

III-509

事前混合処理工法の開発・シュート方式による埋立実験

その4(サンプリング試料の静的・動的強度特性)

五洋建設(株) 正員 小石川 功  
五洋建設(株) 正員 小久保 裕

1. はじめに

事前混合処理工法は、埋立・裏埋・中詰砂に事前に少量の安定材と分離防止剤を混合して新材料(処理土)に改良した後、水中に埋立て、安定した地盤を築造する工法である。今回は、新しいシュート方式を用いて屋外実験を行った。その結果の一部については参考文献1)~3)に報告しているが、ここでは現地でサンプリングした処理土の三軸圧縮試験(CD条件)、繰返し非排水三軸試験および超音波パルス法による室内動的試験を行ったので報告する。なお、処理土の配合は現地強度  $q_{u25} = 2 \text{ kgf/cm}^2$  を目標とした。

2. 実験概要

(1) 使用材料

実験に用いた材料を表-1に示す。安定材添加率(砂質土乾燥重量に対して)は実験ケースごとに7.5, 8, 10%と変化させたが、分離防止剤添加量は75mg/kg一定とした。なお、今回報告する現地試料の安定材添加率は7.5%である。

(2) 処理土のサンプリング

実験終了後、直ちに水槽内の水を排水し、翌日、埋立形状などの測定後、図-1に示すシュート・スカート部直下の位置からブロック(15cm立方の大きさ)を人力作業により切り出した。その後、ブロックを室内恒温室内(20°C)で水中養生した。

(3) 力学試験方法

各試験条件を表-2(a), (b), (c)に示す。

3. 結果および考察

(1) 三軸圧縮試験結果

① 処理土の静的強度特性を調べるため、三軸圧縮試験(CD条件)を行った。図-2に三軸圧縮試験結果を示す。このときの処理土の密度は  $\rho_d = 1.33 \text{ g/cm}^3$  である。体積変化特性は、せん断の初期ではまず供試体は収縮し、せん断が進むにともない収縮から膨張に向っている。また、この傾向は、拘束圧の小さいほど顕著で、軸ひずみが比較的小さいときから正のダイラテンシーが表われている。一方、ピーク強度は、拘束圧の増加にともない増加している。また、ピーク強度時の軸ひずみ(破壊ひずみ)は拘束圧の増加にともない大きくなっていることがわかる。

② 表-3にモールの応力円から得られた、ピーク強度時、軸ひずみ15%時の強度定数を示す。表から、ピーク強度時の粘着力が極めて大きいことが認められる。一方、軸ひずみ15%時は、セメントによる砂粒子間のセメンテーションがほとんどなくなり、粘着力が低下しているのがわかる。なお、強度定数をセカント角度  $\phi_s = \sin^{-1} \left( \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \right)$

表-1 使用材料

材料名	種類
安定材	高炉セメントC種
砂質土	千葉県鬼沼山産山砂 (通称:浅間山山砂)
分離防止剤	強アニオン性ポリアクリルアミド (0.1%濃度-水道水に溶解)
水	水道水

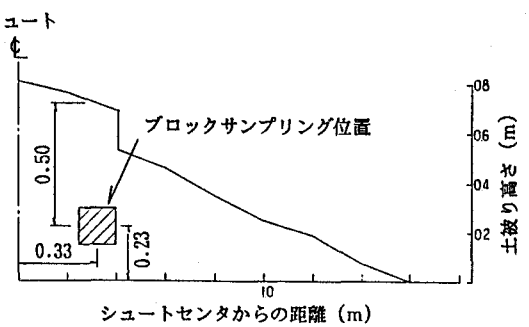


図-1 ブロックサンプリング位置

表-2(a) 三軸圧縮試験(CD条件)

試験条件	内容
拘束圧 $\sigma'_3$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	0.5, 1.0, 2.0
背圧 $\sigma_{BP}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	1.0
ひずみ速度 (%/min)	0.06
最大軸ひずみ (%)	15
材令 (日)	約40

表-2(b) 繰返し非排水三軸試験

試験条件	内容
拘束圧 $\sigma'_3$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	0.5
背圧 $\sigma_{BP}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	2.0
周波数 (Hz)	0.1
応力比	1.178, 1.561, 1.944 2.078, 2.338
材令 (日)	約60

表-2(c) 超音波パルス試験

試験条件	内容
拘束圧 $\sigma'_3$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	1.0

で表現すると、拘束圧  $\sigma'_3 = 2 \text{ kgf/cm}^2$  の場合、ピーク強度時で  $\phi_s = 45^\circ$ 、軸ひずみ15%時で  $\phi_s = 37^\circ$  である。これらのことから、シュート方式で埋立てられた処理土の静的強度特性は、室内試験と同様な特性を示し、<sup>5)</sup>ピーク強度時のせん断強さは十分確保されていると判断される。

(2) 繰返し非排水三軸試験結果

処理土の液状化強度を評価するため、繰返し非排水三軸試験を行った。両振幅軸ひずみ  $\varepsilon_a = 1, 2, 5\%$  の場合の繰返し応力比と波数の関係を図-3に示す。図から、処理土の繰返し応力比は通常の未処理土に比べ1オダ程度大きくなっているのが認められる。

試験後の供試体の破壊状況は、参考文献4)に述べられているように、ネッキングや引張破壊が生じた部分はなお固結しており、供試体が液体状になる現象は観察されておらず、固結して残った供試体を再整形(直径3.5cm,高さ7cm)して得られた一軸圧縮強さは  $q_u = 5.8 \sim 6.2 \text{ kgf/cm}^2$  であった。これらのことから、処理土は地震時に発生する動的せん断応力に対し、強い抵抗性を示すとともに、地震発生後も固結した状態あると考える。

(3) 超音波パルス試験

サンプリングした処理土の微小ひずみレベルでのせん断剛性率と一軸圧縮強さの関係を調べるため、室内動的試験(超音波パルス法)を行った。結果を表-4に示す。表から、Vsは大きく、せん断剛性率の極めて高いことが認められる。秋田外港砂を対象砂質土とした処理土(室内配合)のせん断剛性率(共振法により求めた)と一軸圧縮強さの関係にプロットしたのが図-4である。図から、超音波パルス法で求めたせん断剛性率はやや大きい値になっているようであるが、図示関係式はほぼ妥当なものであり、一軸圧縮強さを用いてせん断剛性率を簡便に推定できると考える。

4. おわりに

本実験は、運輸省港湾技術研究所と共同研究グループ(日本国土開発(株)・五洋建設(株)・東亜建設工業(株)・東洋建設(株)・(株)大林組)との共同研究の一環として行ったものである。なお、実験にあたり、運輸省港湾技術研究所・動土質研究室・善功企室長、山崎主任研究官に多大なご指導ご助言を頂いたことに謝意を表します。

表-4 超音波パルス試験結果

一軸圧縮強さ $q_u$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	5.36	4.37
Vs (m/s)	670	497
Vp (m/s)	1270	1036
供試体密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.838	1.772
ポアソン比	0.308	0.350
せん断剛性率 G (kgf/cm <sup>2</sup> )	8419	4466
初期ヤング率 E (kgf/cm <sup>2</sup> )	22024	12058

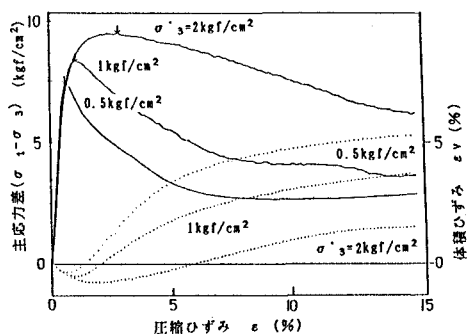


図-2 三軸圧縮試験結果

表-3 処理土の強度定数(C)条件

強度定数	ピーク強度時	軸ひずみ15%時
Cd (kgf/cm <sup>2</sup> )	2.18	0.45
φd (度)	24.2	31.4

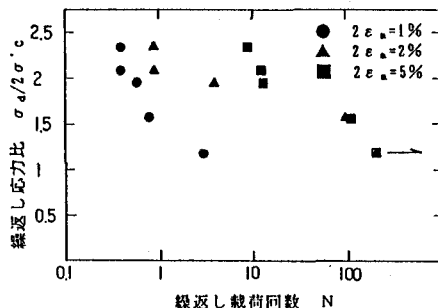


図-3 繰返し応力比と波数

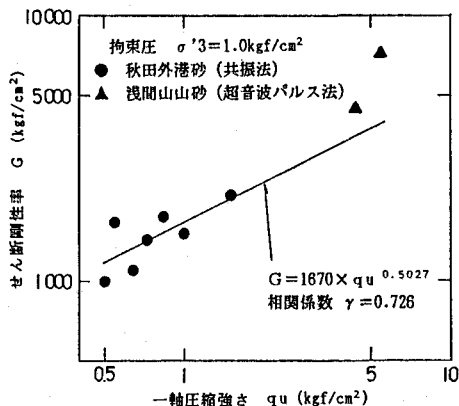


図-4 せん断剛性率と一軸圧縮強さ

- 1) 藤田雄治: 事前混合処理工法の開発・シュート方式による埋立実験, 土木学会第46回年次学術講演会概要集第VI部門投稿中, 2) 島正憲: 同上, 第III部門投稿中, 3) 芳沢秀明: 同上, 第VI部門投稿中, 4) 善功企: 事前混合処理工法を用いた液状化対策における処理土の強度評価, 土木学会第45回年次学術講演会概要集第III部門, PP.702~703, 1990.9, 5) 善功企ほか: 事前混合処理工法による処理土の強度・変形特性, 港湾技術研究所報告Vol.1.29, No2, 1990.6