

細島港における係留船舶の動揺特性

九州大学工学部

学生員○山岡敏之 学生員 山岡貴司

正会員 吉田明徳 正会員 入江 功

宮崎大学工学部

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、係留ロープ切断そして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。そこで、昨年より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、荷役可否の判断は現場の人の経験に委ねられており、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、動揺の特性を明らかにすることを目的に、船体動揺の現地観測を行った。

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。

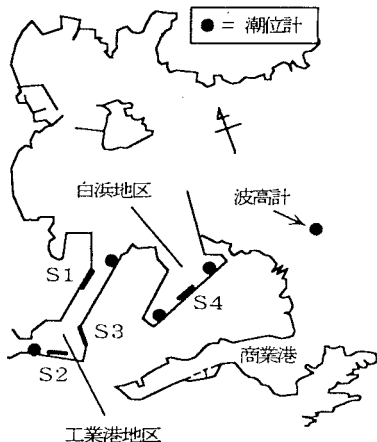


図-1 細島港平面図

細島港は工業港地区、商業港、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り、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9年8月の一ヶ月間及び9月13日の間に合計9隻の船について1～6時間の連続観測を行った。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。

表-1 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4日	S3	10905	156.84	1
8月6日	S1	18793	176.50	4.5
8月7日	S4	3970	107.77	5.0
8月8日	S4	499	81.60	1.0
8月14日	S3	17590	170.02	6.0
8月15日	S3	17590	170.02	3.5
8月15日	S2	16722	169.03	2.0
8月26日	S3	17590	170.02	2.0
9月13日	S1	17999	174.93	6.0

観測はマグネット式のマーキングを船に貼り付け、これを船体側方より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話を聞き、これも記録した。

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

表2に荷役中止、沖への避難があった4つの例を示す。

表-2 動揺量の顕著なケース

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
日付	8/14	8/15	8/15	9/13
観測時刻	10:06～ 16:26	10:13～ 13:40	14:23～ 16:17	9:55 ～ 15:50
総トン数 (G.T)	17590	17590	16722	17999
全長(m)	170.02	170.02	169.03	174.93
喫水 (m)	船首 5.6	5.8	6.7	8.4
	船尾 7.4	7.6	7.2	7.4
係留策	12本	13本	11本	10本
避難時刻	—	18:00	16:20	16:30

ケース1 天気：晴れ 風速：3 m/s この日は荷役障害はなかったものの、台風が九州に接近しつつあるときで、時間の経過とともに動揺量は大きくなっていった。そして15時20分に係留策を1本追加した。また、目視によるとローリングが大きく生じていた。この時、宮崎港沖2 km

にある波高計では有義波高:1.87m、有義周期:11.7sを記録した。台風の経路を図2に示す。

ケース2 天気:晴れ 風速:3 m/s 目視によると、前日のケース1に比べてサージング、ヒーピングが大きくなり、昨日見られたような大きなローリングは消えた。宮崎沖では有義波高:4.67m、有義周期:12.7sを記録したが、荷役作業は夕方まで行われ、18時に沖へと避難していった。しかし、作業員の話によると白浜地区では入港中の全ての船が午前中に避難していったとのことであった。

ケース3 この船は13時に入港したがローリングが大きく、また船が陸から離れようとする動きも目視で1~2mの動揺を生じ(スウェイング)、船が防舷材に強く当たる音が恐ろしさを感じさせた。荷役作業は全く行わずに待機し、そのまま16時20分に沖へと避難していった。

ケース4 この日も台風が近づきつつあり、時間の経過とともに動揺量は増えていった。特にサージングは顕著に大きくなり、5~6mの動揺が観測された。作業員の人の話によるといつ係留策が切れてもおかしくない状態であるとのことであった。

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、ケース3の場合の船体動揺の時系列データ(14時23分より115分間)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。なお、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6s)が、細島港の湾口に波高計(サンプリング間隔1s)がそれぞれ設置されている。(ただし、動揺観測期間中の湾口のデータは波高計のトラブルで測得されていない)そこで、動揺スペクトルと比較のため、図3、図4中にはS2(ケース3での接岸岸壁)横の潮位計のデータより求めた波高のスペクトルについても示している。

波のスペクトルには周波数0.00048Hz(周期35分)、0.0025Hz(周期6.7分)、0.004Hz(周期4.2分)、0.011Hz(周期1.5分)、0.067Hz(周期15秒)においてピークが見られる。このうち、15sを除いた残りの長周期成分は港内の副振動によるものであると思われ、15sあたりのピークは外海からのうねりによるものと思われる。図3のヒーピングと波のスペクトルとの比較をみると、ヒーピングのスペクトルが最大となる周期10s~15s、および1.5分、4.2分近傍においてヒーピングのスペクトルは波のスペクトルに対応して極大値を示しており、ヒーピングに関しては波のスペクトルとよく一致していると言える。一方、図4のサージングと波のスペクトルとの比較を見ると、サージングのスペクトルが最大となる周期2分近傍では、対応する波のスペクトルは小さく、サージングに関しては、波のスペクトルとは必ずしも対応せず、外力としての波のパワーが小さくても、大きな振幅を生じ得ることを示している。なお、これよりこの係留システムの固有周期は2分前後であることが考えられる。

4. あとがき

今回は現地調査の内容、方法および一部のデータの解析例についてのみ述べた。現在観測データの解析を進めて

いる。

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。厚くお礼申し上げます。

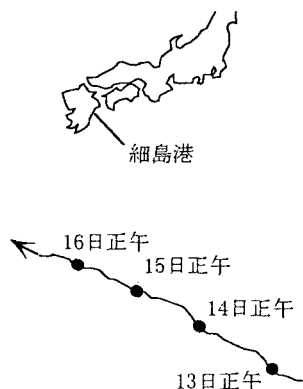


図-2 台風経路図

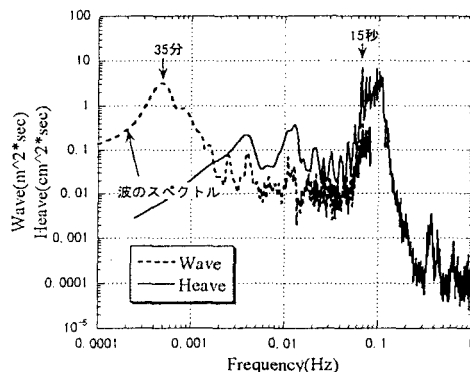


図-3 ケース3の動揺スペクトル:ヒーピング

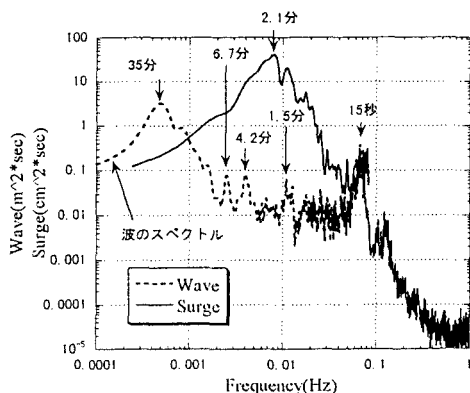


図-4 ケース3の動揺スペクトル:サージング