

部分飽和が砂の非排水せん断挙動に及ぼす影響

東京理科大学	正会員	中澤	博志
東京理科大学	正会員	石原	研而
東京理科大学	正会員	塚本	良道
大日本コンサルタント(株)	正会員	鎌田	邦夫

1.はじめに

液状化に伴う砂質土地盤の変形挙動を評価する際、一般に地下水面以下の地層が一様に完全飽和しているという前提に先立ち室内試験が実施されている。しかし、既往の研究成果より、地下水位近傍の地層が必ずしも完全飽和状態にあるとは限らない<sup>1)</sup>ことや、飽和度の低下に伴う砂の液状化強度の増加<sup>2)</sup>について報告されている。そこで本研究では、種々の相対密度  $D_r$  と間隙水圧係数  $B$  値において非排水三軸圧縮試験を行い、部分飽和状態が砂の非排水せん断特性に及ぼす影響について調べた。

2.試験概要

豊浦砂を用いて湿潤締め法 (WT) と空中落下法 (AP) により、 $h=120\text{mm}$ 、 $d=60\text{mm}$ の供試体を作製した。供試体を三軸試験機にセットした後、脱気水を通水し有効拘束圧  $\sigma'_c=98\text{kPa}$  を保持しながら、背圧を段階的に供試体に負荷することで  $B$  値の制御を行った。この飽和過程において、所定の  $B$  値に達した時点で非排水・ひずみ制御 (1%/min) による載荷を開始した。なお、試験条件は、WTで  $D_r=5, 10, 15, 20, 30\%$ 、APで  $D_r=20, 30, 40, 50, 60, 70\%$ 、また  $B$  値は 0.1, 0.2、0.6、0.95 を目安として試験を実施した。

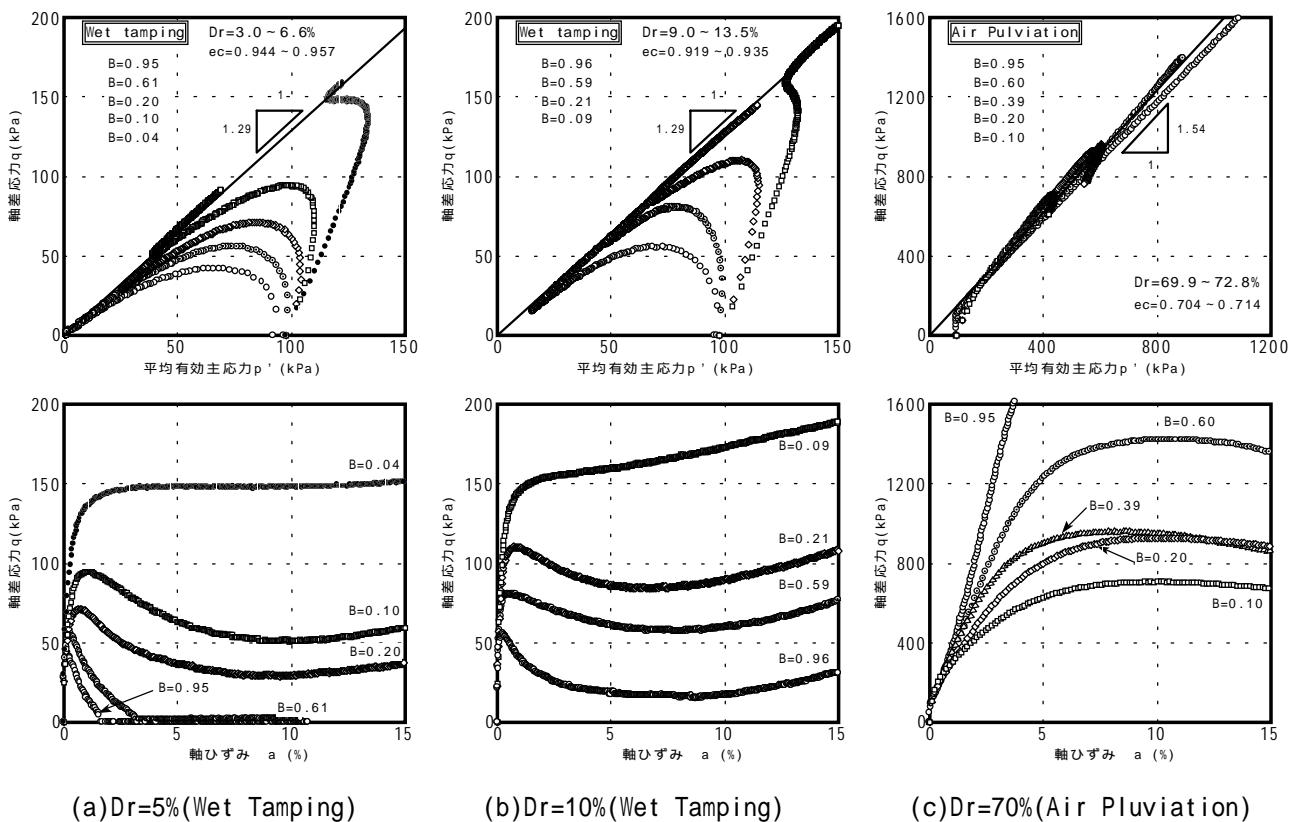


図-1 有効応力経路および応力 - ひずみ関係

キーワード：部分飽和， $B$  値，液状化，非排水せん断挙動

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科 Tel 0471-24-1501(4032) Fax 0471-23-9766

3. 試験結果

図-1は  $Dr=5, 10$  および  $70\%$  の有効応力経路と応力 ひずみ曲線である。 $Dr=5\%$  と  $10\%$  のせん断挙動は、供に  $B$  値の低下に伴い、収縮的挙動から次第に軸差応力に低下が見られない膨張的挙動へと変化していることがわかる。ただし、同等の  $B$  値の結果で比較すると、 $Dr$  が  $5\%$  増加することにより膨張性が増加しており、非排水せん断挙動に密度増加の影響が見られた。一方、 $Dr=70\%$  のせん断挙動は、 $B$  値に関わらず強い膨張性を示している。

4.  $B$  値と間隙比の関係

図-2は  $B$  値とせん断時間間隙比  $e_c$  の関係である。試験結果を基に応力 ひずみ関係を4つのタイプに分類・整理し、収縮的挙動(A・B)、膨張的挙動(D)および両者の境界(C)としてプロットした。図より、緩く  $B$  値が高い砂ほど収縮的挙動を示し流動しやすく、一方、密で  $B$  値が低い砂ほど膨張性を発揮する傾向にあることがわかる。また、 $B$  値と間隙比の関係には、収縮的・膨張的挙動の境界が存在することが確認出来た。

5. 非排水せん断強度に及ぼす  $B$  値の影響

$B$  値の低下に伴うせん断強度の変化について、図-3, 4に供試体作製法別に、 $B$  値と  $a=10\%$  における軸差応力  $q_{10}$  (kPa) の関係をまとめた。図-3より  $Dr$  が  $30\sim 70\%$  の範囲では、 $B$  値が低い程、また  $Dr$  が大きい程  $q_{10}$  の減少傾向が顕著であった。一方、図-4における  $Dr=20\%$  の範囲では、 $B$  値の低下に伴い  $q_{10}$  は増加し、 $Dr$  が低い程その増加傾向が顕著であった。したがって、図-3, 4において、 $Dr=20\sim 30\%$  では  $q_{10}$  が  $B$  値の影響をあまり受けていないことから、この相対密度を境界として、非排水せん断強度に与える  $B$  値の影響が、緩い砂と密な砂との間で逆転することがわかった。この傾向は、低い  $B$  値における非排水せん断下では、砂の間隙に存在する気泡が圧縮あるいは膨張されることにより、砂のダイレイタンス傾向を緩和させるためであると考えられる。

6. まとめ

一連の試験結果から、部分飽和砂の非排水せん断特性は以下の通りである。

- ・ 緩く  $B$  値が高い砂ほど収縮性を示し、密で  $B$  値が低い砂ほど膨張性を発揮し、 $B$  値と間隙比の関係には、収縮的挙動と膨張的挙動を分ける境界が存在する。
- ・  $B$  値の低下に伴い緩い砂では軸差応力が増加、密な砂では逆に減少し、その境界は  $Dr=20\sim 30\%$  であることがわかった。

参考文献：

- 1) 狐崎長良：気泡を含む不完全な水飽和砂層の弾性波の速度・減衰とその応用上の意義，物理探査，Vol.39/No5，pp.42-57，1986.
- 2) 中澤博志他：砂のP波速度及び液化化特性に及ぼす飽和度の影響，第26回地震工学研究発表会，pp.625-628，2001.

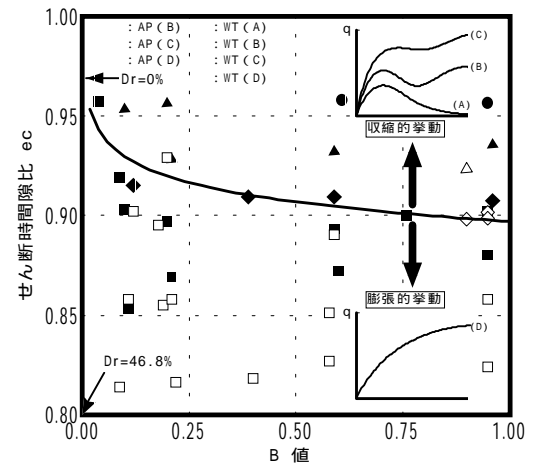


図-2  $B$  値  $e_c$  関係

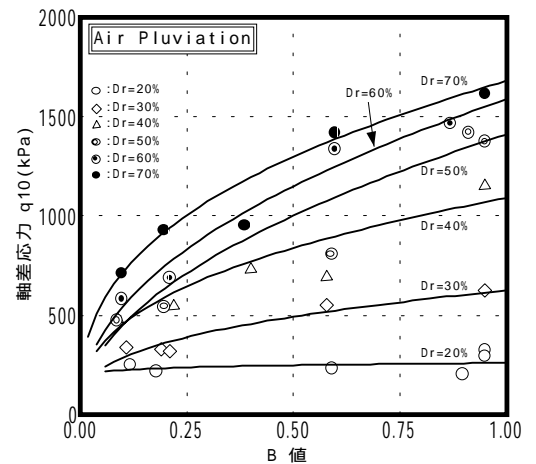


図-3  $B$  値  $q_{10}$  関係 (AP)

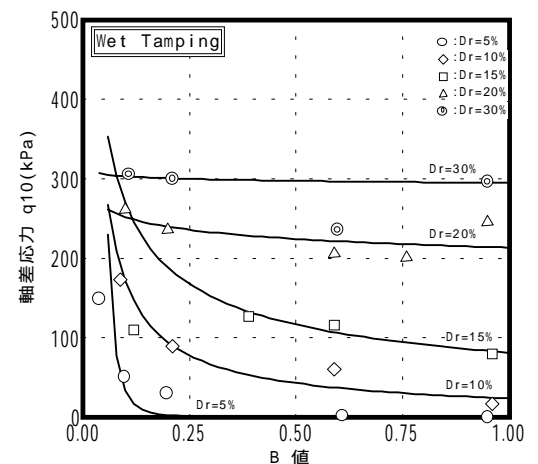


図-4  $B$  値  $q_{10}$  関係 (WT)