

## SC 杭を使用した場合のパイルキャップにおける埋込み部耐力に関する基礎的検討

## その2 実験結果の考察

SC 杭                      パイルキャップ   埋込み長  
杭頭接合面耐力   埋込み部耐力   耐力の累加

正会員   ○石川   一真\*                      正会員   小梅   慎平\*  
正会員   岸田   慎司\*\*

## 1.はじめに

その1では、実験結果を示した。本稿では、実験結果の考察について示す。

## 2.実験結果の考察

## 2.1 実験値と計算値との比較

その1の図-3において、試験体 A-2, A-5 および A-7 の図中には、材料試験結果を用いた杭頭接合面位置の曲げモーメントの解析値（以下、計算値）を破線で示した。試験体 A-2 の計算値は、既往の研究<sup>9)</sup>で示したように、解析断面を円環とし、コンクリート強度を5倍とした断面解析により求めた杭頭接合面耐力である。試験体 A-5, A-7 の計算値は、文献<sup>9)</sup>を参考に、杭側方のパイルキャップコンクリートに生じる直応力度より算定した式(1)を用いて求めた埋込み部耐力である。なお、式(1)において、パイルキャップ補強筋の効果は考慮されていない。

$${}_{\text{cal}}M_{\text{max}} = \sigma_B \cdot \left( \frac{D \cdot h^2}{6L + 4h} \right) \cdot (L + h) \quad (1)$$

ここに、 ${}_{\text{cal}}M_{\text{max}}$ ：杭頭接合面位置の曲げモーメントの計算値、 $\sigma_B$ ：パイルキャップコンクリート強度、 $D$ ：杭径とする。

最大耐力と計算値を比較すると、試験体 A-2 は最大耐力と計算値がおおよそ整合している。しかし、試験体 A-5, A-7 は、最大耐力が計算値を上回る結果となった。これは、計算値の算出において、パイルキャップ補強筋の効果を検討していないことが原因と考えられる。

## 2.2 ひび割れ発生状況および破壊状況

図-1 に各試験体の試験終了時のひび割れ発生状況を、写真-1 に S 方向から撮影した写真を示す。図-1 の青線が正載荷時に発生したひび割れ、赤線が負載荷時に発生したひび割れを示す。また、図-1 の試験体 A-2 には、パイルキャップ側面の名称も併せて示す。

試験体 A-2 は、杭および杭頭定着筋の周囲にひび割れが集中して発生し、回転角が大きくなるに従って杭頭定着筋の抜け上がりと共に、杭頭定着筋の周囲のパイルキャップコンクリートがコーン状に浮き上がる破壊状況が確認された。

杭の埋込み長を 600mm とした試験体 A-7, A-8 は、パイルキャップ下面ではひび割れが杭から放射状に進展し、特に加力方向から斜め 45° 方向に大きなひび割れが発生した。また、正載荷時には W 面に縦ひび割れ、N 面と S

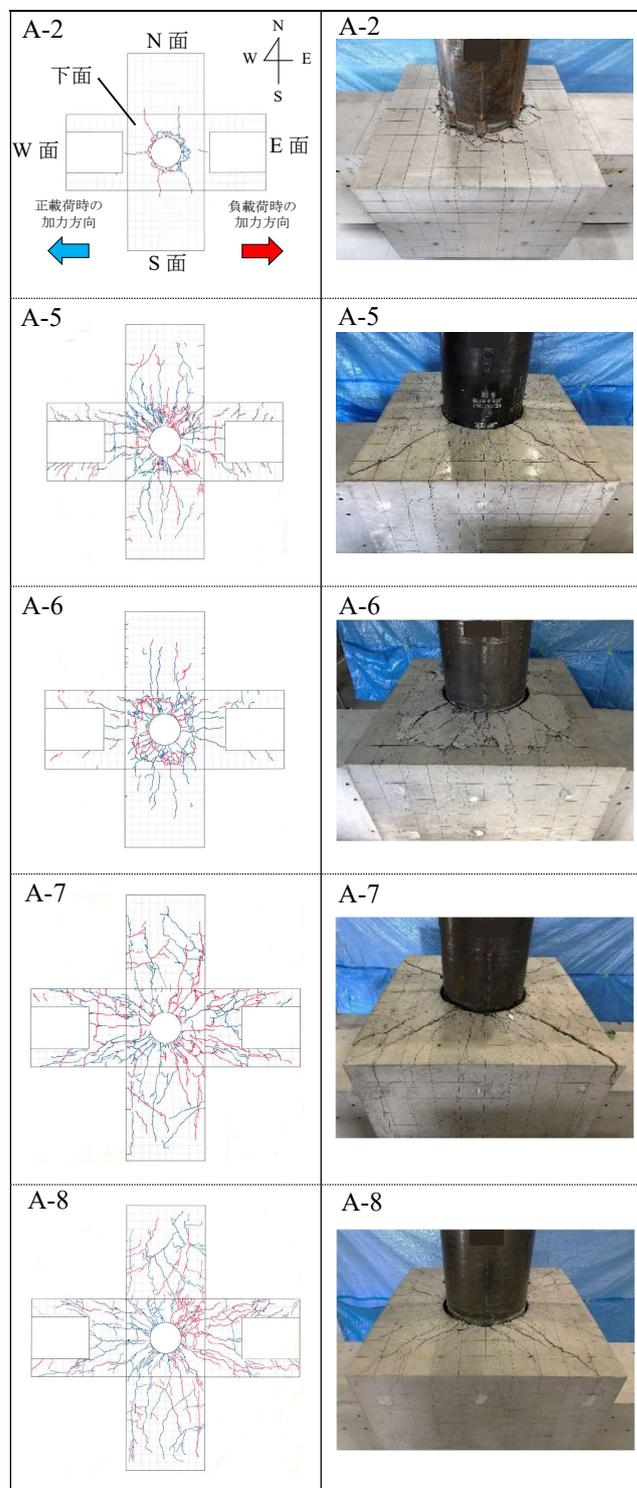


図-1 試験終了時のひび割れ発生状況

写真-1 試験終了時の破壊状況(S方向)

面には斜めひび割れ、そしてE面には横ひび割れが発生した。

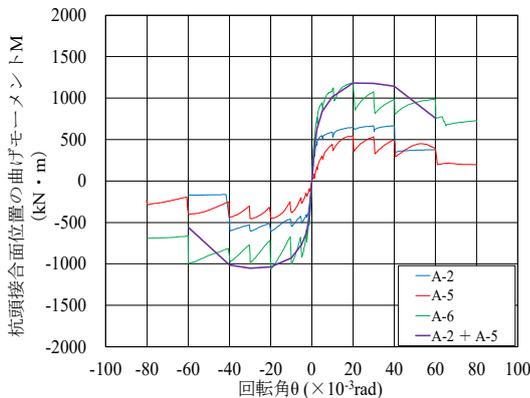
杭の埋込み長を 300mm とし、杭頭定着筋を取り付けていない試験体 A-5 は、パイルキャップ下面において、試験体 A-7, A-8 と同様なひび割れが発生した。また、側面についても本数は少ないが、試験体 A-7, A-8 と同様のひび割れが発生した。

杭の埋込み長を 300mm とし、杭頭定着筋を取り付けた試験体 A-6 は、杭が埋め込まれている他の試験体とは異なるひび割れが発生した。10/1000rad から加力背面のパイルキャップコンクリートが浮き上がり始め、杭頭定着筋の周囲のパイルキャップコンクリートがコーン状に浮き上がる破壊状況となった。

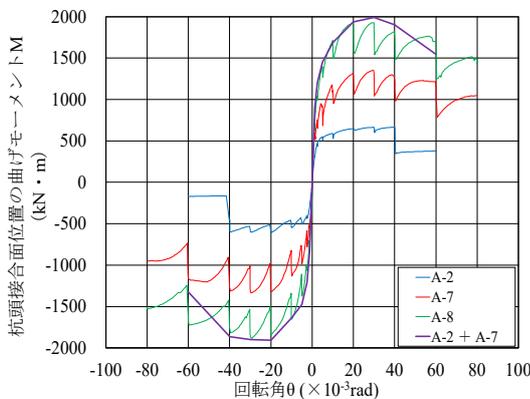
これは、杭頭定着筋を取り付けた試験体 A-2 の破壊状況と同じであるが、その範囲は試験体 A-2 と比べて倍以上となった。同様に杭頭定着筋を取り付けた試験体 A-8 は、このような破壊状況ではなかったため、杭頭定着筋を取り付けた場合、杭の埋込み長によってパイルキャップの破壊状況が異なることが確認された。

### 2.3. 杭頭接合面耐力と埋込み部耐力の累加

実験結果から杭頭接合面耐力と埋込み部耐力との累加について検討する。



(a) 埋込み長 300mm



(b) 埋込み長 600mm

図-2 M-θ 関係の骨格曲線と曲げモーメントの累加曲線

図-2 (a)に試験体 A-2, A-5 および A-6 の M-θ 関係の骨格曲線を示す。同図には、試験体 A-2 と A-5 の目標回転角到達時の曲げモーメントを累加した曲線（紫色の折れ線）を併記している。正載荷、負載荷共に、最大耐力付近の 20/1000rad や 30/1000rad までは、試験体 A-2 と A-5 を累加した耐力と試験体 A-6 の耐力は、概ね近い値を示した。なお、試験体 A-2 の杭頭定着筋が-40/1000rad の 2 サイクル目以降で破断し、大きく耐力低下したことにより、累加耐力も 60/1000rad 時に大きく低下している。

図-2 (b)に試験体 A-2, A-7 および A-8 の M-θ 関係の骨格曲線を示す。同図には、図-2 (a)と同様に試験体 A-2 と A-7 の累加曲線を併記している。正載荷、負載荷共に、最大耐力付近の 20/1000rad や 30/1000rad までは、試験体 A-2 と A-7 の累加耐力と試験体 A-8 の耐力は、概ね近い値を示した。

以上のことから、実験した範囲の埋込み長においては、杭頭接合面耐力と埋込み部耐力との累加が成り立つことが確認できた。

### 3.まとめ

本研究では、定着筋方式と埋込み方式、および両方式を併用した場合の杭頭接合部耐力を実験的に確認するため、実大スケールでの水平加力実験を行った。以下に得られた知見を示す。

- (1) 杭頭定着筋を取り付ける、もしくは杭の埋込み長を大きくすると杭頭接合面位置の曲げモーメントが大きくなることを確認した。
- (2) パイルキャップ補強筋の効果を考慮していない埋込み部の耐力式は、実験値を過小評価した。
- (3) 定着筋方式と埋込み方式を併用した場合、実験した範囲の埋込み長においては、杭頭接合面耐力と埋込み部耐力との累加が成り立つことを確認した。

今後の課題として、パイルキャップ補強筋の効果及び軸力や基礎梁の影響を検証し、それらを考慮した埋込み部の耐力式を構築する必要がある。

### 参考文献

- 1) 日本建築学会：基礎部材の強度と変形性能，2022.3
- 2) 桐原英秋，牧野俊雄，棚橋秀光，秋山 宏：鋼管くい基礎接合部の終局耐力と変形能力，日本建築学会構造系論文報告集，No.366，pp.132-141，1986.8
- 3) 松田 竜ほか：SC 杭頭埋込部の曲げ抵抗機構，日本建築学会構造系論文集，Vol.85，No.776，pp.1291-1301，2020.10
- 4) 日比野 陽，高橋広生，楠 浩一，向井智久：パイルキャップが先行破壊する既製杭基礎接合部の補強筋の効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.45，No.2，pp.541-546，2023
- 5) 小梅慎平，石川一真，岸田慎司：SC 杭のパイルキャップにおける杭頭接合面耐力に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.45，No.2，pp.547-552，2023

\*ジャパンパイル株式会社

\*\*芝浦工業大学

\*JAPAN PILE Corporation

\*\*Shibaura Institute of Technology