

## 論文番号 151

著者名 富田孝史, 河合尚男, 平石哲也, 朝信英明, 松葉秀樹, 海原敏明

論文題目 複合断面消波護岸の越波特性

討議者 小竹康夫(東洋建設 鳴尾研究所)

### 質疑

小段を設けることで碎波が作用した場合,水深等の変化により衝撃的波力が作用するなど,天端面など構造物への波力の影響を検討されていたら教えて下さい。

### 回答

今回の実験では護岸に作用する波圧や波力を計測しておりません。しかし,実験の様子を見ている限り,小段長が短い場合には碎波した水塊が護岸パラペット部に直接作用する場合もあり,そのようなときには衝撃碎波力が生じていると思われる。

討議者 半沢稔(テトラ)

### 質疑

小段の高さについて検討されているでしょうか?小段の高さが越波に及ぼす影響は如何でしょうか?もし検討されているものがあれば教えていただきたい。

### 回答

今回の実験では,小段上の水深を変化させていません。今後,その水深を変化させた実験を行いたいと思っています。

討議者 勝井秀博(大成建設 技術研究所)

### 質疑

- 1) 2次元実験のデータでは小段の長いq44が最も優れていた。しかし,平面実験では,波が斜めに入ると見かけ上小段幅は増加する。にもかかわらずq44の越波量が増加した。この原因として水理的な現象の観察などを示して欲しい。
- 2) 風の影響として,随分昔に(富永先生のデータと思うが)重複型越波は風により抑制される結果が示されていたと記憶する。これに付随する現象面での観察などあれば教えて欲しい。

### 回答

- 1) ご指摘のような現象がなぜ生じたのかについては,はっきり言ってまだよく分かりません。現象の観察によると,小段付きの護岸の方で越波量が増大したのは護岸の全面ではなく局所的で,護岸隅角部からの回折波により波高が増大する箇所に近い場所でした。このことから,断面実験には考慮されない水域内に配置した構造物からの回折波や反射波の影響が一つの要因であると考えています。
- 2) 今回の風を考慮した実験データは,本論にも記述しましたが井上らの実験(海講,1992,1993)とほぼ同様な傾向を示しています。実験の観察によると,大きな水塊に対しては風の影響はほとんど無く,碎波などで飛散した小さな水塊に対して風は影響を及ぼすというのが基本的な現象でした。小段4列の場合には小段上で碎波するので,それによって飛散した水塊は風により前方に押し出されるが,小段よりも上にある消波工にぶつかってしまうために護岸パラペットを乗り越える水量がさらに少なくなる。このため,長い小段がある場合に越波量が減少したと考えています。

## 論文番号 152

著者名 木村克俊, 早川哲也, 高橋重雄, 下迫健一郎, H.Oumeraci

論文題目 消波型高基混成堤の越波特性に関する大型模型実験

討議者 橋村隆介(熊本工業大学工学部土木工学科)

### 質疑

- 1) スリット幅が越波に及ぼす影響について検討しているか。
- 2) 大型実験での水塊と飛沫の傾向は,小型実験の場合とどう違うか。また,現地ではどのような状況になると考えられるか。

### 回答

- 1) スリット型直立部の形状が水理特性に及ぼす影響については,参考文献に示した高橋ら(1997)の論文において検討を行っております。スリット開口率を20%と30%とした場合の越波流量を検討していますが,両者に大きな差がありませんでした。
- 2) 追加実験を行って縮尺1:4と1:13の結果を比較しましたが,水塊の打ち上げ特性には大きな差がありませんでした。

た。飛沫については、本文中に示しましたように小型実験では飛沫の打ち上げ高さを過少評価する危険があります。実規模の越波現象は縮尺 1:4 の実験結果にかなり近いと推定しております。当該構造形式については現地施工を計画中ですので、将来は越波状況に関する現地観測を行って、縮尺効果について検討したいと考えております。

**論文番号 154**

著者名 佐藤慎司，河野龍男，諸田勇，桜庭雅明，加藤俊夫

論文題目 駿河海岸における台風来襲時の波浪特性と越波実態

討議者 田中茂信（(財)国土開発センター）

**質疑**

図-9 の上部の示されていない部分の値はどうなっているのか

このように周波数に敏感な増幅率を用いて、打ち上げ高を求めることは適当ではないと思われるが、いかがか。(なぜならば、卓越周期は平均的な代表値であり、個々の長周期波はこの値のまわりにばらついているはずである.)

**回答**

(・～・含めて)図-9 に示されて部分については限りなく無限大の領域にいくものとなっています。確かに周波数に敏感な増幅率を用いることは妥当では無いかもしれませんが、今回の検討は増幅性のある程度見るだけにとどめることを目的としており、数字そのものには大きな意味はありません。台風 9720 号の影響による長周期波が越波を引き起こすかどうかを線形理論の仮定で検討したものに過ぎません。

討議者 合田良実（横浜国立大学）

**質疑**

- 1) 長周期波の増幅率を求められるのに、特定周波数ではなく、スペクトル計算をやって頂けるとよろしかったと思います。
- 2) 長周期波で越波浸水を説明されたとなると、越波が長周期波の 1/2 周期くらい継続したことになりますが、現地の越波状況はどのようであったでしょうか。

**回答**

- 1) 確におっしゃるとおりであると思います。このような問題である場合は非線形性を考慮する必要があると思いますが、今回は何か一つの仮定を設けて結果を考察したかったので特定周波数で検討しました。
- 2) 台風 9720 号では、現地で直接観測をしなかったため継続時間を特定することが出来ませんでした。因みに論文にも掲載した台風 9805 号については越波の継続はほとんどありません。これは、9805 号時の潮位が低く、長周期波と潮位の両方に起因した越波が起きなかったためであると考えます。

討議者 山本吉道（(株)アイ・エヌ・エー・海岸部）

**質疑**

波浪に対する長周期波の重要性を指摘されていますので、賛同者として詳細にお伺いします。

各所海岸での実測データ(日大の久保田、鹿児島大の西、業務上の観測データ、etc)を調べると、破波水深からそよ波までの平均海岸勾配( $\tan \theta$ )が 1/20 より急であると、波群と破波帯内の長周期波が逆位相になっている場合が多く、1/20 より緩いと波群と破波帯内の長周期波が同位相になっています。そこで、1994 年の ICCE で発表したように、破波点の変動で発生する自由長周期波(その発生メカニズムから波群と同位相)が平均海底勾配の緩いほど発達し易くなるから、そのようなのだと考えています。

そして、規則波の打上高は平均勾配が緩くなるほど、小さくなることと統合して考えると、平均海底勾配が 1/20 より緩くなれば、長周期波は最大越波量を増加させる方向へ影響すると考えられます。

駿河海岸の事例、その他、土研さんで把握されている事例は、上記考えと整合しているでしょうか?お教え下さい。

**回答**

上記考えと整合しているかどうかは、現在の所検討しておりませんが、越波が発生した当海岸の海底勾配は全面で 1/15 程度となっています。この内容に関しては今後検討をしてみます。

**論文番号 155**

著者名 宇津野秀夫，片岡保人，市川靖生，榊原健男，入江功

論文題目 伝達行列を用いた消波工の消波性能の検討

訂正

772 ページ左欄の中段

連続式(13)を変形して、

連続式(12)を変形して、

$$u = -\frac{\lambda}{h} \int \frac{\partial \eta}{\partial t} dt \quad \rightarrow \quad u = -\frac{\lambda}{h} \int \frac{\partial \eta}{\partial t} dx$$

討議者 合田良美 (横浜国大)

質疑

この研究は微小振幅長波を対象としておられますが、浅海表面波の場合にどのように修正されるのか、お教え下さい。

回答

- 1) 水路の伝達行列は、微小振幅波だけを仮定しており、長波・浅海波を問わず成立します。
- 2) 透水層型消波工の伝達行列は、文献\*1 を参考に微小振幅長波を仮定して導出しています。

浅海波に拡張する場合、複素波数  $\tilde{k}$  と複素波速  $\tilde{C}$  の定義式(16),(17)、および特性インピーダンス  $\tilde{Z}$  の定義式(25)の前半部を修正する必要があると思われます。式の導出は、今後の研究課題とさせていただきます。

$$\tilde{k} = \sigma \sqrt{\frac{\tau - jf}{gh}}, \quad \tilde{C} = \frac{\sigma}{\tilde{k}} = \sqrt{\frac{gh}{\tau - jf}} \quad \dots(16),(17)$$

$$\tilde{Z} = \frac{\tilde{k}h}{\lambda\sigma} \quad \dots(25)$$

3) 複素波数  $\tilde{k}$  と特性インピーダンス  $\tilde{Z}$  は、式(24),(25)を用いて実験的に同定します。式(16),(17)式の根号内の慣性係数  $\tau$  や抵抗係数  $f$  の値を使用する訳ではないため、長波・浅海波の分類に関係無く決定できます。

$$\cos \tilde{k}B = \frac{u_b \eta_b + u_a \eta_a}{u_b \eta_a + u_a \eta_b} \quad \dots(24)$$

$$\tilde{Z} = \sqrt{\frac{\eta_a^2 - \eta_b^2}{u_a^2 - u_b^2}} \quad \dots(25)$$

文献\*1 近藤一郎・竹田英章(1983), 消波構造物, 森北出版, pp.70-114

論文番号 157

著者名 姜閔求, 高橋重雄, 高野忠志

論文題目 液状化した砂地盤の締め固まりと波の減衰について  
- 液状化消波システムの実用化に関する研究 -

討議者 勝井秀博 (大成建設 (株) 技術研究所)

質疑

液状化した場合、砂がゆるみ、その結果洗掘抵抗が減少する。海底の流れによって洗掘したり、砂地盤が長期的に目減りする懸念はないか？

回答

一般的に波や流れ場によって砂粒子が移動したり巻き上がったたりして地盤が洗掘されます。しかし、液状化した地盤は重たい液状となるため、地盤自体が常に水平になろうとし、かえって移動しにくくなる傾向があります。もちろん、長

期的には砂粒子の質量輸送によって砂の目減りは多少あると思われます .これについては今後大型実験等を通じてさらに検討していく予定であります .

論文番号 160

著者名 中村孝幸, 神野充輝, 西川嘉明, 小野塚孝

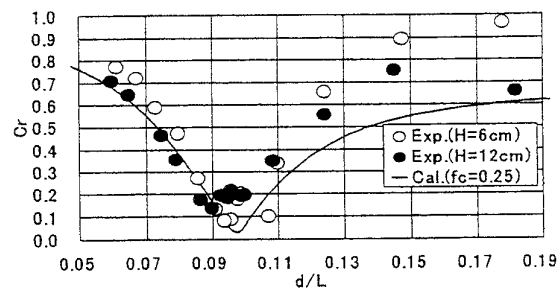
論文題目 渦流れの増大現象を利用した垂下板式の反射波低減工について

討議者 斎藤武久(金沢大学)

訂正

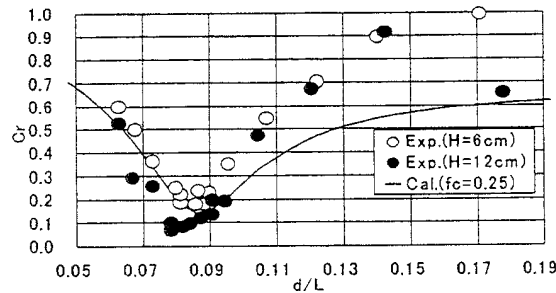
図の差し替え,

p 797. 図-3 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=21\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



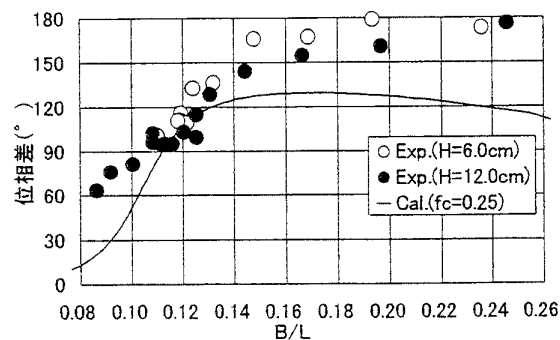
160-3 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=21\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-4 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



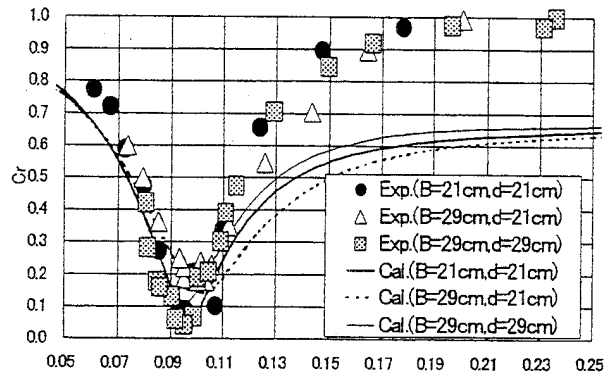
160-4 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-5 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )



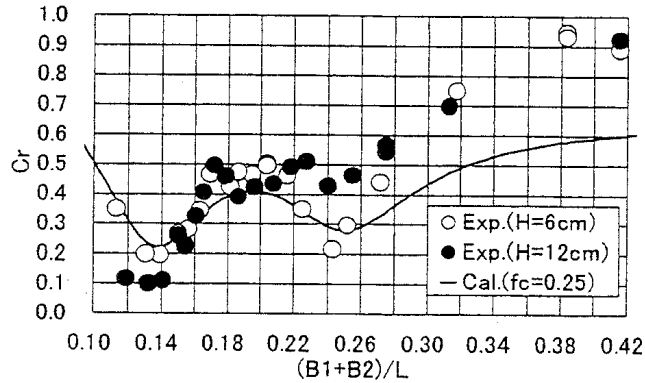
160-5 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=21\text{cm}$ )

図-6 単一垂下板式のとき反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=29\text{cm}$ )



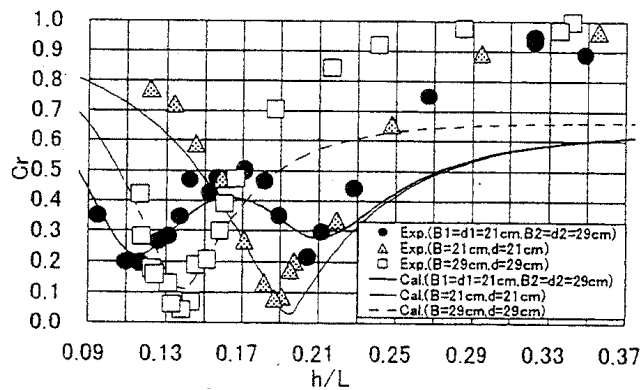
160-6 単一垂下板式のときの反射率  $C_r$  ( $B=29\text{cm}, d=29\text{cm}$ )

p.798, 図-7 遊水室内平均波高の周期による変化



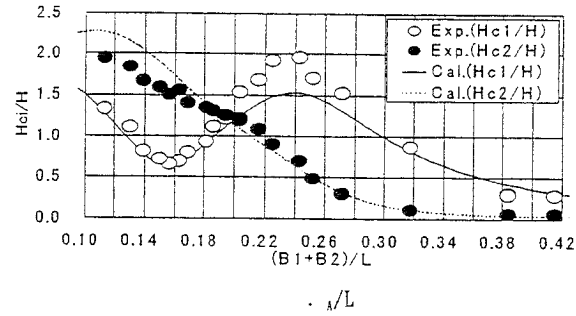
160-7 遊水室内平均波高の周期による変化

図-8 垂下板前後面での水面変動の位相差



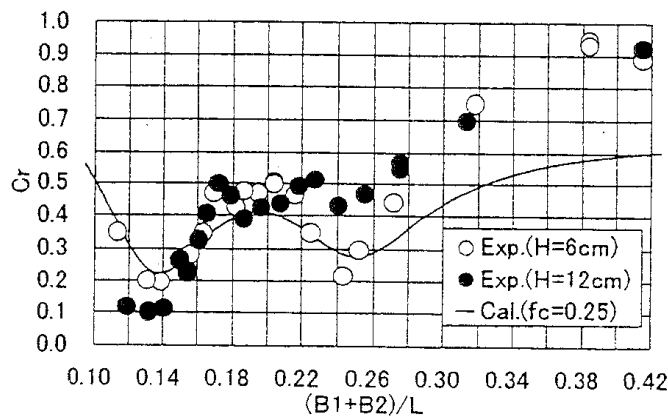
160-8 垂下板前後面での水面変動の位相差

p.799, 図-9 新しいパラメータ,  $a/L$  による反射率  $Cr$  の変化 ( $H=6\text{cm}$ )



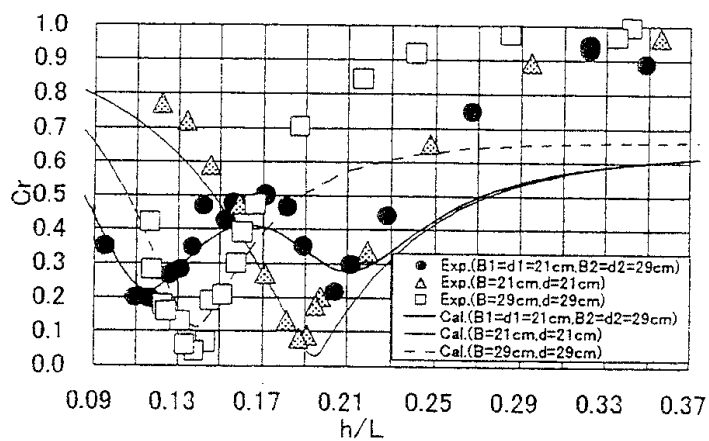
160-9 新しいパラメータ,  $a/L$  による反射率  $Cr$  の変化 ( $H=6\text{cm}$ )

図-10 二重式構造のときの反射率  $Cr$   
( $B_1 = d_1 = 21\text{cm}$ ,  $B_2 = d_2 = 29\text{cm}$ )



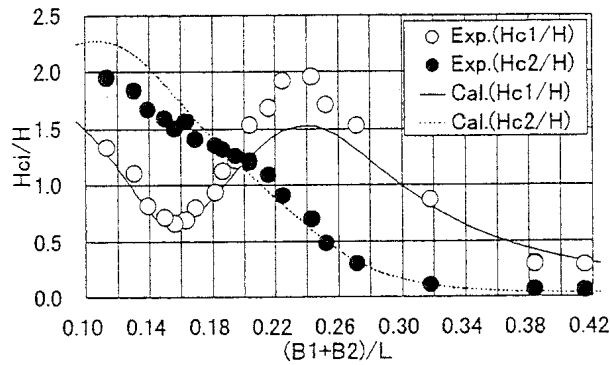
160-10 二重式構造のときの反射率  $Cr$   
( $B_1 = d_1 = 21\text{cm}$ ,  $B_2 = d_2 = 29\text{cm}$ )

図-11 反射率  $Cr$  の比較 ( $H=6\text{cm}$ )



160-11 反射率  $Cr$  の比較 ( $H=6\text{cm}$ )

図-12 遊水室内平均波高の周期による変化 (H=6cm)



160-12 遊水室内平均波高の周期による変化 (H=6cm)

討議者 齋藤武久 (金沢大学)

質疑1.

垂下板による反射波の低減機構(単一板の場合)について

- a) 垂下板前面 ( $B/L > 0.12$ ) および遊水室 ( $B/L < 0.12$ ) におけるはく離渦の発生
- b) 遊水室内の波高増大 ( $B/L$ の減少に伴い増大)
- c) 垂下板前後での水位変動の位相差に關係する渦流れの増大

が項目として挙げられています。この際、a)のような渦の形成パターンの発生と、b)およびc)の現象との因果關係についてご説明願えませんか。よろしくお願ひします。

回答

反射波低減機構の各現象の順番としましては、下図のように、

遊水室内で波面形状がほぼ平坦なピストンモードの波浪共振の発生

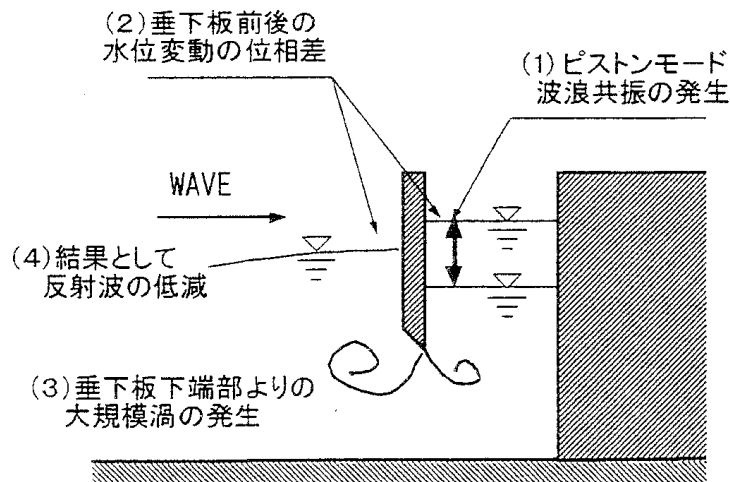
垂下板前後での水位変動の位相差の発生

垂下板下端部よりの大規模渦の形成

その結果として、反射波エネルギーを効果的に逸散という順で起こっています。

『 160 13 反射波の低減機構 』

『 160.13 反射波の低減機構 』



詳しく述べますと、 のように、板前後での水位変動は、周期条件によって異なる位相差が生じます（長周期になるにつれて $0^\circ$ に近づく）。また、 のように遊水室内での水位変動は長周期になるにつれて増大します。

の渦の形成パターンは $B/L$ の条件により次のように変化します。なお、遊水室側に形成される渦流れを順流時の渦流れ、それとは逆に入射波方向の反対側に形成される渦流れを逆流時の渦流れと定義します。

$B/L$ (0.2程度)の小さな短周期側では、逆流時のみに小さな渦が形成され、反射率の極小となる $B/L$ (0.12付近)では、順流時、逆流時ともに大規模な渦が形成されます。そして、 $B/L$ が大きくなるにつれて、順流時の渦流れが顕著に確認できるようになり、逆流時の渦流れは、規模は大きいものの渦強度が小さくなります。

質疑2.

垂下板前面および遊水室に形成される渦の循環量の時間変化について検討してありましたら、お教え願います（単一板の場合）

回答

残念ながら検討しておりません。

質疑3.

（単一板の場合） $B/L$ すべての実験範囲において垂下板前面は安定した部分重複波の腹になっていましたか。前面への波の遡上に伴ったような乱れはみられませんでしたか。

回答

入射波高の条件によって変わります。 $H/h=0.29$ 程度の条件では、安定した部分重複波の腹になっていました。しかし、 $H/h=0.48$ 程度では、垂下板前面へ波が遡上するため板前面の波面形状は多少乱れていました。

#### 論文番号 162

著者名 田中厚至，長岡裕，原恒司

論文題目 往復流下における柔軟な植生周りの流れに関する研究

討議者 倉田克彦（東洋建設（株）鳴尾研究所）

質疑

実験では疑似植生としてシリコンチューブを用いているが、弾性係数が異なるものを用いた場合、結果はどのようになるか。

回答

シリコンチューブの他、弾性の異なるアクリルパイプとラバーチューブでも実験を行いました。現段階では波動エネルギーから乱れエネルギーへの転換率に関して弾性係数による明確な違いは得られていません。乱れエネルギーの発生する水深に植生の弾性による違いが見られ、これは、疑似植生の揺動時における植生先端位置の違いによるものと考えています。今後も検討を続けたいと思います。

#### 論文番号 164

著者名 高橋重雄，木村克俊，下迫健一郎，鈴木高二郎，五明美智男

論文題目 ケーソン式混成堤の主要な被災パターンについて

討議者 五十嵐あずさ（㈱テトラ 技術部）

質疑

被災形態の予測が確立され、被災後の対処方法等は、既に多数提案されている、と言うお話でしたが、今後、実際の設計において、どの程度まで施工の被災を予測し、設計に反映させていくお考えでしょうか

回答

被災形態のうち、滑動や転倒、あるいは被覆ブロックの散乱等の破壊については、その予測方法が確立されつつあり、設計にも対策が取り入れられています。しかしながら、吸い出しや洗掘によるブロックの沈下などについては、残念ながらまだ検討が十分ではないと思います。今後さらに実規模の水理模型実験当を含めた研究を進める予定です。

討議者 小竹康雄（東洋建設㈱ 鳴尾研究所）

質疑

被災パターン図について、原因 被災のフロー図として作成されていますが、性能設計、信頼性設計を考えた場合その許容範囲はフロー図に組み込まれてくるものなのでしょうか。



## 回答

この図は、信頼性設計におけるフォールトツリーとは多少異なり、現況でどのような被災が発生しているかを理解してもらうためのもので、多くの設計者に注意を喚起する目的で作成したものです（単なるケーソンの滑動災害だけでなく種々の災害パターンがある）。

信頼性設計のフォールトツリーの作成は別途検討中ですが、その作成時には、それぞれの被災モードについて変形の許容範囲を検討する必要があると思います。

討議者 橋村隆介（熊本工業大学 工学部 土木工学科）

## 質疑

施工時の吸い出しの影響を考慮したケーソンの施工時期の選択を考えるような事が出てくるのでしょうか。

## 回答

消波ブロック被覆堤の場合、消波ブロックやマウンドの下の砂地盤が吸い出されてブロックが沈下することが、施工時によく見られます。ただし、これは施工時であるから見られるのではなく、吸い出し対策が十分ではないときには、完成後でも発生するものです。

これまでは、施工時にある程度沈下することを見込み、消波ブロックを二段階に分けて施工することも行われています（完成天端まで設置せず仮天端高さまで施工して多少沈下させて翌年にその分の補給を含めて完成天端まで設置する）。初期の沈下量は大きいのですが、ある程度沈下した場合にはその後の沈下量は大きくないために、この方法は有効です。ただし、マットやフィルター層による対策が十分であれば、吸い出しによる沈下は防ぐことができると考えられます。

## 論文番号 165

著者名 寺島貴志，宇佐美宣拓，佐伯浩

論文題目 多脚構造物に作用する鉛直方向氷荷重の野外実験とその評価

討議者 志村豊彦（東亜建設工業 技術研究所）

## 質疑

このような実験に関するスケール効果を教えてください。

## 回答

前報でご報告したとおり 構造物に作用する鉛直方向氷荷重は、氷盤の破壊形態により算定方法が異なります。ここで、氷盤の破壊形態は、凍着破壊と曲げ破壊に分類されます。凍着破壊は構造物と氷盤との界面において剥離が起こるもので、 $2a/h < 1$  ( $a$ : 構造物の半径,  $h$ : 氷厚)において急激に氷荷重が小さくなることを明らかにしております。一方、曲げ破壊時のスケール効果については明らかとなっております。

## 論文番号 166

著者名 竹中秀夫，西田穰，榊原弘，殿最浩司，佐藤広章

論文題目 現地観測結果を用いた波浪変形計算および波力の推定精度に関する研究

討議者 下迫健一郎（運輸省港湾技術研究所）

## 質疑

最高波高の推定精度について、 $H_{max}$  の値は計測時間（波数）によって統計的に変化するが、今回の検討ではどのように取り扱っているのか。

## 回答

本論文での最高波高  $H_{max}$  は、毎正時 20 分間の不規則波群の最大値を用いています。ご指摘のとおり、 $H_{max}$  は波数によって統計的に変化し、20 分間の最大値では波の周期によって扱う波数が異なることとなります。我々としても、そのことが気になっておりましたが、御坊発電所沖では毎正時 20 分間の観測ではなく、連続観測が実施されており、 $H_{max}$  の算定時の計測時間を 20 分間（論文にて報告）と 60 分間にしたものをを用いて  $H_{max}$  の推定精度を比較検討することができました。これは、統計的に問題のない波数を考慮して、60 分間の計測時間について検討したのですが、結果的には両者では、推定精度にほとんど差異はないことが確認できています。

## 論文番号 167

著者名 手賀夕紀子，小林信久，多田彰秀

論文題目 波と流れの共存場に設置された低天端高の捨石マウンド海岸構造物の安定性に関する研究

訂正

p.834 の第 1 コラムの上から 13～14 行目の「および  $P_r = 0.03, 0.04, \dots$ 」は「および  $r = 0.03, 0.04, \dots$ 」が正しい。

p.834 の第 1 コラムの上から 19 行目の「 $P_r$  に対して  $m$  が存在...」は「 $m$  に対して  $P_r$  が存在...」が正しい。

討議者 大野賢一（鳥取大学 総合情報処理センター）

質疑

- 1) 安定性実験において、波の作用時間が短いのではないのでしょうか？（安定性の実験を行う場合、通常 1,000 波以上作用させると思います。）
- 2) 捨石の移動の定義についてお教え下さい。

回答

- 1) 本実験は、まず波と流れの相互干渉下において捨石がどのような挙動を示すか、特に捨石の安定性およびその特性を中心に検討したものである。したがって、著者らは、本実験を波・流れ干渉下に設置された捨石マウンドの被災に関する詳細実験の準備段階の実験であると位置付けている。さらに、本論文で提案している解析手法の有効性を確認するための実験でもあった。なお、本論文の解析手法は個々の波を対象として解析を行っているため、作用する波が増加して 1,000 波になろうと同様に解析可能であることを追記する。
- 2) 捨石の中央粒径が約 5mm であったので、波・流れ干渉下で捨石が 10mm 以上動いた場合を本論文では「捨石の移動」と定義して目視観察した。

討議者 半沢稔（㈱テトラ）

質疑

今回の研究では、順流（ $0^\circ$ ）および逆流（ $180^\circ$ ）が対象とした 2 次元実験であるが、波と流れとの間に角度が存在する場合の検討（3 次元実験）はなされていますか？

回答

ご質問のような検討は行っていませんし、現在のところ、実施することも考えていません。