

●車載用 PPS 樹脂 Susteel®

高分子材料研究所 PPS グループ 山野 直樹

1. はじめに

ポリフェニレンスルフィド（PPS）樹脂は、耐熱性、耐薬品性、自己消火性など、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り、自動車部品をはじめ各種用途へ使用されている。PPSはその優れた特性から、需要が年率5～7%の高い伸びで推移すると予想されている¹⁾。

当社 PPS 樹脂 Susteel® は、二酸化炭素などの温室効果ガス排出削減への貢献を目的に、自動車の軽量化を促進するため、金属部品からの代替提案を推進している。また、100年に一度の変革期を迎えたといわれている自動車のCASE^{2), 3)} (Connected, Autonomous, Shared & Services, Electric) 用途に対応したグレードを提案している。

本稿では、車載用 PPS 樹脂 Susteel® の軽量化および電動化に適したグレードについて述べる。

表1 自動車市場のニーズ

市場トレンド	市場ニーズ	用途
軽量化	金属代替	金属部品
	金属-樹脂接合	PCU, 構造部品
コネクテッド	電磁波シールド	PCU
自動運転	表面光沢性	ヘッドアップディスプレイ
	低誘電	レーダーモジュール
電動化	耐ヒートサイクル	PCU (インバーター)
	高气密性	二次電池 (封口板)
	放熱性	PCU, モーター
	耐電圧	電源供給

2. 軽量化

[1] 金属代替

PPS樹脂は鉄に代表される金属に比べて比重が軽く、当社 Susteel® は、その名前のとおり、金属部品からの代替に貢献している。

金属代替の代表的な部品の一つに、自動車の冷却部品（インペラ、インレット、など）があり、Susteel® は四半世紀以上の搭載実績がある。冷却部品はエンジ

ン冷却用のみならず電動化車両の電装部品冷却用にも必要であり、当社では、耐冷却水改良グレードを開発し、金属からの一層の代替提案を推進中である。

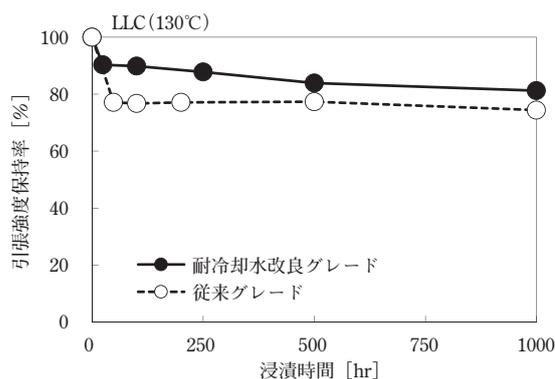


図1 耐冷却水（LLC）改良グレードの特性

[2] 金属と樹脂との接合

耐熱性や強度などの点から、部品の完全なる樹脂化が困難な場合には、金属部品の一部を樹脂化した複合部品とすることが可能である。複合部品とする場合には、一般には、金属と樹脂との接合が必要となる。

当社では、金属と樹脂との接合技術の1種である、射出成形による金属と樹脂の一体化接合技術（NMT、等⁴⁾）に適したSusteel® 金属接合用グレードを開発^{5), 6), 7)}した。本金属接合用グレードは、スマートフォンに代表されるモバイル端末への搭載実績⁸⁾をもとに、車載部品への用途開発を推進中である。

車載部品では、過酷な環境下で長期にわたる品質安定性が要求される。当社 Susteel® 金属接合用グレードは、高温高湿試験（85℃×85% RH×2,000時間）、および、ヒートサイクル試験（-40℃×30min ⇄ 150℃×30min×2,000サイクル）のいずれの信頼性試験においても、ISO19095⁴⁾で評価した接合強度の低下は認められなかった（図2、図3）。よって、金属接合用グレードは長期信頼性が要求される車載部品へも適用可能であることが示された。当社では、図4に示すアルミ板とSusteel®で作製したPCU（パワーコントロールユニット）ケース部品などへ、従来のアルミダイキャストからの代替提案を行っている。

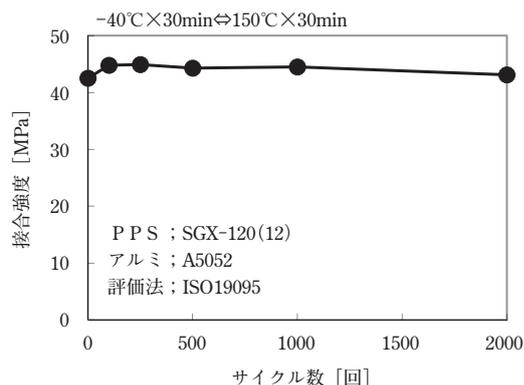


図2 ヒートサイクル試験後の接合強度

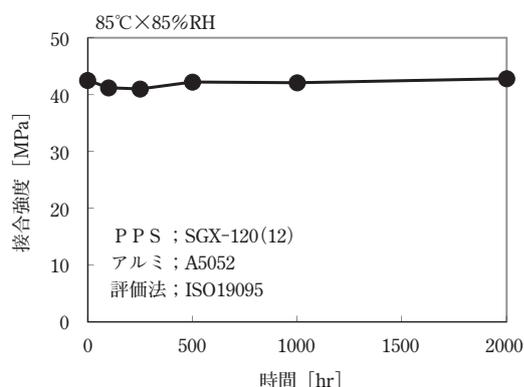


図3 高温高湿試験後の接合強度



図4 PCU ケース 大成プラス(株)提供

属接合用グレードを用いることによって、複合体の接合強度が向上し、さらには、複合体の高気密性をも達成させることが可能である。

当社 Susteel[®] は自社評価において気密性が優れていることを確認したのは勿論のこと、第三者の評価においても、ヘリウムリーク試験（真空フード法）でヘリウムリーク量 $10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ という極めて高い封止性能を有していることを確認している^{10), 11)}。なお、本ヘリウムリーク試験に用いた試験片は、図5に示すように平板上試験片の外側が金属で内側が樹脂であり、樹脂の収縮により気密漏れの発生しやすい試験片形状である。本形状においても Susteel[®] は高い封止性能を有していることが分かった。当社では、図6に示すリチウムイオン電池に代表される電池の封口板などへ用途開発を進めている⁸⁾。

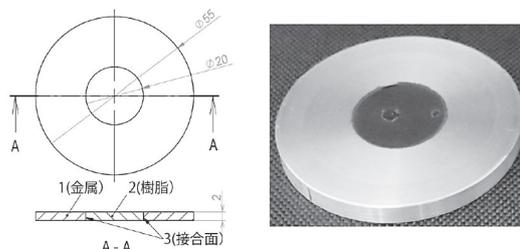
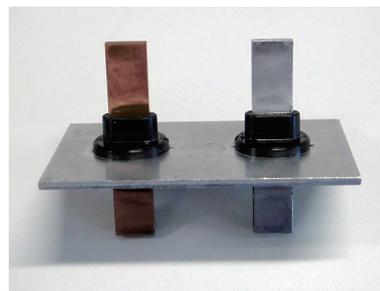
図5 封止特性評価用試験片¹¹⁾

図6 LIB 封口板 大成プラス(株)提供

3. 電動化

[1] 電動化車両

電動化車両を構成する重要な部品としては、バッテリー、インバータ（PCU；パワーコントロールユニット）、モータが挙げられる^{3), 9)}。また、電気を充電するためには、充電部品が必要である。

[2] 高気密性

先述した、金属と樹脂の接合技術である射出成形による金属と樹脂との一体化接合技術に当社 Susteel[®] 金

[3] 耐ヒートサイクル

電動化車両を構成するインバータは、金属製の端子や電極等が樹脂成形品内にインサートされ、金属・樹脂一体形状を有していることが多い（一般的に、インサート成形品と呼ぶ）。

本インサート成形品は、様々な温度環境下での使用が想定されるため、高い耐ヒートサイクル性が求められる。

耐ヒートサイクル性は、製品設計において最も重要視される特性の1つである。さらに、実使用においては、耐ヒートサイクル性に加え、モールドデポジット、

長期耐久性といった特性も必要になる。当社では、樹脂設計、配合処方、コンパウンド条件の最適化により、優れた耐ヒートサイクル性、ガス量およびヤニ量低減を併せ持つグレードを開発した (表2)。

Susteel® 1801-005 は従来 PPS や芳香族ナイロン PA6T に比べて耐ヒートサイクル性を大幅に向上させたグレードであり、Susteel® 1901-002 は耐ヒートサイクル性に加えてウエルド強度を改良したグレードである。

Susteel® 1801-005 の熱老化試験 (250℃×3,000時間)、高温高湿試験 (85℃×85%RH×3,000時間) を図7、図8に示す。耐ヒートサイクルグレードは従来 PPS や PA6T 同等以上の耐久性を示した。当社では、インバータ部品などへ顧客評価を進めている。

[4] 放熱性

電動化車両を構成するバッテリー、インバータ、モータは、作動領域拡大および部品集積化に伴い熱の発生量が増し、放熱対策が重要となる¹²⁾。

一般的な PPS 樹脂は熱伝導率が 0.2 ~ 0.5W/(m・K) と低いものの、当社は熱伝導率が 2 ~ 25W/(m・K) の Susteel® 熱伝導グレードを上市した。

一般的な熱伝導グレードは熱伝導フィラーを高充填化することから、熱伝導率は高くとも成形流動性に劣るといった課題があった。当社 Susteel® 熱伝導グレードは配合処方、コンパウンド条件を最適化し高い熱伝

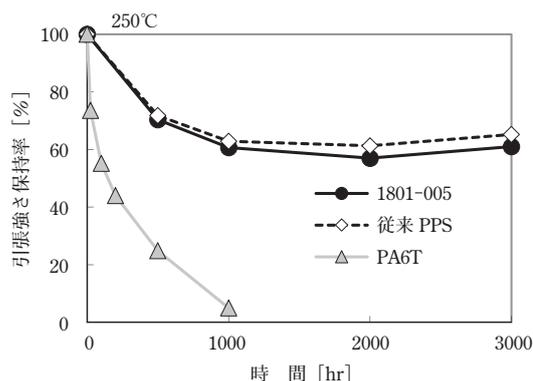


図7 熱老化試験 (250℃)

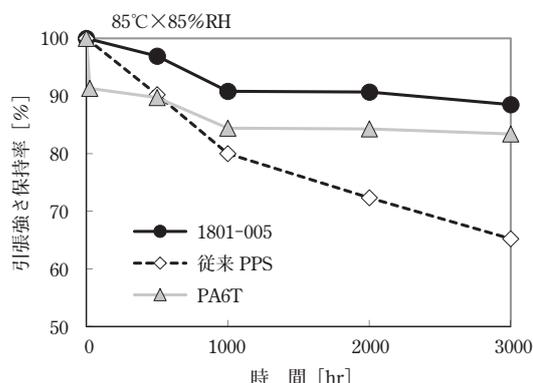


図8 高温高湿試験 (85℃×85%RH)

導率と良好な成形流動性を併せ持つ (表3)。

TCX-250(12)、TCX-150(12) は、いずれも導電性

表2 Susteel® 耐ヒートサイクルグレードの物性

測定項目	単位	測定法	1801-005	1901-002	従来 PPS	PA6T
			>PPS-I-GF30<	>PPS-I-GF30<	>PPS-I-GF30<	>PA6T-GF30<
ウエルド強度	MPa	ASTM D638	70	78	67	79
ウエルド伸び	%	ASTM D638	1.0	1.0	0.9	—
耐ヒートサイクル	回	Tosoh	700	470	320	30
成型流動長	mm	Tosoh	156	164	179	205
ガス量	ml/g	Tosoh	0.9	0.7	1.3	2.0
ヤニ量	wt%	Tosoh	0.02	0.02	0.05	0.07

表3 Susteel® 熱伝導グレードの物性

測定項目	単位	測定法	TCX-250(12)	TCX-150(12)	TC-70(12)	G-10(12)
			導電	導電	絶縁	一般
熱伝導率 (面方向)	W/(m・K)	Laser Flash	26	16	2	0.2
熱伝導率 (厚さ方向)	W/(m・K)	Laser Flash	5	3.5	0.9	—
体積固有抵抗	Ω・cm	Tosoh	10 ⁰	10 ¹	10 ¹⁵	10 ¹⁶
成形流動長 (1mmt)	mm	Tosoh	65	135	135	130
成形収縮率 (MD/TD)	%	Tosoh	0.03/0.5	0.05/0.6	0.2/0.3	0.3/0.6

で熱伝導率は、それぞれ、25、15W/(m·K)を有し、LED放熱板等への搭載実績を活かし、車載向けに用途開発を進めている。一方、TC-70(12)は絶縁性で熱伝導率は2W/(m·K)を有し、車載部品への搭載実績を活かし、PCUのリアクトル、および、モータのインシュレータなどへの用途開発を推進中である。

4. おわりに

本稿では、東ソー(株)の車載用PPS樹脂Susteel®の軽量化および電動化に適したグレードを紹介した。当社では、市場ニーズを先取りした材料を今後も開発してゆく所存である。

参考文献

- 1) 富士経済、2019年エンブレ市場の展望とグローバル戦略、211 (2019)
- 2) 神谷有弘、プラスチックステージ、66、51-59 (2020)
- 3) 岩野昌夫、プラスチックステージ、66、32-43 (2020)
- 4) 板橋雅巳、プラスチックステージ、63 (3)、33-38 (2017)
- 5) 山野直樹、月刊マテリアルステージ、12 (7)、31-33 (2012)
- 6) 春成武、プラスチックステージ、59 (10)、46-49 (2013)
- 7) 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、197-201 (2014)
- 8) 板橋雅巳、プラスチックステージ、58 (3)、56-60 (2012)
- 9) 経済産業省 自動車新時代戦略(第1回)会議資料 (2018.4.18)
- 10) 富永高広、成形加工、25 (10)、469-472 (2013)
- 11) 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、325-335 (2014)
- 12) 小林信雄、池上徹、日本伝熱学会論文集、15 (2) 49-54 (2007)