

動圧密による砂質土の締固め効果について

日本国土開発(株) 正 員 四宮圭三

山口大学大学院 学生員○丸山浩史

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 村田秀一

1. まえがき

動圧密工法は、重錘の自由落下により瞬間的に大きな応力を地盤に作用させる点で、他の地盤締固め工法とは異なった特徴を持っている。このような特殊な応力履歴を受けた砂質土のせん断強度特性について調べることはこの工法の改良メカニズムの解明、並びに合理的な設計を行うにあたって大変重要であると考えられる。本研究では、動圧密にともなう間隙比変化・粒子破碎等がその後の砂質土のせん断挙動に与える影響について考察を行い、改良メカニズムに対する定性的把握を行うことを目的としている。

2. 実験概要

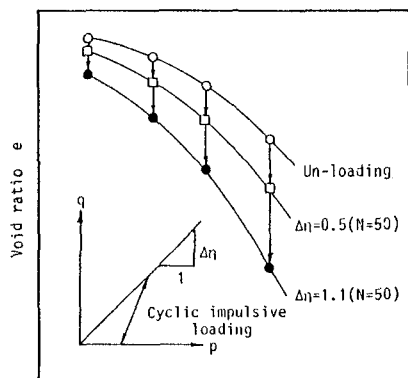
本研究で用いた試験機は、従来から著者らが使用してきた瞬発载荷式三軸圧縮試験機¹⁾²⁾である。この試験機は、軸圧・側圧ともに瞬時の载荷・除荷が行えるような機構になっており、また载荷系統を切り替えればひずみ制御の静的三軸圧縮試験も行えるようになっている。試料は宇部市で採取されたまさ土を 75~2000 μm に粒度調製したもの ($G_s=2.615$ $e_{max}=1.243$ $e_{min}=0.728$) である (実験④を除く)。本研究では、以下に示す①~④のような供試体について静的非排水せん断試験 (以後、静的試験と称する) を行った。

- ① 等方圧密のみを行ったもの。
 - ② 等方圧密後、図-1(a) の応力経路に示すような様な繰返し瞬発载荷 (排水条件) を 50 回行ったもの。
 - ③ 図-1(b) の C → B のような経路で等方圧密を行うことによって、②における瞬発载荷後の間隙比状態を再現したもの。
 - ④ 細粒分 5%・10% 含有試料について、それぞれ③と同様の間隙比状態 (図-1(b) B 点) となるように作成したもの。
- なお、①、②については供試体作成に空中落下法を用い初期の相対密度を $60 \pm 5\%$ とした。一方、③、④については供試体作成が困難を極めるため、漏斗法を用いた。

3. 実験結果及び考察

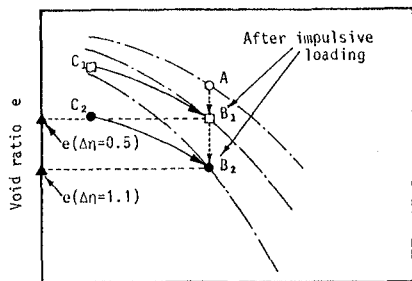
図-2 は、拘束圧 $p_c = 100\text{kPa}$ において瞬発载荷後に静的試験を行った時の有効応力経路を瞬発载荷応力比によって比較したものである。これは実験①、②の結果に相当する。瞬発载荷後の砂質土の非排水挙動は、瞬発载荷による応力比履歴が大きいものほどより膨張性を増すことがわかる。また図中の PT は非排水挙動が収縮から膨張傾向を示すようになる点で、一般に変相点と呼ばれているものである。非排水強度をこの変相点における軸差応力として定義すると、図-2 の結果から瞬発履歴が大きいものほどより顕著な強度増加を示すようになることがわかる。このような強度増加は、瞬発履歴の程度や瞬発载荷にともなう間隙比変化・粒子破碎等が複雑に影響して起こっているものと考えられるので、次にこれらの影響要因を切り離して考える事にする。

図-3 は等方圧密 ($p_c = 100\text{kPa}$) のみによって図-1(b) における B 点に至らしめたのち直ちに静的試験を行ったときの有効応力経路図である (実験①、③)。これは図-2 とせん断初



Mean effective principal stress p

(a) 瞬発载荷後の間隙比状態



Mean effective principal stress p

(b) 実験③、④の初期状態

図-1 静的非排水三軸圧縮試験の初期状態

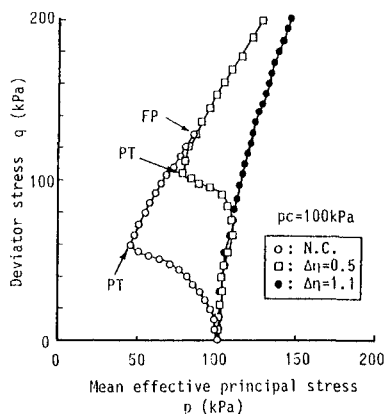


図-2 有効応力経路(履歴の影響)

期の間隙比が等しいという点で共通している。図-2と図-3を比較すると、同一の間隙比状態でも瞬発履歴にともなう間隙比変化がせん断強度に対して有意に影響していることがわかる。一方、図-4は細粒分含有率がせん断強度に与える影響を調べたものであり、ここでは細粒分含有率0%・5%・10%の試料について同一拘束圧で間隙比状態を同じにして行った静的試験の有効応力経路を重ねて示した(実験④)。この図から分かることは、細粒分含有率が多いものほどせん断挙動がより高い収縮性を示すようになり強度も少しずつ低下してくるということである。ところで、静的試験の定常状態を e - $\log p$ 平面上で連ねるとおおかた1本のライン(S S L)に収束する傾向を示すことが言われている³⁾。本研究において行った全ての静的試験の定常状態を細粒分含有率ごとに示すと図-5の様になり、細粒分が多くなるとS S Lは全く異なったところにくることが分かる。また瞬発载荷後の静的試験(実験②)のS S Lは細粒分0%試料のS S Lとほぼ重なるため、瞬発载荷にともなう粒子破碎は多くても5%に至らない程度かあるいはほとんど破碎していないと考えることができる。

4. まとめ

本研究では、動圧密にともなう間隙比変化と粒子破碎がその後の締固め効果に及ぼす影響を調べた。その結果、瞬発履歴にともなう間隙変化は強度増加に対して有意に影響を及ぼし、また瞬発载荷にともなう粒子破碎は今回行った実験の範囲内では強度特性に悪影響を及ぼすほど大きなものではないということが分かった。

5. 参考文献

- 1) 兵動・村田・安福・中田・二宮：瞬発载荷式三軸圧縮試験機による砂質土の圧縮性の評価，第25回土質工学研究発表会概要集，pp.845-848，1990
- 2) 兵動・安福・村田・中田・村上・四宮：繰返し瞬発载荷履歴を受けた砂質土のせん断挙動，土木学会第46回年次学術講演会，pp.282-283，1991
- 3) Castro, G. and Poulos, S., J., Liquefaction and cyclic mobility, Proc. ASCE, Vol. 103, GT6, 1977, pp. 501-516

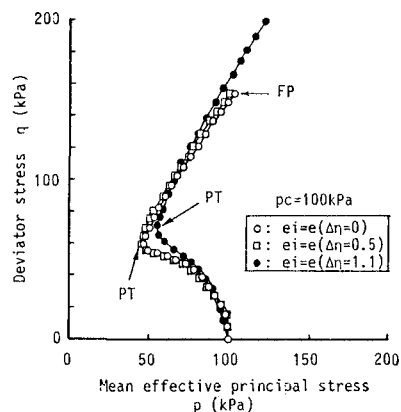


図-3 有効応力経路(間隙比変化の影響)

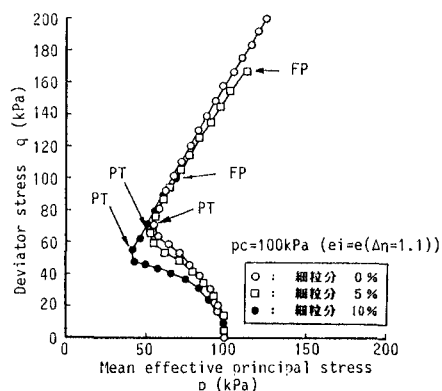


図-4 有効応力経路(細粒分含有率の影響)

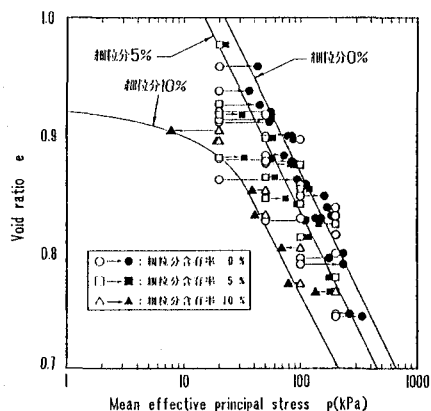


図-5 静的試験の初期状態と定常状態