

# タイヤのリム外れに関する研究

## — ビードアンシーティング試験結果の評価に関する考察 —

井上吉昭<sup>1)</sup> 清野達夫<sup>2)</sup> 横井雅之<sup>3)</sup>

### Tire Coming off Rim of a Wheel (Discussion on evaluation in Bead Unseating test for tire)

Yoshiaki Inoue Tatsuo Seino Masayuki Yokoi

When the automobile turns a corner at high speed, or when the tire sidewall contacts with the curb of the pavement, large tire side force occurs. This side force causes the tire bead coming off the rim base and then tire air pressure decreases abruptly. This phenomenon may cause serious traffic accidents. The purpose of this paper is to clarify the mechanism of tire coming off rim. When the tire comes off the rim, the relationship between tire air pressure and side force was investigated with static and dynamic bead unseating apparatus. As a result, it can be concluded that the tire air pressure lower than a constant value is likely to give rise to the tire coming off the rim and that proper management in tire air pressure is an important factor.

Key Words : Tire , Bead Unseating , Test equipment

#### 1. まえがき

チューブレスタイヤを装着した自動車が急激な旋回をしたり、あるいはサイドウォール部を歩道の縁石などに接触するとタイヤは大きな横力が生じる。この横力によってタイヤのビード部がリムベースより離脱し、その結果として急激な空気圧低下を起こして走行不能となることが考えられる。

本研究はチューブレスタイヤの静的および動的なリム外れ(ビードアンシーティング<sup>①②③)</sup>)実験を行い、実際に発生するリム外れ現象となる諸因子の関連についての評価を行ったものである。

また、近年の乗用車タイヤでは偏平比を小さくし、幅の広いタイヤを使用する傾向があり、タイヤのトレッド面の接地面積が大きくなっている。さらにタイヤ高さが小さくなることから、たわみ量が小さくなつて、タイヤのグリップ力が向上している。しかし路面からの衝撃力がタイヤのビード部により大きく作用するため、タイヤのリム外れの要因となることが懸念される。ここでは市販の標準的なタイヤについて、タイヤの外径をほぼ同じ寸法として偏平比が異なるタイヤの静的および動的なビードアンシーティング実験を行い、これらの相関性に関する基礎的なデータの収集をも試みた。

その結果、動的リム外れ現象は予想以上に発生しやすいことがわかり、それを防止するためにタイヤの空気圧管理が非常に重要なことを改めて認識する結果を得たので報告する。

#### 2. タイヤのリム外れ抵抗の考え方

タイヤが十分な性能を發揮するためには、図1に示すようにタイヤのビート部のゴムの性質による弾性とともに、内圧によってタイヤの回転方向に直角な方向に作用する拡張力(張力の横方向成分)<sup>④</sup>が必要である。これはタイヤのビートとリムのシートの間に作用する圧着力となり、これが静的なタイヤのリム外れ抵抗となっている。

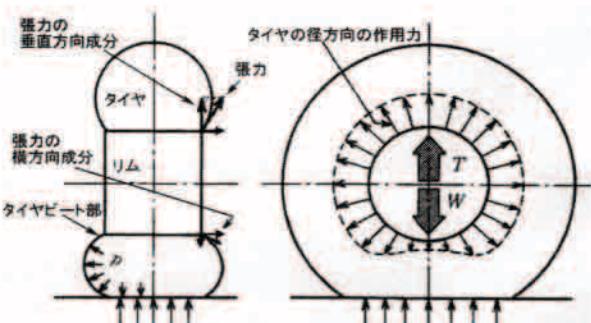


図1 タイヤをリムに組み込んだ場合の張力モデル

一方、タイヤがリムに取り付けられた状態<sup>⑤</sup>で自動車の荷重を受けて静止している場合を考えると、図2の左側に示すように接地面近傍のタイヤのサイドウォール部は路面反力に対抗するため、タイヤの進行方向に直角な方向に膨張するような状態(これを幅たわみといふ)になっている。そのため、幅たわみ量は内圧が低い場合には顕著に観察される。さらにタイヤが転動した場合、この荷重反力による変形がビード部の回転方向の周辺上を順次進行し、繰り返される。この状態

\* H20年 11月 10日

①・②・③) 大阪産業大学短期大学部自動車工学科

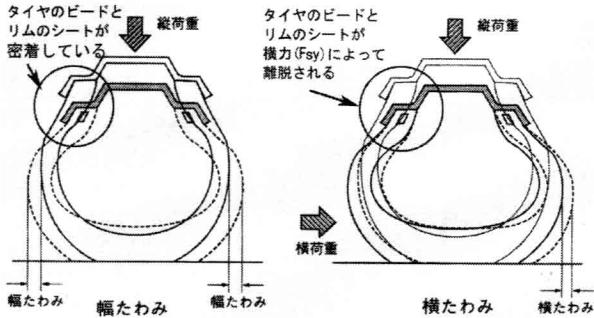


図2 荷重によるタイヤのたわみのモデル

においてタイヤが進行方向にある角度をもって回転している場合(すなわちスリップ角が存在して回転している場合), 図2の右側に示すよう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にリム外れ現象が発生するものと思われる。これは横たわみの発生によってたわみの発生している反対側のビード部の円周方向に引っ張り力が発生して, この引っ張り力がタイヤのリム外れ抵抗より大きくなつた場合にリム外れ現象に発展すると考えられる。

### 3. 試験装置および試験方法

#### 3.1 静的なビードアンシーティング試験の概要

静的なビードアンシーティング試験方法および試験装置については、(社)日本タイヤ協会が自動車用タイヤ安全基準<sup>(7)</sup>で規定している。図3は自動車用タイヤ安全基準に示している静的ビードアンシーティング試験装置の規格図である。

この規格図を基に図4で示す静的ビードアンシーティング試験装置を製作した。なお、図5に示すように垂直方向にかかる荷重(タイヤに対して横力: F<sub>sy</sub>), ビームのスラスト方向にかかる荷重(タイヤに対して垂直荷重反力; F<sub>sz</sub>)をそれぞれについて計測できるようにした。

表1に静的ビードアンシーティング装置の主な仕様を示す。

表1 静的ビードアンシーティング試験装置の仕様

測定可能なリムの呼び径 (inch)	13, 14, 15, 16, 17, 18
最大荷重	垂直荷重 19.6kN
	スラスト荷重 9.8kN
ビート加圧方法	パンタリフト拡張方法による加圧(手動)
大きさ	横 1,000 mm, 縦 950 mm, 奥 600 mm

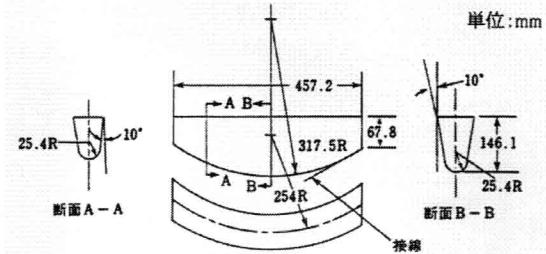
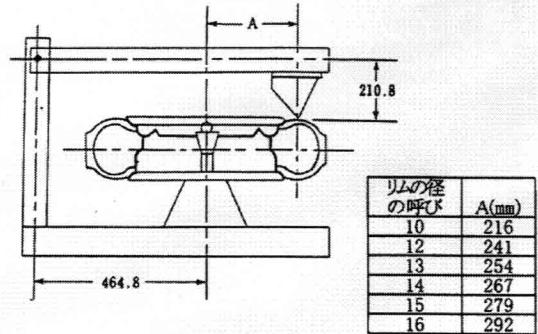


図3 静的ビードアンシーティング試験装置の規格

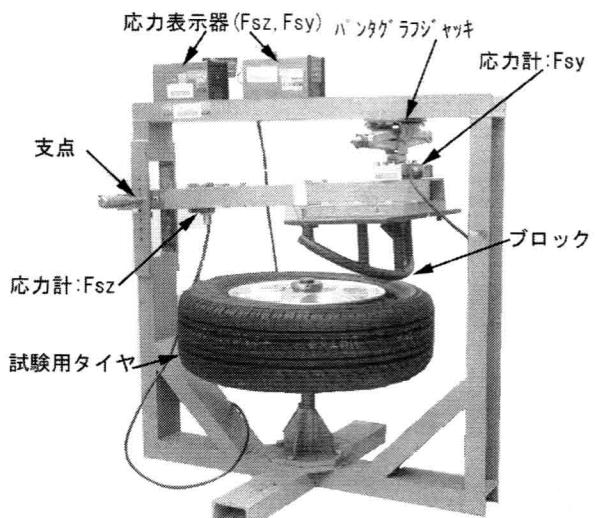


図4 実験で使用した静的ビードアンシーティング試験機

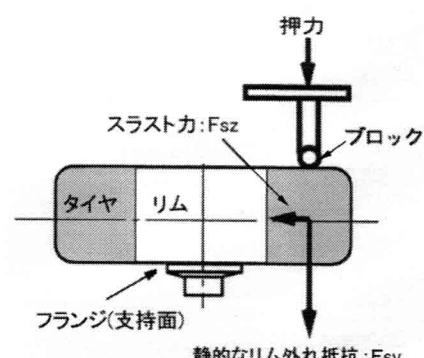


図5 静的ビードアンシーティングのモデル図

静的ビードアンシーティングの試験方法は次の通りである。

#### (1) 試験の準備

試験タイヤの両側のビードを洗浄し、乾燥してから規定の試験用リムに潤滑剤を用いないで組みつけ、規定した試験空気圧（設計常用荷重に対応する空気圧）を充てんし、常温で3時間以上放置した後、規定の試験空気圧に再調整する。

#### (2) 試験の実施

- 上述の準備したタイヤを図4に示した試験装置の支持台に取り付け、タイヤのサイドウォールに対しパンタグラフジャッキの拡張力で所定の位置にブロックを押しつけ、ビードがリム座から外れるまで荷重を加える。
- ビードがリム座から外れたときの荷重をビードアンシーティング抵抗( $F_{sy}$ )とする。
- この試験をタイヤ周上の等間隔な4個所について行なう。

### 3.2 動的なビードアンシーティング試験の概要

動的なビードアンシーティング試験は、図6に示すフラットベルト式タイヤ試験装置にリム付きタイヤを取り付けて行った。そのタイヤにそれぞれの空気圧（0～250kPaまで50kPa毎）を設定し、スリップ角15°、キャンバ角0°で、速度3.6km/h(1m/s)で転動させ、荷重を順次増加させて行き、タイヤがリムから外れる時の横力( $F_{dy}$ )およびころがり抵抗( $F_{dx}$ )を測定した。

表2にフラットベルト式タイヤ試験装置の主な仕様を示す。また、図7はタイヤ試験装置上における作用力の方向を示す。

### 3.3 供試タイヤおよびリムの仕様

試験に用いたタイヤのリムの外径(14～17インチ)は異なるが、偏平比を変化させることにより、タイヤ外径がほぼ同様になるように選択した。ただし、13インチタイヤについては、この設定条件外のタイヤである。

表3は、使用した供試タイヤおよびリムの仕様を示す。

表3 供試タイヤおよびリムの仕様

	リム直径	タイヤ	タイヤ径	リム幅	オフセット
1	13	165/60 73H	543mm	5J	+32
2	14	185/70 88S	617mm	5.5J	+43
3	15	195/60 88H	615mm	6J	+48
4	16	205/50 87V	615mm	6.5J	+48
5	17	215/40 83V	605mm	7J	+45

- 13インチのタイヤはダンロップ社製「LM701」を使用、14～17インチのタイヤは横浜ゴム社製「ECOS」を使用した。
- リムはアルミニウム合金製を用いており、VIA(タイヤの品質検査適合)に適合したブリヂストン社製「VAGGIO」を使用した。

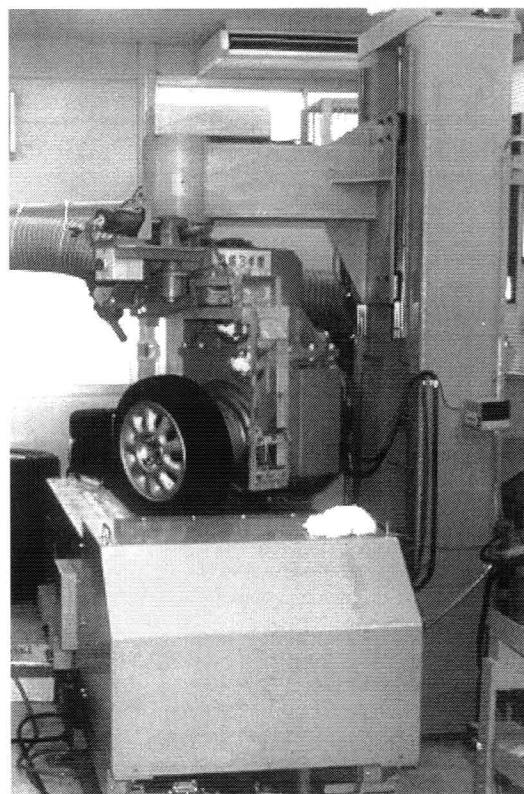


図6 フラットベルト式タイヤ試験装置  
(手前に向かって進行、左側にスリップ角15°)

表2 タイヤ試験装置の仕様

フラットベルト式タイヤ試験装置		
スリップ角	最大値	30°
速度	最大値	140 km/h
代替路面	スチールベルト鋼板の表面にセーフティウォーカ(#60粗さ)を貼付	
測定項目	① 横力 ( $F_{dy}$ )	9.8kN
	② 前後力 ( $F_{dx}$ )	9.8kN
	③ 荷重 ( $F_{dz}$ )	9.8kN
	④ 前後軸の軸回り力 ( $M_{dx}$ )	1.96kN
	⑤ 垂直軸の軸回り力 ( $M_{dz}$ )	0.49kN

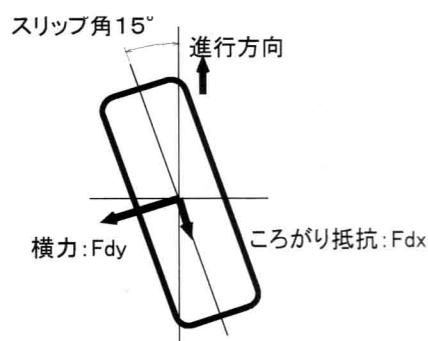


図7 タイヤに作用する力

#### 4. 試験結果

##### 4.1 静的なビードアンシーティング試験

図8は静的なビードアンシーティング装置のブロック（押し付け治具）を用いて加圧し、タイヤのビードがリムのシートから抜け落ちた瞬間の写真である。このリム外れに至ったときの最大抵抗( $F_{sy}$ )を測定値とした。

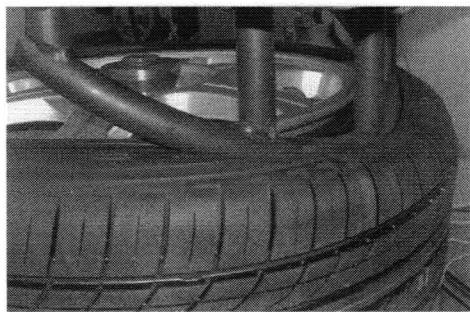


図8 静的なビードアンシーティング実験で  
タイヤのビードが抜け落ちた瞬間

図9は静的なビードアンシーティングにおける空気圧と作用力の関係を示す。図9の上部はリム外れ抵抗の横力( $F_{sy}$ )を示し、下部はビームに作用するスラスト力( $F_{sz}$ )を示している。なお、グラフ内に示す各区分について、例えば R13 と表示したものはリム直径 13 インチを装着したタイヤを表している。

図9に示すリム外れ抵抗（タイヤの横力  $F_{sy}$ ）は、タイヤのビードの拡張力がリムのビード・シートの密着力として働くため、空気圧が大きいほどビードの拡張力が大きくなっていることを示している。この関係は

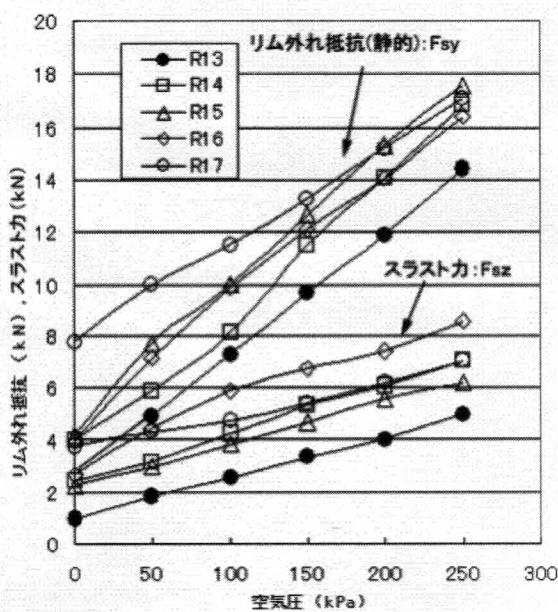


図9 空気圧と静的なリム外れ抵抗  
およびスラスト力の関係

リムのビード・シートに対するタイヤのビードの圧着力が空気圧と比例関係にあり、また全般的にリム直径が大きいほど、リム外れ抵抗が段階的に大きくなることを示している。

なお、図9の下部に示すビームにかかるスラスト力( $F_{sz}$ )は、横力( $F_{sy}$ )の分力として、ビームの支点とブロックまでの腕の長さのモーメントが、ビームの支点へ向かうスラスト（直角）方向への圧縮力として作用する。なお、スラスト力( $F_{sz}$ )は横力と同様に比例関係にあることを示している。

##### 4.2 動的なビードアンシーティング試験結果

動的なビードアンシーティングはスリップ角 15°、キャンバ角 0°、速度 3.6km/h (1m/s) で走行中に、荷重を順次増大させて、タイヤがリム外れに至ったときの最大抵抗( $F_{dy}$ )を測定値とした。図10は、タイヤのビードがリムのシートから離脱する瞬間を示している写真である。



図10 タイヤ試験装置上でタイヤのビードが離脱した瞬間

図11はリム直径 13 インチと 15 インチの 2 種類タイヤについて動的なビードアンシーティング実験を行った結果であり、空気圧を変えた場合のリム外れ抵抗および転がり抵抗の変化の関係を示す。

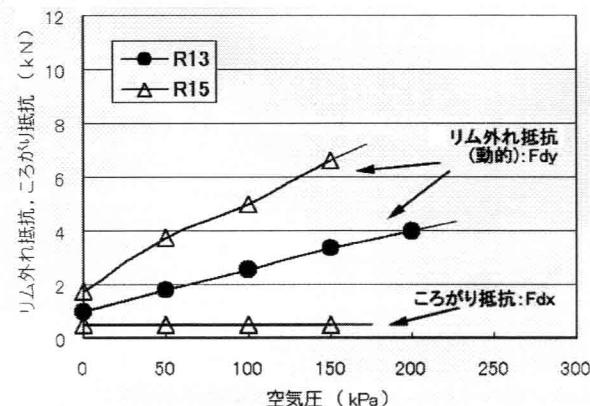


図11 空気圧と動的なリム外れ抵抗  
および転がり抵抗の関係

この実験結果より、静的なリム外れの場合と同様に空気圧の増加とともに動的なリム外れ抵抗( $F_{dy}$ )が大きくなっていることがわかる。

しかし、ころがり抵抗( $F_{dx}$ )について、空気圧を増加させてもほぼ一定値であった。この理由はタイヤの転動面がトレッド部からサイドウォール部に移り、実質的なタイヤの転動状態とは本質的に異なるためであると考えられる。

#### 4.3 静的および動的なビードアンシーティングの比較

静的なビードアンシーティング実験と動的なビードアンシーティング実験を比較するための明確な基準が確立されていないのが現状である。現在、ビードアンシーティングの基準として確立されているのは前述<sup>(3)(4)</sup>で示されている静的なビードアンシーティングの試験方法のみである。しかし実際のタイヤにおけるビードアンシーティング現象は転動状態において発生するもので、静的なビードアンシーティングと動的なビードアンシーティングを比較し、この双方の現象からビードアンシーティング現象をより実体的に解明すべきものであると考える。

図12は静的および動的のリム外れ抵抗と空気圧の関係を示す。動的なリム外れ抵抗( $F_{dy}$ )の値は静的なリム外れ抵抗( $F_{sy}$ )の50%程度であることがわかる。これは静的なビードアンシーティング現象がタイヤのリム外れ抵抗のみに依存するに対して、動的なビードアンシーティングはタイヤの横たわみによるビードの円周方向への引張り力が作用するためと判断される。

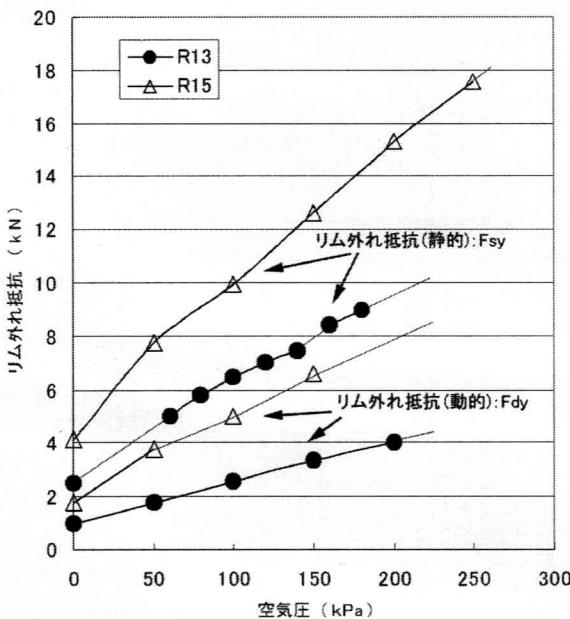


図12 空気圧と静的および動的なリム外れ抵抗の比較

#### 5. まとめ

(1) タイヤの動的なリム外れ抵抗の値は、静的な場合の1/2程度になった。この主な理由は、タイヤの横たわみによるビードの円周方向への引張り力が作用し、これがタイヤの空気圧によるリムへの圧着力に対抗していることが大きく影響しているものと考えられる。

なお、この横たわみがスラスト角およびタイヤの転動速度によって、どのような変化をするのかについて、今後の課題としたい。

(2) タイヤの空気内圧が高いほど、静的および動的なリム外れ抵抗は高くなる。設計常用荷重に対応する空気圧を大きく変えることはできないと思われるが、内圧を高くする方がリム外れ対策として望ましい方法であると判断される。

#### 謝 辞

おわりに、本研究の実施するにあたり、ご指導いただいた本学の元教授の酒井秀男先生に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- (1) 酒井秀男, タイヤ工学, グランプリ出版, P423-P426, (2001)
- (2) 酒井秀男, 走りをささえるタイヤの秘密, 裳華房, P.82-P.104, (2001)
- (3) 井上吉昭, 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, 全国自動車短期大学協会, 自動車整備技術に関する研究報告, Vol.28, P.24-P.27, (1999)
- (4) 井上吉昭, 清野達夫, 横井雅之, 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), 全国自動車短期大学協会, 自動車整備技術に関する研究報告, Vol.35, P.20-P.24, (2006)
- (5) 渡邊徹郎, タイヤのおはなし, 日本規格協会, P89, (1994)
- (6) 自動車整備専門学校協会, シャシⅡ, P117, (2002)
- (7) JATMA YEAR BOOK, (社)日本自動車タイヤ協会, P1-14, (2000)