

動的遠心力模型実験装置を用いた土圧に関する研究

高知高専専攻科 学生会員 ○橋田賢治
高知高専 正会員 岡林宏二郎・西村和哲

1. はじめに

2011 年 3 月に、東日本大震災が発生し地盤の液状化現象や地盤沈下、建物の倒壊等の被害が発生した。これにより各種のインフラが寸断され被害が広範囲となった。東日本大震災は海洋型地震で、揺れの継続時間が 200 秒以上であったため、今後の構造物において継続時間の長い長周期の地震波に対する検討や粘り強い土構造物の設計が必要であることが挙げられた。地震発生によって生じる土圧は動的土圧で、本研究では平成 25 年度に改良された動的遠心力模型実験装置を用いて静的な土圧と動的な土圧との違いについて比較する。

2. 実験方法

2.1 静的な土圧性能試験

写真 1 に動的遠心力模型実験装置を示す。使用する容器の寸法は、幅 450mm、高さ 300mm、奥行 150mm である。実験時の土圧計・容器内の状態を図 1 に示す。標準砂の重量は 17.9kg であった。動的遠心载荷装置に容器を設置し、50G 場まで 5G 場ずつ加速度をあげ、それぞれの G 場でおおよそ 30 秒間静的な土圧を計測する。計測間隔を 10000 ミリ秒とした。

2.2 静的な土圧性能試験結果と考察

図 2 に 40G 場で得られた鉛直土圧を示す。土圧の理論値は、 $\gamma_t H$ (G) より 129.9kPa である。計測した鉛直土圧は、理論値より小さくばらついている。これは、土粒子のアーチアクションや土圧の再配分によるものと考えられる。静的な土圧を計測する場合は、計測間隔を 10000 ミリ秒(10 秒)と設定することで適切なデータ取得が可能となることが確認できた。

2.3 相似則

神戸波をかけて得られた変位データ図 3 を基に SIN 波に置きかえ設計水平震度と同程度の G を実験容器に与えるため計算を行った。最大変位点付近の神戸波の加速度はおおよそ 33gal であった。結果をもとに 40G 場と実物に生じると想定される最大変位と加速度を表 1 に示す。

加速度が小さくなった原因としては、現在の動的遠心载荷装置では片振幅幅を最大で 10mm までしかかけることができないことが挙げられる。使用している神戸波も装置の振動制御プログラムのデータ容量の制約から 256 波を選定していることも原因の一つに挙げられる。

2.4 SIN 波を用いた動的土圧実験

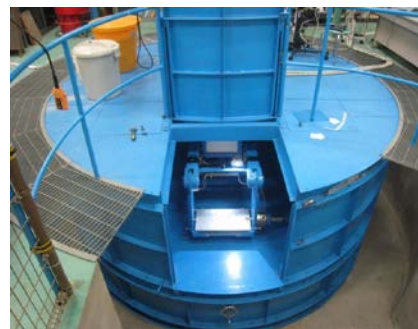


写真 1 動的遠心力模型実験装置

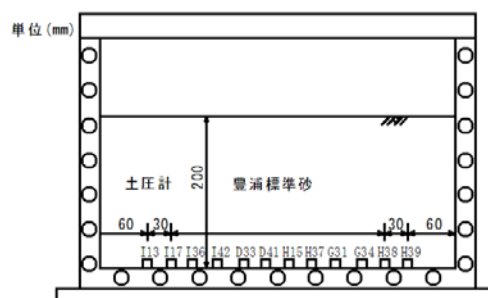


図 1 実験時の土圧計・容器内の状態

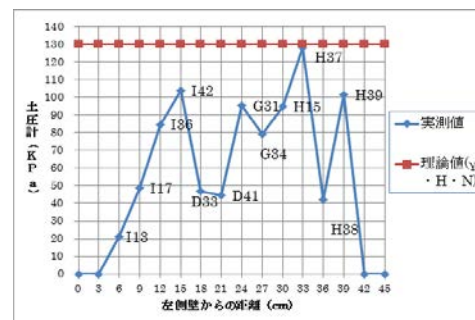


図 2 鉛直土圧分布

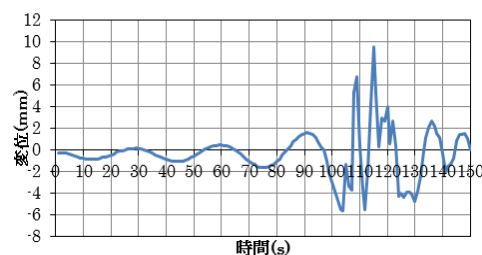


図 3 神戸波変位

SIN 波を用いて、実物にかかる設計水平加速度を 150gal として相似則の計算を行った。現在の装置の性能をふまえ計算を行なった結果を表 2 に示す。計算条件として $f=3\text{Hz}$ 、変位 $<10\text{mm}$ であるため変位を 8mm と設定して計算を行った。変位は装置の安全面を考慮して 8mm とした。表 2 より、20G 場で実物にかかる加速度が 14gal であり、およそ(設計水平加速度)150gal の 10 分の 1 であるがこの設定で実験を行うものとした。

加速度を 20G 場まで 5G 場ずつ上げていき、20G 場に達すると 30 秒ほど静的土圧を計測した。最後に、振動数 3Hz、片振幅 8mm の SIN 波を与え動的土圧を計測した。

2.5 SIN 波を用いた動的土圧実験結果と考察

図 4 は SIN 波で揺らした際の変位である。最大変位 7.94mm、最小変位が -8.17mm であったことより設定した SIN 波で振動しているが、時間間隔が大きすぎたことがわかる。

図 5 は SIN 波を設定して計測した鉛直土圧を示す。静的土圧と動的土圧の土圧計の値を比較すると大きな変化は見られな

表 1 最大変位と加速度

	40G 場(実験)	実物(想定)
最大変位(mm)	9.484	379.36
加速度(gal)	33	0.825

表 2 設定 gal の計算

G 場	振動数(Hz)	加速度(gal)	実物にかかる加速度(gal)
10	3	284.23	28.42
20	3	284.23	14.21
30	3	284.23	9.47
40	3	284.23	7.11

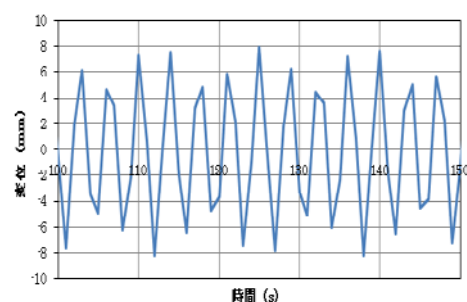


図 4 SIN 波変位

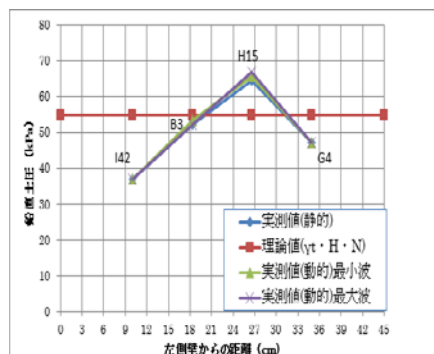


図 5 鉛直土圧分布

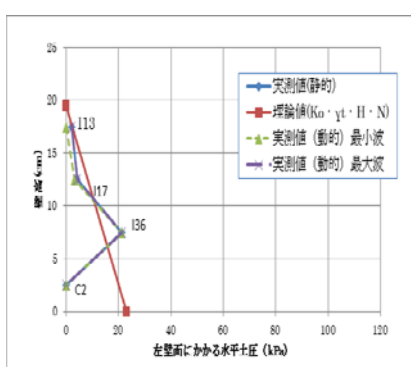


図 6 左壁面の水平土圧分布

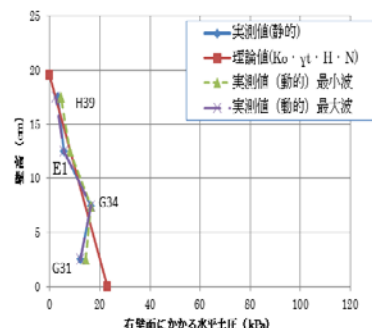


図 7 右壁面の水平土圧分布

った。土圧計 H15 は理論値よりも大きくなった。20G 場での計測であったため、アーチ作用が十分に発生せず H15 は理論値より大きな土圧を計測したと考える。

図 6 は SIN 波を設定して計測した左壁面にかかる水平土圧を示す。静的土圧と動的土圧の土圧計の値を比較すると大きな変化は見られないことがわかる。図 7 は SIN 波を設定して計測した右壁面にかかる水平土圧を示す。静的土圧と動的土圧の土圧計の値を比較すると土圧計 E1 で 2.29kPa の差がみられた。

3. まとめ

- (1) 動的遠心力模型実験装置は静的実験、動的実験とも計測を行えることが確認できた。
- (2) 静的土圧と地震波を加えた動的土圧の値を比較した結果、土圧に大きな変化は見られなかった。
- (3) 鉛直土圧と水平土圧とも測定値は理論値より小さな値となるが、遠心加速度が比較的小さい 20G 場などでは、土粒子のアーチ機能が十分再現されないことがわかった。
- (4) 装置の地震動加振能力をさらに向上させる必要がある。