

2-6 品質管理

(1) 品質管理とは

製造者は注文主と約束した品質、価格そして数量の製品を、納期に間に合うように顧客に提供する任務をもっている。また製造者は企業体として、適正な利潤をあげて企業を永続させ、従業員のため、そして企業活動を通じて社会に貢献する義務をもっている。

この二つの任務を同時に果たすためには、最も経済的、効果的に製品を作り出して、顧客の要求を満足させることが必要である。この企業活動を生産管理といい、またこの生産管理のなかで、よい製品を作るための管理活動を品質管理(Quality Control)と呼ぶわけである。

品質管理の基本的考えかたを一口でいえば、不良の予防と再発防止にある。したがって従来の検査が、できあがった製品の選別を意図していたのに対して、品質管理は製品が作りだされる過程を対象としている。具体的にいえば、製造の基本的要素である材料、設備、機械、作業員、製造方法をうまく管理して、不良を計画的に予防し、また不良を早期に発見し、あるいはそのデータをもとにして、二度と同じ不良を再生しないように再発防止のアクション(是正措置)をしようという考え方である。

(2) 品質管理の定義

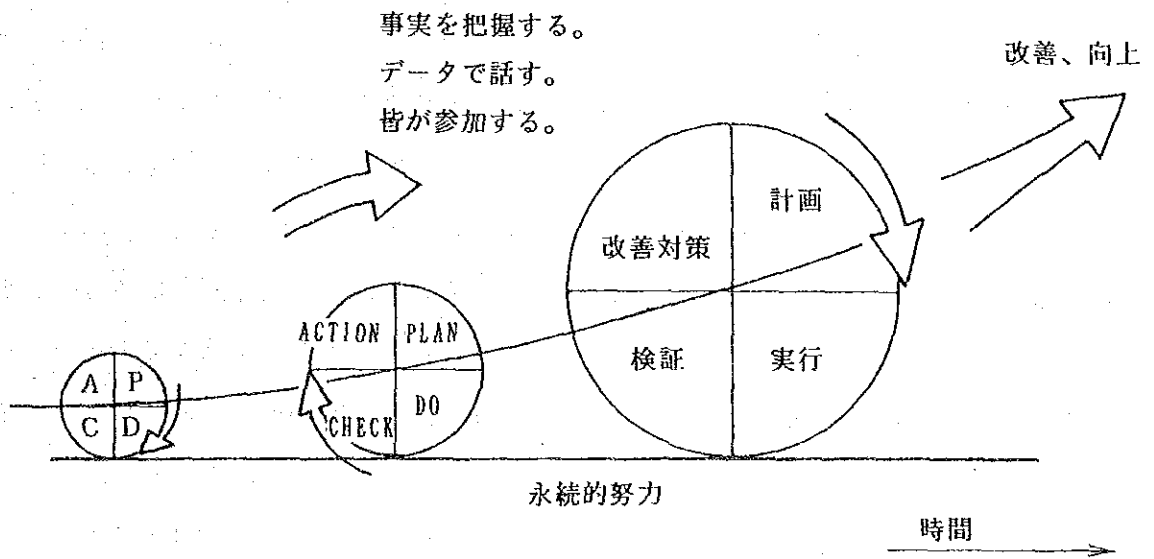
品質管理とは『買い手の要求にあった品質の品物またはサービスを経済的に作り出すための手段の体系』ということができる。

近代的な品質管理は、統計的な手段を採用して、科学的論理的に行う。そして管理とは次のような考え方と手順で仕事を進めていくことである。

- ① まず問題が何であるか明らかにする。
- ② その問題に関する事実(データ)を把握する。
- ③ その事実に基づいて問題解決の計画をたてる。
- ④ 計画通り実行する。
- ⑤ 計画どおり実行されたかどうか、結果をチェックする。
- ⑥ そして次の改善の手を打つ。

これをPlan-Do-Check-Action(PDCA)の管理サイクルといい、品質を根気よく追求して製品に作りこんでいくのである。

実際の活動の例として、精度管理活動と信頼性の検討が添付されているので参考にされたい。



図VI2-6-1 PDCAのサイクル

2-6-1 溶接補修率の低減

- 1) 溶接品質の水準を示すバロメータは溶接線のX線透過試験(RT)における合格率である。当工場のRT成績は、溶接線長合格率99%、フィルム枚数合格率で87%である。溶接欠陥長は、非常に短いものであり、これで99%というのは当然であり、品質管理データになりえない。一方フィルム枚数合格率の87%はあたかも良い数字のように見えるが、これは溶接の長さが3m毎に1枚不合格フィルムがあることを意味し、ほとんどの継手に欠陥があり、補修をしている事実を示している。

合格率87%ということは、逆の言い方をすると補修すべき率、すなわち補修率が13%もあり、日本の圧力容器メーカーのレベルから見てかけはなれて品質が悪いことが分る。

- 2) 何故、溶接補修率をそんなに問題とし、下げることに力を注ぐ必要があるのか？
それは溶接補修率は、ただ溶接品質のレベルを示しているだけではなく、圧力容器製作に係わるすべての工程にわたる工場全体の品質指標の役割を果たしていることが過去の経験から分っているからである。

- 3) 溶接補修することによって、どういうマイナス面の影響があるか考えると
直接的には

- a) 補修自体、品質面でマイナスである。
- b) 補修のため費用、時間を要し、製品に対しコスト、日程面でマイナスである。

間接的には

- c) 補修のため優秀な溶接者がこれに対処するため、他工事が疎かになり全体の品質が低下する。
- d) 補修のため、通常ラインに割込んで特急に処理しようとするため、他工事に日程面で影響を与える。

等が挙げられ、製品自体だけでなく、他工事にもマイナスの影響を与え、補修率が高いほど工場全体に混乱を招いていることがわかる。

- 4) 次に溶接不具合の発生原因を分析してみると
 - a) 溶接者の技能に依存する因子
 - b) 溶接前の取付精度に依存する因子
 - c) 足場、姿勢、風、熱、ほこり等環境に依存する因子
 - d) 溶接機、ポジショナー、ターニングローラー等機器に依存する因子

の4因子に分類することが出来る。すなわち、溶接不具合は溶接品質＝溶接技能のみ
に起因するのではなく、これ等の因子が組合わされその結果として発生するものであ
る。

したがって溶接補修率を下げるためには、これらの因子を一つずつ取除いて始めて
可能となっていくわけである。このことは、つまり工場全体の品質向上を計ることと
同意語であり、溶接補修率が工場全体の品質指標であることを示している。

- 5) 溶接補修率低減対策としては、まず溶接不具合の発生原因をフィルム1枚々につい
て4) 項の4つの因子に分類して分析調査し
- a) 技能依存因子 → 再訓練(附表VI-2-6-3参照)
 - b) 取付精度依存因子 → 寸法精度管理(2-6-5参照)
 - c) 環境依存因子 → 環境改善(附表VI-2-6-4参照)
 - d) 機器依存因子 → 機器の予防保全(附表VI-2-6-7参照)

という策を講ずることである。これとは別に、日々のRT結果を観察と、異常に高い
不具合発生のある継手に対しては原因追及と対策を現場のライン長に指示することも
大切である。

- 6) 以上で述べたように溶接補修率の低減の度合が当工場の近代化の度合を示すものと
し、目標を高くもちチャレンジすることが望まれる。

2年以内に 10%以下

5年以内に 5%以下

10年以内に 3%以下

にしたいものである。

図VI-2-6-2に溶接補修率低減目標を示す。

溶接補修率
(%)

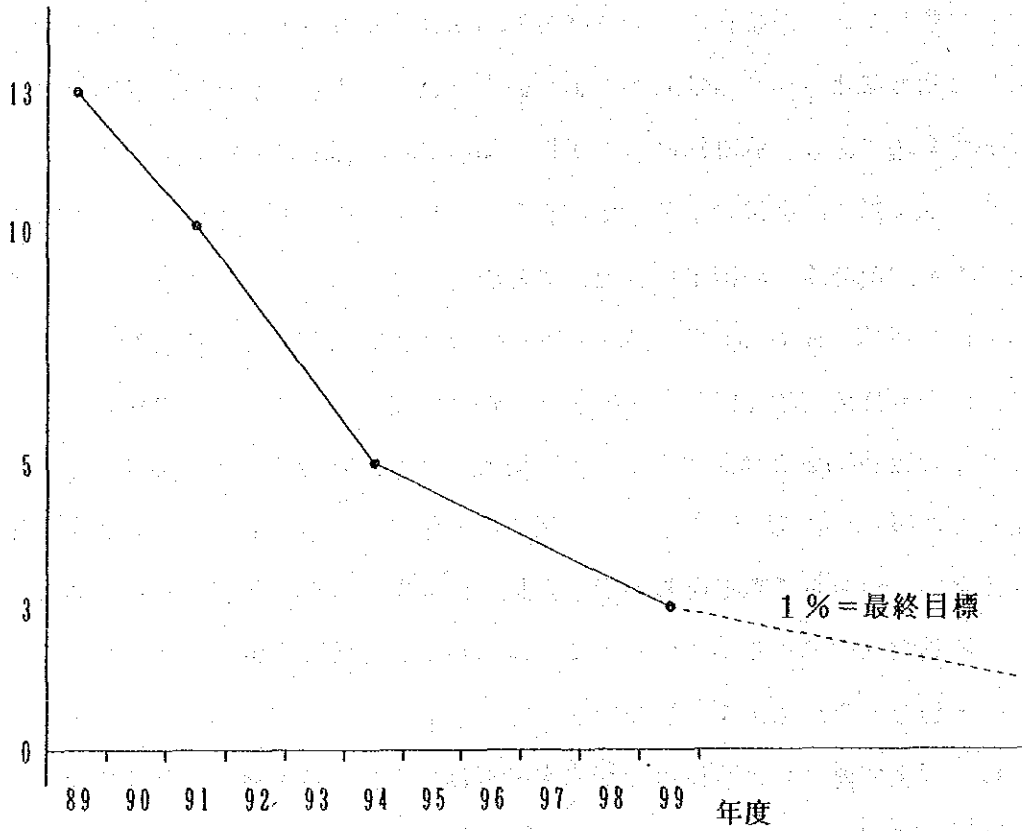


図 VI-2-6-2 溶接補修率低減目標

附表 VI-2-6-3 溶接者に対する溶接補修対策例

グレード	月間溶接補修率	原因調査	対策内容	容
A	0~2%			
B	3~5%			
C	6~10%		AFが注意する	
D	11~15%	AF, S AF, S AF,	溶接欠陥の調査 溶接条件の調査 溶接者の精神的及び肉体的条件調査	① AFはFに速やかに報告する。 ② 溶接の精神的又は肉体的条件による→AFの個人指導。 ③ 溶接の認識不足→F又はSによる学科教育。 ④ 技量不足→SMへ報告し、F、Sによる訓練計画立案。
E	16%以上	AF, F, S AF, F, S AF, F	溶接欠陥の調査 溶接条件の調査 溶接者の精神的及び肉体的条件調査	① AFはFに速やかに報告する。 ①~④ 同上 ⑤ AF, F, SM協議し、同じ系統の仕事から1週間はす。

(注) 1. フィルムの基本枚数は30枚とする。
2. 月間集計が基本枚数に満たない溶接者に対しては、撮影枚数の累計が基本枚数に達した時点を集計単位とする。

SM : 課 長
F : 職 長
AF : 班 長
S : 技術スタッフ

附表VI-2-6-4 溶接工場の環境改善

溶接工場の環境改善

溶接工場の環境をよくするには、まず第1にヒューム (Fume) など有害ガスの処理をいかに適切に処理をし、人体に悪影響のないようにすることである。遮光面を使用することによって、ヒューム暴露濃度が減少されている実績からも、それなりの対策が必要である。

安全で健康的な作業環境を確立するには、環境条件を許容濃度 $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ 以下に保持することである。

目に見えるヒューム濃度はき極めて高く、 $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ を超えるとさえいわれている。日本国内では法的規制がなされていないが、日本産業衛生学会では管理基準値として、許容濃度 $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ と定められている。

許容濃度 $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ 値とは、人体が有害物に連日暴露される場合に当該有害物の空気中濃度をこの数値以下であればほとんど悪影響がみられない濃度であると、労働省では定義している（空気中濃度とは1日の実働時間についての平均濃度である）。

$100 \text{ mg}/\text{m}^3$ を超える高濃度の有害ヒュームを人体に悪影響を及ぼさない程度の種々対策が必要となり、関係者の開発、工夫が要求されている。

(1) 有害物の種類

1) ヒューム

溶接作業時に発生する煙の内、目に見える大部分が、一般に溶接ヒュームあるいは単にヒュームと呼ばれている。

金属あるいはスラグ組成物が高温によって蒸気になり、冷却され固体となる固体微粒子である。鋼溶接では酸化鉄が主要成分であり、フラックスを用いない炭酸ガス溶接では、75%が酸化鉄である。被覆アーク溶接では酸化鉄の量は非低水素系で50%前後、低水素系では、20%前後であるといわれている。

ノンガス溶接では酸化され揮散しやすいマグネシウムを多く含むため、酸化マグネシウムがヒュームの40%前後も占め、人体に悪影響を及ぼしている。

2) ガス

溶接時に発生する煙の中にはヒュームのほかに有害ガス（主として炭酸ガスと水である）が発生している。これは溶接棒の被覆剤に配合された炭酸塩または有機物がアークによって分解、燃焼したものである。鋼アークの高温時には一酸化炭素、一酸化窒素などが発生することがある。発生量及び暴露時間との関係も含め、これらの防止

対策を行わなければならない。

当該ガス問題として重要なことは、炭酸ガス溶接時に発生する一酸化炭素の認識である。一酸化炭素の発生量は電流変化にあまり影響がないので、大電流溶接をする場合にヒュームの排気に重点がおかれ、人体に対して害を及ぼす一酸化炭素中毒の急性症状とか、炭酸ガスの増加に伴う酸素欠乏症が軽視されがちになるので、特に注意をしなければならない。

(2) 防止対策

ヒュームおよびガスによって、人体に悪影響を及ぼさないよう種々対策、工夫をしなければならないが、対策前の心掛けとして重要なことは作業員自身、ヒュームなどを吸引しないよう風向、作業姿勢を考慮する習慣をうえつけなければならない。

1) 全体換気措置

全体換気措置としてまず考えられるのは、屋根の一部にモニタ (monitor) などを設ける自然換気装置である。溶接ヒュームは比重が他の粉じんに比べ重く、屋根の低い場合を除く自然換気では換気効果も少ないとされている。屋根に強制換気扇を設備すれば解決できそうであるが、これもまた自然換気同様、ヒュームの拡散後、下方に沈む傾向から、それほど効果も少ない。したがって一段換気をさらに工夫し、二段構えの換気方法が必要となってくる。

大型全体換気装置として、溶接工場全体に適宜吸込口を配置し、これを1台またはそれ以上の濾過装置に導いて濾過するヒュームイーティングシステム (fume eating system) で実用化されている。

全体換気装置は局所吸引が物理的理由でできないとか、十分な換気ができない場合に全体換気の必要性が生じてくる。その場合にはまず発生量、発生源の配置、作業場の構造なども十分考慮した設計を行うことである。

AWS (アメリカ溶接協会) では、次の条件に当てはまる場合に全体換気を必要としている。

- i) 溶接機1台当りの空間1万立方フィート (284m³) 以下での作業場所。
- ii) 天井高さ16フィート (5 m) 以下の作業場所。
- iii) 閉じた場所又は仕切りなどで換気が妨げられた作業場所。

2) 局所換気装置

溶接ヒュームを発生源で捕え排出することは、最も効果的な処理方法である。局所

換気装置は全体換気装置に比べ、処理量も少なく効率的であり、設備費、維持費も安価となる。

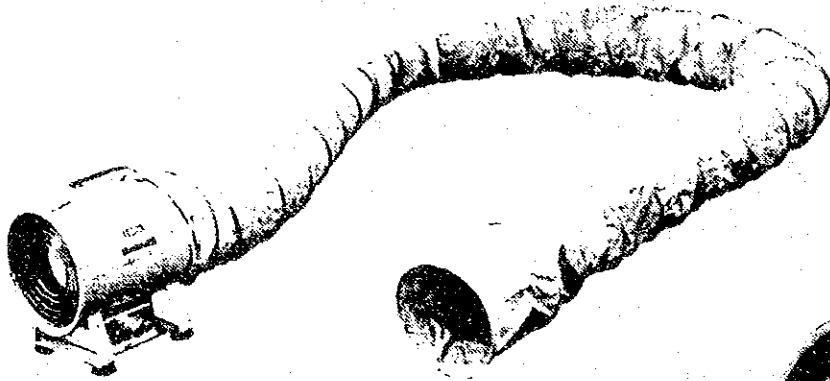
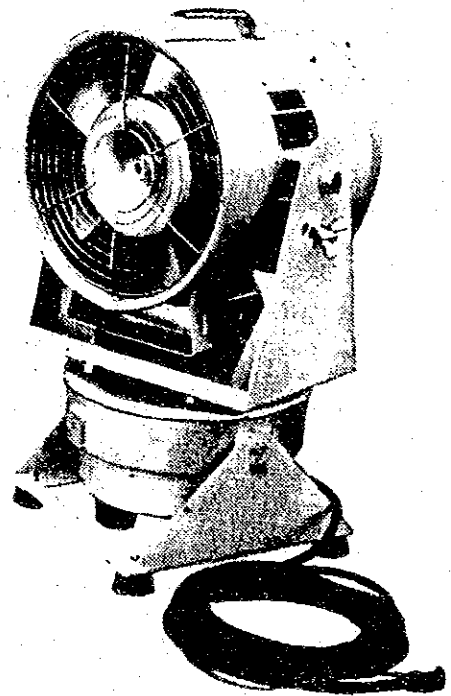


図 VI-2-6-5 局所排気装置例

作業場所を移動する場合には、装置自体の移動を必要とするため、作業性に難点が生じ、自然と小容量、軽量の小型排気装置となる。(図VI-2-6-5~6)

3) 保護マスク

ヒュームなど有害ガスから体を護るため全体換気、局所換気など種々装置を設けても十分な場合には、保護マスクを併用すれば効果も倍加する。



図VI-2-6-6 換気ファン

a) 防塵マスク

通風換気の悪い場所での溶接作業で使用するものである。通常濾過材を使用しており、粉塵が湿気を吸収する役目を果たしているので、マスクの使用後は粉塵の除去、乾燥などの十分な手入れをしなければならない。

b) 防毒マスク

タンク内など狭い場所での作業で換気が不十分な場合には防毒マスクを使用しなければならない。この場合、遮光眼鏡を併用するのに不都合のないようなマスクの選定が必要である。

防毒マスクで除毒作用を行うのは、吸収缶であるが、これはその能力が万能でなく、対象物により使用区分があることを承知していなければならない。

c) ホースマスク

送風マスク、エアラインマスク、通風マスクなどの種類があり、ホースを通じて外部から新鮮な空気を送る形式である。溶接作業には通常、送風機としてコンプレッサを使用するエアラインマスクが用いられる。

d) 取扱い上の注意事項

i) 一酸化炭素などの有害ガス防塵マスクは、国家機関の検定を受けたものを使用すること。

ii) 吸収缶の寿命に留意すること。

イ) 有害ガス濃度、使用時間で破過（薬剤消費）限度が決まり、メーカーは破過曲線を添付することになっている。

ロ) 有害ガス濃度2%（アンモニアガスは3%）を超える場所では使用禁止。

ハ) 酸素濃度18%未満での場所では使用禁止。

ニ) 吸収缶の重量が買ったときより15%増加した場合は取替える。

ホ) 使用の有無にかかわらず買ってから2年以上経過した場合は吸収缶を取替える。

4) 防塵マスクの濾過材は普通6ヶ月、使用条件が過酷なときは3ヶ月ごとに取替える。

5) 保護具の点検、清潔保持、保管などに注意すること。

6) 溶接作業に使用するマスクの等級は特級又は1級の合格品を使用しなければならない。

参 考 文 献

1) 中央労働災害防止協会編：アーク溶接等作業の安全。

2) 神鋼溶接棒だより、1975、66、No. 10.

附表VI-2-6-7 予防保全のための点検チェックリスト

表1 台車および溶接機の日常点検チェックリスト

	チェック項目	チェック欄				
		日付				
		作業者名				
台車	① ノズル取付部の締め付 (ガタ) は完全か					
	② ノズルガイド (ナライ) 取付部のガタはないか					
	③ 加圧クランプの締め付けのガタはないか					
	④ ワイヤストレーナーの締め付 (垂直) は完全か					
	⑤ 垂直・調整取付け部、作動状態は良好か					
	⑥ アーム取付部のガタはないか					
	⑦ ロッカーネジの調整 (ガタ) は十分か					
	⑧ 水平調整部取付け、レバーの締め付は良好か					
	⑨ キャリッジ、ギヤの遊びはないか					
	⑩ ホッパーの取付は完全か					
	11 ホッパーホースの取付、長さは良いか					
	12 二次側キャップタイヤー取付は完全か					
	13 アース線の取付は完全か					
	14 ナライ装置作動は良好か					
	15 A. V. Sメーターは働くか					
溶接機	1 一次側キャップタイヤー取付け部のゆるみはないか					
	2 二次側キャップタイヤー取付け部のゆるみはないか					
	3 アース線、8芯線取付け部は良好か					
	4 ボデーアースの取付け部は良好か					
	5 電流 (手元) 増、減の作動状態は良好か					

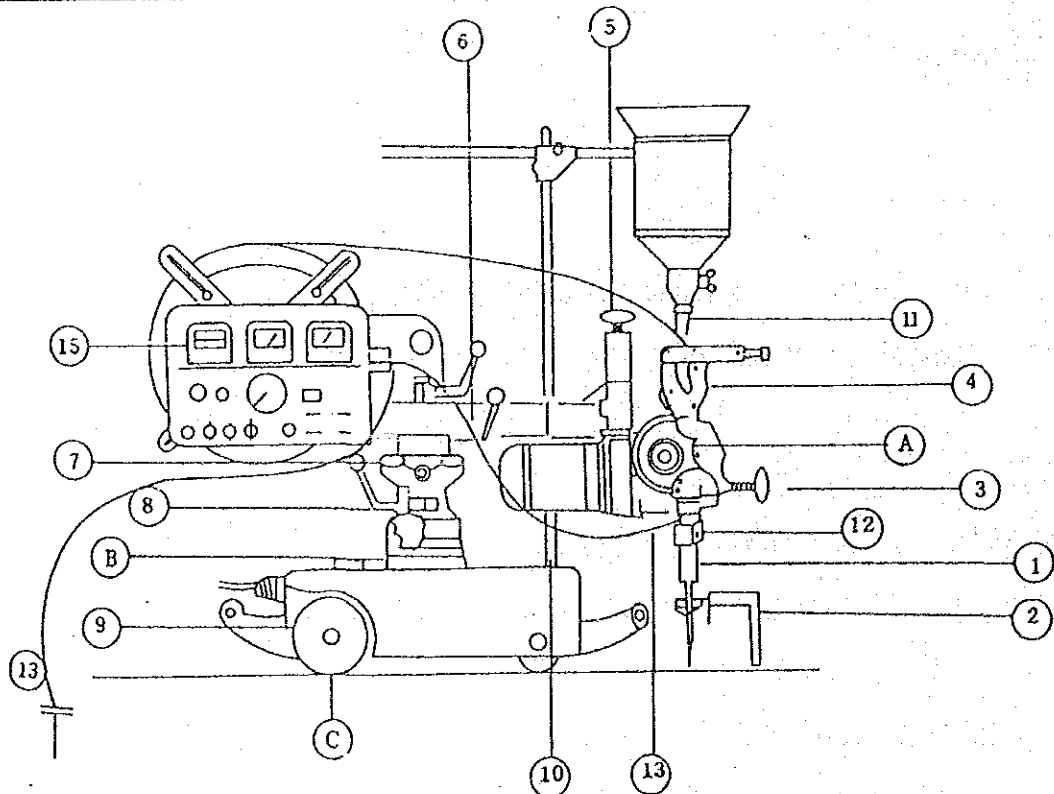


表2 台車および溶接機の月例点検チェックリスト

	チェック項目	チェック欄				
		日付				
		作業者名				
台	A ワイヤー加圧ロール締め付は良好か、又摩耗していないか					
	B 絶縁板の絶縁状態は良好か					
車	C 車輪は摩耗していないか					
(溶 接 機)						
1	絶縁は完全か					

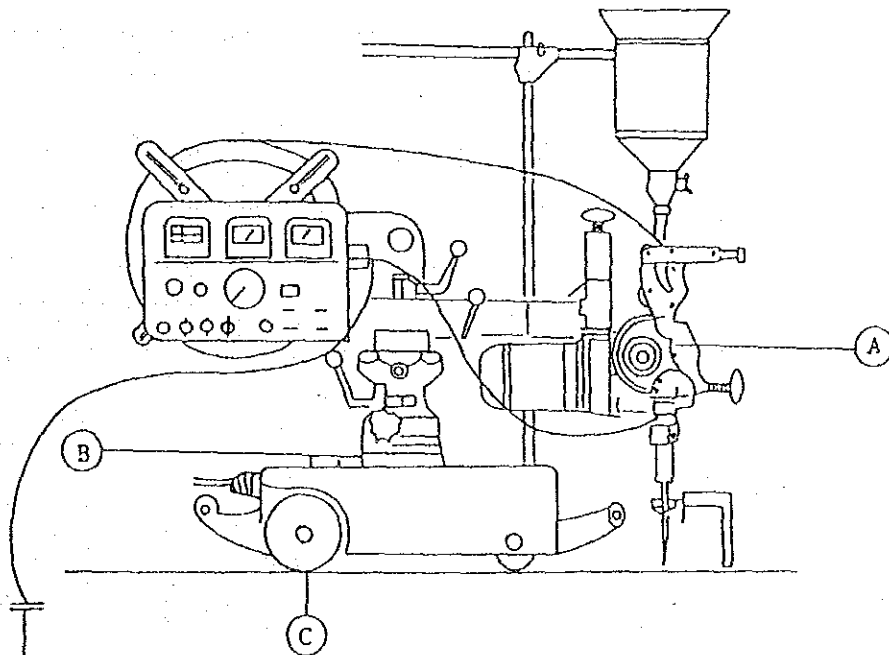


表3 マニプレーター日常点検チェックリスト

	チェック項目	チェック欄				
		日付				
		作業者名				
①	前、後移動ビームにホコリ、フラック等が着いていないか					
②	前、後、上下のビームは正常に動くか					
③	回転ビームのブレーキは締め付けてあるか					
④	制御装置のランプはついているか					
⑤	制御装置のスイッチボタンは入、切れが確実に出来るか					
⑥	ビーム前、後速がスムーズに動くか（溶接速度で溶接に問題がないか）					
⑦	マニプレーターに付いている溶接機及溶接ヘッド等は別紙の点検表でチェックすること					
⑧	リミットは正常に働くか					

表4 マニプレーター月例点検チェックリスト

	チェック項目	チェック欄				
		日付				
		作業者名				
①	回転表示灯は玉切れはないか					
②	前後、上下回転のビームにグリスは注入してあるか					
③	マニプレーター上にセットしてある溶接機のキャップタイヤに損傷はないか					
④	前後ビームに余分な物（番線、パイプ等）がついていないか					
⑤	各部分のモーターとスライド部に異状音、振動はないか					
⑥	各部分の手入れは十分か					

2-6-2 寸法精度管理

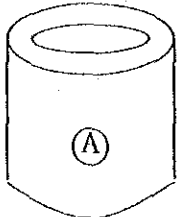
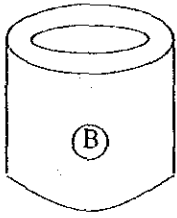
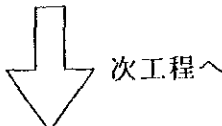
1) 圧力容器製作において、品質管理上、大事なことは寸法精度の良い製品をつくることである。寸法精度の良い製品とは、どういうことをいうのであろうか。一般に圧力容器には、下記のような2種類の寸法許容値が与えられている。

- a) A S M E等の規格より強度面からの要求 …… 胴の真円度、鏡の形状度、継手の目違い等
- b) 客先より使用面からの要求 …… 容器全長、ノズルのエレベーション、ノズルの突出し長さ等（参考として日本石油学会発行の塔の寸法許容値一覧表を附表- (I) に示す）

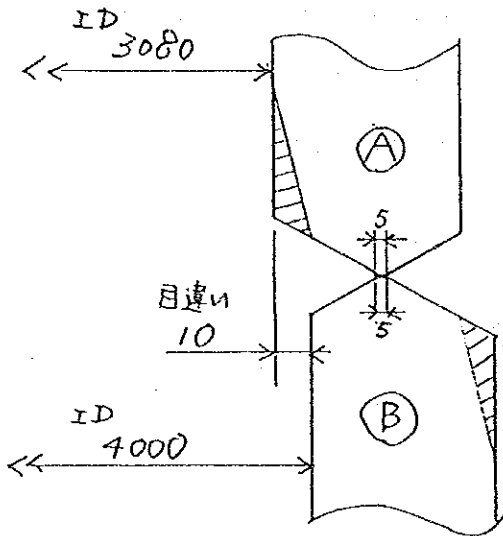
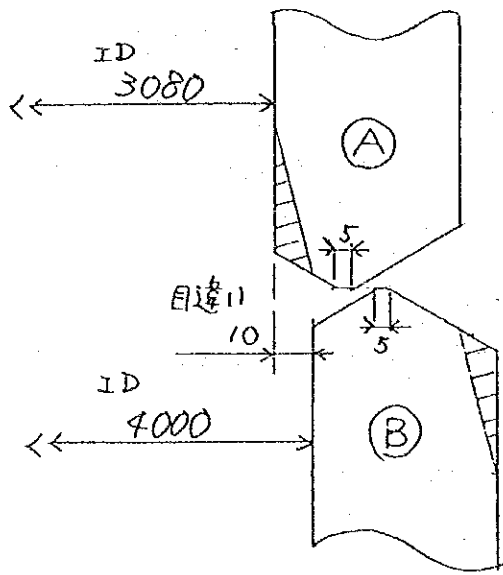
これらの個々の寸法許容値は要求側が他と無関係に要求しているため、胴の真円度が合格でも、次工程の周継手の目違いで不合格になることが起る。つまり製作者側は、すべての寸法許容値を合格にするための寸法管理が必要であり、それにはただ許容値を満足するだけでなく、後戻り作業のない組立を容易にする精度の良い製品づくりが必要になっている。

2) 寸法精度が悪いとどういう不都合が生じるか例をあげて説明する。

例えば 板厚 50mm×内径 4000mmの円筒胴で；

単胴	許容値	実 績
	真円度（最大径－最小径） $= 4000 \times 0.01$ $= 40\text{mm}$	A 最大径 = 4020 <u>最小径 = 3080</u> 真円度 = 40 合格
		
		

連胴



問題点

① 円筒曲げ前に開先加工した場合は、リップ部分が外れ正常な溶接が出来ない。

② 目違い公差 6.0mmを超したため、テーパ加工（斜線部）が必要。

① 円筒曲げ後開先加工した場合は、リップが合うが、目違い公差 6.0mmを超したため、テーパ加工（斜線部）が必要。

したがって、円筒曲げ前（平板時）開先加工する場合 = 4000 ± 5

円筒曲げ後（単胴時）開先加工する場合 = 4000 ± 6

の精度で単胴を製作することが必要である。

このことが、寸法精度管理の考え方である。

3) 寸法精度管理をどのように展開したらよいか考えてみたい。

先の 2) 項の例で胴の真円度（絶対内径）を決定する因子を作業工程を追って調べてみる。

(作業工程)	(影響因子)	(悪影響)
平板野書	野書精度	1 (小)
↓		
切断	切断精度	1
↓		
曲げ	曲げによる周方向伸び	1
↓		
取付 (縦継手)	取付精度 (目違い)	1
↓		
溶接	溶接による角変形	5 (大)
	溶接縮み	1

この図で分るように、真円度一つとっても5作業工程を経て生み出されるわけであり、各工程での影響因子を、決められた精度内に管理することで求める精度が達成できる。またその影響度合をみると、曲げ精度と溶接による角変形が大きいと推定されるので、特にこの2点に管理の主眼をあてることが重要である

圧力容器の寸法精度項目と作業工程の関係を図VI-2-6-7に示す。

4) 具体的な手法としては、管理ポイントについて種々の胴の

- a) 管理ポイントを決める
- b) 実績データをとる
- c) データを分析し何が問題か把握する
- d) 対策を講じる

ことである。

このことはTQCのPLAN-DO-CHECK-ACTIONというPDCAサークルをまわして確実に精度向上を図ることに他ならない。参考に胴の長さについての寸法精度管理表の例を図VI-2-6-8に示す。

(5) 寸法精度が悪いと後戻り作業が発生し、品質は勿論のことコスト面、日程面でも大きく影響を与える。反対に寸法精度が良いと組立も容易にでき、すべてに好結果をもたらす。これは溶接の補修率と同じことであり、圧力容器製作の品質管理の2大要素といえる。

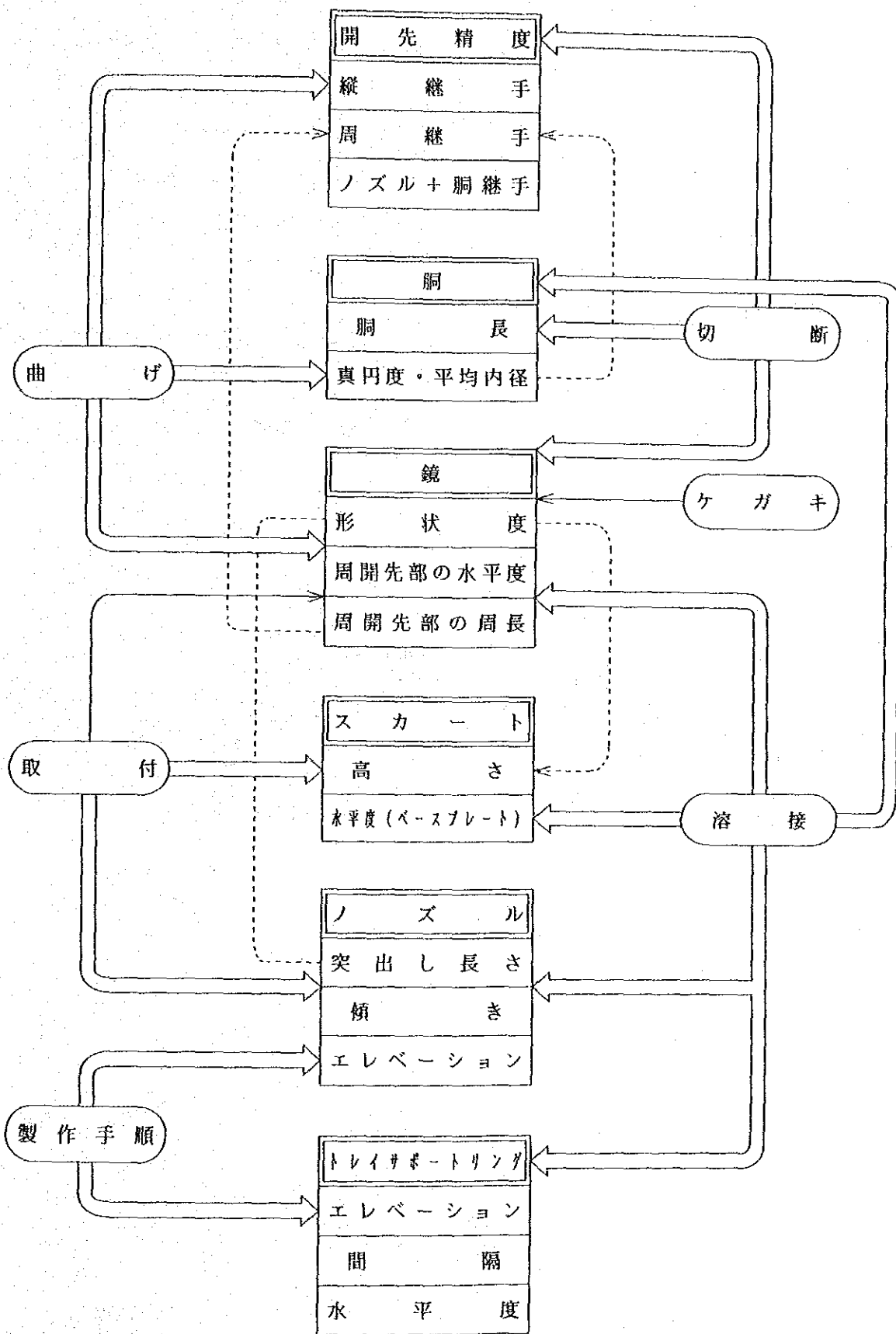
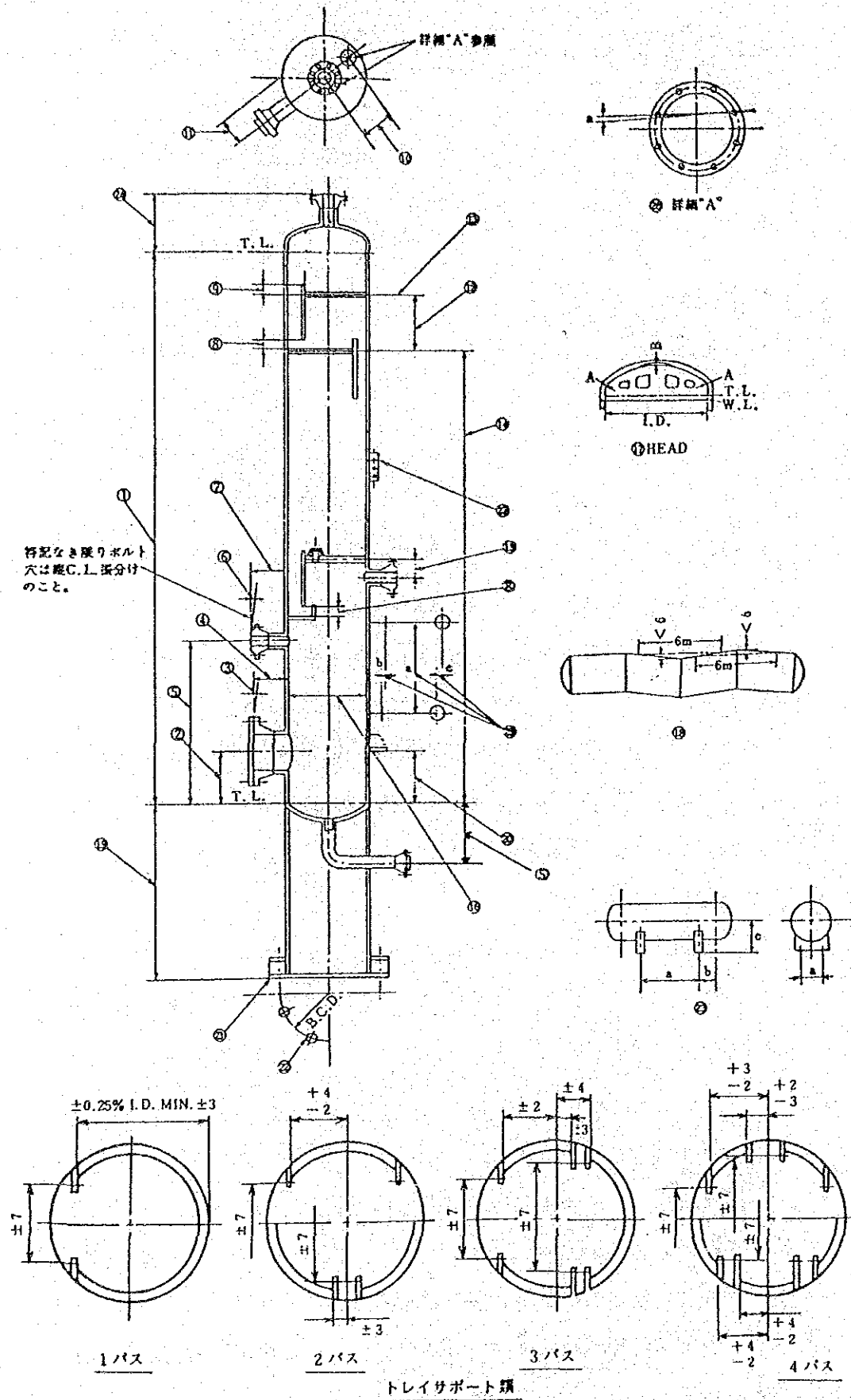


図 VI-2-6-7 寸法精度と作業の関係

項目 管理ポイント	略 図	寸 法 公 差	計 測 箇 所	計 測 容 器	計 測 方 法	記 録 用 紙 号	備 考
単 材 (A, B: 野 書 後 C: 切 断 後)		A: ±0.5 B: 相互差 1.0 C: ±1.0	1) 差越線間 2) 対角線長 3) 差越線と端面距離	A, E: 巻尺 C: 直尺、スコヤ (直角定規)	Cを計測する場合はスコヤを用いて端部からの距離を正確に計測する。	DCC-001	1) 円すい胴も直胴と同様とする。
単 胴 (開先合せ後)		長手継手 D: ±2 E: 最大 1	差越線上及び中央の3ヶ所	直 尺	Eを計測する場合は直尺等で片方の差越線を延長して計測する。	DCC-002	1) 差越線で両側振り分けとなるように合せる。 例
単 胴 + 補強リング (溶 接 後)		F: ±1	0°, 90°, 270° (4ヶ所)	直 尺	平板時に胴内面に野書いた差越線間距離を計測する。	DCC-003	
連 胴 (開先合せ後 溶 接 後)		G1: ±2	同 上	直 尺 (必要に応じ スコヤ)	平板時に胴内面に野書いた差越線間距離を計測する。 内着品等により直接計測できない場合は計測位置を周方向にずらす。 トレイサポートリング等のある場合をスコヤ等を用いて計測する。 この場合、スコヤを当てる位置がラッパ状になっていることがあるので注意のこと。	DCC-004	1) 円すい胴が入った場合は±1を加える。 2) すべてG1~G3は差越線間寸法公差である。
		G2: ±3					
		G3: ±4					
完 成 (開先合せ後 溶 接 後)		H: ±13又は±1.5/mの大きい方、Max. ±25	同 上	巻 尺 (必要に応じ スコヤ)	同 上	DCC-005	

図 IV-2-6-8 胴の長さ寸法精度管理表の例

附表-(1) 塔の寸法許容値一覧表



JPI-7S-42-80

単位mm

番号	項目	許容差
1	T. L. 間の長さ	±13又は1.5/m 大きい方MAX±25
2	T. L. からM. H. C. L. までの距離	±10
3	M. H. フランジ面の傾き	1°
4	胴外面からM. H. フランジ面までの高さ	±10
5	T. L. からノズルC. L. までの距離	±10
6	ノズルフランジ面の傾き	1/2°
7	胴外面からノズルフランジ面までの高さ	±5
8	ダウンカマ底辺からトレイサポートリング上面までのすき間	±3
9	ウェアの高さ(ダウンカマサポート上面)	±1.5
10	鏡C. L. からノズルC. L. までの距離	±6
11	ノズルその他取付物のオリエンテーション	±6 M. H. は±10
12	トレイの段間隔	±3
13	サポートリングの水平度	≤1500 I. D. 2
		1501~2500 I. D. 3
		2501~4000 I. D. 4
		4001~6000 I. D. 6
		6001~8000 I. D. 8
		8001~10000 I. D. 10
		>10000協議による
14	T. L. からトレイサポートリングまでの距離	±10
15	トレイからノズルC. L. までの距離	±3
16	胴の真円度	a. トレイ付 ±0.5% I. D.
		b. タイロッドトレイ付 0.5% I. D. MIN±3
		c. トレイ無 JIS B 3243による
16	胴の平均内径(1)	≤1200 I. D. ±3
		1201~2100 I. D. ±4.5
		2101~4000 I. D. ±6
		4001~6000 I. D. ±7
		6001~8000 I. D. ±8
		8001~10000 I. D. ±10
		>10000 I. D. ±15
17	鏡板	A. I. D. ×1.25% B.
18	湾曲度	6/6000 全長<20
19	スカート長さ	±6
20	T. L. から猫脚までの距離	±6
21	ベースプレート, サポートの水平度	≤1200Φ 3
		1201~2100Φ 4.5
		2101~4000Φ 6
		4001~6000Φ 7
		6001~8000Φ 8
		8001~10000Φ 10
		>10000Φ 15
22	基礎ボルトのB, C, D.	≤2100 ±3
		>2100 ±6
23	横型サポートの	a. ボルト穴中心間 ≤2100 ±3
		b. 基準線から基礎ボルト中心 >2100 ±6
		c. サポートの高さ ±3
24	T. L. から頂上又は底部フランジ面までの高さ	a. 間隔 ±2
		b. 段違 <1
		c. オリエンテーション相互の位置 <2
25	液面計ノズルの	a. 間隔 ±2
		b. 段違 <1
		c. オリエンテーション相互の位置 <2
26	C. L. に関するフランジの許容回転量	MAX 1.5
27	プラットフォーム, パイプサポート, ラグ類の位置(E. L.)	E. L. ±10

注(1) 外周測定した周長をπで割り板厚の2倍を差引いて算出するものとする。
 備考 (1) 各部の許容差は、加算してはならない。
 (2) ウェア取付部のサポートリングの水平度は、(13)トレイサポートリング水平度の値以下であること。ただし、6000 I. D. をこえるものについては6mm以下であること。

2-6-3 清浄度管理

1) 製品保護

生産工程のいたる所で触れているように、当工場での製品に対する取扱いは大いに改善の余地がある。

- ・ ノズルシール面への打ち傷やスパッター、アークストライク
- ・ 熱交換器管板やバッフルの油付着とまぐれ (バリ = burr)
- ・ 床に鋼板直置き (野書、組立時)
- ・ 部品の床直置き (組立時)
- ・ プレス油洩れによる製品への油付着
- ・ 熱交換器用チューブにはこり付着
- ・ 単胴溶接後のフラックス未回収
- ・ 鋼板サンドブラスト後のほこり未清掃

これ等のことが処理されずに後工程にいけば、不具合の原因になることが作業員に理解されていないのであろうか。それとも分ってはいるが自分達の作業の後始末を他人に負わせても、監督者を含め誰も注意しないし、それが当然なのであろうか。汚れや油は必ず除去しなければならないし、傷は補修しなければならない。ましてやノズルシール面は圧力容器構成部分の一番重要な部分であり、そのままでは内容物がリークしてしまう。これ等の作業は無駄な費用の発生にもつながり、後工程に迷惑をかけることになる。後工程はすべてお客様である。お客様に迷惑をかけないことを第一にしたい。

たとえ、加工中の製品であっても、すべてお客様から預っている大切な品物であり、汚さず、傷つけず大切に扱うよう心掛けるべきである。そのためにはどんな対策がとれるか皆で協議し実行していくことにより、必ず品質の向上につながり、近代化されるに違いない。

2) 異物混入対策

容器が完成した時点で内部にごみ、作業工具、治具等の異物がないことを確認した上で、出荷されているはずである。

ところが時として内部に異物が混入した状態で据付られ、そこで発見される場合がある。これは客先に大変迷惑をかけることは勿論だが、いかに良い製品をつくったとしても、異物混入の一事実だけで一挙に客先の評価が落ちることがある。それは客先

にしてみれば品質管理がなされていないという証拠だからである。

したがって、製作中は容器内に入って作業をする場合、工具や作業者が携帯した品物を落したり忘れてこないよう工夫する必要がある。身に付けた物や持込む工具は最低限にして点検表にし容器から出たらチェックすることが必要である。

耐圧試験が終了し、工場出荷前には必ず作業者と検査員が内部を点検しなければならない。特にトレイサポート等の内部付着ラグが溶接されている構造の容器では、横置状態であると上方にある隙間に挟まれて発見出来ない場合があるので、十分注意が必要である。

3) ステンレス鋼の取扱い

ステンレス鋼は特にその取扱いに注意が必要である。それはステンレス鋼の劣化原因として

a) 異材との接触によって局部電池が形成され浸食される。

b) ハロゲン元素 (F, Cl) や S の付着による応力腐食割れ

があり、このためにはほこり、ごみ、油脂、カーボンその他の金属粉を付けたまま放置してはならない。

当工場には、ステンレス鋼専用ラインがあるが、その対策は十分でない。

炭素鋼との接触を断つべく、作業場を区別したり、壁や覆いをつくって金属粉から守ったり、ステンレスのライナーを治具に付けたり、ステンレス専用工具を使用したりするが、基本的なことは常にステンレス鋼を清潔に保つことである。これには作業者への教育と同時に監督者が常に注意することが大切である。図 VI-2-6-9 にステンレス材清浄度管理チェックシートの例を示す。

4) 職場環境

前記のように、清浄度管理の重要性について述べてきたが、これには工場で働く人達の気持ちが大変重要である。すなわちその気になるかどうかである。それには職場の環境が大いに影響する。工場内が汚れていたり、照明が暗かったりすれば、いくら製品を大切に、汚さないようにと言ったところでそのような気になりにくい。職場環境から改めないと知識だけで実行が伴わなくなる恐れが多分にある。

まず職場の整理・整頓・清掃・適度の照明から始めなければならない。

一般注意事項

チェック日 _____

チェック者 _____

注 意	項 目
1. 異材との接触させない	(1) ステンレス専用工具を使用しているか。 特にマーキン、ポンチ、グラインダー、バフ (2) 工具は赤色の識別がなされているか。 (3) 工具の数量管理ができていないか。 (4) 治工具には養生（SUS材、SUSライナー 木片、アルミ材の使用）がされているか。
2. 汚さない	(1) ステンレス材にほこり、ごみ、油脂をつけた ままになっていないか。 (2) 汚れたパレット、枕木、箱に品物を置いてない か。（直置きは厳禁） (3) 汚れたナイロンスリング、やわらを使用して いないか。 (4) 品物への仕切りや覆いがされているか。 (5) 汚れた衣服を着用していないか。 (6) 機器、配管の開口部はシールされているか。

(注) SUS = ステンレス鋼

ステンレス材清浄度管理チェックシート 2/3

工 程	チ ャ ッ ク 項 目	良	否	場所
運 搬	(1) ロープはステンレス専用のものか？			
	(2) 炭素鋼製ワイヤーロープ、シャックル、ハッカーを用いる際、ステンレス接触部は清潔な布で保護されているか。			
	(3) パレットでの炭素鋼とSUS材は明確に分離されているか。			
	(4) 汚れたナイロンスリング、やわらを使用していないか。			
罫 書	(1) 容認された加工助剤（マーキン材）を使用しているか。			
	(2) マーキン、ポンチはステンレス専用か。			
	(3) 材料の保管・養生は適切か。			
機械加工	(1) 切削油を使用する場合は、間隙部への浸透防止を行っているか。			
	(2) 加工後SUS材表面の油を除去しているか。			
	(3) 加工中、保管中のSUS材料の養生は適切か。			
	(4) 切削工具はSUS材加工前にアセトン洗浄しているか。			
	(5) 治工具は異材接触防止策がされているか。			
	(6) 汚れた衣服を着用していないか。			
曲げ加工	(1) ロール、プレスの接触面（SUS表面、押型ローラー面）は十分に洗浄されているか。			
	(2) 汚れた衣服を着用していないか。			
	(3) 保管中のSUS材の養生は適切か。			
取 付、 組 立	(1) 治工具は異材接触防止策がされているか。			
	(2) 土足、雨水、油等で汚れないように対策がとられているか。			
	(3) SUS材にほこり、ごみ、油脂をつけたままになっていないか。			
	(4) 品物への仕切りや覆いがされているか。			
	(5) 汚れた衣服を着用していないか。			
	(6) 機器、配管の開口部はシールされているか。			
	(7) 工具はステンレス専用工具を使用されているか。			
	(8) 工具は識別管理されているか。			
	(9) 工具は数量管理されているか。			

ステンレス材清浄度管理チェックシート 3/3

工 程	チ ャ ッ ク 項 目	良	否	場所
溶 接、 溶 断	(1) こま等の溶接される材料は同材質になっているか。			
	(2) 溶接、溶断は清浄されているか。 (特にマーキン材)			
	(3) スパッター防止剤は開先より10mm以上離れて塗ってあるか。			
	(4) スパッター防止剤は用済後除去されているか。			
	(5) 温度クレヨンを使用されていないか。			
	(6) 治工具は異材接触防止策がなされているか。			
	(7) 汚れた衣服を着用していないか。			
試験検査	(1) 試験・検査に使用される、PT、UT洗浄液は容認されたものを使用しているか。			
	(2) 試験水は分析されたものを使用しているか。			
	(3) 試験用配管、装置は洗浄されているか。			
	(4) 治工具は異材接触防止策がなされているか。			
	(5) 汚れた衣服を着用していないか。			
保 管、 置 場	(1) SUS材をじかに置きされていないか。			
	(2) 保管中のSUS材にホコリ、ゴミ、油脂が付着していないか。			
	(3) 汚れたパレット、枕木、箱に品物を置いてないか。			
	(4) ポリシート等による置材の養生は適切か。			
	(5) 開口部はシールされているか。			
そ の 他 コ メ ン ト				

2-6-4 現場サービスチーム制度

当工場には、工場サービスチーム制度というものがあって、製作段階での品質、技術上のトラブル解決と日程進捗確保の役割を果たしている。

設計課や工芸課の課員が常時6~7人現場に張り付いているわけで、現場の問題点に即処置できる利点はあるが、逆に現場にいないと現場で発生したトラブルが分からないことが問題である。

何故現場にいないと分からないのだろうか、推定してみると、

- ・ 誰も設計部門にトラブルを連絡しない。
- ・ 設計図面の情報が不足しており、常に現場にいて指示しなければならない。
- ・ たとえ設計に連絡しても、仕事を中断してまでも相談に乗ってくれないので、現場専属の相談員が必要。
- ・ 現場のラインには技術的な指示をする人がいない。班長、組長は経験者であるが部下に技術指導しなくてよいから。
- ・ 現場が不具合を出し続けるので側にいないと間に合わない。

いずれにしても、現場にサービスチームがいることは、現場自身の力が付かないし、問題が公にならない可能性があり、埋もれてしまって根本的な対策が打てない。また設計課員も工芸課員も実習効果はあるかもしれぬがそれほど長期間の駐在は不要である。

このような応急処置的管理を廃止して、通常の組織でトラブルを迅速に処置できるようにならなければならない。廃止することで、当初は対応が大変かもしれないが、それにより何が原因かが見えてくる。そして対策をたてることにより、工場全体の品質が向上できるわけである。

2-6-5 精度管理活動

『精度管理』とは、論理的、科学的手法を用いた生産工程解析による改善活動であって、生産全体の効率を高めるものであると位置付ける。

製造工程は工程表と図面による寸法の指示を基にして、マーキン、ガス切断、機械加工、塑性加工、組み立て、溶接、熱処理などの過程を経て工作を進める作業であるが、その過程には、さまざまな誤差が発生する機会がある。生産活動は人間機械系 (Man-Machine System) のなかで行われるから、故意による間違い以外に、当然のことながら、人並びに機械の特性に由来する精度のばらつき (Dispersion) のなかにある。

最終的に製品精度を必要な機能を発揮するに足る許容範囲におさめることは、当然の任務であるが、企業としては可能な限り、生産途上での無駄な仕事をしないよう管理していく必要がある。精度管理活動が生産全体の効率を高めるのに大層重要である所以はここにある。

生産工程の途上では、幾何学的精度管理の不備に起因する無駄な仕事や手直し工事がある。当工場のように多品種の混在生産ではばらつきの発生が散発的で、対策が「成り行きまかせ」(Drifting Management)になり易い。

しかし、個々の単位作業に着目すると、類似性のある繰り返し作業では、その作業固有の標準偏差と平均値とを持つ正規型の誤差分布がある筈である。これらの単位作業の誤差が次々と重複していくにつれて、誤差が累積する。

そこで、精度管理の具体的な目標は次のとおりとなる。

- 1) 各単位作業の分担する誤差を定量的に把握して、管理していくこと。
- 2) 単位作業の標準偏差を減らす作業改善を行うこと。
- 3) 最終品質に影響のない許容範囲のなかに累積誤差範囲を入れるよう平均値(狙いの品質)を意識的にずらすこと。
即ちバイアス(bias)をかけること。
- 4) 累積誤差を最小にする組み立て手順を考えること。
- 5) 精度向上の立場から設計改善のためフィードバックを行うこと。

〔精度管理 例1〕

鋼構造物で縦通材(Longitudinal)と横材(Transverse)との取り合いを考える。

スティフナー(stiffener)端部のスミ肉溶接品質を満足するギャップ(gap=g)の許容範囲は

$$g = 0 \sim 3 \text{ mm}$$

従って、 $\bar{x} = 1.5 \text{ mm}$

即ち加工手法にバイアスをかけ、図面寸法より 1.5mm短くした『狙いの寸法』を指示する。

ばらつきの許容範囲 = 3 mm

統計的に製品の95%が、この3mmの許容範囲に入るためには、標準偏差 σ は

$$\sigma = 3/4 \text{ mm} = 0.75 \text{ mm}$$

でなければならない。

さて、この累積誤差に影響する要素は何か、いくつあるかを考える。

σ_1 : 縦通材の高さの標準偏差

σ_2 : 横材スティフナーの取り付け端部を示すマーキンの標準偏差

σ_3 : 取り付け作業の標準偏差

σ_4 : 横材スティフナーの長さ寸法 (図面寸法 - 1.5mm) の標準偏差

σ_5 : 構造物の深さの標準偏差

累積した標準偏差は

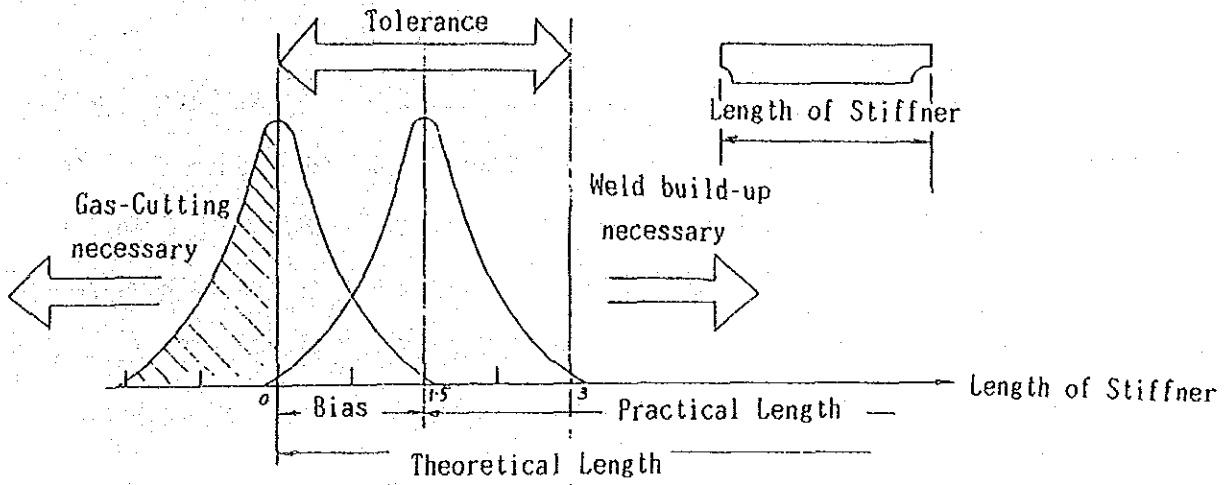
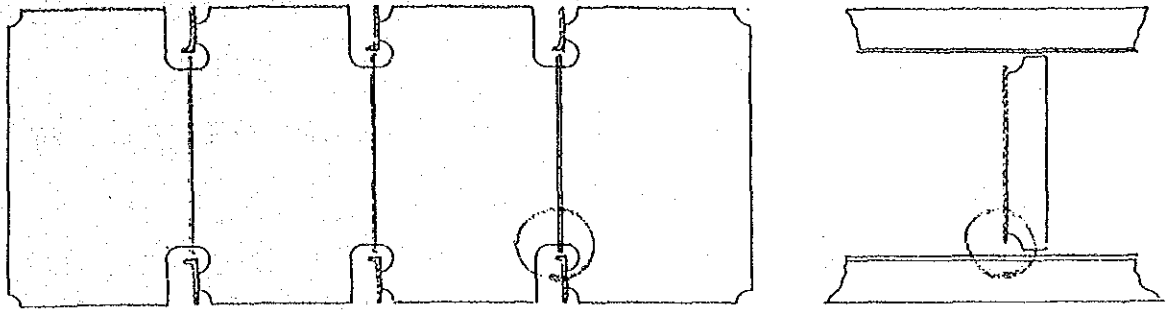
$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2 + \sigma_5^2} \leq 0.75$$

もし、 $\sigma_1 \sim \sigma_5$ がほぼ同一であれば、

$$\sqrt{5} \sigma_1 = 0.75$$

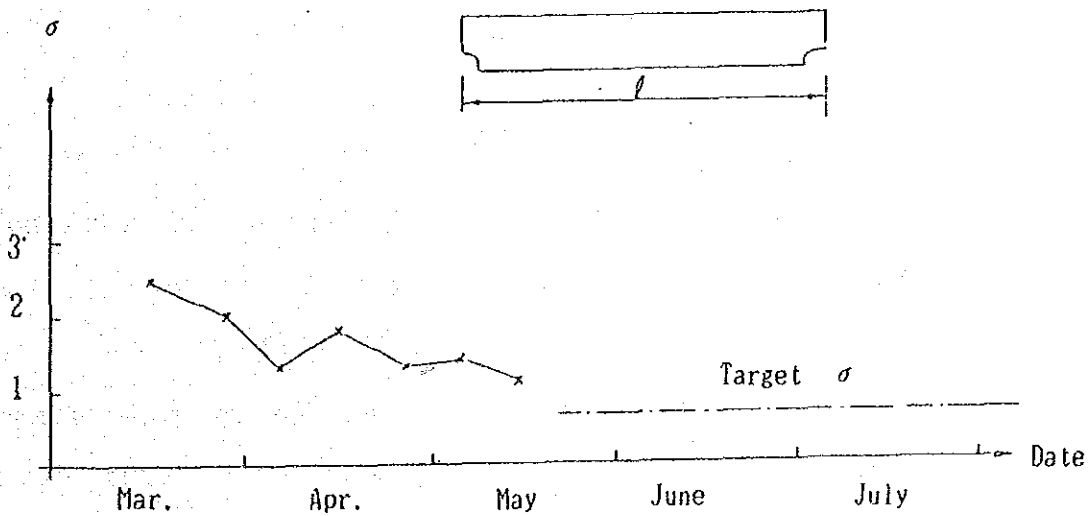
$$\therefore \sigma_1 = 0.33$$

精度管理活動は、それぞれの単位要素別に \bar{x} 、 σ を実測から統計的に解析し、これらを目標に向かって収斂させるよう日時を追って追求していく。これが即ち『データで話す』『PDCAを回す』ことで『論理的、科学的手法を通じた改善運動』になるのである。



図VI-2-6-10 精度管理の例

鋼構造物の取り合いにバイアスをかける。



1988

図VI-2-6-11 精度管理の例

スティフナー寸法の標準偏差を追求する

〔精度管理 例2〕

あと工程での仕上げ切断をなくすことを考える。

今のところ、製品の最終寸法を図面寸法通りに確保するため、製品を構成する部材には、さまざまな『伸ばし』(excess margin)をつけている。

この『伸ばし』には2種の要因があって

- 1) 溶接による収縮に対応するもの
- 2) 取り付け作業或いは基準線、たてつけの誤差に対応するもの

である。1項の溶接による収縮は不可避であるが、理論的、実験的に予想が可能で、溶接の入熱量を厳密に管理することによって、収縮代を予め図面寸法に加味しておくことができる。すなわち『延尺制度』(Expanded Scale)の利用である。延尺を採用すると、加工寸法はその部材に加えられる溶接の種類、脚長の大きさ、溶接線の数などによって図面寸法に収縮代が加算される。したがってここでの精度管理活動は加工の工程の各作業、特に溶接作業が予め想定された通りに実施されるかを厳密に追求することになる。隅肉溶接の脚長管理が特に重要である。

2項の伸ばしは、厳密な作業手順を確実に踏むことで解消が可能である。

定盤の水平度、平面度、治具の精度、基準線の決めかた、たてつけの精度など要因毎に管理ポイントを定め改善を進めていく。

いずれも根気の要る息の長い仕事であるが、これらの忍耐強い努力の積み上げのみが、10年後の当工場の評価を決定する。

2-6-6 信頼性技法の導入

信頼性技法は高難度で複雑な製品を生産する上で、品質保証に大変有効な手法である。蘭州石油化工機器廠が今後難度の高い新機種分野に進出するのに必要なソフトウェア(software)である。

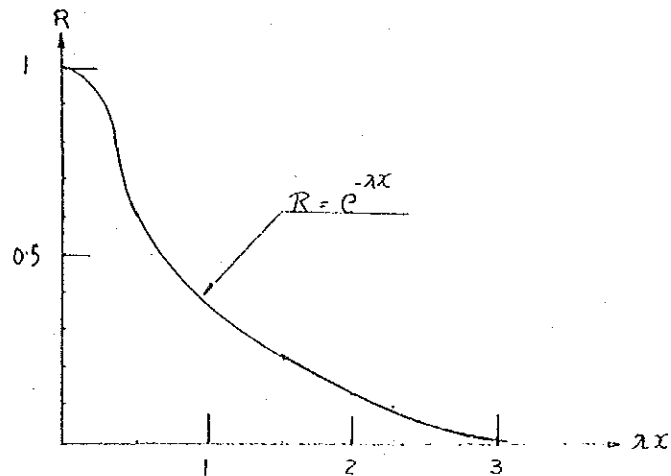
信頼性技法とは、信頼性(Reliability)という言葉に、統計確率論を加味して数値化し、品質を論理的に評価していくものである。

『信頼できる品質』には『故障しない性質』(狭義の信頼性)と『故障しても容易に修復できる性質』(保全性: Maintainability)の二つの性質が必要である。また工業製品には必ず寿命があるから、信頼性は時間の関数でもある。

信頼度は次のとおり表現される。

$$R = e^{-\lambda x} \quad (R = 1 \sim 0)$$

λx	R
0	1.0
0.5	0.607
0.693	0.50
1.0	0.368
1.50	0.223
1.61	0.200
2.0	0.135
2.3	0.100
3.0	0.050



ここで $1/\lambda$: MTBF (Mean Time between Failure) 平均故障間隔

(これは修理して再使用できる製品に当てはめる)

MTTF (Mean Time to Failure)

修理して再使用することを考えない製品での故障に到るまでの動作時間

MTTR (Mean Time to Repair) 故障の修復に要する平均時間

Availability = $MTBF / (MTBF + MTTR)$

現在世の中一般に用いられている信頼度は、破局的損傷 (Catastrophic Failure) を $1/\lambda = 10^{-4}$ / 年として判断している。

(注) Norwegian Petroleum Directorate: 1981-9

これを、ポアソンの累積確率公式に則って表現すると『90%の確率で23000年に1回起きる程度の事故率』と言うことになる。この数値は我々日常の経済生活から考えると、あまりに現実離れしていると思われがちであるが、破局的損傷に到るための製品部品、システムなどの個々のMTBFを重畳させてゆくと妥当な数値であることが理解できる。

一般に工業製品を構成している部品やシステムには、直列 (Series) の連なりと並列 (Parallel) の連なりとがある。それぞれの部品には固有の故障発生率、言い換えればMTBFを持っており、幾つかの系が直列に連なっている場合、すべての系が同時に故障し

て破局的損傷に進展する確率は、

$$\Sigma \lambda = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \dots$$

一方、並列の連なりの場合、

$$\Sigma \lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots$$

ただし、通常並列配置の系では、一方が稼働状態の時、他方は待機の状態（これを待機冗長系：Stand-by Redundancyと言う）にあり、

$$\lambda = \lambda / (2 \lambda + \varepsilon)$$

$$1/\varepsilon : \text{MTTR}$$

となるのが普通である。

これらの具象を二次元的にグラフィカル(graphical)に展開したのがFTA(Fault Tree Analysis)でダイアグラム(diagram)に従って $\Sigma \lambda$ を計算し、破局的事故率に大きく影響するクリティカル(critical)な部品の要素を見つけ出して安全対策を付加してゆく品質保証の手法である。

図VI-2-6-11~12参照 出典：LR, Technical Report No. 82.

信頼性の解析にはデータが必要である。集積すべきデータには次の項目が必要である。

- 1) 製品の詳細、どの部分の故障データか？
- 2) 環境条件（温度、湿度、ほこりなど）は正常か異常か？
- 3) 使用条件
- 4) 破損か磨耗か？
- 5) いつ故障したか？（年月日）
- 6) どのように直したか？ 修理時間は？(MTTR)
- 7) 故障までの稼働時間 (MTBF)

また、故障率にはバスタブ(Bath-tub)型の性質がある。

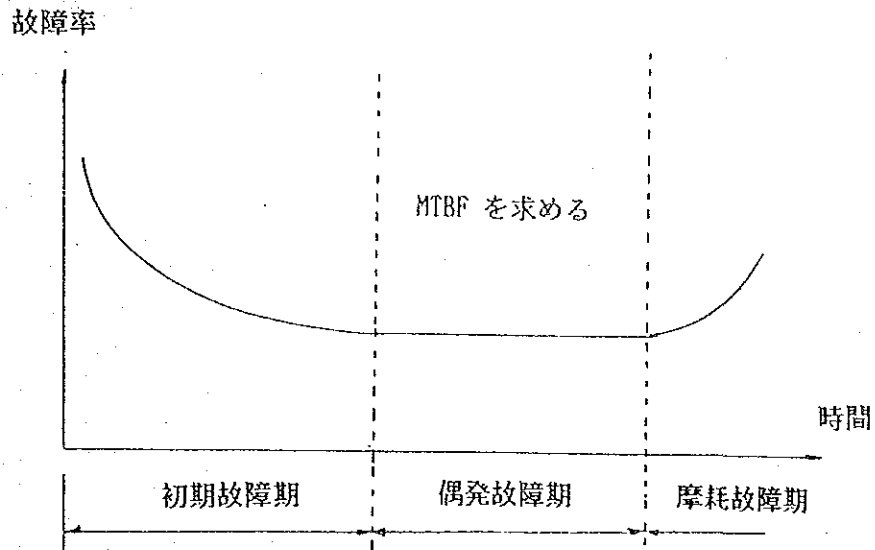
過去の故障データを解析して、経過時間毎の累積故障頻度分布を求め、ワイブル (Weibull) 確率紙を使用すると

初期的故障 ($m < 1$)

偶発的故障 ($m = 1$)

老朽化（磨耗）故障 ($m > 1$)

かがわかり易い。



図VI-2-6-13 バスタブ (Bath-tub) 曲線

信頼性技法の一つ、FTA は最終の破局的損傷からスタートし、構成部品の基本具象に到るトップダウン (Top-Down) 方式であるが、これと逆に部品の損傷からスタートして製品全体の故障を予測するボトムアップ (Bottom-Up) 方式のFMEA (Failure Mode & Effect Analysis) がある。

FMEAの手順は次のとおりである。

- 1) もし部品に故障が起きたら
- 2) どんな故障の状態になるか?
- 3) それは組み立て品にどのように影響するか?
- 4) 製品にはどう影響するか?
- 5) それはどの位重要な問題か?
- 6) どんな予防対策がとれるか?

これらをブロック図で展開するのである。

図VI-2-6-14参照 (出典: LR. Technical Report No. 82)

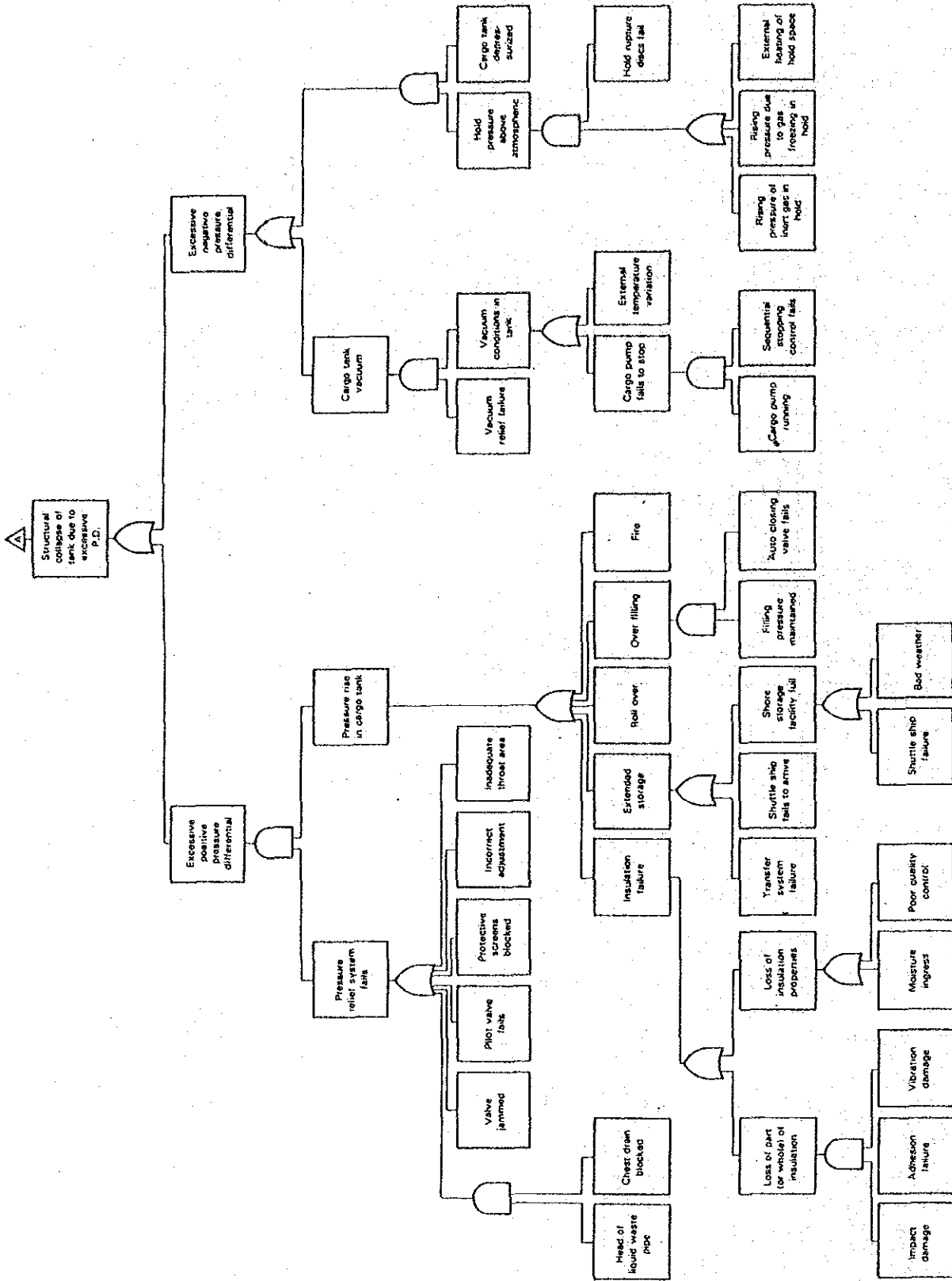
いずれにしてもこれらの手法の展開には過去の貴重な経験や専門家の意見が必要であり、このためにも設計審査 (Design Review) の体制が望まれる。すなわち、

『設計の各段階が終了した時点で設計の適合性を確認するために行う再検討作業であって、審査には設計、製造、検査、運用、研究開発などの専門家の参加が必要である』

なお、この信頼性の考え方は、設備の保全に全面的に採用できる。

今まで採ってきた故障修理伝票を改善して、MTBFやMTTR並びにワイブル確率での形状係数 (m の値) が検討できるようなデータを集積することによって、予防保全や統計確率を利用した科学的在庫管理の方向へ進むことが可能である。

設備管理の項を参照のこと。



VI 2-6-12 FTAのサンプル 出典 I.R. Technical Report No. 82

1. Failure Mode and Effect Analysis

- 1.1 Three FMEA examples of the six separate components evaluated were:
 (i) Pressure envelope.
 (ii) Insulation (PUF).
 (iii) Insulation vapour seal.

- 1.2 Each component has been analysed on the standard FMEA sheets. Typical examples are given in Tables 11—13. The possible failure causes have been numbered in accordance with the list of hazardous sources given in Table 4.

Table 12

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS	
SYSTEM:	OFFSHORE LNG PROJECT
SUB-SYSTEM:	LNG Containment
1. Component name:	Insulation P.U.F.
2. Function:	Retard heat flow into the cargo. Control of hull structural steelwork temperatures.
3. Mode of operation:	—
4. Failure mode:	Extensive cracking and/or shedding of insulation.
5. Failure cause:	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 18, 20, 21/44, 36, 37, 38, 42.
6. Effect of failure on:	
6.1 Component/functional assembly	Major reduction in insulation value.
6.2 Sub-system	Major increase in heat leakage into cargo. Noticeable reduction in hull structural temperatures.
6.3 Project	Possible requirement for immediate shutdown.
7. Failure detection method	Hull steelwork temperature sensors. Tank pressure indicators.
8. Corrective action	Flood and circulate ballast spaces if necessary. Repair insulation immediately.

Table 11

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS	
SYSTEM:	OFFSHORE LNG PROJECT
SUB-SYSTEM:	LNG Containment
1. Component name:	Pressure Vessel Shell.
2. Function:	Containment of liquefied gases.
3. Mode of operation:	Passive.
4. Failure mode:	Structural failure—non-critical through thickness defect.
5. Failure cause:	1, 3, 5(b), 6, 7, 12(a), 12(b), 15, 16, 17, 18, 20, 21/44, 36, 39, 42, 43, 45, 46, 47, 49.
6. Effect of failure on:	
6.1 Component/functional assembly	Containment has failed to minor degree.
6.2 Sub-system	As above.
6.3 Project	Minor cracks kept under observation. If tank is emptied of contents, and depressurised, possible loss of use of one tank. Reduced output of plant.
7. Failure detection method	Gas temperature and pressure changes, and possibly bilge level detection in hold.
8. Corrective action	Transfer contents out of tank if crack approaching critical crack length. Keep tank depressurised, with a safe atmosphere until repair is possible.

Table 13

FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS	
SYSTEM:	OFFSHORE LNG PROJECT
SUB-SYSTEM:	LNG Containment
1. Component name:	Insulation Vapour Seal.
2. Function:	Moisture barrier.
3. Mode of operation:	—
4. Failure mode:	Ineffective vapour seal together with high hold space dew point.
5. Failure cause:	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 16, 18, 20, 21/44, 36, 37, 42.
6. Effect of failure on:	
6.1 Component/functional assembly	Loss of sealing properties allowing moisture ingress to the insulation.
6.2 Sub-system	Migration of moisture to the tank wall. Loss of thermal properties of insulation and possible ice damage. Reduction in structural steelwork temperatures.
6.3 Project	Not likely to require immediate action.
7. Failure detection method	Moisture detectors. Increase of heat ingress into cargo. Hull steelwork temperature sensors.
8. Corrective action	Correct the dew point in the hold space. Eventual drying or renewal of insulation. Repair the vapour seal.

2-7 設備管理

設備管理は生産工程の円滑化、加工精度安定による品質の均一化とともに労働災害防止、安全性向上に寄与する工場運営上重要な機能である。

そのため、現状と問題点（前述）を認識したうえで実現可能な分野から改善を進めていくべきである。

- (1) まず設備管理の重点を故障、不具合発生に対する修理、改造作業の管理から、事前に予知し防止する保全点検作業の管理に移行、強化する必要がある。
- (2) 天井走行クレーン、溶接機等生産並びに防災の影響の大きい機械、設備で20年以上稼働し続けて故障や不具合発生頻度の高いものは、一時的修理ではなく、徹底的に不具合箇所、摩耗箇所を点検し、関連機構と部品を改修、交換することが重要である。また更新することも設備の計画のなかで検討すべきである。
- (3) 点検、修理を実施した場合には、その機械、設備ごとに故障、不具合の内容と原因並びに修理の内容と計測データとを時系列的に経歴を記録したカルテを作り、整理して機械設備の稼働期間中保管すべきである。以後の点検、修理時には必ずこのカルテを参照して現状を加味して対策をたてることが精度、性能の安定と効果の高い適切な修理保全ができる。
- (4) 機械設備を導入するときはメーカーの納入後のメンテナンス、アフターサービス体制、消耗品を含む交換部品の供給可能期間を十分調査確認しておかなければならない。

でき得る限り保守要領書、交換部品の手配要領図を入手し、メーカーが型式変更又は製造中止になり、交換部品供給が困難になったときには部品の加工ができる詳細図面の入手を導入時からメーカーと協議しておくべきである。

特に外国からの輸入品に関しては、これらの対処を充分考慮しておくことが重要である。

- (5) モーター、変圧器等の電気設備の修理はできる限り社外の専門会社に委託し、自社内のメンテナンス修理負担の軽減を図るべきである。

中期以降の将来計画として、現在社内に抱えている修理保全要員を独立させ、地域全体に技術サービスを提供し、あわせて間接部門の選減に貢献することを検討すべきと考える。

- (6) 機械、設備の故障の背景を糾明する必要がある。設備が順調に稼働するためには、

設備を保全する者と運転操作をする者とは、真に設備の機能と内容をしることにより、期待通りの連続運転が可能となる。

故障、不具合を引き起こす原因は、保全側と運転側の双方にある。

一般的に保全側では故障予知不足のための保守点検計画と実施の遅れや、修理技術の未熟、運転側では設備の知識に弱く、誤った運転方法や苛酷な運転などが考えられる。

管理面からみた故障の引き金と故障の内容は次表のとおりである。

表VI-2-7-1 設備故障の起こり方

表VI-2-7-2 機能要素と機能トラブル状況、その要因

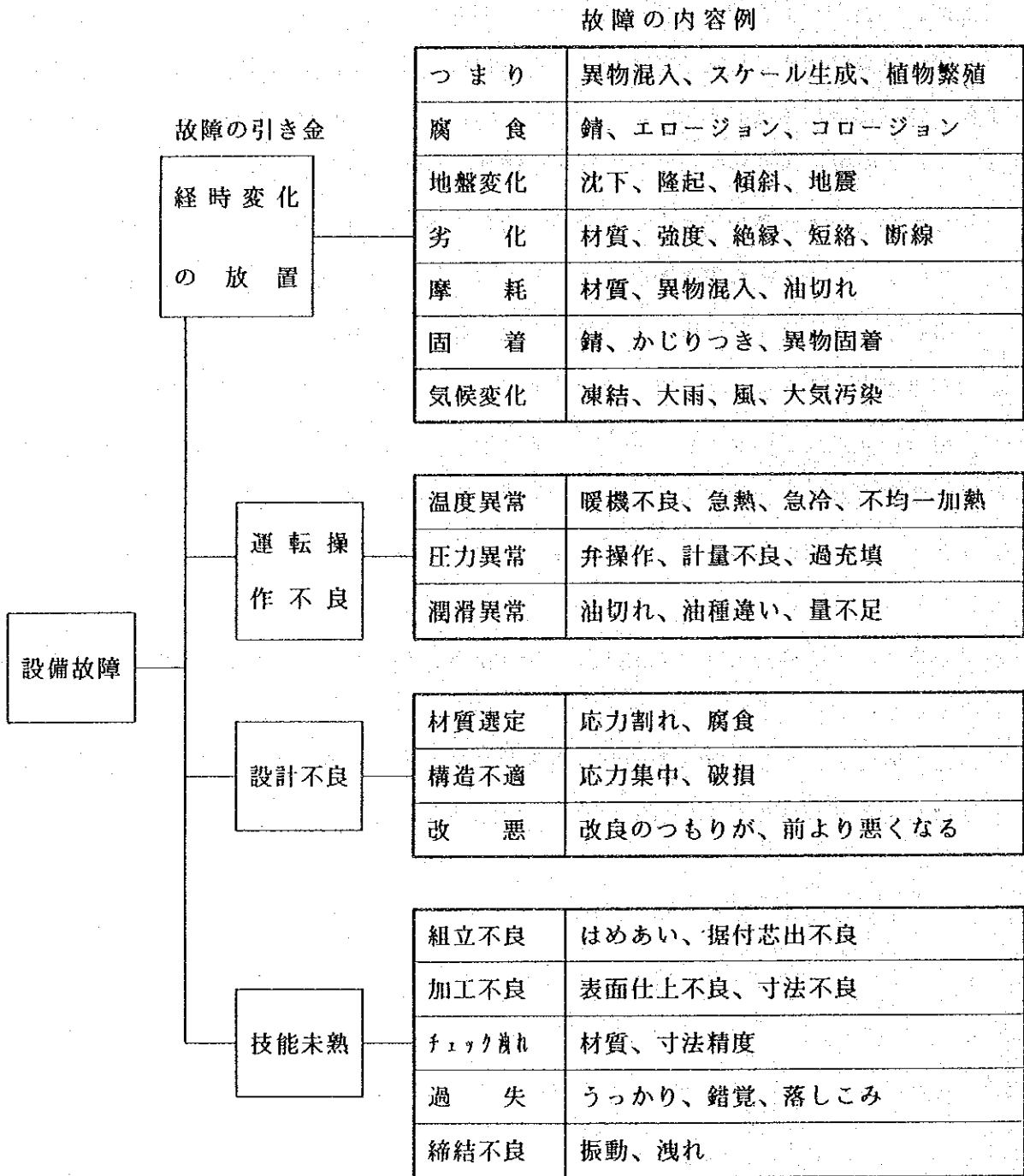
を参照のこと。

- (1) 更新により最近開発された機械、設備を導入する場合、次第に高級化、複雑化してきているため、空気圧、油圧、電子制御の機構が随所に使用されている。したがってメンテナンス業務に当たる技術者はあらゆる機会を利用して技術の高度化に備えて研修を積みねばならない。

保全をすべて自社内で行う体制では、保全技術の向上は生産工程、品質確保、安全管理の上から重要なことである。

このようなメンテナンス技術者の養成が設備の改良、専用機器の設計、製作にも効果を発揮するので、技術教育は計画的に、かつ積極的に推進していかねばならない。

表VI-2-7-1 設備故障の起こり方



表VI-2-7-2 機能要素と機能トラブル状況、その要因

代表的機能要素		機能部品例	機能阻害時状況	行 動 要 因
1	潤 滑	潤滑油、グリース	焼付、かじり	油切れ、油種不適
2	軸 受	玉、ころ、平軸受	焼付、振動	潤滑切れ、過負荷、芯出不良
3	回 転 (体)	羽根車、ロータ	軸焼付、振動	同上、アンバランス
4	連 結	カップリング、歯車、キー	破損、振動	芯出不良、摩耗放置
5	伝 導	Vベルト、チェーンクラッチ	すべり、発熱	摩 耗 放 置
6	密 封	パッキング類、各種シール機構	洩れ、中毒、爆発、火災、	摩耗放置、締付不良
7	摺 動	ピストン、シリンダクロスヘッド、ベッド	洩れ、焼付、振動	潤滑油切れ、ゆるみ、摩耗放置
8	除 塵	フィルター、ストレーナ	つまり	掃除忘れ エレメント破損
9	流体制御	配管、弁、オリフィス	圧力異常、つまり、流量異常、洩れ	異物放置、シート洩れ
10	締 結	ボルト、ナット、フランジ、ピン、コッタ	振 動	ゆるみ止め不良 締付け不足
11	指 示	圧力計、計器	温度、圧力、量異常	つまり、凍結割れ、点検不良
12	本 体	ポンプ、圧縮機等の本体	振 動、洩れ	破損、締結不良、グラウンド不良

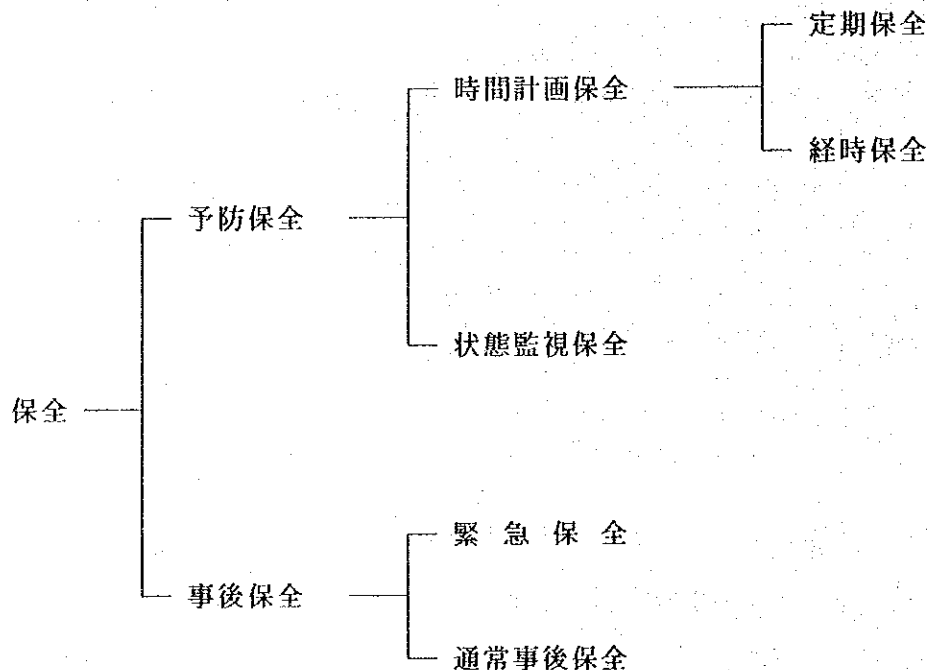
(8) 設備の予防保全

設備を順調に稼働させ、しかも故障の際には敏速に復旧させることは、設備保全部門の絶対的な使命である。このため保全部門は必要な専門家と予備品とを常備して、定期点検を実施し、不具合発生の未然防止を目標に活動を進める。

工場近代化のなかで、設備の保全活動は『信頼性実践の場』として、まことに恰好の領域である。すなわち、信頼性技法に基づいた統計的、論理的工場経営のテストの場所となり得るからである。

さて、保全のうち事故や不具合が生じてから手を当てるいわゆる『事後保全』(Repair)では、その任務が達成されているとはいえない。

事後保全から『予防保全』(Preventive Maintenance)へ移行してこそ意義がある。保全活動を図式で表現すると次のようになる。



このうち経時保全(Age-based Maintenance)とは、対象が累積動作時間に達した時に行う予防保全で、修理再使用を前提にしない機器でのMTTF(Mean Time to Failure)に関連する。いずれにしても『信頼性技法の導入』(VI-2-6)の項で説明した。

MTBF: Mean Time between Failure 平均故障間隔

MTTR: Mean Time to Repair 平均修理時間

Availability=MTBF/(MTBF+MTTR)

m: Weibull Function's "m" ワイブル関数の m 値

を論理的に用いて計画的保全を行うものである。

予防保全の基礎データは、保全の記録である。MTBFや m 値を求めるには、故障の累積頻度(%) (Cumulative Frequency)が必要である。このためには今まで採取したデータを整理して、

- 1) 故障データを層別(機種別、部品別)に区分けする。
- 2) 故障データをヒストグラム化する。
- 3) 累積頻度(%)を算出する。すなわち故障データを寿命時間の順に整理して並べ、小さい方から累積個数を数える。

予防保全には次の活動がある。

- 1) 故障の徴候または欠点を発見するための試験検査の実施
- 2) 注油、清掃、調整などの実施
- 3) 欠点を持つ品目の取り換え修理
- 4) 定期交換品目の取り換えなどの作業

故障が頻発する機器の要素部分にはFTA(Fault Tree Analysis)としての安全性を高めるための改善案を作成する。これには次のような方策がある。

- 1) 冗長性(Redundancy)を持たせる。
- 2) 負荷軽減を行う。
- 3) 信頼度の高い部品要素と交換する。

などである。

予備品の材庫量をMTBFをベースにして、統計的に求める方式に、アメリカ海軍の規格：NAVSHIPS 94324, Maintainability Design Criteria Handbook for Designers of Shipboard Electronic Equipment (Naval Ship Command, Navy) がある。

図VI-2-7-3 参照

1 例

(問) MTBF=10000時間の特殊ボルト20本を構成部品として使っている産業機械がある。

その機械は毎日24時間稼働する。特殊ボルトの予備品は3ヶ月間隔で発注計画がなされ貯蔵されている。

特殊ボルトの予備品が必要になったときに、95%の確率を保証するためには、倉庫にどのくらいの数の予備品を貯蔵すべきか。

(答)

部 品 数 : $K = 20$ 部品

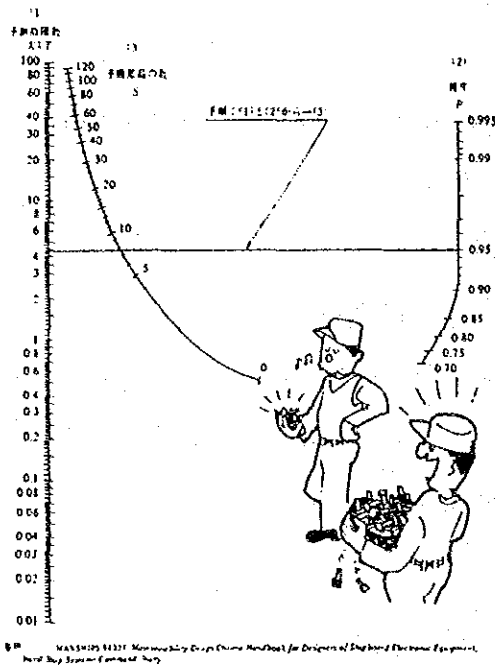
故 障 率 : $\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{10000} = 0.0001 / \text{時間}$

期 間 : $T = 3 \text{ヶ月} = 24 \times 30 \times 3 \text{時間}$

予測故障数 : $K \lambda T = 20 \times 0.0001 \times 24 \times 30 \times 3 = 4.32 \text{個}$

確 率 : $P = 95\%$

下図を使用すると $S = \text{約} 8$ が必要な予備部品数である。



図VI-2-7-3 予備品の適正在庫量を求める。

(出典: おはなし信頼性 斎藤善三郎著 日本規格協会)

(9) 設備投資の経済効率

工場近代化施策は中国側における費用の算定要素があるが、日本における費用の見積りをもとにした経済効果の算定は実情に合わない。したがって以下、設備投資に際して検討すべき事項を述べる。

設備を新しく導入する場合、これに投資した資金は長期にわたって固定すると同時に、もしその設備が十分に稼働しないときには、生産活動には不要な余分の減価償却費や、利子負担を発生して製品のコストを押しあげ、工場の利益を減少させる原因となる。したがって設備の計画立案に際しては、その設備を使用して生産する製品、部品について

投入工事量の予測、採算等について十分な検討を行う必要がある。

1) 設備更新、新設の必要性

設備の新設を計画する場合、その理由として次のことが考えられる。

- a) 現有設備の容量が不足
 - ・ 加工物の大きさ、容量に対応できない。
 - ・ 製品の要求精度、品質を満足できない。
 - ・ 製品を製作する過程で必要とされる生産機能を持っていない。
- b) 現有設備の消化能力が不足
 - ・ 投入工事が消化できない。
- c) 生産性の著しい向上が図れる
 - ・ 加工（生産）時間の短縮、生産量の増大
 - ・ 省人、省力化
 - ・ 省エネルギー
 - ・ 省資源（材料歩留り向上、材料代替）
 - ・ 省資金（半成品、在庫品の削減）
- d) 環境、安全向上対策
 - ・ 公害防止
 - ・ 安全対策
 - ・ 士気向上対策
- e) 営業政策上
 - ・ 技術、生産体制のPR
 - ・ 設備新設による製品の競争力（価格、品質、納期）の向上
- f) 新技術、新製品開発上

上記のうち「環境、安全向上対策」、「営業政策上」及び「新技術、新製品開発上」の理由については、操業を継続し、経営を行う上でも必要な投資であり、投資の時期、規模については、多分に経営的視点から見た調査と、データにより判断しなくてはならない事項である。

生産の現場に関連の多い「現有設備の容量不足」、「消化能力不足」及び「生産性の著しい向上が図れる」理由について、設備投資に際して検討を行うべき事項について以下に述べる。

2) 設備更新、新設の検討事項

設備投資に際し事前に検討を行う手順と事項は、投資決定する時の判断資料であり、投資効果を評価する目安であるので十分慎重に検討を行う必要がある。

- a) 現有設備の容量が不足の場合の検討手順の一例は次頁の表VI-2-7-4、表VI-2-7-5設備投資検討のフローチャートのとおりである。

表VI-2-7-4 設備投資検討のフローチャート

検 討 事 項	チエック	確認、調査、検討事項
<pre> graph TD A([製品]) --> B[現有設備で加工できない] B --> C{他の方法で加工できるか} C -- YES --> D[他の方法で加工する] C -- NO --> E{他の工場で加工できるか} E -- YES --> F[他の工場加工する] E -- NO --> G{設計を変えられるか} G -- YES --> H[設計変更する] G -- NO --> I{一過性か} I -- YES --> J{加工外注はできるか} J -- YES --> K[加工外注する (対比する)] J -- NO --> L[設備新設検討] I -- NO --> L L --> M{投資効果はあるか} M -- YES --> N((投資)) M -- NO --> O[投資がカバーできないとすると 政策的判断が必要。したがって 政策と政策決定者を明確にしておかねばならない。] </pre>	<p>◎</p>	<p>1) 品物の大きさとの関係はどうか。 2) 精度（品質保証能力）はどうか。 3) 現有設備で加工（使用できない要素はなにか）。</p> <p>1) 他の設備を用いて加工できぬか。 2) 加工できる時は、その手法と工数。 3) 上記と新設備との工数比較。</p> <p>1) 品質保証能力と工数をチェックする。</p> <p>1) 大きい物は分割。 2) 必要精度の見直し。 3) 加工（使用）の可能性の見直し。</p> <p>1) 設備によって、基礎据付等の費用も考えに入れること。 2) 加工外注の場合、単価、納期、運搬、品質等も考え検討のこと。</p>
備 考	1) ◎・◇ は投資後にチェックする。 2) 検討手順、内容は明確にしておくこと。	

表VI-2-7-5 設備投資検討のフローチャート

検 討 事 項	チエック	確認、調査、検討事項
	<p>◎ 1) 仕事量の予測。 ◎ 2) 工数の山積を作る。 ◎ 3) 対象設備の稼働計画を作る。</p> <p>1) 品質保証能力と工数を調査する。 2) 日程管理体制を検討する。</p> <p>1) 能力UPの具体策を作る。 2) 問題点のリストアップ(List up)する。 ◎ 交替制→人員配置 機械改造→方法、費用、能力</p> <p>1) 設備によって、基礎・据付等の費用も考えに入れること。 2) 加工外注の場合、単価、納期運搬の他品質等も考え検討のこと。</p> <p>◎ 1) 新設備導入により能力UPし、人員の余裕がでた時は、その人員の有効活用を明確にすること。</p>	
備 考	1) ◎・◇ は投資後にチェックする。 2) 検討手順、内容は明確にしておくこと。	

b) 生産性の著しい向上が図れる場合

- ・ 加工（生産）時間の短縮、生産量の増大

現有設備による加工手順、工数の2～3例を出し、同様の製品に対する新設備による加工手順、工数（日数）の比較を行う。

- ・ 省人、省力化

この場合最も注意しなくてはならぬのは、省人、省力化によって余力となった人を、どのように再配置し、有効に活用するかである。省人、省力化により余力としてでた人を自動機の見張としたり、間接部門の人員増加としたのではトータルとして何の投資効果も得られなかったことになる。

省人、省力のための投資を行う場合は、投資によって直接計算される利益と、それによってでた労力等のプラス、マイナスも考慮しなくてはならない。

- ・ 省エネルギー

省エネルギー投資は比較的簡単に利益を数値として取り出し、顕在化しうるが、投資効果の計算の他、効果の永続的チェックが必要で、記録として新旧対比のできる資料を作成しておく必要がある。

- ・ 省資源（材料の歩留り向上、材料の代替）

新しい設備により、その設備の持っている機能を有効に利用し、材料の歩留りを向上させたり、別の材質の物の使用も考えられるので、設備計画に際してはこの面よりの検討も必要である。

- ・ 省資金（半成品、在庫品の削減）

現在の設備機器は従来之物に比し、機能も性能も飛躍的に向上している。したがって新しい設備を計画する時は、半成品、在庫品の削減にどのような効果があるかも考える必要がある。

3) 投資効果の判断

設備を新設するには「設備更新、新設の必要性」の各理由と「検討事項」を経て決定されるが、政策的判断にしる、生産性の向上にしる、その投資が効果的でなくては無駄な投資となる。

投資効果については、それぞれの状況において異なった判断もあるが、投入した資金がある期間内に回収できなくては有効な投資とはいえない。

ある期間とは国家または自社基準の償却年数であるが昨今のごとく技術進歩が目ざ

ましく取扱う製品もモデルチェンジにより多様化してくると、この回収期間も見直しが必要となってくる。

ここでは一応国家基準の耐用年数を基に資金回収期間法による設備投資の有効性の検討手順である。

この検討は面倒な計算式等はいらず、添付の「資本回収係数」表を用いて行うことができる。

① 設備の使用年数と償却率及び金利等から資本回収係数を求める。

- ・ 使用年数： 法定償却年数でなく、その設備の有効使用年数とする。
- ・ 償却率： 上記有効使用年数に対する法定率とする。
- ・ 金利等： 金利、固定資金に対する税率

② 減価償却費＋金利等＝投資金額×資本回収係数：A

③ 新設備による能率向上および利益を年間利益金として算出する：B

④ 設備投資効果

A < B の場合は効果が有る。

A > B の場合は効果が期待できない。

以上は設備投資に対し発生する費用と利益とを比較したものであるが、この方法を逆に用いると、何年で設備投資の償却ができるかを求めることができる。よってこの償却年数と使用年数とを比較して、投資が有効であるか否かを判断することもできる。

⑤ 新設備による能率向上および利益を年間利益金として算出する：B

⑥ $B \div \text{設備投資金額} = C$

⑦ Cの近似値と償却率＋金利等から表で回収年数を求める。

⑧ 設備投資効果

使用年数 > 回収年数 の場合は効果がある。

使用年数 < 回収年数 の場合は効果が期待できない。

これらの効果計算法で年間利益金を算出する場合には

加工費単価×効果時間 とするのではなく、

直接労務単価×効果時間 とすることが好ましい。

資本回収係数 [P→M] : $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ または $\frac{1}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}$

表VI-2-7-6 資本回収係数

n \ i	9 %	10 %	11 %	12 %	13 %	14 %
1	1.09000	1.10000	1.11000	1.12000	1.13000	1.14000
2	0.56847	0.57619	0.58393	0.59170	0.55948	0.60729
3	0.39505	0.40211	0.40921	0.41635	0.52352	0.43073
4	0.30867	0.31547	0.32233	0.32923	0.33619	0.34320
5	0.25709	0.26380	0.27057	0.27741	0.28431	0.29128
6	0.22292	0.22961	0.23638	0.24323	0.25015	0.25716
7	0.19869	0.20541	0.21222	0.21912	0.22611	0.23319
8	0.18067	0.18744	0.19432	0.20130	0.20839	0.21557
9	0.16680	0.17364	0.18060	0.18768	0.19487	0.20217
10	0.15582	0.16275	0.16980	0.17698	0.18429	0.19171
11	0.14695	0.15396	0.16112	0.16842	0.17584	0.18339
12	0.13965	0.14676	0.15403	0.16144	0.16899	0.17667
13	0.13357	0.14078	0.14815	0.15568	0.16335	0.17116
14	0.12843	0.13575	0.14323	0.15087	0.15867	0.16661
15	0.12406	0.13147	0.13907	0.14682	0.15474	0.16281
16	0.12030	0.12782	0.13552	0.14339	0.15143	0.15962
17	0.11705	0.12466	0.13247	0.14046	0.14861	0.15692
18	0.11421	0.12193	0.12984	0.13794	0.14620	0.15462
19	0.11173	0.11955	0.12756	0.13576	0.14413	0.15266
20	0.10955	0.11746	0.12558	0.13388	0.14235	0.15099
21	0.10762	0.11562	0.12384	0.13224	0.14081	0.14954
22	0.10590	0.11401	0.12231	0.13081	0.13948	0.14830
23	0.10438	0.11257	0.12097	0.12956	0.13832	0.14723
24	0.10302	0.11130	0.11979	0.12846	0.13731	0.14630
25	0.10181	0.11017	0.11874	0.12750	0.13643	0.14550
26	0.10072	0.10916	0.11781	0.12665	0.13565	0.14480
27	0.09973	0.10826	0.11699	0.12590	0.13498	0.14419
28	0.09885	0.10745	0.11626	0.12524	0.13439	0.14366
29	0.09806	0.10673	0.11561	0.12466	0.13387	0.14320
30	0.09734	0.10608	0.11502	0.12414	0.13341	0.14280

4) 投資効果の検討例

分工場の設備の近代化計画、実施において、生産加工の要である溶接の自動化は生産性効率の向上と品質安定により溶接不良の後がかり補修溶接削減で工場の生産高の増大が期待できる。

現在の溶接の自動化率は、20～30%でありこれを50～60%に高めることが最重要課題である

また、MAG半自動溶接機、TIG溶接機の採用も溶接工程による生産高増大に直接、間接に寄与する。

したがって溶接工数が削減することは、生産高向上に比例して利益も伸びると仮定して、その伸びた利益を予想利益と仮定する。

a) 算定用諸数値

- ① 生産高増大比率：煉化分廠の手溶接工数を全作業員に対する手溶接工の人数比率と仮定

$$\frac{\text{手 溶 接 工}}{\text{全 作 業 員}} = \frac{193\text{人}}{734\text{人}} = 26.3\%$$

自動溶接機、MAG半自動溶接機等の導入による溶接作業が30%増大すると仮定する。

全生産作業に対する生産量増大比率は、

$$26.3\% \times 30\% = 7.9\%$$

- ② 予想利益：煉化分廠の1989年度工事利益を1600万元とすると、溶接工法の近代化による予想利益は、

$$1600\text{万元}/\text{年} \times 7.9\% = 126.4\text{万元}/\text{年}$$

- ③ 投資金額：SAW、MAG半自動溶接機等の加工関連設備合わせて約15000万円とする。

$$15000\text{万円} \div 35\text{円}/\text{元} = 428.6\text{万元}$$

- ④ 償却年数：10年とする。

- ⑤ 金利：10%とする

- ⑥ 資産税率：1.4%とする

$$\left. \begin{array}{l} \text{⑤ 金利：10\%とする} \\ \text{⑥ 資産税率：1.4\%とする} \end{array} \right\} = 12\%$$

上記諸仮定数値、条件から資本回収係数は0.17698となる。(n=10, i=12)

年間減価償却費+金利+税金

$$= 428.6 \text{ 万元} \times 0.17698 = 75.9 \text{ 万元}$$

溶接設備の近代化更新により年間 126.4 万元の利益が見込めるので

$$75.9 \text{ 万元} - 126.4 \text{ 万元} = -50.5 \text{ 万元} \text{ となり}$$

この設備投資は効果があることになる。

しかし、実際にはこの様な設備は 3～5 年で修理することが予想されるので、

$$126.4 \text{ 万元} \div 428.6 \text{ 万元} = 0.2949$$

この数値を資本回収係数として、金利：9%、租税率：1.4%、使用年数に対する減価償却率：6%として、資金回収期間を求めると

$$\frac{\text{設備投資額}}{\text{投資利益額} + \text{減価償却費}} = \frac{428.6 \text{ 万元}}{126.4 \text{ 万元} + (428.6 \text{ 万元} \times 6\%)} = 2.82$$

約 3 年で回収できることになる。

また、資本回収係数を 0.2949、 $i = 12\%$ として資本回収係数表から n を読むと、資本回収期間は 4～5 年で回収できる。

以上から、単純計算ではあるが、約 4 年前後で回収できれば本設備投資は有効と判断できる。

2-8 安全管理

蘭州石油化工機器廠煉化分廠の安全成績は1988年度で休業災害発生件数10件、百万労働時間当たりの休業災害度数率で約2.6*となっている。この数値は日本での同種の製造業の休業災害度数率が1.0を遥かに下回っていることと比較して、決して良い数字とはいえない。安全管理について、経営幹部、管理監督者はもとより全従業員の一人ひとりが安全管理の基本と自分の役割を認識し、災害防止を知識として持っているだけではなく、実践による安全で明るい職場造りを目指した活動を推進する必要がある。

*百万労働時間当たりの休業災害度数率

$$2.6 = \frac{10 \text{ 件}}{(1,400 + 1,482) / 2 \times 12 \times 220 \text{ H/月}} / 1,000,000$$

1,400人 1987年末在籍
1,482人 1988年末在籍

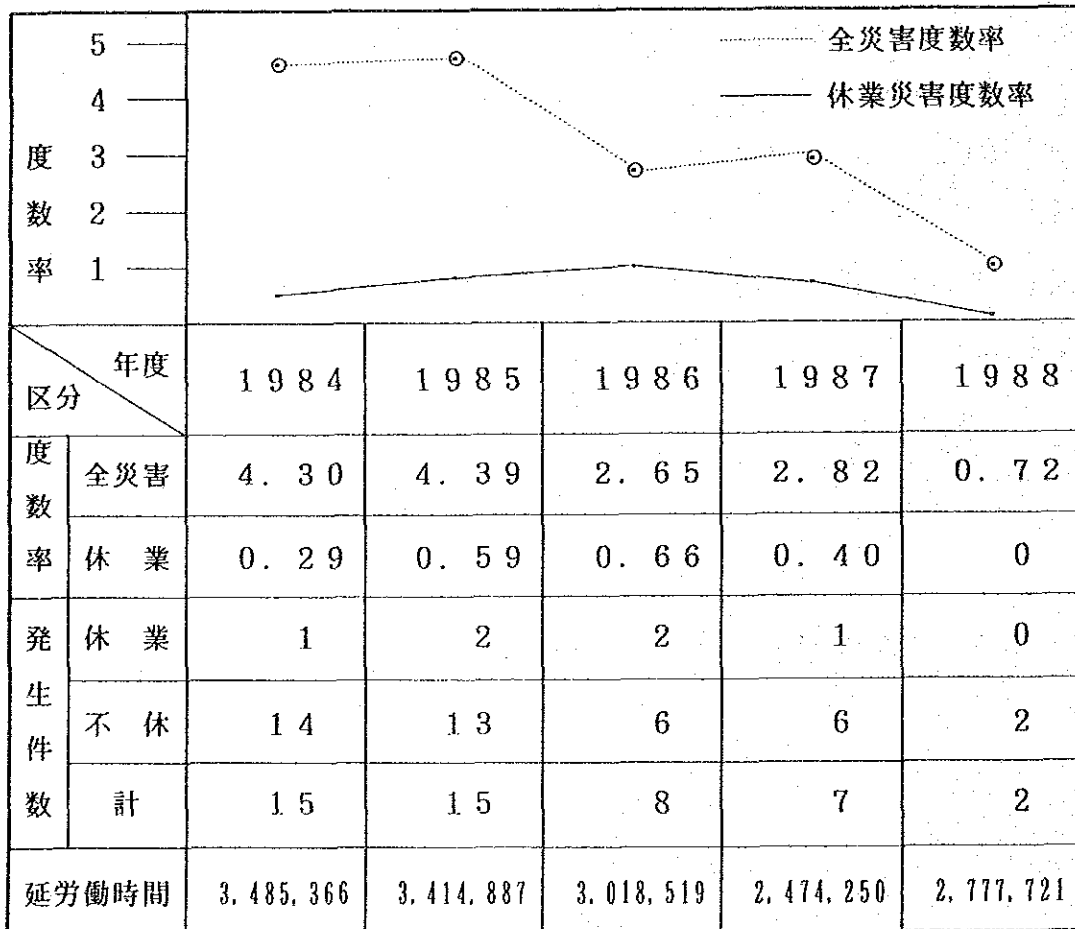


図 VI-2-8-1 日本の同種製造業の災害統計例

2-8-1 安全管理の基本方針

(1) 経営幹部の役割

経営幹部は従業員の労働を通じて企業活動を遂行する。そのためには従業員とその家族の人間性を尊重する理念を持たねばならない。経営理念を具体化する経営施策の一つとして安全管理を真剣に取り上げ、安全管理の基本方針を明確に打ち出さねばならない。経営幹部が安全管理の基本方針を明確にし率先して推進することにより、従業員の安全意識も高まり災害防止に大きな効果をあげ、職場の活性化にもつながることになる。安全成績の良い企業は安全についての考え方を明確にし、それを態度で示している企業である。

安全管理の基本方針の一例を下記に示す。

安全は全てに優先する

危険な作業はしない、させない

災害要因の先取り

ルールを守る

自ら努力する

(2) 安全と生産

安全管理の推進は単に災害の発生による損失を防ぐという消極的な面よりも、安全管理を積極的に推進することにより、企業の体質改革と生産性の向上に貢献することが大である。安全管理の技術及びシステムは、直接的には災害を無くし明るい職場造りを目指すことである。同時に安全教育を通じて職場規律の維持をうながし、整理整頓の徹底及び作業方法の改善と標準化により生産能率と品質の向上をもたらす。安全管理の施策は、本質的には生産性向上の施策と同一である。安全、品質、生産は表裏一体であると認識しなければならない。健全な生産活動とは安全、品質、生産の3つの面から見て申し分のない生産活動のことであり、安全管理の面で問題のある職場は、品質や生産性の面から見ても改善の余地のある職場である。

よく安全第一とか生産第一とかのスローガンがあるが、安全と生産 (Production and Safety) という認識ではなく、安全を組み込んだ生産 (Production with Safety) を実現すべきである。

(3) 全社的安全管理

労働災害は生産活動に付随して発生するものであるが、生産活動は実際に製品を加工、組立する製造部門のみで行われているのではない。生産活動は営業部門、設計部門、工作技術部門、品質管理部門さらには資材部門等すべての部門の有機的な連携作業によって成り立っていることを忘れてはならない。生産現場での労働災害を防止するためには、製造部門自体の管理が良好でなければならないことは当然であるが、その大前提として、製造部門に関連するそれぞれの部門の活動と管理が、安全管理基本方針に沿って推進されることが重要である。その意味では例えば煉化分廠の安全委員会の組織は全社的安全管理の面で考えると次のような構成となるであろう。

煉化分廠安全環境委員会

委員長	煉化分廠長
委員	全副分廠長
	総工 程 師
	関連各部課長（設計課、工芸課、生産計画課、経営課等）
	全工段長
	職場安全推進委員
	労働組合代表
事務局	安全環境技術課

受注－設計－生産準備－調達－製造－検査という一連の生産活動のどこかに混乱、問題が起これば、結果として製造部門がしわ寄せをかぶることとなり、災害発生の要因となる。また、そのような要因は企業の損益に直接影響するものである。正に、安全は企業の業績、総合的管理能力を示すバロメーターといえる。安全の確保のためには企業の総力を結集しての努力が必要であり、安全を組み込んだ生産システムの設定が経営の最重要課題といえる。

(4) 管理監督者の責任

企業の安全管理はまず経営幹部がその重要性を十分理解し、真剣に取り組むことが重要であることは既に述べた。しかし経営幹部が生産現場でのすべての活動を管理することはできない。安全に関する企業の方針を推進し、これを実現する責任を負っているの

は、生産現場で直接作業者を指揮監督している管理監督者である。管理監督者は作業者を安全に生産に従事させ、職場における災害を防止する責務を負っていると自覚しなければならない。

産業の発展に伴い、製品はその需要に応じて多種多様化してきている。生産工程も機械化、大型化される一方、相関連する工程が複雑に入り組み、対応する作業方法も多岐にわたり、高度化、専門化されている。このように生産現場では人、物及び作業環境が複雑にからみ合っており、危険性が顕在的にまた潜在的に存在し、しかもその状況は常に変化している。これらの状況を正確に把握し、適切な処置を下すことによって、労働災害の発生を防止することが管理監督者の重要な職務の一つである。

ここで忘れてはならないことは、この管理監督者の職務は直接生産活動に携わる管理監督者だけではなく、その企業に属するすべての管理監督者に課せられた職務であるということである。より高い水準を目指した安全管理、より安全な企業造りのためには、すべての管理監督者が複雑化している生産工程や作業環境から災害要因を検出し、排除するために努力しなければならない。生産工程での安全確保は生産の基本であり、安全なくしては、企業の近代化や生産性の向上はあり得ないといえる。企業に働くすべての管理監督者の責任は重大である。

災害要因と内容の例を表VI-2-8-2に示す。

表 VI-2-8-2 災害要因と内容

要 因 別	内 容
物的要因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 機械設備の防護の不備 2) 機械設備の欠陥 3) 治工具、運搬具の不備 4) 通路幅、長さの不備 5) 整理整頓の不徹底 6) 作業用具や保護具の不備
環境的要因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 照明不良、不十分 2) 換気不良、不十分 3) 騒音 4) 温度、湿度の不適
人的要因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 無許可の作業実施 2) 安全装置を取り外したままの作業 3) 運搬時の速度違反と不安全速度 4) 作業方法の不備 5) 異常時の作業法が決めていない 6) 保護具、作業用具を使わない 7) 肉体的、精神的な疲労
管理的要因	<ol style="list-style-type: none"> 1) 組織不適（権限、責任が不明確） 2) 安全教育、訓練が不適

(5) 安全管理の基本原則

労働災害はある状況のもとにその作業をしている作業者と、その状況の一部である物（あるいは環境）との適合に不具合が起こることで発生する。このような物の不安定な状態と人の不安全な行動との関係を究明することが災害防止対策である。

労働災害には災害を起こさせた直接要因があるが、その背景には潜在的要因としての災害要因の存在がある。直接要因を排除しても潜在的災害要因が存在する限り災害は繰り返される。災害の発生を防止し安全を確保するための基本原則は、災害要因の排除である。不安全状態と不安全行動の発生を予防し又はこれを排除することである。災害防止対策の基本事項を管理的な面、技術的な面及び教育的な面から述べる。

- 1) 管理的事項
 - ① 管理監督者が自ら責任を自覚し、行動に表わすこと
 - ② 安全管理組織を整備すること
 - ③ 安全教育制度を充実すること
 - ④ 安全基準を整備すること
 - ⑤ 機械、設備、治工具の点検、保全制度を整備すること
 - ⑥ 作業者のモラル向上のための管理を徹底すること
- 2) 技術的事項
 - ① 設計段階における安全化を図ること
 - ② 生産準備段階における作業工程、工作法の安全化を図ること
 - ③ 機械、設備、治工具、作業環境の安全化を図ること
 - ④ 点検、保全実施による安全化を図ること
 - ⑤ 安全基準に基づく安全化を図ること
 - ⑥ 適正な保護具使用による安全化を図ること
- 3) 教育的事項
 - ① 安全に関する知識付与の教育を行うこと
 - ② 安全に関する法令、社内規程等の教育を行うこと
 - ③ 技能の熟練度を高める教育を行うこと

2-8-2 管理監督者の役割

(1) 作業方法の改善

管理監督者は、常に現場の作業方法に危険性や有害性が無いか、より安全でより労力が少なくすむ作業方法が無いかに留意し、作業方法の改善に努めなければならない。工芸課で準備される工作要領書の作成に当たっては、このような見地から問題意識を持って現場の実情を把握することから始めなければならない。また最もその作業に精通している工段長や班長は安全作業についての改善案を提起できる立場にあることを忘れず、工芸課の工作要領書に反映させなければならない。より安全な作業方法は作業能率の向上と品質の向上につながることは、改めて説明するまでも無い。

作業方法の改善についての留意事項は下記のとおりである。

- 1) 問題意識を持って現在の作業方法を検討し、危険又は有害要因の把握に努めること
- 2) 危険又は有害要因の把握には次のようなポイントに留意して改善すべき作業の選定にあたること
 - ① 強い力を要する作業
 - ② 不自然で無理な姿勢を要する動作
 - ③ 高度な注意力を要する動作
 - ④ 健康上無理な動作
 - ⑤ 作業員が嫌がる動作

(2) 作業基準の設定

作業の手順を定め作業を標準化、基準化することは、安全を確保するとともに生産性を高め品質を保持するために欠くことのできない重要なことである。工段長は工芸課の協力と工段員の理解を得て作業基準を作成し、これを制度化して励行を図らねばならない。

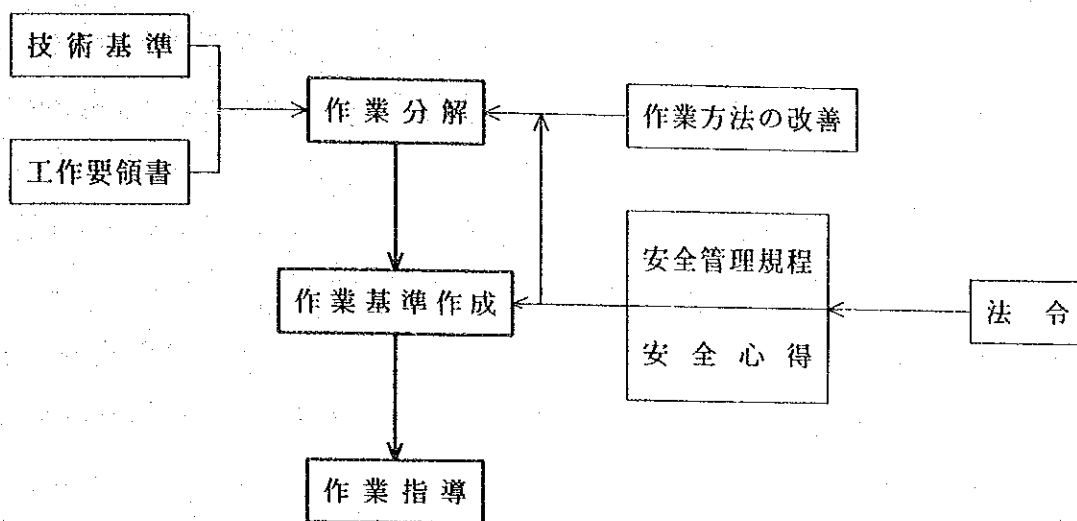


図 VI-2-8-3 作業基準作成の進め方

作業基準作成については下記の事項に留意する。

- 1) 作業基準は定期的に見直すこと。
- 2) 関係法規や社内規程との関係を検討すること。
- 3) 設備や作業方法の変更又は改善の際には必ず作業基準を見直すこと。
- 4) 新製品については作業方法の設定や作業基準の作成に際しては作業者の意見を十分考慮すること。

(3) 作業者の適正配置

作業者の適正配置は管理監督者の中でも特に監督者、すなわち工段長、組長、班長に課せられる重要な役割である。作業者はそれぞれ固有の知識、技能、経験、適性、資格を持っている。これらと作業が要求する工程上、技術上、品質上の特性とを適合させ、その能力が十分に発揮できるような配置を考えるべきである。特に複数作業者のグループによって作業するような場合は、経験者と非経験者、有資格者と無資格者といった組み合わせの配慮と、グループ作業での指揮者の指名等が重要である。

作業配置は毎日行うのが通常であり、その日の作業開始前に部下の作業者全員とのミーティングの形をとってなされるのが通常である。監督者はこのミーティングによって欠勤者の確認、作業者の健康状態や身体的条件などの確認を行う。同時に作業の要求する特性や作業方法の指示、治工具の準備の指示とともに、保護具の使用、環境整備、設

備、機械の使用前点検など安全上の注意事項についての指示確認を行う。作業開始前のミーティングに5分や10分費してもその日の作業工程を阻害するものではなく、むしろ効果的であることは、日本において実証されている。煉火分廠でも直に採用実施されることを推奨する。

(4) 作業中の監督および指示

労働災害は突発的に起るものではない。災害要因としての不安全な状態や不安全な行動が災害を起す可能性として職場に存在し、物と物、物と人、人と人の適合のバランスが崩れたときに労働災害となって現れる。この災害を起す可能性を「災害ポテンシャル(Potential)」と呼ぶ。

監督者は作業中の監督及び指示を適切に行い、職場に潜在する災害ポテンシャルの排除に努めなければならない。

日常の監督の手段としては次のことを確認し、不具合があった場合は直ちに是正することが災害ポテンシャルの排除につながる。

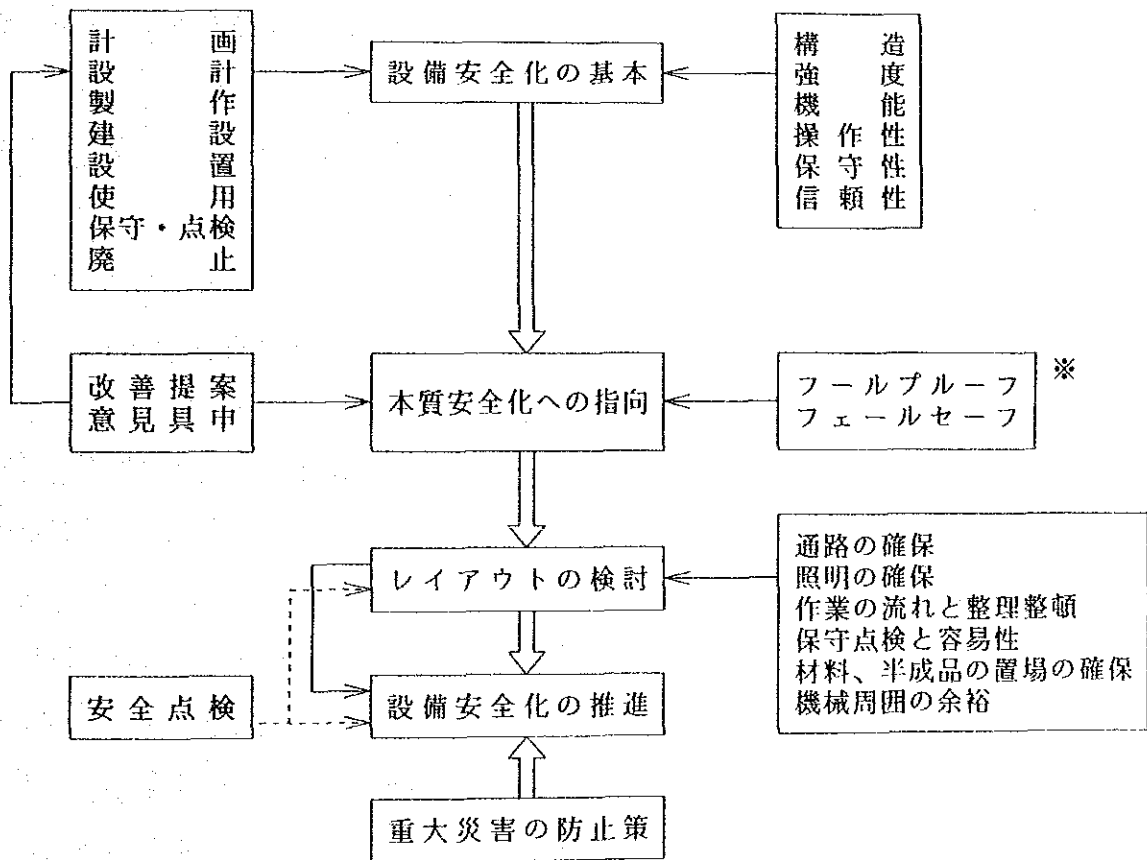
- 1) 作業者の配置
- 2) 物（機械、設備、材料、治工具）の段取り
- 3) 保護具の適正な使用
- 4) 作業基準と作業方法
- 5) 工程の進捗状況
- 6) 職場の整理整頓
- 7) 環境保護対策
- 8) 作業終了後の人、物、製品の異常の確認
- 9) 上司への報告
- 10) 関係者への連絡

(5) 設備の安全化

管理監督者は常に職場の機械、設備、装置及び建築物、仮設物などの安全化に努めなければならない。そのためには過去に発生した故障や事故、又は災害の事例及び保守点検の結果など、関係資料を活用して改善を図ることが大切である。改善にあたっては、設備そのものを本質的に安全化するための施策を根本的に検討することが望まれる。も

ちろん、管理監督者としてなし得る改善には限度があるから大きな改善案にたいしては、意見具申し上司の理解と協力を得て予算化しその実現を図らねばならない。

- 1) 機械、設備等の構造、強度、機能、操作性、信頼性及びレイアウトの面から検討すること。
- 2) 感電、爆発、飛来、崩壊、墜落災害などの災害率の高い、若しくは重大な災害の防止については、特に機械、設備等の面から検討すること。
- 3) 機械、設備等の計画、設計、製作又は購入において職場の意見が反映されるよう関係部門に必要な情報を提供すること。



※ フールプルーフ fool proof
 フェールセーフ fail safe

図 VI-2-8-4 設備の安全化の体系図

(6) 環境改善と整理整頓

管理監督者は常に職場環境の改善の促進及び快適な環境条件の保持に努めなければならない。特に職場の整理整頓の推進は不可欠の条件である。生産工程や作業方法を職場の整理整頓という見方から見直すことにより、材料や製品の流れを円滑にし、工期の短縮、作業能率の向上や製造原価の低減につながり、品質の安定にもつながる。近代的な生産システムは、職場の整理整頓を徹底的に追求することから始まると言っても過言でない。

整理整頓の実施についての基本的な事項を下記に示す。

- 1) 安全通路を確保すること。
- 2) 作業場、材料置場、仕掛り品置場を明確に区別すること。
- 3) 治具、工具類の置き場を明示すること。
- 4) 不要、不急の治具、型などは置き場を別けること。できれば生産現場外に置き場を設け必要時に持ちこむこととすること。
- 5) ホース、電線類を地上に這わせないこと。毎日、作業終了後片づけて翌日始業時に改めて導設すること。

整理整頓の例を図VI-2-8-5～図VI-2-8-8に示す。

(7) 安全点検

管理監督者は、不安全状態を排除するため、機械、設備、環境等について安全点検を自ら実施するとともに、作業者にもこれを行わせ、これらに異常を発見した場合には速やかに是正しなければならない。

- 1) 職場の点検対象すべてについて点検表を整備し、かつ分担を決めて日常点検及び定期点検検査を実施し、その結果を確認すること。
- 2) 随時又は定期的に点検表の見直しをして、実情に即したものに改めること。特に点検結果の判定基準を明確にすること。
- 3) 作業方法の変更又は新しい作業の開始にあたっては、事前に点検表を作成すること。
- 4) 点検検査の結果、発見された問題点については、その重要性を勘案し、優先順位を定めて是正の促進を図るとともに、是正の結果とその成果を確認すること。

2-8-3 安全意識の高揚

(1) 作業者の安全意識

作業者は生産現場において直接生産に携る立場にあり、安全に作業する直接の責任を負っている。経営幹部が安全管理を経営理念の具体的施策として率先垂範し、管理監督者が安全な作業環境の実現に努力しても、作業者自身がその気にならなければすべての労働災害を防止することはできない。安全で作業したいという欲求は人間の本能であり、作業者自身の問題である。

近代的な企業の経営において、作業者に求められるものは3つあると言われる。知識と技能と意欲である。知識と技能があっても、意欲が無いと知識や技能は発揮されず宝の持ち腐れとなる。作業者に意欲を持たせるための施策にはいろいろと考えられているが、安全について言えば、安全に作業したいという本能から生産現場での安全は自分のものとして受けとめさせることである。作業者一人ひとりが安全活動の一翼を担っているという自覚を持たせることである。作業者の安全意欲を高めることは労働意欲の向上にもつながることで、生産性の向上や品質の向上に貢献する。

(2) 安全意識の高揚

作業者が安全意識を高め、災害防止に関心を示し、安全管理活動に積極的に協力しなければ、企業としての安全管理の成果は実らない。そのためには、管理監督者による安全環境の整備や教育訓練の実施とともに、作業者の災害防止活動への参加意識を持たせ、作業者からの災害防止についての創意工夫を引き出すようにすることが効果がある。作業者の安全意識を高め、これを維持するための手段として次のような事項が考えられる。

- 1) 災害防止について企業の方針を作業者に徹底させる。
- 2) 災害防止についての必要な知識や情報を常に作業者に与える。
- 3) 職場の安全活動において作業者に各々の役割を与えて参加させ、災害防止の原則や急所を経験によって習得させる。
- 4) 職場安全会議や毎日の作業前ミーティングで、安全問題について作業者と話し合い、意見を述べさせる。
- 5) 機械、設備、治工具、保護具や作業方法の改善について、作業者から個人若しくは

グループでの提案や意見具申を求める。

6) 職場の安全活動を正しく評価し、信賞必罰の制度を整備する。

(3) 安全教育訓練

安全意識を高めるために、災害防止についての企業の方針の周知徹底や必要な知識や情報を作業者に与えることが有効である。その手段として安全教育訓練が、企業の教育訓練体系の一つとして実施される。

生産技術の進歩や新製品の受注等、作業者をとりまく環境の変化とそれに対応した新しい知識や技能を作業者に与えなければならない。与えられた知識や技能が正確に生産現場で発揮されるように、作業方法、作業規準が守られなければならない。安全で健康な職場造りのために、保護具の使用、安全点検が励行されなければならない。これらの目的を達成するためには、安全教育を継続的に実施し、作業者に知識として理解させ、意識として納得させ、技能として習得させることである。

安全教育は、安全課専門スタッフや社外専門家による知識の教育と職場での管理監督者による指導訓練とに分けられる。知識の教育は、安全に関する法令、企業の安全管理基本方針や安全に関する社内規程の説明と災害事例による災害防止対策が主体となる。職場では、知識としての安全が、作業者に定着し、習慣化するまで繰り返し継続的に指導教育が行われる。職場での指導教育は日常の作業の中で、作業者の知識、技能、経験に応じた、作業指示の一つとして「具体的に」「作業の内容に対応して」「繰り返し根気よく」行われることが大切である。

(4) 不安全行動の防止

労働災害の原因究明をすると、依然として不安全行動に起因する事例が多い。不安全行動の防止には、安全教育訓練の強化による安全意識の向上が不可欠であるが、そのためには作業者の作業ぶりや災害発生状況などから具体的な教育必要点を見つけ、計画的に指導教育を行わねばならない。例えば「作業基準の不履行」に起因する不安全行動といっても

- 1) 作業基準の中味が十分理解されていなかった。
- 2) 設備や環境に欠陥があって作業基準通り仕事ができなかった。
- 3) 先輩や同僚が作業基準通りやっていたので自分も真似をした。

- 4) 作業基準通りやらなくても注意を受けなかった。
- 5) 自分流のやりの方が能率的であると勝手に判断した。
- 6) 作業基準の中味は理解していたが、ついうっかりした。

と幾つかの原因があり、対策もそれぞれに異っている。したがって安全指導教育といっても、ただ単に「作業基準を守ろう」ということでなく、具体的な事例に対応したものでなければ、不安全行動の防止につながらない。

2-8-4 危険予知訓練

危険予知訓練は、安全の先取りの手法として知られている。1974年ベルギーのソルベー社が、監督者の安全教育に用いていたチャートをヒントに住友金属工業㈱が独創的に開発した。その後、この原型により各社が工夫を重ね、現在日本における最も進んだ安全教育訓練システムとして採用されている。

危険予知訓練は、職場ごとの全員参加による話し合いを通じて、作業に潜在する危険要因を見抜く能力を身につけ、作業標準の見直しや安全作業の徹底に結びつけようという手法である。危険予知訓練は毎日の作業開始前ミーティングの場において、その日の作業の安全確認の1つの手段として、日常の生産活動の中にとり入れられ、安全の先取りの有効な手法として、根づいている。

危険予知訓練の進め方について文献より抜粋し、VI編2-8節、安全管理の末尾に紹介する。

参考文献：危険予知訓練の進め方とモデルシート集 中央労働災害防止協会監修

2-8-5 災害コスト

(1) 災害コスト算定の意義

企業において労働災害の防止を推進するにあたって、第一に人間尊重の考え方に立つべきことはいうまでもないが、企業経営である以上、その経済性又は営利性の立場すなわち採算性を無視し得ないことも事実である。

実際に災害が発生した場合、もしその災害が発生しなければ当然支出せずに済んだと考えられる、直接あるいは間接費用は極めて大きな額にのぼることが多い。企業経営者はこの災害コストを算出し、災害の経済的分析を試みることにより、災害損失の大きさを把握し、災害防止のための諸施策推進の重要性を認識することが必要である。

(2) 災害コストの定義と範囲

災害コストとは災害によって経営者がこうむる経済的損失である。被害者の肉体的、精神的あるいは経済的損失や、被害者の家族、同僚等周辺の人々が負担する経済的損失は災害コストには含まれない。災害コストはあくまで、企業が現実負担すべき災害の経済的損失に限って計算するのが一般的である。この損失は災害予防コストより大きい場合がある。

(3) 災害コストの計算方式

1962年W. H. ハイリッヒは、労働災害によって生じた労働補償費とそれ以外のコストを明らかにした最初の人である。災害に伴い、保険会社が支払う労災補償費を「直接コスト」、それ以外の財価の損失や生産停止のために企業が受ける損失を「間接コスト」と呼ぶと、間接コストは直接コストの4倍になるという説である。

「直接コスト」と「間接コスト」の内容は、国により、保険制度により、異なるので、4倍という数字は全てに当てはまらないが（日本での保険事情では直間比は1：4ではなく、1：1.15前後であると計算されている）、いずれにしろ、間接コストも含めた労働災害による経済的損失は意外に大きいものである。

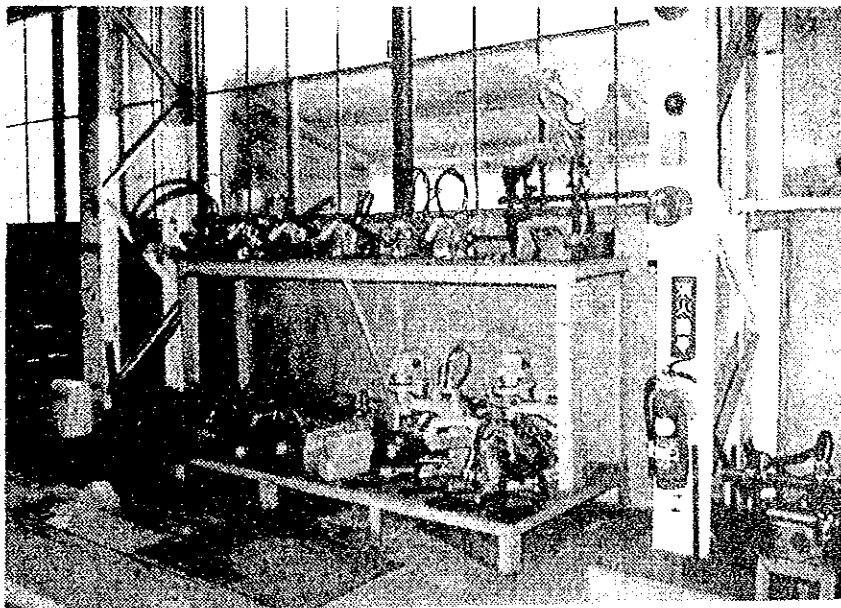
(4) 間接コスト

先にも述べたごとく「直接コスト」、「間接コスト」の内容は国の制度によって異なるが、一般的に「間接コスト」の要素は次のようなものである。

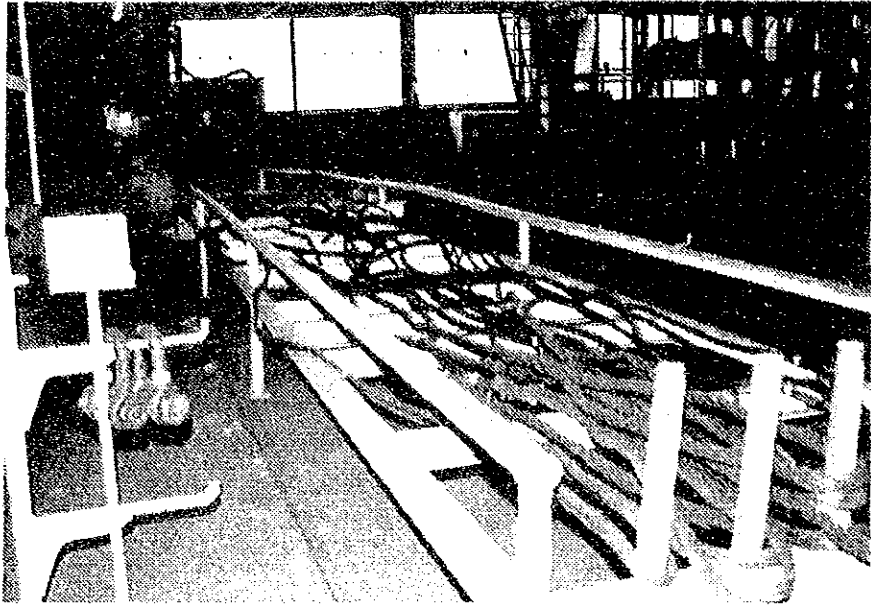
- 1) 負傷者以外の作業者が、作業を中止した時間に対して支払われた賃金損失
- 2) 災害によって損傷を受けた材料及び設備の修繕、取替と撤去のための純損失
- 3) 災害のため必要となった時間外労働による特別コスト
- 4) 災害が発生したため、監督者や同僚が調査、対策、記録などに費した時間に対する賃金コスト
- 5) 負傷者の職場復帰後の生産減少による賃金コスト
- 6) 負傷者の休業に伴う補充作業者の教育訓練中のコスト
- 7) 国又は労災保険の支払いを受けられない企業負担の医療コスト
- 8) その他企業が負担する旅費、交通費、通信費、文書費等のコスト



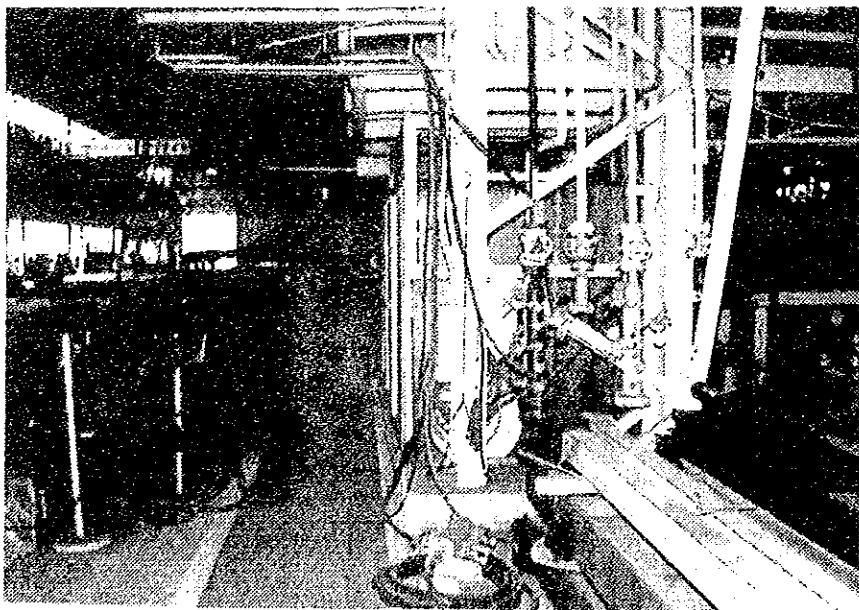
図VI-2-8-5 安全通路と部材置き場



図VI-2-8-6 ガス切断器の格納状況



図VI-2-8-7 吊りワイヤーの格納状況

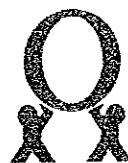


図VI-2-8-8 ガスホースの導設と通路の確保

どんな危険がひそんでいるか

—危険予知訓練の進め方とモデルシート集—

危険予知訓練委員会編



中央労働災害防止協会監修

第1章 危険予知訓練の考え方

I 危険予知訓練とは

1. 危険予知訓練の目的

危険予知訓練の目的は

- 職場や作業の状況のなかにひそむ危険要因を
- 職場小集団で話し合い、考え合い、分り合って
- 行動する前に解決することを習慣づける

ところにある。

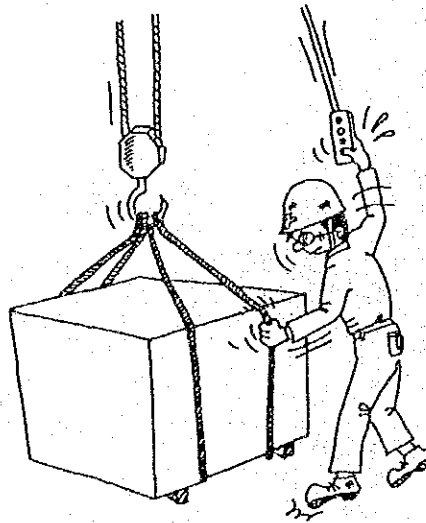
危険要因とは

労働災害や事故の原因となる可能性のある不安全な行動や不安全な状態をいう。

危険予知シート

状況

C君は、荷物にワイヤをかけて地切りをしたが、ワイヤをかける位置が悪かったので床におろしてワイヤの位置をなおしている。



原因——現象——結果の関係

この危険予知訓練シートの場合、危険要因としては、

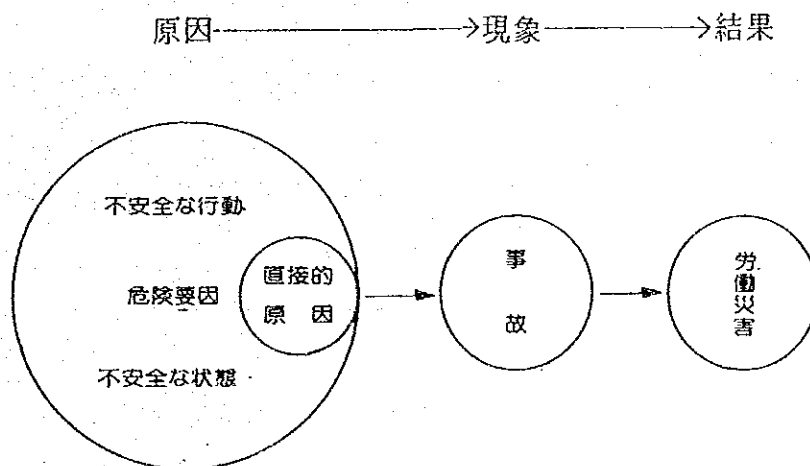
- 吊り角度が 60° 以上なのでワイヤの負荷が重い
 - フックのはずれ止めがないので着地してたるんだときワイヤが外れて顔や体にあたる
 - ペンダントスイッチの位置が高いのでつり荷に近寄りすぎる
 - 一度に二つの動作をしているのでスイッチを押しまちがえる
 - 正しくセンターを吊っていないので吊り上げると荷が振れる
- などの危険要因（不安全な行動や状態）が見出される。

とくにこの場合

- ワイヤをなおす手の位置が、荷にはさまれる位置にある
- 急につりあげる

などの危険要因が直接的な原因となって、地切りしたとき「ワイヤとつり荷の間に左手指をはさまれ」「左手指骨折」という労働災害となる。

この関係を図示すると下図のとおり



2. 危険予知訓練の方法

そこで危険予知訓練は実際にどのように行うのかというと

- 職場や作業の状況を描いたイラストシートを使って
- また現場で現物で作業をさせたり、作業してみせたりしながら
- 「どんな危険がひそんでいるか」をリーダーを中心にチームで活発に話し合っ
て危険要因を発見し
- 「これが問題だ」として把握した危険要因を「解決するにはどうしたらよいか」
を全員で短時間に考え合っ
てチーム目標を決めることを反復訓練する。

このような訓練によって災害や事故が発生する前にその原因を断ち切って職場の安

全を先取りする活動を定着させようというのである。

危険のK、予知のY、訓練（トレーニング）のTをとって、KYTともいわれている。

II 安全先取のための危険予知訓練

ゼロ災運動で実施する危険予知訓練は職場のチームワークで安全を「早く正しく」先取りする訓練である。危険に対するチームワーク訓練といってもよい。

これを更に深くとらえればつぎの三つの訓練であるといえる。

1. 感受性訓練
2. 短時間ミーティング訓練
3. 問題解決訓練

1. 安全を先取りするには、危険に対するチームの感受性を高めることが必要である

危険予知訓練は、職場や作業の状況のなかの危険要因を発見する感受性を、個人レベルからチームレベルに高める感受性訓練である。

2. 安全を先取りするには、職場での積極的な話し合い、とくに短時間ミーティングが必要である

危険予知訓練はさしせまっている危険要因について話し合い、考え合い、分り合うための短時間ミーティングの訓練である。

3. 安全を先取りするには、発見した危険を解決するチームの問題解決能力を向上させることが必要である

危険予知訓練は、危険要因を行動する前にチームで解決する問題解決訓練である。

第2章 危険予知訓練の進め方

I 危険予知訓練4ラウンドの進め方

イラストシートに描かれた職場や作業の状況のなかに「どんな危険がひそんでいるか」を職場のメンバーで話し合う場合、ゼロ災運動ではつぎの問題解決の4つの段階（ラウンド）をへて段階的に進めてゆく。

ラウンド	問題解決の 4ラウンド	危険予知訓練の 4ラウンド	危険予知訓練の進め方
1 R	事実をつかむ (現状把握) BS 量	どんな危険がひ そんでいるか	みんなの話し合いでイラストシート の状況の中にひそむ危険要因を発見 する
2 R	本質<原因>を さぐる (本質追究) 評価・合意 質	これが危険のポ イントだ	発見した危険要因のうちこれが重要 だと思われる危険を把握し○印◎印 をつける
3 R	対策をたてる (対策樹立) BS 量	あなたならどう する	◎印をつけた重要危険を解決するに はどうしたらよいかを考え、具体的 な対策をたてる
4 R	行動計画をきめ る (目標設定) 評価・合意 質	私達はこうする	対策のうち重点実施項目に※印をつ け、それを実践するためのチーム行 動目標を設定する

なお話し合いに入る前の準備作業としてつぎのことが必要である。

○準備するもの イラストシート、模造紙、マジック（黒板、白ボクでもよい）

○チーム編成 1組のメンバーを6～7人とする。

○役割分担 リーダー・書記をきめる。

必要によって、発表者・レポート係・コメント係などの役割を分担、
現場ではリーダーが書記をかねてもよい。

第3章 危険予知訓練のはじめ方

I 危険予知訓練の4つの方式

ゼロ災運動では現在危険予知訓練をつぎの4種の方式で段階的に訓練している。

略称	名称		ラウンド				訓練計画	訓練内容とねらい
			1R	2R	3R	4R		
T1	訓練1. 2Rまで 20分	標準時間 項目数	15分 ⑩	5分 ③			K Y T 導入時 5回程度	一般的, 共通的なシート使用 2Rまでの話し合いかたのトレーニング
T2	訓練2. 2Rまで 10分	標準時間 項目数	6分 ⑦	4分 ②			訓練1.終了後 10回程度	その職場職種にマッチした現場むきのシート使用 次第に時間を短縮 10分→5分→3分
T3	訓練3. 4Rまで 20分	標準時間 項目数	6分 ⑦	4分 ②	6分 ⑤	4分 ②	訓練2.終了後 5回程度	現場むきシート使用 4Rまでの話し合いかたのトレーニング
T4	訓練4. 4Rまで 10分	標準時間 項目数	3分 ⑤	2分 ②	3分 ④	2分 ①	訓練3.終了後 10回程度	現場むきシート使用 次第に時間を短縮に 10分→7分→5分

- ・項目数は一応の目安である。数にこだわらないこと。
- ・「早く正しく」をモットーに次第に時間を短縮してゆくこと。

II 危険予知訓練定着計画

KYTを現場に定着させるための導入教育の手順を考えてみると、

1. 現場への導入教育としては

安全ミーティングの際に、訓練1.(T1)や訓練3.(T3)を数回実施して、「危険予知訓練とはこういうものか」ということをまず分らせる。導入時には一般的、共通的なシートから実施してもよいが、訓練を進めるにつれなるべくその職場職種にマッチしたもの、過去に災害の発生したり、ヒヤリ事故があったりしたものを使いたい。

2. 現場への導入第2段階としては

安全ミーティングまたは毎日ツール・ボックス・ミーティングの際に、訓練2.(T2)訓練4.(T4)を連続的に反復訓練したい。討議時間を10分以内とするためには訓練に適切なシートをえらび、または討議をシートの部分に限定することが必要となる。この訓練はできれば合計20回程度実施したい。はじめは10分かけたものも、訓練によって5分以内にやれるようになるだろう。

3. 導入の第3段階は

ツール・ボックス・ミーティング時に現場で現物で行う。その日の作業、とくに問題のある単位作業ないしそのステップについて、現場で現物で10分以内の危険予知訓練(T2, T4)を行う。討議時間を次第に短縮して、5分から3分ぐらいまでにもってゆく。短時間ミーティングで充実した危険予測を行うのがこれらのゼロ災小集団活動の課題だからである。

4. 長期の訓練計画

全コースを終了して職場に危険予測活動を浸透させるのに、

1. 毎日TBMで実施する場合→全3カ月程度
2. 隔日にTBMで実施して→全6カ月程度

はかかる。

従って危険予知訓練の導入定着計画は十分な時間的余裕を見て、あせらず着実にやってもらいたい。月1回の危険予測の話し合いではほとんど効果を期待しえない。毎日あるいは隔日のTBMで「早く正しく」の反復訓練を計画してほしい。

Ⅲ KYTを実施するリーダーの心得9カ条

1. 訓練計画をたてよう

リーダーは自分のチームで危険予知訓練を行う場合、およその計画をたててからはじめるほうがよい。毎日やっても定着するには半年ぐらいかかるつもりであせらず着実に実施しよう。身近かな皆に関心のあるテーマやシートを選定するのはリーダーの役割である。進行状況を上司に報告し、指示を受けよう。

2. 討議時間を縮めよう

「早く正しく」をモットーに訓練は20回ほど連続的に実施したい。10分といっても慣れてくれば5分3分でやれるようになる。回を重ねるごとに時間を短縮してゆくのも重要な訓練である。

3. 危険要因の発見が第一

シートを見るとすぐ対策をいいたがる人がいる。第1ラウンドはもっぱら危険要因の発見のみを行い、第3ラウンドの対策の発言をごちゃまぜにしないこと。そのためには「あなたならどうする」という問いかけをシートに書かないほうがよい。

4. 範囲をせばめよう

イラストに描かれた状況が広範囲すぎる場合がある。短時間ミーティングの場合には、部分に限定して話し合ったほうがよい。TBMで行う場合などはせいぜい危険項目が5項目から7項目のシートがよい。現場で現物で実施するときも範囲を限定することが必要である。

危険予知対象のしほりこみ

- ① 職場にどんな危険があるか
- ② 今日の作業にどんな危険があるか
- ③ この単位作業にどんな危険があるか
- ④ この作業のステップにどんな危険があるか
- ⑤ この動作にどんな危険があるか

5. 重要危険をずばりとらえよう

危険に対するチームの自主的な解決を考えようとするとき、「どんな危険があるか」よりも「どんな危険をポイントとしておさえるか」が大切である。「重要危険はやっ

「ぱりこれだ」という感じの合意づくりが必要である。これはほかの危険要因を切りす
ててもよいということではない。一挙に解決できないときは、とりあえずその時チー
ムにとってもっとも重大なものから解決してゆかねばならないということなのであ
る。その状況がほんとうに解決することを必要とするものをずばりとらえよう。

6. 危険ポイントを洩らすな

シートから必ず発見してほしい項目は、あらかじめ明確にしておくほうがよい。リ
ーダーは話し合いのなかで、その項目をおしつけるのではなく、自然に浮びでてくるよ
うな感じでメンバーに分らせることができれば最高である。

7. 不安全行動のみに限定するな

故意に“物”の問題を避けて、作業者の不安全行動の摘出のみをさせると反感をか
うことがある。職制が現場からの物に関する問題提起を素直に受けとめて解決しよう
とする姿勢がないと、作業者側にのみ危険要因の解決を押しつけることになって極め
てまずい。シートによる訓練段階から、人・物の差別はしないほうがよい。

8. 状況に応じて4ラウンドを使いわけよう

第4ラウンドのチーム目標決定は作業者の行動による自主的な解決の必要を納得す
くで分るために行うのであるが、すべてについて4ラウンドまでやらねばならぬとい
うことはない。通常は2ラウンドまでで足りる。状況（時間・場所・目的など）に応
じて、ラウンドを使いわけるともリーダーの手腕である。

9. 明るく気楽にやろう

危険予知訓練は結構楽しい雰囲気で行うところに魅力がある。非現実的・空想的な
項目がでて大笑いになることもあるが、話し合いのなかで不自然なものは自然淘汰さ
れるようだ。リーダーは一項目一項目にあまり神経質にならずに、明るい雰囲気づく
りに努力してほしい。ワイワイ、ガヤガヤという感じで話し合うようにしたい。

2. 現場で行うミーティング (B)

- 作業現場に到着したらそこで現場の状況を見ながらこれから行う作業について「この作業にどんな危険があるか」「このやり方で安全か」「あなたは安全に作業できるか」など、短時間のツールボックスミーティングを行う。
- 実際に作業をやってみたり、やってみせたりしながら、その作業や動作にひそむ危険について話し合う。

3. 作業中 (C)

- 作業中に問題(危険)があるときは緊急にKYミーティングを行う。
- 職制が働いている作業者に「この作業にどんな危険がひそんでいるか」と質問し、答えさせ、一種の現場教育を行う。
- 作業者が作業工程のポイント・ポイントで「この作業にどんな危険があるか」を自問自答して安全を確認することを習慣づける。「指差呼称」や「よいかよし」「5秒チェック」などの自主活動を併用する。
- ヒヤリ体験をしたり、新しいことに気付いたときは、ポケットKYTカード(KYTメモ)などにすぐ記入し、ミーティング時に活用する。

4. 終業時ミーティング (D)

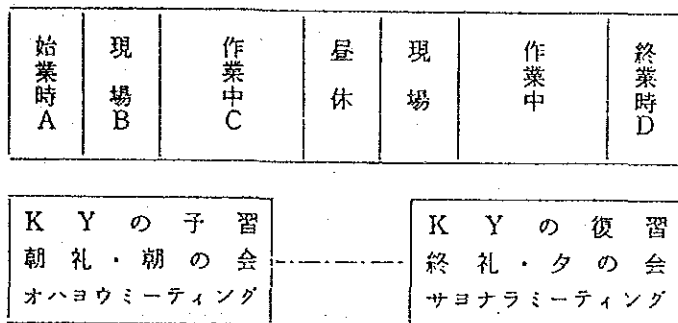
- 終業時ミーティングを充実して行える職場は例外なく安全のすぐれた職場である。
- その日の始業時の危険予測の予習が実際にどうであったかをごく短時間(2~3分)で復習し反省する。予習では気付かなかった事項を追加してリーダーはTBMレポートを提出する。
- その日のヒヤリ体験や赤チン災害を報告し「どんな危険があったか」「どうしたらよいか」を話し合う。

5. 安全ミーティング

- 毎月の安全ミーティングのとき、問題のある単位作業について危険予測の話し合いを行い安全作業標準の見直しに役立てる。
- 単位作業の危険を話し合い、チームの目標をスリーポイントにまとめる。
- その場合今月はこの作業について話し合うことをきめ、あらかじめメンバーに通知しておき、ミーティング時には気付いたことをどんどん出させるようにする。
- 職場の危険に関する話し合いを行って、チームの行動目標づくりに役立てる。

第4章 危険予知訓練の生かし方

危険予知訓練によって身につけた危険予測の手法は、安全活動とくにTBMのいろいろな局面で活用できる。

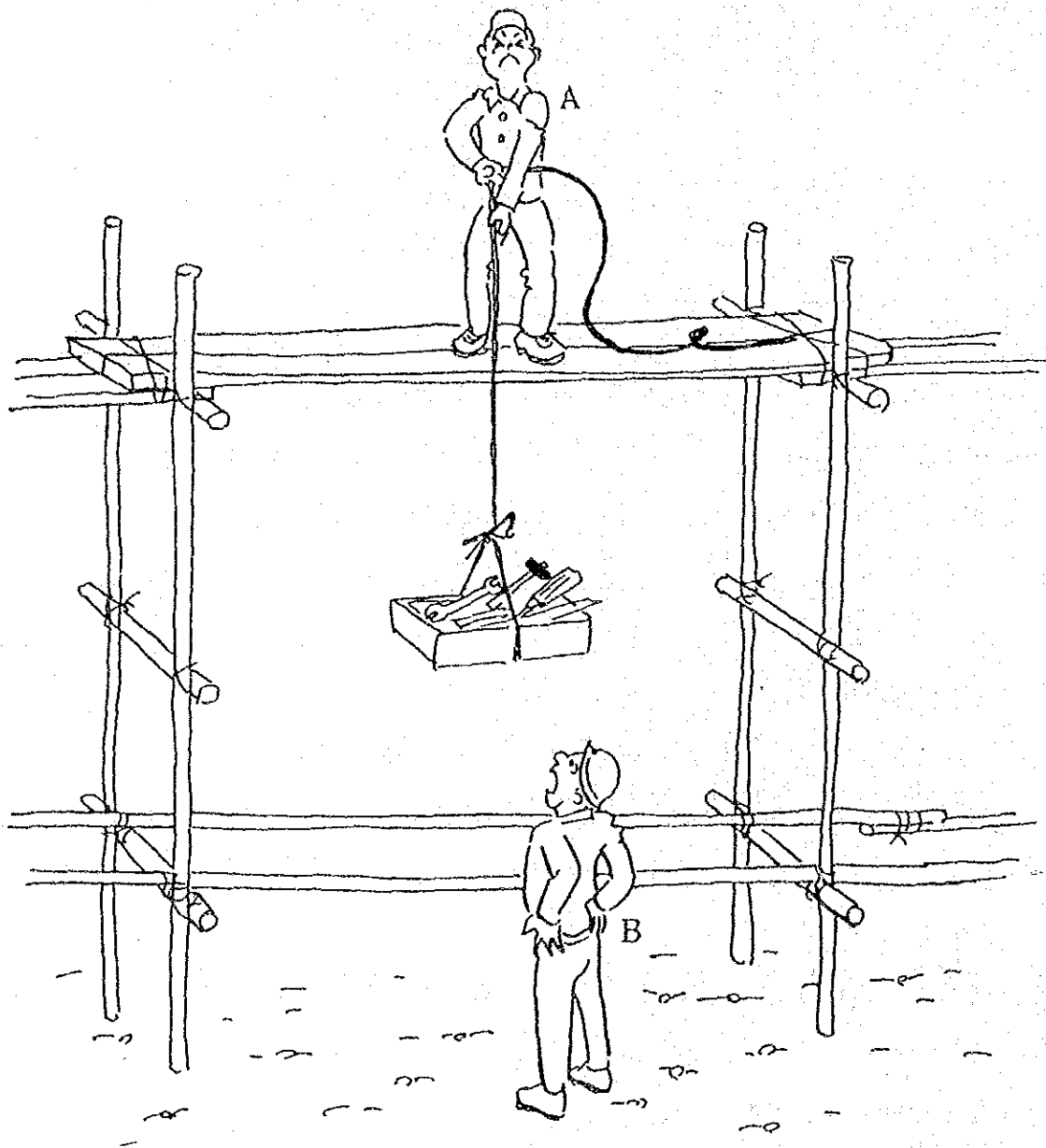


TBM（ツールボックスミーティング）は「工具箱のそばで行う話し合い」のことで職場や現場で行う短時間ミーティングである。TBMを充実したものにするには危険予知訓練が不可欠であり、KYTはTBMを変革するといつてよい。TBMはできるだけメンバーが近寄って小さい円陣を作り立ったままごく短時間実施するものである。

1. 毎日の始業時ミーティング（A）

- 問題のある単位作業（災害が発生したり、ヒヤリ事故があったりしたもの）については、「どんな危険がひそんでいるか」の危険予測をごく短時間で行ってから作業にとりかかる。これは危険予測の予習といつてよい。
- とくに非定常作業をする時には必ず危険予測の話し合いを行ってから就業する。
- TBMで出た危険要因を黒板に書いて、それを作業現場に持って行き、作業中にさらに書き加えたりしている事業場もある。
- 前日のヒヤリハット体験や他職場の災害事例（できればイラストシートにして）について「どんな危険があったか」「どこに問題点があるのか」の話し合いを行う。

みんなで考えよう



どんな危険がひそんでいるか

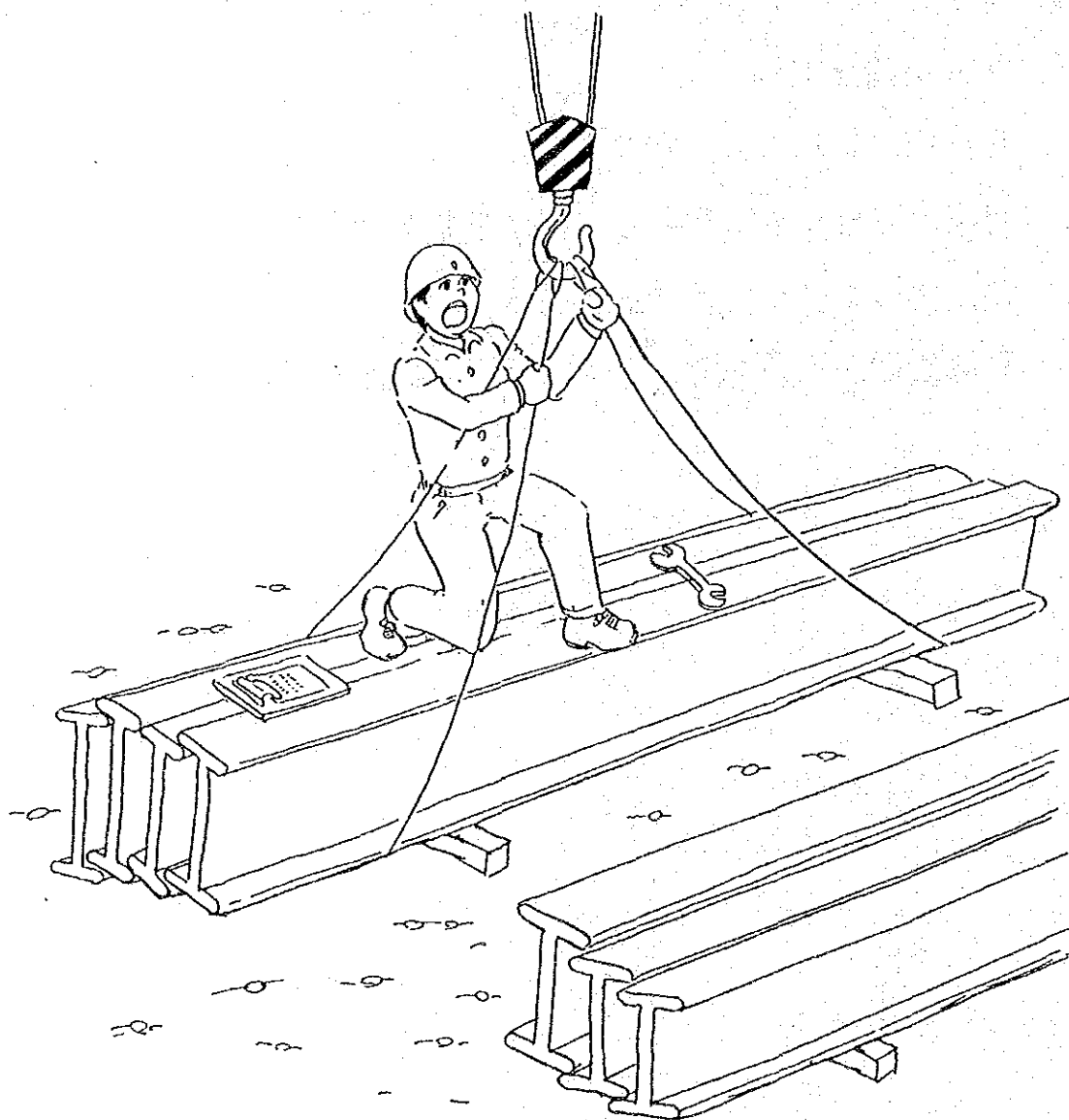
状況

○仮設足場の上に工具箱をロープでしばって引っ張り上げている。

危険のポイント

- ① ロープがほどけて工具箱が落ち、Bにあたる。
- ② 工具箱から工具が落ちてBにあたる。
- ③ 手すりもなく、命綱もつけていないので、バランスを失ったときAが墜落する。
- 4 足場板が折れてAが墜落する。
- 5 足場が崩れてAは墜落し、Bは下敷きになる。
- 6 足が滑ってAが墜落する。
- 7 昇降設備がないので、昇降するとき転落する。

みんなで考えよう



どんな危険がひそんでいるか

状況

- I型鋼をクレーンで運搬するためI型鋼の上に乗って玉掛けワイヤをクレーンフックにかけようとしている。

危険のポイント

- ① I型鋼の上ののって玉掛けしているとき、I型鋼が倒れて足をはさまれる。
- ② 吊り上げて走行中I型鋼の上においてあったスパナが落ちて、下の人にあたる。
- ③ I型鋼の角にあてもものがないので、ワイヤロープが切れて荷が落ちる。
- ④ フックに外れ止めがないので、荷を降ろしたときワイヤが外れてI型鋼が倒れ、作業者にあたる。
- 5 吊り上げたとき芯がなくてなかったのでワイヤが中心によって、I型鋼が滑り落ちて、作業者にあたる。
- ⑥ 玉掛けしているときクレーン運転士が巻き上げたので、手をはさまれる。
- 7 クレーン運転士が玉掛けしているのにクレーンを動かし、フックが頭にあたる。
- 8 保護帽のアゴひもをしめていないので、転倒したとき頭を打つ。