

広島大学 正良 林 公重

今まで小形模型杭(直径10, 20, 40mm)を用いて摩擦杭の杭先角度が異なった場合の支持力杭先抵抗杭間抵抗について種々検討した。その結果は第20回年次学術講演会に発表した如くである。

本報告は更に杭の直径を大きくした中形模型杭(直径29, 101.6, 152.2mm)を用いて行った実験結果について述べる。用いた中形模型杭の詳細は表-1の如くであるが、この

実験は室外に3m×3mの図-1に示す如き実験場を作って実施した。使用した土は表-2の如く実験時の土の内部摩擦角は約30°、密度は1401.003kg/m³程度である。この土に摩擦杭を打ち込み、支持力、杭先抵抗、杭間抵抗の測定を行ったが、その結果は図-2, 3, 4の如くである。図-2の支持力に占める杭先抵抗、杭間抵抗の割合は殆んど杭先抵抗であり、杭間抵抗は極く僅かである。これは根入水深さが浅いためであり、根入水深さが深くなった場合、支持力に占める杭先抵抗、杭間抵抗の割合は変わり変化するものと考える。

図-2, 3, 4の結果を第20回年次学術講演会に発表した結論と比較すると、杭の直径が大きくなるに従って適合し難くなる。このことは杭の模型実験の相似率が成り立たないから生じ、免責であるという説を裏付けるものであるが、図-2, 3, 4の実験結果も基に次の如く考えてみた。

今年第20回年次学術講演会概要の(1)において、中3項は小さいので省略する

$$\text{杭先抵抗} = \pi r^2 \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{2\alpha + \alpha^2}{1 + \frac{1}{2}}}{1 + \frac{1}{2}} \delta H K_p \cdots (1)$$

$$\text{杭間抵抗} = \frac{1}{2} L K_u r (H - L) \delta \cdots (2)$$

であるが、地盤は同一条件で同一根入水深さ、同一杭先角度を考えた場合、 $\pi r^2 \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{2\alpha + \alpha^2}{1 + \frac{1}{2}}}{1 + \frac{1}{2}}$, δ, H, L は一定となり、結論的には、しるすなわち直径が変化した場合の土の内部摩擦角中も検討することになる。

表-1 中形模型杭の詳細

杭種類	形式	直径 (mm)	杭先 角度(°)	長さ (mm)	杭先長	杭先	重量 (kg)
中形 模型 杭	散 鋼 式	29.9	60	801	6.58	11.80	6.00
		101.6	20		2.864	10.22	2.86
		60	60		8.75	8.17	4.78
		100			4.25	8.15	5.24
		152.2	60	800	13.18	18.34	15.90
							合計
							17.80
							13.08
							12.95
							13.39
							34.44

図-1

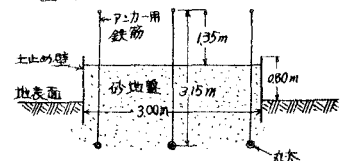


図-2 杭先角度および直径が異なるときの支持力

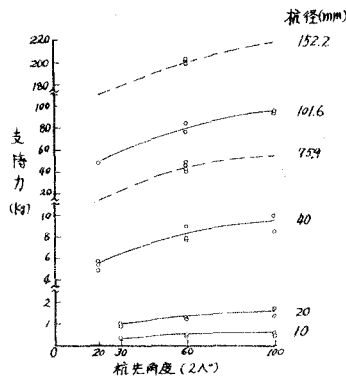


表-2 7114分け分け

7114 (mm)	杭径 (mm)	杭間抵抗率 (%)
4.8	6.8	6.8
2.0	12.4	19.2
0.84	36.2	53.4
0.42	33.2	88.6
0.25	7.8	96.4
0.11	2.4	98.8
0.075	0.4	99.2
以下	0.8	100.0

図-3 杭先角度および直径が異なるときの杭先抵抗

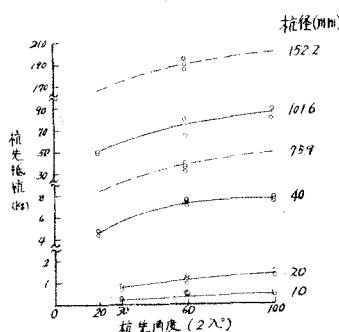
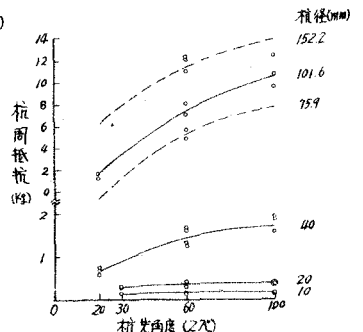


図-4 杭先角度および直径が異なるときの杭間抵抗



換算すれは杭の直径の変化による周辺土の変化の状態を検討することになる。(1)(2)式によって $K_p = \tan^2(\phi + \frac{\pi}{4})$, $K = 1 + \tan^2\phi$ と一応定義されておるのでこれを基に前記実験値との関係をお求めると杭先抵抗の場合 $K_p e^a$ の e^a を杭周抵抗の場合 $K = 1 + (\delta \tan \phi)^2$ の δ を決定すればよいことになる。プラントル同様 $a = \pi \tan \phi$, $\delta = \tan \phi$ とおき、 ϕ もお求め、 $\frac{\tan \phi}{\tan \phi} = n$, $\frac{\tan \phi}{\tan \phi} = m$ とおき n = 杭先抵抗係数 m = 杭周抵抗係数と呼稱し、 n および m と杭の直径との関係を示すと図-5 の如くなる。杭の直径 10 ~ 40 mm の間は、直径が大きくなるに従って n, m は急激に減少し、直径 40 mm 以上杭先角度 $60/100$ においては殆んど直線的変化を示している。杭の直径 10 ~ 40 mm の間において直径が大きくなるに従って n, m が減少する理由は明らかでないが土の粒径と杭の直径との間に何らかの関係があり、かかる現象を呈するものと考えられる。また杭の直径 40 mm 以上における杭先角度 20° の場合特別大きな変化を示し、 n の値は杭先角度が大きくなるに従って大きくなり m の値はその逆を示すが、これは参考文献(6)に述べる原因によるものと考えらる。

この内現在解明できない部分また実用的でない杭先角度 20° を一応除外すると、杭の直径 40 mm 以上杭先角度 $60/100$ が対象となる杭先角度 $10/100$ の差は僅少で杭先角度 60° を基準とした場合 100 は近似的に等しいが安全側である従って現在普通使用されている杭先角度 60° を基準に考えるとその実験値から次の関係が考えられる。

$$R_{\max} = 0.909 \times 10^{-4} (2R - 40) + 0.950 \quad (3), \quad R_{\min} = 0.909 \times 10^{-4} (2R - 40) + 0.880 \quad (4)$$

$$M_{\max} = 1.143 \times 10^{-3} (2R - 40) + 0.680 \quad (5), \quad M_{\min} = 0.952 \times 10^{-3} (2R - 40) + 0.420 \quad (6)$$

(ただし R は杭の半径 mm)

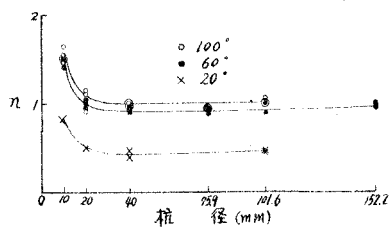
実用的には安全側を採るべきであると考え、(1)(2)の K_p, K は次の如くになり

$$K_p e^{\pi \{0.909 \times 10^{-4} (2R - 40) + 0.950\}} = K_p e^{\pi n} \quad (7), \quad 1 + \{0.952 \times 10^{-3} (2R - 40) + 0.420\} \tan^2 \phi = K \quad (8)$$

支持力は $Q = \pi R^2 \frac{1.143 \times 10^{-3} (2R - 40) + 0.680}{1 + 0.5 \pi n} \times 8 H K_p e^{\pi n} + \frac{1}{2} L K U \gamma (H - R)^2 \quad (9)$ とする。今参考文献(6)の砂壤土の実験データおよび

筆者自身が行った杭長 5 m 杭径 250 mm のデータを基に(9)式の相関性を調べると図-6, 7 の如くになり筆者自身が行ったデータを基に杭先抵抗杭周抵抗の支持力に占める割合を調べるとそれぞれ 59.7%, 40.1% となり大体妥当な値と考えられるが試験が少なかったためこれだけで決定することは出来ないので、結果があると考え、また前記実験結果から考えて模型杭の実験は少なくとも直径 40 mm 以上を望ましく、また杭には相似率は成り立たないが、杭の寸法効果とさう立場から模型実験を行えば定性的にも定量的にも十分役立つ結果が得られるものと考えらる。参考文献: (1), 土木 17, 19, 20 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (2) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (3) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (4) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (5) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (6) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (7) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (8) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12, (9) 土木 12, 13 年 2 月 2 日 建設省調査報告 12

図-5 杭径と杭先抵抗係数(n)との関係



杭径と杭周抵抗係数(m)との関係

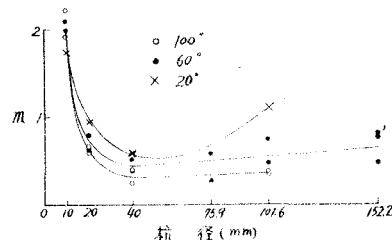


図-6 (7)式の相関性

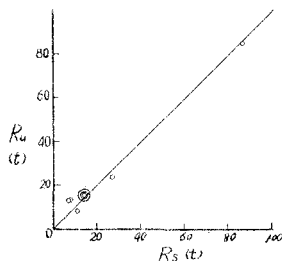


図-7 筆者自身の行った実験結果に対する相関性

