

スギ間伐小径材を原料とする木質 セメントボードの製造

山 岸 宏 一 藤 本 英 人
北 沢 政 幸 穴 沢 忠
江 畑 進 板 垣 博 一

Producing Wood - Cement Boards from Thinned Sugi (Cryptomeria japonica) Logs

Koichi YAMAGISHI Hideto FUJIMOTO
Masayuki KITAZAWA Tadashi ANAZAWA
Susumu EHATA Hiroiti ITAGAKI

This paper reports on the relationship between board production conditions and board qualities. The results are summarized as follows:

- (1) Treating wood chips with oil was effective for improving cement setting.
- (2) In the most suitable condition in which the rate of water to cement was 0.6, it was possible to produce boards which had an MOR of $120\text{kgf}/\text{cm}^2$, an MOE of $35 \times 10^3\text{kgf}/\text{cm}^2$, and an internal bond of $7.0\text{kgf}/\text{cm}^2$.

本報告はボード製造条件とその材質について検討したものである。

結果は次のとおりである。

油処理はセメントの硬化状態を向上させる。ボードの最適製造条件では(水/セメント比 = 0.60) 曲げ強さとして $120\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、曲げヤング係数 $35 \times 10^3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 及び、内部結合力 $7.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ が得られる。

1. はじめに

北海道のスギ資源は渡島・桧山地方に集中しており、現在面積3万ha約300万 m^3 の蓄積がある。このスギは 令扱から 令級のもの80%を占めており、大部分が中小径木である。道南からのスギの伐採量は年間約2万6千 m^2 で、その用途は製材用75%、電柱用、パルプ材用がそれぞれ約10%である¹⁾。製材されたスギ材の多くは本州市場に送られるが、全体として需要は伸び悩んでいる。

この道内産スギの利用拡大については各方面で取り組まれているが、ボード原料とする研究は少ない²⁾。道内のボード工業としてはパーティクルボード1社、硬質木片セメント板1社、ドリゾール・木毛セメント板3社が操業しているが、これらの工場で使用している原料はパーティクルボード工場では建築廃材、硬質木片セメント板工場ではカラマツ間伐材、木毛工場ではエゾマツ・トドマツである。

木質セメント板工業は原料樹種によってはセメント

の硬化不良を引き起こすため樹種の自由度は小さい。スギ材を木質セメント板の原料として利用することでの第1の課題はセメントとの親和性にある。これまでの報告では³⁾⁴⁾スギ材は心材部と辺材部でセメントの硬化状態が異なり、心材部は抽出部分が多いためセメントの硬化不良を起こすとされている。また、水和熱の測定では心材部は発熱量が少なく、抽出処理によって硬化が正常となることが認められている。

本研究はスギ間伐小径材の有効利用のひとつとして、木質セメントボードの製造を行い、ボード製造条件とボード材質との関係を求め、スギを原料とする木質セメント板の評価を行ったものである。

2. 実験

2.1 供試材料と試験方法

供試スギ原木は松前地方に植栽されたもので、径級12~13cm, 16~35年生のものである。

原木ははく皮し、約30cm長さに玉切りにし、リングフレイカーによって削片を製造した。リングフレイカーの刃出しは0.4mmで削片厚さは約0.35mmであった。この削片はノボローターにより幅方向を5~10mmとした。

ボードの製造にはりん酸エステル無処理のものとして5%処理のもの2種類を用いた。

第1表はボードの製造条件を示したものである。なお、比重の設定において、セメント硬化後の結合水量は25%とみた。

第1表 ボードの製造条件

因子	条件
小片厚さ	0.45mm
油処理量	りん酸エステル 0, 5% (小片重量比)
水/セメント比	0.4, 0.5, 0.6 (重量比)
塩化マグネシウム 添加量	3, 4, 5% (対セメント比)
木/セメント比	1:3 (重量比)
ボード比重	1.1 (気乾比重)

〔林産試月報 No.417 1986年 10月号〕

油処理、無処理小片ともドラムミキサー中でかくはんしながら、塩化マグネシウム水溶液を加え、更に所定量のセメントを加え、約2分間混練した。次に、混練小片を成型枠(32×34cm)中に手でフォーミングを行った。その後、圧縮、クランプしたものを20℃、RH65%の恒温室で18時間養生した。脱型したボードは20℃で4週間開放養生を行い、材質試験に移した。

材質試験はボードから5×28cmの曲げ試験片を採取し、試験終了後5×5cmのはく離試験片と吸水試験片を得た。曲げ試験は島津製作所製オートグラフ-S5000型試験機を用い、スパン24cm、荷重速度10mm/minで行った。はく離試験は試験片の両面に鉄製のアタッチメントをエポキシ樹脂で接着し500kgfのオルセン型試験機により、荷重速度10mm/minで行った。吸水試験は試験片を25℃の恒温水槽に24時間浸漬し、吸水量と厚さ膨潤量を測定した。

スギの辺・心材の抽出量の測定は小片をウィレールで粉碎し、30~60meshのものを用いて、水、温水、1%NaOH、アルコール・ベンゼン混液(1:2)、エーテル、アセトン抽出を行い、抽出量を求めた。

3. 結果と考察

3.1 心・辺材の抽出物含有量

スギ材は心材部と辺材部でセメントの硬化状態が異なるということから、辺・心材の抽出物の比較のため各種溶剤による抽出試験を行った。

第2表は原料としたスギの辺・心材部の抽出試験結果を示している。心材部と辺材部では抽出物量に大きな違いがみられた。有機溶媒では辺材部は心材部の3倍ほど抽出量が多く、冷水、温水抽出物では1.5~2.0倍の違いがみられ、スギ心材がセメント硬化障害

第2表 スギの心・辺材部の抽出物量(%)

	冷水	温水	1% NaOH	Al-ben	エー テル	アセ トン
辺材	0.9	2.2	9.0	0.9	0.5	0.8
心材	1.5	4.6	14.0	3.0	1.6	2.0

を起こすのは、抽出物の量によるものと考えられる。しかし、このような簡易な方法ではどのような成分が原因しているかは明らかにはできず、さらに精査する必要がある。南ら⁵⁾の実験によると、水とカセイソーダ溶液による抽出によってセメントの硬化が正常となることが認められている。

抽出除去による処理方法はセメント硬化不良防止に対して有効な手段ではあるが、実生産工程には作業性やコスト等のことから採用しにくいと考えられている。

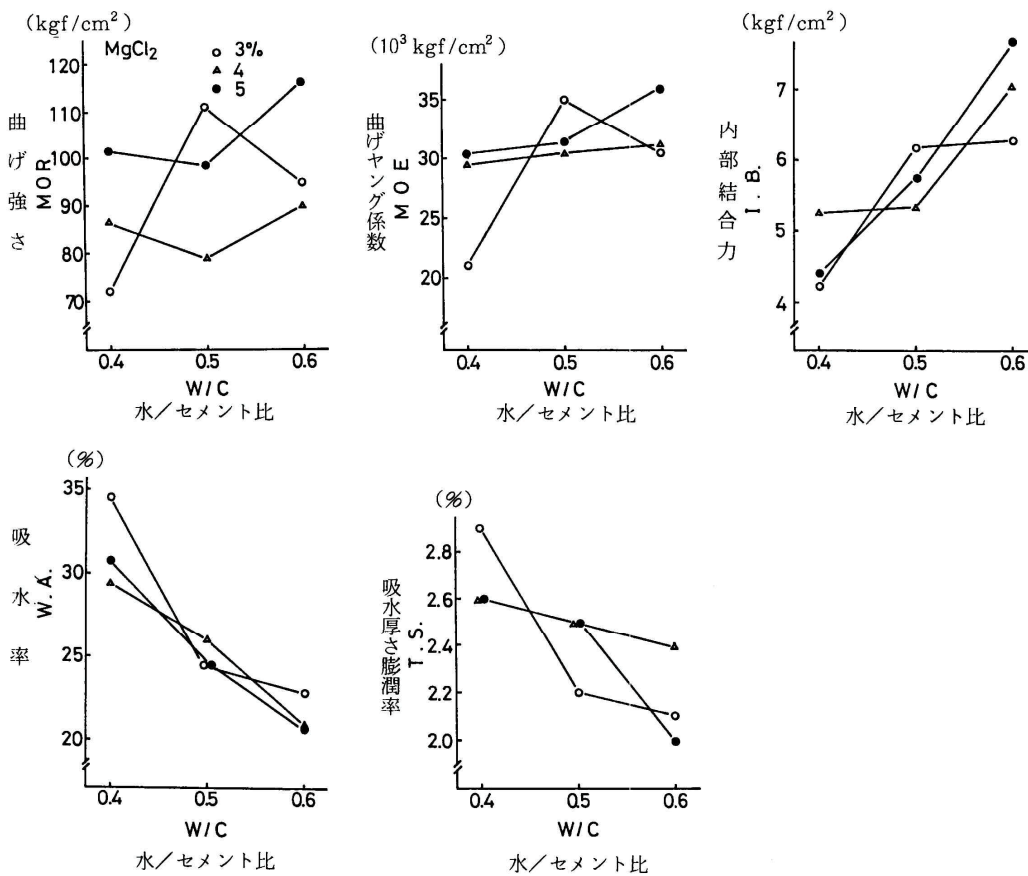
3.2 ボードの製造条件と材質について

第1図は水/セメント比とボード材質について示したものである。ボードの曲げ強さをみると、水/セメント比が高い方が曲げ強さは上昇する傾向にあり、水/セメント比は0.6が適当と思われる。硬化剤であ

る塩化マグネシウムの添加率については、明りような傾向は出なかった。油の無処理のボードの曲げ強さは 51.3kgf/cm^2 であったことからみると、強度は大きく向上している。スギ材ではセメント硬化不良がカラマツ材ほど大きくないといえるが、心材部を除くことも不可能なので、実生産工程で安定したボードの生産を行うためには、やはり何らかの処理が必要ではないかと考える。

曲げヤング係数は塩化マグネシウム添加率4~5%の条件では $30\sim 35 \times 10^3\text{kgf/cm}^2$ の範囲にあり、水/セメント比の上昇に伴い向上している。水/セメント比0.4のものは $21 \times 10^3\text{kgf/cm}^2$ と大幅に低い値で、ボードの製造には不適であるといえる。

ボードの内部結合力をみると、曲げ強さと同じ傾向



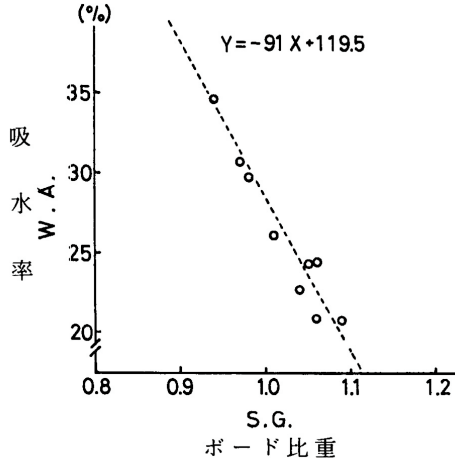
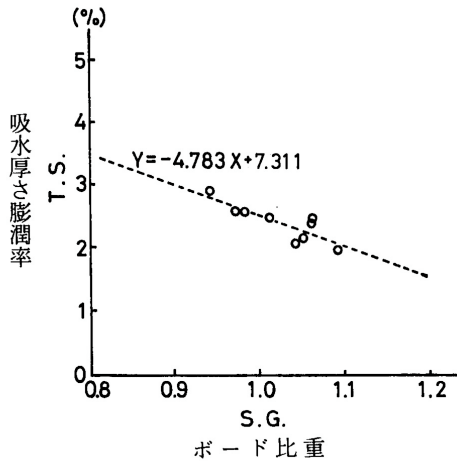
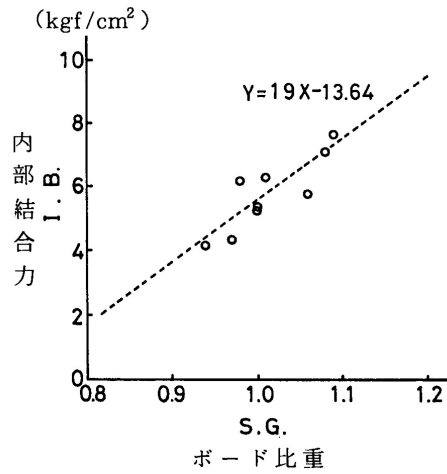
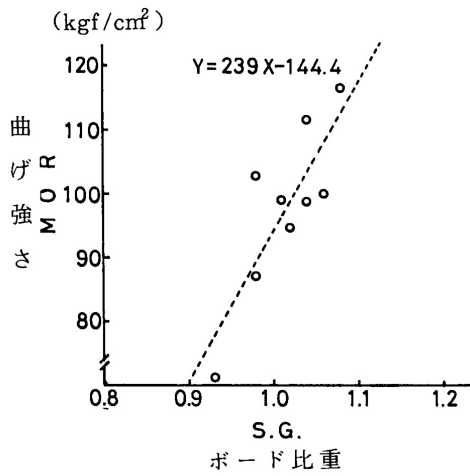
第1図 水 / セメント比とボード材質

で水/セメント比の上昇によって向上している。水/セメント比0.4では4.5kgf/cm²であったものが7.0kgf/cm²と大幅に強くなっている。水/セメント比は木質とセメントの混合状態を決める因子であり、高い方が有利となるが、水の添加量の増加はボードの圧縮工程でセメント水和物のしみ出しとなり、機械のサビの発生や作業性の悪化を引きおこすので、0.6程度が適当と思われる。油無処理ボードの内部結合力は1~2kgf/cm²程度で小さかった。

スギ材ではセメント硬化不良がカラマツほど大きくなく、辺材であれば問題ないし、心材が入っても硬化不良の程度は小さいと言えるが、実生産の工程に移すともなるとやはり何らかの処理を行うか、セメント硬化の正常な樹種と混合して用いることが必要と考える。

吸水試験による結果では水/セメント比が適当と思われる0.6の条件では吸水率は23%程度で良好な値を示している。スギ材は比重が小さく、ボード製造時において同じ比重のボードを製造した時には、原料小片の比重が小さい分だけマットの圧縮圧力は上がり、吸水試験時にそれが影響して厚さ膨潤率も上がるのではないかと考えられたが、適切と思われる水/セメント比0.6での厚さ膨潤率は2%ほどで、この数値はカラマツセメントボードと同等であった。

吸水率も0.6の水/セメント比で23%程度なので、この数値は、これまで行ってきたカラマツ材を原料とするセメントボードのそれと同等であった。一般的に木質セメントボードの吸水率は木質/セメント比1:3では33~35%であるが、油処理によってボードの吸



第2図 ボード比重とボード材質

水率は25%以下になるので、スギ材の吸水率が低下したのは油処理による効果であるといえる。

3.3 ボード比重とボード材質の関係について

本道におけるスギ材の資源はカラマツ等の他の人工林材より規模も小さいが、これらをボード原料として使用する上で、ボードの材質の点でどのような挙動を示すかをみた。

第2図はボード比重とボード材質の相関を示したものである。

曲げ強さの点でみるとボード比重1.0のとき95kgf/cm²で、カラマツのフレークを原料として製造したものと比較すると10~20%高い値を示している。気乾比重1.1のものが通常の外装用ボードとなるので、この時の曲げ強度は約120kgf/cm²となり、やはり20~30%の強度上昇となるため、スギ材を原料とした時にはボード性能は向上するとみられる。

内部結合力はカラマツ材のものと同様と変わりなく、比重1.0で5.0~6.0kgf/cm²程度である。この点からみるとスギ材の有利さはみられない。

また、ボードの吸水率、吸水厚さ膨潤率についても原料小片の樹種の比重の影響はあまり顕著には現れず、実際には木/セメント比、あるいは水/セメント比が支配的な要因であるといえる。

4. 結論

スギ材を原料とする木質セメントボードの製造を検討した。スギ材は心材部に抽出成分が多いため、セメントと混合する時、それが原因で硬化障害を起こすと言われているが、硬化不良の程度はカラマツ材ほどではないが、ボードの曲げ強さ等の点からみると何らかの防止方法を採用することが必要と考える。このために油

処理を用いた場合、ボードの材質試験結果からみると正常な硬化が行われていると判断できる。

スギ材を原料として、水/セメント比0.6、塩化マグネシウム5%の条件でボードを製造した場合には、比重1.0で曲げ強さ95kgf/cm²、ヤング係数30×10⁹kgf/cm²、内部結合力6.0kgf/cm²、吸水率26%、吸水厚さ膨潤率2.5%程度の材質性能が得られることが分かった。

カラマツ材との比較では曲げ強さの点で10~30%程度の上昇が望めることから、有利であるといえる。しかし、内部結合力、ボードの耐水性の点ではカラマツ材と同等であり優位性はない。

以上のことから、スギ材は木質セメントボードの原料として強度の優れたボードの製造ができ、有利であると言えるが、企業化ともなると、原料集荷、安定供給、コストなどの点からも考慮しなければならないと考える。

文献

- 1) 北海道の林産業：北海道林務部，昭和57年度版 P336 (1982)
- 2) 松本 章：木材の研究と普及，31，360，6 (1983)
- 3) 屋代 真ほか3名：木材工業，23，9，19 (1968)
- 4) 屋代 真ほか3名：木材工業，23，11，25 (1968)
- 5) 南 亨二：コンクリートジャーナル，14，No.5 (1966)
- 6) 林産学実験書：東京大学農学部，林産化学教室編

- 木材部 改良木材料 -
(原稿受理 61.5.20)