# 液状化地盤の流動に対する護岸の耐震補強に関する研究

早稻田大学大学院 学生会員 早稲田大学 フェロー会員

- ○谷 賢俊 今中 涼平 加藤 一紀 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, 鋼管杭を千鳥状に打設する方法(以下, 抑 止杭工法)、地盤改良による方法(以下、地盤改良工 法)について,遠心載荷場における模型実験を行い, 地盤変位の抑制効果を検証した.筆者らは既往の研 究において鋼矢板の地中連続壁を打設する方法 <sup>1)</sup>

(以下, 鋼矢板工法) 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を 行なった, 遠心加速度は 50G とし, 実物 - 模型間の 相似率は表1に示す.以下,表および図中の数値は 重力場での縮尺である.

表1 重力場 - 遠心場間の相似率					
	長さ	カ	応力	時間	加速度
相似率	1/50	$1/50^{2}$	1	1/50	50
* 重力場の寸法に相似率を乗すると遠心場での寸法となる					

また加振波形は図1に示すように,20秒間 300gal で加振し、その後、地盤の流動を継続させるため30 秒間 100gal で加振を継続した.



#### 2. 遠心載荷場における模型実験の概要

川崎市埋立地の控え工付矢板式護岸を対象として, 図 2~図 4 に示す模型を作製した. それぞれ護岸お よび模型地盤(上から埋土による不飽和層、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.

①抑止杭工法について

抑止杭は杭の中心間隔を変えて2ケース実験を行 った.1ケースは杭の中心間隔を杭径の4倍(以下 4D), もう1ケースは杭の中心間隔を杭径の6倍(以 下 6D) とし, 護岸背後 10m の位置に1列目がくる ように千鳥配置させた.

1 列目 2 列目 オ料:4号珪砂 埋土層 相対密度:69% 材料:7号珪砂 液状化 2 相対密度:57%

杭の諸元を表2に,杭の設置状況を写真1に示す.



表2 杭の諸元

	++ 65	・ヤング係数E'外径d'肉厚t'降伏応力σ y				
	11月	kN/mm <sup>2</sup>	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	
実物(重力場)	7=1.7	210	1000	25	240	
模型(50G場)		210	20	0.50	240	



写真1 杭模型の設置状況(左:抑止杭工法 4D,右:抑止杭工法 6D)

②地盤改良工法について

護岸背後5mから19mの間の液状化層全層を地盤 改良した. 改良部分はモルタルを静的に地盤に圧入 する工法を模擬しており,改良後のN値から算出し た相対密度 93.7%を目標として地盤を作製した.



キーワード 液状化、側方流動、矢板護岸、遠心実験

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 E-mail valley-k@suou.waseda.jp

-161

③鋼矢板工法について

護岸背後 10mの位置に鋼矢板壁(SP-VIL型)を 非液状化層まで根入れした. 鋼矢板の諸元を表3に 示す.



主り	網生ぜの建立
衣い	

$\square$	材質	<u>セング係数E</u> kN/mm <sup>2</sup>	<u>断面二次モーメ</u> mm <sup>4</sup>	간	<u>曲げ剛性EI</u> kNmm <sup>2</sup> /m
実物(重力場)	<i>全</i> 走 <i>全</i> 国	210	8.6 × 10 <sup>8</sup>	- i	$1.9 \times 10^{11}$
模型(50G場)	亚大亚叫	210	$3.0 \times 10^{3}$		$3.1 \times 10^{4}$

### 3. 流動抑制効果に関する考察

図5,6に加振終了後の地表面(埋土層)の水平変 位,鉛直変位の結果を示す.図には無対策のケース の結果も併せて示す.



図5より,抑止杭工法4D・6Dともに護岸の水平 変位は1m以下に抑制されている.また,背後地盤 の水平変位は鋼矢板工法以上に,また地盤改良工法 と同程度に抑制されている.さらに,抑止杭工法4D の方が6Dよりも背後地盤の水平変位が抑制されて いる.これは杭間隔が広い6Dの方が,杭間を通過 する地盤量が多いことが原因である.

図6より,抑止杭工法4D・6D,地盤改良工法と もに,無対策,鋼矢板工法に比べて護岸及び対策工 前面の鉛直変位が大きく抑制されている.さらに背 後地盤の鉛直変位は,抑止杭工法6Dと鋼矢板工法, 地盤改良工法では大きな差は見られないが,抑止杭 工法4Dで抑制効果が大きいことが分かる.

## 4. 抑止杭のひずみの深度分布

抑制効果の最も大きい抑止杭工法における鋼管 杭のひずみの深さ方向の分布を図7に示す.対象時 刻は加振終了時(50s)とした.



図中の縦線は鋼管の降伏ひずみ  $\varepsilon_{y}=0.114(\%)$ を示 しており、4D-2列目を除いて非液状化層に根入れし ている部分は降伏し、塑性域に入っている.しかし、 破断に至るような大きなひずみではない.また 4Dより 6Dの方がひずみは大きく、ケース毎では 1列 目の方が 2列目より大きなひずみが出ている.

## 5. まとめ

・抑止杭による工法の方が,背後地盤の水平変位・ 鉛直変位ともに,鋼矢板・地盤改良による工法より 抑制効果が大きい.また,杭間隔が狭い方が抑制効 果は大きい.

・杭のひずみは杭間隔が広い方が大きく,陸側(2 列目)に比べて海側(1列目)の方が大きい.また, 杭間隔 4D の 2 列目以外は全て杭が塑性化したが, 破断には至っていない.

## 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