

数値波動水路 CADMAS-SURF を用いた越波に及ぼす対策工の影響 に関する数値的考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○新美 達也
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 馬淵 幸雄
 株式会社コストアルエンジニアリング 非会員 笥田 博章
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員 川崎 浩司

1. はじめに

従来、実務における越波量の算定には越波流量算定図や越波流量公式が用いられてきた。これらは簡便であるものの、海底地形・波浪条件の適用条件に限られ、海底勾配や波形勾配等の条件が異なる場合には類似する条件の図式により推察する必要があった。また、従来の算定手法による平均越波流量のばらつきの範囲については、直立護岸で0.1~5倍、消波護岸で0.05~10倍と見積もられている¹⁾。

平均越波量は不規則波による総越波量を不規則波の作用時間で平均化しているため、短時間でみればこれより大きな越波量が見込まれる。また、越波現象は複雑な現象であり、波だけではなく海底地形、構造物の形状、風による影響も大きい。

以上のように、現行の設計基準で採用されている越波流量に関する算定方法はバラツキが大きく、特に道路のような全体平均的な総量ではなく、瞬間的な越波流量が問題になる場合については、従来の算定図を用いた手法では現地の状況と合わない場合が多々みられる。本研究では、数値波動水路CADMAS-SURF²⁾を用いて護岸周辺の越波計算を行い、越波対策工の有無の効果について検討することを目的としている。

2. 検討条件

(1)地形条件：地形条件は図-1に示すように現地の地形をモデル化した。具体的には、海底勾配が1/30程度であり、海岸部には護岸が設置されており、その高さはTP+8.5mである。

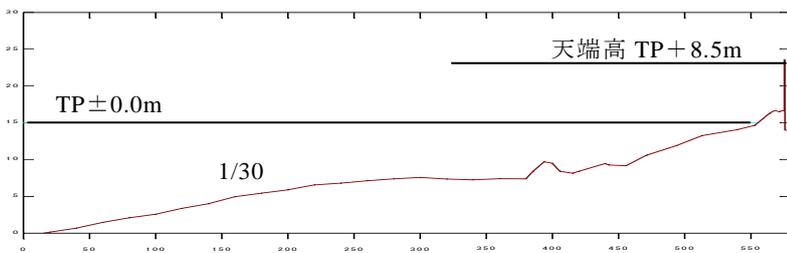


図-1 地形条件



写真-1 越波状況

(2)波浪, 潮位条件：波浪条件は越波の発生する外力条件として、表-1に示すとおり、沖波 $H_0 = 5.0m$ 、周期 $T = 11.0s$ のクノイド波の規則波とした。また、潮位についてはTP+0.9mとした。

(3)計算条件：数値波動水路 CADMAS-SURF に関する計算条件は表-2に示すとおりである。

表-1 入射波浪条件

波	波高(m)	周期(s)	潮位
規則波	5.0	11.0	TP+0.9m

表-2 計算条件一覧

計算条件		
解析領域	X方向	580m
	Z方向	30m
格子間隔	X方向	0.4, 0.3, 0.25, 0.2m(1726格子)
	Z方向	0.4, 0.3, 0.2, 0.1m(232格子)
時間間隔		AUTO(下限値 1.0×10^{-3})
造波条件	造波法	造波境界
	造波関数	クノイド波
	造波水深	TP-15.0m
消波工のボーラス値		空隙率0.5、慣性力係数 $CM=1.2$ 、抗力係数 $CD=1.0$
ボーラス値の下限		0.01
開境界	左右	なし
移流項	ドナースキーム	0.5
連立方程式解法	手法	M-ILUBCGSTAB法
	最大反復回数	500
	絶対誤差	1.0E-15
	相対誤差	1.0E-12
境界条件	流速	SLIP
	圧力	SLIP
	VOF関数	FREE
オプション	水滴	自由落下処理+斜面上処理
	気泡	気泡上昇処理

3. 計算結果と考察

図-2に、護岸周辺における越波の計算結果と現地での越波の状況を示す。計算結果をみると、打ち上げ高は道路天端高より高くなっており、現地の越波状況にある程度再現しているといえる。しかしながら、計算では、護岸背後の道路側に水塊が移流せず、真上に上がっている結果（TP+10.2m）となっている。この要因として、現地では道路側への水塊の移流に風が大きく影響しているものの、計算では風を考慮していないことがあげられる。また、風の吹き寄せによる護岸前面での平均水位上昇も越波を助長させていると考えられる。さらに、越波現象には波同士の間干渉や長周期波の影響も大きいと考えられ、規則波ではこれらの現象を再現できないため、不規則波を対象に数値解析を行う必要があり、今後の検討課題といえる。

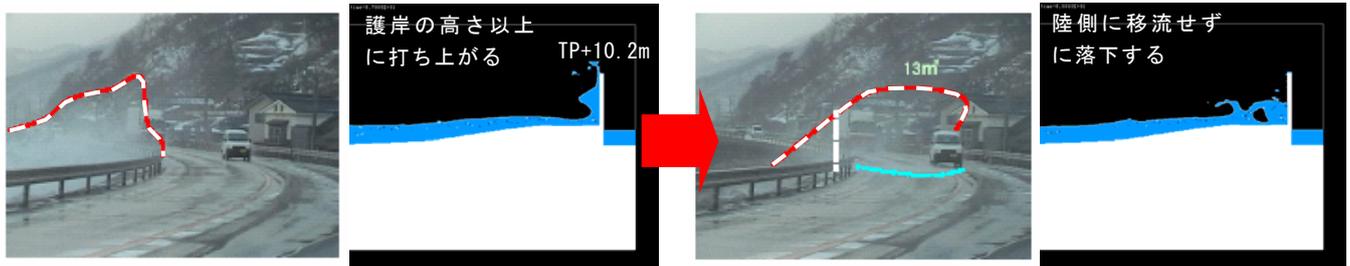


図-2 護岸周辺における越波状況

図-3は越波対策工として離岸堤を沖合 60mに設置した条件下での計算結果を示す。計算結果によれば、離岸堤の設置により打上高がTP+2.44m(約 30%)となり、越波が解消している様子が確認できる。したがって、越波対策工による越波の低減効果が確認でき、数値波動水路CADMAS-SURFを海岸構造物の耐波設計に活用可能であるといえる。ただし、定量的な評価のためには多くの事例との検証が必要であり、今後の課題である。

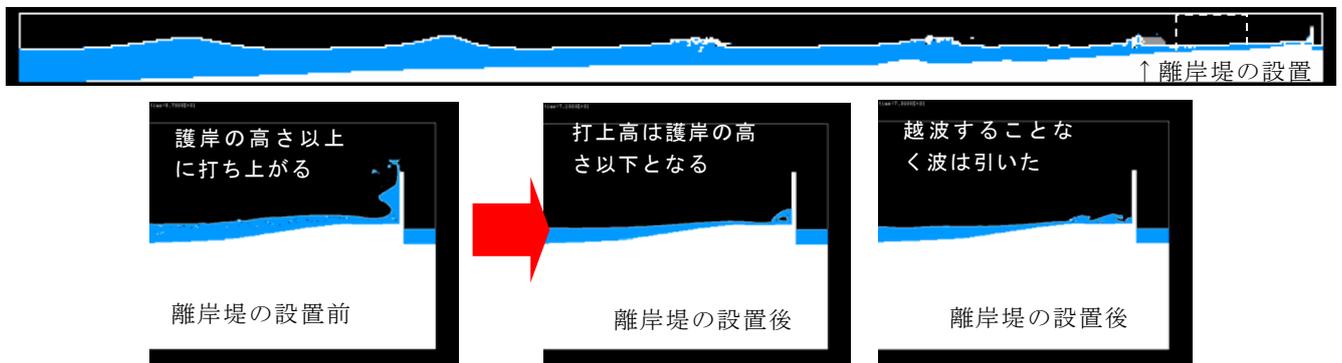


図-3 越波対策工設置前後の越波状況

4. おわりに

本研究では、数値波動水路 CADMAS-SURF を用いて護岸周辺の越波計算を行うとともに、越波対策工設置による越波低減効果について検討を行った。計算結果は概ね現地の越波現象を再現していること、越波対策工を含む海岸構造物の耐波設計に CADMAS-SURF が活用できることを示した。しかし、現地でみられた激しい越波状況を再現するには至っておらず、今後、以下について検討する必要があると考えている。

- ①吹き寄せによる水位上昇、波高増大、飛沫水塊の水平移流などを引き起こす風の影響を考慮
- ②不規則波を対象とした越波計算を行うことにより、波同士の位相干渉や不規則波に伴う長周期波による打ち上げ高の増大などを考慮
- ③定量的評価の精度を向上

参考文献：1)海岸施設設計便覧 2000年版，p.102. 2)数値波動水路(CADMAS-SURF)の研究・開発，財団法人沿岸開発技術研究センター，457p.