

場所打ち杭の極限支持力の検討

名城大学理工学部 正会員 堀内孝英

名城大学理工学部 学生 ○藤田誠之

1 まえがき

場所打ち杭の載荷試験においては、極限荷重まで載荷される例はほとんどなく、また、明確な降伏点を確認することも困難な載荷試験の事例が多い。したがって、場所打ち杭の真の極限支持力を知ることはできず、せいぜい降伏荷重から極限支持力値を推定する域を脱しない現状にある。

ここに、本報告は、載荷試験資料をもとに、場所打ち杭の極限支持力を宇都らの方法¹⁾で推定し、それと各機関で用いられる、現行の場所打ち杭の支持力算定式と比較し、特に周面摩擦力の極限の検証を進め、それぞれの支持力式の特性を検討したものである。

2 検討に用いた資料と解析方法

検討に用いた資料は27例で、いずれも載荷試験において杭頭沈下量10mm以上、かつ降伏荷重が明確に判定できるものである。そのうち22例は軸力が計測されており、すべて杭の周面摩擦力が完全に発揮されていることが確認されている。また、極限支持力 P_u の推定は宇都らの方法（以下、宇都法という）で行ない、宇都法と比較するために、一般に用いられている支持力算定式として日本建築学会式²⁾、建設省告示式³⁾、東京都の式⁴⁾、道路橋示方書式⁵⁾の4式を用いた。なお、宇都法は、荷重 P と変位量 S を $P=P_u \{1-\exp(-S/\delta)\}$ (δ :基準変位量)なる数学モデルに非線形最小2乗法によりあてはめて P_u を算定するものである。

3 周面摩擦力の極限の検証

図-1は、杭頭沈下量 S と杭の平均周面摩擦力度 f_s （周面摩擦力を杭根入れ周面積で除したものを）を宇都法によりワイブル曲線にあてはめたもので、砂質土および粘質土地盤別に示してある。ここに、砂質土および粘質土地盤の区別は、それぞれの土質が杭周面に対して60%以上あるものである。この図から、杭周面摩擦は杭頭沈下量 S が粘質土地盤では5~15mm、砂質土地盤では10~30mm程度で完全に発揮されていることがわかる。なお、これらの極限平均周面摩擦力度 f_u は粘質土地盤では $5tf/m^2$ 程度、砂質土地盤では $10tf/m^2$ 程度期待できる。

図-2は、図-1による極限平均周面摩擦力度 \bar{f}_u と各支持力算定式の極限周面摩擦力度 f_u との関係を示したものである。また、同図の下には、各算定式による \bar{f}_u/f_u の平均値 μ 、標準偏差 σ 、および変動係数 ν を併記してある。なお、建設省告示式ならびに東京都の式における粘質土の摩擦力の算定に際しては、一軸圧縮強度 q_u を用いることになっているが、ここで検討した資料のうち q_u を測定しているものは3例に過ぎず、ここでは、 $q_u=1.25N_c$ (N_c :粘質土部分のN値)として算

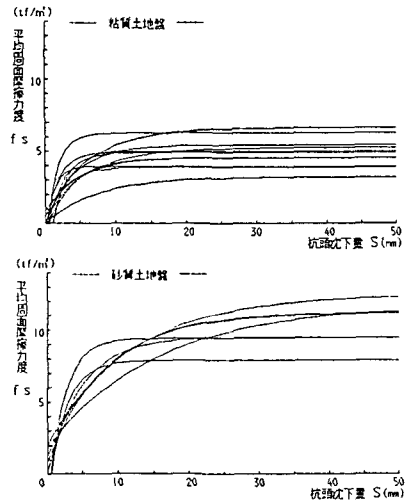
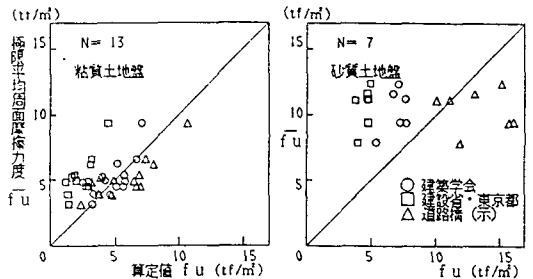


図-1 平均周面摩擦力度—杭頭沈下量曲線



\bar{f}_u / f_u	粘質土地盤 N=13			砂質土地盤 N=7		
	μ	σ	ν	μ	σ	ν
建築学会	1.108	0.294	0.266	1.622	0.363	0.224
建設省東京都	2.291	0.771	0.337	2.316	0.344	0.148
道路橋(示)	0.965	0.276	0.286	0.810	0.190	0.253

図-2 極限周面摩擦力度と各算定式による極限摩擦力度の関係

定を行なった。これらの図から、粘質土地盤に対しては、建築学会式と道路橋式の適用性が高いが、建設省式・東京都式はかなり小さく評価をしている傾向にある。一方、砂質土地盤に対しては、建築学会式と建設省式・東京都式は低く、道路橋式は高く評価していることになる。このことは、図-3によって裏付けができる。この図は、載荷試験による軸力分布から、杭の各区間の最大摩擦強度が確認でき、かつその区間の土質の粘質土および砂質土が80%以上のものについて、粘質土・砂質土別に、その区間の平均N値と最大摩擦強度をプロットしたものである。なお、同図中には、各支持力算定式による評価を併記してある。この図からわかるように、建設省式・東京都式による周面摩擦強度は、 N_c, N_s とも 5tf/m^2 で頭打ちとなっているため、かなり低く評価をしている。また、最大周面摩擦強度は粘質土・砂質土とも同一 N_c, N_s に対して、かなりばらつきのあることがわかる。

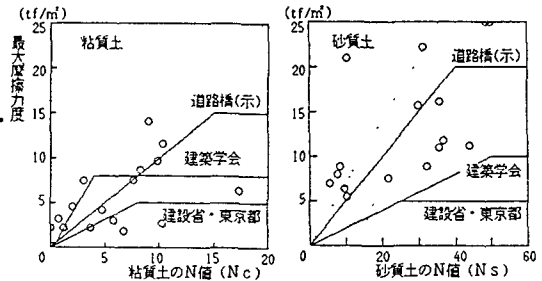


図-3 最大摩擦強度とN値との関係

4 各算定式における極限支持力の検討

図-4は、宇都法により推定した極限值 P_u と載荷試験により判定された降伏値 P_y の関係を示したものである。許容支持力値は、極限值の1/3 または、降伏値の1/2 とするところから、 $P_u/P_y=1.56$ なる結果は、この推定値 P_u が極限支持力を示していることを物語る。

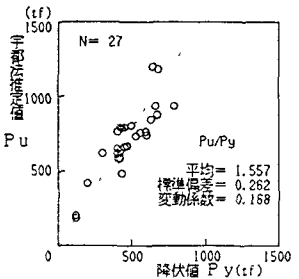
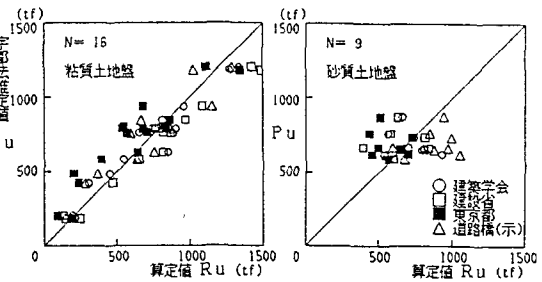


図-4 宇都法の推定値と降伏値との関係

図-5は、宇都法により推定した極限值 P_u と各支持力算定式により算出した極限值 R_u との関係を粘質土および砂質土地盤別に示したものである。また、同図の下には、各算定式による P_u/R_u の平均値 μ 、標準偏差 σ 、変動係数 v を併記してある。これらの図から、全般的傾向として各支持力算定値は、ばらつきのあるものの東京都式を除き宇都法の推定値と適合性のあることがわかる。なかでも建築学会式は、宇都の推定値とかなり良い相関性を示している。建設省式および東京都式は、前述から明らかなように、周面摩擦強度を過小評価しているにもかかわらず、極限支持力において建設省式が宇都法の推定値と適合性のあることは、建設省式が先端支持力を過大評価している傾向にある。また、道路橋式は、極限支持力において、全体としての適合性はよいものの、粘質土地盤では低く、砂質土地盤では高くなっている。周面摩擦強度において砂質土地盤をかなり高く評価してしているところから、道路橋式は、多少先端支持を過小評価する傾向あるといえよう。



5 まとめ

場所打ち杭の極限支持力の推定に当って、ここでは明確な降伏値を確認できる資料を用いて検討を行なったが、今後、場所打ち杭の極限支持力を精度よく推定するためには、載荷試験において、十分な杭頭沈下量や杭先端沈下量および軸力分布測定資料が必要である。

P_u / R_u	全体 N=27			粘質土地盤 N=16			砂質土地盤 N=9		
	μ	σ	v	μ	σ	v	μ	σ	v
建築学会	1.005	0.172	0.171	1.000	0.143	0.143	1.005	0.217	0.216
建設省	1.039	0.361	0.347	1.028	0.403	0.392	1.073	0.297	0.274
東京都	1.301	0.397	0.305	1.363	0.450	0.330	1.237	0.302	0.244
道路橋(示)	1.065	0.309	0.290	1.173	0.324	0.277	0.855	0.176	0.206

図-5 宇都法の推定値と各算定式による極限值との関係

<参考文献> 1)宇都一馬・冬木衛・桜井学; 杭の載荷試験結果の整理方法、基礎工、Vol.10, No.9, PP21~30, 1982.

2)日本建築学会; 建築基礎構造設計規準・同解説、4章、PP235, 1974. 3)建設省; 建設省公示1623号、1978.

4)東京都; 東京都における建築基礎設計の取り扱い(案)、1985.

5)日本道路協会; 道路橋示方書・同解説、8章、PP264 ~270, 1980.