

タイヤ充填式透過性防波堤の改善による消波効果

九州共立大学 工学部 学生員 ○稲村 剛 正会員 小島 治幸

(株)テトラ 正会員 角田 誠

1. 研究目的

近年、防波堤を取り巻く種々の情勢の変化により、海域利用の高度化を実現するための海域制御構造物に求められる条件も変化してきた。単に波浪や漂砂を制御するだけでなく、海水交換や集魚性など生物環境の改善および景観など、周辺海域への配慮が重要となってきた。このために、多くの透過性防波堤が開発されてきており、そのうちの一つにスリット式消波ケーソン堤の遊水部に古タイヤを適宜充填した構造形式が考えられる。この構造物における波浪に関する基本的な水理特性は過去の研究(武井ら、1995; 石田ら、1996)である程度明らかにされているが、本研究では、遊水部を縮小しタイヤ充填量を減らすことにより消波特性がどのように変化するかを水理模型実験により明らかにする。

2. 実験方法と条件

2.1 実験方法

水理実験は、図-1のような全長30m、深さ0.7m、幅0.5mの2次元造波装置を用い、水槽の水深を40cmに固定し、実験水槽の造波板から約15.8mほど離れた位置に堤体を設置した。堤体は高さ12cmマウンドの上に置かれ、マウンド上面から堤体上面までの高さは48cmとした。堤体は、前面と後面に開口率44.7%の縦スリット壁を有し、中間にスリット壁を差し込める構造である。今回の改善の方式では遊水部を半分にするためケーソン内部に高さ12cmの直方体を入れて底上げした。実験は、消波特性と波力特性に関して行った。消波特性の実験では、堤体による反射率と通過率とを測定した。波高計は容量式波高計を用い、波高計から得られる水面変位をデジタルレコーダーによりサンプリング周波数20Hzで300個と2048個のデータを収録した。反射率と通過率は、分離推定法により波を入射波と反射波、通過波に分離し、それらの波高を用いて算定した。また、通過率については入射波と通過波の波高を直接読み取り、それらの比として算定する方法も採用した。波力実験では、三分力計を用いて鉛直と水平波力を測定した。入射波は、規則波と不規則波を用いた。規則波の場合は、波高を $H_0 = 4.0\text{cm}$ と 8.0cm 、周期を $T = 0.57\text{秒}$ から 2.15秒 まで変化させた。不規則波の場合は、Bretschneider・光易型スペクトルを用い、目標有義波高を $H_{1/3} = 4.0\text{cm}$ と 8.0cm 、有義波周期を $T_{1/3} = 0.65\text{秒}$ から 1.60秒 まで変化させた。

2.2 実験ケース

実験ケースは、図-2に示すとおりで、タイヤを入れない場合、水面までタイヤを入れた場合、堤体の上面までタイヤを入れた場合の3ケースをそれぞれcase 0、case 1、case 2とし、直方体を入れて底上げたときcase 3、case 4、case 5とした。中間スリットを入れ、またタイヤを堤体幅の半分まで充填した場合をAケース、中間スリットを入れずタイヤを堤体幅全体に充填した場合をBケースとした。なお、タイヤを充填したところの空隙率は、13.6%である。

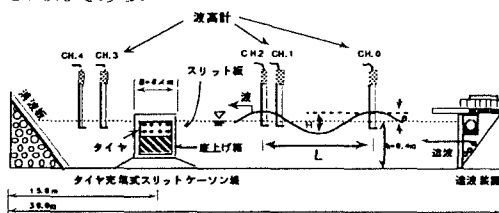


図-1 実験水槽

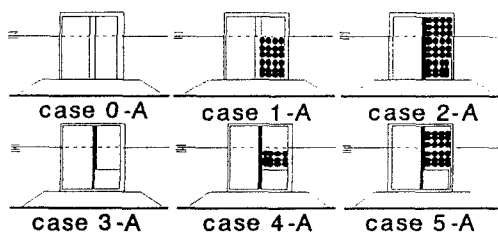


図-2 実験ケース断面図

3. 結果と考察

今回の実験の結果は、すべて相対堤体長 B/L に対する反射率 K_R と通過率 K_T およびエネルギー損失係数 E_L $\{=1 - (K_R^2 + K_T^2)\}$ を求め、図-3～図-6の上面図に K_T 、下面図に K_R を示している。不規則波の場合における反射率・通過率(図-4、6)は、反射波・通過波と入射波がそれぞれ持つ全エネルギー・輸送量の比の平方根で定義されたもので、有義波周期に対応する相対堤体長のところにプロットした。

図-3～図-4は、水面までタイヤを充填した場合におけるタイヤの有無と、充填方法の違いを調べた結果で、それぞれ規則波と不規則波を示している。タイヤを充填した場合、充填しない場合と比べ通過率が半分以上低下する。充填幅を堤体の半分としてもcase 1-Aと、それを底上げしタイヤ充填量を半分としたcase 4-Aとでは、規則波における通過率は、相対堤体長が $B/L = 0.1 \sim 0.4$ のところでは若干case 4-Aの値が小さいが、相対堤体長がそれより大きく

なるとほとんど変わらなくなった。不規則波では底上げしタイヤ充填量を少なくした方が通過率が小さくなる傾向が顕著に表われた。反射率に関しては、規則波ではcase 1-Aの値がcase 4-Aに比べて若干小さくなったが、不規則波では相対堤体長が大きくなっても約半分程度case 4-Aの値が小さいままであった。また、相対堤体長に対する反射率の変化は、規則波と不規則波では反対であった。

図-5～図-6は、タイヤを堤体の幅まで充填した場合で、水面までタイヤを充填したcase 1-Bとそれを底上げしタイヤ充填量を半分としたcase 4-Bと比較した結果である。規則波を比べると、通過率は相対堤体長が $B/L=0.3$ 以上では、case 4-Bの値が大きくなっている。しかし、不規則波では、Aケースと同様に充填量の少

ない case 4-Bのほうが全体的に小さくなっている。反射率では規則波、不規則波とも case 4-Bの値が、case 1-Bに比べ、若干小さくなった。

4. あとがき

本研究により次のことが明らかになった。タイヤの充填量の違いでは、通過率は、規則波、不規則波ともタイヤ充填量を減らしてもほとんど変わらないか、むしろ低減している。特に、不規則波ではその傾向が顕著であった。反射率に関しては、規則波と不規則波ともに全相対堤体長で充填量を減らしたケースの値のほうが若干小さいという結果となった。また、タイヤ充填高さによる消波特性の違いはあまりみられなかった。今回の改善ポイントのタイヤ充填量を減らすことにより消波効果がむしろ向上し、実用上有利な結果となった。

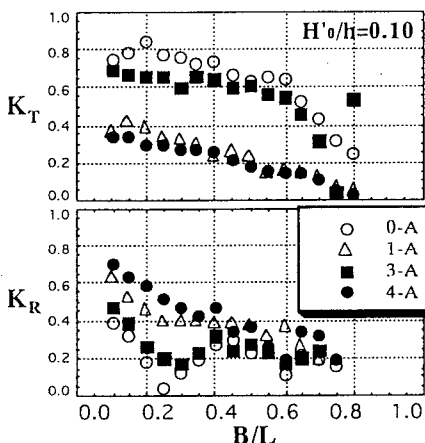


図-3 タイヤの水面、半堤体幅充填におけるタイヤの有無と充填量の違い（規則波）

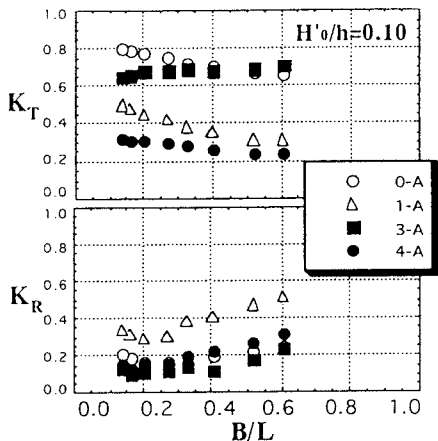


図-4 タイヤの水面、半堤体幅充填におけるタイヤの有無と充填量の違い（不規則波）

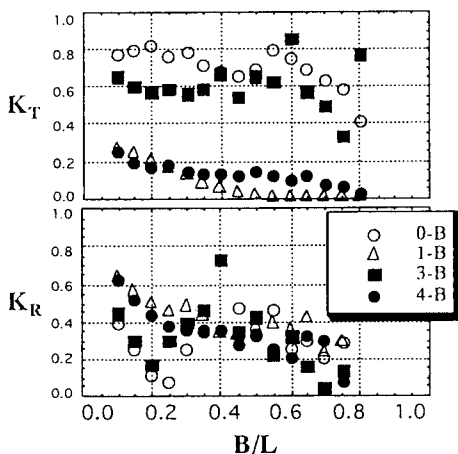


図-5 タイヤの水面、全堤体幅充填におけるタイヤの有無と充填量の違い（規則波）

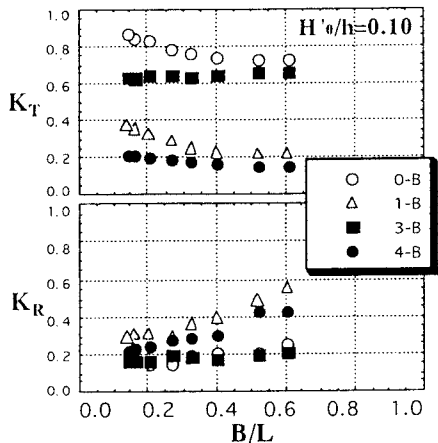


図-6 タイヤの水面、全堤体幅充填におけるタイヤの有無と充填量の違い（不規則波）