

# 津波防波堤開口部潜堤の安定性

東北大学 工学部 学生員 関島 正 若  
東北大学 大学院 学生員 堀越 伸 幸  
東北大学 工学部 正 員 真野 明

## 1. はじめに

湾口に設置した津波防波堤は、共振モードを変え、共振ピークをカットするの効果があがるが、開口部では流速が速くなるため、ニールに対応した構造物の設計が必要となる。本研究は、マウンド堤及びプレパクト堤からなる防波堤開口部潜堤の定常流実験を行ない、マウンド被覆石の安定性を調べたものである。

## 2. 実験装置 および方法

模型マウンドは、図1、図2

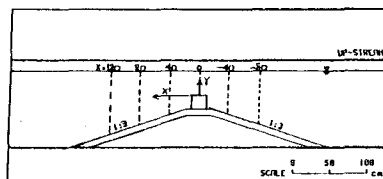


図 1

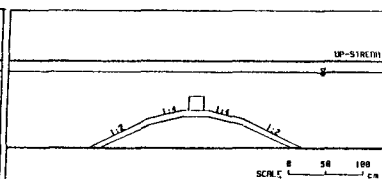


図 2

表 1

| Run | Q (m³/s) | H₀ (cm) | Fr    |
|-----|----------|---------|-------|
| 2   | 0.345    | 36.1    | 0.423 |
| 6   | 0.423    | 34.2    | 0.563 |
| 9   | 0.491    | 37.2    | 0.576 |
| 10  | 0.491    | 34.5    | 0.645 |
| 11  | 0.491    | 31.3    | 0.746 |

の2種類を用い、図1をCASE4、図2をCASE3とする。内部には砂を詰め、その上に被覆材を10cmの厚さで敷いた。被覆材は、CASE Aで15mmのふるいを通り、10mmのふるいに残った砕石、CASE Bで20mmのふるいを通り、15mmのふるいに残った砕石、2種を用いた。流速測定は、径1cmのプロヤウ流速計を使用した。マウンド被覆材の移動を被害率で表した。被害率は、彩色した砕石を、実験の前後に写真撮影し移動個数を読みとり、百分率で示したものである。

## 3. 流速分布

平均流速分布は、各ケースとも表1の物理条件で測定した。測線は図1に示す、 $X=120, 80, 40, 0, -40, -80$ である。平均流速分布ならびにR.M.S.分布の例を図3、図4に示す。流はプレパクト堤上流部とはく離し、流程に従って後流域が広がっていることがわかる。図5、図6は、流速分布を無次元表示したものである。横軸は、各測線の最大流速で無次元化した。縦軸は、平均流速が0になる点を基準にして鉛直上方に $Y$ をとり、 $Y$ を半振幅で示したものをとした。図5は、Run 9について、 $X=40, 80, 120$ の測線の流速分布についてまとめた。図6は、 $X=80$ で、 $Y$ を $Y$ のRunについてまとめた。図5、図6ともに、流速分布はほぼ相似形であるといえる。図7は、マウンド直上のR.M.S.を $Y$ の点の平均流速で無次元化した相対乱流強度を示したものである。 $X=80, 120$ では、0.25から0.45であり乱流は小さい。 $X=\pm 40$ で、相対乱流強度のピークが見られる。これは、マウンド内を流れる最速流の効果と考えられる。

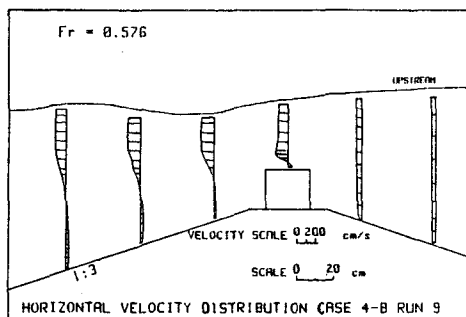


図 3

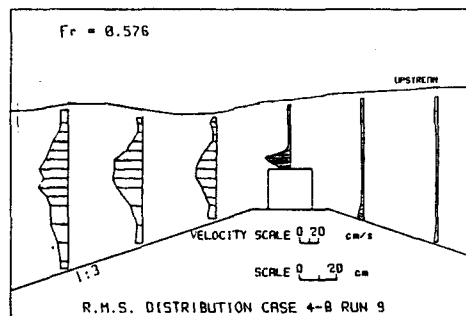


図 4

#### 4. マウンド被覆材の安定

流砂理論において、掃流力の無次元表示としてシルズ数の式が用いられる。この式は、水平床、床に平行な流れ

$$\psi = \frac{U_*^2}{S \cdot g \cdot d} \quad \text{--- (1)}$$

$U_*$ : 摩擦速度  $S$ : 粒子の水中比重  
 $g$ : 重力加速度  $d$ : 粒子の直径

について、接触点を中心とした転動条件より導びかれる。本実験では、摩擦速度を決定することは困難で、それに代わる流速の項を持つておくはならない。そこで、マウンド直上の平均流速と R.M.S. のどちらの2乗を加えたもので表わした。R.M.S. の項を加える理由として、流速変動の大きい時に石が動く傾向にあるということと、R.M.S. の項を加えて整理した時の(2)式の決定係数は 0.566 であり、加えないと整理した時の決定係数は 0.377 である、ということの2つがある。実験に用いたマウンド形状は、図1、図2の通りである。図8の様に、マウンド被覆材があると考え、マウンド形状の違いによる補正係数は、転動条件より  $1/(\cos\theta + \sin\theta)$  となる。また、決定した流速は水平方向流速であり、マウンドに平行な流れとして考えなくてはならない。流れを分解し、補正係数は、 $\cos^2\theta$  となる。以上の理由により、掃流力の無次元表示として、補正シルズ数の式を用いる。 $\psi'$ : 被害率

$$\psi' = \frac{U_b^2 + (\sqrt{U_b^2})^2}{S \cdot g \cdot d} \cdot \frac{\cos^2\theta}{\cos\theta + \sin\theta} \quad \text{--- (2)}$$

$\theta$ : マウンドの傾き角

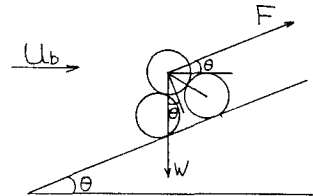
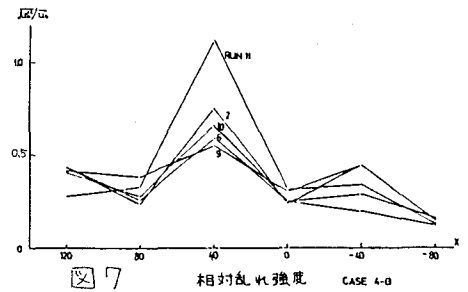
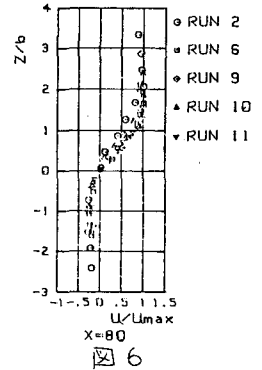
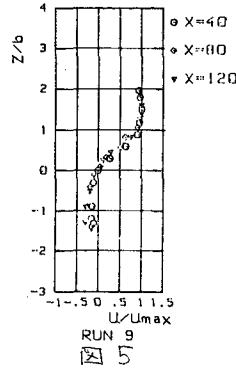
を表わしたのが図9である。最小二乗法により近似した関数は、(3)式であらわされ、決定係数は 0.566 である。点のば

$$\log \psi' = 0.340 \times (\text{被害率})^4 - 1.385 \quad \text{--- (3)}$$

らつきはあるが、 $\psi'$  が大きくなる程 被害率が大きくなるのがわかる。被害率が 0~10% までは、 $\psi'$  が大きくばらついている。X=40 での  $\psi'$  は、 $6.05 \times 10^{-2} \sim 15.28 \times 10^{-2}$  程度であり、X=-40 での  $\psi'$  は、 $4.53 \times 10^{-2} \sim 23.87 \times 10^{-2}$  程度である。それぞれの  $\psi'$  に差はないが、X=-40 では目視の結果被害率は 0 である。また図9より、X=40 は、X=80, 120 に比べて小さい  $\psi'$  で被害があるということになる。これは 3 種のバネ最速流の影響で、X=-40 では、最速流が流入し、X=40 では、流出するためであると推測される。

#### 5. おわりに

マウンド被覆材の移動に関して、平均流速、乱れ、及び最速流の影響をまよぼしていることがわかった。



$$F = \frac{\rho}{2} C_D U_b^2 \frac{\pi d^2}{4}$$

$$W = (\rho_s - \rho) g \frac{\pi}{6} d^3$$

図 8

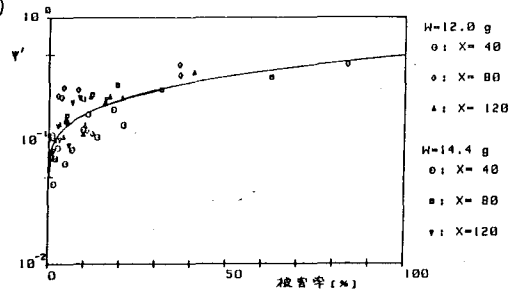


図 9