

Ⅲ－B316

流動化処理土の一面せん断特性

横浜国立大学工学部 正会員 プラダン テージ、中里 泰子、○田端 憲太郎
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 木幡 行宏、村田 修、矢崎 澄雄
 日本鉄道建設公団 小林 勉、井上 好一

1.はじめに：流動化処理土は高含水比の粘性土を含むあらゆる発生土から作製可能、狭い空間への埋め戻しや充填が容易、締め固めが不要等という特徴から今後その利用度が増加すると考えられる。泥水シールドからの発生土を用いたトンネルインバート材としての利用も報告されている¹⁾。しかし、設計に用いるべき力学的特性の評価はほとんど一軸圧縮試験から求められているのが現状である。より広範囲な条件で使用した場合の精密な力学パラメータの評価および隣接コンクリート構造物との摩擦特性の評価が必要である。本研究では、3種類の配合による流動化処理土に対して一連の定圧一面せん断試験および処理土とコンクリートとの摩擦試験を行ない、強度特性に及ぼす配合条件、鉛直圧力、及び養生日数の影響について調べた。

2.配合および試験方法：本研究で使用した試料は、横浜市 MM21 地区での掘削からの発生土である。粘性土の場合と山砂を混合した場合の流動化処理土(以下 LSS と呼ぶ)を作製した。セメント系固化材として一般軟弱土用の GL10を用いた。発生土および山砂の物理試験結果を表-1 に示す。

表-1 発生土および山砂の物理試験結果

名称	自然 含水比 w_n (%)	土粒子 密度 (g/cm^3)	粒度構成 (%)				液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_p (%)	塑性指数 I_p
			れき分	砂分	シルト分	粘土分			
シル質粘土	71.4	2.644	1.7	14.0	60.3	24.0	83.7	36.5	47.2
山砂	13.9	2.692	1.3	92.6	6.1	—	—	—	—

LSSの配合設計に当たっては、フロー値 200mm 以上、ブリージング率 1%以下、一軸圧縮強さ(28 日) $q_u = 2 \sim 5 kgf/cm^2$ を基本とした。配合 Type1は粘性土のみで、その他は LSS の密度が異なるように砂を配合した。供試体作製に用いた処理土 $1m^3$ あたりの設計配合を表-2 に示す。

表-2 配合表

配合	泥水 密度 (g/cm^3)	処理土 密度 (g/cm^3)	粘性土 (kg)	含水比 (%)	水 (kg)	砂 (kg)	含水比 (%)	固化材 GL10 (kg)
Type1	1.20	1.24	541	71.4	636	—	—	59
Type2	1.20	1.30	493	65.9	616	132	9.96	59
Type3	1.20	1.40	446	65.9	557	338	9.96	59

供試体は直径60mm、高さ20mm で、反力側で垂直力を測定でき、上箱可動型の試験機を用いた。試験は各条件について最低2個行った。試験条件を以下に示す。

① 定圧一面せん断試験 (CP Test)

3種類の配合による供試体に対して養生日数、7、28 日の条件、鉛直応力 $0.5, 1.0, 2.0 kgf/cm^2$ の条件でそれぞれ試験を行った。せん断中鉛直応力は一定となるよう垂直力を制御した。せん断変位速度は $0.2mm/min$ とした。

② コンクリートブロックと流動化処理土の摩擦試験 (Friction Test)

一面せん断試験機を用いて、上せん断箱にコンクリートブロックを設置し、各配合の供試体(養生日数 7 日)に対して鉛直応力 $0.5, 1.0, 2.0 kgf/cm^2$ の条件下摩擦試験を行った。コンクリートブロックの表面は500番のサンドペーパーで磨き、すべての試験において同程度の粗度とした。摩擦試験中鉛直応力を一定に保持した。

③ 一軸圧縮試験:各配合、養生日数 7、28 日の供試体に対して $1%/min$ の軸ひずみ速度で一軸試験を行った。

Key Words: 流動化処理土、一面せん断試験、一軸圧縮試験

連絡先:横浜国立大学工学部、横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5、Tel:045-339-4034

3. 実験結果および考察

典型的な例として配合3に対するせん断応力・せん断変位関係を図-1に、せん断変位・垂直変位関係を図-2に示した。これより低垂直応力下では正のダイレタンシーが顕著で脆性的な破壊挙動を示すことがわかる。他の配合では、どの圧力レベルにおいても負のダイレタンシーのみが生じ、ひずみ軟化挙動は見られなかった。

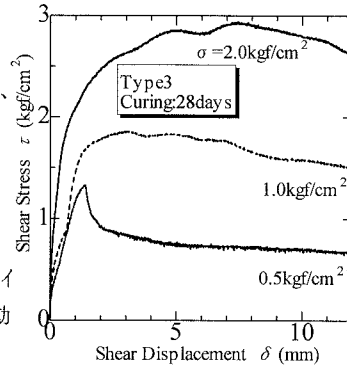


図-1 せん断応力・変位関係

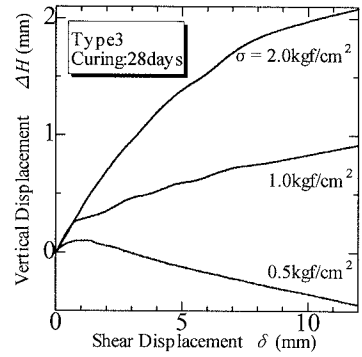


図-2 せん断変位・垂直変位関係

図-3に、CPTestにおける平均的な内部摩擦角 ϕ および粘着力 c と配合の関係

を示した。これより養生日数28日では、砂分含有量が増加し、LSSの密度が増加すると、 ϕ が若干増加し、粘着力が減少する傾向が見られた。一方、養生日数7日の場合は、 ϕ 、 c に配合による差は小さいが、28日のものと比較して ϕ は大きく、 c は小さい。砂の添加によって ϕ 材に近い特性を示したと思われる。

図-4に Friction Test におけるコンクリートとLSSとの摩擦角 ϕ_{if} および、表面粘着力 c_{if} と配合の関係を示した。これより、養生日数7日の場合、配合による摩擦角や粘着力の差はほとんどない事が分かる。ここで注意すべき事は、LSSの内部摩擦角 ϕ よりも2物体間の摩擦 ϕ_{if} の方が小さいことである。すなわち、LSS自体が破壊する前に、LSSと隣接するコンクリート構造物との境界で破壊が生じる事が推測できる。

図-5にCPTestにおけるせん断強度 τ_{max} を同一配合(28日養生)における供試体の一軸圧縮強度 $q_u/2$ で除し、さらに $(\gamma_i/\gamma_w - 1)$ で乗じたものを鉛直応力に対して示した。ここで、 γ_i 、 γ_w

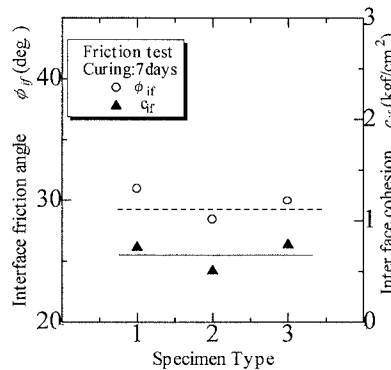


図-4 ϕ_{if} および c_{if} と配合の関係

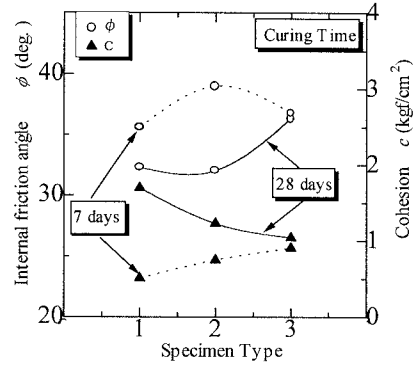


図-3 ϕ および c と配合の関係

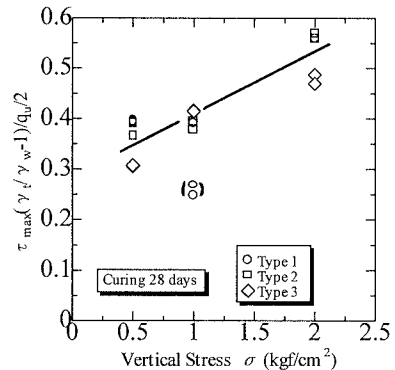


図-5 一軸強さと一面強度の相関

はそれぞれ LSS と水の単位体積重量である。これより、(1) q_u と τ_{max} の間には相関性がある、(2) 鉛直応力の増加に伴い一軸圧縮強度は一面せん断強度より小さくなり、その度合いは配合に依存する、(3) γ_i を考慮すると、任意の配合における q_u から所定の圧力レベルでのせん断強度が得られることが分かる。

4. 結論: (1) 養生 28 日の場合、処理土の砂分含有量が大きくなると粘着力が低下し内部摩擦角が若干増加する傾向が見られた。(2) 養生 7 日の場合、処理土とコンクリートとの間の摩擦係数は配合に依存せず、内部摩擦角より小さい。(3) 高圧力レベルにおいて、一軸圧縮強度は処理土のせん断強度を過小評価する。 γ_i を考慮すると、任意の配合における q_u から所定の圧力レベルでのせん断強度が得られる。

参考文献: 1) 助川(1994), 泥水シールド発生土によるトンネルインバート材の開発、土木学会論文集, 504, VI-25。