

竹筋端部に曲げ加工を施した BRC 梁の曲げ性状に関する研究

九州産業大学工学部 学生会員 木村 旭
九州産業大学工学部 柳武 舞
九州産業大学工学部 正会員 松尾栄治
九州産業大学工学部 正会員 永松武則

1. はじめに

近年、全国の里山で竹林所有者の高齢化に伴う放置竹林問題が顕在化しており、竹材の有効利用方法を確立することが急務となっている。筆者らは孟宗竹をコンクリート補強材として用いた竹筋コンクリート (Bamboo Reinforced Concrete, 以下 BRC と略す。) に着目し、適材適所で用いることを目的に基礎研究を実施している^{1)~2)}。

竹材は鉄筋と比較して力学性能において様々な欠点を有しているが、そのひとつにコンクリートとの付着強度の確保が困難なことが挙げられる。既往の研究においては、竹材を格子状に組んで床版の面的補強材として定着させる方法や¹⁾、梁において竹材に切欠きを設けることで付着させる方法²⁾が提案されている。切欠きを設ける場合、木材加工の熟練度により省力化が可能であるが、竹繊維が不連続になることによる力学的な悪影響が懸念された。

そこで本研究では、上記の研究と同様に繊維方向に割裂した孟宗竹を引張補強材として用い、竹材の端部に曲げ加工を施すことでコンクリートとの定着確保する方法を実験的に確認した。すなわち、BRC 梁の曲げ試験を行い、竹材の引張補強効果についてたわみやひずみ分布などの変形性状から明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

(1) 使用材料及び配合

普通コンクリートの使用材料は、普通ポルトランドセメント、海砂 (密度 2.59g/cm^3 , 吸水率 1.77%, 単位容積重量 1.69kg/l , 粗粒率 2.47), 砕石 (密度 2.92g/cm^3 , 吸水率 0.557%, 単位容積重量 1.72kg/l , 粗粒率 6.82), 上水道水および AE 減水剤である。配合表を表-1 に示す。スランプは 13.0cm, 空気量は 4% であった。竹材の物性は純引張試験より引張強度 158.1N/mm^2 , ヤング係数 $E_c=10.8\text{kN/mm}^2$ であった。

(2) BRC の諸元

梁は図-1 に示すように $150\times 150\times 530\text{mm}$ の角柱とし、無補強の供試体 (Non-RC), 竹筋の端部に熱で U 字状に曲げ加工を施したもの (BRC-U), 同じ要領で L 字状に曲げ加工を施したもの (BRC-L), 曲げ加工を施さずフラットな状態のもの (BRC-F) の 4 種類を作製した (写真-1)。熱を加える方法は、市販のガスバーナーを使用し、竹本体に火が直接あたらないようキッチンペーパーやアルミホイルを巻き、あぶることで加工した。竹筋のかぶりは 1cm とし、強度が高い表皮側を下側に配置した。

(3) 載荷方法

ひずみゲージは、梁供試体の上面と下面、上縁から 50mm , 100mm の位置に、竹筋にはスパン中央部の表皮側と内皮側に貼り付けた。載荷方法は 3 等分点載荷とし、スパン中央部のたわみを測定した。

表-1 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					
		W	C	S	G	減水剤	AE剤
68	42	165	241	771	1196	2.41	0.723

28日圧縮強度 $\sigma_c=21.7\text{N/mm}^2$, ヤング係数 $E_c=27.1\text{kN/mm}^2$

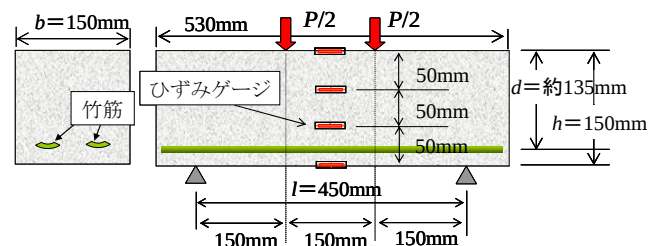


図-1 配筋と載荷状況 (BRC-F)



写真-1 加工後の竹材

表-2 実験結果

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		30.8	曲げ破壊	0.071
BRC-F	25	32.6	曲げ破壊	0.233
BRC-L	25	64.2	曲げ破壊	3.064
BRC-U	29	43.6	曲げ破壊	0.830

3. 実験結果

曲げ試験結果を表-2に示す。Non-RC はひび割れ発生と同時に破壊に至った。また、荷重－たわみ曲線を図-2に示す。ひび割れ発生荷重は25～30kNと大きな違いはなかった。ひび割れ発生前と後では傾きが大きく異なることがわかる。また、BRC-L が特に最大荷重が大きく、タフネス値も高い結果になった。Non-RC と BRC-F は大きな違いが見られなかった。荷重20kNまでのひずみ分布を図-3～5にそれぞれ示す。直線が各梁のコンクリートのひずみを、マーカーがそれぞれ竹の上面位置と下面位置のひずみを表している。なお、ひずみは引張を正で表している。BRC-F と BRC-U は竹筋とコンクリートにずれが生じており、滑りが生じていることがわかる。特に平面保持の観点からコンクリートと竹筋のひずみのずれにより定着性状を評価した場合、BRC-F は20kNの時点で大きくずれが生じている。しかしながら、BRC-L のずれは全体的に小さく、3種類の加工方法の中では最も定着効果が大いと考えられる。

以上より、竹材の端部にL字型の曲げ加工を施すことで、梁の最大荷重のみならず、竹材とコンクリートの定着性状が向上した。

4. まとめ

竹筋コンクリートの定着性状は、竹筋に曲げ加工をすることで向上し、竹筋の加工の形状はL字型が好ましい。

【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, pp190-195, 2009.5
- 2) 寺崎文人, 松尾栄治, 永松武則; 竹筋コンクリート構造における付着強度の向上効果, 土木学会西部支部研究発表会, V-052, 2016.3.

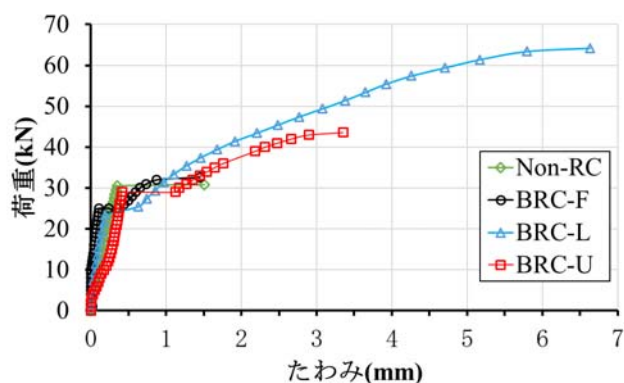


図-2 荷重-たわみ曲線

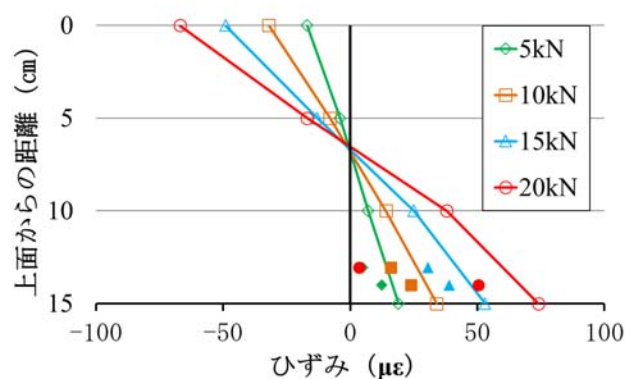


図-3 BRC-F のひずみ分布

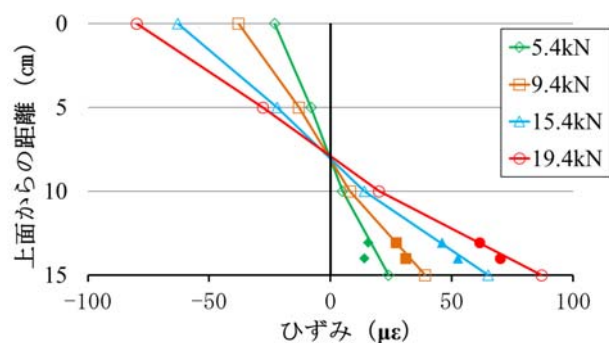


図-4 BRC-L のひずみ分布

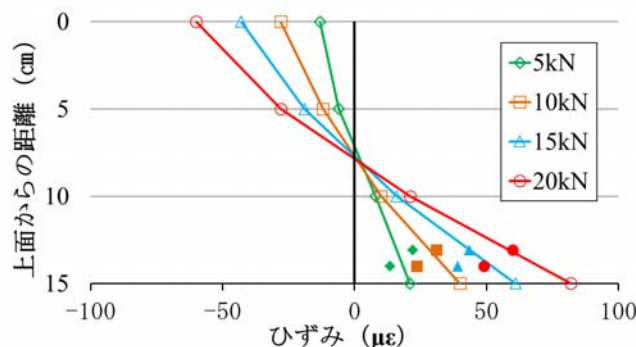


図-5 BRC-U のひずみ分布