

パイルキャップの形状が埋込み方式の杭頭接合部耐力に及ぼす影響に関する実験的検討 その 2 : 破壊状況および実験値と計算値との比較

SC 杭 パイルキャップ 埋込み方式
耐力式 杭頭接合部耐力

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、実験結果のうち、杭頭接合面位置の曲げモーメント M と回転角 θ との関係を示した。本稿では、パイルキャップの破壊状況について述べ、既報³⁾の耐力式による計算値と実験値とを比較する。

2.実験結果 (パイルキャップの破壊状況)

本研究で新たに実施した試験体 F-1, G-1, SC-1 の試験終了時のひび割れ発生状況を図-1 に、破壊状況を写真-1 に示す。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である。

パイルキャップ下面では、ひび割れが杭から加力前面に向けて放射状に進展し、加力前面の中心に発生したひび割れ、加力方向から斜め 45° に発生したひび割れ、加力直交方向に発生したひび割れが特徴的に表れた。特徴的なひび割れを図-1(d)に示す。特に加力方向から斜め 45° に発生したひび割れの幅が大きくなる傾向にあった。これら状況は、いずれの試験体においても確認された。以下に各試験体の特徴的な破壊状況について述べる。

(1) 試験体 F-1

基礎梁せいを小さくした試験体 F-1 の加力方向のパイル

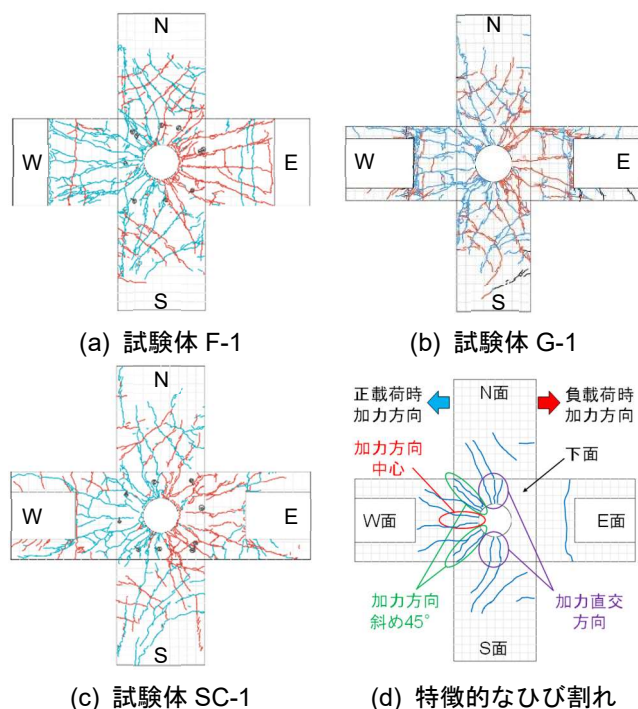
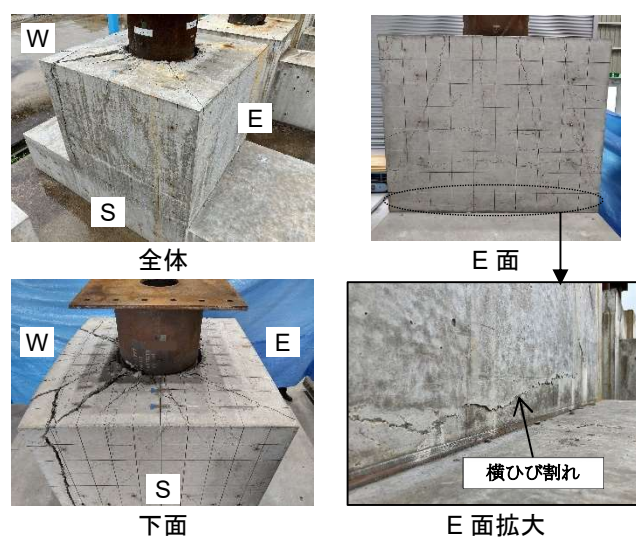
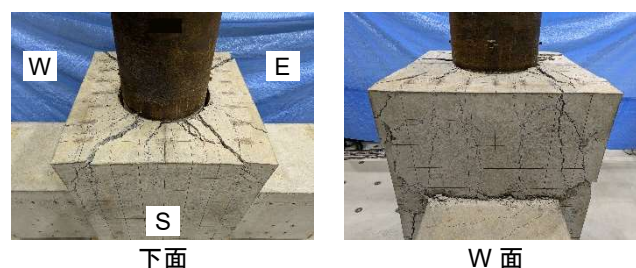


図-1 試験終了時のひび割れ発生状況

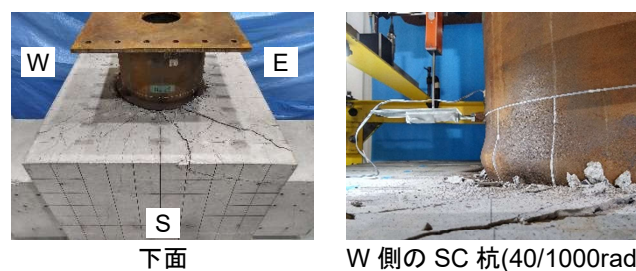
キャップ側面 (W 面, E 面) において、他の試験体で基礎梁が取り付けられている位置にまで、ひび割れが進展していた。また、既報³⁾ならびに本研究において、加力方向のパイルキャップ側面には、加力前面となる場合に縦ひび割れ、加力背面となる場合に横ひび割れが発生する傾向にある。しかし、試験体 F-1 の E 面には、加力前面となる場合に横ひび割れも発生しており、このひび割れを境に表



(a) 試験体 F-1



(b) 試験体 G-1



(c) 試験体 SC-1

写真-1 各試験体の破壊状況

面に段差ができていた。これにより、パイルキャップ側面が加力前面方向に出てきていることがわかる。

圧縮軸力を作用させた正載荷時に加力前面となる W 面においては、加力方向にはらみ出す様な大きな損傷が W 面全体にみられた。

以上のことから、基礎梁が取り付けられないことにより、パイルキャップ側面が損傷する範囲は広くなると考えられる。

(2) 試験体 G-1

パイルキャップ幅 B を杭径 D の 2 倍とした試験体 G-1 において、加力方向から斜め 45° に発生したひび割れの幅が、他の試験体と比べて太い傾向にあった。また、他の試験体と比べて、埋込み部の損傷の程度が大きく、軸力を作用させていないにも関わらず、圧縮軸力を作用させた場合の試験体の埋込み部と同程度の損傷がみられた。

(3) 試験体 SC-1

SC 杭の鋼管板厚 t_s を 6mm とした試験体 SC-1 において、正載荷側では 30/1000rad 到達時にパイルキャップ下面付近の鋼管が膨らみ始め、40/1000rad に到達した直後に急激な耐力低下がみられた。これは、圧縮側となる W 側の杭体コンクリートが圧壊し、杭が曲げ破壊したことが原因である。負載荷側では -40/1000rad 到達時に鋼管が膨らみ始め、-60/1000rad のサイクルでピークに到達する前に、E 側の杭体コンクリートが圧壊し、急激に耐力低下した。

t_s を 19mm とした他の試験体において、 $\pm 20/1000\text{rad}$ 付近から最大耐力に近い曲げモーメントが発生しており、その後は、概ね一定値で推移するか、緩やかに耐力低下していく。これらの試験体は SC 杭が曲げ破壊していないことから、 $\pm 20/1000\text{rad}$ 付近でパイルキャップが破壊したために、曲げモーメントが増加しなくなったと考えられる。試験体 SC-1 においても、 $\pm 20/1000\text{rad}$ 付近から最大耐力に近い曲げモーメントが発生し、SC 杭が曲げ破壊するまで、概ね一定値で推移している。これより、SC 杭の鋼管板厚を薄く ($t_s/D=1.0\%$) しても、埋込部耐力は発揮されることが考えられる。

よって、その 1 で示した試験体 A-10 との耐力差は、鋼管板厚ではなく、パイルキャップコンクリートの強度差 (試験体 A-10 は 27.3N/mm^2 、試験体 SC-1 は 23.5N/mm^2) によって生じたと考えられる。

なお、図-2 に示すように、埋込み部には、てこ作用が働くため、加力点に与えた水平力 Q_t より、大きい力 R_1 、 R_2 が SC 杭に作用する。試験体 SC-1 の場合、 R_2 は Q_t の 2.8 倍となるが、SC 杭がせん断破壊することはなかった。

3. 杭頭接合部耐力の評価

杭頭接合部の終局曲げ耐力の実験値および計算値を表-1 に示し、比較図を図-3 に示す。実験値は曲げモー

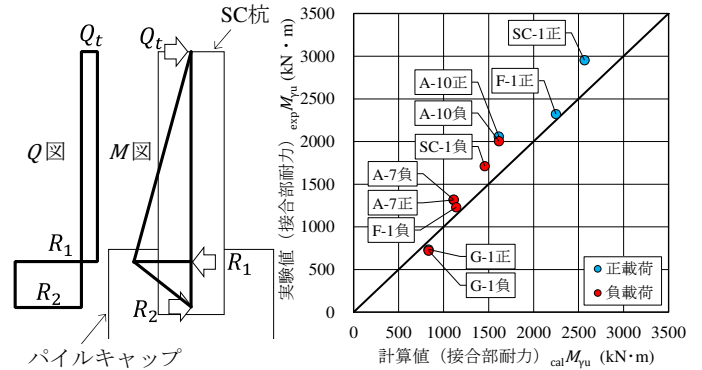


図-2 杭体の M 図と Q 図 図-3 実験値と計算値の比較

表-1 実験値と計算値

試験体	実験値 (kN・m)		計算値 (kN・m)						比率	
	接合部耐力		接合面耐力		埋込部耐力		接合部耐力		接合部耐力	
	$exp M_{yu}$		$cal M_{au}$		$cal M_{bu}$		$cal M_{yu}$		$exp M_{yu} / cal M_{yu}$	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側
A-7	1315	1320	0	0	1111	1111	1111	1111	1.18	1.19
F-1	2323	1230	1108	0	1139	1139	2247	1139	1.03	1.08
G-1	734	722	0	0	832	832	832	832	0.88	0.87
A-10	2058	2004	0	0	1614	1614	1614	1614	1.28	1.24
SC-1	2954	1712	1111	0	1456	1456	2567	1456	1.15	1.18

メントが概ね一定値となる $\pm 20/1000\text{rad}$ 時の曲げモーメントとした。計算値は既報³⁾で提案した杭頭接合部の終局曲げ耐力式を用いて算出した。試験体 G-1 ($B=2.0D$) を除いて、耐力式は実験結果を精度良く安全側に評価した。

4. まとめ

本研究では、既報³⁾で未検討の諸条件について、耐力式の適用可否を検討するため、埋込み方式の試験体を用いて実験を行った。

本研究の実験結果から、パイルキャップの両側面に基礎梁が取り付けられない側柱形式や隅柱形式の場合や、SC 杭の鋼管板厚が杭径の 1% となる場合についても、既報³⁾の耐力式が適用可能であることを確認できた。また、パイルキャップ幅が杭径の 2 倍の場合は、危険側の評価となることも確認できた。

今後の課題として、埋込み部を有するパイルキャップにおいて、杭を複数本設置した場合の耐力評価などを検討する必要がある。

参考文献

- 1) 小梅慎平, 石川一真, 岸田慎司: SC 杭のパイルキャップにおいてコンクリートと補強筋との関係が埋込み部耐力に及ぼす影響, 日本建築学会構造系論文集, Vol.90, No.832, pp.723-734, 2025.6
- 2) 栗原菜月, 小梅慎平, 石川一真, 岸田慎司: 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実験的検討ーシアスパン比と補強筋量の影響ー, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 構造IV, pp.443-444, 2025.9
- 3) 石川一真, 小梅慎平, 岸田慎司: SC 杭のパイルキャップにおいて埋込み部がある場合の杭頭接合部耐力に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, 2026 (投稿中)

*ジャパンパイル株式会社

**芝浦工業大学

*JAPAN PILE Corporation

**Shibaura Institute of Technology