

III-244

特性の異なる砂質土を用いた事前混合処理土の剛性率の比較

運輸省港湾技術研究所 善 功 企 山 崎 浩 之 館 下 徹 佐 渡 篤 史
同 上 ○永井 誠二(研修生:日本国土開発)

1. はじめに

砂地盤に数%のセメントを混ぜることで、液状化に対する抵抗力だけでなく、土圧の低減が期待される事前混合処理工法について開発を進めてきた。土の応力～ひずみ関係は、顕著な非線形性があることが、これまでの研究¹⁾により確認されている。本研究は、4種類の特性の異なる砂質土の事前混合処理土(以下処理土)の剛性率について、既往の試験結果を整理し、あわせて未処理土の剛性率と比較して、それらの相違、類似点について調べたものである。

2. 実験概要

試験は、繰り返し三軸試験装置に微小ひずみ領域

($\gamma < 10^{-3}$)で測定できるように、非接触型のギャップセンサーを備え付けた装置を使用して行った。試験で使用する供試体は、未処理土では水中落下方式で作成した。処理土は、乾燥砂に普通ポルトランドセメントを添加・混合した後、分離防止剤(ポリアクリルアミド)溶液中に水中落下方式で打設し、水中で養生したものである。試験に使用した砂の物理特性²⁾を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。

表-1 試料の物理的性質

	秋田外港砂	淡路マサ土	新潟東港砂	浅間山砂
G _s	2.682	2.674	2.707	2.710
e _{max}	1.300	1.550	1.094	1.039
e _{min}	0.793	0.555	0.629	0.612
D ₅₀	0.18	0.46	0.23	0.26
均等係数	1.41	4.67	2.15	3.17

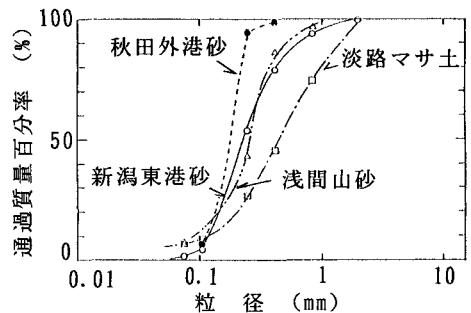


図-1 砂質土の粒径加積曲線

3. 試験結果および考察

1) セメント量の影響

セメント添加率と剛性率 G_0 ($\gamma = 10^{-6}$) の関係を図-2に示す。いずれのケースも、砂の違いによらずセメント添加率が増加するにつれ G_0 は大きくなるが、3%を越えると G_0 の増加傾向は緩やかになる。一般に、地盤の剛性率が増加することは、地震などの外力に対して強い抵抗を示すことから、セメントを添加することによる改良効果が現れたと言える。

2) 剛性率のひずみ依存性

処理土および未処理土のひずみ依存性を図-3に示す。ここに示すデータは、 $\sigma'_v = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ で試験を行ったものである。処理土の $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線は、未処理土の傾向と類似しており、いずれも砂による違いはほとんどないと言える。 G/G_0 は、処理土および未処理土ともひずみが大きくなるにつれ低下するが、 $10^{-4} < \gamma < 10^{-2}$ で処理土は未処理土に比べより急激に低下する。

3) 剛性率の密度依存性

$\gamma = 10^{-4}$ 時の G/G_0 と間隙比 e の関係を図-4に示す。これより、処理土、未処理土とも G/G_0 は間隙比によらず一定の値を示す。剛性率は、密度の影響を受けると考えられている³⁾が、各ひずみでの剛性率を G_0 で除すことにより、密度依存性は認められなくなる。

4) 有効拘束圧依存性

有効拘束圧と剛性率は次式で示される関係にある。

$$G = A \cdot F(e) \cdot (\sigma'_v)^m \cdot \gamma^n \quad (F(e) \text{ は間隙比の関数, } A \text{ は実験定数})$$

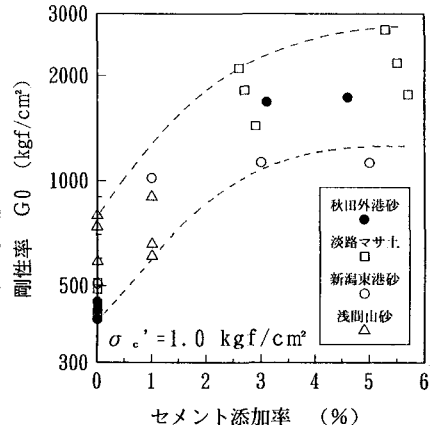


図-2 セメント添加率と剛性率の関係

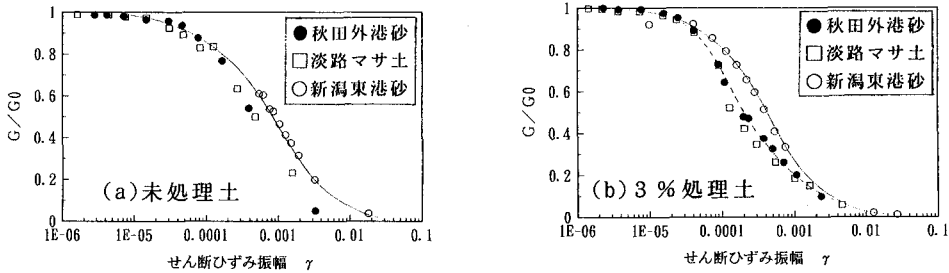


図-3 砂の違いによる $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線 $\sigma_c' = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$

この式より、 G は間隙比の関数であることから、 G_0 を $F(e)$ で除した値と有効拘束圧の関係について調べたものを図-5に示す。これより、処理土、未処理土とも、剛性率は有効拘束圧が大きくなるにつれ一様に増加している。 G_0 は、既往の研究⁴⁾から有効拘束圧の0.5乗に比例すると考えられる。そこで、図中に上式で $m=0.5$ としたときの値を結んだものを示した。これより、 G_0 は有効拘束圧の0.5乗より小さな値で比例することが明らかとなった。そこで処理土および未処理土について、べき $m(\gamma)$ とせん断ひずみ振幅 γ の関係を調べた。その結果を図-6に示す。 $m(\gamma)$ は、ひずみの増大とともに増加しており、 $\gamma \leq 10^{-4}$ では $0.3 < m(\gamma) < 0.5$ であるが、 $\gamma > 10^{-4}$ では $0.4 < m(\gamma) < 0.8$ となりひずみの大きさによって $m(\gamma)$ は異なる値を示す。また、未処理土の $m(\gamma)$ は、処理土に比べ大ひずみ領域 $\gamma > 10^{-4}$ で急激に増加することから、未処理土は処理土に比べ拘束圧の影響を強く受けることが明らかとなった。

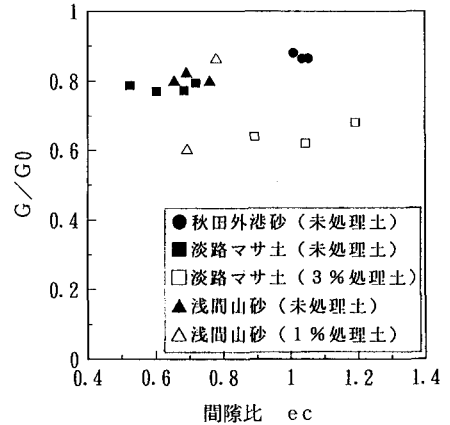


図-4 G/G_0 と間隙比の関係

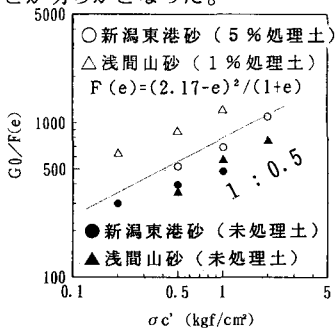


図-5 有効拘束圧と剛性率の関係

4. あとがき

剛性率について処理土と未処理土の動的変形特性を調べた。その結果、処理土は未処理土と類似の挙動を示すことが明らかとなった。これより処理土の動的特性は、基本的に未処理土について示される理論を引用することができる。しかし、ひずみの大きさによって、剛性率の低下傾向や拘束圧依存性が異なることから、今後さらにデータの蓄積が必要である。なお、本研究は、港湾技術研究所と民間5社（日本国土開発㈱、五洋建設㈱、東亜建設工業㈱、東洋建設㈱、㈱大林組）との共同研究の一環として実施しているものである。

参考文献

- 1) 善ら：地震応答解析のための土の動的特性に関する実験的研究，港湾技術研究所報告，Vol26, No. 1, 1987
- 2) 善ら：セメント混合した砂質土の埋立工法に関する研究，港湾技研資料，No. 597, 1987
- 3) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，1989
- 4) 国生ら：Cyclic Triaxial Test of Dynamic Soil Properties for Wide Strain Range，土質工学会論文報告集，Vol20, No. 2, 1980

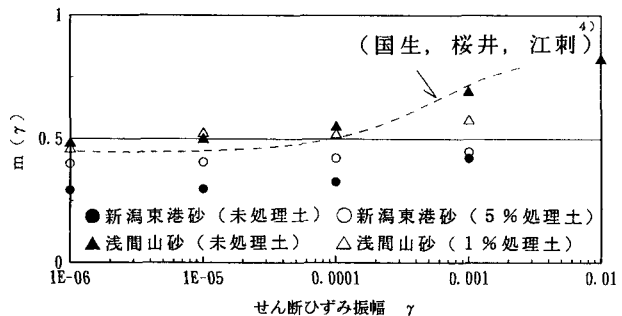


図-6 べき $m(\gamma)$ とせん断ひずみ振幅の関係