

遠赤外線乾燥機と紫外線乾燥機の利用に関する研究

木材工業部 中村俊一

Research into the Use of Far Infrared Drying Equipment and Ultraviolet Drying Equipment

Shun'ichi NAKAMURA

遠赤外線乾燥機を効率よく運転する指針をつくるために、各塗装工程の塗装条件を検討した。ポリエステルサーフェーサーについて試験した結果、(1)塗料の調整方法、塗布量は乾燥時間に影響しない、(2)生地のプレヒートは不要である、(3)セッティング時間は塗面の平坦化に影響する、(4)乾燥機の炉内温度と乾燥時間、塗装生地の水分蒸発量は互いに関連することが分かり、現場での対応の方法を示した。

紫外線乾燥機で紫外線硬化塗料を乾燥すると、つやが一定に仕上がりにくいという問題に対処するために、各種の塗装条件でハードコートを乾燥し、その光沢度を測定した。その結果、現場では、塗料の調合、かきまぜに注意し、セッティング時間は塗料の仕様に従い、塗着量に関する塗装条件の管理を充分に行うことが重要であることを確認した。

1. はじめに

遠赤外線の利用は各分野で行われている。塗料の乾燥にも用いられ、自然乾燥や熱風乾燥と比較し、多くの有利な点が示されている¹⁾。しかし、実際に企業が遠赤外線乾燥機を導入した場合、塗装の失敗や不経済な運転をする場合が多い。これは、現場で使用する塗料や塗装方法に適応した運転がなされていないためと考えられる。本研究は、遠赤外線乾燥機を効率よく運転するための指針づくりを目的に、各塗装工程中の塗装条件を調べた。今回は、仏壇の下地塗料として使用されているポリエステルサーフェーサーについて検討した。

紫外線硬化塗料は、紫外線により硬化する樹脂を塗膜形成主要素とし、紫外線乾燥機により秒単位で乾燥する長所を持っている²⁾。しかし、つや消し仕上げを行うと、つやが一定に仕上がりにくいなどの問題がある。この問題に対処するために、

塗装条件とつやの状態を示す光沢度の関係を調べた。今回は、業界でハードコートと呼ばれる鉛筆引っかき試験で7H程度を示す木材用塗料について試験した。

2. 遠赤外線乾燥機の利用化

2.1 試験方法

遠赤外線乾燥機を効率よく運転するため、その

表1 遠赤外線乾燥機を運転するための調査項目

工 程	調 査 項 目
塗 料 の 調 整	塗料配合 ①硬化剤 (メチルエチルケトンパーオキサイド) 量 ②スチレンモノマー量
生地のプレヒート	必要性
塗 装	塗布量
セッティング	塗料が平坦化するまでの時間
乾 燥	① 炉内温度と時間 ② 塗装生地材の状態

塗装工程に対し、調べなければならない項目を表1にまとめる。

表1の調査項目を調べるための実験を行った。塗装生地は、シナ合板(50×90×5mm)に下塗(九州塗料工業製#5500パイオニアシーラー)を塗布したものをを用いた。塗料は、九州塗料工業製#1000仏壇用サーフェーサーを使用した。塗装条件を表2に示す。なお、塗装条件は調べる項目により適宜変更した。遠赤外線乾燥機は、大川鉄工所製遠赤外線乾燥機H7GS-71171を使用し、炉内温度は、横川電機製携帯温度計2455(K熱電対)でヒーターから15cmの炉内中央部を測定した。乾燥時間の測定方法は、#280サンドペーパー(小松原研磨製作所製CC-280Cw)で塗面を研磨し、からみつきがなくなった時点を乾燥時間とした。

表2 塗装条件

塗料の調整	主剤100部, 促進剤0.5部, 硬化剤1.0部, スチレンモノマー30部
プレヒート	なし
セッティング	10分
塗装方法	岩田塗装機工業製スプレーガンW-77を使用, 運行回数往復3回(塗着量 300~400g/m ²)
炉内温度	60℃(乾燥機の設定温度)
冷却時間	30分

2.2 塗料配合と乾燥時間

促進剤(ナフテン酸コバルト)の量は乾燥時間に大きく影響しない³⁾ことから硬化剤量とスチレンモノマー量について検討した。

2.2.1 硬化剤量と乾燥時間

表2の塗装条件のうち、硬化剤の量を変え、乾

表3 硬化剤量と乾燥時間

主剤100部に対する硬化剤量	1回目	2回目
0.5(部)	11(分)	11(分)
1.0	9	11
1.5	10	10
2.0	9	9
2.5	8	10

燥時間の違いを調べた。結果を表3に示す。

2.2.2 スチレンモノマー量と乾燥時間

表2の塗装条件のうち、スチレンモノマーの量を変え、乾燥時間の違いを調べた。結果を表4に示す。

表4 硬化剤量と乾燥時間

主剤100部に対するスチレン量	乾燥時間
10(部)	10(分)
20	10
30	10
40	10
50	10

2.3 プレヒートと乾燥時間

表2の塗装条件のうち、乾燥機の設定温度を変え、生地のプレヒートの有無による乾燥時間の違いを調べた。なお、塗装生地を各温度に設定した遠赤外線乾燥機に入れ、約30分放置したものをプレヒート『あり』とした。結果を表5に示す。

表5 プレヒートの有無による乾燥時間の比較

乾燥機の設定温度	1回目		2回目	
	なし	あり	なし	あり
40(℃)	20(分)	20(分)	21(分)	19(分)
50	15	10	15	15
60	10	7	9	7
70	5	5	7	7

2.4 塗布量と乾燥時間

表2の塗装条件のうち、塗布量を変え、乾燥時間の違いを調べた。塗布量はスプレーガンの運行回数(往復)を変えることによって調整した。結果を表6に示す。

表6 塗布量と乾燥時間

運行回数	塗着量	乾燥時間
1(回)	110(g/m ²)	10(分)
2	200	10
3	300	10
4	470	10

2.5 セッティング時間と塗面のうねり

表2の条件のうち、セッティング時間を変え、10分間乾燥した塗面のうねりを表面粗さ計（東京精密製サーコム550A）で測定した。結果を表7に示す。

表7 セッティング時間と塗面の状態

セッティング時間	ろ波最大うねりWCM
0 (分)	99.3 (μm)
5	45.3
10	23.0
15	34.0
20	27.0

2.6 乾燥機の炉内温度と乾燥時間

表2の条件のうち、炉内温度を変え、乾燥時間の違いを調べた。結果を図1に示す。なお、図1の乾燥機の炉内温度は実測値である。

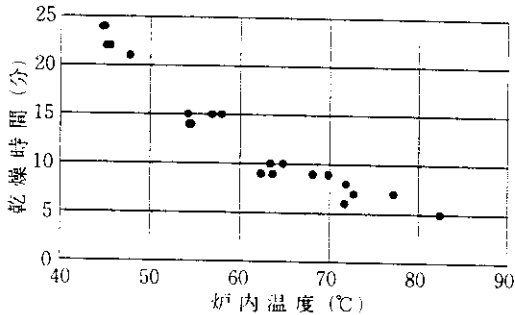


図1 遠赤外線乾燥機の炉内温度と乾燥時間

2.7 塗装生地材の状態

遠赤外線乾燥機の設定温度と乾燥時間を変え、塗装する前のシナ合板（45×90×5mm）の水分蒸発量を調べた。結果を図2に示す。

2.8 結果の検討

硬化剤とスチレンモノマー量は、遠赤外線乾燥機による乾燥時間に差を与えなかった。従って、現場での塗料の調整は、塗料の仕様書に従い、作業性、経済性を考慮して塗料の調整を行えばよい。

プレヒートによるはっきりとした乾燥時間の短縮はみられず、逆に、全体の作業時間は長くなった。また、今回のような中塗の遠赤外線乾燥では、

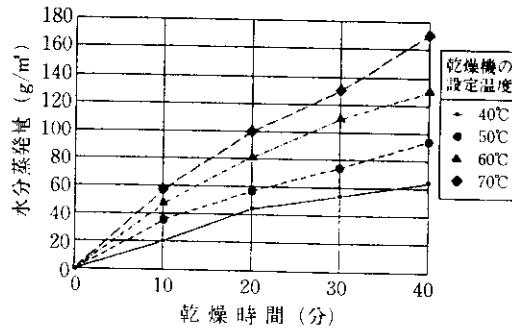


図2 遠赤外線乾燥による塗装生地の水分蒸発量

下塗を行っているため、発泡等の塗膜欠陥は発生しないことから、ポリエステルサーフェーサーの場合、プレヒートは不要である。

スプレーガンの運行回数程度の塗布量の違いでは、乾燥時間に差はみられなかった。現場での塗布量の管理は、仕上がり感等、他の基準を優先することができる。

セッティング時間が不足すると塗料のレベリングが完了せず、塗面は平坦化しなかった。現場では、使用する塗料のレベリングが終了する時間を調べる必要がある。

遠赤外線乾燥機の炉内温度が高くなるにつれて乾燥時間は短くなるが、塗装生地の水分蒸発量も同じように多くなる。現場では、図2、図3と同じものをつくり、水分蒸発による生地の変形が起こらないで、最も速く乾燥できる乾燥機の設定温度と乾燥時間を見つける必要がある。

3. 紫外線乾燥機の利用化

3.1 試験方法

つやに影響すると考えられる要因を表8に示す。

表8 塗料のつやに影響する要因

項目	つやに影響する要因
塗装方法・操作	塗料温度、調合、かきませ、シンナー希釈量、塗布量
塗装工程	セッティング時間
被塗物	下塗の研磨
環境	塗装室の温度、湿度

各要因について、紫外線硬化塗料の塗装後のつやを、60度鏡面光沢度を測定することにより調べた。塗装生地は、吹付の場合は、下塗（九州塗料工業製#5500パイオニアシーラー）及び中塗（九州塗料工業製#1000仏壇用サーフェーサー）を塗布し#320サンドペーパーで研磨したシナ合板（50×90×5mm）を、ドクターブレード（上島製作所製、すき間寸法0.075mm）使用の場合は、ガラス板（150×200×3mm）を用いた。塗料は、九州塗料工業製UV200C（つや有り）とUV200F（つや消し）を使用した。塗装条件を表9に示す。なお、ドクターブレード使用の場合、塗料は無希釈で使用した。また、塗装条件は各試験ごとに適宜変更した。紫外線乾燥機は、日本電池製UV乾燥機ASE-48Sを使用し、60度鏡面光沢度はスガ試験機製GK-60Kで測定した。温湿度の調整には、日立製作所製恒温恒湿機EC-10MHP Sを使用した。

表9 塗装条件

塗料の調整	UV200C 25部, UV200F 75部 UV600シンナー 30部
セッティング	20分
塗装方法 (吹付の場合)	岩田塗装機工業製スプレーガンW-71を使用、運行回数片道4回 (塗着量 20~30g/m ²)
UV乾燥	ランプ 80W/cm, コンベアスピード 5 m/sec.で2パス

3.2 塗料温度と光沢度

塗料と塗装生地の温度を5~30℃とし、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表10に示す。

表10 塗料温度と光沢度

塗料温度(℃)	5	10	20	30
光沢度	23.8	30.1	29.4	33.1

3.3 塗料の調合と光沢度

UV200CとUV200Fを各比率で調合し、表9の条件でドクターブレードで塗布した試料の光沢

度を測定した。結果を表11に示す。

表11 塗料の調合と光沢度

UV200C(部)	6	8	10	12	14	16
UV200F(部)	30	30	30	30	30	30
光沢度	19.9	22.9	29.9	30.2	37.9	40.3

3.4 かきまぜと光沢度

表9の条件で調合した塗料をよくかきまぜ、放置する。放置時間を0~60分とし、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表12に示す。

表12 かきまぜと光沢度

放置時間(分)	0	20	40	60	24時間
光沢度	39.5	38.8	39.7	42.9	87.1

3.5 シンナー希釈量と光沢度

UV600シンナーの希釈量を塗料100部に対し0~80部とし、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表13に示す。

表13 シンナー希釈量と光沢度

シンナー希釈量(部)	0	20	40	60	80
塗着量(g/m ²)	33	22	17	18	12
光沢度	40.6	33.2	26.1	22.1	16.0

3.6 塗布量と光沢度

吹付時のスプレーガンの運行回数(片道)を変え、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表14に示す。

表14 塗布量と光沢度

運行回数(片道)	1	2	3	4
塗着量(g/m ²)	4	11	13	22
光沢度	13.3	18.6	22.0	29.4

3.7 セッティング時間と光沢度

セッティング時間を変え、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表15に示す。

表15 セッティング時間と光沢度

セッティング時間(分)	0	10	20	30
光沢度	21.6	33.5	37.5	30.5

3.8 下塗の研磨と光沢度

塗装生地研磨に使用するサンドペーパーを#180～#320として、表9の条件で吹付した試料の光沢度を測定した。結果を表16に示す。

表16 下塗の研磨と光沢度

サンドペーパー	# 180	# 240	# 280	# 320
光 沢 度	24.2	22.9	30.5	29.9

3.9 塗装環境（温度と湿度）と光沢度

セッティング中の温度と湿度を変え、表9の条件でドクターブレードで塗布した試料の光沢度を測定した。結果を表17に示す。

表17 セッティング時の温湿度と光沢度

温度(℃)	0	10	20	20	20	20	30
湿度(%)			55	65	75	85	65
光 沢 度	24.8	36.1	27.8	29.1	27.9	27.3	22.6

3.10 結果の検討

それぞれの結果から、光沢度が15以上変化し、目視でもつやの違いが認められる要因は、塗料の調合、かきまぜ、シンナー希釈量、塗布量、セッティング時間であった。

塗料の調合は、光沢度が30と大きく変化したが、つや消し塗料30部に対し、つや有り塗料が0～16部と変化が大きいためである。現場では計り間違い以外は、計量誤差として考えられない量である。

かきまぜは、24時間後の光沢度の数値が高いが、1時間までの光沢度の変化は3であることから、現場で十分な塗料のかきまぜ作業が行われると問題はないと考えられる。

セッティング時間が0分では、乾燥後も塗膜に溶剤が残るため濁りが生じ、光沢度が他より10以上低くなったが、10～30分では、光沢度の変化は7と小さい。セッティング時間も塗料の仕様に従えば問題はない。

シンナーの希釈量と塗布量は、塗料の乾燥後の塗着量に関するものである。従って、現場では、塗料の塗膜形成要素の量を把握し、最終的に被塗

物に付着する塗膜の管理を行うことが必要である。

その他の要因については、目視の観察でつやの違いは認められず、光沢度の変化もセッティング時の10℃が他より10以上高いことを除けば、10以下であった。セッティング時の温度が10℃の時に光沢度が高いこと理由は、今回の実験では分らなかった。これらの要因の管理は、通常の工程管理で問題ないものと思われる。

4. おわりに

今回の研究で、遠赤外線乾燥機を仏壇用塗料のポリエステルサーフェーサーの乾燥に使用する場合、次の4項目をもとに運転をすることが必要であることが分かった。

- (1) 塗料の調整方法、塗布量の管理は、塗料の仕様、仕上がり感等、乾燥以外の基準を優先する。
- (2) 生地のプレヒートは工程から省く。
- (3) セッティング中に塗料が充分レベリングするまでの時間を調べる。
- (4) 遠赤外線乾燥機の炉内温度と乾燥時間及び生地の水分蒸発量を調べた後、設定温度と乾燥時間を決める。

また、紫外線乾燥機をハードコートの乾燥に使い、つやを一定に仕上げるためには、以下の項目をもとに作業する必要があることが分かった。

- (1) 塗料の調合は、計量誤差を少なくする。
- (2) 塗料のかきまぜを充分行う。
- (3) セッティング時間は、塗料の仕様に従う。
- (4) 塗着量に関する塗装条件の管理を充分行う。

今後、遠赤外線乾燥機の利用については、仏壇用のカシュー塗料、木製品用のポリウレタンクリヤーについて検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 日本ガイシ株式会社技術資料ほか
- 2) 日本電池株式会社技術資料ほか
- 3) 藤沢乙三ら編：塗装技術便覧，日刊工業新聞社(1967) p.147