

節杭を用いたプレボーリング拡大根固め工法の根固め部に関する模型実験
(その5: 第2限界抵抗力による検討)

正会員 石川 一真*¹ 同 伊藤 淳志*³
同 永井 雅 *² 同 小椋 仁志*⁴

埋込み杭 節杭 模型実験
根固め部 荷重沈下量関係 破壊モード

1. はじめに

同名論文(その4)の結果をもとに、(その5)ではCシリーズ実験から得られる第2限界抵抗力について検討を行う。また、前報¹⁾で述べたBシリーズ実験の結果についても、同じ手法で再評価を試みる。

2. 模型地盤の推定N値

BシリーズとCシリーズの実験種類と地盤の相対密度(上載圧加圧後) D_{rc} を表-1に示す。この表には推定N値も併記している。このN値は、各実験での上載圧 p_v (kgf/cm^2) と D_{rc} (%) から次式により求めたものである。

$$N = \exp(2.31 \times \ln D_{rc} + 0.746 \times \ln p_v - 7.99) \quad (1)$$

(1)式は、下平らが三軸加圧状態と側方拘束状態の円柱形砂地盤(500×1000)において行った一連の標準貫入試験やコーン貫入試験によって得られた実験式の一つである。用いている砂は本実験と同じ淀川砂であり、 D_{rc} と p_v をパラメータとしている。ただし、 p_v の範囲は50 p_v 300 kN/m^2 であるため、厳密には $p_v > 300 \text{kN/m}^2$ のBシリーズは適用範囲外となる。したがって、表-1の値は参考値として考える。Cシリーズの p_v を 300 kN/m^2 としたのは、(1)式の適用範囲内とするためである。下平らは一連の実験成果の一部を文献¹⁾に報告したが、その後濱田²⁾が実験を追加して改良した式を本報では採用した。

表-1 B・Cシリーズの実験種類と地盤状況

実験	杭種	上載圧 p_v (kN/m^2)	根固め部				加圧後 相対密度 D_{rc} (%)	推定N値
			径 D_e (mm)	上方 長さ* L_u (mm)	下方 長さ* L_d (mm)	圧縮 強度 (N/mm^2)		
B-3-2	節杭	600	64	100	0	22.8	92.1	45.1
B-3-3	節杭	600	64	100	0	25.5	87.8	40.4
B-6	節杭	600	53	100	0	17.1	97.8	51.8
B-7	節杭	600	42.5	100	0	15.7	95.1	48.5
B-8	節杭	600	64	100	25	18.6	102.7	58.0
B-9	節杭	600	64	150	0	18.3	106.6	63.2
B-10	節杭	600	64	100	0	4.8	94.4	47.8
B-11	節杭	400	64	100	0	19.8	98.4	38.8
C-1	ストレート杭	300					71.1	14.8
C-2	ストレート杭	300	64	100	0	19.7	79.6	19.2
C-3	節杭	300	64	100	0	16.9	73.2	15.8
C-4	節杭	300	85	100	0	13.4	76.5	17.5
C-5-1	節杭	300	64	100	0	8.3	90.6	25.9
C-5-2	節杭	300	64	100	0	6.9	77.5	18.0
C-7	節杭	300	42.5	100	0	13.5	84.6	22.1
C-8	節杭	300	64	100	25	20.1	76.7	17.6
C-10	節杭	300	64	100	0	1.6	87.8	24.1
C-11	節杭	150	64	100	0	15.5	82.1	12.3
C-12-1	ストレート杭	300	64	100	25	14.5	99.2	31.9
C-12-2	ストレート杭	300	64	100	25	10.2	86.7	23.4
C-13	節杭	300	64	100	25	2.1	84.5	22.0

* 杭先端からの長さ

表-1によると、Bシリーズの $p_v = 600 \text{kN/m}^2$ はN値が40~60の地盤に、Cシリーズの $p_v = 300 \text{kN/m}^2$ はN値が15~30の地盤に相当していることになる。

3. 第2限界抵抗力とその補正

BシリーズとCシリーズの実験で得られた $P_o - S_o/De$ 関係から第2限界抵抗力 P_{ou} ($S_o/De=0.1$ の時の P_o) を求めた。その値を図-1に示す。これらのうち、同じ条件で2回実験を行ったB-3、C-5、C-12において2つの P_{ou} を比べると、表-2のように最大で1.5倍以上の差(C-5)が生じている。この原因として、地盤の相対密度(上載圧加圧後) D_{rc} が違っていることが考えられる。実験時には毎回同じ密度の地盤を作成するように努めたが、実験終了後に D_{rc} を求めたところBシリーズでは最大で1.2倍、Cシリーズでは最大で1.4倍の差が生じていた。

そこで、試みに表-2の P_{ou} を(1)式から推定したN値で除して P_{ou}/N としてみたところ、同じ条件の実験では P_{ou}/N の差は1.1倍以内に収まった。このことから、推定N値で除すことによって、地盤の密度の差をある程度は除くことができるものと考えられる。したがって、今後の考察では、 P_{ou}/N の値を用いることにする。

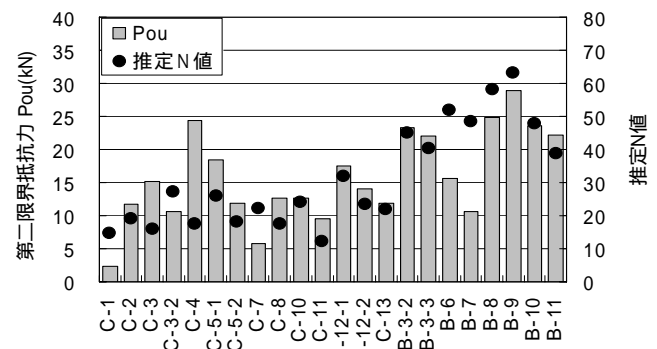


図-1 第2限界抵抗力 P_{ou}

表-2 同じ条件での実験の P_{ou} と P_{ou}/N

実験	第二限界 抵抗力 P_{ou} (kN)	P_{ou}/N (kN)	P_{ou} の比	P_{ou}/N の比
C-5-1	18.5	0.71	1.56	1.08
C-5-2	11.9	0.66	1.00	1.00
C-12-1	17.5	0.55	1.24	0.91
C-12-2	14.0	0.60	1.00	1.00
B-3-2	23.3	0.52	1.06	0.95
B-3-3	22.0	0.55	1.00	1.00

4. 根固め部の強度や下方長さなどの影響

図-2は、根固め径が64mmの場合の Pou/N と根固め部強度の関係を、杭種、下方長さ、および上方長さをパラメータとして示したものである。この図から、以下のことが分かる。

Cシリーズの節杭の場合、根固め部強度が大きくなると Pou/N は増大している。特に下方長さが0の場合には顕著で、根固め部強度が10倍になると、Pou/N は1.5倍程度になる。また、下方長さが25mmの場合も、根固め部強度が10倍近くになると Pou/N は1.33倍に増大している。ただし、Pou/N は下方長さが0mmの場合よりも小さい。また、根固め部強度が小さい場合は Pou/N に下方長さの影響は見られないが、根固め部強度が増大すると Pou/N の値は下方長さが0mmの方が25mmよりも大きくなっている。

地盤の推定N値が大きいBシリーズの節杭の場合も根固め強度の増大に伴い Pou/N も大きくなる傾向は見られるものの、Cシリーズほど顕著ではない。また、Bシリーズにおいても下方長さが0mmの方が25mmよりも Pou/N は2割程度大きな値を示している。

ストレート杭の場合、データ数が少ないので明確ではないが、Pou/N は根固め部強度や下方長さの影響は小さいようである。また、下方長さや根固め部強度が同じ場合は、ストレート杭よりも節杭の方が Pou/N は2~5割大きくなっている。

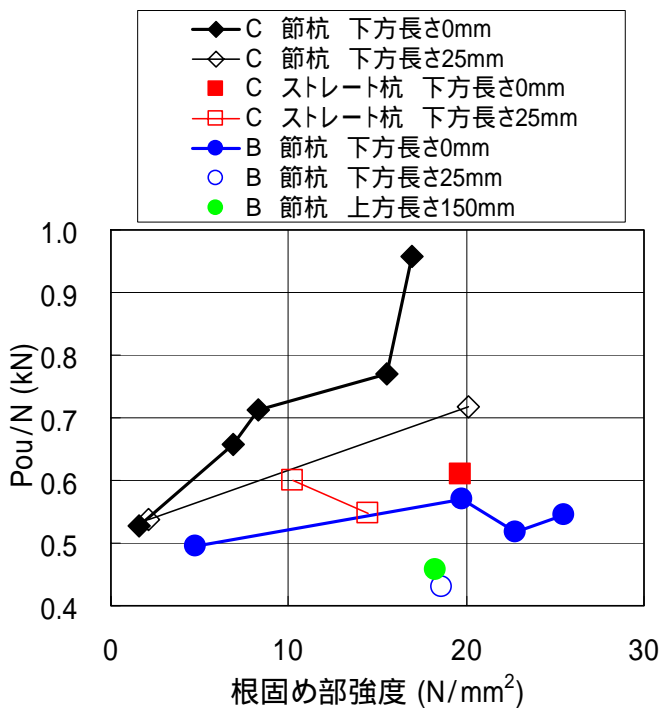


図-2 根固め部強度 - Pou/N関係

5. 根固め部径の影響

図-3に、根固め部の径のみが異なる実験による Pou/N の比較図を示す。いずれも杭は節杭であり、下方長さは0mmである。この図には、Pou/N を根固め部面積 Ae で除した Pou/N/Ae も併記している。

この図から、根固め径が大きいと Pou/N も当然ながら大きくなっていること、Pou/N/Ae の値で考えると、根固め径が大きくなると Pou/N/Ae も少し大きくなる傾向が見られることなどが指摘できる。は一般的な傾向と異なっており、今後、さらに検討を加える必要がある。

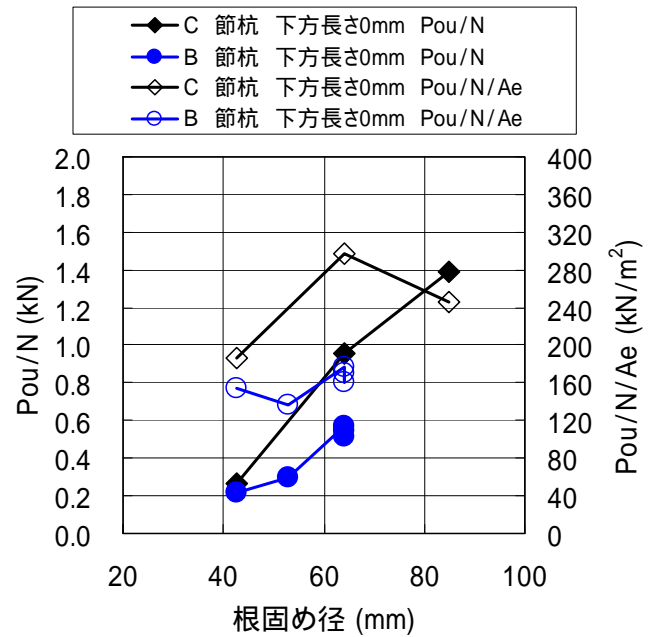


図-3 根固め径に - Pou/N、Pou/N/Ae 関係

6. おわりに

(その4)に続いて、本報では第2限界抵抗力に着目して検討した。十分ではないが、根固め部の各パラメータが第2限界抵抗力に与える影響を、ある程度定量的に検討することができた。今後も、パラメータを追加しつつ、精度を向上させた実験を行い、根固め部の性能について検討を加えていきたい。

謝辞

本実験を行うに当たり多大な協力をいただいた関西大学学部卒業生の神垣光氏、北村勇磨氏、岡田直樹氏に謝意を表す。

- 【参考文献】1) 下平祐司, 山肩邦男, 伊藤淳志, 南坂貴彦: 砂地盤における標準貫入試験の結果に関する考察, 第21回土質工学研究発表会, pp.27-30, 昭和61.6
2) 濱田晃之: 砂地盤における動的貫入試験に関する実験的研究, 関西大学大学院修士論文, 平成元.3

*1 ジャパンパイル(株)
*2 関西大学大学院
*3 関西大学 准教授・工博
*4 ジャパンパイル(株)・工博

JAPAN PILE CORPORATION
Graduate School, Kansai Univ.
Assoc. Prof., Kansai Univ., Dr. Eng.
JAPAN PILE CORPORATION, Dr. Eng.