建築物前面における津波の反射に関する実験的研究

1. はじめに 建築物に作用する津波荷重(水平力, 鉛直力など)の評価では建築物の前面における浸水深h (以下,前面浸水深)の推定が必要である¹⁾.

建築物の前面浸水深は入射津波の氾濫水深hiとフル ード数Friだけでなく,建築物の大きさ(幅,奥行), 形状^{2),3)}, 向き(津波の入射角)^{3),4)}, 配置間隔(「つな ぎ空間」の幅とも言える)⁵⁾,開口率 O_n^{6} にも依存する.

幅の狭い単独の柱体前面には跳水、無限幅や有限幅 の建築物前面には反射段波が形成されるが、両者の発 生境界条件の検討は緒に就いたばかりである⁷⁾.この 条件は前面浸水深の推定法の一般化と適用において是 非とも必要である⁷⁾.

そこで、本研究は建築物前面における津波浸水深推 定法の一般化を目指して,建築物のつなぎ空間や奥行, 入射フルード数をパラメータとした系統的な水理実験 を行い, 既報⁷⁾の反射段波発生境界条件式の妥当性を 検証するとともに,前面浸水深の変化特性を論じる.

津波氾濫流は定常流で模擬した.実験水路 2. 実験 の概略と建築物模型設置位置を図-1に示す.実験水路 は高さが0.50 m, 幅が0.30 m, 貯水長が4.0 m, 全長が 12.0 mの両面ガラス張り鋼製矩形水路である.

流量条件と実験で用いた直方体建築物模型の諸元を 表-1に示す.表中の太数字は本研究で新たに実施した 実験条件で,他は既報⁷⁾のものである.実験水路の底 面勾配Iは1/313の1種類のみで,幅70mm⁶以外の模型に は市販の木材を使用した. 縮尺は1/100を考えている.

実験では、先ず流量と模型条件毎に模型前面部にお いて反射段波 (Bore) と跳水 (孤立, Jump) のどちら が発生するかを判定した.次に4種類の流量(4.28, 5.54, 6.09, 6.67 l/s) の場合については、ポイントゲ ージを用いて模型前面から1 cm (0.5 cmの場合もある) と2 cm, これらに加えて段波の場合は2 cmより上流側 のピーク点、跳水の場合は水面が一様になる点におけ る水路横断方向の水深分布測定を行った.模型の側面 や背面でも水路横断方向の水深分布測定を行った.

3. 結果と考察

3.1 実験データの位置づけ 本実験データの位置づ けのため、図-2に入射フルード数Friと前面浸水深係数 (*h*/*h*_i)の関係を示す.図中、Cは広義のエネルギー損失 係数⁶, udは建物前面における津波衝突後の断面平均流 速, u,は入射津波の氾濫流速である. 図から, 実験デ ータはベルヌーイの定理とStoker理論⁸⁾に基づくもの の間に位置し、著者らが提案した方法⁶⁾ (u=0と仮定) で推定可能であることが判る.また,建築物の前面に おいて跳水を形成する場合と反射段波を形成する場合 キーワード:建築物,反射,津波,実験





図-2 入射フルード数F_{ri}と前面浸水深係数(h/h_i)の関係

の前面浸水深(係数)に大差がないことが判る.この 理由の一つとして移動伝播中の反射段波における前面 浸水深の測定が行われていないことが考えられる.

3.2 反射段波発生境界条件の検証 既報⁷⁾において 反射段波発生境界条件として式(1)を提案した.

$$\frac{B}{B'} = -0.175 \frac{D}{B'} + 0.111 F_{ri} - 0.084 \tag{1}$$

ここで、Bは建築物模型幅、Dは建築物模型奥行長、B' は水路幅である.

本研究の実験で新たに得られた直方体(開口部なし, 直角入射)の建築物模型前面における反射段波と跳水 の発生状況を図-3に示す. 図中には式(1)の反射段波 発生境界条件が実線で示されている.図から、既報⁷⁾ の反射段波と跳水に関する判定基準(建築物模型前面

秋田大学 学生員〇柚木園 睦 正員 松冨英夫

連絡先(〒010-8502 秋田市手形学園町1-1 TEL 018-889-2363)



図-4 入射フルード数F_{ri}と前面浸水深・水路側壁浸水深比 (h/h_s)の関係



図-5 入射フルード数F_{ri}と水路側壁浸水深・入射浸水深比 (h_s/h_i)の関係

から水路横断方向に十分に離れたところの浸水深が入 射浸水深よりも大きい場合,つまり水路側壁浸水深・ 入射浸水深比(*h_s*/*h_i*)>1は段波)では,式(1)の適用度は よいことが判る.ただし,**図-2**,4,5から理解される ように,反射段波の場合の前面浸水深・水路側壁浸水 深比(*h*/*h_s*)や水路側壁浸水深・入射浸水深比(*h_s*/*h_i*)は同 じ入射フルード数に対して幅広い値域を示し,水路横 断方向の浸水深分布が一様でない場合があることが判 る.既報の判定基準の再考が必要であろう.

3.3 **つなぎ空間率の影響 図-6**に新定義であるつ なぎ空間率*O*_{CS} (=100×(1-*B*/*B*'))の前面浸水深係数(*h*/*h_i*)



図-6 つなぎ空間率O_{CS}の前面浸水深係数(h/h_i)への影響



図-7 無次元奥行D/B'の前面浸水深係数(h/h_i)への影響

への影響を示す.図から,つなぎ空間率が増加するにつれて,僅かであるが前面浸水深係数が減少することが判る.この僅かな減少傾向はつなぎ空間率の値が大きい(>75%の)ところのものであるためと考えられる. 3.4 奥行長の影響 図-7に奥行長Dの前面浸水深係数(h/h_i)への影響を示す.図から,奥行長が増加するにつれて,僅かであるが前面浸水深係数が増大することが判る.これは建築物に作用する水平力の僅かな増大を意味しており,すでに指摘されていることである⁹. 跳水か反射段波かにかかわらず,模型前面部の浸水深分布もほぼ同じであることがすでに指摘されている.

4. おわりに 新たに行った実験のデータを用いて既報⁷⁾の建築物前面における反射段波発生境界条件式
(1)の妥当性を検証するとともに,建築物前面浸水深hのつなぎ空間率O_{cs}や奥行長Dへの依存性を検討した.

参考文献

 日本建築学会:建築物荷重指針・同解説,pp.577-579,2015.
岡本,松冨:海岸工学論文集,第56巻,pp.296-300,2009.
有川,大家:土論集B2(海岸工学),No.2,pp.806-810,2014.
松冨,飯塚:海岸工学論文集,第45巻,pp.361-365,1998.
松冨,大向,今井:水工学論文集,第48巻,pp.559-564,2004.
松冨,決得,齋藤:土論集B2(海岸工学),Vol.69,No.2, pp.326-330,2013.

- 7) 松富, 紺野, 高尾: 土論集B1 (水工学), Vol.73, No.4, 2017.
- 8) Stoker, J. J.: Interscience Publishers, Inc., pp.326-333, 1957.
- 9) 松富:第52回水工学に関する夏期研修会講義集, Bコース, pp.B-8-1-20, 2016.