

技術資料 金属接合用PPS

東ソー株式会社

1. 金属と樹脂との接合技術

ポリフェニレンスルフィド (PPS) 樹脂は、耐熱性 (UL温度インデックスは200~240℃)、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する熱可塑性エンジニアリングプラスチックである。^{1, 2)}

これらの特長から、PPS樹脂は金属または熱硬化性樹脂の代替材料として、自動車部品、電気・電子部品、水廻り・住設機器などに使用されている。これらの部品では、金属と樹脂との複合化、複数の部品を一体化したモジュール化が進展しており、最近、生産性に優れる射出成形を利用した複合化要求が高まってきた。

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、ネジ等による機械式接合、接着剤による接合、射出接合がある。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、金属と樹脂を一体成形することから生産性が高く、機械的接合でのネジが不要であることから部品点数が削減され、設計自由度が高いという特長がある。

射出接合の手法としては、大成プラスのNMT (Nano Molding Technology)³⁻⁷⁾、東亜電化のTRIシステム^{8, 9)}などがあり、各種部品への応用が進められている。

本報では、NMTに適した金属接合用PPS樹脂について紹介する。^{10, 11)}

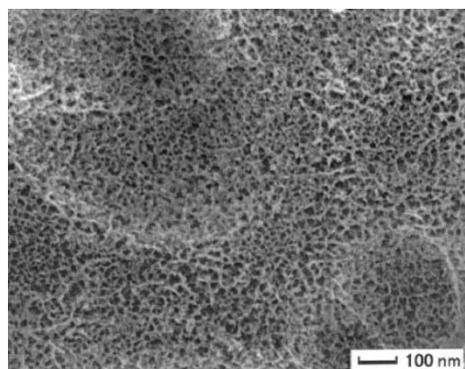
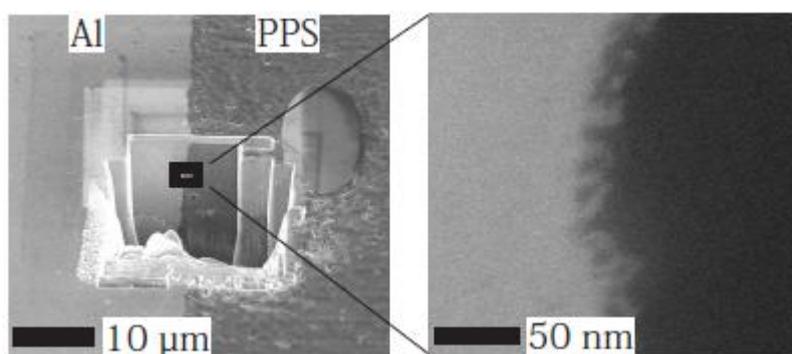
2 金属接合用PPSグレード

(1) NMT (Nano Molding Technology)

射出成形による樹脂と金属との複合化手法であるNMTについて概略を説明する。金属を特殊な水溶液に浸せきすることで、金属表面には数十nmの微細孔が形成される (写真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がNMTである。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³⁻⁷⁾。また、樹脂は、写真2に示すように金属表面に形成された数十nmの微細孔に、隙間なく侵入していることが報告されている¹²⁻¹⁵⁾。

NMTに使用される金属には、アルミニウム、マグネシウム、銅、ステンレス、チタン、鉄などがある⁴⁻⁷⁾。以下は主にPPS樹脂とアルミニウムをNMTで接合した結果を示す。

写真1 表面処理したアルミニウム(A6061)⁴⁾写真2 FIB加工による接合界面のSEM観察¹²⁾

東ソー株式会社

本社	〒105-8623	東京都港区芝3-8-2(芝公園ファーストビル)	TEL 03-5427-5147
大阪支店	〒530-0004	大阪市中央区高麗橋4-4-9(淀屋橋ダイビル内)	TEL 06-6209-1947
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄1-2-7(名古屋東宝ビル内)	TEL 052-211-5498
高分子材料研究所	〒510-8540	三重県四日市市霞1-8	TEL 059-364-5714

(2) PPS樹脂と金属との接合強度

一般にPPS樹脂は流動性に優れており、金属表面の微細孔に流入しやすく、NMTによる接合に適した樹脂である。当社はPPS樹脂と金属との接合強度をさらに向上させるため、金属接合用PPSグレードを開発した。図2に金属接合PPSグレードとアルミニウムとの接合強度を示す。なお、本接合強度の評価では、図1に示すように表面処理したアルミニウム（A5052）を使用し、引張剪断試験により接合強度を測定した。

金属接合用グレードとアルミニウムとの接合強度は44MPaに達し、PPS樹脂の一般グレードに対し、2～3倍程度の接合強度を示すことが分かる。このような高い接合強度を実現したことにより、接合部品を厳しい条件下において後処理ないし後加工する場合や、あるいは接合部品を落下した場合などにおいても、接合への信頼性が高まったと考える。

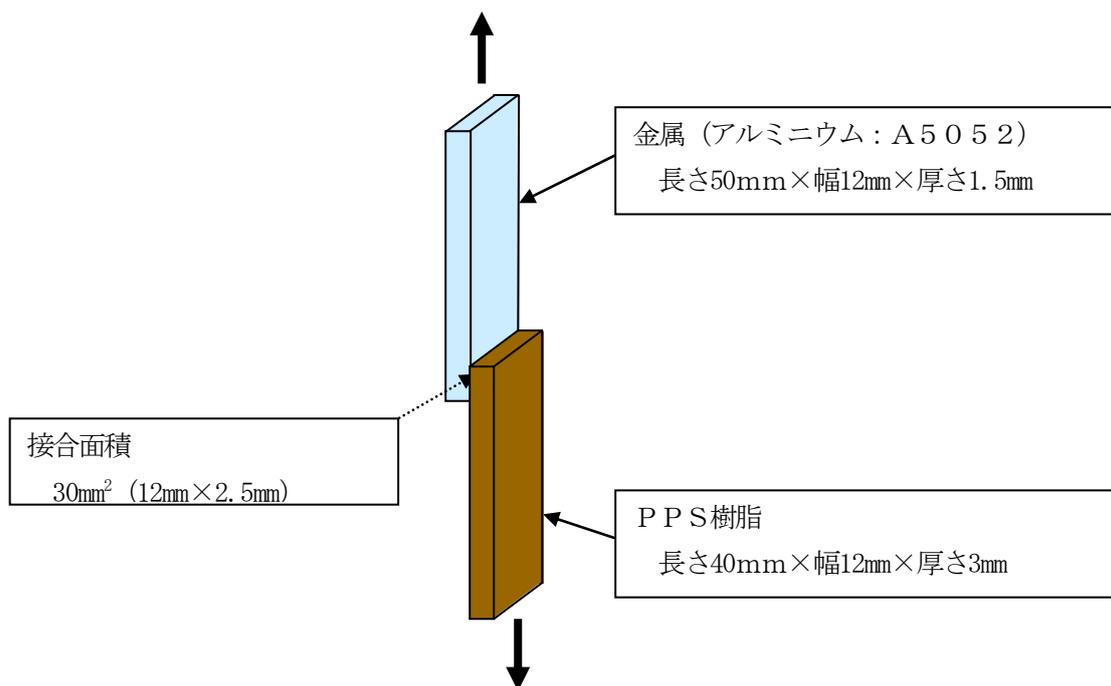


図1 接合強度の評価方法

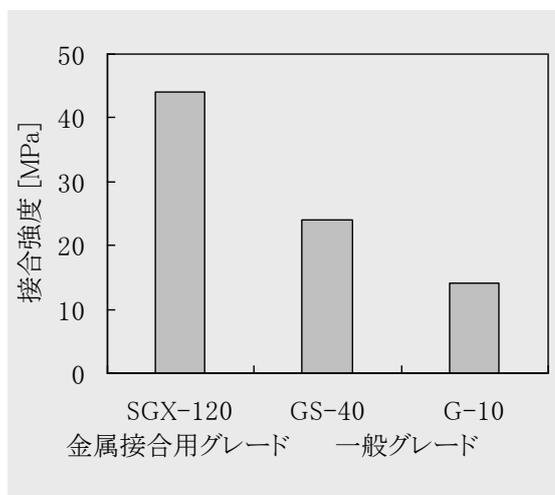


図2 PPS樹脂とアルミニウム（A5052）との接合強度



(3) 接合強度の耐久性

自動車用部品などでは冷熱環境下など過酷な環境下で長期にわたる品質安定性が要求される。そこで金属接合用グレートSGX-120を用いて接合強度の耐久性試験を実施した。

高温高湿雰囲気下 (85°C×85%RH) で1000時間経過、また、いわゆるプレッシャークッカー試験 (121°C×100%RH×2atm) で200時間経過しても、接合強度はほぼ維持していることを確認した (図3、図4)。

さらに、冷熱衝撃試験 (-40°C×30min⇔150°C×30min) を1,000サイクルまで実施し、接合強度の低下は認められなかった (図5)。

よって、金属接合用PPSは長期信頼性が要求される部品でも適用可能であることが確認できた。

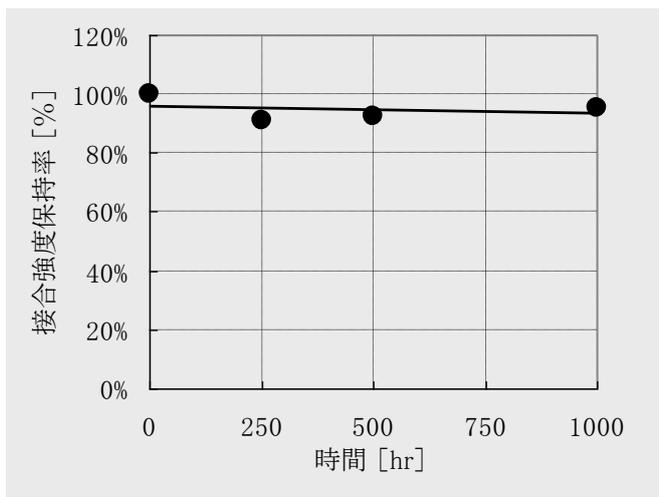


図3 高温高湿試験 (85°C×85%RH) における接合強度保持率

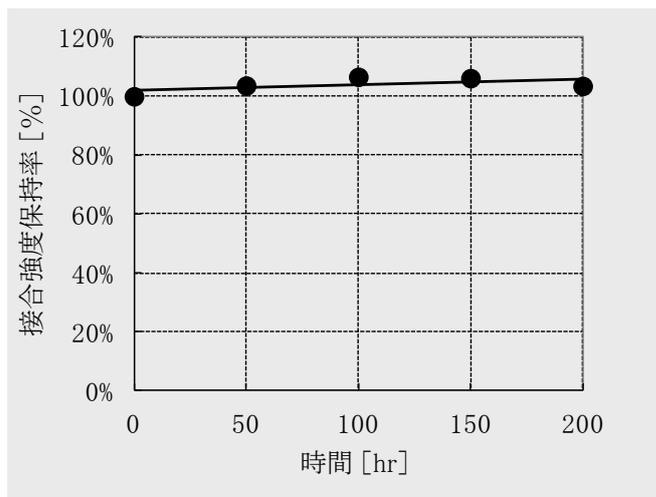


図4 高温高湿試験 (121°C×100%RH×2atm) における接合強度保持率

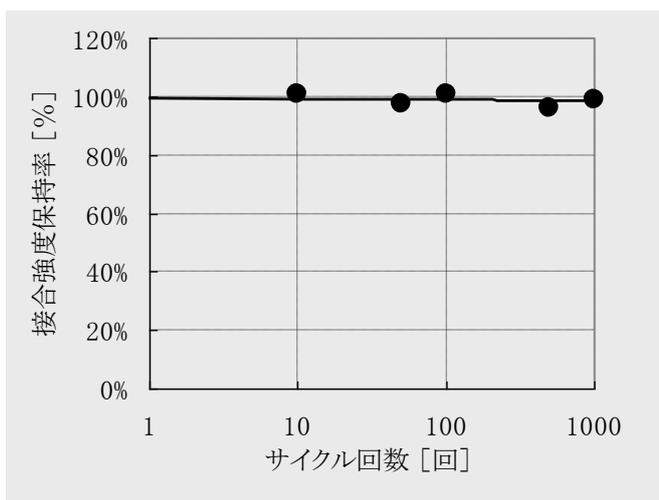


図5 冷熱衝撃試験 (-40°C×30min⇔150°C×30min) における接合強度保持率



(4) 金属接合用グレード

当社では、用途や目的に応じて各種の金属接合用グレードをラインナップしている。表1に代表的な4種の金属接合用グレードの特性を示す。

SGX-120(12)は、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-120(12)は一般グレードと比較して、高接合強度であることに加え、薄肉流動性および韌性に優れる。この特長を活かし、軽量化・小型化の進展が著しい電子機器の筐体のボスや枠に用途開発が進められている。

BGX-545(12)は、低異方性のガラス繊維強化PPSグレードであり、金属との接合強度を維持しつつ異方性を低減したグレードである。この特長を活かし、低ソリが要求される薄肉部品での用途開発が進められている。

最近、電気・電子市場から塩素と臭素の含有率が各々900ppm以下を満たす低ハロゲングレードの要求がある。SGX-140(52)は、金属との接合強度を維持しつつ低ハロゲン量を達成したガラス繊維強化PPSグレードである。この特長を活かし、低ハロゲンが要求される電子機器筐体での用途開発が進められている。

さらに、電子機器筐体では、軽量化・小型化に加えデザインの点から金属製の筐体を使用される場合がある。SGX-115(52A)は、金属との接合強度を維持しつつ耐衝撃性を達成したガラス繊維強化PPSグレードである。この特長を活かし、耐衝撃性が要求される電子機器筐体での用途開発が進められている。

表1 金属接合用PPS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
			SGX-120(12) GF20%強化	BGX-545(12) GF 45%強化	SGX-140(52) GF 40%強化	SGX-115(52A) GF 15%強化	GS-40 GF40%強化
密度	ISO 1183	g/cm ³	1.40	1.65	1.60	1.36	1.67
曲げ強さ	ISO 178	MPa	170	210	240	150	255
曲げ弾性率	ISO 178	GPa	6.5	13	13	5	16
流動長	東ソー法 ¹⁾	mm	310	210	165	240	180
シャルピー衝撃強さ(n)	ISO 179-1	kJ/m ²	8.5	8	13	16	10
燃焼性	UL94	-	V-2 (1.0mmt)	V-0 (1.5mmt)	V-0相当 (3.2mmt)	HB (0.4mmt)	V-0 (0.38mmt)
接合強度	東ソー法 ²⁾	MPa	44	34	32	39	24
特長			薄肉流動性	低異方性	低ハロゲン	耐衝撃性	

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

(5) 金属接合用グレードと金属種

NMTに使用される金属には、アルミニウムのほかに、マグネシウム、銅、ステンレス、チタン、鉄などがある⁴⁻⁷⁾。図6に金属接合用グレードSGX-120は、アルミニウムのみならず、銅およびステンレスに対しても良好な接合強度を示す。すなわち金属接合グレードは複数の異種金属を使用した複合部品への適用も可能である。



東ソー株式会社

本社 〒105-8623 東京都港区芝3-8-2(芝公園ファーストビル) TEL 03-5427-5147
 大阪支店 〒530-0004 大阪市中央区高麗橋4-4-9(淀屋橋ダイビル内) TEL 06-6209-1947
 名古屋支店 〒460-0008 名古屋市中区栄1-2-7(名古屋東宝ビル内) TEL 052-211-5498
 高分子材料研究所 〒510-8540 三重県四日市市霞1-8 TEL 059-364-5714

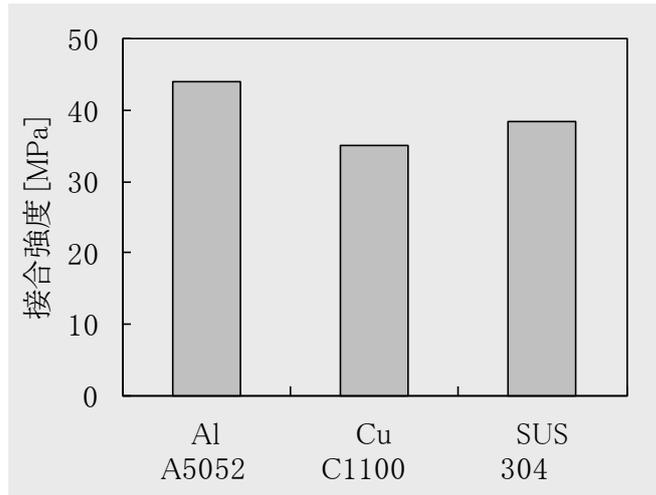


図6 金属接合グレードと各種金属との接合強度

(5) 用途例

金属接合用のPPSは、PPS本来の特長である耐熱性、耐薬品性等を維持し、さらには金属との高い接合強度を有し、プロジェクタ、携帯音楽機器、携帯電話などの電子機器筐体などで広く採用されている。また、電気・電子部品では、より薄肉化・軽量化が求められる薄型テレビ、ノートパソコン等の筐体やシャーシなどで開発が進められている。また、自動車部品ではより一層の低燃費化を実現すべくECUボックスなどでの開発が進んでいる。さらに、樹脂と金属との気密性が要求されるリチウムイオン電池の封口板での開発が進められている。^{4, 5, 16)}



写真3 アルミニウム板に射出接合したPPS製ボス (大成プラス(株)提供)



写真4 電子機器筐体への適用事例 (大成プラス(株)提供)



3. むすび

金属と樹脂との接合技術の中で、射出接合技術は生産性が高いことから、今後ますます市場が拡大することが期待される。本稿では射出接合技術であるNMTに着目して、NMTに適した金属接合用PPSについて紹介した。金属接合用PPSは、PPS本来の特長である耐熱性、耐薬品性等を維持し、金属との接合性が優れるという特長を有しており、各種部品で開発が進められている。本報が、金属と樹脂との複合部品の用途開発を進める上での参考になれば幸甚である。

参考文献

- 1) 山縣邦彦、高野健、プラスチック、57 (1), 90 (2006)
- 2) 実用プラスチック事典、産業調査会、418 (1993)
- 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) 板橋雅巳、プラスチックエージ、58 (3), 45 (2012)
- 6) 富永高広、成形加工、25 (10), 469, (2013)
- 7) 富永高広、樹脂-金属接着・接合部の応力解析と密着性・耐久性評価、技術情報協会、187 (2014)
- 8) 佐々木秀幸ら、高分子論文集、55, 470 (1998)
- 9) 齋聖一ら、成形加工、16 (3), 506 (2004)
- 10) 山野直樹、月刊マテリアルステージ、12 (7), 31 (2012)
- 11) 山野直樹、樹脂-金属接着・接合部の応力解析と密着性・耐久性評価、技術情報協会、197 (2014)
- 12) 堀内伸ら、日本接着学会第48回年次大会 講演要旨集、160 (2010)
- 13) 堀内伸、Polyfile、49 (5), 46 (2012)
- 14) 堀内伸、成形加工、25 (11), 521 (2013)
- 15) 堀内伸、樹脂-金属接着・接合部の応力解析と密着性・耐久性評価、技術情報協会、325 (2014)
- 16) 日経Automotive Technology、日経BP社、9, 18 (2009)

