

黄河口“烂泥”波浪特性的分析*

王以谋 范顺庭 王兴德

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 根据 1991 年 11 月 23~24 日现场波浪测量资料,分析了黄河口“烂泥”的消波效应。结果表明,波浪传至“烂泥”后波高和周期均有明显减小,波浪频谱也有较大的变化,“烂泥”是一个天然的“避风港”。

关键词: 黄河口,烂泥,波浪特性,消波效应

世界各大中河口区大多为淤泥质海岸,我国也有不少河口区是淤泥质海岸,黄河入海口是具有代表性的。该海区的海上油气开发、港口建设和水产捕捞活动日趋频繁。研究波浪与海床的相互作用对这些活动有紧密的关系,也是海岸工程的主要内容之一。

淤泥质海床有明显的消波效应,国内外学者作过一些模型试验和理论分析,但研究还不

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2507 号。

收稿日期:1995 年 3 月 20 日

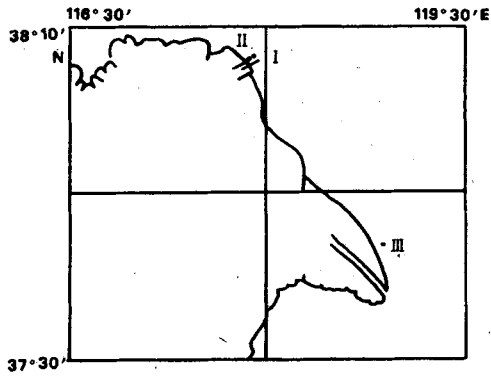


图1 测量站位

Fig. 1 Station of wave observation

完善,对它的消波机制各抒己见,现场实验较少见。为了研究“烂泥”定量的消波作用,作者于1991年11月23~24日在黄河口“烂泥”进行了波浪观测。本文根据黄河口“烂泥”的实测波浪资料,给出了具体的分析。

1 “烂泥”的地理位置及观测期间的天气情况

“烂泥”的地理位置在现黄河入海口略北(俗称“北烂泥”),约 $37^{\circ}44'N, 119^{\circ}19'E$,如图1所示。范围约为10多平方公里,“烂泥”的水深约为3~4m。

1991年11月23~24日是一次较强冷空气过程,风向偏北,最大风速达7级。23日00:00时风速为5级,逐渐增强至7级,23日15:00时风速达到最大值,从16:00时起慢慢减弱,24日白天的风速降为4~5级。

2 观测方法及资料处理

在黄河海港附近水深4m处(测站I)、2m水深处(测站II)以及“烂泥”处(测站III),同时放置YZ-III型遥测波浪浮标各一个,如图1所示。进行了同步测量,每小时记录一次,每次记录10min,共获得21组波浪数据。计算了每次最大波高 H_{max} 、对应最大波高的周期 T_{max} 、1/10大波波高平均值 $H_{1/10}$ 、对应1/10波高的周期 $T_{1/10}$ 、有效波高 $H_{1/3}$ 、对应有效波高的周期 $T_{1/3}$ 、

1995年第6期

平均波高(\bar{H})及平均周期(\bar{T})。还对11月23日14:00时和15:00时的三个站的记录进行了谱估计。在波浪观测期间采了3次“烂泥”表层水样,测定其含沙量。

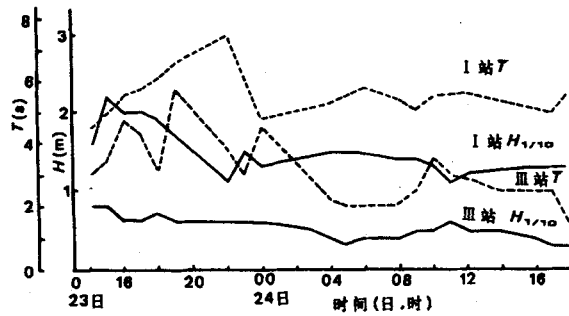


图2 波高和周期过程曲线

Fig. 2 History of wave heights and wave periods

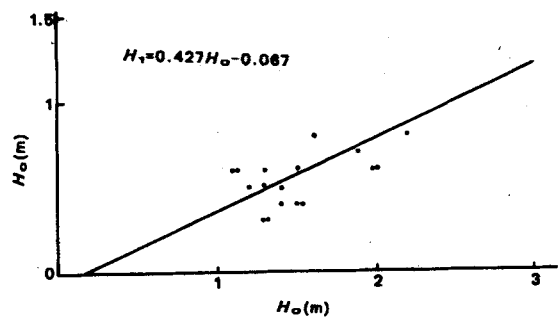


图3 “烂泥”波高与海港波高的关系

Fig. 3 Relationship of wave heights between "muddy" and seaport

3 “烂泥”波浪与黄河海港波浪的差异

3.1 “烂泥”的含沙量

据文献[3]“烂泥”海水浮泥中值粒径为0.002~0.004mm,无风时水较清,表层悬浮沙含量为 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$;汛期有大风时海底浮泥被波浪搅动,表层悬浮沙含量可达 $3\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$,为神仙沟附近海域大风浪时含沙量($0.3\text{kg}/\text{m}^3$ [2])的十

几倍。测定 3 次水样的含沙量为 $0.6 \sim 0.8 \text{ kg/m}^3$ 。

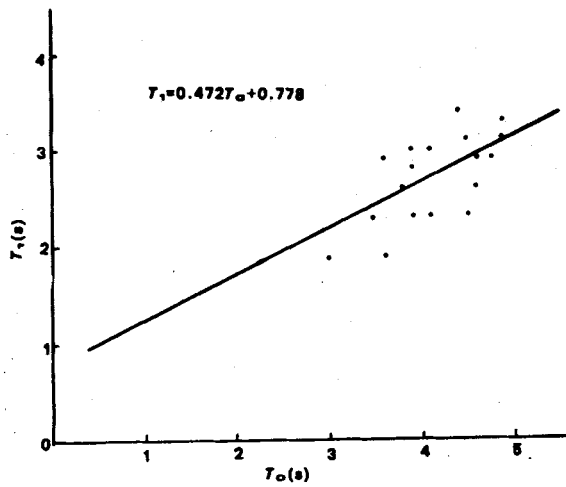


图 4 “烂泥”和海港波浪周期的关系

Fig. 4 Relationship of wave periods between “muddy” and seaport

3.2 “烂泥”波高的消波效应

因为是枯水期,大风过程时间短,故其测值相对小些。从同步的实测波浪资料(11月23~24日,表1)可知,23日14:00~15:00时波浪最大,“烂泥”的最大波高(H_{\max})为1.2m,而与“烂泥”同水深(4m)黄河海港的最大波高(H_{\max})也达1.6m。这三个站相应的1/10大波波高($H_{1/10}$)的最大值分别为0.8m,2.2m和1.3m,图2给出2个测站的同步波要素过程线,从图2可以看出,“烂泥”的波高最小,有明显的消波效应。把2个测站的同步测量波高,即“烂泥”站(III站)和黄河海港水深4m的站(I站)的波高($H_{1/10}$)作相关分析,可以看出两者有较好的相关关系,相关方程为:

$$H_1 = 0.427H_0 - 0.067 \quad (1)$$

式(1)如图3所示。其中 H_1 为“烂泥”的波高($H_{1/10}$) H_0 为黄河海港水深4m处的波高($H_{1/10}$)。从式(1)可知,“烂泥”波高($H_{1/10}$)仅为同深度正常海区波高($H_{1/10}$)的43%。

3.3 “烂泥”波浪周期的变化

从图2看出,“烂泥”不仅对波高有衰减作

用,同样对波周期也有衰减效应,“烂泥”的波周期均小于海港近海的波周期。对两站的波浪周期(\bar{T})作了相关分析(图4),其相关方程如下:

$$T_1 = 0.472T_0 + 0.778 \quad (2)$$

其中 T_1 是“烂泥”波浪的平均周期(\bar{T}), T_0 是海港4m水深处的波浪平均周期(\bar{T})。

3.4 “烂泥”实测波谱的变化

对三个测站二次同步波浪连续记录作了谱估计,把波面记录作离散取样,取样间隔 $\Delta t = 0.25\text{s}$,样本总量 $N = 1024$,用FFT方法计算了波浪频谱。图5是11月23日14:00时和15:00时三个站的波浪频谱曲线。由图5可知,黄河海港水深4m处的谱曲线I最高(波能最大),其次是黄河海港水深2m处的谱曲线II,“烂泥”的谱曲线III最低(能量最小)。谱曲线I的峰频(ω_0)

在1.0~1.3之间,谱曲线II的峰频和谱曲线I的峰频相同,“烂泥”的谱曲线III峰频比黄河海港处的要大得多;也就是“烂泥”的谱峰周期要小得多。这和上面讨论的周期变化是一致的。也正如文献[4]所指出的圆频率为1.24附近的组成波在“烂泥”中衰减最大。谱曲线I的峰值 $s(\omega_0)$ 在0.13~0.32之间,谱曲线II的峰值在0.07~0.11之间,说明波浪在向水深变浅水域传播过程中波高减小,而周期基本不变。“烂泥”谱曲线III的峰值很小约为0.015,这也反映了“烂泥”的明显消波效应。

由此可见,在一般情况下,波浪从较深海区向较浅海区传播过程中波高减小,从而谱值也减小,周期大致相同;当波浪随深度衰减时,波高减小,而周期是增大的,因为小周期的组成波随深度衰减比大周期的组成波要快得多。然而,波浪传至“烂泥”中波高明显减小,周期也明显减小(从而波长变短),谱峰值也明显降低,谱峰频显著增大,这就是“烂泥”波浪的特点。

4 结论

4.1 “烂泥”波高比正常海区的波高要小约50%,所以“烂泥”呈现出明显的消波效应。

4.2 “烂泥”波浪周期也明显小于正常海区的波周期,约小60~70%,从而波长变短。

表 1 1991 年 11 月 23~24 日“烂泥”与黄河海港波要素

Tab. 1 Wave characteristics at “muddy” and Yellow river seaport during Nov. 23-24, 1991

时间(日.时)	烂泥(III站)				海港(I站)				海港(II站)				
	Hmax	H _{1/10}	T _{1/10}	d(m)	Hmax	H _{1/10}	T _{1/10}	d(m)	Hmax	H _{1/10}	T _{1/10}	d(m)	
23日	14:00	1.2	0.8	3.0	3.5	1.2	1.0	4.4	2.0	1.9	1.6	4.5	4.0
	15:00	1.0	0.8	3.5	3.5	1.3	1.2	4.6	2.0	2.4	2.2	5.0	4.0
	16:00	0.7	0.6	4.8	3.5	1.6	1.3	4.8	2.0	2.2	2.0	5.6	4.0
	17:00	0.8	0.6	4.3	3.5	1.5	1.2	4.8	2.0	2.3	2.0	5.8	4.0
	18:00	0.8	0.7	3.1	3.5	1.2	1.1	4.1	2.0	2.2	1.9	6.1	4.0
	19:00	0.8	0.6	5.7	3.5	1.4	1.0	4.5	2.0	1.8	1.7	6.6	4.0
	22:00	0.8	0.6	3.8	3.5	0.8	0.7	3.9	2.0	1.2	1.1	7.5	4.0
24日	00:00	0.8	0.6	3.0	3.5	1.2	1.0	5.0	2.0	1.8	1.5	6.1	4.0
	04:00	0.8	0.6	4.5	3.5	1.0	0.8	4.0	2.0	1.5	1.3	4.8	4.0
	05:00	0.5	0.4	2.2	3.5	1.2	1.0	5.3	2.0	1.6	1.5	5.3	4.0
	06:00	0.5	0.3	2.0	3.5	/	/	/	/	/	/	/	/
	06:00	0.5	0.4	/	/	1.0	0.8	5.0	2.0	1.8	1.5	5.8	4.0
	08:00	0.5	0.4	2.1	3.5	1.3	1.0	4.9	2.0	1.9	1.4	5.4	4.0
	09:00	0.7	0.5	2.6	3.5	1.0	0.8	3.6	2.0	1.6	1.4	5.1	4.0
	10:00	0.6	0.5	3.5	3.5	1.0	0.8	4.0	2.0	1.6	1.3	5.5	4.0
	11:00	0.7	0.6	3.0	3.5	0.8	0.7	4.0	2.0	1.3	1.1	5.6	4.0
	12:00	0.7	0.5	2.9	3.5	/	/	/	/	1.6	1.2	5.6	4.0
	14:00	0.6	0.5	2.5	3.5	/	/	/	/	/	/	/	/
16:00	0.5	0.4	2.5	3.5	/	/	/	/	/	/	/	/	
17:00	0.4	0.3	2.5	3.5	/	/	/	/	/	1.3	5.0	4.0	
18:00	0.4	0.3	1.5	3.5	/	/	/	/	/	1.3	5.6	4.0	

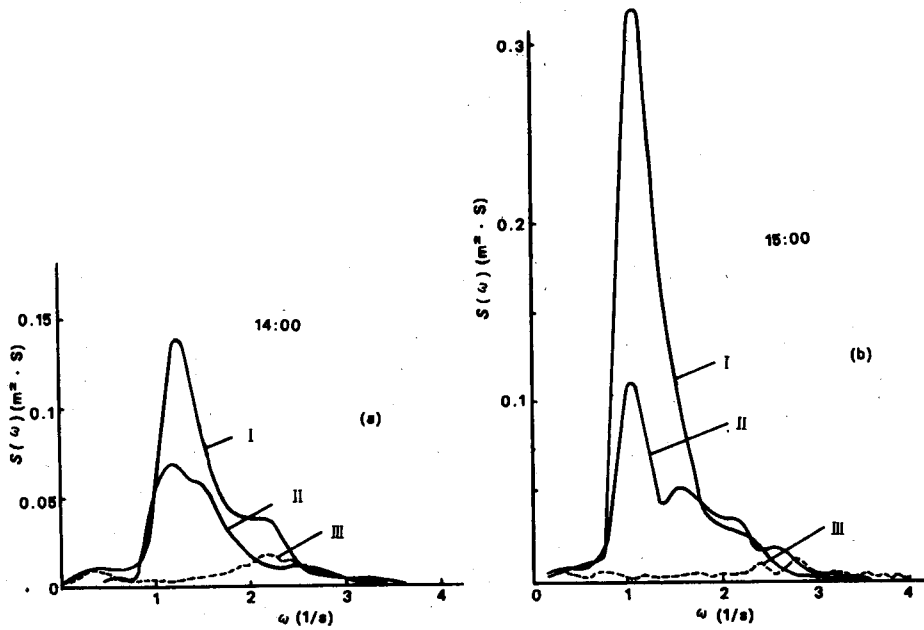


图 5 波浪频谱(1991 年 11 月 23 日)

Fig. 5 Frequency spectrum of wave

4.3 “烂泥”波浪频谱曲线与正常海区的波浪频谱曲线有显著的差别：“烂泥”波浪频谱零阶矩小，峰值很小，峰频变大（峰值周期变小）。

参考文献

- [1] 张振环,1992. 海岸工程 11(2):1~29.
- [2] 王汝凯,1985. 海岸工程 4(2):32~37.
- [3] 武桂秋,1992. 海岸工程 11(2):44~52.
- [4] 程苏闽等,1988. 水动力学研究与进展 3(3):10~16.

ANALYSES ON WAVE CHARACTERISTICS AT MUDDY SEDIMENT OF YELLOW RIVER ESTUARY

Wang Yimou, Fan Shunting and Wang Xingde

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071*)

Received: Mar. 20, 1994

Key Words: Muddy sediment, Wave characteristic, Spectrum

Abstract

Based on the field measured wave data at Muddy Sediment and Yellow Harbour in Nov. 23-24, 1991, wave characteristics and wave spectra have analysed. The analyses shows: since waves propagate into Muddy Sediment, is a clear reduction of wave heights and wave periods (thus wave lengths) there is also a clear reduction of 0-moments of wave spectrum and spectral peak values, but there is a clear increase of wave spectral peak frequencies, and there is a clear variation of wave spectral shape. So the Muddy Sediment is natural haven.