

平成 19 年 2 月 1 日
東洋建設株式会社

エコバリア工法—被災・老朽化護岸の廃材を復旧に利用—

最近、台風による高潮や高波による大規模な浸水被害が増加しています。これらは、特に大きな台風が来襲して、護岸が被災したことが災害の原因であると考えられています。さらに、被害を大きくした原因として、護岸のパラペットが倒壊して、耐波および越波防止機能が急激に低下したことが挙げられています。一方、築後 40 年を越える護岸が全体の 46%を占めることから、今後リニューアルの需要が増加する見通しです。

いずれの場合においても防災のためには迅速な復旧が必要となりますが、旧護岸から大量のコンクリートガラが発生します。現在コンクリートガラの 90%以上は路盤材として再資源化していますが、2020 年頃には需要が飽和状態になる見込みです。また処分する場合の処分先となる廃棄処分場は慢性的に不足しており、早期復旧のためには発生したコンクリートガラの処分方法は喫緊の課題となっています。一方、新しいコンクリートを製造する場合、1年で発生する二酸化炭素(CO₂)は5億トンに上り、原材料の石灰石も後 50 年で枯渇すると予測されており、資源のさらなる有効利用が求められています。

弊社では、このような背景を踏まえ、発生したコンクリートガラを護岸の一部として再度利用することで、処分を迅速に行うとともに、堤体構造に消波機能を持たせることで可能な限り越波量を低減できる「エコバリア工法」を開発致しました。

エコバリア工法は、堤体前面に開口部を設け、中詰部にコンクリートガラを投入するとともに、パラペット後退式の断面とすることで越波低減効果を高めた護岸を築造するものです。構造的には、パラペットを本体と一体化させることで、打ち継ぎ目の弱点を克服します。越波低減効果は、長さ 55m×幅 1m×高さ 2m の不規則波実験水路を用いた水理模型実験によって検証し、従来の直立護岸に比べて 10-20%程度堤体の天端高を低下させることができることを確認しました。また、工費の低減化については、内湾で水深を 10m と設定したときの工費をシミュレートすると、従来工法と比べて直接工事費で約 10%の低減が可能であることが分かりました。今後は、プレハブ化などによって、さらなる工費の低減ならびに迅速な復旧に対応できるシステムを構築していきたいと考えております。

エコバリアの水理学的な評価に関しては、土木学会主催の第 31 回海洋開発シンポジウムにて発表致しました(海洋開発論文集、第 22 巻、pp.265-270)。また、本工法の開発に際しては、大阪大学名誉教授の榎木 亨氏(現在、財団法人災害科学研究所 理事長)のご指導を受けました。

エコバリア工法

- 被災護岸の廃材を復旧に利用 -

2007年1月24日
東洋建設株式会社

最近の状況

巨大台風の来襲
巨大地震の発生
施設の老朽化



護岸構造物の被災ポテンシャル



パラペットの打ち継ぎ目が弱点となり、倒壊する事例が数多く見られます。粘り強く抵抗する構造が必要。



築後、40年を越える海岸堤防が既存構造物の46%に達し、全国に点在しています(東京湾:20%, 三河湾:61%, 大阪湾:20%, 加藤・野口, 2006)。

エコバリアが解決する4つの課題

迅速な災害復旧

コンクリートガラ
の再利用

防波施設としての
性能

工費低減

「災害は早期復旧を図ることが必要」

災害対策基本法(1961)によって規定



災害とは？

暴風
高潮
地震
津波
その他異常な自然現象

災害後，2，3週間以内に対策案をまとめる
当該年度を含め，3年以内に工事を完了しなければならない

被災建造物の処分 廃棄処分場の慢性的不足
(残余年数が6年程度，H18循環白書)

エコバリアは，コンクリートガラの受け入れ空間となります

「コンクリートガラの再利用」

災害復旧といえども，工事のゼロ・エミッション化が求められています



現在，コンクリートガラは90%以上が路盤材としてリサイクル

< 2020年頃には需要が飽和する見込み >

「工事で発生したものは，工事内で処理する」ことが望まれています

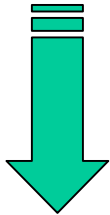
新たにコンクリートを製造するにはCO₂が5億トン/年（全産業の2%）発生．

国内の石灰石も後50年で枯渇すると予測されている．

エコバリアは，
発生箇所でコンクリートガラを有効に利用します

「防波施設としての性能」

出来る限り越波量は低減できることが望ましい



堤体前面には開口部を設け，中詰部に遊水室と
同じ機能を持たせました
コンクリートガラは，中詰材として利用します

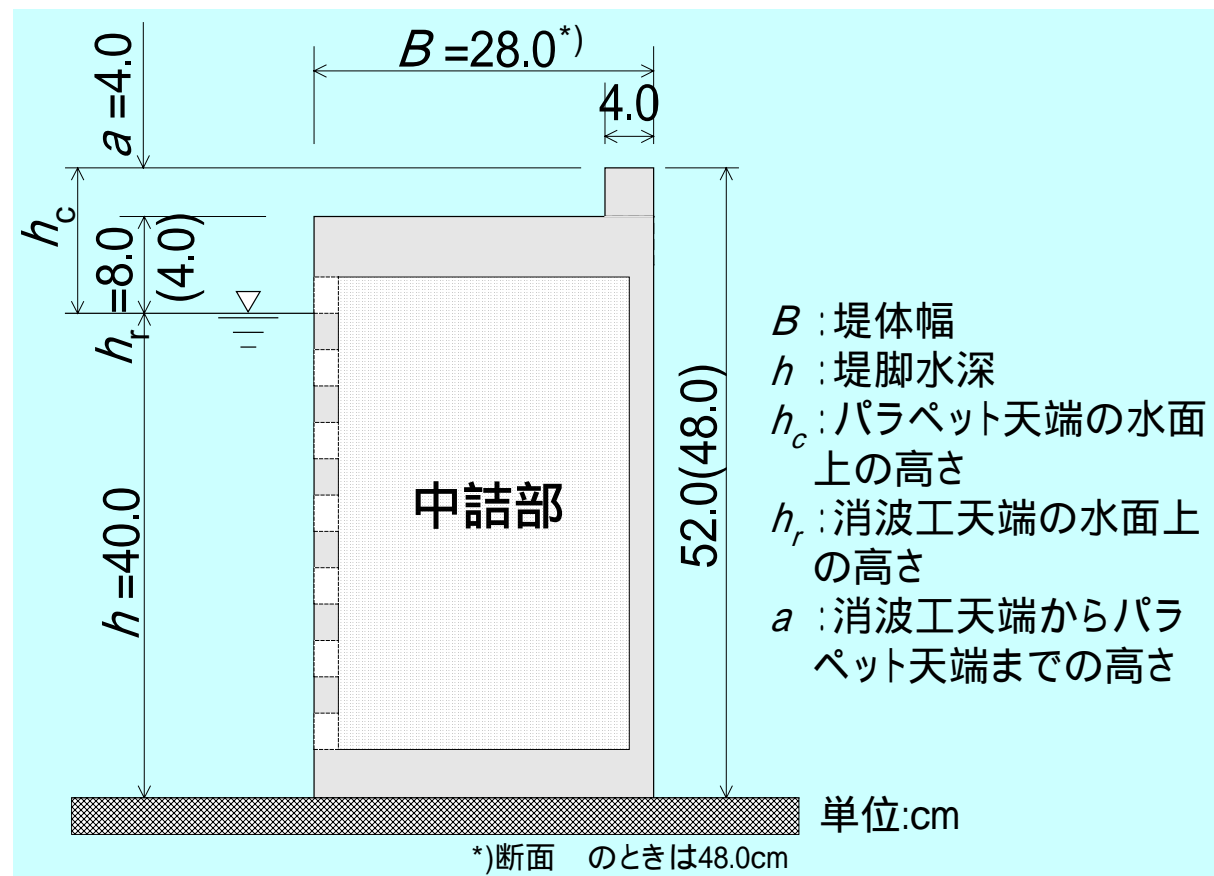
消波機能を有する構造形式とします

パラペットを本体と一体化構造とすることで，
打ち継ぎ目による構造的な弱点を克服！

エコバリアは，
消波機能を持ち，越波量を低減します。

エコバリアの概要

実験に用いた断面



【堤体条件】

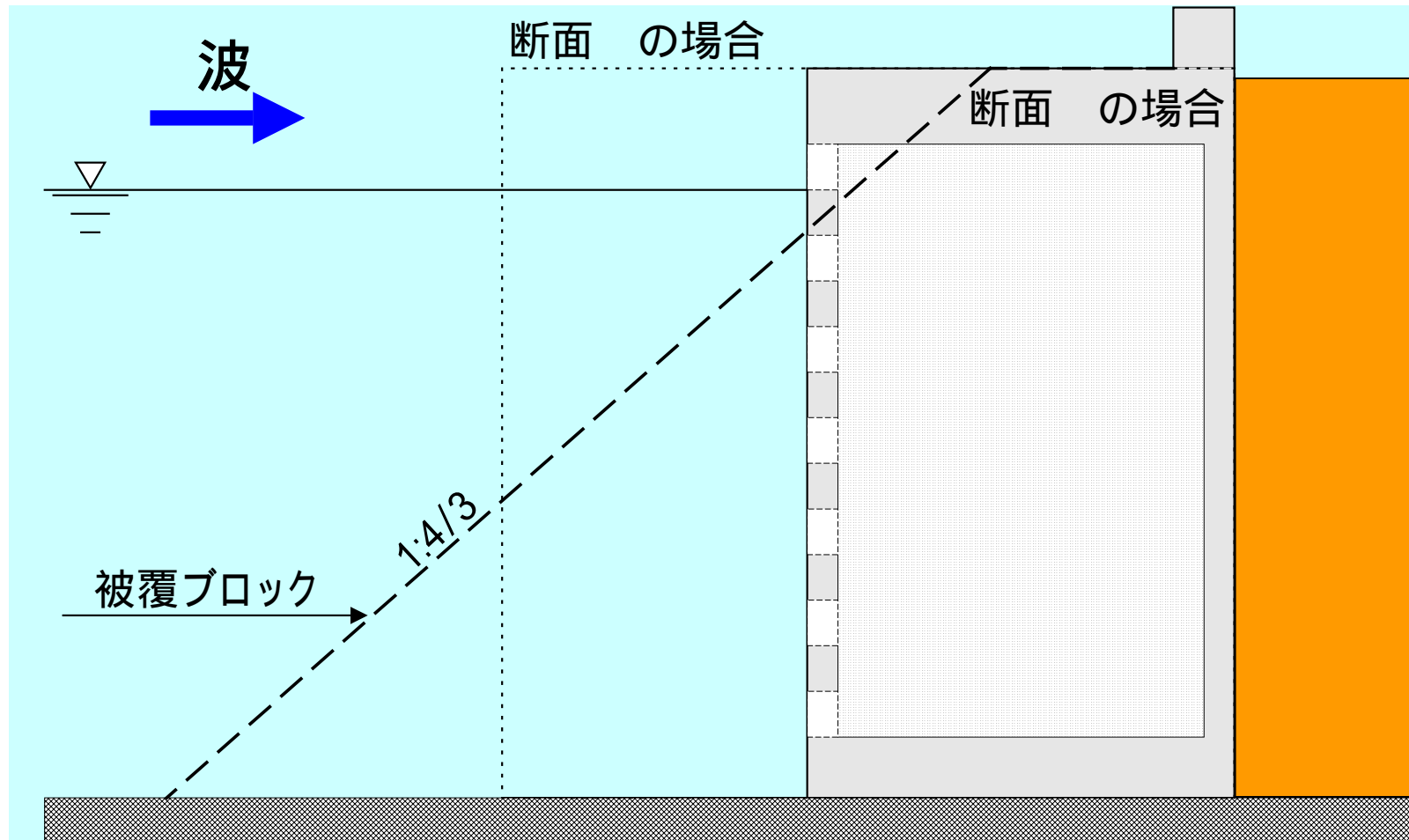
天端幅	2ケース
天端高	2ケース
中詰材の大きさ	2ケース

【波浪条件】

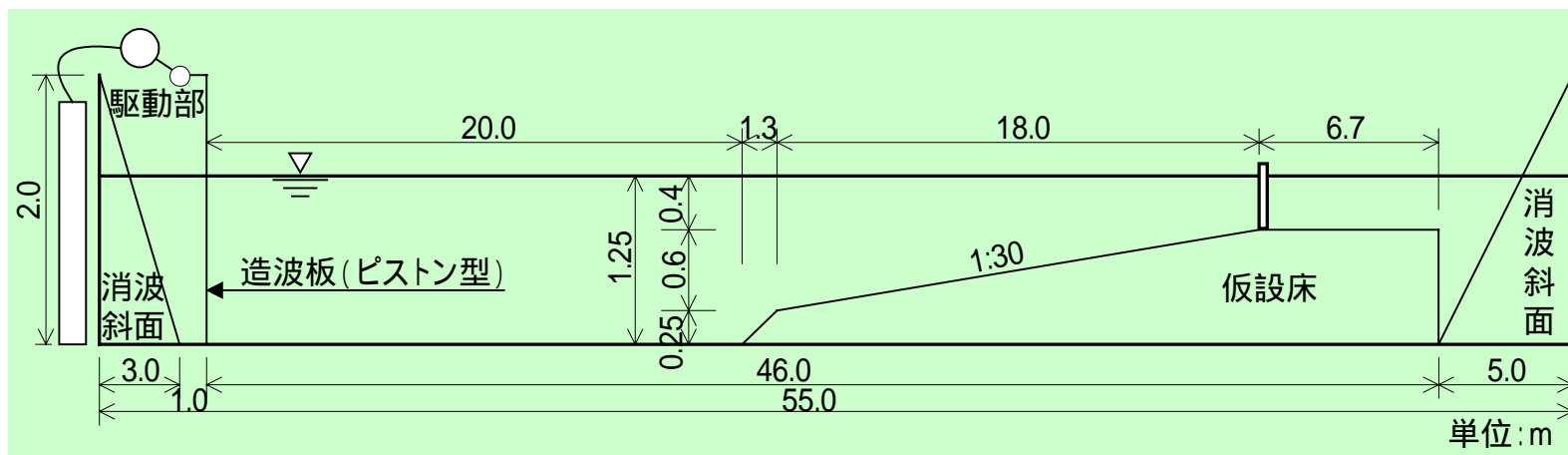
修正Bretschneider・光易型 スペクトル	
$T_{1/3}$	3ケース
$H_{1/3}$	3ケース
波群	2ケース

従来の知見から堤体幅 B は水深 h 程度に設定 ($B/h=0.7, 1.2$)
 実験では, 縮尺を1/25とした場合, 水深 $h=10\text{m}$ となる断面を想定

従来の消波ブロック被覆護岸との断面比較



透水層式護岸の外観・実験水路



実験に用いた中詰材

消波工としての必要条件：表面粗度が大きいこと
波の規模に応じた適度の空隙を持つこと



直径20～40mm
程度の碎石
：空隙率0.45

一辺の長さが110mmとなる異形ブロック
(合掌ブロック, テトラポッド)
：空隙率0.50

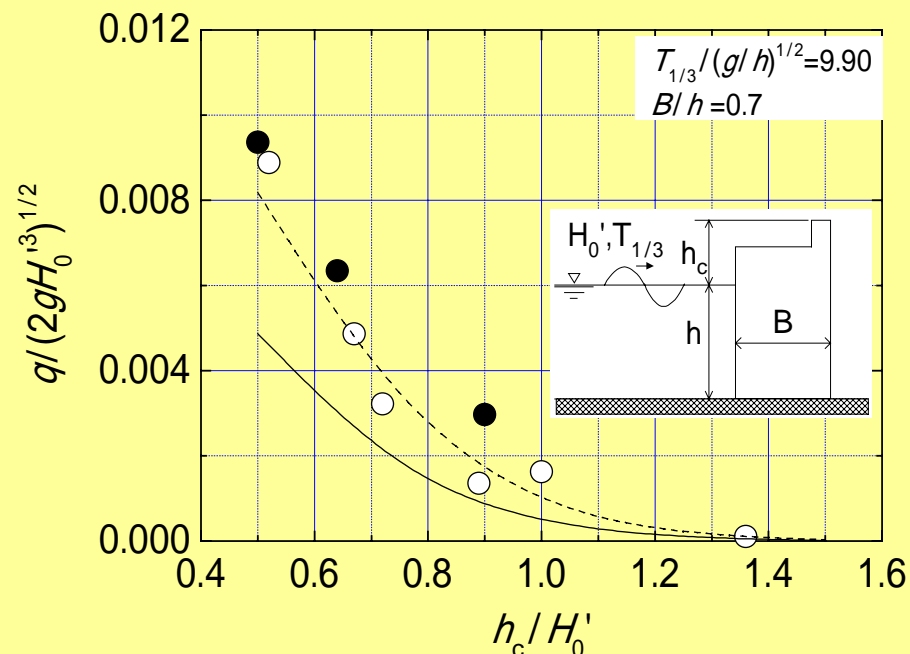
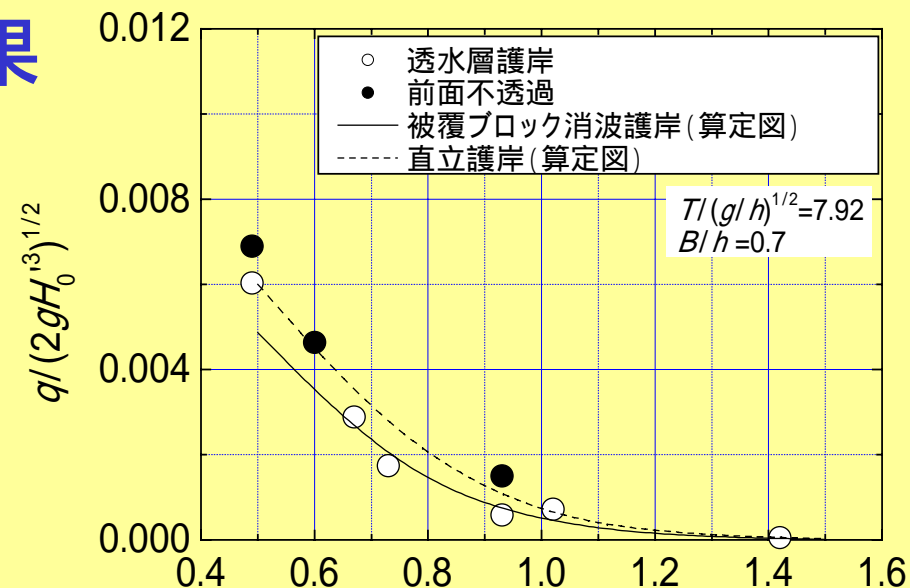
透水層による越波の低減効果

堤体条件 $B/h=0.7$

0.5 < h_c/H_0' < 1.0では、直立護岸に比べて越波流量が低減

同じ越波流量となる天端高を図中に示した実験曲線より読みとると、提案断面の天端高は直立護岸の80-90%程度となる。

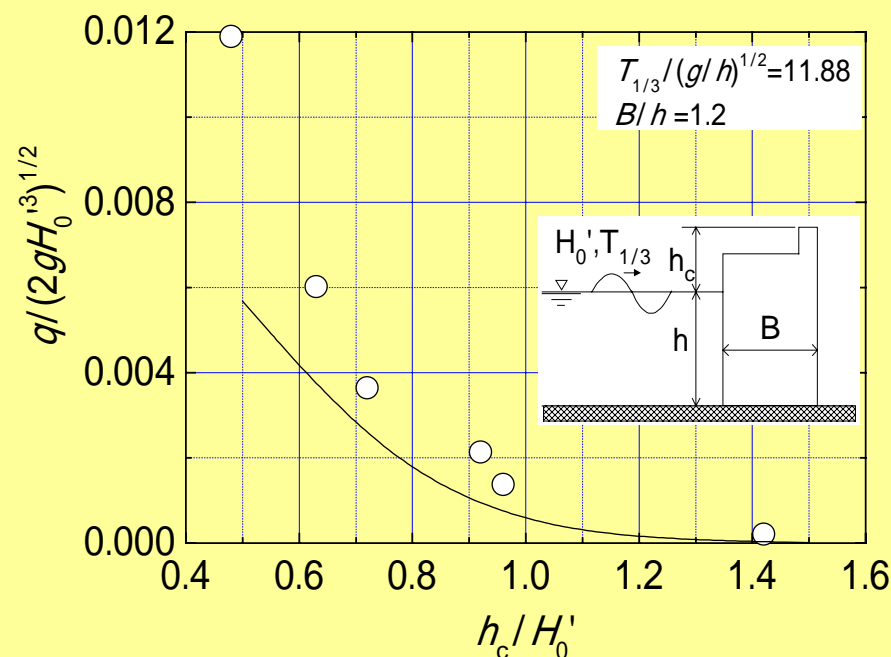
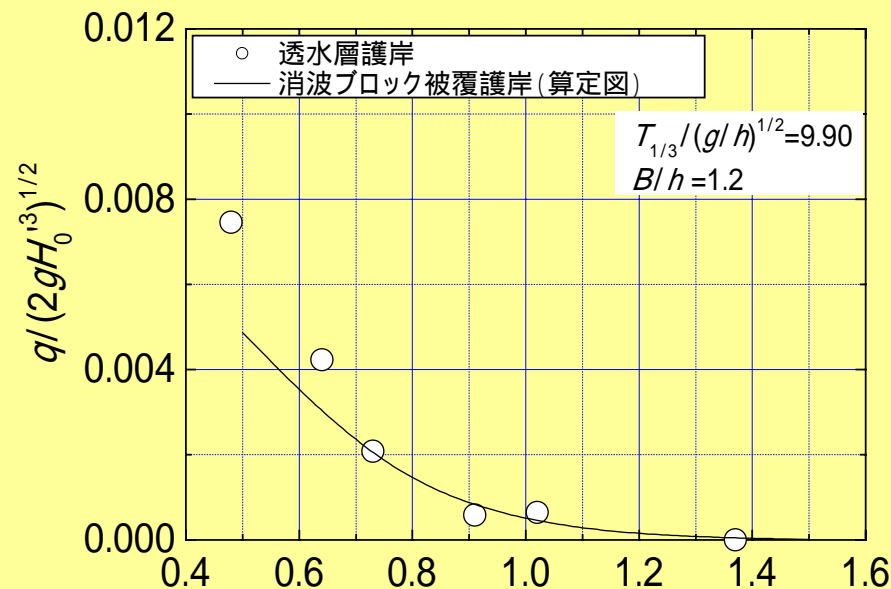
直立護岸に比べて10-20%程度、天端高を低減することが可能。



エコバリアと消波ブロック被覆護岸の越波流量の比較

堤体条件 $B/h=1.2$

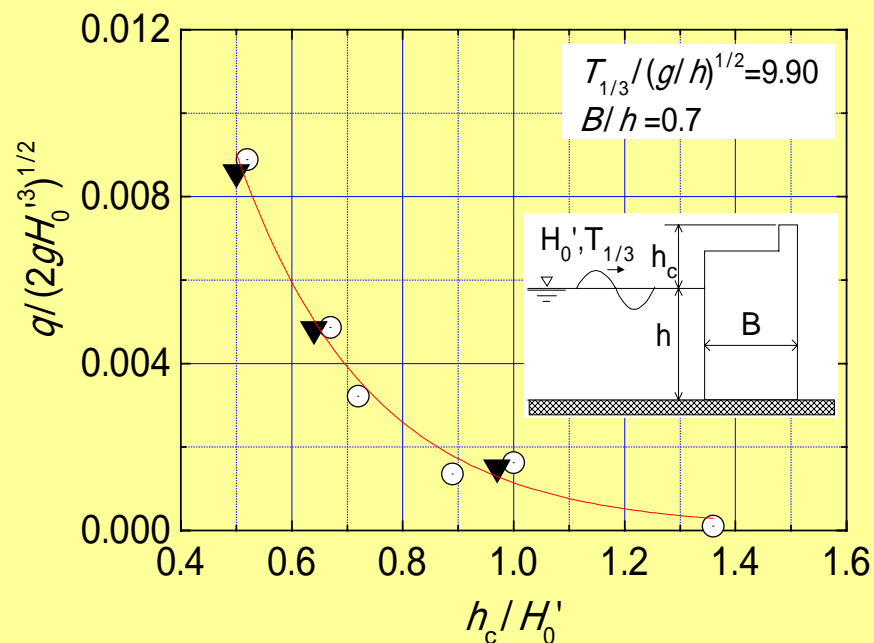
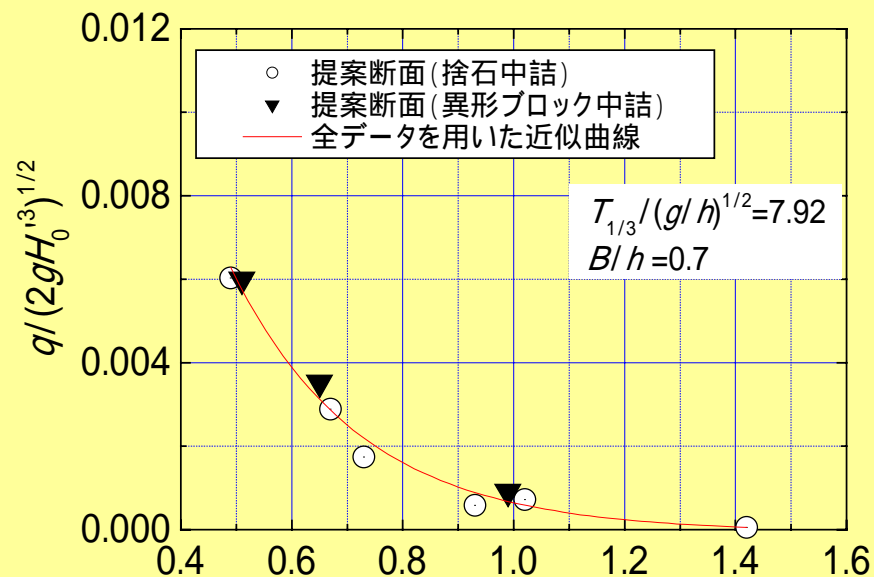
周期が長い条件では，越波量の低減効果が相対的に低減している



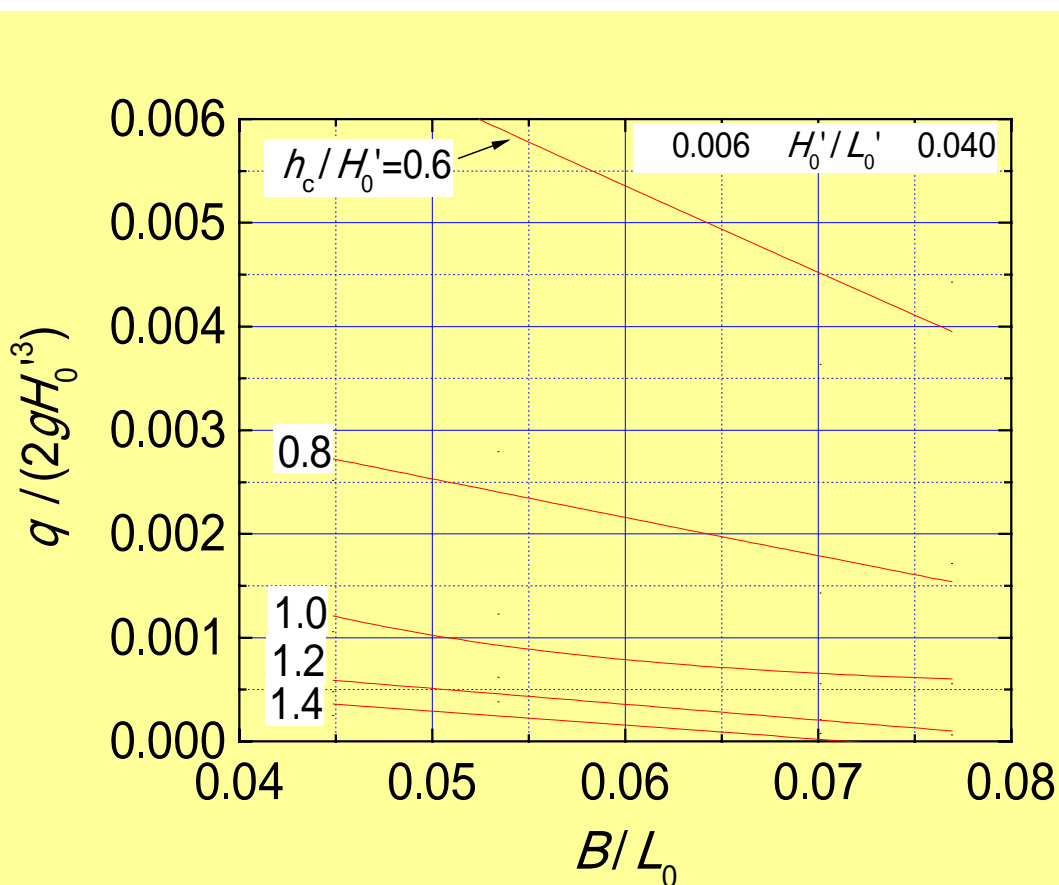
中詰材の大きさの影響

両者の越波流量はほぼ同じであり、
有意な差は見られない。

中詰材の大きさは、越波流量に
大きな影響は及ぼしていない。



無次元越波流量と相対天端幅の関係



実験曲線から越波流量を読み取り，天端高と堤体幅をパラメタとして，越波流量を再整理した．

相対天端高 h_c / H_0' が低い場合，相対堤体幅 B_c / L_0 の越波流量低減に対する効果が大きい． $h_c / H_0' = 1.0$ 以上になると，堤体幅の及ぼす影響は小さくなっている．

これらの結果は $B / h = 0.7$ および 1.2 に対するものであることから，堤体幅は $B / h = 1.0$ 程度として，天端高を定めればよいと考えられる．

「工費の低減化」

内湾で、設置水深を10m程度と設定したときの工費をシミュレーション

従来法（廃材は処分場に廃棄）に比べて、直接工事費で約10%の低減が可能という結果を得ました

今後、プレハブ化など、さらに工費を低減し、迅速に対応できるシステムを作って参りたいと存じます

エコバリアは、
廃材処分費を削減することで、工費の低減を実現します

成果の公表

- 2006年7月に開催された海洋開発シンポジウムにて発表済み
- 藤原・榎木・三宅・松村(2006)：被災護岸の廃材を復旧に利用する越波低減工法，海洋開発論文集，第22巻，pp.265-270.

本工法は，榎木亨・大阪大学名誉教授(現 財団法人災害科学研究所 理事長)のご指導を受け，開発致しました