

V-419

高強度材料を用いた鉄筋コンクリートはりの曲げ挙動に関する研究

名古屋工業大学大学院 ○学生員 結城 和宏

名古屋工業大学大学院 学生員 新名 勉

名古屋工業大学工学部 正会員 上原 匠

名古屋工業大学工学部 正会員 梅原 秀哲

1. はじめに

土木構造物に高強度コンクリートを利用することにより、橋梁におけるスパンの長大化および部材断面の縮小化が可能となり、経済的な部材設計や景観的にも優れた構造物の建設が可能となる。しかし、逆に部材断面の縮小化による構造物の安定性の問題や破壊がぜい性的になることによる安全性の問題が挙げられ、曲げ部材の終局耐力について算定方法自体を検討し直す必要性が生じてくる¹⁾。その中で特に問題となるのが、現在、限界状態設計法において曲げ部材の終局耐力の算定に用いられているストレスブロックの、高強度コンクリートへの適用性である。そこで本研究では、円柱供試体の一軸圧縮試験から応力下降域を含んだ応力-ひずみ関係を測定し、そのモデル化を行っ

表1 コンクリートの配合

シリーズ	Gmax (mm)	S ₁ (mm)	Air (%)	W C+S ₁ (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
						W (kg)	C (kg)	S ₁ (kg)	S (kg)	G (kg)	減水剤 (kg)	AE剤 (g)
A	20	12	4	40	43	183	458	—	690	954	2.29	18.3
B				32	41		572	—	620	931	7.44	343
C				28	41		523	131	593	890	13.1	261

2. 高強度コンクリートの応力-ひずみ関係

供試体はφ10×20cmの円柱供試体を使用した。コンクリートの配合を表1に示す。結合材として、普通ポルトランドセメントを使用し、Cシリーズには強度増加を期待するためにシリカフェームを併用した。なお、混合比は普通ポルトランドセメント4に対して、シリカフェーム1の割合とした。混和剤として、アミノスルホン酸系高性能AE減水剤を使用した。実験は岩盤試験機を使用し、載荷は変位制御(載荷速度0.01mm/min)で行った。各供試体の応力-ひずみ関係を図1に示す。高強度になるにしたがって最大応力時のひずみが2500μ

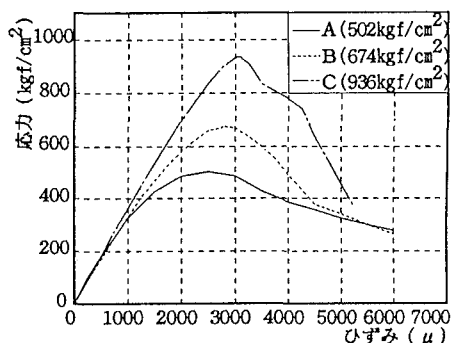


図1 コンクリートの応力-ひずみ関係

から3000μ近くへと増加していることがわかる。また、高強度になるにしたがって割線弾性係数が $3.3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ から $3.6 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ へと大きくなり、最大応力に達するまで弾性的特性が認められ、さらに最大応力に達した後、直ちに終局に至る傾向があることが確認できる。これは高強度になるにしたがって骨材の強度がモルタル強度と大差がなくなるために骨材破壊を起こしやすくなり、最大応力以降の強度低下が大きくなったと考えられる。

3. 鉄筋コンクリートはりの曲げ破壊実験

供試体寸法および配筋を図2に示す。供試体寸法は同一で、断面15×20cm、有効高さ17cm、全長240cmの

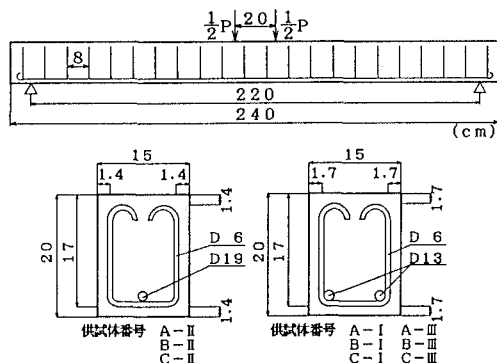


図2 供試体の寸法および配筋

単鉄筋長方形はりとした。鉄筋比は曲げ引張破壊が生じるように約1%として全供試体同一とした。実験変数は、コンクリートの圧縮強度($f'_c = 400, 600, 800 \text{ kgf/cm}^2$)と鉄筋の降伏強度(SD295, SD490, SD785)とした。コンクリートは表1に示す配合と同一としたが、養生条件の相違から同じ強度が得られなかった。はりの載荷には100tf構造試験機を用いて、支持条件は支点間距離220cmの2点集中載荷とした。なお試験材齢は28日である。実験結果を表2に示す。供試体C-Ⅲが破壊荷重で最大値を示すことから、高強度コンクリートと高強度鉄筋の併用が有効であると言える。

4. ストレスブロックの評価

図1に示す応力-ひずみ関係を基にして提案したモデルを図3に示す。A、Bシリーズでは図3(a)に示す土木学会モデル²⁾を、Cシリーズでは図3(b)に示す台形モデルを提案することによって、曲げ破壊モーメントの算定を行い、土木学会モデル、ACIモデル³⁾との比較を行った。曲げ破壊モーメントの算定結果を表3に示す。表に示すように、A、Bシリーズでは土木学会モデルが、Cシリーズでは台形モデルが他のモデルよりもやや精度よく評価できたが、特に大きな差は見られなかった。この結果からコンクリートの圧縮強度が800kgf/cm²程度の範囲内であれば、応力-ひずみモデルやストレスブロックが多少異なっても

曲げ部材の終局耐力に及ぼす影響はほとんど無く、実用上はどのモデルを用いてもあまり問題にならないことが明らかとなった。

5. まとめ

本研究で得られた結果を要約すると、以下のようになる。

(1) コンクリートの応力-ひずみ

関係は、高強度になるにしたがって割線弾性係数が大きくなり、最大応力に達するまで弾性的特性が認められ、さらに最大応力に達した後、直ちに終局に至る傾向があることが確認された。

(2) 鉄筋コンクリートはりの曲げ試験結果から、同一鉄筋比の場合、高強度コンクリートと高強度鉄筋の併用が有効であることが明らかとなった。

(3) 今回の実験の範囲では、コンクリートの圧縮強度が800kgf/cm²程度の範囲内であれば、応力-ひずみモデルやストレスブロックが多少異なっても曲げ部材の終局耐力に及ぼす影響はほとんど無く、実用上はどのモデルを用いてもあまり問題にならないことが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 鈴木基行:超高強度コンクリートはり部材の曲げ挙動に関する研究,「シリカフェームを用いたコンクリート」に関するシンポジウム講演論文報告集,1993
- 2) 土木学会:コンクリート標準示方書(設計編),1991
- 3) Breen, J.E., et al.: Building Code Requirements for Reinforced Concrete And Commentary, ACI Committee 318, 1989

表2 実験結果

供試体 番号	コンクリート 圧縮強度 f'_c (kgf/cm ²)	鉄筋 種別	破壊 荷重 P_u (tf)	曲げ破壊 モーメント M_u (tf・m)
A-I	363.3	SD295	3.07	1.54
A-II		SD490	5.00	2.50
A-III		SD785	6.77	3.39
B-I	505.0	SD295	3.42	1.71
B-II		SD490	5.50	2.75
B-III		SD785	6.79	3.40
C-I	760.9	SD295	3.20	1.60
C-II		SD490	5.56	2.78
C-III		SD785	7.27	3.64

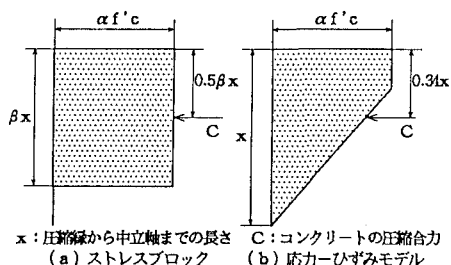


図3 提案モデル

表3 曲げ破壊モーメント

供試体 番号	提案モデル			土木学会			A C I			実験値	M_u	M_u	M_u
	α	β	M_uT	α	β	M_uD	α	β	M_uA	M_u	M_uT	M_uD	M_uA
A-I			1.40			1.40			1.40	1.54	1.10	1.10	1.10
A-II	0.85	0.80	2.23	0.85	0.80	2.23	0.85	0.79	2.23	2.50	1.12	1.12	1.12
A-III			3.03			3.03			3.02	3.39	1.12	1.12	1.12
B-I			1.43			1.43			1.42	1.71	1.20	1.20	1.20
B-II	0.85	0.80	2.32	0.85	0.80	2.32	0.85	0.69	2.28	2.75	1.19	1.19	1.21
B-III			3.21			3.21			3.13	3.40	1.06	1.06	1.09
C-I			1.46			1.46			1.45	1.60	1.10	1.10	1.10
C-II	0.85	—	2.40	0.85	0.80	2.39	0.85	0.65	2.36	2.78	1.16	1.16	1.18
C-III			3.38			3.36			3.29	3.64	1.08	1.08	1.11