

粒状体個別要素法による中川堤防を対象とした液状化側方流動解析

地象部 森 洋、小川 好

研究区分：基礎研究 研究費区分：土木技術研究所

キーワード：粒状体個別要素法、液状化側方流動解析、中川堤防

中期計画との関連：開発研究課題 - 1 - (2) -

液状化時での河川堤防における耐震性の評価は、 u 法による円弧すべり計算手法を採用しており、得られる安全率($F_s(u)$)より表-1に示した耐震点検マニュアルに従い、二次被害を含んだ耐震対策の詳細検討区間を総合的に判断している。

上層部に液状化層と下層部に軟弱な粘性土層を有する既設の中川堤防に u 法を適用させて耐震設計断面を検討すると、図-2に示すような堤外地側を対象とした鋼管杭を伴う地盤改良工法での耐震設計断面(円弧すべり面E)となる。この設計断面は、都市化した河川堤防背後では現実に地盤改良施工が不可能であると同時に、いつ完成するとも分からないスーパー堤防化への試みの基で決定された要因が大きい。しかし、堤内地側の円弧すべり面を考慮した場合、円弧すべり面Dの存在は無視できず、得られる安全率は所定の安全率を満足するには至っていない。そこで、液状化対象層が存在する特殊堤の一つである中川堤防を対象とした粒状体個別要素法による液状化側方流動解析を行うことで、所定の安全率を確保した現行設計断面(鋼管杭を伴う地盤改良)での耐震性の効果を変形量等で定量的に評価する。図-3には鋼管杭を伴う地盤改良モデルでの解析対象モデルを、図-4にはモデル条件をそれぞれ変化させた場合での最終変形挙動(括弧内の数値は盛土天端沈下量)を示した。既設モデルでは前面に強固な抑止構造物が無いため、堤内地側にも堤外地側にも盛土材が流入しており、堤防高(H)の約82%が沈下した($H \times 0.82$)。鋼管杭モデルでは約2mの杭頭変位を許すが、既設モデル程の沈下量は示さなかった($H \times 0.63$)。ただし、堤内地側には盛土材の流入が観察される。鋼管杭を伴う地盤改良モデル(現行の耐震設計断面)での杭頭変位量は僅かで、盛土天端沈下量も小さくなったが($H \times 0.55$)、堤内地側への盛土材流入は避けられなかった。また、表-1の関係に従えば現行設計モデルでの安全率($F_s(u)$)は0.6~0.8の範囲にあり、 u 法による円弧すべり計算での安全率を満足していない結果となった。以上のような改良後の耐震性評価を数値解析で行った例は少なく、本解析手法が所定の耐震設計手法(鋼管杭・地盤改良)の耐震性効果を一定程度評価できたことは、今後の耐震性能に向けての新たな設計提案が可能となると考える。

表-1 安全率と堤防天端沈下量

$F_s(kh)$	$F_s(\Delta u)$	Crest settlement
	$1.0 < F_s$	0
	$0.8 < F_s \leq 1.0$	$H \times 0.25$
$F_s \leq 0.8$	$0.6 < F_s \leq 0.8$	$H \times 0.50$
-	$F_s \leq 0.6$	$H \times 0.75$

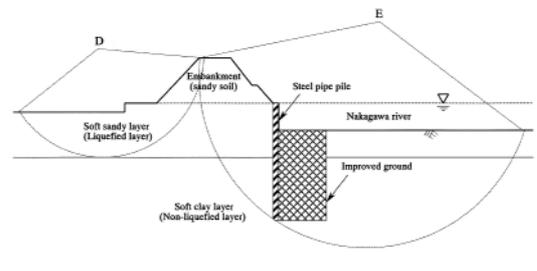


図-2 耐震設計断面(現行設計堤防)

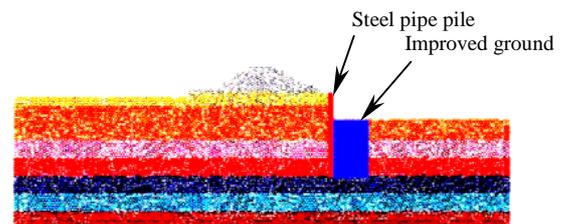


図-3 解析モデル(鋼管杭・地盤改良)

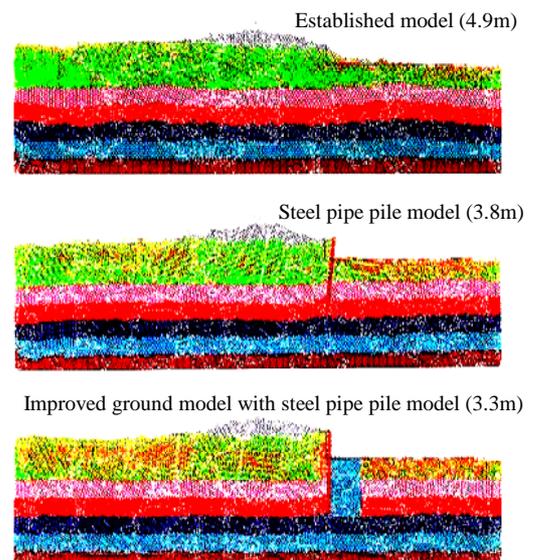


図-4 解析結果(最終変形図)