

硬化不良樹種による木質セメント板の製造 (第2報)

- 含水率の異なるカラマツ小片の油処理効果 -

山 岸 宏 一 高 橋 利 男*1
北 沢 政 幸*1 小 田 島 輝 一*2

1. はじめに

カラマツ材はセメントの硬化不良を起こす樹種であるので、木質セメント板の原料として用いられていない。このためカラマツ材を木質セメント板の原料とするためには、カラマツ材のセメント硬化不良を防止する必要がある。

前報¹⁾ではカラマツの小片を油類等で処理し、その小片を用いて木質セメント板の製造を試みた結果、セメントの硬化不良が防止できることが分かった。しかしながら、前回試験に用いたカラマツ小片の含水率は気乾状態であり、含水率は約10%と低いものであった。木質セメント板の実生産には、このような気乾状態の木質が原料として使用されることはないと考えられる。そこで、この処理が気乾状態の木質に限定されるものならば、生材から製造した小片は乾燥が必要となる。このことは、ボードの製造工程を複雑なものにし、製品の価格も高めることとなる。

以上のことから、油処理が高い含水率のカラマツ小片に適用できるか否かは重要な意味をもつものと考えられる。そこで今回は油処理が異なる含水率の小片の場合、どのような効果を示し、生材から製造した小片に直接適用が可能か否かについて試験したので、その結果を報告する。

2. 実験

2.1 供試原木と小片の調製

試験に用いた原木は径扱が9~11cmの北海道産カラマツ間伐材である。原木はパルプチッパーで粗砕した後、パールマンチッパーにより約0.5mm厚の衝突型切削片とした。この時の小片含水率は61.5%であった。さらに異なる含水率の小片を得るため、この小片を乾燥し、また転倒式ドラム型ミキサー中で攪拌しな

第1表 製板条件

因 子	条 件			
含 水 率 (%)	80	60	20	
油 の 種 類	流動パラフィン, 廃油, 機械油, A重油			
処 理 率 (%)	6	4	2	1
(対 木 質 比)	〔但し, 小片含水率60%のものは〕			
	10,	7.5,	5,	2.5
水/セメント比	0.45	0.40	0.35	0.30
木/セメント比	1:3			
ボ ー ド の 比 重	1.1 (気乾比重)			
厚 さ	15mm			
凝 結 促 進 剤 (CaCl ₂)	3,	0% (対セメント重量比)		

がら・水を噴霧した。これにより含水率20と80%の小片を調製した。

2.2 油の種類とその処理条件

油は流動パラフィン, 廃油, 機械油及びA重油の4種類を用いた。またその処理量は木質に対し1~10% (重量比) である。

小片への処理は転倒式ドラム型ミキサー (160 l 容) 中で小片を攪拌しながら油を噴霧, 混合する方法で行った。なお, この時のエアースプレーガンの噴霧圧は5kg/cm²で, 攪拌羽根の回転数は200rpmである。

2.3 製板条件

製板条件は準不燃, 外装用硬質木質セメント板の製造を目標に設定した。第1表は製板条件を示したものである。なお, 予定比重の設定においてセメント硬化後の結合水量を25%とした。

2.4 製板の養生方法

油処理小片は品川式25AM-Qr型万能攪拌機 (25 l 容) に入れ, 塩化カルシウム水を加え攪拌した後, セメントを加え十分混練した。セメント混練小片は成形枠 (32×34cm) 中に手でホーミングし, 圧縮, クランプ後, 室温で養生した。約1昼夜後脱型し, ボードは25・65%RHで6週間養生した。

2.5 材質試験方法

ボードは両面を超硬刃付プレーナーで研削し、厚さを約13~14mmと一定にした。このボードから5×28cmの曲げ試験片を採取し、曲げ試験後の試片から5×5cmのはく離試験片と吸水試験片及び1.25×12cmの衝撃試験片を得た。

曲げ試験は500kgのオルゼン型試験機でスパン24cm、荷重速度10mm/min.で行った。はく離試験は試片の両面にエポキシ樹脂で鉄製アタッチメントを接着し、荷重速度10mm/min.で行った。衝撃試験はシャルピー型試験機(能力30kg·cm)により、スパン8cmで行った。衝撃強度は吸収エネルギーを測定しこれを試片の断面積で除して衝撃曲げ吸収エネルギーを求めた。吸水試験は試片を25の恒温水槽に24時間浸漬し、試片の吸水量と厚さ膨潤量を測定した。

3. 結果と考察

小片含水率の設定は20, 60, 80%であるが、実測した結果それぞれ20.1, 61.5, 74.1%であった。また製板条件に凝結促進剤(塩化カルシウム)を無添加のものを加えたが、これらのボードは脱型時にすべて破壊した。また水/セメント比0.5%以上のボードも同様破壊した。

0.5mm厚の衝突型切削片による木質セメントボー

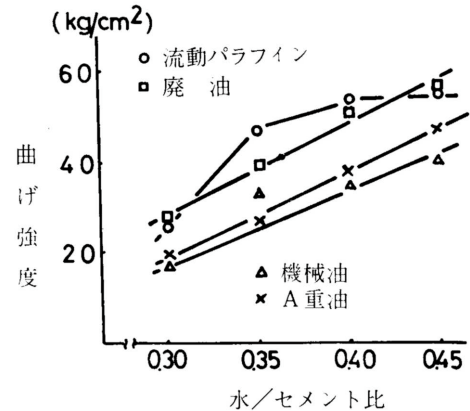
ドの材質は²⁾比重1.0近辺では曲げ強度50~60kg/cm²、はく離強度4~5kg/cm²、衝撃曲げ吸収エネルギー約2.5kg·cm/cm²であり、吸水率、吸水厚さ膨潤率はそれぞれ約35, 3%とされている。今回の試験におけるボードの材質はセメントの硬化が正常に行われたならば、ほぼ上記程度の値が得られるものと考え

3.1 小片含水率20%におけるボードの材質

第2表は小片含水率が20%におけるボードの材質試験結果を示したものである。

3.1.1 曲げ強度

曲げ強度はいずれの油にも明確な差異は認められず



第1図 含水率20%の小片によるボードの曲げ強度と水/セメント比の関係

第2表 含水率20%の小片によるボードの材質試験結果

油種の類	処理量 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	はく離強度 (kg/cm ²)	衝撃曲げ吸収エネルギー (kg·cm/cm ²)	吸水率 (%)	吸水厚さ膨潤率 (%)
流動パラフィン	6	47.1	3.4	1.5	26.5	2.5
	4	45.6	4.5	2.0	27.8	1.8
	2	45.1	3.5	1.6	27.4	2.5
	1	52.3	6.9	2.4	25.2	1.6
廃油	6	42.6	4.2	2.1	28.9	1.9
	4	55.4	4.8	1.9	31.6	1.8
	2	45.8	4.0	1.6	31.8	2.3
	1	49.0	3.9	1.8	32.6	2.5
機械油	6	37.8	4.1	1.7	31.0	2.7
	4	40.3	4.1	1.7	32.1	2.6
	2	38.4	4.1	1.7	33.4	2.7
	1	42.7	4.4	2.1	33.5	2.9
A重油	6	39.2	4.1	1.7	33.0	2.4
	4	45.5	4.3	1.5	32.1	2.2
	2	47.8	4.3	1.5	32.8	2.3
	1	46.5	4.3	1.8	27.1	2.4

40~55kg/cm²の範囲にあった。このうち廃油4%処理の条件が55.4kg/cm²と一番高い値を示した。油処理量の比較では曲げ強度との相関は認められず、処理量が増加しても強度変化は特になかった。油種類の比較では流動パラフィン、廃油がわずかに高目の傾向にあったが、その差は明瞭ではない。以上のことから、小片含水率が低い場合、曲げ強度は油種類とその処理量にあまり関係がなく、強度は目標の50~60kg/cm²と同等かわずかに低い値を示すことが分かった。第1図は水/セメント比と曲げ強度との関係を示したものである。いずれの油も水/セメント比の増加に

より強度は上昇しているが、その上昇傾向は廃油・流動パラフィンが高目である。

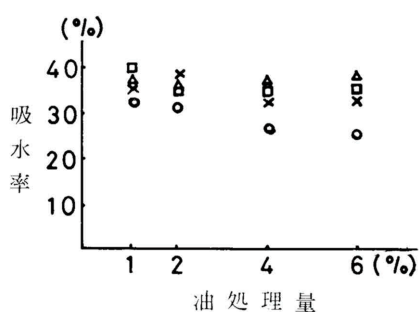
3.1.2 はく離強度と衝撃曲げ吸収エネルギー

はく離強度は油の種類に関係なくほぼ4kg/cm²前後であったが、流動パラフィン1%処理条件が6.9kg/cm²と最高値であった。はく離強度はほぼ目標値が得られた。衝撃曲げ吸収エネルギーは1.5~2.4kg・cm²の範囲にあり、全体的にやや低い意向にあった。衝撃曲げ吸収エネルギーも他の強度傾向と同様に、油種類とその処理量による差異は特に認められない。

3.1.3 吸水率と吸水厚さ膨潤率

吸水率はすべて目標の35%以下であった。油種類間の比較では流動パラフィンが良好な結果を示し、その値は25~27%の範囲にある。他の油は30%前後であり、ほぼ目標値と同等かそれ以下であった。このことから、油処理はボードの吸水率を多少低下させる効果のあることを示している。第2図は油処理量と吸水率の関係を示したものである。廃油、機械油及びA重油は処理量による差は認められないが、流動パラフィンは処理量の増加により吸水率は低下する傾向にある。吸水厚さ膨潤率は1.6~3%の範囲にあり、目標値より低いことが分った。

以上のことから、小片含水率が20%と比較的低い場合、ボードの材質は油種類間やその処理量には明瞭な差異は認められず、ほぼ同等であることが分った。



第2図 含水率20%の小片によるボードの吸水率と油処理量の関係 (記号は1図に同じ)

第3表 含水率60%の小片によるボードの材質試験結果

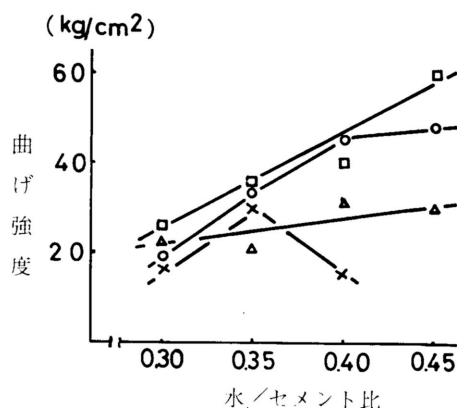
油種の類	処理量 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	はく離強度 (kg/cm ²)	衝撃曲げ吸収エネルギー (kg・cm/cm ²)	吸水率 (%)	吸水厚さ膨潤率 (%)
流動パラフィン	10	47.3	4.1	2.2	32.2	2.6
	7.5	42.3	3.3	2.0	31.1	3.1
	5	40.4	2.8	1.7	33.0	3.5
	2.5	45.6	3.8	2.0	34.9	3.4
廃油	10	62.2	5.0	2.0	25.2	2.0
	7.5	37.6	3.5	1.7	33.6	2.5
	5	46.9	4.9	1.7	33.4	2.2
	2.5	40.1	3.0	1.9	36.5	2.4
機械油	10	36.0	2.6	1.7	31.8	2.9
	7.5	25.9	1.1	1.7	37.7	3.6
	5	22.5	1.4	1.5	41.0	3.4
	2.5	23.1	1.6	1.6	40.2	3.4
A重油	10	31.6	1.9	1.4	36.7	2.3
	7.5	24.1	1.4	1.8	36.6	2.6
	5	16.6	1.0	1.4	41.5	3.3
	2.5	16.1	0.8	1.3	46.3	3.6

3.2 小片含水率60%におけるボードの材質

第3表は小片の含水率が60%におけるボードの材質試験結果を示したものである。

3.2.1 曲げ強度

曲げ強度は流動パラフィン、廃油処理が40~60kg/cm²の範囲にあり、このうち廃油10%処理条件が62.2kg/cm²で最高値を示した。一方、機械油とA重油は15~35kg/cm²であり、全体的に低い傾向にあった。このことから、機械油とA重油は高い含水率の小片を用いた油処理には適さないものと考えられる。機械油とA重油は比較的粘度が低いことから、高含水率小片の油処理には比較的高粘度の油が効果的であることを



第3図 含水率60%の小片によるボードの曲げ強度と水/セメント比の関係 (記号は1図に同じ)

第4表 含水率80%の小片によるボードの材質試験結果

油種の類	処理量 (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	はく離強度 (kg/cm ²)	衝撃曲げ吸収エネルギー (kg·cm/cm ²)	吸水率 (%)	吸水厚さ膨潤率 (%)
流動パラフィン	6	53.1	5.2	1.8	25.4	2.6
	4	63.2	6.3	2.0	23.5	2.1
	2	47.6	4.6	1.8	31.4	2.5
	1	51.0	4.6	1.9	33.6	2.6
廃油	6	44.4	3.8	2.1	33.1	2.6
	4	46.3	4.4	1.8	34.5	2.7
	2	44.8	4.0	1.9	32.7	2.9
	1	47.9	3.6	1.7	31.8	3.2
機械油	6	46.4	5.2	1.8	30.9	3.0
	4	48.8	3.5	2.0	33.7	2.8
	2	42.4	4.4	1.6	29.6	2.8
	1	42.4	3.8	1.8	33.6	3.3
A重油	6	35.1	3.2	1.8	33.6	2.6
	4	32.5	2.6	1.7	34.0	2.6
	2	30.6	2.7	1.8	36.0	2.8
	1	36.6	3.7	1.4	31.2	2.6

示唆しているものと考えられる。油処理量と強度の関係についてはバラツキが見られるが、強度は処理量の増加に伴い上昇する傾向が見られる。その上昇傾向は廃油とA重油が大きい、A重油の絶対値は相対的に低い位置にある。第3図は水/セメント比と強度との関係を示したものである。流動パラフィンと廃油では水/セメント比の増加に伴い強度は急激に上昇しているが、機械油ではそれほどでもない。一方、A重油は水/セメント比が0.4でむしろ低下し、0.45ではボードは脱型時に破壊したため、ボードの材質測定はできなかった。

3.2.2 はく離強度と衝撃曲げ吸収エネルギー

流動パラフィンと廃油は2.8~5.0kg/cm²の範囲でバラツキが大きく、目標値に達した条件のものは少なかった。機械油とA重油はそれぞれ1.0~2.5kg/cm²、0.8~2.0kg/cm²と低い範囲にあり、他の2種の油と比較して格段に強度は低下している。はく離強度は油種類による差異が明瞭に現れ、流動パラフィンと廃油の優位性が示された。衝撃曲げ吸収エネルギーは流動パラフィンと廃油処理の一部が2kg·cm/cm²前後の値を示したが、全体的に低い傾向にあった。

3.2.3 吸水率と吸水厚さ膨潤率

吸水率は小片含水率20%と比較するとやや高い傾向にあった。流動パラフィンと廃油処理は目標値とほぼ同等であったが、機械油とA重油はそれを大きく上回っている。吸水厚さ膨潤率も吸水率とほぼ同等の傾向であり、廃油処理が相対的に低い値であった。

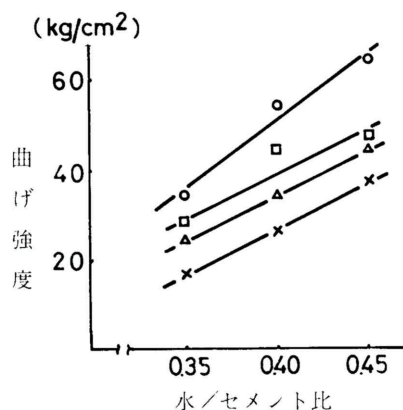
以上のことから、小片含水率が60%の場合、油種類によりボードの材質は明らかな差異が認められ、比較的高粘度の流動パラフィンと廃油が良好な結果を示した。しかしながら、ボードの材質は小片含水率が20%の場合と比較すると、わずかに低下する傾向にある。

3.3 小片含水率が80%におけるボードの材質

第4表は小片含水率が80%におけるボードの材質試験結果を示したものである。

3.3.1 曲げ強度

含水率が80%の小片を用いたボードの曲げ強度は全体的に高い傾向であった。流動パラフィンは50~60kg/cm²の範囲であり、目標値と同等であった。このうち、その処理量が4%では63.2kg/cm²と最高値であった。廃油と機械油は42~49kg/cm²の範囲で流動パラフィンと比較するとやや低い傾向である。一方、A重油は30~37kg/cm²でかなり低いことが示された。処理量との関係では流動パラフィンとA重油がバラツキは見られるが、処理量の増加により強度は上昇している。廃油と機械油はこの処理量の範囲ではほとんど差がなく一定であった。第4図は水/セメント比



第4図 含水率80%の小片によるボードの曲げ強度と水/セメント比の関係(記号は1図に同じ)

と曲げ強度との関係を示したものである。図からも明らかのように、いずれの油も水/セメント比の増加に伴い強度は上昇している。油種類間の比較では廃油と流動パラフィンが高い位置にあり、両者の優位性が認められる。A重油の傾向は小片含水率60%の場合と逆の傾向で、小片含水率20%と同じ挙動を示している。このことは含水率60%の小片は生材から直接製造したもので、20、80%のそれは一度乾燥し、それに水を噴霧して調製したものである。このことから、A重油におけるこの現象は小片を乾燥した場合、木質中のセメント硬化阻害物質が乾燥により熱変質し、硬化不良に与える影響が小さくなったか、又は阻害物質がセメントゲル中に溶出する量の減少によるものとも考えられるが、その原因については今のところ明らかにはなっていない。

3.3.2 はく離強度と衝撃曲げ吸収エネルギー
流動パラフィンは $4.5 \sim 6.0 \text{ kg/cm}^2$ であり良好な値を示した。このうち、その処理量が4%では 6.3 kg/cm^2 と最高値を示した。廃油と機械油は $3.5 \sim 5.0 \text{ kg/cm}^2$ で流動パラフィンよりわずかに低い値を示した。一方、A重油は $2.5 \sim 3.5 \text{ kg/cm}^2$ で他の油と比較すると値は低い。いずれの油も処理量による差は特に認められない。衝撃曲げ吸収エネルギーはいずれの油も $1.5 \sim 2.0 \text{ kg} \cdot \text{cm/cm}^2$ と比較的低い範囲にあった。衝撃曲げ吸収エネルギーは他の強度傾向と異なり、油種類間に差はなかった。

3.3.3 吸水率と吸水厚さ膨潤率
吸水率はA重油の一部の条件を除き目標値と同等かやや低い傾向にあった。またその傾向は小片含水率20%の場合の結果とほぼ同じであった。処理量との関係では流動パラフィンが処理量の増加に伴い吸水率は低下している。他の油は一部低下する傾向もみられるが、この処理量の範囲では明確な傾向は認められなかった。吸水率を低下させるためには流動パラフィンの処理量が高めることが有効と考えられる。吸水厚さ膨潤率は一部を除き3%以下で目標値とほぼ同等であったが、処理量との相関は特に認められなかった。

以上のことから、小片含水率が80%の場合、流動パ

ラフィンが材質試験で良好な結果を示した。このことから、高含水率の小片の油処理には流動パラフィンが有効であることが分った。

4. まとめ

以上の結果から次のことが言える。

1. 油処理によるセメント硬化不良防止は高含水率小片や生材から直接製造した小片に適用できる。
2. 凝結促進剤 (CaCl_2) が無添加の場合、ボードは脱型時にすべて破壊したことから、油処理には凝結促進剤の併用は不可欠である。
3. いずれの油も水/セメント比が高いと強度は高くなる傾向にあるが、水/セメント比0.5以上は脱型時に破壊したので、最適水/セメント比は $0.40 \sim 0.45$ と比較的狭い範囲にある。最適水/セメント比と凝結促進剤の関係ならびに油の作用については今のところ明らかにはなっていない。
4. 水/セメント比の設定は小片を全乾基準で換算する必要がある。高含水率の小片を用いる場合は小片に含まれる水を考慮し水/セメント比を決定する必要がある。
5. 小片含水率が低い場合は油の種類やその処理量とボード材質には明瞭な相関は認められない。小片含水率が高い場合は油種類間では流動パラフィン > 廃油 > 機械油 > A重油の順で強度が低下する傾向を示した。
6. 高含水率小片がボード材質に比較的良好な結果を示した原因については明らかではないが、実生産上生材への適応の可能性が見い出された。
7. 一般に木質セメント板工業で使用する小片の含水率は $40 \sim 60\%$ といわれている。このことを考えるとカラマツ材のセメント硬化不良防止には流動パラフィンが適している。

今回の試験はカラマツ材の高含水率小片における油処理の有効性について検討したものであり、カラマツセメントボードの最適製造条件を求めたものではない。市販の外装用、硬質木質セメント板の材質³⁾は曲

げ強度が約100kg / cm²である。今回の実験に用いた木質はカラマツの衝突型切削片であり、小片を用いた場合比重1.0近辺の曲げ強度は50 ~ 60kg / cm²程度が限界である。このため、カラマツ小片を用い市販の外装用、硬質木質セメント板に匹敵する強度をもったボードを製造するには、小片形状を変える必要があると考える。

文 献

- 1) 山岸宏一ほか3名：林産試月報， 342， 7 (1980)
- 2) 高橋利男ほか2名：同 上， 245， 6 (1972)
- 3) 建築研究所：小規模住宅の新施工法の開発， 181 (1974)

- 林産化学部 木材保存科 -
- *1 木材部 改良木材料 -
- *2 副 場 長 -
(原稿受理 昭和55.11.15)