

設備と工具管理

中嶋清一 著

工場管理入門シリーズ



日刊工業新聞社

工場管理入門シリーズ 6

設備と工具管理

日本能率協会 中 嶋 清 一 著

日 刊 工 業 新 聞 社

著者略歴

中嶋 清一

昭和 14 年 金沢高等工業学校機械工学科卒業。
同 年 日本電気(株)入社。
昭和 24 年 日本能率協会所属経営コンサルタント
現 在 日本能率協会常務理事・日本プラ
ントエンジニア協会専務理事。
主な著書:「設備保全の進め方」、「胸算用の科学」、
「幹部のための ZD」、「プラントエンジ
ニアリング入門」(日本能率協会)。

自宅:東京都世田谷区千歳台 1-25-9

工場管理入門シリーズ ①

設備と工具管理

NDC 509.6

昭和 46 年 7 月 20 日 初版発行

昭和 54 年 11 月 9 日 8 版発行

(定価はケースに
表示してあります)

① 著 者 中 嶋 清 一

発 行 者 梅 川 雪 夫

発 行 所 日 刊 工 業 新 聞 社

東京都千代田区九段北一丁目 8 番 10 号

(郵便番号 102)

電 話 東 京 (263) 2 3 1 1 (大代表)

振 替 口 座 東 京 9-1 8 6 0 7 6



印刷所 新日本印刷株式会社

製本所 飯 塚 製 本 所

落丁・乱丁本はお取替いたします。

発刊にあたって

さいきんの日本経済の高度成長ともなつて、日本の工業の質的・量的な躍進ぶりはめざましいものがあるが、その有力な基盤として、技術革新の導入と管理技術の高度化が考えられる。

工場の生産面の管理技術は一般にインダストリアル・エンジニアリング (IE) といわれるが、IE についても種々の解釈があり、それに応じて具体的な内容構成や適用の方向が変わってくる。歴史的にみれば戦前から適用されてきた作業研究や工程管理を中心とする体系と、戦後に開発された OR や SE (システム・エンジニアリング) などを含んだ新しい体系があり、前者を伝統的 IE、後者を近代的 IE とよんでいる。

しかし、この種の区分は、単に新旧とか、古典と現代とかいう考え方によるものではないので、誤解を防ぐためには、むしろ基礎的性格の体系と応用的性格の体系という区分の方が適當であろう。つまり現場の生産管理においては、まず伝統的 IE が一通り適用されることが必要であつて、それが不完全な状況においては、近代的 IE を適用しても十分な効果は上がらないのである。

また伝統的 IE にしても、昔ながらの古典として静止しているものではなく時代の要請に応じて内容が進歩し、変化しており、部分的には近代的 IE の手法も取入れられていることに注意しなければならない。

そこで本講座の編纂の主旨は、現場における生産管理の実務に直結した IE の体系化をはかり、その入門編として具体的、平易に記述した点にある。出版上の都合から 10 巻におさめたが、第 1 巻の総論につづいて 8 巻の各論に展開し、さいごの一巻に改善や診断の手法をまとめたことも特色になっている。

昭和 45 年 10 月

監修者 並 木 高 矣

序

日本経済の成長は労働力の不足をきたし、省力化対策として機械化・自動化が急速に進んでいる。生産の主体はいまや人手から設備へと移りつつある。同時にコンピュータコントロールのプロセス、NC マシンなどのように設備は複雑化・高度化し、いったん突発的に故障すれば、生産の量・質・コスト・納期などのすべてが大きな打撃をうけ、企業の損失は莫大なものとなるにいたった。いまや工場管理に占める設備管理のウェイトはきわめて大きくなってきた。

本書では、近代的設備管理方式として発達してきた PM（予防保全または生産保全）の考え方に、最近のシステム工学や信頼性工学、経済性工学などの考え方を融合させ、入門書として平易に解説するように努めた。すなわち、設備の集合体である工場というシステムのライフサイクル全体、つまり工場の計画、建設から運転・保全にいたる設備の一生涯にわたっての信頼性・保全性・経済性の管理について述べてある。さらに、生産手段としては設備本体に加えて工具・計測器を必要とするほか、動力源としてエネルギーを要する。したがって本書ではトータル・システムの見地から、これら工具・計測器およびエネルギーの管理についても総括的に述べることにした。

本書の第1章から第3章までが、いわば設備管理の全般的な考え方やシステムを述べた部分である。とくに第1章は設備管理総論として、設備管理の定義や発展史について述べてある。また、第2章に設備の信頼性管理、第3章に設備管理の組織と要員の問題を取り上げた。

第4章以下は、いわば各論とでもいうべきもので、第4章が設備計画と資本支出の管理、第5章が設備保全の計画と管理、以下第6章工具管理、第7章計測器の管理、第8章エネルギー管理の順に述べてある。

設備の管理を大別すると、設備が生まれるまでの段階と生まれてからあとの段階の管理に分けることができる。第4章が設備の生まれるまでの段階であり

2 序

第5章が設備の生まれてからあとの段階を中心にしている。

各章の終わりに研究問題を示してあるから，各自試みて自己啓発のたすけとされたい。

昭和 46 年 7 月

中 嶋 清 一

目 次

第1章 設備管理総論

1・1 近代経営と設備管理	1
1・2 設備管理の意義	2
1・3 設備管理の目標と領域	6
1・4 設備の定義とその分類	9
1・5 設備管理思想の発展史	11
1・6 設備の管理特性	14

第2章 設備の信頼性管理

2・1 信頼性の意義と歴史	19
2・2 信頼度の数学的表現	20
2・3 故障率と劣化のパターン	22
2・4 保全性とアベイラビリティ	24
2・5 信頼性・保全性設計	26
2・6 信頼性管理と検査	29

第3章 設備管理の組織と要員

3・1 設備管理の組織計画	33
3・1・1 分業の仕方	33
3・1・2 企業組織における設備管理部門の位置づけ	35
3・1・3 組織計画上の考慮点	36
3・1・4 定常組織とプロジェクト組織	36
3・2 プロジェクト・エンジニアリングの組織	37
3・3 設備保全の組織	38
3・3・1 設備保全の機能	38

2 目 次

3・3・2 保全組織の基本型とその特色	41
3・3・3 運転と保全の分担	43
3・4 設備管理の要員対策	45
3・4・1 設備管理業務の特色	45
3・4・2 設備管理業務の特色からみた要員対策	45

第4章 設備計画と資本支出の管理

4・1 設備計画と建設の手順	51
4・1・1 設備プロジェクトの種類	51
4・1・2 プロジェクト・エンジニアリングの一般手順	53
4・1・3 設備計画と予算編成	56
4・1・4 プラント・レイアウト	58
4・1・5 請負契約方式	60
4・2 設備予算の編成と管理	62
4・2・1 設備予算の体系	62
4・2・2 設備投資の分類と意思決定	64
4・2・3 合理化投資の選択基準	67
4・2・4 利益率の許容限界	69
4・3 設備投資の経済性評価	71
4・3・1 経済性評価法の分類と特色比較	71
4・3・2 経済性工学の基礎	74
4・3・3 EE によるコスト比較法	79
4・3・4 DCF 法	81
4・4 建設費の見積積算	89
4・4・1 建設費の構成要素	89
4・4・2 積算の技法	90
4・4・3 プロジェクトの進展と見積積算の関係	92
4・4・4 積算に必要な基礎資料	97

第5章 設備保全の計画と管理

5・1 設備保全システム	101
5・2 最適保全計画	103

5・2・1 生産保全の費用概念	103
5・2・2 最適修理周期の求め方	107
5・2・3 最適修理周期計算例	108
5・3 設備保全の標準設定	110
5・3・1 設備関係の諸標準	110
5・3・2 設備保全標準	112
5・3・3 保全作業標準	117
5・3・4 重点設備・重点個所の選び方	118
5・4 予防保全制度	121
5・4・1 検査計画	121
5・4・2 検査方法と検査用具	123
5・4・3 検査記録	123
5・4・4 検査にもとづく修理要求	124
5・4・5 修理の検収	126
5・4・6 設備保全の記録報告	126
5・5 工事管理	128
5・5・1 工事の目的分類	128
5・5・2 工事管理制度のあらまし	129
5・5・3 工事伝票の役割	131
5・5・4 工事要求の仕方	131
5・5・5 工事の緩急度	133
5・5・6 工事の見積り	133
5・5・7 余力管理と日程計画	134
5・5・8 進 度 管 理	135
5・5・9 休 止 工 事	136
5・5・10 緊急突発工事の取扱い	139
5・5・11 外 注 工 事	140
5・5・12 工事費の実績集計	141
5・6 保全用資材管理	142
5・6・1 保全用資材の管理上の特色	142
5・6・2 保全用資材の管理上の区分	144
5・6・3 常備品発注方式の三つの型	145
5・6・4 常備品目の決め方	147
5・6・5 注文点定数の決め方	148

4 目 次

5・6・6 循環部品の整備定数，注文定数の算定	152
5・6・7 注文量の決め方	154
5・7 故障の分析と対策	157
5・8 保 全 費 管 理	161
5・8・1 保全費の予算編成	161
5・8・2 保全費予算の実行	163
5・8・3 保全費予算の実績チェック	164
5・9 設備保全の効果測定	164
5・9・1 効果測定制度化の手順	165
5・9・2 デュボン方式	166

第6章 工 具 管 理

6・1 工具の定義と分類	171
6・2 工具管理の機能と組織	173
6・3 工具管理の方法	175

第7章 計測器の管理

7・1 計測器と計量管理	181
7・1・1 計測器と計量単位	181
7・1・2 計測器の種類	182
7・1・3 基 準 器	184
7・2 計量管理の近代化	184
7・2・1 計量の進歩	184
7・2・2 新しい計量方式の開発・活用	185
7・3 計量管理の組織	186
7・4 計測器の精度管理	188
7・4・1 計測器の検査	188
7・4・2 色別検査標示	190
7・4・3 計測器台帳	191
7・4・4 計測器の保管・貸出し	191
7・4・5 計測器の修理	193

7・4・6 基準器および検査設備の管理	193
---------------------------	-----

第8章 エネルギー管理

8・1 エネルギー管理の重要性	195
8・1・1 わが国のエネルギー需給	195
8・1・2 エネルギー源の開発	197
8・1・3 エネルギーの有効利用	197
8・2 熱 管 理	199
8・2・1 熱管理の意義と領域	199
8・2・2 熱管理の方法	200
8・2・3 熱 勘 定	204
8・2・4 熱 管 理 法	206
8・3 電力の使用合理化	207
8・3・1 電力の需要と供給	207
8・3・2 周波数および電圧の調整	211
8・3・3 電気設備の保安全管理	213
索 引	(巻末)

第1章 設備管理総論

1.1 近代経営と設備管理

近代経営の特色の一つは、設備のオートメーション化、高度化である。激しい企業競争は設備合理化をきそい、人手不足がいつそうオートメ化に拍車をかけている。生産の主体は人手から設備に移り、製品の生産量・品質・コストなどを左右する大きな要因として、設備のウエイトはますます増大してきた。

また、オートメ化・高度化のために巨額な設備投資を要するにいたり、この巨額な投資を回収するため、設備をフルに活用するのであれば、企業の収益をあげるどころか、へたをすれば企業の命とりにさえなりかねないのである。同時に、設備の高度化とともに、その性能維持活動のために、高度の技術と多くの保全費を要する。

このように、近代経営においては設備の管理が重要な課題になってきた。もしも、設備管理の重要性がないとすれば、それは設備への依存度が低い、近代化の遅れた企業ということができよう。

一般に、生産保全の意味での PM を中心に総合的な設備管理を実施することによって、つぎのような効果が期待される。

- ① 設備故障による休止損失が減少する。とくに連続操業の工場では、これによる利益が大きい。

2 第1章 設備管理総論

- ② 保全費が減少する。
- ③ 製品不良が少なくなる。
- ④ 歩留りが向上する。
- ⑤ 予備設備の必要がなくなる。したがって資本投下が少なくてすむ。
- ⑥ 予備品管理がよくなり、在庫が減る。
- ⑦ 製造原価が下がる。
- ⑧ 作業員の安全、環境の保全がよくなり、補償費や保険料が少なくなる。
- ⑨ 人間関係がよくなる。故障のために働く意欲を阻害されることがなくなる。または突発故障が減って安心感もてる。
- ⑩ 故障のために生産予定が遅れたり、納期遅れを生ずることがなくなる。

1-2 設備管理の意義

設備管理は狭義と広義の2通りの解釈がなされている。狭義には「設備保全管理」を意味し、広義には「設備の計画から保全にいたる総合的管理」を意味する。

設備のオートメーション化が進むにつれて、設備を個々のユニットごととしてとらえるのではなく、ユニットをいくつか組合わせた全系列としてとらえ、いわゆるシステム工学的なアプローチをすべきであろう。すなわち、これからの設備管理は広義の立場をとるべきであることを強調したい。

JISによれば、システムは「多種の構成要素が有機的に秩序を保ち、同一目的に向かって行動するもの」と定義されている。換言すれば、システムとは、ある目的に向かって、情報・エネルギー・物質・人などのフローを処理するために、二つ以上の要素を有機的に組合わせた集合体である。

一般に、システムを構成する基本的要素として図1-1のようにインプット、アウトプット、処理機構、管理、フィードバックの五つがあげられる。

これを設備のシステムにあてはめて考えてみると

インプット：原材料

アウトプット：製品

処理機構：設備

管理：運転操作，運転条件

フィードバック：製品特性

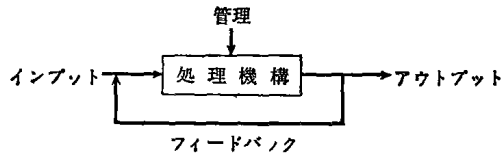


図 1.1 システムの要素

の測定値

というように対応させられる。

このように考えると、設備を中心とするシステムに対して、システム工学的アプローチをする、つまり「設備固有技術」プラス「システム工学」、それがこれからの新しい広義の設備管理のあり方だといえる。

さて、システム工学の教えるところによると、システムの誕生から死滅までのライフサイクルを図 1.2 に示すとおり、四つの段階に分けている。

すなわち、

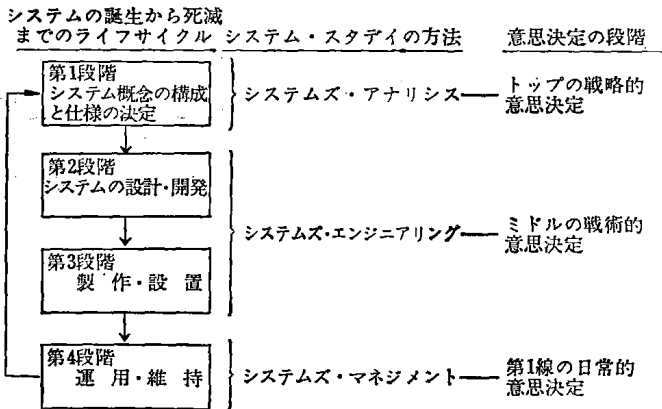


図 1.2 システムのライフサイクル

第1段階……システム概念の構成と仕様の決定

第2段階……システムの設計・開発

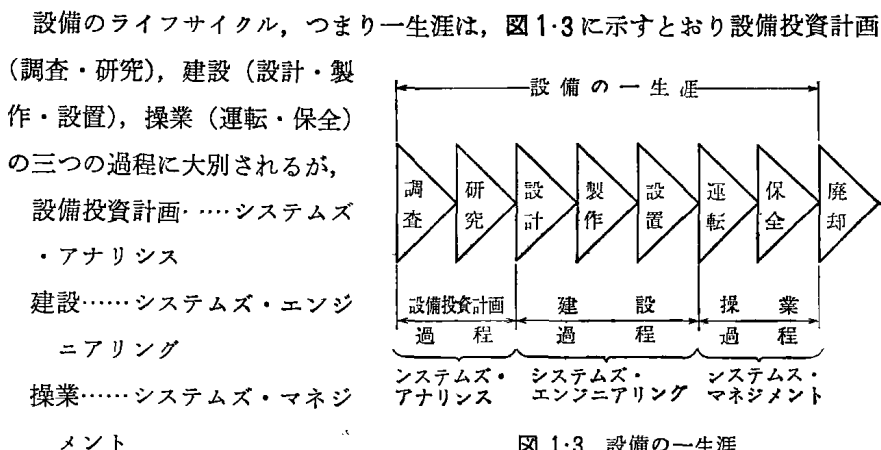
第3段階……製作・設置

第4段階……運用・維持

4 第1章 設備管理総論

これらの各段階に対するシステム・スタディの方法を対応させてみると、第1段階がシステムズ・アナリシス、第2～3段階がシステムズ・エンジニアリング、第3～4段階がシステムズ・マネジメントと呼ばれる。参考までに意思決定の段階を対比させてみると、システムズ・アナリシスはトップの戦略的意思決定を、システムズ・エンジニアリングはミドルの戦術的意思決定、システムズ・マネジメントは第1線の日常的的意思決定の段階といえることができる。

上述したシステムのライフサイクルに、設備をあてはめてみると、設備のライフサイクル全体についてのスタディ、すなわち設備管理の意味や全体のしくみが明らかとなる。



と対応させて考えられる。

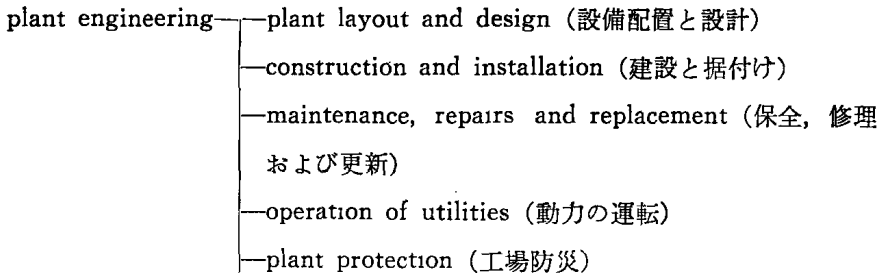
そこで、広義の設備管理の定義として、“設備の調査、研究、設計、製作、設置から運転保全を経て、ついには廃却されて終わる設備の一生について、設備を活用することによって、企業の生産性を高める活動”といえることができる。

設備投資計画と建設の過程は、いわば設備が生まれるまでの段階であり、操業の過程は設備が生まれてからの段階である。人間の性質に先天的なものと後天的なものがあるのと同様、設備にも先天的な性質と後天的な性質がある。したがって、設備をフルに活用して、企業の生産性向上に役立てるには、生まれ

てからあとの狭義の設備管理では不十分であって、広義の設備管理すなわち、生まれる前と後の総合的管理を必要とするのである。

われわれが日本で設備管理と称している用語は、アメリカにおける plant engineering または plant engineering and maintenance management と同義である。

アメリカ・プラント・エンジニア協会(American Institute of Plant Engineers 略称 AIPE)の定めた plant engineer's code のなかに、plant engineering の直接機能をつぎのように五つに大別して示している。



つまり、AIPE でも設備の一生涯を対象にしていることが明らかである。

ついでながら、このような plant engineering の機能を受け持つ人を plant engineer (設備技術者)と呼んでいる。

すべてのプラント・エンジニアがこの五つの機能を受け持つとは限らない。たとえば、工場防災つまり警備や防火などは必ずしもプラント・エンジニアの受け持ちとはなっていない。

また、若干の用語解説をつけ加えておくと、“保全”と称するのはメンテナンス(maintenance)を訳したものであって、ほかに“整備”とか“保守”とも訳される。また、アメリカで maintenance, repairs and replacement 全部を含んだ意味で、単に maintenance と呼ぶこともある。そこで本書では広義のメンテナンスを保全と称することにし、狭義のメンテナンスは日常保全または日常整備(routine maintenance)と呼ぶことにする。

1.3 設備管理の目標と領域

設備はその生涯にわたって、それが生まれるまでの設備計画段階（設備投資計画と建設）と、生まれてからの設備保全段階のすべての過程を総合的に管理すべきものであることはすでに述べた。

また、設備管理は、企業の生産性を高める活動であると述べたが、それは具体的には、設備計画段階で設置後における生産性の向上を予測し、かつ設備保全段階において高い生産性を発揮させることにほかならない。

すなわち、

設備管理の目標＝企業の実産性向上

であり、一般に生産性は

$$\text{生産性 (productivity)} = \frac{\text{産出 (output)}}{\text{投入 (input)}}$$

であるから、設備計画段階では、より少ない投資 (input) で、より多くの収益 (output) を生み出す計画を立てること、また、設備保全段階では、より少ない保全費 (input) で、より多くの製品 (output) を生み出すように管理することである。

一般に、設備計画段階における生産性測定の実度は

$$\text{投資効率 (投資収益率)} = \frac{\text{収 益}}{\text{投資額}}$$

が用いられ、設備保全段階における生産性測定の実度は

$$\text{保全効率} = \frac{\text{製品生産量}}{\text{保 全 費}}$$

または、その逆数で

$$\text{製品単位当り保全費} = \frac{\text{保 全 費}}{\text{製品生産量}}$$

によって示されることが多い。