第 III 部門 自立式矢板構造物の耐震性に関する遠心模型実験と解析

京都大学大学院 学生員 〇山﨑 一峰 京都大学防災研究所 正会員 飛田 哲男 京都大学防災研究所 正会員 井合 進 国土交通省 近畿地方整備局 工藤 健一 国土交通省 近畿地方整備局 斉藤 祐一

1. はじめに

自立式矢板護岸は、小規模な漁港や都市域の河川護岸において用いられているが、老朽化のためその耐震性に問題があることが指摘されている。また、新潟地震のように液状化に伴う護岸の側方変位により背後地盤に地盤流動よる変位が生じ構造物が被災する危険性もある。しかし、地盤の液状化を考慮した自立式矢板構造物の耐震設計法については未だ研究段階にある。そこで本研究では、自立式矢板構造物の動的変形挙動を調べるために、入力加速度レベルと地盤条件をパラメータとする遠心模型実験を実施した。またその結果を用いて多重せん断モ

デルに基づく有効応力解析プログラム(FLIP)による数値 解析の妥当性を検討した.

2. 遠心模型実験の方法

遠心模型実験には京都大学防災研究所の遠心力載荷装置(半径 2.5m)を用い、50G の遠心力場で実施した.ただし、本実験では表-1 に示す拡張型相似則 ¹⁾を用いたため、模型は実物の 1/100 のスケールとなる.模型の作成には硅砂 5 号を用いた.実験ケースは、乾燥砂と飽和砂の 2 種類を用い、それぞれ密詰めと緩詰めとした、また入力波の振幅を変化させて 2 ケースずつ行い、延べ 2×2×2=8 ケース行った.図-1 に模型の断面図を示す.地盤の相対密度は密詰めで約 100%、緩詰め飽和砂は約 40%、緩詰め乾燥砂は約 70%であった.入力波は実物換算で 1Hz、15 波の正弦波とし、加速度振幅を変化させて実験を行った(図-2).

3. 自立式矢板の遠心模型実験結果

実験による矢板の変形形状の一例(緩詰め飽和砂 194 Gal 入力)を図-3 に示す. 矢板の天端変位は, 密詰め乾燥地盤では緩詰め乾燥地盤の 65%程度であり, 密詰め飽和地盤では, 緩詰め飽和地盤の 15%程度であった. また飽和地盤と乾燥地盤における変形量を比較すると, 乾燥地盤では飽和地盤の 10%から 50%に抑えられた.

4. 自立式矢板の数値解析

自立式矢板の動的変形挙動解析を解析するために,**多**重 せん断モデルに基づく有効応力解析プログラムである

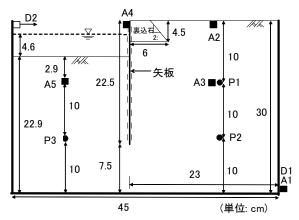


図-1 遠心模型断面とセンサーの設置位置

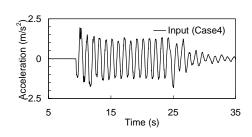


図-2 入力加速度時刻歴 (緩・飽和・194Gal)

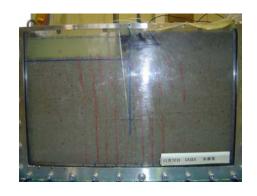


図-3 加振後の変形形状 (緩・飽和・194 Gal)

Kazumine YAMAZAKI, Susumu IAI, Tetsuo TOBITA, Kenichi Kudo, Yuichi Saito

表-1 本研究で用いた拡張型相似則 1)

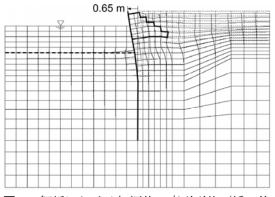
	1 G 場 × 1/2		遠心場 × 1/50		1G場 x遠心場
パラメータ					= 1/100
長さ	λ	2	λ	50	100
密度	1	1	1	1	1
時間	$\lambda^{0.75}$	1.68	λ	50	84
応力	λ	2	1	1	2
間隙水圧	λ	2	1	1	2
変位	$\lambda^{1.5}$	2.83	λ	50	141.5
速度	$\lambda^{0.75}$	1.68	1	1	1.68
加速度	1	1	λ ⁻¹	0.02	0.02
ひずみ	$\lambda^{0.5}$	1.41	1	1	1.41
透水係数	λ0.75	1.68	λ	50	84
曲げ剛性	$\lambda^{4.5}$	22.63	$\lambda^{4.0}$	6,250,000	141,437,500
		·		·	1_ 生 // // // // // // // // // // // // /

λ=実物/模型

 $FLIP^{2)}$ を用いた. 入力波としては、遠心実験で得られた入力 波を実物換算して用いた. 解析寸法は遠心実験で対象とした 実大モデルと同一とし、地盤パラメータは、実験より得られ た相対密度から等価N値を推定し、そのN値に対応するもの を用いた. 密詰め地盤, 緩詰め飽和砂地盤, 緩詰め乾燥砂地 盤の等価 N 値は、それぞれ 30、12、18 とした、実験と解析 において矢板に発生した曲げモーメントとたわみ分布の一例 (飽・飽・194Gal) を図-4 に示す. 図-3 の実験結果と比較す ると解析では矢板の変形が浅部に集中していることがわかる. 図-6 に緩詰め飽和砂地盤における最大入力加速度と矢板の天 端変位の関係を示す. 同図には、実験結果と等価 N 値が 12 に対応する地盤パラメータを用いた場合の解析結果を示す. 入力加速度が小さい場合は、実験と解析による天端変位量は 0.2 m と 0.3m 程度であったが、入力加速度の増加に伴い、 解析結果は実験結果を 2 倍程度過大評価した. これは、図-3 から図-5 においてみたように、実験と比較して解析では矢板 が浅部で大きく曲がり始めているためである. 解析において 深部の矢板変位が小さいのは、矢板のはらみ出しによりその 前面の地盤要素に作用する有効拘束圧が増加した結果、せん 断強度が回復したのではないかと推察されるが、これについ ては今後の検討課題である.

5. 結論

本研究で得られた結論は以下の通りである. 1) 自立式矢



解析における加振後の変形形状(緩・飽

和・194Gal)

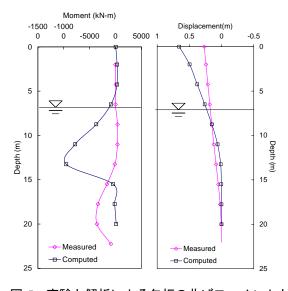


図-5 実験と解析による矢板の曲げモーメントと たわみ分布 (緩・飽・194Gal)

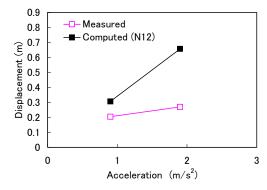


図-6 入力加速度と天端変位量の関係(緩・飽)

板の動的挙動に関する遠心模型実験結果を通して、数値解析手法の妥当性を検討した. 2)緩詰め飽和砂地盤での 解析における矢板の変形形状は、実験と比較して浅部で大きな曲げが発生し、実験結果を過大評価する結果とな った.この原因としては,矢板前面の地盤要素に作用する有効拘束圧が,矢板のはらみ出しにより増加した結果, せん断強度が回復したのではないかと推察される. 3)実験において、地盤が緩い場合、矢板は深い位置から全体 的に倒れるのに対して、地盤が密な場合は、海底面付近で大きな曲げが発生した.

参考文献: 1) Iai, S., Tobita, T., and Nakahara, T.: Generalised scaling relations for dynamic centrifuge tests, Geotechique, 55, No. 5, 355-362, 2005. 2) Iai, S., Matsunaga, Y., and Kameoka, T. (1992). "Strain space plasticity model for cyclic mobility." Soils and Foundations, Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 32 (2), 1-15.