

## 津波浸水解析における波力評価式の適用に関する一考察

大成建設(株)技術センター 正会員 ○織田 幸伸  
 大成建設(株)技術センター 正会員 大野 剛

### 1. はじめに

陸上に設置された壁構造物に働く津波波力の評価手法については、既にいくつかの手法が提案されている。これらの多くは、水理実験に基づき水位、流速と波力の関係を定式化したものであり、実際の津波浸水解析への適用性について検討したものは少ない。ここでは、いくつかの評価式を取り上げ、実際の津波浸水解析の結果に適用し、それぞれの評価値について検討した。

### 2. 対象津波

ここでは対象津波として、東日本大震災津波の再現解析を用いる。平面二次元非線形長波モデルにより陸域への浸水を解析し、得られた浸水深、流速を用いて津波波力を評価した。対象地域は、ほぼ水平な地形が数km続く平野部であり、評価対象地点は海岸線と直角方向に陸域に向かう10点とした。地形断面を図-1に、入射津波の時系列を図-2に示す。解析格子は陸域で10mとした。

### 3. 津波波力評価式

ここでは、表-1に示す以下の4つの評価式を取り上げ

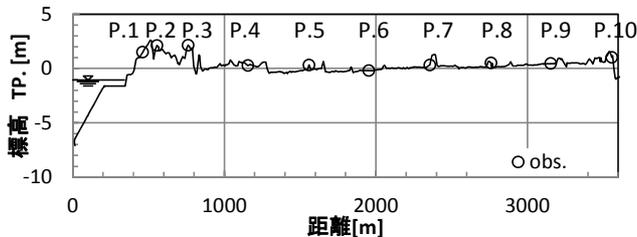


図-1 対象地形と観測点

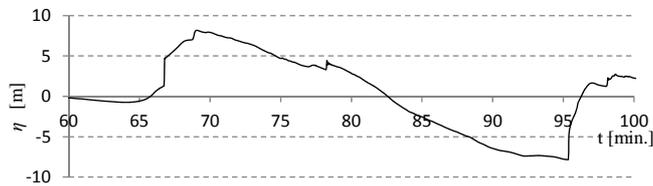


図-2 入射波形

表-1 津波波力の評価式

	① <sup>1)</sup>	② <sup>2)</sup>	③ <sup>3)</sup>	④ <sup>4)</sup>
入力条件	$\eta_{max}$	$\eta_{max}$ $u_{\eta_{max}}$	$\eta(t)$ $u(t)$	$\eta(t)$ $u(t)$
評価式	$\alpha=3.0$	$\alpha=1+1.4Fr$	$\alpha_{max}(t)=1+1.4Fr(t)$	静水圧+運動量

る。①通過波の最大浸水深  $\eta_{max}$  を用い、水深係数  $\alpha=3$  とする<sup>1)</sup>。②通過波の最大浸水深とその時の流速  $u_{\eta_{max}}$  を用い、水深係数をフルード数  $Fr$  の関数とする<sup>2)</sup>。③通過波の浸水深と流速の時系列を用い、水深係数と波力を時系列で算定する<sup>3)</sup>。④構造物を設置した状態の浸水深と構造物前面の流速を用い、静水圧と運動量の流入から波力を算定する<sup>4)</sup>。なお、各手法の詳細については、参考文献を参照されたい。

### 4. 津波浸水解析結果

図-3に、浸水解析による通過波の浸水深  $\eta$ 、通過波流速  $u$ 、フルード数  $Fr$  の時系列と手法③による津波波力の評価値を示す。なお、手法③では波力の上限、下限の評価値が提案されているが、このうち上限の値を示した。

通過波の浸水深と流速は、内陸側ほど小さくなっている。ただし、浸水深の最大値(丸で示す)は、内陸ほど

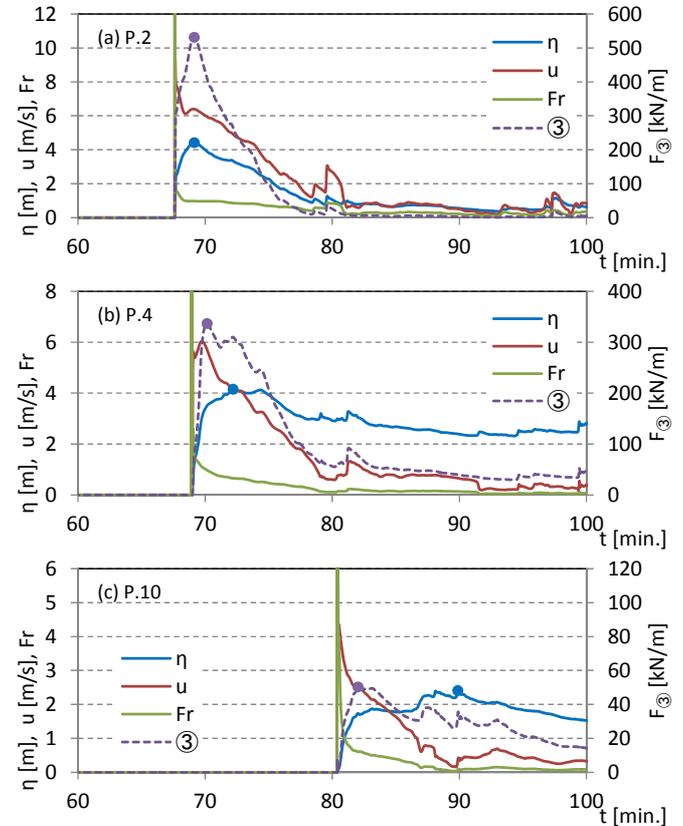


図-3 浸水解析結果と評価波力(評価式③)

キーワード 津波, 浸水解析, 津波波力, 水深係数

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL 045-814-7234

遡上波の到達（波形の先端）から遅れるのに対し，流速（およびフルード数）は先端部で最大となる．通過波の浸水深が小さくとも流速が十分に大きい場合には，大きな波力が生じると考えられるため，内陸部では最大波力と最大浸水深の発生時刻が大きく異なる可能性がある．

### 5. 津波波力の評価

式①②については，図-3に示した浸水深の最大値と同時刻のフルード数により波力を算定した．式③については，同図の浸水深，フルード数の時系列から算定し，結果を同図に示した．式④については，海岸線に平行な200mの壁構造物を各評価点に設置し，別途二次元浸水解析を実施した結果に基づき算定した．式③による上限，下限および，式④による算定値を，図-4に示す．

図-3の評価式③によれば，全ての評価点で最大波力は津波到達から間もなく生じており，内陸側では最大浸水深の発生時刻と一致しない．評価式①②は，最大浸水深と最大波力がほぼ同時刻に生じる孤立波状の波形を対象としているため，内陸側では最大波力を適切に評価できない可能性がある．

評価式③と④を比較すると，式④は，津波到達時には式③の上限値とほぼ同値となり，式④による最大波力発生後は，式③の下限値と同程度の値を示している．式④の評価値は，式③の上限値を超えることはないが，その最大値は，式③の上限値の最大値よりは小さい．ただし，式③は鉛直二次元を対象としたものであり，ここで示した式④の評価値は，長さの有限な鉛直壁に対する結果であるため，両者の最大値を比較するには，壁構造物の長さの影響について検討を加える必要がある．

津波波力の真値がここでは不明なため，各評価式の精度検証は出来ないが，上述の結果から，式③による上下限の算定は適切であるものの，波力の最大値評価のためには，上限値と下限値の間で波力が時間的にどのように変化するかを明らかにする必要性が示唆される．

各評価式により算定された各評価点での最大波力を，図-5に示す．各評価式を比較すると，評価式①は波力を過大評価する<sup>5)</sup>傾向にあり，式②と式③の上限値は同程度の値を示す．ただし，発生時刻には大きなずれがあり，内陸側で式②は波力を小さく評価する傾向にある．また，式④は式③の上限値と下限値の間の値となる．

### 6. おわりに

津波浸水解析への波力評価式の適用について検討し，各評価式の特徴について考察した．特に内陸側では波力

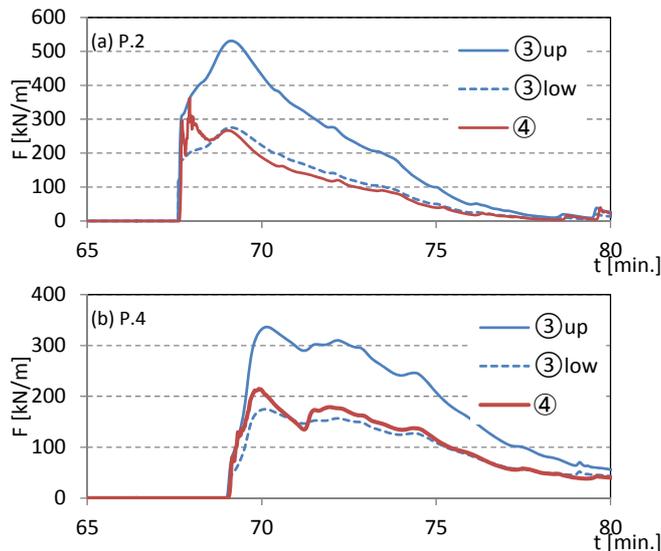


図-4 波力の時系列評価結果（評価式③④）

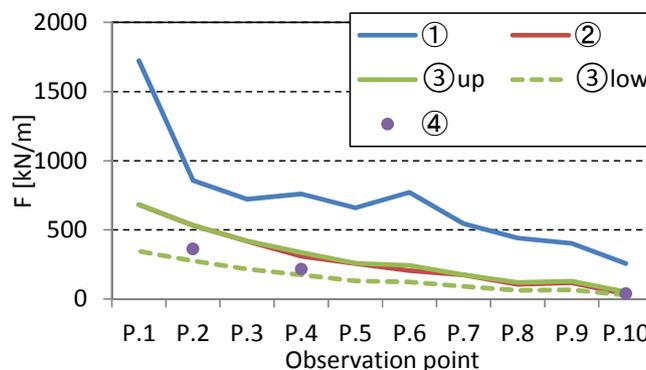


図-5 最大津波波力の評価結果の比較

を時系列で評価することの重要性が示された．ただしここでの検討は，各評価式の相対比較に限定されているため，その精度についてはさらに検討が必要である．

### 参考文献

- 1) 朝倉良介・岩瀬浩二・池谷 毅・高尾 誠・金戸俊道・藤井直樹・大森正則 (2000)：護岸を越流した津波に作用する波力に関する実験的研究，海岸工学論文集，第47巻，pp.911-915.
- 2) 榊山 勉 (2012)：陸上遡上津波の伝播と構造物に作用する津波波圧に関する研究，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.68, No.2, pp.I\_777-I\_775.
- 3) 織田幸伸・本田隆英・高島知行 (2014)：陸上構造物に働く津波波力の時系列評価に関する研究，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.70, No.2, pp.I\_796-I\_800.
- 4) 有光 剛・大江一也・川崎浩司 (2012)：平面2次元津波遡上計算結果を用いた津波波圧算定方法の提案，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.68, No.2, pp.I\_796-I\_800.
- 5) 国土交通省 (2011)：津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について．