

# タイヤ脱着に係るホイールナット締め付けについての検証\*

高原 崇直<sup>1)</sup> 下洞 智志<sup>2)</sup> 熊田 康宏<sup>3)</sup>

## Corroboratory Experiments on Undue Clamping of Wheel Nuts in Exchanging Tires

Sunao Takahara Satoshi Simobora Yasuhiro Kumada

We have been aware that students frequently end up tightening the wheel nuts instead of unscrewing it while they are working on exchanging tires. This blunder on the job is caused by mistaking a counterclockwise screw for a clockwise one, and leads to the breakage of the binding unit, threatening a grave traffic accident.

We have inquired of our students about their undue operations, examined the damages brought by too much of clamping to the wheel bolts and nuts by way of experiment, and investigated into the dangers of the damaged vehicle in motion.

Key Words: Maintenance, Safety, Regulation / Wheel bolt and nut, Torque wrench, Impact wrench, Screw thread ⑱

### 1. ま え が き

近年、大型車のタイヤ脱落事故が、大きな社会問題になっている。この原因に、タイヤ脱着作業に於けるホイールナット（以下、ナットと表記）の過度な締め付けトルクによるホイールボルト（以下、ボルトと表記）の損傷等が報告されている。

よって、自動車関係諸団体には国土交通省等により、関連箇所の点検の実施や、タイヤ取り付け時のトルクレンチ等を使用した適切な作業方法が指導され、更に、大型車（車両総重量8トン以上または乗車定員30人以上）を対象として、「自動車点検基準」（運輸省令第七十号）及び「自動車の点検及び整備に関する手引」（運輸省告示第百六十二号）が、2007年4月1日より改正施行され、日常点検整備、定期点検整備及びタイヤ交換の正しい方法が法令に於いて規定された。

本学の実習授業に於けるトラックからのタイヤ脱着作業要領の中で、前述の法令に基づいた教科書<sup>(1)</sup>記載の点検及び整備を行ってきた。

しかし、その実習授業に於いて、教科書記載の点検及び整備にも関わらず、ボルトの損傷が発生した。

よって、学生の作業に於ける損傷の原因を詳細に分析したところ、実習授業で使用されている車両のボルトは、JIS方式によるねじのため、車両の左側は左ねじとなっている。そのため、圧縮空気圧力を利用した大型インパクトレンチを使用してナットを緩める際に、作業者が回転方向の誤解を起し、

締め付け方向である左回転を、誤って与える結果となるため、ボルト並びにナットが損傷していることが判明した。

そこで、誤った緩め操作によるボルト並びにナットの損傷を再現することで、損傷原因の一端を明確にし、タイヤ脱着作業に於ける点検要領の改善策を探ることが出来たので、ここに報告する。

### 2. 調 査

車両左側のボルト並びにナットの損傷が、左ねじに起因するナットの緩め作業時の作業による誤った操作の可能性の存在を確認するために、調査を行った。

今回の研究は、実習授業に於ける学生への指導内容の充実は勿論、大型車のボルトに係るタイヤ脱落事故の件数減少に寄与出来る可能性も考えられる。

よって、自動車整備士資格を取得し、整備工場で就労している卒業生65名を無作為に選抜し、車両左側のディスクホイール取付けが左ねじ仕様のタイヤ脱着作業の経験の有無を問い、更に、作業経験の有る者には、インパクトレンチを使用して左ねじを緩める場合に、回転方向の誤解による締め付け方向への誤った操作の経験の有無についてアンケート調査を行った。

図1に示す通り、左側ホイール取付けが左ねじ仕様車両のタイヤ脱着作業の経験者は、89.2%であり、その内、インパクトレンチを使用して左ねじを緩める場合に、回転方向の誤解による締め付け方向への誤操作の経験者は、75.9%であった。

\*2010年8月6日受理。第42回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)・2)・3) 高山自動車短期大学(506-8577 岐阜県高山市下林町1155番地)

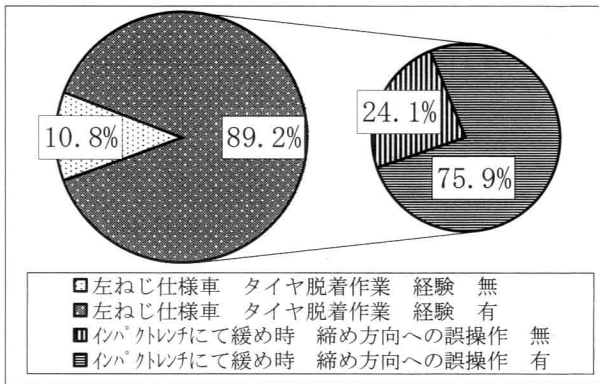


図1 左ねじ仕様車の整備経験率と  
緩め方向への誤操作の経験率

### 3. 試験方法

ボルト並びにナットの損傷原因と、損傷したボルト並びにナットを使用した場合の危険性を調べるために、二つの試験を行った。

- ①ボルト並びにナットの損傷原因を調べるための誤った緩め操作回数に対するボルト損傷試験
- ②損傷したボルト並びにナットを使用した場合の危険性を調べるための走行試験

試験用工具は、表1の諸元を有する図2の大型車用エア式インパクトレンチを使用し、試験時の圧縮空気圧力は、実習授業時と同圧力の882.6kPaとした。

表1 インパクトレンチ諸元

メーカー名	東空販売(株)
型式	MI-39GL
最大トルク	1,960N・m
質量	38kg
全長	504mm
無負荷回転数	4,700min <sup>-1</sup>
無負荷時空気消費量	1.60m <sup>3</sup> /min
負荷時空気消費量	1.00m <sup>3</sup> /min

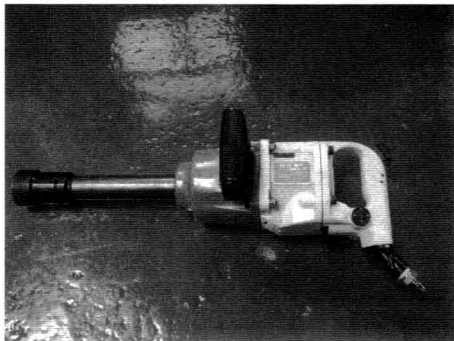


図2 大型車用エア式インパクトレンチ

試験車両は、表2の車両を使用し、ボルト並びにナットは、試験車両に装着されているものと同様のメーカー純正品を使

用した。

また、試験箇所は、試験車両の後輪が、JIS方式による2個のナットでの締め付けになっているため、前輪の左側タイヤのみでの試験を行った。

表2 車両諸元

車名	いすゞ
型式	KK-NKR6EA
総排気量	4,334cm <sup>3</sup>
空車時前軸荷重	14,406N
空車時後軸荷重	8,036N
最大積載量	19,600N
ねじサイズ	M18 × 1.5
ホイールサイズ	16 × 5.5J
タイヤサイズ	195/85R16
ホイールナット規定トルク	392~490N・m

#### 3.1. 誤った緩め操作回数に対するボルト損傷試験

実習授業に於いて、左側タイヤのナットを緩める際に、学生が回転方向の誤解を起こしている、1回目の緩め作業で緩まないため、初期の締め付けトルクが過大と考えてしまい、回転力調整ダイヤルで緩めトルク（実際は締め付けトルク）を上げた後、更に2回目を行うが、緩まないため、そのことに疑問を感じながらも3回目を行い、そこで初めて回転方向の誤解を起こし、締め付けていることに気がつくことから、平均して3回の締め付け方向である左回転を繰り返していた。

よって、試験方法は、車両のジャッキアップを行い、車両左前タイヤの全ナットをトルクレンチにて規定トルク 392N・mで締め付ける。その後、任意に選択されたナット1本に対し、回転力調整ダイヤルを最大値にした状態のインパクトレンチにて、締め付け方向である左回転の打撃を2秒間与えた後、3秒間停止する。この工程を、3回繰り返した後、車両からタイヤを取り外す。これを誤った緩め操作1回とした。

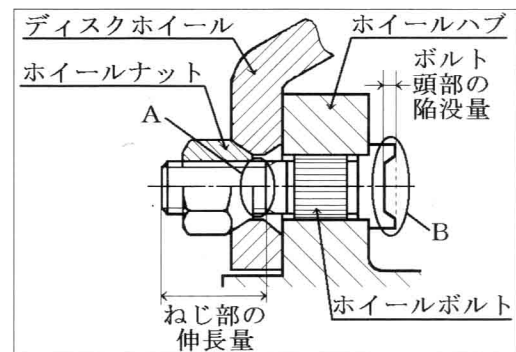


図3 ホイールボルト断面図

誤った緩め操作を数回繰り返すと、ナットは、手回しで奥まで入らず、ホイールハブとの間に隙間の発生が確認された。これは、図3に示すAの箇所でのねじ部の伸長が原因である。

また、ボルト頭部に於いても図3に示すBの箇所での陥没が確認された。

そこで、何回目の誤った緩め操作で、ホイールハブとナットとの間に隙間が発生するかを確認した。この時の塑性変形の進行状態を確認するために、ボルトのねじ部の伸長量、ボルト頭部の陥没量をマイクロメータにて計測した。

尚、インパクトレンチによる誤操作を行っていないボルト並びにナットについて、トルクレンチを用いて規定トルク392N・mで締め付けた後、スピナハンドル等のハンドツールを使用して緩める作業を7回繰り返したが、ホイールハブとナットとの隙間量、ボルトのねじ部の伸長量及び頭部の陥没量の変化は、無いことを予め確認した。

### 3.2. 走行試験

試験車両の左前側のディスクホイール取り付けボルト全5本中、ボルト頭部の陥没量が多いボルトを1本、ねじ部の伸長量が多いボルトを3本、正常なボルトを3本装着し、ナットを締め付け時の規定トルクである392N・mで締め付けた状態で、走行試験を行った。荷重条件は、最大積載状態で運転者一名が乗車した状態とした。

下り勾配率約8%の舗装路面に於いて、車両停止状態から急加速を開始し、車両上のスピードメータで30km/hまで到達させた後、急制動を掛け、車両を停止させる。この行為を3回繰り返して、走行回数1回とし、トルクレンチにて締め付け方向に回転させ、起動トルクによって、締め付けトルク維持率を確認した。尚、試験は走行回数45回まで連続で繰り返した後、ボルト頭部の陥没量が多いボルトと、ねじ部の伸長量が多いボルトを、それぞれ、同程度の損傷ボルトに交換し、2度の試験を行った。締め付けトルク維持率は下記の数式で定義した。

$$\text{締め付けトルク維持率}[\%] = \frac{\text{起動トルク}[\text{N}\cdot\text{m}]}{\text{規定トルク}[\text{392N}\cdot\text{m}]} \times 100$$

## 4. 試験結果

### 4.1. 誤った緩め操作回数に対するボルト損傷試験

図4は、インパクトレンチによる誤った緩め操作回数に対するホイールハブとナットとの隙間量を示す。

ホイールハブとナットとの隙間量は、誤った緩め操作5回目までは0.0mmであるが、6回目から7回目に於いて、最小で2.4mmから最大で4.0mmの隙間が発生した。(図5)

よって、ホイールハブとナットとの隙間は、誤った緩め操作5回目までは隙間は発生しないが、6回目から7回目で隙間が発生することがわかった。

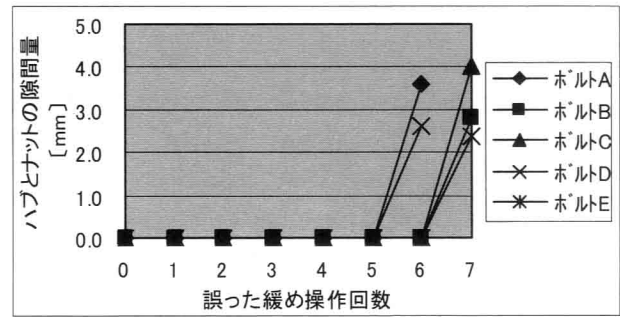


図4 誤った緩め操作回数に対するホイールハブとナットとの隙間量

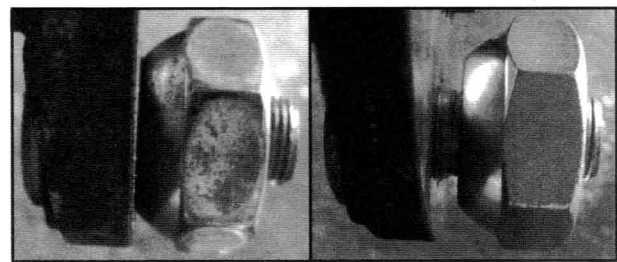


図5 ホイールハブとナットとの隙間  
(左：誤操作0回目、右：誤操作7回目)

ボルトのねじ部が伸長し、ホイールハブとナットに隙間が発生した状態であっても、ナットはディスクホイールを取り付けた状態では、ホイール面まで手で軽く回転させることが出来、更に、規定トルクで締め付けることが可能であった。

これは、ボルトのねじ部の伸長が、ホイールハブ付近、即ち、タイヤ取り付け時にナットが到達しないディスクホイールの板厚分約7mm未達の箇所が発生しているため、ナットをディスクホイールまで手で軽く回転させることが出来、更に、規定トルクでのナットの締め付け作業に於いても、影響しないものであった。

よって、誤った緩め操作によりボルトの損傷が発生しているも、教科書記載の点検及び整備手順でディスクホイールを取り付けた場合には、発見が困難であることがわかった。

図6は、インパクトレンチによる誤った緩め操作回数に対するボルトのねじ部の伸長量を示す。

ボルトのねじ部の伸長量は、誤った緩め操作1回目では、最小で0.04mmから最大で0.48mmの伸長が発生し、7回目では、最小で0.31mmから最大で0.69mmの伸長が発生した。

よって、ねじ部は、誤った緩め操作1回目から伸長が始まり、誤操作を重ねるごとに、伸長量が増加していくことから、誤操作によるボルトの損傷が蓄積されていくことがわかった。

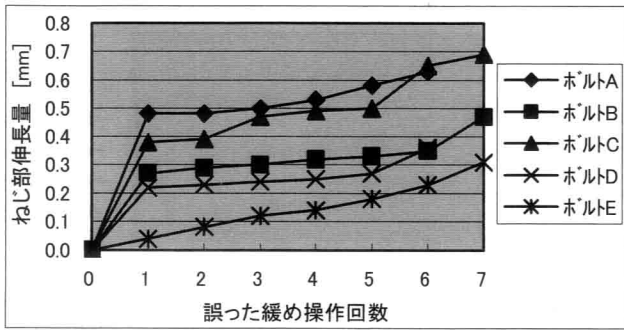


図6 誤った緩め操作回数に対するボルトのねじ部の伸長量

図7は、インパクトレンチによる誤った緩め操作回数に対するボルトの頭部の陥没量を示す。

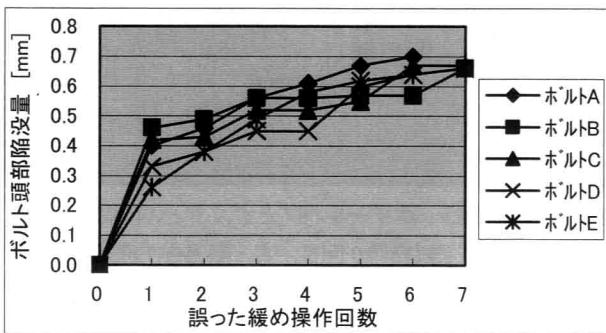


図7 誤った緩め操作回数に対するボルトの頭部の陥没量

ボルト頭部の陥没量は、誤った緩め操作1回目では、最小で0.26mmから最大で0.46mmの陥没が発生し、6回目から7回目では、最小で0.57mmから最大で0.70mmの陥没が発生した。(図8)

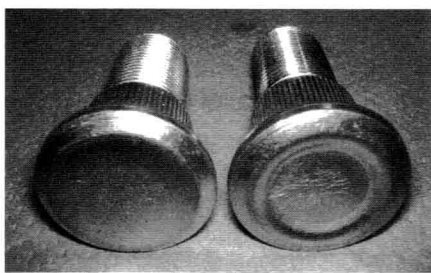


図8 ボルトの頭部の陥没  
(左：誤操作0回目，右：誤操作7回目)

よって、ボルトの頭部は、誤った緩め操作1回目から陥没が始まり、誤操作を重ねるごとに、陥没量も増加していくことから、誤操作によるボルトの損傷が蓄積されていくことがわかった。

以上の結果により、ボルトねじ部の伸長が発生しても、ボルト頭部の陥没が発生しても、タイヤ取り付け後のボルトのナットからの突き出し量が増加する方向に変形する。

よって、突き出し量によってボルトの変形を発見できないか検討を行ったが、その量は、ボルトねじ部の伸長及びボルト頭部の陥没が発生している場合、最大でも1mm未満の変形量であるため、図9のように車両外側からの目視による点検のみでは、他の正常なボルトとの明確な差が確認できず、ボルトの損傷は、発見が困難であった。

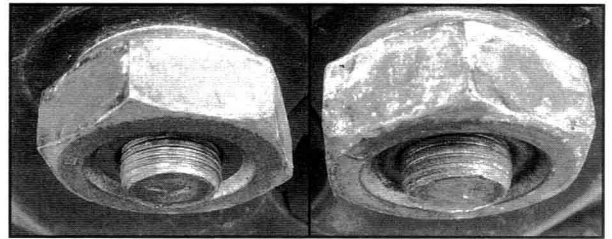


図9 ボルトのナットからの突き出し量  
(左：誤操作0回目，右：誤操作7回目)

#### 4.2. 走行試験

図10は、走行回数に対するナットの締め付けトルクの維持率を示す。1度目の走行試験に於いて使用したボルトを頭部陥没ボルト1、ねじ部伸長ボルト1とし、2度目の走行試験に於いて使用したボルトを頭部陥没ボルト2、ねじ部伸長ボルト2とする。

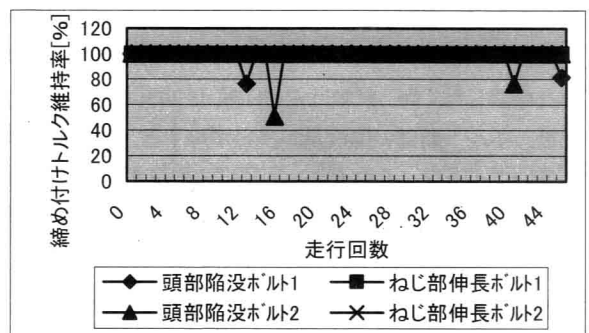


図10 走行回数に対するナットの締め付けトルク維持率

ナットの締め付けトルク維持率は、ねじ部の伸長量が多いボルトでは、締め付けトルクを維持していた。ボルト頭部の陥没量が多いボルトでは、頭部陥没ボルト1は12回目と45回目の走行で100%を下回り、頭部陥没ボルト2は15回目と40回目の走行で100%を下回る結果となった。

走行試験に於いては、ねじ部の伸長量が多いボルトは緩む等の不具合現象は確認できなかったが、ボルト頭部の陥没量が多いボルトでは、2本確認した内、2本共に45回の走行で2回緩み、同じ緩み確率となった。この点は、確認するボルト数を増やし、今後の課題としたい。

今回の試験では、ねじ部の伸長とナットの緩みの因果関係を明確にすることが出来なかった。これは、敷地内の限定された条件での走行等が原因と考えられるため、今後は走行条

件を拡大し、試験を続行していく予定である。

## 5. ま と め

実習授業時の左側タイヤのボルト並びにナットの損傷原因は、左ねじに起因するタイヤ取り外し時の作業者の誤解、つまり、タイヤ取り外し時に於けるインパクトレンチの締め付け方向への誤った操作であった。

また、調査結果より、整備工場で就労している自動車整備士に於いても、左ねじを取り外す際に七割以上が、誤って締め付け方向の回転を与えた経験があると回答していることから、左側に装着される左ねじの回転方向が、損傷に関して深く関わっていると考えられる。

種々の試験結果によって、タイヤ取り外し時に、誤ってインパクトレンチを締め付け方向に回転させた場合、ボルトが変形することが確認できたが、教科書に記載された目視等によるボルト並びにナットの点検方法だけでは、ボルトの伸長等の塑性変形を確認するのは、困難であると認められる。

また、ボルトの塑性変形がホイールハブ付近で発生しているため、変形したボルトを使用した場合であっても、ナットをディスクホイールに当たるまで手で軽く回転させることが出来、更に、規定トルクでの締め付けが可能であることによって、ボルトの損傷の発見を困難にさせると認められる。

今回の走行実験に於いては確認されなかったが、塑性変形を起こしたボルトを使用して、車両を走行させた場合、ボルト並びにナットに起因する不具合が発生し、タイヤ脱落事故を引き起こす危険性が考えられる。

よって、タイヤ脱着作業に於いてボルト並びにナットの点検をする際には、法令に基づいた点検方法は、勿論厳守しつつ、更に以下の二つの点検項目を追加することが望ましいと思われる。

- ①ボルトのねじ部の伸長の有無を確認するために、タイヤ取り付け前に、各々のボルトにナットを装着し、手回しによって回転させ、スムーズにホイールハブ面まで接触することを確認する。(図5)
- ②ボルトの頭部の陥没の有無を確認するために、ホイールハブ裏面からの目視、または、指によって直接触診する。(図11)

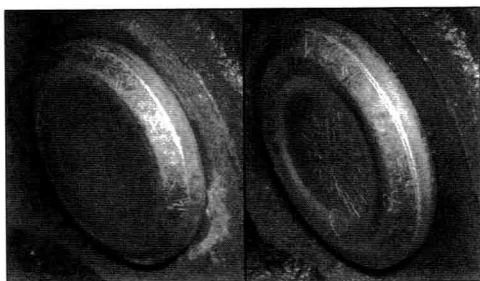


図11 追加点検項目②

(左：陥没 無=正常，右：陥没 有=異常)

この二つの点検項目を、追加、実施することで、左ねじに起因するタイヤ取り外し時のインパクトレンチによる締め付け方向への誤った操作が発生した場合であっても、タイヤ取り付け前にボルトの変形を確認することが可能となり、交換することによって、危険性を低下させることができると思われる。

## 7. あ と が き

今回の研究では、インパクトレンチによる誤った操作を行った場合の、ボルトの損傷を確認することは出来た。

また、実際に試験を繰り返していく中で、インパクトレンチの回転方向切換レバーが、作業者の視線では、確認が若干困難な場所に装備されているため、回転方向の確認に毎回手間取る結果となった。推測ではあるが、回転方向を誤認する一つの要因になる可能性があると思われるので、工具メーカーにも改善を期待したいところである。

また、インパクトレンチ等のエアツールや電動ツールを多用した実習授業では、ねじの回転方向感覚やトルク感覚を養っていくのではないかと推察できる。

よって、実習授業でのトラックからのタイヤ脱着作業については、学生に対し、まず、ねじの回転方向感覚及びトルク感覚を習得させるために、ハンドツールとトルクレンチのみによる脱着作業を充分繰り返させ、その後、インパクトレンチでの作業に切り換えることが望ましいと考える。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、財団法人東京自動車技術普及協会より研究助成を頂いたことをここに記して感謝の意を表します。併せて、本研究に御協力頂きました本学教職員、卒業生、専攻科学生及び自工教育科学生にも、感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- (1) (社)日本自動車整備振興会連合会 編：三級自動車シャシ、(社)日本自動車整備振興会連合会、2010、p215-217
- (2) いすゞ自動車(株) 編：97年型エルフ 新型車解説書 別冊
- (3) いすゞ自動車(株) 編：97年型エルフ シャシ修理書