

液状化による構造物被害予測プログラム FLIP

～地盤－構造物系の有限要素法による動的有効応力解析プログラム～

※中央開発(株)は一般社団法人 FLIP コンソーシアム(FLIP Consortium)の会員です。

1. はじめに

地震時の液状化による構造物被害予測プログラムFLIP (Finite Element Analysis Program for Liquefaction Process) 注) は、地盤－構造物系の有限要素法による動的有効応力解析プログラムです。FLIP は、地盤の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、そして土のせん断弾性係数の低下を考慮できるので、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部材に生じる応力など構造物におよぼす影響について精度良く評価することが可能です。FLIP は、運輸省港湾技術研究所において開発され、その後、同研究所(現在の(独)港湾空港技術研究所)、京都大学および沿岸技術研究センターによる共同研究やFLIP研究会において改良・機能拡張が進められてきました。現在、港湾・空港分野はもとより、土木・建築全体にわたる広い分野で耐震性能照査に利用されています。

注) 2013年2月1日より、正式なプログラム名称は「FLIP ROSE®」となりましたが、ここでは従来の「FLIP」の名称を用いています。

2. 動的解析における実務上の課題

- 1) 土質調査や室内土質試験の計画・実施
- 2) 入力地震動の設定
- 3) 各土層の物性値の設定(特に液状化対象層のパラメータ設定)
- 4) 各種の特殊な構造形式、地盤材料のパラメータ設定
- 5) 地震動が作用する前の状態の再現(自重解析)
- 6) 動的解析時の数値計算上の安定性の確保・評価
- 7) 解析結果の信頼性の評価

3. 地盤材料のパラメータと設定方法

パラメータ区分	パラメータ	設定方法
物理特性	湿潤密度 ρ_t 、飽和密度 ρ_{sat}	密度検層やサンプリング試料より設定
	間隙率 n	サンプリング試料より設定するが、一般値を採用することが多い
動的変形特性	基準拘束圧 σ_{ma}	有効土被り圧より算定
	初期せん断剛性率 G_{ma}	PS検層より設定
	体積弾性係数 K_{ma}	ポアソン比を仮定して G_{ma} より設定
	拘束圧依存パラメータ m_G 、 m_K	標準値として0.5を用いる
	せん断抵抗角 ϕ'	三軸CD試験、CUB試験などより設定
	粘着力 c'	砂は考慮しない。粘土は一軸圧縮試験などより設定
	履歴減衰の上限値 h_{max}	動的変形試験より設定
液状化特性	変相角 ϕ_p	液状化試験の応力経路から設定できるが、一般値を採用することが多い
	液状化パラメータ: w_L 、 p_1 、 p_2 、 c_1 、 S_1	液状化試験結果にフッティングするように設定

※諸事情により詳細な調査・試験が実施できない場合、 N 値や細粒分含有率から簡易的にパラメータを設定することも可能です。

問い合わせ先



建設総合コンサルタント

中央開発株式会社

<http://www.ckcnet.co.jp>

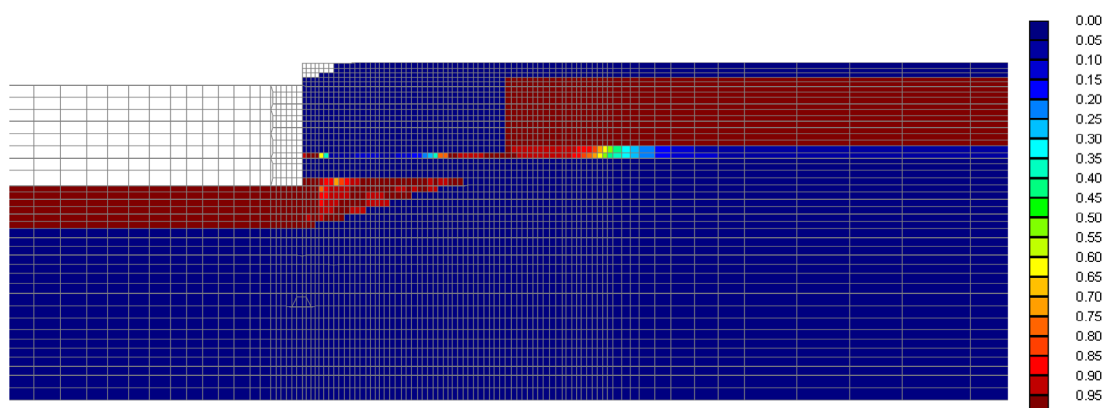
■技術サポート

ソリューションセンター

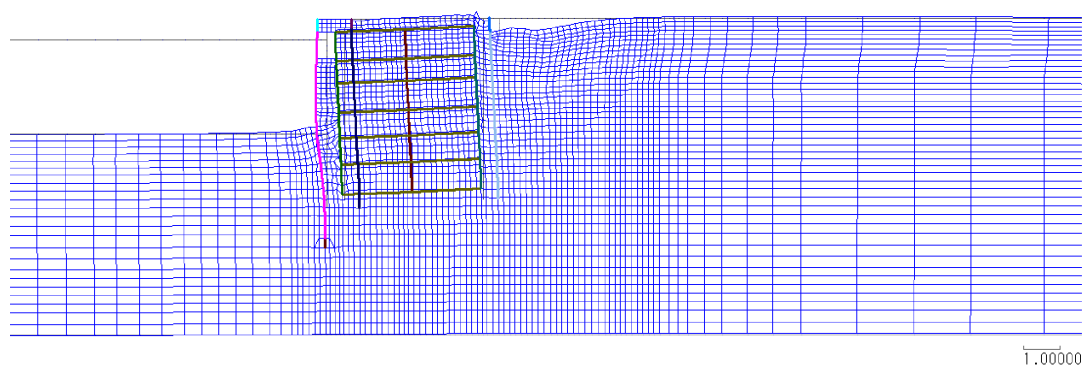
担当: 東野・田中(駿)・小川(雄)

〒332-0035 埼玉県川口市西青木3-4-2 Tel 048-250-1481

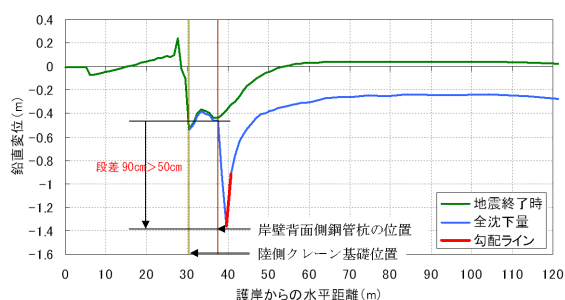
4. 重要港湾の岸壁を対象とした解析事例



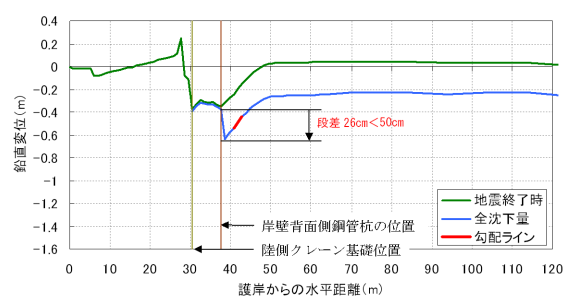
無対策時の過剰間隙水圧比の分布図（過剰間隙水圧比 0.9 以上で液状化と判断）



無対策時の変位分布図（岸壁の背後・前面地盤の液状化により大きな不陸が発生）



無対策時の地盤沈下量



液状化対策時の地盤沈下量

※ 業務実績

年度	対象業務	発注機関	主な業務内容
H22	横浜港本牧地区岸壁(15m)(耐震)(改良)液状化判定等業務	官庁(国)	土質調査、液状化判定、液状化対策工の設計検討、動的変形解析
H26	扇川始め2河川堤防耐震対策検討業務委託	官庁(市)	レベル2地震動に対する耐震性能照査及び耐震対策検討(河川堤防)
H28	豊川・不知火海岸耐震対策緊急(交付金)(耐震解析業務)委託	官庁(県)	レベル2地震動に対する耐震性能照査(海岸堤防)
H30	広域河川山崎川改修工事に伴う地質調査及び設計業務委託	官庁(市)	レベル2地震動に対する耐震対策工法の検討(河川堤防)
R2	大江川河口部汚泥対策基本設計	官庁(市)	液状化に伴う汚泥流出防止対策工の基本設計(盛土補強、埋立護岸)
R4	鈴沼地区農村地域防災事業(ため池整備)実施設計業務委託	官庁(県)	レベル2地震動に対する耐震対策の実施設計(ため池堤体)
R5	泉州地区ため池耐震診断業務	官庁(府)	レベル2地震動に対する耐震性能照査(ため池堤体)
R6	砂防メンテナンス工事(砂防)の内長寿命化計画変更に関する健全度調査業務委託	官庁(県)	レベル2地震動に対する耐震性能照査(砂防堰堤)
R6	崇神天皇陵外堤護岸改修計画に伴う基本設計	官庁(宮内庁)	レベル2地震動に対する耐震対策工法の検討(土堤)