

捨石基礎下の底床地盤の安定についての実験的研究

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）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研究を行うのであるが、今回は、前年度発表の捨石基礎の抵抗係数の研究の取りまとめと、捨石基礎内の流れに対する底床地盤の安定についての実験結果を報告する。

2. 捨石基礎内の流れによる抵抗係数

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、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。

$$\frac{\Delta H}{\Delta S} = \zeta \frac{U^2}{2gd} \quad \dots (1) \quad \text{ここに、} \Delta H: \text{水位差 (cm)、} \Delta S: \text{流路長 (cm)、}$$

$$\zeta = C(Re) \cdot f(n), \quad Re = \frac{Ud}{\nu} \quad \dots (2) \quad \text{d: 捨石の平均粒径 (cm)、} \nu: \text{動粘性係数 (cm}^2/\text{sec)}$$

である。さらに、Lara は 径 20cm の捨石の実験を行い、 $f(n) = n^m$, $m = -5$ を提示し、このときの $C(Re)$ の結果を図で提示 (図-2 参照) している。

捨石基礎の抵抗係数を求める実験は、本学の水理実験室にある幅・高さとも 30cm、長さ 8m の水平水路で行った。捨石としては粒径 6.7~50.8mm の礫を 7 種類にふるい分けし、層厚 10~15cm とし、流路長をおおの 30cm と 60cm とした長方形の石層の上に、長さ 30cm と長さ 60cm の木製の L 型擁壁を置いた。実験は 11 ケースと 8 ケース合計 19 ケース行ったが、実験施設の大きさから、実験範囲は $60 < Re < 4000$

に限られることになった。流路長 60cm の場合の結果については、図-1 に抵抗係数 ζ を、図-2 に間隙率の指数を $m = -5$ としたときの係数 $C(Re)$ を示した。まず、抵抗係数であるが、全体的にまとまって分布しているが、粒径や間隙率をパラメータとして分類できないといえないようである。次に、係数 C であるが、すべての実験結果は図中に挿入した Lara の曲線に平行して分布しており、かつ、間隙率の大きい順に上から下に分布していることが分かる。

3. 捨石基礎下の底床地盤の安定についての実験結果

この実験も上述の開水路を用いて行なった。実験装置の概要を図-3 に示すが、ここでは、いずれの場合も流路長を 60cm、底床地盤の砂層の厚さを 5cm とした。捨石基礎には上述のふるい分けした礫を用いたが、砂地盤は粒径 0.18~1.40mm の砂を 5 種類にふるい分けしたものをを用いた。実験は捨石基礎内の流れに対する底床砂の移動の特性を把握するうえから、合計 19 ケースとした。実験における底床地盤の砂粒子の移動は、その移動の特徴によって、微動と初期移動そして一斉移動の 3 種類に分けて整理することにした。

この実験は現象的に限界掃流力に類似していることから、まず、Shields・栗原・岩垣等の限界掃流力の各式と比較することにした。図-4は初期移動の結果を例示したものである。全体的には水流の無次元限界掃流力に対して7~30倍の幅に分散している。また、捨石別に下に凸の曲線に乗っているととも、捨石の大きさにともなう無次元限界掃流力が小さくなっていることが分かる。図-5は底床砂 d_s の初期移動の平均流速 U_c を捨石の粒径 d をパラメータとして示したものである。いずれにせよ、この実験結果からは、捨石内の流れの限界掃流力の特性が的確に表現できる新たな解析法を見出す必要のあることを示している。

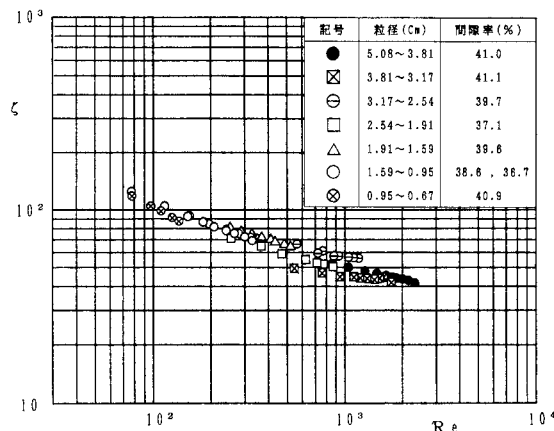


図-1 流路長 60cm のときの抵抗係数 ζ

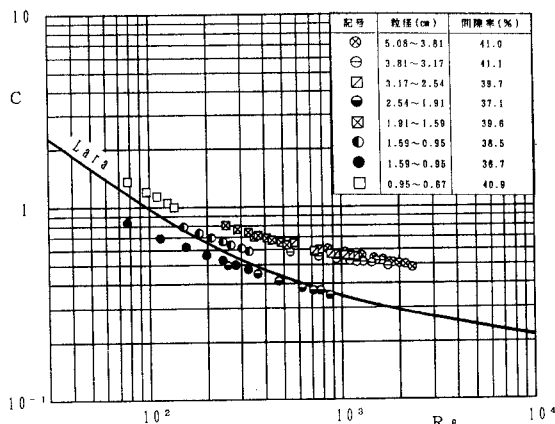


図-2 流路長 60cm のときの係数 C

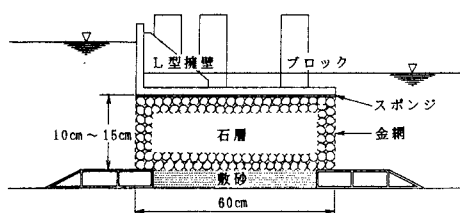


図-3 底床地盤の安定実験の概要

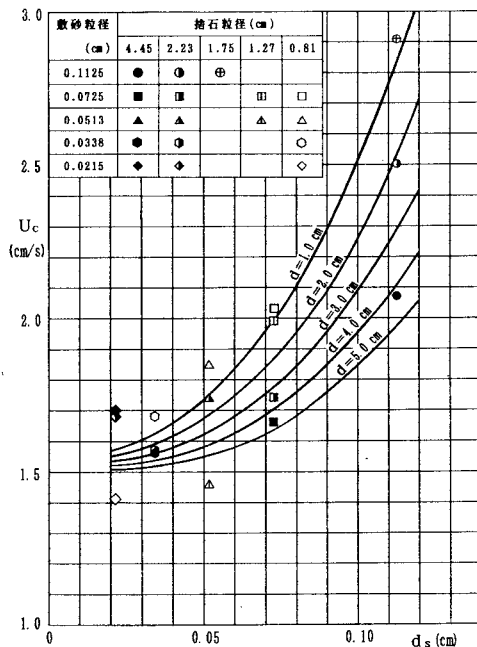


図-5 初期移動の平均流速

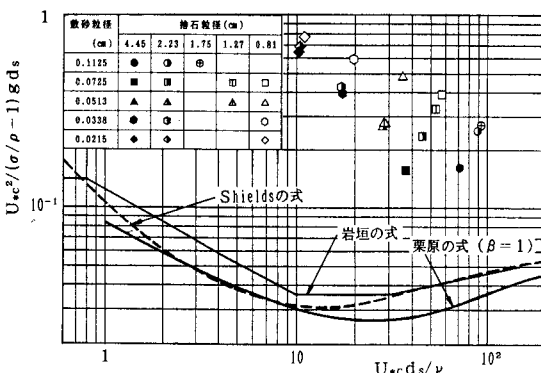


図-4 初期移動の限界掃流力

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研究による解明と設計基準の早期の策定が望まれる。