

●金属接合用PPSグレードの開発

四日市研究所 モールドG

山野 直樹
高野 健

1. はじめに

ポリフェニレンスルフィド（PPS）樹脂は融点が280℃の高結晶性ポリマーであり、高温環境下での長期使用に耐える（UL温度インデックスは200～240℃）、卓越した耐熱性と剛性を有する熱可塑性エンジニアリングプラスチックである。

PPS樹脂は、1973年にアメリカのPhillips Petroleum社で工業生産が開始された。国内では1986年に、当社がはじめてPPSレジン生産を開始した。その後、各社も相次いで生産を行うようになり、製造技術の進歩から、PPS自体の改良が進んだ。その結果、現在は架橋型、直鎖型の2種類のPPSレジンが、それぞれの特徴を活かして幅広い用途で使用されている。

PPS樹脂は耐熱性、フッ素樹脂に匹敵する耐薬品性、難燃剤を必要としない自己難燃性、さらに使用環境において安定な寸法特性や機械特性など、多くの優れた特性を有している。特に、熱可塑性ポリマーであるPPS樹脂は、射出成形という非常に生産性に優れた加工技術が利用でき、需要が伸長している^{1, 2)}。

2. 金属と樹脂との接合技術

金属と樹脂とを複合化部品にすることにより、金属と樹脂、それぞれの長所を活かした部品設計が可能となることは広く知られている。複合化するためには、通常、金属と樹脂との接合が必要となる。

金属と樹脂との接合の種類には、機械式接合、接着剤による接合、最近開発された射出接合がある。機械式接合の代表的な手法にはネジ止めがあり、接合強度は高いものの、設計自由度が小さく、ネジ止め工程が加わることから生産性が良くないといった短所がある。接着剤による接合は、機械式接合に比べて設計自由度は高いものの接合強度が低く、かつ接着剤で接合する工程が加わることから生産性が良くない。

射出接合は表面処理した金属をインサート成形した手法であり、金属と樹脂の一体成形により生産性は高く、設計自由度が高いといった特長を有する。また機械的接合でのネジがないことから部品点数が低減す

る。

射出接合の手法としては、大成プラスのNMT^{3, 4)}、東亜電化のTRIシステム⁵⁾等があり、各種部品への応用が進められている。

本稿では、NMTに適した金属接合用PPS樹脂について紹介する。

3. 金属接合用PPSグレード

〔1〕 NMT

金属を特殊な水溶液に浸せきすると、金属表面には数十nmの微細孔が形成される（図1）。この表面処理した金属を金型内にセットし、射出インサート成形により一体化成形する技術をNMT（Nano Molding Technologyの略）と呼ぶ。樹脂は主にアンカー効果により金属と接合すると報告されている^{3, 4)}。また、樹脂は、金属表面に形成された微細孔に、隙間なく侵入していることが報告されている⁶⁾。

〔2〕 金属との接合強度

金属表面に存在する数十nmの微細孔に多くの樹脂を流入させるため、固化の制御や溶融粘度の最適化によりグレード改良を実施した。

金属との接合強度は、表面処理したアルミニウム

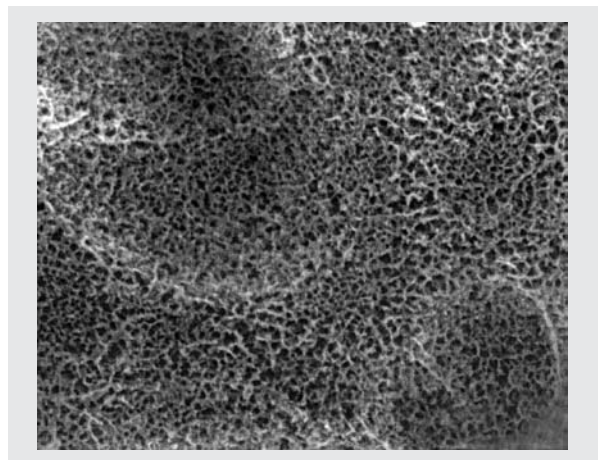


図1 表面処理したアルミニウム（A6061）⁴⁾

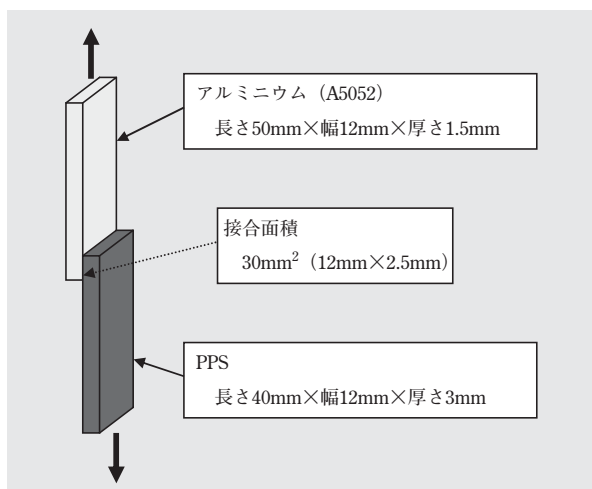


図2 接合強度の評価方法

表1 アルミニウム (A5052) との接合強度

接合強度 [MPa]	金属接合用グレード	一般グレード	
	SGX-120	GS-40	G-10
	30	19	13

(A5052) を使用し、図2に示す、引張剪断強度測定法により評価した。

表1に示すように金属接合用グレードのアルミニウムとの接合強度は、一般グレードに比べて1.5~2倍程度高い値を示す。

[3] 接合強度の耐久性

一般に、PPS樹脂は、高温雰囲気など過酷な環境下で長期にわたり使用される場合が多い。そこで接合強度の耐久性試験を実施した。まず図3に150℃の高温雰囲気下で2000hr経過した場合の接合強度を示す。接合強度の大幅な低下は認められなかった。

次に図4に、冷熱衝撃試験を実施した場合の接合強

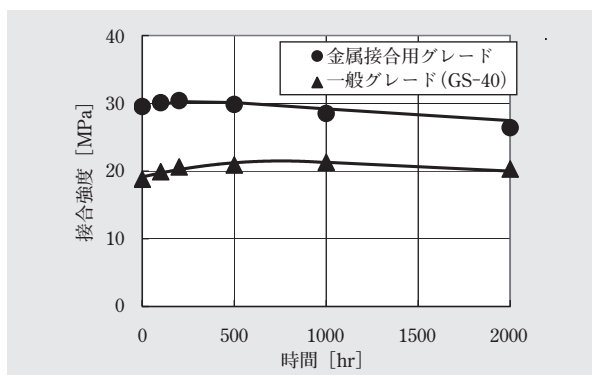


図3 接合強度の耐久性 (高温条件)

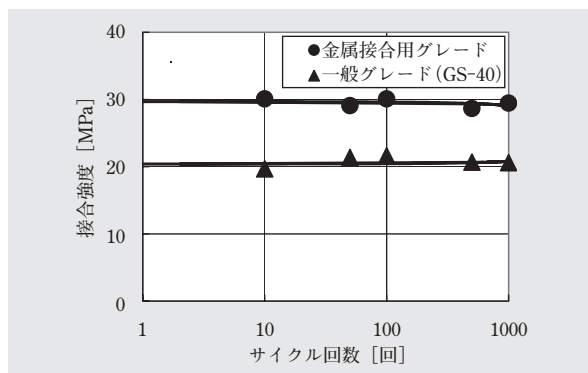


図4 接合強度の耐久性 (冷熱衝撃条件)

度を示す。-40℃×30min⇔150℃×30minの条件下で1000サイクル実施した場合において、接合強度の低下は認められなかった。

以上より、金属接合用PPSの接合強度は、耐久性においても優れることが示された。

[4] 金属接合用グレード

金属接合用グレードは用途に応じて7種類用意した。表2に代表的な3種類の金属接合用グレードの特性を示す。

SGX-120は、薄肉成形性に優れたガラス繊維強化PPSグレードであり、金属との接合強度が最も高い、金属接合用PPSの標準グレードである。

SGX-140は、ガラス繊維強化PPSであり、金属との接合強度を維持しつつ機械特性を一般グレード並みに向上させたグレードである。

SGX-350は、ガラス繊維及び無機フィラー強化PPSであり、金属との接合強度を維持しつつ異方性を低減させ寸法精度向上を達成したグレードである。

[5] 用途例

金属接合用PPSは前記の金属との高い接合強度が認められ、プロジェクタや携帯音楽機器などの電子機器筐体や、モジュール部品などで採用されている。

また、電気・電子部品では、薄型テレビ用フレーム、携帯電話部品、パソコン部品などで開発が進んでいる。自動車部品ではECUボックスなどで開発が進んでいる。さらに、金属との気密性が要求されるリチウムイオン電池部品での開発が進められている。^{4, 7, 8)}

4. おわりに

金属接合用PPSは、PPSの特徴である、耐熱性、耐薬品性を維持し、金属接合性が優れる特徴を活かし、

表2 金属接合用グレード

項目	試験方法	単位	金属接合用グレード			一般グレード GS-40 GF40%強化
			SGX-120 GF20%強化	SGX-140 GF40%強化	SGX-350 GF+MD 50%強化	
比重	ASTM D792	—	1.40	1.59	1.72	1.67
曲げ強度	ASTM D790	MPa	180	260	250	255
曲げ弾性率	ASTM D790	GPa	6.3	13	15	16
流動長	東ソー法 ¹⁾	mm	310	200	150	180
線膨張係数(MD/TD)	ASTM D696	×10 ⁻⁵ /℃	3.1/5.0	2.3/3.5	2.0/3.0	2.2/3.1
燃焼性	UL94	—	V-2 (1.0mmt)	V-1相当 (1.0mmt)	V-0相当 (3.2mmt)	V-0 (0.38mmt)
接合強度	東ソー法 ²⁾	MPa	30	29	28	19
特長			薄肉流動性	高強度	良寸法精度	
用途例			筐体のボス、枠	構造部品	電子制御部品	

注1) 金型形状；1mm厚×10mm幅バーフロー金型
成形条件；シリンダー温度310℃，金型温度130℃，射出圧力177MPa

注2) 引張剪断接合強度
金属；アルミニウム (A5052)
成形条件；シリンダー温度310℃，金型温度150℃，保圧68MPa，射出時間0.4sec

各種部品での検討が進んでいる。

今後、金属接合用PPSの品質をさらに高めるとともに、さらなる用途開発を進めてゆく。

参考文献

- 1) 山縣邦彦、高野健、プラスチック、**57** (1)、90 (2006)
- 2) 植田雅治、東ソー研究・技術報告、**51**、87、(2007)
- 3) 安藤直樹、成形加工、**16** (9)、588 (2004)
- 4) 安藤直樹、成形加工、**21** (10)、600 (2009)
- 5) 佐々木秀幸ら、高分子論文集、**55** (8)、470 (1998)
- 6) 堀内伸ら、日本接着学会第48回年次大会 講演要旨集、(2010)
- 7) 日経Automotive Technology、(9) 18 (2009)
- 8) 日経Automotive Technology、(7) 69 (2010)