

チリ共和国

コデルコ社工場近代化計画

調査報告書

要約版

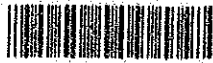
1987年3月

国際協力事業団

工計鉦

86-175

JICA LIBRARY



103014063

チリ共和国

コデルコ社工場近代化計画

調査報告書

要約版

1987年3月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 4. 8	704
登録No.	16155	66.6 MPI

目次

1. 経緯	1
2. コデルコ社とエルテニエンテ事業部 並びに工作部門の概況	5
2.1 鑄造工場の現状	6
2.2 製缶工場の現状	7
3. 近代化計画	8
3.1 近代化の基本方針	8
3.2 工場設備の候補	9
4. 財務分析と経済評価	11
5. 結論と勧告	14
5.1 フィロソフィー	14
5.2 技術的可能性	15
5.3 採算性からみたハードウェア設備投資	18
5.4 将来の布石としての設備投資	19
5.5 品質管理、技術管理、安全管理などのソフトウェア	20
5.6 勧告	23

1. 系至 系章

1.1 近代化調査の背景

チリ共和国の国営銅公社コデルコ社 (COBOLCO)は、銅の生産において世界で屈指の大企業である。その一事業部門であるエルテニエンテ事業部(Div. El Teniente)は、坑道掘りの銅鉱山としては、世界最大の規模を有している。

世界的な銅の価格の下落にも関わらずコデルコ社は、コスト競争力が強く経営も順調で、資金量も豊富、増産計画に見合って設備投資を実施し、更に世界の市場に君臨しようと思気に燃えている。

チリ共和国は、1970年代の社会主義政権から軍事政権への移向とこれに続いた経済政策の破綻とで、社会、経済活動が低迷していたが、1980年代に入って回復の兆しが見えてきた。1989年に民政移管と言う政治スケジュールに歩調を合わせ、体質をたて直して早く西欧先進国に追いつきたいとの性急な希望を持っている。コデルコ社でも近代化の計画は着々と進行中である。今回日本政府が要請を受け、国際協力事業団が実施することになった近代化計画調査は、コデルコ社エルテニエンテ事業部の補助部門であるランカグア市にある工作部門 (Departamento Talleres, Rancagua)に属する2工場のなかでの2生産工程の近代化である。即ち、鑄造工場の仕上げ工程 (Finishing Process=Terminacion)と製缶工場の溶接工程 (Welding Process=Soldadura)とを中心とした近代化の計画である。コデルコ社の中での上記2生産工程の位置付けを示すと図1.1-1のようになる。工作部門のうち上記2工場の生産工程では過去に設備投資を殆どしていなかったため旧態依然たる設備で遣り繰りしてきたが、いよいよ限界にきた。生産性の低さと共に安全成績も甚だ芳しくない状態である。

エルテニエンテの鉱山は、坑道が掘り進むにつれて、銅鉱床の品位の低下が見られ、また硬い岩盤(Primary Rock)の掘削の割合が増加しているため、同じ生産量を維持するだけでも鉱山部門へ供給する機器類は物量とも増える傾向である。コデルコ社の希望は、今回の近代化を実施して、1989年には、フルキャパシティーを発揮したいと言うことである。

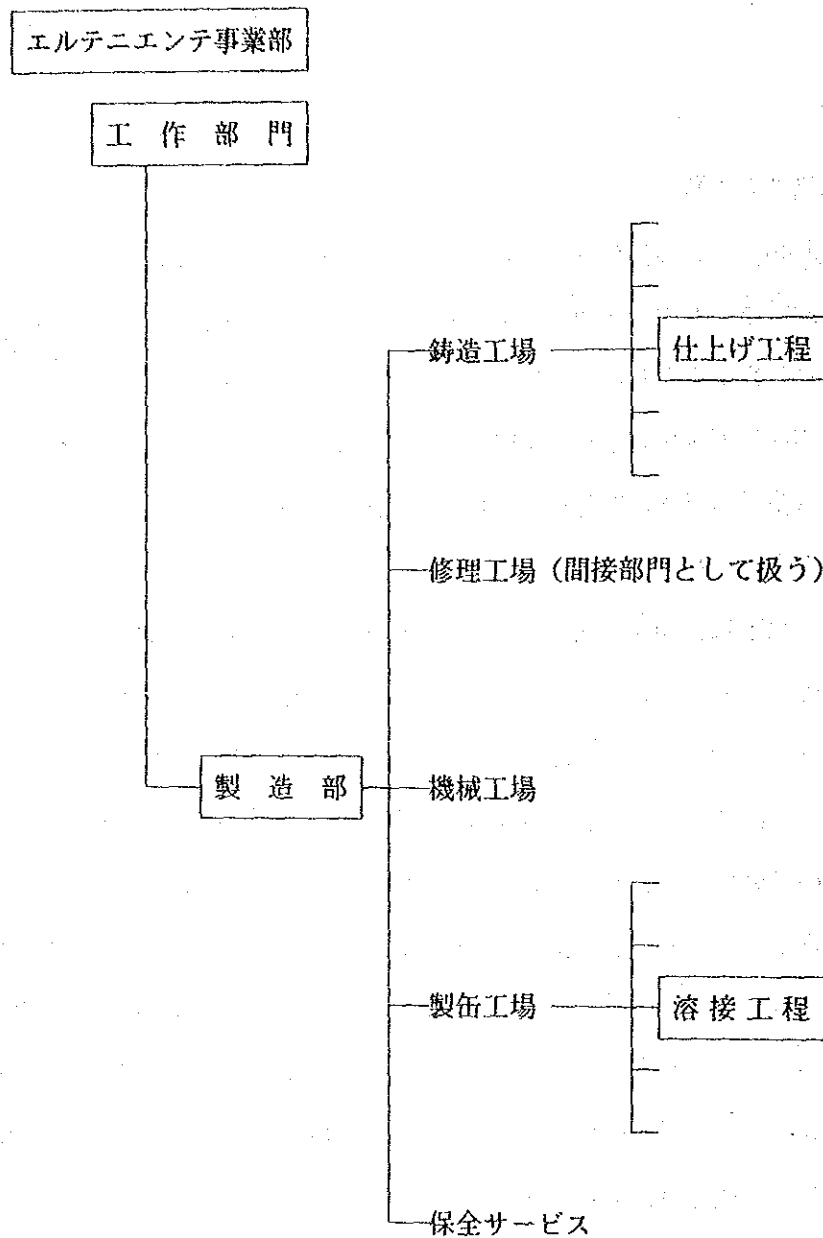


図1.1-1 仕上げ工程、溶接工程と全体の組織上での位置付け

1.2 最終報告に至る節点の記録

- | | |
|------------------|------------------------|
| 1978年7月28日 | チリ-日本国間で技術援助協定の締結。 |
| 1986年3月3日 | 『Scope of Works』の取り決め。 |
| 1986年6月28日～7月27日 | 本格調査の実施。 |
| 1986年7月22日 | プログレスレポート提出、打合覚交換 |
| 1986年12月 | 最終報告書(案)提示。 |
| 1987年3月 | 最終報告書完成、提出。 |

1.3 調査の目的

チリ共和国コデルコ社エルテニエンテ事業部に所属する工作部門の鋳造工場および製缶工場を調査し、技術的、財務的、経済的観点等から、特に鋳造工場の仕上げ工程並びに製缶工場の溶接工程に重点を置いた近代化計画を策定し、報告書に取り纏めることを目的とする。

1.4 調査の範囲

工場概要調査

製造設備面の調査

管理面の調査

技術面の調査

安全面の調査

原材料に関する調査

需要調査（生産計画の調査）

1.5 調査の方法

調査の方法のうち、特記事項を示すと次の通りである。

財務分析は、プログレスレポートで合意した内容に基づき、Discounted Cash Flow Method（IRRの算出）によっておこなう。

経済評価は、工作部門がエルテニエンテ事業部のサービス工場であって、事業部内の需要を満足する生産量を供給するとの位置付けであることを踏まえて論及し、チリ国内需要や他の事業部への製品の供給の影響は考えない。

安全については、『Scope of Works』でも特に指摘があったので、成績の良くない鋳造工場と製缶工場との実態を踏まえ、かつ従業員のしつけ、規律並びに動機付けとに密接な関係にあると思われる教育訓練をも調査して総合的な改善対策を勧告する。

1.6 調査団の名簿

団 長	力石 浩二	総 括
団 員	大川 典男	鋳造技術、プロセス
団 員	伊勢本幸雄	溶接技術、プロセス
団 員	木村 彪	機械設備
団 員	宮本勝史	財務分析、経済評価
団 員	村木義弘	市場、需要調査

2. コデルコ社とエルテニエンテ事業部並びに 工作部門の概況

チリ共和国は、世界の銅の生産において、米国、ソ連、ザンビア、カナダと並んで上位5指の中に入る大生産国である。年間の生産量は、約130万トンこのうち国営企業体であるコデルコ社が約100万トンと大部分を受け持ち、そのほかの私企業が約30万トンを生産している。コデルコ社は総人員26,000名を有するチリ共和国を代表する巨大優良企業である。銅鉱山の所在地によって4つの事業部門即ち、チュキカマタ(Chuquicamata)サルバドル(Salvador)アンディナ(Andina)及びエルテニエンテ(El Teniente)に分かれている。このうち、チュキカマタ(露天掘り)とエルテニエンテ(坑道掘り)とが主要部門を占めそれぞれ年間30~40万トンを出荷している。エルテニエンテ鉱山は、20世紀初頭から米国の資本によって開発が始まり、現在では、坑道掘りの銅鉱山としては、世界最大の規模を誇っている。80年の採掘の歴史が示す通り米国資本による巨大な投資と組織機構の整備が行き届いており、コデルコ社の中でも安定した採掘と最も高いコスト競争力を誇っている。毎年30万トン以上の生産をあげ、坑道はアンデスの山中に向かって年間40kmの速度で掘り進んでいるものの、その埋蔵量は確認できているものだけでも約100年以上もある。

銅の抽出には、大別して、3つのプロセスが必要である。まず、1%程度の銅分を含む鉱石を掘り出して細かく粉碎して取り出す。次に微細化した鉱石を浮遊選鉱設備に入れて銅の含有量を40%に高める。(この時副産物としてモリブデンが精製される)最後に溶解に入り、反射炉一転炉を経て不純物を除き99%以上の純度のインゴットの形で出荷される。

鉱山地帯は、エルテニエンテ事業部のベースキャンプとも言うべきランカグア市からアンデスの山中に約46km入ったコロン(Colon)と53kmのセウエル(Sewell)にあり、溶解工場がコロンに置かれている。製品はランカグア市までは専用のハイウェイを経由して、大型のトレーラで運ばれ、ランカグアからサンアントニオ港までは、専用の鉄道による。

エルテニエンテ事業部の総人員は約8,500名、このうち工作部門は515名の陣容を擁して、鉱山部門への技術サービスを担当している。即ちエルテニエンテ事業部の採掘と生産とを円滑に進めるための機器の製作、補修、修理を担当している。年間の工

作部門の出荷額は1985年の実績で 9,000トンになっている。

企業としての組織機構は確立しており、工作部門の運営に当たっては、エルテニエンテ事業部直属の安全衛生管理部門並びに教育訓練部門と密接な協力のもとに確立した計画に従って整然と執行されている。仕事の性格上、十分な技量が要求されるので、年齢層は長い経験年数を持った中年層が大部分を占めている。

2.1 鑄造工場の現状

工作部門は、エルテニエンテ事業部の鋳山部門で使用する機材を供給する責任を有する。鑄造工場は鋳山機械のうち鑄造によって製作する部品の供給の任を負い、消耗部品の供給、補修再生修理などを引き受けている。

製品の主力は粉砕機用のライナー類で、その他にポンプのケーシング、インペラー、鑄込みの用の取鍋、鋳車の車輪、ブレーキシューなどがある。材質は耐摩耗性が圧倒的に多く、鑄鉄にあっては高クロム鑄鉄、鑄鋼では、高炭素鋼、高マンガン鋼である。そのほか非鉄金属として、ブロンズ系銅合金の鑄物が若干ある。

生産量は、1985年の実績で、4,600トン/年、月産 380トンの規模である。製造は全て工場内で一貫生産できる体制となっており、鑄造では、木型の製作から、鑄物砂の精製、造型、溶解、仕上げ、熱処理、最終仕上げ、検査までの設備と陣容を整えている。工場の中の設備については、企業の発展とともに多種の要求に応ずるべく、逐次新しい投資を行っているものの工場建屋、レイアウトなどは、設立当初からの歴史的背景を負って、制約となっている要因がある。

近代化計画の焦点の一つである仕上げ工程は、溶解工程からあとの、棒バラシ、砂落とし清掃、押し湯部分の切断、熱処理、最終仕上げの工程を含んでいる。

工作機械には、シェイクアウトマシン、スウィンググライダ、両頭グライダ、酸素アセチレン切断機、アークエアガウジング機などヘビーデューティの機器が備えられている。設備、機器は、製品が多岐にわたるので、どの品物にも対応できよう用意されている必要があり、個々の品物について最適の配置と能力とを準備しているわけにはゆかない。

人員は、模型部門も含め、鑄造工場全体で、159名、仕上げ工程だけで51名となっている。鑄造の技量には、多年の経験と習練とが必要で、年齢構成は、中年層を中心に構成される。安全面にあつては、高熱、高筋肉労働、粉塵作業などの比較的悪い条

件があり、採光、運搬など工場建屋の条件も加わって、工作部門のなかで、良くない部類にあって、緊急な改善が期待されている。

2.2 製缶工場の現状

鑄造工場と同様エルテニエンテ事業部の鉱山部門で使用する鋼構造物の製作、再生工事が行われている。

溶接構造物にあっては、100トン積み及び25トン積み鉱車、坑道補強用アーチ、フローテーションタンク等がある。再生工事としては、クラッシャーの各部品並びに取鍋の肉盛り溶接に一定の需要がある。製缶工場内のクレーン能力が10トン及び5トンと小さいため、建屋内で組み立てる製品の大きさが制限され台車の上で製作して引き出したり、屋外で組み上げるなど製作に苦勞している。材質は、軟鋼及び高張力鋼が主体である。鋼材はチリの製鉄所であるCAP (Comp. Acero del Pacifico)から全量供給を受ける。鋼材の種類に限りがあるので、必ずしも最適の大きさ、最適のサイズで入手することができず、坑道用のアーチ構造では、H型鋼を使用すればよい所を溶接ビルトアップで作るなどの苦勞がある。

総生産高は、1985年の実績で、3,038トン/年、月産253トンの規模である。鉱山部門への機器のサービスとと言う性格上、将来の長期にわたって生産品目と数量とを性格に把握することは難しい。そして製品においても、必ずしも工場の体質にそぐわないぎ装金物（例えば金網、梯子など）をも供給しなければならない義務がある。

溶接工作法は手溶接が主体であるが、一部オープンアークの半自動溶接法の実用化も試みられている。

溶接士の訓練には、社外の職業訓練協会INACAP (Instituto Nacional de Capacitacion) を利用して訓練を受けさせ、かつ、チリ共和国内の溶接棒メーカー『INDURA』の訓練設備をも利用している。

安全成績は、鑄造工場のそれと並んで悪い方にランクされている。その要因は、溶接法そのものでなく、工場の立地条件、レイアウト、作業姿勢などに関連の深い行動災害である。

3. 近代化計画

3.1 近代化の基本方針

与えられた命題、即ち工作部門の鑄造工場における仕上げ工程並びに製缶工場における溶接工程を中心に、その関連する周辺も含めて近代化を策定する。その基本方針は次の通り。

- 1) エルテニエンテ事業部並びにコデルコ社の将来の展望を考えた上で、工作部門の理想的なあるべき姿を予測し、1989年以降の生産増大にも充分対応できる総合的レイアウトの構想のなかで上記2工程の近代化を策定する。
- 2) 銅生産の企業として、世界の市場に登場するふさわしい体面を維持すること。世界有数の列強に伍して市場をリードしてゆくには、いやしくも旧態依然たる劣悪な環境で無理をして生産が行われているような印象は与えないこと。
- 3) 国営企業の一つとして、チリ共和国の工業技術水準を引き上げてゆく責任を果たすこと。
- 4) チリ共和国でのリーディングカンパニーの一つとして、高い技術の水準を発揮し維持する責任を果たすこと。

具体的には、

- 5) 当面、1989年までの生産増強計画に見合う生産性の優れたハードウェアシステムの導入を図る。採算性の検討の前に、技術的に実現の可能性のあるハードウェアは充分に検討する。
- 6) コデルコ社の基本理念である『人間尊重の精神』に立脚し、安全で働き易い快適な環境を策定することに心掛ける。
- 7) 新規設備投資の妥当性は、Discounted Cash Flow Method による財務分析で検討し、Internal Rate of Return (IRR) をもって新規投資の可否を判定する。検討にあたっては、技術的に可能であるが、非常に高価で明らかにコストアップにつながる機器は、今回の勧告から除いて将来装備に含みを残す。
- 8) 投資効果の定量的判定の困難な分野もあるから、IRRで基準以下の数字が出た場合には前出各項の理念を十分に勘案して、結論を導くこととする。
- 9) ハードウェアの導入と共に、生産管理、技術管理、安全管理などのソフトウェアの

改善をも提言する。何故なら、最新の設備を導入しても、これらを運転操作するのは人であり、従業員の意欲の結集がなければ、期待する成果が得られないからである。標記2工程では、安全成績の向上が緊急の要請となっており、今回の設備導入の機会を、管理面での一層の改善を図る絶好の時と考える。

近代化計画とは別に、製品の大型化や生産工程『輻輳』(Congestion)にそぐわない建屋、搬送設備などの安全法規に準拠して、企業の責任として緊急に改修すべき義務のあるハードウェアについての試案を『付録』に付記する。

3.2 工場設備の候補

エルテニエンテ事業部の将来性は、概況並びに経済評価の項で述べている通り、コデルコ社のなかでも抜きん出て、遠い将来にわたって明るい展望に包まれている。チリ共和国の銅生産の主軸として国の経済発展を引っ張ってゆく機関車の役割が期待されている。

一方、工作部門は、今世紀初めからの開設以来、生産の拡大に伴って遂次拡張をはかってきたが、その歴史的発展の過程が示すように、工場建屋の増築や工作用機器の追加設備などの為、物流、搬送の面で、制約となっている部分が多い。銅鉱石の品位の低下と硬い岩盤での掘削の増加が予測されているので、今後鉱山部門へ供給される機材は、物量とも増加、大型化するので、将来への布石として適当な時期に、工場のレイアウトの抜本的な改善が必要となることは明らかである。製造工程の順列に合わせた理想的な直列配置を念頭に最も好ましいと思われる工場設備計画が第3章に示されている。この中で、この度の近代化計画の候補として検討された機器は次の通りである。

1) 鑄造工場での仕上げ工程

- ★4面切削が可能なCNC自動研削盤
- ★定周速機構付の懸垂型グラインダー
- ★定周速機構付の固定式両頭グラインダー
- ★高周波グラインダー
- ★ターンテーブル

2) 製缶工場の溶接工程

- ★フラックスコアド型芯線によるCO₂ガスシールドアーク溶接
- ★潜弧溶接

★ポジショナー及びマニピュレーター

★CO₂ガス固定配管システム

4. 財務分析と経済評価

1) 需要と生産計画

本調査の対象になっている工作部門は、エルテニエンテ事業部への鉋山機器の供給再生修理を業務としている。他の事業部への機器の供給は若干あるが、大勢に影響を与える程でなく、また計画の最終達成年である1989年までは、社外へ外注したり、輸入を考えたりすることはないので、生産計画は、エルテニエンテ事業部内の需要と完全に一致することになる。近代化計画の基礎となるこの生産計画は、コデルコ社から提示された。

銅の出荷量で言えばエルテニエンテ事業部のそれは、ほぼ横這いであるが、銅鉋床での銅の含有率の低下と鉋床の硬さの増加とが相まって、工作部門での生産計画は、増加の傾向をたどることになる。即ち、鑄造工場では、1986年の生産予定 5,540トンに対し1989年では 8,000トン、1986年の製缶工場での出荷額 4,554トンに対し、1989年では、6,100トンと約 1.4倍となっている。

2) 財務分析

Discounted Cash Flow Method を採用し、IRR 15%を投資可否の判定基準においた。

近代化による成果は、原価の予想節約額として把握することができる。即ち設備投資を実施せず、既存の設備と機器とで、生産計画の目標を人員増加を前提とした操業度の向上で達成した場合の原価と、近代化を実施して、目標を達成した場合の原価とを見積りその差額を投資による利益と見なした。計算条件として、減価償却期間を10年、残存価値を5%としている。

★ 鑄造工場について

与えられた生産計画を達成するための設備として、下記の投資を計画する。

定周速機構付懸垂グラインダー	4台
高周波グラインダー	6台
ターンテーブル	4台

投資金額 US\$ 156,000.

近代化投資による生産性向上の成果には、安全性の向上、環境の改善等による効果

ルの向上など定量的に把握の困難な成果が十分に期待できる。しかし、定性的効果を、財務分析に算入することは難しいので、より直接的に計算が可能な人件費、固定費、間接費などのコストの低減を主体に判定を下すことになる。

近代化を実施せずに、生産目標を達成するには、操業度をあげ、従業員数を増員して実現することになる。生産量が40%増したときの鑄造工場の総人員は204名と推定された。このほか、間接費のうち、保全サービス部門は、操業度の上昇に応じて10名の増員が見込まれ、このうち85%が鑄造工場の賦課分となる。

近代化実施の場合、仕上げ工程では、新規投資によって生産性が向上するので総人員は、198名となる。削減人員は6名である。

Discounted Cash Flow Method による IRR の計算結果は約16%を示す。

★ 製缶工場について

近代化投資の対象は下記の通りである。

フラックスコアド芯線によるガスシールド型MIG溶接機	18台
潜弧溶接機	1台
ポジショナー、マニピュレーター	各1台
CO ₂ ガス固定配管装置 他	

投資金額

US\$ 467,000.

新規投資を実施せず、生産計画を達成するためには、操業の増加に見合って、製缶工場の総人員は、124名となる。更に、保全サービスの人員増10名のうち、15%が製缶工場の負担となる。

近代化計画実施の場合は、生産量の増加があっても、生産性の向上によって、溶接士の増員が抑えられるから、総人員は、99名となり、25名の削減が可能となる。

Discounted Cash Flow Method による IRR の計算結果は約22%を示す。

上記に示す通り、財務分析の結果によると、鑄造工場での仕上げ工程では、人員の削減量が大きくないために、新規投資額が少なくなり、一方、製缶工場では、溶接能率の向上から、大きな生産性向上が見込まれる。

ちなみに、両者を合計して、工作部門全体のなかでのIRRと言う形で計算すると、21%と言う結果が得られる。

3) 経済評価

コデルコ社は、チリ共和国を代表する国営企業体で、鉱工業分野でのリーダーたる役割を負っている。銅の生産量においては、コデルコ社だけで、チリ共和国全体の80%を占め、年間100万トンの規模である。

チリ共和国の輸出総額に占める鉱物の割合は、50~60%、銅の割合だけでも40~50%を示し、銅がチリ共和国の外貨獲得に特に重要な役割を果たしていることを示している。コデルコ社のコスト競争力は、他国に比較して、かなり優位で、かつ、チリ共和国内の他の銅鉱山に比べてもなお優位にたっている。エルテニエンテ事業部での確定埋蔵量は、現在の年間約30万トン程度の採掘量を維持するとして、約100年以上あり、エルテニエンテ事業部はコデルコ社内で今後とも長期にわたって安定した生産活動が期待されている。

コデルコ社の設備投資規模は、他の公社に比べ非常に大きく、チリ共和国経済に少なからざる影響がある。その規模は年間2億ドルである。本調査の対象となった近代化はサービス部門の工場内での生産工程についてであるが、技術面、管理面などへの新風は必ずや社内の活性化更には、チリ共和国の進歩に貢献するものと思われる。

またコデルコ社は、国営企業の一つとして、チリ共和国の工業技術水準を引き上げてゆく責任を果たす必要があり、リーディングカンパニーの一つとして、高い技術水準を発揮、維持する責任も果たすべきである。

現在エルテニエンテ事業部で実施または計画中の設備投資プロジェクトには、次のようなものがある。

- ★ 鉱山および精錬所の拡張
- ★ セウエルの浮遊選鉱装置の新替
- ★ カレンのクズ鉱ダムの建設
- ★ カレントスの転炉の新替
- ★ カレントスの排ガス処理装置

今後、コデルコ社は、生産増強計画に従って

- ★ 新採鉱技術、省エネルギー、環境保全の方向への設備投資が計画される。

5. 結論と勧告

5.1. フィロソフィー

1) 将来の展望

チリ共和国は、世界の銅生産の分野で米国、ソ連、カナダ、ザンビアに伍して屈指の能力を有している。この中、米国とカナダは一次産業の衰退と労働者の高賃金に悩まされ、ザンビアには政情不安があって、製品の出荷が思うにまかせない。一方、チリ共和国の銅生産は、過去数年にわたる政治経済面での困難にも関わらず、なお安定した生産とコスト競争力を保っている。コデルコ社は、国営企業として、チリ共和国の銅生産料の80%年間約100万トンの出荷を担う巨大企業体である。その経営内容は、世界的な銅価格の低迷にも関わらず十分に健全であり、その競争力は、自国内はもとより、競合する列国に比べてもかなり優位にあり、チリ共和国の経済を支える大黒柱の一つとなっている。1980年代になって、チリ共和国の経済状態に安定と成長の兆しが現れてきた時期に当たって、コデルコ社は積極的に早期に態勢を確立してゆく希望に燃えており、既に鉱山部門への大型新規投資を実施するなど、世界の銅市場に君臨して席卷しようとの意気込みを示している。

エルテニエンテ事業部は、坑道掘りの銅鉱山としては、世界最大の規模を誇り、コデルコ社の中で、最も歴史が古い。鉱山部門には、長年にわたる巨額の設備投資と行き届いた管理機構と相まって、最もコスト競争力があり、年間約30万トン、コデルコ社の約30%の生産を受け持つ重要な事業部門の一つとなっている。エルテニエンテの確定埋蔵量は、現在の採掘量を維持するとして100年以上もあり、今後とも長期にわたってチリ共和国での銅生産のリーダーとしての重要な地位を保つことは疑いのないところである。今回の本格調査で与えられた生産目標は、1989年までを提示されているが、上述の如く、1989年以降も引き続き生産が増大することを充分考慮しておく必要があり、生産増強と並行して、コスト競争力を維持してゆく施策を長期的展望にたって着実に実行すべきと考える。

2) 工作部門の位置付け

工作部門は、エルテニエンテ事業部の鉱山部門で使用する機材の供給を含めた技術サービスを執行する責任を有する。基本方針に示した通り、コデルコ社は、優良国営

企業として、チリ共和国の鉱工業の技術水準を引き上げてゆく責任を果たすべきであり、工作部門はその一環として、製作する製品と製造技術について、高い技術水準を発揮してゆく責任がある。工作部門については、その活動の長い歴史のなかで逐次設備の更新と改善とを重ねてきてはいるものの、生産活動の範囲が、鑄造、機械加工、製缶、保全等多岐にわたって多種の製作、再生、補修、修理を行わなければならない、全ての面で、第一級の近代的な設備を有しているとは言えない。

この度、テーマとして取り上げられた鑄造工場の仕上げ部門と製缶工場の溶接工程については、設備更新の時期にきており、かつ、安全成績が工作部門内で最も悪い方にある。早急に現状から脱却し、安全で働き易い快適な職場を作るべきであり、いやしくも、旧態依然たる劣悪な環境で無理をして生産が行われているような印象を与えてはならない。

3) 鑄造工場の仕上げ工程と製缶工場の溶接工程の設備

工業技術の動向を見ると、技術革新は、今後ますます省力化、自動制御化の方向に向かうことは疑いのないところである。人間の労力に依存する重筋作業は、順次機械力に置き換えるべきで標記2工程についても、そう遠くない将来自動制御が採用されるであろう。この度の近代化設備計画は、将来の自動化、ロボット化を見越した長期の展望のもとで検討されるべきである。

5.2 技術的可能性

1) 自動化

自動制御やロボット化が困難とされてきたグラインダー作業にもCNC (Computerized Numerical Control) が可能になっている。鑄造工場での製品の種類は多岐にわたっているため、その全てに自動制御を機能させるには、コンピューターのプログラミングや準備に莫大なコストがかかることは、明らかに予測できる。しかし、幸い生産量の60%以上がライナー類で、比較的形状もある範囲に集約できる。そこで、汎用性のあるCNC型自動研削盤を今後の自動化推進の尖兵として導入すべきと考える。この自動研削盤は、自動ナライ機能を有し、最初に検出機構を研削すべき対象物の表面にすべらすことによって、その運動を記憶させ、その後のグラインダー作業を連続して、自動的に遂行させることができる。また4面研削を自動シーケンスで制御可能であるから、人力による段取り替えや手待ちを発生させることなく連続作業によっ

て能率の大幅な改善が期待できる。

溶接工作の分野では、大量生産の領域で、既に完全自動制御のロボット溶接が実用になっており、先端技術から一般技術へ移行したと言っても過言でない。大入熱のアーーク溶接でも自動ナライ機構や位置検出機構との組み合わせで完全無人化が達成可能である。製缶工場の溶接は、そう遠くない将来、完全無人化、自動化の時代に突入すると予測されるので、将来の自動化につながる方向で設備の更新を図るべきである。製品の種類が多いことを念頭に置き、汎用性のある電弧溶接法としては、ガスシールド型のミグ溶接が主流を占めると思われるので、ビードの外観が綺麗で溶接性の良いフラックスコアドワイヤの溶接の導入を中心とする。溶接構造物の製作や肉盛り再生工事では、このフラックスコアドワイヤの溶接を主流に、溶着量の大きな溶接には、自動潜弧溶接を併用することで近代化を図るべきである。

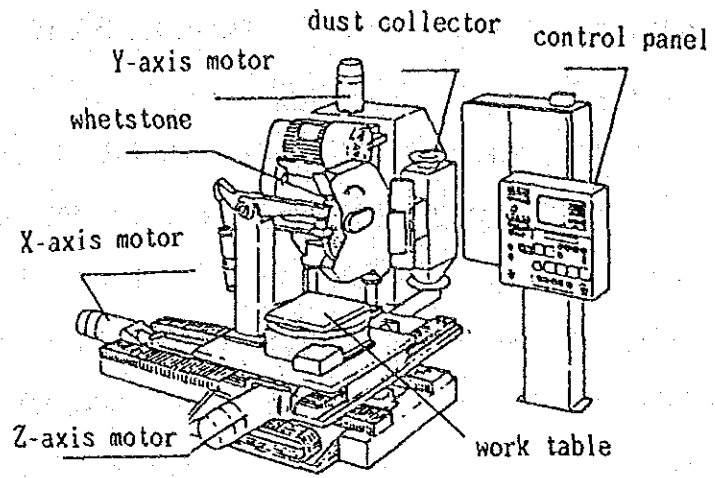
また、溶接能率を最大限に発揮するには、下向きが最も好ましいので、ポジショナーを備え、マニピレーターによって、連続作業を可能にする。

2) 能率の向上

仕上げ工程での生産性向上では、自動研削盤による完全自動化以外での、なお大幅な能率改善が可能である。その一つは、定周速装置の付加であり、他の一つは、高周波グラインダーの採用である。定周速機構は、在来の懸垂型グラインダーと固定式グラインダーに適用が可能であり、グラインダー砥石の摩耗による径の減少に見合って回転数を増すことによって、常時一定の研削能率が得られることになる。

高周波グラインダーは、在来型に比べ遙かに軽量で、作業性に優れ、回転数の大幅な増加で能率が向上する。

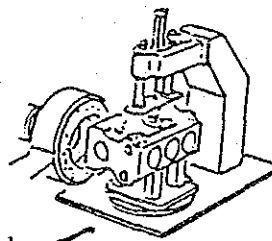
溶接工程では、手溶接から半自動、自動へ移行するだけで、相当の能率向上が期待できる。導入に当たっては、技量の習得が必要であるが、幸い、製缶工場では、既に複合ワイヤによる半自動が採用されているので、改めて特別な訓練は必要でない。むしろ層使い易くなり、外観の仕上がりも綺麗になるので、作業員への負担は軽減される方向である。



4面研削CNC型自動研削盤

Sequentially controlled 4-face CNC (Computerized Numerical Control)

Automatic Grinding Machine



Turn-Table

4面研削

Four-face Grinding

5.3 採算性からみたハードウェア設備投資

新規設備投資の効果には、安全面での改善、環境の改善、物流、搬送などの面での工場全体に及びインターフェイス効果、並びに従業員のモラルの向上による成果など定量的に把握の困難な分野がある。定性的効果は財務分析に算入することが難しいので、採算性の判定は、より直接的に計算の可能な人件費、固定費、間接費などの低減によるIRRによって行う。

既に、プログレスレポートで合意した条件に従って、Discounted Cash Flow methodによるIRR \geq 15%を基準にすると下記のようなになる。

★ 鋳造工場の仕上げ工程

定周速機構付懸垂グラインダー	4台
高周波グラインダー	6台
ターンテーブル	4台

投資金額計 US\$ 156,000.

★ 製缶工場の溶接工程

フラックスコアド芯線によるガスシールド型MIG溶接機	18台
潜弧溶接機	1台
ポジショナー、マニピュレーター	各1台
CO ₂ ガス固定配管装置、その他の固定設備	

投資金額計 US\$ 467,000.

合計 US\$ 623,000.

5.4 将来の布石としての設備投資

鑄造工場の仕上げ工程での財務分析によれば、新規設備の導入による直接的、具体的な生産性向上は、製缶工場の溶接工程の近代化に比べると僅かではない。これは与えられた命題が、グラインダー作業と言う鑄造工場の副次的なサービス作業の部分に限られていることと、研削と言う作業そのものについての根本的な技術革新の要素がないことに起因している。

鑄造工程は、工業技術のなかで最も歴史と伝統のある分野で、過去の長い年月のなかで集約された経験とノウハウが今日の技術を支えている。技術面では、大変重要な分野であるにも関わらず、作業方法がダスト、高熱、煙、粉塵を伴うために、旧来の一次産業のような、前時代的な重筋作業のイメージから抜け出すことが難しい。

工作部門のその他の工場が手作業から、半自動化、自動化へ、更に、自動制御、無人化の過程を着実に歩んでいるのに比べ、次第に取り残されてしまうと言う危機感がある。

鑄造工場は、環境の悪い暗い印象を払拭し、工作部門全体と歩調を合わせた働きやすい快適な環境を作りあげると言う全く別の面からの緊急な要請がある。定量的な評価は難しいが鑄造工場全体として品物の流を整流し、製品の移送や搬送に機械力を十分に採用することかつ、将来の機械化、自動化の布石として、機械研削の分野にはいりこむことにすべきと考える。容易に採用できる機械力としては、ターンテーブルや電動チェインブロックなどがある。また、技術面で検討した4面研削の可能なCNC型自動研削盤は、現時点では非常に高価（1台 US\$ 375,000.）で、仕上げ工程と言う狭い範囲での財務分析では、投資にOKのサインがでない。次善の策として、自動制御機構を除いた形の油圧力を利用した4面研削装置を検討したが、これも高価（2台で US\$ 195,000.）であり、かつ据え付けには、現存のショットブラスト装置を移設する費用が必要である。その上自動化ではないので、大幅な人員減のような生産性効果が期待できない。

結局、第3章の基本方針で理念として掲げた工作部門全般にわたるグローバルな近代化の計画の中で自動化、機械化への決断を下すべきであると考え。

対象として考えられる設備投資は、CNC自動研削盤、ショットブラスト装置の移設、工場建屋、機器のレイアウトの再配置などがある。

その規模は、粗見積りで、次のようなオーダーとなる。

工場の改築			US\$ 625,000.
天井クレーン	10トン	2台	312,500.
天井クレーン	5トン	1台	137,500.
トラバーサー		2台	62,500.
ショットブラストの移設		2基	62,500.
自動研削盤		1台	375,000.
定周速機構付固定グラインダー		2台	25,000.
集塵装置		2台	187,500.
合計			US\$ 1,787,500.

これらのフィージビリティは、1989年以降をも含む長期の展望のなかで、チリ共和国、コデルコ社、乃至エルテニエンテ事業部と言うようなグローバルな検討で結論を導くべきと考える。その中では、人間尊重の理念、安全で働き易い環境、世界の技術革新の方向、経済の成長、拡大を踏まえ、人件費の高騰を予想した省人化、自動化の検討が含まれる。

5.5 品質管理に関するソフトウェア

近代化を実行するに当たって忘れてならない最も重要な事項は、企業の中での人造りである。何故なら、どんなに優秀な機器であっても、これを運転操作するのは、所詮人間であるからである。人間は一人一人が独立した感性を持ち、感情に起伏があって大きな集団で一つの目標を永続して達成しようとする場合には、殊更に集団の気持ち一つに集中できなければ期待された成果につながらない。

今回与えられた近代化のスケジュールは、1989年迄の3年間であるが、第1年度の1987年は、新規投資の発注段階で、まだ入荷の可能性がない。この期間を幸いにして企業内の管理機能について検討を加え得る所謂ソフトウェアの改善の年とすることができる。企業全体に緊張感を与え、従業員の意欲を引き出し、活性化する運動が採用されている。普通の人々にもわかり易いと言う観点から、品質と言うスローガンを掲げた品質管理運動 (Company-wide QC Activity) がそれである。コデルコ社が採用している Productivity Circle もその一つと位置付けられる。品質と言う言葉を製品の質に限定せず企業の質、人間の質と言うより大きな視点に拡大して運動を展開しよう

と言うものである。

品質に関する言葉の定義を整理すると、

品質保証 QA

All systematic measures which are necessary to ensure that the conformance with specified requirements is planned and obtained.

品質管理 QC

The operational techniques and activities that sustain the product or service quality to specified requirements. It is also use of such techniques and activities.

検査

The part of quality assurance which, by measurements, tests or investigation, determines whether the product or service in accordance with the prescribed quality requirements.

即ちこの運動の趣旨は、企業の目的である良い製品を供給して社会に貢献する必要な活動は全て品質運動であると位置付け、仕事の取り組みかたから、安全衛生の管理、人材育成の教育に迄その範囲を拡げてゆくものである。良い品物を供給して、顧客から喜ばれますます需要が増加して、生産が順調にあがり収益が増えて企業の業績が向上して、社会に貢献すると共に企業に働く全ての人々がその恩恵に浴すると言う理念である。スローガンとしての品質保証QAは、顧客の要求にピシャリと当てること、品質管理QCとは、論理的、科学的手法によって、期待されている品質をあくことなく追求してゆくことを意味する。

品質を良くするには、検査を厳しくすればよいと短絡しがちであるが、決められた検査基準にさえ合格すれば良い品質であるとは言えない。仕様や図面の検討が不充分で、機能や工作の面で、トラブルを起こすかも知れない。或いは、検査の手法に問題があるかも知れない。このように考えると品質を管理するのは、QC部門だけでない。また、品質を確実なものにするには、『受身』であってはだめだと言うことである。計画の段階から、能動的な活動が必要である。そして、問題点や弱点を関係者全員の前に顕在化し、企業の全ての人々の完全な理解と謙虚な態度の上で改善が追求されてゆく姿が大切である。前述の通り、品質運動の原点は、いつも『その仕事に顧客が期待している真の要求は何か』にある。これを顕在化して関係者全員の理解の上で生産活

動が展開できることが必要である。

事前検討、設計審査などがその有効な手段であり、工作標準や工事要領書の策定が個人差を少なくし、質の均等化に貢献する。そして、良かれと思って決めたことは、どんな障害があってもトコトンやり抜く姿勢を維持することが、この運動の成否を決する重大なポイントである。往々にして、機構組織やシステムが出来ると事終わりと安心してしまう。実行に当たっては設備上の障害、環境の不備、天候の急変など様々な妨害要因がつきまとう筈である。実行不可能の場合、組織の末端での安易な妥協を許さず管理された状態で事態を修正し、不具合を解明して、次に備えることが企業の緊張感を維持することになるのである。過去の失敗は企業にとって貴重な資産である。失敗を率直に認め、ただちに改善にかかる、その素早いフィードバックサイクルが有効なのである。企業を活性化させる最大の効果は、全員参加の意識にある。改善提案制度やそれが実現してゆく喜びを大切にしてくる地道な活動の積み重ねにある。

安全の向上についても全く同様である。安全成績を高めるには、規則を厳格に守らせれば良いと思いがちであるが、何よりも企業全体のコンセンサスが必要である。労使が一体となって、安全の向上につとめることが、名実ともに理解されていないと、強制と『受身』とだけでは、大きな前進はあり得ない。誰も会社に働きにきて、わざわざ怪我をしようと言う人はいない。皆どうせ仕事をするなら、良い仕事をしたいと思っている筈である。

また、安全に仕事をすると言うことは、どうしたら楽に良い仕事ができるかを考えることであり、この領域でも仕事の前にまず考えることが必要になってくる。安全の事前検討、設計審査の関門を経て実際の仕事が始まる。事前検討の場では、仕事に関係する人々が率直に提案でき、そして他人の意見を謙虚に聞く態度が全員参加の意識を高め、他からの強制としてでなく、みずからの責任として、仕事を捉えてゆくことになろう。このように考えると安全を追求すると言うことは、企業の生産性を高めることと完全に一致する。また企業の質を改善する要素として、安全性の向上を取り上げることは何等不思議ではなくなる筈である。

鋳造工場も製缶工場も、安全成績が甚だ芳しくない。しかも、災害の大半が『安全である状態で起きた』分類に入っている。管理者側と労働者側とが安全についての取り組み姿勢を正し、安易な妥協を排して緊張感のある謙虚な態度で取り組めば解決は難しくないと考えられる。

5.6 勸告

1) 1989年までの当面の近代化推進について

このたびの近代化計画では、1987年から1989年までの3年間と言う比較的短い期間での成果の達成が期待されている。自動化、半自動化機器の新規投資による生産性の向上をより確実なものにするには、質の向上が不可欠である。安全管理をも含め製品の品質、生産技術の質、従業員の資質の一層の向上を期待して下記の項目を勧告したい。

(1) 本報告の末尾に付録として掲載した製缶工場に関する設備面での安全確保の項目は、早急に実行すべきである。企業側が安全の確立についての責任を完全にかつ真剣に果たしていることを示すことで、従業員側の安全意識を刺激し、安全成績は一段と向上する筈である。

(2) 品質管理の責任は、品質管理部門だけにあるのではなく、従業員全体の責任であることを宣言すべきである。従業員の一人一人がそれぞれの持ち場で良い仕事をす。即ち、品質を各ステージで作り込んでゆく必要がある。自分の持ち場で、どんな品質が期待されているかを明らかにし、それを確証づけるため、作業基準やQC工程図を全員で作成して顕在化してゆくべきである。安全作業基準の作成も従業員の意識を高めるのに有効である。

(3) 原材料の質の改善、工作技術の改善などについて、報告書のなかで指摘してある事項を実施すべきである。

★ 鋳物用砂のSiO₂含有量の向上

★ ガス切断面の精度の向上

★ 開先精度の向上

★ 溶材の整理整頓、乾燥管理

(4) 新規設備の導入に当たっては工作部門内にプロジェクトチームを発足させて技術面、設備面での準備に遺漏のないように図るとともに機器の到着の時期に合わせて専門家を招へいし、新技術定着のための指導に当たらせることが望まれる。

2) 1989年以降の長期ビジョンについて

このたび近代化は3年という短い期間内での、しかも、生産工程の二つの分野に限られたものである。優良企業体であるコデルコ社が更に一層の飛躍をとげるための長

期の展望を検討する必要がある。

(1) 1989年以降の長期の展望を検討する営業、財務、技術などの専門家からなる研究グループを発足させること。この中で、チリ共和国の将来、コデルコ社の長期ビジョン、また、世界の技術革新の方向、経済の成長、拡大を踏まえ人件費の高騰を予想した省人化、自動化の検討等を含む。工作部門全体の検討を行えば物流、搬送などの面で、新しい結論が得られる可能性がある。

(2) 企業の質を一層向上させ、従業員の参加意識を高める運動として、コデルコ社が取り組んでいるプロダクティビティサークルをより確実なものとするため、世界に名声を博している品質運動(QA/QC活動、QCサークル活動)からの指導と助言のため、専門家を招へいすること。

以上

JICA