

9 津波に対する矩形湾のQ値に関する研究

東北大学工学部 正員 岩崎 敏夫

全 工学部 正員 佐藤 栄司

全 大学院 学生員 新井 信一

全 工学部 学生員 板橋 勝一郎

1 まえがき

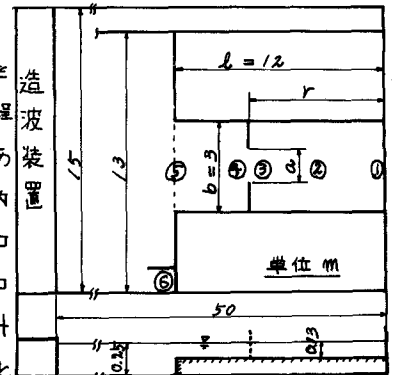
津波が我々にもたらす被害は多大である。長周期波に対する湾の応答については Miles and Munk, 合田, 堀川・西村等によって多くの研究がなされ、かなりの成果が得られているが未だ不明な点も多い。本論文は周期波が細長い湾に侵入した場合の湾内津波の挙動を Miles と Munk の提唱した Q 値の立場から定性的に明らかにしようとしたもので、実験結果と若干の考察を以下に報告する。

一般に振動系を考えた場合インピーダンス(Z)とパワー増巾度(A)がある。今一自由度振動系を考えれば A と Z には次の関係がある。ただし $i = \sqrt{-1}$, ω は周波数, ω_0 は共振周波数である。

$$A^2(\omega) = \frac{1}{|Z|^2} = \frac{1}{|1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2 - i Q'(\frac{\omega}{\omega_0})|^2} = \frac{1}{[1 - (\frac{\omega}{\omega_0})^2]^2 + Q'^2(\frac{\omega}{\omega_0})^2}$$

Q' は減衰比 (damping ratio) に相応するもので $\omega = \omega_0$ を考えれば $A^2 = Q'^2$ となることにより, Q は系の共振時における振巾応答の大きさを表わす量となる。

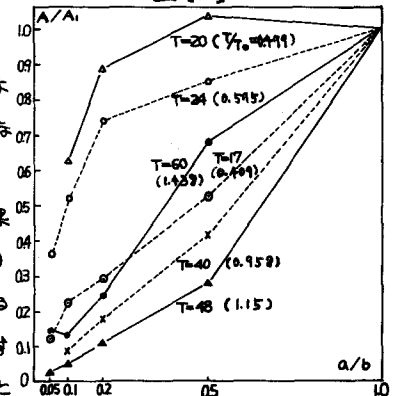
図 [1]



2 実験方法

(2)
長波用自動制御造波装置で造波した周期 10 ~ 60 秒の Sin 波 6 種を図 [1] の模型に与えた。楕円は鉛直方向 $\frac{1}{200}$, 水平方向は宮古湾程度の大きさを考えれば $\frac{1}{500}$ となり, 周期は現地で 6 分 ~ 35 分にあたる。波高は湾内で 4 ~ 8 m に相応する値を選んだ。これを湾内 5箇所, 湾外一箇所での波形を抵抗線式波高計で, 又防波堤開口部での流速をプロベラ式流速計で記録した。防波堤の位置と開口巾を変えることにより 17 ケースについて実験した。その際に波高計 ② は港中央点, ③ ④ は港口の前後 30 cm にあかれており防波堤とともに移動する。

図 [2]



3 実験結果及び考察

ここでは①と⑥の波高に関する量のみにとらげる。本実験のように長周期の連続波を用いる場合, 入射波高のとり方が問題となるが, 我々は⑥で完全反射するとしてその点の $\frac{1}{2}$ 波高で表わし, これで湾奥の波高を割った値を増巾率 A としてとった。その結果を防波堤の位置 (湾奥からの距離 r (m)) をもって $C-r$ と表現する) についてまとめたのが図 [3] である。なお図中の折線についている番号 1 ~ 5 は 1 より順に開口比 $\% = 1, 0.5, 0.2, 0.1, 0.05$ を表わす。さらに横軸は周期 T の基本振動周期 $T_0 = 4l/\sqrt{gH}$ に対する比にと

図[3]

っている。それによると防波堤のない場合(C12-1)のQ値は第1モードで約12、第2モードで約3.5になっている。その比は約3倍であって合田氏の理論と同じ傾向を示している。防波堤が存在する場合には、%が小さくなるにつれ基本モード付近ではAが確実に減少しておりピークが消えてQ値らしきものが見られなくなり防波堤効果が顕著である。これに対して第2モード付近では比較的小さくて複雑な様相を呈している。これは%が小さくなると防波堤の位置に腹かできるセイシュ型が卓越してくることに起因する為である。この場合の防波堤効果は副振動型の場合よりも小さいようである。一例として、防波堤のない場合の増巾率を基準とした開口比による減殺効果をC12の6種の周期について図[2]に示す。 $\gamma_0 = 1.15, 0.958, 0.409$ では下に凸の傾向をもち、特に第1モードのピークの周期で著しい。これらの周期は副振動型である。セイシュ型と思われる $\gamma_0 = 0.409, 0.575$ では上に凸になっている。すなわち、防波堤は水粒子の水平方向速度が卓越する所にある場合その効果が大きい。防波堤が湾内にある場合(C10~6)には外港と内港をもつために複雑な結果が得られているが、要に位置するほど減殺効果は小さくなるようである。なお、C12-1の場合の湾口補正を $l_1 = \frac{1}{4}(L_0 - l) = b(0.334 + \frac{1}{4} \ln \frac{L_0}{b})$ によって行ない、その周期を図中に $\rightarrow$ で示す⁽⁴⁾。又各防波堤位置に対してセイシュ周期を $\times \rightarrow$ で示してある。

4. おわりに

開口比が0.5以下の防波堤がある場合は、基本モードでQ値が外れなくなり、第2モードではセイシュ型のQ値が卓越してくる。又Harbor Paradoxは見られなかった。開口部でのエネルギー損失がかなり大きいようである。

【参考文献】

- (1) Miles and Munk; "Harbor Paradox"; ASCE Vol. 89 WW3 (1961)
- (2) 岩崎富雄; 「津波の干線における水理特性と陸上進上」; 第17回海岸工学講演会講演集(1970)
- (3) 合田; 「長方形および扇形の港の副振動について」; 第10回海岸工学 (1963)
- (4) 「海岸保全施設設計便覧」 土木学会

