

格子状改良・排水工法による液状化対策効果についての解析的検討(その 3)

ー2次元および3次元解析による比較検討ー

西松建設(株)技術研究所 (正) ○佐藤 靖彦 (正) 佐藤 透
 西松建設(株)土木設計部 (正) 平野 孝行 (正) 土屋 光弘
 群馬大学大学院理工学府 (正) 蔡 飛 (学) 芦澤 拓八

1. はじめに

筆者らは、宅地や建物等に対する格子状改良工法と排水工法を組み合わせた液状化対策工の検討を行っている¹⁾。本工法の実務に向けた設計的な評価のために UWLC による 2 次元および 3 次元動的解析の適用性について検討を進めている。3 次元解析は、実際の構造物・対策の形状条件を比較的忠実にモデル化できるものの、解析モデル作成や計算時間において多大な労力が必要となる課題がある。一方、2 次元解析はモデル作成と計算が比較的迅速にできることから、3 次元効果を取り入れることで、実務に利用しやすくなる。本報では、前報^{2),3)}の 2 次元および 3 次元解析結果を比較検討して、3 次元効果を考慮する方法の妥当性を検討するとともに、格子状改良と排水工法を組合せた工法の対策効果について考察する。

2. 解析条件の比較

表 1 に 2 次元解析および 3 次元解析の主要な条件を比較して示す。Case1 は無対策、Case2 は格子状改良単独、Case3 は排水工法単独、Case4,5 は格子状改良と排水工法の併用工法である。Case1,2 の場合は、3 次元解析の要素数、節点数は 2 次元解析に対して約 2 倍に、Case3～5 の場合は節点数が 1.5 倍程度の条件で行った。

表 1 解析条件の比較

項 目	2次元解析	3次元解析
要素数	Case1	477
	Case2	567
	Case3	1129
	Case4,5	996
節点数	Case1	1441
	Case2	1441
	Case3,4,5	3289
建物のモデル化	1質点系モデル	ソリッド要素
平行格子壁のモデル化	水平梁	ソリッド要素
排水工法のモデル化	排水材をモデル化	鉛直透水係数が等価なソリッド

格子状改良の平行格子壁のモデル化は、3 次元解析では格子形状をそのままモデル化できるが、2 次元解析では水平梁要素にて平行壁による拘束効果をモデル化した²⁾。排水材については、2 次元解析では排水材自体をソリッド要素にてモデル化し、3 次元解析では要素数制約のために、排水材設置時の複合地盤の鉛直透水係数が等価となるよう設定した³⁾。

3. 過剰間隙水圧の比較

図 1(a), (b)に、それぞれ入力加速度最大時(時刻 21～23 秒)および 100 秒後の建物直下中心位置(P2:深度 5m)での各 Case の実験結果、2 次元および 3 次元解析による過剰間隙水圧の比較を示す。2 次元解析と 3 次元解析の過剰間隙水圧は各 Case と同程度の値を示しており、無対策、格子状改良ならびに排水工法の間隙水圧挙動を概ね再現できているものと考えられる。

図 2 は Case4 (格子壁・排水の併用工法)における 2 次元・3 次元解析による過剰間隙水圧比の最大値コンター図である。

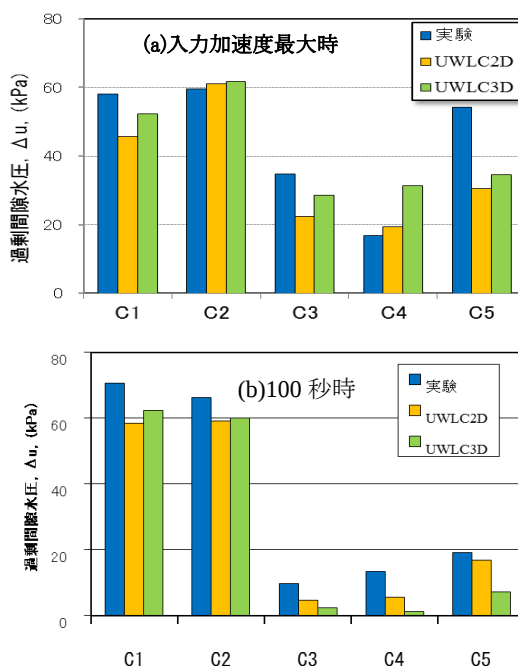


図 1 過剰間隙水圧の 2 次元・3 次元解析結果の比較

キーワード 液状化対策, 格子状改良工法, 排水工法, 有効応力解析, 2 次元, 3 次元

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 6-17-21 西松建設(株) 技術研究所 TEL 03-3502-0273

改良壁の近傍ではモデル化の違いにより過剰間隙水圧の発生状況が若干異なるものの、全体的には過剰間隙水圧は2次元解析と3次元解析とで同じような再現ができていているものとする。

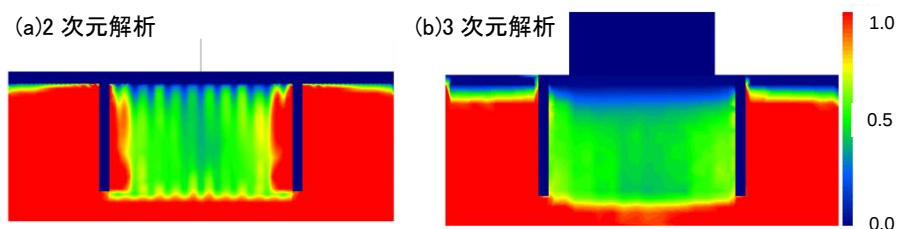


図2 Case4 (併用法) の最大過剰間隙水圧比のコンター図

4. 変形沈下挙動の比較

(1) 地盤変形

図3に2次元および3次元解析によるCase4 (併用法) の変形図をCase1 (無対策) の結果と対比して示す。

無対策の場合、地盤の外側への変形に伴い建物が沈下しているが、併用法の場合、格子壁により地盤変形が抑制されていることがわかる。2次元と3次元解析とはほぼ同じ傾向の地盤変形を示し、対策効果の再現が確認された。

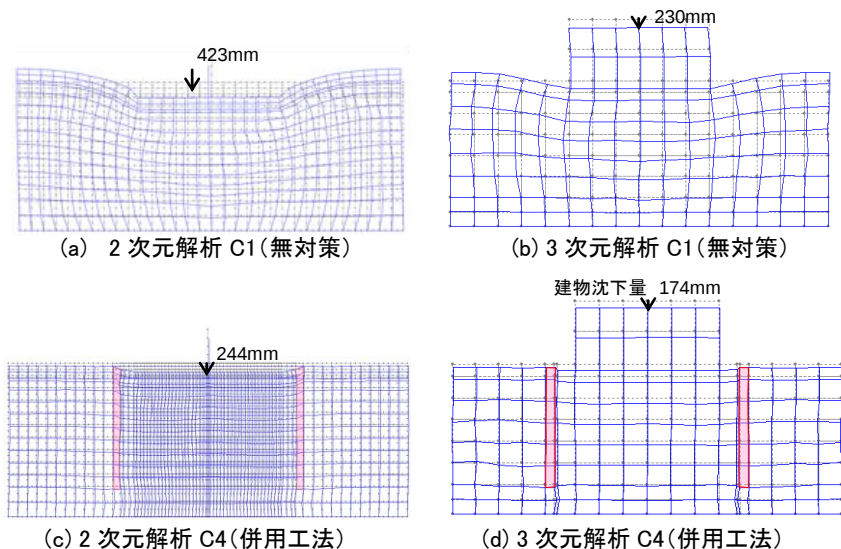


図3 2次元・3次元解析による無対策、併用法の変形図(150秒後)

(2) 建物の沈下・傾斜の挙動

図4および図5にそれぞれ実験、2次元解析ならびに3次元解析による加振終了後(150秒後)の建物中央部の沈下量と建物傾斜角を示す。図4をみると実験および解析結果ともに無対策(C1)で沈下量が最も大きく、排水工法・併用法(C3~C5)、格子壁(C2)の順で小さくなり、全般的な沈下傾向は2次元および3次元解析とともに再現できたと考える。なお、C1の沈下量が2次元解析よりも3次元解析の方が小さいのは、建物の形状効果の差によるものであり、またC3~C5がC2(格子壁)よりも沈下量が多いのは、排水対策による過剰間隙水圧消散に伴う沈下の影響とみられる。

図5の建物傾斜角については2次元解析と3次元解析による傾斜角の傾向はよく似ており、格子壁と排水工法の単独対策(C2, C3)よりも併用法(C4)の方が建物の傾斜を抑制する効果が認められた。

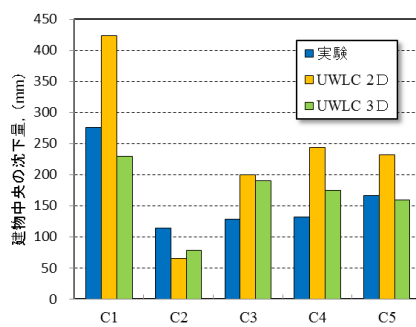


図4 建物沈下量(150秒後)

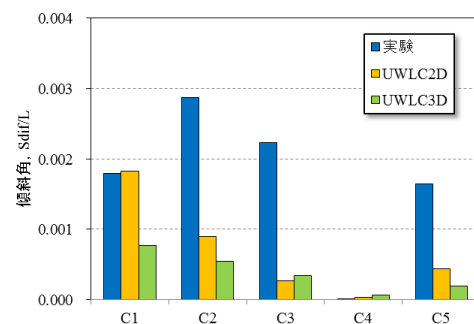


図5 建物傾斜角(150秒後)

5. まとめ

- 1) 過剰間隙水圧および地盤変形の挙動は、2次元解析および3次元解析とともに各対策時の挙動を概ね再現できた。
- 2) 建物沈下と傾斜の挙動についても、2次元解析および3次元解析とともに各対策時の挙動傾向を概ね再現できた。
- 3) これらの結果から2次元と3次元解析結果がほぼ一致または同等な結果となり、モデル化および2次元解析での3次元効果の考慮方法が概ね妥当なものであると考えられる。

なお、両者の解析結果に多少の差を生ずる場合も認められたので、今後それらの評価について検討していきたい。

参考文献

- 1) 佐藤ら：格子状改良・排水工法による液状化対策効果について（その1）—遠心模型実験による効果の確認—，土木学会第69回年次学術講演会，2014。
- 2) 土屋ら：2次元有効応力解析による遠心模型実験の再現解析，土木学会第70回年次学術講演会，2015（投稿中）。
- 3) 芦澤ら：3次元有効応力解析による遠心模型実験の再現解析，土木学会第70回年次学術講演会，2015（投稿中）。