

東北地方太平洋沖地震における地震動の強さと岸壁変形量の相関関係の分析

(独) 水産総合研究センター 正会員 ○佐伯 公康
 復建調査設計 (株) 正会員 佐藤 秀政
 水産庁 正会員 三上 信雄

1. 目的

漁港の岸壁の有する耐震性を検討するため、東北地方太平洋沖地震で岸壁に作用した地震動の強さと変形量との相関関係を分析した。

2. 方法

1) 分析対象施設

被災状況が調査された岸壁^{1), 2)}22 施設を対象とした。壁高は 4.0~9.7m である。うち 17 施設は二次元地震応答解析 (FLIP³⁾ Ver.7.1.9 を使用) もなされ地震動に起因する変形量が推定されている。残る 5 施設は、はらみだし量の実測値が 5cm 未満で、津波の影響は僅少とみなせる。各岸壁付近では常時微動が観測されている。

2) 地震動の推定および指標値の算出

各岸壁背後の地表面における東北地方太平洋沖地震の波形 (法線直角方向) を、サイト特性置換手法^{4), 5)}により推定した。すなわち、岸壁の近くで観測された東北地方太平洋沖地震波形⁶⁾のフーリエ振幅スペクトルから、サイト増幅特性⁷⁾を岸壁位置のデータ (常時微動観測あるいは短期の地震観測から得た) に置換えた。また、東北地方太平洋沖地震と震源域が類似する地震の、岸壁近くでの観測記録から、フーリエ位相スペクトルを得た。以上のスペクトルをフーリエ逆変換して推定波形を得た。以上の過程では液状化の影響が僅少な波形を選んで使用した。上記推定波形から速度の PSI 値 (Power Spectral Intensity : 速度の自乗の時間積分の平方根) を算出し、地震動の強さを示す指標値とした。速度の PSI 値は港湾岸壁の応答解析において変形量との相関の良さが示されている⁸⁾。上記推定波形を工学的基盤に引き戻して二次元地震応答解析の入力地震動に用いた。

3) 変形量の指標値の算出

法線天端位置のはらみだし量と、そのはらみだし量を壁高で除した値 (被災変形率) を指標値とした。使用する値は、下記のように選択した。なお栈橋式については土留部ではなく本体工の値を使用した。

- ・二次元地震応答解析がなされた岸壁については解析結果 (非液状化条件の結果) を使用。但し解析結果よりも実測はらみだし量 (当該施設区間における最大値) のほうが小さい場合は、その実測値を使用。
- ・解析されていない岸壁 (実測はらみだし量 5cm 未満) については実測はらみだし量を使用。

3. 結果

図-1 に速度の PSI 値とはらみだし量の関係を示す。3 つのグラフのプロット位置は同じで、それぞれ岸壁付近の常時微動ピーク周波数、構造形式、設計震度によりプロットの分類を施している。図-2 に速度の PSI 値と被災変形率の関係を示す。プロットの分類の施し方は図-1 と同じである。

4. 考察

プロットが左上にあれば揺れの程度に比べて変形が大きめ、右下にあれば小さめと言える。全データを対象としての直線回帰を行ったところ図-1、図-2 のいずれも相関性が示され、図-1 の方が決定係数が大きいことから相関が強い結果となった。また、プロットの分類に着目すると次の傾向が把握できた。

- ・常時微動ピーク周波数が 3.0Hz 未満の場合に変形が大きく、3.0Hz 以上の場合に変形が小さい。
- ・矢板式で変形が大きく、栈橋式で変形が小さい。
- ・設計震度 0.05 の施設は変形が大きめ、0.19 の施設は変形が小さめである。0.10 の施設はばらついている。

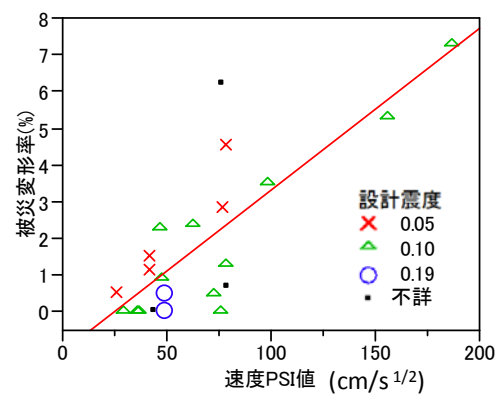
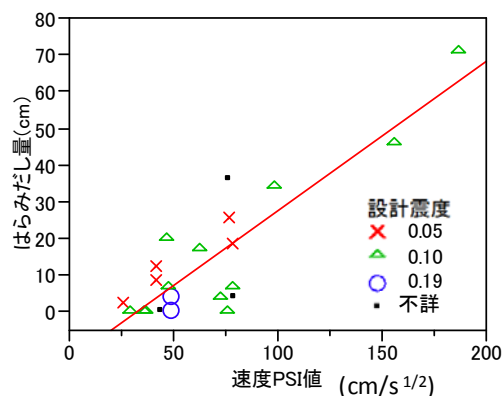
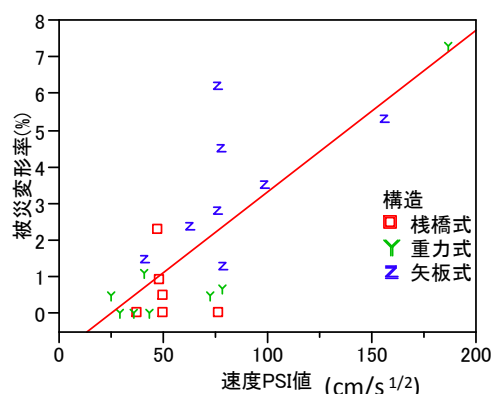
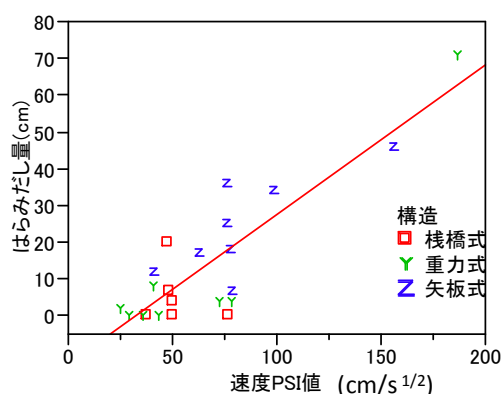
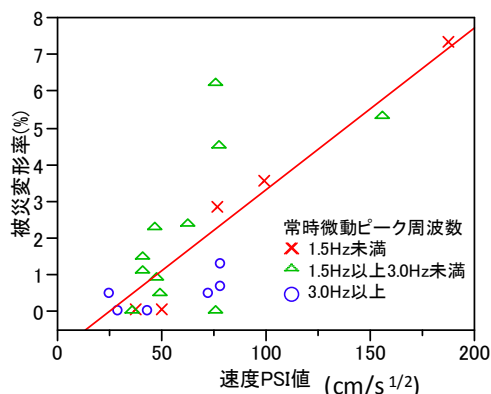
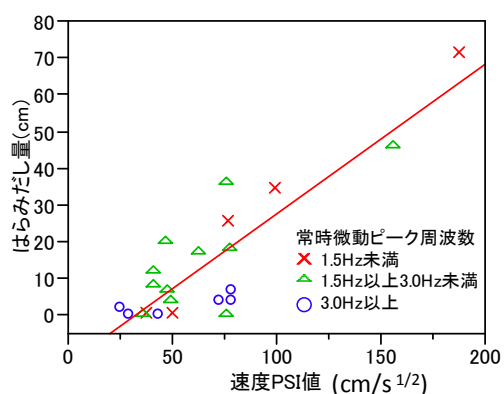
キーワード 東北地方太平洋沖地震, 漁港, 岸壁, 地震動, 変形量, 速度の PSI 値

連絡先 〒314-0408 茨城県神栖市波崎 7620-7 (独)水産総合研究センター 水産工学研究所 TEL 0479-44-5940

備考 本分析は水産庁水産基盤整備調査委託「平成 23 年度漁港施設等設計条件見直し調査」により実施した。

参考文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部, 水産総合研究センター, アルファ水工コンサルタンツ, 復建調査設計: 平成 23 年度水産基盤整備調査委託事業「漁港施設等設計条件見直し調査」報告書, 2012.
- 2) 佐伯公康ら: 東北地方太平洋沖地震における地震動による漁港施設の被害の事後推定, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, 2013 (投稿中).
- 3) 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.
- 4) Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: A practical method to estimate strong ground motions after an earthquake, based on site specific amplification and phase characteristics, *Bull. Seism. Soc. Am.(BSSA)*, Vol.101, No.2, pp.688-700, 2011.
- 5) 野津厚, 若井淳: 東日本大震災で被災した港湾における地震動特性, 港研資料, No.1244, 2011.
- 6) 防災科学技術研究所 強震観測網ホームページ.
- 7) 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施設研究室ホームページ.
- 8) 野津厚, 井合進: 岸壁の即時被害推定に用いる地震動指標に関する一考察, 平成 12 年度土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.18-19, 2001.



図中の線は、回帰直線
 $\text{はらみだし量(cm)} = -13.07 + 0.407 \times \text{速度PSI値}$
 決定係数 R^2 (自由度調整済み) = 0.738

図中の線は、回帰直線
 $\text{被災変形率(\%)} = -1.09 + 0.044 \times \text{速度PSI値}$
 決定係数 R^2 (自由度調整済み) = 0.598

図-1 速度の PSI 値とはらみだし量の関係

図-2 速度の PSI 値と被災変形率の関係