

3 次元残留変形解析による護岸背後地盤の流動対策杭の効果に関する検討

東京電機大学 学生会員 ○田中 智宏, 掛川 智仁
 東京電機大学 正会員 安田 進
 JIP テクノサイエンス 正会員 川口 和広, 大矢 陽介
 東北学院大学 正会員 吉田 望

1. 目的

液状化時の地盤の流動に関して、護岸背後地盤の既設構造物の機能を損なわないために何らかの対策を講じる必要性が出てくる場面が多くなっていく。流動対策として現在は様々な対策方法を実施・研究されているが、筆者らの一部は杭を用いた対策工法の有用性について検討し、実験によりその対策効果を確認している¹⁾。そこで、本報告では液状化に伴う護岸背後地盤の流動を再現するため、3次元汎用解析ソフト DIANA²⁾ を用いて残留変形解析を実施した。対策工の設置による護岸背後地盤中の杭基礎の変位および地盤の変位低減効果を検討した。

2. 解析対象モデルおよび条件

図1に解析モデル、表1に物性値を示す。解析モデルは文献1)で行った実験模型モデルを15倍した寸法で、実際に存在する地盤モデルではない。解析領域は長さ30m、高さ11.6m、幅12mであるが、対象条件を利用し幅6mの範囲を解析した。杭基礎周辺地盤の変形を再現するためメッシュを細かく切り、全節点数は約9.5万点となった。地盤は全層まさ土による埋土で、地下水面はGL-1.5mと設定し、文献3)に示された物性値を使用した。

検討対象としたのは護岸から6mの位置にある杭基礎で、RC杭φ450mmと同じ曲げ剛性に設定した。図2に模式的に示すように、2種類の対策工を護岸と杭基礎の間に設置した。一つは杭を千鳥に17本設置した対策工、もう一つは連続壁による対策工である。対策杭1本の曲げ剛性は杭基礎のそのの半分、連続壁の曲げ剛性は対策杭17本分のそれと同じになるように設定した。つまり対策工全体の曲げ剛性は対策杭と連続壁で同一にしてある。

残留変形解析は2工程で行った。まず液状化前の物性を用いて自重解析を行い、次に液状化後に地盤のせん断剛性を地下水位以深の全層で1/1000、表層の不飽和層で1/40、物性値を低下させ解析を行った。

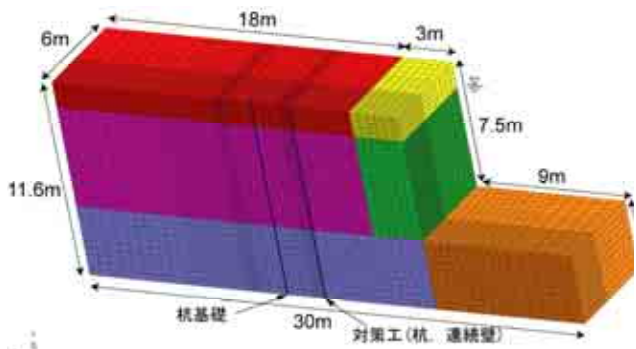


図1 解析モデル図（図は対策杭による対策ケース）

表1 解析で用いた物性

層区分	色	深度 (GL-m)	単体 γ (kN/m ³)		ヤング率E (kN/m ²)		ポアソン比 ν	
			以浅	以深	液状化前	液状化後	液状化前	液状化後
不飽和層	赤	0-0.15	16.67	—	159066.75	3976.67	0.3333	0.4953
背後地盤	桃	1.5-7.5	—	9.81	159066.75	159.07	0.3333	0.4998
下層地盤	紫	7.5-11.6	—	9.81	219829.44	219.83	0.3333	0.4998
下層地盤	黄土	7.5-11.6	—	9.81	96674.04	96.67	0.3333	0.4998
ケーソン	緑	0-7.5	20.59	10.79	3.100E+07	—	0.2000	—
杭基礎	青	0-11.6	24.50	14.69	1.872E+09	液状化前 と同じ	0.1667	液状化前 と同じ
対策杭	青	0-11.6	24.50	14.69	1.872E+09	—	0.1667	—
連続壁	青	0-11.6	77.22	67.41	1.273E+09	—	0.3000	—

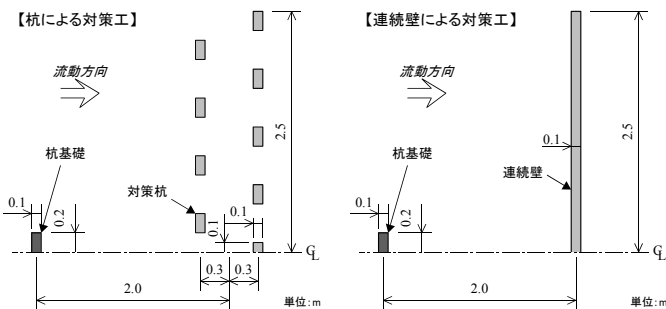


図2 2種類の対策工の模式図

キーワード 地震, 液状化, 流動, 残留変形解析

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設環境工学科 TEL 049-296-2911

これら2工程で得られた変位量の差分を液状化に伴う地盤の流動量とした。なお、杭基礎・対策工は線形弾性体とした。また、過剰間隙水圧の消散に伴う地盤の沈下は考慮していない。

3. 解析結果

未対策ケースと対策杭による対策ケースにおける変形図を図3と図4にそれぞれ示す。変位スケールはモデルスケールの2倍である。未対策ケースでは護岸は下にさらわれるような形態で海側に変位し、沈下も生じている。護岸は陸側へ約6.4度傾いた。杭基礎も護岸の移動や地盤の変形に伴いその頭部で約31cm海側へ変位している。それに対し、対策杭による対策ケースでは護岸の移動量は減少し、また護岸の傾斜角度も約2.7度と小さくなっている。杭基礎頭部の変位量も約26cmで対策杭の設置により変位量は低減できている。

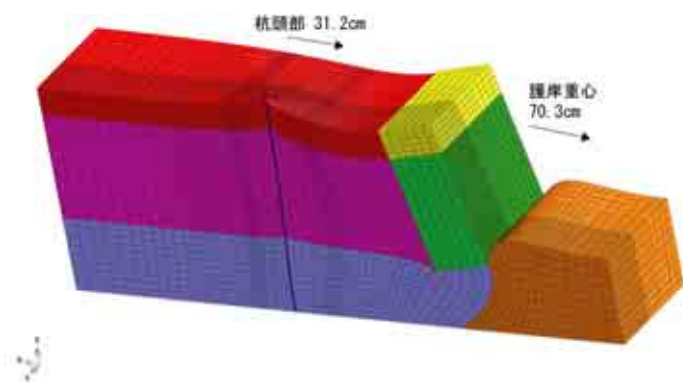


図3 変形図（未対策ケース）

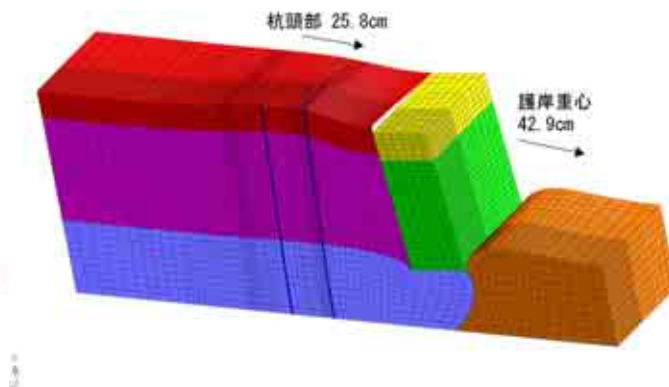


図4 変形図（対策杭による対策ケース）

図5には杭基礎とそこから0.4m離れた地盤節点の変位深度分布を示す。未対策ケースには、液状化層内では杭基礎よりも地盤変位が大きくなっており、地盤のすり抜けが生じているが、対策工を設置すると地盤と杭基礎の変位量はほぼ同じとなっている。連続壁による対策ケースでも杭基礎頭部の変位量は約26cm程度で、対策杭設置時のそれとほぼ同じ値であった。

本解析では対策工の種類の違いにより護岸や杭基礎の変位量に大きな差はなかった。このことは対策杭も連続壁と同程度の対策効果があることを示唆する。なお、今回の解析対象としたモデルは実在するモデルではないので、実際の被災事例との比較を行い、手法の妥当性を検証する必要があると考える。

4. まとめ

液状化に伴う地盤の流動に対する対策工の効果を検討するため、3次元の残留変形解析を実施した。

その結果、対策工は護岸や杭基礎の変位を低減することがわかり、このような解析が有効である可能性がわかった。今後、実際の被災事例との比較を行い、手法の妥当性を検証したいと考えている。

謝辞：本研究は文部科学省が推進している大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として行われたものである。関係各位に謝意を表します。

参考文献：1) 田中智宏, 安田進, 石井隆志：護岸背後地盤中の杭基礎変位低減に関する対策方法，液状化地盤中の杭の挙動と設計法に関するシンポジウム，地盤工学会，pp.309-314，2004.12. 2) TNO DIANA B.V.：DIANA User's Manual release 8.1, 2003. 3) 吉田望：1995年兵庫県南部地震におけるポートアイランドの地震応答解析，土と基礎，Vol.43, No.10, pp.49-54, 1995.10.

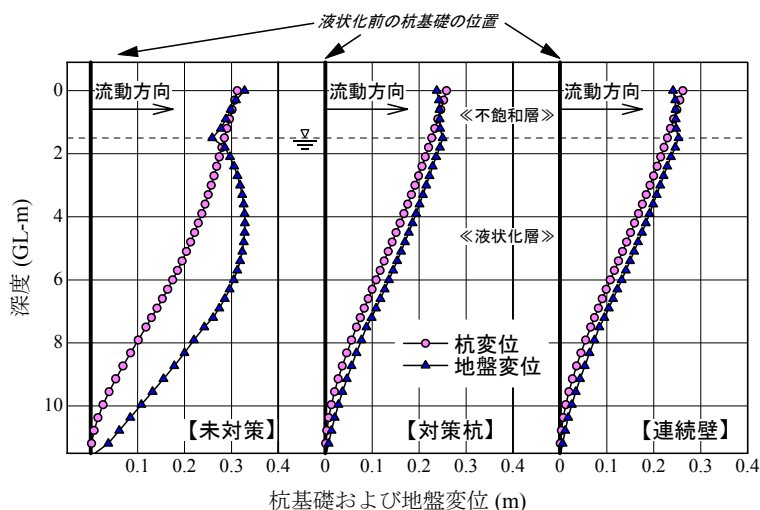


図5 杭基礎およびその近傍地盤の変位深度分布