



PRODUCT GUIDE

Polyphenylene Sulfide (PPS)

Chinese Version

DIC Corporation

DIC.PPS
Polyphenylene Sulfide

DIC.PPS 的基本性能

机械性能、热性能、电性能、成型加工性及其它

使用前请先阅读

安全性相关事项

为了能安全的使用 DIC.PPS，请仔细阅读本“DIC.PPS 的基本性能”中所记载的“成型注意事项”以及 SDS。

一般注意事项

- 1. “DIC.PPS 的基本性能”所记载的资料（“本手册”）是为需要者选择 DIC.PPS 时以供参考制定的。
- 2. “本手册”制作时，是我公司采用可信赖的实验数据和情报为基础制作的。但我公司并不能保证其精确性和完整性。
- 3. 在参考“本手册”的同时，各位客户务必在使用材料之前，按照自己的使用和加工意图做适宜性实验。本情报不能取代上述实验的必要性。
- 4. 我公司对使用“本手册”以及‘DIC.PPS’的应用、加工、使用以及由此产生的后果不负任何责任。
- 5. “本手册”中为客户提供的有关具体的应用、加工以及使用等资料，并不保证没有侵犯第三方的知识产权。
- 6. DIC.PPS CZ-1130，CZL-5000等为代表的采用碳纤维填充增强的 DIC.PPS 在出口时，有可能需要得到日本政府的许可。该许可手续的必要性的判断以及手续的取得，由客户自己实施
- 7. 本情报包含的各种数据，当然也不仅仅限于正文中的资料，都是以以下标准成型条件制作试样片进行测试得来的。

预干燥：130℃ /4小时
料筒温度设定：320℃
注射时间：1sec

保压压力：60MPa
模具温度设定：150℃

CONTENTS

使用前请先阅读	P.1	5. 其它性能	P.17
1. 引 言	P.2	6. 成型加工	P.18
2. PPS 聚合物的性能.....	P.3	7. 二次加工	P.26
3. DIC.PPS 的牌号	P.4	成型注意事项	P.29
4. DIC.PPS 的基本性能.....	P.5		



1. 引言

聚苯硫醚（PPS）树脂是具有如图 Fig.1.1中所示的化学结构的结晶性耐热高分子材料。该树脂除具有约 280°C的熔点，优异的耐化学药品性外，还有无需添加阻燃剂就具有自熄的阻燃特性。

用玻璃纤维等纤维增强材料和无机矿物填充、增强的 DIC.PPS 复合材料是具有优异的耐热性、高机械强度，同时具有优异的尺寸稳定性的典型的工程塑料材料。

DIC.PPS 大致分为两大类。一类是以交联聚合物为基体的复合材料，它是具有在高温下仍保持高刚性、低蠕变性的一类。另一类是以线型聚合物为基体的复合材料，它具有应变（伸长）良好的韧性。高纯度的线型聚合物具有在高温高湿下比交联合聚合物的吸湿性更低的特性。

由于 DIC.PPS 具有以上的特性，是可以应对以下所示的应用领域使用要求的成型材料，是设计者和成型加工者很容易上手的高品质工程塑料材料。

- 200°C以上连续使用可能的耐热性
- 很宽的温度范围内的高刚性和强度
- 树脂本身就具有 UL V-0级的阻燃性
- 广泛的环境条件下优异的尺寸稳定性
- 仅次于氟树脂的耐化学药品性
- 高温、高湿、高频下良好的电气性能
- 复杂的高精度的成型可能性

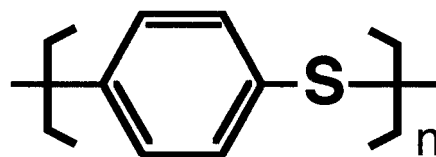


Fig.1.1 PPS是由苯环和硫构成的具有简单化学结构的树脂
PPS is a simple chemical construction consisting of benzene ring and sulfur atom

DIC.PPS

2. PPS 聚合物的性能

2.1. 基本特性

PPS 具有优异的耐热性。从 Fig2.1所示的 TGA 分析（热失重分析）可以看出，在空气以及氮气气氛下，PPS 都具有热分解温度在500℃以上的高耐热稳定性。

从 Fig.2.2所示的 PPS 树脂的 DSC 分析结果可以看出，PPS 是玻璃化转变温度： T_g 大约为90℃；熔点： M_p 大约为280℃；再结晶温度： T_{c1} 大约为125℃的部分结晶的聚合物。这些温度对于 PPS 产品的机械性能等各种性能来说具有重要的意义。在玻璃化转变温度以上，力学性能（4.1机械性能）和尺寸（4.4.1线性膨胀系数）会有急剧的变化。另外

当材料的结晶不完全的时候，在再结晶温度以上，材料会再结晶，会导致尺寸的变化。Fig2.3显示了 PPS 聚合物的粘弹性行为（基于 ASTM D-5418标准，频率0.1Hz，双悬臂弯曲法），在玻璃化转变温度下储能模量和损耗角正切有急剧的变化。

2.2. 交联 PPS 和线型 PPS

在上一节已经提到 PPS 树脂有交联型和线型两种结构。

交联型是在聚合物制作过程中，在氧气环境下进行热处理，把分子量提高到必要的程度而得到的。这类聚合物是聚合物分子的一部分在氧气作用下相互

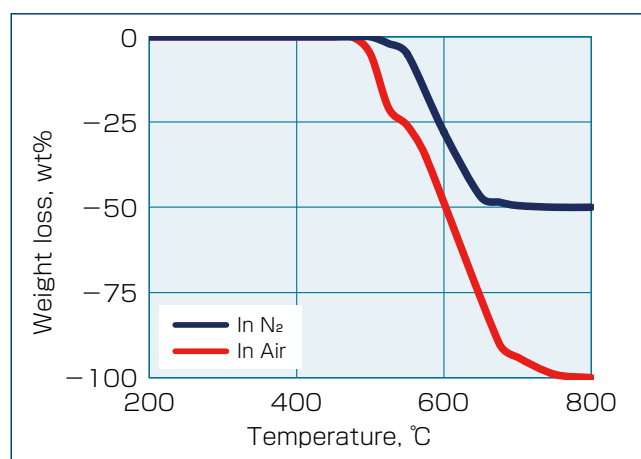


Fig.2.1 PPS聚合物的TGA热分解曲线
Thermal oxidative stability of PPS

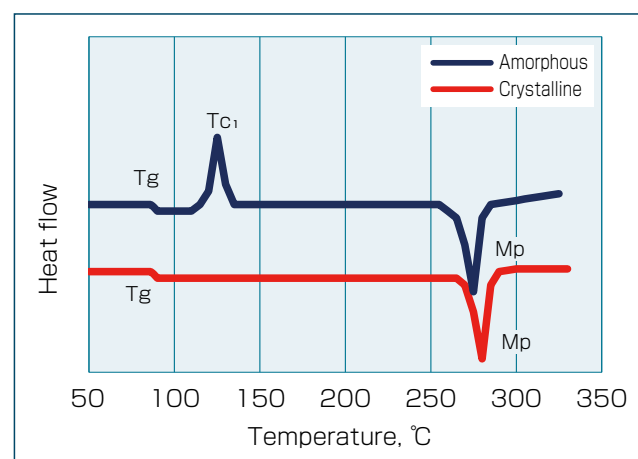


Fig.2.2 PPS聚合物的DSC热分析谱图
DSC chart of PPS polymer

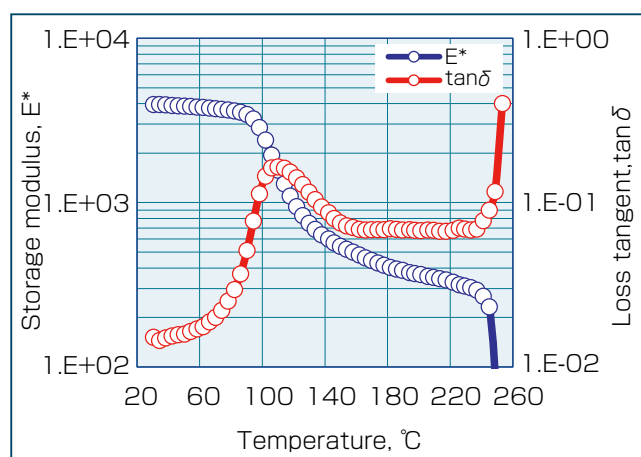


Fig.2.3 PPS聚合物的粘弹性特性
Mechanical damping behavior of PPS

反应形成了2维或3维的交联结构。和下面所述的线型聚合物相比，这类聚合物即使在高温环境下仍具有高刚性、蠕变变形小、应力松弛难等特性。

线型聚合物是聚合物合成过程中没有热处理过程，分子中不含有交联结构，分子是1维的直链状。一般来说，线型聚合物和交联聚合物相比，具有刚性低，韧性和应变（伸长）大的特点。线型聚合物的纯度高、吸湿性小，在高温高湿环境下具有尺寸稳定、电绝缘性下降小的优点。

Table 2.1是两种 PPS 聚合物的粘弹性中的储能模量的比较，交联型聚合物的值高，表明它的刚性大，耐蠕变性和应力松弛性能优异。

由于如上所述的交联型和线型聚合物之间的差异，基于这些聚合物的化合物表现出如图 2.4 所示的特性差异。

Table 2.1 交联和线型树脂的储能模量：E'
Comparisons of storage modulus; E' between
branched and linear PPS polymers

Temperature	Branched	Linear
23℃	4,000 MPa	3,700 MPa
80℃	3,700 MPa	3,500 MPa
100℃	2,500 MPa	2,100 MPa
120℃	1,000 MPa	800 MPa
140℃	600 MPa	500 MPa

3. DIC.PPS 的牌号

DIC.PPS 拥有可适应各种用途要求的牌号。

- 玻纤增强耐热型
- 玻纤 / 矿物填充耐热型
- 玻纤增强韧性型
- 玻纤 / 矿物填充韧性型
- 超韧性
- 自润滑、导电型
- PPS 合金
- 电子元件封装类

本资料主要介绍以下6个牌号。

其它牌号请参照“DIC.PPS 的牌号和特性”

FZ-1140：40% 玻纤增强交联型 PPS

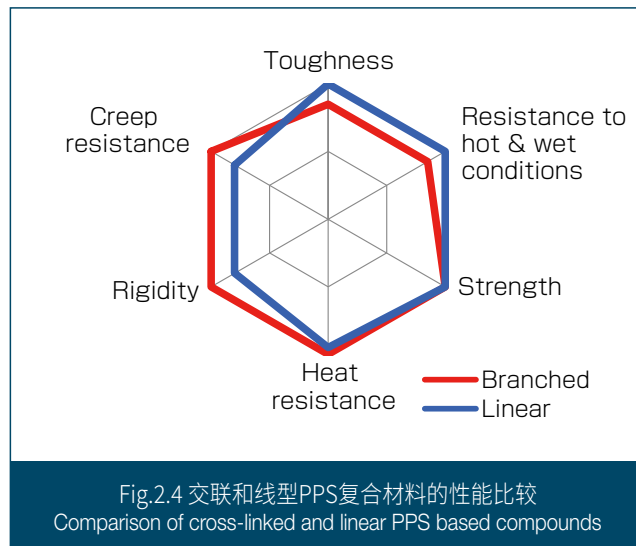
FZ-2140：40% 玻纤增强线型 PPS

FZ-3600：玻纤 / 矿物填充增强交联 PPS

FZ-6600：玻纤 / 矿物填充增强线型 PPS

Z-230：30% 玻纤增强超韧性 PPS

Z-650：玻纤 / 矿物填充超韧性 PPS



4. DIC.PPS 的基本性能

4.1. 机械性能

即使在很宽的温度范围下 DIC.PPS 都具有优异的机械性能。Fig.4.1是具有代表性的6个牌号在常温下的拉伸应力 - 应变(伸长) (S-S 曲线) 曲线。如图所示超韧型 PPS 具有较大的断裂应变。Fig.4.2是拉伸

强度对温度的依赖性。Fig.4.3和4.4分别是弯曲强度和弯曲模量的温度依赖性。在玻璃化转变温度 T_g 90°C以上, 它们的强度和刚性都会下降。即使是在 200°C 的高温下, 仍然可以保持常温时的30% 的强度和刚性。在高温下以交联聚合物为基体的 FZ-1140 比以线型树脂为基体的 FZ-2140具有较高的刚性。

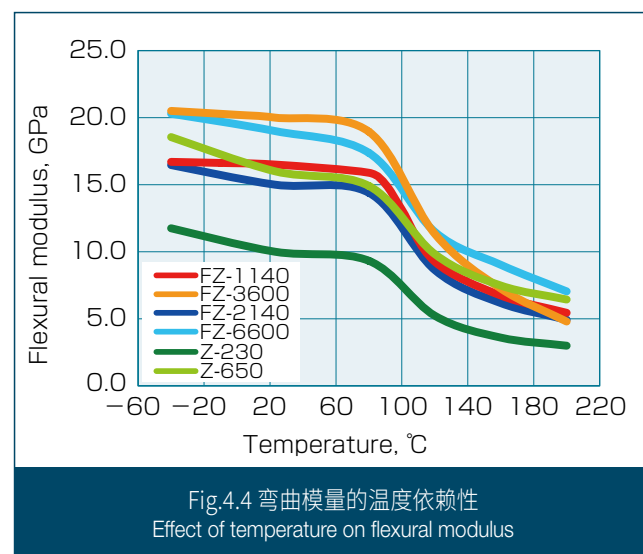
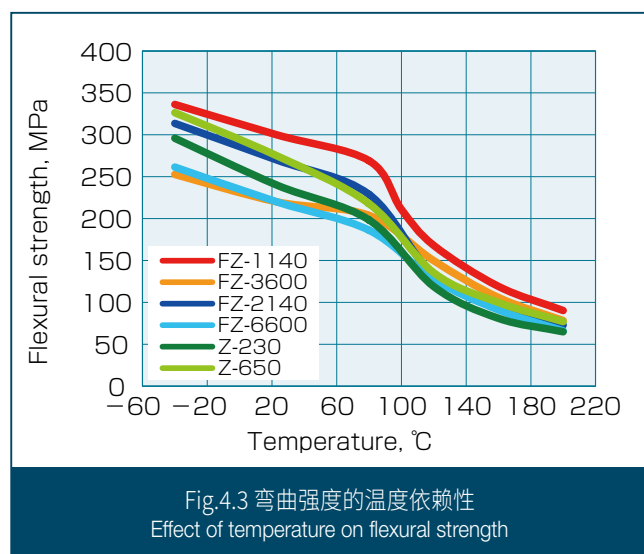
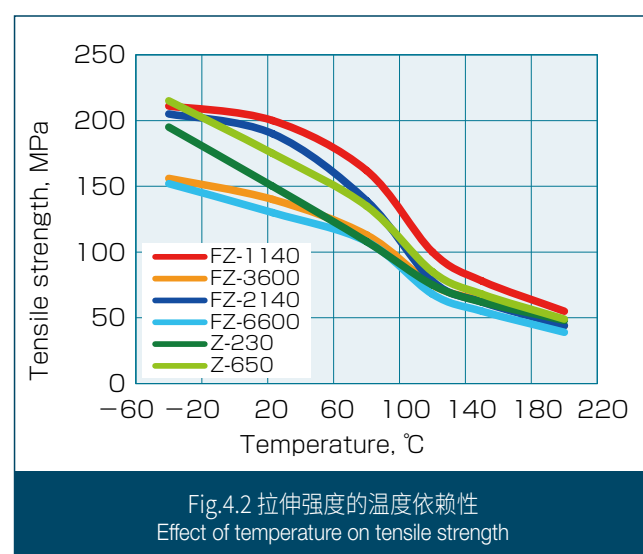
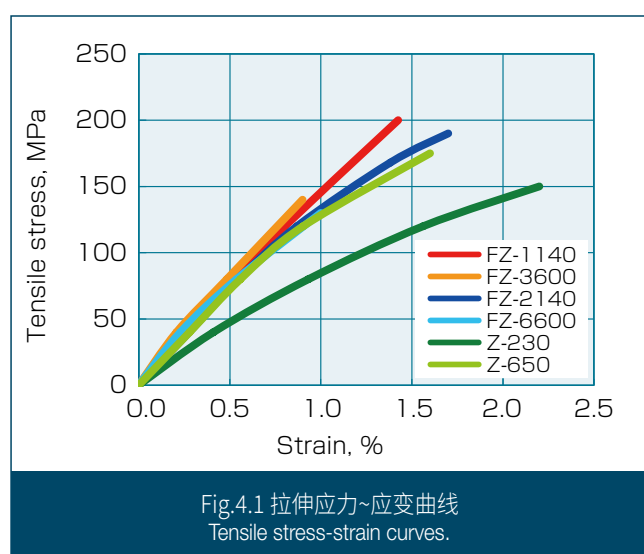
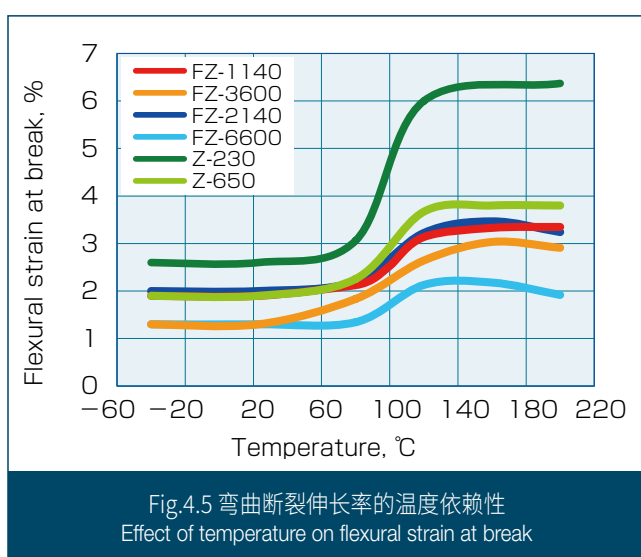


Fig.4.5是弯曲断裂应变（伸长）的温度依赖性。当温度超过玻璃化转变温度 T_g 时，应变（伸长）大大的增加。

压缩强度、剪切强度的温度依赖性和弯曲特性、拉伸特性具有相同的趋势。如 Fig.4.6和 Table 4.1所示。无缺口简支梁冲击强度的温度依赖性如 Fig.4.7所示，和拉伸特性、弯曲特性相比，对温度的依赖性比较小。特别是超韧性的 Z-230（以及 Z-650）具有极其优异的韧性。有缺口的材料的强度几乎不受温度的影响。



另外，作为成型品的缺点之一的熔接是大多数场合下不可避免的。Fig.4.8是熔接拉伸强度对温度的依赖性。它显示了和拉伸强度、弯曲强度同样的温度依赖性。在低温区，以线型聚合物为基体树脂的牌号和超韧性牌号的熔接强度比以交联聚合物为基体树脂的牌号的强度高。

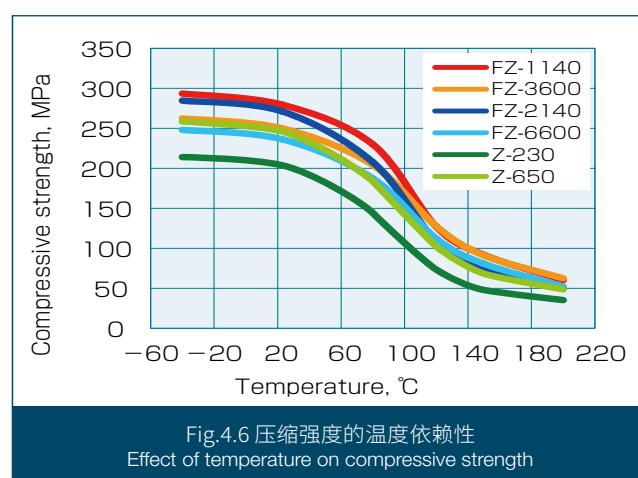
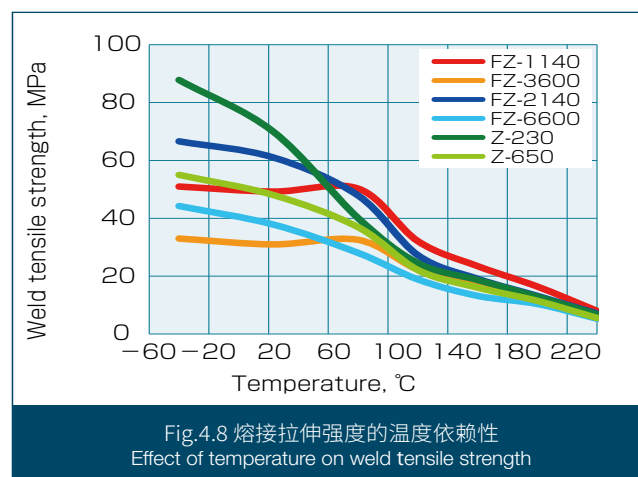
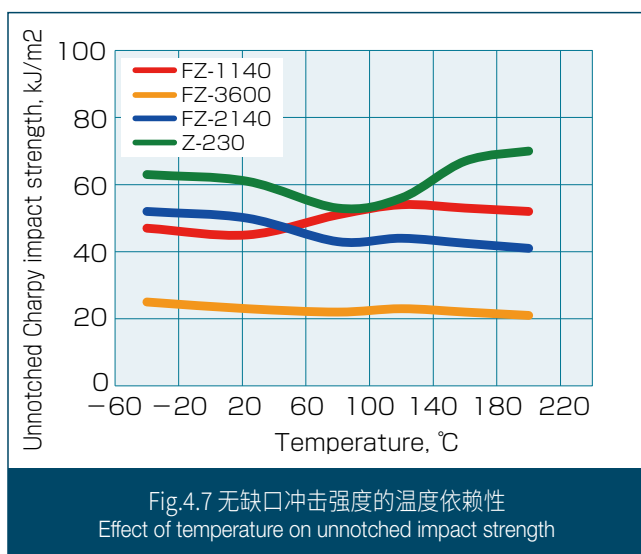


Table 4.1 剪切强度的温度依赖性
Shear strength depending on temperature

	23°C	80°C	120°C	160°C
FZ-1140	88 MPa	85 MPa	56 MPa	40 MPa
FZ-2140	90 MPa	86 MPa	50 MPa	36 MPa
FZ-3600	85 MPa	82 MPa	52 MPa	38 MPa
FZ-6600	90 MPa	85 MPa	54 MPa	38 MPa



4.2. 机械性能的各向异性(TD/FD, 23°C)

不单是 PPS 树脂，一般采用高刚性的玻璃纤维等纤维材料来增强的塑料材料在成型加工时由于纤维的取向造成了材料性能的各向异性。对 PPS 来说，由于是结晶性树脂，分子的取向加剧了材料的各向异性。

各向异性的程度受成型品的厚度、成型条件以及浇口的形状等各种因素的影响。受取向影响的特性有强度、弹性模量、应变（伸长）等机械性能；成型收缩率和线性膨胀等尺寸性能；以及热变形温度等。下面以机械性能为中心说明材料的各向异性。为了方便说明，以 Fig.4.9 表示，纤维取向的方向即流动方向，以 FD 表示 (flow direction: 在坐标轴“1”)，垂直流动方向，以 TD 表示 (transverse direction: 坐标轴“2”)。弯曲强度、弯曲弹性模量、弯曲断裂伸长率性能分别如 Fig.4.10、4.11、4.12 所示。TD 方向的强度、模量是 4.1 项所示的 FD 方向的 1/2 或者更低，如果是取向明确的成型品的话，要和熔接部位一样，需要考虑它们的影响。

从这些图中可以看出，与玻璃纤维 / 填料填充等级 FZ-3600 和 FZ-6600 相比，超韧型 Z-230、Z-650 和 FZ-1140、FZ-2140 在 TD 方向上的强度和应变（伸长率）大，而 FZ-3600 和 FZ-6600 则表现出高刚性。同时，在高于 T_g 的高温范围内，TD 方向的弯曲强度的差异变小。Table 4.2 显示了简支梁冲击强度的各向异性。超韧型 Z-230 往往具有较小的各向异性。Fig.4.13 是 FD 方向上一定载荷下的泊松比的温度依赖性。随着温度上升有上升的趋势。

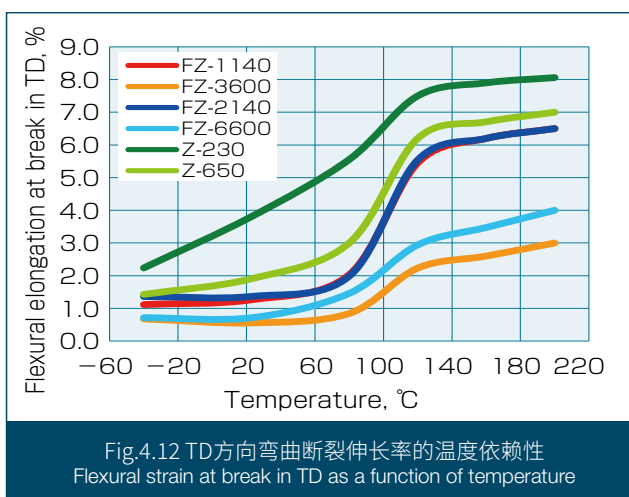
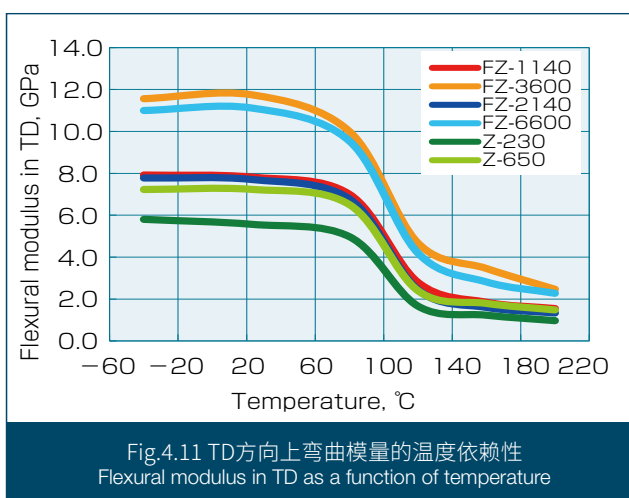
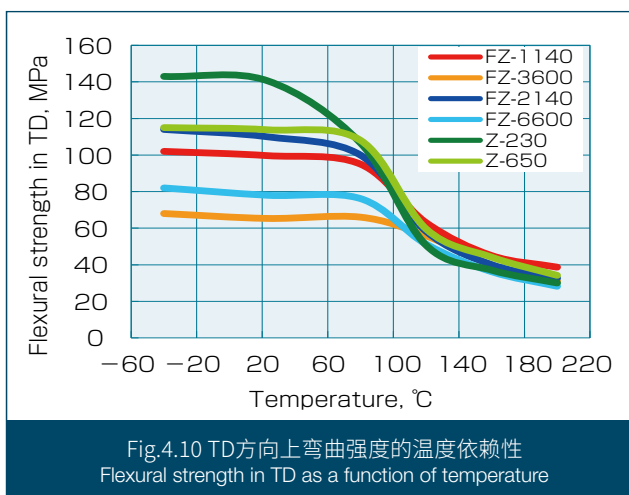
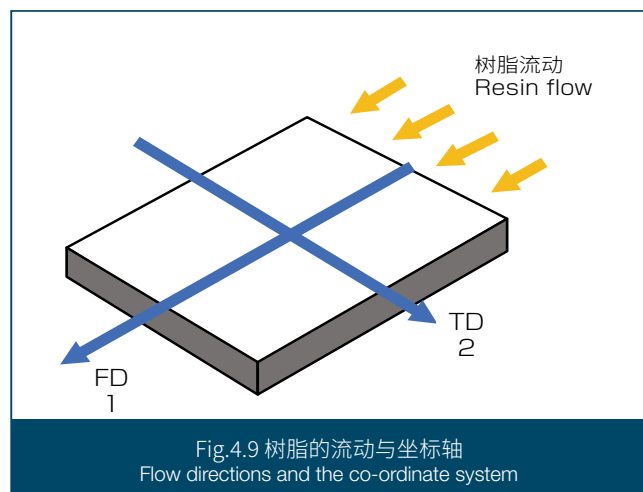
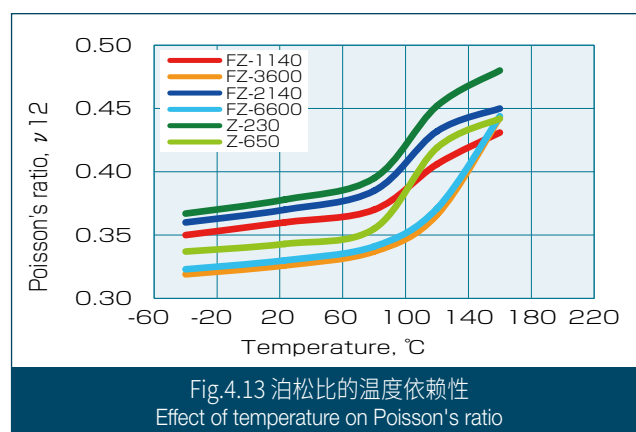


Table 4.2 简支梁冲击强度的各向异性 (23°C)
Anisotropic properties of Charpy impact strength

牌号	有缺口	无缺口
FZ-1140 BLACK	0.8	0.7
FZ-2140 BLACK	0.8	0.6
Z-230 BLACK	0.9	0.9

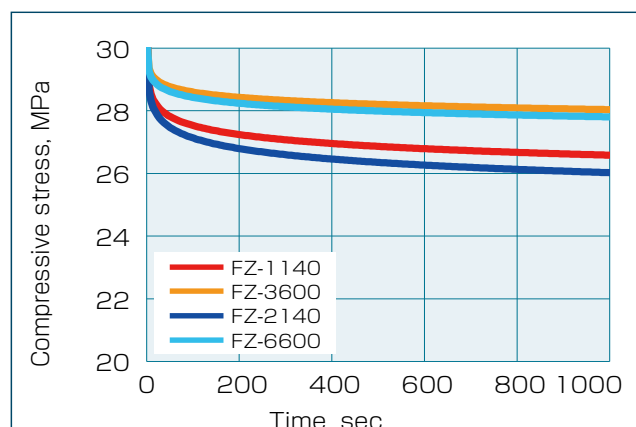
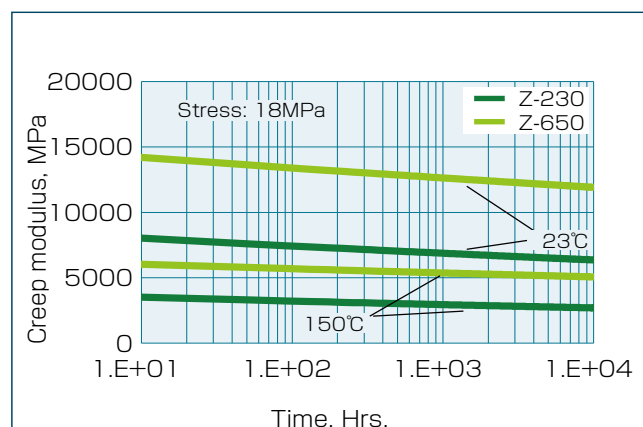
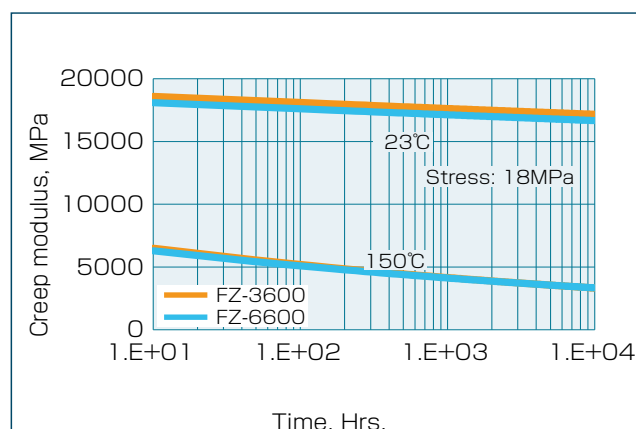
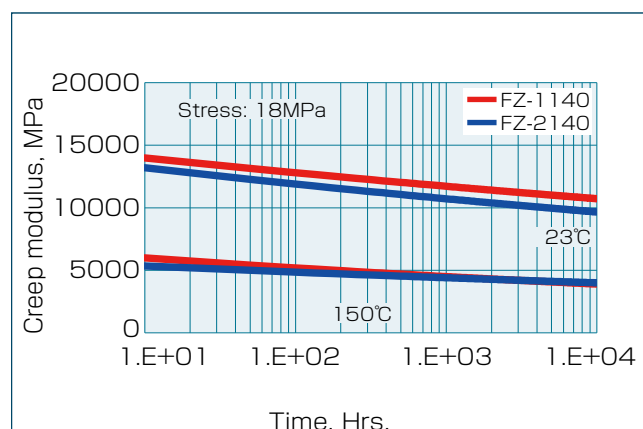


4.3. 机械性能的耐久性

对于塑料成型制品，有在对成型品施加一定的外力时应变（蠕变）增加，以及对成型品施加一定应变而产生的应力降低（应力松弛）的问题。PPS 的特点是这些变化很小。这些蠕变和应力松弛受温度的

影响很大。

Fig4.14~4.17显示了他们的弯曲蠕变以及短时间内的压缩应力松弛数据。可以看出交联型 PPS 比线型和超韧型 PPS 具有更好的蠕变特性。这个也可以由 Table2.1所示的交联型和线型 PPS 聚合物的粘弹性的差推断出来。



机械部件可能会承受动态的重复的载荷和周期性应力。 在这种情况下，需要考虑反复疲劳特性进行耐疲劳性设计。 Fig.4.18~4.20是参照 JISK7119标准测定的定应力交变弯曲疲劳的实验结果。 经验表明，

在相同的环境和条件下，PPS 材料的疲劳极限应力是其静态强度的20-25%。 Table 4.3 显示了 DIC.PPS 在不同温度条件下的 10^7 次的弯曲疲劳强度。

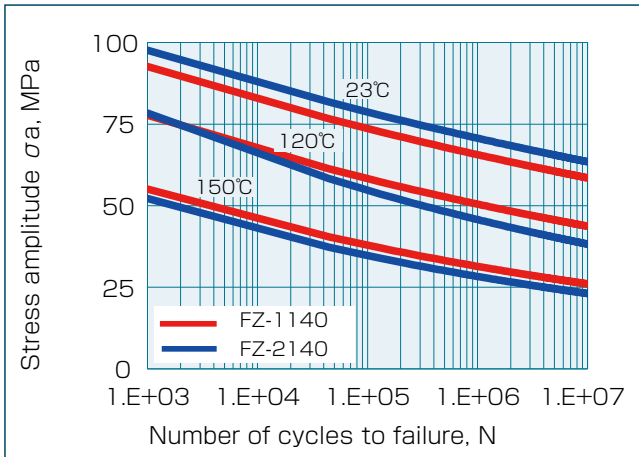


Fig.4.18 GF40%级材料的弯曲疲劳曲线
Flexural S-N curves of GF40% grades

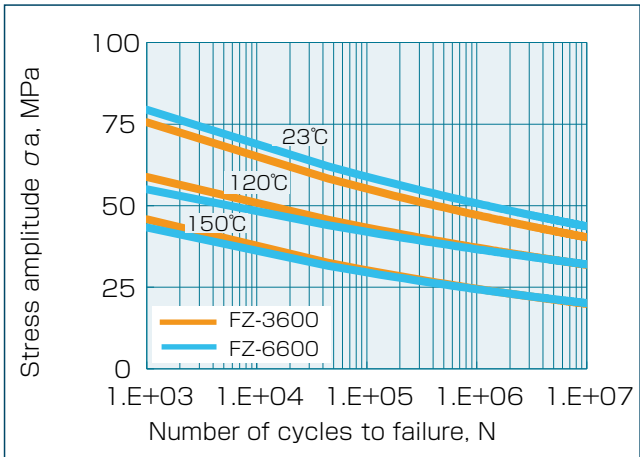


Fig.4.19 玻矿填充级材料的弯曲疲劳曲线
Flexural S-N curves of GF/filler grades

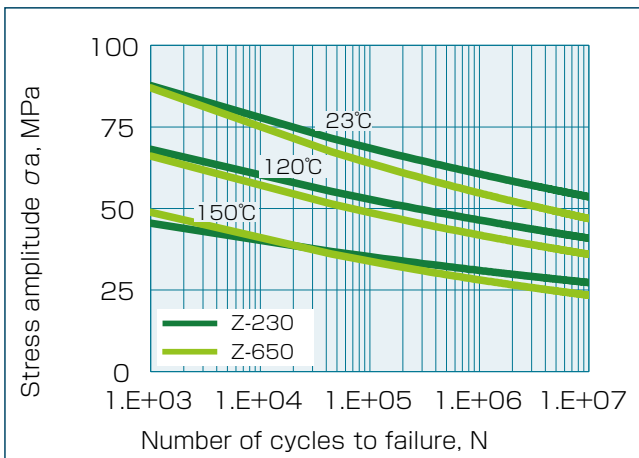


Fig.4.20 超韧级材料的弯曲疲劳曲线
Flexural S-N curves of tough "Z"grades

Table 4.3 DIC.PPS 在 10^7 循环下的弯曲疲劳强度
Flexural fatigue endurences in 10^7 cycles

	23℃	120℃	150℃
FZ-1140	58 MPa	40 MPa	26 MPa
FZ-2140	63 MPa	36 MPa	24 MPa
FZ-3600	40 MPa	32 MPa	20 MPa
FZ-6600	44 MPa	32 MPa	20 MPa
Z-230	56 MPa	42 MPa	27 MPa
Z-650	48 MPa	37 MPa	23 MPa

4.4. 热性能

4.4.1. 线性膨胀系数

与机械性能的各向异性一样，线性膨胀系数也显示出各向异性。Fig.4.21为高取向的FD方向和TD方向的线性膨胀系数曲线。如果取向不明确，取FD方向和TD方向的中间值。

DIC.PPS的线性膨胀系数与浇铸铝的膨胀系数 $2.4 \times 10^{-5} \text{m/mK}$ 相近。

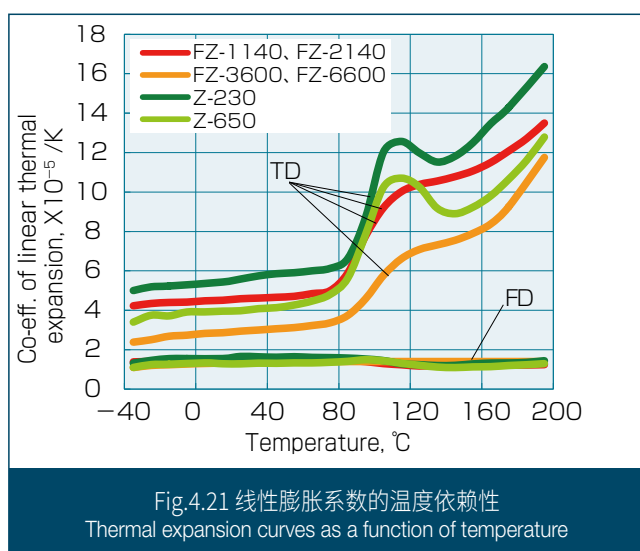


Table 4.4 UL746B 认证温度指数 (连续使用温度)
Continuous use service temperatures(°C)

Grade ¹⁾	Thickness (mm)	Electrical	Mechanical	
			With impact	Without impact
FZ-1140 & FZ-1140-XY	0.75	200	200	200
	1.5	220	200	220
	3.0	220	200	220
FZ-3600 & FZ-3600-XY	0.73	240	200	220
	1.5	240	200	220
	3.0	240	220	240
FZ-2140 & FZ-2140-XY	0.75	200	200	200
	1.5	220	200	220
	3.0	220	200	220
FZ-6600 & FZ-6600-XY	0.73	240	200	220
	1.5	240	200	220
	3.0	240	220	240

1) 标注 X : A-Z 中的一个字母、标注 Y : 0-9 中的一个数字。
Suffix X : One letter selected from A to Z and
suffix Y : One digit selected from 0 to 9.

4.4.2. 长期耐热性

PPS 是比其它工程塑料具有更优异的耐热耐久性的材料。Table4.4所示的相对温度指数是200°C以上的高值。Table4.5中显示的是直径50mm 厚度2mm 的圆板的耐热尺寸变化，结果显示它具有极佳的稳定性。Fig.4.22显示的是弯曲性能和冲击性能的耐热老化性，在氧气条件下，暴露在200°C以上的高温时，物性会下降并会变色。随着温度的升高、时间的延长这个变化会更加明显。

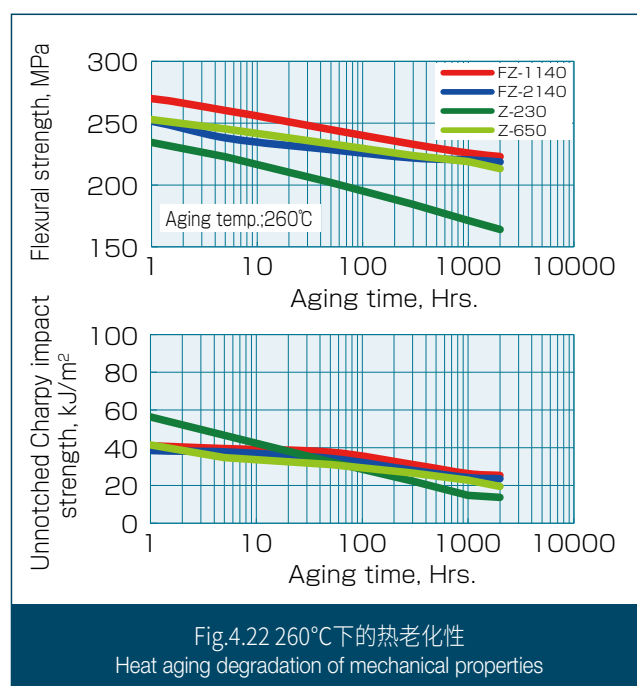


Table 4.5 高温环境下 FZ-1140 的尺寸稳定性
Heat aging dimensional stability of FZ-1140 using
Φ50mm × 2mm disc molding with pin gate

Aging condition		Dimensional change,%
150°C	5Hrs.	-0.01
	100Hrs.	-0.02
	1000Hrs.	-0.03
230°C	5Hrs.	-0.07
	100Hrs.	-0.11
	1000Hrs.	-0.13

4.4.3. 热传导率

热传导表示稳定状态下热流量的比率。Fig.4.23显示了通过热盘法、激光闪光法测得的热导率。PPS 聚合物、玻璃纤维和无机填料的热导率各不相同，因此复合材料的热导率根据添加材料的种类和量而不同。此外，成型品的厚度越大，厚度方向的热导率往往越高，增强材料的取向也会影响热传导率。

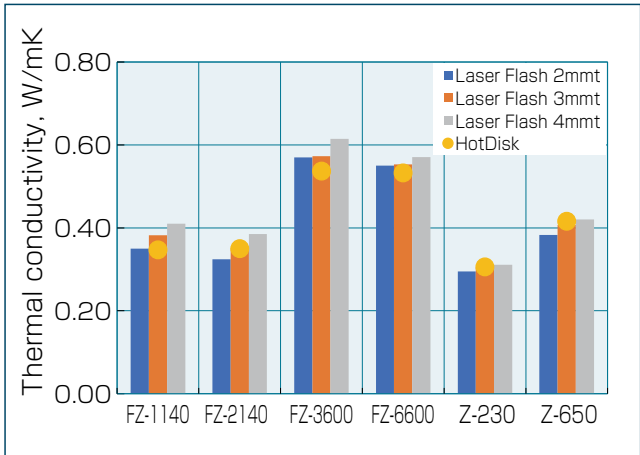


Fig.4.23 热传导率的厚度依赖性
Thermal conductivity as a function of thickness

4.4.4. 定压比热

比热是定压状态下单位当量的热容量，并随温度而变化。Fig.4.24显示是 DIC.PPS 的比热的温度依赖性。

4.4.5. 热扩散

热扩散 λ 用 $\lambda = \text{热传导率} / (\text{比热} \times \text{密度})$ 表示，表示热量通过成型产品扩散的速率，表示材料冷却的难易程度。

和 FZ-3600、FZ-6600相比，冷却固化慢的 FZ-1140、FZ-2140材料的流动性好，适合于薄壁成型。

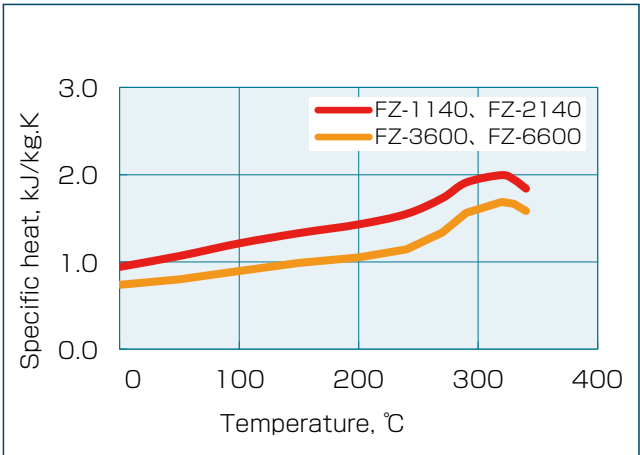


Fig.4.24 比热的温度依赖性
Specific heat as a function of temperature

4.4.6. PVT 数据

PVT 表示的是压力 (P)，比容 (V) 和温度 (T) 的相互关系。正如 Fig.4.25~4.28所示，在结晶性树脂

PPS 的熔点280℃附近，比容急剧变化，即在固化点体积会急剧缩小。体积收缩正是结晶性树脂成型品翘曲变形的原因之一，也是采用计算机进行翘曲解析的基础。

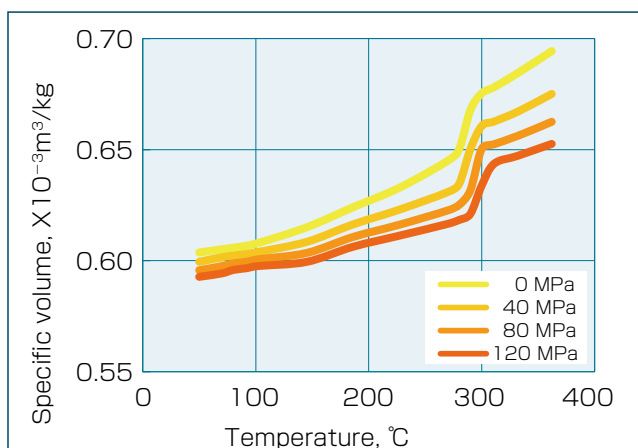


Fig.4.25 FZ-1140, FZ-2140的PVT曲线
PVT diagram of FZ-1140 & FZ-2140

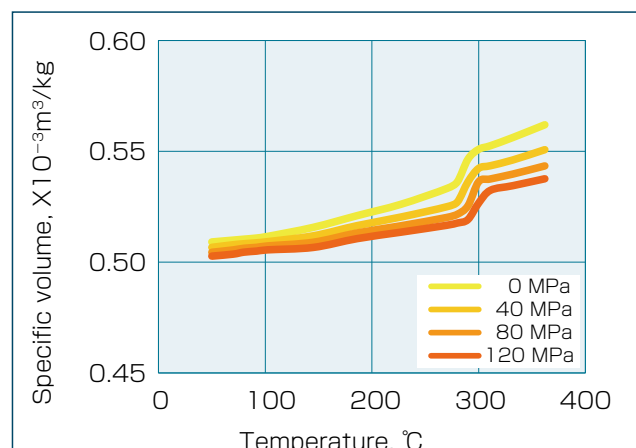


Fig.4.26 FZ-3600, FZ-6600的PVT曲线
PVT diagram of FZ-3600 & FZ-6600

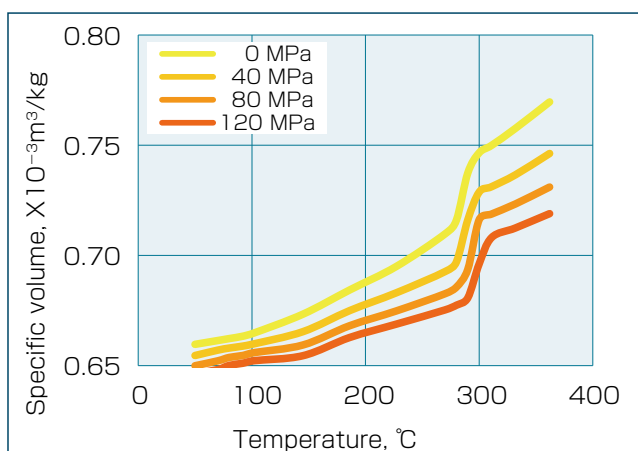


Fig.4.27 Z-230的PVT曲线
PVT diagram of Z-230

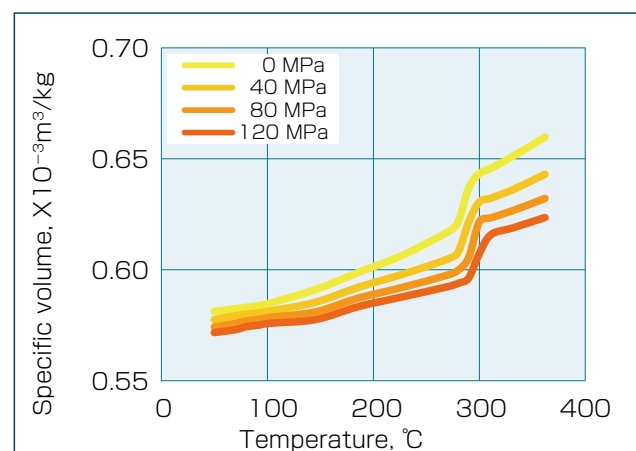


Fig.4.28 Z-650的PVT曲线
PVT diagram of Z-650

4.5. 电气性能

通常，电绝缘材料的性能是用绝缘破坏强度、体积或表面电阻表示的电阻率、介电常数、介电损耗因子、耐电弧性以及相对漏电起痕指数等来表示的。绝缘破坏强度是在绝缘油中，慢慢的增大交流电电压，直到制品被破坏时的电压值。DIC.PPS 有很高的绝缘破坏强度。如 Fig4.29所示，壁厚对它的影响较大。此外，如图 4.30 所示，绝缘击穿强度 会随着温度的升高而略有增加。

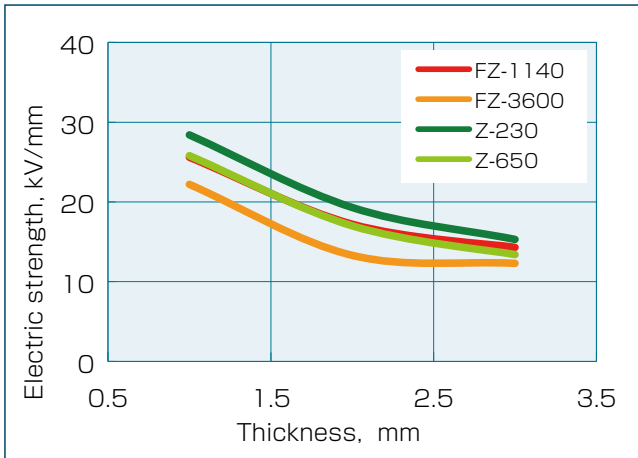


Fig.4.29 绝缘强度的壁厚依赖性
Electric strength depending on wall thickness

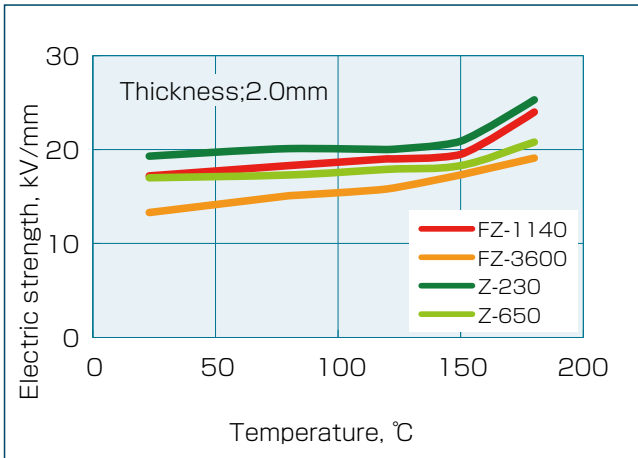


Fig.4.30 绝缘强度的温度依赖性
Electric strength depending on temperature

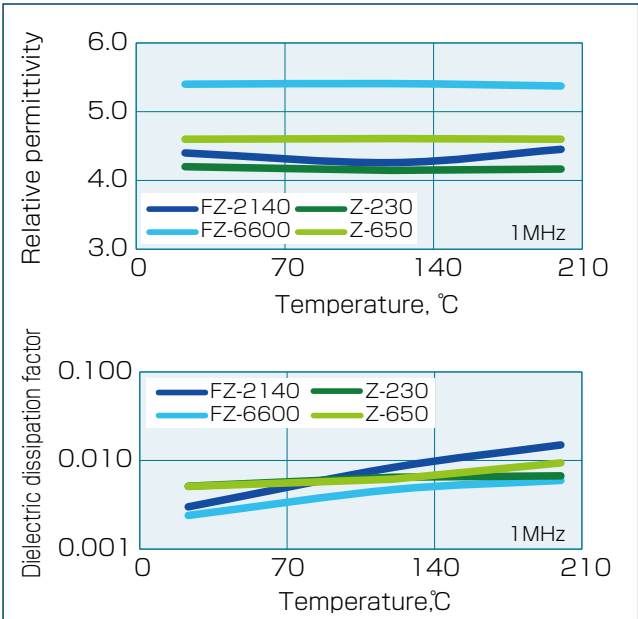


Fig.4.31 介电性能的温度依赖性
Effect of temperature on dielectric properties

在绝缘体上施加交流电压，其内部会发生介电损耗的电能消耗现象。电力损耗的大部分转化成了热，导致绝缘体的温度上升。介电损耗和材料固有的介电常数、介电损耗因子的乘积有关，受频率和温度的影响较大。DIC.PPS 是各种成型材料中介电常数、介电损耗因子低，对频率和温度不敏感的材料。因此在高密度、小型化的微波炉和计算机等电子回路的周边材料中的应用上，PPS 具有绝对的优势。Fig.4.31表示得是介电特性的温度依赖性数据。

DIC.PPS 中用无机矿物高填充的 FZ-3600 以及 FZ-6600 系列比 40% 玻纤增强的 FZ-1140、FZ-2140 系列的介电损耗略大，使用时请注意。

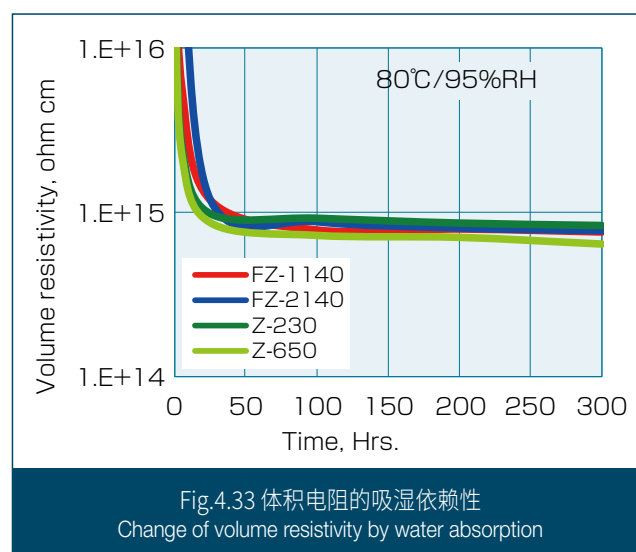
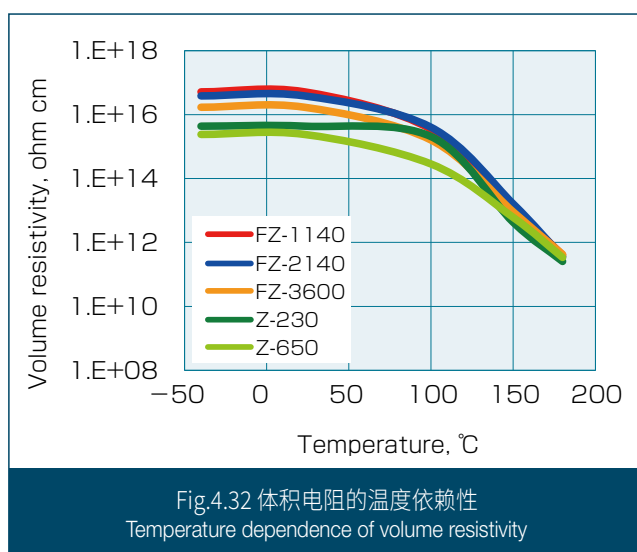
绝缘材料的基本特性可以用体积电阻来表示。因为 DIC.PPS 同其它工程塑料相比具有低吸湿性，如 Fig.4.32 和 Fig.4.33 所示的那样，对温度的依赖性小，即使在多湿的情况下，下降也很少。

耐电弧性表示的是在高电压作用下的材料表面的阻抗。作为绝缘材料一般要求其在 120 秒以上。按照

ISO 标准实验法，FZ-1140, FZ-2140, FZ-3600, FZ-6600 无论哪一个牌号都具有 120 秒以上的耐电弧性。

同时，在材料表面被污染的状态下，进行 CTI（相对漏电起痕指数）的评价。PPS 聚合物在耐漏电起痕方面不能说是特别优秀的材料，但通过填充特殊的无机质填料，这些特性会得到改善。

耐电弧性和 CTI 的值请参照各个牌号的物性表。



4.6. 耐化学药品性

DIC.PPS 不仅在常温下可以耐受强酸、强碱、有机溶剂、油脂等广泛的化学品，而且即使在高温下也有很强的耐蚀性。从200℃以下没有溶剂可以溶解PPS 的事实这一点可以看出。但需要注意的是，

它可能会因浓硝酸等强氧化性酸而劣化。此外，应注意浓盐酸会降低作为增强材料的玻璃纤维与 PPS 聚合物之间的粘合性，从而可能导致机械强度降低。Table4.6是 FZ-1140、FZ-3600、Z-230对 各种 化学药品的耐药性实验结果。FZ-2140和 FZ-6600的耐化学药品性分别和 FZ-1140、FZ-3600相当。

Table 4.6 耐化学药品性：1000Hrs 浸渍后重量变化、尺寸变化以及弯曲强度的保持率
Chemical resistance;Weight change, dimensional change and retention of flexural strength after 1000Hrs. immersed in chemicals

Substance	Temp.	FZ-1140				FZ-3600				Z-230			
		Weight Change %	Flexural strength Retention %	Dimention Change % FD TD		Weight Change %	Flexural strength Retention %	Dimention Change % FD TD		Weight Change %	Flexural strength Retention %	Dimention Change % FD TD	
H2SO4, 10%	23	-0.15	97	0.01	0.04	-1.72	83	0.02	0.03	-0.14	97	0.02	0.03
HCl, 10%	23	-0.35	84	0.02	0.03	-5.10	75	0.02	0.03	-0.10	97	0.01	0.02
HNO3, 10%	23	-0.08	92	0.03	0.04	-1.47	77	0.03	0.04	-0.06	97	0.02	0.02
NaOH, 10%	23	0.14	90	0.03	0.05	0.23	68	0.04	0.07	0.08	96	0.03	0.03
NaCl, 10%	23	0.13	101	0.05	0.04	0.11	93	0.06	0.07	0.10	97	0.01	0.03
	80	0.33	75	0.06	0.10	0.27	82	0.07	0.11	0.15	73	0.02	0.07
CaCl2, 10%	23	0.14	97	0.02	0.04	0.14	93	0.06	0.08	0.11	99	0.02	0.02
	80	0.38	76	0.06	0.10	0.28	82	0.07	0.12	0.17	72	0.03	0.09
Methanol	23	0.20	105	0.02	0.04	0.11	102	0.02	0.06	0.36	101	0.05	0.08
Toluene	23	0.13	101	0.02	0.03	0.05	100	0.02	0.05	0.30	100	0.05	0.07
Motor oil	100	0.07	98	0.03	0.05	0.02	106	0.03	0.05	0.11	103	0.05	0.07
ATF	160	0.24	102	0.04	0.09	0.15	103	0.04	0.07	0.36	100	0.05	0.10
LLC, 50%	140	0.41	80	0.07	0.13	0.65	75	0.10	0.21	0.34	84	0.05	0.08
Gasoline	23	0.07	101	0.01	0.02	0.07	102	0.01	0.03	0.06	100	0.01	0.02
Light oil	23	0.06	101	0.02	0.03	0.02	102	0.02	0.04	0.05	101	0.01	0.02
	80	0.04	102	0.02	0.02	0.01	104	0.02	0.03	0.07	102	0.02	0.07

4.7. 耐湿热性

DIC.PPS 是吸水性极低的材料，这一特点表明，即使在多湿环境下也很难受湿气的影响。但是在高温高湿环境下多多少少会吸水，根据其用途，使用时请多注意。

Fig.4.34和 Table4.7显示的是在60°C /95%RH、85°C /95%RH 以及 PCT (121°C /2.2气压) 下2mm厚的片材的吸湿量和时间的关系。从这个图上可以很明显的看出来，高纯度线型 PPS FZ-2140、FZ-

6600的吸水性要比交联型 PPSFZ-1140、FZ-3600的小。

吸湿造成的尺寸变化和吸湿条件没有关系，只和吸湿量有关。因吸湿造成的强度的下降和尺寸的变化同样是受吸湿量影响的。

Fig.4.35显示的是85°C /95%RH 以及 PCT (121°C /2.2大气压) 条件下，弯曲强度和时间的关系。当然了，吸水也会造成对电气性能的影响。请参见“4.5. 电气性能”。

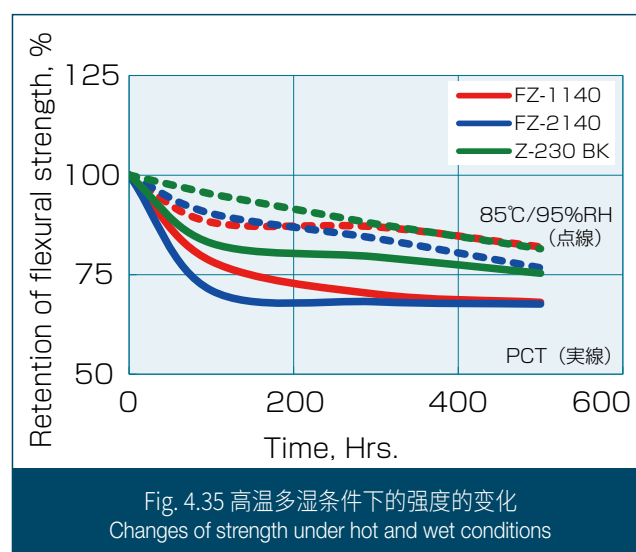
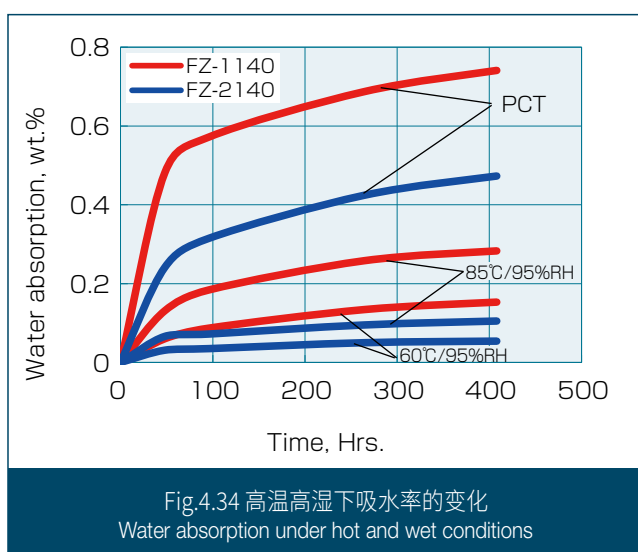


Table 4.7 500小时后的吸湿性
Water absorption by weight % after 500 Hrs.

Conditions	FZ-3600	FZ-6600
85°C /95%RH	0.34	0.18
121°C Pressure cooker test	0.55	0.45

5. 其它性能

5.1. 耐候性

经过耐候性实验，DIC.PPS 制品表面会出现细微的裂纹、变色和因劣化而造成的剥落。但是如 Fig.5.1 所示，机械性能仅有一点点下降。

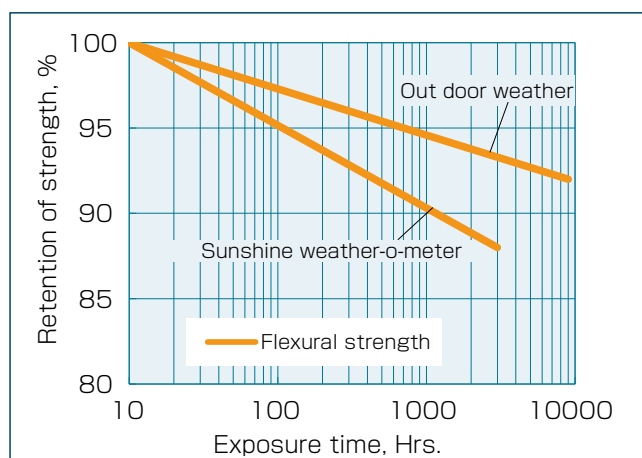


Fig.5.1 FZ-1140的耐候强度变化
Weather resistance of FZ-1140

5.2. 摩擦磨损性

和磨刀石摩擦后表面的粗糙度和磨刀石的粒径大小有关。和低碳钢的滑动摩擦系数列在 Table5.1中。采用 Fig.5.2所示的圆筒实验片测定 PPS 和低碳钢的滑动摩擦系数。

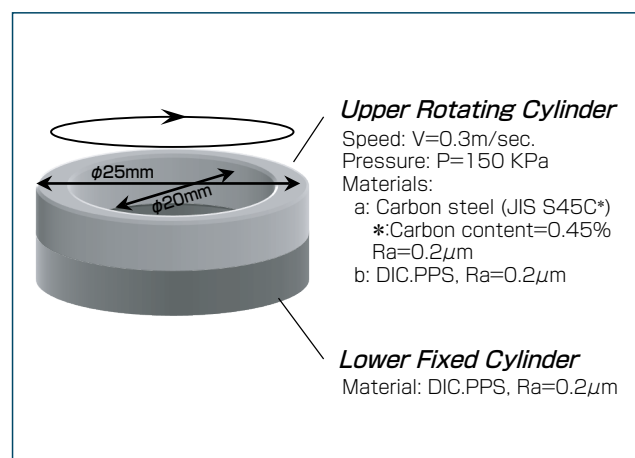


Fig.5.2 摩擦系数测定方法
Test method of the sliding frictional properties

Table 5.1 摩擦磨损特性
Abrasion and frictional properties

Conditions	FZ-3600	FZ-6600
Taber/Taber abrasion mg/1000 cycles (CS-17)	60	72
Co-efficient of friction		
DIC.PPS vs. steel		
Dynamic	0.35	0.35
Static	0.35	0.35
DIC.PPS vs. DIC.PPS		
Dynamic	0.44	0.42
Static	0.46	0.43

5.3. 硬度

Table 5.2 显示了 DIC.PPS 的洛氏硬度。硬度取决于聚合物的种类、增强材料的种类和添加量。另外，硬度与 PPS 的结晶有很大的关系，结晶度越高，硬度越大。影响结晶的模具温度和洛氏硬度之间的关系，请参见“成型条件和物性”。

Table 5.2 DIC.PPS 的硬度
Rockwell hardness

	FZ-1140	FZ-2140	FZ-3600	FZ-6600	Z-230	Z-650
Rockwell						
M scale	100	100	100	100	85	90
R scale	121	121	121	121	116	118

5.4. 极限氧指数 (LOI)

极限氧指数 LOI 是表示燃烧性的相对数值，表示该材料持续燃烧或一定量的材料燃烧完所需的最低氧浓度，可以说是指数越高的材料是越难燃烧的材料。Table 5.3 列出是采用 JISK7201-2 标准方法测得的 DIC.PPS 和其它塑料材料的极限氧指数的比较。可以看出 DIC.PPS 在不添加阻燃剂的情况下就拥有较高的氧指数，可以称得上是高难燃材料。

Table 5.3 DIC.PPS 和其它材料材料的极限氧指数
Limiting oxygen indexes of DIC.PPS and Others

Materials	Limiting oxygen index
DIC.PPS FZ-1140, FZ-2140	47
DIC.PPS FZ-3600, FZ-6600	53
PES GF30	41
LCP GF30	
G.P. grade	35
Heat resistant grade	47
PBT GF30 (FR grade)	33
Nylon-66	28
Modified PPE (FR grade)	30
Polycarbonate (FR grade)	34
POM	16
PTFE	95
Polyolefines	18
PVC	48

6. 成型加工

DIC.PPS 成型时的注意事项如下。

6.1. 成型前的准备

6.1.1. 注塑机

可以使用普通的螺杆直列式注塑机。螺杆和料筒需要采用高耐磨的材料。通常使用带止逆阀的开放式喷嘴。若想得到更稳定的成型和更高精度的制品，有必要采用耐磨的自锁式喷嘴。

6.1.2. 预干燥

虽然 DIC.PPS 是吸湿性极低的材料，但是为了确保成型稳定性和制品的品质，请在使用前进行干燥处理。干燥的条件根据干燥量和干燥设备不同多少有些差异。标准如下：

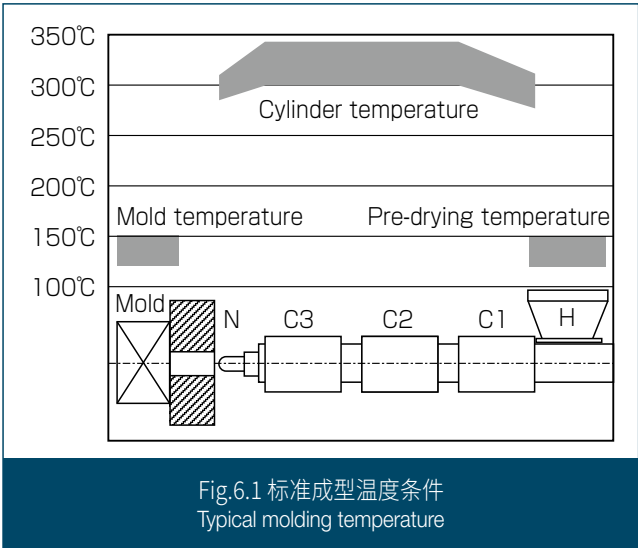
120℃：4～6 小时

130℃：3～5 小时

140℃：2～3 小时

6.2. 成型条件

DIC.PPS 的标准成型条件如 Fig.6.1所示。PPS 的熔融粘度相对较低，所以容易产生飞边。飞边对成型压力的依存性较高。为了减少飞边，可以适当提高成型温度，采用所需的最低注射压力。



6.2.1. 料筒温度

通常料筒温度设定为300~340℃，但是对于 Z-230 和 Z-650等高韧性材料以及含氟树脂的牌号的成型温度要略低，在290~320℃之间。靠近料斗部的温度如果低于需要的温度，不仅使颗粒的吞入性变差，还会加速对螺杆和料筒的磨损。喷嘴的温度要比中央部位的温度略低，以减少流涎。

6.2.2. 模具温度

成型时的模具温度可以在从室温到150℃以上的大范围内调整。但是需要注意的是，PPS 的特性会随着模具温度的不同会有很大的变化。为了充分发挥 PPS 的性能，需要确保 PPS 在成型时能充分结晶，理想的模温是130~150℃。模温越高，结晶度越高，表面光滑、表面光泽度好。相反的当模温低于130℃时，成型品的结晶不充分，除了会引起表面状态不好、脱模性差等成型上的问题外，还会左右尺寸稳定性、色调、成型收缩率、机械物性、耐热性等各种特性。在玻璃化转变温度 Tg 附近 90±10℃的模温成型时，PPS 的脱模性很差，应避免使用这个温度段。

6.2.3. 注射速度

为了得到良好的外观，应采用高速注射成型。但高速成型会导致制品翘曲，气体焦烧。可以通过观察制品的外观来判断，注射时间一般设定为0.5~1.5秒之间。

6.2.4. 射出压力

最重要的是型腔填充完成后的保压压力。通常 50MPa 以上就足够了。保压压力对制品的飞边的大小有很大的影响，最好设定为不产生飞边的最小压力。

6.2.5. 螺杆转速与背压

螺杆转速一般设定为40~150rpm。过高的转速会破坏增强材料里面的玻璃纤维，从而造成强度下降。背压一般设定为表压1-2MPa。但是当出现计量不稳定时、发生短射时，可以把背压提高到3~4MPa。

6.2.6. 清洗

成型结束后，请用高粘度的材料，如吹塑级 PE 等来清洗料筒，也可以使用市售的螺杆清洗专用料来清洗。

6.3. 再生利用

DIC.PPS 是成型加工过程中很少发生分子量降低以及由此导致分解的材料，所以成型加工时的流道和浇口可以重复利用，在重复利用时有三点需要注意。第一点，再生材料是经过普通成型加工过的材料。第二是再生材料需要过筛，达到粒度均一。当有粉碎粉末时会影响成型稳定性。第三、当制品用在电绝缘用途时，再生材料需要用强磁石，如用9000高斯的磁石把从粉碎机带来的金属粉用磁石等除去。

一般来讲，再生料的用量要根据制品的品质来决定。推荐量在30% 以下。Fig6.2~6.4分别显示了混入再生料30、50、100% 时的弯曲强度、冲击强度和成型流动性的变化。使用再生料引起的性能的变化主要是由材料中的增强材料如玻纤等的长度变化引起的，如 Table6.1所示。以上介绍的是 FZ-1140的情况，其它牌号的结果与此相类似。

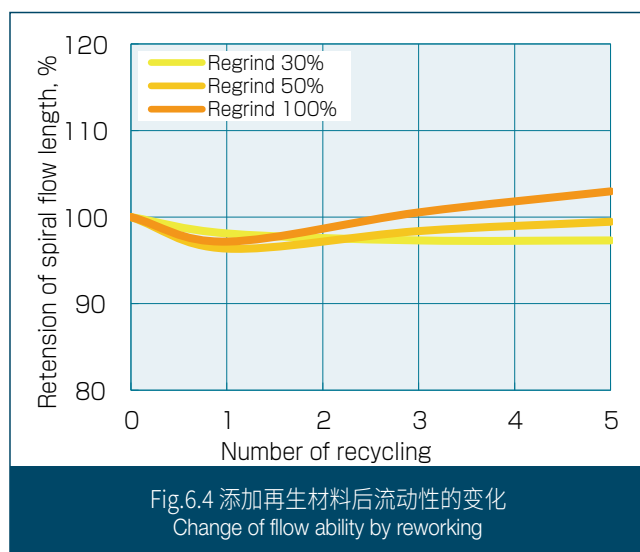
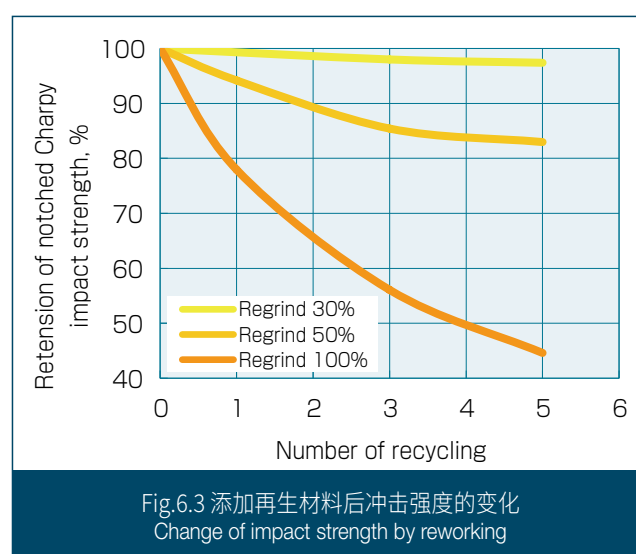
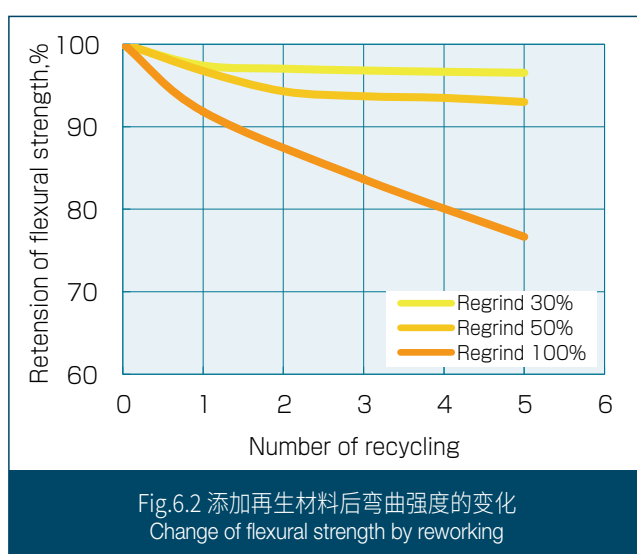


Table 6.1 再生后玻纤长度的变化
(Regrind 100%)

Change of glass fiber length by reworking

Number of recycling	0	1	3	5
Average fiber length, μm	250	210	200	190

6.4. 模具设计

6.4.1. 模具的材质

建议使用耐腐蚀、耐磨损的优质合金钢。一般采用 JIS 标准规定的 SKD-11，也可以用 SKD-61 和 SUS410、SUS440 系列的不锈钢材料。总之材料淬火后的洛氏硬度应该在 R55 以上，最好是 R60。

在浇口等特别容易磨损的部位采用碳化钨硬质合金钢或钛合金做成镶块的形式会比较经济。对模具进行离子电镀和陶瓷涂层处理后可以有效的提高模具的耐久性。

6.4.2. 模温控制

模具的温度控制通常采用电加热棒或油温机。油温机可以使得模具内部的温度均一，是比较理想的模温控制器。PPS 的模具温度很高，为了防止热扩散，需要在模具与注塑机台模板间加隔热材料，隔热材料一般是酚醛层压板。

6.4.3. 主流道与分流道

一般使用断面是圆形或梯形的分流道。避免使用半圆形和矩形。在分流道以及主流道的前端要设置冷料井。主流道采用标准型即可。DIC.PPS 也可以使用热流道，采用热流道时，温度控制要准确，流道的前端要选用耐磨性良好的材料。

6.4.4. 浇口

侧浇口、薄膜浇口、盘浇口、中心浇口、隧道式浇口、点浇口以及潜伏式浇口等各种浇口都可以使用。最常用的是侧浇口。薄膜浇口可以提高制品的平整度，盘浇口可以提高圆形以及柱状产品的真圆度。在后续程序中不需要切除浇口时采用潜伏式浇口和隧道浇口比较合理。但是由于 PPS 材料是刚性材料，在采用潜伏式浇口时设计上有一定的局限性。Fig.6.5 是具体的潜伏式浇口的设计实例。

6.4.5. 拔模斜度

脱模性在很大程度上受模具抛光精度的影响。通常情况下，型腔深度在 10~50mm 时，拔模斜度为 0.5°，模腔深度在 10mm 以下时，拔模斜度为 0.25°，当型腔深度超过 50mm 以上时，拔模斜度要增加到 1°。

6.4.6. 排气槽

DIC.PPS 的模具上必须要开排气槽。通常排气槽的深度为 5~8/1000mm，宽度为 5mm。深度超过 8/1000mm 容易产生飞边，深度小于 5/1000mm 容易排气不良。另外不建议采用顶出杆做排气槽，因为飞边可能会塞进顶出杆，造成顶出困难。

对于采用一般的排气槽不能满足排气需要的模具构造和特别精密的成型，建议采用真空排气系统。

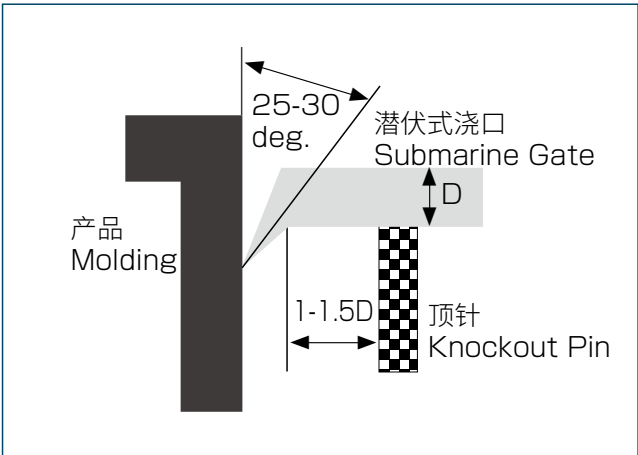


Fig.6.5 潜伏式浇口的设计
Submarine gate design for DIC.PPS

6.5. 成型收缩率

一般来说,和其它树脂材料相比,增强填充 PPS 复合材料的成型收缩率属于比较小的。但是采用玻纤增强后,特别是这种结晶性的树脂和聚碳酸酯等非结晶性的树脂相比,由于成型收缩的各向异性,会造成制品翘曲。

成型收缩率和翘曲受到包括流动性、壁厚、浇口形状、模具温度、树脂温度在内的成型条件等各种因素的影响。模温和壁厚是最重要的因素。另外也受

到增强材料和填充材料的种类和数量的影响。请选择合适的 DIC.PPS 牌号。

Fig.6.6表示的是由采用膜浇口注射的具有明显的各向异性的60×60×2mm 片材的模温与收缩率的关系。Fig.6.7是成型收缩率的壁厚依赖性。以上数据是成型收缩率各向异性较大的情况,当采用点浇口时,随树脂的流动,玻纤和分子的取向减弱,各向异性不明显。这种情况下的收缩率是 Fig.6.6和 6.7中的流动方向 (FD) 和垂直流动方向 (TD) 的平均值。

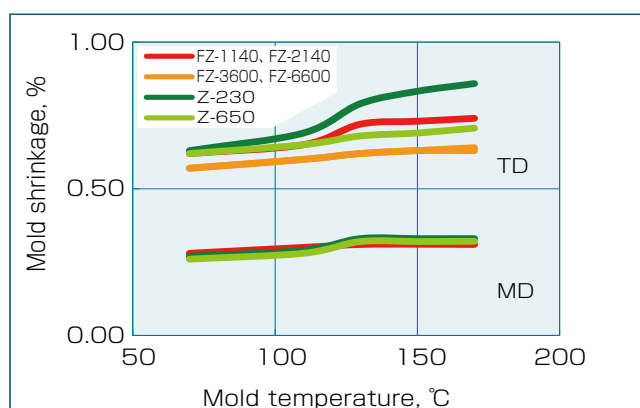


Fig.6.6 成型收缩率的模温依赖性
Effect of mold temperature on mold shrinkage

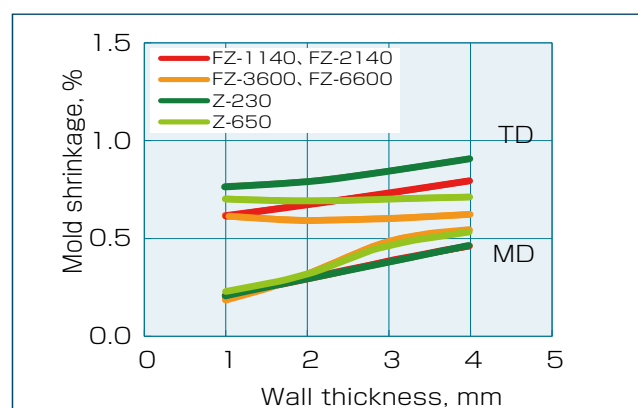


Fig.6.7 成型收缩率的壁厚依赖性
Effect of wall thickness on mold shrinkage

6.6 成型流动性

DIC.PPS 具有良好的流动性。

Fig.6.8和6.9显示的是采用条形流试验方法测得的流动长度与成型条件的关系。流动性受注射压力和树脂温度的影响较大,受模温的影响较小

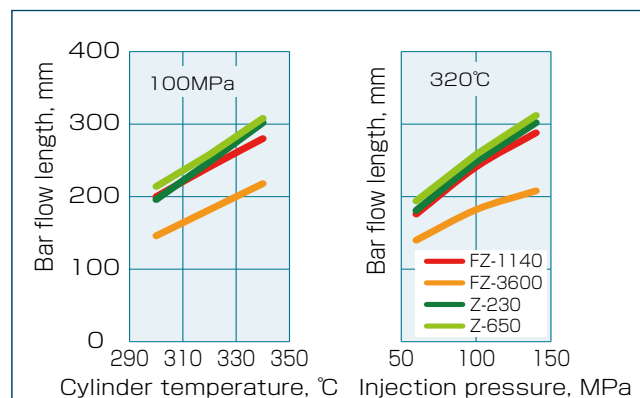


Fig.6.8 成型流动性和注射压力、料筒温度的关系
Flow ability affected by cylinder temperature and injection pressure

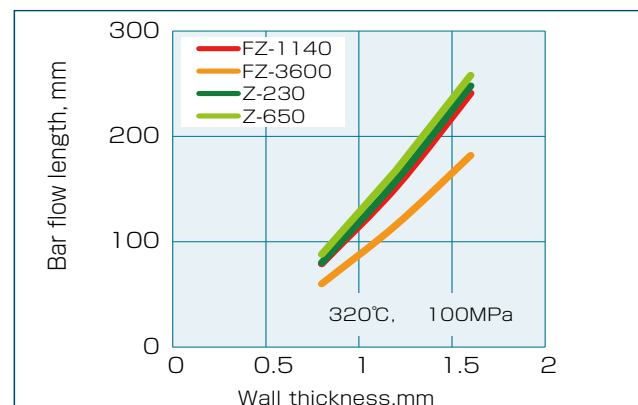


Fig.6.9 壁厚与成型流动性的关系
Flow length depending on wall thickness

Fig.6.10~6.15显示的树脂的熔融粘度与剪切速率的关系。这些数据被应用到计算机流动模拟分析中。

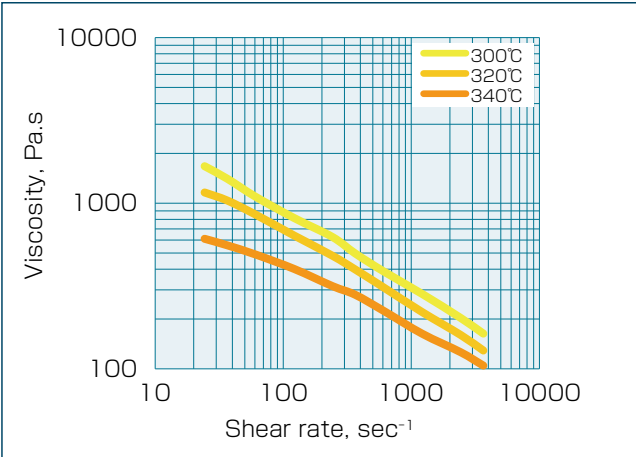


Fig.6.10 FZ-1140的熔融粘度与剪切速率的关系
Melt viscosity of FZ-1140 dependent on shear rate

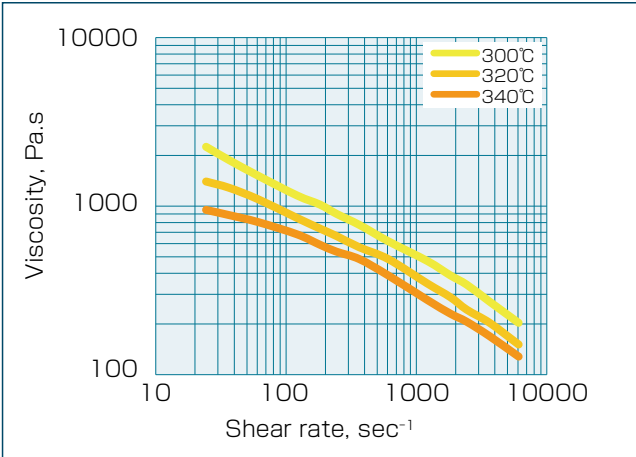


Fig.6.11 FZ-2140的熔融粘度和剪切速率的关系
Melt viscosity of FZ-2140 dependent on shear rate

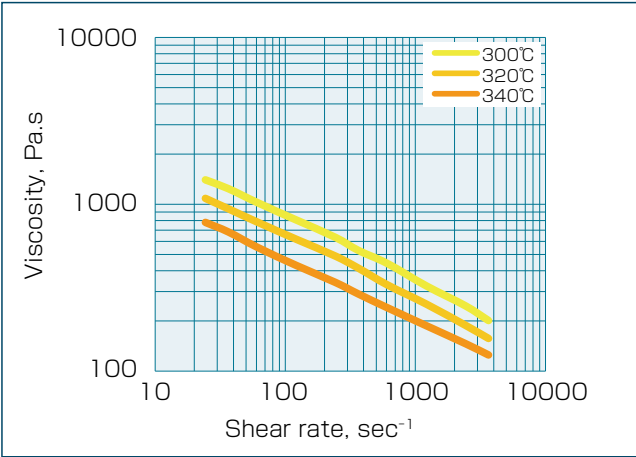


Fig.6.12 FZ-3600的熔融粘度与剪切速率的关系
Melt viscosity of FZ-3600 dependent on shear rate

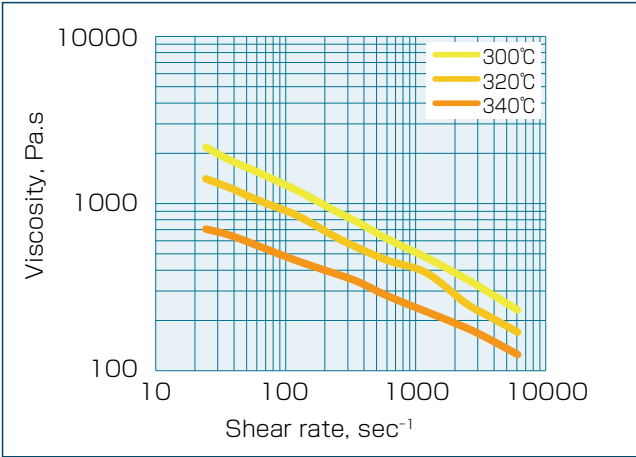


Fig.6.13 FZ-6600的熔融粘度与剪切速率的关系
Melt viscosity of FZ-6600 dependent on shear rate

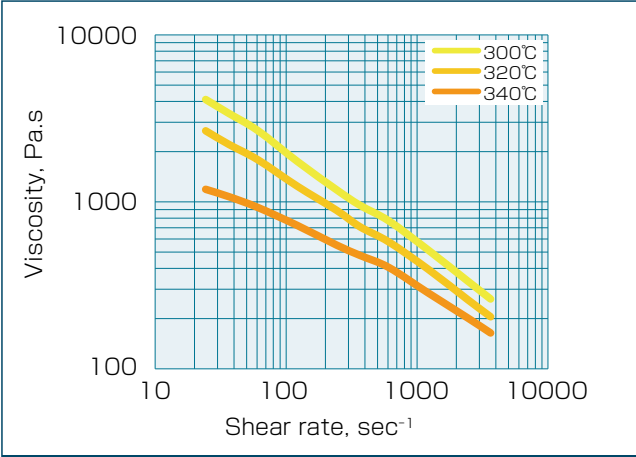


Fig.6.14 Z-230的熔融粘度与剪切速率的关系
Melt viscosity of Z-230 dependent on shear rate

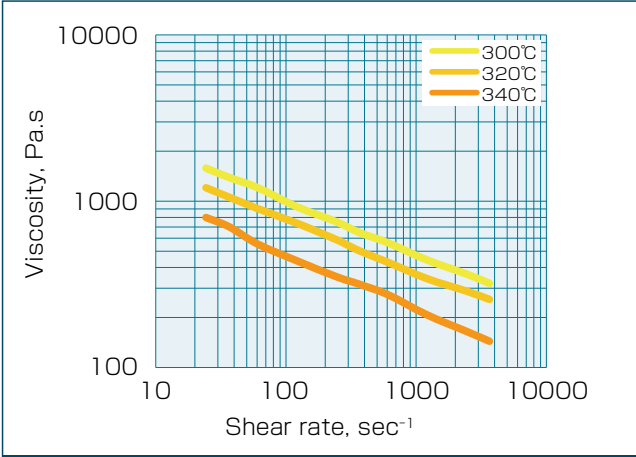


Fig.6.15 Z-650的熔融粘度与剪切速率的关系
Melt viscosity of Z-650 dependent on shear rate

6.7. 成型条件与物性

DIC.PPS 的性能是受成型条件的影响的。影响的因素很多，如模具温度、注射压力、树脂温度等，其中模温的影响最大。其原因是 PPS 是结晶性树脂，只有充分结晶才能发挥出本资料中介绍的性能。下面主要介绍模温的影响，并介绍注射压力、树脂温度对 DIC.PPS 复合材料性能的影响。

6.7.1. 模具温度

Fig.6.16显示的是耐热性指标之一的热变形温度与模温的关系。

模具温度降低的话，热变形温度有下降的倾向。其主要原因是结晶度变低了。成型品厚度变薄的话其倾向就更加明显了。推荐的标准模具温度是130~150℃。Fig.6.17.6.18表示模具温度与弯曲强度及冲击强度的关系。弯曲强度对模具温度依赖性较小。对于冲击强度，不管是交联的还是线型的，随着模温升高，冲击强度下降了。即结晶度越高，材料变的越硬越脆，这是结晶性材料的共性。

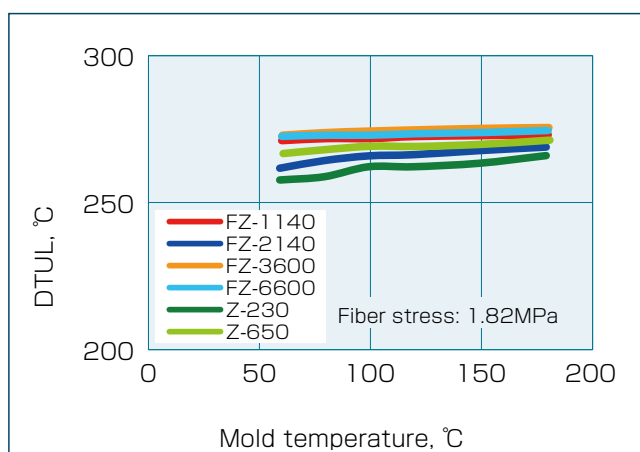


Fig.6.16 FZ-1140的热变形温度与模温的关系
Distortion temperature under load of
FZ-1140 dependent on mold temperature

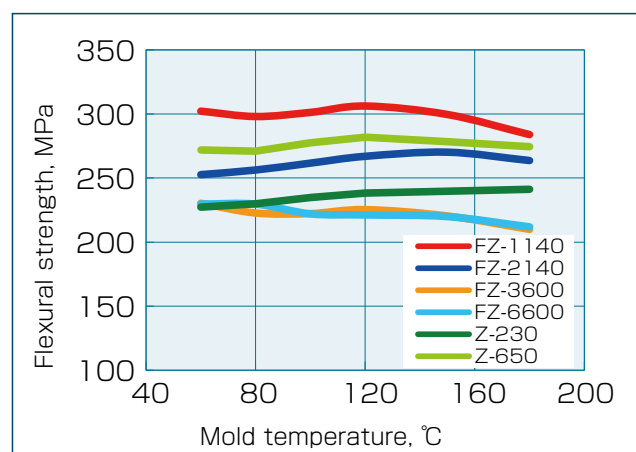


Fig.6.17 弯曲强度与模温的关系
Flexural strength dependent on mold temperature

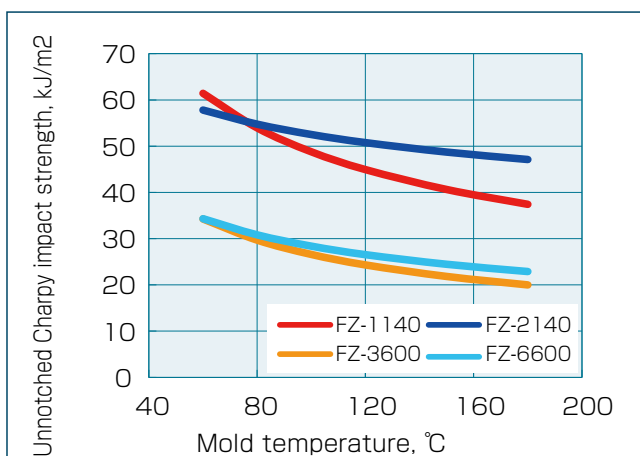


Fig.6.18 冲击强度与模温的关系
Impact strength dependent on mold temperature

模具温度除了和耐热性以及上述的机械性能有关外，还和制品的表面状态及硬度、耐热尺寸稳定性、成型收缩率等和 PPS 的结晶度有关的所有性能都有密

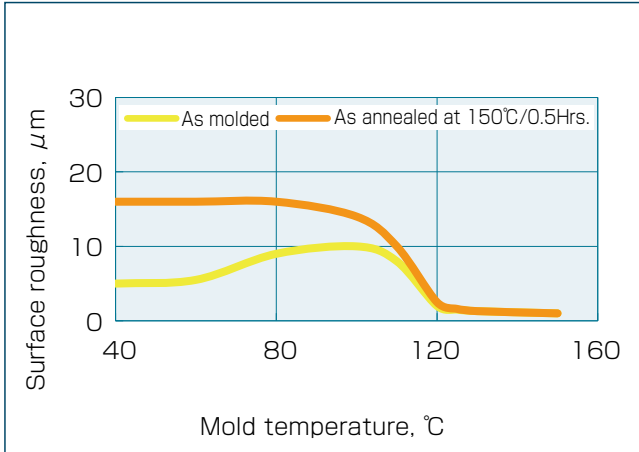


Fig.6.19 FZ-1140的模温与表面粗糙度的关系
Surface roughness depending on mold temperature

切的联系。Fig.6.19、6.20显示了模温和制品表面的粗糙度、表面硬度的关系。成型收缩率的模温依赖性请参照“6.5成型收缩率”。

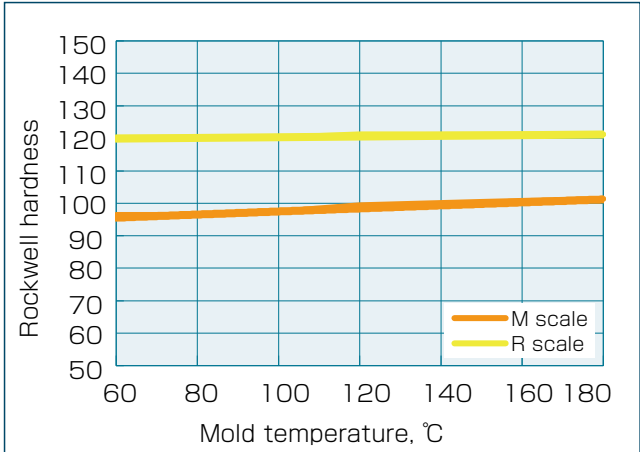


Fig.6.20 FZ-1140的表面硬度与模温的关系
Rockwell hardness dependent on mold temperature

6.7.2. 树脂温度

即使把树脂温度控制在恰当的温度范围内，如果料筒温度设定的改变等导致了树脂的温度变化，从而会引起材料物性的变化。引起物性变化的原因是熔融粘度的变化、结晶速率的变化以及玻纤取向的变化等。如 Fig6.21所示当树脂温度提高时，材料的拉伸强度、弯曲强度、冲击强度、熔接强度等机械强度有增高的趋势。

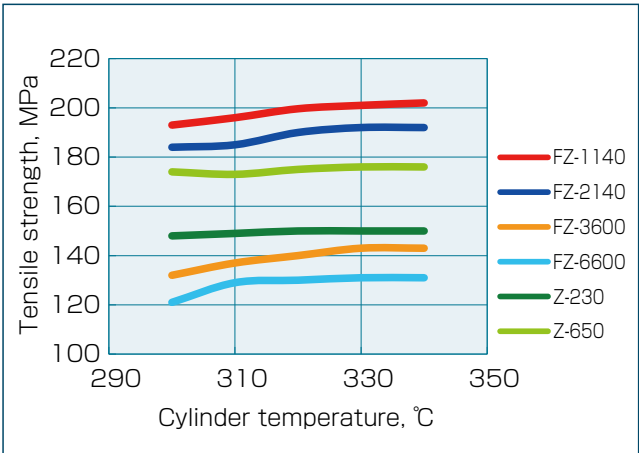


Fig.6.21 料筒温度与拉伸强度的关系
Tensile strength affected by cylinder temperature

6.7.3. 成型压力

通常保压压力设定在50~100MPa 的范围内。但是为了保障制品的尺寸精度，有时也会采用较高的压力。Fig.6.22显示了保压压力对物性的影响，通常保压压力越高，机械性能会略有提高。

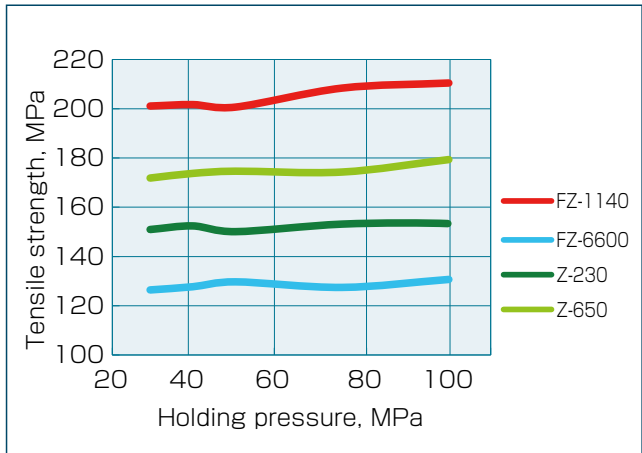


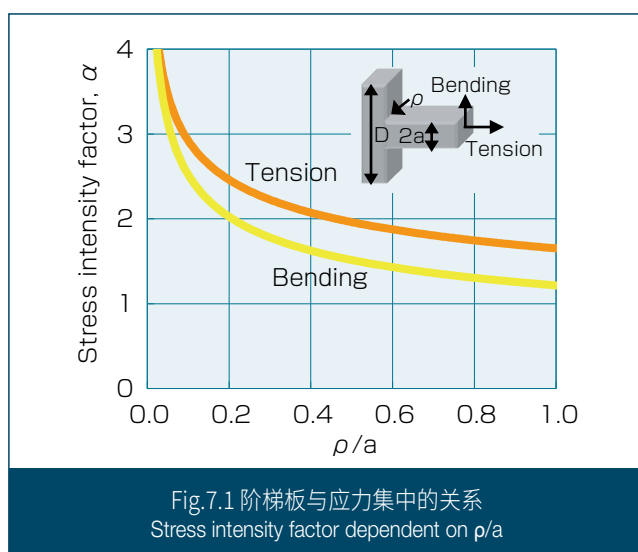
Fig.6.22 保压压力与拉伸强度的关系
Tensile strength affected by holding pressure

7. 二次加工

对 DIC.PPS 制品进行二次加工可以赋予 DIC.PPS 制品新的功能。二次加工包括机械加工、粘合剂粘合、热焊接和超声波焊接、涂装、电镀、退火处理等。

7.1 机械加工

机械加工包括车床加工、钻床钻孔、铣床加工、切断等。这些加工都是可以的，由于几乎所有的 PPS 牌号都是玻璃纤维填充的，从耐久性考虑，加工工具最好使用硬度高，耐磨耗优异的超硬刀头。另外可以采用磨光和抛光的方式对表面进行精加工。不仅在加工过程中，在成型产品的设计中，必须对边缘精加工和 R 角处理，来避免造成应力集中。图 7.1 显示了应力集中系数与 R 角之间的关系。



7.2 粘合

由于 PPS 具有优异的耐化学药品性，所以不能使用溶剂型的粘合剂来粘结，一般使用环氧类、硅酮类、氰基丙烯酸酯类的粘合剂。在粘结强度上，线型的 FZ-6600和 FZ-2140比交联型的粘结强度高。为了提高粘结强度可以对制品表面进行 UV 处理、电晕处理、等离子处理等以提高表面活性增强粘接力。但是表面处理的效力会随时间的推移而降低。建议在处理后的4~5日内进行粘结操作。用硅酮类粘合剂粘合的制品在200℃以上进行数小时的退火处理，会提高粘结强度。请参考 Table7.1给出的与环氧树脂粘合剂和硅酮胶粘合剂的拉伸剪切强度的数据。

Table 7.1 拉伸剪切法测定粘结强度 (MPa)
Adhesive bonding by tensile-shear strength. (MPa)

Adhesives	Curing	FZ-2140	FZ-6600	Z-230	Z-650
Epoxy					
XNR5002	100℃ /60min.	4.8	7.6	11.3	3.7
/XNH5002 ¹⁾	→150℃ /180min.				
Silicone					
SE1714 ²⁾	150℃ /60min.	5.3	4.9	4.5	2.8

1) ナガセケムテックス (株), 2液体加热固化 /
Nagase ChemiteX Corp.

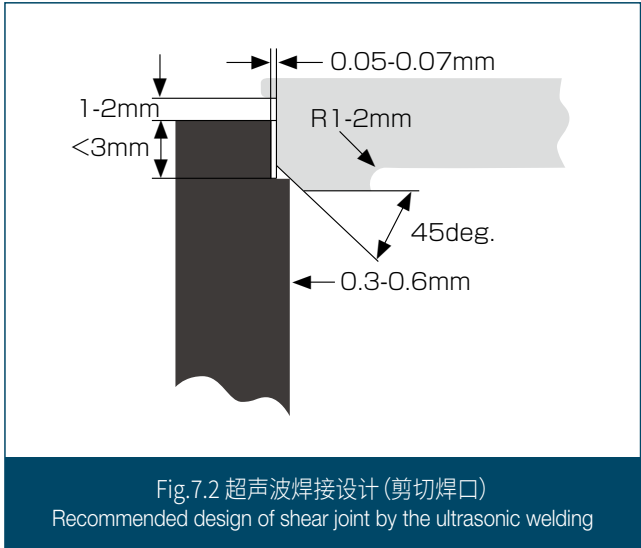
粘结面积 /Bonding area : 12.5×5mm

2) 东レダウコーニング (株), 1液体加热固化 /
DOW CORNING Toray Co.,Ltd.

粘结面积 /Bonding area : 12.5×12.5mm

7.3. 熔接结合

可以采用超声波焊、摩擦焊、热板焊、电感加热焊接等方法对 DIC.PPS 进行焊接处理。这其中最简单高效的是超声波焊接。超声波焊接通常采用剪切焊口的方式，重点是焊口部位的形状和尺寸。焊口部的断面尺寸请参考 Fig.7.2。超声波焊接的条件：振幅20~50μm，时间0.2~0.4秒，压力为低压。请注意，由于 PPS 具有较高的刚性和密度以及较低的应变（伸长），超声波的应力波衰减困难，在极端的焊接条件下容易产生裂纹。对于填充材料少，应变（伸长）大的线型 FZ-2140的焊接条件就比较宽，其次是 FZ-1140和 FZ-6600。Table7.2所示的是采用 Fig.7.3所示的试样做的单位长度上的焊接拉伸强度。



7.4. 电镀

可以进行真空镀铝。底涂后再真空蒸镀可以使蒸镀面变得更平滑，不过这一步可以省略。在惰性气体氩气保护下在制品表面进行等离子处理可以提高与蒸镀膜的粘结性。

7.5. 涂装

和粘结一样，对制品表面进行处理可以增强表面和涂料的粘结性。DIC.PPS 最适合的涂料是丙烯酸酯类，其次是丙烯酸密胺类、环氧树脂类、硅酮类等。可以在“DIC.PPS 牌号和性能”中记载的导电级材料上进行静电涂装。

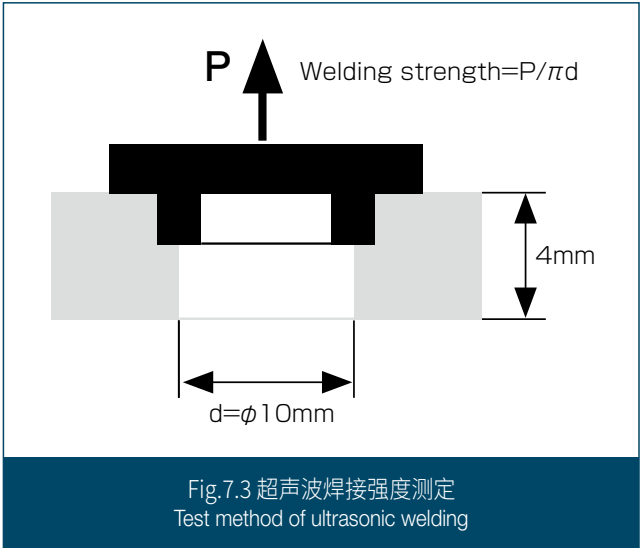
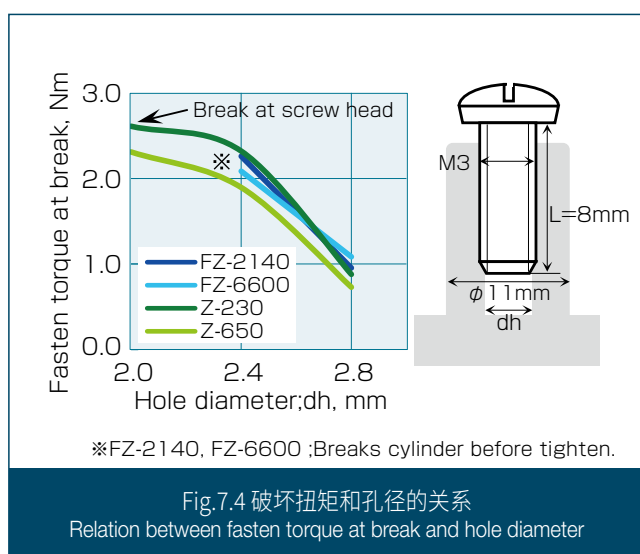


Table 7.2 超声波焊接强度
Ultra sonic welding strength

Amplitude	Pressure	Time	Welding strength	
			FZ-1140	FZ-3600
40μm	0.28 MPa	0.4 sec	28N/mm	15N/mm
40	0.28	0.2	21	12
40	0.14	0.4	31	14
20	0.28	0.2	22	13
50	0.28	0.3	30	21

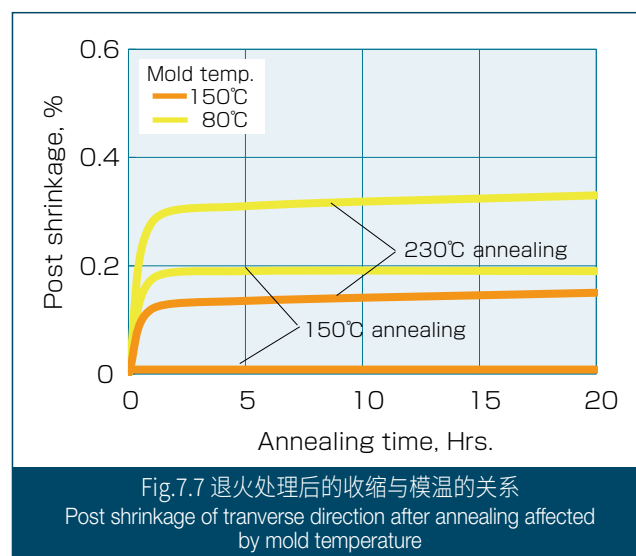
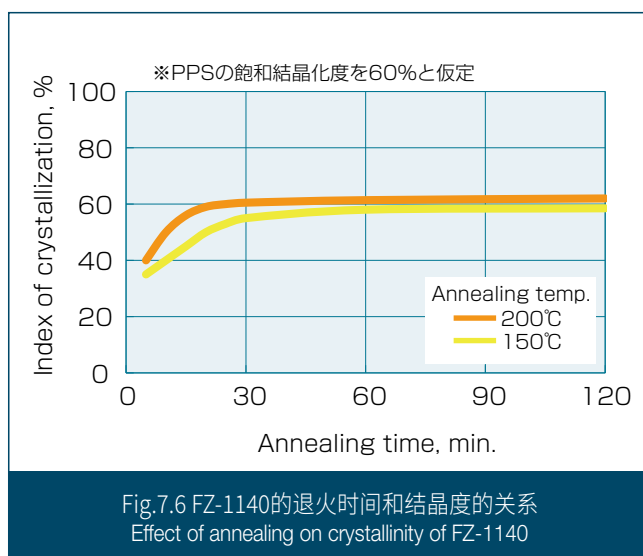
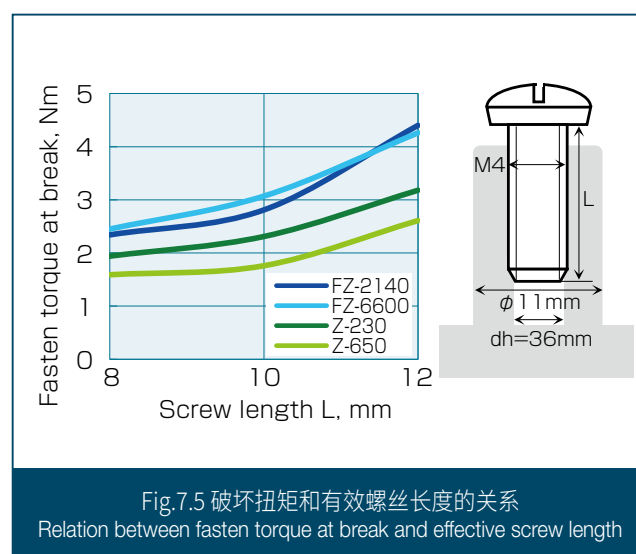
7.6. 自攻螺钉

经常采用螺丝或螺栓把 PPS 制品或 PPS 制品和其它材料制得的制品连接起来。通过使用螺母和套筒的嵌件成型，可以实现更牢固的粘合。简单的方法是采用自攻螺丝连接。这种情况下螺纹底孔的直径和孔部壁厚是很重要。Fig.7.4,7.5显示了 JIS B1115 中描述的2种自攻螺钉（带槽）的数据。



7.7. 退火工艺

PPS 在130-150℃的高温模具成型时可以达到完全的结晶度。如果是在130℃以下的模具温度成型的，可以通过在例如150℃下1-2 小时的退火处理来提高结晶度 (Fig. 7.6)。但是，需要注意退火时的尺寸变化 (图7.7)。



成型注意事项

使用 DIC.PPS 时，为了安全起见，请遵守以下事项。以下信息是我公司已知范围内的材料使用信息。但是需要指出的是，我们不保证该信息的精确性和完全性。另外，更详细的安全信息请参照 SDS（材料安全数据表）

1. 预干燥

请注意，颗粒的干燥温度过高或时间过长会导致颜色和流动性变化。

2. 料筒温度

适合的料筒温度是300~340°C，请不要加热到350°C以上。牌号不同料筒温度会有所差异，请使用前进行确认。特别是 PTFE（含氟树脂）合金相关的牌号的温度范围是290~320°C，不要超过330°C。

3. 料筒内的滞留时间

一般在300°C、60分钟以内，320°C、30分钟以内是安全的。但是根据牌号、成型条件和注塑机等各个条件的不同而不尽相同。

4. 成型出现故障时

当出现树脂分解、或其它可能引起降解情况发生时，请降低料筒温度，并射出料筒内残留的树脂。

5. 成型结束

成型结束，排出料筒内的树脂，切断加热器电源。

6. 掺混的限制

不要掺混我公司推荐以外的色母料、添加剂等。

7. 成型时的安全保障

7-1.

建议进行局部或全部区域排气，特别是使用含有 PTFE（含氟树脂）的合金材料时，会有氟酸类有毒气体放出，要注意换气。

7-2.

建议佩戴保护眼镜，根据需要戴保护手套，推荐长袖上衣。

7-3.

请不要站在喷嘴附近，以防喷溅。

7-4.

为了防止烫伤，请不要用手直接接触熔融的树脂。

8. 废弃

不要的材料、流道、浇口等废料，请依照“废弃物处理及清扫相关的法律”，委托指定的废弃物处理业者或者地方政府进行处理。

Japan	DIC Corporation Tokyo, Japan Tel: +81-3-6733-5943
Europe	Sun Chemical Group GmbH Cologne, Germany Tel: +49-221-96751-100
North America	Sun Chemical Corporation Parsippany, NJ USA Tel: +1-973-404-6600
Asia - Pacific	DIC Asia Pacific Pte Ltd Singapore Tel: +65-6224-0600 DIC Graphics (Thailand) Co., Ltd. Bangkok, Thailand Tel: +66-2-260-6630-7 DIC (Malaysia) Sdn. Bhd. Malaysia Tel: +60-3-5191-0033 DIC South Asia Private Ltd Mumbai, India Tel: +91-22-4938-8003
China	DIC (Shanghai) Co., Ltd. Shanghai, People's Republic of China Tel: +86-21-6228-9911 DIC (Guangzhou) Co., Ltd. Guangzhou, People's Republic of China Tel: +86-20-8384-9737
Hong Kong	DIC Trading (HK) Ltd. Hong Kong Tel: +852-2723-6111
Taiwan	DIC (Taiwan) Ltd. Taipei, Taiwan Tel: +886-2-2551-8621
Korea	DIC Korea Corp. Seoul, Republic of Korea Tel: +82-2-317-6200

<http://www.dic-global.com/>

DIC Corporation

Tokyo
DIC Building, 7-20, Nihonbashi 3-chome, Chuo-ku, Tokyo 103-8233, Japan TEL: +81-3-6733-5943

Osaka
5-19, Kyutaro-machi 3-chome, Chuo-ku, Osaka 541-8525, Japan TEL: +81-6-6252-9533

Nagoya
7-15, Nishiki 3-chome, Naka-ku, Nagoya 460-0003, Japan TEL: +81-52-951-0703