

複数の大口径円筒構造物周辺の局所洗掘の発生箇所について

名古屋大学大学院 学○金 昌 濟 学 安部 智彦
名古屋大学工学部 学 真田 武 正 岩田 好一郎

1. はじめに：従来、構造物周辺の局所洗掘に関する研究は、防波堤前面のような2次元構造物あるいは単円筒構造物を中心として行われてきたが、その発生箇所など未解明のところも多い。著者らは、複数の大口径円筒構造物を対象とし、構造物の耐波安定上最も重要な箇所である構造物周辺のごく近傍の局所洗掘の発生位置、極大洗掘深の発生位置などを既に明らかにした^{1) 2) 3)}。本研究は、大口径の単円筒構造物、二基、三基の円筒構造物に波が直角入射する場合の構造物周辺の局所洗掘の発生箇所を実験的および解析的な面から考究しようとするものである。

2. 水理実験と解析方法：昨年度の実験結果^{1) 2) 3)}を用いて解析を行った。わきだし分布法から求められた底面流速を用い、境界層内の x , y 方向のラグランジュ質量輸送速度 $\bar{u}_L, \bar{v}_L$ を求め⁴⁾、入射波の進行方向 (x 方向) のラグランジュ質量輸送速度の空間勾配 $\partial \bar{u}_L / \partial x$ を式 (1) のように算定した。

$$\frac{\partial \bar{u}_L}{\partial x} = \frac{1}{4\omega} \text{Re} \left\{ F_5 \left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \frac{\partial U_0^*}{\partial x} + U_0 \frac{\partial^2 U_0^*}{\partial x^2} \right) + F_6 \left(\frac{\partial V_0}{\partial x} \frac{\partial U_0^*}{\partial y} + V_0 \frac{\partial^2 U_0^*}{\partial x \partial y} \right) + F_7 \left(\frac{\partial U_0}{\partial x} \frac{\partial V_0^*}{\partial y} + U_0 \frac{\partial^2 V_0^*}{\partial x \partial y} \right) \right\} \quad (1)$$

$$F_5 = -8i \exp^{-(1-i)\xi} + 3(1+i) \exp^{-2\xi} - 3 + 5i$$

$$F_6 = -4i \exp^{-(1-i)\xi} + (1+2i) \exp^{-2\xi} - 1 + 2i$$

$$F_7 = -4i \exp^{-(1-i)\xi} + (2+i) \exp^{-2\xi} - 2 + 3i$$

ここに、 (x, y) は直交座標、 (U_0, V_0) はそれぞれ x, y 方向の境界層外縁流速の振幅、 $*$ は共役複素数、 ω は角周波数、 Re は実数部、 i は虚数単位、 $\xi = z / \delta$ 、 z は上向きを正とする底面からの鉛直距離および δ は境界層の厚さで、 y 方向の質量輸送速度の変化 $\partial \bar{v}_L / \partial y$ は小さいとし、無視した。

3. 実験結果および考察：図-1 は2円筒周辺の境界層内のラグランジュ質量輸送速度の分布である。図中、 L は波長、 H_1 は入射波高、 α は入射角度、 e_1 は円筒間の外壁間隔および D は円筒の直径である。円筒間の向かい合う側の質量輸送速度は円筒間の外側のそれより大きく、円筒前面と後面周辺の質量輸送速度は小さいことがわかる。ところで、式 (1) の質量輸送速度の空間勾配は、洗掘と堆積の状況とよく対応していることが既に明らかになっている²⁾。すなわち、 $\partial \bar{u}_L / \partial x$ が正のとき洗掘、逆に $\partial \bar{u}_L / \partial x$ が負のとき堆積が生じる。そこで、この結果を使って2円筒、3円筒および単円筒の場合の洗掘状況の実験結果と式 (1) の計算結果より求めた洗掘状況を比較した結果を図-2～4に示す。図中に、実線は実験結果、点線は計算結果、 Sexp および Dexp はそれぞれ実験の場合の洗掘と堆積、 S および D はそれぞれ計算の場合の洗掘と堆積、 d_{50} は底質の中央粒径、 e_2 は円筒IIと円筒IIIの円筒外壁間の間隔である。いずれも実験結果と計算結果との対応はかなりいい。

4. おわりに：境界層内のラグランジュ質量輸送速度の空間勾配を用い、大口径円筒構造物周辺の地形変化の定性的な評価を行った。今後、円筒構造物周辺の地形変化の定量的評価について詳細に論議していく所存である。

<参考文献>1) Kim C., K. Iwata(1993):Local scouring around two large circular cylinders in wave field, Proc. XXV IAHR, vol.3, pp. 159~166. 2) 岩田好一朗・金 昌済・安部智彦(1993):二基の大口徑円筒構造物周辺の地形変化に関する研究, 海岸工学論文集, 第40巻, pp. 526-530. 3) 岩田好一朗・金昌済・安部智彦(1993):大口徑の3円筒構造物周辺の局所洗掘に関する一考察, 第48回年次会, pp. 936-937. 4) Carter, T.G., P.L.F.Liu and C.C.Mei(1972):Mass transport by waves and offshore sand bed forms, J. of wat erways, Harbours and Coastal Eng. Div., ASCE, Vol. 99, pp.165-184.

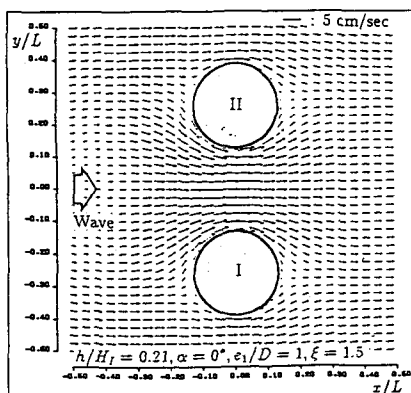


図-1 2円筒周辺の質量輸送速度

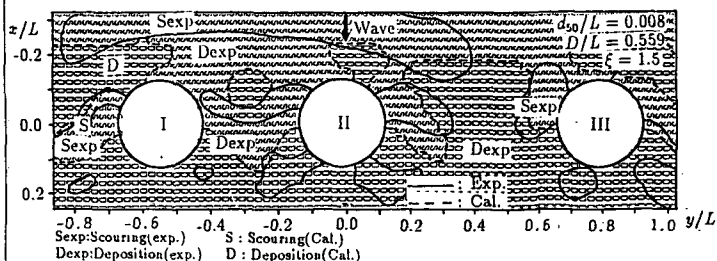


図-3 実験結果と計算結果(3円筒)

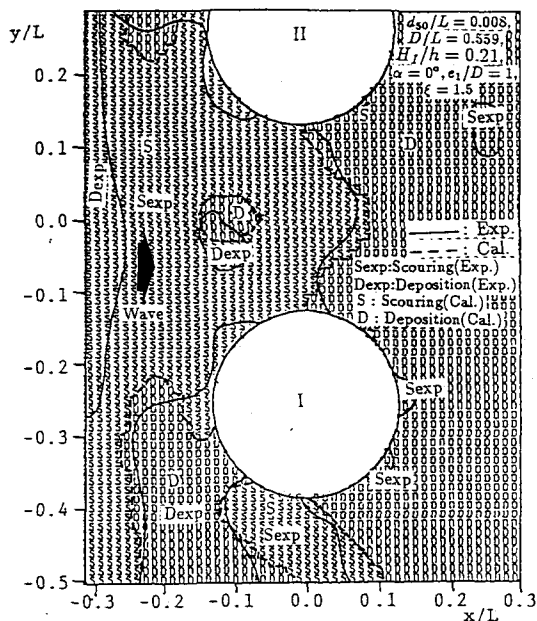


図-2 実験結果と計算結果(2円筒)

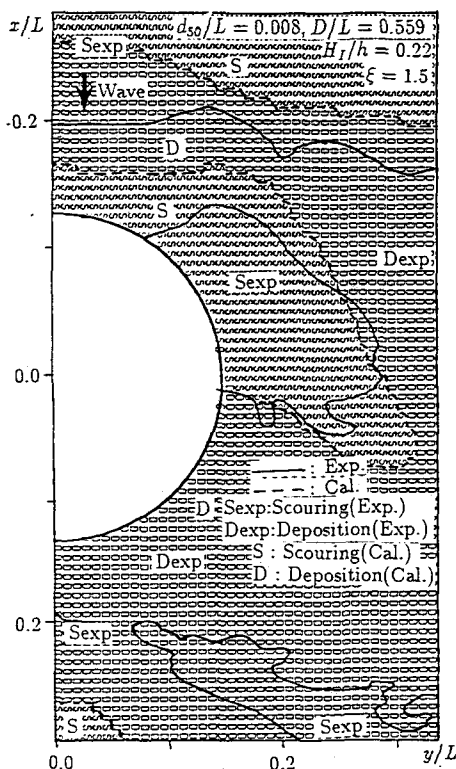


図-4 実験結果と計算結果(単円筒)