

# タイヤのビードアンシーティングに関する研究\*

井上 吉昭<sup>1)</sup>

## Tire Bead Unseating

Yoshiaki Inoue

When the sidewall of the tire is subjected to large lateral forces during severe turning maneuvers, or curb scrubbing, the tire bead comes off the rim flange, and the inflation pressure within the tire capacity is rapidly released. This bead unseating might result in a serious accident.

In this study, to evaluate the ability of the radial tire's bead to remain seated on the rim and retain inflation pressure, static bead unseating test equipment was designed and produced based on JIS. Bead unseating tests were performed under different inflation pressures, tire widths, tire aspect ratios and rim widths.

**KEY WORDS:** Vehicle dynamics, Tire, Bead unseating,

### 1. はじめに

タイヤがリムから外れるビードアンシーティング現象は、自動車が急旋回時に大きな横力を受けた場合や歩道の縁石などにタイヤのサイドウォールが接触して大きな横力を受けた場合などに発生し、タイヤ空気圧の急激な低下を起し、自動車が走行不能になることが多い。しかし、ビードアンシーティング発生メカニズムについての研究はほとんど見られない。なお、ビードアンシーティングの試験方法に関しては、アメリカの米国連邦自動車安全基準 (FMVSS) の No.109 に規定されている静的なビードアンシーティング試験および試験装置がある。日本では、これを参考にした JIS 規格 (JIS D4230) が制定されているのみである。

筆者もビードアンシーティングに関する研究は静的試験および動的試験を中心に行ってきた<sup>(1),(2)</sup>。本研究では JIS 規格に定められている静的なビードアンシーティング試験について、試験機を製作し、タイヤ空気圧、タイヤ幅など種々の要素の影響について試験を行った。これらの試験結果を基に、タイヤのリム外れについての理論解析モデルを作成し、試験結果との比較検討を試みた。

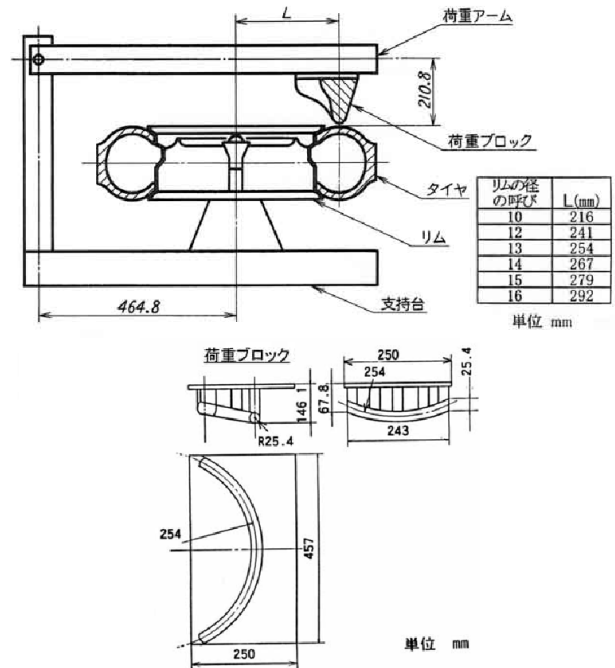
### 2. 試験装置および試験方法

#### 2.1. 試験装置

図1は JIS D4230 に規定されている試験装置およびタイヤ

に力を加える荷重ブロックを示す。この装置はリム径の異なる数種類のタイヤについて試験ができるように、アームの支点位置からブロックの固定位置までの長さLが変えられるように設計されている。図中の表には各種のリム径の呼びによる長さLを示している。

なお、荷重ブロックは鉄パイプを組み合わせて製作されている。



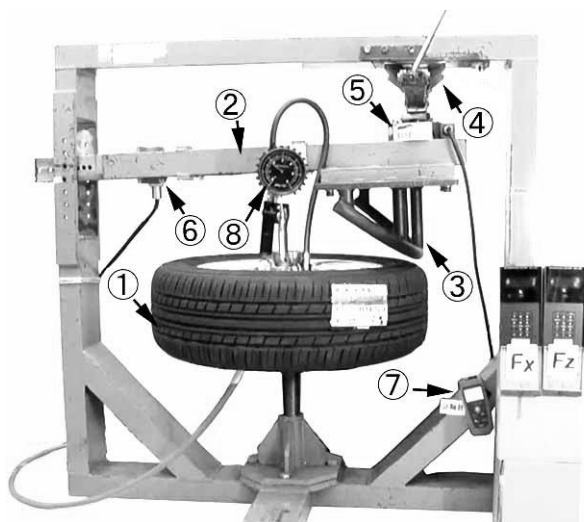
\*2015年8月6日受理。第47回全国自動車短大協会研究発表会において発表。

1) 大阪産業大学短期大学部 (574-8530 大阪府大東市中内3-1-1)

図1 試験装置および荷重ブロック

表1 試験装置の仕様

測定可能なリム径	インチ	10 ~ 16
最大荷重	N	垂直荷重 19600 スラスト荷重 9800
ビード加圧方法		パンタリフト拡張方法
大きさ	mm	横幅 1000 高さ 950 奥行 600



①：試験用タイヤ ②：荷重アーム，③：荷重ブロック，  
④：パンタグラフジャッキ，⑤：垂直荷重計測用ロードセル，  
⑥：スラスト荷重計測用ロードセル，⑦：タイヤたわみ量計測  
用レーザ距離計，⑧：タイヤ空気圧計測用ゲージ

図2 製作した試験装置

表1は製作された試験装置の仕様を示す。

図2は製作した装置を写真で示す。なお、荷重ブロックにかかる荷重は、図の右上のパンタグラフジャッキにより加えられる。

試験装置では、タイヤにかかる垂直荷重、スラスト荷重、タイヤ空気圧、タイヤたわみを計測した。なお、JISでは試験におけるタイヤ空気圧は180kPaとしている。

タイヤにかかる垂直荷重（タイヤについては横力： $F_y$ ）、スラスト荷重（タイヤについては垂直反力： $F_z$ ）の関係は図3に示す。

## 2.2. 試験方法

試験はJIS規格に基づき、以下の方法により行った。

- (1) 試験用タイヤの両側のビードを洗浄し、乾燥してから規定のリムに潤滑剤を用いずに組み付け、規定の試験空気圧を充填し、常温で3時間放置した後、規定の空気圧に再調整する。

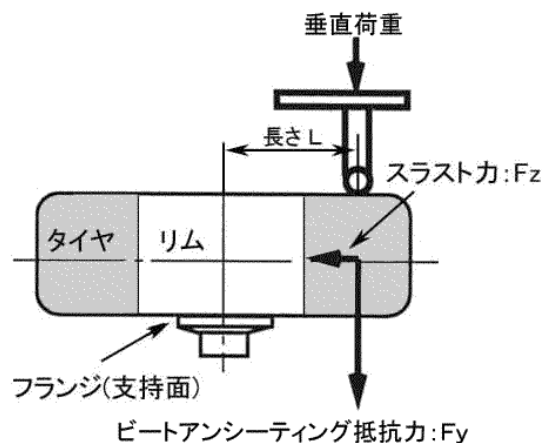


図3 タイヤに作用する力

- (2) 上述の試験用タイヤを図2のように試験装置に取り付け、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付け、ビードがリムから外れるまで荷重を加える。
- (3) ビードがリムから外れた時の荷重をビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  とする。その時のスラスト力を  $F_{zm}$  とする。
- (4) この試験をタイヤ外周上の4等分した箇所について行なう。

## 2.3. タイヤがリムから外れる経過の様子

図4(a)から図4(c)はタイヤ175/65R14を用いたビードアンシーティングの試験において、タイヤがリムから外れる経過を示している。図4(a)は荷重ブロックを所定に位置にセットした状態。図4(b)は荷重をかけ、荷重ブロックがかなりタイヤに食い込んでいる状態。図4(c)はさらに荷重を加えて、タイヤがリムから外れ、ビードアンシーティングが発生している状態である。

また、図5は時間経過によるタイヤたわみ量と垂直荷重  $F_y$  およびタイヤ空気圧  $p$  の変化の様子が示されている。図中の記号aからcは図4(a)から(c)に該当している。図から垂直荷重  $F_y$  を増加させると荷重ブロックがタイヤに食い込みはじめる。これにより、タイヤが変形し空気圧もわずかであるが増加する。これは荷重増加によりタイヤが変形し、体積が減少するために、空気圧が増加せざるを得ないためと思われる。リムがタイヤから外れる直前のc点における  $F_y$  の値がこの条件におけるビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  となる。

## 3. 実験結果

### 3.1. タイヤ空気圧によるビードアンシーティング抵抗値の変化

図6は175/65R14および175/65R15の2種類のタイヤについて、空気圧を0,50,100,150,180,200,250kPaと変化させた時

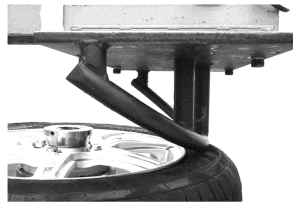


図4(a) 所定位置にセットした状態



図4(b) 荷重を加えている状態



図4(c) タイヤがリムから外れた状態

図4 静的なビードアンシーティング試験における  
リム外れ経過の様子

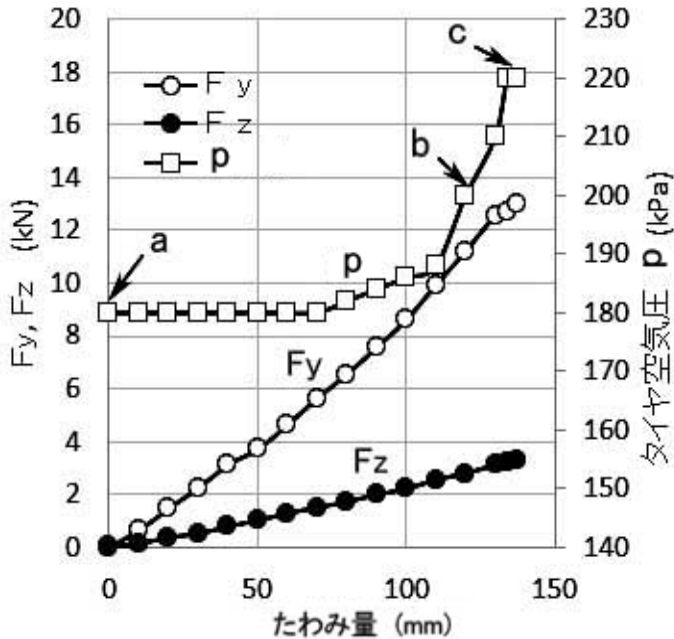


図5 タイヤたわみ量と垂直荷重  $F_y$ ,  $F_z$  および  
タイヤ空気圧  $p$  の変化の様子

のビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  と  $F_{zm}$  の関係を示している。いずれのタイヤにおいても空気圧の増加に伴い、ビードアンシーティング抵抗値も増加することがわかる。これはタイヤ空気圧の増加によりタイヤとリムが接触する圧力が大き

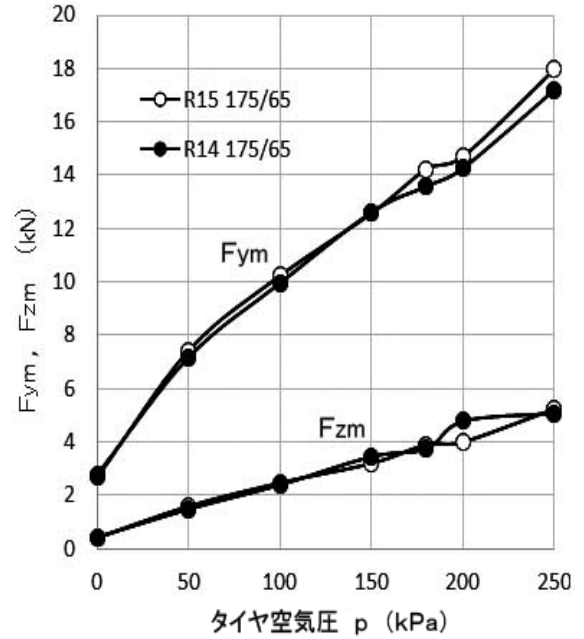


図6 タイヤ空気圧によるビードアンシーティング抵抗値  
 $F_{ym}$  の変化

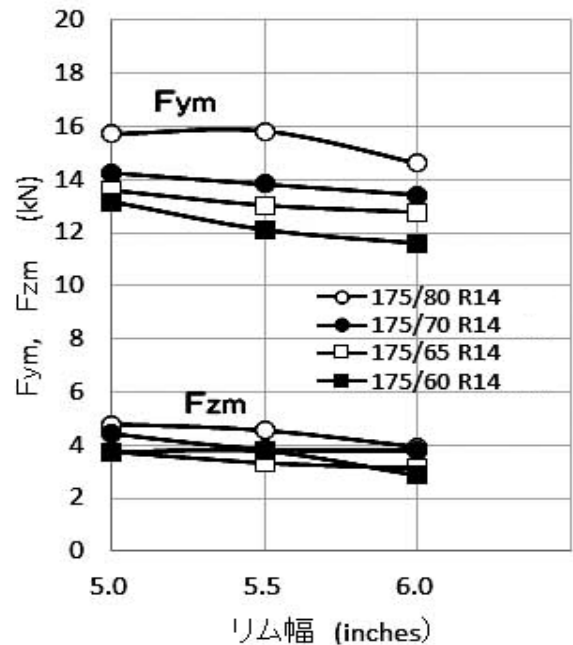


図7 リム幅によるビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$   
の変化

くなるためにリムが外れにくくなり、ビードアンシーティング抵抗値も増加するためと思われる。この傾向はタイヤサイズに関係なく生ずる。したがって、タイヤ空気圧が低くなると、リム外れが起こりやすくなる。ビードアンシーティングを防ぐうえで、タイヤ空気圧のチェックは非常に重要である。

### 3.2. 使用リム幅による抵抗値の変化

一般に使用可能なリム幅は標準リム幅のほかに2~3種類設定されている。たとえば、175/60R14では、標準リム幅が5インチで、適用リム幅が5~6インチになっている。標準リム幅は適用幅のうち、やや小さめに設定されているが多い。

図7はタイヤ幅175mm, 14インチのリムを使用し、扁平率が60,65,70および80%の4種類のタイヤを幅5, 5.5および6インチの3種類のリムにつけた場合のリム幅とビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  の変化を調べたものである。

いずれの扁平率のタイヤにおいても、リム幅が大きくなると、ビードアンシーティング抵抗値は小さくなる。この傾向は他のタイヤにおいても同様であった。

### 3.3. タイヤ幅による抵抗値の変化

JIS D4230では、ビードアンシーティング最小抵抗値は表4に示すようにタイヤ幅により3種類に分類され、タイヤ幅が広いほど抵抗値も大きくなる。試験では、155/65R14(リム幅4.5インチ), 175/65R14(リム幅5インチ)および215/65R14(リム幅6.5インチ)の3種類のタイヤを用いた。タイヤ空気圧は180kPaである。表4の最下段の欄には、試験により得られたビードアンシーティング抵抗値を示す。いずれのタイヤについても、JISの基準値(最小抵抗値)を超えていることがわかる。

表4 ビードアンシーティング抵抗値  
(JIS規格による乗用車用タイヤ表示) 単位N

	断面幅の呼び160未満	断面幅の呼び160以上205未満	断面幅の呼び205以上
基準値 (最小抵抗値)	6670	8890	11120
測定した タイヤ	155 / 65	175 / 65	215 / 65
試験結果	12670	13590	13960

図8はタイヤ幅の異なる3種類のタイヤについて、タイヤのたわみ量とビードアンシーティング抵抗値  $F_y$  の関係を表したものである。いずれのタイヤでもたわみ量の増加に伴いビードアンシーティング抵抗値  $F_y$  の値も増加するが、タイヤ幅155mmが最初にリム外れは起こる。タイヤ幅175mmではたわみは大きくなるが、ビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  はタイヤ幅215mmの値よりも小さい。すなわち、タイヤ幅が広いことはビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  の増大につながることを示していると思われる。

なお、図8ではタイヤ幅が60mmの差があるために適用リム幅を変えたが、リム幅の影響を除くために、同一リムを使用してタイヤ幅によるビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  の関係を求める実験を行った。表5に実験結果を示す。

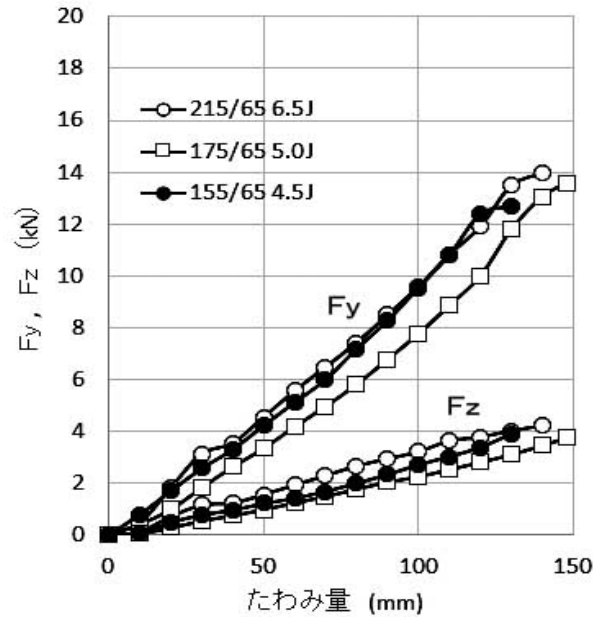


図8 タイヤ幅によるビードアンシーティング抵抗値  $F_y$  の変化

表5 タイヤとビードアンシーティング抵抗値の関係

タイヤ種類	155/65	175/65	195/65
ビードアンシーティング 抵抗値 $F_{ym}$ (kN)	11.6	13.2	14.5

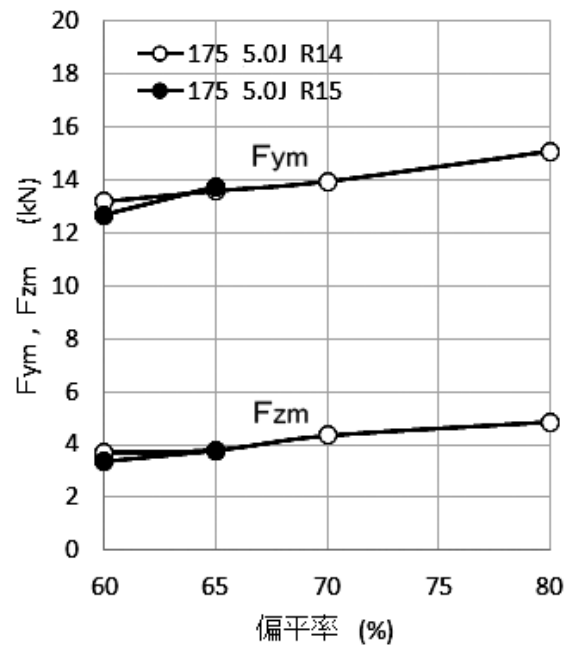


図9 偏平率によるビードアンシーティング抵抗  $F_{ym}$  の変化

使用リムは外径14インチ, 幅5.5インチ, タイヤ空気圧180kPaである。

この表5から図8と同様にタイヤ幅が大きくなると、ビードアンシーティング抵抗値が増大することがわかる。

### 3.4. タイヤ偏平率による比較

図9には、タイヤ幅 175mm, 14 インチのリム使用で偏平率が 60,65,70 および 80%の4種類のタイヤについて、空気圧を 180kPa とした時のビードアンシーティング抵抗値  $F_{ym}$  を示している。なお、図には参考として、タイヤ幅 175mm, 15 インチのリム使用した場合の偏平率 60 および 65%の試験結果も合わせて示す。

試験結果では、偏平率が小さいほどビードアンシーティング抵抗値が小さいためにリム外れが起りやすい。

### 4. ビードアンシーティング解析用数値モデル

試験結果を検討するために、解析モデルを酒井による計算モデル<sup>(3)</sup>を基に作成した。図10は175/65 R14のタイヤに外側から横力(図の矢印)が作用し、横方向たわみが増えたときのタイヤの断面形状の変化を示したものである。拡大図が示すように横方向たわみが大きくなると、外側のリムとの接触長さが小さくなるのがわかる。

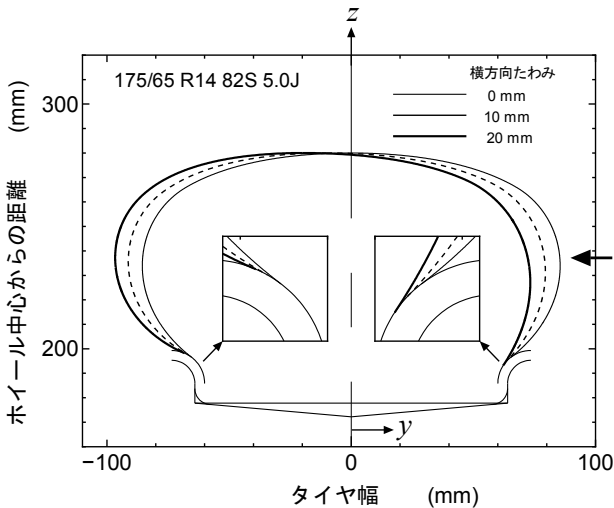


図10 横方向に力を加えたときのタイヤ断面形状の変化の計算例

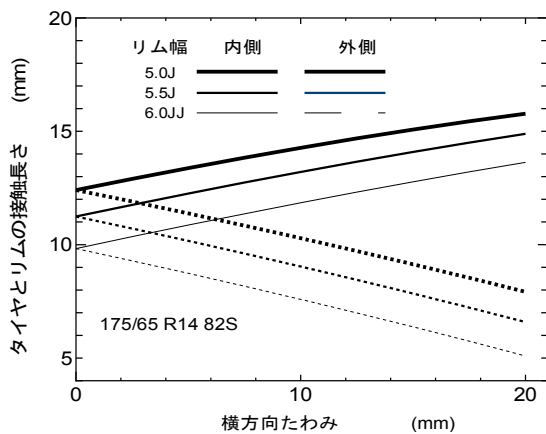


図11 リム幅の変化によるタイヤとリムの接触長さ

また、図11はリム幅5, 5.5および6インチについて、横方向たわみによるタイヤと内側, 外側のリムとの接触長さの変化を計算した結果である。外側のリムとの接触長さは横方向のたわみが大きくなるにつれて小さくなり、リム幅が大きくなるほど小さくなっている。図7の試験結果では、リム幅が大きくなると、ビードアンシーティング抵抗値は小さくなっている。このことはリムの接触長さがタイヤのリム外れと関係があると思われる。接触長さが短いとリム外れが起りやすい。すなわち、ビードアンシーティング抵抗値が小さい。これらについては、さらに詳しく検討する予定である。

### 5. まとめ

JISに基づく静的なビードアンシーティング試験を中心に、試験機を製作し、タイヤの様々な要素についての試験結果およびビードアンシーティング用解析モデルの検討を行った結果、以下のことがわかった。

1. タイヤのリム外れに対する静的なビードアンシーティング抵抗値を求める試験において、リム外れの経過を詳しく観察することができた。また、この試験において、ビードアンシーティング抵抗値、空気圧の変化の様子がわかった。
2. 試験において、ビードアンシーティング抵抗値に影響を及ぼす要素として、タイヤ空気圧、リム幅、タイヤ偏平率、タイヤ幅などを検討したが、タイヤ幅の影響が大きいことがわかった。
3. 提案したタイヤ解析モデルによるビードアンシーティング抵抗値の算出は、今後、各種の要素による実験結果との対応を行うことによりさらに正確なモデルの作成が可能と思われる。

### 謝辞

おわりに、本研究の実施にあたり 財団法人 東京自動車技術普及協会からの研究助成を賜りましたことを感謝いたします。

### 参考文献

- (1) 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研究発表会誌, Vol. 28, pp. 24-27 (1999).
- (2) 井上吉昭 他2名: 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研究発表会誌, Vol. 35, pp. 20-24 (2006).
- (3) 酒井秀男, タイヤ工学, グランプリ出版, pp. 94, 2001.