

孟宗竹を補強材としたコンクリート梁の付着挙動に関する基礎的研究

九州産業大学工学部 学生会員 ○田村光隆
九州産業大学工学部 正会員 松尾栄治

1. はじめに

竹林所有者の高齢化に伴い放置竹林が増大し、檜などの有益木材に悪影響を及ぼすことが社会問題となっている。筆者らは孟宗竹の有効利用をめざし、これをコンクリート補強材として適材適所で用いることを目的としている。竹材は鉄筋と比較すると力学的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を確保することが難しい点が挙げられる。既往の研究では竹筋を格子状に組み、交点を樹脂接着することで定着させる方法が採用されているが¹⁾、この方法は面部材への適用を前提としており、はり部材への適用は困難である。はり部材へ竹筋を適用するためには、種々の付着力改善策を講じる必要があり、本研究ではその初期値としてのデータ収集を行った。すなわち、割裂しただけの孟宗竹を引張補強材としたはりに曲げ荷重を載荷し、たわみやひずみの挙動から付着性状を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

はりは表-1 および図-1 のように同寸法（150×150×530mm）のものを3体作製した。供試体 No.1 はいわゆる一般的な RC はり、供試体 No.2 は竹筋コンクリート（Bamboo Reinforced Concrete=BRC），供試体 No.3 は軽量モルタルを母材に竹筋補強したもので、部材としてより軽量化を図ったものである。軽量モルタルには筆者らが既往の研究で物性を明らかにしてきた EPS モルタル²⁾を用いた。

補強材はいずれもかぶり 1cm で 2 本ずつ配置した。鉄筋は SD295A-D10 で、竹筋は繊維方向に割裂した孟宗竹である。竹筋は植生時の上下方向による強度差を相殺するために、2 本の軸方向を逆とした。また、竹筋は含水率の影響を強く受け、乾燥するほど引張強度が大きいことから、伐採後の質量が一定となったものを使用した。さらに、竹材は円周の外側が内側よりも強度が高いため、それが下側になるように配置した。

普通コンクリートの使用材料は、早強ポルトランドセメント（T 社製、密度 3.14g/cm³）、海砂（密度 2.57g/cm³、吸水率 1.68%、単位容積重量 1.68kg/ℓ、粗粒率 2.59）、砕石（密度 2.91g/cm³、吸水率 0.71%、単位容積重量 1.72kg/ℓ、

表-1 供試体概要と実験結果の一覧

No.	略号	母材	補強筋	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE減水剤 (mℓ)	材料強度		部材強度		理論値 (kN)
						W	C	S	G	EPS		圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	ひび割れ荷重 (kN)	最大荷重 (kN)	
1	RC	普通コンクリート	鉄筋	50	44	173	348	756	1114	-	1391	43	38,797	68	110	74.8
2	BRC	普通コンクリート	孟宗竹	50	44	173	348	756	1114	-	1391	35	32,900	25	25	2.9
3	BRC+EPS	軽量モルタル	孟宗竹	50	35	247	748	-	-	265	1870	21	7,869	22	22	3.4

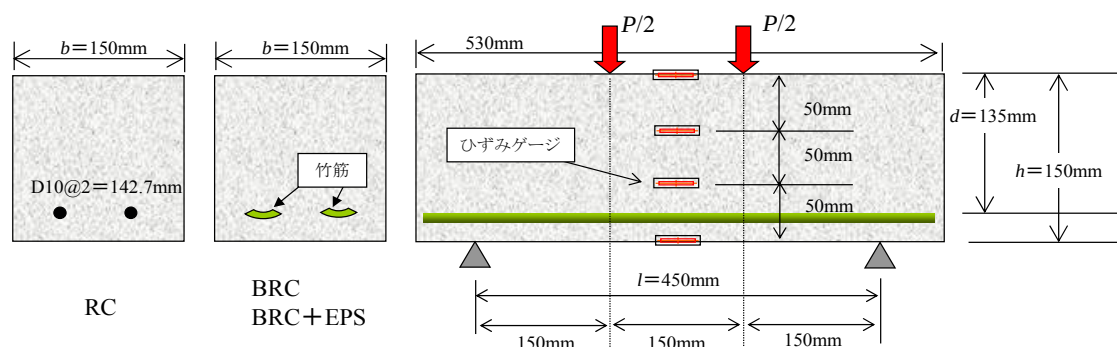


図-1 はりの諸元およびひずみゲージ貼付位置

粗粒率 6.92), 上水道水および AE 減水剤である。EPS モルタルでは発泡スチロール骨材 (=EPS, 密度 0.53g/cm^3 , 吸水率 0%) を細骨材に使用した²⁾。孟宗竹の物性は過去のデータより, 引張強度 112.1N/mm^2 , ヤング率 $11,928\text{N/mm}^2$ とし, 竹筋と鉄筋のヤング係数比は 17 とした。また, 今回の予備実験の結果から密度を 0.62g/cm^3 とした。載荷方法は荷重制御方式による三等分点載荷を採用し, 各部位のひずみおよびスパン中央のたわみを測定した。

3. 実験結果

表-1 の右側にはりの試験結果を示す。最大荷重は RC が最も大きく, BRC はその 23%, BRC+EPS は 20%程度であった。理論値はコンクリート標準示方書に基づき計算(ただし, 部材係数 $\gamma_b=1.0$) したが, 実測値との乖離が大きく, 計算で用いた竹筋の降伏強度(ここでは引張強度を採用)等の測定に検討の余地があると考えられる。

図-2 に荷重-たわみ曲線を示す。BRC および BRC-EPS は載荷初期において不安定な挙動を示している。また, 初期剛性に着目すると, BRC が RC よりも極端に小さくなるような傾向は確認できなかった。

図-3~5 にひずみの分布を荷重ごとに示す。図-4~5 中の上部から 13, 14cm の位置にある黒マークは竹筋のひずみを表す。いずれも 5kN の時点ですでに竹筋の下部にコンクリートとのずれが発生しており, 荷重が小さい段階から付着が切れて, 滑りが生じていることが確認できる。

4. まとめ

竹筋コンクリート梁の引張補強筋に割裂しただけの孟宗竹を適用した場合, コンクリートとの付着は載荷初期状態から切れており, 何らかの対策が必要である。また, 竹筋はりの終局耐力の理論値を求める際に, 竹筋の設計強度を確立するのが困難なため, 許容応力度設計法により安全性を確認することが合理的と思われる。

【参考文献】

- 1) 松尾, 他: 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.62, No.2, pp.190-195, 2009.
- 2) 松尾, 他: 発泡スチロール廃材を細骨材代替とした超軽量モルタルの材料分離性状および強度特性, 土木学会論文集 E, Vol.63, No.3, pp.358-367, 2007.

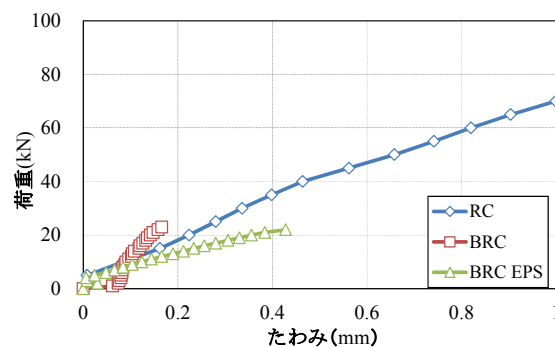


図-2 荷重-たわみ曲線

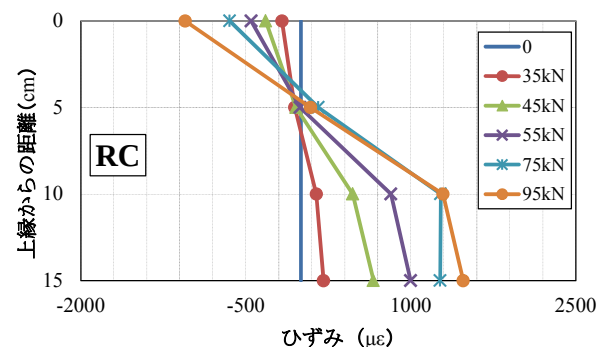


図-3 RC の各部のひずみ

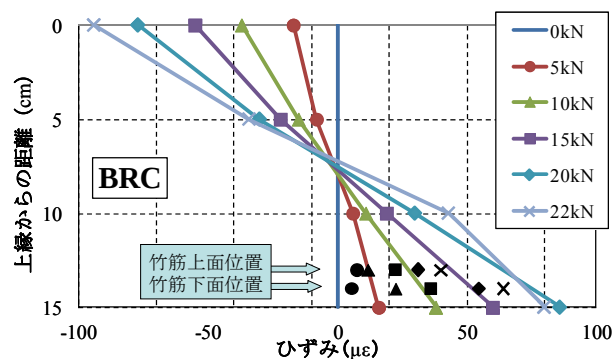


図-4 BRC の各部のひずみ

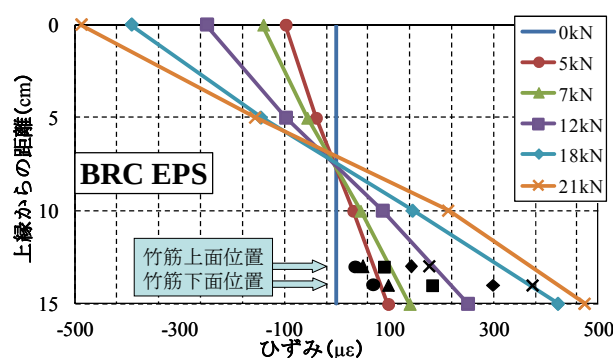


図-5 BRC-EPS の各部のひずみ