

# 1-6 徳島県における二、三の港湾の副振動解析

徳島大学工業短期大学部  
徳島大学大学院

正員 〇村上 仁士  
学生員 高谷 博文

1. まえがき; 港湾に津波や高潮の resurgence などによる長周期の波が侵入すると、港水は共振現象を起し、侵入波高の数倍にも達し、港湾施設に被害を及ぼすことが知られている。また、共振現象による波高の増幅度が小さくても、振動モードの節の位置では、水平水粒子速度が大きくなり、船舶にとっては危険であり、特にマリーナなどの小型船舶にとっては、もやい綱の切断、桟橋などに害を及ぼすために、その防止対策が検討されている。本研究は、徳島県における副振動の真態を把握するため、二、三の港湾の潮位記録とともに、若干のスペクトル解析を行い、まず港湾固有周期を明らかにしようとしたものである。

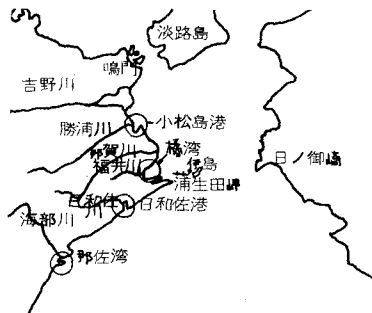


図-1 対象港湾配置図

## 2. 対象港湾および解析に用いた副振動モデル;

対象とした港湾は、図-1に示すように、小松島港、橘湾、日和佐港および那佐湾である。解析に用いたモデルは、カムチャツカ地震津波(1952)、ナリ地震津波(1960)、十勝沖地震津波(1968)、ハルマヘウ地震津波(1972)等の地震津波によるもの、その他台風や低気圧、前線通過によるものなどと対象にしている。図-2は、潮位記録に現われている副振動が顕著な場合の一例を示している。スペクトル解析は、潮位記録と拡大して5min間隔で読み取り、Blackman-Tukey<sup>2)</sup>法(自由度40)で求めた。したがって、解析から得られる10min以下の値は信頼できないと除いている。

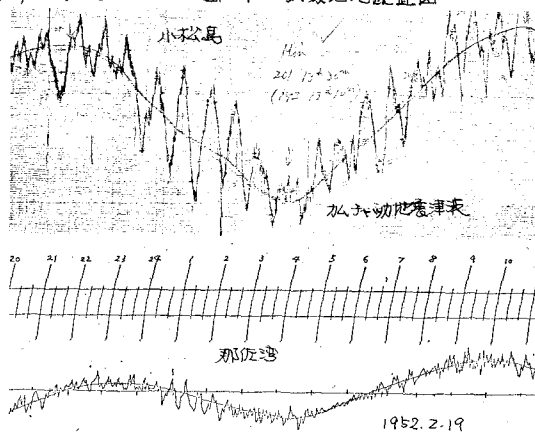


図-2 副振動の記録例

## 3. 各港湾の振動特性; (1) 小松島港

図-3は小松島港における副振動のパワー・スペクトルを示したもので、縦軸にパワー  $\log_{10}(H^2)$  を、横軸に周波数  $1/T_n$  および周期  $T_n$  とっている。図から、30~40min, 50min, 10~11min, 13min, 17~18min のピークがみられる。このうち、30min以上の固有振動は小松島港自身の振動とは考えられず、紀伊水道を46~53.4km<sup>2)</sup>とし、平均水深を40mとして概算した2節および3節の振動モードに近いことから、水道域の振動とも考えられる。もっともナリ地震津波の初期の振動の周期は40~50minといわれており、スペクトル解析でパワーが大きくなっているのは、この強制振動成分がデータに入っているのかもしれない。10~13minの振動は小松島湾口を節とする振動モードおよび横振動の周期に近い。17~18minのピークは、ナリ地震津波やカムチャツカ地震津波のように全湾のパワーが大きくなるに現われているが、これは基本モードに対する傍周波成分にほぼ対応するようである。以上、小松島港の固有周期は、本解析だけでは明らかではないが、港口を節とった基本モードは約7min、横振動の基本モードは6min程度と考えられる。

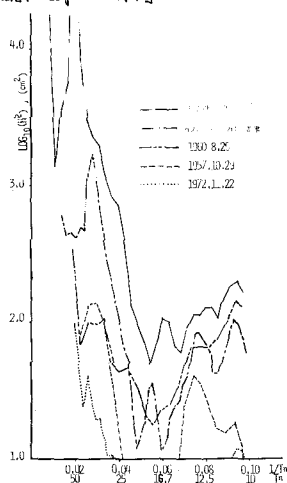


図-3 小松島港のパワー・スペクトル

(2) 橘湾 — 図-4は、橘湾におけるパワースペクトルで、40min および 12~13min にピークがみられ、10min 以下でもピークが現われる可能性があることがわかる。40min の固有振動は湾口を節とする基本モードであろう<sup>3)</sup>。1972.11.22 のデータについて、小松島港の場合と比較すると、橘湾では全体的にパワーのレベルが小さくなり、この湾のように V 字型の湾では、いわゆる Green の定理<sup>4)</sup>で示されるような進行波として波高上昇と副振動との合成された型で湾水の特性が現われるように思われる。なお、12~13min の固有振動は、湾口を節とし湾内にも節をもつス節の振動モードの固有周期に対応している。

(3) 日和佐港 — 図-5に示れよう、30min、17min および 14min あたりはピークがあり、10min 以下でもピークがあることが予想される。30min の固有振動は日和佐港では考えられず、これは十勝沖地震津波のような外力に対して陸棚セイシュなども考えられるが、さらに今後の検討が必要であろう。また、17min および 14min の固有振動の原因についても明らかでない。

(4) 那佐湾 — この湾に関する検潮記録は、1952年の1年間のみである。しかし、カムチャツカ地震津波のデータがとれていることは非常に貴重であろう。

図-5でわかるように、30min、21min および 17min に顕著な固有振動がみられる。21min の固有振動は、湾口を節とする基本モードであり、17min のそれは、基本モードの倍周期成分である。なお、30min の固有振動の原因について明らかではないが、日和佐港同様、棚セイシュなどの影響をはいかと思われる。興味ある点は、この湾のように湾幅が狭く、細長い形状の湾では津波のような大きいエネルギーをもたない外力に対しても容易に共振現象が生じ、共振による波高増幅が大きくなり、波の非線型効果が顕著に現われることである。また、カムチャツカ地震津波について、小松島港でのパワーのレベルを比較すると、全線に那佐湾でのレベルが大きくなり、共振時の波高増幅の割合が大きくなる。

4. むすび; 本解析によって、各港湾の固有周期は明らかになったが、その周期が何に起因するかについては今後さらに検討が必要であると思われる。この湾のスペクトル解析は、データの読み取りに非常に労力を要し解析方法についても十分な研究がなされなければならないであろう。また、従来よく用いられている、いわゆる平均法との比較もする必要があると思われる。

最後に、本研究にあたり貴重な資料を提供していただいた、徳島地方気象台、徳島県河川土木事務所、日和佐土木事務所からびく日和佐土木事務所海防出張所の方々に感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) Blackman, R.B. and J.W. Tukey; The measurement of power spectra, Dover, New York, 1958.
- 2) 運輸省土木港湾建設局小松島港工事事務所; 小松島港・紀伊水道地域気象海象調査報告書, p.93, 昭和47.3.
- 3) 日本気象協会気象年報; 橘湾水理解析報告書, p.49, 昭和48.3.
- 4) たとえば、土木学会編; 水理公式集, 昭和46年改訂版, p.564, 1971.
- 5) 気象庁; 1968年十勝沖地震調査報告, 気象庁技術報告, 第68号, p.24, 昭和44.3.

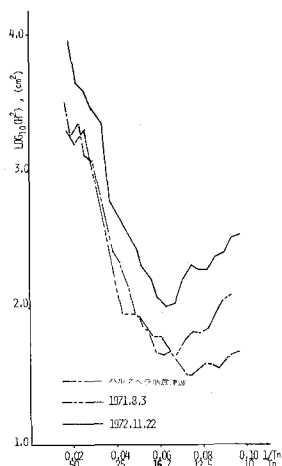


図-4 橘湾のパワースペクトル

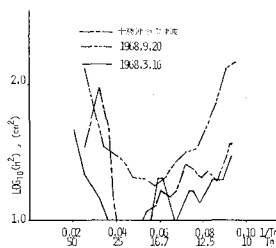


図-5 日和佐港のパワースペクトル

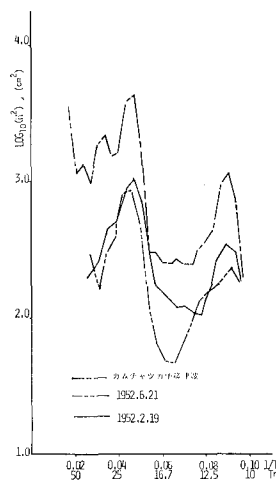


図-6 那佐湾のパワースペクトル