

消波ブロック堤による波のエネルギー逓散とその逓散機構について

愛媛大学工学部

正員 中村孝幸

東亜エンジニアリング(株)

正員 奥 吉雄

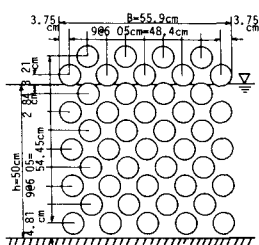
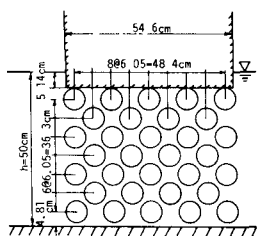
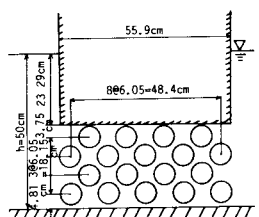
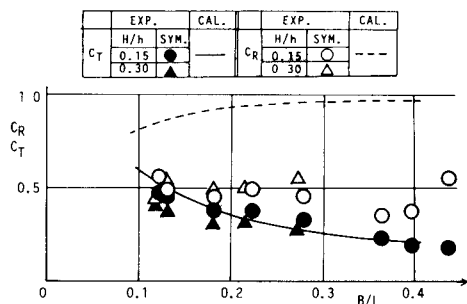
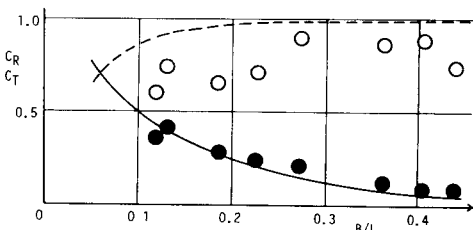
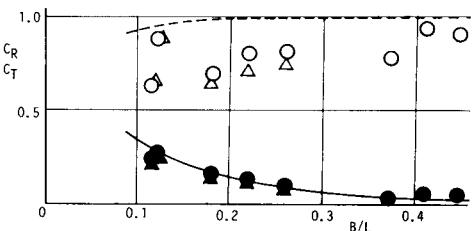
日本海工(株)

本多典久

1. まえかき：既に著者らの中の一¹⁾は、ブロック堤まわりの波変形の予測という観点より、部材の形状やその配置の効果が考慮できる波浪ポテンシャル問題の解析法のプロック堤への適用性について明らかにすると共に適用にあたり問題となる水面上に位置する部材の簡易な取り扱い法などについて示してきた。これに引き続き、本研究では、ブロック堤において重要となる波のエネルギー逓散の実態について明らかにすると共にその逓散機構についても前研究²⁾で部分的に見い出された波面と水面付近の部材との衝突現象に着目して実験的に検討を進める。またブロック堤を均質な透水路で近似する従来の解析法²⁾による波変形およびエネルギー逓散の算定も行ない、実験結果との比較の上でその妥当性を検討してみた。

2. 実験装置および実験方法：(1) 模型堤体；ブロック堤の模型は、図-1(a)～(c)に示す3種類のものを用いた。構成部材に直径7.5cmの塩ビパイプを用い、千鳥配置に空隙率 $n = 0.46$ となるように規則的に配列してある。図-1(b)、(c)は、(a)に比較して水面付近にある部材と波面との衝突が生じないように上部の部材を取り除き、不透過堤で置換したもので図(c)の方が水深が深くなっている。

(2) 実験方法；実験は、幅1m高さ1.25m、長さ28mの2次元波水槽を用いて行った。水槽内には、その幅を2分するように隔壁板を設け、一方の水路にのみ上記の模型堤体を設置した。そしてもう一方の水路で入射波の測定を行った。反射率 C_R は、堤体の反射波側のZ点で測定した水面変動記録より合田らの入・反射波の分離推定法を用いて求めた。また、透過率 C_T は、直接に測定した透過波より求め、エネルギー逓散率 ε_w は、これらの C_R 、 C_T より、 $\varepsilon_w = 1 - C_R^2 - C_T^2$ により算出した。用いた波条件は、周期 T が、0.9～2.3 secの間の8種類入射波高 H が7.5、15cmの2種類である(碎波する場合を除く)。また静水深は50cmと一定にした。

図-1(a) 直立ブロック堤の模型
($n = 0.46$)図-1(b) 上部不透過ブロック堤
 $d/H = 0.10$ 図-1(c) 上部不透過ブロック堤
 $d/H = 0.46$ 図-2 直立ブロック堤の C_R 、 C_T ($n = 0.46$)図-3 上部不透過ブロック堤の C_R 、 C_T ($d/H = 0.10$)図-4 上部不透過ブロック堤の C_R 、 C_T ($d/H = 0.46$)

3. ブロック堤の透過率および反射率: 図-2~4は, 図-1(a)~(c)に示すブロック堤の C_R , C_T に関する実験結果と波浪ポテンシャル問題の解析法の一つであるグリーン関数法²⁾による算定結果との比較を示すもので横軸に B/L (B : 堤体幅, L : 入射波の波長)をとって表示してある。これらの図より, 各ブロック堤の C_T は, ポテンシャル理論によりほぼ予測できることや C_T は上部を不透過堤にすると小さくなることなどがわかる。一方 C_R は, ブロック堤では図-2に見られるように実験値と算定値との間に大きな差異があるが, 上部を不透過堤にすると両者の差異が減少し, C_R の実験値はポテンシャル理論による算定値に近づくことが認められる。このようにブロック堤の上部を不透過堤で置換すると C_R , C_T は, ポテンシャル理論による算定値に近づくことから, 図-2に見られる C_R の実験値と算定値との差異は水面付近に位置する部材と波面との衝突現象によって生じるエネルギー逸散によるものと考えられる。このことは, 各ブロック堤のエネルギー逸散率 ε_w を示す図-5からも確認でき, B/L が0.2以上の中周期より短周期の波浪に対して上記の衝突現象によるエネルギー逸散が顕著になることがわかる。として図-1

(b)と(c)の堤体の ε_w の比較から, 円柱部材の本数がほぼ半減しても ε_w には大きな差異が見られず, エネルギー逸散が主として部材の摩擦抵抗力に起因するものとする従来の解析は必ずしも妥当なものとはいえない。

4. エネルギー逸散を考慮した従来の解析法による算定結果との比較: 図-6は, Sollittらの解析法²⁾による図1(a)の堤体の C_R , C_T の算定結果と上述した実験結果との比較を示す。この解析法では, ブロック堤体内の円柱部に作用する摩擦抵抗力および慣性力は実験的に与えられており, 摩擦抵抗係数や慣性係数が必要となる。また摩擦抵抗抵抗 F_d の表現式には, 層流, 乱流抵抗を考慮した式(1)が用いられている。

$$F_d = \alpha n \bar{u}^2 + \beta n^2 |\bar{u}|^3 \quad (1)$$

ここでは, 抵抗係数 α , β に近藤⁴⁾による円柱の立体格子の堤体に対する無次元抵抗係数 $\alpha_0 = 750$, $\beta_0 = 0.35$ を採用して求められる $\alpha = 0.134$, $\beta = 0.268$ が適用できるものとした。また慣性係数 C_M は, 従来と同様に $C_M = 0$ で近似できるものとした。

図-6より, C_R の算定結果は実験結果にほぼ一致しているものの C_T については算定結果が実験結果よりかなり

大きくなっている。この傾向は, 本研究で行った他の空隙率の堤体の場合にも確認されており, 単に堤体内の摩擦抵抗力による波の変形機構のみを考える従来の解析法では十分でなく, 3.で述べた解析結果に暗に含まれている慣性力の効果等を含めた算定が是非必要になるものと言えよう。またこの解析による ε_w の算定結果を図-5中に実線と示すが, 実験結果との対応は十分でなく, 逸散機構に対する再検討が必要と考えられる。

5. 結語: 以上の検討より, ブロック堤による波のエネルギー逸散は, 比較的短周期波側の波条件の場合, 主として水面付近に位置する部材と波面との衝突現象に起因するものであることなどが明らかとなった。

(参考文献)

- 1) 中村, 小笠原: ブロック堤まわりの波変形に及ぼす水面近傍の部材の効果について, 土木学会第40回年講第2部, PP.581-582, 1985.
- 2) Sollitt, C.K. and Cross, R.H.: Wave Transmission through permeable breakwaters, Proc. of 13th ICCI, ASCE, PP.1827-1846, 1972.
- 3) 中村: 薄板格子状の波浪抵抗問題に関する解析法, 第30回海溝論文集, PP.410-414, 1983.
- 4) 近藤, 竹田: 波浪構造物, 森北出版, 1983.

- ブロック堤 ($n=0.46$)
- 上部不透過ブロック堤 ($d/h=0.10$)
- " ($d/h=0.46$)

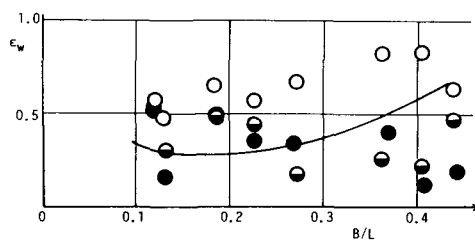


図-5 各ブロック堤のエネルギー逸散率 ε_w

	EXP.	CAL.
C_R	○	---
C_T	●	---

$H/h=0.15$

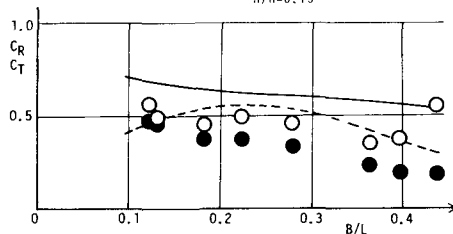


図-6 従来の解析法による C_R , C_T の算定結果