

スギ材、マツ材を原材料とする複層木毛セメント板の開発

Development of Multilayered Wood Wool Cement Boards made of Sugi and Matsu

谷岡晃和

Akikazu Tanioka

電子・有機素材研究所 有機・発酵担当

スギ材とマツ材を原材料とする複層木毛セメント板の開発に取り組んだ。超速硬セメントを用い、セメントの硬化速度を高めることにより、スギ心材のセメント硬化阻害を抑え、マツ単層木毛セメント板と同様の物性と化粧性を備えた三層木毛セメント板が完成した。

Multilayered wood wool cement boards made of sugi and matsu were developed. By increasing the hardening speed of the cement using ultra-rapid hardening cement, cement-hardening inhibition of cedar heartwood was suppressed and three-layer wood wool cement boards with the same physical and decorative properties as single-layer pine wood wool cement boards were produced.

1. はじめに

木毛セメント板は木材を細長いリボン状に削りだした木毛にセメントと水とを混合、圧縮成形したボード状の建築材料である。

防火性、吸音性、断熱性に優れ、主に建築物の屋根下地または壁に用いられている¹⁾。

木毛セメント板製造事業所では、これまで地域のマツ材を原材料として生産を行ってきたものの、現在、マツ材資源は枯渇し、原材料調達が困難な状況となってきた。そのため、木毛セメント板製造業においては、マツ材からスギ材への原材料転換がすすめられている状況にある。しかしながら、スギ心材がセメントの硬化不良を引き起こすため²⁾、スギ材を木毛セメント板の原材料として使用することは避けられてきた。これまで、セメントの硬化阻害を引き起こす硬化阻害樹種のセメント板への使用に関して、木片セメント板では超速硬セメント、硬化促進剤の使用、蒸気噴射プレスの使用等が検討、報告されている³⁾。これらの方法は、木毛中の硬化阻害物質がセメントペースト中に溶出するまでに、硬

化が進むよう意図したものである。また、原料木材のアルカリ処理、温水処理等も有効と報告されている^{3, 4, 5)}。これらは、木毛中の硬化阻害物質を前処理段階で除去しようとするものである。

当センターでは、現在使用されているマツ材に代えて、スギ材を原材料とした木毛セメント板の開発を行うことを目的として、「スギ材を原材料とした木毛セメント板の開発」研究(H24-25)に取り組み、普通ポルトランドセメントに代えて、超速硬セメントを使用することにより、スギ材を原材料とした木毛セメント板が製板可能であることを確認し、セメント硬化時間の調整、制御により、スギ材を原材料とした木毛セメント板の製造が可能であることを示唆した。また、スギ心材を煮沸処理、アルカリ処理することにより硬化阻害を抑制することができた^{6, 7)}。

現在、製造工場では、マツ材の不足を補うため、マツ材とスギ材を混合して使用するようになってきている。ただし、スギ材を混合すると、セメント板表面が、スギ心材から滲出する成分により、茶褐色に変色汚染される。そこで、表面層(化粧面)にマ

ツ材のみを使用し、裏面層にマツ材とスギ材を混合した二層木毛セメント板が製造されるようになってきている。しかしながら、スギ材の使用はマツ材の不足を補う目的で行われているため、現状ではスギ材の使用割合、混合比率は高くない。

今後、スギ材の混合比率が高まっていくことが予想され、製品の物性への影響が懸念される。さらに木毛セメント板の商品性、建材利用面での汎用性向上を考慮すると、将来的には、表裏両面にマツ材を用いて化粧面とした三層木毛セメント板の開発も想定される。

そこで、本研究では、マツ単層木毛セメント板と同等の化粧外観、物性を備えたスギ・マツ複層木毛セメント板の開発に取り組んだ。扱った複層木毛セメント板は、表面層にマツ材を使用し、裏面層にマツ材とスギ材を混合した二層木毛セメント板と、表面層、裏面層にマツ材を使用し、中層にマツ材とスギ材を混合した三層木毛セメント板である。スギ心材の硬化阻害抑制策として超速硬セメントを使用し、マツ材とスギ材混合層の配合比を変えて、それらがセメント板の物性等に与える影響について検討を行った。

2. 試験方法

2.1 供試材料

鳥取県産マツ材、スギ材から製造された長さ約400mm、幅約4mm、厚み約0.5mmの木毛を試験に供した。木毛は木毛セメント板製造事業者より提供を受けた。木毛は実験に供するまで、ビニル製袋に収め、冷温室内暗下にて保管した。実験に供する際には、スギ材については目視にて心材と辺材を判別して選別した。また、木毛は、生産工場の例にならない、実験室にて長さ50mm程度に裁断した。実験に供する時点での木毛の含水率はマツ材が100～120%、スギ辺材が20～30%、スギ心材が30～50%であった。セメントは超速硬セメントを用い、比較のため普通ポルトランドセメントも用いた。

2.2 二層木毛セメント板の作製と物性試験

2.2.1 二層木毛セメント板の作製

表面層にマツ材を使用し、裏面層にマツ材とスギ材を混合した二層木毛セメント板を試作した。

試作には超速硬セメントを使用し、比較のために普通ポルトランドセメントを使用したセメント板の作製を行った。作製条件は表1のとおり。ただし、表中の条件に加え、裏面層のスギ混合比率100%条件については、スギ辺材のみ、心材のみのものについても作製を行った。

秤量したセメント、木毛及び水からなる表面層材料、裏面層材料をそれぞれ十分に混合した。混合後、内寸法200mm×200mmの木製型枠内に裏面層材料を手撒きフォーミングした後、その上層に、表面層材料を手撒きフォーミングした。次いで、木製型枠を除いた後、コールドプレスにてプレスを行い、1昼夜圧縮した。プレス圧縮時には厚み15mmの木製ディスタンスバーを用い、板厚の設定を行った。試料は、解圧、取り出し後、実験室内にて長期間静置、養生を行い、製板仕上がり状況、表面層性状等を観察し、各試験に供した。

2.2.2 はく離強さ試験、曲げ強さ試験、木ねじ保持力試験

JIS A 5908 パーティクルボードに規定の方法に準じて、はく離強さ試験、曲げ強さ試験、木ねじ保持力試験を行った。はく離試験片の寸法は、幅50mm、

表1 二層木毛セメント板の試作条件

材料比率	セメント：木毛（全乾）：水 =6：2：5.6
セメント	超速硬セメント 普通ポルトランドセメント
仕上寸法	200mm×200mm×15mm
設計比重	0.8、1.0
表裏面の重量比	表面（マツ材）：裏面（マツ材、スギ材） =1：1
裏面のスギの混合比率	0%（単層マツ木毛セメント板） 25%、50%、75%、100%
スギの辺材、心材重量比	辺材：心材=1：1

長さ 50mm。曲げ試験片の寸法は、幅 20mm、長さ 150mm、載荷面はマツ材で構成される表面層とし、下部支点間距離は 140mm とした。木ねじ保持力については、曲げ試験後の試験片の損傷のみられない部分から、幅 20mm、長さ 60mm の試料を鋸断し、木ねじをねじ込み、試験片とした。木ねじのねじ込み面は、スギ材とマツ材で構成される裏面層とした。試験片の厚みは製板、養生後の仕上がり寸法のまま、15mm とした。試験結果については、試験片比重と測定値に関して、線形の最小二乗近似を行い、比重 0.75 にあたる値を求めた。

2.3 三層木毛セメント板の作製と物性試験

2.3.1 三層木毛セメント板の作製

表面層、裏面層にマツ材を使用し、中層にマツ材とスギ材を混合した三層木毛セメント板を試作した。

試作には超速硬セメントを使用し、比較のために普通ポルトランドセメントを使用したセメント板の作製を行った。試作条件は表 2 のとおり。

秤量したセメント、木毛及び水からなる表面層材料、中層材料、裏面層材料をそれぞれ十分に混合した後、裏面層材料、中層材料、表面層材料の順に手巻きフォーミングし、コールドプレスを行った。その他の作製条件等は 2.2.1 に同じ。

表 2 三層木毛セメント板の作製条件

材料比率	セメント：木毛（全乾）：水 =6：2：5.6
セメント	超速硬セメント 普通ポルトランドセメント
仕上寸法	200mm×200mm×15mm
設計比重	1.0
表裏面の重量比	表面（マツ材）：中層 ：（マツ材、スギ材）：裏面 =1：1
裏面のスギの混合比率	0%（単層マツ木毛セメント板） 25%、50%、75%、100%
スギの辺材、心材重量比	辺材：心材=1：1

2.3.2 剥離強さ試験、曲げ強さ試験、木ねじ保持力試験

試験方法は 2.2.2 に同じ。ただし、曲げ試験の載荷面及び、木ねじのねじこみ面はマツ材で構成される表面層とした。

3. 結果および考察

3.1 二層木毛セメント板の作製と物性試験

3.1.1 二層木毛セメント板の作製結果

試作した木毛セメント板の外観として曲げ試験片端部の表裏面および断面の状況を図 1 に示す。なお、使用した普通ポルトランドセメント、超速硬セメントは硬化後、それぞれ灰色系、乳白色系の材色を呈するセメントである。

普通ポルトランドセメントを使用した条件では、裏面層がスギ心材 100%の条件を除き、ボード形状の試料を作製することができた。裏面層がスギ心材 100%の条件では、マツ材で構成される表面層は、他の条件と同様に硬化はみられたものの、裏面層にはスギ心材によるセメントの硬化不良がみられた。裏面層は、茶褐色を呈するセメント粉が付着した木毛同士が空隙を有しながら積み重なり、表面層との境界部分には、明瞭な剥離層が生じ、ボード形状の試料は得られず、木毛セメント板を作製することができなかった。そのため、離面層がスギ心材 100%の試料については剥離強さ、曲げ強さ、木ねじ保持力試験に供することはできなかった。

表面層は、いずれの条件においてもセメント色で

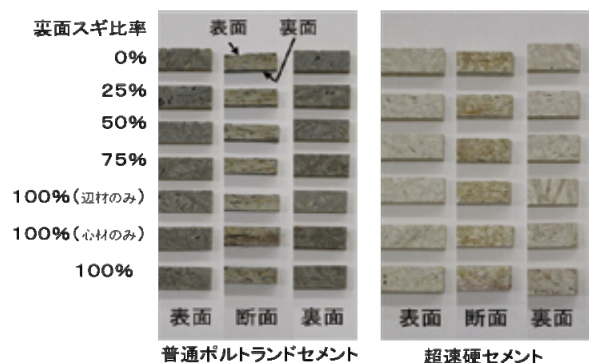


図 1 試作した二層木毛セメント板外観

ある灰色を示したが、裏面層については、スギの混合比率、すなわちスギ心材の比率が高くなるほど、茶褐色がかかる傾向がみられた。

超速硬セメントを用いた条件では、普通ポルトランドセメントでは製板不良であった離層面のスギ心材 100%条件を含め、すべての条件において良好なボード形状を得ることができ、木毛セメント板を製作することができた。超速硬セメントの使用により、普通ポルトランドセメントでみられたスギ心材による製板不良の改善を確認した。

表面層は、いずれの条件においても使用したセメント色である乳白色を示したが、裏面層については、スギ材の混合比率、すなわちスギ心材の比率が高くなるほど、心材から滲出した成分により、茶褐色がかっていき傾向がみられた。

3.1.2 二層木毛セメント板の物性試験結果

1)剥離強さ

試験結果を図2に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の離面層への混合により剥離強さは大きく低下した。その値はスギ材比率 0%、すなわちマツ材のみの値 0.15N/mm²に対して、スギ材比率 25%~100%においては 0.04~0.05N/mm²と、

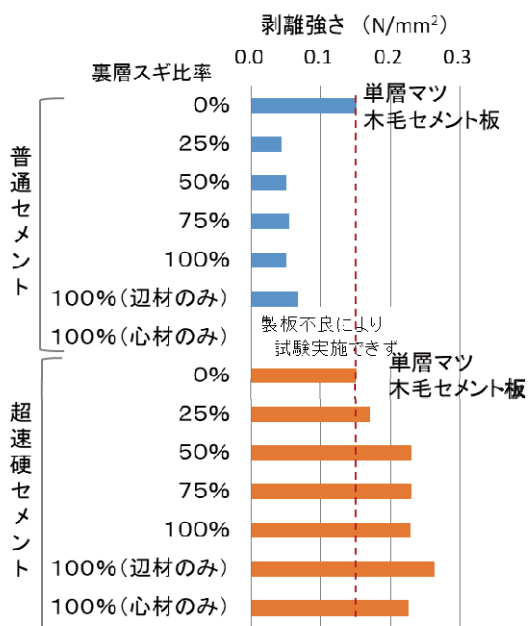


図2 二層木毛セメント板の剥離強さ

1/4~1/2 程度であった。また、剥離破壊は表面層と裏面層の境界部において観察された。強度低下および、境界部における破壊はスギ心材のセメントの硬化阻害の影響によるものと考えられる。しかしながら、今回、スギ心材を含まないスギ辺材 100%条件においては剥離強さは 0.067N/mm² と、スギ材比率 0%条件に比較して 1/2 程度の値となった。単層木毛セメント板に関する過去の報告では、スギ辺材木毛セメント板とマツ木毛セメント板では同程度の物性を示した^{6,7)}。今回、スギ辺材の結果がマツ材に比較して 1/2 程度となったことから、二層板の構造、製造方法に起因する表面層と裏面層の結合力低下が生じていると考えられる。

一方、超速硬セメントを使用した条件では、スギ材の混合による強度低下はみられなかった。超速硬セメントを用いた硬化阻害の抑制と剥離強さの向上を確認することができた。

2)曲げ強さ

マツ材で構成される表面層に載荷した曲げ試験の結果を図3に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の離面層への混合により曲げ強さは大きく低下した。その値はスギ材比率 0%、すなわちマツ材のみの値 5.1N/mm²に対して、スギ材比

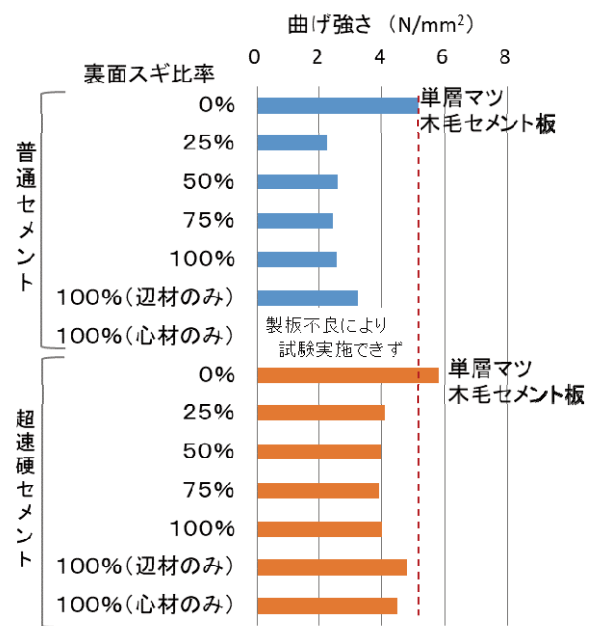


図3 二層木毛セメント板の曲げ強さ

率 25%から 100%においては、2.2~2.6N/mm² と、1/2 程度であった。

超速硬セメント使用条件では、スギ材の混合により曲げ強さは低下した。その値はスギ材比率 25%から 100%においては、4.8~5.8N/mm² と、スギ材比率 0%の値に比較して 2 割程度低いものの、普通ポルトランドセメント使用条件に比較して 2 倍程度の値であり、超速硬セメントを用いた硬化阻害の抑制と曲げ強さの向上を確認することができた。

3)木ねじ保持力

木ねじ保持力の試験結果を図 4 に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の離面層への混合により木ねじ保持力は大きく低下した。その値はスギ材比率 25%から 100%においては、53~63N と、スギ材比率 0%の値 101N に比較して 1/2 程度であった。

ただし、裏面層がスギ辺材 100%では、スギ比率 0%、すなわちマツ材のみの場合と同程度の木ねじ保持力を示した。裏面層を木ねじのねじ込み面とした今回の試験において両者が同程度の値を示したことから、スギ辺材の裏面層の強度発現はマツ材と同程度に認められ、先の剥離試験において表面層と裏面層の結合力が小さかったことも合致する。

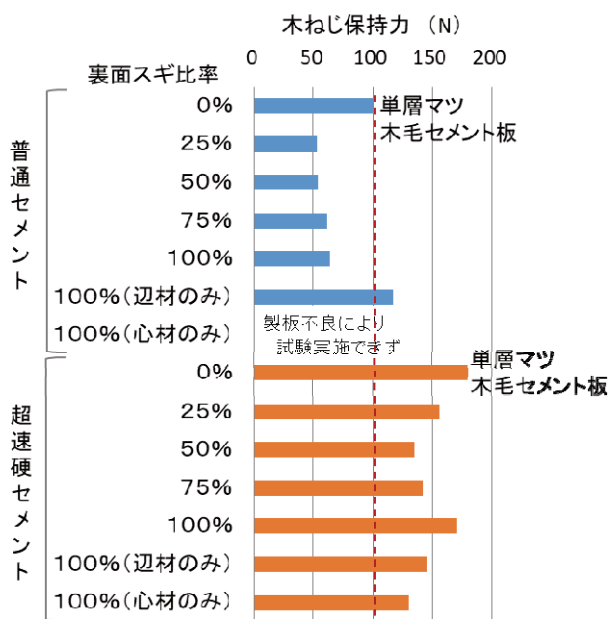


図 4 二層木毛セメント板の木ねじ保持力

超速硬セメントの二層板では、スギ材の離面層への混合により木ねじ保持力は低下した。しかしながら、その値はスギ材比率 0%の値 180N に対して、スギ材比率 25%~100%においては、135~170N と、1~3 割程度低いものの、普通ポルトランドセメント使用条件に比較して 2 倍程度の値であり、超速硬セメントを用いた硬化阻害の抑制と木ねじ保持力の向上を確認することができた。

3.2 三層木毛セメント板の作製と物性試験

3.2.1 三層木毛セメント板の作製結果

試作した木毛セメント板の外観として曲げ試験片端部の表裏面および断面の状況を図 5 に示す。

普通ポルトランドセメント、超速硬セメント使用条件いずれにおいてもボード形状の試料が得られ、木毛セメント板を作製することができた。

普通ポルトランドセメント使用条件では、いずれの条件においても表面、裏面はセメント色である灰色を示した。超速硬セメント使用条件についても表面および裏面は、いずれの条件においても使用したセメント色である乳白色を示した。中層へのスギ材混合に由来する茶褐色の変色は、裏面にみられず、三層化により裏面の化粧性向上をみた。

3.2.2 三層木毛セメント板の物性試験結果

1)剥離強さ

試験結果を図 6 に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の中層への混合により剥離

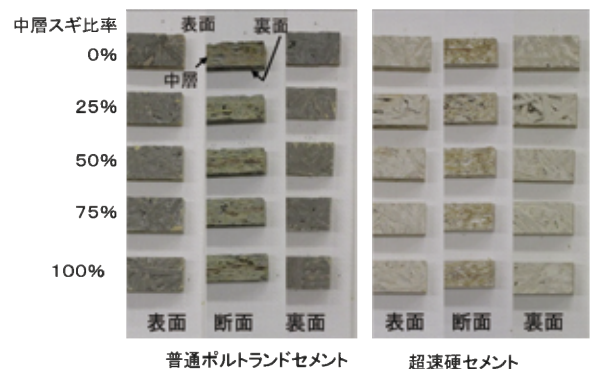


図 5 試作した三層木毛セメント板外観

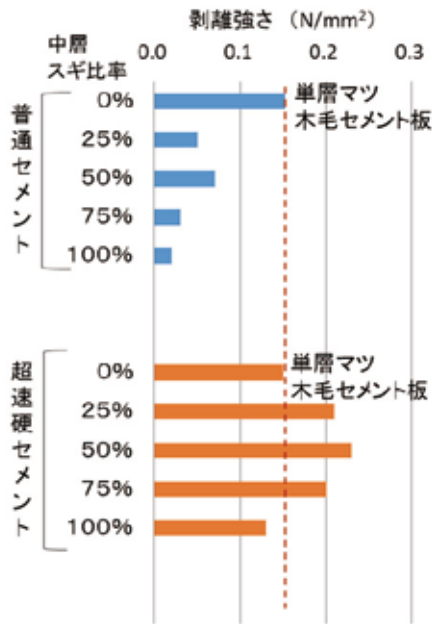


図6 三層木毛セメント板の剥離強さ

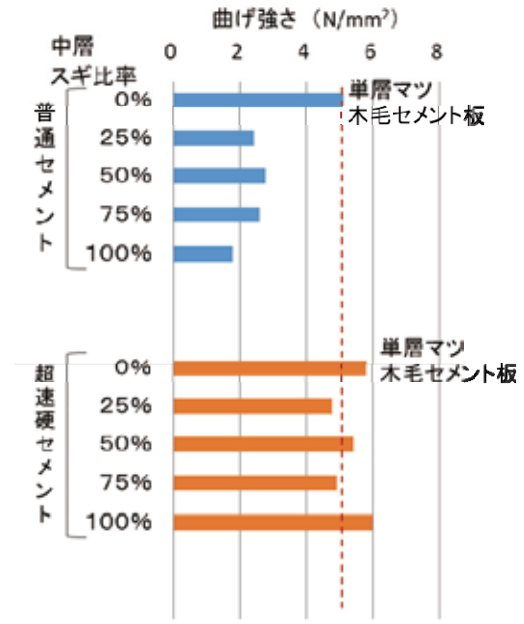


図7 三層木毛セメント板の曲げ強さ

強さは大きく低下した。その値はスギ材比率 0%、すなわちマツ材のみの値 0.15N/mm^2 に対して、スギ材比率 25%~75%においては、 $0.03\sim0.70\text{N/mm}^2$ と、 $1/5\sim1/2$ 程度であった。これらはスギ心材のセメントの硬化阻害によるものであると考えられる。

超速硬セメントを使用した条件では、スギ材の混合による強度低下はみられなかった。超速硬セメントを用いた硬化阻害の抑制と剥離強さの向上を確認することができた。

2) 曲げ強さ

曲げ試験の結果を図7に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の中層への混合により曲げ強さは大きく低下した。その値はスギ材比率 0%の値 5.1N/mm^2 に対して、スギ材比率 25%~75%においては、 $2.4\sim2.8\text{N/mm}^2$ と、 $1/2$ 程度であった。その傾向は、二層板と同様であった。

超速硬セメントを使用した条件では、スギ材の混合による強度低下はみられなかった。三層構造としたことで、曲げ試験時に引っ張り側となる裏面層の強度が高まっているためと考えられる。

3) 木ねじ保持力

木ねじ保持力試験の結果を図8に示す。普通ポルトランドセメント使用条件では、スギ材の中層への

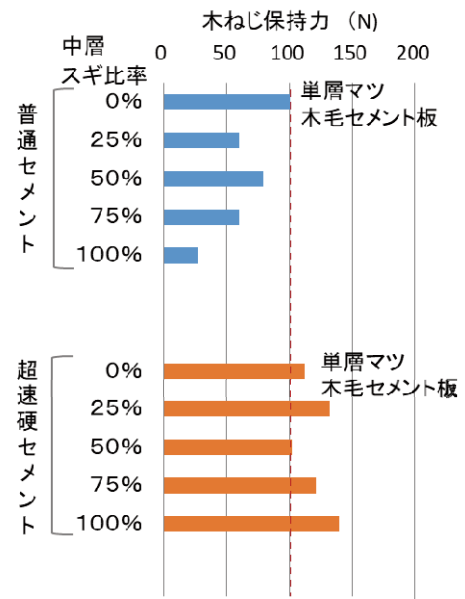


図8 三層木毛セメント板の木ねじ保持力

混合により曲げ強さは大きく低下した。その値はスギ材比率 0%の値 101N に対して、スギ材比率 25%~75%においては、 $60\sim80\text{N}$ と 2割~4割程度低下した。

超速硬セメントを使用した条件では、スギ材の混合による強度低下はみられなかった。超速硬セメントを用いた硬化阻害の抑制と木ねじ保持力の向上を確認することができた。

4. おわりに

表面層にマツ材を使用し、裏面層にマツ材とスギ材を混合した二層木毛セメント板と、表面層、裏面層にマツ材を使用し、中層にマツ材とスギ材を混合した三層木毛セメント板を作製した。スギ心材の硬化阻害抑制策として超速硬セメントを使用し、マツ材とスギ材混合層の配合比を変えて、それらがセメント板の物性等に与える影響について検討を行った。

スギ材の混合により、普通ポルトランドセメントを使用したセメント板では二層板、三層板とも物性が低下した。それに対し、超速硬セメントを使用した二層セメント板では、スギ材の混合による剥離強さの低下はみられなかった。曲げ強さ、木ねじ保持力は低下したものの、その低下傾向は普通ポルトランドセメントに比較して小さく、超速硬セメントの硬化阻害抑制と物性向上を確認することができた。

超速硬セメント使を使用した三層板は、スギ材を混合しない単層木毛セメント板と同様の剥離強さ、曲げ強さ、木ねじ保持力が得られた。また、三層化することにより、スギ心材からの滲出成分による茶褐色の変色を抑えることができた。

超速硬セメントを用い、セメントの硬化速度を高めることにより、スギ心材のセメント硬化阻害を抑え、マツ単層木毛セメント板と同様の物性と化粧性を備えた三層木毛セメント板が完成した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、マツ木毛、スギ木毛の提供他においてご協力をいただきました株式会社栄進工業に感謝いたします。

文献

- 1) 独立行政法人森林総合研究所;木材工業ハンドブック,丸善株式会社,p.558-559(2004)
- 2) 独立行政法人森林総合研究所;木材工業ハンドブック,丸善株式会社,p.562-564(2004)
- 3) 安田征一,松下泰幸;木材工業,日本木材加工技術協会,VOL.58,p.252-257(2003)
- 4) 山岸宏一,藤本英人,北沢政幸,穴沢忠,江畑進,板垣博一;北林産試月報,北海道立林産試験場,No.417(1986)
- 5) 山岸宏一;北林産試月報,北海道立林産試験場,No.418(1987)
- 6) 谷岡晃和;,日本木材学会中国・四国支部第25回研究発表会研究発表要旨集,日本木材学会中国・四国支部第25回研究発表会実行委員会事務局,p.24-25(2013)
- 7) 谷岡晃和;鳥取県産業技術センター研究報告,地方独立行政法人鳥取県産業技術センター,No.17(2014)