

タイヤ充填式透過性防波堤の水理特性に関する研究

九州共立大学工学部 学生員 ○石田 渉 正会員 小島 治幸
(株) テトラ 正会員 角田 誠

1. はじめに

近年の市民意識や社会ニーズの変化により、海域利用の高度化を実現するための海域制御構造物には、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、環境保全のための機能を併せ持つことが期待されてきた。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タイヤを適宜充填した構造形式が考えられる。

本研究は、この構造物における波浪に関する基本的な水理特性を検討するものである。具体的にはタイヤを充填したスリットケーソン堤が通常のスリットケーソン堤と比較して、機能面（反射率・通過率および全波力の低減）においてどの程度優位性を有しているのか否かの検討を行うと共に、波浪条件あるいはタイヤの設置方法の違いによる水理特性の変化を検討することにより、スリットケーソン内における適切なタイヤの配置方法の方向性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法と条件

水理実験は、図-1に示すように全長14.5m、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8.0mほど離れた位置に堤体を設置しマウンドの高さは12cm、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・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。

波高計は容量式波高計を用い、造波板から約2.9mに1本、堤体の前面より約1.75mの位置に2本、堤体の後面より約0.83mの位置に2本設置した。これらの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に分離しそれらを用いて算定した。

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 $T = 0.57$ 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 $T_{1/3} = 0.65$ 秒から1.60秒まで変化させた。

実験ケースは、表-1と図-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CASE0、CASE1、CASE2とした。タイヤを水面まで充填し、そのとき堤体中央にスリット壁を入れタイヤ充填幅を堤体の半分とした場合をCASE1-Aとし、そ

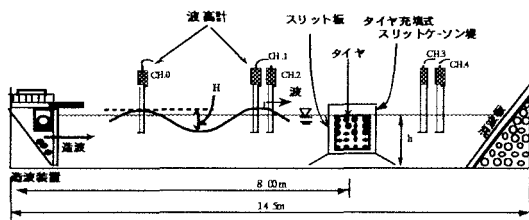


図-1 実験水槽

表-1 実験ケースの分類

実験ケース	case 0		case 1		case 2	
	0-A	0-B	1-A	1-B	2-A	2-B
タイヤ充填方法	なし	なし	水面	堤体上面	堤体上面	堤体上面
堤体幅B (cm)	40	40	40	40	40	40
中間スリット	あり	なし	あり	なし	あり	なし

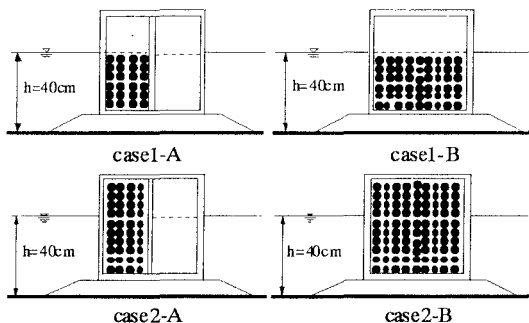


図-2 実験ケース断面図

れを入ずタイヤ充填幅を堤体幅とした場合をCASE1-B、タイヤを堤体上部まで充填し、そのとき堤体中央にスリット壁を入れタイヤ充填幅を堤体の半分とした場合をCASE2-Aとし、それを入れずタイヤ充填幅を堤体幅とした場合をCASE2-B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。

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 及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-5の上図に K_T 、下図に K_R を示している。白ぬきのマークは規則波を、黒ぬりのマークは不規則波の結果を表わしている。なお、不規則波の場合における反射率・通過率は、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-3,4,5のタイヤの有無について調べた結果は、タイヤのないCASE0と比べるとタイヤを充填した

CASE1,2の通過率は、かなり減少しており、規則波および不規則波ともCASE0の約25%～50%程度になった。また、相対堤体長が大きくなると通過率が一様に小さくなった。反射率では、規則波は、相対堤体長が $B/L=0.1\sim0.4$ のところではCASE0よりCASE1,2の方が約1.5～2倍程度大きい、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。規則波と不規則波を比較すると、タイヤを充填した場合、すべての相対堤体長で規則波より不規則波の通過率の値が大きくなっている。特に、相対堤体長が大きいところでその傾向が顕著にでている。反射率に関しては、相対堤体長に対して規則波と不規則波の変化傾向が反対になるという興味深い結果となった。

図-3は、タイヤの有無と、水面までタイヤを充填した場合における充填方法の違いを調べた結果である。タイヤ充填幅を堤体の半分としたCASE1-Aと、タイヤ充填幅を堤体幅としたCASE1-Bとでは、規則波、不規則波とも反射率はほぼ等しい値であった。通過率では、規則波、不規則波ともCASE1-Bの方がCASE1-Aに比べて若干小さくなった。

図-4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CASE1と堤体上面まで充填したCASE2を比較した結果である。規則波をくらべると、反射率・通過率とも、ほぼ等しい値であった。不規則波では、CASE2-Bの方が、CASE1-Bに比べ、反射率・通過率ともやや小さい。

図-5は、タイヤを堤体上部まで充填した場合における充填方法の違いを調べた結果である。タイヤ充填幅を堤体の半分としたCASE2-Aと、タイヤ充填幅を堤体幅としたCASE2-Bとでは、CASE2-Bのほうが、反射率・通過率ともやや小さくなる。

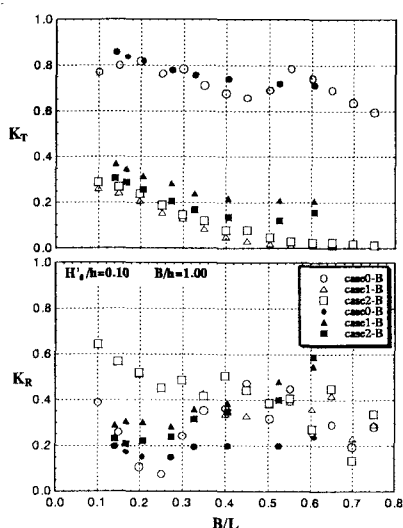


図-4 タイヤの有無と充填高さの違い

4. あとがき

本研究により次のことが明らかになった。タイヤの充填の有無では、通過率が、規則波、不規則波ともタイヤを充填すると全相対堤体長でその値が0.5以下になり、相対堤体長が大きくなると一様に通過率が減少する傾向がある。反射率に関しては、規則波と不規則波で相対堤体長に対する変化傾向が異なる結果となった。タイヤを充填した場合、通過率では、ケース毎の違いはあまり無いが、堤体上部まで充填し、タイヤの充填幅を堤体幅とした場合が通過率を低下させる上で、最も効果的である。ただし、タイヤを水面まで充填した場合との違いは小さく、水面まででも十分な消波効果が得られる。反射率は、タイヤの充填幅を堤体の半分とした場合が他のケースに比べて若干だが小さくなる。

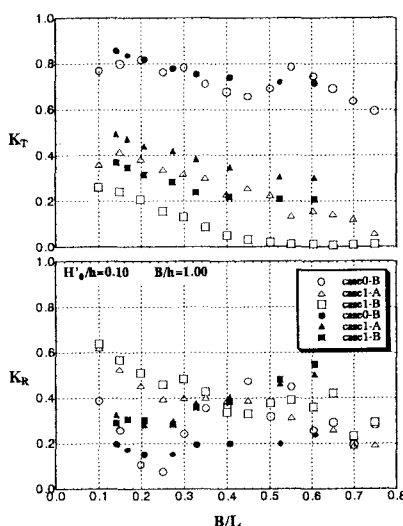


図-3 タイヤの有無と水面充填時の充填幅の違い

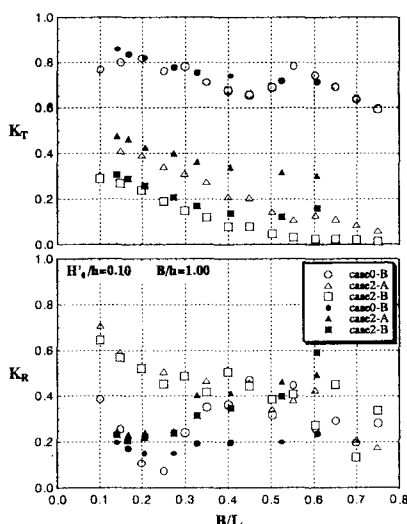


図-5 タイヤの有無と上部充填時の充填幅の違い