

II-423

台風来襲時の由比漁港の波浪観測と泊地内の波浪特性

清水建設(株) (正) 田中正博・大内田博喜・光田貢・堀哲郎・土田充

1. はじめに

由比漁港は駿河湾奥部の西側に位置し、桜えびとしらすの水揚げ漁港として有名である。由比漁港では台風等による大きな波浪の来襲が予測される場合には、多くの漁船が焼津漁港に避難している。これに対処すべく現在、西防波堤の沖側に南防波堤を建設中であり、通常波浪に対する泊地内の静穏度は向上するものと考えられる。南防波堤の建設は30年確率の沖波波高 5.5m (有義周期 15.3s) に対し泊地内では有義波高 0.5m 以下の静穏度が確保できる計画となっており、静穏度解析により確認されている。しかし、波浪条件によって台風時に泊地内に係留した漁船が水平方向の動揺のため、係留索の切断や船舶同士の衝突を引き起こすことがあると言われている。そこで、台風時の漁港周辺の波浪状況、泊地内への波の伝播および泊地内波浪の特性を把握するため現地波浪観測を実施した。本論文は、台風26号の通過によって由比漁港に来襲した波浪の観測結果について報告するものである。

2. 観測方法

由比漁港と波高計の配置を図-1に示す。西防波堤の沖合い約300m、水深26mのA点(沖波の観測)、および東西防波堤入口のB点(水深6m)には、自記式の超音波波高計を設置し、毎正時20分前から20分間観測した。また、泊地入口のC点と泊地内のD点には水圧式波高計を、E点とF点には岸壁より容量式波高計と超音波式波高計(空中型)をそれぞれ設置(いずれも水深2m:L.W.L.)し、観測データはデータレコーダに収録した。波浪観測は平成6年の8月初旬より10月初旬の約2ヶ月間、台風の来襲予測に合わせて実施した。なお、超音波波高計の収録時のサンプリング時間間隔は0.25秒である。

3. 結果および考察

(1) 港内外の波浪特性: 観測期間中、由比漁港を直撃した台風はなかったが、大型の台風26号が9月29日から30日にかけて紀伊半島に上陸し日本海に抜け、由比漁港近傍でも30日の未明頃この台風の影響を強く受けて大きな波浪が来襲した。図-2および3は、沖波波高が最も大きくなった9月30日午前4時のA, C, D, F点での時間波形とパワースペクトルを示したものである。港外のA点での卓越周期は約10秒であるが、泊地内のC, D, F点では80~150秒の長周期の波が卓越している。また、これら長周期の領域では泊地内のパワースペクトルの方が港外のそれよりも大きくなっている。そこで、観測された波浪データを25秒以下と以上の周期成分(以下、それぞれ通常波浪、長周期波浪と称す)に分けて考察を進める。30日午前2~8時のA~F点での通常波浪の有義波高と有義周期を図-4に示す。泊地入口および泊地内のC~F点での波高は10cm程度で、これは港外(A点)の波高の5~7%であり、泊地内の静穏度は十分に確保されていることが確認された。

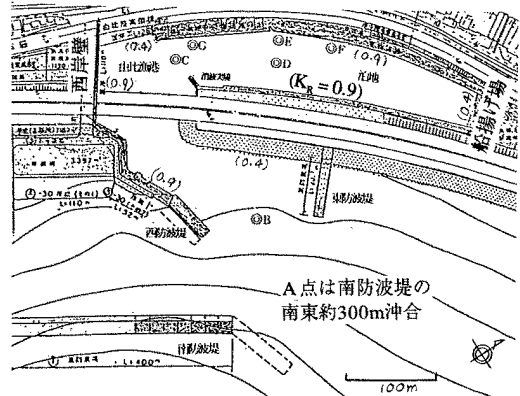


図-1 漁港および観測機器の配置

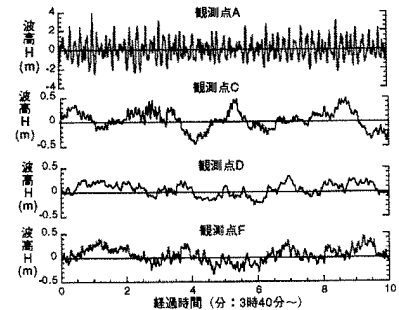


図-2 港内外各観測点での時間波形

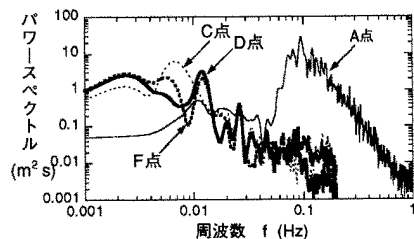


図-3 港内外のパワースペクトル(9月30日午前4時)

(2) 泊地内の長周期水面変動：A～F点での午前2～8時の長周期波浪の平均の波高と周期を図-5に示す。波数が少ないためばらつきはあるが、泊地の入口と内部での波高は2時を除き港外よりも大きくなっている。特に4～6時の場合、C～F点の平均波高はA点の1.5～2倍に増加しており、泊地の入口および内部で副振動を生じていると推察される。図-3に示したように、長周期波浪のパワースペクトル(4時)は、泊地入口のC点では0.065Hzの近傍で、また泊地内のD、F点では0.0025、0.012Hzの近傍でそれぞれピークが現れている。図-6は、緩勾配方程式により計算した港外波高に対する泊地内のC、D、F点での波高比特性を示したものである。ただ、水深3.7m(H.W.L.)、入射波の波向きSE(観測時の目視による)、直立岸壁、消波護岸および船揚げ斜面での波の反射率をそれぞれ0.9、0.4(図-1参照)として計算した。C点での波高比のピークは0.0025、0.008Hz近傍に、D、F点でのそれは0.0025、0.013Hz近傍にそれぞれ現れており、C点での0.008Hzを除き観測結果のピーク周波数と一致している。したがって、これらの周波数は泊地(入口と内部)の固有周期に対応しており、泊地で副振動が発生していると考えられる。副振動の振動モードを把握するため、図-6で波高比のピークが現れる周波数に対する水面形を図-7に示す。図より、 $f=0.0025\text{Hz}$ は泊地の最奥部と入口(開口部)の水域にける副振動の1次モードに、 $f=0.0065$ 、 0.013Hz は泊地の最奥部と港内の西側岸壁の水域の1、2次モードに、また、 $f=0.009\text{Hz}$ は泊地の最奥部と泊地入口の消波突堤(図-1参照)の水域の1次モードにそれぞれ対応していると考えられる。清水ら(1994)の実験でも示されているように、このような長周期波に対し、防波堤や突堤の配置または延長による回折や屈折を利用して泊地内に進入する波エネルギーの低減を図ることは極めて困難であり、直接遮蔽する等の対策が必要である。

4. まとめ

台風時の由比漁港泊地内の波浪特性を把握するため現地観測を実施した。台風26号の接近により9月30日未明に港外で想定されている30年確率波高の約7割に相当する有義波高3.7m(有義周期9.5秒)の波が観測された。周期25秒以下の通常波浪に対しては、泊地内の波高は港外のそれの7%以下であり、泊地の静穏度は十分確保されることが確認された。一方、周期25秒以上の長周期波浪に対しては、泊地で0.0025～0.013Hzの周波数領域で港外波高の2～3倍の副振動が認められた。

最後に、本現地観測にあたっては、由比漁協の各位から多くの支援と助言を賜りました。ここに記してこころから感謝申し上げます。

—参考文献—

清水琢三・金山進・服部武・武藤亮介・高木伸雄・二見耕左(1994): 漁港内の長周期水面変動と平均水位上昇に関する現地観測と水理実験, 海岸工学論文集 第41巻, pp. 76 - 80.

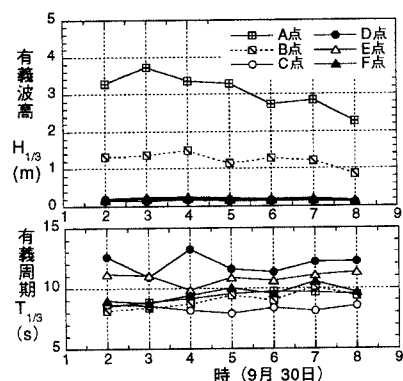


図-4 港内外の通常波浪 ($T < 25\text{s}$) の有義波高と有義周期

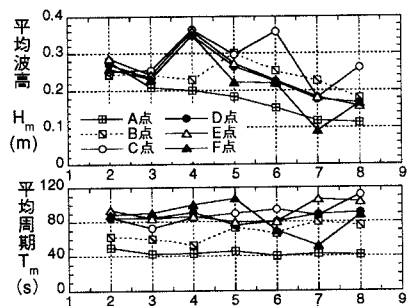


図-5 港内外の長周期波浪 ($T > 25\text{s}$) の平均波高と平均周期

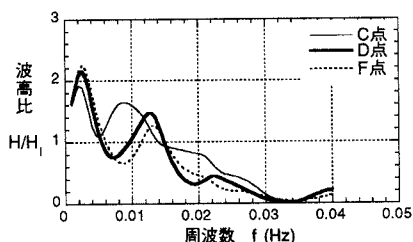


図-6 泊地内の波高増幅特性 (長周期波浪: 計算値)

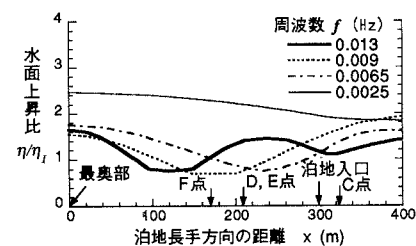


図-7 泊地内の副振動モード