

# 潜堤による濁り流出防止効果への法勾配の影響について

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○加藤 左京  
 日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

## 1. はじめに

浚渫土砂を用いた藻場や浅場の造成は、循環型社会の推進と海域循環造の両者の観点から有効な事業であるといえる。こういった藻場や浅場造成工事の施工には、予め潜堤で囲んだ海底に底開式の土運船から土砂を投入する方法が採られることが多い。藻場や浅場の造成に際して施行域を囲んで設置される潜堤には、投入土砂による施工区域外へ流出を低減させる効果も期待されているが、この効果について定量的に検討した事例は少ない。本研究では、潜堤の形状（法勾配）に着目し、これが施工区域外への濁りの流出量とどのような関係にあるかを密度流モデルによって検討する。

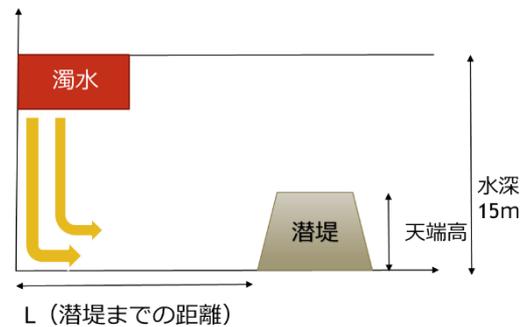


図-1 計算条件

## 2. 解析方法および検討条件

数値解析には鉛直 2 次元の密度流モデルを用いた。検討方法は図-1 の通り、含水比 140%の高濃度濁水を水深 15m の計算領域左上端から投入し、密度差によって沈降拡散した濁りが潜堤天端右端より右側へ流出した量を算定した。変化させる条件は、表-1 に示すとおり、潜堤の形状（法勾配）、潜堤の位置、潜堤の天端高の 3 種類であるが、潜堤の形状（法勾配）は 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 10:13 および直立壁の 6 通り、天端高は 5m, 7m, 10m の 3 通り、潜堤の位置、すなわち計算領域左端から潜堤の左側の法尻までの距離Lを 24m, 32m, 43m, 52m, 71m の 5 通りに設定して検討を行ったが、この中で法勾配による流出量の違いが比較的顕著であったパターン 6（表-1）に着目してとりまとめた。

表-1 ケース一覧

	ケース名	勾配	天端高 (m)	L (m)
パターン1	ケース0	1:1の潜堤	5m	24m
	ケース1	1:2の潜堤	5m	24m
	ケース2	直立壁	5m	24m
パターン2	ケース4	1:1の潜堤	5m	43m
	ケース5	1:2の潜堤	5m	43m
	ケース6	直立壁	5m	43m
パターン3	ケース8	1:1の潜堤	10m	32m
	ケース9	1:2の潜堤	10m	32m
	ケース11	直立壁	10m	32m
パターン4	ケース12	1:1の潜堤	10m	52m
	ケース13	1:2の潜堤	10m	52m
	ケース15	直立壁	10m	52m
パターン5	ケース20	1:1の潜堤	7m	52m
	ケース21	1:2の潜堤	7m	52m
	ケース23	直立壁	7m	52m
パターン6	ケース16	1:1の潜堤	10m	71m
	ケース17	1:2の潜堤	10m	71m
	ケース19	直立壁	10m	71m
	ケース24	1:3の潜堤	10m	71m
	ケース26	10:13の潜堤	10m	71m
ケース27	1:4の潜堤	10m	71m	

## 3. 解析結果及び考察

### 3.1 法勾配と流出量の関係

今回、法勾配を変えた検討を行った背景には、加賀ら(2016)の結果において、鉛直壁の場合、濁りの密度流が上向きに跳ね上げられることによって流出量が低減されているようにみえたという経緯がある。したがって、当初は、天端高が同じであれば鉛直壁の条件が最も小さな流出量となると予想された。図-2 は横軸を潜堤の斜面傾斜角  $\beta$ 、縦軸を濁りの流出量として整理したものであるが、予想に反し、急勾配の潜堤、すなわち傾斜角  $\beta$  が大きいほうが濁りの流出量が大きいという結果となった。

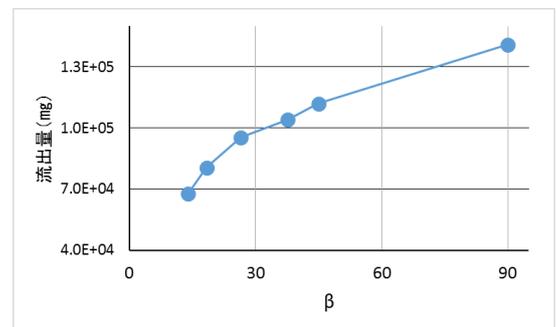


図-2 傾斜角  $\beta$  と流出量

キーワード: 潜堤, 法勾配, 密度流

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, kanayama@civil.ce.nihon-u.ac.jp

上記の結果について、数値解析で得られた濁水内部波の挙動に着目した検討を行った。図-3 および図-4 は、それぞれ表-1 におけるケース 16(法勾配 1:1 の潜堤)とケース 27(法勾配 1:4 の潜堤)の同時刻(投入から 13 秒後)における濃度分布図である。図-3(法勾配 1:1 の潜堤)では潜堤を駆け上がる濁水内部波は崩れる途中であるが、図-4(法勾配 1:4 の潜堤)の場合は濁水内部波の後方部が崩れて斜面を下り始めている様子がわかる。このような濁水内部波の挙動の違いが法勾配が緩やかな潜堤ほど濁りの流出量が少なくなることに結びついているものと考えられる。

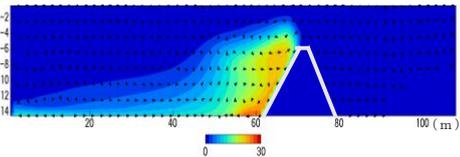


図-3 計算結果抜粋(法勾配 1:1)

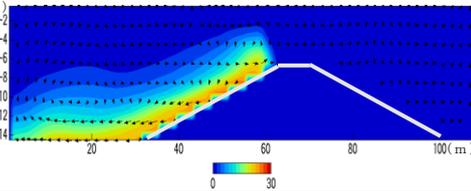


図-4 計算結果抜粋(法勾配 1:4)

### 3.2 波の打ち上げ高と対比した考察

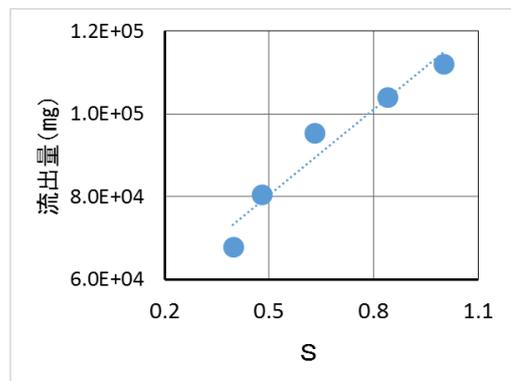
上記の現象について、斜面を遡る水の波と対比した考察を行う。一様勾配の斜面を遡上する波の打上げ高さ  $R$  の算定式は高田(1975)によって与えられているが、波が碎波している場合と非碎波の場合で表示式が異なる。図-3 と図-4 の計算結果をみると、ここで対象とする濁水内部波は碎波している状態にあると考えられるので、考察には高田(1975)の打上げ高さ算定式のうち碎波領域に対する式(1)を採用する。

$$R = \left\{ \left( \frac{\pi}{2\beta_c} \right)^{1/2} + \frac{h_0}{H} \right\} K_s \left( \frac{\cot \beta_c}{\cot \beta} \right)^{2/3} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 $\beta_c$  は碎波限界傾斜角、 $h_0$  は繰り返し押し寄せる波による水位上昇量、 $K_s$  は浅水係数、 $H$  は入射波高である。今回は、式(1)で与えられる  $R$  の傾斜角  $\beta$  への依存性の関数形を参考にすることとし、以下の式(2)で表されるパラメータ  $S$  を用いて濁り流出量の表示を試みる。

$$S = \left( \frac{1}{\cot \beta} \right)^{2/3} \quad \dots\dots (2)$$

図-5 は横軸を式(2)のパラメータ  $S$ 、縦軸を濁りの流出量として整理したものであるが、両者は比例に近い関係を示している。このように、潜堤を遡上・流出する濁り、濁水内部波を斜面を遡る水の波と関連づけて解釈することの出来る可能性がみられる結果となった。



## 4. まとめ

浅場造成工事などにおける潜堤による濁り流出低減効果について、濁水内部波の挙動を水の波の打上げ高さ算定式に対比した検討に基づき、法勾配という切り口だけからではあるが系統的な表示に結びつけることが期待できる結果を得ることができた。ただし、遡上波が碎波している場合に限定された条件設定であったため、非碎波となるようなケースが今後の課題として挙げられる。

## 参考文献

加賀 尚樹・金山 進(2016):潜堤による海上投入土砂の拡散防止効果について、平成 27 年度 土木学会東北支部技術研究発表会、II-98  
 高田 彰(1975):規則波の打ち上げ高および越波量の定式化について、第 22 回海岸工学講演会論文集、pp.377~386