

III-344 場所打ち杭に作用する周面摩擦力

大成建設株式会社

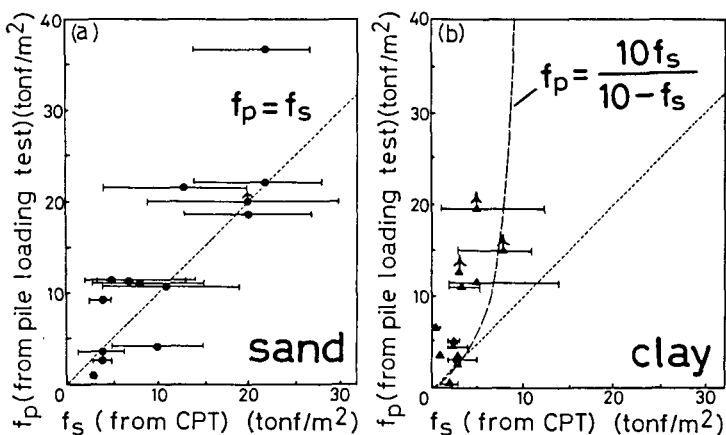
正会員 ○堀越研一

京都大学防災研究所 柴田 徹、関口秀雄、八嶋 厚

1、概要 先端支持杭として設計された杭であっても、通常の供用中の荷重の範囲内では、杭頭に作用した荷重はそのまま支持地盤まで到達せず、そのほとんどが周面摩擦抵抗により支持されていることが既往の多くの載荷試験結果より報告されている。本研究は、杭に作用する極限周面摩擦力をコーン貫入試験によって予測し、これを解析定数に導入することによって周面摩擦の動員過程をも予測するものである。¹⁾

2、極限周面摩擦力の予測 杭に作用する極限周面摩擦力 f_p を予測する方法は、N値を利用する方法、非排水強度を利用する方法など多々あるが、いまだ決定的なものは存在しないようである。本研究では貫入中の周面摩擦力 f_s を測定できるコーン貫入試験結果に着目してみた。本研究に用いたコーン貫入試験機は、Fugro 型のもので、断面積 10cm^2 、先端角度は 60° である。

図-1 (a)、(b)は、コーン貫入試験で得られた周面摩擦力 f_s と、同一地点で行なわれた杭の鉛直方向載荷試験で計測された f_p との対応関係を比較したものである。用いたデータは、大阪付近で行われた杭径 $1.2\sim 2.0\text{m}$ 、杭長 $25\sim 45\text{m}$ の場所打ちコンクリート杭載荷試験結果、およびこれらと同一地点で行われたコーン貫入試験結果である。 f_s の計測値は、かなり変動しているのでこの変動の範囲を --- で囲み、平均値を $\bullet$ 、 $\blacktriangle$ で示している。図中に付記されている矢印は、当該地盤にお

図-1 f_p と f_s の関係

ける杭の周面摩擦力がまだ最大限発揮されていないことを示している。コーン貫入試験から得られる f_s は、杭の載荷試験から得られる f_p に等しいかやや小さいという傾向があるようである。後の解析では、これらの関係を次の簡単な式で近似して用いた。

$$\text{砂質土: } f_p = f_s \quad \text{..... (1)}$$

$$\text{粘性土: } f_p = 10 f_s / (10 - f_s) \quad \text{..... (2)}$$

(ただし、 f_s 、 f_p の単位は、 tonf/m^2)

3、周面摩擦力の動員過程の予測 軸対称有限要素法²⁾を用いることにより、周面摩擦力の動員過程の予測を行なった。杭と地盤との境界のすべりを表現するため、ジョイント要素を配しており、実際に行われた載荷試験を解析の対象とした。試験杭は、直径 1.5m 、打ち止め深度約 44m の場所打ちコンクリート杭(ベノト工法)で、洪積砂れき層を支持層とする先端支持杭である。図-2は、今回の解析で用いた有限要素分割である。砂質土は弾性体、粘性土は弾粘塑性体(関口モデル)、杭は弾性体と仮定している。また、ジョイント要素に作用する最大せん断応力 τ_p は、(1)、(2)式に基づいてコーン貫入試験結果から得られた f_s より設定した。解析は、次の2通りの初期剛性のもとで行った。

解析1…砂質土: $E = 280\text{N}$ (tonf/m^2)、粘性土 $E = 1000 c_u$

解析2…砂質土: $E = 70\text{N}$ (tonf/m^2)、粘性土 $E = 210 c_u$

なお、本解析では、杭の打設が地盤に与える影響を無視している。また杭打設後、十分に時間が経過し、地盤の強度が回復したものと仮定している。

4. 解析結果 図-3は、杭頭荷重が、1000tonfおよび1900tonfの場合の軸力分布を解析1に関して示したものである。杭頭荷重が小さい段階では、実測値と比較して周面摩擦力の発揮が遅いようである。しかし、杭頭荷重が1900tonfの段階では、解析、実測ともすべての層の周面摩擦力が最大限発揮されており、解析値と実測値の傾向がよく一致した。また、支持杭といえども、いかに周面摩擦力に大きく依存しているかが、この図より理解される。

図-4は、杭頭沈下量と全周面摩擦力（杭頭荷重と杭先荷重の差）との関係を示したものである。解析1は、実測値の傾向を非常に良く表現している。解析2の場合、実測値と比較して曲線の初期勾配がかなり異なっており、沈下量が過大に評価されている。今回は示していないが、杭頭荷重～杭頭沈下量関係についても解析2は、沈下量が過大となり、実測結果を表現し得なかった。図-5は、杭頭に1900tonfの荷重が載荷されたときの周面摩擦力の分布を示したものである。地盤中の各層における極限周面摩擦力が精度良く推定されていることがわかる。

付記 実測データは、阪神高速道路公団の提供による。

参考文献 1)堀越研一：京都大学修士論文、1987。 2)Sekiguchi, H.: Soils & Foundations, Vol.21, No.3, pp.53-66, 1981.

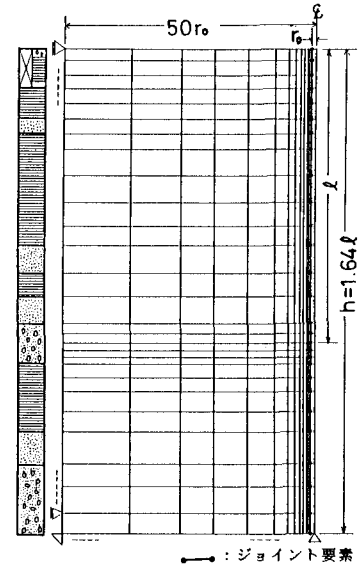


図-2 要素分割図

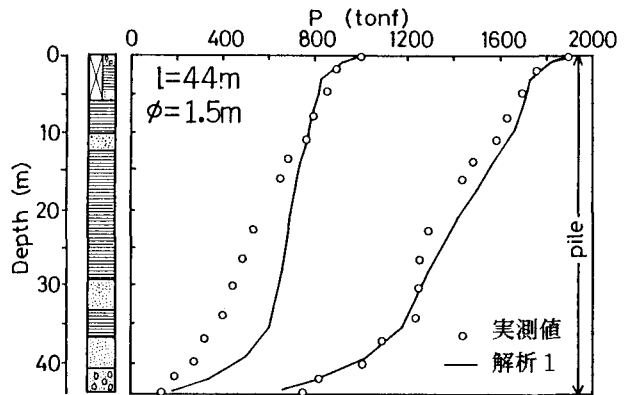


図-3 軸力分布

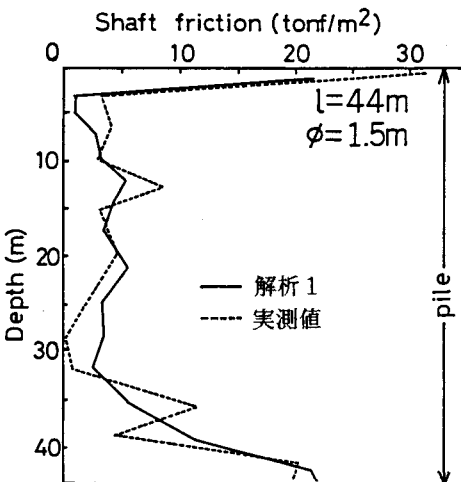


図-5 周面摩擦力の分布図

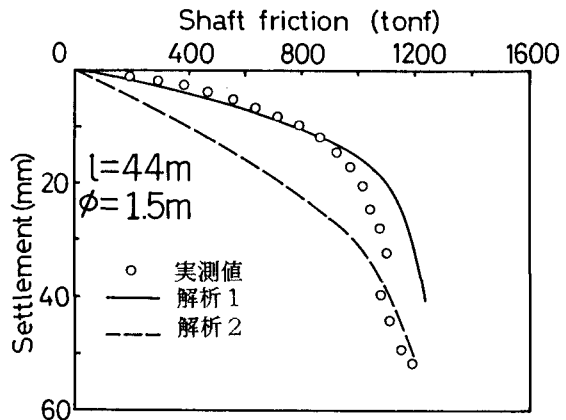


図-4 周面摩擦力～杭頭沈下量