

# 四つの家屋不同沈下対策工法に関する振動台実験

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進  
東京電機大学院 学生会員 ○下枝 浩徳

## 1．目的

地盤が液状化するとその上に建っている直接基礎の構造物は沈下するが構造物によっては沈下量そのものよりは不同沈下による傾斜角の方が問題になる場合もある。筆者たちはこのような液状化による直接基礎の不同沈下に焦点をあてて、被害事例の分析や振動台実験、解析によってメカニズムの解明を行ってきた<sup>[1]</sup>。これに引き続き、既設の家屋に対策可能な安価な対策工を考案しその効果を振動台実験で確かめた。

## 2．実験条件

実験には振動台を用いて、この台に幅 2000mm×奥行き 800mm×高さ 1000mm の大きさのせん断土槽をのせて実験を行った。家屋の模型は 200mm×200mm の大きさで質量は 4 kg とし、数は 2 棟とした。用いた砂は豊浦砂である。基本ケースは相対密度 50%、液状化深度 200mm、地下水位 GL-0mm、2 棟間距離 20mm とした。用いた地震動は、おおよそ 3 波目で液状化するような波である、正弦波、200gal、5Hz とした。また、液状化を持続させるために波数を 40 波とした。

## 3．考案した対策工

地震時の液状化による不等沈下を抑制するために以下の四つの対策工を考案し実験を行った。実験ケースと

対策工の模式図を表-1 と図-1 に示す。

### おもり設置による対策工

おもりを設置して地震時に生じる応力の不均衡を解消することにより不等沈下を防ぐ対策工を考案した。今回の実験のように二棟間が 20mm の時、地震時の液状化により家屋は内側に傾く。そこで、内側の傾斜を防ぐために 2 棟の外側におもりを設置した。図 1 (1) に示すように、おもりの設置位置を建物の縁から 0~80mm 変え、また 0.9~1.8 kg と重さを変えて、8 ケースほど実験を行った。さらに図 1 (2) に示すようにおもりを家屋の上に設置し、その重さを 0.9 kg とし変えて 4 ケース行った。

### 矢板打設による対策工

それぞれの家屋周りに矢板を打設し、スカート状にして家屋下の土の液状化した移動を防ぐ対策工を考案した。矢板には 0.3mm のステンレス板を所定のサイズに切り出したものを用いた。深さは 50mm、75mm、100mm、150mm の四種類とした。

### 2 棟を連結させる対策工

2 つの家屋を繋ぎお互いの相対沈下を防ぐ対策工を考案した。不等沈下は地盤地表面以下の土の移動にともなってそれぞれの家屋で発生する。この対策工では二棟が同じ挙動をすることで不等沈下を抑制しようと考えた。二棟の下に 420mm×200mm の木版を装着した。

### 過圧密による対策工

過圧密対策は地表面から排水用のパイプを打設し、そこから排水して地下水位を一旦埋設構造物の深度まで下げる方法を想定した。その後パイプを抜いて地下水位は元の深さに回復しても、地下水位を一旦下げたことにより、土に一時的に大きな拘束圧が加わり、液状化強度や液状化後の変形特性が増し、沈下を抑制する効果がある。過圧密対策の良い点は、広範囲の対策に有効である

表 1. 実験ケース

| case | 重り (kg) | 重りから建物<br>までの距離 (mm) | 地下水位低下<br>深度 (mm) | スカート深さ<br>(mm) | 連結部の有無 |
|------|---------|----------------------|-------------------|----------------|--------|
| 基本   | -       | -                    | -                 | -              | -      |
| 1    | 0.9     | 5                    | -                 | -              | -      |
| 2    | 0.9     | 10                   | -                 | -              | -      |
| 3    | 0.9     | 20                   | -                 | -              | -      |
| 4    | 0.9     | 30                   | -                 | -              | -      |
| 5    | 0.9     | 40                   | -                 | -              | -      |
| 6    | 0.9     | 80                   | -                 | -              | -      |
| 7    | 0.45    | 80                   | -                 | -              | -      |
| 8    | 1.8     | 80                   | -                 | -              | -      |
| 9    | -       | -                    | 10                | -              | -      |
| 10   | -       | -                    | 15                | -              | -      |
| 11   | -       | -                    | 20                | -              | -      |
| 12   | 0.23    | -                    | -                 | -              | -      |
| 13   | 0.45    | -                    | -                 | -              | -      |
| 14   | 0.9     | -                    | -                 | -              | -      |
| 15   | 0.12    | -                    | -                 | -              | -      |
| 16   | -       | -                    | -                 | 50             | -      |
| 17   | -       | -                    | -                 | 75             | -      |
| 18   | -       | -                    | -                 | 100            | -      |
| 19   | -       | -                    | -                 | 150            | -      |
| 20   | -       | -                    | -                 | -              | 有      |

キーワード 液状化、地震、直接基礎、対策

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設環境工学科 TEL.049-296-5599, FAX.049-296-6501

こと、騒音・振動が小さいこと、既設構造物を供用しながら、比較的簡単に施工が可能であることなど、土本来の性質を利用した工法で、添加物を一切使わないクリーンな対策である。下部に軟弱粘土層がある場合には圧密沈下を伴い、締固め工法に比べると効果は小さいが、2程度の過圧密比を加えることで4~5割程度の液状化強度の増加が見込めることなどが挙げられる。本実験では、地下水位を10mm、15mm、20mmと下げた。但し地下水位を戻した後すぐに加振を行うと不飽和である可能性があるため、地下水位を戻してから12時間以上放置して飽和状態にした。

#### 4. 実験結果

図-3に今回の実験の結果を示す。なお、2棟間傾斜角とはお互いに内側に向いている場合を+とした。

##### おもり設置による対策工

家屋からおもりまでの距離と2棟間傾斜角の関係では家屋からおもりまでの距離が離れるにつれ家屋の傾斜は内側から外側へと変化してきた。5mmの距離で0になった。おもりの重さと2棟間傾斜角の関係のグラフでは、おもりが重くなるにつれ家屋が外側に傾く結果となった。

##### 矢板打設による対策工

スカート状矢板の根入れ深さを深くすることで沈下量が抑制できた。これは、模型下の地盤が液状化後に剛性を失っても押し出されなかったためであると考えられる。また、矢板の長さを50mm程度より長くしても沈下量抑制効果は変わらなかった。

##### 二棟を連結させる対策工

二棟を連結させた場合では、二棟間傾斜角がほとんど生じなく対策工の効果があった。

##### 過圧密による対策工

地下水位を下げた深度と2棟間傾斜角の関係のグラフでは、地下水位を下げた深度が深くなるにつれ2棟間傾斜角が抑えられる結果となった。

#### 5. まとめ

液状化後による家屋の不同沈下に関し、不同沈下を防ぐための四つの対策方法を考案し振動台実験を行った。いずれの場合でも不

等沈下を抑制できたと思われる。しかし、実際の家屋ではいくつかの点に留意しておく必要があると考えられる。なお、本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号19560496)の補助を受けて行なったものである。

#### 参考文献

- [1] Yasuda, S. and Ariyama, Y.: Study on the mechanism of the liquefaction-induced differential settlement of timber houses occurred during the 2000Totoriken-seibu earthquake, Proc. of 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, Paper No.S26-021, 2008. 10

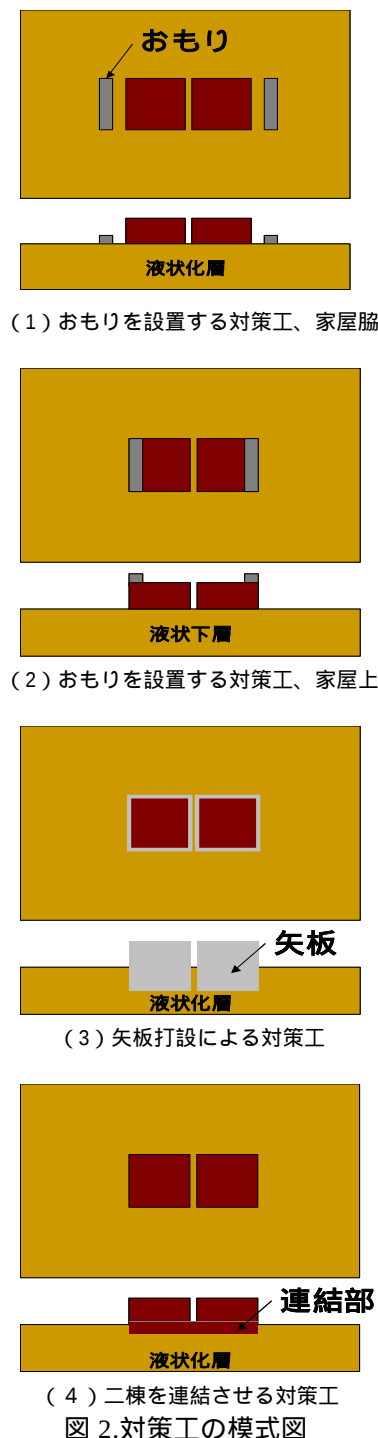


図2.対策工の模式図

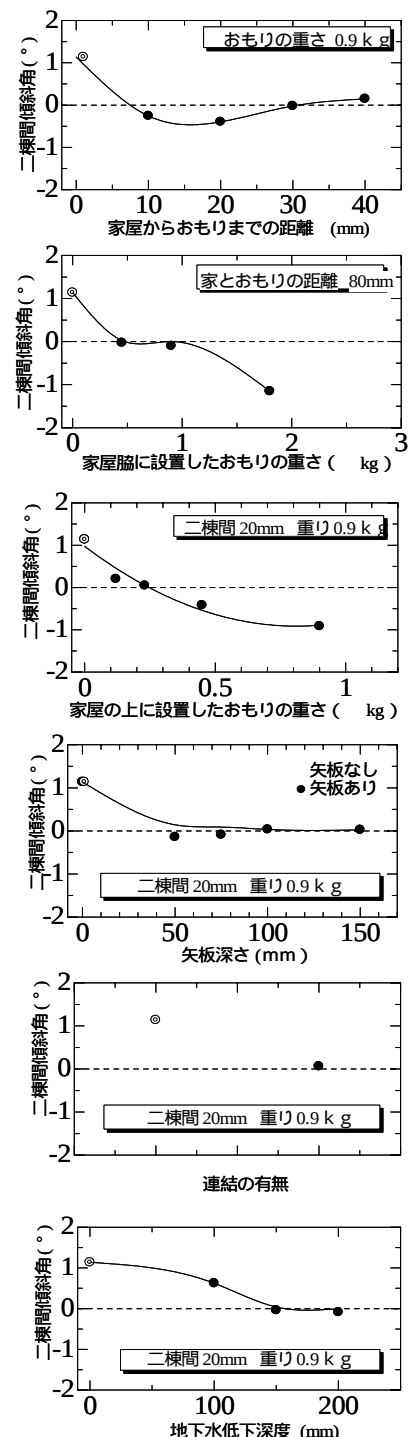


図3.実験結果