

III-126

砂・粘土の繰返し圧密沈下特性

日本大学理工学部 正 巻 内 勝 彦
同 上 正 ○ 峯 岸 邦 夫

1. まえがき

砂の圧密現象は、粘性土に比べ極めて小さいとみなされ、従来、考慮するとしても加える圧力と圧縮量の関係のみであり、圧縮速度については問題視されなかった。また繰返し圧密現象も重要な問題として取り上げられてこなかった。しかしながら、実際の地盤における砂層は、特に繰返し荷重下で圧密の心配が全くないとはいえないことが指摘されている¹⁾。また一般には細粒分を全く含まない砂地盤は稀であり、粘性土含有量が問題となる。そこで本文では、砂と粘土およびその配合率を変えた混合土について室内繰返し圧密試験を行い、圧密圧力、繰返し回数等の影響を調べ静的標準圧密試験結果と比較・検討した。

2. 実験方法

実験に使用した試料は、市販のカオリン粘土および豊浦標準砂（均等係数 $U_c=1.69$ ，60%粒径 $D_{60}=0.22\text{mm}$ ）である。試料作製に当っては、粘土に十分練り返しができるまで蒸留水を加えた後、砂をを所定の配合率で混合し、大型一次元圧密装置（内径30cm，高さ50cm）を用いて一定圧（ 1.6kgf/cm^2 ）下で予圧密した。各試料の物理的性質は表-1に示すとおりである。供試体は直径6cm，高さ2cmに成形し、リングの周面摩擦軽減のためリング内にシリコングリースを塗り圧密容器にセットした。繰返し圧密は三連空圧式圧密装置を用い、圧密圧力を $p=0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4\text{kgf/cm}^2$ とし、矩形波，周期10秒（载荷：除荷=1：1）の24時間载荷とした。静的圧密は標準圧密試験方法により $p=0.2\sim 12.8\text{kgf/cm}^2$ を24時間载荷とし7日間連続的に段階载荷を行い、繰返し圧密試験との比較を行った。

3. 実験結果および考察

図-1と2は、それぞれ標準砂（S100）と混合土（S60）の静的標準圧密および繰返し圧密試験における圧密沈下量と時間との関係を示したものである。砂（S100）の場合、供試体は緩詰め状態（初期間隙比 $e_0=0.952$ ）で作製したが、図-1をみると圧密沈下量は他の粘性土の場合（S60以外の図は省略）と静的・繰返し圧密共に圧密圧力および時間（回数）に依存していることがわかる。また、静的標準圧密では圧密沈下量はそれぞれの各圧密圧力段階で载荷開始後約20分経過後ほぼ一定値に収束するのに対して、繰返し圧密の場合は二次圧縮傾向を示し、沈下速度は静的標準圧密より大きいことがわかる。

図-3は、繰返し圧密試験における d_e （载荷時と除荷時の沈

表-1 試料の物理的性質

試料名	S100	S80	S60	K100
配合率(%) S : K	100:0	80:20	60:40	0:100
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.636	2.648	2.660	2.695
液性限界 W_L (%)	—	—	34.2	76.5
塑性指数 I_p	—	—	14.4	42.0
土質名	SP	SM	CL	CH

S：標準砂，K：カオリン粘土

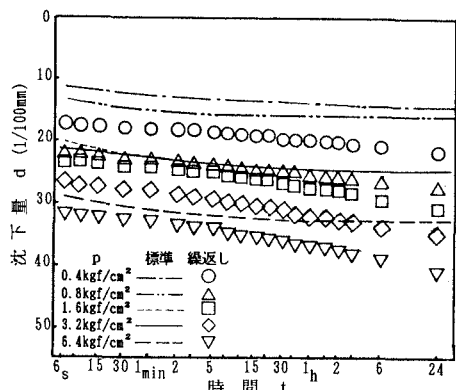


図-1 標準・繰返し圧密の時間-圧密沈下量関係(S100)

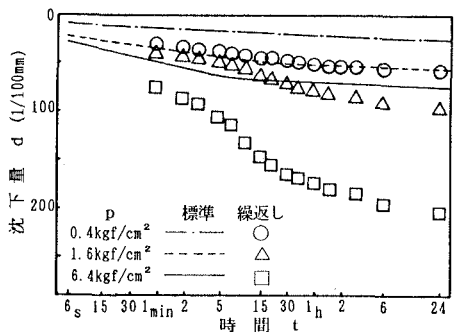


図-2 標準・繰返し圧密の時間-沈下量関係(S60)

下量の差)を示したものである。圧密圧力に比例して初期において d_e が大きく、時間経過と共に次第に一定値に収める傾向を示している。また粘土の配合割合が増えるほど d_e は大きい。図-1と2に例示したように各試料とも繰返し荷重下では圧密沈下は24時間経過後も継続することから、復元量 d_e の値はある一定値を保持しながら、塑性圧密変形を生じることを示していることがわかる。

図-4は d_e と繰返し回数 N の関係において、直線式 $d_e = A + B \log N$ にフィットさせた時の $|B|$ の値を示したもので、砂の配合率60%以下の場合にはほぼbi-linear関係で近似できる。

$|B|$ は過圧密領域(予圧密荷重以下)ではほぼ一定値を示すが、正規圧密領域では圧密圧力 p に比例して大きくなっている。これは、正規圧密状態では繰返し荷重作用下で土の骨格構造が徐々に変化を生じ(再配列)、弾塑性的変形のメカニズムが変遷するためと考えられる。

図-5は、試料の影響をみるため、静的標準圧密試験と繰返し圧密試験の最終沈下量(d_{24} :24時間沈下量)を圧密圧力別に比較したものである。各試料とも d_{24} は繰返し圧密の方が静的標準圧密より卓越している。また粘土の割合が20~40%を境にして沈下量の差が大きくなり、この傾向は圧密圧力が増えるほど顕著となる。

図-6は、今回用いた試料の静的標準圧密時の初期間隙比(e_0)と圧密降伏応力(p_c)の関係を示したものである。図-5と同様に、粘土含有率が20~40%で p_c に差がみられる。この20~40%の値は、土のせん断強度成分(c , ϕ)で示した場合、粘着力成分が摩擦力成分に卓越し始める限界の値²⁾とほぼ一致し、圧密変形がせん断抵抗のファクターと関係していることを示唆している。

図-4は、今回用いた試料の静的標準圧密時の初期間隙比(e_0)と圧密降伏応力(p_c)の関係を示したものである。図-5と同様に、粘土含有率が20~40%で p_c に差がみられる。この20~40%の値は、土のせん断強度成分(c , ϕ)で示した場合、粘着力成分が摩擦力成分に卓越し始める限界の値²⁾とほぼ一致し、圧密変形がせん断抵抗のファクターと関係していることを示唆している。

4. まとめ

今回得られた実験結果をまとめると次のとおりである。

- ① 砂(緩詰め状態)において微小変形量ながら粘性土と同傾向の圧密沈下特性が認められた。
- ② 試料の種類に関係なく、繰返し圧密の沈下量は静的標準圧密の場合より大きく、二次圧縮的沈下を示し標準試験の24時間以内では終了しない。
- ③ 砂に20~40%の粘土分混入を境に、圧縮性が高まり、かつ摩擦力成分から粘着力成分が卓越しはじめる。

【謝辞】 実験に当っては本学学生の有馬欣晋、長谷川一男両君の協力を得たことを記し、ここに謝意を表します。

【参考文献】 1) 陶野・巻内・社本:砂質地盤の繰返し圧密現象と問題点, 第24回土質工学研究発表会, 1989

2) 巻内・木下:砂・粘土混合土のせん断強度成分の発現過程, 第39回土木学会年次学術講演会, 1984

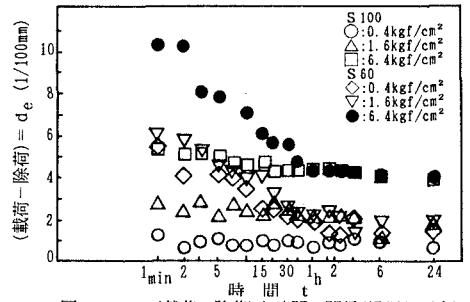


図-3 d_e (載荷-除荷)と時間の関係(繰返し圧密)

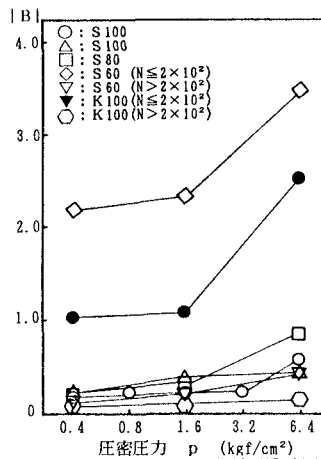


図-4 圧密圧力と $|B|$ の関係(繰返し)

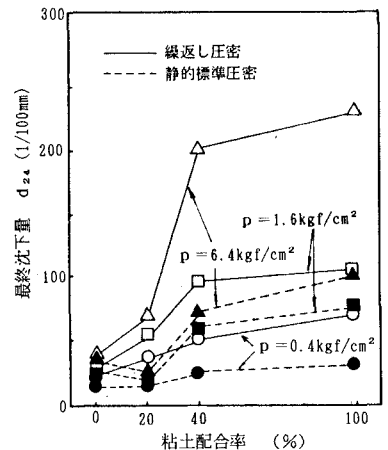


図-5 試料別最終圧密沈下量

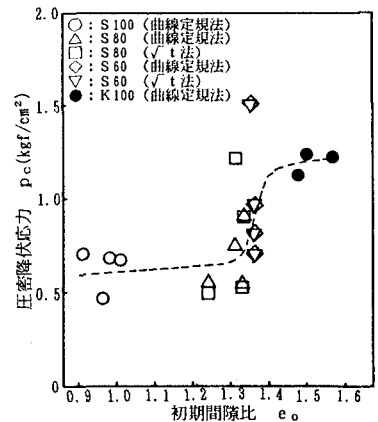


図-6 標準圧密の e_0 と p_c の関係