

# 抑止杭による側方流動対策に関する研究

## 抑止杭の配置が対策効果に及ぼす影響

早稲田大学大学院 学生会員  
早稲田大学 フェロー会員

今中 涼平 加藤 一紀 津久井 貴大  
濱田 政則

### 1. はじめに

護岸の移動による地盤の側方流動を抑制する工法として、護岸背後に抑止杭を打設する方法(以下、抑止杭)を提案し、その効果を遠心載荷場における模型実験により検証した。杭の配置(杭間隔と列間隔)が地盤変位の抑制効果に与える影響および抑止杭に作用する外力の評価を行い、設計法確立のための基礎的知見を得ることを目的としている。筆者らは既往研究において鋼矢板による地中壁を構築する方法<sup>1)</sup>(以下、鋼矢板工法)、地中にセメント系改良材を圧入する方法<sup>2)</sup>(以下、地盤改良工法)についても検討しており、地盤変位の抑制効果についてそれらの結果との比較も行なった。

### 2. 遠心載荷場における模型実験の概要

控え工付矢板式護岸を対象として、図1に示す模型を作製した。それぞれ護岸および模型地盤(上から埋立土の不飽和層、液状化層、非液状化層)を作製し、加速度、水圧、護岸の変位、地表面変位および鋼矢板・杭のひずみを測定した。以下、表・図および本文に示す数値は重力場での値とする。

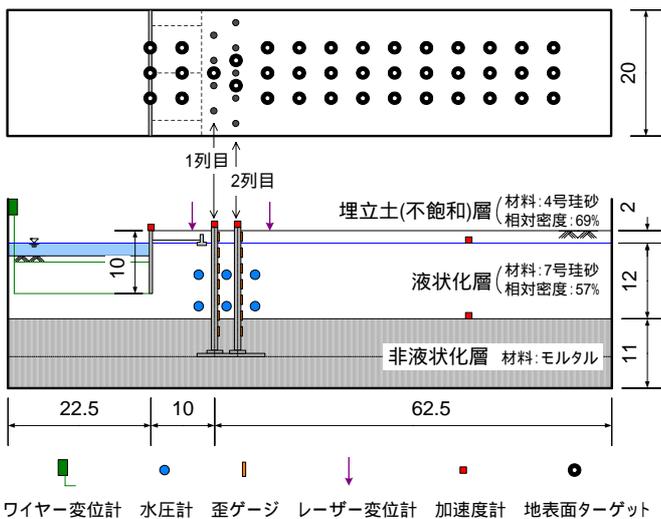


図1 実験図面(4D正三角形配列)(単位:m)

図2に実験ケース、写真1に杭模型の設置状況を示す。抑止杭は杭の中心間隔、列間隔を変えて6ケースの実験を行った。杭の中心間隔は杭径(D)の4倍(以下4D)、6倍(以下6D)、列間隔は正三角形の配列を基準とし、列間隔を半分にしたケース、1列に配置したケースを行った。また、護岸背後10mの位置に1列目を配置した。

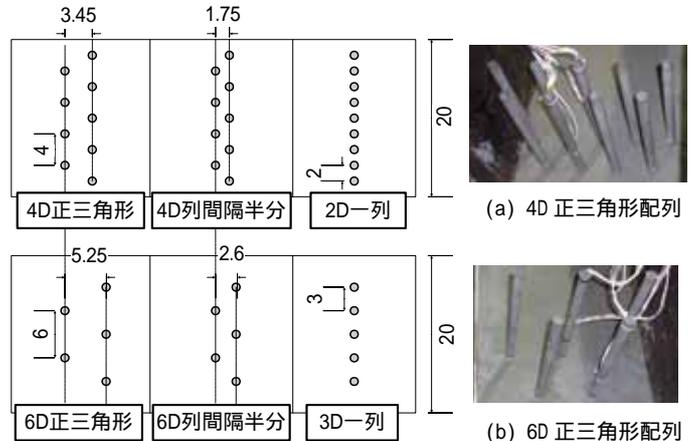


図2 実験ケース(単位:m)

写真1 杭模型設置状況

遠心加速度は50Gで、模型杭と実物換算した杭の諸元は表1に示す通りである。

表1 杭の諸元

	材質	ヤング係数E kN/mm <sup>2</sup>	外径D mm	肉厚t mm	曲げ剛性EI kN・mm <sup>2</sup>
実物(重力場)	ステンレス	210	1000	25	1.9 × 10 <sup>12</sup>
模型(50G場)		210	20	0.5	3.1 × 10 <sup>5</sup>

図3に示すように20秒間300galで加振し、地盤の流動を継続させるため30秒間100galで加振した。

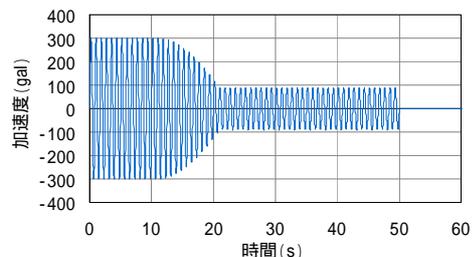


図3 入力加速度の波形

キーワード 液状化、側方流動、矢板護岸、遠心実験、抑止杭

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 E-mail redwave2349@akane.waseda.jp

### 3. 流動抑制効果に関する考察

#### 水平変位抑制効果

図4に対策工ごとの地表面の水平変位を示す。無対策と比較して、対策工による抑制効果が明らかである。特に鋼矢板と比較して地盤改良と抑止杭（4D 正三角形，6D 正三角形）の抑制効果は大きく，抑止杭に着目すると，杭間隔の狭い4Dの方が抑制効果は大きい。これは杭間隔が広い6Dの方が，杭間を通過する土の体積が多いことが原因である。

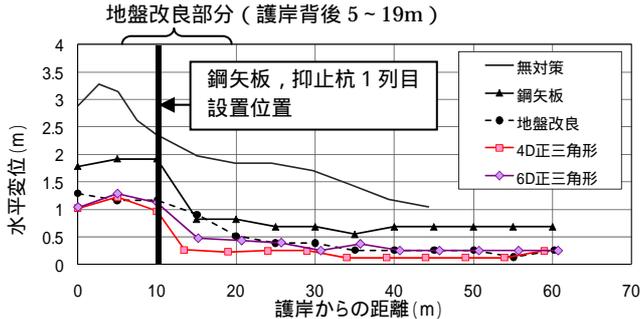
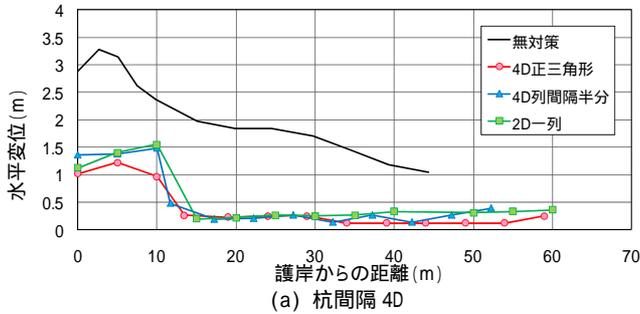
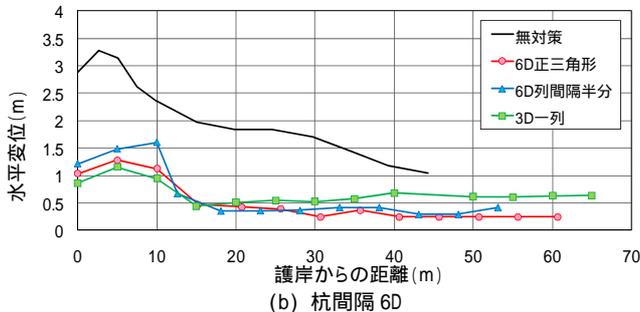


図4 地表面水平変位 (対策工ごとの比較)

図5に杭間隔4Dおよび6Dで列間隔を変えた場合の地表面の水平変位を示す。この図より列間隔を変えても同程度に流動が抑制されることがわかる。杭間隔6Dと比較すると杭間隔が狭く，列間隔が広い程抑制効果は大きい傾向にある。



(a) 杭間隔 4D



(b) 杭間隔 6D

図5 地表面水平変位 (抑止杭の列間隔ごとの比較)

#### 鉛直変位抑制効果

図6に対策工ごとの地表面の鉛直変位を示す。抑止杭（4D 正三角形，6D 正三角形）の抑制効果は鋼矢板，地盤改良と同程度である。対策工前面の地表面変位が大きいが，これは護岸の転倒により護岸近傍の地盤が崩壊し

たことが原因である。対策工背後の地表面変位は0.21~0.52m ではば液状化層厚の 1.8~4.5%になっている。抑止杭では，杭間隔の狭い4Dの方が抑制効果は大きい。

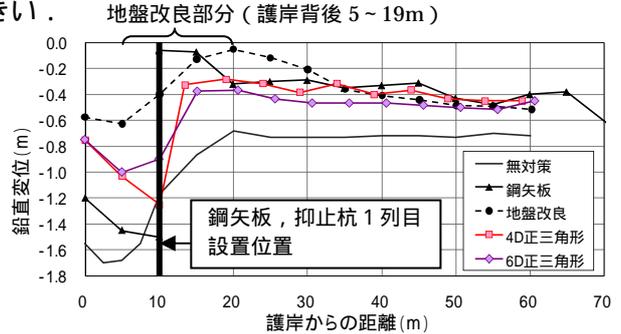
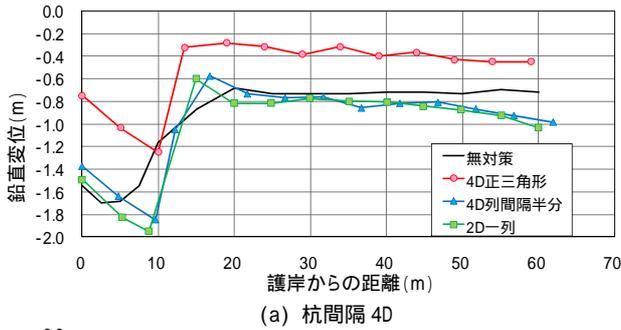
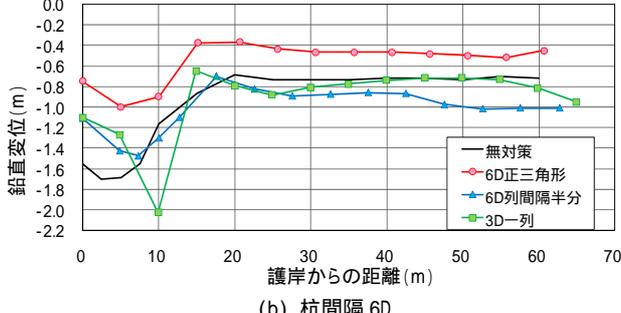


図6 地表面鉛直変位 (対策工ごとの比較)

図7に杭間隔4Dおよび6Dで列間隔を変えた場合の地表面の鉛直変位を示す。この図より列間隔が広い正三角形配列が最も背後地盤の鉛直変位を抑制していることがわかる。以上より，杭間隔が狭く，列間隔が広い程抑制効果は大きくなる傾向にある。



(a) 杭間隔 4D



(b) 杭間隔 6D

図7 地表面鉛直変位 (抑止杭の列間隔ごとの比較)

### 5. まとめ

- ・抑止杭による地表面の流動抑制効果は地盤改良と同様に高く，杭間隔が狭いほど，また列間隔が広い程大きい。
- ・抑止杭による地表面の沈下抑制効果は杭間隔が狭いほど，また列間隔が広い程大きい。

### 6. 参考文献

- 1)濱田政則・谷 賢俊：側方流動に対する護岸の耐震補強に関する研究，第63回年次学術講演会，2008.9
- 2)濱田政則・谷 賢俊：側方流動に対する護岸の耐震補強に関する研究，第64回年次学術講演会，2009.9