

胸壁模型の最大加速度推定に関する応答スペクトル法の適用性の実験的検討

東亜建設工業 正会員 ○府川 裕史
 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 正会員 小濱 英司

1. はじめに

現状の港湾の設計基準¹⁾では、胸壁を対象とした耐震設計手法は詳細に示されておらず、特にレベル1地震動を対象とした照査用震度の算出方法の確立が求められている。一方、栈橋に関しては、図-1に示すような設計フローが示されており、骨組解析により算出した固有振動数を用い、1次元地震応答解析により算出した加速度応答スペクトルから、地震時の最大加速度を推定する手法が一般的に採用されている¹⁾。このような背景を踏まえ、栈橋の照査用震度算出手法を胸壁へ適用することを目的に、著者らは数値解析によりその適用性を検討した^{2) 3)}。本稿は、胸壁への適応性を実験的に検討することを目的とし、特に、加速度応答スペクトルによる最大加速度の推定方法の適用性を、加振実験を実施することにより検討するものである。

2. 実験条件

検討対象として、TYPE-1⁴⁾ および TYPE-2⁵⁾ の杭基礎式構造物を選定し、図-2に示す縮尺模型を用いた。模型は、長さの縮尺比を $\lambda=30$ (実物/模型)とした。杭にはアルミニウム製パイプを使用し、井合による1G場の相似則⁶⁾において杭の曲げ剛性が実物と模型で相似則を満足するように、杭の形状を設定した。実験に使用した杭の形状、および曲げ剛性値を表-1に示す。

実験は表-2に示す通り、胸壁および地盤条件を変えた3ケースを実施した。図-3に実験断面を示す。土槽は長さ4.0m、高さ1.5m、奥行き2.8mの鋼製箱型のものを用いた。地盤には飯豊硅砂6号を用いて、気中落下法で所定の相対密度の地盤を作製した。加振は、表-3に示す特性の異なる9種類の地震動²⁾を用い順番に加振した。なお、加振に用いる際は、相似則に従い時間軸を $1/30^{0.75}=1/12.8$ に圧縮した。

3. 実験結果

図-4に算出した胸壁模型の固有振動数を示す。固有振動数は、胸壁重心と地盤地表面のフーリエスペクトル比

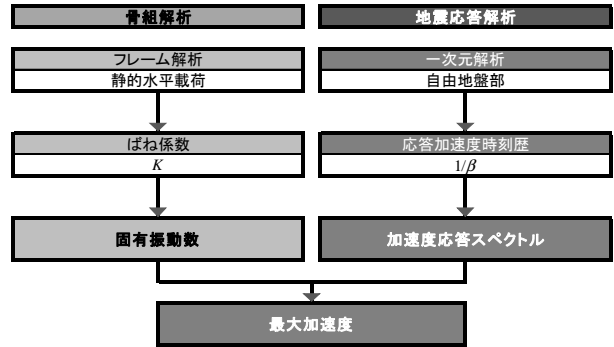


図-1 栈橋の照査用震度算出フロー

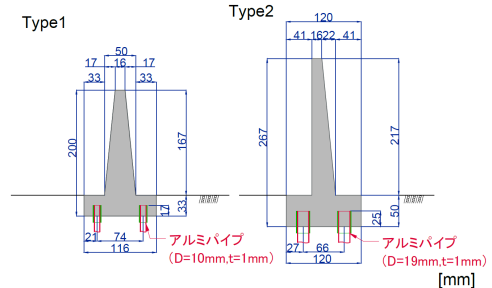


図-2 胸壁模型断面図

表-1 実験に用いた杭の特性

形式	実験ケース	スケール	外径		断面二次モーメント I	弾性係数* E	曲げ剛性 EI
			D	t			
			mm	mm	mm ⁴	kN/m ²	kNm ²
杭基礎式 (Type1)	Case1	実物	500	9	4.18×10 ⁸	2.00×10 ⁸	8.37×10 ⁷
	Case2	模型	10	1	2.90×10 ³	7.03×10 ⁷	0.0204 (9.04×10 ³)**
杭基礎式 (Type2)	Case3	実物	800	20	3.73×10 ⁹	2.00×10 ⁸	7.46×10 ⁷
	模型	19	1	2.30×10 ³	7.03×10 ⁷	0.162 (7.17×10 ³)**	

*実物は鉄、模型はアルミの値(理科年表より) **実物換算値

表-2 模型実験ケース

実験ケース	胸壁形式	地盤条件 (D _r)
Case1	TYPE-1	密詰 (80%)
Case2	TYPE-1	緩詰 (50%)
Case3	TYPE-2	密詰 (80%)

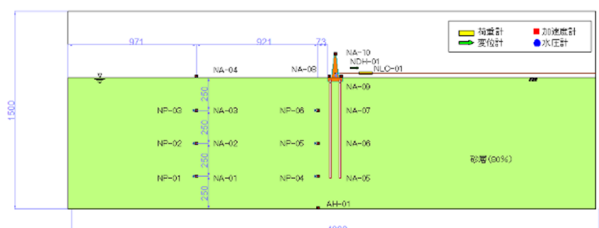


図-3 実験断面図 (Case1)

キーワード 胸壁, 固有振動数, 照査用震度, 模型実験

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

(重心/地表面) から、その比のピークをとる適当な振動数を読み取ることで算出した。図の横軸は、振動台テーブルでの水平加速度の最大値であり、加速度が大きいほど固有振動数は小さい。地盤の非線形特性によりせん断剛性が低下し、地盤が長周期化する結果を反映している。地震動の影響が小さい100Gal以下の加振波では、固有振動数は30~45Hz程度であり、別途実施の水平載荷実験⁷⁾により算出した固有振動数と概ね整合する。また、算出した固有振動数を実物換算すると約2.3~3.5Hzとなり、数値解析結果²⁾と比較しても妥当な固有振動特性を示した。図-5には、加速度応答スペクトルから読み取った胸壁の最大加速度の推定値と、実験での測定値の関係を示す。最大加速度の推定値は図-6のように、地盤地表面(図-3のNA-04)の水平加速度時刻歴から求めた加速度応答スペクトルを用いて算出した。なお、その際に用いる減衰定数は $h=0.4$ とした。その結果、実験ケースにより差はあるが、全体として標準誤差は60Gal程度以下と、比較的精度よく最大加速度を推定した。

4. おわりに

地表面の加速度応答スペクトルから算出した最大加速度は、加振時の実測最大値と比較的精度よく対応し、加速度応答スペクトルによる最大加速度の推定方法の適用性を模型実験で確認した。

5. 参考文献

1) 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会，2007. 2) 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，pp.1459-1460，2016. 3) 府川裕史，小濱英司：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，土木学会第71回年次学術講演会論文集，pp.351-352，2016. 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年10月29日閲覧). 6) Iai S：Similitude for shaking table tests on soil-structure model in 1G gravitational field. Report of the port and harbor research institute, 27(3), 3-24, Ministry of Transport, Japan, 1988. 7) 府川裕史，小濱英司：胸壁模型の固有振動数算出を目的とした水平載荷実験，第52回地盤工学研究発表会論文集，投稿中，2017.

表-3 加振順序

加振順	入力地震動	最大加速度 [Gal]
1	美都波	23
2	大船渡波	275
3	神戸波	817
4	宮崎波	56
5	Subduction波	174
6	八戸波	210
7	Dip波	418
8	Strike波	542
9	JR波	750

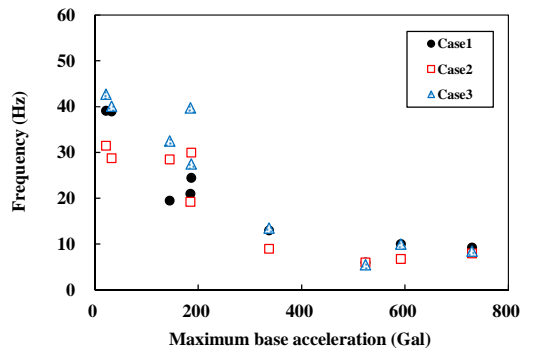
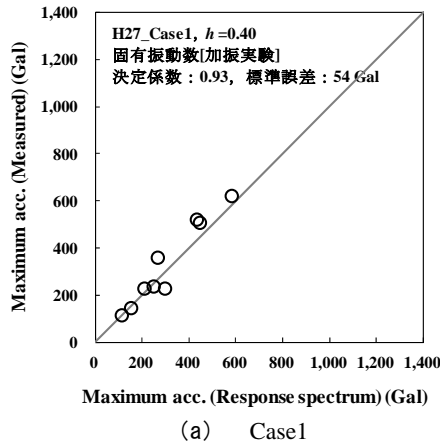


図-4 固有振動数の比較

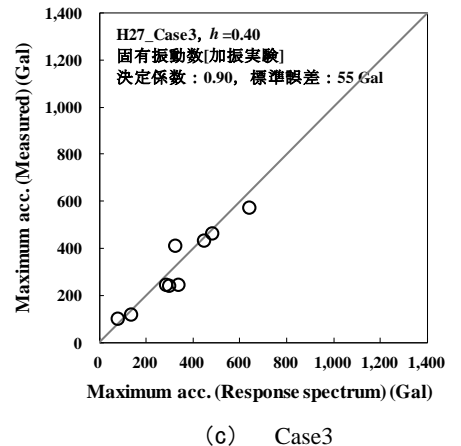
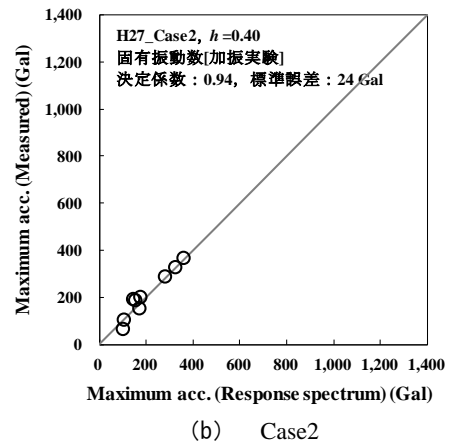


図-5 最大加速度の推定結果

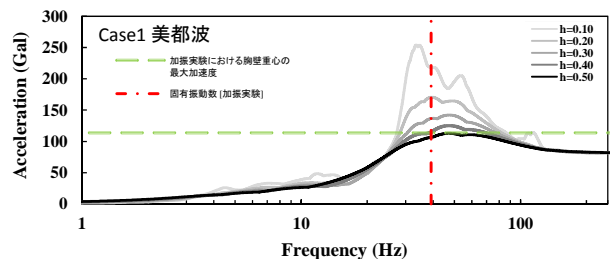


図-6 加速度応答スペクトル (Case1 美都波)