

Steel 鉄の点景 Landscape

自動車用タイヤ

自動車用タイヤは、FRR (Fiber Reinforced Rubber)、つまり繊維で補強されたゴムで作られている。その繊維の中でも、ラジアルタイヤの普及に伴ってスチールコードの占める役割はますます高まっている。タイヤの発展に欠かせない、「タイヤの中のスチール」について紹介する。

■自動車用タイヤの構造とスチール

自動車が発明されて間もなく、空気入りゴムタイヤが開発された。当初は、主に綿布（キャンバス地）にゴムを塗布したものが使用されていたが、その後、すだれ状のコードをゴム層の間に挟み込み、継ぎ目のない空気入りタイヤを作る手法が開発された。

現在主流となっている自動車用ラジアルタイヤは、一般的に下図のような構造となっている。このうち、タイヤの骨格ともいえるのが、「カーカス」や「ベルト」と呼ばれるタイヤコード層である。

タイヤの全周にわたる「カーカス」は、タイヤ全体の強度を受け持つ部分で、末端は、タイヤをホイールリムに固定する「ビード」を巻き込んで折り返されている。

接地面（トレッド部）内側に重ねられたコード層が「ベルト」で、これはカーカスを「たが」のように締め付け、トレッドの剛性を高める機能を持つ。

従来、タイヤコードとしてはナイロンやポリエステルなどの有機繊維が広く使用されてきた。しかし、ラジアルタイヤの登場以来、スチールコードの使用が進み、現在では、ほとんどのラジアルタイヤのベルト部分、さらにトラックおよび



バス用の一部ではカーカス部分にも、スチールコードが使用されるようになっている。

乗用車用ラジアルタイヤのカーカスにスチールコードが用いられることが少ないのは、主にコストの問題からだが、一部、高級スポーツカー用タイヤなどではカーカスもスチールが使われている（オールスチールラジアル）。

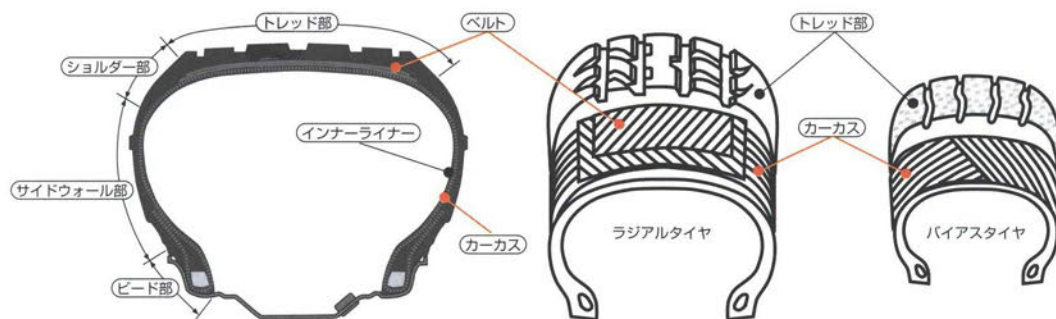
■タイヤ用スチールコードの特徴

タイヤコードとしてのスチールは、重量当たりの弾性率が高く、強度が大きいため高い荷重に耐え、また熱伝導性がよいことが特長で、このため、パンクしにくく、操縦安定性やタイヤ寿命の延長にも寄与する。半面、有機繊維に比べると剛性が高く扱いづらいこと、水分に注意が必要なことが短所だが、上記の長所がこれを補って余りあるため、急激に使用量が増加した。

スチールラジアルタイヤの普及初期には、ベルト部分とゴム層がはがれる「ベルトセパレーション」のトラブルが頻発したが、その後の研究開発により、接着の問題は解決している。

タイヤ用スチールコードの素線は、普通、5.5mm径程度の

タイヤの構造



カーカスはすだれ状のコードをゴムで被覆したものだが、そのコードが接地面（トレッド）に対して直角（タイヤを側面から見たときに、中心から放射状）になっているのがラジアルタイヤである。コードがトレッドに対して斜めになっているバイアスタイヤの場合、タイヤの広い面が複雑に変形するために、有機繊維に比べはるかに剛性が高いスチールコードは使いづらい。ラジアルタイヤの登場によってこの問題が回避できるようになり、スチールコードの使用が広まった。

線材から作られる。熱間圧延加工によってできたスケールを除去後、6~7段程度の伸線およびパテンティング（高い強度と靱性を得るための熱処理）を行い、1mm前後の径にする。この段階で真鍮（CuZn）めっきが施された後、20段程度の湿式伸線処理により、最終的に素線径0.1mmから0.4mm程度に加工される。この素線を、用途により数本から50本程度より合わせて使用する。

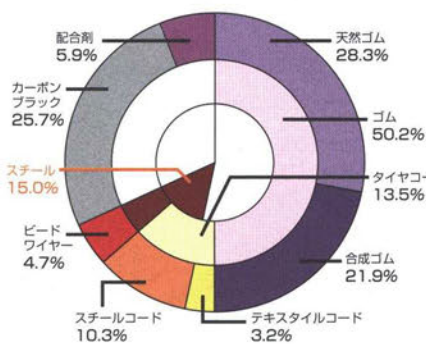
工程の途中で真鍮めっきが施されるのは、以降の極細伸線を容易にし、また、コードとして使用する際にゴムとの接着性を高めるためである。めっきの銅（Cu）と亜鉛（Zn）、ゴムに含まれる硫黄（S）、酸素（O）が化合し、酸化亜鉛（ZnO）、硫化銅（Cu₂S）、硫化亜鉛（ZnS）などが生成され、これらがゴム分子と結合することで、スチールとゴムが密着するのである。

■スチールコードの発達と課題

タイヤ自体の耐久性を上げるとともに、コードの細線化すなわち軽量化にもなるスチールコードの「強度向上」については、今日でも研究・技術開発が続いている。

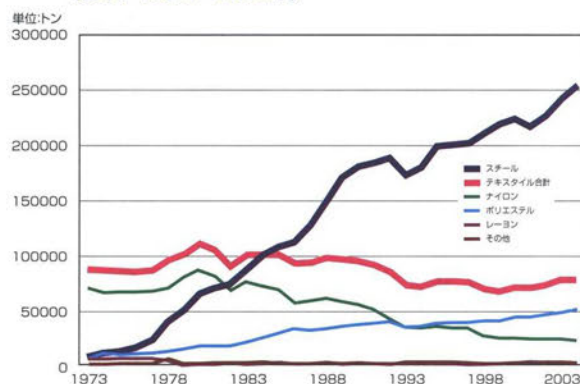
スチールコードの引張強さは、当初2800MPa程度のもの（レギュラーテンサイル）が広く用いられていたが、その後、3200MPa（ハイテンサイル）、3600MPa（スーパーハイテンサイル）と、高強度化が進んでいる。商用としては、現在、スーパーハイテンサイルまでが普通に用いられているが、4000MPaを越えるもの（ウルトラハイテンサイル）も実用化

自動車用タイヤ原材料の重量構成比



スチールは、タイヤコードおよびビードワイヤーとして使用されている。ビードワイヤーは、鋳めっきをした径0.8ミリ程度のスチール線である。
（社）日本自動車タイヤ協会の資料より作成

自動車用タイヤコード原材料消費量の推移
（日本、1973~2004年）



ラジアルタイヤが普及した70年代後半からスチールコードが急増、85年にテキスタイル（有機繊維）合計を上回っている。
（社）日本自動車タイヤ協会の資料より作成

されてきている。

高強度化を担う成分は主にカーボン（C）で、レギュラーテンサイルではカーボン含有量が0.7%台（亜共析鋼）だったが、スーパーハイテンサイルでは0.8%（共析鋼）、ウルトラハイテンサイルでは0.9%以上のカーボン含有量（過共析鋼）となっている。また、0.2%程度のクロム（Cr）を添加することで、さらに加工硬化特性が向上する。

成分の配合だけでなく、伸線加工とパテンティングにより、組織の配向性と微細化を高めることでも、素線の強度は向上する。しかし、カーボン含有量が増えるにつれて、加工の難易度は上がる。ねじりを加えた際に異常な割れ（デラミネーション）、断線が発生しやすくなるのである。これを防ぐには、鋼組織のナノスケールレベルでの制御や、加工時の表面キズ発生低減、鋼中の介在物の低減が重要となる。このため、素線メーカーでの加工技術向上（伸線加工における適切なダイス角度の追求や潤滑剤の改良など）、鉄鋼メーカーでの鋼清浄度向上など、各レベルでの技術開発が進められている。

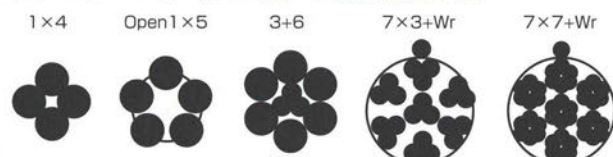
一方で、国内でのタイヤ生産実績でラジアル化率は100%近くになっており、スチールコードの使用量は飽和状態に近付いてきている。このため、現在スチールコードがあまり用いられていない、一般の乗用車用タイヤのカーカス材としての普及が課題となっている。これには、乗用車用として経済的に使えるコードの登場が条件となる。

また、最近になって普及が進んでいるランフラットタイヤ（パンクしてもある程度の距離を走行できるタイヤ）にも、パンク走行時の発熱に耐性の高いスチールコードの需要が上がるものと期待されている。

〔取材・文＝川畑英毅〕

取材協力＝社団法人日本自動車タイヤ協会、東京製鋼株式会社

スチールコード（より線）の断面構造の例



素線のより合わせ本数は、数本から50本程度とさまざまである。トレッドの変形を防ぐのが主な役割のベルト用コードは、剛性の高さが求められるため、

太い素線を少数よったものが使われる。柔軟性と耐疲労性の高さが重要なカーカス用コードは、細い素線を多数より合わせたものが使われる。