

## タイヤの操縦・安定性能に関する基礎的研究

### A fundamental study on driving stability of tire

総括研究員名：横井 雅之

分担研究員名：井上 吉昭、清野 達夫、引地 絃満

自動車の動的な特性を示す走行性能は自動車の性能を表す指標としては最も多く用いられている。さらに走行性能における最も重要な指標である操縦性・安定性において、その特性を決定する最大の要因はタイヤの性能であることは明らかである。また、近年走行性能の向上を目的として、扁平タイヤや超扁平タイヤを装着した自動車が増加している。このようなタイヤを装着した自動車の操縦性・安定性に関する基礎的なデータの収集および解析は本学のような自動車整備士を育成する大学においては、整備士教育上からも非常に重要なテーマの一つと思われる。

タイヤの運動性能が自動車の操縦性・安定性に及ぼす要因の一つとして、「自動車が急旋回した場合や歩道に乗り上げて縁石に当たった場合などタイヤのサイドウォールが大きな横力を受けたときに、タイヤに大きな変形が生じ、タイヤがリムから外れる」という「ビードアンシーティング」と名付けられた現象がある。この場合には、急激な空気圧の低下が発生し、走行が不能となり、重大な事故に連なる可能性が起こる。とくに、扁平率の小さいロープロファイルタイヤの普及が進んでいる現状では、このような現象は一般のユーザにおいても、遭遇する確率が高くなっているために、防止対策への早急な対応が要求されている。

本プロジェクトでは、タイヤの操縦・安定性能に関する基礎的研究として、「ビードアンシーティング現象」解明への重点的な対応を行った。すなわち、「ビードアンシーティング現象」の解明には、「タイヤに作用する横力と路面の間のすべり摩擦」が大きな影響を与えることなどを考慮し総合的な見地から検討を加えた。本報告では、静的および動的なビードアンシーティング現象についての実験結果から、リム外れ現象についての新しい知見が得られたことおよびその防止対策としてドライバーに対する整備上注意すべき点を指摘した。

#### タイヤのビードアンシーティング試験について：

「ビードアンシーティング」とは、自動車が無理な急旋回した場合や歩道に乗り上げて縁石に当たった場合などタイヤのサイドウォールが大きな横力を受けたときに、タイヤがリムから外れる現象である。タイヤがリムから外れると、当然ながら、急激に空気圧が低下し、走行が不能となり、重大な事故を起こす可能性もある。

この現象の解明については、静的な状態でのタイヤに作用する横力に対し、タイヤがリムから外れる条件について、すでに定性的な結果が得られている。<sup>(1)</sup> すなわち、日本タイヤ協会による規定値を参考にして製作した試験装置によって、リムのシート部にあるハンブ(凸型の形状)の形状を変化させることおよびタイヤの空気圧を変化させた場合について実験を行った。この結果、ハンブを設けることが、タイヤ外れの有効な防止策であることがわかった。

しかし、ハンブを設けることが、実際の走行状態での有効な防止策であるかについては、詳細な検討が必要であった。本研究ではフラットベルト式のタイヤ試験装置を用い、実際の転動状態における動的な場合のタイヤのリムからの外れを想定した実験を行った。使用したタイヤは扁平率の小さい、横幅の広いタイヤである。タイヤトレッド部の接地面積が大きく、タイヤ高さが小さくなることから、たわみ量が少なくなりグリップ力が増加して

おり、いわば高性能なタイヤと呼ばれている。しかし、タイヤ高さが小さくなることから、タイヤ側面からの衝撃力が大きく作用することにより、タイヤがリムから外れる要因の一つとなることが推測される。そこで市販されている標準的なタイヤについて、リム径が13インチで偏平率60%およびリム径が14から17インチで、タイヤ外径がほぼ同一で、偏平率が40から70%の4種類、合計5種類のタイヤを用い、静的および動的な実験を行った。動的な実験では、タイヤ空気圧(0kPaから250kPaまで50kPaごと)、スリップ角 $15^\circ$ 、キャンバ角 $0^\circ$ として、速度3.6km/hの低速度で転動させた後、荷重を順次増加させ、タイヤがリムから外れる時の横力、ころがり抵抗などを測定した。低速で行なったのは、リム外れの発生時における挙動を詳しく観察できるようにしたためである。

これらの結果、動的な場合にタイヤがリムから外れる横力は静的な場合の約1/2程度に小さくなることがわかった。静的な場合には、タイヤの回転方向に直角な方向に作用する拡張力となり、これがタイヤのビードとリムの間に作用する圧着力となり、リム外れ抵抗力となっている。しかし、タイヤがあるスリップ角で動転している場合には、タイヤに横たわみが発生し、この横たわみの発生している反対側のビード部の円周方向への張力が作用し、この張力がリムへの圧着力すなわちリム外れ抵抗力より大きくなるとタイヤがリムから外れると考えられる。また、タイヤの空気圧が高いほど静的および動的なビードアンシーティングの発生する力は大きくなる。すなわち、タイヤ空気圧が高いほうが、ビードアンシーティングが発生しにくいことが判明した。

これらの一連の実験結果より、動的な場合において、タイヤがリムから外れることは、予想以上に発生しやすいことが明らかになった。とくに空気圧が減少している場合には、発生する確率が高くなることが判明した。すなわち、タイヤの空気圧の管理をきちんとしておくことが重要であることがわかった。偏平率が小さいタイヤは、タイヤ高さが小さいことから、空気圧の変化、とくに減少した場合の目視による判断がつかないことが問題となっている。極端な場合、パンクしても気づくのが遅れるという欠点がある。タイヤ空気圧警報装置は高級車には取り付けられているが、いわゆる大衆車や軽自動車ではまだあまり普及されていない。しかし、偏平タイヤ装着が今後ますます増加することを考慮すると、すべての自動車に標準装備されることが望ましいと思われる。

#### タイヤのすべり摩擦係数について：

ビードアンシーティングの発生については、タイヤの横滑りの影響が大きいことは明らかである。この横滑り現象の解明には、タイヤの横滑り摩擦を理論的に検討する必要がある。実際のタイヤ単体を使用した実験に先立ち、タイヤのトレッド部分を使用したモデル実験を行った。タイヤの横すべり摩擦係数の測定については、回転円板の表面にセフティウオークを張って路面とみなしてタイヤトレッド片を用いたモデル実験装置を製作し実験を行った。すべり速度(0.2から2m/s)、タイヤ表面温度(30から120℃)、スリップ角(0から $10^\circ$ )などを種々変化させた場合の縦すべり摩擦係数および横すべり摩擦係数を求めた。実験結果からはすべり摩擦係数は縦すべりおよび横すべりの明らかな差は見られなかった。これはトレッドゴム片が実際のタイヤより小さく、トレッドパターンの影響も考慮できなかったためであると思われる。またタイヤ表面温度についても、縦および横すべり摩擦係数の差がとくに明確に分けられるものではなかった。さらに、タイヤ試験機による実際のタイヤとの詳しい比較実験を行い、ビードアンシーティングの発生についての理論計算に使用する予定である。

これらの結果については、平成18年8月に行われた全国自動車短期大学協会研究発表会で講演し、さらに下記の論文集に掲載予定である。

井上、清野、横井 「タイヤのビードアンシーティング試験結果の評価に関する一考察」第2報：動的挙動に関する実験、自動車整備技術に関する研究報告誌、第35号、2006年

(1) 井上、タイヤのビードアンシーティング試験結果の評価に関する一考察、自動車整備技術に関する研究報告誌、第28号、pp.24-27、1999年