

# アラミド繊維を活用した越波防止柵について

北海道開発局 室蘭開発建設部 浦河道路事務所 工事課 岡田 和三

## 1. まえがき

一般国道336号えりも町目黒付近は、海岸沿いの山裾に道路が設けられており、区域によっては強風および季節風による波が道路に達し、波浪や飛石による通行止めが発生している。当区間には迂回路がなく、市民生活や産業活動に支障をきたしていることから、現在、迂回トンネルの建設とともに、緩和策の一つとして「越波防止柵」の設置が進められている。

これまで落石覆道部の越波防止柵は、採光の必要から上部に透明なポリカーボネート製のパネルを設置し、下部には鋼板によるパネルを設置していた（写真・2）。ポリカーボネート製パネルは透明度が高く、耐衝撃性に優れているものの、荷重の大きい箇所を使用する場合には板厚が大きくなることからコスト面に問題があり、荷重の小さい上部にしか適用できない、このため荷重の大きい下部は鋼製パネルとなるため、採光性に問題がある、等の課題があった。

そこで北海道開発局室蘭開発建設部と北海道開発土木研究所は、コスト・耐荷力・採光性に優れた新しい越波防止柵の研究・開発を進め、アラミド繊維補強シートを用いた新しいタイプの越波防止柵を開発し、一般国道336号汐鳴覆道の柱間の開口部に適用した。

本文では新型越波防止柵の開発に際し、実施した各種実験の概要と施工の状況について述べる。



写真 - 1 越波の状況



写真 - 2 従来までの越波防止柵

## 2. 新型越波防止柵の概要

開発した新型越波防止柵は、鋼製のフレームに引張強度の強い#10mmのアラミド繊維のネット（引張耐力49kN/m）を軟質ビニル系樹脂で被覆したアラミド繊維補強シート（写真・3）を固定したものであり、このシートはアラミド繊維の高耐荷力とビニル系シートの透明性を有している。

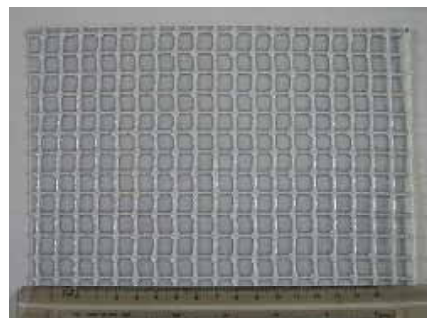


写真 - 3 アラミド繊維補強シート

### 3. 実験

新型越波防止柵の開発にあたって種々の実験を行ったが、ここでは接着シート引張試験、水槽静水圧・衝撃水圧载荷実験、覆道開口部の実寸模型に開発した越波防止柵を設置して行った放水実験について述べる。

#### 3.1 接着シート引張試験

アラミド繊維補強シートは、幅44mm×厚さ9mmの鋼製のシート枠材に巻き込んで接着する構造としている。その接着強度の確認と所定の設置状態でのシートの引張強度を確認するため、試験治具に実際の設置方法と同様の状態で接着し引張試験を実施した。

実験の結果、46kN/mで被覆ビニルが破断し、アラミド繊維の抜け出しが発生した。(図-1、写真-4参照)

本シートの破断強度は、新型越波防止柵設置箇所における設計上の要求引張強度12kN/mに対しては十分に余裕のある強度であり、接着部にも異常は確認されなかった。

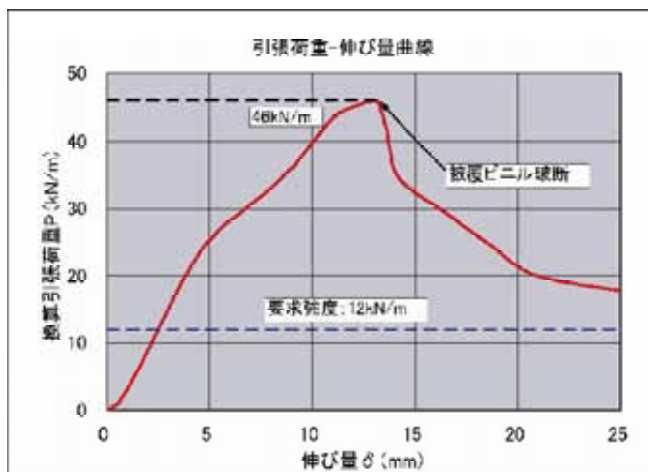


図 - 1 引張試験結果



写真 - 4 破断状況

#### 3.2 水槽静水圧・衝撃水圧载荷実験

水槽静水圧载荷実験は、水槽底面に越波防止パネルを設置して水を張り、越波相当の静水圧を作用させることにより行った。

越波の設計荷重は波圧荷重としびき荷重をあわせて16kN/m<sup>2</sup>であることから1.6m水頭の静水圧とした。

静水圧による荷重载荷は瞬間的な波浪荷重に比べ、より大きな負荷を与えるが、越波防止パネルには何ら異常が生じていないことを確認した。

水槽衝撃水圧载荷実験は、水深を1.0mとした状態で水槽を吊り上げ、EPSブロック上に150mmの高さから自由落下させることにより

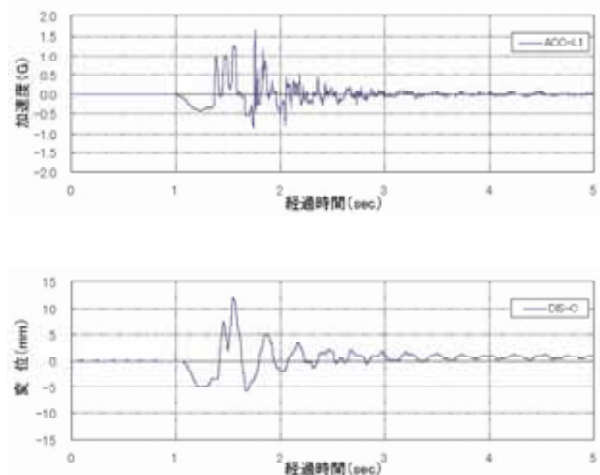


図 - 2 水槽衝撃水圧载荷実験時系列グラフ

衝撃荷重を載荷し行った。水槽に作用した加速度とシートの変位の時系列分布を図 - 2に示す。シートの変位は、1.0m水頭の静水圧が作用した状態（約59mmの変位）を基準にして測定している。

衝突によって最大約1Gの加速度が発生しており、重力加速度を考慮すると最大2Gの加速度が作用していることとなる。水深が1.0mであることからシートには設計荷重 $16\text{kN/m}^2$ の約1.2倍となる $20\text{kN/m}^2$ 相当の衝撃荷重が作用したことになるが、越波防止パネルには破損等の異常は生じていなかった



写真 - 5 水槽衝撃水圧載荷実験状況

### 3.3 放水実験

放水実験は、汐鳴覆道の開口部の実寸模型に開発した越波防止柵を設置し、実際の越波を模した水・小礫を噴射して、損傷や変形の発生、設置方法の問題点等を確認したものである。

実験は放水銃、水中ポンプ、コンプレッサー等で構成した放水装置を6台使用し、一斉に放水を行った。現地調査では越波による飛石は径1～20mmの小礫が主体であったことから、5mm以下の砂と5～25mmの礫を混合し、水と一緒に噴射し、放水時間は1分間とした。実験イメージ図を図 - 3に示す。

実験の結果、アラミド繊維補強シートの破損や変形、漏水等は認められず、シート枠材等にも何ら異常は認められなかった。



写真 - 6 放水実験状況

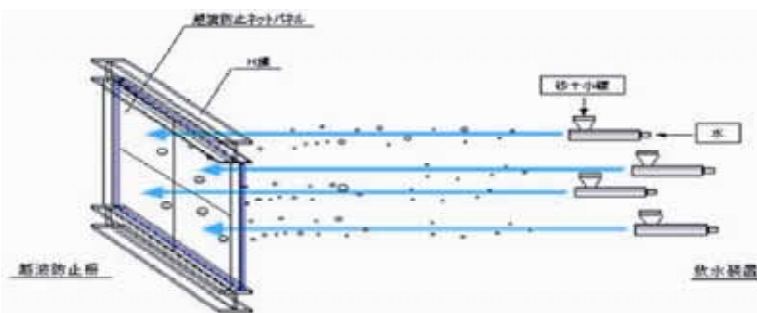


図 - 3 放水実験イメージ図

## 4. 設計

越波防止柵に作用する荷重は、風荷重のみの場合と波圧 + しぶき荷重の場合の二つがあるが、荷重強度的に大きい、波圧 + しぶき荷重を用いて構造を決定した。近傍の覆道における越波防止柵の設計実績より、しぶき荷重は $2.1\text{ kN/m}^2$ とし、波圧荷重は波高を護岸天端から2mと想定し、 $13.9\text{ kN/m}^2$ とした。

越波防止柵の構造は、汐鳴覆道の柱間の幅3.0m、高さ3.8mの空間にアラミド繊維補強シートを用いた幅2.9m × 高さ0.9m × 厚さ0.1mの越波防止パネルを3段配置した。また上下を鋼板により閉塞し、越波防止パネルと閉塞鋼板の間には水平梁材を設け、越波によりアラミド繊維補強シートに発生した張力を上下方向に分担する構造とした。

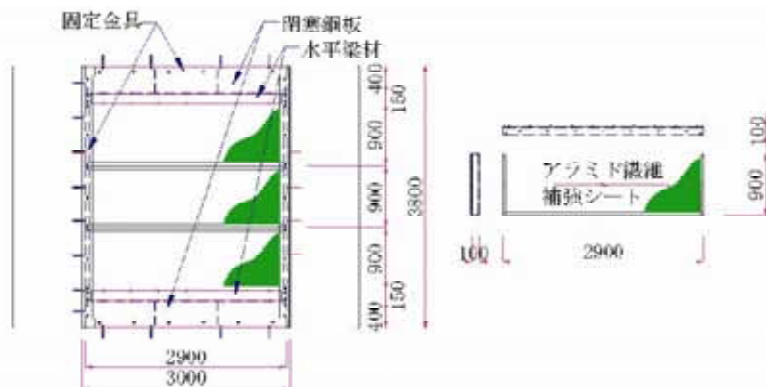


図 - 4 越波防止柵構造図

## 5. 施工

施工空間に制約のある汐鳴覆道内において、越波防止柵を安全かつ確実に組み立てられる施工方法を確立するため、実物大の模擬覆道を製作し、現場と同一の制約条件下で施工実験を行った。

施工方法を検討するにあたって、施工は全て覆道内から行うこと、機械施工を主体とすること、交通への影響を最小にするため、1車線内で施工を行うこと、使用機械の出入りを出来るだけ少なくするため、他の機械の作業に障害とならないことを条件として設定した。その結果、2.5tフォークリフト、小型クローラ式および小型ホイール式高所作業車、4tユニック車（部材搬入用）を使用した施工方法を選定した。

実施工においては、覆道躯体不陸等による現地調整、波浪による工事中断等の作業ロスが見られたが、施工実験で実施確認した施工機械・手順で安全に施工が完了した。



写真 - 7 施工実験状況



写真 - 8 完成した汐鳴覆道越波防止柵  
(覆道側)



写真 - 9 完成した汐鳴覆道越波防止柵  
(海側)

## 6. あとがき

アラミド繊維補強シートを用いた越波防止柵は、耐荷力・疲労耐久性に優れ、低コスト化により荷重の大きな低位置への設置も可能となったため、採光性も向上したものであり、今後、同様の覆道開口部等への適用が期待される。

また今後の課題としては、アラミド繊維補強シートは越波等の外力に対する耐荷力には優れているが、刃物等の鋭利なものには弱いため、これによるいたずら防止対策について検討する必要がある。