

波による没水着底物体の洗掘・埋没に関する実験的研究

名古屋大学大学院 ○ 金 俊 圭
 名古屋大学工学部 岩 田 好 一 朗
 名古屋大学工学部 水 谷 法 美

1. はじめに 人工魚礁、藻場造成用ブロック等は育てる漁業の魚場作りとして有力な手段であり、その需要は増えつつある。これらの没水着底式の構造物が設置される水域の底質は一般的に砂質の場合が多く、構造物周辺で生じる洗掘は構造物を埋没させるなど構造物の機能に影響を及ぼすことになる。このような洗掘は、構造物背後に生じる激しい渦流によるもので、移動限界流速以下の条件でも進行しうる¹⁾。一方、魚礁の集魚機構はいろいろあるが、魚礁の下流に発生する渦流、流影、上流の加速、滞流部、曲流部などの流れ環境もその一つである²⁾。したがって、洗掘防止と流れ環境を同時に考慮した魚礁の設計には、局所洗掘の進行にともなう周辺地形の変動とその範囲、構造物自体の挙動（埋没、傾斜、転倒）を把握しておく必要がある。しかし、これまでこれらに関する研究はあまり行われていないのが現実である。そこで、本研究で、幾何学的な特徴の異なる物体を使って規則波動場の移動床実験の結果にもとづいて構造物周辺の洗掘の機構と特性について検討し考察を加える。

2. 水理実験 実験を名古屋大学工学部土木工学科の片面ガラス張りの2次元水槽（長さ25m、幅0.7m、深さ0.95m）にサンドプール（長さ1.8m、幅0.7m、深さ0.2m）を設けて行った。使用した砂は $d_{50}=0.038\text{cm}$ の珪砂であり、サンドプールを設置するために先端に1/6勾配の斜面を持つ水平床を設置した。物体の幾何学的な形状による洗掘や埋没の特性を調べるために図-1に示すような同じ体積（ V_t ）を持つ三角柱、三角錐、直六面体、蒲鉾型、四角錐、屋根型および半球、円錐、円筒の模型を使用した。静水深（ h ）を50cmで一定とした。波高（ H ）10cmで周期（ T ）が1.0、1.3、1.5、1.8、2.0sの規則波を1時間作用させた場合と周期が1.0sで波高が10、13、15cmの波をそれぞれ1時間づつ連続して作用させた場合の2種類の実験を行った。最大洗掘深と物体の埋没（傾き）をポイントゲージで計測し、洗掘と堆積の形を写真とビデオの映像から解析した。また、物体底面と砂との接触の状況を実験後物体を取り除いて計測した。

3. 実験結果と考察 本報では、洗掘の状況、底面接触面積の減少の機構、物体の埋没状況について考察する。

洗掘・堆積の形 図-1に各物体に対する洗掘・堆積の平均的なパターンを図示する。一般に、波を作用させてから数分以内に基本的な洗掘のパターンが形成され、時間経過とともにその形が拡大・深化されていく。洗掘は隅角部の角度、波向との角度、角部の辺の傾きの程度、平面と曲面の有無により大きく変化し、特に渦の発生しやすい部分で著しいことがわかる。

最大洗掘深の変化 観察および写真・ビデオ解析の結果、最大洗掘深が発生する位置の経時変化は小さく、限られた範囲内に常に存在することが判明した。また最大洗掘深は波を作用させてから初期の短い時間内に急激に変化するが、その後変化は徐々に小さくなり、ついに安定状態と思われる状態となる。最大洗掘深は物体の形状や波向きにより変化するが、三角柱と直六面体の場合について最大洗掘深（ S_m ）とKC数の関係を図-2に例示する。同図より最大洗掘深がKC数の増加とともに増大し、渦が強くなるほど洗掘深が大きくなるといえる。なお、図中の λ は物体の代表長（ $V_t=\lambda^3$ ）である。

物体の埋没 埋没の一般的な様子として、隅角部にできた逆楕円錐型または逆半球型の洗掘領域に物体が徐々に入り込んで埋没していくことが観察から認められた。図-3は三角柱と直六面体について、埋没体積（ V_{sz} ）とKC数の関係を調べた例である。図面よりKC数の増大にともない埋没体積が大きくなることが明らかである。埋没の主な原因としては、洗掘による物体の中心移動や、底面の接触面積の減少による支持応力増加にともなう沈下、物体の傾きによる自体の滑りとこれによる荷重の集中等が挙げられるが、これを要因別に評価することは現状では非常に難しい。

底面接触面積の減少 物体の沈下の要因と考えられる底面接触面積の減少は物体耐波安定性にも大きく影響を及ぼすため、その機構を明らかにしておくことは重要である。図-4は、物体底面と砂面との接触面積の状況を示した一例である。実験によると底面接触面積の減少は、逆楕円錐型または逆半球型の洗掘の拡大・深化によるもの他に物体底面と砂面との間の隙間の拡大によるものが観察された。前者は物体の隅角部から生じた強い渦が物体底面の外縁からその中心の方への進入することによるもので、後者は物体前後の圧力差による激しい砂・水の往復流が隙間の中に発生しその隙間をさらに広げるためであることが観察された。この隙間は物体の沈下などの変位をともないながら中心の方へ進行し、そのため底面接触面積は徐々に減少する。この現象は、程度の差はあるものの底面が円形でない全てのケースで認められた。接触面積が小さくなると物体が沈んで隙間は一時的にほとんどなくなるが、同様の現象が繰り返されて徐々に物体の埋没が進行する。このように砂面と物体底面との間に発生する往復流は物体の沈下に影響を及ぼすことが明らかとなったが、この発生機構などの詳細については今後さらに検討が必要である。

4. おわりに

以上、没水着底物体の洗掘・埋没について検討を加えてきた。そして物体背後に形成される渦の他に物体と砂面の間に生じる往復流が重要な影響を及ぼすことが明らかとなった。今後これらの発生機構とその定量的な評価手法について検討を加える所存である。

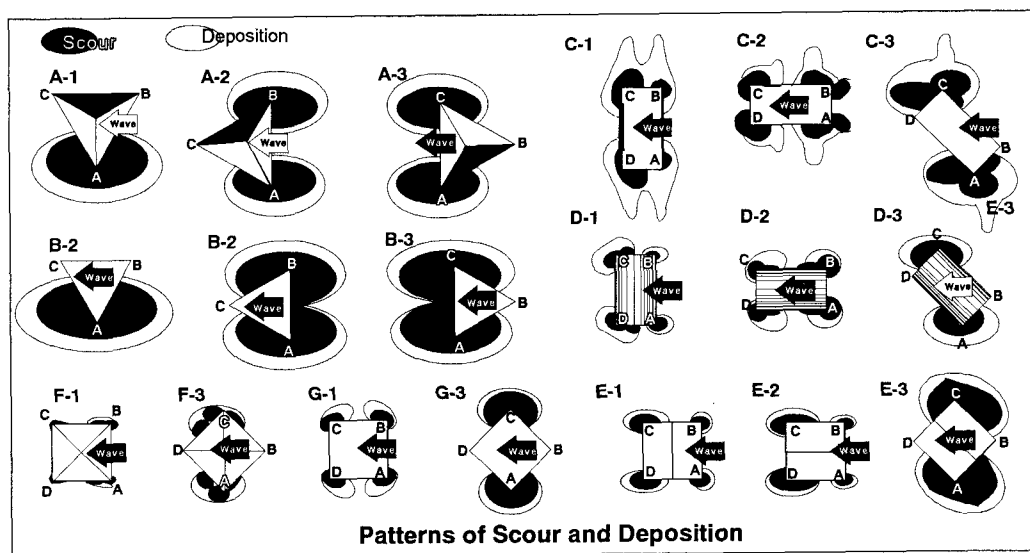


図-1 洗掘・堆積の平均的なパターン

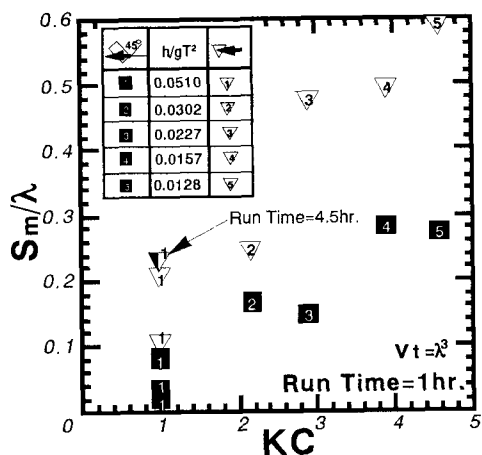


図-2 埋没体積の変化：三角柱と直六面体の場合

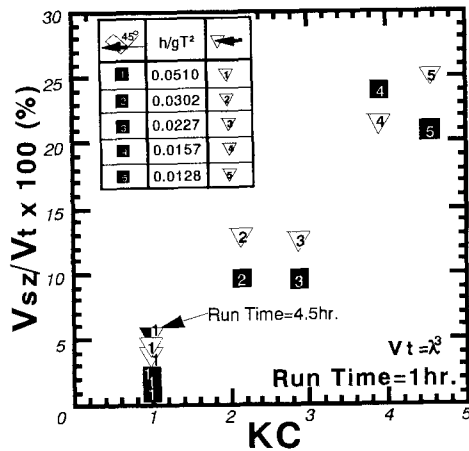


図-3 最大洗掘深の変化：三角柱と直六面体の場合

参考文献 [1] 榎木亨、松見吉晴、北口雅章：魚礁周辺の局所洗掘とその対策工法について、第31回海岸工学講演会論文集、pp.345-349、1984 [2] 中村充：人工魚礁の構造・設計、水産土木、vol11 No.1, pp.13-17, 1974 [3] 久宝啓作：人工魚礁の洗掘沈下に関する実験的研究、水産土木、vol23 No.1, pp.1-6, 1986 [4] 工藤基善、内田為彦：日向灘中部沿岸の人工魚礁潜水調査結果、水産土木、vol17 No.2, pp.9-16, 1981 [5] セメント業会海洋開発専門会：引き上げたコンクリート魚礁の調査、セメント・コンクリート、No.401, pp.8-15, July 1980

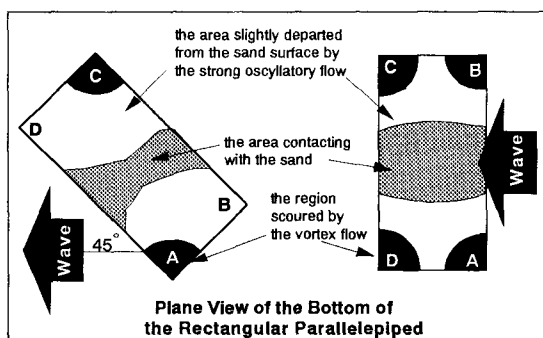


図-4 物体の底面接触面積の減少の模式図：直六面体の場合