

III-126 過圧密された低塑性粘性土の繰返しせん断特性

東京工業大学 学生員 ○岩松 智浩 正会員 廣岡 明彦  
 正会員 竹村 次朗 正会員 木村 孟

1. まえがき

本研究では、著しく塑性の低い粘性土について、正規圧密状態および過圧密状態の三軸供試体に対し非排水繰返し三軸試験を行い、その繰返しせん断特性について検討した。実験では低塑性粘性土のせん断特性に及ぼす過圧密比の影響に着目し、過圧密比として1.0, 2.5, 6.25の3種類を用いた。

2. 試料および実験方法

試料は、塑性指数が約30の川崎粘土に豊浦砂およびその砕砂を混ぜて人工的に作成した塑性指数が約2および5の著しく塑性の低い粘性土(M2, M5)であり、その物理的特性は表1に示す通りである。供試体は凍結法により作成し、予備圧密圧力は、正規圧密試料の場合は1.0kgf/cm<sup>2</sup>、過圧密試料の場合は10.0kgf/cm<sup>2</sup>とし、その直径は5cm、高さは12.5cmである。三軸室内において凍結試料を解凍させた後、圧密圧力4.0kgf/cm<sup>2</sup>にて等方圧密を行うが、過圧密比6.25の場合は、この後、最終圧密圧力 $\sigma_v'$ が1.6kgf/cm<sup>2</sup>となるまで膨潤させる。圧密終了後、実験ケースごとに異なる数種の応力振幅 $\sigma_d$ の正弦波荷重を周波数1.0Hzで60回ほど与えることにより、繰返しせん断試験を行う。なお、実験装置および実験方法の詳細については文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

3. 結果と考察

M2の正規圧密・過圧密試料(OCR=6.25)の繰返しせん断試験中の過剰間隙水圧を最終圧密圧力で除した $u_r/\sigma_v'$ および軸ひずみの経時変化の代表例を図1に示す。過圧密試料においても正規圧密試料と同様に、過剰間隙水圧が圧密圧力の約6割ほど蓄積した直後からひずみ振幅が急増し始め、最終的に過剰間隙水圧と圧密圧力が等しくなり液状化現象が生じている。正規圧密試料でこのひずみ振幅の急増現象に伴い過剰間隙水圧の蓄積量と振幅が急激に増加しているのに対し、過圧密試料では間隙水圧の蓄積量、振幅ともに増大がみられるがさほど著しいものではない。ここで示している例の応力振幅比 $\sigma_d/\sigma_v'$ は正規圧密試料では0.25、過圧密試料では0.5である。正規圧密の場合、過圧密試料に比べ1/2の応力振幅でありながら繰返し载荷1回目にて過剰間隙水圧の蓄積が見られるのに対して、過圧密の場合では繰返し载荷のごく初期では過剰間隙水圧の蓄積が見られず、加えて過剰間隙水圧が圧密圧力と等しくなる繰返し回数は両者ではほぼ等しくなっており、過圧密試料が正規圧密試料と比較して、液状化現象が生じにくいことがわかる。

図2にM5試料における繰返し回数と圧密圧力で正規化した残留間隙水圧の関係を示す。なお、図中に実験条件を応力振幅比 $\sigma_d/\sigma_v'$ 、過圧密比OCRの順に示してある。OCR=1.0である正規圧密試料とOCR=2.5である過圧密試料とは $\sigma_d/\sigma_v'$ がともに0.3で等しい実験ケースであるが、前項でも指摘した様に、過圧密試料より正規圧密試料で残留間隙水圧が早く

表1 試料の物理的・力学的特性

	M2	M5
比重 G	2.65	2.65
液性限界 WL	19.2	20.5
塑性限界 Wp	16.7	16.5
塑性指数 Ip	2.5	4.0
砂分 (%)	78.3	68.9
シルト分 (%)	13.9	21.6
粘土分	7.8	9.5
圧縮指数 Cc	0.095	0.115
膨潤指数 Cs	0.0095	0.0125

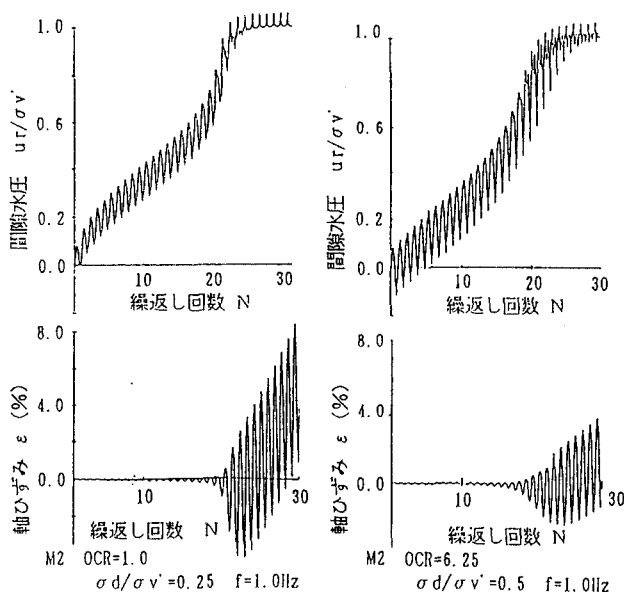


図1 繰返し载荷中の応答

急激に増加している。また、OCR=6.25の場合は $\sigma_d/\sigma_v'$ が0.5, 0.56と他と比べて大きいにもかかわらず、過剰間隙水圧の上昇が著しく抑制されており、特に $\sigma_d/\sigma_v'=0.5$ の繰返し载荷の初期においては残留間隙水圧が発生せず、60回の振動を与えても液状化に至らなかった。

図2示したM5試料についての試験より得られた劣化指数 $\delta$ と繰返し回数の関係を図3に示す。ここで $\delta$ は各繰返し回数における割線弾性係数と、繰返し载荷回数1回目でのその値の比であり一定応力振幅を与える試験ではひずみ振幅の比を表す指標である。過圧密比が小さなものほど、また応力振幅比が大きなものほど $\delta$ が早い回数で著しく低下し、図2に示した残留間隙水圧がほぼ1.0となるところで正規圧密試料、過圧密試料ともに試料の剛性が失われ、液状化が発生することがわかる。

両ひずみ振幅5%の判定基準で求めた液状化曲線を図4に示す。OCR=2.5ではM2, M5試料とも液状化強度はあまり増大しないが、正規圧密試料と比べ過圧密試料の液状化強度は大きくなる傾向にあり、OCR=6.25では液状化強度は著しく増加している。したがって、この種の土を静的に締め固めて液状化強度を増加させるには、かなり大きなプレローディングが必要となることが推測される。

応力振幅レベルを応力振幅と静的強度の比、すなわち、 $\sigma_{dl}=\sigma_d/(2cu)$ と定義し、図4の液状化曲線を書き直したものが図5である。別報2)で示した通り静的三軸試験において両試料とも圧縮強度に比べ伸張強度が小さいので、ここでは静的強度として伸張強度を用いている。応力振幅比で整理した図4と異なり、OCR, 試料の違いによらず破壊時繰返し回数と応力振幅レベルは一義的な関係にある。これより、低塑性粘性土の場合、正規圧密の様に非常に緩い状態では液状化強度は小さいが、過圧密状態すなわち密になると液状化強度は増大し、この液状化強度は正規圧密試料の液状化強度と静的強度によりある程度予測できると言える。

《参考文献》

- 1)中園ら:  
「繰返し载荷を受けた低塑性粘性土の間隙水圧・変形特性」,  
第25回土質工学会研究発表会講演集
- 2)岩松ら:  
「低塑性粘性土のせん断特性に関する研究」,  
第26回土質工学会研究発表会講演集

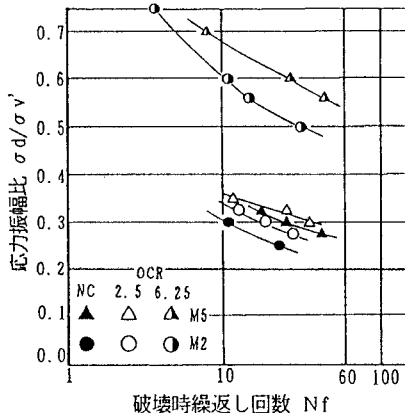


図4 繰返し応力振幅比と破壊時繰返し回数の関係

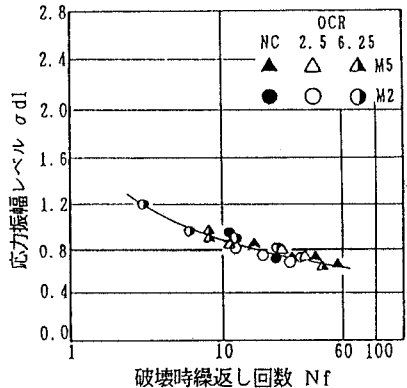


図5 応力振幅レベルと破壊時繰返し回数の関係

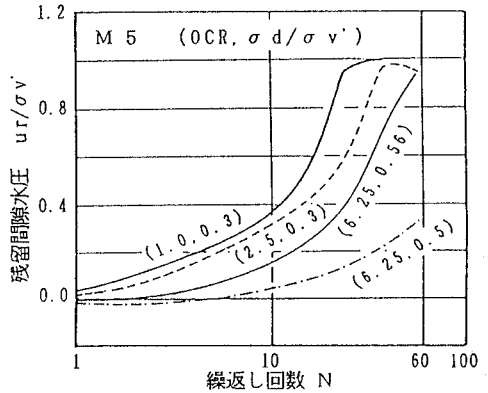


図2 残留間隙水圧と繰返し回数の関係

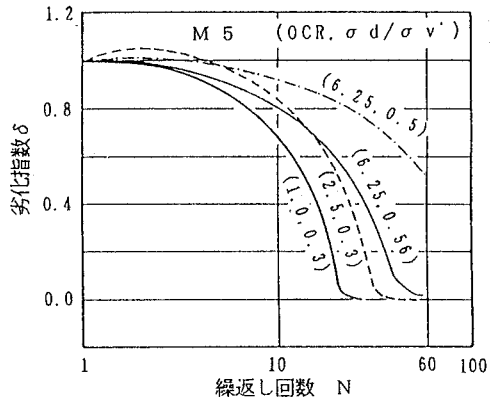


図3 劣化指数と繰返し回数の関係