



斜坡堤坡肩及平台护面类型对越浪量的影响

陈铭辉¹, 周益人²

(1.河海大学港口海岸与近海工程学院, 江苏南京 210098; 2.南京水利科学研究院, 江苏南京 210029)

摘要: 海堤护面设计中, 在满足稳定的基础上, 还希望通过采用适当的护面形式来减小越浪量, 以减少工程造价。现有越浪量计算方法大多引入护面糙渗系数以体现护面形式对越浪的影响, 然而海堤不同位置的护面形式对越浪量的影响不尽相同, 因此, 通过物理模型试验, 研究不规则波作用下平台和坡肩护面类型对越浪量的影响, 当采用不同护面类型以减小波浪越浪量时, 不仅需要比选不同护面类型的糙渗性, 同时还需关注护面块体摆放的位置, 设置在波浪上爬区时效果更好, 可为海堤设计提供借鉴。

关键词: 斜坡堤; 越浪量; 平台护面类型; 坡肩

中图分类号: U 656.24

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)03-0045-03

Influence of shoulder and flat protection on overtopping for sloping breakwater

CHEN Ming-hui¹, ZHOU Yi-ren²

(1. College of Harbor Coastal and Offshore Engineering Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: In the design of breakwaters, on the basis of guaranteeing the stability, optimum types of protection are chosen to reduce the overtopping and thus decrease the construction cost. The roughness and permeability coefficients are introduced in most recent calculations of overtopping, illustrating the effect of protection on the overtopping rate. However, this influence can be variable according to different locations for the protection types. Therefore a modeling experiment is conducted in present study to investigate the effect of flat and shoulder types on the rate of overtopping under irregular wave conditions. When different protections are used to reduce the overtopping, not only the roughness and permeability, but also the positions of the protection should be considered. The effect will be better when the protection is putted in the swash area, which can be a reference for the design of breakwaters.

Key words: sloping breakwater; overtopping; flat protection; shoulder

越浪量是指波浪作用在海堤上水体上爬后越过堤顶的水量, 是海堤设计的重要参数, 越浪量的大小直接关系到堤体和堤后结构的稳定安全。从20世纪初开始, 国内外学者对该问题进行了大量的研究工作。早在1955—1958年美国Saville^[1-2]进行了规则波在斜坡堤上的越浪量模型试验, 随后数十年以来, Owen^[3-6]等都提出了各种海堤平均越浪量的计算公式。

不同护面形式对越浪量的影响很大, 护面糙率越大, 渗透性越大, 消浪效果越好。各家公式在考虑护面类型对越浪量的影响时, 普遍采用护面糙率及渗透性系数 K_{Δ} , 它表示在斜坡堤上该护面类型的平均糙渗性。然而试验发现, 相同类型和长度的护面摆放在海堤迎浪面的不同位置对越浪量影响可能出现较大差别, 在波浪上爬区的消浪效果更好。因此, 本文通过物理模型试验, 研

收稿日期: 2012-08-03

作者简介: 陈铭辉(1986—), 男, 硕士研究生, 主要从事港口、海岸及近海工程研究。

究不规则波作用下平台和坡肩护面类型对越浪量的影响,可为海堤设计提供借鉴。

1 试验概况

模型试验在波浪水槽中进行,水槽长62 m,宽1.8 m,深1.8 m,可同时产生波浪、水流和风。为了对各影响参数进行系统分析研究,本次模型试验断面采用有平台斜坡堤,堤高62 cm,坡度为 $m=2$,平台宽度 $b=36$ cm,高度44 cm,斜坡护面扭工块体,堤前水深 $h=49.2 \sim 51.8$ cm(图1)。

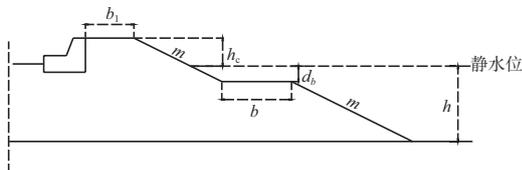


图1 试验断面

试验中分别考虑波浪要素($H_s=10.2 \sim 14.4$ cm, $T=1.5 \sim 2.3$ s)、坡肩宽度($b_1=0 \sim 31$ cm),平台上水深($d_b=5.2 \sim 7.8$ cm)、平台和坡肩护面形式(扭工块体、光滑不透水混凝土板、扭王块体、四脚空心方块)。试验采用的不规则波浪谱为JONSWAP谱。

试验采用间隙式生波方式,以消除波浪的多次反射,不规则波每组波列的持续时间约为3.0~5.0 min,波数约为120~150个。

2 试验结果分析

2.1 平台护面类型对越浪量的影响

平台为扭工块体、扭王块体及光滑混凝土板护面3种情况下,相对越浪量与相对堤顶超高的关系见图2。试验中平台高程和宽度不变,斜坡面为扭工块体,平台上相对水深 $d_b/H_s=0.54$ 。

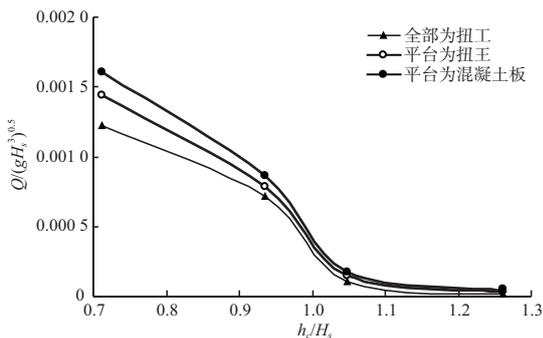
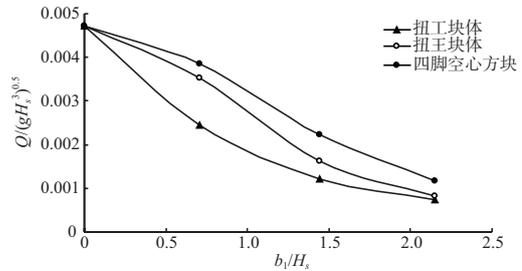


图2 不同护面类型平台的越浪量比较

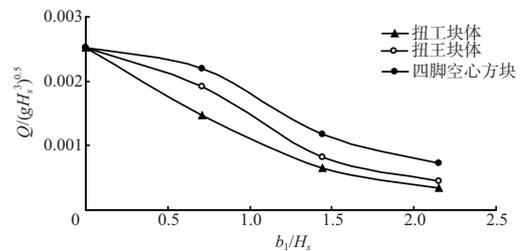
由图2可见,平台为光滑混凝土板护面越浪量最大,扭王块体次之,扭工块体最小。平台上护面类型对越浪量的影响不是很大,特别是在越浪量较小时。这主要是由于平台位于静水位附近时,波浪在平台上破碎,水体的剧烈紊动损耗大量能量,转化为势能能量迅速减小,此时起消浪主导作用的是影响能量转换的平台高程与宽度,而不是护面类型。

2.2 坡肩宽度及护面类型对越浪量的影响

坡肩分别为扭工块体、扭王块体及四脚空心方块护面3种情况下,相对越浪量与无因次肩宽的关系见图3。试验中平台高程和宽度不变,斜坡及平台护面为扭工块体。



a) $h=51.8$ cm, $H_s=14.4$ cm, $T=2.1$ s



b) $h=49.2$ cm, $H_s=14.4$ cm, $T=2.3$ s

图3 不同护面类型坡肩的越浪量比较

由图3可见,随着肩宽的增大,越浪量不断减小,在 $b_1/H_s > 1.4$ 后,减小的趋势逐渐减缓。坡肩为四脚空心方块护面越浪量最大,扭王块体次之,扭工块体最小,坡肩上护面类型对越浪量的影响较大。这主要是由于坡肩处于海堤结构的上部,为波浪的上爬区,护面的糙渗性对波浪水体运动起主导作用,随着坡肩宽度的增加,糙渗性强的断面越浪量迅速减小。

Van der Meer 平均越浪量计算公式:

$$\frac{Q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = \frac{0.067}{\sqrt{\tan\alpha}} \gamma_b \xi_o \exp\left(-4.3 \frac{R_c}{H_{m0}} \frac{1}{\xi_o \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \gamma_v}\right) \tag{1}$$

式(1)中并未考虑肩宽因子 b_1 的影响, 由图3中扭工块体的曲线可以看出, 相对越浪量 $\frac{Q}{\sqrt{gH_s^3}}$ 随 b_1/H_s 增大呈指数衰减。因此选用Van der Meer公式的模式对试验数据进行拟合, 不考虑波浪斜向入射系数 γ_β 和防浪墙系数 γ_v 的影响(本文 $\gamma_\beta=1, \gamma_v=1$), 增加肩宽因子 γ_{b1} , 由此得到该断面的越浪量计算公式:

$$\frac{Q}{\sqrt{gH_{m0}^3}} = \frac{0.067}{\sqrt{\tan\alpha}} \gamma_{b1} \gamma_b \xi_o \exp\left(-4.3 \frac{h_c}{H_{m0}} \frac{1}{\xi_o \gamma_b \gamma_f}\right) \quad (2)$$

式中: α 为前坡与水平面的夹角; γ_{b1} 为坡肩折减系数:

$$\gamma_{b1} = 0.55 \exp(-0.87 \frac{b_1}{H_s}) \quad (3)$$

γ_b 为设置平台时的折减系数:

$$\gamma_b = 1 - \frac{B}{B + 2mH_s} \left[1 - 0.5 \left(\frac{d_h}{H_s}\right)^2\right] \quad (4)$$

$-1.0 \leq d_h/H_s \leq 1.0$ $0.6 \leq \gamma_b \leq 1.0$
 $1.0 < d_h/H_s \leq 2.0$ 折减系数线性递减至1
 $d_h/H_s < -1.0 \sim R_{u2\%}$ 折减系数线性递减至1

ξ_o 为波浪破碎参数:

$$\xi_o = \tan\alpha / \sqrt{H_s/L_0} \quad (5)$$

L_0 为护面形式影响系数:

$$L_0 = (g/2\pi) T_{m-1,0}^2 \quad (6)$$

对扭工字块体, γ_f 取0.43; 公式适用范围为 $\xi_o < 5$ 。

图4为式(2)平均越浪量计算值与本次试验实测值的比较。

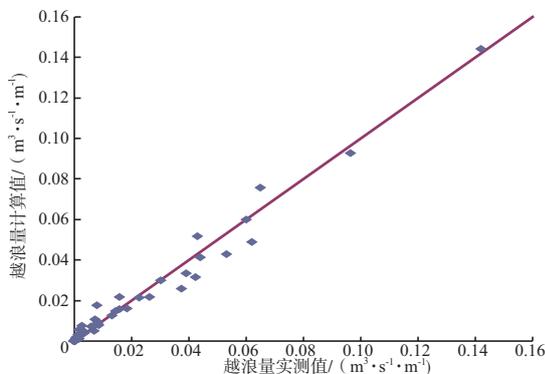


图4 本次研究越浪量计算值与试验值比较

图中的斜线为45°理想线。比较结果表明, 对于本次研究断面形式和水位、波浪条件, 平均越浪量计算值与试验值有较好的相关性。

3 结语

1) 当平台位置在静水位以下小于等于半倍波高时, 波浪在平台上破碎损耗能量, 平台上护面类型对越浪量的影响较小; 大于半倍波高时, 平台上护面类型对越浪量的影响较大。

2) 坡肩上护面类型对越浪量的影响较大, 坡肩宽度增加可以有效减小越浪量, 当 $b_1/H_s > 1.4$ 后, 减小的趋势逐渐减缓。

3) 当工程设计中试图采用不同护面类型以减小波浪越浪量时, 不仅需要比选不同护面类型的糙渗性, 同时还需关注护面块体摆放的位置, 将其设置在波浪上爬区时消浪效果更好。

4) 对于设有平台, 不同肩宽影响条件下的斜坡堤平均越浪量计算, 可用公式(2)计算。

参考文献:

- [1] Saville T. Laboratory data on wave runoff and overtopping[R]. Washington DC :Lake Okeechobee Levee Sections, US Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, 1955.
- [2] Saville T. Large-scale model tests of wave run up and overtopping on shore Structures[R]. Washington DC : US Army, Corps of Engineers, Beach Erosion Board, 1958.
- [3] Owen M W. Design of seawalls allowing for overtopping[R]. UK:HR Wallingford,1980.
- [4] Van der Meer J W. Technical report wave run-up and wave overtopping at dikes[R]. Delft:Technical Advisory Committee on Flood Defence , 2002.
- [5] Ward L, Ahrens J P. Overtopping rates for seawalls[R]. Vicksburg ,USA:CERC Miscellaneous U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1992:92-93.
- [6] JTJ 213—1998 海港水文规范 [S].
- [7] JTJ/T 234—2001 波浪模型试验规程[S].
- [7] 陈国平.波浪爬高及越浪量研究[D].南京:河海大学, 2008.
- [8] Van Gent M R A. Water run-up and overtopping for double-peaked wave energy spectra[R].Delft : Hydraulics, 1999.
- [9] Pullen T A, Allsop T A, Bruce T, et al. Violent wave overtopping: Clash field measurements at samphire hoe[C]. Proceeding Coastal Structures: ASCE, 2003: 469-480.
- [10] Van der Meer J W, Janssen J P F M.Wave run-up and wave overtopping at dikes[R]. Netherlands: Rijkswaterstaat,2002.