

竹筋コンクリート構造における付着強度の向上効果

九州産業大学 学生会員 寺崎文人
九州産業大学 正会員 松尾栄治
九州産業大学 正会員 永松武則

1. はじめに

竹筋コンクリート構造は第二次世界大戦中に実例があるが、これは鉄鋼資源不足という背景による消極的利用に過ぎなかった。しかしながら竹筋コンクリートは、竹資源の有効活用、塩害対策の省力化、部材の軽量化などの観点から、積極的に適材適所に活用するメリットは大きいと考えられる。実際に合理的に竹筋コンクリートを設計するには、材料的なばらつきの問題や、竹材とコンクリートの付着の確保、植物的な腐食対策、施工法の確立など、解決すべき課題は多い¹⁾。

本研究では、小型のコンクリート二次製品を対象として竹筋コンクリート構造の適用性を確認することを目的に、その付着強度を向上させることを実験的に検討した。すなわち、繊維方向に割裂した孟宗竹を梁の引張補強材として用い、その表面に切り欠きを設けることで付着力を増加させた。特に切り欠き深さに着目しつつ梁の曲げ試験を行い、たわみやひずみの変形状から付着性状を確認した。

2. 実験方法

(1) 使用材料

竹材には乾燥させた孟宗竹を繊維方向に割裂したものをを用いた。使用材料は、普通ポルトランドセメント、海砂（表乾密度 2.57g/cm^3 、吸水率 2.0% 、単位容積重量 1.68kg/l ）、輝緑片岩碎石（表乾密度 2.9g/cm^3 、吸水率 1.04% 、単位容積重量 1.70kg/l ）、上水道水および AE 減水剤である。配合等を表-1 に示す。

(2) 竹筋コンクリート梁供試体

梁の寸法は $150 \times 150 \times 530\text{mm}$ の角柱とし、補強形態を 4 種類とした。無筋供試体（以下、Non-RC）、孟宗竹を割裂しただけのもの（以下、BRC=Bamboo Reinforced Concrete）、竹筋に深さ 5mm の切り欠きを設けたもの（以下、BRC-D5=Bamboo Reinforced Concrete Dent5）、竹筋に深さ 10mm の切り欠きを設けたもの（以下、BRC-D10）の 4 種類であり、詳細を

表-2 に示す。切り欠きはいずれも図-1 のように 100mm 間隔で竹筋の両サイドに設け、お互いに同じ断面に集中しないように配慮した。

竹筋は図-2 のように引張側にかぶり 10mm で 2 本配置し、植生時の上下方向による強度差をできるだけ相殺するために方向を逆とした。いずれも比較的強度が強い竹の表皮側が下側になるように配置した。

(3) 载荷方法と変形量の計測位置

梁供試体の上面と下面および上面から 50mm 、 100mm の位置のコンクリート表面にひずみゲージを貼付した。また、竹筋のスパン中央部における表皮

表-1 配合および材料試験結果

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)						SL (cm)	Air (%)
		W	C	S	G	減水剤	AE剤		
68	42	165	241	771	1196	2.41	0.723	15.0	8.0
28日圧縮強度 $\sigma_c = 19.8\text{N/mm}^2$ 、ヤング係数 $E_c = 26.9\text{kN/mm}^2$									

表-2 梁供試体の補強方法

供試体名	補強筋種類	補強材長 (mm)	切り欠き			
			有無	間隔(mm)	幅(mm)	深さ(mm)
Non-RC	無補強	530以下	—	—	—	—
BRC	孟宗竹	530以下	なし	—	—	—
BRC-D5	孟宗竹	530以下	あり	100	10	5
BRC-D10	孟宗竹	530以下	あり	100	10	10

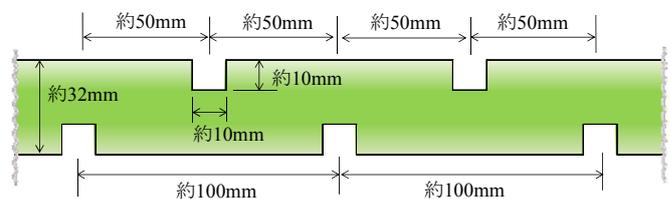


図-1 切り欠きの形状 (BRC-D10 の例)

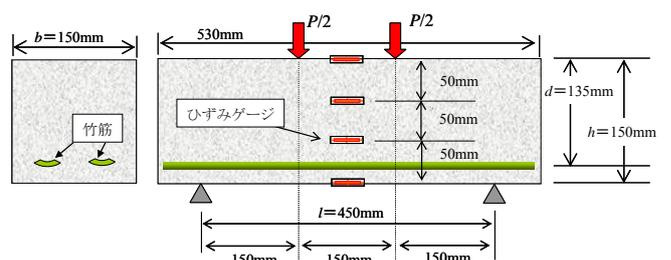


図-2 配筋と载荷状況

表-3 曲げ試験結果

供試体名	ひび割れ発生荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	破壊形態	タフネス値 (kN・mm)
Non-RC	204	204	曲げ	1000
BRC	不明	366	せん断	3603
BRC-D5	255	426	せん断	4833
BRC-D10	230	429	せん断	4820

側と内側にひずみゲージを貼付した。梁は3等分点載荷により曲げ試験を行い、スパン中央部のたわみを測定した。

3. 実験結果

試験結果を表-3に、荷重-たわみ曲線を図-3に示す。表中のタフネス値とは図-3のグラフにおける横軸と曲線で囲まれた面積のことである。BRC-D10の最大荷重が最も大きく、またBRC-D5もほぼ同じ強度を示した。すなわち、加工した際の切込みの深さの影響は小さく、5mm程度で十分な可能性がある。

竹材のひずみとコンクリート梁のひずみを図-4~6に示す。上縁から13および14cmの位置の黒マーカーが竹筋のひずみである。平面保持を確認することで曲げひび割れの発生の有無が確認できる。また、コンクリートのひずみと竹筋ひずみの相対ズレにより両者の付着状況を確認できる。図-4のBRCの場合、荷重220kN付近において竹筋の付着が切れたと判断できる。一方、BRC-D5とBRC-D10は、より大きな荷重まで付着しており、切欠きによる付着力の改善効果が確認できる。また、両者の効果に大きな差はなかった。竹筋繊維の連続性を確保するという観点からは切欠き深さは浅い方が望ましい。したがって、今回のように切欠き間隔が10mmという条件下では5mm以下の切欠き深さにより付着を確保することが望ましい。切欠き間隔と最適切欠き深さの関係については追加実験により確認する必要がある。

4. まとめ

小型の竹筋コンクリート構造物において竹材に切欠きを設けることは付着力向上に有効であり、切欠き深さは5mm程度で十分であることが確認できた。切欠きを設ける際の省力化が今度の課題である。

【参考文献】

1) 松尾栄治, 高海克彦: コンクリート補強材としての竹材の適用性, 土木学会論文集 F, Vol.65, No.2, pp.190-195, 2009.5.

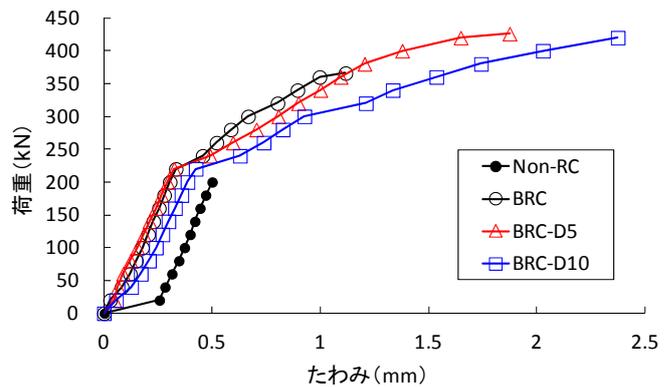


図-3 荷重-たわみ曲線

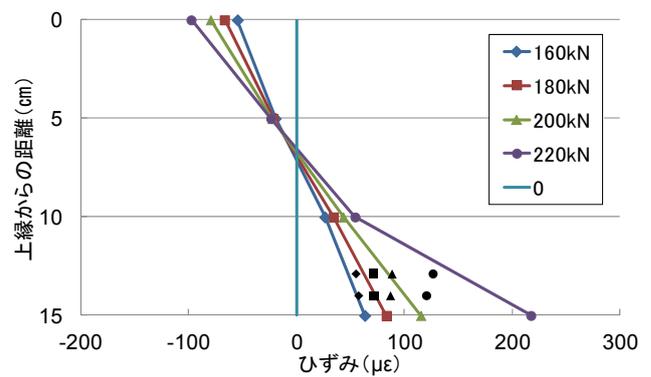


図-4 BRCのひずみ分布

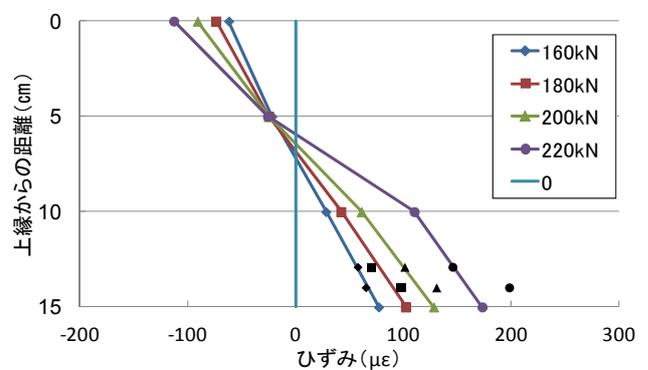


図-5 BRC-D5のひずみ分布

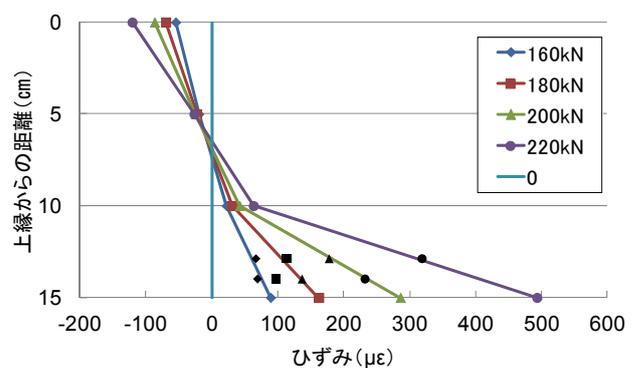


図-6 BRC-D10のひずみ分布