

# 有効応力解析技術 (LIQCAの解析例)

— 地球と人の調和を考える —

株式会社  
ダイヤコンサルタント  
<http://www.diaconsult.jp>

## ■ 目 的

有限要素法に基づく有効応力解析は、地震時に発生する液状化や変形量の評価をすることができ、地盤上に構築された構造物の被害の予測、盛土構造物等の残留変形量の評価や液状化対策工の検討等を目的として実施します。



液状化によるマンホールの浮き上がり（浦安周辺）



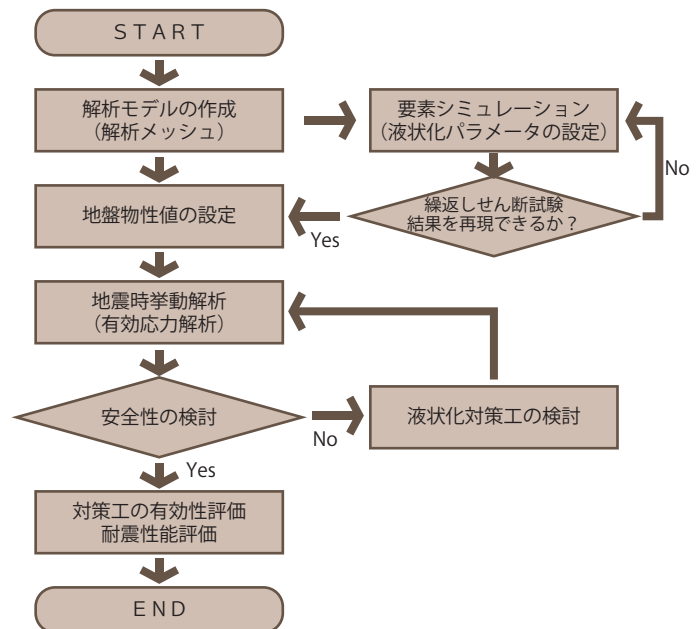
地震による堤防の変状・崩壊（印旛沼周辺）

H23. 3. 11 東日本大震災における千葉県内の地震・液状化被害

## ■ 概 要

有効応力解析プログラムは、FLIP<sup>1)</sup> や LIQCA<sup>2)</sup> に代表されます。これらのプログラムは、平面ひずみ状態を対象とする有限要素法に基づく二次元地震応答解析プログラムであり、有効応力解析法により地盤液状化時における過剰間隙水圧上昇に伴う有効応力の減少、土のせん断弾性係数の低下を考慮でき、従来の全応力解析法に比べ液状化の判定のみならず地震後の残留変形や構造物被害等を評価することができます。

解析の手順は、室内土質試験（繰返しせん断試験）結果を再現できる液状化パラメータを設定し、無対策地盤における安全性の検討を実施します。必要に応じて液状化対策工の検討を行い、解析により対策工の有効性や耐震性能照査を実施します。



有効応力解析検討フロー図

## ■ 得られる結果（主な出力項目）

解析で得られる結果は、以下の主な項目について、静止画や動画で整理することができます。

- ◆ 加速度、速度、変位量、ひずみ量
- ◆ 過剰間隙水圧、過剰間隙水圧比、有効応力減少比
- ◆ 鉛直応力、水平応力、せん断応力
- ◆ はり要素の曲げモーメント、はり要素の曲率

1) FLIPは沿岸技術開発センターで提供されるプログラム

2) LIQCAは液状化解析法 LIQCA 開発グループで提供されるプログラム

LIQCA を用いた兵庫県南部地震時の変形再現解析事例を以下に紹介します。

## 1. 被災状況

神戸の沿岸部においては山から海にかけて地層が傾斜しています。その地盤上に多くの護岸構造物が存在し、兵庫県南部地震では沿岸部を中心に側方流動が多く見られました。解析対象とした地点では、内護岸が前面に 63 ~ 85cm の水平変位が計測されています。

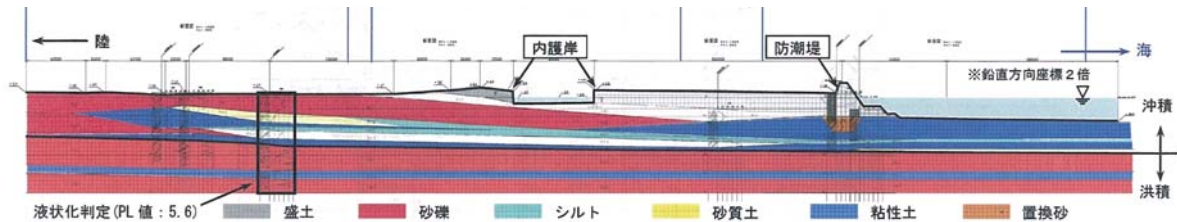


図-1 地質断面

## 2. 解析結果

内護岸の水平変位量は、いずれも海側への流動方向を示し、水平変位で 1m 前後の変位量となり、実測値と比べて解析値の方がわずかに大きい水平変位量を示すものの、変位挙動は概ね同程度という結果が得られた。

地震時に有効応力が減少（液状化）する土層は主に B 層, Ba 層, As1 層が顕著であるが、深部に分布する As3 層も地震終了時にやや減少しているのが確認できる。

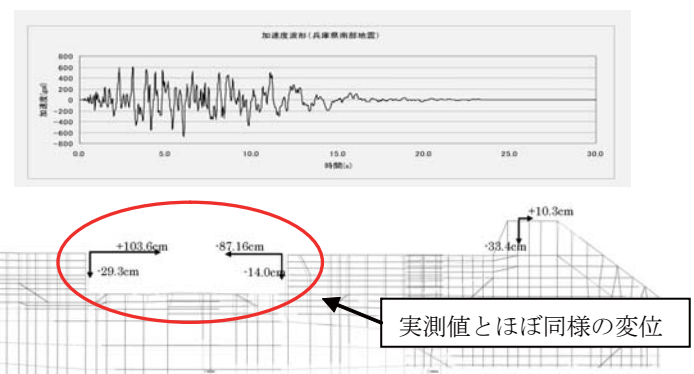


図-2 解析結果 (変形図)

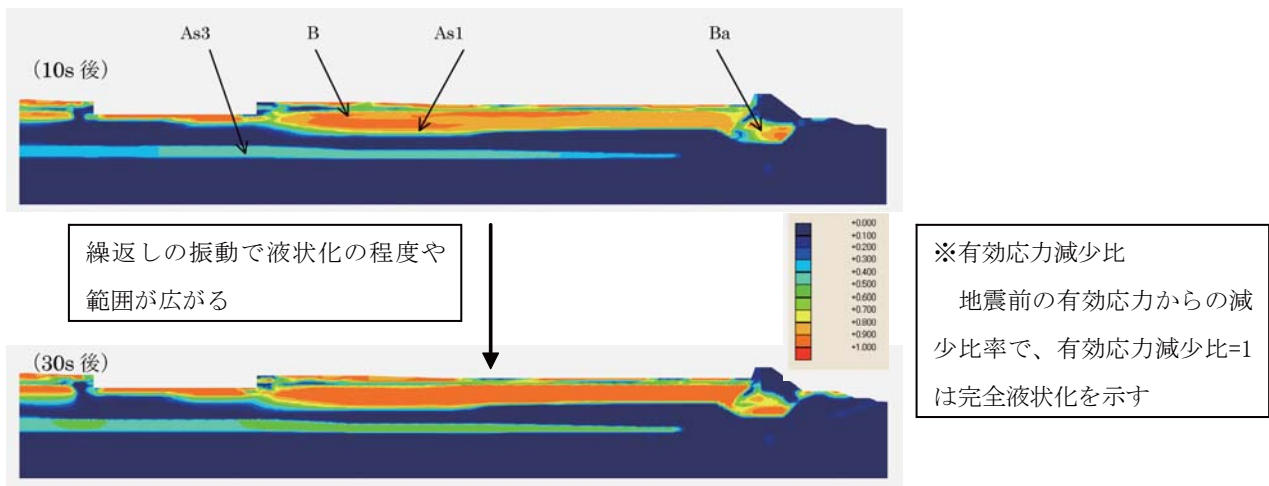


図-3 有効応力減少比

(引用文献)

- 1) 神戸の地盤・減災研究会 研究成果報告書 平成 16 ~ 18 年度, 2007
- 2) 新・神戸の地盤減災研究会 研究成果報告書 平成 19 ~ 21 年度, 2010

■ 本 社  
〒102-0075  
東京都千代田区三番町 6 番地 3  
TEL : 03-3221-3205 (代表)  
FAX : 03-3221-3209 (代表)

— 地球と人の調和を考える —  
株式会社  
ダイヤコンサルタント