タキロンシーアイ

ポリカーボネートプレート

― 総 合 技 術 資 料 ―

2026年5月改訂版

タキロンシーアイ株式会社

目　　次

1. ポリカーボネートプレートの概要……1

2. ポリカーボネートプレートの品種……2

(1) ポリカーボネートプレート……2
(2) ポリカーボネート制電板……2
(3) ポリカーボネートプレート表面硬化板・難燃グレード・その他……2
(4) タキロンポリマー製品……2
(5) ポリカーボネートプレート耐候板・その他……3
(6) ポリカーボネートプレート光学用……3

3. ポリカーボネートプレートの特性……4

(1) 一般物性……4
(2) 機械的性質……5
(2)－1 引張降伏応力、引張破壊呼びひずみおよび引張弾性率……5
(2)－2 圧縮強さ、およびポアソン比……5
(2)－3 曲げ強さ、および弾性率……6
(2)－4 衝撃強さ……6
(2)－5 クリープ特性……7
(2)－6 疲労特性……7
(2)－7 耐擦傷性……8
(3) 熱的性質……8
(3)－1 耐熱性……8
(3)－2 ガラス転移点（二次転移点）および溶融温度（一次転移点）……9
(3)－3 脆化温度（耐寒性）……10
(3)－4 比熱および熱伝導率……10
(3)－5 熱貫流率……10
(3)－6 線膨張率……10
(3)－7 燃焼性……11
(4) 電気的性質……13
(4)－1 絶縁破壊電圧……14
(4)－2 体積抵抗率……14
(4)－3 制電プレート電気特性……15
(5) 化学的特性……15
(5)－1 耐薬品性……15
(5)－2 吸水・吸湿特性……19
(5)－3 ガス透過性……20
(5)－4 アウトガス……20
(6) 光学的性質……21
(7) 耐候性……24
(8) 音響透過損失……26
(9) 他材料との特性比較（文献値）……27

4. ポリカーボネートプレートの加工法……28

(1) 冷間加工……28
(1)－1 折り曲げ……28
(1)－2 曲げ加工……28
(1)－3 その他……29
(2) 熱加工……29
(2)－1 温度条件……29
(2)－2 加熱方法……30
(2)－3 曲面加工……32
(3) 機械加工……33
(3)－1 穴　あ　け……33
(3)－2 打　抜　き……33
(3)－3 旋盤加工……33
(3)－4 形削り加工……34
(3)－5 フライス加工……34
(3)－6 剪断および切断……34
(4) 溶　接……34
(4)－1 溶接時における発泡……35
(4)－2 押　　圧……35
(4)－3 溶接温度……35
(4)－4 溶接効率……35
(4)－5 未乾燥溶接……36
(4)－6 溶接の注意点……36
(5) 接　着……37
(5)－1 溶剤接着……37
(5)－2 接着剤接着……38

(6) 真空成形……39
(6)－1　真空成形の原理……39
(6)－2　真空成形の特長……39
(6)－3　基本的成形法……39
(6)－4　ポリカーボネートの乾燥……40
(6)－5　クランプ……40
(6)－6　加　熱……40
(6)－7　真空吸引……41
(6)－8　真空成形の問題点とその対策……41

(7) 塗装・印刷……42
(7)－1　ポリカーボネートの塗装・印刷の基本事項‥42
(7)－2　塗装方法……42
(7)－3　塗料……43
(7)－4　印刷方法……43
(7)－5　インキ……43
(7)－6　ポリカーボネートに対する溶剤の挙動…44

5. ポリカーボネートプレートの設計……45

(1) 板厚およびサッシ深さの設計手順……45

(2) たわみ量の計算……46
(2)－1　平板の場合……46
(2)－2　円筒板（曲面板）の場合……47

(3) サッシ深さの計算……49
(3)－1　平板と円筒板の円弧に沿った境界の場合…49
(3)－2　円筒板（梁間側）の場合……49

(4) 平板のサッシ深さ・呑込み代の早見グラフ……50

6. ポリカーボネートプレートの施工……51

(1) 取付方法の留意事項……51
(1)－1　ビスまたはボルトにて直接取付ける場合…51
(1)－2　押え板やサッシにはめ込む取付けの場合…51

(2) その他の留意事項……51
(2)－1　パッキン材……51
(2)－2　シーリング材……51
(2)－3　マスキングフィルム……52
(2)－4　自重たわみについて……52

(3) 納まり断面参考図……52
(3)－1　ポリカーボネートプレート
上屋 側壁等納まり参考図……52
(3)－2　ポリカーボネートプレート
腰板等納まり参考図……53

7. ポリカーボネートプレートの
使用上の注意事項……53

8. 建築基準法での規制について……54

(1) NFNN-9932 認定について……55

(2) 建築基準法第62条及び同法施行令第136条の
2の2第1号について……56

9. 耐衝撃性　参考資料……57

10. 熱線カット性能　参考資料……65

1. ポリカーボネートプレートの概要

ポリカーボネートプレートは、プラスチックの中で耐衝撃性において優れた材料です。また、ガラスに匹敵する透明度を兼ね備え、透明材料は壊れやすいという常識を打破したプラスチックです。その他、耐熱性、耐寒性、機械的強度、電気的特性など、優れた特性を数多く備えており、広範囲にわたる用途に使用されています。

＜ポリカーボネートプレートの特長＞

① 透明プラスチックの中では抜群の耐衝撃強度

衝撃強度はアクリルの約 40 倍、硬質塩化ビニルの約 20 倍という透明プラスチック材料中、最高クラスの耐衝撃強度を有しています。このような高い衝撃強度により、防災、防盗、防護などの安全性の面で広い分野に寄与します。

② 透明性に優れています

透明板 5 ㎜厚の光線透過率が 85%以上と優れ、高級板ガラスと同等の透明性を有しています。

③ 熱伝導率が低い材料です

熱伝導率がガラスの 1/5 と小さく保温性に優れ、断熱効果が期待できます。

④ ロングライフに耐える耐候性

直射日光、風雨、気温などによる影響を受けにくい耐候グレードを豊富に用意してます。

⑤ UL94 規格に適合したものもあります

UL94 規格の燃焼試験で認証を受けているグレードもあります。

⑥ 食品衛生法に適合*したものを用意しています

＊食品衛生法への適合とは、以下の 2 点を共に満たすことを指します。

- 食品、添加物の規格基準（昭和 34 年厚生労働省告示第 370 号）別表第一に収載された原材料で構成されていること
- 食品、添加物の規格基準（昭和 34 年厚生労働省告示第 370 号）第 3 器具及び容器包装に規定された一般規格、材料別規格を満たしていること

⑦ 軽量で寸法安定性が良く、成型・加工が容易です

軽量で、荷重変形（クリープ）が小さく、切断・穴あけ・切削などが容易です。また、熱による曲げ加工、真空成型もできます。常温下で曲面（ゆるやかな曲面）に曲げるコールドフォーミング工法ができます。

⑧ 耐熱・耐寒性に優れ −40℃～ +120℃の広い範囲で使用できます

実使用温度領域が−40℃～+ 120℃と広い温度域で使用でき、真夏の強烈な日光で軟化変形したり、厳冬の脆化による亀裂が生じにくくなっています。

⑨ 優れた電気絶縁性

耐電圧が 1 ㎜厚当たり 2 万ボルトですので電気絶縁材料にも適しています。

⑩ 防火地域、準防火地域または法 22 条区域における屋根用途（不燃性の物品を保管する倉庫等）に使用できます

国土交通大臣認定品　認定番号　DW-9054（厚さ 2 ㎜以上 8 ㎜以下のもの）

2. ポリカーボネートプレートの品種（2026 年 5 月現在）

＊印：受注生産品
注）○印内の数字は 1 ケース当たりの入枚数です。
G印：カット用として在庫

(1) ポリカーボネートプレート

品　種	品　番	色　相	厚さ (mm) / サイズ (mm)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	15.0
PC-	1600	透　明	910×1,820	⑥	④	③	③					
			1,000×2,000	⑥	④	③	③	②	①	①	①	①
			1,220×2,440	⑥	④		②	②	①	①		
PC			1,220×3,000	G								
			2,000×3,000		G	G	G	G	G	G		
PCSP	1700	ホワイト	1,000×2,000		G		G					
	1900	ブラック	1,000×2,000		G		G					

(2) ポリカーボネート制電板

品　種	品　番	色　相	厚さ (mm) / サイズ (mm)	3.0	5.0
PCNDL（制電）	78610	透明	1,000×2,000	④	③
			1,220×2,440	④	②
	78810	ブラウンスモーク	1,000×2,000	④	③
	78910	グレースモーク	1,000×2,000	④	③

(3) ポリカーボネートプレート表面硬化板・難燃グレード・その他

品　種	品　番	色　相	厚さ (mm) / サイズ (mm)	2.0	3.0	4.0	5.0
PCMRMS（表面硬化）	61600	透明（屋内用）	1,000×2,000		④		③
PCMR（表面硬化）	56620	透明（屋外用）	1,000×2,000		G		G
PCMU（UL94V-0）	PZ620	透明	1,000×2,000	⑥			
	PY620		1,000×2,000		④	＊	③

＊印：受注生産品　基本ロット 2,000kg（詳細はお問合せください）
PCMU PZ620 2.0mm は原材料メーカーにてUL認証された原材料を使用し、当社製品としてはUL認証を取得しておりません。

品　種	品　番	色　相	厚さ (mm) / サイズ (mm)	2.0	3.0	5.0	15.0	20.0	25.0	30.0
PCP（切削用）	1609A	透明	1,000×1,000				①	①	①	①
			1,000×2,000				①	①	①	①
PCECO（リサイクル）	PR600		1,200×3,000	G	G	G				

(4) タキロンポリマー製品

品　種	品　番	色　相	厚さ (mm) / サイズ (mm)	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	60.0	80.0	100.0	200.0
PCET（切削用）	1600	透明	500×500													①
			500×1,000	①	①	①	①	①	①	①	▲	①	①	①	①	
			1,000×1,000	※	※	※	※									
	1900	ブラック	500×1,000	①	①	①	①	①	①	①		①	①			
			1,000×1,000	※	※	※	※									

※印：受注生産品　ロットについてはお問い合わせください。
▲印：在庫がなくなり次第、受注生産品といたします。

(5)　ポリカーボネートプレート耐候板

品　種	品　番	色　相	厚さ（mm）／サイズ（mm）	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0
PCSP-	660T	耐候(両面) 透明	1,000×2,000		④		③				
PCSP			1,000×3,500	G							
			1,220×2,000							G	G
			2,000×3,000					G	G		
			2,000×4,000		G		G				
PCSP	642T	耐候(両面) ガラス色 透明	2,000×3,000		G		G				
PCSP-	692T	耐候(両面) グレースモーク	1,000×2,000	⑥	④		③				
PCSP			1,000×3,500	G							
			2,000×4,000		G		G				
PCSP-	693T	耐候(両面) ブラウンスモーク	1,000×2,000	⑥	④		③				
PCSP			1,000×3,500	G							
			2,000×3,000						G		
			2,000×4,000		G		G				
PCSP-	677T	耐候(両面) 乳半	1,000×2,000	⑥	④		③				
PCSP			1,000×3,500	G							
			2,000×4,000		G		G				
PCSP	K6600	耐候(両面) 透明片面マット	1,000×3,500	G							
			1,250×3,000		G		G				
	R6600	耐候(両面) 透明両面マット	1,250×3,000		G	G	G	G	G	G	
	F6600	耐候(両面) 透明両面すりガラス調マット	1,070×3,000	G	G	G	G				
	K6900	耐候(両面) ブラック片面マット	1,000×3,500	G							
	K6920	耐候(両面) グレースモーク片面マット	1,000×3,500	G							
			1,250×3,000		G		G				
	K6930	耐候(両面) ブラウンスモーク片面マット	1,000×3,500	G							
			1,250×3,000		G		G				
	R6920	耐候(両面) グレースモーク両面マット	1,250×3,000		G		G				
	R6930	耐候(両面) ブラウンスモーク両面マット	1,250×3,000		G		G				
	F6400	耐候(両面) ガラス色両面すりガラス調マット	1,070×3,000	G	G	G	G				
	36600	耐候(両面) 透明型板	1,250×3,000		G		G				
	36400	耐候(両面) グリーン透明型板	1,250×3,000		G		G				
PCSPR（熱線カット）	994T	耐候(両面) ブラウンスモーク	1,000×3,500	G							
			2,000×3,000		G		G				
	900T	耐候(両面) クリアスモーク	1,000×3,500	G							
			1,200×3,000		G		G				
	K9000	耐候(両面) クリアスモーク片面マット	1,000×3,500	G							
			1,250×3,000		G		G				

(6)　ポリカーボネートプレート光学用

品　種	品　番	色　相	幅（mm）	厚さ（mm）／長さ（mm）	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
PCSM	PS610	透明（銘板用）	915	1,830	⑳		⑩		
			1,000	2,000	⑳	⑫	⑩	⑧	⑥

3. ポリカーボネートプレートの特性

(1) 一般物性

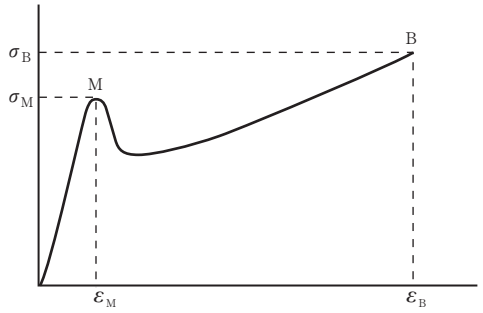
	評価項目	試験法	単位	特性値	JIS K 6735 規格値
機械的性質	密度	JIS K 7112-1	g/cm^3	1.2	−
	引張降伏応力	JIS K 7161-2	MPa	63	55以上
	引張破壊時呼びひずみ	JIS K 7161-2	%	90	60以上
	引張弾性率	JIS K 7161-2	MPa	2250	2200以上
	圧縮降伏応力	ASTM D 695 JIS K 7181	MPa	78	−
	剪断破壊応力	JIS K 7214	MPa	65 (厚さ3mm)	−
	曲げ応力	JIS K 7171	MPa	91	−
	曲げ弾性率	JIS K 7171	MPa	2300	−
	引張衝撃強さ	JIS K 7160	kJ/m^2	220 (厚さ3mm)	150以上 (厚さ<4mm)
	シャルピー衝撃値	JIS K 7111	kJ/m^2	84 (厚さ3mm)	−
				13 (厚さ5mm)	6以上 (厚さ≧4mm)
	ロックウェル硬度	JIS K 7202	−	M−67 R−125	−
熱的性質	荷重たわみ温度	JIS K 7191-2A	℃	139	130以上
	ビカット軟化温度	JIS K 7206	℃	150	145以上
	脆化温度	ASTM D 746	℃	−100以下	−
	熱伝導率	ASTM D 177	W/m·K	0.19	−
	線膨張係数	JIS K 7140-1	℃$^{-1}$	6.5×10^{-5}	−
電気的性質	比誘電率(60Hz)	ASTM D 150	−	2.95	−
	比誘電率(1MHz)	ASTM D 150	−	2.90	−
	アーク抵抗	ASTM D 495	sec	110	−
光学的性質	屈折率	ASTM D 542	−	1.587	−
	全光線透過率	JIS K 7361-1	%	90 (厚さ3mm)	85以上 (厚さ3mm)

※試験片の厚さが記載されていない場合の記載数値は、試験片厚さ5㎜の実測値であって保証値ではありません。

(2)　機械的性質

(2)－1　引張降伏応力、引張破壊時呼びひずみおよび引張弾性率

強 伸 度 曲 線



M点：降伏点　　B点：破断点

σ_M：降伏応力（58～68MPa）

σ_B：破断応力（63～68MPa）

ε_M：降 伏 歪（5%）

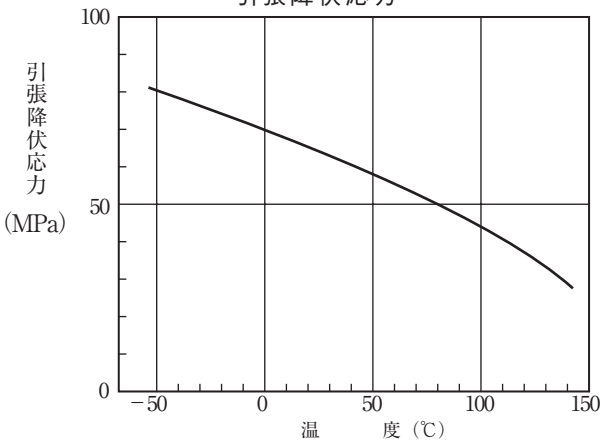
ε_B：破 断 歪（80～100%）

試験片を引張ると、上記のようにまず降伏点Mでいったん応力が下がります。更に引張ると、破断点Bまで徐々に増加します。M点からB点までが長いのがポリカーボネートプレートの特長であり、このことから、伸び率（引張破壊時呼びひずみ）の良いことがわかります。

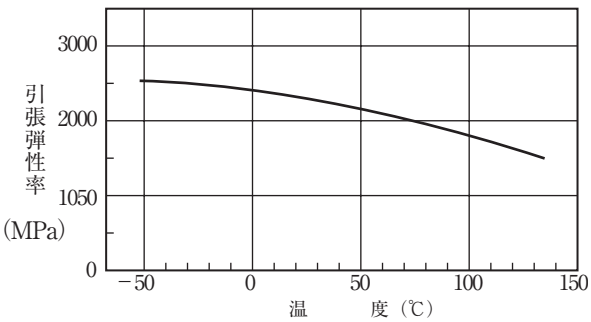
引張降伏応力というのは降伏応力のσ_Mのことをいいます。

温 度 特 性

引張降伏応力



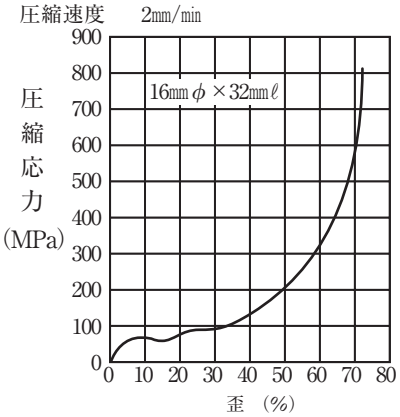
引張弾性率温度特性



(2)－2　圧縮強さ、およびポアソン比

ポリカーボネート圧縮強さは、他の熱可塑性プラスチックと大差ありませんが引張り降伏応力と同様に、広い温度範囲にわたって大きな変化がないことが特長です。

ポリカーボネートプレートの圧縮応力ー歪曲線



ポ ア ソ ン 比	——	0.35 ± 0.07

物体に外力が作用すると、その力の作用方向（縦方向）に伸び（縮み）を、その力の直角の方向（横方向）に縮み（伸び）を生じます。この割合を表したものをポアソン比（ν）、その逆数をポアソン数といい、その値は材料によって一定の値をとります。

$$\text{ポアソン比}（\nu）= \frac{\text{横の歪}（\varepsilon'）}{\text{縦の歪}（\varepsilon）} = \frac{1}{\text{ポアソン数}}$$

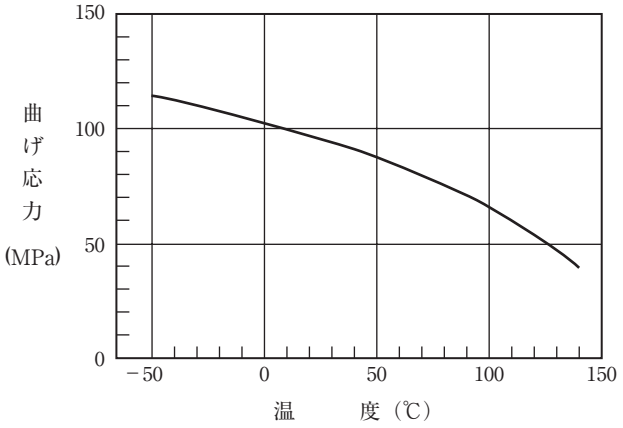
(2)－3　曲げ強さ、および弾性率

ポリカーボネートプレートの曲げ強さは、他のプラスチックと比べて、特に大きいとはいえませんが、曲げ角度が80～90°に達しても破断しないことが大きな特長です。

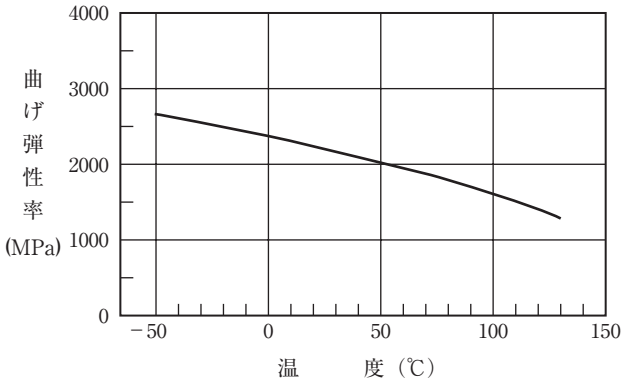
このことから、ポリカーボネートプレートは、熱をかけずに冷間でも曲げ加工ができることがわかります。

温 度 特 性

曲げ応力温度特性



曲げ弾性率温度特性



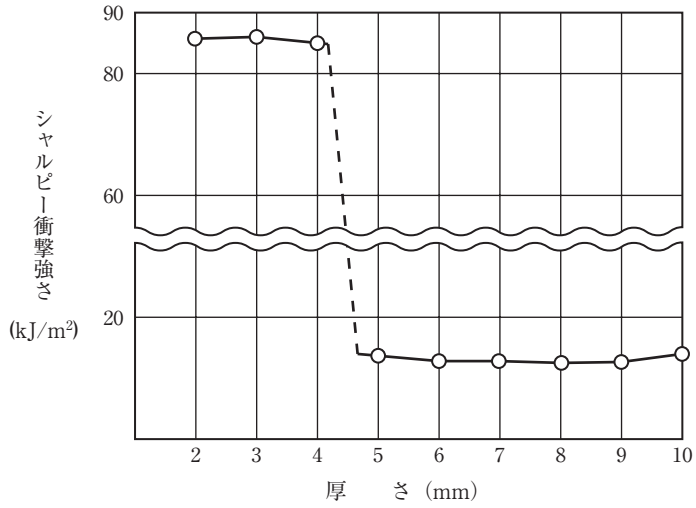
(2)－4　衝撃強さ

衝撃値に関しては透明プラスチック中、最高の値を示します。

アイゾット式でノッチなしの場合では300kgf･cm／cm以上でも破断せず、折れ曲がるだけです。

・厚さと衝撃値の関係（Vノッチ式）

シャルピー（Vノッチ式）衝撃試験

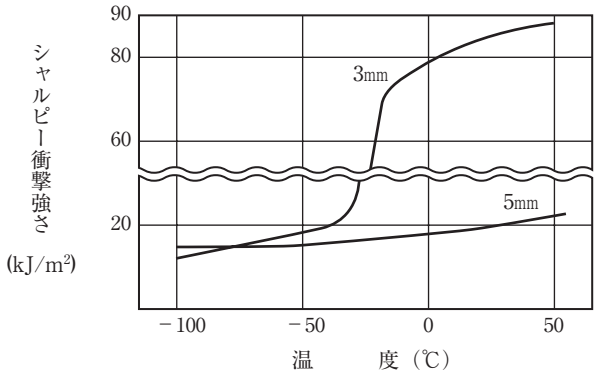


上記から明らかなように、Vノッチ付シャルピー衝撃試験ではポリカーボネートの破壊には延性破壊と脆性破壊とがあり、その転移厚さは4～5㎜の範囲に存在します。

一般に、薄物は延性破壊を示すので衝撃値が大きくなります。

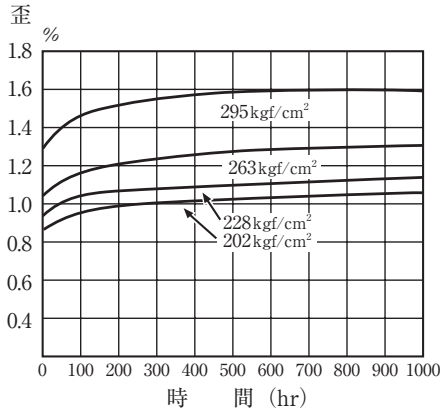
・温度と衝撃値の関係

右図の様に、低温においては脆性破壊を示しますが、低温での衝撃強さの変化はそれほどありません。

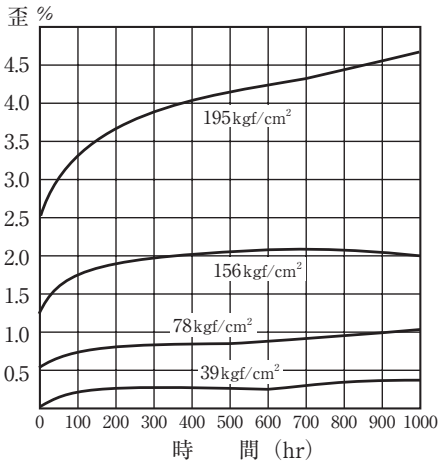


(2)－5　クリープ特性

ポリカーボネートの23℃および100℃におけるクリープを下図に示します。

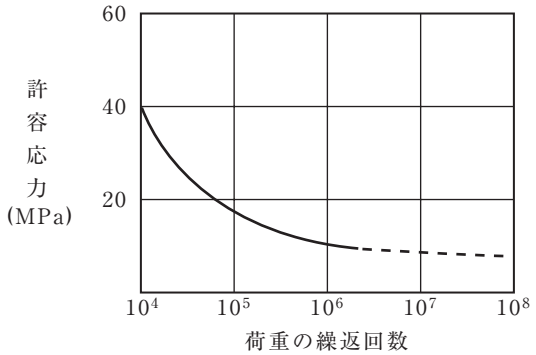


ポリカーボネートのクリープ（23℃）



ポリカーボネートのクリープ（100℃）

(2)－6　疲労特性



常温における疲労強度（実線が実測範囲　ASTM D-671）

(2)－7　耐擦傷性

ポリカーボネートプレートの耐擦傷性について試験を行ない、その結果を他の材料と比較して下記表に示します。

試験項目	試験方法	単位	ポリカーボネート PC1600	ポリカーボネート PCMR56620	ポリカーボネート PCMRMS61600	ガラス	アクリル
テーバー摩耗試験	JISK6735 CS－10F・ 500g 100回転 TYPE4	⊿H	36.6	4.7	5.8	0.2	23.2
鉛筆硬度	JISK5600－5－4	－	4B	HB～F	HB～F	8H	2H

(3)　熱的性質

(3)－1　耐熱性

ポリカーボネートは合成樹脂中、荷重たわみ温度が最も高い部類に属しており、しかも荷重の大小によって大幅に変化しないのが大きな特長です。

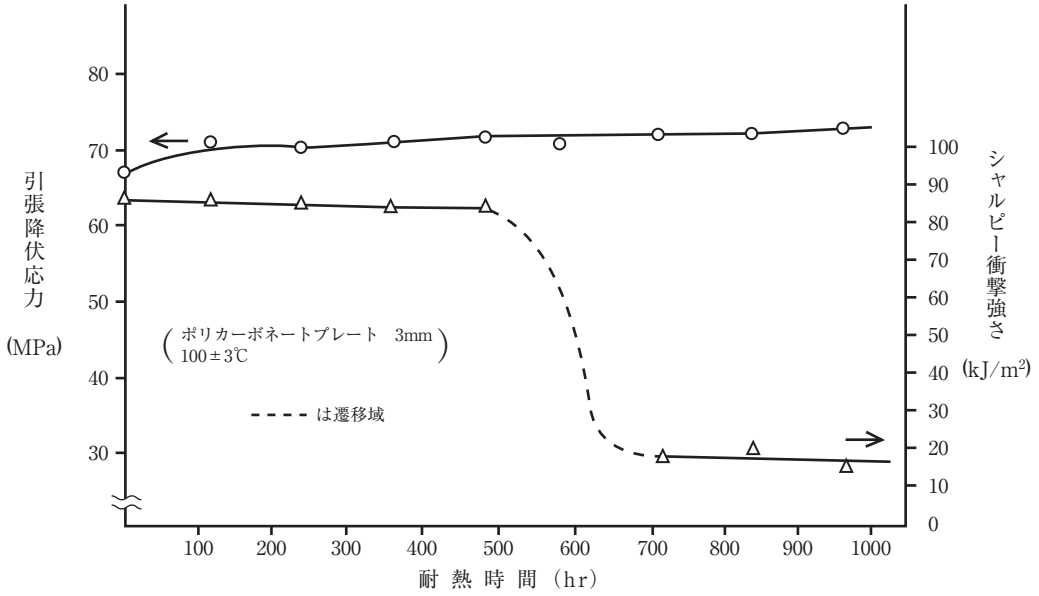
実用使用最高温度（連続）

使用条件、材料の種類などによって異なりますが、一般に空気中で使用の場合は荷重たわみ温度から約 15～20℃差し引いた温度が実使用最高温度（連続）となります。

このことからポリカーボネートの乾燥空気中での実使用最高温度（連続）は約 120℃となります。

熱劣化試験

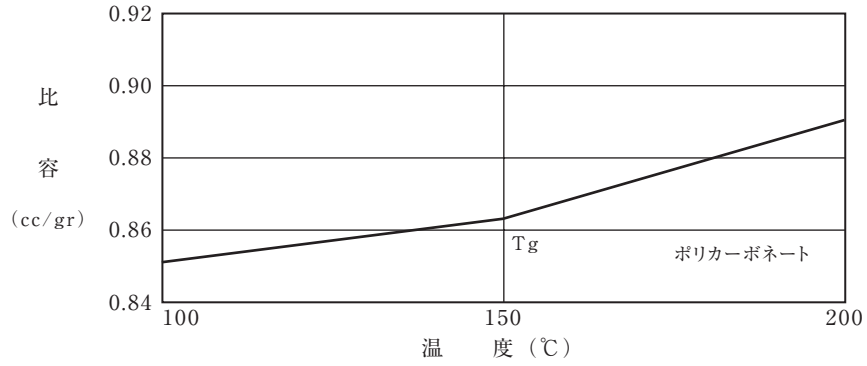
ポリカーボネートプレート（厚さ 3 ㎜）を 100℃ ± 3℃の恒温乾燥機中に放置し、各時間ごとに取り出して試験片作成後試験を行ないました。



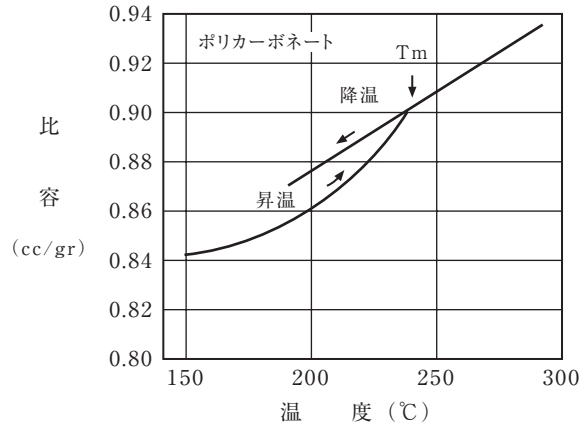
ポリカーボネートプレートの熱劣化

(3)－2　ガラス転移点（二次転移点）および溶融温度（一次転移点）

熱膨張法（Dilatometry）によるポリカーボネートのガラス転移点 Tg は約 150℃であり、溶融温度 Tm は約 240℃です。



ポリカーボネートの温度――比容曲線



結晶性ポリカーボネートの温度――比容曲線

ガラス転移点は一般に分子運動が凍結される温度とされており、これを越えると分子運動が始まって容積、誘電率、屈折率、圧縮率、熱伝導率などの物理特性が急激に変化します。また、溶融温度は分子量、結晶化度などによって異なり、また高分子物質では明瞭に認められ難く、普通ある範囲をもちます。

プラスチックのガラス転移点および溶融温度

種　　類	ガラス転移点（℃）	溶融温度（℃）
ポリカーボネート	150	240
ナイロン 66	47	250～265
ポリアセタール	－	264
硬質塩化ビニル	70～77	－
アクリル（MMA）	60～105	－
高密度ポリエチレン	－21～－24	105～115
ポリプロピレン	－35	160～170
ポリスチレン	80～105	230

(3)－3　脆化温度（耐寒性）

ポリカーボネートの脆化温度は、－100℃以下です。

このことからポリカーボネートは、用途によっては－100℃以下でも十分使用できます。また低温でも機械的強度の低下が少なくなっています。

(3)－4　比熱および熱伝導率

一般工業材料の比熱と熱伝導率

種類	比熱	熱伝導率
	KJ/(kg・K)	W/(m・K)
ポリカーボネート	1.26	0.19
ナイロン66	1.67	0.22～0.24
ポリアセタール	1.47	0.25
硬質塩化ビニル	0.84～1.26	0.15～0.17
アクリル（MMA）	1.47	0.21
ポリプロピレン	1.93	0.12
ポリスチレン	1.34	0.10～0.14
ABS	1.26～1.67	0.25
鋼	0.46	53.3
銅	0.38	376.6
アルミニウム	0.88	209.2

(3)－5　熱貫流率

厚さ	ポリカーボネートプレート (W/m²･K)
4	6.6
6	6.2
10	5.5

(3)－6　線膨張率

線膨張率は結晶性や配向によって異なるが、ポリカーボネートの線膨張係数は $6.5 \times 10^{-5}℃^{-1}$ です。

他のプラスチックの線膨張率もほぼ同程度ですが、金属材料に比べると4～5倍の値ですから、高温度差雰囲気で金属材料と組み合わせて使用する場合は設計上の注意が必要です。

ポリカーボネートと他建築材料の線膨張係数比率

種類	線膨張係数（$\times 10^{-5}℃^{-1}$）
ポリカーボネート	6.5
ガラス	0.90
鋼	1.08
鋳鉄	1.2
銅	1.8
亜鉛	2.8
ステンレス鋼	1.7
アルミニウム	2.32

(3)－7　燃焼性

ポリカーボネートは、炎が常に接触していない限り燃えないという燃焼性を有しています。

各 種 材 料 の 燃 焼 性

種類 / 性質 / 単位		ポリカーボネート	硬　質　塩　ビ	ポリプロピレン	ポリエチレン	A　B　S	試　験　法
酸素指数	－	26	45	17	17	18	ASTM D－2863
引火温度	℃	522	391	343	343	366	ASTM D－1929
発火温度	℃	550	454	388	349	466	ASTM D－1929
燃　焼　熱	(kJ/kg)	30500	18800	43900	46000	35000	－

① 酸素指数

酸素と窒素の混合気体中で材料が燃え続けることのできる酸素の最低濃度を酸素指数と言い、指数が大きい程燃えにくくなります。

② 燃焼時に発生するガス

ポリカーボネートプレートが燃焼したときに発生するガスは下記のとおりであり、刺激性の有毒ガスを発生しません。

各燃焼温度範囲におけるポリカーボネートプレートの生成物

生　成　物	＜475℃	475～500℃	500～550℃	550～1000℃	Total (mg/g)
炭　酸　ガ　ス	90	60	133	997	1280
一　酸　化　炭　素	10.3	14.6	60	248	333
メ　タ　ン	2.25	2.48	5.69	3.75	14.2
エ　チ　レ　ン	0.09	0.31	0.39	0.33	1.12
エ　タ　ン	0.057	0.19	0.36	0.12	0.73
プ　ロ　ピ　レ　ン	0.095	0.17	0.085	0.026	0.37
プ　ロ　パ　ン	0.022	0.067	0.03	－	0.12
メ　タ　ノ　ー　ル	0.093	0.43	0.36	0.14	1.02
アセドアルデヒド	0.092	0.10	0.06	0.085	0.34
1　－　ブ　テ　ン	0.062	0.038	0.008	0.042	0.15
ブ　タ　ン	0.001	0.004	0.001	0.004	0.01
ベ　ン　ゼ　ン	0.045	0.077	0.72	1.06	1.90
ト　ル　エ　ン	0.066	0.19	0.46	0.18	0.90
エチルベンゼン	0.013	0.088	0.21	0.17	0.48
ス　チ　レ　ン	0.006	0.008	0.014	0.036	0.06
回　収　物 残　留　物					59% 41%

③　難燃規格

米国 UL94 規格で認証を受けたグレードもあります。

UL 規格とは
UL（Underwrites Laboratories）　・・・　米国の保険業者が材料、製品を火災などの事故から人命、財産を守ることを目的として設立された試験機関です。

米国の多くの州で販売される製品は UL 規格認証取得が法律で義務付けられており、輸出する際は UL 規格認証取得が不可欠です。

UL94 規格　認証製品

UL登録内容			該当製品	
グレード名	厚さ	燃焼クラス	品種品番	カラー
PC 1(c)(c)(c) PC-1(c)(c)(c)	0.41mm以上	HB	PC1600	透明
			PC-1600	
PCSP 6(c)(c)T PCSP-6(c)(c)T	1.5mm以上	HB	PCSP 660T	透明
			PCSP-660T	
			PCSP 642T	ガラス色透明
			PCSP 677T	乳半
			PCSP-677T	
			PCSP 692T	グレースモーク
			PCSP-692T	
			PCSP 693T	ブラウンスモーク
			PCSP-693T	
PCSM PS(c)(c)(c)	0.44mm以上	V-2	PCSM PS610	透明
PCMU PY(c)2(c)	3.0mm以上	V-0	PCMU PY620	透明
PCNDL 78(c)(c)(c)(j)	1.5mm以上	HB	PCNDL 78610	透明
			PCNDL 78810	ブラウンスモーク
			PCNDL 78910	グレースモーク

(c)：0 ～ 9 までの数字が入ります。

(j)：UV 安定剤の含有量によっては A が入ります。

ULデーターベースの利用

ULウェブサイトでアカウントを作成後、登録したパスワードにてログインし、イエローカード閲覧および取得へのアクセスが可能になります。

＜アカウントの作成方法＞

1. UL JAPAN(https://japan.ul.com/)のホームページを開く。

2. ホームページ最下段右側の**ULデータベース**欄の右記、

または、ULホームページ右上段の、**UL Product iQ** をクリックする。

3. ホームページ最上段右側の、言語を日本語※にする。

4. アカウントの作成(無料)を開く。

5. ホームページ最上段右側の、言語を日本語※にする。

※英語でも可能な方はEnglishでもOKです。

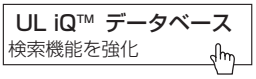
6. ✱のマークのある所を**すべて半角英数字**で記入し、“無料アカウントを作成する”をクリックする。
・8文字以上のパスワードを設定する。
・利用規約を確認後、“□利用規約に同意します。”に☑チェックを入れる

7. ULからメールを受信
“Prospectorの登録をご確認ください”の表題でメールが届きますので、
https://www.ulprospector.com/users/confirm/・・・・・にアクセスし、ログインする。

<イエローカードへのアクセス方法>

1. UL Product iQへ再度、アクセスし“ログイン”する。

2. 左側のUL iQデータベースをクリックする。

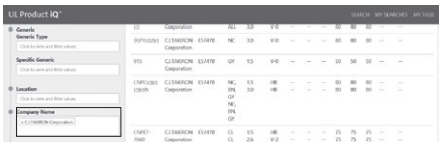


3. ACCESS THE UL iQ™ FAMILY OF DATEBASESが表示されるので右のアイコンをクリックする。

4. 下図のUL Product iQ のページが表示されるので、左側の●**Company Name** に**“C.I.TAKIRON”**または**“TAKIRON”**を入力する。

↓

C.I.TAKIRON　UL登録リストが閲覧できます。



(4)　電気的性質

電　気　的　特　性　の　概　要

評　価　項　目	試 験 方 法 （A.S.T.M）	特　　性　　値
絶 縁 破 壊 電 圧（AC）	D－149	6.4kV/0.02mm
〃　　（DC）	D－149	15.0kV/0.02mm
体　積　抵　抗　率	D－257（乾燥状態）	$2\sim5\times10^{16}\Omega$cm
比誘電率（商用周波数）	D－150（乾燥状態、常温）	2.95
（100　Hz）		2.95
（300　Hz）		2.95
（　1 kHz）		2.94
（　3 kHz）		2.94
（ 10 kHz）		2.94
（ 30 kHz）		2.93
（100 kHz）		2.93
（300 kHz）		2.92
（　1MHz）		2.90
誘電正接（商用周波数）	D－150（乾燥状態、常温）	5.0×10^{-4}
（100　Hz）		5.0×10^{-4}
（300　Hz）		5.0×10^{-4}
（　1 kHz）		8.0×10^{-4}
（　3 kHz）		1.3×10^{-4}
（ 10 kHz）		2.2×10^{-4}
（ 30 kHz）		3.4×10^{-4}
（100 kHz）		5.0×10^{-4}
（300 kHz）		6.8×10^{-4}
（　1MHz）		9.0×10^{-4}
ア　ー　ク　抵　抗	D 4 9 5 － タ ン グ ス テ ン 電 極	110～120 sec
	ス テ ン レ ス ス チ ー ル 電 極	10～ 11 sec

上記より、各項目の各々については、すべての樹脂よりも特に優れているというわけではないことが言えます。しかしながらこれらの特性が、周波数および温度変化に対して安定であり、かつ耐熱性が高く、機械的強度が大であるという点を結びつけるならば、他の樹脂に比べて非常に優秀な電気材料であることがわかります。

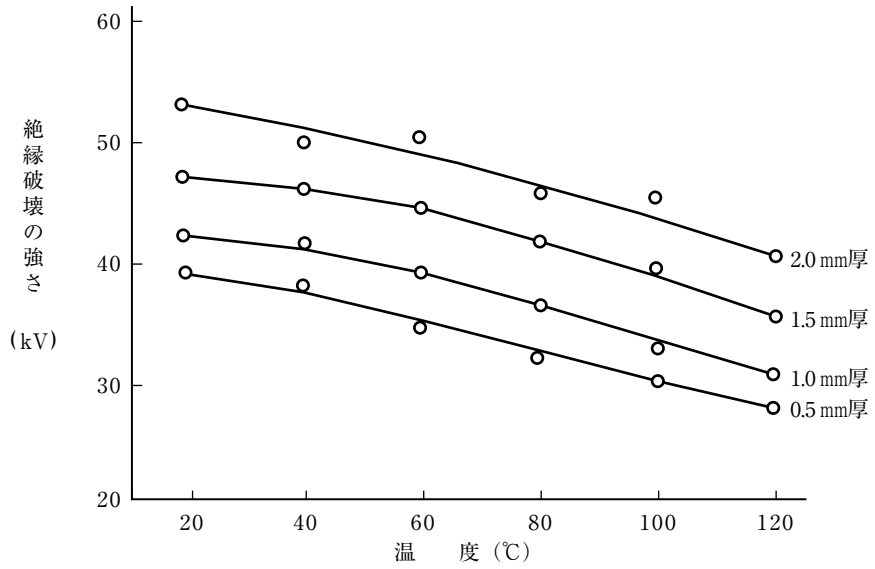
(4)－1　絶縁破壊電圧

ASTM D－149 に基づくポリカーボネートプレートの絶縁破壊電圧（短時間昇圧、常温）は 1 ㎜厚で約 31 ～ 33kV/ ㎜であり、他の樹脂と比較して大きな値をもっています。

プラスチックの絶縁破壊電圧

種　　類	絶縁破壊電圧　kV/mm
ポリカーボネート	31～33
ナイロン 66	15～20
硬質塩化ビニル	25～35
アクリル（MMA）	20以上
低密度ポリエチレン	18～20
ポリプロピレン	20～26
ポリスチレン	13.8～19.7
ABS	12～16
フェノール	15～20
エポキシ	16～20
メラミン	12～16

温度と、絶縁破壊電圧との関係を下図に示します。



ポリカーボネートプレートの絶縁破壊の強さの温度特性

上表は油中 12.5 ϕ の球状電極の間に試料を挟入し、6kV/sec 昇圧した場合の試験値です。これより言えることは一般にプラスチックは温度上昇に伴って破壊値が低下する傾向があるが、ポリカーボネートプレートは広い温度範囲にわたって、あまり影響を受けないことがわかります。

(4)－2　体積抵抗率

ASTM D－257 に基づくポリカーボネートプレートの体積抵抗率（乾燥状態、常温）は 2 ～ 5 × 10^{16} Ω・㎝であり、この値もエポキシ樹脂、ポリエチレンとならんでプラスチック中では大きい部類に入ります。

また下表に示すとおり、温度の影響に対しても比較的安定で、他の電気的特性と総合して優れています。

温　　度	体積抵抗率
－30～－3℃	＞10^{17}Ω･cm
23℃	2～5×10^{16}Ω･cm
125℃	＜10^{15}Ω･cm

(4)－3　制電プレート電気特性

項　目	単　位	PC制電板	PCプレート	測定法
表面抵抗率	Ω／□	10^{6}～10^{9}	10^{15}以上	JIS K 6911
体積抵抗率	Ω・m	10^{13}以上	10^{13}以上	JIS K 6911

(5)　化学的特性

(5)－1　耐薬品性

ポリカーボネートプレートは一般にアルコール、塩類、弱酸等に比較的安定であり、弱アルカリ、強酸にもある程度耐えますが、強アルカリ、芳香族炭化水素には溶解します。また耐薬品性を論じる場合に注意しなければならないのは温度と応力による影響であり、常温で安定であっても高温になると影響の出る薬品や、応力の存在する状態で接触させるとクラックを発生させる薬品も数多くあります。

このようにポリカーボネートプレートの耐薬品性は他の樹脂に比べて必ずしも優れているとはいえませんので、使用に際しては薬品の種類、濃度、使用条件（温度、圧力、応力、期間など）を充分吟味する必要があります。

試　験　結　果

試験片：1mm　3号ダンベル　いずれも一週間浸漬後の値です。

（○：抵抗性あり　△：抵抗性に限度あり　×：抵抗性なし）

薬　品　名		温度（℃）	外観変化	判　定
無　機　酸				
硫　酸	10%	20	な　し	○
		70	な　し	○
		80	な　し	○
塩　酸	10%	20	な　し	○
		70	な　し	△
		80	褐色斑点生ず	△
硝　酸	10%	70	黄　変	△
	20%	20	な　し	○
		70	黄　変	△
リ　ン　酸	100%	20	な　し	○
硼　酸	（冷飽）	70	な　し	○
ク　ロ　ム　酸	10%	20	な　し	○
無機アルカリ				
苛性ソーダ	1%	80	クラック	×
	5%	20	クラック	×
	5%	80	白　濁	×
	10%	80	白濁、クラック	×
水酸化カルシウム	（5%）	70	白　濁	×
	（冷飽）	70	クラック	×

薬品名	温度(℃)	外観変化	判定
無機塩			
塩化ナトリウム（冷飽）	70	なし	○
塩化カリウム（〃）	〃	なし	○
塩化カルシウム（〃）	〃	なし	○
塩化マグネシウム（〃）	〃	なし	○
塩化第二銅（〃）	〃	なし	○
塩化第二錫（稀）	〃	なし	○
塩化亜鉛（冷飽）	〃	なし	○
硫酸ナトリウム（〃）	〃	なし	○
硫酸銅（〃）	〃	なし	○
硫酸アルミ（〃）	〃	なし	○
硝酸カリウム（〃）	〃	なし	○
臭化カリウム（〃）	〃	なし	△
重クロム酸カリ（〃）	〃	なし	△
過マンガン酸カリ（18%）	〃	なし	○
過塩素酸カリ（1%）	〃	なし	○
炭酸ソーダ（冷飽）	〃	なし	△
亜硫酸ソーダ（〃）	〃	なし	△
硫化ソーダ（〃）	〃	わずかに白濁	×
塩素酸ソーダ（〃）	〃	なし	○
硫化アンモニウム（〃）	〃	粉化	×
	20	なし	○
有機酸			
酢酸 10%	20	なし	○
	70	クラック	×
50%	20	なし	△
100%	20	白濁	×
ギ酸 50%	70	クラック	×
100%	20	なし	△
安息香酸 0.06%	70	なし	○
1%	70	なし	×
10%	20	なし	×
乳酸（冷飽）	70	なし	○
蓚酸（〃）	70	なし	○
ピクリン酸（〃）	70	なし	○
有機溶媒			
メタノール	20	やや白濁	△
エタノール	20	なし	○
	70	やや白濁	×
イソプロパノール	70	なし	○
n－ブタノール	20	なし	○
	70	やや白濁	×
エチレングリコール	20	なし	○
	70	なし	△
エチルエーテル	20	白濁	×
アセトン	20	白濁	×
メチルエチルケトン	20	白濁，粉化	×
四塩化炭素	20	白濁	×
二硫化炭素	20	白濁	×

薬品名	温度(℃)	外観変化	判定
石油系炭化水素			
ベンゼン	20	膨潤、溶解	×
トルエン	20	膨潤、溶解	×
石油ベンジン	20	なし	○
ガソリン	20	なし	×
灯油	20	なし	○
	80	なし	○
重油	20	なし	○
	100℃×3hr	なし	○
トランス油	20	なし	○
シリコーン油	20	なし	○
フレオンガス	20	なし	○
プロパンガス	20	なし	○
都市ガス	20	なし	○

文献値

無機物					
ヒ酸20%	○	三塩化アンチモン	○	硝酸アンモニウム	○
フッ化水素酸20%	○	三塩化リン	×	炭酸水素ナトリウム	○
炭酸水	○	オキシ塩化リン	×	硫酸水素ナトリウム	○
カセイカリ5%	×	硫酸ナトリウム	○	亜硫酸水素ナトリウム	○
アンモニア水	×	硫酸カリウム	○	次亜塩素酸ナトリウム	○
塩素化石灰ペースト	○	硫酸マグネシウム	○	臭素酸カリウム	○
塩素化石灰溶液2%	○	硫酸鉄	○	チオシアン酸カリウム	○
K，Al－ミョウバン	○	硫酸マンガン	○	フッ化アンモニウム	×
クロムミョウバン	○	硫酸ニッケル	○	過酸化水素30%	○
塩化鉄	○	硫酸亜鉛	○	石こう	○
塩化第一銅	○	硫酸アンモニウム	○	硫黄	○
塩化アルミニウム	○	過硫酸カリウム	○	ホウ砂	○
塩化第二水銀	○	硫化アンモニウム	×	硫化水素	×
塩化第一スズ	○	硝酸カルシウム	○		
塩化アンモニウム	○	硝酸銀	○		
有機物					
プロピオン酸	×	塩化エチレン	×	シクロヘキサノール	△
〃 20%	○	塩化メチレン	×	アクリロニトリル	×
酪酸	×	グリコール	○	ピリジン	×
オレイン酸	○	ニトロベンゼン	×	デカヒドロナフタリン	○
トリクロル酢酸	○	ブロムベンゼン	×	エチルアミン	×
イソアミルアルコール	○	クロルベンゼン	×	エチレンクロルヒドリン	×
ベンジンアルコール	×	キシレン	×	リグロイン	○
プロパルギルアルコール	○	ペンタン	○	メタクリル酸メチル	×
アセトアルデヒド	×	フェノール	×	スチレン	×
ホルマリン30%	○	クレゾール	×	塩化スルフリン	×
ジメチルホルムアミド	×	シクロヘキサン	○	テトラヒドロフラン	×
ジオキサン	×	シクロキサノン	×	チオフェン	×
クロロホルム	×	シクロヘキセン	×		
鉱油類					
車軸油	○	コンプレッサー油	○	鉱物加熱油	○
ディーゼル油	○	スピンドル油	○	パラフィン油	○
潤滑油	○	ガソリン（低芳香族）	○	精油	○
シリコーン油	○	〃（高芳香族）	×	変圧器油	○
真空ポンプ油	○				

食品類					
ビール	○	ケイ皮油	○	食品酢	○
果物シロップ	○	タラ肝油	○	サラダ油	○
オリーブ油	○	コニャック	○	ラム	○
玉ねぎ	○	コーヒー	○	ナタネ油	○
オレンジジュース	○	リキュール	○	ブドウ酒	○
ミカン膚	○	牛乳	○	ヒマシ油	○
濃厚トマトジュース	○	チョコレート	○	グレープフルーツジュース	○
その他					
セメント	○	アマニ油	○	ガラスパテ	○
洗剤（非イオン系）	○	アマニ油標準ワニス	○	カラシ油	○
〃（アニオン系）	○	床みがき	○	チョウジ油	×
絶縁テープ	○	フレオン	×	ニクズク油	×
石けん	○				

各種プラスチックの耐薬品性比較

（N：侵されない、R：耐える、SA：いくらか侵される、
A：侵される、S：溶ける、D：分解する）

	吸水率（%）	弱酸	強酸	弱アルカリ	強アルカリ	有機溶媒
ポリカーボネート	0.3	R	SA	SA	A	S（芳香族、塩素化炭化水素に）
ナイロン66	1.9～3.3	R	A	N	N	N
ポリアセタール	0.12	N	A	R	A	R
硬質塩化ビニル	0.07～0.4	N	N	N	N	R
アクリル	0.3～0.4	N	A	N	A	S（ケトン、エステル、塩素系に）
ポリプロピレン	0.01以下	R	A	N	R	R
ポリスチレン	0.03～0.05	N	A	N	N	S（芳香族、塩素系に）
ABS	0.01～0.3	N	A	N	N	S（ケトン系に）
AS	0.2～0.3	N	A	N	N	S（ケトン系に）
フッ素樹脂	0.0	N	N	N	N	N
塩素化ポリエーテル	0.01	N	A	N	N	R
フェノール樹脂	0.1～0.2	−	−	N	D	N
尿素樹脂	0.4～0.8	N	D	N	D	N

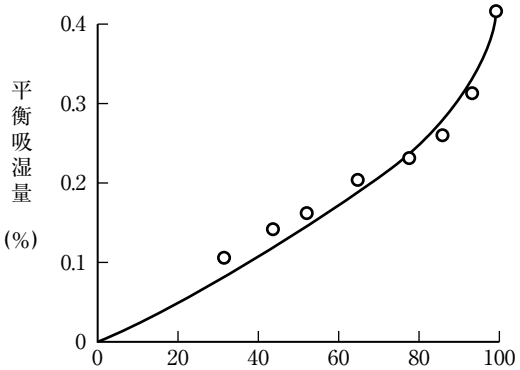
(5)－2　吸水・吸湿特性

ポリカーボネートプレートの特長の一つは吸水性が低いことです。これは分子末端の OH 基を除いて親水性のグループが全く存在しないためです。試験結果では相対湿度 52%の雰囲気中の最大吸湿量は僅かに 0.16%であり、23℃の水の中に浸漬し、7 日後の吸水量についても 0.4%に過ぎません。

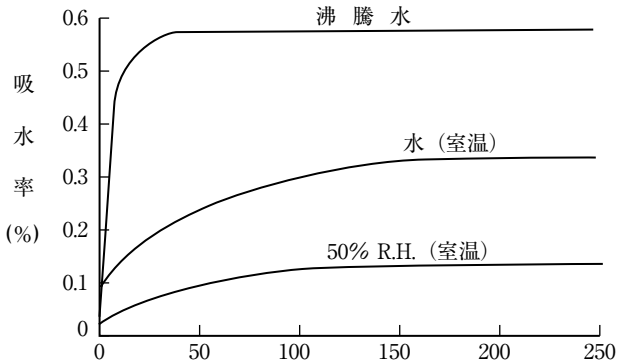
この値は沸騰水中に 1 週間浸漬してもそれほど大きな変化はなく重量変化は 0.4%でした。（ポリカーボネートの文献値は沸騰水中における重量増加は、0.58%となっています。）

また吸水による寸法変化は、いずれの場合でも 0.1%以下でした。

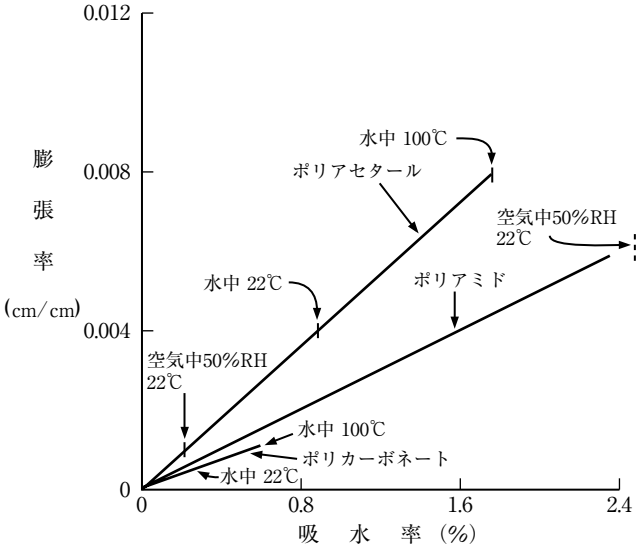
次に平衡吸湿量、吸水曲線、吸水による寸法変化を示します。



平　衡　吸　湿　量



吸　水　曲　線



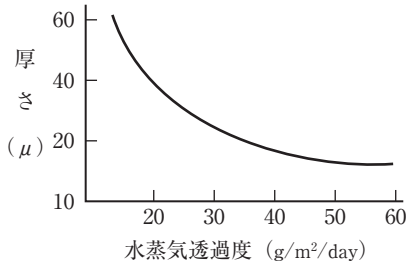
吸水による寸法変化

(5)－3　ガス透過性

ポリカーボネートプレートのガス透過率は比較的低く、一般にポリスチレン、ポリエチレンより少ないが、ポリエステルよりは大きくなります。ただし、ガス透過率は厚さによってかなり異なります。

次に0.02㎜厚さのフィルムを用いた時の透過恒数および厚さと水蒸気透過度との関係を示します。

	透過恒数 10^{-9}g/cm・hr・mmHg
水　素	1.35
炭酸ガス	0.75
酸　素	0.13
窒　素	0.01
空　気	0.04



水蒸気透過度の厚さによる変化

各種プラスチックのガス透過恒数

膜厚 0.3 mm 換算値	透過度 ASTM D1434－58 g/m²・24hr・atm、20℃ dry			透過度 JIS 20208 g/m²・24hr
	O_2	N_2	CO_2	H_2O
ポリカーボネート	0.1～1.5	－	1～7	40～50
セロハン a)	0.1～1	＜0.3	0.5～5	大
高密度ポリエチレン	4～6	1～1.5	20～30	5～10
低密度ポリエチレン	13～16	3～4	70～80	16～22
軟質塩化ビニル b)	4～16	0.2～8	10～40	25～90
ポリプロピレン	5～8	－	25～36	8～12

a）相対湿度の増大とともに著しく増大する。
b）可塑剤の種類、量により異なる。

(5)－4　アウトガス

ポリカーボネートプレートからの発生ガス分析結果

品種・品番	分析結果
PC 1600	顕著な発生ガス成分は確認されず
PCSP 660T	顕著な発生ガス成分は確認されず

※熱脱離／ガスクロマトグラフ質量分析

(6) 光学的性質

ポリカーボネートプレートの各種光学特性を以下に示します。

ポリカーボネートプレート　一般グレード

品　種	品　番	色　相	厚　さ (mm)	全光線透過率 (%)	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)
PC	1600	透明	15.0	87	−	−
			12.0	87	−	−
			10.0	88	−	−
			8.0	89	−	−
			6.0	89	−	−
			5.0	89	−	−
			4.0	89	−	−
			3.0	90	−	−
			2.0	90	−	−
PCSP	1700	ホワイト	5.0	6	−	−
			3.0	12	−	−
	1900	ブラック	5.0	0	−	−
			3.0	0	−	−

ポリカーボネートプレート　耐候グレード

品　種	品　番	色　相	厚　さ (mm)	全光線透過率 (%)	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)
PCSP	660T	透明	12.0	87	76	8
			10.0	88	78	8
			8.0	88	79	9
			6.0	89	79	9
			5.0	89	80	9
			3.0	89	82	9
			2.0	90	83	9
	642T	ガラス色	5.0	85	77	8
			3.0	87	80	9
	692T	グレースモーク	5.0	38	49	6
			3.0	34	47	6
			2.0	33	47	6
	693T	ブラウンスモーク	8.0	34	42	6
			5.0	35	44	6
			3.0	32	46	6
			2.0	34	49	6
	677T	乳半	5.0	37	31	15
			3.0	42	39	21
			2.0	48	44	27
	K6600	透明 片面マット	5.0	88	77	7
			3.0	87	79	8
			2.0	90	80	7
	R6600	透明 両面マット	10.0	86	74	7
			8.0	88	74	7
			6.0	86	77	7
			5.0	88	77	7
			4.0	89	77	7
			3.0	88	79	7
	F6600	透明 両面すりガラス調 マット	5.0	93	76	7
			4.0	93	76	7
			3.0	93	78	7
			2.0	94	78	8
	K6900	ブラック片面マット	2.0	0	0	5
	K6920	グレースモーク 片面マット	5.0	34	45	6
			3.0	31	43	6
			2.0	32	45	6
	K6930	ブラウンスモーク 片面マット	5.0	35	45	6
			3.0	31	45	6
			2.0	31	45	6
	R6920	グレースモーク 両面マット	5.0	38	47	5
			3.0	35	47	5
	R6930	ブラウンスモーク 両面マット	5.0	35	43	6
			3.0	33	46	5

ポリカーボネートプレート　耐候グレード

品　種	品　番	色　相	厚　さ (mm)	全光線透過率 (%)	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)
PCSP	36600	透明型板	5.0	91	77	8
			3.0	92	78	8
	36400	グリーン透明型板	5.0	88	75	7
			3.0	88	77	8
	F6400	ガラス色 両面すりガラス調 マット	5.0	88	73	7
			4.0	88	75	7
			3.0	89	76	7
			2.0	91	77	8

ポリカーボネートプレート　MR（耐擦傷）耐候グレード

品　種	品　番	色　相	厚　さ (mm)	全光線透過率 (%)	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)
PCMR	56620	透明	5.0	93	83	6
			3.0	93	85	6

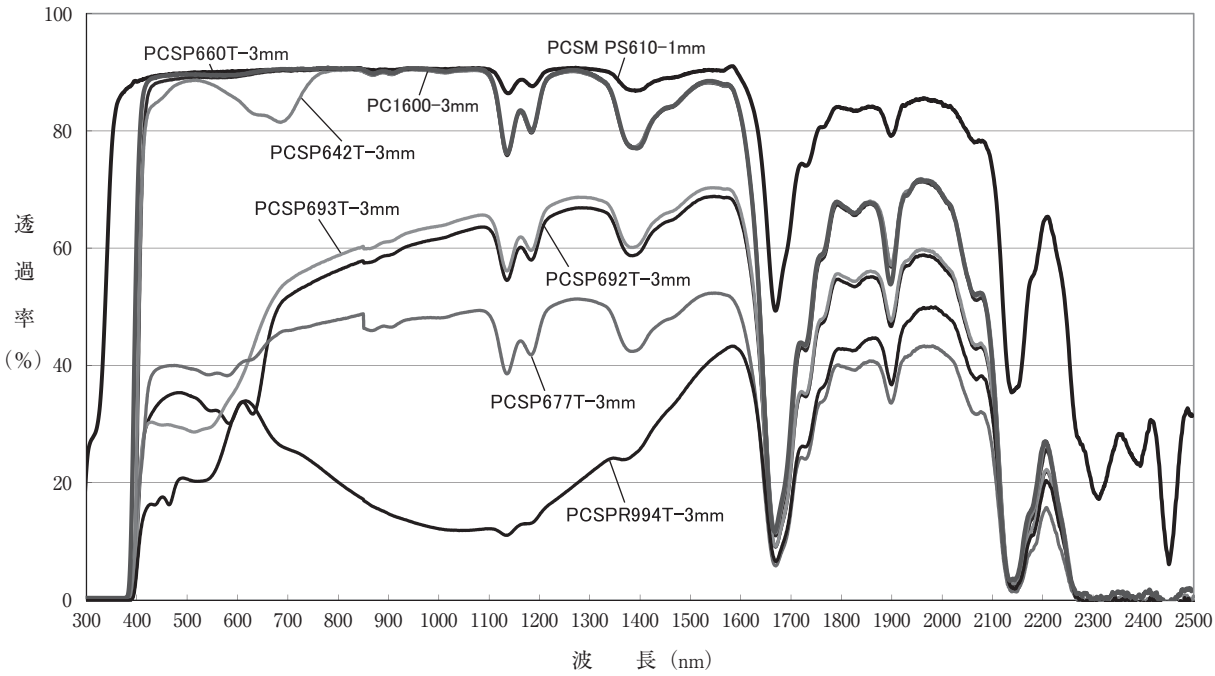
ポリカーボネートプレート　耐候熱線カットグレード

品　種	品　番	色　相	厚　さ (mm)	全光線透過率 (%)	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)
PCSPR	994T	ブラウンスモーク	5.0	24	19	5
			3.0	26	22	5
			2.0	27	23	5
	900T	クリアスモーク	5.0	70	55	7
			3.0	70	56	7
			2.0	70	54	7
	K9000	クリアスモーク 片面マット	5.0	67	46	6
			3.0	70	51	6
			2.0	70	51	6

ポリカーボネートプレート　高機能タイプ

品　種	品　番	色　相	厚　さ（mm）	全光線透過率（%）	日射透過率（%）	日射反射率（%）
PCNDL	78610	透明	5.0	86	−	−
			3.0	86	−	−
	78810	ブラウンスモーク	5.0	32	−	−
			3.0	29	−	−
	78910	グレースモーク	5.0	35	−	−
			3.0	28	−	−
PCMRMS	61600	透明	5.0	91	−	−
			3.0	91	−	−
PCMU	PZ620	透明	2.0	88	−	−
	PY620	透明	5.0	85	−	−
			3.0	87	−	−
PCSM	PS610	透明	0.5	90	−	−
			0.8	90	−	−
			1.0	90	−	−
			1.5	90	−	−
			2.0	90	−	−

分光光度曲線

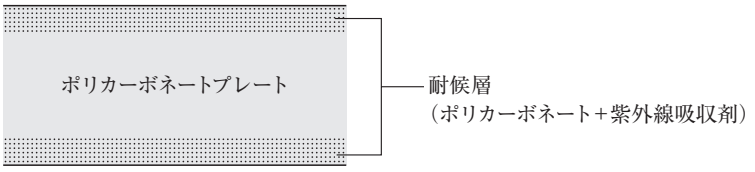


※上記グラフデータは測定値であり、保証値ではありません。

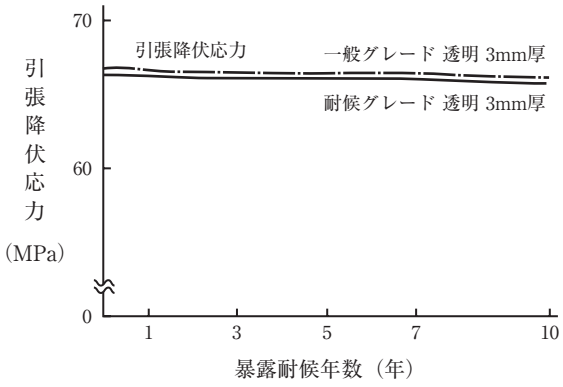
(7) 耐候性

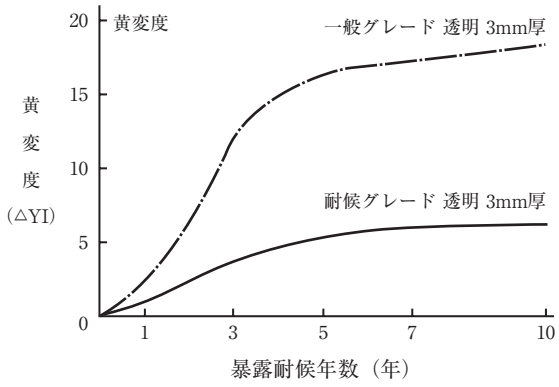
ポリカーボネート樹脂は紫外線により分子構造が変化し黄変劣化します。ポリカーボネートプレートの表面に耐候層を設けた耐候グレードは、黄変劣化が抑制され長期間屋外使用に耐えうる性能を有しています。現在は耐候層として、耐候剤を添加したポリカーボネート樹脂を積層する方法が主流となっています。

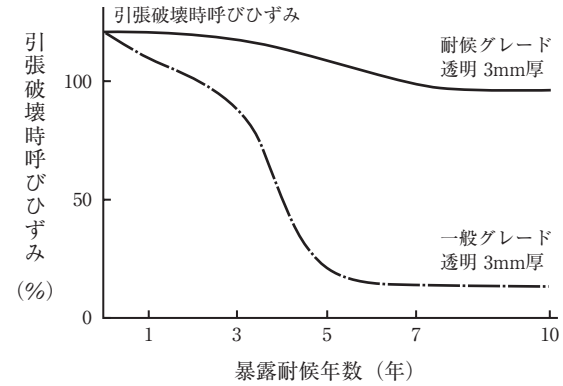
耐候グレードの断面図

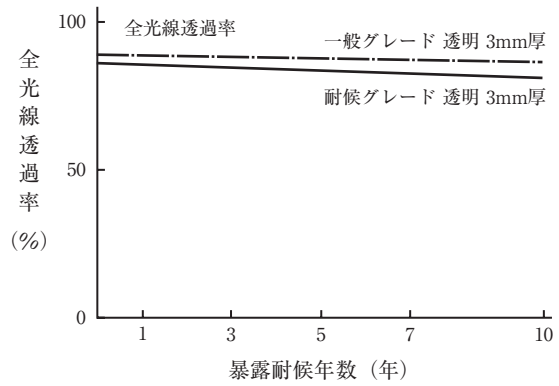


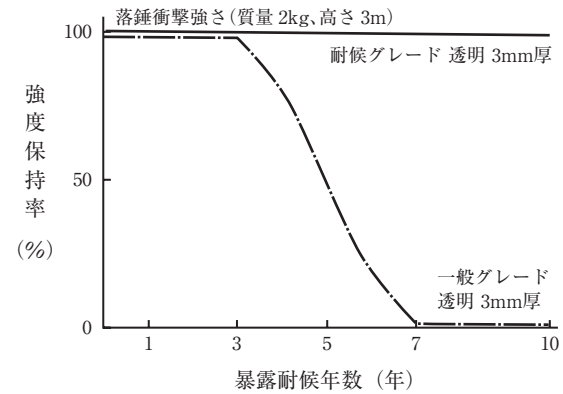
タキロンシーアイ網干工場 暴露試験場で行なった屋外暴露試験結果を次に示します。



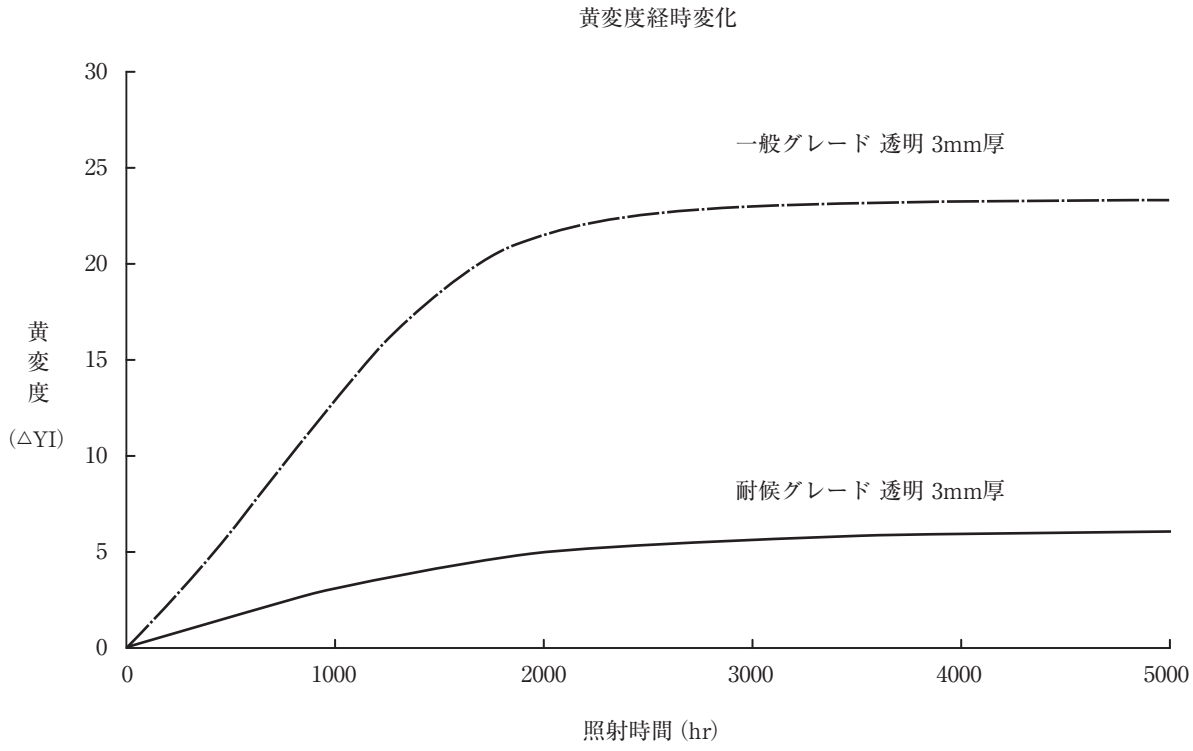








サンシャインウェザオメーターによる耐候性の促進試験結果を以下に示します。



※照射時間 500 時間が屋外暴露試験の 1 年相当

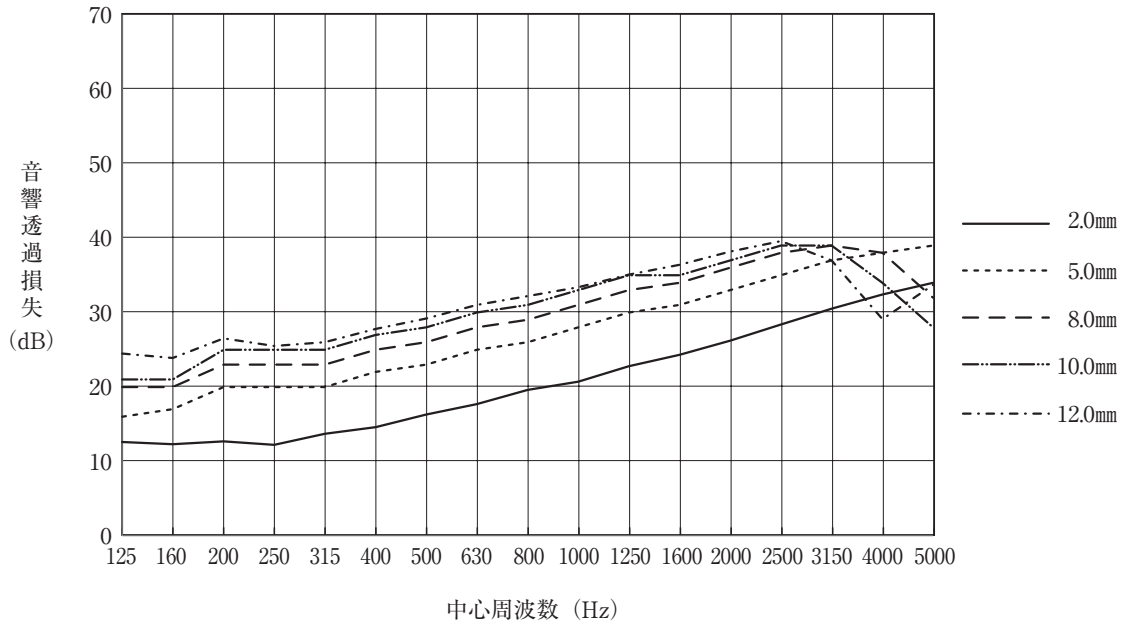
(8) 音響透過損失

一般に透過損失の値を用いて遮音性能を評価する目安としています。ポリカーボネートプレートの中心周波数(Hz)による透過損失は次の図表のとおりですが､周波数によって遮音性能が急に低下することはありません。

透過損失は質量法則によるものとされており面密度（m^2 あたりの重量）の大きい材料の方が透過損失が大きく、遮音材としては良好であるとされています。

ポリカーボネートプレートの周波数別音響透過損失（dB）

	板厚（㎜）	2.0	5.0	8.0	10.0	12.0
	面密度（kg/㎡）	2.4	6.0	9.6	12.0	14.4
中心周波数（Hz）	125	13	16	20	21	25
	160	12	17	20	21	24
	200	13	20	23	25	27
	250	12	20	23	25	26
	315	14	20	23	25	26
	400	15	22	25	27	28
	500	16	23	26	28	29
	630	18	25	28	30	31
	800	20	26	29	31	32
	1000	21	28	31	33	33
	1250	23	30	33	35	35
	1600	24	31	34	35	36
	2000	26	33	36	37	38
	2500	28	35	38	39	40
	3150	31	37	39	39	37
	4000	32	38	38	34	29
	5000	34	39	32	28	34



ポリカーボネートプレートの音響透過損失

（9） 他材料との特性比較（文献値）

	性質（単位） ＼ 樹脂名		ポリカーボネート	アクリル	塩化ビニル（透　明）	ナイロン66	ABS	ポリエチレン（高密度～低密度）	ポリプロピレン	FRP	ガラス	一般鋼	ステンレス	アルミニウム	亜　鉛
物性理的質	比　重		1.20	1.17～1.2	1.45	1.09～1.14	1.04～1.07	0.94～0.96	0.90～0.91	1.5～2.1	2.54	7.86～7.96	7.8	2.69	7.13
	ロックウェル硬度		M 78 R123	M80～100	M76 R121	R100～118	R90～115	D60～70 （ショアー）	R85～110	M70～120 R122	94	ブリンネル 100～130	B80	17～44	
機械的性質	引張降伏応力	MPa	58.8～68.6	54.9～75.5	73.5	58.8～83.4	35.3～58.8	21.6～37.3	29.4～38.2	98.1～196.1	32.4～79.4	372.6～470.7	578.6	98.1～196.1	1.5～2.0
	引張破壊 呼びひずみ	%	90	2～7	80	60～300	25～40	15～100	200～700	0.5～2.0	3	30～35	55	35	
	引張弾性率	GPa	1.9～2.5	2.4～3.4	3.4	1.2～2.8	1.8～2.9	0.4～1.0	1.1～1.6	5.9～13.7	49.0～78.4	206.9	193.2	70.6	12.7
	アイゾット 衝撃強さ	kJ/m^2	78.4～98.1	2.2～2.7	3.4	3.9～13.7	14.7～49.0	7.8～98.1	2.9～7.8	10.8～98.1	アクリルの約1/10（落球）				
	シャルピー 衝撃強さ	kJ/m^2	84.3	2～2.9	3.9	9.8～14.7	19.6～58.8	4.9～	4.9～7.8	93.2					
	圧縮強さ	MPa	78.4	75.5～127.5	88.3	89.2	17.7～55.9	22.1	37.8～54.9	98.1～196.1	588.4～ 1176.7				
	曲げ強さ	MPa	94.1	82.4～117.7	117.7	63.7～127.5	49.0～88.3	6.9	41.2～54.9	68.6～274.6	39.2～78.4				
	Tabor 耐摩耗性	mg/1000 サイクル	13			6～8									
熱的性質	耐熱温度（連続）	℃	120	60～90	60～65	80～150	60～95	100～120	120～130	150～180	720～730				
	荷重たわみ温度	℃ （4.6 kg）	180～190			180～240	90～100	60～80	95～110						
		（18.6 kg）	137～142	70～100	61	65～85	80～84	43～40	57～65						
	脆化温度	℃	＜－100		－20～－40	－30～－50	－20	－70～－80	0～－20						
	線膨張係数	10^{-5}℃$^{-1}$	6.5	5～9	6～8	10	7～13	12～14	10～12	1.2～5.0	0.8	1.3	1.2	2～2.3	3.12～3.97
	熱伝導率	W/mK	0.19	0.17～0.25	0.16～0.17	0.24	0.01～0.36	0.42	0.12	0.25～0.33	0.67～1.26	60.7	15.9	205.1	112.6
電気的性質	体積固有抵抗	Ω・cm	2～5×10^{16}	＞10^{15}	＞10^{16}	10^{13}～10^{14}	10^{16}	＞10^{16}	＞10^{16}	10^{14}					
	耐電圧	kV/mm	31～33	17～21	25～35	15.4	12～16	18～20	20～26	19～22					
	誘電率	(10^6～)	2.90	2.2～3.2	2.8～3.1	3.3～3.6	2.7～4.7	2.3～2.35	2.2～2.6	3.5～5.5					
化学的性質	耐酸性	四段階	△	○	◎	×	◎	○	○	○					
	耐アルカリ性		×	◎	◎	○	○	◎	◎	△					
	耐溶剤性		△	○	○	○	△	△	△	○					
	吸水率	%	0.24	0.3～0.4	0.03～0.05	8.4	0.1～0.3	＜0.01	0.03	0.01～1.0					
光学的性質	屈折率		1.59	1.48～1.50	1.52～1.55	1.53	－	1.54	1.48	－	1.52				
	透明性		透　明	透　明	透～不透明	半～不透明	透～不透明	透～不透明	透～不透明	不透明	透　明				
	光線透過率	%	89～90	90～92							90～91				

4. ポリカーボネートプレートの加工法

ポリカーボネートプレートは加工に制限がある品種があります。

品種	冷間加工	熱加工	機械加工	溶接	接着
PC	○	○	○	○	○
PCSP	○	○	○	○	○
PCNDL			○		
PCMRMS			○		
PCMR			○		
PCMU	○	○	○		○
PCP		○	○	○	○
PCET		○	○	○	○
PCSPR	○	○	○	○	○
PCSM	○	○	○	○	○

(1)　冷間加工

ポリカーボネートは冷間加工ができますが､これは他の樹脂にみられない優れた性質の一つです｡この方法は、冷間加工に対する金属の技術を応用することによって、極めて速い加工速度が得られ、また溶融させないので、材料の乾燥、加熱、冷却などの行程を省くことができます。さらに、加工によって機械的性質の向上する場合もあるなどの利点があります。

(1)－1　折り曲げ

ポリカーボネートの冷間折り曲げ加工にはハゼ折り機やプレスブレーキを使用します。スプリングバックのため所定の角度が合わせにくく、また使用温度が常温になると復元がはじまるので実用的には限定された用途の加工法として利用されます。

冷間折り曲げ可能板厚は直角曲げで 12 ㎜厚が限度です。それ以上の板厚では R の外側にサケ目を生じ、また R の内側はかなりシャープに仕上るので応力のかかるところに使用した場合にはノッチ効果で割れることがあるので注意が必要です。

(1)－2　曲げ加工

常温でアーチ型に曲げ加工する場合、目安として上表冷間加工可能品番では板厚の 180 倍以上の曲率半径をもたせてください。

(1)－3　その他

イ　常温で絞りや圧延を行なっても、透明性は変化しません。

ロ　絞りを行なう場合、スプリング・バックを考慮した型を使用しないと、所期の形状が得られません。

ハ　冷間加工したものの温度を上げると、収縮を起こすので注意が必要です。特に150℃以上にすると、ほとんど原型に戻ります。また､100℃程度で30分くらい加熱すると数パーセントの変形(原型の方向に近づく)を起こしますが、これ以上の時間ではほとんど変形の進行はみられません。

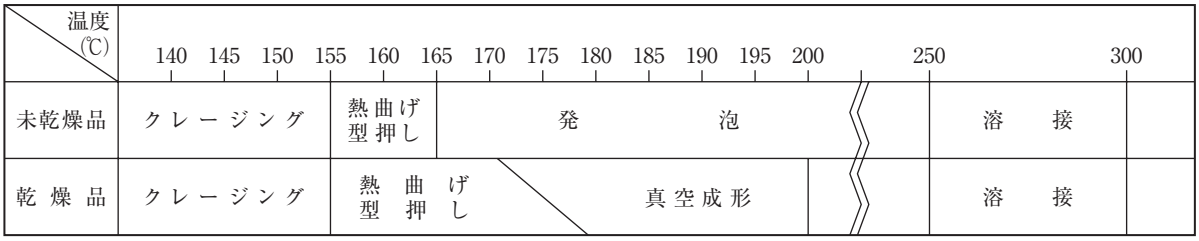
(2)　熱　加　工

ポリカーボネートは塩化ビニル、アクリルなど一般の熱可塑性樹脂の加工法と同様の考え方で熱加工を行なうことができますが、一般のものに比べて加工温度が高く、高温になると発泡することから、水分の予備乾燥が前提条件であることなどが特に異なります。このポイントを押えれば一般の熱可塑性樹脂の加工法を応用して、ポリカーボネートに適した加工ができます。

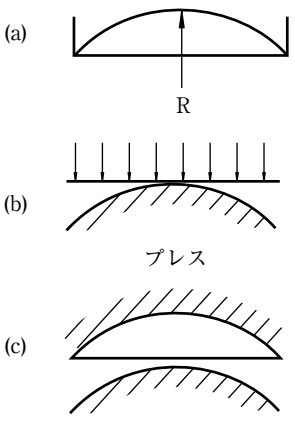
水分の予備乾燥は加工時間のロス、加工費の増加などに影響するので、できれば未乾燥で加工するにこしたことはありませんが、ポリカーボネートの未発泡領域で加工可能な温度域は150～195℃と狭いため、加熱条件を均一にしなければ、加工に必要な板の柔軟性が不足し、発泡が生じやすく、製品ロスが発生しやすいので注意が必要です。

簡単な型押し、曲げなどは、均一加熱すれば未乾燥で熱加工できます。真空成形では、成形温度が発泡温度以上であるため、予備乾燥が必要です。

(2)－1　温度条件



① ポリカーボネートの熱変形温度は140℃付近であり、曲げ加工はそれ以上の温度が必要です。120～140℃の軟化域では、分子運動が活発化し応力が加われば緩和しようとするためクレージングが発生しやすくなります。従って曲げ加工においては、歪を与えた状態で軟化点近くまで温度を上げると、歪が大きければクレージングが発生するので注意が必要です。



② 図のように曲率Rで曲げ加工する場合は､(a)のようにRを初期に与えて昇温し、歪をなくすという方法は加工上都合は良いですが、①のような問題が残ります。このような場合は、板の軟化に従って型に沿わすか〔(b)〕、板の温度を上げて型押し〔(c)〕、または真空成形してください。

また、冷間加工をしたものや初めに所定の形状に曲げたものの歪取をする場合は､100℃程度で長時間行なう方が､熱変形、クレージング発生の点から無難です。

③ 予備乾燥したものでは､樹脂が分解発泡する温度までの広範囲で加工できますが､160～180℃の範囲が適当です。

④ 未乾燥のものでは、165℃以上では発泡するので、145～165℃の狭い範囲でしか熱加工できず、また熱加工温度が高い一方で、冷めやすい特長があり、板の剛性をとりもどしやすくなります。加工温度は150～165℃が適当です。

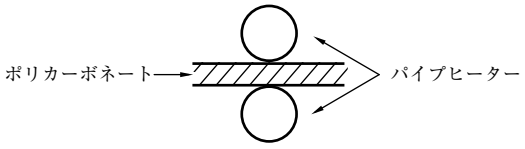
⑤ 熱加工においては、成形に歪を伴わないので、アニールする必要はありません。

(2)－２　加熱方法

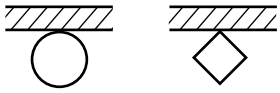
加熱方法については、予備乾燥したものでは発泡しないのでどのような方法でも良く、160 ～ 180℃の温度に板を軟化させ、型などに沿わせれば所定の形状を容易に得ることができます。

未乾燥のものは発泡するため注意が必要です。以下に未乾燥の加熱方法と注意点を記します。

Ⓐ　パイプヒーター（鋭角な折り曲げに使用）



(a) うまく曲げることができる



(b) 曲げにくい

この系統のヒーターは、ヒーターとプレートが線接触するため、熱の移動量が少ないので両面加熱（ヒーターでポリカーボネートをサンドイッチにする）が必要です。パイプヒーター両面加熱をすると、5 ㎜程度の板厚まで曲げることができます。角ヒーターは板との接触が小さいため軟化しにくく好ましくありません。

ヒーターの表面温度が高すぎると、ポリカーボネートとの接触部が潰れたり、発泡したりするので、適切な温度（180 ～ 200℃）にしてください。

片面加熱〔(b)〕は、放熱が大きいので曲げにくく、また次のような欠点があります。

① 線加熱のための時間がかかる。
② 放熱が大きいためプレートの温度が上がりにくい。
③ 熱伸縮を起こすため、プレートがヒーターから離れようとする。薄板では特に加工しにくい。
④ 局部線加熱のため、ヒーターからプレートを離すと、プレート温度が下がりやすく、剛性回復が大きいので所定の曲げ加工を行い難い。
⑤ 表面を加熱しやすく、部分的な発泡が起こりやすい。また曲げ面が潰され外観が悪くなりやすい。

この種のヒーターの長所は、手頃であり、曲げがシャープにできる点にあるが、板厚が大きくなると、充分な軟化を得ずして曲げやすく内部歪を残す場合があるので、注意が必要。

Ⓑ　電気ヒーター（丸味のある折り曲げに使用）

電気ヒーターとしては、ニクロム線ヒーター、石英管ヒーター、シーズヒーターなど種々考えられますが、両面加熱を原則とします。この種の長所は比較的簡単に装置が得られ、しかも充分な熱量を板に与えることができることであり、精密な温度制御を行なえば、未乾燥でもかなりの板厚まで熱加工できます。

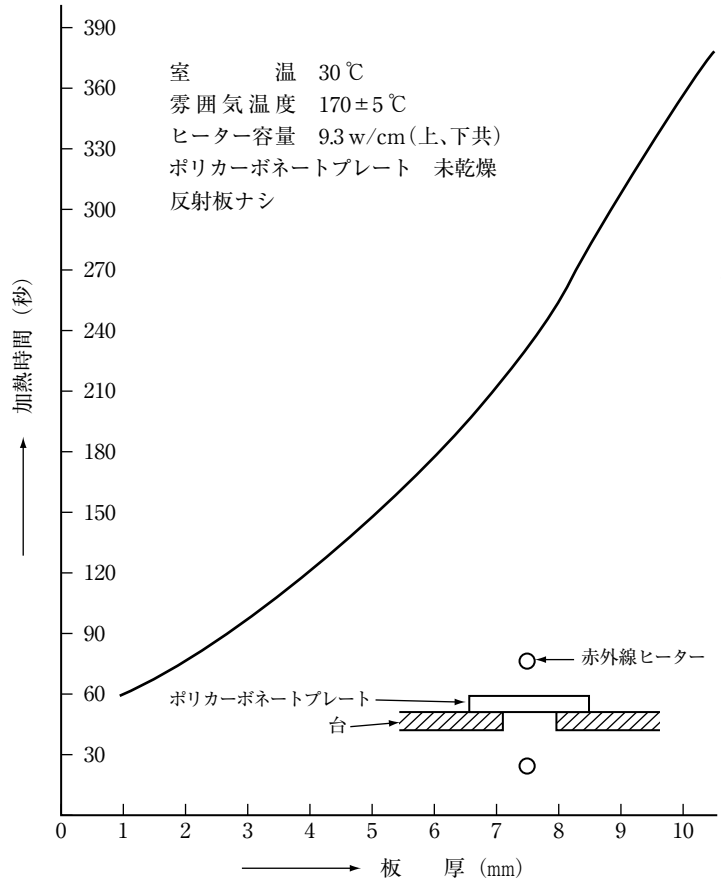


図4－1－A　板厚と加熱時間の関係

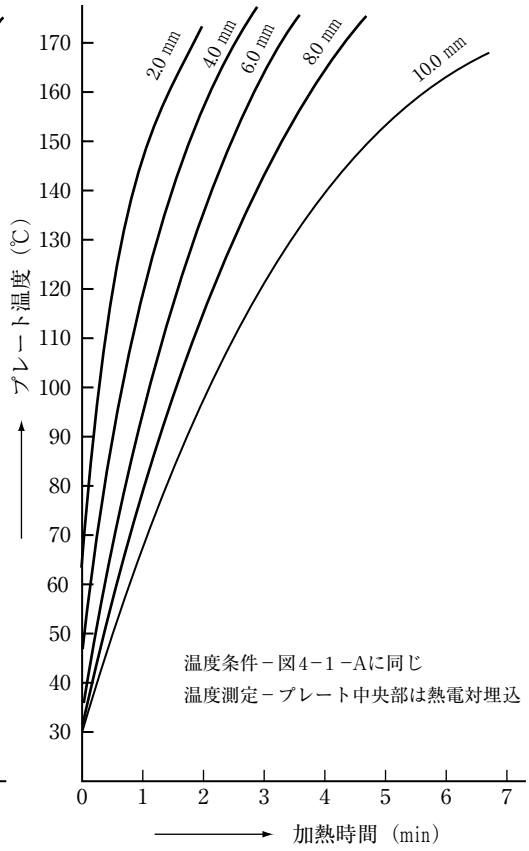


図4－1－B　プレートの昇温

図4－1－Aは石英管ヒーターを使用した場合の板厚と加熱時間の関係を示しています。未乾燥プレートの加熱時の注意事項としては次の通りです。(①～⑤)

① 急激な加熱をしないこと。
雰囲気温度は適正曲げ温度付近にする。高温雰囲気にすればするほど発泡するまでの余裕時間が少なくなる。高温になる場合は、ヒーターとプレートの間に金網等マスキングをして、クッション作用を持たすとよい。厚物になる程、加熱に時間をかけ均一加熱するようにする。

② 板の両面にかかる熱量を同じにする。
外観的には両面加熱であっても、プレート表面において熱量が異なっていては、6㎜程度の厚物になると、片面は発泡、片面はまだ固いという現象が生じかねないので注意する。

③ プレート端部から発泡しやすい。
プレート端部は、プレート中央部より熱量がかかりやすいので、発泡は端部から起こりやすい。この様な場合は、端部にマスキングを施せばよい。

④ 発泡までの時間を予め知っておき、発泡に対する余裕時間を必ず残しておく。

⑤ ヒーター強度は10W/㎝程度は必要である。反射板取り付けなどで、熱損失を少なくするとよい。

ⓒ 油　加　熱

流動パラフィンを使用して、曲げ加工する場合の温度－時間－板厚の関係を図4－1－Bに示します。油の選択については、ポリカーボネートの劣化に結びつかぬものが必要で、植物性油が安全と考えられます。エチレングリコールやグリセリンは白濁、膨潤の傾向にあり、適していません。未乾燥の場合の油浴加工上の注意点は次の通りです。(次頁①②)

① 油浴温度は、あまり高温にしない。

油温度が175℃以下の場合、プレートが軟化して発泡を起こすまで、時間的な余裕が充分あり175℃においても発泡は起こしにくくなっています。しかし185℃になると板厚にかかわらず、板端部から発泡を起こします。

時間的には加熱開始後約1分であり、185℃においては6㎜プレートの曲げに必要な時間が約1分であるから、それ以上の厚さのものは発泡の点で避けた方が無難です。高温になると、油の板に与える影響、製品の寸法精度にも関係するので油温度は、160 ～ 170℃にするのが適当です。

② 加工製品の熱容量と、油浴容量により温度と時間の関係は、多少変化する。

(2)－3　曲面加工

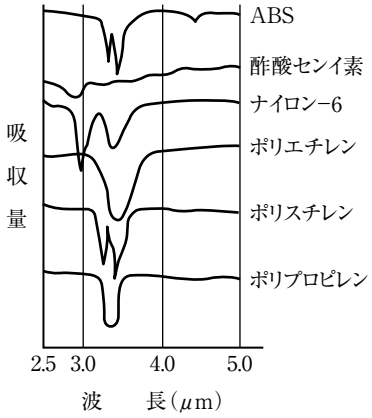
以上は直接折り曲げ加工を主体としてきましたが、曲面加工においても、注意点や、温度と時間の関係は大体同じです。曲面加工においては、普通は予備乾燥をし成形しますが、未乾燥状態でも成形できます。

ただし、平面的であるので、温度制御が正確でないと、温度むらにより部分的な発泡を起こしやすく、また、一枚一枚の成形時間も異なってくるので、発泡による製品ロスが生じやすくなります。加熱雰囲気温度は高い程成形サイクルが短くなりますが、あまり高すぎると厚物では、プレート表面に、乗せ台や成形型の跡が残ったりするので注意が必要です。未乾燥成形の場合、雰囲気温度は、6㎜程度までは180 ～ 200℃、6㎜以上では、160 ～ 180℃で加熱するのが適切です。

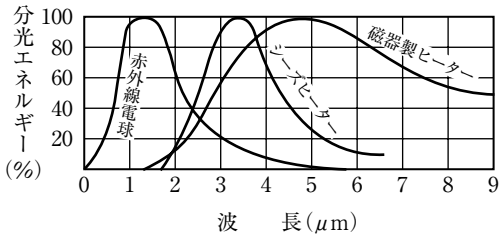
一般的に、温度管理を精密に行なうのはかなり難しいので熱加工する場合はトライアルを行ないその加熱炉の性質を握むことが必要です。

加熱炉のヒーターにはどんなものを使用しても実際には支障ないですが､次のグラフのようにポリカーボネートもまた3.5μm近辺の熱線吸収量が大きく、その点シーズヒーターが理想的といえます。ただし、未乾燥で加熱する場合、波長の長い磁器製ヒーターを使用する方が軟化から発泡までの余裕時間が得られるために作業がしやすく実用的です。

反面、波長の短い石英管ヒーターなどは熱的効率は高いですが、高温のためにポリカーボネートが発泡しやすく、加熱ムラを生じやすいので厳密にはあまり好ましくありません。



熱可塑性プラスチックの熱線吸収曲線



分光分布曲線

(3)　機械加工

ポリカーボネートは、普通に鋼で使用している切削工具で機械加工を行なうことができます。

ポリカーボネートは剛性、靱性があり、軟化点が高いので、切削中に材料がやわらかくなったり付着したり、カケが発生するということはほとんどなく、外観は綺麗に加工できます。

しかし熱可塑性プラスチックであるので切削加工中に切刃や刃底との摩擦熱により被削材に残留応力を生じ、クラックを生じたり、あるいは物性を落としたりするので、充分注意して加工しなければなりません。

また、加工時には破片が飛び散る場合がありますので、保護具等を着用してください。

(3)－1　穴　あ　け

標準鋼切削用ドリル（ポイント角 118°、すくい角 5°くらい）がポリカーボネートの穴あけ加工に用いられます。プラスチック用として市販されているドリルは、使用しても利点がありません。なお、ドリルは特に切味のよいものを使用してください。

ドリル径が太くなるに従って、回転数が大きいとくい込み現象が認められるので、低速回転の方がよいようです。送り速度は、あまり遅いと、切削中に熱の発生が甚だしくなり、切削面に残留応力が残ります。

切粉がスムーズに出てくるようであれば、よい加工条件と判断されるので、これを目安にドリルの回転数や送り速度を選んでください。

穴　あ　け　加　工　条　件

ドリルの直径（mm）	ドリルの回転数（rpm）	送り速度（mm/1回転）
6　以下	800	0.2～0.4
6.1以上	300	

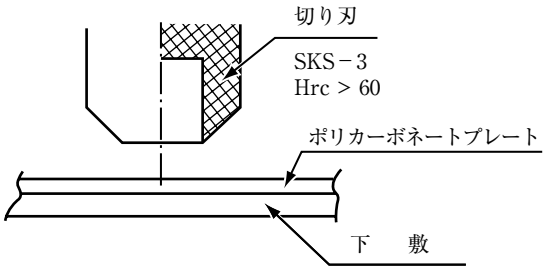
(3)－2　打　抜　き

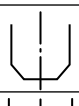
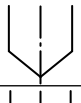
ポリカーボネートプレートの打抜き加工は、熱硬化性樹脂のようにワレの心配がない反面、ダレ，返り，破面の荒れなどの問題があります。

一般にパンチ・ダイスによる打抜きでは、切口外観はクリアランスを小さくする程、また打抜き速度を速める程良くなります。一方、ダイス内径と製品直径の寸法差は、加工速度が遅い程小さく、クリアランスが板厚の 5%程度の時最小になります。

さらに良好な切口外観と高い精度を得るには、ナイフ刃ポンチを使用すると良くなります。

下敷きの溝にはポリウレタン、または ABS を充填し刃先の摩耗を防ぐ必要があります。



ポンチの形状	切口外観
	○
	△
	×

(3)－3　旋盤加工

旋盤加工も、鋼標準工具（すくい角 0°、逃げ角 3°）のバイトを使用して 550rpm の回転で加工できます。この場合、必要とする表面状態、残留応力のチェックの結果によって、回転速度をより上げることは可能です。

(3)－4　形削り加工

工具はすくい角5°、逃げ角0～5°のバイトを使用して、138ストローク／分、切込み深さ1.2㎜送り0.05㎜、1.8㎜／ストロークでもよい結果が得られますが、送りは必要とする表面状態により小さくしてください。

(3)－5　フライス加工

20㎜のエンドミルで2㎜の切削では、425rpmで55㎝／分の送り速度を与えてよい結果を得ています。

(3)－6　剪断および切断

0.5㎜厚のシートは、普通の紙切断用カッターで剪断できます。一般の切断は丸鋸およびハンドソーを使用してください。

方法 ／ 加工適正 ／ 板厚（mm）	ハサミ	手鋸切	シャーリング	丸鋸	ケガキ	ハンドソー	糸のこ
	・直線又は曲線	・直線切断	・直線切断 ・打ち抜き	・直線切断	・直線切断	・半径の大きい曲線切断 ・曲面成形品の切断 ・角穴の切りぬき	・曲線切断
0.5～1	○	○	○	△	○	△	△
2～3	×	△	○	○	△	○	○
4～	×	×	△	○	×	○	○

(4)　溶接

ポリカーボネートは、熱可塑性樹脂であるので、溶接が可能です。溶接には熱風溶接、高周波溶接、超音波溶接、加熱治具溶接、摩擦溶接などの方法があります。

熱風溶接は、他のプラスチックにおいてもごく一般に行なわれている方法であり、ポリカーボネートにも適した方法です。高周波溶接は、ポリカーボネートの透電率、力率が低いので適当ではなく、加熱治具溶接は、その都度、治具を準備せねばなりませんが、一定の作業には便利な場合もあります。また摩擦溶接は、すべての溶接方法の中で最もよい結果を与えますが、接着端が筒状のものでないとできません。

熱風溶接

熱風溶接は、一般に塩化ビニル板の突き合わせ溶接を行なっているような方法で行なえます。装置は普通のHot jetgunを使用しますが、ポリカーボネートの溶接に必要な温度まで空気（またはガス）の温度が上がらない場合があるので注意が必要です。

予備乾燥する場合は、2㎜プレートで、溶接母材、溶接棒とも必要であり、120℃、3時間を基準として、厚さが1㎜増すごとに乾燥時間を2時間程度長くしてください。

(4)－1　溶接時における発泡

ポリカーボネートを予備乾燥すれば、溶接時の発泡の心配はありませんが未乾燥では、発泡が起こります。

ポリカーボネートで作製したものの溶接部分だけ、または全体を乾燥させることは至難です。未乾燥のまま溶接する場合が多いと思われますが美麗な製品を得るためには、予備乾燥が必要です。

(4)－2　押　　圧

3㎜φ溶接棒を基準にした場合、押圧そのものは非常に小さく、適正温度条件では350～700grです。温度が低い場合（特に未乾燥の場合）押圧は大きくなります。

(4)－3　溶接温度

溶接温度は、熱風温度，風量，押圧等により異なりますが、溶接速度と熱風温度との関係は、図4－2のようになります。

速度限界としては、30㎝/min程度で、それ以上では溶接がしにくくなります。

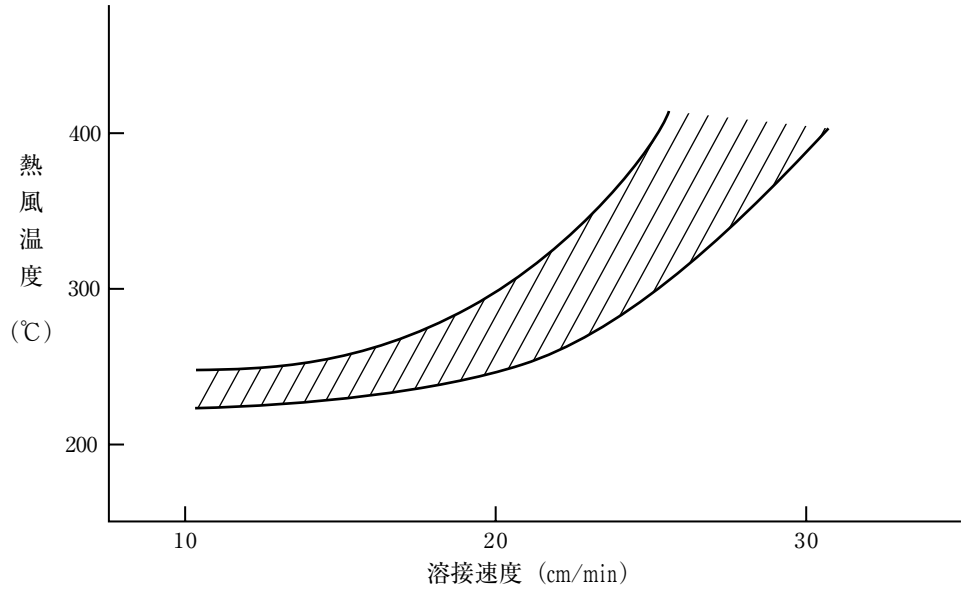


図4－2　溶接速度と熱風温度――ノズル先端1㎝の所の温度計の指示温度

(4)－4　溶接効率

乾燥材においては、適正溶接温度（樹脂温度）は300～400℃であり作業しやすい温度は330～350℃です。この範囲では、80%以上の効率が充分得られ、板厚と効率の関係は図4－3のようになります。

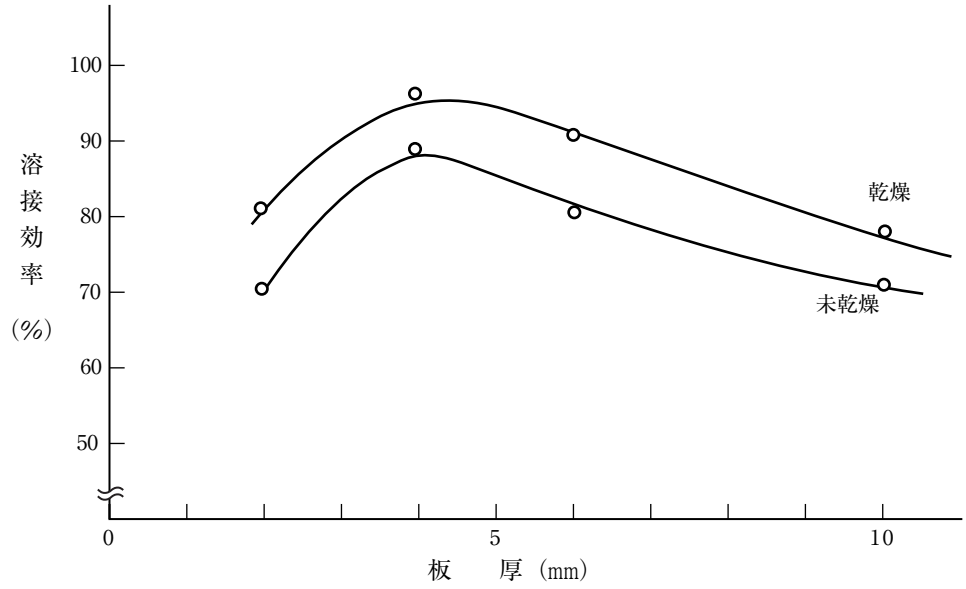


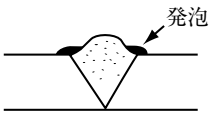
図4－3　板厚と溶接効率　　乾燥－400℃　未乾燥－280℃（ノズル先端１㎝）

(4)－５　未乾燥溶接

① 未乾燥溶接においては、温度が低すぎると、溶接棒が腰折れ状態になり発泡は起こりませんが、外観は凹凸を生じ強度も良くありません。強度を得るためには多少の発泡は無視しなければなりません。

溶接作業性，外観，強度を考慮すれば、適正溶接温度は 260 ～ 280℃であり、溶接部の発泡はやや見受けられる程度です。この状態では、図４－３のように約 70%の効率が得られます。発泡がほとんど起こらないように溶接した場合には約 10%程度効率が低下し、溶接部の破壊は、板とのはずれが多くなります。

② 発泡は板の表面および溶接棒内部において発生しやすくなりますが、溶接棒の発泡を押えるよう注意すると共に、板とのはずれを少なくするため、熱風を板の方に多く当てるとよいでしょう。



また、発泡を溶接内部に残さないよう、押圧を充分加えて、溶接部から押し出します。多層盛りの場合は発泡を外部に出すことは困難ですが、この時は溶接棒と板との境界面に発泡を残す（図４－４）よりも、溶接棒上に泡を移動させる（図４－５）方が好ましいでしょう。

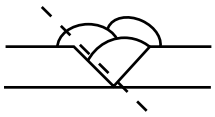


図4－4

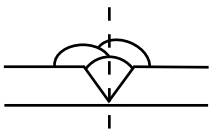


図4－5

③ 未乾燥溶接には、発泡現象が伴うので、溶接のバラツキが大きくなりやすく、発泡状態により強度が異なってくるという不安定要素がありますが、使用条件が苛酷でない場合は利用できます。

(4)－６　溶接の注意点

① 乾燥材料を使用する場合、発泡せず、分解温度も高いので、溶接温度域は広くなります。板にかける熱風割合は溶接棒より多くするとよいでしょう。

② 熱歪について

溶接棒二番手には、溶接熱による、熱歪が発生し、溶接温度が高い程歪は大きくなります。従って溶接棒、母材の熱歪化の点からも、必要以上に温度を上げないことが大切です。

使用環境が悪い場合は溶接部をアニール処理する必要があります。アニールにより歪を完全に取ることはできませんが 100 ～ 120℃で１時間程度行なえば歪は少なくなります。溶接機（ホットジェット）で、溶接部をアニールしても、歪が分散するだけで大きな効果は得られません。

(5) 接　　着

接着には溶剤接着と接着剤接着とがありますが、ポリカーボネートに対しいずれの接着法も適用可能です。

ポリカーボネートの溶剤接着、接着剤接着において溶剤の選択には特に注意を要します。使用する溶剤の種類が不適当な場合は、クラック（微少な亀裂）、ブラッシング（白化現象）、反り、材質の劣化などを発生し、ポリカーボネートの優れた性質が充分に発揮できなくなります。

また、成型品などで残留歪がある場合には、接着によるクラックを生じるので、120℃ 1時間ぐらいのアニーリングが必要です。

(5)－1　溶剤接着

ポリカーボネートは、メチレンクロライド（ジクロロメタン）単独またはポリカーボネートを数%溶かした溶液で接着できます。

イ．接着面が油等で汚れている場合には予めエタノール等で洗浄します。

ロ．メチレンクロライドは蒸発が早く（沸点 40.1℃）作業性も良好です。

ハ．ポリカーボネートを 1 ～ 5%含むメチレンクロライドは接着面が粗雑で、空隙がある場合に有効です。

ポリカーボネートをこのような溶剤で接着するとき、溶剤はなるべく少量使用することが肝要です。接着面でない部分に溶剤が付いた場合その部分が白濁することがありますが、これは溶剤の付いたハケまたはネルで軽く拭くときれいになります。溶剤の使用量が多すぎたり圧力が少ない、あるいは圧縮の時間が短いと接着面に泡や結晶を生じやすくなります。圧力をかけてのち室温で 24 ～ 48 時間乾燥後はじめて最高の強度（35 ～ 50MPa）を示します。この間、蒸発する溶剤の蒸気を取り除くため、充分な換気が必要です。

相手となる他材料がメチレンクロライドに溶ける場合（酢酸ビニル、塩化ビニル、アクリル、ポリスチレン、セルロース系）は互いに接着可能です。但し、他材料の中に可塑剤や滑材などが含まれていると、ポリカーボネートの性質を劣化させたり、接着強度を低下させる原因となりますので、できるだけ使用を避けてください。

また、ポリカーボネートの接着で強度を要するコーナーなどの部分はポリカーボネート溶接棒（3 ㎜ ϕ）を使用し補強するとさらに効果があります。

(5)－２　接着剤接着

ポリカーボネートの接着剤接着で注意すべきところは接着剤によってソルベントクラックを起こす点です。

従って接着剤の選択では接着強さだけでなく、ソルベントクラックについても事前に検討しておく必要があります。

ポリカーボネートに適した接着剤の主なものは以下の通りです。

商　品　名	メ　ー　カ　ー
アロンアルファ	東亜合成(株)
1530	(株)スリーボンド
7721	
7786	
ハードロック	デンカ(株)
VP2000	コニシ(株)

ポリカーボネートに適したシーリング材は以下のものです。

商　品　名	メ　ー　カ　ー
トスシール380	モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社
SE960	ダウ・東レ(株)
シーラント72	信越化学工業(株)
8051N	セメダイン(株)

接着部に応力がかかったり、製品に残留応力が存在する場合はクラックを発生することがありますので注意が必要です。また、上記銘柄はさらに新しいものに変更になっている可能性もあり、使用にあたっては事前に調査および予備試験を行った上で使用することをお勧めします。

その他溶着法として、超音波・高周波・回転摩擦による方法があります。これらは溶着機を用いて溶着しますが、超音波溶着法が多く利用されています。

(6)　真空成形

(6)－1　真空成形の原理

真空成形は従来から行なわれていた吹込み成形、絞り成形、プレス成形などの方法を合理化し、能率的にしたものです。

この成形法の概略はまず材料をクランプ枠に挟み、ヒーターで軟化させたのち型を突上げ、型に設けられた真空孔より型と材料との間の空気を真空吸引し、大気圧で材料を型に密着させ、冷却硬化させて所望の製品を得ることができます。

(6)－2　真空成形の特長

①　真空成形の長所

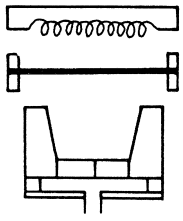
イ．設備費が低廉である。
ロ．生産性が良好である。
ハ．型素材が多く、安価である。
ニ．薄肉の成形、大型の成形が容易にできる。
ホ．エンボスしたもの、バックプリントしたものが成形でき、装飾保護仕上げが容易である。
ヘ．新製品の試作・設定に時間がかからない。

②　真空成形の短所

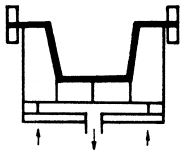
イ．部分的な肉厚の変化ができない。
ロ．中空成形のように口のせまいビン状の容器は成形できない。
ハ．後加工および仕上げが必要であり、スクラップが多量に発生する。

(6)－3　基本的成形法

(1) ストレート成形

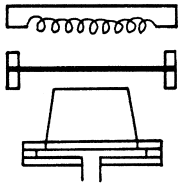


加　熱

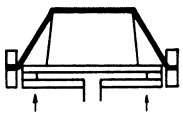


吸　引

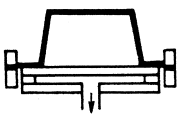
(2) ドレープ成形



加　熱



型上昇



吸　引

(6)－4　ポリカーボネートの乾燥

ポリカーボネートの成形にあたり最も重要なことは、プレートの充分な乾燥です。

乾燥が充分行なわれていなければ、加熱時に気泡が発生します。

ポリカーボネートに限らず､成形前に乾燥を必要とするものには､ABS 樹脂､ブチレート樹脂などがあります。

ポリカーボネートの乾燥条件はプレートの厚さによって異なり、普通 120 ～ 130℃の熱風乾燥器中で次表の時間だけ行ないます。また、乾燥温度が 100℃以下では長時間行なっても充分な乾燥ができず、反対に 135℃以上になるとポリカーボネートが変形するので注意を要します。

また、乾燥時には、マスキングフィルムの固着や糊残りの可能性がありますので、マスキングフィルムを剥がして乾燥することを推奨します。

ポリカーボネート板厚み	乾　燥　時　間
1　mm	1 ～ 2 時 間
2　mm	3 ～ 4 時 間
3　mm	6 ～ 7 時 間
4　mm	8 ～ 10 時 間
5　mm	10 ～ 13 時 間
6　mm	15 時 間 以 上

乾燥されたポリカーボネートは空気中に 30 分も放置すると、再び発泡する状態に吸湿するので、乾燥器から取り出したらすぐ成形してください。これはポリカーボネートの温度が上がっているので、成形時の加熱時間が短縮されるという利点もあります。

乾燥したポリカーボネートは静電気のためにゴミが付着していることがあるので、注意して取り去らなければ成形品にキズを残します。

(6)－5　クランプ

クランプはポリカーボネートが加熱および成形時に脱落しないよう保持するのに充分なものでなければいけません。

そのためクランプにゴムやスポンジを貼り付けて摩擦抵抗を増したり、クランプに突起を設け、ポリカーボネートに食込ませるなどの工夫が必要です。

また、クランプ枠にアングルを使用する場合には、加熱時に熱が遮断されないように、立上りを外側になるよう作成してください。

その他、連続使用中のクランプはかなり温度が上がるのでクランプを筒状とし、中に冷水を通してクランプの昇温を防ぐ方法は全自動機には欠かせない技術です。

(6)－6　加　熱

ポリカーボネートの真空成形温度は 170 ～ 200℃の範囲で、約 180℃が良好です。

実際の目安としては加熱されたポリカーボネートが 30 ㎝角で約 5 ㎝くらいたれ下がった時が成形最適条件です。

容量の少ないヒーターを使った場合、長時間加熱すれば 5 ㎝以上たれ下がりますが、成形温度には達せず成形できません。加熱方式としては両面加熱が好ましく､ヒーターとクランプ間のすき間はアルミ板などでカバーし、できるだけ熱の損失を防いでください。

ヒーターの種類は石英管ヒーター，シーズヒーター，磁器製ヒーターなどがありますが、多くのプラスチックは 3 ～ 3.5 μm の赤外線の吸収率が高いことなどから、シーズヒーターが理想的です。

ヒーターは各々電圧調節ができ、ポリカーボネートの中央と周辺の温度調節ができるものをお勧めします。

必要に応じて金網などでマスキングを行ない、ポリカーボネートの均一加熱、および加熱コントロールを行なってください。

金網の代りに加熱後ポリカーボネートをエアーで部分的に冷却して、温度コントロールを行なう方法もあります。

ポリカーボネートを成形する場合のヒーター容量はヒーター間隔によっても違いますが、大体 4 ～ 5W/ ㎝必要です。

ポリカーボネートは加熱した際にたれ下がりが大きく、特に面積が大きな場合は成形に支障をきたすことがあるのでブローなどでポリカーボネートの水平を保つことが行なわれています。

(6)－7　真空吸引

型の真空孔は吸引されたポリカーボネートが最後に接触する位置につけなければなりません。穴の大きさは1.0㎜ϕ以下のものを使用してください。

真空孔が長い場合には排気能力が劣るので、3～5㎜ϕのバックドリルを設けてください。

真空ポンプは高真空度より高排気量のものの方が成形上重要です。

(6)－8　真空成形の問題点とその対策

現　　象	原　　因	対　　象
発　　泡	①ポリカーボネートの吸湿 ②ポリカーボネートの過熱	①予備乾燥を行なう ②両面ヒーターの使用、およびヒーター間隔の調整
型再現不良	①加熱不足　②真空孔の不足 ③真空度不足　④ポリカーボネート厚みの厚過ぎ　⑤成形法の不適当	①加熱時間の増加　②真空孔の増加 ③アキュムレータタンクの容量増加 ④厚み変更　⑤成形法の変更
ひきつり（ウェブ）（ブリッジ）	①ポリカーボネートの過熱　②真空操作の遠すぎ　③型相互の間隔不適　④型およびプラグデザインの不適　⑤板厚の薄すぎ	①成形温度を下げる　②真空孔を減らし吸引速度を緩和する　③型間隔を充分にとる　④デザインの再検討　⑤板厚の厚いものを使う　①～⑤グリッドを使う
ドラグライン	①ポリカーボネートと型およびプラグとの温度差　②型のすべり不良 ③型およびプラグの移動速度不調	①型およびプラグ温度の調整 ②型表面をなめらかに仕上げる ③移動速度の調整
真空孔痕	①真空孔の過大 ②ポリカーボネートの過熱 ③吸引速度の速すぎ	①真空孔を小さくし、孔数を増やす ②加熱時間の短縮　③吸引速度の調整
偏　　肉	①加熱不均一　②ポリカーボネートの過熱 ③成形法の不適　④プラグ温度およびプラグ速度の不適　⑤型およびプラグデザインの不適	①ヒータの周囲をカバーしたり、マスキングで温度分布を調整する　②成形温度を下げる　③成形法の変更　④プラグの調整　⑤デザインの検討
はだ荒れきず	①ポリカーボネートの過熱　②型表面の荒れ　③抜きテーパーの不適　④ポリカーボネートおよび型にゴミの付着	①成形温度を下げる　②型表面を仕上げる　③抜きテーパーを大きくする ④清浄にする
離型不良	①型設計の不備　②型の過熱　③抜きテーパーの不適　④離型エアーの不足　⑤型の仕上不良	①デザインの再検討　②型の冷却を計る ③テーパーを大きくする　④真空孔を増加する　⑤型の表面を仕上げる
成形後の変形	①離型時の温度が高すぎる ②成形温度の低すぎ	①冷却時間の延長 ②成形温度を上げる

(7)　塗装・印刷

ポリカーボネートプレートは物性面では非常に特長ある優れたものですが、場合によっては商品価値を更に高めるために塗装が必要になります。

塗装の目的はポリカーボネートの保護と装飾の二点ありますが、全く美装のみを目的とする場合と保護を目的として耐擦傷性、耐薬品性および耐溶剤性を賦与する場合があります。

またポリカーボネートは各種用途に使用する際、印刷を必要とすることもあります。

塗装、印刷は目的、方法等は異なりますが、ポリカーボネートに対する塗装、インキの密着性およびポリカーボネートの耐溶剤性が基本的な問題であり、これらに対する考慮なくしては実施し得ず、要求される性質、または実施方法に応じて方法を考えていく必要があります。

ここで注意すべきことは、塗装不良品の手直しが不可能であることと、帯電による『ゴミ』が非常につきやすいので塗装環境を充分によくする必要があります。

(7)－1　ポリカーボネートの塗装・印刷の基本事項

ポリカーボネートの塗装、印刷にとって重要な点はまず密着性のよい樹脂を選択し、これらの樹脂に対し良溶剤であり、ポリカーボネートを劣化させない溶剤を選択することです。

(7)－2　塗装方法

①　内部歪の除去

ポリカーボネートを成形したり、切断・穴あけ等の加工をすると内部に大きな歪が発生することがあるため塗装前に 120℃で 2 時間以上、製品をアニール処理して歪を除去する必要があります。

②　塗装面の洗浄

塗装する前にエタノールや 200 倍程度に希釈した中性洗剤等で表面に付着した油や汚れを除去してください。

③　溶剤の影響

ポリカーボネートはエステル系(酢酸エチル等)、ハロゲン化炭化水素系(メチレンクロライド等)、ケトン系(MEK 等)、芳香族炭化水素系（ベンゼン等）の溶剤に対して溶解したり、低応力下でクラックを発生することがありますので、これらの溶剤が含まれる塗料を使用する場合には塗装条件や乾燥条件を考慮して塗装してください。

④　塗装方法

一回の塗布量は過多にせず溶剤を充分に揮散させ吹き付け距離も大きめにとってください。

⑤　乾　　燥

通常室温で 10 ～ 15 分乾燥しますが、ソリやクラック対策のためにはできるだけ時間を長く取ってください。

⑥　焼付け

焼付け温度は 120℃までで行なってください。

物性 / 焼付条件	引張降伏応力 (MPa)	引張破壊呼びひずみ%
未　処　理	57	68
90℃ 30分	57	60
100℃ 30分	56	58
120℃ 30分	55	45
135℃ 30分	53	42

塗装焼付条件の影響によるポリカーボネートの物性変化。

(7)－3　塗料

ポリカーボネートに対する適性

	塗　　料
使　用　可　能	アクリル系・アクリルアルキット系 アミノアルキット系
溶剤の種類により使用可能	ウレタン系・アクリルウレタン系 エポキシ系・塩ビ酢ビ共重合系
使　用　不　可	不飽和ポリエステル系

左記は目安ですので使用に際しては予備テストをして確認してください。

ポリカーボネートに適する塗料

品　　名	メ　ー　カ　ー　名
110M	藤倉化成(株)
4800FM	
プラネットSV-12	(株)オリジン
Vトップ	大日本塗料(株)

メーカーにおいて、品種の改良、変更等がありますので購入の際には必ずポリカーボネート用と指定してください。

(7)－4　印刷方法

①　印刷面の洗浄

表面はマスキングフィルムで保護されていますので、このマスキングフィルムを剥がせば、印刷前の洗浄なしで直ぐに印刷可能です。
ただし、マスキングフィルム除去後時間が経過し表面に油や汚れが付着した場合はエタノールや200倍程度に希釈した中性洗剤等で除去してください。

②　溶剤の影響

ポリカーボネートは溶剤に対して溶解したり、クラックを発生することがありますので、溶剤の選択・印刷条件や乾燥条件を考慮して印刷してください。

③　乾　　燥

通常室温で乾燥しますが、印刷後曲げあるいは絞り加工を行なう場合には特に充分な乾燥が必要です。
60℃以上ではインキが変質したりマスキングフィルムが剥離しにくくなりますので注意してください。

(7)－5　インキ

ポリカーボネートに適するインキ

品　　名	メ　ー　カ　ー　名
CAVメイバン	(株)セイコーアドバンス
セリコール 13 セリコール VG	帝国インキ製造(株)
SS 8000	artience(株)

各メーカーから多種類のインキが販売されていますが、インキの密着性、ポリカーボネートのクラック発生等の問題がありますので、予備テストやインキメーカーの指導を受けてください。

(7)－6　ポリカーボネートに対する溶剤の挙動

塗料、印刷インキに通常使用される有機溶剤類は脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、アルコール類、ケトン類、エステル類、セロソルブ類および塩化炭化水素類、水などがあります。

ポリカーボネート成型品にある程度残留応力がある場合、使用溶剤の如何によっては溶剤が接触するとクラックが生じます。

応力の存在する状態のポリカーボネートに対する溶剤の影響即ち溶剤の限界応力を知っておくことが必要です。

溶剤の挙動は甚だ複雑であり、簡単な規則性はありませんが、溶剤の限界応力は、温度と時間に依存しますので、使用に際しては予備テストを行ない十分に注意を払ってください。

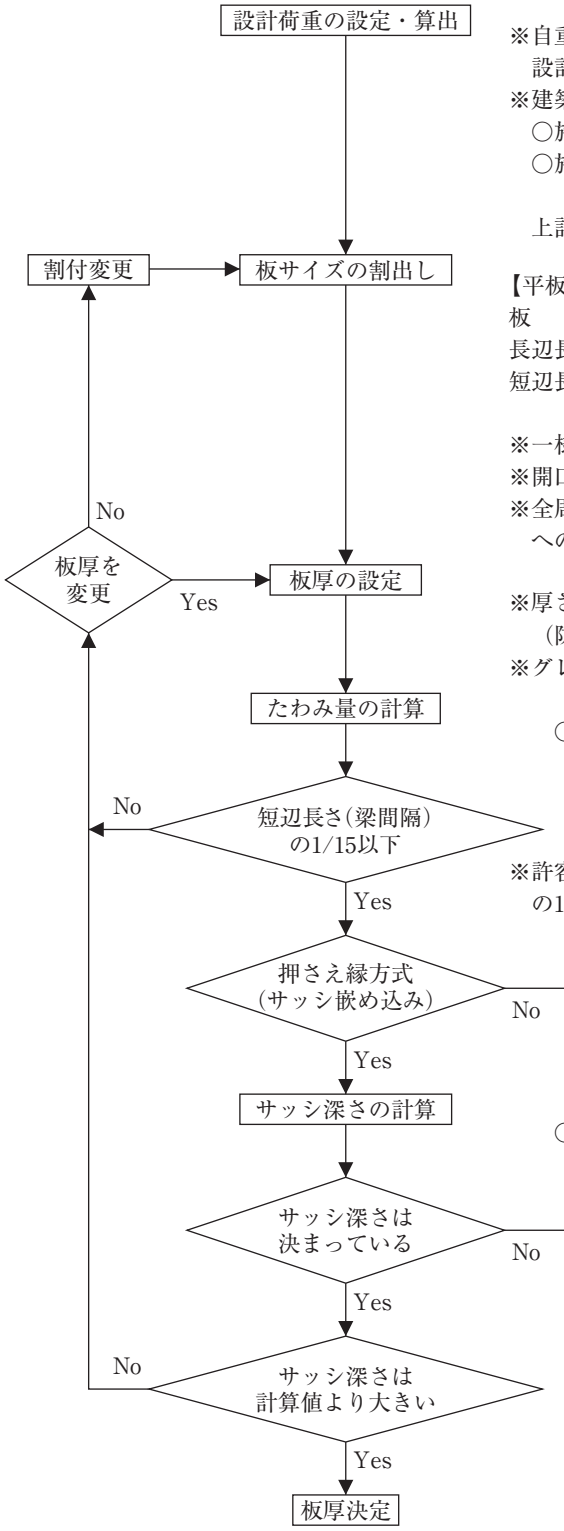
溶剤の限界応力（時間10分）

	限界応力 MPa				白化の有無
	−15 ℃	10 ℃	30 ℃	60 ℃	
エタノール	19	16	14	9	無
ブタノール	26	17	12	5	〃
イソプロパノール	28	18	14	5	〃
ペンタン	20	17	14	−	無
ヘキサン	20	17	14	9	〃
ヘプタン	23	19	17	12	〃
シクロヘキサン	−	28	14	＜5	〃
酢酸エチル	＜5	5	9	14	有
酢酸ブチル	＜5	＜5	9	14	〃
酢酸イソブチル	＜5	＜5	＜5	5	〃
メチルセロソルブ	5	＜5	＜5	＜5	−
エチルセロソルブ	9	5	＜5	＜5	−
ブチルセロソルブ	13	10	5	＜5	−
セロソルブアセテート	＜5	＜5	7	13	−
メチルエチルケトン	＜5	＜5	11	15	有
メチルイソブチルケトン	＜5	＜5	＜5	10	多少白化
アセトン	＜5	＜5	＜5	13	有
シクロヘキサノン	＜5	＜5	＜5	7	無
ベンゾール	−	＜5	＜5	12	有
トルオール	＜5	＜5	6	13	〃
キシロール	＜5	＜5	＜5	9	−
symテトラクロルエタン	＜5	＜5	＜5	9	有
1.2－ジクロルエタン	＜5	9	12	23	(有)
クロロホルム	＜5	9	12	17	有
メチレンクロライド	クラック生ぜず	クラック生ぜず	クラック生ぜず	クラック生ぜず	(有)
m－クレゾール	13	6	5	12	−
水	−	クラック生ぜず	クラック生ぜず	クラック生ぜず	無

（注）測定判定法は四分の一楕円法による。
RE　Zeigler, Journal　co12（1954）参照。

5. ポリカーボネートプレートの設計

(1) 板厚およびサッシ深さの設計手順



※自重、積雪荷重および風圧力のみを伝達することとして設計されていること。
※建築基準法
○施行令第84条の4　建告1458号
○施行令第86条（積雪荷重）
第1第3号・第3第2項第2号
上記の規定により算出した最大値を使用する。

【平板】
板　　厚：t
長辺長さ：a
短辺長さ：b

【円筒板(曲面板)】
板　厚：t
弦　長：a
梁間隔：b
半　径：R

※一様な厚さを有するもの。
※開口部を設けない。
※全周を支持され、見付け面積（円筒板は弦を含む平面への投影面積）は10m²以下とする。

※厚さの範囲2～15mm
（防火規制に関する適用を受ける場合は8mm以下）
※グレードによる標準厚さのチェック

○計算式とデーターは後述参照
平　板　P46
円筒板　P47

※許容たわみ量は、平板の短辺および円筒板の梁間長さの1/15以下。

ルーズホールの径、縁端距離、ピッチ
（施工方法　P51参照）

○計算式は　P49参照

(2)　たわみ量の計算

(2)－1　平板の場合

板　　厚：t［cm］
長辺長さ：a［cm］
短辺長さ：b［cm］
荷　　重：P［GPa］
曲げ弾性率：E［GPa］

＜計算条件＞
※ a/b＞3の時　a＝3b
※ 形状が長方形でない場合は、外接長方形にて計算する。
※ 2.3GPa(2300MPa)

$$\frac{P b^4}{E t^4} \times \frac{a}{b}$$

を計算して、下のたわみ表よりδ/tを求め、
板厚t［cm］を乗じてたわみ量δ［cm］を算出する。

ポリカーボネート板のたわみ（δ/t）

a/b	$(P b^4/E t^4) \times (a/b)$										
	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	50000
1.00	0.82	1.52	2.32	3.40	5.47	7.77	10.96	17.18	24.10	33.75	52.64
1.10	0.96	1.75	2.60	3.77	6.02	8.49	11.91	18.57	25.92	36.15	56.07
1.20	1.09	1.94	2.85	4.10	6.50	9.12	12.74	19.75	27.47	38.17	58.90
1.30	1.21	2.11	3.08	4.39	6.91	9.66	13.45	20.76	28.77	39.84	61.22
1.40	1.31	2.26	3.28	4.65	7.28	10.14	14.07	21.61	29.86	41.24	63.12
1.50	1.41	2.40	3.45	4.88	7.60	10.55	14.60	22.34	30.79	42.40	64.69
1.60	1.50	2.52	3.61	5.09	7.89	10.91	15.06	22.97	31.58	43.39	65.98
1.70	1.58	2.63	3.76	5.27	8.14	11.24	15.46	23.52	32.26	44.22	67.05
1.80	1.65	2.74	3.89	5.44	8.36	11.52	15.82	24.00	32.85	44.93	67.95
1.90	1.72	2.83	4.00	5.59	8.57	11.78	16.14	24.42	33.36	45.55	68.72
2.00	1.78	2.91	4.11	5.72	8.75	12.01	16.42	24.79	33.81	46.09	69.37
2.20	1.89	3.07	4.30	5.97	9.08	12.41	16.92	25.43	34.57	46.67	70.42
2.50	2.03	3.26	4.55	6.27	9.48	12.90	17.51	26.18	35.45	47.98	71.50
3.00	2.22	3.51	4.86	6.66	9.99	13.52	18.26	27.10	36.50	49.14	72.78

中間値は線形補間する。

＜計算例＞

板　　厚：0.6［cm］
長辺長さ：200［cm］
短辺長さ：100［cm］
荷　　重：1×10^{-6}[GPa](1000Pa)
曲げ弾性率：2.30［GPa］

辺比　$\frac{a}{b} = \frac{200}{100} = 2$

$$\frac{P b^4}{E t^4} \times \frac{a}{b} = \frac{1\times10^{-6}\times100^4}{2.30\times0.6^4} \times 2 = 671.0$$

たわみ表より　辺比2.0の時　上式の 500のδ/tの値は　8.75
1000のδ/tの値は　12.01

これらの値より線形補間にてδ/tを求める

$$\delta/t = (12.01-8.75) \times \frac{(671.0-500)}{(1000-500)} + 8.75 = 9.86$$

よってたわみ量δは

$\delta = 9.86\times0.6 = 5.92$［cm］

許容たわみ量b/15＝6.67［cm］以下で許容範囲内であり、板厚6mmは設計板厚として適当である。

この結果のたわみ量により、サッシ深さを計算して確認する。

(2)－2　円筒板（曲面板）の場合

形状および大きさの制限

※　熱間曲げ加工または常温曲げ加工によるもので、弧の中心角は 90° 以内とする。

※　常温曲げ加工により円筒板として使用する場合には、たわみ量の計算により求めた板厚の 15%増しの板厚とする。

※　著しい非対称荷重が想定される箇所にあっては、その影響を考慮して対処する。

※　長期荷重時のたわみの算出に際しては、荷重を 1.5 倍として計算する。

※　弦を含む平面への投影面が長方形であるものに限って適用できる。

板　　厚：t [cm]
弦　　長：a [cm]
梁　間　隔：b [cm]
半　　径：R [cm]
荷　　重：P [GPa]
曲げ弾性率：E [GPa]

＜計算範囲＞
$180 \leqq R/t \leqq 1500$
$0.5 \leqq a/b \leqq 3$
（3を超える場合は3とする）
$0.75 \leqq R/a \leqq 4$

次の各値を求める。

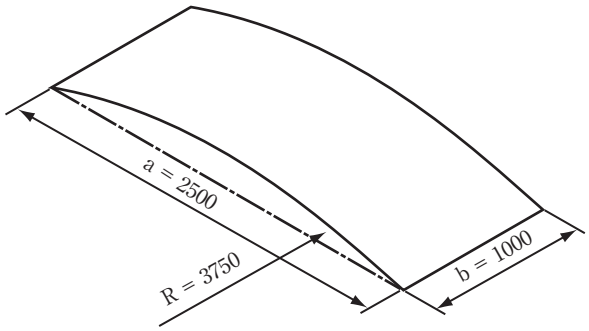
$$\frac{a}{b} \qquad \frac{R}{a} \qquad \frac{R}{t}$$

求めた値により次ページのグラフの縦軸の数値 [Y] を読み取り、
次式によりたわみ [δ] を求める。（中間値は線形補間をする）

$$\delta = Y \times \frac{b}{E} \times P \times 10^4$$

＜計算例＞

板　　厚 t：5 [mm]
　計算に使用する板厚は 5／1.15＝4.35 [mm]
弦　　長 a：2500 [mm]
梁　間　隔 b：1000 [mm]
半　　径 R：3750 [mm]
風短期荷重 P：2×10^{-6} [GPa]
　（2000Pa）
曲げ弾性率 E：2.3 [GPa]



a／b＝2500／1000 ＝2.5
R／a＝3750／2500 ＝1.5
R／t＝3750／4.35 ＝862

グラフ a／b ＝2より縦軸の値 Y_2 は
　$Y_2 = 4.3$
グラフ a／b ＝3より縦軸の値 Y_3 は
　$Y_3 = 3.8$
a／b ＝2.5で線形補間とすると

$$Y = (4.3 - 3.8) \times \frac{(2.5 - 2)}{(3 - 2)} + 3.8 = 4.05$$

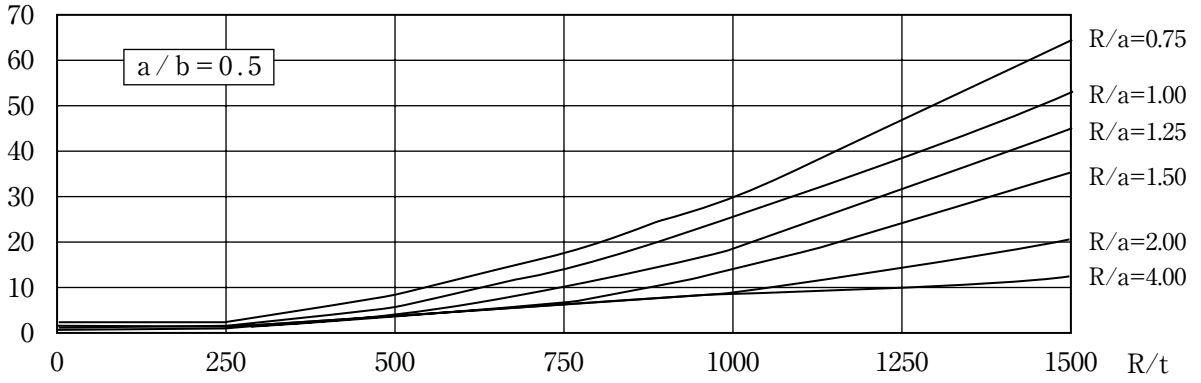
たわみ量 δ [cm] は

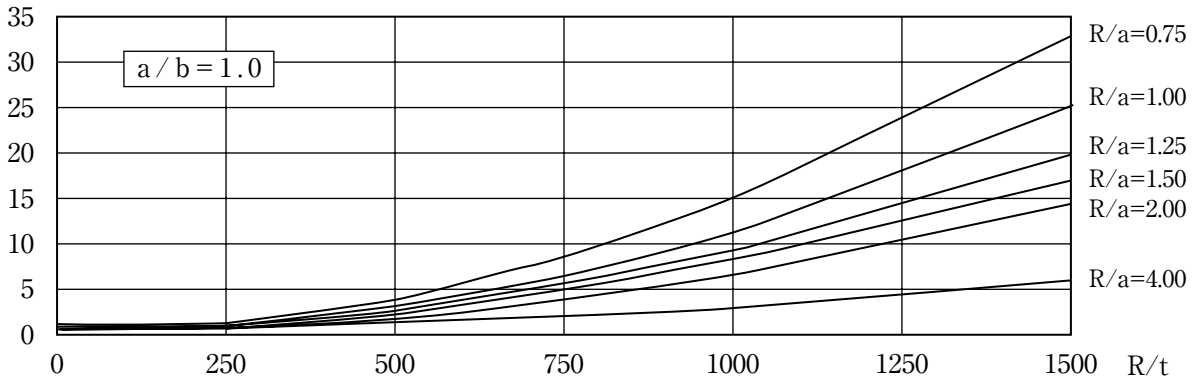
$$\delta = 4.05 \times \frac{100}{2.30} \times 2 \times 10^{-6} \times 10^4 = 3.5 \text{ [cm]}$$

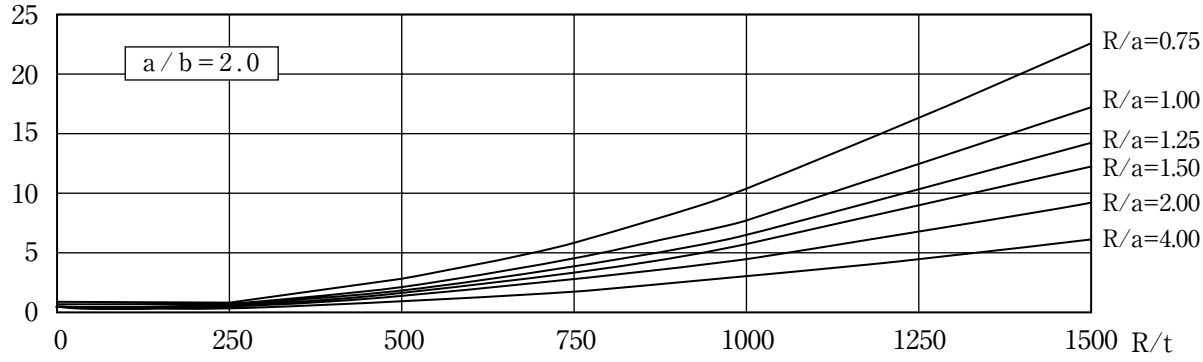
許容たわみ量 b/15 = 6.67 [cm] 以下で許容範囲内であり、
板厚 5㎜は設計板厚として適当である。

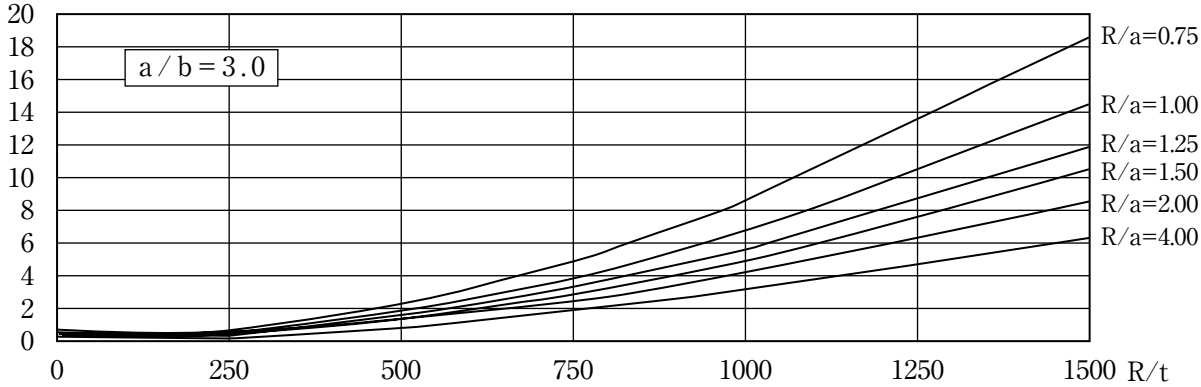
この結果のたわみ量により、サッシ深さを計算して確認する。

円筒ポリカーボネート板のたわみ









(3)　サッシ深さの計算

サッシまたはフレームに取り付ける場合は、荷重たわみによるずれ量と熱伸縮を充分に考慮し、脱落しないようにサッシ深さを決定しなければならない。

(3)－1　平板と円筒板の円弧に沿った境界の場合

板のたわみによるずれ量Δx [cm] は

$$\Delta x = r \cdot \sin^{-1}\left(\frac{b}{2r}\right) - \frac{b}{2}$$

（角度はラジアン）

$$r = \frac{b^2 + 4\delta^2}{8\delta}$$

δ ：ポリカーボネート板のたわみ [cm]
b ：ポリカーボネートの辺の長さ [cm]
r ：たわんだ時の曲率半径 [cm]

ここで必要呑込み代（かかり代）X [cm] は

$$X = \Delta x \times SF$$

SF：安全係数（通常 3 以上に設定）

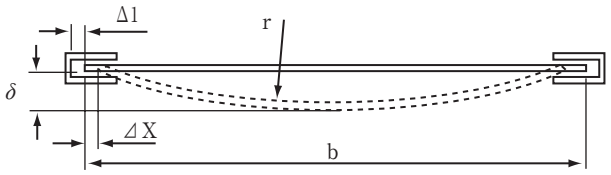
温度差による伸縮量Δ1 [cm] は

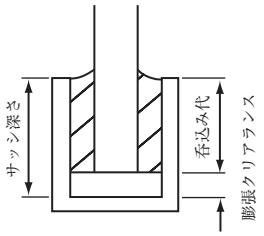
$$\Delta 1 = K \times \Delta T \times b/2$$

K：ポリカーボネート板の線膨張係数
6.5×10^{-5} [cm/cm/℃]
ΔT：温度差 [℃]
実状によるが50℃以上とする。

必要なサッシ深さΔL = [cm] は

$$\Delta L = X + \Delta 1$$





※長方形については短辺・長辺の両方について確認を行う。

(3)－2　円筒板（梁間側）の場合

元の弧の長さ 1'x [cm] と元のたわみ（弓形高さ）Δ は

$$1'x = 2R \sin^{-1}(a / 2R)$$

$$\Delta = R - \sqrt{(R^2 - a^2/4)}$$

a ：円筒板の弦の長さ [cm]
R ：曲率半径 [cm]
（角度はラジアン）

荷重によりさらにδ [cm] たわんだ時の新しい半径 r [cm] は

$$r = \frac{a^2 + 4(\Delta + \delta)^2}{8(\Delta + \delta)}$$

新しい弧の長さ 1x [cm] は

$$1x = 2r \sin^{-1}\left(\frac{a}{2r}\right)$$

この時のズレ量Δx は

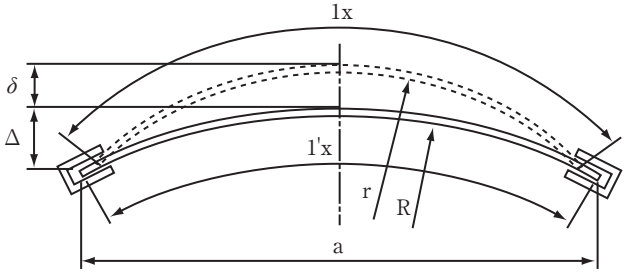
$$\Delta x = (1x - 1'x) / 2$$

温度差による伸縮量Δ1 [cm] は

$$\Delta 1 = K \times \Delta T \times 1'x / 2$$

必要なサッシ深さΔL [cm] は

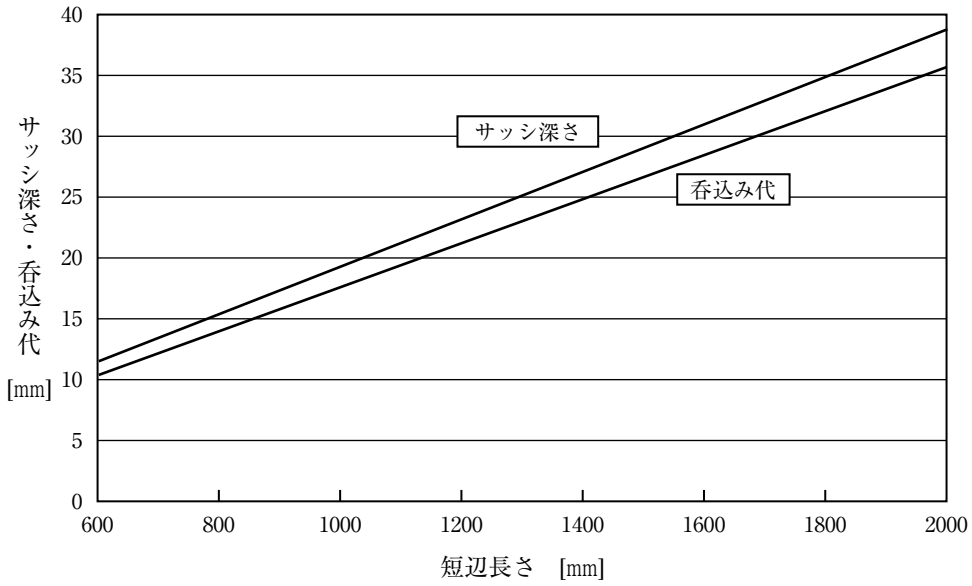
$$\Delta L = \Delta x \times SF + \Delta 1$$



(4)　平板のサッシ深さ・呑込み代の早見グラフ

ポリカーボネートプレートをサッシや押え縁により固定する場合、荷重たわみによるずれ量と熱伸縮を考慮して、脱落しない呑込み代とサッシ深さの設計が必要です。

サッシ深さ・呑込み代の早見グラフ



上記グラフは、許容たわみ量（短辺長さ /15）発生時の長辺に沿った境界の、必要量を示しています。設計荷重に対してや、短辺に沿った境界の必要量は、グラフの値より小さくなりますが、安全側となるグラフを目安とするか、別途計算にて確認してください。

円筒板の梁間側の場合は、参考としないでください。グラフより大きくなり計算での確認が必要です。

6. ポリカーボネートプレートの施工

ポリカーボネートプレートの取付方法は、四辺（全周）支持が基本であり、前述（1頁）の大臣認定を受けた構造設計基準に規定されています。方法として、負荷の少ない屋内用途でボルト等によりフレームに直接取付ける方法と、押え板やサッシに嵌め込む方法と2通りあります。いずれの場合も、構造設計基準により確認された板厚を使用し、たわみが生じても脱落しない適切な取付方法をとる必要があります。

(1)　取付方法の留意事項

(1)－1　ビスまたはボルトにて直接取付ける場合

① ボルト間隔

応力集中を防止するため、次の間隔以下とする必要があります。

板厚3㎜以上　　300㎜以下

板厚3㎜未満　　200㎜以下

② ビス・ボルトの種類

使用する径は、M5～M12相当

JIS六角ボルトの強度区分4.6以上相当

腐食に対して配慮した処理または材質

③ 座　　金

局部的な応力集中を避けるため、できる限り径の大きなもの

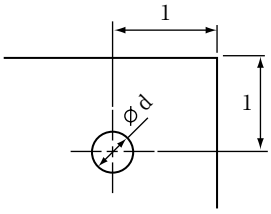
④ ルーズホール

熱伸縮を考慮して、ボルトの公称軸径に2～4㎜を加えたボルト孔とします。

⑤ 縁端距離

たわみ・熱伸縮による引張り・せん断応力に耐えるため、ビス孔またはボルト孔の中心から縁端までの最小寸法は孔径の2.5倍以上とします。

1≧2.5d



1≧2.5d
1＝縁端距離
d＝ボルト孔径

(1)－2　押え板やサッシにはめ込む取付けの場合

① サッシ深さ

設計基準にて計算した、脱落しない十分な呑込み代と、熱伸縮に対応した膨張クリアランスを取ります。

② ボルト間隔

押え板を止めるビスまたはボルトの間隔は500㎜以下として径はM5～M12相当を使用します。

(2)　その他の留意事項

(2)－1　パッキン材

① パッキンはポリカーボネートプレートと金属との接触を避け、熱伸縮に対し効果的であり、シーリング材のバックアップ材になり、目地幅の確保にもなります。

② ポリカーボネートに対して腐食性のない材質を選びます。(EPT：エチレンプロピレンゴム・CR：クロロプレン・EPDM：エチレンプロピレンジエンゴム等)

③ シーリング材と併用する場合は、シーリング材への影響についても考慮します。

(2)－2　シーリング材

① 水密性の要求される用途には、シーリング材を施せる納まりにする必要があります。

② シーリング材を使用される場合は、下記の1成分形シリコーンアルコールタイプを使用してください。

商　品　名	メ　ー　カ　ー
トスシール380	モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社
SE960	ダウ・東レ(株)
シーラント72	信越化学工業(株)
8051N	セメダイン(株)

プライマーや酢酸シリコーン等、ほかのシーリング材を使用されますと、ポリカーボネートの表面が侵されたり、クラックが発生します。また、高温になると変色する恐れがあります。詳しい仕様については、シーリング材メーカーにお問い合わせください。

(2)－3　マスキングフィルム

ポリカーボネートプレートは、標準的に両面共マスキングフィルムにて傷や汚れから保護されて出荷されます。施工の時、取付けにかかる部分を剥がすか、切り取って取付けてください。施工完了後はできるだけ早くマスキングフィルムを剥がしてください。特に直射日光の当たるところは、速やかに剥がしてください。剥がれにくくなったり、糊の成分が板に転写して汚れとなってしまいます。

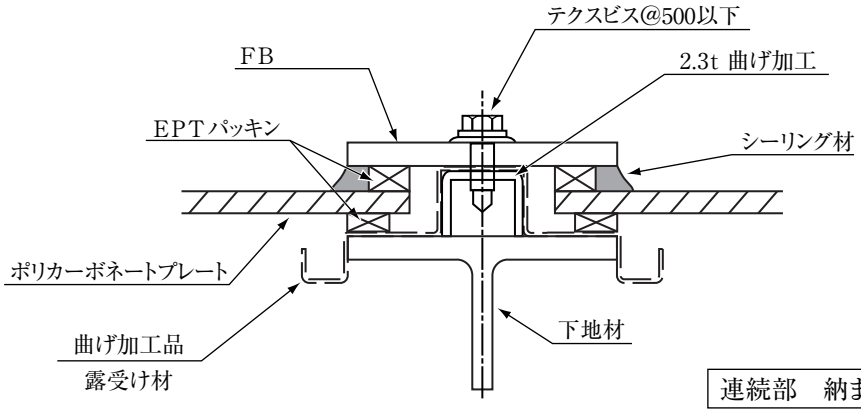
また、乾燥時には、マスキングフィルムの固着や糊残りの可能性がありますので、マスキングフィルムを剥がして乾燥することを推奨します。

(2)－4　自重たわみについて

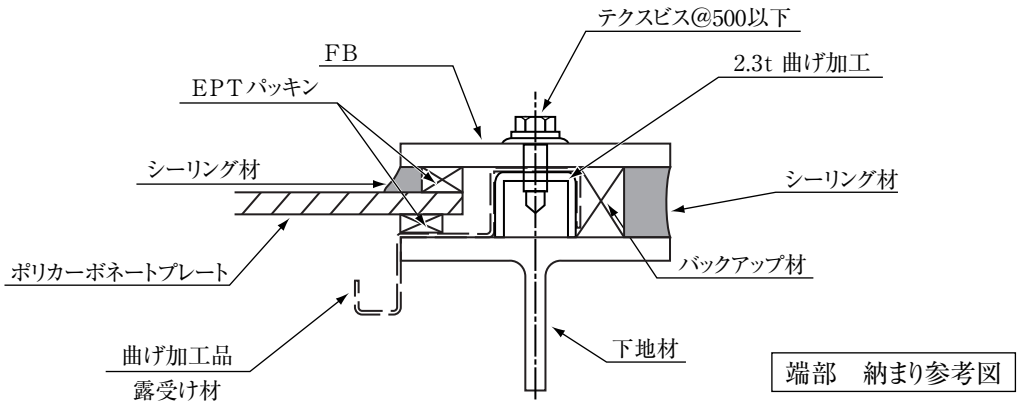
屋根材としてポリカーボネートプレートを平板で使用する場合、自重たわみによって逆勾配とならないよう、屋根自体に適当な勾配を設けてください。

(3)　納まり断面参考図

(3)－1　ポリカーボネートプレート 上屋 側壁等納まり参考図

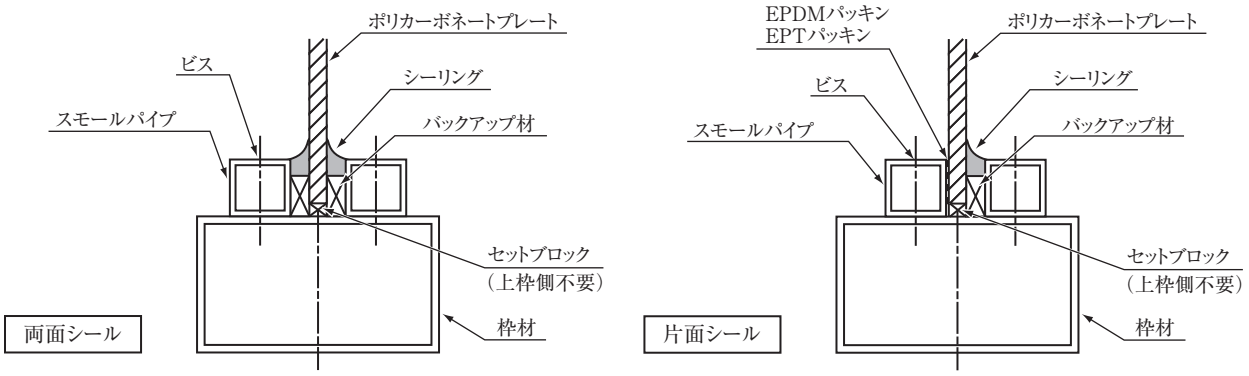


連続部　納まり参考図



端部　納まり参考図

(3)－2　ポリカーボネートプレート 腰板等納まり参考図



壁面納まりの膨張クリアランスは、必要量を上枠周りで取る設計としてください。

⚠注意

7. ポリカーボネートプレートの使用上の注意事項

■保管上のご注意

- 保管場所が、溶剤等の雰囲気がある所では、表面が侵されたり、クラックが入るおそれがありますので、そのような場所での保管は避けてください。
- マスキングを貼ったまま直射日光の当たる屋外や高温（40℃以上）状態で長期間放置しますと、マスキングがはがれなくなる可能性や糊の成分が板に転写して汚れとなってしまいます。保管は直射日光、高温を避け、施工後はすぐにマスキングをはがしてください。
- プレートは水平に置いてください。たてかける場合はたわみのないように置いてください。たわんだ状態で長期間保管すると反りが発生することがあります。
- 工事現場での仮置き
  屋外での仮置きはゴミ・ホコリの付着の原因となる可能性があるので、やむを得ない場合はシートがけをしてください。シートがけをする場合は熱のこもらない日陰の風通しの良い場所に置き、密封は避けてください。また、製品の上に物を置かないようにしてください。変形やキズの原因になります。

■取扱上のご注意

- 表面は、ガラスなどより傷がつきやすいので、傷がつかないように注意してください。取り付け後に建築物の内装外装工事がある場合は、フィルム等でポリカーボネート製品をカバーし、保護してください。
- 塗料や溶剤等の雰囲気がある所では、表面が侵されたり、クラックが入るおそれがありますので、そのような場所でのご使用は避けてください。施工時の塗装作業でも、塗料が充分に乾いてから取り付けを行なってください。
- 表面が汚れた場合は、水洗いまたは水で 200 倍程度に薄めた中性洗剤を浸した柔らかい布で軽く拭き取ってください。原液のままでは、クラック発生のおそれがあります。クレンザーやアルカリ性洗剤、タワシや硬い布は絶対に使用しないでください。キズやクラック発生の原因となります。
- 無理にたたいたり上に乗るなどの危険な行為および使用は避けてください。脱落したり、破損するおそれがあります。
- 帯電防止材はポリカーボネートプレートが白化する場合がありますので、使用に際しては事前に予備テストを行い十分に注意を払ってください。

8. 建築基準法での規制について

屋根用途に使用する場合には、建築基準法62条及び同法施行令第136条の2の2第1号の規定に適合するものとして、厚さ2mm以上8mm以下のポリカーボネートプレートが該当します。

用途

- 防火・準防火地域において不燃性物品を保管する倉庫、その他これに類する用途の建築物の屋根に使用できます。（ただし、屋根以外の主要構造部が準不燃材料であることが必要です。）
- 高い開放性を有する簡易建築物の屋根に使用できます。

タキロンシーアイの製品での該当品一覧

<table>
<tr><th colspan="4">分　　類</th><th colspan="2">適応部位</th><th>防火・準防火地域</th><th>法22条指定地域</th><th>その他</th></tr>
<tr><td rowspan="3">不燃性の物品を保管する倉庫等の屋根</td><td rowspan="3">ポリカーボネートプレート
(DW-9054)</td><td>スケート場、水泳場、スポーツの練習場
その他これに類する運動施設</td><td>その他これに類する運動施設
・テニス練習場
・ゲートボール場
・スポーツ専用で収納可燃物がほとんどなく、見通しのよい用途</td><td rowspan="3">屋根</td><td>延焼のおそれのある部分以外の部分</td><td colspan="3" rowspan="2">屋根以外の主要構造部を準不燃材料とする

（ポリカーボネート板の場合）
厚さ2mm以上8mm以下

面積制限無し</td></tr>
<tr><td>不燃性の物品を取り扱う荷捌き場
その他これと同等以上に火災の発生の恐れの少ない用途</td><td>その他これらと同等以上に火災の発生の恐れの少ない用途
・通路、アーケード、休憩所
・十分に外気に開放された停留所、自動車車庫（床面積30m²以下）、自転車置き場
・機械製作工場</td><td>延焼のおそれのある部分</td></tr>
<tr><td colspan="2">畜舎、堆肥舎並びに水産物の増殖場および養殖場</td><td colspan="2">延焼のおそれのある部分</td></tr>
<tr><td rowspan="4">簡易な構造の建築物
(開放的簡易建築物)</td><td rowspan="4">ポリカーボネートプレート
(DW-9054)

ポリカーボネートプレート
JIS K6735 認証品
[建設省告示第1443号による]</td><td colspan="2">自動車車庫（150m²未満）</td><td rowspan="4">屋根、壁</td><td rowspan="3">延焼のおそれのある部分以外の部分</td><td colspan="3" rowspan="3">厚さ8mm以下で、間仕切り壁を有しないもので階数1
かつ3000m²以内まで可
（法84条の2、令136条9, 10）
※建築物の部分にあっては、準耐火構造の壁、又は令126条の2第2項に規定する防火設備で区画する</td></tr>
<tr><td colspan="2">スケート場、水泳場、
スポーツの練習場その他これに類する運動施設</td></tr>
<tr><td colspan="2">不燃性の物品の保管
その他これと同等以上に火災の発生する恐れの少ない用途</td></tr>
<tr><td colspan="2">畜舎、堆肥舎並びに水産物の増殖場および養殖場</td><td>延焼のおそれのある部分</td><td colspan="3">不可</td></tr>
</table>

【防火材料、防火設備等】

コード	材料・設備等種別
NM NE	不燃材料 外部仕上げ用
QM QE	準不燃材料 外部仕上げ用
RM RE	難燃材料 外部仕上げ用

コード	材料・設備等種別
DR DW	防火地域又は準防火地域における屋根 不燃性の物品を保管する倉庫等
UR UW	法22条区域における屋根 不燃性の物品を保管する倉庫等

（1） NFNN-9932 認定について

2008年11月27日、建築基準法第68条の26第1項（同法第88条第1項において準用する場合を含む）の規定に基づき、同法施行令第108条の3第1項第二号の規定に適合するものとして、認定番号【NFNN-9932】の大臣認定を取得しました。
以下、「ポリカーボネート（PC）板を用いた建築物における主要構造物の構造方法」を満たせば耐火・準耐火建築物に使用可能となりました。

●適用範囲

本構造方法は、建築物の屋根の全部又は一部を日本工業規格JIS K6719及びK6735に適合した厚さ8mm以下のポリカーボネート板を用い、建築基準法施行令136条の2の2第一号に規定する基準を満たす構造とした建築物（不燃性の物品を保管する倉庫等その他これに類するもの）。

●用語の定義

※ポリカーボネート板等の部分

屋根及び外壁のポリカーボネート板で造られた部分ならびにこれを支持し、又は補強するための取付金具その他これらに類する部分。

※ポリカーボネート板屋根部分

ポリカーボネート板等の部分を有する建築物の部分で、その他の部分と床又は壁若しくは戸で区画された部分、又はポリカーボネート板等の部分を有する建築物の全体をいう。

ポリカーボネート（PC）板を用いた建築物における主要構造物の構造方法

	構　造	用　途	防火上の措置	
			設置できる床からの最低高さ	備　考
PC板屋根部分 1/2	（開放型） 2.2の基準により外周部が外気に開放されているもので、右記に掲げる用途その他これらと同等以上に火災の発生のおそれが少ない用途に供するもの	A－① ・水泳場　・テニスの練習場 ・スケート場 これらと同等以上に火災の発生の恐れの著しく少ないスポーツ練習場 A－② ・通路　・休憩所 A－③ ・自転車置場	PC板厚み　最低高さ 1.5mm ≦ t ＜ 2mm　3.7m 2mm ≦ t ＜ 3mm　3.5m 3mm ≦ t ＜ 5mm　3.3m 5mm ≦ t ＜ 8mm　2.9m 8mm　2.7m	（ポリカーボネート折板の場合は見付面積に対する等価厚さに換算する。）
		A－④ ・不燃性物品を取り扱う作業場 A－⑤ ・遊技　・イベント会場 A－⑥ ・停留所　・バイク置場	PC板厚み　最低高さ 1.5mm ≦ t ＜ 2mm　7.5m 2mm ≦ t ＜ 3mm　7.0m 3mm ≦ t ＜ 5mm　6.5m 5mm ≦ t ＜ 8mm　5.5m 8mm　5.0m	（ポリカーボネート折板の場合は見付面積に対する等価厚さに換算する。）

（註）2.2の基準　⇔　以下の（1）から（3）の基準に適合すること

（1）ポリカーボネート板屋根部分の常時外気に開放されている開口部（開口部の上端が天井面又ははりの下端の高さに設けられ、かつ開口部の大きさが高さ方向に2.1m（天井面又ははりの下端が床面から2.1m未満の高さにある場合はその高さ）以上確保されているものに限る。以下（2）において同じ）の面積の合計が、当該ポリカーボネート板屋根部分の外壁又はこれに代わる柱の中心線（軒、ひさし、はね出し縁その他これらに類するものがある場合においては、その端。以下同じ。）で囲まれた部分の水平投影面積の1/6以上であること。

（2）常時外気に開放された開口部の幅の総和が外壁又はこれに代わる柱の中心線の長さの合計の1/4以上であること。

（3）ポリカーボネート板屋根部分から、（1）及び（2）の基準を満たす開口部に至る水平距離が30m以内であること。

	構　造	用　途	防火上の措置	
			設置できる床からの最低高さ	備　考
PC板屋根部分 2/2	（閉鎖型） 右記に掲げる用途その他これらと同等以上に火災の発生のおそれが著しく少ない用途に供するもの	B－① ・水泳場　・テニスの練習場 ・スケート場 これらと同等以上に火災の発生の恐れの著しく少ないスポーツ練習場	PC板厚み　最低高さ 1.5mm ≦ t ＜ 2mm　3.7m 2mm ≦ t ＜ 3mm　3.5m 3mm ≦ t ＜ 5mm　3.3m 5mm ≦ t ＜ 8mm　2.9m 8mm　2.7m	（ポリカーボネート折板の場合は見付面積に対する等価厚さに換算する。） ポリカーボネート板等の部分が延焼のおそれのある部分以外の部分に設けられていること
		B－② ・通路　・収納可燃物の少ないロビー	PC板厚み　最低高さ 1.5mm ≦ t ＜ 2mm　7.5m 2mm ≦ t ＜ 3mm　7.0m 3mm ≦ t ＜ 5mm　6.5m 5mm ≦ t ＜ 8mm　5.5m 8mm　5.0m	

	構　造	PC板屋根部分とPC板屋根部分以外の部分の区画
PC板屋根部分以外の部分の構造	1・PC板屋根部分以外の主要構造部は耐火構造とすること 2・PC板屋根部分におけるPC板等の部分以外の主要構造部は耐火構造とすること	PC板等の部分から上部90cm以内における外壁の開口部には法第２条第九号の二口に規定する防火設備を設けること。 ただし、PC板屋根部分以外の部分のうちPC板屋根部分に隣接する部分を通路、収納可燃物の少ないロビーその他これらと同等以上に火災の発生のおそれの少ない用途に供する場合については、この限りではない。 図1～図3の例示の記載あり

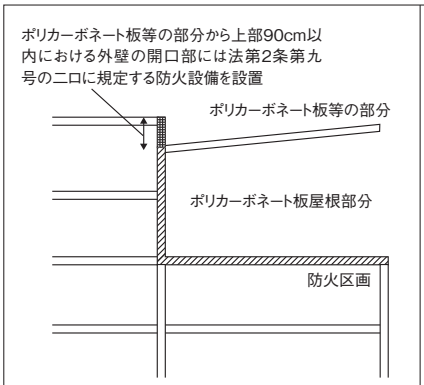


図1　開放型の例

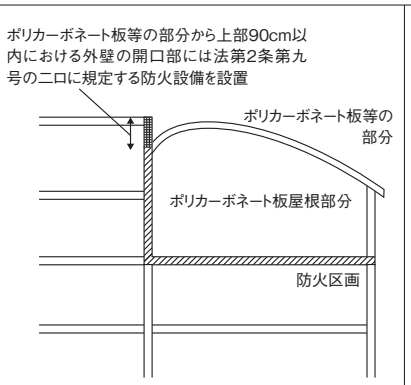


図2　閉鎖型の例
・延焼のおそれのある部分は設置不可

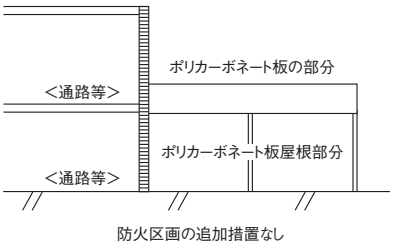


図3　開放型で、ポリカーボネート板屋根部分に隣接する部分を通路等の用途に供する例

※上記内容は、当社で纏めたものであり、最終判断は各自治体の指定確認検査機関に確認してください。

(2)　建築基準法第 62 条及び同法施行令第 136 条の 2 の 2 第 1 号について

ポリカーボネート板、波板、折板は建築基準法第62条及び同法施行令第136条の2の2第1号（防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根“不燃性物品を保管する倉庫等の屋根に使用できる構造”）の規定に適合するものとして、以下の大臣認定を受けております。

この大臣認定を受けたものについては、法第22条第一項・法第25条・法第62条による屋根において、屋根以外の主要構造部を準不燃材料として不燃性の物品を保管する倉庫その他これに類する用途について使用可能となります。

製品名	大臣認定番号
ポリカーボネートプレート・ポリカ折板	DW-9054
ポリカ折板ハゼタイプ	DW-0110
山高50mm以下のポリカ折板	DW-0013
ポリカナミイタ	DW-0114（1）アルミニウム合金製下地屋根
	DW-0114（2）鋼製下地屋根
畜産ナミイタ	DW-0141

●使用可能な範囲

区分：法第22条第一項・法第25条・法第62条により要求される屋根

用途：不燃性の物品を保管する倉庫その他これに類するものとして国土交通大臣が定める用途

［国土交通大臣が定める用途（国土交通省告示第693号（抜粋））］

一　スケート場、水泳場、スポーツの練習場その他これらに類する運動施設

二　不燃性の物品を取り扱う荷捌き場その他これと同等以上に火災の発生のおそれの少ない用途

三　畜舎、堆肥舎並びに水産物の増殖場及び養殖場

四　劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂及び集会場

五　アトリウムその他の大規模な空間を通行の用に供する用途

構造：屋根以外の主要構造部が準不燃材料

※）詳細は平成28年4月22日国土交通省告示第693号を参照

9. 耐衝撃性　参考資料

ポリカーボネートプレートの耐衝撃性は、極めて優れていますが、耐久限度に関する要素として

⑴ 歪 速 度 ····· 衝撃物体の速度・衝突角度

⑵ 支持条件 ····· 自由・固定・面積

が相互に関連しており、単純エネルギー計算は、特に高速で実用に耐えるデータが少なく困難な点もあります。

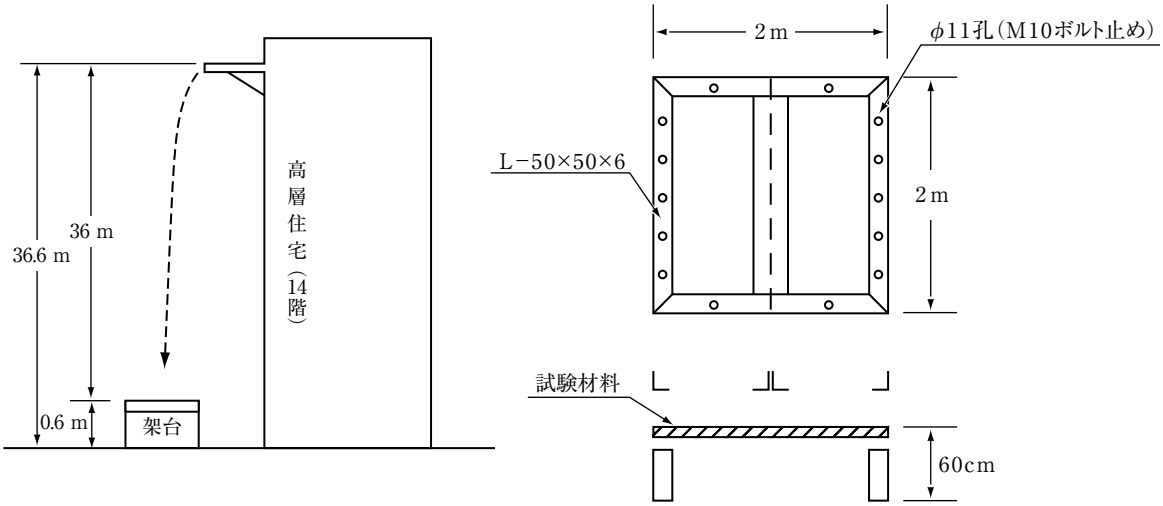
また、計算上の数値を実用に供する判断がしにくい点もあります。

下記衝撃実験例を示します。

①　物の落下に対する衝撃強度

試験a−1…高さ36mからの落下

［試験方法］



14階ベランダより、種々の物を自由落下させ、地上に設けた架台上の試験材料に衝突させた。

［試験結果］

材料 / 板厚 / 落下物		ポリカーボネートプレート	アクリル	塩ビ	ABS	FRP	ネット（TW）
		3 mm	5 mm	5 mm	3 mm	5 mm	#14 25 mm 目
ビール瓶	0.63kg	固 ○	半 ×	半 ○	半 ○	半 ×	固 10 cm（へこみ）
植木鉢	3.0 kg	固 ○	半 ×	半 ×	半 × / 固 ○	半 ○	固 15 cm
レンガ1個	1.9 kg	半 ○	−	半 ×	固 ○	固 ○	固 20 cm
〃 4個	7.6 kg	半 ○	−	−	−	固 ○	−
〃 8個	15.2kg	半 ○	−	−	−	固 ×	−
重錘（半径5cm）	0.5 kg	−	−	−	−	−	固 10 cm
〃（〃 6.2cm）	1.0 kg	−	−	−	固 ○	−	−
〃（〃 7.9cm）	2.0 kg	半 ○	−	−	固 ○	固 ×	固 30 cm

半 ····· 万力で押える　　○ ····· 割れず

固 ····· ボルト固定　　× ····· 割　れ

☆　落下物の状態（自然落下の方程式）

落下時間：$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$

$t=\sqrt{\frac{2\times36}{9.8}}=2.71$（秒）

t：落下時間（秒）

h：落下距離（36m）

衝撃速度：$v=g\cdot t=\sqrt{2gh}$

$v=\sqrt{2\times9.8\times36}$

≒26.6 m/sec

（96km/hr）

v：衝撃速度（m/sec）

h：落下距離（36m）

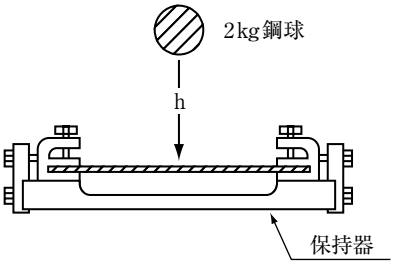
g：重力加速度（9.8m/sec²）

ポリカーボネートプレートは、落下物の重量や形状に最も安定性があり、板自体の破損は見られず、ボルト穴の伸びによる架台からの外れにおいても架台から取外すと平板に回復し、強靱なことが確認されました。

（日本住宅公団東京支所市街地住宅設計課共同試験による。）

試験a−2…鋼球の落下

［試験方法］



試験片寸法50×150 ㎜とし150 ㎜の両端を25 ㎜ずつ保持器で水平に押さえ、ポリカーボネートは5 mの高さから、アクリルは1.2 mの高さから鋼球を垂直に自然落下させ、試験片の破損の有無を調べた。

［試験結果］

種　　類	板　厚	鋼球重量	落下距離	結　　果
P　C　透　明	5 mm	2 kg	5 m	破れず
〃　両面マット	3 mm		5 m	破れず
アクリル透明	5 mm		1.2 m	破壊した

※各4回の試験結果を示す。

位置エネルギー：E＝m・h・g

E＝2×5×g＝10g（ポリカーボネート）

E＝2×1.2×g＝2.4g（アクリル）

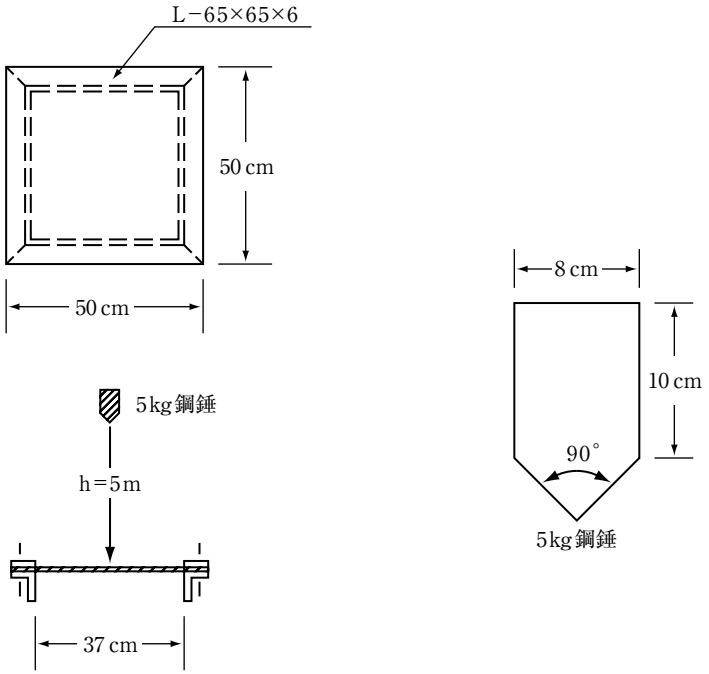
m：落下物質量（kg）

h：落下距離　（m）

g：重力加速度（9.8m/sec²）

試験 a−3…鋼錘の落下

［試験方法］



内寸 370 × 370 ㎜の鉄製枠に試験品をボルト固定し、5 kgの鋼錘を高さ 5m から中央部に自然落下させ、試験品の破損の有無を調べた。

［試験結果］

材　　料	板　厚	破 壊 状 況	貫　通	板 状 況
鉄　　板	0.7 mm	大	貫通せず	変形、クラック
	1.6	中		
	2.0	破 壊 せ ず		変 形 凹 み
ポリカーボネート プレート	1.5	大	貫通せず	変形、クラック
	2.0			
	3.0	中		
	4.0	小		
	5.0	破 壊 せ ず		変 形　小
ポリカーボネート プレート 2 枚 重 ね	1.5＋1.5	破 壊 せ ず	貫通せず	変 形　小
	1.5＋2.0			
	2.0＋2.0			
	3.0＋3.0			

位置エネルギー：E＝m・h・g

E＝5×5×g＝25g

m：落下物質量（kg）

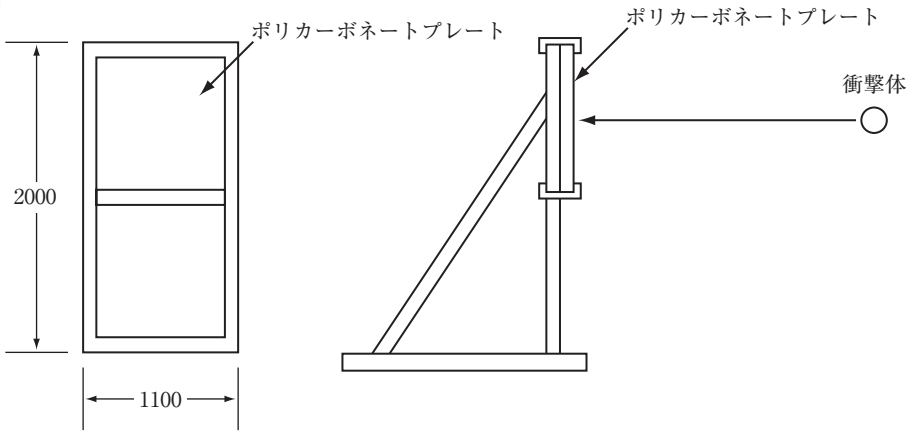
h：落下距離　（m）

g：重力加速度（9.8m/sec^2）

② 投てきに対する衝撃強度

試験ｂ－1…硬式野球ボール等の投てき

［試験方法］



1100 × 2000 ㎜の鉄枠にシャコ万力でサッシュに嵌め込んだポリカーボネートプレートを取付け、種々の物体を力いっぱい投げつけ、ポリカーボネートプレート，サッシュ，ビードおよびシーラントの状況を調べた。

供試体

サッシュ材質	工　　法	ポリカーボネート内ノリ寸法（mm）	板 厚（mm）
ア　ル　ミ	ビ　　ー　　ド	1100×800	5
鉄	押　　ブ　　チ シリコーンシーラント	770×330	3

［試験結果］

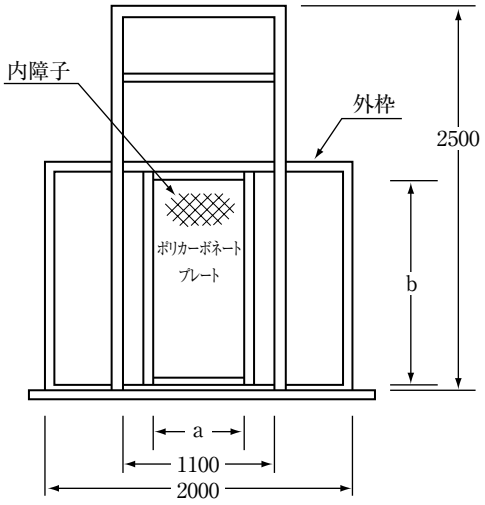
衝撃物 ＼ 供試体（投てき距離）		アルミサッシュ 1100×800 5（mm）	鉄サッシュ 770×330 3（mm）
ソフトボール	4m	異常認めない	異常認めない
硬式野球ボール	4m		
サッカーボール	4m		
鶏卵大の石（1.1kg）	3m	痕跡（キズ）入る	痕跡（キズ）入る
ナス型鋼球（3kg）	3m		

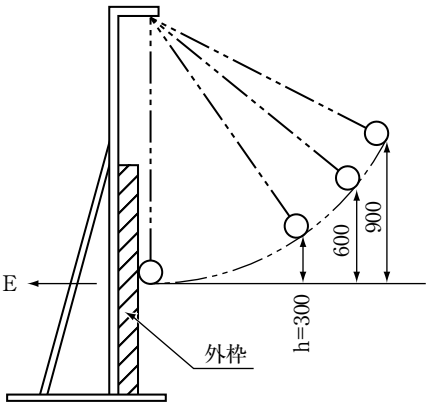
※1. 同一供試体に表に記した順に投てきした。

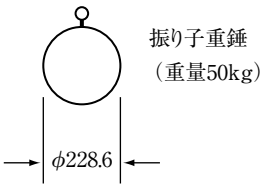
2. いずれの衝撃物も3回投てきの結果を示す。

③　振り子式に対する衝撃強度

この試験は、アメリカの建築用透明安全ガラス規格試験（USAS Z-971-1966）に準じた方法で行なった。







［試験方法］

サッシュを試験装置に垂直に固定し鋼球を振り子状につるし、落差300、600、900 mmの高さからポリカーボネートプレート中央部に衝撃を加えた。

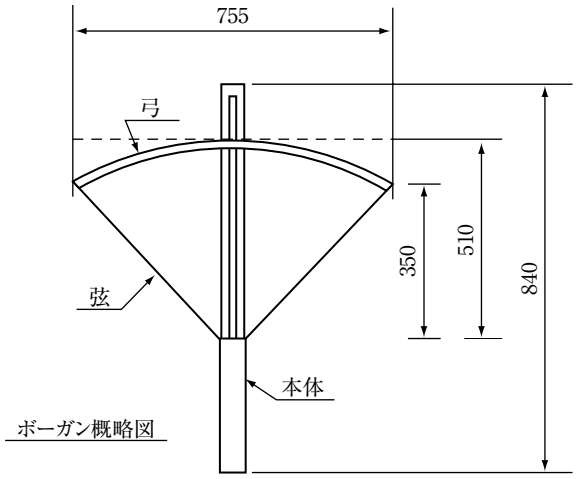
［試験結果］

サッシュ / 落　差	ポリカーボネートプレート板厚5mm サッシュ内面大きさ 1728×873（mm）	ポリカーボネートプレート板厚8mm サッシュ内面大きさ 1728×988（mm）
0.3 m （147J）	ポリカーボネートプレート、サッシュ共異常を認めない。	ポリカーボネートプレート、サッシュ共異常を認めない。
0.6 m （294J）	ポリカーボネートプレートの破損は認めないがサッシュ枠からポリカーボネートプレートが一部はずれる。	ポリカーボネートプレート、サッシュ共異常を認めない。
0.9 m （441J）	――――――	ポリカーボネートプレートの破損は認めないがサッシュ枠からポリカーボネートプレートが一部はずれる。

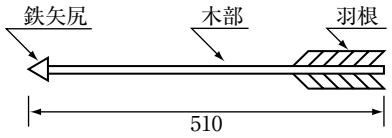
E＝m・h・g　　E＝50×0.3×g＝147［J］（h＝300mm）

④ 銃による実射試験

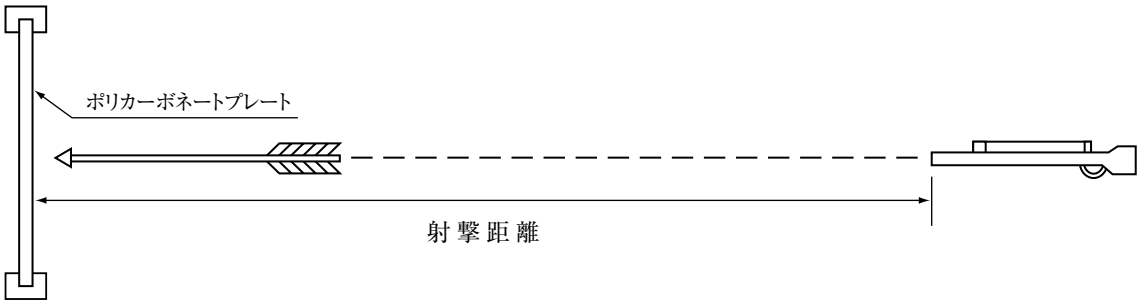
試験 d−1…ボーガン射撃試験



ボーガン概略図



漁射用矢概略図



［試験方法］

ポリカーボネートプレートは、大きさ1100×800（mm）板厚3mmと5mmを使用
枠と固定方法は、アルミサッシュ　ビード工法

［試験結果］

射撃距離 / ポリカーボネートプレート	4　m	6　m
3　mm	矢をはね返す	矢をはね返す
5　mm	〃	〃

※1　矢は漁射用を使用
　2　各々3回射撃を行った
　3　ポリカーボネートプレートは、矢の当った部分がキズになり、
　　ふくれた状態になる

試験 d−2…ピストル射撃試験

［試験方法］

内寸500×500mm周囲ボルト固定のポリカーボネートプレート標的に、スミス＆ウエスソン（S.W.）38 , 45で10m , 23mの距離より射撃を行なった。

使用銃の種類

	S.W. 38	S.W. 45
口　　径（mm）	9.6	11.4
銃 身 長 さ（mm）	102	140
弾　質　量（gr）	15.1	20.8
初　　速（m/sec）	227	246

［試験結果］

弾 種 類	口　径	距　離	PC 板厚（mm）		
			3	5	8
練 習 弾	38	23 m	×	○	−
	45		×	○	−
執 行 弾	38	10	−	−	○
		23	−	−	○
	45	10	−	−	○
		23	−	×	○

練習弾……鉛　　製　　○……貫通せず

執行弾……真ちゅう製　　×……貫通した

練習弾と執行弾の形状は同一ですが弾のつぶれ易さによりポリカーボネートプレートの破壊状況が異なる。

運動エネルギー：$E = \frac{1}{2} m v^2$

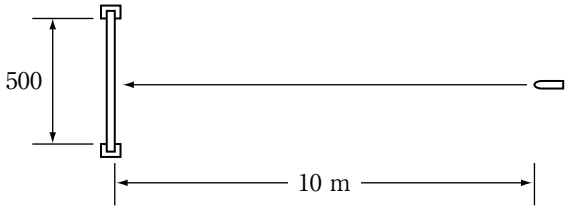
$$E = \frac{0.0208 \times 246^2}{2} = 630\ [J]$$

m：衝撃物質量（kg）

v：速　　度（m/sec）

g：重力加速度（9.8m/sec²）

試験ｄ－3…ライフル・散弾射撃試験



［試験方法］

内寸500×500mm周囲ボルト固定のポリカーボネートプレート標的に、10mの距離より射撃を行なった。

銃の種類 / 弾丸	ライフル		散弾
	22口径	30口径	
径（mm）	5.7	7.8	5.0
弾質量（gr）	3.3	4.5	1弾32 0.6/1ヶ
初速（m/sec）	400		350

［試験結果］

銃の種類		別離	ポリカーボネートプレート板厚(mm)		超ジュラルミン
			5	10	2.7 mm
ライフル	22口径	10 m	－	○	－
	30口径		－	×	×
散弾			○	－	－

○……貫通せず

×……貫通する

☆　散弾による他材料射撃試験結果

材料	板厚（mm）	射撃距離 10 m
ABS	5	×
FRP	6	×
塩ビ	5	×
アクリル	5	×
強化ガラス	5	×
網入りガラス	6.8	×

ポリカーボネートプレートの破壊エネルギーと影響因子

1）板　　厚：同一厚味でも重ね合わせの方が、単板より耐性に優れる。

2）支持方法：自由支持の方がたわみ易すいため、衝撃力が緩和され耐性に優れる。
ただし、取付け枠から脱落しないような止め方が必要。

3）温　　度：低温・高温になると、常温とは異なる。

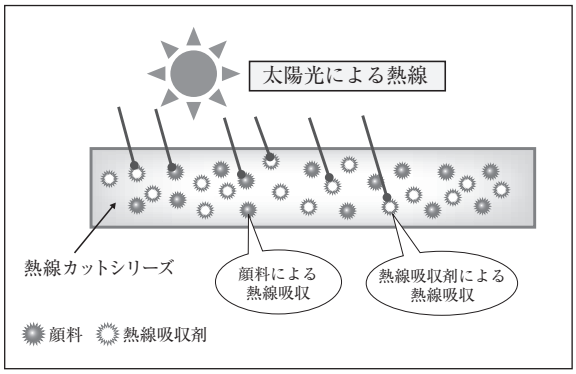
4）　歪　　：内部歪が大きい程、耐性が劣る。

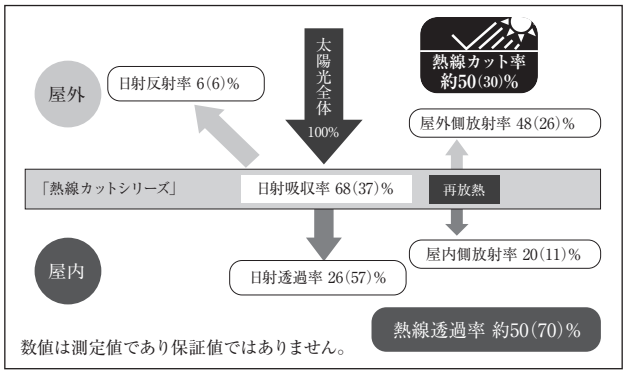
5）衝撃体：材質……固い程破壊力が大きい。
形状……先端が鋭い程貫通しやすい。
衝突角度……大きい程耐える。

10. 熱線カット性能　参考資料

ポリカーボネートプレート熱線カットタイプは、太陽光に含まれる熱エネルギーをカットし、温度の上昇を抑制します。

①　熱線カットの原理



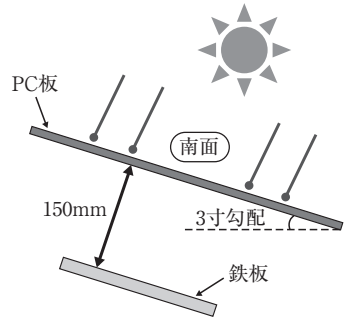


※熱線カット率の計算方法は、特に定義されていません。
※例えば上図の性能において屋内側放射を考慮しない場合、熱線カット率は約70（40）%になります。
※（ ）内はPCSPR 900T クリアスモーク・PCSPR K9000 クリアスモーク片面マットの数値です。

②　鉄板温度比較（参考）

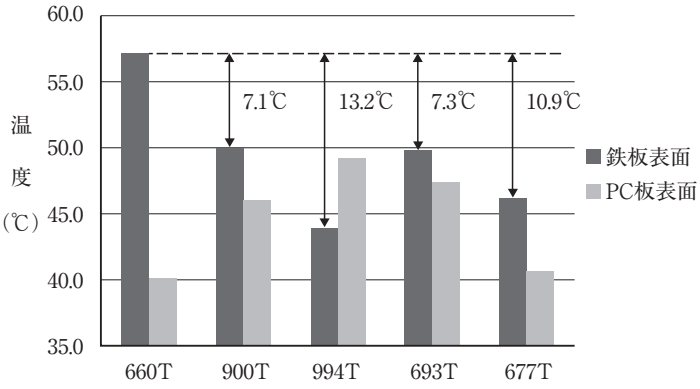
［測定方法］

天候：晴れ
平均気温：34℃（12：00～15：00）
場所：兵庫県たつの市



3寸勾配をつけた試験台にPC板（2mm厚）を止めつけ、150mm離れた位置に鉄板を置き、鉄板及びPC板表面の温度変化を観察した。

屋外施工試験 温度比較（12：00～15：00 平均温度）



※グラフ・数値は測定値であり保証値ではありません。

品　番		PCSP 660T	PCSPR 900T	PCSPR 994T	PCSP 693T	PCSP 677T
色		透明	クリアスモーク	ブラウンスモーク	ブラウンスモーク	乳半
タイプ		一般	熱線カット	熱線カット	一般	一般
全光線透過率		90%	70%	27%	34%	48%
熱線カット率		14%	30%	50%	36%	46%
試験値	鉄板表面温度	57.1℃	50.0℃	43.9℃	49.8℃	46.2℃
	熱線カット効果※	−	7.1℃	13.2℃	7.3℃	10.9℃

※熱線カット効果：PCSP 660T（透明）の鉄板表面温度との差

参　考　文　献

田　中　　武　：　工業材料
堀　口　　博　：　公害と毒・危険物＜腐蝕防錆編＞
奥　田　　聡　：　防蝕技術ハンドブック
奥　田　　聡　：　化学装置の材料と設計
宮崎義隆・山崎昇：　プラスチックによる防蝕設計とその応用
宮　崎　義　隆　：　プラスチック防蝕構造設計
ポリカーボネート板工業会：屋根等にポリカーボネート板を用いた建築物

※規格は令和８年５月現在のものであって
　変更することがあります。
※物性値は、代表値であって保証値では
　ありません。

昭和 56 年　4 月 21 日　　初版
令和　8 年　5 月 18 日　　改訂

編集
発行　タキロンシーアイ株式会社

（無断転載を禁ず）

販　売

タキロンシーアイプラス株式会社

https://www.takiron-ci.co.jp/corporate/group/tkcp/

製造元

タキロンシーアイ株式会社

https://www.takiron-ci.co.jp

■製品に関するお問い合わせ・ご相談は

タキロンシーアイ株式会社 お客様相談センター

0120-877-115

受付時間　9：00～12：00
13：00～17：00
（土・日・祝日・年末年始・GW・夏季休業等を除く）

ご連絡の際は番号をよくお確かめのうえ、お掛け間違いのないようお願いいたします。

「タキロンシーアイ」、「C.I. TAKIRON」、「㊞」は、タキロンシーアイ株式会社の日本国における登録商標です。

2026年5月現在 第11版
22020
2026.5(0)Ⓢ