

連続繊維補強ポラスコンクリートはりのせん断性状

東 洋 電 化 工 業 ㈱○正会員 羽方大祐
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

1. はじめに

近年地球の規模で環境問題が議論されるようになり、コンクリートに要求される性能は力学的方面からだけでなく、環境保全や自然との調和をはかる機能も求められている。そこで、内部に連続した空隙を有するポラスコンクリートが、自然に近い水や空気の循環が可能のため注目されている。

本実験では、ポラスコンクリートを構造物材料として利用するための基礎的資料を得るため、腐食の問題がある鉄筋に代わり、連続繊維補強材を主筋とするポラスコンクリートはりの曲げせん断実験を行い、その破壊性状について調査した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

主筋はアラミド繊維ロッドおよび炭素繊維ロッドとし、せん断補強筋には鉄筋を使用した。これら補強筋の力学的特性を表-1に示す。

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	アラミド*	1.27	1.27	—	1390	69
	炭 素	1.25	0.76	—	1860	137
スターラップ*	鉄 筋	D6	0.32	370	520	168

コンクリート材料としては、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。

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 .%	a / d	f'c ,MPa	f b ,MPa
1	A- 0-1	アラ ミド	1.00	鉄 筋	0.2	3.5	33	4.4
2	A-15-0			な し	14.3		31	3.6
3	A-15-1			鉄 筋	14.5		28	4.0
4	A-15-2				14.8	2.0	28	4.3
5	A-20-0			な し	19.8	3.5	22	3.7
6	A-20-1				19.7		22	3.4
7	C-15-1	炭 素	0.60	鉄 筋	14.6	2.0	28	3.9
8	C-15-2				14.8		28	4.3

2.2 供試体および載荷方法

供試体は、表-2に示すように主筋の種類とポラスコンクリートの空隙率およびせん断スパン比(a/d)を変化させたものを計8体作製した。供試体の形状および寸法は図-1に示すように、スターラップ比は0.35%

、スターラップ間隔は12cm一定とした。

載荷は、対称2点載荷とし、供試体の支点部は破壊が拘束されないように両側とも水平移動端とした。

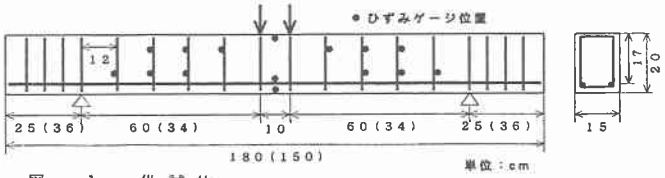


図-1 供試体

() 内の数値は a/d が 2.0 の供試体寸法

3. 実験結果および考察

3.1 ひび割れ状況

図-2に各供試体のひび割れ状況を示す。普通コンクリートの供試体に比べてポラスコンクリートの供試体が、またポラスコンクリートはりでは空隙率の大きい供試体ほど、ひび割れは集中する傾向になっている。ひび割れの分散性が悪くなる理由として、ポラスコンクリートと連続繊維補強材との付着力が小さいことが考えられるが、これに関する研究はみられない。

3.2 荷重とたわみの関係

図-3は、アラミドロッドを用いた供試体の荷重とたわみの関係を示したものである。この結果、終局時のたわみ量は、空隙率の大きい供試体は

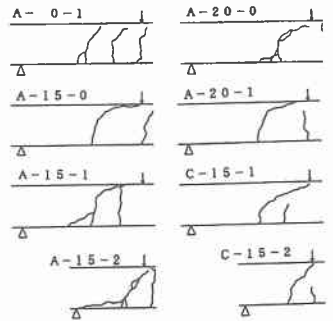


図-2 ひび割れ図

ど小さくなる傾向がみられた。

3.3 曲げひび割れ発生荷重

本実験における曲げひび割れ発生荷重の算定は、従来から用いられている弾性理論で行った。算定値と実験値を比較を図-4に示す。その結果、1体の供試体を除きほぼ1.0前後となっており、ポーラスコンクリートはりにおいても従来の弾性理論が適用できると思われる。なお、A-20-0の値が0.61と小さくなった理由は、ポーラスコンクリートは施工性が悪いため不均一になりやすく、強度にバラツキがあったことが考えられる。

3.4 斜めひび割れ発生荷重

斜めひび割れ発生荷重の算定には、横井らの調査¹⁾より、石橋式²⁾ ($a/d < 2.5$) または二羽式³⁾ ($a/d \geq 2.5$) に辻らの換算断面⁴⁾ を考慮した方法を用いた。実験値については、斜めひび割れ発生の判定が難しいため、目視および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点を考慮して決定した。その結果、ポーラスコンクリートはりの場合、実験値と計算値との比は0.83~0.89となり、普通コンクリートはり(A-0-1)の値よりやや小さくなった。この原因として、斜めひび割れの発生にはコンクリートの引張強度が影響すると考え、円柱供試体を用いた割裂試験を行った。これによると、圧縮強度に対する引張強度の比は1/5~1/7程度となり、普通コンクリートの1/10~1/15よりも大きな値を示した。このことから考えると、本実験は逆の結果を示しているが、ポーラスコンクリートに関する報告は少なく、強度特性を含めた研究の蓄積が望まれる。

3.5 最終破壊形式

各供試体の計算による予想破壊形式と実験による最終破壊形式の比較を表-3に示す。これによると、 a/d が3.4の供試体については予測通りになっている。しかし、 a/d が2.0の供試体については、予測破壊形式はせん断破壊であるが曲げ圧縮破壊となった。これは、ポーラスコンクリートを用いたはりの場合、これまでの算定式から予測される破壊形式が、異なる可能性があることが考えられる。ここで、 a/d が2.0である供試体については、ディープビームの適用が適当であるかもしれないが、今回はコンクリートの圧壊がアーチリブ部ではなく曲げ圧縮部で発生したため、計算式はRCはりの方法を用いて行った。

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、曲げひび割れについては従来の算定式で精度よく求めることができるが、斜めひび割れ発生については算定値の0.85程度になった。
- (2) ポーラスコンクリートはりの破壊形式は、せん断スパン比によっては、これまでの普通コンクリートはりに適用されている設計計算から予測される破壊形式と異なる場合がある。

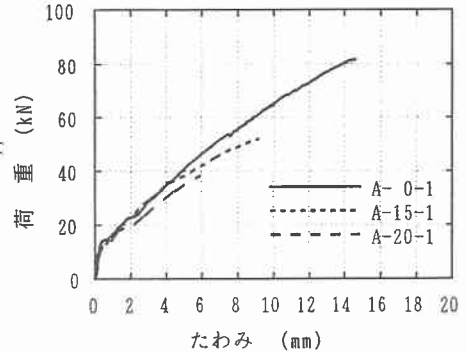


図-3 荷重とたわみの関係

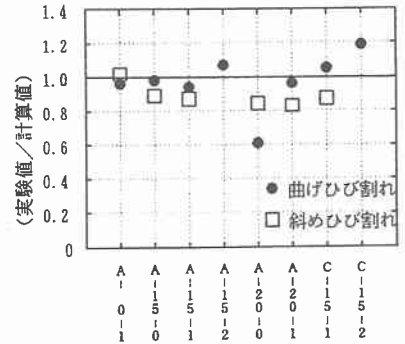


図-4 耐力算定値と実験値の値

表-3 最終破壊形式

供試体 名称	耐力比 (V_d/M_{ud})	予測破壊 形式	最終破壊 形式
A-0-1	1.23	曲げ圧縮	曲げ圧縮
A-15-0	0.51	せん断	せん断
A-15-1	1.30	曲げ圧縮	曲げ圧縮
A-15-2	0.90	せん断	せん断
A-20-0	0.58	せん断	せん断
A-20-1	1.52	曲げ圧縮	曲げ圧縮
C-15-1	1.30	せん断	せん断
C-15-2	0.87	せん断	せん断

【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)石橋ら:セメント技術年報, Vol. 40, pp. 495-497, 1986. 3)二羽ら:土木学会論文集, No. 374/V-5, pp. 167-176, 1986. 4)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.