



第7回 港湾海岸防災協議会研究会

アクリル防潮壁の適切な使い方について

(アクリル板を使った透明窓のついた防潮壁について)

シーウォール推進協議会

北濱 小百合



目次

- 1 見えることの大切さ
- 2 防潮壁の透明窓に必要なこと
- 3 透明素材の材料特性比較
- 4 安全に使うために
- 5 アクリル板の温度伸縮を吸収する構造
- 6 導入事例
- 7 おわりに

1 見えることの大切さ

東日本大震災からの復興で「巨大防潮堤」について様々な議論があった。



防潮堤の設計は広域沈下・液状化層の沈下を考慮した上で、高潮・津波に対して十分な安全性を確保できることが大前提とされている。結果として防潮堤の必要天端高はかなり高くなっている。

巨大防潮堤（直立堤）のデメリット → 海側を見ることできない。

○防災面

立派な防潮堤を過信して避難しないなどの**危険性**がある。
万が一の際に状況判断が難しい（**見えないと不安**）。
海を身近に感じないため危機意識、**防災意識**が薄れる。

○景観面

高いコンクリート壁は**圧迫感**や**閉塞感**がある。
海と人の関わりが薄れ、地域文化に触れる機会が減る。
景観やつながりを大切に**まちづくり**と相容れない。



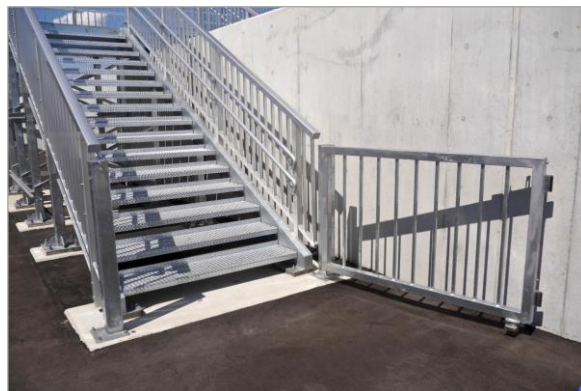
防潮堤が必要ならば、せめて見えるようにしたい

1 見えることの大切さ

様々な防災技術の中で、防潮壁の透明窓が担う役割とは。



津波監視カメラ



防潮壁の階段



水門・陸閘



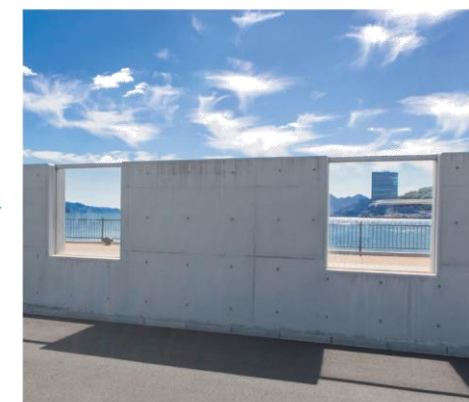
透明窓

○防災目的…手段は様々

津波監視カメラ、防潮堤の階段、水門・陸閘、透明窓がそれぞれの役割を果たす。

○景観目的…手段は限られる

水門・陸閘、透明窓が役割を果たす。
水門・陸閘の常時閉鎖も検討されている。



防潮壁の透明窓は、防災と景観を両立する**災害対策のソリューション**

2 防潮壁の透明窓に必要なこと

防潮堤の耐用年数は50年とされることから、堤防機能を担う透明窓にも相応の性能が求められる。



陸側からの写真




海側からの写真

- 透明部
 - 透明度
 - 長期間クリアな視界を確保できること
 - 耐候性（耐光性）
 - 紫外線による影響を受けづらいこと
 - 強度
 - 津波や高潮の波圧に耐えられること
 - 維持管理性
 - 透明板の交換が容易であること

- 固定部（枠）
 - 水密性
 - 必要な水密性を十分確保できること
 - 耐腐食性
 - 沿岸部でも腐食しづらいこと
 - 維持管理性
 - 構成部材の交換が容易であること

3 透明素材の材料特性比較

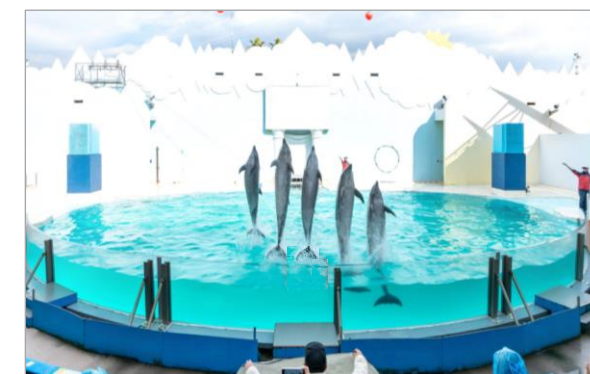
ガラス、ポリカーボネート、アクリルの中でアクリルが防潮堤の透明窓として最適。

材質	ガラス	ポリカーボネート (PC)	アクリル (PMMA)
透明度	約92%	約89%(85%~90%)	約93%
耐候性	ほとんど劣化しない	退色(黄変)、劣化(脆化)する 	ほとんど劣化しない
耐衝撃性	弱い、割れやすい	非常に強い	強い 厚板で強化できる
評価	衝撃に弱く、厚い素材でも衝撃によって割れ、クラックが進行するため防潮壁の窓には適していない	耐衝撃性に優れるが、透明度の低さが強調されること、耐候性が高くないことなどから防潮壁の窓に適しているとは言えない	透明度、耐候性に優れ、厚板により強度を増すことができるため、 防潮壁の窓に最も適している 。水族館の屋内外の水槽で長期使用されていることもそれを裏付ける。

水族館のアクリル水槽



屋内の大水槽



屋外のイルカプール

4 安全に使うために

アクリル板はコンクリートや鉄の約6倍温度伸縮する材料のため「熱膨張」に注意が必要。

線膨張係数が大きく異なる材料を隣り合わせるリスク

- 物体内部に内部応力が発生
- 物体の強度が低下
- 変形や破壊、
繰り返し負荷の懸念



窓ガラスの熱応力破壊

線膨張係数			
鉄	1.2	×	$10^{-5} / ^\circ\text{C}$
コンクリート	1.2	×	$10^{-5} / ^\circ\text{C}$
アクリル	7.0	×	$10^{-5} / ^\circ\text{C}$

線膨張係数：
温度変化に対して材料の単位長さあたりの伸縮を示す値

堤防機能を担うため常に同じ強度であるべき。

= 温度変化を含めた強度確認の証明が必要

しかし、アクリル板の温度変化を考慮した設計で強度確認の証明を行うことは容易ではない。

解決策 → アクリル板の温度伸縮を吸収できる構造

材料の温度伸縮を吸収する構造の例



橋の伸縮継手

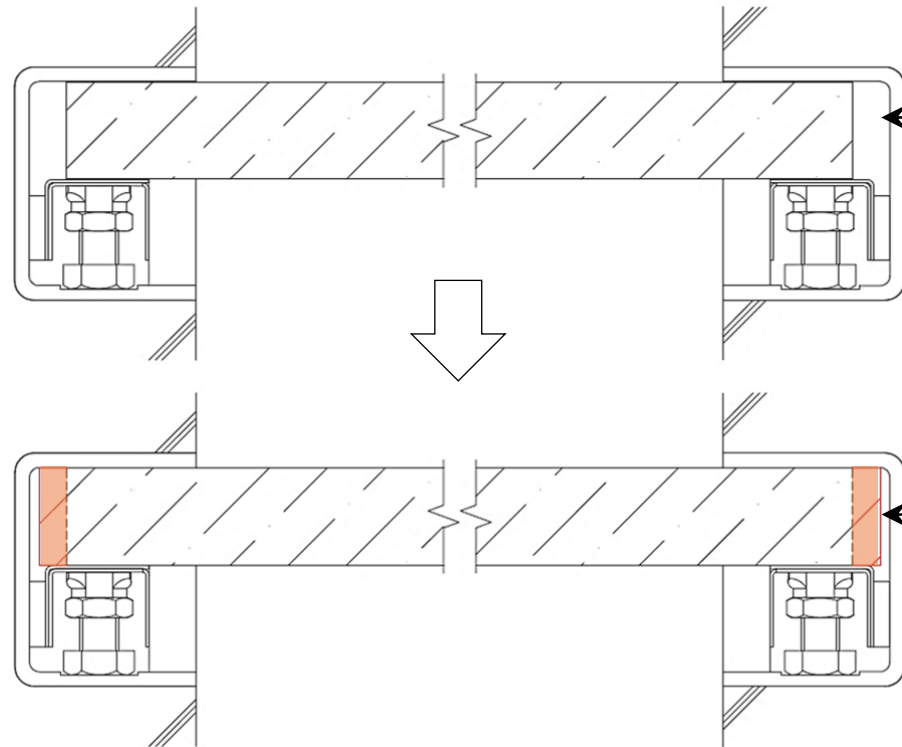


レールの繋ぎ目

5 アクリル板の温度伸縮を吸収する構造

アクリル板と、そのアクリル板の温度伸縮を吸収する枠構造で一体化させ、枠ごとコンクリートに埋め込むことでアクリル板に内部応力が溜まらず、いつでも同じ強度を保つことができる。

枠構造の例（シーウォール断面イメージ）

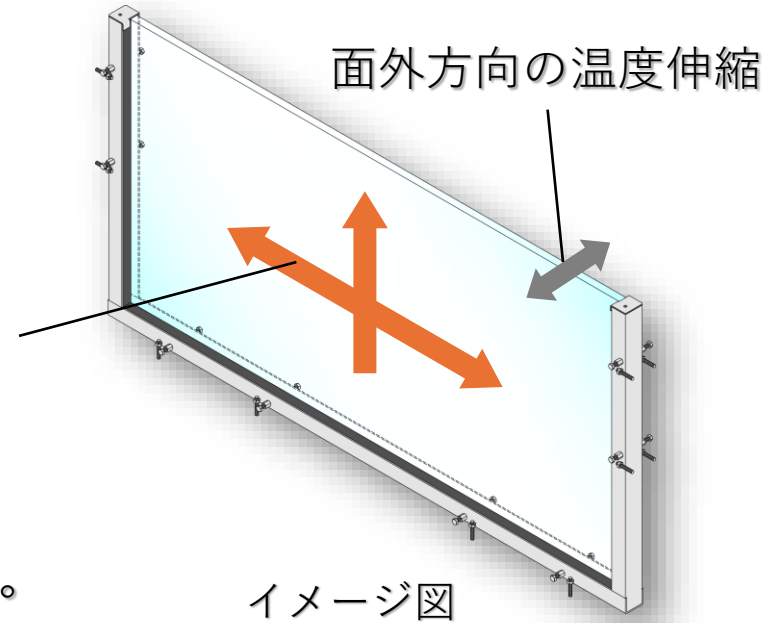


← アクリル板の温度伸縮を吸収するための空隙を設ける。
（伸縮量を考慮して設定）

← アクリル板が膨張収縮しても枠の外側（コンクリート）に影響を及ぼさない構造。

この構造は、一般財団法人 沿岸技術研究センターで評価を取得しています。

面方向の温度伸縮



炎天下でのアクリル板表面温度
40.5°C

6 導入事例

設置場所：兵庫県神戸市 神戸港

発注者：神戸市

設置年度：平成 20年

防潮壁高：1.5m

枠の形状：四方枠

開口寸法：W1220mm × H1210mm



6 導入事例

設置場所：広島県広島市 広島港

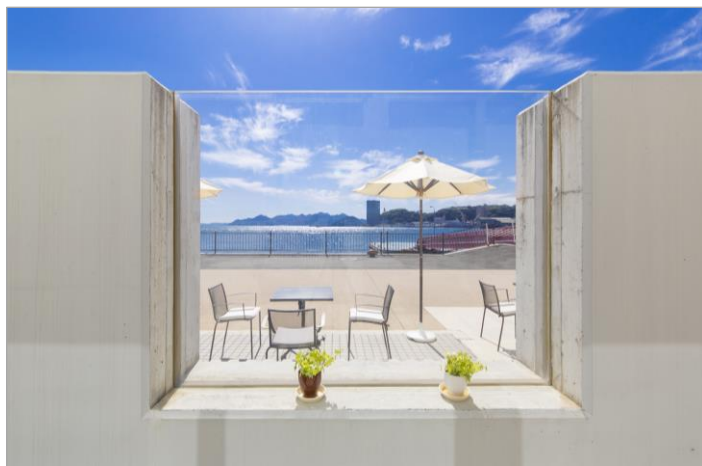
発注者：広島県

設置年度：平成 22年

防潮壁高：2.2m

枠の形状：四方枠 他

開口寸法：W1860mm × H1430mm 他



6 導入事例

設置場所：岩手県釜石市 釜石港

発注者：岩手県

設置年度：平成 26年～平成 28 年

防潮壁高：6.1m 他

枠の形状：四方枠

開口寸法：W560mm × H1660mm 他



6 導入事例

設置場所：大分県別府市 別府港

発注者：九州地方整備局

設置年度：平成 26年

防潮壁高：1.7m

枠の形状：四方枠

開口寸法：W2960mm × H810mm



6 導入事例

設置場所：兵庫県芦屋市 南芦屋浜

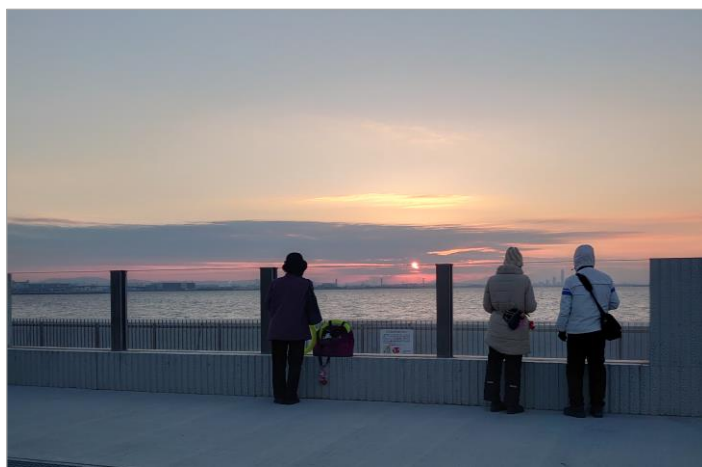
発注者：兵庫県

設置年度：令和 3年～令和 4年

防潮壁高：1.5m

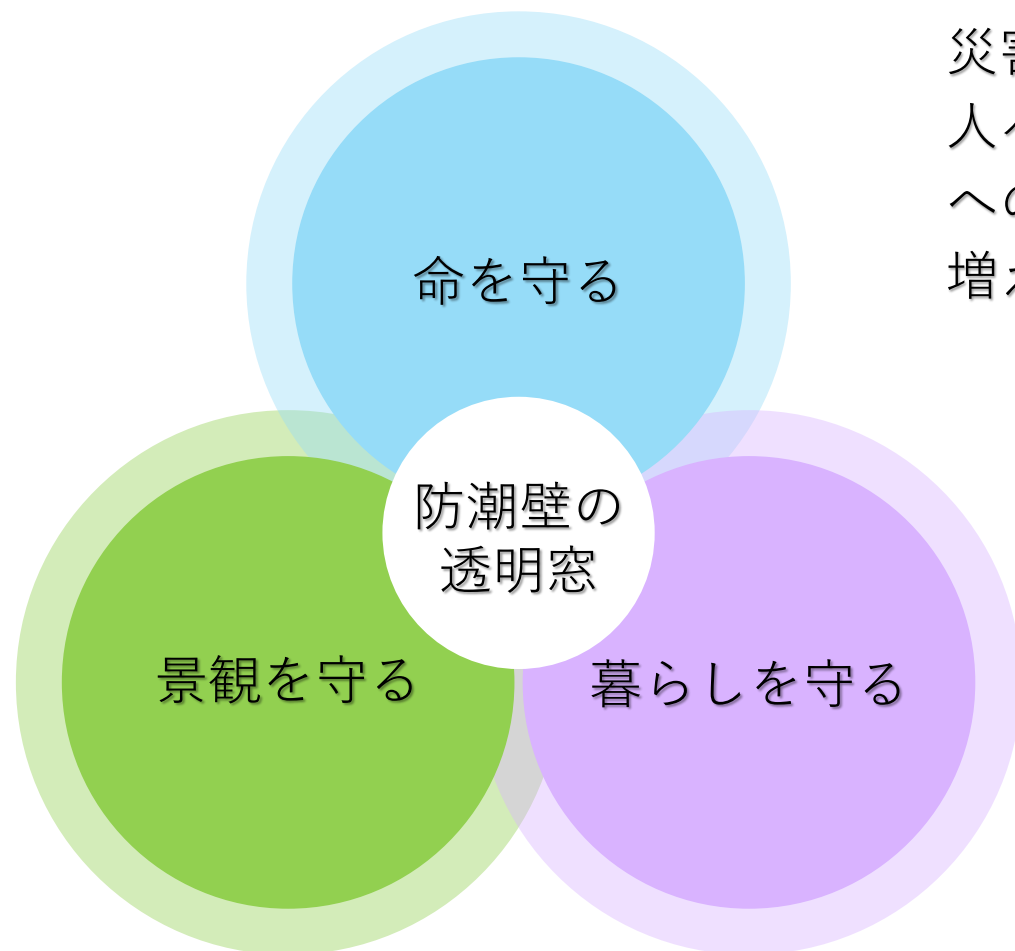
枠の形状：三方枠（支柱連結）

開口寸法：W2000mm×H1000mm



7 おわりに

時代の流れと防潮堤のこれから



シーウォール推進協議会の理念

災害に備えるため、全国で防潮堤の整備が行われている。人々の景観意識の高まり、国土の質的向上、成熟型社会への移行など、防潮壁の透明窓が活躍できる場面は今後増えていくと予想される。

— 海とともに生きる —



ご清聴誠にありがとうございました。



<https://seewall.jp>