

護岸移動に伴う地盤の側方流動に対する耐震性補強に関する研究

早稲田大学
早稲田大学学生会員 ○神谷 隆光 坪内 崇
フェロー会員 濱田 政則

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震では、臨海部の埋立地を中心に地盤の液状化に起因した側方流動現象が発生し、杭基礎、パイプライン等の地下構造物に被害を与えた。

我が国の東京湾や大阪湾などの埋立地には石油タンク等の危険物施設が数多く立地しているが、液状化の影響の考慮されていない建設年代の古い護岸が存在し液状化や側方流動による被害が懸念される。

川崎市水江地区の矢板式護岸の耐震性補強方法の有効性を検証するため模型実験を行い、側方流動の抑制効果、対策工に作用する流動外力について検討した。

2. 遠心载荷場における模型実験

2.1 実験方法・条件

矢板護岸を有する模型地盤を50Gの遠心载荷場で加振し、側方流動を発生させ、対策工の側方流動の抑制効果を検証した。図-1に間隙水圧計、加速度計の位置を示す。地表面に設置したターゲットにより地表面の水平変位量、鉛直変位量を測定した。

地盤は表-1のように埋土（不飽和）、液状化層、非液状化層により構成されている。実験ケースは表-2に示す4通りで、対策矢板は非液状化層に120mm根入れをした。鋼板の厚さは遠心载荷場における曲げ剛性の相似則に基づいて決定した。加振は重力場で300gal、50sで行った。

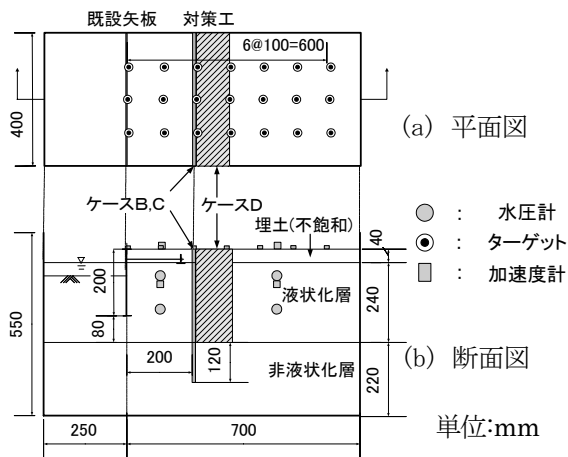


図-1 遠心場実験における計測機器配置図

表-1 地盤材料

層	材料	相対密度(%)
埋土(不飽和)	4号ケイ砂	49
液状化層	7号ケイ砂	61~64
非液状化層	モルタル	-

表-2 実験ケース

ケース	対策	模型
A無対策	-	-
B鋼矢板	SPⅢ型	鋼板板厚2.6mm
C鋼管矢板	外径1100mm, 肉厚14mm	鋼板板厚8.0mm
D地盤改良	地盤改良体	モルタル(一軸強度856(kN/m ²))

2.2 実験結果

(1) 加振後の地表面形状

図-2に加振による地表面の水平変位を示す。既設の護岸の変位と対策工背後地盤において、Aの無対策に比べ、B、C、Dの対策ケースでは変位が抑えられており流動抑制効果が確認できる。

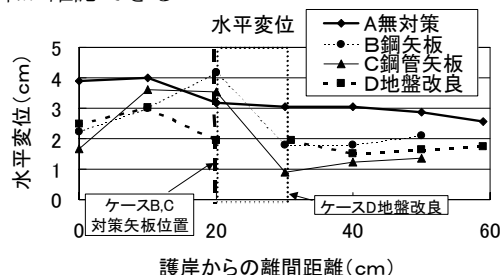


図-2 加振後の地表面の水平変位

図-3に地表面の鉛直変位を示す。護岸からの離間距離が0~20cmの範囲では無対策に比べ対策ケースの方が大きく沈下していることが分かる。これは対策工が非液状化層まで根入れされているので土砂の流入を完全に遮断しており、護岸からの離間距離が0~20cmの範囲では対策工背後からの土砂の流入が無く、流出するだけとなり無対策より沈下が大きくなったと考えられる。

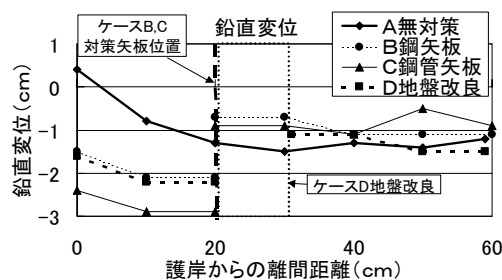


図-3 加振後の地表面の鉛直変位

キーワード 液状化, 側方流動, 矢板護岸, 遠心模型実験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学 濱田研究室 TEL03-3208-0349

(2) 対策工に発生する曲げモーメント

図-4 にひずみゲージの位置を示す。ひずみゲージの計測値から得られた曲げモーメントを加振時間ごとに図-5 に示す。

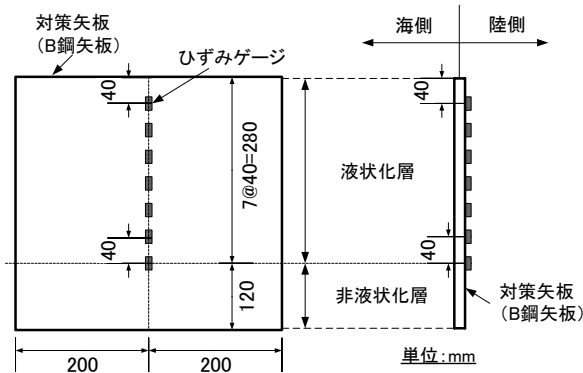


図-4 ひずみゲージの設置位置 (B:鋼矢板)

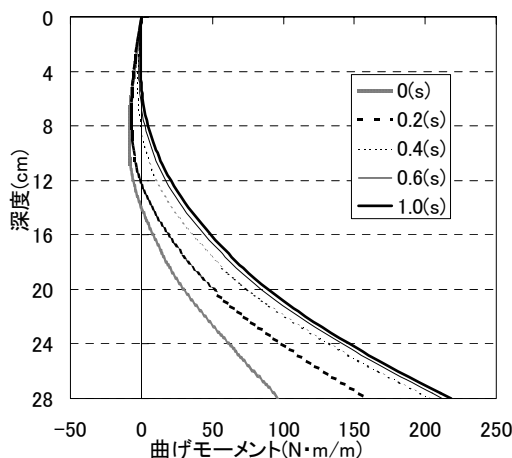


図-5 曲げモーメントの深度分布

(3) 対策工に作用する外力

図-6 に対策矢板に作用する外力の分布を示す。図-5 の曲げモーメントを微分しせん断力を求め、せん断力の分布を微分し外力を求めた。流動が起きていた0s~0.4sと流動が収束した0.4s~1.0sでは反力の分布が異なることが確認できた。流動時には時間経過とともに反力が増大し、流動後は一定の分布に近づいていることがわかる。

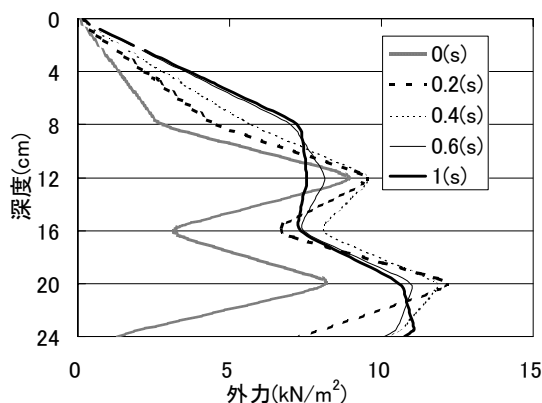


図-6 地盤反力の深度分布

(4) 対策工に作用する外力に関する考察

流動後は外力が一定の分布に近づいていることから対策工の海側と陸側に生じた標高差に着目した。流動後では陸側で21mm、海側で7mm沈下し、14mmの標高差が発生したため、対策矢板海側と陸側の地盤の地表面高さが異なる。このため対策矢板海側の地表面より上にある陸側の土砂による土圧が対策矢板に作用する外力と考えた。図-7 に標高差が陸側から及ぼす外力と、流動後の実験値（時刻0.4~1.0sの平均値）とを比較する。

図-7 より液状化層下部では実験値が標高差による力を大きく上回る結果となっている。これは対策矢板の海側には深度20cmまで矢板護岸があり、その下を液状化により土砂が海側に流動したため、対策矢板の海側の土圧が陸側より減少したと考えられる。

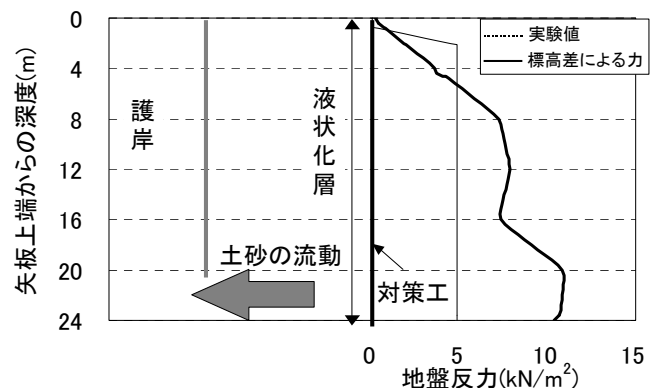


図-7 実験値と標高差による力

3. まとめ

- ・ 対策工設置により対策矢板の背後地盤の水平変位は抑制できたが、護岸と対策工の間の地盤の沈下が無対策より大きい。
- ・ 矢板に作用する外力は流動時では時間経過とともに増大する。一方流動後では外力が一定となり、地盤の標高差により発生していると考えられるが、液状化層下部では土砂が流動してしまったためより大きな力が作用した。

参考文献

- 1) 道路橋示方書V編, 耐震設計編
- 2) 濱田政則・若松加寿江:「液状化による地盤の水平変位の研究」
- 3) 土木研究所:液状化対策工設計・施工マニュアル(案)
- 4) 塩崎禎郎・菅野高弘・小濱英司:「矢板式係船岸の耐震性に関する実験および解析」