

III-A 96

ガス導管埋設工事に用いられる埋戻し砂の液状化特性

西部ガス 総合研究所 正会員○木下 貴夫 坂井 孝一  
 福岡大学 工学部 正会員 吉田 信夫 正会員 佐藤 研一

1. まえがき

1993年北海道南西沖地震において、埋戻し材料の液状化が主な原因と考えられる下水道管の被害が発生した<sup>1)</sup>。そこで、筆者らは<sup>2) 3)</sup>、これまでにガス導管埋設工事に用いられる埋戻し材料（埋戻し砂、改良土等）に着目し、その液状化特性を把握するための研究を開始し、報告している。今回、繰返し三軸試験により一般の工事によく用いられ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のでその概要を報告する。

2. 試験方法

試験に使用した試料は、豊浦砂 ( $G_s=2.650, e_{max}=0.962, e_{min}=0.622$ ) と当社のガス導管埋設工事に使用されている 2 mmふるい通過分の埋戻し砂 ( $G_s=2.554, e_{max}=1.051, e_{min}=0.576$ ) を用いた。粒径加積曲線を図-1に示す。埋戻し砂は細粒分含有率が多く、均等係数も豊浦砂に比べ大きく、粒度分布が良い試料である。供試体(直径約75mm,高さ約150mm)は、空中落下法で目標相対密度( $D_r=40%$ )となるように作成した後、脱気水を通水し、背圧( $\sigma_{hp}=98kPa$ )を与えて飽和させた。そして、B値が0.96以上得られたら所定の拘束圧( $p'_c=98kPa$ )で等方圧密している。試験は、非排水状態で振幅一定の正弦波(0.1Hz)を空圧制御方式により圧縮側から载荷し、軸ひずみ両振幅(DA)が10%に達するとせん断を終了した。

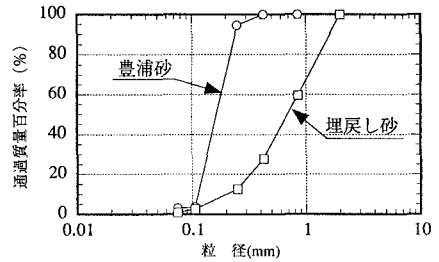


図-1 粒径加積曲線

3. 試験結果及び考察

繰返し応力比  $\tau/p'_c=0.13, p'_c=98kPa$ での豊浦標準砂と埋戻し砂の軸差応力、軸ひずみ、過剰間隙水圧比、の時刻歴を図-2、図-3に示す。図-2の豊浦標準砂は、繰返し回数の増加と共に過剰間隙水圧が徐々に上昇しており、繰返し回数34回目付近で初期液状化に至っている。一方、図-3の埋戻し砂は、繰返し回数初期から過剰間隙水圧が発生しており、過剰間隙水圧比が0.6を超えると急激に上昇すると共に軸ひずみも一挙にDA=10%となり液状化に至っている。このように同一の繰返し応力比における液状化に至るまでの過剰間隙水圧の上昇過程、軸ひずみの発生過程に試料の違いが見られる。また、図-5に示す埋戻し砂の有効応力径路は、図-4に示す豊浦標準砂と比較して、ほぼ同一の繰返し応力比にもかかわらず少ない繰返し回数で破壊線に沿った挙動を示している。さらに、図-6に示す軸差応力と軸ひずみの関係からも、埋戻し砂は流動変形後の剛性の低下が急激であることが分かる。

そこで、埋戻し砂の液状化強度を調べるために、DA=10%の繰返し応力比～繰返し回数の関係を図-7に示す。なお、豊浦標準砂及び全国一斉载荷試験結果<sup>4)</sup> ( $D_r=50%$ )も併せて示す。図より、埋戻し砂は、豊浦標準砂と比較して各々の繰返し応力振幅比においても繰返し回数が少なく液状化強度が低いことが分かる。また、全国一斉载荷試験結果と比較してみても、繰返し応力振幅比0.15以上においては大差がないが、それ以下において液状化強度が低くなっている。これは、図-3に示すように豊浦標準砂と比較して埋戻し砂の過剰間隙水圧の発生に伴う変形量が急激であるためと考えられる。また、粒度分布から考えると液状化強度は埋戻し砂より豊浦砂の方が小さいと考えられるが、供試体作成時に埋戻し砂の細粒分が飛散したことも原因の一つと思われる。

4. あとがき

ガス導管埋設工事に用いられる埋戻し砂の液状化特性を調べた。その結果、埋戻し砂の液状化強度は豊浦標準砂より低いことが分かった。埋戻し砂は繰返し回数初期から過剰間隙水圧が発生し、流動変形後の剛性の低下が急激であることが要因と考えられる。しかし、埋戻し砂の細粒分の飛散等の供試体作成時の影響が考えられるために、供試体作成後の埋戻し砂の粒度分布の再検証が必要であると思われる。今後、初期条件（相対密度、拘束圧、供試体作成方法）の違いによる試験を実施し、埋戻し砂の液状化特性を最終的に評価する予定である。

最後に本研究を進めるにあたり、福岡大学道路土質研究室 前田智作君(現日本道路公団)、植田信明君(現広島県警)、高地和広君(現防衛施設庁)、竹崎聡君(現福岡大学大学院)に協力して戴いた。末筆ながら感謝する次第である。

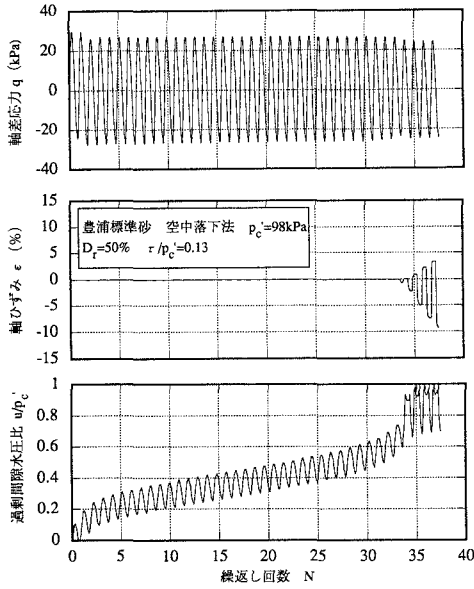


図-2 豊浦標準砂の時刻歴

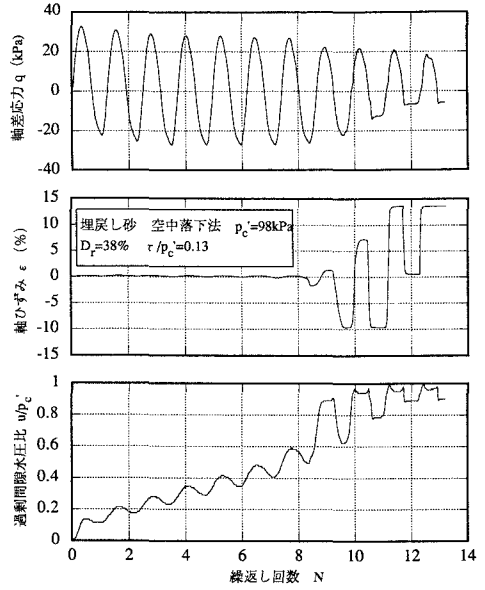


図-3 埋戻し砂の時刻歴

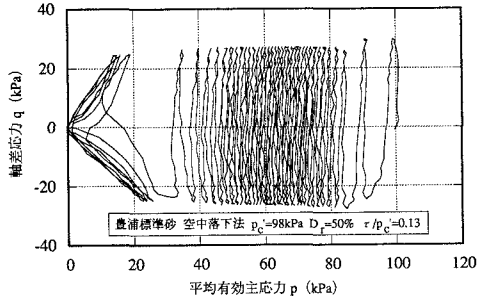


図-4 豊浦標準砂の有効応力経路

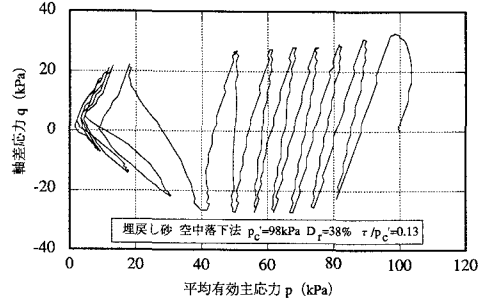


図-5 埋戻し砂の有効応力経路

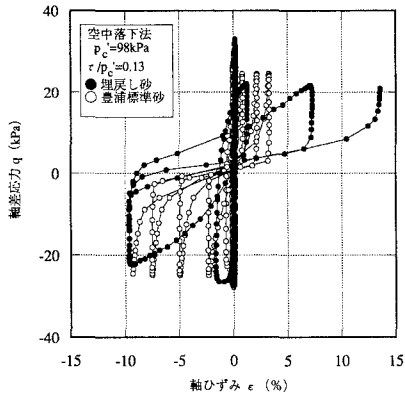


図-6 軸差応力～軸ひずみ関係

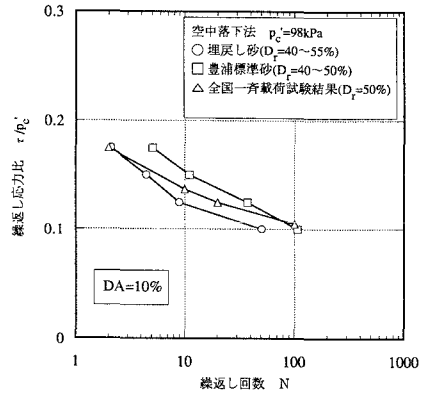


図-7 繰返し応力比～繰返し回数関係

【参考文献】1)安田進・山田桂介：北海道南西沖地震による長万部町の下水道被害に関する考察，第30回土質工学研究発表会講演集，1995 2)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，1996 3)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回土質工学研究発表会講演集（投稿中），1996 4)上岐祥介・他：飽和豊浦砂の繰返し非排水三軸試験における変形特性に及ぼす諸要因に関する共同研究報告—統報—，室内試験法及び試験結果の解釈と適用に関するシンポジウム発表論文集，1984