

連続繊維補強材で補強したポーラスコンクリートはりの曲げ性状

高知工業高等専門学校 正会員○横井克則
 阿南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫
 徳島大学工学部 正会員 河野 清
 阪神高速道路公団 正会員 木下義康

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、内部に連続した空隙を有することから自然の状態に近い水の循環が可能である。このため、透水性舗装、水質浄化工、魚礁用などへの利用が期待されている。しかし、構造物材料として用いるためには、ポーラスコンクリートは空気や水を通しやすいことから、コンクリートの補強に使用されている鉄筋が腐食するという問題点も合わせ持っている。そこで本研究では、鉄筋に変わる補強材として、高耐食性、高強度、軽量など鉄筋に比べて優れた材料特性を有する連続繊維補強材の適用を考え、連続繊維補強材で補強したポーラスコンクリートはりの曲げ性状について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリートの配合 主筋はアラミッドロッド、炭素ロッド、比較用の鉄筋の3種類とし、スターラップは鉄筋を用いた。補強筋の力学特性を表-1に示す。ポーラスコンクリートの使用材料として、セメントは普通ポルトランドセメント、骨材は高知県産の石灰石砕石（最大寸法15mm、F.M. 5.71）を用いた。配合は、水セメント比を26%の一定として、ポーラスコンクリートの空隙率が15%（目標強度30MPa）および20%（20MPa）になるように行った。

2.2 供試体と載荷方法 今回の実験では、主筋の種類とポーラスコンクリートの空隙率を変化させて、7体の供試体を作製した。比較用として、普通コンクリートを用いた供試体も作製した。供試体の種類および諸特性を表-2に示す。また、供試体の形状および寸法を図-1に示す。全供試体とも、 a/d は3.4、スターラップ比は0.35%、スターラップ間隔は12cmの一定とした。載荷は2点集中荷重とし、静的荷重をほぼ1kN間隔で一方向に単調に増加させて破壊に至らしめた。

3. 実験結果および考察

曲げひび割れ発生荷重、斜めひび割れ発生荷重および終局耐力の計算値と実験値を表-3に示す。

3.1 ひび割れ発生荷重

曲げひび割れ発生荷重の算定には、従来から用いられている弾性理論に基づいて行った。計算値と実験値を比較すると、その比は0.91~1.06となっており、比較的精度良く求められた。斜めひび割れ発生荷重の算定には、著者らの研究結果¹⁾から、二羽らのせん断耐力算定式²⁾を用いることとし、主筋が連続繊維補強材の場合

表-1 補強筋の力学特性

名 称		直径 ，cm	断面積 ，cm ²	降伏強度 ，MPa	引張強度 ，MPa	弾性係数 ，GPa
主 筋	アラミッド	1.20	1.00	—	1250	65
	炭 素	1.25	0.76	—	1860	137
	鉄 筋	D13	1.27	370	530	199
スターラップ	鉄 筋	D6	0.32	370	520	168

表-2 供試体の種類

No	供試体 名 称	主 筋	主筋比 ,%	スター ラップ	空隙率 ,%	
1	A- 0-1	アラ ミド	0.76	鉄 筋	0.2	
2	A-15-0			な し	14.3	
3	A-15-1				14.5	
4	A-20-1				19.7	
5	C-15-1	炭 素	0.58	鉄 筋	14.6	
6	S- 0-1	鉄 筋	0.97		0.2	
7	S-15-1				14.7	

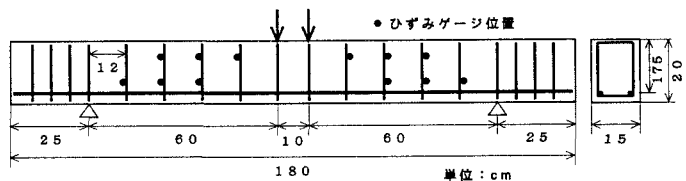


図-1 供 試 体

表-3 実験結果

供試体 名 称	コンクリート 圧縮強度, MPa	コンクリート 曲げ強度, MPa	曲げひび割れ発生, kN			斜めひび割れ発生, kN			終 局 荷 重, kN			最終破壊 形 式
			実験値	計算値	比	実験値	計算値	比	実験値	計算値	比	
A-0-1	336	45.2	14.2	14.8	0.96	38.2	37.4	1.02	81.7	74.9	1.09	曲げ圧縮
A-15-0	319	37.0	12.6	12.1	1.04	35.3	36.8	0.96	—	—	—	せん断
A-15-1	283	40.3	12.3	13.1	0.94	35.2	35.4	0.99	46.9	67.3	0.70	曲げ圧縮
A-20-1	225	34.7	10.9	11.4	0.96	29.4	32.7	0.90	38.7	58.2	0.66	曲げ圧縮
C-15-1	259	39.9	13.7	13.0	1.05	39.2	40.3	0.97	52.0	69.8	0.74	曲げ圧縮
S-0-1	296	42.9	12.8	14.0	0.91	—	—	—	54.2	50.8	1.07	曲げ引張
S-15-1	318	39.5	13.7	12.9	1.06	—	—	—	49.8	50.9	0.98	曲げ引張

には、辻らが提案した主筋の弾性係数を考慮する方法³⁾で計算を行った。実験値については斜めひび割れ発生判定が難しいため、目視と、スターラップに貼ったひずみゲージの値が大きく変化し始めた荷重とした。その結果、実験値との比は0.90~1.02となっており、斜めひび割れ発生荷重についてもこれまでの算定式で精度良く求めることができた。

3.2 終局耐力 終局耐力の算定には、鋼材を用いたときの平面保持を仮定した鉄筋コンクリートと同様な方法で断面内のひずみ分布を計算する方法で行った。その結果、表-3で示すように、主筋に鉄筋を用いたはりについては、鉄筋が先に降伏する曲げ引張破壊で終局し、計算値と実験値の比はほぼ合った。しかし、曲げ圧縮破壊を起こしたポーラスコンクリートのはりについては、圧縮部上縁に貼付したひずみゲージの値が約1,000~1,500 μ で終局し、実験値が計算値に比べ大きく低下した。この原因として、今回用いた空隙率15%のポーラスコンクリート(ϕ 10cmの円柱供試体)の応力-ひずみ曲線を示した図-2からもみられるように、ポーラスコンクリートについては、ひずみが1,200 μ 付近で応力は低下を始めている。

そこで、本研究では曲げ耐力の算定に用いるコンクリートの設計用値として、示方書で $\varepsilon_o' = 0.2\%$ に相当する値を0.12%、 $\varepsilon_{cu}' = 0.35\%$ に相当する値を0.2%と仮定して計算を行い、その結果は表-4に示すように、実験値と計算値の比が1前後になった。しかし、ポーラスコンクリートにおける応力-ひずみ曲線についてはバラツキがみられ、今後の検討が望まれる。

4. まとめ

- (1) 連続繊維補強材で補強したポーラスコンクリートはりのひび割れ発生荷重は、これまでの計算式で精度良く求めることができた。
- (2) 曲げ圧縮破壊耐力が低下した原因として、ポーラスコンクリートが普通コンクリートに比べて終局ひずみが小さいことが考えられ、それを考慮した計算値を求めると実験値に良く合った。

謝辞 貴重なご意見を頂きました徳島大学教授水口裕之氏に、感謝の意を示します。

参考文献 1)横井ら:コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 14、No. 2、pp. 713-716、1992。 2)二羽ら:土木学会論文集、No. 372/V-5、pp. 167-176、1986。 3)辻ら:コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 10、No. 2、pp. 547-552、1988。

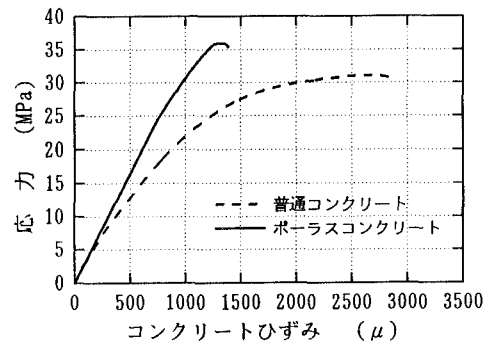


図-2 コンクリートの応力-ひずみ曲線

表-4 終局ひずみ考慮後の結果

供試体 名 称	終 局 荷 重, kN		
	実験値	計算値	比
A-15-1	46.9	45.8	1.03
A-20-1	38.7	40.0	0.97
C-15-1	52.0	52.5	0.99