

III-278

重複波による海底地盤の間隙圧応答について

京都大学防災研究所 正会員 北 勝利
 京都大学工学部 正会員 関口秀雄
 大成建設 正会員 下村泰造

はじめに: 筆者らはこれまでに、波浪による海底地盤の不安定化メカニズムを解明するために、比較的緩い地盤を対象とした遠心力場波浪実験により、重複波载荷に伴う残留間隙圧の蓄積を確認している¹⁾。本報では、残留間隙圧応答に及ぼす地盤間隙比の影響について検討を加える。

実験概要: 実験装置および計測システムについては文献1)を参照されたい。ビデオ画面より読み取った重複波の空間波形および間隙圧センサの配置を図-1に示す。重複波の節部直下(測線N) および節と腹の中間部直下(測線A) の、それぞれ地盤表面、地盤内部、地盤底部の3深度において流体圧を計測している。なお粘性スケーリングを考慮して、間隙流体として高粘性(50cSt) のシリコンオイルを採用している。

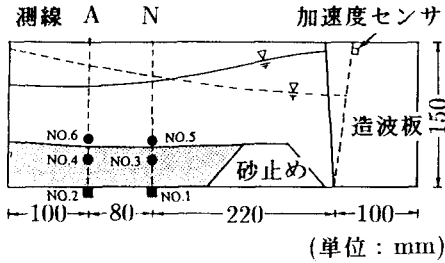
本実験では50gの遠心加速度場において、水深を7cm(プロトタイプ換算3.5m)、波浪周波数を6.9Hz(同0.14Hz)に設定することにより、一次モードの重複波を生成した。気乾状態のLeighton Buzzard砂(D50=0.15mm, $e_{max}=1.07$, $e_{min}=0.64$)を、液中落下法によりゆる詰め地盤を作成した。密詰め地盤についてはゆる詰め地盤に通常重力場において上下振動を加える、もしくは遠心力場において波浪履歴を与えることにより作成した。測線Aにおける地表面での入力流体圧変動(図は省略)より、重複波腹部における圧力振幅は5.9kPaである。

間隙比による残留間隙圧性状の変化について: ゆる詰め地盤(平均間隙比 $e=0.94$)の節部底面において計測した、過剰間隙圧の時刻歴を図-2(a)に示す。波浪载荷初期より間隙圧の残留(平均)成分が急激に増大し、その最大値は $p_{max}=19\text{kPa}$ である。平均地盤高さより推定した初期有効土被り圧は $\sigma'_{v0}=18\text{kPa}$ であり、ゆる詰め地盤においては地盤底面まで液状化が生じていることがわかる。一方、密詰め地盤(平均間隙比 $e=0.70$)の節部地盤底部において計測した、過剰間隙圧の時刻歴を図-2(b)に示す。ゆる詰め地盤の場合と比較して、残留間隙圧の蓄積速度は緩慢であり、最大残留間隙圧 ($p_{max}=2.2\text{kPa}$) もかなり小さく液状化に至っていない。また残留間隙圧の消散も速やかである。地盤底面における最大残留間隙圧比 (p_{max}/σ'_{v0}) と平均間隙比の関係を図-3に示す。間隙比が大きくなるに従い最大残留間隙圧比が大きくなることがわかる。

密詰め地盤における残留間隙圧の深度分布について: 平均間隙比が0.70以下の密詰め地盤において計測した、最大残留間隙圧 p_{max} のプロフィールを図-4に示す。最大残留間隙圧は概ね深さとともに増大し、従来の比較的緩い地盤における実験結果や、2次元多孔質弾性理論より推定した繰返しせん断応力比の深度分布¹⁾と合致しない。密な地盤では、緩い地盤と比較して体積圧縮係数が小さくなり、圧密係数が大きくなる。浅部ほど間隙圧が速やかに消散するため、最大残留間隙圧は深さとともに増加したものと考えられる。

一次元水圧伝播理論解(具体的表現については文献2)を参照されたい)より計算した、最大残留間隙圧の深度分布を図-5に示す。図中Dは地盤層厚を表している。パラメータ λ は、繰返し载荷により最終的に蓄積する塑性体積ひずみの深度分布を支配するパラメータ、 $\xi = \sqrt{\omega/(2C)}$ (C : 圧密係数, ω : 波浪の角振動数) は地盤の部分排水性に関連した特性波数である。 $p_u(0)$ は基準圧力である。 $\lambda D=0$ の場合、 ξD の値にかかわらず最大残留間隙圧は深さとともに増大している。一方 $\lambda D>0$ の場合、 $\xi D=20$ もしくは $\xi D=40$ の場合には地盤浅部において最大残留間隙圧のピークが生じるのに対し、 $\xi D=2$ の場合には最大残留間隙圧は深さとともに増大している。密な地盤では ξD の値が小さく、本理論によると最大残留間隙圧は深さとともに単調に増加する傾向となり、実験結果をうまく説明することができる。

参考文献: 1) Sekiguchi et al.: Proc. Int. Conf CENTRIFUGE 94, 1994(投稿中). 2) 関口・北: 第29回土質工学研究発表会講演概要集, 1994(投稿中).



No.1 ~ No.6 : 間隙圧センサ

図-1 間隙圧センサの配置図

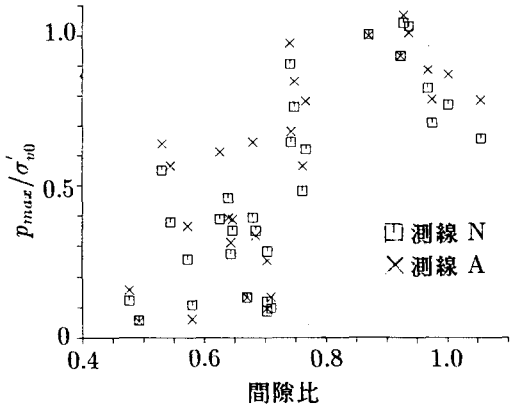


図-3 最大残留間隙圧比と間隙比の関係

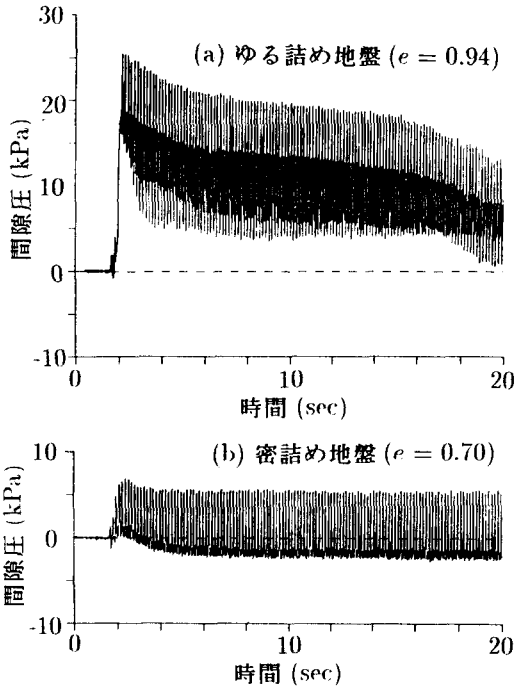


図-2 地盤底部における過剰間隙圧の時刻歴

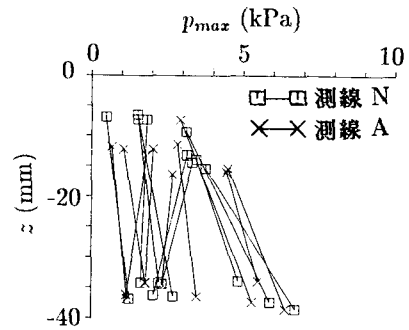


図-4 最大残留間隙圧の深度分布
(実測, 密詰め地盤)

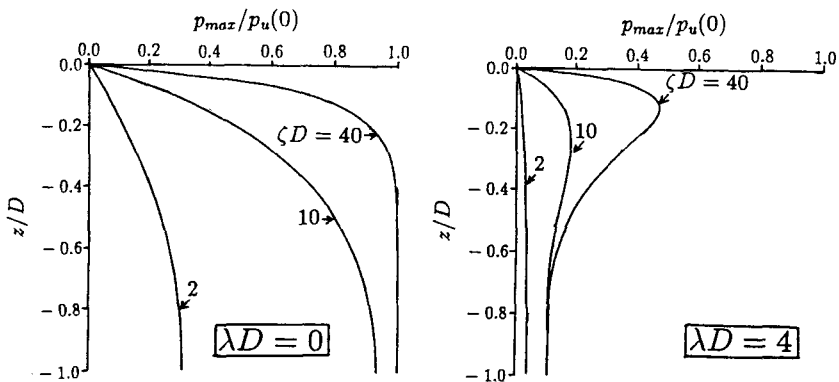


図-5 最大残留間隙圧の深度分布 (一次元解析)