

## 沿岸部の掘り込み地形が津波流体力の低減に及ぼす効果

宮崎大学 学生会員 ○恒成 果穂  
宮崎大学 正会員 村上 啓介

## 1. はじめに

東日本大震災の際に、阿武隈川から北上川までを横断する貞山運河が津波減災効果を発揮したとされており、沿岸部の掘り込み地形が防災力強化に寄与することが期待されている。これまで、貞山運河の津波減災効果に関して、新見ら<sup>1)</sup>が数値波動水路 CADMAS-SURF (断面二次元モデル)<sup>2)</sup>により、また、渡辺ら<sup>3)</sup>が水理模型実験により、貞山運河が津波遡上時刻の遅延や遡上速度の減少効果を示している。

しかし、運河背後に存在する構造物にかかる流体力についてこれまで議論されていないのが現状である。流体力は、氾濫流による家屋の被害想定を行うために重要な要素である<sup>4)</sup>。そこで、本研究では、数値波動水路 CADMAS-SURF (断面二次元モデル) を用いて、沿岸部の掘り込み地形による家屋に対する津波流体力の減勢効果を明らかにした。

## 2. 数値計算の概要

本研究では、数値波動水路 CADMAS-SURF を用いて、津波の遡上計算を行った。対象とした海岸地形を図-1 に示す。ここでは、掘り込み地形の幅  $B_W$  35m、深さ  $D_W$  2m を Case1、幅  $B_W$  70m、深さ  $D_W$  4m を Case2 とし、津波発生位置から 900m の評価地点の浸水深さ  $h$ 、 $x$  軸方向の流速  $u$ 、流体力  $F$  を求め、掘り込み構造がない場合 (Case0) と比較した。発生させる津波は、段波波高が 4~10m の 7 ケースとした。

数値計算で得られた浸水深さと流速より、流体力  $F$  を以下の式より求めた。

$$F = \frac{1}{2} C_D \rho v^2 B h$$

ここで、 $g$  は重力加速度、 $C_D$  は抗力係数、 $B$  は構造物の壁体幅で、本研究では  $B=10\text{m}$  とした。桑村ら<sup>5)</sup>からは、抵抗係数  $C_D$  はフルード数  $Fr$  と図-2 の関係があることを示している。流れが射流であれば、 $C_D$  の値は水路幅  $B_0$  に対する構造物幅  $B$  によらずフルード数の

関数となる。一方、常流の場合は、 $C_D$  の値はフルード数に加え、図中の回帰直線で示すように、 $B/B_0$  の関数と考えられる。ここでは一例として、 $B_0=45\text{m}$ 、 $B=10\text{m}$  の場合 ( $B/B_0=1/9$ ) を仮定し、図中の回帰直線から  $C_D$  の値をフルード数の関数として求めた。

## 3. 結果と考察

図-3~6 は、津波波高が 9m の時の  $x=900$  地点での流速、浸水深さ、フルード数、流体力の比較である。図-3 と図-4 に示すように、Case1、Case2 とともに、津波到達初期の浸水深さは Case-0 と比べて変化がなかった。しかし、浸水する時間が、掘り込み地形がある場合の方が遅れていることから、津波到達時間を遅延させる効果があることが確認できる。津波到達後しばらくすると、Case1 では、浸水深さが掘り込み構造がない場合と逆転している。また、Case1 と Case2 では Case-0 に比べて、浸水深さの変動が激しくなっ

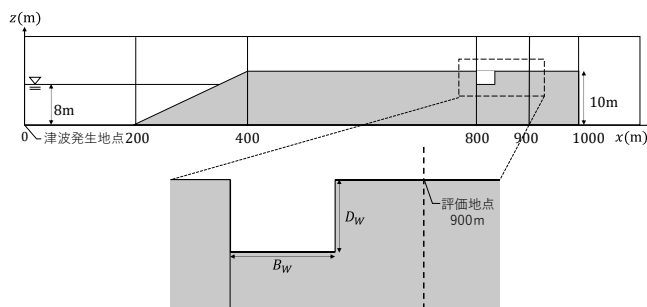


図-1 数値計算の用いた海岸地形の概要

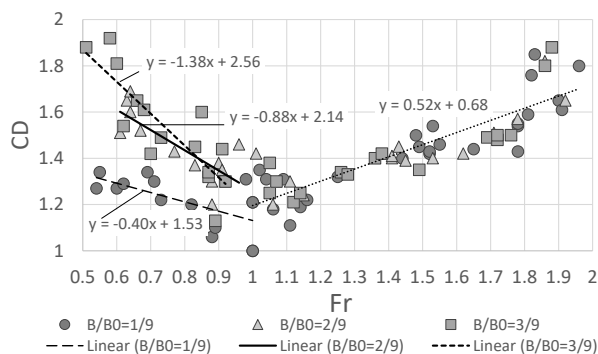


図-2 抵抗係数の近似 (桑村ら<sup>5)</sup> に加筆)

キーワード 掘り込み地形、津波、効力係数、フルード数

連絡先 〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学工学部 TEL 0985-58-7336

ている。これは、水底面の地形が変化していることにより、掘り込み地形周辺で水表面が変化していることが原因と考えられる。

どちらのケースにおいても掘り込み地形背後で流速が減少しており、水が掘り込み部に流れ込むことで、津波減勢効果を発揮しているといえる。Case-0の流速と比べると、津波到達初期での流速の差が大きく、津波到達後しばらくたっても、掘り込み構造がある場合は流速が小さいまま維持されている。津波到達初期はどのケースにおいても $Fr > 1$ 以上で射流のみの流れだが、時間が経過すると、掘り込み構造があるケースでは常流と射流が混在した流れとなっている。また、津波高が小さい条件では、射流と常流がより混在した流れとなった。

図-5と図-6に示すように、流体力は、掘り込み地形がある方が減少しており、特に、津波到達初期の流体力は大幅に減少している。流体力の変化を支配する流速が減少したことで、地形背後の流体力を減少させることができたと考察できる。また、Case1とCase2を比べると、Case2の方が流体力の減少率が大きく、掘り込み部の規模が大きいほど流体力を減少させる効果を発揮できるといえる。

#### 4. まとめ

本研究では、沿岸部の掘り込み地形による津波の減勢効果について数値波動水路を用いて考察した。沿岸部に掘り込み地形があることで、浸水深さは減少しないものの、津波到達時間が遅延しており、避難時間を確保することが期待できる。また、掘り込み地形背後の流速は、特に津波到達初期で減少しており、これにより、流体力も大きく減少する結果となった。これらの結果から、沿岸部の掘り込み地形は、地形背後の構造物に及ぼす被害を軽減することができると思われる。

#### 参考文献

- 1) 新美 達也, 川崎 浩司, 馬淵 幸雄, 長山 恒紀, 辻 貴仁, 大家 隆行, 松田 和人: 貞山運河による津波減衰効果に関する数値的検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.69, No2, pp.I\_211-I\_215, 2013.
- 2) 沿岸技術研究センター: CADMAS-SURF 数値波動水路の研究・開発, 沿岸開発技術ライブラリーNo.12, 2001.
- 3) 渡邊 峻, 三上 貴仁, 柴山 知也: 貞山運河の津波減衰効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.71, No2, pp.I\_301-I\_306, 2015.

- 4) 飯塚 秀則, 松富 英夫: 津波氾濫流の被害想定, 海岸工学論文集, 第47巻, pp381-385, 2000.
- 5) 桑原 仁: 氾濫流に建つ単独壁体の形状抗力と造波抗力, 日本建築学会構造系論文集, 第79巻, 大702号, pp1097-1106, 2014.

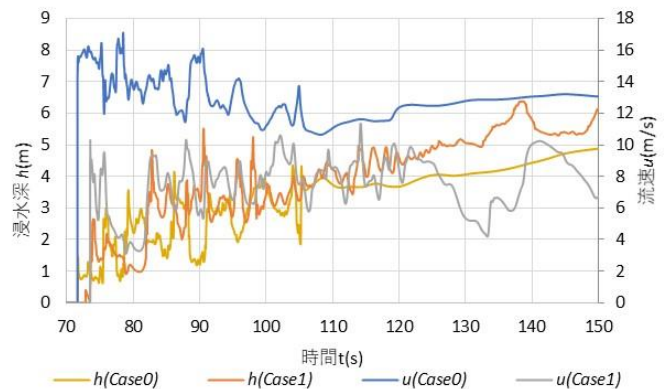


図-3 評価地点の流速と浸水深の変化 (Case-1)

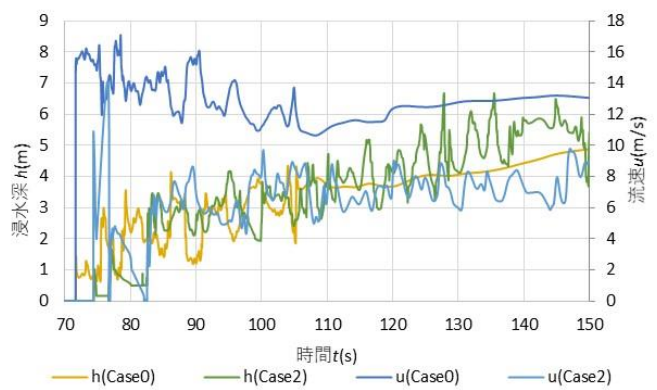


図-4 評価地点の流速と浸水深の変化 (Case-2)

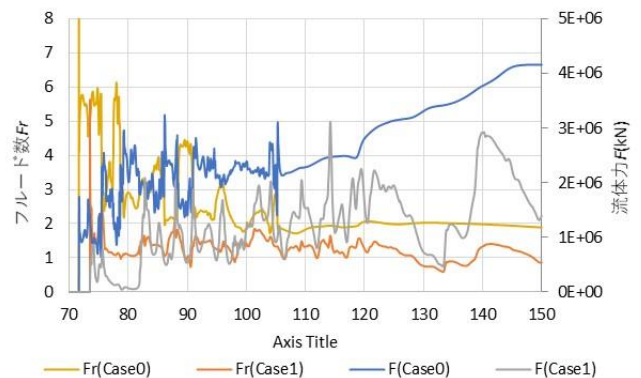


図-5 フルード数と流体力の変化 (Case-1)

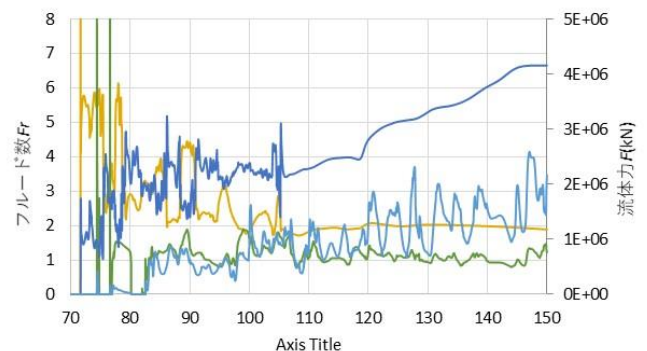


図-6 フルード数と流体力の変化 (Case-2)