

地盤液状化による河岸近傍の地盤の大変形に関する研究

広島大学工学部 フェロー会員 佐々木 康
 広島大学工学部 学生会員 ○井上 践史

1. はじめに

兵庫県南部地震で被災した埋立地では、護岸背後地盤に噴砂の跡がみられない領域が存在した。この原因として、液状化が発生した護岸背後地盤では擁壁の変位による地盤のせん断変形によって正のダイレイタンスがみられるため、間隙水圧が低下し、完全液状化がみられなかったと解釈されている。ここでは液状化した擁壁の背後地盤の挙動をさらに詳細に吟味し、擁壁変位の背後地盤への影響範囲の解明を目的とする。

2. 実験及び考察

実験装置の概要を図-1 に示す。護岸には逆 T 型の模型擁壁を用いている。ここでは擁壁の変位形態を単純化するため、背後地盤には豊浦砂を使用し、水中落下法で緩く堆積させた飽和地盤(液状化層)のみを作成し、また擁壁下部層に粒度調整したフィルター材(非液状化層)を用いた。ハンマーによる 1 回の加振により、背後地盤を一瞬で液状化させたが、液状化した背後地盤の挙動のみで擁壁を変位させることを目的としたものである。その後の擁壁の変位挙動を観測した。実験に用いた擁壁の高さは 9.4cm で擁壁背後地盤幅は 40cm、奥行きは 30cm である。なお、6 つの間隙水圧計を用いて背後地盤内の 3 深度、4 側線、計 12 箇所(深度は地盤底部から 2.5cm, 5cm, 7.5cm, 側線は擁壁から 5cm, 15cm, 25cm, 35cm)を 6 回に分けて計測した。

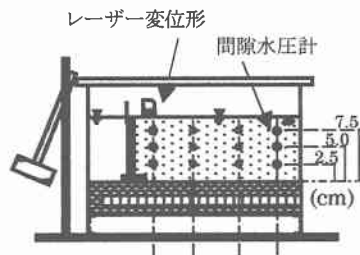


図-1 実験装置の概要

図-2 に a)(擁壁から 5cm)、b)(15cm)、c)(35cm)の鉛直面内での 3 深度の間隙水圧の経時変化を示す。この図で c)では加振直後の過剰間隙水圧が初期有効上載圧まで上昇し(完全液状化状態)、その値が数秒間継続する。また、b)では加振後の過剰間隙水圧はやや低いくらいであるが、その継続時間は短く、すぐに間隙水圧は消散する。その理由として間隙水圧は上向きだけでなく擁壁側にも消散していると考えられる。a)について間隙水圧は急激に低下し、完全液状化状態には至っていない。擁壁の変位による正のダイレイタンスを伴うせん断「大」変形が生じているものと思われる。

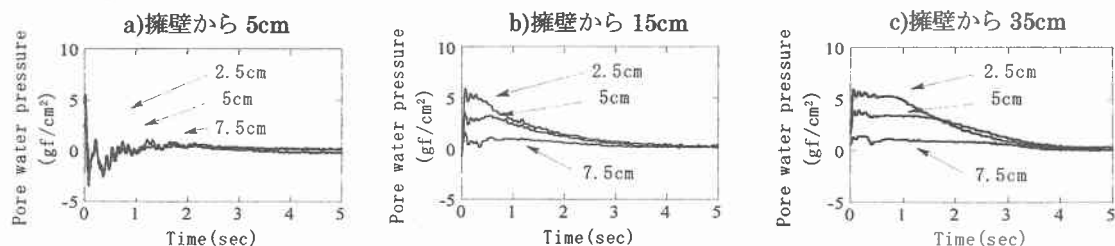


図-2 間隙水圧挙動

図-3 に本実験の変位挙動を示す。また、本研究では $t=0.2$ の擁壁変位挙動に注目した。その要因として、右図の中で、 $t=0.2$ sec 後(変位終了時間の 1/10 程度)に変位速度の変化する点がみられた。その変化の値は小さいが、本実験の全てのケースで生じる現象であり、0.21~0.27sec 間で現れた。さらに $t=0.2$ sec に擁壁最終変位量の 1/2 程度変位していることが分かった。そこで $t=0.2$ sec の背後地盤の挙動に注目すれば擁壁の変位機構がわかるのではないかと解釈した。

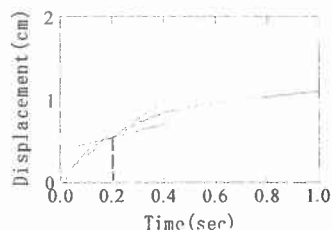


図-3 擁壁の変位挙動

3. コンターの作成

本実験で計測した過剰間隙水圧の挙動から等間隙水圧線図(コンター図)を作成し、液状化時の背後地盤の挙動を示した。図-4 に $t=0.2\text{sec}$ のコンター及び計測点の r_u (=過剰間隙水圧/初期有効上載圧= $\Delta u/\sigma_{v0}$)を示した。ただし、このコンターは間隙水圧の絶対値のみで作成したものであり、 r_u の値は背後地盤の液状化挙動をわかり易くするために、○点での r_u を示した。

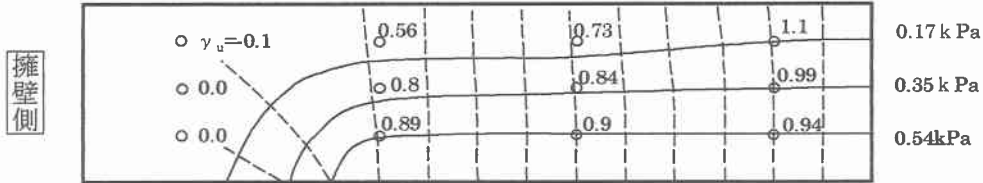


図-4 $t=0.2$ 背後地盤の間隙水圧挙動

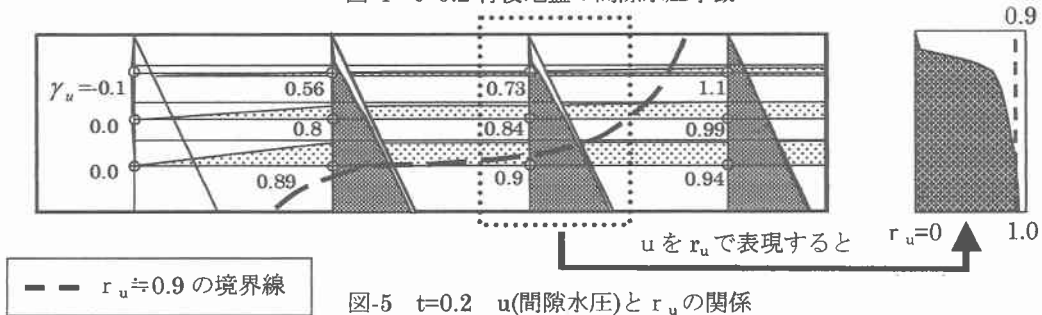


図-5 $t=0.2$ u (間隙水圧)と r_u の関係

コンター内の r_u の違いにより、擁壁変位が背後地盤へ与える影響範囲を求め、 $r_u \approx 0.9$ ($r_u \geq 0.9$: 完全液状化)である境界線を図-5 に示した。この図-5 の背後地盤の中程にある領域で、擁壁の変位に影響され r_u が低下している上部層と、完全液状化している下部層に分かれている領域が存在することがわかった。なお、この時の擁壁移動による背後地盤の影響範囲は $3.5H$ (H :擁壁高さ)程度である。

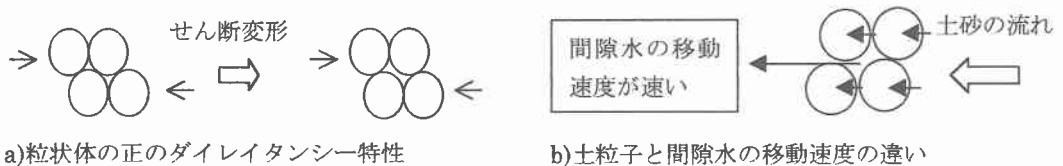


図-6 土粒子間の間隙水圧低下の要因

また、本研究では間隙水圧低下の要因として「擁壁が移動すると土砂が流動し、その時に土粒子と間隙水の流動速度の違いにより間隙水圧が低下する」と、「流動によりせん断変形が生じ、正のダイレイタンス特性が現れ、間隙水圧が低下する」(図-6 参照)を考えた。しかし、これらの要因がどのように干渉し、作用しているかは明らかにすることはできなかった。

4. 結論

加振直後の擁壁が変位する際の背後地盤挙動は 1.完全に液状化($r_u \geq 0.9$)する領域、2.間隙水圧が低下する不完全液状化領域($r_u \approx 0$)、3.層の上部は間隙水圧が低下、消散しているが、下部は液状化状態にある領域がある。3 については擁壁の変位により層の上部の土砂が流動、もしくは間隙水の移動が考えられる。また、擁壁の変位に影響する不完全液状化領域は $3.5H$ (H :擁壁高さ)程度である。