

8509号台风波浪场的分析*

许富祥 许林之

(国家海洋局海洋环境预报中心)

提要 本文应用东亚地面天气图和西北太平洋海浪实况分析图及沿岸海洋站资料,对8509号台风波浪场进行了分析。并根据台风的强度、移速及外围天气形势的配合,对台风波浪场进行订正。获得了台风波浪场的分布特征:一、台风移动方向的右半圆的波高大,左半圆小;二、台风波高与风速成正比,而与离开台风中心的距离成反比。另外,应用较简便的方法计算了台风波高,计算波高与实测波高比较,两者较吻合。

一、前言

8509号台风是沿我国东部沿海北上入渤海型台风。这类台风在31年中(1949—1980年)仅出现过6次(图1)。该台风在同类台风中是较弱的一次台风过程。但是由于台风期间正值天文大潮,尤其是与位于日本海的强而稳定的副高配合¹⁾。致使我国东海、黄海、渤海海峡和山东、辽东半岛沿岸造成较大的波高。并且在我国北部沿海地区出现了不同程度的增水。

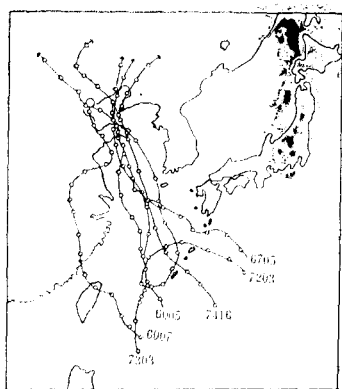


图1 北上入渤海型台风路径示意
Fig.1 The pattern of the tracks
of typhoon moving into Behai sea

本文应用东亚地面天气图、西北太平洋海浪实况分析图和沿岸海洋站资料,探讨了8509号台风波浪场的分布特征,并且应用海浪计算手册方法和井岛等人的方法计算了台风波高。

二、8509号台风概况

8509号台风于1985年8月16日14时在冲绳岛以西约150km的海面上生成后,逐渐发展加强,以每小时15km的速度向西北方向移动。18日02时台风位于杭州湾口附近(30.0°N、123.4°E)台风的中心气压达到最强(978毫巴),近中心最大风速30m/s(11级)。此后台风的移动速度加快,3小时之后在江苏启东一带登陆,并沿江苏沿岸线北上。19日02时台风从连云港附近再次入海,于19日09时在青岛登陆。而后穿过山东半岛于19日15时在龙口东北部入渤海海峡继续北上。20日00时在营口附近再次登陆,20日02时在沈阳附近减弱东移。8509号台风路径详见图2。

8509号台风,自8月16日至20日为期5天

*本文承张大错副教授审阅并提出修改意见,谨此致谢。

1)资料来源于日本气象传真图,该次副高为日本百年一遇的强副高。

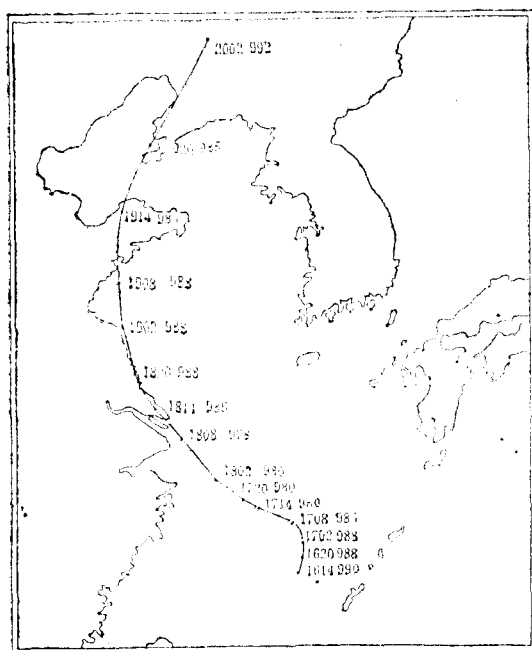


图2 8509号台风路径示意

Fig.2 Track of typhoon No.8509

的时间, 袭击了浙江、江苏、山东沿海和辽东半岛沿海。台风所经之处, 多数是人口稠密区和工业重地, 损失惨重。可列为近40年来受灾最严重的台风个例之一, 仅山东省青岛市直接经济损失5亿元¹⁾。

三、8509号台风浪的分布

1. 沿岸台风浪的分布

沿岸海浪资料均来自国家海洋局所属海洋站资料。波高是用岸边光学测波仪观测(小麦岛海洋站台风期间因海况恶劣, 仪器损坏, 为目测资料)的1/10大波的平均波高($H_{1/10}$)。最大波高为观测时间内的最大波高。波高以m为单位, 风速以m/s为单位。

为分析8509号台风浪在我国沿岸的分布, 应用沿岸海洋站资料, 分别绘制了台风所经过的沿岸各处的波高(图3)和风速(图4)的过程曲线。当台风靠近东南沿海时(18日02时至19日02时), 18日14时台风经过的嵎山海洋

站观测到3.1m的波高, 风速15m/s。引水船海洋站由于没有海浪观测资料, 根据本站的风速, 依其海浪计算手册方法计算的波高为4.2m。而大陈岛和吕泗海洋站均没有观测到较大的波高。19日02时(34.3°N、120.3°E)连云港海洋站观测到22m/s的大风, 由于是在夜间无波浪观测资料; 而在19日08时观测到14m/s的风速, 波高2.2m。从而可看出, 台风沿东南海岸线北上时没有形成较大的波高(图3), 故损失不大。

由图3、4可看出, 随着台风的北上, 山东半岛南部沿岸的波高和风速逐渐增大。18日14时(32.0°N、121.4°E)小麦岛海洋站观测到2.4m的波高, 风速9m/s。随着台风的靠近, 小麦岛海洋站的波高逐渐增大, 19日09时台风登陆青岛时小麦岛海洋站观测到9m的狂涛及27m/s的大风, 最大波高11m。从18日17时到19日09时, 16个小时内波高增大了6m之多。千里岩海洋站从19日08时至17时均观测到了4m以上的大浪。随着台风的北上, 小麦岛海洋站的波高逐渐变小。19日14时(37.3°N、120.4°E)台风在山东半岛北部时, 小麦岛海洋站的波高已减弱为5m, 而乳山口和石岛海洋站的波高和风速达到最大。乳山口海洋站的波高为4.6m, 风速19m/s。石岛海洋站的波高为3.6m, 风速17m/s。最大波高分别为5.8m和4.2m。19日17时台风中心在接近渤海海峡的北隍城海洋站时, 该站观测到4m的波高, 最大波高4.6m, 风速18m/s。

由8509号台风造成的沿岸波高, 由图3可看出。当台风最强(18日08时)并接近东南沿海时, 沿岸波高较小。这可能是台风沿东南沿海海岸线北上时, 由于海岸地形的摩擦作用, 减少了台风本身的能量; 加之台风本身的强度较弱, 又与外围天气系统配合不够密切, 风速较小(图4); 其风时和风区也较小, 故不利

1) 国家海洋局北海分局北海预报中心资料室, 1985。1985年第9号台风影响鲁、冀、辽三省水文气象报告。

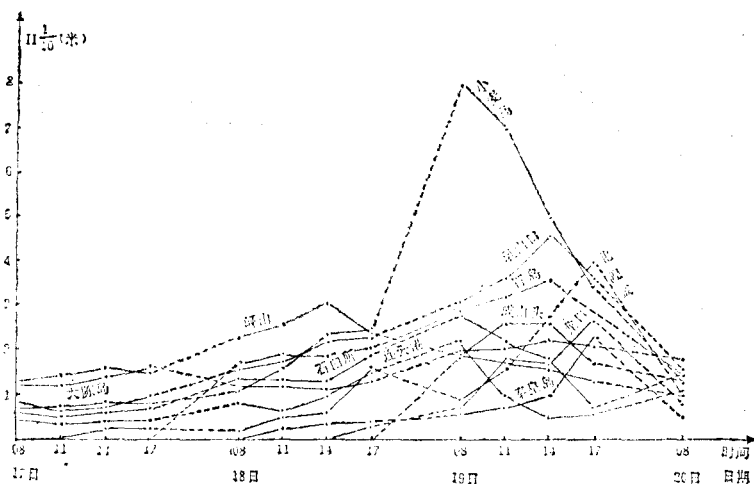


图3 沿岸波高过程曲线

Fig.3 Time variation of wave heights along the coast

于波浪的发展。当台风移至北部海区时, 山东半岛南部沿岸的波高较大(图3)。这可能是自19日02时至20日08时, 台风与位于日本海强而稳定的副高配合较密切, 山东半岛南部沿海气压梯度增大, 风速也迅速增大(图4)。大风范围也逐渐向外扩展, 其风时、风区也随之延长。自18日14时至19日14时, 山东半岛南部

沿海多数吹刮东—东南风。而东—东南风正是向岸风, 有利于沿岸波浪的发展。同时在台风未到来之时, 该海域已有台风涌浪, 所以由台风造成的风浪叠加在这些涌浪之上, 便极易造成巨大的波高。

综上所述, 8509号台风造成的沿岸波高有如下特点: (1) 台风波高随着风速的增大而

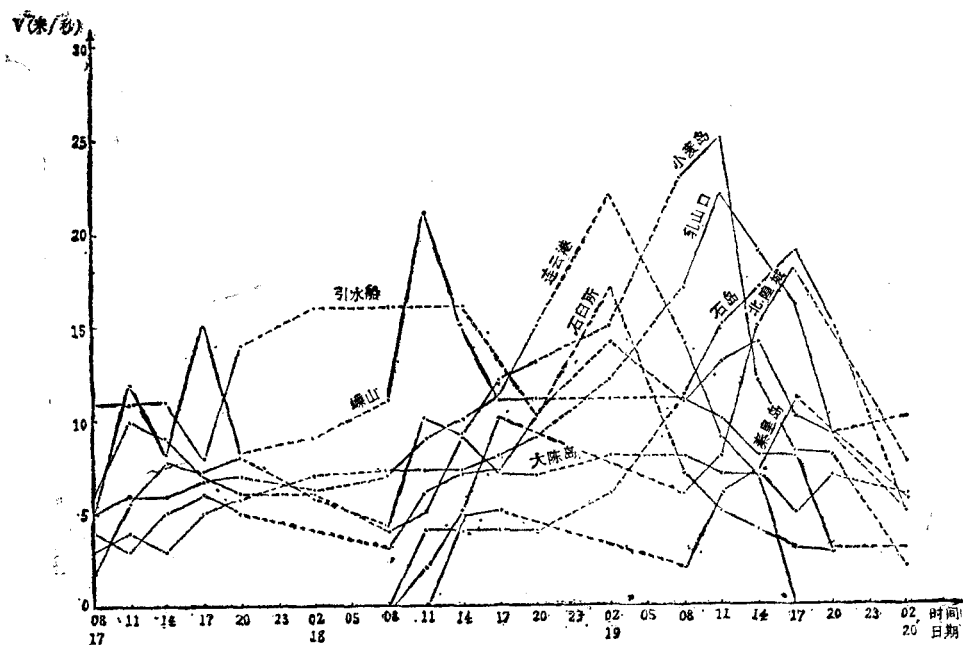


图4 沿岸风速过程曲线

Fig.4 Time variation of wind speed along the coast

增高,随着台风的接近而逐渐变大,随着台风的远离逐渐变小;(2)沿岸波高呈现出北大南小的趋势,石臼以南除崂山海洋站观测到3.1m的波高外,其它海洋站均没有观测到3m以上的波高;(3)沿岸最大波高时段出现在19日09时至10时的小麦岛海洋站(11m),其次是大连海洋站(6.7m)。此时两站恰在台风移动方向的左后半圆。

2. 东、黄、渤海台风浪的分布

在海上海浪的资料多数来自国际、国内船舶通报资料。观测波高均为目测的有效波高($H_{1/3}$),以m为单位,风速以m/s为单位。当台风在海上活动时,多数船舶离开台风航行,故资料较少。这给讨论台风浪在海上的分布带来一定的困难。本文应用海浪实况分析图和东亚地面天气图,将进一步讨论8509号台风浪在海上的分布情况。在分析台风浪时,除了应用实测资料外,还根据台风的强度、移动速度、台风的大风半径以及台风与外围天气系统的配合等,进行了客观订正,较合理地分析出台风波浪场的分布。

8509号台风在东海形成之后,当时台风正处于发展阶段,台风的强度较弱;风速正处于增强阶段,其风时和风区较小,海上的波高小;3m以上大浪区的分布范围也较小。随着台风的加强,风速不断增大,波高也随之增大。8月17日08时至14时,台风基本发展成熟,波高也达到最大(图5)。从图5可看出,整个东海几乎全是3m以上的大浪,在台风中心附近分析出了7m的狂浪。随着台风的北上,东海的波高逐渐变小,南黄海的波高逐渐变大。台风中心移至 34.3°N , 120.3°E 附近海面时(19日02时),黄海中部的波高逐渐变大。19日08时台风中心在青岛外海时,大浪区的分布范围扩展到了青岛外海,台风中心附近分析出8m的狂浪(图6)。台风登陆山东半岛之后,黄海中部的波高逐渐变小。19日14时渤海东部,渤海海峡和黄海北部均形成了大浪,最大波高出现在渤海海峡(图7)。

根据图5、6可看出台风波高在海上的分

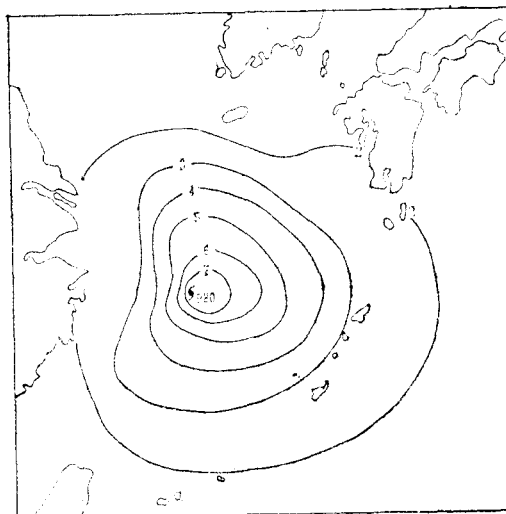


图5 海浪实况 1985年8月
17日06时(世界时)

Fig. 5 Wave-analysis
chart, at 0600GMT,
17 August 1985

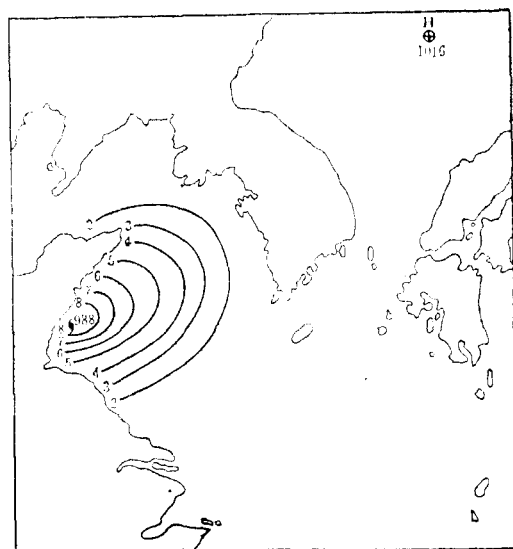


图6 海浪实况 1985年8月
19日00时(世界时)

Fig. 6 Wave-analysis
chart, at 0000GMT,
19 August 1985

布是相对于台风中心的不对称,即台风移动方向的右半圆的波高大于左半圆,最大波高出现在台风移动方向的右后半圆。这是因为台风移

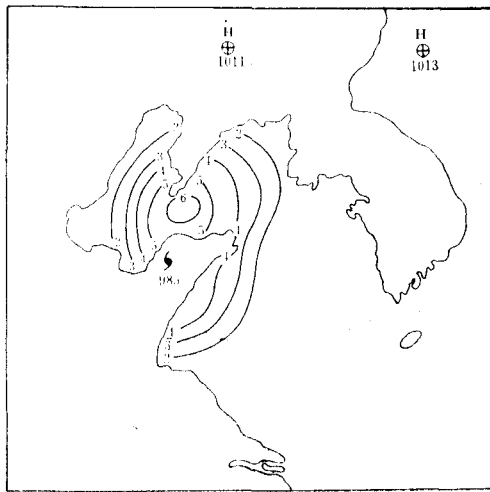


图7 海浪实况 1985年8月
19日06时(世界时)

Fig. 7 Wave-analysis
chart, at 0600 GMT,
19 August 1985

动方向的右半圆与位于日本海的副高相配合,在这个范围内形成较大的气压梯度,长时间吹刮强而稳定的东—东南大风,其风时和风区长而稳定,有利于波浪的发展。而在台风移动方向的左半圆,正是靠近我国沿岸,海上的风速虽然较大,但是由于吹刮的是离岸风,风区也较小;加之受岸形,水深等因素的影响,不利于波浪的发展。故台风移动方向的左半圆波高较小;而图6中大浪区是出现在台风移动方向的前半圆,此时恰是位于日本海的副高北上之后西伸,渤海海峡、黄海北部正是吹刮偏东大风,

表1 计算波高¹⁾

Table 1 The computed wave heights

$H_{1/3}$ (m)	海域	东海 (8月17 日14时)	黄海 (8月19 日08时)	渤海海峡 (8月19 日14时)
方法				
计算手册		8.3	7.0	6.5
井 岛		7.2	7.2	5.7
东海台风浪计算方法		7.8		

1) 计算点的位置是东海(28.2°N, 125.8°E)、黄海(35.9°N, 120.6°E)和渤海海峡(38.4°N, 120.8°E),在离开台风中心约一个纬距(60哩)时的计算波高(其它纬距计算波高略)。

表2 计算波高与实测波高的比较¹⁾

Table 2 Comparison between the computed wave heights and observed wave heights

海洋站	小麦岛 (8月19日09时)	千里岩 (8月19日11时)	乳山口 (8月19日14时)	石 岛 (8月19日14时)	北隍城 (8月19日17时)
要素	计算实测 ΔH ($H_{1/10}$) ($H_{1/10}$) (m)	计算实测 ΔH ($H_{1/10}$) ($H_{1/10}$) (m)	计算实测 ΔH ($H_{1/10}$) ($H_{1/10}$) (m)	计算实测 ΔH ($H_{1/10}$) ($H_{1/10}$) (m)	计算实测 ΔH ($H_{1/10}$) ($H_{1/10}$) (m)
计算手册	8.3 9.0 0.7	4.4 4.8 0.4	4.8 4.6 0.2	3.3 3.6 0.3	4.8 4.0 0.8
井 岛	9.2 9.0 0.2	4.8 4.8 0	4.0 4.6 0.6	3.2 3.6 0.4	3.7 4.0 0.3

1) $\Delta H = |\text{计算波高} - \text{实测波高}|$

风区较长,加之受海峡的狭管效应,致使其渤海海峡的波高较大。

根据台风在东海、黄海、渤海海峡时的波浪场分布与风场分布进行比较,获得了4m以上巨浪区基本上与台风的7级大风半径一致;3m以上大浪区的范围基本上与6级大风风区的范围相同。波高随着风速的增大而增高。波浪无论是增大或减弱,波高随着离开台风中心距离的减少而增高,随着台风的远离而减小,周期变化较慢(涌浪周期)。

四、8509号台风的计算波高

为进一步讨论8509号台风浪的分布,应用海浪计算手册方法和井岛等人的台风浪计算方法,计算了8509号台风在海上的波高和部分沿岸站波高。其中,海上风场资料根据东亚地面天气图和台风警报中获得,沿岸风场资料是沿岸海洋站实测资料。

从表1结果可看出,波浪计算手册方法计算的波高略大于井岛等人的计算波高。计算结果与图5、6、7比较,图5中在台风中心附近分析出7m的波高等值线,计算手册方法计算的波高是8.3m,井岛的方法是7.2m,东海台风浪计算方法是7.8m,可见分析的结果与计算结果相差不大。在离台风中心2.5个纬距的海域,观测到4.5m的波高,而计算手册方法是4.6m,井岛的计算结果是4.2m,东海台风浪计算方法是4.8m,从而可看出东海的实测波高与计算结果较吻合。在黄海中部台风中心附近没有观测资料,而计算点(35.9°N、

120.6°E)恰在小麦岛附近。而小麦岛海洋站观测到9m的波高($H_{1/10}$)。为比较方便起见,根据各种波高之间的关系,将小麦岛海洋站观测的1/10波高换算成有效波高为7.2m。根据井岛和计算手册方法计算的有效波高分别为7.0m和7.2m。由此可见实测波高与计算波高相差很小。在波浪实况分析中,在黄海中部台风中心附近分析出8m的波高等值线(图6),分析结果略大了一些。渤海海峡计算波高与北隍城海洋站观测的波高相比较,其计算结果也略大一些。但是在台风期间渤海海洋石油公司滨海281拖船,在渤海海峡目测到7.5m的波高(281船长口述资料)。图6中渤海海峡也分析出6m的波高,可见渤海海峡的计算结果也有一定的参考价值。

表2是山东半岛南部沿岸海洋站的计算波高与实测波高的比较。由表2可看出,计算手册方法的平均误差(0.48m)略大于井岛的平均误差(0.38m)。计算结果与实测波高比较,其结果是令人满意的。

我们认为,计算波高与实测波高的结果较吻合,均有一定的参考价值。无疑,这些结果将为海洋工程的建设提供参考依据。

参 考 文 献

- [1] 王 涛, 1984. 8114号台风浪的基本特性. 海洋与湖沼 15(1): 46—57.
- [2] 国家海洋局, 1973. 海浪计算手册, 102—107页.
- [3] 南京水利科学研究所译, 1979. 港口建筑物设计标准, 第一分册. 人民交通出版社, 82—83页.

ANALYSIS OF WAVE FIELD FOR TYPHOON 8509

Xu Fuxiang, Xu Linzhi

(Marine Environmental Forecasting Centre of NBO)

Abstract

With the wave-analysis data of the Northwest Pacific Ocean and that from the coastal stations, the authors analysed the wave-field of the typhoon 8509 and did some corrections on the wave-field according to the strength and velocity of the typhoon and its relation with periphery weather system. The distributional features of the wave field are thus obtained: the wave heights of the right hemisphere of the typhoon are greater than ones of the left; the wave heights are directly proportional to the wind velocity and inversely proportional to the distance from the centre of typhoon. The wave heights computed by a simple method agree well with observed heights.