

護岸を越流する段波津波の水理特性に関する実験的研究

宮崎大学 工学部 学生会員 山口俊郎

宮崎大学 工学部 正会員 村上啓介

宮崎大学 大学院 学生会員 村上真章

1. はじめに

従来からの海岸保全施設の整備とあわせて、防災および減災の観点から沿岸住民への危険度情報の提供が重要とされ、津波や高潮に関するハザードマップの作成が沿岸自治体に義務づけられている。ハザードマップには、津波や高潮による被害が予想される区域とその程度、あるいは避難場所や避難経路などが地図上に記載されるため、ハザードマップの精度向上は、津波や高潮災害に対する防護や被害の軽減に直接的に関連する¹⁾。特に、被害予想区域の推定や被害程度の予測の精度向上は、ハザードマップの作成において重要な項目に位置づけられる。

筆者らは、漁港や港湾に係留された船舶等が津波漂流物となって被害を発生させる場合を想定し、津波漂流物による被害予測の精度向上と被害軽減を目的に研究を進めている。ここでは、津波漂流物の漂流外力となる護岸を越流する段波津波の水理特性について検討した結果を報告する。具体的には、護岸前面における津波の打上高さ、護岸上の浸水深と流速の特性を水理模型実験により検討した結果を述べる。

2. 実験方法と実験ケース

実験は、図-1に示す長さ12m、幅0.4m、高さ0.4mの水平な2次元長水路を用いて実施した。水路内に仕切り板を設け、その上流側と下流側の水深（それぞれ h_1 と h_2 ）を調整した後に鉛直仕切り板を瞬時に上方に引き上げることで水路内に段波を発生させた。本研究では、模型縮尺は1/40～1/50程度を想定し、水路端に高さ8cmの護岸を設置して実験をおこなった。実験では、水路内の容量式波高計で水位変動を計測し、護岸に來襲する段波津波の波速、護岸前面での打上高さ、および護岸上の水位変化を求めた。また、護岸上の下流側の波高計と同じ位置にプロペラ流速計を設置して護岸上の流速を計測した。

護岸前面の水深は $h_2=2, 4, 6$ cmの3通りとし、各前面水深に対して上流側の水深 h_1 を適宜変化させて段波波高を調整した。同一の水深条件で3回おこない実験の再現性を確認しながら実験を進めた。

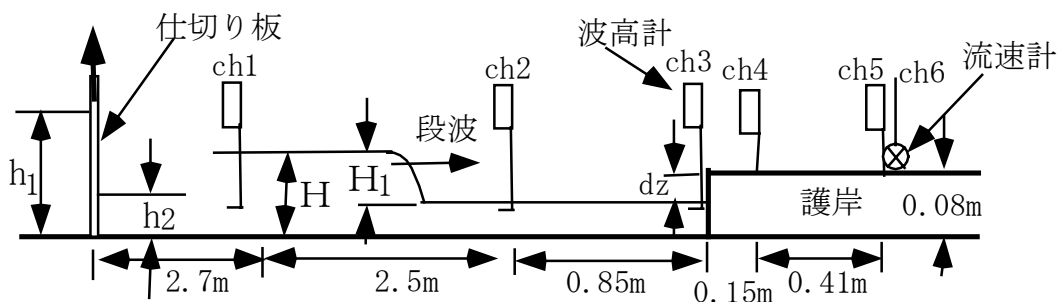


図-1 実験装置の概略

3. 護岸を越流する段波の水理特性

3. 1 護岸前面の最大打上げ高さ

図-2は、前面水深が $h_2=2$ cmの各場合について、上流側の水深 h_1 を約30cmとしたときの3chで計測した水面変動の時間波形を示したものである。この時間波形より護岸前面での段波の最大打上高さ R を読み取り整理した。來襲する段波が持つ運動エネルギーの一部が位置エネルギーに変えられると考え、段波の打上高さ R と波速 C の2乗との関係を整理した結果、前面水深が異なる各場合（護岸天端高さ ΔZ が異なる各場合）

について最大打上高さ R と波速 C の 2 乗は比例関係にあることを確認した。そこで、最大打上高さ R が波速 C の 2 乗と比例関係にあることを前提に次元解析より式 (1) に示す最大打上高さ R の推定式を得た。式 (1) は、図-3 に示すように実験結果と高い相関を示している。

$$\frac{R}{\Delta Z} = k_1 \left(\frac{g \Delta Z}{C^2} \right)^{k_2} \quad \dots \dots (1)$$

k_1 , k_2 は係数でそれぞれ $k_1=0.81$, $k_2=-0.86$ である。

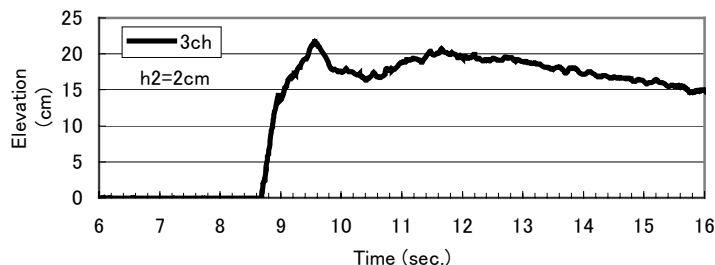


図-2 3ch での水面変動の時間波形

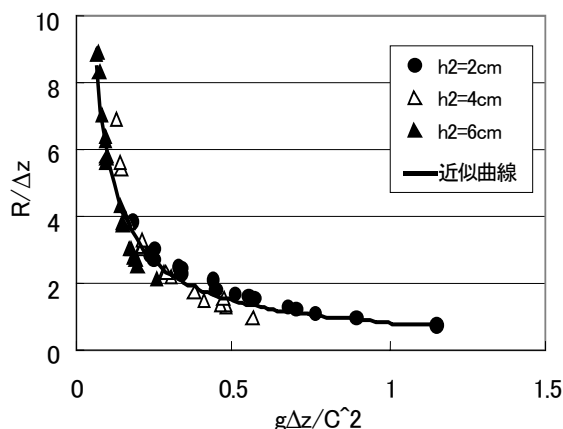


図-3 最大打ち上げ高さと波速の関係

3.2 護岸上の流速および水深変化

図-4 は、前面水深が $h_2=2\text{cm}$ の場合について、上流側の水深 h_1 を約 30cm としたときの流速と 4, 5ch で計測した水面変動の時間波形を示したものである。この時間波形より護岸上の最大水深と最大流速を読み取り、整理した結果を図-5 と図-6 に示している。図-5 に示すように、護岸上の越流水深は来襲する波速の 2 乗に比例する関係を持ち、その関係は護岸天端高さによらない。一方、護岸上の越流流速については、図-6 に示すように来襲する波速に比例する関係を持つ。波速が小さい範囲では、護岸天端高さの影響はほとんど見られない。一方、波速が大きい範囲では、図-6 に示すように護岸前面での打上高さに対する護岸天端高さの影響が増大するため、護岸天端高さが高くなるほど越流流速は低減する傾向にある。

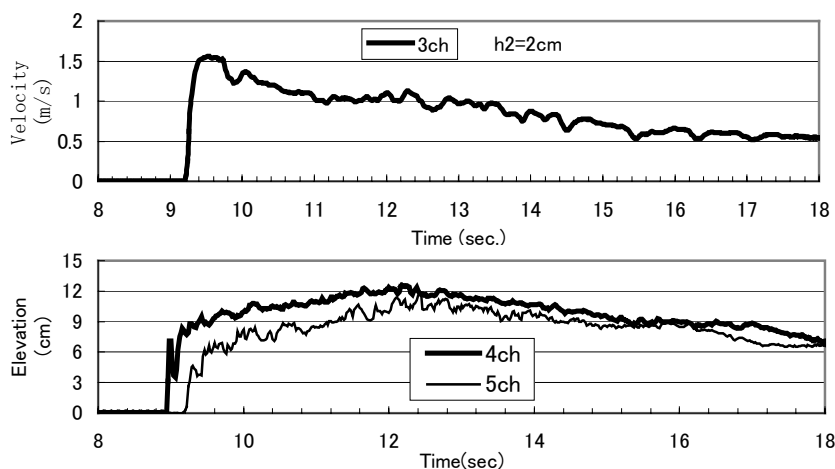


図-4 護岸上の流速と水面変動の時間波形

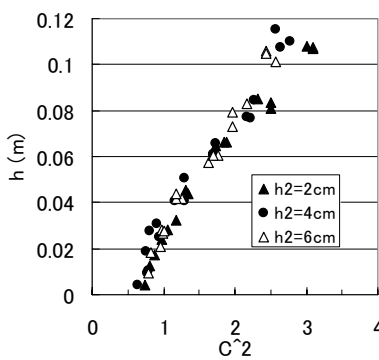


図-5 護岸上の最大水深

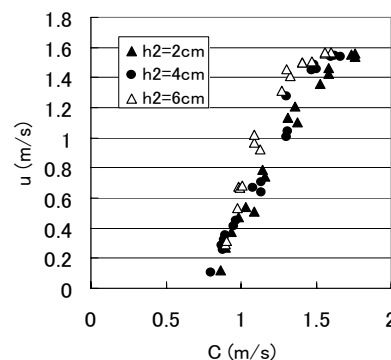


図-6 護岸上の最大流速

4. まとめ

本報告では、津波漂流物の漂流外力となる護岸を越流する段波津波の水利特性として、護岸前面における段波の打上高さ、護岸上の浸水深と流速の特性を水利模型実験により検討した。その結果、護岸前面における段波の打上高さは、来襲する段波波速の 2 乗に比例することを確認し、その関係にもとづいて打上高さを評価する近似式を提案した。また、護岸上の越流水深は来襲する波速の 2 乗に比例する関係を持ちその関係は護岸天端高さによらないと、および護岸上の越流流速は波速に比例する関係にあり、その値は護岸天端高さによって異なることを示した。

参考文献 1) 東海, 東南海, 南海地震津波研究会(2003): よくわかる津波ハンドブック, pp. 27