

円環断面によるフーチング(パイルキャップ)の杭軸方向繰り返し支圧実験

正会員 ○永井 興史郎*1 同 前田 耕喜*2
同 菅 一雅*3 同 上紺屋 好行*4支圧 高支持力杭 フーチング圧縮量 長期許容支持力
パイルキャップ コンクリート強度 円形補強筋

1. はじめに

筆者らは、高支持力杭の地震時杭頭応力(軸力と曲げ)によるフーチング(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実験をフーチング内配筋¹⁾、コンクリート強度 σ_B (テストピースの現場水中養生での実験当日強度)^{2),3)}、支圧面積³⁾をパラメータとして終局まで行い、載荷重へめりこみ関係を考察した。

高支持力杭のフーチングの設計においては、長期軸力時の杭端板部支圧応力も問題となる。そこで、今回は実大よりやや小さい既製杭頭部を模擬した円環断面による軸方向力の繰り返し載荷実験を上記と同様の方法で行い、フーチングの圧縮量、内部ひずみ等について考察を行った。

2. 供試体と実験概要

今回の支圧実験に用いた供試体の概略を図-1に示した。既製杭の最小径は300mmであるが、載荷装置による制約から、同図に示す外径200, 250mmの鋼管製模型杭によって載荷した。長期支持力を450, 700kNと想定し、最大荷重は、長期支持力×3を目標に各々1600kN(鋼管肉厚による限界)と2000kN(載荷装置の限界)とした。各載荷面(支圧面)は幅40, 50mm, 厚さ25mmの端板形状で、厚さ6.0, 7.1mmの内管と外管に溶接したものを模型杭としている。よって、円環状の支圧面の面積はそれぞれ201, 314cm²である。

フーチングの寸法、配筋(SD295A, かご筋D13)は、上記の模型杭の径に対して、実杭の場合とほぼ比例している。供試体は杭径、円形補強筋(図-1)の有無、コンクリート強度を変数とし、表-1の8体とした。コンクリート強度は F_c24 に対し $\sigma_B=25, 27\text{N/mm}^2$ である。円形補強筋のない試験体「200-1」「250-2」で、かご筋ひずみとコンクリート内ひずみも計測した。その配置は図-1中に鉄筋計はかご筋にx印で、コンクリートひずみ計(長さ50mm)は直線棒(1~4)で(紙面の都合で円形補強筋とともに)示した。

フーチング供試体は図-1(断面図)の下面を上にしてコンクリートを打設し作製した。実験時には図示のように、上記鋼管製模型杭を載せ、載荷した。支圧がほぼ $0.5F_c$ に相当する荷重刻みで繰り返し載荷し、各ステップで1分間荷重保持後の変位を計測、本論文の検討に用いた。

支圧板(杭端板)の変位は杭端板に90° 間隔で取り付け

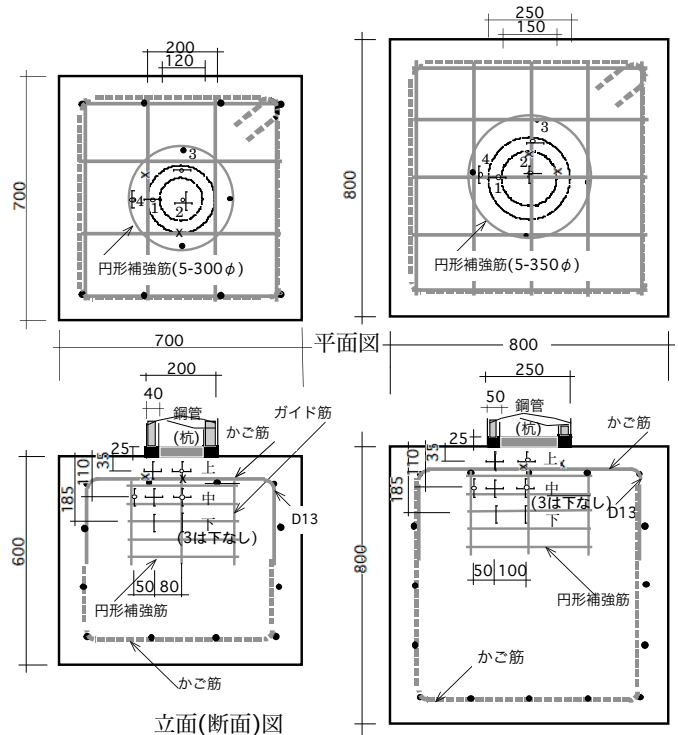


図-1 供試体平面図と断面図(左: 杭径200, 右: 杭径250)

表-1 供試体一覧

D-試験体名	σ_B (N/mm ²)	円形補強筋(D10)	ひずみ計測	ヤング係数 (kN/mm ²)
200-1	25	-	鉄筋(x印),コンクリート(1~4)	28.6(σ_B 25)
200-2	27	-	-	
200-3	25	5-300φ	-	29.1(σ_B 27)
200-4	27		-	
250-1	25	-	-	(現場水中養生)
250-2	27	-	鉄筋(x印),コンクリート(1~4)	
250-3	25	5-350φ	-	
250-4	27		-	

た4点の変位計の平均値、実験時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、同じく実験時コンクリート下面の変位はその側面に付けた4点の変位計の計測値の平均値とした。

3. 実験結果とその考察

実験時コンクリート下面の変位と杭端板(支圧板)変位の差(=フーチング中央部の杭支圧による圧縮量)を「フーチング圧縮量」と呼び、支圧 σ (=荷重/支圧面積)との関係を普通目盛と両対数表示で図-2(a), (b)に示した. 同図の $\sigma/\sigma_B=4$ は、ほぼ100N/mm²に対応する. 杭径250の場合がやや圧縮量大きい傾向にあるが、補強筋の有無と支圧剛性の関係は明らかでない. 図(b)中に点載荷時²⁾の平均を示したが、本実験の変位に比べて小さい.

フーチング圧縮量の除荷時の残留値を図-3に示した. 「200-1」では、2000kN($\sigma/\sigma_B=4$)まで載荷したので、図-4には、その上段(端板下35mm)のコンクリートひずみを示している. 図3, 4の $\sigma/\sigma_B=2.5$ 程度までは、いずれも載荷初期の部分を除き、ほぼ直線的に増加し、それ以上の載荷で、圧縮量とその残留値の勾配がやや増大するものが多い. かご筋軸ひずみ(図略)は $\sigma/\sigma_B=3.5$ で200 μ 程度であった.

コンクリートひずみの鉛直・水平分布を図-5にまとめて示した. 図(a)は円環中央(2)下部のひずみであり、杭軸方向ひずみは中段(端板下110mm)で最大、直交する杭径方向ひずみは上段で圧縮、中段で小さい引張となっている. 径250の場合、 $2.35\sigma_B$ までしか載荷出来なかったため、図は略したが、ほぼ同様の傾向を示していた. 図(b)は端板下(1)におけるひずみであり、上段の杭軸方向ひずみが大きく、杭径方向ひずみは上下段共に引張となっている. 端板下(3)におけるひずみ(図は省略)は、いずれも1/3程度で、

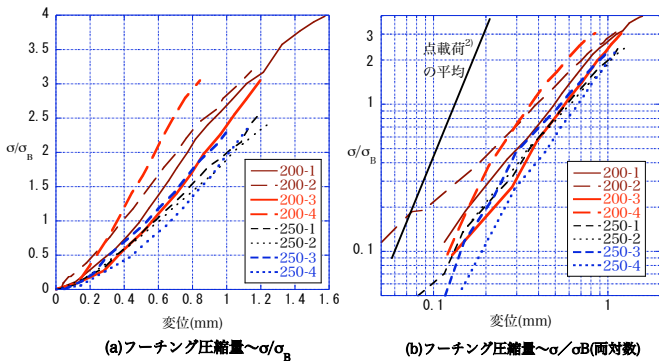


図-2 フーチング圧縮量と支圧の関係

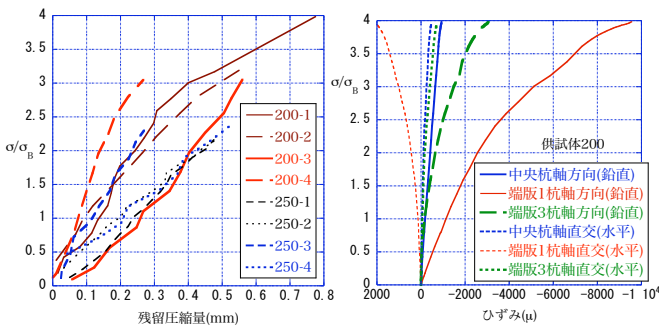


図-3 残留圧縮量 $\sim\sigma/\sigma_B$ 図-4 上段コンクリートひずみ

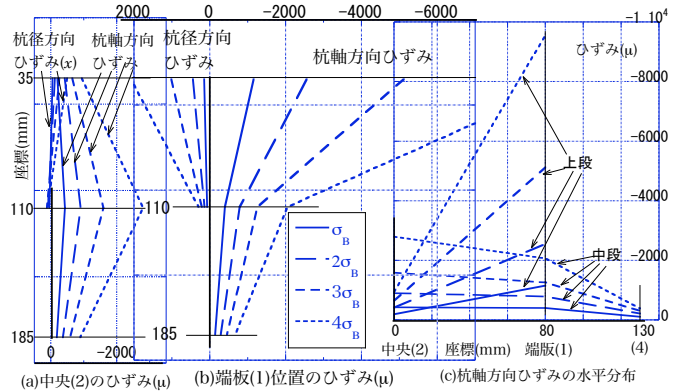


図-5 ひずみの鉛直・水平分布分布(200-1)

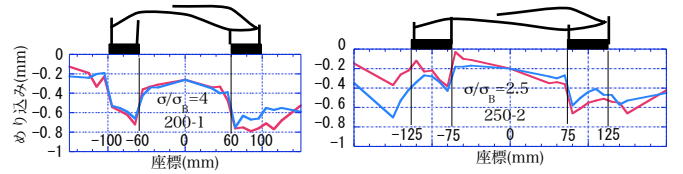


図-7 実験後供試体中央部表面の凹凸

円周方向ひずみ(図-1参照)は上段で圧縮、中段で引張であった. 図(c)には、上段と中段の杭軸方向ひずみの水平分布を示した. 端板下(1)における支圧 $=\sigma_B$ の場合(軸方向ひずみ約1000 μ)に、上段の応力は表-1のヤング係数から $\sigma\approx 29\text{N/mm}^2$ と推定され、ほぼ支圧と同程度である. 中段の分布では、杭径外(4)におけるひずみは小さく、同円周方向ひずみはほぼ圧縮で杭軸方向の1/4程度であった.

載荷後、供試体表面の残留変形の計測結果(直交2方向)の一部を図-7に、コンクリート表面と端板の変位から推定しためり込みの残留値と関連づけて示した. 載荷前には計測していないため、供試体作製時の不陸等も含まれているが、どの試験体も残留変形が見られ、特に円環の内側での変形が鋭く、目視でも確認できた.

4. まとめと今後の課題

長期支持力時を想定した模型杭による杭頭支圧実験を行った結果、1) $2.5\sigma_B$ 程度までは残留変形は生じるが、大きなめり込みを生じない、2) フーチングにひび割れを生じていない、3) 円形補強筋の効果が明確でない等の結果を得た. 今回は明確に支圧降伏を確認できなかったため、さらに大きな荷重と大径の杭による検証が必要である.

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り返し点載荷試験(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り返し点載荷試験(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,
- 3) 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), 日本建築学会大会講演梗概集B-1, 2008年9月pp. 561~562

*1 摂南大学工学部教授 工博, *2 鹿島建設(株)
*3 ジャパンパイル(株) 工博 *4 ジャパンパイル(株)

*1 Prof, Faculty of Engineering, Setsunan Univ., Dr. Eng.
*2 Kajima Corporation, *3,4 Japan pile Corporation, Dr. Eng.