

波浪共振型消波工法「トリウォール」について

株式会社 三柱 東北統轄事務所 所長 橋 伸一
同 営業本部 課長 小野塚 孝

はじめに

「トリウォール」は、構造物の遊水室と入射波との共振現象により増幅した渦流れにより消波を行う新形式の消波構造物である。

構造形式としては、既存の直積形式を採用しているが延長方向寸法の大型化と高さ方向寸法の制限により従来型の直積消波ブロックやスリットケーソンに比べて工費の縮減が可能である。

本工法の消波原理である卓越した渦流れは消波機能に加えて、環境調和機能を付加している。

ここでは、はじめに「トリウォール」の消波機能及び環境調和機能について説明する。次に、東北港湾の技術開発ビジョンより、本工法の応用が可能であると思われるテーマとして、「長周期波対策技術の開発」、「自然エネルギー等を活用した海水交換・水質浄化技術の開発」についての基礎的な提案を行うものである。

1. トリウォールの概要

「トリウォール」は、垂下版と後壁で形成される遊水室を持つ構造物である。

製作コストを低減するために、製品の高さを 1.5m以下に制限したブロック積形式を採用することで、足場工を不用とするとともに、堤体延長方向の寸法を 5mに広げることで据付コストの縮減を図っている。

この結果、本製品は従来使用されてきた直立消波ブロックやスリットケーソンに比較して 7割～8割程度の工費で有効な断面を形成することが可能となっている。

また、垂下版で形成される前面の形状は、水面上に空隙が無い事から、従来の直立消波ブロックに不可欠であった小型船舶の潜り込み対策が不用となっている。

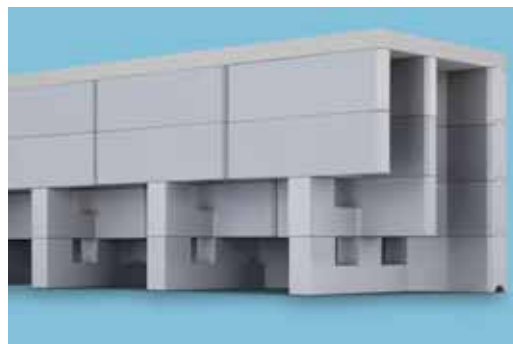


写真-1 トリウォール標準タイプ

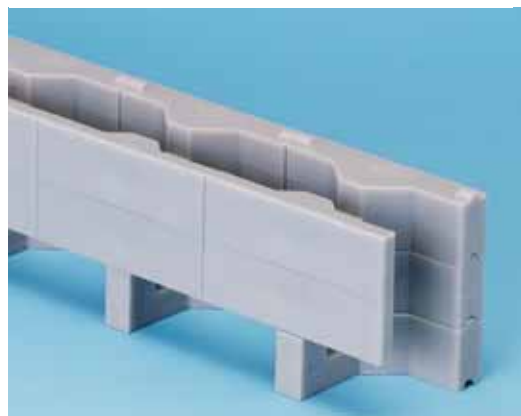


写真-2 トリウォールシングルタイプ

2. トリウォールの消波機能

「トリウォール」には二つの遊水室を有し、幅広い周期帯に対応可能な「標準タイプ」と単一の遊水室で消波対象波を限定し、施工コストの削減を追求した「シングルタイプ」がある。

両者に共通する大きな特徴として斜め入射波への適応が挙げられる。

本製品は遊水室内の水塊と入射波の共振による卓越した渦流れが消波原理となっており、この特性は入射波の波向きに影響を受ける事が無い。

平面水槽における模型実験で0度～60度までの入射角で反射率に大きな変化は、認められなかった。

両者の差異としては「シングルタイプ」が特定周期の波に対して極めて高い消波効果を発揮するのに対し、「標準タイプ」は、反射率の周波数特性に「シングルタイプ」より値の大きな二つの極小値を有し、これに挟まれた広い範囲で反射率を0.5以下に抑えている。

3. 鉛直混合による港内浄化の促進

波の作用により「トリウォール」が形成する卓越した渦流れは、堤体前面の水域に鉛直方向の大きな循環流を形成する。この流れは、堤体前面で水面の水を海底に引き込み、底面付近の水は、沖側で水面へと浮上する。

この波のエネルギーによる鉛直混合は、堤体前面より二分の一波長の広い水域に形成されることが模型水理実験及び数値計算により確認されている。

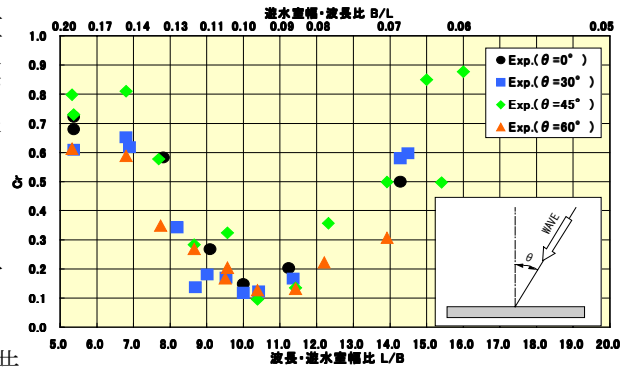


図-1 トリウォールシングルタイプの反射率

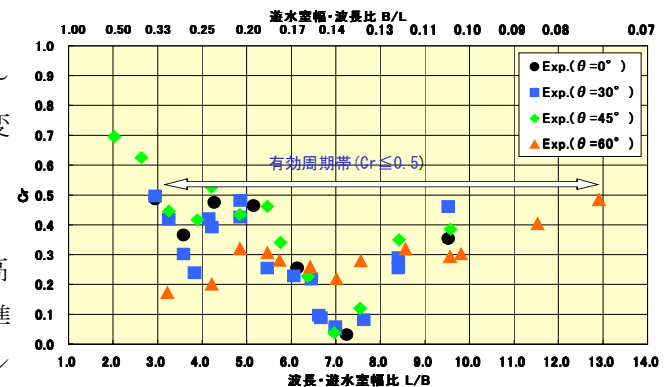


図-2 トリウォール標準タイプの反射率

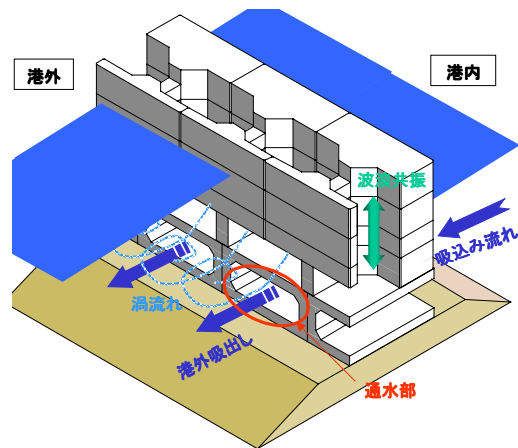


図-3 ユニット式海水交換促進型防波堤

4. 海水交換促進機能

「トリウォール」シングルタイプは、専用の通水孔用ブロックと組合せることでユニット式海水交換促進型防波堤を形成することが出来る。

海水交換促進型防波堤とは、波のエネルギーを渦流れに変換し、この渦流れにより堤背後の水塊を通水孔より堤体前面に導流する技術である。

本技術の特徴として、「矩形の防波堤に通水孔を設けた構造より通水孔単位面積あたりの導水量が大きい。」「通水部に冲向きの平均流が発生することで透過率を低く抑える事が出来る。」等が挙げられる。

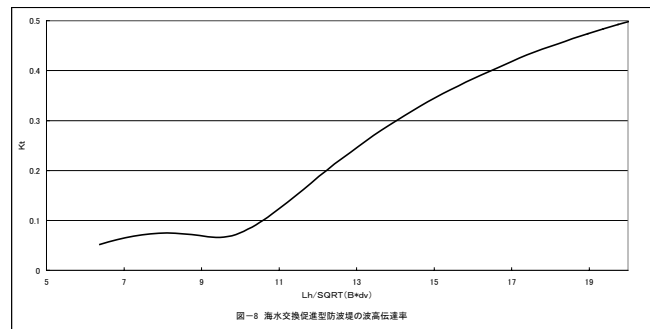


図-4 海水交換促進型防波堤の透過率

5. 長周期波対策工への適用の提案

透水型スリットケーソンと砕石層を組合せた長周期波対策工において「トリウォール標準タイプ」の後壁に通水孔を設け、両面スリットケーソンに替えて使用することで、下記の効果が期待できる。

- 1) スリットケーソンに比べ製作・据付コストを抑える事が出来る。
- 2) 航跡波～異常時波浪をトリウォールで、長周期波を砕石層で消波することで、全ての周期帯で反射波を低減することが期待できる。
- 3) 渦流れによる鉛直混合の促進による港内浄化が期待できる。

6. 港内水の循環促進機能を有した波除堤の提案

港内の静穏度向上が必要な港湾において波除堤等を設置し、泊地を遮蔽することで静穏度向上をはかる場合、是を海水交換促進型防波堤形式とすることで、透過波による静穏性悪化を懸念せずに港湾奥部の閉鎖性水域に対し、海水の循環を促し、水質悪化を防ぐ事が期待できる。

おわりに

御紹介したように「トリウォール」は、消波対象である波のエネルギーを環境調和機能の発現に転化することで消波効果を発揮する新しいタイプの消波構造物です。

設計条件に対する消波効果の数値計算による予測手法も確立されており経済的な断面設計が可能です。

港湾整備事業における御検討をよろしくお願いいたします。