

中華人民共和国
貴州アルミニウム工場
第一電解工場近代化計画
調査報告書
要約

1987年11月

国際協力事業団

工計鋳

87-144

J
RY

JICA LIBRARY



1041592[5]

中華人民共和国
貴州アルミニウム工場
第一電解工場近代化計画
調査報告書
要約

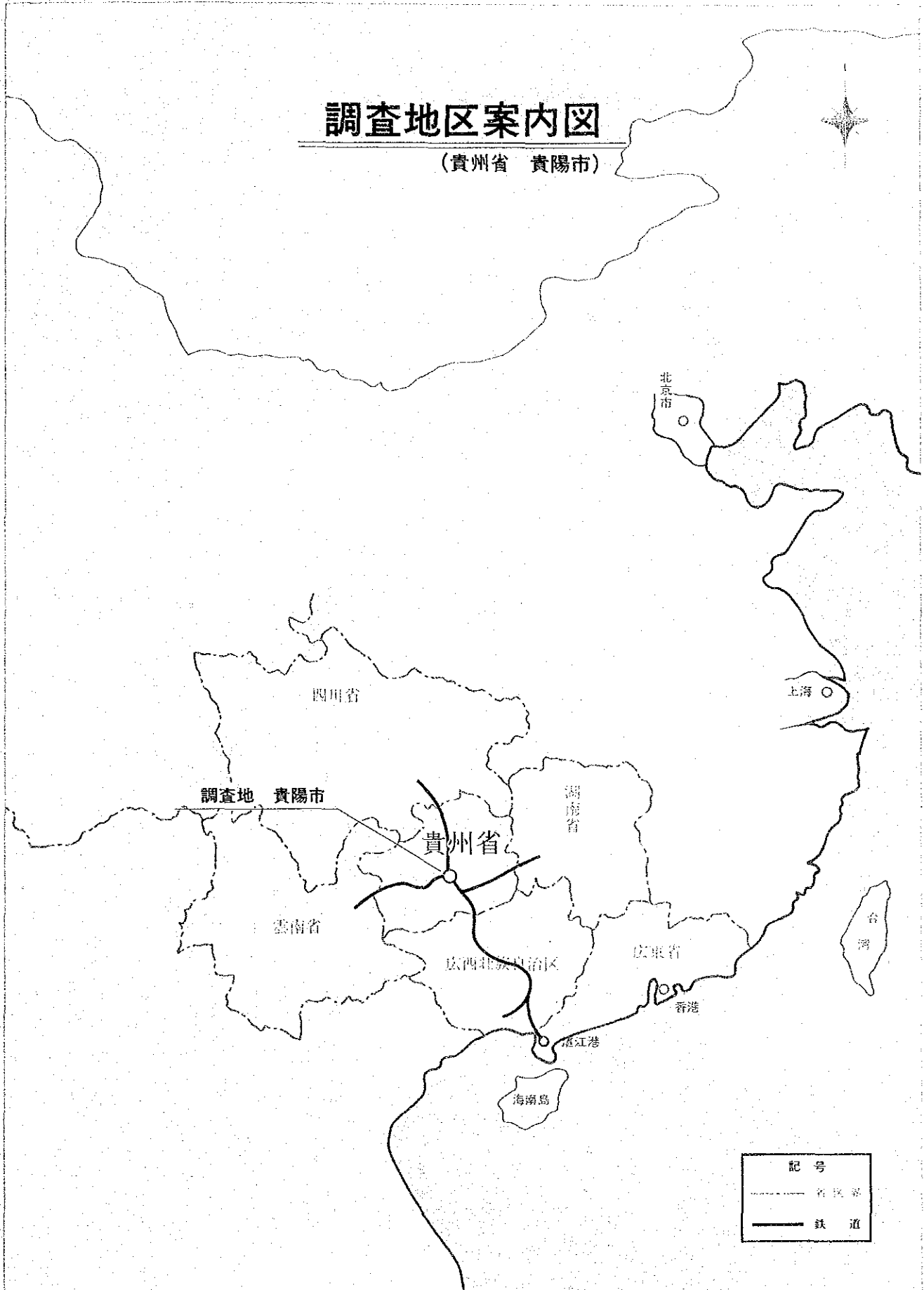
1987年11月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'88. 3. 15	105
登録No.	17295	68.2 MPI

調查地区案内図

(貴州省 貴陽市)



調査地 貴陽市

貴州省

四川省

上海市

湖南省

雲南省

広西壮族自治区

広東省

台湾

海南島

湛江港

香港

記号	
-----	省区界
————	鉄道

中華人民共和國
工場（貴州アルミニウム工場第一電解工場）
近代化計画調査報告書（要約）

目 次

		<u>頁</u>
序 章		
1. 調査の背景	.....	(1)
2. 調査の目的	.....	(2)
3. 調査の対象工場および製品	.....	”
4. 調査の対象範囲	.....	(3)
5. 現地調査団の編成および日程	.....	(5)
第1章 調査対象工場の概況		
1.1 貴州省および貴陽市の概要	.....	1-1
1.1.1 貴州省の概要	.....	”
1.1.2 貴陽市の概要	.....	1-11
1.2 中国におけるアルミニウム製錬工業の概要	.....	1-12
1.2.1 アルミニウム製錬工業の状況	.....	”
1.2.2 アルミニウム製錬技術の状況	.....	1-13
1.3 調査対象工場の概要	.....	1-15
1.3.1 基本的諸元	.....	”
1.3.2 建物および敷地	.....	1-16
1.3.3 アルミニウム工場配置図	.....	1-17
1.3.4 製品および生産	.....	1-19
1.3.5 生産設備	.....	1-20

1.3.6 原料および材料	1-23
1.3.7 組織および人員	1-27
1.3.8 生産計画および生産実績	1-35
1.3.9 販売計画	1-38

第2章 近代化計画としてのプリバーク炉への転換方案

2.1 現状の炉形式における改善効果の限界	2-1
2.1.1 設備改善による増産可能な範囲	"
2.1.2 設備改善後の技術指標の改善	"
2.1.3 VS炉の環境改善	2-2
2.2 PB炉への転換の可能性	2-4
2.2.1 PB炉への転換のための検討基準	"
2.2.2 PB炉転換に必要な陽極・製造設備の条件	"
2.2.3 PB炉転換に必要な電解炉の条件	2-5
2.3 電解工場近代化第一案	2-6
2.3.1 検討条件	"
2.3.2 検討結果	"
2.3.3 第一案の問題点とその評価	2-8
2.4 電解工場近代化第二案	2-11
2.4.1 検討条件	"
2.4.2 検討結果	"
2.4.3 第二案の問題点とその評価	2-13

2.5	PB炉への転換方式第一、第二案の比較評価	2-15
2.5.1	転換後の生産量と電力原単位	"
2.5.2	転換工事期間中の減産量	2-16
2.5.3	電解炉ガス吸引、洗浄設備	2-20
2.5.4	電解炉へのアルミナ供給方式	"
2.5.5	電解炉1炉当り設備費の比較	2-21
2.6	整流設備の改善	2-24
2.6.1	整流設備改善の方針	"
2.6.2	PB炉用整流設備の基本仕様	"
2.6.3	改善後のメリット	2-26
2.7	陽極製造設備の改善	2-27
2.7.1	VS炉とPB炉用陽極工程の比較	"
2.7.2	転換後のPB陽極製造設備の生産能力と物質収支	2-30
2.7.3	PB陽極製造各工程の設備能力	2-31
2.7.4	既設VS炉用陽極設備の評価と転用可能設備	2-32
2.7.5	陽極設備の建設費	2-34
2.7.6	陽極設備の共用案	2-38
2.7.7	陽極設備の設置場所	2-40

第3章 近代化計画としてのプリバーク炉転換方案の効果と経済評価

3.1	電解炉形式2案の比較	3-1
3.1.1	技術条件	"
3.1.2	設備費	3-2
3.1.3	両案の対比	3-3
3.1.4	推奨する方式	3-4

3.2	PB炉への転換による近代化計画の効果	3-5
3.2.1	環境問題の改善	"
3.2.2	生産効率の改善	3-6
3.2.3	増産目標の達成度	3-7
3.2.4	労働生産性の向上改善	"
3.3	近代化計画の経済評価	3-10
3.3.1	経済評価の前提	"
3.3.2	近代化計画経済評価基礎数値	3-11
3.3.3	経済計算の基礎	3-13
3.3.4	経済計算を行った検討案	3-15
3.3.5	経済計算の結果	"
3.4	近代化計画実施スケジュール	3-22
3.4.1	近代化スケジュール作成の前提条件	"
3.4.2	建設実施スケジュール	"
3.5	近代化計画実施上の留意点	3-25
3.6	近代化計画の結論	3-27

序

章

序 章

1. 調査の背景

中華人民共和国は、1980年よりの第6次5カ年計画に基づく「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに経済調整を進めてきたが、81年以来の高度成長による財政赤字、インフレ高進の抑制を目標に調整政策の強化、いわゆる基本建設投資の縮小、均衡財政の実現等をめざしている。このような経済事情のもとで本年同国政府は、「西暦2000年までに農工総生産高を1980年の実績の4倍に拡大する」ことを目標とする第7次5カ年計画を発表した。

本計画における経済建設の主要方針の一つとして、大型プロジェクトによる工場新設と並行して既存工場の技術革新と改造および更新を強力に推進し、効率的な生産拡大を達成することが取り上げられた。一方、非鉄金属、特にアルミニウムは、近代工業における重要な素材でありながら、電力エネルギーとボーキサイト資源が豊かであるにもかかわらず輸入しなければならないという状況であり、これを改めるべく、第7次5カ年計画では新設、増設中・増設計画を合せて42万トンの能力を増加させることが明らかにされた。

特に、調査対象工場である貴州アルミニウム工場は、現在の生産能力11万トン/年（第一電解工場3万トン、第二電解工場8万トン）を、生産能力20万トン/年（第一電解工場4万トン、第二電解工場8万トン、第三電解工場8万トン建設準備中）にする計画である。

これらの計画の内、第一電解工場の環境改善が大きな課題であり、次いで、1万トン/年増産、生産効率向上に関する工場近代化計画調査を、中国側から国際協力事業団に要請があり、国際協力事業団は1986年11月3日より12日迄、事前調査団を派遣し、調査、協議の結果、本格調査団を派遣することを決定し、1986年11月11日中華人民共和国国家経済委員会と日本国国際協力事業団の間で「中華人民共

和国工場（貴州アルミニウム工場）近代化計画調査実施細則」が締結された。

締結された「中華人民共和国工場（貴州アルミニウム工場）近代化計画調査実施細則」に基づき、国際協力事業団は山本昭治を団長とする調査団を組織し、中国に派遣した。

2. 調査の目的

調査対象工場である貴州アルミニウム工場に対して、工場診断を実施し、その結果に基づき、既存設備を十分利用する建屋の保守を留意しつつ、生産工程と生産管理および工場が計画している環境改善、生産性の改善に関する近代化計画を提案することを調査の目的とする。

3. 調査の対象工場および製品

本調査の対象とする工場および製品は下記の通り。

対象工場 : 貴州アルミニウム工場 第一電解工場

対象製品 : アルミニウムインゴット

A₀₀（純度99.7%以上）～A₃（純度98.00%以上）

4. 調査の対象範囲

調査対象範囲は下記の通りとする。

(1) 貴州省および貴陽市の概要調査

(2) 工場概要調査

- 1) 工場配置（敷地、建物、生産工場）
- 2) 製品および生産（原料、品質、生産能力、稼働率など）
- 3) 製造設備
- 4) 組織および人員
- 5) 生産計画および生産実績
- 6) 販売計画および販売実績
- 7) 環境対策
- 8) 省エネルギー対策
- 9) 保安対策

(3) 生産工程調査

- 1) 整流工程
 - a) 受電設備
 - b) 整流設備
- 2) 電解工程
 - a) 電解炉
 - b) 操業設備
 - c) 炉ガス捕集設備

3) 陽極製造工程

- a) 原料貯蔵
- b) コークス粉碎分級設備
- c) ピッチ溶融設備
- d) 計量設備
- e) 混捏設備

(4) 生産管理調査

- 1) 設備管理
- 2) 調達管理
- 3) 在庫管理
- 4) 操業、工程管理
- 5) 品質管理
- 6) 環境管理
- 7) 教育、訓練

(5) 中国側の工場近代化計画の内容把握

中国側の工場近代化計画に対する考え方を聴取し、近代化計画の内容について合意、確認する。それを基に下記の報告書を作成する。

- 1) 近代化計画の内容
- 2) 近代化実施スケジュール
- 3) 近代化に要する経費
- 4) 近代化計画実施上の留意点

5. 現地調査団の編成および日程

現地調査は、昭和62年2月12日から3月4日にかけて実施した。現地調査団の編成および日程は下記の通りである。

(1) 現地調査団の編成

	<u>氏 名</u>	<u>作 業 分 担</u>
団 長	山 本 昭 治	総括、受変電、整流
団 員	大 久 保 和 明	設備改善
”	緑 川 武	操業技術、環境改善
”	牛 嶋 正	工場概要、建屋、積算

(2) 現地調査の日程

現地調査団の担当者別調査日程は次の通りである。

年月日	山	本	大	久	保	川	牛	島	備考
昭和62年									
2/12 (木)	東京	→ 北京 (JL-781)	JICA北京事務所、			在中国日本大使館訪問			員
13 (金)	北京	→ 貴陽 (CA-4108)	工場側に調査範囲、			内容を説明、協力体制を確認			員
14 (土)		各カウンターパーター紹介、調査スケジュール打ち合せ							員
15 (日)		調査準備							員
16 (月)		工場概要聴取	設備概要聴取			電解実績調査	工場概要調査		
17 (火)		管理部門調査	生産計画調査			組織、機能調査	生産計画調査、販売計画調査		
18 (水)		操業状況調査	炉修状況調査			操業状況調査	工場建屋調査		
19 (木)		電解炉管理体制調査	電解炉詳細調査			電解炉生産管理調査	工場建屋調査		
20 (金)		整流所調査	陽極ペーパースト工場調査			陽極ペーパースト製造工程調査	整流所建屋調査		
21 (土)		整流所周辺調査	陽極ペーパースト工場調査			環境調査	整流所周辺調査		
22 (日)		来週の調査方法、スケジュール調整等団内打ち合せ	保全関係調査			操業体制調査	在庫管理調査		員
23 (月)		操業体制調査	陽極関連設備調査			技術改善調査	賃金関係調査		
24 (火)		人事部門調査	設備管理体制調査			環境規制調査	第七建設会社訪問		員
25 (水)		第七建設会社訪問	関係打ち合せ			受領資料関連調査	第七建設会社訪問		員
26 (木)		設計院訪問、図面及びコスト	関係に関する調査						員
27 (金)		省経委と交渉	修繕費に関する調査				省経委と交渉		員
28 (土)		鳥江渡水力発電所訪問、電力事業聴取							員
3/1 (日)		調査結果取纏め、合意書(案)作成、中国側と打ち合せ							員
2 (月)		合意書署名、移動、貴陽	→ 北京 (CA-4107)						員
3 (火)		国家経済委員会、JICA北京事務所	に調査結果報告						員
4 (水)		北京	→ 東京 (JL-782)						員

第1章 調査対象工場の概況

第1章 調査対象工場の概況

1.1 貴州省および貴陽市の概要

1.1.1 貴州省の概要

(1) 自然

面積：17.6万 km² 内、耕地面積：186万 ha（1984年）

全省が雲貴（ユンコイ）高原の一部で、平均海拔高さは約 1,000mである。地形は西部がかなり高く、中部はやや低い、中部から北、東、南の3方面は急勾配で下降する。

中国の地形の第2級階状東部縁辺の一部である、西部の赫章、威寧一帯がかなり平らなほかは山嶺と河谷が起伏している。

省の南部は石灰岩地域で、多くのカルスト地形が出来ている。北部には大婁山、武陵山などがあり、北斜面は険峻な地形で、川は典型的な峡谷形式の河流であり、岸壁は深く削りとられ滝が多い。

気候は平均的には温暖湿潤で、曇天と雨の日が多いが、冬の厳寒はみられず、夏の酷暑もない。

1月の平均温度は 4℃～ 9℃である。7月の平均温度は西北部から南部、東北部にかけ20℃～27℃である。

年降水量は 900mm～ 1,500mmでその50%が夏期に集中する。春には雹があり、秋はしとしと雨が多く、冬は樹氷の出来る所もある。

(2) 社会

貴州省の1984年における総人口は 2,932万人で都市人口 854万人、農業人口 2,078万人である。表 1.1.1-1 に行政区画と人口の内訳を示す。

表 1.1.1-1 貴州省の行政と人口

行政 区 画	76年	6地区	2自治州	4市	70県	9自治県		
	84年	4地区	3自治州	2地区級市	4県級市	66県	7自治県	
	85年	4特区	5市轄区					
	85年	6地区						
人 口	総人口	2,932万人	都市人口	854万人	農村人口	2,078万人	少数民族	
							苗族 258.3万人 彝族 56.5万人 回族 9.8万人 壮族 2.8万人 布依族 209.9万人 トン族 85.1万人 瑶族 1.9万人 黎族 7万人 水族 27.6万人 土族 1.4万人 コーラオ族 1.5万人	

(3) 経 済

貴州省には豊富な地下資源がある。中でも石炭と水力の生産高は全国第7位（1984年）、アルミニウムは11万トン/年で現在第1位の生産量を誇っている。又、農産物ではタバコが全国第3位である（タバコ製品の生産は第7位）。

（表 1.1.1-2 および 1.1.1-3 参照）

表 1.1.1-2 主要經濟指標

	單位	83年	84年			單位	83年	84年		
			順位	絕對額 (量)				ウエイト	順位	絕對額 (量)	ウエイト
社会生産總額	億元	146			鉄道	km	1,396		1,411	2.7%
工農業生産總額	"	114		135	1.3%	道路	"	27,675	27,900	3%
工業生産總額	"	62		73	1%	国内河川	"	1,661	1,746	1.6%
輕工業	"	23		28	0.8%					
重工業	"	39		46	1.3%	鉄道輸送量	万トン	1,665	1,777	1.4%
農業生産總額	"	52		62	1.8%	道路輸送量	"	857	907	1.2%
国民所得	"	79		91		水上輸送量	"	62	73	
国内生産總額	"									
						鉄道回轉量	億トン キロ	105	119	1.6%
財政収入	億元	8.6		10.8		道路回轉量	"	6.2	6.3	1.8%
財政支出	"	15.6		21.4		總回轉量	"	114	133	
固定資産投資	億元	17.2		23.0	1.3%	商品販売總額	億元	43	48	1.4%
全人民基本建設	"	7.1		8.5	1.1%	商品買付總額	"			
全人民更新・改造	"	5.0		6.4	1.4%					
集团所有制投資	"	1.2		1.0	0.4%	輸出商品買付額	億元			
個人投資	"	4.0 (住宅)		7.0	1.7%					

表 1.1.1-3 工農業生産構成

工業生産總額構成(84年) 億元					農業生産總額構成(84年)				
	絕對額	順位	全国ウエイト	工總ウエイト		絕對額	順位	全国ウエイト	農總ウエイト
冶金工業	8.4		1.4%	11.4%	種植業	34.0		1.7%	55.2%
電力工業	4.8		2%	6.5%	林業	4.2		3.1%	6.8%
石炭工業	3.8		2.1%	5.2%	牧畜業	11.0		2.3%	17.9%
石油工業	0.01				副業	12.0		1.6%	19.8%
化学工業	7.9		0.9%	10.8%	うち、村営工業	6.8		1.2%	11%
機械工業	20.3		1.2%	27.7%	漁業	0.2		0.3%	0.3%
建材工業	2.6		0.9%	3.5%	農業生産總額	6.2		1.8%	100%
森林工業	0.9		0.7%	1.2%					
食品工業	16.0		1.9%	21.8%	郷鎮企業				
紡織工業	2.7		0.2%	3.7%		83年		84年	
糖製工業	1.5		0.8%	2%	企業數	13,626			
皮革工業	0.5		0.8%	0.7%	労働者數	22.8万人			
製紙・文教工業	1.5		0.6%	2%	生産總額	6.5億元		12.4億元	
工業生産總額	73		1%	100%					

しかし、省別（特別市を含む）工農生産総額の順位では、29省中25位と低い地位にある。工業生産総額も25位であるが、農業生産総額は20位と僅かながら工業生産総額を上回っている。

いずれにしても、生産工場の規模が小さく、地域内供給型の産業の枠を出ていないと推測される。

現在、中国は非鉄金属に対して優先的に設備の拡張、増産を計画しており、貴州アルミニウム工場は20万トン/年に能力アップする計画である。又、貴陽～昆明の電化、貴陽～株州の電化が完成すれば、輸送能力が強化され、石炭の増産など関連する諸鉱工業が増産されると推測される。

（４） 工業および資源

１） 工業

1986年は第7次5ヶ年計画のスタートの年であり、その経済成長が注目されている。特に第6次5ヶ年計画の調整拡大政策により、1985年後半はエネルギーの供給不足、原材料不足、輸送能力不足などを起こし、拡大政策の転換を余儀無くされた。

1986年上半年（1～6月）の工業生産総額は、北京市と貴州省が前年同期比マイナスとなった他は各省ともプラスであるが、前年同期の約23%という非常に高い伸びと比べると、1986年上半年の伸びは4.4%と低い伸びにとどまった。（表 1.1.1-4 参照、結果として1986年は前年比12%の伸びと成る）

貴州省の工業生産総額を見ると、85年の実績は、全体としては着実に伸びているが、個々の項目で激減しているものもある。例えば電球が-66.8%、ラジオが-51.9%などで、品質の問題と共に、大衆のニーズに合った製品が生産されなかったのか、工場のメンテナンスが悪くて稼働率が急激に落ちたのか不明である。（表 1.1.1-5 参照）

この他、日本の東芝と合併で、T. V、松下と合併で洗濯器の生産を始め、好調な売行きである。

表 1.1.1-4 省別工業生産総額

省 名	85年(1~6月)	86年(1~6月)
北京市	156.5	(* -1.3%)
天津市	143.1	(* 3.1%)
河北省	167.6	172.3 (2.8%)
山西省	94.1	(* 2.7%)
内蒙古自治区	44.5	(* 10.6%)
辽宁省	317.3	(* 6.8%)
吉林省	107.1	(* 5.5%)
黑龙江省	172.5	(* 3.7%)
上海市	409.4	421.9 (1.9%)
江苏省	423.1	(* 8.2%)
浙江省	211.9	234.6 (10.7%)
安徽省	107.5	118 (10.3%)
福建省	69.9	(* 2.9%)
江西省	67.2	(* 8.3%)
山东省	276.9	(* 3.9%)
河南省	157.1	(* 0.9%)
湖北省	210.0	219.3 (5.3%)
湖南省	134.1	142.1 (6.5%)
广东省	229.0	(* 6.6%)
广西壮族自治区	59.9	(* 4.4%)
四川省	219.0	(* 0.2%)
贵州省	39.8	39.4 (-1%)
云南省	57.7	(* 5%)
チベット自治区		
陕西省	85.0	(* 1.2%)
甘肃省	55.8	60.3 (7.2%)
青海省	9.1	9.9 (8.8%)
宁夏回族自治区	10.9	(* 7.9%)
新疆ウイグル自治区	32.8	(* 9.5%)
全 国	4,082	4,284 (4.9%)

*は1~5月の伸び率

表 1.1.1-5 貴州省の工業生産実績(1985年)

	単 位	85年実績	前年比増減率(%)
工業生産総額	億 元	83.26	14.3
うち：軽工業	億 元	32.52	18.3
重工業	億 元	50.74	11.9
時 計	万 個	8.12	31.4
テ レ ビ	万 台	19.56	54.9
ラ シ オ	万 台	2.43	-51.9
洗 濯 機	万 台	2.86	-10.3
扇 風 機	万 台	1.55	29.2
冷 蔵 庫	万 台	0.60	—
絹 織 物	万トン	2.03	21.6
布	億メートル	0.80	12.7
生 系	ト ン	15.26	-30.6
毛 系	ト ン	1,146	24.8
砂 精	万トン	0.45	2.3
た ば こ	万 箱	106.05	23.9
機械製紙及び板紙	万トン	4.07	21.9
電 球	万 個	383	-66.8
原 炭	万トン	2,468	22.2
発 電 量	億 kWh	77.76	2.5
生 鉄	万トン	54.63	2.1
鋼	万トン	19.44	40.1
鑄 材	万トン	20.37	7.6
硫 酸	万トン	3.72	1.1
ソ ー ダ	万トン	1.23	4.2
化 学 肥 料	万トン	30.83	-16.5
化 学 農 薬	万トン	0.07	-22.3
化 学 医 薬	ト ン	24	1.3
セ メ ン ト	万トン	233.72	14.6
平 板 ガ ラ ス	万 標 準 箱	28.83	26.4
旋 盤	万 台	0.07	16.7
内 燃 機 関	万馬力	103.20	18.0

2) 資 源

本省は地下資源に恵まれているが、その開発は遅れており、工業生産総額では全国の約1%にすぎない。僅かに貴州アルミニウム工場がアルミニウム地金の生産で全国第1位の年間11万トンの生産を誇っている。他に良質の無煙炭を使用した電解炉用電根を年間6千トン生産しており、その品質は十分国際的に通用する水準である。

又、エネルギー生産（石炭および水力発電）は第7位（1984年）にすぎず、豊富な地下資源の活用も今後の開発に掛かっている。

現在ある拡張計画は、貴州アルミナ工場の能力を22万トン/年から40万トン/年に、アルミニウム11万トン/年から20万トン/年に、および、盤水原炭の産出量を1,200万トン/年から2,500万トン/年にするものである。

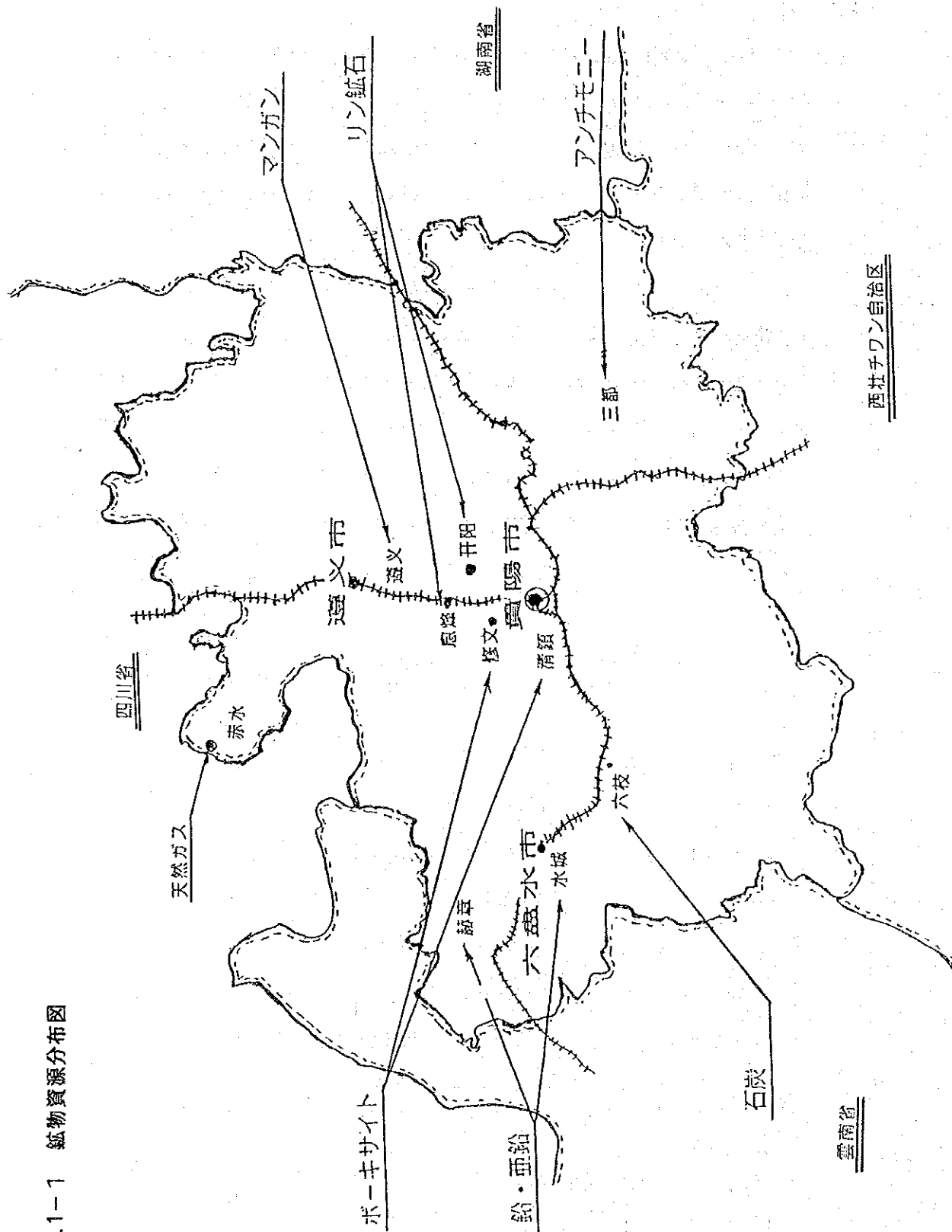
更に輸送面では既に述べた通り、貴陽～昆明の電化、貴陽～株州の電化計画がある。

表 1.1.1-6 主要鉱物資源

(1) 石 炭	491億トン	全国第4位、水城、六枝
(2) 鉛、亜鉛	100万トン	水城、赫章
(3) ポーキサイト	2億トン	全国第3位、清鎮、修文
(4) 水 銀	3.8万トン	全国第1位
(5) リン 鉱 石	20億トン	全国第2位、開陽、息烽
(6) 鉄 鉱 石	4億トン	
(7) アンチモニー	10万トン	全国第3位、狼山、三都
(8) マ ン ガ ン	5,850トン	遵義

注： 鉱物資源分布図は図 1.1.1-1 に示す。

図 1.1.1-1 鉱物資源分布図



(5) 農 業

貴州省の耕地面積は 186万 疇と小さく、貴州省全体の 1.06 %に過ぎない。中国全土に占める農業生産総額も 1.8%、食糧生産量は 1.9% (1984年) と少ない。

気象環境もあって農業の条件は悪く、1人当たりの食糧生産額量は最低の水準で、自給も達成していない (1984年)。しかし、1986年1~6月の上半期の農業生産総額は、貴州、山西、山東、河北で史上最高を記録し、全国平均でも前年比 5%増となった。

その他、タバコは全国で第3位 (1984年) を占める主要産業であり、柞蚕生糸生産も全国の4大産地の1つであるが、1985年の実績は前年比 -30.6%減の 15.26万トンの生産にとどまったが、絹織物は、前年比21.6%増の 2.03 万トンを生産している。(表 1.1.1-7)

林業は全国生産総額の 3.1%であるが『錦屏 (チンピン) の杉』として、中国の杉材の主要な産地である。

牧畜は全国生産総額の 2.3%で、牛、豚が主でソーセージや豚毛は一部輸出されている。

表 1.1.1-7 主要工農生産量

	単 位	83年	84年		
			順 位	生産量	ウエイト
エ ネ ル ギ ー	標準炭万トン	1,497	14	1,639	2.1%
石 炭	万 ト ン	1,847		2,027	2.6%
石 油					
天 然 ガ ス	億 m ³				
発 電 量	億 kWh	70		77	2%
水 力	"	45	7	47	5.4%
鉄 粗	万 ト ン	48		54	1.3%
鋼	"	12		14	0.3%
鋼 材	"	14		19	0.6%
工 作 機 械	万 台	0.1			
自 動 車	"				
ハンドトラクター	"				
硫 酸	万 ト ン	4		3.7	0.5%
ソ ー ダ 灰	"				
苛 性 ソ ー ダ	"			1.2	
化 学 肥 料	"	32		37	2.5%
布	億 m	0.7			
セ メ ン ト	万 ト ン	182		207	1.7%
板 ガ ラ ス	万 箱			23	0.5%
自 転 車	万 台				
ミ シ ン	"	1			
ラ ジ オ	"	3		5	
テ レ ビ	"	9		13	
タ バ コ	万 箱	64	7	86	4%
食 糧	万 ト ン	703		758	1.9%
米	"	374		407	2.3%
小 麦	"	32		36	
とうもろこし	"	210		218	3%
綿 花					
油 料		24		31	2.6%
マ 工					
麻 類					
タ バ コ			3	23.8	13.3%
茶				1	2.4%

1.1.2 貴陽市の概要

1. 面積： 2,400 km² (1984年)

貴陽市は貴州省の省都であり、位置も貴州省のほぼ中心に位置している。雲南省、四川省、広西壮族自治区、湖南省に通ずる鉄道の交叉点にあり、交通の要である。貴州省の政治、経済、文化の中心地で平均海拔は、1,070mである。

市内に2つの区と郊外に3つの区がある。アルミナ工場およびアルミニウム工場は郊外の白雲区にある。

2. 人口： 138万人 (1985年、非農業人口49万人、農業人口89万人)

人口構成は省と同様少数民族を多く含んでいる。すなわち、苗族、布依族、トン族、回族などである。

3. 経済および工業

経済地理としては、四川省、雲南省、広西壮族自治区などの中に含まれる。これらの地域には石炭、水力資源、鉄鉱石、銅、鉛、亜鉛など非鉄金属資源がある。四川省と広西壮族自治区を結ぶ鉄道と、湖南省と雲南省を結ぶ鉄道が、貴陽市でほぼ東西、南北に交差しており、これらの鉄道交通の利用によって同一経済圏としての今後の発展が期待出来る。又、四川省から広西壮族自治区の柳州を經由して南下する黔桂鉄道は、湛江港にまで至る内陸の輸出に重要な役割を果たしている鉄道である。

市郊外に調査対象工場であるアルミ製錬工場およびアルミナ工場の他、鉄鋼工場、セメント工場、硫黄、硫酸、亜鉛等の諸鉱工業、小型水力・火力発電所、並びに市内には、中、小の機械製造業も多数あり活気に溢れている。

1.2 中国におけるアルミニウム製錬工業の概要

1.2.1 アルミニウム製錬工業の状況

中国のアルミニウム地金の製造は、1949年以降、ソ連からの技術の移転が行われ、1952年頃から各地にアルミニウム製錬工場が建設され、生産が開始された。しかし、1960年以降、技術の移転はなく、生産能力は殆ど増加していない。

特に、1966年以降の10年間、所謂文化大革命期間中は、既存工場の操業にも大きな影響を与え、生産は大幅に低下したものと思われる。

最近の状況については、正確な統計資料が発表されていないので推測の域を出ないが、アルミニウム新地金消費量は70万トン前後、生産は50万トン前後とされている。従って、年間20万トン程度の輸入が必要となり、年度によっては輸入量は40万トンにおよんでいると推定される。

しかも、国内需要はこの量を上回っているが、外貨枠の制限があるので、消費量は意識的に押さえられているのが実体と思われる。

アルミニウム鉱石であるボーキサイトの中国における埋蔵量は、米国鉱山局の統計によれば1億5千万トンとなっており、最近、新しい鉱区の発見がいくつか伝えられているので、今後、この数字は書替えられるものと思われる。また、水力発電に適する河川が多く、開発が進められている。従って中国はアルミニウム製錬工業を発展させるに必要とする主要な二つの条件を満たしている。

このため、1986年から開始された第7次5ヵ年計画には、製錬工場42万トンの増設計画が決定されている。

1.2.2 アルミニウム製錬技術の状況

中国のアルミニウム製錬技術は前述の通りソ連から導入されている。しかもその時期は1950年代であり、その後の技術改善は独力でなされてきている。現在の中国の設備と技術の水準は以下の様に判断される。

- ① 大部分の工場はソ連から導入された設備をそのまま改造・改善することなく、現在も操業を続けている。
- ② 炉形式は電流容量 6万アンペア程度の横型ゼーダーベルグ炉と、7～8万アンペアの縦型ゼーダーベルグ炉の2種類が主で、これらの炉を設置している工場の生産量は年産1万トン以上で比較的大きな規模の工場である。
- ③ この他に、2～3万アンペアの小型の横型炉を設置した年産数千トンの小規模な工場が全国各地に散在しているようであるが、その実体は明らかでない。
- ④ 自国の技術で開発した13万アンペア程度の大型プリバーク炉を試験炉として操業しており、かなりの成績をあげていると伝えられているが、その実績は明らかでない。
- ⑤ 操業成績は全般的に良好とはいえず、日本の水準と比較すればかなりの差がある。その理由は本質的には設備に起因するものであるが、操業技術と工場管理についても問題があり、改善の余地が多いと思われる。特に環境問題は労働環境および公害ともかなり問題が多く、各方面から改善要求が出されているが、生産が優先しているためか改善は進んでいない。

以上のように多くの問題を抱えており、その解決には一般的に言って設備改善によるだけでは困難であり、管理体制の改善にまでおよぶ総合的改革が必要であろう。

1.3 調査対象工場の概要

1.3.1 基本的諸元

工場の基本的諸元は次の通りである。

(1) 所在地：貴州省貴陽市白雲区

(2) 貴州アルミ総工場長

孫 生 軍

(中国有色金属工業總公司貴陽公司付經理)

貴州アルミニウム工場第一電解工場長

郭 錫 賢

(3) 操 業：1966年

(4) 敷地面積：約60万平方米

(5) 生産額：約 8,702万元 (1986年)

(6) 主要製品

アルミインゴット：30,000トン/年

陽極ペースト：20,000トン/年

(7) 従業員

第一電解工場について

生産従業員 1,585人

管理者および技術者 223人

そ の 他 243人

合 計 2,051人

1.3.2 建物および敷地

工場敷地面積は約60万平方メートルあり、本調査対象工場である第一電解工場（縦型ゼーダーベルグ炉）、陽極ペースト工場の他能力8万トン／年を有する第二電解工場（プリバーク炉）とから成り、中国第一の生産能力（第一、第二工場を合せ11万トン／年能力）を誇るアルミ生産工場である。その他、生産維持施設として、機械、土建修理工場、鋳物工場、ロッキング工場、試験室、空気圧縮機室、ポンプ室、整流所、貯水池等がある。

倉庫としては、アルミナ倉庫、陽極原料倉庫、建築材料、耐火材料庫、重油庫等各種原料倉庫がある。

1.3.3 アルミニウム工場配置

貴州アルミニウム工場の全体配置を図 1.3.3-1 に示す。

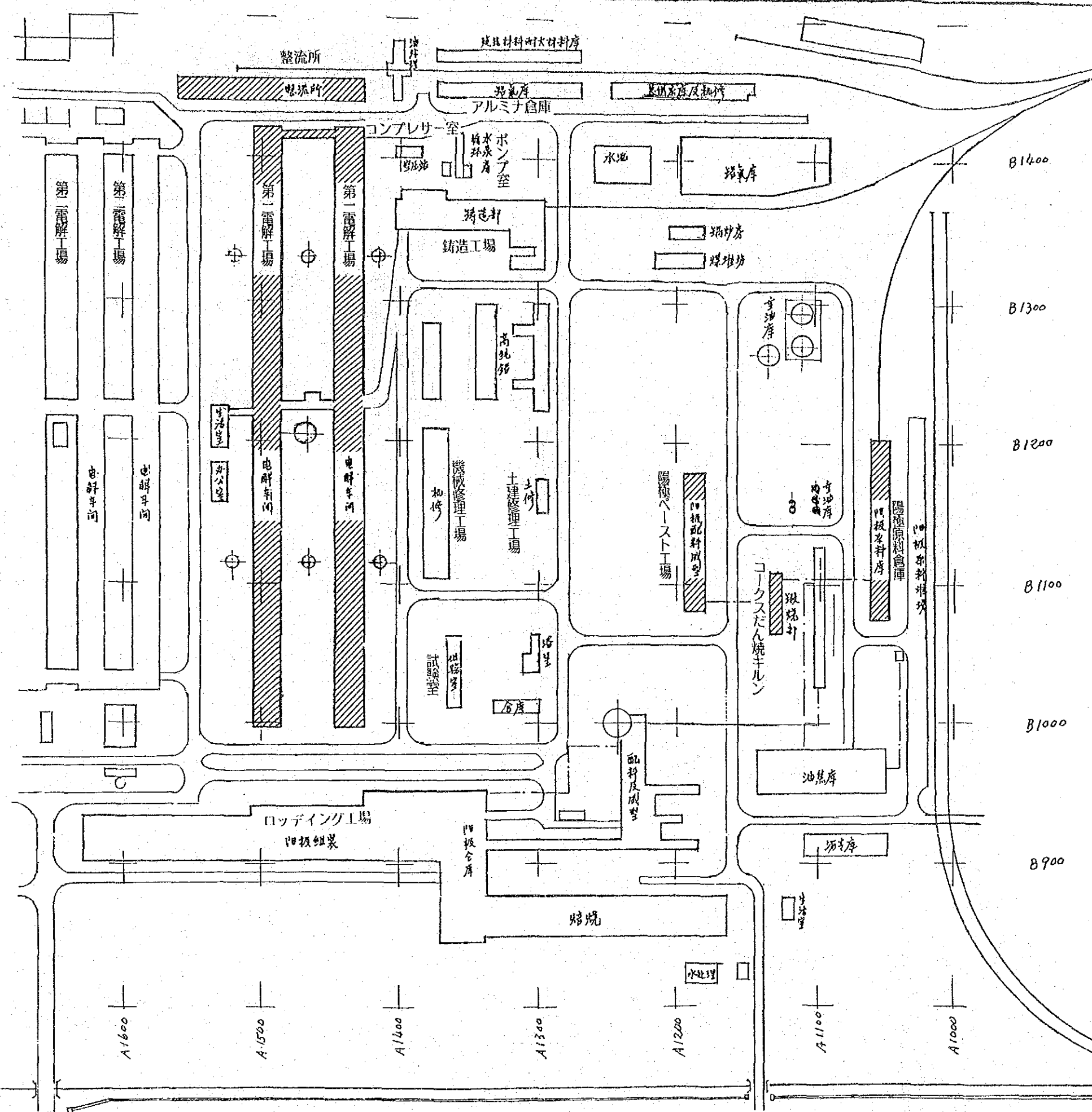


図 1.3.3-1

貴州アルミニウム工場全体配置図

注) // // // は調査対象工場を示す。

比 例
1 : 2000

1.3.4 製品および生産

1984年から1986年の3年間における製品別生産量は下記の通りである。

(単位：TON)

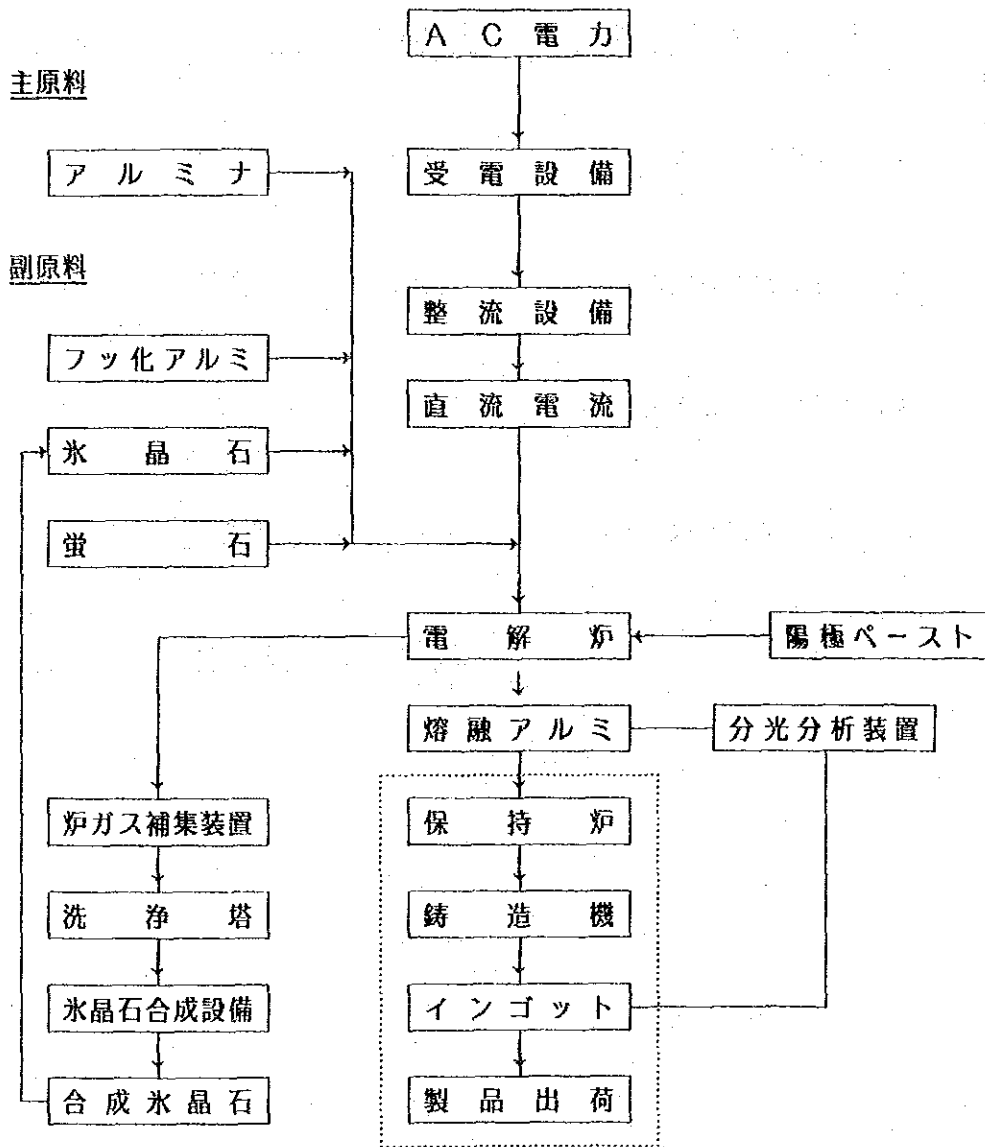
<u>製 品 別</u>	<u>1984年</u>	<u>1985年</u>	<u>1986年</u>
A00 (純度99.7%以上)	729	158	4
A0 (純度99.6%以上)	10,564	4,813	1,968
A1 (純度99.5%以上)	7,682	6,556	3,837
A2 (純度99.0%以上)以下	<u>10,625</u>	<u>18,973</u>	<u>22,523</u>
合 計	<u>29,600</u>	<u>30,500</u>	<u>28,322</u>

1.3.5 生産設備

(1) アルミニウム製錬工程フロー

アルミニウム製錬の電解工程概略フローを図 1.3.5-1 に示す。

図 1.3.5-1 アルミニウム製錬工程フロー

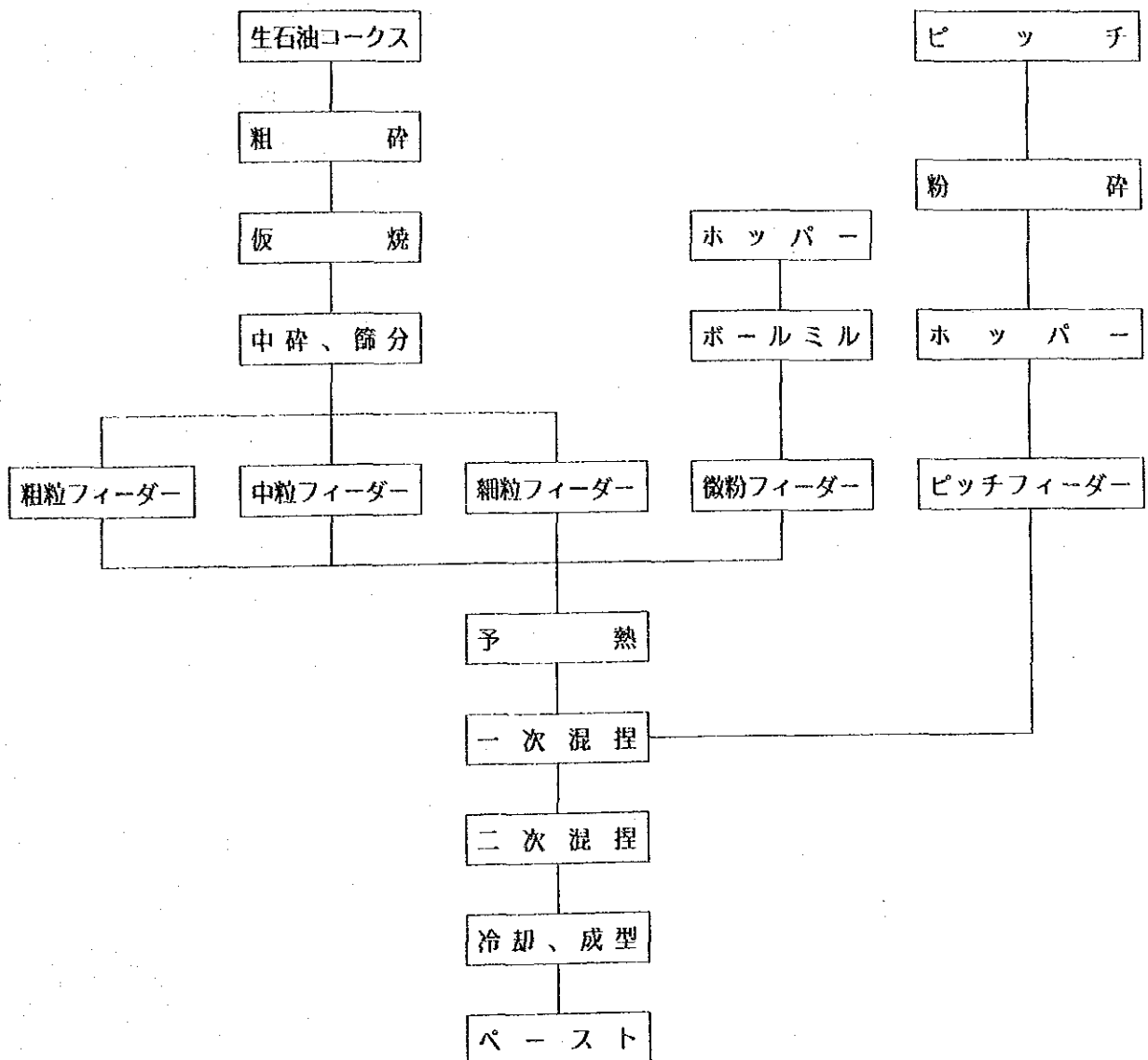


- 注) 1) 点線で囲まれた範囲 (铸造工程) は今回の診断範囲外である。
 2) 分析装置は今回の診断の対象には上げられていないが、電解工程の操業管理に必要な資料を提供する設備である。

(2) 陽極ペースト生産工程フロー

アルミニウム製錬の電解炉に使用する陽極ペーストの生産工程の概略フローを
 図 1.3.5-2 に示す。

図 1.3.5-2 陽極ペースト生産工程フロー



(3) 主要設備

整流変圧器	11台
電解炉	170炉
天井走行クレーン	4台
連続鑄造機76型	3台
半連続式アルミニウム引延ばし鑄造機	2台
回転窯および冷却機	1台
双軸連続混捏機	2台
ケーシングマシン JDIIY	12台

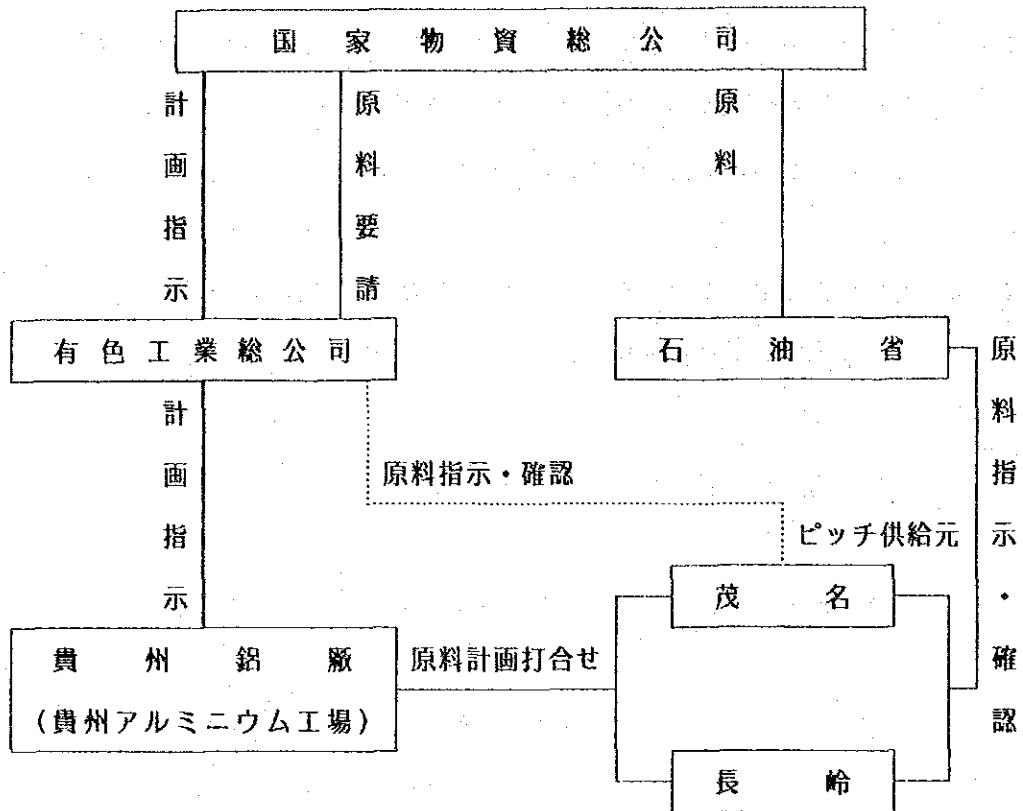
1.3.6 原料および材料

- (1) アルミニウム製錬の主原料であるアルミナは貴州アルミニウム工場内のアルミナ工場より供給される。フッ化アルミ、氷晶石、蛍石は湘郷（湖南省）より購入している。品質、数量、輸送等特に問題はない。
- (2) 陽極原料である生コークス、ピッチは国家物資総公司の指定する下記の工場より夫々供給され、供給先を工場が独自に選ぶことはできない。

<u>陽 極 原 料</u>	<u>供 給 元</u>
生 コ ー ク ス	茂名（広東省）、長嶺（浙江省）
ピ ッ チ	水城（貴州省）、昆明（雲南省） 重慶（四川省）、鞍山（遼寧省）

ピッチの例をとると、原料要請、供給指示のフローは図 1.3.6-1 の如くなる。

図 1.3.6-1 原料要請、供給指示のフロー（ピッチの例）



国家物資総公司から有色工業総公司を経て、工場に指示される年間製錬計画に基づいて、有色工業総公司は原料ピッチの要請を国家物資総公司に行うと共に供給元にも指示をする。国家物資総公司は、石油省を経て原料ピッチ供給の指示を供給元に行う。

工場とピッチ供給元は年間計画に基づいて、原料の月間計画、納期、品質、支払い条件等について相互に打合せ決定する。品質が必ずしも満足できるものではない場合は価格を調整する。又、クレームについても直接工場、供給元間で交渉解決するが、解決できない場合は、上部機関にその解決をゆだねる。品質の問題を除いて、数量、輸送について特に問題となることはない。

1986年1年間のピッチの入荷状況を表 1.3.6-1 に示した。

表 1.3.6-1 1986年ピッチ入荷状況表

(トン)

月	産地	昆 明	重 慶	水 城	鞍 山	月 累 計
1		225	180	0	0	405
2		45	0	0	405	450
3		225	135	270	270	900
4		135	405	540	135	1,215
5		45	270	315	450	1,080
6		225	180	90	0	495
7		135	450	45	0	630
8		90	135	180	0	405
9		0	180	0	0	180
10		135	135	0	45	315
11		90	135	0	0	225
12		90	90	0	0	180
年 計		1,440	2,295	1,440	1,305	6,480

又、同年中に入荷したピッチの品質平均値を表 1.3.6-2 に示す。

表 1.3.6-2 1986年中入荷ピッチの品質平均値

	水分 %	灰分 %	揮発分 %	軟化点 ℃	遊離炭 %	入荷量 (割合%)
昆明	0.36	0.18	64.56	88.95	21.25	1,440 (22.2%)
重慶	0.36	0.11	65.50	93.0	15.83	2,295 (35.4%)
水城	0.28	0.20	66.68	84.4	19.22	1,440 (22.2%)
鞍山	0.31	0.25	59.92	108.8	26.42	1,305 (20.2%)

(3) 築炉材、鋼材については、計画数量を越えて入手することは困難であり、そのために稼働炉数の減少を余儀なくされることもある。

1.3.7 組織および人員

(1) 第1電解アルミ工場

1) 組織

第1電解アルミ工場全体の組織を図1.3.7-1に示す。因みに中国では、工場内にある電解工場や陽極ペースト工場のような分工場を「車間」と称する。

2) 各部門の業務内容

a) 計画科

- i) 総工場の生産計画の指示に基づき、年度、期、月の生産計画を作成する。
- ii) 生産量の統計、毎日の生産日報を作成し、工場長に提出する。

b) 技術科

- i) 全工場の技術管理を行う。
- ii) 長期の科学管理の計画立案、計画の実施を管理する。
- iii) 合理化案のまとめとその評価。
- iv) 操業条件の改善の提案。
- v) 現場から出てくる操業条件変更案の検討、採用の決定。
- vi) 現場試験の実施（現行13名在籍）。

c) 調度室

- i) 3直に配置され生産副工場長のスタッフであり、代理機能をもっている生産現場の実質的な管理機関である。
- ii) 全工場の生産調整の指示、命令を出す。

iii) 計画通りに生産活動を行うよう実行段階での調整、促進を担当。

iv) 上司との連絡、外部との連絡。

d) 安全環境保護科

i) 工場安全方針の決定、安全のチェック、監視

ii) 環境関係部門のデータの受入れ窓口

iii) 環境改善の担当

iv) 安全、環境の教育

v) 現業は工場環境の管理

e) 基本建設科

総工場の基本建設処の計画に基づく、主に土建関係の設備の新設、更新
工事の立合い、協力、修理作業を担当する。

f) 技術改造室

第1電解工場改善業務

g) 行政管理科

i) 従業員の福利厚生関係

ii) 食堂、宿舍、幼稚園の運営、節句用物資の調達、配給

h) 品質管理科

i) 製品の品質監視、品質不良原因の調査。

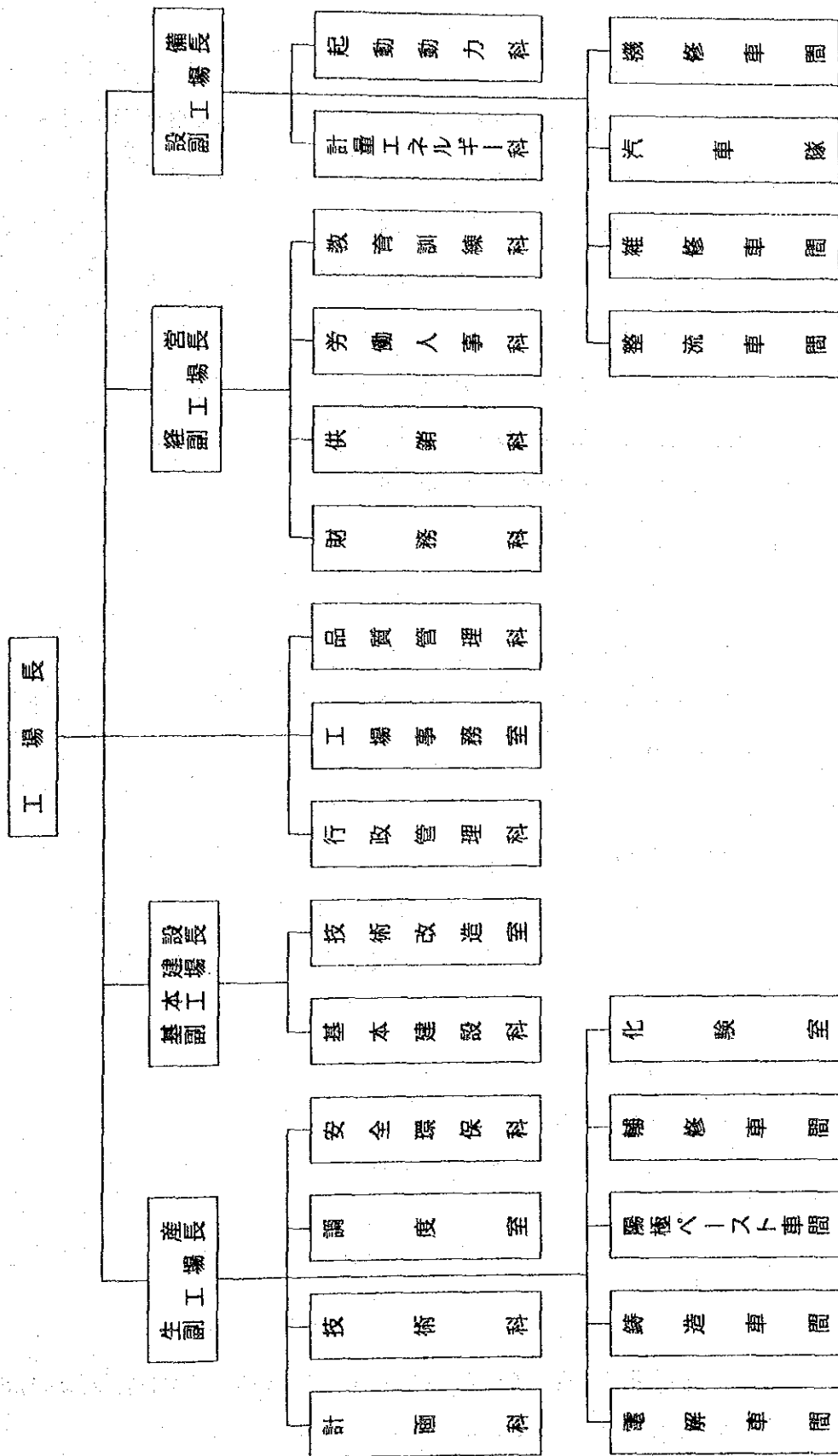
ii) 品質に関係する作業基準違反の摘発。

iii) 品質に対するクレームの原因調査、改善意見の提出。

iv) 入荷原料の抜きとり検査。

v) 現場に入り、生産工程の管理とサンプリングを行う。

図 1.3.7-1 貴州アルミニウム工場第1電解アルミニウム工場組織図



i) 財務科

- i) 上部で決めた財務の枠に基づき、年、月の財務計画（利益計画を含む）を作成する。
- ii) 費用、税金の支払い管理

j) 供銷科

- i) 原料購入計画の立案、実施
- ii) 予備品購入計画の立案、実施
- iii) 原料の保管、各車間への配給
- iv) 生産品の販売

k) 労働人事科

現業の配置転換、転勤、社員の雇用、賃金の決定、ベースアップ、賞罰の仕事

l) 教育訓練科

新人社員の教育訓練を入社後3年間担当
それ以降は各科、車間に配属され、各職場O.J.Iとなる

m) 化驗室

分析を担当
但しサンプリングは行なわない

3) 人員

貴州アルミニウム工場第1電解アルミ工場の在籍人員は約2,050名で、その内訳を表1.3.7-1に示す。

(2) 電解車間

主任（工場長）、副主任の下にスタッフ部門として次の6部門を有する。

設 備 員	設備の状態を掌握し、設備補修部門と操業現場の連絡、調整役
安 全 員	安全活動の推進、安全方針の徹底
技 術 員	技術条件の研究、技術的問題の解決が本来の役割りであったが、現在はメタル深さの測定、汲出量の決定が主な仕事
材 料 員	必要原料の配給、手配
労 資 員	給与計算
コスト計算員	電解課でかかった費用の集計

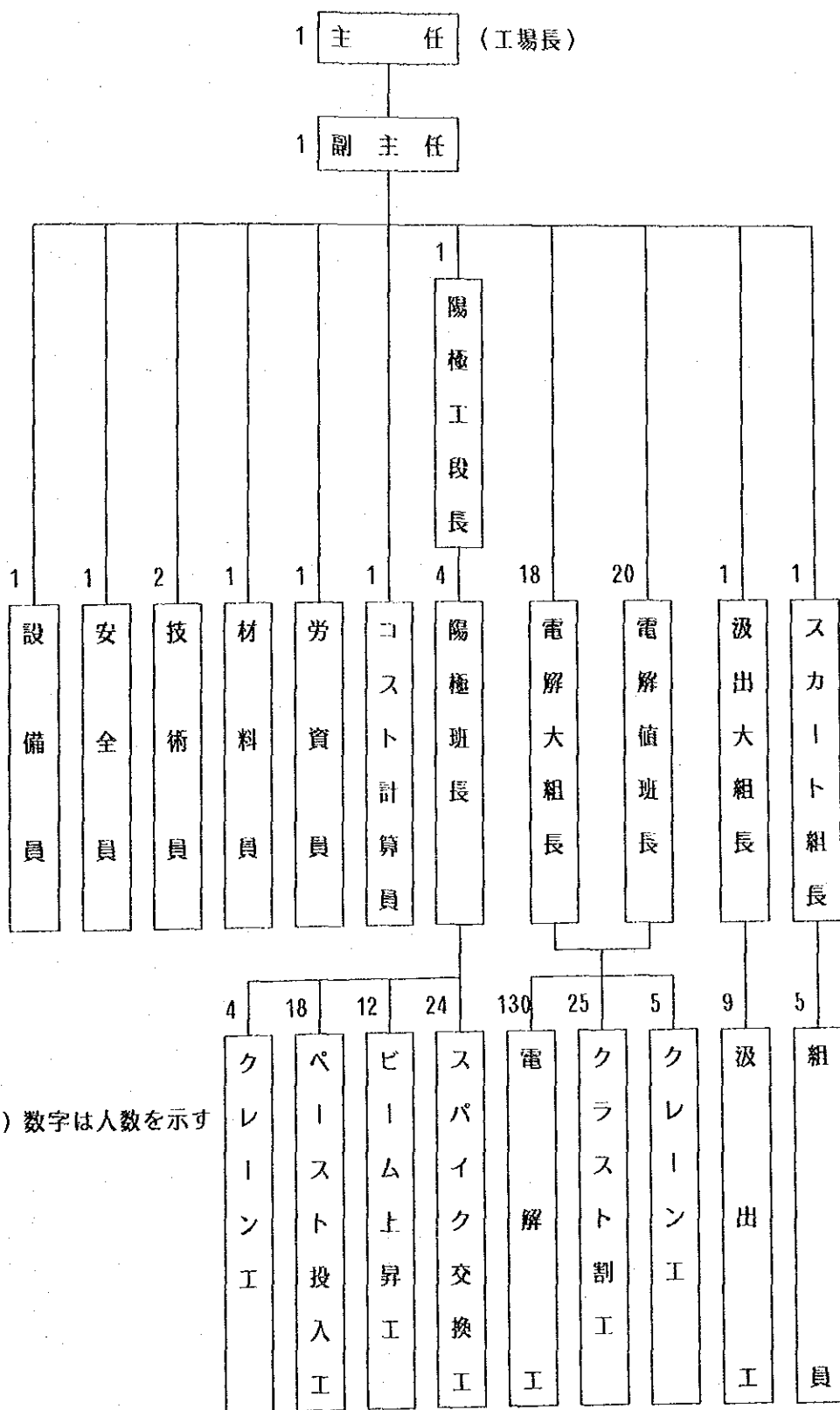
ラインとして、電解操炉、汲出し、スカート管理および陽極作業の4部門を有する。

電解車間の組織および人員を図 1.3.7-2 に示す。

表 1.3.7-1 貴州アルミニウム工場第1電解アルミ工場配員表

組 織 名	総 人 員	内 訳			備 考
		技 術	管 理	現 業	
計 画 科	4		4		
技 術 科	25	11	1	13	
調 度 室	9	3	3	3	
安 全 環 保 科	9	4	3	2	
財 務 科	11		11		
供 銷 科	50		14	36	
労 働 人 事 科	4		4		
教 育 訓 練 科	7		7		
基 本 建 設 科	9	7	2		
技 術 改 造 室	3	3			
品 質 管 理 科	31	4	1	26	
行 政 管 理 科	176		17	159	福利厚生
工 場 事 務 室	19	6	6	7	
計量、エネルギー科	25	8	2	15	
機 械 動 力 科	35	16	1	18	
電 解 車 間	566	6	17	543	
鑄 造 車 間	110	1	5	104	
機 修 車 間	198	8	5	185	
陽極ペースト車間	170	4	9	157	
輔 修 車 間	104	1	5	98	
化 驗 室	53	9	2	42	
維 修 車 間	40	1	4	35	
汽 車 隊	68	2	3	63	
整 流 車 間	82	11	2	69	
そ の 他 人 員	243				
合 計	2,051	95	128	1,585	

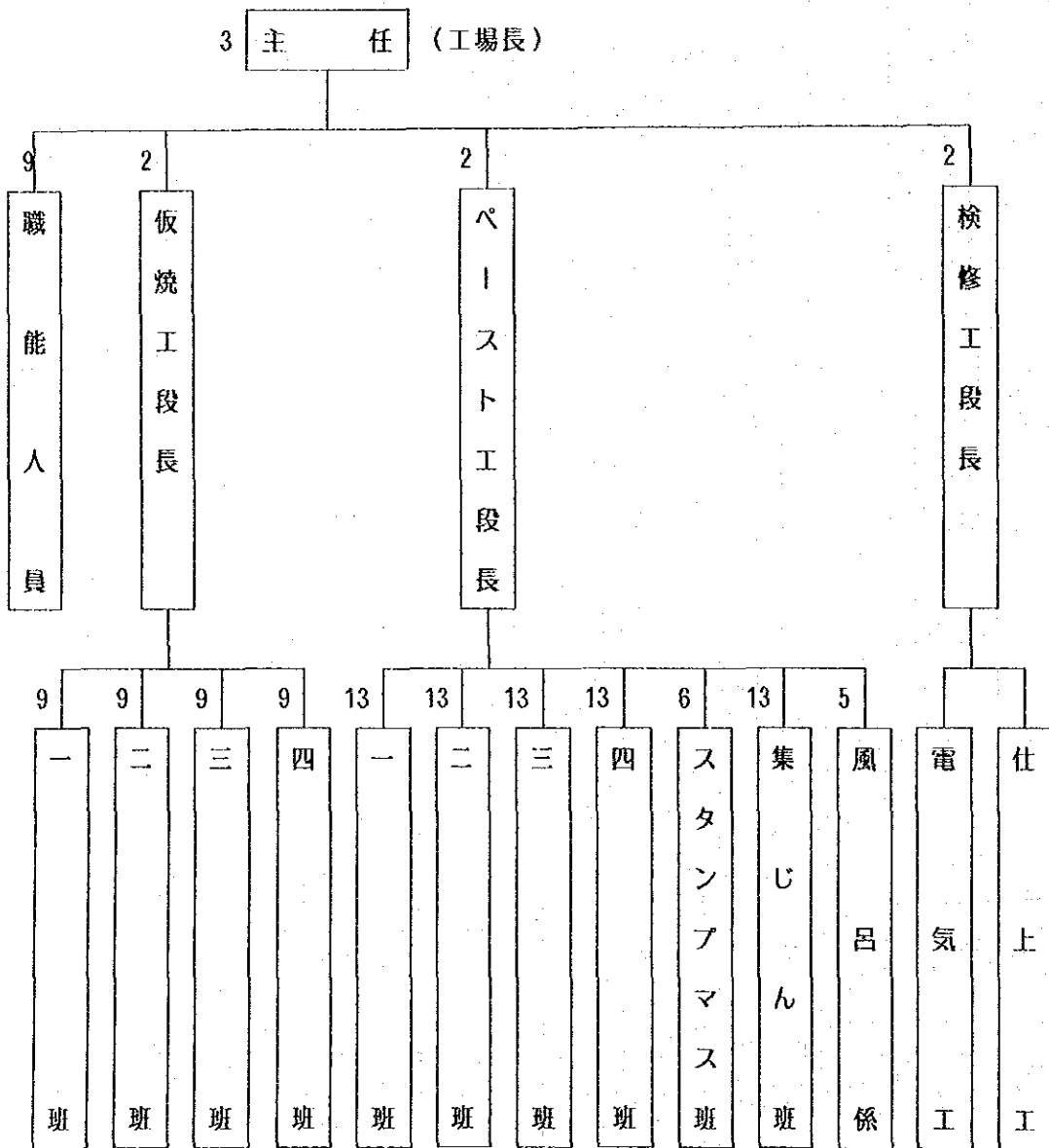
図 1.3.7-2 電解車間組織および人員



(3) 陽極ペーパースト車間

陽極ペーパースト工場の組織および人員を図 1.3.7-3 に示す。

図 1.3.7-3 陽極ペーパースト車間組織および人員



注) 数字は人数を示す。

1.3.8 生産計画および生産実績

(1) 生産計画

当工場は国家の計画指定工場であり、生産計画は国家物資総公司より有色工業総公司を経て、総工場に指示される。

この指示に基づき、総工場で作成された計画書が各工場に配布される。生産計画の徹底と計画達成のため全廠職工会議においても広報される。

総工場で作成される生産計画の内容は次の通りである。

- i) 生産性
- ii) 利益
- iii) 技術指標
- iv) 大修計画
- v) 資金計画
- vi) 安保、環保計画

上記の如き内容によって作成された総工場計画に基づいて、各工場の計画科は月別生産計画を作成し、各車間に指示する。電解工場に対する主な計画指示項目は次の通りである。

- i) 生産量 (優先順位 1)
- ii) 直流電力消費量 (優先順位 2)
- iii) 品質 (優先順位 3)
- iv) 生産品の種類
- v) 電流効率
- vi) 槽電圧

生産計画の管理は調度室で行っている。

(2) 電解工場の生産能力と生産実績

設備炉数 170 炉、予備下部槽が各棟 2 槽、合計 4 槽保有している。

休止から、新炉据付けまで、標準必要日数 24 日、通電予熱に 2 日かかる。予備槽が常に築炉完了している場合は、旧炉撤去に 1.5 日、予備槽据付、上部構造据付、母線接続等に 4 日、予熱起動に 2 日、合計 7.5 日を要する。

平均休止炉令 1154 日（1986 年実績）、休止から起動までの最短必要日数 8 日とすると、稼働率は 99.3%、168.8 炉稼働となる。

このときの生産能力は系列電流 79.0kA で下記のようになる。

<u>電 流 効 率 (%)</u>	<u>生 産 量 (10N / 年)</u>
88	34,500
86	33,700
84	32,900
82	32,100
80	31,300

最近 3 年間の生産実績を表 1.3.8-1 に、稼働率等について表 1.3.8-2 に夫々示した。

表 1.3.8-1 最近3年間における生産実績

年	1984	1985	1986
項目			
系列平均電流 (KA)	78.7	79.2	79.4
平均炉電圧 (V)	4.766	4.721	4.734
平均稼働炉数	158.0	162.3	148.6※
休止炉数	28	38	53
起動炉数	34	32	57
汲出量 (トン/年)	29,600	30,500	28,332
電流効率 (%)	81.0	82.1	82.2
直流電力量 (KWH/T-AQ)	17,594	17,143	17,162
アルミナ (kg/T-AQ)	1,951	1,931	1,960
氷晶石 (")	20	23	26
弗化アルミ (")	32	28	38
ペースト (")	646	649	631

※ 年間に配給される築炉材料が規制されているため、稼働率低下

表 1.3.8-2 月間起動・休止炉数および月間平均稼働率

年 月	1984				1985				1986			
	起動	休止	平均炉数	稼働率	起動	休止	平均炉数	稼働率	起動	休止	平均炉数	稼働率
1	2	3	153.2	90.1	3	3	162.6	95.6	0	20	140.5	82.6
2	3	2	153.7	90.4	2	2	162.9	95.8	1	9	134.9	79.3
3	2	1	154.9	91.1	3	3	162.8	95.8	1	2	128.5	75.6
4	6	3	155.5	91.5	3	3	162.6	95.6	6	0	129.2	75.9
5	3	3	158.0	92.9	2	2	162.5	95.6	15	0	143.6	83.9
6	3	2	159.5	93.8	2	3	162.3	95.5	2	0	150.9	88.9
7	2	3	158.9	93.5	3	2	162.1	95.3	8	1	153.4	90.2
8	2	2	158.0	92.9	3	3	162.9	95.8	7	3	159.1	93.6
9	2	2	158.7	93.3	2	3	162.2	95.4	4	4	161.6	95.1
10	5	0	161.3	94.9	4	4	161.7	95.1	4	5	161.1	94.8
11	2	4	161.9	95.2	3	2	161.9	95.2	5	6	160.1	94.2
12	5	3	162.1	95.3	2	8	161.4	94.9	4	3	160.7	94.5

1.3.9 販売計画

当工場は、国家の計画指定工場であり、製品は全量基礎資材として国家の指定する場所への納入を行うことになっており、当工場独自の販売計画はない。

第2章 近代化計画としてのプリベーク炉への転換方案

第2章 近代化計画としてのプリベーク炉への転換方案

2.1 現状の炉形式における改善効果の限界

現状の鑿型ゼーダーベルグ炉（VS炉）の設備と操業管理を可能な範囲で改善して、現在、この工場が持っている問題点を改善することは、本調査の結果各種の対策を実施することによって、ある程度は可能である。

しかし、予想される改善の成果については、以下に述べる理由でかなり制約があり、又、達成されるべき水準も不確定要因によって左右される恐れが多い。

2.1.1 設備改善による増産の可能な範囲

電解工場建屋は改築せず、敷地に余裕がないので増築も不可能な条件の下では、炉数の増加、又は、炉を拡大して増流による増産はできない。

一方、現在の炉の電流密度の値は $0.708 \sim 0.735 \text{ A/cm}^2$ で、最近のVS炉の電流密度（ 0.65 A/cm^2 前後）と比較するとかなり高目である。

このため、現状より炉電圧を下げ、しかも極間に必要な余裕を持たせて操業することにより、炉の操業効率を高める余地は殆ど無い。

従って、現状の炉設備を部分的に改造して、設備に起因する問題を改善できたとしても増流は不可能で、その及ぼす効果の範囲は、電解工場内の作業環境の改善と、その効果もたらす操業の質の向上による電流効率改善分の僅かな増産に留まり、目標とする大幅な増産は望むべくもない。

2.1.2 設備改善後の技術指標の改善

現在の炉設備に関して改善すべき点は、本調査の結果多岐にわたり存在している。指摘された各種の問題点は、今回の近代化計画の実施と切離して考えても、もし現

状の設備の操業が継続されるならば、作業環境改善、労働負荷の軽減、正常操業の維持などの実現のため実施されるべき項目である。

これらの改善が実行され、操業を安定させることが出来れば、操業管理を徹底させることによって現在の操業成績を向上させる余地は十分残っている。

今回の調査で工場から提出された資料によれば、この3年間の電流効率は81～82%である。日本に於ける同形式の炉の実績は88～90%に達しており、もしこの水準に到達できるものとすれば、それだけで10%、年間3,000トンの増産が実現する。

しかし、この水準を維持するには操業管理者と設備保全体制の確立・強化が前提となることは勿論であるが、原材料の品質が確保されなければならない。

VS炉の陽極原料品質に対する依存度は、他の形式の炉に比べて極めて強く、不適当な原料を使用して電解炉の陽極を満足な状態に維持することは、熟練した技術者によっても至難なことである。現在、中国のアルミ製錬工場では、陽極原料の選択は出来ないと聞いているので、この点にも問題が残っている。

2.1.3 VS炉の環境改善

VS型電解炉は、初期の小型プリバーク炉（PB炉）の改良型として発明された横型ゼーダーベルグ炉（HS炉）の陽極寸法を拡大して電流容量を増加させ、炉の大型化と省力化を、更に陽極の大型化によって陽極密度を下げ、電力消費量の低下を狙った炉である。

しかし、陽極寸法の増大と陽極構造の特殊性のため、陽極ペーストを安定的に焼成させることが大変で、これが他の炉形式に比べて操業を難しくしている原因となっている。

しかも、陽極構造の制約から、HS炉のように炉全体をカバーで覆うことは出来ず、スカートと称する鋳鉄製の炉ガス捕集用のカバーを陽極枠の下部に取り付け、陽極の周辺から放出されるガスを吸引して処理している。

このような構造なので、炉ガスの吸引効率は陽極の状態の影響を強く受ける。

原料品質や操業管理が適当でないため、焼成された陽極の物理特性が低下し、陽極に亀裂・脱落が多発して操業が不安定になると、スカート周辺が過熱され、陽極下部が露出するに至る。このように、スカートによる陽極下部の密閉が出来なくなると、炉ガスは殆ど吸引できなくなる。

しかも、スカートの交換頻度が増えるので正常な保守交換作業が困難となり、極端な場合は、この工場のようにスカートを外したままで操業を続けなければならない炉も出現する状況となる。この他に、陽極上面から出てくる瀝青煙も作業環境を汚染する物質であるが、これを捕集することは構造上困難なので、操業条件で発生量を抑制しなければならない。

このようにVS炉に於ける環境保護は、安定した操業によってのみ確保されるので、設備上の対策では解決できない要素が含まれる。

もし現有設備が改善され操業管理水準が向上して安定した操業と炉ガス吸引が実現されたとしても、屋根洗浄設備を持たない第一電解工場では、この炉形式で工場からの弗素ガスの放出量を常時発生量の 1/3 (200t/年) 以下に維持することは非常に困難である。

従って、依然として貴州アルミ工場全体の排出規制量300t/年のうち 2/3 はこの第一電解工場から排出されることになり、これだけの量が第一電解工場から排出される限り貴州アルミ工場の今後の増産計画は不可能となる。

2.2 PB炉への転換の可能性

前述のように、現有のVS炉を改造して近代化を達成することは非常に困難であり、4項目の目標はいずれも実現性はないと判断される。従って、この工場の近代化は、VS炉以外の炉形式への転換によらなければならない。

選択できる炉形式にはHS型とPB型があり、工場立地の条件によってはHS型への転換が有利になる場合もあり得るが、この工場の場合は、隣接してPB炉の工場が稼動しており、近代化検討の3原則にも取り上げられているので、PB炉への転換を前提として検討を進めた。

2.2.1 PB炉への転換のための検討基準

PB炉はゼーダーベルグ炉に比べて、環境改善、電力消費量節減、省力化などを実現することが容易であることから、近年各国のアルミニウム製錬工場の建設計画では殆どPB炉が採用されている。しかし、これらはいずれも新規計画であり、生産量も最終的に年産10万トン以上の大規模工場を目指している。

一方、ゼーダーベルグ炉を使用している既設電解工場のPB炉への転換は、世界各国で検討されているが、実現したケースは殆どない。

その主な原因は、経済性の検討の段階で、過大な建設費と転換工事中の減産を負担しなければならない結果、転換後のコストが現状より大幅に増加するためである。

従って、今回の近代化計画の推進に当たってもこの点の検討が重要と考えるが、国によって評価の基準が異なるので、ここでは一般的な基準で検討を進めた。

2.2.2 PB炉転換に必要な陽極製造設備の条件

既設のVS炉をPB炉に転換するにあたり、最大の問題は焼成陽極の供給にある。PB炉用の焼成陽極を製造するためには、ゼーダーベルグ炉用陽極ペースト製造設備を

大幅に改造、又は更新した上、成型・焼成・組装 (RODDING)の各工程設備を付加しなければならない。この焼成陽極のための建設費用の増加が、電解炉改造とともに大きな負担となる。

しかも焼成陽極製造設備の設置に当たって、電解工場の生産量が年間5万トン以下の規模であっても、一定の能力を持つ機器を配置することになるので、焼成陽極の生産コストの大幅な増加は避けられない。このため、この程度の規模の電解工場を単独でPB炉に転換することは何処でも実現していない。

この工場の場合は、隣接して既に年産8万トンのPB工場があり、更に現在同規模の増設計画があるので、同一形状の焼成陽極を採用する前提で、既設、および増設されるPB工場の設備を最大限に共用することを考慮して計画を検討すれば、実現性のある転換案を見出すことが可能である。

2.2.3 PB炉転換に必要な電解炉の条件

既設電解工場建屋をそのまま転用し、しかも、改造工事に伴う減産を最小限に止めたいとする条件と、陽極を既設PB炉と共用する前提であれば、採用可能な電解炉形式と炉配列は限定されてしまう。

一方、新たに採用されるPB炉の操業技術は、使用される操業機器の扱いを含めて、経験のあるものをそのまま採用することが最も安全である。

この観点に立てば、採用すべき電解炉の選択基準は、貴州工場として既に長期の操業経験を持つ第二電解工場のPB炉を基本とし、既設電解工場建屋を転用する条件を満たすために必要な最小限の変更改え、可能な限り同一形式の炉を採用することが好ましく、炉配列についても同様である。

以上、この工場のPB炉への転換案を作成するにあたって、基本的な可能性の検討を行なったが、転換のための必要な条件は満たされていると思われるので、以下に具体案の検討を行なった。

2.3 電解工場近代化第一案

既設の電解工場建屋の他、炉基礎・作業床も現状のまま転用出来れば最も経済的であるので、第一案としてその可能性について検討した。

2.3.1 検討条件

- (1) 炉基礎は現状のまま使用し、炉間隔の 8,760^{mm}と列間隔の 9,800^{mm}は変更しない。
従って、炉配列・炉数は現状のままのEND TO END / 168 炉とする。
- (2) 作業床も現状のままとし、表層部分のみ更新する。
- (3) 生産量は現状の168 炉以内で目標値の年産4万トン来满足させる。

2.3.2 検討結果

以下の条件で生産量を満足させることは可能である。

- (1) 電 流 容 量 : 107KA
- (2) 陽 極 本 数 : 16本 / 炉
- (3) 陽極電流密度 : 0.72 A / *cm*²
- (4) 溶湯生産量 : 生産量は、表 2.3.2-1 の通りとなる。

表 2.3.2-1 近代化第一案による溶湯生産量

	電 流 (KA)	電 流 効 率 (%)	稼 動 率 (%)	1 炉年間生産量 (MT/炉年)	総 生 産 量 (MT/年)
ケース1	107	86.5	96	271	43,700
ケース2	107	88.0	96	276	44,500

(5) 炉寸法

16本陽極PB炉の下部槽の外側寸法は 5,000mm×7,600mmとなり、現在の槽外側寸法 4,600mm×7,760mmと大差はない。

(6) 炉間隔

前後の炉間隔は 1,160mmとなり、十分な余裕がある。

現在の炉の支柱は不要であり、炉ガス吸引ダクトの引出しに邪魔となるので撤去する。

(7) 作業床間隔

槽の幅は現状より 400mm増えるが、作業床との間隔は中央通路側で 1,400mmが 1,200mmに、窓側で 950mmが 750mmとなるが、通風用の資板の開口面積は十分確保できる。

(8) 建屋高さ

現状の基礎高さで下部槽と作業床との高さは第二電解工場の高さと殆ど差はなく、上部構造の最高部は低くなる。従って、第二電解工場と同型の陽極交換用クレーンの使用が可能となる。

2.3.3 第一案の問題点とその評価

前述したように、現在の炉配列のままでPB炉に置換え、生産量の目標値を満足させることは可能である。この方法であれば、建築工事の費用を節減できるなどの利点があるが、一方、第二電解工場の炉形式と操業方法がそのまま適用できるかどうか、検討すべき問題を含んでいる。

そこで、本第一案の問題点とその得失を列挙して本案の評価を行う。

(1) 炉基礎・作業床・母線基礎の修理

基本的に現在の炉基礎と作業床をそのまま使用するのので、現在のものを撤去して、新たに炉基礎と作業床を作る費用が節減されることは当然である。

但し、炉支柱は撤去し、作業床の表面のモルタルは剥して更新する必要がある。

又、第二棟の母線基礎は施工図通りの工事が行なわれていないため、既に倒壊している基礎が多く見られるので、更新しなければならない。この区域については、炉基礎についても施工の程度を確認する必要がある。

(2) 作業床の強度

現在の作業床は、当初の設計図に車輛の運行を予定しているように表示されているので、通常の重量を持つ車輛の運行に耐える強度はあると考えられる。

従って、中央通路を含め、PB陽極や大型真空取鋼などの車輛による輸送は、現在の床強度の範囲内に収まるような重量となるように真空取鋼の容量やパレットの形状を決定することが経済的である。

但し、この工場建屋が建設された時点の状況とその後の炉の稼動によって、炉基礎と作業床の劣化が進んでいる恐れがあり、特に母線基礎は倒壊しているものもかなり見られるので、計画に先だって十分調査が必要であろう。

(3) 本案の操業技術上の難易度

炉配列は現在と同様なEND TO ENDであり、電流の大きさが100～105KA程度であれば、PB炉として現在ではやや小型に属し、今まで世界中で標準的に使用されている配列と電流の大きさである。従って、操業技術から見れば、基本的には特に困難な問題があるとは考えられない。

設備上から見ても、操業の要求に適合した設計を行うことは可能である。特に、母線配置については、現状より電流が増大することに対応して、発生する磁場の影響を修正する母線配列の設計方法が確立しているため、増流による操業への磁場の影響を改善することが可能である。

(4) 操業基準の確立

前項に述べたように、基本的にはこの規模で同様な炉を設置して、既に操業実績のある電解工場は例がある。しかし、貴州工場の場合、PB炉の操業経験は第二電解工場の160KAの大型炉に関するものであり、炉配列がSIDE BY SIDEと異なっており、アルミナの投入方法も、現在のVS炉とは異なる中央処理方式である。従って、第二電解工場の炉をベースにして、陽極本数を減らしただけの同形式の縮小型の炉を設計して、同様な基準で操業が直ちに可能であると単純に考えることは危険である。

特に、END TO ENDの炉配列で中央処理方式を採用した例は、試験規模のものを除いて殆ど例がない。従って、この方式を採用する場合は、この炉形式に適合した操業条件を見出して、新たな操業基準を確立しなければならない。

処理方法が現在の炉と同様な長側処理であれば、PB炉として世界各国でも実績が多く、中国にも同種の工場で経験も持っている。

(5) 操業技術から見たアルミナ投入方法の選択

以上の検討の結果、改造第一案について本質的な技術的困難性は認められない。問題はアルミナ投入方法の選択にあり、実績のある長側処理を採用するか、省力

化を狙って中央処理方式を採用するかの判断を下す必要がある。

前者の長側処理であれば、本質的に現在VS炉で行なっている方法と同じであり、貴州工場として独自に炉形式の変更と電流容量の増加に見合って、適切な操業基準を見出すことは可能と判断する。

日本の某社、T工場と同様な炉配列で120～132KA容量のPB炉を1.5年間にわたって操業した実績を持っている。

後者については、END TO END配列の炉を中央処理方式で操業している例は少なく、この方式に適合した操業条件が早期に確立できるかどうか不明である。勿論、この組合せが不適當であるということではなく、実施例が少ないので、期待される水準の操業成績に到達するのに、試行錯誤を重ねなければならないリスクを負うことを覚悟しなければならないという意味である。

(6) アルミナ投入方法の選択に伴う設備改造

長側処理の場合は、現在設置されているアルミナ投入・処理用クレーンをそのまま転用することが可能となる。勿論、この設備の老朽化した部分の更新は必要であり、設備としての陳腐化が甚だしければ、全体を新型の機械に置換えるとしても、付帯するアルミナ供給設備などは現有設備のまま使用できる。

炉の上部構造は、ブレーカーとアルミナフィーダーが不要となる分簡単になるが、炉カバーは片側を同時に開閉できる機構を付加させなければならない。

中央処理方式の場合は、現有のアルミナ投入・処理用クレーンは不要となる。但し、END TO END配列では、第二電解工場と同様なアルミナ供給方式は採用出来ないで、アルミナホッパーを炉の上部構造に乗せた構造に変更する必要があるが、このような構造の炉は中央処理方式としては一般的な構造であり、設計変更には大きな問題はない。

陽極交換クレーンは、どちらの処理方法を採用するにしても、新設しなければならないが、現在の電解工場建屋と電解炉の関係寸法であれば、第二電解工場に設置されているECL社製のクレーンを使用することは可能である。

2.4 電解工場近代化第二案

第二案は工場建屋はそのままとするが、炉基礎・作業床はすべて撤去更新することによって、第二電解工場とまったく同一な炉と配列を採用する案である。

2.4.1 検討条件

- (1) 炉基礎・作業床はすべて撤去し、第二電解工場と同様な構造に作り換える。
- (2) 現在の建屋の中央通路の位置は現状のままとし、炉間隔は支障がなければ第二電解工場と同一とする。
- (3) 電解炉は第二電解工場の炉と同じ形式・容量で炉数は2棟分104炉以上とする。従って、生産量は第二電解工場の半分の年産4万トンとなる。

2.4.2 検討結果

(1) 設備炉数

104炉以上設置することは可能で、最大116炉まで拡張可能。

(2) 電流容量

160KA

(3) 陽極本数

16本/炉

(4) 陽極電流密度

0.72 A/cm²

(5) 溶湯生産量

設備炉数112炉(最大116炉)に於ける生産利用は表 2.4.2-1の通りとなる。

表 2.4.2-1 溶湯生産量

	系列電流 (KA)	電流効率 (%)	炉稼働率 (%)	容湯生産量 (MT/年)
ケース1	160	86.5	96	43,600 (45,200)
ケース2	160	88.0	96	44,500 (46,100)

(注) 生産量の()内数字は最大116炉の場合を示す。

(6) 炉配列および炉数

i) 建屋幅

第一電解工場(柱中心間隔): 24,000mm

第二電解工場(柱中心間隔): 20,300mm

ii) 炉間隔

第一電解工場(VS炉) : 8,760mm

第二電解工場(PB炉) : 6,575mm

Ⅲ) 全 長

第一電解工場第1区 (VS20炉) : 185,160mm… (28炉設置可能)

第2区 (VS22炉) : 202,680mm… (30炉設置可能)

第二電解工場一区域 (PB28炉) : 184,100mm

(注: 30炉×6,575mm/炉 = 197,250mm)

第一電解工場に160KA PB炉を設置する場合の関係寸法は上記の通りである。

建屋幅については柱中心間隔で3,700mm、柱面間隔で2,900mm、第二電解工場より第一電解工場に余裕があり問題はない。

電解工場建屋長さについては、現状の両端と中央の3個所の通路・作業スペースをそのまま残した一区画の中に、第二電解工場と同一炉間隔で炉を配列すると、第二電解工場の一区域炉数26炉に対して、28炉を設置することが可能となる。又、西側区画については、更に各棟2炉の増設は可能である。

後者の場合の設備炉数は116炉となり、生産能力は第二電解工場2棟の能力に対し、11.5%の増加となる。

2.4.3 第二案の問題点とその評価

本案は、採用する炉形式が既に第二電解工場で建設と操業の実績があるので、設計から操業までを通じて過去の経験を生かすことができる。このため、近代化計画の推進とその結果について、確実な成果を期待することができる。

しかし、炉配列の変更による工事範囲の拡大など、第一案に比べて余分な費用支出もあるので、以下本案の利点と問題点を検討する。

(1) 土木工事

炉基礎と作業床構造は全面的に変更されるので、すべて撤去・新設される。

(2) 炉構造および機械設備

PB炉への転換に際し、既設設備は汎用クレーンを除いて殆ど転用できない。炉構造は基本的に第二電解工場の炉と同一でよい。

但し、アルミナ供給方法については、第二電解工場と同様な建屋壁際にホッパーを設置してモノレールで供給する方法の採用は困難である。従って、第一案と同様アルミナホッパーは炉上に置き、クレーンでアルミナを供給することになる。

このアルミナ供給方法の変更に伴い、上部構造の設計変更が必要となる。

(3) 切替工事に伴う減産量休止炉数の増加

第一案であれば、1棟の半分（全炉数の1/4）を単位として、新旧炉の切替工事を実施することが可能であるが、第二案では炉基礎と作業床の更新工事が重なるので、1棟全部を単位として切替工事を行なわなければならない。このため、切替工事に伴う減産は増加する。

但し切替工事が1棟単位が行なわれるため、工事が開始された時点で第一電解工場から排出される弗素ガスの量は半減する。

(4) 操業技術

炉形式は第二電解工場の160KA PB炉と全く同一であり、建屋構造と寸法に余裕があるので、炉配列も同様にできる。従って、同じ技術ベース（操業/作業基準）によって第二電解工場と同様な操業管理体制が確立できれば、第二電解工場と同様な水準の操業成績を実現することは容易である。

2.5 PB炉への転換方式第一、第二案の比較評価

貴州第一電解工場近代化計画案の検討に際して、本来であれば現有のVS炉の改善を含めて評価すべきであるが、本章「2.1 現状の炉形式における改善効果の限界」で述べた通り、VS炉は炉形式による技術的制約から、改善効果は質的にも量的にも限定され、設定された4項目の目標の達成は、不可能なことが明確となっている。従って、ここでは評価の対象としない。

比較の条件を次のように設定する。

(1) 設備炉数

建屋両端と中央の通路・作業スペースを現状と同一面積として炉を配列する。

(2) 設備と操業条件

電流密度は第二電解工場PB炉と同一とし、両者とも中央処理方式とする。

アルミナ供給と陽極交換は同じ形式・容量のクレーンで行う。

(3) 操業成績

炉配列（END TO ENDとSIDE BY SIDE）による磁場パターンの相違と、電流の大きさの差によって、同形式、同一電流密度であっても操業成績に差がでることは考えられるが、操業水準に差がなければ同じ成績が得られるものとする。

2.5.1 転換後の生産量と電力原単位

生産量と電力原単位の転換初期における数値および目標値（設計指標）を表 2.5.1-1 に示す。

表 2.5.1-1 生産量と原単位

		設備炉数 (炉)	電流効率 (%)	炉電圧 (V)	電力原単位(DC) (KW/MT)	稼働率 (%)	年間生産量 (Ton)
転換初期	第一案	168	86.5	4.20	14,500	96	43,700
	第二案	116	86.5	4.20	14,500	96	45,200
目標設計指標	第一案	168	88.0	4.05	13,700	96	44,500
	第二案	116	88.0	4.05	13,700	96	46,100
		112	88.0	4.05	13,700	96	44,500

電流効率と炉電圧を同一値としたので、電力原単位は等しくなり、当然操業成績に差は出ないが、生産量は炉配列により面積効率の差があるので、第二案が年間1,500トン多く生産できる。

なお、設備費と減産量の比較は生産量が等しくなる168炉と112炉で行う。

2.5.2 転換工事期間中の減産量

今回の本格調査に於いて、中国側より提示された近代化工程表に従って、電解炉の転換工事期間を2年として工程表案表 2.5.2-2、表 2.5.2-3を作成した。

この工程表に基づいて、工事期間中の生産量を推定する(表 2.5.2-1)。なお、工事は、新設される整流設備の位置との関係で、北側棟(第二電解工場側)の西端(整流所反対側)から着工することとし、工程表はこの順序で表現されている。

また、工事完了後、最後の新設炉が全炉稼働するまでの期間で比較したいので、対象期間は2年6ヶ月とする。

表 2.5.2-1 工事期間中の稼働状態

	第 一 案	第 二 案
V S 炉 延 稼 働 炉 数	$1,488 \times 0.96 = 1,428 \text{ 炉} \cdot \text{月}$	$1,008 \times 0.96 = 968 \text{ 炉} \cdot \text{月}$
第 一 期	$744 = 124 \times 6$	$504 = 84 \times 6$
第 二 期	$504 = 84 \times 6$	$504 = 84 \times 6$
第 三 期	$240 = 40 \times 6$	$0 = 0$
第 四 期	$0 = 0$	$0 = 0$
V S 炉 生 産 量	$1,428 \times 15.8 = 22,560 \text{ TON}$	$968 \times 15.8 = 15,290 \text{ TON}$
P B 炉 延 稼 働 炉 数	$2,208 \times 1.00 = 2,208 \text{ 炉} \cdot \text{月}$	$1,120 \times 1.00 = 1,120 \text{ 炉} \cdot \text{月}$
第 一 期	$0 = 0$	$0 = 0$
第 二 期	$176 = 44 \times 4$	$0 = 0$
第 三 期	$424 = (40 \times 4) + (44 \times 6)$	$224 = 56 \times 4$
第 四 期	$680 = (44 \times 4) + (84 \times 6)$	$336 = 56 \times 6$
第 五 期	$928 = (40 \times 4) + (128 \times 6)$	$560 = (56 \times 6) + (56 \times 4)$
P B 炉 生 産 量	$2,208 \times 22.3 = 49,240 \text{ TON}$	$1,120 \times 33.4 = 37,410 \text{ TON}$
総 生 産 量	71,800 TON	52,700 TON
工事期間中の減産量	$\Delta 4,650 \text{ TON}$	$\Delta 23,750 \text{ TON}$

注 1 : 転換しない場合の工事期間中のVS炉生産量

$$168 \text{ 炉} \times 0.96 \times 15.8 \text{ T/月} \times 30 \text{ 月} = 76,450 \text{ TON (年産30,570 TON)}$$

注 2 : VS炉の月間生産能力=15.8 T/月 (79KA ×83%)

PB炉の月間生産能力=22.3 T/月 (107KA ×86.5%)

PB炉の月間生産能力=33.4 T/月 (160KA ×86.5%)

表 2.5.2-2 PB炉転換工事 電解工場建設工程表第一案

対象区画	第一区			第二区			第三区			第四区																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
撤去工事																												
炉体	///						///																					
母線他	///						///																					
土建工事						///																						
据付工事																												
母線据付		///																										
母線溶接		///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	
下部槽		///																										
炉架		///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	
上部構造																												
配管・配線																												
稼動																												
起動配備						///																						
通電起動						///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	
								44炉						84炉												128炉		168炉

表 2.5.2-3 PB 炉 転換工事 電解工場建設工程表 第二案

対象区画	第 一 棟					第 二 棟					第 三 棟																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
項目/延月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
撤去工事																											
炉体		////																									
母線・配管		////																									
床・基礎		////																									
土建工事		////																									
据付工事																											
母線据付							////														////						
母線溶接							////				////										////						
下部							////														////						
案内								////													////						
上部構造								////													////						
配管・配線								////													////						
電解炉稼働																											
起動設備												////												////			
通電																											
起動																											
													56 炉													112 炉	

2.5.3 電解炉ガス吸引、洗浄設備

炉ガス洗浄設備は、第二電解工場と同様に乾式洗浄方式を採用する。従って、炉に供給されるアルミナはサンデー（砂状）アルミナが必要であり、現在使用中のものがフラワリー（粉状）アルミナであれば、品質を変更しなければならない。

サンデーアルミナの品質については第二電解工場の品質基準に準ずる。

(1) 第一案

第一案は炉形式が第二電解工場と同様な中央自動処理方式であるので、炉ガス吸引と洗浄方式に基本的な差はない。

第一案の電解炉は電流容量が小さく炉の全長が短いので、1炉当たりのガス吸引量を減らしても、炉ガス吸引効率を第二電解工場と同じ水準に維持することが可能となる。この減少割合を炉カバーの周辺長さに比例すると考えれば、第二電解工場の炉の80%に相当する。

炉ガス吸引効率を決定する要因は他にもあるので、過去の実績では、小型炉の吸引風量が大型炉と比較してこの比率以上に必要となる場合もあったが、原則としてこの関係は成立すると考えられるので、以下この値で比較する。

(2) 第二案

第二案については第二電解工場と同一炉なので第二電解工場の実績をそのまま採用する。

2.5.4 電解炉へのアルミナ供給方式

第一電解工場のPB炉転換計画に当たって、電解工場建屋を利用することとしているので、電解炉へのアルミナ供給方式を第二電解工場と同じ方法が採用できないことは両案の炉構造を検討した項目（2.3.3 (C)）でも触れている。

乾式洗淨方式を採用すると、電解炉に投入されるアルミナは殆ど全量乾式洗淨設備を通過させなければならない。このため、乾式洗淨設備の前後に2種類のアルミナを貯蔵するサイロを設置し、このサイロから乾式洗淨設備とクレーンを経由して炉にアルミナを供給する装置が新たに必要となる。

この設備はどちらの案の場合でも同様な規模となる。

2.5.5 電解炉1炉当り設備費の比較

第一案、第二案の電解炉1炉当りの設備費を比較すると、表 2.5.5-5の通りとなる。

表 2.5.5-5 1 炉当りの設備費の比較

設 備		第 一 案		第 二 案		備 考
No. 1	下 部 槽	18.6 t	4,150千円	24.2 t	5,400千円	223 ¥/Kg
No. 2	築 炉 材 料	1 式	5,560	1 式	7,410	0.75
No. 3	上 部 構 造	4.0 t	1,660	5.0 t	2,070	0.80
No. 4	陽 極 昇 降 装 置	1 式	1,840	1 式	1,840	同一仕様
No. 5	アルミナ投入装置	1 式	1,060	1 式	1,430	0.74
No. 6	炉 カ バ ー	1 式	370	1 式	450	0.82
No. 7	付 属 設 備	1 式	310	1 式	420	0.74
No. 8	炉 周 辺 母 線	17.5 t	7,390	26.2 t	11,080	423 ¥/Kg
No. 9	列 間 母 線		450		800	
No.10	陽 極 ロ ッ ド 材 料	16 本	1,360	24 本	2,040	
No.11	電 算 機 制 御 シ ス テ ム	1 式	1,790	1 式	2,120	
No.12	電 気 配 線 材 料	1 式	920	1 式	1,070	
No.13	クレーン・操業機器	1 式	2,280	1 式	3,280	
No.14	現 地 加 工 用 材 料	1 式	1,430	1 式	1,270	
No.15	乾 式 洗 浄 設 備	1 式	4,080	1 式	5,450	
小 計			34,650		46,130	
No.16	加 工 ・ 据 付 工 事	1 式	3,470	1 式	4,620	注②
合 計		1 炉	38,120	1 炉	50,750	

注①この設備費は、1978年に契約された第二電解工場設備機器リストの設備金額（米ドル表示、日本円と米ドルの換算レートは185 ¥/\$ とした）を基準として1炉当りの金額を算定した。従って、現時点の日本に於ける購入価格はこの金額より割高になっていると思われる。

しかし、これら設備、又は材料を中国国内で調達した場合の金額は、資料の提供がなかったため、このままの数値で比較する。

注②中国に於ける工事費の算定は資料が入手できず不可能なため、ここでは日本に於ける実績から設備費の10%とした。

注③No. 9以下の項目は共通設備であるので総額を炉数割りとした。

積算された1炉当たりの設備費用は、第二案を100とすると第一案は75.1となり、略炉体の長さ、又は投影面積の比(100:73.4)に等しい。

この設備費の割合に対し、電流容量の比率は100:67であり、生産量に対する第一案の設備費用は、第二案に対し12.7%割高となり、予想された結果となった。

2.6 整流設備の改善

2.6.1 整流設備改善の方針

整流設備については、以下の理由で現有設備を全面的に更新するものとする。

- (1) 現有整流変圧器は、1950年代のソビエト連邦製で、老朽化して予備品の供給もなく安定した運転が期待できないばかりでなく、機能・能力ともに電解炉の正常操業を満足させることが難しい状態である。
- (2) 整流器部分は中国製のシリコン整流器に置換えられているが、整流設備全体として直流電流計測・制御の機能が不十分である。
- (3) PB炉への転換に当たり、現在の電流出力の上限である80KAでは不足するので出力を増強しなければならない。しかし、不足分を補うため、現有設備に新しい設備を付加しても、前述した現有設備の問題点は解決されないばかりか、新製設備の本来の能力も発揮できなくなる恐れがある。

2.6.2 PB炉用整流設備の基本仕様

(1) 設置場所

VS炉を運転しながら現在の整流所建屋を改造して新製設備を設置し、転換工事が完了するまで両系列を並列運転する方法は、建屋スペースに余裕がなく、既設設備も転換工事完了時までは撤去することもできないので不可能となる。従って、PB系列の整流所は既設整流所から独立して建てることになる。

新整流所の位置は電解工場の至近距離になければならぬので、選定可能な場所は第一電解工場の北東側で第一電解工場・現整流所・第二電解工場に囲まれた区

域に限定される。但し、この付近に第二電解工場の付属建物があるので、実施計画の段階でこの付属建物の移設の必要があるのかどうか検討の必要がある。

(2) 一次側電圧の選択

第二電解工場の場合は、AC/200KV系統線から直接整流変圧器に受電する直降方式を採用して整流効率を高めている。しかし、この新整流設備の設置予定場所は、受電設備の置かれている鶏場変電所との間に既設整流所建屋があり、この場所まで直接110KV 系統線を引込むことは危険である。従って、現在と同じ中間変圧方式とし、現行中間電圧と同じ10KVで新設の整流変圧器にも供電することとする。

この方式は、従来から標準的に採用されており、直降式に比べて総合整流効率は多少低下するが、設備の保守・運転は容易となる。

(3) 変圧整流器仕様

変圧整流器の仕様は下の通りである。

	受電変圧器	変圧整流器
第一案	110KV/10KV×45MVA 2台	10KV-AC/56KA×750V-DC 3台
第二案	110KV/10KV×45MVA 2台	10KV-AC/56KA×520V-DC 4台
		10KV-AC/56KA×540V-DC 4台

(116炉設置の場合)

受電変圧器は電力会社の設備範囲ということであるが、転換工事期間中および転換後の電解工事で使用する電力量は、操業が正常であれば共に現在の電力使用量を超えることはない筈なので、老朽化による更新の必要がなければ、既設の受電変圧器はそのまま転用可能となる。

但し、第二案の116炉設置で全炉稼働に近い場合、操業状況によっては受電変圧器の容量が不足することもあり得るので注意する必要がある。

2.6.3 改善後のメリット

(1) 整流効率の向上

既設整流器の整流効率は、現在の直流計量精度が不明なので正確な値を把握することは困難である。しかし、電力原単位の計算など工場の操業管理資料として使用される直流電力量は、電力会社で計量された交流電力積算値に 0.945 を掛けて算定されており、この係数が現在の整流効率と見なされている。

一方、最近の整流器の効率は日本の場合で 98% 程度であり、もし受電変圧器の効率が 98% であれば総合で 96% となり、前述の係数より 1.5% 改善される。

(2) 電解電流に対する制御精度の向上

新設整流器は各々のユニットが直流電流計量装置を内蔵しており、負荷変動に対応して直流出力電流を一定に保持しようとする自動制御機能を持っている。

又、電解炉に供給される直流電流値は、総括直流計量装置によって連続的に計量され記録される。これらの機能によって、電解炉の陽極効果の発生・消滅に伴う整流器の負荷抵抗の変動による出力電流の増減は、最小限度に押えられる。

その結果、電解炉に供給される直流電流は常時設定値が維持され、安定した操業と良好な操業成績が期待できる。

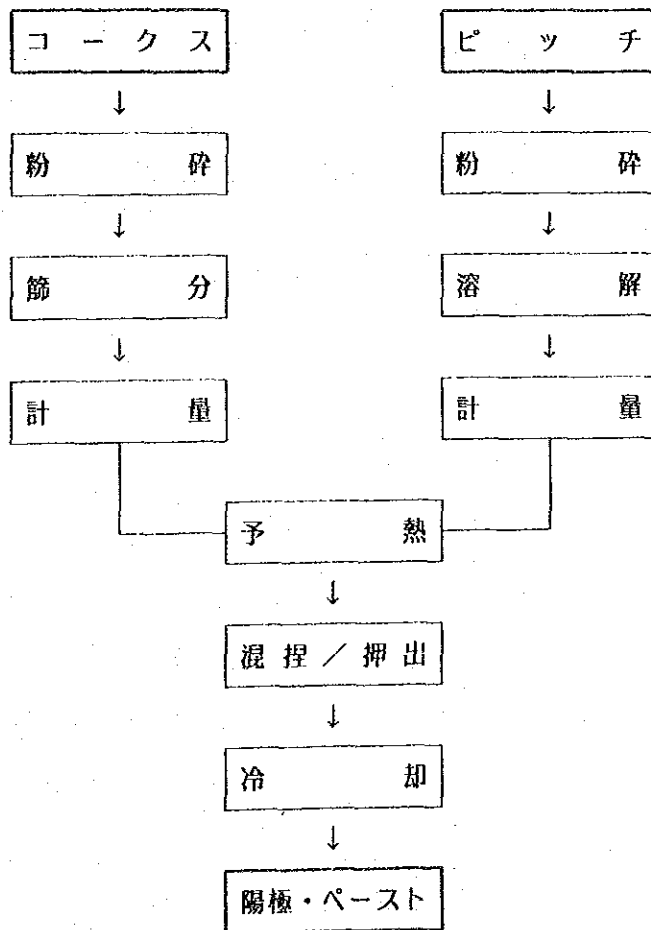
2.7 陽極製造設備の改善

2.7.1 VS炉とPB炉用陽極工程の比較

VS炉では通常拳大の塊状に押し成型された陽極ペーストを使用しているが、PB炉では焼成された陽極を使用しなければならないので、陽極製造工程は当然変わってくる。両者の工程は次に示す通りである。

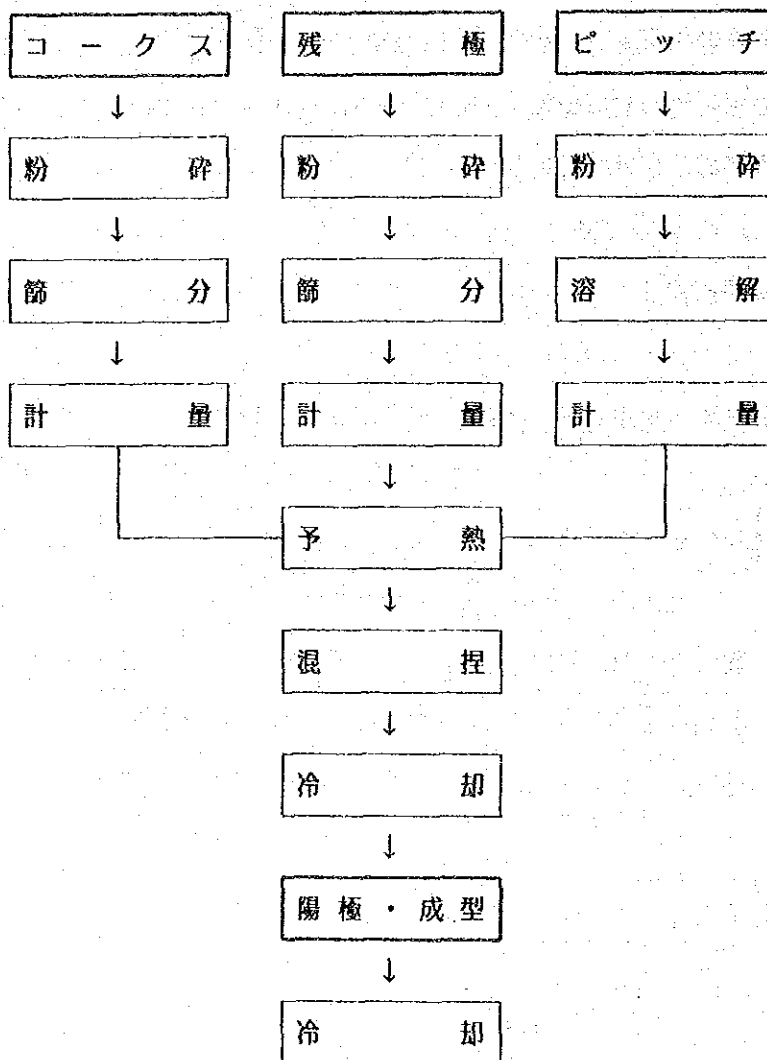
(1) VS炉用陽極

原料調整・混捏工程（粉砕・混捏工場）

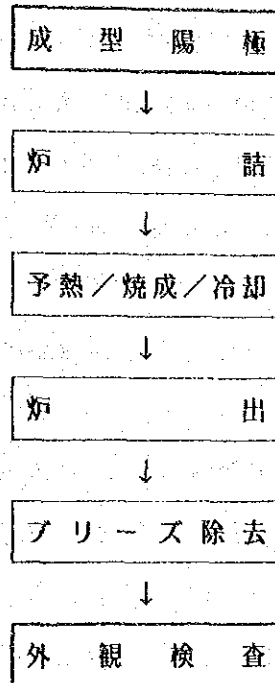


(2) PB炉用陽極

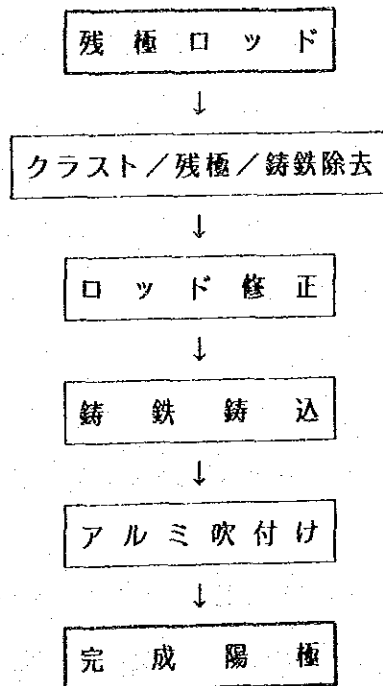
1) 原料調整・成型工程（粉碎・混捏・成型工場）



2) 焼成工程 (焼成炉)



3) ロッキング工程 (組装工場)



前記のごとく、VS炉用陽極ペースト製造設備とPB炉用陽極製造設備を比較すると、後者は、一定寸法に成型され、焼成された陽極を製造しなければならないので、成型以降の工程が余分に付加されている。PB炉では一定の周期で電解炉から消耗した陽極（残極）が戻され、この残極は陽極に組合わせられた電流導体であるロッド（鉄とアルミの導体）から分離され、原料の一部として再使用される。この残極処理のため、原料調整工程にこの残極の粉碎・計量設備が増える。

一方、PB陽極は第二電解工場の場合、外形寸法が 550mm(H) × 660mm(W) × 1,400mm(L)、重量約 700kgとかなり大型であり、専用の成型と焼成炉設備が必要となる。

また、残極を外したロッドは、曲がりの修正や消耗部品の補修などを行なってから、新しい焼成陽極を取付けて電解工場に供給される。

残極を外し新極を取付けるこれら一連の作業をロッディング（組装）工程と称しているが、この設備も新たに必要となる。

2.7.2 転換後のPB陽極製造設備の生産能力と物質収支

電解工場PB陽極使用量について第一案と第二案を比較すると、表 2.7.2-1 に示す通りとなる。

表 2.7.2-1 PB陽極使用量

	第一案	第二案
設備炉数（最大稼働炉数）	168 炉	112 炉
平均稼働炉数	161.3炉	107.5炉
*陽極交換周期	24 日	24 日
一炉当り設備陽極本数	16 本	24 本
一日当り交換陽極総本数	112 / 107.5本	112 / 107.5本
第二案 116炉設置の場合		116 / 111.5本
臨時交換本数（2%）	2.5本	2.5本
一日当り必要供給本数	111.5 / 110本	(118.5 / 114本)

*注：交換周期の目標値は25日であるが、当面の実績値として余裕をみた。

以上の結果から、電解工場への陽極供給本数を最大119本/日とする。

2.7.3 PB陽極製造各工程の設備能力

(1) 設備能力

組装工程：143本/日 良品率97% 週6日稼働
 焼成工程：129本/日 良品率95% 10本×7pit×2fire×24hr/26hr
 成型工程：190本/日 良品率97% 年間稼働率70%（月間21.3日稼働）
 混捏工程：6トン/時 生陽極重量 730kg/個 8本/時（192本/日）

(2) 設備能力算定の基準

電解工場に供給する陽極の本数は116炉稼働の場合の119本をベースとした。

設備能力の算定に当たって各工程の良品率は低めに設定してあるので、実際の操業時にはこの値より良い水準を管理目標とすべきである。もし、この比率で常

時不良品が発生すると、原料コークスに対する残極とスクラップの配合比率が適正値を過えるので、処理できないスクラップ在庫が増えることになる。

(3) 焼成炉のファイヤーサイクル

第二電解工場の既設炉と操業機器を共用する利点を生かすため、同じ炉構造で半分の規模とし、燃焼装置の移動周期（FIRE CYCLE）は26時間に設定されている。

この移動周期によって焼成炉の生産能力が決められるが、この値について中国では技術者の一部に過小であるとの意見があるように聞いているが、実際に世界各国に24時間、又はそれ以下の実績を持つ焼成炉が操業されており、我々の実績でも問題はない。

移動周期を32時間前後とすると焼成炉の設備条件は以下の通りとなる。

焼成工程：129本/日 良品率95% 10本×6pit×3fire ×24hr/33.5hr

原案に対してこの案では、炉の幅は1,280mm短縮されるが全長は32,544mm延長されるので、コンクリート壁内部の炉本体の面積は32%増加し、その増加分に見合っ設備費用も増えることになる。

2.7.4 既設VS炉用陽極設備の評価と転用可能設備

前述のように、PB陽極を製造するためには、VS陽極ペースト製造設備にかなりの設備を追加しなければならない。しかし、既設設備がPB陽極製造用の一部として能力が満足されれば、建屋を含めてPB陽極製造用に転用できる可能性がある。

この観点から既設陽極工場の設備能力と性能を検討する。

(1) 生コークス焼成設備

設備としては、第二電解工場用生コークス焼成設備と同形式であり問題はない。転換後のコークスの使用量はアルミニウム生産量を年間45,000トンとした場合、年間最大22,000トン程度となる。

この生産量に対比するキルンの能力は年間稼働日を240日（稼働率66%）とすれば毎時3.8トンに相当する。現在の操業はこの値をやや下回っているようであるが、キルンの寸法から見て、回転数など操業条件を適切に選択し、設備を多少改善すれば到達可能な生産量と判断される。

又、キルンのライニング修理期間中は、第二電解工場設備から供給を受けることによって、過大な貯蔵設備を持つことが避けられる。

(2) コークス粉碎設備

混捏工程までを含めて、プロセスとして基本的な欠陥はない。コークス粉碎設備の能力は既設機器の仕様が明らかではないので断定できないが、提供された配置図に記載された主要機器の外形寸法から推定して、混捏工程の生産能力6トン／時に対応する粉碎能力5トン／時は満足できるものと思われる。ただし、現在の配置は、PB陽極用としてそのまま転用できる機器配置にはなっていないので、転用するとしても一旦撤去してから再配置する必要がある。その場合、大部分の機器は老朽化しているので、再使用が困難となろう。

(3) 混捏工程生産能力

現在4～5T/Hで操業されているが、既に能力は限界に達していると説明されており、当然能力は不足するので転用は不可能となる。

更に混捏機の構造上の制約から十分な混捏効果が期待できず、品質に不安が残るので、この面から見ても既設機器を転用することは適当でない。

以上の理由から、生コークス焼成設備を除いて、既設設備の転用は断念しなければならない。

2.7.5 陽極設備の建設費

生コークス焼成設備を除く4工程の陽極製造設備を、建物を含めてすべて新設することは多額の設備費用がかかる。ゼーダーベルグ炉をPB炉に転換しようとする計画が、多くの場合成立し難い最大の理由はこの点にある。従って、陽極設備の建設費の算定は、本計画の経済性を判定する重要な要素となる。

陽極設備は、前述したように幾つかのプロセスから成っており、構成する設備・機器の種類が多いので、個別に機器の金額を積上げる必要がある。しかし、全部の機器仕様を決定し、見積を徴収する作業は困難なので、第二電解工場の陽極設備金額を基準にして新設費用を推定することとする。但し、中国国内の建設工事・材料の単価が不明のため建物や工事費は算定ができないので、日本の実績を参考として算定した。

又、より合理的な方法を探るため、現在計画されている第二電解工場二期計画設備と共用の可能性を検討する。陽極設備の建設費内訳を表 2.7.5-1 に示した。

(1) 第二電解工場陽極設備の設備費用

この第二電解工場陽極設備は、アルミニウム年産8万トンの電解工場に対応するものであり、この金額は電解炉設備の場合と同様に、1978年に締結された米ドル建て契約金額を同じレート(185¥/\$)で換算した日本円で表示されている。

但し、表 2.7.5-1 の焼成炉築炉材料(中国調達分)は、この契約で中国が国内で調達することとした断熱煉瓦 1,759トン分で、断熱煉瓦の中国国内の現在価格が他の建設資材と同じく不明なので、当時の日本国内価格で表示してある。

(2) 第一電解工場陽極設備の設備費用

第一電解工場側は、この陽極設備を第二電解工場とは別に独立して設置・運用したい希望を持っているので、転換後の第一電解工場に必要な陽極の最大本数 119本を供給できる規模の設備を想定し、第二電解工場の陽極設備費用をスラ

イドして算出した。

(3) 両者の設備費用の比較

第一電解工場陽極設備の設備費用の合計は、第二電解工場の77%となり、生産量比の58%に対して割高となっている。その原因は集計表でも明らかなように、生陽極を製造する原料調整・成型設備と、焼成陽極にロッドを装着する組装設備の費用が必要とする生産量に比較して高いことにある。

前者は工程能力が半分近く減少しているので、混捏機は現用のK-500Eから一段小型のK-400Eに、成型機は回転テーブル型からスライディングテーブル型に変更して、設備費を逡減することを考慮する。

その他の粉砕機・篩・コンベアーなどの機器については、いずれも汎用機器として能力の小さいものであり、生産量の減少分に応じた比率で更に小容量の機器を選択することが出来ない場合が多く、設備費はそれほど減少しない。付帯設備については、殆ど同じ規模となる。

後者については、第二電解工場に設置されているような各国の電解工場で操業実績のある連続自動処理設備を採用しようとする、この規模以下の設備を求めることは困難である。従って、能力が過大であっても、殆ど同一仕様の設備を採用しなければならないことになる。

焼成炉設備は生産量に比例した規模で設計出来るので、設備費用は生産比率をやや上回る程度の63%に留まっている。特に、ファイヤーサイクルを26時間としたことにより、焼成炉の大きさは第二電解工場の焼成炉の半分で済むので、焼成炉設備総額の50%を占める築炉材料と専用クレーンの金額が減少している。

(4) 共用案の根拠と提案

PB陽極製造設備は、この試算によっても明らかなように、一定規模以上にならないと設備費用が割高になり、生産コストを押し上げることになる。

その限界は陽極年産5万トン前後と言われており、第二電解工場の陽極設備が

丁度この規模である。一方、第一電解工場陽極設備の生産能力は年産3万トンなので上述の結果は当然と思われる。

しかし、貴州工場の場合は第二電解工場が陽極製造設備を持っており、更に同規模の設備の増設計画の実施が決定されている。第一電解工場のPB炉転換計画は、この立地条件を考慮して電解炉で使用する陽極寸法を、第二電解工場の陽極と同じとすることを前提としている。

これらの条件を総合的に判断すれば、既設および増設の第二電解工場設備を出来る限り利用することが最善の方法であると確信する。

この観点から、項を改めて検討する。

表 2.7.5-1 陽極設備の建設費

(単位：千円)

陽極製造設備費	第二電解工場	スライド率	第一電解工場	共用案
原料調整・成型工程	1,744,870	0.87	1,510,000	*
コークス貯蔵設備	95,700	0.90	86,000	
残極粗粉碎設備	196,780	0.85	167,000	
ピッチ粉碎設備	140,820	1.00	140,000	
残極粉碎・分級設備	101,760	0.90	92,000	
コークス粉碎・分級設備	160,610	0.85	137,000	
コークス微粉碎設備	118,550	0.85	101,000	
計量・混捏設備	521,000	0.80	417,000	
陽極成型設備	146,650	0.80	117,000	
熱媒加熱・循環設備	50,770	0.90	46,000	
電気計装設備	148,250	1.00	148,000	
付帯設備	63,980		59,000	
陽極焼成炉設備	2,509,550	0.63	1,565,000	1,565,000
陽極ブロック輸送設備	430,930	0.70	300,000	
築炉材料(日本提供分)	748,810	0.58	434,300	
(中国調達分)	193,800	0.58	112,400	
燃焼用機器・ダクト	255,960	0.60	154,000	
ガス吸引・洗淨設備	390,850	0.70	273,000	
作業用専用クレン	327,480	0.50	163,700	
電気・計装機器	121,950	0.80	97,600	
付帯設備	39,770		30,000	
組装設備	914,940	1.00	915,000	*
組装主要機器	642,140			
鋳鉄・アルミ溶解設備	84,980			
電解浴処理設備	65,920			
残極処理設備	65,090			
電気・計装機器	43,590			
付帯設備	13,220			
その他日本側供給材料	38,510		30,000	
機材費用合計	5,207,870	0.77	4,020,000	1,565,000
焼成炉工事費				160,000
焼成炉基礎				135,000
焼成炉建屋				240,000
焼成炉設備費合計				2,100,000
成型設備建屋工事費			400,000	
焼成炉建屋工事費			535,000	
組装設備建屋工事費			275,000	
陽極設備費合計			5,230,000	

2.7.6 陽極設備の共用案

(1) 原料調整・成型工程

第二電解工場陽極設備の基準成型能力は毎時15.1トン（20.6個）で、生産開始以来、現在までこのペースで操業が行なわれている。第二電解工場向けに必要な生陽極の生産個数は年間約86,600個であり、上記生産ベースにおいて年間平均設備稼働率は49%となり、かなりの余裕を持っている。

もし、第一電解工場向けに必要な47,100個をこれに上乗せして生産すると、稼働率は74%となる。これは年間270日/月間22.5日稼働に相当し、正常な管理体制の下においては問題のない稼働率である。更に、予定されている第二電解工場の増設計画が着工され、既設第二電解工場陽極設備と同規模の陽極設備が増設されることになれば、これら2系列で第一電解工場向け陽極の生産を分担することが可能となる。この時点において両者が各々第一電解工場向け生陽極の生産を分担すれば、設備の稼働率は61%となり、現在の管理水準でも全く問題はない筈である。

従って、この工程に関しては、独立した設備を建設する必要性は無いと判断する。

(2) 陽極焼成炉

焼成炉については、通常は使用量に見合った能力の焼成炉容量で設計され、操業は連続して行なわれるので稼働率は常に100%である。従って、生産能力については上限がある。焼成炉の能力は焼成炉の寸法とファイヤーサイクルによって決定される。

第二電解工場に設置されている炉は開放・水平流形式の連続焼成炉である。その構造は10個の陽極ブロックを挿入できるピットが最小単位であり、7ピット1組となって1セクションを構成し、17セクションが1ファイヤーを構成している。第二電解工場焼成炉の場合は、4ファイヤーで全体が構成されており、セ

クシオン数の合計は68である。

各ファイヤーは同じ周期で移動し、この場合は32～33時間で年間5万トンの陽極を焼成している。このファイヤー移動周期をファイヤーサイクルと呼び、この時間を燃焼調整の可能な範囲内で増減して生産量の調整を行なっている。

第二電解工場のファイヤーサイクルは比較的長いので、多少の増産は可能であるが、この分は電解工場の使用量の変動に対応するための余裕として確保しておかなければならないので、第一電解工場向けの供給余力はない。従って、第一電解工場用として焼成炉は新設する必要がある。

(3) 陽極組装設備

PB電解炉では陽極が消耗すると新しい極と交換されるが、この設備は電解工場では交換された消耗極を処理して新極にする工程である。

現在、第二電解工場に設置されている設備は、フランス国ECL社で設計・製作された設備で、各国の電解工場でも使用されている代表的設備の一つである。

電解工場から戻されて置場で自然冷却された陽極は、受渡設備でモノレールを自走する運搬車に一本ずつ吊り下げられ、クラスト除去、残極除去、鋳鉄除去、ロッド修正、新極取付け、鋳鉄鋳込み、アルミニウム吹付け（アルミマントリング）の各工程を順次経過して新極となり、再び電解工場に供給される。

これら各処理工程の機器・設備は、モノレールから順次送り込まれる残極とロッドを連続して一定時間以内で処理するため必要な個所は複数の機械が設置され、系列全体の能力は週6日稼働の一直で一日分233本を処理する仕様となっている。ただし、現在までの実績では設備の故障発生頻度が高く、修理能力が追い付かないこともあって稼働率がかなり低い状態が続き、この目標は到達されていない。このため、現状では三直操業で対応しているようだが、操業・設備管理を強化できれば、将来少なくとも各直200本の処理はできる筈である。

この水準に到達できれば、第一電解工場分の陽極をこの設備で処理する余裕が出てきて、当然新規設備は不要となるので、現設備の稼働率向上に努力を向ける

ことが最も効果的であり経済的である。

いずれにしても、現有設備の能力を十分に発揮するよう使いこなすことが先決で、同種の設備を第一電解工場陽極設備として新設したとしても、この問題を解決しなければならない。

もし、どうしても第一電解工場側に組装設備を作る必要があるとすれば、第二電解組装設備の修理期間中の補助設備とすることを前提として、第二電解工場のようなモノレールを使用した連続自動設備ではなく、各工程をバッチ処理する故障の発生個所の少ないものとするべきである。この方式であれば、大部分の機器は国産品を使用することが可能と思われ、設備の保守も容易となろう。

以上、第一電解工場のPB転換後に必要とする陽極の供給方法として、増設設備を含む第二電解工場設備の生産能力の余力の中で生産する共用案を説明した。この方式が適用できれば、陽極製造のための設備費用は大幅に減額可能となる。

このことは、第二電解工場側から見ても、第二期の増設計画が第一電解工場陽極設備の費用節減に寄与することで、計画の波及効果を強調できるメリットがある。

2.7.7 陽極設備の設置場所

(1) 陽極焼成炉とその付帯設備

陽極設備の設置場所はなるべく電解工場に近いことが望ましく、現在適当な場所として上げることのできるのは、既設陽極ペースト工場を含む 120m×250m の道路に囲まれた区画である。

この区画の中に焼成炉陽極/ブロック倉庫/新陽極・消耗陽極置場を配置すると、図 2.7.7-1 のハッチングで示した建屋配置のようになる。

焼成炉については第二電解工場焼成炉のセクション数を 1/2 として建屋の寸法を決めてある。この配置図で明らかなように、この区画のなかに付帯建屋を含めて前記の工場建屋を設置することが可能である。

この他の候補地として、第二電解工場増設予定の焼成炉建屋を延長して、この焼成炉を設置する案がある。この案の利点は、クレーンガーダーを連結することによって価格の高い専用の多目的クレーンの予備を共用できる点にある。

又、炉の操業を第二電解工場に委託することによって、既に確立された管理体制の下で熟練した操業による安定した品質の陽極が供給され、操業経費は節減されると思われるが、この点の評価については、この場所の延長が可能であるかどうかを含めて工場の判断にまかせたい。

(2) 原料調整・成型工場

この区画の中に焼成炉の他に生陽極製造工場を設置しようとする、既設陽極ペースト工場を撤去しなければ配置することは困難となる。現在の陽極ペースト工場は第一電解工場のPB炉転換工事が完了した時点で最終的に不要になるが、工事期間中もVS炉が稼働しているので、生産は続けなければならない。従って、新たに生陽極製造工場を設置する場合は、電解工場の転換工事に先だって現有陽極ペースト製造設備を休止しなければならず、かなり長期にわたる工事期間の間の陽極ペーストの供給方法を検討しなければならない。この場合、現有設備の生産能力に余裕がなければ、工事期間中に消費すべき陽極ペーストを事前に造り貯めすることはできないので、この案は実施不可能となる。

(3) 陽極組装工場

現有の第二電解工場と同規模の陽極組装工場は、配置図を見ても一目で判るように、この区画に配置することはできない。

ロッキングの終わった新極（完成陽極）と、電解工場から戻って来た消耗した陽極（残極）の置場として必要な面積を考慮すれば、配置図に書かれた組装工場の広さでは、補助的な陽極組装設備を配置する程度のスペースしか確保できない。

以上の配置上の制約から見ても、成型工場と組装工場は第二電解工場と供用することを主体に検討すべきであろう。

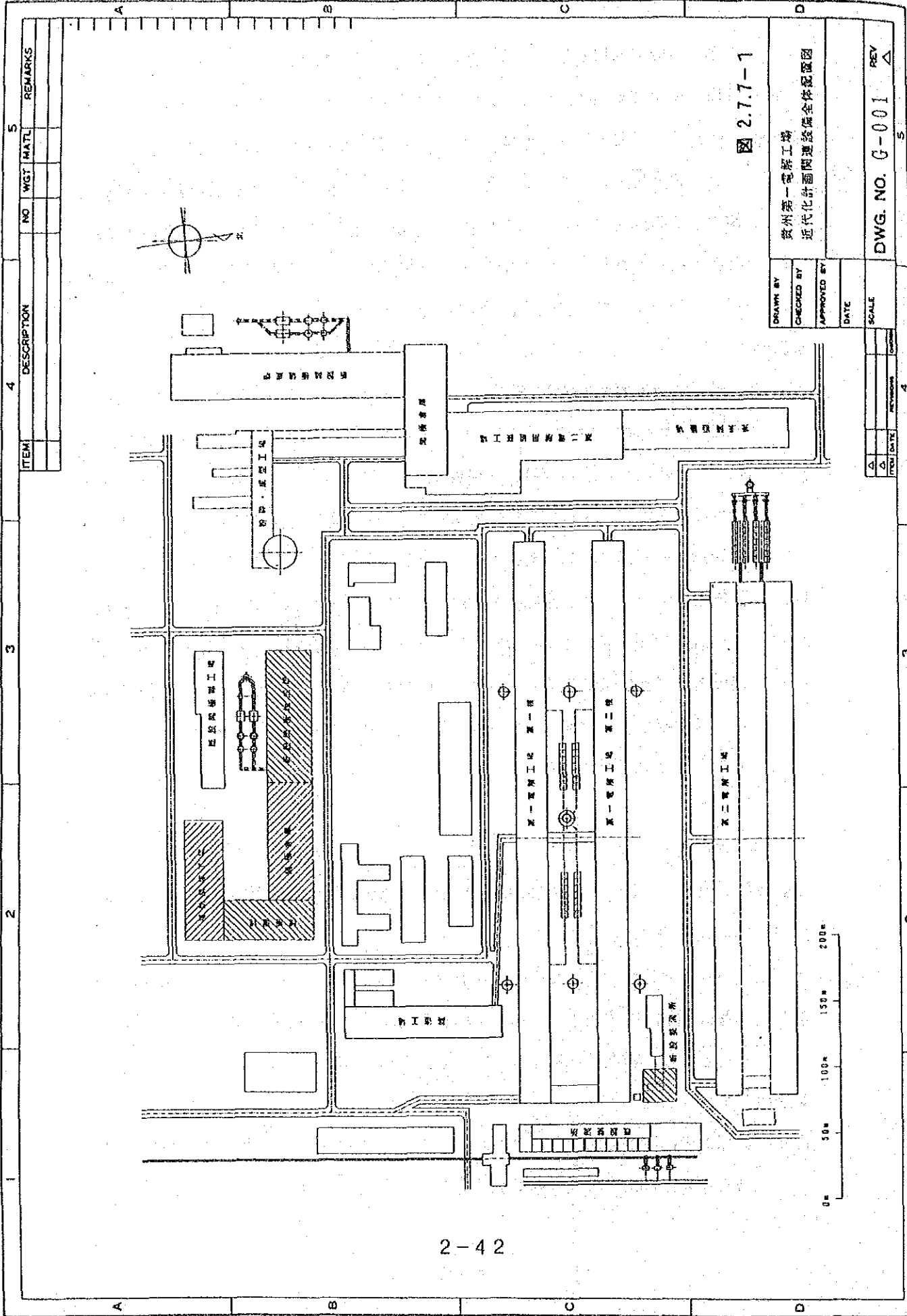


圖 2.7.7-1

DRAWN BY	貴州第一電廠工程
CHECKED BY	近代化計画圖建築設備全体配電圖
APPROVED BY	
DATE	
SCALE	

DWG. NO. G-001 REV 5

ITEM	DESCRIPTION	NO	WG	MATL	REMARKS
4					
5					

2-42

第3章 近代化計画としてのプリバーク炉転換方案の 効果と経済評価



第3章 近代化計画としてのプリバーク炉転換方案の効果と経済評価

近代化計画としてPB炉に転換する方法を取上げた場合、電解炉と陽極設備について各々独立して以下に上げる二つの選択枝があることを前章に於いて説明した。

電解炉形式

- (1) 第一案 既設炉配列を変更せずPB炉に置き換える。
- (2) 第二案 建屋のみ転用して第二電解工場と同じ炉とする。

陽極製造設備

- (1) 工場原案 PB陽極製造全工程の設備を新設する。
- (2) 調査団提案 PB陽極焼成炉だけを新設する。

これらの方式についてここで総括的に比較した上で、最終的に現有のVS炉をPB炉に転換する近代化計画についての評価を行う。

3.1 電解炉形式2案の比較

3.1.1 技術条件

第一案、第二案の技術条件を表 3.1.1-1 に示す。

表 3.1.1-1 第一案、第二案の技術条件

条 件	第 一 案	第 二 案
操 業 方 式	電算機制御による中央自動処理 方式	第一案に同じ
電 流 容 量 ・ 炉 数	107KA × 168炉	160KA × 112 (116)炉
炉 配 列	END TO END	SIDE BY SIDE
設 備 設 計 技 術	アルミナ供給方法と母線の配列 は設計変更し、その他の部分は 第二電解工場図面を一部修正す る。	第二電解工場設計図による。 但し、アルミナ供給方法は設計 変更する。
操 業 技 術	操業基準の見直しが必要。	第二電解工場基準による。
転換後年間生産量	43,700トン/年	43,700 (45,200) トン/年
転換期間中生産量	71,800トン/ 2.5年	52,700トン/ 2.5年
転換期間の減産量	4,650トン/ 2.5年	23,750トン/ 2.5年

3.1.2 設備費

第一案、第二案の設備費（整流設備を含む）の比較を表 3.1.2-1 に示す。