塗料製造工場のレイアウト UDC 667.632.006.3

鈴木 成一*
SUZUKI Seiiti

塗料工業はこの 10 数年のあいだに大きく製造方式が変りつつある。化学工業の一部門として、日本では 80 年以上の歴史を経ているし、外国では 100 年以上の歴史を有している。半ば家内工業的な性格を帯びていた塗料工業が近代的な姿に変わって来た最も大きな理由は化学工業それ自体の近代化であるといえる。

合成樹脂、プラスチック、石油化学等に見られる原料供給部門の目ざましい発達と、塗料需要層の急激な拡大とによって引起されたものであり、プラスチックと競合しながらなお新しい用途に対応した新製品が開発され、既に開発された部門の拡大が絶え間なく行われている。

近代塗料工業は多種多様な新原料を使い高速度でかつ大量生産を行うことを余儀なくされている。塗料工業が大きく変貌している理由はここにあると思う。近代塗料工業が内蔵する問題点もここにあると思われるのである。充分に余裕を見て設計された工場も、需要の急速な増大と原料、製品の日まぐるしい進歩開発のために、わずか数年にして時代遅れとなってしまうのが現状である。余程の卓越した見通しを以てしても世の中の進歩をうけ入れ得るような工場設計を行うことは至難であろう。

今日において最高の能率と最大の能力を示す塗料工場が未知の将来の条件下において同じような性能を示すことは稀である。しかしながらあらゆる将来の変化に備えて、いわゆる多目的の工場を設計したのでは激しい経済競争に勝つことはむずかしい。衆知を集めて設計された近代塗料工場において 1~2 年先を確信を以て予測出来るところは恐らくはないであろう。

現在の日本塗料工場の大部分は 10 年以上の年令であり、古いものは数十年前の設計である。たとえたび重なる大改造が行われて来たとしても明日の塗料工場としては失格であることは明らかである。生産活動という経済面でのみ工場の姿を批判して来たのであるが、工場設備という資本財の維持と、そこに働く人々の生命あるいは

健康を守るという面とから考えるならば、十分に安心出来る工場が果してどれだけあるだろうか。

通産大臣の諮問機関たる生産技術審議会塗料部会に塗料工業災害予防専門委員会が設けられた趣旨も恐らくは以上述べたような考え方によるものであったろうと想像する。この委員会で 32 年から 33 年初夏まで 1 年以上の活動を続け立派な答申書が出されている。これには学識経験者はもちろんであるが塗料工業界を挙げて多数の技術者が参加されたのである。

新しく設備をされるところはもちろん、古い設備を改良してなお使用を続けようとする工場では、この答申書を活用されることを切望する。但しこの答申書は塗料工場設計の手引きではなく、あくまで災害予防のためのものである。既に述べたように製造方式が高速化、大量化していてその進歩は止まるところがなく、他方において新原料、中間製品が続々と生れて来る現状においては、今までに知られなかった、あるいは発生することのなかった現象（物理化学的現象）が解明されたり、新しく発見されているので、わずかに 1 か年余でこの答申書の内容を書き改めねばならぬ点があり、今日以後においても化学工業全般の発展と知識が広められることにより、書き改めるべき性質のものである。

塗料工業では災害予防についてある程度の足がかりを得たといって差つかえない。今後は審議会塗料部会で特に意識して触れなかった衛生面、環境衛生について今後は調査研究をすすめて行くべきものと考えている。本稿では災害予防より製造環境へのつながりを序論として塗料工場のレイアウトを考察して行くこととする。

塗料工場の製造環境としての条件はいろいろあるであろうが、常識的なものあるいは工場計画に関する著書等に述べられているものは除くこととする。すなわち温湿度調節、ガス・蒸気・粉塵の除去、防音、採光・照明・色彩調節等が今日の問題であるといえる。全部の条件が満足されるに越したことはないが、経済的に考えるならば、工場の目的とするところに従って重点的に実施するのが普通であろう。ガス・蒸気・粉塵の除去には全般換気に代って局所排出装置を発生源に最も近いところに設けることが最近は広く行われるようになった。この場合

* 日本ペイント株式会社

昭和34年7月20日・東京蔵前工業会館における講演

の VENT,あるいは液体が槽などに出入する際の VENT は必ず屋外に導き、一旦排出されたものが再び作業場内に流入することを避けるのが常道である。空気調和については述べる余白がないので省略する。

災害予防の徹底、製造環境の向上、製造方式のマスプロ化、高速化に伴う塗料工場の将来の姿は、技術の進歩発展のはげしい今日において予測は全く出来ないことである。たとえ 1～2 年の先を見越して考えたとしても到底技術の進歩と歩調が合わず 1～2 年ならずして旧式設備となってしまうであろう。

最近アメリカの化学工業において、Mass production から Mass damage を生ずるものなり、といわれているが新しい、全く未知の Material を処理する Mass production が旧式な工場で強行されること、あるいは新旧設備が混在している工場において、新旧の製造方式が並存することから来る混乱が上述せる警句の根源であると思われる。

今まで数十年を経た工場の設備が改造によって今日まで命脈を保って来たことを考えてみると、それらの工場設備が非常に多目的であったといえる。多目的はすなわち個々については低能率であるといっても過言ではなからう。最近のような高速度、高能率の設備は他の目的用途に使う場合は、設計当初に意図したと同じような高速度、高能率が得られるとは限らない。むしろその逆であり、時としては危険すら伴うものである。

今までに述べて来たような考え方をすれば、塗料工場の設計など未だ恐ろしくて到底出来るものではなくなる。無理な生産がいかに恐ろしいものか、中途半端な改造は危険を伴いやすいということが大体お判りのことと思う。

筆者は自ら大胆な題目を選び、あえてこの困難な問題を解明しようと計った。化学技術者として長らく化学工場設計に関心を持ち、いくつかの試みを行って来たのであるが、塗料工場の計画についても 10 年以上の経験を積んで来た。良き先輩、上司、友人の指導を受け筆者などの何かが蓄積されて来たように思う。

個々の設備、機械はそのパート（ユニット）における目的に応じ最良、最高能率のものを採用する。条件が変ればたとえわずかの年月しか経っていかなくとも、陳腐化設備として未練気なく新鋭機と取替えるものとする。工場は経済性を無視して十分に広い床面積を保有し、通路は作業場の内外共にたっぷり取る。

倉庫も十分に広く、原料は 6 カ月分、製品で数カ月分

のストックを収容し得る大きさとし、十分な管理が行えるスペースが必要とする。事務室、技術部門の実験室もゆったりしたスペースを取る。

広場（運動場、ゴルフ場、駐車場）タンク地帯、防火用水、冷却水循環池を兼ねたプールを設ける。これらはいくら広くても広すぎることはあるまい。欧米では自家用飛行機発着のため構内に飛行場を有する会社は珍しくない。少なくともヘリポート位は考えに入れておく必要がある。

将来の発展を考えて十分な敷地を占める前提でならば工場設計は出来るはずである。現実と理想とを取混ぜて将来の塗料工場のあり方を以下順を追って述べることにする。但し常識的に考えられている事柄や、普通の刊行物に記載されているようなことは出来る限り省略する。

立地条件 敷地の選定に当っては広大な用地を需要地との連絡時間の制約以内で求める。企業経済が許すならばどんなに広くとも広過ぎることはない。その使い方は既に述べた。しかしいくら広くとも住居は遠く離れた場所に置くべきであろう。用地造成上の注意としては緑地、あるいは人工の芝生で覆うことにより砂塵を防ぐと共に昼夜の急激な気温の変化を防ぐことが出来る。日本では富士フィルムの足柄工場が積極的にこの方面に力を入れている。外国では例が多い。

以上の条件を満たしても色材工業では海岸の近くに用地を求めるべきではない。塗料工場についても同様であって塩分を含んだ海からの風に対する考慮なしに工場を設けるべきではない。理由は明白で発錆、顔料表面に塩分の吸着等が塗料工業が高度化すると共に問題となるであろう。

忘れやすいのは路面、床面の舗装材料である。コンクリート面は想像以上に砂塵の発生源となるものであって特殊なモルタルを使うか、アスファルトを使用すべきである。通路面、床面、タンクヤード等にこの注意が払われなければならない。耐油性のアスファルト舗装の方法もあるが、耐溶剤性は余り心配することはない。むしろ砂塵を吸着してしまうアスファルト舗装の長所を認識すべきであろう。場所によっては特殊モルタル等の床材を考えることが出来る。

工場配置 塗料工場のレイアウトを大別して集中方式と分散方式とに分ける。他の考え方としては立体方式と平面方式があるが、機能から考えるときは、塗料工場全体のレイアウトをいう場合には前の考え方が分りやすいように思う。

分散方式の塗料工場は日本の大多数の工場がこれに相当する。外国ではフランスのアストラル・セルコが新しい工場ながらこの方式を採用している。集中方式では日本では例がないと思うが、アメリカの主要塗料工場はほとんどこの方式になっている。ここでいう集中、あるいは分離（分散）とは塗料工場活動の各機能の形態をいうのである。原料倉庫、製造工場、製品倉庫、管理部門、研究部門が単一の建物に収容されている。一つの建物の内部でドアを排するならば最も密接した他の部門があるという形式である。日本では法規上むづかしいのかも知れぬし、大規模な塗料工場建設が行われていないからとも考えられる。常時閉鎖された二重の防火区画で、分割され、自動消火装置等で装備されている。但し爆発事故には疑問があり、実際にはそのような災害事例はあるのであるが一般的に考えて階段室、同一階での隣接区画間に設けられた二重扉は有効であると思われる。

最短距離でそれぞれの機能が結ばれている点が最大の特徴であるが、平面的に分散された方式であっても輸送、通信連絡が良いならばいずれがすぐれているかは断定し難い。特に分散した施設の間の通路が、雨覆い地下道で結ばれている時には幾何学的長さが違うだけで機能的には集中方式とは大差がなくなる。

集中方式においては高層ビルとなるので重力流下が利用出来ることと、前述したように距離が短いという特長がある。但し例外として樹脂、ワニス部門は別棟となるのが普通である。当然のことながらタンク地帯も別個である。

旧式なつぎはぎ工場で、長い年月に発展したところの例では、分離方式で公道のブロックにより三分、四分されている例が日本にも外国にもある。アメリカで100年の歴史を誇るある工場は四分の例である。工場内を十文字に公道が走っていると思えばよい。100周年を期して新天地を求めて脱皮するとのことである。

特異な工場配置 石油精製、石油化学では全開放式あるいは野天の考え方が古くから普及している。筆者はこの考え方をワニスプラントに応用したが、塗料工場の野天化の日本における第一歩であると自負している。東海道沿いの目立つ位置なので多くの方が気づいておられると思う。

外国の新しい例ではベネズエラの塗料工場が全館開放構造の例がある。南国であることも条件に入れねばならぬがすべての壁がギャラリー構造でしゃ光と通風を計っている。塗料工場としては理想的な考え方をした集中方式4階建の近代工場である。開放構造についてはさら

に電気、火気等の扱い方と共に後述する。

この他に水上プラントが化学工業の他の分野では行われている。海上は困るから湖上に工場を設ける時代があるかも知れない。地下資源の関係、輸送、行政上の問題等の理由で水上の工場は今日では珍らしくはない。

野天化、開放化に伴って生ずる問題は、プラントの自動化であり遠隔操作、指示である。これらを満すため機能の指令を集中すること、なお進んで無人化となる。最近になって防爆、耐爆電気機器の考え方が幾分か変わって来ている。すなわち従来のように機器の個々については普通形として、据附建物を内圧防爆とする考え方であって、完全にエアータイトとし外界より気圧をわずかに高めておく。やむを得ぬ機器以外はこの建物の内部に置くことにより安価な機器で済ますことが可能となる。従ってエアータイトとしてわずかにブーストした電機室、管理室、計器室では防爆の必要がなくなる。この場合ブースターで取入れる空気は新鮮で且つ蒸気・粉塵・ガス等爆発の原因となるものは完全に除去されていなければならない。慢然と附近の空気を取入れるのはかえって危い。

この建物に収容し難い部分は野天、あるいは壁なしの建屋に置くのである。

機械配置 既に述べた全般レイアウトより導かれて、個々の機械配置は上下配置（重力利用）と平面配置とに分かれる。後者においては構内輸送設備を考えねばならない。集中方式で3階、あるいは4階の主建物内に主要製造設備を配置する。最上階は原料仕込み（いわゆるプレミクス）の場所であって、床面に半埋込みかつり下げでプレミクス設備が配置され、下の階の分散機械に重力にて落下する。分散機械の配置された階の下に溶解、調色のタンクが置かれる。タンクの数が多く必ずしも分散工程の真下にあるとは限らないから、分散工程の床面で可搬タンクあるいはポンプによる水平輸送が行われる。以上の説明で分るようにタンクを置く階と最後の充テン作業場は上下の必要はないのである。種類が少ないなら4階、多種類の生産をするならしいて4階とせず、溶解、調色と充テンを同一階として、そのまま水平輸送で製品格納場所に移すことも可能である。

主建物を中心として平家の原料倉庫、製品倉庫をほぼ対称に設け、その間の他の一辺に管理部門、研究部門の多層建物を接続し、残された一辺に別棟の危険作業場を置く。地下室を利用し動力部門を置くことは感心しない。

平面配置の場合は上に述べた各部門が離ればなれとなり、従ってパイプ輸送、コンベヤー、運搬車両等に十分

な考慮が必要である。幾何学的に距離が長くなるから情報連絡に留意する。通信設備の外にエアージュートによる文書送達も新しい塗料工場における必要条件であろう。

個々の機械配置については法規による制約があるが十分なスペースを取るべきであることは論ずるまでもない。ローラーミルの並べ方として建物の長軸に対し、タテあるいはヨコいずれの場合もある。筆者は斜位配置をダブルにして放射線状に配置し、扇の要(カナメ)に当る一段と高いところに管理室を置いたことがある。それぞれ優劣、長短は一概には決められない。製造方式、管理方式、工場内の作業の流れを解析して決めるべきことである。

ローラーミル以外の例えばボールミル等でも同じことがいえる。スペース(機械配置と作業面積の両方)があるならどんな配置でもかまわない。多種少量生産で出来るだけ沢山の機械を限られた空間に詰めこむという例も

ある。ただ注意すべきは修理のための取はずしが他の作業を妨げないようにあらかじめ留意して置くべきである。

近き将来 他の化学工業で既に当り前となっているようなパイプとタンクで物がつくられる、閉回路式生産方式が塗料工業においても実現する日は遠くないと思われる。

ラインの一端で連続自動計量によって各種の液体、粉体、ペースト類が送入されており、他の端では自動充填機によってかん詰された製品が包装されてコンベヤーで流れ出し倉庫に送られる。倉庫に横づけされたトラックに積込まれるのも余り人手は要らない。管理室の管制盤に原料の在庫と仕込まれている状況が刻々に示される。生産工程内の品質が指示記録調節されることは勿論である。こんな塗料工場も夢ではなくなると信じている。

刊行物紹介

535.65 (083.7)

物体色の測定方法 JIS Z 8722-1959, 昭和 34 年 2 月 27 日制定, 色の表示方法専門委員会編, 1959-7-10, 210×148 mm, ii+14+35 ペ, 東京, 日本規格協会刊, 160 円

解説は 35 ページを費して、懇切でよくできている。目に立つほどの誤植もない。色測定者必読の書と言えり。

解説 3~5 ページの(2)波長幅の項は、分光器の構造や機能を一通り頭に入れたうえで、気を落付けて読まないといけない。

解説 29~30 ページの(1)器械原刺激の校正という一節全 21 行が読んでスラスラ頭にはいるような人にはこの解説は不必要であろうし、解説に頼る人には下記のような「解説の解説」が入用であろう。

問題の節は前後 2 段に別かれる。前段に示された 3 個一組の式は、器械原刺激の三刺激値 (X_r, Y_r, Z_r), がそれぞれ与えられたものとして、試料刺激についての機(機)の読み ($\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$) から三刺激値を算出する公式である。ただし, $X_r = x_r S_r, \dots$ 。これらの公式は、色刺激冠棒文字で表わすとすると、

$$\bar{F} \equiv X_r \bar{X} + Y_r \bar{Y} + Z_r \bar{Z} \quad (\text{mod 色}) (i)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{R} &\equiv X_r \bar{X} + Y_r \bar{Y} + Z_r \bar{Z} \\ \bar{G} &\equiv X_g \bar{X} + Y_g \bar{Y} + Z_g \bar{Z} \\ \bar{B} &\equiv X_b \bar{X} + Y_b \bar{Y} + Z_b \bar{Z} \end{aligned} \right\} (\text{mod 色}) (ii)$$

$$\bar{F} \equiv \alpha_r \bar{R} + \beta_r \bar{G} + \gamma_r \bar{B} \quad (\text{mod 色}) (iii)$$

のように与えられた、または実験で見出した事実を示す 5 個の色同値式から苦もなく誘導される。

後段に示された 3 個一組の式は、器械原刺激の色度は既知で、不変であるとして、これらの器械原刺激の大きさだけを、色度および大きさ既知の基礎刺激(basic stimulus)を使って検度するためのものである。これらの公式は、前段の公式と同様に、与件を示す色同値式から容易に誘導することができる。(1959-9-7. H-S)

665.12

Industrial fatty acids and their applications.

E. S. Pattison 著, 1959, 235×155 mm, vi+230 ペ, New York, Reinhold Publ. Corp., 2800 円

2~3 章 製造。4 章 タル油からの脂肪酸。7 章 塗料への応用では、アルキドを主とし、エポキシ樹脂エステル(カン用)、多価アルコールとの化合物について 14 ページを費し、文献 18 件をあげる。8 章 金属石鹼。11 章 表面活性剤。12 章 表面活性剤の応用。13 章 可塑性。14 章 脂肪酸のビニルエステル。15 章 取扱法。16 章 試験方法 (H-S)