

魚礁設置に伴う地形変動の領域について

大阪大学工学部 正員 横木 亨

鳥取大学工学部 正員 松見吉晴

1 まえがき: 多くの魚礁が設置される水域は底質が砂質であるため、たとえ底質が通常の移動限界流速に対して移動しない場合であったとしても、魚礁周辺の流速変動により魚礁周辺部に局所洗掘が生じる場合がある。この局所洗掘は魚礁の滑動転倒を誘発しなからうためには魚礁を地下埋没させて、魚礁としての機能を低減消失させる。しかしながら、このような魚礁周辺の地形変動においてもっとも大きな影響をもつ局所洗掘についてはその実態がわかりにくく報告されているにすぎず、その変形機構及び変動範囲については全く明らかにされていない。そこで本研究では局所洗掘機構の魚礁背後の流況特性と洗掘形態との関連性及び魚礁の有孔性が洗掘領域にどのような影響をも与えるかを実験的に明らかにし、魚礁周辺洗掘防止のための基礎資料を得ようとするものである。

2 実験装置及び方法: ニニではまず潮流による魚礁背後に形成される水平渦流による局所洗掘機構を検討することにした。実験は口字管振動流発生装置を使用し、魚礁モデルは立方体魚礁を二次元化した角柱モデル¹⁾を用い、その有孔性については無孔モデルを含めて計6種類の空隙率($\gamma=0, 43, 49, 56, 63, 80.6\%$)で行った。口字管底部には洗掘に伴う魚礁の滑動転倒といった複雑な現象を避けるため対象とする砂粒を一律にニス付けして粗度を与え、その上は一層に砂を敷きならした。この敷きならした砂は粒径 $d=0.033\text{mm}$ 、比重 $P_s=2.65$ の砂で、実験流速としては砂の移動限界より小さい $K-C$ 数 $=10\sim22$ 、Reynolds数 $=10^4\sim2\times10^4$ の範囲の3種類について行った。洗掘領域の範囲は目視により判定を行い、主流流速の測定には水素気泡法を用いた。なおニニで洗掘領域と称するものは一律に敷きならした砂の移動に伴って粗面の一部が露出した領域のことを示す。

3 実験結果 (a) 洗掘領域のパターンについて: 洗掘領域の形状は魚礁モデルの空隙率及び $K-C$ 数の変化に伴って図-1に示す2種類のパターンに分類できることが認められる。すなわち $\gamma=0\%$ 及び $\gamma\geq 56\%$ における洗掘領域は同図(a)に示すように一層だけであるが、 $\gamma=43\%$ のように比較的空隙率の小さい場合には(b)のように前後二層に分離する洗掘パターンを示す。なお $\gamma=49\%$ においては $K-C$ 数によって左右され、 $K-C$ 数の増大に伴って(a)から(b)のパターンへ遷移することから認められる。このように洗掘領域が2種類のパターンになることについては魚礁モデル背後の各渦流と密接な関係にあると思われる。そこで、その各渦流と上述の洗掘領域を結び付けるため、洗掘領域内の砂が動き出す時間位相より検討を行うことにする。図-2は各空隙率における砂の移動開始の時間位相 SN を示したものである。同図より $\gamma=0\%$ の

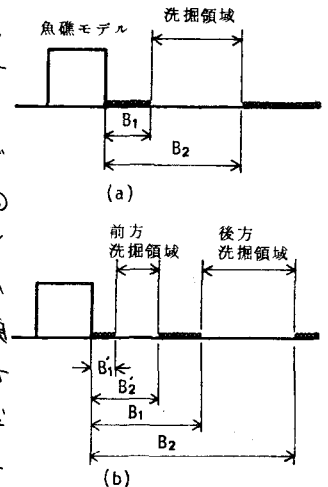


図-1 洗掘パターン

SN が $\gamma \geq 56\%$ の SN に比して遅い時間位相を示していることと後流渦領域が $\gamma \geq 56\%$ で上下二層に分離する結果を考慮すれば、 $\gamma = 0$ 及び $\gamma \geq 56\%$ の洗掘に対して同一の渦流が作用しているとは考えられない。すなわち $\gamma = 0\%$ の場合には、魚礁モデル背後の各渦流を模式的に示した図-3における卓越渦が作用していることは明らかであるが、 $\gamma \geq 56\%$ の場合には上述した流れ特性より図-3に示すように魚礁モデル孔口部より流出する流れによる渦流(II)に起因しているものと考えられる。一方 $\gamma = 43, 49\%$ の場合は、図-3より前方洗掘領域の SN_1 と後方の SN_2 との間に時間差が認められること及び SN_1 と SN_2 が夫々 $\gamma \geq 56\%$ と $\gamma = 0\%$ の SN に類似していることから、 $\gamma = 0\%$ と $\gamma \geq 56\%$ における洗掘現象が時間的、空間的に別々に生じたものと推定される。すなわち前方洗掘に対しては図-3の渦流(II)が作用し、後方洗掘は卓越渦に起因するものである。従って魚礁のような有孔性の構造物周辺の局所洗掘は空隙率によって起因する渦流の特性の相異によって左右されその解析も同一に取扱うことはできない。一般によく使用されている魚礁の空隙率が60%前後であることを考慮すると、洗掘防止工法としては特に魚礁孔口部で形成される渦流に対して行う必要がある。しかし魚礁周辺部に発生する縮流・鉛直渦流の影響についてはここではふれてないが今後検討すべき項目である。

(4) 洗掘領域の空隙率変化について： 上述したように魚礁周辺の洗掘は空隙率によって左右されることから明らかになったので、洗掘領域の空隙率変化に伴う変動を示したのが図-4である。図中 B_{21} , B_{20} はそれぞれ無孔及び有孔モデルにおける、洗掘領域までの魚礁後端からの距離(図-1を参照)である。同図には先に著者らが求めた卓越渦の循環の空隙率変化(F_2/F_0)も併記してある。この図より、 k - c 数は約11, 16における B_{21}/B_{20} は $\gamma = 43\%$ から急激に減少し、それ以上の空隙率に対してはほぼ一定値を示すようになる。このことは同程度の k - c 数における卓越渦の循環の変化とほぼ一致して両者の間に強い相関関係が認められる。一方 k - c 数は約21における B_{21}/B_{20} の値は、 $\gamma = 49\%$ の洗掘領域が前後二層に分離することから、 $\gamma = 49\%$ から急激に減少を示すようになる。以上のことから、後流渦領域が上下二層に分離する $\gamma \geq 56\%$ の魚礁モデルにおける洗掘領域に対しては空隙率変化に伴う影響が十分認められない。 <参考文献> 1) 榎本 亨・松見 吉博: 魚礁周辺の流れ変化について, 第35回環流, 2) 榎本 亨: 魚礁の洗掘特性について, 第28回環流, 81

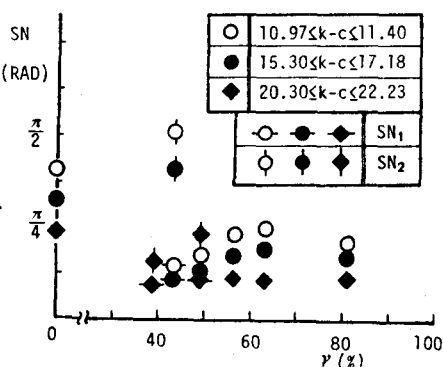


図-2 砂移動開始の時間位相

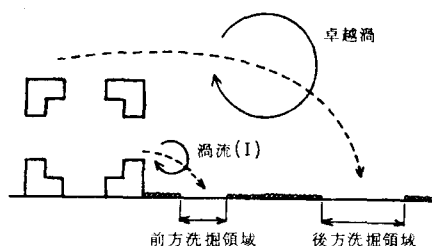


図-3 魚礁背後の渦流の模式図

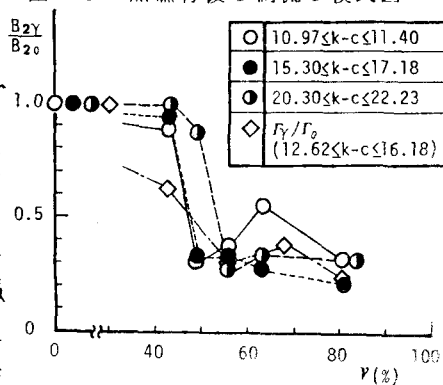


図-4 洗掘領域の空隙率変化