エアレススプレーによるホットスプレーと コールドスプレーの比較について

UDC
667.666-82-97

The comparison between hot-spray and cold-spray processes in the airless spray system

真 田 隆 治*

SANADA Ryūzi

要 旨

最近エアレススプレーが急速に発達し、その実用化とともに各方面で実用例・批判などを見聞する時期に到達した。本塗装方法を実施する際にその特長とする種々の点に関連してくるが、原理的・構造的にはコールド型とホット型の2種が使用されているのが現状である。

しかしこれら2種の機器の良否を決定するには、なお時日を要する問題が残されている。本稿においてそれを結論づけるのは早計であるが、実験上のデータを基礎にエアレススプレーの代表的機器であるG社製コールド型B社製ホット型の両機器について比較・考察した。

1. 原 理

エアレススプレーは従来の圧縮空気を媒体としたスプレーとは異なり、直接、塗料に高圧を加えて特殊な細いノズルから噴霧させる方法(コールド型)、一定高圧と塗料加熱による力とを併用した方法(ホット型)、の両者がある。

B社製ホット型エアレス塗装機では、塗料面に加えられた機械的圧力(300~600 psi)と密閉装置内において加熱(160~180°F)された塗料中の溶剤の蒸気圧(膨張力)とを利用して、適当に括約されたノズルから放出噴霧させる。

一方、G社製コールド型エアレス塗装機では、塗料自体に一定以上の液圧、すなわち供給空気圧の約20倍という高圧(1000~1600 psi)をかけて、特殊ノズルから噴霧させる。この場合、噴霧された液体粒子は液体自体の慣性により直進し空気の抵抗を受けて微粒化される。液体が噴霧化し始める限界圧はその粘度に関係があるが、この塗装機では実験的に84~120 kg/cm²を標準としている。

* 日本ペイント株式会社

表 1 噴霧化因子

B社製ホット型	G社製コールド型
1. 圧力 (300~600 psi)	1. 圧力 (1000~1600 psi)
2. 温度, 粘度 (ラッカー: 平均 160°F 合成樹脂: 180~200°F)	2. 粘 度
3. 空気抵抗	3. 空気抵抗
4. 拡散の内部力	

これら塗装作業の必要条件を列記すると表1のとおりである。

2. 装置の概略

図1~2はB社製ホット型・G社製コールド型の装置の略図である。

3. ポンプの能力および有効塗装圧力

B社製ホット型エアレス塗装機では、ピストンポンプは液圧と供給空気圧との比率が大体8:1になっており、一方、G社製コールド型エアレス塗装機では、その比率は20:1である。

ここで問題となるのは、供給空気側に働くピストン圧と塗料面に加えられる圧力との比率が常時一定している

図 1 B社製ホット型装置

①塗料タンク ②プランジャーポンプ ③圧力タンク ④圧力計 ⑤ヒーター ⑥温度計 ⑦スプレーガン ⑧ロータリーポンプ ⑨テフロン製ホース ⑩ドレーンバルブ

図2 G社製コールド型装置

①空気供給ホース ②圧力計 ③空気調節バルブ ④塗料タンク ⑤⑥ポンプ ⑦ミキサー ⑧スプレーガン ⑨テフロン製ホース ⑩フィルター付吸い上げパイプ

こと、スプレーガンのニードルを引いて塗料を噴霧すると圧力が瞬間的に低下するが、その時、圧縮空気側のピストンが急速に動き、圧力補給の切り換え動作がすみやかに行なわれること、であろう。その動作が長い場合には、加圧力にかなりの支障をもたらし、塗料の消費と供給のバランスがくずれる結果となる。

図3～4はその時の動作を図示したもので、図3の場合は死点における圧力変換に相当のタイムラグを生じ、図4の場合は上・下死点における出力降下の期間はきわめて短く瞬間的であるため、塗装作業を行ないやすい。これらは、気圧ポンプの往復動作に必要な空気切り換え弁に、外弁式（切り換え弁機構が空気シリンダー外に設けてあるもの）か、内弁式（切り換え弁機構が空気シリ

図3

図4

ンダー内にありピストンとともに移動するもの）かの、いずれかをとることによって、だいたい決定されるであろう。

G社製コールド型には内弁式を採用し、有効最高圧力は1600 psiであり、圧力に支障をきたすようなフレはほとんどなく、適正圧力は1200～1600 psiが標準で、1200 psi以下ではテールが生じやすく膜厚の一定化は困難である。

B社製ホット型では、有効最高圧力は600 psiであり、塗装標準圧力には400～600 psiが必要で、400 psi以下では温度・粘度の変化よりも圧力の影響が大でテールを生じ、微粒化も悪い。

4. 塗料噴霧の基本条件

塗料噴霧化の基本条件は表2に示すように両者に共通しているが、ホット型では、当然ながら塗料の加熱条件が加えられ、塗料の加熱により起こる溶剤の気化により噴霧が一層良好となると説明している。

一方、G社製コールド型では、塗料粘度を一定にしておいて加圧する力を変化させて行なうことを主眼として

表2 塗料噴霧化の基本条件

B社製ホット型	G社製コールド型
(1) 正しいノズルの選定	(1) 正しいノズルの選定
(2) 適応した液圧の選定	(2) 適応した液圧の選定
(3) 適応した温度・粘度の選定	(3) 適応した粘度の選定
(4) 塗料中の溶剤組成・顔料の選定	(4) 塗料中の溶剤組成・顔料の選定

図5 圧力-粘度-温度の関係 (B社製ホット型)
塗料: 油性プライマー, 希釈剤: キシレン

いる。すなわち、加温するためには、溶剤の含有量、加熱すべき温度、加える圧力などの相関関係から、気化圧が塗料の噴霧化に与える影響を知る必要がある。加圧変化によって噴霧化に成功するためには、すぐれた加圧能力を持つポンプが必要となってくるのは当然である。以上のことはあくまでも塗料噴霧化の基礎である P-V バランス（圧力対粘度のバランス）に立脚したものでなければならず、これらの問題の究明にはなお時日を要するものと考ええる。

図5はB社製ホット型による圧力-粘度-温度の関係の例を示したものである。G社製コールド型では、圧力と粘度に留意すべきであるが、この点、操作としては簡便である。

ノズルチップは両者とも American spraying system のものを採用しており、交換が可能である。

5. 適正溶剤組成

エアレススプレーでは、ホット型・コールド型ともに従来のコールドエアースプレー型の配合組成は適用しない方がよい。エアレススプレーでは、蒸発度の比較的小さい溶剤が一般に好結果のようである。

塗料の組成によっても異なるが、おおむね中沸点以上の溶剤を選択すべきで、しいていえば高沸点系溶剤では50~70%、低沸点系溶剤では50~30%のものがよい。両者ともあまりに低沸点に傾くと気泡・ピンホールなどを生じ、フタル酸樹脂塗料については、乾燥性・膜厚などは申し分ないが塗膜の乾燥後に「つやひけ」の現象を呈する場合もあるから注意すべきである。

これは、ホット型では加熱による影響が考えられ、コールド型の場合には、ノズルから噴霧された塗料粒子は厳密には常温よりも3~4°C低い、塗料が極端に高圧に圧縮されるからである。

6. 塗装速度および適正距離

塗装速度は両者とも通常のエアースプレーよりも相当速く30~40 cm/秒である。G社製コールド型がB社製ホット型に比べて幾分速く行なう必要がある。

適正距離については、B社製ホット型は20~25 cmが最良と思われ、25 cm以上離れると空気の抵抗によりパターンをくずす傾向がある。また、G社製コールド型では、B社製ホット型と比較して塗料の噴出速度が速いため、通常25~30 cmを標準距離とする。距離を30 cm以上にすれば微粒化はさらに良くなるが、塗料のむだが多くスプレーパターンにも不均一を招く。

表3~4にG社製コールド型の距離差によるパターン

表3 パターンと溶剤の関係（距離 20 cm）

ノズル	溶 剤	テール	流れ	膜厚 (μ)	パターン 寸法 (cm)		膚
					横	縦	
A	ハイソルベント	有	無	10~15	22.0	6.0	○
	トルエン	"	"	15~20	22.0	5.5	○
	酢酸エチル	大	"	13~15	21.0	5.0	×
B	ハイソルベント	わずか	大	25	14.0	6.5	○
	トルエン	有	"	30~35	14.6	6.0	○
	酢酸エチル	"	有	35~37	14.5	6.0	×

(注) フタル酸樹脂塗料エナメル, 液圧 1400 psi, 塗料粘度 40 秒 (#4 F. C.), 室温 20°C

表4 パターンと溶剤の関係（距離 30 cm）

ノズル	溶 剤	テール	流れ	膜厚 (μ)	パターン 寸法 (cm)		膚
					横	縦	
A	ハイソルベント	わずか	無	10~15	22.5	6.5	○
	トルエン	無	"	10~15	23.0	7.0	○
	酢酸エチル	"	"	15~25	23.0	6.0	×
B	ハイソルベント	"	"	23~25	17.0	7.5	○
	トルエン	"	"	25~28	15.0	8.0	○
	酢酸エチル	"	わずか	30	16.0	7.0	×

(注) フタル酸樹脂塗料エナメル, 液圧 1400 psi, 塗料粘度 40 秒 (#4 F. C.), 室温 20°C

図6 温度降下曲線

塗料: エアレス用ラッカーエナメル, 粘度: 35 秒 (#4 F. C.), 室温: 25°C, 液圧: エアレスホット 600 psi, エアレスコールド 1600 psi, ノズル: ホット 14 C 11 コールド 50017

の状態と溶剤の関係を示す。

7. 塗料噴霧の温度降下

図6は、エアレスコールドスプレーとエアレスホットスプレーとの関係を、一般のホットスプレー・コールドスプレーと比較したものである。

B社製ホット型では塗料が加熱されるために常温に到達するまでの温度降下曲線の傾斜は非常に緩慢である。

すなわち、標準距離 25 cm で噴霧直後の温度は常温よりも相当高い。一方、G社製コールド型は加熱式でないため、温度降下は塗装直後では常温よりも 3~4°C 低く、ホット型に比較して全く反対の曲線を描く。

8. その他

8.1 装置の取り扱い

実際に作業するとき最も時間を要するのは装置の洗浄であり、両者とも比較的多量の洗浄用シンナーを要する。また、洗浄後のシンナーを十分に追い出すことも困難で、最初に仕込んだ塗料は回路内で多少希釈され、少量の塗料で試験することはむずかしい。

なお、B社製ホット型は加熱装置で規定温度に保持されるまでには 10~15 分間を要する。加えて、塗料温度の選定に当っては、あらかじめヒーターからガンまでの温度低下を考慮に入れる必要があろう。

他方、G社製コールド型はヒーターが不要なため塗装作業の開始が早い。また、B社製ホット型に比べて塗料の密閉範囲が少ないため塗料の仕込み量が少なくすみ、ペイントタンクに圧力が加わらないので石油かんに塗料を入れての運転も可能である。

口過装置は、B社製ホット型は塗料の吸入口にフィルターがないため、塗料は必ず口過する必要がある。G社製コールド型は塗料の吸入口にフィルターを常備しているが、使用後の洗浄が肝要である。

8.2 塗装仕上り面について

適正条件でない流れやすいのは両者に共通している。膜厚については当初は実験者として相当に期待して

図7 ノズル No. 800067

図8 ノズル No. 650050

図9 ノズル No. 650025

図10 ノズル No. 500017

いたが、ホット型・コールド型ともに 20~30 μ が標準であろう。

図7~10にノズルの相違による流出量の比較の1例を示した。

あ と が き

最近におけるエアレススプレーの普及の状況は造船・車両・電機部門と増加の一途をたどりつつある。エアレススプレーホット型およびコールド型の可否は作業条件・作業方法などに支配されがちだが、その真価は、使用後の耐用年数によっておのずから決定されるのであって、時日が証明すると思う。

参 考 文 献

- 1) BEDE, *Airless spray coating process*
- 2) Graco *hydra spray painting*
- 3) The Spee-Flo *hydra airless system*
- 4) 日本ペイント株式会社, 塗料 [26] (1958)
(編者付記) この資料は、昭和 34 年 11 月 19 日に色材協会関西支部研究発表会で発表されたものである。