

波の反射機構解析に関する実験的研究

京都大学工学部 正会員 長尾義三
日本テラポッドKK 正会員 加藤久徳

1. まえがき

港湾における静穏度はその機能に大きな影響をおよぼす。静穏度は多くの要素によって決定されるが、岸壁等の直立面での反射現象もその一つである。筆者らは数年来静穏度の研究の一環として、消波岸壁を取り上げて研究してきた。先に反射現象を解析するための、反射波形を記録する装置について報告した。ここではこの装置に若干改良を加えその特性について検討した。

2. 実験装置

1) 実験水路 実験水路を図1に示す。実験模型(例えば透過性構造)をA水路中央に設置し、波高計を模型の前後20mの位置にa, a'とc, c'の4本設置した。aとa'の水位には模型がうの反射波によって差がまじ、波高計aとa'の入力の差によって反射波を記録する。波高計cは入射波を、c'は透過波をそれぞれ記録する。

2) 測定計器 波高計とフリッツ回路を図2に示す。波高計は水路の特性を検討する際に近接して設置する必要があったので相互干渉を避けるため容量式を用いた。容量式波高計の受感部の電気容量は次式で与えられる。

$$C = k l / \log(D/d) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに C …… 受感部の電気容量 k …… 絶縁材の誘電率によって決まる定数

l …… 受感部の浸水長 D …… 絶縁材の直径 d …… 導線の直径

フリッツ回路の出力は波高計a, a'の受感部の浸水長の差に比例し、次式で与えられる。

$$E_o = E_i \left[\frac{1}{\sqrt{(1 + R_o/R)^2 + \{R_o \omega (C_o + C_a)\}^2}} - \frac{1}{\sqrt{(1 + R_o/R)^2 + \{R_o \omega (C_o + C_a')\}^2}} \right] \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに E_o …… 回路の出力電圧 E_i ……
ゲージ電圧 R_o, R …… フリッツの抵抗値
 $C_o, C_a, C_a', C_l, C_l'$ ……
波高計a, a'の電気容量および浸水長
 ω …… E_i の周波数

ここで

$$\begin{cases} R_o \omega (C_o + C_a) / (1 + R_o/R) \div 0 \\ C_a / C_o \div 0 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (3)$$

となるように各値を決めれば(2)式は(3)式を用いて

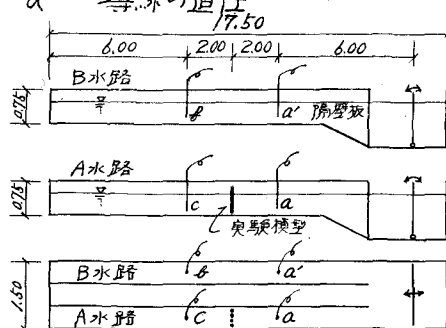


図-1. 実験水路

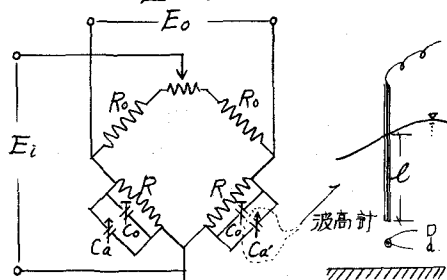


図-2. 計測器

$$E_0 = \frac{k R_0^2 R^3 C_0 \omega^2 \log(D/d) E_i}{(R_0 + R)^3} (l_a - l_a') \dots (4)$$

を得る。よってこの回路の出力電圧は二本の波高計の受感部の浸水長の差に比例し、従って反射波を表わす。受感部の電容量は直径0.2mmのエナメル線で約15PF/cmであった。この値を基準にして回路の各々の値を決めればよい。

3 実験装置の問題点

測定計器の誤差および、A、B水路の入射波のずれ等により、水路に反射波がなくとも回路には入射波と同じ周期で変動する出力電圧があり反射波として記録される(以下これを誤差波と称す)

図3は誤差波の測定結果である。縦軸は誤差波高と入射波高の比、横軸は波形こう配である。図の○印は水路の同一地点に二本の波高計を設置して測定したもので計器誤差と考えられる波形こう配に關係なく約5%の一定値となっている。これは測定計器の精度を上げれば取り除くことができる。

図の●印は波高計α, α'による測定値であり、計器誤差に水路による誤差が加わったものと考えられる。この誤差はA、B水路の入射波の波高相および波形等のずれによるものと考えられる。波形こう配が非常に大きい場合、A、B水路の入射波に位相のずれ(最大約1/20λ)および波高の差(最大入射波高の約5%)が観測されたが原因は明らかでない。反射波高の算出に当たっては反射波に誤差波が混入しているものと考え、図3によって修正した。

4 実験例

図4、図5、図6に実験模型、実験記録、実験結果の一例を示す。入射波、反射波および透過波は同時記録し、反射率および透過率の算出は同一の波の値を用いた。

5 結論

波の反射機構を解析する上で反射波形は有力な手段となる。今後さらに実験装置の精度を上げ、消波岸壁の反射現象を究明して行きたい。

参考文献 1) 栗田、山田：反射に関する基礎的研究、水工回潮半工學講演會講演集

2) 松本、若田：容量可変波高計の同位素とその検証、土木学会関西支部講演集(542)

3) 長井、加藤：構造物の静穏度による影響、(24)

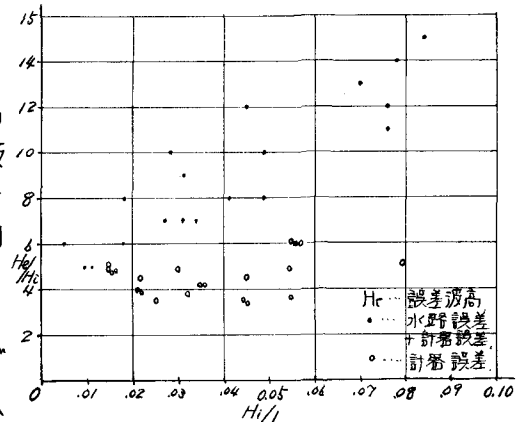


図3 誤差波高

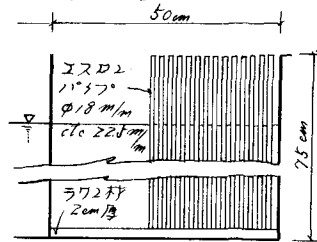


図4 実験模型

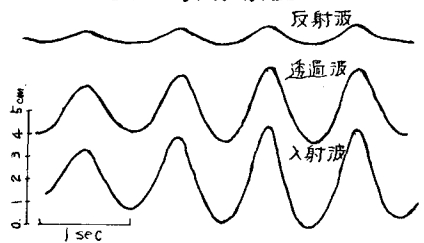


図5 実験記録

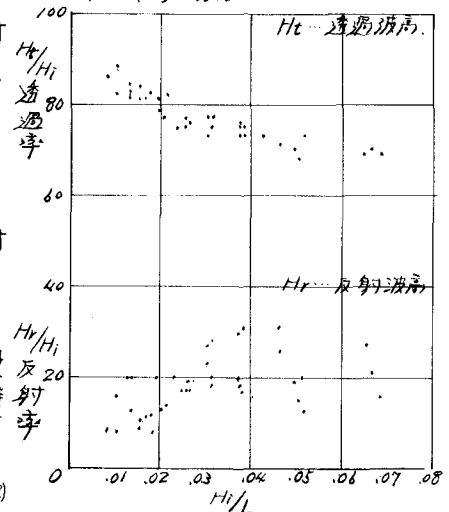


図6 実験結果