

ガス導管工事に用いる埋戻し砂の液状化特性

西部ガス 総合研究所 正会員 〇木下 貴夫

福岡大学 工学部 学生会員 田辺 祐次

同 上 正会員 佐藤 研一

同 上 正会員 吉田 信夫

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が行われている^{1) 2)}。そこで、筆者らは^{3) 4)}、省資源、環境安全を図るために、ガス導管埋設工事に伴い発生する掘削残土の再利用(改良土)と液状化対策工法に関する研究を開始し、報告している。今回、通常の工事に用いる埋戻し砂の液状化特性を把握し、豊浦標準砂との比較検討を行った結果を報告する。

2. 試験方法 試料は、通常の工事に使用されている埋戻し砂と豊浦標準砂を用いた。粒径加積曲線を図-1に示す。埋戻し砂の均等係数は、豊浦標準砂に比べ大きく、0.1mm以下の細粒分含有率が多い。しかし、最大粒径26mmを含む(図中□印)、使用する供試体径と粒径の大きさを考慮すると、2mmふるい通過分の試料(図中○印)を用いた。実験は、直径75mm、高さ150mmの円筒モールドに、空中落下法で目標相対密度($D_r=40.80\%$)となるように供試体を作成後、間隙空気を二酸化炭素で置換し、脱気水を通水した後、背圧を98kPaを与えて飽和させている。B値が0.96以上得られたら所定の拘束圧($p'_v=98\text{kPa}$)で等方圧密した後、非排水状態で振幅一定の正弦波(0.1Hz)を用いて空圧制御方式により圧縮側から載荷し、両振幅軸ひずみ(DA)が10%に達するとせん断を終了した。

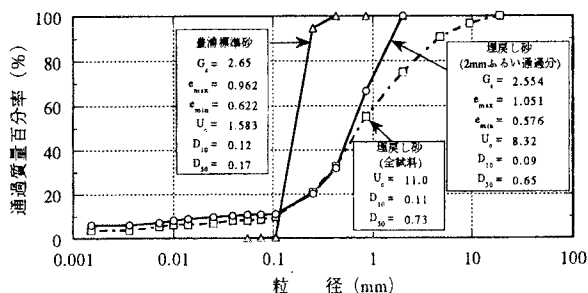


図-1 粒度分布

3. 試験結果及び考察 相対密度 $D_r=80\%$ 、繰返し応力比 $\tau/p'_v=0.25$ における豊浦標準砂と埋戻し砂の繰返し回数と軸差応力、軸ひずみ、過剰間隙水圧比のそれぞれの関係を図-2、図-3に示す。豊浦標準砂は、繰返し回数の増加と共に過剰間隙水圧が徐々に上昇し、繰返し回数10回目付近で初期液状化に至り、残留変形が徐々に蓄積されている。これに対し埋戻し砂は、繰返し回数2回目で急激に過剰間隙水圧が上昇し、両振幅軸ひずみDAも5%を超え液状化に至っている。このように同一密度、同じ繰返し条件にも関わらず、非排水繰返しのせん断挙動が大きく異なっていることがわかる。また、図-4の有効応力経路を見ると、埋戻し砂は、繰返し載荷直後から急激な有効応力の低下を示し、伸張側に移動した直後から、急激な有効応力の低下と共にサイクリックモビリティの挙動を示している。図-5に示す繰返し回数と最大過剰間隙水圧比の関係をみてても、埋戻し砂は過剰間隙水圧の発生が急激であることがわかる。そこで、埋戻し砂の液状化強度を明らかにするために、相対密度 $D_r=40\%$ と 80% のそれぞれについて、両振幅軸ひずみDA=5%に達した時点の繰返し回数と繰返し応力比の関係を図-6、図-7に示す。相対密度 $D_r=40\sim 50\%$ では、繰返し応力振幅比0.15以下で埋戻し砂の相対密度が豊浦標準砂より大きいにもかかわらず液状化強度が小さくなっているが、応力比が大きくなるにつれて、その差が小さくなっている。一方、相対密度 $D_r=80\%$ では埋戻し砂の液状化強度が豊浦標準砂よりも明らかに小さくなっている。

4. あとがき 以上の結果から、埋戻し砂の液状化強度は、豊浦標準砂より小さいことが明らかになった。一般的に細粒分の多い土ほど、液状化しにくい傾向があることが知られているが、実験に使用した埋戻し砂の細粒分含有率は10%程度と少ないため、液状化強度の増加には影響を及ぼさないと考えられる。そのため、ガス工事に使用している埋戻し砂は供試体粒径等の影響を考慮しても地震時の液状化強度をあまり望めないことが示唆された。今後、現場施工を考慮した方法で供試体を作成し、埋戻し砂の液状化特性を最終的に評価する予定である。また、改良土を用いた液状化防止対策の可能性を検討するために、埋戻し砂及び豊浦標準砂に石灰を混入した試料での液状化特性を把握する予定である。

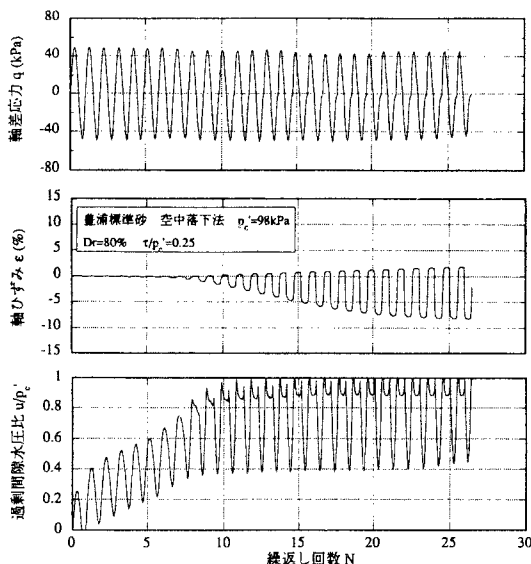


図-2 豊浦標準砂の時刻歴

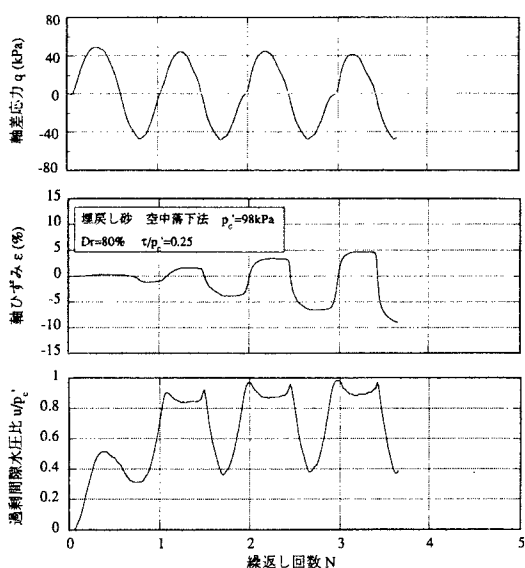


図-3 埋戻し砂の時刻歴

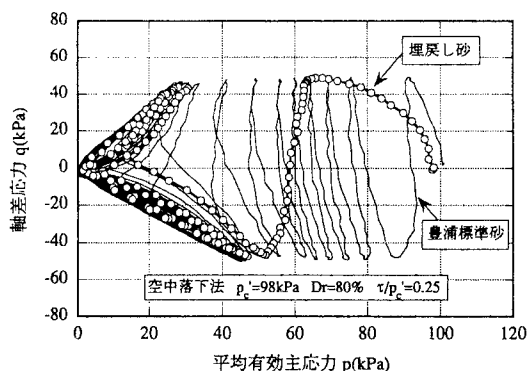


図-4 有効応力径路

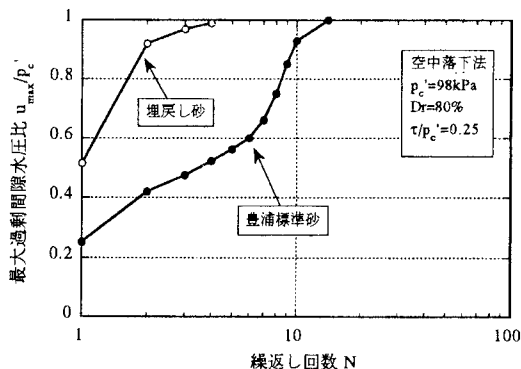


図-5 繰返し回数と最大過剰間隙水圧比の関係

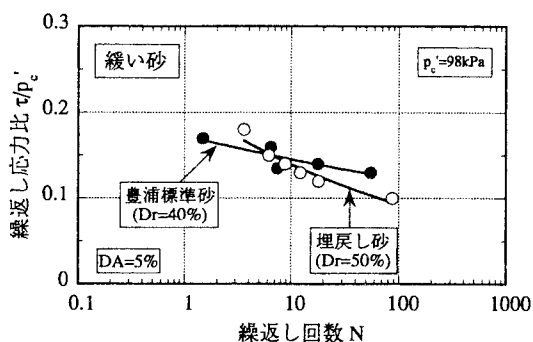


図-6 繰返し回数と繰返し応力比の関係（緩い砂）

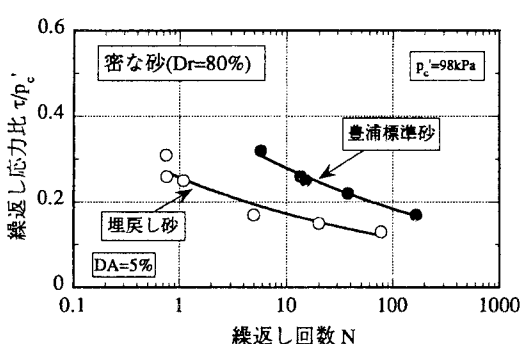


図-7 繰返し回数と繰返し応力比の関係（密な砂）

【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度の影響，土木学会論文集，No.541/Ⅲ-35，pp133-146，1996.3 2)善功企他：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，No.579，pp1-41，1987 3)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 4)木下貴夫他：消石灰を混入した豊浦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.