

砂質海底上に設置された人工魚礁周辺の洗掘に関する実験的研究

名古屋大学工学部 正会員 水谷 法美
 名古屋大学大学院 ○ 神野 夏樹
 名古屋大学大学院 学生員 金 俊圭
 名古屋大学工学部 フェロー 岩田好一朗

1.はじめに

浅海域の砂質底面上に設置された魚礁の周辺では、底面近傍での水粒子運動による砂移動のため、局所洗掘が生じ、さらにそれにともなう魚礁の沈下・埋没が起こり、魚礁の機能維持の大きな障害となっている。本研究では、その対策工法を考究するための基礎として、魚礁周辺の洗掘の実態について、水理模型実験による計測にもとづいて検討を加えたので、その結果について報告する。

2.水理模型実験

実験を2次元造波水槽(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0.15m)を有する水平床を設置して行った。使用した砂の粒径は $d_{50}=0.038\text{cm}$ である。魚礁の形状として、一辺の長さ $\lambda=8\text{cm}$ の立方体を採用し、空隙率 γ を0%と67%(フレーム型)の2種類変化させた。静水深(h)を40cmとして、周期 T を1.0, 1.4, 1.8sの3種類、波高 H を洗掘が発生する最小の波高から碎波するまで数種類変化させ、模型の向きを入射波に対して0度と45度の角度となるよう2種類変化させた。実験では、所定の波を約1時間作用させ、造波終了後、水を抜き、構造物を取り除いた後、レーザー変位計を使って魚礁周辺の底面地形を計測した。

3.実験結果およびその考察

(i)構造物周辺の地形変化特性：図-1.1～図-1.4に、それぞれ波作用後の構造物周辺の地形の代表的な等深線図の例を示す。なお、洗掘状況をより明確に示すため、0cm以下の等深線のみ示してある。入射波はx軸の負から正へと進行し、図中の点線はそれぞれ構造物の設置した位置を示す。まず、波向きが0度の場合、図-1.1より、空隙のない不透過な構造物周辺では、4つの隅角部で逆円錐形の洗掘が発生しているのがわかる。一方、空隙のある透過な構造物では、図-1.2に例示したように、図-1.1の場合とは若干異なり、4つの隅角部での洗掘の他に空隙の内部でも洗掘が認められる。なお、図には明記していないが、洗掘以外の場所では、空隙の内部でも砂の堆積が認められた。

不透過な構造物の場合、波向きが45度になると、図-1.3から明らかなように、側方の2つの隅角部で逆楕円錐形の洗掘が発生しているが、前後の隅角部では洗掘が見られない。また洗掘の深さ、規模とも遥かに大きくなっているのが認められる。しかし、図-1.4に例示してある透過な場合は、45度の波向きに対しても、不透過な構造物では洗掘が発生していなかった前後の隅角部でも洗掘が発生している。また、図-1.2と同様に明記されていないが、空隙の内部で洗掘だけでなく砂の堆積が認められる領域もある。

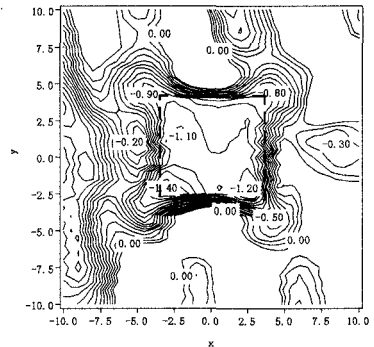


図-1.1 等深線図 (不透過0度・ $T=1.4\text{s}$ $H=14\text{cm}$)

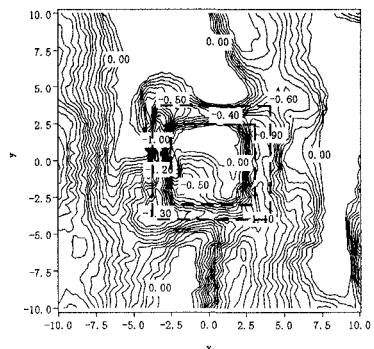
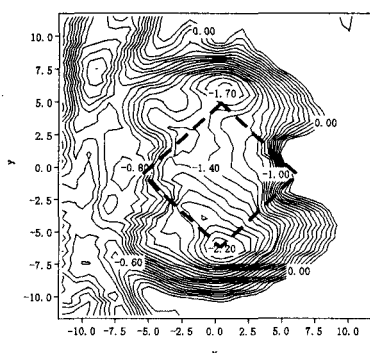
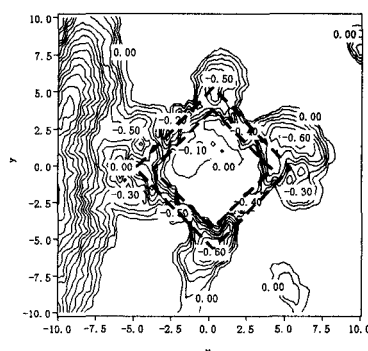


図-1.2 等深線図 (透過0度・ $T=1.8\text{s}$ $H=14\text{cm}$)

図-1.3 等深線図 (不透過 45度・ $T=1.4s$ $H=14cm$)図-1.4 等深線図 (透過 45度・ $T=1.4s$ $H=14cm$)

可視化実験で流況を観察した結果、洗掘は渦が発生する隅角部で発生しており、渦と密接な関係にあると言える。特に図-1.3では洗掘が発生していない不透過な構造物の前後の隅角部では、渦が発生していないことから渦と洗掘とが密接な関係にあることが認められる。透過な構造物の場合、空隙内にも渦を含む複雑な流れが存在しており、洗掘・堆積の両方が生じていると考えられる。ただし、渦の発生は垂直部材周辺に限られ、また不透過の場合とは異なり規模も小さいため、洗掘の規模も小さくなっていると言える。

(ii)最大洗掘深の変化：図-2.1と図-2.2は、それぞれ波向きが0度の場合と45度場合の最大洗掘深(h_{max})とK-C数($=U_m T/\lambda$, U_m :底面最大流速)の関係を示したものである。図-2.1より、波向き0度の場合、全体的に最大洗掘深はK-C数の増加とともに大きくなっている。つまり、渦が大きくなるにしたがって洗掘が大きくなるといえる。ただし、不透過($\gamma=0\%$)の場合、あるK-C数の範囲では、最大洗掘深が小さくなる傾向が確認できる。このK-C数の範囲は水深波長比により変化するため、渦の規模と発生個数の組み合わせにより渦の強さに変化が生じ、そのため生じる結果であると推察されるが、詳細はさらなる可視化実験と数値解析による検討が必要である。図-2.2に示した波向き45度の場合、特に不透過な構造物の場合、渦の発生が単純なためか図-2.1のような現象は見られず、K-C数の増加と共に単調に最大洗掘深も大きくなっている。

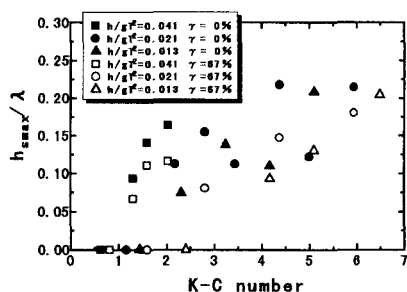


図-2.1 K-C数と最大洗掘深の関係 ～波向き0度～

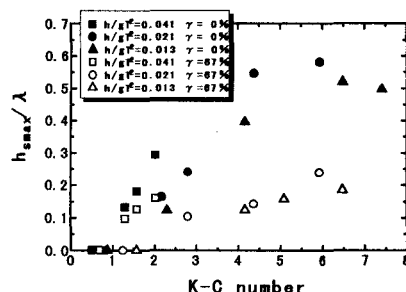


図-2.2 K-C数と最大洗掘深の関係 ～波向き45度～

4.おわりに

以上、本研究では、透過な構造物と不透過な構造物周辺の洗掘状況について、流況と関連づけて検討を加えた。その結果、渦の規模と洗掘とは密接な関係があることを確認した。しかし、本研究では定量的な結論を得るには至っておらず、さらなる検討を行う必要がある。最後になるが、本研究を行うにあたり、(財)鹿島学術振興財団より助成を得た。ここに記して感謝の意を表する次第である。

《参考文献》

榎本亨・松見吉晴・北口雅章(1984): 魚礁周辺の局所洗掘とその対策工法について, 海岸工学論文集 pp345-349