

3.4.5 安全管理

1) フィロソフィー

世の中には、絶対に安全と言うことはあり得ない。設備や構造に手落ちがなくても、地震や火山爆発のような天災や人間による誤操作に起因する事故など予測し得ない事態が発生するからである。それでは十分に安全とはどういうことか。結局の所、安全を評価するということは、他の危険に比べ相対的にみて、より危険かより安全かを判断することである。

人の資質として、極く自然に考えて、好きこのんで危険を引き起こしたり、好んで危険の中に飛び込むことはないとの前提があるであろう。また、『Reasonable Rule: 普通の人なら誰でも同じ状態にあれば、同じ行動をとる筈である』『Mini-Max Rule: 起こり得る最大の損失を最小にする戦略をとろうとする決定原理』がある。

工業社会にあっては、自然環境と異なって人為的に作られた危険環境が形成されることは否めない。そこに働く人は、当然危険や安全について教育訓練が与えられなければならない。そして、運転や操作に当たる人は、自分の職についての厳しさに精通し、勤務に忠実であることが要請される。従って、安全については、企業内での一貫性のある厳しく管理された教育訓練と不可分の関係にある。

2) 安全管理目標

自然現象にかかわる危険（地震、雷など）や日常の市民生活でごく普通に受け止められる危険（火事、交通事故など）の度合を整理すると、図3.4.5-1, -2のようになる。但し一般社会での死亡災害については、内容の検討が必要である。全く偶然によるものか、過失が絡むのか。災害が原因で長期療養のあとで死亡した数はどう取り扱っているか。当事者と巻き添えを喰った人とでは、統計上意味が違うのではないかと等である。

一般に個人に対する危険(Individual Risk)の確率では、

10^{-6} /年以下； 1年の間に100万人の中でひとけたの死亡災害は、安全であるとの認識である。

10^{-5} /年以下； 1年間の中で数万人の中で、ひとけたの死亡災害があると何等かの対策が必要であるとの認識である。

また、人間が受け止める重大事故の衝撃の大きさには、個の危険と共に一度に大勢の人が災害に会う悲惨さ(Multiple Fatality)がある。図3.4.5-3, -4を参照し、対

Table 5 Accidental Death Risk

Type of Accident	Risk/person/year $\times 10^{-6}$
All accidents	345
Road Transport	145
Falls	111
Fires	18
Choking and Suffocation	16
Poisoning	16
Drowning	11
Natural and Environmental	3.6
Air Transport	3.3
Rail Transport	3.1
Water Transport	2.6
Electrocution	2.4
Delayed effects of accidents	2.2
Medical misadventure	1.6
Lightning	0.17

Notes: 1. Risks for Great Britain 1973 derived from Griffiths and Fryer.
 2. Total number of accidental deaths in 1973 was 18947.
 3. Individual risks based on population of Great Britain.

図3.4.5 - 1 死亡災害の危険度

出典: LR. Technical Report No. 82.

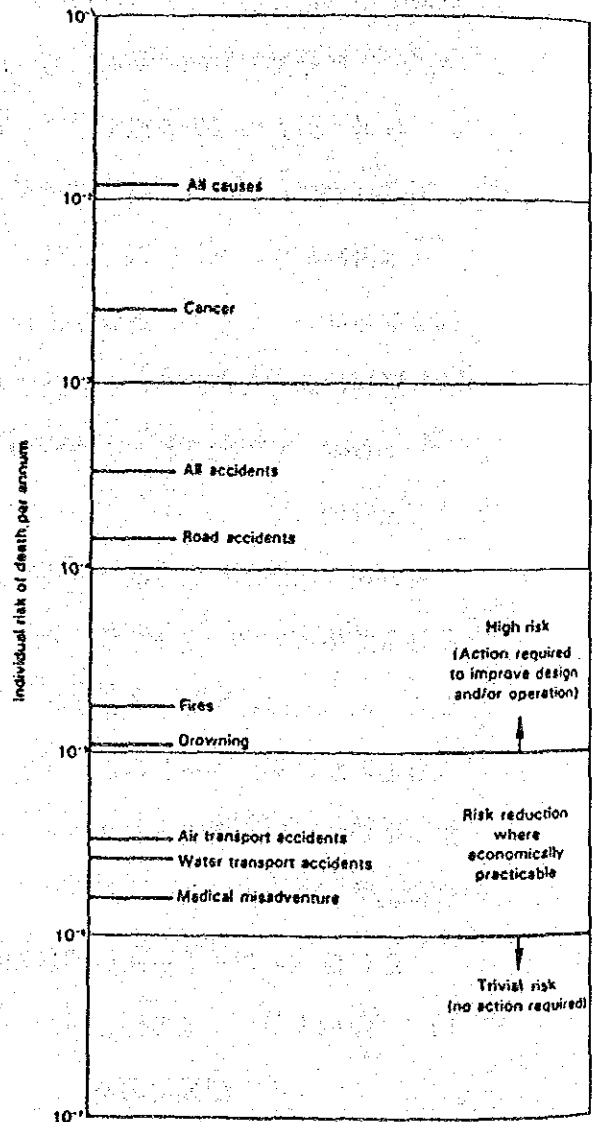


FIG. 8

Individual risks

図3.4.5 - 2 : 個の危険度

出典: LR. Technical Report No. 82.

数グラフ上で整理すると不思議にある関係が浮かんで来るようである。

$$fN=10$$

即ち、1回の災害で1名が死亡する事故が年10回起きると、一度に10名以上死亡する災害が年1回起きる。一度に100名以上死亡する災害が10年に1回起きる程度は、現世では、仕方のないことと思われている線であろうか。

しかし、コデルコ社は、チリ共和国を代表する企業であり、かつ最新鋭の技術と洗練された運転員、作業員によって稼働させているわけであるから、世の中一般のレベルより高い安全性が期待されている。現在、全世界のなかで国の法律によって安全性を論理的に数値化して規定している唯一のものは、ノルウェイ石油庁(NPD: Norwegian Petroleum Directorate)の『Guideline for Safety Evaluation of Platform Conceptual Design 1981-9』での 10^{-4} /年の規定である。即ち、人命の喪失を含む重大災害具象の危険について、『Total probability of occurrence of risk should not exceed 10^{-4} per year.』としている。世界の重工業、鉱業分野の一角である石油掘削現場と言う先端産業でのこの数値を引用し、かつ重大事故の陰にひそんでいる労働時間の損失を伴わない細かい事故が重大事故の300~600倍存在すると言う経験則を踏まえると、コデルコ社での安全管理目標は、

$$\text{全災害} < 300 \times 10^{-4} / \text{年}$$

今、年間の労働時間を2,000 Hr/年とすると、

$$\text{全災害度数率(Frequency Ratio of Minor Accidents)} < 300 \times 10^{-4} / 2,000$$

$$< 15 / 10^{-6} \text{ Man-Hour}$$

とすべきであろう。そして、この近代化計画の最終年度1989年には、10を切ってひとけたの度数率をもってゆくこととしたい。

世界の優良企業では、災害度数率が既に1を切り、コンマ代の数字になっていることを考えれば決して到達し得ない数値ではなく、むしろ充分達成可能の数値と考える。

3) 具体的施策

安全成績の実績は、鋳造工場と製缶工場が特に悪い成績であり、その中でも『安全である状態の中での災害』が多い。当面の対象としては、これを潰す必要がある。

『安全である状態であってなおかつ災害が出た』と言うことは、行動災害(仕事に伴う人間の行動に起因する事故)であり、企業側の安全規定を守らなかったり、本人の不注意によるものと言うことである。これを減少するには、規律を厳しく守らせれば

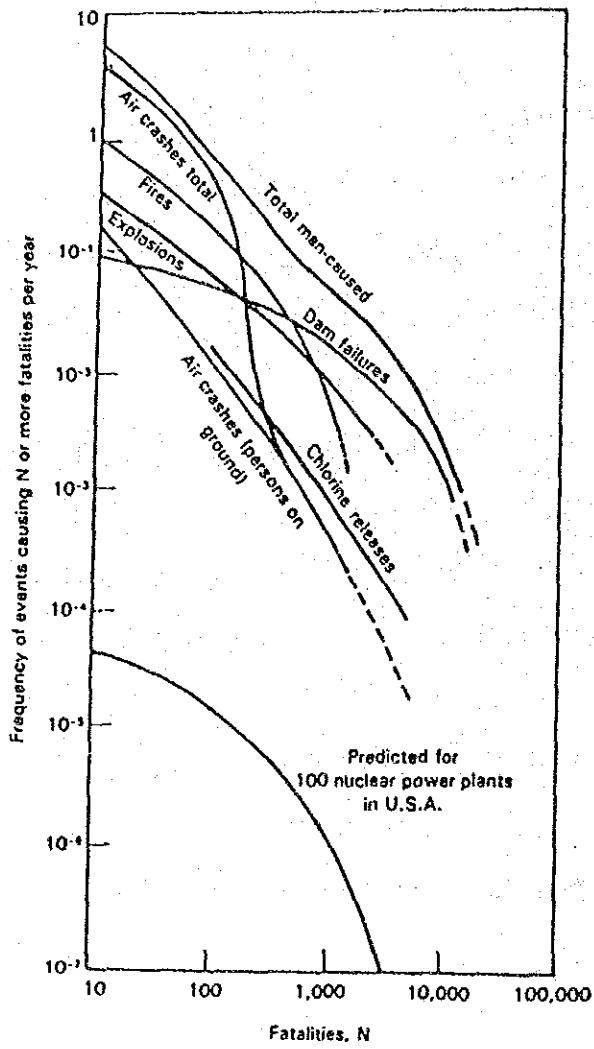


FIG. 9
Comparison of risks for fatalities (7)

図3.4.5-3 重大事故の比較

出典：LR. Technical Report No. 82.

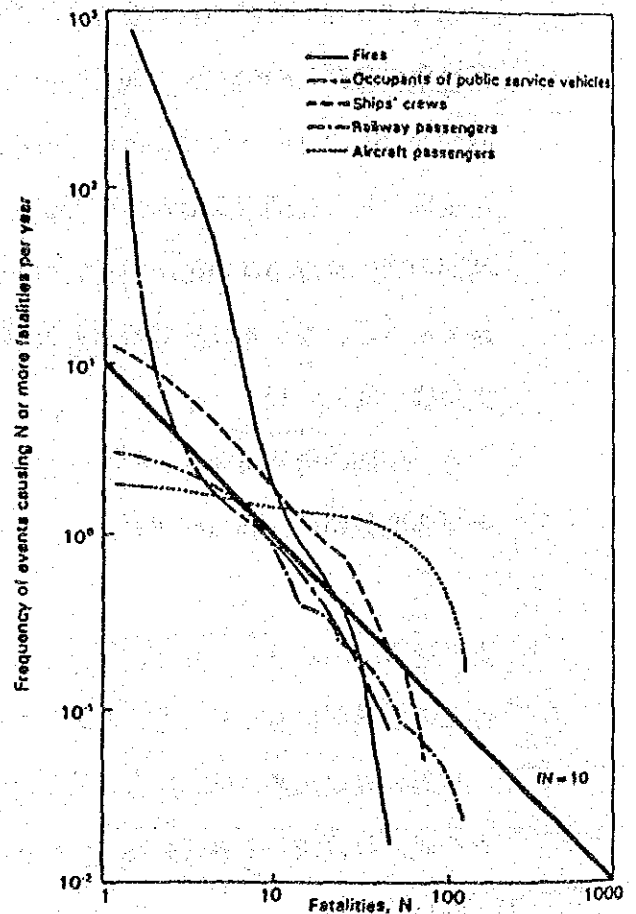


FIG. 10
Frequency of multiple fatality accidents in the U.K. (34)

図3.4.5-4 英国における集団災害

出典：LR. Technical Report No. 82.

良いと短絡しがちであるが、問題の本質は、従業員、ひいては企業のモラルに大いに係わっていると考えるべきである。企業側が安全確立のために真剣な姿勢を示し、従業員側もこれに答えて積極的な対応を示さない限り解決しない。

(1) ハードウェア

企業の社会的な責任とコデルコ社の安全管理の基本方針である『人間尊重の理念』とから設備ならびに管理の不十分に起因する災害は絶対に起こしてはならない。コデルコ社では工場運営のシステムは確立しているので、企業が定め、企業員が守ると誓約した規定を必ず守って実行していく管理の厳しさを徹底したい。例をあげれば、

- クレーンのオーバーロード。吊り上げワイヤの整備不良。工具類の点検不良。計測機器の較正不良などの事態が発生しないよう、機構組織、要領書の再確認を行い、規定の遵守を宣言すること。
- 監査(Audit)制度を活用して管理面の監査(Management audit)とシステム監査(Systems Audit)を定期的に励行し、事故の未然防止につとめる。

(注) 管理面の監査(Management Audit) : to determine how well safety policy and objectives are being met.

システム監査(Systems Audit) : including manufacturing process audits, to determine how well safety planning has been implemented and identify areas where changes would be beneficial to product safety and safety costs.

鋳山部門へ供給する物量の増加に伴って、工場の建屋、搬送設備の改修など、企業としての責任において実行すべき項目は Appendix に記す。

(2) ソフトウェア : 安全のエンジニアリング

実際の生産にかかる前に時期に則した、独立した設計審査(Design Review)の場を設けるべきである。

工作部門の性格上、自工場内に設計部門を持つ必要はないが、与えられた機能図から製作図をおこしたり、工作要領図を作成して、製造側に指示をする機能を有している。設計審査には、この段階で、製作に係わるすべての部署の代表が参加し、必要な設計情報、設計要求事項が網羅され、明確に記載指示されているかを確認する。

安全について審査する項目としては、

- 使用者側ならびに近隣に居る人々への安全配慮は充分であるか。
- 製造し易さは良いか。機械化、自動化を採用して、作業員の安全を高めることはできるか。
- 過去の事故例（人に対する怪我、物の破損、環境破壊など）の経験を復習して、考慮する所はないか。

(3) ソフトウェア：工作要領図の作成

工場の安全性を確立する上に実際の生産にかかる前の事前検討が非常に重要である。真のエンジニアリングは、基本設計の段階から始まると言って過言ではない。『すべては設計に始まって設計に終わる』との格言がある。あらゆる製作情報、品質情報が図面に折り込まれ、机上で図面を広げなければ頭の中で品物が組み立てられ、できあがってゆく図面でなければならない。1例として、工事用の足場ピースがある。工場災害のなかには、作業員の墜落や生産用治具ピースの落下がある。事前に良く検討され、予め取り付けられた足場ピースの配置は、作業の安全を確保するのに大いに貢献する。足場の配置を検討するということは作業姿勢を前もって研究することであり、安全に仕事をすること、より楽に良い仕事ができること、生産性の向上に直結する。

検討すべき要点を列举すると、

- 仕事は大組立の場所からできるかぎり工場建屋内の下向きでできる工程に移すべきである。工事を組立ブロック単位にまとめて完了してゆくようにすると良い。
- 付帯工事もできるだけ平易な姿勢でつけられるように計画する。このため、どの時点で反転したらよいか、どの時点で大組立の場所へ搬出したらよいか等全体工程を検討することになる。

図3.4.5-5, -6 参照。

- 重要なことは、個々の専門エンジニアが自分の仕事だけを独立して検討するのでなく、工程のネットワークのなかで、総合調整をすることである。仕事の戦場はできる限り狭いほうが良い。仕事が集中できればできる程管理の密度も濃くなって一層安全に眼が届くようになる。

4) 従業員の動機付け、参加意識

安全性確保には、労使一体となった協力体制が不可欠である。企業側が設備や維持管理に厳格な遵守の姿勢を示し、従業員側も教育訓練の結果と工場基準とに厳格に従うことが必要である。

誰も工場に働きにきて、わざわざ怪我をしようと言う人はいない。誰もが、どうせ働くなら良い仕事をしたいとの願望をもっている筈であるし、『安全性の向上』は管理側も労働者側も容易に合意できる共通の目標となり得る筈である。

従業員には、まずい仕事の結果が他の従業員や使用者にどんな悪い影響を与えるかを認識させるべきである。個人または、グループに安全に対する明確な対策をたててやり、従業員、ラインの統括者側ならびに管理者側に顕在化させた目標を指示することが、満足感をよびおこす重要な要件である。従業員は、生産計画の段階や製品の改良に参画することにより、仕事の完遂への従業員の参加意識を確実なものとすることができる。

管理者側は、立派な安全成績をおさめた個人または、グループを全員の前で表彰する手段も有効に利用すべきである。

このように考えると安全を確立する手法は、生産性を高めるための手法と完全に一致する。管理者側が従業員からの建設的な提案を積極的に受け入れると、労働者側はまた自分達の提案が眼の前で実現してゆくと言う喜びを味合うことになる。人間関係は当然のことながら良い方向に一層進展するであろうし、企業全体の信頼と協調関係が確立してゆくことになる。この点については、QCサークル活動（コデルコ社でのProductivity Circle)は大きな貢献をする筈である。

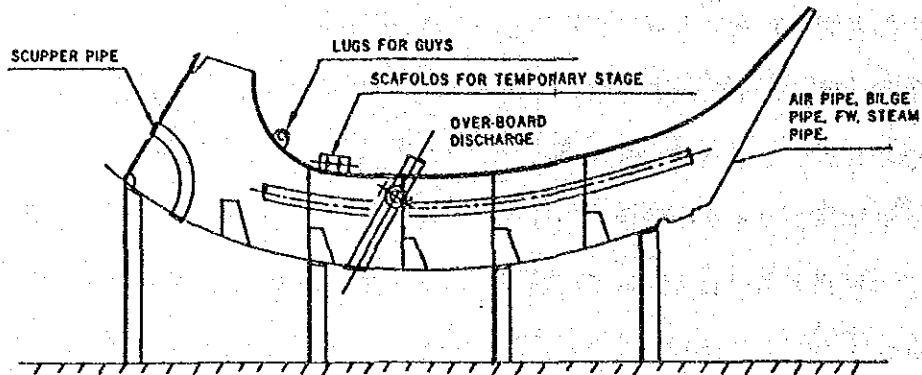
5) 工作工場における安全管理の具体的実施例

コデルコ社、エルテニエンテ事業部の安全管理体制は非常に立派であり、安全に関するルールもかなり整備されているが、一方、工作工場の実体をみると第2章現状の工場における安全管理状況で述べた如く、必ずしも安全管理が行きとどいていないような面が見受けられる。これらは設備管理や、人の行動の両面について言える。

決められた安全を守るには、まず管理監督者が親身になって、従業員1人1人に安全に仕事をしてもらうにはどうすべきかを深く考慮し、かつ安全な作業の出来る環境作りへの強い熱意とその実行力が必要であり、又一方従業員自からが、安全は自から守り、危ない作業を決してしないという決意をもって行動する意識が大切であり、こ

OUTFITTING WORKS IN SIDE SHELL AT ASSEMBLY STAGE

BLOCK ASSEMBLY



TURN-OVER

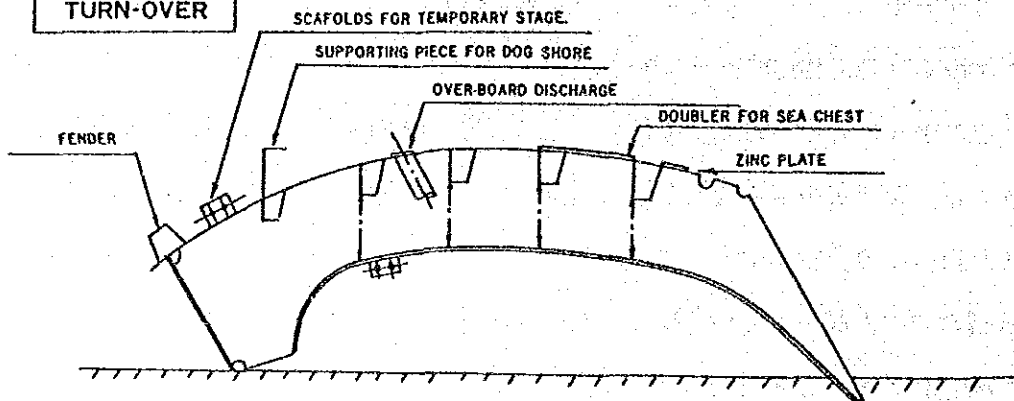


図3.4.5-5, -6 組立工程における付帯工事の一例

Outfitting Works in Assembly Stage.

これらの両面を合致させ、より安全な作業へと進まねばならない。

安全管理は、ただ組織や上司からの押しつけだけではうまくゆかないし、ましてや不安全行為を見て見ぬふりをしたのでは決してうまく行かない。又従業員が不安全な作業や、設備の改善についての意見を具申しても、何らかの対処がなされなかったり対応が迅速に行なわれなければ、安全管理はうまく行かない一因となる。安全の推進については、管理者側及び作業者の両者が相互に信頼し合って、いかに安全に仕事をするか、設備や保護具の着用についても、安全な仕事を行うために必要なことは必ず実行するという強い意志が必要である。

以上の事柄を充分認識して、労使1体となって現状における工場の実情の問題点を洗い出し、対処する必要がある。

(1) 工場における不安全状況の洗い出しと対策

a) まず工場の不安全状況にどんなものがあるか、つぶさに調査して問題点を上げる必要がある。ここで注意すべきことは、今までの概念を全く捨てて、全く新しい目でみる必要がある。ややもすると、今までの概念から不安全なことは承知していても、設備費が高いからとか、作業がやりにくい、仕事を止められない、云々の理由が自己弁護として頭に浮び冷静な判断が出来ない場合がある。したがって安全状況の診断には、全く別の部門の人、安全管理部門の人、安全管理がうまく行われている部門の人などを入れて、客観的に診断するのがよい。こんな小さな事は……と思うものまで徹底して問題点と思われるものについて、設備、人の行動、環境などあらゆる面からチェックする必要がある。

b) 前述の問題点について、安全の基準があるかどうか調べる。もしなければ、安全基準を早急に設定する。

安全基準は、安全管理部門が作成する一般共通のものほかに、特定作業に対する安全を考慮した個別安全作業基準を作成すべきである。表3.4.5-1に鋳鉄溶解作業基準をその例として示す。

c) 安全基準があっても守られない場合、なぜ守られないのかを徹底的に追求する努力が必要である。管理監督者はそれらが守られる環境作りに努力すると同時に、地道な対話教育によっても安全の確保のために努力しなければならない。工作工場の場合、得てして安全保護具の着用は暑いとか重いとかという理由で、保護具の着用をきらう場合があるが、これらは単に、きまりであるとか命令であるとかでなくな

必要なかをよく説明し、納得させることが肝要である。例えば、マスクの着用が必要な部署で、それが実施されない場合は、話だけでなくスライドによるじん肺、けい肺の症状などを見せて、いかに防護が必要かいろいろな手段を使用して作業者が本気でやる気にさせることが大切である。

(2) 工場課としての安全活動

工場課としては、安全に関する集会や会議の場を作って、安全状況の反省や問題点の抽出、その対策などを推進すると共に、実際の安全作業が守られているかどうか、職場内のパトロール、安全意識の高揚策など、常に活性化された力を持続させるような活動が必要である。

a) 安全集会・会議

(a) 工場課安全集会

この集会は工場課の全員を対象とし、毎月一回実施する。工場課長は自から課としての安全衛生管理方針や目標値を明らかにする。又、課としての安全状況や、災害防止の歯止め策についての話しや、安全の取り組み姿勢などについて話す場を持つ。

(b) 職場安全衛生委員会

この構成は工場課長、職・班長、職場代表（例えば、溶解職場、溶接職場、……など）及び安全衛生担当員を交えて、各職場の安全状況の報告や安全対策について又、衛生の問題について討議する。

(c) 班集会

各班毎又はグループ毎に毎朝5分間、安全に関するミーティングの機会を持つ。安全に関する報告や職場の安全状況について話す。当日これから行われる作業の不安全要因を探り出しあらかじめ対処しておく、いわゆる危険予知運動も取り入れる。

又、月1回はグループ毎の安全目標とその実施状況を検討討議する場を持ち、自らのグループで自分達の決めたことがどのように実施されているか、反省すべきところは反省し、新たな目標をたててチャレンジしてゆくことが大切である。

b) 課内安全パトロール

工場全体としての安全パトロールとは別に、工場課としてのパトロールを行う。

表3.4.5-1 鋳鉄溶解作業基準

個別安全作業基準		鋳造課						
基準番号		2	0	1	0	6	0	1
作成年月日		年	月	日				
作業名(単独・共同) 鋳鉄溶解作業(高周波炉)		作業の内容 高周波炉一般溶解						
使用機器・工具		保護具 保護メガネ、脚絆、皮手袋			取扱物 鋳鉄			
作業手順	グレード	急所(仕事の成否、安全、勘、ツ、品質、原価等)						
1 点検準備		<ol style="list-style-type: none"> 1. 保護具の安全着用をする。 2. 冷却水系統に異常がないか 3. 鉄芯、誘導コイル周辺及通電部に地金類の付着がないか確認すること 4. 炉内溶損状況の確認 5. 出湯口の状況確認 6. 油圧系統に異常はないか 7. 炉前ピット内及足元の状態は良いか 8. 炉蓋の開閉は良いか 						
2 材料操入作業		<ol style="list-style-type: none"> 1. 炉蓋を開く 2. 溶けやすい材料(銑鉄や戻材など)や大きな戻材を下に入れ、さらに細かい材料を操入して、炉内をいっぱいにする。 (注) クレーンで吊った材料には絶対手を触れないこと。 (注) 材料が炉壁に強く当たらぬ様、玉掛者は合図を明確にする。 (注) 手操入の材料も低い位置から静かに操入する 3. 水、油等の付着した材料の使用はさける 4. 錆、砂、ゴミ等の混入も出来るだけ少なくする。 						
3 通電準備		<ol style="list-style-type: none"> 1. 同期電源を「ON」にする。 2. 交流制御電源を「ON」にする。 3. モータ電源を「ON」にする。 						
4 通電作業		<ol style="list-style-type: none"> 1. 炉切換スイッチを所定の炉(1号炉又は2号炉)に切換える。 (注) 炉の切換は運転中には出来ない。 2. しゃ断器でスイッチを「入」にする。 3. 周波数変換装置制御スイッチを「運転」にする。 4. 出力電圧調整抵抗器で所定の出力にあわせる。 						
備考		<ol style="list-style-type: none"> 1. 作業基準は班内のすべての作業について、単位作業ごとに作成する。 2. 事故や災害が発生したとき、また作業方法や原・材料が変更したときは必ず見直すこと。 3. グレード欄には作業手順ごとに、グレード別作業基準のランク(A、B、C、D)を記入する。 A、B、C、Dに該当しない作業は記入しない。 4. 作成した基準は所属長の承認後、写を担当作業者に配布して理解させ、原紙は班長が保管する。 						

作業手順	ｸｰﾄﾞ	急所(仕事の成否、安全、勘、ｺｯ、品質、原価等)
5 材料追加作業		<p>(注) 炉壁が冷たい時は 200^{kw}で約10分間、続いて 400^{kw}で約10分間使用したのち、最高に上げてよい。 炉が熱い場合は最初から最高で使用してもかまわない。</p> <p>5. 集塵機の起動を確認して、所定炉のリングフードダンパーを開にする。他は閉じる。</p> <p>1. 炉蓋を開く 2. 溶解材料が棚吊を起さない様注意しながら、追加材料を操入する。 (注) 炉壁に強く当てない様注意する。 (注) 未溶解の材料の上に追加する方が湯玉の飛散がない。 (注) 大きな戻材は予熱を兼ねて、未溶解材料の上に置くとよい (注) クレーンで吊った材料には絶対手を触れないこと</p>
6 昇温、成分調整作業		<p>1. 溶湯の昇温速度が「23℃/1分間・100kg」と速い為、溶落後は炉前から離れてはならない。 (注) 作業場を離れる必要がある場合は、他の作業者に依頼するか又は出力電圧調整抵抗器で出力を 200^{kw}に落とす。</p> <p>2. 加炭剤、フェロシリコン、その他合金鉄及添加剤等は計算にもとずき正確に計り添加する。 (注) 加炭剤の投入時はダンパーを閉める。</p> <p>3. 添加剤投入時又は温度測定時に火花に充分注意し、出来るだけ早く行う</p>
7 出湯作業	C, D	<p>1. 炉蓋を閉める 2. 傾動台板上に異物が乗っていないか確認する。 3. 周波数変換装置制御スイッチを「切」にする。 4. 取鍋の位置を確かめる。 5. 炉体傾動装置の油圧を使用炉に切替える。 6. 炉体傾動は溶湯の流れ状態を見ながら慎重に行う。 7. クレーン運転者は取鍋位置に十分注意する。 8. 炉体復起は安全に行う。 9. 炉内の状況(残湯、炉壁等)を確認する。 10. 溶けやすい材料から炉内に操入する。 以下繰返し (注) 連続操業の場合は、炉内が高温の為、火傷に注意をすること。</p>
8 作業終了		<p>1. 電源を「3.通電準備」の逆順で切る。 2. 炉前及周囲の整理整頓及清掃 3. 治工具を所定場所に格納する。</p>
9 追記(S. 59. 4のヒヤリ事故により、この項を追記する。)ヒヤリ事故: 27Cr材の溶解時分析後の成分調整の為電解Niを添加したら、湯面が盛り上り、		<p>1. 合金鉄や添加剤のうち、溶湯の成分分析後に添加する材料は ① 炉周囲で予熱する。 ② バーナーで予熱する。 ③ 事前に予熱しておき、水にふれない様にする。 上記のいずれかで処理した物を使用する。 (注) 理由は、表面水分の除去及添加物の脱水素</p>

作業手順	グレード	急所（仕事の成否、安全、勘、コツ、品質、原価等）
<p>炉からあふれた。</p>		<p>を行う為。 2. 予・加熱を必要とする合金鉄及添加剤、電解Ni, Fe-Ni, Fe-Cr, Fe-Mn, Fe-V, Fe-Mo電解銅等とし、いずれも塊状又は板状のものにかぎる。</p>

職場の中から安全パトロール要員（安全リーダー）2人を1組みとして、毎日交替で行い、出来るだけ全員がこれに参加する。

パトロールは1日のうち1回、2時間程度で行う。このパトロールでは表3.4.5-2に示すような安全日誌をつけるとよい。安全パトロール中に見受けられた不安全行為は、すぐその場で注意をうながし、是正させる。

c) ヒヤリ災害の自己申告

ハインリッヒの法則の毎く、目に見える災害が発生していなくても、ヒヤリとしたあぶない作業は潜在して数多くある。これらの体験を吸い上げて事故防止に役立てることも大切である。この、ひやり事故報告書のサンプルを表3.4.5-3に示す。

この報告を提出させたあとで、当がい作業者に不安全行為をしたことについて諮問したりして責めてはいけない。どうしてヒヤリ災害を起こしたか、その過程状況をよく聞くことである。ただ単に非を責めるだけでは、以後自発的に報告しなくなる恐れがある。

d) 職場への安全に関するP.R.

当工場に於てはある特定の場所に、安全に関する情報がテロップで流されるようになってきている。しかし、これはそこを通る機会のある一部の人のみが知り得るにすぎない欠点もある。当工場内には安全に関する目標及び目標値、方針などが見られない。

又、玉掛・運搬に関する基準は、各職区とも共通であり、多くの人を使うチャンスが多いので、大きなボードにワイヤーロープの安全荷重表とか、チェーン安全荷重表などを書いてはり出しておくようにすべきである。

e) 安全に関する小集団活動

安全管理は、その職場で作業する1人1人が安全な作業を確実に行うという意志を持っていないかぎり、うまくゆかないであろう。したがって作業個々に動機付けを与え、自からやる気をおこさせるようにもってゆくことが大切である。その意味では小集団による活動は、ある程度グループとしての自由度があり、目標設定も自分達で行えるので、活動が活性化するのである。

自分達のグループの安全上の問題をブレインストーミングでどんなものでもよいから話題にし、始めは簡単なやりやすいものを選んで実行してみる。その結果を

表3.4.5-2 安全日誌

月 日 曜			
点 検 項 目	気がついたこと、是正したこと		
本人の意見		自職区の評価	
		点	
班長の意見			
職長の意見		SM	F
			AF

検討し、改善すべきものはどうすべきかを決め、災害の再発防止に努める。これらのやり方は、品質管理の小集団活動の頂で述べたので割愛する。

(3) 安全を考えた事前検討

製缶工場で製作される溶接構造物は、定形的なものでなくその都度エルテニエンテ事業部の要求により各種の物を製作している。従って製作前の計画段階において十分な検討が加えられなければならない。この場合能率とか、作りやすいといったことばかりに重点が置かれ、安全がおろそかにならないよう配慮すること。例えば狭あい部で窒息の恐れはないか（特にCO₂溶接を採用した場合は注意のこと）、高所作業を減らせないか、同一構造物が複数ある場合足場等治具化出来ないか（鉋車内部の足場等は軽量形鋼で簡単に治具化可能である）といった事項を検討し、前もって手を当てることにより、新しい作業による災害を未然に防ぐ事ができる。

表3.4.5-3 ヒヤリ事故報告書

この報告は、職場にひそんでいる災害要因を先取りしていくための貴重な参考資料として活用します。ヒヤリを感じた人は積極的にどしどし報告をして下さい。そして、みんなで安全な職場をつくりましょう。

年 月 日
課

ヒヤリ事故報告書		SM	F	AF
		安全課 コピー1部 部 安全担当者		
本人記入	いつ	月 日 () 前・後 時 分 ごろ		
	どこで	課 棟 付近で		
	だれが	体験した・発見した どちらかを○でかこひ	課 氏名	職区 班
本人または班長記入	なにが どのようになっ たか (状況を 簡単に)			
	どう手を打 ったか			
班長記入	今後の対策 としてどう するか			
この欄は記入し ないで下さい	作業別原因	※	デ・鋳・その他	
	事故の型	※	受付番号	

すぐ、その日のうちに

(4) 玉掛用具の廃棄基準

参考として、以下に玉掛用具の廃棄基準を示す。

- ワイヤロープ
- チェーンおよびリング
- シャックルおよびフック
- ハッカー

◎ 玉掛用具の廃棄基準

項目	使えないもの	点検箇所
素線の数 切断の数	1よりの間に素線の数の10%以上切れたもの。	目安として10本以上（さつまの部分はとくに注意）
摩耗の程度	直径の減少が公称径の7%をこえるもの。	いたみのひどいところをえらんで計る。
より戻りの限度	より戻りの甚しいものでキンクしたもの。（ねじれて結節したもの）	曲げ回数が多い部分とさつまの部分はとくに注意。 キンクしそうなワイヤーは直して使用のこと。
きず、くぼみの程度	深いキズや形くずれの甚しいもの、1か所において直径の20%以内とする。	角吊りの多いワイヤーは曲げ折れキズをよく見る。
錆の程度 有・無	表面に腐食が生じ、油切れしたもの。	内部腐食はないか。
さつまの状態 トヨロック	ストランドが抜けて差し込みが規程以下になっているもの。 変形、キズ、ひび割れしたもの。	ストライドの差し込みが3回以下のもの。

○ チェーンおよびリング

項目	使えないもの
摩耗の程度	もとの径の10%以上摩耗したもの
きず、くぼみの程度	もとの径の10%以上のきず、くぼみのあるもの
亀裂の程度	目で見て接合部、その他に亀裂のあるもの
伸びの程度	もとの長さの5%以上伸びたもの
硬化の状態	硬化したもの

○ ジャックルおよびフック

項目	使えないもの
摩耗の程度	もとの径の10%以上摩耗したもの
変形	肉眼で判定することができる程度に変形したもの。フックの口の開いたもの
亀裂の程度	肉眼で判定することができる亀裂のあるもの
さすの程度	もとの径の10%以上の深いさすのあるもの
ピン	曲ったもの、ネジ部がバカになったもの
硬化の状態	硬化したもの

○ ハッカー

項目	使えないもの
摩耗の程度	もとの径の5%以上摩耗したもの
変形	ワイヤー止めのないもの 甚しく変形したもの
亀裂の程度	肉眼で判定することができる亀裂のあるもの
硬化の状態	硬化したもの

3.5 原材料

1) 鑄造工場

鑄造工場に於て使われている原材料のうち、鑄物砂として使われている原材料の1つである珪砂(SiO_2 主成分)の品質が問題と考えられるので、この点について述べる。

(1) 鑄物砂の具備すべき条件

鑄物砂を選定するにあたって、次に示すような、鑄物砂の具備すべき条件をよく考慮しておかなければならない。

- 造型しやすいこと。
- 鑄型が、所要の常温強度と、注湯時の高温強度を有すること。
- 注湯時、高温の溶湯に接して焼着が生じない十分な耐火度を有すること。
- 注湯時、鑄型内をガスが通過し得る十分な通気度を有すること。
- 注湯時、高温の溶湯に接して、膨張や、収縮の少ないこと。
- 繰り返し使用が可能であること。すなわち、破砕性が少く、再生もしやすいこと。
- 型ばらし時の崩壊が容易なこと。
- 注湯時、急激なガスの発生しないこと。
- PH値が、安定していること。

以上が主たる鑄物砂としての必要な条件であるが、これらに使われる原材料としては、けい砂、ジルコンサンド、クロマイトサンド、オリビンサンド等が主として鑄鋼品に使われる。

(2) 珪砂の成分

日本に於ては、原材料に関するJIS規格(Japanese Industrial Standard)があり、原料珪砂を鑄型用珪砂と、鑄型用山砂とに分け、鑄鋼品製造には、Jis・G・5901-1974(鑄型用珪砂)に規定されている粘土分2%以下(Jis・G・2601に規定されている粘土分で、20ミクロン以下の微粒を云う)の珪砂を用いるようになっている。

このJIS G5901-1974には6種類の珪砂が規定されている。この規定を表3.5.-1に示す。又、現在、当工場で使われている珪砂について表3.5.-2に併記する。

表3.5.-1 JIS G 5901-1974 における（日本）珪砂の化学成分に関する規定

種類	化学成分	不純物の化学成分		
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO + MgO
1 種	98 以上	0.5 以下	1.0 以下	1.0 以下
2 種	96 以上 98 未満	1.0 以下	2.0 以下	1.5 以下
3 種	93 以上 96 未満	1.5 以下	4.5 以下	2.0 以下
4 種	90 以上 93 未満	2.0 以下	6.0 以下	2.5 以下
5 種	85 以上 90 未満	3.0 以下	8.0 以下	3.0 以下
6 種	70 以上 85 未満	5.0 以下	15.0 以下	5.0 以下

表3.5.-2 エルテニエンテ工作工場（チリ共和国）鑄造工場で使われている珪砂の成分例

(単位%)

	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ti	P
シリカ 0#	86.4	1.4	7.2	1.5	0.35	0.90	1.00	0.3	0.012
シリカ 1#	83.9	9.0	1.4	1.4	0.32	0.85	0.90	0.3	0.011

上記表3.5.1のうち日本の場合、一部中子用には4種(SiO₂ …… 90%以上)が用いられることはあるが、主として1種(SiO₂ …… 98%以上)～3種(SiO₂ …… 93%以上)が用いられ、製品への適用では肉厚鑄物や、大型鑄物には耐火度の点で1種が用いられ、肉薄鑄物は3種が用いられている。

これに対し、表3.5.-2を見れば分かるように、当鑄造工場で使われている珪砂は、SiO₂の成分が86%と低く鑄鋼品のような高温耐火性を要求されるものには不適である。

(3) 砂の粒度について

日本に於ける工業規格、すなわち JIS G 5901-1974では、10号から 200号までの10種類に分類されており、その号数はピークのメッシュで表示されている。

表3.5.-3に粒度の規定を示す。

表3.5.-3 JIS G 5901-1974 による珪砂の粒度に関する規定

号別	ふるいの呼び寸法 μ				ピークの 重量比%	3ふるいの 重量比%
10号	2380(8)	1680(10)	1190(14)		40以上	70以上
14号	1680(10)	1190(14)	840(20)			
20号	1190(14)	840(20)	590(28)			
28号	840(20)	590(28)	420(35)			
35号	590(28)	420(35)	297(48)			
48号	420(35)	297(48)	210(65)	30以上		
65号	297(48)	210(65)	149(100)			
100号	210(65)	149(100)	105(150)			
150号	149(100)	105(150)	74(200)			
200号	105(150)	74(200)	53(270)			

()内の数値は、メッシュ数を示す。

現在、日本の鋳鋼工場で最も使用量の多い号数は、表3.5.-4に示す如く、48号(ピーク：48メッシュ)である。

粒度の構成は鋳物砂の造型性や、高密度性から、4スクリーンか、これに近いものが望ましいが、1種類の珪砂で得られない場合は、2種類の珪砂が混合されて使用される。

表3.5.-4 粒度別使用割合(鋳鋼用) 単位%

調査期間	調工場 査数	粒 度 別												
		10号	14号	20号	28号	35号	48号	48~ 65号	65号	65~ 100号	100号	150号	200号	不明
54年(10~12月)	62	0.8	0.4	1.0	6.6	7.5	41.1	6.6	21.3	5.5	5.7	0.7	0.3	2.5
55年(")	68	-	-	1.4	4.2	6.9	39.5	2.1	26.0	7.7	7.7	0.7	2.7	1.1
56年(")	67	-	0.2	0.4	2.9	5.8	48.4	1.8	18.2	8.3	8.9	-	1.2	3.9
57年(")	56	-	0.2	0.1	3.1	11.7	48.8	3.5	11.2	8.5	7.1	0.2	0.1	5.5
58年(")	59	-	-	0.4	2.3	4.6	49.3	1.2	10.8	2.1	12.9	0.9	1.4	14.1
59年(")	59	-	0.1	0.6	2.3	7.3	38.6	2.4	16.8	-	16.4	0.3	3.0	12.2
60年(")	55	-	1.9	0.2	2.7	9.3	42.8	0.6	14.2	2.5	16.0	1.5	0.2	8.1

表3.5.-5 エルテニエンテ工作工場：けい砂の粒度

砂	粒 度
珪 砂	48 ~ 53

上記の表から粒度については、ほぼ問題ないと判断する。

(4) 結論

以上、珪砂の諸性質について比較して述べたが、結論としては、現状の珪砂ではよい鑄造品を作るには適しないと判断する。その対処としては、

- a) 大学等の地質研究に明るい研究者、原料砂供給業者とコンタクトし、良質の砂があるか調査、研究する。
- b) 特に重要なもの、肉厚ものなど、部品を選定してクロマイトサンドを肌砂として使用する。
- c) 鑄鋼品の肌砂をオールクロマイトサンドにする。この砂は使用后、回収装置によりくり返し使用する。このような方法は日本で行なわれている。
- d) 適切な珪砂がない場合、輸入することを考慮する。この場合、オーストラリアのフラタリーサンド、フリーマントルサンドがよい。これは珪砂の純度がよく、又、結晶も硬く破碎につよい。この珪砂は使用后、回収装置により回収してくり返し使用する。いわゆるクローズドシステムをとる。

以上のような方法をよく検討し、改善することを提案する。

以下に参考としてクロマイトサンドは珪砂を併用した場合の問題点について解説する。

- ・クロマイトサンドと珪砂の混合による鑄肌への砂の焼着現象について。

当工場に於ては局部的にクロマイトサンドが使用されている。この場合、クロマイト砂は高温耐火性があるのに焼着現象を起すことがある。

この機構は、次のように考えられている。

クロマイトサンドの原料であるクロム鉱中には、各種のマグネシウム・シリケート等が不純物として含まれているこれら不純物の組成の1例を表3.5.1-6 に示す。

表3.5.-6 クロマイト砂中の不純物の組成

成分 (%)	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃
不純物A	50.8	30.2	3.80	12.8	1.86	とん跡
不純物B	69.6	11.0	8.24	1.65	tr.	—

焼着との関連で重要な問題は、不純物の融点及び軟化点である。図3.5.-1及び図3.5.-2ではそれぞれSiO₂-MgO-FeO系及びSiO₂-MgO-Al₂O₃系の状態図である。

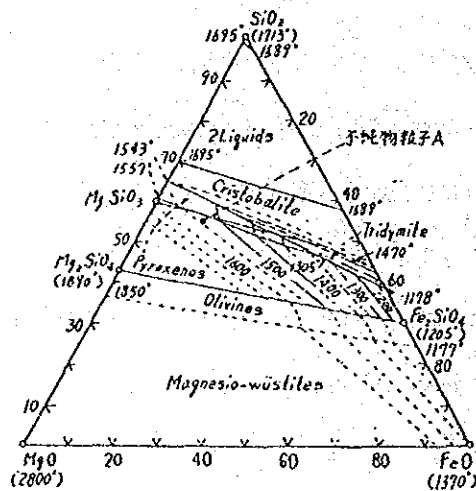


図3.5.-1 SiO₂-MgO-FeO系状態図

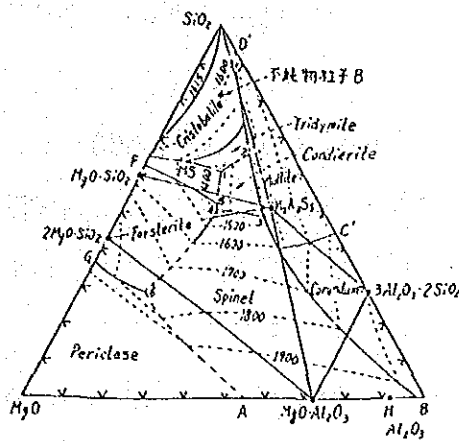


図3.5.-2 SiO₂-MgO-Al₂O₃ 系状態図

これらは、各状態図の中に褐色の不純物Aと、白色の不純物Bを純3元系鉱物と仮定した場合の組成を合わせて示しているが、この3元系状態図から得られた不純物A及びBの融点は、それぞれ1540°C及び1580°Cで、クロマイトの1900°C~2000°Cに比較するとかなり低い値を示している。しかも、その他の微量酸化物の影響を考慮すれば、融点は更に低いものと考えられる。

また、浸透型焼着との関連で見れば、耐火物の融点ばかりでなく、軟化点も重要な因子と考えられる。すなわち、クロマイトサンドは、高温で固相反応により、焼結して高い熱間強さをもっているため、浸透型焼着の防止に効果があるが、クロマイトサンドに不純物が含まれると鑄型の表面付近で、不純物あるいは、不純物に起因する砂粒間物質が軟化あるいは熔融するために溶網の浸透に対する鑄型の抵抗力が低下して、浸透が生じやすくなり、焼結も著しくなるものと考えられる。不純物の含有量が多くなると、浸透深さが増す傾向もこの考え方により説明できる。

このようにして、一般に不純物の含有量が多くなるにつれ、焼結も著しくなり、耐焼着性は著しく劣化する。

適正な不純物含有量は、適用する鑄鋼品の大きさ、及び形状によって異なり、一

律に決めることは出来ないが、 SiO_2 量が1.5%以下であれば、クロマイトサンドは焼着防止のための砂として十分な効果を発揮する。

したがって、クロマイトサンド砂を鋳型の一部に使用する場合、

- ・クロマイト砂と珪砂が混じらないように注意して、造型することが大切である。
- ・回収された珪砂にクロマイト砂が混じると、鋳物砂として劣化を生ずるので、クロマイト分離回収装置をつけるのが望ましい。

以上、クロマイトサンドと珪砂の併用による焼着の現象と、その発生機構および造型時の注意点について述べた。

2) 製缶工場

(1) 鋼材

発錆防止、誤使用防止を考慮して、下記要領で保管すると良い。

a) 材質による識別

材料の誤使用は最悪の場合、大きな事故につながる。従ってその管理においては誤使用の防止に最大の配慮を払う必要がある。しかしながら、製缶工場では取扱う鋼種は比較的少ないので、その管理はそれ程難しくはない。

例えば材質によるペイントの識別を行うだけで、そのほとんどを防ぐことが出来る。

A-37-24ES —— 白色

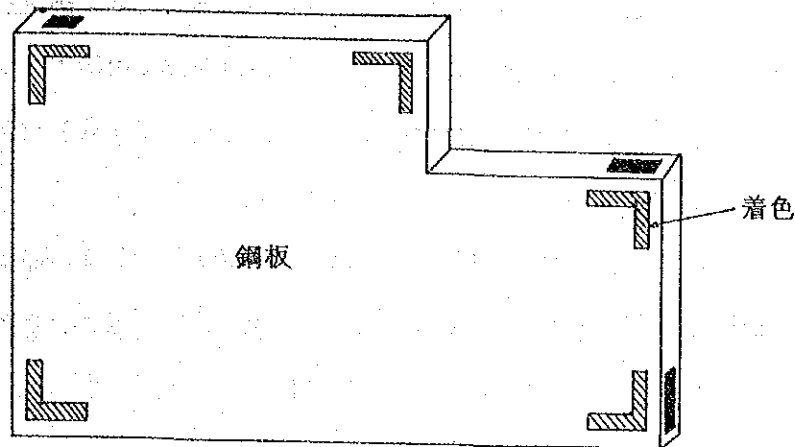
A-42-27ES —— 青色

A-52-34ES —— 黄色

T-1 鋼 —— 赤色

-
-
-

の様に決め材料の四隅に粹取りをして、誰が見ても分るようにする。又断面（材料のコバ）にも着色しておけば、積重ねておいても識別可能である。



b) 山積の方法

材質別、あるいは板厚別（6～8mm、9～12mm……）に積重ねることにより、必要な時に必要な材料をすぐに取り出せるようにする。なお積重ねに当たっては、発錆防止の観点から地面との間隙は、少なくとも300mmはあけて雨水によるはねかえりを防ぐこと。又鋼板と鋼板の間は密着させて水滴による錆の発生を避けるため必ず50mm以上の隙間をあけること。この間隙はフォークリフトによる運搬、クレーン車による玉掛け作業上も是非必要なものである。

c) 材料置場

材料置場は現在のように広々と使用するのでなく、決められた範囲に最小限の面積を使い、はっきりと明示すること。材料置場内に半完成品とかスクラップ等を混在させない。

(2) 溶接用材料

溶接用材料の大半が近代化により、フラックスコア-CO₂溶接用ワイヤーに置き変わっても、1989年現在でも年間被覆アーク溶接棒を7.4Tonは使用する。この大半が低水素系溶接棒になると思われるので、乾燥及び保管用に小型乾燥庫の使用を勧める。

$$74,000\text{kg} \div 266\text{日} = 28\text{kg/日}$$

従って50kg入りの小型乾燥庫を製缶工場に隣接している工具庫に設置し、定められた乾燥を行うようにする。

溶接工への出庫は冬期を除いて、せめて一日単位で回転させるべきではないか。すなわち、その日に出庫した溶接棒は作業終了時に、余った溶接棒を工具庫に返却

する。返却された溶接棒は再乾燥して再度使用する。冬期は湿度が高いので、日本で一般的に使われているルール、すなわち4時間単位に溶接棒の出庫、返却を行ったらどうか。又出庫された溶接棒はイングドライヤーに保管しながら使用するか、せめて溶接棒缶に入れて使用したらどうか。

なお職場に散乱している溶接棒は無駄であるばかりでなく、品質管理上も、安全管理上も大問題である。管理職は絶対にこのような状態を見過ごしてはならない。厳しく部下を指導し整理整頓の行届いた職場にするよう努力すべきである。

3.6 要員訓練計画

製缶工場に新しく導入される技術、設備についてそれ等を直接取り扱う要員に対する教育訓練について記述する。

1) 鑄造工場

今回導入される鑄造鑄仕上げ部門の技術・設備は短期的な面からのものであり、設備としては懸垂グラインダー、高周波グラインダー等である。これらは従来より使用されているものと、取り扱いについて大きな違いはないので要員訓練をする必要はないと考える。

2) 製缶工場

製缶工場に新しく導入される技術、設備についてそれ等を直接取り扱う要員に対する教育訓練について記述する。

(1) フラックスコア-CO₂ 溶接

3.2.2 製造技術の項で詳しく述べている如く、基本的にはフラックスコア-CO₂ 溶接はいわゆる半自動溶接の出来る溶接工にとっては、何の抵抗もなく使える。従って特にこの溶接方法については、外国から技術者を指導の為に招くとか、外国に出掛けて技術を習得する必要はない。

しかし今回はこの溶接方法を大量に導入するのであるから、ある程度計画的な教育を工場として行う必要がある。

a) 座学

講義内容は3.2.2 製造技術、各種文献、メーカーのカatalog等を参考にして編集すること。従って主な項目のみを記す。

(a) フラックスコア-CO₂ 溶接の特徴

: 溶接法の説明

: 能率比較

: 溶接機の構成及び取扱い

: 溶接条件 (電流、電圧、速度、ガス流量)

: 溶接施工に関する基本的事項 (チップと母材間距離、トーチ角度、アーク発生方法、ウィピング、クレーター処理と棒継、風対策)

: 溶接部の欠陥と対策

: 保守、点検 (コンジット、チップ、ノズル、シールドガス、送給、加圧ローラ)

- (b) CO₂、COガスについて
 - (c) 安全について
- b) 技能訓練

(a) 指導員の選定

現在製缶工場で半自動溶接が一番勝れている溶接工を選定し、まずこの溶接工にフラックスコア-CO₂溶接法をテストピースを使って実際に溶接することにより会得させる。

(b) 技能訓練

続いて、この溶接工が指導員となって一般の溶接工に新しい溶接法を数える。日本の経験ではINACAP等の訓練所においてCO₂の基礎教育を受講している者は、1日あれば十分溶接出来るようになるであろう。

(2) ポジショナー、マニプレーターを利用した自動溶接

この溶接は溶接肉盛り補修品を対象としたものである。特にBowlと Adjustment of Ring のネジ部の肉盛り溶接はその形状からみて、溶接条件がかなり難しい。従ってその導入に当たっては周到な準備を行う必要がある。

a) 専任の溶接技術者の必要性

特に自動溶接を中心にその導入計画から、完全に現場に定着するまで専任の溶接技術者を選び、設備計画、導入機器の選定、その据付け、溶接条件の確認、教育テキストの作成及び溶接工に対する教育、実際に稼働後のトラブルの処理、現場に合った細かい点の改善等を責任を持って処理させる。

b) 外国からこの溶接方法に経験のある技術者を招き指導を受ける

工作工場の専任の溶接技術者を指導し、スムーズに新しい技術が導入され、その効果を発揮させる為に導入機器の供給国から、この溶接方法に経験のある技術者を招く必要がある。その期間は約3ヶ月になろう。

c) 購入先機器メーカーの技術者による指導

特に機械的な面からその据付け及び、運転操作を指導する技術者を購入先機器メーカーから呼び、保守点検に至るまで、十分指導を受けること。その期間は長くても1ヶ月程度であろう。

3.7 近代化に要する投資額

3.7.1 見積条件

コデルコ社エルテニエンテ事業部工作工場近代化計画に必要とされる投資額の算定を行う為の主な条件を次のように設定した。

1) 基本条件

* 通貨の換算レート

US \$ 1 = ¥ 160

* 税金

輸入関税として CIFプライスに対して20%を計上した。

* 価格の基準

1986年現在の価格を基準とした。

2) 投資額の見積内訳

投資額の見積は以下の項目に分けて、製缶工場と鑄造工場別々に行われた。

(1) 機械設備

鑄造工場仕上工程に設置される研磨機、製缶工場溶接工程に設置される自動溶接機等、工作工場近代化に必要とされる機械設備代金 (CIF)を計上した。

注) 尚Insurance及び Freightに関する費用は表3.7.1-1を参考に算定した。

(2) 輸入通関費用及び陸揚げ費用

機器の輸入に際し必要な通関、陸揚げ費用として CIFプライスの1%を計上した。

(3) 内陸輸送費

バルパライソ (VALPARAISO) 港から工作工場までの輸送費をトン当りUS \$ 6.4ドルで算定計上した。

(4) 現地工事費

各種機械の据付け及び設備基礎費用は次の要領で算定した。

資材、工数等の物量の必要量は日本での経験値を参考にし、一方価格についてはチリ共和国で入手した情報 (表3.7.1-2参照) を基に費用の見積を行った。

(5) ユーティリティ

電気、水道等のユーティリティーについては現状の設備が使用出来るものとした。

(6) 据付運転指導員費

新設備導入に共なる据付運転指導員の費用を計上した。

(7) 技術指導員費

自動溶接機導入に必要とされる新技術修得の為、指導員の受入費用を計上した。

表3.7.1-1 C I F算定式

(単位：US\$)

チャージの種類	製品	機械	電気品	鉄構	鉄製品	鋼	パイプ	溶接棒
1. Base rate	(*1)	188.0	188.0	92.0	180.25		99.5	206.25
2. Heavy	(*2)	(*5)	(*5)	(*5)	(*6)		(*5)	(*5)
3. Length	(*3)	(*7)	(*7)	(*7)	(*7)		(*7)	(*7)
4. Banker surcharge	(*4)	8.0	8.0	8.0	8.0		8.0	8.0
5. Currency adjustment factor		各々下記式による (1. + 2. + 3. + 4.) * 0.25						
6. Freight Total		各々下記式による = (1. + 2. + 3. + 4. + 5.)						
7. Insurance		各々下記式による = (FOB Price + 6.) * 0.00331						
8. CIF		各々下記式による = (FOB Price + 6. + 7.)						

(*1) ... Freight ton 当り (*3) ... 範囲は長さ基準、価格は Freight ton 基準
 (*2) ... 範囲、価格共基準は重量 (*4) ... Freight ton 当り

(*5) ...下記の表

範囲	梱	価格
7 トン未満		0
7 トン-8 トン		22.5
8 トン-9 トン		25.0
9 トン-10 トン		27.5
10 トン-11 トン		30.0
11 トン-12 トン		32.0
12 トン-13 トン		34.0
13 トン-14 トン		36.0
14 トン-15 トン		38.0

(*6) ...下記の表

範囲	梱	価格
6 トン未満		0
6 トン-7 トン		11.0
7 トン-8 トン		13.5
8 トン-9 トン		16.0
9 トン-10 トン		18.5
	@	*2.5

(*7) ...下記の表 (価格基準はFreight ton)

範囲	梱	価格
11m未満		0
11m-14m		7.5
14m-17m		15.0
17m-20m		22.5

表3.7.1-2 現地工事費見積算式

$$\begin{aligned} \text{現地工事費} &= \text{日本での工事費} \times \frac{\text{チリ共和国の単価}}{\text{日本の単価}} \\ \text{現地工事費} &= \text{日本での材料費} \times \frac{\text{チリ共和国の単価}}{\text{日本の単価}} + \text{日本での工賃} \\ &\quad \times \frac{\text{チリ共和国の単価}}{\text{日本の単価}} \\ \text{現地工事費} &= (\text{日本での材料費} \times A) + (\text{工賃} \times B) \\ \text{尚 } A &= 1 \quad B = 1/2 \text{ を仮定した} \end{aligned}$$

3.7.2 工場別投資額の見積

鑄造工場仕上げ工程並びに製缶工場溶接工程の近代化計画を達成させるために必要な投資額を工場別に分けて見積を行う。ここで示す投資額は、3.3 製造設備の近代化の項で述べた、採算性を考慮した近代化計画に対するものである。又、3.3.2 鑄造工場—仕上げ工程設備の近代化 2) 将来の望ましい工場計画の項で述べた工場改築、レイアウト改善、高性能設備導入のうち、仕上げ工場分について参考として投資額の概略を本節 3) 項に示した。

1) 鑄造工場仕上げ工程

仕上げ工程に必要な新設機械の名称、仕様、数量、納期および見積金額は表3.7.2-1に示すとおりである。

表3.7.2-1 仕上げ工程に必要な新設機械の見積

C I F

No.	名 称	仕 様	数量	納 期	US\$
1	定周速型懸垂 グラインダー	モーター馬力 15HP 砥石 $\phi 510 \times 50t \times \phi 50.8mm$ 周速 50 m/s	4	6ヶ月	78,096
2	ターン テーブル	積載荷重 3 TON テーブル径 $\phi 1000mm$ 駆動 電動式	2	4ヶ月	20,646
3	ターン テーブル	積載荷重 1 TON テーブル径 $\phi 800mm$ 駆動 電動式	2	4ヶ月	14,720
4	高速波 グラインダー	電源装置 インバーター グラインダー ポット型1.4KW $\phi 180 mm$ 、他	6	4ヶ月	15,983
合 計					129,445

2) 製缶工場溶接工程

溶接工程に必要な新設機械の名称、仕様、数量および見積金額は表3.7.2-2に示すとおりである。

表3.7.2-2 溶接工程に必要な新設機械の見積

CIF又は現地工事費

No.	名 称	仕 様	数量	納 期	US\$
1	CO ₂ 溶接機	500A、ワイヤ径 1.2、1.6 φ mm 構成：電源装置、ワイヤ送給装置、 溶接用トーチ、ガス調整器、遠隔 制御器、付属ケーブル、予備品(2年分)	16	4ヶ月	96,896
2	CO ₂ 溶接機	600A、ワイヤ径1.2、1.4、1.6、 2.0 φ mm 構成：電源装置、ワイヤ送給装置、 溶接用トーチ、ガス調整器、遠隔 制御器、冷却水装置、付属ケーブル、 予備品(2年分)	2	4ヶ月	22,938
3	ポジショキー	15 TON テーブル寸法：2,500×2,500 mm テーブル高さ：2,450 mm	1	4ヶ月	91,733
4	マニプレータ	水平ストローク：3,000 mm 上下ストローク：3,000 mm 積載荷重：150 kg	1	4ヶ月	67,265
5	自動做い 制御装置	搭載荷重：75 kg 制御機能：上下、左右(手動) 左右做い、仮付検出、 終端検出(自動)	1	4ヶ月	7,987
6	テーブル リフター	1,000 kg テーブル寸法：1,500×2,500 mm 揚 程：3,000 mm	1	4ヶ月	7,132
7	CO ₂ ガス 配 管	φ 1 1/4" × 100 m φ 1" × 300 m ヘッダー付 (現地工事)	1	2ヶ月	5,850
8	サブマージア ーク溶接機	1,200A、ワイヤ径 4、4.8、 6.4 φ mm 構成：電源装置、ワイヤ送給ヘッ ド、走行台車、レール	1	4ヶ月	22,464
9	溶接棒乾燥機	50 kg×400°C 収納容積：200H×300W×580L mm	1	4ヶ月	1,585
10	組立・溶接 定 盤	0.15t×6.5W×20L mm 型鋼埋設コンクリート定盤 (現地工事)	1	2ヶ月	13,100
11	機械組立・ 操作指導員	新設機械の組立、操作指導	1	—	18,750
合 計					355,700

3) 仕上げ工場将来案の概算投資額

NO.	名 称	仕 様	数量	金 額 us \$
1	仕 上 げ 工 場 改 築	12×114m、床コンクリート	1	625,000
2	天 井 ク レ ー ン	10TON × 12mスパン	2	312,500
3	天 井 ク レ ー ン	5TON × 12mスパン	1	137,500
4	ト ラ バ ー サ ー	10TON、レール共	2	62,500
5	シ ョ ッ ト プ ラ ス ト 移 設	現有2基	2	62,500
6	自 動 研 削 盤	20HP、φ 510×150×50.8mm	1	375,000
7	定周速固定グラインダー	5HP、φ 455×150×50.8mm	2	25,000
8	集 塵 装 置	自動研削盤、定周速固定グラインダー、 懸垂グラインダー用	2	187,500
合 計				1,787,500

3.7.3 投資額

近代化に要する投資額については、表3.7.3-1(合計)、表3.7.3-2(鑄造工場)及び表3.7.3-3(製缶工場)に示す。それによると近代化に要する投資額は鑄造工場us\$156,000製缶工場us\$467,000で、両者合わせた総投資額は、us\$623,000である。

又、輸入関税を除いたベース プロジェクト コストは鑄造工場は、us\$130,000、製缶工場us\$403,000で、両者合わせると、us\$533,000である。輸入関税の総投資額に占める割合は14%である。尚、総投資額に占める外貨は、us\$510,000で総投資額の82%を占める。

表3.7.3-1 近代化に要する投資額(合計)

(単位: 1,000us\$)

項 目	外 貨	内 貨	合 計
機械設備(C I F)費	447		447
通関及び陸揚費用		4	4
国内輸送費			
現地工事費		19	19
据付運転指導員費	19		19
技術指導員	44		44
ベース プロジェクト コスト	510	23	533
輸入関税		90	90
トータル プロジェクト コスト	510	113	623

表3.7.3-2 近代化に要する投資額（鋳造工場）

(単位：1,000us\$)

項 目	外 貨	内 貨	合 計
機械設備 (C I F) 費	129		129
通関及び陸揚費用		1	1
国内輸送費			
現地工事費			
ベース プロジェクト コスト	129	1	130
輸入関税		26	26
トータル プロジェクト コスト	129	27	156

表3.7.3-3 近代化に要する投資額（製缶工場）

(単位：1,000us\$)

項 目	外 貨	内 貨	合 計
機械設備 (C I F) 費	318		318
通関及び陸揚費用		3	3
国内輸送費			
現地工事費		19	19
据付運転指導員費	19		19
技術指導員	44		44
ベース プロジェクト コスト	381	22	403
輸入関税		64	64
トータル プロジェクト コスト	381	86	467

3.8 スケジュール

3.8.1 実施計画

1) 基本マスタースケジュール

工場近代化のステップは、一般的には最小の投資で最大の効果を上げる現実的で実現性の高い方法として、先ず現状の生産管理、工程管理、品質管理などの管理面と、生産技術、生産設備の技術面の両面から見直しを行い、これらの徹底的なエンジニアリングにより各種のムダ排除と改良・改善によって生産性向上、生産量拡大を図り、次にこれらの成果に基づいて順次新設備の導入を進めることが行われる。

これは、一般的に、多種少量生産の工場においては、主要設備が純粋に製品を加工している稼働率は極端に少なく、生産量増大に対応できない主な理由は主設備周辺の補助設備や作業手順の低能率にあることが多いからである。当工場においてもこの傾向は同じであり、このステップをとることが望ましい。

しかし、今回は短期間に生産量拡大を計らねばならない状況にあることから、これらは新設備の導入と併行して実施し、新設備導入後もフォローし、次期近代化計画につなげるものとする。

この基本スケジュールを表3.8.1に示す。

2) 推進計画

このプロジェクトの推進が決定された場合には、関連する施設、設備、ユーティリティとの取合い、投入される製品、加工法との整合性など受入れる工場として最適なものとするため、工事側の役割として次の業務を実施しなければならない。

1. 新設設備機器導入の実施計画の立案
2. 新設設備機器の詳細仕様の決定
3. 関連する治工具の設計
4. 基礎工事、ユーティリティ工事、機器据付工事の施行管理
5. 円滑な運転、操業のための技術者、作業の養成計画の立案と推進

これらの業務は現組織体制のままでも実行可能であるが、短期間に集中して行う必要があることから適任者を専任させた設備工事推進プロジェクトチームを編成するこ

表3.8.1 基本マスタースケジュール

項目		年				
		1986	1987	1988	1989	1990
生産計画 TON (%)	鑄造工場	5,540 (100)	6,370 (115)	7,200 (130)	8,000 (144)	8,000 (144)
	製缶工場	4,554 (100)	5,054 (111)	5,555 (122)	6,100 (134)	6,100 (134)
現状見直し、改善			報告書検討 — 現状見直し改善			
新技術、設備導入			計画実施方案作成 — 予算措置 — 資材調達措置 — 設備・機器導入 — 教育訓練			
次期近代化計画					見直し・改善	次期合理化 計画策定

とが望ましい。以下にこれらの具体的内容について述べる。

(1) プロジェクトチームの編成

プロジェクトチームは、この設備工事の推進母体となるべきものであるから先ず最初に設立されなければならない。

チームのメンバーは、設備工事の内容に適應したものとして次の資格要件を備えていることが必要である。

1. 製品（被加工物）に関する知識を持っていること。
2. 加工技術に関する知識を持っていること。
3. 生産計画（長期的）の知識を持っていること。

上記の他に、安全・衛生、機械設備の操作取扱、土木・建築・機械据付電気工事などに熟知していることが望まれるが、これらは必要に応じて専門家に意見を聞くことでも対処は可能である。実際には、対称工程の工場課・メンテナンス部門・生産計画部門などから適任者を選任することになる。

(2) プロジェクトチームの具体的業務

プロジェクトチームは、設備工事の具体的計画立案から、その実施管理および運転スタートまで一貫してその任に当ることになる。

これらの具体的業務は下記のようになる。

1. 経営のトップから与えられた目標に沿った、設備工事日程の策定
2. 上記に基づいた設備工事实施のためのエンジニアリングスケジュールの作成
3. 設備・機器のレイアウト設計
4. 設備・機器の詳細仕様の決定
5. 関連する必要な治工具の設計
6. 設備・機器納入業者選定のための諸業務
7. 現地工事業者選定のための諸業務
8. 納入業者および工事業者の施行管理
9. 納入業者および工事業者間の調整
10. 教育訓練インストラクターの選定のための諸業務
11. 教育訓練インストラクターに対する指示および協力
12. 社内関連部門との調整

設備工事实施に当っては、上記業務の他に調整品の発注業務、納入品の受け取り業務、保管業務、業者への支払い業務、設備工事中の生産ラインの調整などがあるがこれらは現組織体制と連携をとり、計画的に推進することが必要である。

3.8.2 建設据付工事

本近代化計画実施における施設工事、機器の据付工事は下記の事項を配慮して、実施スケジュールの作成、施行管理を行うことが肝要である。

1) 鋳造工場仕上げ工程設備

仕上げ工程設備においては、大型固定設備の導入はないので、特に大掛りな基礎工事、施設工事はない。従って、現状機器の移設・撤去と導入機器の据付と云うことになる。

a) 日程面での配慮

定周速型懸垂グラインダー、ターンテーブルおよび高周波グラインダーは共に単体機器で、独立して使用可能であるから、順序は関係なく導入が可能である。ユーティリティとしては電源だけであり、使用場所近くにスイッチボックス又はコンセントを準備すれば良い。

b) 施行管理面での配慮

ターンテーブルは設置場所を或る程度水平にし、ずれ止め程度の固定（2ヶ所にアンカーボルトを取れば十分）が必要である。その他では、いずれも電気品が組込まれているので運搬、取扱い中に水漏れ、衝撃に注意をする必要がある。

2) 製缶工場溶接工程設備

溶接工程設備では、組立・溶接定盤の床コンクリート工事およびCO₂ガス配管工事の現地施設工事と溶接機、自動溶接用機器類の据付工事がある。

a) 日程面での配慮

(a) 組立・溶接定盤は、埋設する型綱の枠を予め製作しておき、床掘削と同時に設置できるような日程を組む必要がある。又、この定盤は自動溶接用機器の設置場所となるので、コンクリートの養生期間（通常3週間）を含めて機器搬入までに完成させておく必要がある。

(b) CO₂ガス配管は、鋳造工場CO₂ガス発生所から延長する工事である。稼働中の工事建屋の鉄骨に沿わせて配管を行うことになるので日数を要す。

この配管工事も溶接用であるので、溶接機搬入までに完成させておく必要がある。

(c) その他の機器は、単体で床面に置くだけで良いので使用場所付近に電源スイッチボックスまたはコンセントを準備すれば良い。

3.8.3 工事範囲および日程

1) 工事範囲

新設設備工事における工事範囲は下記の通りである。

(1) コデルコ社側施工

- a) 建屋建設および付帯工事
- b) 機械基礎、ピット工事
- c) 一次、二次配管工事、付帯工事
- d) 一次、二次配線工事、付帯工事
- e) 現地通関業務
- f) 現地荷下し業務
- g) 現地調達機器の調達
- h) 機器の据付、試運転工事
- i) 機器の保管
- j) 据付工事に用諸機材調達
- k) 工事管理

(2) 納入業者側施工（輸入品）

- a) 機器の調達（C I F渡し）
- b) 治工具の調達（C I F渡し）

（設備により、機器の据付指導員、派遣および試運転調整を行う）

2) 工事日程

本近代化計画に基づく工事は、次の2つに大別される。それぞれの工事日程は、表3.8.3-1および-2に示すとおりである。

(1) 鑄造工場仕上げ工程設備

(2) 製缶工場溶接工程設備

表 3.8.3 - 1 鋳造工場仕上げ工程の機器据付工事日程

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. 基本計画													
1) 設備基本構想													
2) 設備のレイアウト構想													
2. 詳細計画													
1) レイアウト詳細設計													
2) 機器詳細仕様決定													
3. 基礎、配線工事													
4. 機器据付工事													
5. 試運転													
6. 引渡し													

表 3.8.3-2 製缶工場溶接工程の機器据付工事日程

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
項目													
1. 基本計画													
1) 設備基本構想													
2) 設備レイアウト構想													
2. 詳細計画													
1) レイアウト詳細設計													
2) 機器詳細仕様決定													
3. 基礎、配管、配線工事													
4. 機器据付工事													
5. 試運転													
6. 引渡し													

3.9 計画推進上の留意点

近代化への基本的考え方

既存工場の近代化にあたっては、以下に述べるステップをとるのが、望ましいと考える。

- 1) 近代化が製造の一工程である場合、その全工程の将来像を描いて、その中における現時点での近代化として位置づけを行い計画立案すること。
- 2) 近代化の第1ステップは、製造の流れが合理的、かつ経済的であること、すなわち、
 - a) 製造工程順に物量が流れるようレイアウトの合理化を計ること。
 - b) 工程の流れがスムーズに行くよう管理の方法の改善を計ること。
 - c) 現有技術のレベルアップにより、品質の向上を計り、製造がスムーズに行われること。
- 3) 新技術の導入及び製造設備の能力アップ
 - a) 新技術の導入による技術技能の習得
 - b) 新技術に対応する高性能設備の導入
 - c) 老朽化、旧式化設備に対する計画的更新（長期計画）
- 4) 設備導入後の有効活用と改善への追求

3.9.1 鑄造工場に関する留意点

鑄造工場、鑄仕上げ研磨工程を主とした近代化計画にあたっては、次の点に留意し、実施することを提起する。

- 1) 鑄造工場の近代化調査対象である鑄仕上げ研磨工程については、前節までにその近代化計画を提示した。そこに提示されている設備は、1989年までの生産計画にもとずき、経済分析を踏まえて導かれたものであり、本来近代化のあるべき姿としては満足すべきものでなく、短期的なものである。したがって一方に於ては、長期的展望をもった計画を策定しておくことが望ましい。
- 2) 今回の調査対象が鑄仕上げ研磨工程であるが、鑄造品の製造工程の大部分は、これ以前の工程である。これらの前工程は今回の調査対象外であるが、いずれ近代化が必要となろう。従って長期的に鑄造工場全体としてとらえた近代化を考えた場合での鑄仕上げ部門のあるべき姿について、充分検討する必要がある。特にレイアウト及び簡単に移設出来ない設備等については充分配慮する必要がある。
- 3) 鑄仕上げ工程は、一般的に見た場合、世界的に近代化が遅れている部門である。特に、研磨作業の自動化はその作業性質上、開発がむずかしく、永らく進展しなかった。近年、電子技術の発展により、これらが自動化されつつあるも一面では経済的に引き合わない場合も多い。しかしながら、安全面や、作業環境、重労働などの面からも考慮し、単なる一部門の経済的採算性にとらわれず鑄造工場全体としての採算性の面からも考慮して近代化をはかる考えも必要である。
- 4) 近代化は最新の設備の設置によってのみ達成されるものではなく、生産技術、品質管理、生産管理等のソフトウェアの改善も大きな要素であり、これらソフトウェアと設備面のハードウェアのコンビネーションが効率よくかみ合わさって、始めて近代化されたと云えよう。特に鑄仕上げ部門は、その前工程で作られた鑄造品の品質によって、作業の難易、効率が大きく左右されるので鑄造品の品質、精度向上に力を注ぐべきである。これらは将来、鑄仕上げ作業が自動化された場合、ますます厳しい品質を要求されるようになり、このためにもそれらに対応できる技術力をつけておくべきである。
- 5) 今回の近代化計画は、1989年までを目標にした短期計画であるので、ソフトウェア、ハードウェア共に綿密な計画をしっかりと立て、それらの計画が計画通りに進捗しているかチェックする機能を確立しておく必要がある。

- 6) 今回の鋳造、鋳仕上げ工程関係の設備は、工事に大がかりな基礎を要するものではなく、日常の生産活動を阻害するものはないと考えるが、搬入、据付け等の工事実施にあたっては事前に作業計画、手順を明確にし、それらの中には安全課との打ち合わせをした安全面での対策を行い、工事進行中に事故発生のないよう配慮することが大切である。
- 7) 設置された設備の操作、運用については事前に安全作業基準を作り、作業者に教育を行うこと。

3.9.2 製缶工場に関する留意点

製缶工場には調査対象工程である溶接の他に現図、罫書、ガス切断、曲げ、穴明け、取付け、塗装等の工程がある。これ等の工程が有機的に繋がって、生産活動が行われている。溶接工程については前節までに、1989年までの生産増強計画に合わせて調査対象製品を中心に近代化計画を提示した。当然のことながら、溶接工程が生産増強の上からも、また安全上の見地からも近代化を急がねばならない。しかしながら、上記調査対象にならない工程、あるいは調査対象製品以外の製品を製造する工程の近代化も、いずれ製缶工場自身によって策定されなければならない。しかも各工程がバランスのとれた形で近代化されて、初めて期待された安全でかつ生産性の高い工場に生れ変わるのである。

1) ソフトとハードについて

近代化イコール最新の設備機器の導入と錯覚しがちである。いくら近代的な設備を設置しても、それらを効率的に運用し、工場全体がシステムティックに運営されなければ、意図した工場にはならない。すなわち工作法なり、日程計画なり、品質管理なりの製造技術の改善を進めて初めて近代化された工場になるのである。

2) 将来の設備改造に耐えられること

技術の進歩に合わせて、将来製缶工場の設備改造が計画された時、今回の近代化による設備が改造計画のネックにならないよう、特に二重投資の回避並びに、極力簡単に移動出来る基礎にするといった、配慮をしておくこと。

3) 新設設備工事による生産活動への影響について

溶接工程のみの設備工事になるのでさして、生産活動への影響はないと考えるがポジショナー設置用床工事及び、CO₂配管工事に際しては生産日程に余裕を持たせ、しかも工事期間を最短になるよう工事施行業者の協力を得ること。

4) 新設設備の安全には特別の配慮を

設備計画時、試運転時、更に使い始めてから関係者による徹底的な安全上の検討を行い、絶対に新しい設備にまつわる事故は起こしてはならない。特に、

- ：ポジショナーへのワークの固着。
- ：テーブルリフター上での高所作業。
- ：ターンテーブルを回転させながらマニプレーターによる自動溶接。

以上の三点には特に、管理者の点検確認を義務づける必要がある。

