太径竹繊維を混入したコンクリートの力学特性

筑波大学　学生会員　○劉　金鵬
筑波大学　正会員　金久保　利之

１．目的

竹材は日本国内に豊富に存在する資源であり，成長も早く，比較的長い繊維長を有しており，力学的特性も優れている。また，有機素材であるため焼却処理をした際にダイオキシンを生じない，環境にも優しい材料である。本研究では太径竹繊維（径 1.8mm，長さ 30mm）を普通コンクリートに混入して練混ぜ・フレッシュ状況を確認し，圧縮強度，曲げ強度を確認することを目的とする。

２．使用材料

２．１　竹繊維

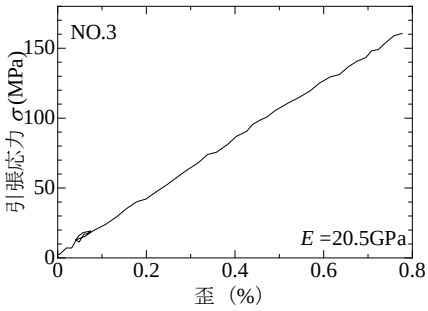
竹繊維には，径 1.8mm の太径竹繊維を長さ 30mm にカットしたものを用いた。繊維の体積を実測して求めた繊維の形状を，表－1 に示す。また，カットする前の引張試験結果を表－2 に，応力－歪関係の例を図－1 に示す 。竹繊維の体積混入率は 1%および 2%とした。

表－1 使用竹繊維の形状

密度 (g/cm^3)	長さ (mm)	断面積 (mm^2)	真円としたときの径 (mm)
0.985	30	2.54	1.80

表－2 使用竹繊維の引張試験結果

標本数 9(本)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
平均値	153	18.7
最大値	301	23.3
最小値	55.5	12.7
標準偏差	68.5	2.98



図－1 応力－歪関係の例

２．２　コンクリート

コンクリートには，普通ポルトランドセメント，最大径 20mm の砕石，陸砂および減水剤を用いた。配合計画を表－3 に示す。

表－3 コンクリートの配合計画

水セメント比 W/C	細骨材率 s/a	単位量(kg/m^3)				
		水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
0.70	0.45	180	257	805	1021	2.57

３．実験結果

３．１　練混ぜおよびフレッシュ性状

竹繊維の投入は，通常のコンクリートとしての練混ぜ後に投入した。スランプは，混入率 1%および 2%のコンクリートでそれぞれ 14.0cm，9.5cm で（写真－1），混入率の増加に伴う流動性の低下がみられた。なお，繊維の分離などは見られず，通常の打込みで対応可能な範囲のワーカビリティが確保できていると考えられる。

混入率 1%　　混入率 2%

写真－1 スランプ試験結果

３．２　圧縮強度試験

圧縮強度試験には，φ100mm－200mm のシリンダー供試体を用い，圧縮加力を行った。試験結果の一覧を表－4 に，圧縮応力－歪関係の例を図－2 に示す。繊維の混入率が増加すると，圧縮強度および弾性係数が減少する傾向がみられる。

キーワード　竹繊維，竹ひご，繊維コンクリート
連絡先　〒305-8577　茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 システム情報工学研究科

３．３ 曲げ強度試験

曲げ強度試験には，100mm×100mm×400mm の角柱供試体を用い，3 等分点曲げ加力を行った。スパン中央部および載荷点のたわみを計測し，JCI-SF4（繊維補強コンクリートの曲げ強度および曲げタフネス試験方法）[1)]に基づき，たわみ 1/150 での曲げタフネスおよび換算曲げ強度を求めた。試験結果の一覧を表－5 に，荷重－たわみ関係の例を図－3 に示す。加力後の供試体を写真－2 に示す。

荷重－たわみ関係は，ひび割れ発生と同時に荷重が低下し，その後なだらかに荷重が低下する傾向を示した。ひび割れ発生面は 1 か所であった。曲げタフネスおよび換算曲げ強度は繊維の混入率が増加すると合わせて増加する傾向が見られ，繊維の効果が確認できる。加力後のひび割れ面を見ると，破断している繊維はなく，すべてコンクリートからの抜出しであった。

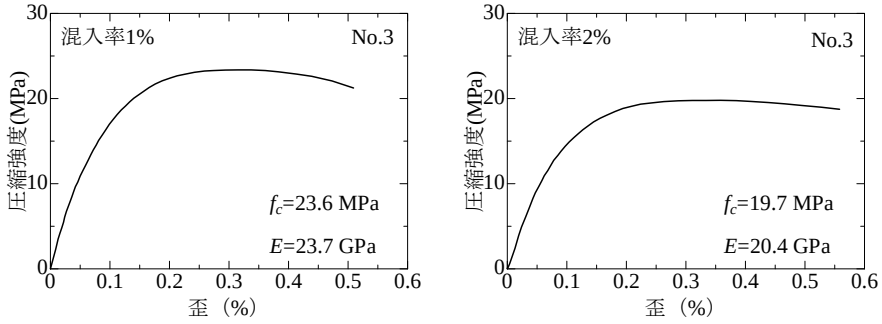


図-2 圧縮応力－歪関係の例

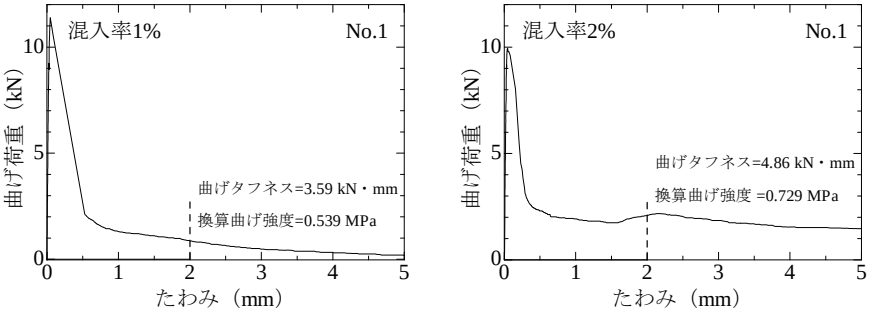


図-3 荷重－たわみ関係の例

表－4 圧縮試験結果

		圧縮強度（MPa）	静弾性係数（GPa）
混入率 1%	No.1	25.1	20.4
	No.2	24.8	24.5
	No.3	23.6	23.7
	平均	24.5	22.9
混入率 2%	No.1	20.4	21.4
	No.2	20.2	（データ不良）
	No.3	19.7	20.4
	平均	20.1	20.9

表－5 曲げ試験結果

		曲げタフネス（kN･mm）	換算曲げ強度（MPa）
混入率 1%	No.1	3.59	0.539
	No.2	4.81	0.722
	No.3	1.61	0.242
	平均	3.34	0.501
混入率 2%	No.1	4.86	0.729
	No.2	5.61	0.842
	No.3	5.27	0.791
	平均	5.25	0.787

写真－2 曲げ試験後の供試体

４．まとめ

圧縮強度が 20MPa クラスの普通コンクリートに，太径竹繊維を体積混入率で 1%および 2%混入した結果，スランプは低下したが材料分離は見られず，通常の打込みで対応可能な範囲のワーカビリティが確保できていると考えられる。曲げタフネスおよび換算曲げ強度は繊維の混入率が増加すると合わせて増加する傾向が見られ，繊維の効果が確認できる。

参考文献

1) 日本コンクリート工学会（2004 年 4 月）JCI 規準集（1977-2002 年度），pp.66-69