

II-26

断続的に遊水室を有する鋼板セル壁体の消波性能

住友金属工業 正会員 野路正浩
同上 正会員 柳本泰伴
同上 正会員 北村卓也

1. はじめに

護岸・防波堤等の港湾工事は海象条件に強く影響されるため、急速施工が可能な構造物が求められている。一方、付近を航行する船舶等の安全性や港内静穏度を確保するため、近年、消波機能を有する護岸・防波堤が数多く設置されている。

上記ニーズに対応した構造物として、遊水室を有する根入れ鋼板セル構造物（消波鋼板セル）が考案されている。ここで、根入れ鋼板セル構造物は、工場等で予め製作された鋼板セルを複数のパイロハンマーの同調運転により一気に海底地盤に打設するもので、20m以上の大水深においても急速施工が可能であり、多くの施工実績を有する。この構造物をベースとして消波機能を付加した消波鋼板セルについては、一定の隙間を設けて一列に配置することにより、離岸堤に適用した場合の消波性能が検討されている¹⁾。

一方、消波鋼板セルを護岸として用いる場合には、隙間を設けずに連続壁体とする必要がある。

本研究では、護岸を対象とした消波鋼板セルの基本的検討として、セル部あるいはアーク部のいずれかに遊水室を設置した場合（図1）の消波性能を規則波実験により検討した。このように、本研究の消波鋼板セルは、断続的に遊水室を有する事を特徴としているため、両遊水室タイプの消波性能の比較のほか、断続的な遊水室配置の影響についても検討した。

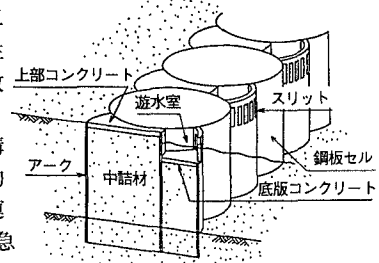


図1 消波鋼板セル護岸（アーク遊水室タイプ）

2. 実験内容

図2に実験で用いた水路と試験体の配置を示す。水路のサイズは長さ40.0m、幅2.0mであり、試験体設置位置での水深は53.2cmである。

図3、4には、セル遊水室タイプ、アーク遊水室タイプそれぞれの試験体を示す。両タイプ共、水路

中央には遊水室が無い部分が配置されている。試験体遊水室諸元は表1に示すとおりである。

波高は、水路中央線上と遊水室中央線上にそれぞれ2組（計8本）設置した容量式波高計により測定し、反射率は合田らの方法²⁾によって求めた。また、波浪条件は表2に示すとおりである。

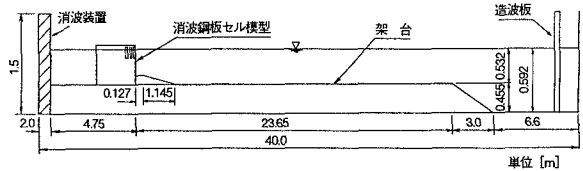


図2 実験水路

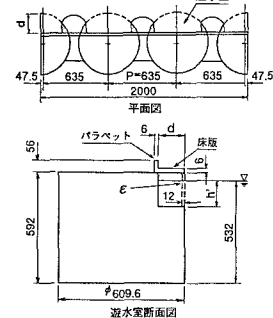


図3 試験体（セルタイプ）

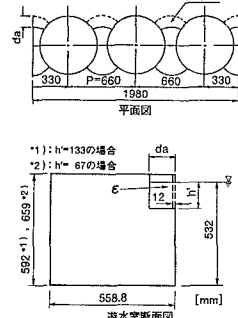


図4 試験体（アークタイプ）

表2 波浪条件

周期 T [sec.]	波長 L [m]	波高 H [cm]
0.56	0.49	1.3
		2.5
		5.0
0.80	1.00	1.3
		2.5
		5.0
1.07	1.70	2.5
		5.0
1.27	2.26	2.5
		5.0

表1 遊水室諸元

	セル タイプ	アーク タイプ
d (da) [mm]	102・127	116・201・279
h' [mm]	67・133	
ε	0.3・0.4	0.3

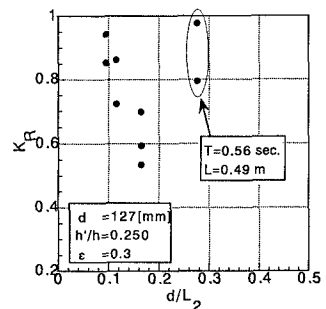


図5 実験結果の一例（セルタイプ）

3. 実験結果

(1) 遊水室の断続的配置の影響

遊水室奥行長と遊水室内波長の比が $0.2 \leq d/L_2 \leq 0.25$ 付近で反射率 (K_R) が極小となることは、谷本ら³⁾の研究から明らかである。しかし、実験結果の一例（図5）では、 $d/L_2 < 0.2$ の範囲は d/L_2 の増加とともに K_R が低くなっているものの、比較的低い K_R が予想された $d/L_2 = 0.27$ ($T = 0.56 \text{ sec}$, $L = 0.49 \text{ m}$) では $K_R \geq 0.8$ と高くなり矛盾が生じる。この傾向は、他の実験ケースにおいても同様であった。

離岸堤を断続的に設けた場合、入射波長が離岸堤設置間隔より小さくなると、堤体法線方向に波の共振現象が生じることが知られている（中村ら⁴⁾）。今回の実験では、断続的な遊水室配置のため、 $T=0.56\text{sec}$ の波において、遊水室間隔（ $P=0.635\text{m}, 0.660\text{m}$ ）が入射波長（ $L=0.49\text{m}$ ）を上回ることとなり、同様の共振現象が生じて K_R が高くなったと考えられる。このことは、断続的に遊水室を設けたケーソン消波堤において、 $P/L \geq 0.8$ の範囲で K_R が高くなっている（高橋ら⁵⁾）ことから裏付けられる。

従って、 $P/L > 0.8$ となる $T=0.56\text{sec}$ のデータについては、以降の検討で除外する。

（2）遊水室諸元の影響

図6、7に、セル遊水室タイプ、アーク遊水室タイプそれぞれの実験結果を示す。これら図中には、遊水室長（ d, da ）や遊水室水深（ h' ）が異なるケースを含んでいるが、 $0.2 \leq d/L_2$ （ da/L_2 ） ≤ 0.25 付近で最小値を示しており、反射率に及ぼす影響として d/L_2 が最も支配的であったといえる。遊水室水深（ h' ）と開口比（ ϵ ）の影響については、図6より、遊水室水深が浅い場合（ $h'/h=0.126$ ）には、開口比を大きく（ $\epsilon=0.4$ ）することで K_R が比較的小さくなることが分かる。これら遊水室諸元の影響については、谷本らの研究³⁾と同様の結果となった。

次に、波形勾配による影響を図8に示す。このように、 $h'/h=0.250$ の場合では、波形勾配（ H/L ）が大きくなるに従い反射率が低下するが、一方、 $h'/h=0.165$ の場合では、ほぼ同じく、反射率は波形勾配の増大により反射率が増加している。この波形勾配の影響は、アーク遊水室タイプにおいても同様の傾向を示した。

（3）セル遊水室タイプとアーク遊水室タイプの比較

消波鋼板セルは、従来の直立消波ケーソンとは異なり、円弧状の遊水室形状となっている。そこで、これまで遊水室中心線上で定義していた奥行（ d, da ）を $d=A/B$ とし再定義する。ここで、 A, B それぞれは、一カ所当りの遊水室面積と遊水室前面幅である。

この d を用い、両遊水室タイプの比較をした（図9）。このように、再定義により、データのまとまりは良くなっていく（同図及び図7中；*1, *2参照）。両タイプの消波性能は、いずれも $d/L_2=0.16$ 付近で K_R が極小値を示し、全般的に両者の違いは見られなかった。

4. まとめ

今回の規則波実験結果をまとめると、消波鋼板セルの消波特性は以下のとおりである。

- ① 遊水室設置間隔（ P ）が入射波長（ L ）より大きい場合、共振現象により反射率が高くなる。
- ② セル遊水室タイプ、アーク遊水室タイプ両者の消波性能はほぼ同等である。
- ③ 消波対象波に対し $d/L_2 \approx 0.16$ とすることで、反射率は0.5以下と十分小さく出来る。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所, MMZ計画策定の手引き(案), 土木研究所彙報, 第57号, 1992. 3
- 2) 合田・鈴木・岸良・菊池, 不規則波実験における入・反射分離推定法, 港湾技研資料, No. 248, 1976. 12
- 3) 谷本・吉本, 直立消波ケーソンの反射率に関する理論及び実験的研究, 港湾技術研究所報告, 第21巻第3号, 1982. 9
- 4) 中村・小野, 規則配列された沖合消波堤まわりの波浪共振の特性とその解析法, 第35回海岸工学講演会論文集, 1988. 11
- 5) 高橋・木村・田中, 共振集波効果を応用した直立消波ケーソンの原理と水理特性, 港湾技術研究所報告, 第28巻3号, 1989. 9

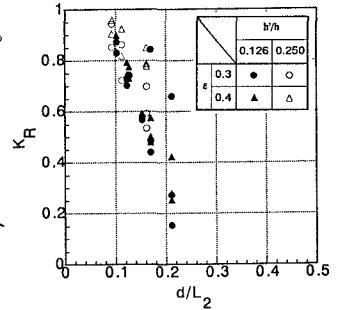


図6 消波特性(セルタイプ)

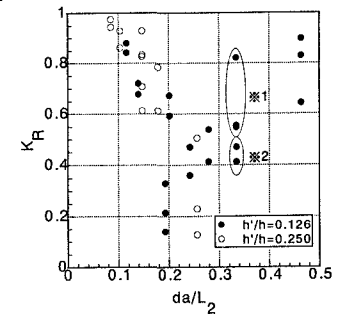


図7 消波特性(アークタイプ)

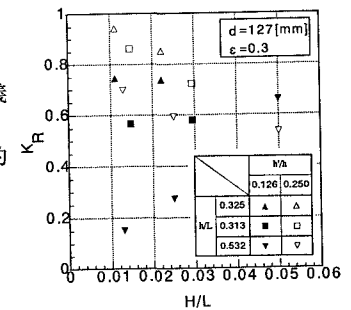


図8 波形勾配の影響

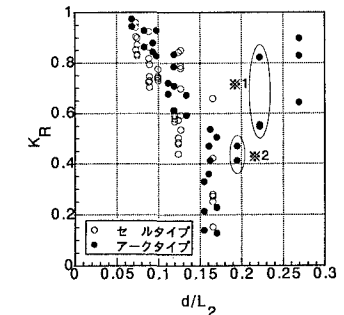


図9 両遊水室タイプの比較