レベル２地震動における自立式 PCa コンクリート矢板護岸の地震応答解析

ジオスター株式会社　正会員　○斉藤　光海
ジオスター株式会社　正会員　中谷　郁夫
ジオスター株式会社　正会員　横尾　彰彦
株式会社フォレストエンジニアリング　正会員　林　健二

１．はじめに

自立式矢板工法は, 根入れ部地盤の横方向支持力と矢板の曲げ剛性のみで土圧等を支える支持形式であり, **写真-1** に示すコンクリート矢板護岸工法例のなかでも, 背後地の制約が無く比較的施工が容易であるため広く採用されている. 1995 年の兵庫県南部地震による阪神淡路大震災の後, 土木学会では土木構造物の耐震性能の照査において, レベル 1 およびレベル 2 の 2 段階の地震動による評価をする提言がなされている.

写真-1 自立式矢板

本報告では, 粘性土地盤においてレベル 2 地震動を受けた場合の自立式 PCa コンクリート矢板(以下, 矢板と略)をモデル化し, 地震応答解析を実施することで, 矢板の挙動について考察を試みた.

２．対象構造物

検討対象とした構造物は溝形矢板（以下, 溝形矢板をタイプ A）と波形矢板（以下, 波形矢板をタイプ B）の 2 種類である. 矢板高さは, タイプ A は 150, 200, 400mm, タイプ B は 450, 500, 600mm の各 3 規格を対象とした. 実施した解析の一覧を**表-1** に示す. なお, 地盤への根入れ長さは 7m とし, 壁高は 1.5, 2.0m とした.

３．解析方法

地震応答解析は港湾の設計で用いられる 2 次元動的 FEM 解析手法（解析コード FLIPver.7）を用いて, **表-2** に示す解析条件のもと, レベル 2 地震動に相当する地震動を工学的基盤面に入力して実施した. 入力地震動[1)]は, 土木学会の内陸型①を用いているが, 最大加速度が最も大きいためである. 矢板に関しては非線形はり要素でモデル化を行い, 現地盤は粘性土層で弾塑性モデル（マルチスプリング要素）とした. モデル地盤の表層 13m は粘着力 c=25 kN/m^2 の粘性土層, 以深は N 値 50 回以上の砂質土層（工学的基盤としてモデル化）とする. 入力地震動と解析モデルを**図-1**, **図-2** に示す.

４．解析結果および考察

解析結果より得られた地震終了時のタイプ A, 矢板高さ 200mm の残留変形図を代表例として**図-3** に, 矢板の残留水平変位を**図-4** に示す. 残留水平変位の結果より, 地盤の変形に伴って 60mm 程度水路側に移動しているが, 矢板自体は最大 6mm の小さな変形に留まっている. また, **図-5** に示す曲げモーメントの震度分布図では, 矢板に発生する最大曲げモーメントがひび割れモーメントより小さい値におさまっていることなどから, 矢板の挙動は弾性挙動のなかでおさまっていることが分かる.

表-1 解析一覧表

矢板タイプ	モデル番号	矢板形状	矢板高さ(mm)	壁高(m)
A	A-150	溝形	150	1.5,2.0
	A-200		200	
	A-400		400	
B	B-450	波形	450	
	B-500		500	
	B-600		600	

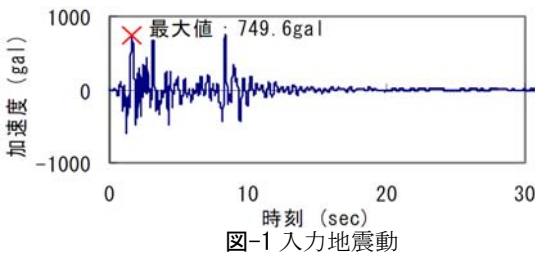

図-1 入力地震動

キーワード　自立式矢板護岸，コンクリート矢板，地震応答解析
連絡先　〒112-0002　東京都文京区小石川 1-28-1　ジオスター㈱　技術部　技術開発 T　TEL03-5844-1203

矢板の壁高と曲げモーメントの関係図を**図-6** に示す. 壁高が大きいほど, 矢板に発生する最大曲げモーメントは大きくなり, 規格の違いにより, 発生する曲げモーメントの異なることが分かる. なお, 全ての規格において, 矢板に発生する最大曲げモーメントはひび割れモーメントより小さく, 矢板の挙動は弾性挙動である.

矢板の壁高と曲率に関する塑性率の関係図を**図-7** に示す. 壁高が大きいほど矢板に発生する塑性率は大きくなり, 規格の違いにより, 発生する曲率に関する塑性率が異なることが分かる. なお, 全ての規格において, 矢板の曲率に関する塑性率は終局状態の塑性率 1.0 に比べて小さな値となる.

矢板の壁高と矢板頭部残留水平変位の関係図を**図-8** に示す. 壁高が大きいほど矢板頭部の残留水平変位は大きくなり, 規格が違っても発生する矢板頭部残留水平変位には差異がないことが分かる.

表-2 解析条件

項目	モデル条件
解析方法	2次元動的FEM解析（平面ひずみモデル）
現地盤のモデル化	粘性土層：弾塑性モデル（マルチスプリングモデル） γ=16.0kN/m^3,c=25kN/m^2
構造物のモデル化	コンクリート矢板：非線形ハリ要素
地表面レベル	標高　+1.50m　/ +2.00m
地下水位	標高　+0.75m　/ +1.00m
水路水位	標高　+0.375m / +0.50m
工学基盤面	標高　-13.00m（N値50以上の砂質土層の上面）
ジョイント要素	土層と矢板の接触面（受動側）にジョイント要素を設置
境界条件	側方境界：粘性境界 底面境界：粘性境界

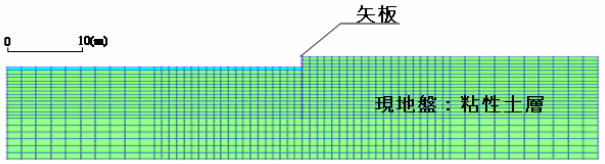

図-2 解析モデル

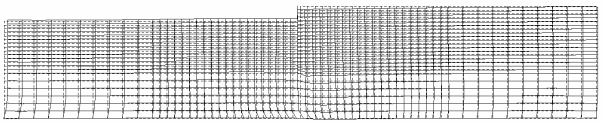

図-3 残留変形図(A-200,H=2m)

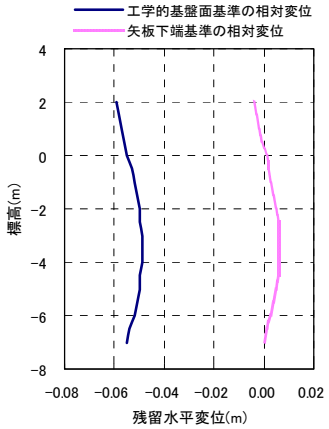

図-4 矢板の残留水平変位
(A-200,H=2m)

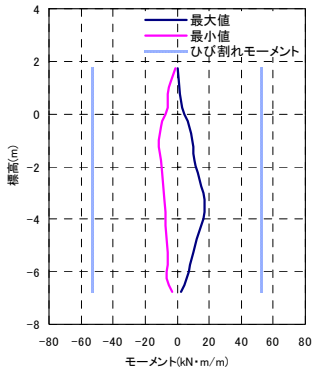

図-5 曲げモーメント図
(A-200,H=2m)

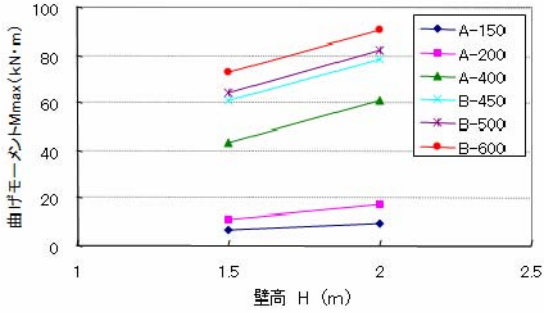

図-6 壁高と曲げモーメントの関係図

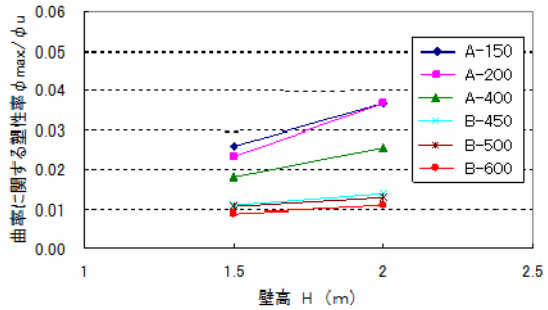

図-7 壁高と曲率に関する塑性率の関係図

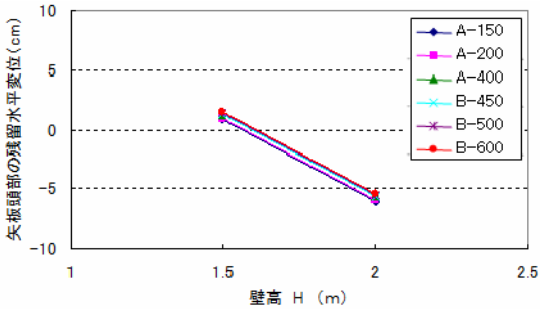

図-8 壁高と変形量の関係図

5. まとめ

大規模地震時におけるコンクリート矢板護岸の動的挙動を知る端緒をつかむため, 地震応答解析を実施し, 考察した. **表-1** に示すモデルの全てにおいてコンクリート矢板の応答値がひび割れモーメント以内であることを確認した. 今後更に地盤条件の違うものに対しモデル条件と解析ケースを増やし, コンクリート矢板護岸の適用性について検討したい.

参考文献

1)土木学会：コンクリート標準示方書[設計編]，pp.254-257，2012