

# 材料技術における 最近の話題(IV)

## —樹脂材料編—



第1研究部 材料研究課  
木村吉延

### 1. はじめに

昭和30年代前半の、石炭から石油へのエネルギー変遷に伴ない、石油を原料とするプラスチックの歴史が本格的に始まったと言える。

- (1)軽い、安い
- (2)形状が自由
- (3)加工が容易
- (4)着色が自由

等のメリットから、従来のブリキから変ったプラスチック製のバケツ、洗面器などの家庭用品に、数多く使われ、カラフル性、個性的なデザイン性により、台所革命をもたらした。

それに呼応するように、輸送機器部品にもプラスチックが使われる様になった。

石油危機による石油供給不安、価格上昇に伴ない、深刻な影響を被った時期もあったが、プラスチックは各種工業分野、あるいは日常生活において不可欠な材料となり、年々、使用量は着実に増加しており、今後共、個性化、多様化、省エネ化を前提とした材料開発、用途開発によりプラスチックが使われることは、まず異論のないところであろう。本稿では、プラスチック化の歴史をたどりながら、プラスチック化の思想、そして最近の動向について紹介したい。

### 2. プラスチック化の流れ

表1は昭和30年代から現在に至るまでの自動車内、外装樹脂部品、機能部品について、樹脂技術応用の変遷を示したものである。この表からわかるように、昭和30年代後半のモータリゼーションの始まりとともに、樹脂技術は急速に進んでいった。表中の第1次樹脂化の昭和40年代は、まさしく大量生産ならびにコストダウンが主目的として樹脂化が進められた時期である。その後、昭和48年の石油ショックを契機として、低成長時代となり、社会ニーズに対応した目的をもって樹脂技術開発が進められた。

現在は第4次樹脂化の時代に突入している。そして自動車は多様化、個性化の方向に急速に進みユーザーの好みに対応していく時代となった。

次に表2はヤマハにおけるモーターサイクルの樹脂技術の変遷を示したものである。

昭和30年代は樹脂化を積極的に推し進める時代ではなく暗中模索の時代であった。しかし昭和40年代に入り、スクーターの前身ともいわれている50ccファミリーバイク(チャッピー等)の出現によって軽く、安く、カラフルを主目的に、樹脂化が進められた。

現在は、機能部品を中心として、より高品質、高生産性、ニーズの多様化にむけた多品種少量をめざした樹脂化が進んでいる。

項目	年次(昭和)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
樹脂化の変遷																																									
材料・工法変遷の変遷	SMC系材料 インジェクション系 RIM系 ブロー系																																								
外板樹脂化	FRP バンパ ダンプサンスボーツ トヨタセリカ RIM PP																																								
外装品の樹脂化	アクリル ABS メーターカバー インスドバッジ 塩ビ+ウレタン																																								
内装品の樹脂化																																									
機能部品の樹脂化	スピーダーメーターキャップ ランプレンズ アクリル																																								

表1 自動車への樹脂技術応用の変遷

区分	部品名	材料	年代	備考
車体系	フロントフェンダー	ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)	S35 S40 (SPCC) → ○(V70×1ト) → (ABS) ○(RT2-MR50) → (PP)	メッキフェンダーはS P C C
	リヤフェンダー	PP(ポリプロピレン)	(SPCC) → ○(RT2-MR50) → (PP)	↑
	サイドカバー	PE(ポリエチレン) ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)	SPC) → ○(MF2-50モベット) → (PE) ○(FX-50) → (ABS) ○(YZ80) → (PP)	
	タンクオイル	PE(ポリエチレン)	(SPCC) → ○(LB50チャッピ-) → (PE)	
	タンクフューエル	PE(ポリエチレン)	(SPCC) → ○(YZ125) → (PE)	樹脂タンクはT, VZ系の オフロード車のみ
	ボトムプレート	PP(ポリプロピレン)	(SPCC) → ○(XT250) → (PP)	
	ハンドルカバー/アッパー	ABS(ABS樹脂)	(SPCC) → ○(XS650) → (ABS)	
	チューブスロットルガイド	POM(ポリアセタール)	(Aℓ) → ○(DT/-C250) → (POM)	
	カバーツールボックス	PE(ポリエチレン) PP(ポリプロピレン)	(SPCC) → ○(DT100) → (PE)	
	レッグシールド	PP(ポリプロピレン)	○(MF1-50モベット) → (PP)	
	カバーロアード	PP(ポリプロピレン)	(Aℓ) → ○(LB50チャッピ-) → (PP)	
エンジン系	プロテクタエンジン	PP(ポリプロピレン)	(SPCC) → ○(SA50バッソーラ) → (PP)	
	ギアインペラシヤフト	ROM(ポリアセタール) PA(ナイロニア樹脂)	SM(SPHC) → ○(RZ350) → (POM) ○(DT125L) → (PA)	
	カバーラジエター	ABS(ABS樹脂) PP(ポリプロピレン)	○(RZ350) → (PP) ○(XZ1200) → (ABS)	XZ1200はメッキ仕様
	ファン	PP(ポリプロピレン) PA(ナイロニア樹脂)	○(CV80Eヘルガ) → (PP) ○(XC180シグナ) → (PA)	
	エアーシュラウド	PP(ポリプロピレン)	○(SA50バッソーラ) → (PP)	
	ギアボンプドライブ	ROM(ポリアセタール) PA(ナイロニア樹脂)	○(RZ350) → (POM) ○(ホエッソ50) → (PA)	
	カバークランクケース	PA(ナイロニア樹脂)	(Aℓ) → ○(YZ100) → (PA)	
クランクエイト	クランクエイト	PA(ナイロニア樹脂)	○(CV80Eヘルガ) → (PA)	
	ケースエアークリーナー	ABS(ABS樹脂) PE(ポリエチレン) PP(ポリプロピレン)	(SPCC) → ○(RS100) → (PP) ○(YZ125) → (PE) ○(F51) → (ABS)	F51はホットスタンプ 仕様

表2 ヤマハでのM/Cへの樹脂技術応用の変遷

		年代								
		M45	T15	S10	S20	S30	S40	S50	S60	
樹脂材の変遷		熱硬化性樹脂が主流			熱可塑性樹脂の種類が増加したが主流は熱硬化性樹脂		熱可塑性樹脂が主流であるが後半は耐熱性を重視したエンプラが開発される。			
樹脂の種類	フェレール樹脂	➡								
	ユリア樹脂		➡							
	メラミン樹脂			➡						
	エポキシ樹脂				➡					
	不飽和ポリエスチル樹脂					➡				
	フッソ樹脂					➡				
	ポリウレタン樹脂						➡			
	ポリイミド樹脂							➡		
	ポリ塩化ビニル樹脂								➡	
	ポリスチレン樹脂								➡	
	アクリル樹脂								➡	
	ナイロン								➡	
	LDポリエチレン								➡	
	ABS樹脂								➡	
	HDポリエチレン								➡	
	ポリアセタール								➡	
	ポリカーボネート								➡	
	ポリプロピレン								➡	
	ポリフエニレン オキサイド(P.P.O)								➡	
	ポリエスチル								➡	
	ポリスルホン								➡	
	ポリフエニレンサル ファイド(P.P.S)								➡	

表3 樹脂材料の変遷

### 3. 樹脂材料の流れ

表3に樹脂材料の変遷を示した。昭和10年頃までは熱硬化性樹脂が主流に生まれたが、昭和10年代になると熱可塑性樹脂が増加し、エンジニアリングプラスチックもみられるようになった昭和30年代以降になると石油合成化学の発達とともに熱可塑性樹脂が大量に開発された。昭和40年代に入ると耐熱性を向上させた特殊エンプラが開発され、現在もポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン等の特殊エンプラが登場している。

表4に昭和61年現在のプラスチック原材料生産推計表を示しているが、円高による外需落込みがあったにもかかわらず、個人消費や非製造業の設備投資に支えられ、前年並みの水準を維持した。中でも、エンジニアリングプラスチックグループとくにポリアミド、ポリアセタール、ポリプロピレンテレフタレートの伸びが顕著で、機能部品への応用が拡大している。

種類	(1,000t)	(t)	(%)
フェノール樹脂	312	326,636	△ 4.5
ユリア樹脂	458	470,334	△ 2.6
メラミン樹脂	108	107,624	0.3
不飽和ポリエスチル樹脂	194	202,275	△ 4.1
アルキド樹脂	139	143,768	△ 3.3
エポキシ樹脂	93	91,021	2.2
けい素樹脂	76	68,111	11.6
ウレタンフォーム	250	243,716	2.6
熱硬化性樹脂計	1,630	1,653,485	△ 1.4
ポリエチレン計	2,030	2,027,308	0.1
(低密度)	1,094	1,118,608	△ 2.2
(高密度)	809	784,708	3.1
(エチレン・酢ビコポリマー)	127	123,992	2.4
ポリスチレン計	1,018	1,065,186	△ 4.4
(GP・HI)	853	894,760	△ 4.7
(FS)	165	170,426	△ 3.2
AS樹脂	113	112,374	0.6
ABS樹脂	436	421,615	3.4
ポリブロピレン	1,314	1,303,826	0.8
ポリブテン	32	31,370	2.0
石油樹脂	98	106,877	△ 8.3
塩化ビニル樹脂	1,520	1,549,549	△ 1.9
ポリビニルアルコール	133	132,797	0.2
塩化ビニリデン樹脂	37	39,028	△ 5.2
メタクリル樹脂	148	146,569	1.0
ポリアミド	117	112,219	4.3
ポリカーボネート	63	50,035	25.9
けい素樹脂	13	12,915	0.7
ポリアセタール	108	85,718	26.0
ポリエチレンテレフタレート	342	313,962	8.9
ポリブレンテレフタレート	28	19,108	46.5
その他熱可塑性樹脂	45	48,429	△ 7.1
熱可塑性樹脂計	7,595	7,578,885	0.2
合計	9,225	9,232,370	△ 0.1

表4 昭和61年プラスチック原材料生産推計

## 4. プラスチック化の思想

昭和30年代から昭和50年代前半は、使用環境や負荷条件の厳しくない意匠・内装部品が中心で材料についてもメーカーから推奨されるもので間に合っていたが、近年は機械特性を生かした外装・構造部品や、音振特性や断熱性、摺動特性を生かした機能部品にまで適用が広がり、ユーザーの明示した要求特性に適合した材料作りが、原材料メーカーの責務になりつつある。言い換えれば材料メーカー主導型の開発からユーザー主導型の開発に、現存する材料を選ぶ時代から、部品機能に合った材料を作る時代に変わったともいえる。

その結果、材料メーカーとの共同開発が増加し、

- (1)ヤマハ摺動用ウェイト材
- (2)ホンダ外装用ポリマーアロイ (HPA)
- (3)スズキ外装用SMC材 (SLMC)

等の材料が生まれた。

今後、さらに発展し、ユーザー側で、強化材などを充填した複合材が、混練り成形機等の進歩に伴って登場すると推定される。

## 5. 最近話題のプラスチック応用例

### 5-1 エンジン部品

エンジン回りの部品は、熱的にも応用的にも負荷が高く、プラスチック化が困難なものが多い。そのため負荷の小さいケースカバー類からはじまって順次高負荷部品へ進んでいくものと思われる。この場合、材料では、熱可塑性プラスチックにとては不利な条件であるが、熱硬化性樹脂に比べて生産面、コスト面で有利であるだけに複合化によって高性能を図りながら、個々の部品の要求する性能要件に従って、それぞれ、最適な材料系が決まってくる。

### (1) 2輪車用ウォータージョイント

耐L L C性、耐熱性を考慮してガラス繊維入りナイロン6もしくは6-6を使用するが、エンジンの高性能化にともない、より耐熱性が必要となりガラス繊維入りPPSも使用されている。

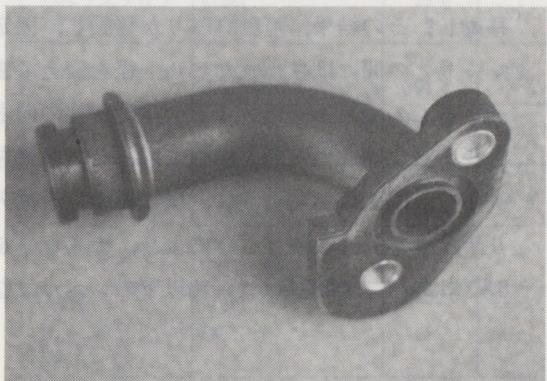


写真1 ウォータージョイント

### (2) 2輪車用クランクケースカバー

ジエネレータカバーとしてアルミダイカストにかわって剛性、耐衝撃性、耐油性、耐熱性などの点からガラス繊維入りナイロン6が使用されている。(写真2)又、スクーター用として無機フィラー入りPPや長繊維のガラスマットにPPを複合化し加熱後プレス成形したものも使用されている。

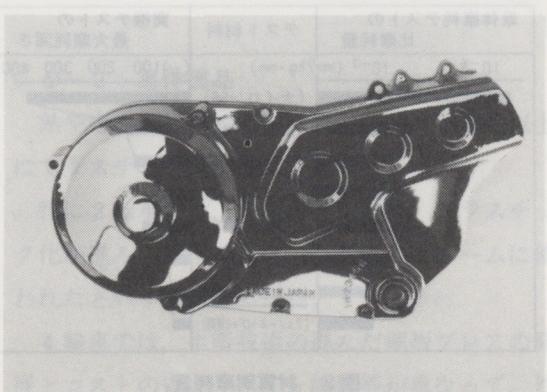


写真2 クランクケースカバー

### (3)スクーター用変速部品

スクーターの変速はベルトコンバータ方式になっている。図1に示すように、車速により自動的にベルト位置を変えるため、可動ブーリーが装着されており、内部にウェイトという摺動部品が組込まれている。遠心力によりウェイトが移動し、その結果、可動ブーリーが移動し、固定ブーリーとの間にはさまれたベルト径を変えて変速するものである。ウェイトの摺動特性の向上と長寿命化達成のため、実機に即した試験機を利用し、図2に示すように、炭素繊維、滑剤入りナイロン6-6を使うことにより、ナイロン6-6単体に対し、摩耗量が1/10以下のレベルになった。

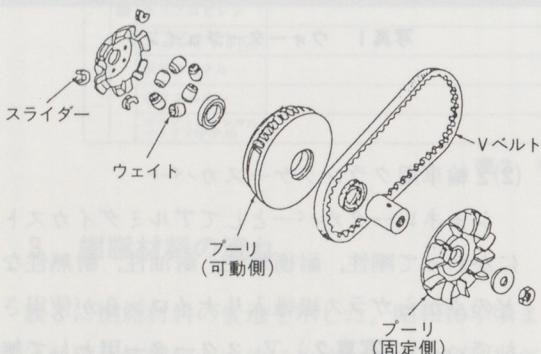


図1 スクーター用自動変速機

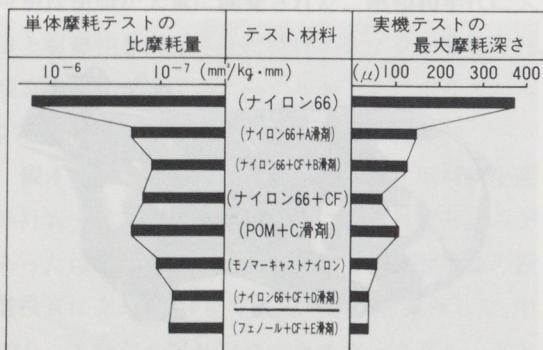


図2 材質別摩耗量

### (4)キャブレター

アルミか亜鉛のダイカスト品から、ガラス繊維入りPPS製に代えたもので、軽量化、防錆、コストダウンを目的としたもので、精度、生産性、耐薬品性を考慮し採用された。

又、加工工数、部品点数についても大幅に減らすことができた。

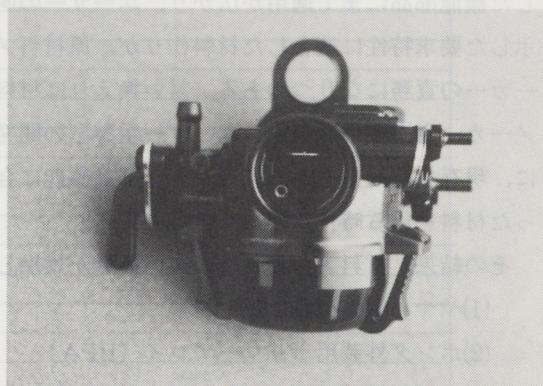


写真3 H社芝刈機用キャブレター

### (5)シリンダヘッドカバー

アルミダイカスト、マグネダイカスト、鋼板プレスに代わって、耐熱、耐油性からガラス繊維入りナイロン6もしくは6-6が使用されており、軽量化、騒音低減を達成した。

樹脂の欠点である熱間剛性不足によるシール不良対策でゴム製成形ガスケットを使用した。

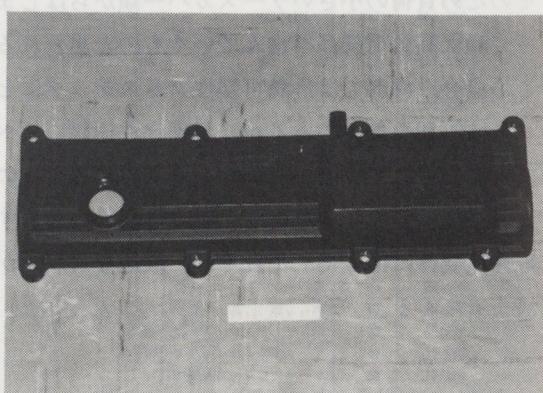


写真4 M社シリンダヘッドカバー

## (6) コンポジットエンジン

前号でも紹介された米国ポリモーター社のコンポジットエンジンについて、少し詳細に述べてみる。

開発の歴史は、表5に示すように2000ccクラスの4気筒エンジンで、1984年開発の2000cc、DOHCエンジンでは、総重量76kgで従来のメタルエンジンの167kgに対して55%の軽量化がなされている。材料構成の内分けであるが、

補強繊維 — 18kg  
樹脂 — 27kg  
メタル — 31kg

76kg

となっている。

樹脂は米国アモコ社のポリアミドイミド樹脂“トーロン”が主に使用されており、単独あるいは、金属と接合して使われている。表6に、実際に使用された部品名と重量及び軽量化率を示した。トーロンは、耐熱性、耐薬品性にすぐれ、射出成形ができることが、コンポジットエンジンに使用された理由である。(写真5)

開発年度	1980	1981	1982	1984
排気量	2300cc	2000cc	2300cc	2000cc
気筒数	4	4	4	4
弁配置	SOHC	DOHC	DOHC	DOHC
馬力	100	—	318	320
重量	77kg (メタルE/G168kg)	77kg	69kg	76kg (メタルE/G167kg)
情報	プラスチック ワールド	プラスチック ワールド	ポピュラー サイエンス	アムコ社 カタログ

表5 コンポジットエンジンの歴史

※(上段)従来材  
(下段)使用材

部品名	材料	重量	軽量化率
インテークバルブ	steel AI/TORLON	140g 30g	79%
タペット	steel TORLON	48g 19g	60%
バルブスプリングリテナー	steel TORLON	22g 9g	59%
ピストン	aluminum AI/TORLON	500g 391g	22%
ピストンピン	steel steel/TORLON	105g 65g	24%
コンロッド	steel TORLON	743g 380g	49%
タイミングギヤ	steel TORLON	—	—
その他 (エンジンブロック シリンドラーヘッドカバー オイルパン)	steel GF,R.P	—	—

表6 樹脂材料使用部品

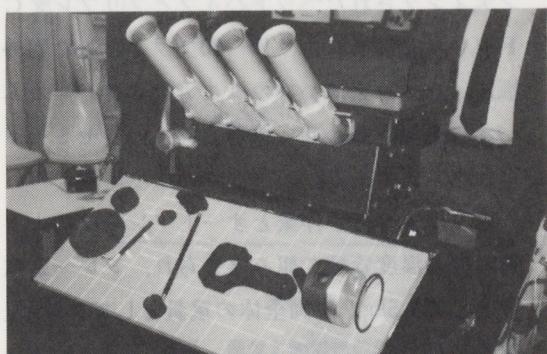


写真5 コンポジットエンジン

### 5-2 車体部品

熱や応力が比較的低いため、エンジン部品以上にプラスチック化が進んでいる。

特に2輪車では、4輪車と比較し、プラスチック化が進み、最近では、レース車のフレームに使われたという話題もあった。

4輪車では、生産技術の進んだ鋼板プレスの発展とコストの安さ、ライン体質等が重なって、外板パネルの樹脂化も進んでいなかったが、ニーズの多様化に伴って、一部採用されはじめた。

### (1) 2輪車用フェアリング

従来はA B S樹脂を素材として使用していたが、特にエンジン部分のフェアリングは耐熱性が不足していたため断熱材を内張りしたりしていたが、ポリプロピレン樹脂とナイロン樹脂に特殊アロイ化材を加えて反応させたポリマー・アロイ材料により、耐熱性が向上し採用した。その結果、断熱材は不要となり、又、従来の塗装法が、そのまま使えるため、コスト低減も可能となった。

### (2) 2輪車フレーム

1985年の鈴鹿8H耐久レースで童夢D C F 1ブラックバッファローに、樹脂製フレームを採用し、完走した。

フレーム本体はC F R PでフィラメントワインディングされたヘッドパイプとプリプレグC Fクロスを部所により10~20プライとした内外板にノーメックスハニカムコアとC Fハニカムパネルを組み合わせて接着されているセミモノコック方式である。

加工はすべて手作業とオートクレーブによる高精度の温度管理で組み立てられ、フレーム重量として6.5kg、車両全体の重量として149kgを達成した。

### (3) リーフスプリング

N社ワンボックスカーにガラス繊維とエポキシ樹脂をフィラメントワインディング(FW)法で成形し採用された。(図3)

FRP製リーフスプリングは図4で示すように、鋼製バネで得られない低いバネ定数が得られるため、乗心地が良好となる。

又、横置きタイプのため、センターボルト、玉部(両端の取付部)がなく、構造面、設計面でも長繊維の特性を生かすことができた。(図5)鋼製リーフスプリング(12kg)に対してGFRP製は(3.2kg)を達成した。

耐久に関しては鋼製のように破断することなく剛性の低下が長期にわたって進行するが実用温度域では30万回で1.5%低下で鋼製の1.5倍以上の耐久性を示した。

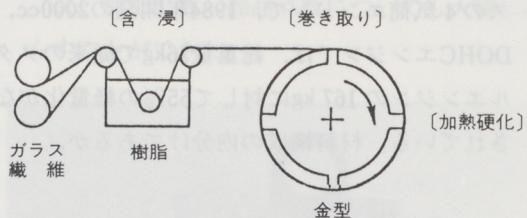


図3 フィラメントワインディング(FW)法

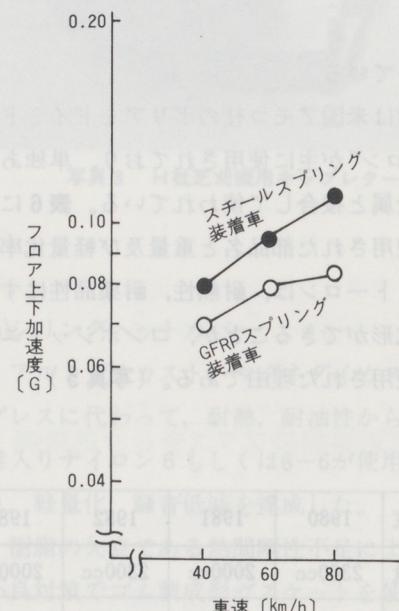


図4 前席乗心地比較

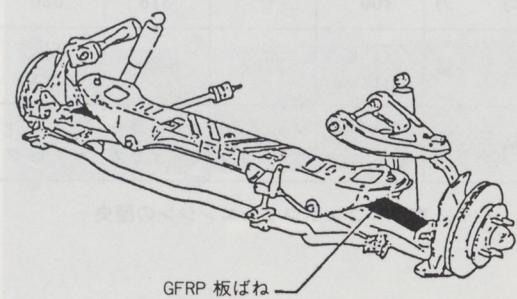


図5 横置きばね懸架装置

#### (4) 4輪用ホイール

自動車では、バネ下部品や重心から離れた部分をすくなくすることは、車体重量軽減のきわめて有効な方策である。

そのひとつとしてホイールの樹脂化が考えられているが、安全性と機械作用、熱作用を強く受ける部品であることがわかっている。

そのため材料としては、熱硬化性樹脂である不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステルをマトリックスとし、強化材にガラス繊維を65%重量にした高強度SMC(HSMC)をプレス成形したものと熱可塑性樹脂でリム部のみを樹脂化したもののが試作されている。

**写真6** 及び**図6**で示した物は、ブレーキによる発熱を生じるディスク部はアルミ、リム部は高剛性高衝撃性強化ナイロン(ガラス繊維45%重量含有)を使用し、射出成形をしたものと、ボルト締結組立てしたもので、JWL基準はすべて満足し、重量もアルミホイール5.4~6.3kg、スチールホイール7~8kgに対して4.6kgであった。

**図7** 及び**図8**に、このホイールに使用された材料物性を示した。



写真6 樹脂製ホイール

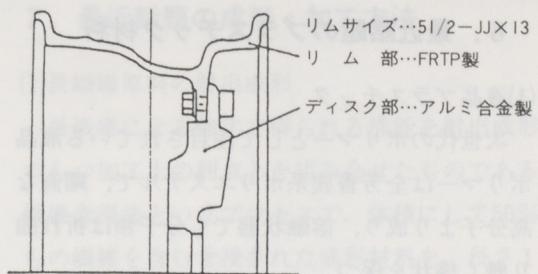


図6 ホイール構造

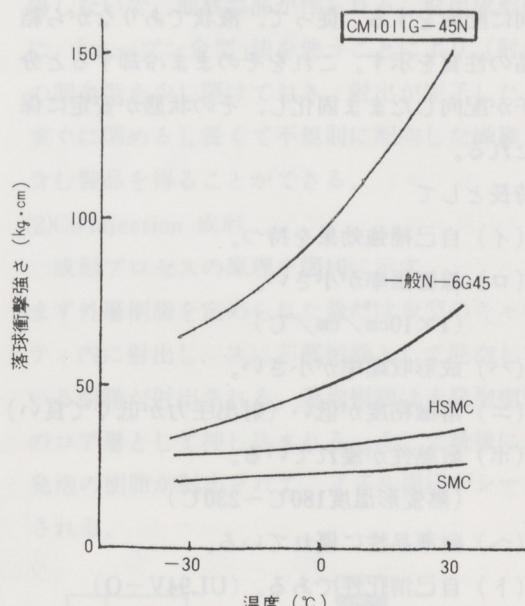


図7 温度と衝撃性の関係

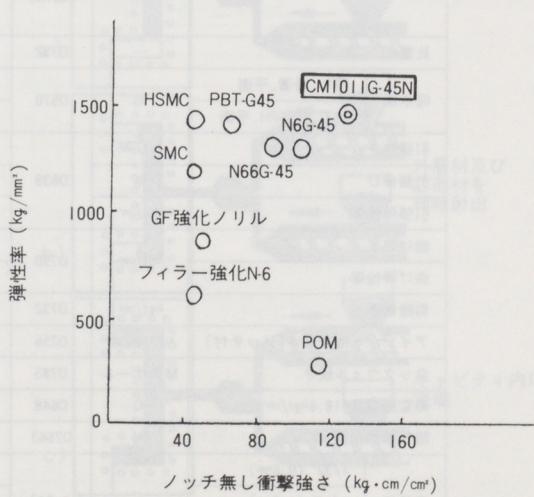


図8 衝撃強さと弾性率の関係

## 6. 最近話題のプラスチック材料

### (1) 液晶プラスチック

次世代のポリマーとして注目されている液晶ポリマーは全芳香族系ポリエステルで、剛直な高分子より成り、溶融状態でも分子鎖は折れ曲り難く棒状を保つ。

図9に示すように溶融時に分子のからみあいが少なく、僅かな剪断応力を受けるだけで一方に向に配向をする。従って、液状でありながら結晶の性質を示す。これをそのまま冷却すると分子が配向したまま固化し、その状態が安定に保たれる。

特長として

- (イ) 自己補強効果を持つ。
- (ロ) 線膨張率が小さい。  
( $1 \times 10^{-5} \text{ cm/cm}^{\circ}\text{C}$ )
- (ハ) 成形収縮率が小さい。
- (ニ) 溶融粘度が低い（射出圧力が低くて良い）
- (ホ) 耐熱性が優れている。  
(熱変形温度 $180^{\circ}\text{C} \sim 230^{\circ}\text{C}$ )
- (ヘ) 耐薬品性に優れている。
- (ト) 自己消化性である。(UL94V-O)

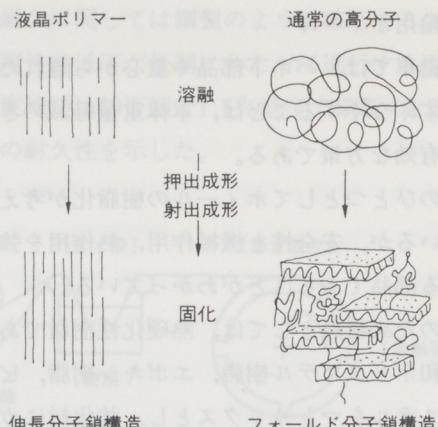


図9 液晶ポリマーと通常の高分子の違い

### (2) ガラス繊維入りナイロンメッキ材

湿式法によるプラスチックメッキは約90%がABS樹脂で、残りの約10%がエンプラ樹脂である。エンプラメッキは大部分が自動車部品に採用されている。装飾性、耐熱性、高剛性などの面から、金属部品からの代替にメリットが見い出されるためである。

エンプラメッキの中でもっとも多いのは、ナイロンであるが、耐熱的に約 $100^{\circ}\text{C}$ が限界であった。その欠点を改善したのが、ガラス繊維15%重量入りナイロン6メッキ材で、繊維を入れる

性質	単位	測定法 (ASTM)	ベクトラ				
			A950	A130	C130	A230	A410
			無充填	GF30%	GF30%	GF30%	GF25% ミネラル25%
比重	—	D792	1.40	1.62	1.62	1.49	1.84
吸水率	23°C、浸漬、平衡	% D570	0.08	0.05	—	0.10	0.04
	23°C、50%RH、平衡		0.03	0.05	—	0.06	0.04
引張強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	D638	2,100	2,150	1,650	2,050	1,750
引張伸び	%		3.0	2.2	2.0	1.5	2.1
引張弾性率	kgf/cm <sup>2</sup>		$10 \times 10^4$	$18 \times 10^4$	$16 \times 10^4$	$30 \times 10^4$	$21 \times 10^4$
曲げ強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	D790	1,550	2,550	2,200	2,700	2,300
曲げ弾性率	kgf/cm <sup>2</sup>		$9 \times 10^4$	$15 \times 10^4$	$14 \times 10^4$	$26 \times 10^4$	$18 \times 10^4$
剪断強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	D732	1,000	860	—	940	—
アイソット衝撃強さ(ノッチ付)	kgf·cm/cm	D256	44	14	12	7	9
ロックウェル硬さ	Mスケール	D785	60	—	—	—	—
熱変形温度( $18.6 \text{ kgf/cm}^2$ )	°C	D648	180	230	240	220	230
限界酸素指数	%	D2863	35	36	37	—	—
燃焼性	1/32" (0.8mm)	[UL-94]	V-O	V-C	V-O	—	—
	1/16" (1.6mm)		V-O	V-O	V-O	—	V-O
	1/8" (3.2mm)		V-O	V-O	V-O	—	V-O

表7 液晶ポリマー(ベクトラ)の物性

ことにより、線膨張係数が、金属に近づくことと無電解メッキの銅膜厚を厚くして電気メッキとの緩衝材とすることにより、耐熱性が120°C以上を達成し、又、ガラス繊維が入ることによる、強度アップがはかられた。

### (3) プロー成形用強化ナイロン6

ナイロン類のプロー成形は、粘度がPE、PPと比較し溶融粘度が低いためドローダウンが、激しく、成形が難しかったが、ナイロン材の変性によりナイロン6固有の長所である機械的性質、耐熱性、高温剛性、耐薬品性などの諸性質をそこなわずにプロー成形性を付与した高粘度ナイロンで、ガラス繊維を20%前後混入したものでも、PE、PP並の成形性が得られることを特長としている。表8及び表9にその物性を示す。

脂樹脂種類 項目	一般 ナイロン	プロー用 ナイロン	プロー用 高剛性 ナイロン	ボリオ レフィン (PE,PP)	積層系 (N/後/PE) (強化N/ ナチュラル)
プロー成形性	×	○	○	○	○
耐熱性	○	○	○	×	△
高温剛性	○	○	○	×	×
低溫衝撃性	△	○	○	○	○
ガスバリア性 ガソリン性 耐水性	○ ×	○ ×	○ ×	○ ○	○ ○
表面光沢	○	○	×	△	(○)

表8 プロー成形用強化ナイロン物性(その1)

項目	単位	試験法 (ASTM)	CM1046 K4 G20%	CM1046 K6 G30%	CM1056 K4 G20%	CM1056 K6 G30%	
引張強さ	絶乾	kg/cm <sup>2</sup>	D638	1200	1650	1080	1590
	・吸水			740	990	730	970
引張 破断伸び	絶乾	%	D638	6	6	6	6
	・吸水			14	10	16	11
曲げ弾性率	絶乾	kg/cm <sup>2</sup>	D790	55000	77600	51000	64000
	・吸水			27400	46100	26900	43300
アイソット 衝撃強さ (Vノック付)	絶乾	kg/cm/cm	D256	7.4	14	14	15
	・吸水			19	20	26	22
熱変形温度	4.6kg/cm <sup>2</sup>	°C	D648	215	224	213	219
	18.5kg/cm <sup>2</sup>			185	215	183	208
比重	—	浮沈法	1.29	1.37	1.23	1.35	
吸水率	%	D570	1.3	1.1	1.2	1.1	
融点	°C	DSC法	225	225	225	225	

(注) 表中・印の吸水値は大気中平衡水分状態を示す。

表9 プロー成形用強化ナイロン物性(その2)

## 7. 最近話題の成形・加工方法

### (1) 長繊維原料の射出成形

長繊維による強化で得られる性能を射出成形のもう一つ加工上の利点と組み合せたものである。繊維含浸法というプロセスで、体積にして50%もの繊維を含む含浸された成形材料を、長さ1~25mmの範囲で制御できる。

それを射出プロセスでは、ほとんど繊維が損傷しないで、最終部品が作られる。射出成形中に、「オープン金型」法を使うことにより(射出の間金型を少し開けておき、射出が完了したらすぐに閉める)、長くて不規則に配向した繊維を含む製品を得ることができる。

### (2) Co-injection 成形

成形プロセスの原理を図10に示す。

まず外層樹脂を定められた量だけ金型のキャビティ内に射出し、次に芯部樹脂として発泡している樹脂が射出される。発泡樹脂は未発泡樹脂のコア層として押し込まれる。そして最後に未発泡の樹脂が射出されて、ノズル周辺がシールされる。

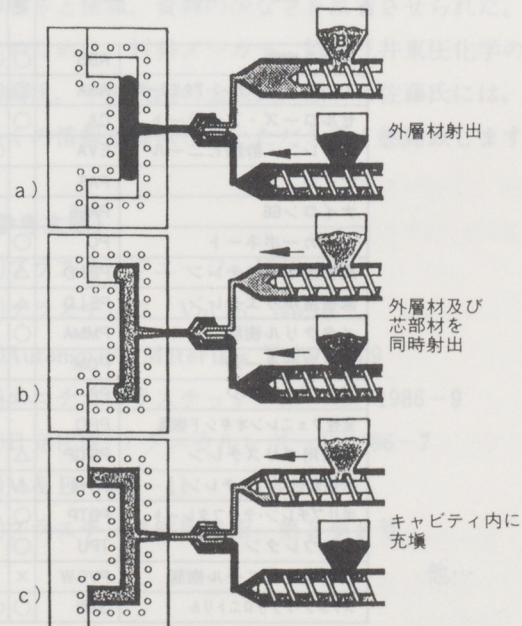


図10 成形工程

特長として

- (イ) 成形品表面は射出成形品と同様なものを得る。
- (ロ) ヒケ、反りが少なく肉厚成形品ができる。
- (ハ) 通常の射出用金型が使用できる。
- (ニ) スキン層とコア層に異種の樹脂を組合わせることが可能。(表10)
- (ホ) スキン層にソフトな材料を、そしてコア層にハードな材料を組合わせて用いることができる。その逆も可能である。
- (ヘ) スキン層に一般用材料、コア層に強化材料を又、スキン層に高強度、耐薬品性、難燃性の樹脂をコア層に低コスト材が使用できる。
- (ト) ストラクチュアルフォーム(UCC法)と比べてサイクルタイムが大幅に短縮される。

### (3) SMC真空成形法

SMC成形品にはピットとかポロシティと呼ばれる表面欠陥があり、修正工数が大幅に増加

し、これを少なくすることが品質向上と生産性向上の大きな課題であった。

従来は1つ1つ検出して補修したり、プライマー塗装でカバーしており、生産上の最大の障害となっていた。材料面では水分やスチレンの蒸発によるガス発生を抑える工夫が施されている。

工法面ではSMC製造機の改良により材料混合時空気混入やガス発生を低レベルに抑えることや、インモールドコーティング(IMC)工法としてSMC成形直後に型内にウレタン系静電塗料を射出し、ピットやポロシティを埋めて平滑な塗膜面を形成する新工法があるが、立面に塗膜面を、形成できなかった。その後、成形時型内の空気を強制的に抜取る真空成形法で、大幅にピットやポロシティが減少する技術が開発された。量産時のシール性の耐久等に、問題が残っているが、今後、発展する技術と思われる。(図11)

樹脂名		ABS	ASA	CA	EVA	PA6	PA66	PC	PE-HD	PE-LD	PMMA	POM	PP	PPO	PS-GP	PS-HI	PBT-P	TPU	PVC-W	SAN
ABS樹脂	ABS	○	○	○				○	△	△	○	△	△	△	△	○	○	×	○	
アクリロニトリル・スチレン・アクリリーク	ASA	○	○	○								△		×			○			
セルローズ・アセテート	CA	○		○	△															
エチレン・酢酸ビニール	EVA		○	△	○			○	○			○	○					×		
ナイロン6	PA6				○	○		△	△			△		△						
ナイロン66	PA66				○	○	△	△	△			△		△		○				
ポリカーボネート	PC	○				△	○							△	×			○		
高密度ポリエチレン	PE-HD	△		○	△	△		○	○	△	△	×		△		×	△			
低密度ポリエチレン	PE-LD	△		○	△	△		○	○	△	△	○		△			×			
メタクリル樹脂	PMMA	○						△	△	○		△		△	×		○	○		
ポリアセタール	POM							△	△			○	△							
ポリプロピレン	PP	△	△		○	△	△	×	○	△	△	○	△	△	△	△	×	△		
変性フェニレンオキシド樹脂	PPO											△	○	○	○				△	
一般用ポリスチレン	PS-GP	△		○				△	△	△	△	△	○	○	○			△	△	
耐衝撃性ポリスチレン	PS-HI	△	×			△	△	×			×	△	○	○	○			△	△	
ポリブチレン・テレフタレート	PBT-P	○														○		○	○	
ポリウレタン	TPU	○						○	×	×		×					○	○		
軟質塩化ビニール樹脂	PVC-W	×		×				△		○		△	△	△		○	○	○		
ステレン・アクリロニトリル	SAN	○	○				○			○		△	△	△	○	○	○	○		

表10 2成分(3層)成形時の樹脂の組合せ

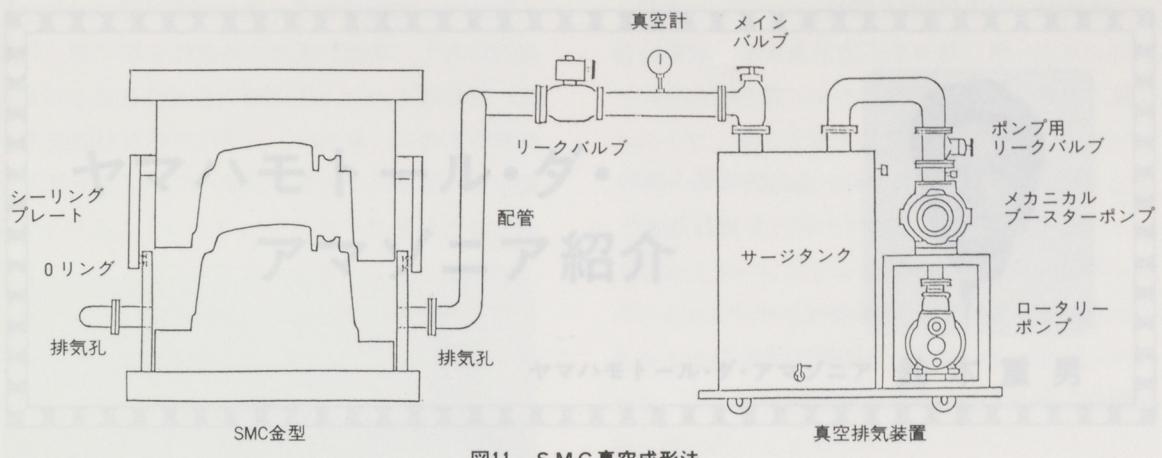


図11 SMC真空成形法

#### (4) 3次元フィラメントワインディング法

従来FW法といえば、パイプ類についての成形と限られていた。そのため、3次元形状の成形については不可能であったがロボットを使用することにより3次元FWが可能となり、フレームへの展開が考えられる様になった。

図12に示すのはゴルフヘッドを成形する3次元FWでロボットにウレタン心を把握させ、サーボモーターで糸ガイドを回転させ、パーソナルコンピュータで連動制御させ、ゴルフヘッド形状のFWを可能とした。

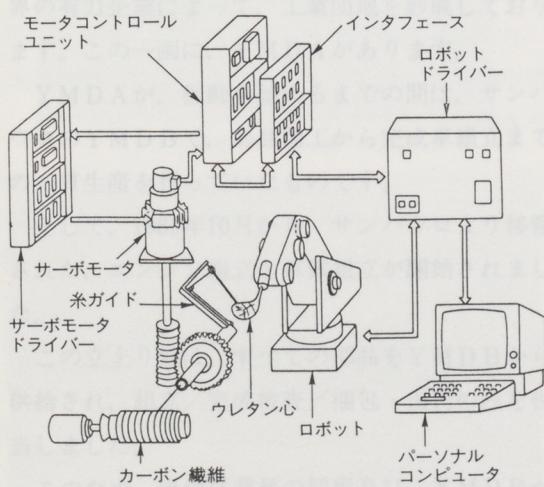


図12 3次元FW機

現地探査者を派遣して、現地の現状を調査、そして現地の改修、部品貯蔵庫、製品貯蔵庫の建設が、1985年5月から、急ピッチで進められていました。

## 8. おわりに

日進月歩に進む材料と加工法の中で、いかに早く情報をつかみ、社内への取組みが必要か否かの判断をしたり、又、社内のニーズに従って、この材料は、この技術は使える。あるいは、我々自身どの様な技術を作り出していかなければならないのかの判断をするのが我々のひとつの仕事である。のために、常に資料、文献等を集め努力をしていたが、今回、本内容をまとめるにあたり、整理の悪さと情報、資料の少なさを反省させられた。のために、材料メーカー、特に三井東圧化学の杉崎氏、宇部興産の上岡氏、東レの佐藤氏には、多くの情報を提供していただき深く感謝致します。

### 【参考文献】

- (1) プラスチックエージ 1986-4
- (2) プラスチック Vol.35, No.10
- (3) Automotive Materials Vol.9 No.9
- (4) ユニチカプラスチックニュース 1986-9
- (5) 日立化成(テクニカルレポート) '86-7
- (6) M & E 1986-11
- (7) プラスチック成形技術 第3巻8号

他…