

液状化による家屋の沈下に対する簡易な対策方法に関する振動台実験

東京電機大学 正会員 安田 進
 東京電機大学 学生会員 ○深谷 成司
 東京電機大学 学生会員 小見 允久

1. はじめに

2000年鳥取西部地震(M=7.3)では、米子市から境港市にかけての弓ヶ浜半島やその周辺で液状化が発生し、家屋や道路などに被害をもたらした。そのうち、米子市の安倍彦名団地では団地内の各所で噴砂・噴水が生じ、写真-1に示すように多くの家屋が不同沈下や破損による被害を受けた。家屋が1/100以上不同沈下するとその中では眩暈や吐き気をもよおし、生活できなくなる¹⁾。そのため不同沈下した家屋を持ち上げて水平に復旧する工事が行われたが、このために多大な復旧費が必要であった。液状化の発生を防ぐには地盤を締固めるなど地盤を改良するのが有効であるが、既成の家屋に適用するのは難しい。そこで既製の家屋に適用できる簡易な対策工を考え、家屋を模擬した模型を用い振動台実験を行ってその結果を調べた。



写真-1 液状化により不同沈下した家屋(安倍彦名団地)

2. 実験方法

振動台実験用の土槽には中型土槽(幅 2000mm×高さ 1000mm×奥行き 800mm)を用いた。試料には珪砂($\rho_s=2.646\text{g/cm}^3$ 、 $D_{50}=0.57\text{mm}$ 、 $e_{\max}=1.017$ 、 $e_{\min}=0.624$)を用いた。地盤の高さは 600mm とし相対密度を 50% とした。地表面上と振動台に加速度計を、また模型直下と模型の影響を受けない所の地表面から 100mm、200mm、400mm の深度に間隙水圧計を設置した。そして底面積が 200mm×200mm、高さが 85mm、重さが 16kg の家屋模型を地盤上に設置した。この家屋模型は重心が中心になるように調整されている。この家屋模型に変位計を模型の角の各点に設置し 5Hz、140gal の加速度で加振した。また模型の影響のないところで地盤のみの沈下量も測った。

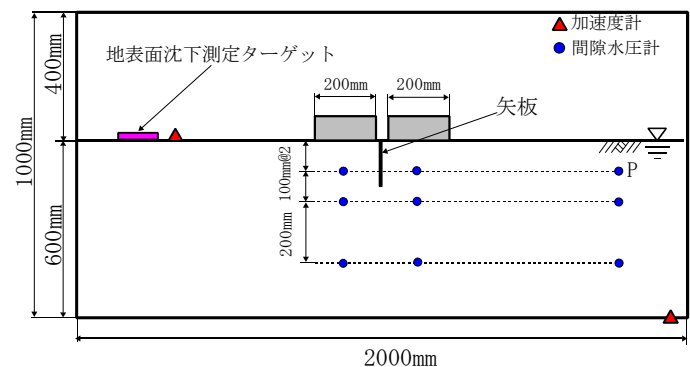


図-1 模型と計測器の配置図

模型数は 1 棟、2 棟の 2 種類とした。1 棟の場合には沈下対策として家屋模型の周囲にスカート状の矢板を打設した。そして、その根入れ深さを 50mm～200mm と変えた。2 棟の場合にはまず対策工を設けずに模型間距離を 5mm～320mm と変化させて相対傾斜角を求めた。次に 2 棟間に図-1 に示すように間仕切りの矢板を打設して、不同沈下対策を行う実験を行った。その矢板の根入れ深さを 50mm～200mm と変えて相対傾斜角を求めた。

3. 実験結果

3-1. データ整理の方法

液状化発生の時点は、模型の影響のない部分に設置した GL-100mm の間隙水圧計(図-1 の P)により算出した過剰間隙水圧比で判断することとした。新潟地震のターミナルビルなどの例を見ると、液状化が発生した後に構造物は徐々に沈下しているため、今回のデータは過剰間隙水圧比が 1 に達した 1 秒後の沈下量で整理してみた。この 1 秒間の間は地盤の液状化は持続している。沈下量のデータは各点の沈下量より地盤の沈下量を引いたものとし、4 点の平均を

キーワード 液状化、不同沈下、振動台

連絡先 〒350-0396 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 049-296-2911 Fax 049-296-6501

とって平均沈下量とした。また、2棟が写真-1に示すように内側に傾く指標として、2等間傾斜角をとったが、これは反時計回りの傾斜角をプラスとし、図-2の左側の模型から右側の模型は相対的にどれだけ傾斜しているかを計算して求めた。

3-2. 家屋1棟での沈下抑制効果

家屋が1棟の場合におけるスカート状矢板の根入れ深さと平均沈下量の関係を図-2に示す。ここに示したように家屋周囲にスカート状矢板を打設することにより沈下量を抑制出来た。ただしこの模型では約100mm以上に根入れ長を伸ばしても効果は変わらなかった。模型が沈下するのは、基礎下の地盤が液状化によりせん断剛性を失い外側に押し出されることが原因と考えられる。これに対しスカート状矢板を打設することにより外に押し出されるのを防ぎ沈下が抑制できたものと考えられる。

3-3. 家屋2棟での不同沈下抑制効果

家屋が2棟の場合の2棟間距離と2棟間傾斜角の関係を図-4に示す。ここに示すように2棟間距離が近いと家屋模型は内側に向かって傾き、離れていくと外側に傾いた。さらに離していくと傾斜することなくそれぞれ独立に沈下した。これは2棟間距離が近いと、お互いの荷重が重なり合って内側に傾斜するのに対し、ある距離に達すると影響を受けなくなり、傾斜しなかったと考えられる。

この結果を基に内側に傾いた2棟間距離5mmの時を対象にし、家屋間に間仕切り矢板を打設することで、どれだけ傾斜角の抑制が出来るかを実験した。過剰間隙水圧比が1の時点とその1秒後における矢板根入れ深さと2棟間傾斜角の関係を図-4、5に示す。図-4をみると過剰間隙水圧比が1の時には矢板根入れ深さを深くするとともに2棟間傾斜角は0に近づいた。図-5の1秒後の時にもばらつきがあるものの根入れ深さとともに2棟間傾斜角は小さくなった。このように間仕切り矢板の打設により2棟間傾斜角が減少する理由に関して、FEMで応力解析を行ってみると、矢板先端に荷重が集中する傾向が見られた。従って矢板がない部分には2棟間の地盤内に重なり合っていた応力が、矢板の先端のほうに分散されたために2棟間傾斜角が減ったのではないかと考えられる。

4. まとめ

液状化による家屋の沈下を対象に振動台実験を行ったところ以下の結果が得られた。

- (1)基礎の周りにスカート状の矢板等による対策工を施すと沈下量が軽減できる。
- (2)2棟の建物が隣接するとお互いが内側に傾くように不同沈下する。2つの建物の間に矢板を打設すると、この不同沈下を軽減できる。

なお本研究は東京電機大学総合研究所の研究の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

【参考文献】

- 1) 安田進・橋本隆雄：鳥取県西部地震における住宅の液状化による沈下について、土木学会第57回年次学術講演会、pp1029~1030、2002。
- 2) 安田進・田中宏征・龍田宏毅・山下丈二：液状化時の地中構造物の浮き上がりについての検討、第11回日本地震工学シンポジウム、pp227~230、2002。

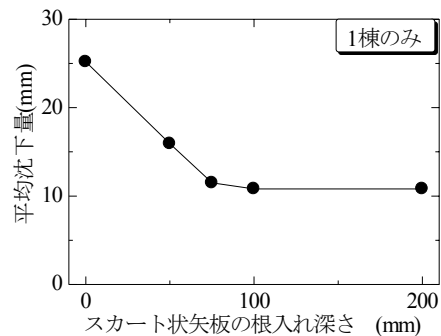


図-2 スカート長さ絶対沈下量の関係

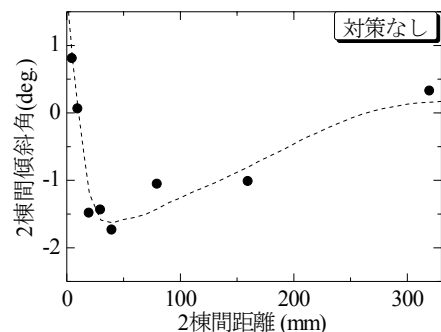


図-3 2棟間距離と2棟間傾斜角の関係

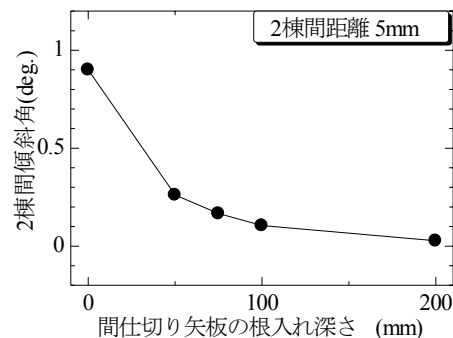


図-4 間仕切り矢板根入れ深さと2棟間傾斜角の関係
(過剰間隙水圧比が1となった時)

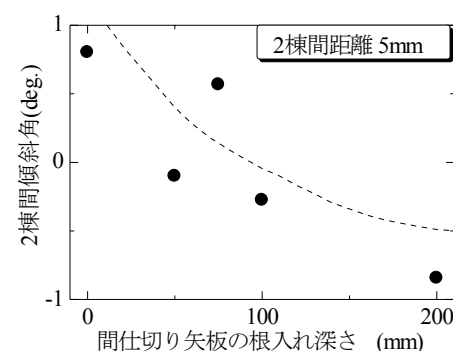


図-5 間仕切り矢板根入れ深さと2棟間傾斜角の関係
(過剰間隙水圧比が1になって1秒後の時点)