

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)

正会員 ○永井 興史郎^{*1} 同 前田 耕喜^{*2}
同 小林 恒一^{*3}

支圧めりこみ 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

1. はじめに

筆者らは、文献1)において、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をパラメータとして行い、載荷重～めりこみ関係を考察した。この際、供試体の養生期間中低温が続いたため、所定より低強度の試験となった。今回はより高強度の $F_c 21$, 27の場合の挙動を調べることにした。

これまでの支圧に関する研究は、主に支圧強度あるいは支圧許容応力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に関する考察はあまり行われていない。しかし、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杭端板の支圧とめり込みの関係を把握し、弾性限およびその剛性等を定量化する必要がある。そこで、文献1)と同様の繰り返し点載荷試験をコンクリート強度を変えて行い、めり込みの残留値等支圧挙動のより詳しい考察を行うことにした。

2. 供試体と実験概要

コンクリート強度を変えた以外は、実験の方法、供試体の種類・寸法等は文献1)と同様である。支圧板(支圧面積 A_1)、支承面積 A 、変位計の設置位置、供試体の配筋等を図-1～2に示した。本報では図-2に配筋を示した拘束筋 $\phi 100$ と $\phi 50$ の場合を考察の対象とする。

コンクリートテストピースの試験結果(約4週)を表-1に示した。いずれも各支圧供試体の試験日毎に3～4体の圧縮試験を行い、その平均値を丸めたものである。そのコンクリート強度 F の呼び値は表-1の現場封緘の値とする。低強度の場合としては文献1)の試験結果を $F14$ として参考にした。

文献1)の場合と同様、支圧供試体を試験装置に設置するまでに、図-2上部の支圧板と一体のプレート(1)が外れないように、それに水平に溶接した(他方はコンクリートに垂直に埋め込んだ)鋼板を設置した。この水平鋼板は鉛直変位計測のために、試験の直前にその垂直部近傍をサンダーで切断した。

図-2に示すように支圧板の変位は載荷ジグ(支圧板と一体)に取り付けた4点の変位計の平均値とし、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。2000kNアムスラー試験機で下から油圧で押し上げて載

荷したため、コンクリート下面の変位は、図-2(の中央に)示す2点での計測の平均値とした。

コンクリート上面の変位と支圧板変位の差を「めり込み」と定義したが、このめり込みの最大値は1.5～3mmであった(後述の図-3)。上記のコンクリート上面変位と同下面変位の差は載荷初期には無視しうる程小さく、2F程度を越す支圧から増大する場合もあったが、最大0.2mm程度であった。よって、コンクリート上面変位は供試体全体の圧縮変位の影響を受け、荷重が大きい場合若干変動するが、本報告では比較的影響は小さいと判断した。

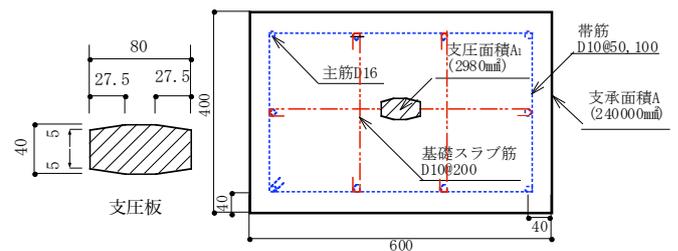


図-1 支圧供試体平面図(支圧面積と支承面積)

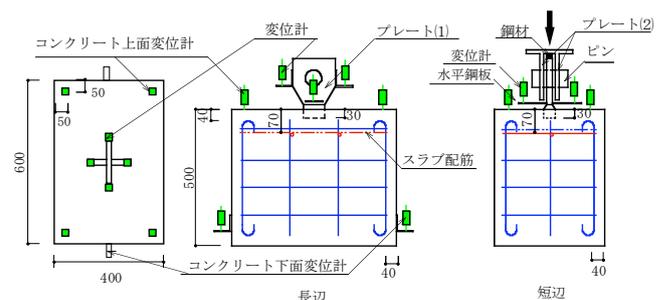


図-2 供試体断面(拘束筋 $\phi 100$)と変位計測位置

表-1 コンクリートテストピースの強度(N/mm²)

設計強度 F_c	21*	21	27
現場水中養生	21	23	29
現場封緘 F	14	23	28

* 文献1)の試験

3. 試験結果とその考察

めり込み～支圧(=荷重/A₁)関係を図-3に現場封緘コンクリート強度Fと補強筋量で比較できるように示した。いずれも試験時には、F_cA₁(F_c:コンクリート設計基準強度)程度の荷重増減で除荷・再載荷を繰り返しているが、その包絡線を最大荷重まで示した。図-3と実験中の観察から次のことが指摘できる。

a. 最大支圧応力はF28で7.7F, F23で7.3F, F14(@50)で11.3, F14(@100)で9.8Fであった。なお、(A/A₁)^{1/2}=8.97である。

b (2～3)Fまでは、再載荷時のめり込みの増大は見られない。それ以上の支圧においてコンクリート強度の低い場合ほど再載荷時のめり込みの増大は大きく、最大支圧時のめり込みが大きい原因となっている。

c. F14の場合、供試体の側面に達する亀裂を生じるまで載荷したが、他の強度の場合、載荷ジグの強度を考慮して、支圧板周囲に亀裂を生じている程度で除荷しており、全てが同状況での最大支圧と言えるかどうか疑問がある。特に支圧の終局と割裂を区別出来ていない。

d. 上記の最大支圧の状況の相違が現れているのか、F14では、拘束筋の量による挙動の差が大きい、全体としてはコンクリート強度の影響が大きく、コンクリート強度が高い程、剛性があり、最大支圧時のめり込みは小さいと言える。

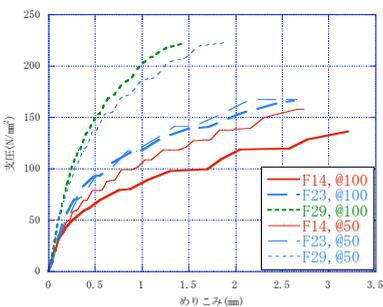


図-3 支圧～めり込み関係

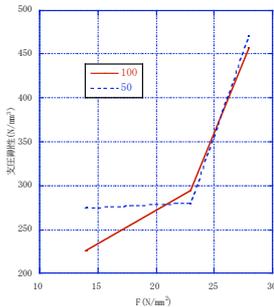


図-4 支圧初期剛性

e. 図-3の支圧めり込み関係の初期剛性を見るために、図-5の荷重めり込み曲線において載荷初期2Fまでの直線部分から推定した支圧の初期剛性とコンクリート強度Fの関係を図-4に示した。この場合も低強度のF14においては、拘束筋量の影響が見られるようだが、それ以外ではコンクリート強度の影響が大きい。

f. 表-2には、上記の載荷初期2Fまでの剛性と、同剛性で支圧応力がコンクリート強度Fと同じ値の場合のめり込み量を参考までに示した。テストピースの最大応力時圧縮量は0.1～0.15mm程度のものが多かった。同表のコンクリート強度Fと同程度の支圧応力でのめり込み量はそれに比べるとかなり小さいと言える。

g. 現場封緘養生のテストピースについて、ヤング係数E_cを求めるのと同様に、F/3の時の圧縮量δ (mm)の計測値から、

およそ $F/(3\delta)=308\sim 400\text{N/mm}^3$ ($E_c=6.16\times 10^4\sim 8.00\times 10^4\text{N/mm}^2$)が得られた。この値の大きさは、表-2の初期剛性とほぼ対応しているが、Fの大きさとの関連はあまり明確でなかった。

g. 図-5から、支圧の大きさが2Fまでのサイクルではめり込みの残留値がそれ以上の載荷時に比べて小さく、支圧の弾性範囲と推定できると考えられる。

表-2 初期剛性(支圧2F間)とめり込み量(支圧F時)

F (N/mm ²)	@100		@50	
	初期剛性 (N/mm ³)	支圧F時めり込 (mm)	初期剛性 (N/mm ³)	支圧F時めり込 (mm)
14	226	0.062	274	0.051
23	294	0.078	280	0.082
28	457	0.061	471	0.059

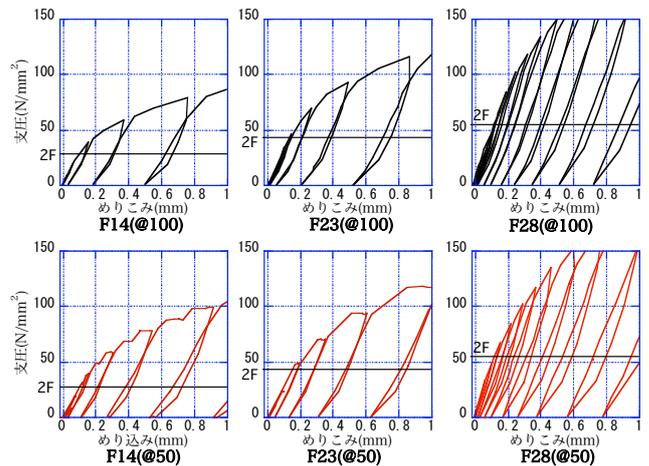


図-5 載荷初期における支圧～めり込み関係

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した支圧における弾性域とその時のめり込み量について実験によって調査した。その結果、コンクリート強度の2倍の支圧応力までは、残留ひずみも無視しうる程小さく、弾性範囲と考えられること、その剛性はほぼコンクリート強度に依存すること等が分かった。そのコンクリート強度との関連、支圧の終局と割裂強度の分離等の今後の課題も明らかとなった。異なる支圧面積での実験も含め、今後、定量的な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

*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 Japanpile Corporation, Dr. Eng.