

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
 同 同 〇松井 保
 大阪大学大学院 学生員 平井 孝典

[1] まえがき

軟弱地盤中に打込まれた支持杭には、地盤沈下によりネガティブフリクションが生じ、杭先端の支持力に大きな影響を及ぼす。このネガティブフリクションをあらかじめ推定する場合、その最大値は杭周面積と粘土のせん断抵抗力の積として概算されているが、実際には通常その1/2～1/3程度が作用すると考えられている¹⁾。このように実際に作用するネガティブフリクションがその最大値より減少する原因としては、おもに杭周辺地盤の沈下量の不足、杭の沈下、杭の表面状態²⁾、粘土の応力緩和³⁾等が考えられる。これらの原因のうち、杭の沈下すなわち杭先端の支持状態によるネガティブフリクションの減少についてはすでに報告したごとく、杭にわずかな沈下が生じてもネガティブフリクションの減少に通常考えられているよりも大きな影響を与える。そこで、そのメカニズムの理論的検討に対し、さらに模型実験を行なうことにより杭の沈下によるネガティブフリクションの減少について考察を加えたのごとの結果を報告する。

[2] 理論的検討

図-1のごとく、杭の半径を r 、圧密粘土層厚を h 、杭先端沈下量を y とし、杭全体に作用するネガティブフリクションを N_f 、杭が沈下しない場合のそれを N_{fmax} 、杭が沈下することによって生ずるネガティブフリクションの減少率を $\beta (= N_f / N_{fmax})$ 、地表面から任意深さ z における杭の微小部分 dz の沈下量を y' とする。そこで、 dz に作用するネガティブフリクションの減少量はその沈下量 y' に比例すると仮定し比例定数を m とすると、杭全体として次式が成立する。

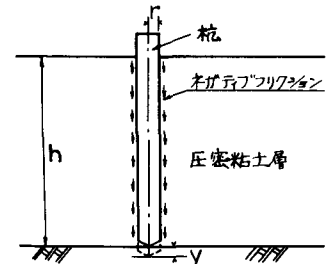


図-1

$$N_f = N_{fmax} - 2\pi r \int_0^h m \cdot y' dz \quad (1)$$

式(1)において m は粘土の特性あるいは杭の表面状態等により変化すると考えられ、 y' は杭自体のひずみを考慮すれば、一般に m および y' はともに z の関数である。ここで簡単化のために、 m については圧密粘土層全体の平均の m を \bar{m} (一定)とおき、 y' については杭自体のひずみを無視し、支持地盤として杭先端に弾性バネ(バネ定数 k)が存在すると仮定すれば、杭は全長にわたって $y (= N_f / k)$ だけ沈下するものと考えられる。したがって、 \bar{m} および y を用いると式(1)より β として次式を得る。

$$\beta = 1 / (1 + \bar{m} \cdot \frac{S}{k}) \quad , \quad \text{ここに } S = 2\pi r h \quad (2)$$

[3] 実験方法および結果

図-2に示す装置を用い、長さ710mm、径中16、中21、中29mmの3種の鋼管模型杭をロードセルおよび剛性の異なる鋼製カンティレバー式荷重計(あらかじめバネ定数 k が求められている)

で支持し、杭先端の支持状態が異なるようにして直接ネガティブフリクションを測定する。I；杭の表面状態はさびた状態で、粘土試料は L.L. 48.8%，P.L. 26.7%，土粒子の比重 2.61，粘土分 30% の粘土である。II；杭の表面状態はさびのない状態で、粘土試料は L.L. 50.0%，P.L. 26.5%，土粒子の比重 2.60，粘土分 34.5% の粘土である。III；杭の表面状態は杭表面に標準砂をばった状態で、粘土試料はIIの場合と同じである。以上の3種類の実験はともに初期含水比約 95% で行なった。実験開始後 2 週間の表面沈下量は約 4.5 および 5.7 cm に達し、杭周地盤は十分沈下しネガティブフリクションも十分発生していると思われる。したがって、2 週間後のネガティブフリクションを測定し、ロードセルはカンティレバー式荷重計に比べて剛性が非常に大きいので杭が無限大すなわち杭先端沈下量が 0 の場合に相当すると考えて、ロードセルで測定したネガティブフリクションを N_{fmax} とし、つぎのおのおのの測定値につき $\beta (= N_f / N_{fmax})$ を求め、つぎに式(2)より \bar{m} を求めると表-1のごとくなる。

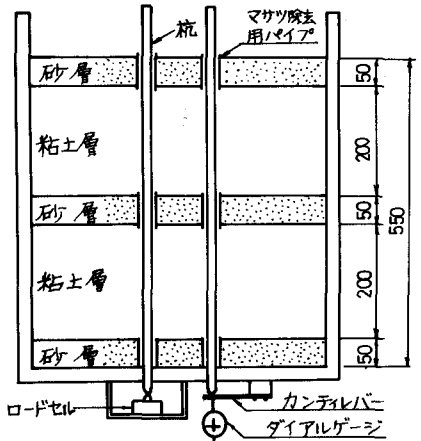


図-2

	杭径 ϕ	k/S 10^{-2}kg/cm^2	$\beta = \frac{N_f}{N_{fmax}}$	\bar{m} 10^{-2}kg/cm^2
I	29	2.42	0.69	1.1
	29	3.70	0.77	1.1
	29	4.81	0.85	0.9
	29	5.52	0.81	0.6
	29	7.63	0.93	1.3
	21	8.06	0.88	1.1
II	21	2.69	0.72	1.0
	16	3.33	0.79	0.9
	16	4.37	0.89	0.5
	16	6.87	0.85	1.2
III	29	2.86	0.72	1.1
	16	3.19	0.63	1.9
	16	4.31	0.73	1.6
	29	4.49	0.77	1.3
	29	5.87	0.79	1.4
	16	6.60	0.84	1.3

表-1

[4] 考察

縦軸が β 、横軸が k/S のグラフに I および II、III の実験値をプロットするとそれぞれ図-3 および図-4のごとくなる。これらの図から、 k/S が増加するとともに β も増加する傾向が認められ、式(2)で示される理論式の傾向と一致する。また表-1のIにおいて、 k/S および杭径のいかにかわらぬ \bar{m} は約 $1 \times 10^{-2} \text{kg/cm}^2$ でほぼ一定値をとるようであるので、 \bar{m} を 1×10^{-2} とし式(2)より $\beta-k/S$ 曲線を求めて図示すると、図-3の一点鎖線のごとく $k/S=0$ で $\beta=0$ 、 $k/S \rightarrow \infty$ で $\beta \rightarrow 1$ なる曲線になり、近似的に実験値と一致することが分かる。図-4よりIIおよびIIIは杭の表面状態のみ異なるだけだから、杭の表面状態による β への影響が分かる。すなわち、IIよりIIIの方が杭の表面状態が粗であると考えられ、IIの \bar{m} は平均 0.9×10^{-2} 、IIIの \bar{m} は平均 $1.5 \times 10^{-2} \text{kg/cm}^2$ であるので、表面状態が粗になれば同じ k/S に対して \bar{m} が大きくなり、 β が小さくなる傾向がある。

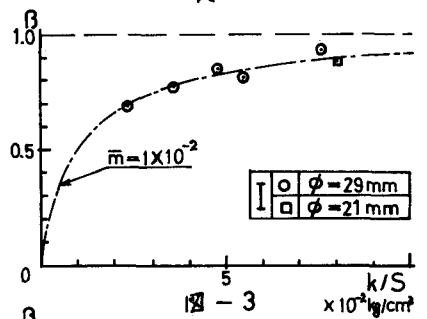


図-3

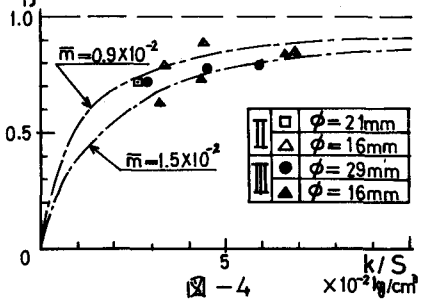


図-4

参考文献 1) 日本建築学会：建築鋼骨基礎設計施工標準・解説(1963)
 2) Polyzou: Skin Friction between Various Soils and Construction Materials, Geotechnique, XI-4 (1961)
 3) 村山・柴田：粘土の応力繰返し特性，土木学会論文集 第74号(1961)
 4) 伊藤・中井・石川：杭のネガティブフリクションに関する考察，第23回土木学会秋季大会(1968)
 同：杭のネガティブフリクションに関する一考察，昭44年度関西支部(1969)