

水平円柱型浮体式消波工の効果について

愛媛大学大学院 学生会員 浅井威人

愛媛大学工学部 正会員 中村孝幸

1. まえがき

既に、著者ら¹⁾は波面と部材の衝突現象であるスラミング現象を利用する水平円柱型浮体式消波工について検討を進めてきた。本研究では、より効果的な浮体式消波工の開発を目的として、断面を各種に変化させたときの消波効果とそれを平面波浪場に設置したときの効果について明らかにする。

2. 実験装置および実験方法

より効果的な断面を摸索する実験は、幅 1 m、長さ 28 m の長水槽を用いて実施した。この際、水平円柱型浮体式消波工の断面は、図 - 1 に示す 3 種類およびこれらの変形形式の 4 種類を含めて計 7 種類を用いた。これらの断面は、主に透過波の低減を目的に設定しており、堤体の側方部に設けた鉛直版や傾斜版はそのことを意識している。特に傾斜版については、波面上昇時に波スラミングによる逸散を高めるためである。想定したモデルの縮尺は 1/18 程度であり、現地の直線配列を想定して堤体長は水槽幅よりも 22 cm 短い 78 cm とした。この実験は、水槽側壁の鏡像効果を考えると、開口率 22% で直線的に配列された浮体列を想定したものとなる。

一方、平面実験では、断面実験で最適と判断された図 - 1 (a) と (c) の 2 種類の堤体を用いた。そして、係留装置の数を少なくするため、1 基 78 cm の堤体を 2 基連結したものを 1 ユニットとし、それを 5 ユニット直線配列した。このとき、配列の開口率は、15% と 22% の 2 種類とした。作用波の波向きは、直角入射とそれより 30° 傾斜させた 2 種類とした。開口率 15% のときの消波堤の平面的な配置状況を図 - 2 に示す。作用させた入射波は、波高 H が断面実験では 7.5 cm、平面実験では 5 cm と 10 cm の 2 種類、周期 T は 0.6 ~ 1.6 s の範囲の規則波とした。このとき、水深 h は 65 cm と一定にした。長水槽および平面水槽の両実験共に、反射・透過波高は、開口部の存在などによる平面的な波変形の影響が評価できるように、配列堤体の 1 ユニットとその両側の開口部を含む 1 ピッチ長にわたる水面変動を直線アレイした計 9 台から 10 台の波高計を用いて測定し、評価および分離解析を行った。

3. 消波堤断面による波浪制御効果の変化

図 - 3 は、図 - 1 に示す 3 種類の堤体の透過波高比 K_t を周期の無次元量である波長堤体幅比 L/B による変化で示す。ここで、 K_t は透過側の堤体背後に設けた直線アレイ 5 台の波高計で測定した透過波高の rms 値と入射波高との比で定義さ

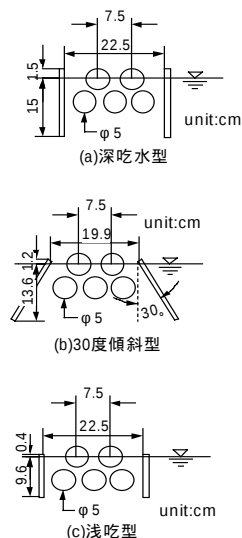


図-1 モデル堤体の断面形状

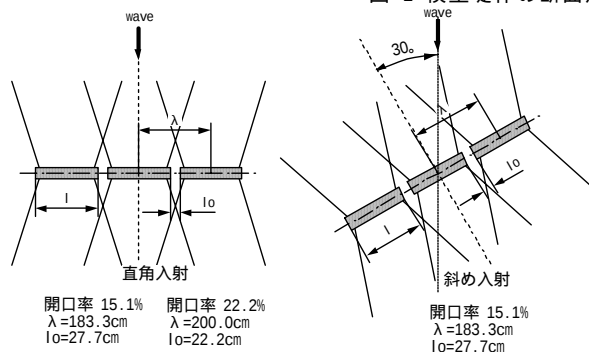
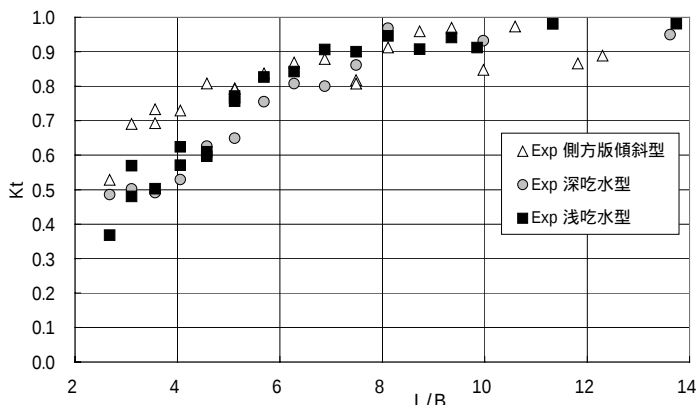


図-2 配列状況

図-3 断面形状の違いによる透過波高比 K_t の比較 ($H=7.5\text{cm}$, 開口率22%)

れる。この図から、透過波高比 K_t は側方版を鉛直版とする堤体の方が、傾斜版とするものより小さく、特にこの傾向は L/B が5以下の短周期帯で顕著である。この原因は、傾斜版とすることで鉛直動揺の固有振動周期が長周期側に移行するため、短周期での波スラミングによるエネルギー逸散が低減するためと考えられる。また、鉛直側方版が深吃水型と浅吃水型を比較すると K_t に有意な差が見られないことから、浅吃水型の方がより経済的と判定される。そして、波スラミングによる逸散を利用する水平円柱型浮体式消波工では、消波対象波の周期を考慮して鉛直動揺の固有振動周期を設定することが最も重要であることが判明した。

4．平面波浪実験の結果

図 - 4 は、直角入射の条件下で浅吃水型浮体が開口率 15.1%、22.2%で直線配列されたときの K_t の実験結果と算定結果を示す。算定は、開口部を含めてエネルギー - 的にストリップ法で近似的に評価したもので、断面2次元理論には減衰波理論を用いた。この図より、 K_t は、 L/B が4以下の短周期では開口率に応じて低くなることが分かる。ただし、透過波の制御効果が見られない長周期側になると開口率の差異はほとんど認められない。

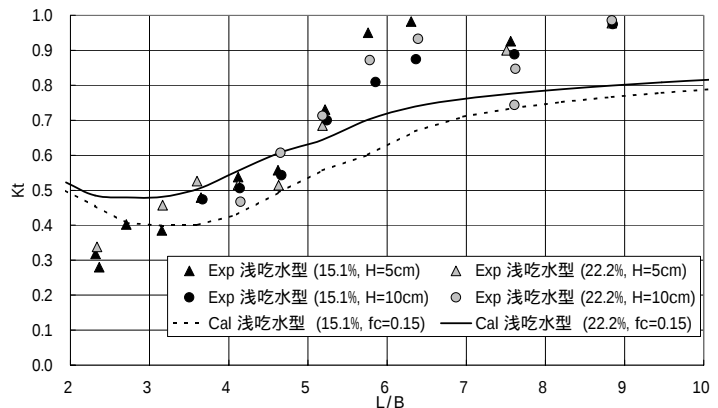


図-4 各開口率での透過波高比 K_t の比較(浅吃水型、直角入射)

図 - 3 に示す堤体長の短い場合(浅吃水型)と比較すると、堤体長が2倍である図 - 4 の結果(開口率 22%)の方が有効周期帯内で K_t は低く、堤体長の影響が認められる。このような堤体長の影響は、浮体の両側にある開口部からの回折波の干渉の結果によるものと考えられる。

図 - 5 は、開口率 15%の条件下で斜め入射に対する浅吃水型浮体の K_t を示すもので、図中には比較のため、直角入射に対する結果も合わせ示してある。斜め入射と直角入射に対する結果を比較すると、 K_t は直角入射の方が多少低く現れるようである。この原因としては、スラミングによるエネルギー逸散の要因となる鉛直動揺変位(Heave)が図 - 6 に示すように斜め入射になることで低下することなどによると考えられる。

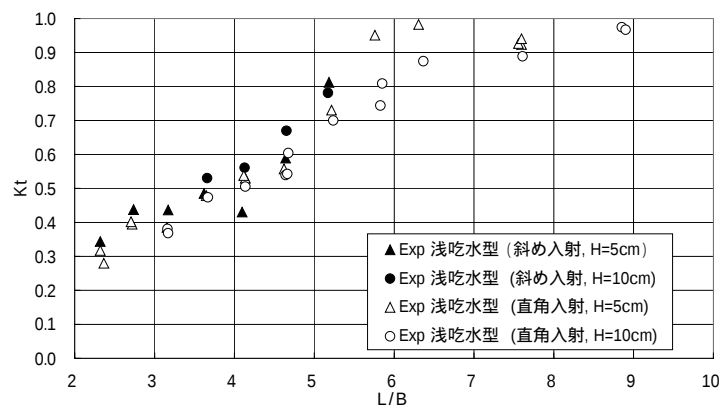


図-5 各入射角に対する透過波高比 K_t (開口率15%)

5．結語

水平円柱型浮体式消波工において、透過波の低減を目的とする側方版は、傾斜版よりも鉛直版の方が効果的である。また、その吃水深は、本研究で検討した範囲内では、比較的浅くてもよい。透過波の制御効果は、斜め入射になると直角入射のときに比較して多少低下するが、それほど有意なものでない。

参考文献

1)中村孝幸・塚原靖男・高木信雄・中山哲蔵(2002):海洋開発論文集、第16巻、pp293~299

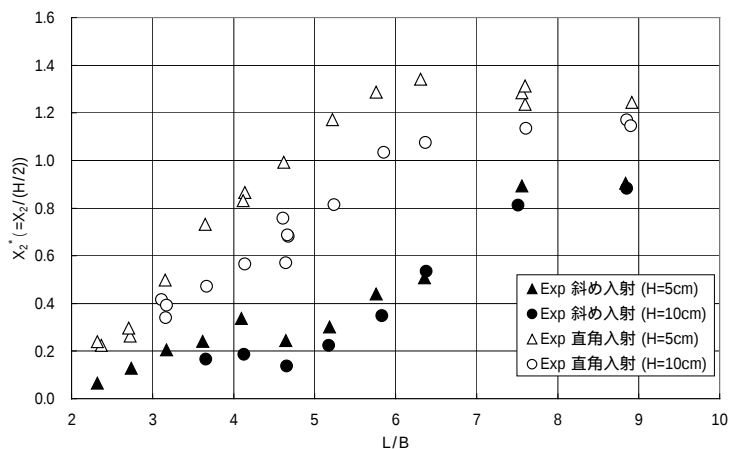


図-6 浅吃水型浮体の鉛直動揺変位(開口率15%)