

Ⅱ-35外洋に面した小規模港湾における台風来襲時の長周期振動特性

豊橋技術科学大学大学院 学生員 山村易見
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

荒天時に来襲する高波浪に伴い、沿岸域においては数分周期の長周期波のエネルギーが増大し、外洋に面した港湾における港内副振動、係留船舶の長周期動揺、航路埋没等を誘発すると考えられている。しかしながら、この数分周期の長周期波の実態に不明な点が多いため、上記諸問題への対策に苦慮する場合が多い。これらを解明するには、現地で起こっている実現象を詳細に調べる必要がある。

本研究では、航路埋没問題に悩まされている太平洋に面した小規模港湾内外における波浪観測データをもとに、台風来襲時の港内長周期振動特性について調べた。

2. 波浪観測の概要

使用した現地データは、昨年来襲した大型台風 9807 号が紀伊半島を直撃した 9 月 22 日に、愛知県渥美半島太平洋岸の赤羽根漁港内外において実施した波浪観測により取得したものである。港外については、図-1 に示す St.1 に波高計を設置し、16:00 から 40 分間の水面変動をサンプリング間隔 0.5 秒で測定した。港内については、図-1 に示す St.A における流速および水圧を 16:00 から 20 分間、サンプリング間隔 0.7 秒で測定し、併せて St.B 周辺において発生する渦の発生周期を目視により観測した。

3. 港内の長周期変動特性

St.A で観測した流速データより岸壁に平行な成分を算出し、得られた時系列に対してスペクトル解析を行った。結果を図-2 に示す。図より、0.01 [Hz] 付近の周波数成分が卓越していることが分かる。これは、St.A 付近の岸壁隅角部に発生する渦および St.A 付近で漂流する流木の変動周期とほぼ一致していた。一方、St.B 周辺では大規模な渦が突堤前後で発生しており、その周期は、3～5 分程度であることが目視により明らかになった。図-3 は、St.A の観測データより求めた流速および水面変動の周期 30 [s] 以上の長周期変動の時系列を示したものである。ただし、流速変

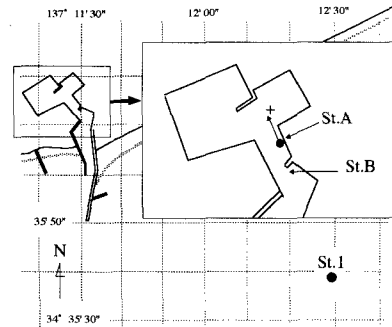


図-1 波浪観測位置

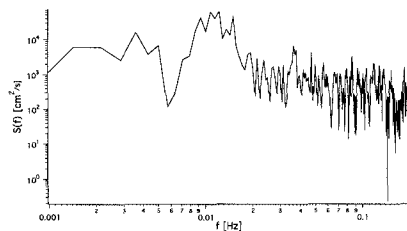


図-2 流速変動のパワースペクトル

動における正値は、内港に向かう成分であることを示している(図-1 参照)。図上段より、流速には、図-2 において卓越がみられる周波数 0.01 [Hz] 付近の成分(ここでは周期 60～120 [s] とし、破線で示した。)が支配的であることが分かる。また、図下段より、水面変動には、周期 100 [s] 前後の変動に加えて、周期 800 [s] 程度の成分の卓越が顕著であることが分かる。この変動は、流速変動には現れていないことから、岸壁を腹とするような重複波の振動モードに関係していると考えられる。

以上のように、内港岸壁前面では周期 100 [s] 程度の流動成分が、内港と外港をつなぐ水路では周期 300 [s] 程度の流動成分が顕著であり、内港の岸壁前面の水位変動には 800 [s] 程度の大きな変動が観測されるなど、異なる周波数の現象が複雑に存在していることが明らかとなった。

キーワード；港内振動，長周期波

連絡先；☎ 441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 TEL：(0532) 44-6850 FAX：(0532) 44-6831

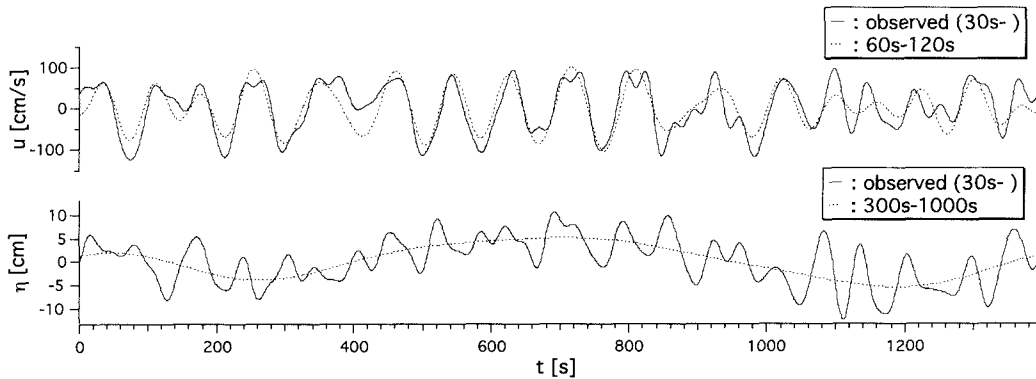


図-3 流速および水面変動の長周期変動の時系列

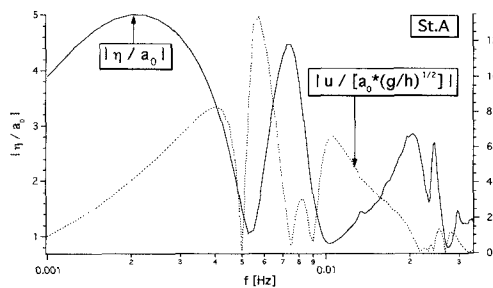


図-4 数値計算による応答関数

4. 港内振動の数値計算

波浪観測より得られた港内の長周期振動特性を、港内に侵入した自由長周期波による線形応答特性と比較するため、緩勾配方程式を支配方程式とする有限要素法を用いた港内振動の数値計算を行った。なお、計算に際して境界の反射率 K_R を港湾境界で $K_R=1.0$ 、砂浜境界で $K_R=0.8$ とし、観測時の潮位変動による全体水深の増減を考慮した。

図-4は、計算で得られた St.A における流速および水面変動の応答関数を示したものである。縦軸にそれぞれ入射波（自由進行長波）の水平流速の振幅との比、入射波の振幅との比をとり、長周期成分（ $0.001\sim0.035[\text{Hz}]$ ）の結果についてのみ示した。図の $f=0.01[\text{Hz}]$ に着目すると、流速変動にピークがみられるのに対し、水面変動にはピークがみられない。図-5は、入射波の周期 $T=100[\text{s}]$ とした場合の振幅増幅率の空間分布を示したものであるが、港内は港の長手方向に腹、節が交互に現れる高次の共振モードに対応している。St.A は節に位置しているため、水平流速のみにピークがみられ、観測結果とよく対応している。しかしながら、流速変動の $f=0.006[\text{Hz}]$ および水面変動の $f=0.007[\text{Hz}]$ のピークについては

観測結果にはみられず、すべてのピークを自由長周期波による線形応答で説明することはできないことがわかる。

5. おわりに

本研究では、台風来襲時の港内の長周期振動特性について、現地観測データをもとに考察した。得られた知見を以下に示す。

（1）港内の観測より、港内での流動および水位変動は、現象毎に卓越する周波数成分が異なっている。

（2）港内観測結果と港内振動の数値計算結果との比較より、観測結果に港内侵入長周期波と港の線形応答として説明できない部分があり、複雑な振動特性を示す。

本研究は、文部省科学研究費基盤研究(B)「外洋に面した海岸・港湾における水理学的諸問題に関わる現地調査と観測データの公開、課題番号：08555129」の一貫として行ったものであり、観測した波浪の生データは、全てインターネット上に公開されている（<http://hydromac.tutrp.tut.ac.jp/coconut.html>）。最後に、波浪観測に御協力頂いた赤羽根浪協の方々に謝意を表します。

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，pp.311-315。



図-5 水面変動の増幅率分布（ $T=100[\text{s}]$ ）