

供試体作成方法に着目した砂の液状化特性

福岡大学 学生会員 ○下井田 貴史 正会員 佐藤 研一
西部ガス(株) 正会員 木下 貴夫 正会員 吉田 信夫

1. まえがき

筆者らはこれまでに、ガス導管工事に用いる埋戻し砂の非排水せん断挙動を、単調及び繰返し条件下において調べてきた¹⁾²⁾。また、同時に建設発生土の再利用のための消石灰混入による液状化強度の増加の影響についても調べている。しかし、これまでの空中落下法による飽和供試体作成では、炭酸ガスを使用するため、消石灰との化学反応が問題となる。そのため、事前に煮沸させ十分に脱気させた砂試料と消石灰の混合試料を用いて水中落下法による供試体作成を行うことにした。ここでは、消石灰混入の影響を調べる前に、この供試体作成方法の違いが液状化強度に及ぼす影響について緩詰め($D_r=40\%$)の豊浦標準砂を用いて調べた結果について報告する。

2. 試験方法

実験に用いた試料は、豊浦標準砂($G_s=2.65$ 、 $e_{max}=0.962$ 、 $e_{min}=0.622$)である。なお供試体(直径約7.5cm、高さ約15cm)は、空中落下法と水中落下法により作成し、目標相対密度を $D_r=40\%$ に設定する。供試体作成法のフローチャートは図-1に示す。また、実験はバックプレッシャー $\sigma_{bp}=98\text{kPa}$ を載荷後、 B 値が0.96以上になったことを確認の上、拘束圧 $\sigma'_c=98\text{kPa}$ で等方圧密を行った。その後、非排水条件のもと両振り繰返し試験を実施する。所定の応力比で繰返しせん断を行い、両振幅ひずみが10%に達したらせん断を終了させた。

3. 実験の結果及び考察

空中落下法と水中落下法のそれぞれの供試体において、同一応力比で非排水せん断を行った場合の時刻歴を図-2(a),(b)に示す。空中落下法で作成した供試体は、およそ18回で両振幅ひずみが10%に達したのに対し、水中落下法で作成した供試体は、およそ4.5回で両振幅ひずみが10%に達している。これは、同一密度であるにもかかわらず空中落下法により作成した供試体の方が、液状化に至るのにより多い回数が必要とすることを示している。また、空中落下法では、間隙水圧比が0.6を越えたあたりから急に変形が進行し、破壊に達しているのに対し、水中落下法では、間隙水圧比が0.4を越えたあたりから急激に増大し、それに伴って軸ひずみも急激な増加とともに破壊に至っている。これは、水中落下法の供試体が間隙水圧の上昇による流動化を引き起こしたためと考えられる。図-3(a),(b)に、繰返し応力比 $\tau/p'_v=0.14$ における有効応力経路図を示す。水中落下法は空中落下法に比べ、繰返し回数に対する平均有効主応力の減少が著しく、平均有効主応力が40~60(kPa)付近で急激な有効応力の低下とともに流動化現象を起こしていることがわかる。これは、ほぼ、全実験における応力比においても同様な現象が確認された。次に、図-4(a),(b)に軸差応力~軸ひずみの関係図を示す。水中落下法は、軸差応力が30(kPa)で伸長側のひずみが急激に増大している。これは、前述した有効応力が急激な低下を示した点と一致しており、流動化が起こるとひずみが急激に増大することがわかる。また、水中落下法は、空中落下法に比べ、伸長側でのひずみの増加が著しくなっており、大きな強度異方性を示している。図-5に両振幅ひずみ $DA=5\%$ で整理を行った液状化強度曲線を示す。繰返し回数 $N=20$ 回に対する応力比を比較するとわかるように、水中落下法は空中落下法に比べて液状化強度が小さいことがわかる。この様に供試体作成方法の違いは、液状化の挙動を大きく左右していることがわかる。空中落下法で作成された供試体は、試料をある一定の高さから均一に落下させ一様な堆積層を形成するのにに対し、水中落下法で作成された供試体は、供試体作成時に試料をスプーンで一定量取り流し込むため、不均一な堆積層が形成されてしまう。砂の堆積状態の違いは、液状化に大きく影響を及ぼしていることがわかる。

4. まとめ

(1)水中落下法で作成された供試体は、空中落下法で作成された供試体より同一条件下で液状化に対して弱い挙動を示す。(2)水中落下法で作成された供試体は、流動化の現象を確認できる。(3)水中落下法で作成された供試体は、空中落下法で作成された供試体に比べ伸長側でのひずみが顕著であり大きな強度異方性を示す。(4)供試体作成方法の違いは砂の堆積状態を変化させ、液状化に至る挙動に大きな影響を与える。

空中落下法による供試体作成法 水中落下法による供試体作成法

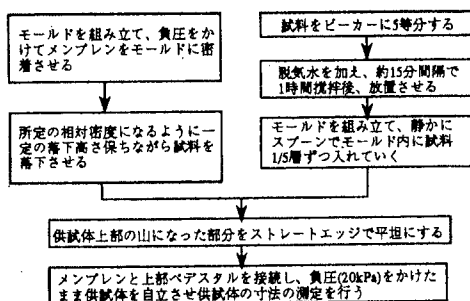
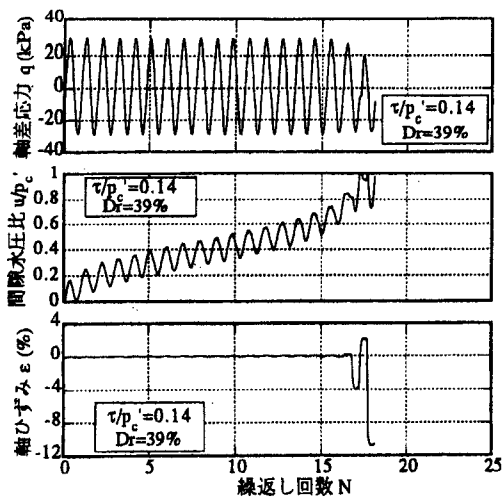
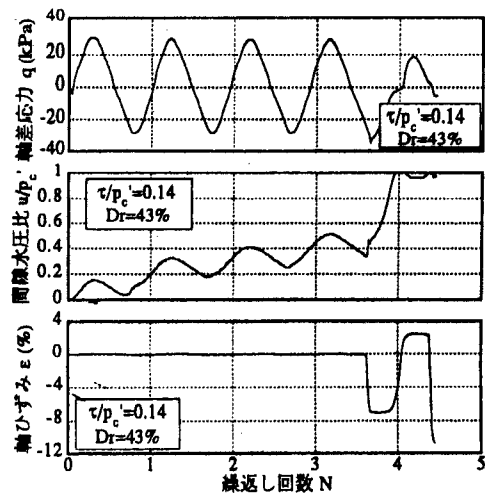


図-1 供試体作成法のフローチャート

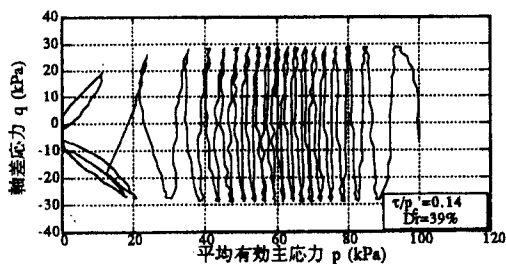


(a) 空中落下法

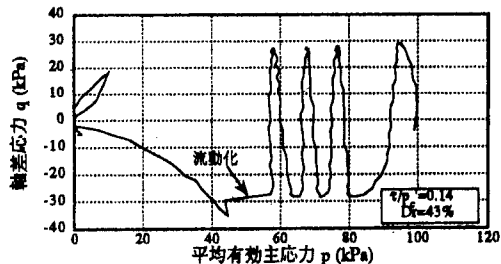


(b) 水中落下法

図-2 時刻歴

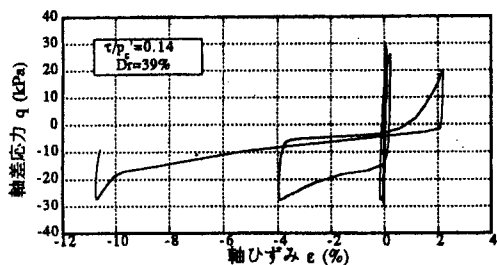


(a) 空中落下法

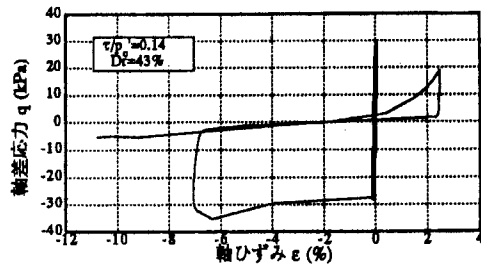


(b) 水中落下法

図-3 有効応力経路図



(a) 空中落下法



(b) 水中落下法

図-4 軸差応力～軸ひずみ関係図

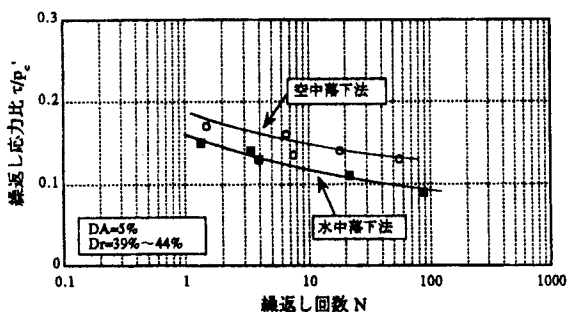


図-5 繰返し回数と繰返し応力比の関係

参考文献

- 1) 木下 貴夫他：埋戻し砂の非排水せん断挙動
平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演集pp570-571,1996
- 2) 木下 貴夫他：消石灰を混入した豊浦標準砂と埋戻し砂の非排水せん断特性、第31回地盤工学研究発表会講演集、pp711-712,1996