

京都大学防災研究所 正会員 柴田 徹
 同 正会員 関口 秀雄
 元・京都大学大学院 正会員 ○ 河原 繁夫

まえがき 杭周地盤が何らかの原因によって沈下すると、杭基礎には下向きの摩擦力つまり負摩擦力が作用する。そして、このような通常の直杭に働く負摩擦力の性状については、群杭効果も含めてかなりのことがこれまでに明らかにされている。しかしながら、図-1に示すような斜杭の周辺地盤が沈下する場合、斜杭がどのような応答を示すかについては不明の点が多い。ただし、定性的には、杭軸に平行な相対変位量 ($P_s \cdot \cos \theta$) の発達とともに負摩擦力が杭軸に平行に生じること、および杭軸に垂直な相対変位量 ($P_s \cdot \sin \theta$) の発達に応じて杭体に曲げ応力の生じることが予想される。そこで筆者らは、まず、模型粘土地盤に立て込んだ斜杭を対象として室内実験を行い、地盤の圧密沈下などによる負摩擦力と曲げ応力の発達性状を調べてみることにした。本稿は、その結果を簡潔にまとめたものである。

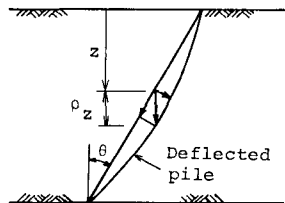


図-1 地盤の沈下に対する斜杭の応答

実験の概要 実験に用いた斜杭は、4本の鋼管杭（外径60 mm，長さ575 mm，肉厚1.2 mm）を図-2，3のように組んだもので、鉛直軸に関して20°の角度をきかせている。ただし、No. 3とNo. 4の杭に対しては、斜杭における負摩擦力低減効果を調べる目的で、杭外周面に厚さ6 mmのアスファルト層を設けている。杭頭にはベローズ（ゴム製）のガイド用に、直な部分（ジュラルミン製）を設けるとともに、それをみぞ形鋼に固定する構造としている。他方、杭先端は、負摩擦力検出用の小型ロード・セル（共和電業製，LM-100 K A型）を介して、実験槽底盤に取付けたブロッフ（斜面角20°）に点接触させている。また、杭外周には杭1本あたり計14個のストレイン・ゲージ（共和電業製，KFW-2C-11-L500型）を貼り、2ゲージ法で曲げ応力を検出するようにしている（No. 3とNo. 4の杭に対しては、アスファルト被覆を1部分削ってストレイン・ゲージを貼っている）。杭周地盤に圧密沈下を生ぜしめるために採用した載荷方式は、つぎのようなものである¹⁾。すなわち、粘土地盤の自重圧密が完了した段階で地盤表面にビニール・シートを敷いた後、実験槽に

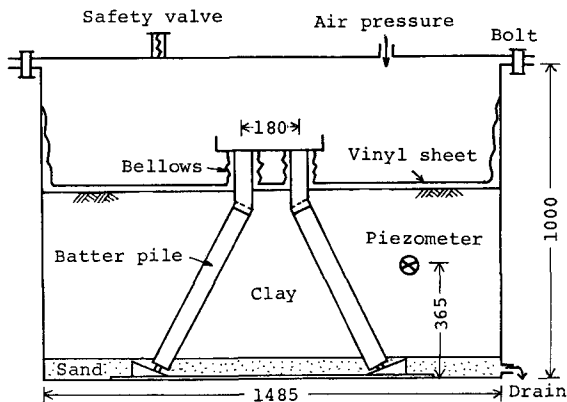


図-2 実験槽の正面図（単位，mm）

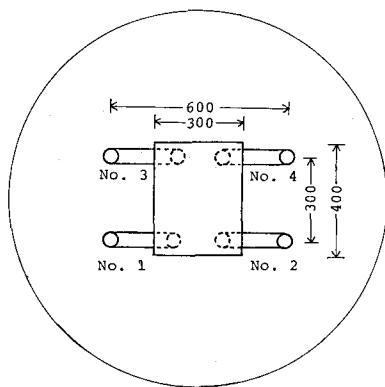


図-3 実験槽の平面図（単位，mm）

フタをかぶせ、調節した空気圧をビニール・シートを介して地盤表面に作用させるという方式である。なお、用いた粘土試料は、市販の粉末カオリンに水を加え、十分に練り返したもので、その物理特性は $LL = 52\%$ 、 $PL = 39\%$ 、 $\rho_s = 2.61$ である。

結果と考察 まず、杭周単位面積あたりの平均的な負摩擦力 (τ_a) と載荷圧 p の関係をみてみよう (図-4)。杭表面にアスファルト層を設けた杭に働く τ_a の値 (No. 4 の杭の値) は、アスファルト層を設けない杭に働く τ_a の値 (No. 1 と No. 2 の杭の平均値) に比べてほぼ半減していることがわかる。なお、図-4 中にプロットした τ_a 、および地表面沈下量 δ の値は、各載荷圧のところで実質的に圧密が終了した状態における値である。

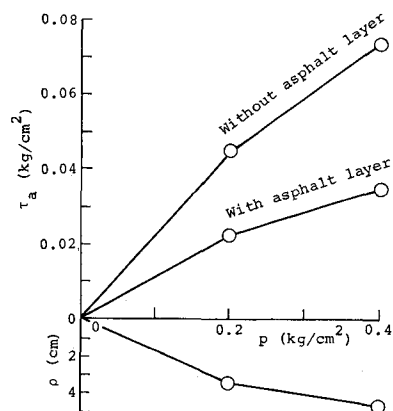


図-4 $\tau_a \sim p \sim \delta$ 関係

図-5は、杭表面にアスファルト層を設けない杭を対象として、斜杭における $\tau_a \sim p$ 曲線 (図-4に示したと同一の曲線) と、別途に測定しておいた直杭における $\tau_a \sim p$ 曲線²⁾を比較したものである。同図の結果によれば、傾斜角 $\theta = 20^\circ$ をとつ斜杭に働く τ_a の大きさは、同一の載荷圧のときでは直杭に働く τ_a の大きさとほぼ等しく、両タイプの杭に対して $\tau_a \approx 0.2p$ とおけることがわかる。

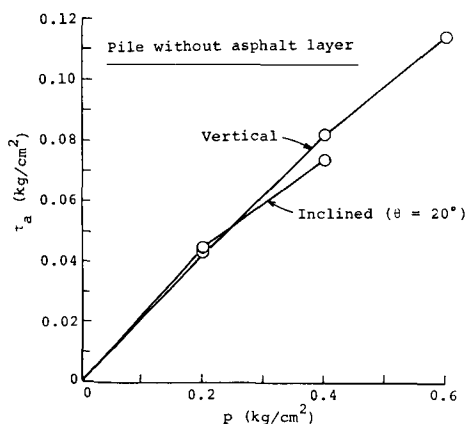


図-5 斜杭と直杭における $\tau_a \sim p$ 関係

つぎに、杭表面にアスファルト層を設けない No. 1 と No. 2 の杭体に生じた曲げ応力 σ_b (引張を正として) を杭軸方向の距離 x に対してプロットしたものが、図-6 (a), (b) である。同図から、曲げ応力の最大値は、杭長の上部 $\frac{1}{3}$ の範囲内に生じていることがわかる。ところで、上述の負摩擦力によって杭体に生じた圧縮応力の値 ($x = 57.5$ cm における値) は、 $p = 0.2, 0.4$ kg/cm² のときで、それぞれ $22, 36$ kg/cm² であり、絶対値としては曲げ応力の最大値に比べてかなり小さいことがわかる。

あとがき 今後さらにデータを集積して、地盤変形とそれに対する斜杭の応答性状を調べていく予定である。最後に、本研究を遂行するにあたり種々の御援助を賜った川崎製鉄株式会社の関係各位に対し、感謝の意を表します。

参考文献 1) 柴田・関口・辻・行友 (1977), “パイに働く負摩擦の模型実験,” 第22回土質工学シンポジウム論文集, pp. 21-28. 2) 河原繁夫 (1978), 杭基礎に働く負摩擦力に関する研究, 京都大学工学修士論文。

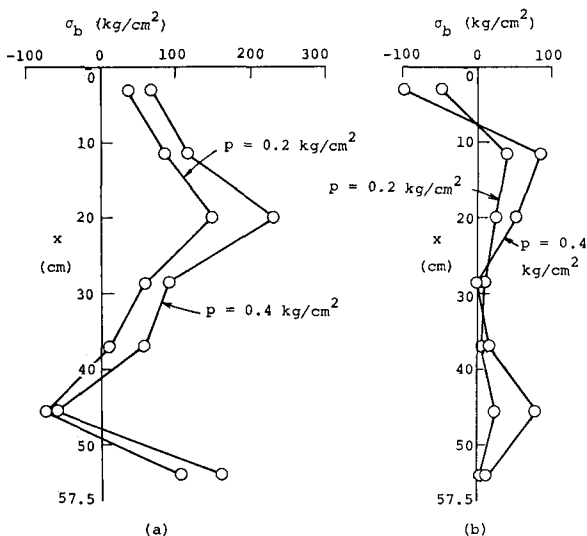


図-6 曲げ応力分布