

高軸力下における杭頭半剛接合法の構造性能に関する研究  
(その2 シリーズ1の実験結果)

正会員 堀井良浩\*  
同 青島一樹\*  
同 小林治男\*\*  
同 安達俊夫\*\*\*

杭頭接合部 半剛接合 杭基礎  
PHC杭 パイルキャップ 耐震設計

1. はじめに

その2では、シリーズ1の実験結果について述べる。

2. 加力点の水平荷重～水平変位関係

図1に加力点の水平荷重 $P$ と水平変位 $\delta$ の関係と軸力 $N$ と水平変位 $\delta$ の関係とともに例示する(No.7, 8, 9)。同図(a)より、軸力は水平変位によらずほぼ一定に保持できていることが分かる。同図(b)～(d)には、軸力と水平変位による $P$ - $\delta$ 効果の影響を併記した。各ケースの最大水平荷重は軸力に依存して大きくなること分かる。また、いずれのケースも水平荷重は最大値に達した後、 $P$ - $\delta$ 効果の勾配に対応して低下していることが分かる。このことから荷重低下の主たる要因は $P$ - $\delta$ 効果によるものと考えられる。

3. 杭頭接合部の曲げモーメント～回転角関係

図2にシリーズ1における杭頭接合部の曲げモーメント $M$ と回転角 $\theta$ の関係を示す。シリーズ1では、パイルキャップのへりあき寸法と軸力が杭頭接合部の回転性状に与える影響に着目しており、杭(P1)は弾性範囲

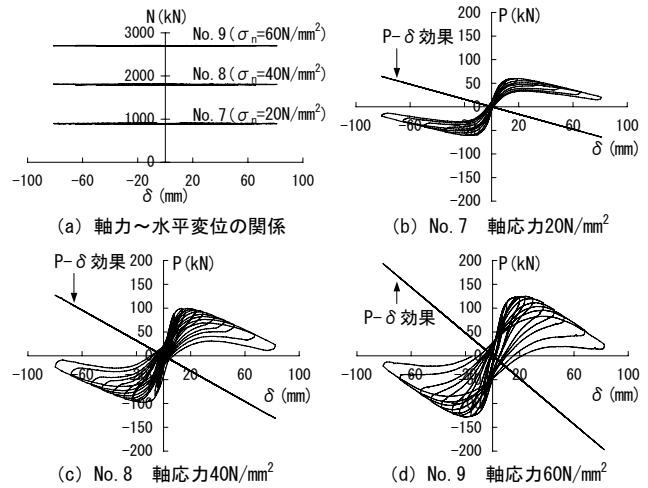


図1 加力点の $N$ ～ $\delta$ 関係、および $P$ ～ $\delta$ 関係

内に収まっている。杭頭接合部の曲げモーメントは、水平荷重にスパンを乗じ、これに軸力による付加曲げモーメントを加算して求めた。同図には、各ケースにおける

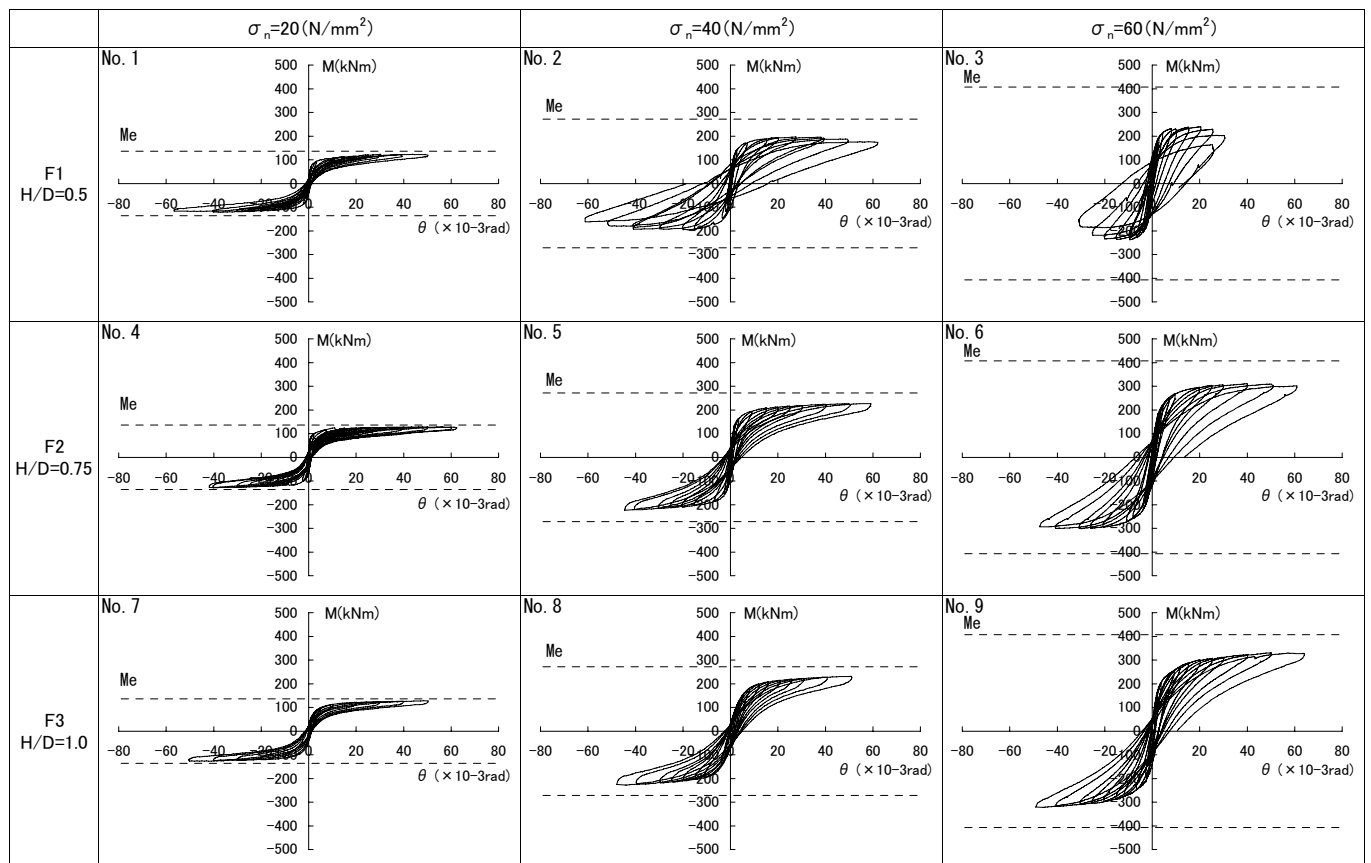


図2 杭頭接合部の曲げモーメント～回転角関係(シリーズ1)

最大偏心モーメント  $M_e$  を併記した。軸応力  $20\text{N/mm}^2$  の実験 (No. 1, 4, 7) では、へりあき寸法によらずほぼ同様の回転性状を示しており、いずれのケースも履歴面積が小さい非線形弾性的な挙動を示している。

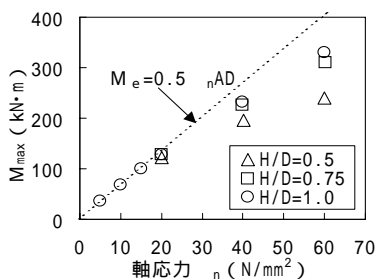


図3  $M_{max} \sim \sigma_n$  関係

また、各ケースの最大曲げモーメント  $M_{max}$  は最大偏心モーメント  $M_e$  に漸近している。軸応力  $40\text{N/mm}^2$  の実験 (No. 2, 5, 8) では、軸応力  $20\text{N/mm}^2$  に比較して履歴面積が大きい。また、へりあき寸法 ( $H/D$ ) が小さいほど履歴ループの膨らみが大きくなる傾向がある。いずれのケースも  $M_{max}$  と  $M_e$  の差が大きく、へりあき寸法が最も小さい No. 2 (F1) では若干の耐力低下が生じている。軸応力  $60\text{N/mm}^2$  の実験 (No. 3, 6, 9) では、これらの現象がより明瞭に認められる。また、へりあき寸法が小さい No. 3 (F1) では、パイルキャップの破壊により軸力低下を伴う曲げ耐力の低下が生じた。このため、回転角が約  $30 \times 10^{-3}\text{rad}$  の段階で実験を終了した。

図3に  $M_{max}$  と軸応力  $\sigma_n$  の関係を示す。同図には、 $M_e$  と

$\sigma_n$  の関係を併記した。 $M_{max}$  は、軸応力  $15\text{N/mm}^2$  以下では  $M_e$  とほぼ一致している。しかし、 $20\text{N/mm}^2$  以上の軸応力では、 $M_{max}/M_e$  が軸力の増加に応じて低下する傾向がある。この原因として、パイルキャップの変形に伴う幾何学的な要因とパイルキャップの損傷による耐力低下が考えられる。

#### 4. パイルキャップの損傷状況

図4にパイルキャップの最終ひび割れ状況、および基礎筋と帯筋のひずみと回転角の関係をあわせて示す(ひずみゲージ貼付位置はその1を参照されたい)。また同図には、最大ひび割れ幅  $W_c$ 、構造ひび割れ発生時の曲げモーメント  $M_c$  と回転角  $\theta_c$  を併記した。ここで、構造ひび割れは幅  $0.2\text{mm}$  以上のひび割れと定義した。パイルキャップのひび割れ量とひび割れ幅は、軸応力と杭頭の回転角の大きさに対応して増加する傾向がある。このことから、パイルキャップの損傷の主たる要因は、杭頭の回転と共に増加する支圧応力によるものと考えられる。また、同一の軸応力においては、へりあき寸法が小さいほど損傷が大きい。 $M \sim \theta$  関係の履歴ループの膨らみと  $M_{max}/M_e$  の低下傾向がパイルキャップの損傷状況に対応していることが分かる。基礎筋と帯筋のひずみ量についてもひび割れの発生状況に対応している。

	$\sigma_n=20(\text{N/mm}^2)$	$\sigma_n=40(\text{N/mm}^2)$	$\sigma_n=60(\text{N/mm}^2)$
F1 H/D=0.5	No.1  $W_c$ 1.6 $M_c$ 120.6 $\theta_c$ 27.0	No.2  $W_c$ 14.5 $M_c$ 188.0 $\theta_c$ 15.1	No.3  $W_c$ 18.0 $M_c$ 228.9 $\theta_c$ 6.4
F2 H/D=0.75	No.4  $W_c$ 0.04以下 $M_c$ - $\theta_c$ -	No.5  $W_c$ 0.6 $M_c$ 219.1 $\theta_c$ 30.1	No.6  $W_c$ 5.0 $M_c$ 295.7 $\theta_c$ 19.8
F3 H/D=1.0	No.7  $W_c$ - $M_c$ - $\theta_c$ -	No.8  $W_c$ 0.1 $M_c$ - $\theta_c$ -	No.9  $W_c$ 1.0 $M_c$ 306.8 $\theta_c$ 25.0

$W_c$ : 最大ひび割れ幅 (mm),  $M_c$ : 構造ひび割れ発生曲げモーメント (kN·m),  $\theta_c$ : 構造ひび割れ発生回転角 ( $\times 10^{-3}\text{rad}$ ),  $\epsilon_y$ : 鉄筋の降伏ひずみ

図4 パイルキャップの最終ひび割れ状況

\* 大成建設 技術センター  
\*\* 大成建設 設計本部  
\*\*\* 日本大学理工学部 教授・工博

\* Technology Center, Taisei Corporation  
\*\* Design Division, Taisei Corporation  
\*\*\* Prof. College of Science & Technology, Nihon Univ, Dr. Eng