

硬化不良樹種による木質セメント板の製造 (第1報)

- カラマツ小片の油類等による前処理効果 -

山 岸 宏 一 葛 西 章
駒 沢 克 己 布 村 昭 夫*

1. はじめに

木質セメント板の製造において、使用する木質の樹種によってはセメントの硬化不良を起こすため、木毛セメント板、ドリゾール等の工業では適正樹種の選択を余儀なくされている。このため、継田ら¹⁾は木質・セメント・水混合時に発生する水和熱の測定により、南ら²⁾はコンクリート表面の硬化不良深さの測定により硬化不良樹種の判定及び選別を行っている。またセメント硬化阻害物質やその阻害機構については鈴木ら³⁾、南ら⁴⁾、善本ら⁵⁾によって研究が行われている。これらの報文によると、セメントが硬化不良を起こすのは糖類等、主として木質抽出成分中の硬化阻害物質が原因であり、その物質は樹種により異なるとされている。カラマツ材の場合は水抽出成分として多量に溶出するアラビノガラクトンが主要因とされている⁶⁾。そこで、セメント硬化不良を防止するため、抽出処理により硬化阻害物質を除去する方法⁷⁻⁹⁾、薬品処理、熱処理で硬化阻害物質を不溶化する方法^{6, 10, 11)}等が考えられているが、企業的には問題が残されていると思われる。

セメントは水との混合により、水和反応を起こしセメントゲルを生成する。この水和したセメントゲルは更に未反応のセメント粒子の水和を進めながら構造体を形成していく¹²⁾、この過程がセメント硬化の機構である。またセメント水混合時から数十分で開始され更にその後数十分で終結することが知られている。

セメントが硬化不良を起こすのは木質・セメント・水温開始時から数十分の間に阻害物質が作用することに依るものと考えられるので、この間に硬化阻害物質の作用が無いが、若しくは少なければセメントの硬化目的は達せられる。

一方、木質抽出成分がセメントゲル中に溶出する現象は、主として木質細胞孔における水の移動によるものであり、ここからセメントゲル中に硬化阻害物質の溶出するのを防ぐことが必要と考える。そのためには、木質の細胞孔を密閉し、同時に木質表面を被覆することが有効ではないかと考えられ、その際の密閉、被覆材としては、セメントに悪影響を及ぼさない撥水性物質が適当と思われる。

以上の観点から、カラマツ材を用いセメント、水の混合前に合成樹脂や油類等で木質の細胞孔を密閉し、同時にその表面を被覆することによりセメント硬化不良を防止しつつ、木質セメント板の製造を試みた。

なお、本報告の概要は第30回日本木材学会大会(昭和55年4月、京都市)で報告した。

2. 実験

2.1 供試原料及び処理条件

供試原料は北海道産カラマツ間伐材と北洋カラマツ材の厚さ0.5mmの衝突型切削片(通称、パールマンチップ)とフレークで、その含水率は約11%である。セメントは市販のポルトランド・セメントを使用した。処理薬剤は尿素・メラミン系樹脂、流動パラフィン、潤滑油、廃油を用いた。処理量は対木質比1~10%(重量比)である。

木質への処理は140 l容の回分式供型攪拌機中で、木片を攪拌しながら処理剤をスプレーし混合する方法で行った。なお、エアーガンのスプレー圧力は5kg/cm²、ブレンダー攪拌翼の回転数は250rpmである。

2.2 製板条件

製板条件は準不燃、外装用の硬質木片セメント板の製造を目標に設定し、波岡、高橋ら¹³⁻¹⁷⁾の報告を参

第1表 尿素・メラミン系樹脂処理量とボードの曲げ・圧縮強さ及び吸水率・厚さ膨潤率

尿素樹脂処理量 (%)	第 1 週		第 2 週		第 4 週		水浸漬後の残存強度と吸水率, 厚さ膨潤率			
	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	吸水率 (%)	厚さ膨潤率 (%)
1	24.0	—	24.7	—	23.5	—	17.8	—	33.7	2.3
3	29.2	—	31.7	—	33.4	—	19.4	—	30.6	1.9
5	32.9	—	38.6	—	53.3	—	18.3	—	32.8	1.6
10	69.7	88.4	71.4	94.0	78.0	105.4	47.7	51.7	18.3	1.2

考に, 木片/セメント比1/3, 水/セメント比0.4/1, ボード比重1.0(絶乾換算), ボード厚15mmと条件を周定した。なお, 凝結促進剤として塩化カルシウムをセメントに対し3%(重量比)添加した。

2.3 養生及び試験方法

ボードは約1昼夜クランプ後, 脱型し, 25, 65%RHで養生した。養生期間1, 2, 4週ごとに試験片を裁断し, それぞれの曲げ, 圧縮強度を測定した。また, 4週養生試験片については25, 24hr水浸漬処理を行い, 曲げ, 圧縮残存強度を測定し, 同時に吸水率, 厚さ膨潤率も求めた。

曲げ試験は幅5cmの試験片でスパン22cm, 荷重速度は10mm/min. で, 圧縮強度は曲げ強度測定後の試験片から, 長さ6cmの試験片を裁断し, 荷重速度1mm/min. で行った。

3. 結果と考察

3.1 尿素・メラミン系樹脂処理

第1表は尿素・メラミン系樹脂処理によるボードの強度と吸水率, 厚さ膨潤率を示したものである。尿素・メラミン系樹脂処理量が1~5%の場合, 4週曲げ強度は50kg/cm²以下であった。エゾ・トド材を木質として用いセメント板を製造すると, ボード比重が1.0~1.2の範囲では曲げ強度は約70~80kg/cm²¹³⁾である。このことから, 今回の製板条件においてセメン

トが正常な硬化をした場合, ボードの強度は上記程度の値が予想される。しかしながら, 樹脂1~5%の処理では不十分であり, セメントが硬化不良を起こし, ボードの強度は低いことが示された。処理量が10%の場合は1, 4週の曲げ強度はそれぞれ69.7kg/cm², 78.0kg/cm²であり, セメントの硬化は正常であることが明らかとなった。また水浸せき処理後の曲げ強度(以降, 残存強度とする)は47.7kg/cm²で, 常態強度の61.0%の残存率であった。吸水率は20%以下であった。この数値は市販の硬質木片セメント板の曲げ強度の残存率約60~70%, 吸水率約20%¹⁸⁾と同等である。

処理量が1~5%のボード吸水率は30%と高く, セメントが硬化不良を起こした場合, 吸水率も増大してくる。

以上述べてきたように, ボードの強度は樹脂処理量の増加と共に向上するが, 硬化不良を起こさないためには10%前後の処理が必要とされる。しかしながら, このような高い処理量はパーティクルボードの製造条件と同程度か, それ以上であり実生産上このような処理は不可能ではないかと考える。

3.2 尿素樹脂の流動パラフィン混合物処理

第2表は尿素・メラミン系樹脂に流動パラフィンを5%(対木質比)添加した混合物を処理した場合のボードの強度, 吸水率, 厚さ膨潤率を示したものであ

第2表 5%流動パラフィン添加尿素樹脂処理量とボードの曲げ, 圧縮強さ及び吸水率, 厚さ膨潤率

5%流バ添加尿 素樹脂処理量 (%)	第 1 週		第 2 週		第 4 週		水浸漬後の残存強度と吸水率, 厚さ膨潤率			
	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	吸水率 (%)	厚さ膨潤率 (%)
3	41.6	68.5	54.7	80.4	63.3	73.1	41.6	51.7	19.3	0.9
5	55.6	71.2	59.9	81.2	83.2	79.3	46.1	57.9	19.4	0.3
7	45.2	70.6	55.0	76.1	81.2	95.1	51.2	70.3	18.0	0.2
10	47.1	73.1	50.7	78.5	59.5	78.6	31.5	48.3	18.8	0.6
10 ^{a)}	59.6	78.6	63.8	82.4	75.5	97.1	52.3	55.4	17.9	0.2

注) a) 木質としてカラマツのフレック状木片を用いたもの

る。なお、10%処理の条件には木質としてパールマンチップの外、カラマツのフレークを用いた場合の結果も示す。

表からも明らかとなっており、尿素樹脂3, 5, 7%処理におけるボードの4週曲げ強度はそれぞれ63.3kg/cm², 83.2kg/cm², 81.2kg/cm²であり、セメントの硬化は正常であった。このことから、樹脂に流動パラフィンと混合して処理した場合、樹脂単独処理に比し、樹脂の量が半分以下であってもセメントの硬化不良は起きないことが明らかとなった。このことは、セメント硬化不良防止には樹脂より流動パラフィンの方がその効果が大きいことを示している。

また、10%処理条件下においてはパールマンチップよりフレークの方が曲げ強度は大きかった。これは木質セメント板においては木質の形状により強度は異なるが、木質の前処理によっても形状の相違は表れることを示すものである。また表からも明らかとなっており、1, 2, 4週の強度とも処理量5%に最大があり、過度の処理はむしろ強度にはマイナスになることがわかる。吸水率は処理量による差は比較的小さく、すべて20%以下である。この値は樹脂単独の10%処理条件と同一であり、流動パラフィンの少量の添加は吸水率の抑制効果も増大せしめることを示している。また厚さ膨潤率は処理量のいかに問わず、すべて1%以下であり、樹脂単独処理と比較しすぐれていることがわかる。

3.3 流動パラフィンと廃油処理

第3表は流動パラフィン及び廃油で処理したボードの強度、吸水率、厚さ膨潤率を示したものである。流動パラフィン処理は4週曲げ強度が70~80kg/cm²で

あり、樹脂、流動パラフィン混合物処理と同等の強度値を示した。曲げ強度は処理量の増加と共に向上するが5%処理をピークとして低下する傾向であった。一般に、セメントは養生により材令1週で強度の約30~40%、4週で70~80%の発現をすることが知られている¹⁹⁾。しかしながら、流動パラフィンによる処理においては、処理量のいかに問わず、1週強度でもすでに60~70kg/cm²程度であった。それと比較し、4週における強度は70~80kg/cm²程度であり、強度の上昇は1~7kg/cm²程度と小さかった。このように強度の発現が早くなったのは、製板条件において水/セメント比が0.4/1と低いこと及び塩化カルシウムの凝結促進効果にもとづくためと思われる。なお、圧縮強度はほぼ曲げ強度と同じ傾向にあった。

吸水率、厚さ膨潤率は処理量に関係なく、それぞれ20%、2%前後で小さかった。このことは、撥水性を持つ流動パラフィンが木質の細胞中に充填しているため、水浸漬処理の際、木質中に水の浸透が小さくなるためと考えられる。

廃油処理は流動パラフィンと比較すると常態強度はわずかに低い値を示したが、残存強度は同等であった。廃油処理が流動パラフィン処理とほぼ同等の物性値を示し、価格が安いことから考え、実生産上有望ではないかと思われる。

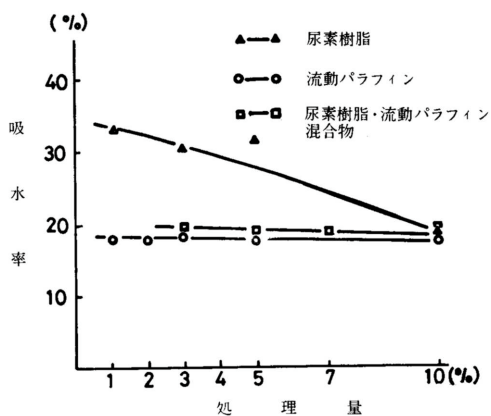
3.4 処理量と吸水率、厚さ膨潤率との関係

第1, 2図は各薬剤の処理量と吸水率、厚さ膨潤率との関係を示したものである。

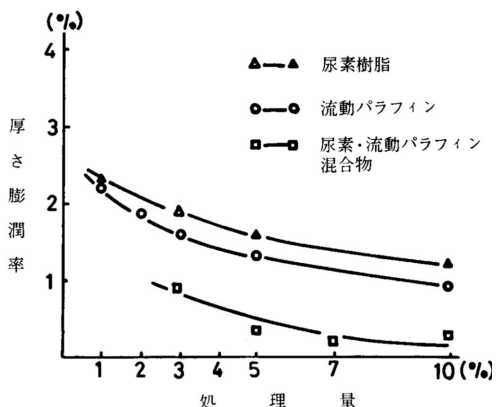
吸水率は樹脂単独の場合、処理量が増加すると低下し、10%では流動パラフィン、樹脂・流動パラフィン混合物処理と同一となることが分かった。流動パラフ

第3表 流動パラフィン、廃油処理量とボードの強度及び吸水率、厚さ膨潤率

処理薬剤	処理量 (%)	第 1 週		第 2 週		第 4 週		水浸漬後の残存強度と吸水率、厚さ膨潤率			
		曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	吸水率 (%)	厚さ膨潤率 (%)
流動パラフィン	1	68.6	88.3	68.5	69.7	69.7	80.3	44.6	49.2	18.2	2.3
	2	73.0	84.0	66.9	92.2	80.5	84.6	43.5	52.1	18.1	2.0
	3	73.9	101.7	64.3	106.9	81.4	102.5	47.1	60.4	18.2	1.6
	5	70.6	85.8	62.8	89.0	72.7	103.5	49.5	63.2	17.9	1.3
	10	61.1	84.1	66.6	83.5	68.7	95.2	45.9	54.4	18.1	0.9
廃油	2	66.4	87.0	69.7	93.4	65.6	89.4	49.3	63.2	19.1	1.7
	3	67.2	91.0	68.0	88.4	72.6	79.4	49.3	58.7	18.3	1.2



第1図 各薬剤の処理量と吸水率との関係



第2図 各薬剤の処理量と厚さ膨潤率との関係

インと樹脂，流動パラフィン混合物の場合は処理量の差は約20%であった。

厚さ膨潤率はいずれも処理量の増加と共に減少する傾向にあり，その抑制効果は樹脂・流動パラフィン混

合物が最も高く，次いで流動パラフィン，樹脂の順となった。

3.5 北洋カラマツ材における処理

この処理の普遍性を確認するため，木質として北洋カラマツ材を使用した場合の処理薬剤の種類と処理量についても検討した。

第4表は流動パラフィン，廃油，潤滑油処理におけるボードの強度，吸水率，厚さ膨潤率を示す。

流動パラフィン，廃油処理は常態曲げ強度がそれぞれ20~30kg/cm²，約10kg/cm²程度で，ボード強度は極めて低く，セメントの硬化不良を起こすことを示している。流動パラフィンの場合，5，7%処理以外の条件のものは脱型時破壊し，強度の測定はできなかった。また廃油処理の場合水も浸漬処理後の残存強度は測定が不可能であった。

一方，潤滑油処理の場合は曲げ強度が60~75kg/cm²，圧縮強度は40~80kg/cm²であり，道産カラマツ材と比較するとわずかに低い値ではあったが，セメントの硬化不良は起こさないことがわかった。残存強度は処理量が2，7%では約20kg/cm²と低く，硬化は十分とはいえない。4，5%処理では残存強度がそれぞれ48.5kg/cm²，52.8kg/cm²で残存率としても60%を超える値であった。

これらのことから，木質セメント板の製造に北洋カラマツ材を用いる場合は潤滑油5%前後の処理が適当といえる

吸水率は流動パラフィン，廃油処理では約40%前後と高いが，潤滑油処理では道産カラマツ材の流動パラフィン処理とほぼ同等であった。

以上のことから，流動パラフィン，廃油処理は道産カラマツ材のセメント硬化不良を防止できるが，北洋カラマツ材には適用出来ないことが分かった。このことは，北洋カラマツ材の場合細胞孔が小さく油滴が十分に充填されないことに基づくものと思われる。潤滑油は流動パラフィン，廃油より粘度が低く，噴霧滴

第4表 北洋カラマツ材の油類処理におけるボードの強度及び吸水率，厚さ膨潤率

処理薬剤	処理量 (%)	第4週		水浸漬後の残存強度と吸水率，厚さ膨潤率			
		曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	吸水率 (%)	厚さ膨潤率 (%)
流動パラフィン	3	—	—	—	—	—	—
	5	30.7	13.2	3.9	6.3	38.7	2.4
	7	26.2	10.0	5.0	5.6	41.5	1.9
	10	—	—	—	—	—	—
廃油	2	11.7	9.8	—	—	45.6	3.5
	3	12.3	13.8	—	—	47.5	4.6
潤滑油	2	60.3	82.9	22.1	26.2	23.6	1.6
	4	72.2	54.5	48.5	47.2	20.1	1.3
	5	75.2	66.3	52.8	52.7	18.1	0.7
	7	57.0	40.8	25.2	33.4	24.8	1.7

も小さいため、細胞孔への充填が十分行われたものと考えられる。このように、油類による処理は樹種が異なる場合樹種特性に合わせた処理条件の設定をする必要があるといえよう。

4. まとめ

道産カラマツ材のセメント硬化不良を防止するためには尿素・メラミン系樹脂は10%前後、流動パラフィン、廃油では1~5%程度の処理が必要であることが明らかとなった。また北洋カラマツ材の場合は流動パラフィン、廃油はセメントの硬化不良を起し、潤滑油5%前後の処理が適当であった。更に、油類の処理は耐水強度も高いことが示された。

木質は細胞の集合体であり、その1細胞を1本の毛細管とすると、それ全体は毛細管束となる。木質を油と混合すると混合条件が適切な場合は木質表面部分の開口した細胞には、毛細管現象により油は充填される。開口していない細胞は細胞膜で仕切られているので、油の侵入はなく比較的少量で防止効果を示したものと考えられる。しかしながら、油の処理は出来る限り均一に行われる必要があるため、油の粘度、油滴径、木質の細胞孔径等を考慮し、一定の混合条件の設定が必要である。なお、これまでの測定値としては、道産カラマツ材の細胞径は $20 \sim 50 \mu^{20)}$ であり、油の噴霧時の液滴の径は $1 \sim 100 \mu^{21)}$ となっている。

細胞孔に充填された油は炭化水素系化合物なので撥水性で、水には溶けない、しかも化学的に安定なので、処理木質をセメント・水と混合しても、細胞孔から容易に溶出することも、セメントと反応したり化学的に変性することもなく細胞孔中に比較的安定な状態で存在するものと考えられる。このため、セメント硬化後、油は細胞孔や木質表面部分に存在しているので、ボードの耐水強度も高まったものと思われる。

また、木質とセメント・水混合、養生時にはセメントゲル中の水、木質中の水は主として細胞孔で出入すると思われるが、油処理木質の場合、油の作用により木質のセメント硬化阻害物質は水が移動してもセメントゲル中へ溶出することが防止されることが明らかと

なった。しかしながら、この細胞孔中でも油の作用については今のところ明確とはなっていない。

結論として、木質セメント板の製造において、カラマツ材等のセメント硬化不良を起こす樹種を用いる場合、油類による前処理は容易で、安価なセメントの硬化不良防止法ではないかと考えられる。

最後に、この試験を遂行するに当たり、種々有益な御教示をいただいた、山本 宏、高橋利男、野崎兼司、斉藤亮二、各氏に深謝いたします。

文 献

- 1) 継田視明ら：木材工業，Vol.24，No.2，34 (1969)
- 2) 南 享二ら：同 上，同 上 30 (1969)
- 3) 鈴木節三ら：セメント技術年報，Vol.13，160 (1969)
- 4) 南 享二ら：建築技術，179号，135 (1966)
- 5) 善本知孝ら：木材工業，Vol.28，No.7，6 (1973)
- 6) 農林省農林水産技術会議：カラマツ利用開発に関する研究 93 (1978)
- 7) 岡淳平ら：木材工業，Vol.13，No.12，6 (1958)
- 8) 屋代真ら：木材工学，Vol.23，No.9，19 (1968)
- 9) 同 上：同 上，Vol.23，No.11，15 (1968)
- 10) 川村恵洋：第23回日本木材学会要旨，124 (1973)
- 11) 善本知孝ら：木材学会誌，Vol.22，No.1，63 (1975)
- 12) 高木茂栄：化学，Vol.4，270 (1976)
- 13) 波岡保夫ほか2名：林産試月報，231，17 (1971)
- 14) 高橋利男ほか2名：同 上，245，8 (1972)
- 15) 同 上：同 上，247，6 (1973)
- 16) 同 上：同 上，254，12 (1973)
- 17) 同 上：同 上，259，14 (1973)
- 18) 建築研究所：小規模住宅の新施工法の開発，181 (1974)
- 19) 高橋利男ほか：林産試月報，292，1 (1976)
- 20) 小野寺重男ほか：林産試研報，No.64 (1976)
- 21) Stanford研究所調査資料より

- * 林 産 化 学 部 長 -
- 林産化学部 木材保存科 -
(原稿受理 昭和55.6.11)