

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

## 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に示す材料を用いて、水セメント比を50%一定として竹繊維混入コンクリートを作製した。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。まずセメントと細骨材および粗骨材で空練りを行い、30秒後に水を投入、練混ぜを続けながら竹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。圧縮強度試験の際には、強度を測定するとともに、ひずみゲージを接着した供試体を用いて静弾性係数試験を行い、1/3割線弾性係数と初期接線弾性係数を求めた。

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を竹繊維を5日間常温水に浸漬することと定めた。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。

表1 竹繊維混入コンクリートの使用材料

使用材料	物性値
セメント	普通ポルトランドセメント、 密度：3.15g/cm <sup>3</sup>
細骨材	海砂、表乾密度：2.60g/cm <sup>3</sup> 、FM：2.83、 粒径5mm以上含有率：0.0%
粗骨材	砕石、表乾密度：2.62g/cm <sup>3</sup> 、最大粒径 20mm、粒径5mm以下含有率：1.0%
竹繊維	爆砕竹繊維*
混和剤	AE減水剤;リグニンスルホン酸化合物 AE助剤;アルキルアリルスルホン酸化合物

\*糖分除去したもの

## 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

ビリティー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つた。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

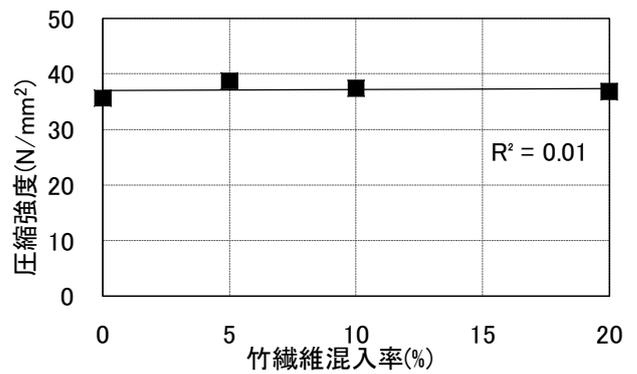


図 1 竹繊維混入コンクリートの圧縮強度と竹繊維混入率の関係

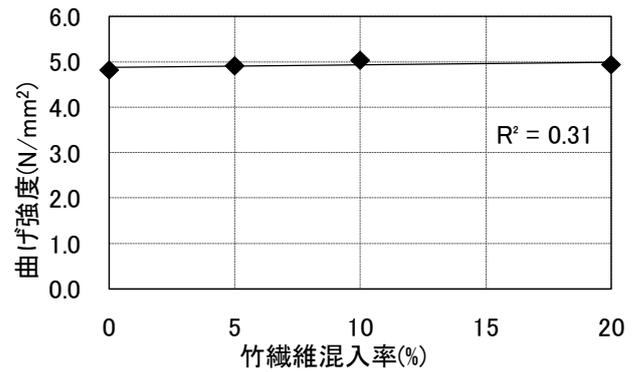


図 2 竹繊維混入コンクリートの曲げ強度と竹繊維混入率の関係

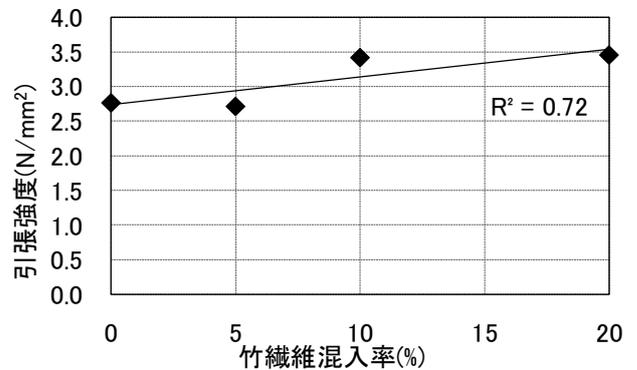


図 3 竹繊維混入コンクリートの引張強度と竹繊維混入率の関係

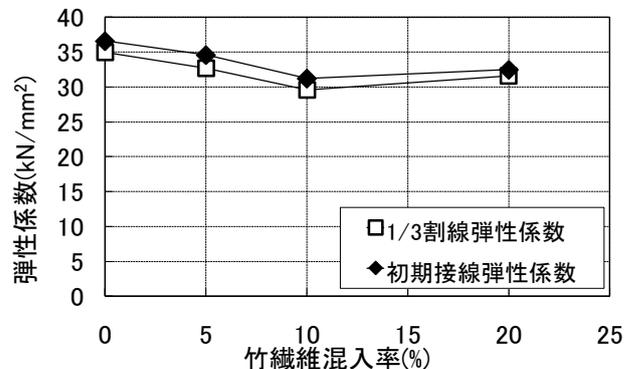


図 4 竹繊維混入コンクリートの静弾性係数と竹繊維混入率の関係