

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}	ボ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



創発と複合と協働 (ECC) で拓くオンリーワン

中央開発株式会社

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

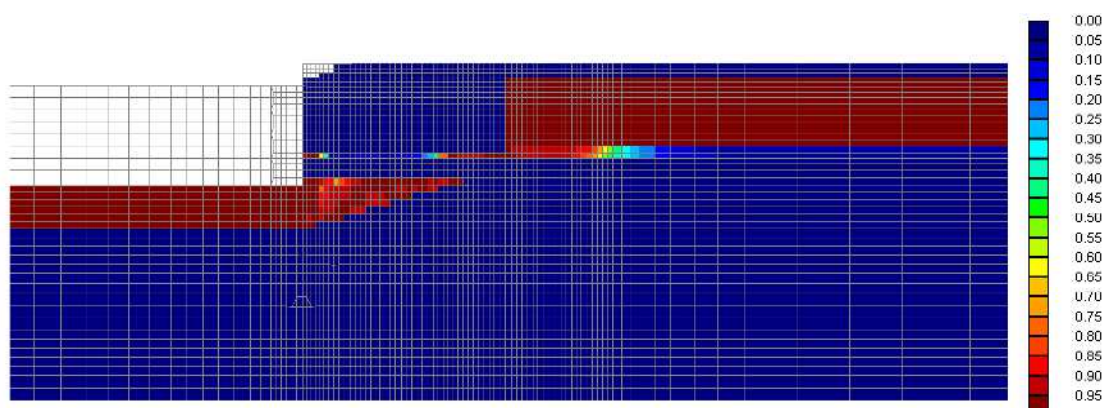
■技術サポート

ソリューションセンター

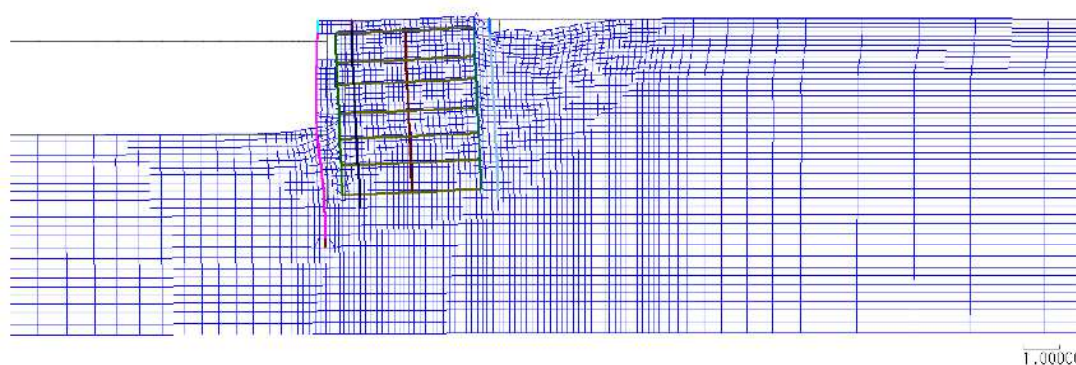
担当: 東野・田中

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

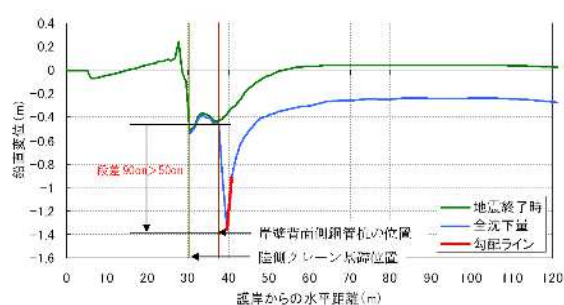
4. 重要港湾の岸壁を対象とした解析事例



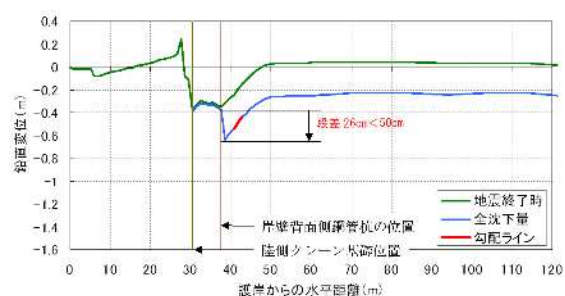
無対策時の過剰間隙水圧比の分布図（過剰間隙水圧比 0.9 以上で液状化と判断）



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
H29	海岸高潮対策工事の実施設計	民 間	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	フィルダムの耐震検討業務	民 間	レベル2 地震動に対する耐震対策工法の検討（フィルダム）
R2	大江川の地震・津波対策に伴う汚染土壌対策予備設計業務委託	官庁(市)	液状化に伴う汚泥流出防止対策工の基本設計（埋立て）
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性能照査（ため池）
R5	高潮対策工事構造実施設計委託	民 間	レベル2 地震動に対する耐震性能照査（海岸堤防）
R5	泉州地区ため池耐震診断（5-2）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）