

高強度材料を用いた円形 RC 橋脚の耐力および変形性能に関する考察

○独立行政法人土木研究所 正会員 佐藤 大
独立行政法人土木研究所 正会員 西田 秀明
独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹

1. はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート橋脚（RC 橋脚）における断面縮小や建設コスト縮減を期待し、高強度材料を使用することが考えられる。しかしながら、高強度材料を用いた RC 橋脚の変形性能の評価方法については十分に明らかになっていないと言えない。著者らは、コンクリート強度が 60N/mm²、鉄筋が USD685 程度までを対象とした RC 橋脚の耐力および変形性能の評価方法を確立することを目的として検討を進めている¹⁾²⁾。本文では、高強度材料を用いた円形 RC 橋脚の実験結果を対象に耐力および変形性能の評価方法について検討した。

2. 実験概要

図-1 に実験概要および試験体断面図を、表-1 に試験体の諸元を示す。比較検討した試験体は 4 体で、柱高さが 3010mm、直径が 600mm の円形断面である。すべての試験体において、コンクリートの設計強度が 60N/mm²、軸方向鉄筋が USD685 の高強度材料を使用し、軸方向鉄筋比（0.99%）は同一である。

試験体 A は、帯鉄筋に USD685 を 75mm 間隔で配筋し、横拘束筋体積比は 0.32% である。試験体 B は、A と同一の配筋で帯鉄筋に SD295 を使用している。試験体 C は、帯鉄筋に USD685 を 100mm 間隔で配筋し、横拘束筋体積比は 0.24% である。試験体 D は、B と同一の試験体で実験時の軸力を 2 倍にしたものである。実験は、過去に行った高強度材料を用いた矩形 RC 橋脚実験¹⁾ で用いた基準変位（ $\delta=11.0\text{mm}$ ）の整数倍の水平変位を各ステップに対して 3 回ずつ繰り返す正負交番載荷方式で行われている。

3. 評価手法

高強度 RC 橋脚の耐力および変形性能の評価を検討するため、今回の実験を以下の手法で評価した。

(1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編³⁾

現行の道路橋示方書（以下、道示と略記する）では、コンクリートの材料モデルの適用範囲が 40N/mm² までとなっているなど、今回の実験試験体は評価式の適用範囲外である。しかし、ここでは評価式がそのまま使えるものと仮定して耐力および変形性能を評価した。道示における終局状態は、最外縁圧縮鉄筋位置のコンクリートのひずみが終局ひずみ（コンクリートの応力度が最大応力度の 80% まで低下した時のひずみ）に達する時と定義されている。

(2) NewRC 式

道示におけるコンクリートの材料モデルを建設省総合技術開発プロジェクト⁴⁾ で提案されたコンファインドコンクリートのモデルに置き換えて評価した。このプロジェクトで対象とされたコンクリート強度の範囲は、30~120kN/mm² であり、実験試験体は適用範囲内である。なお、終局状態については明確な定義がないた

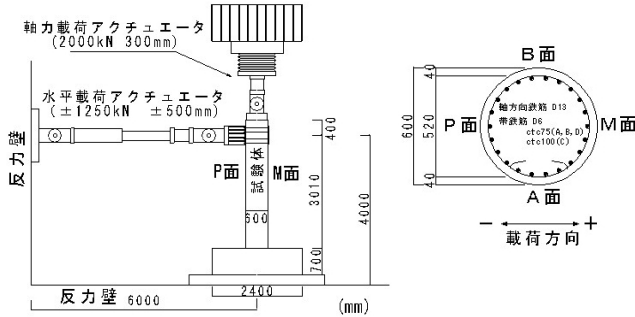


図-1 実験概要および断面図

表-1 試験体諸元

試験体名		(N/mm ²)			
コンクリート σ _{ck} =60	圧縮応力度	58.9	60.7	60.2	64.7
	弾性係数	4.10 × 10 ⁴	4.07 × 10 ⁴	3.71 × 10 ⁴	3.92 × 10 ⁴
軸方向鉄筋 USD685	降伏強度	739.6		762.2	
	弾性係数	1.90 × 10 ⁵		2.01 × 10 ⁵	
	破断伸び	9.3%		9.9%	
	軸方向鉄筋比	0.99%			
帯鉄筋 USD685(A,C)	降伏強度	706.4	329.3	704.9	339.8
	弾性係数	1.93 × 10 ⁵	1.76 × 10 ⁵	1.83 × 10 ⁵	1.74 × 10 ⁵
SD295(B,D)	横拘束筋体積比	0.32%		0.24%	0.32%
実験時載荷軸応力度		1			2

キーワード：円形 RC 橋脚、高強度材料、変形性能

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL029-879-6773 FAX029(879)6736

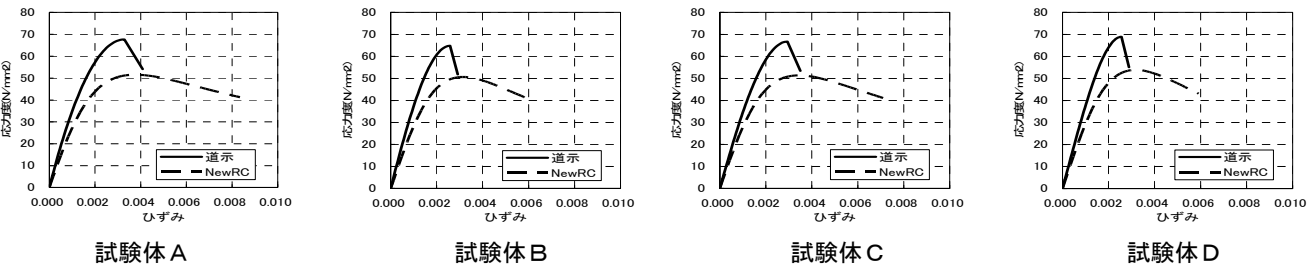


図-2 コンクリートの応力-ひずみ関係

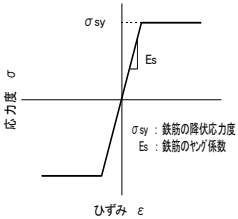


図-3 軸方向鉄筋の
応力-ひずみ関係

表-2 計算結果一覧

	A			B			C			D		
	実験	道示	NewRC	実験	道示	NewRC	実験	道示	NewRC	実験	道示	NewRC
初降伏荷重(kN)	-	139 (1.00)	136 (0.98)	-	140 (1.00)	136 (0.97)	-	142 (1.00)	139 (0.98)	-	162 (1.00)	158 (0.97)
初降伏変位(mm)	-	24.7 (1.00)	25.0 (1.01)	-	24.5 (1.00)	24.9 (1.01)	-	24.5 (1.00)	24.6 (1.01)	-	24.6 (1.00)	24.7 (1.00)
最大荷重(kN)	178 【1.00】	178 【1.00】	176 【0.99】	176 【1.00】	174 【0.99】	175 【1.00】	186 【1.00】	181 【0.97】	180 【0.97】	197 【1.00】	196 【0.99】	198 【1.00】
終局変位(mm)	119.4 【1.00】	68.2 【0.57】	114.4 【0.96】	107.7 【1.00】	51.0 【0.47】	85.0 【0.79】	118.4 【1.00】	58.8 【0.50】	97.6 【0.82】	119.5 【1.00】	46.8 【0.39】	76.4 【0.64】

※ () は各値の道示に対する比
※ 【 】 は各値の実験値に対する比

め、ここでは手法1と同様とした。

図-2 に各手法で用いたコンクリートの応力-ひずみモデルを、図-3 に軸方向鉄筋の応力-ひずみモデルを示す。

今回検討した両手法では、横拘束鉄筋による拘束効果をコンクリートの応力-ひずみモデルに考慮するため、帯鉄筋の強度や横拘束筋体積比などの変化にともない最大応力度 (σ_{cc}) や最大応力度時のひずみ (ϵ_{cc})、終局時のひずみ (ϵ_{cu}) などが変化する。両者において、 ϵ_{cc} や ϵ_{cu} の増減の傾向は変わらないが、 ϵ_{cu} のひずみ量は大きく異なり、NewRC の場合に大きくなる。また、軸方向鉄筋の材料モデルは両手法において同一で、降伏点を折れ点とするバイリニア型とした。

4. 実験結果との比較

表-2 に計算結果の一覧を、図-3 に実験から得られた包絡線と計算結果の比較を示す。包絡線は実験の各ステップ1回目の最大変位時荷重を正負平均で示した。表中、実験結果の終局変位には、包絡線の荷重が最大荷重の80%以下に低下した時の直前の点の変位を示している。

最大荷重に着目した場合、両計算結果には大きな差はなく、かつ実験結果との差も最大で3%程度と良く一致していることがわかる。また、終局変位に着目した場合、道示では実験結果の40～55%程度、NewRCでは実験結果の65～95%程度とそれぞれ小さく評価した。

5. まとめ

高強度材料を用いた円形RC橋脚について耐力および変形性能を評価した結果、耐力についてはコンクリート材料モデルの違いは大きく影響しない。しかしながら、変形性能の評価についてはコンクリートの材料モデルの違いにより差が生じたことから、変形性能の推定精度を高めるためにはコンクリートの材料モデルについてより詳細な検討が必要であることが示唆される。

参考文献 1) 西田・運上：帯鉄筋強度の違いが高強度材料を用いたRC橋脚の耐力・変形性能に及ぼす影響、土木学会第59回年次学術講演概要集、2004.9 2) 西田・運上：帯鉄筋強度の違いが高強度材料を用いた円形RC橋脚の耐力・変形性状に及ぼす影響、土木学会第60回年次学術講演概要集、2005.9 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編、2002.3 4) (財)国土開発技術研究センター：建設省総合技術開発プロジェクト、平成4年度NewRC研究開発概要書、1993.3