

Ⅲ - A207

緩い/密な砂地盤の浸透破壊の水～土連成有限変形解析

浅沼組 正会員 高稲敏浩
 名古屋大学 正会員 浅岡顕、中野正樹、野田利弘
 東京大学生産技術研究所 正会員 小高猛司
 不動建設 正会員 古家幸司

1. はじめに

水槽内で上部を固定矢板で仕切った緩い/密な砂地盤に対し、上流側で水位を上昇させて行う浸透破壊の解析を行った。ここでは、砂を過圧密土とみなして構成式に下負荷面¹⁾カムクレイモデルを用い、水～土連成の有限変形計算²⁾を行った。その結果、地盤に載荷できる限界水位について水位上昇(載荷)速度依存性があることを確認した。また、ある高さで水位を一定に保つと、密な砂地盤は、放置後しばらくしてから上・下流側の矢板付近で地表面の沈下・隆起速度を増減させながら進行性破壊を示すことが分かった。

表1 材料定数

	緩い砂	密な砂
圧縮係数 λ	0.101	0.101
膨潤指数 $\bar{\kappa}$	0.0064	0.0064
ボアソン比 ν	0.3	0.3
限界状態定数 M	1.40	1.40
透水系数 k (cm/s)	1.32×10^{-3}	1.32×10^{-3}
下負荷係数 ¹⁾ ν_2	10	10
初期比体積(地盤中央) v_0	2.40	2.10
過圧密比 O. C. R	1.5	36.0

2. 計算条件

計算に用いた地盤の材料定数は、表1に示す野間砂の標準圧密試験結果の値を用いた。なお、限界状態定数 M については、1次元圧縮状態で弾塑性性パラメータから決まる K_0 値が1となるように決めた。また、計算に用いた有限要素メッシュを図1に示す。なお、計算は平面ひずみ模型地盤で観測された事実をフォローするためのもので、地盤の厚さなどは、室内実験のサイズなので注意する。地盤の作成方法については文献3)を参照されたい。

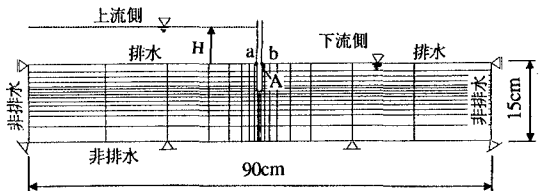


図1 有限要素メッシュ図

3. 浸透力載荷による浸透破壊における載荷速度依存性

図2に緩い砂地盤と密な砂地盤において下流側の水位を一定に保ち、上流側の水位上昇時の上昇速度(載荷速度)と限界水深 H_c の関係を示す。ここに限界水深 H_c とは、水載荷時に上流側の a 点あるいは下流側の b 点の沈下あるいは隆起速度の大きさが急激に変化したときの水位を限界水深 H_c としている。図2において載荷速度と限界水深 H_c の関係は、緩い砂、密な砂ともにS字型のカーブを描いており、排水(緩速)載荷よりも非排水(急速)載荷の方が限界水深が大きくなっている。また、限界水位に達した時の吸水軟化領域(後述)は載荷速度が遅くなるにしたがい、下流側の矢板下端から地表面付近に移動していく(図省略)。

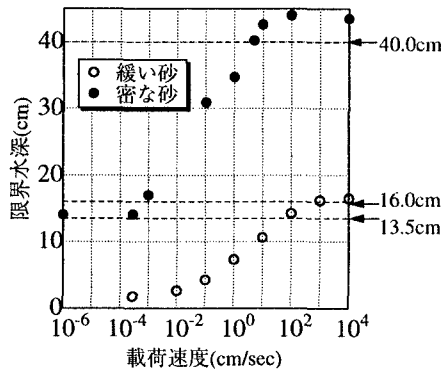


図2 限界水深～載荷速度関係

4. 非排水載荷後水位一定下での浸透破壊

図2において、非排水、排水載荷レンジに注目し、
 図中に示す 13.5, 16.0, 40.0cm の水位まで急速載荷 (100cm/s) した後、水位を一定に保って放置した。

キーワード: 砂地盤、浸透力、進行性破壊、有限変形解析、液状化 連絡先: 〒569 高槻市大塚町 3-1-24
 TEL 0726-61-1620 FAX 0726-61-1730 〒466 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-3833 FAX 052-789-3836

(a) 緩い砂地盤

緩い砂地盤について、13.5cm で水位一定放置した場合の点 a, b の沈下速度と放置時間関係を図3に示す。上流側で沈下が進み放置直後(0.026秒)に一気に破壊に至っている。

(b) 密な砂地盤

13.5, 16.0, 40.0cm の各水位で一定に放置した場合の点 a, b の沈下速度と放置時間関係を図4～6に示す。13.5cm では排水条件下での限界水深よりも小さいため放置後は全く変化がない。16.0cm のときは、上流側はほとんど変化せず、下流側で沈下速度を増減させながら大きく変形し約1時間後に破壊に至っている。また、その時の過剰水圧の分布の推移を図7に、下流側の土要素Aの挙動を図8に示す。載荷直後、上流側にだけ正の過剰水圧が発生し、その後時間とともに定常状態となるが、下流側の地表面付近の土要素(図8)は、載荷時に限界状態線を越え、放置時に吸水軟化してせん断応力、平均有効応力ともにゼロになり(「液状化」)、破壊に至っている。40.0cm では放置後約1.5秒で上流側で破壊に至っている。

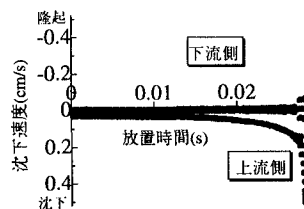


図3 沈下速度～放置時間関係

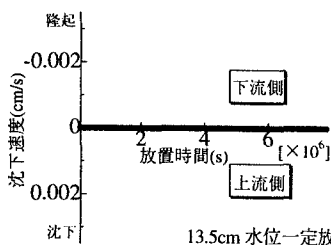


図4 沈下速度～放置時間関係

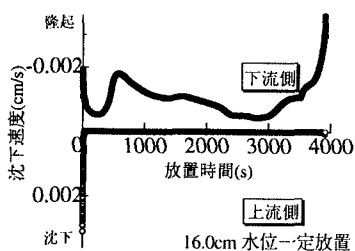


図5 沈下速度～放置時間関係

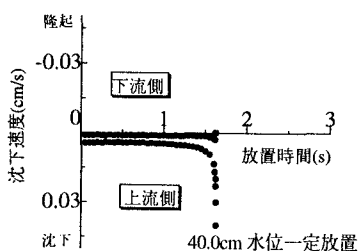


図6 沈下速度～放置時間関係

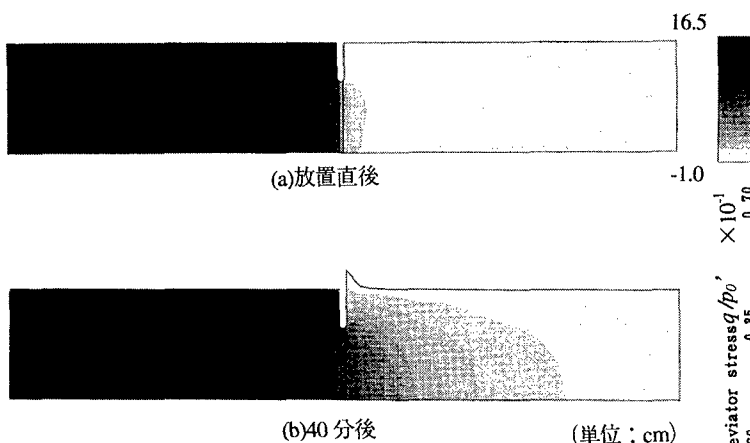


図7 過剰水圧分布

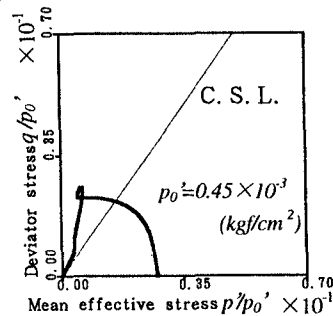


図8 土要素Aの $p' \sim q$

5. おわりに

非排水(急速)載荷後、水位一定で放置したときの砂地盤の時間遅れ破壊は、室内実験でも確認している。実験でも、放置後すぐには地盤の変形がおこらず、数十秒後にポイリングを起こして破壊に至った。

- 参考文献 1) Hashiguchi, K (1989): Subloading surface model in unconventional..., Int. J. Solid & Struct.
 2) Asaoka, A. et al. (1997): Soil-Water coupled behavior of heavily overconsolidated ... S&F, Vol.37, No.1
 3) 浅岡他(1997): 水～土連成有限変形計算による浸透力載荷・除荷後の密な砂地盤の進行性破壊の解析、第32回地盤工学研究会