

河口部での橋脚補修工事における越波対策工の数値モデルによる検討

東洋建設(株) 鳴尾研究所 正会員 藤原隆一

東洋建設(株)・金下建設(株) 共同企業体 所長(現 東洋建設(株)) 本杉成美

東洋建設(株)・金下建設(株) 共同企業体 副所長(現 東洋建設(株)) 生船弘之

東洋建設(株)・金下建設(株) 共同企業体 主任(現 東洋建設(株)) 薩摩昌宏

1. はじめに

北陸自動車道の手取川橋橋脚の耐震補強工事は、河川の流れだけでなく、河口部から進入する波浪にもさらされる厳しい自然環境の下で実施された。工事は冬季風浪の影響がない期間に限定される。この期間は梅雨や台風による河川の増水期に重なるとともに、仮締め切りの高さが河川流量の確保のため制限されるという状況にあった。そこで、工事遅延のリスク回避を模索するため、工事ヤード内への波の進入をさらに低減できる対策について検討することとした。

単純な断面であれば、既往の推定図などから波の遡上や越波を算定することも可能であるが、対策工を含む断面形状に対してはそれらの適用が困難と考えられた。このような場合、水理模型実験による検討が一般に行われるが、時間的な問題もあって、最近様々な場面でその適用性が確かめられている高精度な数値モデルであるCADMAS-SURF^{1,2)}を用いて検討することとした。今後、このような数値モデルを用いた検討も増加すると考えられることから、以下に今回行った検討の一部を報告する。

2. 検討断面

耐震補強される橋脚は手取川河口の砂州部に位置するため、施工時の波の影響を極力防ぐために、1:10の斜面勾配を持つ消波工(以後、砂州安定工と呼ぶ)を石材で築造(天端高はT.P.+0.5m)し、その上に土嚢を用いた土堰堤(高さ1.0m)を設ける締め切り工が計画されていた。このときの設計余裕高は、最近では波浪条件が厳し

かったH13年の平均有義波波($H_{1/3}=2.14\text{m}$, $T_{1/3}=7.4\text{s}$)およびH.W.L.+0.5mの条件に対して0.5mであった。

橋脚補修後に保護工として用いる平ブロックを先行して作成し、これを打上げ低減に利用することができれば、さらに安全性を高めることができるので、それらの配置について検討することとした。

ブロックの有無による打上げ高の違いや、配置方法の違いについて予備的な検討を行い、ブロックを2列配置するのが効果的であると推察された。ここでは、ブロックを2列配置する際に、どの容易に配置するのが妥当であるかについての検討結果を示す。

3. 計算条件

計算領域は、進入する波の変形の再現に問題がない範囲を想定し、海底高がT.P.-10mから橋脚が設置されているまでとした。砂州安定工の法尻はT.P.-5mとし、そ

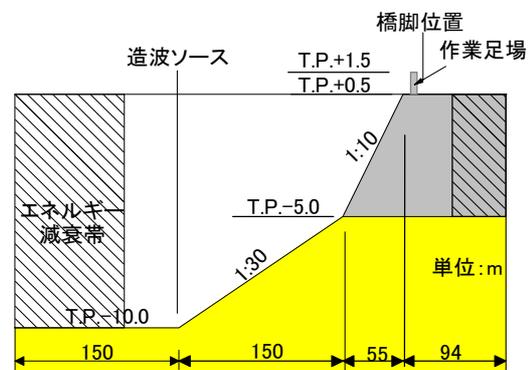


図1 対策工の配置状況

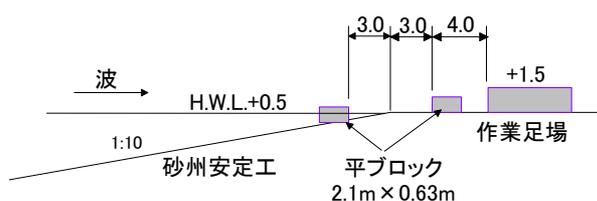


図2 斜面部+天端部配置

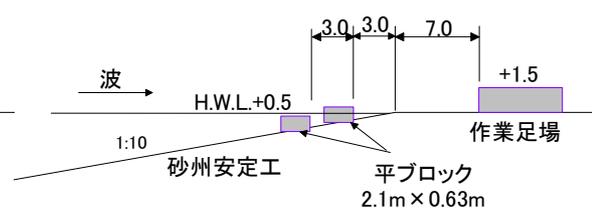


図3 斜面部配置

キーワード 越波, CADMAS-SURF, 河口, 打上げ, 仮設工, 数値シミュレーション

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜1-25-1 東洋建設(株) 鳴尾研究所 TEL0798-43-5902

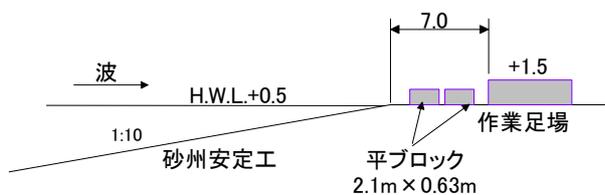


図4 天端部配置

れより沖側は周辺海岸で平均的な海底勾配である 1/30 の斜面勾配とした (図1 参照). 図2 から図4 は砂州安定工から土堰堤までの範囲で, 対策工の配置を示したものである.

波浪は規則波を対象とし, 先に示した施工時の設計条件である有義波の諸元を与えた. 計算格子は $\Delta x=0.25-1.0m$. $\Delta z=0.1-0.2m$ とし, 計算域の両端には波エネルギー減衰帯を設けた. またmドナーパラメタは0.5, ポーラスリミットの下限値を0.001に設定した.

4. 計算結果

計算結果の水位の時系列から, 作業足場のすぐ海側における平均水位 (●印) および最大水位 (○印) を読みとった結果を図5に示す. 平均水位は, 斜面部+天端部の配置が-0.1m 最も小さく, 天端上に設置した場合が0.2m で最大となる. なお, 平均水位が負になるのは砂州安定工部は透水性を考慮しているためである. 最大水位は斜面部+天端部の配置が0.5m で最も小さく, 斜面部に設置したときが1.1m と最大となった.

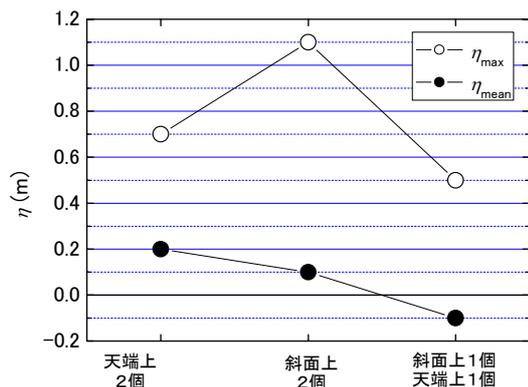


図5 作業足場前面の水位

このような違いは, 作業足場への波の作用状況が異なるためと考えられ, それぞれの断面における波の作用状況の例を図5に示す. 今回の施工断面では, 作業足場から砂州安定工の天端法肩までの距離が7m しかなかったが, そのような狭い範囲でもブロックへの波の衝突状況や, 逆に沖側への戻り流れの状況が, ブロックの配置状況によって変化することが推察された. 既往の推定図か

らでは, このような詳細な検討はできないことから, CADMAS-SURF を用いるような高精度な数値モデルによる検討は, 施工計画を立てる上でも有用な手段となりうることが分かった.

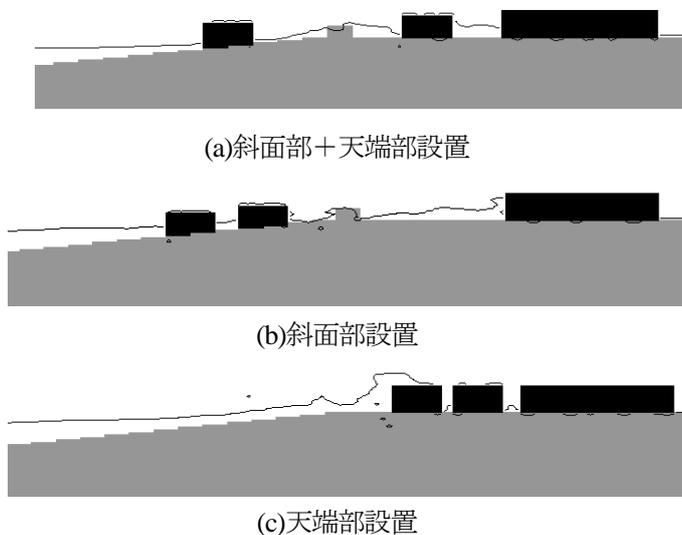


図6 波の作用状況

5. おわりに

CADMAS-SURF を用いて波の打上げ状況を検査し, 施工計画に反映した事例の一部を報告した. 本施工期間中 (H18 年) の海象は近年の中でも非常に悪く, また7月には史上2番目の出水を記録するなど非常に厳しい環境での施工となった. そのため, 設計波を上回る波の来襲などもあり, 対策工はその効果を十分に発揮できない状況もあったが, 事前に検討, 準備しておいたことで, 施工遅れを最小限に抑制できた. また, CADMAS-SURF は, 波の作用状況を視覚的に分かりやすく表示できるので, 施主への説明にも効果があったのではないかと推察される. 今後の施工事例に参考になれば幸いである.

また, CADMAS-SURF による計算値がどの程度現地の再現性があったかについては, 目視による打上げ高や汀線付近に設置した波高計の記録と近接した国土交通省の徳光観測所の波浪データを用いた比較において, ほぼ妥当であったと考えている.

参考文献

- 磯部雅彦・高橋重雄・余錫平・榊山勉・藤間功司・川崎浩司・蔭勤・秋山実・大山洋志 (1999): 数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究—VOF法基本プログラムの作成—, 海洋開発論文集, 第15巻, pp.321-326.
- 藤原隆一・山崎智弘・橘川正男・早瀬松一 (2002): 複合断面の波の遡上に対する VOF 法の適用性と不規則波モデルへの拡張, 海岸工学論文集, Vol.49, pp.136-140.