

鉛直載加を受けたパイルキャップの耐震性能評価

正会員 中沼 弘貴*1 岸田 慎司*2
小林 恒一*3 田中 佑二郎*3

パイルキャップ 単杭 鉛直載荷

1. はじめに

既製コンクリート杭の高支持力化に伴い、柱から杭へ伝達される荷重も増加する傾向にある。このため長期荷重レベルでもパイルキャップに長期許容圧縮応力を超える鉛直応力が作用する場合も考えられる。したがって、このような応力状態での杭頭接合部から杭への応力伝達機構を明らかにすることが必要である。そこで鉛直荷重に着目し、杭頭接合部の耐力の確認 杭頭周辺部に補強材を配した場合の耐力の確認 の 2 点を目的としたパイルキャップ載荷実験を実施した。

2. 実験概要

図 - 1 に載荷装置を示す。試験体を逆さに配置して載荷を行った。なお試験体を逆さにしたのはパイルキャップの杭側のひび割れ観測を行うためであり、実験には影響がない。杭の上にジャッキ、球座を設置して軸力のみを試験体に加えた。加力は荷重制御とし杭の長期荷重の 3000KN、6000KN、7500KN を最大荷重とする 3 サイクルで加力した。図 - 2 に試験体 NO.2 の形状を示す。現在の設計では杭の径からパイルキャップの寸法を決め、配筋はベース筋を D16@100 とし袴筋と帯筋を D13@300 としている。一般的な配筋をした試験体 NO.1 を標準型とし、標準型に補強筋を加えたものを試験体 NO.2 とし設計した。経済型としベース筋を 9@150 のワイヤメッシュ筋に変更したものを試験体 NO.4 とし、経済型の配筋に補強筋を加えものを試験体 NO.3 として設計した。表 - 1 に試験体緒元、表 - 2 (a) コンクリート (b) 鉄筋 の材料特性を示す。

3. 実験結果

全ての試験体において上面に放射線状のひび割れが入ると同時に側面中央部からひび割れが入り、側面のひび割れが縦に貫通した時点で帯筋と外側のベース筋が 1000μ ~ 2000μ 伸びた。(ベース筋の歪に関しては 4 - 2 で示す。) その後帯筋とベース筋は荷重に比例して伸び最初に帯筋が降伏し、次に外側のベース筋が降伏した。最終的に試験体 NO.4 は破壊に至った。他の試験体は最大荷重を 7500KN としたために破壊には至らなかった。

4. 考察

4 - 1 コンクリート歪

図 - 3 に 3000KN までの有効断面積率のグラフを示す。

$$\text{有効断面積率} = \frac{\text{コンクリート歪 (実験値)}}{\text{コンクリート歪 (計算値)}} \quad (1)$$

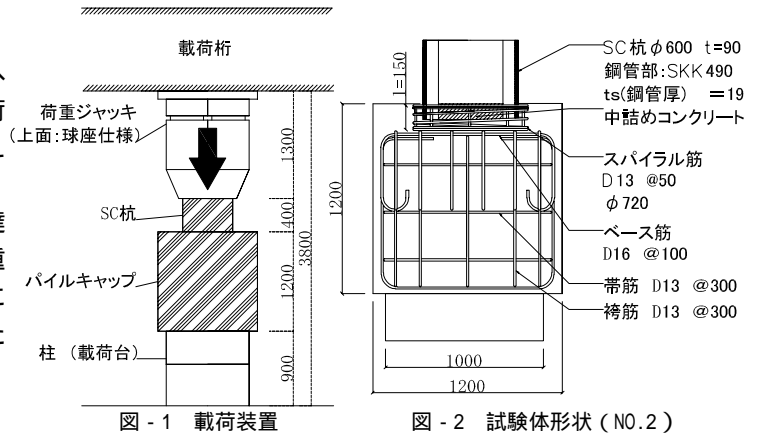


表 - 1 試験体緒元

試験体	ベース筋	スパイラル筋	備考 (NO.1と比較)
NO.1 (標準型)	D16@200 (6本)	なし	
NO.2 (標準型+補強筋)	D16@200 (6本)	D13@50 l=150mm 720	・スパイラル筋 (l=150mm) を使用
NO.3 (経済型+補強筋)	9@150 (9本)	D13@100 l=300mm 720	・ベース筋にワイヤメッシュに変更 ・スパイラル筋 (l=300mm) を使用
NO.4 (経済型)	9@150 (9本)	なし	・ベース筋をワイヤメッシュに変更

【共通因子】

杭材	S C 杭 (600, SKK490, t=90mm, t _s =19mm, L=500mm)
パイルキャップ	1.2m x 1.2m x 1.2m, Fc=24N/mm ²
埋め込み長	100mm
はかま筋	D13@300 (5本)
帯筋	D13@300 (3本)

表 - 2 材料特性

試験体	割線剛性 ¹⁾ (x 10 ⁴ MPa)	圧縮強度 (MPa)	割裂引張強度 (MPa)	最大荷重時歪 (%)
NO.1	2.72	28.00	2.59	0.19
NO.2	2.72			
NO.3	2.71			
NO.4	2.71			

*1 1/3 b 時割線剛性

(b) 鉄筋

供試体	種類	降伏応力度 (MPa)	降伏歪 (μ)	ヤング係数 (x 10 ⁵ MPa)	破断強度 (MPa)
D16 ベース筋	SD345	366.5	2021	1.81	519.3
D13 帯筋 袴筋	SD345	385.3	2148	1.81	517.7
D13 スパイラル筋	SD345	394.0	2259	1.78	565.6
9 メッシュ筋	SD345	366.5	3754	2.10	543.6
鋼管	SKK490	397.7	4326	1.71	515.2

*2 引張試験による見かけの値

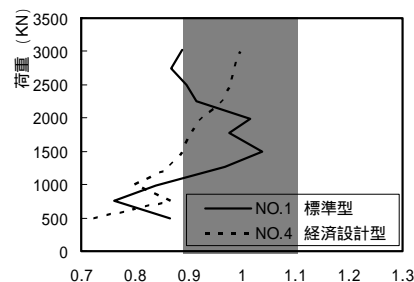


図 - 3 コンクリート有効断面積率

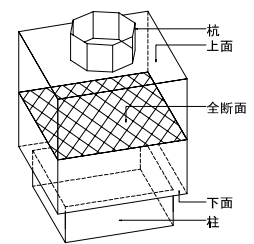


図 - 4 試験体断面積 (配筋を省略)

(1) に示す式の計算値とは弾性計算で求められる歪である。実験値を計算値で割ることで、荷重を負担しているパイルキャップの断面積の割合を求めている。有効断面積率=1の状態は、図-4に示す斜線部のようにパイルキャップが全断面で力を負担している状態を示す。図-3のグラフから計測を行った中央部では、パイルキャップ全体で応力伝達を行っている。図-5は3000KN時の袴筋歪を示す。袴筋歪は圧縮100 μ 以下で小さく均等に圧縮されている。鉄筋と同様にコンクリートも均等に圧縮されていることがわかる。このことからパイルキャップは、中央部だけでなくすべての断面で荷重を負担しているとわかる。

4-2 ベース筋歪

図-6は、試験体 NO.1 のベース筋歪(グラフの計測点を図-7に黒丸で示す。)を示し、図-7に試験体 NO.1 6500KN のひび割れ状況を示す。ベース筋は側面や上面にひび割れの発生した4000KNではベース筋歪に変動はない。6500KNを超え、ひび割れが図-7に示したようにひび割れが貫通すると歪が2000 μ 大きくなる。このことからベース筋は、上面のひび割れに対して効果がなく拘束効果があるとわかる。

4-3 スパイラル筋歪

図-8は、試験体 NO.2 スパイラル筋歪(グラフの計測点を図-7に黒丸で示す。)を示し、図-7に試験体 NO.2 6000KN のひび割れ状況を示す。4000KNで側面から上面に到達するひび割れが発生し、1000KN加えて100 μ 歪む程度である。6000KNを超え、図-9に示したようにひび割れが貫通すると1000KN加えて300 μ 歪む程度の効果がある。このことからスパイラル筋は上面のひび割れに効果が少なく、ベース筋同様にひび割れが貫通すると効果が現れるとわかる。

4-4 めり込み量

めり込み量を図-9に示す。めり込み量は、杭がパイルキャップにめり込んだ量を正として示す値である。
(めり込み量 = 杭頭変位 - パイルキャップ変位)
スパイラル筋の有る試験体 NO.2 と標準型試験体 NO.1 は同じような形状を示す。このことからスパイラル筋は杭のめり込みに効果がないとわかる。

4-5 耐力

杭の短期荷重である6000KNでは、どの試験体も破壊に至っていない。装置の関係上全ての試験体に破壊まで荷重を加えていないため、鉄筋が最初に降伏した時点で比較する。表-3に試験体のひび割れ発生荷重と降伏荷重を示す。ひび割れはすべて5000KN前後で発生してい

る。試験体 NO.1 は6500KNで帯筋が降伏し、試験体 NO.2 は7500KNまで荷重を加えても降伏した鉄筋がなく7500KN以上である。試験体 NO.3 は5500KNで帯筋が降伏し、試験体 NO.4 は5000KNで帯筋が降伏した。このことから標準型では杭の短期荷重では鉄筋が降伏しないことがわかる。

5. 結論

- 1) すべての試験体において杭の短期荷重6000KNでは破壊に至っていない、標準型にスパイラル筋で補強した試験体 NO.2 の耐力が大きいことが確認できた。
- 2) すべての試験体において長期荷重3000KNまでは、コンクリートが全断面で圧縮力を負担していることが確認できた。
- 3) スパイラル筋はめり込み量と上面のひび割れに影響がないが、帯筋同様に拘束効果があると考えられる。

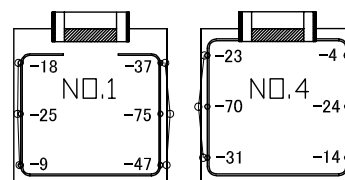


図-5 袴筋歪 (単位 μ)

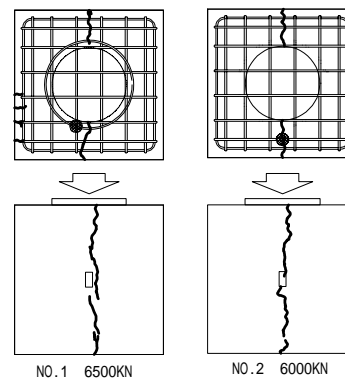


図-7 ひび割れ状況

表-3
ひび割れ発生荷重と降伏荷重

試験体	ひび割れ発生荷重 (KN)	降伏荷重 (KN)
NO.1	5000	6500
NO.2	4500	7500
NO.3	5500	5500
NO.4	4500	5000

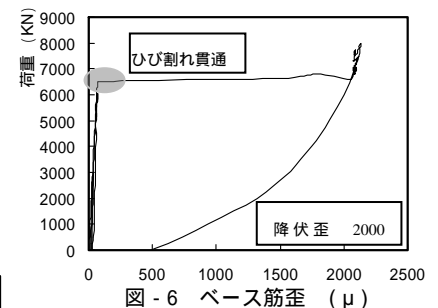


図-6 ベース筋歪 (μ)

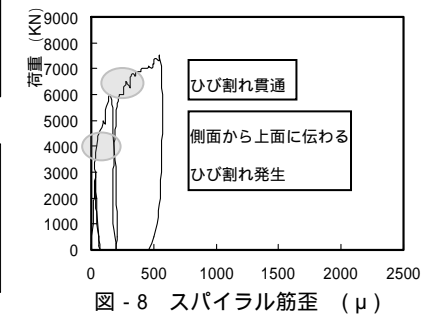


図-8 スパイラル筋歪 (μ)

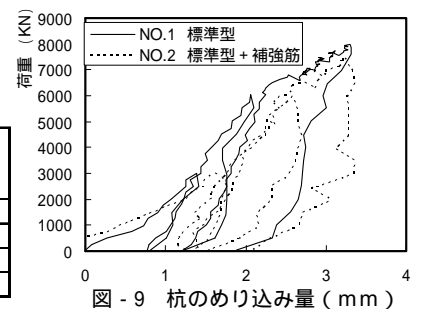


図-9 杭のめり込み量 (mm)

参考文献

- 1) 日本建築学会、鉄筋コンクリート構造 計算基準・同解説、1999年
- 2) 小林恒一、田中佑二郎他、鋼管杭で支持されたパイルキャップの耐力実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、P.325~326、2005年9月

*1 首都大学東京大学院都市環境科学研究科建築学専攻
*2 芝浦工業大学工学部建築学科 助教授・博士(工学)
*3 ジャパンパイル(株)

*1 Tokyo Metropolitan University
*2 Associate Professor, Shibaura Institute Technology, Dr.Eng
*3 JAPAN PILE CORPORATION