

消波護岸における越波飛沫の打ち上げ特性に関する研究

室蘭工業大学 大学院	学生員 浜口正志
室蘭工業大学 建設システム工学科	正会員 木村克俊
日本建設コンサルタント(株)	正会員 安田佳乃子
(独)北海道開発土木研究所	正会員 山本泰司
日本データサービス(株)	正会員 三船修司

1. まえがき

護岸背後に道路や親水施設がある場合、利用時の安全を確保するためには越波流量を $10^{-4}(\text{m}^3/\text{m}/\text{s})$ のオーダー以下に抑えることが設計基準¹⁾で定められている。しかしながら、 10^{-4}m^3 とは、例えばコップ半分程度の水量であり、こうした微量を基準値として示すことによって、実際の危険度が過小評価されることも少なくない。現地においては、越波飛沫の飛散によって各種の障害が発生しており、その打ち上げ高さを用いて空間的な影響範囲を示すことが重要である。

本研究では、消波護岸を対象として水理模型実験を行い、越波飛沫の打ち上げ高さの算定法を提案するとともに、現地観測結果を用いて、その妥当性を検討する。

2. 実験方法

本研究では、水深や波浪条件の影響を把握するための実験1と、堤体の構造条件の影響を把握するための実験2の2種類の実験を行った。

実験1は、二次元造波水路（長さ24m、幅0.8m、高さ1.0m）を用いて、図-1(a)に示す堤体模型を設置して行った。消波ブロックは560gを使用した。実験2は、二次元造波水路（長さ24m、幅0.6m、高さ1.0m）において、図-1(b)に示す堤体模型を設置して行った。消波ブロックは

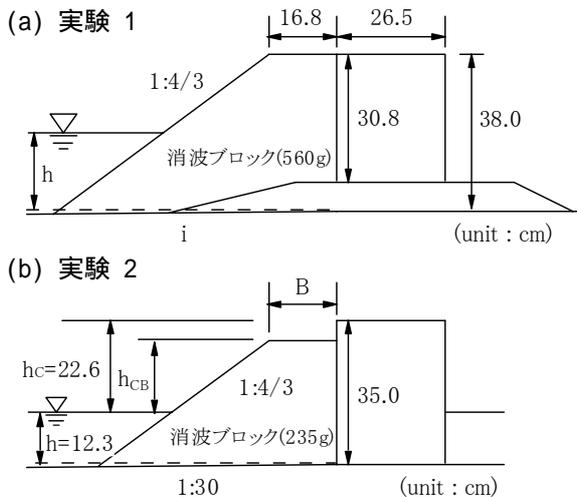


図-1 模型の断面形状

表-1 実験条件

	実験1	実験2
海底勾配 <i>i</i>	1/30, 1/50	1/30
堤体設置水深 <i>h</i> (cm)	7.5, 15.0, 29.0	12.3
消波ブロック天端高 <i>h_{CB}</i> (cm)	9.0, 23.0, 30.5	6.0, 9.0, 17.6
消波ブロック天端幅 <i>B</i> (cm)	16.8	9.6~48.3
周期 <i>T</i> (s)	1.26, 2.21	1.46, 2.56
換算沖波波高 <i>H₀'</i> (cm)	2.5~15.0	3.1~27.4
実験波(作用波数)	不規則波(150波)	規則波(5波)

235gを使用した。また、消波ブロックを設置しない直立護岸の条件についても同様の実験を行った。実験条件の詳細を表-1にまとめて示す。

越波状況は、堤体側面に設置したデジタルビデオカメラを用いて撮影した。飛沫の打ち上げ高さ R_s は、静水面を基準として一波ごとに読み取った。実験1では各波群の1/3最大値を、実験2では有効波(5波)の平均値を求めた。

3. 越波飛沫の打ち上げ高さ

(1) 飛沫の発生パターン

写真-1は、実験1において、 $h=29.0\text{cm}$ の条件で、 $T=1.26\text{s}$ 、 $H_0'=10.0\text{cm}$ の波が作用している状況を示している。まず、波面が消波ブロックに衝突したときに斜め上方に飛沫が発生し、その後消波ブロックを透過した波面が直立部に衝突したときに、飛沫がほぼ真上に発生する。ここでは前者を phaseI、後者を phaseII と定義する。以下、それぞれの phase ごとに打ち上げ特性を検討する。

(2) phaseI に対する検討

phaseI における打ち上げ高さを R_{SI} として、これを通



写真-1 飛沫の打ち上げ状況

キーワード：港湾構造物、越波飛沫、打ち上げ高さ

〒050-8585 北海道室蘭市水元町27-1 室蘭工業大学 TEL 0143(46)5269 FAX 0143(46)5272

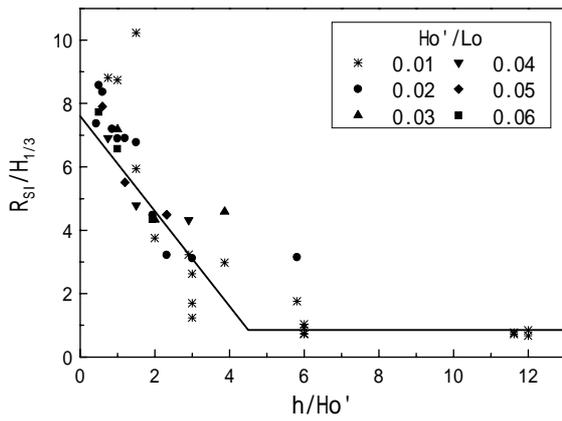


図-2 phaseIの打ち上げ高さ

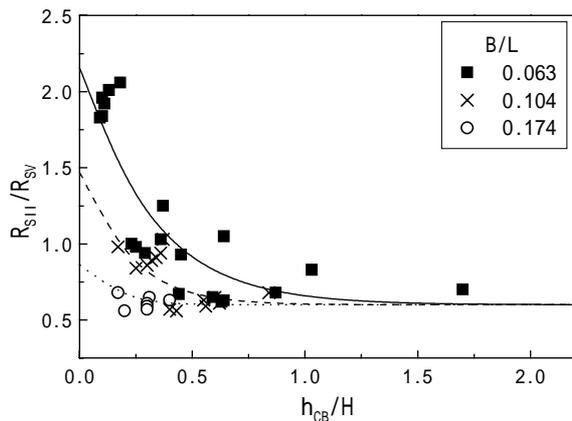


図-3 phaseIIの打ち上げ高さ

過波高 $H_{1/3}$ で除して無次元化した。図-2は、水深波高比 h/H_0' と $R_{SI}/H_{1/3}$ の関係を示している。 h/H_0' が大きい範囲では、飛沫はほとんど発生せず、 h/H_0' が小さくなるにつれて、切り立った波面が作用するようになるため、 $R_{SI}/H_{1/3}$ は大きくなる。波形勾配 H_0'/L_0 の影響が小さいことから、実験値の平均的な傾向に着目して、消波護岸における phaseI での越波飛沫の打ち上げ高さ R_{SI} を式(1)のように定式化した。

$$\frac{R_{SI}}{H_{1/3}} = \begin{cases} 7.6 - 1.5 \left(\frac{h}{H_0'} \right) & \left(0 \leq \frac{h}{H_0'} \leq 4.5 \right) \\ 0.85 & \left(4.5 \geq \frac{h}{H_0'} \right) \end{cases} \quad (1)$$

(3) phaseII に対する検討

phaseII における打ち上げ高さを R_{SII} とし、これと同一条件で消波ブロックを除去した直立護岸の打ち上げ高さを R_{SV} とする。図-3は、 B/L をパラメータとして、 R_{SII}/R_{SV} と消波工の相対天端高さ h_{CB}/H の関係を示している。 h_{CB}/H が1.0以上の範囲では、消波ブロックにより波が減衰するため、打ち上げ高さは直立護岸よりも小さくなる。また、 h_{CB}/H が1.0以下の範囲では、 B/L が小さいほど、消波ブロックの効果が小さくなり、条件によっては直立

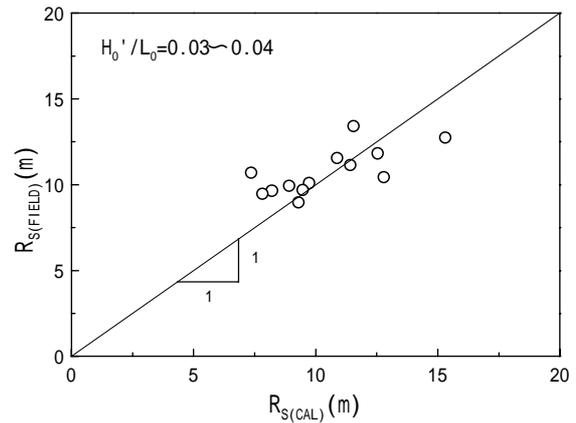


図-4 算定値と現地観測値の関係

護岸よりも打ち上げ高さが大きくなる。なお、直立護岸における越波飛沫の打ち上げ高さ R_{VS} は、木村ら²⁾の方法により求めることができる。

以上2つのパターンについて、越波飛沫の打ち上げ高さの算定法を提案したが、現地に適用する際には、phaseI と phaseII の両方の値を計算し、背後地の利用に対して、厳しい方の値を採用する必要がある。

4. 現地観測結果との比較

安田ら³⁾が北海道留萌港において、越波飛沫の現地観測を行っている。現地の構造条件では、phaseI での打ち上げ高さが卓越するので、式(1)によって算定した打ち上げ高さ $R_{S(CAL)}$ と現地観測値 $R_{S(FIELD)}$ を比較した。図-4に示すように、両者はほぼ一致しており、算定式は妥当な値を示していると考えられる。

5. まとめ

本研究の主要な結論を要約すると、以下のようになる。消波護岸における越波飛沫の発生パターンを、phaseI と phaseII の2つの現象に分類した。

2つの飛沫の発生パターンについて、越波飛沫の打ち上げ高さの算定法を提案した。

phaseI が卓越する条件の護岸に対して、現地データと実験結果を比較し、算定式の妥当性を検討した。

参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上)、2000年4月、pp.119-125.
- 2) 木村克俊・安田佳乃子・山本泰司・梅沢信敏・清水敏晶・佐藤隆：道路護岸における越波による通行障害とその対策について、海岸工学論文集、第48巻、2001年11月、pp.756-760.
- 3) 安田佳乃子・木村克俊・浜口正志・山本泰司・本間大輔・斎藤賢悦：消波ブロック被覆堤における越波飛沫の飛散特性について、土木学会北海道支部 論文報告集、第58号、2002年1月、pp.484-487.