

現地観測における細島港の係留船舶動揺特性

九州大学工学部

学生員○金丸敏宏 樽井史朗 山城 賢

正会員 吉田明德 入江 功

宮崎大学工学部

学生員 吉村 聡 正会員 村上啓介

1. まえがき

宮崎県日向市にある細島港では係留船舶に大きな長周期波動揺が生じ、荷役障害、係留ロープ切断さらに本船の冲出しを余儀なくされるといった事例が数多く報告されてきた。これまで、港湾利用者へ荷役障害の有無、その種類、程度等の聞き取り調査が進められているが、避難した時の動揺の種類、程度については必ずしも明らかではない。そこで、昨年に引き続き、細島港に係留している船舶の動揺の状況について、現地観測を行い、船体動揺のビデオ撮影等を実施し、その結果を解析することにより、細島港における長周期波と船舶の動揺について定量的な把握を行うことを試みた。

2. 対象港湾・船舶及び観測方法

細島港の平面地形と観測を行った岸壁の位置を図1に示す。

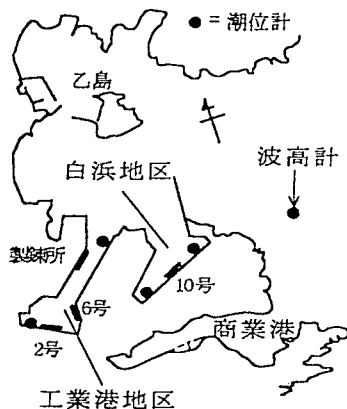


図-1 細島港平面図

細島港は工業港地区、商業港地区、白浜地区に分かれており、天然の良港である商業港にくらべ、工業港地区と白浜地区は典型的な埋め立て式港湾である。聞き取り調査によれば、船体動揺による荷役障害はこの2港に集中している。この工業港地区と白浜地区で、平成10年8月の1ヶ月間及び10月1日にのべ17隻の船について2～7時間の連続観測を行った。主な船の接岸岸壁、トン数、観測時刻などの一覧表を表-1に示す。今回は10000t以上の船を中心に観測を行ったこともあり、大型船が接岸できる工業港地区での動揺観測が主となった。

観測はヒーピングとサージングを対象として、マグネット式のマーキングを岸壁側の船体側面に貼り付け、これを

表-1 主な観測船体一覧表

日付	岸壁	総トン数 (G. T)	全長 (m)	観測 時間(h)
8月3日	6号	18,302	166.0	4
8月4日	6号	18,302	166.0	6
8月17日	精錬所	28,667	167.0	5.5
8月18日	精錬所	28,667	167.0	6.5
8月19日	6号	19,340	174.7	6
8月24日	2号	13,036	155.2	2.5
8月25日	2号	13,036	155.2	7
8月26日	2号	13,036	155.2	7
8月27日	2号	13,036	155.2	7
8月27日	6号	2,100	114.0	4.5
8月27日	10号	3,994	107.0	2
8月28日	2号	13,036	155.2	7
10月1日	1号	30,153	175.2	4

ビデオ撮影することにより行った。荷役作業の邪魔にならないよう船とカメラとの距離は約20mとった。同時に目視によっても船体の動揺を観測した。また、係留策の本数、喫水などの記録を行い、荷役作業員に障害の程度について聞き取り調査をし、これも記録した。また、いくつかの観測においては、船体前方あるいは後方より撮影を行ってローリングとスウェイングの程度についても観測した。

動揺の解析は、X-Yトラッカーを使ってマーキングの軌跡をサンプリング間隔0.5秒で読み取り、時系列データを作成した。ただし、撮影中に車や人が横切るとき生じるマーカの軌跡の欠落は、前後のデータより補間を行い、欠落データを埋めている。その後、フーリエ解析を行って船体の動揺スペクトルを求めた。

3. 結果と考察

平成10年は異常気象等により、台風発生数16個と非常に少ない年であった。そのうち日本へ影響を及ぼしたと思われる台風は6個あり、観測期間中、台風4号が近づいて来たときの動揺を撮影することができた。その時の状況を表2に示す。

8/26 天気：晴れ 風速：3.6m/s 前日、熱帯低気圧が台風4号へと発達する。船が陸から離れようとする動き(スウェイング)は目視で最大25cmあり、防舷材がきしむのがみられた。この時、宮崎港沖2kmにある波高計では有義波高($H_{1/3}$):0.79m、有義周期($T_{1/3}$):8.0sを記録した。

8/27 天気：晴れ 風速：2.8m/s 台風が九州に接近しつつあり、前日に比べサージング、ヒーピングが増大した。宮崎沖では有義波高($H_{1/3}$):0.65m、有義周期($T_{1/3}$):8.5sを

記録した。

8/28 天気：晴れ 風速：3.3m/s この日は前日まであまり見られなかったローリングが大きく見られた。またスウェイングも目視で1～2mの動揺を生じ、船が防舷材に当たり、きしむ音が恐ろしさを感じさせた。

表-2 台風が近づいてきたときのケース

CIDO-PACIFIC				
日付		8/26	8/27	8/28
観測時間		9:23～ 16:19	9:31～ 16:29	9:18～ 16:05
喫水 (m)	船首	4.4	4.0	3.6
	船尾	8.6	5.3	6.8
宮崎沖 波高計	有義波高(m)	0.79	0.65	0.97
	有義周期(s)	8.0	8.5	9.0
総トン数 13,036t 全長 155.2m 係留索12本				

現在は、X-Yトラッカーによる動揺軌跡の読み取りを終え、時系列データの解析に着手したばかりである。そこで本文では解析例として、8/27(12:31:53～14:48:25)とそのほぼ1日後の8/28(12:48:25～15:24:57)のヒーピングとサージングの時系列データをフーリエ解析して得られたスペクトルを図3、図4に示す。

図-3のヒーピングのスペクトルを見ると、1分から数分の長周期域においていくつかの顕著なスペクトルのピークが現われている。このうち、ほぼ1.0分、1.7分、2.2分のピークについて、図-4のサージングのスペクトルと比較すると、サージングは全体的にスペクトルが小さく、目立ったピークが見られない。したがって、これらの周期においては観測地点である2号岸壁は振動モードの腹に位置していると思われる。湾内で生じうる水面振動のモードを考えると、ほぼ1.0分の振動は2号岸壁と湾奥内の対岸とで生じる水面振動の第2モード、ほぼ1.7分の振動は2号岸壁に沿って生じる水面振動の第2モード、ほぼ2.2分の振動は2号岸壁と湾奥内の対岸とで生じる水面振動の第1モードと考えられる。

一方、図-4のサージングを見ると8/27のスペクトルには周期5.3分、7.2分に顕著なピークが見られる。この様な長周期の振動モードは工業港地区湾奥内領域では生じ得ず、周期5.3分のピークは2号岸壁と乙島とで生じる振動の第1モード、周期7.2分のピークは2号岸壁と乙島方向の対岸とで生じる振動の第1モードによるものと考えられる。係留位置はどちらのモードにおいても腹の位置に当たるため、サージングの起因力となるとは考えにくい。工業港地区湾奥の複雑な地形により、サージングを引き起こす岸壁に沿う流れが生じていたのではないかと考えられる。また、8/27から8/28のサージングのスペクトルにおいて、スペクトルが増大しているにもかかわらず、7.2分の振動モードは消滅していることより、全体のスペクトルが増大しても、共振モードを保ったまま、一様にスペクトルが増大するわけでもないといえる。

4. あとがき

本文では現地調査の内容、方法および一部のデータの解

析例について述べた。一昨年より工業港地区と白浜地区の港内の4箇所(図1参照)に潮位計(サンプリング間隔1.0s)が、細島港の湾口に波高計(サンプリング間隔1.0s)がそれぞれ設置されている。今後、この波浪データについてもスペクトル解析し、動揺スペクトルと比較検討していく予定である。

最後に、観測にあたり運輸省第四港湾建設局細島事務所、宮崎県土木部港湾課、宮崎県北部港湾事務所の方々に大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。



図-2 台風経路図

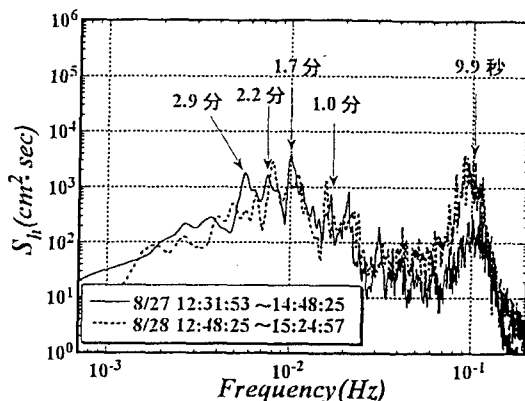


図-3 スペクトル：ヒーピング

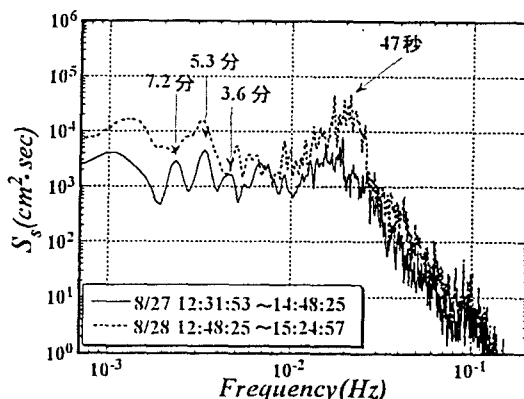


図-4 スペクトル：サージング