

III-448 動的載荷履歴を受けた粘性土の非排水せん断特性 - 2

労働省産業安全研究所 ○正会員 堀井 宣幸
 同上 正会員 豊澤 康男
 同上 正会員 玉手 聡

1. はじめに

現地盤では地震をはじめ、波浪、車両の走行振動などによつて動的な荷重履歴を受ける場合が多く存在する。また、建設現場などで発生する土砂崩壊の発生原因の一つに、このような建設車両の走行振動や作業時の振動などがあると考えられる事例も見うけられる。このような動的な荷重履歴が地盤に与える影響を把握する方法の一つに、要素試験による土質力学的特性に与える動的な荷重履歴の影響の評価がある。本研究では、建設現場等で発生する建設機械等による走行振動や作業振動による 10Hz 程度の周波数¹⁾の動的載荷履歴が粘性土の非排水せん断特性に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 試料、実験装置、実験方法

実験に用いた試料は市販のカオリンであり、その物理的性質は別報²⁾に示した。実験に使用した装置は電気・油圧サーボ式3軸圧縮試験機である。含水比 150%のスラリーとしたカオリンを2時間攪拌後、24時間真空脱気を行い予圧密圧力1.5Kgf/cm²で1次元的に予圧密した。予圧密試料から直径50mm、高さ100mmの供試体を成形してドライセット法³⁾で3軸セル内にセットした。3軸セル内での圧密時の排水経路は供試体の上下および側面である。圧密は応力制御で行っており、圧密速度 0.02kgf/cm²/min で有効圧密圧2kgf/cm²まで等方圧密した。圧密の終了は3t法によつた。圧密終了後、供試体を非排水状態とし、載荷周波数 10Hz、繰返し回数 500回のひずみ振幅一定 (0.39%, 0.78%)の動的載荷を行い、その後ひずみ速度 0.02%/min で静的非排水せん断試験を行った。表-1に供試体の諸元と載荷条件を示した。すべての実験は温度20±0.5°Cに制御された恒温室内で行っている。2.0kgf/cm²の背圧を圧密開始時から負荷しており、B値はすべての供試体で0.96以上であった。

3. 実験結果

非排水条件で動的載荷を行うと、供試体内に過剰間隙水圧が発生し有効応力が減少することが知られている^{4), 5)}。図-1には動的載荷実験中の間隙水圧の挙動を示した。これによると、間隙水圧は動的載荷の開始とともに急激に上昇し、動的載荷後もある時間上昇しつづけその後一定値に落ちつく傾向がみられた。今回用いた試料では、ほぼ5分で間隙水圧は一定値に達していた。動的載荷後、一定時間(5分および30分)非排水状態のまま供試体を放置し、せん断速度 0.02%/minで静的非排水せん断試験を行った。静的非排水せん断試験中の有効応力経路を図-2に示した。図中の IS20S2は静的非排水せん断のみ実験結果であり、IS20D2は

表-1 供試体の諸元と試験条件

試料番号	P c' kgf/cm ²	ω _o (%)	ω _c (%)	e _o	e _c	f (Hz)	γ c y (%)	N 振動回数	Su	U c y
IS20S2	2.0	60.4	49.2	1.63	1.32	.02%/min	---	---	0.438	----
IS20D1	2.0	62.1	50.2	1.67	1.35	10	0.78	500	----	----
IS20D2	2.0	59.3	47.9	1.60	1.29	10	0.39	500	0.432	0.516
IS20D3	2.0	---	---	1.60	---	10	0.39	500	0.330	0.805
IS20D7	2.0	59.8	49.8	1.60	1.34	10	0.39	500	0.359	0.824
AI20S2	1.6	62.5	52.8	1.68	1.42	.02%/min	----	---	0.375	----
AI20S5	1.6	62.4	52.9	1.68	1.42	2.0%/min	----	---	0.442	----

P c' : 平均有効応力

e。 : 予圧密後の含水比

γ c y : ひずみ振幅

ω。 : 予圧密後の含水比

e。 : 圧密後の含水比

S u : 非排水せん断強度(kgf/cm²)

ω。 : 圧密後の含水比

f : 動的載荷周波数

U c y : 動的載荷後の間隙水圧(kgf/cm²)

排水状態で動的載荷後、非排水で5分放置しその後静的非排水せん断を行ったもの、IS20D3、IS20D7はそれぞれ非排水状態で動的載荷を行った後、引き続き非排水状態で5分および30分間放置した後、静的非排水せん断を行った結果である。IS20S2は負のダイレイタンス傾向の典型的な正規圧密試料の有効応力経路を示すが、動的載荷履歴を受けたIS20D3、IS20D7は過圧密を受けた粘性土に類似した有効応力経路を示している^{4）、5）}。排水で動的載荷を受けたIS20D2は両者の中間の応力経路を示している。静的非排水せん断中の過剰間隙水圧の挙動を示したのが図-3であり、動的載荷後の放置時間の長いIS20D7が非排水せん断中の過剰間隙水圧の上昇が一番小さい結果となっている。図-4は応力～ひずみ曲線であり、非排水強度 S_u は動的載荷履歴を受けていないIS20S2が一番大きく、IS20D2、IS20D7、IS20D3の順になっている。一方、動的載荷中に発達する過剰間隙水圧を見るとIS20D7が最も大きくなっている（表-1参照）。

4. まとめ

- （1）動的載荷中、過剰間隙水圧は急激に発達し、動的載荷後一定時間で定常値となる。
- （2）粘性土の非排水せん断強度は動的載荷を受けると低下する（動的載荷後、非排水状態で放置した場合）
- （3）動的載荷履歴を受けた粘性土の非排水せん断時の有効応力経路は、過圧密を受けた粘性土の有効応力経路に類似している。

<参考文献>

- 1) 長・境・大日野, :「建設振動の発生機構及び影響予測に関する研究」, 環境庁総合研究プロジェクト別環境保全研究成果集, 1988.
- 2) 豊澤・堀井・玉手, :「溝掘削遠心模型実験における粘性土地盤の崩壊挙動」, 第48回土木学会年次講演会, 1993.
- 3) Ampadu and Tatsuoka, : "The Dry versus The Wet Methods of Setting of Clay Specimens for Triaxial Testing", 第24回土質工学研究発表会, 1989.
- 4) Matsui, Bahr and Abe, : "Estimation of Shear Characteristic Degradation and Stress-Strain Relationship of Saturated Clays after Cyclic Loading", SOILS AND FOUNDATIONS, 1992.
- 5) 安原・平尾, :「繰返し荷重を受けた飽和粘土の非排水せん断特性」, 土木学会論文集, 第364号/Ⅲ-4, 1985

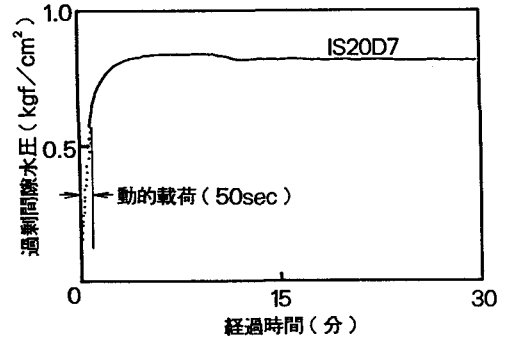


図-1 動的載荷時の過剰間隙水圧の挙動

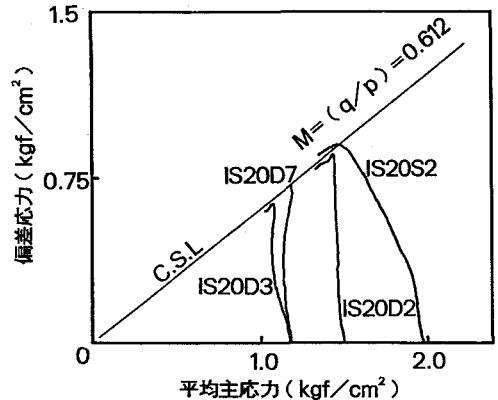


図-2 静的非排水せん断時の有効応力経路

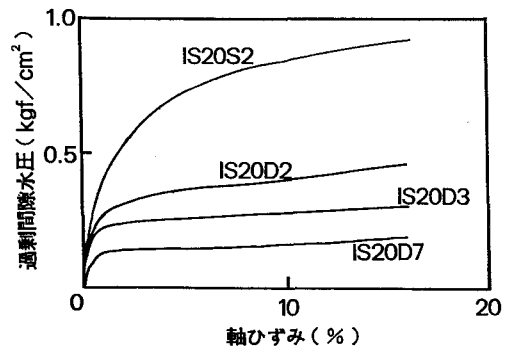


図-3 静的非排水せん断時の過剰間隙水圧の挙動

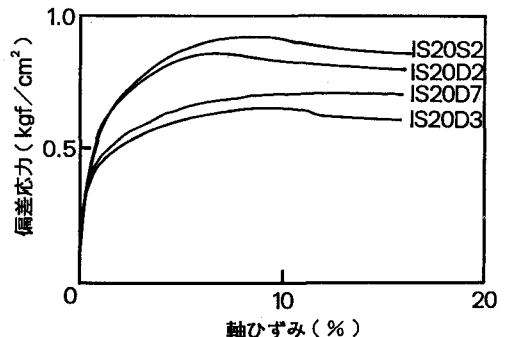


図-4 静的非排水せん断時の応力～ひずみ曲線