

パイルキャップコンクリートの支圧に関する繰り返し点荷試験 (その2 実験結果)

正会員 ○永井興史郎*¹ 同 前田耕喜*³
正会員 増田良治*² 同 小林恒一*⁴

支圧強度 高支持力杭 パイルキャップ
地震時応力 支圧めり込み コンクリートひずみ

1 はじめに

ここでは、(その1) 実験概要¹⁾に基づいて実施した試験結果とパイルキャップの支圧強度について報告する。

2 実験結果

a. 荷重-めり込み関係と縦ひずみ

各試験体における荷重-変形関係の包絡線を図-1 に示した。ここでは、(その1)図-4 に示した支圧板とコンクリート上面の変位の差を「めり込み」と称する。各試験体とも基本的には同じような荷重-変形(めり込み)関係を示した。最大荷重時にコンクリート上面の支圧板近傍から長辺、短辺方向に沿ったひび割れが発生し(写真-2 参照)、一気に側面の縦方向にひび割れが進行、割裂破壊によって負荷能力を失った。その際、めり込みは急激に進行したが、図-1 にはほぼ最大荷重を確認しためり込み量までを図示した。各試験体の最大荷重等を表-1 に示した。

No.1, No.3, No.4 の支圧板下面より 75mm (No.4 のみ 105mm) (上段), 190mm (中段), 290mm (下段) の位置におけるコンクリート縦ひずみの計測結果を図-2 に示した。縦方向のひずみは、支圧板中央直下の上段(m1)を除くと非常に小さいため、支圧板直下(m1, m2, m3 の3段)以外の計測値は図示しなかった。No.4 の m1 は他に比べて 30mm 低い位置に設置されたため、かなり小さなひずみ値となっている。図-2 の荷重-縦ひずみ関係は、図-1 の荷重-変形関係と同様の形状を示しており、支圧板直下の 100mm 程度の深さまでのコンクリートのひずみで、めり込みが生じていると言える。

写真-1 には、試験終了後の支圧板直下のコンクリートのめり込みを示した。上部 30mm は支圧板が埋め込まれ、ビニールテープで付着を切った部分であるが、下部 5mm 程度は載荷重によってめり込み、側面のコンクリートが粉体状に破碎され、底面は鏡面状を呈していた。

No.1, No.3 は同一仕様の試験体であり、図-1, 2 の試験結果もほぼ同一の性状を示し、実験の再現性がほぼ確認される。

表-1 実験結果一覧

試験体	最大圧縮荷重 P _{max} (kN)	支圧強度 F _b (N/mm ²)	強度比(※1) F _b /F _c	破壊状況
No. 1	407	139	9.28	最大荷重時ひび割れ, 破壊
No. 2	470	161	10.71	最大荷重時ひび割れ, 破壊
No. 3	414	142	9.44	最大荷重時ひび割れ, 破壊
No. 4	444	152	10.12	最大荷重時ひび割れ, 破壊
No. 5	501	171	11.42	360 (kN) 時側面にひび割れ 最大荷重時ひび割れ, 破壊

※1: F_c は封緘(屋外)養生コンクリートの値を参考に 15.0 (N/mm²) とした。

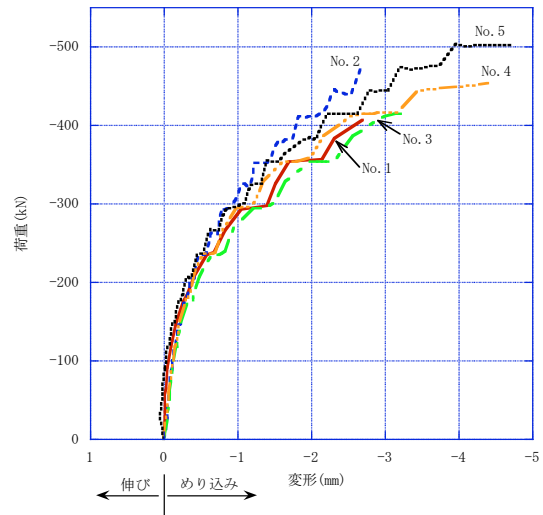


図-1 荷重-変形関係

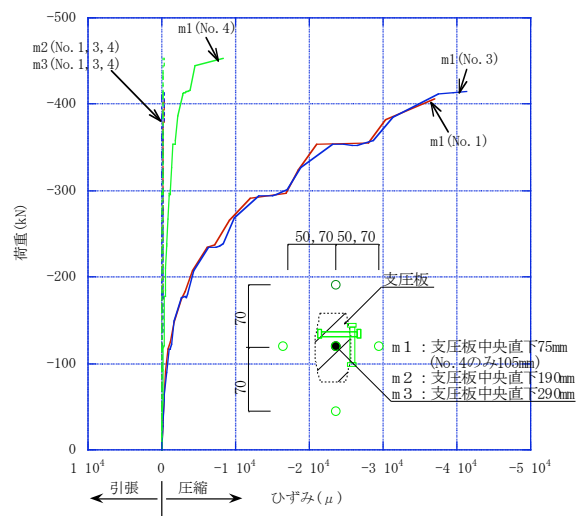


図-2 支圧板中央直下位置のコンクリート縦ひずみ



写真-1 支圧板直下のコンクリートめり込み (No.3)

帯筋量の最も少ない No.1, No.3 の最大荷重は同一で最も小さく、ついで No.4, No.2, No.5 の順に大きくなっている。

b. 横ひずみと鉄筋ひずみ

支圧板直下で計測された荷重-横ひずみ関係を図-3 に示した。いずれも引張りひずみである。横方向のひずみも支圧板直下の m16, m17 の値が他に比べてかなり大きい。同一位置の縦方向のひずみに比べると著しく小さい。No.1, 3 における (横ひずみ/縦ひずみ) の値は、200, 300, 400kN の時それぞれ 0.3, 0.2, 0.2 程度である。また、短辺方向のひずみが長辺方向のひずみより大きい傾向にある。

No.1 試験体の帯鉄筋に設置されたひずみ計の計測結果を図-4 に示した。割裂破壊を生じる荷重階では、急激に大きな値となっている。上段、中段、下段と小さくなっているが、長辺方向のひずみが大きな値を示している。

c. 支圧強度

表-1 には、各試験体について、最大荷重を支圧板面積 $A_1=2925\text{mm}^2$ で除した値を支圧強度 F_b として示した。封緘養生コンクリートの圧縮強度を参考にして、試験体の 4 週圧縮強度を $F_c=15\text{N/mm}^2$ と推定すると、 F_b/F_c は約 9~11 である。その値は、拘束筋のない供試体 No. 1, 3 に比べて他のものが大きい。特に円形補強筋で補強された No. 5 の試験体が最も大きい。図-1 を参照するとめり込み量も拘束筋のあるものが小さい傾向にある。

d. めり込み挙動の考察

図-1, 2 を見ると、荷重が 120kN ($2.73 F_c$) あるいは 180kN ($4.10 F_c$) 以下では一定荷重を保持した場合のめり込みの進行(クリープ)が極めて小さい。同荷重の範囲では、繰り返し載荷時の残留変形(めり込み)も非常に小さかった。

3.まとめ

平面形 400×600 、高さ 500mm のコンクリート立方体にパイルキャップと同様の配筋を行い、繰り返し点載荷試験を行った。コンクリートは結果的に低強度で $F_c=15\text{N/mm}^2$ 程度、支圧面と支承面の関係 $\sqrt{(A/A_1)} = 9.06$ である。

コンクリートひずみの計測結果によれば、文献 2) に示された既往の実験結果から指摘されている支圧板直下での破壊とくさびの形成が推測され、割裂破壊によって、終局となった。一部の鉄筋ひずみが終局時に急激に増大した。実験後、目視で支圧板側面では粒子破碎が認められた。

通常のパイルキャップと同等の配筋においては、支圧強度は $9F_c$ 程度であること、拘束筋、帯筋、リング補強筋の追加によって支圧強度が増大することも確認された。

支圧挙動を考慮した杭頭接合部の設計法を提案するた

めには、今後、支圧挙動の「弾性域」、その剛性、強度と F_c の関係の詳細を把握する必要がある。今回より F_c の高いコンクリートを用いて、これらの支圧挙動をより詳細に調べる計画である。

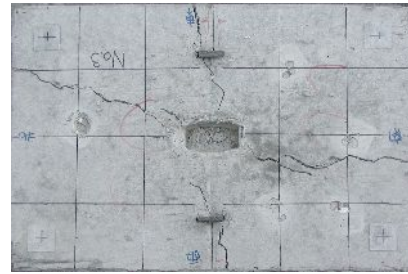


写真-2 コンクリート上面最終破壊状況(No.3)

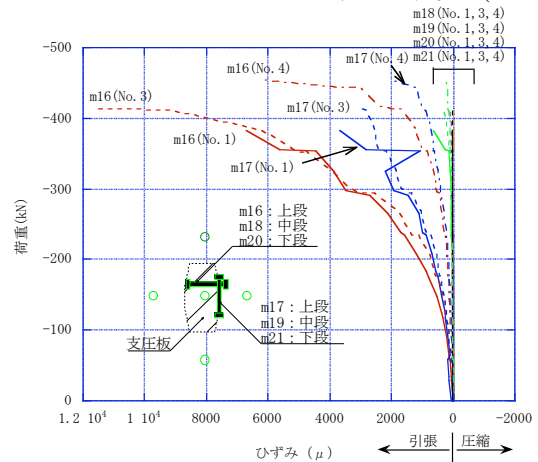


図-3 荷重-コンクリート横ひずみ関係

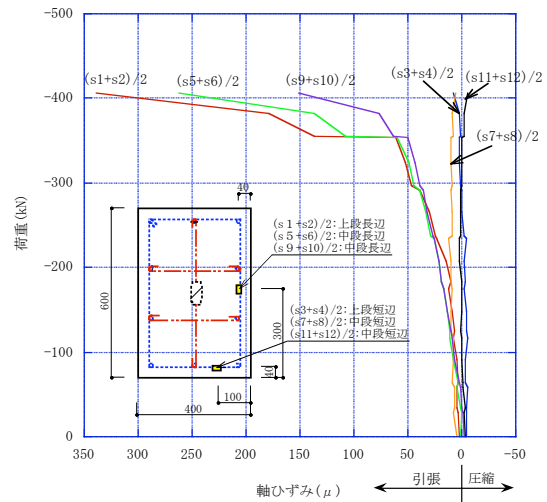


図-4 荷重-鉄筋軸ひずみ関係(No. 1)

<参考文献>

- 1) 永井他：パイルキャップコンクリートに関する繰り返し点載荷試験 (その 1)、日本建築学会大会学術講演概要集、2006. 9 (投稿中)
- 2) 日本建築学会編：鉄筋コンクリート終局強度設計に関する資料 pp. 90~100、1987 年 9 月

*1 摂南大学工学部教授 工博
 *2 摂南大学大学院 修士課程
 *3 鹿島建設 (株)
 *4 (株) ジオトップ 工博

*1 Prof, Faculty of Engineering, Setsunan Univ., Dr. Eng
 *2 Graduate School, Setsunan Univ.
 *3 Kajima Corporation
 *4 GEOTOP Corporation, Dr. Eng