

## 打上げ・越波統合算定モデルの適用性向上に関する研究

金沢大学 学生会員 ○市村 友希乃  
 金沢大学 正会員 由比 政年  
 京都大学 正会員 間瀬 肇

### 1. はじめに

近年、気候変動に伴う沿岸災害リスクの増大と施設の老朽化に対応するため、海岸護岸の段階的嵩上げ方法が提案されている。こうした嵩上げ高の算定を適切かつ効率良く実施するためには、打上げ・越波の融合を図り、適用条件の制約の少ない統一的な越波流量算定法を確立する必要がある。これに関し、Maseら(2013)は打上げ・越波統合算定モデル(IFORM: Integrated Formula of wave Overtopping and Run-up Modeling)を提案し、国内外の代表的なモデルと同程度の越波流量算定精度を有していることを示した。本研究では、より広範囲な断面地形や構造物設置条件に対する検証を行い、その適用性を検証する。

### 2. 解析の手法

#### (1) IFORMの概要

本研究で用いる打上げ・越波統合算定モデル(IFORM)は、汀線近傍における複合断面の海岸堤防・護岸を対象に開発されたものである。モデルの概念は、天端高より最大打上げ高が小さい場合には越波は生じず、天端高がゼロでは越波量が有限値になるという物理的制約(図-1)を満足するものであり、最適な係数を玉田ら(2002)の越波実験データから設定している。打上げ高および越波流量の計算では、まず砕波水深を計算し、その後2%最大打上げ高( $R_{2\%}$ )の初期推定値を設定する。この初期推定値を用いて仮想勾配(図-2)を計算し、仮想勾配から $R_{2\%}$ の修正値を計算する。 $R_{2\%}$ の修正値と一つ前の値を比較して収束判定を行い、収束するまで繰り返し計算を行う。収束が得られたら最大打上げ高、さらに越波流量が求められる。由比ら(2019)は、越波量推定に用いられる経験式を拡張することにより(図-3)、従来過小評価傾向が見られた条件における越波流量推定精度を向上させた。本研究では、この拡張型IFORMに基づいて検証を行う。

#### (2) 実験データ

本研究では、2種類の実験データをIFORM計算値と比較することで、モデルの適用性を検証する。

玉田ら(2002)は、海底地形や護岸断面が非一様である場合に適用できる不規則波の打上げ高および越波流量の算定式を構築するために一連の水理実験を行った。対象とした緩傾斜護岸は、3, 5, 7割勾配護岸であり、入射波(不規則波)の有義波周期が1.0sである。海底勾配1/10および1/30の傾斜海浜上に緩傾斜護岸を設置し、それらを越波する水量を護岸背後で測定し、越波流量を求めた(図-4)。波形勾配は0.017および0.036とし、実験は、のり先水深・波高比と相対護岸天端高を種々変化させた合計300ケースについて実施された。

CLASHデータセット(EurOtop, 2007)には、世界各国で実施された各種の越波実験および観測データから、多くのデータが登録され、一覧表として整理されている。一般変数は5項目からなっており、データセット番号のほかに、信頼度因子(RF)や断面複雑度(CF)が記載されている。水理変数は、波高、周期、入射角、越波量等の11項目である。構造変数では潮位、海底勾配、法面勾配、堤脚水深、護岸天端等の諸元に加えて、複断面構造諸元や法面粗度等が掲載されている。

### 3. 解析結果

図-5に無次元越波流量と無次元打ち上げ高の関係を示す。改良式(実線)は、概ね実験値の上限を包絡する形となっていることが確認出来る。図-6はIFORMによる越波流量推定値と玉田ら(2002)の実験値の関係を示す。IFORMによる推定値と実験値は全体に良好に一致している。IFORMによる推定値は、過大評価とな

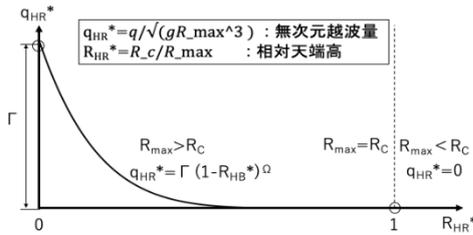


図-1 越波流量と打上げ高の関係

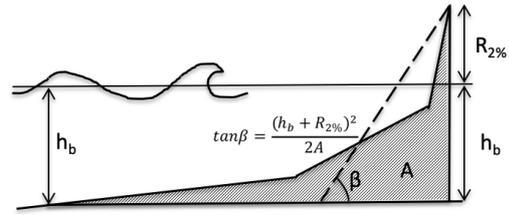


図-2 改良仮想勾配の設定

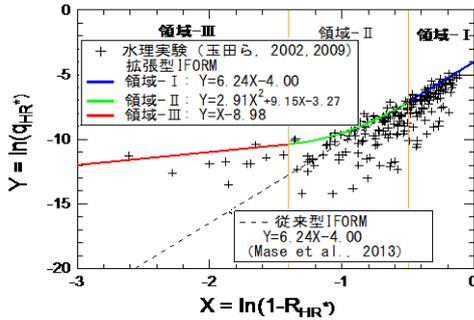


図-3 IFORM で用いられる越波量算定式と

実験結果の比較

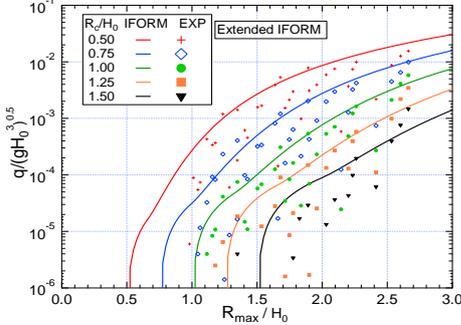


図-5 無次元流量と無次元打上げ高の関係

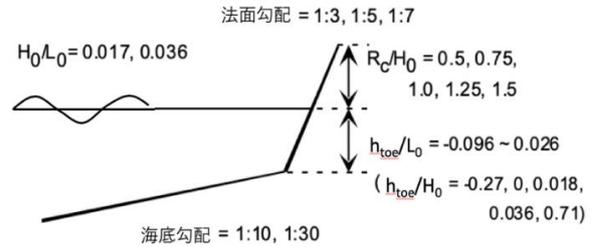


図-4 玉田ら(2002)の実験の概要

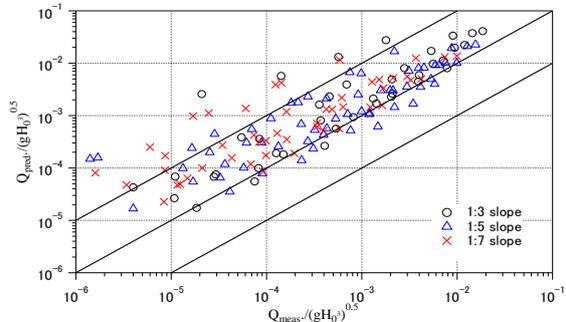


図-6 IFORM による越波流量推定値と  
玉田ら(2009)の実験値の比較

っているケースが多いが、これは図-3 でデータの上限付近を通るよう回帰を行ったためである。拡張前の IFORM (2003) では大幅に過小評価されたケースがあったが、改良式では推定精度が改善されている。

4. 終わりに

玉田ら(2002)の緩傾斜堤に対する実験データについて拡張型 IFORM との比較を行い適用性の検証を行った。直立堤を含む CLASH データとの比較については講演時に発表予定である。

謝辞:本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金 (No.19H02413) および京都大学防災研究所共同研究 (令和元年度一般共同研究 30G-09) の補助を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Mase, H., Tamada, T., Yasuda, T., Hedges, T., and Reis, M.: Wave runup and overtopping at seawalls built on land and in very shallow water., *J. Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng.*, Vol.139, No.5, pp.346-357, 2013.
- 2) 玉田 崇, 井上雅夫, 手塚宗雄: 緩傾斜護岸の越波流量算定図とその越波低減効果に関する実験的研究, *海岸工学論文集*, 第 49 巻, pp.641-645, 2002.
- 3) 由比政年・大谷直也・間瀬肇・洙列・榎田真也・C.Altomare : 打上げ・越波統合算定モデルの越波量推定精度向上に関する研究, *土木学会論文集 B2(海岸工学)*, Vol.75, No.2, pp.I\_739-I\_744, 2019.
- 4) EurOtop : Wave overtopping of sea defences and related structure : Assessment manual , [www.overtopping-manual.com](http://www.overtopping-manual.com), 178p., 2007.