

透明折板素材を用いた越波防止柵

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所
共同開発者:AGCマテックス(株)



沿岸部道路での越波被害

- 海岸沿いの道路では、天候の影響により越波が発生することがある。
- それに伴う交通規制によって、市民生活や産業活動に支障をきたしている。



越波状況の一例



有孔鋼板



アラミド繊維シート

- 越波防止柵に求められる機能
 - ・大きな波圧や飛石に耐える
 - ・採光性に優れる
 - ・景観に配慮した構造

開発のポイント

1. 耐衝撃性

2. 採光性

3. 景 観

4. コスト



ポリカーボネート折板を活用した越波防止柵を開発

身近なものでは・・・

- ・CDやDVDの素材
- ・信号機のレンズの部分
- ・ヘルメットのシールド部分
- ・機動隊の盾

透明性や耐衝撃性が求められるものに
広く活用されている

ポリカーボネートの特徴

衝撃に強い

- プラスチックの中で最高の耐衝撃性

透明である

- 可視光線透過率は80～90%でガラスと同等

高温・低温に強い

- 実使用温度領域が -40°C ～ $+125^{\circ}\text{C}$

加工しやすい

- 様々な形の製品が容易に作れる

軽い

- 鉄、アルミなどに比べて軽く、扱いやすい

ポリカーボネートの特徴

防火性がある

- 火源が離れれば自然に火が消える自己消火性

防汚性がある

- 風雨により自然に汚れが落ちる性能を有する
(土木用防汚材料評価試験に合格)

電波を通す

- 電波障害等の影響が出ない

電気を通しにくい

- 電気絶縁性に優れている

耐候性処理を施している(付与)

- 紫外線を遮り、黄変劣化を防ぐ

構造概要

- 耐衝撃性、耐候性に優れる両面耐候処理された透明な**ポリカーボネート**を使用
- 作用荷重の大きさによって、より経済的な板厚・山高・山間隔を決定し、**折板形状**にすることによって、大きな越波荷重にも耐えうる構造
- ポリカーボネート平板を採用した場合と比較すると、折板形状にすることで板厚を極端に薄くすることができ、**材料コストを縮減**することが可能

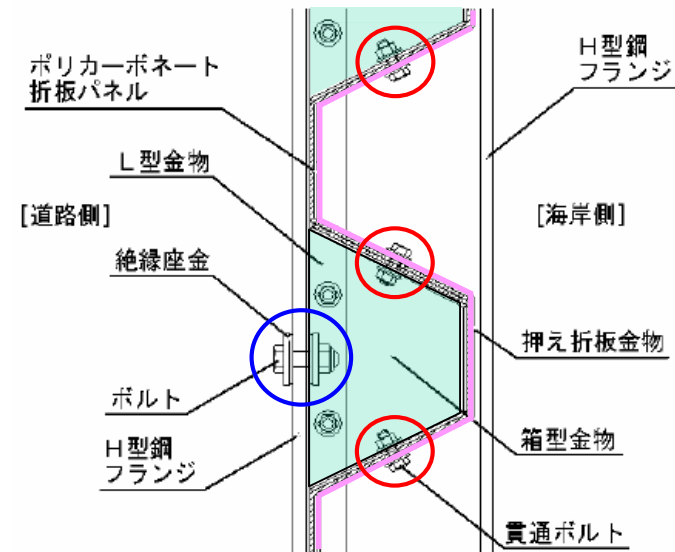


ポリカーボネート越波防止柵

端部固定構造概要



端部固定金物



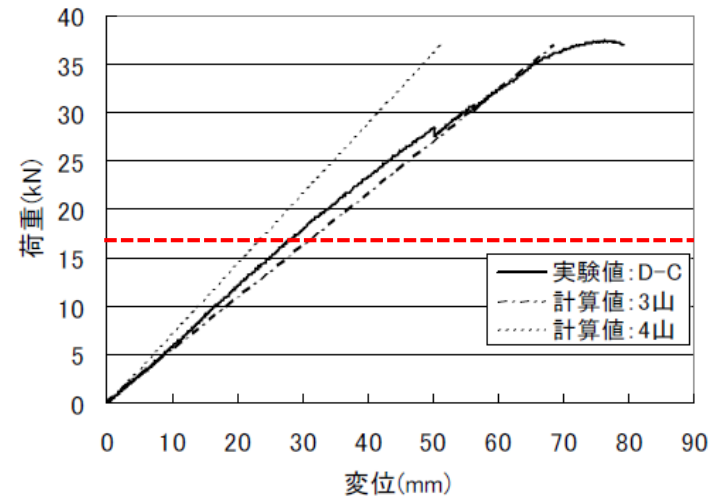
支柱固定部詳細

- ポリカーボネート折板の内側に同形状の箱型金物を配置し、その外側には同形状の押え折板金物を配置してポリカーボネート折板を面的に挟み込み、折板傾斜部中央を貫通ボルトで固定
- 支柱H形鋼との固定方法は、箱型金物をH形鋼のフランジに直接ボルトで固定
- ポリカーボネート折板が荷重を受け変形しても、固定金物が追従できるためポリカーボネート折板のひび割れや破損の発生を防止することが可能

静的載荷実験



載荷実験状況



載荷実験結果

実験結果

- 許容荷重; 17kN (許容曲げ応力度 18.6N/mm^2 、「ポリカーボネート折板構造設計基準」(ポリカーボネート板工業会) より)
- 許容荷重以内であれば**弾性体として設計**が可能
- 許容荷重の2倍以上の荷重に対しても、ポリカーボネート折板本体, 固定金物, ボルトに損傷は見られず, 継続的な使用が可能な状態であることを確認

放水実験



実験試験体



放水実験装置



使用した砂礫

実験概要

- 試験体: 幅 2 m、高さ 3 m、ポリカ厚さ 5 mm
- 放水荷重; 8.2 kN/m²
- 計測項目; H形鋼のひずみ
H形鋼の変位
光の透過率

性能確認実験(放水実験)



実験状況(水)



実験状況(水+砂礫)



透過率の測定

実験結果

- 計算値と同程度のひずみ、変位が発生
- ポリカーボネート本体、固定治具等に
損傷無し
- 光透過率の変化は微小

- 材料の品質
日本工業規格K-6719-1993およびK-6735-1994に適合するもの
- 許容応力度
弾性係数は、 $2,200\text{N/mm}^2$ 以上
引張、圧縮およびせん断用基準強度は、 63N/mm^2 以上
- 取付方法
H形鋼のフランジ間に部材を落とし込み、ボルトで固定
支柱間の支持方法は、二辺支持構造

設計条件の確認



①ポリカーボネート折板の検討



②支柱の検討



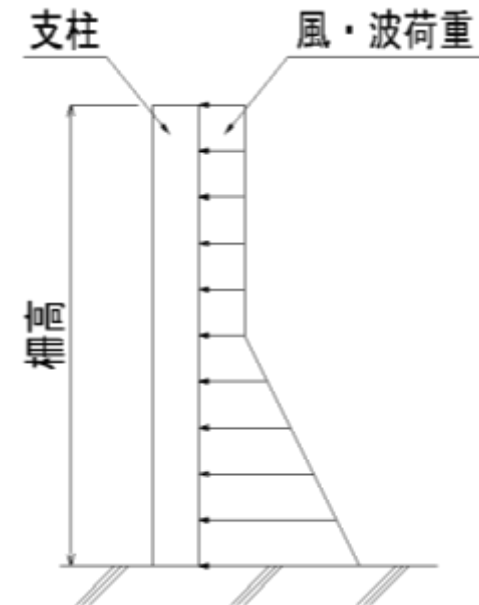
③支柱根入れ深さ,
擁壁コンクリート天端幅の検討



検討終了

設計条件

- ・波荷重 (N/m^2)
- ・風荷重 (N/m^2)
- ・荷重分布図
- ・柵高 (m)



例：荷重分布図

しぶきを含んだ風荷重

$$P = 1/2 \times \rho' \times U_d^2 \times C_d \times \phi$$

ここに、 P (kN/m²) : 風荷重

ρ' (kg/m³) : 換算空気密度

U_d (m/s) : 風速

C_d : 風力係数

ϕ : 遮へい率

風速50m/sの例

$$P = 1/2 \times \rho' \times U_d^2 \times C_d \times \phi$$

$$= 1/2 \cdot 2.07 \cdot 50^2 \cdot 1.2 \cdot 1.0$$

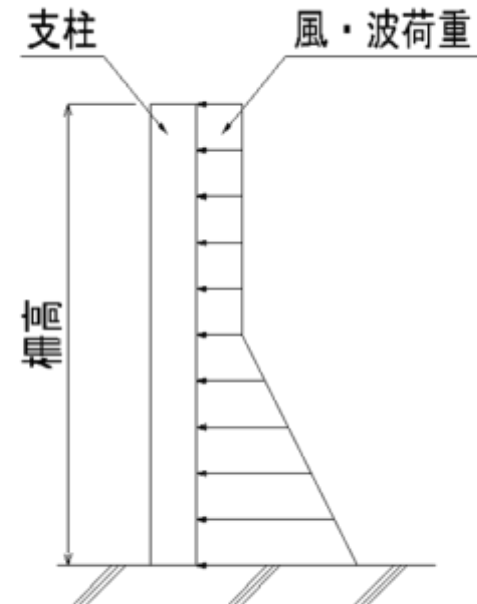
$$= 3105 \text{ N/m}^2$$

$$= 3.11 \text{ kN/m}^2$$

波荷重 : 10kN/m² ~ 60kN/m²

設計条件

- ・波荷重 (N/m²)
- ・風荷重 (N/m²)
- ・荷重分布図
- ・柵高 (m)



例: 荷重分布図

設計条件の確認



①ポリカーボネート折板の検討



②支柱の検討



③支柱根入れ深さ,
擁壁コンクリート天端幅の検討



検討終了

- ・支柱間隔を設定(基本2.0m)
- ・板厚、断面形状を選定
- ・二辺単純梁として照査



NGの場合は支柱間隔を
狭くして再検討

設計条件の確認



①ポリカーボネート折板の検討



②支柱の検討



③支柱根入れ深さ,
擁壁コンクリート天端幅の検討



検討終了

- ・H形鋼の選定
- ・片持梁として照査



NGの場合はサイズを
変更して再検討

設計条件の確認



①ポリカーボネート折板の検討



②支柱の検討



③支柱根入れ深さ,
擁壁コンクリート天端幅の検討



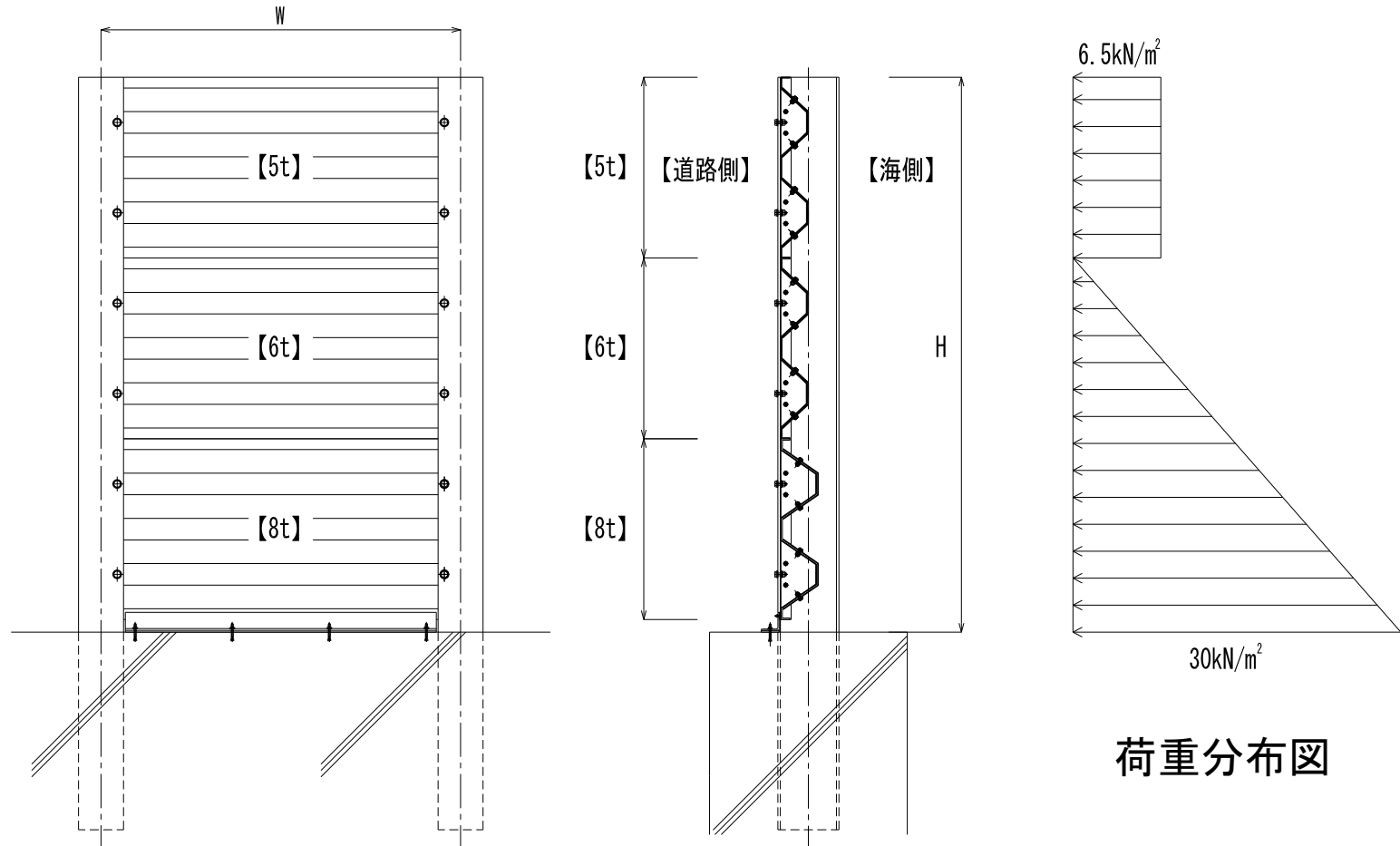
検討終了

- ・H形鋼の根入れ深さの計算
- ・擁壁コンクリート天端幅の計算

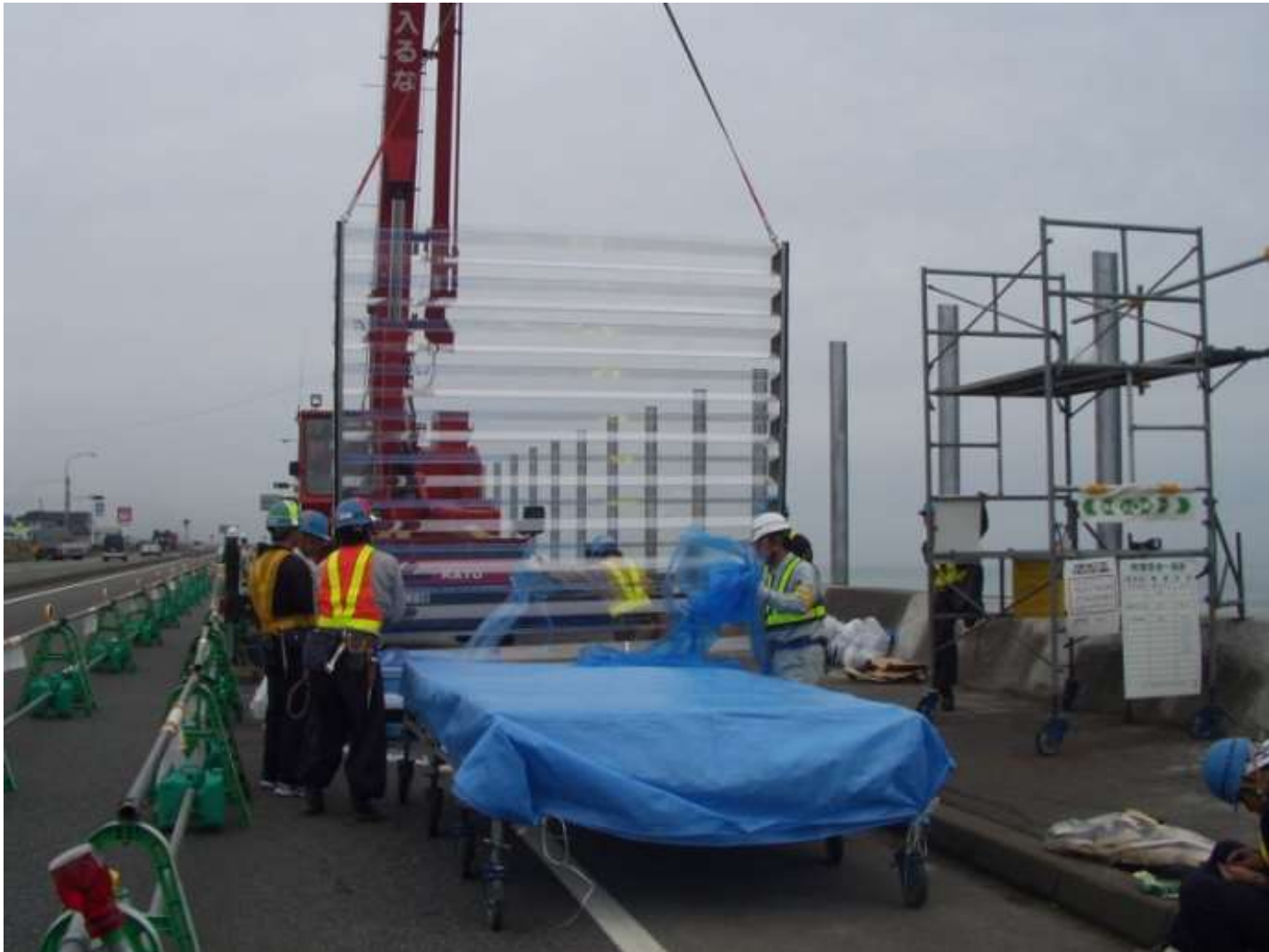


NGの場合は根入れ深さ、
コンクリート基準強度を
見直して再検討

波力分布図によるポリカ折板形状図



施工方法1



工場製作した部材を搬入

施工方法2



支柱間に上部より挿入

施工方法3



挿入後、H形鋼と部材をボルトで接合

施工方法4



完成

従来技術との比較

経済性	向上 (10.8%)
工程	短縮 (2.17%)
品質	向上
安全性	向上
周辺環境への影響	向上



平成23年度 一般国道231号 北海道石狩市

現場施工事例



平成25年度 一般国道228号 北海道福島町



平成25年度 一般国道42号 和歌山県すさみ町



平成26年度 一般国道42号 和歌山県みなべ町



平成29年度 道道740号北海道せたな町

施工実績

● 施工年度
H19～H30

● 施工場所
北海道
福井県
徳島県
和歌山県
鹿児島県
福岡県
佐賀県

● 施工延長
5115m

設置年度			設置場所				設置延長(柵高さ)
平成	19～ 21	年度	北海道	国道 36号	白老町	白老越波柵	L=402m(H=2.5～3.0m)
			北海道	国道229号	島牧村	持田越波柵	L=339m(H=1.1～1.8m)
平成	23	年度	北海道	国道231号	石狩市	雄冬越波柵	L=100m(H=3.1m)
平成	24	年度	北海道	国道231号	石狩市	雄冬越波柵	L=120m(H=3.1m)
			北海道	道道740号	せたな町	北檜山大成線	L=650m(H=1.1～2.3m)
			福井県	国道305号	越前町	越前越波柵	L=2m(H=2.0m)
平成	25	年度	徳島県	国道 55号	海陽町	穴喰越波柵	L=15m(H=1.0m)
			北海道	国道228号	福島町	松浦災害防除	L=167.8m(H=2.9m, 3.6～3.8m)
			北海道	国道229号	せたな町	北島歌災害防除	L=65.5m(H=3.6m)
			北海道	国道231号	石狩市	幌防波柵	L=183m(H=5.1m)
			北海道	国道336号	えりも町	近浦災害防除	L=197m(H=2.5m)
			北海道	道道740号	せたな町	北檜山大成線	L=480.7m(H=2.5～2.7m)
			福井県	国道305号	越前町	道路防災対策	L=56m(H=2.5m)
			和歌山県	国道42号	すさみ町	江住越波柵	L=146m(H=2.0m)
平成	26	年度	和歌山県	国道42号	すさみ町	串本管内越波対策	L=128m(H=1.5m)
			鹿児島県	国道220号	霧島市	加治木管内維持補修	L=25.3m(H=1.0m)
			北海道	国道336号	えりも町	庶野北災害防除	L=58m(H=2.5m)
			北海道	道道740号	せたな町	北檜山大成線	L=123.2m(H=2.5～3.0m)
平成	27	年度	福井県	国道305号	越前町	道路防災対策	L=56m(H=2.5m)
			和歌山県	国道42号	みなべ町	北道地区越波対策	L=301.5m(H=2.5m)
			北海道	国道228号	福島町	松浦災害防除	L=105m(H=2.9～3.8m)
			北海道	国道231号	増毛町	新湯泊第1覆道	L=59.8m(H=4.3m)
平成	28	年度	福岡県	国道202号	福岡西		L=36m(H=1.1m)
			佐賀県	国道202号	唐津地区		L=48m(H=2.5m)
			北海道	国道231号	石狩市	幌防波柵	L=138m(H=6.7m)
平成	29	年度	北海道	国道336号	広尾町	泉浜越波防止柵	L=146.5m(H=1.0m, 2.95m)
			北海道	国道231号	石狩市	雄冬越波柵	L=10m(H=4.5m)
			北海道	国道231号	石狩市	幌防波柵	L=60m(H=7.0m)
			北海道	道道740号	せたな町	北檜山大成線	L=32.5m(H=3.0m)
平成	30	年度	北海道	国道231号	石狩市	床丹防波柵	L=45m(H=4.5～7.0m)
			北海道	国道231号	石狩市	群別改良工事	L=21.4m(H=5.1～7.0m)
			北海道	国道336号	広尾町	モイケシ改良工事	L=149.4m(H=1.5～1.9m)
			北海道	国道336号	浦河町	ルランベツ	L=86.5m(H=2.75～3.5m)
			和歌山県	国道42号	すさみ町	串本管内越波対策	L=454.6m(H=3.0～4.2m)
			佐賀県	国道202号	唐津地区		L=19.9m(H=1.9m)

越波防止柵の経年状況



平成21年度一般国道229号島牧村



4年経過後の状況

越波防止柵の経年状況



平成19年度一般国道36号白老町



6年経過後の状況



ご清聴ありがとうございました。

透光防波柵(特許第5110501号)

問い合わせ先

寒地土木研究所 寒地構造チーム 担当:今野久志
AGCマテックス(株)(共同開発者) 担当:山本圭亮

