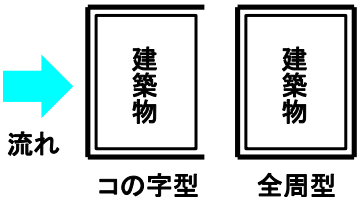
RC 造建築物に作用する津波鉛直荷重の低鉛直壁隙間間隔への依存性

秋田大学　学生員　○登丸夏希　正員　松冨英夫

1. はじめに　地震や津波時には想定外のことが生じ得る．津波避難ビルのような人命に関わるRC造建築物では最悪の場合を想定しておく必要がある．これまでのRC造建築物に作用する津波荷重の検討は水平荷重が中心であった[1), 2)]．RC造建築物の津波に対する安定問題では鉛直荷重も重要であることが認識されており[3), 4)]，限られた実験条件下であるが，鉛直荷重の検討も行われだしている[5)]．同様なことは津波荷重の低減法にも言え，水平荷重の低減法については検討例があるが[6)]，鉛直荷重の低減法についてはないようである．本研究は既報[7)]の「津波鉛直荷重低減」に関する研究の継続で，低鉛直壁による津波鉛直荷重の低減特性を実験により検討する．

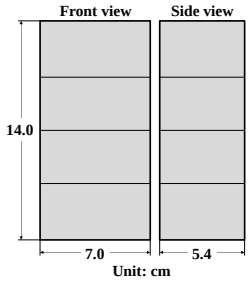
2. 実験　鉛直荷重の大きな低減が期待できる前面と両側面を囲む「コの字型」と全周を囲む「全周型」（**図−1**）の低減工について実験を行った．津波氾濫流はゲート急開流れで模擬し，建築物模型の外形は 2011 年東北地方太平洋沖地震津波のときに被災した宮城県女川町の 4 階建て旅館を模している．実験は各ケース 3 回ずつ行った．建築物模型と実験条件をそれぞれ**図−2** と**表−1** に示す．

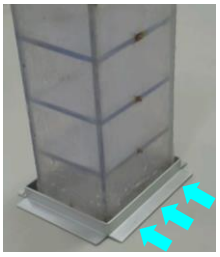


図−1　低鉛直壁の平面配置

表−1　実験条件

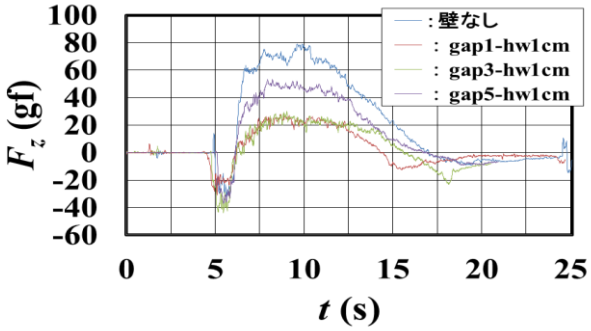
貯水深 h_U (cm)	20, 25, 30
静水深 h_0 (cm)	6.7
斜面勾配 S	1/23
地盤高 h_G (cm)	2
床　高 h_B (cm)	0.5
開口率 O_p (%)	0
鉛直壁幅 B_W (cm)	7.2, 7.6, 8.0
鉛直壁高 h_W (cm)	0.5, 0.7, 1
隙　間 B_{gap} (cm)	0.1, 0.3, 0.5



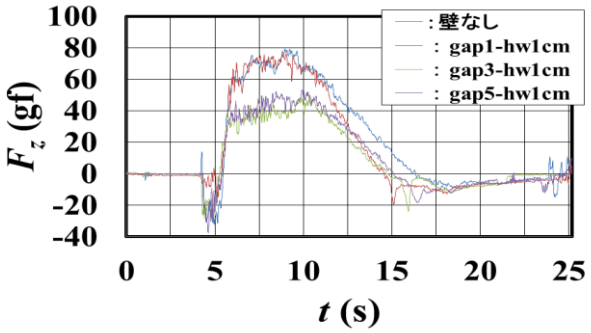


図−2　模型と鉛直壁設置例(全周型)

3. 結果と考察　**図−3** と **4** に「コの字型」と「全周型」における鉛直荷重 F_z の経時変化例を示す．本図はゲート急開流れにおける貯水深 h_U=20 cm，鉛直壁高 h_W=1 cm の場合のものである．図中には比較のため低鉛直壁



図−3　コの字型における鉛直力 F_z の経時変化例



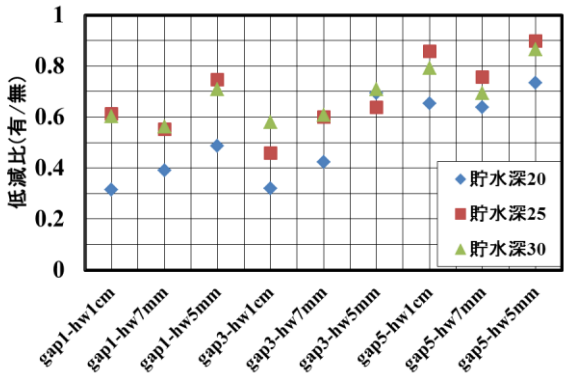
図−4　全周型における鉛直力F_zの経時変化例

なしの場合のものも示している．図から，①低鉛直壁と建築物間の隙間B_{gap}が小さくなるにつれて，鉛直荷重が小さくなる，②「全周型」では隙間が 1 mmの条件全てで鉛直荷重が大きな値になっている．これは低鉛直壁と建築物模型の背面の接触に起因している．これ以外は基本的に「コの字型」と同様の結果であると言える．

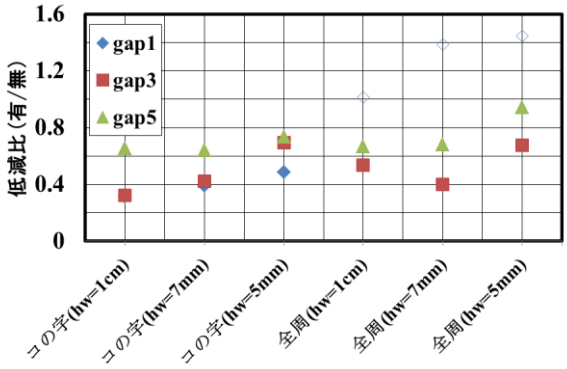
「コの字型」の準定常部の鉛直荷重 F_z の低減比（=低減工有りの場合の鉛直荷重／低減工無しの場合の鉛直荷重）を**図−5** に示す．この図から，①「コの字型」の一番隙間が狭く低鉛直壁高が高い B_{gap} 1mm-h_W 1cm の条件で一番低減比が小さくなり，30%の低減比（70%の低減）が期待できる．②低減比は隙間毎に右肩上がりになっている傾向にあり，低鉛直壁高 h_W が高くなるにつれて，低減比が小さくなる．③低減工と建築物間の隙間 B_{gap} が小さい方が低減比は小さい．

次に低減工（低鉛直壁）毎の低減比を**図−6** に示す．なお，「全周型」の隙間が 1 mmのものについては，区別をつけるために白抜きのマークで表示した．この図から，①「全周型」では「コの字型」のような特徴は見られなかった．この原因として，「全周型」は建築物模型のどの辺においても低鉛直壁が存在するため，建築物底面下の流況が一層複雑になることが考えられ

キーワード：RC 造建築物，鉛直荷重，津波，実験　連絡先（〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1　TEL 018-889-2363）



図−5　「コの字型」の低減比

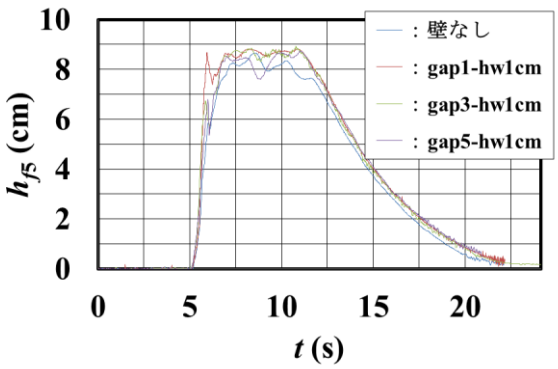


図−6　低減工毎の低減比（貯水深 20 cm）

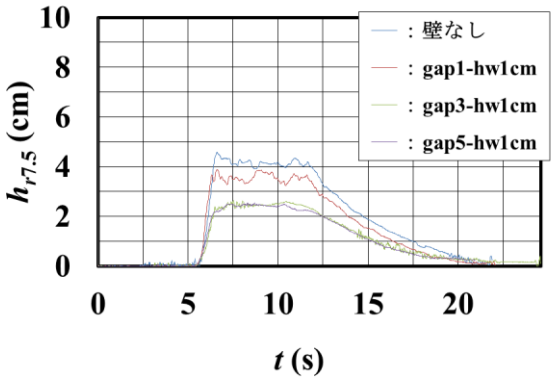
る．②「コの字型」と「全周型」では「コの字型」の方が低減比は小さい傾向であることが判る．

図−7 と **8** は模型前・背面の氾濫水深 h_{f5} と $h_{r7.5}$ の経時変化例である．この図から，模型前面ではどの条件下においても水深の差はほとんどなく，模型背面では最大で 1.5 cm 程度の差がみられる．しかし，隙間 B_{gap} が 3，5 mm の条件の氾濫水深 $h_{r7.5}$ については，これまでの実験からその値が極端に小さいことを確認した．そのため，本研究ではこの実験データを省いて考えることにすると，模型背面での水深の差は最大で 0.5 cm 程度である．このことから模型前・背面の水深の差による浮力の大きさは微小であると判断される．したがって，鉛直荷重の低減は，その大きさを考えると（**図−3** では 20～50 gf 程度），低減工に起因した建築物前・背面の底面近傍と底面下における流況変化による揚圧力や下向き揚力の流れ方向分布の変化が原因であると言える．

4. おわりに　本研究で得られた主な結果は次の通りである．①本研究の比較では「コの字型」が一番低減比は小さくなり，本研究提示の低減工により最大で 70%程度の鉛直荷重の低減が期待できる．②低減工の低鉛直壁高 h_W が高いほど低減比は小さくなる傾向にある．③「コの字型」では，低減工の低鉛直壁と模型の隙間 B_{gap} が狭いほど低減比は小さくなる傾向が得られた．④鉛直荷重の低減ということだけに注目すれば，「コの字型」の低減工が経済性と効率性からも推奨される．⑤鉛直荷重の低減は低減工に起因した建築物



図−7　模型前面 5 cm の氾濫水深 h_{f5} の経時変化例（貯水深 20 cm，鉛直壁高 h_W=1 cm）



図−8　模型背面 7.5 cm の氾濫水深 $h_{r7.5}$ の経時変化例（貯水深 20 cm，鉛直壁高 h_W=1 cm）

前・背面の底面近傍と底面下における流況変化による揚圧力や下向き揚力の流れ方向分布の変化が原因であると言える．②と③の傾向は隙間をなくし，建築物の底面に津波が入らないようにすれば，浮力や揚圧力，揚力が作用しないことと合致している．また，隙間があれば，津波が浸入し，鉛直荷重が作用することも示している．

参考文献

1) 飯塚秀則・松冨英夫：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) 朝倉良介・岩瀬浩二・池谷　毅・高尾　誠・金戸俊道・藤井直樹・大森政則：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) 松冨英夫・大向達也・今井健太郎：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) 松冨英夫・決得元基・齋藤雅大：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) 決得元基，松冨英夫，藤井俊典，富井達也：RC 造建築物に作用する津波鉛直力とその低減法，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.71, No.2, pp.367-372, 2015.