

しらす地盤内の間隙水圧の伝播特性に関する基礎的実験

佐賀大学理工学部
佐賀大学低平地防災研究センター
佐賀大学理工学部大学院
佐賀大学低平地防災研究センター

学生員○倉部拓哉
F 会員 林 重徳
学生員 吉富 崇
非会員 J.T.Shahu

1. はじめに

しらすは特殊土 (problematic soil) に分類されるが、その大きな理由の 1 つはしらすが流水に弱く容易に浸食崩壊および流動化や液状化を生じる点にある。しらすの浸食現象は、表面流によるだけではなく、地下水流によって地盤内部にも発生しやすく、しばしば空洞や陥没・しらすドリーネと呼ばれる地形を形成している。このような事情から、しらす地帯における道路や鉄道のトンネルは従来、地下水を避け地下水位より上部に施工されてきた。しかし、高速道路や新幹線トンネルなどではその設計線形上、地下水位下のトンネル施工が避けられない場合があり、さまざまな問題の発生が指摘されている。特に、荷重が大きな新幹線のしらすトンネルでは、列車走行に伴う噴泥の発生が懸念されている¹⁾。当研究室では、地下水位下のしらすトンネルにおける噴泥現象の解明と有効な対策の確立を目的として、一連の模型実験を実施している。本論文では、同じ模型実験装置を用いて行った、地下水位下の不飽和しらす地盤における過剰間隙水圧の伝播挙動に関する基礎的実験の結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 実験装置 図 1 に実験装置を示す。実験装置は高さ 150mm×幅 200mm×長さ 900mm の土槽の側面に上段と下段それぞれ 7 個の間隙水圧計設置孔が設置してあり、水槽により定水頭を与えた状態で、エアーコンプレッサーを圧力源としたペロフラムシリンダーにより繰り返し荷重を載荷し、データロガーにより計測・記録を行うものである。

2.2 実験方法と条件 供試体は現場地山しらすの乾燥密度 $\rho_d=0.99\text{g/cm}^3$ 、自然含水比 $w_n=28\%$ となるように含水比調整し、締め固めエネルギー 2.7cm kgf/cm^3 で均等に締め固めて作製した。なお締め固め後の飽和度は 58%である。供試体作成後、供試体上面をラバーメンブレンとシリコングリースで密閉し、その上からアクリル板を設置し密着させた。なお、今回の実験では間隙水圧の基本的な伝播挙動の解明を目的とするため、開孔ジョイントは設けていない。水槽水頭を徐々に上昇させ、供試体を飽和させた後、間隙水圧に影響を及ぼす因子として、波形、載荷荷重、振動数、水槽水頭を表 1 のように変化させ、実験を行う。また間隙水圧計は飽和度が高いと思われる下段に水平方向計 7 個設置する。設置した間隙水圧計番号を図 2 に示す。なお間隙水圧は、水槽水頭に合わせてイニシャル化し、過剰間隙水圧として計測される。

表 1 パラメータ設定

波形	Triangle
載荷荷重 (kPa)	$\pm 29.4, \pm 58.8$
振動数 (Hz)	0.125, 0.5, 1
水槽水位 h (cm)	0, 90

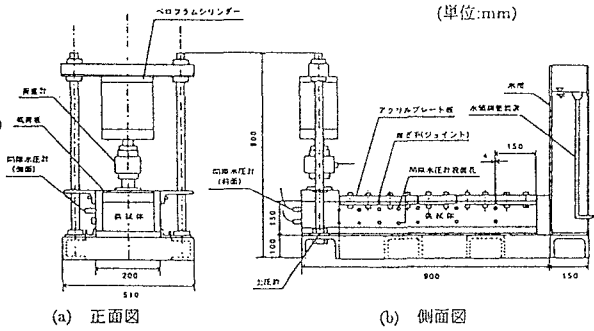


図 1 実験装置概略図

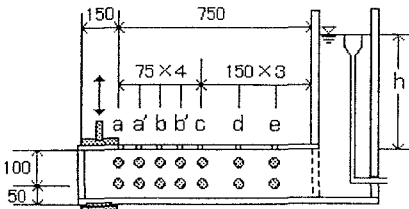


図 2 間隙水圧計の番号と位置

3. 実験結果と考察

繰り返し载荷による過剰間隙水圧の伝播の基本となる、1 サイクルのみの载荷による実験結果を次に示す。なお、測定した過剰間隙水圧に特徴的な伝播挙動を示した振動数 0.125Hz の場合を図 3～6 に示すが、振動数 1Hz の場合は過剰間隙水圧はほとんど発生しなかった。図 3 は载荷荷重±29.4kPa 水槽水頭 0cm、図 4 は载荷荷重±29.4kPa 水槽水頭 90cm、図 5 は载荷荷重±58.8kPa 水槽水頭 0cm、図 6 は载荷荷重±58.8kPa 水槽水頭 90cm の条件での過剰間隙水圧の時間的挙動である。

図 3 と図 4 および図 5 と図 6 より、同じ载荷荷重下での水槽水頭の差異で比較すると、いずれも過剰間隙水圧のピーク時の大きさはほぼ等しいことが認められる。これより間隙水圧の変化は水槽水頭による水圧にあまり影響がないと考えられる。なお、図 4 と図 6 の水頭水位が 90cm の時、過剰間隙水圧が負を示したことは、除荷した際に水槽水頭の影響を受けたためである。

次に、図 3 と図 5 および図 4 と図 6 より、同じ水槽水頭下での载荷荷重の差異で比較すると、いずれも±29.4kPa の場合の過剰間隙水圧より±58.8kPa の方が大きいことが認められる。これより間隙水圧の変化は载荷荷重の大きさに影響していると考えられる。また载荷荷重のピークの時間と各間隙水圧計の値がピークを示した時間を比較すると、载荷位置から近い順に a-low で 1.5 秒、a'-low で 2.0 秒、b-low で 4.0 秒、b'-low で 7.0 秒、c-low で 9.0 秒、d-low で 10.0 秒、e-low で 15.0 秒のタイムラグが確認された。またピークの大きさも近い順に大きいものとなった。これは完全に飽和しきれていない地盤に载荷し、過剰間隙水圧を発生させた場合、残存する間隙空気が圧縮されるため、载荷位置から遠いほど水圧の伝わるまでの時間が長くなり大きさが小さくなると考えられる。

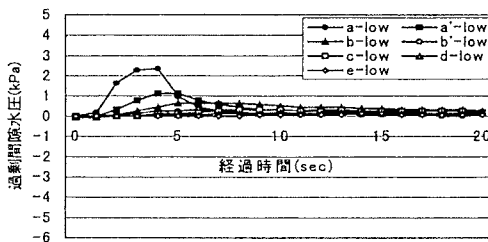


図 3 (载荷荷重±29.4kPa、水槽水頭 0cm)

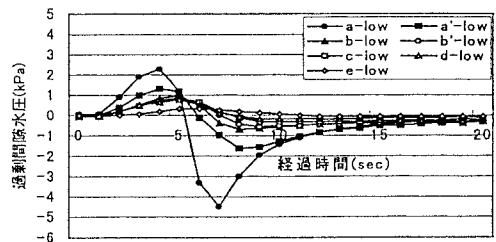


図 4 (载荷荷重±29.4kPa、水槽水頭 90cm)

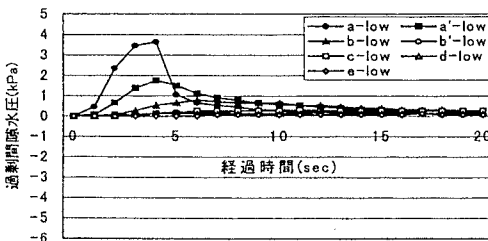


図 5 (载荷荷重±58.8kPa、水槽水頭 0cm)

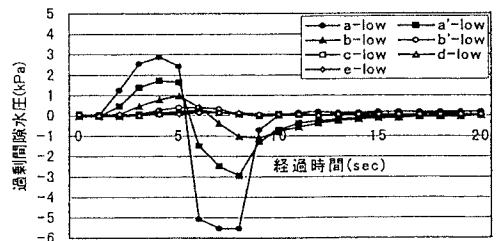


図 6 (载荷荷重±58.8kPa、水槽水頭 90cm)

4. おわりに

実験結果より、間隙水圧の変動には水槽水頭による水圧よりもむしろ载荷荷重の大きさの影響が大きく、载荷位置から遠いほど変動が小さくなると考えられる。また、今回はデータロガーの性能上の制約から 1 秒間隔の計測となったため、その中間の値がとれず間隙水圧の挙動の細部までは捉えることができなかった。今後はより精度の高い計測器によるデータ計測が望まれる。

参考文献 1) 日本鉄道建設工団九州新幹線建設局：九州新幹線シラストンネル路盤部の設計施工法に関する検討会報告書、p.7、1996。