

杭貫入に伴う周辺粘土地盤中の間隙水圧変化について

佐賀大学 学 ○大和勇紀、永池誠一、呉文経
正 三浦哲彦
(株)ダイヤコンサルタント 森島直樹

1. はじめに

軟弱地盤における周面支持杭の短期荷重時の挙動は、解明されていないところが多い。本報告では、杭貫入に伴う周辺地盤における短期荷重時の挙動を間隙水圧変化を測定することによりこの問題について検討した。

2. 実験概要

有明粘土を十分攪拌して、三個の間隙水圧計をセットしたモールド($\phi=450$ mm, $h=680$ mm)に脱気しながら静かに搬入し、ピストンを装着後ゴム製のバルーンにより 0.5 kgf/cm²の空気圧を加え三週間再圧密した(Fig. 1)。空気圧は圧密開始時から実験過程を通じ常に一定に保たれている。実験は、モールド下部のバルブを閉じて非排水状態にした模型地盤に、貫入装置を用いて杭(三成分コーン貫入試験測定管)を 1.0 mm/sec及び 0.1 mm/secの速さで、三成分コーンの間隙水圧計がモールド中の間隙水圧計と同じ深さ(280 mm)に到達するまで貫入した。その後排水状態に戻して放置し、杭貫入から消散時の過剰間隙水圧 u_d の変化(間隙水圧の上昇と消散)を測定した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 2は、模型地盤内の非排水せん断強度 c_u 、含水比 w 及び透水係数 k の深度分布を示したものである。この図から上下部では圧密が進行しているものの、中部では軟弱な地盤であり、深度方向に対して均質な地盤でない。これは再圧密による模型地盤のためピストン及び粘土と壁面間における摩擦が影響しているものと考えられる。双曲線法で求めた圧密度は 50% であった。

杭貫入量と先端支持力 Q 、及び u_d の関係をFig. 3に示す。これより貫入時の間隙水圧及び先端支持力は、ピーク値に達するまでは貫入速度の違いによる差は小さいが、終局値については貫入速度の違いが大きい値を示している。

Meyerhof²⁾は多くの実大杭のデータ解析より、発生する過剰間隙水圧の大きさは非排水強度の $5\sim7$ 倍であると述べているが、本実験での u_d/c_u 値は、杭周面で 13 程度 周辺粘土地盤中で $6\sim9$ になる結果を得た。これはFig. 5からも知ることができる。

杭貫入時の杭先端から地盤内間隙水圧計の距離と u_d の関係をFig. 4に示す。杭貫入位置から離れた地盤ほど発生する u_d は小さくなるのは明かで、杭先端から同距離では、深度方向の距離に対してのそれよりも、水平方向の距離に対する方に大きな影響が及ぼされることを示している。

Fig. 5に消散時の u_d/c_u 変化を示す。一連の消散状況より、貫入終了直後から比較的早い時間で、大幅に変動しその後ゆるやかな曲線を描きながら 0 に収束して行く。また、消散

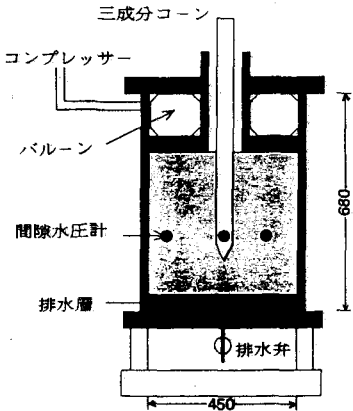


Fig.1 模型地盤概要

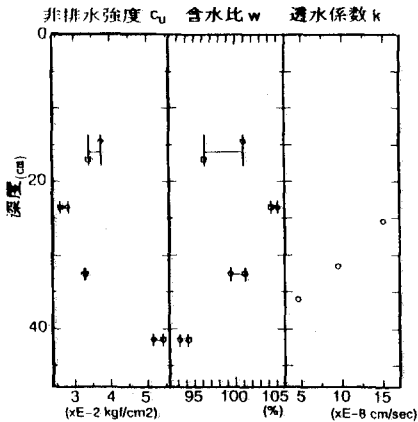


Fig.2 模型地盤内の特性値分布

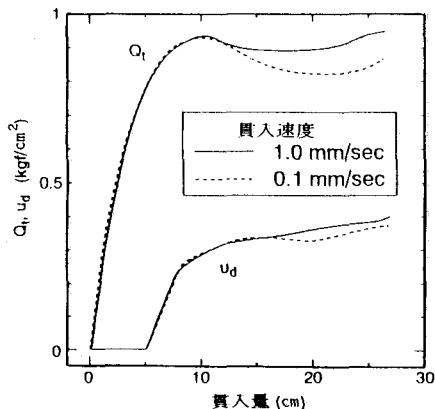


Fig.3 杭貫入時の先端支持力及び過剰間隙水圧の変化

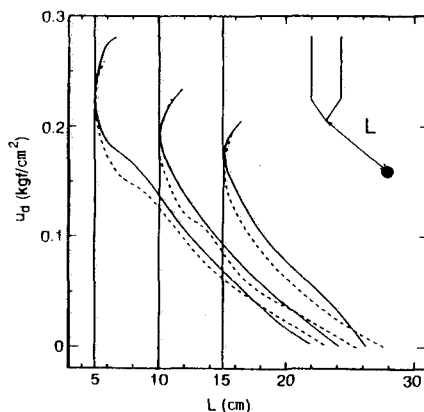


Fig.4 杭貫入時の過剰間隙水圧変化

開始直後では、貫入速度の違いにより杭先端が同一深度に達するまでに45分の時間的ズレがあるものの、杭周面で約550分早く消散が終了している。これは杭貫入速度が大きい場合に、地盤内にhydraulic fracturingが生じたことが関与していると推察される。1.0 mm/secの速度で貫入したときの杭から5 cmの位置での間隙水圧が消散開始直後から急激に消散していることも上述の裏付けと考える。次に、消散を透水係数に依存し透水層がある下方向へ流れると仮定した速度 v_k と、 u_d の実測値を水頭に置き換え消散時間で除した速度 v 及びその比をTableに示す。 v/v_k より実際の消散速度は、透水係数に依存する流速に対し約3000倍であった。このことも、hydraulic fracturingを示唆するものであるが、今後この現象の直接的測定を行って確かめる必要がある。

4. 結論

- 1) 杭貫入に際して、杭先端から同距離においては、鉛直方向に対し水平方向地盤に発生する過剰間隙水圧が大きい。
- 2) 過剰間隙水圧の消散は、地盤内の水の流れに対し約3000倍の早さで消散した。

参考文献

1) 稲, 岸田: 粘性土地盤の摩擦杭の挙動と間隙水圧変化、第23回土質工学研究発表会講演概要集, pp. 1413~1416, 1988. 2) Meyerhof, G. G.: Bearing capacity and settlement of pile foundations, Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 102, GT3, pp. 197~228, 1976. 3) Massarsch, K. R. and Broms, B. B.: Fracturing of soil caused by pile driving in clay, Proceeding of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, pp. 197~200, 1977.

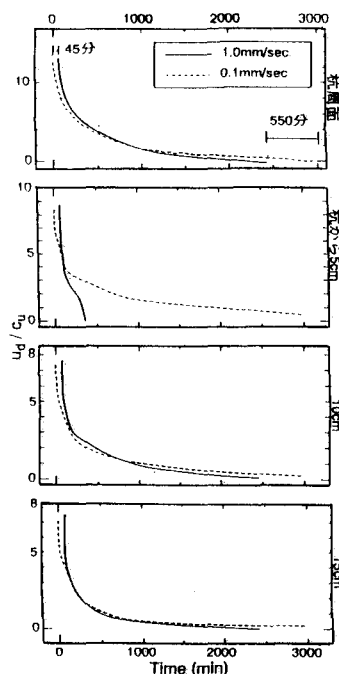


Fig.5 過剰間隙水圧の経時変化(消散時)

	$v_k(\text{cm/s})$	$v(\text{cm/s})$	v/v_k
杭周面	9×10^{-7}	2.8×10^{-3}	3100
杭から5cm	7×10^{-7}	1.3×10^{-2}	18500
10cm	6×10^{-7}	1.6×10^{-3}	2700
15cm	5×10^{-7}	1.4×10^{-3}	2800

$$v_k = k(u_{d\max} / \rho_w + 23) / 23$$

$$v = (u_{d\max} / \rho_w) / t$$

Table 間隙水圧の消散速度