

作業研究

(2)

— 工程研究 —

小 杉 隆 至

前号に於て作業研究の内容として

- 1) 工程研究
- 2) 時間研究
- 3) 動作研究
- 4) 余裕研究

の四種を挙げたが、本号よりその各々について詳述したいと思う。

一、工程の意義と工程研究

前に述べた如く、工場に投下された素材が完成品となるまでには、加工、検査、運搬、停滞の四種類の工程を経る。工程研究は物の流れを主体として作業組織全体について研究するのであるが、現状を大體に把握して、改善の重点を発見するのに非常に適した研究方法である。

大量生産方式が取り入れられる様になつて、それまで一人の作業員によつて行われていた仕事が分業化されて、個々の作業員は作業の一部を繰り返す行い様に分担すると、ここに工程という概念が生れて来る。工程とは作業の系列を構成する一単位に与えた名称で、通常一作業員又は一組の作業員群、或は一機の作業機械の担当する範囲を言う。又この工程によつて構成される工程系列を単に工程ということもある。同一作業員が便宜上性質の異なる二つの工程（例えば加工工程と運搬工程）を行う場合には一応分けて考える。

加工工程が分化すると、加工の質を一定の基準に押えるための検査工程を挿入しなければならなくなりそれら加工工程、検査工程を場所的に結びつける運搬工程が必要になる。又一加工工程に運搬された素材、半製品が加されるまでの停滞が生ずる。これを一つの工程として取扱ふことは研究上重要な事である。この停滞時間、数量、場所等が問題となる。更に種々の機能に分業化された諸工程の統制を図るために管理という新たな機能が要求される等、独立作業の場合と異なる複雑な生産現象を呈して来る。

これらの工程系列の研究には生産の容体を手がかり

にするのが最も便利である。即ち素材から製品に至るまでの一貫した物の流れや変化を追求して行けば、工程上の問題はすべて明るみに出て来る。何となれば素材が完成品になるまでにはすべての工程を通るのであり、工程系列の目的はそれらの過程をより経済的ならしめるものだからである。工程系列は素材から完成品になるまで時間的にも空間的にも無駄のない様に編成され統制されなくてはならない。工程研究は最も合理的な工程系列の編成統制の在り方を主として物の流れを通じて考え、改善のための資料にしようとするものである。

二、工程研究の手法

前に作業研究のところで、工場の全体的調査の方法として工程研究を挙げ、次に全体を構成する個々の作業員について研究する方法として時間研究、動作研究を挙げたのであるが、工程研究も全工程を総合的に研究するもの（主体分析という）と、種々の角度から細かに研究するもの（附帯分析という）との二つに分けて考えることが出来よう。どちらか一方を単独に行うか、一方を主として行い他を補足的に用いるかは、研究の対象となる業種、工場の性格によつて勿論異なるわけである。両者を併せ行う場合には、全く切り離して研究するのではなく、相互に有機的関連を持たせることが必要である。

附帯分析はその研究対象によつて次の様に分けられる。

- 1) 製品、部品を対象とする加工対象の分析
- 2) 経路、余力を対象とする作業分担の分析
- 3) 時間的経過の分析
- 4) 場所的配置の分析
- 5) 運搬、停滞、品質、歩留に関する工程の種類別分析

以下順を追つて述べよう。

三、工程分析（主体分析）

工程系列を総合的に調査するために工程分析表を作成する。先づ工程分析表作成上の約束を挙げると

1) 各工程に次の如き記号をつけて調査する。調査事項は目的に応じて精粗がある。

第一表

工程	記号	記号の説明	調査事項
加工	○	変形、変質 組立、分解	加工方法、加工部位、時間、加工数量、作業員数、技術、機械設備の加工条件、加工程度、治工具、消耗品、使用伝票
検査	□ ◇ ⊗	量の検査 質の検査 質量の検査	検査方法、検査数量、検査精度、検査用具、検査基準、作業員数、技術、使用伝票
運搬	○	移動	運搬手段、距離及び高さ、経路、回数、使用伝票、路面状態
停滞	△ ▽ ◇ ⊗	原材料の貯蔵 完成品の貯蔵 工程間の手待 加工中の手待	停滞時間、保管場所、停滞数量、容器、置き方、保管責任者、使用伝票

2) 工程の大きさ

一作業員又一組の作業員群の行う作業の範囲をいう

第一図

工場の性格によつては一台の機械で行う作業範囲をいうこともある。

3) 時間の記入

加工、手待、停滞の時間を書く。一個又は1ロット(製作単位)に要する時間と回数を書き入れる。手待時間等は聞き込みによつて正確な時間がかめられないことが多い。過去の記録によつて知るのも一つの方法である。

4) 運搬距離の記入

実際に巻尺等で計るのもよいが、配置図上でも計ることが出来る。時間記入と同じ様に一回の運搬距離と回数を書く。

5) ロット数

一般には各工程毎に異なることが多い。初めはロット数多く、出来上るに従つて少なくなる。その場合は一応ありのままで書く。

以上のことを頭に入れて、当所単板工場について工程分析表を作つて見た(第一図)

製造時期		単板工場						
調査		29.11.1						
調査		× × × ×						
人員記号	記号の説明	機械職名	距離	時間	数量	置き方	備考	
3	△ 露天原木置場						土場積重ね	
1	① パットえ パット煮沸 クロス カソトソーえ	トロツコ ホイスト ライブローラ	50m 10m	12H×	30石		12月よりチェーンソーに取り換え	
2	2 玉切り 3 皮剥き	作業員		2.5min ×30				
4	2 停滞 ロータリー レースえ	作業員		3m8min ×30			床場置き	
4	4 丸剥き取り クリツパーえ	作業員 自動クリツパー ハンド //	2-10m		30,000尺 ²		回転数30/min 4厘5耗換算(数量) 非常に熟練を要す	
4	5 裁断 撰別	作業員					床上積重ね 立て掛け	
4	6 乾燥 乾燥室え	トロツコ 風道循環式 乾燥室	15m	5min ×20台			1台3尺×6尺が2づつ 40段、1,440尺 ²	
2	① わくづみ貯蔵場え 撰別 貯蔵	トロツコ 作業員	20m	15min ×20台			台上積重ね	

工程分析表が出来たならば、次の様な検討を加える

1) 各工程の機械を早める余地はないか

加工精度を落さない範囲で、ロータリーの回転数、クリッパーの裁断回数等を多くしたり、乾燥時間を短縮することが出来ないであろうか。機械の回転数を速めることは即ち能率の増進であるが、只その場合加工されたものの品質で落ちる様では意味がない。

2) 分業化の程度は適当であるか

分業によつて生産性が高められることは今更言を待たないことであるが、能率を上げるのには程度があるわけで、それ以上であつても以下でも能率に下るであろう。その工場に最も適した程度に分業化されなければならない。例えば当所では8尺ロータリーには4人の作業者が居て、ロータリーを操作する人が一人、先取りが二人居てクリッパーを運ぶと言う分け方になつている。しかしそれらの作業者はそれだけを専門にしているのではない。原木を取り付ける人も先取りをすることがあるし、廃材加工屑処理は手の空いた作業者が行い、皮剥きを応援することがある。もしその様な仕事のために一人増員すれば、今までの人は専門の仕事だけをして、雑事をする時間や他の仕事に掛けるまでの時間がはぶけて、能率を上げることが出来るであろう。しかしあまり細分化すればそのために人件費も増え、一人当りの生産量が減少することになる。工場によつてはかえつて現状よりも分業化の度を低下させた方がよい所もあるであろう。

3) 各工程は標準化され安定しているか

工程が標準化されないで、しばしば例外的な作業をしなければならなかつたり、他工程といろいろなやりくりをしなければならぬ様では甚だ非能率な結果をもたらす。常に一定の材料が入つて来て、作業者は定まつた仕事をなし、他の雑事に頭や体をつかつたりせず、材料が入つて来たと同じ早さで次工程へ流す様になれば理想的である。

4) 作業が作業者まかせになつていないか

研究部で完成した生産方法或い上層部の指図通りに作業が行われているであろうか。それらが現場に投げ与えられただけで、後は作業者の経験と勘に任せられているのでは何もしないことになる。例えば能率や歩留が作業者の熟練度や生産意欲に左右される場合には、上の様な状態では作業は安易になされ決して能率は上らないであろう。

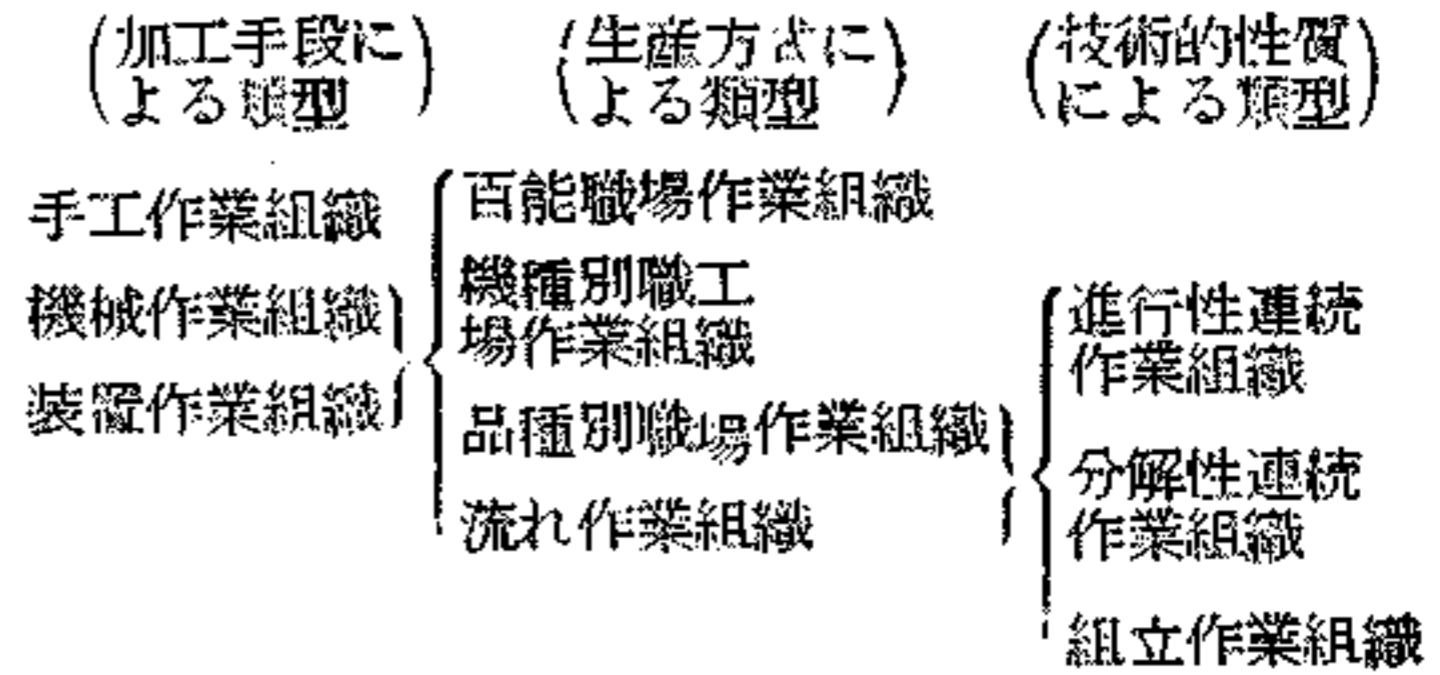
5) 作業組織はよいか

近代経営に於ける作業組織の特長は、分業による能率経営にあるといへるであろう。しかし作業過程の分

業化は単にばらばらにしたものではなく、相互に有機的関連をもたせた協働関係である。工業経営における作業組織は加工手段によつて、手工作業、機械作業、装置作業に大別される。木材工業の場合には主として機械作業であろうが、これも自動的機械作業、半自動的機械作業、手工的機械作業の三つに分けることが出来る。これらは作業者の干渉の程度によつて、それぞれ作業の性質を異にする。故に作業組織について考察する場合には、その特性を充分考慮しなくてはならない。

又作業組織は生産方式、技術的性質等の観点から種々に分類されるが、誌面の都合もあるので下記の程度に留める。

作業組織の類型



6) 工程の順序を入れ替えてはどうか

工程の配列を見渡して加工工程ばかりでなく検査工程等について順序を入れ替えて見てはどうか。更に運搬工程等排除出来ないかについて検討してみる。第一図について見れば①のバット工程の前に②の玉切りをもつて来れば、ボンコロと称する原木の両端の部分は煮沸しないで済むことになる。又煮沸してから玉切りの時間が省かれるので、皮剥きにすぐかけられるから剥き易くなるし、蒸気も少なくてよいことになる。只この場合に問題となるのは木口割れということである。煮沸膨張によつて割れ目が入るために、剥いた単板に疵が出来ては工程の入れ替えのためにかえつて悪い結果となる。この様な時には、技術的な問題能率及び原価に対する影響等を考え合せてはどちらをとるか決定すべきである。

7) 時間的、距離的重点はどこか

第一図によつて大体の時間的重点・距離的重点を知ることが出来る。これについては後に時間研究其の他で詳しく調査しなければならないが、重点を見出してそれに対する対策を講じなければならない。

8) 作業時間に対する手待時間が多過ぎはしないか

手待時間は直接不能率の原因となる。これは極力避けなければならない。そのためにはある程度の仕掛品

を置いて防ぐことが出来る。しかし停滞時間が大きすぎると素材から完成品になるまでの生産期間が長くなり、財務上よくない結果となる。その工場に適した仕掛品数の標準を定め手待時間を減少させ回転率を高めることが必要である。

9) 各工程の熟練度について

各々の工程の種類性質によつて、熟練度を要するものと要しないものがある。新しい作業でもすぐ出来る作業であれば問題はないのであるが、熟練を要する工程では、その作業を専門に行う作業者が欠勤した場合には、能率がぐんと落ちることは明かである。その仕事に熟練した人を何人か養成することもよいが、機械や作業方法を改善することによつてその様に熟練を要しない作業にすることも必要である。

四、加工対象の分析 (附帯分析の一)

総括的な工程分析の後に、種々の角度から附帯分析を行うがまず製品、部品について検討を加える。製造指図書と現物とを対照比較し、加工、検査、試験等に立会つて材質、形状、構造、機能等を把握し、次の様な点について検討する。

1) 原材料について

木材工業の場合には、原木の長さは一定にすることが出来ても、太さ・材質の点で非常に標準化しにくいものがある。又木取りの方法如何では無駄の大小に大きく影響する。標準化及び節約する余地について検討する。

2) 部品について

部品についても標準化されているかどうかについて検討し、更に部品の精度を高めることに努力しなければならない。

3) 製品について

製品の品質、外観、構造等充分な商品価値を有しているかどうか。

4) 加工方式について

その製品の特性のために大量生産が妨げられ原価が高くなつている様なことはないか。部品の合併分割、加工方法の変更、仕上過程の変更等を考えて、加工をもつて容易に出来ないであろうか。図面様式に改善すべき所はないか。加工方法の指示は徹底しているか、寸法の入れ方をもつと改善出来ないか。

以上挙げた如く分析検討するが、この加工対象の分

析は直接商品としての製品に関する検討であるという意味に於て非常に重要である。

五、作業分担の分析 (附帯分析の二)

ここでは経路分析と余力分析を行う。

A) 経路図

一職場で種々な部品を作る場合には、一部品についてのみ運搬距離を減少させても意味がない。数種の部品について全体として満足する様な配置にしなくてはならない。換言すれば全部品を代表する流れの経路を見出し、その経路に従つて機械配置を行う。機械配置は整然と並べただけでは能率的と言へない。一見雑然と並んでいる様でも、合理的に配置されていればその方が能率的であるといへる。

経路図は直接調査によつても作成されるが、前述の工程分析表を基にして作ることも出来る。この経路図によつて、共通工程を見出し、その部分に重点的な機械及び作業配置をなし、流れ作業にすることが出来る。次に掲げるものは当所改良工作工場に於ける片袖机の部品作成について試みたものである (本誌10月号7頁参照)

第二図 経路図 当所改良工作工場

部品名	工程	材料選別	横切機	帯鋸盤	手押鉋	自動鉋	墨付	柄取機	昇降盤	面取機	角鑿機	手仕上	完成
横	枢	△	○	○	○	○	○	○		○	○	○	▽
堅	枢	△	○	○	○	○	○	○		○	○	○	▽
中	束	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
足	掛	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
棚	口	△	○	○	○	○	○	○		○		○	▽
後	チ	△	○	○	○	○	○	○		○		○	▽
裏	キ	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
タ	板	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
ヌ	モ	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
上	キ	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
端	摺	△	○	○	○	○	○	○		○			▽
抽	斗	△	○	○	○	○	○	○		○			▽
斗	側	△	○	○	○	○	○	○		○			▽
向	板	△	○	○	○	○	○	○		○			▽
前	板	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
下	端	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
端	摺	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
ニ	ヤ	△	○	○	○	○	○	○				○	▽
甲	板	△	○	○	○	○	○	○				○	▽

B) 余力調査

これは生産目標に対して、作業員及び機械が合理的に配置されているかどうかを検討するものである。それには負荷される仕事量とそれに対する作業員及び機械の作業能力を比較検討して、両者のバランスをとる様にする。

量的負荷の分析では与えられた生産目標を作業量で

表わす。工程別、部品別に作業時間を調査し、それに生産量を乗じて作業量を算出する。時間は時間研究による精密な標準時間を適用するのが望ましいが、分析目的によつては工程分析表に用いた実績資料や聞き込み程度のもので済ますことも出来る。

一方量的能力の分析では、作業者の数、機械の台数、作業時間を算出する。作業に熟練を要する時には、その作業者の熟練度によつて能力係数（例えば0.8とか1.1等）を乗ずる。更に不良率、欠勤率、機械故障率も考慮しなければならない。

次に能力から負荷を差引くことによつて、余力を算出する（+）であれば能力の大で余裕があることになり（-）であれば負荷が大きすぎることになり、無理がかかっていることを示す。

負 荷 …… (1個当り作業時間) × (生産数量) — (A)

作業能力 …… (作業延時間) × (人員) × (1 - 不良率) × (1 - 欠勤率) — (B)

機械能力 …… (作業延時間) × (機械台数) × (1 - 不良率) × (1 - 機械故障率) — (C)

作業余力 …… (A) - (B)

機械余力 …… (C) - (A)

※不良率、欠勤率、機械故障率は百分率で表わす。

質的余力の分析は、作業内容を工程分析表又は観測によつて検討し、作業の要求する特殊技術を見出す。又現在の作業者の技術を見て両者を比較する。

経路図及び余力調査によつて、次の様な点について検討する。

- 1) 作業組は機種別、品種別、類似品別、共通工程を集めての部分的流れ作業の何れがよいか。
- 2) 加工法や設計を変えて共通工程を作ることは出来ないか。
- 3) 各工程の負荷は均衡がとれているか。
- 4) 一カ月のうち月末だけが特に忙がしいというような日程別負荷の不均衡を排除することは出来ないか。
- 5) 作業員数、機械台数は負荷と釣合っているか。
- 6) 工程をもつと分割して難しい作業の時間を減らせないか。
- 7) 余力調査の結果、その対策を施されているか。
- 8) 余力調査の基礎となる作業時間の算定に不合理な点がないか。
- 9) 生産計画の立案に余力調査がどの程度考慮されているか。

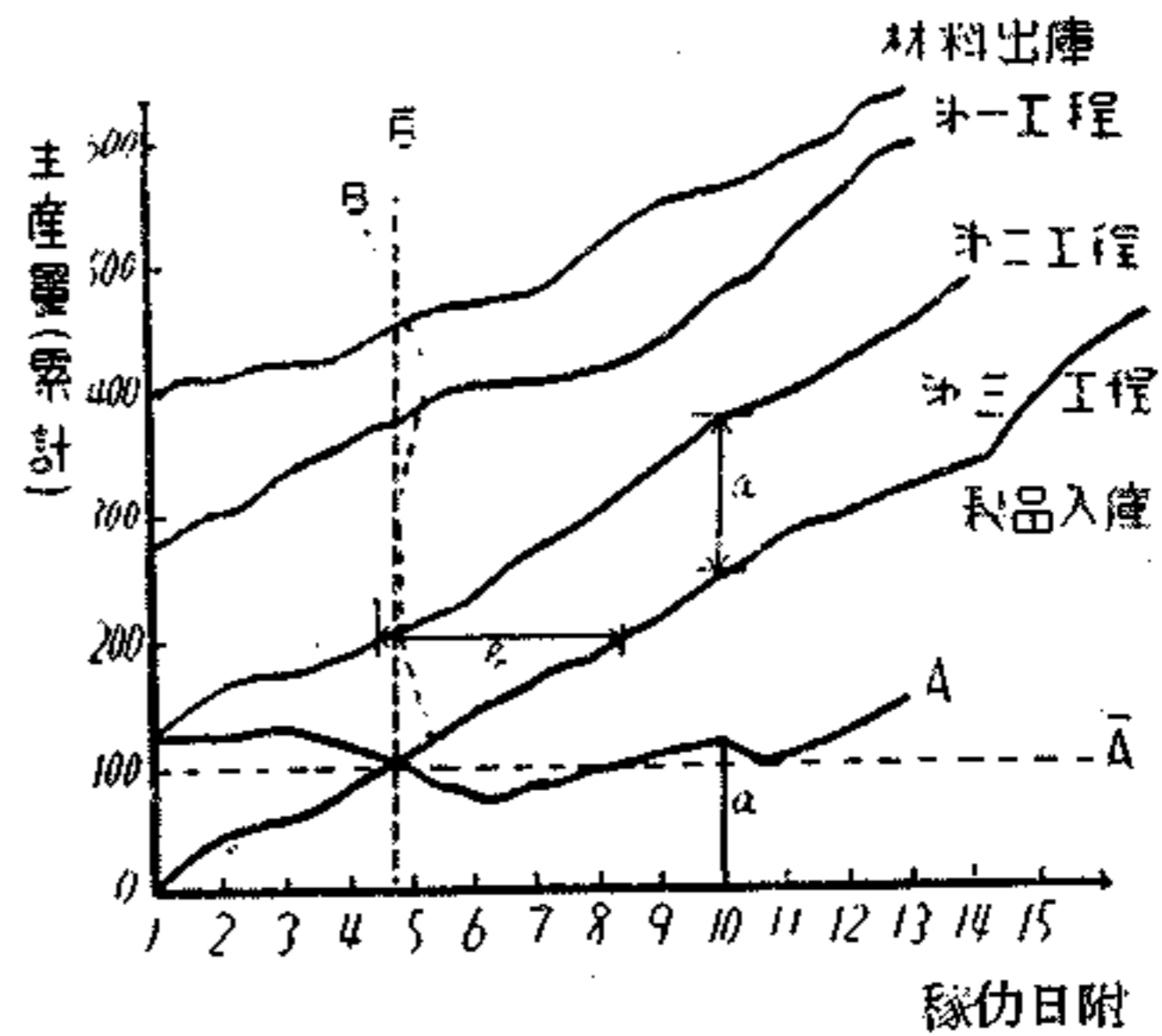
六、時間的経過の分析（附帯分析の三）

次に材料が工場に入ってから完成品として出て来るまでの生産期間について分析してみる。これは伝標そ

の他の実績記録をたどつて各工程の材料がどれだけの速さで流れているかを知ろうとするものである。生産期間は作業時間ばかりでなく、停滞時間も含まれている。従つて或る部品が工程を通過する時間は、作業員や機械の作業速度だけでなく、流れている物の数量によつて決定する。

第三図に示すものは流動曲線と呼ばれるものであるが、流動数と生産期間の関係を表わすものである。

第 三 図



縦軸に生産量を取り、横軸に日付けをとる。曲線の傾斜は作業速度を表わし、屈曲はその変動を表わす。又間隔 a は10日に於ける第二工程と第三工程間の仕掛品数量を表わし、これを横軸上に移し、曲線 A を得れば、仕掛品数量の増減が一目でわかり、平均値 \bar{A} と比較して管理の巧拙を知ることが出来る。間隔 b はロット数 200 個目のものが第三工程を経て完成品となるまでの日数を表わす。a の場合と同様に b を縦軸上に移して曲線 B を作り平均値 \bar{B} と比較する。又流動曲線は理論上では交叉することはあり得ない筈であるがもしその様なことがあれば調査資料の間違であるからその原因を追求しなければならない。

この調査によつて行ふ分析の着眼点について述べると、

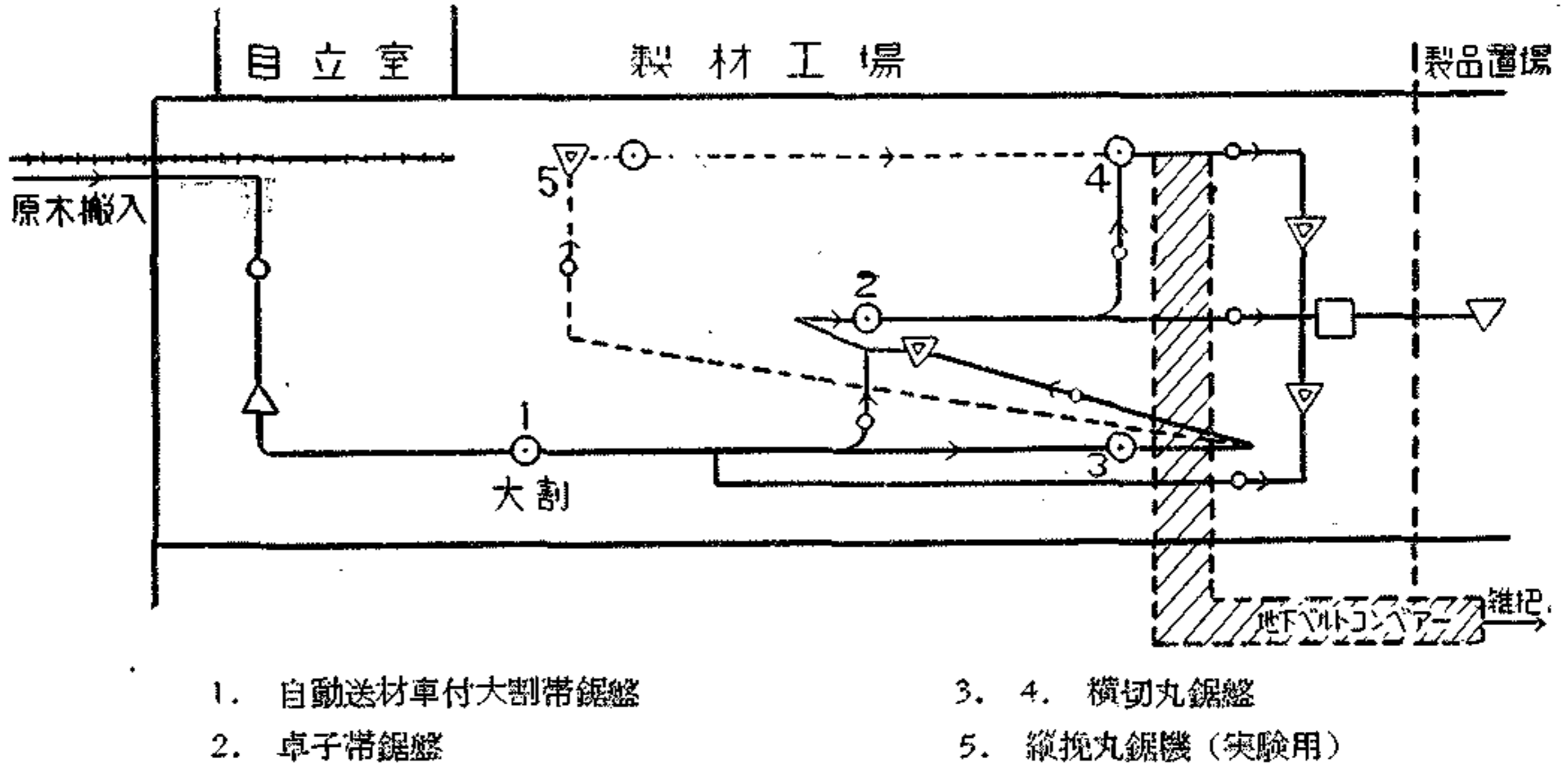
- 1) 日程計画と実績との食い違い。
- 2) 特に手待の多い工程を発見、原因究明。
- 3) 上流工程の作業手配はよいか。
- 4) 流動数は多過ぎないか。
- 5) 特急作業が多いため日程困乱はないか。
- 6) 工程順序の入れ換え、直列工程系列化などによる生産期間の短縮。
- 7) 日程に大きな変動はないか。その原因。
- 8) 日程管理は現場に即して行われているか。

七、場所的配置の分析 (附帯分析の四)

ここでは工程分析表を基にして、材料の移動経路を工場配置図上に記入して一目でわかる様にする。水平

移動のときは工場平面図だけでよいが、上下移動もあるときは、縦軸に上下移動距離、横軸に水平移動をとつてグラフに示すか、見透図を作る。次に掲げるものは当所製材工場について試みたものである (第四図)

第四図 流水線図 当所製材工場

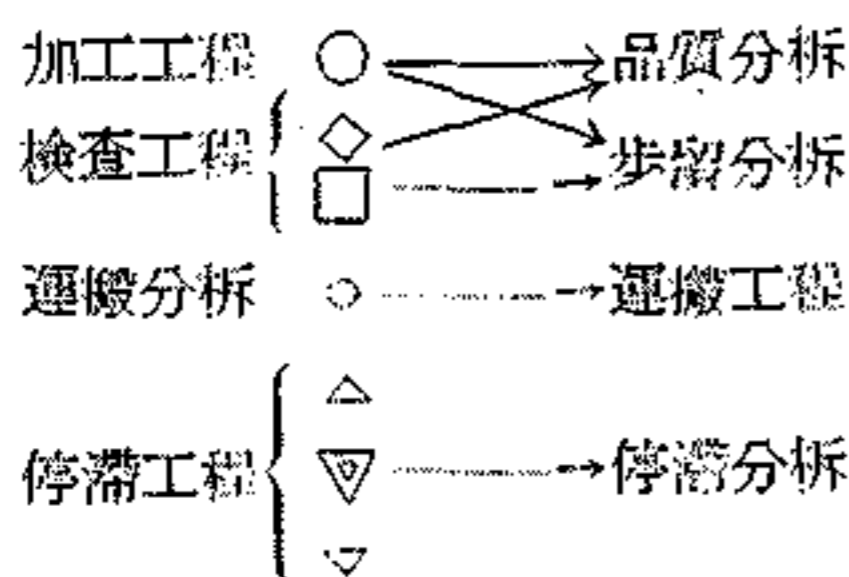


流れ線図による分析着眼点を挙げると

- 1) 移動距離の短縮
- 2) 移動経路は直線、鍵の手型、コ字型の様に単純化する。
- 3) 後戻り、ジグザグ、ループ等を廃除する。
- 4) 人力による上下移動は極力避ける。
- 5) 運搬はなるべくコンベアーその他にする。
- 6) 道路、トロツコその他運搬路の配置は適當か。
- 7) 建物及び機械配置は材料の移動経路に対して合理的に出来ているか。
- 8) 機械工場に於ては流れ作業又はタクト作業が理想型であるが、パルプ等装置工場ではパイプによる一貫作業が理想型である。

八、工程の種類別分析 (附帯分析の五)

先に工程の種類として四種類のものを挙げた。即ち加工工程、検査工程、運搬工程、停滞工程であるが、この工程区分の面から品質分析、歩留分析、運搬分析、停滞分析を行う。



A) 品質分析

ここでは品質の検査及び加工に関して検討する。それは製品の有すべき特性を究明し、又それに対する加工工程の影響を調べ、品質の向上を計る。

着眼点を列挙すれば

1) 品質基準

製造仕様書、設計図、検査規格等により、製品基準を明かにする。

2) 品質に及ぼす影響

加工の種類、条件、素材の質等の変動により、製品がどのような影響を受けるかを実験的に調査する。

3) 不良統計

製品数量に対する不良品数量を統計的に把握してその率を低下せしめる。

4) 検査の方法、組織、検査具について、それらが検査を行うに充分であるかどうか検査する。

以上のことから不良状況を明かにし、その原因を追求して改善する。

B) 歩留分析

これは量の検査及び加工工程に関する検討であつて

歩留情况及び歩留低下の原因を把握して、その改善向上の資料とするものである。

着 眼 点

1) 歩 留 標 準

製造仕様書、設計図等によつて工程別の標準を決める。

2) 歩留に及ぼす影響

加工の種類、条件、素材の質等歩留に影響を及ぼす条件を調査する。

3) 歩留実験統計

4) 歩留検査方法、用具、及び検査組織

C) 運 搬 分 析

運搬は工場の管理上重要な問題を持つているものであるが、次の四つについて調査する。

1) 運 搬 量

手段別、区間別、運搬者別、運搬物の種類別

2) 運 搬 手 段

運搬設備、運搬車、運搬容器、運搬効率、故障率稼働率

3) 運 搬 路

距離、経路、路面状態

4) 運搬管理方式

組織、事務、計画

これらの調査により、運搬量の増大、時間の短縮、頻点の定期化、施設手段の活用、経費の節減等を計る

D) 停 滞 分 析

先ず保管状態について、場所設備用具、置き方、保管中の異状、出庫頻度、回転率等、又管理方法について受払事務方式、使用帳標、事務分担等を調査して次の様な考察をする。

1) 倉庫について、倉庫がその貯蔵に適しているか品物の置き方は適当か、出庫に便利であるか。

2) 在庫量について、一目でわかる様になっているか。帳簿と一致しているか。多過ぎはしないか。現物の受渡しは確実に行われているか。基準貯蔵量は適当な量に定められているか。それは守られているか。

以上工程分析に関して述べて来たが、次号では時間研究について考えて見たいと思う。 (続)

発泡接着剤の研究…………… (VI)

レゾルシン粉末添加による発泡尿素樹脂接着剤の耐水性向上に就いて

森 滋
晴 枝 盛 信

従来の澱粉系乃至蛋白系接着剤に代り、合板用接着剤として接着性能の勝れた合成樹脂就中尿素樹脂が多量に使用され、今や合板界に於いては接着剤といへば尿素樹脂接着剤を意味する様に一般化して来た。これは尿素樹脂が他の合成樹脂接着剤に比して安価であるというに外に、実際に合板工場で使用するに際しても水に可溶性であり、又常温でも硬化するという様に、特別の技術乃至設備がなくとも容易に使用出来る為である。一方原料の面から考慮しても、尿素樹脂はビニール樹脂と並んで資源的に最もわが国に適した合成樹脂であつて、今後この方面からも益々研究され且つ需要が拡大されるべきものと思われる。

斯様に尿素樹脂は、合板用接着剤として多くの勝れた利点を持つているのであるが、之が最大の欠点としては他の合成樹脂に比較して耐水性が弱く且つ老化性が大であるということである。

一般に尿素樹脂はその耐水性を向上させると老化性は勿論その他の物理、化学的諸性質も向上されるので諸性質中耐水性が最も重くみられている。この耐水性の弱い理由は種々考えられているが、その中大きな原因と考えられるものは尿素樹脂のメチレン結合は多少可逆的であることと、もう一つは尿素樹脂が三次元の網状構造迄反応が進んで所謂硬化が完了しても依然として親水性のメチロール基が残存する為であろう。この親水性のメチロール基の残存は、この為高度の耐水性が得られず、又老化性の大きい一因ともなつている即ち硬化後も残存しているメチロール基とアミノ基との間に縮合反応が行われる上に、乾燥その他の外的条件が接着膜層の外部、から作用する為に、膨潤、収縮の反作用を起して接着膜層に龜裂が発生し、耐水接着力の低下を来すのである。従つて尿素樹脂の耐水性及び耐老化性の向上の為には、この残存メチロール基をエーテル結合、又は他の物質と置換若しくは附加して(この場合はアミノ基に対しても)、水に不溶性若しくは不活性化すれば良いことが考えられる。以上の目的

作業研究

(2)

- 工程研究 -

小 杉 隆 至

前号に於て作業研究の内容として

- 1) 工程研究
- 2) 時間研究
- 3) 動作研究
- 4) 余裕研究

の四種を挙げたが、本号よりその各々について詳述したいと思う。

一、工程の意義と工程研究

前に述べた如く、工場に投下された素材が完成品となるまでには、加工、検査、運搬、停滞の四種類の工程を経る。工程研究は物の流れを主体として作業組織全体について研究するのであるが、現状を大掴みに把握して、改善の重点を発見するのに非常に適した研究方法である。

大量生産方式が取り入れられる様になって、それまで一人の作業者によって行われていた仕事が分業化されて、個々の作業者は作業の一部を繰り返し行う様に分担すると、ここに工程という概念が生れて来る。工程とは作業の系列を構成する一単位に与えた名称で、通常一作業者又は一組の作業者群、或は一台の作業機械の担当する範囲を言う。又この工程によって構成される工程系列を単に工程ということもある。同一作業者が便宜上性質の異なる二つの工程（例えば加工工程と運搬工程）を行う場合には一応分けて考える。

加工工程が分化すると、加工の質量を一定の基準に押えるための検査工程を挿入しなければならなくなりそれら加工工程、検査工程を場所的に結びつける運搬工程が必要になる。又一加工工程に運搬された素材、半製品が加されるまでの停滞が生ずる。これを一つの工程として取扱うことは研究上重要な事である。この停滞時間、数量、場所等が問題となる。更に種々の機能に分業化され諸工程の統制を図るために管理という新たな機能が要求される等、独立作業の場合と異なる複雑な生産現象を呈して来る。

これらの工程系列の研究には生産の容体を手がかりにするのが最も便利である。即ち素材から製品に至るまでの一貫した物の流れや変化を追求して行けば、工程上の問題はすべて明るみに出て来る。何となれば素材が完成品になるまでにはすべての工程を通るのであり、工程系列の目的はそれらの過程をより経済的ならしめるものだからである。工程系列は素材から完成品になるまで時間的にも空間的にも無駄のない様に編成され統制されなくてはならない。工程研究は最も合理的な工程系列の編成統制の在り方を主として物の流れを通じて考え、改善のための資料にしようとするものである。

二、工程研究の手法

前に作業研究のところで、工場の全体的調査の方法として工程研究を挙げ次に全体を構成する個々の作業単位について研究する方法として時間研究、動作研究を挙げたのであるが、工程研究も全工程を綜括的に研究するもの（主体分析という）と、種々の角度から細かに研究するもの（附帯分析という）との二つに分けて考えることが出来よう。どちらか一方を単独に行うか、一方を主として行い他を補足的に用いるかは、研究の対象となる業種、工場の性格によって勿論異なるわけである。両者を併せ行う場合には、全く切り離して研究するのではなく、相互に有機的関連を持たせることが必要である。

附帯分析はその研究対象によって次の様に分けられる。

- 1) 製品、部品を対象とする加工対象の分析
- 2) 経路、余力を対象とする作業分担の分析
- 3) 時間的経過の分析
- 4) 場所的配置の分析
- 5) 運搬、停滞、品質、歩留に関する工程の種類別分析

以下順を追って述べよう。

三、工程分析（主体分析）

工程系列を総体的に調査するために工程分析表を作成する。先ず工程分析表作成上の約

束を挙げると

- 1) 各工程に次の如き記号をつけて調査する。調査事項は目的に応じて精粗がある。

第 一 表

2) 工程の大きさ

一作業者又一組の作業者群の行う作業の範囲をいう工場の性格によっては一台の機械で行う作業範囲をいうこともある。

3) 時間の記入

加工、手待、停滞の時間を書く。一個又は 1 ロット（製作単位）に要する時間と回数を書き入れる。手待時間等は聞き込みによって正確な時間がかめないことが多い。過去の記録によって知るのも一つの方法である。

4) 運搬距離の記入

実際に巻尺等で計るのもよいが、配置図上でも計ることが出来る。時間記入と同じ様に一回の運搬距離と回数を書く。

5) ロット数

一般には各工程毎に異なることが多い。始めはロット数多く、出来上るに従って少くなる。その場合は一応ありのままで書く。

以上のことを頭に入れて、当所単板工場について工程分析表を作って見た（第一図）

第 一 図

工程分析表が出来たならば、次の様な検討を加える。

1) 各工程の機械を早める余地はないか

加工精度を落さない範囲で、ロータリーの回転数、クリッパーの裁断回数等を多くしたり、乾燥時間を短縮することが出来ないであろうか。機械の回転数を速めることは即ち能率の増進であるが只その場合加工されたものの品質で落ちる様では意味がない。

2) 分業化の程度は適当であるか

分業によって生産性が高められることは今更言を待たないことであるが、能率を上げるのには程度があるわけで、それ以上であっても以下でも能率に下るであろう。その工場に最も適した程度に分業化されなければならない。例えば当所では8尺ロータリーには4人の作業者が居て、ロータリーを操作する人が一人、先取りが二人居てクリッパーへ運ぶと言う分け方になっている。しかしそれらの作業者はそれだけを専門にしているのではない。原木を取り付ける人も先取りをすることがあるし、廃材加工屑処理は手の空いた作業者が行い、皮剥きを応援することがある。もしその様な仕事のために一人増員すれば、今までのは専門の仕事だけをして、雑事をする時間や他の仕事に掛けるまでの時間がはぶけて、能率を上げることが出来るであろう。しかしあまり細分化すればそのために人件費も増え、一人当りの生産量が減少することになる。工場によってはかえって現状よりも分業化の度を低下させた方がよい所もあるであろう。

3) 各工程は標準化され安定しているか

工程が標準化されないで、しばしば例外的な作業をしなければならなかったり、他工程といろいろなやりくりをしなければならぬ様では甚だ非能率な結果をもたらす。常に一定の材料が入って来て、作業者は定まった仕事をなし、他の雑事に頭や体をつかたりせず、材料が入って来たと同じ早さで次工程へ流す様になれば理想的である。

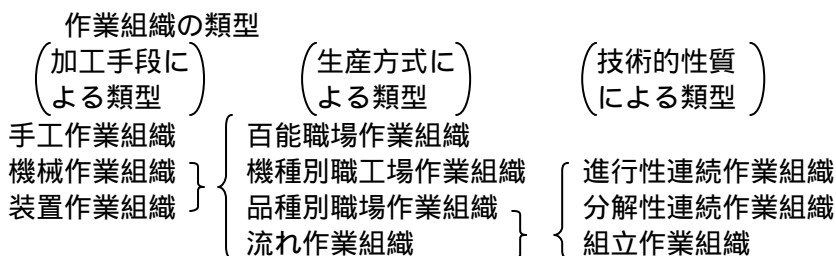
4) 作業が作業者まかせになっていないか

研究部で完成した生産方法或い上層部の指図通りに作業が行われているであろうか。それらが現場に投げ与えられただけで、後は作業者の経験と勘に任せられているのでは何もないことになる。例えば能率や歩留が作業者の熟練度や生産意欲に左右される場合には、上の様な状態では作業は安易になされ決して能率は上らないであろう。

5) 作業組織はよいか

近代経営に於ける作業組織の特徴は、分業による能率経営にあるといえるであろう。しかし作業過程の分業化は単にばらばらにしたものではなく、相互に有機的関連をもたせた協働関係である。工業経営における作業組織は加工手段によって、手工作業、機械作業、装置作業に大別される。木材工業の場合には主として機械作業であろうが、これも自動的機械作業、半自動的機械作業、手工的機械作業の三つに分けることが出来る。これらは作業者の干与の程度によって、それぞれ作業の性質を異にする。故に作業組織について考察する場合には、その特性を充分考慮しなくてはならない。

又作業組織は生産方式、技術的性質等の観点から種々に分類されるが、誌面の都合もあるので下記の程度に留める。



6) 工程の順序を入れ替えてはどうか

工程の配列を見渡して加工工程ばかりでなく検査工程等について順序を入れ替えて見てはどうか。更に運搬工程等排除出来ないかについて検討してみる。第一図について見ればのバット工程の前に玉切りをもって来れば、ドロコと称する原木の両端の部分は煮沸しないで済むことになる。又煮沸してから玉切りの時間が省かれるので、皮剥きにすぐかけられるから剥き易くなるし、蒸気も少なくてよいことになる。只この場合に問題となるのは木口割れということである。煮沸膨脹によって割れ目が入るために、剥いだ単板に

疵が出来ては、工程の入れ替えのためにかえって悪い結果となる。この様な時には、技術的な問題能率及び原価に対する影響等を考え合せてはどちらをとるか決定すべきである。

7) 時間的、距離的重点はどこか

第一図によって大体の時間的重点・距離的重点を知ることが出来る。これについては後に時間研究其の他で詳しく調査しなければならないが、重点を見出してそれに対する対策を講じなければならない。

8) 作業時間に対する手待時間が多過ぎはしないか

手待時間は直接不能率の原因となる。これは極力避けなければならない。そのためにはある程度の仕掛品

を置いて防ぐことが出来る。しかし停滞時間が大きすぎると素材から完成品になるまでの生産期間が長くなり、財務上よくない結果となる。その工場に適した仕掛品数の標準を定め手待時間を減少させ回転率を高めることが必要である。

9) 各工程の熟練度について

各々の工程の種類性質によって、熟練度を要するものと要しないものがある。新しい作業者でもすぐ出来る作業であれば問題はないのであるが、熟練を要する工程では、その作業を専門に行う作業者が欠勤した場合には、能率がぐんと落ちることは明らかである。その仕事に熟練した人を何人が養成することもよいが、機械や作業方法を改善することによってその様に熟練を要しない作業にすることも必要である。

四、加工対象の分析（附帯分析の一）

総括的な工程分析の後に、種々の角度から附帯分析を行うがまず製品、部品について検討を加える。製造指図書と現物とを対照比較し、加工、検査、試験等に立会って材質、形状、構造、機能等を把握し、次の様な点について検討する。

1) 原材料について

木材工業の場合には、原木の長さは一定にすることが出来ても、太さ・材質の点で非常に標準化しにくいものがある。又木取りの方法如何では無駄の大小に大きく影響する。標準化及び節約する余地について検討する。

2) 部品について

部品についても標準化されているかどうかについて検討し、更に部品の精度を高めることに努力しなければならない。

3) 製品について

製品の品質、外観、構造等充分な商品価値を有しているかどうか。

4) 加工方式について

その製品の特性のために大量生産が妨げられ原価が高くなっている様なことはないか。部品の合併分割、加工方法の変更、仕上過程の変更等を考えて、加工をもって容易に出来ないであろうか。図面様式に改善すべき所はないか。加工方法の指図は徹底しているか、寸法の入れ方をもっと改善出来ないか。

以上挙げた如く分析検討するが、この加工対象の分析は直接商品としての製品に関する検討であるという意味に於いて非常に重要である。

五、作業分担の分析（附帯分析の二）

ここでは経路分析と余力分析を行う。

A) 経路図

一職場で種々な部品を作る場合には、一部品についてのみ運搬距離を減少させても意味がない。数種の部品について全体として満足する様な配置にしなくてはならない。換言すれば全部品を代表する流れの経路を見出し、その経路に従って機械配置を行う。機械配置は整然と並べただけでは能率的と言えない。一見雑然と並んでいる様でも、合理的に配置されていればその方が能率的であるといえる。

経路図は直接調査によっても作成されるが、前述の工程分析表を基にして作ることも出来る。この経路図によって、共通工程を見出し、その部分に重点的な機械及び作業者配置をなし、流れ作業にすることが出来る。次に掲げるものは当所改良工作工場に於ける片袖機の部品作製について試みたものである（本誌 10 月号 7 頁参照）

第二図 経路図 当所改良工作工場

B) 余力調査

これは生産目標に対して、作業者及び機械が合理的に配置されているかどうかを検討するものである。それには負荷される仕事量とそれに対する作業者及び機械の作業能力を比較検討して、両者のバランスをとる様にする。

量的負荷の分析では与えられた生産目標を作業量で

表す。工程別、部品別に作業時間を調査し、それに生産量を乗じて作業量を算出する。時間は時間研究による精密な標準時間を適用するのが望ましいが、分析目的によっては工程分析表に用いた実績資料や聞き込み程度のもので済ますことも出来る。

一方量的能力の分析では、作業者の数、機械の台数作業時間を算出する。作業に熟練を要する時には、その作業者の熟練度によって能力係数（例えば 0.8 とか 1.1 等）を乗ずる。更に不良率、欠勤率、機械故障率も考慮しなければならない。

次に能力から負荷を差引くことによって、余力を算出する（+）であれば能力の大で余裕があることになり（-）であれば負荷が大きすぎることになり、無理がかかっていることを示す。

負荷.....（1 個当り作業時間）×（生産数量）（A）

作業者能力.....（作業延時間）×（人員）×（1 - 不良率）×（1 - 欠勤率）（B）

機械能力.....（作業延時間）×（機械台数）×（1 - 不良率）×（1 - 機械故障率）-（C）

作業者余力.....（A）-（B）

機械余力.....（C）-（A）

不良率、欠勤率、機械故障率は百分率で表す。質的余力の分析は、作業内容を工程分析表又は観測によって検討し、作業の要求する特殊技倆を見出す。又現在の作業者の技倆を見て両者を比較する。

経路図及び余力調査によって、次の様な点について検討する。

1) 作業組は機種別、品種別、類似品別、共通工程を集めての部分的流れ作業の何れがよいか。

2) 加工法や設計を変えて共通工程を作ることは出来ないか。

3) 各工程の負荷は均衡がとれているか。

4) 一ヵ月のうち月末だけが特に忙しいというような日程別負荷の不均衡を排除することは出来ないか

5) 作業者数、機械台数は負荷と釣り合っているか。

6) 工程をもっと分割して難しい作業の時間を減らせないか。

7) 余力調査の結果、その対策を施されているか。

8) 余力調査の基礎となる作業時間の算定に不合理な点がないか。

9) 生産計画の立案に余力調査がどの程度考慮されているか。

六、時間的経過の分析（附帯分析の三）

次に材料が工場に入ってから完成品として出て来るまでの生産期間について分析してみる。これは伝票その他の実績記録をたどって各工程の材料がどれだけの速さで流れているかを知らうとするものである。生産期間は作業時間ばかりでなく、停滞時間も含まれている。従って或る部品が工程を通過する時間は、作業者や機械の作業速度だけでなく、流れている物の数量によって決定する。

第三図に示すものは流動曲線と呼ばれるものであるが、流動数と生産期間の関係を表すものである。

第三図

縦軸に生産量を取り、横軸に日付けをとる。曲線の傾斜は作業速度を表し、屈曲はその変動を表す。又間隔 a は 10 日に於ける第二工程と第三工程間の仕掛品数量を表し、これを横軸上に移し、曲線 A を得れば、仕掛品数量の増減が一目でわかり、平均値 A と比較して管理の巧拙を知ることが出来る。間隔 b はロット数 200 個目のものが第三工程を経て完成品となるまでの日数を表す。a の場合と同様に b を縦軸上に移して曲線 B を作り平均値 B と比較する。又流動曲線は理論上では交叉することはあり得ない筈であるがもしその様なことがあれば調査資料の間違いであるからその原因を追究しなければならない。

この調査によって行う分析の着眼点について述べると、

1) 日程計画と実績との食違い。

2) 特に手待の多い工程を発見、原因究明。

3) 上流工程の作業手配はよいか。

4) 流動作業は多過ぎないか。

- 5) 特急作業が多いため日程困乱はないか。
- 6) 工程順序の入れ換え、直列工程系列化などによる生産期間の短縮。
- 7) 日程に大きな変動はないか。その原因。
- 8) 日程管理は現場に即して行われているか。

七、場所的配置の分析（附帯分析の四）

ここでは工程分析表を基にして、材料の移動経路を工場配置図上に記入して一目でわかる様にする。水平移動のときは工場平面図だけでよいが、上下移動もあるときは、縦軸に上下移動距離、横軸に水平移動をとってグラフに示すか、見透図を作る。次に掲げるものは当所製材工場について試みたものである。（第四図）

第四図 流水線図 当所製材工場

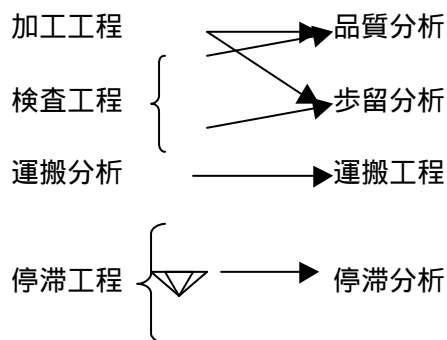
- 1.自動送材車付大割帯鋸盤
- 2.卓子帯鋸盤
- 3.4.横切丸鋸盤
- 5.縦挽丸鋸盤（実験用）

流れ線図による分析着眼点を挙げると

- 1) 移動距離の短縮
- 2) 移動経路は直線、鍵の手型、コ字型の様に単純化する。
- 3) 後戻り、ジグザグ、ループ等を廃除する。
- 4) 人力による上下移動は極力避ける。
- 5) 運搬はなるべくコンベアその他にする。
- 6) 道路、トロッコその他運搬路の配置は適当か。
- 7) 建物及び機械配置は材料の移動経路に対して合理的に出来ているか。
- 8) 機械工場に於いては流れ作業又はタクト作業が理想型であるが、パルプ等装置工場ではパイプによる一貫作業が理想型である。

八、工程の種類別分析（附帯分析の五）

先に工程の種類として四種類のを挙げた。即ち加工工程、検査工程、運搬工程、停滞工程であるが、この工程区分の面から品質分析、歩留分析、運搬分析、停滞分析を行う。



A) 品質分析

ここでは品質の検査及び加工に関して検討する。それは製品の有すべき特性を究明し、又それに対する加工工程の影響を調べ、品質の向上を計る。

着眼点を列挙すれば

1) 品質基準

製造仕様書、設計図、検査規格等により、製品基準を明らかにする。

2) 品質に及ぼす影響

加工の種類、条件、素材の質等の変動により、製品がどのような影響を受けるかを実験的に調査する。

3) 不良統計

製品数量に対する不良品数量を統計的に把握してその率を低下せしめる。

4) 検査の方法、組織、検査具について、それらが検査を行うに充分であるかどうか検査する。

以上のことから不良状況を明らかにし、その原因を追究して改善する。

B) 歩留分析

これは量の検査及び加工工程に関する検討であって

歩留情况及び歩留低下の原因を把握して、その改善向上の資料とするものである。

着眼点

1) 歩留標準

製造仕様書、設計図等によって工程別の標準を決める。

2) 歩留に及ぼす影響

加工の種類、条件、素材の質等歩留に影響を及ぼす条件を調査する。

3) 歩留実験統計

4) 歩留検査方法、用具、及び検査組織

C) 運搬分析

運搬は工場の管理上重要な問題を持っているものであるが、次の四つについて調査する。

1) 運搬量

手段別、区間別、運搬者別、運搬物の種類別

2) 運搬手段

運搬設備、運搬車、運搬容器、運搬能率、故障率、稼働率

3) 運搬路

距離、経路、路面状態

4) 運搬管理方式

組織、事務、計画

これらの調査により、運搬量の増大、時間の短縮、頻点の定期化、施設手段の活用、経費の節減等を計る

D) 停滞分析

先ず保管状態について、場所設備用具、置き方、保管中の異状、出庫頻度、回転率等、又管理方法について受払事務方式、使用帳標、事務分担等を調査して次の様な考察をする。

1) 倉庫について、倉庫がその貯蔵に適しているか品物の置き方は適当か、出庫に便利であるか。

2) 在庫量について、一目でわかる様になっているか。帳簿と一致しているか。多過ぎはしないか。現物の受渡しは確実に行われているか。基準貯蔵量は適当な量に定められているか。それは守られているか。

以上工程分析に関して述べて来たが、次号では時間研究について考えて見たいと思う

(続)