

埋戻し砂の非排水せん断挙動

福岡大学工学部 正会員 吉田 信夫
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一
 西部ガス(株) 坂井 孝一
 西部ガス(株) 正会員 木下 貴夫

1. まえがき

1993年の北海道南西沖地震では、埋戻し材料の液状化が原因と思われる下水道管の被害が多く発生した¹⁾。一般にガス導管埋設工事は、掘削土を廃棄し、砂で埋戻す工法で施工されている。一方、当社では、環境保全、省資源の観点から、掘削土を適切に処理し(改良土)、埋戻し材料として再利用するための研究開発を行っている²⁾。そこで、改良土の基本的性質から、埋戻し材料に改良土を適用すれば地震時の液状化被害を防止できると考えられた。今回、改良土の液状化特性を把握するための第1ステップとして、静的三軸圧縮・伸張試験により、ガス導管埋設工事に適用されている埋戻し砂の非排水せん断挙動を把握する。

2. 試験方法

試験材料は、ガス導管埋設工事に使用されている2mmふるい通過分の山砂を用いた。粒度分布及び物理特性を図-1、表-1に示す。現在使用されている埋戻し砂は、細粒分含有率が30%と多く、均等係数も豊浦砂に比べ大きいためにかなり粒度分布が良い。供試体寸法は、直径75mm、高さ150mmで空中落下法及びウェットタンピング法で所定の初期相対密度となるように作成した。ウェットタンピング法は、所定の含水比(9%)に調整した埋戻し砂を6層タンピング法により行っている。

供試体作成後、間隙空気を二酸化炭素で置換し脱気水を通水し、背圧を96kPa与えて飽和させている。そして、B値が0.96以上得られたら所定の拘束圧で等方圧密を行った後、非排水条件の下にひずみ速度0.15%/minで静的圧縮・伸張試験を行い、軸ひずみが15%になると試験を終了する。

3. 試験結果及び考察

供試体密度の影響を調べるために、空中落下法で作成した緩詰め砂($Dr=50\%$)と密詰め砂($Dr=80\%$)の供試体を用いて初期拘束圧 $p_c=100\text{kPa}$ で行った試験結果を図-2、図-3に示す。また、同時に $Dr=80\%$ の豊浦砂の結果も示している。

図-2の軸差応力～軸ひずみ関係より、圧縮、伸張側共にその挙動はほぼ同じ傾向を示しており、せん断初期に軸差応力のピーク値が現れ、供試体密度の違いによる軸差応力のピーク値の差は、あまり見られない。しかし、ピーク後の挙動は、初期相対密度及び材料の違いにより異なっている。緩詰め砂は緩やかな軟化傾向に転じ、準定常状態に至った後に残留強度を有しているが、密詰め砂は軸ひずみの進行と共に軸差応力が増大している。一方、密な豊浦砂を見ると軸ひずみの増加と共に急激な軸差応力の増加を示している。

図-3の有効応力経路においても、変相点に至るまで

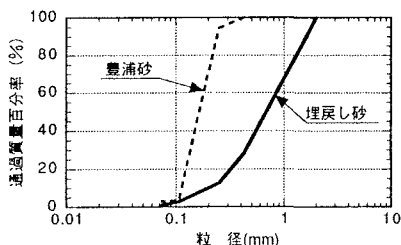


図-1 埋戻し砂と豊浦砂の粒度分布

表-1 材料の物理特性

材料	Gs	e _{max}	e _{min}	ρ _{max}	ρ _{min}	U _c
埋戻し砂	2.554	1.051	0.576	1.621	1.245	3.531
豊浦砂	2.650	0.962	0.622	1.634	1.351	1.667

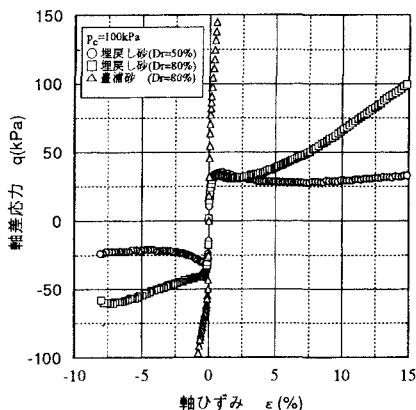


図-2 軸差応力～軸ひずみ関係

の挙動は供試体密度にかかわらずほぼ同様であるが、変相点を迎えた後の挙動において、密詰め砂は膨張傾向を示している。一方、緩詰め砂は膨張を示さずに定常状態に至っている。また、同時に示しているDr=80%の豊浦砂の結果と比較してみると、同一密度にもかかわらず有効応力経路は明らかに異なり、埋戻し砂の方が強い収縮傾向を示し、強度も弱いことが分かる。

次に供試体作成方法の影響を調べるために、空中落下法及びウェットタンピング法で作製した密詰め砂(Dr=80%)の供試体を用いて初期拘束圧 $p_c=200\text{kPa}$ で行った試験結果を図-4、図-5に示す。

図-4の軸差応力～軸ひずみ関係より、ウェットタンピング法は、空中落下法と比較して、圧縮、伸張側共にピークに達した後、軸ひずみの増加と共に軟化傾向を示し定常状態に至っている。今回の試験は、軸ひずみ15%で終了としているが、継続的にせん断を進めると流動変形になることが予測される。

図-5の有効応力経路からも、ウェットタンピング法による結果は、ピーク値に至る経路は空中落下法とはほぼ同一であるが、変相点を迎えることなく、原点に向かって軸差応力が減少一方の軟化挙動を示している。したがって、同一密度において供試体作成法の影響が現れていることが分かる。

4. あとがき

非排水三軸圧縮・伸張試験により埋戻し砂の基本的性質を把握した結果、以下のことが明らかになった。

- (1)埋戻し砂は、初期相対密度に関わらず豊浦砂に比べて、強い収縮性を示し、変相点に至るまで挙動は同一であるが、変相点後の挙動は供試体密度が増加すると膨張傾向を示す。これは、埋戻し砂が、豊浦砂と比較して粒度分布が良く均等係数が高いことが原因と思われる。
- (2)ウェットタンピング法は、空中落下法と比べて顕著な軟化傾向を示したが、今後供試体作成方法についてはさらなる検討が必要である。

最後に本研究の実験を実施するにあたり福岡大学土木工学科道路土質研究室の学生のご尽力を受けた。ここに感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1)安田・山田：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、pp.973-974,1995
- 2)吉田・佐藤・木下：改良土の路盤材への適用に関する研究、第30回土質工学研究発表会、pp.2067-2068,1995
- 3)岡林・兵動・安福・村田：乱した一次しらすの非排水単調および繰返しせん断挙動、土木学会論文集、No.499/III-28,pp.97-106,1994

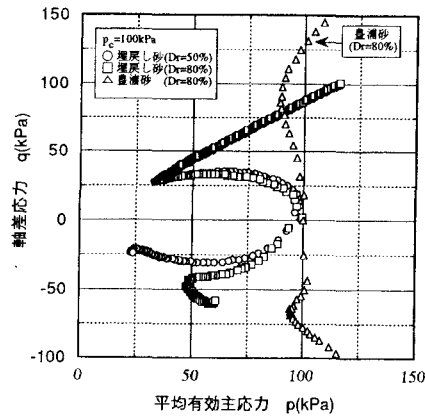


図-3 有効応力経路

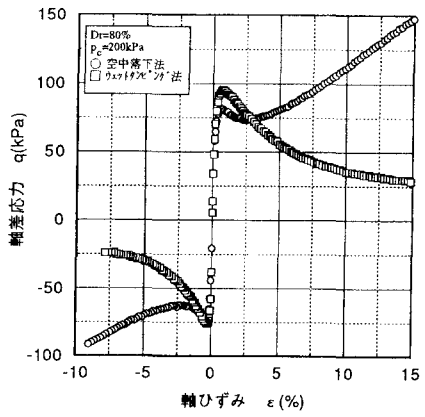


図-4 軸差応力～軸ひずみ関係

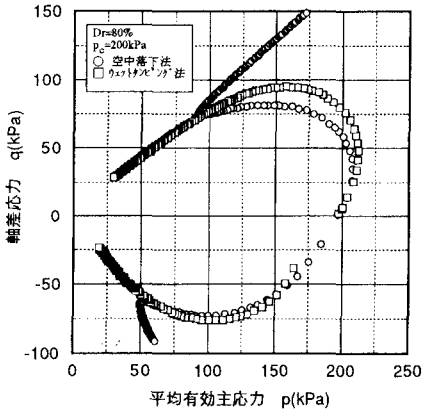


図-5 有効応力経路