

鋼矢板式護岸の地震時の挙動とグラウンドアンカー工法による耐震補強

早稲田大学 学生会員 ○神立 佳広
早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. まえがき 人工島や埋立地などの周囲の護岸や岸壁は軟弱地盤に建設されることが多い。地震時の水平移動量によっては港湾施設及び岸壁の使用に大きな影響を及ぼす。そこで地震による移動量を許容値内に抑えられるように護岸構造を設計施工する必要がある。今回の研究は、地震時に鋼矢板式の護岸構造物に発生する曲げモーメントと変形量を、地盤の材料非線形性を考慮した有限要素法により算定した。変形量を供用可能な値以内にするためグラウンドアンカーを設定する工法を取り上げて検討する。アンカーの設置の有無による比較、アンカーの設置条件・本数を変え、最適な設置位置と本数による影響についての検討を行った。また、鋼矢板の周辺地点に液状化が発生する地盤条件でも同様な解析を行い、この工法の適用性についての検討をし、アンカーの効果の比較を行った。

2. 計算モデル 非液状化地盤においては、有限要素法プログラム T-DAPⅢによって、液状化地盤においては FLIP によって時刻歴応答解析を行った。図1に鋼矢板式の護岸構造の概要を示す。鋼矢板を鉛直に打設し控え杭とタイロッドで連結して護岸部の安定性を図っている。鋼矢板の背面は裏埋石が設置されている。図2に計算条件と土質条件などの概要を示す。表層地盤は比較的軟弱な砂質土で構成され、-21m以深は堅固な砂礫層になっている。

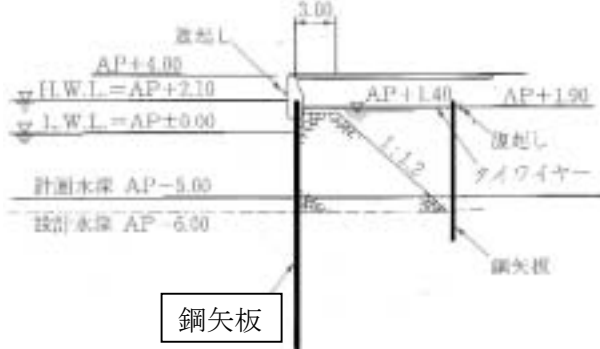


図1 鋼矢板式の護岸構造

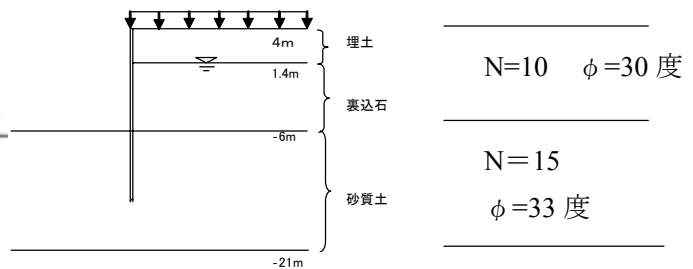


図2 計算条件の概要

3. 入力地震動 非液状化地盤においては 1995 年兵庫県南部地震でのポートアイランド地下-83m で得られた加速度記録(最大加速度 697GAL)を用い、液状化地盤においては南海・東南海地震の想定地震動(最大加速度 90GAL、継続時間 100 秒)での人工加速度波形を用いた。今回レベル 2 地震動を対象としている。

4. 検討内容 計算ケースは非液状化地盤と液状化地盤の双方において次の 3 つの検討を行う。図3に有限要素モデルを示す。①アンカー無しと有りで鋼矢板に計算される曲げモーメント、変形量の比較を行う。②図4に示すように、アンカー工法において接続点高さを変え、高さの違いによる比較を行う。③鋼矢板と接続するアンカーの本数を変え、本数の違いによる比較を行う。

5. 計算結果 図5にアンカー無しの T-DAPⅢでの変形図を、図6に T-DAPⅢでのアンカー有りの変形図を示す。図8に FLIP でのアンカー有りの変形図を示す。アンカーが無いときには護岸全体が前方に移動するが、アンカーがあると移動が抑えられる。非液状化地盤においては、護岸上部の残留変位は、アンカーが有ると 25.63cm から 13.0cm に、液状化地盤では 2.2m から 1.7m に減少した。ただ鋼矢板の最大曲げモーメントは、図6でわかるように鋼矢板の曲率が大きくなり、アンカーの存在により増加した。また、液状化地盤の時刻歴応答変位を図7に示す。

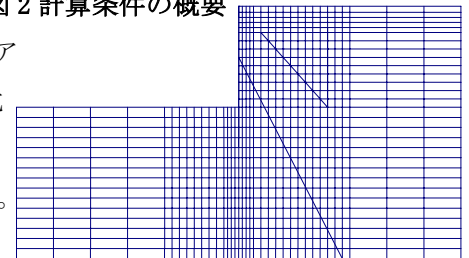


図3 有限要素モデル

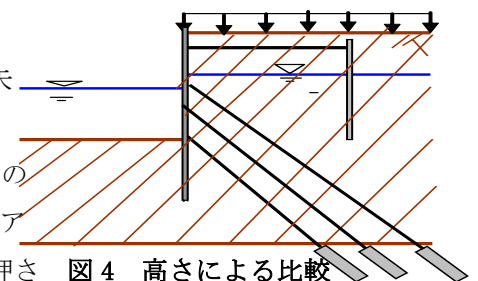


図4 高さによる比較

キーワード アンカー工法, 鋼矢板, 護岸, 液状化地盤, 地震応答解析

連絡先 〒160-0017 新宿区大久保 3-4-1 早稲田 51 号館 16F - 01 TEL03-5286-3852 E-mail yoshihiro@ruri.waseda.jp

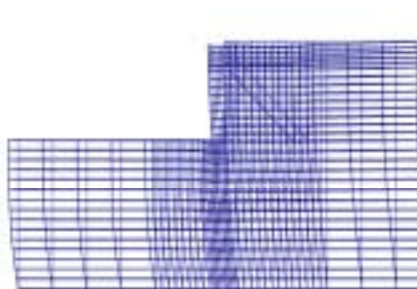


図5 アンカー無しの地盤変形

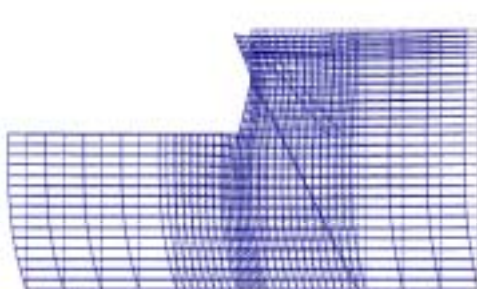


図6 アンカー有りの地盤変形

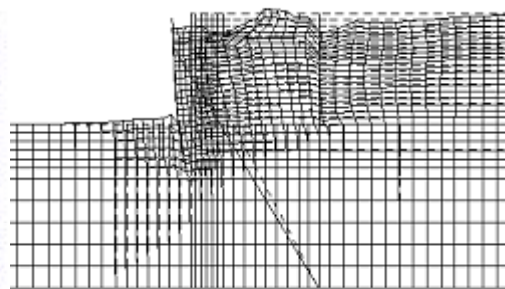


図8 アンカー有りの地盤変形(液状化)

鋼矢板の変形量が大きいため、アンカーには大きな引張力と伸びが計算された。伸びでは非液状化地盤で1-2%、液状化地盤で5-6%となった。レベル2地震動でアンカーの設計を今後検討する必要がある。

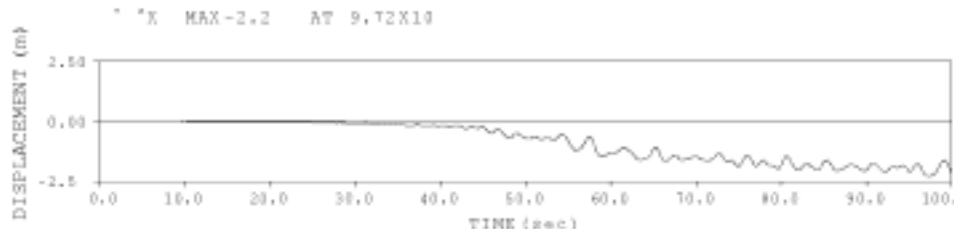


図7 時刻歴応答変位(南海、東南海地震)

i) 非液状化地盤 アンカーの設置位置をAP(荒川標準潮位)より1.4mから-5.18mに変えた場合の護岸上部の海側残留変位(海側を負としている)を図9に示す。図9で最左端の棒グラフがアンカーなしの場合で、解析番号が大きくなるに従いアンカーヘッド位置が深くなっている。アンカー1段、2段、3段におけるそれぞれの残留変位を図10に示す。

ii) 液状化地盤 同様に、アンカーの有無、アンカー設置高さの違いによるそれぞれの残留変位を図11に示す。また、1段、2段、3段におけるそれぞれの段数の違いによる残留変位を図12に示す。

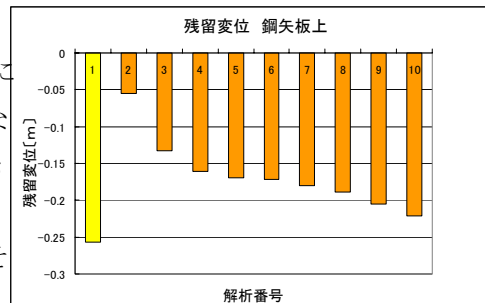


図9 設置高さによる違い

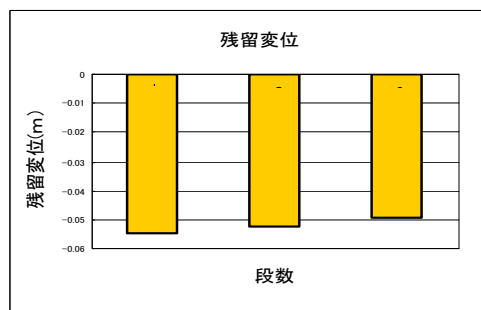


図10 設置本数による違い

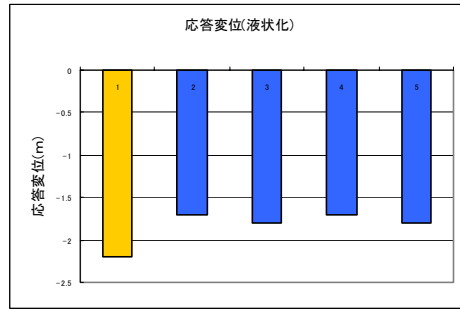


図11 設置高さによる違い

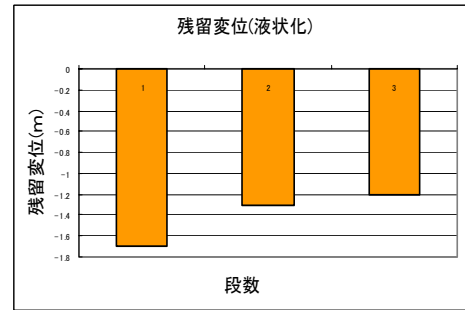


図12 設置本数による違い

6. まとめ ①非液状化地盤と液状化地盤共に、アンカーをつけると変形が大きく抑えられたが、鋼矢板の曲げモーメントの値が大きく計算された。②アンカーの接続点の高さを変えると、液状化地盤では残留変位はほぼ一定で、非液状化地盤では上のほうが残留変位が抑えられた。鋼矢板の地中部の曲げモーメントは設置位置が深くなると増加傾向が見られた。護岸の変形抑制の観点からは上部にアンカーを設置するとより効果があった。④非液状化地盤においては、アンカーの本数を変えると、護岸変位は段数が多くなるにしたがって抑えられたが、その程度は小さくなかった。しかし、液状化地盤においてはアンカーの効果はより顕著に表れた。⑤アンカーにはレベル2地震動で大きな軸力と伸びが計算された。今後、アースアンカーの地震時の定着機構やアンカーの耐荷力について検討していきたい。最後にパシフィックコンサルタンツの佐藤成さんにはFLIPのご指導と多大なるご協力をいただいたことに感謝する。

参考文献 1) (財) 沿岸開発技術研究センター：港湾構造物設計事例集，1999. 4 2) 鹿島出版会：海洋・港湾構造物PC構造物，1994. 3 3) (社)地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工例，第一回改訂版，2004，12