

福岡大学 工学部 学生会員 ○田辺 柘次  
 同 上 正会員 佐藤 研一  
 同 上 正会員 吉田 信夫  
 西部ガス総合研究所 正会員 木下 貴夫

1. まえがき 近年、セメント安定処理土を用いた地盤の液状化防止対策に関する研究<sup>1)2)</sup>が行われている。そこで、著者らはガス導管の埋設時に用いる埋戻し砂に着目し、液状化対策工法の1つである石灰混合処理工法を行うため、埋戻し砂の液状化特性について研究を行っている。また、ガス導管埋設工事等で発生する掘削残土の再利用化のために改良土の力学特性の把握<sup>3)</sup>を目的とした研究も同時に行っている。そこで、通常ガス導管埋設工事に用いられている埋戻し砂の液状化特性を把握するため、消石灰混入量の影響を調べる前段階として供試体作成方法の違いが液状化特性に及ぼす影響について検討し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、現在、福岡市で使用しているガス、水道などの埋戻しに用いられている砂質土であり、2mmふるいを通した埋戻し砂を用いた。図-1に試料の粒径加積曲線を示す。埋戻し砂の均等係数は8.32、豊浦標準砂は1.58であり、豊浦標準砂と比較するとかなり大きく、0.1mm以下の細粒分が多く含まれていることがわかる。供試体作成方法としては、直径約75mm、高さ約150mmの供試体を用い目標相対密度(Dr=80%)となるように図-2のフローチャートに沿って水中落下法と空中落下法で供試体作成を行った。その後、背圧を98kPa与えて飽和させB値検定を行い、B値が0.96以上なら所定の拘束圧(p<sub>c</sub>'=98kPa)で等方圧密を行った。圧密終了後、非排水条件の下で振幅一定の正弦波(0.1Hz)において空圧制御方式により圧縮側から載荷し、両振幅ひずみ(DA)が10%に達するとせん断を終了させた。

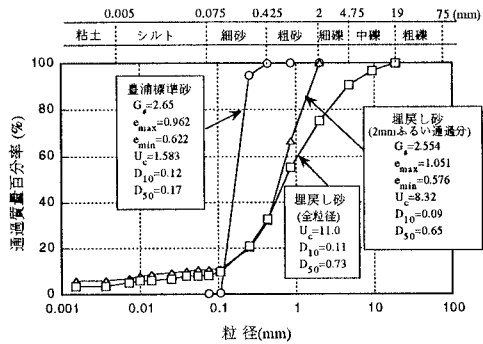


図-1 粒径加積曲線

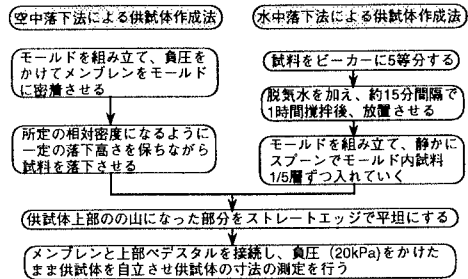


図-2 供試体作成方法のフローチャート

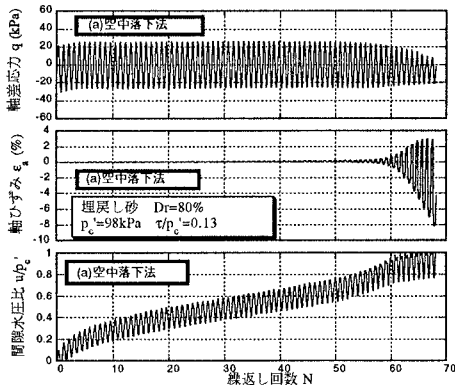


図-3(a) 時刻歴(空中落下法)

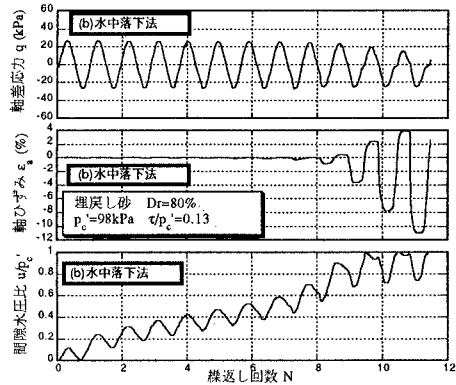


図-3(b) 時刻歴(水中落下法)

キーワード：液状化、埋戻し砂、供試体作成方法、応力経路、ひずみ  
 連絡先：☎ 814-01 福岡市城南区七隈 8-19-1 ☎ 092-871-6631-(6481)

**3. 試験結果及び考察** 図-3(a),(b)にそれぞれ埋戻し砂の空中落下法と水中落下法による繰返し応力比  $\tau/p'_c=0.13$ 、相対密度  $Dr=80\%$  の繰返し回数  $N$  と軸差応力  $q$ 、軸ひずみ  $\epsilon_a$ 、過剰間隙水圧比  $u/p'_c$  の時刻歴を示す。この図より空中落下法は、約68回付近で過剰間隙水圧比が1.0に達するのに伴い両振幅ひずみが10%を越えているのに対し、水中落下法では、約8回付近で過剰間隙水圧比が1.0になり両振幅ひずみ10%に達している。図-4は、同一応力比、同一密度の条件下における埋戻し砂の有効応力経路図をそれぞれ示している。この図より水中落下法により作成された供試体は、空中落下法と比較すると繰返しに伴う平均有効主応力の低下量が大きく、少ない繰返し回数でサイクリックモビリティを示し、液状化状態に達している。次に、同一条件下における軸ひずみ  $\epsilon_a$  と軸差応力  $q$  の関係を図-5に示している。この図では、圧縮側より伸張側の方でひずみ量が大きいことから土の異方性の影響が顕著に現われており、水中落下法では、空中落下法よりひずみ増加量が急激に大きくなっていることから、水中落下法による供試体のせん断抵抗は空中落下法に比べ弱いことが明らかにされた。図-6に最大過剰間隙水圧比  $(u/p'_c)_{max}$  と繰返し回数  $N$  の関係を示しているが、空中落下法では過剰間隙水圧が徐々に発生しているのに対し、水中落下法では急激な過剰間隙水圧の上昇が確認でき、供試体作成方法の違いが明確に現われている。図-7は、両振幅ひずみ  $DA$  と繰返し回数  $N$  の関係を示している。この図より水中落下法は、空中落下法に比べかなり少ない繰返し回数で両振幅ひずみが10%に達していることが確認された。そして、埋戻し砂の液状化強度を明らかにするために、空中落下法および水中落下法で作成された供試体について両振幅ひずみ  $DA=5\%$  に達した時点の繰返し回数  $N$  と繰返し応力比  $\tau/p'_c$  の関係を図-8に示す。また、豊浦標準砂の空中落下法と比較できるように豊浦標準砂のデータも載せた。埋戻し砂においては、水中落下法に比べ空中落下法の方が、液状化に対する抵抗が大きいことが分かった。また、豊浦標準砂の空中落下法と埋戻し砂の空中落下法を比較して、明らかに埋戻し砂の方が液状化強度が豊浦標準砂より小さいことがわかる。これにより、砂試料による違いが分かった。

**4. あとがき** 今回の実験により水中落下法で作成された供試体の液状化強度は、空中落下法で作成された供試体に比べて小さいことが明らかになった。これは、水中落下法で作成した供試体は、空中落下法で作成された供試体に比べ堆積状態が不均一であるためと考えられる。今後は、現場施工を考慮した方法で供試体を作成し検討を行い、さらに、改良土を用いた液状化防止対策を検討するため、消石灰を混入し、液状化強度を増加させる方法についても調べる予定である。最後に、実験を実施するにあたり福岡大学卒業生下井田貴史君(現鹿児島県住宅供給公社)、橋本浩一君(現福岡県)、松下繁樹君(現日本道路公団)の協力を受けたことに謝意の意を表します。

(参考文献) 1)山本哲郎他:砂～シルト地盤に対する液状化対策としてのセメント安定処理の効果に及ぼす粒径の影響,土木学会論文集, No541/Ⅲ-35, pp.133-146, 1996 2)善巧企他:セメント混合した砂質土埋立法に関する研究, 港湾技研資料, No579, pp.1-41, 1987 3)木下貴夫他:ガス導管工事に用いる埋戻し砂の液状化特性, 平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演集, pp.424-423, 1997

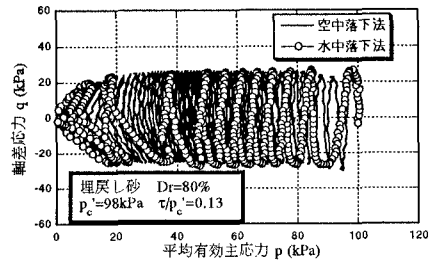


図-4 有効応力経路図

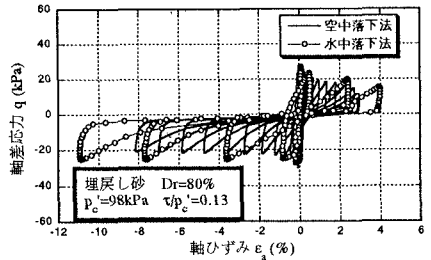


図-5 軸差応力と軸ひずみの関係

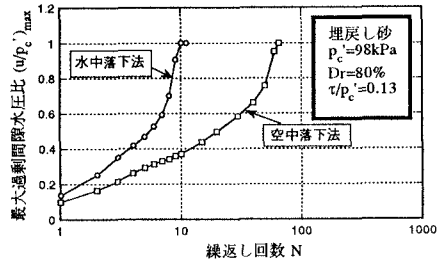


図-6 両振幅ひずみと繰返し回数の関係

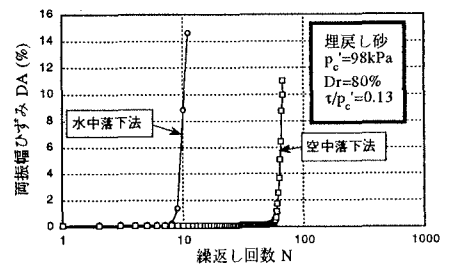


図-7 最大過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係

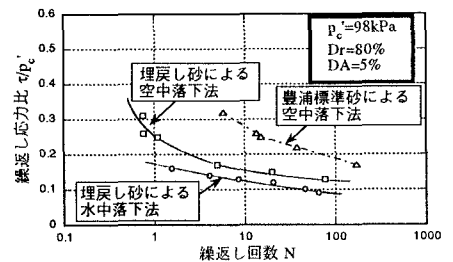


図-8 液状化強度曲線