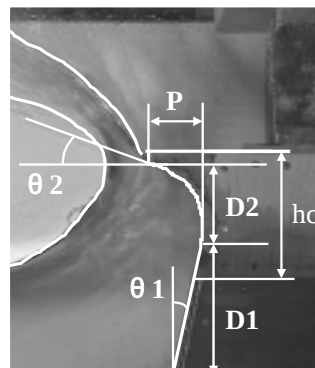


大水深域非越波型護岸の越波防止特性の検討

九州大学 学生会員 ○上谷 佳寛 橋本 裕樹
正会員 山城 賢 吉田 明徳

1. はじめに

著者らは、大水深域を対象に、図-1 に示すような曲面により波を効果的に沖方向に返し越波を防ぐ非越波型護岸の開発を行っている¹⁾。この護岸は、波の不規則性による突発的な打ち上げに伴う越波を効果的に防ぎ、従来の直立護岸に比べて天端高を低減できる。しかし、現段階では、水深、海底地形、入射波といった現地の条件に加え、安全性、施工性等の施工上の制約を踏まえた上で最も効果的な断面形状を設計するための基礎的知見が十分に得られていない。そこで本研究では、非越波型護



D1: 直線部の長さ
D2: 曲線部の高さ
(放物線)
P: 張り出し幅
hc: 天端高
θ1: 傾斜角
θ2: 射出角度

図-1 非越波型護岸の断面パラメータ

岸の越波防止特性を調べることを目的に、数値計算により越波量を算定し天端高と越波量の関係や越波量に及ぼす断面パラメータの影響を把握するための数値実験を行った。

2. 数値計算による越波量の算定

2.1 計算条件の設定

計算条件の設定に際して、非越波型護岸を適用し得る現地条件の一例として玄界灘の水深 10~20m 程度の海域を想定した。入射波は、国土技術政策総合研究所資料²⁾を参考に、想定地域の 10 年確立波($H=6\text{m}$, $T=11\text{s}$ の規則波)とした。数値計算モデルには VOF 法に基づく数値波動水路である CADMAS-SURF³⁾を用いた。計算領域は図

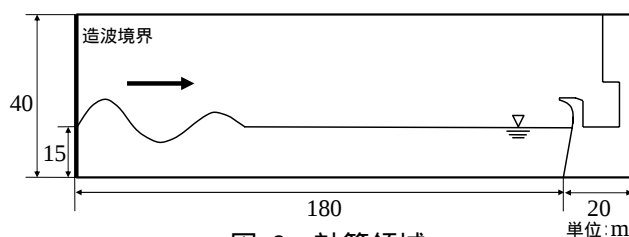
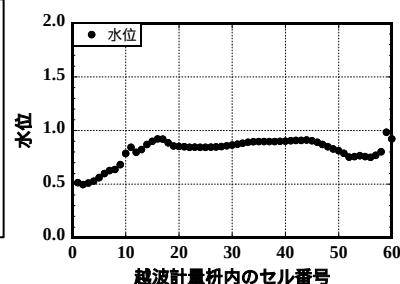


図-2 計算領域



(a) 柵内の越波水の様子



(b) 水位の出力結果

図-3 越波量の算定

-2 に示すように、造波境界から護岸前面までの水平距離を 180m(1.5 波長)、鉛直方向の長さを 40m とし、水深は 15m で一定とした。ここで、水平距離を 1.5 波長とした理由は、護岸に作用する入射波に造波境界での再反射波の影響が含まれることなく 2~3 波について越波量を算定するためである。また、格子間隔については、水平方向、鉛直方向とも可変格子を用いた。水平方向は造波境界から構造物の前面までは 0.5~0.2m と変化させ、構造物

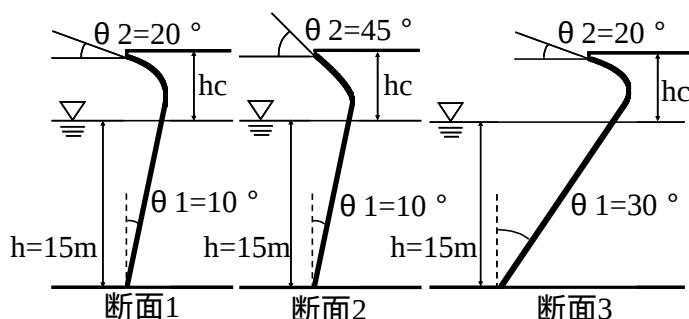


図-4 検討対象の護岸

の設置領域は 0.2m で一定とした。鉛直方向については、護岸の形状をより細かく表現し、また、越波の様子を詳細に表現するために護岸先端付近を 0.2m にし、上端、下端とも 0.45m となるように変化させた。なお、隣り合う格子間隔の比は、計算精度の観点から 0.8~1.2 以内にしている。越波量の算定については、図-3 に示すように、護岸背後に越波水を確保するための柵を設定し、柵内の全てのセルで出力させた水位についてその

空間分布を積分することにより越波量を求めた。なお、越波量は2波目の越波量を代表値とした。計算対象とした護岸断面を図-4に示す。図中の断面1を基準断面とし、断面2では射出角度 θ_2 を、断面3では傾斜角 θ_1 を変化させている。なお、 θ_1 、 θ_2 の変化に伴って断面の放物線形状も変化している。曲線部の高さD2は3断面とも4mで一定とし、その上に0.2mの厚みをつけた。張り出し幅Pについても、どの断面も2.7mで一定としている。各断面について全体を底上げすることで天端高 h_c を変化させ、天端高と越波量の関係について調べた。

2.2 計算結果

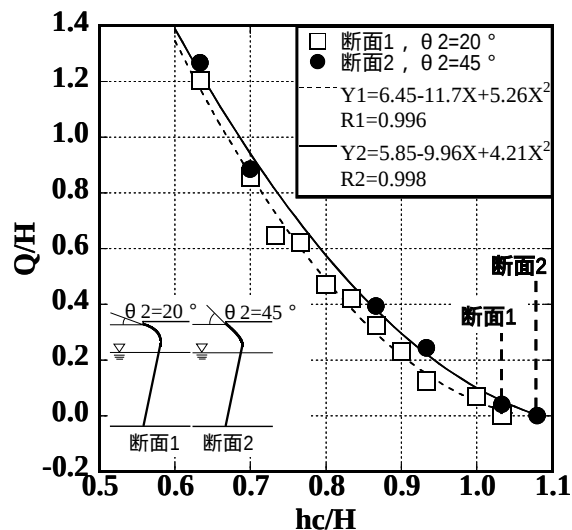
天端高と越波量を図-5に示す。図-5(a)は断面1と断面2の計算結果を、図-5(b)は断面1と断面3の計算結果をそれぞれ比較したものである。縦軸は算出した越波量を入射波高で除した無次元越波量であり、横軸は天端高を入射波高で除した無次元天端高である。図-5より、全ての断面について天端高の増加に伴い越波量は急激に減少することがわかる。ただし、越波量の減少率は、天端高が低い程大きく、天端高が高く越波量が0に近づくにつれて小さくなる傾向にある。また、図中の破線は非越波を達成する最小天端高を示しており、この結果から断面1が最も越波防止効果が高い断面形状であることがわかる。図-6に断面1での越波量を1としたときの断面2、3における越波量の比を示す。図より、越波量の比は天端高の増加に伴い指数関数的に増加する傾向にあり、天端高が高く越波量が小さくなると断面形状による越波防止効果の差が顕著に現れることがわかる。また、この図は入射波高を一定として天端高を変化させたときの計算の結果であるが、天端高を一定とし入射波高が変化する場合を考えると、波高の増大に伴い断面形状の違いによる差が小さくなることがわかる。これは、護岸の天端高に対して波高が非常に大きく、大きな越波が生じるため、断面形状の違いがほとんど影響しないことによる。

3. おわりに

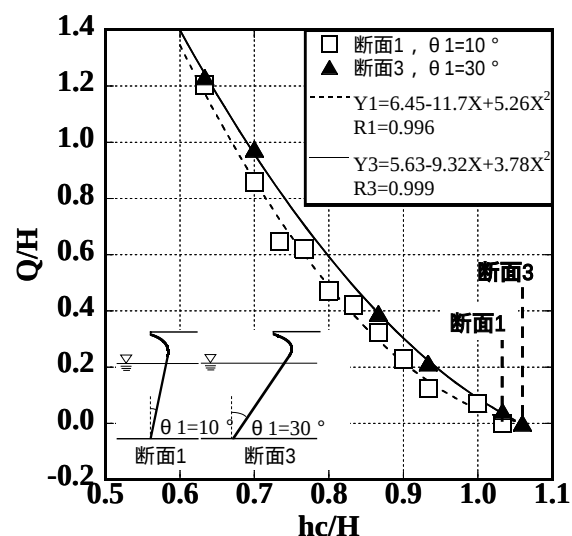
数値計算により、大水深域非越波型護岸の越波防止特性について検討し、効果的に越波を防ぐ断面形状を明らかにした。今後は水理模型実験を行い、波圧や越波に及ぼす風の影響等について詳細に検討し、総合的な観点から最適断面形状の開発を行う。

<参考文献>

- 1) 山城ら(2003): 大水深域における非越波型護岸の開発, 海岸工学論文集, vol.50, pp.641-645.
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (2003): 国土技術政策総合研究所資料, No88, 我が国の波浪外力の分布, pp.1-7.
- 3) 財団法人 沿岸開発技術研究センター(2001): 沿岸開発技術ライブラリー, No12, 数値波動水路の研究・開発, 296p.



(a) θ_2 の比較



(b) θ_1 の比較

図-5 天端高と越波量の関係

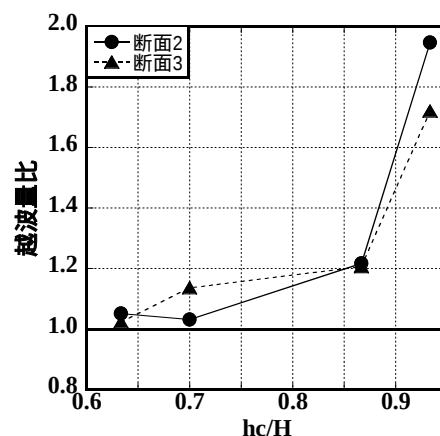


図-6 越波量比