

河口部の洪水疎通能力に対する砂州材料粒径の影響

日本工営株式会社 正会員 千田健一

はじめに わが国は、国土が山がちで、流域下流の沖積平野に人口と資産が集中している。このため河口部で十分な治水安全度を確保することは流域の安全上極めて重要である。一方河口部は、沿岸漂砂により河口砂州が生じやすく洪水流下断面が不足する場合が多いため、従来、導流堤の建設や河口部しゅんせつにより河積を静的に確保する対策が採られてきた。これらの工法は、河口部の治水安全度確保の面からは極めて有効であるが、一方で、①導流堤が漂砂系の連続性を破綻させ、汀線変化をもたらす。②河口断面が広くなった結果塩水遡上が起こりやすくなる。③建設に多大の費用を要す。など、環境と建設コスト上の課題をはらんでいる。

環境への影響を小さくし、対策コストを縮減する河口処理方法として、河口砂州フラッシュを利用する方法がある。これは、出水時の河口砂州フラッシュにより洪水流下に必要な流下断面を動的確保しようとするものであり、筆者が過去に担当した業務では、この手法を用いて計画高水に対する洪水流下能力を確保することが可能であった。しかしながら、その際の砂州構成材料は極めて細粒であったため、この手法を他の河口に用いていく場合、どの程度の粒径まで、同手法が可能か疑問であった。本報は、砂州フラッシュシミュレーションにより、河口砂州フラッシュにより河口流下断面が確保可能となる砂州材料粒径を把握しようとするものである。

数値計算法 砂州フラッシュシミュレーションは一次元で行う。計算は、流れの式と、砂の連続式、および流砂量式を連立させて解く¹⁾。流れの計算の支配方程式には、浅水理論を用いた。流砂量式には以前業務で使用して再現性が高かった、芦田・道上の式²⁾を用いた。支配方程式の時・空間方向の数値積分はリーブ・ブロック法で行った。

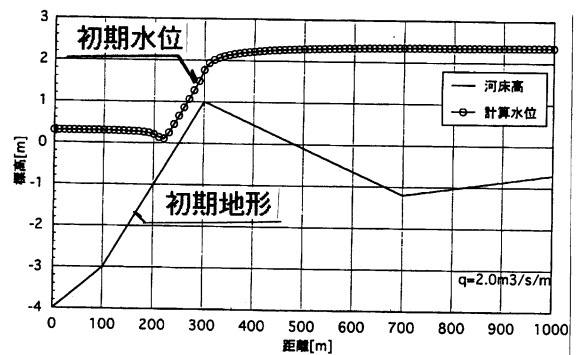


図1 初期地形および初期水位

計算条件 初期地形および水位条件を図1に示す。計算では、海側水位+0.3m、砂州高さ0.7m（海側水位より上の高さ）、砂州幅150m（海側水位より上の砂州の幅）とした。流量は、単位幅あたり $2.0\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ とした。数値積分の空間格子間隔は10m、時間格子間隔は0.5秒、マンニングの粗度係数は0.035とした。河口部の流れは、河道部では常流、砂州の海側では射流が生じ、河川流が海に突入する地点では跳水が生じる、典型的な常射流混在流である。このため、計算では流れの不連続点で数値振動等が生じ計算が破綻することが懸念された。しかしながら、図1の初期水面形によれば、跳水発生点で異常なギブス振動等は生じておらず、TVD-MacCormack法などの高精度の数値計算法³⁾は必要ないと判断した。

計算結果と考察 砂州構成材料の粒径を変え、砂州フラッシュが起こった場合の砂州の崩壊速度と水位低下に対する影響をシミュレーションによって調べた。砂州の粒径は、①波の静かな砂浜で見られる砂の粒径、②波の粗い砂浜で見られるやや粗粒の砂、③急流河川の河口で見られるレキ浜の粒径を想定し、各々①0.3mm、②1.0mm、③5.0mmとした。フラッシュ再現時間は、1時間とした。図2は、フラッシュ開始から10分おきの地形・水位プロファイルのシミュレーション結果である。粒径0.3mm(①内海の砂浜等に対応)では、フラッシュ開始1時間で、砂州頂部での水位低下量が約1.5m、同じく砂州崩壊量が標高で約1.5mであり、その結果砂州はほとんどなくなっている。このことから、内海海岸などの細粒の砂からなる砂州では、流量にもよるが、フラッシュのみで

キーワード 河口砂州フラッシュ、治水計画、河口処理計画、数値シミュレーション

連絡先 〒060-0005 札幌市中央区北5条西6丁目2番地 札幌センタービル 日本工営札幌支店

TEL 011-205-5521, Fax: 011-252-0343

かなりの洪水疎通能力が得られることがわかる。一方、粒径が1mmの場合(②)フラッシュ1時間後の砂州の高さは、海水位よりやや低い程度で、砂州の形が残ったままとなっている。距離900mにおけるフラッシュ1時間後の水位低下量は、約0.7mで、粒径が0.3mmの場合と比べると小さい。このような粗粒の砂からなる砂州では、フラッシュのみで洪水流下能力を確保することは難しく、治水安全度の確保のためには維持しゅんせつなど他の河口処理法の併用が必要と思われる。粒径を5mmとした場合(③)、フラッシュ後1時間経過しても砂州は、ほとんど崩壊せず、距離900mにおける水位低下量もフラッシュ開始から1時間で約0.4mと小さい(図3)。このことから、浜での河口閉塞に対しては、フラッシュによる洪水流下断面の拡大はほとんど期待できないことが分かる。

まとめ 河口砂州フラッシュによる河口部洪水流下断面拡大を河口処理計画に積極的に利用するため、砂州構成材料粒径の洪水疎通能力に対する影響を1次元の砂州フラッシュシミュレーションによって調べた。単位幅当たり流量を $2.0\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ 、フラッシュ継続時間を1時間とした、限られた条件での検討ではあるが、次のような結論がえられた。

- ①内海などの細粒の砂からなる砂浜では、砂州フラッシュのみによる洪水流下能力の確保できる可能性が大きい。この粒径範囲は、1mm以下である。
- ②外海に面した砂州では、洪水による砂州の崩壊速度が遅いので、砂州フラッシュの他に維持しゅんせつなどを併用する必要がある。この粒径範囲は、 $1\text{mm} < d < 5\text{mm}$ である。
- ③砂州構成材料粒径がセンチのオーダー(5mm以上)となると、砂州上を洪水がオーバーフローしても砂州はほとんど崩壊せず、砂州フラッシュによる洪水流下能力増はほとんど期待できない。

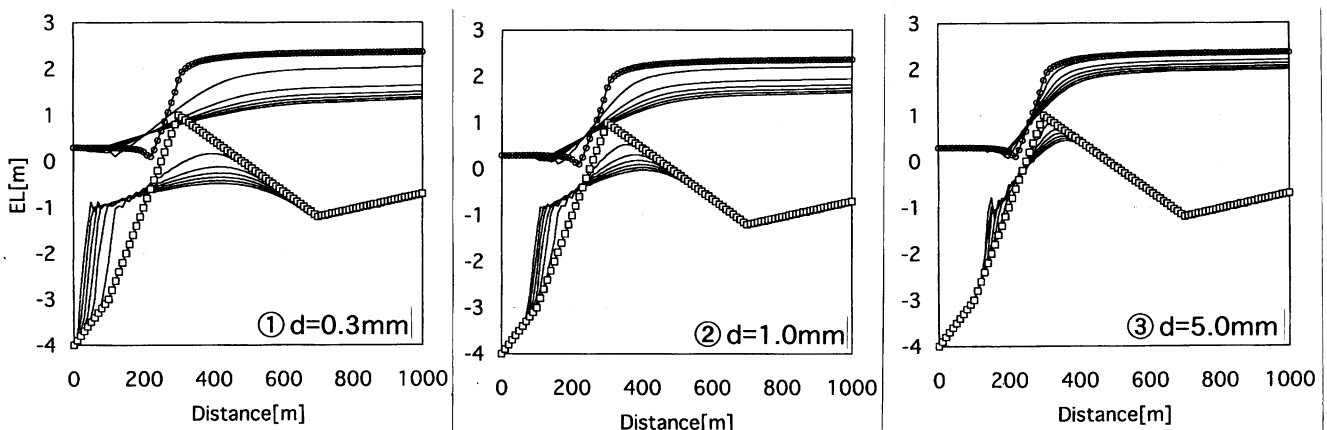


図2 粒径別水位・河床低下量(10分おきの水位・河床プロファイル)

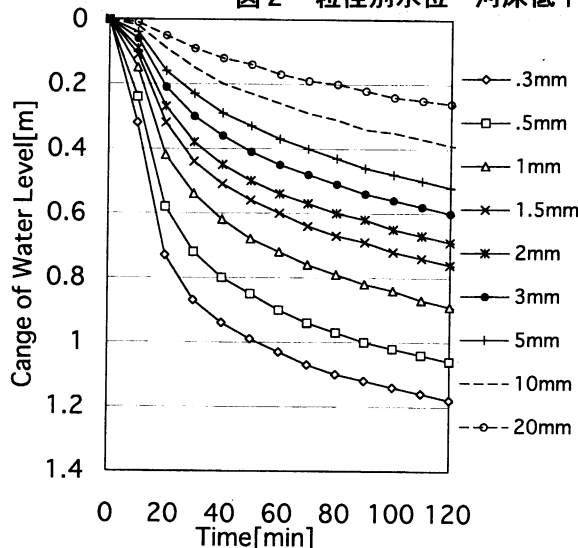


図3 粒径別水位低下量($x=900\text{m}$)

参考文献

- 1) 桑原・田中・佐藤・首藤(1996):洪水による河口堆積土砂侵食過程の数値シミュレーション、水工論文集、第40巻、pp953-958.
- 2) 芦田・道上(1972):移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究、土木学会論文集、第206号、pp59-69.
- 3) 千田(1996):TVD-MacCormack法による2次元ダムブレイクシミュレーション、土木学会第51回学術講演会概要集 第2部 pp276-278.