

II-331 洗掘防止用マットの浮上りに及ぼすマウンドの形状効果

日本海上工事(株)技術研究所 正員 小川明久・中野 浩
鹿島建設技術研究所 兼 日本海上工事(株) 正員 鴻上雄三

1. まえがき

筆者らは、防波堤や護岸の洗掘防止用アスファルトマットの波による浮上り安定式を、マットの模型化技術を開発しながら実験的に求めた¹⁾。しかし、この式に用いた係数 k の値は堤体の型式、設置条件やマウンドの形状によって変化するので、これらの影響を明らかにするほか、浮上り抑制策についても検討した。

2. マットの浮上り安定式と影響パラメーター

浮上り安定式は式(1) のとおりで、浮上り駆動力が進行波の水底変動圧力に比例し、この力にマットの撓み応力と水の抵抗力が平衡するという考え方である。すなわち、 $kHqbl=2P-W'(1-\alpha/g)$ …… (1)
ここで、 k : 係数、 H : 波高、 q : 進行波の単位波高当たりの水底変動圧力、 $W'=tbl(\sigma-1)$: マットの浮上り部分の水中重量、 t, b, l : マットの厚さ、幅、浮上り長さ、 P : マットの浮上り時の全抵抗力、 α, g : マットの浮上り加速度及び重力の加速度。

式(1)で $H, q=f(h/L)$ 以外の量はすべて $(b, l, P, W', \alpha)=f(t)$ であるから、影響パラメーターは $t/H, h/L$ となる。ここで、 h : 水深、 L : 波長。しかし、式(1)は一定水深中で一定のマウンド形状をもつ混成堤に対して導かれたものであるから、更に条件を変化させた検討により適用範囲を拡大する必要がある。

3. 実験方法

堤体の型式は混成堤と捨石堤とし、実験は $30 \times 0.7 \times 1.2$ m の水路で規則波を用いて 1/30 縮尺により行った。海底勾配 1/20 の上方は一樣水深とし、移動床実験の場合には中央粒径 0.12 mm の標準砂を敷いた。

混成堤は図-1 a に示すようにマウンド天端幅が 2 通りで高基と低基の 4 種、捨石堤は図-1 b に示す斜面勾配 1 種だけ。マットはマウンド前趾からの張出し長さが一定で、厚さは 3 種である。

浮上り限界波高の実験においては、マット先端が数 mm 浮上った時の入射波高を限界波高と定義し、上記の条件の組合せについて水深を 3 通り、周期を 4 通り変化させて測定し、パラメーター解析を行った。

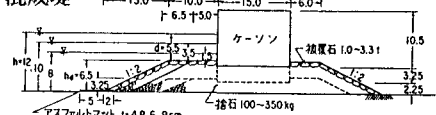
浮上り抑制策の実験においては、マット先端 6.67 cm 幅に 3 種の間隙比の孔をあけ、底質の吸出しによるマットの撓み性を利用した浮上り抑制効果を、高基混成堤と捨石堤とについて求めた。

4. 実験結果と考察

(1) 相対水深 h/L の影響

図-2, 3 は、混成堤と捨石堤に敷いたマットの浮上り限界厚さ t/H_c と h/L との関係を示す。これら

a. 混成堤



b. 捨石堤

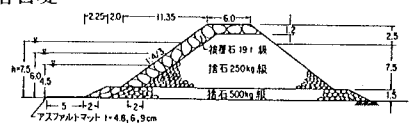


図-1 堤体断面図(単位m)

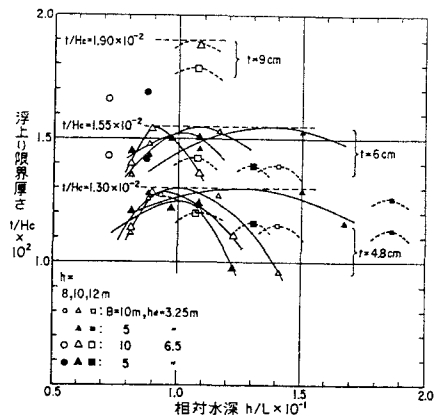


図-2 混成堤の相対水深と浮上り限界厚さ

の図から次の特徴が認められる。

混成堤 ① t/Hc の値には周期特性が現われ、入射波の波長がマット先端までの堤体前面からの距離の4倍にはほぼ等しくなる周期の波で最大になる。②実験したマウンドの各形状に対する周期特性曲線の包絡線を描いて上限をとれば、 $h/L=0.9\sim 1.4\times 10^{-1}$ の範囲において、 t/Hc は式(2)で表される。

$$\begin{aligned} t=4.8\text{cm} &\rightarrow t/Hc=1.30\times 10^{-2} \\ t=6.0\text{cm} &\rightarrow t/Hc=1.55\times 10^{-2} \quad \dots\dots (2) \\ t=9.0\text{cm} &\rightarrow t/Hc=1.90\times 10^{-2} \end{aligned}$$

捨石堤 ① t/Hc の値に周期特性が現われるのは混成堤と同様であるが、最大値を示す波の周期は、静水面を仮想壁面とした混成堤の場合と同様な波長をもつ波の周期とは一致しない。② t/Hc の値は、混成堤の場合より30～50%以上大きくなる。

(2) マウンドの天端比水深 d/h の影響

図-4は、一連の実験値から水深ごとに t/Hc が最大を示すものについて d/h との関係を調べたもので、 Hc/d の関係も明確に示される。 t/Hc は d/h の増加と共に減少の傾向にあるが、 $d/h=0.45$ と 0.65 にピークをもつ腰かけ部が現われている。これは、測定誤差というより個々の実験値の傾向からみて、マウンド天端水深の入射波に与える影響と考えられる。

(3) マウンドの相対幅 B/L 、相対波高 Hc/h の影響
この実験の範囲は、 $B/L=0.04\sim 0.14$ 、 $Hc/h=0.33\sim 0.47$ である。 B/L の影響は図-4から $B=10\text{m}$ の方がやや大きいことがわかるが、差は少ない。 Hc/h については明確な特徴がみられない。

(4) 孔あきマットの浮上り抑制効果

図-5は、孔あきマットの撓み性と揚圧力の解放を期待した浮上り抑制効果を、波高比 $Hc\phi/Hc$ と間隙率 P の値で示したもので、 $P=10\%$ では効果がなく、 $P=20\%$ で混成堤、捨石堤について各、20、30%増となる。

5. あとがき

アスファルトマットの材料特性は温度と共に変化するので、モデル化と水理実験時の対象水温想定に問題点が多く残されている。今後の研究課題である。

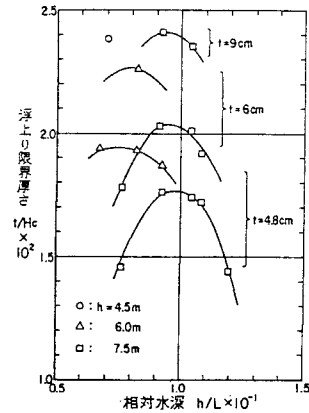


図-3 捨石堤の相対水深と浮上り限界厚さ

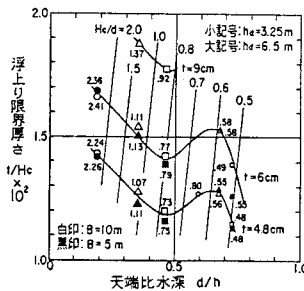


図-4 天端水深比と浮上り限界厚さ

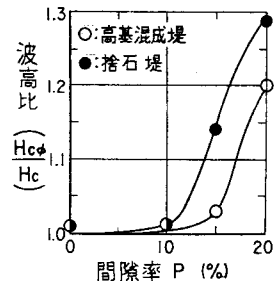


図-5 孔あきマットの浮上り抑制効果

表-1 孔あきマットの浮上り限界波高

防波堤形式	マット厚 t (cm)	間隙率 P (%)	浮上り限界波高 Hcφ (m)	移動床固定床 Hc (m)	波高比 Hcφ/Hc	備考
高基混成堤 B=10m hd=6.5m	4.8	0	4.04	4.01	1.01	縮尺: 1/30 周期: 10.0sec 引出長: 5m 孔径: 30cm 水深: 12.0m
	15	10	4.11		1.03	
	20	20	4.82		1.20	
	6.0	0		4.23		
捨石堤 i=1:2	4.8	0	2.76	2.73	1.01	縮尺: 1/30 周期: 10.0sec 引出長: 5m 孔径: 30cm 水深: 7.5m
	15	10	3.10		1.14	
	20	20	3.51		1.29	
	6.0	0		2.96		
	9.0	0		3.73		