

II-37 電気回路網模型による津波の研究

東北大学工学部 正員 三浦 晃
東北大学大学院 正員 ○奇藤 晃

1 三陸沿岸のいくつかの湾の水理振動系を振動の見地から等価の電気振動回路に置換して得られる電気回路網模型を使用して、減衰を考慮に入れて任意外力波による湾奥の水位変化を求め、各湾におけるチリ地震津波と三陸津波との実測値と比較した。この方法は任意外力波による湾奥の水位変化を求める手段として複雑な地形の湾の地形効果を考慮に入れることは困難だが、理論的計算や水理模型実験のいずれに比べてもはるかに作業量が少く容易である。

2 等深矩形湾の運動方程式は速度に比例する抵抗を考えると小さな運動については

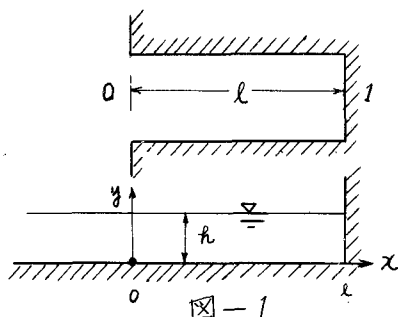
$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} = \frac{1}{gR} \frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} + \frac{\varepsilon}{gR} \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad \text{----- (1)}$$

初期条件 境界条件としては

$$t = 0: \eta = \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \quad \text{----- (2)}$$

$$x = 0: \eta = f(t) \quad \text{----- (3)}$$

$$x = l: \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0 \quad \text{----- (4)}$$



ここに t は時間、 η は静水面よりの水位上昇量、 ε は抵抗係数、 g は重力加速度である。

(1) 式は減衰を考慮に入れた波動の方程式で、インダクタンス L 、抵抗 R 、容量 C の分布定数回路を伝播する波動の方程式、いわゆる電信方程式と称せられる(5)式と一致する。

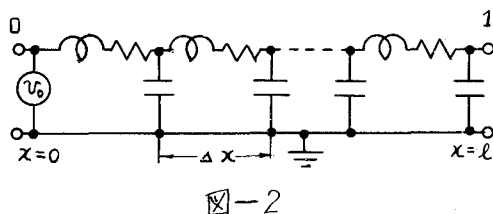
図-2の如く分布定数回路の一端より電圧 v で励振し、他端を開放端とした場合任意の点 x の電圧 v の時間変化は(5)式と初期条件(4)式、境界条件(7)、(8)式より求まる。

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + RC \frac{\partial v}{\partial t} \quad \text{----- (5)}$$

$$t = 0: v = \frac{\partial v}{\partial t} = 0 \quad \text{----- (6)}$$

$$x = 0: v = f(t) \quad \text{----- (7)}$$

$$x = l: \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad \text{----- (8)}$$



(1) 式と(5)式を比較すると(1)式の η が(5)式の v に対応し、初期条件、境界条件も一致し水理系と電気系が等価なことが知られる。水位変動を知りたい点が湾奥の一点のみである場合には必要な模型回路は図-2の回路を四端子として同一の特性インピーダンスを有する集中定数回路で置換し

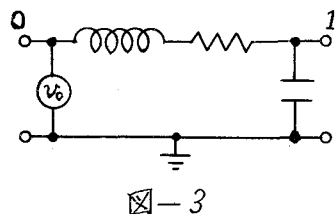


図-3の回路で十分である。図で入力端が湾口に相当し出力端が湾奥に対応する。なおこの回路では基本振動のみしか表現出来ず高次振動をも考慮する際にはセクシヨン数を増す必要があり、回路の固有周期 T_E は回路が振動性の場合のみ次式で与えられる

$$T_E = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}} \quad \text{----- (1)}$$

また回路内での自由振動の減衰比 V_E は

$$V_E = \exp\left(\frac{R T_E}{4L}\right) \quad \text{----- (2)}$$

静振の周期 T_0 と T_E とある縮率で対応させ、静振の減衰比 γ と V_E と等しいとき $L \cdot R \cdot C$ 各定数値を求めれば模型回路が得られる。時間縮率は外力波形電圧発生機の方から定まり我々の場合には $T_E/T_0 = 8.842 \times 10^{-7}$ であった。

3 外力波形電圧発生装置としては図-4に示す如く光源と光電管との間にスリットを置き通過光線を波形に相当する部分のみ切抜いた不透明円板で遮断する。円板を同期モーターで定速回転させると安定な出力電圧が得られる。

4 表-1に実験に使用した湾の T_0 、 T_E および渦動粘性係数を100として求めた γ と $L \cdot R \cdot C$ 各定数値を示す。なお山田、気仙沼両湾は図-5の様に二個の矩形湾が直列に結合したものと考えた。各模型回路を三陸津波相

当の20分周期波、チリ地震津波相当の60分周期波で励振し入力端子出力端子の電圧変化をシンクロスコープで観測した。表-2は津波来襲時の実測値と模型による実験値を比較したもので η_0 は湾口の波高 η_1 は湾奥の波高を示す。 T_0 選定時の誤差によると思われる数値を除くと実測値と実験値は傾向が良く合いこれら湾の津波に対する応答には静振現象が重要な役割をしていることが知られる。最後に本研究は昭和36年度文部省科学研究費(各個)による研究の一部をなすものである。

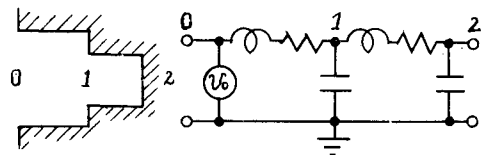
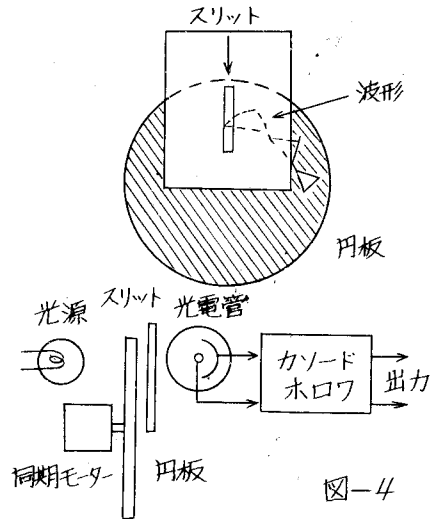


図-5

	T_0 min	T_E msec	V	LH	C μ F	R k Ω
宮古0~1	47.6	2.526	1.14	5	0.0323	1.04
山田0~1	18.2	0.958	1.03	5	0.0047	0.62
〃 1~2	19.4	1.028	1.05	5	0.0054	1.02
大船渡0~1	34.1	1.808	1.09	5	0.0167	0.95
広田0~1	40.3	2.135	1.10	5	0.0227	0.89
気仙沼0~1	53.9	2.858	1.38	5	0.0410	2.25
〃 1~2	19.1	1.011	1.49	5	0.0052	7.89
志津川0~1	34.1	1.808	1.09	5	0.0167	0.95

表-1

	チリ地震津波		三陸津波	
	実験	実測	実験	実測
	η/η_0	η/η_0	η/η_0	η/η_0
宮古	3.00	2.75	0.20	0.35
山田	1.45	1.48	0.42	0.57
大船渡	1.50	1.90	0.40	0.29
広田	1.90	2.90	0.30	0.55
気仙沼	3.50	1.70	0.30	0.38
志津川	1.50	1.70	0.40	0.29

表-2