

大阪大学工学部               フェロー   松井 保  
 大阪市計画局                赤熊道雄  
 中央復建コンサルタンツ 正会員   ○中野尊之  
   正会員   林 健二

1. まえがき

兵庫県南部地震では、大阪湾沿いの広い範囲においてケーソン岸壁をはじめとする水際構造物が甚大な被害を受けた。現在、この教訓を踏まえレベル2地震動へ対応した新設構造物の耐震設計および既設構造物の耐震性評価手法の確立が緊急に望まれるところである。著者らは、被災事例をケーススタディとし、合理的な耐震設計手法の検討を実施した。本報告では、被災構造物の挙動解析結果について述べるとともに、レベル2地震動を対象とした実務的な耐震性評価手法の提案を行う。

2. 対象構造物

ケーススタディの対象構造物は、大きな変状を生じた神戸市・六甲アイランド南側のケーソン岸壁と神戸市の直杭式栈橋である。各構造物の標準断面図をそれぞれ図1、図2を示す。

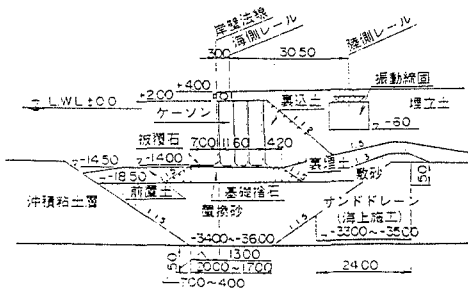


図1 ケーソン岸壁の標準断面図 1)

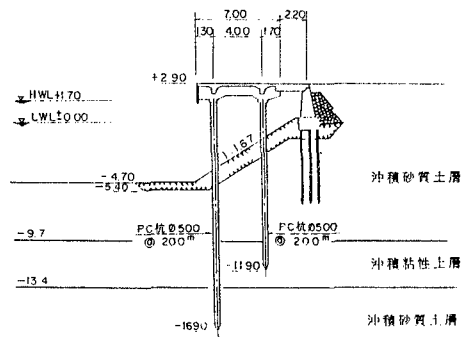
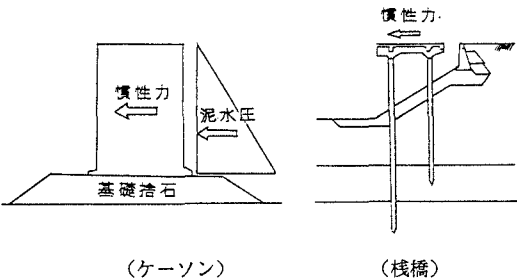


図2 栈橋の標準断面図

3. 被災構造物の挙動解析

従来、レベル1地震動に対する水際構造物の設計手法は震度法に基づく許容応力度で照査を行ってきた。しかしながら、レベル2地震動のような大規模な外力が作用する場合、上記の照査方法では限界があり、構造物の重要度に応じた指標による耐震性の評価が不可欠となる。本研究では、残留変形量を指標とした耐震性評価を目的として、準静的骨組解析による検討を行った。また、同時に時刻歴の動的解析による詳細な検討も実施した。

準静的骨組解析は、構造物をはりと地盤ばねによる平面骨組モデルに置き換え、自重、土圧、慣性力等を作用させて、構造物の残留変形や応力状態を考察するものである。一方、動的解析では液状化を考慮した等価線形法に基づく手法を用いた。図3に対象構造物に作用させる荷重条件を示す。ケーソンには慣性力と液



(ケーソン)   (栈橋)

図3 荷重条件

キーワード：港湾構造物、耐震設計、液状化

1)〒532 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 TEL 06-393-1190 FAX 06-393-1146

状化時の泥土圧を作用させ、栈橋には慣性力のみを作用させた。また、ポートアイランドで観測された地震動を基盤面に入力する地震応答解析を実施し、得られた地表面の最大加速度に基づいて水平震度を求めた。

4. 解析手法の検証

解析により得られた各構造物の変形量および変形図をそれぞれ表1および図4、5に示す。ケーソン岸壁では、両解析ともに変状量が約500cmとなり、実測値とよい整合性が得られた。

一方、栈橋の変状量は動的解析で13cm、準静的骨組解析で19cmとなった。これは実測値よりかなり小さい値であるが、杭の打設ピッチ等の3次元的な影響に加えて、側方流動の影響が解析に評価されていないことが主因であると推測される。特に兵庫県南部地震では側方流動により、護岸法線が約2~3m前方に移動していることから、地盤の側方流動による変状を評価すれば、現地での実測値を的確に表現できるものと考えられる。

5. 耐震性評価手法の提案

上述した解析結果より、条件を適切に設定すれば準静的骨組解析においても十分にレベル2地震動に対する耐震性を評価できるものと考えられる。提案する耐震性評価手法のフローを図6に示す。本手法では、レベル1地震動に対する照査は現行の震度法で行い、レベル2地震動に対しては準静的骨組解析により検討を行う。また、構造物の地震時挙動が複雑になると予想される場合には、動的解析により耐震性を照査することが望ましい。

上記手法に基づく耐震性評価に際しての留意点を以下に記す。①設計水平震度は対象構造物の立地する地域区分に応じたレベル2地震動の地表面最大加速度に基づくものとする。②重力式構造物や矢板式構造物については、地震時の土圧や泥土圧を考慮する。③液状化や側方流動の可能性のある地盤については、その影響を考慮する。④構造物の耐震性については残留変形量より評価を行うが、必要に応じて構造物の応力度の照査も行う。

本報告で提案する手法により、構造物の重要度に合わせて耐震性能の照査ができるものとする。今後さらにケーススタディを蓄積し、より合理的な設計条件を設定するとともに、本検討手法の妥当性について検証したい。

[参考文献]

- 1)井合進：大地震時の地盤・構造物系の変形解析，平成8年度港湾技術研究所講演集，pp1~17，1996
- 2)阪神・淡路大震災調査報告書，(社)地盤工学会阪神大震災調査委員会，pp229~262，1996

表1 変形量

	解析による変状量(cm)		現地での変状量(cm)
	動的解析	準静的骨組解析	
ケーソン天端	520	514	523
栈橋天端	13	19	216

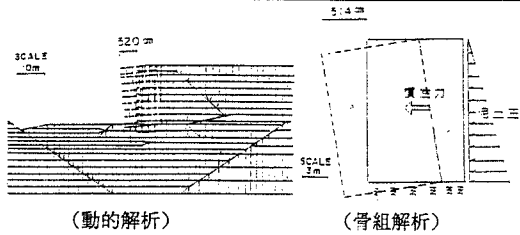


図4 ケーソン変形図

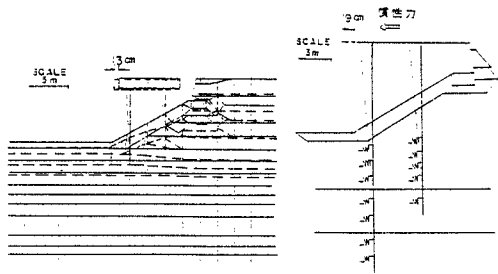


図5 栈橋変形図

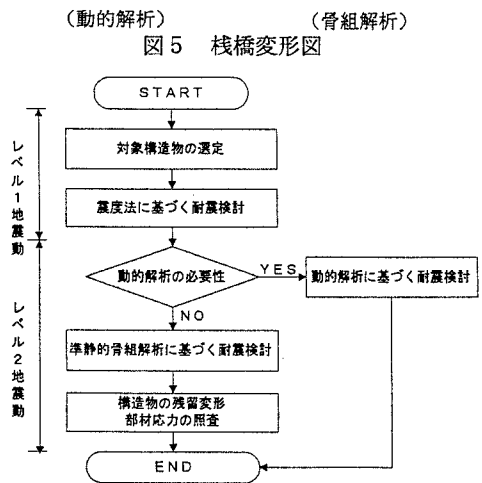


図6 解析フロー