

## 地盤の液状化による側方流動評価（案）の概要について

## &lt;側方流動とは&gt;

地下水で飽和されたゆるい砂質土系の地盤が、地震により砂粒子のかみ合わせがはずれ泥水状態となり（地盤の液状化）、側方流動圧により護岸や護岸背後地盤が水平方向に移動する現象。

## 【検討目的】

南海トラフ巨大地震発生に伴う石油コンビナート地域における側方流動の可能性について、典型的な断面で二次元動的有効応力解析を実施し、影響を検証するとともに、対策案とその効果を検討（\*地震・津波被害想定等検討部会報告（第一次）で今後の課題とされたテーマ）

## ■側方流動評価

## 【評価対象】

## ○堺泉北臨海地区

- ・典型的な護岸\*及びその背後地盤 ※本地区を代表する護岸形式は傾斜護岸

## 【評価方法】

- ① 地盤情報データ等により対象地区全体の土質資料を整理
- ② 護岸形式や地盤条件、液状化危険度、土地利用に着目し、現地を調査した上で代表断面の候補（6断面）を選定し、簡易耐震診断。  
さらに消波ブロックの有無や堺地区、泉北地区の地盤条件の相違点なども考慮して、絞り込みを行い解析断面（3断面）を選定
- ③ 収集・整理した土質資料をもとに、解析モデル図を作成し、解析に必要な地盤定数を設定
- ④ 国資料より想定地震外力の抽出し、地震動波形データを作成
- ⑤ 上記データをもとに、地震応答解析（FLIP）を実施し、変形状況を精査

## 【評価結果】

本地区では、南海トラフ巨大地震に伴う地盤の液状化により側方流動が発生するおそれがある。代表3断面での護岸及びその背後地盤における水平方向、鉛直方向の変形は次のとおり。  
なお、側方流動に伴い地盤に地割れや段差等が発生することもあることに留意。

## ○主要ポイントでの変位

護岸位置及び護岸背後（25m、50m）での変位は以下のとおり。

水平変位は護岸から離れるほど小さくなり、鉛直変位は護岸から離れた位置で最大値を示す傾向。  
(単位：m)

断面	護岸位置 (x=0)		護岸から 25m位置 (x=25)		護岸から 50m位置 (x=50)	
	水平変位	鉛直変位	水平変位	鉛直変位	水平変位	鉛直変位
CASE1	1.53	0.61	1.22	0.85	0.70	0.89
CASE2	1.89	0.75	1.69	0.75	1.10	1.03
CASE3	0.31	0.28	0.01	0.40	0.00	0.39

注) 水平変位=残留水平変位、鉛直変位=残留鉛直変位+消散沈下量+広域地盤沈降量

## ○最大変位（詳細図は別図1参照）

水平・鉛直変位とも3ケースの中でCASE2の値が大きく、その変位量は以下のとおり。

- ・水平変位：護岸位置付近で残留水平変位 1.89m
- ・鉛直変位：護岸位置から 52.5m～55.0m間で残留鉛直変位が最大となり 0.64mで、その地点での消散沈下量 0.14mと広域地盤沈降量 0.26mを加えた鉛直変位は 1.06m

## 【災害拡大の様相】

側方流動の発生により護岸及び背後地盤にある配管、防油堤等の施設に影響が及び、油類やガス等が流出するおそれがある。着火した場合、陸上・海上火災、爆発等の災害が発生する可能性がある。

## ■側方流動の抑制対策等

## 【対策工法と効果】

対策工法を検討の上、地震応答解析（FLIP）を実施し、対策効果を検証

## ○対策工法

護岸や背後地盤の液状化の抑制対策となる代表的な工法として、深層混合処理工法（地盤を固結）、薬液注入工法（過剰間隙水の移動を抑制）、締固め工法（地盤の密度を増大）がある。

## ○対策効果（詳細は別図2参照）

- 既存の施設が立地する現場での施工性を考慮し、深層混合処理工法による効果について検討。  
改良範囲を(1)護岸直背後 0～50m、(2)護岸背後 50m～100m、(3)護岸直下の3ケース設定し検証
- ・(1)、(2)の対策では、主に背後地盤の沈下量の抑制に効果
  - ・(3)の対策では、護岸と背後地盤の水平変位の抑制に効果

## 【その他対策】

側方流動発生に伴う災害やその拡大様相は、これまでの短周期地震動、津波等の被害想定で示した内容と共通部分があり、次のような具体の対策も液状化による被害の軽減対策として有効である。

- ・危険物タンク等への緊急遮断弁の設置
- ・配管等からの流出防止のためにフレキシブルチューブを採用

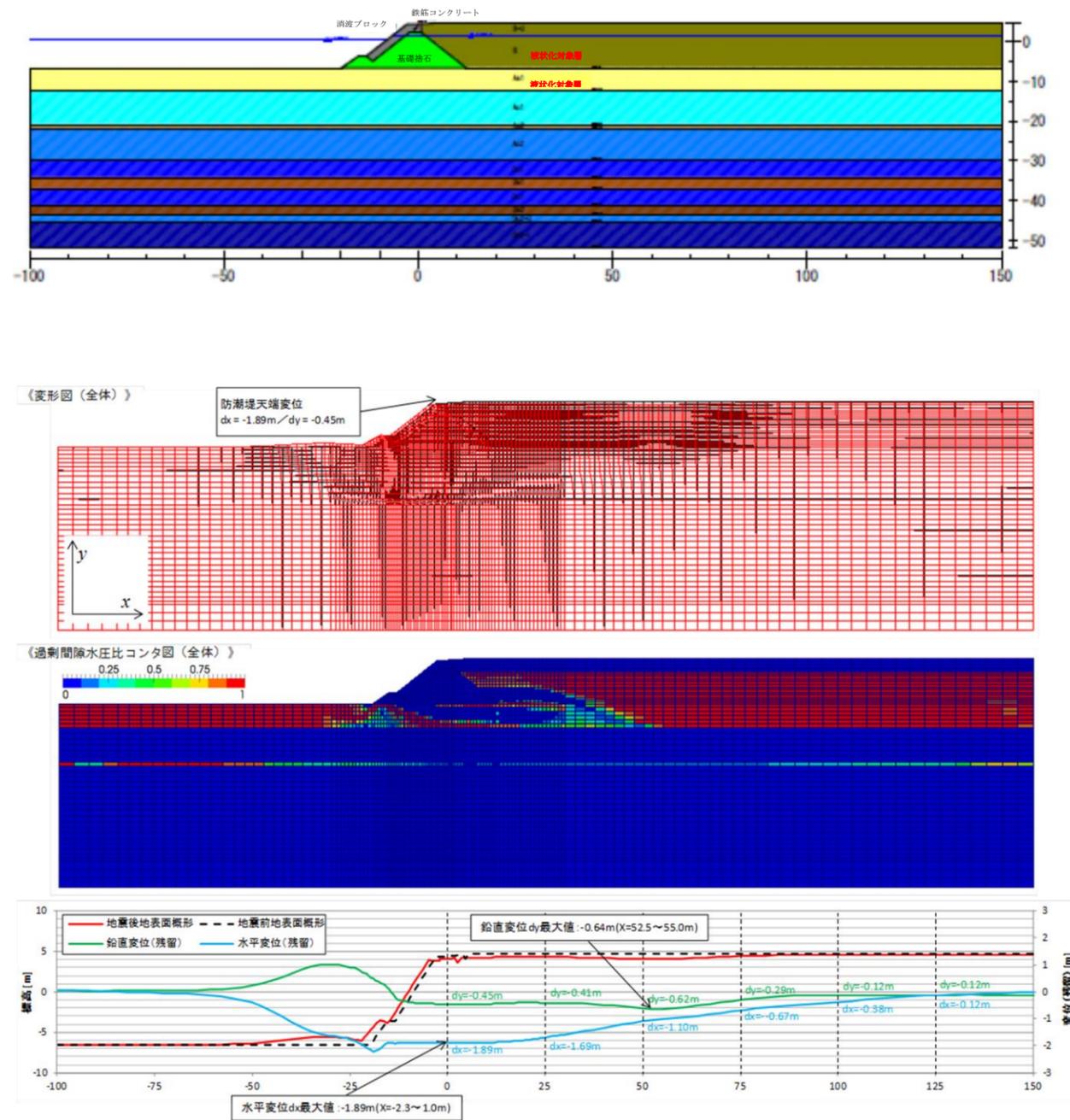


図1 CASE2の地震応答解析結果

ケース		対策範囲と対策効果
背後地盤の対策	<p>(1) 護岸直背後 改良範囲: 0~25 または 50m</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・護岸直背後の液状化層を改良</li> <li>○改良範囲の鉛直変位の抑制</li> <li>○地盤ひずみ（水平方向）の低減 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢改良範囲が一体となって変位</li> <li>➢地表面の亀裂の抑制等の効果</li> </ul> </li> <li>○護岸天端の変位及び海側基礎地盤の水平変位の低減 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢液状化により護岸本体に作用する液状化層の流動圧が低減されたことによる効果</li> </ul> </li> </ul>
	<p>(2) 護岸背後施設 改良範囲: 50~100m</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・護岸背後（護岸法線から 50m 以遠）を改良</li> <li>○基礎砕石側—対策範囲（非液状化エリア）を囲むことによるせん断ひずみ低減と変位の低減 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢護岸背後の液状化範囲（過剰間隙水圧上昇範囲）が低減</li> </ul> </li> </ul>
	<p>(3) 護岸直下 改良範囲: 液状化層または軟弱粘性土層</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・護岸直下の液状化層又は軟弱粘性土層を改良</li> <li>○護岸本体の変状（特に水平変位）の低減</li> <li>○護岸変位の低減に伴う護岸背後の変位の低減</li> </ul>

注) ケース (1) (2) では、改良地盤と未改良地盤との境界に比較的大きなひずみが発生するので、実施設計では改良範囲に勾配を設けることで対応することが必要である。

図2 液状化対策の効果  
[深層混合処理工法による検討]