

カラマツをセメントボードの原料に

- 油でセメントの硬化不良を防ぐ -

山 岸 宏 一

いま、道産カラマツ間伐材の利用開発が求められている。林産試験場では“木質難燃ボードプロジェクト・チーム”を作り、このカラマツ間伐材を木質セメントボードの原料として利用することを検討し、各種の試験を行っている。

カラマツを木質セメントボード原料として利用する上で、最大の難関は何と言っても、セメントはカラマツと混合しても固まらず、ボードの製造ができないということである。当チームはこのことに対し、カラマツ小片を少量の油で処理することにより、セメントの硬化不良を防止する新たな方法を見いだした。これに基づき、現在カラマツセメントボードの製造試験を行っているが、その経過について紹介する。

硬化不良樹種とその原因物質

最初にセメントの硬化不良を起こす樹種にはどんなものがあり、その原因となる物質はどんなものかについて若干触れる。表 - 1 にカラマツ材を含め、セメントの硬化不良樹種¹⁾をのせた。硬化不良を起こす程度やその物質は、樹種やその材の心辺材の別によっても多少異なっている。セメントの硬化を阻害する物質はスギ材では水溶性のリグナン類、カラマツ、ブナ材では水溶性の糖類であるとされている²⁾。この外、多価アルコール、有機酸、フェノール、キノン類も硬化阻害物質である。

また、微生物に侵された腐朽材や、太陽光に長期間さらされた材も硬化不良を起こすことからみて、木材の抽出成分だけでなく、微生物の代謝物、光分解物もその原因物質のひとつになっている。このため、木質セメント板工業ではセメントの硬化不良を起こさない樹種（例えばエゾマツ、アカマツ等）を原料木材として用いているのである。

表 - 1 セメント硬化不良を起こす樹種

心・辺材別	樹 種
心・辺材部とも	カラマツ, カエデ, ヤチダモ, キハダ, ブナ, シナノキ, アサダ
心材部のみ	スギ, シラカバ
辺材部のみ	ハリギリ

どうしてセメントは硬まらないのか

前述の木材がどうしてセメントの硬化不良を起こすか少し考えてみたい。

木材中には水などに溶けやすい成分が多く含まれている。セメントの硬化阻害を起こす原因は、この抽出成分中の阻害物質が木片と水・セメントとの混合時に溶け出し、セメントに作用するためである。

水はセメントと混合されると、強いアルカリ性をおびたセメント混練水となる。この強いアルカリ性の“水”により、木材中の糖やフェノール類は純粋な水の場合よりも多く溶け出すことになり、一層硬化しにくくなるものと考えられる。

それでは、硬化阻害成分はどのようにして木材から溶け出るのだろうか。この点について少し深く考えてみる。木質は多孔体であり、その表面には無数の細孔が存在する。(図 - 1a)このような多孔質の木片と水・セメントを混合すると、“水”はこの細孔を通して木片中に、自由に出入りする。木材の抽出成分はこの細孔での“水”の移動により、セメント側に溶け出てくる。このため、抽出成分中の阻害物質がセメントと作用してしま

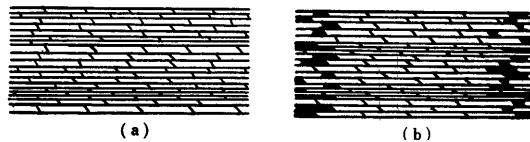


図 - 1 木質小片のモデル図

うものである。

セメントは水硬性であるので、水を使わない木質セメント板の製造は考えられない。したがって、この硬化不良を防ぐためには、木材の抽出成分を抽出除去するか、あるいは、何らかの方法でこれを変質しなければならない。しかしながら、これらの方法は実生産においては、作業性等の面で問題が多い。

一方、セメントの凝結は水・セメント混合時から、数十分間で開始されることが知られているが、この間に阻害物質の作用が無いが、その程度が少なければセメントは硬化すると考えられる。したがって、何らかの方法により“水”が木片中へ侵入するのを防ぎ、阻害物質が溶け出さないようにすることが、セメント硬化不良を防止する有効な方法ではないかと考えられる。

そこで、この方法の一つとして、木質の細孔を撥水性物質で密閉すること（図-1 bの黒塗りした部分は撥水性物質の存在を示す）を考え実験を行った³⁾。この方法は抽出除去法、熱処理法等に比べ、比較的工程が簡単で、製造コストに与える影響も少ないものと思われる。

ユリア樹脂による処理

表-2はユリア樹脂を用いた場合のボードの曲げ強さを示したものである。樹脂の処理はカラマツ小片を攪拌しながら、スプレーガンで噴霧、混合する方法で行った。表からもわかるように、樹脂で処理した木片を用いてボードを製造すると、セメントの硬化不良は起こらないことが分かった。この場合ボードの比重は約1.2程度なので、セメントの硬化が正常ならば、ボードの曲げ強さ

表-2 ユリア樹脂の処理によるボードの曲げ強さ

処 理 量 (%)	曲 げ 強 さ (kg/cm ²)
1	23
3	33
5	53
10	78

注) 小片はパールマンチッパーによる衝突型切削片

表-3 ユリア樹脂と流動パラフィン混合物処理によるボードの曲げ強さ

ユリア樹脂処理率 (%)	曲 げ 強 さ (kg/cm ²)
3	63
5	83
7	81
10	60

注) 流動パラフィン5%添加

は約70~80 kg/cm²程度を示すはずである。したがって、セメントの硬化が正常であったとみられる条件は樹脂10%処理ということになる。しかしながら、通常のパーティクルボード製造時における樹脂の使用量が10%以下であることから考えると、このような多量の樹脂処理は木質セメント板工業には、なじまないものと判断される。

そこで、この樹脂の使用量を減少させることを検討した。表-3は樹脂に流動パラフィンを5%（対木質比）混合して処理した場合のボードの曲げ強さを示したものである。表からも明らかなように、流動パラフィンの混合は優れた効果を示し、樹脂の使用量を相当に少なくしても良いことが認められた。このことは、流動パラフィンが硬化阻害物の溶出防止に、より効果的に関与していることを意味している。

油でセメントの硬化不良は防げる

流動パラフィンが優れた効果を示したことから、油による処理を検討した。処理方法は樹脂の場合と同じである。表-4は流動パラフィン、又は廃油で処理した小片を用いて製造したボードの曲げ強さを示したものである。この表からみて、

表-4 油処理によるボードの曲げ強さ

油の種類	処 理 率 (%)	曲 げ 強 さ (kg/cm ²)
流 動 パ ン ラ	1	70
	2	81
	3	81
	5	73
	10	69
廃 油	2	66
	3	73

ボードの曲げ強さは油の処理量が1～10%の範囲で70～80 kg/cm²であり、セメントの硬化が正常であることが認められた。このことから、油処理がセメントの硬化不良を防止する現象について少し考えてみる。

油はスプレーガンにより細粒となり、木片との混合により、その表面に付着する。さらに、この油は細孔の毛管現象により、木片の細孔内に充填される。油は高分子物質であり、一方、木片の細孔は細胞壁で区切られているので、細孔内に充填された油は木片の表面部分に留まり、内部への浸透は比較的少ない。このため、少量の油でも効果を示したものと考えられる。さらに、この細孔内の油は水・セメント混合時にも、簡単には溶け出すことはない。

流動パラフィンとは飽和炭化水素化合物であり、化学的には極めて安定な高分子物質である。また、色は無色透明で、臭気・毒性も全くなく、セメントの硬化に何ら悪い影響は与えない。

以上のことから、油処理は極めて有利なセメントの硬化不良防止方法ではないかと考える。さらに、流動パラフィンのかわりに、廃油を使用しても、ボードの曲げ強さにおいて同等の効果が認められた。このことは、油処理の実用化という点から考えると、安価な油の採用も可能であることを示し、有益な結果と言える。

道産カラマツ間伐材以外

の樹種にも適用が可能か

油処理が道産カラマツ間伐材以外の樹種にも適用できるか、否かの検討を行った。表-5は北洋カラマツ材で製造したボードの曲げ強さを示したものである。この結果については、実験量が少な

表-5 北洋カラマツ材への適用

油の種類	処理率 (%)	曲げ強さ (kg/cm ²)
流動パラフィン	5	31
廃油	3	12
潤滑油	5	74

く、確かなことを言うにはもっと検討が必要であるが、使用対象とする樹種によっては、油の種類を変える必要があるように思われる。

なお、硬化不良を起こす南洋材についても実験したが、結果は流動パラフィンの処理でセメントの硬化は正常で、ボードの製造は可能であることも確かめている。

生材等、水を多く含んだ

木片でもかまわない

前述の結果は原料木片を調製し、乾燥したものの(木片の含水率は約10%)を用いた場合のものである。一般に、木質セメントボード工業における原料木片の含水率は約40～60%程度であると言われている。このことから考えると、油処理が生材などの水分を多く含んだ木片に対して、適用が可能か、否かは、大変重要な問題である。

そこで、生材と同じ状態の木片(含水率60%)と含水率20、80%の木片を調製し、油の種類を変えてボードの製造試験を行った⁴⁾。油の処理量は木片の重量比で1～10%である。なお、この実験でのボード比重は約1.0なので、セメントの硬化が正常な場合、ボードの曲げ強さは約50～60 kg/cm²になるはずである。

表-6は木片含水率と油の種類の違いによる、ボードの曲げ強さを示したものである。表からも明らかなように、流動パラフィンと廃油の処理は生材や木片の含水率が高い状態でも有効であり、ボードの曲げ強さは約50 kg/cm²で、セメントの硬化が正常であることが認められる。これに対し機械油とA重油の処理はボードの曲げ強さが、生材や含水率の高い木片では低下している。このこ

表-6 含水率の異なる小片によるボードの曲げ強さ

油の種類	小片含水率 (%)		
	20	60	80
流動パラフィン	48	44	54
廃油	48	47	46
機械油	40	27	45
A重油	45	22	34

注)油の処理量 1～10%

とから、流動パラフィンや廃油等の粘度が比較的高い油の処理は小片の含水率が高い場合でも、ボードの製造が可能であることが認められる。この結果は実用化という面からも大変有益なものであると言える。

外装用ボードの製造は可能か

当場のカラマツ・セメントボードの製品目標として、「いかなるものにするか」については色々と考えられる。「カラマツ・難燃ボードの道内立地は可能か」^{5),6)}では、一般住宅の外装用ボードの市場等について分析し、本道に外装用・カラマツ難燃ボードの製造工場の立地の可能性についてくわしい検討を行っている。当プロジェクトの開発目標としては、さし当り、この外装用ボードへの適用におかれている。そこで、市販の外装用ボードの材質⁷⁾をみると、前述までの結果からは直接的な適用は少々無理である。つまり、曲げ強さだけを取りあげてみても、市販の外装用硬質木片セメント板のそれは、ボード比重が約1.0で90~100 kg/cm²であるのに対し、カラマツ・セメントボードは上記比重の場合、約50kg/cm²程度である。これは繊維方向の長さが比較的短い衝突型切削片を原料としているためである。したがって、カラマツ・セメントボードを外装用ボードとして使用できるものにするには、曲げ強さとして90~100kg/cm²程度は要求されるものと考ええる。

このために、繊維方向の長さを十分にとれる、短冊型小片（フレーク）を用い、ボードの製造試験を行った。表-7は市販の外装用ボードとカラ

マツ・セメントボードの曲げ強さを示したものである。表からも明らかのように、フレーク状小片を用いた場合、ほぼ、市販の外装用ボード並みの曲げ強さが得られている⁸⁾。このことから、ボードの材質等に改善を必要とする部分も多くあるが、油処理によるカラマツ・セメントボードは外装用ボードとして、適用できる条件はあるものと考ええる。

現在、当プロジェクトチームにおいては、このカラマツ・セメントボードの諸材質の改善について検討を行っている。

なお、文章中で引用した資料はつぎのとおりです。

- 1) 屋代 真ら： 木材工業，p. 25，Vol 23 - 11 (1968)
- 2) 善本 知孝： 同 上，p. 6，Vol 28 - 7 (1973)
- 3) 山岸宏一ら： 本 誌，323，6 (1980)
- 4) 同 上： 林産誌月報，347，8 (1980)
- 5) 高橋利男ら： 本 誌，332，8 (1981)
- 6) 同 上： 同 上，333，8 (1981)
- 7) 同 上： 同 上，319，14 (1980)
- 8) 山岸宏一ら： 第31回日本木材学会大会要旨集，p. 246.

(林産試験場 木材保存科)

表-7 市販の外装用ボードとカラマツ・セメントボードの曲げ強さ

ボ ー ド の 種 類	曲げ強さ (kg/cm ²)	
市販硬質木片セメント板	90 ~ 100	
カラマツ・セメント板	A	70 ~ 90
	B	90 ~ 100
	C	70 ~ 80

注) カラマツ・セメント板のA~C種はそれぞれ小片厚さ0.2, 0.4, 0.5mmである。