

11-106 衝撃的荷重に対する飽和粘土の非線形応答

京都大学工学部 正員 赤井 浩一
 大学院 学生員 山内 勇喜男
 同 同 徳田 峯夫

1. 緒言 地震時に構造物およびその基礎が示す挙動が地盤の動的性質に大いに左右されることは従来から認められていたが、一昨年の新潟地震における構造物の被害状況はこのことを十分実証したものと見てゐる。新潟地震の被害の甚大さに刺激されて砂質土盤または砂質土の振動性状に対してかなり関心が持たれるようになったが、一方粘土土盤または粘土質土の動的な特性に対する考慮も、とくに本邦諸地方のように軟弱な沖積粘土層の厚いところにおいてはやるがせにすることができない。従来この方面の研究は、ほとんどすべて周期的な単軸回転振動に対する粘土の変形や強度を論じたものが多く、地震のさいのむしろ衝撃に近いような不規則な短期の振動荷重に対する直接的な検討は案外なされてゐない。

本研究は柔らかい飽和粘土が地震のような衝撃的荷重を受けた場合に示す力学的応答を実験的に調べたものである。実験には三軸セルを用い、粘土試料に急激な載荷を与えたときの弾性、減衰、クリープなどを加速度計と変位計の記録から解析的に求めた。

2. 実験装置と方法 図-1は実験装置の概要を示すが、図のP点にて対重Mを支える糸を切断して粘土試料に瞬間的にMを載荷し、そのときの供試体の変位と加速度を電気回路により増幅してオシログラフに記録させる。加速度計は供試体(直径35mm、高さ80mm)と一体となって運動するのを確実にするため、三軸試料用キャップに内蔵するまわめて小型のもの(最大測定容量±2g)を試作した。また変位計は最大変位25mmまで測定が可能

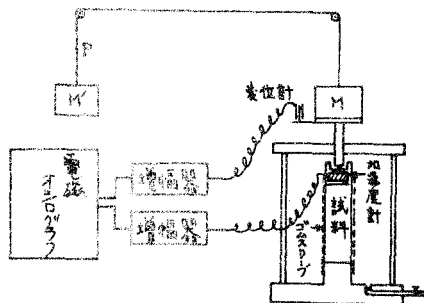


図-1

で、載荷台に片持ばり式にとりつけた。供試体は荷重の1段階ごとに新鮮試料を用い、荷重段階としては初期値の0.5kgから出発して0.3kgずつ増加させ、9段階目に最大2.9kgを載荷した。

3. 実験結果と考察 (1) 動的強度 粘土の非排水せん断強さがひずみの速さと密接な関係のあることは従来から認められている。今回の実験で動的な応力-ひずみ曲線を通常のひずみ制御のものと比較したのが図-2であって、同一のひずみに対する動的せん断抵抗は静的なもの約1.5~2倍となっており、また弾性係数(ポアソン定数)も大きい。なお側圧が動的非排水強度に及ぼす効果は顕著ではない。

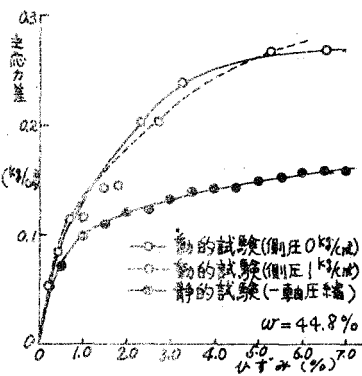
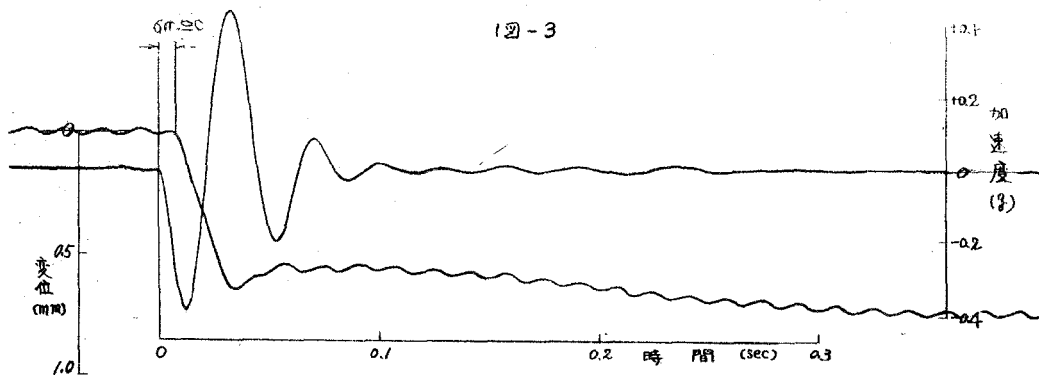


図-2

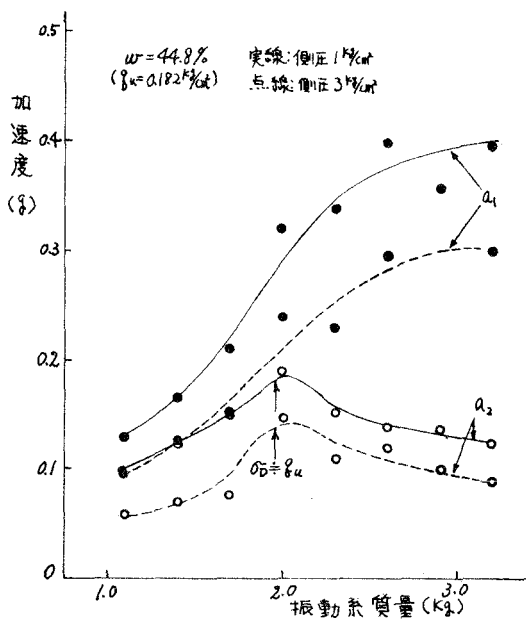
(2) 応答加速度と降伏強度 この実験における加速度記録と変位記録の代表例を図-3に示す。衝撃荷重をのせた直後の加速度は比較的一定の周期をもつ減衰振動となり、この例では振動はおよ

そ0.3秒間継続する。一方、軸方向変位は加速度よりごくわずか(5~8m.sec)遅れて応答し、振動の

初期に大きい変形を生じたのち経時的なクリープへと継続する。このように加速度より変位が遅れることは、粘土の構造としてVoigtのモデルを考之れば理論的に説明できるが、ここには触れない。



種々の荷重に応じた振動系の質量 m に対して応答加速度 a_i ($i=1, 2$) をプロットすると図-4が得られる。この場合振動系質量としては、Rayleighの方法により(荷重+荷重ピストン重量 + $\frac{1}{3} \times$ 供試体重量) から算出したものを用いた。図-4より拘束側圧が応答加速度を減少させるように働くことが知られる。また含水比の小さい粘土試料に対して応答加速度が大きくなる傾向が見える。しかしもっと顕著な現象がある。それは応答加速度の第1波 a_1 は質量 m の増加とともに増大するが、第2波 a_2 は m のある値でピークを示すことである。このピークに対応する動的応力 σ_D を算出すると、図中に記入したように $\sigma_D \approx q_u$ (静的な一軸圧縮強度) となることがわかる。これより応答加速度の第1波において供試体に q_u を越す動的応力が作用すると粘土は降伏し、第2波の加速度



a_2 は m の増加とともに減少するようになる。なお第1波 a_1 が作用したときに $\sigma_D > q_u$ でも降伏を示さないのは、この時点ではまだ応答変位が微小なためと考えることが出来る。このようにして求めた粘土の降伏値に対する変位(図-2)の動的応力-ひずみ曲線の最初の屈折点の変位に対応しており、また降伏後の応答加速度に1)周期性がうすれることから降伏点の存在が確かめられる。

右の表は含水量による粘土の動的特性の相違をまとめたものである。

含水比 (%)	振動系質量 (kg)	クリープの速さ (%/sec)	クリープひずみ (%)	最大応答加速度 (g)	応答振動周期 (sec)	バネ定数 (kg/cm)	粘性係数 (kg-sec/cm)	対数減衰率	エネルギー減衰率 (%)
44.8	1.41	0.16	0.95	0.32	0.053	6.2	0.145	2.24	1.10
	2.01	0.21	1.30	0.48	-	-	-	-	2.50
41.3	1.41	0.04	0.20	0.35	0.032	11.7	0.147	1.98	0.50
	2.01	0.05	0.22	2.43	0.045	9.2	0.179	2.04	0.85