

(Ⅱ-19) 直立消波型透過堤の水利特性実験

運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所 正会員 永井紀彦

〇古川正美

横山健次

三上 豊

1. まえがき 近年、防波堤には、港内の静穏度を確保するほか、前面の航行環境等を考慮した低反射機能および港内水質を保全する観点から、海水を交換する機能が求められている。本報告は、縦スリットケツン底部に通水路を設け海水交換機能をもたせた防波堤の、波浪による反射率および透過率に関する水利模型実験について述べるものである。

2. 実験方法 図1に実験水路を示す。実験の縮尺は1/22.5とし、フルードの相似則に従い模型諸元を求めた。実験水深は、10.5と12.0m（模型値51.4、58.0cm）とした。実験波としては、フレッドジュナイター光易型スケトルを有する不規則波を2波群作成し、入射波有義波高1.5m（模型値6.67cm）の一定とし、有義波周期を5~15s（模型値1.05~3.16s）に変化させた。波高測定は、沖側2点、堤体前面1点および堤体背後2点の5地点で行った。波形データの解析にあたっては、サンプリング間隔0.1sec、データ個数2048として合田ら¹⁾の方法によって入・反射波の分離計算を行い、反射率 K_R を求めた。透過率 K_T は次式で定義した。

$$K_T = H_T / H_I \quad (1)$$

ここに、 H_I および H_T は、入射波有義波高と透過波有義波高である。また、各周波数成分ごとの見掛けの反射率 K_R' および透過率 K_T' を次式で求めた。²⁾

$$K_R' = \sqrt{S_R(f) / S_I(f)}、K_T' = \sqrt{S_T(f) / S_I(f)} \quad (2)$$

ここに、 $S_I(f)$ 、 $S_R(f)$ および $S_T(f)$ は、各周波数に対応する入射、反射および透過波のスケトル密度である。

検討対象とした防波堤の諸元（現地量）を図2および図3に示す。図中断面図に示すように、スリット開口率 ε は30%と一定にした。通水路の開口率 ε' は、ケツン水面積に対する通水路の面積比とした。 ε'

は、通水路の数を変えることにより0~26%の間で変化させた。 $\varepsilon' = 0$ は通常のスリットケツンを意味する。改良型Ⅰ、Ⅱは、透過堤基本型よりも長周期波成分が減衰するように、それぞれ遊水部底版

に開孔率 $\varepsilon_I = 41\%$ の穴を設けた型式と、通水路中間に開孔率 $\varepsilon_{II} = 31\%$ を有する隔壁を設けた型式である。

3. 実験結果と考察 図4は、透過堤基本型における通水路開口率 ε' と反射率 K_R と透過率 K_T の関係を示したものである。 ε' の増加につれ K_R は小さくなるのがわかる。また、 K_R は、水深 h の大きい方が大きく、有義波周期 $T_{1/3}$ が長い方（ $T_{1/3} = 5$ sは除く）が大きい。 K_T は、 ε' の増加につれ大きくなり、 $T_{1/3}$ が長い方が大きい。 $\varepsilon' = 0$ で $K_T < 0.1$ 程度の値を持つが、マウンド等

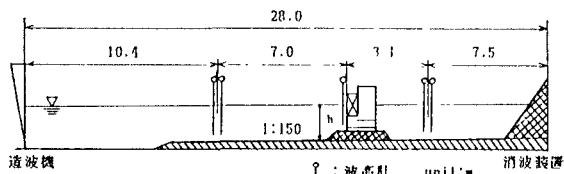


図1 実験水路

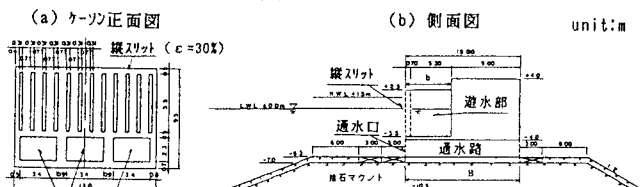


図2 透過堤基本型ケツン

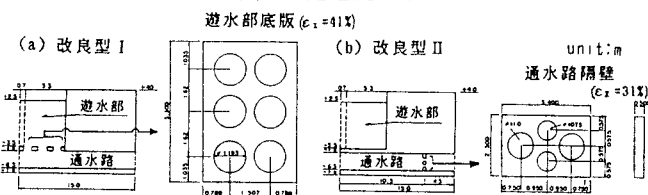


図3 改良型ケツン

からの透過によるものと考えられる。

図5は通水口の開口率 ε' が26%の場合の各型式毎の反射率 K_R と、遊水長 b と有義波波長 L との比 b/L の関係を示したものである。あわせて $\varepsilon'=0\%$ であるスリットケースに関する実験値もプロットしてある。スリットケース、透過堤基本型および改良型IIにおいて $b/L=0.1$ 付近で K_R が極小値となるが、これは図4において $T_{1/3}=5s$ のほうが7sよりわずかに K_R が大きくなったことに対応する。スリットケースに比べ透過堤基本型および改良型IIはともに K_R が小さくなっているが、これは K_R の一部が透過波となるためである。しかし、改良型Iは透過堤であるにもかかわらず、スリットケースより K_R が大きくなった。これは遊水部底版へ通水孔を設けたため、スリット内外の水位差が小さくなったためで、スリット開口率 ε が見掛け上増加したのと考えられる。

図6は図5と同様 $\varepsilon'=26\%$ の場合の各型式毎の K_T と、ケル幅 B と有義波波長 L との比 B/L の関係を示したものである。スリットケースは $\varepsilon'=0$ であり、波を透過させないため図中には示していない。 B/L が小さくなるにつれて K_T が大きくなるが、これは長周期波成分ほど波が透過し易いことを示している。改良型IIは、透過堤基本型に比べ K_T が小さい。この原因としては、通水路内に隔壁を設けたため通水口の開口率が減少することと、隔壁の通水孔による乱れの発生によることが考えられる。 K_T に加えて K_R も小さくなっているのを考えると乱れによるエネルギー損失効果があると推定される。改良型Iは遊水部の水流が通水路に透過するために K_T が大きくなったと考えられる。

図7は、各型式毎の見掛けの K_R' と K_T' を周波数 f (Hz)毎に示したものである。 K_R' は、改良型Iでは $f=0.95\text{Hz}(b/L=0.16)$ 付近で、透過堤基本型および改良型IIでは $f=0.75\text{Hz}(b/L=0.11)$ 付近で、また、スリットケースでは $f=0.8\text{Hz}(b/L=0.13)$ 付近で極小値を示す。スリットケースに比べ透過堤基本型および改良型IIは、 $f=0.2\sim 0.75\text{Hz}(b/L=0.03\sim 0.11)$ で K_R' の減少効果があるといえる。 K_T' は3型式とも $f=0.9\text{Hz}$ 付近で極小値を示す。また、極小値から高周波数側において K_T' の増加は少ない。改良型IIが最も透過率の減少効果が見られる。 K_R' 、 K_T' ともに低周波成分が大きくなっている。このことは、スリット構造物では低周波成分が減衰しにくく、透過し易いという一般的考えを裏付ける結果である。

4. まとめ ①通水口開口率 ε' の増加により K_R は小さく、 K_T は大きくなり、その傾向はほぼ直線的である。② K_R は、周期の変化に対して極小値を持つ。 K_T は、周期が短くなるにつれ漸近して減少する傾向にある。③改良型IIは、 K_R 、 K_T 共に小さく通水孔を有する通水路隔壁によるエネルギー損失効果がある。

最後に、本実験は運輸省港湾技術研究所の水路で実施されたものであり、本実験の実施に当っては同所高山知司波浪研究室長の御指導を受けたことを記し、謝意を表する。

参考文献 1) 合田良実・鈴木康正・岸良安治・菊地 治：不規則波実験における入・反射波の分離推定法、港湾技研資料、No248, 1976. 2) 宇多高明・村井禎美・藤原隆一・武中信之：不規則波作用下での海域制御構造物の消波効果、第43回年次学術講演会、第2部、PP.634~635, 1988.

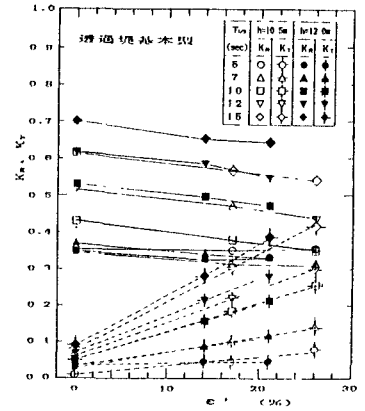


図4 透過堤基本型の K_R 、 K_T と ε'

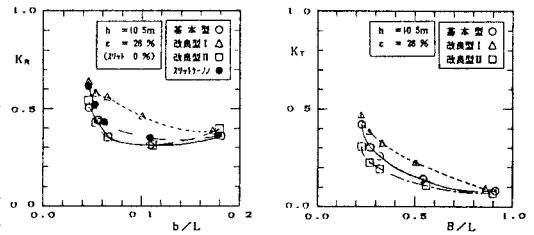


図5 各型式の K_R と b/L

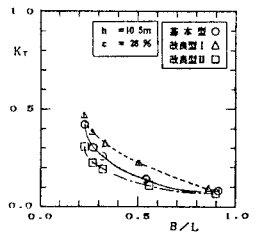


図6 各型式の K_T と B/L

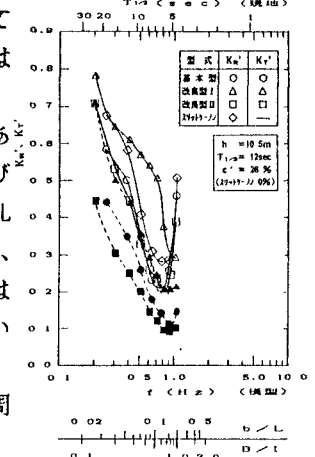


図7 各型式の見掛けの K_R' 、 K_T'