

## 竹繊維を用いた繊維補強コンクリートの強度特性

明石工業高等専門学校 正会員 ○武田 宇浦  
神戸大学 学生員 生田 麻実

### 1. 序論

近年、全国の里山で放置竹林問題が発生し、竹の適切な間伐が必要となっている。この放置竹林問題の原因として、以前はタケノコが高値で取引されていたため竹林は適切に管理されていたが、中国の安価なタケノコの輸入や林業の後継者減少などのために管理が難しくなったことがあげられる。放置された竹は、造林地に侵入して杉など植栽木を枯らす、斜面崩壊を招くなどの問題を起こす。そこで竹間伐材の有効利用方法を確立することが求められている。

本研究では、竹林管理における間伐材の有効利用方法の1つとして、竹を爆砕処理方法により繊維化したものをコンクリートに混入し、建設材料としての利用可能性を実験的に検討した。その基礎実験として、竹繊維を混入したコンクリートの基礎物性を把握することを目的とする。

### 2. 強度試験概要

表1の示方配合に従い、普通ポルトランドセメント、海砂(表乾密度 2.60 g/cm<sup>3</sup>、FM2.83、粒径 5mm 以下含有率 0.0%)、碎石(表乾密度 2.62 g/cm<sup>3</sup>、最大粒径 20mm、粒径 5mm 以下含有率 1.0%)、爆砕竹繊維、AE 減水剤、AE 助剤を用いてコンクリート供試体作製した。水セメント比は 50%一定とし、竹繊維混入率はセメントの容積に対し 0、5、10、20、40%とする。竹繊維は水を投入後、練混ぜを続けながら繊維が偏らないようほぐ

しながらミキサに投入して計 180 秒間練混ぜを行った。供試体は水中養生を行い、材齢 28 日で圧縮・曲げ・引張強度試験を行った。

なお、竹繊維の持つ糖分はセメントの凝結を著しく阻害する。そこで予備実験により、竹繊維の糖分除去方法は竹繊維を 5 日間常温水に浸漬することとした。この方法により竹繊維の糖分を凝結遅延が起こる基準とされるセメント質量に対し 0.1%以下まで除去し、約 5cm に裁断してコンクリートに混入した。

### 3. 強度試験結果と考察

図1、2に竹繊維混入コンクリートの材齢 28 日の圧縮強度および曲げ強度と竹繊維混入率との関係をそれぞれ示す。これらのグラフより、コンクリートに竹繊維を混入した場合、混入率に関わらずそれぞれの強度は、ほぼ一定であることがわかった。繊維補強セメント複合体に短繊維を混入した場合、一般に圧縮強さは低下し、さらに、繊維混入量が増えるとセメント複合体の製造が困難になるため、繊維の分散と複合体の締固めが不十分で多孔質となり強度低下に繋がるとされている<sup>1)</sup>。今回竹繊維混入率の増加に伴う強度低下がみられなかったのは、コンクリート供試体全体のうち竹繊維の占める割合が小さく、竹繊維を混入したことによる影響も比較的小さいことによると考えられる。また、竹繊維混入率の増加に伴いセメントペースト部

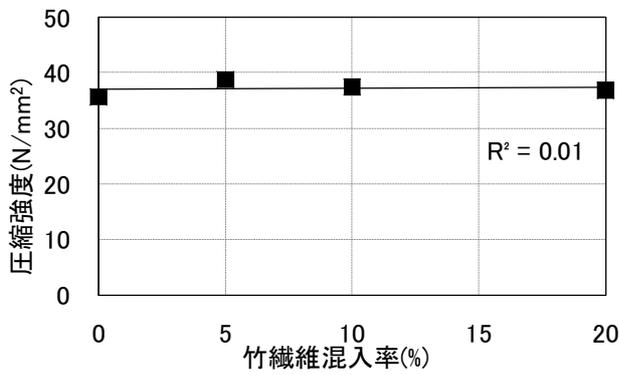
表1 竹繊維混入コンクリート示方配合

竹繊維 混入率* (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					AE 減水剤 (cc/m <sup>3</sup> )	AE 助剤 (cc/m <sup>3</sup> )
	W	C	S	G	BF		
0	175	350	746	991	0	875	1751
5	174	348	742	986	3	870	1741
10	173	346	737	980	6	865	1731
20	171	342	729	969	13	856	1711
40	167	335	713	948	25	837	1674

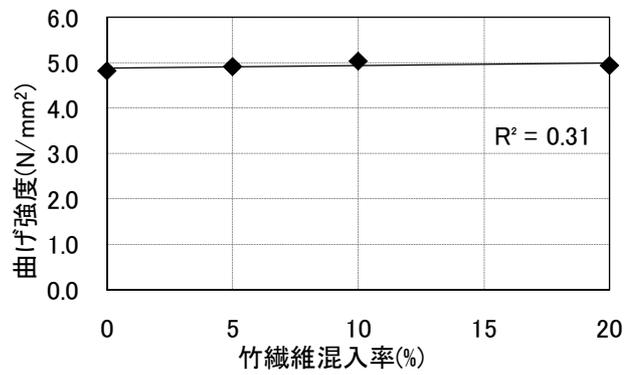
\*セメントの容積に対する外割配合

キーワード 竹繊維、コンクリート、繊維補強  
連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市西岡 679-3

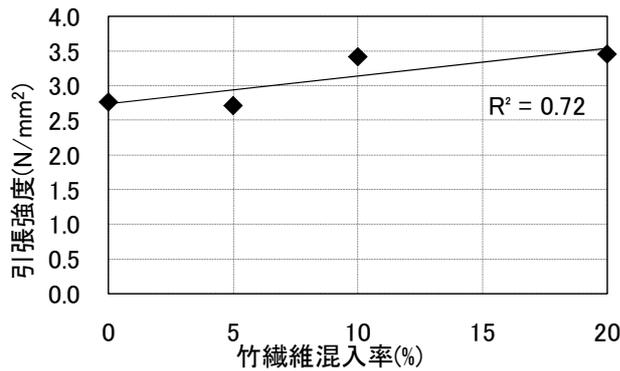
TEL:078-946-6176 FAX:078-946-6184



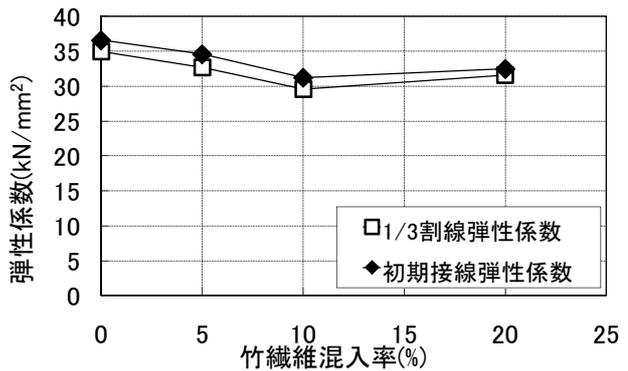
(a) 圧縮強度



(b) 曲げ強度



(c) 静弾性係数



(d) 引張強度

図1 各強度における竹繊維混入率の影響

に空隙が増加するが、コンクリートでは粗骨材が十分に荷重を受け持っているため、この空隙の影響は小さかったものと考えられる。なお竹繊維混入率40%では、練混ぜ状態が均一でなくなり、ミキサから取り出した際に大きな塊となり偏った竹繊維が観察され、ワーカビリティが悪く型枠への打ち込みが困難であったため、圧縮試験用供試体を作製することが不可能であることもわかった。曲げ試験用供試体においても竹繊維混入率40%では施工不良によって空隙や層ができ、均一な供試体を作製することができなかつたため強度試験には至らなかつた。

引張試験においては図3のように竹繊維混入率の増加に伴い、強度が増加傾向にあることがわかった。爆砕処理法により取り出した竹繊維の強度は、孟宗竹で700~1000N/mm<sup>2</sup>、真竹および淡竹で200~700N/mm<sup>2</sup>の引張強度を持つことが報告されている<sup>2)</sup>。一方コンクリートの引張強度は圧縮強度のおよそ1/10ほどであり引張応力に弱い材料であるため、引張において高強度天然繊維とされる竹繊維を混入することでその引張強さが向上したと推測できる。また、繊維補強複合体に及ぼす主要な補強効果がひび割れ後に表れる為、

ひび割れ後においては、ひび割れ面が繊維によって橋架けされており、繊維の引き抜け抵抗によりひび割れ面に応力が伝達され、モルタルの脆性的な破壊が防止されている<sup>3)</sup>。

また静弾性係数と竹繊維混入率の関係を図4のように得た。コンクリート部材の設計では、原則として割線弾性係数を適用しており、この静弾性係数の低下は剛性の低下とも言い換えることができる。

4. 結論

本研究では、竹繊維混入コンクリートの強度試験の結果、以下のような実験結果が得られた。

- 1) 竹繊維混入コンクリートの圧縮強度および曲げ強度は、竹繊維混入率に関わらずそれぞれ一定であり、引張強度は混入率の増加に伴い増加した。
- 2) 竹繊維混入コンクリートは、混入率40%以上では練混ぜ・打ち込みにおいて施工性が著しく低下した。

参考文献

- 1) 笠井芳夫編著:コンクリート総覧, 技術書院, pp.17-18, 1982
- 2) 高橋明宏他3名著:爆砕処理法により取り出した竹繊維の動的引張特性, 都城工業高等専門学校研究報告第41号, pp.28-29, 2007
- 3) 前出1):p.37