

軸方向鉄筋比が低い橋脚の変形性能に関する考察

東急建設(株)

正会員 玉井真一

(財)鉄道総合技術研究所

正会員 岡本大 , 正会員 佐藤勉

東海旅客鉄道(株)

正会員 丹間泰郎, 正会員 安原真人

1. はじめに

既存の橋脚の中には、軸方向鉄筋比が低いために曲げ降伏耐力が低く、せん断補強鉄筋は少ないが曲げ破壊モードとなるものが存在する。このような橋脚の変形性能について、実験結果に基づいて考察した。

2. 実験の概要

実験は、壁式橋脚の短辺方向への載荷を想定して行った。試験体は2体で、軸方向鉄筋比のみを 0.25%(53D10)および 0.58%(41D16)に変化させた。その他の諸元は共通である。せん断補強鉄筋は配置せず、水平方向に配力筋($\phi 4$ または D6)のみを配置した。試験体を図1に、使用材料の強度と耐力の計算値を表1に示す。載荷は両試験体で変位を揃えるために、試験体に与える変位を部材角 ($\pm 1/300 \times 3$ 回, $\pm 2/300 \times 3$ 回, $\pm 4/300 \times 3$ 回, $\pm 6/300 \times 3$ 回・・・)により制御した。

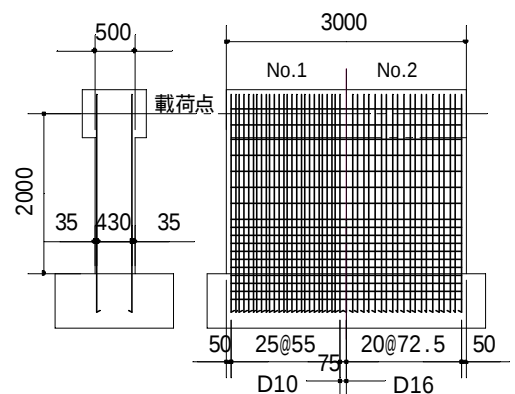


図1 試験体

3. 実験結果

表1 使用材料の特性および耐力の計算値

試験体	f'_c N/mm ²	E_s N/mm ²	f_{sy} N/mm ²	M_u_{cal} (kN・m)	$V_{mu_{cal}}$ (kN)	$V_{c_{cal}}$ (kN)	$V_c/V_{mu_{cal}}$
WP11	24.1	1.81E+05	345	755.8	377.9	702.9	1.86
TWP12	23.0	1.94E+05	366	1473.7	736.8	832.0	1.13

軸方向鉄筋比が 0.25%の WP11 は、曲げひび割れのみが生じ、これが斜めひび割れへ進展することはなかった。部材角 6/300 におい

て橋脚基部のかぶりが剥離し、軸方向鉄筋が座屈した。その後は履歴ループの面積が小さくなったが、包絡線の荷重低下は小さかった。部材角 8/300 から軸方向鉄筋が破断し始め、耐力は徐々に低下した。図2に WP11 の荷重 - 変位関係と試験体側面のひび割れ状況を示す。

軸方向鉄筋比が 0.58%の TWP12 は、部材角 6/300 以降に曲げひび割れが斜めひび割れへ進展した。部材角 8/300 において橋脚基部のかぶりが剥離し軸方向鉄筋が座屈したが、包絡線の荷重の低下は小さく、その後の挙動は WP11 とほぼ同様であった。図3に TWP12 の荷重 - 変位関係と試験体側面のひび割れ状況を示す。

4. 考察

軸方向鉄筋比が大きい場合は、降伏時のせん断力がコンクリートの負担できるせん断耐力 V_c を上回り、降伏時に斜めひび割れが生じている。斜めひび割れが生じた状態で正負交番載荷を受けると、コンクリートが負担できるせん断力が低下し、曲げ降伏後のせん断破壊に至る¹⁾ことが知られている。

また、せん断補強鉄筋を多量に配置して曲げ降伏後のせん断破壊を防止しても、軸方向鉄筋の座屈後は耐力が大きく低下する。軸方向鉄筋が座屈すると軸方向鉄筋が負担していた圧縮力がコンクリートに再分配されると考えられるが、この時点では軸方向鉄筋内部のコンクリートも斜めひび割れの影響で損傷しているため、コンクリート圧縮合力の作用位置が断面内部へシフトする結果、橋脚下端の断面高さが実質的に減少して耐力が低下するものと考

キーワード：鉄筋コンクリート橋脚、破壊モード、低鉄筋比、履歴特性

連絡先：〒150-0002 東京都渋谷区渋谷 3-11-11 TEL03-5466-5194 FAX03-3797-7547

えられる。

一方、本実験のように軸方向鉄筋比が低い場合は、降伏時に斜めひび割れが生じていないため、降伏後に正負交番载荷を受けても、コンクリートが負担できるせん断力が低下することがなく、降伏後の耐力低下が生じないものと考えられる。

また、交差する斜めひび割れが生じていないため、軸方向鉄筋が座屈する時点においても軸方向鉄筋内部のコンクリートは圧縮力の負担能力を失っていない。したがって、軸方向鉄筋が座屈した後も耐力低下が小さいものと考えられる。

図4は軸方向鉄筋比が低い場合の軸方向鉄筋座屈前後の曲げモーメントの負担機構を模式的に示したものである。また、表2に各状態での曲げ耐力の計算値を示す。状態Aは通常のRC断面の状態、状態Bは抜出しの影響により軸方向鉄筋のみが圧縮力を負担している過渡状態、状態Cは軸方向鉄筋が座屈してコンクリートのみが圧縮力を負担している状態である。軸方向鉄筋の座屈前には状態A～過渡状態B～状態Aを繰り返すが、軸方向鉄筋が座屈すると、新たな状態Cにより曲げモーメントが負担される。状態Aから状態Cの間で、橋脚が負担できる曲げモーメントの低下は小さく、包絡線の荷重低下は小さい。しかし、状態C～状態Cを繰り返す間の過渡状態は不安定であり、その間の履歴ループはスリップ形の挙動を示すものと考えられる。

5. まとめ

軸方向鉄筋比が低い橋脚において、軸方向鉄筋の降伏時に斜めひび割れが生じていない場合には、降伏後に正負交番载荷を受けても曲げ降伏後のせん断破壊には至らず、降伏後の包絡線荷重の低下が少ない曲げ破壊モードとなる。しかし、履歴吸収エネルギーが小さいスリップ形の履歴特性を呈する。

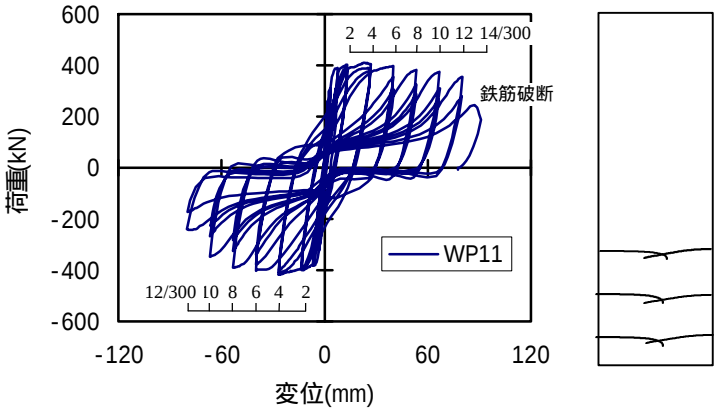


図2 試験体 WP11 の荷重 - 変位関係とひび割れ状況

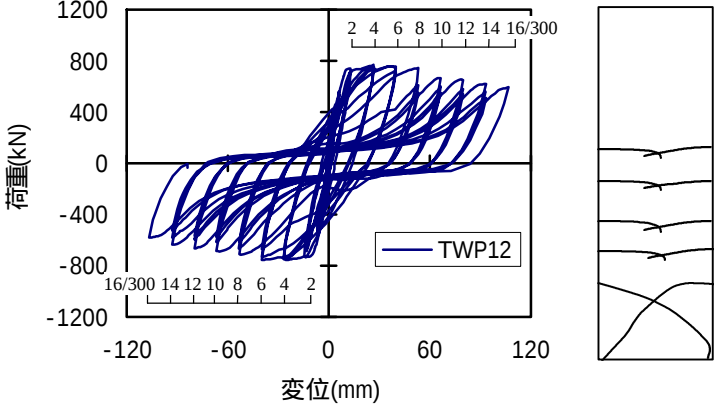


図3 試験体 TWP12 の荷重 - 変位関係とひび割れ状況

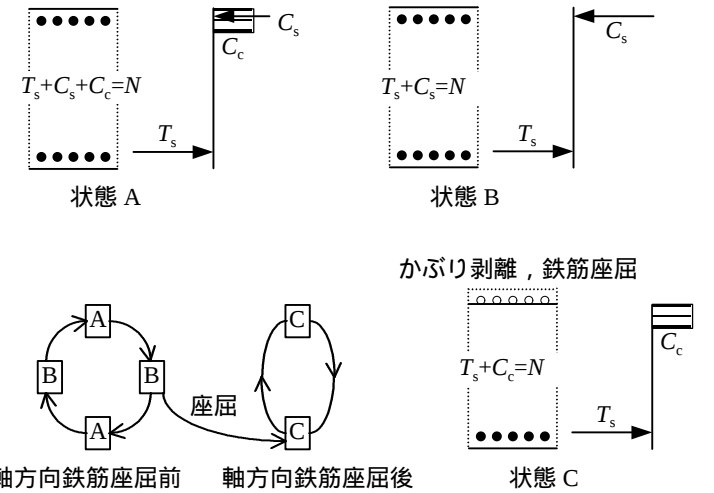


図4 曲げモーメントの負担機構

表2 各負担機構での曲げ耐力計算値

試験体	状態A				状態B			状態C			Mu_A / Mu_C
	Ts (kN)	Cs (kN)	Cc (kN)	Mu_A (kN・m)	Ts (kN)	Cs (kN)	Mu_B (kN・m)	Ts (kN)	Cc (kN)	Mu_C (kN・m)	
WP11	1305	-168	-1873	756	1305	-1305	561	1305	-2041	698	0.92
TWP12	2979	-1463	-2252	1474	2979	-2979	1281	2979	-3715	1331	0.90