

II-19 垂下板式ケーソンの反射波低減効果に及ぼす堤内マウンド高さについて

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
 (株)三柱 技術・開発チーム 正会員 神野 充輝
 愛媛大学大学院 学生員 ○久保 勝太

1.はじめに： 谷本・吉本 (1982)¹⁾ は、比較的深い海域に対するスリット式反射波低減工として、ケーソン前面側に遊水室を設け、その前壁をスリット壁とするスリット式ケーソンを対象にして、その水理学的な特性を詳細に検討している。これによると、特定高さのマウンド上にある遊水室内では水深が浅くなることにより波長が短くなり低減できる反射波の有効周期帯が長周期側に移行することなどが明らかにされている。

本研究では、より長周期の波の低減を目的として、ケーソンの前面側に遊水室を設け、前壁を中村・神野ら (1999)²⁾ により提案されている垂下板形式とする垂下板式ケーソンの構造体を提案すると共にその水理学的特性を実験と理論の両面から明らかにする。具体的には、反射率に及ぼすマウンド高さや垂下板下部の開口長の影響などを検討し、効果的な構造形式が容易に求められるようにする。

2.実験の概要： 1) 実験水槽：実験は、長さ 28m、幅 1m、高さ 1.25m の二次元水槽を用いて行った。2) 模型堤体：図-1 に示すように、直立不透過壁の前面に垂下板 1 枚を設置したものと、図-2 に示すように、さらに垂下板下部に各高さのマウンドを加え設置した構造形式で、マウンド高さを $h_m=48\text{cm}$ 、 44cm 、 38.5cm と変化させたものを用いた。ここで、遊水室幅 $B=19\text{cm}$ 、垂下板吃水深 $d=19\text{cm}$ と一定にした。なお、このとき想定した実験縮尺は $1/18$ である。3) 実験条件：実験で用いたケーソン沖側での水深 h は 72cm と一定にし、入射波高 H は 7.5cm 、 15cm の二種類、周期は $0.85\sim 2.05$ の範囲内から複数の条件を選定した。4) 算定方法：本研究では、中村・井手³⁾ による、隅角部からの渦流れの発生に起因するエネルギー逸散を近似的に考慮する減衰波理論による算定を行った。このとき、減衰波領域は垂下板から反射側へ入射波長の $1/8$ までの範囲を、鉛直方向には、水表面から水底までとした。また、等価線形抵抗係数 f_c は、中村・神野ら (1999) により用いられている $f_c=0.20$ を用いた。

3.マウンド高さによる反射波の変化特性： 図-3 は、マウンドが無い場合とマウンド高さを 3 種類に変化させたときの反射率 C_r の実験結果と算定結果の両方を併せ示す。図中では周期に関するパラメータとして L/B が用いてある。この図より、反射率 C_r の実験値は一旦極小となる条件を示すことや、マウンドが無い状態から、マウンドを設けてマウンド高さを $h_m=38.5\text{cm}$ 、 44cm 、 48cm 、と順次高くするにつれ、極小となる条件が L/B の大きな長周期側に移行するとともに、その絶対値が少しずつ高くなることが確認できる。算定結果

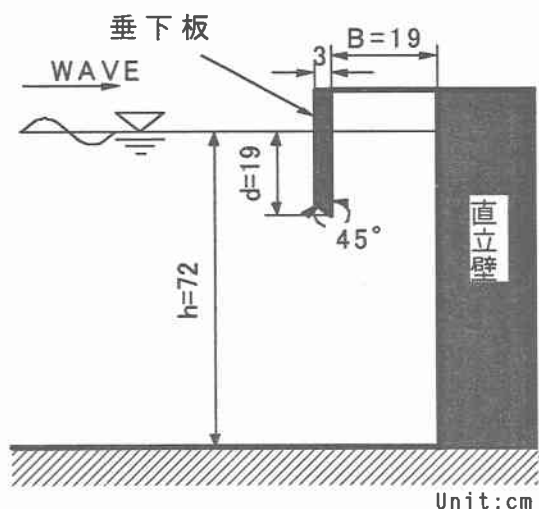


図-1 垂下板式ケーソン
(マウンド無し)

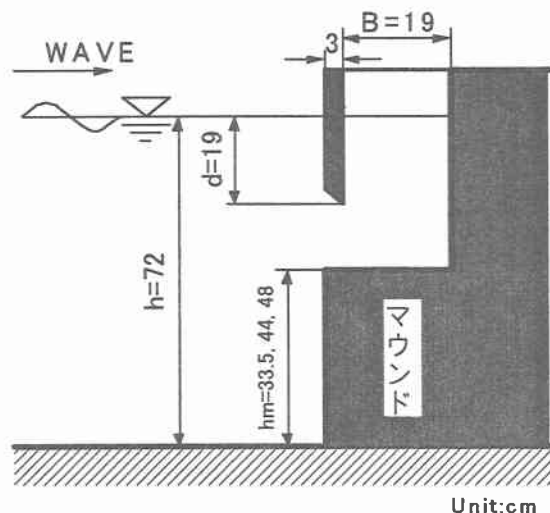


図-2 垂下板式ケーソン
($h_m=33.5, 44, 48$)

については、長周期側に移行する傾向は同じであるが、マウンドが高くなるにつれて定量的に差が出てくる。これは、入射波高の高い $H=15\text{cm}$ においても同様な傾向にあることが確認されている。

4. 遊水室内の波高特性と反射率：図-4 は、各マウンド高さについて遊水室内の波高変動を検討したもので、縦軸に遊水室内の平均波高 H_c と入射波高 H の比を、横軸に周期のパラメータとして L/B を用いて示してある。図-3、図-4 より、実験値は、各マウンド高さにおいて反射率 C_r の極小となる条件よりもやや長周期側にピークを持つ傾向は同じであるものの、遊水室内の波高は、マウンドの無い状態から、マウンドを設けてマウンド高さ h_m を順次高くするにつれて小さくなることが確認できる。しかし、算定結果は逆に高くなっている。このような遊水室内の波高の差が上述した反射率の実験結果と算定結果の差として現れたものと考えられる。

このように遊水室内の波高が増大しない理由としては、マウンドが高くなるのに伴い垂下板下端との開口部分が狭くなると、流体抵抗が強くなり遊水室内に水が流入しにくくなるためと考えられる。そのため、ピストンモードの波浪共振の度合いが減少することにより垂下板下端部での渦流れの規模が小さくなり、その結果、エネルギー逸散も減少することで反射率が增大するものと予想される。

今後、開口部分の大小がどれほどの流体抵抗の差異となり、ピストンモードの波浪共振の度合いを変化させるのか。また、マウンド上端が矩形であるのを、遊水室内に水が流入しやすくなるように傾斜底面を用いるなど工夫することで、反射波の低減効果を増加することができるかどうかなどを中心にして研究を進めていきたい。

5. まとめ

1) 垂下板式ケーソンでは垂下板式反射波低減工に比べ、より長周期の反射波を効果的に低減できることが可能である。2) 単一垂下板式ケーソンでは、垂下板の吃水深を固定して遊水室内のマウンドを高くすると、反射率が極小となる波条件は長周期側に移行する。ただしマウンド天端と垂下板下端との間の開口長が狭くなりすぎると、反射率の絶対値は増大する傾向にある。

参考文献：1) 谷本勝利・吉本靖俊 (1982)：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、pp63～75 2) 中村 孝幸・神野充輝・西川嘉明・小野塚 孝 (1999)：渦流れの増大現象を利用した垂下板式の反射波低減工について、海岸工学論文集、第 46 巻、pp797～800 3) 中村・井手(1997)：波の逸散現象を利用した隅角物体まわりの波変形と作用波力の算定法、海洋開発シンポジウム、pp177～182

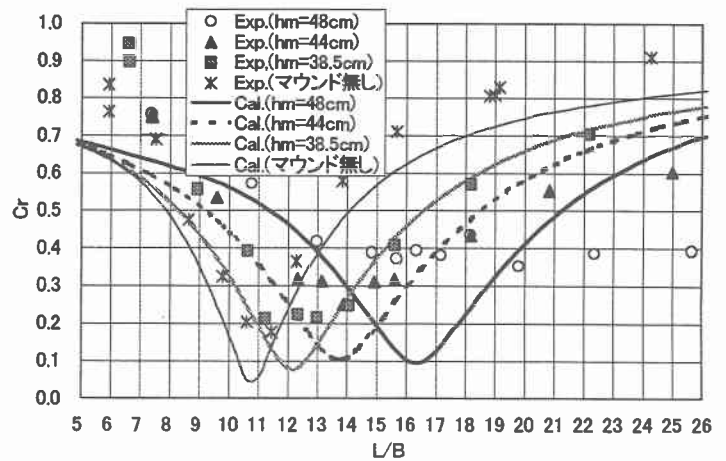


図-3 垂下板式ケーソンのマウンド高さによる反射率 C_r の変化
($B=d=19\text{cm}$, $h=72\text{cm}$, $H=7.5\text{cm}$)

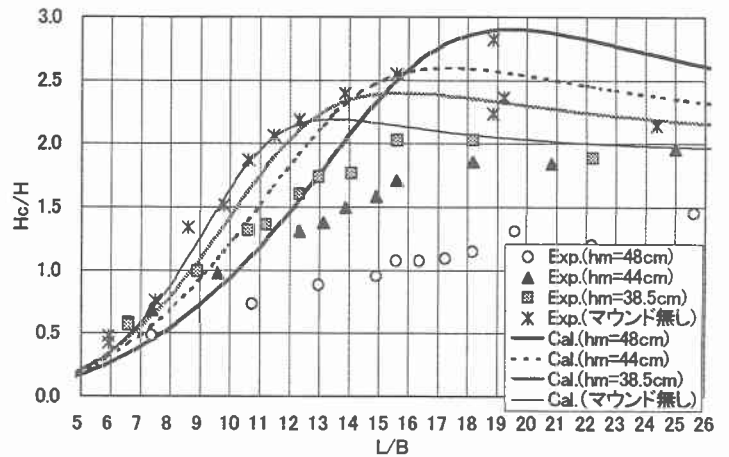


図-4 遊水室内の平均波高の周期による変化
($B=d=19\text{cm}$, $h=72\text{cm}$, $H=7.5\text{cm}$)