第Ⅱ部門

モデル化した消波工のラフネスファクターに関する数値計算

	大阪ナ	、学う	大学院工学研究科	学生員	〇大西	陸斗
株式会	社不動テトラ	ブロ	ック環境事業本部	正会員	渡部	未樹久
	大阪ナ	、学う	大学院工学研究科	正会員	荒木	進歩
	株式会社不動ラ	トラ	総合技術研究所	正会員	三井	順
	株式会社不動ラ	ートラ	総合技術研究所	正会員	久保田	目 真一

1. はじめに

日本は周囲を海で囲まれた国である.時に海は我々 への脅威となり得るもので、津波や高波等による被害 は後を絶たない. 海岸の保全・防災は必要不可欠であ り、そのために消波ブロックが用いられている. 消波 ブロックの越波量評価においては、欧州の越波算定基 準である EurOtop¹⁾において示されているラフネスファ クター yrを導入することにより,使用ブロックに応じ た高精度の算定が可能になる.しかし我が国では,現 行の設計法に yr が明記されていないため,使用ブロッ クの種類に関わらず同じ越波量が算定される. γf は使 用する消波ブロックに固有の値であり、空隙率と消波 ブロックの形状により決まるとされている. 日本にお いても угに関する研究が多々行われており、松下ら 2) はGブロックとSブロックの γ_{f} を,澤田ら³はアン カー型1とアンカー型2の yrを実験によって求めてい る.しかし,先行研究では空隙率が γ に及ぼす影響は 十分に明らかにされていない. そこで本研究では、基 本的な要素の1つである空隙率がγκに及ぼす影響を明 らかにすることを目的として、ポーラスモデルを用い た数値計算を行った.

2. 数値計算

(1) 数値計算概要

数値計算にはCADMAS-SURF/2D (ver5.1)⁴⁾を用い, 越 波流量の算定を行った.数値計算において作成した水 路を図-1に示す.また,堤体拡大図を図-2に示す.グリ ッドサイズは2 cm×1 cmに設定した.

入射波は規則波とし、目標波高 H=0.10 m, 0.11 m, 0.12 m, 0.13 m, 0.14 m, 周期 T=1.5 s, 1.8 s, 2.2 s, 法 先水深 h=0.33 m, 0.40 m とした. 造波時間は 50 秒, 時間刻み幅は AUTO で 0.001 秒~0.1 秒で変化させた. 差分スキームは VP-DONOR, 計算を円滑に行うために スキーム値は 0.5 とした. 慣性力係数 C_M , 抗力係数 C_D に関しては, 数値波動水路を用いた既往の研究(太田ら ⁵)を参考に, $C_M = 1.2$, $C_D = 1.0$ とした.

越波流量測定前には堤体を設置しない状態で通過波 検定を行った.通過波検定を行うにあたり通過波状態 とするために,図-1に示すように両端にエネルギー減 衰帯を設けた.

越波水量は堤体後方の水量の変化から測定した.



(2) 被覆層の設定

被覆層はポーラスモデルを用いて,空隙率 50%, 60%,70%,90%,100%を満たすように設定した.代 表として,設定した被覆層(70%)を図-3に示す.正 方形一つあたりのサイズは6cm四方,不透過構造物の 占有率は0.57とした.

Rikuto ONISHI, Mikihisa WATANABE, Susumu ARAKI, Jun MITSUI, Shin-ichi KUBOTA onishi r@civil.eng.osaka-u.ac.jp



図-3 被覆層設定図(空隙率70%)

(3) 数值計算結果

図-4 に測定された無次元越波流量と相対天端高 h_c / Hの関係を示す.図中の丸印は空隙率ごとに色分けし た測定結果で、実線はそれぞれの空隙率に対して EurOtopの越波流量算定式(1)により得られた無次元越 波流量を示す.また、各空隙率における γ を表-1に 示す.



図-4 無次元越波流量と相対天端高



空隙率(%)	γ_f		
100	1.25		
90	1.22		
70	1.19		
60	1.30		
50	1.36		

3. 考察

図-4および表-1より空隙率70%で越波流量および yf が最小になることがわかる.また,空隙率が70%から 増加し,滑面の状態に近づいていくと, yf が増大する ことがわかる.これは被覆層内の空隙が大きくなるこ とで被覆層内での波のエネルギー減衰が生じにくくな り,越波水塊の量が増えることが原因であると考えら れる.また,空隙率が70%から減少しても, yf が増大 することがわかる.これは被覆層内において波のエネ ルギーを減衰させる効果はあるものの,水塊が被覆層 に入り込みにくくなり,法面を遡上する水塊の量が増 えることが原因であると考えられる. なお,空隙率60%,50%の条件下で空隙率100%の yrよりも大きい yrが算出された.これは空隙が小さく なり過ぎたことにより,被覆層表面が不透過滑面のよ うな役割を果たしてしまい,遡上現象が大きくなった ことが原因と考えられる.

4. まとめ

本研究では、 γ_f と空隙率の関係を解明することを目 的として、ポーラスモデルを用いた数値計算を行った. 主な結論は以下のとおりである.

- 空隙率が70%から50%に低下しても、70%から100%に増大しても、越波流量が増大し、かも増大した。
- が空隙率 70%付近で極小となる理由としては、
 空隙率が小さすぎると水塊が遡上しやすくなり、
 逆に大きすぎるとエネルギー減衰効果が発揮さ
 れづらくなるといったことが考えられる。

空隙率 70%付近で γ が最小になることが分かった が、本来 γ は 1.0 以下であるので、数値計算による γ の定量評価には、さらなる計算精度の向上が課題であ る.

参考文献

- 1) EurOtop : Manual on wave overtopping of sea defences and related structures, 2018.
- 2) 松下絋資,大熊康平,平山隆幸,河村裕之,間瀬肇: 越波実験による消波ブロック粗度係数の算定,土 木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.74, No. 2, I_1021-I_1026, 2018.
- 澤田龍輝, 荒木進歩, 渡部未樹久, 三井順, 久保田 真一: 越波実験における消波ブロックのラフネス ファクターへの影響要因に関する検討, 土木学会 論文集 B2(海岸工学), Vol. 78, No. 2, I_697-I_702, 2022.
- 4) 財団法人 沿岸開発技術研究センター: CADMAS-SURF:数値波動水路の研究・開発(数値 波動水路の耐波設計への適用に関する研究報告 書), 2001.
- 太田隆夫,河村裕之,松見吉晴,藤井優,大野賢一: 数値波動水路における透水層の抵抗力算定法の比較,土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 71, No. 2, I 85-I 90, 2015.