

港湾施設の残存耐力評価指標の検討

中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所 内田 吉文, 神藤 明彦
 正会員 本多 和彦, 鬼頭 孝明
 中部地方整備局四日市港湾事務所 津松阪港事務所 正会員 木全 啓介
 株式会社 ニュージェック 正会員○曾根 照人, 正会員 楠 謙吾

1. はじめに

港湾施設は大規模地震発生直後の緊急物資の輸送や、復旧工事の拠点として重要な役割を担っている。したがって、被災直後において施設の使用性を迅速に把握する必要があり、被災の程度を適切に評価する残存耐力評価が重要である。

重力式施設の地震後の残存耐力は、水平変位等の外観調査によりおおよその判断は可能であると考えられる¹⁾。しかし、栈橋式、矢板式等の鋼部材からなる施設では、栈橋杭、矢板、および控え杭等が地中部にあり外観調査からはそれら鋼部材の応力状況を把握しにくいことから、地震後の残存耐力を判断することが難しく、被災後直ちに施設の使用性を判断することは難しい。

こうした状況をふまえ、中部地方整備局管内の栈橋式、矢板式構造の21施設を対象として地震後の残存耐力を被災状況調査より速やかに把握できるような評価手法を検討した。

2. 検討手順

残存耐力評価は、以下の手順により行った。【手順1】震源特性、伝播経路特性、およびサイト増幅特性を考慮した地震動を設定する。【手順2】手順1で設定した地震動を用いたFLIP²⁾解析を実施し、水平変位、鋼部材の応力状況等を整理する。【手順3】矢板等の鋼部材の応力状況と、水平変位等の関係を取りまとめ、両者の関係を評価する。【手順4】被災後の外観調査より残存耐力が評価できる指標を作成する。

3. 検討内容

震源特性、伝播経路特性、およびサイト増幅特性を考慮した地震動として、海溝型地震、内陸活断層型地震等の地震動を、各施設につき10波程度設定した。図-1に加速度応答スペクトルを示す。

設定した地震動を用いたFLIP解析を実施し、その結果より鋼部材の応力と変位の関係を取りまとめた。とりまとめにあたり、鋼部材の応力状態の指標は、最大曲率比とした。ここでいう最大曲率比とは、地震時発生曲率と全塑性モーメント発生時曲率の比(曲率比)の最大値とした。なお、全塑性モーメント時の曲率は降伏後も曲げ剛性が変化しないと仮定して算定した。栈橋式の変位の指標は岸壁天端の残留水平変位量とした。矢板式の変形モードは図-2に示すように、3つのモードに分類されることが知られている³⁾。変形モードBが卓越する場合、地震動が大きくなっても岸壁天端の残留水平変位はあまり変化しないため、施設の残存耐力を評価する指標としては適切でない可能性がある。したがって、図-3に示すように矢板の残留形状を整理し、地震後直ちに計測でき、残存耐力を評価する指標として適切なものを施設毎に抽出した。図-3に示す施設では、変形モードAが卓越しているため、残存耐力を評価する指標として岸壁天端の残留水平変位を選定した。

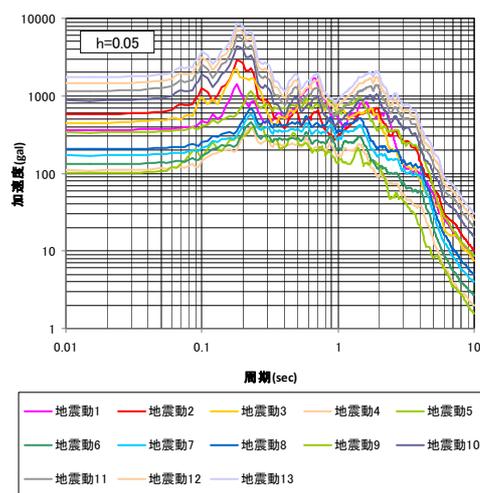


図-1 加速度応答スペクトル(h=5%)

FLIP解析結果をもとに、鋼部材の最大曲率比と残留水平変位の関係を取りまとめた例を図-4に示す。これをみると、両者は両対数軸上でほぼ比例関係にあるため、以下の近似式で評価した。

キーワード 残存耐力, 被害想定, 栈橋式, 矢板式, 有効応力解析, 残存耐力評価

連絡先 〒457-0833 名古屋市南区東又兵衛町1丁目57-3 名古屋港湾空港技術調査事務所 技術開発課 TEL 052-612-9982

$$\phi = 10^{0.754 \log_{10}(dx) + 0.281} \quad \dots \text{式(1)} \quad \text{ここに, } \phi; \text{最大曲率比, } dx; \text{岸壁天端水平変位(m)}$$

矢板式の場合鋼部材の最大曲率比が 1.0 以上となると“残存耐力なし”との評価となる⁴⁾。最大曲率比が 1.0 以上となるのが地震被災後 0.42m 以上の残留水平変位が測定された場合であることから、当該施設では残留水平変位が 0.42m 以上の場合には、“残存耐力なし”という評価になり、補修なしには施設は使用できないという評価となる。

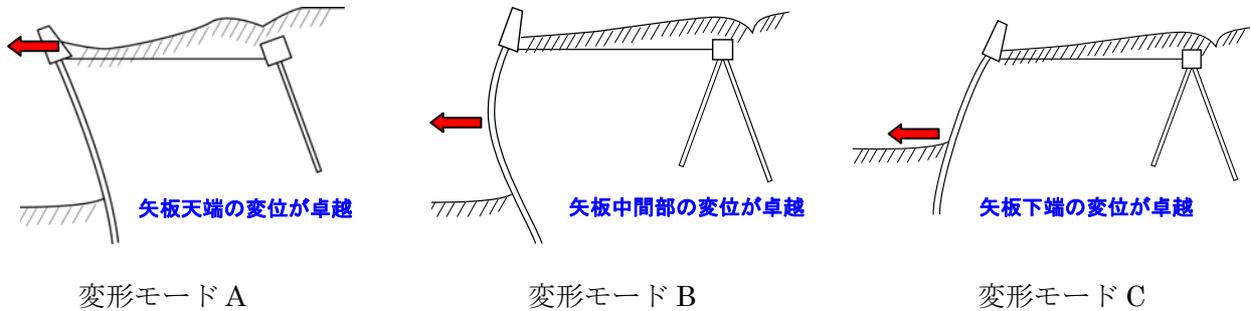


図-2 矢板の変形モード³⁾

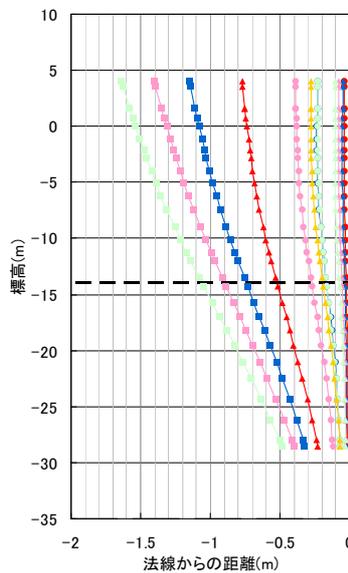


図-3 矢板の残留形状

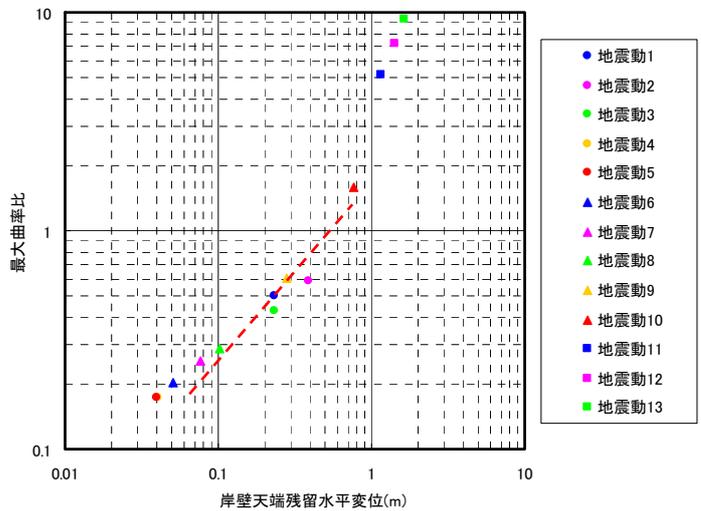


図-4 岸壁天端水平変位と最大曲率比の関係

4. おわりに

今回検討した残存耐力評価指標は、地震後の変形量を測定することで、施設の残存耐力を評価することが可能であることから、施設の使用可否を判断する際に非常に有効であると考えられる。今後もこういった残存耐力の評価が可能な施設を増やすことで、被災時の緊急物資輸送等の支援に役立つと考えられる。

謝辞: 本行を纏めるに当たり、京都大学防災研究所 井合教授を座長とする港湾地域地震防災対策検討部会において指導を頂いた。ここに記して謝意を表すものである。

参考文献

- 1) 小泉哲也, 山本修司, 竹地晃一郎, 門脇陽治: 被災した係留施設の残存耐力の評価手法の開発; 港研資料 No. 912, sept. 1998
- 2) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T.: Strain space plasticity model for cyclic mobility, Report of the Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, 1990
- 3) International Navigation Association: Seismic Design Guidelines For Port Structures
- 4) 港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年 7 月; 日本港湾協会