

三陸沿岸の湾への湾水振動理論の適用

○京大工学部 酒井哲郎, 東洋建設 馬淵敏彦

1. まえに 図-1 に示す湾は、三陸沿岸の大船渡湾のやや北に位置する綾里湾という小さな湾である。湾口幅は約3km、湾長約4kmであるが、昭和8年の三陸津波のとき、湾奥で約30mという潮上高が記録されたといふ。その原因として、図-1でわかるように、湾奥に向て湾幅、水深ともに減少するV字型の湾形が考えられる。この湾形が進行波としての潮上高をより高くしたものと考えられるが、一方この湾形が湾水振動に及ぼす効果も無視しえないと考え、すでに21, 22回の海岸工学講演会において、水深減少長方形湾および水深減少台形湾における線型長波の湾水振動理論を展開し、水深および湾幅の減少の効果を明らかにした。一方これらの理論を実際に適用する場合には、

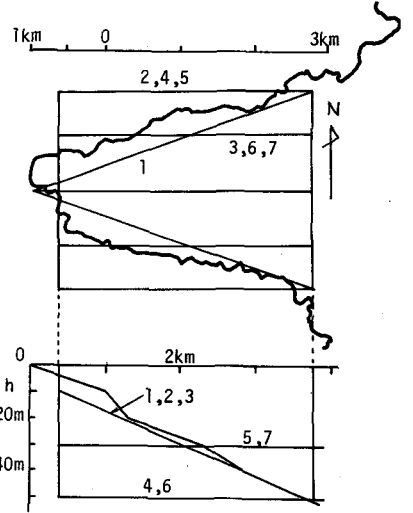


図-1 綾里湾

湾口部における津波のエネルギー損失が無視できないので、昨年度の関西支部講演会においては、湾口でのエネルギー損失を考慮した水深減少台形湾における湾水振動理論を展開したが、若干の誤りがあり、たので修正する。

2. 湾口エネルギー損失を考慮した水深減少台形湾における湾水振動理論 湾口でのエネルギー損失を考慮した場合、考慮しない場合と異なるのは、湾外と湾内の解を接続する水位の連続の条件であり、湾口部での湾内水位 $\eta_2(R)$ と湾口部での湾外水位の湾幅方向平均値 $\overline{\eta_1(x,0)}$ には、損失水頭 $f/2g \cdot v_2(R) \cdot |v_2(R)|$ の水位差が存在するという式(1)の関係になる。

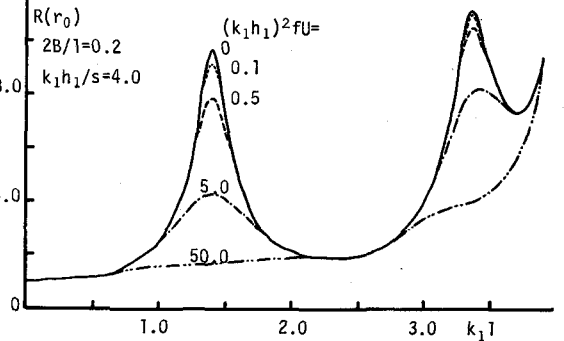


図-2 湾口エネルギー損失を考慮した水深減少台形湾における共振曲線の例

$\eta_2(R) - \overline{\eta_1(x,0)} = f/2g \cdot v_2(R) \cdot |v_2(R)| \dots \dots (1)$ $v_2(R)$ は $A \exp(i\omega t + \omega R)$ (A : 振幅) の形になり、前回 $|v_2(R)|$ を誤って A とおいた。正しくは式(1)の右辺は $e^{i\omega t + \omega R} \cdot |e^{i\omega t + \omega R}|$ の形となり、Unluata・Mei (1975) と同様にフーリエ級数展開をしてその基本成分のみをのこした。その結果、湾口部での流速を与える表現 $k_1 c e^{i\omega t}$ の c に関する4次方程式の4次と3次の係数が前回より変化した。式(2)が修正後のものである。ここで k_1 は外海の線型長波の波数、 h_1 は外海水深、 f はエネルギー損失係数、 $U \equiv g a T^2 / \omega^2$ (a : 外海完全重複波の振幅、 T : 波の周期) はテセル数、 γ_1, γ_2 は $k_1 B = 1/2 \cdot 2B/l \cdot R/l$ (B : 湾口半幅、 l : 湾長) の関数、 Q, P は $k_1 h_1 / s$ (s : 底勾配) と $k_1 l$ の関数、 $R = k_1 h_1 / s$ である。図-2は式(2)を

用いて α を計算した共振曲線の例である。湾口エネルギー損失を考慮しない場合のパラメータ $2B/l$ および kh_1/s の他に、エネルギー損失に関連するパラメータ $(kh_1)^2U$ が現われる。図から明らかに、この値が増加すると一次および二次の共振増幅率は減少するが、共振湾長はほとんど変化しない。

3. 綾里湾への湾水振動理論の適用 以上の修正は、水深減少台形湾の他に水深減少長方形および一様水深長方形湾(この場合のみはすでに村上(1976)が理論を示している)についても行なう。ここでは、これらの理論を図-1に示した綾里湾に適用する。綾里湾の湾形および海底形状は、下記添字"1"で示すように水深減少台形湾で近似した。つぎに海底形状はよりまろしく、湾形が長方形の水深減少長方形湾で近似した。"2"は"1"の台形の底辺(湾口幅)を一边とする長方形、"3"は台形の頂辺(湾奥幅)と湾口幅の平均を一边とする長方形である。"4"~"7"は一様水深長方形湾に近似した場合で、"4"、"5"は湾形が"2"と、"6"、"7"は"3"と同じである。一斉水深は、"4"、"6"が湾口水深、"5"、"7"が湾口と湾奥(台形頂辺位置)での水深の平均である。津波の周期は10分とした。その結果求められる"1"~"7"の各湾形のパラメータの値を表-1に示してある。ただし1の場合の $2B$ は湾口幅、1~3の場合の kh_1 は外海の波数および水深である。湾口エネルギー損失を考慮しない場合の各湾形の場合の共振曲線および各湾長での増幅率(共振曲線上に示した白丸)が図-3に示されている。増幅率は表-1の $(kh_1)^2U=0$ の欄に示している。表から、明らかに水深減少台形湾の増幅率が最も大きい。これは図-3 からわかるように、水深減少および一様水深長方形湾の場合には、その湾長が共振点からずれていることによる。つぎに

表-1 各種湾形による湾奥増幅率の比較

湾口エネルギー損失を考慮した場合の $(kh_1)^2U$ の値としては1.5を用いる。Uの中のアとして1.0mおよび2.5mを用いた場合の結果が、表-1の $(kh_1)^2U=1.2$ および3.0の欄に示されている。また1のケースに対応する共振曲線が図-3に1', 1''で示されている。表-1からわかるように、 $\alpha=1.0m, 2.5m$ とした場合で湾口エネルギー損失を考慮しても増幅率にはほとんど差はない。これは、図-3の1', 1''の曲線と1の曲線の比較からもわかる。ただし台形湾の場合は、エネルギー損失を考慮すると、増幅率は減少するが、他のケースでは逆にわずかに増加している場合もある。これは図-3に示していないが、共振点付近以外はエネルギー損失を考慮するとわずかに増幅率が増加することによる。

No.	$2B/l$	kh_1/s	k_0l	$(kh_1)^2U$		
				0	1.2	3.0
1	0.78	1.8	1.6	4.6	4.5	4.3
2	0.78	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6
3	0.43	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8
4	0.78		1.6	1.2	1.2	1.2
5	0.78		2.1	0.9	0.9	0.9
6	0.43		1.6	1.8	1.7	1.7
7	0.43		2.1	1.0	1.0	1.0

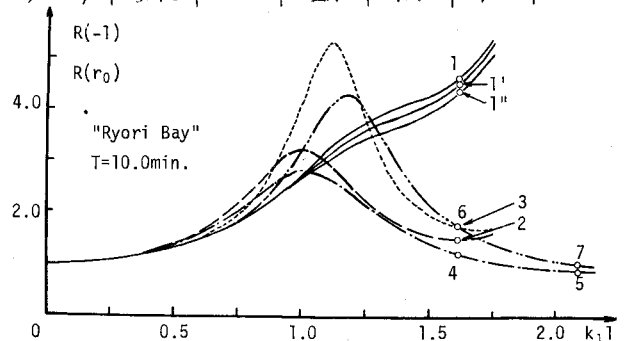


図-3 各種湾形による共振曲線の比較