

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

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、外側と内側の圧力差によって捨石基礎内に流れが生ずる。これによって、その下にある海底地盤の土砂が不安定になり、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。しかし、このような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いといえる。

ここでは、一般の海底地盤の底床土砂の安定度が検討できるよう研究を行ってきたのであるが¹⁾、実験範囲が小さく残された問題も多い。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にした。今回はそのうちの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を報告する。

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¹⁾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。

$$\frac{\Delta H}{\Delta S} = \xi \frac{U^2}{2gd} = F(Re) \quad \dots (1)$$

$$\xi = C(Re) \cdot f(n), \quad Re = \frac{Ud}{\nu} \quad \dots (2)$$

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 (cm^2/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-3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

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。実験装置の概要は図-1と表-1に示すが、この一連の実験のために作った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、長さ60cm、幅30cm、厚さ1.4cmの木板に木ねじと合成ゴム系接着剤により密着結合した。コンクリート半球の製作は、まず、油粘土で半球の原形を作り、これにソフラン系のプラスチックの合成液を注ぎ込み半球の外型枠を作った。この外型枠の中にコンクリートモルタルを打ち込み、脱型、養生を経て、表面仕上げを行った。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となった。

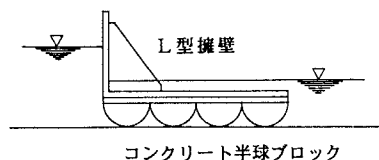


図-1 実験装置の概要

表-1 コンクリート半球ブロック

コンクリート半球の径	(cm)	30.0	20.0	15.0	10.0	7.5	4.0
半球の横並び個数	個	1	1	2	3	4	7
水 路 幅	(cm)	30.0	20.0	30.0	30.0	30.0	28.0
半球の縦並び個数	個	2	3	4	6	8	15

4. コンクリート半球ブロック基礎の抵抗係数の実験結果

(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) と式 (2) に従うものとして図-2に示した。実験の範囲は $500 < Re < 50,000$ と大幅に拡大された。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、かなりの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 Lara の係数Cと比較したものが図-3であるが、一致しているとはいえないが、よく似た結果となっているといえる。また、Lara の提案した $f(n) = n^m$ において、 $m = -5$ とすることの妥当性を本実験においても確かめることができた。

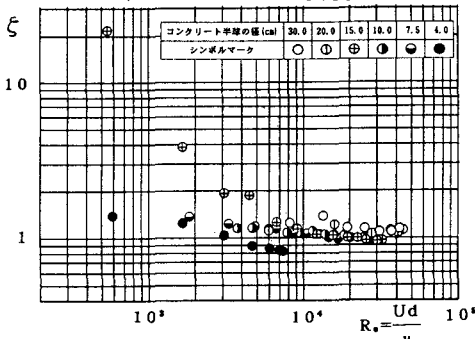


図-2 半球ブロック基礎の抵抗係数ξ

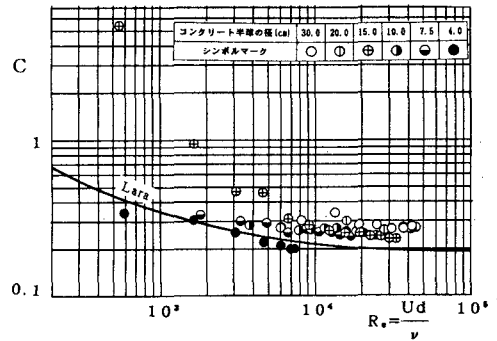


図-3 半球ブロック基礎の Lara の係数C

(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¹⁾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るときに、その流れを真の流として取扱う場合について同様に算定すると次のようになる。

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

$$d_h = 4R_h$$

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

$$R_{eoh} = \frac{4\alpha(2-\pi/3)N}{4+(8+\pi)N \cdot n} \cdot R_e \quad \dots (5)$$

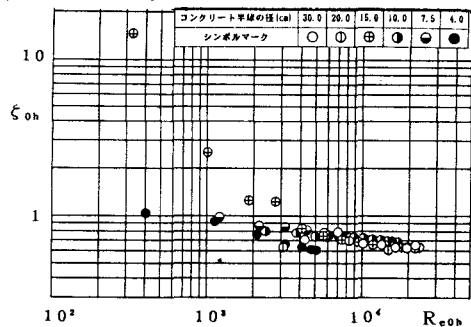


図-4 真の流れの場合の抵抗係数ξ_{oh}

ここに、 R_h 、 ξ_{oh} 、 R_{eoh} ：コンクリート半球ブロック基礎の動水半径²⁾（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、まずは、 $\alpha = 1$ として取纏め図-4に示したが、同一の実験による図-2にしめされている結果より、分散の度合いが少なく、まとまりがよいことが分かる。それは、ここでは真の流れにおいて、実験の状況をよく説明している動水半径を用いて整理した結果によるものであるからと思われる。

5. おわりに

実験の範囲を拡大するうえから、ここでは、コンクリート半球ブロックによる基礎マウンドを作成した。また、真の流れにおいて動水半径を用いて解析したことは実験状況をよく説明しているものとして、今後の研究に有効な手段として期待される。

参考文献

- 1) 松並仁茂：捨石基礎内の流れに対する底床の安定に関する実験的研究（その2），福井工業大学研究紀要 第28号（第一部），PP. 183~190, 1998.
- 2) 土質工学会：土質工学ハンドブック（1982年版），土質工学会，pp. 66~69, 1982.