

V-190

新素材により補強されたコンクリート梁のせん断耐力に関する研究

前田建設工業 技術研究所 正会員 ○今西 秀公
 正会員 三島 徹也
 正会員 鈴木 顕彰
 名古屋大学 正会員 崔 益暢

1. はじめに

近年、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などのFRP材料、いわゆる新素材を鉄筋の代替材料とした補強コンクリートについて、その耐荷機構に関する研究が活発に進められている。その結果、新素材をせん断補強筋として用いた梁のせん断耐荷力の評価については、修正トラス理論に基づく現在の土木学会コンクリート標準示方書式をそのままでは適用できないことが明らかとなっている。本報告では、新素材によって補強された梁の曲げせん断試験を通じ、ひびわれ発生からコンクリートの破壊に至るまでの一連の耐荷機構の変化を明らかにすることを目的に、せん断耐荷力に関する既往の耐力算定式と実験値との比較を行うとともに、修正トラス理論に代わる新たな解析モデル「格子モデル」の有用性の確認を行ったものである。

2. 実験概要

試験体の形状・寸法（代表例）を図-1に、仕様を表-1に示す。試験体（全12体）は幅30cm、全長520cmで、高さは、鉄筋（D25）を主筋としたNo. 1～5については40cm、炭素繊維（φ16）を主筋とするNo. 6～11およびガラス繊維（φ16）を主筋としたNo. 12については、引張側を二段配筋としたため、41.8cmとした。試験パラメータは、主筋・せん断補強筋の材質および補強筋比である。表-2には鉄筋および新素材の機械的性質を示す。本実験では、新素材として、炭素繊維（PAN系）およびガラス繊維（Tガラス）の2種類を使用した。これらは螺旋糸巻き加工により付着性を高めている。主筋として使用するφ16は通常のロッド状で、せん断補強筋とした使用するφ6についてはあらかじめ螺旋状に曲げ加工（曲げ内半径30mm）されたものを配置した。せん断補強筋としては異形PC鋼棒（φ6）も使用した。載荷は、等曲げ区間40cm、せん断スパン140cmの2点載荷とした。

3. 実験結果

表-3には実験結果と既往の研究（辻ら¹⁾、島ら²⁾、檜貝ら³⁾）による耐力計算値を示す。辻らは、 V_c は二羽式

表-1 試験体仕様

No.	主筋			せん断補強筋		
	材料	径	pt (%)	材料	径	pw (%)
1	SD685	D25	1.93	SD345	D6	0.12
2						0.24
3					D10	0.36
4				炭素	φ6	0.11
5				ガラス	0.11	
6	炭素	φ16		-		
7				炭素	φ6	0.05
8						0.11
9						0.22
10				PC鋼棒		0.12
11				ガラス		0.11
12	ガラス			炭素		0.11

表-2 材料の機械的性質

材料	径	f_y (kgf/cm ²)	f_u (kgf/cm ²)	弾性係数 $\times 10^6$
SD685	D25	7331	9226	1.98
SD345	D10	3975	5773	1.97
	D6	3809	5588	1.98
ガラス	φ16	-	12236	0.59
	φ6	-	12299	0.50
炭素	φ16	-	10849	1.00
	φ6	-	13019	1.15
PC鋼棒	φ6	14840	16524	2.29

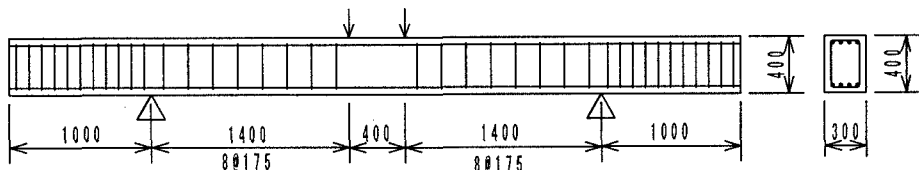


図-1 試験体図

表-3 実験結果と計算値

試験体	fc'	計算値			実験値	
		辻ら (tf)	島ら (tf)	檜貝 ら (tf)	斜め ひびわれ (tf)	最大 せん断力 (tf)
No. 1	313	16.1	16.1	16.1	13.3	18.8
No. 2	332	20.6	20.6	20.6	12.3	24.5
No. 3	382	25.1	25.1	25.1	13.0	29.5
No. 4	379	25.5	19.1	22.1	13.5	20.3
No. 5	421	25.3	19.2	19.5	14.8	18.9
No. 6	302	9.3	9.3	9.9	10.5	10.5
No. 7	294	15.7	12.5	14.5	11.5	12.3
No. 8	260	21.7	15.3	18.8	10.5	16.0
No. 9	322	35.2	22.3	28.9	12.3	23.5
No. 10	321	24.1	24.1	24.7	12.3	23.3
No. 11	333	21.7	15.7	16.6	12.3	16.6
No. 12	264	20.3	13.9	17.7	10.0	16.4

$$V_c = 0.94(0.75 + 1.4/(a/d))p_w^{1/3}f'_c d^{1/3}d^{-1/4}bd$$

を基本に、弾性係数比を考慮した換算断面積 $As(E_f/E_s)$ を導入したものである。図-2にその計算耐力と実験値の関係(No. 1~3は除く)を示す。図-3は島らの耐力算定式による計算結果と実験値との比較である。この式は、 V_c は辻式を基本に、せん断補強筋のひずみに応じて低下率(0.8~1.0)を乗じ、 V_s はトラス理論の計算値を0.5倍するものである。図-4は檜貝らの式を適用した結果である。これは、 V_c には $(E_f/E_s)^{1/4}$ を乗じ、 V_s にはせん断補強筋の曲げ成形部の強度低下を考慮して、さらに $(E_f/E_s)^{0.4}$ を乗じるものである。3式を比較すると、辻らの式では V_s に修正を加えないため全体的に耐力が過大評価である。檜貝らの式は、曲げ成形部で破断した試験体が多いことを考慮すれば若干過大評価の傾向がある。島らの式は比較的良い一致を示している。

4. 格子モデルによる解析結果

二羽らは、どのような補強材の場合でも適用可能な解析モデルとして「格子モデル」⁴⁾を提案している。今後、種々のケースに適用することとし、その詳細については触れないが、試みとしてNo. 4試験体の解析を実施した。

図-5はその解析結果($V-\delta$ 関係)と実験結果の比較である。格子モデルによる解析結果は、耐力だけでなく、載荷の途中経過も含めて実験値とよく一致する。

5. おわりに

今後は、今回の実験結果をさらに詳細に検討し、格子モデルによる耐力算定式の構築を目標に研究を継続する予定である。最後に、ご指導戴きました名古屋大学二羽淳一郎先生に深く感謝の意を表します。

- 【参考文献】1)辻ら:CFRCロッドで補強したコンクリートはりの曲げおよびせん断性状,コンクリート工学年次論文報告集,vol.11, pp. 849-854, 1989.
2)島ら:RCせん断耐力算定式のFRPロッドで補強したはりに対する適用性,コンクリート工学年次論文報告集,vol.14, pp. 713-716, 1992.
3)檜貝ら:連続繊維で補強したコンクリートはりのせん断耐力の評価,土木学会論文集No. 508/V-26, pp. 89-100, 1995.
4)二羽ら:鉄筋コンクリートはりのせん断耐力機構に関する解析的研究,土木学会論文集No. 508/V-26, pp. 79-88, 1995.

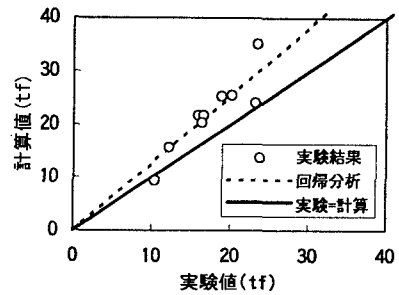


図-2 辻式による耐力比較

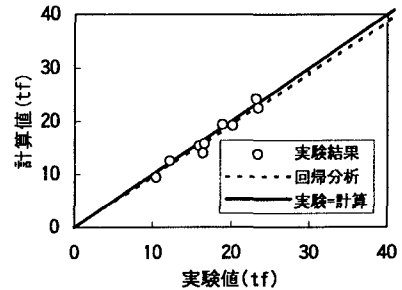


図-3 島式による耐力比較

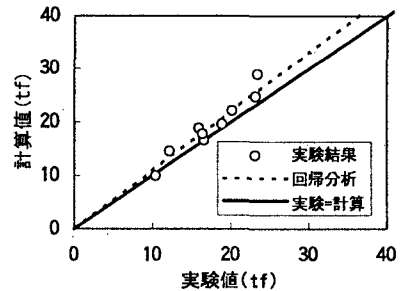


図-4 檜貝式による耐力比較

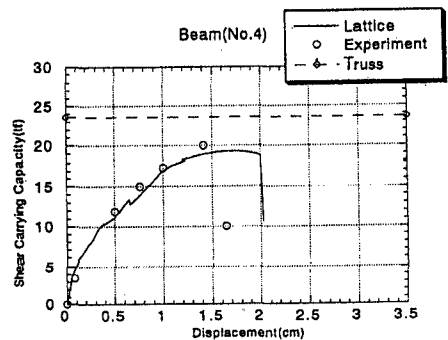


図-5 格子モデルによる解析結果