

はじめに

鉄道ではその名前が示すようにレールや車両等に広く「鉄(金属材料)」が使われています。また、駅や構造物等ではコンクリートを中心とした無機材料が使われるなど、プラスチック、ゴムといった材料は使用が少ないような印象を持つ方もあるかと思いますが、しかし、鉄道車両において軽量化は高速化および走行エネルギーの低減に大きく影響を与えるため、図1に示すように、多くのプラスチック、ゴムが使われています。最近の車両においてこれらの材料は車両全体の4割の体積に達するといわれます。また、車両以外の鉄道分野でもこれらの材料は広く使われており、その使用は拡大する傾向にあります。

プラスチック, ゴムとは

見た目や触感等に大きな違いのある両材料ですが、高分子材料という点では同様の材料です。高分子とは「分子量」が「高い」化合物全般を意味しており、ここでは特に有機系の化合物を示します。そのうち材料として使われるものが高分子材料と呼ばれます。高分子材料は非常に多様な材料で、「樹脂」、「接着剤」、「塗料」、「繊維」、「木材」、「紙」等も高分子材料です。有機材料も同意語であり、多くが石油を原料としています。人間を始めとする各種生命体もタンパク質という高分子化合物によって構成されています。

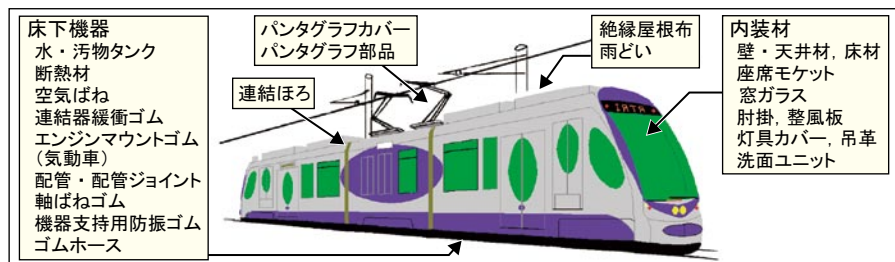


図1 鉄道車両に使用される高分子材料

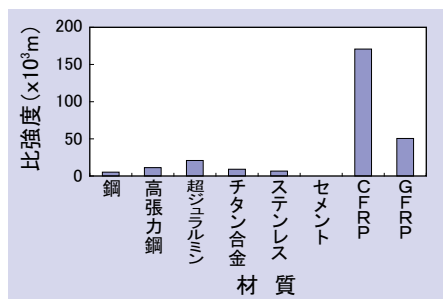


図2 各種材料の比強度

プラスチック, ゴムの特徴

(1) 軽くて強い

これら材料の大きな特徴が「軽くて強い」ところといえます。それゆえ車両に用いた際のエネルギー削減効果や各種材料に用いた場合の軽量化などの利点が挙げられます。軽さと強度の関係を示す値として「比強度」という指標があります。これは単位質量あたりの強さを表す値です。各種材料の比強度を図2に示します。一般的な金属材料である鋼(SS400)は引張強さが400MPaで密度が7.86g/cm³なので、比強度は約5×10³mとなります。一方、FRP(繊維強化プラスチック)は、ガラス繊維を使用したGFRPでは50×10³m、炭素繊維を使用したCFRPでは170×10³mとまさに桁違いの比強度を有しています。

(2) 粘性と弾性

プラスチック、ゴムが他の材料と異なる点は「粘性」と「弾性」の両方の性質を併せ持った「粘弾性材料」であるということです。図3に一般的な応力-歪曲線を示します。金属のような弾性材料では、応力に応じた変形(歪)を生じ、応力を除くと元の直線上をたどって形状が戻ります。一方、プラスチック、ゴムのような粘弾性材料では応力をかけた場合と除いた場合で異なる応力-歪曲線をたどります。また形状が完全に元に戻らない場合もあります。これはプラスチック、ゴムが多数の分子が集まってできた集合体であるために得られる物性です。

(3) 劣化

取扱い上で難しい特徴が「劣化」といえます。この劣化は人間の老化と似たもので、非常に複雑なものです。それは、プラスチック、ゴムと人間は高分子化合物という点で同様の化合物から構成されているからです。例として、同じ年齢であっても健康な人もいれば色々な所にガタがきている人もいます。それは生活スタイルや食事、遺伝等の各種要因によるところが大きく、これはプラスチック、ゴムでは使用環境の違いや配合の違い、メーカーの違いなどにあてはまります。

(材料技術研究部 防振材料 伊藤幹彌)

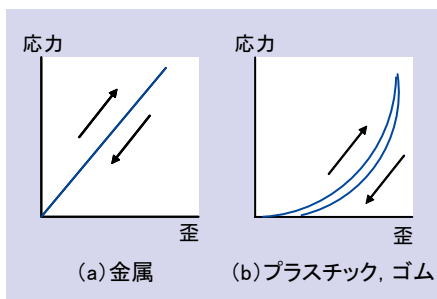


図3 応力-歪曲線の比較