



FFT分析器を用いた 大型車のホイールボルト・ インナーナット点検器

大型車の車輪脱落の原因になる、「ホイールボルトの折損やインナーナットの緩み」が、誰にでも簡単に検査できる、画期的な点検器です。



頻発する大型車のホイールボルト折損による車輪脱落事故（図1）を受けて行われたホイールボルト緊急点検の実施結果（平成16年国土交通省発表）によると、トラックの約2%で、ボルト・ナットおよびホイールに何らかの異常が見つかっています。

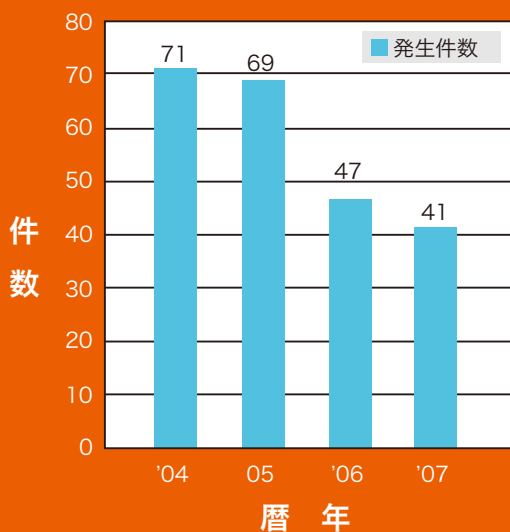


図1 車輪脱落事故発生状況（平成16年～平成19年）

車輪脱落防止のための正しい車輪の取扱いについて

車輪の脱落は、路上故障や他の交通の妨げとなるばかりでなく、人の命に係るなど、場合によっては、重大な事故を引き起こし、社会的信頼を損なうことにもなりかねません。社団法人日本自動車工業会が作成した「大型トラック・バス車輪脱落防止のための正しい車輪の取扱いについて2007年9月」には、日常点検整備時の注意事項などが、詳細に書かれています。そこには、「車輪が脱落するまでには、必ず予兆があります。日常点検や定期点検をしっかりと行えば、車輪脱落事故は防止できます。」とあり、日常点検の重要性が強調されています。

現状の日常点検では、ナットの脱落や錆などがないかを目視で点検したり、ハンマを使ってナットを叩いたときに、指で感じる振動が他のナットと違っていないか、濁った音がしていないか調べたり、タイヤの空気圧を点検したりしています（図2）。ただし、目視では、ナットやホイールで隠れている見えない部分のボルトの傷やひびなどは確認できません。また、ハンマでナットを叩いて緩みを点検する方法では、かなりの熟練した技術が必要です。ダブルタイヤ構造の後輪では、前輪に比べて奥まった位置にボルトがあるほか、車輪やボルトの本数が多い大型車やトレーラなどでは、点検には手間と時間が掛かります。特に、JIS方式の後輪（図3）では、インナーナットとアウターナットで、2つのホイールを別々に締め付けていますので、ホイールボルトが隠れてしまい、目視の点検はできません。ハンマによる点検も複雑な構造をしているため、より熟練した技術と時間を要求されます。十分に注意して日常点検を行わなければ、車輪が脱落する予兆を見逃すことになるかもしれません。

3ヶ月点検では、まず、アウターナットを一旦緩めて、インナーナットを規定のトルクで締め方向に締め付けます。その後アウターナットを規定のトルクで締め付けることになっています(図4)。トルクレンチなどを使って、車種によって決められているトルクできちんと締め付けを行い、ホイー

ルボルトに十分な軸力が加わっていれば、より安心です。ただし、ボルト・ナットの半数ごとに、点検作業を繰り返し行う必要があります。見落としや締め忘れなどのケアレスミスが起きてしまえば、せっかくの点検も無駄になりかねません。

図2 日常点検整備の方法

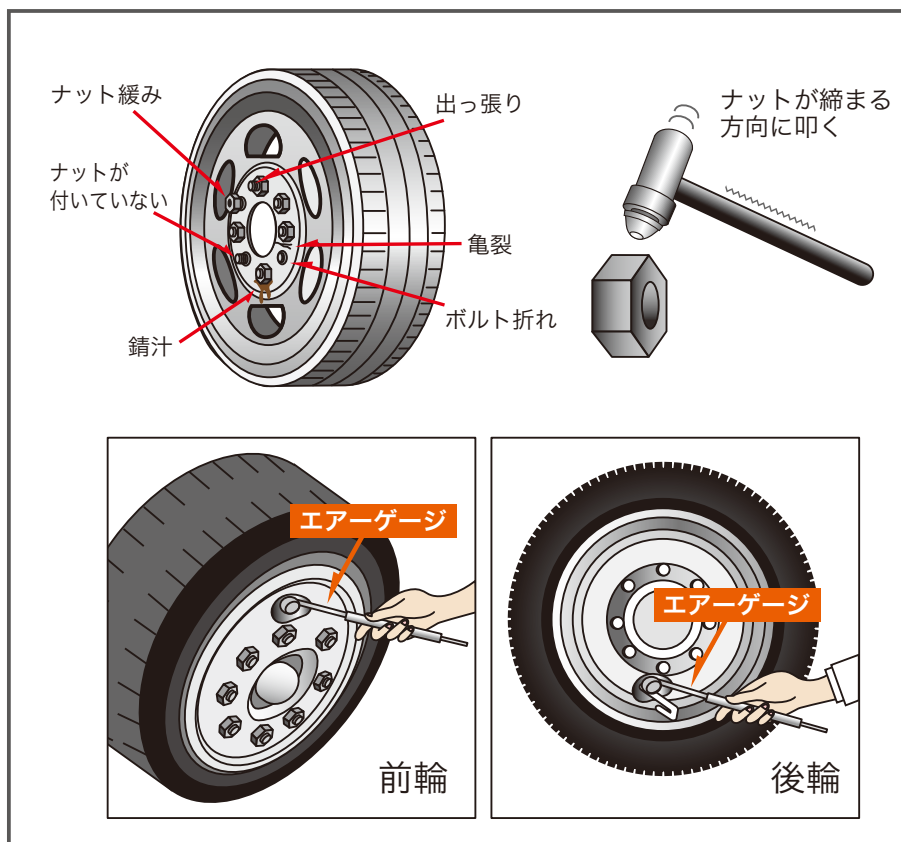


図3 ホイールの取り付け方法 (JIS方式)

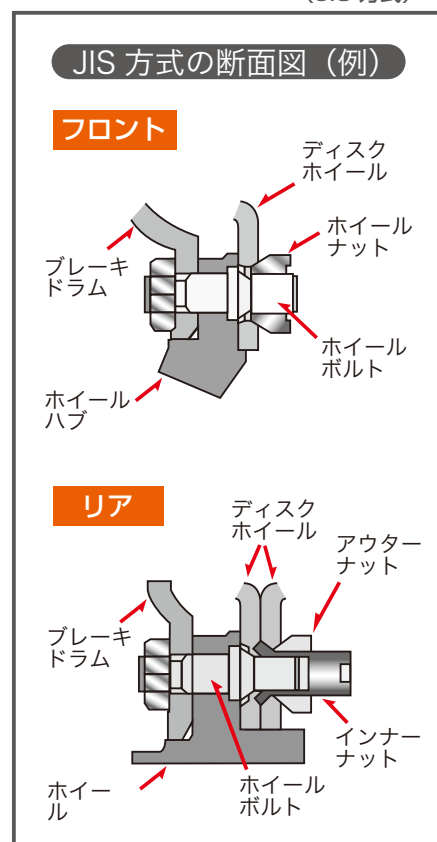
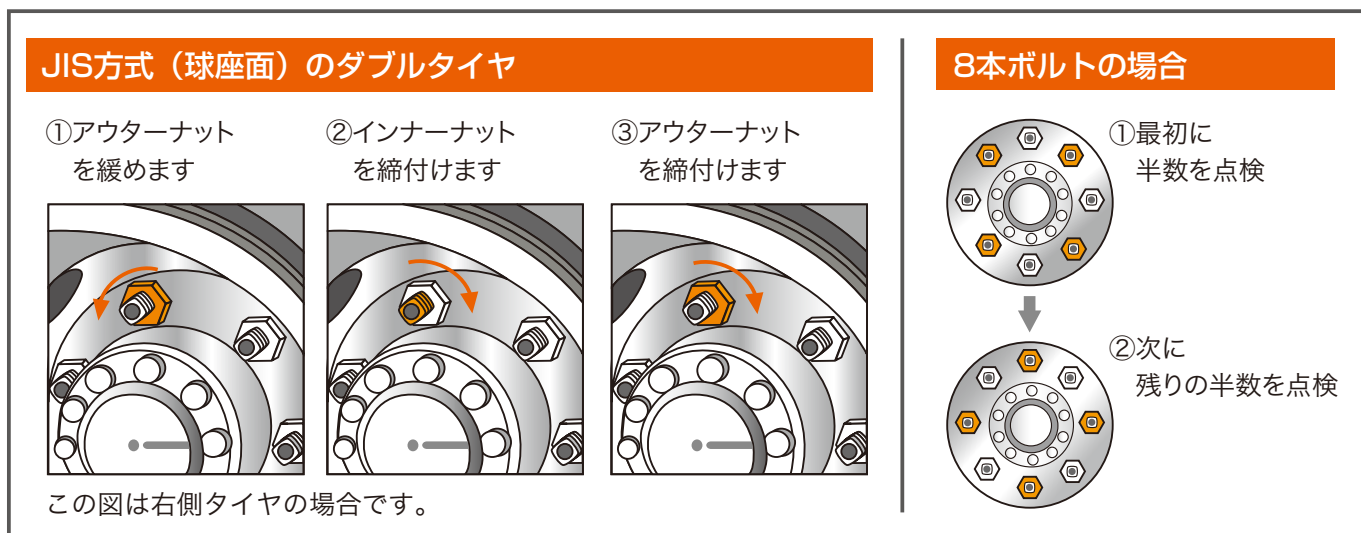


図4 3ヶ月点検の方法 (JIS方式の後輪)



簡便な日常点検方法の提案

そこで、JIS方式のダブルタイヤ構造の車輪の点検のために、「FFT分析器を用いた大型車のホイールボルト・インナーナット点検器」を提案しました。この点検器では、日常点検と同じように、ハンマを使ってインナーナットの頭頂部を叩きます(図5)。ハンマには、インナーナットを叩いたときに、インナーナットに加わった力を検出するためのセンサが取り付けられています。

まず、トルクレンチを用いて、きちんとしたトルク管理(600 N·m)を行って、十分な軸力を取り付けられたインナーナットとアウターナットのインナーナットを叩いたときに検出された力の時間変化(時間波形)とFFT分析結果を図6に示します。力の時間波形からは、ハンマによって非常に短い時間で力が入力されている(鋭いスパイク信号)ことがわかります。図では、2/10 000秒間程度になります。この時間波形(時間領域)を、FFT分析器によって周波数領域に変換すると、10 kHzまで、ピーク・ディップのないスムーズな曲線を描く周波数特性を示しています。同じようにホイールボルトが8本の大型車の後輪(JIS方式のダブルタイヤ構造)をハンマで点検してみた結果が図7です。

8本のうち7本は、600 N·mのトルクで締め付けられたインナーナットとアウターナットと同じように、ピーク・ディップのないスムーズな曲線を描く周波数特性を示しています。

ところが8本のうち1本(緑線)だけ、ほかのボルトの結果とは明らかに違った周波数特性のものがありません。そのボルトを詳しく調べてみたところ、インナーナットの締め付けトルクが規定に満たず、ホイールボルトの軸力が低下していたことがわかりました。そのときのハンマによるインナーナットへの入力(時間波形)が図8です。きちんと600 N·mでトルク管理されたインナーナットとアウターナットでは、図6のよう

図5 提案した日常検査方法

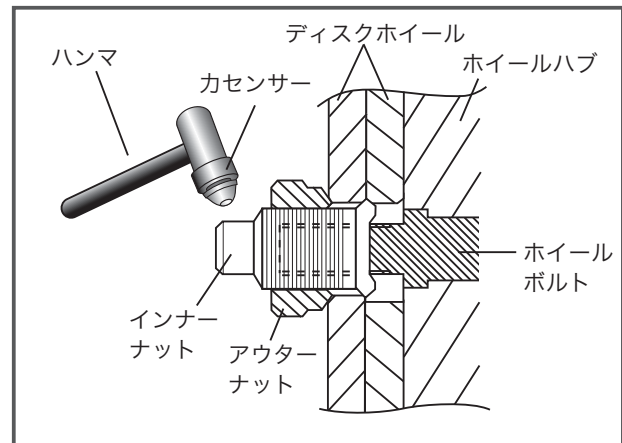
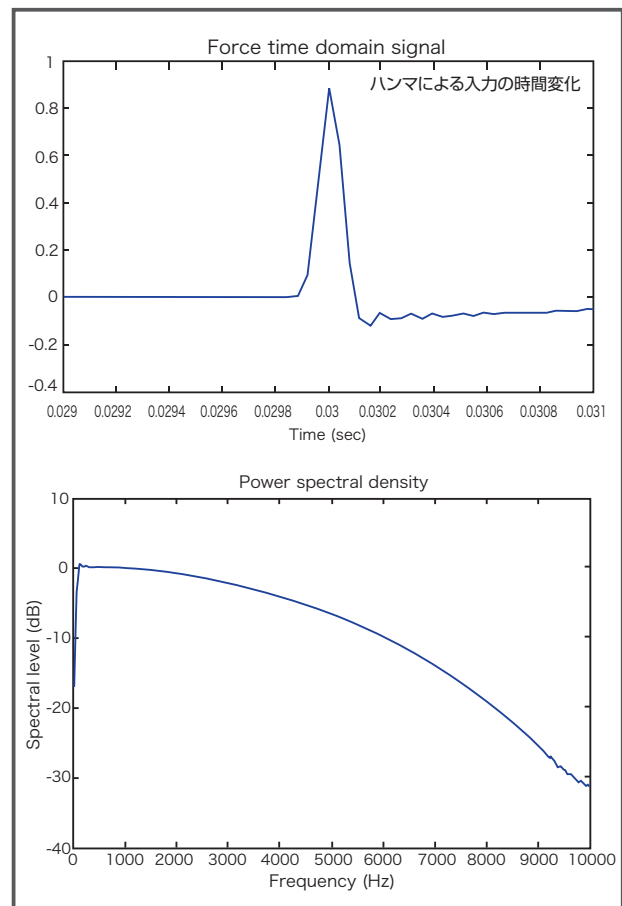


図6 十分な軸力で行われたボルト・ナットの検査結果

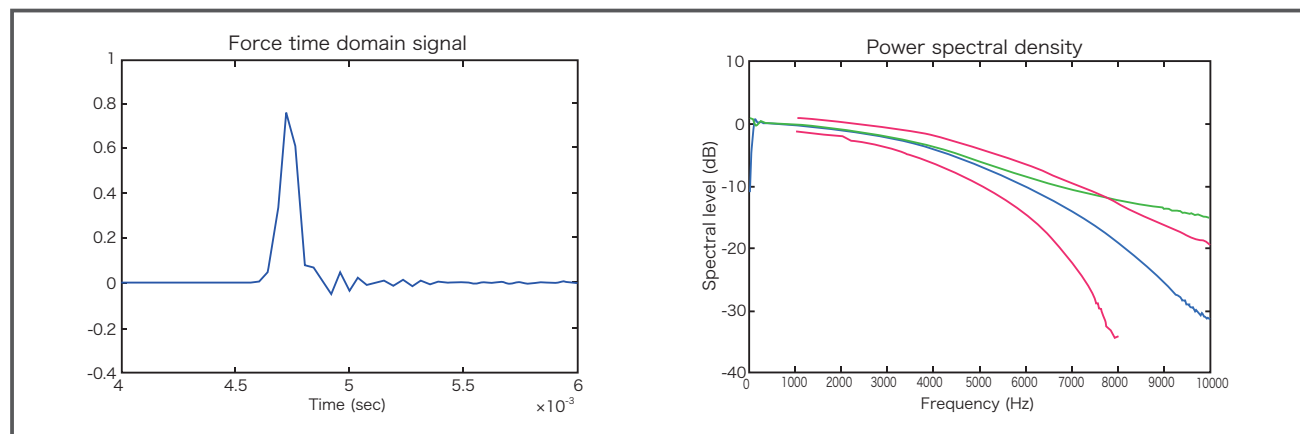


な2/10 000秒の間に鋭いスパイク信号が現れます。

一方、インナーナットの締め付けトルク不足によってホイールボルトの軸力が低下した場合(図8)では、ややスパイク信号が広がった形になり、少しつぶれて見えます。

そこで、故意にトルク不足の締め付け方にして、ホイールボルトの軸力を半分程度にした場合と、ホイールボルトを切断し、インナーナットをアウターナットで締め付けた状態（ホイールボルトが完全に折損した状態、アウターナットの締め付けトルクは600 N・m）での検査をしてみました。図9のホイールボルトの軸力を半分程度にした場合では、インナーナットへの入力的时间波形（図9の左図）がやや歪な形になっています。ただし、十分な軸力が得られている図6の時間波形と比べて大きな違いは見られません。一方、FFT分析結果（図9の右図の緑線）では、十分な軸力が得られているボルト・ナット（青線）とは、明らかに異なる特性を示しています。これまでに蓄積した十分な軸力が得られているボルト・ナットのFFT分析結果をもとに設定した正常範囲（2つの赤線に挟まれた範囲）からも約8 kHz以上で外れています。また、ホイールボルトを切断することで、ホイールボルトが完全に折損した状態では、スパイク信号の直後（約1/10 000秒後）に小さなスパイク信号が存在しています（図10の上図）。十分な軸力が得られている図6の時間波形とは、わずかな違いですが、FFT分析結果（図10の下図の緑線）では十分な軸力が得られているボル

図9 ホイールボルトの軸力を半分にしたボルト・ナットの検査結果



ト・ナット（青線）とは大きく異なり、正常範囲（2つの赤線に挟まれた範囲）からも約7 kHz以上で外れています。

図7 大型車の後輪（ボルト・ナットが8本のJIS方式のダブルタイヤ構造）の検査結果

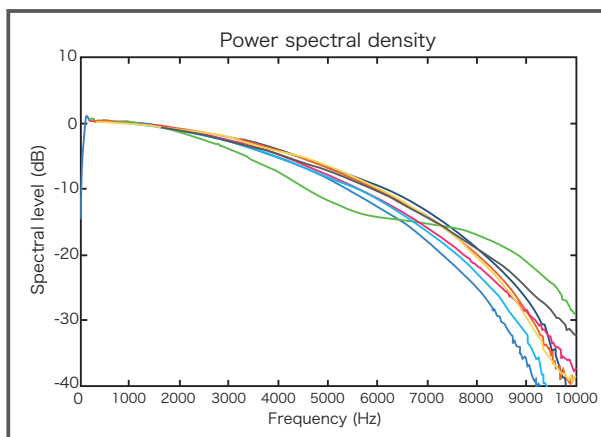
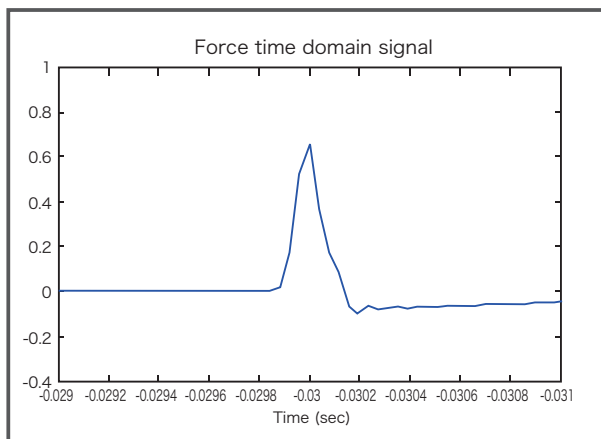


図8 インナーナットの締め付けトルク不足によって軸力が低下したボルト・ナットへのハンマによる入力的时间波形

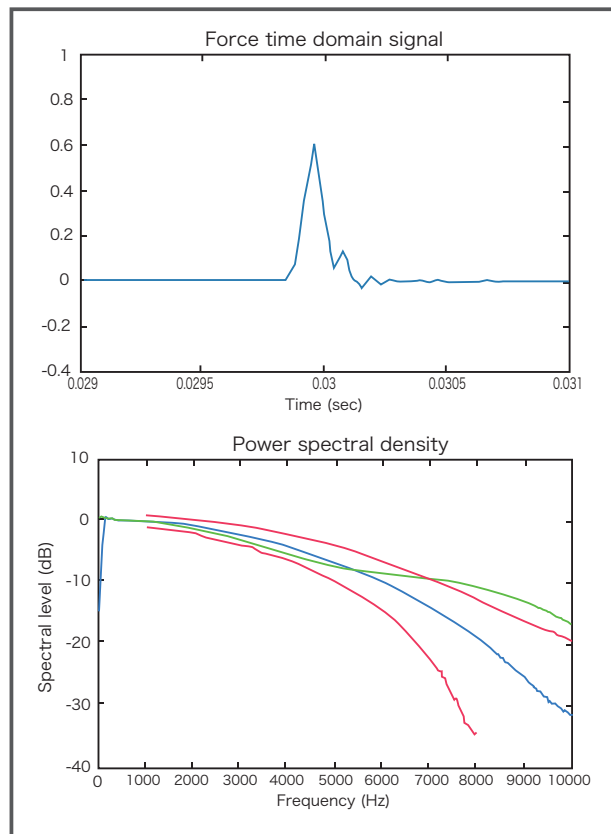


このように、インナーナットへの入力的时间波形だけでは、容易に判断できない締め付けトルク不足による軸力の低下やホイールボルトの折損を、FFT分析器を使用して周波数領域で比較すれば、簡単に判定可能となります。

インナーナットだけでなく、アウターナットの締め付けトルクが不足して、軸力が低下している場合、あるいはインナーナットとアウターナットの両方の締め付けトルクが不足して、軸力が低下している場合も判定することが可能です。また、定期点検では、異常がなくても、その後、ボルトやインナーナットの見えない部分でのひびや傷、伸びなどが生じたことで、軸力が低下した場合にも同様の現象がおきることが実験的に確認されています。この検査器では、1本のボルト・ナットに対して、ハンマで1度だけ叩くだけで良・不良の判定ができ、他のボルト・ナットと比較する必要はありません。ハンマでナットを叩いたときに、指で感じる振動が他のナットと違ってないか、他のナットより濁った音がしていないかを判定する従来の点検方法よりも短時間で済みます。ハンマでナットを叩いたときの音を、耳で聞き分ける必要もありません。幹線道路沿いのような、さわがしい場所でも、自動車のエンジンがかかった状態でも点検ができます。熟練した技術も必要ありません。インナーナットを叩く強さを加減するだけで、誰でも短時間で習熟できる程度の簡単な検査方法です。

*この検査方法は、社団法人日本自動車機械工具協会・財団法人小林理学研究所・リオン株式会社の3社で、特許出願中です。

図10 ホイールボルトが完全に折損したボルト・ナット(アウターナットの締め付けトルクは600 N・m)の検査結果



日本経済の状態の悪化とともに、人件費・設備管理費等は大幅に削減されています。安全に関わる必要な検査がおろそかになれば、車輪脱輪事故が相次ぐ結果になりかねません。

今後、検査器の信頼性向上と普及をはかるなど、さまざまな活動をリオン株式会社は行って参ります。

 **リオン株式会社** <http://www.rion.co.jp/>

技術相談受付  **0120-26-1566** 当社の休日および土・日・祝日を除く 9:00~17:00

本社・音響振動計測器営業部 〒185-8533 東京都国分寺市東元町3丁目20番41号
TEL.042-359-7887 FAX.042-359-7458

この印刷物は環境に配慮した植物性大豆油インキ・再生紙を使用しています。
0905-2 0910.P.T