



# 二輪車用タイヤのトレッドゴム

矢川 一夫 ((株)ブリヂストン)

## 1. 始めに

タイヤはゴム、有機繊維、スチールコードを使った複合体である。一見するとただの黒いゴムのかたまりであるが、図1で示したように、トレッドゴム、サイドゴム、インナーライナー等、各部分の要求性能に対して最適に設計された10種を超えるゴムが使われている。今回は、これらの中で、特に二輪車用タイヤの接地面のゴム、トレッドゴムについて解説する。

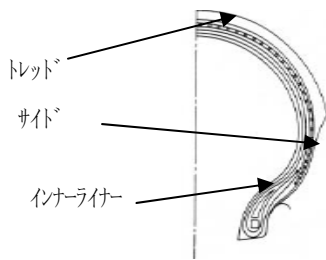


図1. 二輪用タイヤ構造図

## 2. ゴムとゴム用原材料

まず始めに、一般的なゴム配合の特性について簡単に述べる。ゴムは粘弾性体といって固体と液体の中間の特性を持つ。これがゴムの持つ代表的な特性であり、ゴムに歪み入力を与えたときに、入力に対して応答遅れが生じる。この、エネルギーを損失する特性、ロス特性により、ゴムは路面を良くグリップもするし、発熱し、転がり抵抗を発生させたりもする。こうした粘弾性の性質や、伸び、強力といった破壊特性を、種々の原材料を使って配合設計する。

ゴムの代表的原材料を、表1にまとめた。ゴムは主にポリマー、カーボンブラックやシリカ等の充填剤、オイルや樹脂等の軟化剤、硫黄や促進剤等の架橋剤、老化防止剤などから作られた充填加硫ゴムである。

材料分類	材料種
ポリマー	SBR
	BR
充填剤	カーボンブラック
	シリカ
軟化剤	オイル
	樹脂
その他	老化防止剤
	硫黄
架橋剤	加硫促進剤

表1. トレッドゴム代表的配合剤の例

タイヤの各部材に必要な性能を得るために、部材毎にこれらの原材料の種類、量を最適化し、材料の弾性率、ヒステリシス、耐破壊特性を所望のものに配合設計している。

一般的な各部材ゴムの必要性能と配合剤、組成の特徴を表2に示す。

部材名	必要性能	配合のポイント
トレッドゴム	グリップ/耐摩耗	高TgSBR/ハイシスBR/ SAFカーボンブラック/シリカ
サイドゴム	耐亀裂成長 /耐オゾン	NR/ハイシスBR/FEFカーボンブラック /老化防止剤/ワックス
ビードフィラー	高弾性率	NR/HAFカーボンブラック /熱硬化型樹脂
インナーライナー	耐空気透過性 /耐低温脆化性	ブチルゴムGPF/カーボンブラック

表2. タイヤ各部材の必要性能と配合のポイント

このように、種々の原材料を様々な組み合わせで使うことがわかる。ポリマーと充填剤がいわゆる骨格原材料で、その部材のメインの特性（粘弾性と耐破壊性）を決め、その他、硬さや老化特性、さらには耐候性等をその他の配合剤でとる。これが基本的な物性コントロール手法である。

## 3. 二輪用タイヤトレッドゴム配合開発の考え方

トレッドゴムの配合設計の考え方を、以下若干詳しく述べる。図2に各タイヤのトレッドゴムに必要な性能を示す。

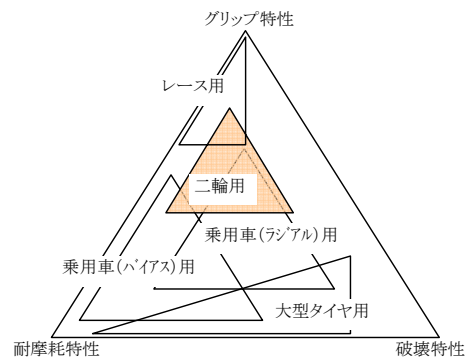


図2. タイヤトレッドゴムの性能概念図

このように、大きく分けてグリップ、耐摩耗、耐久性能の三つに分けられる。一般乗用車のタイヤには、これらすべての性能をバランス良くとったゴムが使われている。これに対して二輪用は、よりグリップ寄りに設計されている。最も重要な性能は、DRYグリップ、WETグリップであり、二輪車のカテゴリーによっては耐摩耗も重要性能である。

グリップ性能を支配する主な因子にゴムの摩擦力があるが、これは図3のようなゴムと路面の摩擦モデルで説明される。

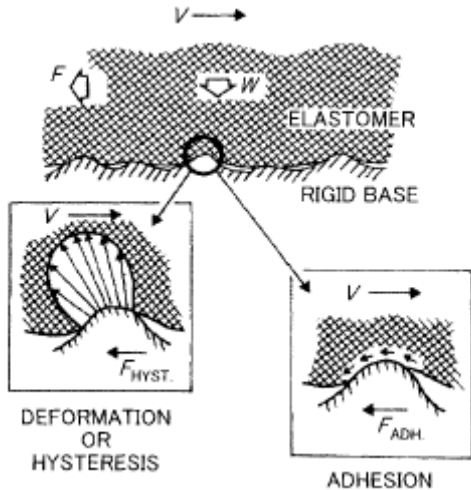


図3. ゴムと路面の接触モデル

路面がゴムに食い込み、そこでゴムは変形を受ける。この変形がゴムの粘弾性的性質に基づくヒステリシスロスを生じさせ、そのエネルギーが摩擦力、ヒステリシス摩擦となる。また、同時にゴムと路面の表面では、その凝着力による凝着摩擦力が発生する。これら合力の摩擦力をいかに大きくするかがポイントとなるが、前出のポリマー、充填剤、軟化剤の種類や量を最適にすることで設計している。

一言で二輪用と言っても、競技用、一般公道用あり、オンロード用、オフロード用ありと多種多様のタイヤがある。用途によって、当然トレッドゴムの必要性能も変わってくる。競技用や公道用のスポーツ系のタイヤは、とにかくグリップを最大限に発揮させる必要がある。そこでヒステリシスロスの高い特性のポリマーに、多量の充填剤と軟化剤を配合し、高いロスと凝着を生じさせることが一般的である。特に高いWET性能が必要な場合には、充填剤としてシリカを充填することも、最近では一般的になっている。一方、ツーリング系のタイヤは耐摩耗性も兼ね備えている必要がある。この場合、充填剤、軟化剤量は補強性の観点での最適用量を使い、また、BR（ポリブタジエン）が使用されることもある。さらに、オフ系のタイヤの場合は、グリップよりも悪路での走破性、耐久性を重視したゴムを使うことになる。ブロックの根元などのクラック耐久性などのため、時にはNR（天然ゴム）が使われることもある。

#### 4. コンパウンド開発で配慮すべきこと

二輪車用タイヤでは、一般に四輪車と比べ接地面積が小さく、幅広いレンジの制動駆動力が加わる特徴がある。従って、ゴムへの最大入力と比較的大きく、幅広いスリップ率や温度で使用されている。一方、先にも述べたがゴムは粘弾性体であり、その弾性率やヒステリシス性能は入力周波数依存性、温度依存性を持つ。例えば、高いグリップ性能を得るためには一般にヒステリシスロスの配合が設定されるが、その結果入力依存性が高くなり、摩耗やグリップの入力依存性、温度依存性が高くなる宿命を持つ。できるだけオールラウンドなバランスの良い性能にするためには、この依存性を出来るだけ小さくする必要がある。まさに、ここは材料開発、配合設計での技術力の見せ所となる。

図4は各種ポリマーのTan δ、ヒステリシスロス特性の温度依存性を現している。このように温度依存性の異なる種々のポリマーを材料自体から開発し、これらの異なるポリマーを所望の温度依存性になるようにブレンドしている。また、WET性能をとるために、シリカを配合するなどして、温度依存性とグリップをバランスさせた配合を開発している。

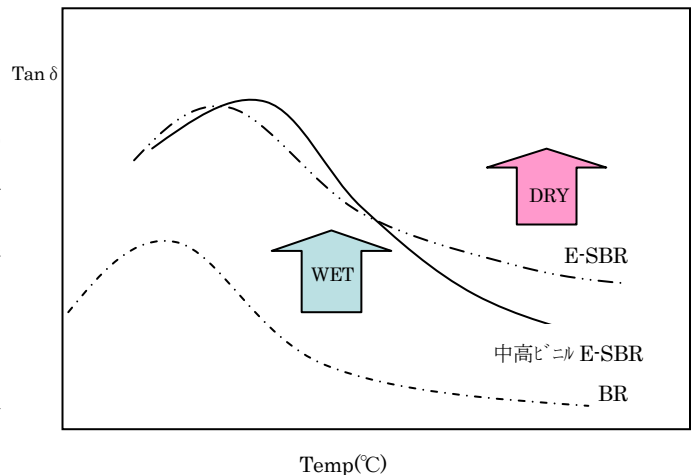


図4. 各種ポリマーのTan δ 温度依存性概念図

また、パターンや構造にあったゴムを設計することも、タイヤ全体の設計としては重要なポイントである。構造や形状とバランスのとれたゴムの弾性率設定、パターンにあわせたゴムのクラック耐久性やグリップ性能。これらを総合して、コンパウンドは開発される。

#### 5. コンパウンドの動向

二輪車の大幅な性能向上や二輪用タイヤの構造の変化とともに、使用するトレッドコンパウンドも進化してきている。

1980年代以降、二輪車の高速化に応じ、グリップと高速耐久性の高いレベルの両立が必要になってきた。材料面では熱安定性の良い架橋や溶液重合SBR等の導入によりレベルアップが図られてきた。

1990年代に入り、更なる車両の高速化及び軽量ハイパワ－化を背景に、高速耐久性と高いグリップ力が求められ、ネガティブ率が小さいパターンが採用されるようになり、WETグリップも高いゴムが必要となってきた。

ゴムとしてはシリカを配合することにより、WETグリップを確保し、更に、カーボンブラックの高級グレード化（微粒径化）、樹脂の適用等によりDRYグリップや耐摩耗性能を犠牲にすることなく、グリップ、操縦安定性、耐摩耗性、高速耐久性といった性能バランスをとることを可能にした。

その後も製品のニーズにあわせて、特殊なポリマーや充填剤、薬品等の研究、コンパウンドの開発、加工技術の開発を続け、日々ゴムもタイヤも進化を続けている。

## 6. 最後に

以上、ゴムについて、特に二輪車用タイヤのトレッドゴムに関して概要を解説した。ゴムは黒いだけで、外見上は何ら違いがないように見えるが、実に奥が深く様々な性能を担う、重要な役割の機能材料であることを、皆様に理解いただけるとありがたい。

今後も常に新しい材料技術を開発、新コンパウンドへ適用し、より高いレベルでグリップや耐摩耗、耐久性等の諸性能を両立するタイヤを開発し、お客様に満足いただくことができるように努めてゆきたいと考える。

(参考資料)

1. D. F. Moore : Friction of Pneumatic Tire, Elsevier, Amsterdam(1977).
2. 芥川恵造 : 月刊タイヤマガジン 2005. 10 P.52-54
3. 株式会社ブリヂストン編 : 自動車用タイヤの基礎と実際 (山海堂)
4. 日本ゴム協会編 : 新版 ゴム技術の基礎 改訂版