

液状化による家屋の不同沈下に対する簡易な対策の研究

東京電機大学 フェロー会員 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 年鳥取県西部地震において、液状化による家屋の不同沈下により家の中で生活が出来なくなるという事例が数多く確認された¹⁾。そこで、液状化による沈下のメカニズムを調べるために液状化に大きな要因を与えると思われる相対密度、地下水位を変化させ、液状化による沈下にどのような影響を及ぼすか実験を行った。また、不同沈下した家屋を水平に戻すには 300 万円ほどの金額がかかってしまい経済的でないため、既製の家屋に適用できる液状化による沈下抑制のための経済的で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。

2. 実験方法

振動台は高レベル 2 方向加振振動台(3000mm×2000mm)を用い、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 5 号($\rho_s=2.646\text{g/cm}^3$ 、 $D_{50}=0.57\text{mm}$ 、 $e_{\max}=1.017$ 、 $e_{\min}=0.624$)を用いた。地盤の作成方法は、一定量投入した試料を高圧噴射のハンプより水を 10cm 間隔で地盤内に入れることで攪拌させ、地盤を緩くした²⁾。その後、所定の高さになるように高振動で土層を加振し地盤を作成した。そして底面積が 200mm×200mm、高さが 85mm、重さが 16kg になるように調整した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。また、振動台と地表面上に加速度計を、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。加振条件は 5Hz、200gal とした。模型の影響のないところで地盤のみの沈下量も測った。模型の配置図を図 1 に示す。

実験は相対密度を 50%～80%と変化した実験、相対密度 50%で地下水位深さを 0mm～100mm と変化した実験、そして沈下対策として家屋模型の周囲にスカート状の矢板の根入れ深さを 50mm～200mm と変えて行った。

3. 実験結果

3-1. データの整理方法

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 に達したデータとその 1 秒後の沈下量のデータで整理した。この 1 秒間の間は地盤の液状化は持続している。沈下量のデータ整理方法は、実験によって計測した家屋の模型の 4 点の沈下量を平均し、そこから地盤の沈下量をひいて平均沈下量とした。

3-2. 相対密度変化させたときの液状化による沈下

相対密度を変化させたときに相対密度 50%、60%の場合には水圧比が 1 まで達し液状化したと判断できたが、

キーワード 液状化、不同沈下、対策工

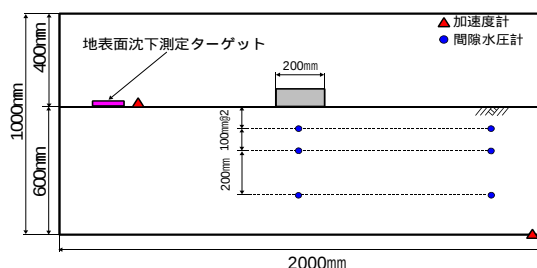


図 1 模型と計測器の配置図

表-1 実験ケース

NO.	相対密度 (%)	地下水位深さ (mm)	スカート長さ (mm)
1	50	0	0
2	50	20	0
3	50	40	0
4	50	60	0
5	50	80	0
6	50	100	0
7	60	0	0
8	70	0	0
9	80	0	0
10	50	0	0
11	50	0	50
12	50	0	75
13	50	0	100
14	50	0	200

相対密度 70%、80%の場合には過剰間隙水圧が 1 まで上がらなかったため、この 2 つは液状化していないと判断した。相対密度を変化させたときの経時変化、そこからのデータの読み取り方を図-2、3 に示す。そこで、地盤が液状化した相対密度 50%、60%の 2 つのケースで比較した。実験結果を図-4 に示す。このグラフより、相対密度の増加に伴い液状化による沈下量は減少していることが分った。

3-3．地下水位を変化させたときの液状化による沈下

地下水位深さを 0cm ~ 10cm と 2cm 刻みで変化させ実験を行った。その実験結果を図-5 に示す。図のように地下水位の深さが深くなるとそれに伴って沈下量は減少していくことが分った。

3-4．沈下抑制効果について

相対密度と地下水位深さの実験の結果より、最も沈下する相対密度 50%と地下水位 0cm の条件で実験を行った。対策工として用いるスカート状の矢板は 3mm のステンレス製で各辺は砂の出入りが出来ないよう固定されている。スカート長さは 50mm、75mm、100mm、200mm の 4 種類とし、そのデータに対策工を施さないデータを加えた。過剰間隙水圧比が 1 になった 1 秒後のデータを図-6 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。

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) 同じ液状化した地盤でも相対密度が大きくなると沈下量は小さくなる。
- (2) 地下水位を変化させた場合、地下水位が深いと沈下量は小さくなる。
- (3) 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。

[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・山下文二：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。

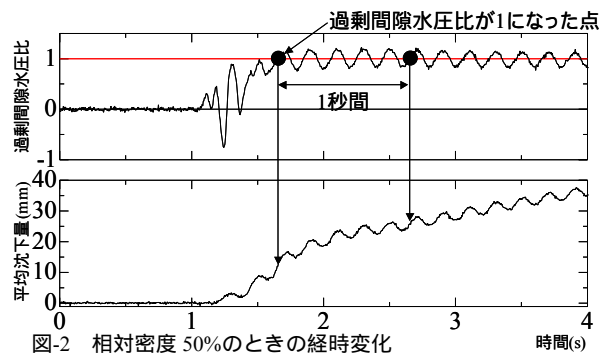


図-2 相対密度 50%のときの経時変化

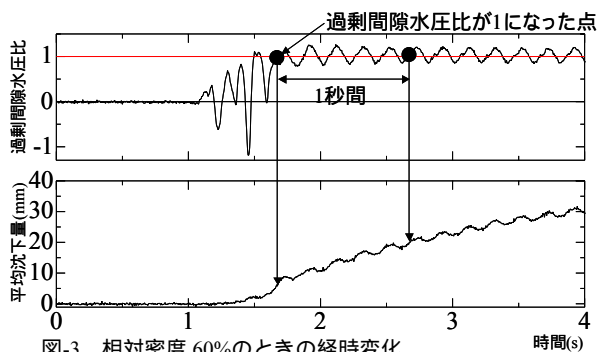


図-3 相対密度 60%のときの経時変化

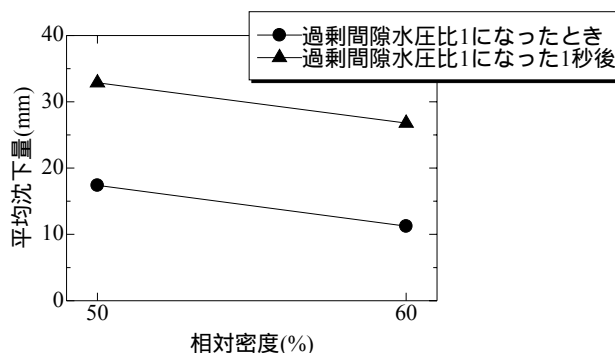


図-4 相対密度と平均沈下量の関係

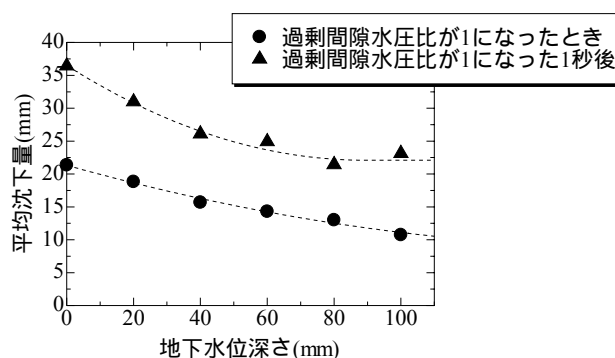


図-5 地下水位深さと平均沈下量の関係

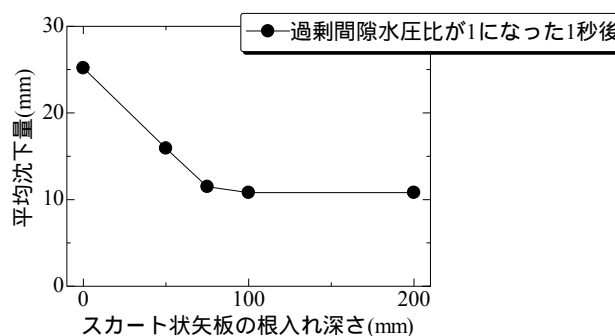


図-6 スカート状矢板根入れ深さと平均沈下量の関係