

捨石基礎の抵抗係数について

福井工業大学 工学部 正 員 松並 仁茂
福井工業大学 工学部 大学院 右梅 尚

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の洗掘についての研究はほとんど行われていない。かなり以前に、運輸省第二港湾建設局は名古屋港高潮防波堤を建設するにあたって、底床砂の洗掘安定度の確認のために大がかりな実験を行ったことがある（著者の一人はこの研究に直接担当者として参加した）^{1) 2)} が、対象とする海底地盤の土砂は現地産のものに限って行われた。それゆえ、これらの結果を広く一般の海底地盤の底床の安定度の検討に用いることには無理があるといえる。

ここでは、一般の海底地盤の底床の安定度が検討できるような研究を行うものであるが³⁾、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 do Lara の実験⁴⁾ があげられる。すなわち、水頭勾配 $\Delta H / \Delta S$ 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 ζ は式 (2) に示すように、間隙率 n と乱れ (Re : レイノルズ数) の関数関係によって表すものとしている。

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

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

ここに、 ΔH : 水位差 (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-1 のように示している。一方、運輸省が行った実験は Lara の研究を参考にして行なわれたが、その結果を図-2 と図-3

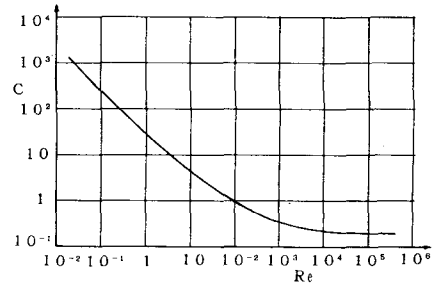


図-1 Cohen do Lara の係数 C

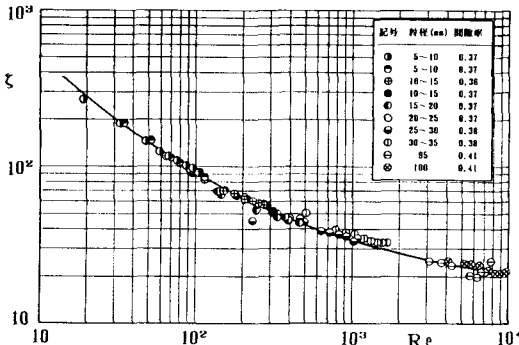


図-2 運輸省実験の抵抗係数 ζ

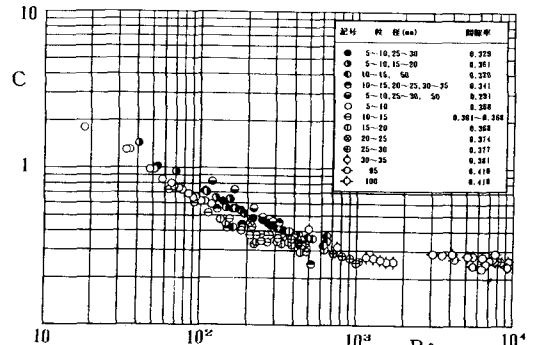


図-3 運輸省実験の係数 C

に示す。これら両者の係数Cについては、いずれもよく似た結果を示しているといえるが、実際には、これらの間にはかなりの相違がみられ、このまま同一の結果をもたらすものとして用いるには無理があることが分かった。それゆえ、ここではこれらの関係を確認することを含め、捨石基礎内の流れに対する抵抗係数の実験から始めることにした。

3. 捨石基礎の抵抗係数の実験結果

基礎捨石の抵抗係数を求める実験は、本学の水理実験室にある幅も高さも30cm、長さ8mの水平水路で行った。

最初の試みとして、粒径0.5~5cmの礫を図-4に示すように、長さ30cm 層厚10~15cmに敷き詰めた長方形の石層の上に、長さ30cmの木製のL型擁壁を置いた。実験は全体で12ケース行ったが、その結果は図-5に抵抗係数を、図-6に間隙率の指数を $m=-0.5$ としたときのC(Re)を示した。まず、抵抗係数であるが、運輸省の場合

は下に凸の一曲線に集中しているに対し、われわれの場合は粒径をパラメータとする曲線に乗りながらも、粒径の大きさ順に分布しているのが明らかに分かる。一方、係数Cについては、運輸省の場合はかなりの分散がみられるものの、粒径や間隙率をパラメータとして分類できる状態ではなく混然と分散しているようである。これに対し、われわれの場合は間隙率をパラメータとする曲線に乗りながら、間隙率の大きさの順に分布していることが分かる。なお、Laraの結果はわれわれの結果のはぼ中央の値をとっているといえる。

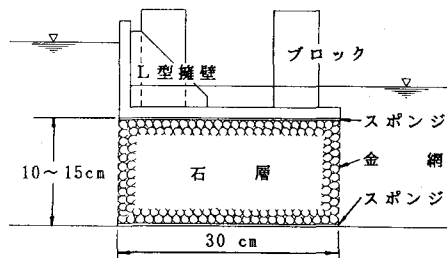


図-4 実験装置の概要

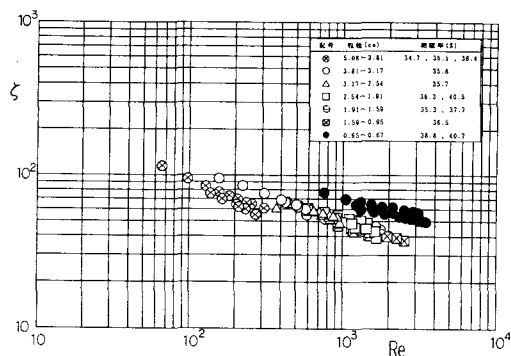


図-5 抵抗係数

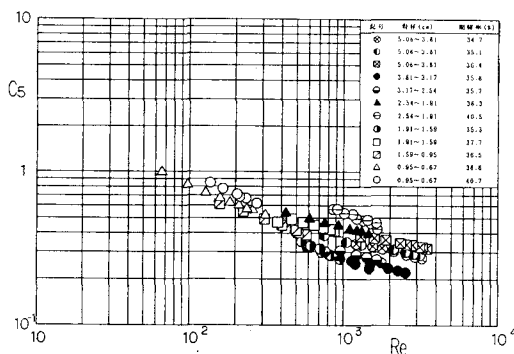


図-6 係数C

4. おわりに

最近、混成式防波堤や護岸の海底地盤の洗掘防止工として帆布を敷設することが広く行なわれるようである。しかし、その必要性や敷設幅の決定などについては、工学的な判断に基づくのではなく慣行として施工しているようである。海底地盤の洗掘防止工は重要であるが、かなりの水深での施工となることが多いという実情からも、施工法の選択にも十分な配慮が必要となってきた。こうした現状に鑑みても、本工法に関する工学的設計基準の早期の策定が望まれる。

参考文献

- 1) 運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所：名古屋港高潮防波堤透水模型実験報告書（第1報），昭和37年3月，（第2報），昭和38年3月。
- 2) 岡田靖夫：名古屋港高潮防波堤の洗掘防止に対する一考察，土木技術，Vol.19, No.3, 昭和39年3月
- 3) 松並仁茂：捨石基礎内の流れに対する底床安定度の算定について，昭和62年度土木学会中部支部研究発表会，昭和63年3月。
- 4) B. Le Mehauté : Permeabilité des digues en enrochements aux ondes de gravité périodiques, La Houille Blanche, pp.123~345, 1957~1958.