

新日本製鐵(株) 正員 志賀 一夫

豊橋技術科学大学 正員 栗林 栄一 正員 河邑 眞

正員 由井 洋三 学生員 佐々木 健二

1. はじめに

地震時の構造物の安定には、様々な要因が独立に、あるいは干渉し合って関与しており、これらを個々に解明し、評価していくことは、今後の構造物の設計に対して重要な意味を持つ。本研究は、振動台上に重力式モデル壁により、支持されたモデル砂層を作成し、これらの要因の一つである地盤と構造物の相互作用を考慮した動的実験を行ない、地震時に構造物に作用する土圧性状をより明確にしようと試みたものである。

2. 実験概要

図-1は実験に用いたモデル砂層である。モデル壁には裏込めが乾燥砂の場合は3個の土圧計を、飽和砂の場合は更に3個の間隙水圧計を取り付けた。壁の変位は壁前面に取り付けた変位計で計測した。裏込めには比重2.65、最大間隙比0.86、最小間隙比0.61、均等係数3.26の本曹川砂を用いた。

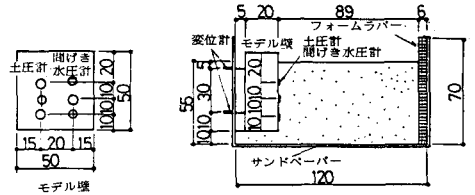


図-1 モデル砂層図

3. 裏込めが乾燥砂の場合の実験結果

実験は、裏込めの間隙比とモデル壁の重量を変えて表-1に示す15ケースを行なった。図-2はCase 2-1, 3-1, 4-1における壁頂付近の変位量を示したものである。裏込めが乾燥砂の場合、実験中の壁変位量は壁の重量による異なることがわかる。そこで加速度300 galでの壁変位量がH/100(4.5mm)を越えない壁重量96 kgの実験をTYPE-1, H/100を越える壁重量179 kgの実験をTYPE-2, 300 gal付近で30 mm以上のすべりを生じた壁重量138 kgの実験をTYPE-3と分類して考察した。

表-1

	VOID RATIO	WALL WEIGHT ^g
CASE 2-1	0.79	96 ^{kgf}
2-2	0.77	96
2-3	0.72	96
2-4	0.69	96
2-5	0.64	96
3-1	0.82	138
3-2	0.76	138
3-3	0.73	138
3-4	0.69	138
3-5	0.64	138
4-1	0.81	179
4-2	0.79	179
4-3	0.73	179
4-4	0.67	179
4-5	0.63	179

図-3, 図-4はTYPE-1 (Case 2-1)の実験における静土圧・動土圧分布の加速度上昇に伴う変化を示したものである。実験中、壁面に作用する土圧は加速度と同位相で振動しながら変化し、静土圧とはその平均値、動土圧とはその片振幅を意味する。これより壁変位量がH/100を越えない範囲では、加速度の上昇に伴って静土圧は振動前の分布形を崩さずに増加し、動土圧は砂層の深さに関係なく、ほぼ同じ増加量を示すことがわかる。図-5, 図-6はTYPE-2 (Case 4-1)の実験における静土圧・動土圧分布の加速度上昇に伴う変化を示したものである。壁変位量がH/100を越える200 gal付近から、静土圧・動土圧とも下層での増加量が大きくなり三角形分布に近づいていくことがわかる。

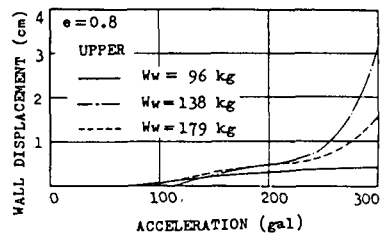


図-2 壁変位特性

図-3, 図-4はTYPE-1 (Case 2-1)の実験における静土圧・動土圧分布の加速度上昇に伴う変化を示したものである。壁変位量がH/100を越える200 gal付近から、静土圧・動土圧とも下層での増加量が大きくなり三角形分布に近づいていくことがわかる。

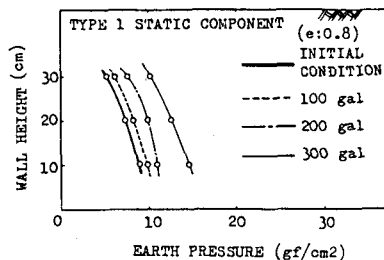


図-3 静土圧分布 (TYPE-1)

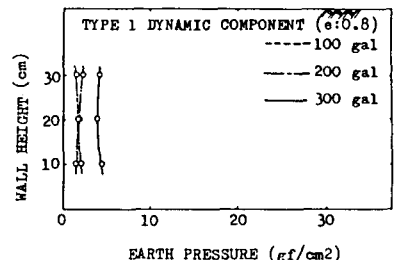


図-7は、壁面に作用する土圧の最大値(静土圧+動土圧)より求めた土圧係数の加速度上昇に伴う変化を示したものである。図中の実線は、物部地震時主働土圧式より算出した値である。これより、壁変位量が $H/100$ を越えない範囲では物部式とよく一致し、 $H/100$ を越えると物部式より小さな値を示している。図-8は、壁面に作用する土圧の相対着力点の加速度上昇に伴う変化を示したものである。これより、壁変位量が $H/100$ を越えると土圧分布が三

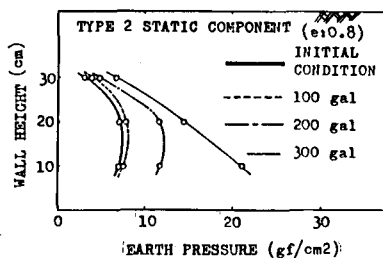


図-5 静土圧分布 (TYPE-2)

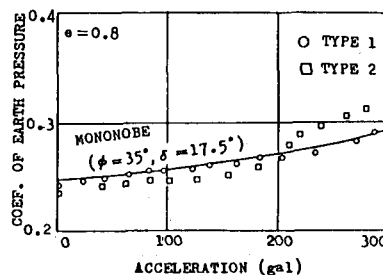


図-7 土圧係数の変化

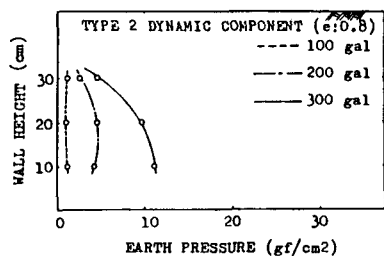


図-6 動土圧分布 (TYPE-2)

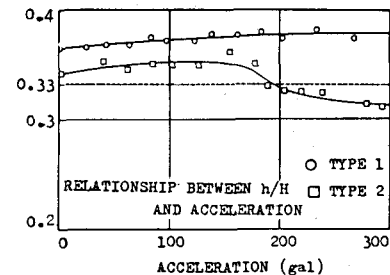


図-8 相対着力点の変化

角形分布に近づくため、相対着力点の値は次第に $1/3$ に近づくことがわかる。

4. 裏込めが飽和砂の場合の実験結果

実験は、裏込めの相対密度とモデル壁の重量を変えて表-2に示す9ケースを行なった。図-9は実験結果の一例(Case 2)である。加速度が上昇すると、土圧、間隙水圧は急激に増加し、ピーク付近で両者はほぼ一致し、有効応力がなくなり液状化が生じたことを示している。また、モデル壁は、土圧、間隙水圧が上昇する付近で変位を生じ始め、すべての実験において30mm以上の変位を生じた。図-10は、壁の変位に伴う間隙水圧比の変化を示したものである。これより壁の変位によって裏込めの液状化が進行することがわかる。また、裏込め内の間隙水圧比の上昇に伴って、壁面に作用する土圧は増加することから、裏込めが飽和砂の場合、振動による土圧・間隙水圧の増加、もしくは壁にかかる慣性力によって壁に変位が生じると、壁面付近の裏込めのせん断変形が増大する。その結果裏込め内の間隙水圧が上昇し、壁面に作用する土圧が増加する。要するに土圧の増加が壁を変位させるという相互作用によって裏込めに液状化が発生し、壁体は変位を生じると考えられる。

5. まとめ

以上の結果から、地震時の構造物の安定を検討する際には、構造物の変位とそれに伴う土圧の変化を考慮すべきであることがわかった。

(参考文献)

- (1) 河島ら(1983): 液状化時の壁面土圧, 730頁, 土木学会全国大会
- (2) 栗林, 河島ら(1987): 地震と構造物の動的相互作用に関する研究, 土木学会中部支部

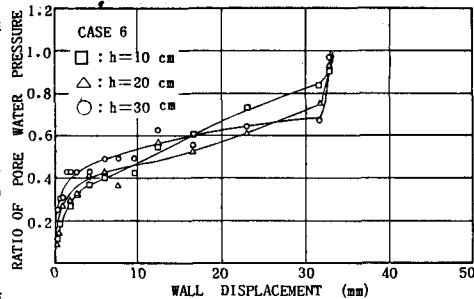


図-10 壁変位と間隙水圧比の関係

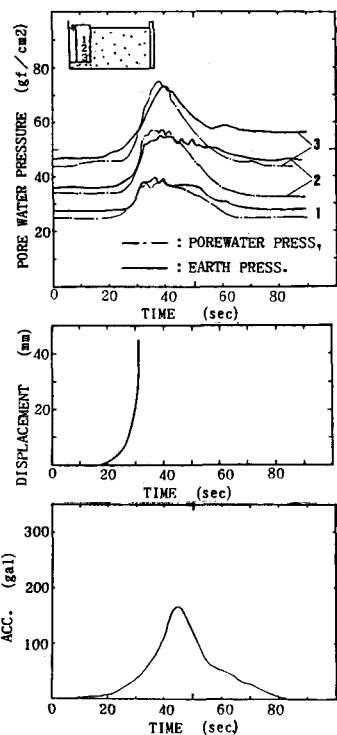


図-9 実験結果の一例