

大阪工業大学 正員 久保弘一
 大阪工業高専 正員 上田伸三
 大阪工業大学 正員 井田保夫

1. はじめに

筆者らは昨年来、捨石堤背後の伝達波高に関する実験的研究を行っており、その成果の一部はすでに26回年次学術講演会その他で発表してきた。その骨子は主として次の2点である。

- (a) 波形勾配 R/L の影響を考慮した、相対天端高 R/H と波高伝達率 K_T の関係
- (b) 天端幅 B およびこれに関連する無次元量と波高伝達率の関係

(a) については、全般的に R/L の増加にともなって K_T が減少することを確認し、 K_T を R/H および R/L の関数とした実験式を $R/H \geq 1$ と $R/H < 1$ の場合について提示した。また(b) についても、 R/L の増加にともなって K_T が指数関数的に減少すること、同一の R/H に対して K_T は R/L および B の関数として与えられるが、天端高が小さく多量の越波を生ずる場合には B およびこれに関連する無次元量が支配的な要素で波形勾配の影響は小さいこと、逆に天端が高く越波を生じない場合にはむしろ R/L の影響が支配的であることが明らかになった。

天端の低い捨石堤における波高の伝達为天端幅 B の影響を受けやすいということは、いかにいけば透過性構造物の天端上における越波の挙動いかんによって波高伝達率が決まるということである。

したがって今回は天端の低い捨石堤を主たる対象として天端上における越波の進行、透過、港内水面への侵入等を観測すると同時に、越波量の測定をもあわせて行い、

- 1) 相対越波量 $\frac{2Q_B}{HL}$ と波高伝達率 K_T の関係
- 2) 越波水量比 (Q_B/Q_0 : 図-1 参照) と波高伝達率 K_T の関係

について実験的に検討し、越波量と波高伝達率の間の定量的な結びつきを調べた。

2. 実験の条件と測定方法

実験はフラップ型造波機を備えつけた $30 \times 0.8 \times 0.6m$ の片面ガラス張り鋼製水路で行い、この水路のほぼ中央に粒径 $10 \sim 20mm$ の碎石で港内外ともり面勾配 $1:2$ の捨石堤模型を設置した。この模型の空隙率は約40%である。越波水量の測定は図-1に示すような幅 $30cm$ の集水料を用いて行った。(a) の方法で各天端幅についての越波量 Q_B を測定し、また(b) の方法で測定した越波量 Q_0 を天端幅 $B=0$ の越波量として Q_B/Q_0 を求めた。各越波量はいずれも3波の平均である。

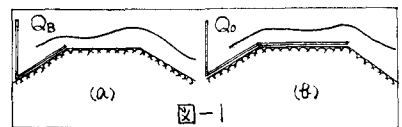


表-1

水深 h_{cm}	40
天端高(海面以上) R_{cm}	0, 1.5, 5
天端幅 B_{cm}	10, 20, 30, 40, 50, 60
入射波高 H_{cm}	2.5 ~ 10
周期 T_{sec}	1.3, 1.5, 2.0, 2.5
波長 L_{cm}	200 ~ 480
波形勾配 R/L	0.005 ~ 0.042

。実験に用いた条件は表-1に示す通りである。

3. 実験の結果と考察

(1) 越波の状況

天端高 R はいずれも越波をとまらぬ低いものを選んだが、天端上における越波水流の挙動はほぼ次の3種類に分類できるようである。(図-2)

- (a) 天端上で堤体内に透過して行くような状態で、したがって越波水による港内水面へのエネルギー

伝達はほとんどない。越波水量の少ない場合、天端幅の広い場合である。

(8) 天端上で透過、摩擦によって相当減衰し港内水面へ流入する。したがって越波水量による伝達エネルギーは比較的小さい。 H/L の大きい場合には大体、このような傾向を示す。

(9) 天端上ではほとんど減衰しないで直接港内水面へ飛込むタイプのもので、波高伝達率は最も大きく、かつそのエネルギーの大部分は越波によって供給されたものである。これは H/L の小さい場合でかつ天端幅の小さい場合に最も多い。

(2) 越波量の推定

波浪の実質部分のうち、防波堤天端以上の部分が越波するものと仮定して孤立波理論を適用した。

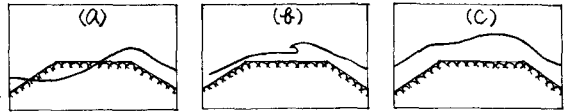


図-2

近藤氏らの研究によれば、相対天端高 R/H と越波量の関係は次式のように示される。

$$\frac{V}{V_0} = (1 - \frac{R}{H})^{\frac{1}{2}} - \frac{R}{H} \operatorname{sech}^2(\frac{R}{H})^{\frac{1}{2}}$$

すなわち、孤立波の天端 R 以上の部分の容積 V と全容積 V_0 の比は相対天端高 R/H のみの関数として表わされる。この関係は図-3に示す通りである。同氏らは

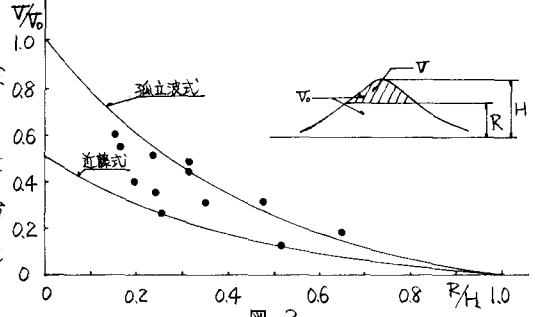


図-3

実験値との対応から天端上の波浪のしめる容積の割合は V が計算の $1/2$ であるとして、 V/V_0 を式の $1/2$ にとった。 $V_0 = Q_0$ ($B=0$ のときの越波量)とし、 V/V_0 と R/H の関係を図-3にプロットすると、実験値はほぼ両式の間に散らばるようである。

(3) 越波水量比

天端幅ごとに天端を越えて港内水面に飛込む越波量(Q_B)と天端幅 0^{cm} (図-1(8)参照)の時の越波量(Q_0)の比、 Q_B/Q_0 と伝達率の関係を調べるため、図-4(1)(2)のようなグラフを作成した。

図より、 Q_B/Q_0 が大きくなるほど K_T は大きくなる傾向がある。もちろん天端幅が小さくなるにつれて、伝達波に直接影響を与える Q_B が多くなるのは当然のことと言えるが、越波水量比が同値の場合、 H/L の小さい波の方が K_T は大きい。

この傾向は $R=0, 1.5^{cm}$ の両方とも同様であるが、特に 1.5^{cm} の場合は顕著である。

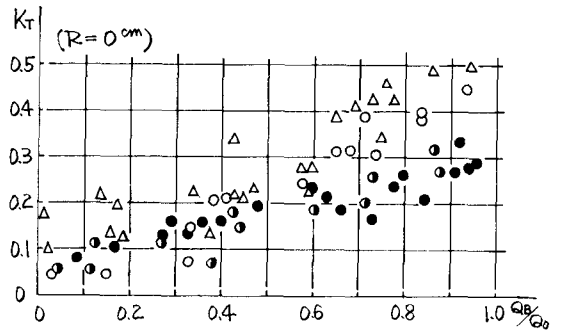


図-4 (1)

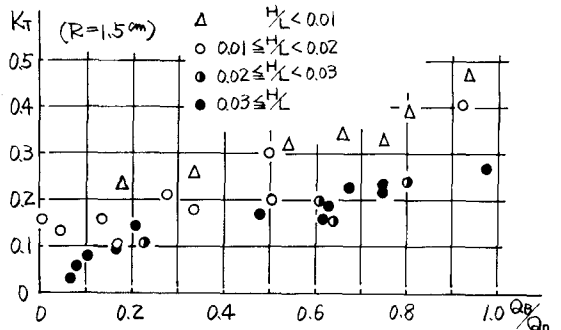


図-4 (2)

(4) 相対越波量

$R=0, 1.5^{cm}$ の場合、相対越波量($\frac{2\pi Q_B}{H L}$)と B/L の関係を波形勾配別に求めたものが図-5(1)(2)である。

この図より、 H/L の大きな波は B/L の増加に

ともなって緩やかに減少し、 H/L の小さい波はこれより減少の度合がやや大きい。しかし、いかなる B/L においても H/L の大きい波の方が越波量は常に多いことがわかる。

$R=1.5cm$ の場合もほぼ同様の傾向を示す。

次に相対越波量が波高伝達率におよぼす影響を波形勾配別に求めたものが図-6(1)(2)である。

これらの図より、 $R=0, 1.5cm$ の場合とも H/L のいかににかかわらず、 $(\frac{Z_{TL}}{HL})$ が増大すると伝達率は大きくなることは明らかで、かつ $(\frac{Z_{TL}}{HL})$ が同じ値の場合には H/L の小さい波の方が伝達率は明らかに大きく、特に $R=1.5cm$ の場合にはこの傾向が強く、伝達率は1.5~2.5倍にも達する。

以上のような現象は明らかに捨石による減勢機能の一効果であり、相対越波量としては同等であっても、堤体内を透過するエネルギーの差が伝達率の大小としてとらえられるており、 H/L の大きい波の方が減勢され易いことを示している。

4. あとがき

以上、述べたことは天端が静水面あるいはそれ以上にある捨石堤において、波形勾配の大きい波の方が伝達率は比較的小さいという前回の報告と越波量という観点から裏付けしたということであり、捨石堤をモデルとして透過性構造物の減勢機能を評価する一事例として非常に興味深いものがある。今後は天端が静水面以下にある場合についてもあわせて追求して行きたい。

○文献

- 1) 近藤・佐藤：防波堤天端高に関する研究，北海道庁港湾土木試験所月報第117号
- 2) 合田・竹田：越波による防波堤背後への波高伝達率，第13回海洋工学講演集(1966)
- 3) 佐藤・三橋 素：透過式捨石堤に関する研究，第14回海洋工学講演集(1967)
- 4) 運輸省水産庁建設局神戸調査設計事務所：捨石防波堤背後への波高伝達率(1967)

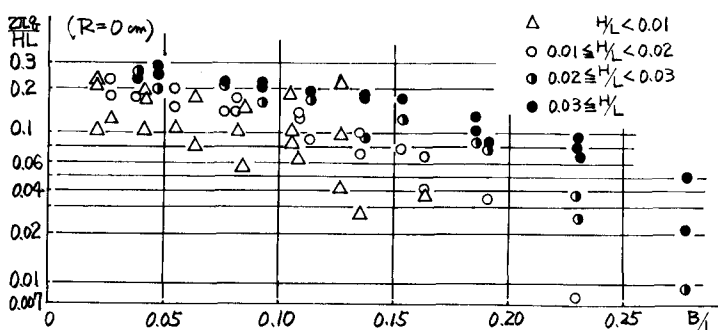


図-5 (1)

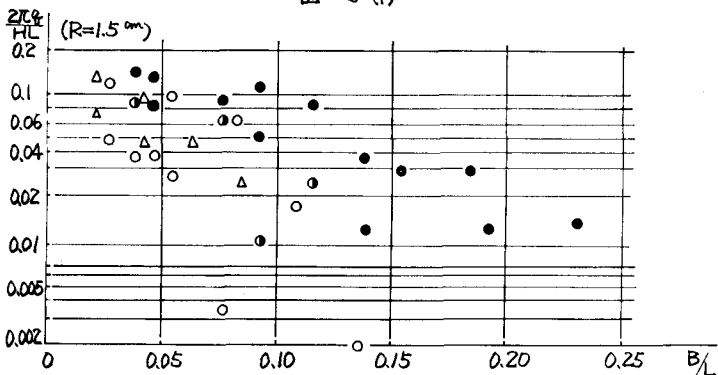


図-5 (2)

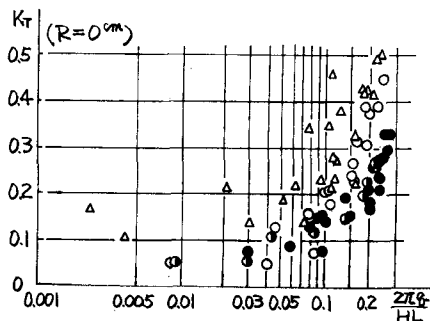


図-6 (1)

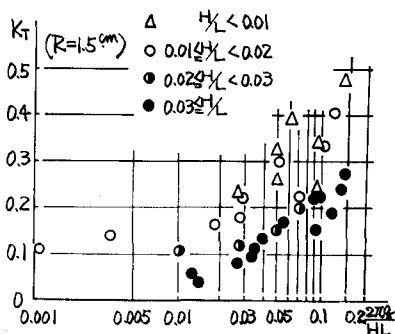


図-6 (2)