

ニューマチックケーソン式栈橋のレベル1地震時照査用震度

オリエンタル白石(株) 正会員 ○大石 雅彦

オリエンタル白石(株)  
神戸大学

大内正敏  
正会員 長尾毅

1. はじめに

著者らは、ニューマチックケーソン（以下、ケーソンと称する）を基礎とした横栈橋の耐震照査法の研究を行ってきた<sup>1)2)</sup>。本文では、既往研究の栈橋断面に新たな検討対象断面を加え、レベル1地震時の照査用震度の算出に必要な減衰定数の設定について、総合的に検討した結果を報告する。

2. 検討条件

既往研究におけるケーソン基礎の間隔は、それぞれ31.75mと比較的に大断面のケース<sup>1)</sup>と5.85mと小断面のケース<sup>2)</sup>で検討した。新たな断面のケーソン間隔は、図-1に示すように24.5mと中規模なケースである。本文では、既往研究の前者をCase-A、後者をCase-B、そして新たな断面をCase-Cと称するものとする。

各ケースの地盤条件を表-1に示す。表中に示す地盤種別は、地表から $1/\beta$  ( $\beta$ は基礎の特性値)までの主要なものである。Case-AとBは内部摩擦角 $\phi$ のみの $\phi$ 材の地盤ケースで、Case-Cは粘着力 $c$ が大きく $c$ 材の地盤ケースである。ケーソン基礎は杭基礎に比べて剛性が大きいため、ケーソン基礎の地表から $1/\beta$ までの深さは、根入れ下端近くまで達していることが特徴である。動的解析は、2次元有効応力解析FLIP<sup>3)</sup>を用いて実施した。

既往研究の照査用震度を求める手順は、1)栈橋中央部地盤の1次元動的解析、2)地表面下 $1/\beta$ 位置の加速度による応答加速度スペクトルの算出、3)固有周期と減衰定数をパラメータとした応答加速度スペクトルによる応答加速度の算出(照査用震度)である。本検討では2)における加速度の抽出位置、およびそれに関連する3)の最適な減衰定数の検討を行うものである。

3. 1次元解析

図-2に、1次元動的FEM解析の加速度結果(地表面下 $1/\beta$ 位置)を使用した加速度応答スペクトルの例を示す。図から、減衰定数 $h$ の値によっては応答加速度の値も異なることから、減衰定数の設定の重要性が認識でき

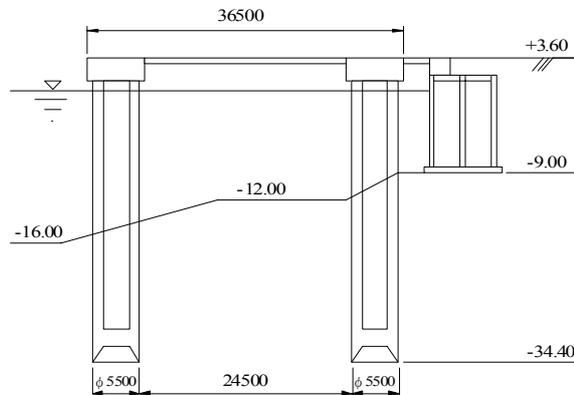


図-1 Case-C 断面図

表-1 地盤条件

Case	A	B	C
根入れ深さ (m)	22.5	8.7	22.4
$1/\beta$ (m)	16.2	6.7	14.5
地盤種別	埋土	シルト	洪積粘土
$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	0	0	284
$\phi$ (°)	38	30	0

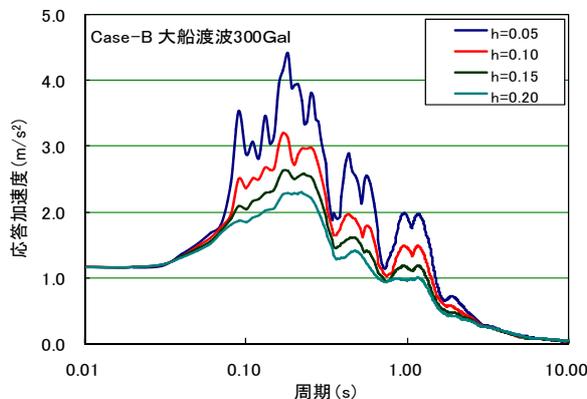


図-2 加速度応答スペクトル例 (1次元解析)

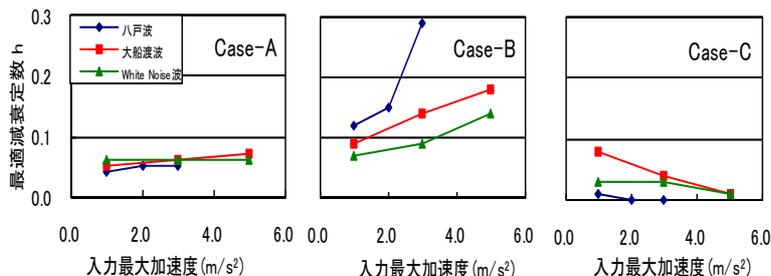


図-3 最適減衰定数  $h$  と入力最大加速度 (1次元解析)

キーワード: ケーソン基礎, 栈橋, 減衰定数, 耐震設計

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 5-6-52 オリエンタル白石(株) 施工・技術本部 技術部 Tel:03-6220-0637

る。最適減衰定数  $h$  と入力最大加速度の関係を図-3に示す。最適減衰定数  $h$  は、2次元動的 FEM 解析の上部工最大応答加速度と栈橋中央部地盤の加速度応答スペクトルによる応答加速度が等しくなるようにして求めたものである。図から、Case-A では入力加速度の大きさや種類に関わらず最適減衰定数は 5%程度である。Case-B では、最適減衰定数は入力最大加速度が増加するに従いおよそ 10%から 30%に増加している。今回の新たな検討断面の Case-C では、最適減衰定数は 10%程度以下の値であり、減衰定数を 0%にしても応答加速度を再現できないものもあった。

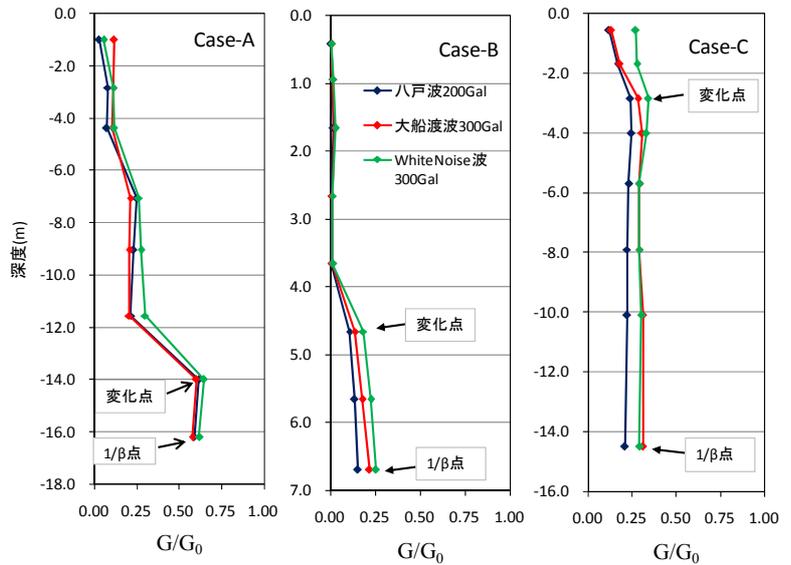


図-4  $G/G_0$ の深度分布 (2次元解析)

4. 2次元解析

1次元解析では2次元解析と異なり、地盤傾斜やケーソンと地盤の相互作用を考慮できない。これらの影響による1次元解析の最適減衰定数のばらつきの原因を確認するため、2次元解析の応答結果をもとに、初期せん断弾性係数に対するせん断弾性係数の比率  $G/G_0$  の最小値の深度分布を図-4に示す。図の深度は地表面を0とした値であり、図中には  $1/\beta$  の位置および  $G/G_0$  が大きく変化する位置を示している。 $G/G_0$  の変化点は、Case-A では  $1/\beta$  付近にあり、Case-B では地表から  $1/\beta$  までの中間付近にあり、Case-C では地表面付近にある。

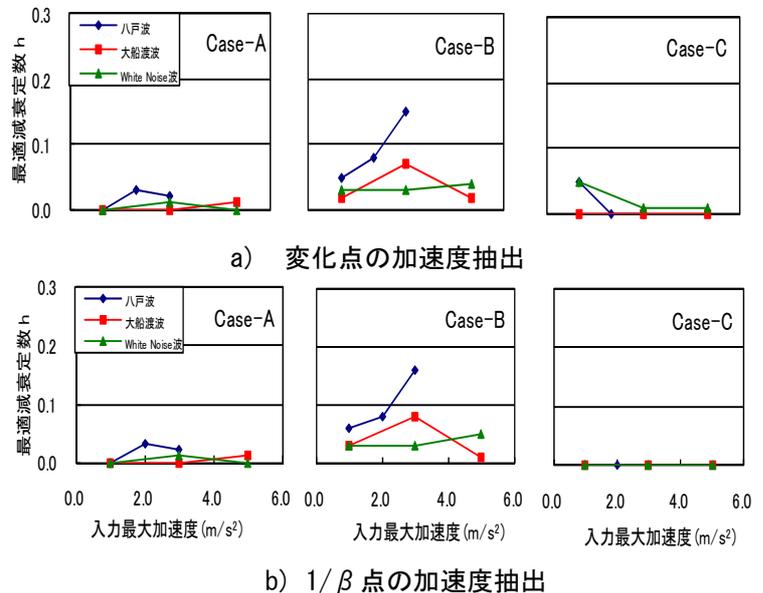


図-5 最適減衰定数と入力最大加速度 (2次元解析)

これまで  $1/\beta$  を仮想固定点とみなして加速度の抽出位置としてきたが、応答スペクトルの算出位置として  $G/G_0$  の変化点も考慮すべきと考えられるため、 $G/G_0$  の変化点から抽出した加速度応答スペクトルも検討する。図-5に両者の位置の2次元解析の加速度結果を使用した加速度応答スペクトルによる最適減衰定数と入力最大加速度の関係を示す。最適減衰定数は1次元解析の場合に比べて全体的に小さくなっている。Case-AとCase-Bでは、加速度抽出位置による最適減衰定数の差はほとんど無い。これは、Case-AとCase-BはCase-Cに比べて、 $1/\beta$  と  $G/G_0$  変化点の加速度抽出位置が近いためと考えられる。Case-Cにおける  $1/\beta$  位置の加速度抽出では、1次元解析と同様に減衰定数を 0%にしても応答加速度を再現できていない。 $G/G_0$  変化点では、Case-Aに近い結果となる。このように、最適減衰定数の値が応答スペクトルの算出位置に依存するケースがあることが分かった。

5. おわりに

2次元解析により、加速度応答スペクトルを使用する場合の最適な減衰定数について検討した。今後は、基礎底面位置等の他の加速度の抽出位置やケーソンの変形モード等にも着目し、最適な減衰定数の検討をしていきたい。

【参考文献】 1) 大石雅彦, 長尾 毅, 大内正敏, 佐藤祐輔, 清宮理: ニューマチックケーソン式横栈橋の耐震性能照査法に関する研究, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 68, No. 4, 2012. 2) 大石雅彦, 長尾 毅, 茂木浩二, 大内正敏, 佐藤祐輔, 清宮理: ニューマチックケーソン式横栈橋の地震時挙動および耐震性能照査法に関する研究, 海洋開発論文集, Vol. 29, 2013. 3) Susumu Iai, Yasuo Matsunaga, Tomohiro Kameoka: Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp1-15, 1992