

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載荷試験 (その4 小さい支圧板による実験との比較)

正会員 ○永井 興史郎*1 同 前田 耕喜*2
同 小林 恒一*3

支圧めり込み 高支持力杭 パイルキャップ
地震時応力 杭頭回転剛性 コンクリート強度

はじめに

これまでに行われた支圧に関する研究は、主に終局荷重と許容荷重の設定に関するものであり、めり込み等実験時に計測された変位の考察は行われていない。既製杭の地震時における杭頭固定度あるいは回転剛性を明らかにするには、引張り側の挙動のみならず、圧縮側、即ち杭端板の支圧とめり込みの関係把握する必要がある。

そこで、筆者らは、高支持力杭の地震時杭頭応力(軸力と曲げ)による基礎スラブ(パイルキャップ)内の圧縮側の支圧を模擬した繰り返し点載荷試験をパイルキャップ内配筋¹⁾、コンクリート強度 σ_B ²⁾をパラメータとして行い、載荷重 \sim めり込み関係を考察した。今回は、支圧板面積を小さくし、より高強度のコンクリートについても終局までの実験を行い、これまでの結果も加えて、支圧挙動のより詳細な考察を行うこととした。

1. 供試体と実験概要

支圧板a,b(支圧面積 A_1,A_2), 支承面積A, 供試体の配筋等を図-1に示した。これまでは、同図の支圧板a($A_1=2925 \text{ mm}^2$, 供試体高さ500)を用いていたが、前記の理由から今回行った実験では、支圧板b($A_2=1838 \text{ mm}^2=A_1/1.59$, 供試体高さ600)を用い、表-1に示すように、コンクリート強度 $\sigma_B=26,39,45 \text{ N/mm}^2$ で拘束筋間隔の異なる各2体(計6体)について実験を行った。拘束筋については、これまでの実験での分類「口型@100,@50」のみを対象とした。 σ_B はいずれも各支圧供試体の試験日前後(約4週)に3,4体のテストピースの圧縮試験を行い、その平均値を丸めたものである。現場封緘と現場水中養生の差は 1 N/mm^2 程度以下であったので、現場封緘養生の値を採用した。

これまでの実験同様、支圧板の変位は支圧板と一体のプレートに取り付けた4点の変位計の平均値とした。コンクリート上面の変位は、各隅角部の端部から50mm内側の4点での平均値とした。その他の供試体の寸法、実験の方法も文献1),2)と同様である。

表-1 支圧板bの実験一覧

$\sigma_B=26 \text{ N/mm}^2$	拘束筋@100,繰り返し載荷	拘束筋@50,繰り返し載荷
$\sigma_B=39 \text{ N/mm}^2$	拘束筋@100,繰り返し載荷	拘束筋@100,単調載荷
$\sigma_B=45 \text{ N/mm}^2$	拘束筋@100,繰り返し載荷	拘束筋@50,繰り返し載荷

2. 実験結果とその考察

上記のコンクリート上面の変位と支圧板変位の差を「めり込み」と定義し、縦軸に支圧 p (荷重/支圧面積(A_1 あるいは A_2))を σ_B で除した値(p/σ_B)を用いて図-2に示した。除荷・再載荷を繰り返したものは、その包絡線を描き、単調載荷の場合も含めて最大荷重まで示した。めり込みの値は $p/\sigma_B=3$ の時、 $0.17\sim 0.33 \text{ mm}$ (支圧板a), $0.28\sim 0.61 \text{ mm}$ (支圧板b), $p/\sigma_B=6$ の時、 $0.6\sim 1.50 \text{ mm}$ (支圧板a), $1.00\sim 2.00 \text{ mm}$ (支圧板b)と支圧板bの方が、 σ_B が大きいにも拘らず(後述表-2), 大きい傾向にある。一方、コンクリート上面は終局時近傍において支圧板aの場合、わずかに上昇するが、支圧板bの場合は、ほとんど動かず、支圧板と支承面の寸法効果による差が現れていた。しかし、ばらつきがあり、めり込み量に比べて微小なので、本報告では影響は小さいと考察は省いた。

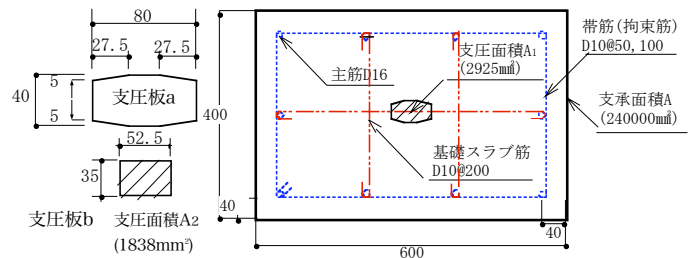


図-1 支圧供試体平面図(支圧面積と支承面積)

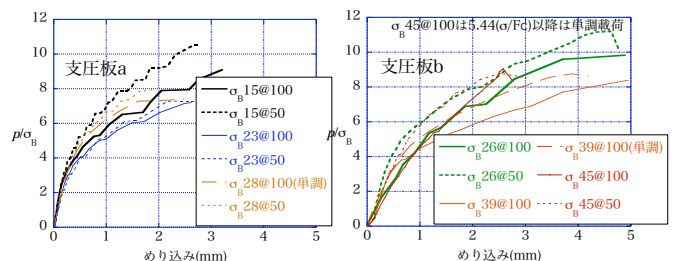


図-2 $p/\sigma_B \sim$ めり込み

支圧の終局荷重の推定によく用いられる $\sqrt{A/A_1}$ の値(A: 支承面積, A_1 : 支圧面積)と本実験の最大支圧 p_{max} (変位が急増し変位計測あるいは荷重保持が困難となった支圧応力)を σ_B で

除した値を表-2に示した.全ての実験で写真-1に示すように,供試体上面の斜めと縦の,側面では縦のひび割れを観測しており,割裂で終了していると推測される.

支圧板aを用いた実験結果の1例についてテストピースの圧縮量も併せて図-3に示した.支圧板aの実験においては,埋め込み型のゲージで支圧板直下70mmの位置のコンクリートひずみを計測した^{1),2)}ので,その値に100mmを乗じたものも示したが,めり込みと似た挙動を示している.

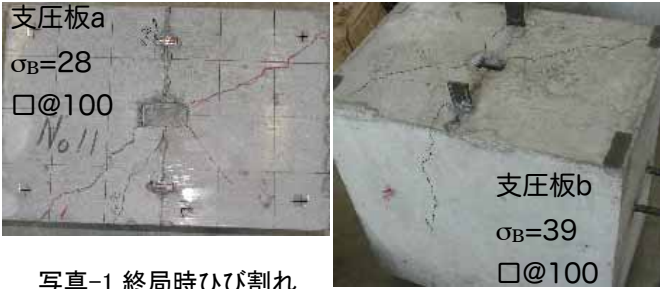


写真-1 終局時ひび割れ

表-2支圧点載荷試験の p_{max}/σ_B

支圧板	σ_B (N/mm ²)	p_{max}/σ_B	
		@100	@50
a $A_1=2925\text{mm}^2$ $\sqrt{A/A_1}=9.06$	15	9.10	10.5
	23	7.21	7.29
	25	8.03	6.65
	28	7.40	7.93
b $A_2=1838\text{mm}^2$ $\sqrt{A/A_2}=11.4$	26	10.0	11.2
	39	8.40, 8.76	-
	45	9.05	8.78

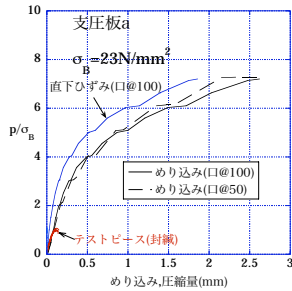


図-3めり込み等~ p/σ_B

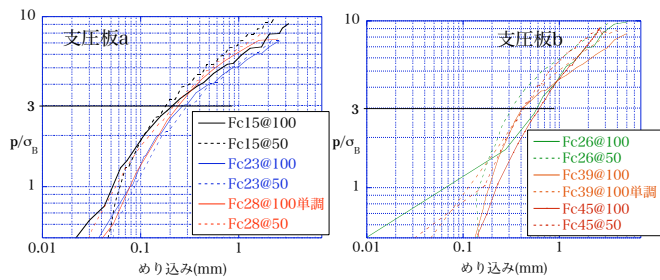


図-4 支圧板のめり込み~ p/σ_B (両対数)

めり込みと p/σ_B の関係(図-2)を両対数表示によって図-4に,対応する供試体の繰返し載荷試験における除荷時の残留めり込み量の推移を図-5に示した.また,最上段の拘束筋(支圧面より40mm下)に取り付けた鉄筋ひずみ計の計測結果を図-6に示した.図-4では, $p/\sigma_B=3$ 近傍に折れ点が見られ,図-5では,ほぼ $p/\sigma_B=2\sim 3$ までは,残留めり込みは無視し得る程度であり,

図-2のめり込み~ p/σ_B もほぼ直線とみなすことができる.図-6によると,鉄筋ひずみは短辺方向よりも長辺方向が大きく,特に $p/\sigma_B=6$ 以上で,鉄筋ひずみが(コンクリートにひび割れを生じるひずみに近い)50~100 μ を超えてから急増しているものと考えられる.

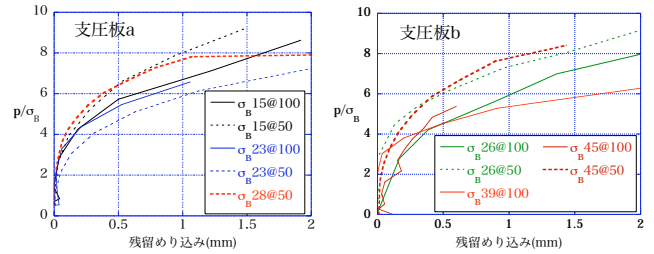


図-5 残留めり込み~ p/σ_B 関係.

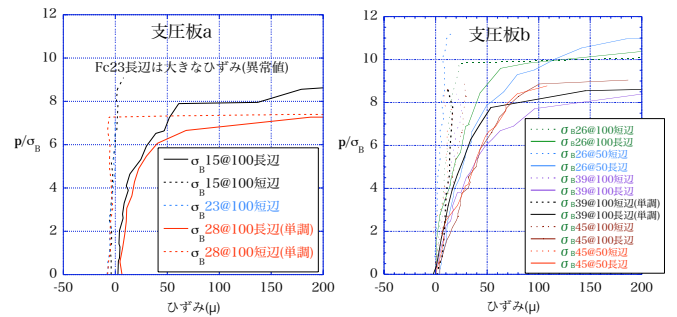


図-6 鉄筋(上段)ひずみ~ p/σ_B

3. まとめと今後の課題

杭端板がパイルキャップにめり込む場合を想定すると, $p/\sigma_B=3$ 程度で支圧降伏を生じ, $p/\sigma_B=6$ を超えると供試体内のコンクリートにひび割れが発生し,割裂破壊へと進行することが分かった.

支圧板直下約100mmの範囲のコンクリートの挙動が支配的と推定される(図-3)が,支圧挙動の剛性等については,さらに検討が必要と思われるので,今後は実杭による実験ならびに数値解析による検討を行う予定である.

文献

- 1)増田・永井・前田・小林:パイルキャップコンクリートの支圧に関する繰返し点載荷試験(その1,2), 日本建築学会大会講演梗概集B-1, 2006年9月 pp.525~528,
- 2)永井・前田・小林:パイルキャップコンクリートの支圧に関する繰返し点載荷試験(その3 コンクリート強度,めり込み~荷重関係), 日本建築学会大会講演梗概集B-1, 2007年9月 pp. 545~546

*1摂南大学工学部教授 工博,

*2鹿島建設(株)

*1 Prof, Faculty of Engineering, Setsunan Univ., Dr. Eng.

*3ジャパンパイル(株) 工博

* 2 Kajima Corporation, *3 Japan pile Corporation, Dr. Eng.