第Ⅱ部門 陸上構造物に対する底面付近の津波波圧特性について

大阪産業大学工学部	正会員	○水谷	夏樹	-	大阪産業大学工学部		柳	暁輝
大阪産業大学工学部		飯野	佑樹	-	大阪産業大学工学部	正会員	宮島	昌弘

1. はじめに

陸上構造物に対する遡上津波の波圧特性に関する研究は従来から数多く行われているが、2011 年の東北太平洋沖地 震津波を契機として、その重要性が一段と注目されている.現在、津波避難タワーの建設に対しては、朝倉ら(2000)の 実験結果から、構造物がない状態での進行波の最大浸水深による静水圧の3倍が基準として用いられている.実験な どによる陸上構造物に対する津波波圧の鉛直分布は、概ね静水圧の3~5倍程度でFr数に応じて変化するとした結果が 多い(例えば、有光ら(2012)、榊山(2012)).しかしながら、構造物の底面付近に生じる津波先端部の衝突波圧につい てはこの限りでなく、静水圧の10倍程度まで上昇する実験結果も報告されている(有光ら(2013)).そこで、本研究 ではこの陸上構造物の底面付近に作用する津波衝突波圧の特性について明らかにすることを目的とする.

2. 実験方法の概要

実験は、図1に示す幅0.5m×長さ1.0m×高さ1.0mの貯水部に接続された3面ガラス張りの水路(幅0.4m×長さ3.3m×高さ0.3m,下流側は開放端)を用いた.貯水部に貯められた水は、コンプレッサーで急開されるゲートを通じて水路に流入し、ゲートから2.32mの地点に設置された家屋を想定した模型に津波段波として衝突する.本研究では模型前面の水位について容量式波高計を用い、波圧は波圧計で、津波段波が衝突する様子を高速度ビデオカメラによってそれぞれ記録した.また、模型を設置しない場合の進行波の水位を超音波水位計を用い、流速をPIVによって計測を行った.家屋の模型については1/100スケールを想定し、8cm角のアクリルボックスを用いた.受圧面の直径が6mmの波圧センサを模型前面の水路底面から波圧センサの中心まで10mmの位置に設置した.表1に実験条件と進行波の諸元を示す.計測は同じ条件で3回ずつ行い、以下の図表においては平均値を用いている.

3. 実験結果と考察

図2 に貯水位 H=0.06m の場合の衝突前後の波圧の時間変化を示す.波圧計測はサンプリング周波数 10kHz で行い, 100 点の移動平均を用いて高周波のノイズを取り除いた.図中の黒線は計測1回目の生データを示したものであり,赤 線はその移動平均値.青線,緑線はそれぞれ2回目,3回目の移動平均値を示している.移動平均のグラフを比較する と,波圧の立ち上がりの様子に差異が見られる.同時に計測された高速ビデオの画像を確認すると,低貯水位の場合 は,段波先端部の水位が数ミリ程度で波圧センサに衝突波圧は生じていない.また,赤線のケースは波圧センサの直 下から水位が上昇し,その上昇に応じた圧力の上昇が現れている.他の2つのケースについては,波圧センサの直下 ではなく,離れた位置に第一水塊が到達し,水位の上昇とともに左右に広がることで波圧センサが感応していること が確認された.赤線のケースは最大波圧発生が衝突から約 0.1s 後であり,ビデオでは打ち上がった水塊が最高点とな る時刻に一致していた.次に図3は、貯水位 H=0.20m の波圧の時間変化である.3つの移動平均値は立ち上がりから ほぼ一致して上昇してはいない.この時刻は水塊が打ち上がり始めた時刻であり,後続流の水位が波圧センサの高 さに達した時間であると推察できる.このように底面付近の最大波圧の発生はそのメカニズムが異なると考えられる.

図4は、最大波圧と進行波の最大流速との関係である.底面付近の最大波圧は運動量保存則から導かれる図中の点線ではなく、その1/2の実線によく一致する.流速が低い場合に実線からずれていくのは、前述の通り流速に対して相対的に打ち上がり水位の影響の方が大きく出るためと考えられる.

図5は、無次元最大波圧とFr数との関係である. 貯水位 H=0.06m のケースを除けば、最大波圧は進行波の最大浸水

深に対する静水圧の 6~10 倍となった. ただし低貯水位のケースについては, 今後さらケースを増やして検討する必要があり, Fr 数との関係も明確ではなかった.

4. まとめ

本研究では、陸上遡上津波による家屋模型への波圧特性のうち、特に底面付近に発生する最大波圧の特性について 検討を行った.発生波圧の時系列の変化と同期計測を行った高速ビデオカメラの映像から、最大波圧の発生時には、 流体の運動が複雑に作用していることが分かり、今後、これらについて解明する必要があることが分かった.それで も底面付近の最大波圧は、進行波の最大流速の2乗の1/2によく一致することが分かった.無次元最大波圧は静水圧の 概ね6~10程度であり、Fr数との関係は今後の課題である.

参考文献

朝倉ら(2000):海岸工学論文集,第47巻, pp.911-915.

有光ら(2012):土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.68, No.2, pp.I_776-I_780. 榊山 勉(2012):土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.68, No.2, pp.I_771-I_775. 有光ら(2013):土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.69, No.2, pp.I_321-I_325.



 $max = 0.5 \rho v_{max}$

3

2

 $v_{\text{max}} [\text{m/s}]$

最大波圧と進行波の最大流速との関係

1

図 4



貯水位	最大水位	最大流速	Fr数	
<i>H</i> (m)	$\eta_{\rm max}({ m m})$	V _{max} (m/s)		
0.06	0.016	0.812	2.05	
0.08	0.020	1.029	2.32	
0.10	0.023	1.325	2.79	
0.12	0.026	1.444	2.86	
0.14	0.030	1.664	3.07	
0.16	0.034	1.716	2.97	
0.18	0.037	1.822	3.03	
0.20	0.039	2.064	3.34	
0.25	0.041	2.494	3.93	
0.30	0.047	2.513	3.70	
0.35	0.054	2.880	3.96	







