

II-155

堰上流部堆積砂の排砂へのV字型構造物による湧昇流の応用

国土総合建設(株)技術開発部 正員 深澤 薫

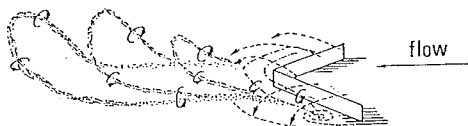
国土総合建設(株)技術開発部 正員 其阿彌喜嗣

芝浦工業大学工学部

正員 菅 和利

1. はじめに

流れの中にV字型構造物を設置すると強い上昇流が発生する。V字型の両端の下流側に剥離による強い渦が発生し、この両端の渦がV字の辺に沿って引き延ばされると共に、V字の頂点に向かって集中する越流によって下流側の上方に放出される。このように渦は引き延ばされることにより馬蹄形の軸をもつ渦が形成され、強く引き延ばされる渦の頭の部分の渦度が強くなる。両端に脚をもって伸びる渦軸の回転が、外側では下向き、内側では上向きのために、互いに上昇させようとする作用が働く。これによって強い上昇流を発生させると同時に、全体として鉛直の大きくて強い循環流を形成する。この上昇流はV字構造物に脚を有しており、構造物周辺の物質を上方に輸送させることができる。堰上流に堆積した砂をこの湧昇流を利用して浮遊状態にし、堰下流に輸送させることの可能性について検討した。堰上流での堆積によって下流域での河床の低下、海岸侵食など種々の問題を生じており、堆積砂を堰を越えて下流に輸送させることの意義は大きい。さらにこのV構造物による湧昇流の応用として、海岸での潜堤、離岸堤を沖側に広がったV字型の構造にすることにより、海岸線近くへの砂の輸送を増加させ、侵食防止機能を発揮させることが予測される。



V字構造物による湧昇流の様子

2. 実験装置及び実験の概要

実験では幅0.3m、長さ5mのガラス水路を用い、河床には高さ10cmの堰を設置した。河床に敷く石炭粉(粒径0.18mm、比重1.48)の厚さを変化させ、越える堰の高さと、構造物天端との相対高さを変化させた。設置するV構造物は、V字の変の長さで高さの比が3:1のときが湧昇効果が最も優れている結果を得ているので、長さ3cm高さ1cmの構造とした。

河床の石炭粉が移動しないように通水し、その後水深を下げて限界掃流力を僅かに超えた状態にする。その後に静かに構造物を設置すると局所洗掘が生じ、この洗掘された砂は湧昇流に乗って浮遊され堰下流に運ばれた。この様な実験を構造物の設置場所を変化させながら繰り返し、V字構造物での浮遊砂輸送距離を求めた。局所洗掘はある洗掘深に達すると停止し、浮遊砂輸送も無くなる。この状態からさらに掃流力を増して河床全体が掃流状態になるようにし、上流から洗掘孔に輸送された砂をV構造物の湧昇流で下流に輸送させた。下流に輸送された砂の量は、下流に設置した砂止めと堰の間に沈殿した量と考え、サイフォンで採取して乾燥重量を測定した。また堰上でサイフォンで取水し濃度分布も測定した。沈殿砂の採取は30分毎に実施し、30分間での平均として評価した。また、V構造物が設置されていない場合にも、堰での剥離渦によって堆積砂は下流に輸送されるので、この場合と構造物を設置した場合との比較からV字構造物の効果を検討した。構造物の堰からの位置、堰と構造物との相対高さが重要な要因であるので、できるだけ水量が同じになるように流れを再現して、それぞれの場合について実験を行った。

3. 結果及び考察

V字型構造物の湧昇効果を検討するために、河床を固定床として流れの測定を行った。図-1, 2, 3は銀粉をトレーサーにして流跡線を描き、流速の等高線を描いたものである。図の左下角がが構造物を設置

位置で、流れは左から右である。図-1は水平速度成分、図-2は鉛直速度成分、図-3は乱れ強度の等高線図である。水平成分の図では太線で囲んだ部分が流速の遅い部分を示し、鉛直成分、乱れ強度では太線で囲んだ部分が大きな値である。強い鉛直成分、乱れ強度の現れる領域は、広い範囲に広がっているが、その領域は構造物に脚を持った形をしている。この分布からも構造物周辺で巻き上がった砂がこの強い乱れによって、構造物の高さの20倍程度の距離までも運ばれる事が予測される。

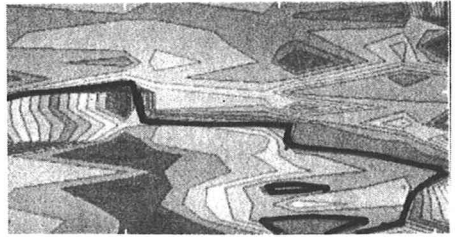


図-1 V字周辺の水平流速の空間分布

図-4, 5はV字構造物の変わりに半円球を設置した場合の構造物下流の鉛直速度成分と、レイノルズ応力の分布を示したものである。図中白く見える部分が値の大きな領域を示し、V字構造物と比べて、強い領域が構造物近くに限定されていることが分かる。この様にV字構造物によって生じる湧昇流は強く、再付着点がかかなり遠くに位置することからも、洗掘孔に運ばれた掃流砂を浮遊砂に変えて遠くまで輸送できることを示している。今回用いた石炭粉の沈降速度より大きい領域は、図-2の太線で囲んだ領域にほぼ相当していることから構造物高さの20倍程度離れた位置に構造物を設置しても、十分効果を発揮すると思われる。

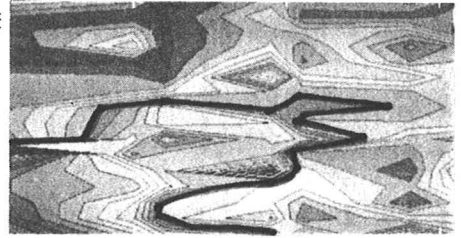


図-2 V字周辺の鉛直速度の空間分布

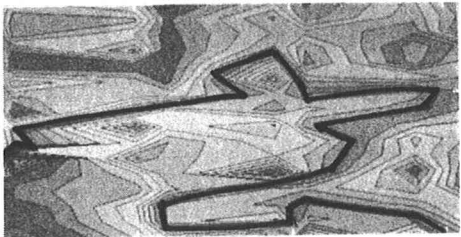


図-2 V字周辺の乱れ強度の空間分布

図-6, 7は構造物位置と堰下流に輸送された石炭粉の乾燥重量との関係を整理したものである。図-6は堰高構造物天端との相対高さが5cmの場合で、図-7は相対高さが3cmの場合である。設置位置0は構造物設置の無い場合である。相対高さが小さくなると多少輸送量は大きくなるが、実験の範囲では同程度であった。V字構造物を設置すると堰下流への輸送量が大幅に大きくなることが分かる。その効果は堰から構造物高さの30倍程度離れた地点に設置しても十分に期待できることを示している。



図-4 半球周辺の鉛直速度の空間分布

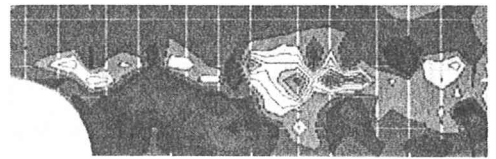


図-5 半球周辺のレイノルズ応力の空間分布

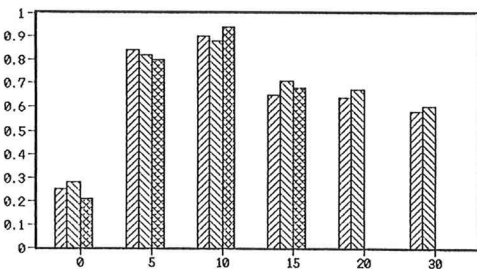


図-6 構造物設置位置と浮遊石炭粉量

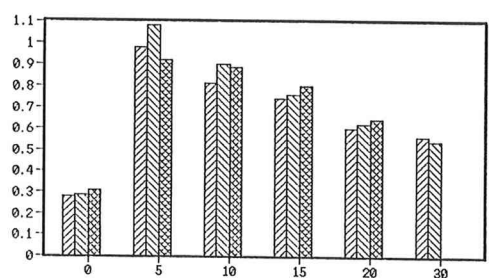


図-7 構造物設置位置と浮遊石炭粉量