

設備配置と流れ作業

児 健 藤 遠
夫 祐 田 吉
著 成 岡 武

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 7

設備配置と流れ作業

武蔵工業大学 遠 藤 健 児

武蔵工業大学 吉 田 祐 夫 著

玉 川 大 学 武 岡 一 成

日刊工業新聞社

著者略歴

えん どう けん じ
遠藤健児

昭和14年 東京大学工学部機械工学科卒業。

現在、武蔵工業大学教授。

主な著書：「運搬管理」（共立出版），「作業測定」（金原出版），「生産設計の実際」，「運搬管理入門」（日刊工業新聞社），その他。

自宅：東京都中野区野方1の6の16

よし けい すけ ちか
吉田祐夫

昭和33年 千葉工業大学工業経営学科卒業。

現在、武蔵工業大学助教授・千葉工業大学講師・群馬大学講師。

主な著書：「生産設計の実際」（共著）（日刊工業新聞社）

「生産管理の改善」（共著）（日刊工業新聞社）

自宅：東京都北区西が丘1の25の5

たけ おか かず しげ
武岡一成

昭和40年 武蔵工業大学経営工学科卒業。

現在、玉川大学講師。

自宅：東京都世田谷区松原6の4の5

工場管理入門シリーズ ⑦

設備配置と流れ作業

NDC 509.6

昭和46年3月30日 初版発行

昭和53年11月30日 8版発行

(定価はケースに
表示してあります)

⑦ 著 者 遠 藤 健 児
吉 田 祐 夫
武 岡 一 成

発 行 者 高 城 元

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) 2311 (大代表)

振 替 口 座 東 京 9-186076

印 刷 所 新 日 本 印 刷 株 式 会 社

製 本 所 飯 塚 製 本 所

落丁・風丁本はお取替えいたします。

発刊にあたって

さいきんの日本経済の高度成長にともなって、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当であろう。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って、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

日本の工業人とアメリカの工業人とをくらべて、1個目を作るのは日本人がずっとはやいが、たくさん作るとなるとアメリカ人がずっとはやいということが、前にはいわれていた。このことは、現在では、たくさん作るときは似たようなものだということになる例も多い。しかし、努力や労力の注入量からみれば、依然として同じようである。これはアメリカ人はまず段取りに力を入れ、それができてから多量生産を一気におしすすめるが、日本人は最初の1個をはやく作り上げるのに努力して、段取りがあとまわしになり、不十分になるという傾向からきている。これから世界1位を争うとなれば、段取りをうまく作りあげること、いいかえれば生産の物的システムをじょうずにまとめるということを学ばなければならない。

設備配置（プラント・レイアウト）は、最大の段取りであり、すべての段取りの土台である。囲碁の布石、将棋の駒組みであり、戦の布陣である。これがうまくなくては、あとが確実に経済的に進行することはむずかしい。流れ作業は、生産の高度化の第1歩であり、オートメ化の基盤であり、分業の母胎であり、楽な作業の揺籃である。すなわち、生産性向上のための典型的段取りである。この二つは、IE活動に従事するものも、工場運営を担当するものも、それらを志すものも、基礎的な素養として身につけていかななくてはならない。本巻は、設備配置をいかなる手順でやるか、流れ作業はどのような性質をもち、どのようにして編成するかという基本事項を、あまり他の素養がなくても理解でき、要点がはっきりするように簡明に示している。この意味では、入門書であり、また、ベテランにとっての備忘書ということになる。

さて、本書のもう一つのねらいは、今までの類書には、なぜレイアウトに行詰まりがきやすいか、流れ作業の導入がむずかしいか、という点がなかったがこれらの点の本質を検討し、その解決策を述べるということである。この意味では、ベテランに対しては実務上の秘訣を示したものになるであろうが、初学

2 序

の人々にとっては、管理というものの立体的思考の体得の例題として役立つものになるであろう。

基本的な解説と、高級な適用法とを、基礎的教養の大きな要求なしに理解を可能にできたと、いささか自負している。

終りながら、本書を世に送るチャンスを与えて下さった並木高矣先生と、日刊工業新聞社の方々に謝意を表する次第である。

昭和 46 年 3 月

著者しるす

目 次

第 1 章 概 説

1・1 設備配置とその条件	3
1・2 設備配置と工場運営	3
1・3 設備配置と運搬	6
1・4 設備配置の種類	6
1・5 立 地 条 件	8
1・6 流れ作業とその利益	10
1・7 流れ作業の種類	12

第 2 章 レ イ ア ウ ト

2・1 レイアウトの考え方	15
2・1・1 レイアウトの目的	15
2・1・2 レイアウトを決定する因子	15
2・2 レイアウトの進め方	18
2・2・1 方針決定	19
2・2・2 敷地選定	20
2・2・3 全体レイアウト	24
2・2・4 建築設計	57
2・2・5 細部レイアウト	59
2・2・6 工 事	92
2・2・7 移設あるいは設置	92
2・3 立体的テンプレート法	93

第 3 章 再 配 置

3・1 再配置の問題	95
3・2 再配置の必要性	97

2 目 次

3・3 再配置の困難の原因	99
3・4 再配置を容易にする方法	103
3・4・1 大道具方式	104
3・4・2 動力隔離	105
3・4・3 移動基礎	107
3・4・4 その他	109
3・5 移 設	109
3・5・1 設備の移動	109
3・5・2 生産の切替え	110
3・5・3 設備の輸送	111
3・5・4 工場施設の確認	111

第 4 章 流 れ 作 業

4・1 流れ作業の定義	113
4・2 完全流れ作業（流れ作業）	113
4・3 不完全流れ作業（準流れ作業）	114
4・4 流れ作業の特徴	115
4・4・1 長 所	115
4・4・2 短 所	115
4・5 流れ作業編成の方針	116
4・6 流れ作業の形式と利害得失	118

第 5 章 完全流れ作業の編成

5・1 時間編成とピッチ・ダイアグラム	129
5・2 ピッチ・タイムの決め方	130
5・3 ピッチ・ダイアグラムの書き方	132
5・4 ピッチ・ダイアグラムの検討と改善計画	134
5・5 実 施 と 修 正	135

第 6 章 不完全流れ作業とその方式

6・1 流れ作業の種類	139
-------------	-----

6.2 不完全流れ作業のやり方	141
6.2.1 時間不安定の場合	141
6.2.2 時間不均一の場合	143
6.2.3 工程順番が同一でない場合	146
6.2.4 共通流れ	148
6.2.5 準流れ作業	149
6.2.6 流れ作業の弊害	152

第 7 章 流れ作業の実態

7.1 流れ作業のイメージと実態	153
7.2 実態調査の結果	155
7.2.1 流れの形態	155
7.2.2 流れ作業の効果	157
7.2.3 実働時間と休憩時間	158
7.2.4 余裕率と組余裕率	159
7.2.5 欠勤，用達しの手がわり	161
7.2.6 流れ作業で困っている点	162
7.2.7 流れの中断	163
7.2.8 単 調 感	164
7.2.9 手直しと合わせ加工	165
7.2.10 コンベヤ速度	166
7.2.11 時 差 就 業	166
7.2.12 流れの配置方式	167
7.2.13 プ ー ル	167
7.2.14 生 産 品 種	168
7.2.15 ピッチ・タイム	169
7.2.16 パラツキ工程	171

第 8 章 流れ作業の機器

8.1 ベルト・コンベヤ	173
8.2 特殊ベルト・コンベヤ	175
8.3 各種コンベヤ	181
8.3.1 スラット・コンベヤ	181

4 目 次

8・3・2 チェーン・コンベヤ	181
8・3・3 重力コンベヤ	183
8・3・4 その他の設備	186
8・4 自動化の設備	186
8・5 コンベヤ使用の実態	189
8・5・1 コンベヤの種類	191
8・5・2 コンベヤの使い方	191
8・5・3 コンベヤの寸法	193
8・5・4 そ の 他	194
索 引	巻末

第1章 概 説

生産が一品生産的で、いろいろと変わったものを、汎用的設備で、ジグザグ的不特定コースで生産するのが普通だったころには、設備配置は運搬をいくらか楽にすることぐらいを考えれば済み、あまり大きな問題ではなかった。もちろん、そのころの工場でも、再配置とか、細部のいろいろの不便とか、環境的のものとか、法規制的のものとか、いろいろの設備配置上の問題はあった。しかし、それが生産を大きく規制するというような意味で大きな問題とはならず、やはりどちらかといえば従属の問題の域を出なかった。

しかし、近年では、生産の大量化にともなうライン化や同期化ということから、設備配置の重要性は大幅に増大してきた。一部に設けられる特殊配置であるところの、流れ作業用ラインが増加し、結び付きあって (integrated)、工場配置の主体をかたちづくるようになり、それを足場として、オートメーション的な自動工場へと進むようになってきた。こうなってくると、生産のやり方は設備配置に支配されるといわないまでもかなりの規制を受け、生産のやり方を設備配置に合わせてゆかなくてはならないという傾向がでてきた。こうなってきたでは、設備配置を考えると工場運営のための布石という考え方を強く出してこななければならない、工場の長期的運営を規定づけるものとして、深い考慮をはらわなければならないようになってきた。これが、現今における設備配置の根本的な考え方である。

しかし、ここに一つの大きな問題が起こってきた。それは、いわゆる big machine として一体化された生産設備をもつ有機的設備配置の要求と、生産技

術のイノベーション（革新）と市場の変転とからくる、それに応ずるための設備配置の融通可変性の要求とが、その極点においては矛盾してくる傾向が大きいということである。この点は、工場の長期的運営という見地からみれば、融通可変性に重きを置かなければならないが（この点は第3章の再配置のところで詳しく述べる）、逆に、長期のことを考えるときに、だんだん細かく考えているうちにしだいに、高度化し、その結果として融通可変性を減殺してゆくという形ででてくるということがよく起こる。この点はむずかしい問題である。

ライン化の進行が、融通可変性の減少につながるということは、絶対関連ではなく、逃げ手もないではないが、現実問題としてはよく起こっている。この二つの競合をなんとかまとめあげないと、基本的な二つの要求のいずれかが犠牲にならざるを得ない。そのときは、多くは、目前の問題であり、またそのとき資料、情報の手持ちの多い一体化の要求が重視され、遠い問題であり、つかみどころのない融通性が見落され、犠牲とされるようである。これが設備配置の根本問題であるといえよう。この点について著者は、融通性が優先すべきであると考えており、実際問題としては、まず作られた理想案（一体化要求が優位になるのが普通である）を、融通性にもとづいて、局部の修正をして、いくらか不便になったり、いくらか費用が多くなってもよいから、固定的構造を減らすというやり方をとるべきであると考えている。

工場の有機的一体化はきわめて重要で、これを犠牲にしてはならないが、建設費とか、若干のつなぎ運搬とかを犠牲にしても、全体の有機化を妨げることにしなくてもすむ。この線が妥協線であろう。

設備配置の高度化については、流れ作業を別にして考えることはできない。ラインあつての流れ作業である以上、設備配置が根本条件になることはまちがいない。流れ作業は工程管理の一手法ではあるだろうが、このシリーズでは、以上の考え方から、この巻に入れて、設備配置のなかで考え、必要に応じて、その他の部門で行なうことも、このなかで述べるようにした。

1・1 設備配置とその条件

設備配置をするときには、つぎにあげるような、多くの条件を満たしたいものであるが、限られた条件の下で、これらのすべてを十分満足なほど並行に成立させることはむずかしい。そこで、これらの点をすべて考慮しながら、妥協点をみいだすことになる。その際注意を要する点は、犠牲にした点に対して、なにかの補正策またはまづくなったときの対策を考えておくことと、ある条件の必要な範囲が全域であるとはかぎらないから、部分的に組合わせを変えるほうがよくないかという点を検討することとである。

設備配置の考えなければならない要件のおもなものをあげるとつぎのようになる。

- ① 安全で衛生的で、快適に作業ができること。
- ② 生産管理が徹底しやすく、能率よく運営できること。
- ③ 融通性、弾力性、可変性に富むこと。
- ④ 設備費が経済的であること。
- ⑤ 面積あるいは立積が効率よく使われること。
- ⑥ 運搬をしやすいこと。
- ⑦ 生産の遅れが少なく、発見しやすいこと。
- ⑧ 仕掛期間を短くしやすいこと。
- ⑨ 法規に合理的・経済的に適合していること。

1・2 設備配置と工場運営

設備配置の2大目的は、融通可変性をもたせることと、運営しやすくすることである。融通可変性についてははじめに述べたから、ここでは運営しやすく

することについて述べる。

運営をしやすくするためには、コミュニケーション (communication) の便利さが必要である。コミュニケーションは運営の中心的部分を占めている。そこで、工場敷地内全域で行なわれるコミュニケーションの地理的範囲をちぢめるような設備配置を考えることが必要である。

図1・1はロット作業方式——機種別配置の場合のコミュニケーション距離を示したもので、各棟の出入口間、作業場の内部全域について、コミュニケーションが必要である。運搬についてもほぼ同様である。

図1・2は直線流れ——直列配置の場合のコミュニケーション距離を示したものである。これは工場内については、初工程だけにコミュニケーションがゆきわたれば、その工場についての連絡ならびに現状掌握はできるが、各工場間のコミュニケーションのほうは、ロット式と同様に、非常に長い距離となっている。運搬についてもほぼ同様である。

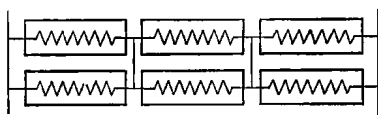


図 1・1 ロット作業方式——機種別配置のコミュニケーション

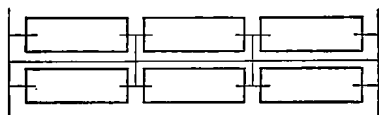


図 1・2 直線流れ——直列配置のコミュニケーション

図1・3はU字流れ——くし形配置の場合のコミュニケーション距離を示したものである。この工場は、工程の始点、終点が隣接しているので、そこまでゆけばコミュニケーションの用はすむことになる。さらに、これをくし形に並べる

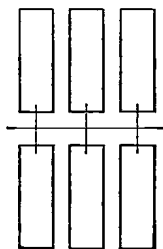


図 1・3 U字流れ——くし形配置のコミュニケーション

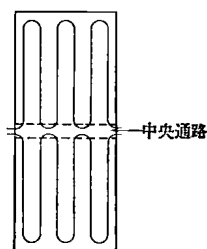


図 1・4 中央通路の見通し

ことによって、1本の主通路を通して、工場間のコミュニケーションができる。運搬についても同様にちぢむが、そのうえ、から運搬もごく減る。

このように、この3種の工場配置におけるコミュニケーション距離は著しく違っている。この図1・3のようにU字流れ——くし形配置にすることによってコミュニケーションのために費す時間は大幅に短縮され、管理の整合（coordination）が密接になり、さらにそのうえに、間接人員の節約が得られるであろう。

また、見通しという点から考えてみれば図1・4の場合のように中央に1本の主通路を設けることにより、その一端に立って見通せば、工場全体のおもな流れの状態の停滞の有無などを、容易につかめるので、集中的な管理方法がとれることになる。

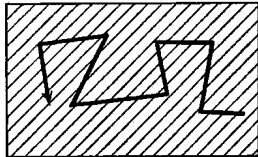


図 1・5 ロット作業方式のコントロール面積

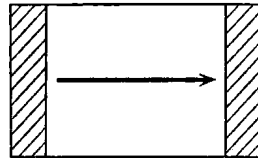


図 1・6 直線流れのコントロール面積

また、コントロール面積も運営上問題であるが、これは、ある工場に対して、生産の実施に必要な管理業務を実施するために動かなければならない範囲の面積であって、これは工場全体にわたる場合もあるが、ある一部分をみることによってその工場の全体の動きをつかめる場合もある。

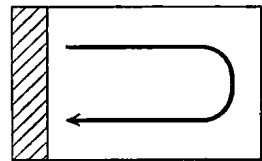


図 1・7 U字流れのコントロール面積

図 1・5～1・7 の斜線の部分がコントロール面積である。これらを比較してみると、コントロール面積の違いがよくわかる。

1.3 設備配置と運搬

“設備配置の際には、運搬距離を短縮することがもっとも重要である” ということは古くから信じられてきた。

ところが、運搬管理の最近の発展から、普通の工場内の運搬については、移動よりも取扱いのほうがずっと重大な要素であるということが認められてきた。これらは取扱い、すなわち積みおろしのほうが、移動よりも回数が多く、また、1回の所要時間も長く、さらに力も多く必要であることによって説明される。

さらに、たとえ運搬距離が短くなったとしても、特定通路が混雑したり、ある交差点で待合わせたりが生ずると、これらの停滞によって移動時間がのびることも起こる。

このように、“このましい”が“絶対に必要”ではない条件である。

1.4 設備配置の種類

設備配置の型を大別すると、つぎの二つになる。この二つは生産の方法に応じて選ぶべきである。製品型配置は広い意味の流れ作業に対応する。

(a) 製法型配置 (process base layout)

これは機能型配置とか機種別配置とか呼ばれているもので、同じ作業方法のもの、すなわち機種ごとに、設備を集めて並べる型の配置で、たとえば図 1・8 のような作業場配置となる。

(b) 製品型配置 (product base layout)

これはライン型配置とも呼ばれるもので、部品ごとの作業工程の順に設備を並べる型の配置で、たとえば図 1・9 のような作業配置となる。

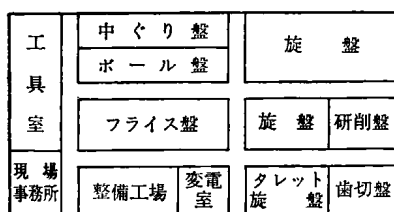


図 1・8 製法型配置

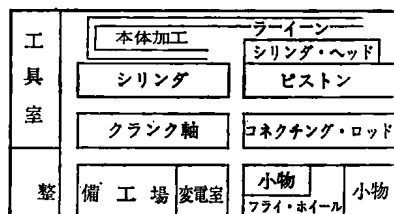


図 1・9 製品型配置

この製品型配置の特徴は、いろいろとあげられている。この長所と短所とを比較してみると、全体としては利益のほうがかなり大きいことが多い。

〔長所〕

- ① 仕事の流れが、見通しのしやすい一本道だから、いろいろの遅れがはつきりするので、早期発見、予防、回復などがしやすい（工程管理の徹底）。
- ② 分業にしやすい、作業が単純化でき、専用機械工具を考案し、使用しやすい（分業専用化）。
- ③ 作業者が作業位置を離れられないようになっているので、作業者の間接作業が少なくなり、実質的稼働率が上がる（間接作業の除去）。
- ④ 生産の総時間、すなわち仕掛時間が短いので仕掛品が少ない（仕掛減少）。
- ⑤ 工程が単純化し、見通し管理ができ、伝票類が少なくてすむ（工程管理事務の簡素化）。
- ⑥ 工程が確定するので、検査回数が少なくてすみ、品質管理が徹底しやすい（品質管理の徹底）。
- ⑦ 作業が単純化できるので、作業者の訓練がしやすい（訓練の容易化）。
- ⑧ 工程や設備が集中し、運搬や所要面積が小さくなる（作業面積の集中）。

〔短所〕

- ① 仕事の獲得の融通性が少なく、工程系列が違うと、配置替えをしなければならない（融通性の減少）。
- ② 分業時間の短い設備でも、生産ラインや工程ごとに、別々に置かなくて