

第Ⅱ部門

陸上遡上津波による鉛直壁への衝突波圧に関する統計的検討

大阪市立大学大学院工学研究科 学生会員 ○梅田尋慈

大阪産業大学工学部 正会員 水谷夏樹

(株)東洋建設 池本将大

1. はじめに

2011年に発生した東北太平洋沖地震による津波被害を契機として、現在では、陸上遡上津波による構造物へ作用する津波波圧の研究は数多くある。一方で各実験条件につき数回の実験回数のもものが多く、時々刻々と変化する津波波圧が構造物に対して危険に作用する時刻について明確に断言することは難しい。そこで本研究では、鉛直壁に作用する津波衝突現象を統計的に処理することによって津波波圧の平均値と標準偏差を定量的に算出し、鉛直壁に対して危険となる津波波圧の発生時刻とその時刻の鉛直分布について明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法の概要と実験条件

実験には、図-1に示す貯水槽($W:0.4\text{m} \times L:1.0\text{m} \times H:1.0\text{m}$)に接続された水路($W:0.39\text{m} \times L:3.3\text{m} \times H:0.3\text{m}$)を用いた。貯水槽に貯められた水はゲートをコンプレッサーで急開することによって水路に流入し、水路内に設けられた1/40アクリル製勾配と勾配終端に接続した水平床を遡上して津波段波として鉛直壁に衝突する。

鉛直壁前面の中央部には、図-2に示す6つの波圧計(直径6mm、SSK製)を鉛直方向に1mm間隔で設置し、10KHzのサンプリング周波数で計測した。また、鉛直壁前面の水位は容量式波高計を用いてサンプリング周波数200Hzで計測した。さらに鉛直壁に衝突する津波の挙動を高速ビデオカメラで撮影した。これらの計測はレーザーセンサによってゲートが急開すると同時に開始する。実験回数は1ケースにつき15回～20回行った。また、表-1に容量式波高計で計測した鉛直壁を設置しない場合の進行波の最大水位を示す。

3. 実験結果と考察

本研究では、まず各波圧計の波圧に対してアンサンブル平均を用いて統計的に処理し、平均値と標準偏差を算出することによって鉛直壁に対する衝突波圧特性を定量的に明らかにした。

図-3に貯水位8cmの場合の平均波圧と平均波圧を鉛直積分して求めた平均津波波力の時間変化を示す。横軸の時間は全てのケースの波圧の立ち上がり時刻を0sとし、時間補正を行った。図-3より時刻(a)はCH01に津波が衝突し、衝撃波圧が最大となる時刻で、(b)に示す時刻では平均波圧、津波波力に極大値が発生する。さらに(c)の時刻では、両方に最大値が発生する。高速ビデオカメラの画像と共に見ると(b)の時刻では鉛直壁に衝突し、打ち上がった津波が後続する水流の上に落水する時刻であり、(c)の時刻では鉛直壁前面の水が静水状態になる時刻であった。

図-4は、CH01に最大衝撃波圧が発生する時刻(a)、極大津波波力発生時刻(b)、最大津波波力発生時刻(c)の無次元波圧の鉛直分布を示している。縦軸は作用高さ z を通過波の最大水位 $h_{\max}$ で除した無次元作用高さを示しており、横軸は平均波圧 P を静水圧 $\rho gh_{\max}$ で除した無次元波圧を示している。貯水位11cmに関しては、正確に極大津波波力を算定することができなかったため、CH02の極大波圧が発生する時刻の無次元波圧分布を示している。また、平均波圧に標準偏差を加え、津波波圧が鉛直壁に対して最も大きく作用する場合について検討を行った。標準偏差を加えていない無次元波圧は●, ▲, ■で、加えていない無次元波圧は○, △, □で示している。点線は朝倉らによる波圧算定式 $P_{\max} = 3\rho gh_{\max}$ で求めた無次元波圧分布を示している。

図-4より、標準偏差を加える前は、最大津波波力発生時の波圧を越える波圧はなく、貯水位8cm以降では、朝倉らの波圧分布を越える結果となった。しかし、標準偏差を加えると貯水位8cmのケースで極大津波波力発生時の波圧が最大津波

Jinji UMEDA, Natsuki MIZUTANI, Masahiro IKEMOTO

Email:mizutani@ce.osaka-sandai.ac.jp

波力発生時の波圧を越える結果が生じた。標準偏差を加えた極大津波波力発生時の波圧は打ち上がった水の落水現象によって変化すると考えられる。つまり、津波の条件によっては、鉛直壁に対して危険な津波波圧は最大津波波力発生時だけでなく、極大津波波力発生時にも作用する可能性があることがわかった。

4. まとめ

本研究では、鉛直壁に作用する波圧を統計的処理し、鉛直壁に対して危険となる津波波圧について検討を行った。無次元波圧分布の結果から、鉛直壁に対して危険となる津波波圧は最大津波波力発生時だけでなく、極大津波波力発生時にも作用することがわかり、高速ビデオカメラの映像からその値は津波の落水現象と構造物前面の水位に関係すると考えられる。落水現象は、津波の衝突流速が関係していると考えられるため、津波の流速を計測し、構造物に作用する極大津波波力との関係性について検討していくことが今後の課題であると考えられる。

参考文献

朝倉ら(2000)：海岸工学論文集，第47巻，pp.911-915.

表-1 進行波の最大水位

貯水位 H (m)	最大水位 $h_{\max}$ (m)
0.06	0.0055
0.07	0.0079
0.08	0.0098
0.09	0.0118
0.10	0.0145
0.11	0.0172

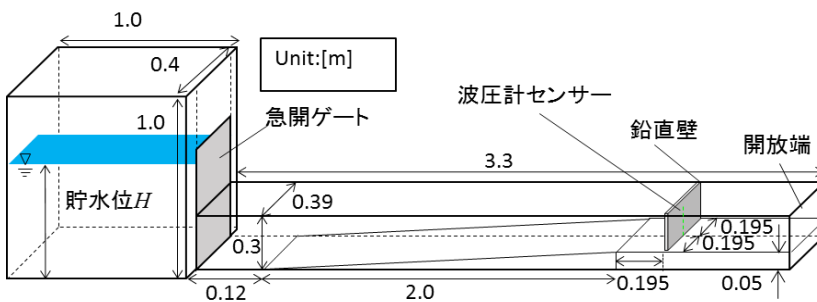


図-1 実験装置の概要

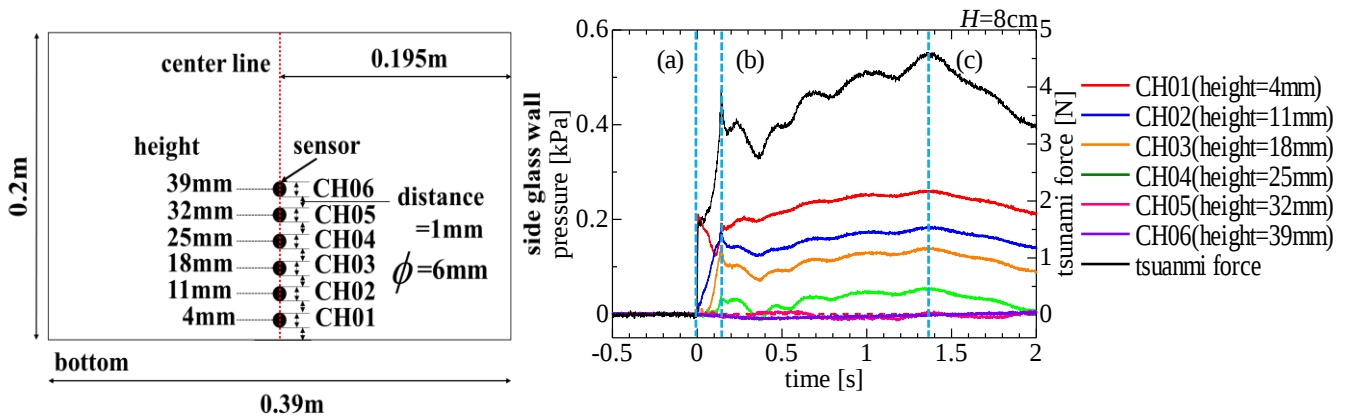


図-2 鉛直壁に設置された波圧計の位置

図-3 平均波圧と津波波力の時間変化(貯水位 8cm)

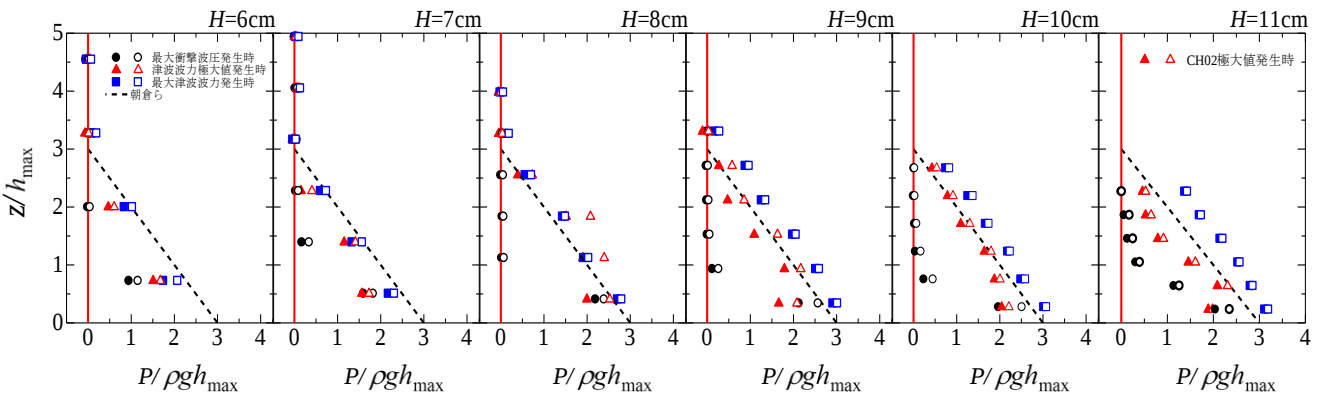


図-4 無次元波圧の鉛直分布