

手り銅製錬技術協力長期調査員

報告書

昭和51年7月

国際協力事業団

チリ銅製錬技術協力長期調査員

報告書

JICA LIBRARY



1026087[5]

昭和51年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日	'84. 3. 21	704
登録No.	01044	66.6
		MPP

国際協力事業団

は じ め に

国際協力事業団は、チリ共和国政府の要請にもとづき昨1975年約1カ月間にわたり、同国の銅製錬開発技術に関する事前調査団を派遣した。

今回の長期調査団は前回の事前調査団の調査結果を基にチリの銅製錬についての現状、分析をさらに深めると共に、調査過程においても日本の銅製錬技術をチリ側に紹介しつつチリー・日本両国にとって最も適切な具体的技術協力可能事項を抽出することであった。

調査期間と構成メンバーは次のようである。

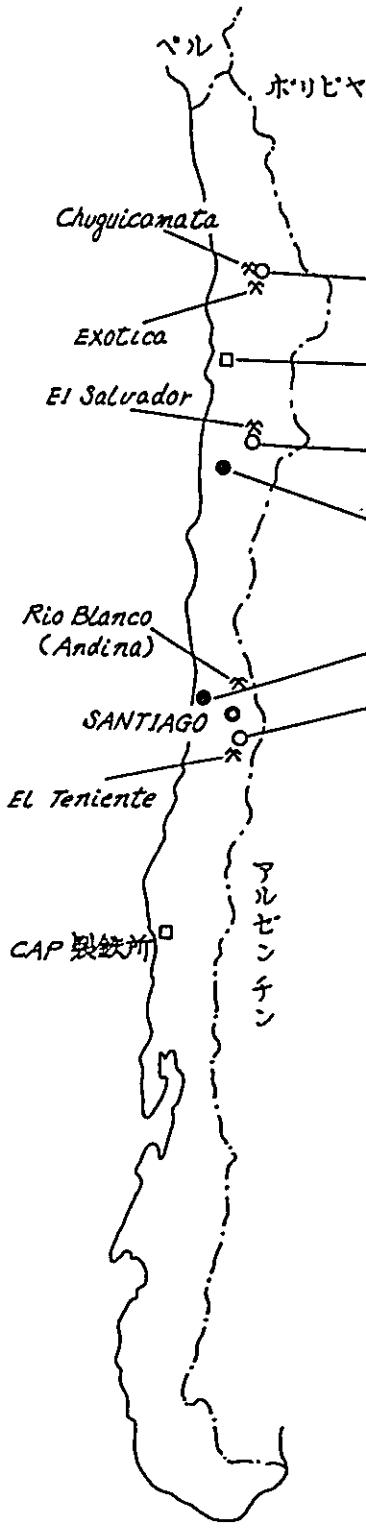
調 査 期 間	1976年3月30日から6月29日まで約3カ月間
構 成 メ ン バ ー	大宮司弘昌 日本鋳業(株)製錬部技師長
	村上 修一 三菱金属(株)
	渡辺 勉 住友金属鋳山(株)

以下今回の調査活動状況、打合せ内容、チリ側要望事項等を取りまとめた。

本調査の実施に際しては、各方面から積極的な協力をうけた。チリ国政府及び関係機関の支援並びにわが国の外務省、通産省及び関係業界の指導厚くお礼を申し上げる。

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作



名称	製錬法	調査	
		550年	551年
Chugnicamata	S + R	○	5/10 ~ 5/17
Mantos Blancos	特殊塩化物法	○	—
Potrerosillos	S + R	○	4/20 ~ 25
Paipote	S		4/26 ~ 27
Las Ventonas	S + R	○	5/18 ~ 20
Caletones (EL Teniente)	S	○	4/12 ~ 15 5/4 ~ 7

S = 反射炉 転炉 (精製炉)
R = 電解

- CODELCO 所属
- ENAMI 所属

目 次

はじめに	
1. 調査団派遣の経緯と目的	1
2. 調査日程	2
3. 調査団からOIMMへ提出したNote	12
3-1 Memorandum	13
3-2 A Note of the Jica Team on its Visit to Chilean Smelters and Refineries	13
4. Chile側よりJICAへの技術援助要請書	18
5. 議事録	27
5-1 Caletones (第1回)	28
5-2 " (第2回)	32
5-3 El Salvador	34
5-4 Paipote	38
5-5 Chuquicamata (第1回)	41
5-6 " (第2回)	43
5-7 " (第3回)	45
5-8 " (第4回)	47
5-9 Las Ventanas	49
5-10 Enami	52
6. 実地調査	56
6-1 Caletones	56
6-1-A Caletones 製錬所 (第1次調査)	56
6-1-B Caletones " (第2次調査)	73
6-2 Potrerillos	78
6-2-A Potrerillos 製錬所	78
6-2-B Potrerillos 電解工場	88
6-3 Paipote	96
6-3-A Paipote 製錬所	96
6-4 Chuquicamata	104
6-4-A Chuquicamata 製錬所	104
6-4-B Chuquicamata 電解工場	112

6-5	Las Ventanas	119
6-5-A	Las Ventanas 製錬所	119
6-5-B	Las Ventanas 電解工場	124
6-5-C	日本に対する技術協力依頼	128
7.	Chuquicamata タイムサイクル表	130
10	.....
20	.....
30	.....
40	.....
50	.....
60	.....
70	.....
80	.....
90	.....
100	.....
110	.....
120	.....
130	.....
140	.....
150	.....
160	.....
170	.....
180	.....
190	.....
200	.....
210	.....
220	.....
230	.....
240	.....
250	.....
260	.....
270	.....
280	.....
290	.....
300	.....

1. 調査団派遣の経緯と目的

日本国政府は昭和50年1月チリ共和国政府の要請に基づき同国の銅製錬開発技術に関する、事前調査団を50年7月から8月にかけて約1カ月間派遣した。

事前調査では、銅公団(CODELCO)、鉱山公社(ENAMI)傘下の各製錬所と、鉱山冶金中央研究所(CIMM)を現地調査をし、定性的技術診断を行った。その後3ヶ月後にチリ側技術専門家2名を日本に受入れ、日本の銅製錬所の視察を通して、技術面について相互に意見交換を行った。本調査員は、事前調査での調査内容と受入れ研修員との意見交換等を通して、知り得た資料を基に、より具体的に一層の現状分析と、チリ側担当者との討論を通して、協力プログラムの原案の資料を収集する事を主たる目的に派遣した。

2. 調 査 日 程

月 日	曜 日	内 容
3/30	火	20°00' 羽田発 AF100 PAPEETE 経由
3/31	水	5°00' LIMA 着 9°00' LIMA 発 LA 141 13°00' SANTIAGO 着 17°~19° 日本大使館で栗原参事官とスケジュール打合せ
4/1	木	10°~15°30' CIMMで今後の行動計画予備打合せ 同所内見学及び昼食会 CODELCO 側出席 MALDONADO, TRONCOSO CIMM " ANDALALT 他 3 名 大使館 SUZUKI 同行 16°~18° 三菱商事, 三井物産, 住友商事各出先機関にあいさつ
4/2	金	10°~15°30' CIMM TRONCOSOより各所製錬所の説明を受ける " 案内 CIMM Pilot plant 視察(建設中) ALTMAN(国連 EXPERT)を加え, 主としてアノー ド鋳造について討議 15°30'~18° チリ大学西村氏と会談
4/5	月	10°~11° CIMM ALEXANDER SUTULOV 等 CIMM 幹部と会合 出席者 SUTULOV, CADWELL, STEEN, GODOY, MALDONADO, TRONCOSO, ANDANAFT 席上 SUTULOVより, 今後の日程について打合せ (MALDONADOがアレンジする) 11°~13° CADWELLより, Chileに於ける hydro metaurgy 及 び CIMMの研究している。バクテリアリーチングを 含む hydro metaurgy について説明を受ける。 13°~14°30' 上記メンバーと会食 14°30'~17° GODOY 他 2 名より, CHUQUI. POTRERILLOS, VENTANAS の ELECTROLYTIC REFINERY の 概要説明を受ける。 途中 15°30'~16° 日本大使館 栗原参事官 来 CIMM

月 日	曜 日	内 容
4/5	月	調査の進め方、日程について SUTULOVと会談 日本及び Chile の意見に相異が無い事を確認
4/6	火	9°~13° Chileへ来て得た情報、データの整理 14°~17°30' TRONCOSOより、各製錬所の概要、問題点説明受ける
4/7	水	9°~17°30' TRONCOSOより、各製錬所の概要、問題点の説明受ける
4/8	木	10°~12° ENAMI あいさつ、MALDONALDO、TRONCOSO 随行 J. GONZALEZ、M. LIRA、J. RONDA と会い、 ENAMI 見学のスケジュール決定 GONZAREZより ENAMI 概要説明受ける 13°~17° TRONCOSOより EL TENIENTEの概要、問題点の説明をうける
4/9	金	9°~17° ALTMANと EL TENIENTEの問題点について討議
4/12	月	8°~10° SANTIAGO→EL TENIENTE. 11°~13° CALETONESに於て討議 H. SCHWARZE (SMELTER, GENERAL SUPERINTENDENT) G. VERA (VICE-SMELTER, GENERAL SUPERINTENDENT) F. PINO (Plant SUPER INTENDENT) J. ACHURRA (SMELTER METALLURGIST) L. TORRES (ACTING OPERATIONS SUPERINTENDENT) CODELCO TRONCOSO CIMM ALTHAIX, GODOY 13°~14° 会食 14°~16°30' 製錬所視察
4/13	火	8°~13° J. ACHURRA, L. TORRESと主として反射炉について 討議 14°~16° 反射炉視察
4/14	水	8°~15° J. ACHURRA, H. Yanesと主として転炉について討議 15°~16°30' 転炉を視察

月 日	曜 日	内 容
4/15	木	<p>8°~17°</p> <p>1) 精鉱スラリーの浮過, 乾燥, 硫酸プラント及び酸素プラントの概要, 問題点説明あり。F.PINO, G.P-OUL, J.JIMENES.</p> <p>2) 各工程担当者と問題点, 今後の方針について総括討議</p> <p>3) H. SCHWARZE 総括</p> <p>昼食時 SUB-GENERAL-MANAGER WALTER WITT MULLER氏と会談</p>
4/16	金	8°~16°30' EL TENIENTE 発 CONCEPCION へ
4/17	土	<p>10°~13°</p> <p>CIA DE ACERO DEL PACIFICO S.A. (CAP) 製鉄所見学</p> <p>D.RUIZ (superintendent) 案内</p>
4/18	日	15°~24° CONCEPCION 発 SANTIAGO へ
4/19	月	10°~17°30' CIMMで EL TENIENTE のまとめ 国連派遣 白井氏と会談
4/20	火	<p>15° SANTIAGO 発 (飛行機)</p> <p>16° EL SALVADOR 着</p> <p>18°~20° EL SALVADOR 鉱山, 選鉱場視察</p>
4/21	水	<p>9°~10°30' EL SALVADOR 事務所で行動予定打合</p> <p>MACEVEDO (GENERAL MANAGER)</p> <p>M.VEGA (OPERATION MANAGER)</p> <p>A.LOPEZ (CONCENTRATOR SUPERINT'T)</p> <p>C.DIEZ (SMELTER SUPERINT'T)</p> <p>B.MARIN (REFINERY SUPERINT'T)</p> <p>我々3名</p> <p>CODELCO TRONCOSO</p> <p>CIMM ALTMAN, GODOY</p> <p>11°30' POTRERILLOS 着</p> <p>13°30'~17°30' 製錬所の概要説明を受けたのち視察案内 C.DIEZ, R.MARIN</p> <p>G.DARRIGRANO (SMELTER GENERAL FOREMAN)</p>

月 日	曜 日	内 容
4/21	水	S. CASTILO (SMELTER METALLURGIST) V. PAREDES (CONTROL ENGINEER) 17°30'~19°30' フィルター, ドライヤについて討議
4/22	木	8°~10° ワイヤバー 鋳造 視察 10°~16°30' 反射炉の説明を受けたのち討議 16°~17°30' アノード 鋳造 視察 17°30'~15°30' 反射炉問題点総括討議 21°~23° General manager 他 10名と会食
4/23	金	8°30'~15° 転炉及びアノード, 鋳造の説明を受けたのち討議 15°~16° 同上視察 16°~17°30' 電解の概要説明を受ける H.CARRANZA (ASST. REF. SUPER'T) O.AGUILAR (REF.GRALFO-RN)
4/24	土	8°30'~10°30' 電解視察 10°30'~18° 電解の説明をうけたのち討議 B.MARIN, H.CARRANZA, O.AGUILAR, J.CHAVARRIA (METALLURGIST)
4/25	日	10°~12°30' EL SALVADOR に於て 4/21 と同じメンバー (除 C.D-IEZ) と Potrerillos の問題点等総括討議 13°30'~15° GENERAL MANAGER 宅で同上メンバー会食 15°~20° EL SALVADOR 発, PAIPOSE 着 22°~24° J.GONZAREZ, M.LIRA, J.RONDA 及び E.S.PARRAGUE (SMELTEIR GENERAL SUPER'T) と会食
4/26	月	9°~10°30' PAIPOSE 製錬所の概要説明受ける J.GONZAREZ, M.LIRA, J.RONDA, E.S.PARRAGUE H.SEPULEDA (PRODUCTION SUPER'T) D.GOIC (OPERATIONS SURER'T) 10°30'~18° 視察 (全工場)
4/27	火	9°~18° 全般説明を受けたのち討議
4/28	水	9°~17° COPIAPO 発, La SELENA 着

月 日	曜 日	内 容
4/28	水	途中 COPIAPO で UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADIO の鉱物博物館見学
4/29	木	10°~19° La SELENA 発, SANTIAGO 着
4/30	金	10°30'~18° CIMM 調査まとめ
5/1	土	休 日
5/2	日	13°~15° 在チリ日本大使公邸に於て, 天皇誕生日祝賀会に出席
5/3	月	9°30'~17° CIMM 調査まとめ
5/4 ~5/7	火 金	9°30'~17° CIMM 調査のまとめ及び, CHUQUIVENTANAS, CHAGRES 調査の準備
5/8	土	休 日
5/9	日	" 栗原参事官より, 拓植一等書記官の紹介を受ける
5/10	月	8°30'~11°30' SANTIAGO→CALANA→CHUQUICAMATA 11°30'~12°30' R. GASPARINI (ACTING Boss/T MANAGER of OPERATIONS) と調査スケジュール打合 G. TRONCOSO, R. GODOY 13°~14° R. GASPARINI B. HOLGER (MANBGER of ENGINEERING & DEVELOPMENT) V. PIO (SMELTER EXPANSION PROJECT MANAGER) と会食 14°30'~18° 鉱山, 選鉱場, 製錬所, 電解工場視察
5/11	火	9°~12° ドライヤ, プレンディング, 反射炉 視察 14°~17° 同上 詳細データの収集 H. SARAZAR (SMELTER SUPERINTENDENT) G. REIMANN (CHIEF METALLURGIST) S. DEMETRIO (SMELTER JUNIOR ") R. OTAROLA (" ")

月 日	曜 日	内 容
5/12	水	9°~17° 転炉, アノード, 鋳造視察及び詳細データ集収
5/13	木	9°~17° 電解及び 銅炉視察及び詳細データ集収 M.MAUREIRE (REFINERY'S GENERAL SUPERINTENDENT) E.LUEG. (ELECTROLYTIC REFINERY SUPERINTENDENT)
5/14	金	9°~12° 電解及びアノード鋳造視察, 問題点総括討議 14°~18° 集収データのまとめ
5/15	土	9°~18° 全般討議
5/16	日	休日 SAN Pedro de Atakama の古教会, 博物館を見物 TOKONAO
5/17	月	9°~10° N.TSHISHOW (GENERAL MANAGER) R.GASPARINI と打合せ CHUQUVICAMATA に対する PRIMARY OPINION を述べる 11°30'~14°30' CALAMA → SANTIAGO
5/18	火	10°~12° VINA DEL MAR 14°~16° LAS VENTANAS に於て, スケジュール打合せ J.J.GONZAREZ, M. LIRA A.STINGO (GENERAL PLANTS SUPERINTENDENT) J.SCHEIB (PRODUCTION SUPERINTENDENT) G.TRONCOSO, R.GODOY 16°~18° 製錬所の一般説明を受ける
5/19	水	9°~12° 反射炉, 転炉, ワイヤパン鋳造, 電解工場視察 14°~18° 反射炉, 転炉について詳細データの集収及び討議
5/20	木	9°~12° プレンディング, 転炉, 電解, 穀物処理 視察 14°~18° 同上, 詳細データの集収及び全般討議
5/21	金	休日 (CHILE の NATIONAL HOLIDAY)

月 日	曜 日	内 容	
5/22	土	休 日	
5/23	日	休 日 SANTIAGOへ帰る	
5/24	月		
25	火	9°~17°	CIMM 調査のまとめ、今後のスケジュール検討
26	水		援助可能項目について、我々3名で討議
5/27	木	9°~16° 17°~18°	CIMM 同上 大使館 柘植一等書記官に業務報告をし、今後のスケジュール、各資料の取扱いについて打合せ
5/28	金	9°~17°	CIMM CALETONES, POTRERILLOS, PAIPOTEの議事録チェック
5/29	土	休 日	
5/30	日	休 日	
5/31	月	9°~17°	CIMM CHUQUICAMATAの議事録チェック
6/1	火	14°~18°	ENAMI 本社 J. GONZAREZ, M. LIRA, J. RONDA G. TRONCOSO, 福田通訳同席 1) 我々から VENTANAS について追加質問 2) ENAMI の日本への要望事項まとめ
6/2	水	9°~17° 11°~15°	CIMM 山下大使、柘植一等書記官、CIMM 訪問 昼食会
6/3	木	9°30'~11°30' 16°30'~18°	大使館 チリの日本への技術援助要望事項の取扱いについて、柘植一等書記官より指示を受ける HOTEL CRILLON 同上を F. MALDONADO, G. TRONCOSO に申し入れ福田通訳同行
6/4	金	8°~10°	SANTIAGO 発 - CALETONES 着 1) コットレル、硫酸工場、№3 反射炉 (5/2 START UP) 視察

月 日	曜 日	内 容
6/4	金	2) 同上について、詳細データ集収、討議 ROBERT FRANK (PRODUCTION MANAGER) H.SCHWARZE, G. VERA A.VRIBE (METALLURGIST) G.TRONCOSO.
6/5	土	休 日
6/6	日	休 日
6/7	月	9°~17° CALETONESにて追加討議
6/8	火	CALETONES → SANTIAGO 13°~17° 調査事項まとめ
6/9	水	9°~17° 調査事項まとめ 内 14°~16° 国連派遣 白井氏 J.MALDONADO, G.TRONCOSO と CIMM に対する技術援助について討議
6/10	木	9°~17° 調査事項まとめ
6/11	金	9°~17° 調査事項まとめ CHVQUICAMATA の各炉操業記録 (一週間分) につい て検討 内 14°30'~17° Q国連細野氏来 CIMM
6/12	土	休 日
6/13	日	休 日
6/14	月	9°~15° 援助項目についての CIMM 原案検討 15°~18° 大使館に柘植一等書記官を訪ね、上記検討
6/15	火	9°~12° 調査事項まとめ 14°~17° 援助項目についての CIMM 原案について質疑応答 出席者 チリ側 J.MALDONADO G.TRONCOSO 日本大使館 柘植一等書記官

月 日	曜 日	内 容
6/15	火	国連 細野氏 (通訳) 団員 3名
6/16	水	9°~16° 調査事項まとめ 16°~17° ENAMIにて PAIPOTE ボイラーについて説明を受ける 出席者 チリ側 G. TRONCOSO J. GONZAREZ, M. LIRA E. SOZA 17°~17°30' CODELCO事務所で POTRERILLOS 電解に関して追加 質問を行う 出席者 チリ側 G. TRONCOSO R. MARIN F. LABARCA, T 団員 3名 20°30'~24° チリ側関係者との夕食会 LA ERMITAにて
6/17	木	9°~17° 調査事項まとめ 17°~19° チリ側関係者との懇談会 CIMMにて 21°~23° Farewell パーティー STADE FRANCAISにて 出席者 チリ側 R. BEHNCKE H. E. P. CADWELL J. MALDONADO G. TRONCOSO S. USUI 日本側 拓植一等書記官 細野氏, 団員 3名
6/18	金	調査事項まとめおよび SUTULOV へて NOTE 提出
6/19	土	休 日
6/20	日	休 日
6/21	月	
22	火	
23	水	調査事項まとめ
24	木	

月 日	曜 日	内 容
6/25	金	チリ側より黒子部長あて手紙受領 大使館柘植一等書記官と会談
6/26	土	休 日
6/27	日	SANTIAGO発
6/28	月	
6/29	火	羽田着

3. 調査団からCIMMへ提出したNote

各製錬所を調査する過程で、CIMM幹部および製錬所スタッフより、製錬所についての意見を聞かせてもらいたいとの強い要望が出された。これにこたえてJICA黒子部長の指示にもとずき作製、提出したのがこのNoteである。提出原文のまま示すことにする。

3 - 1 MEMORANDUM

June 18th, 1976

TO : Dr. Alexander Sutulov, Executive Director, Centro de Investigacion Minera y Metalurgica (CIMM)..

FROM : Hiromasa Daiguji, Shuichi Murakami and Tsutomu Watanabe, members of the Team sent by the Japan International Cooperation Agency (JICA).

SUBJECT : Presentation of Team's note on its visit to Chilean smelters and refineries.

1. The long-term research team sent by the JICA for the Chile-Japanese technical cooperation in copper smelting and refining performed a research trip to Chilean smelters and refineries and related activities during three months period (from March 31st to June 17).

The Team has deemed it convenient to present a note on its visit to the smelters and refineries. The note consists of two parts: first, schedule and activities; second, remarks, including the Team's impressions, principal problems observed and suggestions for overcoming them.

2. The Team owes much to Chilean officials for the assistance that they provided us during the project. Directors and those experts who are directly in charge of specific processes of the smelters and refineries helped the Team by showing it the plants and supplying data. Directors and experts of the CIMM also provided all the necessary facilities for the activities of the Team in Chile. The Team is deeply grateful for their help and kindness. The Team wishes to thank especially Messrs. J. Maldonado and G. Troncoso, whose collaboration made the Team's activities most effective in all respects.

3-2 A Note of the JICA Team on its Visit to Chilean
Smelters and Refineries

Part 1

Schedule and Activities of the Team

Date	Place	Participants	Activities
April 12-15	Caletones	H. Schwarze G. Vera	1) Visit to the smelter. 2) Data collection and discussion.

Date	Place	Participants	Activities
		J. Achurra L. Torres F. Pino G. Poul J. Jimenes	3) Hearing of problems of the entire plant in Cal-tones.
April 17	Concepcion	D. Ruiz	1) Visit to CAP.
April 20-25	El Salvador and Potrerillos	M. Acevedo M. Vega A. Lopez C. Diez R. Marin G. Darrigrano S. Castillo V. Paredes H. Carranza O. Aguilar J. Chavarria	1) Visit to the mine, concentrator, smelter and refinery. 2) Data collection and discussion. 3) Hearing of problems of the smelter and refinery.
April 26-27	Paipote	J. Gonzalez M. Lira J. Ronda F. Soza H. Sepulveda D. Goic	1) Visit to the smelter. 2) Data collection and discussion. 3) Hearing of problems of the entire plant in Paipote.
May 10 17	Chuquicamata	N. Tshishow R. Gasparini H. Salazar A. Raimann S. Demetrio R. Otarola M. Maureira E. Lueg	1) Visit to the mine, concentrator, smelter and refinery. 2) Data collection and discussion. 3) Hearing of problems of the smelter and refinery.
May 18-20	Las Ventanas	J. Gonzalez M. Lira A. Stingo J. Scheib M. Debernardi P. Whittle	1) Visit to the smelter and refinery. 2) Data collection and discussion. 3) Explanation of technical data of smelters and refineries in Japan.
June 1st	ENAMI office in Santiago.	J. Gonzalez M. Lira J. Ronda	1) Hearing of problems in ENAMI.

Date	Place	Participants	Activities
June 4	Caletones	R. Frank H. Schwarze G. Vera A. Uribe	1) Visit to the reverberatory furnace No.3 and cottrells. 2) Data collection and discussion.
May 24 - June 17	CIMM		1) Analysis of data collected. 2) Team's note, etc.

Part II

The Team's impressions of its visit to the smelters and refineries, principal problems observed and suggested solutions to overcome these problems are as follows:

The aforementioned are subject to revision that may be necessary to correct any misunderstandings caused by language barriers, etc.

1. General Remarks

- (a) The Team concludes that the technological level has been improved in all smelters and refineries, we visited, in comparison with the situation observed last year.
- (b) The gas leakage and dust generation is considerable in all smelters and refineries. The accumulation of dusts is observed particularly at the mine-site smelters. A large-scale campaign of cleaning is recommended. The campaign should be of an on-going nature and directly headed by top officials.
- (c) It would be very useful to hold periodic meeting for exchange of technical information among the experts of smelters and refineries in Chile in order to discuss improvements of equipment and operational methods.

2. Remarks on individual smelters and refineries

2.1 Caletones Smelter

- (a) The amount of production of copper is expected to reach 262,000 ST this year, compared with 250,000 ST last year. This is a realizable target.
- (b) The amount of cold dope has been diminished to 20,000 ST compared with 80,000 ST last year.
- (c) The fuel consumption per ton charge in the reverberatory furnaces has been reduced to a lower level compared with last year.

The technological level has been considerably improved as observed in items (a) - (b) - and (c), and various problems have been solved, by methods developed by smelter personnel.

- (d) The Team expects good results from the operation of the reverberatory furnace No. 3 after its remodelling.
- (e) The modifications introduced in the converter uptake, ladles and cranes have been effective and the Team expects them to be satisfactorily completed.

2.2 Potreriillo Smelter

- (a) The operation of reverberatory furnace is excellent. The uninterrupted operation of the furnace during 16 years is particularly noteworthy.
- (b) The Team suggests that the system of automatic weighing and casting ladle for anodes should be introduced as soon as possible. The problems caused by irregular anodes in the refinery could be easily solved if such system is introduced.
- (c) Most of the problems in the refinery are due not only to the oldness of equipment but also, to a great extent, to the lack of maintenance and/or repairs. Among others, cells should be repaired urgently.
- (d) The Team suggests the introduction of the starting-sheet preparing machine. At the same time it seems worthwhile to examine the introduction of plastic edge blanks.

Paipote Smelter

- (a) Equipments for receiving ores, concentrates and fluxes are adequate.
- (b) Housekeeping of the entire plant is excellent.
- (c) As the plant is close to agricultural areas, special attention should be paid to air pollution. At the same time the Team believes that working conditions should be improved.
- (d) The main merit of the Hoboken converter is its capacity to produce a rich SO₂ converter gas and, consequently, recover efficiently sulphuric acid. Nevertheless, the plant does not enjoy such merit because of the low capacity of its acid production. It is hoped that the acid production capacity will be expanded at the earliest possible opportunity.

2.4 Chuquicamata Smelter and Refinery

- (a) An increase in production as well as technical improvements was observed in comparison with the situation prevailing when the Japanese Mission visited the plant last year.

- (b) Working conditions and copper recovery ratio could be improved by preventing the dust generation. Among others, the following areas should be mentioned:
- (c) The relocation of matte launders into the converter aisle has been completely finished, eliminating the transport of matte by electric train, and consequently the material handling has been rationalized. The present actual blowing time ratio (ABTR) of the converters is one of the proofs of this success.
- (d) A considerable air leakage is observed in the converter blast air system where improvements would be necessary.
- (e) Electrolytic refining operation is good. But regarding starting sheet preparation, the following improvements would be necessary:
- Uniform thickness.
 - Prevention of nodule formation.
 - The introduction of plastic edge should be examined with care in order to ease stripping operations, and to prevent excessive starting sheet scrap formation.

2.5 Las Ventanas Smelter and Refinery

- (a) The lay-out of the plant is rational and simple and the materials flow is smooth. An orderly operation is performed in the plant.
- (b) The plant is well cleaned.
- (c) In spite of the fact that the plant has a newly-installed stack, the draft of gas at reverberatory furnace and converters is incomplete. There seems to be much room for improvement.
- (d) Equipment for anode casting is adequate and the anode quality is satisfactory.
- (e) The introduction of starting sheet stamping machine in the tankhouse is desirable.
- (f) The design and maintenance of electrolytic cells and underground floor are excellent. In particular the design and maintenance of the underground floor of this plant could be studied by the other refineries.

4. Chile側よりJICAへの技術援助要請書

昨1975年の事前調査、同年末のCODELCO幹部2名の日本各製錬所の見学、今回の調査過程での討議を通じ、チリ側はある程度日本の銅製錬技術を認識したものと考えらる。これらの認識をベースとして、チリ側よりJICAに対し、技術援助要請書が提出された。

以下にその要請書を原文のまま記載する。

Santiago, June 23, 1976

GTEC-73

Mr. Takeo Kuroko
Director of Mining & Industrial
Development Cooperation Dept.
Japan International Cooperation
Agency (JICA)
Japan

Ref. : Technical Assistance to be given by JICA to
the Chilean Mining Industry in the Smelting
and Refining of Copper.

Dear Mr. Kuroko,

Based on the discussions between our plant personnel and the Japanese experts, the preliminary Mission who visited Chile during July-August 1975, and the present Mission, integrated by Messrs. Daiguji, Murakami, and Watanabe, we are pleased to indicate you the areas for a possible technical assistance program and inform you of the requests made by our technical personnel during the present Mission's visits to the installations.

1. Technical assistance to increase the levels of productivity and efficiency in the existing installations.

Appendix N° 1 is a diagram indicating the subjects to be considered in a possible technical assistance program and represents a summary of the different subjects requested by the operators of the Chilean smelters and refineries.

In this diagram the indications are:

Information is requested.

Japanese expertise is required to fulfill this request.

Operational training in Japanese plants is required to fulfill this request.

Priorities of the subjects in a 1 to 3 scale (N°1 is for first priority, and so on) are indicated in this diagram as well as the tentative dates on which same are required, to coincide with the present timetable of the Plants projects.

The training of Chilean personnel will be done according to a program agreed upon by Codelco-Chile and the next JICA Mission. Each training period should have a duration of 3 to 6 months.

Likewise, the Japanese experts to assist with your country's expertise in the subjects should be done through a similar agreement, and for the same periods of time.

The schedules for the training of the Chilean personnel and the sending of Japanese experts should be determined after the duration of the agreement has been defined.

2. Technical Assistance for future expansion programs of the existing Smelters and Refineries.

It is recommended that the technical assistance should include:

2.1 Sending Japanese experts to Chile to perform consulting and guidance work to the engineering staffs on the feasibility studies and investment programs regarding expansion of Smelters and Refineries.

2.2 Training of Chilean technicians by visiting Japanese smelters and refineries which use such processes and equipment similar to the projected for expansion of the present Chilean installations.

3. Technical assistance for the Mining and Metallurgical Research Center (CIMM)

It is proposed that this technical assistance for CIMM includes :

3.1 Laboratory equipment: Provide CIMM with the equipment listed in Appendix N°2.

3.2 Japanese technical papers: It is proposed to create a way to obtain, through JICA, and at CIMM's request, copies of technical information (translated to English) published by Japanese institutions, regarding subjects being investigated at CIMM.

3.3 Training of CIMM researchers in applied research centers which belong either to: the Japanese Government, the Japanese industry or to Japanese universities. Their training should be received in principle for periods of 3 to 6 months and should include the following areas which have been classified by priorities :

3.3.1 Applied Research Management

3.3.2 Hydrometallurgy

3.3.3 Pyrometallurgy

3.3.4 Analysis and characterization techniques

3.4 Sending of Japanese experts in principle for 3 to 6 months periods according to the following priorities :

3.4.1 Analysis and characterization techniques.

Instrumental and Conventional Chemical Analysis.

3.4.2 Hydrometallurgy - Solvent Extraction, Recovery of rare metals, etc.

3.4.3 Pyrometallurgy

3.4.4 Quality Control Statistical Techniques. Experimental Design.

In our opinion, these experts should preferably have enough experience so they can also assist the operational and engineering personnel at the Smelters and Refineries on matters of their specialities.

We have also included, as Appendix N°3, a list outlining information requested to the preliminary JICA Mission, which has not been received at the Plant as of yet.

We have included, for your reference, the minutes of the summary meetings held by our operational personnel with the present JICA Mission.

We want to express our gratefulness for the effort and dedication shown by the present Mission in the accomplishment of their task, and your permanent interest for the success of this project of technical assistance.

Yours faithfully,




Orlando Urbina Herrera
President and Chief Executive Officer

SUMMARY OF TECHNICAL ASSISTANCE AND/OR INFORMATION REQUESTED BY THE PLANTS PERSONNEL

Assistance applicable to : (x proposed by)

APPENDIX N° 1

Item	Priority	Code	Subject Description	Chuqui. Smelter	Caletones Smelter	Potreriillos Smelter	Paipote Smelter	Ventana Smelter	Chuqui. Refinery	Potreriill Refinery	Ventana Refinery	Info. required on or bef.
1	1		Air Pollution 1.1 Improvement of working conditions 1.2 Operation of Electrostatic Precipitators 1.3 Deleterious effect on Ecology	x	x	x	x	x				
2	1		Use of Oxygen 2.1 Instrumentation for Oxy-Fuel burners 2.2 Problems of dew with Oxy-Fuel burners 2.3 Use of Oxy-Fuel burners	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				Aug. 76 Nov. 76
3	1		Preheated air to reverbs	⊗			x	x				
4	1		Improvements to the filter cake quality	x	⊗	x						
5	2		Process control instrumentation to determine the metallurgical balances	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗				
6	2		Reverts formation control and prevention	x	x	x		⊗	x	x	x	
7	2		Build-up formations in reverbs 7.1 Up-take accretion 7.2 Bottom build-up	x	x			x				
8	3		Refractory masonry	x	⊗	x	x	x	x	x	x	
9	1		Melting of copper cement in converters				⊗	x				Aug. 76
10	1		Automation and/or mechanization 10.1 Anode casting 10.2 Starting sheet preparation	x		⊗		x	⊗	⊗	⊗	Sep. 76 Aug. 76
	2		10.3 Washing and handling of anode scrap & cath.						x	x	⊗	
	2		10.4 Blank treatment stripping & care						x	x	⊗	
11	2		Dust handling & Pneumatic conveying systems	x	⊗		x	x				
12	1		Quality control procedures and Japanese standards (JIS)			x				⊗		Aug. 76
13	2		Use of high current densities 13.1 Conventional 280-300 A/m ² 13.2 PRC 300-500 A/m ²						⊗	⊗	⊗	Nov. 76 Sep. 76
14	3		Electrolyte purification 14.1 Impurity elimination 14.2 Suspended particles						⊗	⊗	⊗	
15	3		Centralized short circuit detection						⊗	⊗	⊗	
16	1		Revise the Potrerillos Revamping Program			⊗						Sep. 76
17	3		17.1 Concentrate Bin design to prevent sticking		⊗							
	2		17.2 Sketch of water jacket for mate taphole		⊗							
	1		17.3 Scrubber to eliminate dust & fumes of O ₂ Plant Air Intake		⊗							
	3		17.4 Crane Weightometers		⊗							
	2		Information 17.5 Dwg's or sketch of ladles & bails to eliminate crane chaser			⊗						
	3		17.6 Distance between pouring spout & mold in anode casting			⊗						
	1		17.7 Converter dimensions & geometry	⊗								
	2		17.8 Use of reverberatory slags.					⊗				Aug. 76
	1		17.9 Lower Cu content in reverb slags		x			⊗				

CODE :  Operational training on Japanese Plants is required to fulfill request
 Information on the subject is being requested
 Japanese expertise on the subject is required to fulfill request

100-100000-100000

100-100000-100000

100-100000-100000

LIST OF LABORATORY EQUIPMENT REQUIRED BY CIMM

PROPOSED BY: MUNEO USUI, UNIDO EXPERT

REVISED BY : PETE CADWELL, UNIDO PROJECT MANAGER

PRIORITY AND ITEM N°	QUANTITY	
1	1	System to improve the pure water supply to the Center; e.g. : Ion Exchanger unit, demineralizer, or similar.
2	1	Equipment to determine the conductivity of electrolytic copper. It should include : a. Induction furnace b. Spike molds c. Laboratory roller d. Drawing bench e. Wheatstone bridge
3	As many as possible	Multiple-pen recorders for laboratory work provided with strip-chart type record.
4	1	Electronic microscope with scanning devices. It is required with a micro-analyzer. Could be used for mineral research as well as metal testing.

APPENDIX N°3

ADDITIONAL INFORMATION REQUESTED BY

THE EL SALVADOR DIVISION TO THE PRELIMINARY JICA MISSION

1. CONCENTRATOR AUTOMATION
 - 1.1 Continuous size analyzer
 - 1.2 Continuous pulp density analyzer
 - 1.3 Continuous copper content analyzer in pulps

2. INFORMATION ON COPPER OXIDES FLOTATION
 - 2.1 Flotation of brochantite
 - 2.2 Flotation of chrysocolla

5. 議 事 録

各製錬所を調査した際、Chile側と討議した要点をCIMM CounterpartがChile流にまとめたものである。

参考として原文のまま記載することにする。

MINUTE OF MEETING

Date: April 15, 1976
Place: Caletones Smelter
Conference Room

ATTENDANCE: El Teniente:

Hermann Schwarze, Smelter General Superintendent
Galvarino Vera, Assistant Smelter General Superintendent
Mario Miranda, Production Superintendent
Fernando Pino, Plants Superintendent
Juan Achurra, Smelter Metallurgist

J.I.C.A.:

Hiromasa Daiguji
Tsutomu Watanabe
Schuichi Murakami

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO,
CODELCO:

Glauro Troncoso

CENTRO INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM:

Roger Altman
Ricardo Godoy

SUBJECT: Review of Caletones Smelter Problems as presented by the
Smelter Executive Staff

Mr. Schwarze opens the meeting saying that a better review of the present problems, solutions underway, and future of the Caletones Smelter will be prepared for a second visit of the Mission. This meeting will be a preliminary review of the present conditions at the Smelter.

1. SMELTER GENERAL (Review by H. Schwarze)

- 1.1 The solution for the smelting problems of the Caletones Smelter in the future could be chosen, at this time, from two alternatives:

- a. Installation of a second green-feed reverb depending on the results obtained with the improvements and modifications done to reverb N° 3. In this case, reverb N° 1 will be provided with a conveyor belt feeding system and its gas flue connected to the new stack.
- b. Installation of a continuous reactor for the smelting of copper concentrates. This could be an industrially proved process, such as NORANDA, Mitsubishi or anything similar to either one.

1.2 Air pollution

Japanese expertise on the subject might prove extremely helpful. Improved working conditions, better dust recoveries and sulphuric acid production are among the most obvious by-products to be obtained.

- 1.3 Supervisory and highly skilled personnel exodus has been a consequence of present economic recession. Training programs in progress are unable to cope with the problem.
- 1.4 Oversaturated converter aisle is the main bottleneck of the Plant.
- 1.5 Excessive manpower is necessary to overcome inadequate lay-out and material handling problems.
- 1.6 Since the installed capacities of mine and concentrator are much greater than the Smelter's, to work under constant production pressure forces to operate improperly.

2. FILTER PLANT & CONCENTRATE RECEPTION (Reviewed by Fernando Pino)

- 2.1 Vacuum capacity has to be improved to reach the Expansion Program target of 3.000 tons of copper concentrates to be treated daily.
- 2.2 High humidity cake (16 - 18 % H₂O) is obtained mainly because of:
 - a. Very fine grinding to obtain the moly, 90% - 325#
 - b. Concentrate is hydrophilic rather than hydrophobic. Japanese experience will be most welcome on this area.
- 2.3 Inadequate vacuum system; suspended particles shorten the life of the vacuum equipment and lower its performance.
- 2.4 Building up at the transfer chutes forces to have two operators per conveyor instead of the single person, considered in original design, for the whole section.

3. DRYERS

- 3.1 Frequent repairs on the combustion chamber resulted in a modified installation by replacing the conventional design with a suspended roof; N° 2 dryer has operated for six months with no problems.

4. MATERIAL HANDLING

- 4.1 Bin capacity is greatly diminished because of hang ups and sticking of concentrate to the bin walls. Best results have been obtained with stainless steel lining. Japanese experience might have a more convenient solution to problem.
- 4.2 Incomplete dosifying of the reverb charges. Cold dope additions are not controlled, at present, due to lack of weightmeters.
- 4.3 Cottrell efficiency is low and dust handling is troublesome. Efficiency measured between inlet and outlet plenums is only 60%; nonetheless, dust build-up in flues and stack is negligible; as for the dust handling, the originally designed pneumatic system never worked properly. Japanese experience on the subject could be most helpful.

5. OXYGEN PLANT

- 5.1 Dry gas and dust scrubber system for the plant air intake needs to be implemented. Corrosion and abrasion problems created on air side of heat exchangers and rotary equipment (compressors), has been experienced.

6. REVERBS (Review done by Mr. Juan Achurra)

- 6.1 Bottom build-up. Production pressure forces to work irregularly with the matte layer thickness, furnaces are often dried of matte, with peak demands from converters.
- 6.2 Reverb capacity is comparable to local smelters; Japanese levels of operation and performance are present targets of achievement.
- 6.3 High copper content of reverb slag. These losses are even greater in the calcine furnaces.
- 6.4 Lack of instrumentation and control of the oxy-fuel burner system.
- 6.5 High corrosion of the brick hanger increases the refractory consumption unnecessarily. Dust removal from top of arch might be inadequate. Reverb campaigns are too small compared to other smelters.

7. CONVERTERS (Review by Mr. Galvarino Vera)

7.1 Excessive converter crane demand will be lightened by :

- a. Flux addition through vibrating feeder instead of Garr-gun.
- b. Cold dope addition will be performed in the same way as in 7.1.a.
- c. Enlarged capacity of liquid slag and matte handling ladles.

As a further consequence, the lower demand on the blast air will permit a more uniform supply at the tuyere line.

7.2 Temperature control should be more reliable and continuous; this will partially make-up for the exodus of experienced operators.

7.3 Irregular operation of the converters prevents any programming. Its main causes are:

- a. Low quality of cold dope available. Slag skimming to avoid foaming during the copper blow has reached a noticeable frequency.
- b. Design of blast air header and piping does not correct differences in converter design: 50 tuyeres in new ones, 41 tuyeres in the old ones.
- c. Irregular blast supply is also produced by discontinuous pneumatic punching.

As a consequence, the acid plant production is highly irregular and insufficient for the Concentrator's demand. Sulphuric acid has to be purchased from outside.

7.4 Structural strength of converter building limits the converter crane capacity.

7.5 4B5 punchers designed by Kennecott need excessive maintenance. Japanese experience with Gaspe might be implemented if converter platform is from falling build-ups from the uptakes.

7.6 Japanese experience on refractory handling and masonry might prove very useful.

7.7 Air tightness of gas flue duct for an improved draft control and better quality SO₂ gas for H₂SO₄ production is most needed.

7.8 Improvements on working conditions and pollution control is a known Japanese experience which can be very valuable throughout the plant.

Mr. Schwarze and collaborators thank the presence of the Mission and expect them for a second round of discussions.

Meeting adjourns

MINUTES OF MEETING

Place: Caletones Smelter
Conference Room

Date: June 4, 1976

ATTENDANCE: EL TENIENTE

Robert Frank, Operations Mgr. (part time)
Herman Schwarze, Smelter Gral. Supt't (part time)
Galvarino Vera, Assistant Smelter Gral. Supt't
Alejandro Uribe, Metallurgist

J. I. C. A.

H. Daiguji
S. Murakami
T. Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO - CODELCO

Glauro Troncoso

SUBJECT: Data Collecting. Completion and summary of the Caletones problems.

The new Operations Manager, Mr. Frank, is introduced to the Mission by the Smelter Superintendent.

The Mission's request as to have a dynamic program of the Smelter for one week operation has been deleted after Mr. Schwarze reports that the Plant has not reached a steady state of production yet, the last daily production report shows a total of 1.846 t of wet charge smelted in Reverb N° 3 with an oil consumption of 75 lts/t of dry charge.

The immediate future plans for the Smelter include :

1. Use of oxy-fuel burners in Reverb N° 3 exclusively and reach the present target of 1900-2000 t/d of wet charge with 400 t/d of 95 % O₂ through 14 oxyfuel burners. This is the present Concentrator's capacity.

In the future, as the grade of the concentrate start to diminish, 2400 t/d of wet charge can be smelted with one conventional burner plus 14 oxy-fuel burners.

Reverb N° 1 will probably be transformed to a green-charge reverb.

2. Old Morgan Cranes N° 1 and N° 2, are being replaced by new ones. This replacement program will part in July '76 and be completed by June '77.
3. 4B5 pneumatic punchers will probably be replaced by Gaspé type punchers.

As a result the roasting operation has been finally stopped and its manpower has already been relocated.

Mission requests information on the electrostatic precipitators of Reverb and Converters and the hot cottrell treating the gases to the sulfuric Acid Plant. In the rest of the smelters Mission has been requested data on these units.

The summary of subjects for technical assistance includes :

- a. Instrumentation for oxy-fuel burners in reverbs.
- b. Air Pollution. Improvement of working conditions and Plant environment.
- c. Filter cake improvements.
- d. Concentrate sticking and hang-up in bins.
- e. Japanese experience on refractory masonry.
- f. Process control instrumentation.
- g. Flue dust handling and pneumatic conveying system for same. This installation has never worked properly in Caletones.
- h. Information is again requested on weightmeters for the Converter aisle cranes.

Mr. Daiguji informs the meeting that a brochure with all the information requested by the Plant last year was sent to CODELCO through Mr. Kuroko. Mr. Schwarze, as other Smelter Superintendents, requests a more expedite way of obtaining the information sent by JICA.

Troncoso thanks the cooperation obtained from the Smelter Staff on the accomplishments of the present JICA Mission.

Meeting adjourns.

MINUTE OF MEETING

Date: April 25, 1976
Place: El Salvador Operations
Manager's Office

ATTENDANCE: EL SALVADOR:

Manuel Acevedo, General Manager
Mario Vega, Operations Manager
Bruno Behn, Plant & Mine General Superintendent
Roberto Marin, Refinery Superintendent

J. I. C. A.:

Shuichi Murakami
Tsutomu Watanaba
Hiromasa Daiguji

DIRECCION INVESTIGACION Y DESARROLLO, CODELCO:

Glauro Troncoso

CENTRO INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM:

Roger Altman
Ricardo Godoy

SUBJECT: Preliminary review of the Potrerillos Operations as collected
by the J.I.C.A. Mission.

Troncoso explains to the El Salvador Management, that this is a preliminary summary and a more elaborate review will be done by the Mission in Santiago, and will be forwarded to them in the near future. The present summary might suffer slight changes when all the data collected has been processed.

1. SMELTER

1.1 Filters, Dryers

- a. Old and obsolete installations.

Alternative chosen to solve this condition should be determined by the lift expectancy of the Potrerillos Plant.

- b. Inadequate lay-out of present installations. Project should consider the best alternative of solution.
- c. Insufficient material control and instrumentation. This condition is repeated throughout the Plant.

1.2 Reverbs

- a. Operation wise, in the Mission's opinion, the reverb operation is outstanding.
- b. Gas and dust collecting system is obsolete and inadequate.

Introduction of oxy-fuel burners could be the answer to this problem; as a result, the smelting capacity would be raised; J.I.C.A. Mission shares Mr. Diez's opinion on this subject.

- c. Lack of instrumentation throughout the section. As a result, the combustion and draft controls are primitive and inadequate.
- d. Waste heat boiler usage is closer to non-existent. Its replacement should be carefully considered. Installation of a separate boiler to provide all steam necessary for the Smelter and the Refinery could be a better alternative.

1.3 Converters

- a. Working conditions are very poor.

Present project to improve the converter uptakes will make working conditions more tolerable. Formation of accretions with thus be prevented. Mr. Vega informs the meeting that this project should be completed by 1977.

- b. Reinforcement of converter aisle structure and replacement of crane rails.

Such project is urgently needed, a crash program should be implemented soonest. Roofing and siding of building should be installed in the near future to prevent interruption of operations during inclement weather and thus make working conditions more tolerable.

- c. Low pressure air supply is insufficient.

The completion of present project considers the installation of new blower and piping system. This new installations should consider the necessary instrumentation and proper design to prevent pressure losses.

- d. Converter gas chamber will handle hotter gases when 1.3 a is implemented.

Unless steel structure is highly corroded and original brick work is not sound, no further work would be necessary.

Mr. Vega informs the meeting that an expertise study showed that the structure is corroded and the brick work damaged in several places as result of seismic activities.

1.4 Anode Casting

- a. Automatic weighing and casting ladle should be installed at earliest convenience.

Problems caused by irregular anode in the Refinery can thus be easily overcome.

Installation of an Outokumpu type weighing ladle demands the complete relocation of the anode furnace. The J.I.C.A. Mission is requested to take this problem to their engineering teams and ask for a solution to prevent this relocation. A preliminary study made at COBRESAL has shown that this relocation's cost is similar to the cost of the weighing system. A general arrangement drawing showing the main distances and heights will be provided by El Salvador to the Mission.

- b. Surface characteristics of anode need urgent improvements in the operations of cooling and casting.

1.5 General Smelter

- a. Lack of instrumentation all throughout the smelter. Control of materials is inadequate or non-existent.
- b. Installations are old and obsolete. Most of this Plant problems are inherent to such condition: excessive manpower to operate and maintain is needed.
- c. If the Plant is expected to operate for 5 years or more, an emergency program to improve working conditions should be implemented.

Mr. Vega informs the meeting that the Potrerillos installations will survive, at least, for the next 15 years.

2. REFINERY

- 2.1 Most of the Refinery's problems come from a lack of maintenance and/or repair rather than from old installations.

Present installations are amenable to mechanization depending on the life expectancy of the Refinery.

2.2 Replacement of cell lining material

Even though lead antimony might prove to be one of the best solutions, is also the most expensive. Its complete replacement should be studied from the technical as well as the economical points of view. Mr. R. Marin will request quotations from the FRP manufacturers.

- 2.3 Anode improvement should decrease short-circuiting and damage caused by the falls of anode scrap, giving as result less need of inspection manpower and increase of treating capacity.

2.4 Starting-sheet preparation

The introduction of a starting-sheet preparing machine is recommended by the Mission; a better starting-sheet will also improve 2.3.

2.5 Centralized short-circuit detection

Installation of a centralized short-circuit detection computerized station is not recommended by Mission. Implementation of 2.3 and 2.4 will result in a remarkable decrease of short-circuits.

2.6 Starting-sheet improvement

Mission recommends introduction of plastic edge to blank to improve starting sheet and decrease scrap formation.

2.7 Nickel recovery

Nickel recovery is not advisable to the Potrerillos conditions. Nickel content is too low to make economical recovery.

2.8 Formation of the Quality Control Department in Potrerillos

With the permission of their superiors and upon request to J.I.C.A. officials, Mission would provide information on Quality Control procedures and Japanese standards.

A complete revamping program for the Potrerillos Plant is being prepared by the El Salvador executive and engineering staffs. Mr. Acevedo request the Mission to revise this program upon completion and recommend the priorities according to the Japanese experience. Mr. Diaguji says that this request is being taken to the J.I.C.A. officials consideration and if assigned to do it, the present Mission will be most willing to help.

Messrs. Acevedo and Vega thank the presence of the Japanese Mission and expect the most successful results for their commitments.

MINUTE OF MEETING

Date: April 27, 1976

Place: Paipote's Administrator
Office

ATTENDANCE: PAIPOTE:

Enrique Soza, Paipote's Administrator
Marcelo Lira, Expansion Program Manager
Humberto Sepulveda, Production Superintendent
Dragomir Goic, Operations Superintendent

J. I. C. A.:

Hiromasa Daiguji
Shuichi Murakami
Tsutomu Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO,
CODELCO:

Glauro Troncoso

CENTRO INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM:

Roger Altman
Ricardo Godoy

1. MINERAL RECEPTION AND CHARGE PREPARATION

It is of the Mission's interest to know why the automatic unloading and crushing system is being operated manually.

Smelter answers that the equipment was not specified heavy duty: continuous breakdowns and lack of spare parts for the control elements made the automation unworkable.

The bedding preparation of the charge is explained in detail by the Production Superintendent.

2. REVERBS

2.1 Mission inquires the reasons to install two Balcke burners in Ventanas and Paipote for the reverb furnace.

The Balcke burners are designed to operate either with diesel oil, kerosene or heated up Bunker C; they permit a close control of the flame's shape and size, and are capable of operating over a wide range of fuel oil flowrate (500-2000 litros/hora).

The present consumption of the reverb furnace is :

- Diesel consumption	154.82 lt/t of total charge
- Bunker C equivalent	137.00 kg/t of total charge
- Bunker C equivalent	157.7 kg/t of NMBM*

* NMBM : New metal bearing material

2.2 Prevention of bottom build-up

Paipote prevents the bottom build-up by introduction of pig iron and piping of compressed air. Furnace bottom is kept under constant surveillance after the 1970 runaway.

3. CONVERTERS

3.1 Mission requests the typical timetable for the converter operation. The ABTR for 1970 and 1976 are determined to be 82.9 and 81.6 %, respectively, and the blister copper yield has increased from 22 tons/charge to 27-29 tons/charge.

3.2 Refractory life and consumption

The Hoboken converter has had an average campaign of 170 charges to produce 4.000 tons of blister, with a maximum of 253 charges to produce 55.000 tons of blister; the Pierce Smith converter blasts an average of 280 charges to produce 6.000 tons of blister copper and its performance shows a campaign of 598 charges which yielded 13.700 tons of blister copper.

The refractory consumption of both converters are :

- Hoboken	6.0 - 6.2 kg/ton of blister
- Pierce Smith	4.9 - 5.0 kg/ton of blister

Paipote admits to have a high refractory consumption and every effort is being done trying to improve these figures.

The Hoboken converter needs more maintenance than the conventional Pierce Smith. Furthermore, the gas intake needs refractory repair twice as often as the tuyere line.

4. MESSRS. LIRA AND SOZA OUTLINE THE FOLLOWING GENERAL PROBLEMS FOR THE PAIPOTE SMELTER:

4.1 Paipote's need of automation and/or mechanization

- 4.2 In order to control and reduce the copper losses, a good metallurgical balance is needed. Implementation of a measuring and material control system should be done; copper recoveries of over 100% are not unusual in Paipote as result of the present condition.
- 4.3 The air pollution control is most needed in Paipote to prevent damage to the agriculture. The acid production capacity of Paipote should be increased, at least, to cope with the gas volume produced by two converters blowing. The present capacity is enough for 1.2 converters only.
- 4.4 Smelting of the cement copper in converters to save fuel.
- 4.5 Messrs. Soza and Sepulveda request specially some assistance to decrease the copper content of the reverb slag (0.85% Cu).

Mr. Soza asks for the Mission's opinion and recommendations for the Paipote's works.

Mr. Daiguji, on behalf of the Mission, replies that it is too short a visit to give a formal opinion, however, some general observations can be given:

1. Concentrate, mineral and fluxes reception are adequate, but need some maintenance to keep them automated.
2. Housekeeping of the Plant is better than Smelters already visited.
3. Air pollution in an agricultural area should be prevented; at the same time, the working conditions at the Plant should be improved.
4. The main merit of the Hoboken converter, which is to produce a rich SO₂ converter gas, is partially used. Mission hopes that the present condition is improved in the near future.
5. Daily stoppage of acid plant is too long and unnecessary. Converter programming should be carefully considered to prevent corrosion of the acid plant.

Meeting adjourns.

MINUTE OF MEETING

Place: Smelter Metallurgical
Laboratory Chuquicamata
Date: May 12, 1976

ATTENDANCE: CHUQUICAMATA:

Humberto Salazar, Smelter Superintendent
Gilberto Reimann, Smelter Metallurgist
Sergio Demetrio, Junior Metallurgist
Ricard Otarola, Junior Metallurgist

J. I. C. A.:

Hiromasa Daiguji
Shuichi Murakami
Tsutomu Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO-
CODELCO

Glauro Troncoso

CENTRO INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM

Ricardo Godoy

OBJECTIVE: Summary meeting with Smelter staff

Mr. Salazar is requested to make a review of all existing smelter problems, bottlenecks, and measures taken or in study, aimed to solve them:

1. Present casting capacity is the present bottleneck of the Plant. Any repair on one of the two casting wheels affects badly the present production rate.

Installation of a new casting wheel (3 rd) and anode furnace (5 th) is being considered at present, together with the installation of a 7 th converter. All these projects are strongly supported by the present smelter staff.

2. Air pollution by fumes and dust, specially for the crane operators, is an important problem at the Chuqui's smelter.
3. Reliable weightometers are most needed throughout the plant. Metallurgical and material balances are made by trial-and-error, at present.

4. Waste heat boilers in reverbs are limiting the furnace melting capacity. Installation of new boilers (4) will improve the present condition.
5. Slag skimming can easily be improved by adding one or two more pots per convoy. The existing locomotives are capable of handling a six pot convoy with no problem.
6. The reverb furnace bottom is maintained low by adding pig iron ingots, iron scrap and blowing air through pipes.
7. Reverb melting capacity will be greatly improved with the use of oxy-fuel burners, which could be installed in two to three years time.
8. The converter hood and uptake have a very poor design. Smelter has requested an engineering company to solve this problem.
9. Excessive splashing through the mouth is being solved by reducing the initial amount of matte charged, and changing the geometry of the furnace: Lowering the position of the tuyere line and keeping the same blowing angle (mouth axis with the vertical).
10. Converter campaign with the Gaspé punching is 30% shorter than with manual punching. Statistical study of present modifications are affected by irregular quality of refractories produced locally (60 - 70% of the bricks are NUCON 50 produced by RECSA).
11. A converter revamping program to replace deformed units is being needed. N°4 converter is badly out of shape, specially the shell.

Mr. Salazar requests the Mission's opinion on the Plant as compared to last year's level of operation; Mr. Daiguji, on behalf of the Mission, deletes the answer till after the summary of all data collected and promises to have a summary to be presented in the meeting with Chuqui's management on Monday, May 17.

MINUTE OF MEETING

Place: Refinery Conference
Room

Date: May 14, 1976

ATTENDANCE: CHUQUICAMATA:

Mariano Maureira (part time), Refineries General
Superintendent
Enrique Lueg, Electrolytic Refinery Superintendent

J. I. C. A.:

Hiromasa Daiguji
Shuichi Murakami
Tsutomu Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO-
CODELCO

Glauro Troncoso

CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM

Ricardo Godoy

OBJECTIVE: Summary meeting with Refinery Staff

No general problems are presented on this occasion. Mr. Lueg outlines the following problems for which some recommendations are requested.

1. Plugging of the heat exchangers tubes and the PVC electrolyte distribution pipes. Chuqui requests a method to clean these pipes or a recommendation to change the present system; at present, a heat exchanger has to be removed and cleaned every 6 - 8 months and a 6" PVC pipe has to be replaced every 4 years.
2. Starting sheet brittleness is sometimes observed. Stripping of this starting sheet is rather difficult. A method to analyze continuously the concentration of additives in the electrolyte is requested. In the Japanese refineries the continuous control of the quality of deposit is done, addition of glue is changed accordingly; there is a method to determine continuously the concentration of thyourea, but it is not recommended by Mission.

3. Cathode quality has diminished with increasing current density. Raising the additives has not solved the problem. Mr. Lueg requests information on filtering devices for the electrolyte.

4. Refinery requests information on refinery floors, specially for the basement.

Mr. Watanabe recommends an increase on the washing frequency of the floor and advises to prevent electrolyte spillage. Furthermore, he translates the floor specks for their refinery as designed by their Civil Engineering Department.

5. Cathode washing at Chuqui's refinery needs improvement, on Mr. Lueg's opinion. Mission recommends to use warm water jets (60°C) at 90 p.s.i.g. pointed in all directions on both surfaces of the cathodes.

MINUTE OF MEETING

Place: Smelter Superintendent's
Office

Date: May 15, 1976

ATTENDANCE: CHUQUICAMATA:

Gilberto Reimann, Smelter Metallurgist
Sergio Demetrio, Junior Metallurgist
Cartagena, Technical Assistance Sr. Engineer
Elizabeth McPherson, Technical Assistance Engineer
Ivonne Martinez, Technical Assistance Engineer

J. I. C. A.:

Hiromasa Daiguji
Shuichi Murakami
Tsutomu Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO-
CODELCO:

Glauro Troncoso

CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM:

Ricardo Godoy

OBJECTIVE: Define the work to be done by COBRECHUQUI to submit a rough
dynamic program of the Smelter and its equipment.

Mission has requested a Gantt chart of an actual week performance of the
Chuquicamata Smelter.

This program will be selected for an operation of 4 reverbs and 5 converters
and should be so selected as to leave the week-end in between. It should include the
operation of all production units and material destination, and also the crane avail-
ability.

The work is to be completed by June 1, 1976, and will be coordinated through
Mr. Salazar.

Mission is requested, by the Technical Assistance Department representative,
information on dewpoint of reverb gases. The installation of more effective waste

heat boilers and introduction of oxy-fuel burners, which will diminish the combustion gases volume might provoke problems of dew in the gas flues.

The following information is required by Mr. Murakami to be taken to Japan to fulfill this request:

- Expected gas composition
- Gas temperature at inlet and outlet
- Temperature of superheaters
- Composition of superheater tube material
- Gas temperature at the Balloon Flue and at the stack
- Description of fabrication materials of flue and stack refractory lining

Technical Assistance Department will provide information as soon as it is available.

MINUTE OF MEETING

Place: Chuquicamata Division
General Manager's Office
Date: May 17, 1976

ATTENDANCE: CHUQUICAMATA:

Nicolas Tschischow, Chuquicamata's General Manager
Renzo Gasparini, Acting Production Assistance Manager

J. I. C. A. :

Hiromasa Daiguji
Shuichi Murakami
Tsutomu Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO-
CODELCO:

Glauro Troncoso

CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM:

Ricardo Godoy

OBJECTIVE: Summary meeting with the Chuquicamata Management

Troncoso informs the General Manager the objectives of the present Mission, the state of accomplishments of them in Chuquicamata, and that this summary is only a preliminary report. A more complete review will be done in Santiago and an unofficial report will be submitted by the Mission before leaving Chile.

Mr. Daiguji, on behalf of the Mission, reads the summary:

MISSION'S OPINION ON THE CHUQUICAMATA WORKS:

1. Chuquicamata ranks among the biggest copper smelters and refineries, producing the copper metal from primary sources.

Generally speaking, good production results are being obtained with the present equipment.

2. An increase in production, as well as some technical advances, have been detected by the Mission from comparison with data collected last year.

3. Working conditions and copper recovery could be improved by preventing the dust generation. The following spots could easily be pointed out :
 - 3.1 Ore feed conveyor to Concentrator at its discharging point.
 - 3.2 Concentrate bedding building surroundings.
4. Matte tapping towards the aisle has certainly proved an operational improvement worth mentioning; present actual blowing time ratios (ABTR) of the converters are among the first signs of success.
5. Operation of anode furnaces and automatic anode casting is acceptable ; improvement should include prevention of fin formation.
6. Electrolytic refining operation is good. Some improvements should be introduced in the starting sheet preparation, such as :
 - 6.1 Uniform deposit.
 - 6.2 Prevent nodule formation.
 - 6.3 Introduction of plastic edge to ease stripping operation and to eliminate excessive starting sheet scrap formation, should be carefully considered.
7. Efforts to increase production during the past year have shown positive results; however, some conditions in each section need further improvement, e.g. :
 - 7.1 Concentrate spillage at the dryer feed end.
 - 7.2 Converter hood design
 - 7.3 Working condition of the converter crane operator.
 - 7.4 Converter blast air piping lay out.
 - 7.5 Excessive leakage of air in blast air header and bustle pipe.
 - 7.6 Spilling of converter silica flux.

Troncoso thanks the Chuquicamata management for the treatment received, specially Mr. Gasparini's team interest and co-operation. The Mission's stay in Chuquicamata has been most pleasant and rewarding.

Meeting adjourns.

MINUTE OF MEETING

Place: Ventanas Smelter
Conference Room

Date: May 19 and May 20, 1976

ATTENDANCE: VENTANAS

Armando Stingo, Ventanas Administrator (Part time)
Juan Scheib, Production Superintendent
Manlio Debernardi, Smelter Superintendent (Part time)
Renato Whittle, Refinery Superintendent (Part time)

J. I. C. A. :

H. Daiguji
S. Murakami
T. Watanabe

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO-
CODELCO

Glauro Troncoso

CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA-
CIMM

Ricardo Godoy

SUBJECT Summary of problems of the Ventanas works, preliminary observations and recommendations.

SMELTER PROBLEMS

1. Pollution

This problem is general throughout the Plant and common to all Chilean Smelters. Working conditions on some areas of the Smelter are hardly tolerable.

2. Draft

Converter uptake design and operation habits of the reverb waste heat boilers allows the entrance of excessive cold air to the system. As a result, a lower draft is obtained; low temperature of gases (as low as 160° C when working with one converter) might result in problems of sulfuric acid dew.

Smelter's idea of putting a damper just before the Stack is not shared by Mission. A suitable damper in every converter uptake should be a better solution.

3. Electrolytic copper casting

Mr. Scheib shows interest in knowing Mission's opinion on possibility of casting billets and other forms continuously. Mr. Murakami describes the Osaka works where billets are produced continuously, in most places the Asarco vertical furnace is used. Information can be made available if proper requests are made to Mission.

4. Oxygen Usage

As a way to increase smelting capacity in Ventanas, Mr. Scheib and Debernardi request information on the usage of oxyfuel burners and oxygen enrichment for reverb combustion gases. They are referred, by Mr. Murakami, to the information shown in the Las Vegas Symposium and the reasons why Onahama selected the oxyfuel burner rather than O₂ enrichment.

Less refractory consumption, less dust losses, lower fuel consumption, and increase smelting capacity are among the advantages to be achieved by its introduction.

5. Reverb uptake build-up

Mr. Debernardi describes the problem of build-up in the reverb uptake due to the low humidity (5.5 % H₂O) of the charge.

Mr. Murakami recommends:

- 5.1 Work with proper humidity (8 %)
- 5.2 Work with longer flame
- 5.3 Have better control of the draft

If oxygen is introduced to the reverb furnace, less volume of gases will decrease the dust carry-over.

6. Smeltings of Copper cement

Smelter requests assistance on means to charge copper cement to converters. Japanese experience on the subject is most valuable; whether it is charged as briquettes or as pellets.

7. Refinery Problems

On Mr. Scheib's opinion, installation of starting sheet preparing machine is justified; information on the subject is requested to Mission.

8. Introduction of an electrolyte filtering stage is inquired by Refinery personnel. Present scaling in heat exchangers will thus be diminished. Information on subject is requested to Mission.

9. Anode quality regarding its shape could be improved, many bent anodes and lugs are not unfrequent.

10. Wire-bar casting

Mechanization of the W. B. casting operation is requested by Refinery personnel, specially regarding inspection and handling.

The Mission objectives are outlined once again by Mr. Daiguji; at present, and upon official request, Mission will convey Plant personnel inquiries to Japan.

Meeting adjourns.

MINUTES OF MEETING

Place: ENAMI's Engineering
Department Conference
Room.

Date: June 1, 1976

ATTENDANCE: ENAMI

Joselin Gonzalez (part time) Eng'g Mgr.
Jorge Ronda (part time), Ass't Eng'g Mgr.
Marcelo Lira, Expansion Program Manager

J. I. C. A. :

H. Daiguji
S. Murakami
T. Watanabe
X. Fukuda (Interpreter)

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO -
CODELCO

Glauro Troncoso

SUBJECT: ENAMI's problems and assistance requirements review.

Mr. Lira requests the meeting to change the order of the agenda to have Mr. Gonzalez present when the Plant inquiries are being reviewed. Mr. Daiguji asks to have Mr. Scheib's inquiries further clarified:

1. How much mechanizing of Las Ventanas W. B. casting operation is intended in the future ?

Mr. Lira describes an installation in Olen (Belgium) where basically the human effort is eliminated. The turning of the bar for its visual inspection is done mechanically; the bundle formation is done by means of a special crane. The faulty bar is rejected mechanically at the last stage of inspection.

In Mr. Lira's opinion this degree of automation is the maximum target for the Ventanas works at present, Mr. Scheib was probably thinking on description of some Japanese operations and catalogs of their equipment, if any.

2. Electrolyte Purification

Mr. Scheib's request on this subject refers to:

- 2.1 Japanese practices on elimination of arsenic, antimony and other impurities. Levels of content of purified electrolyte.
- 2.2 Usage of continuous filtering devices for elimination of suspended particles in the electrolyte.

Mission will take request to Japan as a possible assistance item, refineries of Chugucamata and Potrerillos have shown special interest in 2.2.

- 3. Mr. Lira reads a review of the problems as presented by Paipote, Ventanas and the Engineering Department.

- 3.1 Metallurgical Balances. At present, only the initial and final stages of production are being controlled; the intermediate stages are seldom measured and/or analyzed. As a result, a better control to improve the metal recovery might thus be achieved.

- 3.2 Air Pollution. This refers to :

- 3.2.1 SO₂ control : Improvement of the working conditions as well as on the ecology of the environment.

- 3.2.2 Dust recovery, use of the electrostatic precipitator.

- 3.2.3 Dust handling. Pneumatic conveying systems and possible recovery of by-products from the dust.

The following dust analysis was obtained in 1972 in Las Ventanas Smelter :

Cu	37 %	MgO	0.1 %
S	11.5 %	Pb	2.19 %
Fe (as FeO)	11.1 %	Zn	1.04 %
SiO ₂	18.0 %	Az	0.35 %
Al ₂ O ₃	5.1 %	Sb	0.05 %
CaO	1.1 %		

- 3.3 Paipote requested recommendation on possible uses for the reverb slags, Japanese experience on mineral wool fabrication, concrete aggregate, etc. could be most useful on the subject.

- 3.4 Smelting of the copper cement in the converters by previous briquetting or pelletizing. Mr. Ronda requests possibility of usage of special furnace, if any.

- 3.5 Las Ventanas and the Santiago Office request recommendations on operational improvements to prevent reverb build-up formation in :

- 3.5.1 Reverberatory furnace bottom
- 3.5.2 Uptake accretions
- 3.6 Japanese assistance is requested for reverts control (Refer to N° 3:1)
- 3.7 Information on high current density usage is requested, Japan's criteria is to obtain a cathode containing 99.99 % Cu to be smelted directly into the ASARCO furnace. Las Ventanas's fourth circuit is designed with thyristors that can provide either high density currents (280-300 A/m²) or PRC (300-500 A/m²) and the Japanese recommendations are most valuable.
- 3.8 Las Ventana's request regarding assistance on their draft problems is deleted by the Engineering staff. It should be solved by their own specialists.
- 3.9 Oxygen usage on all pyrometallurgical processes. These include :
 - 3.9.1 Use of oxy-fuel burners in reverbs or O₂ enriched air for combustion.
 - 3.9.2 O₂ enriched air in converters .
 - 3.9.3 Use of oxygen in refining furnaces : Anode and W. B.
- 3.10 Automation program for the Electrolytic refinery

A first step to mechanize the operation in the tankhouse is considered the introduction of the starting sheet preparing machine. Quotations for this equipment will be requested in the near future.

The tankhouse automation program also includes :

 - 3.10.1 Anode scrap and cathode washing and handling.
 - 3.10.2 Blank treatment (stripping and care of blank). Introduction of plastic edge and blank surface polishing.
- 3.11 Las Ventanas requested assistance on electrolyte purification (see item N°2 of these minutes of meeting).
- 3.12 Las Ventanas requested assistance on improvements of the casting quality of their anodes.
- 3.13 Las Ventanas requires assistance on the automation of the handling and inspection system of the W. B. casting operation (see item 1 of these minutes).

Mr. Gonzalez requests an explanation for the future development of the assistance program.

The present Mission will complete an unofficial progress report in Santiago before their departure from Chile, their final report will be submitted to the JICA

officials in Japan and the next official Mission will sign the assistance agreement with the Chilean government (September, 1976, approximately).

Meeting adjourns.

6. 実地調査

各製錬所の設備仕様、操業成績等については、1975年の事前調査時のデータが既に報告されている。

ここでは今回の調査により得られた新たな情報を主体としてできるだけ開いたままの形で報告することにする。

6-1 Caletones

6-1-A Caletones 製錬所- (第1次調査)

6-1-A-1 シックナー 1972年建設

Colon 選鉱場から6'φパイプで50% solid (現場説明では55~60% solid)で200'φシックナーへ送られている。フィルタープラントへは70~75% solidにして送っている。

2,000 dry t/d* 銅精鉱。

6-1-A-2 フィルタープラント

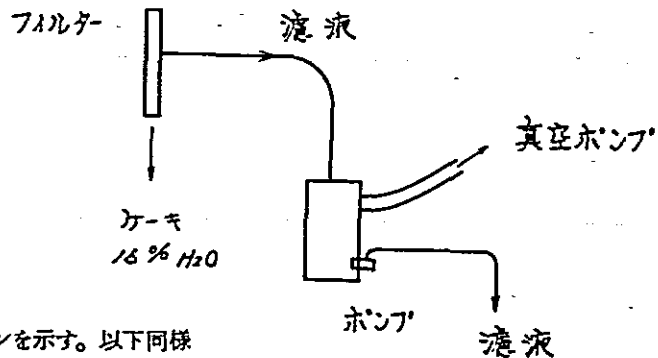
Expansion Program (Project 280と称され産銅量180,000 st/yから280,000 st/yにする計画で1970年に開始)で8基のディスクフィルターと80'のシックナーを建設し、6基稼働、2基予備として操業したが、能力が不足であった。その後A-Iの200'シックナーを建設し、それ以後現在まで能力不足はない。現在3~3.5フィルターで操業している。3,000 dry st/dの選鉱場のExpansion Programには少しは問題がでてくる。Vacuum capacityを改善する必要がある。

(1) 主要な問題点

主要な問題点としては、ケーキ中の水分が16~18%と非常に高いことである。その理由としては次の2点がある。

- (i) Mo回収のため90%以上は-325以下にグラインディングしていること。
- (ii) 銅選鉱場の最終段階でMoを回収する為の試薬の影響で、銅精鉱が親水性になること。この分野での日本の経験を歓迎している。

(2) 濾液回収システム



* 特にことわりない限りtはメートルトンを示す。以下同様

が付着してよく故障する。

(3) シュートの問題

最初は自動システムとして設計したがシュートでの付着に困っている。(ベルトコンベア間にあるシュート)

6-1-A-3 ドライヤー №3 グリーンチャージ反射炉用

3基のロータリドライヤー(8'6"φ×50'L)があり平均1.5基が稼働している。燃焼室にいろいろな問題があったが設計変更により解決した。№2ロータリドライヤーは燃焼室をsuspended roofに変更し、6ヶ月経過した(1976年4月現在)が結果は良好。ストックした銅精鉱は時々石をふくむので、スクリーフィーダーによる給鉱方式をベルトコンベアからの直接給鉱方式に変更し解決した。

Expansion programでの設計値は1500 dry st/drier, day (・1. 1,600 st/drier, day)である。ケーキ水分は13.5%でドライヤー出口で8.5%水分(・19% max)であった。実際の数値は1975年の平均で64 wet t/drier, h, 58 dry t/drier, h即ち1392 dry t/drier, dayで出口の水分は平均9.4%(8~10.5%)であった。(入口は前出の16~18%水分)出口水分のコントロールは、目視によってなされている。

設計値の燃焼消費量は3 gal/st comc (dry basis) (11.3 l/t)である。実際の数値は10.1/tである。

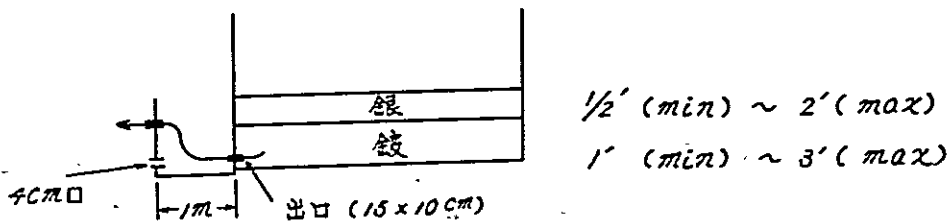
6-1-A-4 ウエッジタイプ ロースター 9基

№1, №2カルサインチャージ反射炉用である。先月(1976年3月)には, №1, №2反射炉用に銅精鉱56,000 t/mを処理した。常用は8基(7~8)焙焼温度は600°C

6-1-A-5 反射炉 3炉: 2炉使用中

(1) №3反射炉

№3グリーンチャージ反射炉は、炉修中であつた。酸素バーナを改造中とのことで、1本だけ酸素バーナが、天井に取り付けられていたが形は小名浜の酸素バーナによく似ていた。bottom build-upの為、修理に入ったが、この際、炉内の掘方だけでなく、前述の酸素バーナの改良と鉸抜きをサイフォン式にし bottom build-upを防止しようとしている。



NOTE * 1: General Description of The El TENIENTE SMELTER After The Expansion program S. Riveros and F. P. no による数値。

№3 反射炉の炉修後は、バルケバーナは使用せず、すべて酸素バーナにする計画である。

№3 反射炉は1974年4月より炉修前まで操業していた。約350,000 t conc/campaignである。№1, №2のカルサインチャージ反射炉に比べ、№3反射炉はグリーンチャージなのでダストが少なく、天井レンガの吊りフック(スチール)の腐蝕も少ない。

Achurra氏(Chief Metallurgist)は酸素バーナの効果を次の様に説明してくれた。

- I) 酸素バーナ不使用時は713 t charge/d (6~7% H₂O)で180 kg-oil/t charge
- II) 酸素バーナ使用時は1273 mt charge/d (6~7% H₂O)で109 l/t charge (105 kg-oil/t) (90 kg-oil/t conc)となった。

- (a) 処理量は約8割増、燃料率は約6割に減少している。
- (b) レンガ消費量は、a), b)には関係なし
- (c) 鋅温度がa)時の最低980°Cより80°C上がり1060°C(最低)となった。
- (d) 鋅出しも容易になった。
- (e) Bottom build-upの解決にもなる。

Schwarye氏(Smelter General Superintendent)は№3反射炉の酸素バーナとサイフォン式の抜きの結果がよければ№1反射炉をグリーンに変更するし、更には連続製銅法の採用もありうると話した。連続製銅法としてはNORANDA法、三菱法の外、Caletonesで試験し、現在Patenting中のCaletones Continuous Processの話も出た。いずれにせよ、№3反射炉の炉修後の操業成績に強い期待を持っており、メインバーナなしの酸素バーナ操業に全力を傾ける意向を示していた。1600~1800 t/dの装入量を達成したいとしている。

(2) №1, №2 反射炉

現在(1976年4月)№1, №2カルサインチャージ反射炉のみ操業中、品位は53~54%、鋅銅品位は約1%である。

○1976年3月のカルサイン装入量と燃料消費量(ロースターは含まず)

燃料消費量(ロースターは含まず)

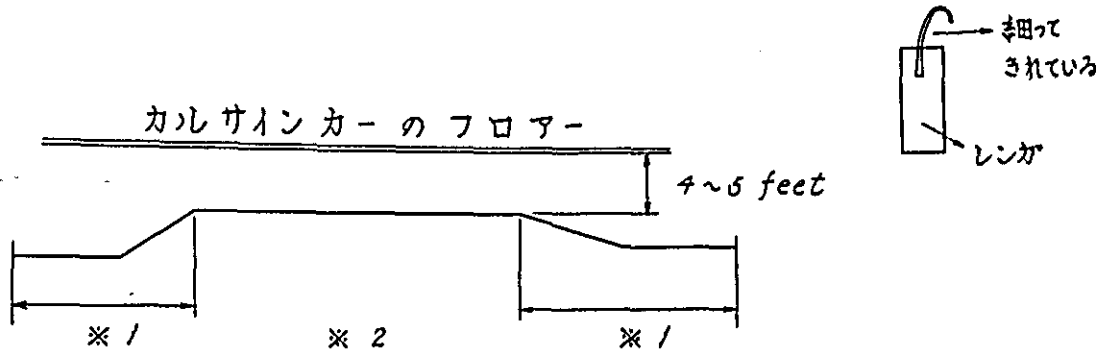
	№1	№2
カルサイン装入量(t/d)	1172	748
燃料消費量(l/t)	90	87

(160 us\$/t Banker C Oil)

○炉修

カルサインチャージ反射炉の天井の上にカルサインカー用のフローアがあり、ここからのカルサインが反射炉天井に飛散している。№1反射炉は吊りレンガ構造の天井であるので、レンガの吊り具のスチールが腐蝕がはげしく困っている。レンガの消耗よりも吊り金具が先に細り、その為に天井レンガの取替を実施している。

(i) №1 反射炉



※1の部分は操業中に天井レンガの修理をする。

※2の部分は天井と上のカルサイナーフロアーとの間が狭く熱間で天井を修理するのは困難なので1年に1回操業をとめて修理する。

One campaignの処理量は400,000 tカルサインである。

(ii) №2 反射炉は、Sprung arch of silicaの為4~5ヶ月のcampaignである。

100,000 t/campaign

(3) Achurra氏による反射炉の説明

(i) Bottom build-up. 転炉都合により鉸を抜くので、しばしば鉸抜中に鍍が出る。これによりマグネタイトが炉底に付着しBottom build-upが問題となっている。

(ii) 反射炉能力はチリ国内ではComparableであるが、日本のレベルを目標にとりくんでいる。

(iii) 反射炉鍍中の銅品位が高い、カルサインチャージの反射炉は更に高い。

(iv) 酸素バーナには計測器及び制御システムがない。

(v) 吊りレンガのハンガーの腐蝕が激しく、レンガ消費量も多く、キャンペーンライフも短かくなっている。

(vi) ちゃんとしたドラフトコントロールシステムがなく、ナチュラルドラフトで操業している。

6-1-A-6 反射炉ボイラ :なし

6-1-A-7 転炉

転炉は8基あり、ホットが6基、予備2基で、4基が操業中である。13'×30' PS 転炉で羽口は新しい転炉には50本、古い転炉には41本ある。現在№7転炉は予備、№8転炉は鉸の保温炉として使用している。鍍中銅品位は3~4%である。

生産目標達成のためには5~6台の転炉操業が必要と彼らは考えている。

(1) レードル容量

レードル容量は古いレードルが160 ft³, 新レードルが210 ft³である。本年末までに8ケ, 来年4ケのレードルを新たに購入する予定である。

(2) 天井クレーン

現在, 40 st が2台, 45 st が3台あり転炉建屋を補強している。通常5台のうちの1台は小又は大修理を行っている。60 st クレーン2台を発注しており, 1台は本年, 他の1台は来年中頃に取り替予定。

現在, 転炉建屋内のマテリアル ハンドリングが問題であるが, クレーン増強により, 鉱山選鉱場の能力とバランスすることができるようになるだろう。との説明があった。

(3) 転炉送風

送風時間は増加し, 実送風時間率は50~57%である。造鉄期の送風はカレットネススタンダードで18,000 scfm (max. 20,000 scfm)

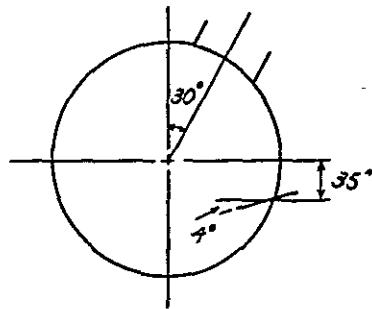
製鋼期は22,000 scfm (max. 25,000 scfm)である。圧力は15 psig 転炉には酸素は使用していない。

cold dope を変えることにより, 鉄品位をコントロールしている。(鉄品位が低いときには高い品位の cold dope 処理をする)

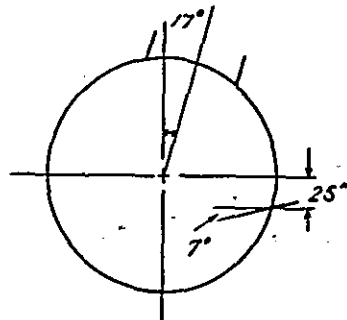
昨年8月には80,000 t の cold dope があったが現在(1976年4月)は25,000 t (30% Cu) に減少させている。

(4) 転炉の改造について

1975年7月以前は下図のような転炉で1サイクルにクレードル鉸を装入していた。

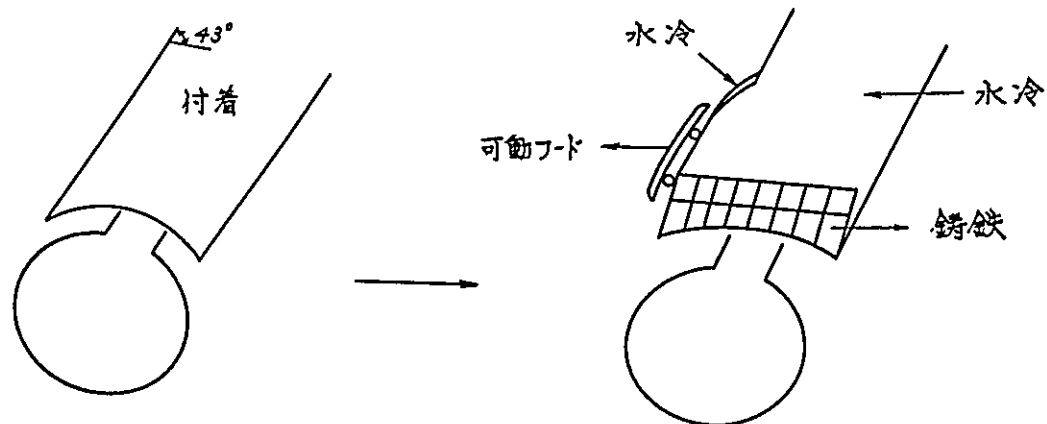


現在は下図のような転炉で13-14レードルを装入している。



(5) 転炉フードについて

昨年8月より改造したフードを使っている。



現在3炉が改造済みで、4炉が改造中であり、7月までには6炉が操業に入る。硫酸工場へは製銅期のガスのみを送る。(原則として)

(6) 転炉の口取

KATOのニューマチックブレーカーを購入したが転炉建屋が狭く使用していない。

(7) 転炉粗銅

4月12日(1976年)までの、4月の平均生産量は670 t blister copper/dである。3月は、転炉でいろいろ故障があり、又、低品位を処理したこともあり、600 t/dであった。昨年10月は、銻品位56~57%で銅品位の高い良質の cold dopeを処理したので平均750 t/dの生産量であった。

(8) 転炉鍍

2月の実績は416 t/dである。転炉鍍の銅品位は3~4%。

(9) 転炉冷材

製銅期用に120 t/dの冷材が必要なので廃銅を50~60 t/dを装入し、その他製品銅を50~60 t/dくりかえして使っている。

(10) 本年の製品銅計画

産銅量の50%を粗銅とし、50%を乾式精製銅として出荷する。例年は60%の粗銅,40%の乾式精製銅として出荷している。

粗銅鑄造炉として3つの保温炉がある。

(11) 転炉ブロー

5台の低圧ブロー(15 psig)があり、4台常用、1台は修理中か予備である。

Caletones Standards :

630 mmHg (0.83 atm)

15°C

送風空気温度は90°Cである。

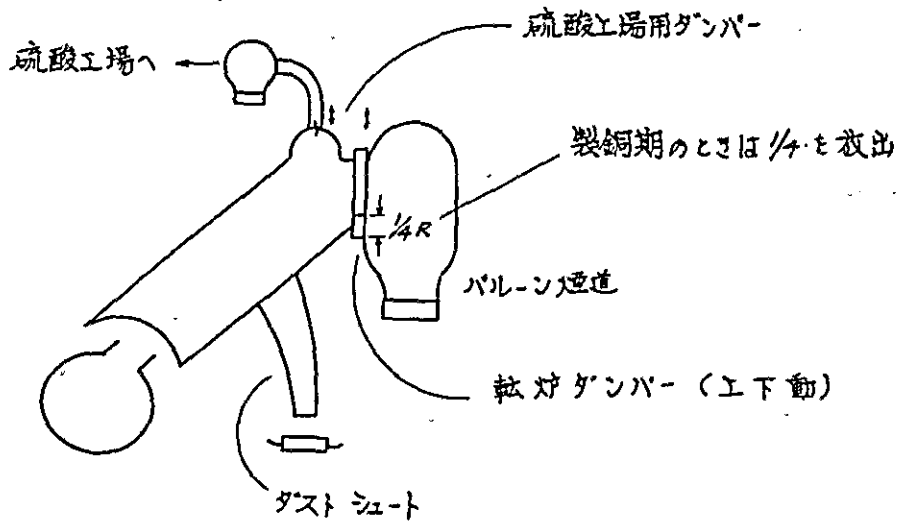
(12) 送風機容量

20,600	scfm (0°C, 760 mmHg)
22,000	"
22,000	"
25,000	"
20,600	"
<u>110,200</u>	

(13) パンチング用作業床

パンチング用作業床は、上下動可能である。

(14) 硫酸工場との関係



造鉄期 : 硫酸工場行ダンパーを閉め転炉ダンパーを完全に開ける。

製銅期 : 硫酸工場行ダンパーを開け、転炉ダンパーを $\frac{3}{4}$ 閉める。

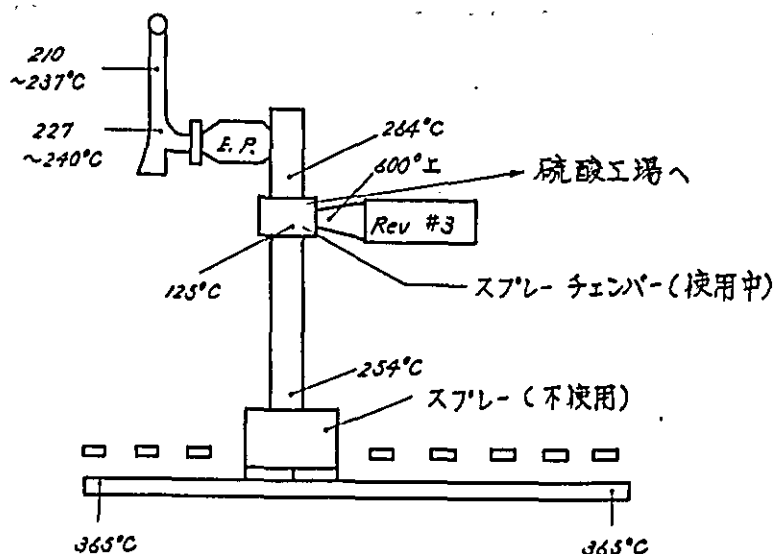
$\frac{1}{4}$ は開 (よく閉まらない)。

転炉ガス中の SO_2 濃度は硫酸工場入口で造鉄期 1~3%, 製銅期で 5~8% である。

硫酸工場では 100 t/d の生産をしたいが、60 ml/d しか生産していない。

硫酸は選鉱場で使用されるが、その量は選鉱場の需要により変動している。

(15) 転炉排ガス温度



(16) 転炉操業成績

№2 転炉の 3 月 12 日から 16 日 (1976 年) の成績は次の通りである。

(i) 鋳品位	50%	
(ii) サイクル数 (5 日間)	11	(2.23 サイクル/d)
(iii) 1 サイクル	645 分	(10 時間 45 分)
(iv) 実送風時間率	60%	
(v) 産出粗銅/サイクル	70.3 t	
(vi) 産出粗銅/d/転炉	157 t	
(vii) 送风量		
造 鋳 期	18372 scfm	
製 銅 期	21078 scfm	(sea level)
(viii) 628 t Blister/d		

Note : (vi)については 昨年の 10 月は 200 t であった。

(i)は現在 54% (1976 年 4 月 14 日)

(17) 転炉サイクル

	フラックス t	鉾 (※1) (レードル数)	鍛 (※2) (レードル数)	休風時間 min	送風時間 min
フラックス, 装入	5	5		10	
		3			20
鍛 切 り			1~1.5	5~8	
フラックス	8-9				50
鍛 切 り			2	15	
鉾 装 入		1+1+1+1		10	
フラックス	10				90
鍛 切 り			3	10~15	
cold dope		8mt×3 (※3)		5	
製 銅 期					200
銅 汲 み				60	
羽口開孔及び口取り				40-50	

155-173 360
 └──────────┘
 515~533(※4)

注

(※1) 11 t/レードル , 160 ft³ (レードル容積)

(※2) 7-8 # , 160 # (#)

(※3) 2回 : cold dope (鉾, 鍛, その他で22~25% Cu)

1回 : 廃銅

(※4) P.21, 転炉操業成績(Ⅲ)の1サイクルは645分であり, この差は鉾待ちと考えられる。

(j) フラックスを入れてスタートするときの温度は輻射高温計で見て900°Cであり, その後1100~1150°Cとなる。1200°Cになると鍛切りをする。

(ii) 製銅期では1250°C(max)のときcold dopeを装入する。

(iii) 造鍛期の送風量は15,000~20,000 scfm (caletones standards)である。スブラッシュが激しい時は送風量を下げる。

製銅期では, できるだけ25,000 scfm (caletones standards)にしようとしている。

たまたま3炉が製銅期であるときは送風をバランスさせている。

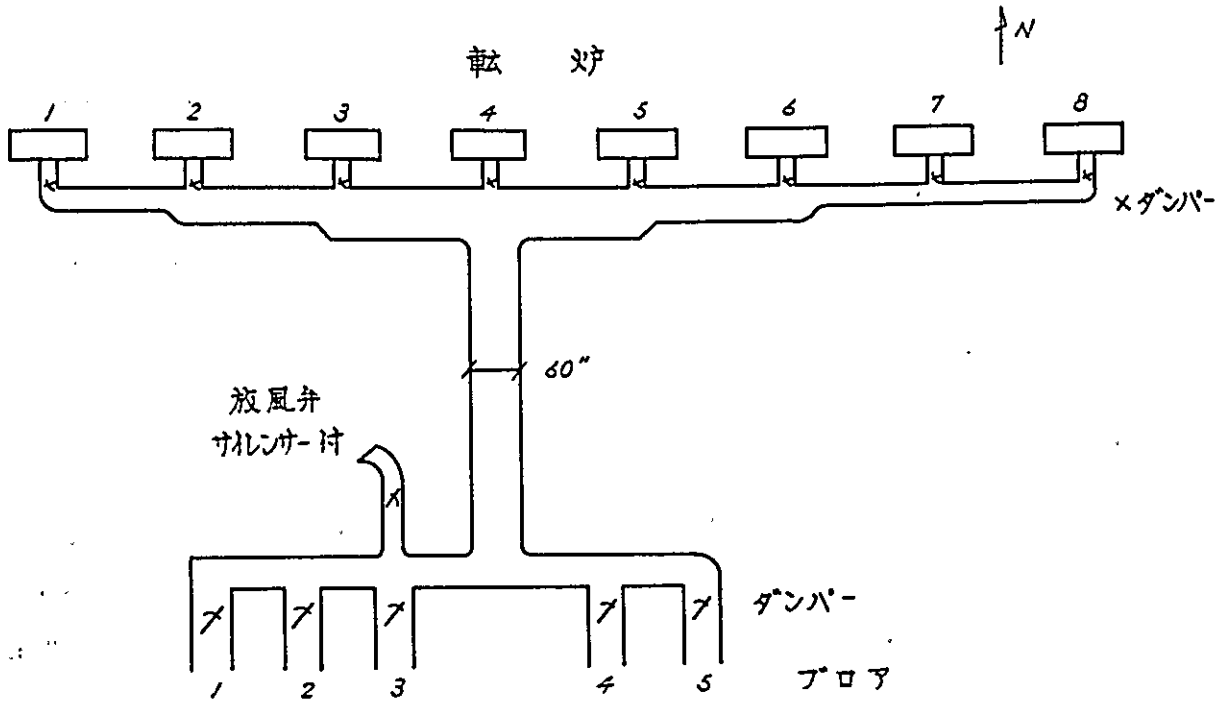
(18) Gold Dope

Reverts用のジョークラッシャー(HAZEMAG)で破碎し, スクリーン(1 $\frac{1}{4}$ ")で+2'

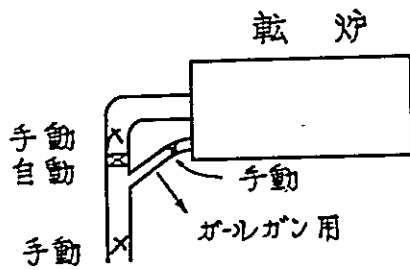
を転炉用-2'を反射炉用としている。毎日発生する cold dope は 250 t である。毎日の処理量は反射炉に 300 t, 転炉で 200 t である。これにより 250 t/d の仕掛け品が処理されている。

転炉装入 cold dope は一部フラックスとまぜて装入している。cold dope の装入は転炉のフォーミングの原因となっている。

(19) 転炉送風系統



送風量はセットした数値に自動ダンパーでコントロールされていると説明を受けた。



ダンパー 配置図

(20) 転炉キャンベーン ライフ

20 サイクル毎に羽口レンガ寸法を記録し、カラーのグラフで各羽口毎の残寸法を記録している。

	産出粗銅量	サイクル数
ex 1	14,192 (t)	152 回

ex 2	13,302 (t)	161回
ex 3	19,616	215
ex 4	13,798	196
ex 5	15,996	191

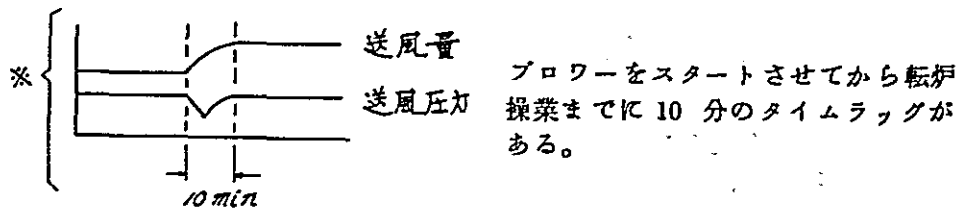
耐火物消費量

2.5kg/t Cu

(2) Vera 氏による転炉の説明

転炉関係の問題はすべてマテリアル ハンドリングに関係しており、操業上の問題と、装置上の問題に分けられる。

- (i) 4 炉吹きではブロー容量は十分である。
- (ii) クレーン (4 台運転, 1 台, 修理又は予備) 間の相互干渉等の問題は以下のことにより軽減されるだろう。
 - (a) ガールガンのかわりに振動フィーダーからフラックスを装入する。
 - (b) Colk Dope 装入も (a) と同様にする。
 - (c) 鋳, 鉞レードルの容量増大
 - (iii) 温度コントロールはもっと信頼性のある連続測定可能な装置で行うべきである。これにより熟練オペレータの国外流出による操業上の問題を部分的には補うことが出来るだろう。
 - (iv) 転炉操業は不規則で変動するのでプログラムにのっとりた操業はむづかしい。その理由として
 - (a) 転炉容量は十分であるが, 操業の変動があり, 平滑な操業が行いにくい。
 - (b) ある転炉の操業は他の転炉の操業と独立してなく, 他の転炉操業に影響する。



(c) 転炉の相互位置と羽口本数が炉により 41 本, 50 本と異なるため, 各炉毎に転炉操業が異なってくる。

(d) これら各炉毎の操業の差異を解決するのは, 次の制約がありむづかしい。

・マテリアル ハンドリング

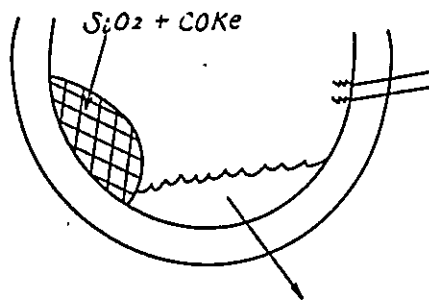
・クレーン能力

・硫酸工場の操業

(e) シリカ 給鉞をガールガンで行うと送風の変動がおこるので送風を一定にするために, ガールガン方式より振動フィーダー システムに変更している。

- (f) 同一条件で造鍍期の送風量が非常に異なる。うまくいっているときと悪い時がある。
- (g) 共通ヘッダーがあるけれども同一転炉で同一条件でも送風圧力、送風量の変動が大きいのでメカニカルパンチャー(4B5ケネコット式)使用のときも羽口のつまりがひどいこともある、このことにより炉の寿命が短くなる。

(h) 低品位の cold dope を装入するのでフォーミングがおこる。羽口先にマグネタイトがく



銀(マグネタイトを多量に含む)

つつき、羽口の開孔に時間がかかる。

これは、製銅期に低品位 cold dope を装入するためにおこる。

製銅期終了後、炉が空になったところでフラックスを炉内に入れている。スブラッシュにより、口の面積が減少し口取りの頻度が増加する。

このようなわけで、転炉のプログラムをつくりにくい。又、転炉の生産性もダウンする。この結果、硫酸工場の生産も不規則となり選鉱場の需要には見合っていない。それ故、不足分は外部より購入している。

(M) 以上の解決策として大きいクレーン(60 st)と大きいレールを採用する。(すでに一部使用している)

転炉建屋は Potrerillos, Chugucamata より狭くクレーンも小さい。クレーン能力は Potrerillos は 70 st, Chugucamata は 100 st である。転炉建屋が狭いのでクレーン運搬のオーバーロード等により traffic jam となる。転炉建屋の強度でクレーン能力が制限されている。

(VI) Kennecott の設計による 4B5 パンチャーはメンテナンスに金がかかり人もかかる。それでマニュアルパンチングもやる。この方が安い。4 炉にメカニカルパンチャーをつけているが、実際には 3 炉をメカニカルパンチャーで操業し、他の 1 炉はマニュアルパンチングで操業している。転炉プラットフォームに落下してくるアップテークからのダスト等が防ぎ止できれば、ガスベメカニカルパンチャーの日本での経験がそれを採用するのに役に立つだろう。

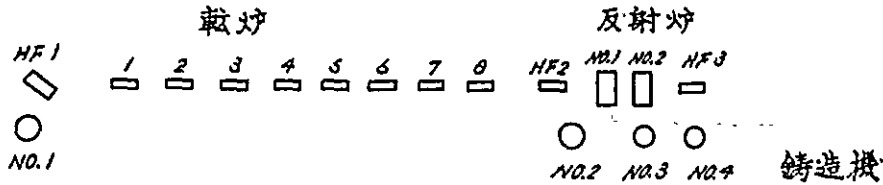
(VII) レンガ取扱い(倉庫での保管の仕方、現場への運搬等でのレンガ品質の注意の仕方)や築炉の仕方に関する日本の経験は役に立つだろう。

(VIII) ドラフトコントロールの改善や硫酸製造用のより濃い SO₂ ガスを得るために煙道系のエアタイトネスが必要である。

(IX) 労働環境の改善やポリーションコントロールは日本の方が進んでいる。助言が欲しい。

6-1-A-8. 粗銅及び乾式精製銅の鋳造

(1) 配置図



(2) Caletones 製錬所では電解用のアノードは製造しておらず、転炉粗銅のインゴット（生産量の50%）、乾式精製銅のインゴット（生産量50%）を製造している。品位は粗銅で99.4% Cu、乾式精製銅で99.92%である。

(3) 転炉粗銅鋳造用の保温炉は上図HF₁、HF₂、HF₃に示すように3炉あり、容量は№1炉、250 ton、№2、№3は130 tonである。

(4) 乾式精製銅鋳造用の反射炉は前図に示す如く2炉ある。

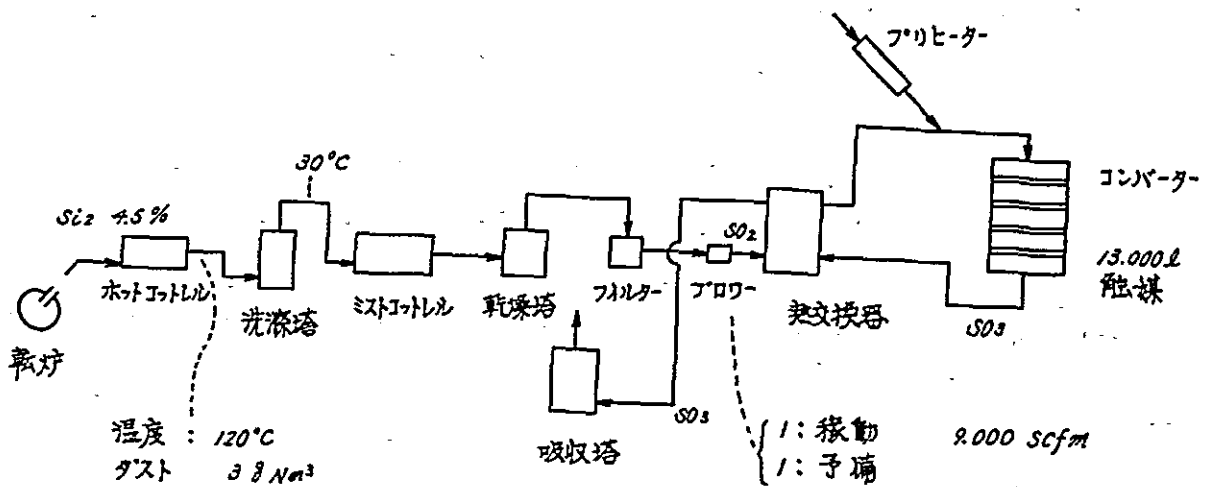
(5) 鋳造機は4基あり、前図に示す配置である。

№1は粗銅用、№2は粗銅及び乾式精製銅用、№3は乾式精製銅用、№4は粗銅用である。

6-1-A-9 硫酸工場

転炉ガス（原則として製銅期ガス）を原料として、硫酸を製造している。用途は選鉱場のラッファーフローテーション用である。1959年に建設したもので設計能力は75 st/dのシングルコンタクト式の硫酸工場である。

(1) 硫酸工場系統図



(2) ダンパーシステムが不十分で転炉ガス中のSO₂濃度が4.5%前後で変動する。又ガス温度も変動している。

(3) 操業費のうちメンテナンスコストが60%を占める。

(4) プレヒーター

デザインではスタートアップ用だけだったが、実際にはしばしば使用している。平均して2

1.5 l/min × 6 h/d のオイルを使用している。

(5) この硫酸工場は Colon の選鉱場 (Alkaline system) 用の硫酸を製造するために建設された。現在の選鉱場の硫酸必要量は 110 t H₂SO₄/d である。改造により SO₂ 5% の均一ガスが得られれば 90 t/d は容易に生産できる。

(6) 昨年インタークーラーのデザイン変更をした。

(7) 製品硫酸は 96% (冬) ~ 97% H₂SO₄ である。チリの値段は 40 us \$/t である。

(8) 触媒

上の 2 段の触媒は 2 年毎に取替える。全体の取替は以前は 4 年毎であったが、現在は 5 年毎に行う。

(9) SO₂ プロア

1 基 稼働 1 基 予備
9,000 scfm (sea level)

6-1-A-10 酸素プラント

400 t/d で反射炉の酸素バーナに使用している。(12,035 m³/h)

反射炉 3 炉のうち通常 2 炉操業をしているが、1 炉グリーンチャージ、他炉カルサインチャージの場合酸素プラント能力の 80% をグリーンチャージの反射炉に、残り 20% をカルサインチャージの反射炉に送っている。転炉には酸素は使用していない。

(1) Caltones の電力代は水力発電を利用している為、非常に安くて 0.7 ¢/KWH である。
(注、Chugucamata は 7 ¢/KWH, Las Ventanas は 1.6 ¢/KWH)

(2) 酸素製造費は 7 ~ 8 us \$/t Oxygen である。

内訳は 4 us \$/t O₂ が操業費で、そのうちの 70 ~ 72% がエネルギーコストで 20% が労務費、残りは物品とメンテナンスのコストである。3 ~ 4 us \$/t O₂ がプラントコストで償却費と金利等である。

(3) 電力原単位は 0.5 KWH/t O₂, 電気設備容量は 6,400 KW

(4) 入口空気に、SO₂ やダストをふくんでいるので熱交換品の空気側やコンプレッサーで、腐蝕や摩耗、ダスト付着等の問題がある。

6-1-A-11 マテリアルハンドリング

(1) 銅精鉱ピンの容量は 3,000 st で 500 st のピンが 6 ケある。この量は山元の貯鉱量の 8 ~ 10% で Expansion Program の 3,000 st/d の量に対応してつくられた。ところが 1500 st はピンにくっついてしまい、能力としては半分となっている。ピンのライニングはステンレススティールを用いているが、付着した銅精鉱をとりはずすのに、時々ダイナマイトを使用している。

(2) 調合システム

上記の銅精鉱ピンから反射炉、転炉までベルトコンベアがあり、その途中で、カルサイン

フラックス等に移載する。いわゆるベルト調合をしているが、量のコントロールは秤量機がないため不十分である。

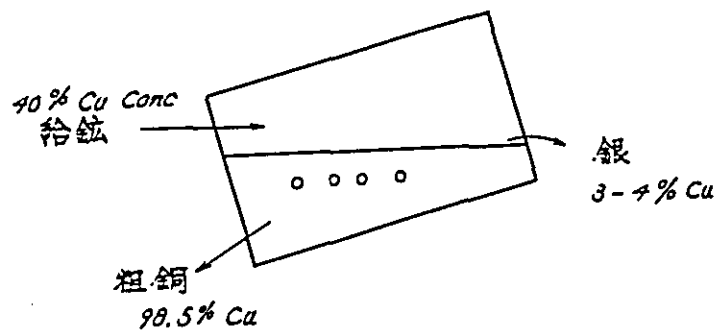
(3) ガスハンドリング

「コットレルの集塵効率は60%であるが、その後の煙道や煙突はダストの堆積がほとんどない。」とのことである。

ダストハンドリングとして、ニューマチックシステムが採用されたが、うまく作動せず、放棄した。コットレルダストはトラック輸送で行っている。

6-1-A-12 CALETONES 連続製銅プロセス

この方法はNORANOAとWORCRA法の間間的なもので、転炉で preliminary stage の試験をしたもので、まだ開発されたものではないが、現在、パテント中である。



鉛と鉛及び粗銅の流れは向流である。

6-1-A-13 製錬所の一般説明 (Shuarze)

(1) 鉱山、選鉱場の設計能力の方が現在の製錬所の能力に比較し、はるかに大きいのでたえず生産の圧力がかかり、製錬所の操業を不適切にしている。

しかし、この問題は、例えば、レール、クレーン、転炉フード、レイアウト等の改善により改善により改善されてきつつある。

(2) コントロール機器がないため、適切なマテリアルバランスも分からぬので、どこに主要な銅ロスがあるかも分からぬ。不適当なレイアウトとマテリアルハンドリングの問題を解決するには、多大なマンパワーを必要とする。

(3) それぞれの機器の効率が改善されたとしても、転炉建屋はとにかく狭く制限されているので、製錬所の主要なボトルネックである。

(4) Caletónesの製錬所の問題解決には次の二つの方法が考えられる。

(i) 現在、炉修改造している№3反射炉の酸素バーナによる操業成績がよければ、№1カルサインチャージ反射炉をグリーンチャージに変更し、№3反射炉方式とする。

(ii) 連続製銅法の採用

これは工業的に実証されたプロセス，例えばNORANDA，三菱，その他 それらに類似のものとなる。

(5) 大気汚染

これについては日本の手助けが役に立つと思う。大気汚染の防止につとめることにより，作業環境，ダストの回収，硫酸の製造等が改善できる。

(6) 現在の不況の結果，専門技術者や熟練工が国外に去り，人材が不足している。現在進めている訓練計画ではこの問題をうまく解決しえない。

6-1-A-14 分析値

(1) 銅精鉱 : Colon 2,000 dry t/d

単位 (%)

	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	As	Sb
1976年1月	39.0	20.4	31.5	4.7	0.3	0.062	0.0087
2月	38.5	20.0	31.6	4.7	0.6	0.067	0.0091

(2) カルサイン : 1976年2月 単位 (%)

Cu	T.Fe	S	Fe ₃ O ₄	As	Sb
35.7	20.3	19.2	8.0	0.047	0.0115

(3) 鉍 : 1976年2月 1200~1300 TPD

(%)

	Cu	T.Fe	S	As	Sb	Fe ₃ O ₄
№1 反射炉	51.7	22.2	25.1	0.020	0.0105	3.8
№2 "	55.9	18.5	24.7	0.029	0.0108	3.4
№3 "	49.6	23.7	26.7	0.022	0.0115	3.2

- 注 1) №1 反射炉はクーラー カルサイン使用
 2) №2 " はホットター カルサイン使用
 3) 2月は25日操業して修理に入った。

(4) 反射炉 : 1976年2月

単位 (%)

	№1 反射炉	№2 反射炉	№3 反射炉
Cu	0.89	1.04	0.97
T.Fe	35.50	38.40	30.40
Fe ₃ O ₄	6.20	6.60	4.80
S	0.60	0.40	0.45
SiO ₂	32.40	33.20	32.20
CaO	4.80	4.10	9.10
Al ₂ O ₃	4.30	5.40	9.10
As	0.0180	0.0250	0.0150
Sb	0.0050	0.0055	0.0077

№3 反射炉 量は 1100~1200 t/d

1976年2月実績は

№2 反射炉 572 t/d

№3 " 493 t/d

(5) 転炉粗銅 1976年2月

	Cu	As	Sb	S
(%)	99.50	0.0212	0.0056	0.0179

670 t/d (4月12日までの4月平均)

(6) 転炉 : 1976年2月 416 t/d

	Cu	T.Fe	Fe ₃ O ₄	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S
(%)	2.60	49.30	18.30	25.40	2.80	1.20

(7) 乾式精製銅

	Cu	As	Sb	Oxygen	S	Fe
(%)	99.92	0.0026	0.0016	0.0450	0.0016	0.0040

6-1-A-15 人員

(1) 焙焼炉

	4炉の場合	8炉の場合
シフト ボス	1×3 (シフト)	1×3 (シフト)
職 長	1×3	1×3
オペレーター	4×3	8×3
つき	(9×3)	(10×3)

	4 炉の場合	8 炉の場合
軌道運搬	11 × 2 (シフト)	11 × 3 (シフト)
運搬 (ロスターからカルサインカーまで)	2 × 1	3 × 1
整備 (アームその他手入れ)	2 × 1	3 × 1
機 関 士	1 × 1	1 × 1
+ 1/3 交替者		

(2) 反射炉

	カルサイン	共 通	グリーン
シフト フォーマン		1	
シフト ボス		1	
職 長	1		
バーナ キーパー	1		
鉸抜きグループ	7		} 7 (6+1)
鉸出し	3		
つつき	7		6
カルサイン カー	6		
燃料オイルポンプ見張り		1	
ボイラ オペレーター		1	
(以上 各シフト 人員)			
整備職長		1	
ルーフ クリーニング	3		3
アーチ スプレー	6		

(以上 昼勤のみ)

6-1-B Caletones 製錬所 (第2次調査)

4月に訪問した際、再度訪問することを約束していたので、予定していたすべての製錬所調査が終了した後、6月4日、みぞれまじりのCaletones製錬所を訪れた。

調査事項としては次の4項目をあらかじめ先方と約束していた。

- (1) 反射炉、転炉のダイナミック プログラム
- (2) コットレルの操業状況
- (3) 空気輸送システムについて
- (4) 6.3 反射炉の酸素バーナでの操業状況

6-1-B-1 反射炉、転炉のダイナミック プログラム

処理量や分析値だけでは実際の操業がどのように行なわれているかを知るには不十分なので、反射炉2炉、転炉4炉操業の実態をより正確につかむ目的で、次のような資料を作成してくれ

るようあらかじめ依頼しておいた。

即ち、反射炉について云えば、いつ原料が装入され、被抜きされ、どの転炉に装入され、鋳が出されているかが分る一週間分の時系列的な資料等である。転炉も同様に各炉別のサイクルを示したもので、これにより反射炉、転炉間の物量の移動天井クレーンの動き等が、一目で分り、転炉建屋内のマテリアルハンドリングがどの程度の問題かを知り、日本として技術協力の対象事項となりうるかどうかを判断しようと考えていた。

しかし、Caletonesでは、5月2日より63反射炉の操業を開始し、1炉のみで1600～1800 t wet charge/dの目標をほぼ達成し、次に1900～2000 t wet charge/dの目標に向かって操業を続けており、操業自体が大きく変化したので、ダイナミックプログラムは作っていない。

6-1-B-2 コットレル

以下、転炉コットレルと称するのは、転炉ガス及び63反射炉排ガスを処理し、煙突へ放出するもの。硫酸工場用コットレルと称するものは、転炉ガスのうち硫酸工場へ送るホットコットレルのことである。

	転炉コットレル	硫酸工場用コットレル
ガス 条件		
scfm (wet)	83 0,0 0 0	6,0 0 0
温度 °C	3 5 0	2 5 0
ガス組成 (%) SO ₂	5.5	4
W ₂ +SO ₃	2.5	
H ₂ O	1 2 0	
ダスト 条件		
入口ダスト量 g/ft ³	6	
ダスト組成 (%) Cu	39.4	26.7
SiO ₂		
S	23.1	13.0
出口ダスト量	—	—
仕 様		
チェンバー数	4	2
セクション/チェンバー	6	4
ガス速度 ft/min	294	
集塵率 %	98(デザイン)	
ダストのとり出し		40 kg s/24 Hrs

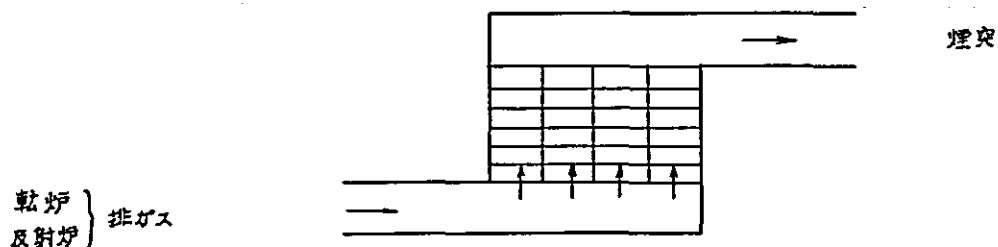
	転炉コットレル	硫酸工場用コットレル
集塵極		
タイプ	プレート	
数	84/チエンバー	
サイズ	9'×30'	
厚さ	18ゲージ	
ピッチ	10"	
材質	スチール	
放電極		
タイプ	ワイヤ	
数	1008/チエンバー	
材質	スチール-銅-スチール	Cr-steel
φ×ℓ	109'×32'4"	
重さ	lbs 16	
整流器(変圧器)		
数	8	
電圧	V 53,500	20,000~90,000(実際) 70,000(デザイン)
コントロールタイプ	ダイナミック	

注 表中、空欄は、先方にデータがなかった部分である。

(1) プレートや放電線へのダストの付着状況を質問したが彼らは見たことがなく分からなかった。

(2) 転炉コットレル

Koppers製で1970年建設、ガス分析やダスト量の測定はやっておらず、表に示したものは設計値である。

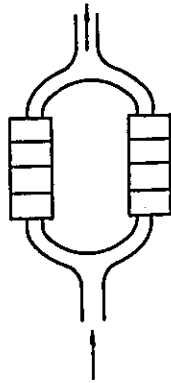


ドラフトが悪くなれば不定期にダストのクリーニングを行なう。

放電極の取替は、3セクションで1~2本が、全く取替えないかである。

(3) 硫酸工場用ホットコットレル

Lurgi製で1957年建設プレートは腐蝕のため、しばしば取替える。放電極は全くといっ



てよい程取替えない。

6-1-B-3 空気輸送システム

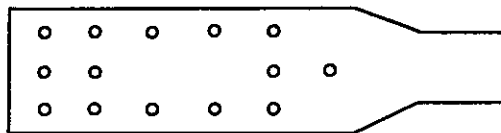
Expansion program (1970年)で採用したが、うまくゆかず、使用していない。転炉コットレルダストと転炉ダストを3'ダクトで精鉱ビンに送るシステムであった。空気圧は80 lbs/in²以下で、ダクトの曲がり部が摩耗していたところがやられた。

現在、転炉コットレルダスト用のニューマティックコンベヤは撤去してあり、トラック輸送を行っている。転炉バルーン煙道の方の設備はそのまま放置されたままである。Schwarze氏は、現在、いろんなプロジェクトがあるので、それらを優先するといひ、将来、トライする可能性を低めかしたが、Alejandro氏は、何度も使用する意志のないことを表明していた。

6-1-B-4 №3反射炉酸素バーナ操業

1976年5月2日 №3反射炉は炉修改造後の操業を開始し、最初の目標1600~1800 t wet charge/dを達成し、現在(6月4日)1900~2000 t wet charge/dの目標に向って操業を続行している。サイフォン抜も順調である。現在までの最大装入量は1846 t wet charge/dである。

(1) 酸素バーナ



上図のように14本を備え、もとのメインバーナ3本は使用していない。現場での酸素圧は計器指示で27 psigであった。

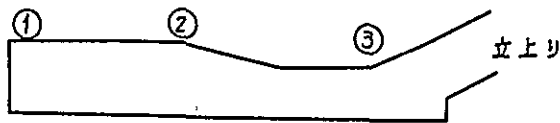
(2) 燃料消費量

1700~1800 t wet charge/dで酸素400 t/dでの操業(6月4日までの約1週間)のときの燃料消費量は75~80 kg-oil/drg t chargeである。

(3) 酸素バーナ14本にメインバーナ1本を使用すれば2400 t wet charge/dの操業が可能である。

(4) 今後は№1カルサインチャージ反射炉を№3反射炉のようにグリーンチエージに変更し、№2カルサインチャージ反射炉は撤去する予定。

(5) 操業データ (1976年6月1日～6月4日)



	6月1日	6月2日	6月3日	6月4日
測定時刻	08:20	09:00	08:15	07:50
ドラフト 立上り煙道 (-mmH ₂ O)	1.778	1.270	1.524	1.270
酸素バーナ本数	14	14	14	14
酸素使用量 (Nm ³ /min)	189.08	195.3	191.2	203.9
重油使用量 (ℓ/min)	88	80	84	93
酸素プラント送りO ₂ (Nm ³ /min)	189.08	195.3	191.2	203.9
酸素圧力 (kg/cm ²)	2.11	2.17	2.07	2.21
炉内ドラフト ① (mm H ₂ O)	0.254		0.254	0.000
" ② "	0.762		0.508	0.254
" ③ "	1.270		1.270	0.762
炉内温度 ① (°C)	1.460	1.420	1.460	1.430
" ② "	1.480	1.450	1.470	1.450
" ③ "	1.405	1.390	1.380	1.385
生成物温度				
(°C)	1,110	1,100	1,120	1120-1115
"	1,280~1,325	1,290	1,305	1,320
サイフォン(鉸) "	1,100	1,085	1,110	1,115
排ガス組成 (%)				
CO ₂ + SO ₂	39.2	48.5	41.0	35.6
O ₂	6.3	3.0	1.2	4.2
CO	1.8	2.2	1.0	2.5
SO ₂	5.11	7.09	5.75	4.32
CO ₂	34.09	41.41	35.25	31.28

※ 立上り排ガス温度は約1220°C

6-2 Potrerillos

6-2-A Potrerillos 製錬所

6-2-A-1 精鉱の受入れ

4時, 13時, 20時にタンク車(8-10車/回, 24~27車/d)によりスラリーが到着する。

6-2-A-2 浮遊機

4.3 mφ × 3.7 mL のオリバーフィルターが5基あり, 内1基を常用としている。

浮遊機ドラム廻転スピード 0.17 rpm

パルプ濃度 水分 25~30%

ケーキ厚み 約 30 mm

浮遊機単位面積当りのパルプ (solid) 量を計算すると次のようになり, 佐賀関の例と比較すると高負荷になっている。

Potrerillos $35 \text{ t} / 49.1 \text{ m}^3 \text{ h} = 0.71 \text{ t} / \text{m}^3 \text{ h}$

佐賀関 $8.4 \text{ t} / 55 \text{ m}^3 \text{ h} = 0.15 \text{ t} / \text{m}^3 \text{ h}$

フィルターケーキの水分 14~15%

高負荷のゆえにケーキの水分が高いのではないかと質問したところ, 操業経験上高負荷の方がケーキ水分は低いとの説明がなされた。

浮遊促進剤 (PC 93 Hoechst, 価格 8.3 べソ/kg, 1975年9月) を 600~700 g/t wet 使う事によりケーキ水分は 120~125% まで低下する。

6-2-A-3 ドライヤ

○ オイル消費量 9.6 l/t dry conc

○ 乾燥後の水分 7.5~8%

6-2-A-4 反射

(1) 反射炉装入物

(t, dry 1976年)

	1月	2月	3月
精鉱 El Salvador + Llanta	16,243	15,478	15,754
" Chuqui	1,895	2,216	2,424
Cleaning conc, Salvador	353	82	277 (Cu=18~40%)
Cold dope (転炉建家内発生)	2,869	3,148	4,475 (Cu=25~38%)
" (クレーンによる直装)			461
石灰石	1,309	1,271	1,563
珪石	83	-	15
その他 (サンプル, ダスト等)	-	63	35
計	22,752	22,258	(24,290 451)
転炉鍍	6,816	6,694	6,356

(2) 反射炉成績 (t 1976年)

	1月	2月	3月
産出 (転炉入 t)	17,392	17,089	15,467
" (t/d.m ³)	3.07	2.22	3.38
Fuel oil (ℓ/total.s.charge)	147.21	147.68	134.33
耐火物消費量 (Kg " ")	2.92	0.57	0.33
同上 1960年以降累計 (Kg)	3,548,668	3,570,926	
反射炉 (t)	9,683	9,071	11,981

(3) その他の成績

	1月	2月	3月
製錬合計電力消費量 * (KWH/tアノード)	324.82	303.44	310.75
工場合計 fuel oil 消費量 (ℓ/tアノード)	476.9	478.5	459.69
ジーゼルオイル消費量 ** (ℓ/tアノード)	23.05	20.80	21.03

* フィルター, ドライヤ, 反射炉, 転炉, 精製炉を含む石灰石仮焼を除く。

** 還元および傾転レードル加熱

(4) 反射炉操業

i) 装入

装入量は 800 t/d で, これを 12回に分けている。1回当り装入量は 67 t である。

まず タップを行ない次に装入する。

ii) バーナー

バーナーは 12本あり内 10本を使用している, バンカーCオイルを 22 gal/min 燃焼させている。1次空気 (燃焼に必要な空気量の 40%) はファンで送り, 残り 60% はバーナー周回から自然通風で吹い込ませる。

このバーナーチップはクリーニングが容易なので使用している。(2週間毎にクリーニングを行なう)

iii) 計測

計測項目は次のようである。

重油流量

重油温度

一次空気圧力

炉内ドラフト

炉内温度

炉内ドラフトは煙道マンホールの鉄板によるふさぎ方を変える（これにより煙道への冷却空気量が無くなり、ドラフト調節ができる）ことにより 0.010 water inch に調節している煙道ダンパー開度は固定である。

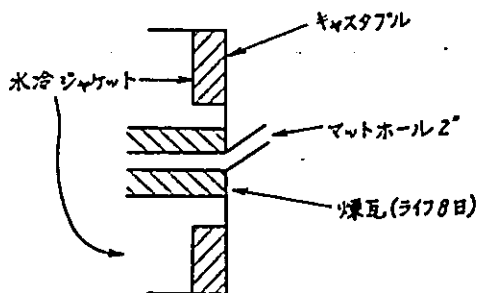
炉内温度は天井から湯面に向けた radiomatic pyrometer により測定している 1260 ~ 1370℃ である。他に 1日3回排ガス分析を行っている。

分析例

	CO ₂ + SO ₂	O ₂	CO
(%)	14.6~16	0~1.5	0~1.0

IV) 鉞タップ

両側に各3ヶ（内現在両側2ヶ）のマットホールがあり、通常南側のホールを用いている。同一ホールを8日間使用する。マットホールを止めるのに、昔のリーチング滓粘土を用いている。



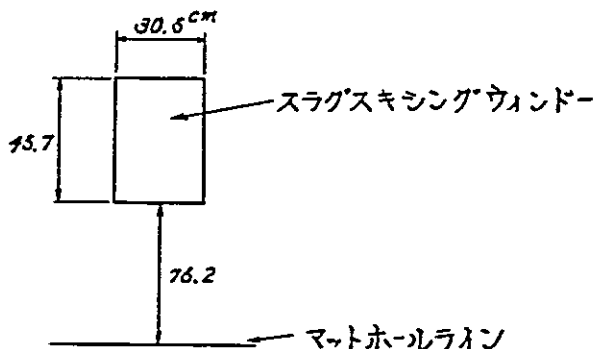
マットホール略図

マットタップ回数 4回/方

マット量 11~12レードル/方, 20t/レードル

鉞に鉞が混入することがあり、この時は別の所にダンプし再処理する。

V) 鉞タップ



スラグスキミングウィンドー略図

鉞は最大このウィンドーの上面上り上 4~6 inch に達する。

VI) Bottom-up 対策

ここ10年間連続操作を行っており、Bottom-up はあまり起っていない。次の2つの対

策をとっている。

(1) 空気とオイルの混合物を吹込む……毎日

(2) 銑鉄投入と空気吹込み

VII) ボイラー

蒸気圧力 50~60 $16/in^2$ (飽和)

蒸気発生量 10 t/h, 5, 6号ボイラー

同上月合計(t) 1月 2月 3月 (1976年)

7,162 5,029 4,013

月に1回ボイラー, ダクト, チャンバーに堆積したダクトを取出す。その量は100~300 t/mである。

6-2-A-5 転 炉

(I) 操業成績(1976年, t)

	1月	2月	3月
処理量(t)	17,403	17,052	16,079
珪石混合物*(t)	4,762	3,651	3,790
Cold dope**(t)	2,596	2,534	2,231
プリスター産出量(t)	9,805	3,971	9,938
珪石混合物(t/鉸t)	0.274	0.214	0.236
Cold dope(t/鉸t)	0.149	0.149	0.139
プリスター(t/鉸t)	0.563	0.526	0.618
操業回数(回/d)	6.42	6.45	6.97
実質造 送風時間(h/回)	2.73	2.69	2.60
” 造銅 ” (”)	4.45	4.37	4.10
実質送風時間率(ABTR)(%)	64.04	63.23	64.81
バンカーCオイル(l/プリスターt)	5.0	5.1	5.0
耐火物消費 (kg/ ”)	2.17	2.17	2.17 ***
キャンペーン	320		****
送風空気量(m ³ /プリスターt)	4,329	4,233	4,251

* 珪石と低品位 cold dopeを50:50に混合したもので造銅期に処理

** 高品位 cold dope で造銅期処理

*** 1971年以降の累計

**** 同上

(2) 転炉 1 回操業例

		(レードル)	(レードル)	硅石 (t)	Cold dope (t)	Instack (min)	Outstack (min)	
造 期	装 入	3		7		45~70	5~10	
	流 し		1~1.5					
	装 入	1		7		40~45	5	
	流 し		1.0					
	溶 剤 装 入			3.5		15~20		
流 し		0.5				5		
	口 取						16~15	
造 銅 期	Cold dope				8~9	240~270	5	
	造 銅 期							
	ブリスター産出				ブリスター 40~45			10
	リーミング							(10~15)
	鉍 装 入 待						20~180	

(3) ブロワー

現状 旧ブロワー 15,000 cf/台×3台

新ブロワー 30,000 cf/台×1台

旧ブロワーのうち1台はStand-byである。これにより転炉3基(ただし羽口数の合計は92本まで)、アノード炉1基(羽口2本)に対する充分な送風が可能である。転炉羽口数は設備として36本で、うち新炉では36本所用、古くなると28本使用となる。

羽口材質 28% Cr ASTM 446 Steel, 1 1/2" dia,

他に新ブロワーを建設中で本年6月頃には完成の見込である。

(4) 計 測

- 送風空気圧力指示マンメーター
- 炉内温度測定用 radiomatic temp. indicator, 天井のサイドフードから操業中の温度を測定しており、良好に作動していた。

(5) その他

- 天井フードは側面, 下面のみで, 上面はオープン(ドアもない)
- ガスはチャンパー, バルンフルーを経て煙突放出(コットルなし)
- メカンカルパンチャーなし
- 転炉装入物はすべて炉前カーシクレーンにより装入する
- スタックを air cooling している炉がある
- タイムサイクルは組んでいない

6-2-A-6 アノード炉

(1) 操業成績 (1976年)

	1月	2月	3月
固体銅装入量 (t)	317	603	701
鑄造 (t)	8,889	8,654	9,489
電解送り (t)	8,265	8,047	8,817 (外販分を含む)
製錬での reject 率 (%)	7.02	7.02	7.09
操業回数 (回/d)	1.84	1.93	1.97
Cycle duration* (h)	15.41	19.37	18.03
酸化時間 (h/回)	3.28	3.55	3.61
還元 # (h/回)	1.34	1.12	1.37
鑄造 # (h/回)	5.03	4.96	4.90
ディーゼル油 (還元用) (ℓ/t.アノード)	5.87	4.96	5.15
" (Smelter total) (ℓ/t.アノード)	18.77	17.01	17.12 (種加熱等を含む)
バンカーC油 (ℓ/t.アノード)	20.65	32.50	30.37
鑄造速度 (t/h)	31.0	31.14	31.73
Mold wash (Kg/t.アノード)	0.965	0.984	0.952 (Kieselgur)
アノード重量 { コマーシャル用 (Kg) 種板用 (Kg)		190 221	194 228

* from first charge to end of casting

1回操業当りのチャージ量は180~210tである。

(2) 鑄造機

10.7mφ, 26モールド材質は電気銅であり, 1カ月26~30モールドを交換する。モールド1枚当り300~345tのアノードを鑄造している。

(3) アノード炉操業

- アノード炉のライニングライフは約1年で, 炉修時はアノード製造能力が不足となるので, holding炉を使いブリスターに鑄造して出荷する。
- アノード炉では残基銅等高品位くり返し物を装入溶解する。このためアノード炉のスタックはかなり大きい。

(4) 鑄造方法

- 自動秤量機はなく, アノード重量バラツキはかなり大きい。測定はしていないが約200Kgに対し±30Kg位のバラツキはあると見うけられた。
種板電解用アノードは, 特別に厚いものを鑄造するのではなく, ターンテーブルから吊上げる時に厚いものを撰び出しそれを用いている。

Mold wash には Kieselghur という貝殻、骨などの化石化したものを用いている。モールドを保護するために大量に散布しており、モールド面にもかなり厚く付着していた。この mold wash は電解で熱交換器等のスケール発生の原因となっているようであるが安価なので用いている。

6-2-A-7 人員

(1) 反射炉

	per shift	per day
General foreman	1/3	1
Foreman	1	3
Engineer (train 運転等)	1	3
Charger	2	3
Loco (helper)	1	6
Matte tappers	4	3
Miscell ops (air blow, roof cleaning, Fe addition 等)		3 ~ 4
他にボイラ operator		5
計		36 ~ 37

(2) フィルター

Section foreman (shift boss)	1	3
Lime stone crush		13
Silica and cold dope crush		4
Rotary kiln (lime stone)		5
Conc, unloading	3	9
Thickener operator	1	3
Filter op.	1	3
Conveyer watchman	1	3
Sampling		4
Miscell		10
計		58

(3) ドライヤー

Foreman	1	3
Operator	2	6
計		9

(4) 転炉

	per shift	per day
General shift foreman	1/3	1
Shift boss	1	3
Converter op.	3	9
Puncher	6	18
Crane op.	2	6
Crane chaser (玉掛)	3	9
Blower operator	3	9
Cold dope crusher		3
Miscell.		2~3
計		60~61

各炉に
10p.
2 Puncher
がつく

6-2-A-8 分析値

(1) 反射炉装入物 (1976年1月, %)

	Cu	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	As	Fe ₃ O ₄
精鉱 El Salvador	45.2	17.0	29.1	3.6	2.26	0.05	0.07	0.281	-
" Llanta	17.75	17.1	17.3	26.8	10.7	0.15	0.11	0.122	-
" Chuqui	40.8	16.3	30.6	5.8	1.76	0.15	0.29	0.664	-
石灰石	0.82	1.12	-	11.10	1.46	46.00	0.14	-	-
Reverts	41.8	29.3	12.0	10.4	1.71	0.46	0.21	0.173	13.6
珪石 (別の reverts と混合)	18.90	18.1	5.99	48.1	3.80	0.21	0.18	0.079	8.8

(2) 半射炉 (1976年 %)

	1月	2月	3月
Cu	52.5	52.4	54.5
Fe	20.2	20.3	19.3
S	21.0	23.8	21.5
Fe ₃ O ₄	3.10	3.1	3.1
As	0.101	0.107	0.101

(3) 反射炉 (1976年%)

	1月	2月	3月
Cu	0.59	0.66	0.66
FeO	45.0	45.4	47.2
S	0.67	0.44	0.44
SiO ₂	33.60	33.7	31.5
Al ₂ O ₃	7.44	8.07	7.02
Fe ₃ O ₄	5.2	5.2	6.8
As	0.068	0.087	0.029
CaO	6.53	6.94	6.80

(4) 転炉 鍛 (1976年%)

	1月	2月	3月
Cu	3.53	3.43	4.86
FeO	62.2	62.0	62.6
S	0.71	0.60	0.82
SiO ₂	26.0	26.1	24.2
Al ₃ O ₄	2.84	2.93	2.80
CaO	0.50	0.55	0.56
Fe ₃ O ₄	2.29	2.29	28.10
MgO	0.07	0.04	0.07
As	0.032	0.040	0.029

(5) アノード (1976年1月%)

Cu	S	O	As	Sb	Fe	Ni	Pb	Bi	Zn	Ag	Au
99,776	0.003	0.185	0.04	110 ^{ppm}	15	85	5	21	6	3.81 ^{OZ}	0.195

(6) 転炉フルーダスト (チャンパー捕集, 1976年3月%)

Cu	Fe	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₃ O ₄	MgO	As
68.1	6.31	13.2	5.6	1.17	0.23	3.6	0.14	0.17

(7) アノード Mold wash (Kiesel ghur, 1例%)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss	size
80	22	6.0	1.6	0.6	1.0	0.7	8.7	-100 ⁺ 100%

6-2-A-9 製錬所に関する問題点

Smelter Superintendent Diez 氏の意見

(1) フィルター工場とドライナ

1) 設備は古く旧式である。

これらの設備はLlanta に作りかえられるべきであり; この新設備ではシックナー, ドライヤ, 輸送, Unloading, ブレンジングを含め28人で可能である。計画のスタディーは終っているが, 認可はおりていない。

ii) 現設備のレイアウトは不満足である。操業と保全のために多くの工数を要している。

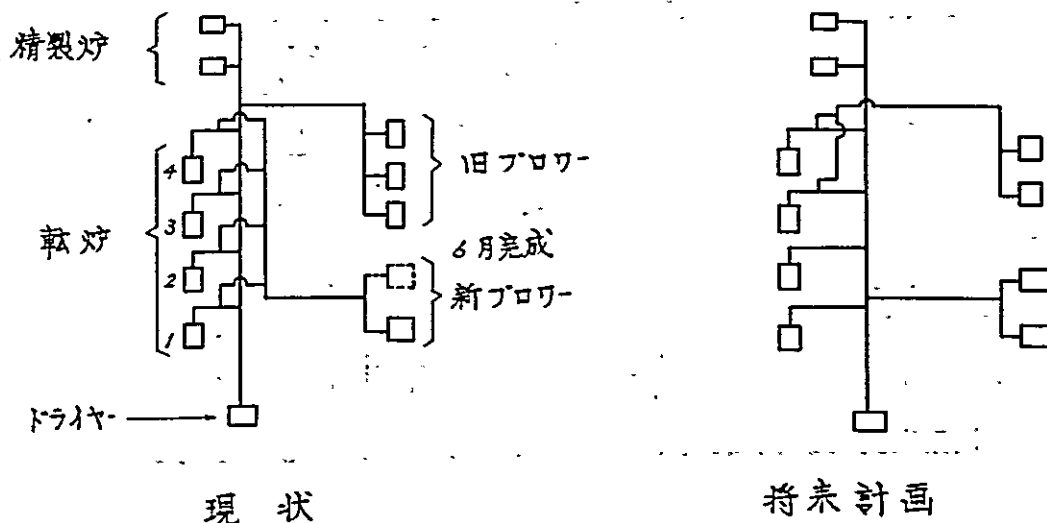
(2) 反射炉

- i) 装入ピンが小さい。(有効容量120⁺)
- ii) 設備はよせ集め品が多く, コンベア輸送能力が小さい。反射炉への装入時間は長すぎる。
- iii) 重油燃焼システムは不完全である。工場全体としても計器は不足である。
- iv) ガスとダストの処理システムは旧式で不完全である。
- v) ボイラーはほとんど無いに等しい。
- vi) 酸素バーナの導入により, ガスとダスト処理システムの問題を解決することができるであろう。
- vii) ドラフトコントロールはわずらわしく, かつ原始的である。コットレルは無い。

(3) 転 炉

- i) 計画中の転炉アップテークの改造は作業環境を良くするであろう。アップテークの水冷ジャケットはベコの発生を防止するであろう。
- ii) Gaspeパンチャーを取付ける計画が進行中である。これによりならされたパンチングができるであろう。
- iii) 新しい転炉ブロー(能力30,000 f³/min)は6月までに完成されるであろう。
- iv) 転炉送風パイピングは不完全であり, 次のような改造計画を持っている。同時に空気流量メーターと圧力計の設置を考えている。
- v) 転炉建家は補強されるであろう(reinforce)

この計画はクレーンのサポートビームおよびレールの交換を含んでおり, 転炉アップテークの改造計画に優先するものである。



vi) アップテークの改造により転炉チャンパーにおける排ガス温度は上昇するであろう。チャンパーは補強されるであろう。

vii) 反射炉スタックは崩かい寸前である。

反射炉スタックと転炉建家の補強は emergency プロジェクトである。

viii) Revamping Program の一つとしてクレーンの改造の Complete Study を Morgan に頼んだ。Morgan は現在使用中のクレーンを製作した会社である。

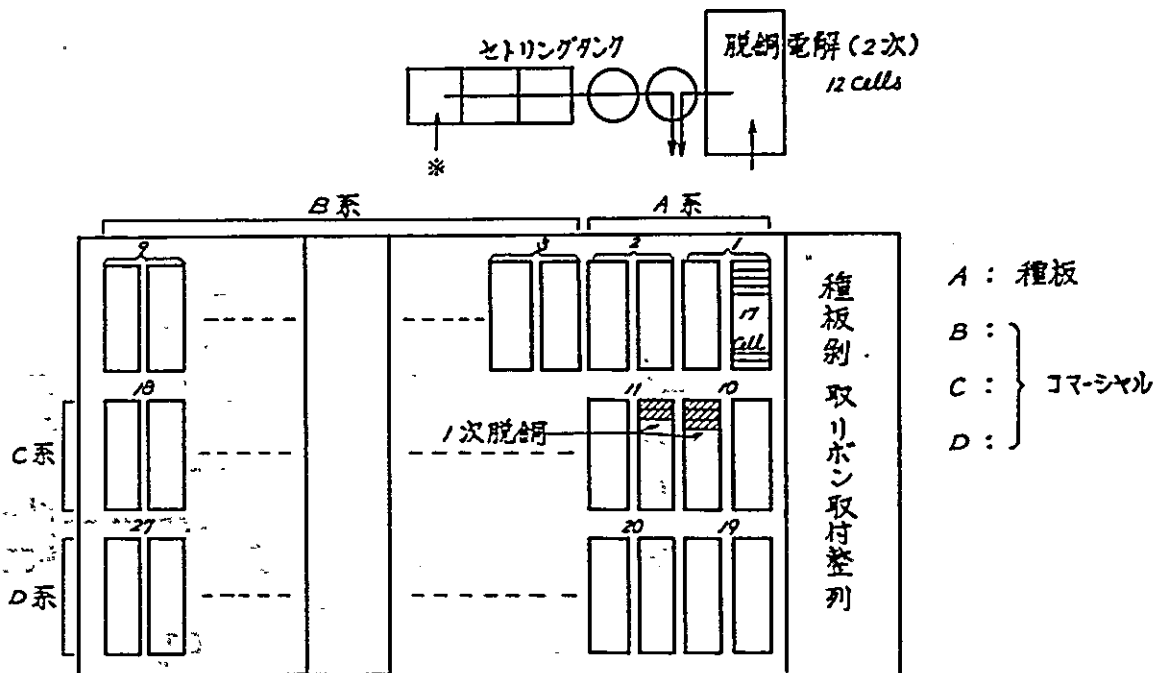
ix) Mr Diez 氏はこの工場の代わりに、海岸に新工場ができることを望んでいる。

(4) アノード炉鑄造

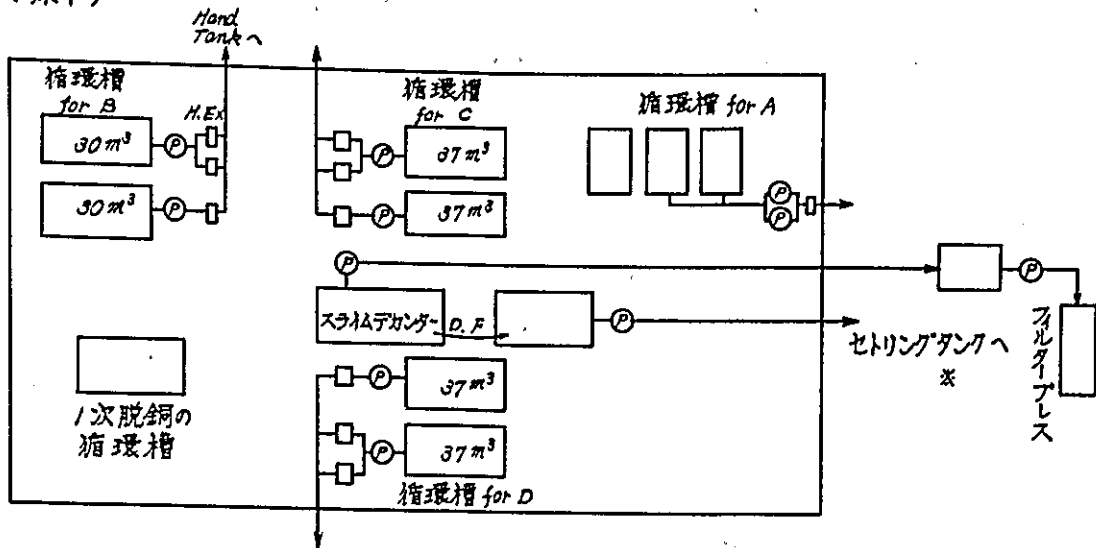
- i) 鑄造設備はガタがきている。
- ii) 鑄造について改造計画を立てている。これはアノードの取出し(吊上げ方式でなく、横に引き出す方式)冷却に関するものである。
- iii) 鑄造における冷却方法の改造はモールドの底からも散水するものである。
- iv) 転炉建家にある破砕設備を撤去し、外部のコントラクターからシリカ、フラックス及び石灰石を購入したい。そして繰返物の破砕系統を変更したい。
- v) アノード厚みのバラツキ対策としてオートクランプ式自動秤量システムを研究中である。
- vi) 「反射炉廃ガスの熱回収をするために新ボイラーを現存の反射炉ボイラを撤去して付設することを昨年の黒子チームがすすめたが、ボイラー据付期間はどの位かかるか」と質問され、はっきり分からないが約10カ月と答える。

6-2-B Potrerillos 電解工場

6-2-B-1 レイアウト



(床下)



6-2-B-2 操業条件

(1) コマーシャル

アノード 30枚/cell 730W×927L×38T 重量(月平均)
 '76 1月 2月 3月
 197 190 194 Kg/枚

カソード(種板) 31 " 768 × 965 電気銅 約80 Kg/枚

以前は31/32であったが、今は1枚ずつ減らしている

ピッチ 95 mm

電流密度 216~220 A/m² 総電流 10,000 A

ライフ アノード 20日

カソード 10日

電解液温 58~60℃ (cellのオーバーフロー)

66~68℃ (熱交換器出口)

液循環量 16 l/min·cell

添加剤 膠 40~50 g/t-カソード

尿素 8~12

アピトン 25~35 (前時セバラン)

(2) 種板

アノード 25枚/cell 重量(月平均)
 '76 1月 2月 3月
 226 221 228 Kg/枚

カソード 24 " 約6 Kg/枚

ピッチ 105 mm

電流密度 108 A/m² 総電流 6,000 A

ライフ アノード

	種板	停電なしの半槽引揚
添加剤	膠	110g/t・カソード
	尿素	11 "
	アピトン	

6-2-B-3 操業成績

(1) 処理・産出	1976年 1 月	2 月	3 月	
anode from smelter	8,265t	8,047	8,817	電解で選別
rejected anode	200	466	346	
rejected anode sold	-	45	356	
cathode produced	5,361	5,198	5,642	
decopperized cathode	38	18	12	
anode scrap produced	2,660	2,602	2,087	
anode scrap sold	2,538	2,155	1,759	売った残りは製錬
starting sheet produced	274	261	286	
anode slime	10	16	12	dry base

(2) 成績

電流効率	コマーシャル	87 %	87.3	87	
	種板	89.5	88.5	89.4	
スクラップ率		33.0	34.3	24.6	但し、我々が計算したもののliteのズレを考慮していない
電力原単位		330~340kWh/t-カソード(電解, 脱銅)			
蒸気使用量	約 10 st/h				
槽電圧	コマーシャル	0.25~0.30v/cell			
	種板	0.30	"		

6-2-B-4 分析値

(1) 電解液	コマーシャル系	種板系
H ₂ SO ₄	190~200g/l	150g/l
Cl	0.025~0.030	同左
Cu	4.2~4.5	4.0
As	3.2~3.5	同左
Sb	0.5	"
Bi	tr	"
Ni	2.5~3.5	"
Fe	4~5	"
Ca	0.3~0.35	"

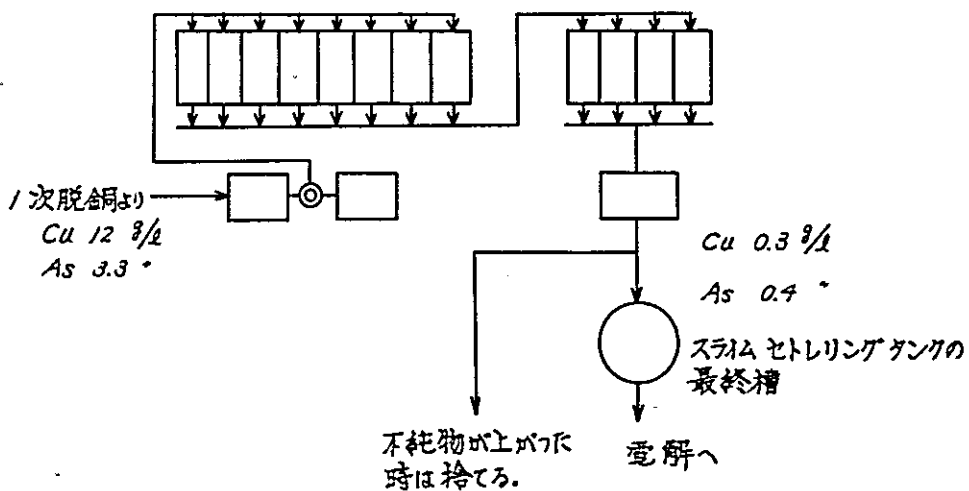
(2)

	アノード	カソード	アノードスライム	1976年2月
Au	6 g/t	-	60g/t	
Ag	125 "	3.3 g/t	2,835 "	
Cu	99,705 %	99,985 %	21 %	
S	27.7 ppm	8~10 ppm	-	
As	562 "	<1~1 "	3 ppm	
Sb	108 "	<1~1 "	27 "	
Bi	<1 "	<1 "	-	
Fe	12 "	<2 "	0.3 "	
Ni	95 "	<2 "	0.4 "	
Pb	5.7 "	<1 "	-	
Zn	80 "	<1 "	-	
Se	-	- %	3.3 "	
Te	-	-	0.6 "	
O ₂	0.165 %	60 ppm	-	
SiO ₂	-	-	17 %	
H ₂ O	-	-	34 % (wet base)	

6-2-B-5 浄液

1 次脱銅 5 cells タンクハウス内で6 hr/d, 12^m/d, Cu 45→12 g/l

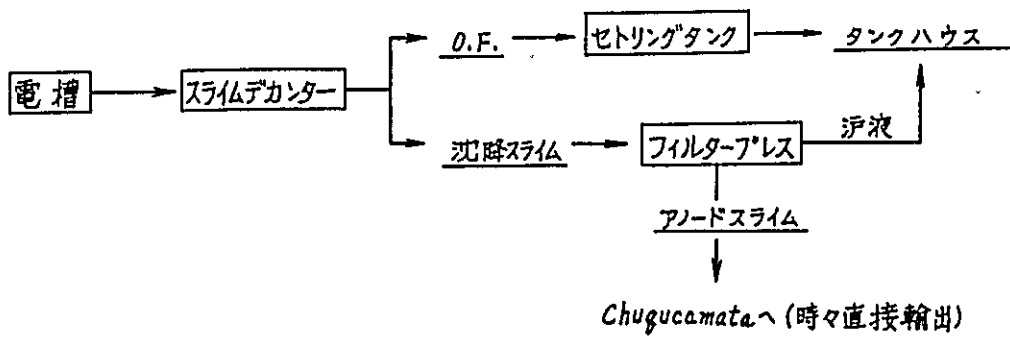
2 " 12 cells 12^m/d を Cu 13→0.3 g/l (脱砒も行なう)



脱銅スライムは local 又は national market へ売っている。

電解液中の Ni 濃度は 3~4 g/l に維持して, Ni を回収したい希望があるが非常に不経済であろう。

6-2-B-6 アノードスライム



6-2-B-7 設備・問題点等

- | | | | | |
|----------|--------|-------|---|-----------------------------|
| (1) 電槽櫃 | コマーシャル | 850 | 種板 68 | 寸法 860 W × 1,140 H × 3000 L |
| (2) 整流器 | シリコン | A系 | 7,500A, | 225 KW 1基 |
| (3) クレーン | | B.C系 | 10,000A, | 1,800 KW 1基 |
| | | D系 | 10,000A, | 1,800 KW 1基 |
| | | A系 | 15 st × 1基 | |
| | | B系 | " | |
| | | C系 | " | |
| (4) 熱交換器 | | D系 | 25 st × 1基 | |
| | | A系 | プレートタイプ (Sus) × 1基 | |
| | | B.C.D | カーボンブロックタイプ × 9基 | |
| | | | 本体 2' 6 1/2" φ × 4' 9" L (6段)
液側 3/8" φ × 4 0 hole 159 ft ² /基 (14.8 m ²) | |

(5) 種板

母板 銅板両サイドグループ付 (絶縁エッジなし)

上面 (液面附近) タール状オイル塗付

剥取 細長い鉄板で剥取

エッジの除去, 母板面への固着 (母板面は非常に悪い) のため, 剥取は非常に困難かつ種板を痛めている。

streighten 台の上で細長い棒でOP (完全でなく, 通電後の wet streighten が必要)

(6) 電気銅

洗滌 温水中に浸漬

積出し クレーンで吊ったまま, 水平のバーに当て倒し, ハイスターで搬出

(7) アノードスクラップ

洗 滌 電槽中で蒸気+水で洗滌

積出し 電気銅に同じ

但し、電槽中には何枚かの落込みあり

(8) 整流器

コマーシャルは現在最大能力で使用

定電流制御は余り良くなく、電圧変動で-2%の電流変動あり、整流器についての情報を求めている。

(9) 熱交換器

液側がスケールで詰まり、2~3ヶ月毎に解体、電気ドリルで除去している。

(10) 電槽ライニング

バラライナールーズライニング 電解採取から改造(1965年)以来使用しており、この10年間に200 cells やり変えた。

状況はかなり悪く、上部は内側にセリ出し、大半の電槽は液洩れしており、腐食したコンクリート電槽も2, 3外に出してあった。

Pb-Sb ライニング検討中(試作品あり)。

床下の場面、基礎も常時液が流れるため、アスモルがヤラレ大補修を要する。

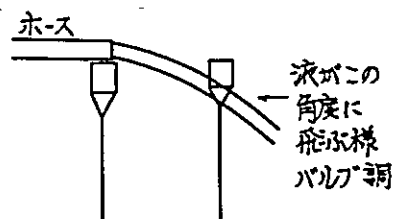
(11) 液管理

イ) 分 析 各循環系からサンプリングし(ヘッドタンク下)、分析センターへ送る。

Cu, H₂SO₄, As, Sb, Cl, Fe, Ni : 毎月, 4 h で結果が出る。

Ca, Bi : 週1回

ロ) 温 度 ヘッドタンクで各循環系毎に連続記録, 熱交換器への蒸気量, 調節はマニュアル

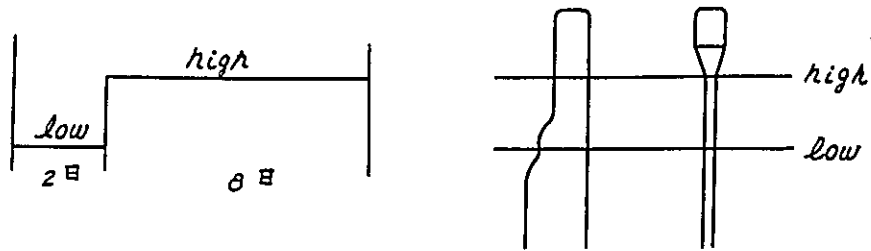


ハ) 電槽への給液量は目視

但し、チェックは右図の様にする。

液レベル調節, 給液方法(槽内の液循環方式を含む), 循環液汚濁については非常に興味を持っている。

(12) 電槽内液レベル調節（鉛のセキ板の有無で調節）



(13) 電圧測定 34 cells (1 section) 毎, 1 h 毎測定

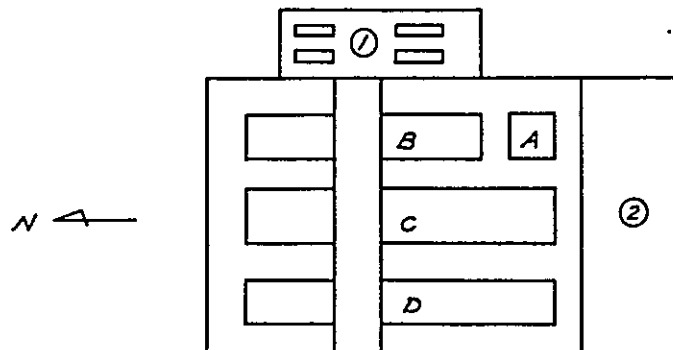
(14) ショート検出, 修正 ショート発生は非常に多い。

人員は18名 day shift 13名

afternoon shift 5名 その日に入れた cells

コンピューターによる検出方式を導入したいと言っているが, 現在は余りにもショート発生が多いので, まずアノード, 種板, 電槽を良くしてからの方が良いと思われる。

(15) 将来の計画 (Mr. MALIN)



① 床下の機械（主として熱交換器）を東側へ移し, 電解液による腐食を防ぎたい。
同時に電槽も修理したい。

② 種板仕上機を設置したい。

イ. edge の cutting

ロ. stamping

ハ. looping

(16) アノード 電解で選別し, 一部 smeltar へ繰返し, 残りは外販重量分布は大であるが, 測定データは持っていない。

(7) 電解液中への air の混入防止対策について質問を受けたが、電気銅には余りピンホールは観察されなかった。

(8) 製錬も含めて品質管理について検討しているらしく、日本の情報を欲しがっている。

(9) 人 員 別紙

6-2-B-8 その他

E1 Sacvador の Santiago 事務所で Potrerillos 電解について追加質問

(1) データ集収の期間 '76 1~3月の稼働電槽数はいくらか。

詳しいデータはプラントにあり今無いが、平均で820槽である。

(2) アノードライフが20日で電槽セクション数がコマーシャル25あるが、どんな操業をやっているのか。

5日間3セクション

の繰返してある。

5日間2セクション

(3) Wet flatterring をする理由は次のいずれか。

1) 種板が悪いためか。

2) 電解中に曲るのか。

種板が悪いため、1日電解した後直した方が容易に真直になる。電解中に曲ることはまずない。

6-2-B-9 人員

Superintendent	1
Assistant Superintendent	1
General Foreman	1

TANK HOUSE

Metallurgist	2
Tank House chief	1
Assist. Tank House chief	1
Shift Foreman	4
Inspector chief	1
Hystor Driver	4
Crane Driver	4
Maintenance Foreman	1
Inspectors	15
Straighteners (Wet)	4
Bar cleaners	1
Plastic Wolders	3
Anode cheokers	3
Starting shects take off	4
Ears cut off	2
Ears fastenors	4
Cathode and anode snap holders	6
Straighteners (dry)	4
Cells cleaners	3

Press Filter men (slime)	3	
General Workers	26	
Plastic mechanics	7	TOTAL 105

CASTING PLANT

Casting Plant Foreman	1	
Assist Plant Foreman	1	
Refinery man	1	
Inspector chief	1	
Shift foreman	3	
Crane worker	1	
Charger foreman	1	
Inspector foreman	1	
Furnace workers	7	
Bar strightener	1	
Replacement workers	6	
General furnace operators	12	
Replacement furnace operators	2	
Chargers	3	
Inspecters	5	
Sample worker	1	TOTAL 47

6-3 Paipote

6-3-A Paipote 製錬所

6-3-A-1 概要

Paipote 製錬所は ENAMI に属し、Santiago の北 800 km、Atacama 地方にあり、Copiapo の東 10 km、海拔 460 m にある。

創業は 1952 年で、以来その地方の小鉱山から出る銅、金鉱石および浮選精鉱を処理しブリスターを生産してきた。

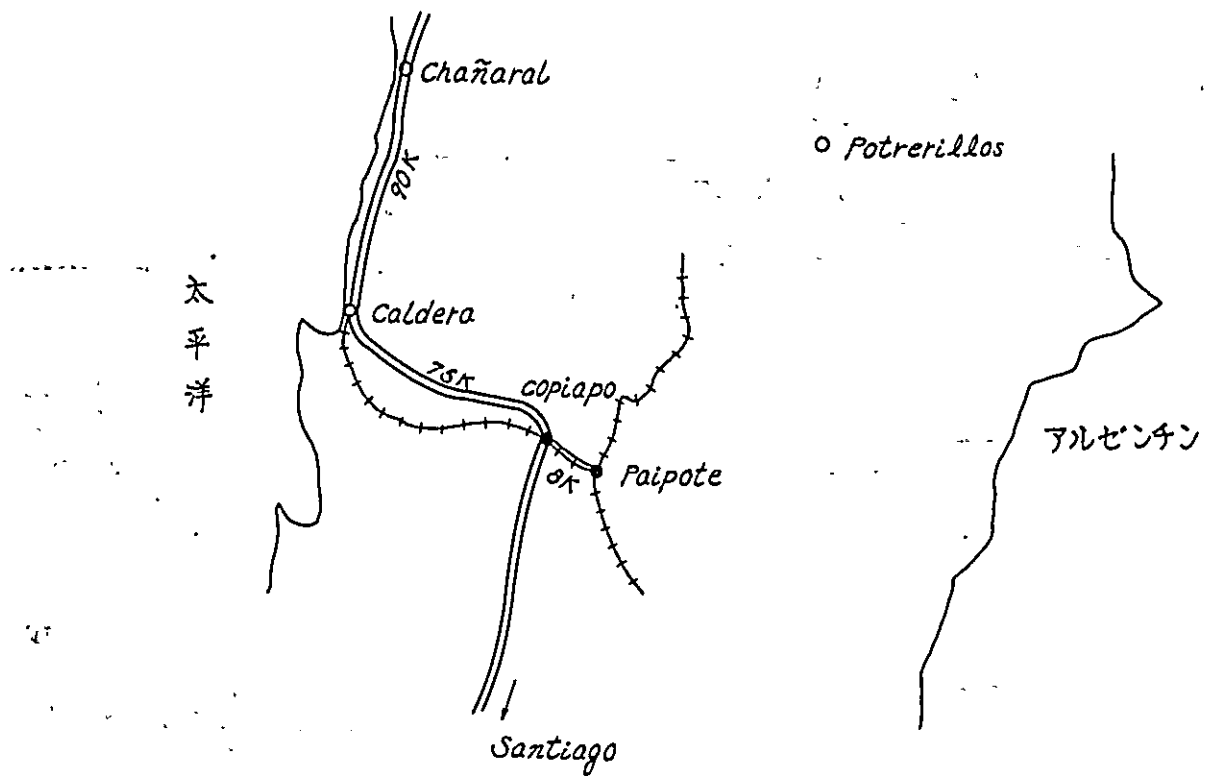
その日以来、操業の拡大と改良を目ざして、設備の改良を続けてきた。

1957 年には反射炉に No 3 発熱回収ボイラーを取付け、又 No 3 10' × 20' p.s 転炉を設置した。中央動力室には、工場の拡大に対処するため 2500 馬力のタービンゼネレーターと 25,000 馬力/hr の蒸気ターボブローワーが設置された。

1960 年には反射炉天井を従来のシリカ Sprung から塩基性吊天井に変更した。

1970 年には従来の 10' × 13' ps 転炉をサイフォンタイプ (Hoboken) 転炉に変更すると共にこれら転炉ガスを原料とする硫酸工場を建設した。硫酸は附近の沈酸銅工場へトラックで出荷される。

6-3-A-2 設備と操業



Paipote Location

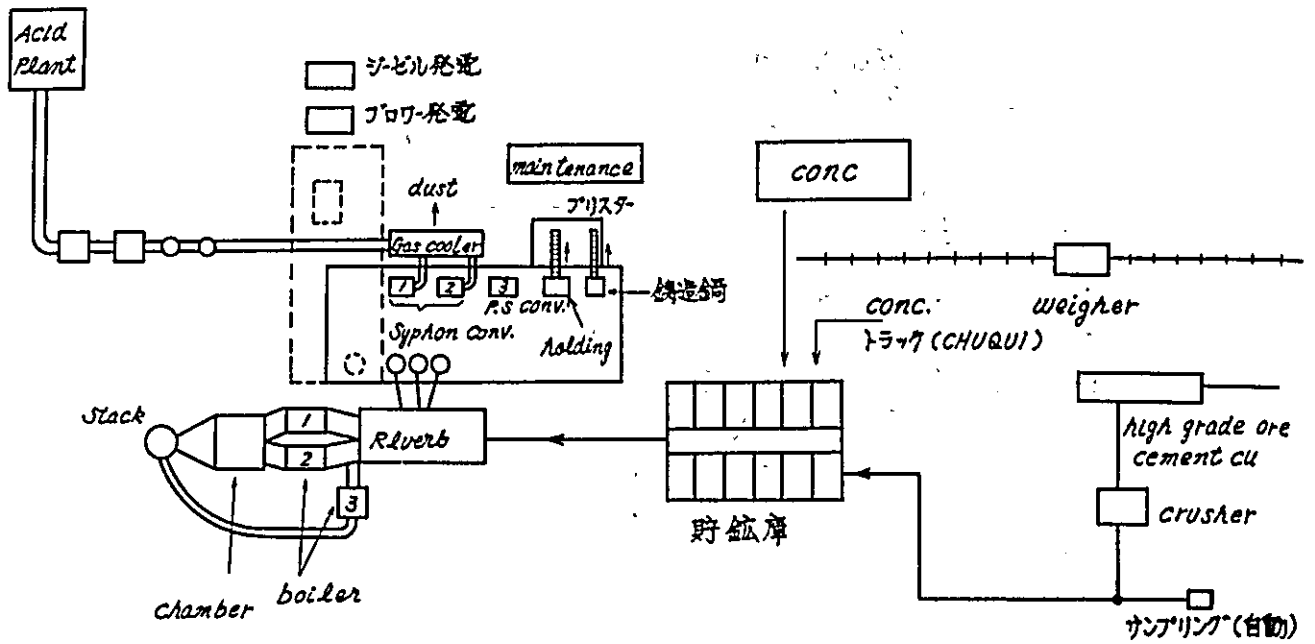
Paipote 製錬所は次の部門に分かれる。

- 原料の受入と調合
- 反射炉 × 1 基
- 転 炉 × 2 t × 1 基
- 硫酸工場
- 動力室

(1) 受入と調合

銅鉱石と溶剤は鉄道又はトラックで到着後秤量され、グループ別に粉碎およびサンプリングのための受入ビンに卸され、そこから blending 鉱舎に送られる。一方、沈澱銅と銅精鉱は車輦の上でサンプリングされた後ブレンディング鉱舎の前に卸され、ショベルカーでブレンディング鉱舎の各ビンに運ばれる。

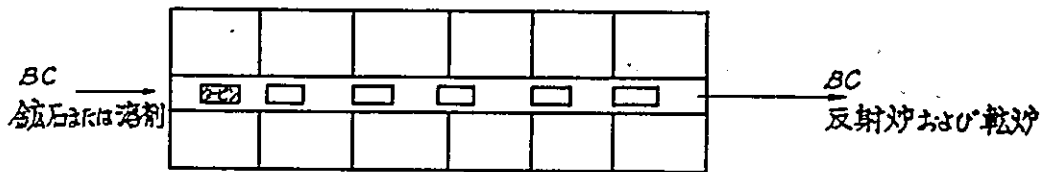
ブレンディング設備は 240' × 100' の建家、その中にある 12 ケのビン (各 2,500 ~ 3,000 t 容量)、中央にある 6 ケのビン (2,000 t × 3 ケ + 300 ~ 450 t × 3 ケ) より成っている。



Layout of Paipote

試金 分析 試料

コンビナー



(鉱石内の移動はグラブクレーンによる)

この中央の6ヶのピンは反射炉装入物の調合，転炉溶剤炉壁保護剤，時々石炭の切出しに用いられる。原料の1例を次に示す。

		t/m	Cu %	
精 鈹	ENAMI {	matta	3,000	29
		others	2,000~3,000	
	Private	2,500~3,000		
	Chuquicamata	2,000~2,500		
沈澱銅	ENAMI	300~400	71	
	others	1,200		
高品位鈹石		100~200	12	

高品位鉍石とはCu 10%以上のものを云うが金、銀を含むものは8%でも受入れる。銅価の高かった1970～73年には受入量が増し、多い時は10,000t/mに達した。受入処理能力は1,200t/mであり在庫が莫大なものとなった。調査時は在庫はごくわずかで、鉍種別に整然と置かれていた。ENAMIはprivate companyが持ち込んでくる原料の受入を拒否できない。As, Clについてはペナルティーがある。

当所は買鉍製錬所を自認するだけに受入貯鉍、分析等はCODELCOの製錬所にくらべ充実している。受入サンプリング系統では自動化もかなり意欲的に取り入れているが、スペアパートの入手困難等で使いこなしていない。

(2) 反射炉

Allis Chalmers社の設計で105'×30'×12'の大きさである。1960年に天井をSilica sprungからクロマグ吊天井に改造した。炉装入物は精鉍、沈澱銅、くり返し物、溶剤石灰石の混合物より構成され、24"ベルトコンベヤにより、ブレンディング鉍舎から炉上の2ヶのビン(容量150t)へ輸送される。この炉上ビンからコンスタントフィーダーで投出され、さらに炉上の両サイドにある自動トリッパー付ベルトコンベヤへ運ばれる。又、非常用として手動式コンベヤシステムがある。

転炉扱は溶体でバーナ壁に近い東側の壁にある樋から装入される。

反射炉装入物は次のようである。(1975年平均)

()内1976年1月

	t/m	Cu %
精 鉍	11,000 (11,475)	29
沈澱銅	1,700 (227)	71
溶剤石灰石	500 (279)	—
くり返し物	1,500 (1,778)	23

約1,000 t/mの鉍石は、珪石と混合され、直接転炉へ装入される。

炉の燃料は1970年までは微粉炭が用いられていたが、その後今日までジーゼル油が用いられている。この変更は、処理能力を増し、経済的にも良い結果をもたらした。しかし、石油の価格上昇は、今年5月には再び微粉炭にもどらざるを得ない状況となっている。平行的にその時の経済状況に応じ、重油又は微粉炭を燃焼できるバーナシステムの設置計画を進めている。

炉内温度は燃焼帯が1,500℃、中央部1,270℃、後部1,230℃である。

扱は次のような成分である。

1975年平均

t/m	Cu %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	FeO	Fe ₃ O ₄
8,000	0.85	33.5	5.7	4.9	31.7	18.2

錠はレードル車に受け鉄道で約1kmの所に棄却される。

の生産量は10,000~13,000t/mでCu %は48~53である。この巾広い変動は装入物の成分変動によるものである。この錠は東壁にある3ヶのタップホールから樋により直接レードルへタップされる。このタップホールは径2'、クロムマグネシナ煉瓦でできている。水冷ジャケットは無く1~1.5ヵ月毎に交換する。炉排ガスは1,150℃で、廃熱ボイラーにより300℃まで冷却され、ダストチャンパーを経て76mの煙突より大気へ放出される。ボイラー、ダストチャンパー、煙突で回収された煙突は集められ、他の原料、くり返し物といっしょに反射炉へ装入される。

炉は1970年以来no stopでbottom-up対策として鉄の(2~5 t/m)投入およびコンプレシアアの吹込みを行っている。バーナ燃焼用空気は、スチームで100~120℃に予熱しているが、老朽化しており、450℃の新しいヒーターを準備中である。チャージ系統の発塵、各所からのガス噴出はかなりのものであった。

バーナはBalcke burner(2ヶ)であり、このタイプのバーナを用いている理由は、バーナ交換が容易(5~10分で可能)で、バーナフレームの形状、大きさのコントロールが容易あるいは燃焼範囲が広い(500~2,000 l/h)ためである。ジーゼル油、クロシン、バンカーC重油の使用が可能の設計であるが、バンカーCは使っていない。それはPaipoteに近いCalderaの港では軽油のUnloadはできるが、重油のUnloadは出来ない、他から運んでくると軽油より高くなるとのことである。

燃料消費は次のようである。

ジーゼル油消費	154.82 (l/t of total charge)
C重油換算	137.00 (Kg/t " ")
同上	157.7 (Kg/t of NMBM*)

(3) 転 炉

10'×20'の転炉が3基あり、うち2基はサイフォンタイプ1基はp.sタイプである。サイフォン転炉は21本の羽口(1 1/2")を持ち、ガスはエアタイトの状況で硫酸工場へ送られる。ブローは12,000Nm³/h、15psigで蒸気駆動である。p.s転炉は29本の羽口(1 1/2")を持ち、ガスは水冷フードで集められる。ブローは25,000Nm³/hである。天井クレーンは30トン×2基で、転炉溶剤等すべてこのクレーンで装入する。操業中の温度は1,250℃以下で粗銅の温度は1,200℃よりいく分低いくらいである。

1回操業当りの処理量は60t(Cu⇔55%)で、操業時間はサイフォン転炉で6h 30min~7h 15min(他に1hのクリーニング時間がある)p.s転炉では5h 30min~6hである。

* New metal bearing material

最近の転炉操業成績は次のようである。

	t/m	Cu %	SiO ₂
銅鉱石	1,000	12	45
珪石	1,000	—	90
冷装入物	1,000	40	10
産出	6,500	3	22
粗銅	4,000~5,000	99	—

操業時間の1例は次のようである。(1972年 品位45%, ()内最近のデータで品位47%)

		in stack	out of stack
Matte charge	40 t		0.20 h (0.20) h
Ist Slag blow		2.30 ^h (1.90) ^h	
Skim			0.10
Matte charge	20 t		0.15 } (0.15)
2nd stag blow		2.20 (1.50)	
Skim			0.10 (0.20)
Copper		3.50 (2.60)	
Blister pour			0.10
Cleaning			1.00 } (0.80)
Total		8.00 (6.0)	1.65 (1.35)

送風量はサイフォン転炉が約200 N^m/min, 設計値は10 N^m/羽口×21本=210 N^m/min (max)で, これ以上送風量を増すことはsprashが多くなるので困難である。

p.s 転炉はシベトラの設計では17,000 N^m/h (≒280 N^m/min)となっている。いずれも流量計が無いので正確にはわからない。

操業回数は2.7回/炉・d×2炉≒5.4回/dである。ABTRは1970年82.9%, 1976年81.6%, プリスターの産出率は22 t/charge (1970年)から27~29 t/charge (1976年)に上昇した。

耐火物消費

	サイフォン転炉	p.s 転炉
Campaign (charge)	170	280
" Max(")	253	598
粗銅量 (t/campaign)	4,000	6,000
" Max(")	5,500	13,700
耐火物消費量(Kg/tプリスター)	6.0~6.2	4.9~5.0

上表にみるようにサイフォン転炉の耐火物消費はかなり多い。サイフォン部分の修理は, 羽

口部の修理の2倍の頻度で行う必要がある。(この部分の耐火物消費は1.5 t/回)

現在の操業では転炉2炉吹 11~15 h

1炉吹 12~ 8 h

ガス切 1 h

となっている。しかし、硫酸工場のガス吸引能力は1.2炉分しかなく、従って2炉吹時は常時かなりのガスがスタックから大気へ放出される。p.s 転炉ガスは硫酸工場へ導入せず煙突から大気へ放出される。ガスクーラーにおけるSO₂濃度は8~9%である。ガスクーラーはかなりパチ当てのあとが見られた。硫酸工場の都合(設計が悪く故障修理が多いとの話)で吸引できない時間が1h/dくらいある。

(4) 硫酸工場

原料はサイフォン転炉の排ガスである。転炉ガスは約1,000℃で tubos tipo organo 式冷却器で400℃まで冷却される。さらに2つのスプレータワーで冷却と除塵を行なう。このスプレータワーの出口温度は90℃で、さらにセラミックを充填した冷却塔で35℃まで冷却され、ミストコットレルに送られる。

軽化系統ではまず乾燥塔において濃硫酸により水分を0.1 g/N_mまで除去され、次に熱交換器を経て、触媒層に送られる。さらに、吸収塔で吸収され98%硫酸となる。設計能力は120 t/d(98%硫酸)であるが、瞬間的には200 t/dに相当する能力を持っている。この工場はサイフォン転炉と共に1970年に Sybeta, Mechim, Hoboken, Enamiの協力のもとに計画、建設されたものである。

(5) 動力室

反射炉ボイラー

No 1, 2 能力 20,000 lb/h, 缶 Erie city 製

No 3 能力 39,500 lb/h, 缶 Babcock and Wilcox 製

蒸気圧力 400 psig

” 温度 750 °F

通常2缶で、1缶は修理又は stand-byである。この蒸気は動力室で次のような設備に用いられる。

タービンゼネレーター

1,700 KVA × 2基

3,125 KVA × 1基

不足電力を補うため買電と接続されている。

タービンブロー

7,500 f³/min 2基, 15 psig サイフォン転炉用

15,000 f³/min × 1基, p.s 転炉用

6-3-A-3 増設と近代化計画

現在の製錬処理能力は約450 t/d (新装入物)でその構成は次のようである。

精 鋳	80%
沈澱銅	12% 13,500 t/m
鋳石	8%

Paipote工場に対する原料供給予想は現状能力をはるかに越え次のようである。

精 鋳	16,000 t/m
沈澱銅	4,500 "
鋳石	1,500 "

この原料に対応する処理能力増強計画が進行中である。同時に設備の近代化と硫酸工場の拡大を検討中である。

(1) 反射炉

バーナ燃焼空気の予熱(現状120℃よりさらに高温)、酸素富化空気等が反射炉能力にどう影響を与えるか研究をしてきた。その結果、石油を熱交換器で燃焼させ、又は微粉炭燃焼400~450℃の熱風をバーナ燃焼用空気として用いるのが一番良いとの結論に達した。これにより処理能力は約30%アップが予想される。この場合バーナは当然改造になろうし、現在リミットに達しているボイラーは十分な能力のものに取換えられるであろう。

(2缶, 蒸気発生量: 26 t/h, 42 ata, 250℃飽和)

(2) 転 炉

反射炉能力がアップされた場合、転炉も増設が必要になる。この場合次の理由によりサイフォン転炉を使うのが望ましい。

Paipoteにおいてはこのタイプの転炉の経験が豊富である。

硫酸工場を作る場合、ガス量が少ないので経済的である。

新設転炉は13'×30', 羽口40本(1 1/2")であり、セルその他部品1式はすでに入荷している。経済状況が悪いので、組立工事は中止されている。スペースの関係から現在の建家に設置するのはむずかしく新転炉は東の方へ直角に据える計画である。送風機は老朽化しており悪い状況となっており、モーター駆動のプロワーに取りかえるべきである。

(3) 動力室

既設の3台のタービンゼネレーターにかえ、新しい1台のタービンゼネレーターを設置しようとしている。これにより、単純化され、良いサービスができるようになる。スペースの関係と新しい機械の据付中も工場を止めないために、新しく動力室を作りつつあり、現在のもはstand-byとなる予定である。

(4) 硫酸工場

新しく一列の増強が必要であり、能力は200t/日(濃硫酸)となるであろう。この地方

の硫酸の需要は強い。附近に農業地帯があり公害防止上も硫酸工場増設は必要であると思われた。

6-3-A-4 その他

(1) この地方の降雨量は極めて少なく年間数ミリとのことである。午前中は霧がかかり太陽は見えない。午後は晴天となり、夕方再び霧がかかるという天候が毎日続く。湿度は高いので少し水をやれば植物が育つ。そのためこの製錬所のある谷間は農業地帯となっている。

(2) 水はこの谷を流れる川のふく流水をくみ上げているが充分ではない。

6-4 Chuquicamata

6-4-A Chuquicamata 製錬所

6-4-A-1 酸化鉍処理

Exotica 鉍山の酸化鉍処理は CIPEC の減産協定で休止している。現在、酸化鉍処理は Chuquicamata 鉍山の一部にある酸化鉍（埋蔵量 200 万トン）のみ処理している。

6-4-A-2 鉍山のトラック

現在のトラックの積載能力は 100t, 120t であるが、300t トラックの購入計画を立てている。尚、小松のショベルカー 6 台が稼働している。

6-4-A-3 採 鉍

選鉍場へ送る粗鉍量は 70,000 t/d で Cu 品位は 2.0 ~ 1.5 % である。Cut Off Grade は 0.5 ~ 0.4 % Cu で、Ore to Waste Ratio は 1 : 3 である。粗鉍の運搬はトラックで Waste の運搬はディーゼル機関車を使っている。

6-4-A-4 選 鉍

12,000 t/d のラインが 6 つあり、能力としては 72,000 t/d である。最後の工程で Mo, Cu のバルクフローテーションを行ない、Mo を含むものは Mo 選鉍場に送られる。銅精鉍は 40 ~ 45 % Cu である。

6-4-A-5 Mo 選鉍場

この選鉍場は 2ヶ月前（1976年3月）に操業を開始し、1,000 t/d の Mo 精鉍を生産している。Mo 品位は 55 %、Cu 品位は 0.2 % である。

6-4-A-6 ドライヤー

60' x 10' 径と 100' x 13' 径 のロータリータイプのドライヤーが 2 基あり、それぞれの処理量は 40 t/h、及び 80 t/h である。水分 16 ~ 18 % から 6 % 以下に乾燥している。

6-4-A-7 反射炉（グリーンチャージ）

30' W x 120' L 3 基

35' W x 114' L 1 基

4 炉操業で 1 日 2,800 t（乾燥）を熔解している。1 Shift 4 回装入。

バーナーは各炉デザインでは12本を備えているが、現在10本使用している。Bunker Oilを反射炉1炉当り4,000 Kg/hで燃焼している。来年(1977) No 3, No 4 反射炉ボイラーを新ボイラーに更新する際バーナーはバルクバーナーと酸索バーナーを採用する予定である。鍍品位は約50%で中Cuは平均0.8%である。鍍種の転炉建屋内への移設はすべて完了し、鍍の電車による運搬はなくなりマテリアルハンドリングはすっきりしている。湯面のコントロールをしていないこと及び転炉返鍍により反射炉バーナロより鍍が時々流出しており、バーナロ側の床は高温の鍍が各炉ともおおっていた。返鍍の際バーナロから鍍が流出するのも目撃した。

6-4-A-8 反射炉ボイラ

蒸気発生量は前回調査と同じある。蒸気圧力は400 psi (28 Kg/cm²)で温度は750 °F (400 °C)である。蒸気は自家発電用の3基のタービンに735 °Fで送られ、8基のボイラーからの蒸気で14 million KWH/mの発電をしている。そのうちの8 million KWH/mは製錬所で6 million KWH/mは選鉱場その他で使用されている。

6-4-A-9 反射炉燃料消費量

平均 137 Kg/t of dry charge

No 1 ~ No 3 反射炉 約140 Kg/t

No 4 反射炉 約120 Kg/t

6-4-A-10 転 炉

(1) 6基 常用4基~5基 13' φ × 35'

羽口 52本

(2) Gaspe パンチャー 4基

マニュアルパンチング 2基

羽口開孔は両者ともチップングマシーンを使用している。

(3) 転炉能力 220 t Anode/d・炉

max (250 ")

(4) 送 風 15 psi (1.05 Kg/cm²): 実際の圧力

公称圧力 20 psi

Chuqicamata の圧力 = 550 mmHg

4,500 m³/mt Cu

羽口吹込空気温度 300 °F (≈150 °C)

送風量 30,000 ~ 35,000 ft³/min と云うけれども、実際には風流計No

5, No 6 炉を見たときには約20,000 ft³/minであった。

圧力は15 ~ 16 psig

(5) ブロワー 5台

26,000 ft³/min × 5 = 130,000 ft³/min

4 炉吹き のときは、圧力が 10 ~ 15 psig で $30 \sim 35 \times 10^3 \text{ ft}^3/\text{min}$ で、5 炉吹き のときは圧力 10 ~ 11 psig で $20,000 \text{ ft}^3/\text{min}$ 炉と のことである。転炉羽口までの送風 管の継手等で漏風が多い。

(6) シリカフラックス

SiO₂ 品位は 70 % 以下、シリカフラックス装入量は 310 Kg/t of Cu

(7) 転炉サイクル

2.5 サイクル / d・炉

1 サイクルに は 6 ~ 7 レードル入れる。通常は 6 レードル。

Ladle capacity : 25 ~ 28 t of Matte

Ladle volume : (上から 30 cm 以下の容量)

新 : 325 ft^3 (9.2 m^3)

旧 : 254 ft^3 (7.2 m^3)

旧レードルは 20 ~ 23 年間使っている。

転炉サイクル

		鉞 (レードル数)	フラックス (t)	Cold Dope (t)	鉞 (レードル数)	送風時間 (min)	休風時間 (min)	高銅品位鉞 (t)
造 鉞 期	装 入	2+1+1	5				20	
	Cold Dope			12				
	送 風					60		
	切 り				1		2	3
	送 風					115		
	切 り				1		5	
	装 入	2	5	6			10	
	送風+フラックス		5			75		
	切 り				1		5	
送 風		2.2			67			
切 り					0.75		5	
送 風					55			
切 り					0.5		5	
製 銅 期	Cold Dope			5				
	送 風					60		
	Cold Dope			5+6		60	3	
	銅汲み+羽口開孔+鉞待						50	

(8) キャンペーンライフ

Gaspe パンチャー 使用炉 (4基): 15,000 ~ 16,000t of Cu

マニュアルパンチング 炉 (2基): 22,000t of Cu

キャンペーンを延ばす為マグネタイトコーティングを 5 回位して、5 週間程もたせている。

No 6 転炉では真中の羽口2本がブラックされていたが、これはキャンペーンの終期に炉命を延ばす手段としてやっているとのことであった。

(9) 耐火物消費量

転炉: 2~4 kg/m³ of Cu

製錬所全体では8~9 kg/m³ of Cu

(10) 天井クレーン 4基 (Morgan Crane)

主巻 100 st (91 t)

補助 2×22 t

3基稼働 1基 (同一仕様) 建設中

クレーン~床間の高さ: 18 m

転炉建屋巾 : 21 m

(11) 転炉の口の大きさ、口と羽口の角度

湯の深さ等の日本のデータを要求され、東京に帰り JICA に伝えると答える。

6-4-A-11, アノード炉

(1) アノード炉 200 m³ (140~230) / charge × 4 炉

13' φ × 25' (3.96 m φ × 7.62 m)

(2) 保温炉: アノード炉と同一容量: 1 炉

転炉粗銅を一部酸化してアノード炉に入れている。

(3) 鋳造機: 2 基

1258 m φ, 26 面 (モールド)

鋳造速度 40 t/h (35~46 t/h)

Outokumpu 式では 32~39 t/h でマニュアルでは 40~46 t/h。種板用アノードは Outokumpu 式のみで鋳造している。1 基は Outokumpu 式、他は手動、Outokumpu 秤量機によるアノード重量の1枚ごとのバラツキは ±3 kg と云っているが、実際には ±12 kg とあとで訂正した。

(4) 還元はディーゼルオイル+蒸気で行っているが、炉修前、2~3ヶ月はウッドポーリングを行っている。

(5) アノード

コマーシャルアノード 360 kg

118.6cmL × 83.8cmW × (上 1 ⁹/₁₆, 下 1 ⁵/₁₆, 耳 1 ¹/₄) T

種板用アノード 375 kg

120.5cmL × 85.7cmW × (上 不明, 下 1 ⁹/₁₆, 耳 1 ¹/₄) T

アノードの厚みは電解側では、上下同じ厚さを要望しているが、鋳造の際下側が薄くなるとのことである。これは電解での落下防止の為に意識的に鋳造しているのではないとのこと

である。図面では上・下の厚みは 39.7, 33.4 mm で 6.3 mm の差あり。

(6) Mold wash

Potrerrillos と同様 Kieselghur を使用。78~80% SiO₂

モールドは電気銅で作っており、モールド寿命は 1,500 t anode/one mold である。

(7) アノード生産量

1,000 t/d, 1976年4月は 1,067 t/d で鉍石出は 1,031 t/d, 残りの 36 t/d はアノードスクラップ出である。アノードスクラップは電解工場の反射炉で大半は処理している。

(8) アノード炉サイクル *

保温炉から粗銅の受入

Oxidation	30分(約4時間)*
Skim	10分(約1時間)
Oxidation(bathへ3本のパイプを装入, 7%)	30分(0~40分)
還元	120分(約4時間) (wood poling)
	80分(diesel oil+steang)
鑄造	4~5時間(約5~7時間)

(9) 燃料消費量

3 l/t of Cu 0.1% S in diesel oil のとき

4.5 l/t of Cu 0.5% S in diesel oil のとき

6-4-A-12 操業成績

1975年は362日操業で処理物量は下記の如くである。

反射炉装入量	777,292 t/d
銅精鉍処理量	651,000 "
反射炉鍍	約 384,000 "
鉍	約 562,000 "
転炉鍍	約 233,000 "
アノード	286,000 "
転炉フラックス	85,100 "

と () * あと(6月8日)で実際のサイクル表を受けとると、一番よい数字を示していることが判明した。() の数字が実際のデータ

6-4-A-13 分析値

1975年の分析値は下記の如くである。

	銅精鉱	反射炉 装入物	反射炉 鍛	鉞	転炉 鍛	粗 銅	アノード	単 位
Cu	38.0~ 43.4	40.0	0.64	50.2	1.7 ~ 2.46	98.89~ 99.2	99.35~ 99.68	%
Fe	15.6~ 18.9	15.1~ 18.8	FeO 37.7~47.0	20.17~ 24.18	FeO 43.9~61.8	(7~94) ppm	(1~42) ppm	% (ppm)
S	27.1~ 33.1	24.3~ 29.6	0.46~ 1.01	21.8~ 26.2	0.55~ 0.89	0.028~ 0.086	0.0023~ 0.003	%
SiO ₂	4.2 ~ 5.4	4.2 ~ 6.2	3.23~ 36.3	0.6 ~ 1.4	24.1~ 26.4			%
CaO	0.4 ~ 1.2	1.6 ~ 2.6	3.8 ~ 6.2	0.3 ~ 0.9	0.5 ~ 1.2			%
Fe ₃ O ₄	N.A.	N.A.	6.1 ~ 9.2	3.7 ~ 4.4	1.24~ 19.6			%
Al ₂ O ₃	1.1 ~ 1.5	1.0 ~ 1.54	5.57~ 7.25	0.1 ~ 0.27	3.49~ 5.29			%
As	0.8 ~ 1.24	0.55~ 1.25	0.048~ 0.09	0.2 ~ 0.26	0.021~ 0.060	0.082~ 0.132	0.067~ 0.111	%
Oxygen						0.70~ 1.70	0.21~ 0.25	%
Se						0.011~ 0.015	0.008~ 0.016	%
Sb						100~ 150	100~ 162	ppm
Ni						20~31	21~58	ppm
Pb						3~11	3~12	ppm
Bi						2~6	3~10	ppm
Te						2~20	2~24	ppm
Zn						1~7	<1~5	ppm
Sn						1~3	<1~1	ppm
Cd						10~76	1~76	ppm
Ag						283.5~ 401.3	337.6~ 496.0	g/t
Au						0.45~ 1.1	0.5 ~ 1.3	g/t

注 N.A 分析値なし

6-4-A-14 問題点

Smelter Superintendent の Salazar 氏より次の様な説明を受けた。(1976年5月12日)

- ① 現在の主要な問題は鑄造能力の不足である。
- ② 他の問題はポリューションである。ダストとフェームでクレーンオペレーターの労働環境が悪い。
- ③ 反射炉ボイラの能力不足。ボイラ4基を更新の予定。
- ④ レードル5輛編成の機関車であるので反射炉鍛抜き設備が不十分である。1~2輛増加させれば解決できる。
- ⑤ 秤量機はどれもよく作動していない。物量収支はトライアルアンドエラーにより作られ

ている。

- ⑥ Bottom build-up防止にはパイプランスによる吹込みと、スクラップ鉄の投入を実施している。
- ⑦ 転炉フードとアップテイクのデザインがよくない。この問題解決の為、あるエンジニアリング会社にデザインを依頼している。
- ⑧ 転炉のスブラッシングが多い。Cold dopeも建屋内にたまる。スブラッシングは造鉄期の最初の鉄量を減少させること、及び羽口の湯面からの深さを増すことにより解決されつつある。(No 6 転炉)
- ⑨ マニュアルパンチングとガスベパンチャーを使用するときで30%以上のCampaign lifeの差がある。
- ⑩ 60~70%のチリ製レンガを使用している。(他は輸入)
よい結果を得ることもあれば、10,000t of blister/campaignのこともある。
- ⑪ No 4 転炉のシェルは下部が変形して曲がっている。
- ⑫ 酸素バーナの採用を計画している。そうなれば多分ボトルネックは転炉になるので、No 7 転炉の設置をブッシュしている。
- ⑬ Asの含有量が同じでもアノードによっては電解で不溶性アノードが発生している。
- ⑭ 精製炉を6基にし(現在4基+保温炉1基)、No 3 鋳造機の設置を計画している。

6-4-A-15 その他

(1) 前回調査では将来計画についても調べてあるけれども、今回調査では将来計画については、酸素バーナの採用等きわめて近い将来の話しか聞けなかった。これは将来計画の担当者との会合の機会がなかったためである。

(2) 煙突廃ガスの1例(反射炉排ガス) 1976年

測定点 煙突中間 G.L上61m(200')

ガス流速 2.98 m/sec

温度 205℃

ダスト量 8.74 t/d, 0.6 gr/m³

サイズ	mesh(μ)	43	20.9	24.2	17.5	12.1	9.4	-9.4
	%	8.56	7.40	12.35	13.08	7.54	2.78	48.29

ダスト分析値

	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	As	Pb	Zn
%	24.53	8.81	15.50	4.40	8.0	1.02	17.03	0.02	5.7
	Se	Cl	Mg	Au	Ag				
ppm	19.2	0.09	0.08	1.60	208.32				

ガス分析値 SO₂ CO₂ CO O₂
 % 2.07 2.25 0.54 14.88

(3) 銅精鉱フィルター

- 1) 型式と数 Dorr Oliver
 6基 内常用 3-4
 Stand-by 2-3
- 2) 能力 600~1,000 dry.t/d, 基
- 3) 寸法 3.81 mφ
- 4) 回転数 5~7 rpm
- 5) 濾過促進剤 使用せず, Aerosol GPGをテストしたことあり
- 6) 水分含有率 給液 40% (60 solid %)
 ケーキ 16%
- 7) 粒子サイズ +200 mesh 5%
- 8) 真空度 38-43 cm Hg

真空ポンプは4基 (Dorr Oliver rotary vacuum pump) で3基常用, 1基 stand-by

- 9) 濾布 Cotten cloth (Synthetic material をテスト中)

6-4-B-2 操業条件

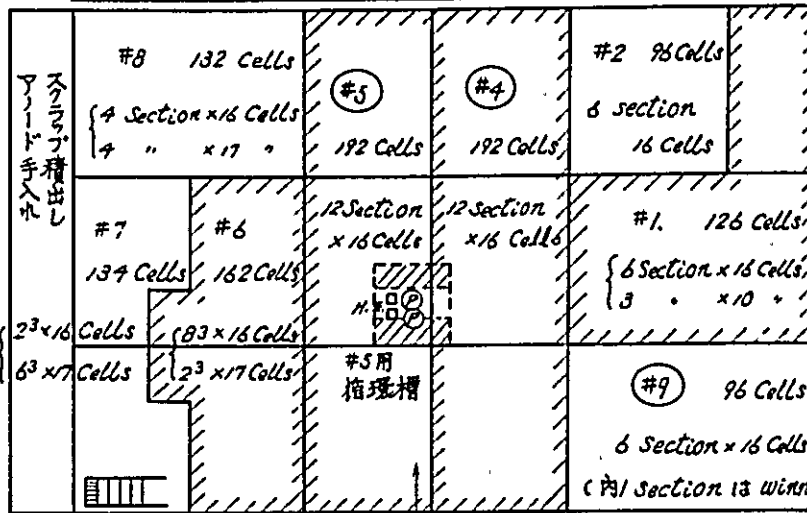
	No 2 (新)		No 1 (旧)	
	コマーシャル	種板	refining	winning
アノード	50枚	49	48	73
カソード	50	48	49	72
ピッチ	4 $\frac{1}{2}$ " (114 $\frac{3}{4}$ m)	4 $\frac{1}{2}$ "	4 $\frac{1}{2}$ "	3" (76)
電流密度	211A/m ²	184	215	108
総電流	24,500A	20,500	24,500	18,000
ライフ アノード	24日	28	23	-
カソード	12	-	11 or 12	-
電解液温	60	50	60	給液 → 出口 22~24 → 24
液循環量	224ℓ/min・Cell	"	"	90m ³ /h/section
添加剤 膠	30 g/t	150	30	-
BTI-110	15	-	15	-
尿素	-	25	-	-

6-4-B Chuqicamata 電解工場

6-4-B-1 レイアウト

NO.1 電解 (旧)

④⑤⑨のみ electrolytic refining
feed pipe



return pipe

種電板更新

#4 用 種電槽

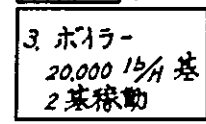


Ex

H.Ex

#9 用 種電槽

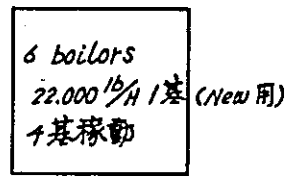
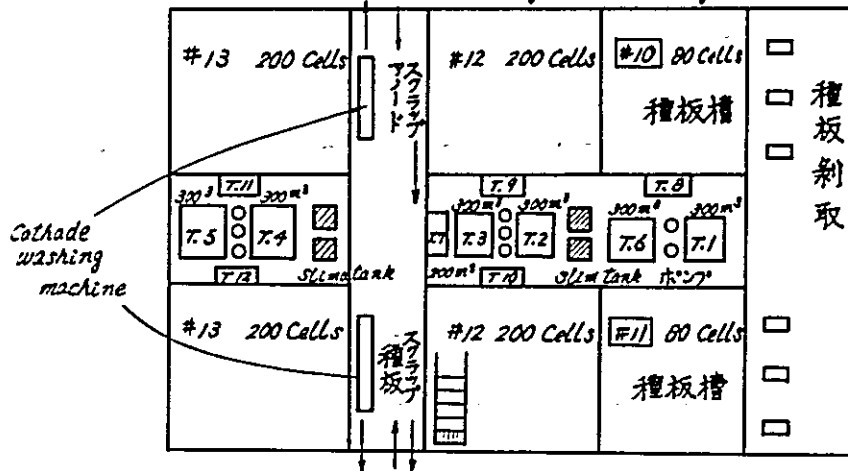
Ex



3. ボイラー
20,000 1¹/₂ 基
2 基稼働 (old 用)

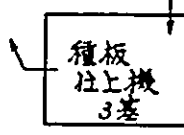
NO.2 電解 (新)

全部 electrolytic refining

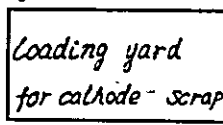


6 boilers
22,000 1¹/₂ 基
4 基稼働 (New 用)

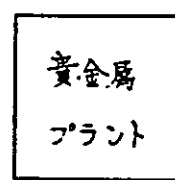
- 40 Cells 1 Section
- ボンプ1基に H.Ex 2 基
- T.7-6 は 循環槽, T.8~12 は Head Tank
- T.7 は water tank for cathode washing machine



種電板 剥取機 3 基



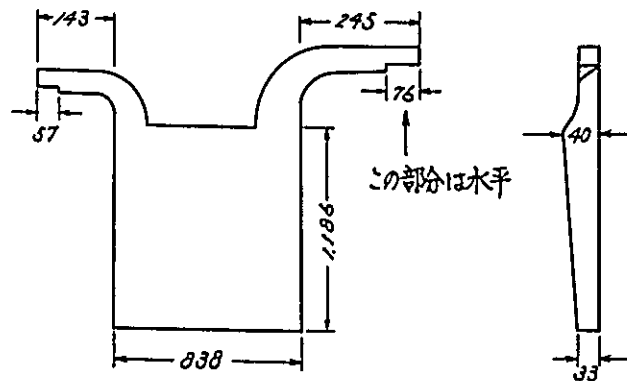
Loading yard for cathode scrap



貴金属プラント

アノード寸法

コマーシャル L1,186×W838×T(上40, 下33) 360 Kg/枚
 種 板 1,205× 757× (上?, 下40) 375 #
 カソード寸法 L1,219×W914 5.5 Kg/枚
 アノード(コマーシャル)



6-4-B-3 操業成績

(1) 処理・産出(今年の typical data)

アノード 30,000 t/m
 25,000 # 内訳, No 1 9,000, No 2 16,000 t/m
 winning は含まない。(約 1,000 t/m)
 アノードスクラップ 2,000 t/m
 (現在はスクラップのストックが多いので, 3,500 t/m
 熔解している。 7,000~8,000 t/m)
 電気銅は ワイヤバーへ 15,000 t/m
 輸 出 10,000 #
 winning 産 1,000 t/月はワイヤバーへ, 但し現在はバッファーと
 して積立て
 アノードスライム 1.5 Kg/t

なお, 昨年(1975年)は電気銅生産量 18,000 t/mであった。

(2) 成 績

	No 2 (新)		No 1 (旧)	
	コマーシャル	種 板	refining	winuing
電流効率	94~95%	—	92~93	80
槽電圧	200~230mv/cell	300	200~230	2 v/cell
スクラップ率	17~18%	25	17~18	—
電力原単位	220~240KWH/t	300	220~240	2200
蒸 気	他の部門からサービスされるのでデータなし			

6-4-B-4 分析値

(1) 電解液

	コマーシャル	種板	winning
Cu	43~45 g/l	39~40	20 → 18~18.5
H ₂ SO ₄	190~200	180	35~36 → 40
As	2~4 時には5	同左	—
Fe	0.3	"	3

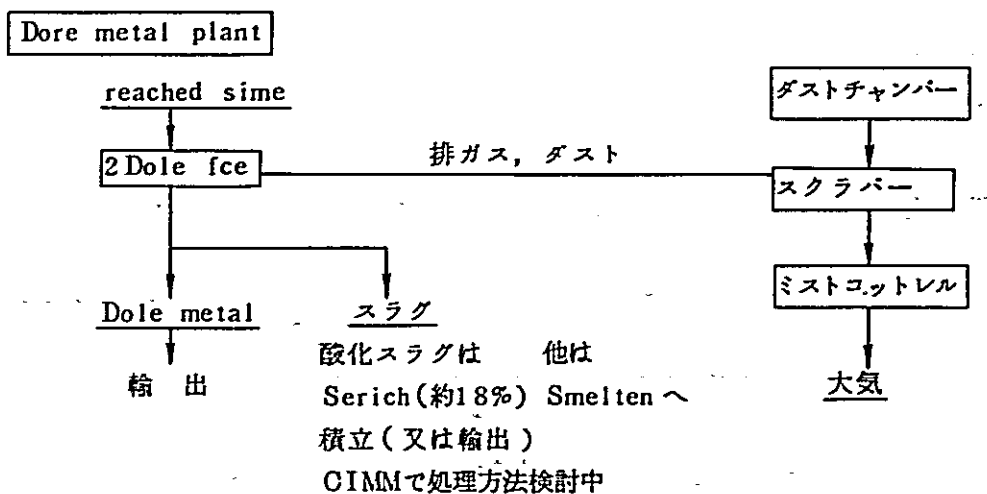
(2) 電気銅

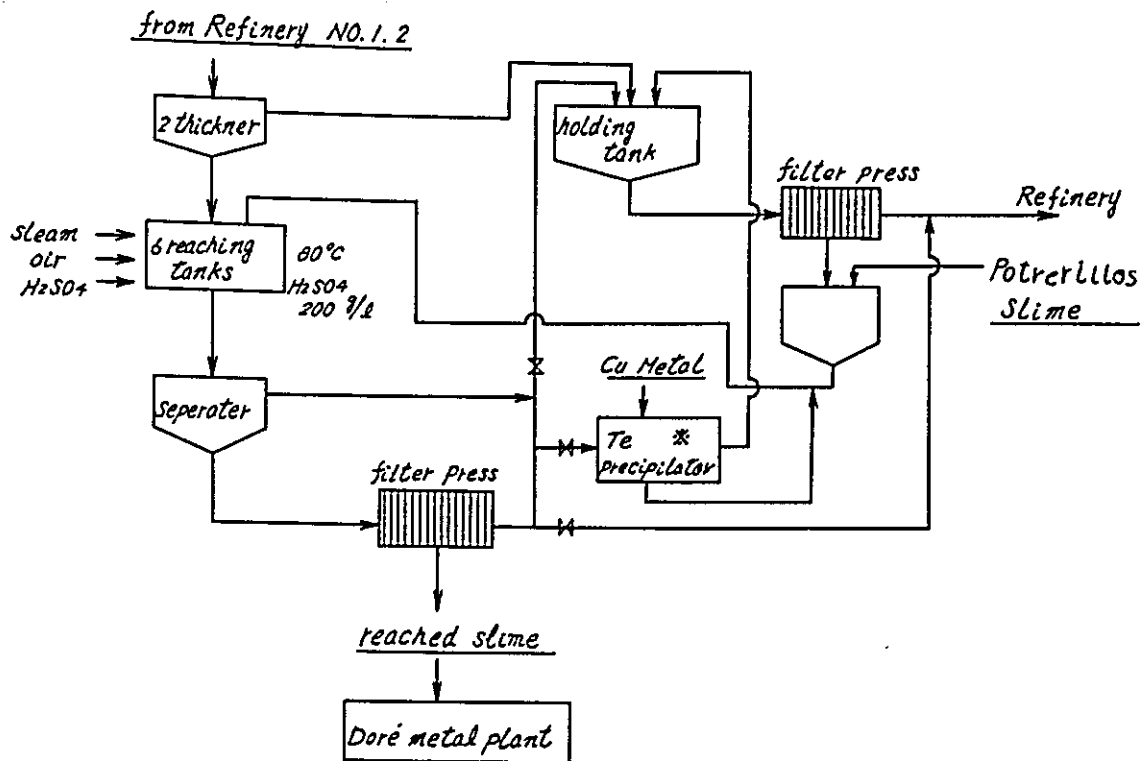
Refining		winning	
Cu	99.95~99.96%	Cu	99.77%
S	10 ppm Ag 6 ppm	S	160 ppm Ag 3.5
As	3 Sb 2~3	As	1 Sb 5
Fe	3~4 Se 0.4	Fe	2.8 Se 0.6
Ni	<1 Bi <1	Ni	1 Bi <1
Pb	<1 Sn <1	Pb	3.2 Sn <1
Te	<1 Cd <1	Te	<1 Cd <1
	O 80~100	O	1,140 Zn 1.0

(3) アノードスライム

	Au	Ag	Cu	Pb	Se	As	Sb	Si	
リーチング前	0.5 Kg/t	166 Kg/t	25%	0.5	5	2~5	2~5	9~11	dry base
リーチング后	0.9	350 "	3"	0.5	10	2~3	4~6	10~12	"
ドレメタル	0.5%	98.5%							
酸化スラグ									約18%

6-4-B-5 アノードスライム処理工程





6ヶ月間稼動，スライムは6ヶ月積立。

6-4-B-6 浄液

特別な設備なし 電解液中のAsが高くなったら(5g/l)winningへ送る。

1,500 m³/m (月に何回か200~300 m³/d送る)

winningの方は多量の液を保有し，かつリーチング工程で，residueの方へ逃げる(residueに伴なわれる液を含む)のでwinningの液中にAsは濃縮して来ないと言う。

電解液中のCu濃度の調節は各Refineryで適宜脱銅電解を行なう。

6-4-B-7 設備，問題点

(1) 電槽数

№1(旧) winning 650Cells 現在62~80 Cellsのみ稼動

(EXOTICA休止のため)

EXOTICAが稼動している時のCu濃度

※ 6, 7, 8 circalt 25~27 g/l

※ 2 22~25 "

※ 1 15~16 "

refining 480Cells 内 16Cellsはwinningから改造中

№ 2 (新) コマーシャル 800 Cells

種板 160 Cells 約15,000枚/d生産

内80Cellsは 2ヶ月間種板

10 # コマーシャル

寸法は供に L 20' × W 4' × D 6' (6,100 × 1,220 × 1,830)

(2) 整流器 № 1 28,000A × 3基

№ 2 26,000A × 2 # コマーシャル

23,000A × 2 # 種板

(3) クレーン № 1 10~12st × 9基 各列3基, 半槽吊り

№ 2 25st × 6 # 各列3基, 吊ったままスタック台を90°施回可能

(4) 熱交換器 № 1 ガーボンブロックタイプ 6基

№ 2 " 16 #

(5) 種板: 粒の発生多く, 端の薄いものもあり, 余り良い電解はしていない。

母板 Cu板, 両サイドグループ付(絶縁エッジなし)

上面(液面付近)が腐食されている。

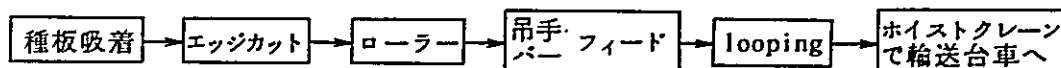
: タールを塗ったことはあるが, 工数がかかるので今はやっていない。

PVCの縁取も試したがすぐ壊れて上手にできなかった様だ。

剥取 細長い鉄板で剥取

エッジの除去, 母板面への固着(母板面は非常に悪い)のため, 剥取は非常に困難かつ種板を痛めている。

仕上 スウェーデン製の機械3基 700 /h 基



ローラーは簡単なもので大して真直にならず, 仕上がり種板の垂直性は十分でない。

現在機械は1基8H, 1基4H, 1基予備

Exoticaが稼動すると2~3基運転

種板の不良率は約10%, エッジ, 機械でのカット分を含めると約15%

(6) 電気銅

№ 1 他の空槽内で水+蒸気で洗滌, 人力で積重ね。

№ 2 機械2基, 温水浸漬, 積重ねた所で人力で1本づつカソードバーを抜く。

洗滌は十分でないと言っていた。

又, 電流密度を211~215A/m²にupしたので, 電気銅の表面が悪くなった。膠を増量したが良くならない。循環液の戸過に興味を持っている。

電気銅で外販するものは、Cutting Machine (Botrerillosから持ってきた)で上部カット(吊手部)、さらにその半裁、短冊にして出荷。

(7) アノードスクラップ

No. 1. 他の空槽内で水+蒸気で洗滌, 人力で積重ね

No. 2. 電槽内で " " " " " " " " " " " "

No. 1. は電槽の液が抜けにくい(底に穴が無い)ので、6ヶ月間電槽の掃除はしない(スライムは溜たまます)。掃除する時はポンプで排出。アノード、種板は液がある状態で装入。

No. 2. はアノード入替毎に掃除。スクラップの落込みは、2~3枚/cell 多い cell は5枚程あり。

(8) スケール

熱交換器、配管へのスケール(主成分はSiO₂)の付着が多く、熱交は6~8ヶ月毎に掃除6"配管は4年毎に取り替える。ジェットクリーナーは近々購入予定のこと。

(9) 電槽ライニング

Pb-Sb 液洩れはそんなに多くないが、床下場面はアスモルがかなり腐食されている。こぼれた液の水洗頻度が少ない為であろう。他のライニング材として、バラライナーを一部使用(16年間)。バラライナーに変更したい希望もある様だ。

(10) 液管理

イ) 分析 H₂SO₄, Cu, Cl, Fe 毎日 3h後に結果が出る
As 2日毎 他の分析センターへ
Ni, So, Te, Bi, Sb, SiO₂ 15日毎

ロ) 温度調節 No. 1. 蒸気量の調節はマニュアル
No. 2. 温度設定により自動で蒸気量, 調節

ハ) 電槽への給液量は目視 No. 1 の electrolytic refining はヘッドタンクがなくポンプから直接給液している。

(ii) アノード

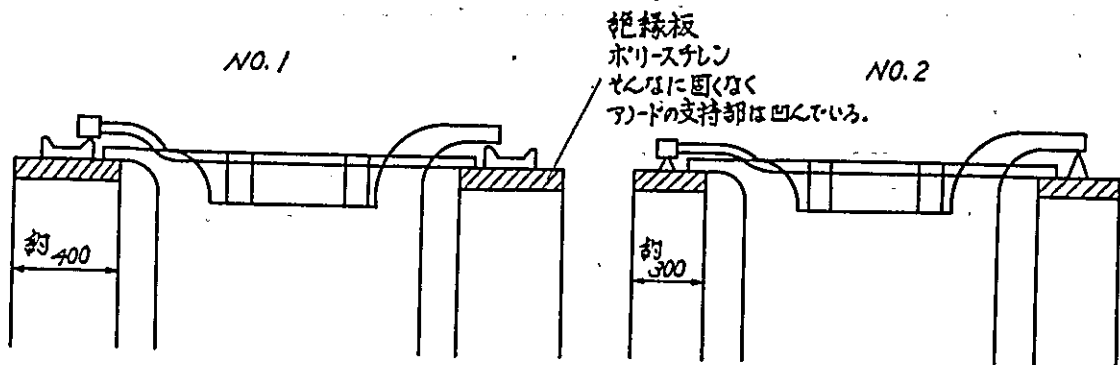
製錬から	オートクランプ鋳造機産	40%
	マニュアル鋳造産	} 60%であり
電解工場から	反射炉マニュアル鋳造産	

マニュアルのアノードは重量バラツキが大きく、かつ反射炉産は変形が大(Casting wheel が小さく(冷却が十分でないと言っている)、耳部をハンマーで叩いたり、場面に倒したりして直している。

*重量バラツキはオートクランプ ±3~4 Kg

マニュアル 20 Kg (σが±20 Kgなのかわからないと言う)

(2) 電槽側壁が非常に厚く、アノードの耳部、カソードバーが特殊形状である。



特にアノードの片側の耳が異常に長いため、Castingの際 mold からの抜けが悪く、曲りが生じ易い。

(3) winning の一部、リーチングとの連絡配管には未だ木製配管が使用されている。

6-4-B-8 人 員

	人/SHIFT	人/d	
No 1	winning	8	
	inspector	18	
	copper crew	22	
	operator	2	7
小 計		55	
No 2	inspector	28	
	copper crew	36	
	starting sheets	38	
	stripping		
	preparation of s.s	18	
	loading yard (2SHIFT)	12	
	shear machine	10	
	operator	7	
小 計		149	
		204	
	dore metal	5	17
	replace		20
計		241	

6-5 Las Ventanas

6-5-A Las Ventanas 製錬所

6-5-A-1 原料および製品

当所における最近の原料および製品は次のようである。

(1) 原料

	t/m	Cu %
銅精鉱	15,000	34
沈澱銅	1,500	70
鉱石	300	12
銅スクラップ	300	98
プリスター	2,500	99
銅精鉱内わけ		
Chuquicamata	7,000	
中小鉱山	8,000	
Andina	時々入荷	
プリスター内わけ		
El Teniente	2,200	
Paipote	300~400	

(2) 製品

ワイヤーバー	9,200 t/m	
電気銅	300 "	
電気金	70~100 Kg/m	
電気銀	3,000 "	
セレン	1,000 "	
硫酸銅	12~14 t/m	
硫酸ニッケル	?	能力は4 t/m

6-5-A-2 製錬設備と操業

(1) 反射炉

i) 装入物

	t/m	Cu %
銅精鉱	15,000	34
沈澱銅	1,500	70
溶剤(石灰石)	1,000	
くり返し物	2,000	28

ii) 処理能力

ボイラー 2 缶稼働時 700 t/d (時間率 84%)

ボイラー 1 缶 " 400 " (" 16%)

Sheib 氏は、最近の電気銅生産量は 9,500 t/m でうち 7,000 t/m が Las Ventanas の製錬出であり、残りは El Teniente, Paipote のプリスター出となっている。

iii) 燃料消費

110~120 l/t - Wet charge 燃料 Fuel oil No 6, S = 2% (約 3,500 l/h)

iv) 耐火物消費量

2.7 Kg/t, プリスター (1975 年)

v) 装入方法

タイムサイクルに従い、各方 3 回チャージをしている (以前は 2 チャージであった)

vi) 炉底

鉸レベルを一定に保つようにしている。鉄投入と Oil 吹込みにより bottom-up を防止している。

vii) ボイラー

蒸気発生量 12 t/h × 2 缶 ⇨ 24 t/h

蒸気温度 470℃

" 圧力 36 ata

ガス温度 入口 1,200℃

出口 400℃

現在のボイラーは 1964 年製で 1971 年の地震の時に缶水が切れたため、約 2 カ月毎に修理が必要である。目下 No 3 ボイラーを建設中であり、本年 8~9 月には完成の見込みである。発生蒸気は発電に利用しており、通常 2,000 kW (能力 5,000 kW) の電力を得ている。これは当所全使用電力の 20% に当る。

(2) 転 炉

i) クレーン

主捲 40 t × 2 + 補捲 10 t × 1 2 台

主捲 5 t × 1 1 台

40 t クレーンは捲揚、走行共スピードがおそい。取扱鉸量は 38~40 レードル/d, 12,000 t/m である。(12 t/レードル,)

ii) 操 業

転炉設備は 3 炉で内 2 炉を常用とし、7~7.5 サイクル/d となっている。2 炉同時送風が可能である。ブロー能力は 24,000 Nm³/h × 3 台で常用送風量は 20,000 Nm³/h 炉である。(羽口 40 本, 送風圧 1.1 atg) 実送風時間率は 67% である。

iii) ライニングライフ

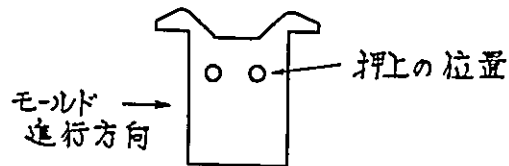
350 charge/campaign で耐火物消費量は 2.4 kg/t, プリスター(1975年)であった。

(3) アノード炉および鑄造

モールドは電気銅製でモールドライフは40チャージである。即ち $40 \times 400 \text{ tチャージ} \div 20 \text{ 枚/基} \div 2 \text{ 基} = 400 \text{ t/枚}$ 。

モールドスプレーは人造骨灰を用いている。アノード面は色、形状共に良好である。しかし、耳部も含め全般に若干変形しているものが見られる。又いわゆる“ガクブチ”が観察された。

アノード押上げは、2点押上方式である。



6-5-A-3 分析値(%) ()内平均

最近の分析値は次のようである。

	Cu	S	Fe	Fe ₃ O ₄	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	水分		
反射炉装入物	27~34	24~27						5~12		
	(32)	(25)						(8)		
反射炉鉞	42~52	23~27	23~26	4.7						
	(47~49)									
＃ 鋳	08		32~36	25~6	32~37	4~8	4~8			
			(34)	(4.5)	(34)	(6)	(6.4)			
転炉鉞	24~25			22	24					
	Cu	O ₂	S	Se	Sb	Te	Sn	Fe	Pb	Ni
プリスター	9863~9869	0.5	0.05	160ppm	270	15 ppm	11 ppm	140 ppm	180 ppm	300 ppm
アノード	99.75	0.15	0.0032	140 #	170 #	12 #	45 #	10 #	70 #	250 #
カソード	99.99	45	5ppm		22 #	<2 #	<1 #	22 #	25 #	3 #
	Bi	As	Au	Ag						
	7	380	13	400						
	5.7	300	11	270						
	0.2	24	<1	8.5						

6-5-A-4 人員等

A.1. 人員

工場合計 1,400人

内生産部門 1,050人

2. 電力使用量

工場合計 6,000,000 KWH/m

単価 17 mil/KWH (買電分)

(重油単価 100\$/Kℓ)

6-5-A-5 増設計画

(1) 反射炉

建設中のNo 3 ボイラーは本年8～9月完成の見込であり、これによりNo 3 ボイラーのみで全ガス量が処理可能となる。No 3 ボイラー完成後は現在の溶錬能力700 t/d は反射炉だけについてみれば800～900 t/d に増加する予定であるが、当面は転炉、アノード炉の能力に余力がないので現状700 t/d にとどまるであろう。

さらに反射炉にOxy-fuel バーナを設置し、700 t/d を1,100 t/d まで増加させる案を検討している。

(2) 転 炉

No 4 転炉(4 m×9 m)はセルが入荷しているが、工事は中断されており、昨年調査時と同位置に置かれていた。このNo 4 転炉の完成は、次に述べるアノード炉の完成より遅くなるであろう。

(3) アノード炉

反射炉・転炉の増強に備え傾斜式のアノード炉を作りつつあり、1～1.5年以内に完成するである。場所は現在のアノード炉と保持炉の間で、ここから樋で現有 casting table に流送する計画である。

(4) 電 解

目下No 4 電解を建設中で、これが完成すると現在の電気銅生産能力9,500 t/d は14,000 t/d に増強される。この時ワイヤーバー生産能力が不足するので、電気銅で3,000 t/d ほど出荷するかもしれない。No 4 電解はPRC(320 A/m²)を予定しており、整流器はすでに入荷済。他のNo 1. 2. 3 サーキットにPRCを適応する計画は今のところない。

(5) その他

自溶錬プロジェクトと硫酸工場プロジェクトは今のところストップしている。

6-5-A-6 問題点について

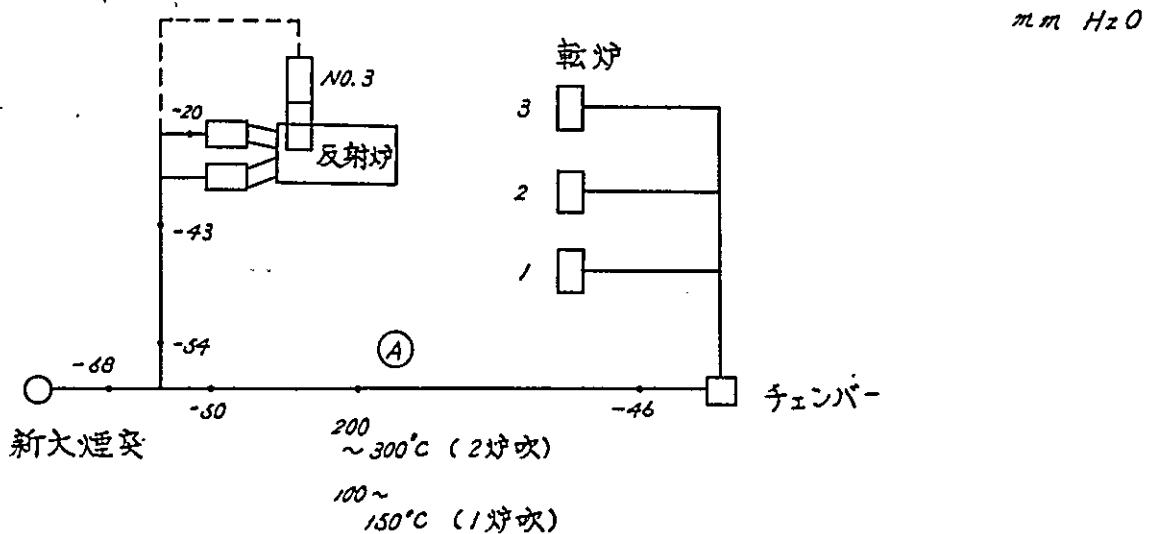
(1) 大気汚染

旧大煙突が老朽化しているのでその代りとして昨年から建設していた新大煙突(高さ150 m, 外側コンクリート, 内部の通煙管は鉄板製)は既に完成し通煙中であつた。これにより反射炉, 転炉の排ガスを吸引し, 高所拡散を行っている。この高所拡散は今のところ問題にしていない。

問題は、転炉排ガスの吸引設備が悪く、ガスがフード附近から錬銅建家内に立ち込め、作業環境を悪くしていることである。転炉フードは水冷式でチリの製錬所では最も良好な状況であるが、前面および后面に大きなすき間があり、大気を吸い込んでいる。煙道における温度は 250°C くらいまで低下しており、当然 SO_2 濃度も低い。これは将来硫酸化する時間問題である。

また、フードからバルン煙道への入口にはベルバルブが設置されているが、作動不良とのことであった。煙突基部のドラフトは約 $-70\text{ mmH}_2\text{O}$ である。見学時は反射炉も炉内がプラスで各所からガスが噴出していたが、これはたまたまボイラーを一基修理しているためとの説明であった。

煙道ドラフト 次のようになっている。



Sheib氏は④点にダンパーを取付け転炉側のドラフトを弱めれば、空気侵入量が減り、排ガス温度が上がるので、煙突の引きが強くなり、転炉ドラフトが強くなると考えている。

(2) 反射炉への酸素バーナの適用

酸素バーナを設置(溶錬量を 700 t/d から $1,000\text{ t/d}$ に上げたいと考えている。

(3) 反射炉の build-up (bottom and uptake)

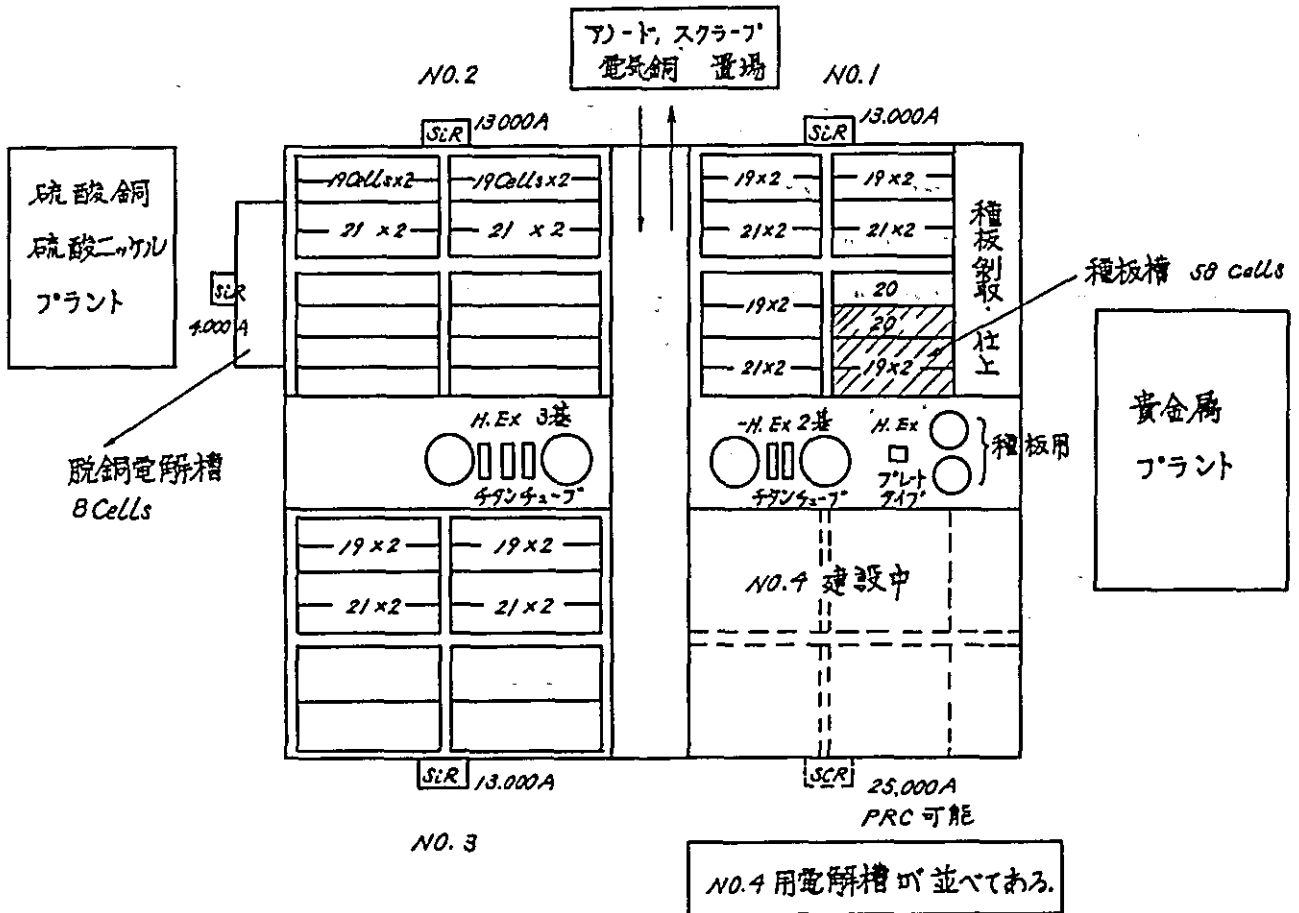
炉底のうまりは 鉄の投入と oil 吹込みで防止している。

アップテークの build-up は装入物の水分が低い (5.5%) 時に激しい。アップテークの $30\sim 40\%$ が build-up ($\text{Fe}_3\text{O}_4\ 30\%$) でうまっている。

バーナの重油圧力と噴霧媒体圧力差が大となると ($5\sim 6$) build-up は小さくなる。現在は溶錬量を増すため短焰とし、サイドバーナを2本入れている。短焰にするとアップテークの build-up が激しくなる。

6-5-B Las Ventanas 電解

6-5-B-1 レイアウト

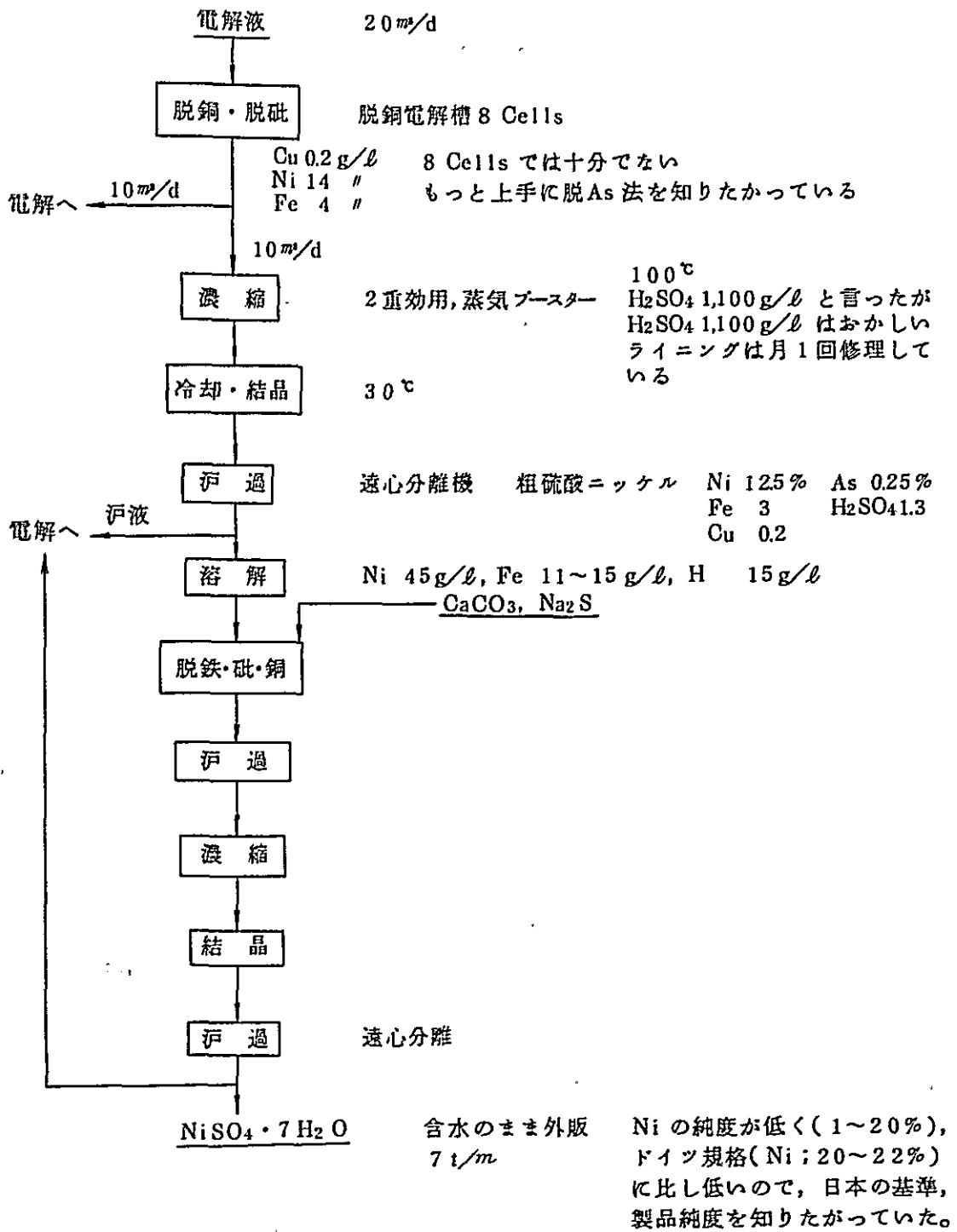


6-5-B-2 操業条件 事前調査と同じ

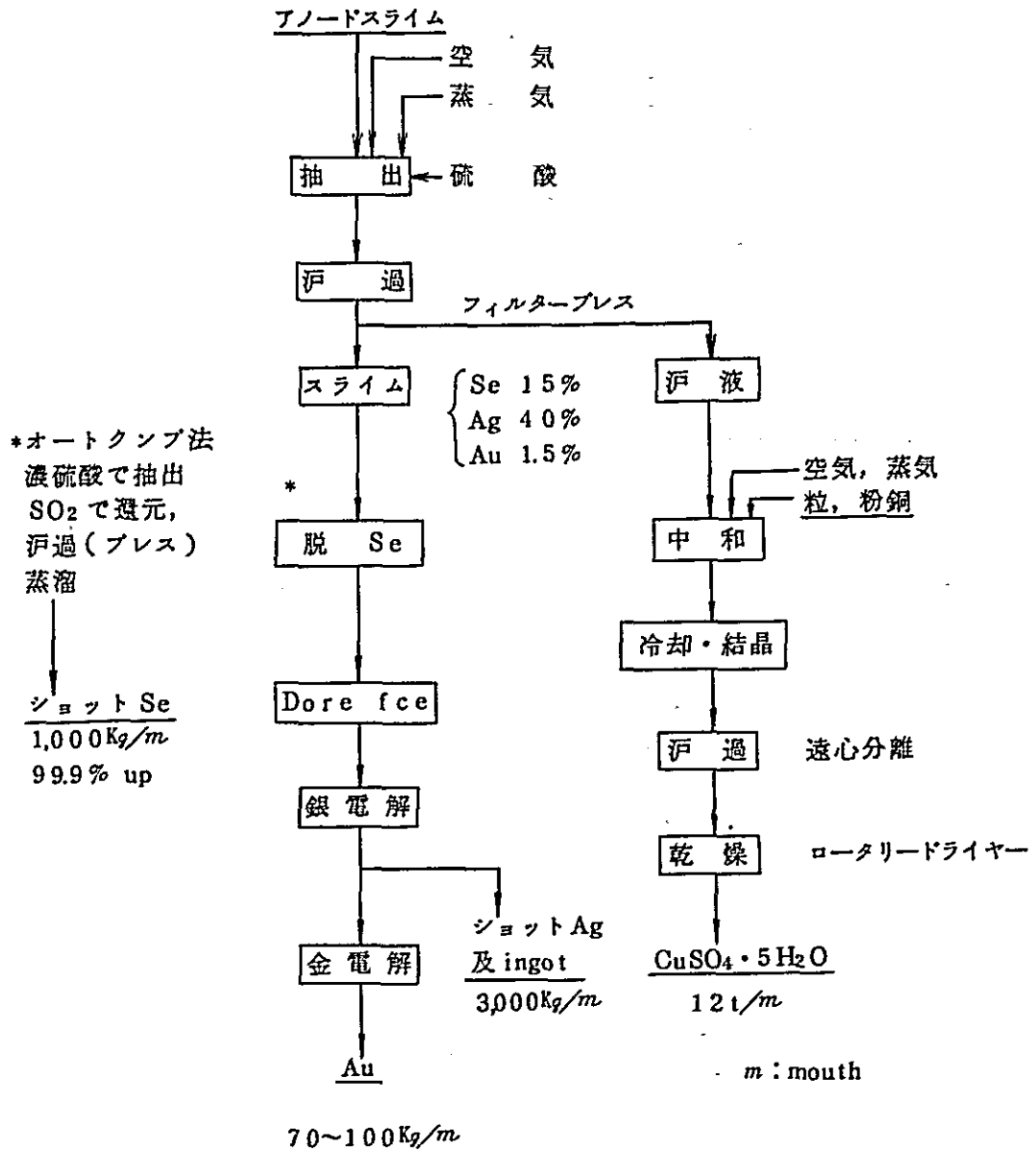
6-5-B-3 操業成績

電流効率		94~97%
スクラップ率	コマーシャル	18~20%
	種板	30
電力原単位	電解電力	270~285 KWH/t・カソード
	総電力	330~340
電槽稼働率		91~93%

6-5-B-4 浄液



6-5-B-5 アノードスライム処理及び硫酸銅の製造



6-5-B-6 設備, 問題点

- (1) 電解槽 コマーシャル 900 Cells
種板 58
寸法 4,100L×1,080W×1,280D
- (2) 能力 現在 9,500 t/m

№4 が完成すると PRC で 4,500 t/m (従来法では 3,000 t/m 強)

計 14,000 t/m にしたい

№4 の PRC がうまくいけば, №1~№3 の整流器を更新して, 4,500 t/m × 4 = 18,000 t/m としたい。

(3) 電解液

As が最近高くなり、7 g/l である。

Sb は 8.65 g/l で飽和している。

これについては電気銅に悪影響ありとは言わなかった。NiSO₄への汚染が問題なので脱As、脱Sbの良い方法はないか(日本は何か特別な良い方法を持っているのではないか)情報を求めている。循環液の河過については、良い河過機の情報を欲しがっている。

これは高電流密度電解(含PRC)のためである。

(4) PRC電解

整流器は入荷済 25,000A

ブルガリヤ特許に関しては

○ 1973年 ブルガリヤに断われた。

○ 現在 ブルガリヤからの最初の agreement は得たが、他の情報は何も得ていない。

日本に対しては 実施上の詳細な情報を欲しがっている。

テスト：硫酸銅、硫酸ニッケルプラント内で透明塩ビの槽を用い、アノード約300口×10枚の試験をしている。

条件は320A/m²、反転率1/12でやっていた。反転率は1/20をねらっているとのこと。

最後のENAMI 本社の打合せでは

PRCなしで 280~300A/m²
PRCでは 300~500 " } を達成したいので情報が欲しいと言っていた。

(5) 電気銅

粒の発生は多いが、電着は密で非常に滑らか。チリの中では一番良い様に見受けられた。

(6) 種板

母板 グループ付チタン母板(エッジの絶縁なし)

剥取 鉄製の細長い板で剥取り。銅板より多少剥易い様だが、エッジがあるかぎり余り変らない。板面の管理は良くない。板のソリも大きい。

仕上 マニュアル

(7) スケール

トラブルなし、熱交換器はチタン製約30φで掃除の頻度は非常に少なく、周期は決めてない(圧が上がったらやっている)。その時のスケールの主成分はAs、Sbである。

(8) 配管

FRP(ドイツルルギ製)だが、余り良くないのでPVCに変えつつある。耐酸層の施工が良くなく(材質も悪いかも知れない-聞いてもよく知らない)容易に液が浸透し、ポロポロになって来る。但し、PVCは強度がなく、大きな架台が必要だとこぼしていた。

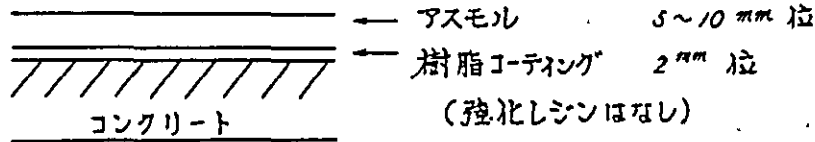
(9) 電槽ライニング Pb - Sb

メンテナンスは非常に良く、液洩れは見受けられなかった。

(10) 床 下

No 1 ~ No 3 系は 1 年前にやり変えた

No 4 系を施工中なので見学



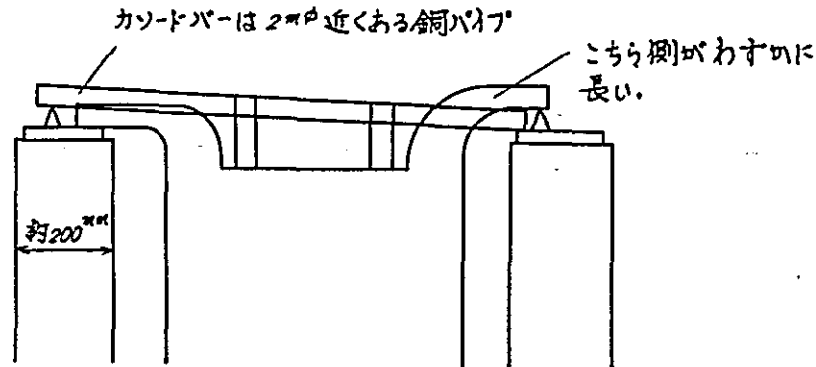
施工費は聞かなかったが、樹脂にクラックが生じなければ良い方法であろう。

(11) アノードの装入

電槽へ装入后テコで垂直にしておき、接点側の耳部をハンマーで叩いて調整。耳及び本体が曲っているとさかんに言っている。

(CHUQUI, Potrerillos 程ひどくなく、むしろ良いアノードと言える)

(12) 電槽側壁も薄く、アノードの耳を短くする様工夫している。



(13) 液分析

Cu H₂SO₄ 毎日

他は 1 週間毎のものと、15 日毎のものあり

6-5-B-7 人員

総計 146 名 作業員 130 名

Sheib 氏は、異常な程日本の情報を欲しがり、我々のデータ集収は時間の浪費だと言わんばかりの態度で、余り十分なデータは得られなかった。

6-5-C 日本に対する技術協力依頼

Sheib 氏は次の事項について日本の技術協力を希望している。

(1) 大気汚染

作業環境の改善であり、それは即ち転炉フードの改善とガス道の改善（ドラフト改善）による転炉ガス噴煙防止を意味している。

(2) 酸素の使用

反射炉への酸素バーナの適応。熔錬量を現在の700 t/d から1,100 t/d にアップしたい。

(3) 反射炉 build-up

炉底およびアップテークの build-up 対策として良い考えがあればぜひしてもらいたい。

(4) 種板 preparing machine

Stanaping looping cutting 等を含む良い機械を推せんしてもらいたい。

(5) 電解液の浄液

1) 電解液中の As, Sb の除去方法に関する情報。特に回収 Ni への As, Sb の汚染をなくしたい。

2) 循環液の汚過

良い汚過器の情報

(6) アノード鑄造の改良

bending の問題だけである。（耳，本体）

まず最初に鑄造技術のみで何とか解決出来ないか。駄目なら、鑄造の後に何か機械を導入することもやむを得ない。

(7) ワイヤバー

inspection, clasoify を自動化したい。

ベルギー（オレン）で我々を満足させる機器を見た。

日本でも良い方法を採用しているのではないか、情報が欲しい。

7. Chuquicamata タイムサイクル表

Chuquicamata 製錬所の実態，問題点をよりよく理解しようとの考えから1週間分のタイムサイクル表（反射炉，転炉，アノード炉等）を作成してもらった。原文のまま掲載し参考に供したい。（説明文の原文は西語であったが，TRONCOSO 氏の英訳を記すことにした）。

FUNDICION DE CONCENTRADO Junio 4, 1976

I.M.F. 35/76

MEMORANDUM A : Sr. Glauro Troncoso
Centro de Investigaciones
Minero Metalurgico.

REFERENCIA : Diagrama Dinamico de la Fundicion
de la semana del 22 al 28 de Abril
de 1976.

Le adjuntamos el Diagrama Dinamico de la Fundicion solicitado por los
technicos japoneses del JICA.

Este trabajo fue realizado por el Depto. de Asistencia Técnica de CODELCO,
Division Chuquicamata, en base a datos suministrados por los reportes diarios
de nuestra Fundicion y comprende la semana del 22 al 28 de Abril del presente ano.

No fue posible determinade Convertidor, debido a que frecuentemente se
sangra 3 o 4 Reverberos mientras se carga simultaneamente mas de un Convert.
Esta informacion solo se puede deducir en forma aproximada a partir del diagrama
adjunto.

Atentamente,

Gilberto Raimann S.
Metalurgista Jefe


















V°B°


Humber to Salazar O.
Supte.. Division Fundicion

Canta Gantt de Operacion de la Fundicion de Concentrados






22 - 28 April, 1976.

NOMENCLATURA


①	<u>Dryer</u>	:		
	Dryer	:		
	No charge	:		
	Heating up	:		
	No program break-down	:		
	Programmed maintenance	:		
②	<u>Rastras</u>			
	Working	:		
	Waiting	:		
	Minor repairs	:		
	Programmed maintenance	:		
③	<u>Reverberatories</u>			
	Charging	:		
	Operating	:		
	Matte tapping	:		(underneath is indicated the number of ladles tapped)
	Slag skimming	:		(underneath is indicated the number of ladles skimmed)
④	<u>Converters</u>			
	Reaming of tuyeres	:	R	
	Mouth cleaning	:	L	
	Hitting the uptake	:	G	
	Hard tuyere reaming	:	RTD	
	Matte charging	:		(over is indicated the number of ladles charged and the reverb they are coming from, e.g. : 2R1 means two ladles coming from reverb No.1)
	Slag blow	:		
	Copper blow	:		
	Slag skimming	:		(underneath is indicated the number of ladles skimmed and the reverb to which they go, e.g. : 1R3 means one ladle going to reverb No.3. Same way it is indicated where slag is returned to converters, so 1C5 means one ladle goes to converter No.5.)
	Cleaning under converter	:	LBC	
	Emptying	:	V	

Waiting for air	:	EA
Waiting for crane	:	EG
Waiting for empty	:	EV
Transferring	:	T
Miner repairs	:	

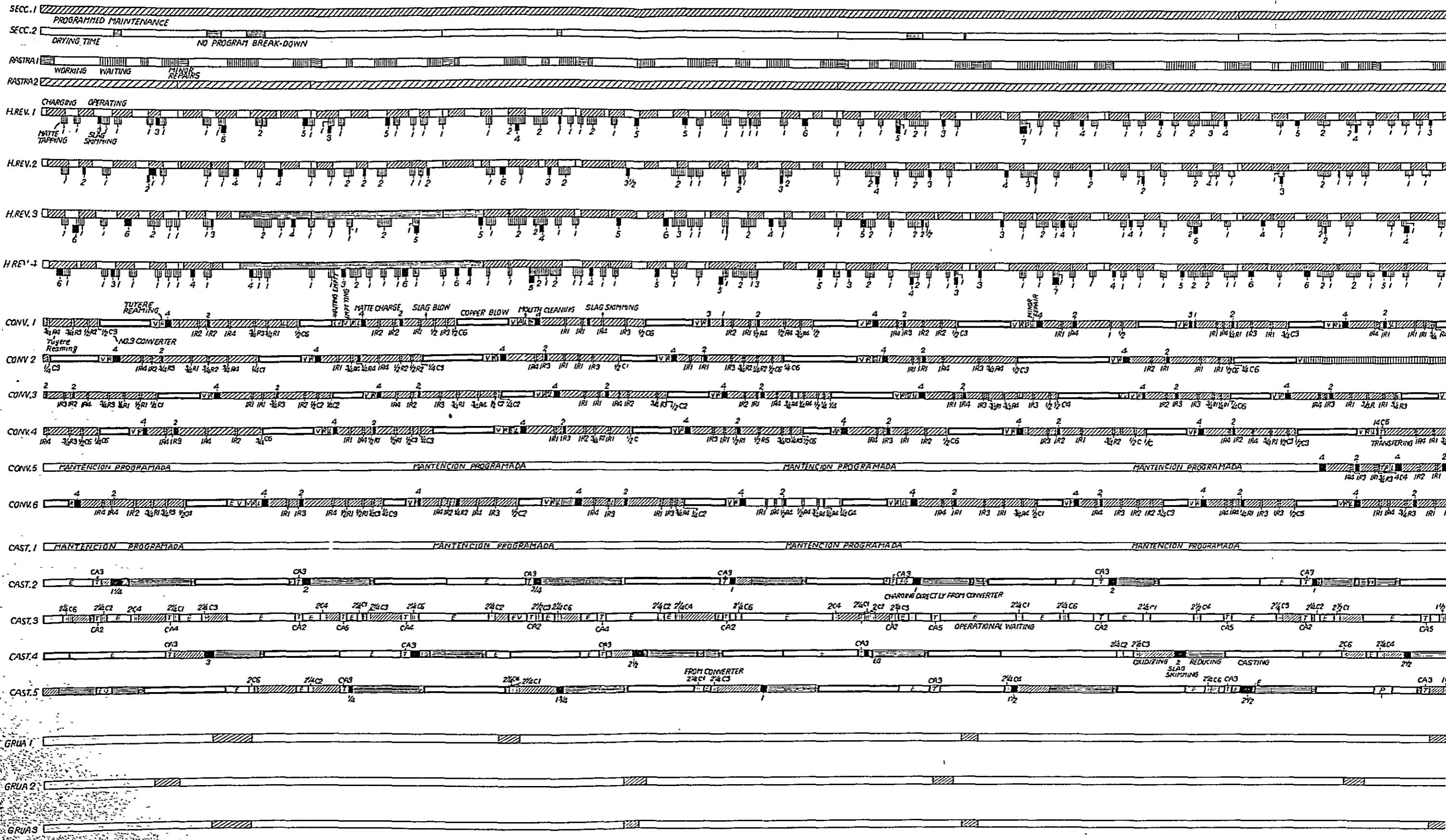
⑤ Casting

Reaming tuyeres and preparing pouring spout and mouth	:	R	
Transferring	:	T	(over or under the T is indicated the destination of the copper, e.g. : CA4 means that it is being transferred to casting No 4.)
Charging directly from converter	:		(underneath is indicated the number of ladles and the converter they are coming from.)
Slag skimming	:		(underneath is indicated the number of ladles skimmed)
Oxidizing	:		
Reducing	:		
Openning pouring mouth	:	B	
Casting	:		
Waiting for crane	:	EG	
Operational waiting	:	E	
Changing casting ladle	:	CC	
Minor break down	:	P	

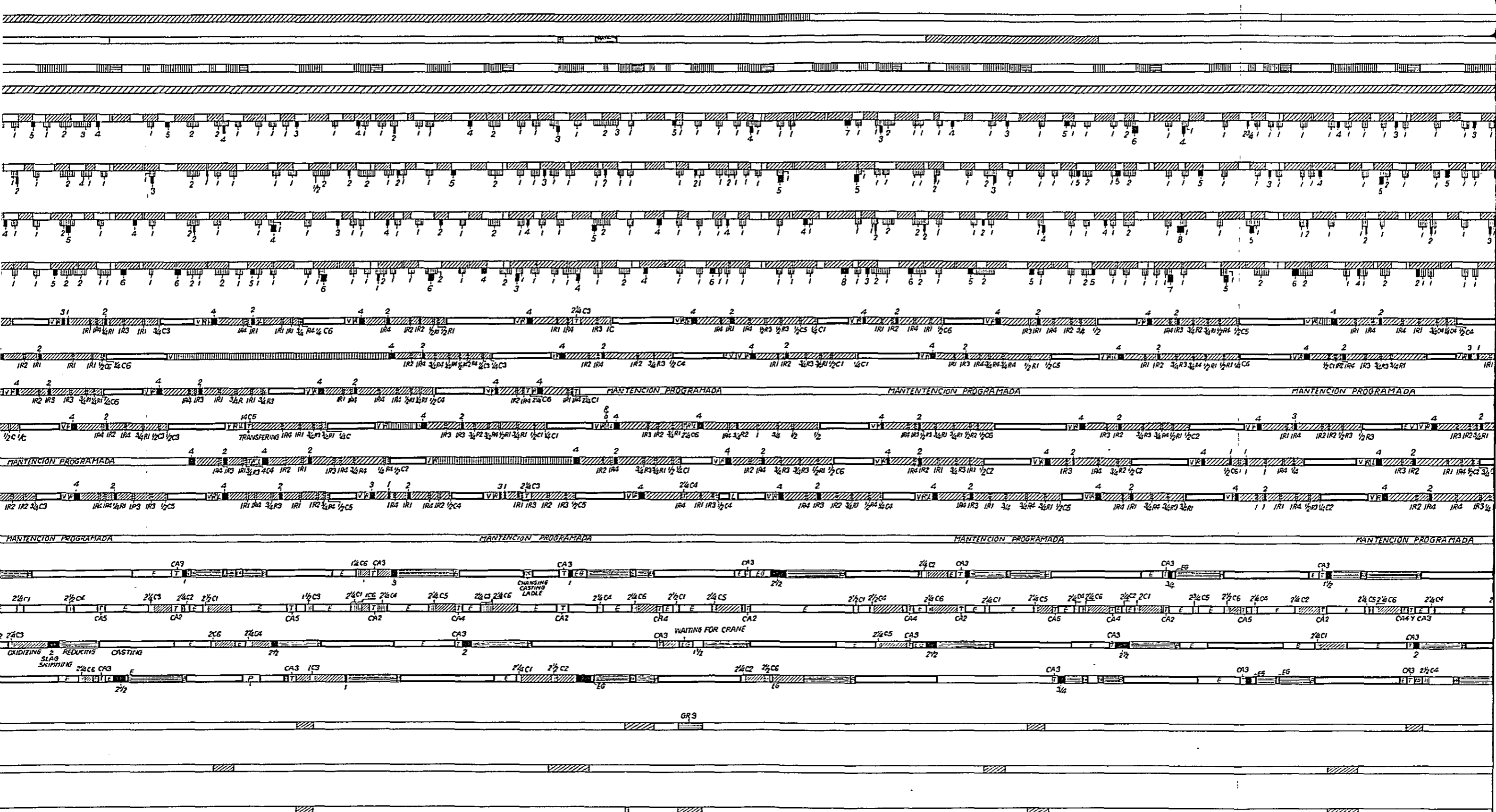
⑥ Crane

Operating	:	
Maintenance	:	

JUEVES 22 TURNO A TURNO B TURNO C VIERNES TURNO A TURNO B TURNO C SABADO 24 TURNO A TURNO B TURNO C DOMINGO 25 TURNO A TURNO B TURNO C



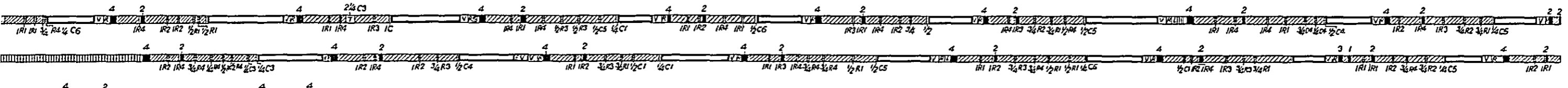
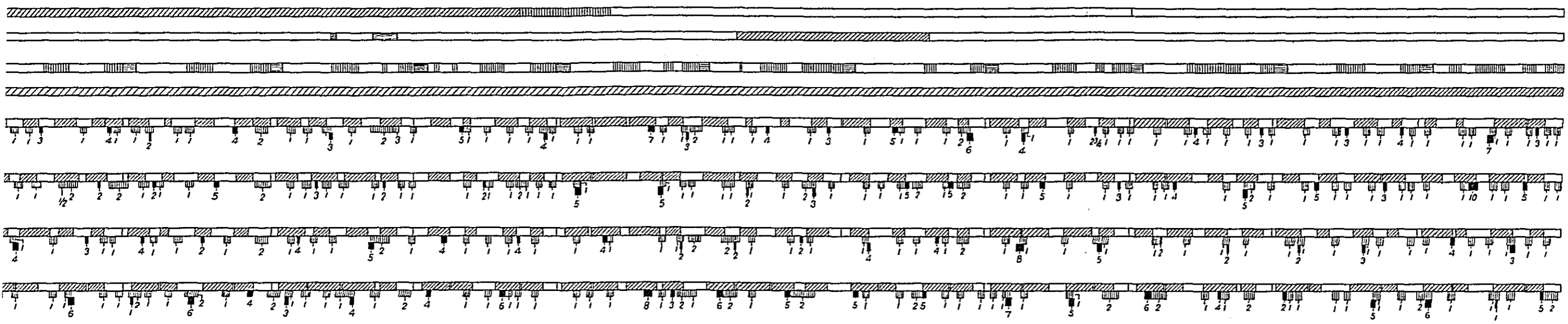
TURNOC DOMINGO 25 TURNO A TURNO B TURNO C LUNES 26 TURNO A TURNO B TURNO C MARTES 27 TURNO A TURNO B TURNO C MIERCOLES 28 TURNO A TURNO B



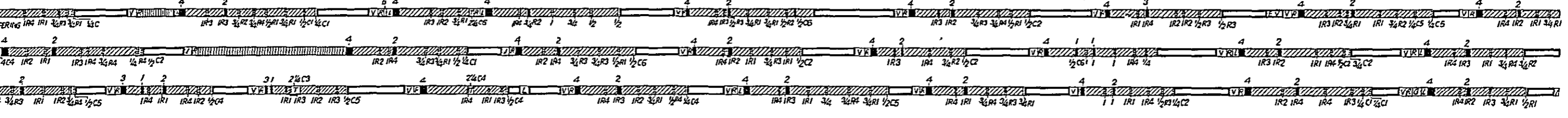
GR3

TURNO B TURNO C LUNES 26 TURNO A TURNO B TURNO C MARTES 27 TURNO A TURNO B TURNO C MIERCOLES 28 TURNO A TURNO B TURNO C

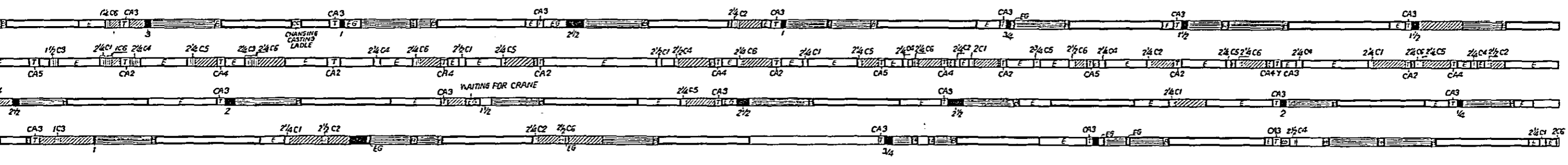
15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 01 02 03 04 05



MANTENCIÓN PROGRAMADA MANTENCIÓN PROGRAMADA MANTENCIÓN PROGRAMADA



MANTENCIÓN PROGRAMADA MANTENCIÓN PROGRAMADA MANTENCIÓN PROGRAMADA



GR3

