

榊大林組技術研究所 正会員 鳥井原 誠  
 正会員 ○古屋 弘  
 正会員 平間 邦興

1. はじめに

沖合人工島や臨海埋立地盤での建設においては、構造物のみならず地盤を含めた総合的な耐震性に関する検討が要求されている。このような埋立工事においては、砂、粘性土から掘削残土等まで多種多様の埋立て材料が使用されているが、近年、従来は液状化しないとされてきたシルト質土も埋立地においてはその可能性が高いことが明らかになってきた<sup>1) 2)</sup>。そこで、このような埋立の施工状況を想定したシルト質土の攪乱試料の動的強度特性を実験的に調べるとともに、不攪乱試料との対比を行い両者の比較を行った。

2. 試料および物理的性質

実験に用いた試料は、埼玉県和光市のGL-10.5mよりブロックサンプリングした乱さないシルト質粘性土(OCR=2)である。試料の物理的性質を表-1に、また粒径加積曲線を図-1に示す。

表-1 物理的性質

自然含水比 $\omega$ (%)	41.4
比重 $G_s$	2.678
湿潤密度 $\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.794
最大粒径 (mm)	0.25
礫分 (%)	0
砂分 (%)	12.8
シルト分 (%)	57.3
粘土分 (%)	29.9
三角座標による分類	(F)

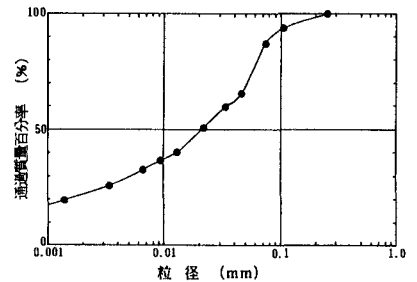


図-1 粒径加積曲線

3. 試験方法

試験は動的中空ねじりせん断試験機(供試体高さ $H=70$ mm, 外径 $D_1=70$ mm, 内径 $D_2=30$ mm)を使用し、周波数 $f=0.5$ Hz、応力比一定の条件で非排水せん断試験を行った。不攪乱供試体はブロックサンプルより所定の寸法に成形し、試験機にセット後 $1.0$ kgf/cm<sup>2</sup>のバックプレッシャーを与え、試料採取位置の有効土被り圧 $\sigma_{co}'=0.95$ kgf/cm<sup>2</sup>にて等方圧密した。攪乱供試体は、ミキサーにて攪乱後大型圧密装置にて圧密し、成形後不攪乱試料と同じく $0.95$ kgf/cm<sup>2</sup>の拘束圧にて等方圧密した。試験時の間隙比は不攪乱試料で $1.07$ 、攪乱試料で $0.68$ であった。なお、 $e$ -log  $P$  曲線を図-2に示す。

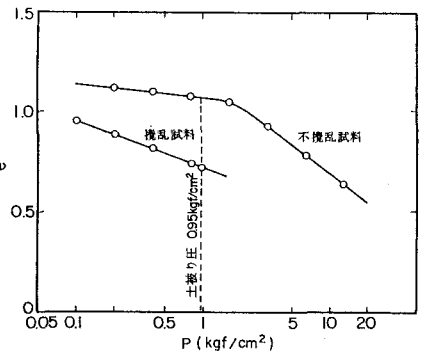


図-2 試験試料のe-log P 曲線

4. 試験結果の整理と考察

図-3にせん断ひずみ $\gamma=5\%$ (両ひずみ振幅)に至る繰返し回数 $N$ と繰返しせん断応力比 $\tau/\sigma_{co}'$ の整理結果を示す。この図からも明らかに攪乱シルト質土の強度低下が認められ、繰返し回数が $10^2$ 以下でもかなり小さな応力比で液状化が起り得ることを示している。この時の間隙水圧比 $u/\sigma_{co}'$ 、およびせん断ひずみと繰返し回数とを片対数紙上で整理したものが図-4、および図-5である。

図-4の間隙水圧の上昇傾向を見ると、攪乱・不攪乱試料とも応力比に大きく依存し、応力比が大きくなるほど間隙水圧の上昇が速くなっていることが明白である。全体的な上昇過程としては、応力比が極端に大きな2例を除いて

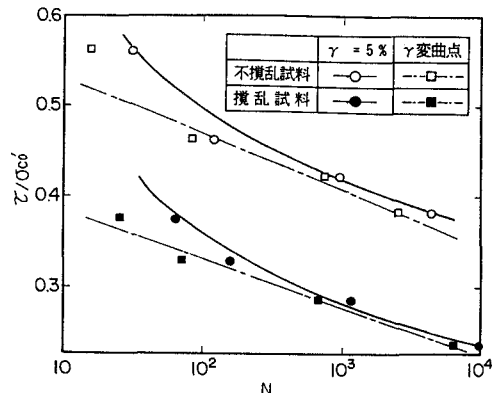


図-3 せん断ひずみと繰返し回数

は、最初はなだらかに上昇し、 $u/\sigma_{co}'$ が0.5~0.6を過ぎたあたりから急激に上昇する傾向を示している。また、ほぼ同一の応力比における攪乱 ( $\tau/\sigma_{co}'=0.375$ )、不攪乱 ( $\tau/\sigma_{co}'=0.381$ ) 試料の結果を比較すると、攪乱試料のほうがはるかに速く間隙水圧が上昇していることが明らかである。

図-5のせん断ひずみに関しても応力比の違いによるひずみの増加速度は大きく異なるが、全体的には間隙水圧の上昇傾向とは異なり、載荷初期からしばらくは、ひずみの増加はあまり見られず、ある繰返し回数を過ぎるとひずみが急増する変曲点が存在するようである。この点を境に急激にせん断ひずみが伸び始め $\gamma=5\%$ に至る。変曲点以降のせん断ひずみの伸びは、間隙水圧の上昇に比して大きく、特に攪乱試料において顕著である。この変曲点におけるせん断応力比 $\tau/\sigma_{co}'$ と繰返し回数 $N$ との関係を図-3に合わせて示してある。

また、この変曲点における $u/\sigma_{co}'$ を図-4に示しているが、攪乱試料の平均値が $u/\sigma_{co}'=0.55$ 、不攪乱試料の平均値が $u/\sigma_{co}'=0.61$ である。

せん断剛性率 $G$ は、不攪乱・攪乱試料ともせん断ひずみの増加とともに低下する傾向は同様であるが、これをせん断剛性率の比 $G/G_0$  ( $G_0$ :初期せん断剛性率)と繰返し回数の関係を示したものが図-6である。 $G/G_0$ も応力比が大きいほど低下速度が大きく、せん断ひずみの変曲点においてさらに低下速度は大きくなる。この傾向は特に不攪乱試料に強く現れている。さらに、不攪乱試料に比べ、攪乱試料の方がほぼ同一の応力比において $G/G_0$ の低下速度が大きい。

5. まとめ

以上の実験結果から、シルト質粘性土においては不攪乱・攪乱における動的強度特性に大きな違いがあり、攪乱されたシルト質粘性土の強度低下は特に顕著である。臨海地盤等の埋立工事を想定した場合、シルト質土でもいったん攪乱された場合には液状化の可能性があり、液状化に至らない場合でもせん断剛性率の低下から、地盤および構造物の変形などに影響の出る恐れがあることが分かった。

こういった現象は、粘性土のセメンテーションに起因するものであると考えられるが、この点については今後の課題である。

参考文献

- 1) 例えば、YASUDA S 他: Liquefaction of reclaimed land during the 1987 Chibakentoho-oki earthquake keSoil Dyn Liquefaction pp.27~36,1989
- 2) 堂元 他: 1987年千葉県東方沖地震における液状化現象について 土木学会第43回年次学術講演会 pp.456~457,1988

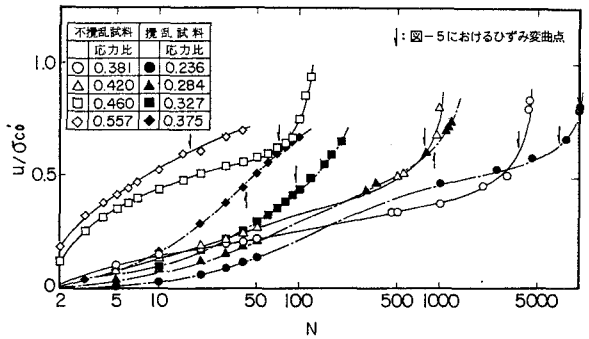


図-4  $u/\sigma_{co}' - N$ の関係

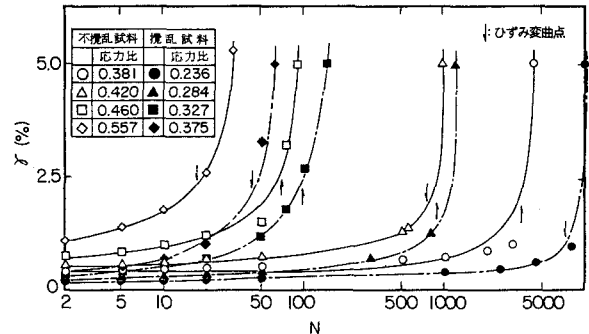


図-5  $\gamma - N$ の関係

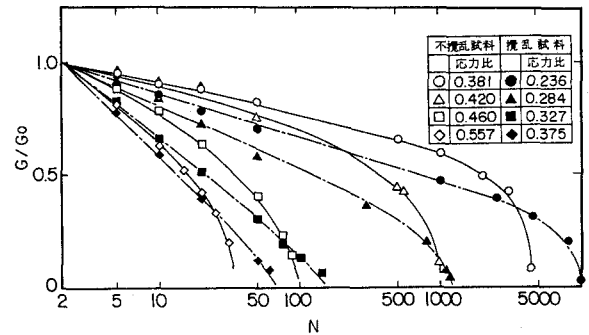


図-6  $G/G_0 - N$ の関係