

Ⅲ - A126 液状化対策範囲の解析的検討

東電設計(株) 正会員 黒瀬 浩公 小瀬木克己 佐藤 正行
 東京電力(株) 正会員 武田 智吉 石川 博之

1. まえがき

埋立地盤等の軟弱地盤では、各種液状化対策が行われているが、その効果について定量的な検討はほとんど行われていない。そこで、排水を考慮した有効応力に基づく2次元 FEM 解析により液状化対策範囲及び透水係数をパラメータとした数値実験を行った。

2. 検討方法

図-1に検討モデルを示す。検討対象は、ケーソン、マウンド及び背後地盤からなるケーソン式護岸とした。液状化対策は置換工法を想定し、ケーソン近傍の背後地盤を液状化強度が高く透水性の良い材料で置換するものとした。また、置換材料の透水係数をさらに10倍して解析を実施した。表-1に解析に用いた基本物性値を示し、図-2に液状化対策前後の応力比～繰返し回数関係を示す。

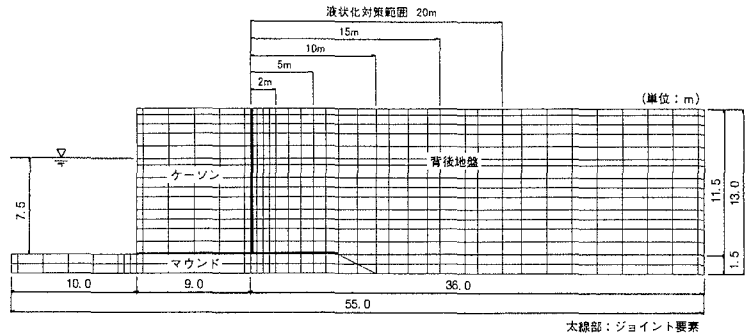


図-1 検討モデル

表-1 基本物性値

	γ (gf/cm ³)	G_0 [$\times 10^2$] (kgf/cm ²)	ϕ_i (deg.)	ϕ_p (deg.)	k [$\times 10^{-7}$] (cm/sec)
ケーソン	2.22	906.0	-	-	-
マウンド	2.06 ^{*)}	3.27	79.3	32.6	391.0
背後地盤	1.96 ^{*)}	1.53	54.1	22.0	1.92
改良地盤	2.06 ^{*)}	3.27	79.3	32.6	39.1 (391.0)

^{*)}: 飽和単位体積重量

図-2に液状化対策前後の応力比～繰返し回数関係を示す。

検討方法は、液状化対策範囲を2, 5, 10, 15, 20mと変えて解析を実施した。解析モデルの境界条件は底面固定、側方鉛直ローラーでありケーソン～マウンド及び背後地盤、マウンド～背後地盤の間はジョイント要素でモデル化した。入力地震波は最大加速度300gal、周波数3Hzの正弦波30波とした。

解析は、飛田・吉田モデル¹⁾を若干修正した構成則²⁾を組み込んだ2次元有効応力解析プログラムを用い、排水条件で実施した。

3. 検討結果

図-3に最大過剰間隙水圧比分布を示す。未対策地盤では過剰間隙水圧がほぼ有効上載圧まで上昇し液状化を生じたと判断できるのに対し、液状化対策を実施した範囲は過剰間隙水圧が有効上載圧まで上昇しておらず、液状化対策の効果を解析において表現できている。次に、液状化対策無しを1として基準化したケーソンの水平変位量と液状化対策範囲の関係を図-4に示す。極僅かな範囲の液状化対策によりケーソンの水平変位量は対策無しに比べほぼ半減している。これは、ケーソン自体の慣性力を除くとケーソンに作用する外力はケーソンに接した背後地盤からの動土圧及び間隙水圧が大きな割合を占めており、僅かな範囲の改良でもケーソンに接した地盤の過剰間隙水圧の上昇が大きく低減されていることが理由として考えられる。ここで、動土圧（間隙水圧を含む）の合力とケーソンの慣性力との関係を図-5に示す（慣性力は海側が正、動土圧は圧縮が正）。液

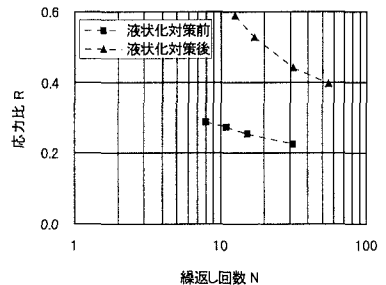


図-2 応力比～繰返し回数関係

キーワード：液状化、液状化対策、有効応力、動土圧

連絡先：〒110-0015 台東区東上野 3-3-3 東電設計(株) TEL 03-5818-7793 FAX 03-5818-7608

状化対策範囲を大きくすると動土圧は単に値が小さくなるだけではなく、ケーソンの慣性力の向きと逆向き、つまりケーソンの滑動を抑制するように作用している。また、対策範囲を大きくすると徐々にではあるが、ケーソンの水平変位量が減少している。さらに、透水係数を大きくすると地震中においても発生した過剰間隙水圧の消散が大きくなることから、過剰間隙水圧が蓄積しづらく、一層ケーソンの水平変位量が小さくなっている。

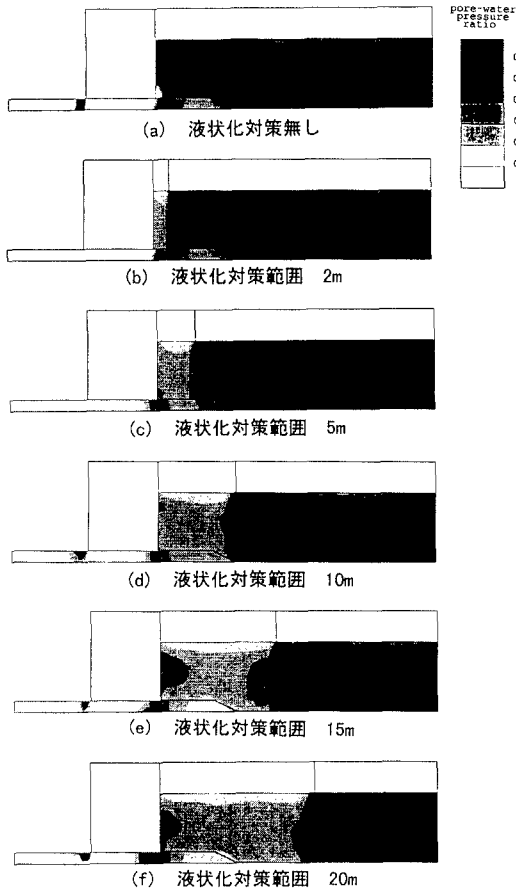


図-3 最大過剰間隙水圧比分布

4. まとめ

排水を考慮した2次元有効応力 FEM 解析により、ケーソン式護岸構造物を対象に液状化対策範囲及び透水係数をパラメータとした数値実験を実施した。その結果、液状化強度及び透水係数の違いがケーソンの変位量に現れることから、数値実験により液状化対策効果を定量的に評価できる可能性が示された。

参考文献

- 1)Tobita, Y. Yoshida, N. : An isotropic bounding surface model for undrained cyclic behavior of sand : Limitation and Modification, Proc., International Symposium on Pre-Failure Deformation of Geomaterials, Sapporo, pp.457-462
- 2)小瀬木他：砂の非排水繰返しせん断試験のシミュレーション，土木学会第51回年次学術講演会，III-A166, pp.332-333

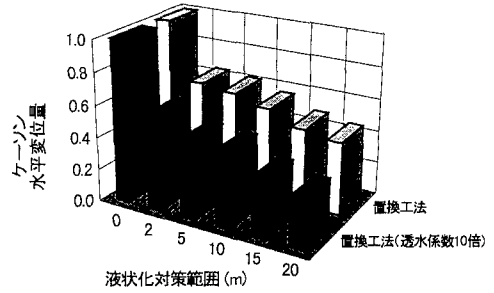


図-4 ケーソン水平変位量
～液状化対策範囲関係

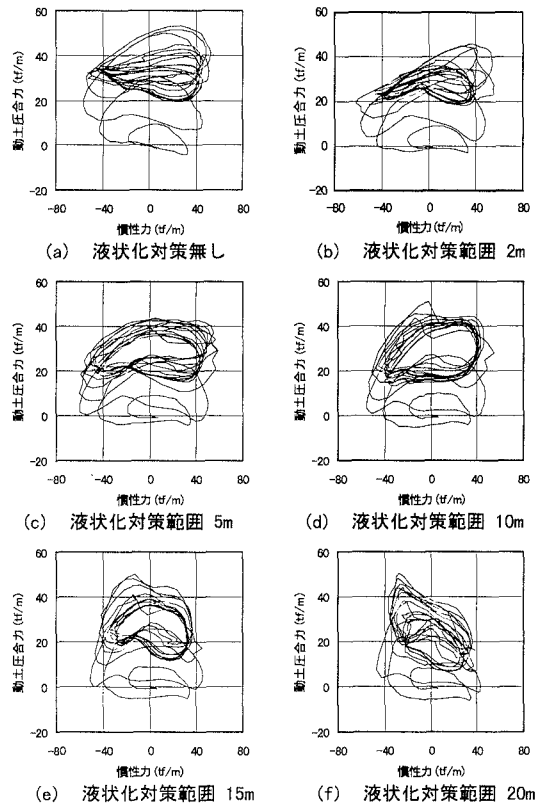


図-5 動土圧合力と慣性力との関係