－国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所－

[シリーズ No.11]

DX・i-Construction 建設技術展示館

豪雨流木災害（J-HD スリット®）・津波漂流物被害（津波バリアー）を防ぐ技術

JFE 建材株式会社 防災技術部 松元（まつもと） 志津佳（しづか），野﨑（のざき） 裕介（ゆうすけ）

豪雨災害を防ぐ技術：J-HD スリット®

1. はじめに

近年の土砂災害では，線状降水帯によって各地で大規模な土砂災害が発生し，土砂とともに流れてくる流木による被害が拡大していることが特徴として挙げられる。これに対して，国土交通省では土砂・洪水氾濫や土石流に対して流木捕捉効果の高い透過型砂防堰堤の整備，既設不透過型砂防堰堤については，既設堰堤を有効活用しながら流木の捕捉効果を高めることを強力に推進している。

そこで，本稿では既設不透過型砂防堰堤自体に極力手を加えずに高い流木捕捉効果を発揮することができる，鋼製流木捕捉工「J-HD スリット®」について紹介する。

2. J-HD スリット® の概要

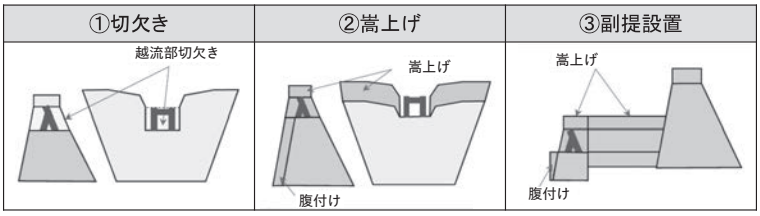
(1) 従来工法

既設不透過型砂防堰堤に流木捕捉工を付加する方法として，一般的に①切り欠き，②嵩上げ，③副提設置が挙げられる（図－1）。①②は，本堤に設置するため流木捕捉効果は大きいが，①は満砂の場合は除石が必要。②は本堤の改築や用地取得が必要などの課題がある。③は流木捕捉量が水叩き面積で決まるため，その効果は低い。

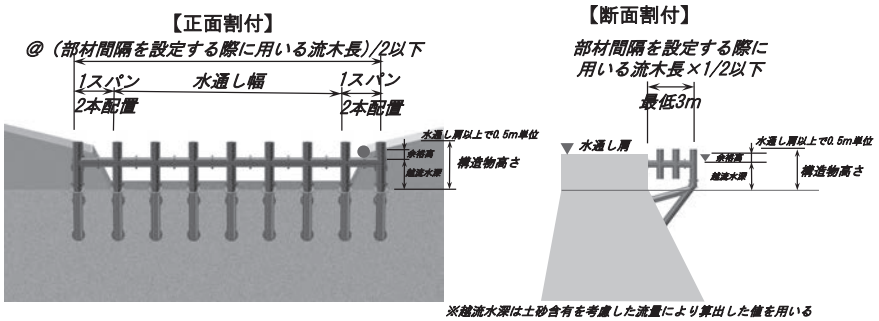
(2) J-HD スリット® の特長

既設不透過型砂防堰堤に極力手を加えずに流木捕捉工を取り付けられ，水通し機能を損なうことなく流木を捕捉することができる。

また，不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量の算出方法が変更[1]になり，不透過型砂防堰堤が捕捉できる流木量が減少したため，J-HD スリット® にその減少分を補完できる機能を持たせることと



図－1 従来工法



図－2　配置形状

した。つまり土石流を捕捉する構造物ではなく，流木のみを捕捉する構造物とした。

(3)　配置形状

『張出しタイプ流木捕捉工設計の手引き』[2] に基づき配置形状を決定した（図－2）。

部材間隔は，「土石流・流木対策設計技術指針解説」では最大転石径の2倍以上，最大流木長の半分に設定することとされている[3), 4)]。

ただし，①本堤からの設置距離，②両端部の横材と縦材（補助部材）の追加に関しては，後述する水理模型実験の結果より決定した。①は，本堤の越流水位に戻すため，最低3.0 m離して設置している。②は，両端部からの流木流出防止のため，越流水位付近に横材設置，さらに縦材を上下に最低2本設置とする。

3.　水理模型実験による機能検証

(1)　実験施設および実験条件

本実験は不透過型砂防堰堤に流木捕捉機能を追加した流木捕捉工について，未満砂時の条件下において水理模型実験により流木捕捉機能を把握することを目的とする。

実験に用いた水路は，長さ10.0 m，幅0.4 m，高さ0.2 mの片面ガラス張りの可変勾配水路で，水路下流端に模型を設置した。

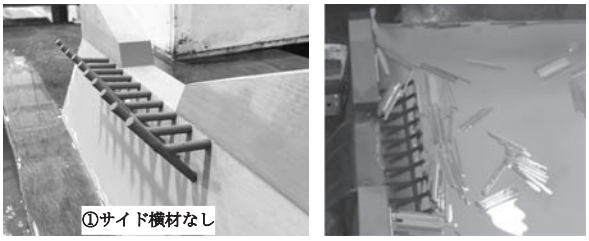
模型縮尺1/100，勾配3°（I＝1/20），流量は模型水通し断面で流せる最大流量を目安に0.61 ℓ/sと1.08 ℓ/sの2ケースを設定し，流木の供給は1本ずつ向きを変えながら複数の流木が重ならないように手で供給した。

(2)　実験結果

実験は各模型3ケースずつ行った。

①　サイド横材なし

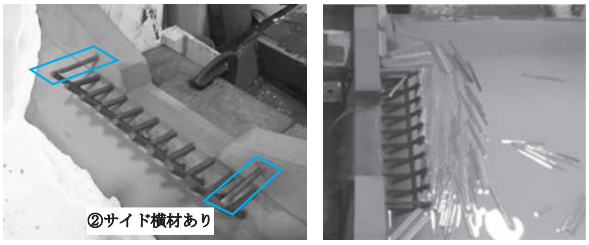
3ケースの平均捕捉率81.1％であったが，3ケース目では71.8％と低い捕捉率であった。その原因はサイドからの流出であった（写真－1）。



写真－1　捕捉状況（サイド横材なし）

②　サイド横材あり

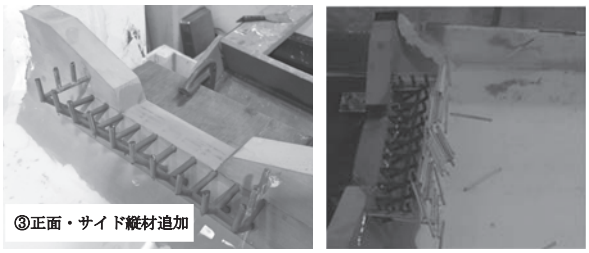
両サイドからの流出を防止するために横材を水面付近に設置した。その結果，サイドに横材があることで水の流れが中央に向き，サイドへの流れが抑制され流木がサイドへ流れにくい流況が確認できた（写真－2）。さらに，サイドの横材が捕捉のきっかけにもなることで捕捉率が3ケース平均で98.5％にまで向上した。



写真－2　捕捉状況（サイド横材あり）

③　正面・サイド縦材追加

流量を 0.61 ℓ/s から 1.08 ℓ/s に上げ，水面がサイド横材より上がったケースを想定し，追加した正面・サイドの縦材が捕捉率に寄与するかを確認した。その結果，想定していた流量より増大した場合にも，縦材を配置しておけば 90% 以上の捕捉率を確保できることが確認できた（写真－3）。



写真－3　捕捉状況（正面・サイド縦材追加）

(3)　水理模型実験のまとめ

流木を確実に捕捉するためには，流木捕捉工の捕捉部材が水面より上に突出する必要がある。今回提案する流木捕捉工は，これまでに実績のある水通し部に開口部を設けて設置するタイプとは異なり，両サイドから流木の回り込みが発生する。

また，袖部の影響により袖部背面の水位が上昇するため，高さの設定には留意が必要である。本実験より，両サイドからの流木の回り込みに対しては，水面付近に縦断方向に横部材を両端部に配置することで捕捉効果が向上することが分かった。

しかし，流量を上げたケースでは水位が上昇したため横部材が機能しなかった。そこで，水位上昇に対処するために正面とサイドに縦材を追加することで捕捉機能が確保できることが分かった。

4.　施工手順

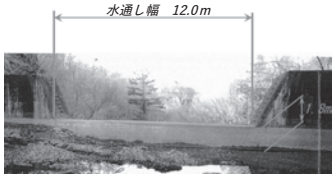
ここでは初施工の事例を紹介する。

(1)　既設堰堤について

本堰堤は昭和 56 年 11 月に完成したコンクリート砂防堰堤であるが，平成 30 年 10 月に改築が終了している。改築は下流側の腹付けと袖の嵩上げのみであり，流木捕捉機能は付加されていない堰堤であった。堰堤の諸元を表－1，J-HD スリット® を施工する前の堆砂敷の状況を写真－4 に示す。

表－1　堰堤の諸元

堤高	14.0 m
延長	53.0 m
水通し幅	12.0 m
上流法勾配	1：0.6

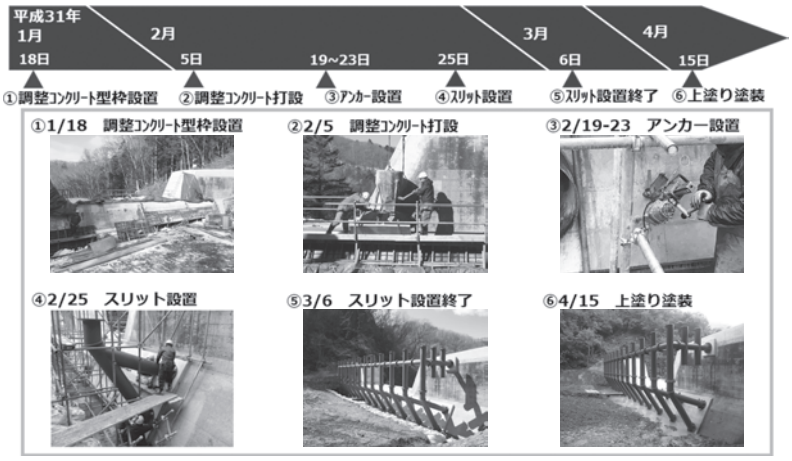


写真－4　施工前の状況

(2)　施工手順

次に，施工スケジュール（図－3）を示す。

本施工は平成 31 年 1 月中旬より調整コンクリートの型枠設置を開始し，3 月上旬には架設を終了することができた。コンクリート砂防堰堤の上流のり面に直接設置するタイプについてはこれまで施工事例がなく，柱材をビーム材でつなぐ本構



図－3　施工スケジュール図

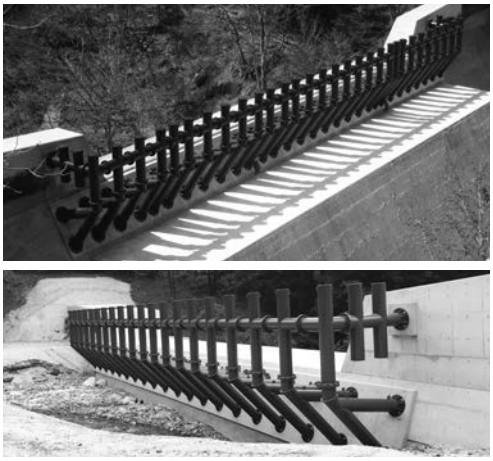
造を成立させるためには，アンカーの位置決めが大変重要であった。本体上段の架設は中央部から左右交互に実施することで，ボルト接合を順次行うことができる。また，両端部の袖部との位置出しを端部架設後に実測して位置決めをすることで，最終的なトータル誤差をこの部分で吸収することができ，施工上ではスパンの数に制約を持つ必要がないことを確認した。

5. 施工事例

令和７年６月現在，73 基を設置し，うち４基で捕捉実績がある。

⑴ 施工事例

写真－５に施工事例を示す。



写真－５　施工事例

⑵ 捕捉事例

令和２年１月に納入し，２回流木を捕捉した事例を紹介する（写真－６，７）。

【1 回目】　令和２年７月豪雨

写真－６　捕捉事例（大分県）①

【2 回目】　令和５年７月の九州北部における豪雨

写真－７　捕捉事例（大分県）②

6. おわりに

これまでも流木対策は取り組まれてきたが，平成 28 年の砂防基本計画策定指針の改定および過去最大級の流木災害である平成 29 年九州北部豪雨を契機に，流木対策は加速している。それ以前は不透過型砂防堰堤による施設整備が主流であったことから，現在も全国各地で数多くの不透過型砂防堰堤において流木捕捉機能が不足している。

今回報告した J-HD スリット® は，既設不透過型砂防堰堤に極力手を加えずに流木捕捉機能を付加することができる，唯一無二の工法である。

今後も実績を重ね，既設不透過型砂防堰堤の流木捕捉による効果を高めるための一般的な工法として普及していけるよう，改良していきたい。

【参考文献】

1）　砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 平成 28 年４月，国土交通省 国土技術政策総合研究所，p.44

2）　張出しタイプ流木捕捉工設計の手引き 令和２年３月，一般財団法人砂防・地すべり技術センター，p.125

3）　土石流・流木対策設計技術指針解説 平成 28 年４月，国土交通省 国土技術政策総合研究所，p.68

4）　鋼製砂防構造物設計便覧 平成 21 年版，財団法人砂防・地すべり技術センター，p.125

津波漂流物被害を防ぐ技術：津波バリアー

1. はじめに

平成23年3月11日午後2時46分，戦後最悪の自然災害となった「東日本大震災」では，東北地方から関東地方北部の沿岸を中心に，大規模な津波が襲来した。これにより，青森，岩手，宮城，福島，茨城，千葉の6県62市町村において，津波による浸水が発生し，コンテナ，木材，車，船舶等，大量の漂流物が津波によって流出した（写真－1，2）。

津波によって発生したこれらの漂流物は，凶器として直接被害の主要因となるだけでなく，インフラや都市機能を破壊し，それが新たな漂流物となることが分かっている。陸上に打ち上げられた漂流物は，道路を遮断し，緊急物資の輸送が困難となる。陸上から港湾に流出したコンテナや車等は，港湾内を漂流し，港湾の復興を妨げる。このように，津波発生時における漂流物対策は，被害を最小限にし，早期に災害復旧するための重要な対策であると言える。

写真提供：東北グレーンターミナル株式会社

写真－1　流出したコンテナ

(c)MANABU WATANABE/SEBUN PHOTO/amanaimages

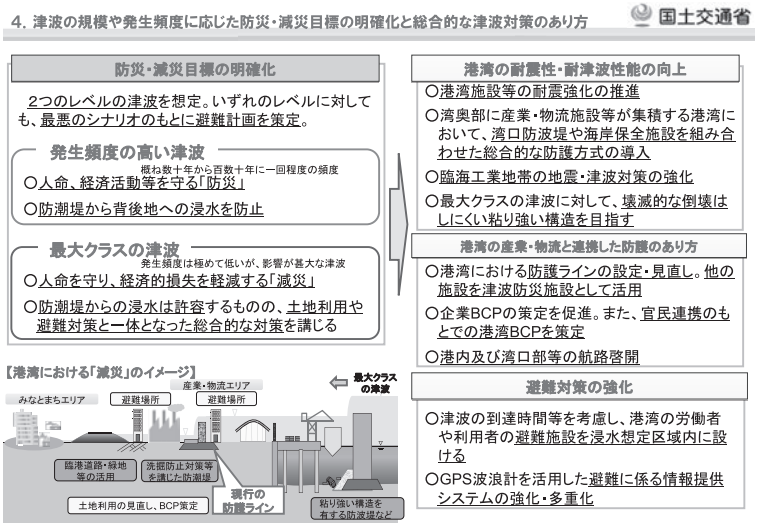
写真－2　打ち上げられた漁船

本稿では，漂流物対策に特化した新しいコンセプトの防護柵「津波バリアー」の概要と，適用事例について紹介する。

2. 津波バリアーの概要

(1) 津波対策の考え方

東日本大震災では，想定を超えた範囲において甚大な被害が発生した。これにより，従来からの津波防災から抜本的な見直しが必要となった。国土交通省では，平成23年「港湾における総合的な津波対策のあり方」（図－1）を公表し，新たな津波対策のあり方を提示した。ここでは，津波



図－1　港湾における総合的な津波対策のあり方[1)]

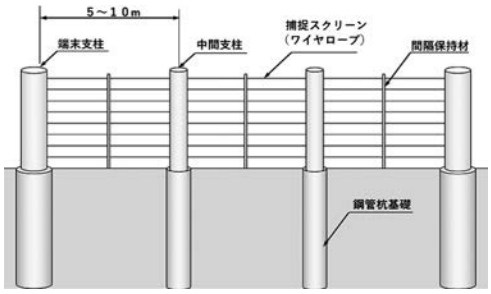
写真－3　仙台市の高さ 7.2 m の海岸堤防

を発生頻度の高い津波と，最大クラスの津波の 2 レベルを想定し，防災，減災目標の明確化と，港湾における減災のイメージについて示している。また，頻度の高い津波に対しては，海岸堤防（写真－3），津波防波堤などの防災対策，最大クラスの津波に対しては，防潮堤からの浸水を許容するものの，土地利用や避難対策を一体化した多重防御等により被害を最小化させるなどの考え方が示されている。

これらの対策は，防災においては非常に重要であり，津波被害の可能性がある箇所，かつ広範囲に設置することで，被害を最小限にすることができる。しかし，想定箇所全域の計画は，大規模かつ高コストであるため現実的ではない。また，設置完了までに長期間を有するという課題がある。

⑵　津波バリアーの特徴

津波バリアーは，「減災」をコンセプトとしており，津波によって発生した水塊そのものは止めないが，被災原因の一つである漂流物からの被害を防ぐ技術である。標準構成は，鋼管支柱，捕捉スクリーン（ワイヤロープ），間隔保持材からなるシンプルな構造（図－2，写真－4）で，漂流物からの衝突エネルギーを，各部材の塑性変形によって柔軟に吸収し，漂流物を捕捉することができる（図－3）。

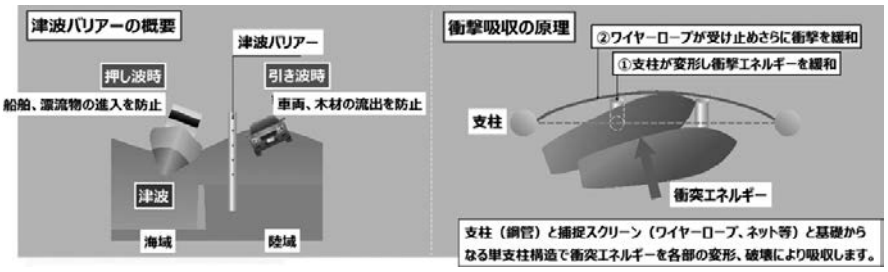


図－2　津波バリアー標準構造

写真－4　津波バリアー設置の様子

捕捉対象物は，小型船舶や木材，コンテナ，車両など多岐にわたり，支柱間隔や捕捉スクリーンのピッチを調整することで，さまざまな漂流物に対応することができる。

また，津波バリアーは，押し波時には港湾内の船舶等の陸域への流入を，引き波時にはコンテナ・車両等の海域への流出を防止する。基礎の形式としては，杭基礎と，コンクリート基礎があり，設置条件に合わせて選定することができる。

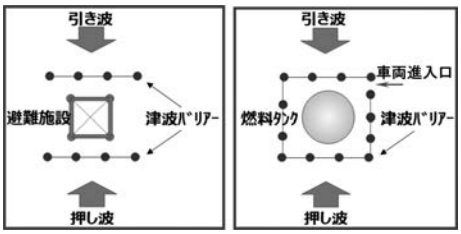


図－3　津波バリアーのエネルギー吸収

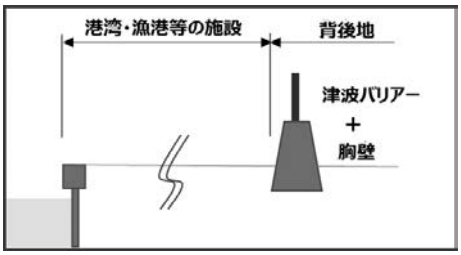
3. 津波バリアーの設計と施工

(1) 配置計画

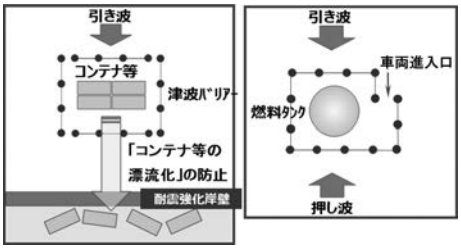
津波バリアーを検討する上で，保全対象物の運用に合った配置計画が必要となる。例えば，避難施設等の重要施設を防護するのであれば，押し波，引き波に対して漂流物が施設に衝突しない配置が望ましいが，全周を囲ってしまうと避難が困難となるため，図－4に示すように津波の方向にあった配置が望ましい。また，背後地の防護や港湾機能・物流機能の確保に対しては，図－5，6のような配置をすることで，漂流物の流出入を防ぐことができる。



図－4　重要施設の防護



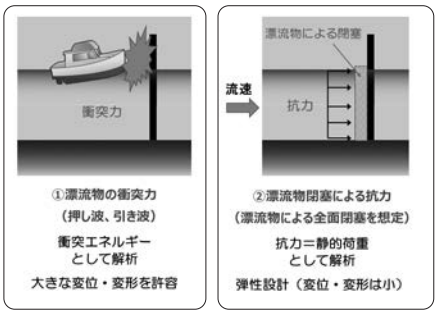
図－5　背後地の防護



図－6　港湾・物流機能の確保

(2) 設計基準と考慮する荷重

津波バリアーの設計は，『津波漂流物対策施設設計ガイドライン』[2] に基づいて行われる。対象とする荷重は，①漂流物の衝突力（衝突エネルギー），②漂流物による閉塞で発生する抗力（静的荷重として解析）で，前記荷重に対して各部材（中間支柱，端末支柱，捕捉スクリーン）を独立して検討することで安全性を担保している（図－7）。

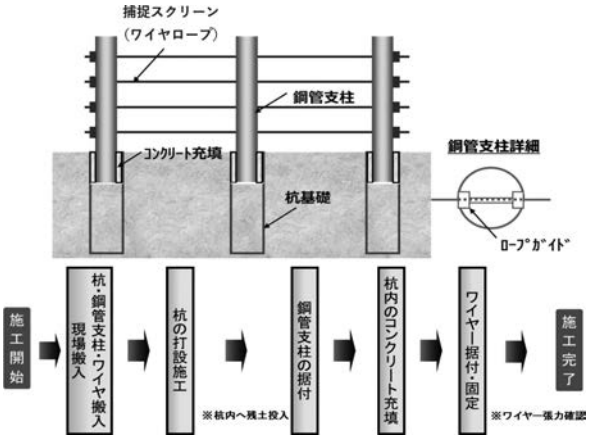


図－7　考慮する荷重

(3) 施工方法

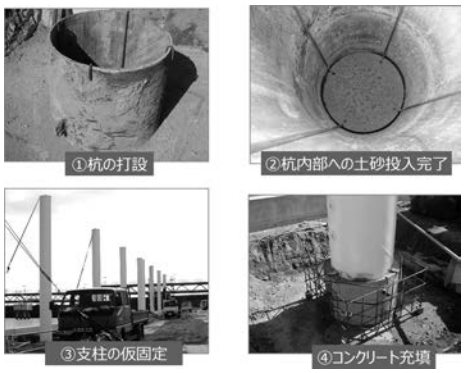
津波バリアーの代表的なタイプ（杭基礎タイプ）の施工フローを図－8に示す。

下記①～⑧に，施工フローの項目を実際の施工作業に分解したものを示す（図－9，10）。



図－8　津波バリアー 施工フロー

① 杭打設位置を確認し，杭を打設する
② 杭内部に所定の位置まで土砂を投入する
③ 杭内部に支柱を挿入し，支柱を仮固定する
④ 杭と支柱の隙間にコンクリートを充填する
⑤ 端末支柱にワイヤロープを貫通させ，端部金具を固定する
⑥ 中間支柱にワイヤロープを貫通させる
⑦ 調整ロッドで長さを調整し，逆側の端末支柱に端部金具を固定する
⑧ ワイヤロープに間隔保持材を固定する



図－9　杭の打設および支柱との接合

図－10　ワイヤロープの設置

4.　施工事例

令和7年4月現在，29件の施工事例があり（写真－5，6），うち19件が官公庁，10件が民間企業からの発注工事となっている。

写真－5　背後地の防護

写真－6　鉄塔の防護

5.　おわりに

最後に，今回紹介した津波バリアーを取り扱っている「高潮・津波バリアー研究会」について紹介したい。これらの課題を解決するために，さまざまな研究を行っている当社をはじめとする企業が集まった異業種集団である。研究会によると，津波バリアーは，漂流物の対策に主眼を置くことで，低コストで保全対象を防護することが可能であり，防災事業の対策効果を下げることなく，そのコストを低減させることができる。東日本大震災においては，北海道のえりも港などに襲来した津波に対し，一定の効果を発揮することが実証されており，これらの実績等や取り組みを経て，津波バリアーは国や港湾，漁港，地方自治体，民間企業などから複数採用いただいている。

今後も実績を重ねながら，当社だけではなく研究会としても防災・減災に貢献できるよう，商品改良を進めていきたい。

【出典および参考文献】

1）　港湾における総合的な津波対策のあり方（出典：港湾における総合的な津波対策のあり方の方向性 国土交通省 中部地方整備局，P.19）
2）　津波漂流物対策施設設計ガイドライン，平成26年3月，一般財団法人沿岸技術センター，一般社団法人寒地港湾技術センター