

飽和粘土の繰返し圧密に及ぼす圧密圧力比と繰返し回数効果

日本大学理工学部 フェロー 巻 内 勝 彦
 同 上 正会員 峯 岸 邦 夫
 日本大学大学院 学生員 丸 山 憲 治
 日本大学理工学部 正会員 鈴 木 智 憲

1. はじめに

一定の持続的な静的荷重下の長期圧密において時間効果がみられるように、周期的に変動する荷重下の圧密いわゆる繰返し圧密の場合も実際に少なからず長期過大沈下現象の存在が報告されている。この繰返し圧密においては静的な圧密と異なる繰返し回数効果が考えられ、その影響要因は載荷条件や試料条件などが複雑に絡んでおり、未解明な部分が多い。

そこで本研究では、カオリン粘土を用い、静的圧密試験と繰返し圧密試験を行い、繰返し圧密における載荷条件に着目して、静的・繰返し圧密の沈下量と間隙水圧について比較・検討し、繰返し圧密の回数効果を調べることを目的とする。

表 - 1 繰返し圧密試験における試験条件

実験	圧力 R		圧力 R		圧力 R		圧力 R		圧力 R		圧力 R				
	圧力	R	圧力	R	圧力	R	圧力	R	圧力	R	圧力	R			
載荷時(kPa)	200	1.25	160	1.25	120	1.25	170	1.18	140	1.07	160	1.25	120	1.25	
除荷時(kPa)	100	2.50	80	2.50	60	2.50	70	2.86	40	3.75	60	3.33	20	7.50	
圧力振幅(kPa)	100		80		60		100		100		100		100		
周期	載荷時(s)	50		50		50		50		50		50		50	
	除荷時(s)	50		50		50		50		50		50		50	
p_c (kPa)	250		200		150		200		150		200		150		

2. 試験方法

本研究では試験試料にカオリン粘土 ($\rho_s = 2.56 \text{g/cm}^3$, $w_L = 85.1\%$, $I_p = 54.6$) を用い、初期含水比が 150% になるように蒸留水を加え十分に練り混ぜた後、大型一次元圧密装置により予圧密を行い、所定の先行圧密応力 p_c になるよう試料を作製した。供試体は高さ 20mm、直径 60mm に成形した後、初期条件を統一するため予備圧密を行ったものを試験に用いた。静的圧密試験においては繰返し圧密試験の載荷時・除荷時の圧密圧力で試験を行い、すべての試験は過圧密比条件で行った。繰返し圧密試験条件は載荷時・除荷時の圧密圧力の p_c に対する比(以下 R と略す)に着目した試験で、3600 サイクルまで試験を行った。各試験条件の詳細を表 - 1 に示す。実験 1, 2, 3 は載荷時・除荷時の圧密圧力の R を一定とした試験、実験 4, 5 は平均圧密圧力の R を一定とした試験、実験 6, 7 は載荷時の圧密圧力の R を一定とした試験である。

3. 試験結果および考察

静的圧密試験は今回はすべての試験において $R > 1$ であるため沈下傾向は見られず、膨張傾向が生じた。

繰返し圧密試験における時間と沈下量の関係(載荷時の

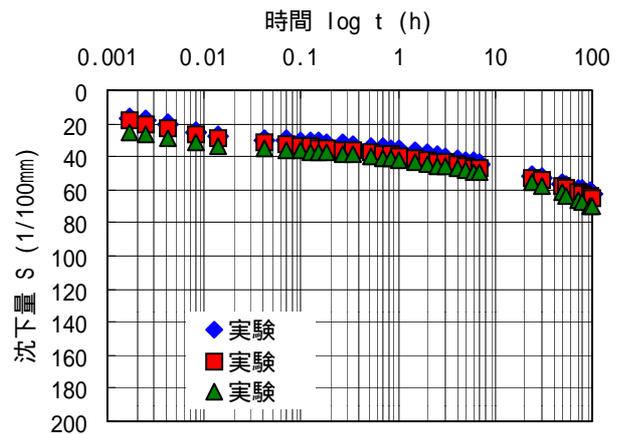


図 - 1 時間と沈下量の関係 (載荷時・除荷時の圧密圧力の R 一定)

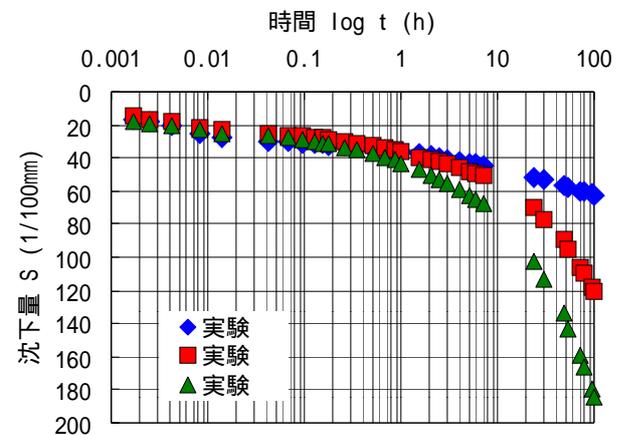


図 - 2 時間と沈下量の関係 (平均圧密圧力の R 一定)

キーワード：繰返し圧密，載荷条件，過圧密比

連絡先：日本大学理工学部交通土木工学科 (〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 Tel.047-469-5217 Fax.047-469-2581)

値)を図-1~図-3に示す。図-1は載荷時・除荷時の圧密圧力のRを一定とした試験をまとめたもので、先行圧密応力が変化しても載荷時・除荷時のRが一定であれば、沈下傾向は近似することがわかる。図-2は平均圧密圧力のRを一定とした試験をまとめたもので、図-3は載荷時の圧密圧力のRを一定とした試験をまとめたものである。図-2と図-3においては各試験の載荷時・除荷時のRから先行圧密応力 $p_c = 150\text{kPa}$ のときの載荷時・除荷時の圧密圧力に変換すると、図-2では実験、の順で載荷時の圧密圧力は増加し除荷時の圧密圧力は減少することで圧力振幅は増加し、図-3では実験、の順で除荷時の圧密圧力が減少することで圧力振幅は増加しており、いずれの図も圧力振幅が増加するにともない沈下量も増加している。

表-2は繰返し圧密試験における間隙水圧の収れん時間を示したものである。いずれの試験の間隙水圧も試験開始約1時間程度で間隙水圧が収れんを示し、これを各試験の沈下傾向と比較すると、沈下傾向は間隙水圧が収れんを示す試験開始約1時間程度経過したあたりから顕著に現れていることがわかる。このことにより、繰返し圧密沈下は間隙水圧の収れん後に著しく生じていることがわかる。

図-4と図-5は繰返し圧密試験における載荷回数Nと載荷時・除荷時の沈下量の差 d との関係を示したものである。図-4は載荷時・除荷時の圧密圧力のRを一定としたもので、実験、は d もほぼ同等の値を示している。図-5は載荷時の圧密圧力のRを一定としたもので、除荷時のRが減少することで圧力振幅が増加する実験、の順に d が増加している。また、すべての図において d は第1サイクルから緩やかに減少し、約50サイクルからほぼ一定の値を示している。ただし、図-1~図-3の時間と沈下量の関係を見るとわかるように、すべての沈下傾向は、圧密初期段階で緩やかな沈下傾向を示し、約50サイクルに相当する試験開始約1時間程度から沈下傾向が著しく生じている。つまり、圧密初期段階では弾性ひずみが支配的で、繰返し圧密沈下が著しく生じる試験開始約1時間以降では弾性ひずみが小さく塑性ひずみが大きくなることがわかる。

4. まとめ

本研究の範囲内で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 繰返し圧密は載荷時の圧密圧力のRが1以上においても顕著な沈下をもたらす。
- 2) 繰返し圧密沈下は間隙水圧の収れん後に顕著に生じる。
- 3) 先行圧密応力が変化しても載荷時・除荷時の圧密圧力のRが一定であれば沈下傾向に差異は少ない。
- 4) 繰返し圧密沈下は載荷時・除荷時の圧密圧力のRと、そのRによる圧力振幅の大きさに依存する。
- 5) 圧力振幅が増加すると d も増加する。また、間隙水圧の収れんにともない弾性ひずみは小さく塑性ひずみは大きくなる。

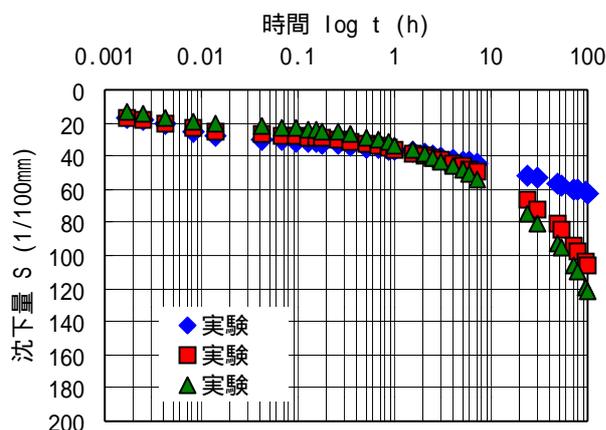


図-3 時間と沈下量の関係
(載荷時の圧密圧力のR一定)

表-2 間隙水圧収れん時間

載荷時・除荷時 R一定	実験No.			
	収れん時間(h)	1.0	1.5	
平均圧密圧力 R一定	実験No.			
	収れん時間(h)	1.0	2.0	1.0
載荷時 R一定	実験No.			
	収れん時間(h)	1.0	2.0	1.5

注：実験 は機械誤差等により判断不能

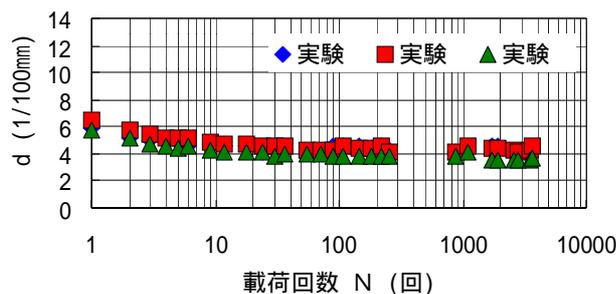


図-4 載荷時・除荷時のR一定のNと d の関係

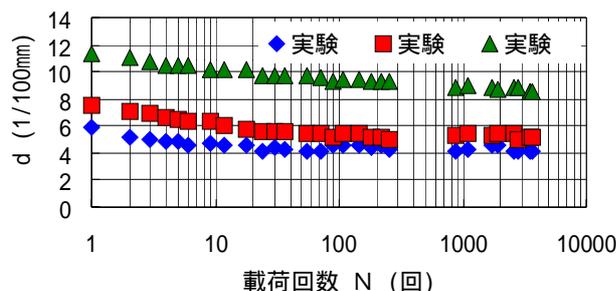


図-5 載荷時のR一定のNと d の関係