

V-30 高強度コンクリートを用いたRCはりの曲げ破壊性状に関する検討

(株) 日本構造技術研究所 正会員○山崎太誠
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則

1. はじめに

近年、構造物の巨大化が進む中、その材料となる良質の骨材の産出量などが減少してきている。そこで、構造物の部材断面を減少させることによって材料の節約を図り、かつコストの削減を図る動きが加速化してきていると思われる。しかしながら、現在用いられているコンクリート標準示方書¹⁾に採用されている耐力算定式は圧縮強度が 100MPa のコンクリート部材でも適用可能であるという報告もみられるが、そのクラスの高強度コンクリートはりの実験データは極めて少なく²⁾、耐力算定式の適応性はまだ明確でない。そこで本試験では、今回まだ実験データの少ない圧縮強度が 100MPa クラスにおける耐力算定式の適応性について、低強度と通常用いられるコンクリートのはりと比較しながら検討を進めた。また、単調載荷と繰返し載荷による検討と主筋比の違いによる検討も行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

主筋とスターラップには、鉄筋を使用し、これらの力学特性を表-1 に示し、コンクリートの材料および種類を表-2 に示す。

配合は W/C を 20 %,30 %,35 %および 45 %として、目標強度を、100MPa,90MPa,50MPa および 25MPa となるようにし、供試体 5 においては主筋比を大きくした。

2.2 供試体および載荷方法

供試体は、表-2 に示すように計 6 体を製作し、形状および寸法を図-1 に示す。スターラップ間隔は 8cm の一定とした。曲げ載荷試験は、供試体 1～5 を用いて行い、載荷は対称 2 点載荷とし、3kN づつ荷重を大きくし、それぞれの段階において詳しくひび割れの状態を確認した。また、繰返し荷重の影響による検討は供試体 6 を用い、載荷方法は基本的に同じとし、10kN 毎に± 5kN の荷重を 120 回振幅させた。

3. 実験結果および考察

載荷試験によって得られた実験値と計算値とその比較を表-3 に示す。

3.1 ひび割れ状況および曲げひび割れ発生荷重

各はりの最終的なひび割れ性状を図-2 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	D13	2.534	333	512	190
	D13	2.534	431	598	190
スターラップ	φ6	0.283	252	291	140

表-2 供試体の種類

供試体 No	主筋	主筋比 %	スターラップ	a/d	f'c MPa	w/c %	載荷方法
1	D13	1.488	φ6	3.8	94	20	単調
2					90	30	
3					48	35	
4					22	45	
5		2.235			22	45	
6		1.488			94	20	繰返し

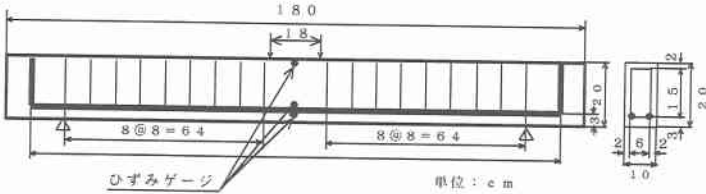


図-1 供試体断面図

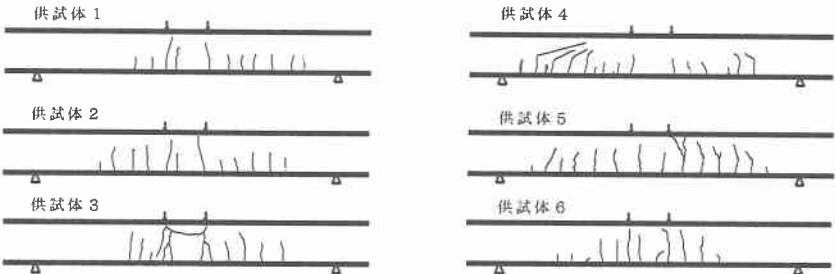


図-2 最終ひび割れ図

ひび割れ性状については、ひび割れ本数は f_c が大きくなるほど減少し、小さくなるほど増加した。また、最終破壊状況については、 f_c が小さいものについては圧縮部コンクリートの圧壊や、斜めひび割れが破壊に影響を与えていたが、 f_c が大きくなるとそのような影響因子が発生せず、終局耐力に至ってからはひび割れ幅は大きくなるが、コンクリートは破壊しなかった。このことは、高強度コンクリートを用いた構造物の 1 つの特徴であると思われる。

曲げひび割れ発生荷重については、 $f_c=94\text{MPa}$ 、 $f_c=90\text{MPa}$ 、および $f_c=48\text{MPa}$ のコンクリートを用いた RC はりでは、計算値とほぼ同じ値で曲げひび割れが載荷点下側付近で生じ、 $f_c=22\text{MPa}$ のコンクリートを用いた RC はりの曲げひび割れは、主筋比の小さいはりでは計算値の 1.45 倍で発生した。この差異については、曲げひび割れは微小であるため、発見が遅れたためであると思われる。

表－3 実験結果

	供試体 1			供試体 2			供試体 3			供試体 4			供試体 5			供試体 6		
	$f'c=94\text{MPa}$, 単調載荷			$f'c=90\text{MPa}$, 単調載荷			$f'c=48\text{MPa}$, 単調載荷			$f'c=22\text{MPa}$, 単調載荷			$f'c=22\text{MPa}$, 単調載荷			$f'c=94\text{MPa}$, 繰返し載荷		
	計算値	実験値	耐力比	計算値	実験値	耐力比	計算値	実験値	耐力比	計算値	実験値	耐力比	計算値	実験値	耐力比	計算値	実験値	耐力比
P_{cr}	19.6	18.6	0.95	19	18.6	0.98	12.6	11.8	0.93	7.6	10.8	1.42	7.6	8.2	1.09	19.6	19.6	1
P_y	40.1	37.2	0.93	40	37.2	0.93	39.6	37.8	0.95	50.5	53.9	1.07	58.5	52.7	0.9	40.1	46.1	1.15
P_u	43.4	61.2	1.41	43.4	61.6	1.42	41.8	53.6	1.28	47.9	60.2	1.26	53.7	56.7	1.06	43.4	62.7	1.42
破壊形式	曲げ破壊			曲げ破壊			曲げ破壊			曲げ破壊			曲げ破壊			曲げ破壊		

P_{cr} : 曲げひび割れ発生荷重 (kN) , P_y : 曲げ引張破壊耐力 (kN) , P_u : 終局耐力 (kN)

3.2 荷重－たわみの関係

荷重とたわみの関係を図－3 に示す。実験値と計算値の差は f_c が大きくなるほど大きくなっている。また、繰返し荷重をかけた供試体の場合は、今回の繰返し荷重の振幅があまり大きいものではなかったため、その影響はほとんど生じていなかった。

3.3 曲げ引張破壊耐力

曲げ引張破壊耐力は主鉄筋のひずみが 1800μ に達したときの荷重とした。

表－3 によると単調載荷の場合の曲げ引張破壊耐力は実験値が計算値の約 0.89 倍～1.07 倍となっており、ほぼ等しいと思われる。また、 f_c と耐力比（実験値／計算値）の関係を図－4 に示す。

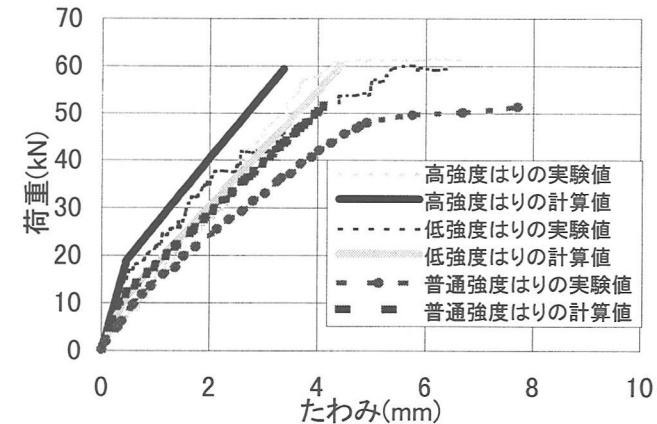
図－4 によると f_c と耐力比の関係は 1 次の直線近似となることがわかる。このことから高強度コンクリートを使用する場合、コンクリート強度に応じて算定値を補正する必要があると思われる。また、終局耐力の実験値と計算値を比較すると、1 次の直線近似で表すことができた。

4. まとめ

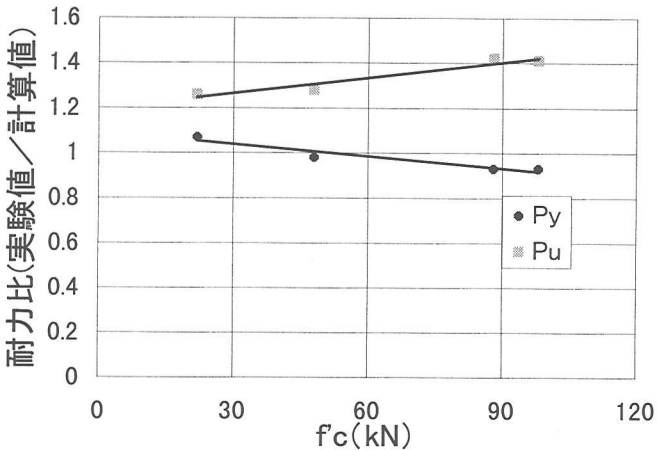
- (1) 今回の実験では耐力比が 0.89 倍～1.07 倍とほぼ 1 に近い値となった。しかし、高強度コンクリートを使用する場合、耐力算定値はコンクリート強度に応じて補正し、使用する必要があると思われる。
- (2) 曲げ引張破壊耐力、終局耐力の実験値と計算値を比較すると、1 次の直線近似で表すことができた。

参考文献：(1)コンクリート標準示方書〔設計編〕,土木学会,平成 8 年

(2)コンクリートライブラリー 79「コンクリート技術の現状と示方書改訂の動向」,土木学会,H6.7



図－3 荷重とたわみの関係



図－4 $f'c$ と耐力比の関係