

ハードボードのオイルテンパー

松 本 章 西 川 介 二
新 納 守

はじめに

ハードボードに乾性油を添加し、熱処理をおこなうと、その強度的性質および耐水特性が向上することは周知のとおりである。しかしながら、オイルテンパーの際のオイルと木質成分との相互作用に関しては、今のところ不明の点が多い。

本実験では基材として3.5mmおよび9mmのハードボードを、またテンパー用オイルとして、市販のテンパックス121-Hをもちいた。

えられたボードは材質試験後、粉碎して赤外吸収スペクトルを求め、各波数における吸収量とボード材質との相関性について検討したので、ここに報告する。

試験方法

あらかじめ恒温槽中で45℃に暖めておいたオイル中にハードボードを浸漬し、オイル含有率が5%および15%になるように、浸漬時間をコントロールした。熱処理条件は温度が160℃および180℃、時間は2時間および4時間で、これらの組合せによりおこなった。

えられたオイルテンパーボードは20℃、65%RHの恒温恒湿室中で一定期間調湿後、JISおよびASTMに準じて材質試験をおこなった。

赤外吸収スペクトルの測定はアルカリハライド錠剤法によりおこない、ハロゲン化アルカリとして臭化カリウムをもちいた。予備試験の結果、ボード粉末および臭化カリウムともに微粉末の方が鋭い吸収カーブを与えることがわかったので、ボードはウィレーミルで、臭化カリウムはメノウ乳鉢で十分粉碎し、ともに250メッシュ通過部分をもちい、臭化カリウムは乾燥器中で、ボード粉末は五酸化リン存在下で十分減圧乾燥をおこない、錠剤成型後も五酸化リン存在下で十分

減圧乾燥をおこなって、赤外吸収スペクトル用のサンプルとした。

また、ボード粉末をアルコール・ベンゼン(1:2)混液で抽出し、オイルの歩留りを調べた。

なお、使用したオイルの性状は次のとおりである。

粘 度 25℃で1,200cP (B型粘度計,ローターNo.2,12rpm),45℃では420cP。

比 重 0.974

酸 価 18

沃素価 145

組 成 トール油エステルとアマニ油との混合物。

試験結果

1 オイルテンパーボードの材質

3.5mmおよび9mmハードボードの材質試験結果を第1表および第2表に示す。

3.5mmボードの場合、曲げ強さ、曲げ弾性係数および剥離抵抗などの強度的性質は、単なる熱処理によって大きな材質向上は望めないが、オイルが5%、さらに15%と多くなるにしたがって、コントロールの2~6割程度の材質向上が認められ、特に、15%のオイルを添加した場合、剥離抵抗は2倍前後の向上を示した。

吸水特性値に関しては、吸水長さ膨潤率を除いて、熱処理をすることにより、コントロールの2~3倍以上の耐水性向上を示し、オイルを添加することにより4倍から6倍近くまで耐水性は向上した。しかし吸水長さ膨潤率に関しては、15%のオイルを添加した場合でも、せいぜいコントロールの2倍弱の向上しか認められなかった。

平衡含水率で表わした吸湿特性に関しては、コント

ハードボードのオイルテンパー

第1表 3.5mmオイルテンパーボードの材質試験結果

添加率	%	0				5				15				コントロール	
		160		180		160		180		160		180			
		2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
曲げ強さ	kg/cm ²	284	331	310	294	373	426	357	340	354	436	377	407	273	
弾性係数	10 ⁹ kg/cm ²	28.0	34.4	31.4	32.8	36.9	44.5	36.0	39.6	34.8	46.4	40.6	43.8	28.6	
剥離抵抗	kg/cm ²	12.8	18.0	15.2	13.6	18.2	16.4	16.2	19.4	18.5	27.2	21.8	36.3	14.7	
吸水率	%	21.3	14.8	14.4	13.0	13.7	10.6	10.9	10.7	11.0	9.6	9.2	8.6	48.1	
吸水厚膨	%	11.0	9.4	8.7	7.3	7.0	6.2	6.2	5.7	6.8	4.6	4.9	4.3	18.0	
吸水長膨	%	0.31	0.26	0.26	0.26	0.26	0.23	0.24	0.27	0.22	0.22	0.20	0.25	0.37	
吸湿率	90%RH	%	13.9	14.0	13.7	13.5	13.2	13.1	12.8	12.4	12.6	12.1	12.0	11.4	15.0
	65%RH	%	10.1	9.8	9.6	9.5	9.3	9.3	9.1	8.5	8.7	8.5	8.1	7.9	10.2
	33%RH	%	5.2	5.2	4.9	4.8	5.0	5.0	4.9	4.5	4.8	4.7	4.5	4.3	5.4

第2表 9mmオイルテンパーボードの材質試験結果

添加率	%	0				5				15				コントロール	
		160		180		160		180		160		180			
		2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4		
曲げ強さ	kg/cm ²	194	182	200	173	210	284	250	260	187	268	195	233	206	
弾性係数	10 ⁹ kg/cm ²	15.0	14.0	17.2	14.6	16.3	21.0	22.8	26.0	16.0	22.4	17.9	22.6	18.8	
剥離抵抗	kg/cm ²	5.0	7.4	7.6	6.7	7.2	7.5	8.2	7.0	7.2	7.4	5.9	5.8	6.9	
吸水率	%	48.9	12.0	10.4	8.4	26.5	10.0	7.9	6.8	26.2	20.2	26.3	9.3	53.1	
吸水厚膨	%	15.3	4.5	4.8	4.3	7.8	2.7	3.0	2.6	16.8	9.7	13.7	2.5	21.8	
吸水長膨	%	0.48	0.27	0.26	0.28	0.42	0.21	0.25	0.24	0.58	0.42	0.50	0.27	0.51	
吸湿率	90%RH	%	16.0	15.4	14.6	14.1	14.5	14.2	13.6	13.1	13.0	12.8	12.6	11.8	15.7
	65%RH	%	9.0	8.8	8.4	8.3	8.4	8.1	7.9	7.7	7.6	7.4	7.2	6.8	8.6
	33%RH	%	5.4	5.3	5.0	4.9	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.1	5.3

ロールに比較して、大きな材質向上は認められなかった。

一方、9mmボードの場合、強度的性質に関しては、いずれの場合も大きな材質向上は認められず、オイル添加率が高い場合（15%）には、オイルの乾燥硬化も不十分のため、特に熱処理時間が短いと、コントロールに比較して強度の低下している例も二、三認められた。しかしこれは熱処理時間の延長により多少の増加を示した。

吸水特性値に関しては、単なる熱処理によって、かなりの耐水性向上が認められ、5%のオイルを添加することによりその傾向は一層顕著になったが、15%のオイル添加率では（乾燥硬化が不十分）、まったく逆の傾向を示し、5%のオイル添加ボードに比べて、2~3倍も低下するものも二、三認められた。これはボ

ードをオイルに浸漬すると幾分膨潤し、繊維間結合が弱められ、乾燥硬化が不十分の場合、膨潤したままの状態で水分を増収することになるので、必然的にその吸収量も増加するためと考えられる。

吸湿特性に関しては3.5mmボードの場合と同様に、大きな改善は認められなかった。

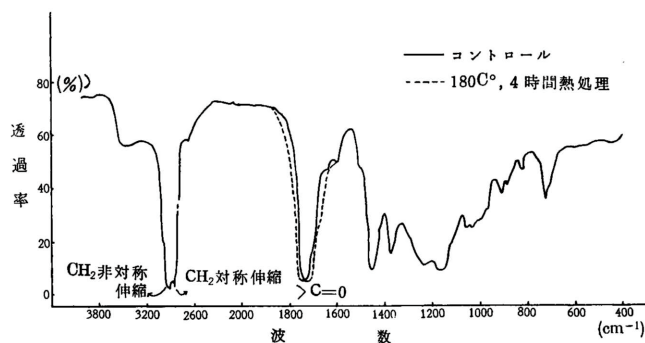
2. オイルの赤外吸収スペクトル

赤外吸収スペクトルの解析法として、ベースライン法が一般に試みられているが、ここでは屋代の報告している方法¹⁾により解析した。

オイルの赤外吸収スペク

トルは第1図からも明らかのように、波数2,930~2,900, 2,850および1,740cm⁻¹に比較的大きな吸収が認められたので、主としてこの三個の吸収帯について、その吸収量とボード材質との相関性について検討した。

オイル単独を熱処理すると、その吸収スペクトルの最大の変化は波数1,740cm⁻¹の部分に現われてくる。この吸収は熱処理をおこなっていないオイルの場合には、かなり鋭いピークを示したが、熱処理することによりこのピークは幅をもつようになり、この波数での吸収量が変化したことを示している。この吸収はアセチル基またはカルボキシル基中の>C=Oに帰属されている。波数2,930~2900cm⁻¹および2,850cm⁻¹の吸収はともにCH₂の吸収であるが、前者は非対称伸縮振動、後者は対称伸縮振動とされている。



第1図 テンパックス121-Hの赤外吸収スペクトル

3. 熱処理ボードの赤外吸収スペクトル

オイルを添加しないでボードを熱処理した場合にも二、三の吸収帯で吸収量の減少が認められた。たとえば波数1,505~1,495 cm^{-1} の吸収は共役したベンゼン環の骨格振動に由来するといわれており、屋代の報告¹⁾によるとアカマツ木紛およびその単離リグニンの熱処理したものについて、この波数での吸収のわずかな減少を認めており、また供試ボードの原料の半分が樹皮であることを考えあわせると、リグニンの他にある種のフェノール性成分が熱処理により蒸発あるいは分解して失われたことが原因ではないかと考えられる。この他に2,930~2,900, 2,850, 1,460, 1,370 cm^{-1} の各波数でもわずかではあるが、吸収の減少が認められた。

4. オイルテンパーボードの赤外吸収スペクトル

オイルテンパーボードの赤外吸収スペクトルについては、当然のことではあるが、オイルの添加率が高くなればなるほど、オイルに由来する波数2,930~2,900, 2,850および1,740 cm^{-1} の吸収量は高くなる。しかし前二者はオイル添加率が同じでも硬化が進行している場合、テンパーの時間が長いほどその吸収が低下する傾向を示したのに対し、

波数が1,740 cm^{-1} の吸収はわずかではあるが、逆に増加する傾向を示した。これは波数2,930~2,900および2,850 cm^{-1} に吸収をもつ活性化されたメチレン基が自動酸化されて²⁾、この吸収が減少するとともに、それが>C=Oの形になって波数1,740 cm^{-1} での吸収が増加する原因になったものと考えられる。

また、オイルと木質成分との化学

的結合の可能性について検討した結果、波数3,400 cm^{-1} のOHの吸収がほとんど変化していないことから、この可能性はないものと考えられる。

5. 赤外吸収スペクトルとボード材質との相関性

オイルテンパーボードの赤外吸収スペクトルの各波数における吸収量とボード材質との相関性については、3.5mmボードと9mmボードとでは顕著な差が認められた(第3表)。

3.5mmボードの場合、波数1,740 cm^{-1} の吸収は強度的性質、耐水性、吸湿性との間に高度に有意な相関性が認められ、特に90および65%RHでの吸湿率(平衡含水率)については、-0.88という一番高い相関係数が得られた。強度的性質については、曲げ強さが0.79、弾性係数で0.80、剥離抵抗で0.70であった。また吸水率、吸水厚さ膨潤率および吸水長さ膨潤率については、それぞれ-0.84、-0.87および-0.77という値がえられた。

第3表 ボード材質と吸収量との相関性

ボ ー ド	9mm			3.5mm			
	2,930~2,900	2,850	1,740	2,930~2,900	2,850	1,740	
曲 げ 強 さ	0.08	0.01	0.15	0.79**	0.60*	0.79**	
曲 げ 弾 性	0.21	0.17	0.30	0.68*	0.52	0.80**	
剥 離 抵 抗	-0.24	-0.27	-0.24	0.52	0.27	0.70*	
吸 水 率	0.24	0.19	0.20	-0.67*	-0.61*	-0.84**	
吸 水 厚 膨	0.49	0.46	0.42	-0.69*	-0.58*	-0.87**	
吸 水 長 膨	0.59*	0.54	0.53	-0.84**	-0.80**	-0.77**	
吸湿率	90% RH	-0.72**	-0.73**	-0.77**	-0.66*	-0.53	-0.88**
	65% RH	-0.78**	-0.80**	-0.83**	-0.67*	-0.60*	-0.88**
	33% RH	-0.76**	-0.78**	-0.82**	-0.43	-0.42	-0.75**

*有意 **高度に有意

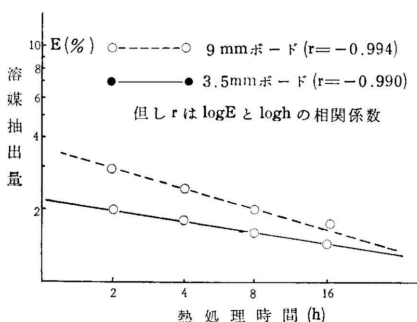
一方、9mmボードでは相関性が高度に有意と判定されたのは、各相対湿度における吸湿率と波数2, 930~2, 900, 2, 850および1, 740 cm^{-1} との間においてのみである。強度的性質については、まったく相関性は認められず、特に曲げ強さの場合には、これら三個の波数での吸収量との相関係数はそれぞれ0.08, 0.01および0.15できわめて低い値であった。耐水性では吸水長さ膨潤率と波数2, 930~2, 900 cm^{-1} における吸収量との間に、わずかに有意性が認められたにすぎない。

6. アルコール・ベンゼン混液による抽出

オイルの歩留りを検討する前に、オイルを添加しないで熱処理したボードのアルコール・ベンゼン混液による抽出量について検討した。

一般に熱処理によりボードの材質特性が向上する原因として、ヘミセルロースが一度熱分解し、さらに反応が進行して、フルフラールポリマーのような溶媒に不溶な物質へと変化し、これがヘミセルロースよりも疎水性のため耐水性が向上すると同時に、熱処理条件が適当な場合には、この樹脂状物質が接着剤的役目を果たすため、強度的性質も向上するものと考えられている³⁾。したがって熱処理の際の処理条件と分解生成物の溶媒抽出量との間に相関性があるものと推定される。

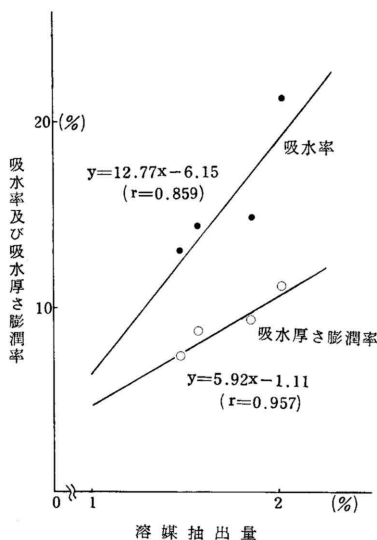
木材に対する熱処理温度と時間の反応速度におよぼす効果は、10 前後の温度上昇により反応速度が約2倍になるとの多くの報告より^{4), 5), 7)}、本実験における180 の熱処理時間を160 のそれに換算し、溶媒による抽出量対数と熱処理時間対数をプロットしたのが第2図である。図より明らかなように、3.5mm



第2図 熱処理時間と溶媒抽出量

および9mmボードともきわめて良い直線性がえられた。

熱処理の効果が一般にいわれているように、分解したヘミセルロースのフルフラールポリマーへの変化という一つの過程と結びつけて考えるなら、溶媒による抽出量の減少は熱処理の効果が現われた結果とも考えられる。事実第3図にも示したように、抽出量の減少により耐水性が向上していることがわかる。



第3図 溶媒抽出量と耐水性の関係

オイルテンパーの熱処理の効果は、上述の木質成分の分解重合の他に、オイル自身の重合もあわせて考慮しなければならない。不飽和脂肪酸のグリセリドは加熱により自動酸化を引き起し、網状結合へと発展し溶媒に不溶の物質へと変化することが予想されるから⁶⁾、溶媒抽出量の多少によりテンパー条件の適否をある程度判定できるものと思われる。しかしながらオイルテンパー条件と溶媒抽出量との間には一定の規則性を見出すことはできなかった。たとえば160 , 4 時間と180 c, 2時間の処理条件を比較した場合、オイルの歩留りはほとんど同じか、むしろ前者の条件の方が後者の場合よりも良い例もみられ、このことは4でも述べたように、赤外吸収スペクトル上に現われたオイル自身の変化が、処理温度よりは時間に依存する

性試験ともに合格した。

試作品は化粧ばり造作用集成材としての使用を目的としているが、参考のためにおこなった強度試験の結果を第4表に示した。

第4表 試作集成柱の強度性能

特性値	種別	試作集成柱		構造用集成材の基準	
		範囲	平均値	針葉樹A	針葉樹B
比例限荷重 (kg)	500~800	610	770	600	
ヤング係数 (ton/cm ²)	68~92	76	100	80	
曲げ強さ (kg/cm ²)	400~550	470	450	350	

試作品はラミナ4本を田の字型に集成したものであるから、ラミナの縦接合部あるいは欠点部分の分散が不十分であるため、強度性能のバラツキが大きい。カラマツは針葉樹Aグループに属する樹種ではあるが、供試材は未成熟な間伐材から採材したものであるから、平均値において針葉樹Aの基準には及ばない。とくに曲げヤング係数が劣っている。しかしながら、ほぼ針葉樹Bに匹敵する性能を示している。造作用材としては十分な性能のものである。

4.5 製品1m³当り所要原材料

以上の製造試験結果から化粧ばり造作用集成柱1m³を製造するために必要な原材料を試算した結果を第5表に示した。

第5表 製品1m³当り所要原材料

原材料種別	仕様	所要数量
間伐材所要量	径級6~12cm, 長さ3m	3.622m ³
正割材所要量	6×6cm正割材, 長さ3m	1.5944m ³
化粧単板	厚さ3mm, 無節証目単板	0.1392m ³
尿素樹脂接着剤	集成接着, 化粧ばり用	22kg
酢ビ樹脂接着剤	縦接合用	7.4kg

5. むすび

カラマツ間伐材の新しい利用の試みとして、末口径7~13cm, 材長3mの間伐材から心持正割材を1本木取り, これをラミナ原板として新しい構成による化粧ばり造作用集成柱を製造する作業工程について検討を加えた。

カラマツ心持正割材の乾燥条件については、今後なお適切な方法が開発されることによって、ラミナの加工工程は能率化される余地があるが、現段階における工程を第1図のように設定し、間伐材から集成柱の加工歩止り, および製品の性能について試験した。

この方法によって10cm角の化粧ばり造作用集成柱を製造するのに適した間伐材の径級は、加工歩止りから7~8cmの範囲であろうと考えられる。これ以上の径級の間伐材に対しては、従来法のように挽きとして加工する場合の歩止りおよび作業性なども比較試験をおこなってから結論づけるべきであろう。

試作した集成柱の品質は、化粧ばり造作用として寸度安定性、強度性能ともに優れたものであった。

(原稿受理 47.10.2)

(10ページより続く)

傾向が強いこととほぼ同様の結果がえられた。この条件における吸水率および吸水厚さ膨潤率についても、ほとんど同じか、むしろ160°C, 4時間のテンパー条件の方がすぐれた耐水性がえられた。さらに強度的性質についても、同様の傾向が認められた。

おわりに

単なるボードの熱処理とオイルテンパーとでは、温度と時間の効果に差があるように思われる。また、3.5mmボードと9mmボードとでは当然、熱の伝導性に差があるので、オイルの完全硬化を期するためには後者の場合、前者よりも長い処理時間を必要とする。

赤外吸収スペクトル上に現われた吸収のうち、波数1,740cm⁻¹の吸収はオイルの硬化が良く進んでいる場合(3.5mmボード)、種々の材質特性値と高度に有意な相関性が認められた。

文献

- 1) 屋代 真：新潟大農演報 4, 41 (1970)
- 2) 舟橋三郎ら：脂質化学 1, 共立出版, p. 15 (1958)
- 3) STAMM, A.J. : Wood and Cellulose Science, The Ronald Press Co., p. 317 (1964).
- 4) STAMM, A.J. : ibid p. 278, 304.
- 5) STAMM, A.J. : I.E.C., 48, 413 (1956).
- 6) 右田伸彦ら：木材化学(上), 共立出版, p. 192 (1968).
- 7) 鈴木岩雄：林試研報 224, 147 (1969).

—林産化学部 繊維化学科—
(原稿受理 47.10.10)