



自動車車体外板の樹脂化の動向

井出 正*・佐野 実*²・新井 重男*³

Trend of Plastic Material Applications for Automotive Body Skin Panels

Masashi IDE, Minoru SANO and Shigeo ARAI

1. はじめに

近年、自動車における樹脂材料およびその生産技術面の進歩はめざましいものがある。軽量、複雑形状の成形が容易といった樹脂の利点がフルに活用され、さまざまな部品が樹脂化されてきた。その結果、内外装の装飾部品を中心に、樹脂化が最適と思われる部品はほとんど置換が完了し、自動車総質量に占める樹脂の割合は、およそ 6~7% にものぼっている。「自動車において樹脂化の対象にならない部品はない」とまでいわれる今日、エンジン部品、車体構造部品、シャシー部品など品質・強度・信頼性を厳しく要求される分野への適用検討がますます活発化することが予想される。その中でもつと目されているのが車体外板である。これまでにも、外板に樹脂を用いた車は多数あるが、いずれもスポーツカーなど特殊用途車に限定され、一般量産車はほとんど鋼板で構成されてきた。そのため、鋼板の改良および新製品開発が徹底的になされ、鋼の欠点とされていた「重い」に対しては高張力鋼板あるいはスーパークラウン鋼板といった特殊断面材、「錆びる」に対しては亜鉛めつきを中心とした防錆鋼板、「難成形」に対する超深絞り鋼板など、さまざまな用途に対応する鋼板が開発され、完成度の高い車体が生産されてきた。しかし、1983 年本格的量産プラスチックカーとして登場した GM フィエロの成功によつて、外板に対する樹脂化の動きが一気に高まった感がある。

本報では、こういった観点から、乗用車を中心に外板樹脂化の動きと将来について述べてみたい。

2. 車体外板の樹脂化の歴史

車体外板に樹脂を用いる試みは非常に古くからあり、1941 年にはヘンリーフォード I 世が、木繊維強化フェノールを用い、クーペ車を試作している。しかし、市販

車という観点からみれば、1953 年のシボレーコルベツトが最初であろう。コルベツトは、当初、ガラス繊維強化プラスチックをプリフォーム法によつて成形していたが、その後、さまざまな改良がなされ、1973 年には SMC (Sheet Molding Compound) ホットプレス法を本格採用するなど、今日まで一貫して FRP (Fiber Reinforced Plastic) カーの先駆者としての役割を果たしてきている。

一方、国内においてもコルベツトから数年遅れて 1957~58 年にかけて、ダットサンスポーツのボディ、スバル 360 のルーフなどにハンドレイアップ法による FRP が登場している。また 1967 年には、ホンダ N 360 のテールゲートに ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) の射出成形品が採用され、FRP が主流であった時代に新しい試みとして注目された。その後 1970 年代前半にかけて、生産性の良い SMC, BMC (Bulk Molding Compound) 成形法が導入され、一時的に樹脂外板の採用気運が高まったこともあつたが、オイルショックによるコストアップなどが原因となり、樹脂化の試みは中断を余儀なくされてきた。

1980 年代に入つて、日米欧でそれぞれ革新的な樹脂外板車が登場した。フランスのシトロエン BX, GM フィエロ, ホンダバラード CRX である。これらの車は、外板の樹脂化に対してそれぞれ新しいアプローチをした点もさることながら、年産 10 万台前後の完全な一般量産車という点でエポックメーキング的な車であつた。これらの車の成功は、材料メーカー、自動車メーカーにとつて大きなインパクトとなり、再び外板の樹脂化が大きく取り上げられるようになった。表 1, 2 に車体外板の樹脂化の歴史を示す。

3. GM フィエロの評価

GM フィエロは、今後のプラスチックカーの一つの

昭和 61 年 3 月 4 日受付 (Received Mar. 4, 1986) (依頼解説)

* 富士重工業(株)材料研究部部長 (Material Research Department, Fuji Heavy Industries, Ltd.)

*² 富士重工業(株)材料研究部材料研究一課課長 (Material Research Department, Fuji Heavy Industries, Ltd., 10-1 Higashihon-cho Ota 373)

*³ 富士重工業(株)材料研究部主任 (Material Research Department, Fuji Heavy Industries, Ltd.)

表 1 車体外板の樹脂化の歴史 (国内)

| 年 | 適用例 | | | 材料及び成形法 |
|------|--------------|------|---------------|--------------|
| | 部 品 名 | メーカー | 車 種 | |
| 1957 | ボディー | 日 産 | ダットサンスポーツ | FRP ハンドレイアップ |
| // | ルーフパネル | トヨタ | ランドクルーザー | // |
| 1958 | ルーフパネル | 富士重工 | スバル 360 | // |
| 1961 | ボディー | // | スバル 360 スポーツ | // |
| 1962 | ボディー | ホンダ | ホンダスポーツ | // |
| 1963 | ルーフパネル | 富士重工 | スバルカスタム | FRP ストレッチ成形 |
| 1965 | ルーフパネル | トヨタ | トヨタスポーツ | FRP ハンドレイアップ |
| 1966 | ボディー | ダイハツ | ダイハツスポーツ | // |
| 1967 | テールゲート | ホンダ | ホンダ N360 | ABS 射出成形 |
| 1980 | サンルーフスライドパネル | マツダ | ボンゴ | SMC ホットプレス |
| // | キャノピー | 日 産 | サファリ | // |
| 1982 | フェンダー | トヨタ | セリカ | R-RIM |
| 1983 | フェンダー | ホンダ | バラードスポーツ CR-X | ABS/PC 射出成形 |
| | フロントマスク | | | |
| 1984 | キャノピー | トヨタ | ハイラックス | SMC ホットプレス |

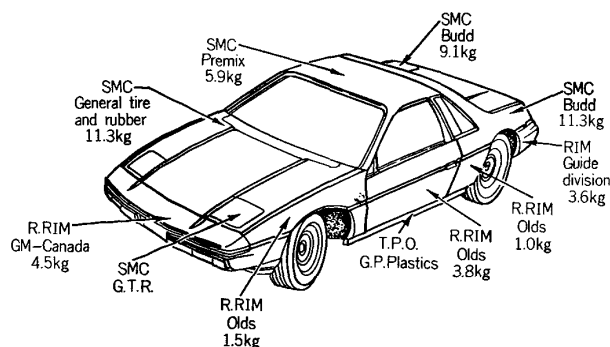
表 2 車体外板の樹脂化の歴史 (主要外国車)

| 年 | 適用例 | | | 材料及び成形法 |
|------|---------------|-------|----------------|--------------------|
| | 部 品 名 | メーカー | 車 種 | |
| 1941 | ボディー | フォード | ヘンリーフォード I | 木繊維強化フェノールハンドレイアップ |
| 1953 | ボディー | GM | コルベット | FRP プリフォーム法 |
| 1954 | ボディー | フォード | サンダーバードハードトップ | FRP ハンドレイアップ |
| 1973 | ボディー | GM | コルベット | SMC ホットプレス |
| 1981 | フェンダー | GM | オールズモビルスポーツオメガ | R-RIM |
| 1982 | フード | シトロエン | シトロエン BX | SMC ホットプレス |
| // | リヤゲート | シトロエン | シトロエン BX | ZMC 射出成形 |
| 1983 | フード, ルーフ | GM | フィエロ | SMC ホットプレス |
| | リヤデッキリッドなど | | | |
| | フェンダー, ドアパネル | GM | フィエロ | R-RIM |
| | リヤコーナーパネルロアなど | | | |
| 1985 | リヤクォーターパネルロア | GM | フィエロ | アモルファスナイロン射出成形 |

方向を示すものとして、多数の文献^{1)~3)}に取り上げられ、材料構成、生産方式などが詳しく解説されている。したがって、本稿ではそれらの詳述を避け、車としての評価という観点から述べてみたい。

3.1 フィエロの材料構成¹⁾

フィエロの樹脂外板は、「スペースフレーム」と呼ばれる車体構造に直接取り付けられている。このスペースフレームは、約 300 点のプレス部品から成り、パワートレイン、艤装部品を取り付ければ走行可能な状態となる。すなわち、樹脂外板は単なるカバーとしての役割しか果たしていない。図 1 に樹脂の使用区分とパーツごとの質量を示すが、フード、ルーフなどの水平部には剛性の高い SMC を、また、フェンダー、ドアなどの垂直部には、耐軽衝突性を考慮して R-RIM (Reinforced

図 1 フィエロの材料構成と各パーツごとの質量¹⁾

Reaction Injection Molding) などの柔軟性のある樹脂を用いている。なお、リヤクォーターパネルロアについては '86 年型車からアモルファスナイロンの射出成形品に変更されている⁴⁾。

3.2 車体質量

フィエロの成果の一つに軽量化があげられているが、

表 3 フィエロとスバルアルシオーネの主要諸元比較

| 項 目 | フィエロ | スバルアルシオーネ (FF) |
|----------------------------------|--------------------|---------------------|
| 排 気 量 | 2.5l OHV 4 気筒 | 1.8l OHC 4 気筒 |
| 馬 力 (NET) | 92HP (4000 rpm) | 110HP (5600 rpm) |
| Cd 値 | 0.38 | 0.29 |
| 全 長 (mm) | 4072 | 4450 |
| 全 幅 (mm) | 1750 | 1690 |
| 全 高 (mm) | 1191 | 1295 |
| ホイールベース (mm) | 2374 | 2465 |
| 車 両 質 量 (kg) | 1126 | 1030 |
| 投影面積当たり車両質量 (kg/m ²) | 158 | 137 |
| 車 体 質 量 (kg) | 338 | 271 |
| 投影面積当たり車体質量 (kg/m ²) | 48 | 36 |

表 4 国産鋼板車とフィエロの外板剛性の比較

| 項 目 及 び 部 品 名 | | | フィエロ | A車 | B車 | C車 |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------|------|------|-----|-----|
| 振り剛性 及び 横剛性 | フロント フード | 振り剛性注1) (kgfm ² /rad) | 342 | 276 | 229 | 216 |
| | | 変位量 (mm) | 74 | 51 | 88 | 83 |
| | | 横剛性注2) 変位量 (mm) | 1.2 | 1.1 | 0.2 | 1.0 |
| | トランク リッド | 振り剛性注1) (kgfm ² /rad) | 280 | 365 | 160 | — |
| | | 変位量 (mm) | 6.1 | 28.5 | 66 | — |
| | | 横剛性注2) 変位量 (mm) | 0.2 | 1.5 | 2.8 | — |
| 張り剛性 最大たわみ注3) (mm) | フロントフード | | 2.7 | 2.4 | 4.3 | 4.5 |
| | フロントフェンダー | | 4.8 | 1.5 | 3.2 | 4.5 |
| | ルーフパネル | | 4.9 | 5.3 | 7.9 | 8.7 |
| | リヤクォーターパネル | | 12.1 | 2.4 | 3.5 | 2.7 |
| | トランクリッド(フィエロはリヤデッキリッド) | | 2.2 | 2.7 | 3.1 | — |

注 1) 下向き荷重 10 kgf 注 2) 横向き荷重 10 kgf 注 3) 押付け力 10 kgf

車体の総質量を分析してみると、必ずしも軽くないことがわかる。フィエロのスペースフレームは 272 kg であり、これに樹脂外板質量 66 kg を加えると 338 kg になる。表 3 はフィエロと同クラスの鋼板製モノコックボディ車の主要諸元を比較したものであるが、車体質量は 272 kg と非常に軽い。投影面積当たりの車体質量で比較すると更にその差は歴然とし、フィエロが 47 kg/m² に対しバルは 36 kg/m² である。国産の鋼板車は、だいたい質量的にこのレベルにあることを考えると、フィエロが樹脂化によつて軽量化されたとはいいい難い。

3.3 車体外板剛性

表 4 にフィエロの外板剛性を国内同クラス車と比較した結果を示す。フィエロの SMC 製の水平部位は鋼板と同等以上のレベルであり、垂直部位においてもそれほど遜色ない。このことから、フィエロの外板設計はかなり鋼板車の剛性レベルを意識して作られていることがわかる。前述のように、フィエロの外板は単なるカバー的な役割しか果たしていない点を考えると、鋼板車並の剛性は必ずしも必要でない。今後コスト面あるいは軽量化面から樹脂外板の剛性基準の見直しが必要となる。

3.4 塗装品質

フィエロの外板は、成形メーカーより導電プライマー付で納入され、完成車と同じ位置設定ができる台車に乗せて、中塗り、上塗りが施される。焼付温度は 120° C 前後の低温である。表 5 は SMC で問題となる鮮映性について測定した例である。数値的には、国内鋼板車の低位レベルに相当する。また、部分的にゆがみ、光沢むらなどが見られるが、従来のアメリカ車の表面品質レベルがそれほど高くなかつた点、および鋼板より表面性状の劣る樹脂を使用している点を考慮すれば、仕上品質は一応の合格点に達していよう。

表 5 フィエロの塗装外観品質

| 部 位 | フィエロの 使用材料 | 鮮映性 (PGD 値) | | |
|-------------|--------------------|-------------|-----------|----------------------|
| | | フィエロ | 国内鋼板車のレベル | |
| 水 | フロントフード | SMC | 0.5 | 0.5~0.8 |
| | ルーフ | SMC | 0.23 | 0.5~0.9 |
| 平 | リヤクォーター パネルアッパー | SMC | 0.32 | 0.3~0.7 |
| | リヤデック リッド | SMC | 0.37 | 0.4~0.7 (トランクリッド) |
| 垂 直 部 | フ ロ ン ト フェンダー | R-RIM | 0.2 | 0.2~0.5 |
| | ド ア パネル | R-RIM | 0.27 | 0.2~0.5 |
| | リヤクォーター パネルロア | R-RIM | 0.24 | 0.2~0.5 |

PGD 計: Portable Distinctness of Gloss meter 0.1~2.0 まであるが数値が大きいほど鮮映性が優れる。

以上の調査結果から、フィエロの樹脂化の狙いがおぼろげながらわかつてくる。筆者らは先年アメリカのフィエロディーラーを訪問する機会があり、フィエロが売れる理由を聞くことができた。それによると『スタイリングの良さ、カーコンセプトの良さに尽きる。外板がプラスチックであるか否かはそれほど関係ない。もちろん PR 効果としては大きかつたが。』とのことであつた。また、『GM の壮大な実験』という言葉も聞かれた。したがつて、今後外板の樹脂化を考える場合、重要なのは、単に軽量化とか防錆向上といった技術上の要件だけでは成功は疑問であり、どう樹脂を使つてユーザーに訴えるか、他車との差別化、高付加価値化をどう進めるかがポイントになつてこよう。

4. 最近の外板用樹脂の開発動向

外板用樹脂は、大きく熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂に分けることができる。従来、外板に対しては熱硬化性樹脂が主として用いられてきたが、'80 年代に入つて、外

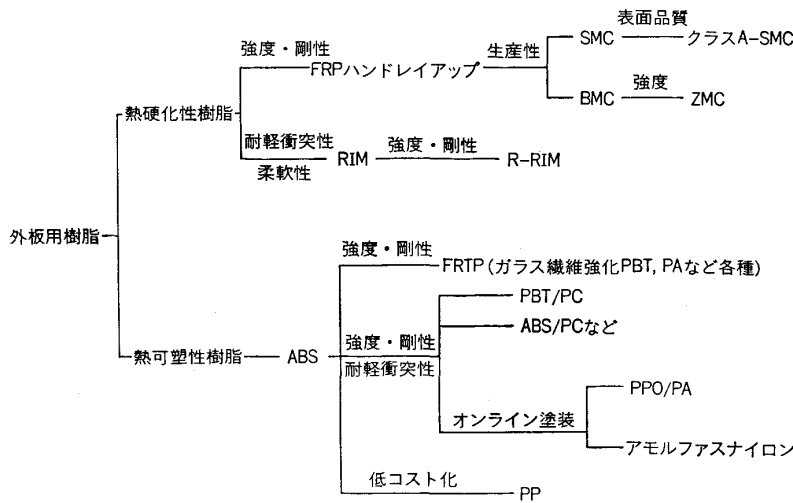


図2 外板用樹脂材料の開発の流れ

板用の熱可塑性樹脂が活発に開発されている⁵⁾。

また、材料面だけでなく、生産性あるいは品質の向上を主眼とした成形技術の進歩も著しい。図2に外板用樹脂材料の開発の流れを示す。

4.1 熱硬化性樹脂

SMCは、強度・剛性にすぐれるため、外板材としてもつとも普及している。しかし、表面外観品質が劣るためその改善に研究開発が集中してきた。まず、素材面ではクラスA-SMCと呼ばれる材料が新たに開発され⁶⁾、成形時の冷却収縮に起因する波打ちが、かなりの程度まで改善されている。また成形技術面では、成形品の表面に発生する気泡を抑えるため、成形時に型内にウレタン系塗料を注入するインモールドコーティング法、成形時に型内を真空にして気泡を排除するバキューム法などが開発されている。なお、これらの技術は、いずれもフィエロで実用化されている⁷⁾。

ZMC (Z Molding Compound)⁸⁾は、SMCの低生産性、BMCの強度不足の改善を狙いとした新しい材料である。ZMCでは射出成形時に強化用のガラス繊維が破損しないよう射出成形機に特別なくふうがなされている。しかし強度的にはSMCとBMCの中間程度であり、表面品質の問題もやはり残るため、FRPの究極的な成形技術とはいえない。応用例としてはシトロエンBXのテールゲートがあげられる。

一方、耐軽衝撃性を要する部位向けには、柔軟性の高いウレタンRIM (Reaction Injection Molding)が開発された。その後、強度・剛性を改善するため、ガラス繊維で強化したR-RIMが登場した。最近では、オンライン塗装に対応するためナイロンRIMの実用化検討が進められている⁹⁾。また成形上のネックとなっていた成形品の離型性に対しても、良好な自己離型性を持つRIM材料の開発が成果を上げつつある¹⁰⁾。

4.2 熱可塑性樹脂

熱可塑性樹脂は、従来、内外装の装飾部品用途が主で

あつたが、そのすぐれた生産性と良好な表面品質が着目され、外板用の樹脂材料が活発に開発されている。熱硬化性樹脂がある程度成熟しつつあるのに対し、熱可塑性樹脂はこれからといった期待感のある材料である。現時点では、強度・剛性が弱いため、フェンダーなどの垂直部への適用が主として検討されている。

開発の方向としては、物性面の改良のため、汎用樹脂とエンジニアリングプラスチックあるいはエンジニアリングプラスチック同士をブレンドするポリマーアロイ化が盛んに進められている。たとえばバラードCRX用いられているABSとPC (Poly Carbonate)のアロイなどが代表例として上げられる¹¹⁾。

また、熱可塑性樹脂は一般に耐熱温度が低く、オンライン塗装が難しいが、最近ではPPO/PA (Poly Phenylene Oxide/Poly Amide)¹²⁾あるいはアモルファスナイロン⁴⁾といったオンライン塗装可能な樹脂が開発され、自動車メーカーの注目を集めている。

水平部への適用に対しては、ガラス繊維で強化したFRTP (Fiber Reinforced Thermo Plastic)も市場に出ているが、いずれも成形時に生じる反りが解決されておらず、ただちに適用といった状態にはない。現在の進歩からみて水平部にも適用できる熱可塑性樹脂の出現は

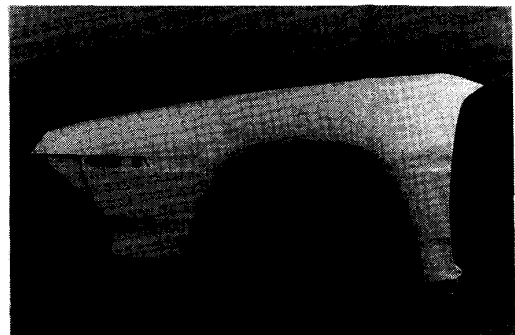


写真1 PP フェンダー試作例

時間の問題といえよう。

一方、現在使われている外板用熱可塑性樹脂は、概して材料コストが高い。特にエンジニアリングプラスチック系の材料において著しい。このため、コスト的に最も安い PP (Poly Propylene) 系材料の検討も進められている。PP は、現在バンパーやフロントスカートなどの準外板部品に大量に用いられており、適切な改良を行えば、フェンダー程度の外板には適用が十分可能と思われる。写真 1 は PP フェンダーの試作例である。また表 6 には前述の PPO/PA フェンダーも含めた張り剛性測定

表 6 フェンダーの張り剛性試験結果

| 項 目 | 鋼板 | 樹 脂 | | | |
|-------------|----------|-----|----------|--------|-----|
| | | PP | PP フィラー入 | PPO/PA | |
| 最大たわみ量 (mm) | 5 kgf 時 | 0.9 | 7.5 | 6.2 | 3.0 |
| | 10 kgf 時 | 3.2 | 16.1 | 13.7 | 6.5 |

板厚は鋼板 0.7mm, 樹脂 3mm

表 7 代表的な外板材料のコスト比較

| 材料名 | 国名 | 日本 (冷延鋼板比) | 米国 (冷延鋼板比) | 欧州 (西独) (冷延鋼板比) |
|-----|--------------------|-------------|------------|-----------------|
| 金 | 冷延鋼板 (0.8t) | 99.5 (1.0) | 0.51 (1.0) | 0.9 (1.0) |
| 属 材 | 溶融亜鉛めつき鋼板 (0.8t) | 112.2 (1.1) | 0.58 (1.1) | 1.1 (1.2) |
| | アルミ合金板 5052 (0.8t) | 690.0 (6.9) | 2.03 (4.0) | 4.41 (4.9) |
| 樹 脂 | PP (コポリマー) | 275 (2.8) | 1.04 (2.0) | 2.2 (2.4) |
| | 66 ナイロン | 850 (8.5) | 4.32 (8.5) | 8.2 (9.1) |
| | PPO/PA | 1000 (10.0) | 4.4 (8.6) | 9.0 (10.0) |
| 料 | SMC | 400 (4.0) | 1.1 (2.2) | 4.0 (4.4) |

単位: 日本 円/kg, 米国 ドル/kg, 西独 マルク/kg

表 8 外板用材料の主要物性比較

| 項 目 | 試験法 | 単位 | 鋼板 ^{注1)} | アルミ ^{注2)} ニウム | SMC | BMC | ZMC | R-RIM | ABS/PC | PPO/PA | アモルファス ナイロン | PP |
|---------------------------------------|------------|---------------------|----------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| 比 重 | ASTM D-792 | — | 7.85 | 2.7 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.2 | 1.12 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| 引 張 強 さ | ASTM D-638 | kgf/mm ² | 32 | 30 | 10.0 | 4.0 | 6.0 | 3.5 | 4.1 | 5.5 | 6.6 | 2.1 |
| 伸 び | " | % | 40 | 30 | 1.5 | 0.5 | 0.5 | 30 | 100 | 70 | 20 | 680 |
| 曲 げ 弾 性 率 | ASTM D-790 | kgf/mm ² | 21000 | 7000 | 1150 | 750 | 950 | 150 | 180 | 180 | 193 | 100 |
| 曲 げ 強 さ | " | kgf/mm ² | — | — | 19 | 12 | 8.0 | 5.2 | 6.2 | 7.0 | 8.4 | 2.5 |
| 衝 撃 強 さ アイゾットノッチ付 | ASTM D-256 | kgf·cm/cm | — | — | 60 | 20 | 30 | 11 | 50 | 16 | 56 | >60 |
| 熱 変 形 温 度 18.6 kgf/cm ² | ASTM D-648 | °C | — | — | >200 | >200 | >200 | 90 | 105 | 130 | 130 | 60 |
| 線 膨 脹 率 | ASTM D-696 | 1/°C | 1.1×10 ⁻⁵ | 2.3×10 ⁻⁵ | 2×10 ⁻⁵ | 3×10 ⁻⁵ | 3×10 ⁻⁵ | 5×10 ⁻⁵ | 10×10 ⁻⁵ | 12×10 ⁻⁵ | 6.3×10 ⁻⁵ | 10×10 ⁻⁵ |
| ガラス繊維含有率 | — | % | — | — | 25 | 20 | 20 | 20 | — | — | — | — |

注 1) SPCC, 注 2) 引張強さ 30 kgf/mm², 伸び 30% 級アルミ合金板

値を示す。

以上、熱硬化性、熱可塑性を問わず積極的な開発が進められているが、いずれの材料にしるまだ決定的な外板用樹脂といったものは開発されておらず、どの方向に進むかは、今後の議論に待たなければならない。

5. 外板用材料としての鋼板と樹脂の比較

5.1 材料コスト

樹脂外板の最大のネックはコストである。表 7 に代表的な外板材料のコストを示すが、単純に kg 当たり価格にすると 3~10 倍になる。もつとも実際にパネルとして成立する板厚を考えると、樹脂は比重が低いので、2~5 倍程度にまで圧縮される。これら材料費のアップ分は、部品の統合、型費、成形技術などによつて吸収せねばならず、樹脂化に取り組む技術者の腕の見せどころともいえる。

また、日米欧の比較でみた場合、アメリカにおける SMC の低価格が目立つ。日本では、SMC は鋼板の 4 倍であるがアメリカでは 2 倍程度であり、アメリカでの普及がコスト面からも裏付けられている。

5.2 主要物性値

表 8 に外板に必要なとされる主要物性値を示す。鋼板は比重、柔軟性を除き、外板に必要な物性値が完備している。物性値の中で注意を要するのが線膨脹率である。外板は環境によつて -40°C~80°C 程度の温度変化を受けるため、樹脂外板は膨脹・収縮による熱変形を吸収する特殊な構造が要求される。

5.3 生産性

成形に要する時間も圧倒的に鋼板がすぐれている。たとえばフェンダーについてみると、鋼板の場合成形サイクルが 1 枚当たり 5s 前後であるのに対し、射出成形で 1 min 30s 前後、SMC では 3 min 前後の時間がかかり、

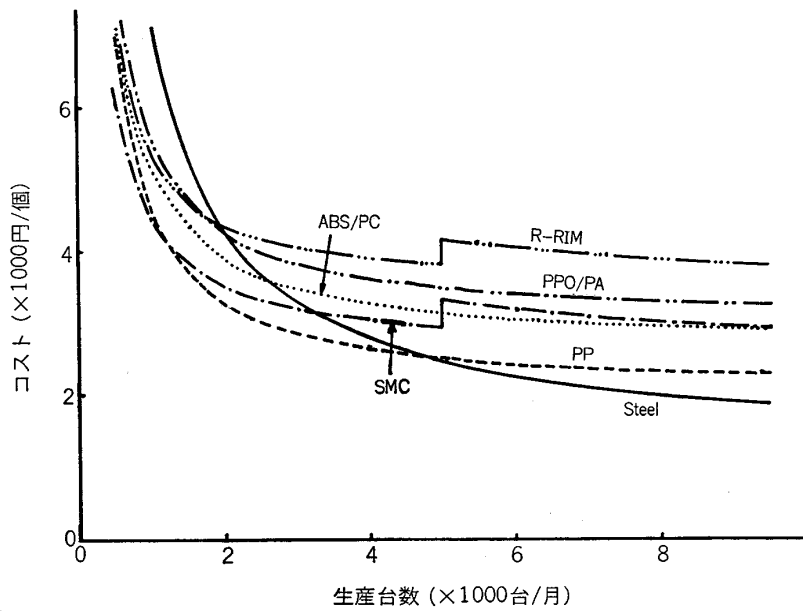


図3 フェンダーの採算分岐点試算

表9 外板用材料の性能比較

| 材 料 | 成 形 法 | 塗 装 | 防 錆 | 耐 軽 衝 突 性 | 強 度 剛 性 | 表 面 外 観 | コ ス ト | 生 産 性 |
|-------------|-------------|-------|-----|-----------|---------|---------|-------|-------|
| 鋼 板 | プ レ ス | オンライン | △ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| ア ル ミ ニ ウ ム | プ レ ス | オンライン | ○ | △ | ◎ | ◎ | △ | ◎ |
| SMC | ホ ッ ト プ レ ス | オンライン | ◎ | △ | ◎ | △ | ○ | △ |
| ZMC | 射 出 | オンライン | ◎ | △ | ○ | △ | ○ | △ |
| R-RIM | 射 出 | 別 | ◎ | ○ | ○ | △ | △ | △ |
| ABS/PC | 射 出 | 別 | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | △ | ○ |
| PPO/PA | 射 出 | オンライン | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | △ | ○ |
| アモルファスナイロン | 射 出 | オンライン | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | △ | ○ |
| PP | 射 出 | 別 | ◎ | ◎ | △ | ◎ | ○ | ○ |

◎ 優れている
○ 良い
△ 劣る

大量生産の場合、成形機が多数必要になる。

5.4 採算分岐点

樹脂は以上のような欠点を持ちながら、鋼板に比べ型費が安い、開発期間が短いといった利点を持つため、多品種少量生産車には最適でありトータルコストも鋼板より安いという見方も成り立つ。図3は、フェンダーを例にとって採算分岐点を試算した結果である。鋼板との採算分岐点は、材料コストの安いPPでは約4500台/月、SMCは現時点では仕上工数がかかりかかるため約3000台/月、材料コストのもっとも高いPPO/PAでは約2000台/月であり、この台数以下では鋼板製フェンダーよりも安価となる。もっともこの分岐点には、成形機、建屋新設等の費用が含まれておらず、新たに設備投資をするとなると更に低い台数となるはずである。なお、アメリカではSMCの場合、建屋等の設備投資も含む場合で19000台/月、含まない場合はどんな台数でも鋼板より安いといった報告¹³⁾もある。

表9に各外板用材料の性能比較を示す。

6. 外板樹脂化の将来動向

はじめに述べたように、現時点の乗用車に占める樹脂の比率はだいたい6~7%である。今後の材料構成比率については、さまざまな予測がなされているが1990年代には樹脂の使用比率が10%を越えるという見方が一般的である^{14)~16)}。乗用車構成部品のうち、樹脂化のもっとも近いターゲットになっているのが、大物では燃料タンクと外板ということを考えれば、これらの予測は、外板の樹脂化が相当程度進むことを示していることに他ならない。

確かに、樹脂化技術の最近の進歩、ユーザーニーズの多様化による一車種当たりの生産台数の減少など、外板樹脂化の条件が整いつつあるかに見える。しかし、現在の自動車工場は、プレス、組立て、塗装とすべて鋼板ボディを前提としたプロセスになっている。したがって

表 10 外板部位別樹脂化によるメリットの評価

| 部位 | 技術要件 | 軽量化 | 防錆 | 耐衝撃突性 | 部品統合 一体化 | スタイリング 個性化 | 空力特性 | 技術的 容易さ |
|---------|------|-----|----|-------|-------------|---------------|------|------------|
| フロントフード | | ◎ | ○ | △ | ◎ | ○ | ○ | ○ |
| フェンダー | | ○ | ◎ | ◎ | △ | ◎ | ○ | ◎ |
| ドア | | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ルーフ | | ◎ | △ | △ | △ | △ | △ | △ |
| リアクォーター | | ○ | ◎ | ○ | △ | ○ | ○ | △ |
| テールゲート | | ◎ | ○ | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ○ |

注 1) 樹脂化によるメリット ◎ 大, ○ 中, △ 小
注 2) 技術的容易さについては ◎ 容易, ○ 普通, △ 難

樹脂化となれば、レイアウト、設備などをまったく一新する必要があり、その設備投資額を考えれば短時間のうちにすべて樹脂化されるとは考えられない。やはり、限られた車種、しかも樹脂化が最適な部品から適用が始まり、徐々に波及していくものと思われる。

表 10 は、外板のどの部位が樹脂化に適しているか評価した例である。各部位共一長一短があり、車の設計思想ともかかわってくるため一概にはいえないが、樹脂化メリットの多いフェンダー、テールゲートなどが真つ先に実用化され、フロントフード、ルーフなどはかなり後になる。

7. む す び

以上、最近とみに話題となつている外板の樹脂化について、全体の動向を自動車メーカーの立場から総括的に紹介してきた。外板の樹脂化は、その材料マーケットの大きさあるいは関連産業への影響の大きさから、その成り行きにさまざまな関心が寄せられている。しかし過去の自動車材料の変遷をみてもわかるように、新材料の適用には必ずその必然性があり、周辺も含め適用技術の地道な積み重ねがあつて初めて成功するものである。単なるブームで材料が変わることはあり得ない。そういった意味から外板の樹脂化は、ようやく本格的なスタートを切つたばかりといえよう。

最後に、「鉄と鋼」の読者諸兄にはなじみの薄い材料名が多数あり理解し難い点もあつたと思われるが、紙面の

都合で詳細な説明は割愛させていただいた。また内容的にすべてを網羅し得なかつた点あるいは筆者らの独断的な面があつた点を深くおわびするしだいである。

文 献

- 1) Advance Press Information 1984 Pontiac NEW FIERO (Pontiac Motor Div. GM Corp. 編)
- 2) 幸田忠士, 鈴木哲彦: 自動車技術, 38 (1984) 8, p. 947
- 3) 日経メカニカル (1983 年 12 月 5 日), p. 86
- 4) Modern Plastics, 15 (1985) 11, p. 40
- 5) Machine Design, 21 (1984) 6, p. 42
- 6) 阿部義孝, 木村 徹, 柴田憲彦, 関口正綱: 日立化成テクニカルレポート, 4 (1985) 35, p. 35
- 7) 進栄一郎: 強化プラスチック, 31 (1985) 11, p. 26
- 8) D. GUILLON: 38th Annual Conference, Reinforced Plastics/Composites Institute, (1983) Session 1-E, p. 1
- 9) M. D. SKIRHA and G. FERBER, Jr.: SAE Paper 850157 (1985)
- 10) 野田英世: 自動車技術, 38 (1984) 8, p. 980
- 11) Y. FUJIMORI, Y. TAKABORI, M. HAGINO and Y. KOMATSU: SAE Paper 840267 (1984)
- 12) D. A. NUTTER and P. BRAAT: SAE Paper 850159 (1985)
- 13) The SMC Hood (Owence Corning-Fiberglass Corp. 編)
- 14) E. DÖRING: SAE Paper 830992 (1984)
- 15) 藤森義次: 素形材 (1984) 12, p. 18
- 16) 自動車のアルミ化調査報告書 ((社) 軽金属協会編) (1985), p. 36