

名古屋工業大学大学院 学生員 ○ 佐々木 松 典
名古屋工業大学 正 員 中 井 照 夫

本研究は、空間滑動面に基づいた土の構成式^{1),2)}を用いて、粘土地盤中の杭の有限要素解析を行ない、その解析結果に基づいて摩擦杭の力学挙動を考察したものである。解析においては、軸対称ジョイント要素³⁾を用いて周面摩擦の影響を、赤井・田村⁴⁾の方法を参考に間隙水圧の影響を考慮している。

1. 非排水条件下および排水条件下の杭の解析

解析モデルを図-1に示す。地盤材料としては飽和した水島粘土を想定している。解析方法³⁾および水島粘土の土質パラメータ⁵⁾は文献を参照されたい。ここでは、杭周面および底面の摩擦角 δ が 0° (滑らかな場合)、 20° の2つの場合について、非排水および排水条件下における杭の鉛直支持力問題の解析を行う。

図-2,3はそれぞれ非排水および排水条件下の荷重～沈下曲線を示している。図中の $\longleftrightarrow$ 印は地盤内に破壊域が発生しはじめる荷重レベルを表わしている。両図より、どちらの δ に対しても、非排水条件の方が排水条件よりも、曲線がシャープに折れ曲ることが分る。

図-4は排水条件下および非排水条件下における杭の先端要素(図-1の要素a)の荷重伝達率³⁾と荷重の関係を示している。 $\delta = 20^\circ$ では、 σ_{za}/q は荷重の増加とともに大きくなるが、荷重の大きい所では一定値に近づくことが分る。⁶⁾ また、 $\delta = 0^\circ$ では、どちらの条件でも、常に $\sigma_{za}/q \cong 1.0$ となっている。

図-5は、非排水条件下での杭先端の土要素(図-1の要素b)の過剰間隙水圧と荷重の関係を表わしている。図中の $\longleftrightarrow$ 印は、土要素bが破壊する荷重レベルを示している。同図より、土要素bが破壊する荷重付近から間隙水圧の増大がみられるようである。

2. 間隙水圧消散時の杭の解析

非排水条件下で $q = 1568 \text{ kN/m}^2$ まで載荷した後、 $t = 21$ 日まで、間隙水圧を消散させる過程を解析する。なお、摩擦角 δ は 20° としている。

図-6は、時間～沈下曲線を示している。同図より、21日目の沈下量は約6cmで、これは、図-3の点Bで示される排水条件に

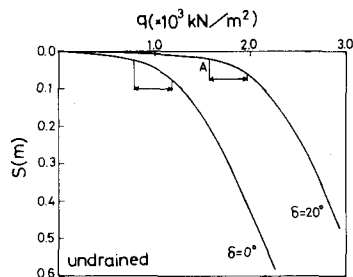
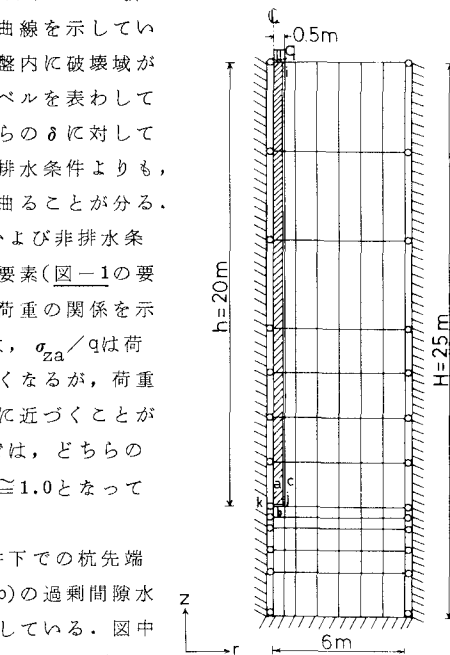


図-2 荷重～沈下関係(非排水条件)

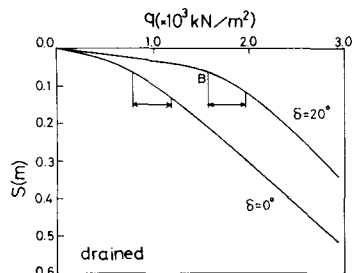


図-3 荷重～沈下関係(排水条件)

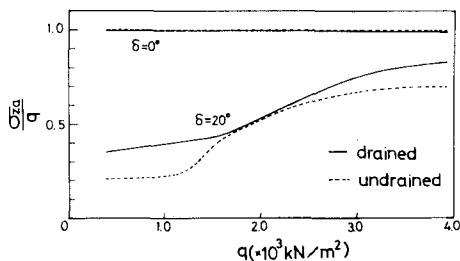


図-4 荷重～荷重伝達率関係

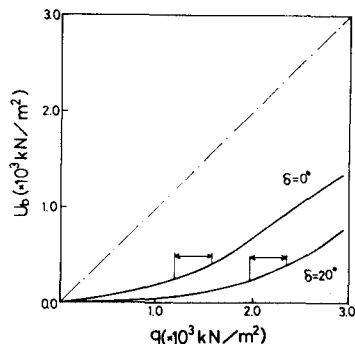


図-5 杭先端の間隙水圧の変化

おける同一荷重の沈下量にほぼ対応している。

図-7は、杭下面の土要素bの過剰間隙水圧と時間の関係を表わしている。同図より、杭下面の間隙水圧は、はじめわずかながら上昇しており、Mandel-Cryer効果が現われているようである。

図-8(a),(b),(c),(d)はそれぞれ非排水条件下の載荷時、その後3日経過時、21日経過時、および排水条件下の載荷時の地盤内安全率分布($F.S. = (\tau_{SMP} / \sigma_{SMP})_f / (\tau_{SMP} / \sigma_{SMP})$)を示している。荷重はすべて、 $q = 1568 \text{ kN/m}^2$ である。同図(a)~(c)より、非排水条件下での載荷では、杭先端下部に安全率の低い領域が現われるが、時間が経つにつれて、安全率の低い領域が杭先端側方部へと移り、21日目では杭側方部に破壊域が現われている。また、同図(c),(d)より分るように、非排水条件で載荷後21日経た場合の安全率分布は、排水条件で載荷した場合の安全率分布とよく似た傾向を示すようである。

図-9(a),(b)は、杭先端部および側方部の安全率の変化の詳細をみるために、それぞれ図-1の要素bおよび要素cの有効応力径路を、空間滑動面上の応力 $\tau_{SMP} \sim \sigma_{SMP}$ 関係で示したものである。両図において、○印が初期状態、●印が非排水条件で載荷した時、●印がその後21日経過時、そして□印は排水条件で載荷した時の応力状態を表わしている。また、f.l.は破壊線を示す。(a)図では、要素bの有効応力径路は、排水条件での載荷では安全側へ向かうが、非排水条件での載荷では危険側へと向かい、その後、間隙水圧の消散とともに安全側へ転じている。一方、(b)図より、要素cの有効応力径路は、排水条件では危険側へ向かい、非排水条件の載荷ではそれほど破壊線に近づかないが、その後、間隙水圧の消散とともに破壊線へ近づき破壊に至るのが分る。

謝辞。

日頃、御援助、御指導頂いている本学 山内 利彦教授、松岡 元助教授に感謝致します。

文献。

1) 中井・松岡：土木学会論文報告集, No. 306, pp.23~34, 1981. 2) 中井：Proc. of 10th ICSMFE, vol.2, pp. 205~208, 1981. 3) 佐々木・中井：第37回土木学会年講, pp.487~488, 1982. 4) 赤井・田村：土木学会論文報告集, No. 269, pp. 95~104, 1978. 5) 中井・柴田・松岡：Proc. of 4th Int. Conf. on Numerical Methods in Geomechanics, vol. 2, pp.707~715, 1982. 6) 中井・佐々木・和田：第18回土質工学研究発表会(投稿中)

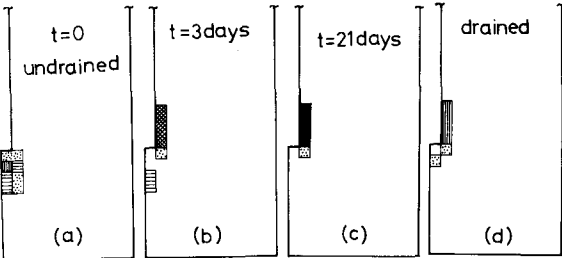


図-8 地盤内安全率分布

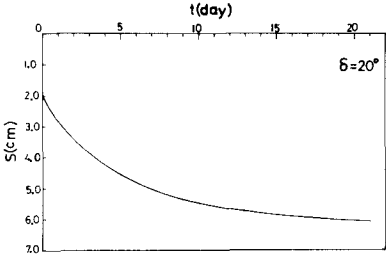


図-6 時間～沈下関係

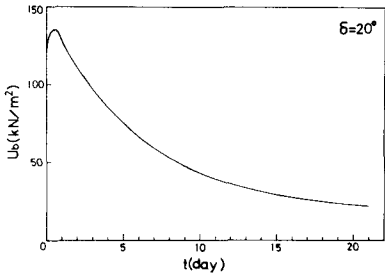
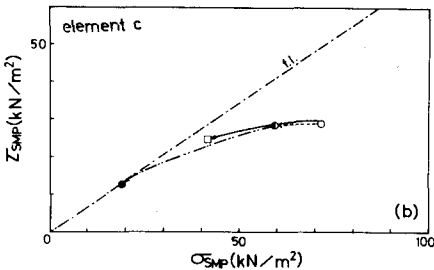
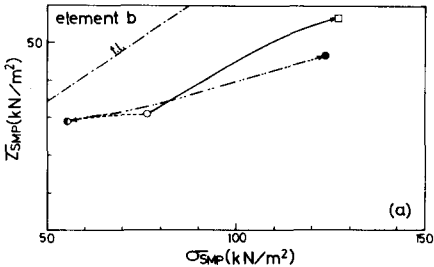


図-7 時間～杭先端の間隙水圧関係



○→□ 排水載荷過程
○---● 非排水載荷過程
●---● 間隙水圧消散過程

図-9 有効応力径路