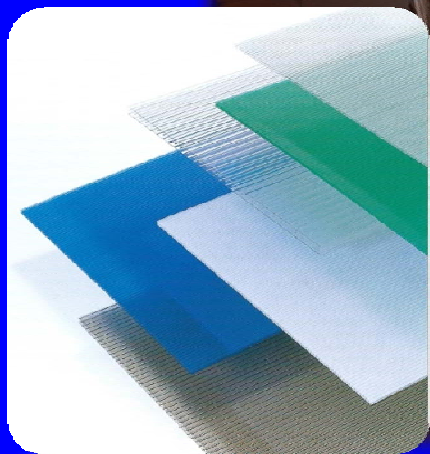


トンネルの大敵は「水」

現在の漏水防止板を外すと

空洞充填は長期耐荷力

漏水は覆工の劣化を促進



この開発研究は、土木研究所寒地土木研究所寒地構造チームに相談および指導を受けたものです。

ポリカーボネートトンネル漏水防止板

- 点検の実施しやすい漏水防止板が求められている。
- 漏水にはコストがかからない断熱性能が求められる。
- 道内には、断面が狭小で建築限界に対する余裕が少ないトンネルが存在している。



- 現在製品化されているもの以外に課題をさらに解決する物はないのか？



材料で求められる物はコストの他

- 1 断熱性
- 2 柔軟性
- 3 施工・調査の手軽さ→透明
- 4 覆工および板の落下防止

トンネル漏水防止板破損状況



コンクリート劣化

ポリカーボネートの特性

軽く強靱な透明素材 ポリカーボネートシート。

ポリカーボネートシートは、透明な金属と呼ばれ、ガラスと比較し施工しやすく破損しにくい透明材料です。更に、アクリルと比較し燃えにくく、塩ビのように燃焼時に有毒ガスの心配も無い安全材料として、広く認知されています。

ポリカーボネートシートは、下記の優れた特性を持ち、安全性、耐久性など、過酷な要求をクリアし、多様な部位で、斬新なデザインに貢献しています。

まず割れません

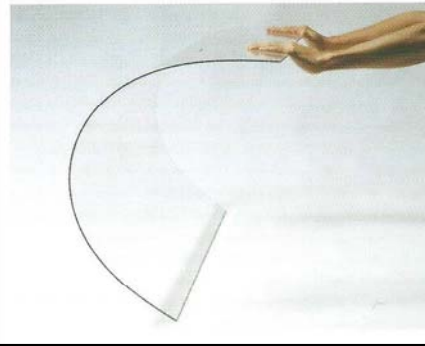
同厚ガラスの約200倍、アクリルの約30倍の強さがあります。耐衝撃強度 $274.5\text{N}\cdot\text{m}$ { $28\text{kgf}\cdot\text{m}$ }以上でハンマーでたたいてもまず割れません。人がぶつかったりボールや石などが当たっても、地震が起きても破損・飛散することはなく、高い安全性が要求されるトプライトやテラス腰板などの部位にも安心して使用できます。

過酷な環境条件を克服します

使用温度条件が -40°C から $+125^{\circ}\text{C}$ までと広く、南北に長い日本列島のどの地域でも使用できます。酷暑、極寒、積雪等に対する厳しい条件もクリアし、たとえば、アクリル板や塩ビ板のように、寒冷地では脆化して割れることはまずありません。

加工、成形が自由自在です

切断、穴あけ切りかきが可能です。熱を加えれば、さまざまな形状に成形でき、常温で曲面に施工するコールドフォーミング工法も可能です。明るいドーム状の屋根なども容易に実現でき、使用部位とデザインの自由度がさらに拡大します。



燃えにくい、安全材料です

火源が離れば、自然に火が消える性質です。しかも、他のプラスチックに比べ、有毒ガスの心配がありません。プールやテニスコートの屋根など、大開口部に使用できる屋根材として、国土交通省の認定を受けています。



キズに強い製品もあります

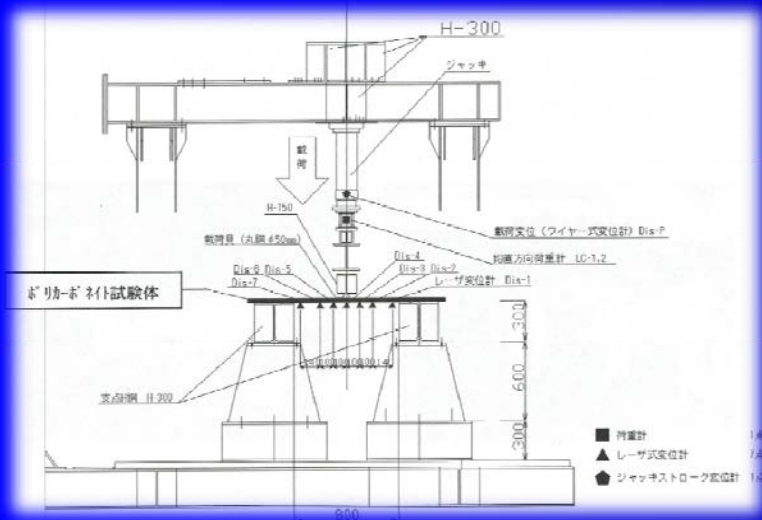
表面に特殊コーティングを施すことでガラスに近い表面硬度とすぐれた耐候性を実現したマーガード、カーボガラスSG-AHなど、とくにキズに強い製品もあります。

■破損に対する補償

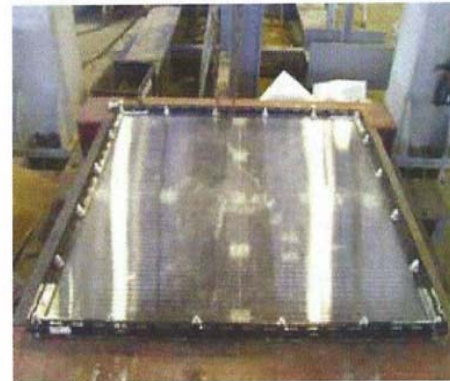
設計・施工上のご注意に従って、正しく施工された場合、旭硝子では、万一の破損に対し、納入後3年間の保証（代替品支給）を行います。

AGCパンフレットより

実際に試験を実施



衝撃試験

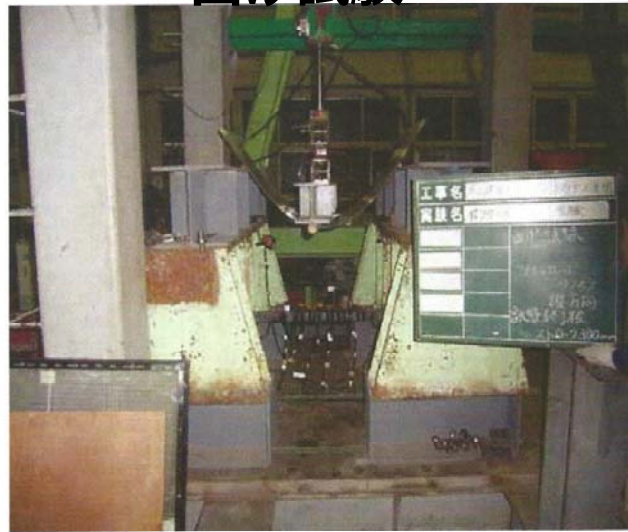


Case2-3 終了後 (重垂 25kg, 落下高 75cm)



Case2-4 終了後 (重垂 25kg, 落下高 100cm)

曲げ試験



移動荷重試験



中央載荷 30mm 終了後

ポリカーボネートトンネル漏水防止板

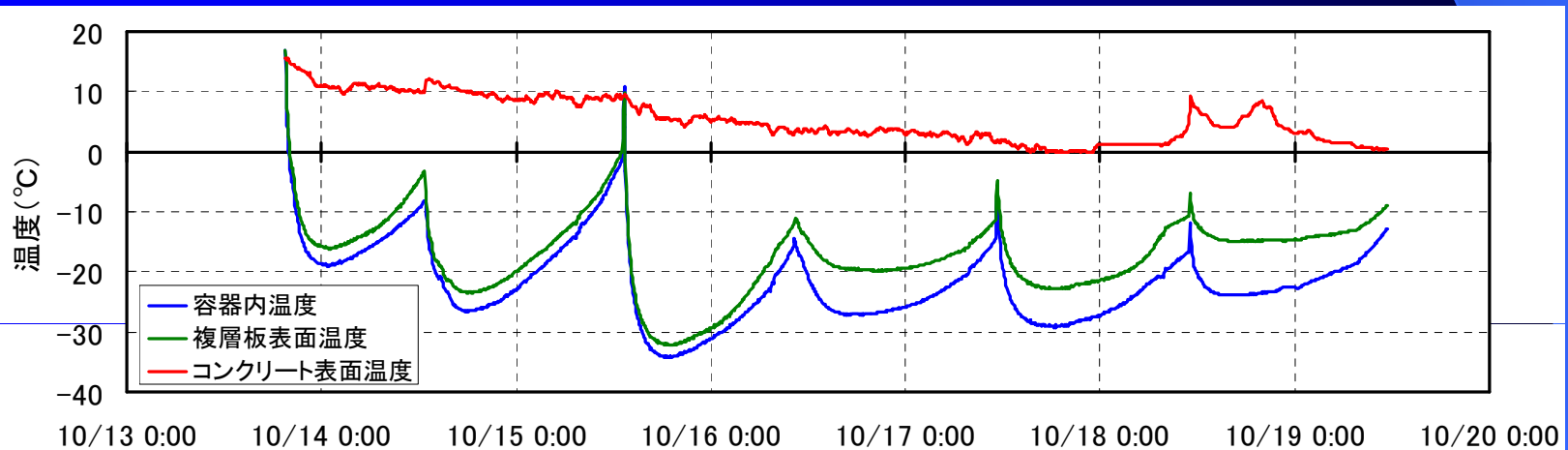
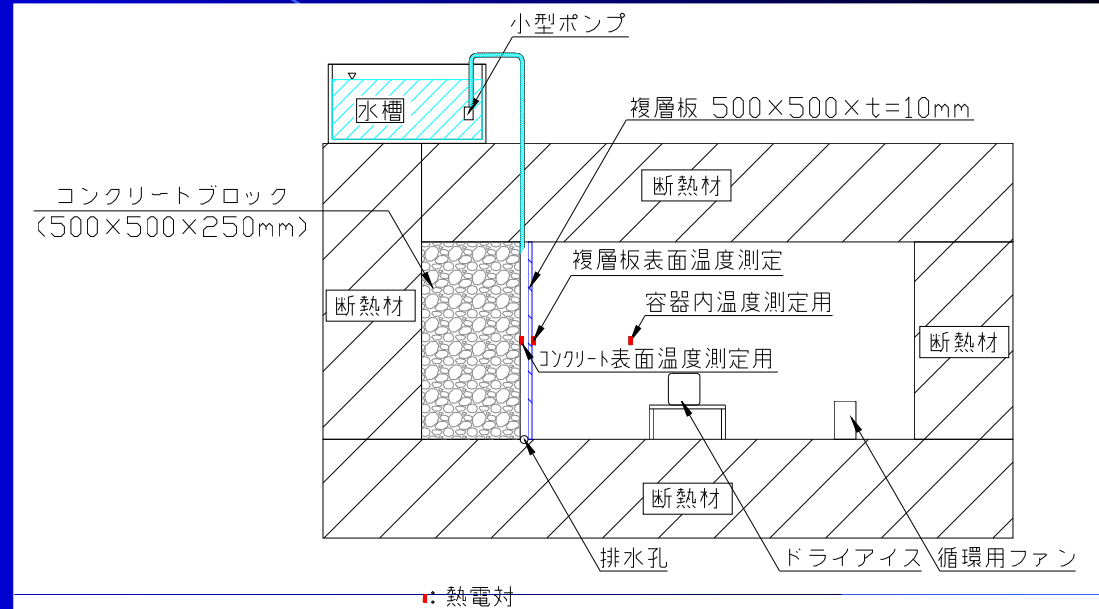
ポリカーボネート漏水防止板の断熱性

ポリカーボネート漏水防止板の断熱性を実験により確認した。

3面を断熱材で囲い断熱したコンクリートブロックの表面から30mmの位置に複層板を設置して周囲を密閉し、容器内をドライアイスで強制冷却した。



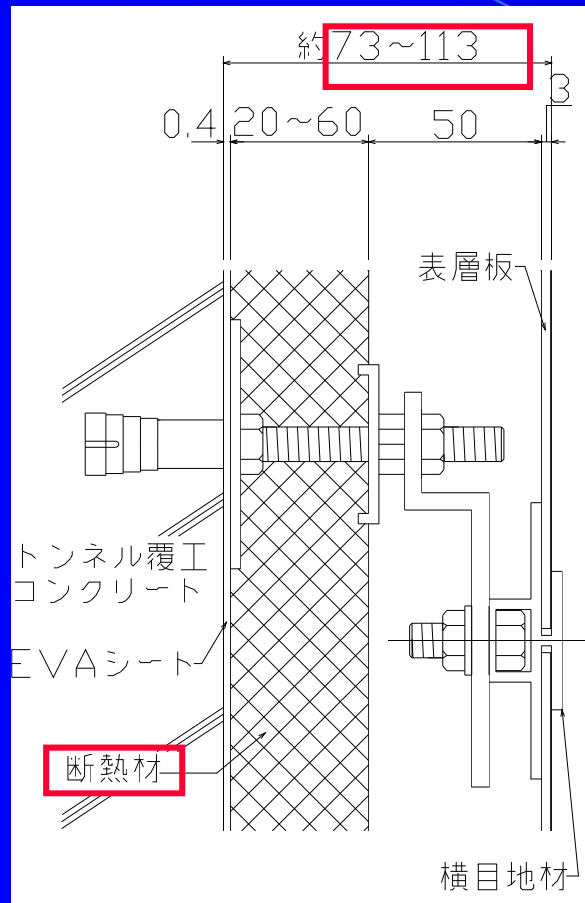
容器内温度は -30°C まで下がったが、コンクリート表面温度は 0°C 以上に保たれていた。



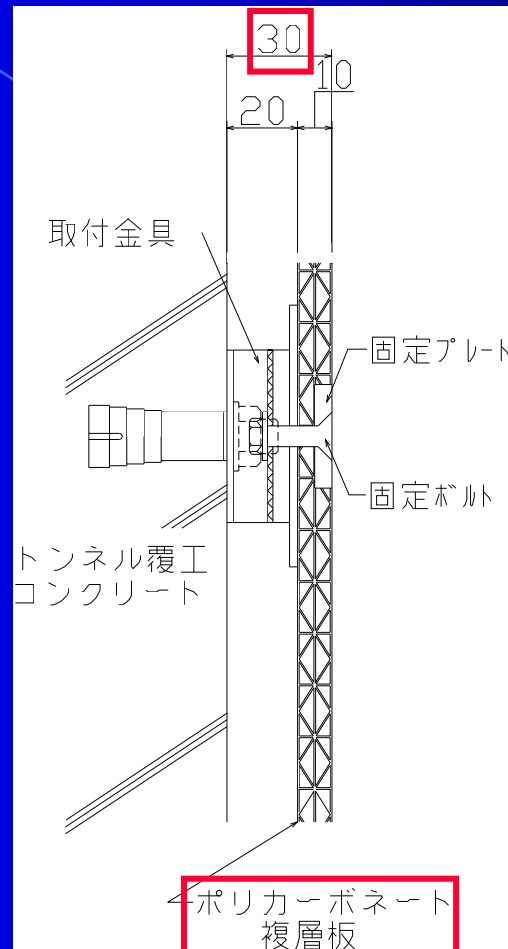
ポリカーボネートトンネル漏水防止板

ポリカーボネート漏水防止板は、中空構造のポリカーボネート複層板を用い、部材内の分割された空間を密閉し断熱性を得ているため、断面寸法は従来型の7~11cmに対して3cmと格段に小さくなっている。

従来型
トンネル漏水防止板



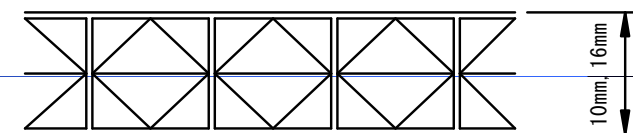
ポリカーボネート
トンネル漏水防止板



ポリカーボネート複層板



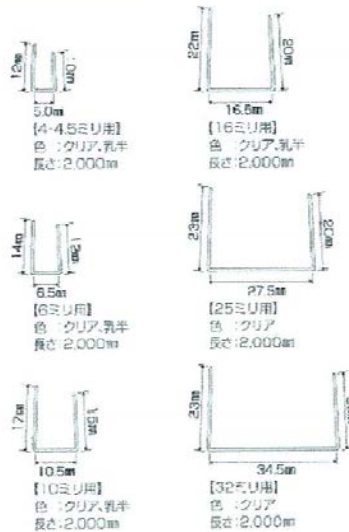
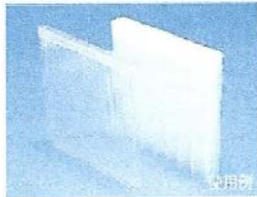
ポリカーボネート複層板断面図



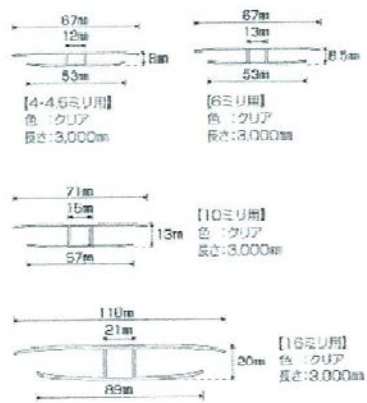
既往の連結方法

ツインカーポ用:ポリカーボネート製

■ツインカバー(端部カバー)

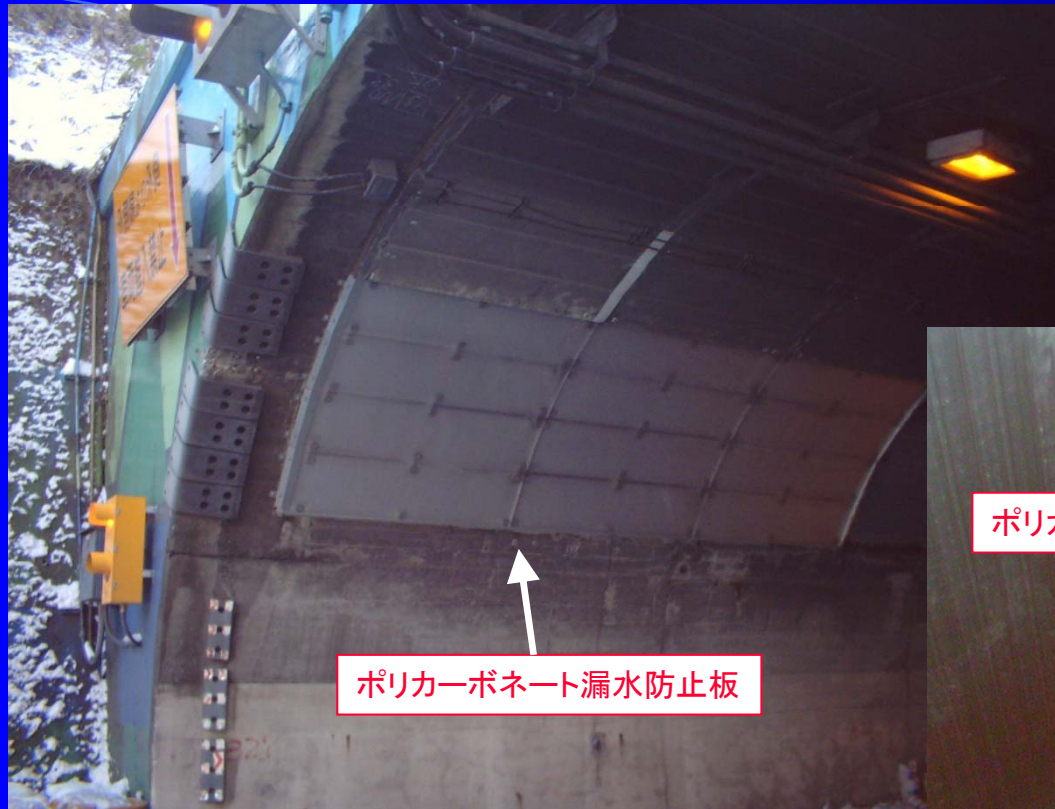


■ツインジョイナー(つなぎ材)



ポリカーボネートトンネル漏水防止板

現場設置状況



ポリカーボネート漏水防止板

断面寸法の違い



ポリカーボネート漏水防止板

従来型漏水防止板

ポリカーボネートトンネル漏水防止板

ポリカーボネート漏水防止板の耐衝撃性

ポリカーボネート漏水防止板の衝撃性を実験により確認した。

漏水防止板をトンネル内（廃道部）に設置し、4tトラックの荷台に大型車両の端部を模擬した架台を設置し、接触させた。



接触部は局所的にリブのつぶれが生じ約12mm程度の残留たわみが生じたが、漏水防止板が大きく割れたり一部が剥落する損傷はみられなかった。端部の固定金具は、車両進行方向側に変形したが、金具やパネルの脱落は発生しなかった。

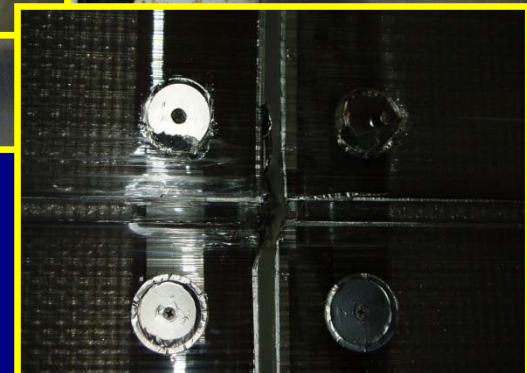
実験状況



パネル損傷状況



取付金具部損傷状況



ポリカーボネートトンネル漏水防止板

- 従来型（73mm～113mm）に比較して1／2以下の断面寸法(30mm)で、部材内の分割された空間を密閉することにより断熱性が確保されている。
- 可撓性に優れかつ割れ難い材料であることから大型車両の接触に対して破断・剥落などの損傷が生じ難い
- 断面寸法が小さいことから、大型車両の通行時に接触し難く、内空断面に制限のあるトンネルにおいても適用可能である。



留め具の改良の秘密



普通と逆なんです

まとめ

- どんな物でも問題のない物はないが、ポリカーボネートは漏水板に使えるかも（市場にあるので安い）
- 軽くて点検で直ぐ外せるが常時ははずれない。できれば耐荷力が大きいと第三者被害を防げるかも
- 断熱性はポリカ + 5mmEPSでも可能なように汎用性があるように今後工夫
- 経済性は、まだ大量に作っていないので概略であるが現状のものよりかなり安い（板の加工が容易 + 施工費 = 軽量で施工性が良い）

当該開発研究は公表していますが、特許、実用新案、意匠等の知的所有権になります