

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・変形性能に及ぼす影響

○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

近年、断面縮小による橋脚自重の低減や基礎の規模縮小およびこれらに伴う建設コスト縮減を目的として、高強度材料の採用が検討されるケースが増えつつある。しかし、このような材料は、現在の道路橋示方書¹⁾（以下、「道示」）で規定されている下部構造の使用材料強度の上限を上回っていることから、著者らは $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ 、鉄筋SD685 までに対する標準的規模の RC 橋脚の耐力・変形性能の評価法の確立を目指して検討を進めている。本文では、帯鉄筋強度の異なる高強度材料を用いた曲げ破壊型円形 RC 橋脚の耐力・変形性能を評価するために実施した正負交番載荷実験結果を報告する。

2. 実験概要

実験は帯鉄筋の材料強度のみが異なる図-1 に示す供試体 2 体に対して行った。断面は直径 600mm の円形で、せん断支間比は 5.02 である。軸方向鉄筋 (D13) が 22 本（軸方向鉄筋比 0.99%）、帯鉄筋 (D6) を 75mm ピッチ（帯鉄筋体積比 0.33%）とした。材料は、コンクリートには設計基準強度 60N/mm^2 、軸方向鉄筋には SD685 を使用し、帯鉄筋を供試体 A では SD685、供試体 B では SD295A とした。実験時の材料特性を表-1 に示す。軸力は、標準的な橋梁における上部構造重量を想定して軸方向応力度が 1.0N/mm^2 となるように載荷した。

載荷は、過去に行った高強度材料を用いた矩形 RC 橋脚実験で用いた基準変位 $\delta_0(11.0\text{mm})$ ²⁾とし、この整数倍の変位で各 3 回の正負交番載荷を行った。

3. 実験結果

最終損傷状況を図-2、水平荷重-水平変位履歴曲線を図-3、主要イベントの発生段階を表-2 に示す。さらに、各載荷ステップ 1 波目最大変位時を結んだ包絡線と履歴吸収エネルギーの比較を図-4 に示す。ここで、変位はフーチングの剛体変位を除いた曲げ変位を示している。また、図-4 の包絡線は正負の平均値を示している。

損傷状況は、帯鉄筋に高強度材料を用いた供試体 A の方が、供試体 B に比べてかぶりコンクリートの剥落領域が若干小さい一方、鉄筋の破断本数が多かった。主要イベントの発生段階や履歴曲線のループ形状、各載荷ステップ 1 波目正側最大変位時を結んだ包絡線で比較すると、最大荷重発生時まではほぼ同じであるが、かぶりコンクリートの剥落開始時期や、各載荷ステップ 1 サイクル目で最大荷重の 80%まで荷重が低下する時期は、いずれも供試体 A の方が $1\delta_0$ ほど早い。この他に、供試体 B の履歴ループには、若干ピンチング挙動がみられるが供試体 A にはそのような挙動がみられないこと、また、包絡線の荷重下降域における勾配はほぼ等しいことがわかる。各載荷ステップ 1 波目の履歴エネルギーは、 $10\delta_0$ まではほぼ等しいが、供試体

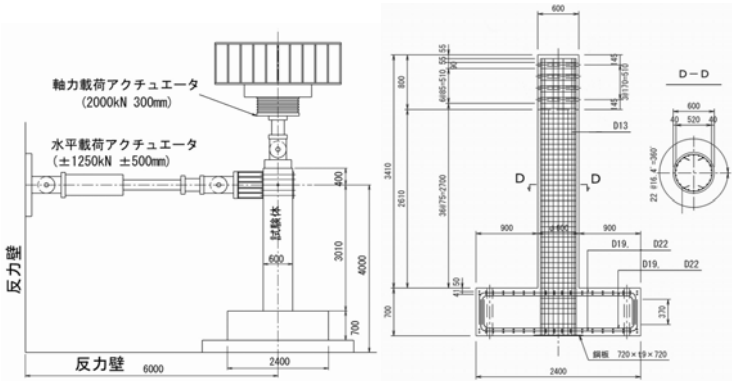


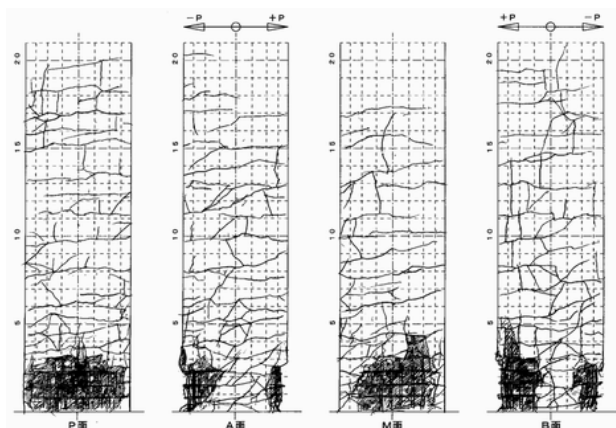
図-1 実験供試体諸元

表-1 使用材料特性(N/mm²)

供試体名		A	B
コンクリート	圧縮応力度	58.9	60.7
	弾性係数	3.92×10^4	4.03×10^4
軸方向鉄筋	降伏強度	737	
	弾性係数	19.0×10^4	
	破断ひずみ	10.6%	9.3%
帯鉄筋	降伏強度	665	327
	弾性係数	18.8×10^4	16.8×10^4
	破断ひずみ	9.5%	16.1%

キーワード：円形 RC 橋脚、高強度材料、帯鉄筋強度

連絡先 ：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1 番地 6 TEL 029-879-6773 FAX 029-879-6736



供試体 A

供試体 B

図－2 最終損傷状況

表－2 主要イベントの整理
(変位の括弧内は载荷ステップとサイクル)

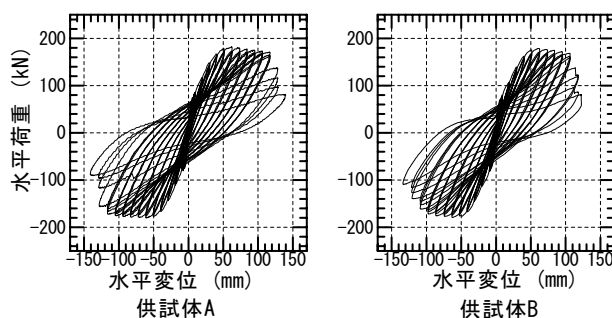
供試体	A		B	
载荷ステップ (基準変位 $\delta_0=11\text{mm}$)	荷重 (kN)	変位 (mm)	荷重 (kN)	変位 (mm)
道路橋示方書 ¹⁾ の計算 式に基づく降伏時(P_y)	178.4	31.7 (2.88)	173.9	30.5 (2.77)
荷重最大時($P_{\max}$)	183.0	61.7 (6.1)	179.3	61.1 (6.1)
かぶりコンクリート剥 落時(軸方向鉄筋が確 認できた時)	159.4	116.5 (11.3)	159.8	96.6 (10.1)
1 サイクル目の最大変 位時荷重が初めて $P_{\max}$ の 80%以下になった時	135.4	128.5 (12)	119.7	118.1 (11)
最終損傷状況(鉄筋) 軸: 軸方向鉄筋 帯: 帯鉄筋	軸: 8 本破断 (13.1)		軸: 5 本破断 帯: 1 本破断 (12.1)	

A ではその後さらに $2\delta_0$ 分履歴吸収エネルギーが増加しているのに対し、供試体 B では $10\delta_0$ と $11\delta_0$ では吸収エネルギーはほぼ同じであり、その後低下している。さらに、円形断面において内部コンクリートに作用している拘束圧の指標となる圧縮フランジ側帯鉄筋ひずみの高さ方向分布を図－5 に示す。この分布から、供試体 A では $10\delta_0$ 以降、供試体 B では $9\delta_0$ 以降でいずれも降伏ひずみを超える拘束効果が発揮されていることがわかる。以上より、帯鉄筋に高強度鉄筋を用いることで曲げ破壊型の円形 RC 橋脚の変形性能は若干向上していることがわかる。この結果は、本実験と同様に、帯鉄筋強度の違いが高強度材料を用いた矩形断面 RC 橋脚における実験結果において変形性能に有意な差がみられなかったこと³⁾とは対照的である。

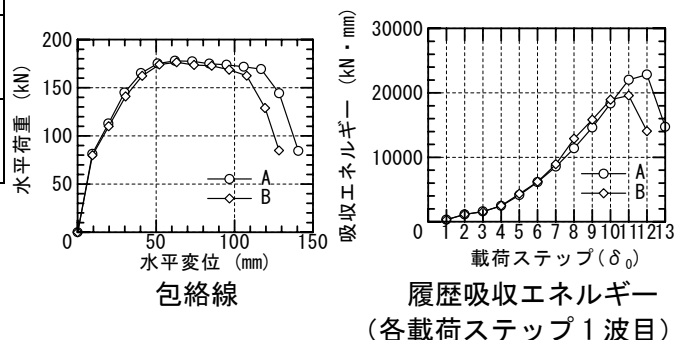
4. まとめ

帯鉄筋強度の異なる高強度材料を用いた円形 RC 橋脚の正負交番载荷実験の結果、帯鉄筋に高強度材料を用いることで変形性能の向上が期待できるが、その程度は標準鉄筋の 2 倍の強度で $1\delta_0$ 程度であった。

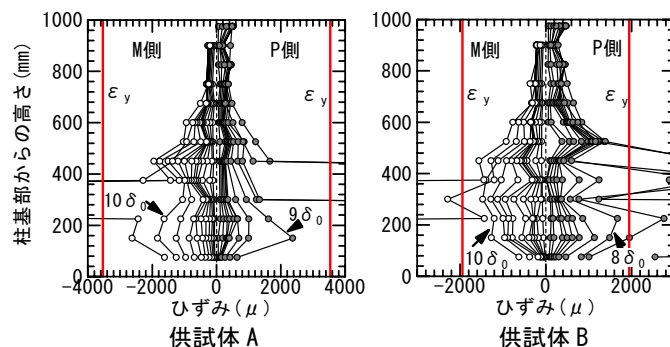
参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、2002.3 2) 西田・運上・河藤：コンクリートおよび軸方向鉄筋に高強度材料を用いた RC 橋脚の耐力・変形特性、土木学会第 58 回年次学術講演概要集、2003.9 3) 西田・運上：帯鉄筋強度の違いが高強度材料を用いた RC 橋脚の耐力・変形性能に及ぼす影響、土木学会第 59 回年次学術講演概要集、2004.9



図－3 水平荷重－水平変位履歴曲線



図－4 実験結果の比較



図－5 圧縮フランジ側帯鉄筋ひずみの高さ方向分布