

Ⅲ-A117 側方流動対策工を施した護岸構造物の耐震性に関する解析的研究

九州工業大学工学部 正会員 廣岡明彦 永瀬英生

九州工業大学大学院 学生会員 ○陣内幸一

1. はじめに

1995年阪神・淡路大震災を契機として、護岸構造物の耐震性の検討においてその残留変形、残留耐力の評価が極めて重要であると認識されるようになってきた。従来の耐震設計で想定していたレベル以上の地震動を受けた場合の護岸構造物の耐震性評価が、このような地震災害を軽減するために必要とされるからである。そこで本研究では、液状化被害予測プログラムFLIPを用いて、有効応力解析による地震時の地盤並びに構造物の変形予測を行い、重力場での振動台実験結果との比較、検討をすることを目的とした。

2. 解析モデル及び解析条件

解析モデルは、本研究室で実施された振動台実験の実験モデル¹⁾をもとに、図1の様に

設定した。実験では背後地盤に杭基礎構造物が設置されているが、解析ではそれが無い場合を想定した。

入力地震動は、ポートアイランド（GL-32m）に

おける観測加速度波のNS成分を時間間隔0.01s、振動時間50s（データ数5000）、最大加速度544galとして解析モデル底面の粘性境界に入力した。今回の解析では初期微動は無視するとし振動開始から9.5s（データ数950）を省いて振動時間50s（データ数5000）としている。時間積分手法はWilson θ 法（ $\theta=1.4$ ）を用いた。表1に解析ケースを示す。

3. 各種パラメータの設定

置換砂層、液状化層及び基盤は実験条件から、それぞれDr=40%、70%の豊浦砂とした。そこで、まず過去の動的変形特性試験結果をもとに、初期せん断弾性係数および最大減衰定数を設定した。初期体積弾性係数は、等方線形弾性体の関係式を用いて、せん断弾性係数から算定した。マウンド、改良域、表土、ケーソンのパラメータについては、文献²⁾を参考に設定した。このように設定したパラメータを表2、3に示す。

液状化パラメータについては、置換砂、液状化層の2層を液状化を考慮するとして、過去に実施された豊浦砂の非排水繰返し三軸試験結果（一斉

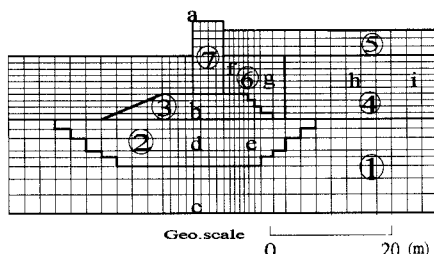


図1 解析モデル

表1 解析ケースの詳細

case	詳細
1	対策工なし
2	置換砂層のみ改良（締固め工法）
3	護岸背後のみ改良（グラウトドレーン工法）
4	置換砂層並びに背後地盤を改良

表2 材料定数（マルチスプリング要素）

	平均有効拘束圧 σ_{v0}' KN/m ²	せん断弾性係数 G_{0s} KN/m ²	体積弾性係数 K_{0s} KN/m ²	m_G	m_K	湿潤密度 ρ_t KN/m ³	間隙率 n	最大減衰 h_{max}	内部摩擦角 ϕ_f' 度
①基盤	98.0	104000	271220	0.5	0.5	20.0	0.42	0.30	41.0
②置換砂	98.0	83000	216450	0.5	0.5	20.0	0.45	0.27	37.0
③マウンド	98.0	570000	1480000	0.5	0.5	20.0	0.45	0.24	40.0
④液状化層	98.0	83000	216450	0.5	0.5	20.0	0.45	0.27	37.0
⑤表土	98.0	93000	243000	0.5	0.5	18.0	0.45	0.24	37.0
⑥改良域	98.0	570000	1480000	0.5	0.5	20.0	0.45	0.24	40.0

表3 材料定数（線形平面要素）

	ヤング率 E KN/m ²	ポアソン比 ν	湿潤密度 γ KN/m ³
⑦ケーソン	3.0×10^4	0.2	20.0

表4 液状化パラメータ

	ϕ_f	S_1	w_f	p_1	p_2	c_1
Dr40%	28.0	0.005	1.35	0.5	1.20	1.4
Dr70%	28.0	0.005	8.80	0.5	1.00	3.2

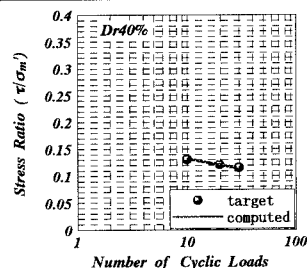


図2 シミュレーション結果（Dr40%）

有効応力解析 振動台実験 液状化 過剰間隙水圧

〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL093-884-3111 FAX093-884-3100

試験結果）を参照し、要素シミュレーションを行い設定した。
表4に設定した液状化パラメータ、図2に目標値及び要素シミュレーション結果（Dr40%）を示す。

4. 解析結果及び考察

(1)解析結果

図3に残留変形図（実規模）を各ケースごとに示す。無対策であるcase1では、液状化層及び置換砂層で大変形を生じており、置換砂層での地盤流動に起因してケーソンがマウンドに沈み込みマウンドごと海側に押し出されるように変形している。case2では、置換砂層を締め固めたことで置換砂層のみならず無対策で生じている液状化層での地盤流動もかなり抑制されている。case3では置換砂層の地盤流動は多少見られるものの、改良域上部で地表面の沈下をかなり抑制しており、case2の様に地表面全体が沈下するといった現象は見られない。両対策を施したcase4は、先に述べたcase2、case3の両者で見られた抑制効果が同時に発揮され、対策工を施した中では最も変形を抑制する結果となった。

(2)実験結果との比較・検討

実験結果及び解析結果における各caseでのケーソン重心移動量、過剰間隙水圧比経時変化での最大値をプロットしたものをそれぞれ図4、図5に示す。図4より実験と解析では対策工を施したcase2～4の場合で、ケーソンの重心移動量にはかなりの差が見られる。しかし解析での対策工の効果の現われ方には定量的な差はあるが、水平、鉛直両方向ともに実験と同じ傾向で抑制されているのが図4から見て取れる。次に図5に示すように過剰間隙水圧比経時変化での最大値に着目すると置換砂層を締め固めたcase2とcase4で実験結果と解析結果に大きな違いが見られた。解析では非排水条件を仮定しているが、実験では置換砂層から間隙水がマウンドに透水していると考えられ、過剰間隙水圧が消散した結果が影響していることがうかがえる。また、実験において鉛直方向のケーソンの重心移動量が解析結果より大きくなった理由も、過剰間隙水圧の消散による置換砂層の圧密沈下が影響していると推察される。

参考文献

- 坂本 賢司ら：種々の側方流動対策工が護岸及びその背後の杭基礎構造物の地震時挙動に与える影響について、土木学会西部支部研究発表会、1999、3
- 沢田 俊一：護岸構造物の残留変形解析、地震時の地盤・土構造物の流動性と永久変形に関するシンポジウム、1998、5

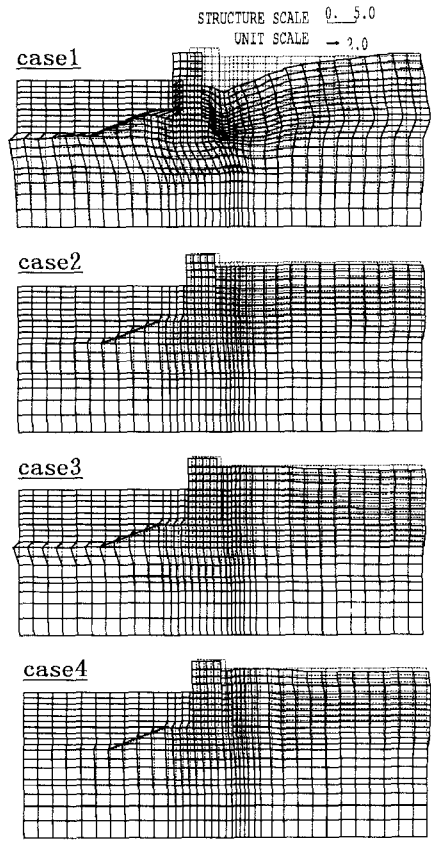


図3 残留変形図

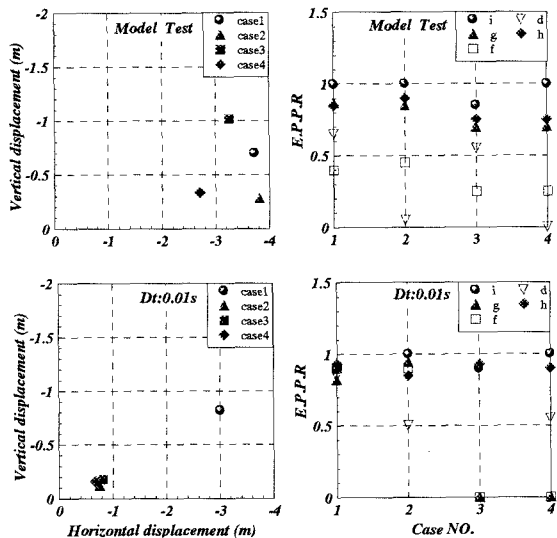


図4 ケーソンの重心移動量

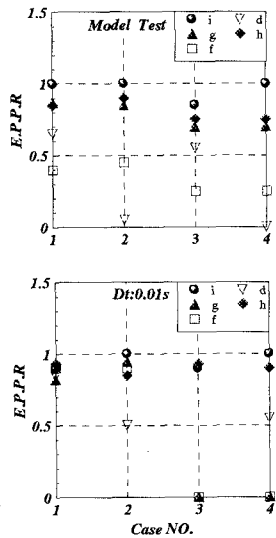


図5 過剰間隙水圧比