

3次元数値流体解析による構造物に作用する荷重効果の評価

高知工科大学 学生会員 ○原田直樹

高知工科大学社会システム工学科教授 正会員 甲斐芳郎

1. 背景

構造物が地震による津波に耐えられる建物を作るためには、建物に作用する波の荷重効果を明らかにすることが重要となる。荷重効果を求める方法として、水理実験による計測や解析による方法などが考えられる。水理実験による方法においては、実際の水理現象からデータを計測するため、より正確なデータが得られる。しかし、計測器の設置等にも限度があり、得られるデータ数も限られる。そのほか、実験を行うにあたり費用や労力などもかかる。一方、解析により求める場合、様々な条件で解析ができるほか、実験装置等も必要ない。しかし、解析結果が妥当なものであることを確認するには、実験の計測値等と比較する必要がある。このことから水理実験データを用いて解析結果の妥当性を確認すれば、解析による荷重の評価が可能となる。

2. 研究内容

既往の研究として、門田 1)により水理実験が行われている。本研究では、この水理実験の三次元数値流体解析を行い、解析結果と実験結果の水位変動を比較することで解析結果の妥当性を確認し、構造物に作用する荷重効果を評価する。水理実験における水路断面図を図2-1に示す。実験はピストン型造波板により造波される。水槽は全長55m、幅1m、高さ2m、水深0.76mとなる。CH1～CH6は水位計設置位置である。陸地には建物と堤防模型が設置されており、建物の側面には波圧計が設置されている。これらの計測器により、波の水位変動、建物に作用する波圧等が求められている。

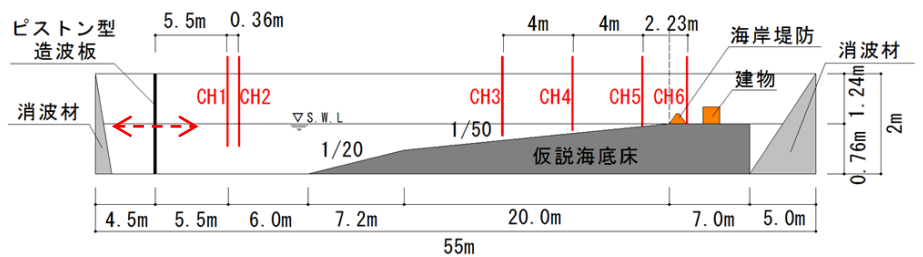


図2-1 水路断面図

3. 解析条件

解析には、数値波動水路プログラムの CADMAS-SURF/3D を用いる。解析を行うために、地形データ、障害物データ、造波データ等の入力データを作成する。地形データ、障害物データにおいては実験データにおける図面等により作成を行った。次に、造波データを作成するにあたり、数ある造波信号の中から、造波板を15秒間かけて押し出し、8cm水位を造波した後、正弦曲線で30秒かけてもとの位置に戻る造波板の動きをする信号を解析に用いた。CADMAS-SURF/3Dによる造波においては、実験での造波板の速度を流速として与えることで再現する。入力に用いた造波板速度を図3-1に示す。

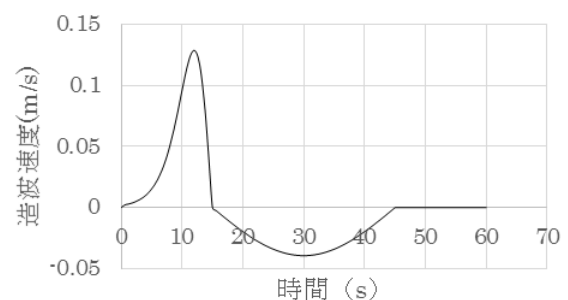


図3-1 造波板速度

4. 水位変動解析結果

堤防と建物を配置していない通過波での水位変動を実験結果と解析結果で比較した。図4-1～図4-6にCHごとの水位変動を示す。水位変動は実験値と解析値の傾向が概ね近い値を示しており解析結果の妥当性がうかがえる。今後さらに実験結果に近い結果を得るためには、格子間隔の縮小や、縮小による解析時間の考慮などが必要となることが考えられる。

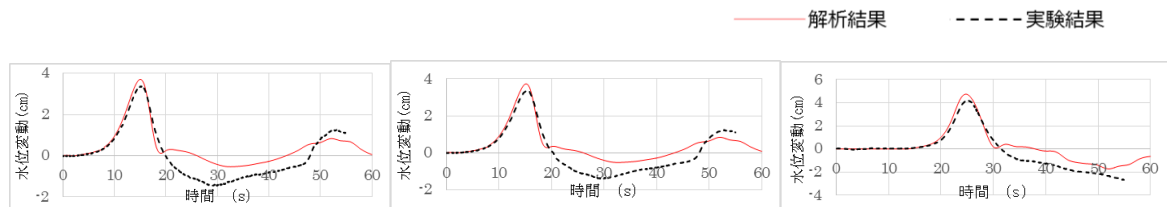


図4-1 CH1水位変動

図4-2 CH2水位変動

図4-3 CH3水位変動

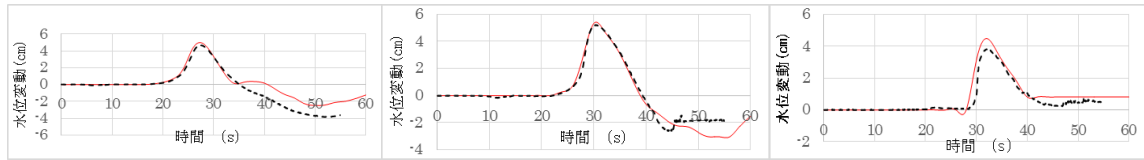


図4-4 CH4水位変動

図4-5 CH5水位変動

図4-6 CH6水位変動

5. 荷重効果の評価

建物の海側の面全体に作用する時間ごとの荷重を堤防の有無で求めた。以下の図5-1, 図5-2に荷重の解析結果と実験結果を比較したものを示す。荷重の最大値を表5-1に示す。解析結果は、概ね実験結果に近い傾向の荷重を算出していることがわかる。防波堤により津波荷重が低減されることも、実験と解析の両方で示されていることがわかる。

表5-1 最大荷重

	解析結果(N)	実験結果(N)
堤防あり	13.37	12.58
堤防なし	22.16	21.14

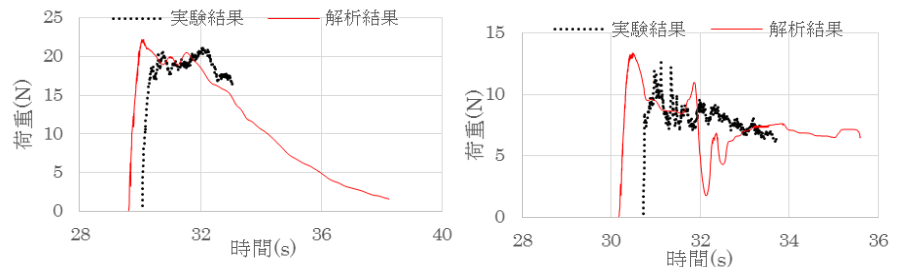


図5-1 堤防なし荷重

図5-2 堤防あり荷重

建物にどのように荷重が作用するかを確認できるようにするため、建物の海側の面に作用する最大荷重の分布を、堤防の有無で解析により求めた。図5-3、図5-4に最大荷重分布を示す。堤防の有無にかかわらず、建物の海側の面に作用する荷重は、低層部分へ作用する荷重が最も大きく、建物高さが大きくなるほど作用する荷重は小さくなることから分かる。

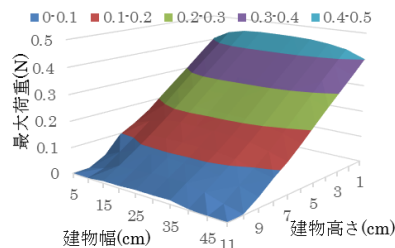


図5-3 最大荷重分布 堤防なし

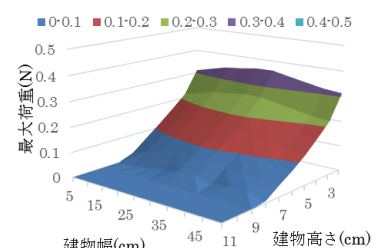


図5-4 最大荷重分布 堤防あり

6. まとめ

水理実験の3次元数値流体解析を行い、実験結果と解析結果の水位変動の比較により、解析の妥当性を確かめた。そして、建物の海側の面全体に作用する津波荷重の算定および最大荷重分布を解析により求め、荷重の傾向および実験結果との比較を行うことを可能とした。今後の課題として、井口 5)により提案されている無次元面積比Rについて、解析により検証する。

7. 参考文献

- 1) 2013 年度修士論文 門田龍介「碎波の波形を考慮した津波荷重の実験的研究」
- 2) 数値波動水路の開発 秋山実、浜野明千宏
- 3) 岐阜大学工学部 平成 16 年度卒業論文 波面検出型無反射造波装置について 筒井則行
- 4) 耐波工学 港湾・海岸構造物の耐波設計 合田良實 著
- 5) 2014 年度修士論文 井口直人 「波形を考慮した建物に作用する津波荷重の評価」