

合板及びパーティクルボードの二次的 処理による無臭化

井村 純夫 峯村 伸哉

1. はじめに

食器棚のホルマリン臭問題を契機として、合板のホルムアルデヒド放散量を低減する試みが種々行われてきた。最近では乳児用衣料品のホルムアルデヒド含量に厳しい規制が決められたのに伴い、その保管収納家具であるベビーだんすのホルムアルデヒド放散が問題になっている。このため食器棚あるいはベビーだんすに安全基準の設定が検討され始めている。

このようなホルムアルデヒド放散の主原因は、部材にユリア樹脂接着剤を用いた合板あるいはパーティクルボードを使用することにある。そこでこのような部材の簡単な無臭化法として、ホルムアルデヒド捕集剤の表面添着と塗装との組合せ手法を検討した。捕集剤の表面添着の手法についてはすでに報告がある¹⁾が、本実験では塗装の手法と組合せることにより捕集剤の添着量を低減することを目的とした。塗膜付着力、耐光性などの測定から最適の捕集剤を選択した後、最適添着量の決定、耐久試験に伴うホルムアルデヒド放散

量の変化などを検討した。

2. 実験方法

2.1 薬剤添着

最適の捕集剤を選定するため、第1表に示すような10種の薬剤の10%水溶液を調製し、4mm厚3プライシナ合板に3g/900cm²塗布して、105℃で5分間乾燥した。また別に、固形分として0.1~0.5g/900cm²の尿素を添着した合板と、同0.3~5.0g/900cm²を添着したパーティクルボードの試料も調製した。

2.2 塗装

薬剤添着試料を7分つや消し無黄変型ポリウレタン塗料若しくは、ニトロセルローズラッカー塗料で塗装した。サンディングシーラー1回、クリヤー1回の計2回塗りとし、1回の塗布量は100g/m²とした。なおラッカーのクリヤーのみを1回塗った試料も調製した。塗装は表裏面及び木口面の全面に行った。

2.3 箱の作製

第1表 各種薬品添着 - ポリウレタン塗装合板の物性値

添着薬剤名	ホルムアルデヒド放散量 (デシケータ法) ppm	タイプⅠの接着力 kg/cm ² ()は木部破断率 %	塗膜付着力 kg/cm ² ()は木材-塗膜間の剥離率 %			カーボン光 125hr 照射後	
			無処理	カーボン照射後	寒熱繰返し処理後	色差 NBS	光沢低下率 %
コントロール							
無塗装	13.20	11.2(16)	—	—	—	7.2	2.8
ポリウレタン塗装	0.50	11.5(8)	8.0(66)	10.1(0)	9.9(61)	12.6	10.5
尿素	0.07	11.6(27)	8.8(39)	9.1(23)	8.4(43)	12.5	9.8
亜硫酸アンモン	0.15	10.3(17)	7.4(55)	7.8(10)	7.8(30)	15.1	12.1
亜硫酸ナトリウム	0.00	12.5(26)	4.3(73)	5.5(18)	8.3(43)	18.5	9.6
亜硫酸水素ナトリウム	0.25	11.0(17)	8.4(20)	7.9(5)	7.6(56)	17.3	8.7
亜二チオン酸ナトリウム	0.34	11.7(34)	6.1(32)	5.6(10)	8.8(68)	19.7	9.8
メタ重亜硫酸ナトリウム	0.26	10.4(14)	12.9(55)	6.1(0)	5.5(50)	16.6	9.7
重炭酸アンモン	0.37	13.2(18)	9.1(27)	7.6(5)	4.5(24)	13.7	11.0
チオ硫酸アンモン	0.01	12.2(18)	4.5(45)	7.1(0)	4.7(40)	27.7	16.1
スルファミン酸アンモン	0.64	11.2(14)	7.3(19)	9.0(20)	4.8(29)	30.8	12.1
セミカルバジド	0.06	11.2(16)	5.6(100)	5.6(95)	5.7(100)	16.1	7.6

900cm²当り0.3又は0.5gの尿素を添着し、それぞれポリウレタン又はニトロセルローズラッカー塗料を2回塗りした合板を使用して、15×15×15cmの箱を作製した。板の接合にはビニールテープを使用した。

2.4 促進耐光処理

スガ試験機K製のフェドメーターFA-25XCを使用し、カーボンアーク光を125時間照射した。運転条件及び光量は下記のとおりである。

アーク電圧；120～125V，アーク電流；15～18A，
室内温度；46℃，ブラックパネル温度；68℃，
照射距離；24cm，光量（300～700nm）；40.3cal/
cm²・hr

2.5 寒熱処理

「特殊合板の日本農林規格」による寒熱繰返し処理を行った。また80℃，-20℃，20℃-80%RHの条件下に一月放置する処理も行った。

2.6 ホルムアルデヒド放出量の測定

日本木材加工技術協会の定めるデシケータ法及び、試料量をデシケータ法の1/15とし、試料量に対する水の吸収面積比をデシケータ法の9倍とした小型デシケータ法を用いた。また箱については、水40ccの入った径8.6cmのシャーレを中に置き、20℃に一晩放置して水に吸収するホルムアルデヒド量を測定する一方、シャーレの代わりに木綿ガーゼ1gを入れ、これに吸着する量も測定した。ガーゼ吸着量の測定は「家庭用品の有害物質の規制に関する法律」の施行細則の測定法に従い、40ccの水に溶出する量を測定した。

2.7 塗膜付着力

「特殊合板の日本農林規格」の平面引張り試験法を準用し、エポキシ樹脂で塗膜面に接着した金属ブロックを、真上に引張る時のはく離荷重を測定した。その際に、全はく離面積に対する木材-塗膜間のはく離面積の割合を肉眼で測定した。

2.8 色差及び光沢

スガ試験機K製の直読色差コンピューター及び付属の光沢度計を使用した。色差の計算にはアダムスの色差式を用い、光沢は60°鏡面反射率として求めた。

2.9 接着力の測定

「普通合板の日本農林規格」に従って温冷水浸せき試験（タイプⅠ）の引張りせん断接着力を測定した。

2.10 吸水性能の測定

25℃の水に2時間及び24時間浸漬する時の吸水率と吸水厚さ膨潤率を測定した。また測定後の試験片を40℃で24時間、更に100℃で24時間乾燥した後の厚さの膨れを、初めの気乾厚さに対する百分率で表すスプリングバックも測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 最適捕集剤の選定

固形分換算で0.3g/900cm²の薬剤を添着し、ポリウレタン塗装した10種類の合板の物性の測定結果を、コントロールと共に第1表に示す。まずホルムアルデヒド放出量についてみると、コントロールの2つの値の比較で明らかのように塗装のみの操作でも大部分の放散の抑制が可能である。そして予め薬剤を添着しておくことさらに放散が少なくなり、とくに尿熱亜硫酸アンモン、亜硫酸ナトリウム、チオ硫酸アンモン、セミカルバジドを添着すると0に近い値となる。測定に使用したアセチルアセトン法の信頼度から考え、これらの処理合板は完全無臭であると見なせる。これらの薬剤とホルムアルデヒドとの反応機構は、尿素の場合はメチロール尿素、メチレンジ尿素などのメチロール基の少ないメチロール化合物の生成反応であり²⁾、亜硫酸アンモンとチオ硫酸アンモンの場合はヘキサミンの生成反応、亜硫酸ナトリウムとセミカルバジドの場合はホルムアルデヒドのカルボニル基への付加反応であると思われる。

薬剤を水溶液として添着する場合、その内部への浸透のために接着層が影響を受けることが考えられる。そこで温冷水浸せき後の接着力を測定してみたが、第1表にみるようにコントロールと大体同じであり、木部破断率も極端に違わないので、薬液の浸透による接着層の劣化は生じないといえる。

つぎに塗膜付着力について、まず無処理の値と比較してみると亜硫酸ナトリウム、チオ硫酸アンモン、セミカルバジドの各添着合板の低いのが目立つ。光照射

処理後では木材と塗膜の間ではく離する割合が低くなり、実の付着力とは言いがたいものの、少なくとも薬剤添着が付着力にプラスに働いているとはいえない。寒熱繰返し処理を行ったものは、木材と塗膜間のはく離する面積も多く真の値に近いと思われるが、これらの値を比較してみると薬剤添着のものはいずれもコントロールより低く、薬剤添着が付着力により影響を与えないことがわかる。無処理と二つの劣化処理を通じて、薬剤として尿素、亜硫酸アンモン、亜硫酸水素ナトリウムを添着したものは塗膜付着力の低下に及ぼす影響が比較的少ないといえる。

カーボン光125時間照射後の色差を比較すると、コントロールの無塗装が7.2NBSで最も低いのが、塗装すると12NBSを越えることがわかる。薬剤を添着して塗装したものは、塗装のみのものよりも総じて高い色差となっており、中でもチオ硫酸アンモンとスルファミン酸アンモンの添着合板は30NBSと2倍以上の変色を示している。このように色差が高くなる原因として、照射光の中でも高エネルギーをもつ紫外部の光が、添着薬剤に作用して光分解を引き起し、生成物が木材成分やポリウレタン塗膜と反応して着色物質を形成することが考えられる。つぎに光沢の低下率をみると無塗装が最も小さく2.8%であるが、塗装したものはいずれも10%前後低下する。薬剤添着が光沢に及

ぼす影響はチオ硫酸アンモン以外の場合にはないといえる。色差と光沢低下率の値を総合してみると尿素添着のものはコントロールの塗装のみの値と同等であり、最も良い結果となっている。

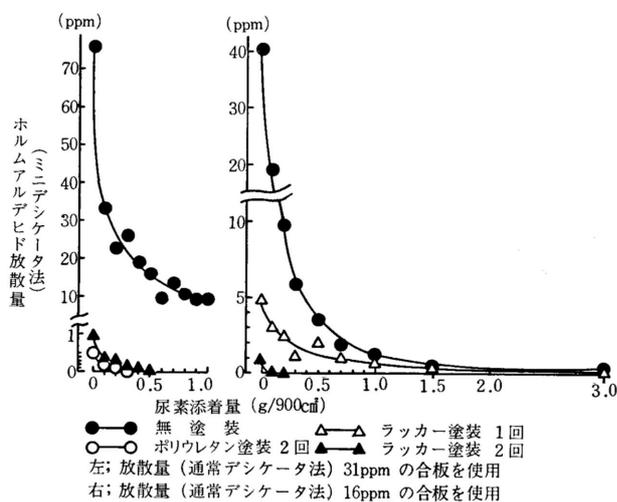
第1表の物性値を総合的に判断して、ホルムアルデヒド捕集剤としては尿素を添着するのが最も良いことがわかる。尿素は工業薬品として大量に生産され、安価に供給されている。

3.2 尿素添着量の影響

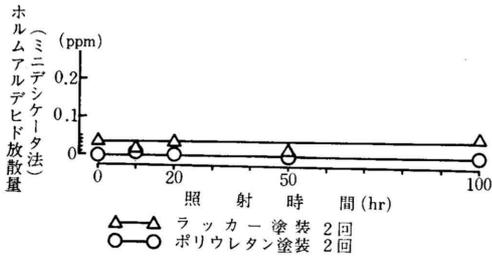
第1図には尿素の添着量を種々変えて、ポリウレタン又はラッカー塗装を行った合板の放散量の変化を示した。放散量の測定には吸収量の僅少な差もできるだけ捕えるためミニデシケータ法を使用した。使用した合板の放散量は通常のデシケータ法で測定すると31と16ppmのものであるが、小型デシケータ法で測るとそれぞれ76と40ppmと2.5倍に拡大される。図からわかるように尿素を添着せずに2回の塗装処理を行っても放散量は1ppm以下となり、塗装が大きな抑制効果をもつことがわかる。尿素を添着した場合は添着量に比例して放散量がさらに減少する。そしてポリウレタン塗装2回では0.3g/900cm²の添着で、ラッカー塗装2回では0.5g/900cm²の添着で完全無臭となる。ポリウレタン塗装はラッカー塗装に比べ抑制効果が高い。これは後者の塗膜形成が単に溶剤の揮発によるのに対し、前者はイソシアネートの関与する化学反応に基づくものであるため、塗膜が厚く強じんであることによると思われる。

また第1図にはラッカー塗装を1回だけ行った放散量の変化も示してあるが、完全無臭とするには2回塗装の場合の6倍近い尿素的添着を必要とする。

3.3 促進耐光処理に伴う放散量の変化
第2図には0.3g/900cm²の尿素を添着し、ポリウレタン又はラッカー塗料を2回塗りした合板について、光照射に伴うホルムアルデヒド放散量の変化を示した。塗膜が放散抑制に大きな効果をもつため、塗膜にひび割れなどの欠陥が生じると放散量の増大が予想され



第1図 尿素添着・塗装処理合致のホルムアルデヒド放散量

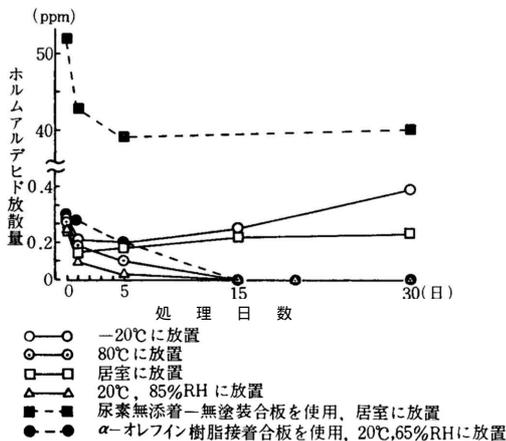


第2図 尿素添着・塗装処理合板の光照射に伴うホルムアルデヒド放散量

る。しかし図から明らかなように100時間程度の処理では放散量にまったく変化がない。なお100時間照射後の塗膜の光沢低下率は約10%あり、塗膜面の分解が推察されるが、照射後の試料には割れや白亜化が認められなかった。

3.4 箱の放散量

尿素を0.3g又は0.5g/900cm²添着し、ポリウレタン又はラッカー塗装を2回行った15cm角の合板6枚を用い、ビニールテープで止めて箱を作った。これを種々の条件下に放置して経時ごとに放散量の変化を調べた。ラッカー塗装の場合の結果を第3図に示す。放散量は室温で一晩放置する時の水に吸収された量で示してある。比較に用いた尿素無添着・無塗装の場合に比べ、いずれも1/100以下の放散量になっている。測定初期に - オレフィン接着合板の箱でも放散量が認められるのはラッカー塗料中のアルデヒド系溶剤が若干



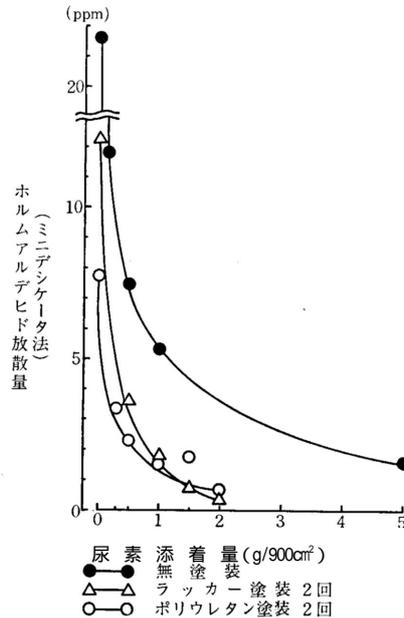
第3図 尿素添着・ラッカー塗装2回塗り合板箱のホルムアルデヒド放散量

残存していたためと思われる。高温、高湿に放置する場合は、塗膜に欠陥が残存していても、短時間でホルムアルデヒドが揮散してしまうことが予想される³⁾が、低温では揮散が遅くまた尿素との反応も十分進まないため、塗膜のうすい部分あるいは欠陥部分などから、わずかずつ放散されるものと思われる。ポリウレタン塗装でもほぼ類似の結果が得られた。

各種条件下に30日放置した箱に木綿ガーゼ1gを入れ、室温に2日放置して吸着するホルムアルデヒド量を測定したが全く認められなかった。処理日数を更に増すと放散量がどうなるかという問題があるが、塗膜の劣化は少しずつ進行するものであること、放散するホルムアルデヒド量は有限であること、ホルムアルデヒドとの反応性にすぐれる尿素が表面に添着されていることなどを考え合わせると、急激なホルムアルデヒドの放散は起らないものと考えられる。

3.5 パーティクルボードの無臭化

第4図に、種々の量の尿素を添着し、ポリウレタン又はラッカーの2回塗装を行ったパーティクルボードの放散量の測定結果を示す。使用したパーティクルボードは結合剤にユリア樹脂を使用したものであり、小



第4図 尿素添着・塗装処理パーティクルボードのホルムアルデヒド放散量

型デシケータ法で21.6ppmのホルムアルデヒド放散量を示す。合板について行った第1図の結果と同様、尿素添着量の増加と共に放散量が減少する傾向が認められる。ただパーティクルボードは空隙に富み、大気と接する木材の表面積が多いため、尿素添着量や塗料の塗布量もそれだけ多くする必要がある。ポリウレタン、ラッカーとも2回塗装の場合には、尿素添着量を2g/900cm²程度にすれば無臭に近くなることがわかる。

3.6 無臭パーティクルボードの吸水性

尿素は吸湿性の薬剤で、水への溶解度も高いため、多量に添着すると材の吸水率を増加し好ましくない結果となることが予想される。そこで第5図に尿素を添着し塗装したパーティクルボードの吸水率と吸水厚さ膨潤率、スプリングバックの測定結果を示した。ラッカー、ポリウレタンの両塗装材とも、成素の添着量が

2g/900cm²の場合には尿素無添着若しくは無塗装のものとの値と変りがなく、この程度の尿素的添着は障害にならないことがわかる。

4. まとめ

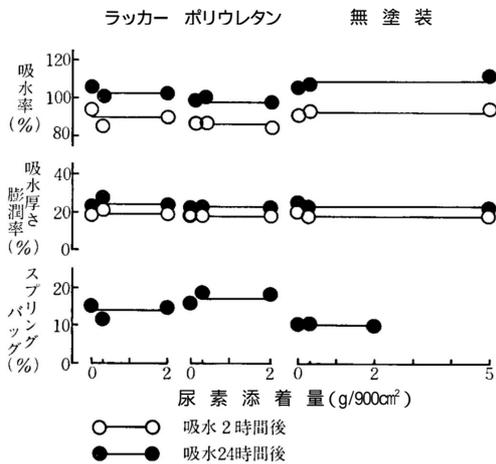
ユリア樹脂接着剤を使用して製造した合板及びパーティクルボードのホルムアルデヒド放散を簡単な現場的な処理で抑えることを目的として、捕集剤の添着と塗装の組合せ手法を検討した結果、捕集剤としては尿素を使用するのが塗膜物性や価格の点から最も良いこと、尿素添着材に通常の工程でポリウレタン又はラッカー塗装を行えば完全無臭のものが得られ、その後も放散抑制効果を持続できることがわかった。

尿素は人体から排出される成分であるが、劇毒物ではなく、医薬品として利尿剤への用途もある。材への添着は少量ですみ、塗装も行うため、表面が吸湿してべとつくという現象はない。本報告の手法は現場的な手法として充分活用できると思われる。

ホルムアルデヒド量の測定は化学利用料平田研究員が担当した。

文献

- 1) 大迫ら；広島県立木工指導所研究報告，No. 3，1，（1972）
- 2) 峯村ら；本誌，1975年1月号，16頁
- 3) 高橋；日本木材学会北海道支部第8回道材ならびに合板研究会資料，1（1975）



第5図 尿素添着 - 塗装処理パーティクルボードの吸水率、吸水厚さ膨潤率、スプリングバックの測定値

- 木材部 接着科 -

(原稿受理 昭52.5.25)