

タイヤ充填式スリットケーソン堤の水利特性に関する研究

九州共立大学工学部 学生員 武井 憲明, 橋本 献, 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水利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に比較して、機能面（反射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利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

水利実験は、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9.6m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長さは48cmとした。堤体は、前面に開口率44.7%の縦スリット壁を、後面に不透過壁を有し、中間にスリット壁または、不透過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2.5mの位置に波高計を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。反射率の算定法は分離推定法をもちいた。

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 $H_0 = 4$ cmと固定し、周期を $T = 0.56$ 秒から1.60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 $H_{1/3} = 4.0$ cmと8.0cm、有義波周期を $T_{1/3} = 0.65$ 秒から1.60秒とした。

実験ケースは、表-1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。タイヤを充填したところの空隙率は13.6%である。そのとき堤体中央にスリット壁がある場合をCASE1-Aとし、それを入れない場合をCASE1-B、タイヤを堤体上部まで充填した場合をCASE2とし、そのとき堤体中央にスリット壁を入れた場合をCASE2-Aとし、それを入れない場合をCASE2-Bとした。

表-1 実験ケースの分類

実験ケース	CASE 0		CASE 1			CASE 2		
	-	-	1-A	1-B	-	2-A	2-B	-
タイヤ充填方法	なし		水面			堤体上面		
堤体幅B(cm)	20	40	20	40	20	40	40	40
中間スリット	-	-	-	あり	なし	-	あり	なし

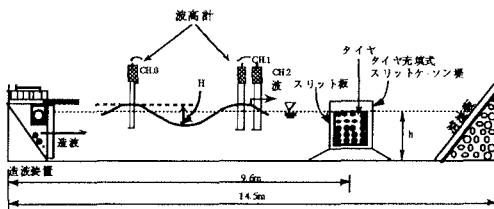


図-1 実験水槽

3.結果と考察

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 とエネルギー損失係数 $E_L (=1-K_R^2)$ を表わしており、各図とも上図に K_R 、下図に E_L を示している。白ぬきのマークは規則波を、黒ぬき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は、反射波と入射波がそれぞれ持つ全エネルギー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-1は、タイヤの有無と充填方法の違いを調べた結果で、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とでは、反射率はほぼ等しい値であった。タイヤのないCASE0

は相対堤体長の小さいところではCASE1、2より反射率が2倍程度大きい、相対堤体長の大きなところでは規則波においてCASE1、2より反射率は小さくなった。規則波と不規則波を比較すると、全ケースにおいて相対堤体長が小さなところで、反射率はほとんど変わらないが、相対堤体長が大きくなると違いが顕著に現れてくる。すなわち、規則波においては相対堤体長が大きくなると反射率は小さくなり $B/L=0.7$ 程度で最小値を示し、その後急激に大きくなる傾向がある。一方、不規則波では相対堤体長が大きくなると反射率は若干大きくなる傾向がみられるが、規則波ほど大きな変動はしない。エネルギー損失係数は、グラフとしては、反射率のグラフを上下反転したような形となり、規則波の場合は相対堤体長が大きくなるとエネルギー消費が大きくなるが、不規則波の場合は相対堤体長に関わらずほぼ一定である。

図-2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中間スリット壁の有無の違いを調べた結果である。堤体中央に中間スリット壁を入れたCASE1-Aと、中間スリット壁のないCASE1-Bとでは、規則波に関しては反射率はほぼ等しい値であった。不規則波では、中間スリット壁をいれないCASE1-Bのほうが若干ではあるが反射率が低下した。

図-3は、タイヤの有無とタイヤを堤体上部まで充填した場合における中間スリット壁の有無の違いを調べた結果である。堤体中央に中間スリット壁を入れたCASE2-Aと、中間スリット壁のないCASE2-Bとでは、図-2の結果と同様に、規則波では反射率の違いはほとんどないが、不規則

波では中間スリット壁を入れないCASE2-Bのほうが、反射率がやや小さくなる。

4.あ と が き

本研究により次のことが明らかとなった。タイヤの充填の有無では、規則波の場合は、相対堤体長の小さいところでタイヤを充填すると反射率は小さくなるが、相対堤体長が大きくなると両者の違いはあまりなくなる。不規則波ではタイヤを充填すると、反射率は全相対堤体長で約半分になった。タイヤを充填すると、ケース毎の違いはあまり無く、タイヤを入れた場合では、水面まで充填した場合が反射率を低下させる上で、最も効果的である。中間スリット壁を挿入した場合と挿入しなかった場合の違いは、ほとんどなかった。

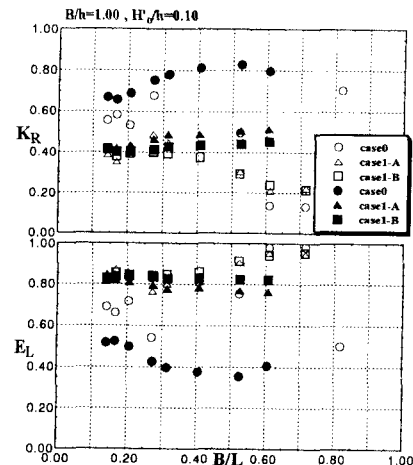


図-2 タイヤの有無と水面充填における中間スリット壁の有無

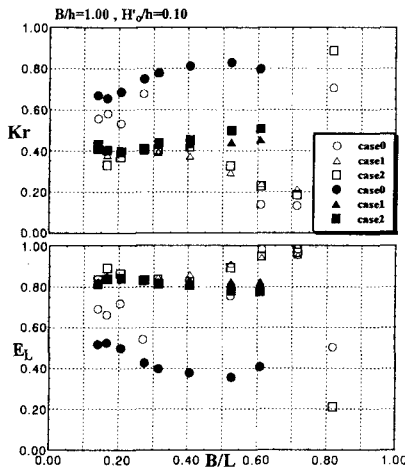


図-1 タイヤの有無と充填方法の違い

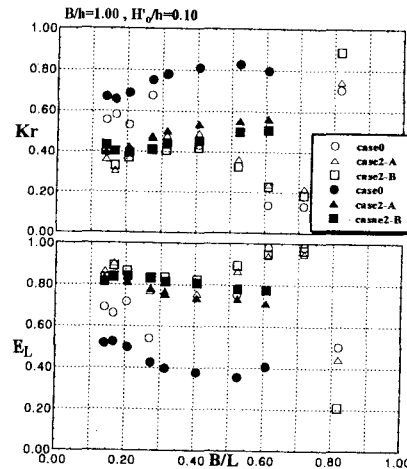


図-3 タイヤの有無と堤体上部充填における中間スリット壁の有無