

津波防波堤のマウンド及びプレバクト堤に作用する津波の流体力に関する実験的研究

東北大学大学院 学生員 ○堀 越 伸 幸
長崎大学工学部 正 員 中 村 武 弘
東北大学工学部 学生員 沢 野 和 隆

1 はじめに

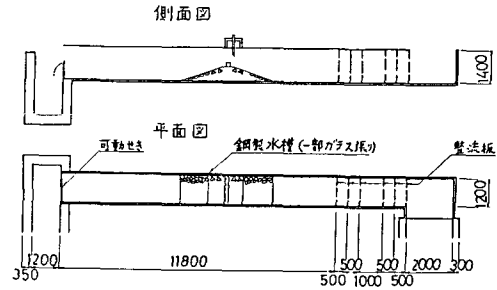
津波防波堤は湾口の振動の節に設置され津波のピークカットを行なう事により、湾内の波高、流勢を軽減するものであり、その有効性は多くの論文により示されている。一方、開口部には津内のエネルギーが集中し著しい流速が生じ、流速に対するマウンド材、プレバクト堤の安定性が問題となり作用する流体力に不明な点が多い。そこで、フルードの相似則により縮尺 1/50 の模型マウンドを設置し、防波堤開口部の津波の最大流速時の水型特性、流体力を明らかにするたに定常流実験を行なった。

2. 実験装置

実験に用いた水路を図1に示す。水路下流端には水位調節用の可動堰が、模型マウンド上には流速調節用の可動水門が設置されている。流速測定は径 1 cm のプロペラ流速計を用いた。浸透流速は2本の塩分濃度計を 5 cm 離して設置し、上流より塩水をバルス状に注入し、濃度分布の重心の移動時間を計測して平均流速を算出した。圧力計測は感受部径 5 mm、100 g/cm² の超小型圧力計を用いた。

3 マウンド材の安定について

図2に Case 2 の模型マウンドを示す。Case 1 は 上部 1:4 下部 1:2 の勾配である。被覆材は Case 1 では原型 2 ton 砕石、及び 4 ton テトラポッドを、Case 2 では 4 ton テトラポッドについて初動実験を行なった。中詰砒上の被覆層厚さは砕石で 10 cm、テトラポッドでは天端付近中詰上 5 cm を径 1.5 cm 砕石、その上 5 cm にテトラポッドを2層乱積にした。表1に初動時の水理条件を示す。高さは天端を基準とし、水位は上下流水位を中心に 43 cm にし上下流水位は天端中央より 37 cm の地点の水位である。流速は天端中央での値で流速は高さを示す。Case 2 の場合の流速分布を図3に示す。下流側では剝離が生じ斜面土は逆流域になつており初動は天端上でのみ発生した。CERC は潮位による鉄掘に對し 0.8 の安全係数を求めた安定重量算定式を与えているが、ここには定常流よりリスパッシ定数 γ を求める必要ありの値となる。CERC は露出した石に對し 0.8 の埋め込まれた石に對し 1.2 と与えられているが、テトラポッド、砕石ともに 0.8 では過大評価となる事がわかる。又、砕石とテトラポッドを比較すると、テトラポッドの方が γ が小さく、大き



水路図

図 1

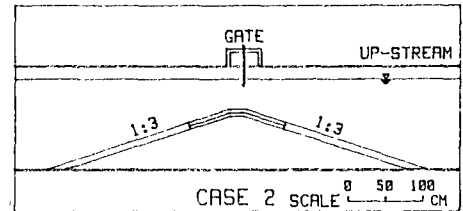


図 2

表 1

CASE	流量 Q (l/s)	水門高さ A (cm)	水位差 H (cm)	U_{15} cm/s	U_0 cm/s	乱れ強度 Y	被覆材
1	0.245	28.4	4.68	113.0	99.6	1.28	21 砕石
2	0.263	26.0	5.90	119.4	92.0	1.05	41 テトラ
		24.0	6.60	127.9	84.3	1.19	

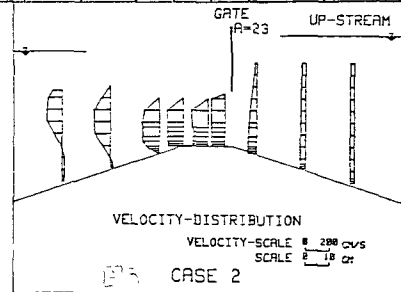


図 3

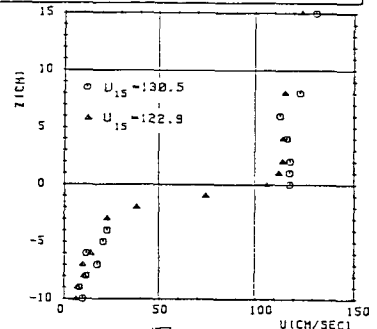


図 4

は力を受けた事となった。これは、テトラポッドの方が空隙が大きく、大きな速度勾配が作用するためと考えられる。図4に天端中央位置での流速分布をCase2について示す。(流速の大きい場合も併せて示す)上層テトラポッド(0~28.0m)の付近では、大きな速度勾配を持ち、不透水性の場合とは異なった分布となっている。この速度勾配よりテトラポッドと同体積の球の直径dを用いて、直径dの円筒に作用する揚力 $L=P \cdot \Omega \cdot \pi$ を求めてみる。 $L=1800 \text{ dyne/cm}^2$ となる。これより重量との比は $\pi L = 0.84$ となり、移動が生じる事になる。この様な流れの場では、移動に及ぼす揚力の影響は大きいと思われる。

4. プレバケット堤に作用する流体力について

図5にマウンド模型をCase4について示す。Case3は1.3の勾配になっている。プレバケット堤は高さ22cmで1ブロックの長さが53.82cmで図7に示した形状である。被覆材はプレバケット堤前後にCase3、Case4とも、各2枚、4枚、テトラポッドを2層乱積したもののついてそれぞれ実験を行なった。流速分布を図6に示す。流れは上流側角から斜襲し、上面、後面は後流の中にある。又、前面底部付近では下向きの流れが生じており、これが底面下の被覆層を通る流れとなっている。図7のA-A断面の圧力水頭分布を示したのが図8である。この圧力水頭は上面を基準にして静水圧を差し引いた値である。又、図中にスケールを点線で示した。上面と後面は後流中でトリゾの測点でも同程度の値となっている。前面は、大きな動圧を受けており、この点でも5の測点は、上Fへ向う流れの境界付近(よこみ点)で最大の値をとる。底面は浸透流に対応した勾配を異なった分布が、前面、後面の圧力に接している。図9は側面の圧力分布を高さ毎に描いたもので、図8の側面の測点番号に対応した高さである。図より動圧を受ける前面と後流中の後面の差がよく判る。又、流れの集中の圧力円筒で結合部付近の前面で大きな値となった。これらの圧力分布を半ブロックについて積分し、抗力係数 C_d 、揚力係数 C_L を求めたのが表2である。流速は天端中央位置の流速を用いた。 C_d 、 C_L とも々々被覆材による差は顕著ではなかった。同程度の C_d の円柱の C_d と比較すると同程度であった。

表 2

5 おわりに

マウンド材の初期移動について、はる役、揚力を考慮したモデルの検討が必要である。

最後に、本実験の御指導を賜った岩崎敏夫教授、真野明講師に感謝の意を表します。

<参考文献> 1) C.E.R.C. : SHORE PROTECTION MANUAL 1973
2) 中村他、東北地域災害研究オ 20 巻 昭和59年3月

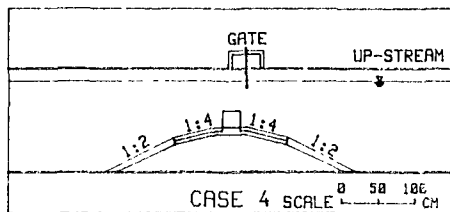


図 5

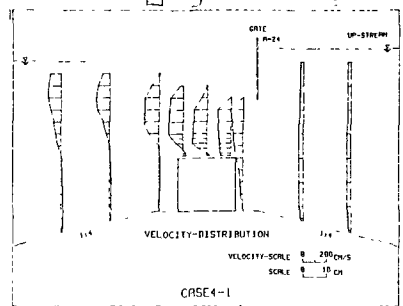


図 6

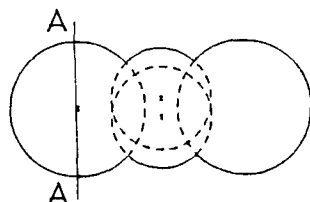


図 7

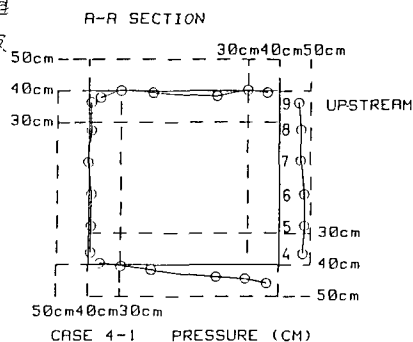


図 8

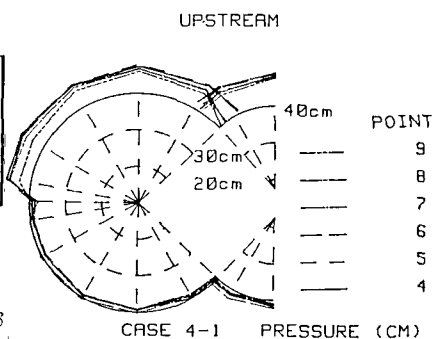


図 9