

総 説

ボディシーリング製品の軽量化への取り組み

Approach of Body Sealing Parts on Mass Reduction

有竹 祐 則 *

1. はじめに

自動車の軽量化が燃費の向上や環境への配慮(CO₂削減)に有効であり、自動車を構成する部品毎にダウンサイジング・材料置換などによる軽量化への取り組みが活発になっている。

TG製品は、高分子材料を取り扱う製品であり金属部品の材料置換など軽量化トレンドに対しての取り組みを数多く実施している。

ゴムシール部品における軽量化の取り組みは車両構造を巻き込んだシール構造の変革による極小化や現状シール構造を基軸として、ゴムシール部品単体の低比重化などに取り組み確実に製品を市場展開している。

本稿では、ゴムシール部品で重量比率の高いオープンングトリムで現行ドア構造に対応した軽量化の一事例を代表に、軽量化及び低比重化の取り組みについて報告する。

2. ドアタイプ別のボディシーリング製品の重量について

車のドア形態は大きく分けて4種類に類別できる。そのドアタイプの割合を図-1-1、その製品説明を図-1-2、また、ドアタイプ別にゴムシール部品の主要3製品の重量比率を図-1-3に示す。

(以下 ウェザストリップをW/Sと略す。)

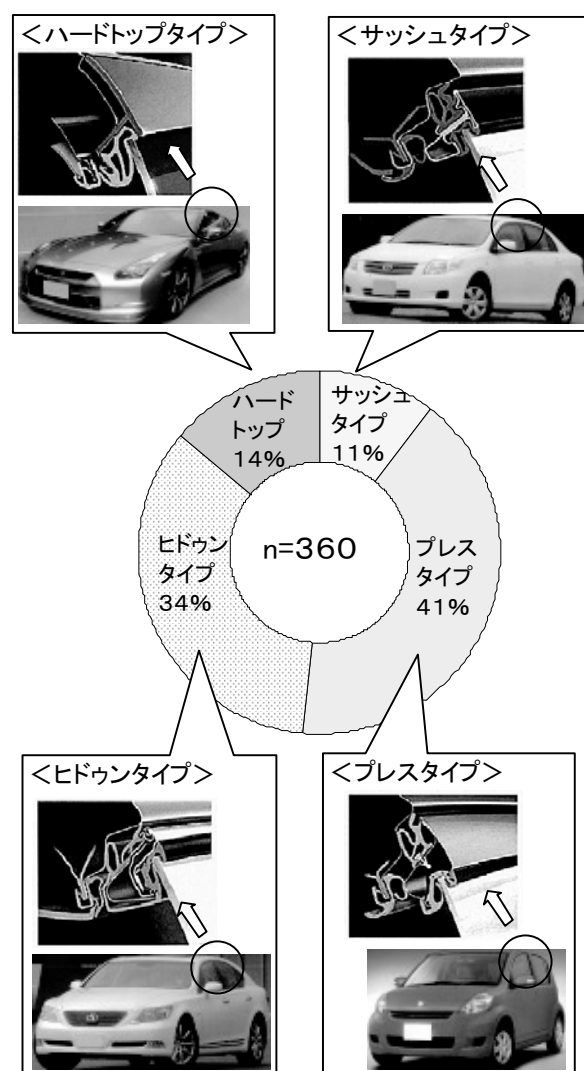


図-1-1 各ドアタイプの割合
('07東京モーターショー調査果)

* Masanori Aritake ボディシーリング事業部 開発部 第2開発室

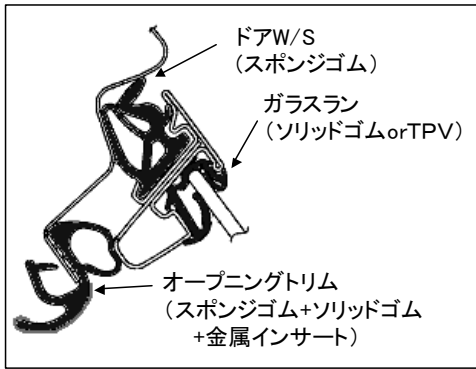


図-1-2 シール部品の詳細

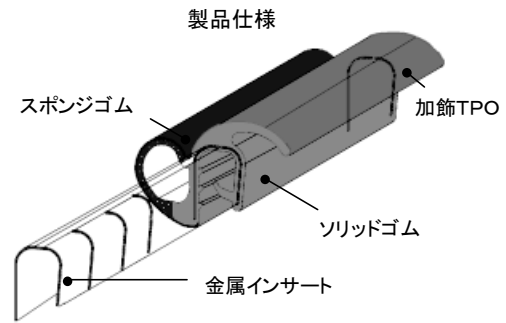


図-2 オープニングトリムの製品構成

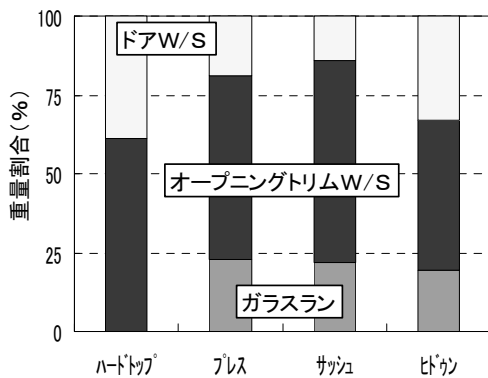


図-1-3 各ドアタイプ別のシール部品の重量割合

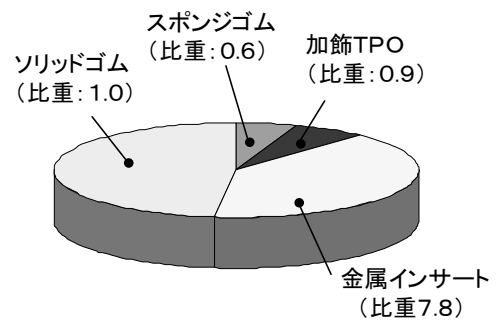


図-3 オープニングトリムの重量割合

図-1-2に示すように単層構造エラストマーで構成されるドアW/S、ガラスランと異なりオープニングトリムは、金属インサートとゴムの複合構成品であり、その重量比率はゴムシール部品の主要3製品の中で約60%を占めている。

このため、ゴムだけでなく構成部品の金属にまで軽量化を基軸に取り組んだ事例を次項に示す。

3. オープニングトリムの軽量化について

オープニングトリムは図-2に示すように金属インサート・TPO皮膜・ソリッドゴム・スポンジゴムから構成されている。

また、その構成材料の単位長さ当りの重量比率を図-3に示す。

図-3に示すように比重の高い金属インサート、ソリッドゴムがオープニングトリムにおいて全体重量の88%を占めている。この2材料の軽量化を重点に製品特性を確保する限界仕様を明確化し、現状ボディシール構造の中で最軽量化を提案できる業界トップの軽量化製品を開発した。

3-1. 金属インサートの軽量化について

オープニングトリムの保持力は金属インサートの緊迫力で構成されている。製品に要求されるインサートの緊迫力を維持できる限界サイズの仕様を確立した。

内容について次に述べる。

3-1-1. 金属インサートの最適肉厚について

TGの金属インサートは図-4に示すように工法上必要な圧延部 ($t=0.4\text{mm}$) とその他の枝部 ($t=0.5\text{mm}$) から構成されている。しかし、緊迫力に必要な部分は、図-4のa部(肩口)でありそれ以外の部分は、 $t=0.5\text{mm}$ の剛性は必要ない。

よって、図-4のa部(肩口)の長さとお肉厚を許容範囲内の最小限の緊迫力で最大限の軽量効果が得られる最適肉厚設定を行う。

3-1-2. 最適肉厚検討結果

3-1-1項の考え方に基づいて候補仕様を設定しCAE解析結果を次に記す。

検討結果より、実用領域内で最も現行の曲げ剛性に近い仕様が明確になった。この仕様により断面積は約16%削減可能が明確になった。その仕様を図-5-2に示す。

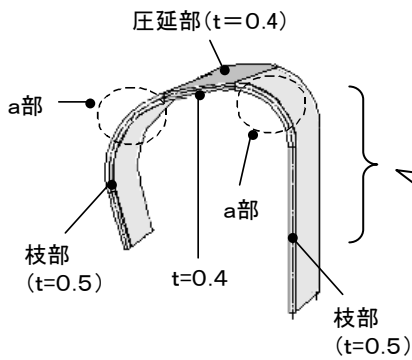


図-4 現行インサートの仕様 (断面方)

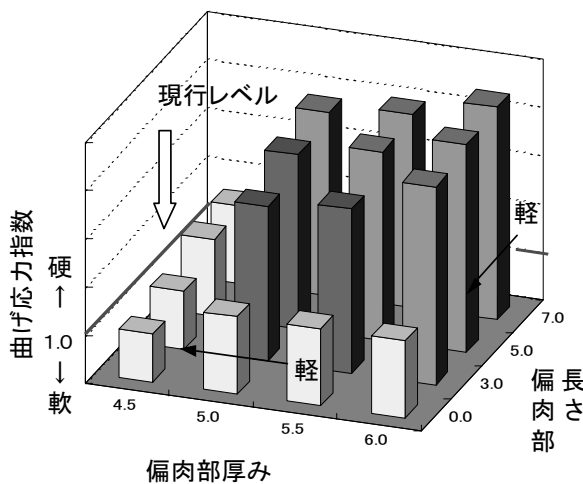
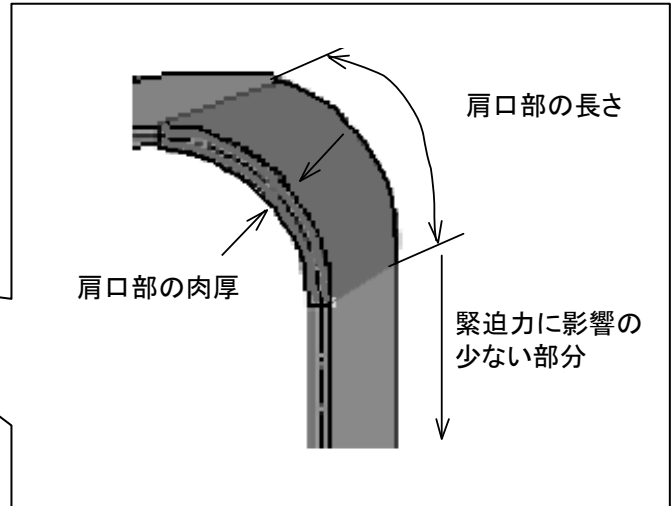


図-5-1-1 実用領域MINでの偏肉部の厚み・長さ設定解析結果

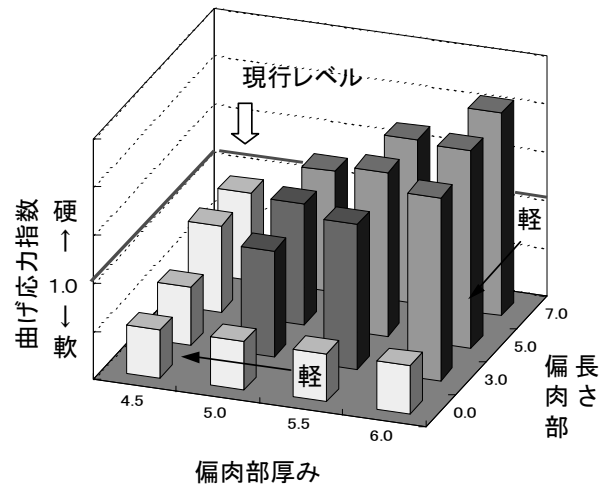


図-5-1-2 実用領域MAXでの偏肉部の厚み・長さ設定解析結果

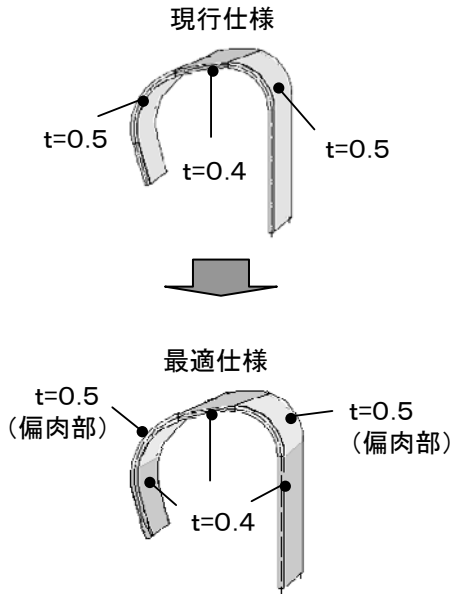


図-5-2 現行仕様と最適仕様の違い

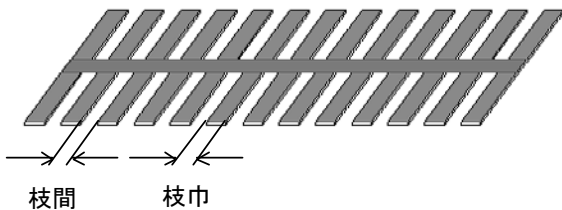


図-6 現行仕様（長手方向）

3-1-3. 金属インサートの最適枝仕様検討

長手方向の緊迫力はピースの数で決まるが、図-6に示すようにそのピースの枝巾はスリット巾で決まる。

しかし、枝間については圧延条件に左右される。圧延加工を行うとスリット加工された部分は延ばされて枝間ができる。すなわち、圧延率と枝間は比例関係にある。逆に、圧延部は反比例し、圧延を掛けると圧延部の肉厚は、薄くなり当然引張り破断強度は低下する。

圧延部の引張り破断強度は、押出工程では非常に重要なファクターであり、そのバランスで圧延率が決定＝枝間が決定する。

よって、枝巾と圧延率（枝間）の兼ね合いで、単位長さ当りのピースの数で決まるため、許容範囲内の最小限の緊迫力で、最大限の軽量効果が得られる枝仕様設定を行う。

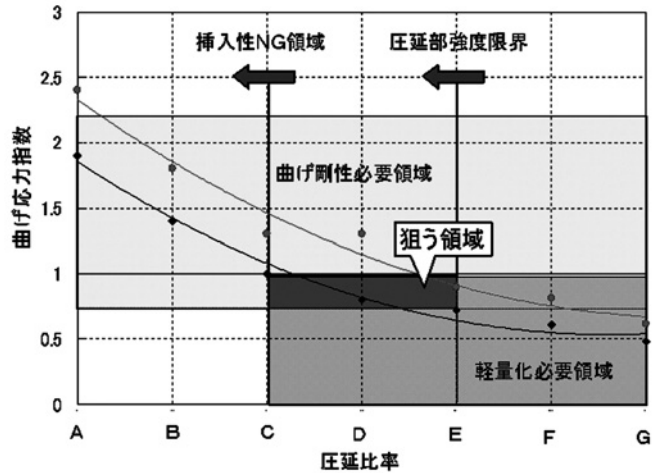


図-7 枝間（圧延率）の設定解析結果

3-1-4. 最適枝間（圧延率）検討結果

3-1-2項の得られた断面仕様をもとに最も現行曲げ剛性に近い枝巾・枝間をCAE解析結果から求めその枝間が得られる圧延率を設定した。その結果を図-7に示す。

検討結果より、最適断面仕様を圧延条件：Eで圧延することにより現行とほぼ同等の曲げ剛性を得られた。よって、E条件を最適圧延条件とする。

3-2. 金属インサートの軽量化まとめ

図-8に示すように現物確認でも実用領域範囲内ではほぼ、現行同等の曲げ応力が得られた。

これにより、金属インサートの枝巾・枝間・肉厚の部分偏肉化により曲げ剛性は、ほぼ現行同等で軽量化30%（図-9）低減が達成できることが明確になった。検討途中では、樹脂への代替え検討も実施したが、高温での保持力が著しく低下しインサート厚みを金属の5～6倍にしないとトリムの保持力が満足しない。このため、PPなどの一般樹脂材料では軽量化と保持力の両立は非常に困難であることが明確になっている。

よって、今後は更なる軽量化を狙う為に金属代替（例えば金属⇒CFRPなど）の検討に取り組んでいきたい。

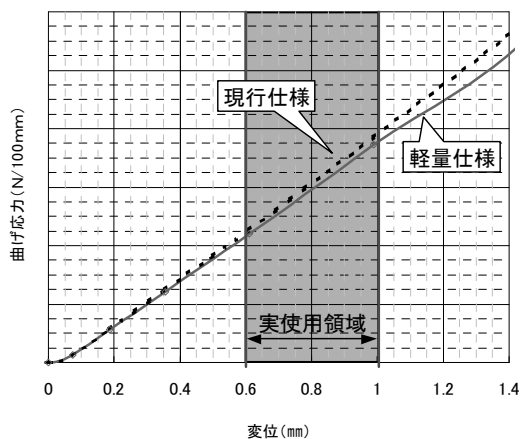


図-8 金属インサートの実測剛性確認

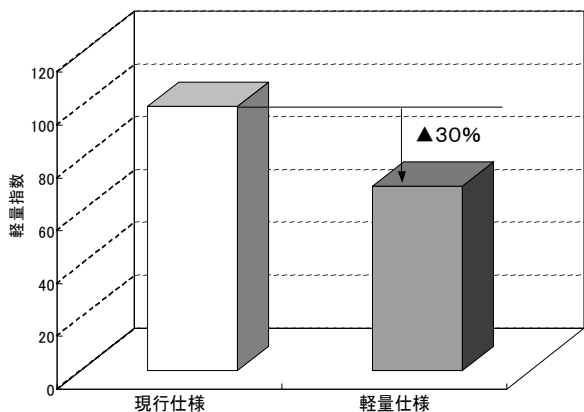


図-9 金属インサートの軽量効果

3-3. トリム部のソリッドゴムの軽量化と製品性能について

次にトリム部の軽量化について述べる。トリム部はトリム本体の劣化後の保持性、耐収縮性の確保のためにソリッドゴムを用いており、従来技術ではそのソリッドゴムの微発泡化させ比重とモジュラス（剛性）のバランスを取りながら低比重化を図っていた。

今回、更に低比重化を狙うために、従来の発想から全く違う材料配合設計にて、モジュラス（剛性）のバランスを許容範囲内に抑えて30%弱の軽量化が達成できることが明確になった。

その結果を図-10, 11に示す。

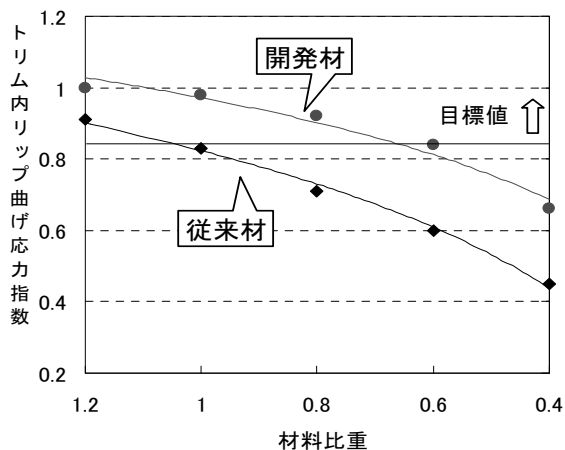


図-10 ソリッドEPDMの材料物性比較

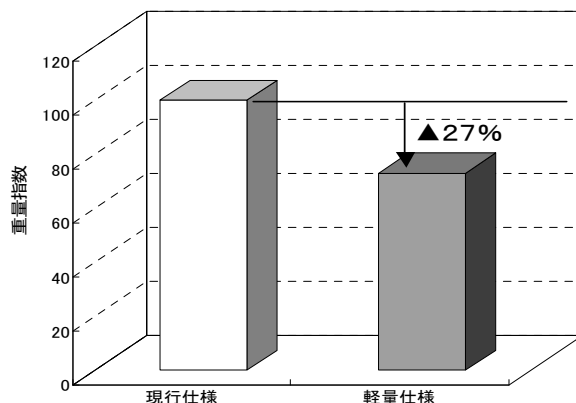


図-11 ソリッドEPDMの軽量効果

表-1 代表的な製品性能評価結果

評価項目			目標値(社内規格)	開発仕様	
リップ部品質	リップそり(熱変形)		著しいソリなきこと	著しいソリなし	
	R追従性	中空部	問題ナシ	問題ナシ	
		意匠リップ部	問題ナシ	問題ナシ	
	劣化変色(移行汚染)		著しい汚染なきこと	著しい汚染なし	
	熱収縮(ヨタリ)		問題ナシ	問題ナシ	
トリム部品質	勘合力	初期	スレート部	90N/100mm以上	目標満足
			R35部	40N/100mm以上	目標満足
		高温 雰囲気中	スレート部	50N/100mm以上	目標満足
			R35部	33N/100mm以上	目標満足
	劣化後	80°C × 22hr	40N/100mm以上	目標満足	
	耐ズレ力	初期		40N/100mm以上	目標満足
		高温雰囲気中		20N/100mm以上	目標満足
		劣化後	80°C × 22hr	28N/100mm以上	目標満足
	挿入力	初期		30N/100mm以下	目標満足
		低温雰囲気中		36N/100mm以下	目標満足

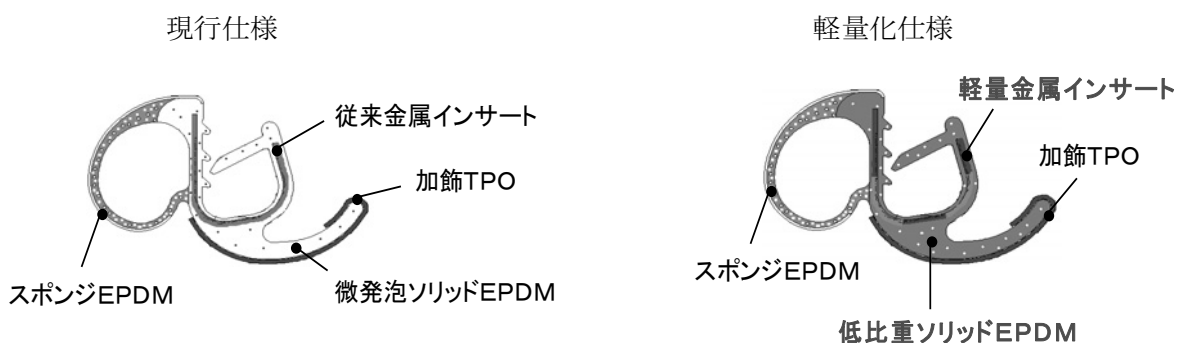


図-12 現行仕様と軽量化仕様の構成の違い

TG独自の材料配合ノウハウでほぼ同等の材料物性で、材料単体では軽量化27%低減が達成できることが明確になった。

4. ボディシーリング製品の軽量化効果について

3項で記したように金属インサートのミニマム化・新ソリッドゴムの発泡化の技術開発により製品性能を損なわず製品単体で22%の軽量化が達成できた。金属とゴムの複合仕様のラッゲージW/SやバックドアW/Sもこの技術が展開できるため、同様な効果が得られる。

その軽量効果と装着位置を図-13に示す。

2008年現在、燃料費の高騰、環境への意識の向上から車両及び部品には更なる軽量化が必須となる。現在、更なる軽量化を達成する為に、これまでに無い断面極小設計・付属部品の削減、統合・樹脂化や今までに無い超高発泡化材料・工法開発などに取り組んでいる。これらを早期に具現化することにより自動車の燃費の向上や環境への配慮に貢献したい。

参考文献

豊田合成 技報 総説
「自動車用樹脂材料、部品の技術動向」
VOL.48 NO.1 2006.



図-13-1 オープニングトリム、ラッゲージW/Sの装着位置

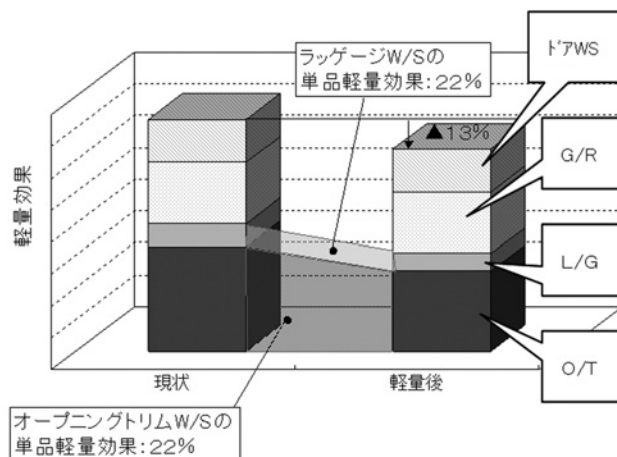


図-13-2 ミドルクラス車1台分のボディシーリング部品の軽量効果