

Ⅲ-A86

ガス導管埋戻し工事における発生土及び埋戻し砂の液状化特性

福岡大学 大学院 学生員 ○稲光 真一

福岡大学 工学部 正会員 佐藤 研一 吉田 信夫

西部ガス総合研究所 永住 修平 森 研二

1. はじめに

近年の北海道南西沖地震¹⁾や兵庫県南部地震では、ガス導管等の地中埋設管がその周辺地盤の液状化現象により破損等の被害を受けたことが報告されている。特に福岡市を始めとする全国の都市において埋戻し工事²⁾のほとんどが、良質な砂による締め固め工法が行われている。そのため、粒径の均一な砂地盤が形成されるため、液状化に対する抵抗力が小さいと考えられる。そこで本研究では、福岡市で実際に用いられている埋戻し砂の液状化特性について繰返し三軸試験により調べた。また、同時に今後の掘削工事に伴う建設発生土の有効利用の観点から、発生土を粒度調整した粗粒砂及びガス導管工事現場の発生土についても同様の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験に用いた試料は、ガス導管埋戻し工事に使用されている埋戻し砂 2 種類 (A、B) 試料、粒度調整粗粒土及び掘削発生土の 4 種類である。図-1 及び表-1 に実験に用いた試料の 2mm ふるい通過分の粒度分布及び物理的性質を示す。2 種類の埋戻し砂 A、B は細粒分含有率が 10% 以下であり、福岡市の基準を満足している。粗粒土は、砂質系の建設発生土を粒度調整した試料であり、細粒分が埋戻し砂と比較して少なく粒径の均一な試料である。また、今回用いた建設発生土は、福岡市内のガス導管敷設工事における掘削土である。細粒分が約 30% と他の試料に比べ多いが、比較的粒径の良質な発生土である。実験は、直径 7.5cm 高さ 15cm の円筒モールドに最適含水比によるウェットタンピング法³⁾ (WT 法) で相対密度 $Dr=80\sim90\%$ の密詰めの供試体を作成した。その後、水通しを行い、背圧 $\sigma_{BP}=98\text{kPa}$ を与え供試体の飽和を高めた。B 値が 0.96 以上得られたら所定の拘束圧 $p'_c=98\text{kPa}$ で約 1 時間で等方圧密した後、非排水状態で振幅一定の 0.1Hz 正弦波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% になるとせん断を終了させた。表-2 には各試料に対する実験条件を示した。

3. 実験結果と考察

図-3(a),(b),(c)及び(d)に埋戻し砂 A、B、粗粒土及び建設発生土それぞれの有効応力経路図を示す。埋戻し砂は A、B ともに供試体が非常に密な状態であるにもかかわらず、平均有効主応力の低下が著しいことがわかる。一方、粗粒砂及び建設発生土は、埋戻し砂と比べると繰返しに対する抵抗が大きく、特に粗粒土は、せん断初期に膨張傾向を示し、液状化に至るまでに数多くの繰返し回数を要している。次に図-4 に図-3 と同様の条件における軸差応力-軸ひずみの関係を示す。この図から埋戻し砂の A、B ともに、有効主応力の急激な低下とともに

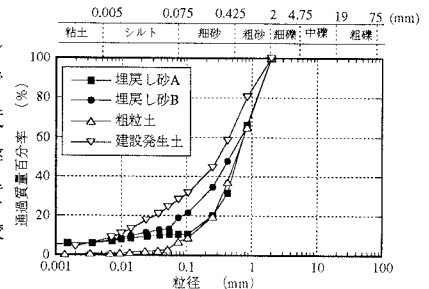


図-1 実験試料の粒径加積曲線

表-1 現場採取試料の物理特性

	埋戻し砂 A	埋戻し砂 B	粗粒土	建設発生土
比重 G_s	2.554	2.720	2.647	2.633
均等係数 U_c	24.7	45.5	6.2	48.6
50% 粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.61	0.45	0.58	0.30

表-2 実験条件

	応力比 τ/p'_c	相対密度 (%)	乾燥密度 (kN/m^3)
埋戻し砂 A	0.08	81.5	15.35
	0.10	85.1	15.51
	0.11	88.7	15.67
	0.13	86.9	15.57
	0.14	86.1	15.55
	0.17	89.5	15.71
	0.10	81.0	15.47
埋戻し砂 B	0.12	82.4	15.54
	0.15	82.1	15.52
	0.17	81.9	15.51
	0.19	81.6	15.50
	0.25	85.2	15.68
	0.15	84.8	15.22
	0.19	83.3	15.18
粗粒土	0.23	80.4	15.09
	0.27	83.1	15.17
	0.30	80.9	15.11
	0.11	85.2	14.34
建設発生土	0.14	85.1	14.33
	0.16	84.9	14.32
	0.19	83.6	14.26
	0.21	85.2	14.34
	0.25	80.1	14.08

Key Word: 繰返しせん断、細粒分、埋戻し砂、粗粒砂、建設発生土

連絡先: ☎814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 ☎092-871-6631(6464)

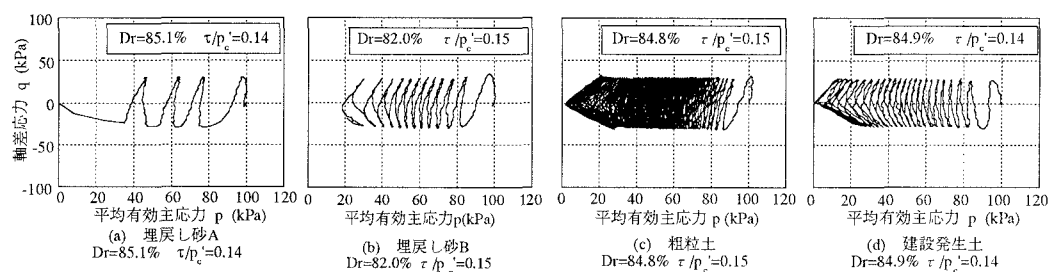


図-2 有効応力経路図

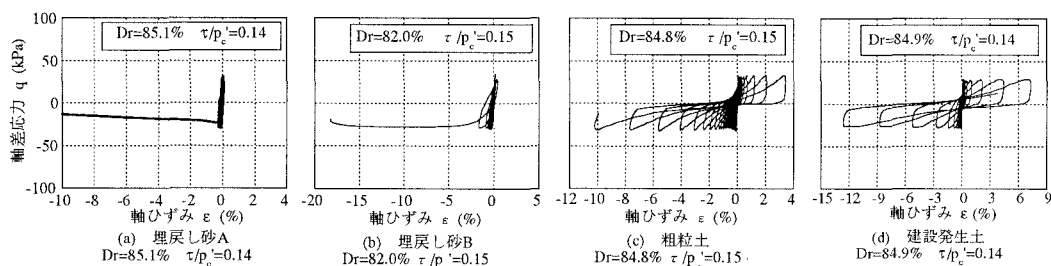


図-3 軸差応力-軸ひずみの関係

に伸張側に大きなひずみが発生し、破壊に至っている。しかし、粗粒砂及び建設発生土は繰返しに対する変形が圧縮及び伸張側に徐々に発生し、破壊に至っている。そこでこれらの試料の液状化強度を調べるために両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に達した時の繰返し回数と繰返し応力比 τ/p'_0 の関係を図-5 に示している。その結果、粗粒砂は試料の中で最も強度が強いことがわかる。これに対し、埋戻し砂は2種類ともに強度が弱く、均等係数の小さいA試料が液状化強度が小さい結果となった。これらの結果から、土質材料が砂分で構成され粒径が均一な試料であっても、液状化に対する抵抗力が必ずしも弱いわけではないことを示唆している。次に $N=20$ 回における繰返し応力比を液状化強度 R_{20} とした値とそれぞれの試料の細粒分含有率との関係を図-6 に示した。今回用いた試料において細粒分が10～15%程で、液状化強度が最も弱くなっていることがわかった。佐藤ら⁴⁾の研究では、まさ土が細粒分含有率20%で最も液状化強度が弱くなることが報告されており同様な傾向を示した。以上のことから埋戻し材料の粒径において、細粒分含有率が液状化強度に大きく影響することが明らかになった。すなわち、建設発生土の再利用において粒度調整は、液状化対策において重要な問題であることが示唆される。

4. 結論

実験に用いた2種類の埋戻し砂は、いずれも密な状態に締固めた供試体にもかかわらず、他の試料と比較して小さな液状化強度を示した。また、細粒分含有率と液状化強度の関係から発生土の有効利用に対して土質材料の粒径は液状化強度の大きな影響を及ぼすことが明らかになった。最後に、今回の実験において福岡大学卒業生 水田 大輔氏(現 運輸省第4港湾建設局)の協力を受けたことに深く感謝の意を表します。

＜参考文献＞1) 安田進、山田桂介：北海道南西沖地震におけ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概要集、pp.973-974、1995 2) 建設発生土有効利用マニュアル基本案作成検討業務報告書、1章 pp.32、3) 下川ら：ガス導管工事における建設発生土の液状化特性、平成9年度土木学会西部支部研究発表会、其の1、pp.404-405、4) 佐藤ら：細粒分が埋立地盤の液状化に及ぼす影響に関する基礎的研究、土木学会論文集 No.561/III-38、pp.271-282、1997.3

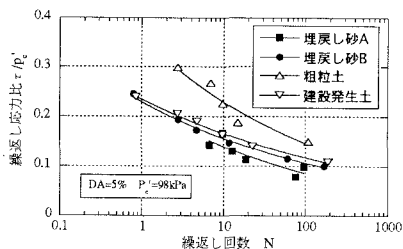


図-4 液状化強度曲線

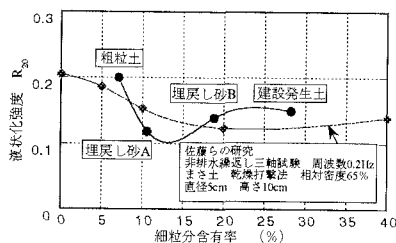


図-5 液状化強度比-細粒分の関係