

胸壁の照査用震度算出に関する骨組解析の適用性の検討

港湾空港技術研究所 正会員 ○府川 裕史

港湾空港技術研究所 正会員 小濱 英司

1. 背景および目的

胸壁は、海岸線に漁港や港湾等の施設が存在し、利用の面から海岸線付近に堤防、護岸等を設置することが困難な場合において、海岸背後にある人命・財産を高波、波浪及び津波から防護することを目的として設置される海岸保全施設であり¹⁾、コンクリート壁体を有するものである。現在の港湾構造物の耐震設計では、構造物の動的応答を考慮した照査用震度による性能設計が主流であるが、現行の港湾基準²⁾ではそのような胸壁の設計手法は明確に示されていない。このような背景から、著者らは、照査用設計震度算出の初期検討として、二次元地震応答解析を実施し、自由地盤部と胸壁構造物の加速度フーリエスペクトル比から固有振動数を求め、自由地盤部の加速度応答スペクトルから胸壁の最大加速度の推定を行った³⁾。本稿では、固有振動数の算出に関して、港湾基準に提示されている骨組解析の手法を胸壁構造物に実施し、その適用性について検討することを目的とする。

2. 解析対象および解析条件

解析対象として、逆 T 型杭基礎式胸壁構造物から、図-1 の大きさの異なる胸壁 (Type1: 岩手県津軽石海岸漁港⁴⁾, Type2: 岩手県大船渡港跡浜地区海岸防潮堤⁵⁾) を参照した。解析には構造解析プログラム N-Pier を用い、図-2 のようなモデル、条件を設定した。地盤は Case1 (第Ⅲ種地盤相当), Case2 (第Ⅱ種地盤相当) および Case3 (第Ⅰ種地盤相当) の 3 ケースとした。なお、地盤および杭の構成や地盤物性等は著者ら³⁾ が行った地震応答解析と同条件としている。また、地震動等の地震応答解析の詳しい条件については著者らの文献³⁾ を参照されたい。プログラムの構成上、地表面は壁体フーチング下部としたが、上載荷重を作用させることで、地盤内の拘束圧を整合させた。杭要素には地盤の水平抵抗を受ける地盤ばねを設定し、表-1 の二つの計算方法により地盤反力を与えた。一つは、地中杭の受ける水平地盤抵抗を N 値から直接評価する港湾基準²⁾の方法であり、一方は N 値から評価した弾性係数 E 、杭径 D 、特性値 β 等を考慮した方程式により水平地盤反力係数 K_H を算出する道路橋示方書⁶⁾の方法である。また、動的作用に関する係数 α 、および地

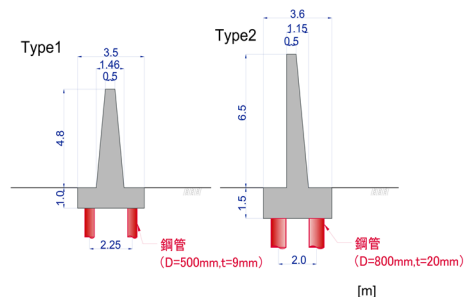


図-1 解析対象

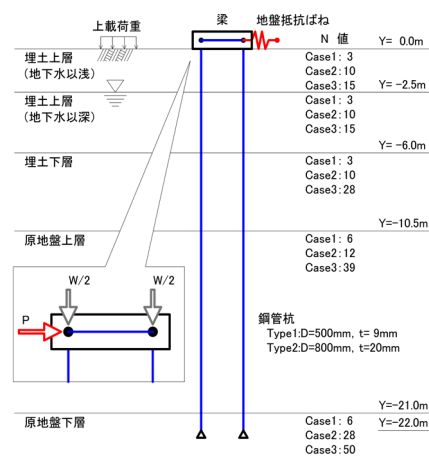


図-2 解析モデルおよび解析条件

表-1 地盤反力の計算方法

地盤反力係数 K_H	備考1	フーチング部地盤抵抗ばね係数 K_H	備考2
$K_H = \alpha 1500N$	港湾基準	$K_H = K_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4}$ ここで、 $K_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$ $E_0 = 2800N$ $B_H = \sqrt{A_H}$	道路橋示方書 (IV 下部構造編)
$K_H = K_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4}$ ここで、 $K_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$, $E_0 = 2800N$ $B_H = \sqrt{D \cdot \frac{1}{\beta}}$, $\beta = \sqrt[4]{\frac{K_H D}{4EI}}$	道路橋示方書 (IV 下部構造編)		

表-2 計算条件

条件	計算方法	フーチング部 地盤抵抗ばね	係数 α
1	港湾基準	無	1.0
2	港湾基準	有	1.0
3	港湾基準	無	2.0
4	港湾基準	有	2.0
5	道路橋示方書	無	1.0
6	道路橋示方書	有	1.0
7	道路橋示方書	無	2.0
8	道路橋示方書	有	2.0

キーワード 胸壁, 照査用震度, 骨組解析, 固有振動数

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 (国研) 港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5058

中フーチング部の地盤抵抗ばねの有無について条件を設定し、表-2の8条件を計算条件として設定した。梁節点に水平荷重を載荷した際の水平荷重-節点変位関係の初期勾配(ばね係数 K)を求め、次式により固有周期 T_s (s)(固有振動数: $1/T_s$ (Hz))を算出した。

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{W}{gK}}$$

ここで、 W : 壁体重量 (kN)
 g : 重力加速度 (m/s^2)
 K : ばね係数 (kN/m)

3. 解析結果

図-3に算出した固有振動数を示す。なお図には、著者ら³⁾が実施した二次元地震応答解析の加速度フーリエスペクトル比(胸壁重心/自由地盤部地表面)ピークから求めた固有振動数を併記している。横軸は地震応答解析の胸壁重心での最大加速度であるが、スペクトル比から求めた固有振動数は、地盤の非線形による剛性低下を反映して、加速度が大きくなるほど固有振動数が低下するのに対し、骨組解析の固有振動数は地盤条件に対して一定値が算出される。骨組解析の条件を比較すると、[港湾基準]、[ばね無]、 $[\alpha=1.0]$ で算出される固有振動数は小さく、最小[条件1]と最大[条件8]では算出される固有振動数に2倍～3倍程度の差が生じた。条件により幅はあるが、Type1の加速度が小さい場合では、スペクトル比の固有振動数と概ね近い値が算出された。一方、Type2の骨組解析では比較的高い固有振動数を算出し、スペクトル比固有振動数との誤差が大きくなった。次に、算出した固有振動数と二次元地震応答解析の自由地盤部地表面での加速度応答スペクトルを用いて、胸壁の最大加速度を推定した。図-4には応答スペクトルから求めた胸壁の最大加速度(推定値)と、地震応答解析の胸壁重心での最大加速度(解析結果)の関係を示す。Type1では、スペクトル比の固有振動数を用いた場合は最大加速度を高い精度で推定しており、骨組解析[条件1]でも同程度の誤差となった。一方、Type2ではスペクトル比の固有振動数で誤差がやや増加したが、骨組解析の場合では、さらに全体的に誤差が大きくなった。

4. 結論

骨組解析では、胸壁により、比較的加速度が小さい場合は二次元地震応答解析のスペクトル比から求めた固有振動数と同程度の固有振動数を算出できた。しかし、地盤抵抗の条件や胸壁の違いによって、算出される固有振動数には差があり、加速度応答スペクトルによる胸壁の最大加速度の推定も精度が悪くなった。今後、骨組解析の適切な解析条件や、胸壁の違いを考慮したモデル等について、さらなる検討が必要である。

5. 参考文献

- 1) 海岸保全施設技術研究会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説，2004。
- 2) 沿岸技術研究センター：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，2007。
- 3) 府川裕史，小濱英司：地震応答解析による胸壁の照査用震度算出に関する検討，第51回地盤工学研究発表会論文集(投稿中)，2016。
- 4) 全国漁港協会：漁港海岸事業設計の手引(平成8年度版)，1998。
- 5) 岩手県県土整備部：大船渡港跡浜地区海岸防潮堤ほか工事(跡浜地区 防潮堤)防潮堤構造図，<http://www.pref.iwate.jp/nyuusatsu/sonota/038215.html> (2015/10/29 参照)。
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2002。

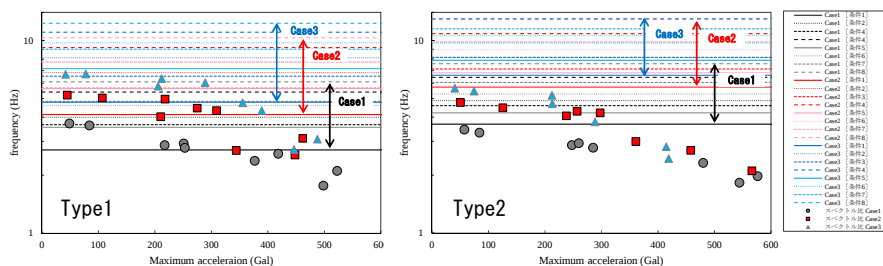


図-3 固有振動数の比較

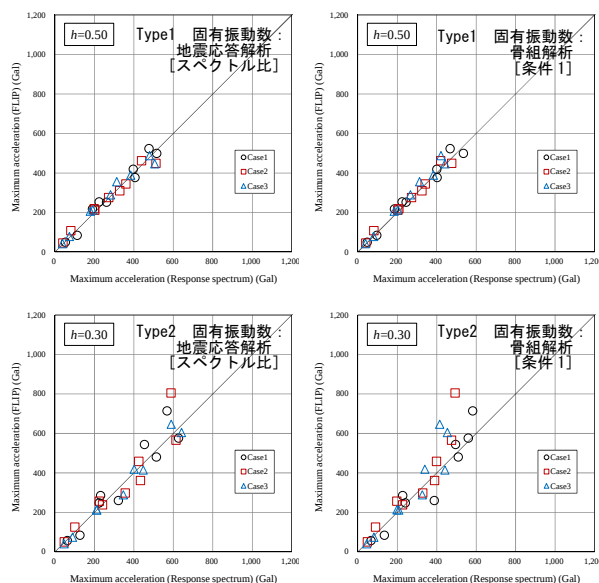


図-4 最大加速度の推定