

### 液状化シミュレーション技術とは

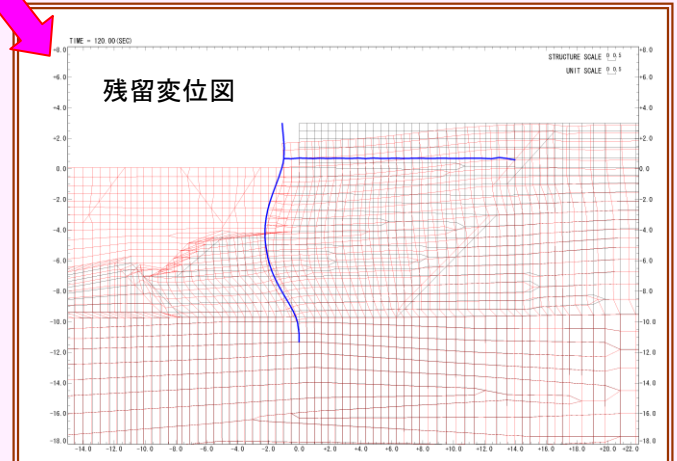
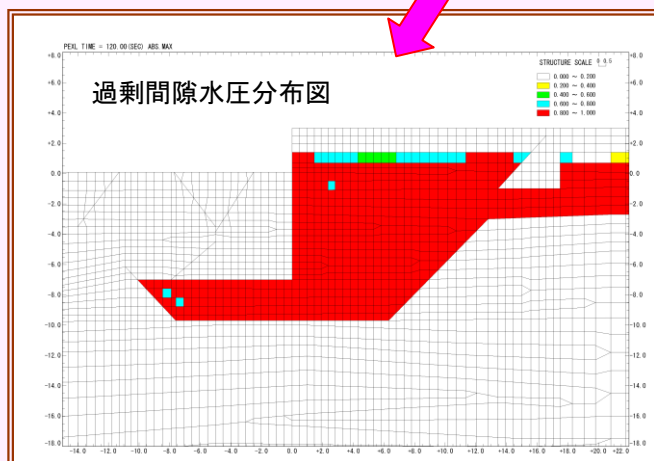
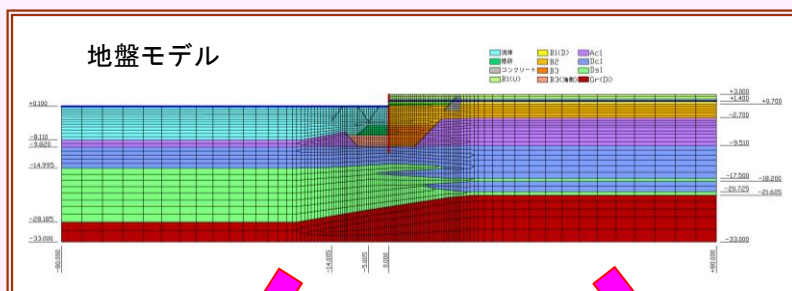
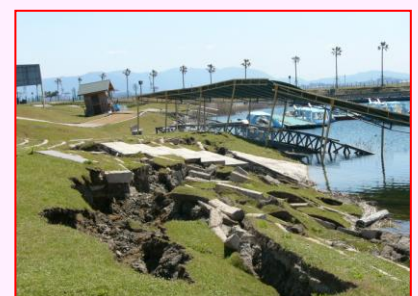
近年の大地震の多発を契機に、各種構造物（河川堤防、港湾空港構造物など）の耐震化についての関心が高まっています。液状化シミュレーション技術とは、液状化の可能性がある地盤に対して地震時にどのような挙動を起こし、またそれに伴い構造物がどのように変形するかをシミュレートするものです。既設構造物の安全性の評価、最適な対策工法の選定、また、新設構造物の耐震対策検討などに非常に有効な手法です。

### FLIP

FLIPとは国土交通省港湾空港技術研究所で開発された有効応力法に基づく二次元地震応答解析プログラムです。このプログラムの特徴は以下の通りです。

- ① 有限要素法に基づくプログラムである。
- ② 平面ひずみ状態を解析対象とする。
- ③ 地盤の液状化を考慮した地震応答解析を行い、部材断面力や残留変形等を解析する。
- ④ 土の応力～ひずみモデルとしてマルチスプリング・モデルを採用している。
- ⑤ 液状化現象は有効応力法により考慮する。必要な過剰間隙水圧発生モデルとして井合モデルを使用している。

現在も FLIP 研究会でバージョンアップされ、改良が進められています。



FLIP を用いて既設護岸（矢板岸壁）の変形照査を実施した事例です。地震動（基盤に約 400gal）の発生により、矢板背後の埋立土や置換砂が液状化を起こし、それに伴い矢板岸壁が 2.0m 以上も海側に変形することが確認されました。

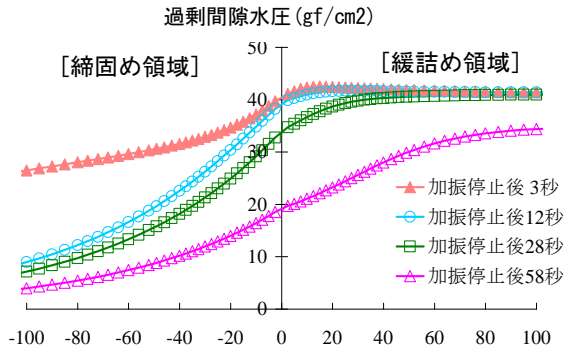
# FLIPDIS

FLIPDISとはFLIPで表現することができない「液状化後の過剰間隙水圧の消散過程、およびこれに伴う地盤変形」を検討するために近年開発されたものです。応力・浸透を考慮したBiotの多次元圧密方程式を、有限要素法を用いて解析することにより、地震終了後あるいは地震継続中の過剰間隙水圧の消散（移動）およびこれに伴う沈下、変形の予測を行うものです。

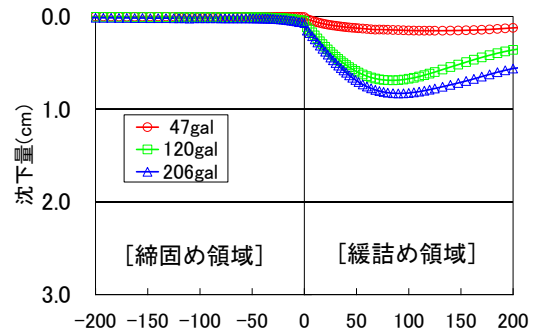
【研究開発協力：舞鶴工業高等専門学校 森尾 敏 教授】

◆ 過剰間隙水圧水平分布 206Gal

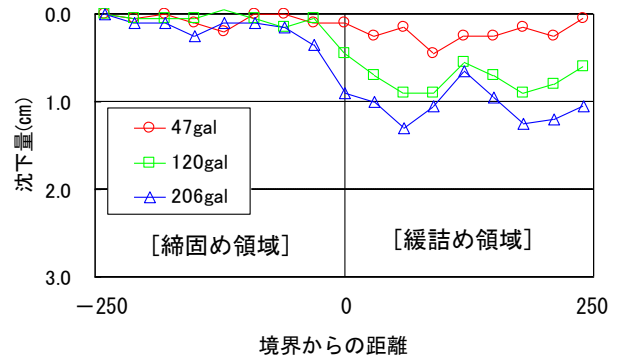
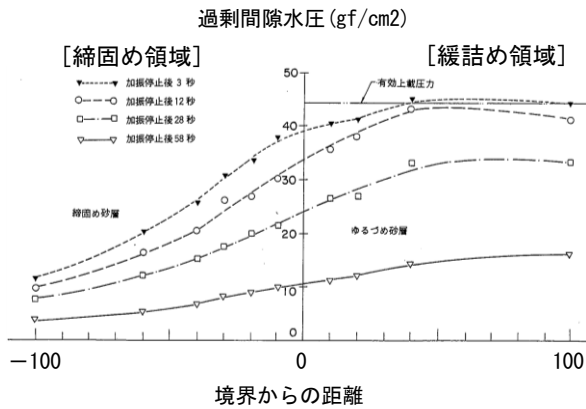
◆ 最終地表面沈下量の分布 (47Gal, 120Gal, 206Gal)



解析結果



実験結果



上図は、FLIP と FLIPDIS を検証するために、土槽実験の結果と比較したものです。土槽実験では同一槽内を緩詰め領域と締固め領域に分け、3パターンの入力波で加振させて、その後の過剰間隙水圧変化および地表面の変状を計測しました。シミュレーションの結果、過剰間隙水圧の水平分布および過剰間隙水圧の消散に伴う地表面の最終沈下量分布ともに実験値と同程度の結果になることが確認され、両プログラムの解析精度が高いことが確認されました。

## シミュレーション結果の反映

液状化シミュレーション結果から、構造物の安全性を評価します。安全性を確保できない構造物に対しては、液状化を考慮した耐震対策工法の検討を行います。また、東北地方太平洋沖地震等の大規模地震発生時の被災メカニズムの解明等にも役立ちます。

### 液状化シミュレーションを用いた構造物設計、施設の被災想定等の実績

- ・ 既設空港施設の地震被害予測および対策工設計 (東京国際空港、新潟空港、福岡空港等) (平成7年度～平成24年度 国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所 など多数)
- ・ 水産基盤整備委託事業「漁港施設等設計条件見直し調査」 (平成23年度水産庁)
- ・ 尼崎西宮芦屋港「尼崎地区」岸壁(-12m)耐震改良検討調査 (平成18年度 国土交通省近畿地方整備局神戸港湾空港技術調査事務所)
- ・ 徳山下松港港湾改修(耐震岸壁)工事に伴う設計業務委託 第1工区 (平成18年度 山口県周南港湾事務所)

など



羽田空港沖合展開事業へ参画しています