

論文 中空支圧盤を用いた杭頭部-パイルキャップ間の支圧強度に関する実験的研究

平尾 一樹*1・向井 智久*2・渡邊 秀和*3

要旨: パイルキャップを有する杭基礎構造システムの杭頭接合面破壊の評価には、杭頭部とパイルキャップコンクリート間での支圧強度の評価が重要である。そこで研究では、既往の支圧強度評価式の適合性を確認するためにパイルキャップ部分を模擬した縮小試験体の支圧試験を実施した。また実験では、パイルキャップの配筋をパラメータとし、その配筋が支圧強度に与える影響についての検討も実施した。実験の結果、本実験の結果を既往の評価式で評価できることが確認できた。また、パイルキャップの配筋によって支圧強度の上昇が確認できた。

キーワード: 支圧試験, 支圧強度, 面積比, 中子筋

1. はじめに

パイルキャップを有する杭基礎構造システムでは、杭頭接合面破壊が破壊モードの一つとして考えられる¹⁾。杭に既製杭を用いる場合、この杭頭接合面破壊の計算においてRC基礎指針¹⁾では、杭頭部とパイルキャップコンクリート間での

支圧強度を用いている。既往の論文²⁾及びPC指針³⁾では、支圧部中実角形、支承部中実角形の支圧実験の結果、圧縮強度と面積比の平方根または引張強度と面積比の平方根に比例する評価式が提案されている。一方、RC基礎指針¹⁾では、杭中空断面とし、その断面に対する支圧の圧縮強度増大係数は2.0

表-1 試験体諸元
(a) シリーズ1

No.	D (mm)	肉厚 T (mm)	高さ h1 (mm)	T/D	支圧 断面積 A1 (mm ²)	パイル キャップ 幅 L (mm)	パイル キャップ 高さ h2 (mm)	支承 断面積 Ac (mm ²)	支圧 面積比 $\sqrt{(Ac/A1)}$	有効 へりあき Dh (mm)	へりあき (Dh+ (D/2))/D	コンクリート 圧縮強度 σ_B (N/mm ²)	支圧盤 形状	有効体積 鉄筋比 ρ_s %	帯筋 ^{*2} (記載ない場合は 中子筋なし)
0-2	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	23.6	中空	0.00	-
1-1	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	25.5	中空	0.43	D6@100
1-2	85	14	100	0.16	3123	250	310	62500	4.47	82.5	1.47	25.5	中空	0.43	D6@100
1-3	150	24	100	0.16	9500	250	310	62500	2.56	50	0.83	25.4	中空	0.43	D6@100
1-4	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	54.5	中空	0.43	D6@100
1-5	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	74.6	中空	0.43	D6@100
1-6	100	50	100	0.5	7854	250	310	62500	2.82	75	1.25	25.4	中実	0.43	D6@100
1-7	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	26.2	中空	1.29	D6@33
1-8	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	26.6	中空	1.62	D6@100 (中子筋3段)
2-1	200	32	100	0.16	16889	500	625	250000	3.85	150	1.25	26.6	中空	0.47	D10@100

*1 面積比は一般的な値であるへりあき1.0Dの場合:2.82~3.41, 1.25Dの場合:3.53~4.26を参考に設定した。

*2 D6は降伏強度392(N/mm²), D10は降伏強度361(N/mm²)のものを使用した。

(b) シリーズ2

No.	D (mm)	肉厚 T (mm)	高さ h1 (mm)	T/D	支圧 断面積 A1 (mm ²)	パイル キャップ 幅 L (mm)	パイル キャップ 高さ h2 (mm)	支承 断面積 Ac (mm ²)	支圧 面積比 $\sqrt{(Ac/A1)}$	有効 へりあき Dh (mm)	へりあき (Dh+ (D/2))/D	コンクリート 圧縮強度 σ_B (MPa)	支圧盤 形状	有効体積 鉄筋比 ρ_s %	帯筋 ^{*3} (記載ない場合は 中子筋1段)
3-2	150	24	100	0.16	9500	250	310	62500	2.56	50	0.83	30.7	中空	1.11	D6@100
3-3	150	24	100	0.16	9500	250	310	62500	2.56	50	0.83	30.7	中空	0.43	D6@100 (中子筋なし)
3-4	150	24	100	0.16	9500	250	310	62500	2.56	50	0.83	30.7	中空	1.72	S6@100
3-5	150	24	100	0.16	9500	250	310	62500	2.56	50	0.83	30.7	中空	1.96	D6@100
3-6	100	16	100	0.16	4222	250	310	62500	3.85	75	1.25	30.7	中空	1.72	D6@100

*3 D6は降伏強度373(N/mm²), S6は降伏強度845(N/mm²)のものを使用した。

*1 (一社)コンクリートパイル建設技術協会 (建築研究所交流研究員) 修士(工学) (正会員)

*2 (国研)建築研究所 構造研究グループ 主任研究員 博士(工学) (正会員)

*3 (国研)建築研究所 構造研究グループ 主任研究員 博士(工学) (正会員)

を上限とする評価式が提案されている。そこで本研究では、既往の評価式の適合性を確認するために中空断面としたパイルキャップ部分を模擬した縮小試験体（支圧部中空円形、支承部中実角形）の支圧試験を実施し、評価を行った。

シリーズ1の試験体ではコンクリート強度、支圧面積比をパラメータに既往の算定式の適用性を、シリーズ2では中子筋による鉄筋強度、鉄筋量、配置が支圧強度に及ぼす影響を確認することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

表-1 に試験体諸元を示す。本実験の試験体は、既製 SC 杭を用いた既往の実大部分架構実験⁴⁾を参考にした。この実大試験体の杭径はφ400mm、肉厚65mm、パイルキャップ寸法は900mm×900mm、支圧面積比($\sqrt{A_c/A_1}$)は3.44である。

図-1 にパイルキャップの記号説明図を示す。なお、基礎構造設計指針⁵⁾では、へりあき（基礎フーチング外縁から杭

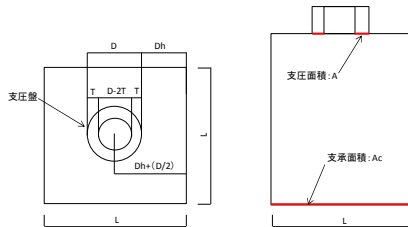


図-1 パイルキャップの記号説明図

中心までの最短距離)は、杭径・杭耐力・杭頭拘束度合などzに応じてひび割れなど支障のない寸法とし、打ち込み杭で杭頭径の1.25倍、埋め込み杭で杭頭径の1.0倍以上を目安とすると記載されている。

シリーズ1の支圧盤径は100mm(実大試験体の1/4サイズ)を標準とし、No.1-1を基準の試験体とした。No.0-1, 0-2では帯筋の有無による影響、No.1-2およびNo.1-3の支圧盤径は支圧面積比に応じて設定した。No.2-1の支圧盤径は200mm(実験体の肉厚/杭径比と同じ、0.16とした。No.0-0~1-8の試験体寸法は、250mm×250mm、No.2-1の試験体寸法は、500mm×500mmとした。配筋概要図を図-2に示す。No.1-2のへりあきは1.47、No.1-3のへりあきは0.83とし、それ以外の試験体は1.25である。コンクリート圧縮強度の比較は24N/mm²を標準とし、パイルキャップ部の圧縮強度の違いを確認するため、No.1-4の場合48N/mm²及び、No.1-5の場合60N/mm²を目標とした。No.1-6の支圧盤形状は中実断面としたNo.1-7の帯筋比はピッチを1/3に、No.1-8は中子筋方式にした。なお、コンクリートの骨材最大寸法は13mmとし、帯筋の降伏強度は、D6 (No0-1~No.1-8)で392N/mm²、D10(No.2-1)で361N/mm²である。

シリーズ2では、帯筋(D6)に加え中子筋を1段配筋したものを標準仕様とした。なお、No.3-3は比較のため中子筋を配筋していない。また、へりあきは0.83になるよう試験体の支

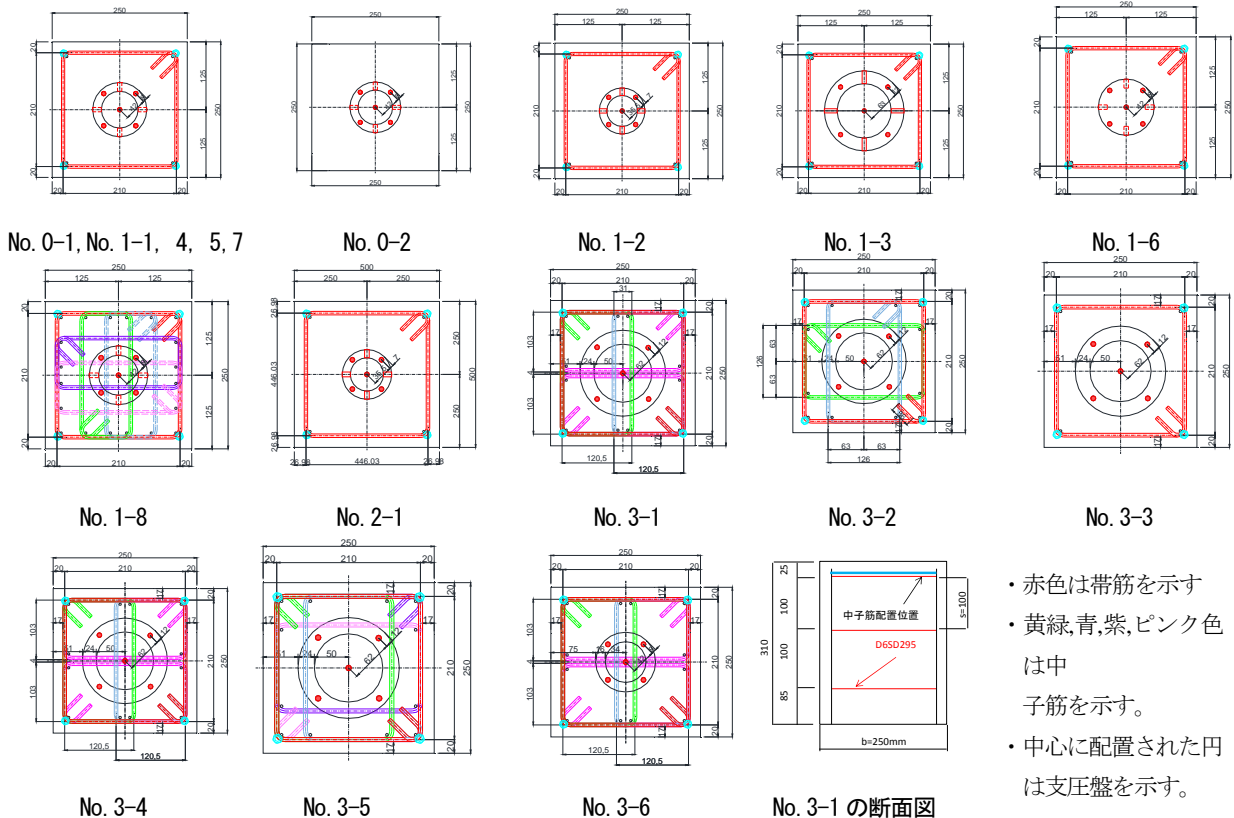


図-2 配筋概要図 (シリーズ1・シリーズ2)

圧盤径は150mmを標準とし、No.3-6の支圧盤径は100mmと設定した。No.3-1, 3-2, 3-3を対象に有効体積鉄筋比の比較を行う。有効面積鉄筋比は、各方向面に設置された帯筋と中子筋の鉄筋面積をコンクリート面積で除した値とした。No.3-1, 3-4, 3-6の中子筋はX方向103×210を平行に並べ、Y方向210×120.5が重なるように配置した。No.3-2は、126×210が中央で重なるよう2本の中子筋を配置した。No.3-5は、168×210が中央で重なるよう4本の中子筋を配置した。No.3-4の配筋はNo.3-1と同一配筋であるが、鉄筋降伏強度が845N/mm²の高強度鉄筋を用いた。その他試験体の鉄筋降伏強度は373N/mm²である。No.3-1, 3-5は中子筋の配筋位置による効果を比較した。No.3-5, 3-6は同様の配筋及び配置であり、支圧面積による違いを比較した。

2.2 載荷方法

図-3、写真-1に載荷装置を示す。支圧盤が試験体にめり込むように、一軸単調押し切り載荷を行った。

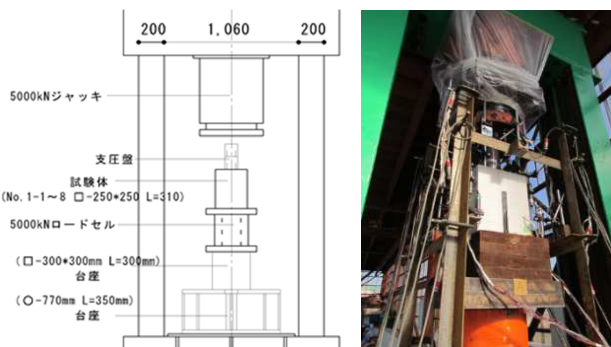


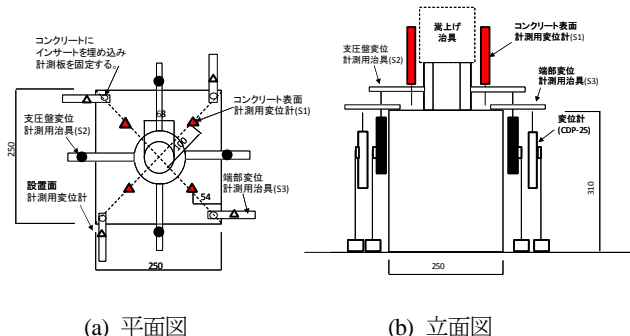
図-3 載荷装置



写真-1 載荷装置

2.3 計測方法

変位計測位置図を図-4に示す。支圧盤の中央高さにはターゲットをあらかじめ取り付け、不動点からの変位を4本の支圧盤変位計(S2)で計測した。また、試験体上部の四隅にターゲットを取付け、不動点からの変位を4本の端部変位計(S3)で計測した。本実験におけるめり込み変位は、4本の端部変位計(S3)の平均値から、4本の支圧盤変位計(S2)の平均値を引いた値とした。



(a) 平面図

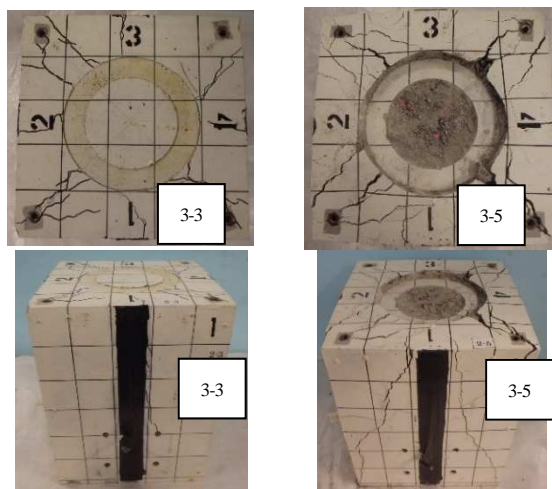
(b) 立面図

図-4 計測位置図

3. 実験結果(シリーズ1)

3.1 破壊状況

試験体の破壊状況を写真-2に示す。No.3-3は支圧盤設置面において角部に向かってひび割れが進展していき、それに伴い側面のひび割れが発生し、最大荷重後すぐに破壊に至った。すべての試験体において同様な破壊が見られた。また、中子筋が配筋されているNo.3-5は、側面ひび割れ発生後最大荷重に達し、その後荷重を保持しながら支圧盤のめり込みが大きくなり破壊に至った。これは、最大荷重後に中子筋の拘束効果によりコンクリートの広がりを抑えていたためと考えられる。



No. 3-3 : 中子筋無

No. 3-5 : 配筋比較

写真-2 破壊状況 (No. 3-3, 3-5)

3.2 実験結果の検討

プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針(案)・同解説では、コンクリート強度および支圧面積比 $\sqrt{A_c/A_1}$ より支圧強度を求める式(1)⁹⁾が提案されている。この式は坂田ら²⁾によりコンクリートの圧縮強度が9N/mm²~100N/mm²程度の範囲の無筋コンクリート試験体(250×250×500)の実験結果を基に提案されており、支圧面積比の範囲は1.22~4.0である。既往の実験では支圧部中実角形、支承部中実角形の支圧実験であったが、本研究では、支圧部中空円形、支承部中実角形の試験体を用い、式(2)より支圧荷重Pを算出し、実験時の最大荷重P_{max}との比較を行った。P_{max}/Pより、計算で求めた支圧荷重Pに対して、実験値の安全率がどの程度になるか確認した。なお、コンクリートの圧縮強度を23.6N/mm²~74.6N/mm²、無筋コンクリート試験体を250×250×310、支圧面積比の範囲は2.56~4.47範囲で実験を行い評価した。

実験結果および式(1)との比較を表-2、算定式との比率-コンクリート圧縮強度関係を図-5、支圧面積比-支圧強度関係を図-6に示す。

No.1-1~1-3はへりあきを0.83~1.47に設定した試験体であ

る。P_{max}/P は 0.99~1.00 であった。本実験では、式(1)はへりあきが 0.83~1.47 の範囲で評価でき、へりあきが 0.83~1.47 の範囲であれば支圧強度があまり変わらないことが分かった。

No.1-1, 1-4, 1-5 はコンクリート圧縮強度をパラメータとした試験体である。P_{max}/P は 1.00~1.12 となり、コンクリート強度が大きくなると P_{max}/P が大きくなることが分かった。

中空の試験体だけでなく、支圧盤による影響を確認するため、比較対象として中実試験体(No.1-6, 円形支圧盤)の試験を行った。中実円形の支圧盤を用いた場合の P_{max}/P は 0.7 程度となった。これは、既往評価式では中実角形、本実験では中実円形と、支圧盤形状が異なっていることが影響している可能性があると考えた。また、寸法の大きな試験体(No.2-1)の P_{max}/P は 0.8 程度となったが、これは寸法効果の影響を受けたためと考えられる。

以上より、式(1)は、支圧部中実角形、支圧部中実角形の支圧実験の結果より引張強度と面積比の平方根に比例する評価式であったが、既往の実験範囲で行った No.0-1~1-5, -7 の P_{max}/P は 1.00 に近い値となった。よって、既往の実験範囲の適用外である支圧部中空円形、支圧部中実角形においても、コンクリート強度および支圧面積が既往の実験に近いもので

$$F_n = 10\sigma_t \sqrt{(A_c/A_1)} = 1.8 \times \sigma_B^{(0.8-\sigma_B/2000)} \times \sqrt{(A_c/A_1)} \quad (1)$$

ここで、F_n : 支圧強度 (N/mm²)

σ_B : コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)

σ_t : コンクリートの引張強度 (N/mm²)

$$\sigma_t = 0.18 \times \sigma_B^{(0.8-\sigma_B/2000)}$$

A_c : 支圧面積 (mm²)

$$P = F_n \times A_1 \quad (2)$$

P : 支圧荷重 (kN)

A₁ : 支圧面積 (支圧盤断面積) (mm²)

あればおおむね精度よく評価できた。しかし、一方で、No.1-6, -8, 2-1 では既往式では精度よく評価できない結果となった。

No.1-6 の中実円形を用いた試験体では、既往の実験で角形の支圧盤径で実験を行っていたのに対し、本実験では形状の異なる中実円形を用いたためと推察される。このことから、支圧盤の形状による支圧強度への影響は大きく、本実験では中空円形において精度よく評価できたが、支圧盤が円形の条件での評価式を提案する必要がある。No.1-8 の中子筋方式の試験体は PC 指針の算定式の適用範囲として「有効な鉄筋補強を行わないコンクリートの支圧強度の算定式」と記載があり、中子筋方式の試験体は適用範囲外であったため実験値が

表-2 実験結果および算定式(式(1))との比較(シリーズ1・シリーズ2)

No.	杭径 D (mm)	へりあき (Dh+(D/2))/D	中子筋	支圧面積 A1 (mm ²)	有効体積 鉄筋比 ρs (%)	支圧面積比 √(Ac/A1)	コンクリート 圧縮強度 σ _B (N/mm ²)	最大荷重 P _{max} (kN)	支圧荷重 P (kN)	P _{max} / P	σ _{bb} P _{max} /A1 (N/mm ²)	支圧強度比 σ _{bb} /σ _B
0-1(σ _B =24)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	23.6	386	353	1.09	91.4	3.87
0-2(σ _B =24)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	23.6	366	353	1.04	86.7	3.67
1-1(σ _B =26)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	25.5	374	374	1.00	88.6	3.47
1-2(σ _B =26)	85	1.47	無	3,123	0.43	4.47	25.5	320	322	0.99	102.5	4.02
1-3(σ _B =25)	150	0.83	無	9,500	0.43	2.56	25.4	557	560	0.99	58.6	2.31
1-4(σ _B =55)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	54.5	721	642	1.12	170.8	3.13
1-5(σ _B =75)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	74.6	853	784	1.09	202.0	2.71
1-6(σ _B =25)	100	1.25	無	7,854	0.43	2.82	25.4	354	509	0.70	45.1	1.77
1-7(σ _B =26)	100	1.25	無	4,222	0.43	3.85	26.2	409	382	1.07	96.9	3.70
1-8(σ _B =26)	100	1.25	有	4,222	1.62	3.85	26.2	580	382	1.52	137.4	5.24
2-1(σ _B =27)	200	1.25	無	16,889	0.43	3.85	26.6	1338	1545	0.87	79.2	2.98
平均(シリーズ1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.04	-	-
3-1(σ _B =30)	150	0.83	有	9,500	1.74	2.56	30.0	869	633	1.37	91.5	3.05
3-2(σ _B =30)	150	0.83	有	9,500	1.11	2.56	30.0	777	633	1.23	81.8	2.73
3-3(σ _B =30)	150	0.83	無	9,500	0.43	2.56	30.0	703	633	1.11	74.0	2.47
3-4(σ _B =30)	150	0.83	有	9,500	1.74	2.56	30.0	885	633	1.40	93.2	3.11
3-5(σ _B =30)	150	0.83	有	9,500	1.97	2.56	30.0	837	633	1.32	88.1	2.94
3-6(σ _B =30)	100	1.25	有	4,222	1.74	3.85	30.0	608	422	1.44	144	4.80
平均(シリーズ2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.31	-	-

「注」1) 網掛けは中子筋が無い仕様を示す。
2) 赤字は面積比の平方根が3.85を示す。

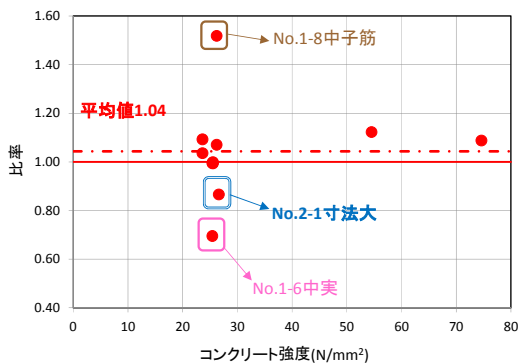


図-5 算定式との比率-コンクリート圧縮強度関係

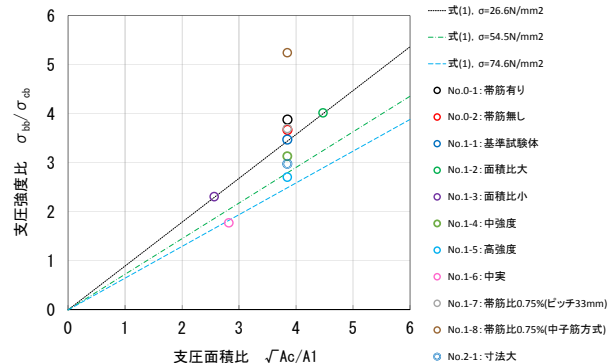


図-6 支圧強度比-支圧面積比

大きくなったと推察される。No.2-1 の中空支圧部の寸法が大きな試験体では既往の適応式による計算値より実験値が小さい結果となったため、より大きな試験体で寸法効果の影響を確認する必要がある。

4. 実験結果(シリーズ2)

4.1 実験結果の検討

実験結果と算定式の比較を表-3 に、算定式との比率-有効体積鉄筋比関係を図-7、支圧強度比-有効体積鉄筋比の関係を図-8 に示す。

No.3-2, 3-3, 3-5 は、有効体積鉄筋比を 0.43~1.97 に設定した試験体である。実験結果より、 P_{max}/P は 1.11~1.32 であった。コンクリート強度、支圧面積が同じで有効体積鉄筋比を多くした場合は、有効体積鉄筋比が大きい試験体の支圧強度が大きくなることが分かった。

No.3-1, 3-4 は、中子筋の強度を No.3-1 : 普通強度, No.3-4 : 高強度に設定した試験体である。実験結果より、 P_{max}/P は 1.37 と 1.40 であった。コンクリート強度、支圧面積が同じで鉄筋強度を大きくした場合は、あまり支圧強度の差が見られないことが分かった。

No.3-1, 3-5 は、中子筋の配筋位置を変えた試験体である。実験結果より、 P_{max}/P は 1.32 と 1.37 であった。コンクリート強度、支圧面積が同じで中子筋の配置を変えた場合は、支圧盤直下に鉄筋を配置したほうが支圧強度および変形が大きくなることが分かった。

No.3-1, 3-6 は支圧面積を変えた試験体である。実験結果より、 P_{max}/P は 1.37~1.44 であった。コンクリート強度が同じで支圧面積を変えた場合は、支圧面積比が大きい試験体の支圧強度が大きくなることが分かった。

No.1-8, 3-6 は中子筋の配筋する段数を変えた試験体である。実験結果より、 P_{max}/P は 1.44~1.52 であった。中子筋の量を多くすれば支圧強度は大きくなるが、それほど大きな差が見られなかったことから、支圧盤近くの一段目に配筋した中子筋が支圧強度に大きく影響していることが分かった。

今回の実験結果より、支圧荷重に影響を与える要因は、有効体積鉄筋比が大きい場合、中子筋を支圧盤直下に配置した

場合、支圧面積比が大きい場合に支圧強度が大きくなることが分かった。

式(1)の評価については、中子筋が無い No.2-3 の場合、試験結果より P_{max}/P は 1.11 であり、シリーズ 1 と同様に式(1)の評価ができた。

一方で、中子筋方式の試験体の P_{max}/P は大きくなった。これは、シリーズ 1 の No.1-8 と同様 PC 指針の算定式の適用範囲として「有効な鉄筋補強を行わないコンクリートの支圧強度の算定式」と記載があり、中子筋方式の試験体は適用範囲外であったためと推察される。

4.2 支圧強度比-めり込み変位関係

試験体 No.3-1~6 の荷重-めり込み変位関係について比較を行う。ただし、本研究では終局変位を最大荷重の 80% に低下した時のめり込み変位とした。

i) 有効体積鉄筋比の比較 (No.3-2, -3, -5 の比較)

支圧強度比-めり込み変位関係を図-9 に示す。有効体積鉄筋比 (ρ_s) が大きくなると支圧強度比が高くなり、終局変位も大きくなった。

ii) 鉄筋強度の比較 (No.3-1, -4 の比較)

支圧強度比-変位関係を図-10 に示す。No.3-1 (普通強度鉄筋) の支圧強度比は 3.05, No.3-4 (高強度鉄筋) の支圧強度比は 3.11 で、鉄筋強度による支圧強度比による差はあまり見られなかった。No.3-1 は最大荷重をこえるとすぐに荷重が低下するのに対し、No.3-4 は、最大荷重時の約 3 倍の変位まで終局変位が大きくなった。これらのことから、中子筋の鉄筋強度を高くすることによって変形性能が向上したと考えられる。

iii) 中子筋の配置の比較 (No.3-1, -5 の比較)

No.3-1 および No.3-5 の支圧強度比-変位関係を図-11 に示す。No.3-1 の有効体積鉄筋比 (ρ_s) は 1.75%, No.3-5 の有効体積鉄筋比 (ρ_s) は 1.98% でほぼ等しい。しかし、No.3-1 の中子筋は支圧盤のほぼ中央に設置されているが、No.3-5 の中子筋は支圧盤肉厚の直下に配置されている。中子筋を杭肉厚直下に配置した試験体 No.3-5 は、終局変位が大きくなったことから、杭直下の中子筋が変形性能の向上に寄

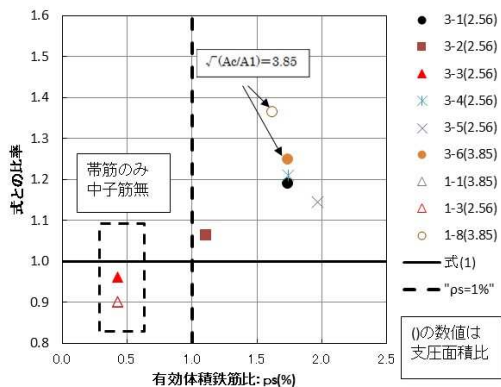


図-7 算定式との比率-有効体積鉄筋比関係

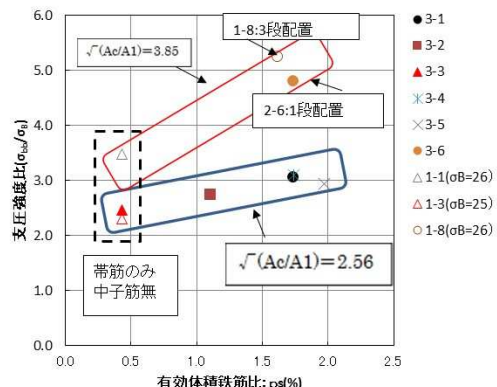


図-8 支圧強度比-有効体積鉄筋比

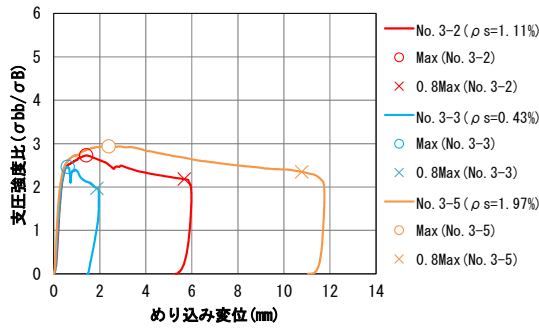


図-9 支圧強度比—めり込み変位関係

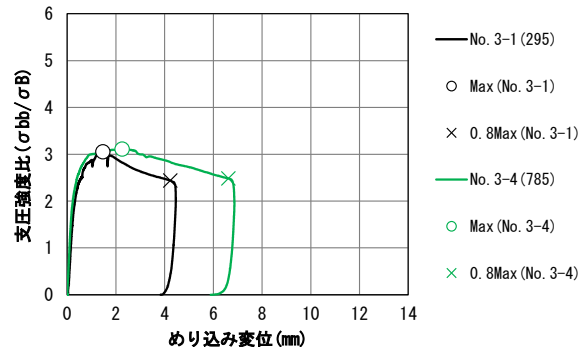


図-10 支圧強度比—めり込み変位関係

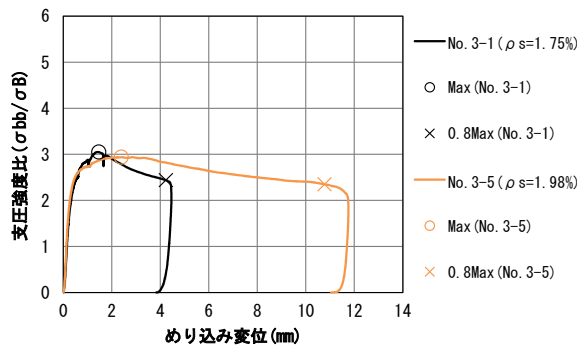


図-11 支圧強度比—めり込み変位関係

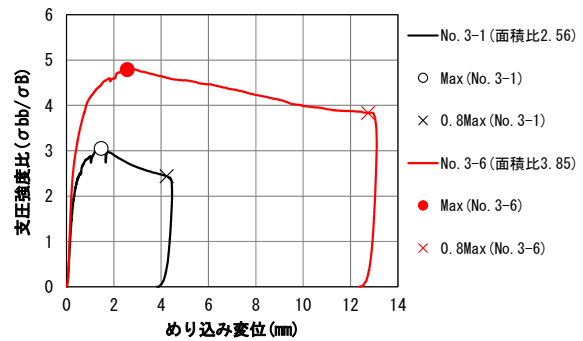


図-12 支圧強度比—めり込み変位関係

与ることが分かった。

iv)支圧面積比の比較 (No.3-1, -6 の比較)

No.3-1 および No.3-6 の支圧強度比-変位関係を図-12 に示す。No.3-1 と No.3-6 の配筋は同じで、有効体積鉄筋比 (ρ_s) は、1.75%であるが、No.3-1 の支圧盤径は $\phi 150\text{mm}$ 、支圧面積比 ($\sqrt{Ac/A1}$) は 2.56、No.3-6 の支圧盤径は $\phi 100\text{mm}$ 、支圧面積比 ($\sqrt{Ac/A1}$) は 3.58 である。

支圧面積比が大きくなるに従い支圧強度比も大きくなり、また、終局変位も大きくなった。

これは、No.3-6 の支圧盤は $\phi 100\text{mm}$ であるため、中子筋の内側に荷重が集中し、中子筋が有効に抵抗したためと考えられる。

5. まとめ

支圧試験を行い、シリーズ1では既往の算定式の適用性を確認し、シリーズ2では中子筋による効果を確認した。以下に結論をまとめる。

- 1) 支圧部が中空の円形、支承部が角形でコンクリート強度が $23.6\text{N/mm}^2 \sim 74.6\text{N/mm}^2$ 、面積比が 2.56~4.47、へりあきが 0.83~1.47、帯筋比が 0.00%~0.25% の場合は、既往の算定式の評価ができた。
- 2) 中子筋の有効体積鉄筋比を大きくするほど、終局変位が大きくなることがわかった。また、中子筋の降伏強度が大きくなると、終局変位が大きくなることがわかった。
- 3) 中子筋の配筋位置によって終局変位が異なり、中子筋を

杭肉厚直下に配置した方がより変形性能が向上した。

- 4) 支圧面積比が支圧強度に大きく関係し、支圧面積比が大きくなるほど支圧強度が大きくなることが分かった。

謝辞

本研究は、平成 27 および 28 年度住宅・建築物高度化事業「大地震後の継続使用性に資する杭および杭頭接合部の技術開発」および (国研) 建築研究所指定課題「既存建築物の地震後継続使用のための耐震性評価技術の開発」により実施しました。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針 (案)・同解説, 2017
- 2) 坂田博史, 森田真由美, 中塚侑: コンクリートの支圧応力—めり込み変形特性に関する研究, 構造工学論文集, Vol.56B, pp.81-86, 2010.3
- 3) 日本建築学会：プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針 (案)・同解説, 2015, pp.71-72
- 4) 千濱彬比古ほか: 大地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの構造性能評価に関する研究 (その 22 SC 杭を用いたT形部分架構を有するパイルキャップに関する構造実験の概要), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.589-590, 2018.9
- 5) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針, 1988