

異なる波浪条件下での小規模港湾の副振動に関する応答特性の比較

豊橋技術科学大学大学院

○岡辺拓巳

豊橋技術科学大学建設工学系 正会員

青木伸一

1. はじめに

沿岸で観測される周期数分～十数分程度の長周期波が港湾へ伝播し、その固有振動数に共振すると副振動と呼ばれる長周期水面振動を励起する。副振動による航路埋没や係留船の長周期動揺、港湾施設の冠水は海と陸とのアクセスポイントに対して経済的、物理的にダメージを与え、船舶や港湾施設の安全を脅かす。これらの解明は港湾作業の危険を排除するだけでなく、沿岸での長周期波に関連する諸現象を読み解く一端を担うことにもなるであろう。

本研究は、2001年に著者らが行った小規模な港湾内外での現地波浪データを中心に、過去の観測、研究成果もまじえ、異なった波浪に対する小規模な漁港の長周期波成分の応答特性を考察したものである。

2. 現地波浪観測の概要

図-1に示した愛知県の渥美半島に位置する赤羽根漁港の沖合、長崎県の対馬西海岸に位置する阿連(あれ)漁港内とその沖合に自記式波高計を設置し、2001年2月10日から3月16日(阿連)、同年8月29日から10月16日(赤羽根)の期間、波浪観測を行った。それぞれ水位、水圧、2成分流速をサンプリング間隔0.5secで連続測定(outside:WaveHunter94)、および毎隅正時をはさんで40分間(St.8-2001・entrance:WaveHunterΣ)、水圧、2成分流速を0.5sec間隔で連続測定(St.9-2001・Inside:WaveHunter94)することにより観測を行った。各点の平均水深はoutsideで約20m、entranceでは8.3m、insideで3.9m、St.8-2001で11mである。また港内の多点観測を、赤羽根漁港(P.aA～P.aG)については台風接近時に3回(0115号、0117号、0121号)、阿連漁港(P.tA～P.tF)については沖側の波浪観測中にあわせて2回行った。観測方法は水圧計(Compact-TD)を各回5～7本、コンクリートブロックに固定し、岸壁沿いに降ろして港内水底に沈めた。1sec間隔のサンプリングで最長2日間程度の連続観測データを得た。

3. 港湾の長周期波に対する応答特性

両漁港の沖波に対する周波数応答特性を調べるために、港内外の水位変動のパワースペクトルから周波数応答関数(振幅増幅率) $H(f)$ を算出した。

図-2は阿連漁港の港口部(entrance)と港内(P.tB、

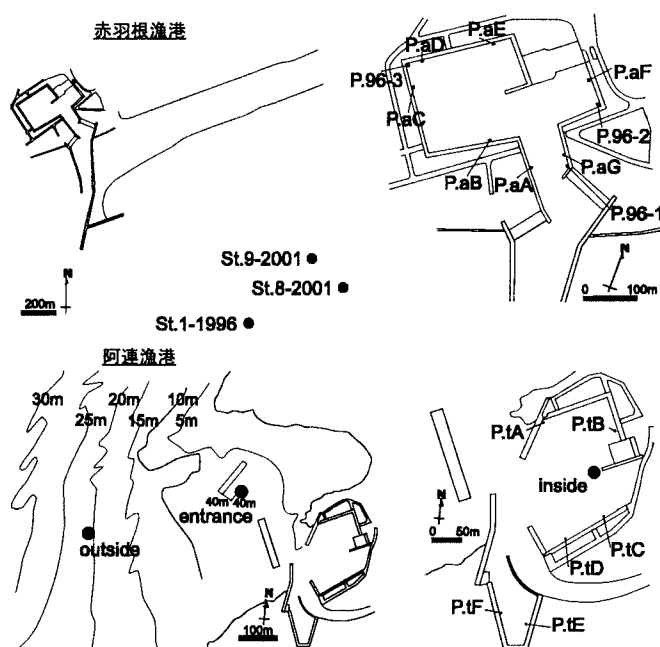


図-1 各観測地の波高計の設置位置

P.tD、P.tE、P.tF)について算出したもので、(a)、(b)図は2月10～11日($H_{1/3}=0.5\text{m:out}$)および2月24～25日($H_{1/3}=1.6\text{m:out}$)の2つの異なる波浪時について示している。ただし、2月24日0時付近は沖側(outside)において周期200秒以上の波成分のRMS値が沖合の観測期間中では最大($\eta_{\text{rms}}^{\text{t}}=4.1\text{cm}$)であった。図より、沖波に対する応答は、およそ300～1000秒の周期帯で各観測点と同じように大きく増幅されていることがわかる。さらに波浪特性が異なる2つの観測日についてもその応答特性はほぼ同じである。この周期10分前後の水面振動に関しては、各観測点の時系列の比較から、沖側から港内へ振幅が増幅されながら伝播しており、さらに港内の水面全体が上下するHelmholtzモードであることが確認された。

図-3(a)は赤羽根漁港沖合(St.8-2001)と港内(P.aA、P.aFおよびP.aG)の水位変動についての周波数応答関数であり、2つの台風接近時(T0115号、T0117号)に観測したものを示した。これより、周期100秒付近と800～1000秒にピークがみられる。応答の傾向は各点、各観測時間とも同様である。周期800秒程度の振動に関しては阿連漁港と同様、同位相で振動するHelmholtzモードが時系列より確認できた。図-3(b)はSt.8-2001とP.aCについてプロットしたものである。周期800秒程度の応答特性は図-3と同じである。

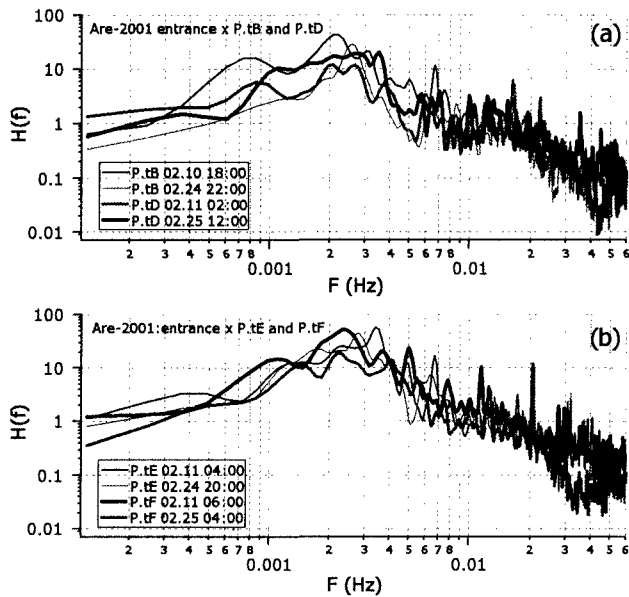


図-2 水位変動の周波数応答関数の比較(阿連)

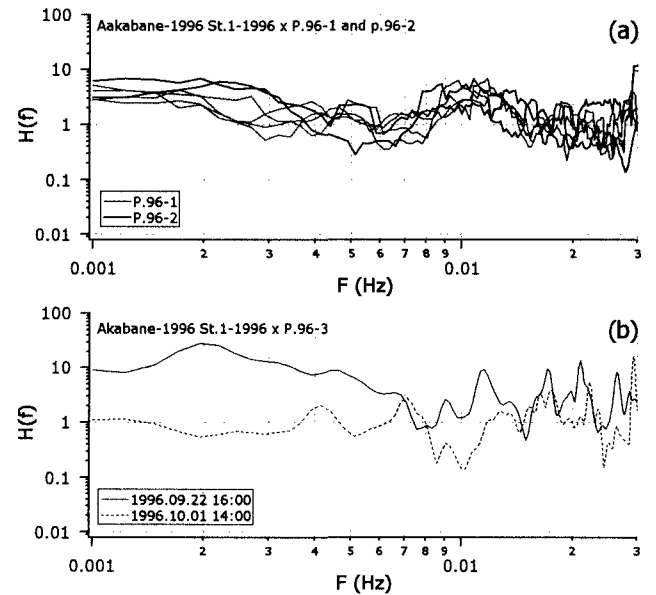


図-4 水位変動の周波数応答関数の比較(赤羽根 1996 年)

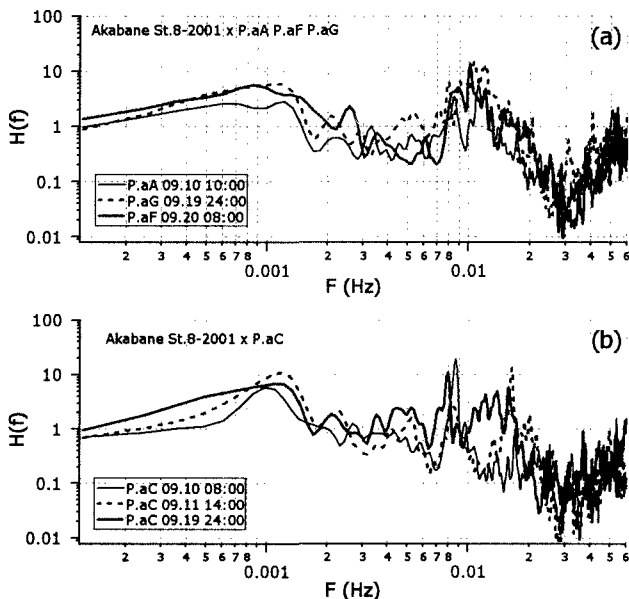


図-3 水位変動の周波数応答関数の比較(赤羽根 2001 年)

が、周期 60～120 秒については観測時間によって振幅の増幅率と卓越周期が大きく異なる。

図-4(a),(b)は山村ら(1998)による台風9617号、9620号および9621号の来襲時における赤羽根漁港内外(St.1-1996、P.96-1、P.96-2、P.96-3)の波浪観測で得られた水位変動から算出した周波数応答関数である。図-4(a)では、異なった台風に対して同じような応答特性を示しており、増幅される周波数帯もおおよそ一定である。観測点が近いP.aA、P.aGおよびP.aF(図-3(a))と比較しても同様な傾向の応答特性を示している。一方、図-4(b)では異なる波浪条件に対して違った応答をしている。観測点が近い図-3(b)と比較すると、周期 60～120 秒の成分波の増幅率のばらつきが類似している。このことから、特に周期秒前後の波

群性長周期波に対しては、港湾内で異なった来襲波浪におおよそ同じ応答をする場所と、異なった増幅特性を示す場所があると考えられる。

4. おわりに

本研究では、異なった波浪状況において、外洋に面した小規模港湾の長周期波に対する応答特性がどのように変化するかについて、現地波浪データをもとに考察した。得られた知見を以下に示す。

(1) 阿連漁港では沖から伝播してきた周期10分程度の長周期波成分が港内でよく増幅される傾向にある。また、波浪条件が異なってもその応答特性は類似している。

(2) 赤羽根漁港では周期 100 秒、800 秒前後の成分波に対して大きな応答を示す。異なった台風時の来襲波浪についておおよそ同じ傾向の応答特性を示す場所とそうでない場所があると考えられる。特に後者のうち、周期 100 秒前後の成分波に対する応答が一樣でなく、侵入してくる長周期波に対する港の線型応答として説明できない部分がある。

(3) 2つの漁港では周期 10 分程度の Helmholtz モードが確認された。その成分波についての応答は、異なる外洋波浪に対しておおよそ同じである。小規模の漁港では周期の長い長周期波に対して Helmholtz モードで応答する振動が存在するものと考えられる。

参考文献

山村易見・青木伸一(1998): 外洋に面した小規模港湾内外における長周期波の挙動、海岸工学論文集、第 45 巻、土木学会、pp311-315