

木炭と竹繊維を使用したセメント系複合材料の開発に関する研究

(その5 加圧成型した供試体の曲げ強度試験および調湿性試験の結果)

木炭 竹繊維 建築ボード 正会員 ○佐藤 嘉昭* 同 大谷 俊浩** 同 荒川 堅太郎***
曲げ強度 調湿性 同 清原 千鶴**** 同 永松 静也***** 同 平居 孝之*****

1. はじめに

前報¹⁾の問題点を改善するために、竹繊維を扇子工場から発生する廃材である竹繊維に、成型方法を鋼製型枠加圧成型法にそれぞれ変更した建築ボードに対して行った曲げ強度試験および調湿性試験の結果について記す。

2. 実験方法

本実験に使用した材料を表1に示す。調合は、水セメント比を30%で一定とし、木炭混入率を0~80vol%、竹繊維混入率を0~20vol%と変化させた組合せで20調合とした。なお、結合材であるセメントペーストは、混和材との分離を防ぐことを目的として、混和剤によってフロー値を200mmとした粘性の高いものとした。

表1 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント 密度 3.14g/cm ³
混和剤	高性能AE減水剤
木炭	杉低温炭3号 粒径 8mm, 絶乾密度 0.22g/cm ³ 吸水率 342.5%
竹繊維	扇子工場廃材(孟宗竹) 繊維長 約2cm, 繊維径 約600μm 絶乾密度 0.8g/cm ³

混練の前準備として、木炭は混練前日に絶乾状態で計量を行い、表乾吸水率分の水と一緒にビニール袋で密封し、20℃の恒温室内に24時間静置させて表乾状態になるように飽水させた。竹繊維は繊維長20mmに切断し、60分間煮沸処理を行い、絶乾状態で計量したものを混練24時間前より20℃水中に浸漬し、混練直前に表面の余分な水分を拭き取り表乾状態にした。なお、今回使用する竹繊維は、煮沸処理を行わずとも糖分は含有しておらず、セメントの硬化障害を引き起こさないことが確認されている²⁾。

混練方法は、まず容量5ℓのモルタルミキサでセメントを30秒間空練りし、次に水と混和剤を投入して60秒間練り混ぜ、セメントの掻き落とし作業を行った後、さらに90秒間練り混ぜた。作製したセメントペーストに木炭、

竹繊維の順に混入し、それぞれ均一に分散するまで手動で練り混ぜた。

打設方法は、成型寸法500×500×10mmの鋼製型枠を用い、木炭および竹繊維を混入したセメントペーストを15mm厚さで投入して加圧機でフタが側板に接する(厚さ10mm)まで加圧し、その状態のままシャコ万で固定した。供試体は実験室内にて2日間湿布養生を行い脱型した。その後、材齢28日まで20℃水中養生を行い、曲げ強度試験用供試体(200×40×10mm)15体と調湿性試験用供試体(250×250×10mm)1体を切り出した。切り出した供試体は再び20℃水中養生を行い、材齢56日で各試験に供した。

曲げ強度試験は、変位制御式試験機を用いてスパン150mmで行った。なお、供試体は表乾状態である。調湿性試験は内寸法60×50×40cmの恒温恒湿器を用いて20℃・90%RH⇔20℃・55%RHの条件を24時間毎に繰り返す1サイクルを48時間としたものであり、供試体の質量変動が一定となった時点の質量変動で評価した。供試体は竹繊維混入率が4%で木炭混入率が0, 2, 4, 6%の4枚を使用した。また、調湿性の比較用として同一寸法の杉に対しても同様に調湿性試験を行った。

3. 実験結果および考察

曲げ強度と竹繊維混入率の関係を木炭混入率ごとに図1に示す。図より、木炭混入率40%は無混入のものと比較して約4割程度低下している。その後、木炭混入率が10%増加するごとにおおむね7%程度低下していることがわかる。また、竹繊維混入率が2%または4%のものまで曲げ強度が増加しており、竹繊維の補強効果がみられる。容積調合で行っているため木炭混入率が一定の場合、竹繊維混入率の増加にともない結合材であるセメントペースト量は減少する。結合材の量が減少すれば曲げ強度は低下するが、その低下量以上の曲げ強度を混入した竹繊維が補っているものと考えられる。しかし、それ以上に竹繊維の混入率を増加させた場合、混入率の増加に伴

Development of Cementitious Composite Material Containing Charcoal Particle and Bamboo Fiber
(Part 5 Results of Bending test and Humidity Control Test of Specimens made by Compressing)

SATO Yoshiaki, OTANI Toshihiro, ARAKAWA Kentaro, KIYOHARA Chizuru, NAGAMATSU Seiki and HIRAI Takayuki

って曲げ強度は低下しており、多量の竹繊維の混入は逆に強度低下を生じることがわかった。参考として図中にJISのシージング石膏ボードの湿潤時の曲げ強度の基準値(3.7N/mm²)を破線で示すが、木炭混入率40%、竹繊維混入率2~6%でその値を上回っていることがわかる。

曲げタフネスと竹繊維混入率の関係を木炭混入率ごとに図2に示す。曲げタフネスは荷点変位がスパンの1/10(15mm)までの変位で求めた。なお、それ以前に破壊した場合は破壊点までの変位で求めた。図より、曲げタフネスは曲げ強度と同様の傾向を示しているが、その程度は曲げ強度より顕著である。また、木炭混入率の増加に伴って曲げタフネスのピークの位置が竹繊維混入率の少量側へ移行している。その原因として、木炭混入率の増加に伴ってセメントペースト量が減少し、竹繊維との十分な付着が得られなかったこと、竹繊維の分散が十分に得られなかったことによる影響などが考えられる。

図3に調湿性試験で質量変動が安定した10サイクル目の質量変化を供試体表面積で除した結果を示す。図より、木炭混入率の増加に伴って吸湿量が増加し、木炭混入率70%で杉と同等の調湿効果を示していることがわかる。

4. まとめ

木炭と竹繊維の有効利用を目的として、それらの機能特性を活用した建築ボードの開発を目指して強度試験および調湿性試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- (1) 竹繊維を混入することで、曲げ強度および靱性の向上が可能である。しかし、多量に混入した場合は逆に強度および靱性が低下する。
- (2) 木炭混入率70%・竹繊維混入率4%の調合で杉と同等の調湿性能を有する。
- (3) 建築ボードとして必要な強度を有しているのは木炭混入率40%・竹繊維混入率2%~6%の調合であるが、調湿性能は十分とは言えず、更なる強度性能および調湿性能の改善が必要と考えられる。

【参考文献】

- 1) 佐藤嘉昭他：木炭と竹繊維を使用したセメント系複合材料の開発に関する研究(その3, その4), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 材料施工, pp.1025-1028, 2000
- 2) 佐藤嘉昭他：自然素材を活用した建築ボードの開発—木炭と竹繊維の有効利用—(その3), 日本建築学会研究報告九州支部, 第40号・1構造系, pp137-141, 2001

* 大分大学工学部建設工学科・工博
 ** 大分大学工学部福祉環境工学科・工修
 *** 熊本大学大学院自然科学研究科
 **** 大分大学工学部建設工学科・工修
 ***** 北九州大学国際環境工学部環境空間デザイン学科・工博
 ***** 日本文理大学工学部建築学科・工博

* Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita Univ.・Dr. Eng.
 ** Dept. of Human Welfare Eng., Faculty of Eng., Oita Univ.・Mr. Eng.
 *** Graduate School of Science and Technology, Architecture, Kumamoto Univ.
 **** Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita Univ.・Mr. Eng.
 ***** Dept. of Environmental Space Design, Faculty of Environmental Eng., Kitakyusyu Univ.・Dr. Eng.
 ***** Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Nippon Bunri Univ.・Dr. Eng.

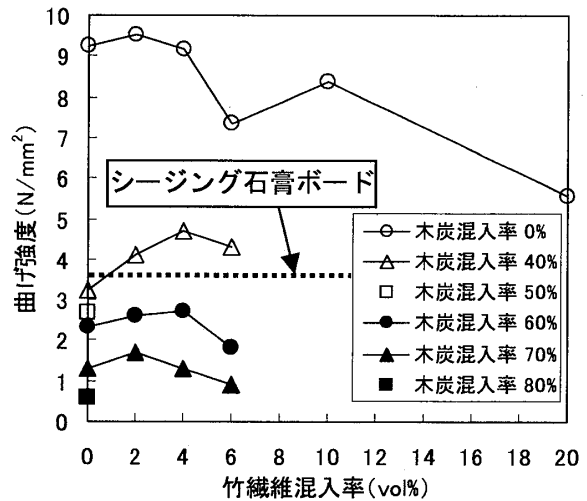


図1 曲げ強度と竹繊維混入率の関係

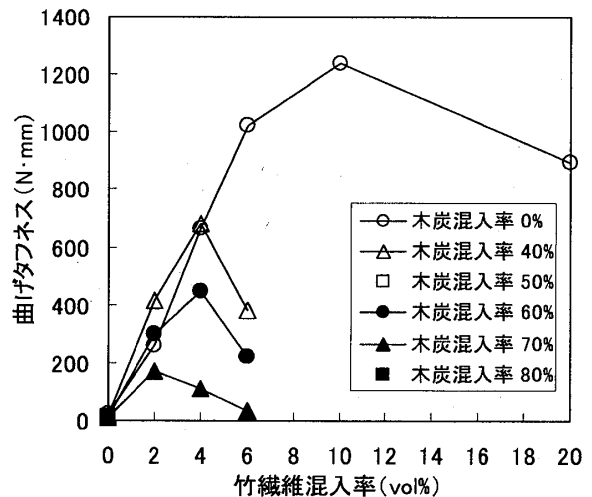


図2 曲げタフネスと竹繊維混入率の関係

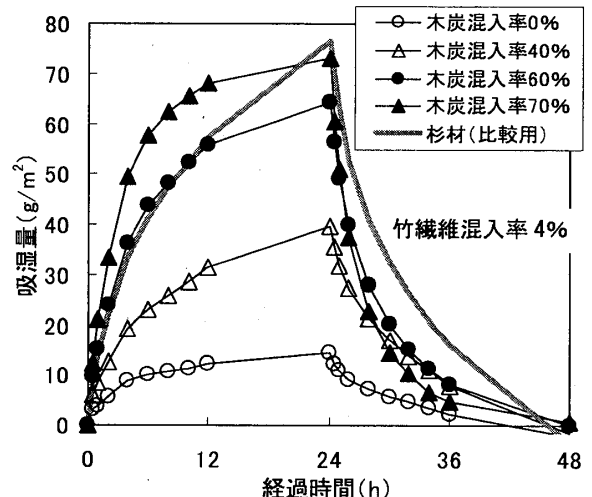


図3 吸湿量の経時変化(10サイクル目)