

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムを用いた栈橋式構造の耐震診断手法の提案

中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所 正会員 西村 大司, 正会員 木全 啓介
 国土技術政策総合研究所 正会員 長尾 毅, 正会員 田川 辰也
 中部地方整備局 清水港湾整備事務所 正会員 日置 幸司
 (株)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、海上輸送ルートの拠点となるため、大規模地震発生時に非常に重要な役割を担う。したがって、地震発生後の港湾全体の被災状況を事前に把握しておくことは防災計画を立案するうえで非常に重要となる。重力式構造、矢板式構造の施設については簡単な入力条件により施設の変形を定量的に求めることができる沿岸構造物のチャート式耐震診断システム¹⁾が開発されており、耐震診断を効率的に実施できる状況である。しかし、栈橋式構造の耐震診断については詳細なシミュレーションを実施する必要がある、多くの時間・費用を要する状況である。

本論文では、既往のFLIP解析について整理することで、栈橋式構造についても、沿岸構造物のチャート式耐震診断システムを用いた効率的な耐震診断手法を提案するものである。

2. 沿岸構造物のチャート式耐震診断システム

沿岸構造物のチャート式耐震診断システムは、重力式構造、矢板式構造等を対象に開発されている。開発にあたっては、構造物のある標準的なケースから地震時挙動に影響を与える断面諸元、地盤条件、地震動条件を種々変化させてFLIP²⁾によりパラメトリックスタディが実施されており、各パラメータと変形量の関係を取りまとめた形でデータベース化されている。それにより、実際の耐震診断においては、断面諸元等の簡単な入力条件から地震後の構造物の変形量を定量的に評価できるシステムとなっている。実際にも、延長数千キロにおよぶ海岸保全施設の耐震診断がチャート式耐震診断システムを用いて実施されている。また、チャート式耐震診断システムの診断精度を確認するため、同一の港湾構造物を対象に、チャート式耐震診断システムとFLIP解析を実施し、両者の結果を残留水平変位に関して比較した(図.1参照)。これをみると、チャート式耐震診断システムによる診断結果はFLIP解析結果と比べて概ね安全側の結果が得られることがわかる。

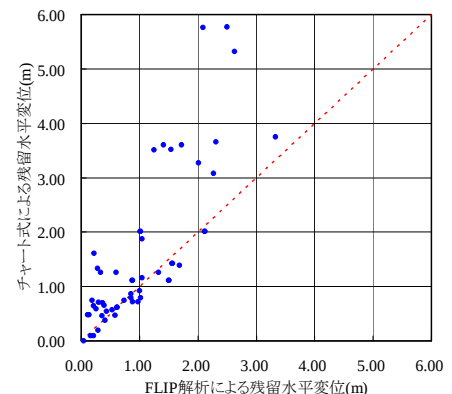


図.1 チャート式による診断結果とFLIP解析結果の比較

3. 既往FLIP解析結果の整理

図.2は、中部地方整備局管内における栈橋構造物に対する既往FLIP解析を栈橋本体部、栈橋土留め部の残留水平変位量に関して取りまとめたものである。これをみると、栈橋本体部と土留め部の変形量にはよい相関がみられ、栈橋本体部の変形量は土留め部と比べて若干小さくなる傾向にある。

別報により³⁾直杭式栈橋の変形率と曲率比の関係は、式1のように提案されている。ここで、変形率とは、栈橋本体部の残留水平変位を栈橋高さで除したものであり、曲率比は地震時に栈橋に発生する最大の曲率を全塑性時の曲率で除したもので

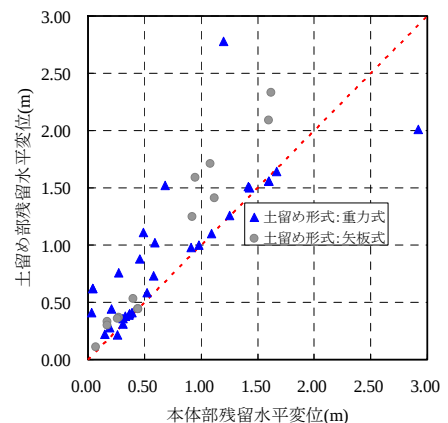


図.2 栈橋本体部と土留め部の残留水平変位量の関係

キーワード 耐震診断, 被害想定, チャート式耐震診断システム, 栈橋式

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 調査課 TEL03-3355-3442

ある。栈橋高さとは、仮想地表面の平均標高から上部工中心までの高さ(図.3 参照。)である。

また、式 1 で算定される曲率比に対応する栈橋杭の応力状態は表.1 のようにまとめられている。

$$\phi_r = 10^{1.47 \log(disr) + 2.01} \quad \cdot \cdot \text{式 1}$$

ただし、 ϕ_r : 曲率比, $disr$: 変形率

表.1 各応力状態の説明

応力状態	曲率比	備考
応力状態1	$0 < \phi_r < 1.0$	降伏以下
応力状態2		全塑性以下
応力状態3	$1.0 \leq \phi_r < 5.0$	ダブルヒンジが発生していない
応力状態4	$5.0 \leq \phi_r < 20.0$	全ての杭ではダブルヒンジとなっていない
応力状態5	$20.0 \leq \phi_r$	全ての杭がダブルヒンジ

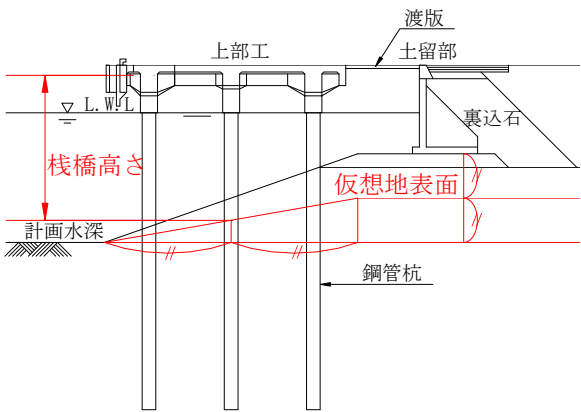


図.3 栈橋高の設定

4. チャート式耐震診断システムを用いた栈橋構造の耐震診断手法の提案

チャート式耐震診断システムを用いた栈橋構造の耐震診断のフローを図.4 に示し、以下に概要を示す。

まず、①チャート式耐震診断を実施するのに必要な断面諸元、地盤条件、地震動条件等の資料を収集する。次に②チャート式耐震診断システムを用いて土留め部の変形量を算定する。図.2 に示すように本体部の変形量は土留め部の変形量と比べ若干小さいが、安全側を考慮して(本体部の変形量)÷(土留め部の変形量)とすれば、③本体部の水平変形量を評価することができる。さらに、④本体部の水平変形量により栈橋の変形率を算定し、⑤式 1 より栈橋杭の曲率比が想定される。想定された曲率比に対し、⑥表.1 に基づく栈橋杭の応力状態に関する耐震診断が可能となる。

これにより、断面諸元等の簡単な入力条件により変形量だけでなく応力状態に関しても耐震診断を実施することができる。

5. おわりに

既往の FLIP 解析結果を蓄積、整理することにより沿岸構造物のチャート式耐震診断システムを用いた栈橋構造の耐震診断手法について提案した。今後も、解析データを蓄積することにより、今回提案した耐震診断手法の精度向上や、その他の構造形式に対する耐震診断手法の提案等を実施していきたいと考える。

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いただいた。ここに記して謝意を表すものである。

参考文献

1) 東島義郎ら：沿岸構造物のチャート式耐震診断システムの開発, 海洋開発論文集, 2, pp.511-516, 2006.7
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) 長尾毅ら：栈橋式構造の残留変形量と応力状態の関係について, 土木学会 第 64 回年次学術講演会(投稿中)

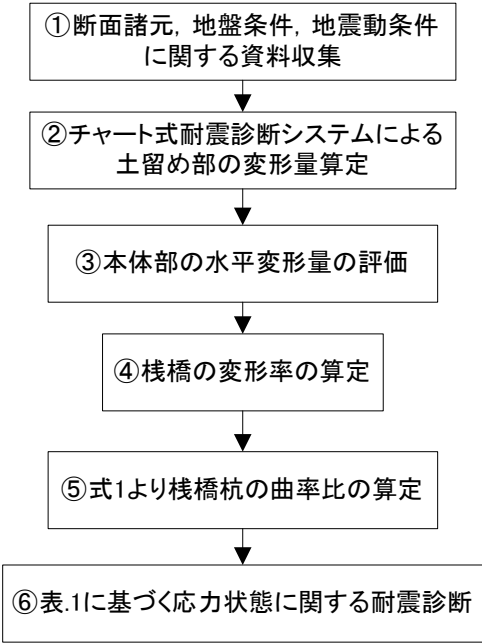


図.4 チャート式耐震診断システムを用いた栈橋式構造の耐震診断フロー