

埋め立てまさ土の非排水繰返しせん断特性

山口大学大学院 正会員 兵動正幸
 山口大学大学院 学生会員 ○金 和寛
 山口大学大学院 学生会員 金 佑泰

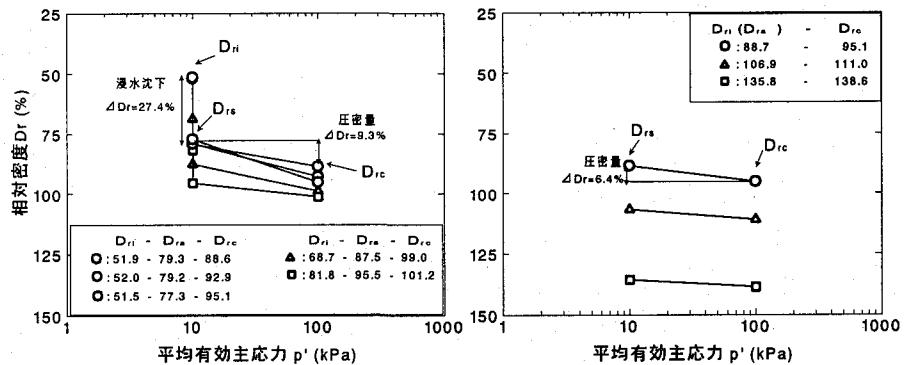
1. はじめに

1964 年の新潟地震以来、砂地盤での液状化は、世界中で注目されるようになった。これまで、液状化のメカニズムを解明するために海浜や河口付近に堆積する比較的堅固な砂を対象に研究が精力的に行われてきた。しかしながら、近年では、そのような良質な砂地盤ではなく礫から細粒な粒子まで含み液状化しにくいといわれてきた地盤、とくに港湾部の埋立地、盛土、住宅造成地といった場所において液状化や側方流動、地盤の不同沈下といった地震災害が多発し、甚大な被害となっている。例えば、1995 年の兵庫県南部地震において神戸の港湾部の六甲山系のまさ土で埋め立てられた人工島で液状化が発生した。このように近年では、まさ土を用いた埋立地盤などで液状化などの被害が目立つ。

そこで、本研究では岩国まさ土を用いて非排水繰返しせん断試験を行い、供試体作製方法、密度、拘束圧が繰返しせん断特性に及ぼす影響を検討した。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は 2mm ふるいを通過した岩国まさ土である。本研究では、空中落下漏斗法と水中落下法の二通りの方法により



(a) 空中落下漏斗法

(b) 水中落下法

供試体を作製した。空中落下漏斗法は、気乾状態の試料を 図-1 相対密度と有効拘束圧の関係 漏斗に投入し、できるだけ低い位置から落下させ、

所定の層および所定の打撃回数を与え供試体を作製する方法である。供試体作製後、供試体内の空気を二酸化炭素で置換し、脱気水で飽和させる。水中落下法は、モールド内に 1cm ほど水を張り、十分に脱気した試料を落下させ飽和供試体を作製する。また両者の供試体作製時に錘を載せ木づちで打撃し締め固め、密度増大を図った。さらにそれぞれの方法で作製した供試体に対して過圧密履歴を与えた実験を行い、過圧密履歴が繰返しせん断強度に及ぼす影響についても検討している。載荷速度 0.1Hz で非排水繰返し三軸試験を行った。

3. 試験結果と考察

まさ土などの細粒分を多く含む材料は圧縮性に卓越していることが知られており、浸水により著しい体積収縮が生じる。図-1(a)に空中落下供試体、(b)に水中落下供試体の相対密度と有効拘束圧の関係をそれぞれ示す。ここでは、初期相対密度 3 通りに変化させたものについて示した。空中落下供試体において、 $D_{ri}=50\%$ のものは、浸水する事によって浸水による密度増加量は拘束圧 50kPa で 27.4%、100kPa で 27.2%、150kPa で 25.8%となった。 $D_{ri}=70\%$ のものは約 18.8%、 $D_{ri}=80\%$ のものは約 13.7%であり、初期密度が増加するにしたがって浸水による密度増加は減少することがわかる。初期状態においてより緩い構造であるほど浸水による収縮量が多いことが確認された。水中落下法により作製した供試体の初期相対密度は空中落下供試体よりも密であり相対密度 100%を超える密度の供試体が作製できた。(b)より、 $D_{ri}=100\%$ を超えるような供試体においても有効拘束圧の増加に対する密度増加が確認できたが、初期密度の差による圧縮量の差異は確認できない。空中落下供試体においては、初期の密度が増加するにしたがって圧密による圧縮量が少なくなることがわかった。

図-2(a), (b)に空中落下供試体に対して拘束圧, 相対密度を変化させて行った実験より得られた軸ひずみ両振幅が5%に至るのに必要な繰返し応力比($\sigma_d/2\sigma'_c$)と繰返し回数

数Nの関係を示す。(a)にはDri=50%

で拘束圧50, 100, 150kPaに変化させた結果, (b)に

は拘束圧100kPaで相対密度をri=50, 70, 80%に変化させた結果を示している。(a)より, 相対密度50%で拘束圧を50, 100, 150kPaと変化したものにおいては特に強度の違いは見られなかった。これは液状化強度に拘束圧依存性がないとされる砂の一般的な特性であるといえる。(b)より, 拘束圧100kPa一定で初期相対密度を50%, 70%, 80%と変化した結果においても強度の差は確認されなかった。図-3に水中落下法で相対密度を変化させた供試体に対して行った実験より得られた, 軸ひずみ両振幅が5%に至るのに必要な繰返し応力比($\sigma_d/2\sigma'_c$)と繰返し回数Nの関係を示す。図-2に示した空中落下供試体では初期相対密度による強度の差が認められなかったが, 水中落下供試体では初期相対密度が高くなるにつれて強度が増加していることがわかる。

水中落下法では供試体作製の際に錘を載せ木づちで打撃したことで締固め効果が発揮され, 液状化強度が上昇したと考えられる。しかし, 相対密度の観点から見ると初期相対密度90%を超えると液状化強度が強くなるといえる。これが岩国まさ土の特性であることがわかった。

図-4は空中落下供試体および水中落下供試体それぞれの液状化強度線を過圧密履歴(OCR=2)の有無で比較したものである。過圧密履歴を与えることによって液状化強度線は上方に移動し, 顕著な強度増加を示している。空中落下漏斗法は液状化増加率は約1.7倍程度で水中落下法は約1.6倍程度で, お互いの液状化強度は違うものの液状化強度増加率についてはほぼ同じであった。したがって, 空中落下, 水中落下の供試体作製方法の違いによらず, 液状化強度に対して過圧密効果があることがわかる。

4. まとめ

- ①空中落下漏斗法は初期密度が増加するにしたがって浸水と圧密による密度増加量が少なくなるが, 水中落下法は初期密度が増加しても圧密による密度増加量は大きな差は見られなかった。
- ②液状化強度が気乾状態か飽和状態かで異なる。
- ③初期相対密度が90%を超えることで液状化強度が大きくなる。
- ④過圧密履歴を与えることによって過圧密効果が有効であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 兵動正幸, 荒牧憲隆, 徳原裕輝ら: 六甲アイランド埋立てまさ土の非排水繰返しせん断特性, 土木学会論文集, No. 582/III-41, pp87-98, 1997.12
- 2) 風間基樹, 加賀谷俊和, 柳澤栄司: まさ土の液状化抵抗の特殊性, 土木学会論文集, No. 645/III-50, pp153-166, 2000.3

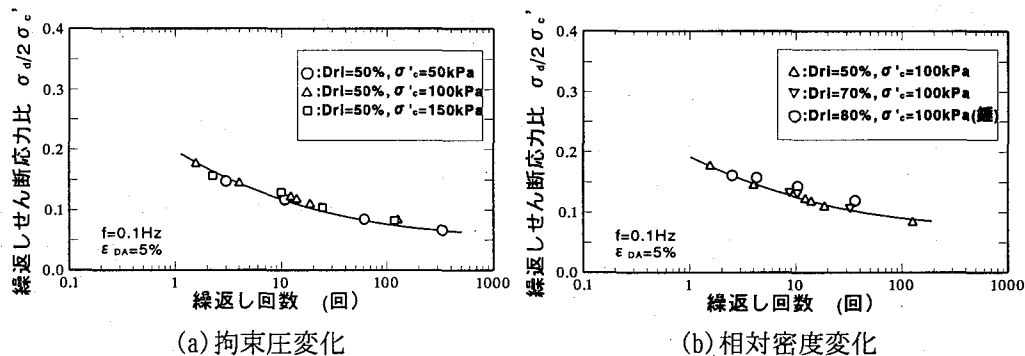


図-2 液状化強度曲線(空中)

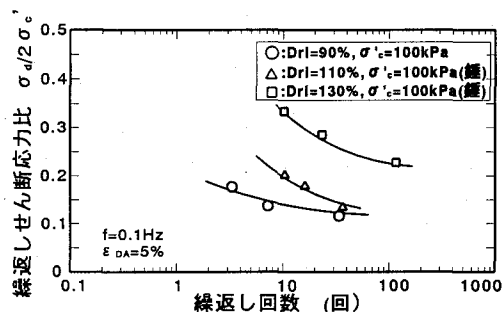


図-3 液状化強度曲線(水中)

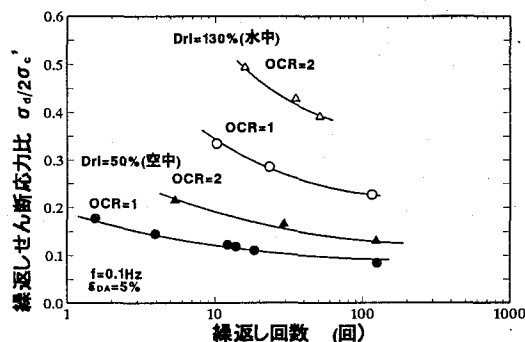


図-4 液状化強度曲線(OCR 比較)