

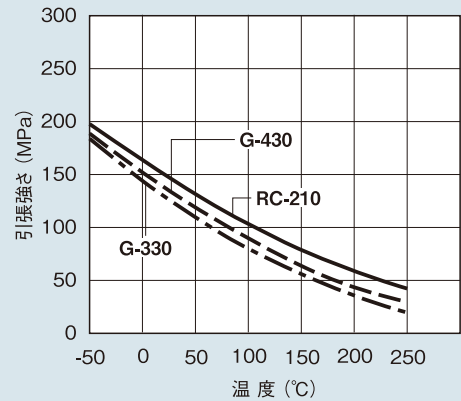
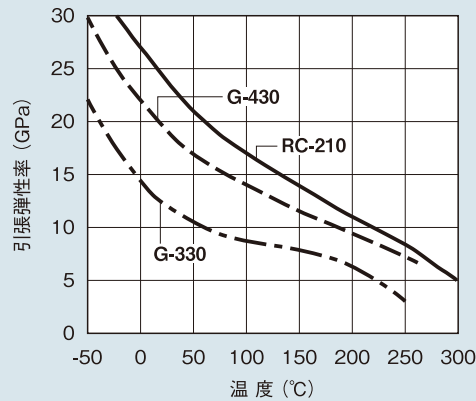
4-1 機械的特性

4-1-1 機械的特性の温度依存性

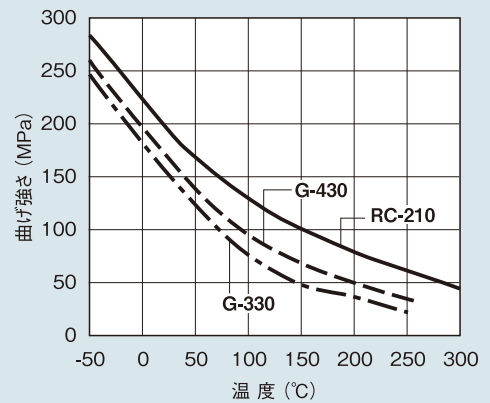
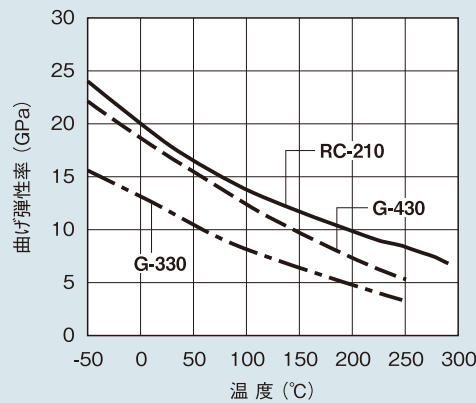
ザイダーは広い温度範囲で優れた機械的特性を示します。図4-1にザイダーの-50～300℃における機械的特性の温度依存性のデータを示します

が、この図からもわかるようにザイダーは広い温度領域で使用可能です。

図4-1 機械的特性の温度依存性



(1) 引張特性の温度依存性



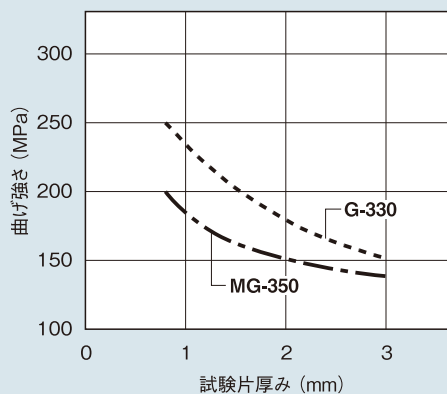
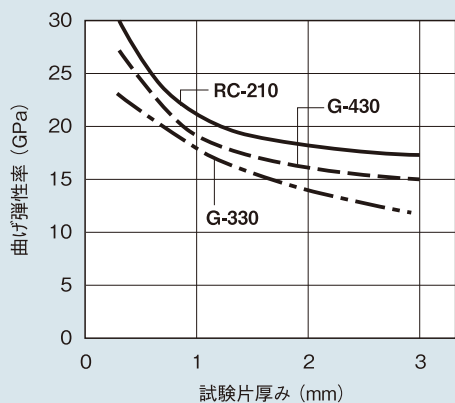
(2) 曲げ特性の温度依存性

4-1-2 機械的特性の厚み依存性

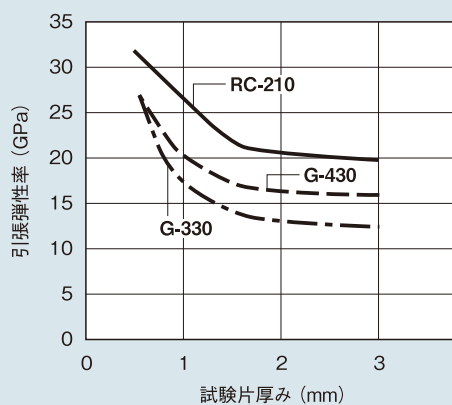
ザイダーの機械的特性は成形品の厚さに強く影響されます。成形品の肉厚が薄くなるとよく配向し、機械的特性の優れたスキン層の比率が増して

くるため、肉厚の薄い成形品の方が単位厚さあたりの機械的特性が向上します。

図4-2 機械的特性の厚み依存性



試験片ASTM D790に準ずる



試験片ASTM D1822ML型に準ずる

4-1-3 機械的特性の異方性

ザイダーは流れ方向への配向が強いため、流動方向とその直角方向では機械的特性が異なり、異方性が生じます。フィルムゲートによって一方方向へ配向した平板(図4-3)を点線のように切り出し、流動方向(MD)と直角方向(TD)の曲げ強さ、曲げ弾性率を測定した結果を表4-1に示します。い

ずれも直角方向(TD)に対して流動方向(MD)の値が大きく、異方性を示しています。無機フィラー入りのグレードのM-350が最も異方性は低いですが、他の熱可塑性樹脂に比べると異方性は強い傾向にあります。

図4-3 異方性測定サンプル

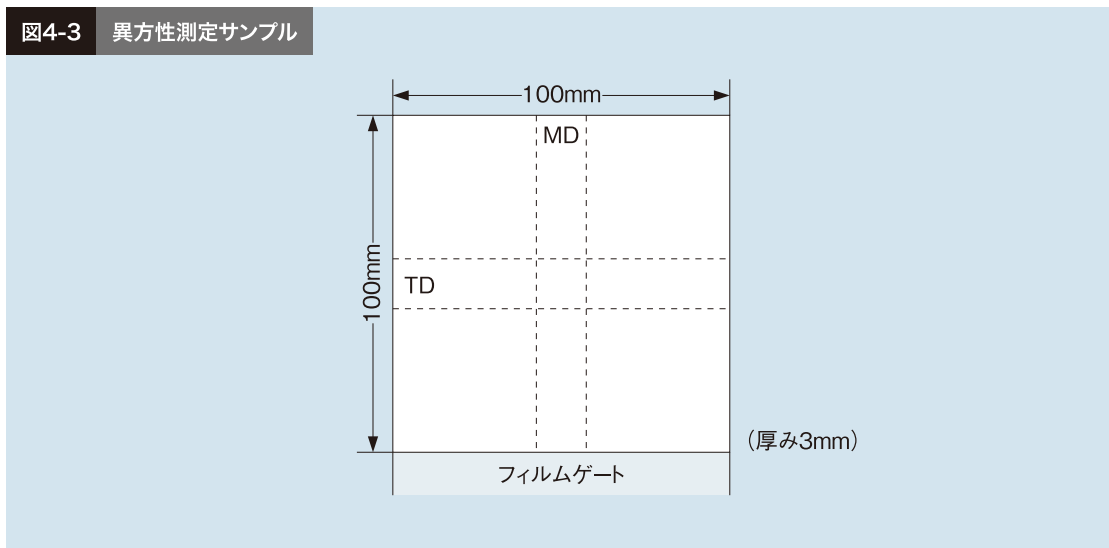


表4-1 機械的特性の異方性

試験項目	曲げ強さ (MPa)		曲げ弾性率 ($\times 10^3$ MPa)		MD/TD	
	MD	TD	MD	TD	強度	弾性率
FC-110	143	63	14.5	3.9	2.3	3.7
G-430	168	55	17.0	3.4	3.1	5.0
MG-450	134	65	16.1	4.5	2.1	3.6
G-330	136	66	11.5	2.9	2.1	3.9
M-350	88	55	11.3	6.1	1.6	1.9

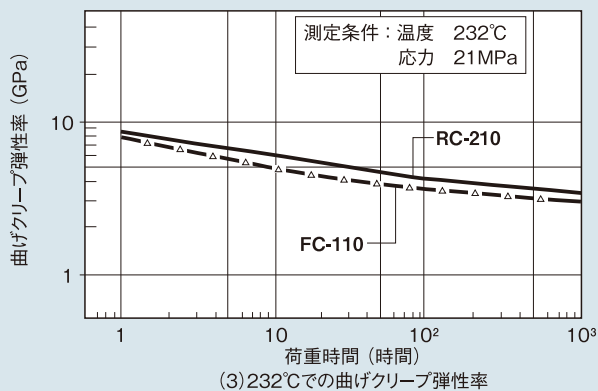
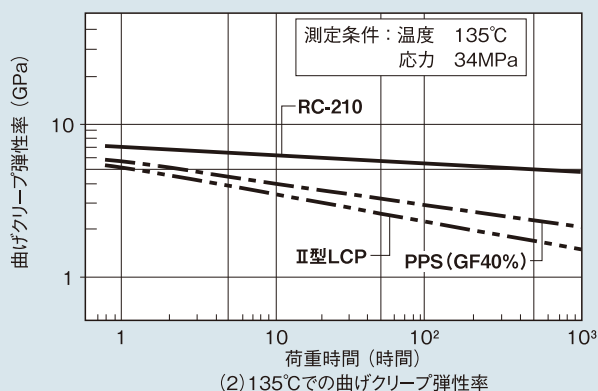
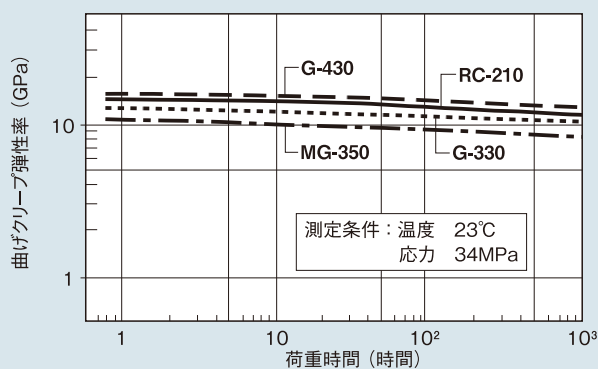
4-1-4 クリープ特性

高温での耐クリープ性は熱可塑性樹脂の重要な性質であり、高温下で連続的に荷重を受ける機械部品ではその可否を決める重要な要因となります。

ザイダーは結晶性が高く広い温度範囲で優れた

クリープ特性を示します。図4-4にザイダーの曲げクリープ弾性率と時間の関係を示します。ザイダーは時間に対するクリープ弾性率の低下が少なく、高温下においては、他の高性能エンジニアプラスチックよりも優れています。

図4-4 ザイダーのクリープ特性



4-2 熱的特性

ザイダーは市販されている熱可塑性樹脂の中で最高レベルの耐熱性をもち、セラミックスや金属の代替としても優れた特性を示します。

ザイダーの酸素指数はグレードによって多少異なりますが、40～49と非常に高く、自己消火性を示します。またザイダーは燃焼時の発煙が極めて少

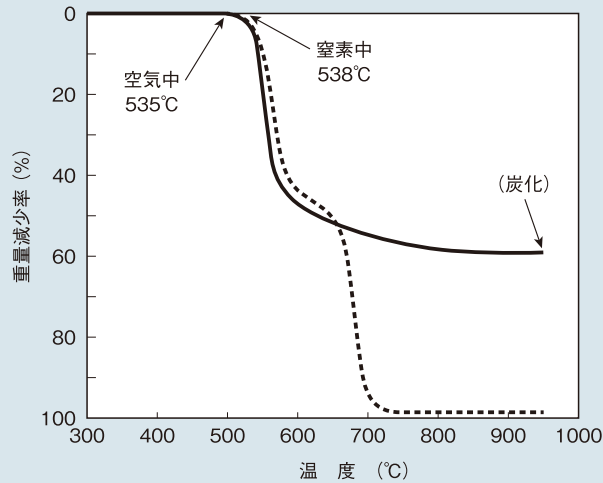
なく、また、ガスバーナーの火焰に近づけてもほとんど滴下せずに、炭化した発泡層を形成するだけです。この樹脂特性から、ザイダーの全てのグレードは難燃剤を加えることなくUnderwriters Laboratories Inc.の難燃性のクラスは最高レベルであるV-0を取得しております。

4-2-1 耐熱劣化性

図4-5に熱天秤で測定したザイダーベース樹脂の温度に対する重量減少率を示します。

ザイダーは優れた耐熱劣化性を持ち、空気中でも非常に高い重量減少開始温度を示します。

図4-5 ザイダーの耐熱劣化性



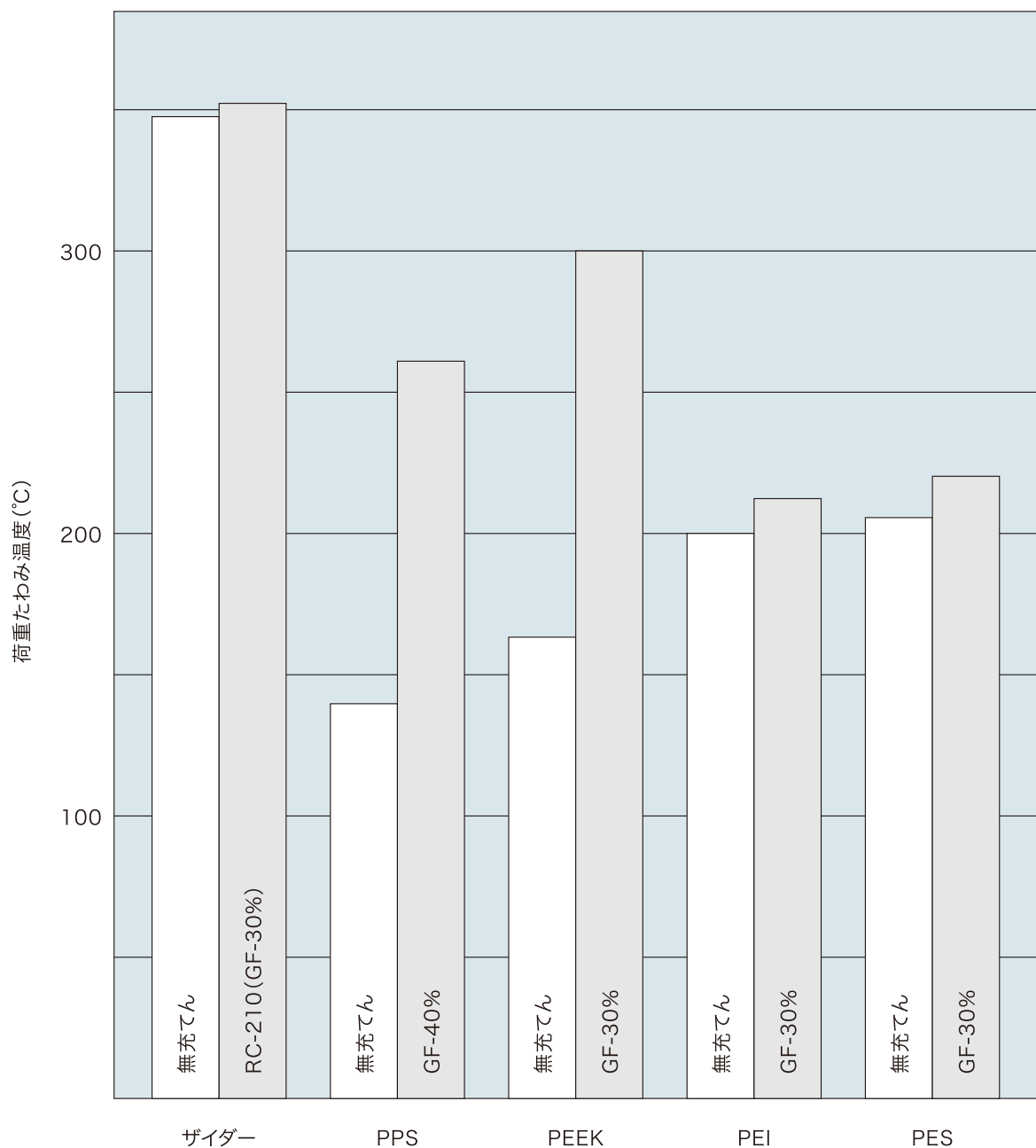
4-2-2 荷重たわみ温度

ザイダーの荷重たわみ温度は図4-6に示すように極めて高く、他の熱可塑性樹脂では得られない大きな特徴となっています。

例えばRC-210の荷重たわみ温度は1.82MPaの荷重下で353°Cであり、高い温度まで使用できることを示しています。

電子電気産業、自動車産業、航空宇宙産業、その他の工業部品分野では、部品製作面でも部品使用面でも樹脂の耐熱性が重要な要因とされています。ザイダーはそれらの要求に対し十分な機械的特性を発揮することができる樹脂です。

図4-6 ザイダーと他の熱可塑性樹脂の荷重たわみ温度の比較



4-2-3 ハンダ耐熱性

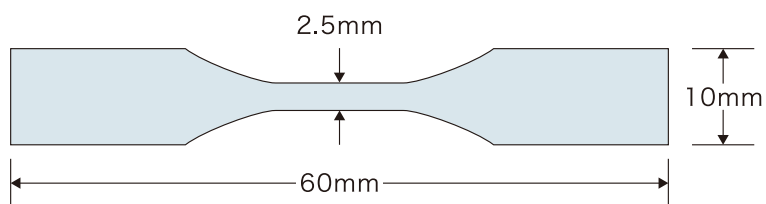
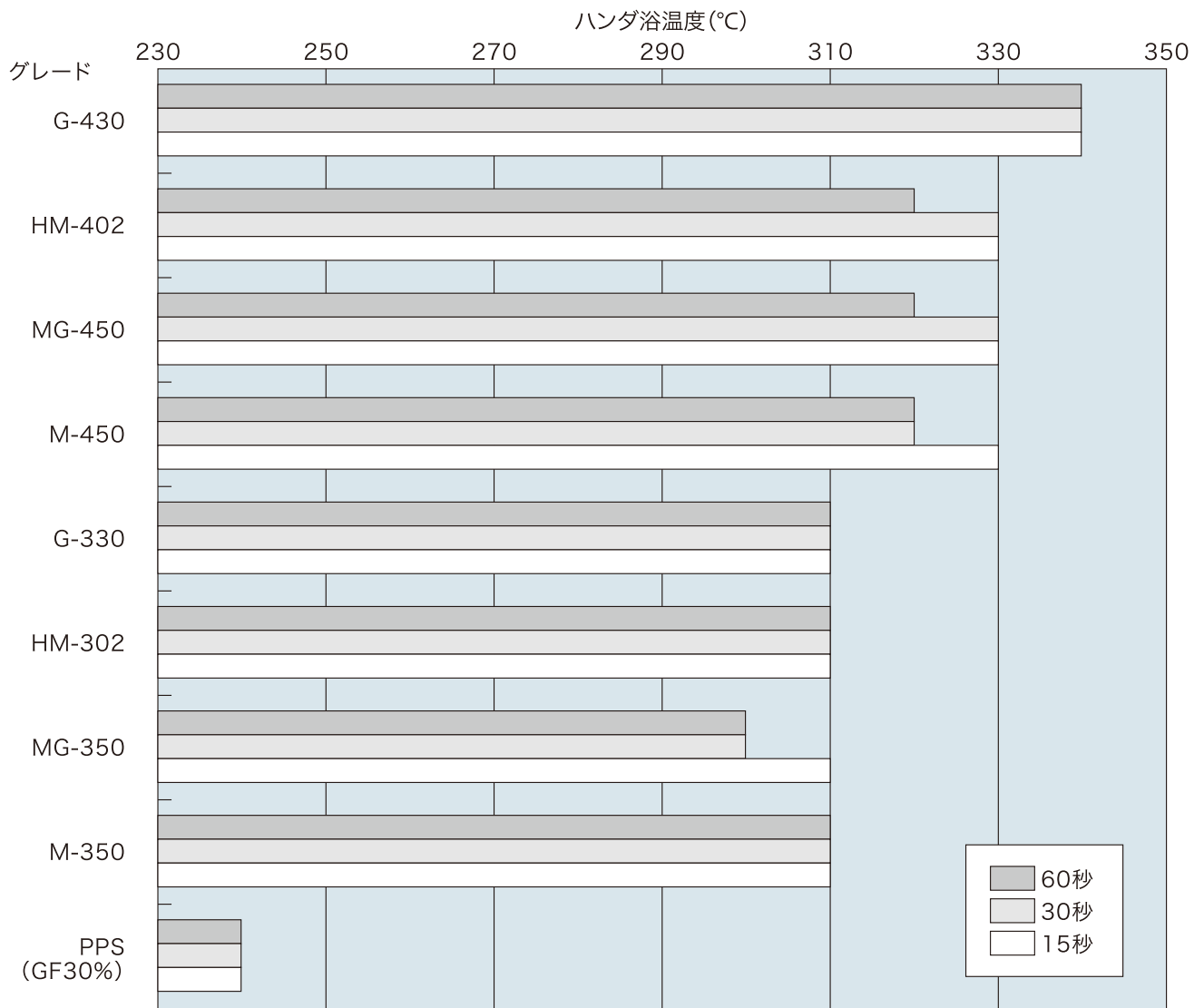
ザイダーは電気・電子部品に要求されるハンダ耐熱性においても優れた特性を有します。

図4-7は1mm厚ミニダンベルの試験片をハンダ浴に浸漬し、その外観にふくれ、そり等の変化が生じない限界温度を表しております。図のようにいずれも300℃を超える耐熱性を有しており、高

温ハンダを含め様々なハンダづけに対応しております。

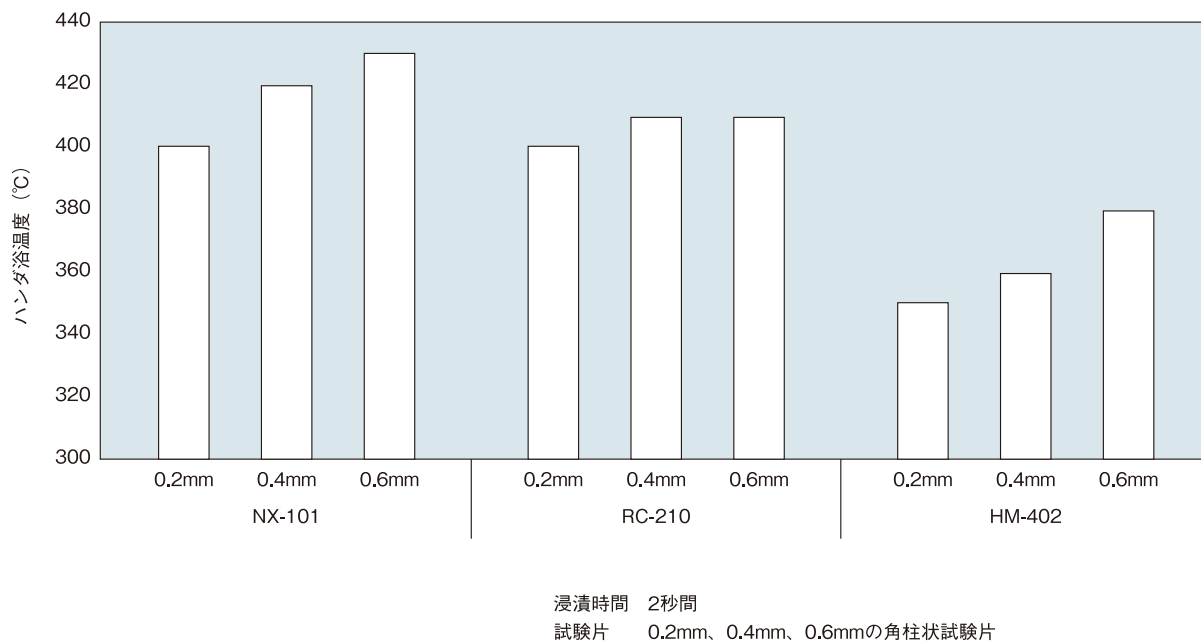
また、図4-8には細密な角柱状試験片を用いて短時間における耐熱性を測定したデータを示します。耐熱性は更に向上し成形温度に近い限界温度を有します。

図4-7 ハンダ耐熱性



(試験片：厚さ1mm)

図4-8 短時間のハンダ耐熱性



4-2-4 連続使用温度

ザイダーはUnderwriters Laboratories Inc. の試験によって最高クラスの、Relative Thermal Index (RTI: 10万時間連続使用で50%の強度を

保持している温度)をもつ熱可塑性樹脂であることが認められています。その内容を表4-2に示します。

表4-2 ザイダーのUL認可RTI(連続使用温度)

グレード	厚み (mm)	連続使用温度 (RTI)°C		
		電気特性	機械的特性	
			衝撃	衝撃なし
FSR-315	1.5	260	240	260
RC-210	1.5	240	220	240
FC-110	1.5	240	220	240
MG-350	1.5	240	240	240
G-330	1.5	220	220	220

4-2-5 線膨張係数

ザイダーの線膨張係数は表4-3、表4-4に示すように従来の熱可塑性樹脂に比べて非常に小さいのですが、異方性が強いので製品設計する場合は注意が必要です。成形品の形状や、成形条件によっても多少異なりますが、流動方向ではセラミックス、スチール、アルミなどと匹敵する値を示します。

また温度依存性が非常に小さく、広い温度範囲で安定した線膨張係数を示します。なお、線膨張係数は成形品形状に大きく依存し、表4-4に示すASTM引張試験片の中央部を切り出した場合は平板での測定値と比較しMD、TDの差が強調されています。

表4-3 ザイダー300, 400シリーズの線膨張係数

(単位: $\times 10^{-5}$ cm/cm/°C)

グレード	方向	温度範囲(°C)				
		50~100	100~150	150~200	200~250	250~300
G-330	MD	1.4	0.8	1.2	1.7	2.3
	TD	4.5	5.3	5.2	4.4	4.1
M-350	MD	1.0	1.2	1.3	1.2	1.7
	TD	1.7	2.1	2.0	2.2	2.4
G-430	MD	1.2	1.2	1.1	1.8	2.2
	TD	4.3	5.4	5.7	5.1	5.3
MG-450	MD	1.0	1.1	1.2	1.5	2.4
	TD	2.3	2.6	2.6	2.5	2.4

MD: Machine Direction

TD: Transverse Direction

試験片：100mm×100mm×3mm平板の中央部より切り出し

表4-4 ザイダーの線膨張係数

(単位: $\times 10^{-5}$ cm/cm/°C)

グレード	方向	温度範囲(°C)				
		50~100	100~150	150~200	200~250	250~300
NX-101	MD	0.6	0.0	-0.5	-0.9	-1.1
	TD	3.0	5.9	8.5	9.8	8.8
RC-210	MD	0.6	0.1	-0.3	-0.6	-0.9
	TD	7.2	8.3	9.5	11.6	11.4
FC-110	MD	0.7	2.7	-0.1	-0.5	-0.8
	TD	8.0	9.2	10.3	11.3	12.4
G-430	MD	0.8	0.4	-0.1	-0.7	-1.9
	TD	7.2	8.7	10.0	11.2	12.5
G-445	MD	0.7	0.6	0.3	-0.2	-1.1
	TD	7.7	8.6	9.5	10.5	11.8
HM-402	MD	0.3	0.3	0.0	-0.1	-0.5
	TD	3.8	4.2	5.3	5.7	5.7
MG-450	MD	0.8	0.7	0.4	0.1	-0.6
	TD	5.8	6.6	7.4	8.3	9.6
M-450	MD	0.9	0.8	0.5	0.2	-0.6
	TD	4.4	5.0	5.7	6.5	7.6
G-330	MD	0.8	0.7	0.4	0.1	—
	TD	7.3	10.2	11.7	13.1	—
G-340	MD	0.4	0.5	0.3	0.2	—
	TD	5.5	7.1	7.9	8.5	—
HM-302	MD	0.4	0.4	0.3	0.1	—
	TD	5.6	6.7	7.6	8.0	—
MG-350	MD	1.1	1.1	0.9	0.7	—
	TD	6.1	7.2	8.2	9.2	—
M-350	MD	1.3	1.3	1.1	0.8	—
	TD	4.7	5.6	6.4	7.4	—
CM-325	MD	0.7	0.7	0.3	—	—
	TD	6.7	8.5	9.8	—	—
CM-521	MD	1.1	1.2	0.9	—	—
	TD	6.2	7.6	8.7	—	—

MD: Machine Direction

TD: Transverse Direction

試験片: ASTM引張試験片中央部から切り出し

4-3 耐薬品性

ザイダーは様々な化学薬品や溶剤に対して耐性を持っております。表4-5、表4-6にザイダーに対する工業用および家庭化学薬品の影響を示します。表のように、ザイダーはほとんどの化学薬品にさら

されても影響を受けません。しかしながら、アルカリ性の強い薬品を高温下で接触させるような用途では、樹脂の化学構造上の劣化を伴う場合がありますので注意が必要です。

表4-5 ベース樹脂の耐薬品性

薬品名	試験条件	引張強さ 残存率(%)
60%湿分	5週間@23°C	100
水	167日間@82°C	100
酢酸	1週間リフラックス	100
酢酸エチル	1週間リフラックス	97
硫酸 20%	1ヶ月間@50°C	100
硝酸 70%	11日間@23°C	98
塩酸 37%	1ヶ月間@50°C	98
メチルエチルケトン	1週間リフラックス	96
イソプロピルアルコール	1週間リフラックス	100
トリクロロエチレン	1週間@50°C	100
洗剤	1ヶ月間@50°C	100
漂白剤	1ヶ月間@50°C	99
10%水酸化ナトリウム	1ヶ月間@50°C	95
フェノール	1週間@100°C	100
メチルクロライド	1ヶ月間リフラックス	100
ジェット燃料(Kerosene)	1ヶ月間@50°C	100
ガソリン	1ヶ月間@50°C	100
ブレーキ油	1ヶ月間@50°C	98
	1ヶ月間@150°C	44
トランスミッション油	1ヶ月間@50°C	100
	1ヶ月間@150°C	74
エチレングリコール	1ヶ月間@50°C	100
	1ヶ月間@150°C	50

表4-6 RC-210の耐薬品性¹⁾

薬品名	重量変化(%)	引張強さ 残存率(%)
水	0.0	97
10%(NH ₄) ₂ SO ₄	0.0	100
10%CaCl ₂	0.0	100
10%KMnO ₄	0.0	100
DMSO	0.0	98
DMF	0.0	100
10%AlCl ₃	0.0	100
鉱物油	0.0	100
エンジンオイル	0.0	100
トルエン	0.0	100
キシレン	0.0	100
ブチルアルコール	0.0	100
フェノール	0.0	100
アニリン	0.0	100
メチルエチルケトン ²⁾	0.0	100
15%NaOH	-14.3	78
エチレングリコール	0.0	100
シクロヘキサノール	0.0	100
28%アンモニア	-1.9	89
10%酢酸	0.0	100
10%塩酸	0.0	100
10%硝酸	-0.3	100
30%硫酸	0.0	100

試験条件： 1) 93℃、24時間

2) 80℃、24時間

4-4 電気特性

ザイダーは、高い絶縁耐力と耐アーク性をもつ優れた電気絶縁体です。図4-9にザイダーの誘電特性の周波数依存性を、また図4-10に温度依存性を

を示します。マイクロ波領域の高周波数に対し低い誘電率、誘電正接を有し、また、高温下においても安定していることが分かります。

図4-9 誘電特性の周波数依存性

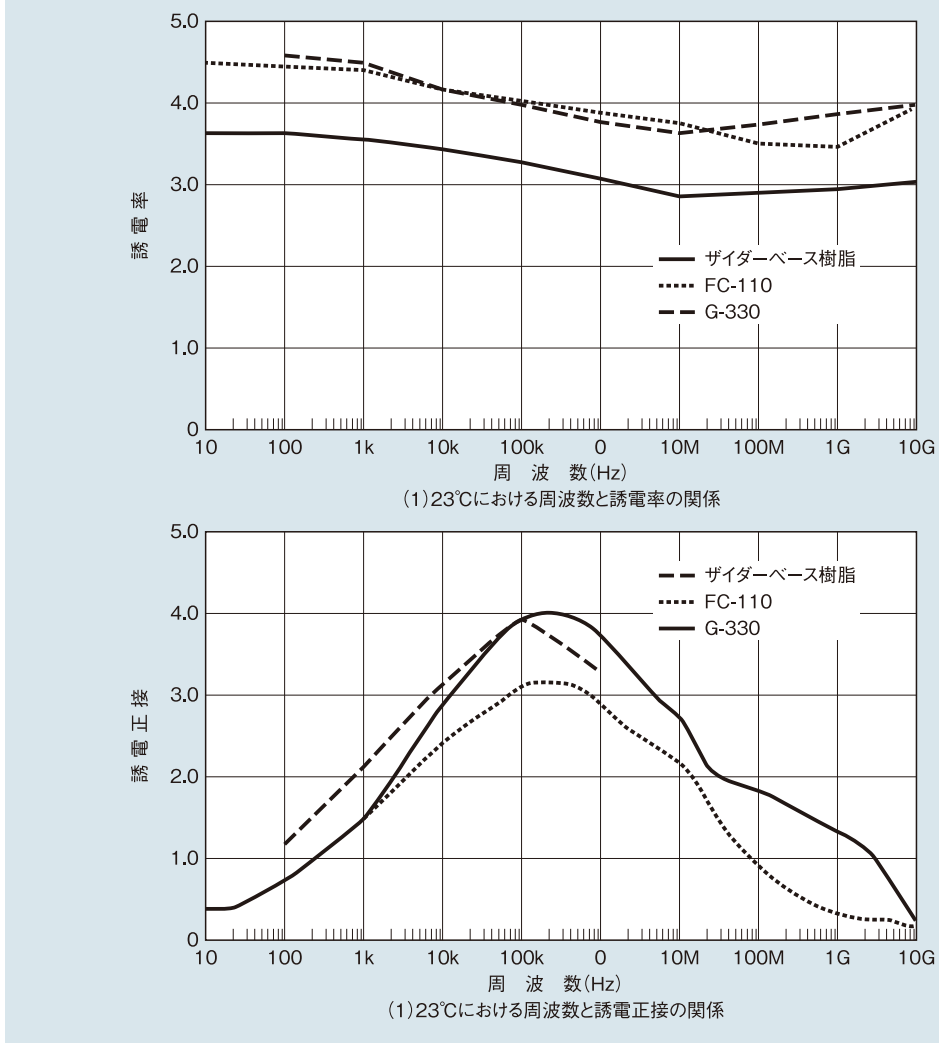


図4-10 誘電特性の温度依存性

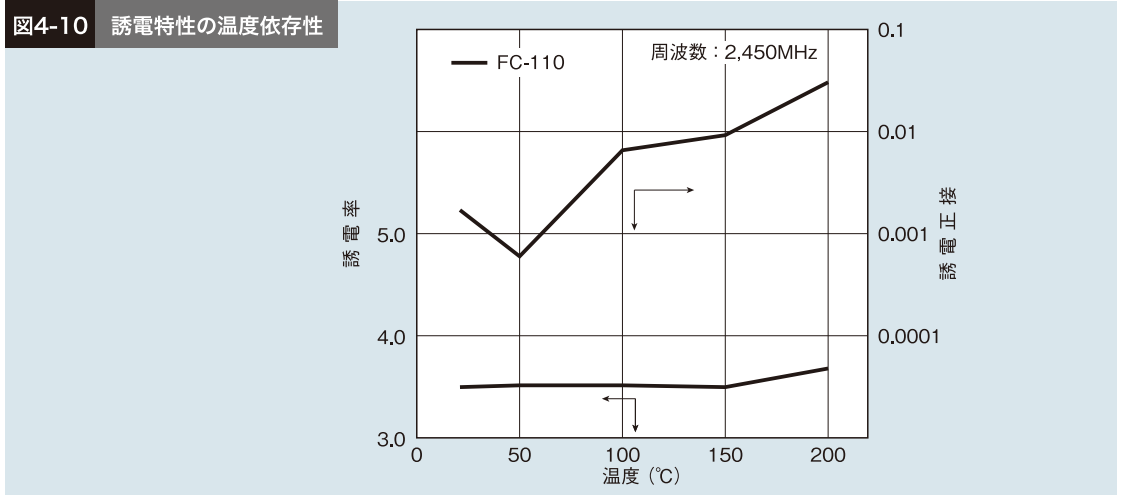


図4-11 絶縁耐力の温度依存性(G-430)

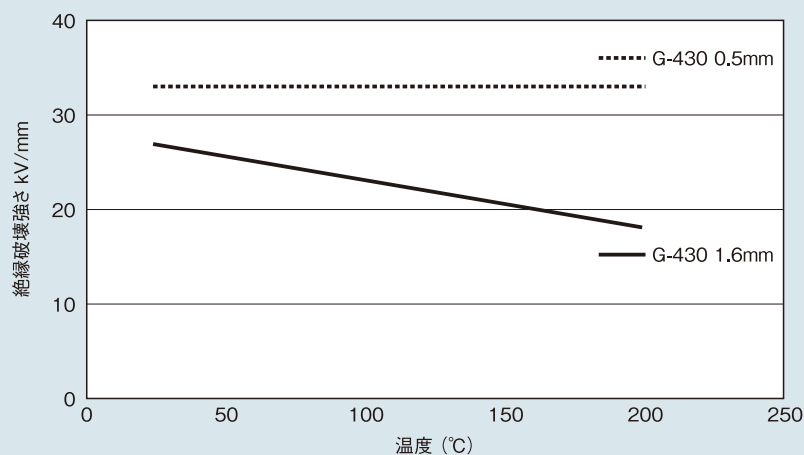


表4-7 高周波における誘電特性(1GHz,10GHz)

グレード	誘電率 @1GHz	誘電正接 @1GHz	誘電率 @10GHz	誘電正接 @10GHz
LK-301	2.8	0.004	2.7	0.004
LK-303	3.1	0.004	3.0	0.004
RC-210	3.9	0.004	3.7	0.004
FC-110	4.2	0.004	4.0	0.005
G-430	4.0	0.004	3.8	0.004
HM-402	4.3	0.009	4.1	0.010
G-445	4.4	0.004	4.2	0.005
MG-450	4.2	0.003	4.1	0.004
M-450	4.4	0.010	4.2	0.010
G-330	4.0	0.004	3.9	0.005
G-340	4.5	0.010	4.2	0.010
HM-302	4.1	0.005	3.9	0.006
MG-350	4.2	0.004	4.0	0.004
M-350	4.1	0.003	3.9	0.002

4-5 制振性

図4-12に示すように、ザイダーは他のエンブラに比べて優れた制振性を持っています。損失係数と引張弾性率の関係を図4-13に示しますが、ザイ

ダーは高弾性率を有する材料であるにもかかわらず高い損失係数を示します。

図4-12 振動減衰性の比較

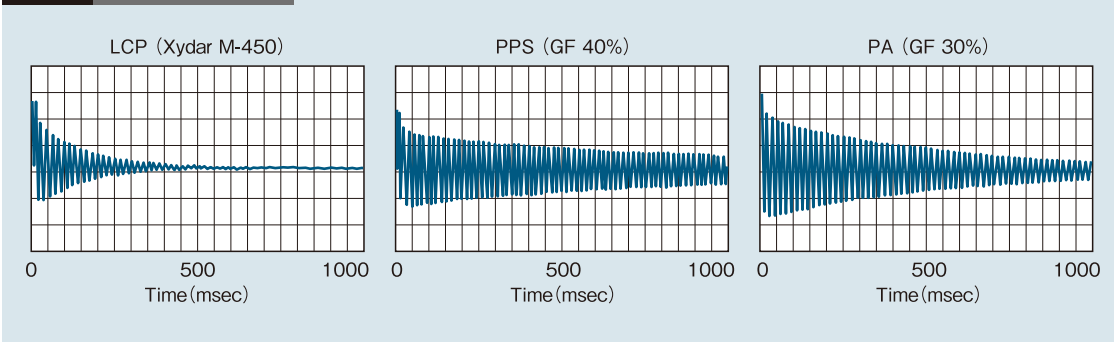


図4-13 損失係数と引張弾性率の関係

