

マルチ（波浪・津波）造波水路の更新・増強

鹿島建設(株) 正会員 ○秋山 義信, 福山 貴子, 鈴木 一輝
東京海洋大学 フェロー会員 池谷 毅

1. はじめに

海洋・港湾・臨海土木構造物に作用する波力等の把握では、水理模型実験・数値解析の両方法の特性を活かした検討が必要である。1975年の海洋水理実験棟建設時の導入施設一つに、マルチ造波水路（防波堤・護岸等の2次元断面実験で使用、津波・波浪・流れ等の模型実験が可能で“マルチ”をつける）がある。今般、マルチ造波水路の性能・汎用性・耐久性の向上を目的として更新を行った。本水路の実験で導出の陸上構造物の津波波力評価式¹⁾は、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震前の基準²⁾に掲載されている。今回、東北地方太平洋沖地震で各地に来襲の津波を踏まえ性能増強を行った。

2. 更新・増強内容

マルチ造波水路の造波機はピストン型、津波造波・還流装置は軸流ポンプを使用したポンプ式³⁾である。津波造波は、沖合で発生 of 押し・引き先行の正弦波形等のみならず任意津波波形再現、浅海域から陸上伝播の波形変形再現、さらに、大縮尺実験、無歪実験可能なポンプ式を踏襲した。仕様を表-1に、概形図を図-1に、設置状況を写真-1に示す。津波造波・環流装置の軸流ポンプ流量能力は1/100縮尺実験で最大で津波高20cm（現地で20m、従来は10m）の実験を考え40m³/minに高めた。実験津波高20cm・任意波形の目標は、東北地方太平洋沖地震で沖合のブイ式波高計で観測された津波高15m（実験で15cm）、二段型（コブ型）波形での実験実施を鑑み設定した。なお、本施設では津波伝播解析の深海域時間波形を造波信号として引き継ぎ、浅海域・陸域を対象とした実験も可能で、今後発生が懸念される南海トラフで発生 of 地震で生じる津波高の high・任意波形の津波に対する海域・陸域に設置 of 構造物を対象とした水理模型実験が可能となる。なお、津波造波時の水量確保のため水路の貯水部幅を1.8mに拡張した（また、循環配管開閉での調整も可能）。試験部水路幅は、汎用性向上、準3次元実験を考え、従来の0.7mから1.2mへ拡張した。さらに、耐久性向上のため主部材をSUS製とした。

表-1 マルチ造波水路の仕様

	仕様	備考
水路	試験部 L40m(貯水部 20m) ×試験部 H1.5m(貯水部 1.8m) ×試験部 B1.2m(貯水部 1.8m) ステンレス製(耐久性向上)	使用性向上: 幅広水路に 変更 耐久性向上
造波機	電動ピストン型(ACサーボモータ)、反射波吸収機能あり 波高0.5m(水深0.8m/周期1.5s), 鋼製→ステンレス製(耐久性)	能力増強: モータ増強
津波造波・還流装置	ポンプ式、任意長周期波・正弦波造波、一方向流 正弦波:最大波高0.2m(2倍) (現地換算高20m, 1/100実験) ポンプ位置:水路内 軸流(スラスター)ポンプ 最大流量40m ³ /min	能力増強: 津波高2倍 (ポンプ増強) 津波造波方法:同一
他設備	海底模擬斜面(ステンレス製) 試験部端部消波装置 (消波型、樹脂製)	

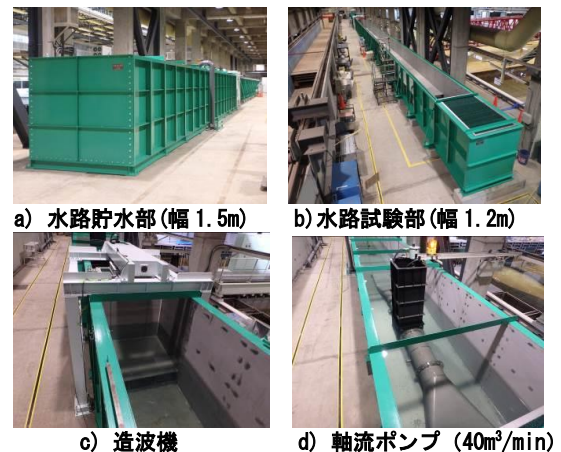


写真-1 マルチ造波設置状況

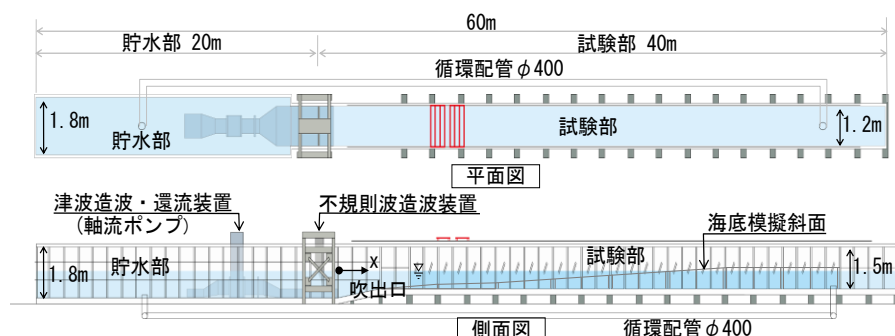


図-1 マルチ造波水路

キーワード 造波機, ポンプ式津波造波, 水理模型実験, 二段型津波波形, 防潮堤

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所土木構造グループ TEL 042-489-6691

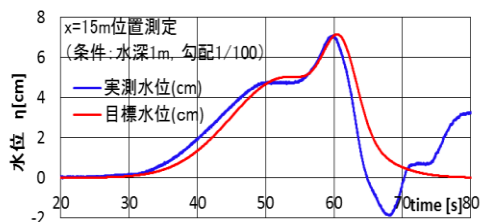


図-2 二段型（コブ型）津波時系列

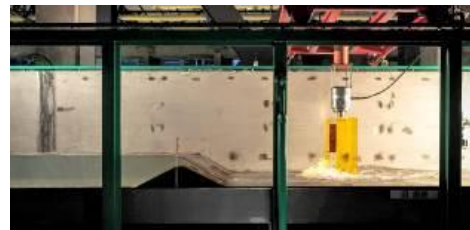


写真-2 建物 L2 建物津波力実験状況

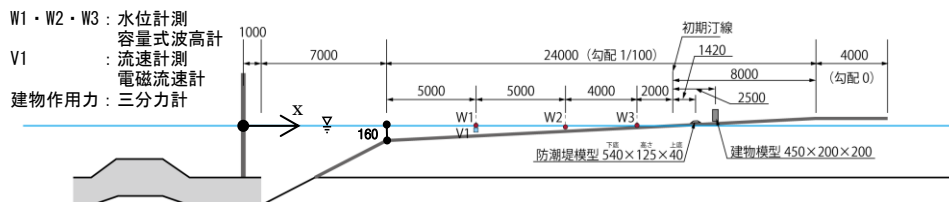


図-3 模型・計測機器配置（建物津波力測定実験）

3. 津波造波性能確認

(1) コブ型津波波形の再現

東北地方太平洋沖地震時にブイ式波高計で観測された二段型（コブ型）津波波形を水路で再現した。

図-2の目標水位は、継続時間の違う2種類のガウス分布を重ね合わせ作成した⁴⁾。信号修正を3回実施した、造波板より岸側へ $x=15\text{m}$ の位置での実測水位は、目標と概ね一致することが分かる。

(2) 建物津波力測定実験

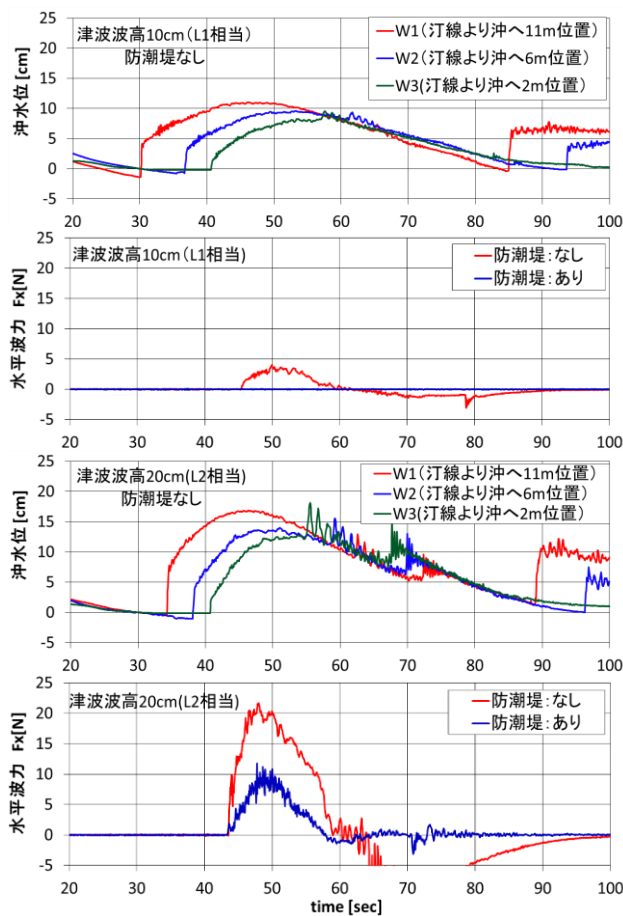
1/100 縮尺、実験条件は、L1 津波で高さ 10m（実験室で 10cm）と L2 津波で高さ 20m（実験室で 20cm）の2種類とし、沖での津波水位、防潮堤の有無による建物作用力を計測した。なお、堰堤式防潮堤の高さは、L1 津波で越流なし、L2 津波での越流を考え、東北地方の事例を踏まえ実験室で 12.5cm（現地で 12.5m）とした。図-3に模型・計測機器配置を、写真-2に L2 津波作用時の状況を、図-4に沖での津波水位・建物水平波力の時系列波形を示す。結果、建物に作用する水平力の最大値は、防潮堤なしで、L1 津波 4kN、L2 津波 20kN、防潮堤ありで、L1 津波 0kN（越流せず）、L2 津波 8kN（防潮堤なしの場合の 40%）となり、防潮堤による、L1、L2 津波、それぞれでの防災効果の把握を行った。

4. おわりに

更新・増強したマルチ造波水路で、任意の時間波形を有する津波が再現できること、防潮堤の有無による建物に作用力の違い・その低減効果の把握を行った。今後、本施設を利用し、津波のみならず波・流れを含め、陸上・臨海・沖合設置の構造物の現象把握・作用力等の実験研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 朝倉ら(2000):護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp. 911-915.
- 2) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会(内閣府防災担当)(2005):津波避難ビル等に係るガイドライン.
- 3) 池谷毅・藤井直樹(2006):津波の水理実験と被害予測法, 電力土木 No. 321, pp. 136-139.
- 4) 大村ら(2014):波形特性を再現した防潮堤に作用する津波波力実験, 海洋開発論文集, pp. 432-437.

図-4 水位・水平波力時系列
(建物津波力測定実験)