

Ⅲ - A121

鋼矢板式護岸の振動模型実験及び地震時変位予測

東京大学大学院	学生会員	水谷 崇亮
東京大学工学部	学生会員	中村 滋
不動建設(株)	正会員	穴井 啓二
東京大学工学部	正会員	東畑 郁生

1. はじめに

背後地盤の液状化による矢板式護岸の被害は、新潟地震、宮城県沖地震をはじめ数多くの地震で確認され、報告されている。しかしながら、地盤の液状化や側方流動、港湾施設関連では重力式護岸の挙動などについては様々な研究が行われているが、鋼矢板式護岸を研究対象としたものは少なく、模型実験を行って矢板の挙動を観察する研究はあまり行われていない。

本報告では、鋼矢板式護岸に着目し、矢板が地盤に深く支持されている場合とそうでない場合を想定して、模型実験を通して背後地盤液状化時の護岸の挙動を観察した。さらに、実験結果を用いて弾性梁理論を利用した簡単な変位予測手法に検討をくわえた。

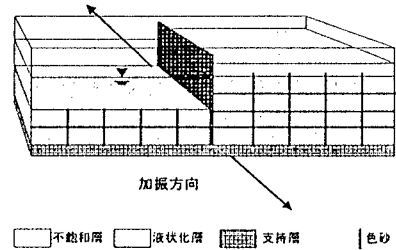


図1: 実験モデル

2. 実験概要

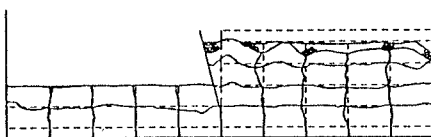
図1に実験に用いた鋼矢板式護岸のモデルを示す。土槽は $2m \times 2m$ 深さ $60cm$ で模型矢板はアルミ製のものを使用した。地盤材料は支持層および液状化層には豊浦標準砂を、不飽和層の作製には碎石を用い、支持層として振動締め固めで密な地盤を、液状化層として水中落下法により非常に緩い地盤を作製した。加振方向は矢板と平行とし、振動による影響が矢板に働かないようにして地盤の液状化の影響のみを観察できるようにした。また、地盤の完全液状化状態を達成するために大きめの加速度で加振した。表1に実験ケースと地盤条件等を示す。ケース1は矢板が地盤に深く根入れされ支持されている場合を、ケース2はそうでない場合を想定している。またケース3は地表面の不飽和層が無いモデルで、変位予測手法の検討に用いる。

地盤内には間隙水圧計・加速度計を設置し、ひずみゲージにより矢板の曲げモーメントを計測した。さらに、壁面に染色砂を配置し地盤内の変位を観察した。

表1: 実験ケース

ケース	地盤条件				加振条件		矢板の 拘束条件
	液状化層		不飽和層		最大加速度 (G)	振動数 (Hz)	
	e	γ_{sat} (gf/cm ²)	e	γ_{sat} (gf/cm ²)			
1	0.77	1.93	0.83	1.39	0.40	10	固定
2	0.74	1.95	0.76	1.45	0.35	10	自由
3	0.81	1.91	—	—	0.30	10	固定

(a) ケース1



(b) ケース2



図2: 加振後の地盤の最終状態

矢板 模型実験 地震 変形 液状化

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL. 03-3812-2111 ext. 6123

3. 実験結果

図2にケース1, 2の加振後の最終変位の状態を示す。図2は地盤内の染色砂の模様の実験後の様子を表している。図より、矢板が大きく変位し、地盤内変位は海側へふくらみ、背後地盤が沈下している様子がわかる。地盤内の変位は矢板に近いところほど大きくなっている。また、矢板変位、地盤内変位および地盤沈下のすべてについてケース2の方が大きく、地盤が矢板の方に流動しているのが顕著に現れている。

図3, 4に矢板頭部の変位量および背後地盤の沈下量の経時変化を示す。ケース1では加振後すぐに変位量・沈下量が最大となるがケース2では加振中も変形し続け、最終的にはケース2の方がともに大きくなっている。

以上より、矢板の根入れが十分でなく矢板の下部がしっかりと固定されていない護岸では、背後地盤の液状化によって矢板が前傾するとともに護岸全体が海側へ前進し、最終的に護岸に発生する変位量は大きく、それに伴って背後地盤の沈下量も大きくなる。従って、護岸背後の構造物等の被害も大きくなると予想される。

4. 弾性梁理論による矢板の変位予測

完全液状化時に背後地盤から矢板に加わる土圧分布は、土圧係数が1.0となることから簡単に推定できる。そこで矢板を弾性梁と考え、弾性梁理論を適用して矢板の変位を計算した。図5にケース3で得られた矢板の変位時刻歴と最終変位実測値、弾性梁理論による矢板変位の計算結果を示す。本実験においては矢板の変位の直接計測は行っていない。実験中に撮影した連続写真からのデータもあるが、図中の矢板の変位時刻歴は、矢板の曲げモーメントの測定値から推定し、最終変位量の実測値にあうように補正したものである。

本実験では、加振方向が矢板に平行であるにも関わらず矢板が振動する現象がみられた。これは、背後地盤が急激に液状化することにより背後地盤から矢板に加わる土圧も急増して、矢板に衝撃荷重が加わったかようになるため生じるものと考えられる。この振動の振幅は非常に大きく、矢板の変位予測をする際には十分考慮する必要があると思われる。

図より弾性梁理論により矢板の変位がおおよそ予測できるといえる。ただし、矢板の振動など変位の時間的な変動は予測できないので別途考慮する必要がある。

5. まとめ

1G場での振動模型実験を行って地震時の鋼矢板式護岸の挙動を観察し、矢板の変位の簡単な予測手法について検討した。その結果、(1) 矢板の根入れが十分でない場合には矢板の変位は大きくなり背後地盤の沈下量も増大し、矢板背後の構造物等の被害の増加が予測されること、(2) 弾性梁理論を利用した矢板の変位予測手法により矢板の変位をおおよそ予測できるが、変位の時間的な変動については別途考慮する必要があることがわかった。

参考文献

水谷崇亮, “鋼矢板式護岸で支持された地盤の振動と液状化の模型実験”, 修士論文, 東京大学, 1997.

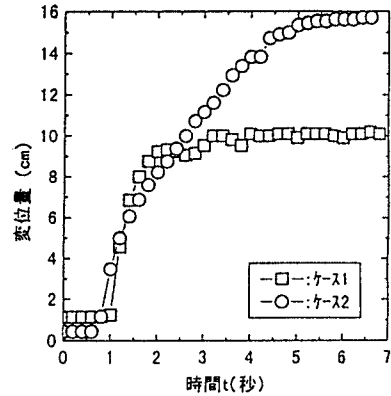


図 3: 矢板頭部の変位

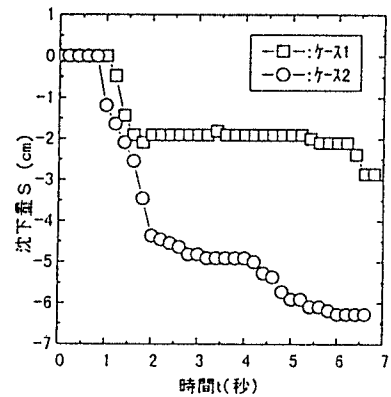


図 4: 背後地盤の沈下量

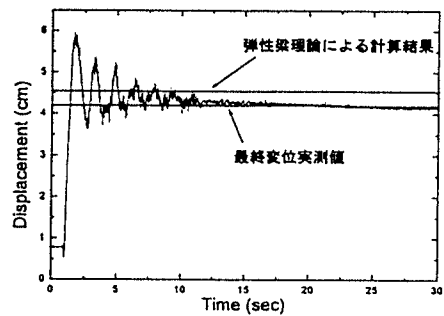


図 5: 変位の予測