1. はじめに 2011 年東北地方太平洋沖地震津波に よって複数の鉄筋コンクリート造建物が移動や転倒し ており<sup>1)</sup>,鉄筋コンクリート造建物は津波に強いとい う神話が崩壊した.しかし、津波氾濫が想定される低 平地においては鉄筋コンクリート (RC) 造や鉄骨造の 津波避難ビルが必要という判断に変わりはない. その ため、津波浸水深に対して津波避難ビルはどのくらい の高さ(>浸水深)や奥行きがなければならないとい った定量的な指針が必要であり、その基礎となる鉄筋 コンクリート造建物に働く津波流体力の特性を知る必 要がある. そこで、本研究は小型模型実験を行い、そ の結果に基づいて鉄筋コンクリート造建物に働く津波 流体力の特性を論じる.

 実験の概要 津波氾濫流は一様水深部、一様勾配 斜面部を伝播した後、平坦な陸上部を氾濫するゲート 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. 高さが 0.50 m, 幅が 0.30 m, 貯水長 L<sub>U</sub>が 5.0 m, 一様水深部(静水深 h<sub>0</sub>=0.067 m),一様勾配斜面部(勾配 S=1/26),平坦な陸上部(地 盤高 h<sub>G</sub>=0.01 m) が各々2.0 m で, 全長が 11.0 m の両面 ガラス張り鋼製矩形水路である.水路下流端の壁は撤 去してあり、氾濫流はそこを自由に透過できる.

実験に用いた建物模型を図-2に示す. 宮城県女川町 の鉄筋コンクリート造の旅館を模擬しており、実際的 な「窓あり」の場合(開口率は海側8%,陸側29%,側 面 0 と 13%)<sup>1)</sup>と仮想的な「窓なし」の場合の 2 種類 を作成した. 縮尺は 1/100 で, 建物模型は高さ 13.3 cm, 幅 7.0 cm, 奥行き 5.3 cm, 模型重量はフルードの相似 則<sup>2)</sup>と実際の鉄筋コンクリート造建物の平均像が 1.3 tf/m<sup>2</sup>/階であることを考慮して、「窓あり」の場合が 195 gf,「窓なし」の場合が204 gf とした.

測定項目は建物模型の前背面から各 5 cm と背面か ら 30 cm の 3 位置における超音波式変位計((株) キー エンス, UD-500) による氾濫水深 h, 四分力計((株) エス・エス・ケイ, 秤量 1,000 gf) による水平力 F<sub>x</sub>, 鉛直力 F<sub>z</sub>と氾濫方向のモーメント M<sub>y</sub>, 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 で ある. 氾濫流速は一点法(建物模型がないときの最大 氾濫水深時の6割水深位置)で測定した.流況観察の ため、水路の上方と側方からビデオ撮影も行った.

実験条件を表-1に示す. huは初期ゲート上流域の貯 水深,h<sub>B</sub>は陸上部の水路底面から建物模型底面までの 高さ(床高)で、各ケース3回ずつ実験を行った.

 実験結果と考察 図-3 に床高を 5 mm としたと きの最大水平力 F<sub>xmax</sub>(衝突初期の衝撃部で発生)後の

11.0 6.0 L<sub>0</sub>=5.0 Building GATE **h**u VERTICAL CROSS SECTION 0.3 •**\_** • : WAVE GAGE ♦ : FORCE TRANSDUCER PLAN VIEW Unit : m 図-1 実験水路と測定機器の配置

図-2 塩化ビニール樹脂製の建物模型(左: Google Earth, 右:陸側正面(左)と南側側面(右))

± 1	中国 友 4
衣一	夫阙禾竹

貯水深 h <sub>U</sub> (cm)	15, 20, 22.5, 25, 27.5
静水深 h <sub>0</sub> (cm)	6.7
床 高 h <sub>B</sub> (cm)	0.5, 1, 2
地盤高 h <sub>G</sub> (cm)	1
斜面勾配 S	1/26
模型の種類	窓あり(195 gf), 窓なし(204 gf)

準定常部の水平力 F<sub>x</sub>(以下「水平力」と呼ぶ)と建物 模型前面における浸水深h(以下「前面浸水深」と呼 ぶ)の関係を示す. 図中には前面浸水深のみに基づく 静水圧(実線、以下「前面静水圧」と呼ぶ)と背面に おける浸水深に基づく静水圧を差し引いた正味の静水 圧(以下「正味静水圧」と呼ぶ)も示してある.図か ら,水平力は正味静水圧よりも大きいが,前面静水圧 とほぼ同じかやや小さい傾向にある.これは水平力に 動圧が寄与していることを示している<sup>3)</sup>.

図-4 と5に床高を5,10,20mmと変化させたとき のそれぞれ最大水平力 F<sub>xmax</sub>,水平力 F<sub>x</sub>と前面浸水深 の関係を示す. 各図中には各床高における前面静水圧 も示してある.最大水平力,水平力と前面浸水深は, 当然のことながら、床高が高くなるにつれて、小さく なることが判る.

図-6 と7 にそれぞれ最大鉛直力 F<sub>zmax</sub> (衝突初期の衝 撃部で発生とは限らない),準定常部の鉛直力 F<sub>z</sub>(以 下「鉛直力」と呼ぶ)と前面浸水深の関係を示す.各 図中には前面浸水深に基づく浮力(以下「仮想浮力」 と呼ぶ)も示してある.両図から,最大鉛直力と鉛直 力ともに、基本的に「窓あり」の場合は負値(下向き キーワード: RC 造建物, 津波, 水理実験 連絡先 (〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2363)

秋田大学 学生員 齋藤雅大 決得元基 正員 松冨英夫





**図-9** 無次元鉛直力 *F<sub>z</sub>/F<sub>x</sub>*と前面浸水深 *h*の関係の力),「窓なし」の場合は正値(上向きの力)である.

図-8 と 9 にそれぞれ無次元最大鉛直力  $F_{zmax}/F_{xmax}$ , 無次元鉛直力  $F_{z}/F_{x}$  と前面浸水深の関係を示す.無次元 最大鉛直力と無次元鉛直力ともに,前面浸水深が小さ いときは「窓なし」の場合が大きい.無次元最大鉛直 力と無次元鉛直力ともに,前面浸水深や床高が大きく なるにつれて,「窓あり」の場合はそれらの絶対値が大 きく,「窓なし」の場合は小さくなることが判る.

4. おわりに 本研究の主な結果は次の通りである. ①最大水平力 F<sub>xmax</sub>は,計算上の正味静水圧はもちろん のこと,前面静水圧よりも大きい傾向にある. ②水平 力 F<sub>x</sub>は正味静水圧よりも大きいが,前面静水圧とほぼ 同じかやや小さい傾向にある.水平力が正味静水圧よ り大きいことは水平力に動圧が寄与していることを示 している. ③最大鉛直力と鉛直力は、本実験の範囲で は仮想浮力の半分以下で、前面浸水深が大きくなるに つれて、その割合が低下する傾向にある.④無次元最 大鉛直力 F<sub>zmax</sub>/F<sub>xmax</sub>と無次元鉛直力 F<sub>z</sub>/F<sub>x</sub>ともに,前面 浸水深が小さいときは「窓なし」の場合が大きい. ⑤ 無次元最大鉛直力と無次元鉛直力ともに、前面浸水深 や床高が大きくなるにつれて、「窓あり」の場合はそれ らの絶対値が大きくなり、「窓なし」の場合は小さくな る. 床高に関するこれらの傾向は無次元鉛直力で顕著 である.

**謝辞**:科学研究費(基盤研究(C),24510244)(松冨英 夫)と北東北国立3大学連携推進研究費(堺 茂樹) の補助を受けた.記して謝意を表する.

## 参考文献

1)松富ら:土木学会論文集 B2, Vol.68, No.2, pp.351-355, 2012.
2)松富ら:海岸工学論文集,第51巻, pp.301-305, 2004.
3)松富ら:海岸工学論文集,第56巻, pp.836-840, 2009.