

塗料製造作業 的洗淨問題

葉思武 譯

塗料廣用於汽車、建築、金屬製品、結構物（橋樑、貯槽等）、電氣機械、木工製品、船舶、家用品等行業，要求性能也隨產業而有多樣的變化，因此需求的種類與等級很多。同時在多樣化、個性化的時代潮流中，也逐漸步入多色化及小批量化。因此，塗料工業可以說是多種少量生產的典型產業。

近年來，在地球環境因素下，緊接而來的課題是將廣用的塗料轉為水性塗料。日本水性塗料的出貨量雖然也由1986年度的32萬噸增加至1991年的38萬噸，但由整個塗料市場看來，只佔其中的20%弱，目前依然是溶劑型塗料佔大部分。在洗淨方面由於使用引火性的有機溶劑，在安全、靜電對策方面都必須無時無刻地加以考慮，因此和其他行業比起來，自動化較遲也是不可否認的事實。

還有，如果洗淨不充分的話，則前次製造的塗料會混入下一次製造的不同類塗料中，產生品質方面的問題。因此，洗淨不僅是製造作業相關之效率、品質與安全方面的要點外，也形成該作業很大的負擔。

塗料製造製程

圖1所示為塗料製程的概要包括原色製造製程與調色製造製程。原色製造製程包含：讓顏料在展色劑（樹脂清漆、溶劑、添加劑的混合物）中混和、濕潤的混合作業，將二次凝集顏料攪合成一次粒

子，使展色劑中樹脂吸著的分散作業，以及最後再加上展色劑使其穩定化的溶解作業。調色製程則包含：以任意比例添加各原色並與規定色相配合的製品調色作業，除去塗料中夾雜物的過濾作業以及裝填於容器的充填作業。塗料工場依種類別、色別、批量大小別而具有不少這樣的基本製程。不過，由洗淨觀點看來，製程中的設備大致可分類成貯槽、配管及機器等大項。

1.貯槽

混合槽、溶解槽、調色槽即屬此類。容量為1～10m³左右，並裝設有攪拌機。小批量用者可使用1m³以下的可移動式貯槽。

2.配管

為將塗料以泵等送至次一作業的配管，通常口徑為1～2吋，每一管線的總配管長約數十米左右。

3.機器

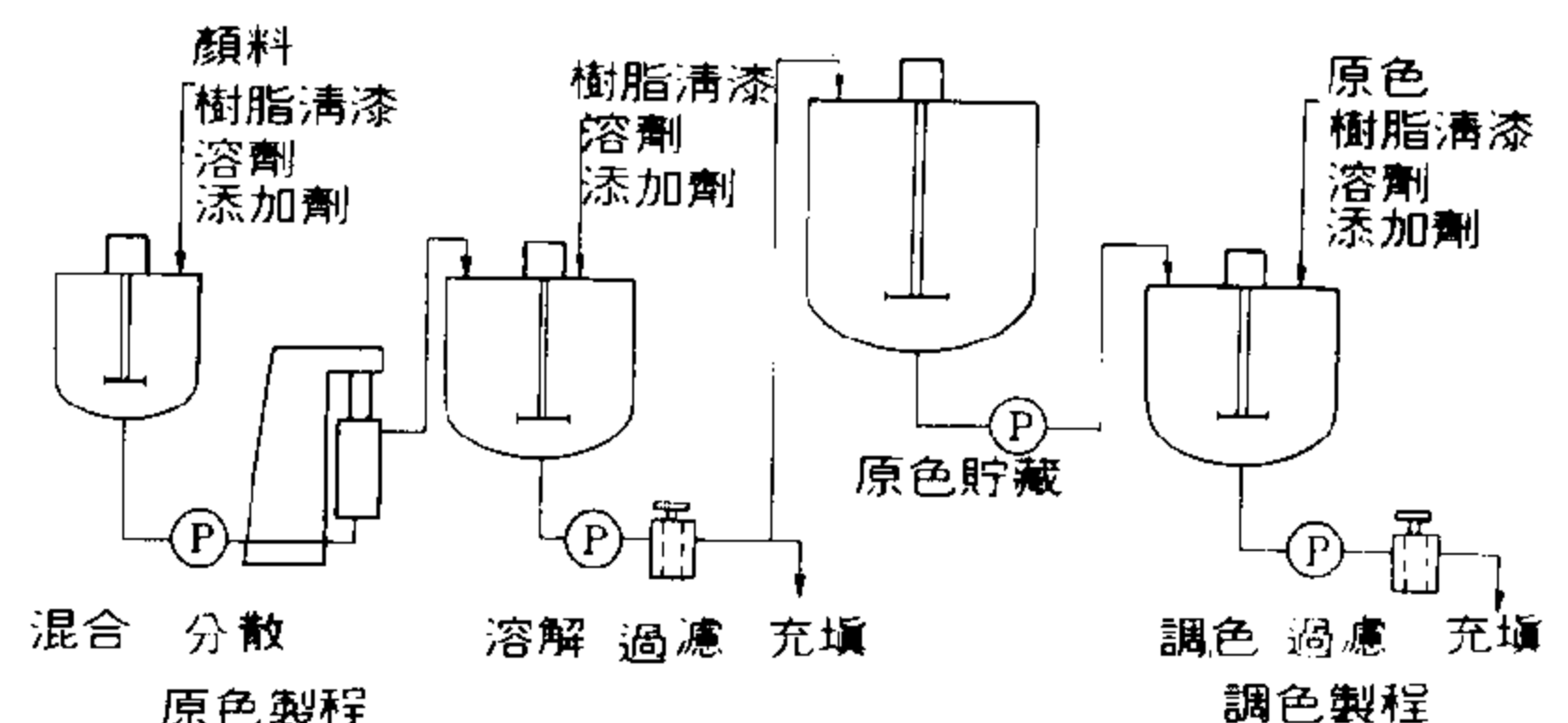


圖1 塗料製程

有分散機、過濾機、充填機等。分散機的代表例為砂磨機，容量在 10～100 l 左右。這些機器在與配管一起洗淨後，視需要可再做分解洗淨。

洗淨的效率化

提高洗淨的效率必須由軟體與硬體兩方面來做。軟體方面就製造現場做介紹，硬體方面則針對最近的洗淨技術與目前的洗淨方法一併介紹。

(一)軟體方面的作法

前述製程設備有不少是沒有辦法一次就洗淨的，必須經二次或三次的洗淨。軟體方面的做法是考慮將製品種類組合以減少洗淨次數、洗淨時間、工數及洗淨溶劑量等。製造線上基本上須將水性塗料與溶劑型塗料、加熱乾燥型塗料與自然乾燥型塗料、含鋁箔的金屬性塗料與不含的固體粒子等分開，甚至進而依樹脂的種類、色相、等級等再加以細分。

每條生產線的製品決定後，接下來最重要的就是訂出生產線的洗淨基準。表 1 為生產線洗淨基準的一個例子，將前次製品與下次製品各種組合的洗淨次數一起列出。若前次製品為 A，下次製品也為 A，亦即同一製品連續生產的時候就不需洗淨。洗淨次數等之實際內容要依事前各製品間的相溶性試驗、不同製品混入試驗等來決定。此種生產線洗淨基準由生產計畫部門的製造順序決定或者就是製造部門的洗淨作業標準。當然，洗淨基準之作成乃至實施都必須相關部門的通力協助。

以上雖然為軟體方面的做法，不過實際上還有生產線數、批量大小、交貨期等種種的限制，因此軟體方面的因應措施還是有其限制的。

(二)硬體方面的作法

硬體方面由設備、洗淨方法等分成貯槽、配管、機器來說明，其中較有問題的是貯槽和配管的洗淨。

1.貯槽

(1)洗淨方式

溶劑型塗料的洗淨尤須以安全性及靜電對策為最優先，目前這方面依然以人工用刷子洗淨為主，而新生產線和舊生產線比，多使用新規定的洗淨方法，這是因為施工上也較容易的緣故。表 2 及照片

表 1 製造線洗淨基準(例)

前次製造品 下次製造品	A	B	C	D
A		2	2	2
B	1		3	2
C	1	1		1
D	1	2	2	

(註)表中數字為洗淨回數

表 2 桶槽洗淨方法(例)

方 法	洗淨方法	安 全 性
高壓噴射 (數字+kg/cm ² <)	良 ↑ ↓ 劣	低(危險) ↑ ↓ 高
中壓噴射 (數kg/cm ²)		
低壓噴灑 (1kg/cm ² >)		
帶低壓噴灑的旋轉刷	良	高

1～4 為其代表例，大致可分成將洗淨液往槽內壁噴射與利用刷子等之物理力洗淨的方法。

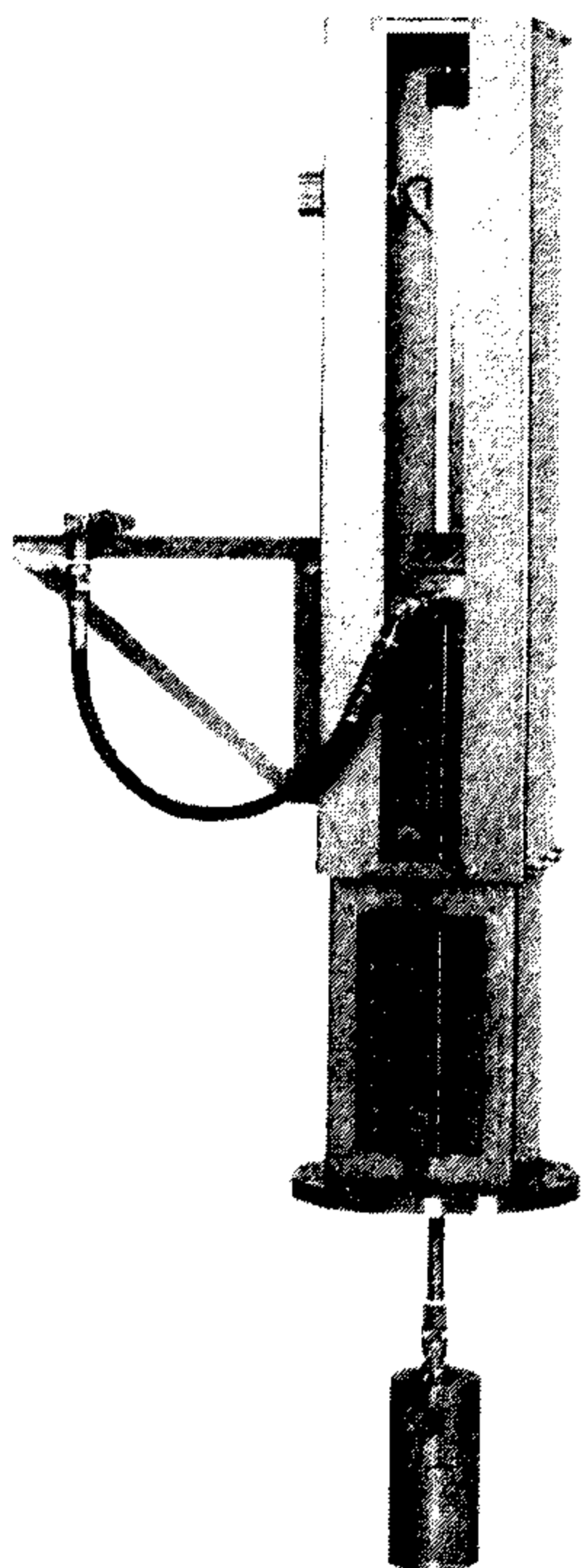
中～高壓噴射方式的洗淨效果強，也能自動化，但有安全方面的問題。因此主要用於水性塗料的生產線。如果要在溶劑型塗料生產線使用噴射洗淨，則必須有如下措施：將貯槽內置換成惰性氣體，並在洗淨溶劑中添加防帶電劑，以提高安全性等。

低壓噴灑方式在安全方面雖然與刷子同層次，但洗淨效果差，無法達到完全洗淨之目的，倒是可望減少些許程度的勞力與工時。

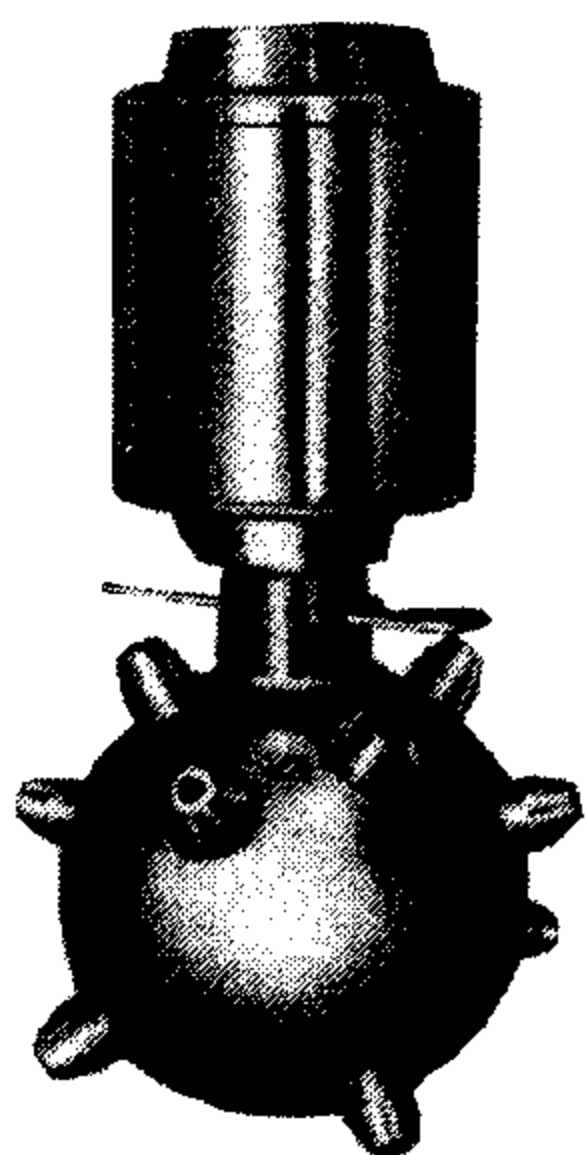
至於併用旋轉刷與低壓噴灑的自動洗淨裝置也已實用化，使用於可移動式貯槽等方面。

(2)材質

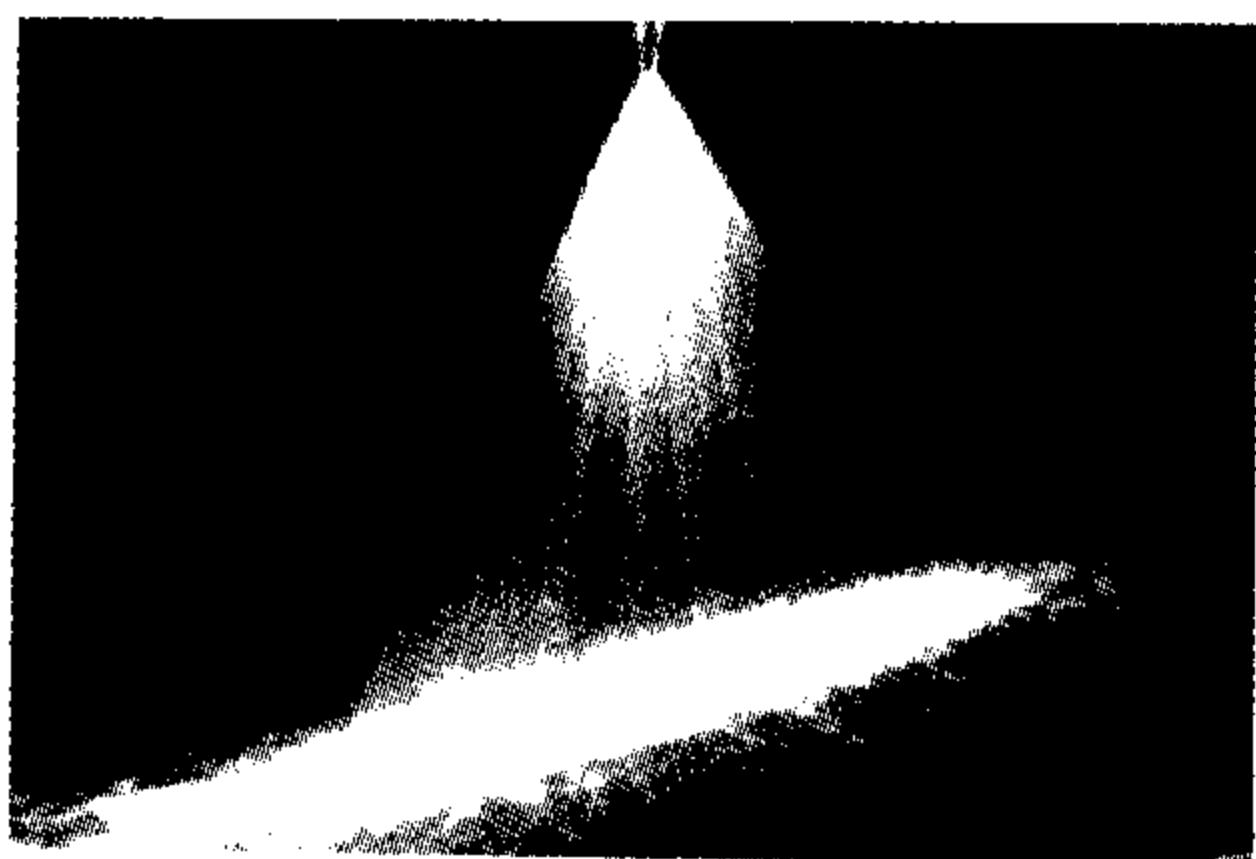
由洗淨面來要求材質特性的話，其條件為「不易附著」，「容易洗淨」等，就是以表面粗糙度和不黏著性為指標。



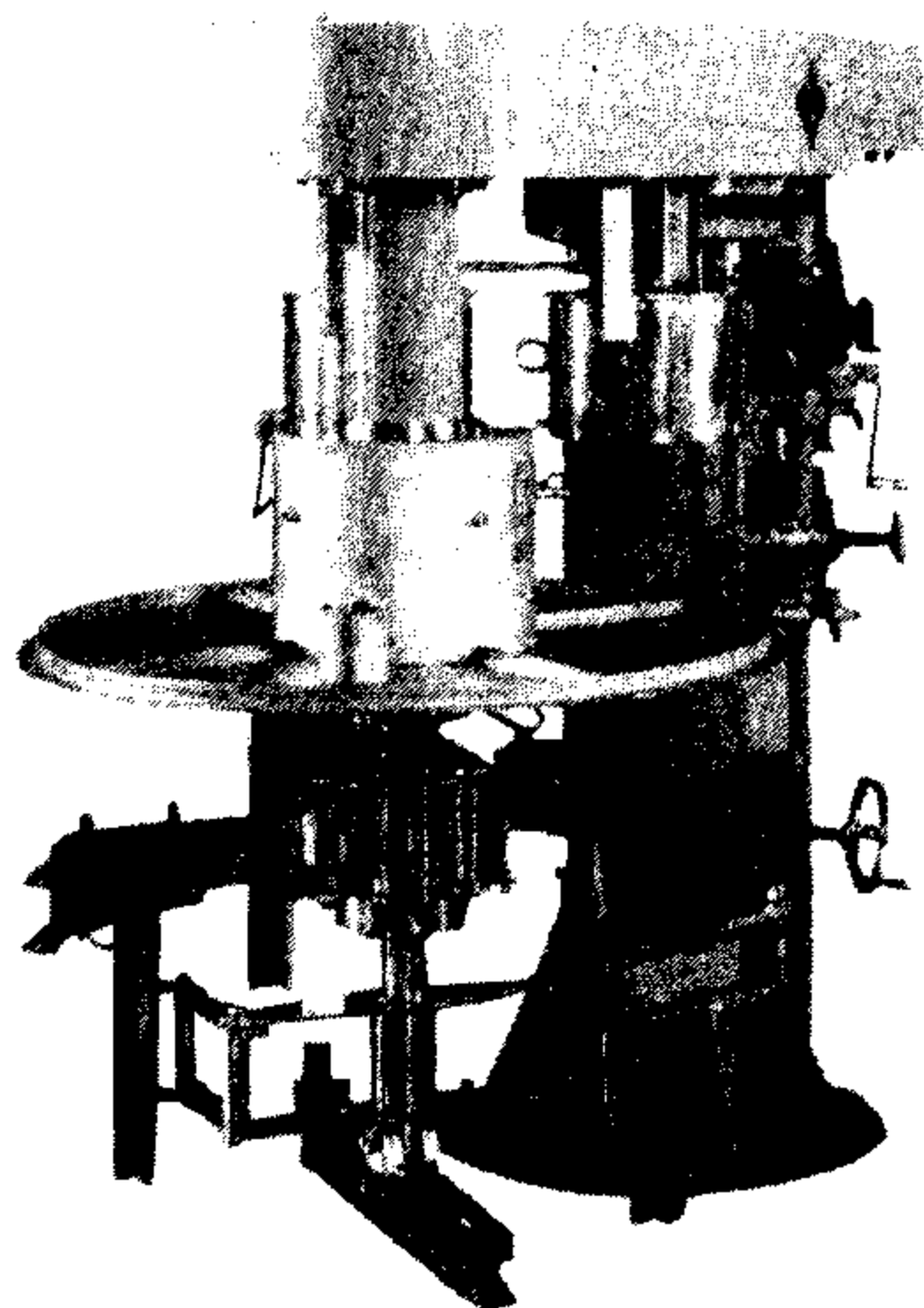
照片1 高壓噴嘴(帶升降裝置)



照片2 中壓噴射球



照片3 低壓噴灑



照片4 帶低壓噴灑的旋轉刷

就表面粗糙度而言，表面粗糙度小者其附著也少。因此即使是塗料貯槽，近年來也多在其不銹鋼板面上施以精磨。甚至在特殊用途方面，也有利用電解研磨以使表面粗糙度更小的情形。

具有不黏著性的材質一般為氟化物。以氟樹脂被覆的貯槽能提高洗淨方面的效果。在仍未完全解決的安全方面，能導電型者也已實用化，應用例也不少。不過因為也有表面軟、容易擦傷等弱點，因此必須考慮適用的場所。

貯槽洗淨重要的是洗淨方法與材質兩方面應如何選擇以達最佳組合。

2. 配管

有關配管方面，在施工時也有種種的工夫。以往重視外觀及施工性為配管主流，現在則多隨洗淨意識的高漲而轉為重視機能性的傾斜配管。例如配管系統內不能有靜滯點，因此設置清除殘留於配管內塗料和溶劑的清除口等，這些都是施工方面的要點。近年來也多採用易於拆解、檢查的衛生式配管以取代固定配管。碰到因生產線關係，各製品間沒有可以共存的相溶性塗料時，也有將配管做成複式系統的例子。

洗淨方法通常是利用製程內的泵將洗淨溶劑循環，洗淨溶劑的種類、量、循環時間、次數等則依前述生產線洗淨的基準行之。雖然對於製品品種的大幅切換或擠出殘留於管內的高黏度塗料等，PIG洗淨法已可說實用化了，但還是有其限制的。

目前有關塗料工場配管的洗淨尚未有一定的方法，還是有瓶頸存在，理想的方式應該是無管式。雖然兩年前有所謂「移動槽無管式生產方式」（照片5）這種新的塗料製造方式，並在洗淨及其他方面獲有相當大的成果，但整個生產線要完全無管化還是有困難。

3. 機器

機器在構造方面的變遷也頗引人注目。塗料製程中最重要的分散機其演變如下：

滾珠磨機 開放式 密閉式
 → →
 滾輪磨機 砂磨機 砂磨機

變遷的背景除了以生產性及作業環境改善為第一優先外，洗淨性、拆解作業性的容易也是不可忽略的。

近年來更容易洗淨的簡便批式砂磨機或容量極少化的環式磨機也被開發出來且已實用化。

過濾機、充填機也改良成靜滯點極少或易於拆解、檢查的衛生式構造。

廢棄物與回收系統化

(一) 塗料製造工場廢棄物現狀

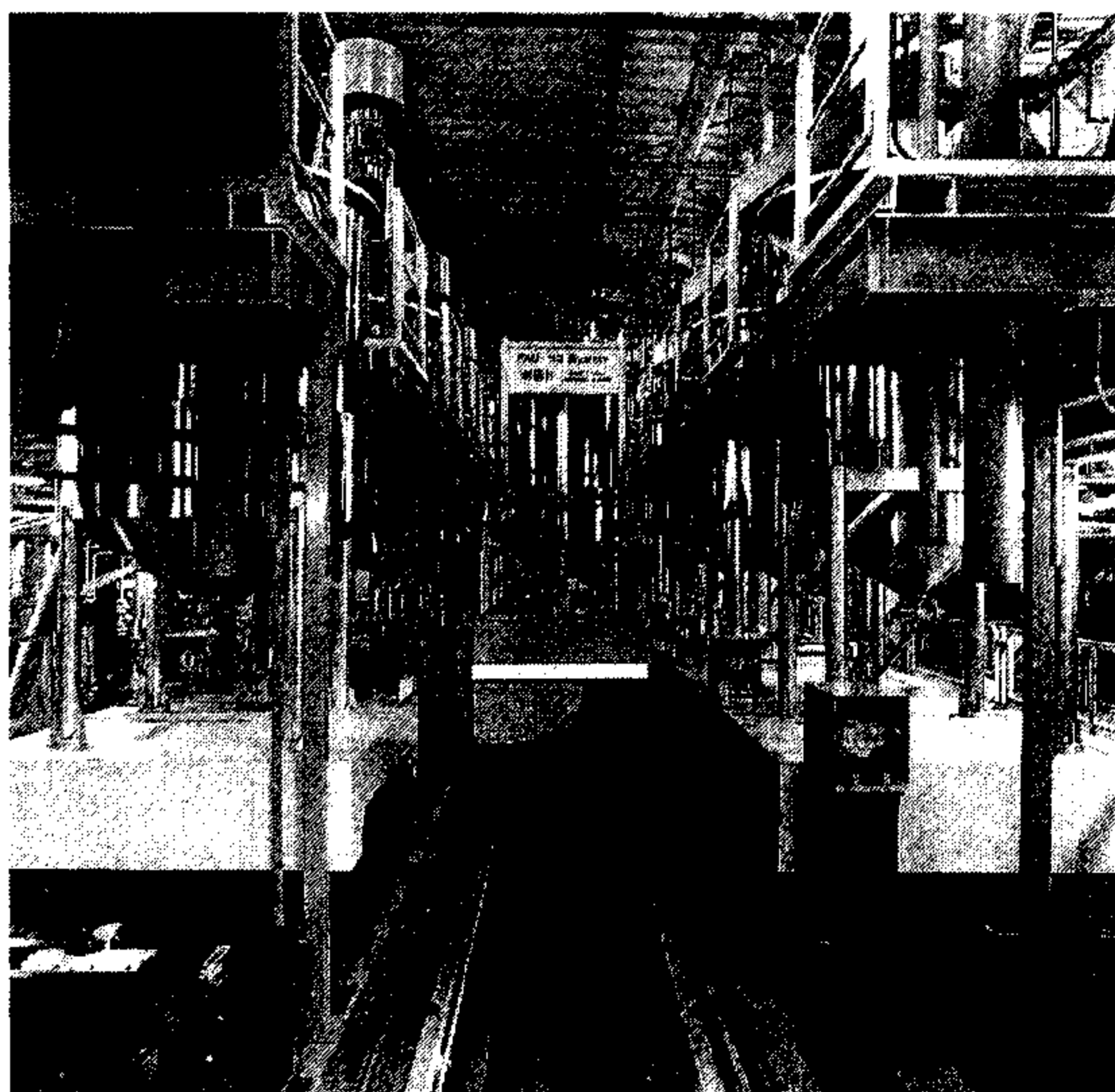
洗淨時所產生的廢棄物乃是不可避免的問題。圖2為日本塗料工業會在1989年對廢棄物調查（回答廠商115家），依廢水、廢溶劑、廢塗料整理的結果。其作業是一次產生的廢水等經處理或再生，最後成為產業廢棄物再委由業者處理，而量方面則約有30,000噸。

(二) 回收系統化

不產生廢棄物的方法是，在製程中就想辦法不令其生成，或者即使產生後在再生方面下工夫。前面所提及的，在軟體方面的做法是以製程中不產生廢棄物為前提條件，而減少廢溶劑的方法則有如下的例子。

1. 將配合中的溶劑用作洗淨液。
2. 洗淨溶劑的再利用。
3. 廢溶劑再生。

1. 為將用於洗淨的溶劑作為下次製造同製品時的一部分原料。至於是否能拿來應用？其前提當然須先做內容分析與品質確認。2. 為洗淨過的溶劑不



照片5 移動槽、無配管工場

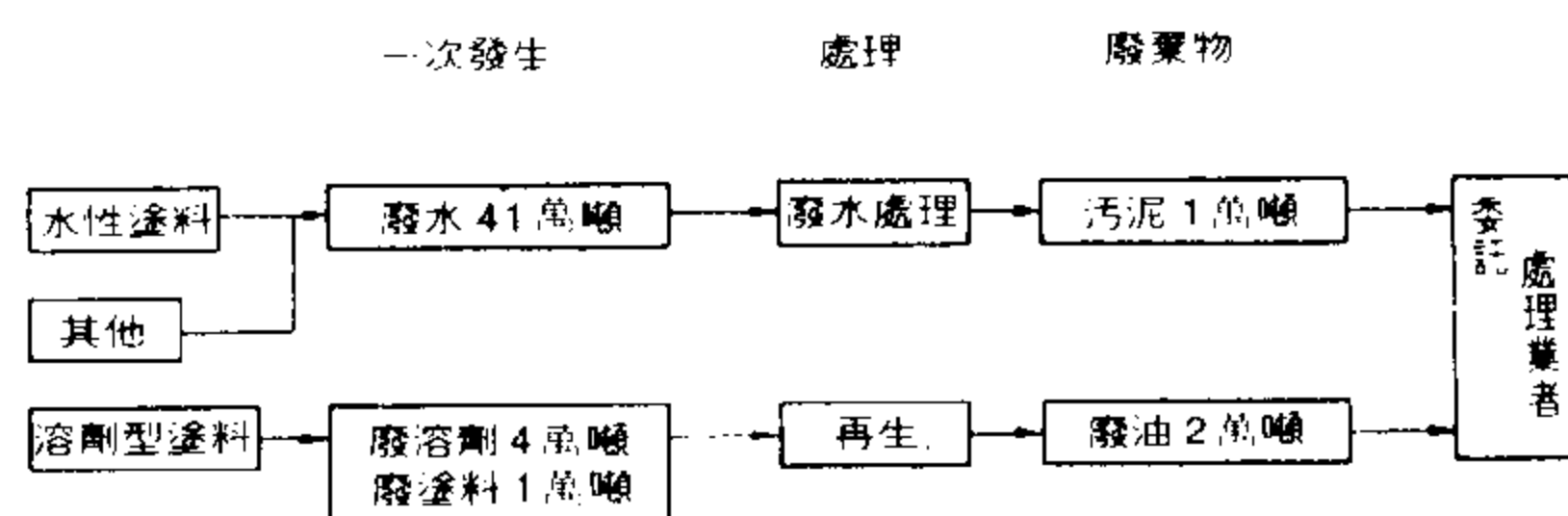


圖2 廢水、廢溶劑的產生及處理現狀（1989年日本塗料工業會調查結果）

要馬上作為廢溶劑，須經反覆使用數次後才貶為廢溶劑。至於3的再生，依日本塗料工業會的統計，一次產生的廢溶劑中，約有60%經過再生處理。再生方法雖然一般多用蒸餾（回收率70%左右）的方式，不過開發價廉、回收率高的再生裝置也是目前的課題。

現在塗料工場的洗淨方式如果用大量溶劑的話，還是以人工作業為主流。今後在推展作業環境改善及FA, CIM之際，洗淨自動化為必須的要件，此與生產製程方面也有很大的關係，而針對洗淨問題開發新製程也有可能日益發展的。

產業廢棄物處理問題一年比一年困難。以目前的洗淨方法而言，要對此問題大幅改善仍有其限制。因此，塗料工場的洗淨課題必須從製程的改革與產業廢棄物問題糾雜在一起的綜合系統中來解決。

（本文譯自日本「化學裝置」1992年12月號）
 （作者簡介從略）