

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国工場(本溪市助剤)近代化計画調査報告書

中華人民共和国工場
(^本 ^新 本溪市助剤)
近代化計画調査
報告書

1993年11月

1993年11月

国際協力事業団

ユニコ インターナショナル株式会社

105
68.4
MPI
LIBRARY

鉦調工
CR(3)
93-155

国際協力事業団
中華人民共和国
国家経済貿易委員会

中華人民共和国工場
(本溪市助剤)
近代化計画調査
報告書

2779 /

JICA LIBRARY



1120102(7)

1993年11月

ユニコ インターナショナル株式会社

国際協力事業団

27791

序 文

日本国政府は、中華人民共和国の要請に基づき、同国の工場（本溪市助剤）近代化計画策定のための調査を行うこととし、国際協力事業団がこの調査を実施をすることとした。

当事業団は、ユニコ インターナショナル株式会社の世古口 健氏を団長とする調査団を1993年3月3日から同年3月23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を行うと共に、その協力を得て当該工場の診断、関係資料の収集等を行った。調査団の帰国後は、これら工場診断の結果をふまえ、関連データの検討や解析などの国内作業を行っていたが、今般、ここに本報告書の完成の運びとなった。

本報告書が工場（本溪市助剤）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、多大のご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心より感謝の意を表するものである。

1993年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

柳谷 謙 介

1993年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介 殿

伝達状

中華人民共和国工場（本溪市助剤）近代化計画に関する調査報告書を提出申し上げます。本報告は本溪市助剤廠の沈降炭酸カルシウムの製造に関する生産工程・生産管理の改善・近代化計画を提案したものであります。とりわけ膠質炭酸カルシウムの製造技術に重点を置いています。

本報告は本年10月本溪市助剤廠で行われた報告書(案)の現地説明での技術討議の結果も含まれています。

本報告は三段階に分けた近代化計画を提示しています。膠質炭酸カルシウムの製造に関しては、第一段階で製造技術の開発・習得を狙い（工場実験）、第二段階でパイロットプラントによる開発試作・市場開拓・教育訓練、第三段階で商業生産への準備（工場建設）を整えるように計画しました。既存設備をできる限り利用していますが、膠質炭酸カルシウムの製造（年間1万トン）に必要な設備機器を含む概念設計を提案しました。本調査の近代化計画が完遂されれば、本溪市助剤廠の膠質炭酸カルシウムは高い評価を得、本廠の発展に大きく寄与するものと考えます。

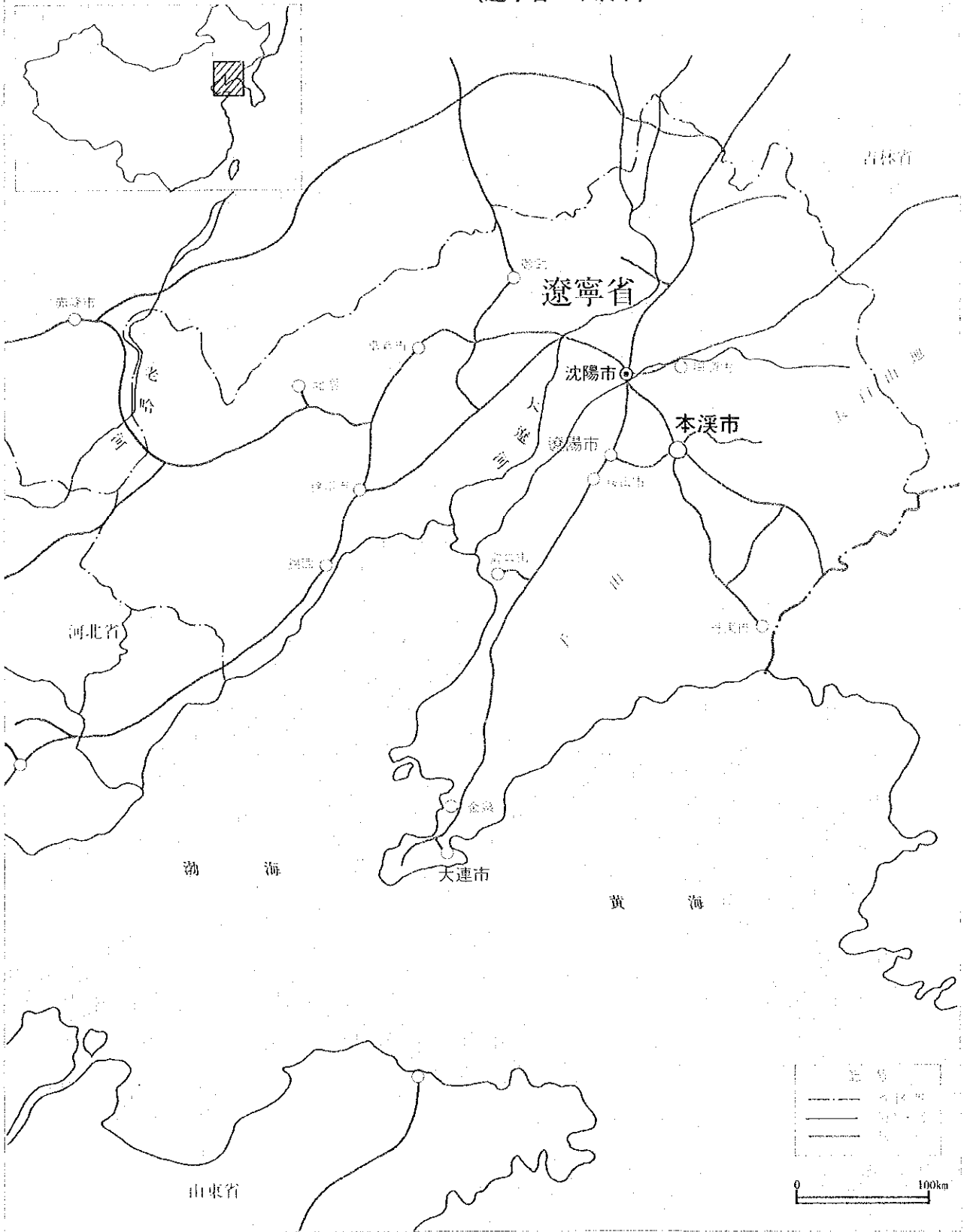
本報告をまとめるにあたり、外務省、通産省および国際協力事業団各位のご指導ご支援に心から感謝申し上げます。また中華人民共和国の国家・遼寧省・本溪市の関係者各位および現地調査において調査に協力して下さった本溪市助剤廠各位に感謝いたします。

国際協力事業団
中華人民共和国工場（本溪市助剤）
近代化計画調査団 団長
ユニコ インターナショナル株式会社
世古口 健



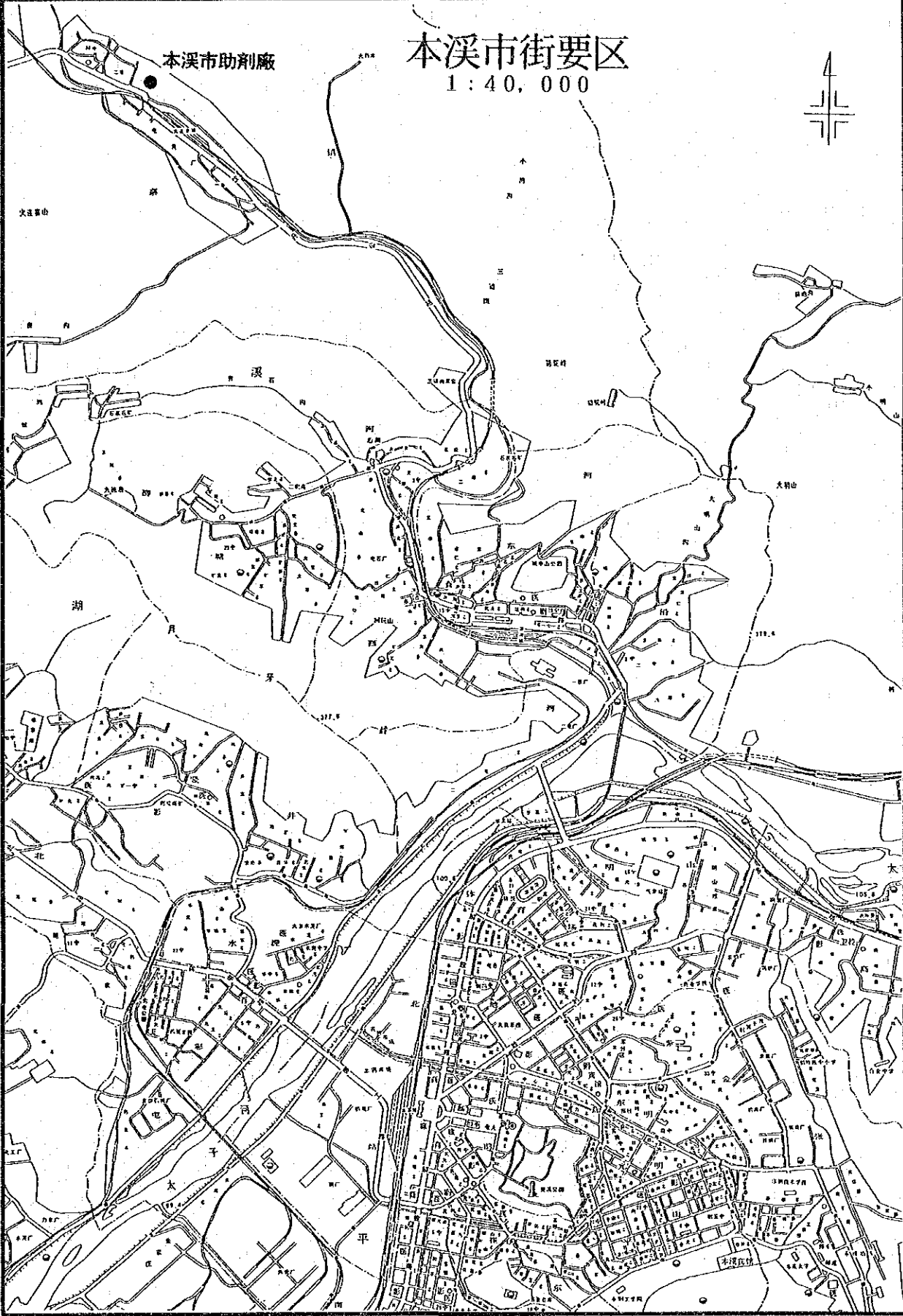
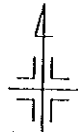
調查地区案内図

(遼寧省 本溪市)



本溪市街要区

1:40,000



目次

頁

第一部 大要

I 調査の概要	1
1. 調査の背景	1
2. 調査の目的	1
3. 調査対象製品と近代化目標	2
4. 調査の対象範囲	2
5. 本格調査団の構成と日程	4
II 工場の概要	5
III 近代化計画	7
1. 近代化計画作成の基本的考え方	7
2. 近代化計画の内容	8
3. 近代化計画のまとめ	10
4. 近代化計画の所要資金	22
5. 近代化計画の実行計画（スケジュール）	25
6. 近代化計画実施上の留意点	27
7. まとめ	28

第二部 本文

序章

i. 調査の背景	序-1
ii. 調査の目的	序-2
iii. 調査対象製品と近代化目標	序-2
iv. 調査の対象範囲	序-3
v. 本格調査団の構成と日程	序-4

目次

頁

第1章 工場の概要

1.1 遼寧省および本溪市の概要	1-1
1.1.1 遼寧省の概要	1-1
1.1.2 本溪市の概要	1-2
1.2 工場の概要	1-3
1.2.1 基本的事項	1-3
1.2.2 工場配置	1-4
1.2.3 生産品目および生産能力	1-4
1.2.4 製造設備	1-6
1.2.5 組織および人員	1-15
1.2.6 原材料	1-20
1.2.7 生産計画および生産実績	1-21
1.2.8 販売	1-27
1.2.9 検査および技術開発	1-29

第2章 生産工程

2.1 超細炭酸カルシウム製造の現状と問題点	2-1
2.1.1 原材料受け入れの現状	2-10
2.1.2 原材料受け入れの問題点	2-16
2.1.3 焼成工程の現状	2-17
2.1.4 焼成工程の問題点	2-20
2.1.5 水化工程の現状	2-22
2.1.6 水化工程の問題点	2-23
2.1.7 炭酸化工程の現状	2-23
2.1.8 炭酸化工程の問題点	2-26
2.1.9 表面処理工程の現状	2-27
2.1.10 表面処理工程の問題点	2-28

目次

頁

2.1.11	後処理工程（脱水、乾燥、粉碎・分級、包装）の現状	2-29
2.1.12	後処理工程（脱水、乾燥、粉碎・分級、包装）の問題点	2-31
2.1.13	検査・技術開発の現状	2-31
2.1.14	検査・技術開発の問題点	2-32
2.2	軽質炭酸カルシウムの現状と問題点	2-33
2.2.1	水化工程の現状	2-33
2.2.2	水化工程の問題点とその改善	2-36
2.2.3	炭酸化工程の現状	2-37
2.2.4	炭酸化工程の問題点とその改善	2-39
2.2.5	後処理工程の現状	2-40
2.2.6	後処理工程の問題点とその改善	2-41

第3章 生産管理

3.1	調達・在庫管理の現状と問題点	3-1
3.1.1	調達・在庫管理の現状	3-1
3.1.2	調達・在庫管理の問題点	3-5
3.2	工程管理の現状と問題点	3-6
3.2.1	工程管理の現状	3-6
3.2.2	工程管理の問題点	3-7
3.3	品質管理の現状と問題点	3-9
3.3.1	品質管理の現状	3-9
3.3.2	品質管理の問題点	3-11
3.4	安全管理の現状と問題点	3-12
3.4.1	安全管理の現状	3-12
3.4.2	安全管理の問題点	3-14

目次

	頁
3.5 設備管理の現状と問題点	3-15
3.5.1 設備管理の現状	3-15
3.5.2 設備管理の問題点	3-16
3.6 教育訓練の現状と問題点	3-18
3.6.1 教育訓練の現状	3-18
3.6.2 教育訓練の問題点	3-18
3.7 環境対策の現状と問題点	3-20
3.7.1 環境対策の現状	3-20
3.7.2 環境対策の問題点	3-21
3.8 財務・経営の現状と問題点	3-22

第4章 近代化計画

4.1 近代化計画の概要	4-1
4.1.1 近代化計画の背景	4-1
4.1.2 近代化計画作成の基本的考え方	4-4
4.1.3 近代化計画の内容	4-7
4.2 生産工程の近代化計画	4-10
4.2.1 超細炭酸カルシウム製造の近代化	4-10
4.2.2 軽質炭酸カルシウム製造の近代化	4-67
4.3 生産管理の近代化	4-68
4.3.1 調達・在庫管理の近代化（第二段階）	4-71
4.3.2 工程管理の近代化（第二段階）	4-72
4.3.3 品質管理の近代化（第二段階）	4-76
4.3.4 安全管理の近代化（第二段階）	4-90
4.3.5 設備管理の近代化（第二段階）	4-93

目次

	<u>頁</u>
4.3.6 教育訓練の近代化（第二段階）	4-96
4.3.7 環境対策の近代化（第二段階～第三段階）	4-97
4.3.8 財務・経営の近代化（第一段階～第三段階）	4-99
4.4 近代化計画・提案項目のまとめ	4-102
4.5 近代化計画の経済性	4-110
4.5.1 近代化計画の所要資金	4-110
4.5.2 膠質炭酸カルシウムの製造原価	4-116
4.5.3 膠質炭酸カルシウムの需要予測	4-116
4.5.4 近代化計画の経済性	4-120
4.6 近代化計画の実行計画	4-123
4.6.1 実行計画の前提条件	4-123
4.6.2 実行計画（スケジュール）	4-123
4.7 近代化計画実施上の留意点	4-126
4.8 結論と勧告	4-128
4.8.1 結論	4-128
4.8.2 勧告	4-129
別紙 4-1 改善について	4-130
4-2 危険予知訓練のやり方	4-136

表目次

頁

第 1 章 工場の概要

表 1-1	沈降炭酸カルシウム主要製造設備	1-8
1-2	本溪市助剤廠の 4組 3交代制 (甲・乙・丙・丁組)	1-16
1-3	要員配置	1-17
1-4	原材料の調達 (石灰石と無煙炭)	1-20
1-5	原材料の調達 (表面処理剤)	1-21
1-6	主要製品の生産実績 (1989年～1992年)	1-23
1-7	軽質炭酸カルシウムの製造原価 (1992年)	1-24
1-8	超細炭酸カルシウムの推定製造原価 (2万トン/年)	1-26
1-9	主要製品の販売実績 (1989年～1992年)	1-28

第 2 章 生産工程

表 2-1	炭酸カルシウムの分類	2-2
2-2	沈降炭酸カルシウムの製造法	2-3
2-3	超細炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムの品質比較	2-8
2-4	石灰石の品質	2-11
2-5	石灰石の受け入れ	2-11
2-6	石炭の品質	2-12
2-7	石炭の受け入れ	2-13
2-8	表面処理剤原料の受け入れ	2-14

第 3 章 生産管理

表 3-1	包装材 (袋) の調達	3-4
3-2	本溪市助剤廠の労働災害	3-13
3-3	主要製造設備 (沈降炭酸カルシウム製造設備を除く)	3-16
3-4	本溪市助剤廠財務指標	3-22
3-5	本溪市助剤廠管理標準	3-24

表目次

	頁
第4章 近代化計画	
表 4-1	膠質炭酸カルシウム製造の最適条件（適正範囲）・・・4-20
4-2	表面処理の最適条件（適正範囲）・・・4-25
4-3	膠質炭酸カルシウムの品質目標値・・・4-34
4-4	工程管理用計測機器・・・4-65
4-5	度数分布表の例・・・4-82
4-6	問題解決に有効な「QC 7つ道具」・・・4-89
4-7	沈降炭酸カルシウム製造の近代化計画（生産工程）・・・4-103
4-8	沈降炭酸カルシウム製造の近代化計画（生産管理）・・・4-107
4-9	国外調達設備機器の所要資金・・・4-114
4-10	中国における炭酸カルシウムの用途別比率・・・4-117
4-11	日本における膠質炭酸カルシウムの用途別市場構成推移・・・4-117
4-12	中国における炭酸カルシウムの生産量と販売量・・・4-118 (1989～1991年)
4-13	中国における合成ゴムの生産量推移・・・4-118
4-14	中国におけるプラスチックの生産量推移・・・4-119
4-15	中国における塗料の生産量推移・・・4-119
4-16	日本における炭酸カルシウム生産量推移・・・4-120
4-17	着想の常用手段・・・4-132
4-18	5W1H・・・4-133
4-19	ムダ（無駄）の排除・・・4-134

目次

頁

第1章 工場の概要

図 1-1	本溪市助剤廠平面配置図	1-5
1-2	超細炭酸カルシウム製造のブロックダイヤグラム	1-7
1-3	蒸気系統図	1-10
1-4	電力系統図	1-12
1-5	用水系統図	1-14
1-6	本溪市助剤廠組織図	1-19

第2章 生産工程

図 2-1	超細炭酸カルシウム製造工程図	2-9
2-2	焼成炉概略図（1号炉）	2-18
2-3	炭酸化反応塔概略図	2-25
2-4	袋詰め説明図	2-30
2-5	ロータリー式水化機主要部概略図	2-35
2-6	炭酸化反応塔概略図（軽質炭酸カルシウム製造用）	2-38

第3章 生産管理

図 3-1	本溪市助剤廠品質管理体制	3-9
-------	--------------	-----

第4章 近代化計画

図 4-1	インターバル線炉法の考え方	4-13
4-2	焼成炉内温度計センサー部の保護対策	4-14
4-3	物質収支図の例（焼成工程）	4-16
4-4	石灰乳の重量～濃度関係図	4-22
4-5	炭酸カルシウム懸濁液の重量～濃度関係図	4-26
4-6	空気分配器と火格子の概念図	4-38
4-7	膠質炭酸カルシウム製造用炭酸化反応槽の概念図	4-41
4-8	脱気筒の概念図	4-43
4-9	膠質炭酸カルシウム製造工程図	4-45

図目次

	<u>頁</u>
図 4-10	炭酸化反応液のpH測定・・・・・・・・・・ 4-51
4-11	膠質炭酸カルシウム製造用表面処理槽の概念図・・・・・・・・ 4-53
4-12	脱気筒と製品槽・・・・・・・・・・ 4-56
4-13	パレット・・・・・・・・・・ 4-57
4-14	膠質炭酸カルシウム製造フローシート・・・・・・・・ 4-60
4-15	膠質炭酸カルシウム製造設備平面配置図・・・・・・・・ 4-61
4-16	生産進度管理図の例・・・・・・・・ 4-73
4-17	改善提案用紙の様式例・・・・・・・・ 4-77
4-18	品質の水準・・・・・・・・ 4-79
4-19	層別の例・・・・・・・・ 4-81
4-20	ヒストグラムの例・・・・・・・・ 4-83
4-21	パレート図の例・・・・・・・・ 4-84
4-22	特性要因図の例・・・・・・・・ 4-85
4-23	散布図の例・・・・・・・・ 4-85
4-24	σ-R管図の例・・・・・・・・ 4-87
4-25	工程能力図と管理図の比較・・・・・・・・ 4-87
4-26	棒グラフの例・・・・・・・・ 4-88
4-27	円グラフの例・・・・・・・・ 4-88
4-28	帯グラフの例・・・・・・・・ 4-88
4-29	近代化計画の実行計画（スケジュール）・・・・・・・・ 4-125
4-30	改革と改善・・・・・・・・ 4-130
4-31	改善手順のサイクル・・・・・・・・ 4-131
4-32	5 WHYs・・・・・・・・ 4-135

写真目次

頁

第2章 生産工程

写真 2-1	本溪市助剤廠超細炭酸カルシウム BG303 ×40,000	2-4
	(樹脂酸ソーダ処理品)	
2-2	本溪市助剤廠超細炭酸カルシウム BG305 ×40,000	2-4
	(脂肪酸ソーダ処理品)	
2-3	本溪市助剤廠超細炭酸カルシウム BG306 ×40,000	2-5
	(無処理品)	
2-4	本溪市助剤廠軽質炭酸カルシウム ×40,000	2-5
2-5	各種炭酸カルシウムの電子顕微鏡写真	2-6
2-6	石灰石の受け入れ	2-12
2-7	無煙炭の受け入れ	2-14
2-8	河川水取水場付近	2-15
2-9	焼成炉群外観	2-17
2-10	原燃料投入器	2-19
2-11	水化槽	2-22
2-12	袋詰めされた超細炭酸カルシウムの保管状況	2-30

第4章 近代化計画

写真 4-1	膠質炭酸カルシウム試作実験で生成した炭酸カルシウム	4-21
	×40,000	
4-2	日本の大手メーカーの膠質炭酸カルシウム ×40,000	4-21

第一部 大要

I 調査の概要

1. 調査の背景

中華人民共和国は、1979年以來「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下での経済開発のため、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1993年の全国人民代表大会で第八次五ヶ年計画（1991-1995年）の経済成長率を年率6%から8~9%に上方修正し、これに伴って上記2000年目標の国民総生産4倍増計画を3年繰り上げて達成することを採択した。

同国政府は、この目標達成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、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団は、1981年度から1991年度にかけて75の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。

本調査は、昨年度中国政府から要請のあった本溪市助剤廠の近代化計画に関し、国際協力事業団が中華人民共和国国務院経済貿易弁公室との間で、1992年12月21日に締結した「中華人民共和国工場（本溪市助剤）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

本調査は、本溪市助剤廠に対し、工場診断を実施し、その結果に基づいて既存設備の利用に重点を置いた、生産工程と生産管理に関する現実的かつ実現の可能性の高い近代化計画を提案することを目的とする。

また本調査の現地調査期間中、本調査に参加・協力した中国側専門家に対して、調査業務を通じて技術移転を行った。

3. 調査対象製品と近代化目標

〈調査対象製品〉

本調査が対象とする製品は、下記のとおりである。

沈降炭酸カルシウム

〈調査対象製品の近代化目標〉

調査対象製品の近代化目標は、下記のとおりである。

- (1) 既存の超細炭酸カルシウム（年産 1,000トン）の製造技術・設備の改善、品質向上
- (2) 膠質炭酸カルシウムの表面処理技術の改善
- (3) 膠質炭酸カルシウム（年産10,000トン）のための概念設計
- (4) 軽質炭酸カルシウムの製造技術の改善
- (5) 生産管理技術水準の向上

4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は、下記のとおりである。

- (1) 遼寧省および本溪市の概要
- (2) 工場の概要
 - 1) 基本的事項
 - 2) 工場配置
 - 3) 生產品目および生産能力
 - 4) 製造設備
 - 5) 組織および人員
 - 6) 原材料
 - 7) 生産計画および生産実績
 - 8) 販売

(3) 生産工程に関する調査

- | | |
|-----------|-----------------|
| 1) 原材料の受入 | 6) 脱水工程 |
| 2) 焼成工程 | 7) 乾燥工程 |
| 3) 水化工程 | 8) 粉砕・分級工程 |
| 4) 炭酸化工程 | 9) 包装工程 |
| 5) 表面処理工程 | 10) 検査・評価、研究・開発 |

(4) 生産管理に関する調査

- | | |
|------------|----------|
| 1) 調達・在庫管理 | 5) 設備管理 |
| 2) 工程管理 | 6) 教育訓練 |
| 3) 品質管理 | 7) 環境対策 |
| 4) 安全管理 | 8) 財務・経営 |

(5) 中国側の工場近代化計画に関する調査

5. 本格調査団の構成と日程

本格調査団の現地調査は、1993年 3月 3日から 3月23日にかけて実施した。本格調査団の構成は下記のとおりである。

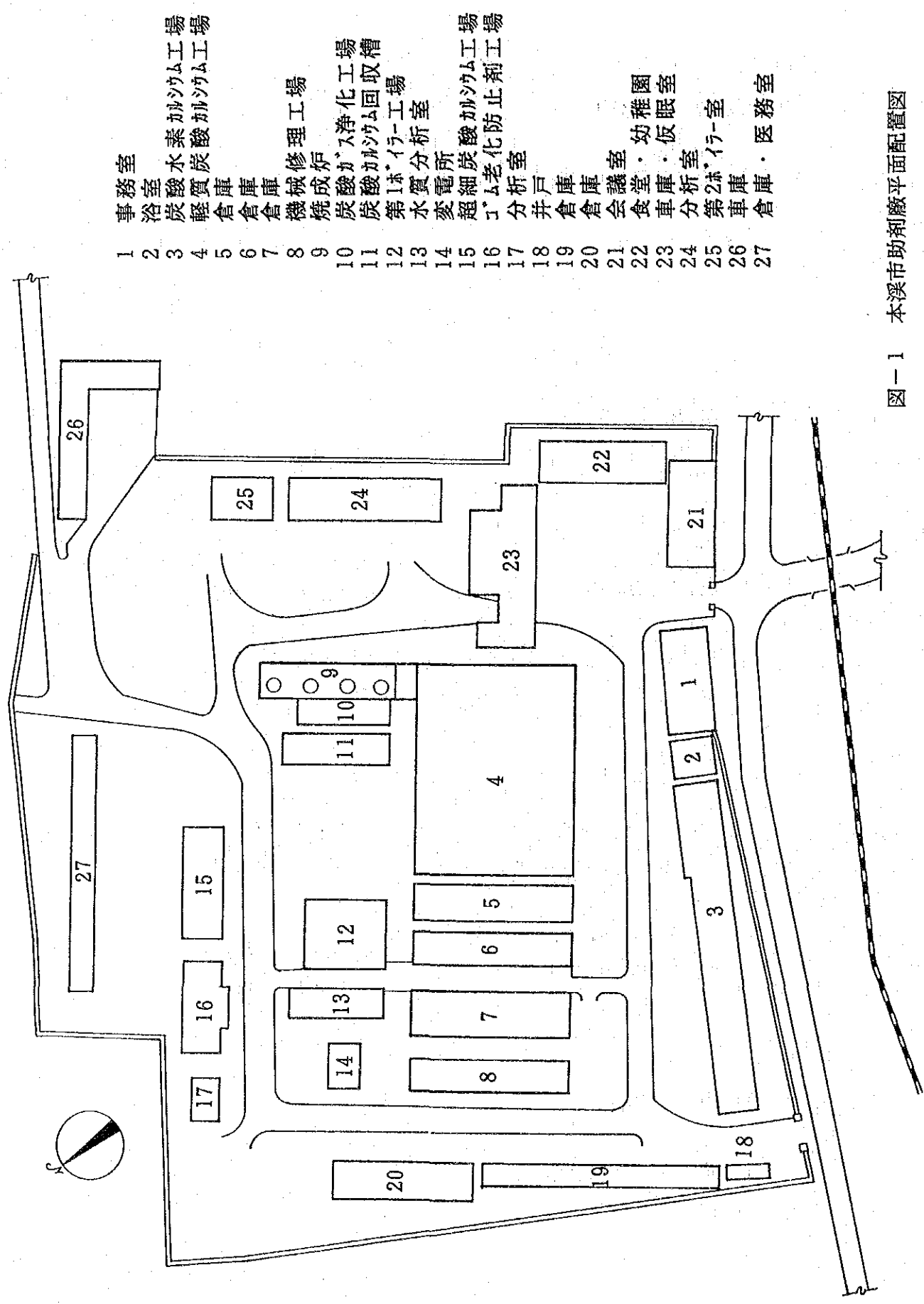
氏 名	担 当	業 務 内 容
世古口 健	団長・総括	<ul style="list-style-type: none"> ・総括 ・工場概要、生産工程、生産管理全般および中国側工場近代化計画の調査 ・近代化計画のまとめ
枝川 節治	生産工程	<ul style="list-style-type: none"> ・原材料の受け入れ、焼成、水加、炭酸化、表面処理、脱水、乾燥、粉碎・分級、包装工程の設備および操業方法・条件の調査 ・検査・評価、研究・開発状況の調査 ・近代化計画の作成 ・セミナー講師
黒田 武之助	生産管理	<ul style="list-style-type: none"> ・工場概要（生産品目および生産能力、組織および人員、原材料、生産計画および生産実績、販売）の調査 ・調達・在庫、工程、品質、安全、設備の管理状況教育訓練、環境対策、財務・経営状況の調査 ・近代化計画の作成
池田 純	設備積算	<ul style="list-style-type: none"> ・工場概要（工場配置、製造設備、用役設備）の調査 ・中国側の工場近代化計画設備の調査 ・設備・機器のレイアウト、仕様、中国国内調達可能設備・機器および見積もりに必要な調査および資料収集
山下 智子	通訳・翻訳	<ul style="list-style-type: none"> ・通訳および収集資料の翻訳

II 工場の概要

- (1) 所在地 遼寧省本溪市溪湖区火連寨
- (2) 主要管理部門
中央部 化学工業部
省 遼寧省石油化学工業庁
市 本溪市化学工業局
- (3) 設立年月 1937年
- (4) 敷地面積 10.0万平方メートル
建築面積 3.5万平方メートル
- (5) 固定資産原価 1,500万元 (残存固定資産 1,100万元)
流動資金 750万元
生産額 3,100万元 (1991年)
税引前利益 240万元 (1991年)
- (6) 主要製品

無機製品 石灰石を主原料とするもの	有機製品 ゴム老化防止剤
軽質炭酸カルシウム 炭酸水素ナトリウム 超細炭酸カルシウム	N-フェニル α -ナフチルアミン N-フェニル β -ナフチルアミン

- (7) 在籍従業員数 1,400人
- (8) 工場配置 図-1に示す。



- 1 事務室
- 2 浴炭
- 3 酸質
- 4 倉庫
- 5 倉庫
- 6 倉庫
- 7 倉庫
- 8 機械
- 9 修理工場
- 10 焼成炉
- 11 炭酸ガス浄化工場
- 12 炭酸回収槽
- 13 水・イオン交換
- 14 分析室
- 15 変電所
- 16 超細炭酸
- 17 老化防止
- 18 分析室
- 19 井戸
- 20 倉庫
- 21 倉庫
- 22 倉庫
- 23 会議室・幼稚園
- 24 食堂
- 25 車庫
- 26 分析室
- 27 第2車庫

図一 本溪市助利廠平面配置図

Ⅲ 近代化計画

1. 近代化計画作成の基本的考え方

(1) 本調査の位置付け

本調査は既存の軽質および超細炭酸カルシウム製造設備の利用を前提としているが、主目標である膠質炭酸カルシウムの生産量が現在の超細炭酸カルシウムの10倍を計画していることから、新設の概念設計までを考える。本調査は「中華人民共和国工場（本溪市助剤）近代化計画調査実施細則」に基づいて近代化計画を作成し、本廠の近代化に技術協力するものである。とくに本廠が現在推進している技術改造プロジェクトの中で、膠質炭酸カルシウム製造の技術改善および最適設備の選定に対して指導的役割を果たすものと位置付けられる。

(2) 基本的な考え方

既存設備の活用は、この近代化計画の大前提である。膠質炭酸カルシウム製造の場合にも、製造技術だけでなく原料の調達・在庫を含めて総合的に考える。

自動化に付いては、省力化を目的とした自動化は取り入れないが、製造技術上必要な自動化機器は選定している。自動化は製品の品質向上・安定、作業の安全、コストの削減などが目的である。コストパフォーマンスを考えれば、豊富な労働力を使った生産の方法が推奨される場合もある。

単一品種の大量生産型の生産（1品種3万トン/年以上）には、連続化工程のメリットは大きいですが、一品種の生産量が少なく品種切り替えの頻度が多い多品種少量生産型の生産ではかえって生産効率が劣る。品種切り替えのたびに、仕掛かり品を除去し、設備機器を清掃して品種混合を防がなければならないし、製造条件も変更設定しなおさなければならない。

炭酸化反応、表面処理に回分式を採用し、乾燥と粉碎・分級を分離したのは主として以上のような理由による。技術的にも連続化反応は難しい面があり、回分式での技術蓄積がなければ採用はできない。

膠質炭酸カルシウムは新製品であり、新技術で製造される。したがって、工場では管理者・技術者だけでなく生産現場で作業する労働者まで、新製品のもつ意味や製造技術上の要点などを熟知している必要がある。また新製品のユーザーに対しても新製品が従来品より優れている点、新製品を利用することでユーザーの製品機能・品質が向上する点などを、商業生産に先立って広報し、市場の拡大を画策する必要がある。

(3) 近代化計画の段階区分

生産工程の近代化計画第一段階は既存設備での可能性の診断であり、改善の提案である。主として生産技術のソフトウェアで対応できる範囲である。膠質炭酸カルシウムの製造については既存設備を利用した工場実験によって膠質炭酸カルシウム製造の基礎的技術を体得する期間と規定できる。

第二段階は、既存設備の改造あるいは試験反応器の設置など比較的小さな改造・投資が対象となる。この設備を使って新設本格設備が稼働する前に、最適操業条件の探索・操作基準の確立・ユーザーへ提供する新製品（膠質炭酸カルシウム）の試作・市場開拓・異常事態への対応・作業員の操作訓練などと多目的に活用し、スムーズな作業移転ができるための準備期間とする。

第三段階は、目的達成のために必要な設備機器の更新・導入について提言し、製造技術について詳細が開示される。この段階までの過程を着実に準備し、忠実に実行してくれば、膠質炭酸カルシウムの製造は確実に成功する。

生産管理については、まず管理の前提となる事項の実施が工場内に徹底・浸透することを目指し、従業員の間管理意識を根付かせる。次段階で個々の管理事項の改善に移るように近代化計画を作成する。

2. 近代化計画の内容

(1) 生産工程

第一段階は膠質炭酸カルシウムの製造の必須条件を既存設備で具現できるような提案を行う。原料の受け入れ・焼成・水化・炭酸化・表面処理・脱水・乾燥・粉砕・分級・包装の各工程について、現在の操業方法・条件をチェックしてよりよい方法・適正な条件を提案する。生産工程の問題は、原料の調達・設備の保守など生産管理上の改善とも結びついているので改善案は総合的に考えなければならない。

膠質炭酸カルシウムの製造技術についてこの段階では、工場実験を通じて技術を体得する期間であると規定する。既存設備を利用して技術開発をすすめるが、最小限必要な試験機器（手動フィルタープレス、小型粉碎・分級機）は購入する。

第二段階では、次段階で設置する炭酸化反応槽と同じものを既存の超細炭酸カルシウム工場の中に設置し、第一段階で体得した技術を利用して膠質炭酸カルシウムを試作する。開発設備費用を節減するため、炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽・表面処理槽は兼用する。焼成炉に空気分配器・石灰石の偏流防止用の火格子の取り付け工事も含まれるが、この工事は焼成炉の耐火煉瓦張り替え時期に合わせる必要がある。

測定用計器類も順次取り付けられる。

すでに技術開発は完了し、作業労働者の教育も整い、市場に新しい製品を受け入れる態勢ができている第三段階では商業生産用の設備機器が提案される。焼成炉・水化機は石灰石（「白石」）の専焼を条件に既存の設備を使用する。石灰乳濃度温度調整槽 4基、炭酸化反応槽（L/D=1） 6基、ロータリーブローア 1基、膠質炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽 1基、表面処理槽 3基、フィルタープレス用懸濁液供給槽 2基、フィルタープレス 1基、バンド乾燥機 1基、乾燥品中間槽 2基、粉碎・分級機 1基、製品槽 2基が主要構成機器となる。

測定機器としては透過型電子顕微鏡、BET法比表面積測定装置、光電管式白度計、光透過遠心沈降式粒度分布測定装置を提案する。

(2) 生産管理

生産管理の近代化はソフト面での改善である。できる限り具体的な事例をひいてすぐできる管理を心掛けた。生産工程改善の無投資部分、生産管理の近代化計画で述べる提案を忠実に実行するだけで、本溪市助剤廠の体質は大きく変化し、新しい技術・設備を受け入れる体制は万全なものになるであろう。

生産管理の章に分類される環境対策については、膠質炭酸カルシウムの生産が増加すると廃水処理対策を講じなければならない。とくにpH、浮遊物質濃度（SS）、化学的酸素要求量（COD）および泡が処理対象である。

3. 近代化計画のまとめ

近代化計画を生産工程・生産管理に大別して表-1および 2にまとめた。膠質炭酸カルシウム製造のフローシートを図-2に、製造設備の配置を図-3に示した。

表一 1 沈降炭酸カルシウム製造の近代化計画 (生産工程)

第一段階：膠質炭酸カルシウム製造技術の習得、工場実験の段階
 第二段階：パイロットプラントによる開発試作、市場開拓、作業労働者の教育訓練の段階
 第三段階：商業生産・販路拡大準備の段階

現 状		近代化計画		
問題点		第一段階	第二段階	第三段階
原材料の受け入れ				
<ul style="list-style-type: none"> ・石灰石は「白石」と「黒石」とを併用している ・200mm以上の大きな石灰石も投入されている ・表面処理剤(脂肪酸ソーダ)の曇点が86℃である 	<ul style="list-style-type: none"> ・「黒石」は「白石」より生石灰の品質が劣る ・石灰石・無煙炭とも大きすぎる ・曇点が高すぎる 	<ul style="list-style-type: none"> ・「白石」の専焼にする ・石灰石の大きさ 150～200mm ・無煙炭の大きさ 30～60mm ・曇点が30℃前後の脂肪酸ソーダをおよび樹脂酸カリウムを調達する 	<ul style="list-style-type: none"> ・焼成炉の改修(空気分配器・火格子)に合わせて石灰石の小さいものを調達する 	
焼成工程				
<ul style="list-style-type: none"> ・焼成炉 4基 (80m³・100m³・70m³×2)、常時3基稼働している ・原料は投入毎に石灰石/無煙炭/石灰石の3層重ねられている ・操作は作業労働者の熟練に頼っている 	<ul style="list-style-type: none"> ・石灰石・無煙炭とも大きすぎる ・まま投入されている ・石灰石の過焼・生焼が発生している ・炉頂部圧力が正圧になっている(一酸化炭素中毒の危険) ・計測機器が取り付けられていない ・炭酸ガス配管系へ空気の洩れ込みがある。炭酸ガス濃度が低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・石灰石を小割りする(石灰石・無煙炭とも規定の大きさを遵守する) ・計測機器(温度・圧力)を取り付ける ・炭酸ガス配管系の空気の洩れ込みを点検・修理する ・インテンターバル操作法を取り入れる ・物質収支を明確にする 	<ul style="list-style-type: none"> ・粗砕機によって石灰石の大きさを40～80mmに小割りする ・空気分配器・火格子を各焼成炉に順次取り付ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・(原材料の受け入れ、焼成工程の改善によって品質・原単位は向上する) ・(既存の焼成炉で軽質炭酸カルシウム2万トン/年、膠質炭酸カルシウム1万トン/年の焼成能力はある)

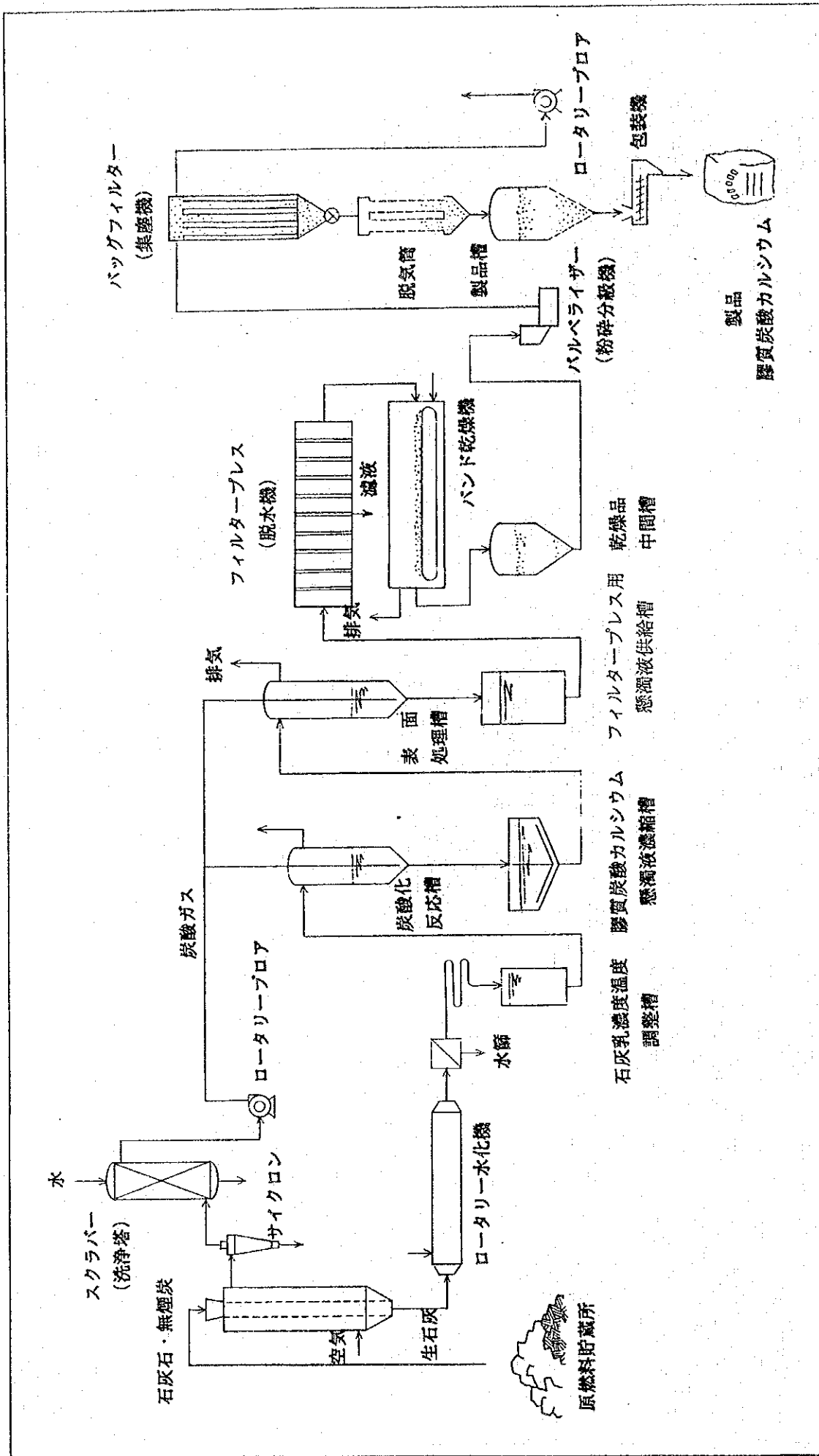
近代化計画			
現 状	問 題 点	第一段階	第二段階
水化工程			
<ul style="list-style-type: none"> ・ 超細炭酸カルシウム製造のため水加は回分式である。 ・ 生石灰に対して添加する水化水量は10倍 ・ 石灰乳はサイクロンで粗粒を除去精製している ・ 軽質炭酸カルシウム製造のため水加はロータリー水加機2基で連続的に行われている ・ 添加する水の温度は60~80℃である 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 60~80℃の水を生石灰に対して10倍量使用しているのは水酸化カルシウム粒子を粗大化する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 20~30℃の水をロータリー水化機入口付近で生石灰に対して4倍量添加し、自己発熱で反応させる ・ 後半さらに3倍量の水を添加して希釈・分散させる(水加水量は合計で生石灰の7倍量) ・ 多数の水衝装置(最終段は250メッシュ)を組み込む 	(開発試作用には超細炭酸カルシウム製造用の水化機を使用する) <ul style="list-style-type: none"> ・ 計測機器(流量、温度、濃度)を取り付ける
炭酸水工程			
<ul style="list-style-type: none"> ・ 炭酸水は有効反応容量部分のL/D=3、機械攪拌付きの反応器で行われている ・ 炭酸ガス濃度20%、薬晶剤塩化アルミニウム0.03%添加、反応の終点はフェノールフタレインによるpHと経過時間から総合判定している 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有効反応容量部分のL/D=3は大きい ・ 炭酸ガスの導入管の位置および形状が、炭酸ガスの均一分散を阻害している。炭酸ガス濃度が低い ・ 薬晶剤を使用している ・ 反応終点の判定が客観的でない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既存の反応器を使ってL/D=1にまで液面を下げて工場実験し、軽質炭酸カルシウム製造技術を得る ・ 石灰乳の濃度(4%)、温度(15℃)を調整して反応器に仕込む ・ 炭酸ガスはできだるだけ濃度を高く(30~40%)し、反応開始と同時に一気に導入する ・ 炭酸ガス・スクラバ(洗浄塔)に石灰石を充填して脱硫する ・ 反応終点はpH=6.8 ・ 薬晶剤は使用しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商業生産に使うものと同じ反応器1基を設置して製造技術の確立、顧客向け試料の製造、作業若働者の訓練を行う ・ 炭酸水反応槽は1.8mφ×5.5m、内角90°の円錐状底部、炭酸ガス導入管は槽頂部から垂直に下りて底部から3インチ(管径)で開口 ・ 反応槽は反応後の炭酸カルシウム懸濁液の濃縮槽を兼ねる ・ 沈降濃縮促進のために沈降促進剤を10~20ppm添加してもよい
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 20~30℃の水をロータリー水化機入口付近で生石灰に対して4倍量添加し、自己発熱で反応させる ・ 後半さらに3倍量の水を添加して希釈・分散させる(水加水量は合計で生石灰の7倍量) ・ 多数の水衝装置(最終段は250メッシュ)を組み込む 	(既存のロータリー水化機で軽質炭酸カルシウム2万トン/年、軽質炭酸カルシウム1万トン/年の水化能力はある) <ul style="list-style-type: none"> ・ 冷却水(10℃、24m³/時、除熱量12万kcal/時)製造装置1基設置
			<ul style="list-style-type: none"> ・ 石灰乳濃度温度調整槽(2mφ×3.5m)4基設置 ・ 炭酸水反応槽6基設置 ・ 炭酸ガス供給用プロア(30Nm³/分75kW)1基設置 ・ pH測定装置の組み込み ・ 軽質炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽(5mφ×3m)1基設置

表-2 沈降炭酸カルシウム製造の近代化計画 (生産管理)

現 状		近代化計画		
		問題点	第一段階	第二段階
全 体				
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 整理・整頓・清掃・清潔・安全の現状水準をいま一段高める必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生産管理の基盤として「五つの基本」(整理・整頓・清掃・清潔・安全)の実践励行 		
調 達 ・ 在 庫 管 理				
<ul style="list-style-type: none"> ・ 石灰石は「白石」「黒石」を並行調達している ・ 石灰石の分析は100トンに1回 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄道輸送許可手続きが隘路になっている ・ 石灰石・石炭の受け入れ規格が不明確 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 石灰石「白石」専焼化への対応(輸送許可手続き改正交渉、在庫積み増し)、納期遅れに対する求償 ・ 石灰石の品質を保證させる。分析の合理化 ・ 石灰石・石炭とも塊径を小さくする 	
工 程 管 理				
<ul style="list-style-type: none"> ・ 口頭で指示・議論することが多い ・ 軽質炭酸カルシウム生産技術規定・操作法はある ・ 整然として作業環境になっていない ・ 技術スタッフがあまり製造現場にでない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 図や黒板の利用が少ない ・ 作業標準書の整備が不十分である ・ 規定・基準が守られていない ・ 計測機器が不足・不備 ・ データ不足 ・ (全般)の項に同じ ・ 技術スタッフと製造現場の関係が密接でない 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 確実・効率的な指示・説明(メモ・黒板・グラフ・図の利用) ・ 工程の計装化(流量・濃度・温度・圧力・pHなど)を推進する ・ 作業標準書の作成(工程別に操作毎に順序を追って記載する) ・ 指示事項の遵守 ・ 技術スタッフはもつと製造現場へ ・ 改善提案制度の創設 	

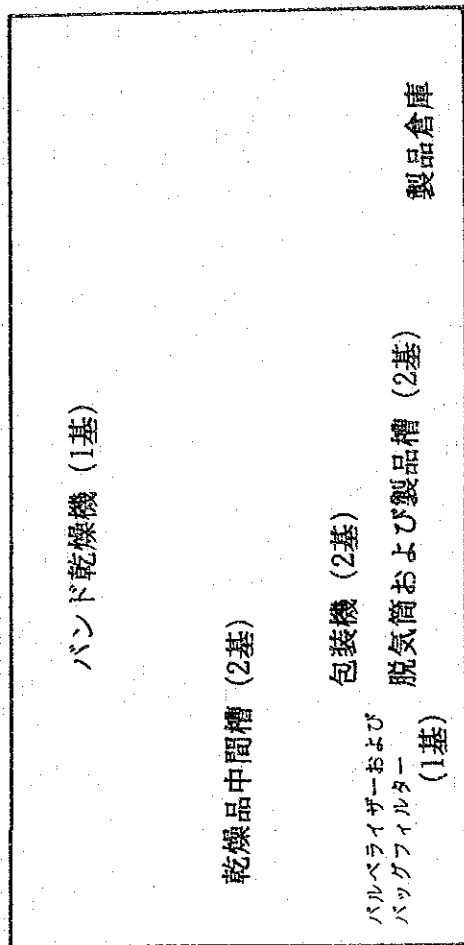
近代化計画			
現 状	問題点	第一段階	第三段階
		第二段階	
品質管理			
<ul style="list-style-type: none"> 「品質管理とは検査なり」の考え方である 化学分析技能は一定水準に達している データは主として表形式で報告・保存される QCサークル・小集団活動はみられない 	<ul style="list-style-type: none"> 「品質は工程でつくり込まれる」の考え方がない 分析誤差管理がない データの解析・活用度が低い 製造工程の品質意識が低い 	<ul style="list-style-type: none"> 全廠的な品質管理の意義・活動を徹底し、実践する 分析測定品の品質管理をする 自主的な製品規格を制定する QCサークル・小集団活動を導入する 「QC 7つ道具」を普及・利用する 	
安全管理			
<ul style="list-style-type: none"> 制度・規定は備わっている 職場で不安全行動・不安全箇所がみられる 安全記録は休業災害が対象である 	<ul style="list-style-type: none"> 安全意識が低い。広報活動が低調である 制度・規定は運用方法が重要である 不休業災害の記録はない 	<ul style="list-style-type: none"> 安全意識・感受性を高める運動を行う 潜在災害要因を発見し類似災害をなくする 危険予知訓練・指差呼称の導入を推進 	
設備管理			
<ul style="list-style-type: none"> 計画的に点検修理に行っている 機械修理工場をもっている 図面は一括管理されている 	<ul style="list-style-type: none"> 全般に整備・保全が不十分である 設備台帳の記録が不十分である 機器に対応する図面がないことがある 	<ul style="list-style-type: none"> 予防保全を強化する 自主保全を導入・育成する 設備台帳の記録を充実する 図面の分類・管理方法を改善する 	
教育・習川系			
<ul style="list-style-type: none"> 省石油化工局・市化工局が実施する教育訓練が主体である 	<ul style="list-style-type: none"> 本廠独自の実務教育が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 実務教育（操業技術・技能・品質管理・自主保全・多能工化・安全など）を実施する OJT・配置転換を計画的に行う 	

近代化計画			
現 状	問 題 点	第一段階	第三段階
		環境対策	
		第二段階	
			<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラーの保全整備による能力回復、サイクロンの整備改造
財務・経営			
		<ul style="list-style-type: none"> ・社会主義市場経済への移行に対応した経営へ転換を図る ・従業員に自主参画意識を根付かせる ・技術革新・自動化は段階的に行う ・標準化を推進する ・要員の活用・活性化を図る ・営業を重視し営業戦略を策定する ・環境対策は省・市の指導ですすめる 	



図一 2 膠質炭酸カルシウム製造フローシート

フィルタープレス (1基)



炭酸化反応槽 (6基)

表面処理槽 (3基)

フィルタープレス用

懸濁液供給槽 (2基)

懸濁液濃縮槽 (1基)

石灰乳濃度温度調整槽
(4基)

建家部分

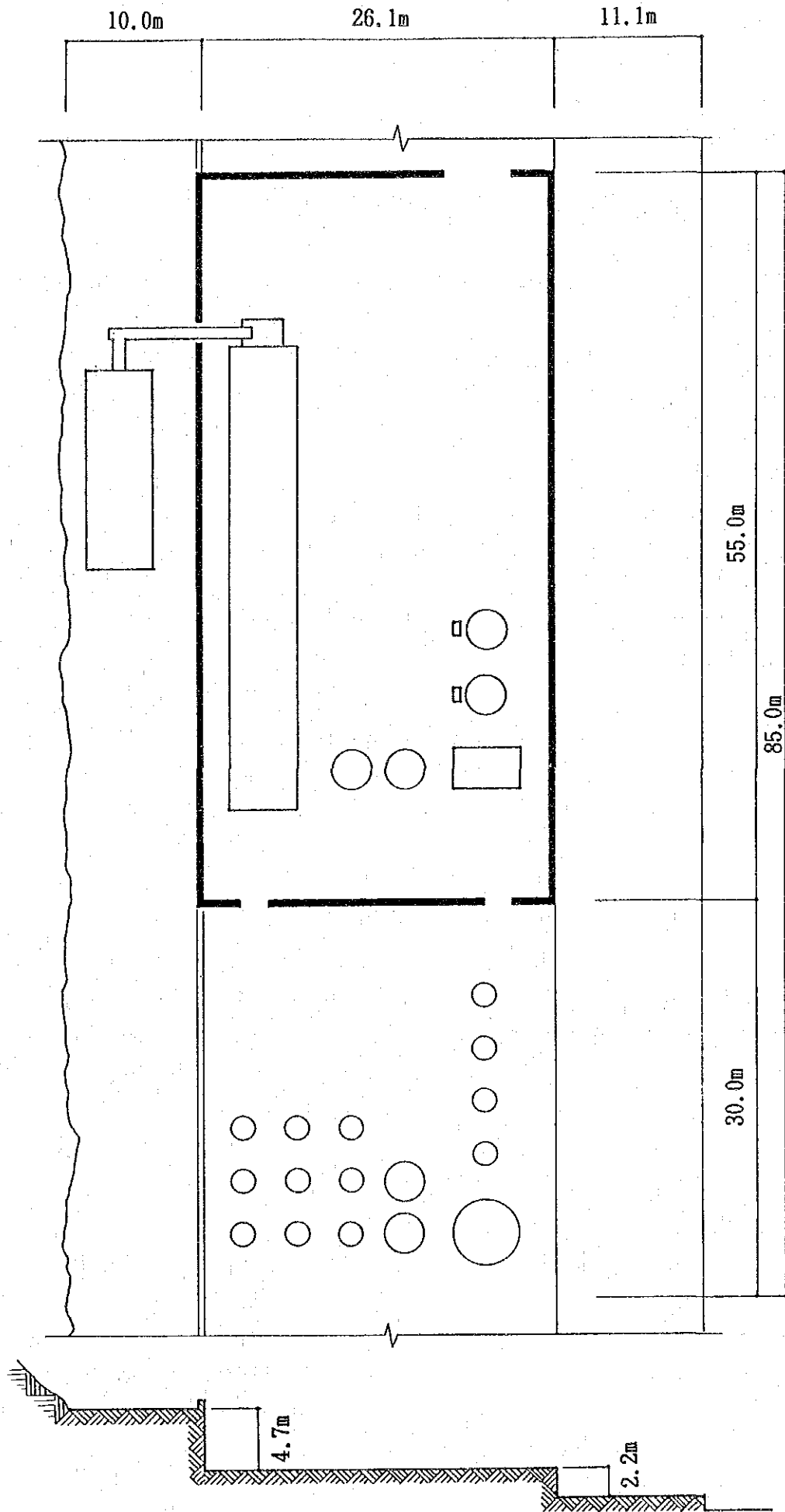


図-3 膠質炭酸カルシウム製造設備平面配置図

4. 近代化計画の所要資金

(1) 見積もりの範囲

見積もりの範囲は、近代化計画で国外から調達しなければならない設備機器に限定する。

近代化のために必要な設備の撤去・移設・土木・建築・設備改造・取り付け・据え付け・電気計装・塗装など付帯工事は含まない。

(2) 見積もりの方法・条件

設備機器は要求される機能・能力を満たす条件の下で見積もられているが、機種は特定していない。したがって概略の見積もりである。FOB価格には輸出梱包・諸掛かり・通関手数料を含む。据え付け・取り扱い指導のための技術者派遣費用、技術移転費用は含まない。

(3) 膠質炭酸カルシウム製造技術の開発および年産 1万トンの製造に必要な設備機器

1) 第一段階

a. 国外調達設備機器の概算見積もり

・技術開発用手動式小型フィルタープレス	1基	300万円
・技術開発用小型粉碎分級機	1基	1,000万円
・分析測定機器	小計	230万円
(内訳)		
電子式化学天秤	1台	40万円
電子式上皿天秤	1台	20万円
pH測定装置	1台	30万円
BM型・BH型粘度計	1台	50万円
ボーム比重計	一式	10万円
標準篩	一式	60万円
赤外線水分計	1台	20万円

b. 国内調達設備機器および中国側工事項目

- ・計測機器（流量・濃度・温度・圧力・pHなど）
- ・計測機器の取り付け工事
- ・空気分配器・火格子の作成・取り付け工事
- ・多段水篩装置の製作・取り付け工事
- ・技術開発用脱気筒の製作・取り付け工事

2) 第二段階

a. 国内調達設備機器および中国側工事項目

- ・石灰石粗碎機 1基
- ・技術開発用炭酸化反応槽 1基
- ・第一段階工事の継続

3) 第三段階

a. 国外調達設備機器の概算見積もり

・炭酸ガスロータリープロア	1基	500万円
・全自動フィルタープレス	1基	5,500万円
・バンド乾燥機	1機	6,000万円
・パルペライザー・バッグフィルター・プロア	一式	6,100万円
・秤量装置	2基	140万円
・フォークリフト車	1台	400万円
・分析測定機器	小計	3,700万円
(内訳)		
透過型電子顕微鏡	1台	1,800万円
BET法比表面積測定装置	1台	300万円
芝電管式白度計	1台	500万円
光透過遠心沈降式粒度分布測定装置	1台	1,000万円
グラインドメーター	1台	100万円

b. 国内調達設備機器および中国側工事項目

- | | |
|-------------------------|--------|
| ・冷却水製造装置 | 1基 |
| ・石灰乳濃度温度調整槽 | 4基 |
| ・炭酸化反応槽 | 6基 |
| ・炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽 | 1基 |
| ・表面処理槽 | 3基 |
| ・フィルタープレス用懸濁液供給槽 | 2基 |
| ・乾燥品中間槽 | 2基 |
| ・脱気筒 | 2基 |
| ・製品貯槽 | 2基 |
| ・木製パレット | 1,000枚 |
| ・計測機器（流量・濃度・温度・圧力・pHなど） | |
| ・撤去工事 | |
| ・整地土木工事 | |
| ・建家建築工事 | |
| ・設備機器の据え付け工事 | |
| ・計測機器の取り付け工事 | |
| ・環境対策工事 | |
| ・その他付帯工事 | |

表-3 国外調達設備機器の所要資金

	所要資金 (日本円)				備考 (中国元)
	第一段階	第二段階	第三段階	計	
	(万円)	(万円)	(万円)	(万円)	(万元) ²⁾
設備機器費 ¹⁾					
商業生産用	0	0	18,640	18,640	932
技術開発用	1,300	0	0	1,300	65
分析測定用	230	0	3,700	3,930	196.5
梱包費・ 船積作業費	18	0	2,059	2,077	103.9
FOB(合計)	1,548	0	24,399	25,947	1,297.4

注1) 設備機器費には予備品費・補充部品費を含まない。

注2) 1元=20円として換算した。

5. 近代化計画の実行計画 (スケジュール)

近代化計画の実行計画は、中国の第八次五ヶ年計画中に膠質炭酸カルシウム年産1万トンの生産体制をつくることを前提に作成した (図-4)。

項目	1993年	1994年	1995年
近代化計画	▼最終報告書原案説明 ▼最終報告書提出 ▼近代化計画申請・許可		
生産工程の近代化	第一段階 (工場実験)	第二段階 (開発試作) 第三段階 (商業生産準備)	
生産管理の近代化	第一段階 (管理基礎基礎の確立・意識改革)	第二段階 (管理実務の徹底)	第三段階 (環境対策)

図-4 近代化計画の実行計画 (スケジュール)

6. 近代化計画実施上の留意点

- (1) 調査団の本溪市助剤廠近代化の提案は、膠質炭酸カルシウムを製造する技術と設備に重点を置いたものであるが、軽質炭酸カルシウムに共通する改善も多い。調査団の提言内容をよく理解し、現実の場で実践し評価してほしい。
- (2) 近代化計画は、膠質炭酸カルシウムを開発する手順を示している。第一段階で膠質炭酸カルシウムが生成する基礎的要件を学び、第二段階ではそれを商業生産に結びつける生産技術に発展させると同時に、新しい製品を積極的に売り込み、市場を開拓しなければならない。
- (3) 近代化は設備の近代化だけでは達成されない。設備の近代化は必要条件であっても十分条件ではない。作業労働者は担当する工程を十分に理解し、設備機器・計測機器の状態を絶えず監視し、最良の状態を維持しなければならない。最新の設備機器も保守・点検・整備を常に実施しなければ、据え付け直後から性能の低下が始まっていることを理解することである。
- (4) 生産技術は基礎的・常識的なことを忠実に実行することが基本である。化学工程では一定の品質の原料を一定の条件で操業すれば一定の品質の製品が得られることを信じて、標準作業を厳密に守ることが大切である。
- (5) 近代化計画を遂行するためには、廠長を長とする強力な推進組織（プロジェクトチーム）が必要である。推進組織は、① 管理体制整備 ② 環境整備・自主工事 ③ 調達・物流管理 ④ 技術開発 ⑤ 設計管理・工務購買 ⑥ 市場開拓 ⑦ 教育訓練 ⑧ 資金調達・財務などの役割を分担した分科会で構成される。各分科会は分担毎に一定の目標を持ち、責任範囲を明確にされている。廠長（プロジェクトリーダー）は全体を見ながら計画が順調にすすむように調整することが肝要である。
- (6) 新規に導入する設備機器の価格見積もりは、日本で調達する場合の概算金額である。実際に購入する場合には商社を通じて、あるいは直接設備機器メーカーと交渉することになる。予備品・部品費は含まれていない。取り扱い指導の技術者派遣費用等技術費も含まれていない。

- (7) 既存設備の改善については、焼成炉の改善のように定期修理の時期まで待たなければならぬものもある。本廠の定期修理計画のなかに織り込んで順次改善する。

7. まとめ

- (1) 本廠の超細炭酸カルシウムは膠質炭酸カルシウムと呼ばれる範疇に入らない。近代化計画の主たる目標は、膠質炭酸カルシウムの合成、表面処理技術の確立に置いた。
- (2) 近代化計画は製品品質を第一に考える基本姿勢を貫いている。石灰石の「白石」専焼、石灰乳の 250メッシュ水篩、炭酸ガスの脱硫精製、炭酸化反応における核生成促進・成長抑制対策、脂肪酸塩の曇点低下、表面処理剤の炭酸ガスによる固定、粉体脱気などの改善を提案した。
膠質炭酸カルシウム製造の要点は炭酸化反応である。反応器の形状・方法・条件をとくに詳細に述べ、工場実験で膠質炭酸カルシウムの生成を実証した。
- (3) 膠質炭酸カルシウムの製造工程を概観すると、焼成・水和工程は既存設備を利用し、炭酸化反応・表面処理工程は超細炭酸カルシウムの製造とは異なる発想の下での反応器を設置した。後処理工程は、膠質炭酸カルシウムの流動特性を考慮してフィルタープレスによる脱水、バンド乾燥機による乾燥、分級機を内蔵するパルペライザー・バックフィルターシステム・粉体脱気機構を採用した。廠内の物流の改善にはパレット・フォークリフト車の利用を提案した。
- (4) 生産技術を支援する検査・分析・測定の実務的方法を指導し、分析測定機器の装備を提言した。
- (5) 国外調達する設備機器の概算所要資金は2億6,000万円である。
- (6) 自動化は技術上・品質上必要な場合には採用したが、省力化を直接の目的とする自動化は行っていない。
- (7) 生産方式は、少量多品種の生産構造と技術の進歩の順序を考慮して回分式を選択した。連続式が必ずしも最適ではなく、状況に応じた生産方式をとるべきである。

- (8) 新しい製品を市場に出すには、生産技術だけでなく、資金・原料の調達の調査から販売・物流・環境対策・教育訓練など総合的かつ綿密な計画が必要である。近代化計画推進組織をつくり一元的に管理することをすすめた。
- (9) 近代化計画の目標を達成すれば、中国では数少ないあるいは唯一の膠質炭酸カルシウム製造会社になり、製造技術と品質は国際的な水準に達すると期待される。

第二部 本文

序 章

序 章

i. 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下での経済開発のため、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1993年の全国人民代表大会で第八次五ヶ年計画（1991－1995年）の経済成長率を年率6%から8～9%に上方修正し、これに伴って上記2000年目標の国民総生産4倍増計画を3年繰り上げて達成することを採択した。

同国政府は、この目標達成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、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団は、1981年度から1991年度にかけて75の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。

今回の調査は、昨年度本国政府から要請のあった本溪市助剤廠の近代化計画に関するものであり、中国の工業生産の近代化にとって重要な素材産業である無機材料（炭酸カルシウム）製造工場に係るものである。

炭酸カルシウムは、紙・ゴム・プラスチック・塗料・印刷インク・シーラントなどを製造する際の機能付与助剤として欠かせない素材である。とくに沈降（軽質）炭酸カルシウムは、原石をいったん化学的に分解した後再合成する人工資源で、粒子が細かくかつ粒径が揃っている特徴をもっているために、先端技術製品のなかでも陰の力となって役立っている。中国においては、第八次五ヶ年計画の目標に掲げられている「小康戦略」を達成するために、生活のいろいろな分野で向上変化がみられるが、基礎的な工業資材である紙・ゴム・プラスチック・塗料・印刷インク・シーラントなどの伸びとともに炭酸カルシウムの需要は増えるものと予測される。このような状況のもとで、沈降炭酸カルシウムの増産・新製品開発・生産性向上・品質向上に各工場とも競合・努力しているものと思われる。

本調査は、国際協力事業団が中華人民共和国国務院経済貿易弁公室との間で、1992年12月21日に締結した「中華人民共和国工場（本溪市助剤）近代化計画調査実施細則」に基づき、実施したものである。

ii. 調査の目的

本調査は、本溪市助剤廠に対し、工場診断を実施し、その結果に基づいて既存設備の利用に重点を置いた、生産工程と生産管理に関する現実的かつ実現の可能性の高い近代化計画を提案することを目的とする。

また本調査の現地調査期間中、本調査に参加・協力した中国側専門家に対して、調査業務を通じて技術移転を行った。

iii. 調査対象製品と近代化目標

〈調査対象製品〉

本調査が対象とする製品は、下記のとおりである。

沈降炭酸カルシウム

〈調査対象製品の近代化目標〉

調査対象製品の近代化目標は、下記のとおりである。

- (1) 既存の超細炭酸カルシウム（年産 1,000トン）の製造技術・設備の改善、品質向上
- (2) 膠質炭酸カルシウムの表面処理技術の改善
- (3) 膠質炭酸カルシウム（年産10,000トン）のための概念設計
- (4) 軽質炭酸カルシウムの製造技術の改善
- (5) 生産管理技術水準の向上

iv. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は、下記のとおりである。

(1) 遼寧省および本溪市の概要

(2) 工場の概要

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) 基本的事項 | 5) 組織および人員 |
| 2) 工場配置 | 6) 原材料 |
| 3) 生産品目および生産能力 | 7) 生産計画および生産実績 |
| 4) 製造設備 | 8) 販売 |

(3) 生産工程に関する調査

- | | |
|-----------|-----------------|
| 1) 原材料の受入 | 6) 脱水工程 |
| 2) 焼成工程 | 7) 乾燥工程 |
| 3) 水化工程 | 8) 粉碎・分級工程 |
| 4) 炭酸化工程 | 9) 包装工程 |
| 5) 表面処理工程 | 10) 検査・評価、研究・開発 |

(4) 生産管理に関する調査

- | | |
|------------|----------|
| 1) 調達・在庫管理 | 5) 設備管理 |
| 2) 工程管理 | 6) 教育訓練 |
| 3) 品質管理 | 7) 環境対策 |
| 4) 安全管理 | 8) 財務・経営 |

(5) 中国側の工場近代化計画に関する調査

v. 本格調査団の構成と日程

本格調査団の現地調査は、1993年 3月 3日から 3月23日にかけて実施した。本格調査団の構成および現地調査の日程の詳細は下記のとおりである。

(1) 本格調査団の構成

氏 名	担 当	業 務 内 容
世古口 健	団長・総括	<ul style="list-style-type: none"> ・総括 ・工場概要、生産工程、生産管理全般および中国側工場近代化計画の調査 ・近代化計画のまとめ
枝川 節治	生産工程	<ul style="list-style-type: none"> ・原材料の受け入れ、焼成、水加、炭酸化、表面処理、脱水、乾燥、粉碎・分給、包装工程の設備および操業方法・条件の調査 ・検査・評価、研究・開発状況の調査 ・近代化計画の作成 ・セミナー講師
黒田 武之助	生産管理	<ul style="list-style-type: none"> ・工場概要（生産品目および生産能力、組織および人員、原材料、生産計画および生産実績、販売）の調査 ・調達・在庫、工程、品質、安全、設備の管理状況教育訓練、環境対策、財務・経営状況の調査 ・近代化計画の作成
池田 純	設備積算	<ul style="list-style-type: none"> ・工場概要（工場配置、製造設備、用役設備）の調査 ・中国側の工場近代化計画設備の調査 ・設備・機器のレイアウト、仕様、中国国内調達可能設備・機器および見積もりに必要な調査および資料収集
山下 智子	通訳・翻訳	<ul style="list-style-type: none"> ・通訳および収集資料の翻訳

(2) 現地調査の日程

	月日(曜日)	行程・宿泊	調査内容
1	3月3日(水)	成田→北京 北京→沈陽 沈陽→本溪	移動(NH 905便) 移動(中国北方航空便) 移動(車輛)
2	3月4日(木)	本溪	本溪市助劑廠に着手報告書を説明、日程打ち合わせ、工場概要・製造全般の説明
3	3月5日(金)	本溪	工場査察、中国側近代化計画の調査 工場概要—生産品目、能力の調査 生産工程—原材料の調査 生産管理—調達・在庫の調査
4	3月6日(土)	本溪	工場概要—製造設備の調査 生産工程—原料受け入れの調査 生産管理—工程の調査
5	3月7日(日)	本溪	(資料収集、整理)
6	3月8日(月)	本溪	工場概要—製造設備の調査 生産工程—焼成・水加・炭酸化・表面処理・脱水・乾燥・粉碎・分級・計装の調査 生産管理—工程・環境の調査
7	3月9日(火)	本溪	工場概要—組織・人員・原料の調査 生産工程—前日に同じ 生産管理—工程・品質・環境の調査
8	3月10日(水)	本溪	工場概要—原料の調査 生産工程—前日に同じ 生産管理—安全の調査
9	3月11日(木)	本溪	工場概要—組織・人員の調査 生産工程—前日に同じ 生産管理—前日に同じ
10	3月12日(金)	本溪	工場概要—生産計画・実績の調査 生産工程—前日に同じ、および包装の調査 生産管理—教育訓練・環境の調査 工場実験計画の協議

	月日(曜日)	行程・宿泊	調査内容
11	3月13日(土)	本 溪	工場概要-前日に同じ 生産工程-前日に同じ、および検査・評価、 研究・開発の調査 生産管理-前日に同じ
12	3月14日(日)	本 溪	(資料収集・整理)
13	3月15日(月)	本 溪	工場実験の実施(膠質炭酸カルシウムの製造 および表面処理) 工場概要-販売・財務・経営の調査 生産工程-炭酸化・検査・研究の調査 近代化計画骨子作成
14	3月16日(火)	本 溪	工場実験の実施 工場概要-財務・経営の調査 生産工程-表面処理の調査 近代化計画骨子および進捗状況報告書作成準備
15	3月17日(水)	本 溪	近代化計画骨子・進捗状況報告書概要を工場 長に説明・協議
16	3月18日(木)	本 溪	セミナー「炭酸カルシウム 製造の実際」の 実施 中国側近代化計画の再調査 進捗状況報告書作成
17	3月19日(金)	本 溪	進捗状況報告書に署名
18	3月20日(土)	本溪→沈陽	移動(車輛)
19	3月21日(日)	沈陽→北京	移動(中国北方航空便)
20	3月22日(月)	北 京	国家計画委員会企業技術改造診断弁公室およ び国際協力事業団中国事務所を訪問、現地調 査状況を報告
21	3月23日(火)	北京→成田	移動(JL 782便)

第1章 工場の概要

第 1 章 工場の概要

1.1 遼寧省および本溪市の概要

1.1.1 遼寧省の概要

(1) 地形と自然条件

遼寧省は中国東北地区の南部に位置する。省の中央部を北東から南西へ遼河が流れるので流域の永遠の安寧をこめて、この名がつけられたと言われる。全省が 14 省轄市（沈陽、大連、鞍山、撫順、本溪、丹東、錦州、營口、阜新、遼陽、鉄嶺、盤錦、朝陽、錦西）に分かれ、そのもとに 8 県級市、26 県、10 民族自治区、56 市轄区がある。省都は中国第 4 の大都市、沈陽である。省の面積は 14 万 6,000 平方キロメートル、人口は 3,900 万人（1990 年）を数える。

省の地形は、東西両端が山岳部で、その中間に遼河沖積平原が広がっている。南は黄海と渤海に面し、南西から北にかけては河北省、内蒙古自治区、吉林省に接し、東南部は鴨緑江をはさんで朝鮮民主主義人民共和国と対している。

気候は大陸性気候に属するが、沿岸部では比較的湿潤で降水量も東北 3 省中では最も豊富である。年間平均気温は 6~11℃で、最高気温が 30℃前後、最低気温は -30℃前後である。年間降水量は 400~1,000mm で東北山岳地帯に多く、夏期に集中する。

(2) 産業

遼寧省は中国の重化学工業基地である。同省の資源事情や歴史的な経緯によって形成された石炭・石油採掘などのエネルギー産業や鉄鋼・非鉄金属・化学・建材などの素材産業、重機械産業が発達している反面、いわゆるハイテク産業や良質の軽工業品は比較的少ない。企業分類では、国営の大型企業が主体であるが、全般に設備は老朽化し、技術改造が待たれている。改革開放が進むなかで、他省に先を越された面もあり、省をあげて改革の深化に努力しているのが現状である。

交通は中国でも、最も発達した地方に属し、陸・海・空の各種輸送網がバランスよく展開し、旅客・貨物取扱量とも国内トップクラスである。

1.1.2 本溪市の概要

(1) 位置・人口・気候・地形

本溪市は遼寧省の東部山区にある石炭と鉄鋼の街である。太子河をはさんで南北両側に山が迫った回廊の地形に広がっている。市の名前は本溪湖に由来する。人口は152万人、うち市区人口は92万人。4区・2県からなる。

年間の平均気温は7.5℃、これまでの最高気温は34.8℃、最低気温は-31.1℃である。7月の最高気温の平均値は23.7℃、1月の最低気温の平均は-13.4℃。本溪市における年間の降雨量は797mmで、夏に比較的多く、冬は乾燥している。年間を通じて東からの風が多く、平均風速は2.3m/sである。

(2) 産業

本溪市は鉄工業が盛んであるが、なかでも鉄鋼メーカーの本溪鉄鋼公司（本鋼）は、省内で鞍山鉄鋼公司に次ぐ大企業である。同市の労働者の70%は、何らかの形で本鋼関係の企業で働いているといわれている。

これらの工場が排出する煙による大気汚染のひどさは「人工衛生から見えない都市」といわれるほどである。同市の地形条件が淀んだ空気層の拡散を妨げているのも一因である。市ぐるみの取り組みで、工場には公害防止設備の設置が義務づけられ、またボランティア活動による緑化も進められているが、大気の浄化はまだ十分ではない。

鉄道網は幹線の沈丹線（沈陽－丹東）が市を貫通し、本溪市からは支線の溪田線（本溪－田師付）が東に延びている。市内にはいくつかの引き込み線が敷設され、産業を下支えしている。交通の発達に比べると通信は十分ではないが、電話事情は改善されつつある。

1.2 工場の概要

1.2.1 基本的事項

- (1) 所在地 遼寧省本溪市溪湖区火連寨
- (2) 主要管理部門
中央部 化学工業部
省 遼寧省石油化学工業庁
市 本溪市化学工業局
- (3) 設立年月 1937年
- (4) 敷地面積 10.0万平方メートル
建築面積 3.5万平方メートル
- (5) 固定資産原価 1,500万元 (残存固定資産 1,100万元)
流動資金 750万元
生産額 3,100万元 (1991年)
税引前利益 240万元 (1991年)
- (6) 主要製品

無機製品	有機製品
石灰石を主原料とするもの	ゴム老化防止剤
軽質炭酸カルシウム 炭酸水素ナトリウム 超細炭酸カルシウム	N-フェニル α -ナフチルアミン N-フェニル β -ナフチルアミン

- (7) 在籍従業員数 1,400人

1.2.2 工場配置

本溪市助剤廠は、本溪市の西北13km火連寨に位置し、工場敷地の北側と東側は山に面している。工場の前を沈丹線が通り、貨物積み出し可能な駅もきわめて近い。沈陽を通ずる幹線道路にも接する。

工場敷地面積は10万平方メートル、建築面積は3.5万平方メートルである。火連寨の敷地内には4つの生産工場、1つの機械修理工場、19の科室がある（ほかに本溪市助剤廠傘下には4つの分工場と4つの販売会社がある）。工場全体の平面配置図を図1-1に示すが、本調査の対象職場は、主として原料受け入れ、焼成炉、第一工場、超細炭酸カルシウム工場である。共用生産関連設備としては、上述の機械修理工場のほか変電所、ボイラー室、用水ポンプ室、倉庫などがある。

1.2.3 生産品目および生産能力

本溪市助剤廠の主要生産品目とその生産能力は、下記のとおりである。

軽質炭酸カルシウム	20,000トン/年
炭酸水素ナトリウム	10,000トン/年
ゴム老化防止剤	500トン/年
超細炭酸カルシウム	1,000トン/年

上記のほか製薬用酸化カルシウムなど全部で17品種を生産している。

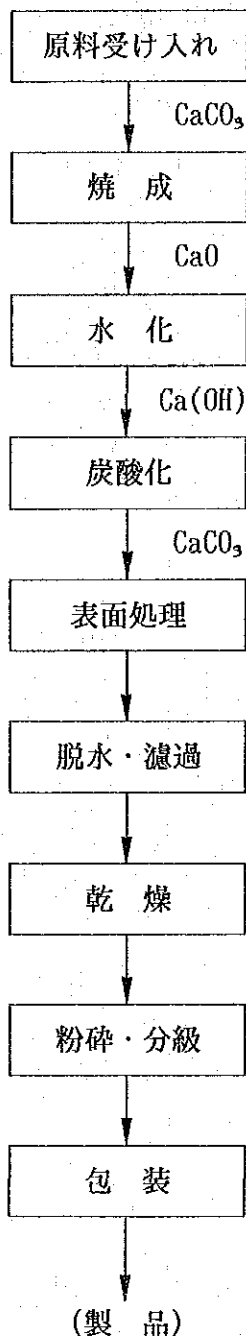
なおゴム老化防止剤はN-フェニル α -ナフチルアミンおよびN-フェニル β -ナフチルアミンの合計である。

1.2.4 製造設備

(1) 沈降炭酸カルシウムの製造工程

沈降炭酸カルシウムの製造は、軽質炭酸カルシウムと超細炭酸カルシウムに分けられるが、工程に本質的な差異はない。炭酸化の反応条件によってつくり分けられ、その後超細炭酸カルシウムでは脂肪酸塩あるいは樹脂酸塩による表面処理が行われる。ここでは超細炭酸カルシウムの製造について述べる。

超細炭酸カルシウムの製造工程を図 1-2 に示す。原料の石灰石を熱分解し、比較的良質の生石灰を選別して水化工程で石灰乳にする。炭酸ガスを含む分解ガスは、脱塵・水洗浄した後加圧し、石灰乳中に吹き込んで炭酸カルシウムを再生成させる。炭酸カルシウムの粒子の形状、大きさは、この段階で決定される。この後炭酸カルシウム粒子の表面を表面処理剤で被覆して粒子の分散性を改良し、脱水・乾燥・粉碎・分級などの後処理を経て製品の超細炭酸カルシウムとして袋詰めする。



石灰石・無煙炭を一定の大きさに粉碎・計量する。

石灰石を焼成炉で熱分解し、生石灰と炭酸ガスに熱分解する。

CO₂ 生石灰を水化して石灰乳とする。

石灰乳に炭酸ガスを吹き込んで炭酸カルシウムを生成させる。

炭酸カルシウムを脂肪酸塩あるいは樹脂酸塩水溶液で処理する。

炭酸カルシウム懸濁液を遠心脱水して湿潤炭酸カルシウムを単離する。

図1-2 超細炭酸カルシウム製造のブロックダイアグラム

(2) 主要製造設備

沈降炭酸カルシウム（軽質および超細）の主要製造設備を表 1-1に示す。

表 1-1 沈降炭酸カルシウム主要製造設備

軽質炭酸カルシウム

設備名	メーカー・仕様	基数	備考
焼成炉	自製（1970年） 80m ³	1	1)
	自製（1970年） 100m ³	1	
	自製（1970年） 70m ³	2	
水化機	唐山化工機械廠（1982年） 1.5mφ	1	ロータリー式
	唐山化工機械廠（1990年） 1.3mφ	1	
炭酸ガス洗浄塔	唐山化工機械廠（1983年） 1.2mφ × 4m	2	1)
	唐山化工機械廠（1991年） 1.5mφ × 6m	2	
炭酸ガス圧縮機	沈陽気体圧縮機廠（1985年） 4L-20/8	7	1)
炭酸化塔	自製（1980年） 1.2mφ × 12m	4	
	自製（1970年） 1.1mφ × 6m	8	
沈降濃縮槽	本溪市機械局（1983年） 1.2mφ	2	
遠心脱水機	唐山化工機械廠（1984年） 1.0mφ	6	
	唐山化工機械廠（1988年） 1.0mφ	6	
乾燥機	本溪市鋤務局機廠（1968年） 1.5mφ	2	ロータリー式
	紅旗鍛圧機廠（1983年） 1.8mφ	1	
ファニングミル	上海（1974年） 2.0mφ	3	

注1) 超細炭酸カルシウムの製造と共用

超細炭酸カルシウム

設備名	メーカー・仕様	基数	備考
水 化 機	自製 (1984年) 1.5mφ	2	
炭 酸 化 塔	自製 (1984年) 0.9mφ	4	
表 面 処 理 槽	自製 (1984年) 2.5mφ	2	
遠 心 脱 水 機	沈陽化工学院 (1984年) FD-800	2	
乾 燥 室	自製 (1984年)	1	乾燥棚・箱式
分 級 機	自製 (1984年)	1	篩式
包 装 機		1	

(3) 用役設備

本廠の用役設備は次のとおりである。

1) 蒸気

本廠には生産用 3基と冬期暖房用 1基の計 4基のボイラーが稼働している。ボイラーの構造・性能は以下のとおりである。

生産用ボイラー (3基)

型 番 : KZL4-13-A

形 式 : 丸ボイラー

蒸 発 量 : 4トン/時間・基 (設計能力)

蒸 気 圧 力 : 1.3MPa (飽和温度 194℃) (設計能力)

燃 焼 方 式 : 火格子ストーカ燃焼方式

使用蒸気圧力 : 0.4~0.7MPa

蒸気使用量 : 1,500トン/月 (うち超細用に600トン/月)

蒸気単価 : 80元/トン

暖房用ボイラー（1基）

型番：自製
 形式：丸ボイラー
 蒸発量：2トン/時間・基
 燃焼方式：火格子手吹き方式

蒸発量は、生産用ボイラー 3基で4トン/時×3=12トン/時の設計能力があるが、効率の低下により現在では最大圧力0.8MPa、蒸発量4.7トン/時しか利用できない。

蒸発系統図を図 1-3に示す。

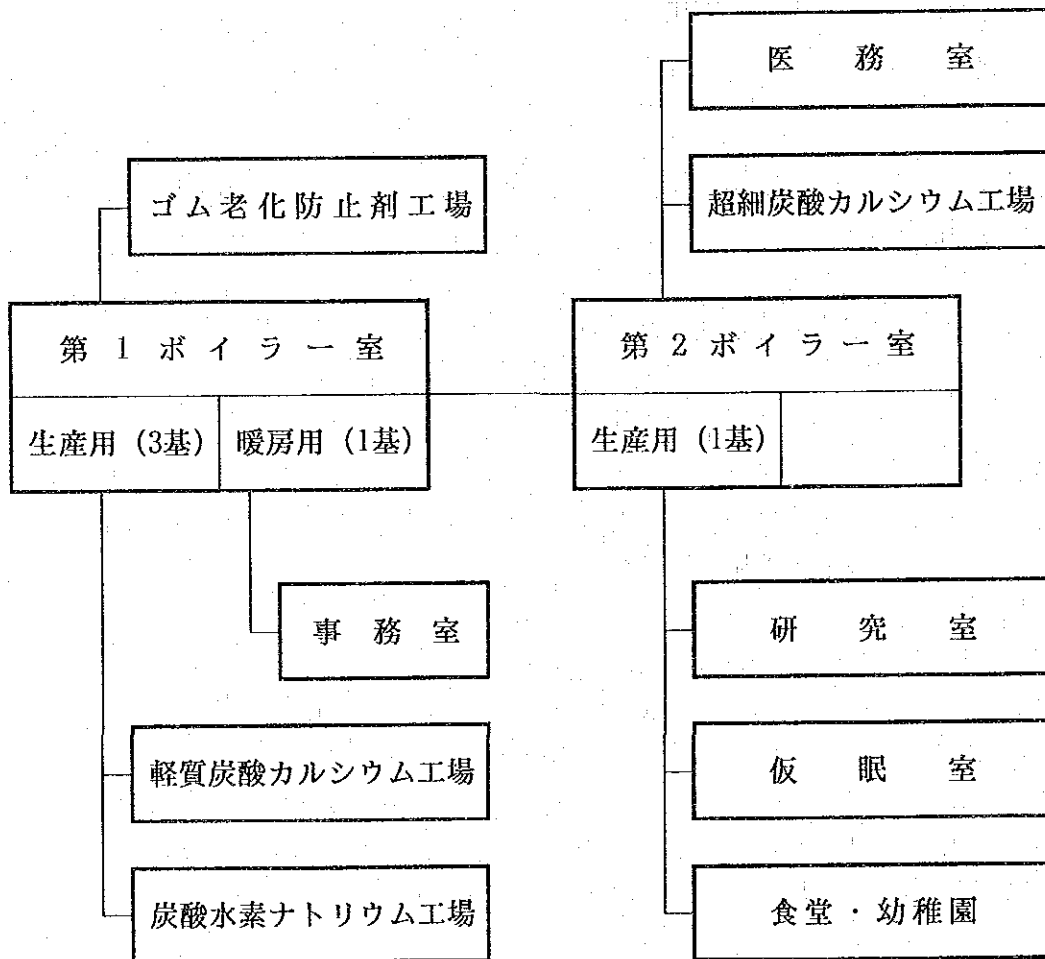


図 1 - 3 蒸気系統図

2) 電気

公共配電線から1,000kVAと560kVAの2回線を本廠の変電所で受電し、各工場へ配電している。自家発電設備は焼成炉専用設置してある。

受電圧：10kV
受電容量：1,560kW
周波数：50Hz (± 2%)

使用電圧：3相 380V (± 2%)
 单相 220V (± 2%)
電力使用量：平均 52.5万kWh/月 (うち超細用に2.9万kWh/月)
 最大 55.5万kWh/月
 最小 49.5万kWh/月
電力単価：0.34元/kWh

自家発電設備：40kW
方式：ディーゼルエンジン発電

停電：2～3回/年、8時間/回
(ただし事前に連絡のある計画停電である)

受電容量 1,560kWに対して現在の使用電力負荷は 1,035kWとなっており、500kW程度の余裕がある。

電力系統図を図 1-4に示す。

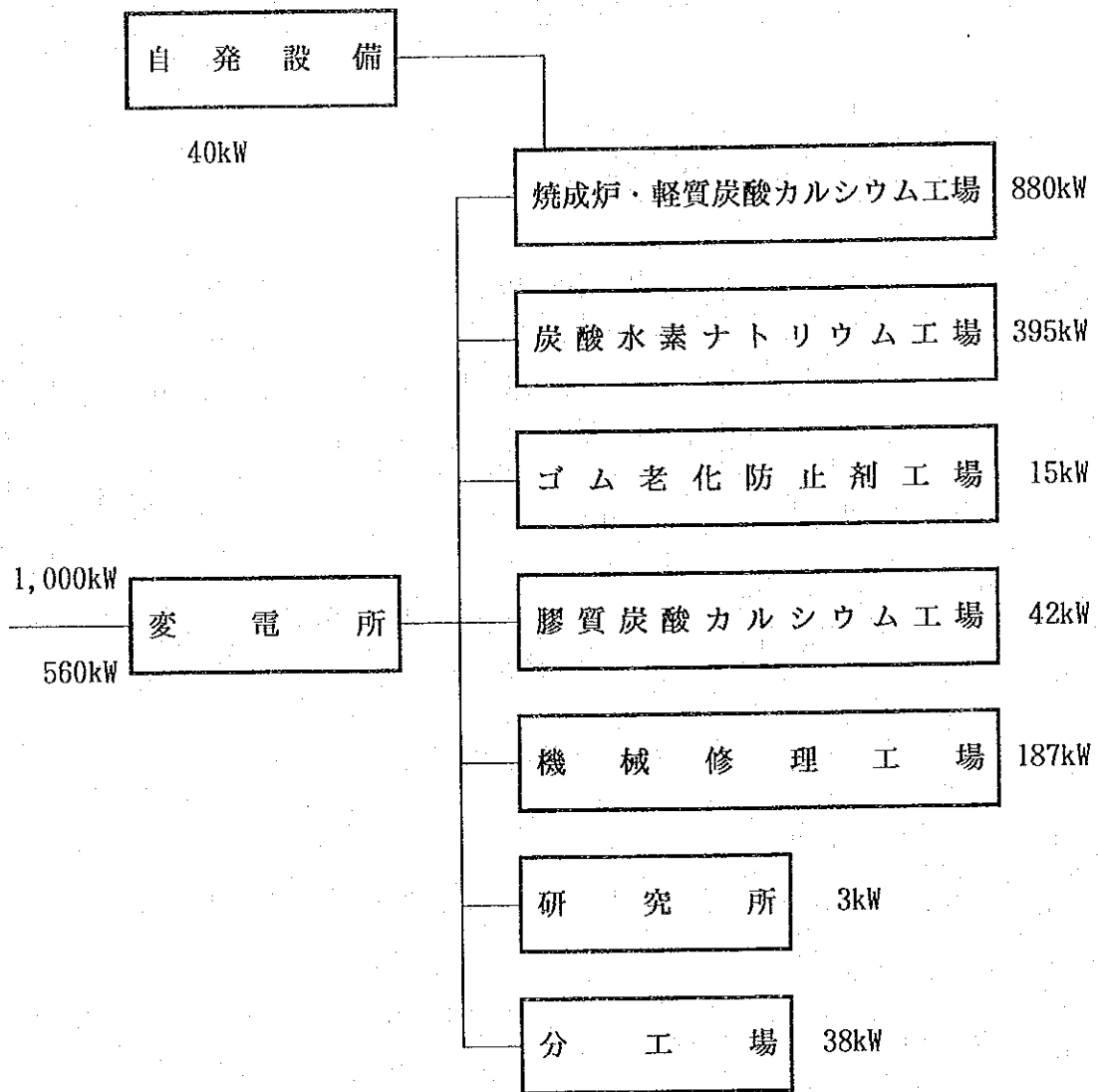


図1-4 電力系統図

3) 用水

本廠の用水は河川からの取水と工場地内の深井戸からの揚水で賄われている。河川からの地表水は生産用水、井戸水は生活用水（一部は炭酸水素ナトリウムの生産用水）として使用している。

給水能力：河川水 125トン/時（170トン/時の数値もある）

井戸水 70トン/時

給水圧力：河川水 0.3MPa

井戸水 0.3MPa

用水使用量：平均 2.7万トン/月（うち超細用に0.3万トン/月）

最大 3.0万トン/月

最小 2.3万トン/月

用水単価：0.061元/トン

生産用水についてはボイラー給水を薬品処理しているが、生活用水については、無処理である。ボイラー用水は毎月水質検査するが、生活用水は本溪市の定期水質検査に委ねている。

用水系統図を図 1-5に示す。

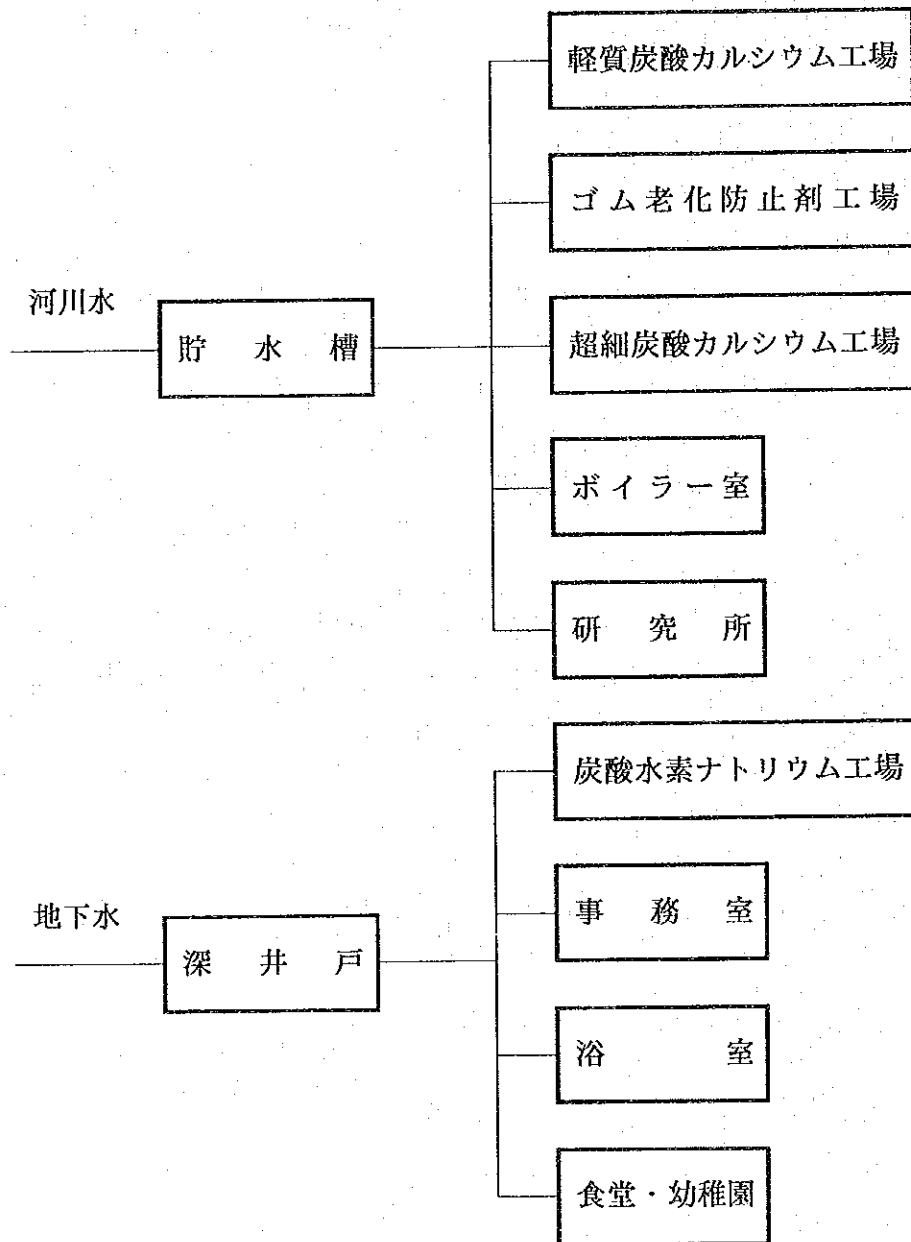


図1-5 用水系統図

1.2.5 組織および人員

(1) 組織

本溪市助剤廠の組織を図 1-6に示す。提供された各種資料を総合して作成したが、一部推定した部分がある。廠長の下に経営廠長、生産廠長および技術廠長を配し、それぞれが担当の科室を管理している。生産廠長は 4つの生産工場および機械修理工場を統括しているが、ほかに用役関係業務も含まれる。

(2) 要員および勤務体制

火連寨にある助剤廠の従業員は 837人である。内訳は管理者44人、職員44人、技術者52人、一般労働者 697人で構成されている。年間の労働日数は 306日で1日の労働時間は 8時間である。休日は日曜日および国家の定める休日 7日間である。ただし生産現場は 4組 3交代制をとっているので、交代勤務者はこの制度による休日を取得する（年間で91日）。

1) 勤務時間は勤務形態によって次のようになっている。

日 勤	8 : 00 ~ 17 : 00	休憩時間	11 : 30 ~ 12 : 30
交代勤務	8 : 00 ~ 16 : 00		
	16 : 00 ~ 24 : 00 (00 : 00)		
	00 : 00 ~ 8 : 00		

2) 交代勤務体制

生産現場で採用している 4組 3交代制は、表 1-2に示すサイクルで回っている。毎日勤務時間帯が 8時間ずつずれるので、勤務明けから次の勤務までは常に24時間空いていることになる。

表 1-2 本溪市助劑廠の 4組 3交代制 (甲・乙・丙・丁組)

勤務時間 \ 日期	1	2	3	4	5	6	7
00:00~ 8:00	甲	丁	丙	乙	甲	丁	丙
8:00~16:00	乙	甲	丁	丙	乙	甲	丁
16:00~24:00	丙	乙	甲	丁	丙	乙	甲

3) 要員

本廠の科室および生産工場の要員配置は表 1-3のようになっている。

表1-3 要員配置

科 室

科室名	要員	内 訳			備 考
		管理者	職 員	技術者	
廠 長 室	1	1			
調 達 科	8	1	4	3	
貯蔵・運搬科	3	2	1		
販 売 科	15	3	10	2	
生産技術科	8	2		6	
安全・設備科	6	1	1	4	
研 究 室	8	2		6	
技術開発科	7	1		6	
品質検査科	13	2	7	4	
廠 事 務 室	6	1	3	2	
総工程師事務室	5	2		3	
財 務 科	9	1	4	4	
行 政 科	6	1	5		
人事・教育科	2	1	1		
勞 働 組 合	5	3	2		
保安衛生科	3	2	1		
宣 伝 科	1	1			
債 権 ・ 債 務 処 理 事 務 室	4	1		3	
プ ー ン 外 事 務 室	5	2		3	
計	115	30	39	46	

生産工場

職場名	要員	内 訳				備 考
		管理者	職 員	技術者	労働者	
第 1 工 場	196	3	1	1	191	軽質炭酸カルシウム 重炭酸ソーダ ゴム老化防止剤 超細炭酸カルシウム
第 2 工 場	147	3	1	1	142	
第 3 工 場	40	2	1	1	36	
第 4 工 場	47	2	1	1	43	
機械修理工場	95	2	1	2	90	
倉 庫 係	99	1			98	
車 輜 係	53	1			52	
雑役その他	45				45	
計	722	14	5	6	697	

総 計	837	44	44	52	697	
-----	-----	----	----	----	-----	--

科室要員の年齢は20歳から59歳まで分布しているが、平均年齢は33.5歳である。安全・設備科の平均年齢が28歳と最も若く、労働組合（工会）のそれが44歳と最も高い。そのほかの科室の平均年齢は30歳台と比較的若い。生産現場の年齢分布のデータは入手していないが、工場査察の印象では科室と大差ない。女子労働者も現場で作業している。

4) 保安体制

本廠は24時間連続操業であるので、常時責任者が当直するようになっている。廠当直は廠幹部および科室責任者が毎日一人ずつ交代で当直する。工場（生産現場）当直は生産現場の管理者が同様に一人ずつ当直する。さらに生産技術科の専従当直幹部 4人が昼夜連続で当直する体制をとっている。

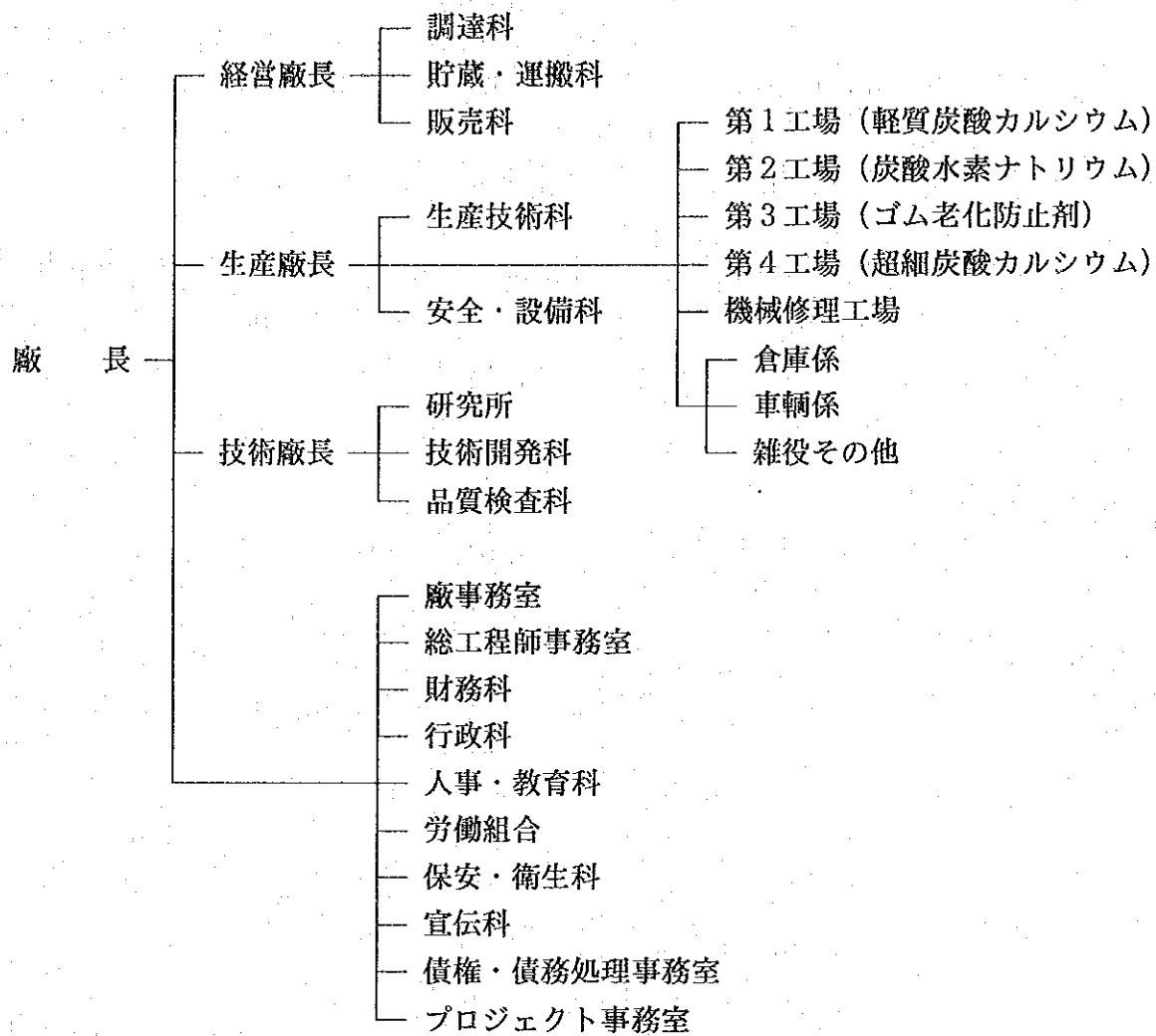


図1-6 本溪市助劑廠組織図

1.2.6 原材料

沈降炭酸カルシウムの主要原材料は、石灰石と無煙炭であるが、本溪市助劑廠はその両方の調達に有利な立地にある。沈降炭酸カルシウムの製造に適した良質の石灰石は本溪县南甸鎮に 4,000万トンは埋蔵されており、酸化カルシウムの含有量は55.5%に達している。純度にすれば99%以上とみなされる。本廠と同じ溪湖区内の豆腐溝からも石灰石は調達できるが、品質はやや劣る。

生産用の無煙炭およびその他の原料についても本溪市あるいは遼寧省内で調達できる。表面処理剤の樹脂酸は隣接する河北省の石家荘の製品を購入しているが、量的に少ない。

(1) 石灰石と無煙炭

表 1-4 原材料の調達 (石灰石と無煙炭)

原料名	石灰石		無煙炭
	「白石」 ¹⁾	「黒石」 ²⁾	
年間購入量 t	24,000	8,000	6,000
単 価 元/t	40	16	120
産 地	本溪县南甸鎮 (本廠から75km)	本溪市溪湖区豆腐溝 (本廠から 2km)	本溪县ソーダ廠鎮 (本廠から60km)
輸 送 方 法	鉄道貨車輸送	トラック輸送	鉄道貨車輸送
運 賃 元/t	20	10	30

注1)・2) 石灰石の外観による。品質については表 2-4を参照。

石灰石と無煙炭は、本廠敷地内に露天保管している。

(2) 表面処理剤

表面処理剤は、遊離の高級脂肪酸混合物あるいは樹脂酸混合物として国内調達し、本廠内で中和してそれぞれのナトリウム塩として使用している。これらの原材料は化学工業薬品として倉庫に保管している。

表1-5 原材料の調達（表面処理剤原料）

原料名	脂肪酸 ¹⁾ (BG 305用)	樹脂酸 (BG 303用)	苛性ソーダ (鹼化剤)
年間購入量 t	20	3	-
単価 元/t	6,000	800	1,200
調達先(産地)	沈陽油脂化学廠	本溪五交化公司 (河北省石家庄)	草河口化工廠
荷姿	25kg紙箱	240kg容器	タンクローリー

注1) ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ が主成分である。

こうした原材料の調達先、品質規格、購入価格は、本廠が相手方と折衝して決定できるようになっている。

1.2.7 生産計画および生産実績

(1) 長期戦略

本廠は軽質炭酸カルシウムの製造については、一定の技術と経験を有し、原材料の調達にも有利な立地にある。そしてその製品品質は優良な水準にあると評価されている。しかし、改革開放の時代に入って、品種・品質・技術・市場占有の激しい競争のなかで、技術改造をしなければ、生産中止・倒産の危機に陥る可能性があるとの認識がある。

本廠の最重要課題は既存の超細炭酸カルシウムの占めている市場を生かし、積極的に先進技術・設備を導入して年産 1万トン規模で高付加価値の膠質炭酸カルシウム製品シリーズを上市することであるとしている。主なユーザーであるゴム・プラスチック・印刷インク・塗料・紙などの関連業界の成長とともに、高付加価値の膠質炭酸カルシウムの市場は拡大していくと予測され、この考え方に立って粒子の微細化・結晶形の多様化・表面活性化といった、これまでにない一連の炭酸カルシウムを開発して、精密無機化学工業の方向へ発展することを長期的な戦略目標としている。

(2) 生産計画の立案

生産計画の大枠は、国家経済貿易委員会・化学工業部の指導の下に、遼寧省工業生産委員会・石油化学工業部を経て本溪市政府に下り、本溪市経済委員会が化学部門の利益計画を策定するなかで、本溪市化学工業局から本溪市助剤廠に計画が指示され、廠長が実行計画を決定する。

本廠では計画に示された生産を達成する任務を負うが、請け負った計画値を上回る生産分については、本廠で販売可能である。市場調査・需要予測・市場開拓はその必要経費を含めて、本廠の責任の範囲で行える。したがって生産量について廠長の裁量の余地は残されている。

「膠質炭酸カルシウム 1万トン計画」のような技術改造計画などは、本廠から前述とは逆の経路を辿って、各段階の批准を得、最終的には国家経済貿易委員会から直接本廠に回答がもたらされる仕組みになっている。

(3) 主要製品の生産計画と生産実績

主要製品についての過去の生産実績と生産計画を表 1-6に示す（「中華人民共和國本溪市助剤廠企業診断資料」（以下「企業診断資料」と略す）および聴き取り調査による）。1989年からほぼ横這いの生産量で推移している。

表1-6 主要製品の生産実績 (1989年~1992年)

(単位:トン)

製品名	年 度 1989 実績	1990 実績	1991 実績	1992		1993	
				計画	実績 ²⁾	計画	実績
軽質炭酸カルシウム	21,043	20,389	19,238	20,000	21,370	19,200	—
炭酸水素ナトリウム	10,139	10,900	9,631	10,000	9,559	—	—
ゴム老化防止剤 ¹⁾	487	395	392	350	408	—	—
超細炭酸カルシウム	692	656	483	600	877	900	—

注1) N-フェニル α -ナフチルアミンおよびN-フェニル β -ナフチルアミン

注2) 実績見込み

(4) 製造原価

1992年度の軽質炭酸カルシウムの製造原価は、生産量が20,606.8トンとして、258.79元/トンであった。本溪市助剤廠近代化計画質問書答案（以下「質問書答案」と略す）から表 1-7に引用する。

表 1-7 軽質炭酸カルシウムの製造原価（1992年）

費目	項目	単価 (元)	単位	原単位 1/製品 t	原価 (元)
原材料費	石灰石	34.66	t	1.35	46.79
	無煙炭	140.05	t	0.21	29.41
用役費	電力	0.25	kWh	165.0	41.25
	蒸気	130.9	t	0.2	26.19
その他	用水				18.59
変動費小計					162.23
労務費					17.78
福利厚生費					1.85
減価償却費					9.47
修繕費					1.30
租税保険費					
工場管理費					66.16
その他の経費					
固定費小計					96.56
製造原価					258.79

蒸気の単価、原単位その他に問題はあるが、製造原価の実績値として参考になる。

超細炭酸カルシウムの推定製造原価としては、本溪市助剤廠年産 2万トン超細炭酸カルシウム技改工程 可行性研究報告（以下「可行性研究報告」と略す）から表 1-8に引用したが、この場合は超細炭酸カルシウム2万トン/年を基礎にしている。製造原価として820.4元/トン、販売原価として836.2元/トンが推定されている。「質問書答案」では1万トン/年の場合について製造原価960元/トン（変動費767元/トン、固定費193元/トン）が推定されているが、蒸気費用が製造原価の42%を占めるなど再検討すべき数値があるので比較できない。ただし双方とも主原材料の単価、原単位などに大差はない。

労務費は、当該工場の直接生産作業員の労務費である。工場管理費には廠幹部の労務費、事務費、出張費、福祉費用（退職準備金など）、環境保安対策費などの配賦が含まれる。

なお減価償却は本廠が化学工業企業で、設備の規格・形式の種類が多いので、総合償却率を採用している。年償却率は、早期償却、設備更新を促進する市政府の方針で従来よりは20%高くし、 $4.8\% \times 1.2 = 5.76\%$ /年の定率法がとられている。

原価管理は、計画原価からの差分を管理する原価差額管理方法が採用されている。原価が計画値からはずれた要素については、生産量の増減によるものか、その他の要因によるものか原因を追求し、原価変動報告書を作成して改善措置をとるようになっている。

表1-8 超細炭酸カルシウムの推定製造原価(2万トン/年)

費目	項目	単価 (元)	単位	原単位 1/製品 t	原価 (元)
原材料費	石灰	38	t	1.5	57.0
	石炭	140	t	0.2	28.0
	無煙炭 ¹⁾	6,000	t	0.015	90.0
	硬脂酸 ¹⁾	400	t	0.025	10.0
	無機塩 ²⁾	1,100	t	0.007	7.7
	苛性ソーダ	3	枚	40	120.0
小計					312.7
用役費	石炭ガス	0.15	m ³	900	135.0
	蒸気	40.0	t	1.0	40.0
	電力	0.38	kWh	300	57.0
	生産用水	0.15	m ³	4.96	0.7
	圧縮空気	0.05	m ³	31.0	1.6
	循環冷却水	0.10	m ³	31.0	3.1
小計					237.4
変動費計					550.1
労務費その他					17.0
工場経費					199.6
(うち減価償却費)					(110.5)
企業管理費					53.7
固定費小計					270.3
製造原価					820.4
販売経費					15.8
販売原価					836.2

注1) 硬脂酸はステアリン酸を主成分とする高級脂肪酸

注2) 炭酸化反応で結晶形を制御するために添加する。塩化アルミニウム

1.2.8 販売

本廠の販売地域は主として東北 3 省（遼寧・吉林・黒龍江）である。受注から配送に至るまで顧客と直接連絡をとって行われる。製品は出荷検査で合格した後、軽質炭酸カルシウムは40kg詰め、超細炭酸カルシウムは25kg詰めに包装して、製品別に倉庫に保管される。炭酸カルシウムの顧客先はゴム工場が70%、塗料工場が20%、プラスチック工場が10%の比率になっている。

製品の輸送に関してはトラックあるいは鉄道貨車を利用されるが、本廠の前を沈丹線および幹線道路が通り、貨物の積み出し設備の整った火連寨の駅はきわめて近いので、恵まれた立地にあると言える。

販売科は管理者 3 名を含む15名で構成されている。管理者は地域別担当になっているが、販売実務は製品別に担当がいる。関連部署には貯蔵・運搬科や車輛係がある。車輛係は、10トン車 3 台、5トン車 9 台を保有している。

生産の大枠は上部機関で決められるが、市場動向を捉えて最終的な実行計画は廠長が決裁する。そのため販売科員が顧客を定期的に巡回するなどして顧客の意見や関連業界の市場情報を収集している。これらの情報は分析して、生産計画・販売計画に反映させている。

主要製品の販売量と単価の推移を表 1-9に示す（「企業診断資料」および聴き取り調査による）。軽質炭酸カルシウムの単価はここ数年低落傾向にある。これに比べて超細炭酸カルシウムは、販売量は伸びているにもかかわらず従来の単価を維持しており需要構造が徐々に変化して高付加価値の超細あるいは膠質炭酸カルシウムへシフトしていることを示唆している。

販売価格は、従来遼寧省の物価局で決定され本廠に通知されていたが、1990年からは本廠で決められるようになった。主として製造原価を勘案して販売価格を算出している。1993年の計画では、軽質炭酸カルシウムの販売単価は 400元/トン、超細炭酸カルシウムは、1,500元/トン (BG 305)、1,800元/トン (BG 303) としている。販売単価の値上げの背景には品質の良さが市場で認められてきたことによる。

実際の取り引きでは、販売単価に運賃を加えた客先工場渡しの条件になることが多い。運賃は例えば天津まで 870kmの距離を鉄道貨車 1 車輛満載すると30元/トン、出荷量が少なく混載では、70元/トンくらいになることもある。

市場での競争が激化してくると、価格は製品の品質によって市場で形成され、製造原価に適正利潤を上積みして販売価格とするメカニズムが通用しなくなることと考えておかねばならない。製造原価の低減・品質の維持・向上が生産側の課題となり、払下が販売側の課題となる。

販売代金の支払い状況は、現金支払いと先日付小切手で行われその比率はおおよそ3:7である。比率の大きさ先日付小切手の場合、当月納入製品の販売代金は翌月末に支払われるような条件が多い。東北部などに多い経営状態のよくない工場では支払いが滞りがちであるが、天津周辺の客先の支払いはよい。

表1-9 主要製品の販売実績 (1989年~1992年)

製品名		年 度					1993 (計画)
		1989	1990	1991	1992	1993	
軽質炭酸カルシウム	販売量(t)	15,947	19,321	14,231	21,186	19,200	
	単価(元/t)	400	380	330	350	350	
炭酸水素ナトリウム	販売量(t)	8,276	9,626	6,270	10,000 ³⁾	—	
	単価(元/t)	—	—	—	—	—	
製薬用酸化ナトリウム	販売量(t)	71	90	60	150 ³⁾	—	
	単価(元/t)	—	—	—	—	—	
ゴム老化防止剤甲 ¹⁾	販売量(t)	320	316	221	400 ³⁾	—	
	単価(元/t)	—	—	—	—	—	
ゴム老化防止剤丁 ²⁾	販売量(t)	90	91	63	200 ³⁾	—	
	単価(元/t)	—	—	—	—	—	
超細炭酸カルシウム	販売量(t)	360	540	295	500	900	
	単価(元/t)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	
販売総額	万元	2,955	2,977	1,715	2,200 ³⁾		

注1) N-フェニル α -ナフチルアミン

2) N-フェニル β -ナフチルアミン

3) 販売見込み

1.2.9 検査および技術開発

- (1) 本廠の検査・技術開発部門は、主要製品である軽質炭酸カルシウム（年産20,000トン）、炭酸水素ナトリウム（年産10,000トン）、ゴム老化防止剤（年産500トン）、超細炭酸カルシウム（年産1,000トン）とその他の製品を対象に、品質検査科13名、技術開発科7名、研究所8名の計28名が担当している。これは本廠（火連塞）の総人員837名の約3.3%に相当する。

組織上、生産部門からは独立して機能している。

- (2) 検査・技術開発部門の主要な業務は次のとおりである。

品質検査科	原料の受け入れ検査 製品の出荷検査 製品品質の監督検査
技術開発科	技術情報の収集 市場調査 工程設計
研究所	ゴム助剤担当（試験1室） プラスチック助剤担当（試験2室） 無機化学製品担当（試験3室） 新製品試験担当（中間試験工場）

中間試験工場は、ステンレス鋼製、ガラスライニング製反応器を備えて真空・低温・高温の反応条件に対応でき、一般の化学工業製品を試作できる。現在は研究所の研究課題から発展した中間試験を行う一方、潤滑剤の試験を行っているということである。

- (3) 品質検査科にある主な検査・評価機器等は次のとおりである。

回転計粘度計 (NDJ-79型)	1台
アツベ屈折計 (2WA型)	1台
開放式引火点測定器 (GB267-77型)	1台
顕微融点測定器 (X型)	1台
軟化点測定器	1台
乾燥器	2台
高温電気炉	1台

(4) ここ数年間の技術開発関連業務の実績は次のようなものがある。

各種製品の現場作業規定、工場規律、製品基準、その他各種管理制度を制定し、実施条件を監督している。

既存製品の改善と増産では、炭酸水素ナトリウムの年産 5,000トンから10,000トンへの増産、軽質炭酸カルシウムの年産15,000トンから20,000トンへの増産、大型焼成炉の生石灰取り出し作業の振動筒による自動化、水化工程の連続自動化がある。

品質管理体制を整備し、化学検査室は、遼寧省の 2級検査機関に認定されている。本溪市化工局が主催した分析コンテストでは団体優勝するなど一定の分析技術に達している。

新製品開発では、潤滑剤の開発や輸出用ゴム老化防止剤の生産準備が進められているほか、新規プロジェクトも準備段階にある。産業廃棄物の処理問題の解決も担当した。

第2章 生産工程

第2章 生産工程

2.1 超細炭酸カルシウム製造の現状と問題点

本節の記述を明確にするために、はじめに用語を今一度定義しておく。膠質炭酸カルシウム (precipitated colloidal calcium carbonate) は、日本をはじめ国際的にも次のような条件を満たすものと理解されている。すなわち 1辺が $0.1\mu\text{m}$ 未満の立方形 (カルサイト、六方晶系) 粒子、または短径が $0.1\mu\text{m}$ 未満の柱状形粒子 (アラゴナイト)、あるいは直径が $0.1\mu\text{m}$ 未満の球状形粒子 (バテライト) で、かつBET法で測った比表面積が $15\text{m}^2/\text{g}$ 以上ある沈降炭酸カルシウムを指す。いずれの粒子もブラウン運動・チンダル現象など膠質粒子 (コロイド) 特有の現象を示す。膠質粒子は互いに凝集したり、集塊をつくったりして単分散させにくいので、高級脂肪酸ナトリウムあるいは樹脂酸カリウムで表面処理している。これによってゴム・プラスチック等に充填したとき優れた補強性、材料の機能向上を示すものであるが、こうした物性をもった沈降炭酸カルシウムを膠質炭酸カルシウムと総称している。実際に市場に出回っている膠質炭酸カルシウムの大部分は立方形 (カルサイト形) のものである。

本溪市助剤廠で製造している超細炭酸カルシウムは、上述の定義からは膠質炭酸カルシウムとはいえない。超細炭酸カルシウムの製造が膠質炭酸カルシウムの製造を究極の目標としているのであれば、現在の超細炭酸カルシウムは膠質炭酸カルシウムとの対比において比較判断すればよい。

炭酸カルシウム製品全体のなかで、膠質炭酸カルシウムの占める位置を明確にするために、他の炭酸カルシウムを含めて表 2-1に分類しておく。

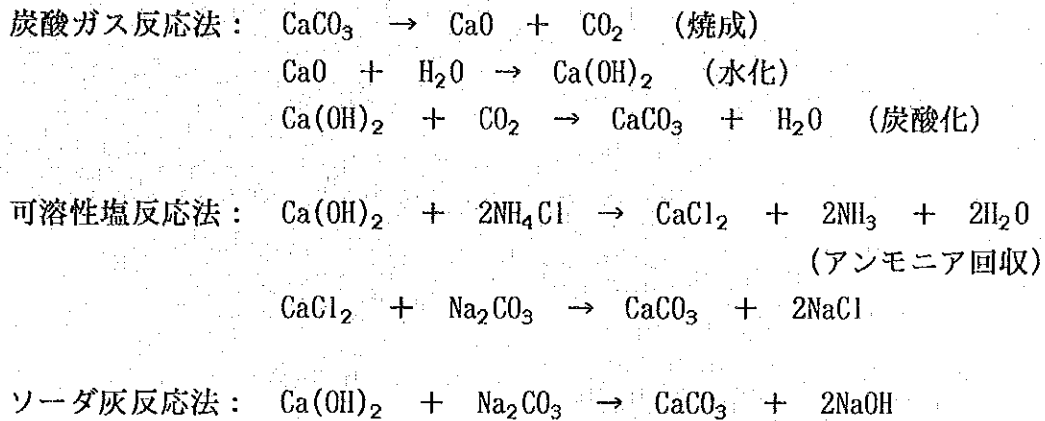
表 2-1 炭酸カルシウムの分類

分類	原料	製法	製品
天然炭酸カルシウム	風化貝殻	湿式粉砕法	胡粉(laminar)
	風化海産微生物殻 (白亜)	湿式粉砕法	チョーク(chalk)
	結晶質石灰石 風化方解石 大理石	湿式あるいは 乾式粉砕法	重質炭酸カルシウム (ground calcium carbonate)
沈降炭酸カルシウム	緻密質石灰石	炭酸ガス反応法 可溶性塩反応法 ソーダ灰反応法	沈降炭酸カルシウム (precipitated calcium carbonate) 軽質(light, $0.5 \times 1 \sim 3 \mu\text{m}$) 膠質(colloidal, $0.02 \sim 0.1 \mu\text{m}$)

沈降炭酸カルシウムの製造法は、原理的に三方法があり、日本において工業的に実施されているのは炭酸ガス反応法だけである。その意味では本廠の製法は同じ方法といえる。参考までに各製法の反応式を表 2-2に示す。

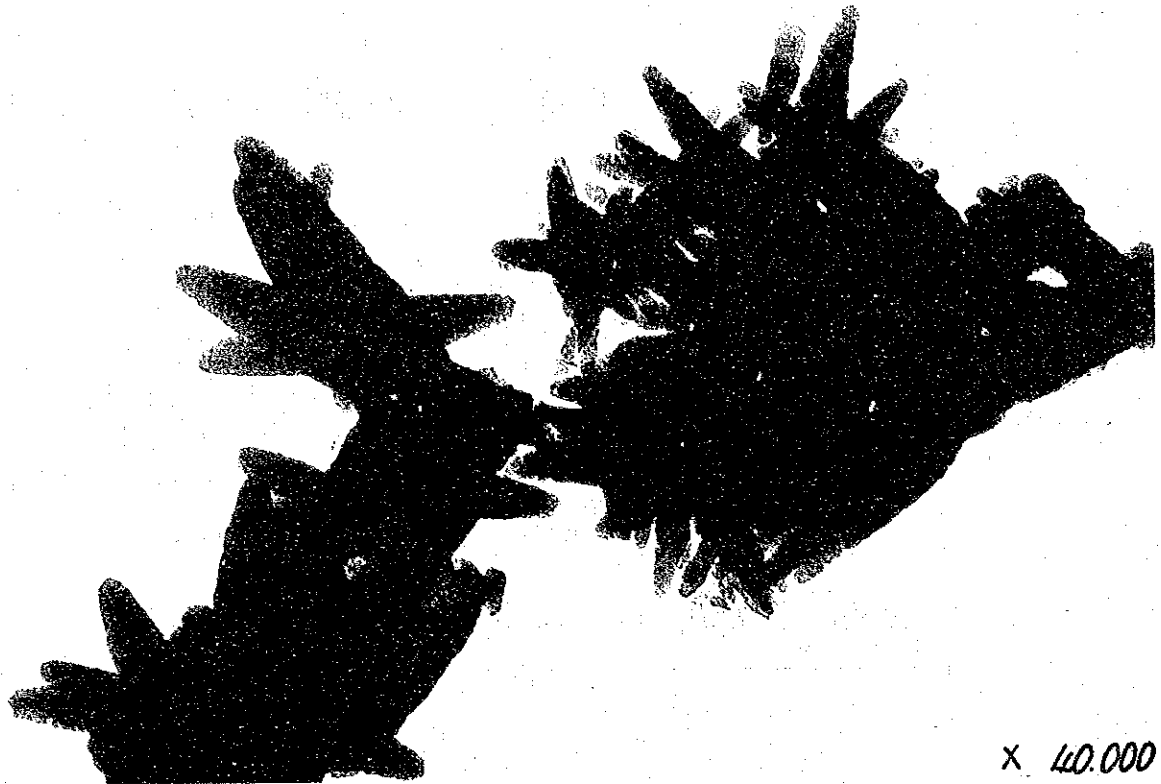
炭酸ガス反応法によって沈降炭酸カルシウムが生成する反応において、軽質炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムとをつくり分けているのは、炭酸化反応槽の形状を含めた反応条件だけである。原理的に言えば、炭酸化反応の速度を比較的速くするような条件、炭酸カルシウム結晶の核生成を促し、核成長を抑制するような条件を選べば膠質炭酸カルシウムをつくることのできるのだが、生産技術の難しさは、その反応条件が具体的に行われなければ意味がないことである。生産技術には理論ではなく実際に行って体得する以外に方法がない部分がある。

表 2 - 2 沈降炭酸カルシウムの製造法



本廠ではこの炭酸ガス反応法によって軽質炭酸カルシウム年産 2万トンとともに、超細炭酸カルシウムと称する製品を年産 1,000トン生産している。この超細炭酸カルシウムは写真 2-1、2-2および 2-3で明らかのように、軽質炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムの中間的なもので、日本では半膠質炭酸カルシウムとも呼ばれているものである。ゴムへ補強充填したときの応用物性はほとんど軽質炭酸カルシウムの示す効果に近く、日本では製品化されていないものに属する。

比較対照のために本廠の軽質炭酸カルシウムの電子顕微鏡写真を写真 2-4に載せた。写真 2-1、2-2および 2-3と同じく 4万倍で撮影しているので、その形状・大きさの違いがよく分かるであろう。各種炭酸カルシウムの代表的な電子顕微鏡写真(写真 2-5)を日本の大手メーカーのカタログから引用したが、反応方法・反応条件によってさまざまな炭酸カルシウムが生成することが理解できる。なおアラゴナイト系柱状粒子はごく少量が製品化されバテライト系球状粒子は製品化されていない。



× 40,000

写真 2-1 本溪市助剤廠超細炭酸カルシウム
BG 303 (樹脂酸ソーダ処理品)



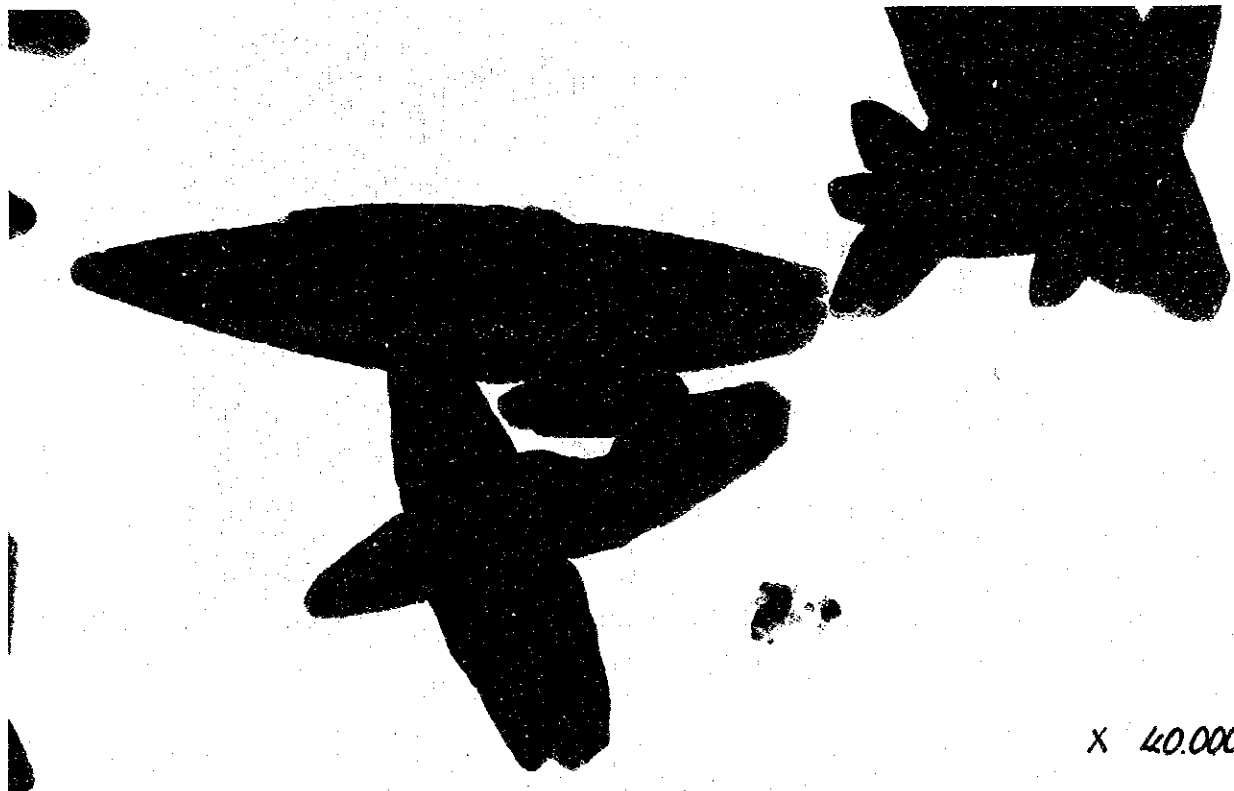
× 40,000

写真 2-2 本溪市助剤廠超細炭酸カルシウム
BG 305 (脂肪酸ソーダ処理品)



X 40,000

写真2-3 本溪市助剂厂超细碳酸カルシウム
BG 306 (無処理品)



X 40,000

写真2-4 本溪市助剂厂轻质碳酸カルシウム

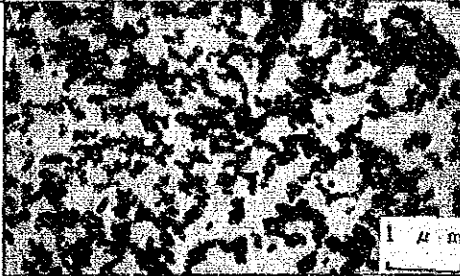
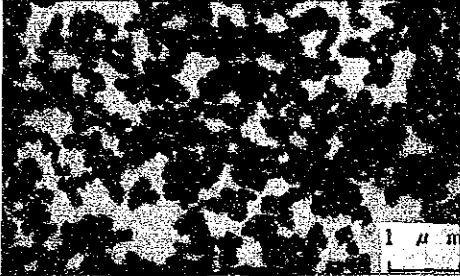

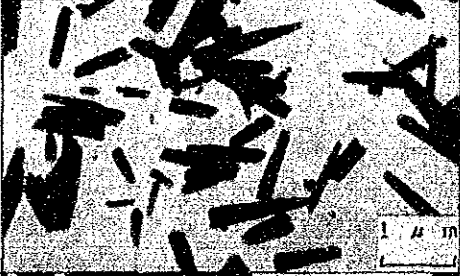
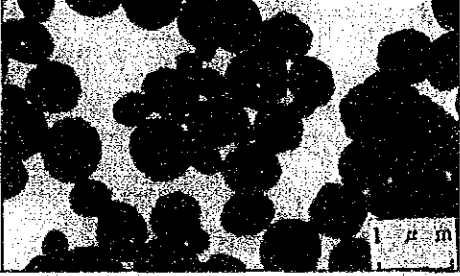
炭酸カルシウム分類		粒子形	電子顕微鏡写真	製品	
沈降炭酸 カルシウム (軽質炭酸 カルシウム)	カルサイト	膠質炭酸 カルシウム		あり	
		立方形		あり	
	軽微性炭酸 カルシウム	紡錘形		あり	
	アラゴナイト	軽微性炭酸 カルシウム	柱状形		あり (ごく少量)
	バテライト	軽微性炭酸 カルシウム	球状形		なし

写真2-5 各種炭酸カルシウムの電子顕微鏡写真
(日本製品)

本廠で製造された超細炭酸カルシウムおよび軽質炭酸カルシウムを無作為にサンプリングし、日本に持ち帰って分析した結果を表 2-3に示す。比較のために日本の代表的な膠質炭酸カルシウム（商業生産品）のデータも併記した。

超細炭酸カルシウムについて言えば、粒径および表面処理効果の優劣を表す浮遊性（数値の大きい方がよく、分散・混合し易い）で大きな差がみられる。浮遊性は日本の膠質炭酸カルシウムが 100%であるのに対し、同じ脂肪酸処理の超細炭酸カルシウム BG305は10%である。

要するに、超細炭酸カルシウムは膠質炭酸カルシウムに比べて単一粒子が大きく、表面処理効果の小さい低付加価値の製品と言わざるを得ない。

超細炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムについて以上に述べたような差異の認識を前提にして以下の所論をすすめる。したがって厳密に言えば、超細炭酸カルシウム製造の現状と膠質炭酸カルシウム製造のための改善を述べることになる。

原料の石灰石から超細炭酸カルシウムに至る、現在の製造工程を図 2-1に示す。以下この流れに沿って各工程について述べる。

表 2-3 超細炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムの品質比較

サンプル	超細炭酸カルシウム			膠質炭酸 ¹⁾	軽質炭酸	
	BG303	BG305	BG306	カルシウム	カルシウム	
表面処理剤 添加率 (%)	樹脂酸ソーダ 1.0	脂肪酸ソーダ 2.0	無処理	脂肪酸ソーダ 2.6	無処理	
<測定項目> 電顕粒径 [集塊] (μm)	0.03×0.5 [1×2]	0.3×1.1 [1×2]	0.04×0.4 [2×2]	0.04×0.04	0.3×2.5	
BET法比表面積 ²⁾ (m ² /g)	33.3 (15) ³⁾	11.6 (-)	24.1 (20)	26.0	3.6	
見掛密度 (g/ml)	0.39	0.52	0.34	0.7	0.51	
44 μm篩残率 (%)	(0.05)	(0.05)	(0.05)	0.1	(0.05)	
白色度 (%)	86.4 (87)	93.0 (90)	92.8 (90)	90	89.8	
pH	7.6	7.1	7.9	8.8	8.4	
水分 (%)	1.0 (1.5)	0.5 (1.5)	1.0 (1.5)	0.8	0.4	
化学 分析 値	CaO (%)	-	-	52.9	54.1	54.7
	MgO (%)	-	-	-	0.3	-
	SiO ₂ (%)	-	-	-	0.1	-
灼熱減量 (%)	-	-	45.3	45.1	43.2	

注1) 日本の大手メーカーの商業生産品

2) Brunauer, Emmett, Teller (人名)

3) ()内の数値は本溪市助剤廠の測定値

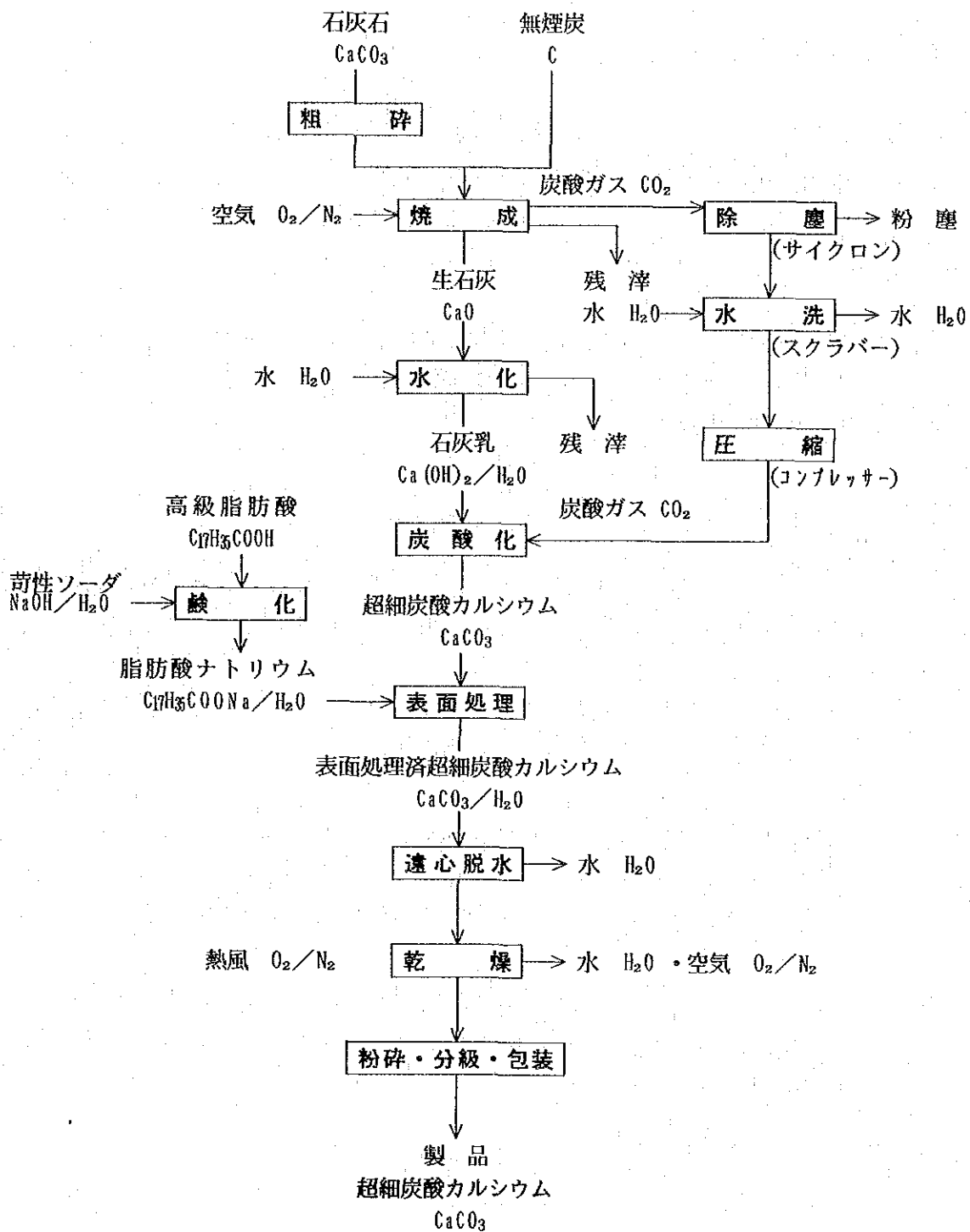


図 2 - 1 超細炭酸カルシウム製造工程図