

コンクリート半球ブロック基礎の抵抗係数に関する実験的研究（その2）

福井工業大学 工学部 フェロー会員 松並 仁茂

1. まえがき

混成式防波堤や海岸護岸に波が作用すると捨石基礎内に流れが生ずるが、この流れの大きさによっては、その下にある海底地盤の土砂が洗掘され、さらに、これが上部の捨石基礎を沈下させ、やがてはケーソンブロックやコンクリート護岸の沈下におよび倒壊させることもある。このような災害が21%あると報告されている。しかるに、海底地盤の底床砂の安定や洗掘についての研究はほとんど行われていなかったといえる。

そこで、海底地盤の底床土砂の安定度が検討できるような研究を行ってきたのであるが、実験の範囲が小さく残された問題も多くあった。そこで、捨石基礎に代えてコンクリート半球ブロック基礎を作成し、実験範囲の拡大を計ることとした。今回は、捨石基礎内の流れに対する抵抗係数についての実験結果と追加実験を併せての報告と、さらに、コンクリート真球ブロックが多層の場合の抵抗係数についても報告する。

2. 捨石基礎内の流れに対する抵抗係数

捨石基礎内の流れに対する研究としては、B. Le Méhauté の論文とその中に報告されている Dauphin 水理実験所での M. Cohen de Lara の実験があげられる。すなわち、損失勾配 $\Delta H / \Delta S$ と捨石基礎内の平均流速 U (cm/sec) の間においては式 (1) によって表し、さらに、抵抗係数 ξ は式 (2) に示すように、間隙率 n と乱れ (Re : レイノルズ数) の関係によって表すものとしている。

$$\frac{\Delta H}{\Delta S} = i = \xi \frac{U^2}{2gd} \quad \dots (1)$$
$$\xi = C(Re) \cdot f(n), \quad Re = \frac{Ud}{\nu} \quad \dots (2)$$

ここに、 ΔH : 損失水頭 (cm)、 ΔS : 流路長 (cm)、
 d : 捨石の平均粒径 (cm)、 ν : 動粘性係数 (cm²/sec)
である。さらに、Lara は径 20 cm の捨石の実験を行い
 $f(n) = n^m$, $m = -0.5$ を提示し、このときの $C(Re)$
の結果を図-2 の曲線のように示した。

3. コンクリート半球ブロック基礎の抵抗係数の実験結果

コンクリート半球ブロック基礎の抵抗係数の実験は、本学の水理実験室にある幅30cm、高さ30cm、長さ8mの水平水路を用いて行った。実験用のコンクリート製の半球ブロックは、直径30, 20, 15, 10, 7.5, 4cmの6種類であり、これらの半球ブロックはいずれも木板に正方形配置に固定したので、充填方法としては単純立法型と呼ばれるものになっている。

(1) コンクリート半球ブロック基礎内の流れを浸透流として取扱う場合

コンクリート半球ブロック基礎内の流れを浸透流として取扱う場合の抵抗係数の実験結果は、式 (1) と

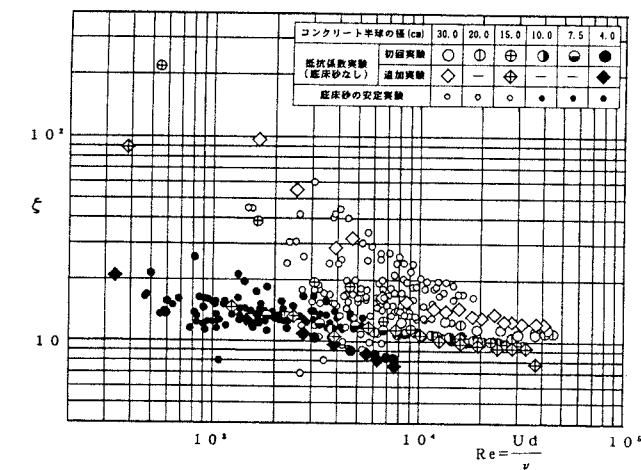


図-1 半球ブロック基礎の抵抗係数 ξ

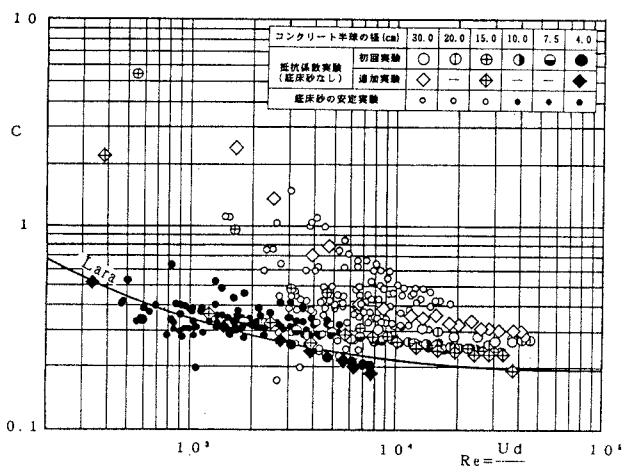


図-2 半球ブロック基礎のLaraの係数C

式(2)に従うものとして図-1に示した。実験の範囲は $500 < Re < 50,000$ と12倍に拡大された。しかし、抵抗係数の値は捨石基礎の場合の0.3程度であり、かなりな違いがあることが分かった。その主な理由としては、捨石とコンクリート半球ブロックの充填の違いと間隙率の違いによるものと思われる。一方、これらの実験と比較したものが図-2であるが、Laraの係数Cは実験値の最小値を通るものとなっている。

(2) コンクリート半球ブロック基礎内の流れを真の流として取扱う場合

捨石透水体が球体により単純立方体に充填されている場合については、すでに報告した。これが本実験のように、コンクリート半球ブロックが一層であり、この基礎が矩形水路に設置されているとき、その流れを真の流として取扱う場合について、前と同様に求めると、次のような関係式を得る。

$$R_h = \frac{\alpha(2-\pi/3)N}{4+(8+\pi)N} \cdot d, \quad d_h = 4R_h \quad \dots (3)$$

$$\xi_{oh} = \frac{4\alpha(2-\pi/3)N}{4+(8+\pi)N} \cdot n^2 \xi = F(Re_{oh}) \quad \dots (4)$$

$$Re_{oh} = \frac{4\alpha(2-\pi/3)N}{4+(8+\pi)N \cdot n} \cdot Re \quad \dots (5)$$

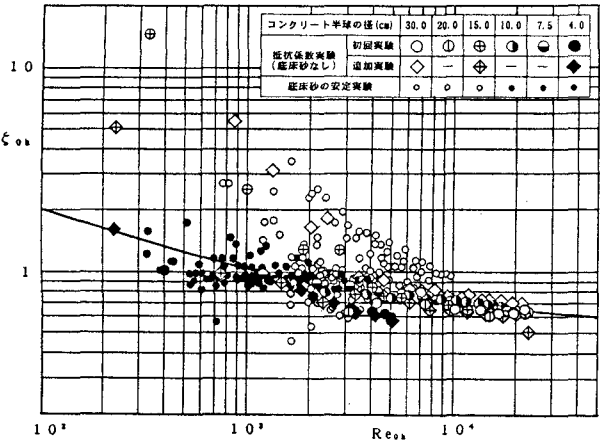


図-3 半球ブロック基礎で真の流れの場合の抵抗係数 ξ_{oh}

ここに、 R_h 、 ξ_{oh} 、 Re_{oh} ：コンクリート半球ブロック基礎の動水半径（径深に当る）と抵抗係数およびレイノルズ数、 α ：流れの乱れに対する補正係数、 N ：コンクリート半球の横並び個数、 n ：間隙率 $n = 1 - \pi/6$ である。実験の結果はこれらの3式において、 $\alpha = 1$ として取まとめ図-3に示したが、同一実験値の図-1に示した結果より、分散の度合いが少なく、まとまりがよいことが分かる。すなわち、ここでは、「真の流れにおいて、動水半径を用いて整理した方が、実験の状況をよく説明している。」といえる。

4. コンクリート真球ブロック基礎の抵抗係数

コンクリート半球ブロック基礎の抵抗係数から、真球ブロックの抵抗係数を求めるには、動水半径を介して求めることができる。図-3に描いた曲線は実験結果の代表値と考えると、コンクリート真球ブロック基礎の抵抗係数の実験式は次式のようになる。

$$\xi_{os} = \frac{1.0}{Re_{os}^{0.4}} + 0.45 \quad \dots (6)$$

この式はブロックが一層の場合のものであるので、次の式(7)によって任意の層数の場合の換算係数を求めれば所要の層数の抵抗係数を得ることができる。

$$\frac{\xi_{os}}{\xi_{os1}} = \frac{(2+m\pi)}{m(2+\pi)} \quad \dots (7)$$

5. おわりに

コンクリート半球ブロック基礎内の流れに対する抵抗係数について、動水半径を用いて解析したが、これが実験状況をよく説明していることが確かめられた。ここではさらに、コンクリート真球ブロックの抵抗係数を求めた。これらのことから、一般に用いられている捨石基礎の普遍的な抵抗係数を求めるための十分な手がかりを得たと考えている。

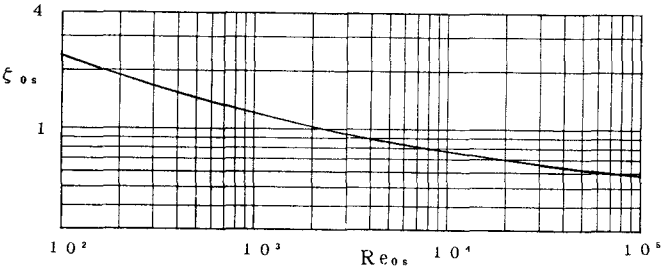


図-4 真球ブロック基礎の抵抗係数 ξ_{os}

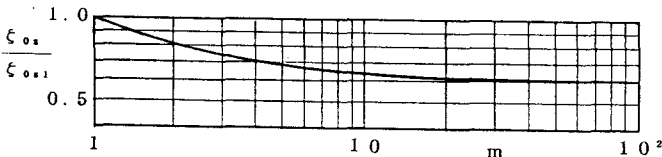


図-5 一層と多層の抵抗係数比