカリ

凝結促進剤：無機化合物……硫酸ソーダ、硫酸カリ、生石膏、明礬

プラスター混合材料：蛭石

繊維石膏板補強材：ガラス繊維

### 3-7 販売

#### 3-7-1 販売方法

##### (1) 石膏製品

焼石膏粉及び生石膏粉等については、2名の営業係員が3-7-3項に述べる各地を回り販売を行っている。

ホローブロック並び繊維石膏板はユーザーの注文に応じ製造販売を行っている。

##### (2) 石膏原石

セメント凝結遅延剤としての石膏原石の販売は各地のセメントメーカーとの従来からの取引で販売している。

#### 3-7-2 今後の需要予想

##### (1) 石膏製品

畑土を原料とする赤レンガに代わる建築材料が政府より推奨されているので、その一部として石膏建材の将来は明るいものがある。

従って焼石膏を始めとする石膏製品の需要は増大する。

又、陶磁器型用その他の石膏製品の需要も品質の向上と共に増進するものと考えられる。

##### (2) 石膏原石

セメント凝結遅延剤としての石膏原石の需要は年率6～7%で延びるものと予想される。

#### 3-7-3 販売計画

##### (1) 石膏製品

石膏製品のうち、焼石膏粉と生石膏粉の1992年度販売計画を次に示す。

###### (i) 河北省保定市工芸陶磁器工場

生石膏粉と焼石膏粉を購入、自工場で加工し陶磁器型枠に使用して市場に出す。

92年度需要量 900Ton

###### (ii) 山東省淄博市海眼石膏粉工場

生石膏粉と焼石膏を購入、淄博市市場へ出し陶磁器工場等に使用される。

92年度需要量 400～600Ton

(iii) 山東省淄博市博山区李芽石膏粉工場

生石膏粉と焼石膏粉を購入、全量山東省陶磁器公司で使用される。

(李芽石膏粉工場は山東省陶磁器公司の付属工場)

92年度需要量 1,500Ton

(iv) 北京市城建総公司建材工場立水橋分工場

焼成窯で製造した焼石膏粉を購入、直接サンドイッチボード(3m×0.6m×9~6mm)に製造され、北京市各建築公司へ販売される。

92年度需要量 2,000Ton

(v) 北京市蜜雲県太子努石粉工場

焼成窯で製造した焼石膏粉を購入、石膏ブロック及びサンドイッチボード(3m×0.6m×9~6mm)に製造され、蜜雲県地方及び北京建築公司へ販売される。

92年度需要量 1,500Ton

(vi) 山東省徳州市寧津県建材工場

焼成窯で製造した焼石膏粉を購入、石膏ブロック及び中空ブロック(500×600×100mm)に製造され、徳州市、済南市及び青島市等の地方で販売される。

92年度需要量 1,000Ton

(vii) 北京市平谷県雪山滑石粉工場

焼成窯で製造した焼石膏粉を購入、主に石墨粉と配合し建築部門に販売される。

92年度需要量 1,000Ton

1993年以降の生産販売計画の詳細は得られていないが表3-3に示された石膏原石の生産計画と今回の工場近代化を達成すれば相当量延びるものと期待される。

尚、近代化計画の生産計画は第7章に記述する。

## (2) 石膏原石

石膏原石の生産計画は表3-3に示された通り、次のようになっている。

年度	石膏原石 (Ton/年)
1992	220,000
1993	300,000
1994	400,000
1995	500,000

セメント凝結遅延剤としての石膏原石販売量はこのうちの約90%の計画である。

### 3-7-4 製品競争力

今回の工場近代化計画で石膏製品として、陶磁器型用・模型型用焼石膏、建材用（ブロック等）焼石膏および石膏プラスターを生産販売することとなる。建材用（ブロック等）焼石膏と石膏プラスターは中低純度の原料石膏で製造可能であるが、陶磁器型用・模型型用焼石膏には高純度の原料石膏を必要とする。何れにせよ製品に応じた原料石膏を選び、且つ生産工程の近代化を図れば競争力のある製品を製造することは可能であると考えられる。

### 3-8 問題点

- (1) 西山石膏礦の主要製品である石膏原石の採掘は新鉦山である玉泉鉦区の開発を含め順調に実施されており、又セメント凝結遅延剤としての原石の販売は計画通り推進されているが、石膏製品の製造・販売は小型竖窯によるものを除き順調に行われているとは思われない。
- (2) 工場全体の売上に占める石膏製品の割合が過少であり、経営に対する寄与度が低い。
- (3) 工場近代化に係る問題点については、4章以降に詳細に記述する。



## 第4章 生産工程の現状と問題点

### 4-1 生産工程概要

#### 4-1-1 生産設備の概要

現状の石膏焼成設備としては、焼成方法の異なる2つの設備がある。

一つは大塊の石膏原石を堅窯で焼成し、その後、粉砕する設備であり、もう一方は石膏原石を粉砕し粉末原料としてケトルで焼成する粉砕・焼成一貫設備である。

焼成堅窯は7基設置され、粉砕・焼成一貫設備は2系統の設備を有している。

現在、粉砕・焼成一貫設備による焼石膏の生産は種々の問題により行われていないため焼成堅窯による生産に頼っている。

従って表3-1に示されている生産・販売実績はこの焼成堅窯によるものである。

#### 4-1-2 現在稼働中の焼成設備

本来、主力設備であるはずの粉砕・焼成一貫設備が休止中であるため、現在は焼成堅窯7基が焼成設備として稼働している。

以下にその概要を述べる。

##### (1) 焼成堅窯の構造

- ・内径約2.5m、高さ約2mの小型窯で内部は耐火レンガ構造である。
- ・前面が原料製品の出入り口になっている。
- ・上部は運転時は鉄板で蓋をするようになっている。
- ・下部はロストルであり燃焼灰はそこから落ちてその下の灰溜にたまり、除去される。

##### (2) 焼成

- ・下部ロストルの上に着火用の薪とコークスを入れる。  
コークス量は1バッチ100kgである。
- ・その上に1級品の原石（サイズ1m位）の良質石膏を入れる。
- ・その後着火してから原料出入口にレンガを積んで蓋をしその後にある鉄板の扉を閉じる。
- ・1回に投入する石膏原石量は7Tonでありこれが焼成によって5Tonに減少する。

- ・焼成時間は24時間、焼成温度は330～400℃である。
- ・焼成後、前扉を開いて焼石膏を取り出す。
- ・製品の色は白くて良好であり、窯の上層部に置かれた製品は半水石膏であるが、下層部のものは無水石膏である。
- ・生産量は7基で400～500Ton/月である。

### (3) 粉砕

窯から取り出された焼石膏は隣接している粉砕工場に運ばれ粉砕される。

最終の粉末度は80～100メッシュであるがユーザーの要望により120メッシュにすることもある。

### (4) 包装

粉砕された石膏は人手によりポリプロピレン製袋に包装される。

1袋は50kgである。

### (5) 品質管理

粉砕品について化学分析及び物理試験が実施されている。

### (6) 用途

無水石膏は豆腐製造用のニガリに使用される。

半水石膏は裁断用のチョークや石膏プラスターとして使用される。

## 4-1-3 近代化対象設備

今回調査対象となる設備は現在休止中の粉砕・焼成一貫設備である。

これは1号、2号系統の各々独立した一連の設備であり、この既存設備の最大限の利用が近代化の重要課題の一つでもある。

本章4-2項以降においては、1号、2号系統の現状について述べる。

#### 4-1-4 近代化対象設備の概要

##### (1) 1号系統の経歴、概要

1号系統は1983年建設され約3年間使用された。

現在は生石膏を粉碎し工程の途中で抜き出し生石膏粉として包装出荷している。焼成工程以降のケトル底板からの原料石膏漏れや輸送機での原料詰まり等の問題が発生し使用されていない。運転していた当時のケトルの焼成能力は3 Ton/バッチ程度であった。

##### (2) 2号系統の経歴、概要

2号系統は1989年建設されたが試運転期間中にケトルの底板から原料石膏漏れ等の問題が発生したため運転は休止されている。

そのため正確な生産能力がつかめる程の運転実績はない。

問題点の把握のため本格調査期間中の3月13日及び14日の2日間実運転を行った。

##### (3) 設備フローおよび機器配置

1号、2号系統の現状の設備フローおよび機器配置については下記図面を参照のこと

図面名称	図 番
・フローシート（現状）	1806-M92-001
・1号系統 機器配置図（現状）	1806-M92-002
・2号系統 機器配置図（現状）	1806-M92-003

#### 4-1-5 近代化対象設備の既存機器仕様

##### (1) 1号系統

表4-1を参照

機器Noは「フローシート（現状）」に対応する。

仕様・能力は工場側提示の設備表から転記した。

《測定結果》は本格調査時に実測したものである。

表 4 - 1 1号系統機器仕様（現状）

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
1-1	ジョークラッシャー	型式	P E F 150×250
		能力	4～14m ³ /h
		電動機	7.5kW×6 P
		主軸回転数	300r. p. m
		粉碎後サイズ	20～80mm
		重量	2.7 t
		《測定結果》	
		電流値（無負荷）	—
		電流値（負荷）	20～26 A
		1-2	バケットエレベータ
輸送量	8 m ³ /h		
揚程	8 m		
バケット数量	—		
電動機	3 kW×4 P		
《測定結果》			
速度	56m/min		
バケット容量	1.6×10 ⁻³ m ³		
バケットピッチ	305mm		
チェーン	φ12×60L×42W		
スプロケット径	P C D370		
電動機銘板	2.2kW、5.6 A		
減速機	R = 1 / 20.49		

(続き)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
1-3	ホッパー	容量	2 m ³
		サイズ	-
1-4	振動フィーダ	型式	D Z 3
		能力	7.2 t/h
		電動機	60W (220V)
		傾斜角度	-10°
		重量	80kg
		《測定結果》	
		電流値 (負荷)	0.7 A (定格3.3A)
1-5	縦型ローラミル (レイモンドミル)	型式	4 R - 3216
		能力	1 ~ 3 t/h
		原料粒度 (入口)	40mm
		原料粒度 (出口)	44~125 μm
		主軸回転数	140r. p. m
		重量	11 t
		電動機	40kW × 4 P
		減速機	-
		《測定結果》	
		電流値 (負荷)	20~21.5A

(続き)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
1-6	分級機 (レイモンドミル 内蔵)	径	—
		電動機	5.5kW×4 P
		回転数	115~1,150r. p. m
		《測定結果》	
		電流値 (負荷)	5.3~5.9 A
		回転数	165r. p. m (電動機310r. p. m)
1-7	ミル用ファン	型式	4-72-11 N04, 5 A
		風量	19,000m ³ /h
		風圧	275mm A q
		電動機	30kW×4 P
		《測定結果》	
		電流値 (負荷)	32~41 A
1-8	サイクロン	型式	CLT-φ660、Y型
		容積	—
		付属品	原料排出ゲート (手動)
1-10	サイクロン	型式	CLK-φ700×(φ1,200)6,500
1-12	トラフチェーンコンベヤ	型式	2MS160
		輸送量	10m ³ /min
		揚程	8.5m
		速度	9.6 m/min
		電動機	4kW×6 P

(続き)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
1-14	ホッパー	容量	20 m ³
		排出方式	手動式
1-15	ケトル	規格	φ2,524×2,820
		有効容積	8 m ³ (10 m ³ )
		能力	3.2~4 m ³ /h
		焼成時間	2~2.5 h
		燃料消費量	55~60kg/h
		排気温度	400~500°C
		炉内温度	900~1000°C
		脱水温度	170°C
		設備重量	1.1+4.5=5.6 t (金属+レンガ)
		攪拌機電動機	13kw×8 p (27,8A)
攪拌機回転数	8 r. p. m		
1-16	ファン (ケトル吹き込み)	型式	4-72-11N03.6A
		風量	2,930~5,408 m ³ /h
		風圧	109~165mm A q
		電動機	3 kW×2 P直結
1-17	サイクロン (蒸気)	型式	—
1-19	ダブルサイクロン (燃焼ガス)	型式	XS-1型
		効率	94.3%
		圧力損失	60mm A q

(続き)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
1-20	ファン(燃焼ガス)	型式	—
		風量	3,300m ³ /h
		風圧	—
		電動機	4kW×2P
		駆動、回転数	2,890r.p.m
1-21	ホッパー (旧石炭ホッパー)	—	—
1-22	ホットピット(1、2号 共用)	内寸法	2,050W×4,800L×2,700H
		床レベル	1FL-300mm
1-23	スクリーコンベヤ (ホットピット排出)	型式	GX-φ300×6,000
		能力	6t/h
		電動機	3kW×4P
		減速機	JZQ-250-IV-12
		《測定結果》	
		羽根径、ピッチ	φ300×235pitch
		軸径	φ85
		ケーシング巾	320mm

(2) 2号系統

表4-2参照

機器Noは「フローシート(現状)」に対応する。

仕様・能力は工場側提示の設備表から転記した。

《測定結果》は本格調査時に実測したものである。



表 4 - 2 2号系統機器仕様 (現状)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
2-1	ジョークラッシャー	型式	250×400
		能力	10~12m ³ /h
		電動機	15kW×4P
		主軸回転数	280~330r.p.m
		粉碎後サイズ	20~80mm
		重量	2t
		《測定結果》	
		電流値 (無負荷)	13A
2-2	バケットエレベータ	型式	HL300
		輸送量	8m ³ /h
		揚程	10.52m
		バケット数量	92
		電動機	3kW×6P
		《測定結果》	
		速度	56m/min
		バケット容量	1.6×10 ⁻³ m ³
		バケットピッチ	305mm
		チェーン	φ12×60L×42W
		スプロケット径	PCD370
		電動機銘板	2.2kW、5.6A
		減速機	R=1/20.49
2-3	ホッパー	容量	2.04m ³
		サイズ	-

(続き)

機器No.	機器名称	項目	仕様・能力		
2-4	振動フィーダ	型式	G Z 2 F		
		能力	8 t / h		
		電動機	60W (220V)		
		傾斜角度	—		
		重量	151kg		
2-5	堅型ローラミル (レイモンドミル)	型式	5 R - 4018		
		能力	2 ~ 6 t / h		
		原料粒度 (入口)	40mm		
		原料粒度 (出口)	—		
		主軸回転数	130r. p. m		
		重量	30 t		
		電動機	75kW × 6 P		
		減速機	R = 1 / 9.708		
		《測定結果》			
		電流値 (負荷)	100 A		
		回転数	56r. p. m		
		2-6	分級機 (レイモンドミル 内蔵)	径	φ 1,710
				電動機	7.5kW × 4 P
回転数	120 ~ 1,200r. p. m				
《測定結果》					
電流値 (負荷)	—				
回転数	80r. p. m				

(続き)

機器No	機器名称	項目	仕様・能力
2-7	ミル用ファン	型式	4-72-11-N010D
		風量	40,400~58,200 m ³ /h
		風圧	255~322mm A q
		電動機	55kW×4 P、380 V、B種
		流体	20°C、1.2kg/m ³
		《測定結果》	
		電流値（無負荷）	52~56 A（定格102.5 A）
電流値（負荷）	—		
2-8	サイクロン	型式	CLT-φ2,200、Y型
		容積	5 m ³
		付属品	原料排出ゲート（重錘式）
2-9	ホッパー	—	—
2-10	サイクロン	—	—
2-11	バックフィルター	排風量	3,000~4,500 m ³ /h
		濾過速度	0.5~1.3 m/min
		濾過面積	67 m ²
		バッグ規格	φ210×2,800×36
		バッグ材料	ナイロン、平織

(続き)

機器No.	機器名称	項目	仕様・能力		
2-13	スクリーコンベヤ	型式	G X - $\phi$ 200 $\times$ 1, 100		
		輸送量	6 t / h		
		《測定結果》			
		電動機 (銘板)	2. 2kW $\times$ 4 P (4. 78A)、380V		
		減速機	R = 1 / 20. 49		
		電流値 (無負荷)	2. 7 ~ 2. 8A		
		回転数	72r. p. m		
		スクリー羽根	$\phi$ 200 $\times$ 150pitch		
		ケース巾	220mm		
		軸径	$\phi$ 60		
		2-15	ケトル	規格	$\phi$ 2, 524 $\times$ 2, 820
				有効容積	8 m ³ (10m ³ )
				能力	3. 2 ~ 4 m ³ / h
焼成時間	2 ~ 2. 5 h				
燃料消費量	55 ~ 60kg / h				
排気温度	400 ~ 500°C				
炉内温度	900 ~ 1, 000°C				
脱水温度	170°C				
設備重量	1. 1 + 4. 5 = 5. 6 t (金属 + レンガ)				
攪拌機電動機	13kW $\times$ 8 P (27. 8A)				
攪拌機回転数	8 r. p. m				
《測定結果》					
電流値 (無負荷)	12. 5 ~ 13. 5A				
(負荷)	15A (原料 2 t)				

(続き)

機器No.	機器名称	項目	仕様・能力
2-16	ファン (ケトル吹き込み)	型式	4-72-11N03.6A
		風量	2,930~5,408m ³ /h
		風圧	109~165mm A q
		電動機	3kW×2P直結
2-17	サイクロン (蒸気)	型式	XZ2-III-560
2-18	サイクロン (燃焼ガス)	—	—
2-19	ダブルサイクロン (燃焼ガス)	型式	XS-1B
		効率	—
		圧力損失	—
2-20	ファン (燃焼ガス)	型式	Y5-47-N040
		風量	3,500m ³ /h
		風圧	191mm A q
		電動機	4kW×2P
		駆動、回転数	ベルト、3,300r.p.m
		《測定結果》	
		電流値 (負荷)	7A

(続き)

機器No.	機器名称	項目	仕様・能力
2-24	空気輸送機	能力	5,600kg/h
		揚程	14.5m
		輸送管径	φ220
		ファン型式	8-18-12N06
		ファン風量	3,440m ³ /h
		ファン風圧	345mm A q
		電動機	18.5kW×2P 2,900r.p.m
		2-25	ロータリフィーダ
		電動機	1.1kW (定格2.7A)
		回転数	48r.p.m
2-26	サイロ	規格	φ6,000×14.1m(φ6,480)
		容量	20.7m ³
		付属品	排出手動ダンパ

## 4-2 原料受入工程

### 4-2-1 現状

#### (1) 原石石膏の搬入方法

鉱山で採掘された原石石膏は塊状のままトラクター又はトラックで工場原石置場へ搬入される。

#### (2) 原石石膏置場

石膏工場に隣接して屋根付きの原石石膏置場がある。

土間は土のままコンクリート張りではない。

置場は1次粗砕機（ジョークラッシャー）に面しており小割りした原石石膏を投入できる。（写真4-1参照）

- ・ 18m L × 18m W = 324㎡

- ・ 軒高さ4.5m

- ・ 鉄骨スレート屋根造

#### (3) 原石石膏の品質

石膏純度は65～85%程度であり選別することによって85%のものが確保できる。

#### (4) 原石石膏サイズ

石膏鉱山からトラックまたはトラクターで搬入される原石は鉱山で採掘されたそのまま大きいものは1m以上ある。

#### (5) 原石処理方法

300mm以上の大塊の原石石膏は作業員がハンマーで小割りして原石ホッパーに投入する。原石ホッパーにはグリズリーが設置されており300mm以上の大塊は選別される。

ここで異物（鉄片、木片）が混入しているときは作業員が排除する。

### 4-2-2 考察と問題点

#### (1) 処理量

現在の原石石膏の処理量は生石膏粉の製造が少ないため作業員がハンマーで小割りしても間に合っている。

将来生産量が増加したときは人手による小割り処理では間に合わない。

(2) 異物の混入

鉾山から搬入されたままの原石は異物の混入も多く特に鉄片は小さくて粉れ易く見付け難い。

4-3 原料粉碎工程

4-3-1 1号系統の現状

(1) 設備フロー

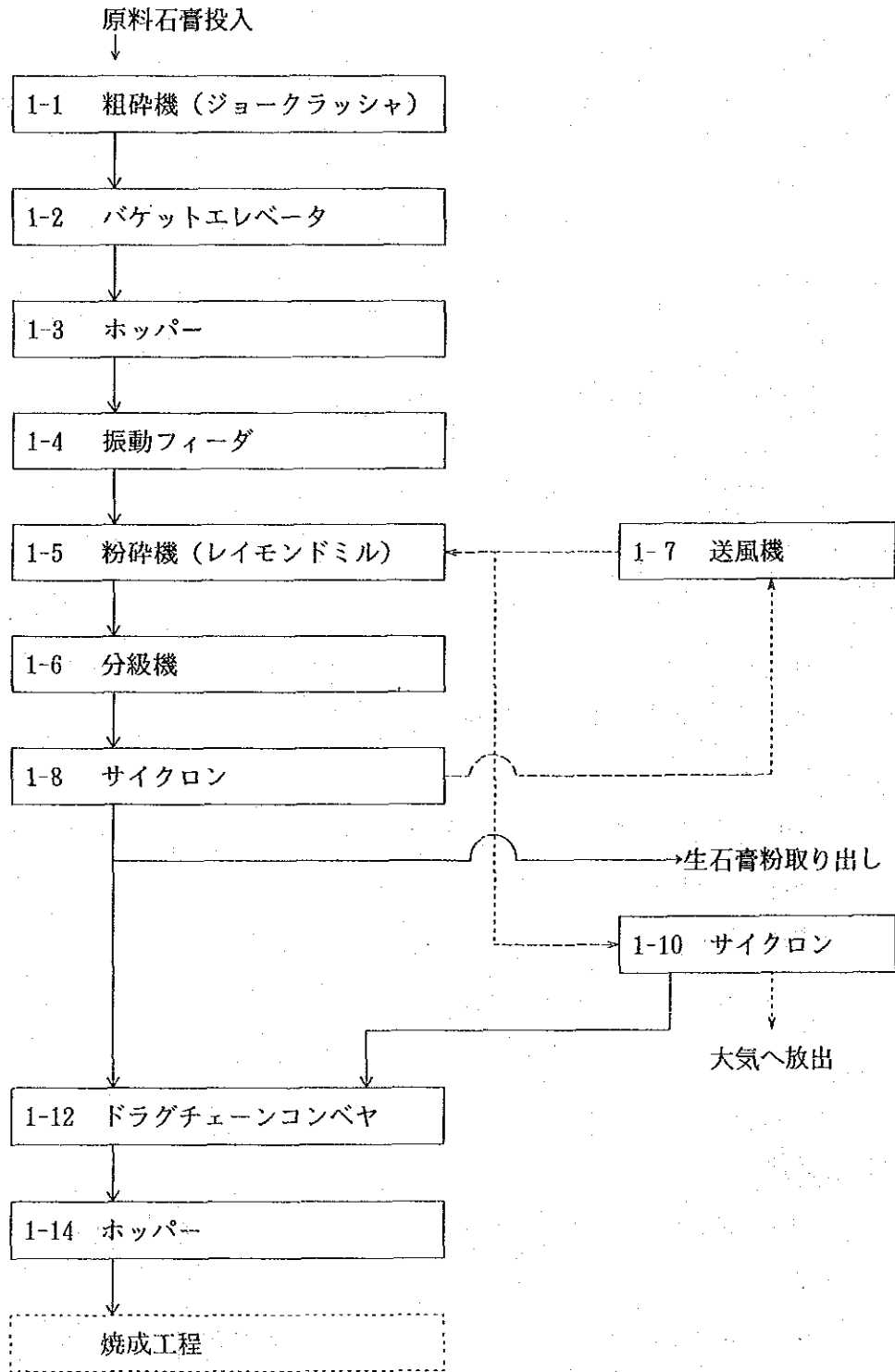


図4-1 1号系統原料粉碎工程フロー (現状)



## (2) フローの説明

原石置場で人力により小割りされた塊状の原料(200mm角程度)は再び人力によりジョークラッシャーに投入され粗砕される。ジョークラッシャー入口部にはグリズリーが設置されている。

約40mm角程度に粗砕された塊状の原料はバケットエレベータによりホッパーへ輸送され貯蔵される。ホッパーからは振動フィーダにより定量的に引き出され微粉碎機(レイモンドミル)へ供給される。

レイモンドミル上部には分級機が設備され、分級された原料粉を得ることが可能である。微粉碎及び分級された原料粉はファンにより吸引され一次サイクロンへ導かれ固気分離される。レイモンドミル、一次サイクロン及びファンは循環ラインとなっているが、ファン出口部に分岐ダクトが設けられ、ここから循環エア(ダスト含有)の一部が二次サイクロンへと導かれる。

二次サイクロンで再び固気分離され、排気は煙突を通し大気へ排出される。循環エア量補充のためのフレッシュエアの吸入はレイモンドミル原料供給口から行われる。

このように微粉碎された原料粉は、一次及び二次サイクロンで捕集されるが捕集された原料粉は、次に一次及び二次サイクロンの下方に設置されている輸送機へ供給され、ケトル前のホッパーへと輸送される。尚、輸送機としてドラグチェーンコンベヤが設置されている。

## (3) 生石膏粉の生産

生石膏粉の需要に対応するため、現在、1号系統の原料粉碎設備を使い、その生産を行っている。

生産された生石膏粉はサイクロンから系外へ出されそこで人力により袋詰めされ出荷されている。

#### (4) 発塵状態

二次サイクロン系の運転は正圧運転となっておりダクト接続部などシールの悪い箇所からエアリークがあり発塵が起こっている。

またサイクロンの集塵効率は低いため大気放出エアール中の含塵量も相当多い。

(写真4-2参照)

#### (5) 鉄片除去

微粉碎機(レイモンドミル)保護のため、その上流で鉄片除去を行うのが一般的であるが、現状ではそのための装置は設けられていない。

#### (6) 分級

レイモンドミル上部に設備されている分級機は変速機構を有しており粉末度調整を行うことが出来る。

現在生石膏粉で出しているがその場合の分級機回転数は165r.p.mであり、そのときの粒度分布は表5-9に示す。

4-3-2 2号系統の現状

(1) 設備フロー

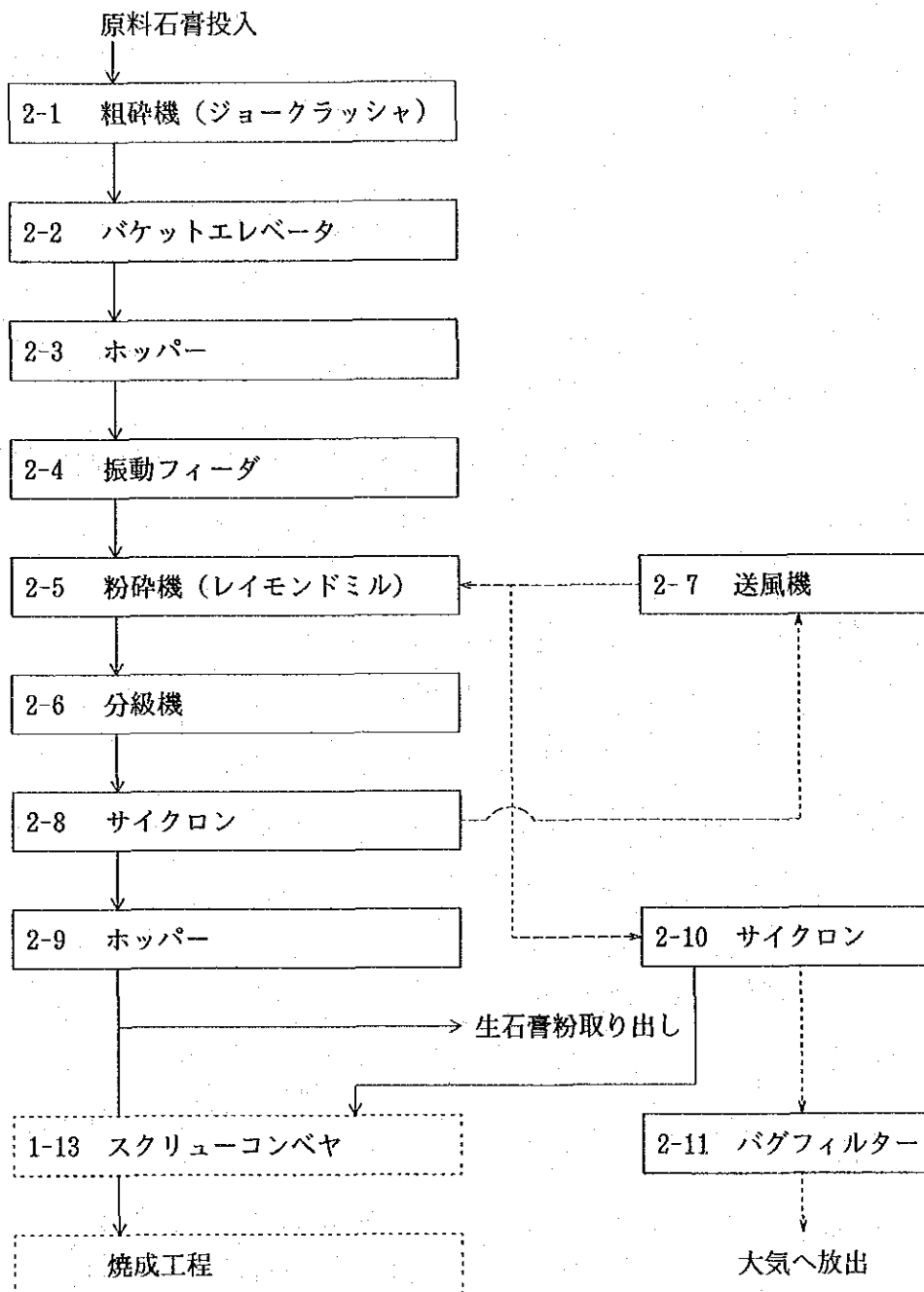


図4-2 2号系統原料粉碎工程フロー (現状)

## (2) フローの説明

2号系統のフローも1号系統のフローとほぼ同じであるが、下記点が1号系統と異なっている。

- ・一次サイクロン下にホッパーが設置され、そのホッパーから生石膏粉を系外へ出せるようになっている。
- ・二次サイクロンからの排気をバグフィルターを通し大気へ放出する。
- ・一次、二次サイクロンで捕集された原料粉の輸送にスクリーコンベヤを用いている。
- ・原料粉はスクリーコンベヤから直接ケトルへ投入する方式で、ケトル前に原料粉を貯蔵するホッパーはない。

尚、2号系統に設置されているバグフィルターは周囲を薄鉄板で囲った部屋の中に収納されている。(写真4-3参照) 汙布への付着粉の払い落とし装置はなく、人が汙布を直接叩いて払い落とさなければならない。また、バグフィルターを通ったクリーンエアは部屋の窓から排出される構造となっている。

本工程の下記主要機器写真を掲載する。

- ・バケットエレベータ (写真4-4)
- ・レイモンドミル原料供給部 (写真4-5)
- ・レイモンドミル周辺部 (写真4-6)
- ・ミル用ファン (写真4-7)
- ・一次サイクロン (写真4-8)

## (3) 発塵状態

二次サイクロン以降の系の運転は1号系統と同じく正圧運転となっているため各接続部からの発塵が多い。特にバグフィルターによる空気抵抗のため、1号系統よりも発塵が多く、二次サイクロン下流のスクリーコンベヤからも発塵している。

## (4) 鉄片除去

1号系統と同じく鉄片除去装置は設けられていない。

## (5) 分級

1号系統と同じ機構の分級機が設置されている。しかし、本分級機による粉末度実測データは試料採取不能のため得られていない。

### 4-3-3 考察

#### (1) 1号系統

##### (i) ジョークラッシャー

表4-1より粗砕能力は4~14m³/hとなっているが設備電動機容量(7.5kW)から判断すると2~5Ton/hは可能と考えられる。

##### (ii) バケットエレベータ

測定結果から能力を算出する。

輸送量をQ(t/h)とすると

$Q = 60 \times S \times V \times \eta^b \times q / p$ で表される。

ここで S : チェーン速度 (m/min)

V : バケット容量 (m³)

$\eta^b$  : バケット積載効率=0.6とする。

p : バケットピッチ (m)

q : 輸送物のかさ比重=1.44 t/m³とする。

$$Q = 60 \times 56 \times 1.6 \times 10^{-3} \times 0.6 \times 1.44 / 0.305 \approx 15 \text{ (t/h)}$$

このときの所要動力N(kW)は

$$N = 0.003 \times Q \times (C + 1.5) / \eta^m$$

ここで C : 揚程

$\eta^m$  : 伝動部機械効率=0.8とする。

$$N = 0.003 \times 15 \times (8 + 1.5) / 0.8 = 0.6 \text{ kW} < 2.2 \text{ kW 設備電動機容量}$$

従ってバケットエレベータの能力は15Ton/hである。

(iii) 微粉碎設備

レイモンドミル自体の粉碎能力は粉碎部の寸法及び電動機容量 (40kW) から判断すると表4-1に示されている 1～3 Ton/h は可能と考える。

しかし粉碎された微粉碎粉捕集のためのミル用ファンについては上記能力に対し能力不足が予想される。

(2) 2号系統

(i) ジョークラッシャー

表4-2より粗砕能力は10～12 m³/h となっているが電動機容量 (15kW) から判断すると 3～10Ton/h は可能と考えられる。

(ii) バケットエレベータ

測定結果から能力を算出する。

1号系統のバケットエレベータと同じ計算式により

$$Q = 60 \times 56 \times 1.6 \times 10^{-3} \times 0.6 \times 1.44 / 0.305 = 15 \text{ (t/h)}$$

$$N = 0.003 \times 15 \times (10.52 + 1.5) / 0.8 = 0.7 \text{ kW} < 2.2 \text{ kW}$$
 設備電動機容量

従ってバケットエレベータの能力は15Ton/h である。

(iii) 微粉碎設備

レイモンドミル自体の粉碎能力は粉碎部の寸法及び電動機容量 (75kW) から判断して表4-2に示されている 2～6 Ton/h は可能と考える。

しかし粉碎された微粉碎粉捕集のためのミル用ファンについては上記能力に対し能力不足が予想される。

4-3-4 問題点

1号、2号系統とも次のような問題点がある。

- (1) レイモンドミル保護のための除鉄装置が設置されていない。万一、鉄片によるミルトラブルが発生した場合、操業に重大なダメージを与えることになる。
- (2) 微粉碎捕集系のファンが能力不足。
- (3) 微粉碎捕集系での発塵及び大気放出空気中の含塵量が多い。
- (4) 微粉碎粉を焼成工程へ送るための輸送機において
  - (i) 1号系統のドラグチェーンコンベヤは粉体輸送には適していない。
  - (ii) 2号系統のスクリーコンベヤは能力不足である。

能力不足によりケトルへの原料投入時間が長びくと品質上好ましくない。  
詳細については4-4項に記述する。

#### 4-4 焼成工程

##### 4-4-1 1号系統の現状

###### (1) 設備フロー

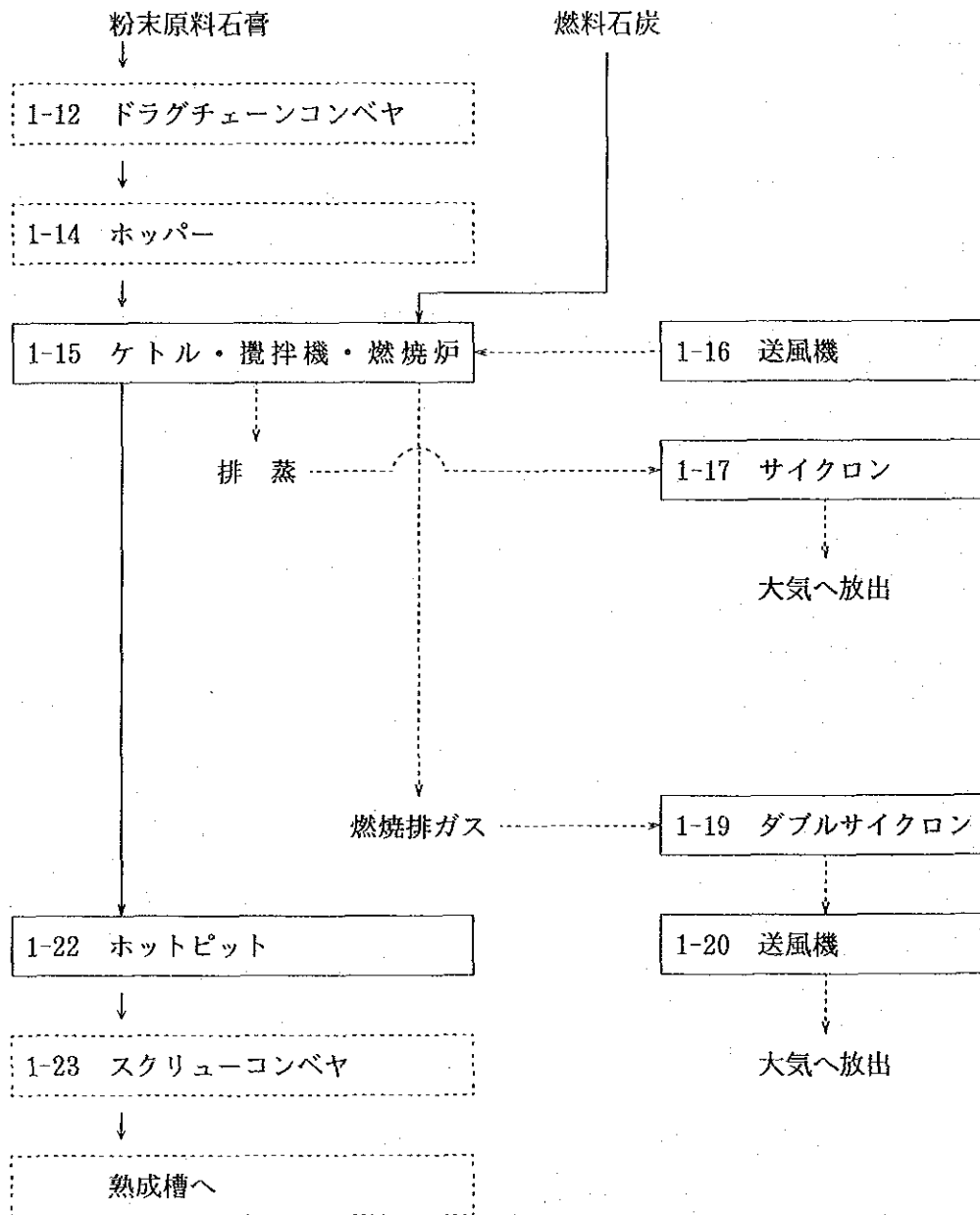


図4-3 1号系統焼成工程フロー（現状）



## (2) フローの説明

ケトル上方に設置されている粉末原料ホッパーから手動ゲートにより原料がケトルへ投入される。原料はケトル内で攪拌焼成される。

ケトル下部の燃焼室への燃料（塊石炭）供給は、人力にて行われる。

焼成中に原料から発生する蒸気（排蒸）はサイクロンによって、固気分離され、含塵量の少ない排蒸が煙突を通し大気へ放出される。集塵されたダストはサイクロン下部から排出され、廃棄処分される。

ケトルで熱交換を終えた燃焼排ガスはファンで吸引されダブルサイクロンへと導かれる。ここでダストが分離され、ガスは煙突を通し大気へ放出される。

焼成された焼石膏は、ケトルセル下方に設けられた排出口からホットピットへ排出される。排出口には手動ゲートが設けられている。

ホットピットは1号、2号系統共用であり、1基のみ設備されている。ホットピットからの排出は、その底部に設けられているスクリーコンベヤで行われる。

## (3) ケトルの構造

バッチ式ケトルでありセル、横煙道、釜底板及び攪拌機から構成されている。セルは鋼板製で、直径2.5m、高さ2.8mの大きさである。

上部は攪拌機取付ベース兼用の蓋で覆われ、原料供給口、点検口などが設けられている。

また、伝熱面積を増すためにセル内部には横煙道が設けられている。これはφ377の鋼管で上下各2本、合計4本から成っている。横煙道内の清掃はセルの外側のレンガを外すことによって行うことができる。

釜底部は周辺部12枚、中央部1枚、合計13分割の鋳物製の厚板でできており互いの迫（せり）持ちで組立てられている。その隙間には石綿パッキンが充填されている。セルと釜底のコーナー部には鋼板が斜めに取付られていて、原料の滞留を防ぐ工夫がなされている。

攪拌機は二段羽根を有し、下段の羽根には釜底の原料を掻き払うためのスクレーパーが取付けられている。スクレーパーは山型鋼で、羽根に取付けられたチェーンによって引き摺られる構造である。

ケトル排出口はセル下部に設けられており、その口径は145mmで手動ゲート

にて開閉される。

#### (4) 燃焼室の構造

ケトル下部に燃焼室が設けられ、ケトル釜底が燃焼室の天井となっている。燃焼室はレンガ製の外壁と固定ロストルから成り、燃料の石炭は人力によりロストル上に撤布される。燃焼用空気は燃焼室横に設置されたファンによって供給される。火力の調整は、このファン入口の手動ダンパーにて行う。

燃焼ガスは燃焼室内周囲にある3ヶ所の煙道を通し、ケトルセル外面の堅煙道へと流れる。釜底・堅煙道・横煙道で熱交換を終えた燃焼排ガスは集塵装置を通り排気される。

#### (5) 計測

ケトルへの原料仕込量を測定するための計器はなく、仕込量は目分量によって判断されている。

また、品温、燃焼ガス温度測定のための温度計も設備されていない。従って、焼成状態の把握も経験からの判断によっている。

#### (6) 集塵

排蒸及び燃焼排ガス中のダスト処理は各々独立した流れの中で行われる。ダスト分離にはどちらもサイクロンを使用しているが、排蒸系のダクトが撤去されてしまっている。

#### (7) ケトルからの原料漏れ

過去の運転状況について工場側からの説明によると、焼成中、釜底からの原料漏れが多発しこれが操業中止の最大の原因であるとのことである。

#### (8) ホットピット

1号ケトルと2号ケトル間に1号、2号共用のホットピットが設置されている。(写真4-9、4-10参照) 焼石膏はホットピット中央にある傾斜スクリーコンベヤで屋外の空気輸送機まで輸送される。

ホットピット容量

$$2\text{ m W} \times 5\text{ m L} \times 1.7\text{ m H} = 17\text{ m}^3$$

サイズ（1、2号共用）

内寸にて示す。

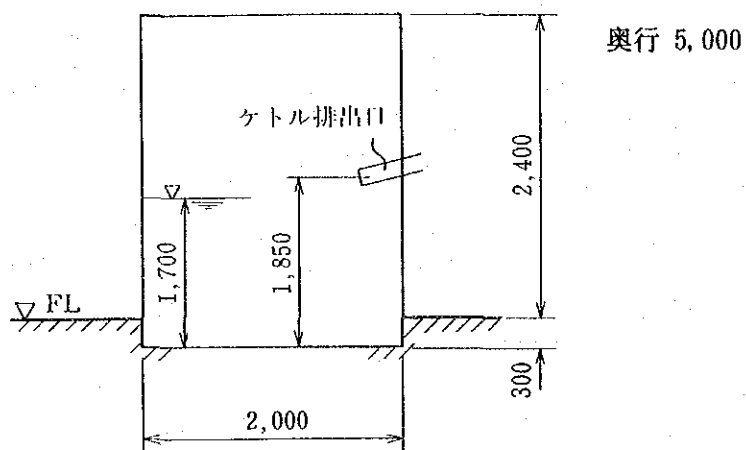


図4-4 ホットピット寸法図

4-4-2 2号系統の現状

(1) 設備フロー

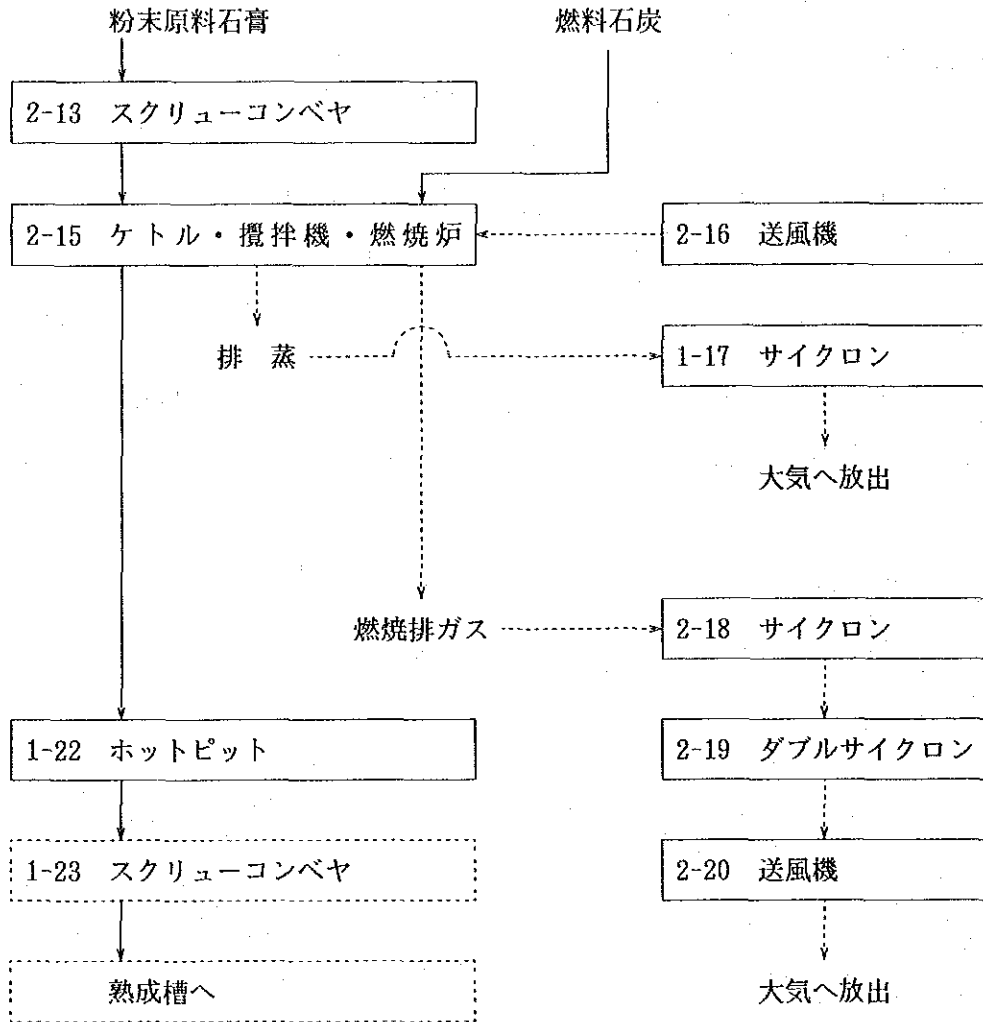


図4-5 2号系統焼成工程フロー（現状）

## (2) フローの説明

1号系統とほぼ同じであるが、次の2点が1号系統と異っている。

- ・ケトルへの原料供給はスクリーコンベヤにて行われ、ケトル前に原料を貯蔵するためのホッパーは設置されていない。
- ・排蒸ダクト、サイクロン、煙突が燃焼排ガスダクト、サイクロン、煙突の中に収められ、排蒸系の結露防止対策が施されている。

## (3) ケトルの構造

1号系統のケトルと同じである。

下記写真参照のこと。

- ・2号系統ケトル上部 (写真4-11)
- ・2号系統ケトル横煙道 (写真4-12)
- ・2号系統ケトル釜底中央部 (写真4-13)
- ・2号系統ケトル釜底周辺部 (写真4-14)
- ・ケトル釜底中央部ピース (写真4-15)
- ・ケトル釜底周辺部ピース (写真4-16)
- ・2号系統ケトル釜底スクレーパ (写真4-17)
- ・2号系統ケトル排出口 (写真4-18)

## (4) 燃焼室の構造

1号系統の燃焼室と同じである。

下記写真参照のこと。

- ・2号系統燃焼室ロストル (写真4-19)
- ・2号系統燃焼室縦煙道入口 (写真4-20)

## (5) 計測

1号系統と同じである。

## (6) 集塵

排蒸および燃焼排ガス中のダスト処理は各々独立した流れの中で行われる。

ダスト分離には排蒸はサイクロン又、燃焼ガスはダブルサイクロンを使用している。(写真4-21参照) 燃焼ガスは高温(約400℃)のため、排蒸配管の外側を包み保温を行っている。

## (7) ケトルからの原料漏れ

1号系統のケトルと同じように原料漏れが発生する。

#### 4-4-3 2号系統実運転の状況

本格調査中に2号系統の焼成設備による実運転調査を行ったのでその内容結果について報告する。

##### (1) 運転の目的

焼成設備を含む工場設備近代化の基礎データを得るため休止中の設備を短期間運転した。

##### (2) 実施日

1992年3月13日～3月14日

##### (3) 運転方法

運転方法特に焼成方法としては太原西山石膏礦が従来から実施している方式（原料を2次脱水まで完了させてからケトルより排出する方法）と日本において建材用焼石膏などで一般に行われている方式（原料を1次脱水まで完了させ、2次脱水以前にケトルより排出する方法）の2方法で実施した。

運転は両方式とも4名程度の要員で行った。

内訳は原料：2名、ケトル：1名、石炭燃焼：1名である。

##### (4) 運転の準備

2号ケトルを使って焼石膏を生産する前につぎの準備をした。

###### (i) ケトル本体

ケトル底板表面をきれいに清掃し異物の混入のないようにした。

攪拌機にはチェーンと山形鋼を取り付けた。

###### (ii) 燃焼室の予熱及び測定孔の確保、燃料の準備

室内はきれいに清掃し、本格調査前日に火入れをしてレンガ、燃焼室、ケトル本体、煙道等を予熱した。（写真4-22参照）

ロストルの上に薪を敷き更に石炭を置いて火入れする。設備に不等な熱応力を与えないように1昼夜かけて予熱して行った。

燃料は地元で豊富に産出し発熱量（7,000kcal/kg）も高い石炭を使用した。この石炭は他の燃料に比較して安価に入手出来る。

石炭の使用量は重量測定により把握した。

燃焼室の温度測定のための測定孔が2ヶ所あることを確認した。

###### (iii) 横煙道の温度測定孔の確保

上下各1ヶ所横煙道内の燃焼ガス温度測定のためレンガ外壁に測定孔を開けた。

(iv) 排気ガス温度測定孔、排蒸気温度測定孔の確保

ケトル上蓋近くのダクトに夫れ夫れ測定孔を取り付けた。(写真4-23参照)

排気ガス温度からケトル内の熱交換の効率を知ることが出来る。

また排蒸気温度からケトル内の焼石膏の温度及び脱水反応の状況を知ることが出来る。

(v) ホットピット

きれいに清掃し前回焼成した焼石膏の混入のないようにした。

(5) 運転状況

< 3月13日 >

原料は1号系統のレイモンドミルで微粉碎されたものを使用した。原料投入量は1.5tで焼成したがケトル底板から原料石膏漏れがすぐに始まり調査準備の形になった。ただし燃焼室及び横煙道の温度状況を測定することが出来た。余熱で2次脱水終了まで焼成した。(太原西山石膏礦方式)

< 3月14日 >

原料は前日と同じく1号系統で処理されたものを使用した。

この日の運転では原料の粉末原料石膏漏れは少なく2次脱水が始まる直前で焼石膏をケトルから排出した。(日本において建材用焼石膏などで行われている方式)

(i) 燃焼室の温度

実運転前日から火入れをしてレンガ、燃焼室、ケトル本体、煙道等を徐々に加熱しておいた。固定のロストル上に作業員が石炭を撒布し燃焼させている。火力の調整及びそれに伴う燃焼用空気量の調整は作業員が現場のダンパーを開閉している。燃焼室に温度計は設置されておらず燃焼ガスの温度制御は作業員の経験に頼っている。調査員が携帯した温度計で測定した時、燃焼ガス温度が局部的に950℃以上に上昇していることがあった。

(ii) 横煙道の温度

外径φ377の横煙道がケトル内部に上下各2本設置されている。堅煙道から上昇して来た燃焼ガスは上側及び下側両方に入るようになっている。温度

測定結果から上側横煙道の温度が下側よりもかなり高い。

これは燃焼ガスは常に抵抗の少ない上側横煙道に入り下側横煙道は有効に熱交換に使われていないと考えられる。

(iii) 原料漏れ

運転初日には釜底の継ぎ目から石膏が漏れた。石膏漏れは燃焼室が曇って来るので容易に判断できる。(写真4-24~25参照)

2日目は石膏の漏れが止まった。底板同士の隙間に石膏が詰まって一時的に漏れが止まったものと考えられる。

(iv) 投入原料石膏の供給

1号系統のレイモンドミルで粉砕した原料石膏を抜き出しこれを台車で2号系統のスクリーコンベヤまで運びケトルへ投入した。(写真4-26参照)

2 tonの原料石膏を投入するのに23分かかった。

(v) 焼石膏の排出時間

焼石膏1.5ton排出するのに7分間かかった。

また排出孔の位置が底板から上がった所にあるので焼石膏の残量がかなりあった。



(6) 運転結果

(i) 3月13日の運転記録

時刻	各部温度測定結果 (°C)					
	燃烧室 (左)	燃烧室 (後)	横煙道 (上)	横煙道 (下)	燃烧ガス	排蒸気
10:00	120	—	—	—	—	— →予熱時
10:30	—	140	79	68	84.7	57
13:45	547	535	—	—	—	—
13:50	—	—	220	—	—	—
13:55	—	—	—	—	—	— →原料投入 開始
13:57	—	—	—	214	—	—
14:03	—	—	—	—	331	—
14:05	—	—	—	—	—	140
14:27	965	—	—	—	—	— →原料投入 終了投入 量(1.5t)
15:37	636	—	—	—	—	—
15:47	—	—	—	—	—	69 →2次脱水 終了前
15:48	—	—	—	—	340	—
15:53	—	—	—	269	—	—
15:58	—	—	269	—	—	—

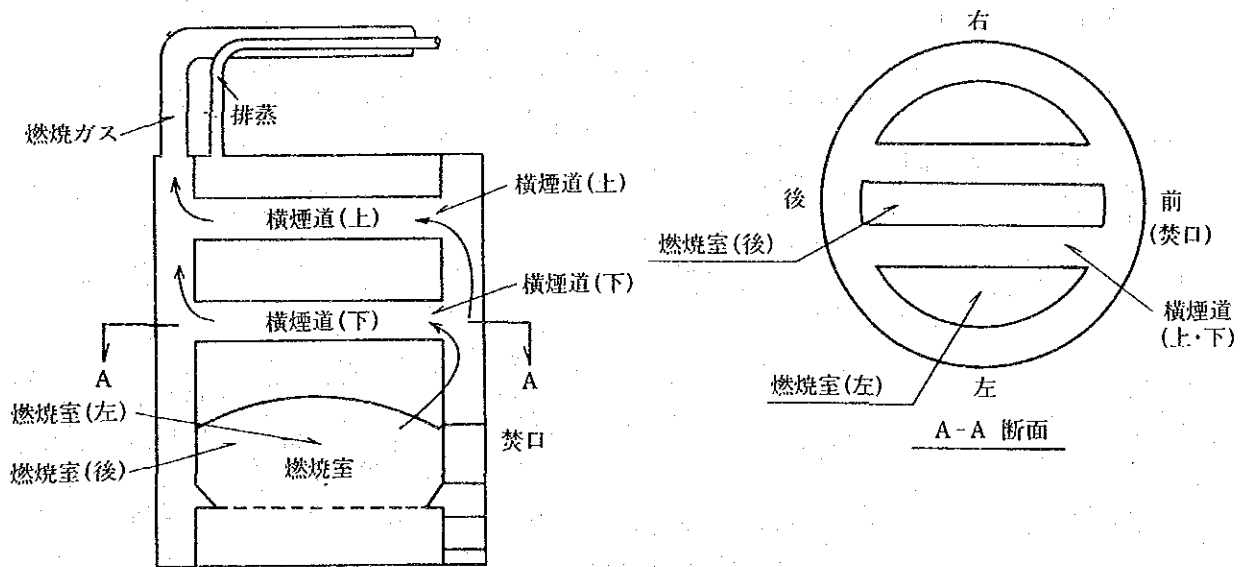


図4-6 実運転の温度測定位置図

## (ii) 3月14日の運転記録

時刻	各部温度測定結果 (°C)					
	燃焼室 (左)	燃焼室 (後)	横煙道 (上)	横煙道 (下)	燃焼ガス	排蒸気
12:44	406	-	-	-	-	-
12:45	-	570	-	-	-	-
12:48	-	-	-	82	-	-
12:50	-	-	108	-	-	- →原料投入 開始
12:54	-	-	-	-	250	-
12:58	-	-	-	-	-	75~80
13:00	830	-	-	-	-	-
13:03	-	-	160	-	-	-
13:02	-	-	-	131	-	-
13:08	-	-	-	-	265	105
13:23	-	-	-	-	-	- →原料投入 終了(投入 量2t)
13:28	-	-	-	182	-	-
13:30	845	-	367	-	-	-
13:32	636	-	-	-	355	-
13:35	-	818	-	-	-	-
13:48	-	-	-	-	405	-
13:50	-	-	-	-	-	167
13:52	888	-	-	-	-	-
13:53	-	950	-	-	-	-
13:56	-	-	-	250	-	-
13:58	-	-	414	-	-	-
14:10	-	-	-	-	154	-
14:15	764	-	-	-	-	-
14:16	-	785	-	-	-	-
14:18	-	-	-	246	-	-
14:20	-	-	425	-	-	-
14:23	-	-	-	-	-	- →排出開始
14:30	-	-	-	-	-	- →排出終了 (焼出量1.5t)

(iii) 品質

実運転で得られた焼石膏の品質については5-4-4項に記述する。

4-4-4 考察

(1) ケトルへの原料投入時間

ケトルへの原料投入時間は現状の2号系統のように長時間を要すると、製品品質上好ましくなく、30分程度が適切と考えられる。

この点から判断すると1号、2号系統とも微粉碎機能力より、ケトルの上流側で一旦原料粉を貯蔵しておく必要がある。

(2) ケトル容量

(i) サイズ

1号、2号系統とも同構造、同サイズであり、その寸法を図4-7に示す。

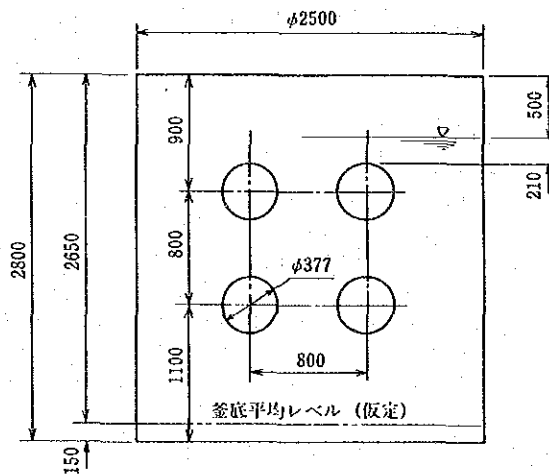


図4-7 ケトル寸法図

(ii) 容量

・満槽容量 = (タンク内容量) - (横煙道容量)

$$= \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 \times 2.65 - \frac{\pi}{4} \times 0.377^2 \times 2.36 \times 4$$

$$= 13 - 1.05 = 11.95 \text{ m}^3$$

・ケトル上端から-500mmレベルでの容量 (上部横煙道上端から+200mmレベル)

$$11.95 - \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 \times 0.5 = 9.5 \text{ m}^3$$

(iii) 原料バッチ量

ケトル上端から-500mmレベルまで原料を投入する場合の原料バッチ量は原料粉嵩比重 0.659Ton/m³ (実測値) より

$$9.5\text{ m}^3 \times 0.659\text{ Ton/m}^3 = 6.26\text{ Ton}$$

(iv) 焼石膏バッチ量

・原料純度85%のとき

$$6.26\text{ Ton} \times (0.15 + 0.85 \times 0.8) = 5.2\text{ Ton}$$

・原料純度60%のとき

$$6.26\text{ Ton} \times (0.4 + 0.6 \times 0.8) = 5.5\text{ Ton}$$

(3) ケトル伝熱面積

ケトルから石膏に熱を伝え熱交換するのはケトルの底板、側壁及び横煙道である。

実際運転して温度測定結果から燃焼室から側壁の縦煙道を回った燃焼ガスは最短距離の上側横煙道に入り下側横煙道は有効に熱交換に使われていない。また側壁部は熱交換のためには最も表面積が大きい燃焼ガスは燃焼室と上側横煙道の最短距離を通るだけで有効に熱交換に使われていないと思われる。

燃焼ガスの短絡を防ぎ表面積の大きい横煙道及び側壁を有効に使い熱交換する必要がある。ケトルの伝熱面積としては下記程度は確保できると考えられる。

$$\text{横煙道表面積 } \pi \times 0.377 \times 2.36 \times 4 = 11.1\text{ m}^2$$

$$\text{側壁表面積 } \pi \times 2.5 \times 2.0 \times 0.6(\text{有効}) = 9.4\text{ m}^2$$

$$\text{底板表面積 } \pi \times 2.0^2 / 4 = 3.1\text{ m}^2$$

---

$$\text{合計 } 23.6\text{ m}^2$$

(4) ケトルからの原料漏れ (写真4-13~4-17参照)

ケトルからの原料漏れの原因として次のことが考えられる。

(i) 釜底は鋳物製で分割形 (中央部1枚、周辺部12枚の合計13分割) になっており、互いの迫 (せり) 持ちで組み立てられているが、その噛込み寸法が小さい (30mm)。現状の三倍は必要と考えられる。

(ii) また隣合った各分割ピース同士が固定されていないので、加熱による膨脹の際、各隙間寸法にばらつきが生じ大きな隙間から原料が漏れ易くなると考えられる。

(iii) 釜底の中央部ピースの表面が曲面状であるのに対し、この部分の原料を掻き払うための攪拌機のスクレーパは山形鋼であるので平面運動をしている。

従って釜底中央部のスクレーパは点接触となり、原料の掻き払い効果が極めて小さい。

このため局所的な原料滞留が起こり、その部分に局所熱歪が生じ原料漏れが発生することが考えられる。

(iv) 釜底の周辺部のスクレーパは攪拌機の下段羽根からチェーンによって引き摺られ原料を掻き払うが、これも山形鋼であるので釜底と点接触となっている。

従って上記 (iii) 項と同じ理由で原料漏れが発生することが考えられる。

(v) セルと釜底のコーナ部の原料掻き払い用スクレーパが無い場合、この部分での原料滞留が生じる。これも上記 (iii) 項と同じ理由により原料漏れの原因となる。

(vi) 釜底の分割ピースの各隙間には綿状の石綿パッキンが詰め込まれているが、これが釜底表面に少しでも出ているとスクレーパにより徐々に引き摺り出され、パッキンが少なくなった所から原料漏れを起こす危険性がある。

これを防ぐには、ほぐれがない成形パッキンを使用する必要がある。

(注) 原料漏れの対策は、上記の原因に対する方策を講じる事である。

内容については第 8 章生産工程の近代化「8-5-2 1号系統の近代化」に述べる。

#### 4-4-5 問題点

##### (1) ケトル釜底

実運転においても釜底から原料漏れが発生した。

従って釜底を原料漏れのない構造に改善する必要がある。

##### (2) ケトル攪拌機

原料もれの原因の一つとしてケトル釜底の部分的な原料滞留による熱歪も考えられる。従って釜底の部分的な原料滞留のない掻き取り装置に改善する必要がある。

### (3) 堅煙道

ケトルから石膏に熱を伝え熱交換するのはケトルの底板、側壁及び横煙道であるが、考察で述べたように表面積の大きな横煙道及び側壁が有効に利用されていない。従って、燃焼ガスの流れを改善し、有効伝熱面積を増やす必要がある。

### (4) ケトル排出口

排出口の寸法はφ145mmで今回の実運転結果から、1バッチの排出に30分程度かかるものと思われる。これでは最初に排出された焼石膏と最後に排出されるものに結晶水の違いが生じ同一ロットにバラツキが出る原因となる。

また排出口の位置が底板から上がった所にあり焼石膏の残量がかなり出る。これも品質のバラツキが出る原因となる。

脱水の終了した焼石膏は熱の影響を受けて他の形態に変わるのを避けるため出来るだけ短時間にケトルから排出する必要がある。

### (5) 計測

焼石膏の品質向上及び生産性向上のために次の計測が必要であるが現在は実施されていない。

#### (i) ケトルへの原料投入量

原料投入量を常に一定にするための装置がないため投入量のバラツキが生じる。これは製品品質のバラツキの原因となり好ましくない。よって原料投入量は一定に保つ必要がある。

#### (ii) 温度

ケトルでの焼成時、品温および燃焼ガス温度を把握して運転する必要がある。

これは品質管理上、また設備管理上極めて重要なポイントである。

### (6) ケトルへの原料投入時間

4-4-4項で述べた通り、ケトルへの原料投入時間は製品品質上現状より短くする必要がある。

### (7) ホットピット

製品多品種化に対応するためには、1号、2号系統各々専用のホットピットを設ける必要がある。

## 4-5 仕上げ粉碎・混合工程

### 4-5-1 現状

ホットピットからスクリーコンベヤで排出された焼石膏は空気輸送機で直接熟成サイロ^②に入るようになっている。(写真4-27参照)

ここで貯蔵及び熟成されホッパー下部の手動ダンパーを開閉し焼石膏を取り出すようになっているが現在は使用されていない。

従って焼石膏を粉碎して粉末粒度を調整したり、添加剤を加え混合する設備は現状では設けられていない。

### 4-5-2 考察と問題点

製品品質向上に対応するためには、焼石膏の粉碎および混合設備は必要となる。

## 4-6 包装・入出庫

### 4-6-1 現状

ホットピットからスクリーコンベヤで排出された焼石膏は空気輸送機で直接熟成サイロに入るようになっている。(写真4-28参照)

熟成サイロの下は包装出荷の作業場になっている。現在は使用されていない。

#### (1) 設備フロー

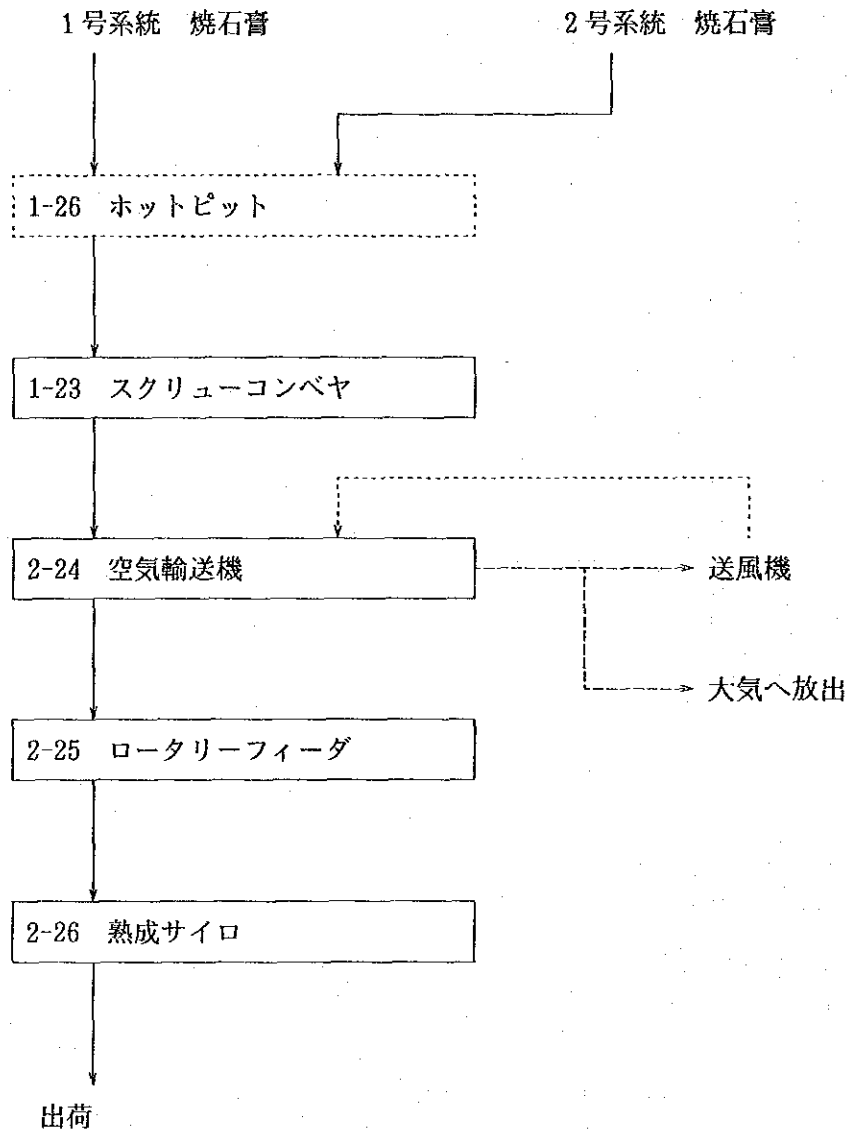


図4-8 包装・入出庫工程フロー (現状)



## (2) 空気輸送機

ホットピット下部に設置のスクリーコンベヤで排出された焼石膏は空気輸送によって熟成サイロへ運ばれる。しかし圧送ファン能力不足のため現在使用不可能である。

圧送管は内部結露を防ぐため保温されている。

## (3) 熟成サイロ

胴体部はコンクリート製、ホッパー部は鋼板製の容量20 m³の熟成サイロが設置されている。現在は使用されていない。

## (4) 包装

熟成サイロ下部は焼石膏の包装作業場になっている。

ホッパー下部の手動ダンパーを開閉し焼石膏を取り出し包装するようになっているが現在は使用されていない。

1号系統で製造された生石膏粉は粉碎工場内で作業員が手作業で50kgのPP編製袋に詰め台秤で計量している。

## (5) 製品倉庫

10m W × 50m L = 500 m²

道路を挟んで粉碎焼成工場の向かいに屋根付きの製品倉庫がある。

包装された生石膏粉及び焼成窯で焼成された焼石膏を出荷まで保管している。(写真4-29参照)

### 4-6-2 考察と問題点

#### (1) 空気輸送機、熟成サイロ

4-5項より焼石膏の粉碎、混合設備を増設する必要があるため、既存の空気輸送機および熟成サイロは不要となる。また製品はバッチ管理を行うためサイロに貯蔵する方法は適さない。

#### (2) 包装

生産量アップに対応するため、現在手作業での袋詰作業を機械化し、能力アップと省力化を図る必要がある。

## 4-7 電気設備

### 4-7-1 現状

3-4-2項で述べたとおり石膏製品工場の電力は、太原西山石膏礦主変電所より3 $\phi$ ・3W・50Hz・10kVで同工場内の職場変電所に供給され、同変電所内に設けられた3 $\phi$ ・3W・50Hz・10kV/380V・320kVAの変圧器で変電されたのち、各職場へ380Vの低圧配電となっている。

既設負荷容量は下記の通りである。

- |                  |          |
|------------------|----------|
| (1) 変圧器容量        | 320kVA   |
| (2) 全負荷容量        | 817kW    |
| (3) 原料粉碎・焼成室負荷容量 | 340.22kW |

また照明、制御電源は320kVA・3 $\phi$ ・4W方式による1 $\phi$ ・2W・220Vとなっている。

### 4-7-2 考察と問題点

- (1) 電源に関しては近代化に伴う負荷容量増大に対して既存変圧器の容量不足が懸念される。
- (2) 職場変電所と原料粉碎・焼成室間の配電負荷電流が増大することが予想されその場合ケーブルが太くなり過ぎ配線工事が可能かどうか懸念される。
- (3) 制御設備については負荷容量が増大すると既存設備の利用は不可能となりまた制御方式が変更となる場合も既存設備の利用は不可能となる。
- (4) 配線材料は制御方式が変更となると既存のものは利用できない。
- (5) 照明器については既存品の照度低下など健康度が悪いものについては更新の必要がある。

## 第5章 生産管理の現状と問題点

### 5-1 調達管理

#### 5-1-1 現 状

調達品目としては石膏原料、その他の副原料・燃料・材料である。

このうち量的に多い石膏原料は、自社鉱山から搬入しているので特別な調達管理は実施しておらず、必要に応じて鉱山に連絡し輸送している。

その他の副原料・材料は量的に少なく、これも必要に応じ都度発注購入している。

#### 5-1-2 問題点

##### (1) 石膏原料

石膏原石には品位のバラツキがある。

焼石膏としては、かなりの高品位の原石を必要とする為、鉱山での選別を充分実施する必要がある。

更に、木片、鉄片、雑岩の混入を防止する。

##### (2) その他の副原料・材料

購入量が少量である為、人手を要する。

## 5-2 在庫管理

### 5-2-1 現 状

石膏原料及びその他の副原料・材料が対象になる。

石膏原料は屋外の置場に原石が貯蔵してある。

燃料は同様屋外の置場に貯蔵してある。

在庫管理としては、通常の方法で入庫・管理・出荷ならびに定期的に在庫の確認を行っている。

### 5-2-2 問題点

石膏原料の置場が屋外である為、土砂や異物で汚れ、又雨水で濡れて更に汚染される可能性がある。

## 5-3 工程管理

### 5-3-1 現状

工程上の現状や問題点については第4章『生産工程の現状と問題点』で工程別に詳細に述べた。ここでは高品質の焼石膏を製造するために必要な管理項目で、現在必ずしも十分に実施されていないものについて述べる。

#### (1) 異物の混入防止

高品質の石膏製品を製造するためには原石から出荷まで異物の混入は絶対避けなければならない。

特に陶磁器用の焼石膏に鉄片が混入することは致命的である。

原石石膏の受入工程から粉砕工程、焼成工程及び包装まで鉄片混入の機会が多い。

#### (2) 焼成条件の管理

品質の均一な焼石膏を得るためには粉末原料石膏がケトルで焼成される履歴は原料全体にわたりできるだけ同一な事が望ましい。そのためには1ロット分の粉末原料石膏を供給する時間とケトルから焼石膏を排出する時間はできるだけ短い方が良い。

##### (i) 粉末原料石膏の供給時間

1号系統のケトルには貯蔵ホッパーが設置されているので整備すれば1ロット分の粉末原料石膏を全量、短時間にケトルに投入することができる。

2号系統は貯蔵ホッパーがなく又輸送機の能力から短時間に1ロット分の粉末原料石膏を輸送することはできない。

このため初めに入った粉末原料石膏はほとんど焼成終了近くになっているのに未だ生原料石膏がケトルへ投入されていることになり品質上均一な焼石膏が得られない。

##### (ii) 焼石膏の排出時間

焼石膏の排出については両系統ともφ145mmの排出口を手動で開け排出している。調査時には1.5Tonの焼石膏を排出するのに7分間かかっている。

5Ton排出するには $(7分/1.5Ton) \times 5t \approx 23分$ かかることになる。

これは既に脱水した焼石膏が余分な熱の影響を受け形態の違う焼石膏(Ⅲ型無水石膏)に変わる事になる。

(3) 製品の混合

- (i) 同一ロットの焼石膏でも粉末原料石膏の投入時間や焼石膏の排出時間の差で品質的には必ずしも同じではない。現状では混合して均一にする設備はない。
- (ii) 1号、2号系統とも焼石膏は共通のホットピットへ排出される。  
これでは系統の違う製品が混合することになり望ましくない。

(4) 温度管理

(i) 焼石膏の温度管理

長年の経験と熟練から焼石膏の焼成終了時を温度で測定せずに判定している。途中の温度変化や燃焼との状態の関連は温度計がないため正確には把握できない。

(ii) 燃焼温度

高品質の焼石膏は出来るだけ低温で焼成するほうがよい。  
またケトル底板の使用時間を延ばすためにも低温で焼成するほうがよい。  
調査時に燃焼ガスの温度測定を実施したことにより燃焼室では 950℃以上に上昇していることがわかった。

(5) 計量管理

(i) 燃料使用量

調査時には石炭の使用量を台車で計量した。  
正確な燃料原単位を算出し燃費の改善を図るため必要な作業である。

(ii) 粉末原料石膏投入量

ケトルへの原料の供給量を一定にすることはケトル焼成を標準化するため必要である。現状では計量機は設置されておらず原料の正確な投入量は不明である。

(iii) 包装・出荷量の把握

作業員が手作業で50kgのPP編袋に詰め台秤で計量している。  
各袋の重量がかなりのバラツキが出ると思われる。

(6) 粉末原料石膏の粉末粒度の適正化

焼石膏の粉碎混合設備がないためレイモンドミルで粉碎される粉末原料石膏の粉末粒度は出荷用に合わせて微小に調整してある。

レイモンドミルでの粉碎はある程度粗くして焼成するほうが焼石膏の強度増加に寄与する。

(7) 集塵系の管理

粉碎工程、焼成工程に夫れ夫れ集塵機が設置されているが能力不足や正圧運転等により各所から粉塵が発生し作業環境を悪化させている。

また含塵量の多い燃焼ガスや蒸気及び空気を大気中へ放散している。

5-3-2 問題点

(1) 異物の混入防止

除鉄機がなく鉄片の混入が避けられない。

(2) 焼成条件の管理

(i) 粉末原料石膏の供給時間の短縮

1号系統はケトル前に貯蔵ホッパーがあり整備することで短縮出来る。

2号系統は貯蔵ホッパーがなく輸送機的能力も小さく粉末原料石膏を一度に短時間でケトルへ投入出来ない。

(ii) 焼石膏の排出時間

ケトルセルの石膏排出孔が小さく焼石膏の排出に時間がかかる。

(3) 製品の混合

混合設備がなく製品の均一な混合ができない。

ホットピットは1～2号共用のためケトル別の品質管理ができない。

(4) 温度管理

温度計の設置がなく長年の経験と熟練に頼って運転している。

固定式の温度計だけでなく携帯用の温度計があれば各所温度管理が可能となる。

(5) 計量管理

(i) 粉末原料石膏の投入量が不明である。

(ii) 作業員が手作業で包装しており計量精度に欠ける。

(6) 粉末原料石膏の粉末粒度の適正化

焼石膏の粉碎混合設備がないので粉末粒度は出荷用の焼石膏に合わせて調整してある。粉末粒度を粗くすることにより焼石膏の品質の向上が可能である。

レイモンドミルでは粉末粒度の調整が不十分である。

(7) 集塵系の管理

各所で粉塵が発生し大気への飛散も多い。石膏粉をサイクロンだけで捕集するのは無理である。



## 5-4 品質管理

### 5-4-1 現 状

品質管理は、社内では研究所および品質検査係が担当し、国家標準及び社内標準によって実施されている。

添付資料6、『品質関係国家標準・社内標準』を参照のこと。

品質標準は、セメント用石膏、焼石膏及び石膏製品に及んでいるが、ここでは焼石膏に関するものについて述べる。

試験項目としては、石膏品位、化合水、粉末度、凝結時間、抗折強度、抗压強度があり、それぞれ品質規準が定められている。

試験頻度は夫々の項目について工程管理、出荷管理毎に定められている。

試験結果が品質規準の管理限界を上、又は下に外れる場合は必要な処置がとられる。

尚、工程に関する品質管理は工程管理他の項に述べる。

1例として、建築用石膏の品質標準を表5-1～5-4に示す。

表5-1 工業及び建築用石膏石鈹物成分と結晶水

等 級	鈹物成分 (%)		結晶水 (%)	主 要 用 途	
	A 型	B 型			
		CaSO ₄ ・2H ₂ O	H ₂ O		
	CaSO ₄ ・2H ₂ O	+CaSO ₄			
1	>95		>19.88	医用、食用、芸術品	模 型
2	>86		>17.79	建築製品	
3	>77		>16.08		

表5-2 建築用石膏の強度

(MPa)

等 級	優 等 品	一 等 品	合 格 品
抗 折 強 度	2.5	2.1	1.8
抗 圧 強 度	4.9	3.9	2.9

表 5 - 3 建築用石膏の粉末度

(%)

等 級	優 等 品	一 等 品	合 格 品
0.2mm方孔篩残分	5.0	10.0	15.0

表 5 - 4 建築用石膏の凝結時間

(%)

始 発	6 min以上	終 結	30min以下

#### 5-4-2 問題点

(1) 現在の焼石膏の品質標準は、建築用のみである。

従って、良質の陶磁器用石膏を対象に製造するときは上記の検査のみでは不十分である。

これらに次のものを付け加える必要がある。

- (i) 攪拌時間 焼石膏を混水量の水中に投入し始めてから流し込みを開始するまでの時間を言う。
- (ii) 吸水率 乾燥した石膏成型サンプルの吸水率を測定する。
- (iii) 鉄粉の有無 磁石を使用して検査する。
- (iv) 不純物の有無 目視検査でよい。
- (v) 膨張率の測定 大型の型用石膏（例えば衛生陶磁器用）には必要である。

(2) 品質管理体制

現在は生産量が少ない為、社内の品質管理体制がやや弱いと思われる。

#### 5-4-3 石膏の品質

(1) 原料石膏

(i) 原石

透明石膏は、品位が96%で極めて良質であるが産出は極めて少なく、原料としての対象にはならない。

雪花石膏は、今回試験したサンプルで品位89%である。これは、雪花石膏の品質の上限と思われる。

雪花石膏の品位は81~89%であるので、陶磁器型材用の高品位の原石を得るためには充分な選別が必要であろう。

粘土石膏は、今回のサンプルで品位は63%である。

一般には更に、低品位であるので建材用及びプラスター用の原石を得る為には選別が必要であろう。

本礦の石膏は硬石膏（Ⅱ型無水）を含有している。

その値は今回の試験範囲でも3%から13%に達するので注意を要する。

原石は、付着水分は微少である。又、粗碎物の嵩密度は  $1,440\text{kg}/\text{m}^3$  である。岩質は緻密で硬い。

一般に微晶質であるが、透明石膏の結晶は大きい。

X線回折によると雪花石膏及び、透明石膏は二水石膏の回折像のみが観察される。

#### (ii) 粉碎生石膏

今回試験に使用した原料は、通常生石膏粉として出荷されているものとはほぼ同じと思われる。即ち品位は58~65%、無水石膏を4~12%含んでいる。良質の粘土石膏と考えられる。

X線回折によると二水石膏の他、Ⅱ型無水の回折像が観察され、又微量の石英の回折像が存在する。

付着水分は微少である。微粉碎されているので、嵩密度は  $660\text{kg}/\text{m}^3$  と低い。示差熱分析によると、1次脱水及び2次脱水の完了時の温度は夫々131.5℃及び146.8℃である。又脱水による減量は、11.5%で分析値と略一致している。

粉末度は西山石膏礦の場合、微粉碎されていて  $80\mu$  (約170メッシュ) 残分10%程度であり、且  $30\mu$  (約400メッシュ) 残分は27%と少ない。中国の某社品は、 $80\mu$  残分及び  $30\mu$  残分夫々14.6%及び52.3%と稍粗目である。

日本の場合、石膏ボード用で  $149\mu$  (100メッシュ) 残分及び  $74\mu$  (200メッシュ) 残分が夫々30%及び82%、又陶磁器用で  $149\mu$  残分及び  $74(70)\mu$  残分が夫々53~56%及び68~83%である。

良質焼石膏を得るためには、原料石膏の粉末度を粗くする必要がある。

今回使用した原料は、石膏プラスターならびに石膏ブロック等の建材に対

応するものと思われる。

## (2) 焼成石膏

上記の生石膏粉を原料として、焼成試験を実施した。従って化学成分としてはその原料に対応するものである。焼成方法として、3月13日は2次脱水まで完了させる方式を採用し、又3月14日は1次脱水が完了した時点で釜出しをする方式を採用した。この結果は、前者の場合β半水石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) 及びⅢ型無水石膏 ( $\text{III}-\text{CaSO}_4$ ) が夫々35.5%及び26.9%であるのに対し、後者の場合夫々61.3%及び1.1%と化学分析に明瞭に現れている。

嵩密度は焼成された為、高くなり  $740\text{kg}/\text{m}^3$  である。粉末度は、原料と略同じで  $80\mu$  及び  $30\mu$  残分が夫々11%及び30%である。即ち焼成により粉末度はあまり変化していない。

他社品と比較すると、

	80 $\mu$ 残分	30 $\mu$ 残分 (%)
西山3月14日焼成	11.0	29.9
西山1月15日サンプル	13.3	40.0※
平邑 $\alpha$	12.7	40.4
日本ボード用	34.6	58.5
日本陶磁器用	4.6	48.3

注※推定値

中国品は微粉碎されているが、粗粒がやや多い。しかし微粒の残分は妥当である。

X線回折像は、焼成石膏いずれも妥当な結果となっている。示差熱分析では、脱水完了時の温度は3月14日焼成品と平邑 $\alpha$ 石膏で夫々132.5及び136°Cを示し、又化合水は3月14日焼成品の場合、化学分析値と一致している。又平邑 $\alpha$ 石膏は付着水分が1%である。

顕微鏡写真によると今回の試験品は、粒径が小さく又β型半水石膏であるが平邑の焼石膏は粒径は大きく、 $\alpha$ 型半水石膏である事が認められる。

物理試験では、今回の試験品は凝結は略良好であるが、強度が高級陶磁器用石膏と比較すると約1/3と弱く改良の余地がある。しかし石膏プasterなら

びに建材用としては、中国規格を満足しているのでは或程度使用可能と考えられる。

尚、同一サンプルを中国規格及び日本規格で試験した例（サンプルG_{C-3}）によると、日本規格の抗压強度は中国規格の約56%である。これは混水量の差によるものである。

又、同一サンプルを中国及び日本の試験室で同一規格で試験した例（サンプルG_{C-2}、日本規格）によると抗压強度は一致している。

#### 5-4-4 石膏の品質試験結果

##### (1) サンプル

今回各種試験を実施したサンプルは次の通りである。

##### (i) 石膏原石

採取場所	サンプル	サンプルNo.
中国西山石膏礦	雪花石膏	G _{R-1}
同上	透明石膏	G _{R-2}

##### (ii) 粉碎生石膏

採取場所	サンプル	サンプルNo.
中国西山石膏礦	3月13日試験送入原料	G _{P-1}
同上	3月14日試験送入原料	G _{P-2}
同上	3月14日生石膏粉製品	G _{P-3}
中国某社	粉碎原料	G _{P-4}
日本N社	ローラミル粉碎品	G _{P-5}
日本M社	粉碎原料(1)	G _{P-6}
日本M社	粉碎原料(2)	G _{P-7}

## (iii) 焼成石膏

採取場所	サンプル	サンプルNo.
中国西山石膏礦	3月13日焼成品	G _{C-1}
同 上	3月14日焼成品	G _{C-2}
同 上	焼成品サンプル(1月25日採取)	G _{C-3}
中国平邑	石 膏	G _{C-4}
日本N社	未粉砕品	G _{C-5}
同 上	粉 砕 品 (ローラミル)	G _{C-6}
日本M社	陶磁器特級	G _{C-7}
中国某社		G _{C-8}
日本M社	陶 磁 器	G _{C-9}

## (2) 化学分析

## (i) 試験方法

J I S R - 9 1 0 1

## (ii) 試験結果

表5-5 石膏原石化学分析値

(%)

サンプル	サンプル No.	分 析 値				計 算 値	
		付着水分	化合水	SO ₃	CaO	CaSO ₄ ・2H ₂ O	CaSO ₄
西山雪花石膏	G _{R-1}	0.0	18.6	43.1	33.4	88.9	3.0
西山透明石膏	G _{R-2}	0.1	20.1	46.4	33.2	96.1	2.9
西山粘土石膏	G _{R-3}	0.0	13.2	35.6	31.6	63.1	10.6

表5-6 粉砕生石膏化学分析値

サンプル	サンプル No.	分 析 値				計 算 値	
		付着水分	化合水	SO ₃	CaO	CaSO ₄ ・2H ₂ O	CaSO ₄
西山3月13日原料	G _{P-1}	0.0	13.6	37.6	30.7	65.0	12.5
西山3月14日原料	G _{P-2}	0.1	12.2	35.1	30.5	58.3	9.8
西山3月14日出荷	G _{P-3}	—	13.2	31.9	27.3	63.1	4.3

表 5 - 7 焼成石膏化学分析値

サンプル	No.	分 析 値				計 算 値		
		附着水分	化合水	SO ₃	CaO	CaSO ₄ ・½H ₂ O	III-CaSO ₄	II-CaSO ₄
西山 3月13日焼成	Gc-1	—	2.2	44.0	35.2	35.5	26.9	14.6
西山 3月14日焼成	Gc-2	—	3.8	41.2	34.3	61.3	1.1	11.5
西山 1月25日採取	Gc-3	—	4.0	49.2	36.7	64.5	10.1※	13.0※

※推定

(3) 嵩密度

(i) 試験方法

試料を一定容積（容積既知）の容器に充填して、その重量を測定する。

(ii) 試験結果

表 5 - 8 嵩密度 (kg/m³)

サンプル	嵩密度	備 考
粗粉石膏原石	1,440	レイモンドミル送入原料
生石膏粉	660	
焼成石膏粉	740	

(4) 粉末度

(i) 試験方法

J I S R9112-1978 (J I S Z 8801 標準ふるい使用)

C A J S K-03

(ii) 試験結果

表 5 - 9 粉碎生石膏粉末度 (%)

サンプル	西山 3月14日原料 (G _{P-2} )									
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~80	80~100	100~		
残分	34.5	25.9	12.6	7.2	3.3	10.0	3.0	3.5		
	100.0	65.5	39.6	27.0	19.8	16.5	6.5	3.5		
サンプル	中国 某社粉碎原料 (G _{P-1} )									
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
残分	17.8	16.4	13.5	11.3	9.8	7.7	5.2	3.7	1.4	13.2
	100.0	82.2	65.8	52.3	41.0	31.2	23.5	18.3	14.6	13.2

(続 く)

サンプル	日本 N社 ローラミル粉碎品 (G _{P-5} )										
μm	~75	75~106	106~150	150~425	425~1,700						
残分	18.0	21.0	31.0	27.0	3.0						
残分	100.0	82.2	61.0	30.0	3.0						
サンプル	日本 M社 粉碎原料 (1) (G _{P-6} )										
μm	~37	37~44	44~74	74~149	149~250	250~297	297~350	350~500			
残分	10.2	6.5	15.6	14.9	7.1	5.8	12.3	27.6			
残分	100.0	89.8	83.3	67.7	52.8	45.7	39.9	27.6			
サンプル	日本 M社 粉碎原料 (2) (G _{P-7} )										
μm	~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	100~149	149~
残分	5.1	3.0	2.4	3.0	2.0	1.9	0.6	1.5	1.2	23.4	55.9
残分	100.0	94.9	91.9	89.5	86.5	84.5	82.6	82.0	80.5	79.3	55.9

表 5-10 焼成石膏粉末度

サンプル	中国西山 3月14日焼成品 (G _{C-2} )										
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~80	80~100	100~			
残分	40.9	19.3	9.9	7.0	1.7	10.2	2.7	8.3			
残分	100.0	59.1	39.8	29.9	22.9	21.2	11.0	8.3			
サンプル	中国 西山焼成品サンプル (G _{C-3} )										
μm	~10	10~20	20~40	40~60	60~80	80~					
残分	20.0	21.8	27.2	12.9	4.8	13.3					
残分	100.0	80.0	58.2	31.0	18.1	13.3					
サンプル	中国 平邑α石膏 (G _{C-4} )										
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~80	80~100	100~			
残分	22.2	24.6	12.8	9.2	5.2	13.3	5.0	7.7			
残分	100.0	77.8	53.2	40.4	31.2	26.0	12.7	7.7			
サンプル	日本 N社 未粉碎品 (G _{C-5} )										
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~80	80~100	100~			
残分	14.5	12.8	9.2	5.7	3.4	14.8	6.0	33.6			
残分	100.0	85.5	72.7	63.5	57.8	54.4	39.6	33.6			
サンプル	日本 N社 未粉碎品 (G _{C-6} )										
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~80	80~100	100~			
残分	0.5	30.7	10.3	5.0	4.7	14.2	4.9	29.7			
残分	100.0	99.5	68.8	58.5	53.5	48.8	34.6	29.7			
サンプル	日本 M社陶磁器特級 (G _{C-7} )										
μm	~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~149	149~	
残分	15.3	21.4	15.0	15.8	12.5	8.0	5.0	2.4	4.6	0.0	
残分	100.0	84.7	63.3	48.3	32.5	20.0	12.0	7.0	4.6	0.0	



(5) X線回折分析

(i) 試験方法

サンプルを微粉碎し、下記装置により測定した。

ガイガーフレックス RAD-III A型

測定サンプル

中国西山石膏礦	雪花石膏	G _{R-1}
同 上	透明石膏	G _{R-2}
同 上	3月13日原料	G _{P-1}
同 上	3月14日原料	G _{P-2}
同 上	3月13日焼成品	G _{C-1}
同 上	3月14日焼成品	G _{C-2}
同 上	焼成品サンプル(1月25日)	G _{C-3}
中国平邑	α石膏	G _{C-4}

(ii) X線回折図

X線回折分析図を図5-1~図5-8に示す。

チャートに記入した鉱物記号は次の通りである。

鉱物記号

記号	鉱物	分子式
A	II型無水石膏	II-CaSO ₄
B	III型無水石膏	III-CaSO ₄ (γ-CaSO ₄ )
G	石膏	CaSO ₄ ·2H ₂ O
H	半水石膏	CaSO ₄ ·½H ₂ O
E	α-石英	SiO ₂

(iii) 試験結果

図5-1~5-8に示すX線回折分析図により、同定された鉱物を表5-11に示す。

表5-11 X線回折分析の結果

試料	同定鉱物
中国 西山石膏礦 雪花石膏 G _{R-1}	<u>石膏</u>
同 上 透明石膏 G _{R-2}	<u>石膏</u>
同 上 3月13日原料 G _{P-1}	<u>石膏</u> 、 <u>II型無水石膏</u> 、《石英》
同 上 3月14日原料 G _{P-2}	<u>石膏</u> 、 <u>II型無水石膏</u> 、《石英》
同 上 3月13日焼成品 G _{C-1}	} <u>III型無水石膏</u> 、 <u>半水石膏</u> <II型無水石膏>、《石英》
同 上 3月14日焼成品 G _{C-2}	
同 上 焼成品(1月25日) G _{C-3}	<u>半水石膏</u> <II型無水石膏>、《石英》
中国 平邑 α石膏 G _{C-4}	<u>半水石膏</u>

注：下線 _____ を付した鉱物は、強い回折線を示す。

< > 内の鉱物は、弱い回折線を示す。

《 》内の鉱物は、極めて弱い回折線を示す。

X線回折図の表

図5-1	中国西山石膏礦	雪花石膏	G _{R-1}
図5-2	同	上 透明石膏	G _{R-2}
図5-3	同	上 3月13日原料	G _{P-1}
図5-4	同	上 3月14日原料	G _{P-2}
図5-5	同	上 3月13日焼成品	G _{C-1}
図5-6	同	上 3月14日焼成品	G _{C-2}
図5-7	同	上 焼成品(1月25日)	G _{C-3}
図5-8	中国平邑	α石膏	G _{C-4}

PLOTTER PRINTER

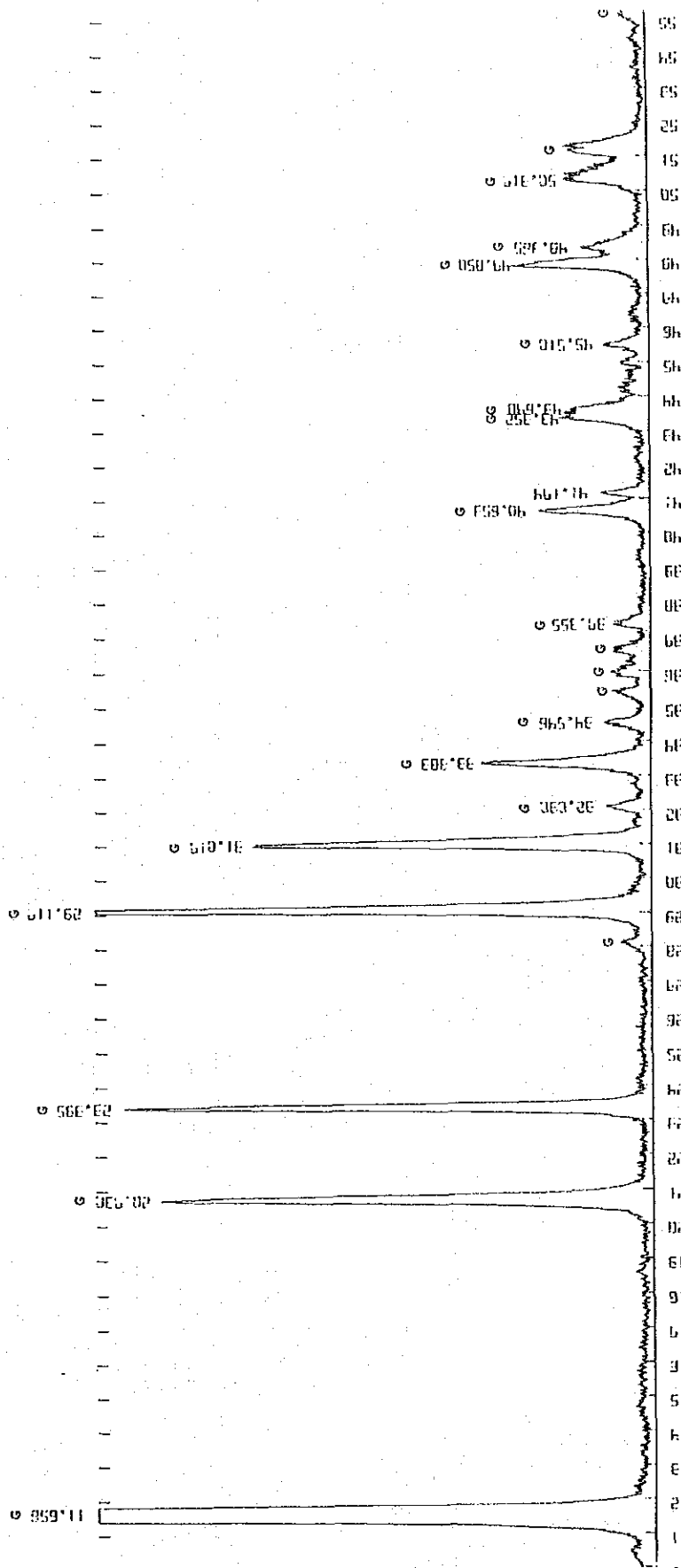
OF ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

OF ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

PAPER



PLOTTER PRINTER

OF ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

OF ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

PAPER

图 5-1 中国西山石膏矿 雪花石膏 GR-1

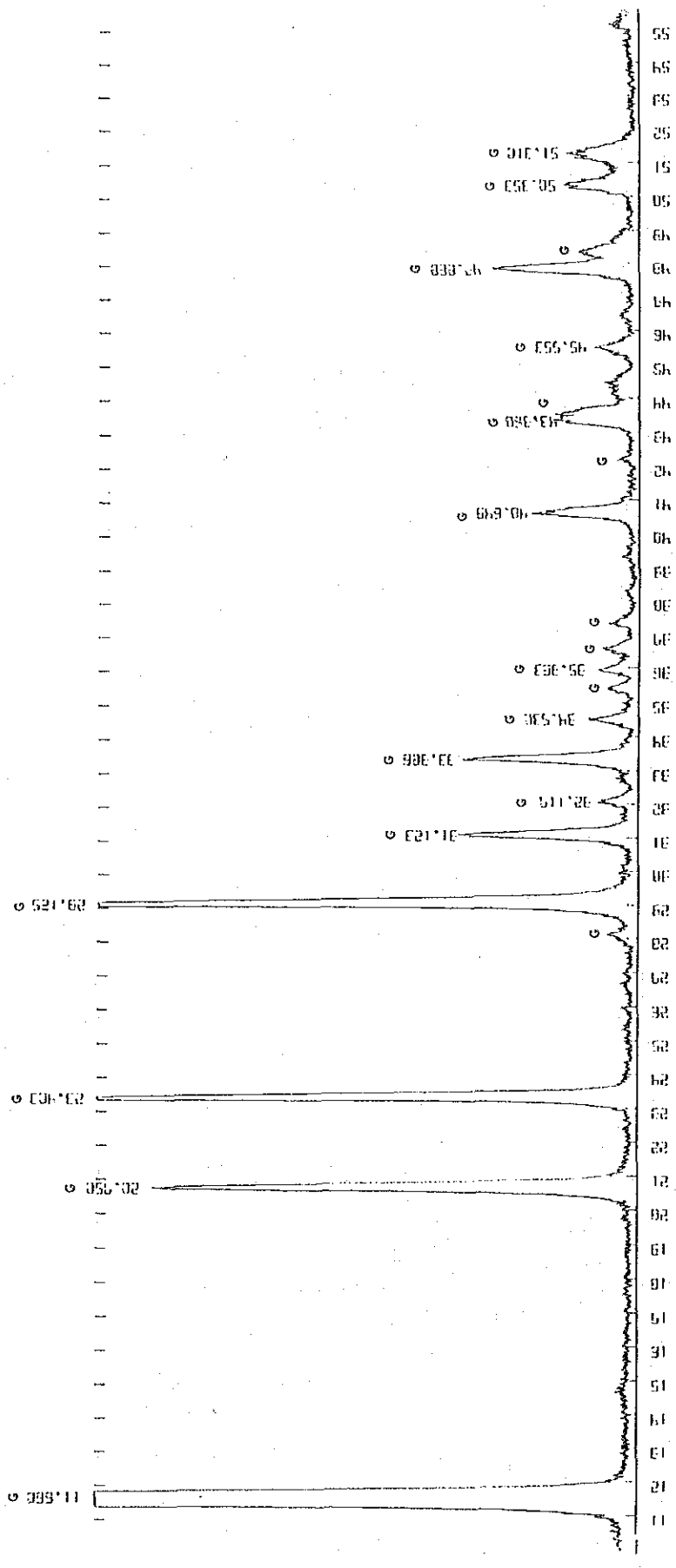
PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER



PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

2CM

图 5-2 中国西山石膏矿 透明石膏 GR-2





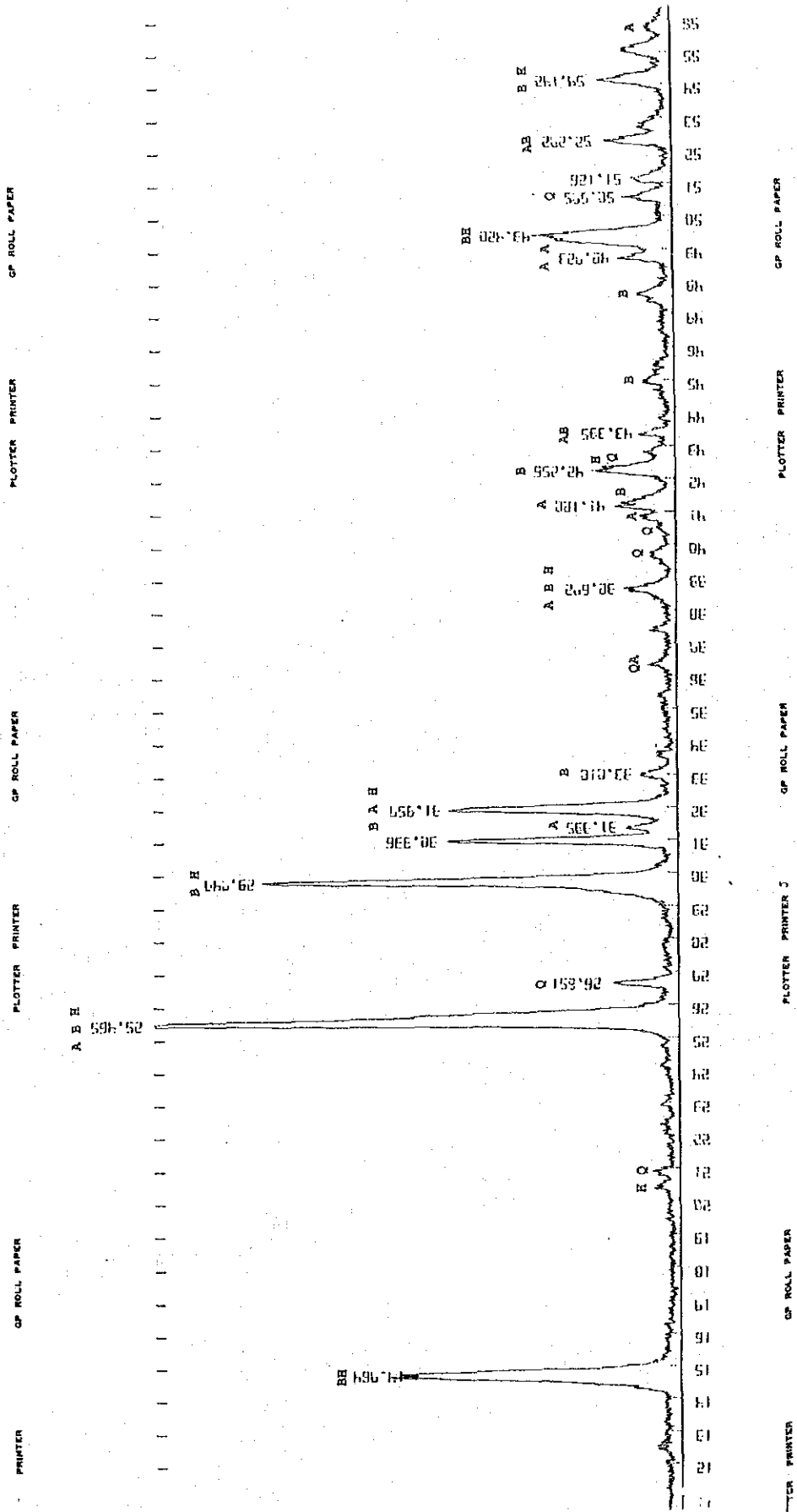


图 5-5 中国西山石膏矿 3月13日烧成品 Gc-1

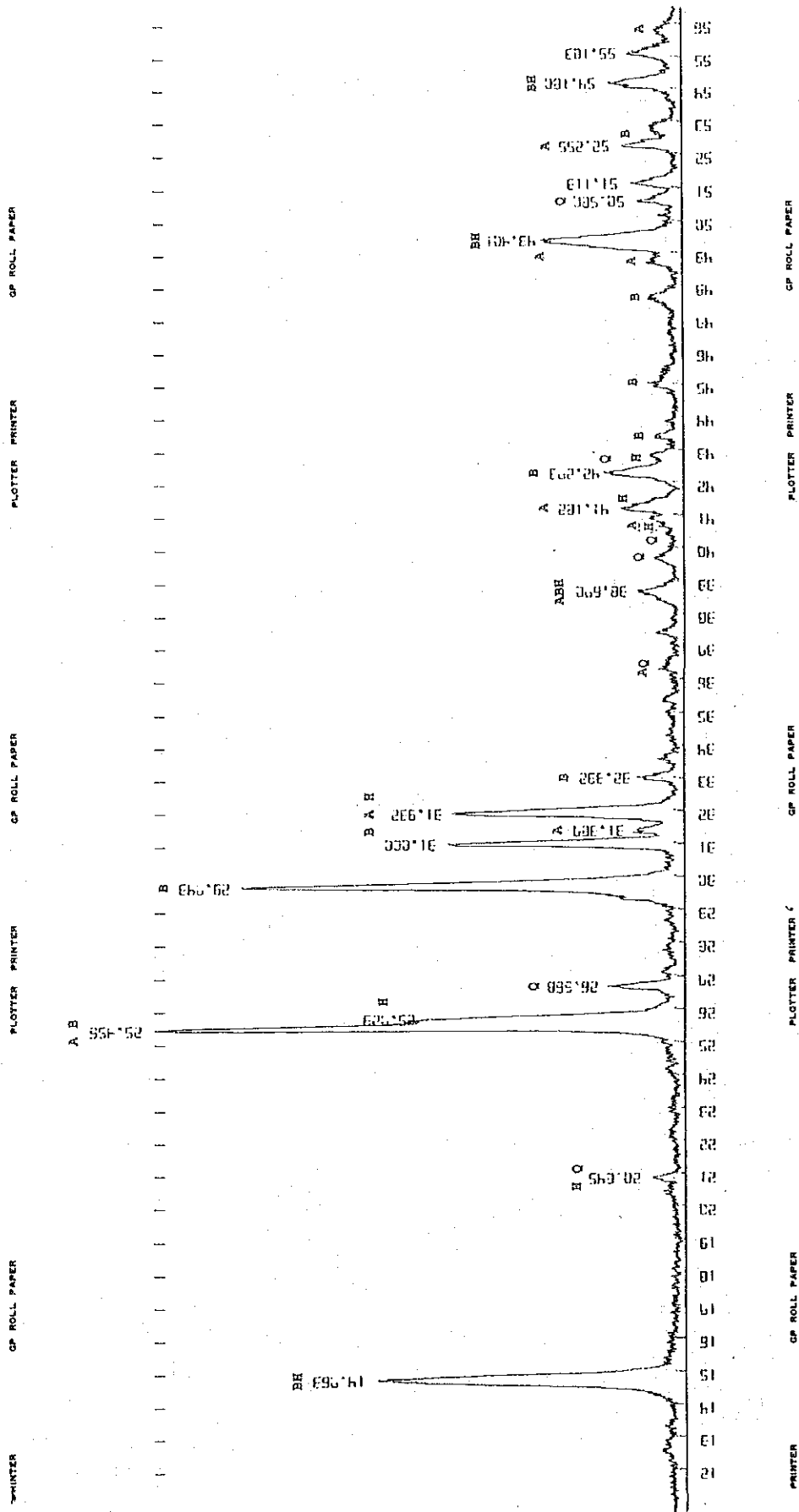


图 5-6 中国西山石墨 3月14日烧成品 Gc-2



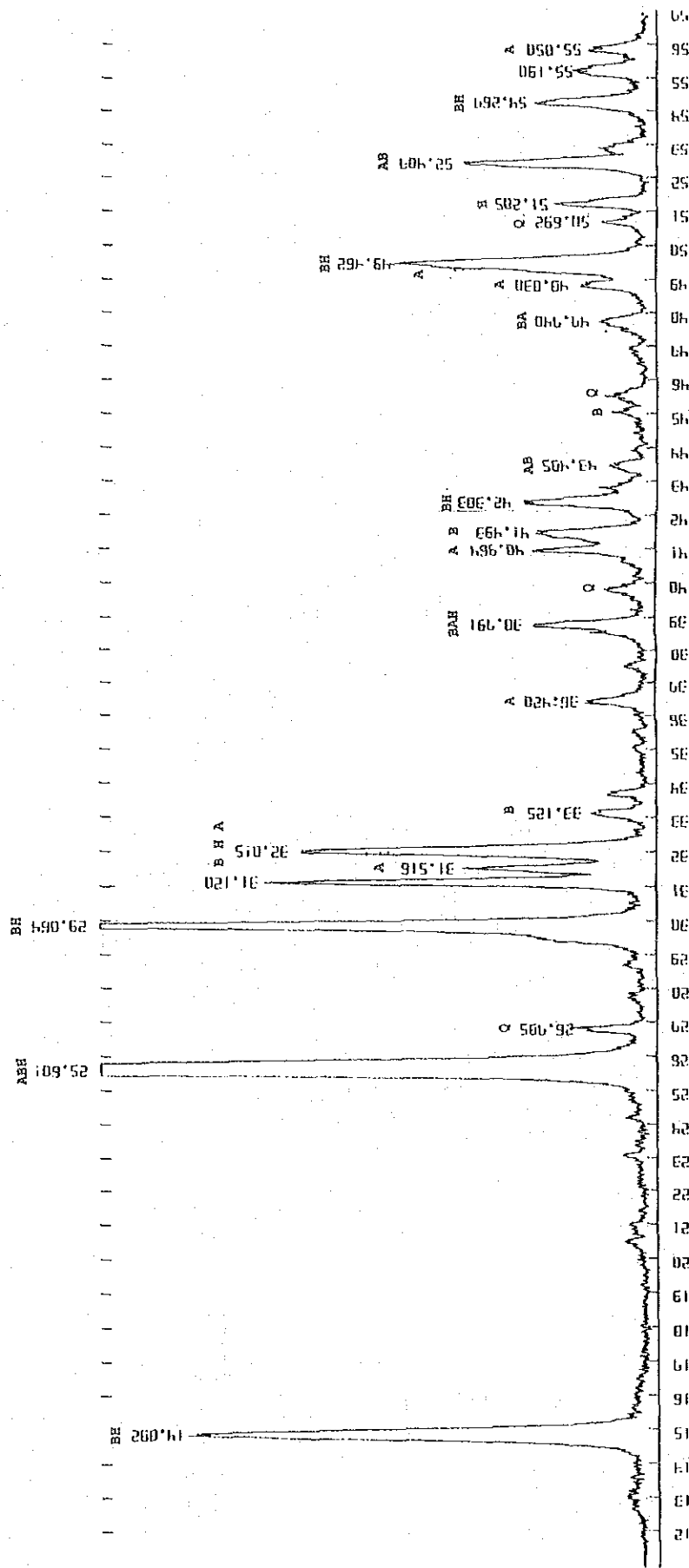


图 5-7 中国西山石膏矿 烧成品 (1月25日) G_{C-3}

GP

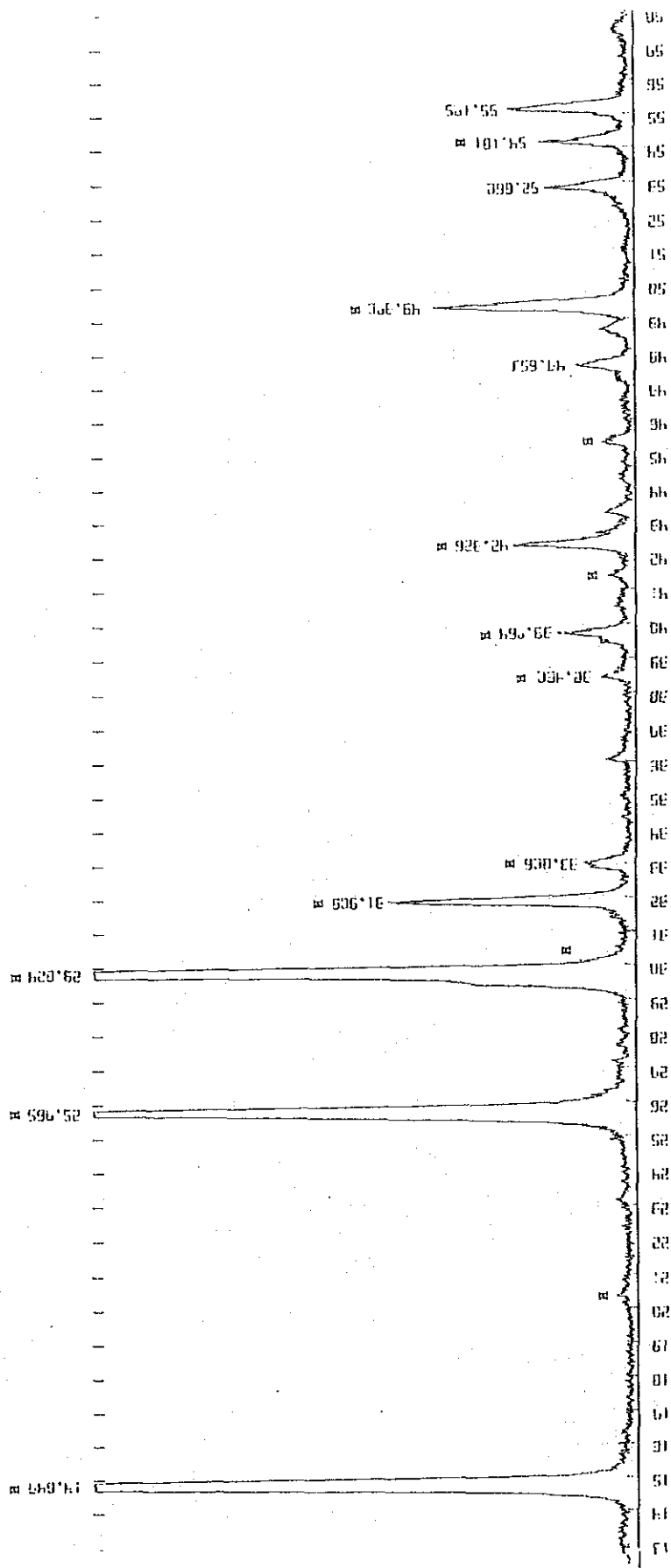
PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER



G

PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER

PLOTTER PRINTER

GP ROLL PAPER?

PLOTTER PRINTER

图 5-8 中国平邑 α 石膏 Gc-1

(6) 示差熱分析

(i) 試験方法

サンプルを微粉碎し、下記装置により測定した。

SSC-550 (セイコー電子工業社製)

測定サンプル			供試重量
中国西山石膏礦	3月14日原料	G _{P-2}	19.7mg
同 上	3月14日焼成品	G _{C-2}	19.3mg
中国平邑	α石膏	G _{C-4}	19.0mg

(ii) 示差熱分析図

示差分析図を図5-9、5-10、5-11に示す。

(iii) 試験結果

上記示差熱分析図の結果を表5-12に示す。

表5-12 示差熱分析の結果

サ ン プ ル	温 度 (°C)		重 量 減 少 (%)		
	脱 水	分 解	付着水分	化合水	SO ₃
中国西山石膏礦 3月14日原料G _{P-2}	146.8	730.3	0.01	11.45	12.43
同 上 3月14日焼成品G _{C-2}	132.5	726.7	0.58	3.82	4.35
中国平邑 α G _{C-4}	136.0	669.0	1.08	5.58	6.13

注：1. 脱水温度及び分解温度は完了時のものを示す。

2. サンプルG_{P-2}では131.5°Cに1次脱水のピークが観察される。

# TG/DTA

Name: NONname.0  
 Date: 92/04/17 09:03  
 Comment: --- 10°C/min ---  
 Sample: CaSO4 No.2  
 Weight: 19.700 mg  
 Reference: AL2O3 ( 18.000 mg)  
 Sampling: 0.5 sec

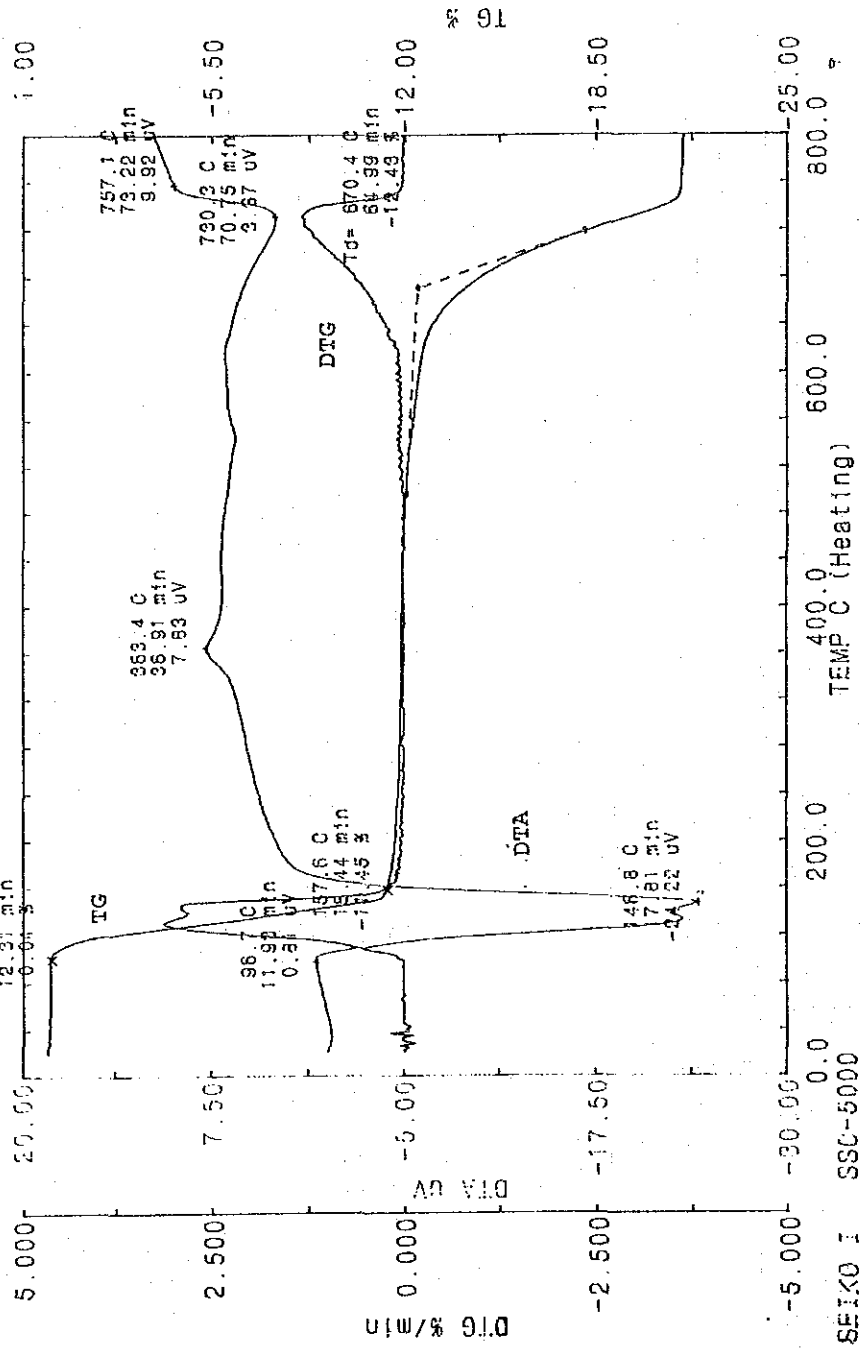


图 5-9 中国西山石膏矿 3月14日原料 GP-2