

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5 耐久性の検討)

正会員 ○佐藤 嘉昭*¹ 同 大谷 俊浩*² 同 清原 千鶴*³
同 荒川 堅太郎*⁴ 同 永松 静也*⁵ 同 平居 孝之*⁶

1. はじめに

筆者らの研究では、環境にやさしい建材を開発することを目的として、図1に示す調湿性能に優れた木炭および図2に示す力学的特性に優れた竹といった自然素材を有効利用し、結合材としてセメントペーストを使用した建築ボードの開発に関する研究を行っている。一連の研究において、本実験で使用する竹繊維に糖分は含有されておらず、セメントの硬化障害を引起さないこと¹⁾、木炭混入率 40vol%、竹繊維混入率 2~6vol%の調合でシーリング石膏ボードと同程度の曲げ強度を有する建築ボードを作製することが可能であること²⁾、木炭を 40vol%混入することでスギの約半分、70vol%混入することでスギと同等の調湿性能を有していること³⁾などを見出した。しかしながら、自然素材、特に補強材である竹繊維を有機のまま使用していることから、その竹が腐敗してしまうことが考えられ、耐久性の面が危惧された。そこで、材齢1年までの長期曲げ強度を測定し、耐久性の検討を行った。以下はその報告である。

2. 試験方法

実験に使用した材料を表1に示す。調合は表2に示すように、セメントペーストは水セメント比を30%で一定とし、フロー値を混和剤によって200mmに調整した粘性の高いものとした。混和材の混入率は、木炭の混入率を0, 40, 50, 60, 70, 80vol%、竹繊維の混入率を0, 2, 4, 6, 10, 20vol%とした組み合わせとし、調合は全部で20調合とした。供試体の作製方法等についての詳細は前報に記載している²⁾。

作製した供試体は、材齢6ヶ月まで20℃水中養生を行い、それ以降、材齢1年までは20℃・60%RHの恒温恒湿室内にて気中養生を継続した。

曲げ強度試験の材齢は56日、6ヶ月、8ヶ月および1年とした。なお、材齢56日および6ヶ月の供試体は表乾状態で、材齢8ヶ月および1年の供試体は気乾状

態で試験を行った。供試体寸法は作製したボード型供試体(500×500×10mm)から切り出した40×200×10mmで、供試体数は3~5枚とした。載荷方法は、変位制御式試験装置を用い、スパン150mm中央3点曲げとし、載荷速度を0.3mm/minとして行った。

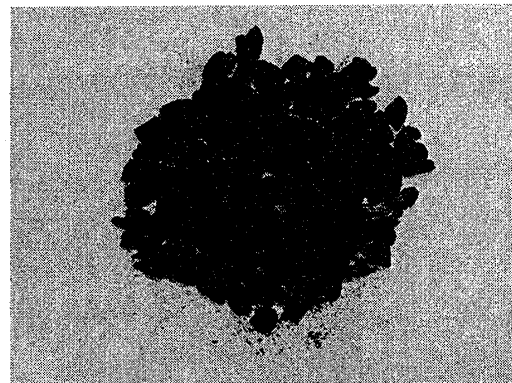


図1 木炭

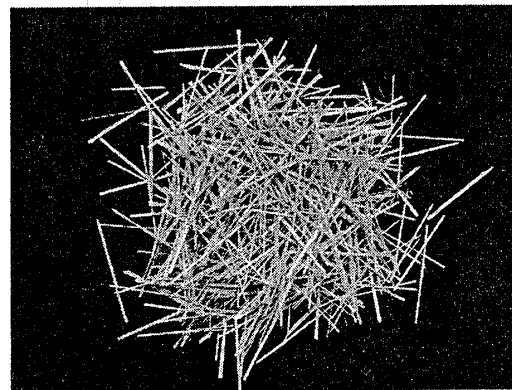


図2 竹繊維

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

表2 調合

No.	W/C (%)	Ch混入率 (V%)	Bf混入率 (V%)	単位質量(kg/m ³)					フロー (mm)
				C	W	Ch	Bf	SP	
1	30	0	0	1616.9	473.7	0	0	11.32	196
2			2	1584.6	464.3	0	18.14	11.09	193
3			4	1552.2	454.8	0	36.28	10.87	195
4			6	1519.9	445.3	0	54.42	10.64	193
5			10	1455.2	426.4	0	90.7	10.19	189
6			20	1293.5	379.0	0	181.4	9.05	190
7		40	0	970.1	284.2	88.0	0	6.79	178
8			2	937.8	274.8	88.0	18.14	6.56	184
9			4	905.5	265.3	88.0	36.28	6.34	187
10		60	6	873.1	255.8	88.0	54.42	6.11	184
11			0	646.8	189.5	132.0	0	4.53	186
12			2	614.4	180.0	132.0	18.14	4.30	187
13		70	4	582.1	170.5	132.0	36.28	4.07	199
14			6	549.7	161.1	132.0	54.42	3.85	180
15			0	485.1	142.1	154.0	0	3.40	191
16		50	2	452.7	132.6	154.0	18.14	3.17	183
17			4	420.4	123.2	154.0	36.28	2.94	187
18		80	6	388.1	113.7	154.0	54.42	2.72	187
19			0	808.4	236.9	110.0	0	5.66	199
20		0	323.4	94.7	176.0	0	2.26	206	

* W: 水、Ch: 木炭、Bf: 竹繊維、SP: 高性能AE減水剤 (対セメント質量比0.7%)

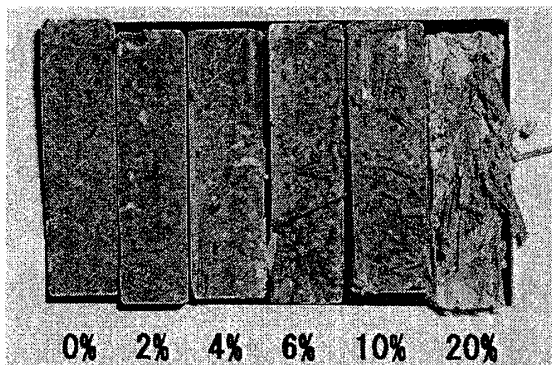


図3 供試体破断面写真(木炭無混入 材齢1年)

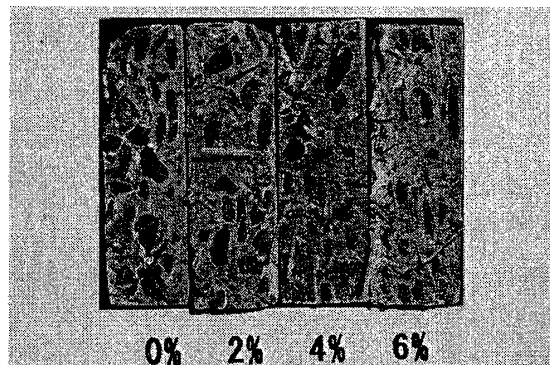


図4 供試体破断面写真(木炭混入率40% 材齢1年)

3. 試験結果および考察

材齢1年で曲げ強度試験を行った供試体のうち代表的なものとして、図3に木炭無混入、図4に木炭混入率40%の破断面の写真を示す。目視による観察の結果、混入した竹繊維に腐敗した状況は確認されなかった。

図5に、供試体密度の経時変化を示す。各グラフとも材齢6ヶ月から8ヶ月において密度が大きく低下しているが、これはこの期間に20℃水中養生から20℃・60%RH 気中養生へ移行したためである。

図6に曲げ強度経時変化を示す。各グラフとも密度の経時変化と同様に、材齢6ヶ月から8ヶ月に曲げ強度が低下している。この原因として、結合材としてセメントペーストを使用していることから、水中養生から気中養生へ移行したことで乾燥収縮を起こし、供試

体表面に微細なひび割れが発生し、曲げ強度が低下したものと考えられる。また、その期間の強度の低下量は木炭混入率が増加するほど減少しており、木炭を混入することで乾燥収縮によるひび割れの発生を低減することが可能であると考えられる。耐久性の面では、曲げ強度は材齢8ヶ月から1年にかけてほとんど低下しておらず、逆に増加しているものも存在すること、また材齢1年の曲げ強度試験後の供試体内部の竹繊維を目視で観察した結果、その竹が腐敗している状況は観察されなかったことから、材齢1年の期間において、耐久性について特に問題はなく、竹の防腐処理等は特に必要ないと考えられる。

図7に曲げタフネスの経時変化を示す。なお、これらは中央部たわみがスパンの1/10 (15mm) まで、そ

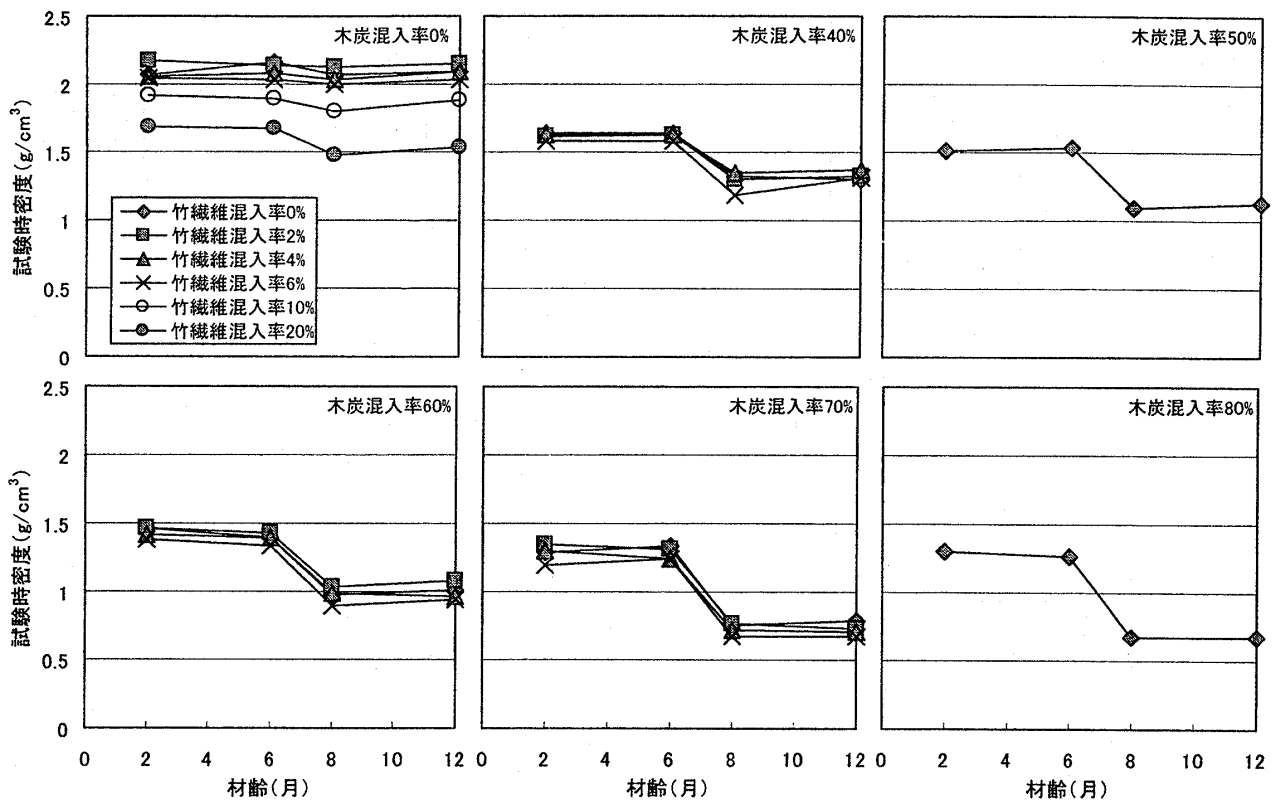


図5 供試体密度の経時変化

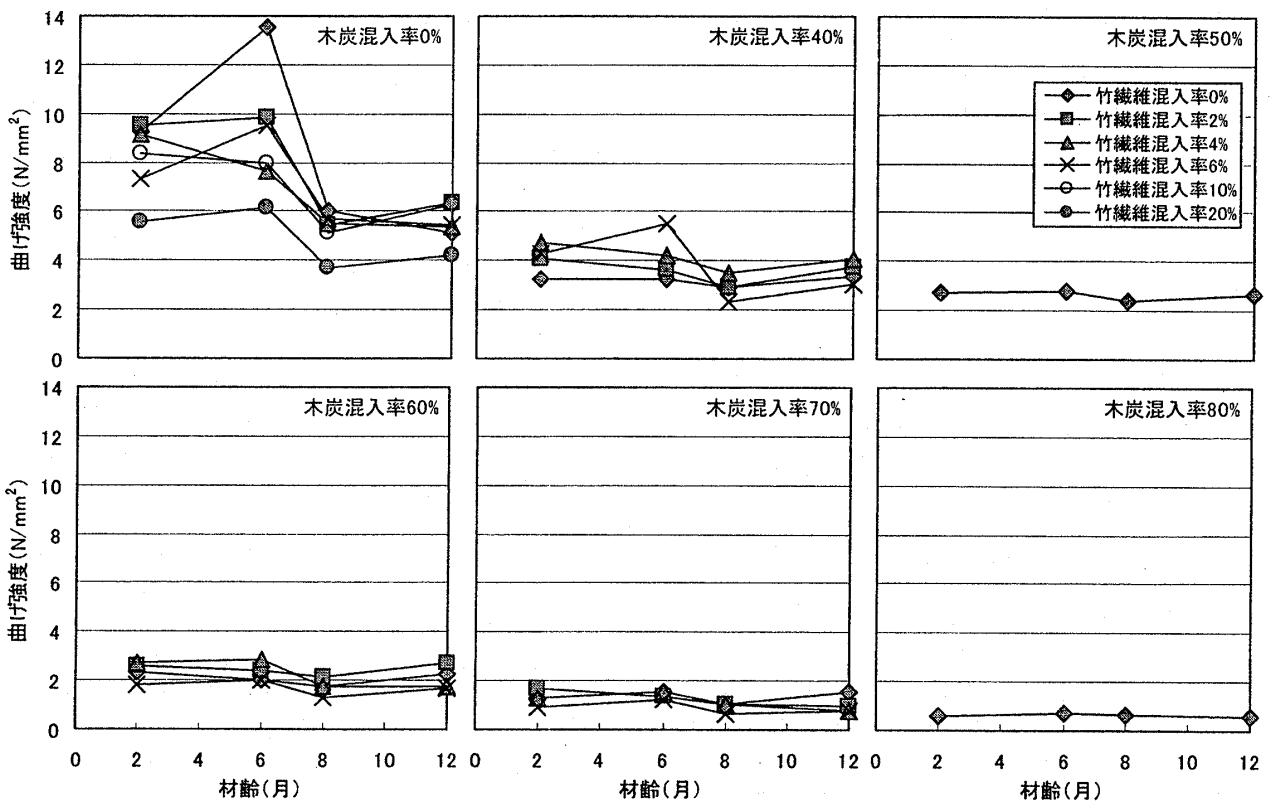


図6 曲げ強度の経時変化

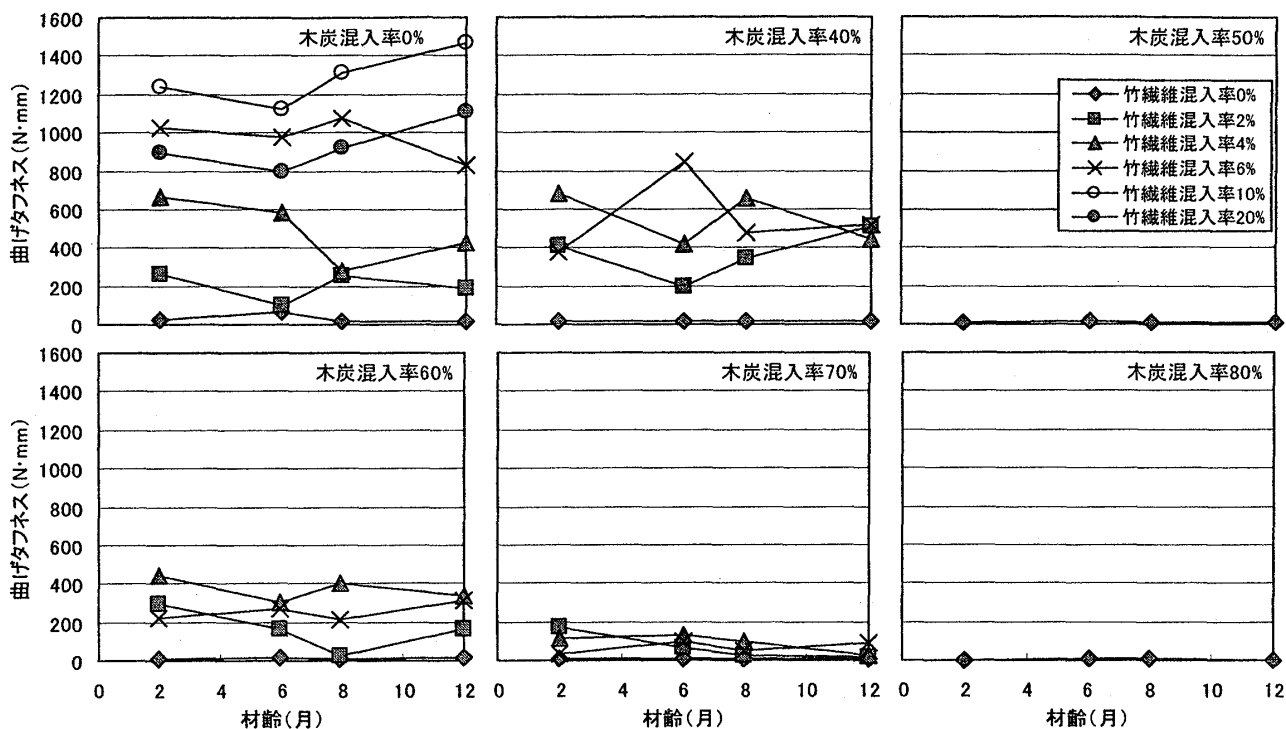


図7 曲げタフネスの経時変化

れ以前に破壊に達しがものはそれまでの荷重-たわみ曲線から求めたものである。曲げタフネスは、ばらつきがみられるが、ほぼ横ばいの値を示し、材齢1年においても竹繊維の付着性状に大きな変化は生じておらず、この面からも試作した建築ボードの耐久性について問題はないものと考えられる。

4. まとめ

本研究では木炭と竹繊維の2つの自然素材が有する機能特性を活用した環境にやさしい建築ボードの開発を目標として、そのボードの長期強度を測定することで耐久性の評価を行った。本実験の範囲で得られた結果をまとめると以下のようである。

- (1) 材齢1年までにおいて、乾燥にともなう曲げ強度の低下を除き曲げ強度および曲げタフネスの低下はみられず、また供試体内部の竹繊維に腐敗している状況は確認されなかったことから、耐久性について問題なく、竹の防腐処理などは特に必要ないと考えられる。

- (2) 木炭を混入することで乾燥にともなう強度低下を抑制することができる。

【謝辞】

本研究は、大分県産業科学技術センター(別府産業工業試験所・大内成司氏)ならびに(株)ハヤミ(開発部長・柴田和己氏)との共同研究として実施したものである。木炭は、(株)ハヤミより提供して頂いた。また、竹繊維については、滋賀県・竹伸会より提供して頂いた。その他実験を手伝って頂いた方々に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 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 糖分分析試験および硬化障害試験), 日本建築学会九州支部研究報告, 第40号・1 構造系, pp.137-140, 2001
- 2) 荒川堅太郎他：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4 ボード型供試体の曲げ強度試験), 日本建築学会九州支部研究報告, 第40号・1 構造系, pp.141-144, 2001
- 3) 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), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1 材料施工, pp.401-402, 2001

*1 大分大学工学部建設工学科 教授・工博
 *2 大分大学工学部福祉環境工学科 助手・工修
 *3 大分大学工学部間接工学科 助手・工修
 *3 熊本大学大学院博士前期課程
 *4 北九州大学教授・工博
 *5 日本文理大学・工博

Prof., Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita University, Dr. Eng.
 Research Associate, Dept. of Human Welfare Eng., Faculty of Eng., Oita University, M. Eng.
 Research Associate, Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Oita University, M. Eng.
 Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University
 Prof., Dept. of Environmental Space Design, Faculty of Environmental Eng., Kitakyusyu University, Dr. Eng.
 Prof., Dept. of Architectural Eng., Faculty of Eng., Nippon Bunri University, Dr. Eng.