仙台塩釜港における『2段タイ材地下施工法』のレベル2耐震性照査(2)(動的地震応答解析)

株式会社	日本港湾コンサルタント	正会員	星野正美
株式会社	日本港湾コンサルタント	正会員	○松田修二
株式会社	日本港湾コンサルタント		大塚正和

(57. Om)

緩詰砂(N=6相当)

333 (10. 0m) 45 (4. 3m) 188 (5

消波ブロック

367 (11. 0m)

1. はじめに

岸壁の供用を妨げることなく岸壁の増深・耐震等の機能・耐力増加を図ることができる「2段タイ材地下施工法」は,控え式 矢板岸壁を対象とした工法であり,既往の報告¹⁾においてその適用性が確認されている.今回は,仙台塩釜港(仙台港区)雷 神埠頭の増深・耐震改良を図るために矢板構造の上に直立消波ブロックを設置した鋼矢板岸壁に当工法を適用した.当該 岸壁の補強設計は,矢板式岸壁の設計法を準用して行っており,レベル2地震時については動的応答解析(FLIP)及び遠 心模型振動実験により照査した.本報文では,FLIP 解析により,その遠心模型振動実験をシミュレートして当工法の適用性 について検証した結果を報告する.なお本報文は東北地方整備局からの委託業務成果の一部を取りまとめたものである.

> 土槽梁さ700 (21 0m)

575 (17.3m)

2.解析概要

(1)解析モデルと地盤定数

遠心模型振動実験を行った岸壁の解析モデル断 面を括弧書きの実物換算寸法とともに図-1 に示す. 実験で使用した砂質土の硅砂 4 号の地盤定数 は,DL±0.0m より上層は緩詰砂(N=6 相当),下層は 密詰砂(N=29 相当)として簡易設定法により,せん断 剛性等の解析パラメータを決定した.なお,矢板壁 の根入れ部については,安定性確保のため固化改 良を行っており,その改良土はc=100kN/m2とした.

(2)境界条件と解析手順

境界条件は,底面境界・側面境界ともに固定境界とした. 解析は実験模型の加振過程に合わせて,①海底面以深の 自重解析②岸壁背面の埋立地盤の自重解析③タイ材と控 え工(既設・増設)④動的解析の実施の手順で行った.

(3)入力地震波形

解析に用いた入力地震波形は,遠心模型振動実験の基盤におい て実際に計測された値(E+F)とした.実験では宮城県沖海溝型 地震(連動)で観測された地震波形の最大振幅を実物換算値で 150gal,300gal,600gal で調整し段階的に加振したが,解析はそのう ちの150gal,300galの2ケースについて行った.FLIP解析の入力 地震動として用いた遠心模型振動実験(最大振幅 300gal)におけ る実測地震波形を図-2に示す.この最大加速度は329galとなっ ている.



図-3 FLIP 解析による最大変形図

3.FLIP 解析結果(遠心模型振動実験との比較)

紙面の都合により最大振幅 300gal のケースについて紹介する. 図-3 に FLIP 解析による最大変形図を示す.

以下に,直立消波ブロック天端の水平変位と各部材の発生断面力に着目した FLIP 解析結果と遠心模型振動実験結果の 実物換算値を比較した時刻歴応答波形を示す.

キーワード 2段タイ材地下施工法,遠心模型振動実験,控え式矢板岸壁,耐震補強,動的地震応答解析 (FLIP) 連絡先〒141-0031 東京都品川区西五反田 8 丁目 3 番 6 号 株式会社日本港湾コンサルタント TEL03-5434-5256

(1)直立消波ブロック天端の変位量と加速度

直立消波ブロック天端の時刻歴応答波形の内, 変位量を図-4 に,加速度を図-5 にそれぞれ示 す.変位量については,解析値の方が実験値より 大きくなっているが波形の形状は類似している.加 速度については解析値の方が実験値より小さい値 となっている.

(2) 矢板の発生曲げモーメント

矢板に発生する曲げモーメントの時刻歴応答波 形を図-6に示す.解析結果と実験結果の波形の 形状は概ね類似しているが,初期値(常時)が異な るため解析値の方が実験値より大きくなっている. これは,理論値ほどの土圧が作用していないことに よるものと考えられる.

(3)既設・増設タイ材の張力

タイ材張力の時刻歴応答波形の内,既設タイロッ ド張力を図-7 に,増設タイロープ張力を図-8 に 示す.既設タイロッド張力については,解析値が実 験値より若干小さくなっているが,増設タイロープに ついては,解析値の方が実験値より大きくなってい る.既設と増設のいずづれも張力波形の形状は類 似しているが,増設タイロープについては,初期値 (常時)が異なるため解析値の方が実験値よりも大 きくなっている.これは,遠心模型振動実験の土層 を作成する際に,控え組杭模型の周辺土の締固め が十分でなかったことに起因しているものと考えら れる.つまり,最大振幅が 150gal→300gal→600gal



の順に加振した時の締固め効果で生じた控え工の効果の残留変形の影響により各実験段階でのタイ材の初期張力値が解 析値と比べて小さくなったものと考えられる.

4. まとめ

FLIPを用いた動的地震応答解析により,遠心模型振動実験結果をシュミレートした主な結論は以下のとおりである.

・各部材とも FLIP 解析と遠心模型振動実験との時刻歴応答波形の形状は概ね類似した応答波形となっている.

・矢板の変位量,曲げモーメント及びタイ材張力は,解析結果が実験結果に比べて大きくなっている.

通常の矢板岸壁同様に,今回のような矢板構造上部に直立消波ブロックを設置した特殊な矢板岸壁の2 段タイ材地下施工 法の構造設計も,FLIP による動的地震応答解析手法は,実務的に十分な精度での地震時挙動の再現性があると判断出来る. なお,当該岸壁は,本年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震において震度6強の地震を受けたが,特段の変状が起 きていなかったことを付記する.

参考文献)

1)中村秦他「2段タイ材地下施工法」の動的地震応答解析(FLIP)について 第65回土木学会学術年次講演会 謝辞:(独)港湾空港技術研究所の菊池喜昭氏, 菅野高弘氏には, 適切なアドバイスを頂きました.

ここに記して感謝致します.