

建物に及ぼす衝撃波および持続波の圧力分布に関する水理実験

岩手大学 学生会員 ○及田一樹, 室井宏太, 正会員 小笠原敏記

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、津波氾濫流によって多くの木造構造物が流失・全壊被害を受けたことから、今後発生が予想される巨大地震に伴う津波による被害を軽減させるには、建物に作用する氾濫流の力を評価することが重要である。特に、建物に与える影響が異なると考えられる衝撃波圧と持続波圧の差異を明確にする必要がある。

そこで本研究では、進行方向に模型建物の位置を変化させて、同入射条件においても建物に作用する波圧が異なるような実験を行う。そして、建物底部に複数配置した圧力センサーによって得られる波圧データを基に、衝撃波圧と持続波圧を時空間的に比較する。さらに、水深係数と建物位置の関係より、建物に求められる耐力評価を検討する。

2. 実験の概要

実験は津波氾濫流発生装置付き開水路（長さ10m、高さ0.8m、幅1.0m）を用いて行った（図-1）。貯水槽（長さ2.4m、高さ1.4m、幅1.0m）に貯水位 $H_0=15\sim30\text{cm}$ の4種類の水を貯め、ゲートを急開放することで津波氾濫流を発生させる。ゲートから4.05mの位置にサーボ式波高計（ケネック製）とプロペラ流速計（同製）を横並びで設置し、波高と流速を同時に計測した。また、建物模型はそれらの計測器から距離 $L=15, 50, 100\text{cm}$ の位置に変化させて設置した。図-2に示すように模型前面の底部に7個の波圧計（共和電業製）を埋め込み各条件15回計測した。各計測機器のサンプリング周波数は500Hzとし、10秒間の計測を行った。なお、縮尺は1/100で、模型は10cm角の立方体とし、PAL樹脂で作成した。

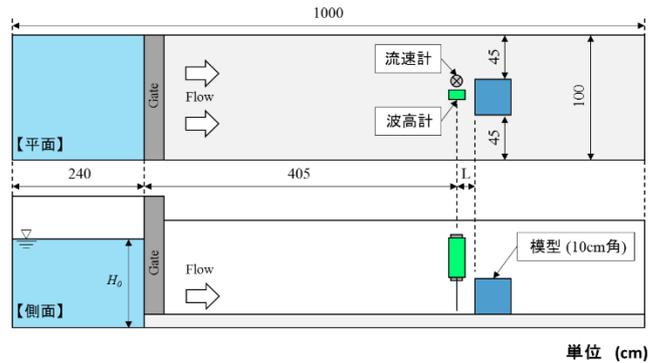


図-1 津波氾濫流発生開水路の概要と計測器の位置

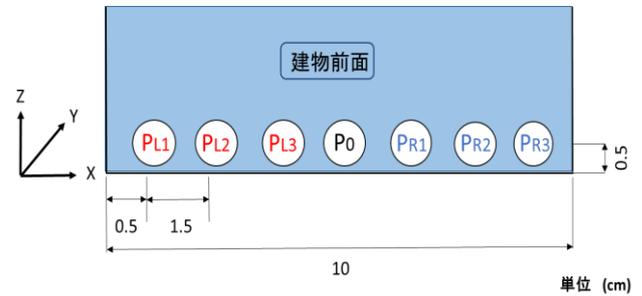


図-2 建物模型に設置した圧力計の位置

3. 実験結果

3.1 建物に作用する波圧の時間変化

図-3に $H_0=30\text{cm}$ 、 $L=10\text{cm}$ における建物前面の底部に作用する波圧の時間変化を示す。何れの圧力計も計測開始後約1.0秒で氾濫流が到達し、衝撃波圧が作用する。ピーク後は波圧が急激に減少して、2~10秒では持続波圧が作用していることがわかる。

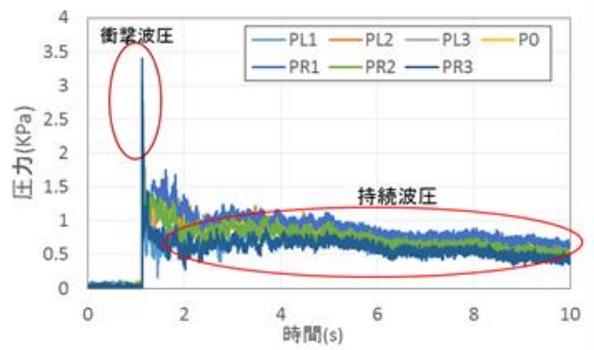


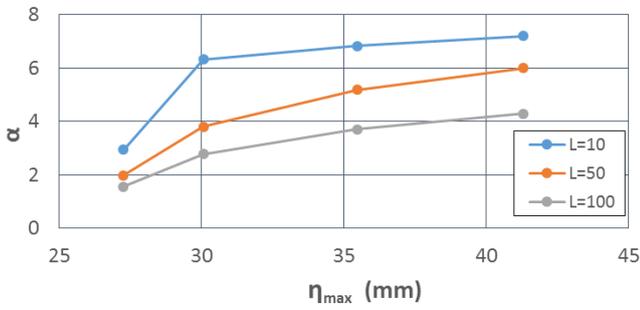
図-3 建物底部における各位置での作用波圧の時間変化

3.2 水深係数

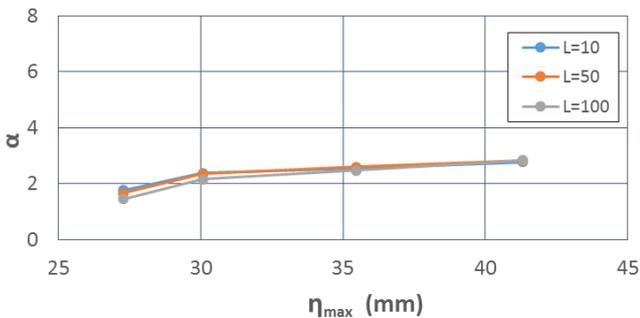
図-4 に衝撃波圧および持続波圧における水深係数 α と入射波 η_{max} の関係を示す。水深係数 α は朝倉ら（2000）による次式で求めている。

$$\alpha = P_{max} / \rho g \eta_{max} \quad \dots (1)$$

ここで、 η_{max} は建物を設置せずに計測したときの最大浸水深である。なお、持続波圧は衝撃波圧から 1 秒後以降の最大の作用波圧とした。衝撃波圧における α は η_{max} の増加とともに大きくなが、建物位置が離れるにつれてその増加率は小さくなる。一方、持続波圧における α の値は若干の増加は見られるが、建物位置に余り依存しないことがわかる。



(a) 衝撃波圧



(b) 持続波圧

図-4 水深係数 α と入射波 η_{max} の関係

3.3 作用波圧の圧力分布

図-6 は $H_0=30\text{cm}$ での衝撃波圧と持続波圧について、各建物位置における底部の圧力の空間分布を示す。なお、位置 P_0 での衝撃波圧と持続波圧のそれぞれが最大圧力時における同時刻の圧力を用いた。衝撃波圧は $L=10\text{cm}$ において、底部全体に高い圧力が作用する。しかし、建物が離れるにつれて圧力が低下すると共に、底面中央付近に集中

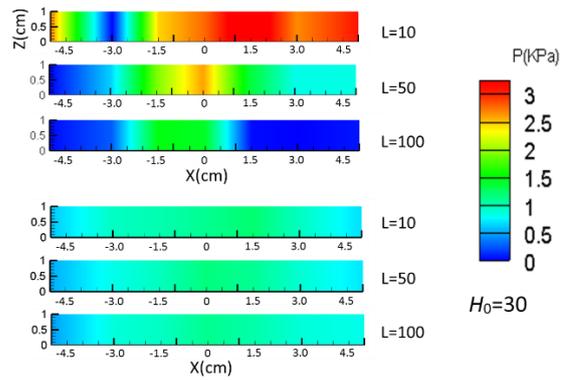


図-6 建物底部における圧力分布の比較

(上 3 段：衝撃波圧，下 3 段：持続波圧)

する。一方、持続波圧は衝撃波圧に比べて全体的に小さくなるのが明白であるが、建物位置に関わらず中央付近の圧力が高くなるのがわかる。

3.4 水深係数と建物位置の関係

図-7 は建物までの距離 L を、入射波 η_{max} で割った値と、水深係数 α との関係を示す。前述のとおり衝撃波圧は L の値が大きいほど、 α は減少する。一方、持続波圧は建物のいちに依らず小さく、静水圧の 2 倍程である。そこで、衝撃波圧の α の最大値を包絡するように近似曲線を描くと次式になる。

$$\alpha = 7.7672 \exp(-0.024L / \eta_{max}) \quad \dots (2)$$

以上より、水深係数 α を建物位置 L 、最大浸水深 η_{max} を用いた指数関数として評価できる可能性を示唆した。

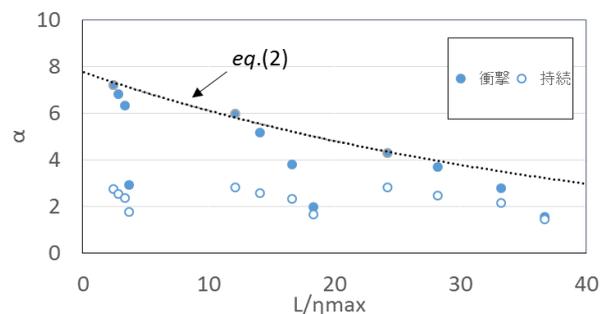


図-7 水深係数 α と無次元建物位置

L / η_{max} の関係

参考文献

朝倉良介ら(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，大 47 巻， pp.911-915