

# RC 造建築物に働く津波荷重の簡易な低減工法の検討

秋田大学 学生員 ○富井達也 学生員 決得元基 正員 松富英夫

## 1. はじめに

これまでRC造建築物を含む陸上構造物に作用する津波荷重は水平力 $F_x$ を中心に検討されてきた<sup>1), 2)</sup>。建築物の安定では鉛直力 $F_z$ も重要であることが認識されており<sup>3), 4)</sup>、最近では鉛直力の検討も行われ出した<sup>5)</sup>。また、水平力の低減工については検討例があるが<sup>6)</sup>、鉛直力についてはまだないようである。

本研究は津波の鉛直力に的を絞りを、水理実験に基づいて鉛直力の現実的な低減工法を検討する。

## 2. 実験

津波氾濫流はゲート急開流れで模擬した。実験水路の概略、測定機器の配置と諸記号の定義を図-1 に示す。実験水路は高さが 0.50 m、幅が 0.30 m、貯水長  $L_U$  が 5.0 m、一様水深部（静水深  $h_0=0.087$  m）、一様勾配斜面部（勾配  $S=1/26$ ）、平坦な陸上部（地盤高  $h_G=0.01$  m）が各々 2.0 m、全長が 11.0 m の両面ガラス張り鋼製矩形水路である。

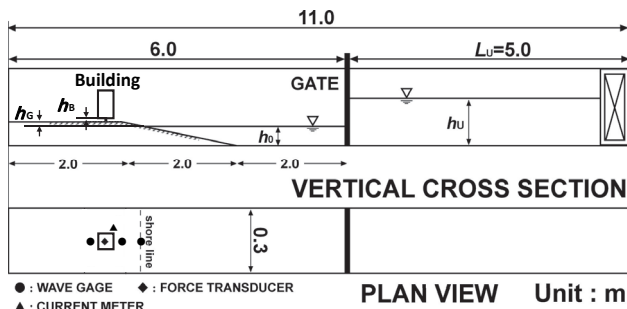


図-1 実験水路の概略、測定機器の配置と諸記号の定義

建築物の模型を図-2 に示す。模型（高さ 14 cm、幅 7 cm、奥行 5.4 cm）の外形は 2011 年東北地方太平洋沖地震津波のときに被災した宮城県女川町の 4 階建て旅館を模擬している。建築物の開口率  $O_p$  は、不確定要素をできるだけ除くため、仮想的な「窓なし（窓があっても、壊れない）」（開口率 0%）のみとした。縮尺は 1/100 で、模型重量（模型の材種と材厚）はフルードの相似則<sup>7)</sup> と実際の RC 造建築物が  $1.3 \text{ tf/m}^2$  階程度であることから決めた。

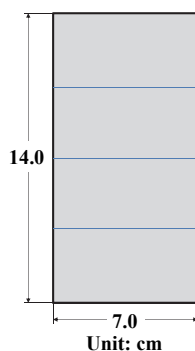


図-2 模型諸元

鉛直力の低減工は前面半幅型（中央設置）、前面全幅型、前面と両側面を囲むコの字型、全周を囲む全周型の鉛直壁 4 種類とした（図-3）。鉛直壁の厚さは 1 mm、高さは 5, 7, 10 mm の 3 種類とした。建築物と鉛直壁の隙間  $h_{gap}$  は 3 と 5 mm の 2 種類とした。

実験と模型、鉛直壁の条件を表-1 に示す。 $h_U$  は初期



図-3 低減工の配置（平面図）

表-1 実験と模型、鉛直壁の条件

貯水深 $h_U$ (cm)	20, 25, 30
静水深 $h_0$ (cm)	6.7
斜面勾配 $S$	1/26
地盤高 $h_G$ (cm)	1
床高 $h_B$ (cm)	0.5
開口率 $O_p$ (%)	0
模型の高さ $H$ (cm)	14
鉛直壁幅 $B_W$ (cm)	7.6, 8.0
鉛直壁高 $h_W$ (cm)	0.5, 0.7, 1
隙間 $h_{gap}$ (cm)	0.3, 0.5

ゲート上流域の貯水深、 $h_B$  は平坦な陸上部の底面から模型底面までの床高で、今回は 5 mm のみとした。実験は各ケース 3 回行った。

測定項目は模型の前面から 25 と 5 cm、背面から 7.5 cm の 3 位置における超音波式変位計（(株) KEYENCE 社製、UD-500）による氾濫水深  $h_{J25}$ 、 $h_{J5}$ 、 $h_{r7.5}$ 、四分力計（(株)SSK 社製、定格容量：水平力 1000 gf (9.8 N)、鉛直力 2000 gf (19.6 N)）による水平力と鉛直力、模型の前面左端から水路横断方向へ 3 cm 離れた位置におけるプロペラ流速計（中村製作所製、直径 3 mm）による氾濫流速  $u$ （一点法）である。模型や低減工が

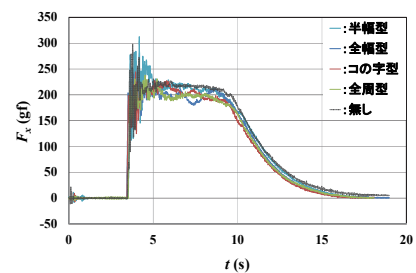


図-4 低減工有無による水平力の経時変化例 ( $h_U=20$  cm,  $h_W=0.7$  cm, 低減工幅  $B=7.6$  cm,)

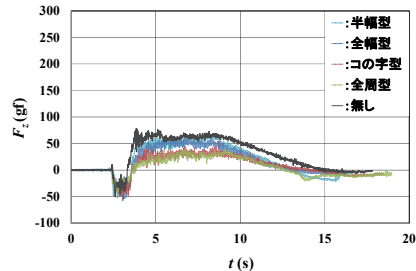
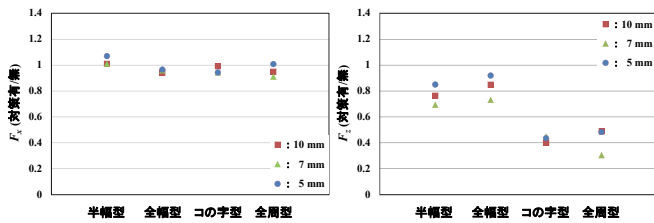
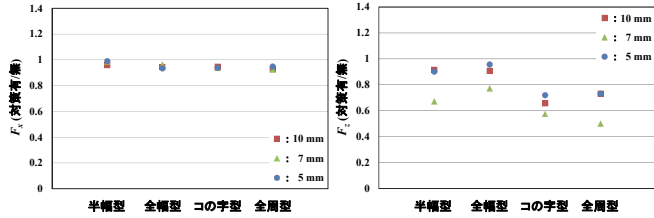


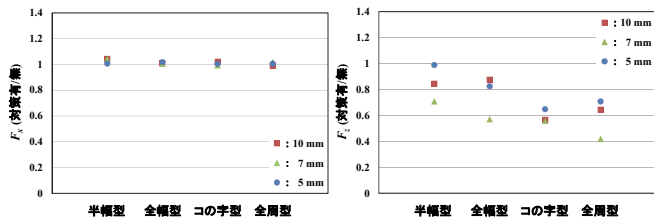
図-5 低減工有無による鉛直力の経時変化例 ( $h_U=20$  cm,  $h_W=0.7$  cm, 低減工幅  $B=7.6$  cm,)



(a)  $h_U=20$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)

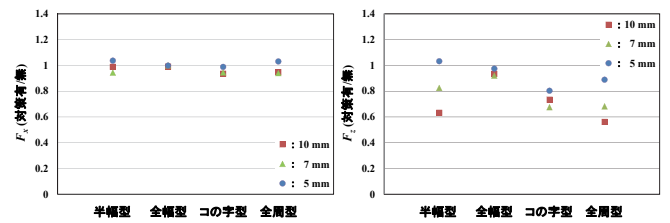


(b)  $h_U=25$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)

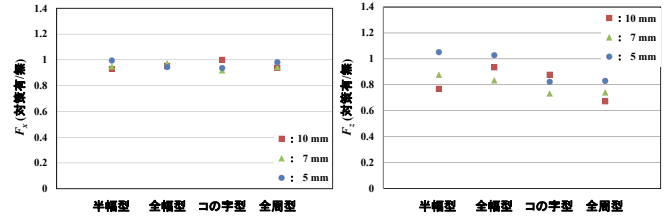


(c)  $h_U=30$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)

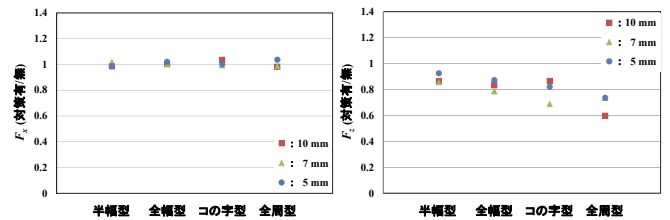
図-6 低減工法毎の水平力と鉛直力の低減率 (幅=7.6 cm)



(a)  $h_U=20$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)



(b)  $h_U=25$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)



(c)  $h_U=30$  cm (左図：水平力, 右図：鉛直力)

図-7 低減工法毎の水平力と鉛直力の低減率 (幅=8.0 cm)

設置されていない場合の模型設置位置における入射氾濫水深と入射氾濫流速の測定も行った。模型周辺の流況観察のため、水路の側方からビデオ撮影も行った。

### 3. 結果と考察

図-4と5に各々低減工有無による水平力と鉛直力の経時変化例を示す。実験の再現性は確認済みである<sup>8)</sup>。両力の経時変化パターンは、低減工の有無にかかわらず、基本的に同じである。水平力については、今回の低減工ではその有無による差はさほど認められない。建築物前面の浸水深が9~15 cmに達し<sup>8)</sup>、鉛直壁高が1 cm以下であることを考えると、この結果は当然と言えよう。鉛直力については、今回の低減工でも顕著な低減が認められる。低減工による鉛直力の低減は、鉛直力の経時変化パターンから、下向きの揚力と揚圧力の流れ方向分布に起因していると推察される。

図-6と7に各々低減工法毎の水平力と鉛直力の低減率(低減工有りの場合の力/低減工無しの場合の力)を示す。両図の違いは低減工の幅および低減工と建築物間の隙間である。両図から、今回のような鉛直壁高が浸水深に対して相対的に低い低減工では、水平力の低減率はほとんど低減工法に依存しないことが判る。

一方、鉛直力については次のことが言える。

- ①半幅型, 全幅型, コの字型, 全周型の順で低減率が大きくなり, 最大で40%程度の低減が期待できる。
- ②低減工の鉛直壁高が高いほど低減率は大きくなる傾向にあるが, 7 mmと10 mmの場合は度々逆の結果となっている。これには建築物の床高 (=5 mm) が関係しているかもしれない。

③鉛直力の低減ということだけに着目すれば、今回の低減工法では、コの字型が簡易性・経済性から推奨される。

### 4. おわりに

模型実験に基づいて、簡単な工法により鉛直力が40%程度低減することを確認した。今回の低減工法ではコの字型が簡易性・経済性から推奨される。

謝辞：科学研究費(基盤研究(C), 24510244)(代表：松富英夫)の補助を受けた。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 飯塚・松富：津波氾濫流の被害想定, 海岸工学論文集, 第47巻, pp.381-385, 2000.
- 2) 朝倉ら：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, 2000.
- 3) 松富・大向・今井：津波氾濫流の構造物への流体力, 水工学論文集, 第48巻, pp.559-564, 2004.
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：津波避難ビル等の構造上の要件の解説, 国総研資料 No.673, 2012.
- 5) 松富・決得・齋藤：開口部を有する鉄筋コンクリート造建物に働く津波流体力に関する基礎実験, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.69, No.2, pp.326-330, 2013.
- 6) T. Al-Faesly, D. Palermo, I. Nistor and A. Cornett: Experimental modeling of extreme hydrodynamic forces on structural models, International Journal of Protective Structures, Vol.3, No.4, pp.477-505, 2012.
- 7) 松富・大沼・今井：植生域氾濫流の基礎式と植生樹幹部の相似則, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.301-305, 2004.
- 8) 松富・決得・嶋津・長沼・桜井：開口部を有するRC造建物における津波の水平力と鉛直力の低減, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.70, No.2, pp.371-375, 2014.