

主筋に高強度鉄筋を適用した円形断面柱の正負交番载荷試験結果と一考察

東京鉄鋼株式会社 正会員 ○後藤 隆臣

1. はじめに

近年、上部構造物の高層化・大型化に伴う軸力および曲げモーメントの増大によって場所打ちコンクリート杭(以下、「場所打ち杭」という)の大口径化が進んでいる。これを避けるために、杭径を大きくせずに主筋量を増やす等の対策が行われている。その結果、構造物と基礎構造物の接合部での過密配筋を引き起こし、配筋が困難になりつつある。これらを解決する策として、主筋に高強度鉄筋を用いて鉄筋量を落とすことが挙げられるが、高強度鉄筋は伸び性が乏しく、構造物の変形性能も劣ると考えられてきたため、実物件への採用は敬遠される傾向にある。

日比野・堺¹⁾らは、試験体の主筋に SD390 および高強度鉄筋(USD685, USD980)を採用し、長期軸力下での正負交番载荷試験による変形性能を比較した。これにより、主筋本数を減らした影響で、若干剛性が低下するものの通常の場所打ち杭と同等の変形性能を有することを確認した。

本文は、試験体断面をより現実的な配筋とし、長期軸力および短期軸力下での正負交番载荷試験を行ったため、その結果および考察を報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体緒元

試験体断面は、USD785(熱処理を施した鉄筋)の D10 を主筋として、e 関数法による曲げ解析を行い、曲げ破壊先行型となるように設計した。

試験体緒元を表-1、試験体概要図を図-1 に示す。

(2) 試験方法

図-2 に示す加力装置にて、各試験体に長期軸力(407.4kN)および短期軸力(0kN, 814.8kN, 1222.2kN)を一定に载荷した。水平加力は、上部反力ブロックの中心を回転の中心として、スタブ上面までの高さで除した部材角 R による変形制御とした。試験体 1 体において、 $\pm 1/400$ を 1 回、 $\pm 1/200$, $\pm 1/100$, $\pm 1/67$, $\pm 1/50$, $\pm 1/33$ を 2 回、 $\pm 1/25$ を 1 回载荷して終了とした。

表-1 試験体緒元

試験体緒元一覧								
試験体	D (mm)	M/QD	σ_B (N/mm ²)	N (kN)	主筋	P_a (%)	せん断補強筋	P_w (%)
I	350	2.5	24.0	407.4	20-D10 (USD785)	1.6	$\phi 5.1@50$ (SBPD1275)	0.26
II				0				
III				814.8				
IV				1222.2				
V			36.0	407.4				
VI				0.0				
VII				814.8				

D:杭径 M/QD:せん断スパン比 σ_B :コンクリート圧縮強度 N:軸力 P_a :全主筋比 (A_s/A_c) A_s :主筋全断面積 A_c :杭体全断面積 P_w :せん断補強筋のピッチを変えず等価断面積の正方形に置換した場合のせん断補強筋比

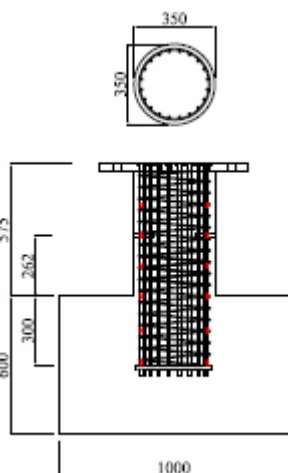


図-1 試験体概要図

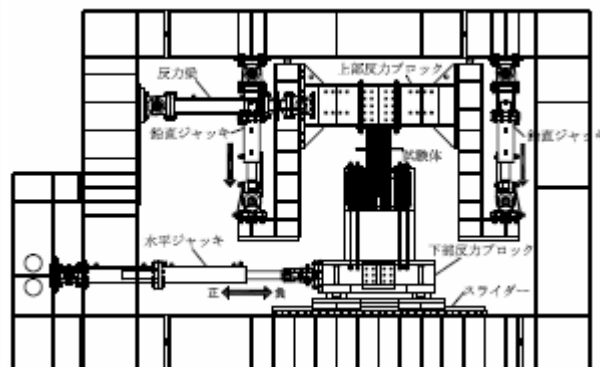


図-2 加力装置概要図

3. 試験結果

試験体の Q-R 図を図-3、曲げ耐力の計算値および実験値を表-2 に示す。

(1) Q-R 曲線 (せん断 - 部材角関係)

Q-R 曲線は、各軸力で分類し、コンクリート強度 σ_B (以下「 σ_B という」) で比較した。軸力 0kN では、

キーワード：場所打ちコンクリート杭、高強度鉄筋、e 関数による曲げ解析、正負交番载荷試験

東京鉄鋼株式会社 〒323-0819 栃木県小山市横倉新田 520 TEL: 0285-28-1771 FAX: 0285-28-1717

σ_B による最大耐力および変形性能の違いは確認できなかったものの、407.4kN, 814.8kN と軸力が载荷された場合においては、 σ_B が大きくなることで最大耐力が1.14 倍程度向上することを確認できた。

(2) 計算値と実験値の比較

e 関数法による曲げ耐力値と曲げ耐力実験値での比率は、0.98~1.31 の範囲にあり、設計手法の高い再現性を確認した。

(3) 主筋の破断

試験体 II, III, IV, V は実験が終了する前に主筋が破断した。これは、コンクリートの圧壊が進み、鉄筋のみで変形に耐えていることが考えられ、最外縁付近の主筋が座屈した後、引張が作用したときに破断するものと推察される。ここで、主筋破断本数と破断前後の耐力値比較を表-3 に示す。これより、いずれの試験体も主筋が破断した後も、最大耐力の8割以上の耐力を維持できていることが確認できた。

4. まとめ

今回の実験での考察を以下にまとめる。

- ① σ_B を高めることで高強度鉄筋の性能を有効に発揮できる。
- ② 主筋に高強度鉄筋を用いても、e 関数法による曲げ耐力解析にて場所打ち杭の設計が可能と考える。
- ③ 主筋が破断しても、大幅な耐力低下は発生しないと考えられる。

以上のことから、基礎構造物の接合部で生じる過密配筋の改善策の一つとしての可能性が得られたと考えられる。

謝辞

東京工業大学様、高周波熱錬株式会社様には、本実験に際しましてご指導、ご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 日比野陽, 堀勤, 篠原保二, 林静雄: 高強度鉄筋を用いた場所打ち杭の曲げ性状に関する研究 コンクリート工学年次論文集 Vol.32, No.2, 2010
- 2) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 2010

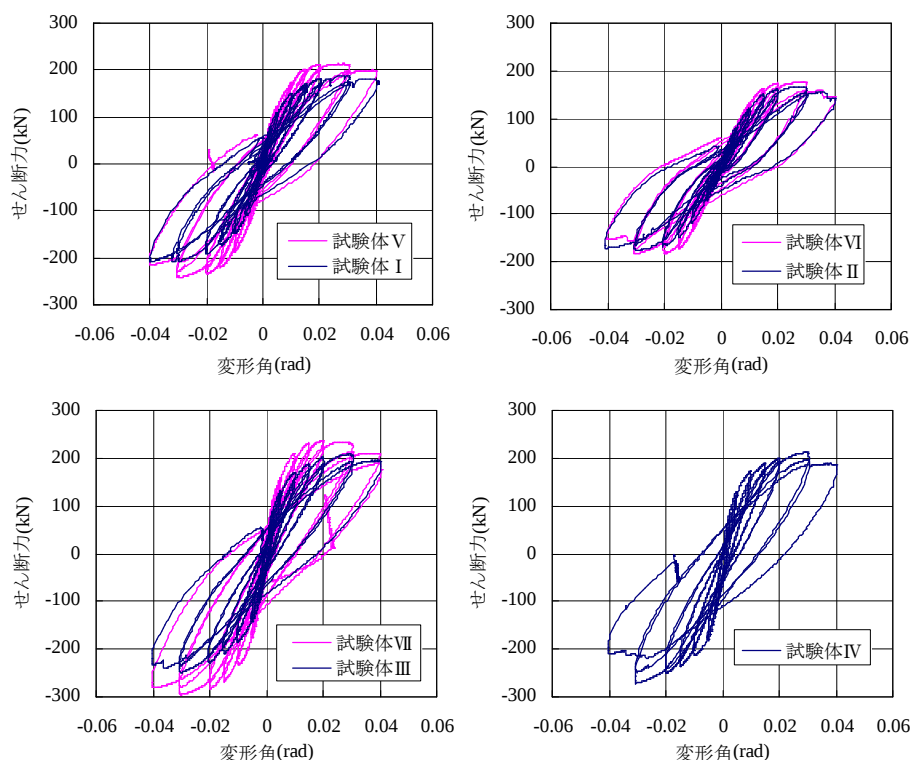


図-3 Q - R 図

表-2 計算値および実験値

試験体 No.	F_c	軸力	$cal Q_{by}$	$cal Q_b$	$cal Q_{su}$	$exp Q_{by}$	$exp Q_{max}$		$exp Q_{max} / cal Q_b$	
							正	負	正	負
I	25	407.4	163	185	223	172	187	209	1.01	1.13
II		0	129	163	203	151	168	177	1.03	1.09
III		818.8	184	190	267	161	208	249	1.09	1.31
IV		1222.2	171	175	299	192	212	271	1.21	1.55
V	36	407.4	186	218	271	157	213	242	0.98	1.11
VI		0	142	180	239	194	176	184	0.98	1.02
VII		818.8	201	246	303	227	237	295	0.96	1.20

$cal Q_{by}$ e関数法を用いた曲げ解析による最外縁主筋降伏時の曲げ耐力計算値
 $cal Q_b$ e関数法を用いた曲げ解析による曲げ耐力計算値
 $cal Q_{su}$ 等価断面の正方形に置換して修正荒川式を用いたせん断強度計算値
 $exp Q_{by}$ 最外縁主筋降伏時の曲げ耐力実験値
 $exp Q_{max}$ 最大耐力実験値

表-3 破断本数と耐力値比較

試験体 No.	$exp Q_{max}$		$exp Q_{max}'$		$exp Q_{max} / cal Q_{max}'$		破断本数
	正	負	正	負	正	負	
II	168	177	154	171	0.92	0.97	+1/25時に1本破断
III	-	249	-	239	-	0.96	-1/25時に1本破断
IV	-	271	-	219	-	0.81	-1/25時に3本破断
V	213	242	199	216	0.93	0.89	±1/25時各1本破断

$cal Q_{max}'$ 主筋破断後のピーク値