

# 大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査分析検討会

## — さらなる車輪脱落事故防止対策の検討 —

### 中間取りまとめ

令和4年(2022年)12月

## 目次

1.検討会の目的等.....	1
1.1.背景・目的 .....	1
2.これまでの取組と今後の検討事項 .....	3
2.1.これまでの車輪脱落事故防止対策.....	3
2.2. 大型車の車輪脱落事故の推定要因と検討会での議論事項について .....	5
3.大型車の車輪脱落事故の状況等.....	7
3.1.車輪脱落事故の発生件数等の推移.....	7
3.2.車輪脱落事故の特徴 .....	7
3.3.車輪脱落事故車両調査 .....	11
3.4.車輪脱落事故車両調査結果のまとめ .....	19
4.大型車のタイヤ脱着作業、保守管理状況に係る実態調査 .....	21
4.1.調査概要.....	21
4.2.調査方法.....	21
4.2.1.調査実施時期 .....	21
4.2.2.調査対象事業者 .....	21
(1) タイヤ脱着作業に関するヒアリング調査対象者.....	21
(2) 保守管理に関するヒアリング調査対象者.....	22
4.2.3.調査項目 .....	22
(1) タイヤ脱着作業に関する調査項目 .....	22
(2) 保守管理に関する調査項目 .....	22
4.3.ヒアリング調査結果によるタイヤ脱着作業の実態について .....	23
(1) タイヤ交換作業の実施件数や作業人員について.....	23
(2) タイヤ脱着作業に使用する工具等について.....	24
(3) ボルト、ナット等の確認や交換等について.....	28
(4) 増し締めについて .....	37
(5) その他タイヤ脱着作業に関する事項等について.....	39
4.4.ヒアリング調査結果による保守管理状況の実態について .....	43
(1) 日常点検の実施等について .....	43
(2) タイヤ交換スケジュール等の管理について.....	46
5. 使用過程のホイール・ボルト、ナットの性能確認試験 .....	48
5.1.調査概要.....	48
5.1.1. 供試体（ボルト、ナット） .....	48
5.2. 性能確認試験方法.....	50
5.2.1. 試験用治具等 .....	50
5.2.2. ボルト、ナットの清掃・給脂方法 .....	51
5.2.3. 試験1 繰り返し締め付け試験の実施方法.....	52
5.2.4. 試験2 清掃及び給脂による軸力改善効果試験の実施方法.....	53

5.2.5. 試験3 ボルト、ナットの使用年数等が軸力に及ぼす影響に関する試験の実施方法	53
5.3. 試験結果	54
5.3.1. 試験1の結果	54
5.3.2. 試験2の結果	55
5.3.3. 試験3の結果	59
5.4. 性能確認試験結果の考察	60
6. 大型貨物自動車を用いた走行実証実験	62
6.1. 調査概要	62
6.2. 実験方法	62
6.2.1. 実験場、実験車両等	62
6.2.2. 実験条件	64
6.2.3. 各実験の測定部位、測定方法	65
6.2.4. 走行条件	66
6.3. 試験結果	69
6.3.1. 限界軸力確認実験の結果	70
6.3.2. 左輪過負荷入力実験の結果	72
6.3.3. 増し締め効果確認実験の結果	72
6.4. まとめ	73
7. 海外における大型車の車輪脱落事故の実態調査	75
7.1. 調査概要	75
7.2. 調査方法	75
7.3. 調査対象国	75
7.3.1. 調査対象国のホイール締め付け方法、道路通行帯	75
7.4. 調査結果	75
7.5. 各国における事故防止対策	76
8. 今後の大型車の車輪脱落事故防止対策のあり方	77
8.1. 速やかに実施すべき対策	78
8.2. 中・長期的に実施すべき抜本対策	80
9. 引き続き検討すべき課題	81

※本書における用語の定義

- ・ボルト：ホイール・ボルトを指す
- ・ナット：ホイール・ナットを指す
- ・ホイール：ディスク・ホイールを指す
- ・摺動部：ナットのワッシャ部とねじ部との間のすき間を指す
- ・マーキング：ナットが回転緩みを生じていないかを目視で確認できるようにするための、ボルト及びナットへのマーキングを指す
- ・インジケータ：ナットが回転緩みを生じていないかを目視で確認できるようにするための、ナットの回転を指示するインジケータを指す

# 1. 検討会の目的等

## 1.1. 背景・目的

令和元年11月に「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る連絡会」の傘下に「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査検討WG」（以下「調査検討WG」という。）を設置し、近年、増加傾向にある車輪脱落事故の発生原因の徹底究明と前回の中長期的対策としていたナットの緩み防止方法等を含め更なる効果的な事故防止対策を検討し、同事故防止対策の方向性としてとりまとめた。

このWGにおける、これまでのタイヤ交換等に係る整備作業の実態調査結果や実証実験による車輪脱落の原因究明に係る検証を踏まえ、車輪脱落事故増加の早期抑止を図るための緊急対策として、国、関係団体が相互協力してナット緩みの総点検の実施や車輪脱落事故動画を活用した広報啓発等を行う「車輪脱落事故防止キャンペーン」を実施した。また、車齢4年以上の車両に車輪脱落事故が多く発生していること等を踏まえ、自動車の点検及び整備の実施方法を自動車使用者が容易に理解できるように定めた「自動車の点検及び整備に関する手引」（平成19年国土交通省告示第317号、以下「手引」という。）について、インジケータ等を活用した新たな点検方法やボルト及びナットの交換目安等を規定するといった改正を行った。こうした車輪脱落事故防止対策の実施に取り組んできたところであるが、同事故発生件数は平成23年度の11件より増加傾向にあり、令和3年度は123件の報告を受けている。

そこで、同事故の防止対策を更に進めるため、令和4年2月に「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会」を設置し、増加傾向にある大型車の車輪脱落事故の推定要因等の調査・分析を行うとともに、我が国における車輪脱落事故発生状況と諸外国における車輪脱落事故防止対策の現状を踏まえ、さらなる車輪脱落事故防止対策について検討を行うこととした。

## 1.2. 検討会の開催状況

本検討会の開催状況は、次のとおりである。

- 第1回 令和4年2月24日
- 第2回 令和4年6月7日
- 第3回 令和4年9月28日
- 第4回 令和4年12月22日

(案)

## 大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会 委員名簿

- 構成員 : 伊藤 紳一郎 独立行政法人自動車技術総合機構交通安全環境研究所
- 橋村 真治 芝浦工業大学工学部機械学群機械機能工学科 教授
- 山口 泉 一般財団法人日本自動車研究所 自動走行研究部 副部長
- 関根 明年 一般社団法人日本自動車工業会 大型車車輪脱落事故防止分科会 分科会長
- 荻原 正吾 公益社団法人全日本トラック協会 交通・環境部 調査役
- 田中 宏 公益社団法人日本バス協会 技術安全部長
- 根本 正之 一般社団法人日本自動車整備振興会連合会 事業部 指導課長
- 柳川 学 全国タイヤ商工協同組合連合会 所属員
- 古川 正人 一般社団法人日本自動車タイヤ協会 タイヤ検査・事故防止部会 部会長
- 清水 勝巳 一般社団法人日本自動車機械器具工業会 工具分科会員

(敬称略・順不同)

- 事務局 : 国土交通省 自動車局 整備課

## 2. これまでの取組と今後の検討事項

### 2.1. これまでの車輪脱落事故防止対策

大型車の車輪脱落事故に対して、これまでに国土交通省において実施した事故防止対策は以下のとおりである。

平成 16 年度

- 独立行政法人交通安全環境研究所に設置された「大型車のホイール・ボルト折損による車輪脱落事故に係る調査検討会」より、検討結果の報告を受け対策を実施。
- 正しい点検・整備（ボルト締付時のトルク管理、一定走行後の増し締め、ホイール種類毎に定められたボルト、ナットの使用等）の周知・徹底。

平成 18 年度

- 国土交通省と関係団体による「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る啓発活動連絡会」を設置。
- 点検整備の重要性や正しいタイヤ交換作業を周知・啓発。

平成 19 年度

- 自動車点検基準（昭和 26 年運輸省令第 70 号）を改正し、日常点検（運行前点検）項目に「ディスク・ホイールの取付状態」、3 か月点検の項目に「ホイール・ナット及びホイール・ボルトの緩み」を追加して、自動車使用者への点検整備を義務付け。

平成 27 年度

- タイヤ専門店に対するタイヤ交換時の適切な作業の指導を実施。

平成 28 年度

- 冬期におけるタイヤ交換の適切な作業の注意喚起を実施。

平成 30 年度

- 平成 18 年度に設置した「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る啓発活動連絡会」について、更なる事故防止対策の取組を実施するため「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る連絡会」へ改組。
- 「大型車の車輪脱落事故防止対策のための緊急対策」を取りまとめ、国土交通省及び関係団体が連携して実施。

平成 31 年度・令和元年度

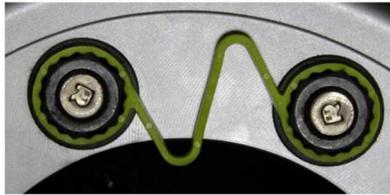
- 平成 30 年度に実施した「大型車の車輪脱落事故防止対策のための緊急対策」を基に、著しくさびたボルト、ナット、ホイールの点検・清掃等を盛り込んだ「令和元年度緊急対策」を取りまとめ、国土交通省及び関係団体が連携して実施。

令和2年度

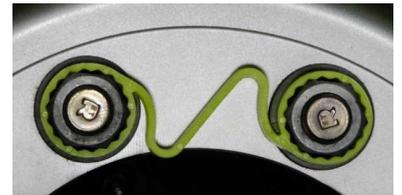
- 「令和元年度緊急対策」を基に「令和2年度緊急対策」を取りまとめ、国土交通省及び関係団体が連携して実施。
- 国土交通省に「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査検討WG」を設置し、各種調査・分析を行ったうえで事故防止対策を取りまとめ「中間とりまとめ」として公表。
- 同WGにおける事故防止対策の提言を受けて、ナットの締め付け状態の点検実施体制の強化として、ナットの緩みをマーキング若しくはインジケータにより目視で点検する実施方法を手引に明記。



マーキングの例



緩みなしの状態



ナットが緩んだ状態

インジケータの装着の例

令和3年度

- 「令和2年度緊急対策」を基に、街頭検査を活用したナットの緩みの街頭点検の実施を盛り込んだ「令和3年度緊急対策」を取りまとめ、国土交通省及び関係団体が連携して実施。
- 大型車の車輪脱落事故のさらなる事故防止対策を検討するため「大型車の車輪脱落事故対策に係る調査・分析検討会」を国土交通省に設置し、各種調査・分析を実施。
- ISO方式大型車に採用されているナットの摺動部の適切な点検・清掃、潤滑剤の塗布について周知・啓発を実施



街頭検査におけるナットの緩み確認



チラシ等を活用した車輪脱落事故防止の周知・啓発

## 2.2. 大型車の車輪脱落事故の推定要因と検討会での議論事項について

大型車の車輪脱落事故の推定要因と、「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会」における議論事項については以下の通り。

### ○大型車の車輪脱落事故の推定要因

#### (1) タイヤ脱着作業時

- タイヤ脱着作業時に、ホイールやボルト、ナット等の各部品が適切に清掃・点検されていない。
- ナットのワッシャ部が、ひっかかりなくスムーズに回転するかの確認を行っていない。
- ボルトやナットのねじ部、摺動部に潤滑剤が塗布されていない。
- 各自動車メーカーが指定するエンジンオイル等の潤滑剤を使用していない。
- 劣化・損傷したホイールやボルト、ナットが適切に交換されていない。
- ナットの締め付け時にトルク・レンチ等を使用せず、各自動車メーカーの規定トルクによる締め付けを行っていない。
- 運送事業者等に選任されている整備管理者が、タイヤ脱着作業に関する作業管理を行っていない。

#### (2) タイヤ脱着作業後

- 使用者が、タイヤ脱着作業後初期なじみが発生する 50～100km 走行後に、各自動車メーカーの規定トルクによるナットの増し締めを行っていない。
- 運送事業者等に選任されている整備管理者が、タイヤ脱着作業後の増し締めに関する保守管理を行っていない。
- 日常点検において、ナットの緩みの点検を行っていない。

#### (3) 左後輪タイヤの脱落する割合が高い理由について

- 右折時は比較的高い速度を保ったまま旋回するため、遠心力により積み荷の荷重が左輪に大きく働く。
- 左折時は低速であるが、左後輪がほとんど回転しない状態で旋回するため、回転方向に対して垂直にタイヤがよじれるように力が働く。
- 道路は中心部が高く作られていることが多いことから、車両が左（路肩側）に傾き、左輪により大きな荷重がかかる。
- 前輪タイヤは、ナットのゆるみ等の異状が発生した場合には、ハンドルの振動等により運転者が気付きやすい。

(案)

○「大型車の車輪脱落事故防止対策に係る調査・分析検討会」における検討事項

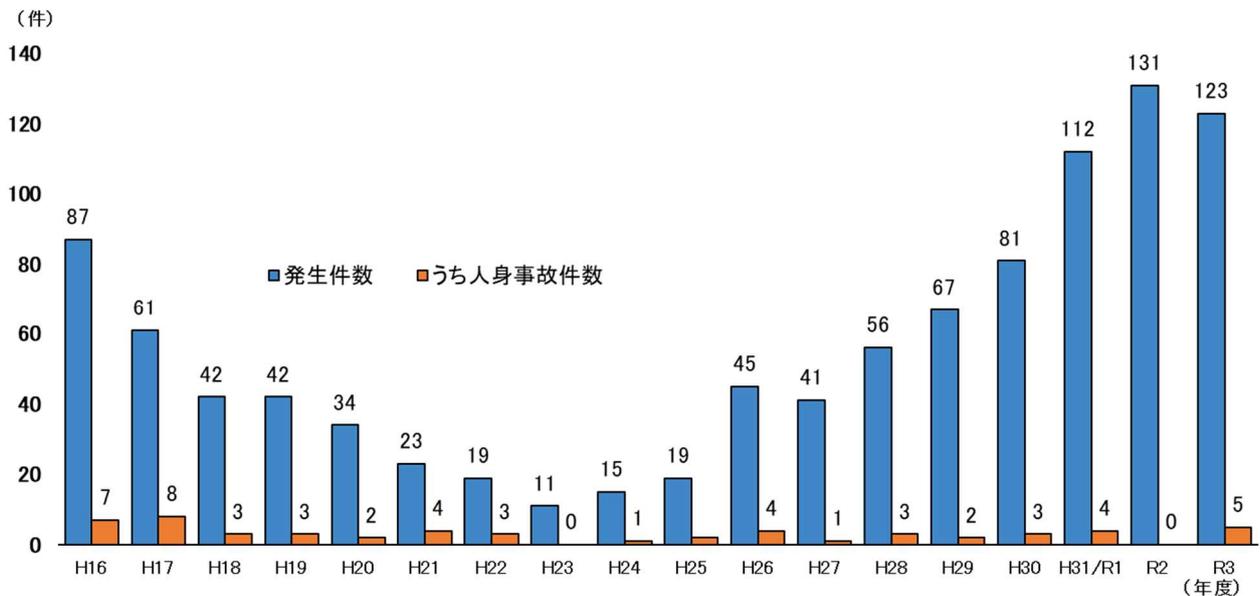
- ① 大型車の車輪脱落事故の調査、分析
- ② 大型車のタイヤ脱着作業、保守管理の実態調査
- ③ 海外における大型車の車輪脱落事故の発生状況調査
- ④ 更なる大型車の車輪脱落事故防止対策の検討

### 3. 大型車の車輪脱落事故の状況等

#### 3.1. 車輪脱落事故の発生件数等の推移

近年の大型車の車輪脱落事故発生件数は、平成 23 年度以降増加傾向にあり、令和 2 年度では過去最多となる 131 件の報告を受けた。

また、令和 3 年度の事故発生件数は 123 件で前年度より 8 件減少したが、一方で人身事故を伴う大型車の車輪脱落事故は 5 件（重傷事故 1 件、軽傷事故 4 件）発生している。



※大型車の車輪脱落事故の集計方法

車両総重量 8 トン以上の自動車又は乗車定員 30 人以上の自動車であって、車輪を取り付けるボルトの折損、又はナットの脱落により車輪が自動車から脱落した事故を対象とし、自動車事故報告規則（昭和 26 年運輸省令第 104 号）及び自動車メーカーから提供された車輪脱落事故情報に基づく報告を集計

※乗車定員 30 人以上の大型車の事故件数(内数)

平成 29 年度:1 件、平成 30 年度:3 件、平成 31 年度/令和元年度:1 件、令和 2 年度:0 件、令和 3 年度:2 件

図 3-1. 大型車の車輪脱落事故の推移

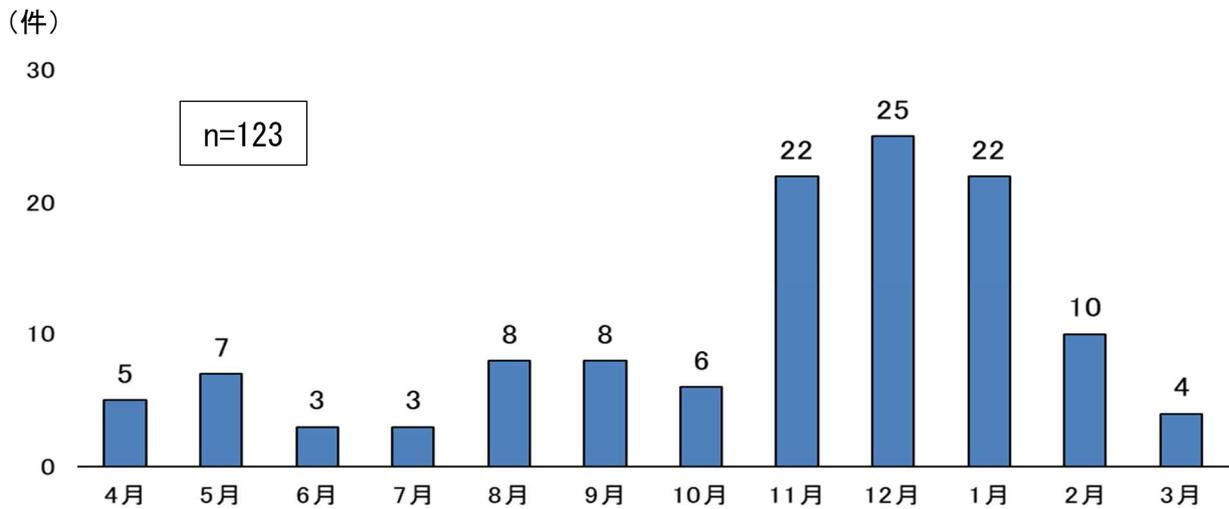
#### 3.2. 車輪脱落事故の特徴

令和 3 年度に発生した大型車の車輪脱落事故の特徴についてみると、以下のとおりの傾向が確認された。この傾向は、前年度以前と共通している。

- 11 月～2 月の冬期に約 64%の車輪脱落事故が集中している。
- タイヤ脱着作業後 1 ヶ月以内に約 63%の車輪脱落事故が集中している。
- 東北地方で発生した車輪脱落事故が約 36%を占めており、最も割合が高い。
- 東北地方に使用の本拠の位置を置く大型車における車輪脱落事故が、約 37%を占めており、最も割合が高い。

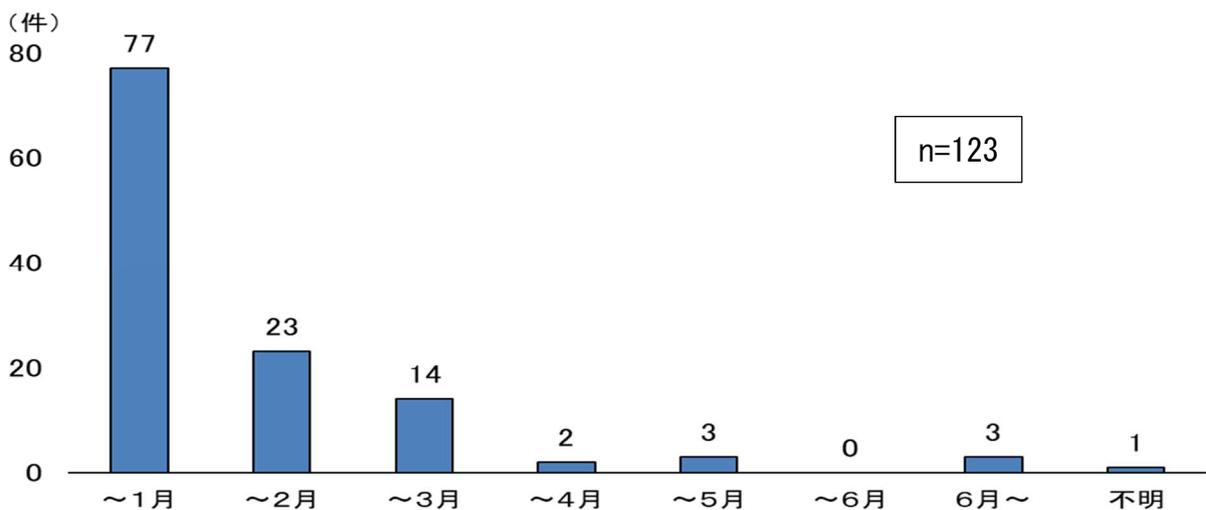
(案)

- ▶ 大型車の使用者（運送事業者の運転者や整備担当者等）が実施したタイヤ脱着作業後に、約 52%の車輪脱落事故が発生している。
- ▶ 車輪脱落事故直前に実施したタイヤ脱着作業の内容は、タイヤ交換が約 66%を占めており、最も割合が高い。
- ▶ 事故車両の車輪脱落箇所は、約 96%を左後輪が占めており、最も割合が高い。
- ▶ 初度登録年から 4 年前後を超えると車輪脱落事故件数が急激に増加する。
- ▶ 直近のタイヤ脱着作業後の増し締めを実施していない車両が約 67%を占めている。
- ▶ トルク・レンチを保有していない大型車使用者が約 35%存在している。
- ▶ 自家用車による事故のうち、整備管理者を選任していない使用者による事故は約 14%であった。



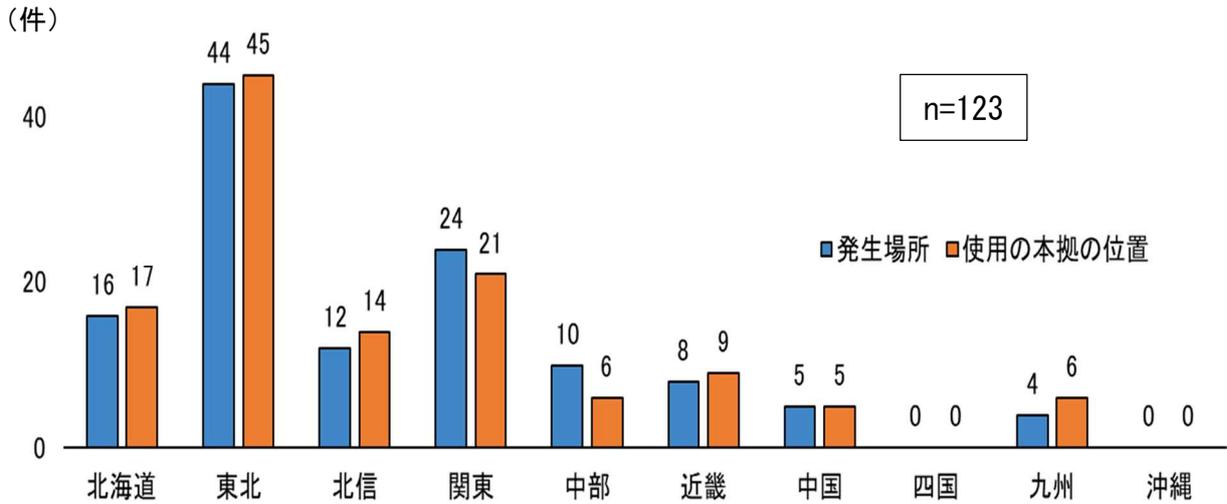
出典：自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

図 3-2. 車輪脱落事故の発生月別（令和 3 年度）

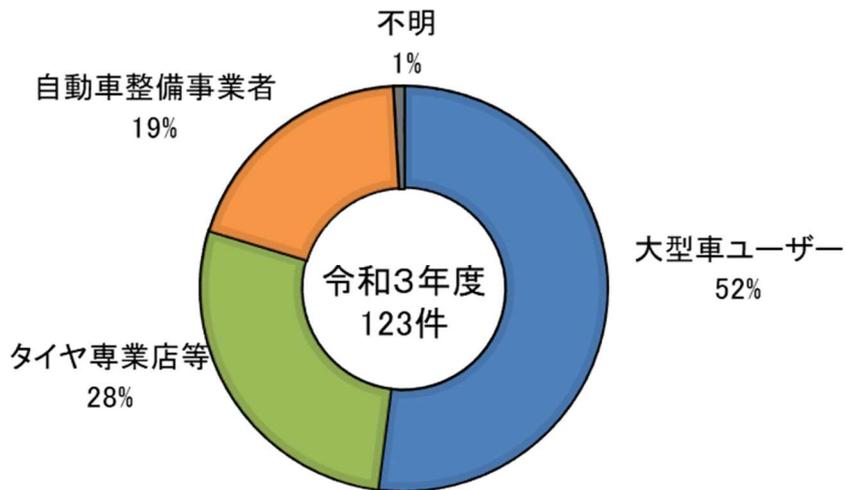


出典：自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

図 3-3. タイヤ脱着作業から車輪脱落事故発生までの期間（令和 3 年度）

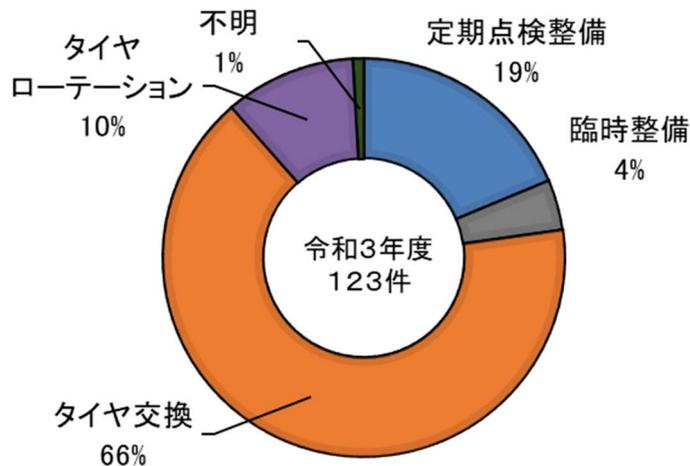


出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告  
図 3-4. 車輪脱落事故の発生場所、事故車両の使用の本拠の位置 (令和3年度)



出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

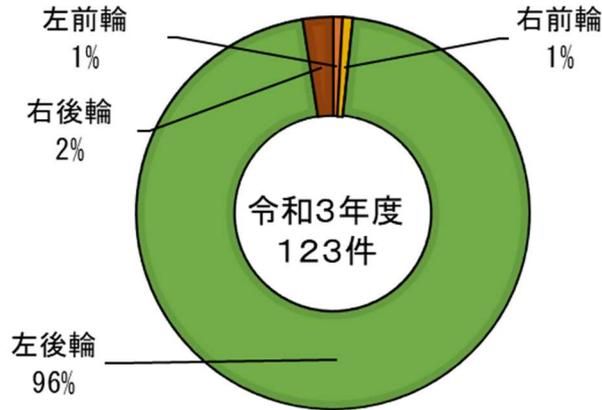
図 3-5. タイヤ脱着作業者別の事故発生件数 (令和3年度)



出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

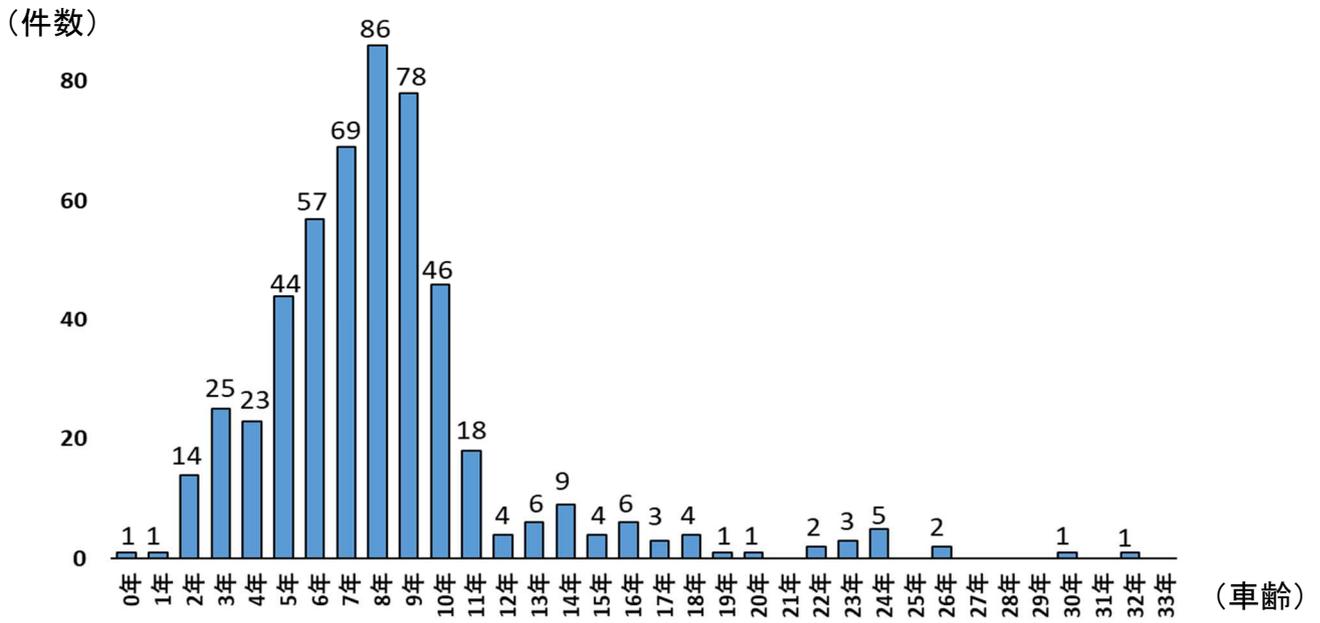
図 3-6. タイヤ脱着作業内容別の事故発生件数 (令和3年度)

(案)



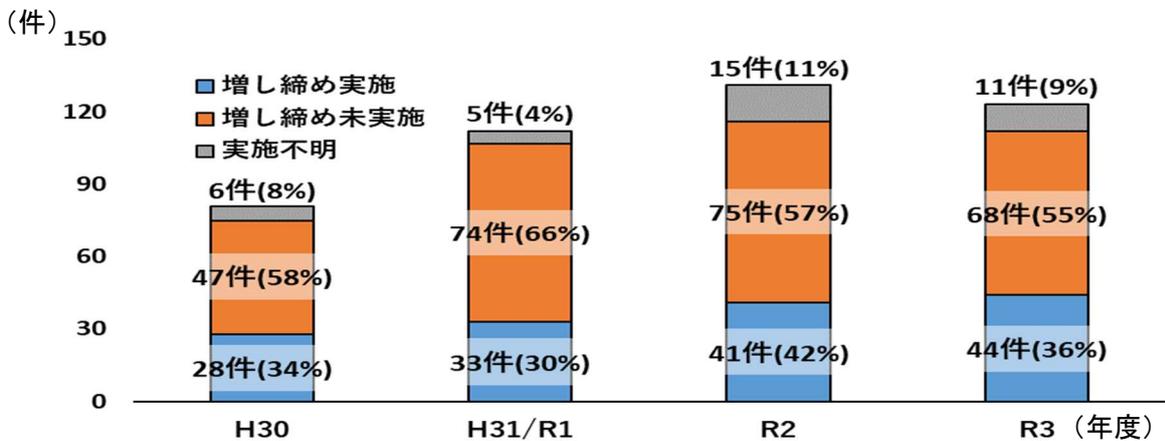
出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

図 3-7. 事故車両のタイヤ脱落箇所 (令和 3 年度)



出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

図 3-8. 事故車両の車齢別事故発生累計 (平成 29 年度～令和 3 年度)



出典:自動車事故報告規則に基づく報告及び自動車メーカーからの報告

図 3-9. 直近のタイヤ脱着作業後の増し締め実施状況 (平成 30 年度～令和 3 年度)

(案)

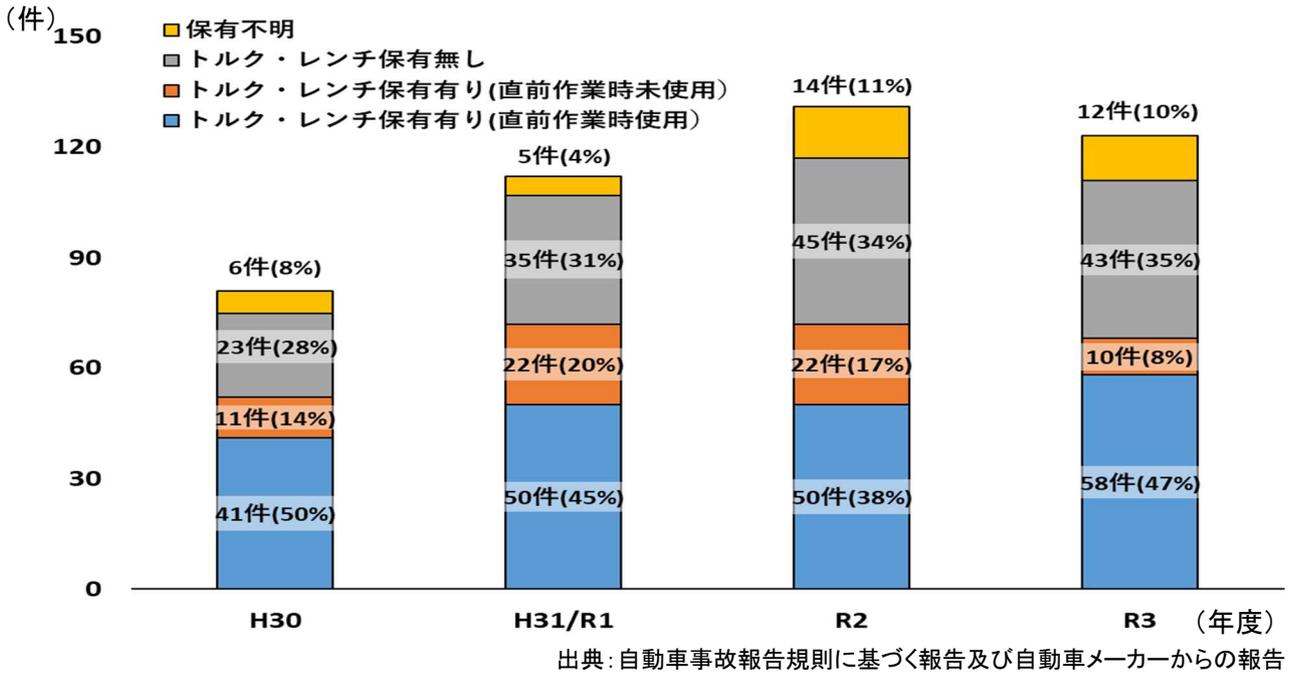


図 3-10. 事故車両のトルク・レンチ保有状況 (平成 30 年度～令和 3 年度)

### 3.3. 車輪脱落事故車両調査

令和 3 年度に発生した大型車の車輪脱落事故車両 123 台のうち、ボルトやナット等の各部品の劣化や損傷の状態や、適切なタイヤ脱着作業の実施状況を確認する事故車両調査を 95 台に対して実施した。

なお、事故車両調査は車輪脱落事故を起こした大型車が、損傷箇所の整備のために入庫した自動車メーカー系整備工場で行われ、一部の事故車両調査には地方運輸局等の担当者も立ち会った。

事故車両調査における調査事例を、各自動車メーカーの事例より抽出し以下に示す。

#### 事故車両調査事例 1

事故発生年月	令和 3 年 11 月	
事故概要	一般道を走行中、左側後後軸のタイヤ 2 本が脱落した。	
事故車両概要	初度登録年月	平成 26 年 8 月
	車体の形状	キャブオーバ
	車軸の数	前 1 軸、後 2 軸
	事故発生時の走行距離	324, 600km
	タイヤ脱落箇所	左側 後後軸 2 本
	使用者による日常点検の実施状況	運転者において、点検ハンマを使用した日常点検を実施していた。

	直近のタイヤ脱着作業内容	タイヤ交換
	直近のタイヤ脱着作業者	運転者
	直近のタイヤ脱着作業時の締め付けトルク確認状況	トルク・レンチを使用したナットの締め付けを、行っていなかった。
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの期間	23 日間
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの走行距離	3,400km
	使用者のトルク・レンチ保有状況	トルク・レンチを保有していなかった。
	直近のタイヤ脱着作業後の増し締め実施状況	ナットの増し締めを行っていなかった。
	整備管理者の作業管理状況	ナット締め付け時のトルク管理や、増し締め等の保守管理を行っていなかった。
車両調査概要	ホイールのさび・劣化・損傷等	ホイールに著しいさびや、ボルト穴の損傷が確認された。
	ボルトのさび・劣化・損傷等	ボルトに著しいさびや汚れの付着が確認された。
	ナットのさび・劣化・損傷等	ナットの摺動部に著しいさびや汚れ、ガタが確認された。
	ボルトへの潤滑剤の塗布状況	ボルトのねじ部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	ナットへの潤滑剤の塗布状況	ナットのねじ部や摺動部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	他の車輪のナットの緩み状況	一部の車輪においてナットの緩みが確認された。
推定事故要因	<p>➤ 運転者によるタイヤ交換時に、適切な点検・清掃、潤滑剤の塗布を実施せず、トルク・レンチを使用したナットの締め付けを行っていなかったことから、ナットの締め付けが不十分であったことが推定される。</p> <p>➤ また、タイヤ交換後の初期なじみによりナットに緩みが生じたが、使用者によるナットの増し締めが実施されていなかったため、車輪脱落に至ったものと推定される。</p>	

## 事故車両調査事例 2

事故発生年月	令和 3 年 12 月	
事故概要	一般道走行中、左側後前軸タイヤ 2 本が脱落し、対向車と衝突した。	
事故車両概要	初度登録年月	平成 25 年 5 月
	車体の形状	キャブオーバ
	車軸の数	前 1 軸、後 2 軸
	事故発生時の走行距離	820, 100km
	タイヤ脱落箇所	左側 後前軸 2 本
	使用者による日常点検の実施状況	運転者による日常点検は実施していなかった。
	直近のタイヤ脱着作業内容	タイヤ交換
	直近のタイヤ脱着作業者	タイヤ専門店
	直近のタイヤ脱着作業時の締め付けトルク確認状況	トルク・レンチを使用したナットの締め付けを行っていた。 (650N/m にて締め付け)
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの期間	7 日間
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの走行距離	1, 400km
	使用者のトルク・レンチ保有状況	トルク・レンチを保有していなかった。
	直近のタイヤ脱着作業後の増し締め実施状況	ナットの増し締めを行っていなかった。
整備管理者の作業管理状況	増し締め等の保守管理を行っていなかった。	
車両調査概要	ホイールのさび・劣化・損傷等	ホイールにさびや損傷は確認されなかった。
	ボルトのさび・劣化・損傷等	ボルトにさびや損傷は確認されなかった。
	ナットのさび・劣化・損傷等	ナットの摺動部にガタが確認された。
	ボルトへの潤滑剤の塗布状況	ボルトのねじ部に潤滑剤の塗布が確認された。
	ナットへの潤滑剤の塗布状況	ナットのねじ部や摺動部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。

(案)

	他の車輪のナットの緩み状況	一部の車輪においてナットの緩みが確認された。
推定事故要因	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 適切なタイヤ脱着作業が実施されず、劣化したナットが交換されていなかったものと推定される。</li><li>➤ タイヤ交換後の初期なじみによりナットの緩みが生じたが、使用者によるナットの増し締めが実施されていなかったため、車輪脱落に至ったものと推定される。</li></ul>	
事故車両の写真	 <p>ナットの摺動部にはガタが発生しており、ワッシャがスムーズに回転しなかった。 ナットの摺動部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。</p>	

### 事故車両調査事例 3

事故発生年月	令和4年3月	
事故概要	一般道走行中に異音が発生し停止したため、再発進し約1km程度走行した。しかしその後、交差点停止後に再発進できなかったことから、運転者が車両の状態を確認したところ左側後前軸のタイヤ2本が脱落していた。	
事故車両概要	初度登録年	平成27年4月
	車体の形状	キャブオーバ
	車軸の数	前2軸、後2軸
	事故発生時の走行距離	750,300km
	タイヤ脱落箇所	左側 後前軸2本
	使用者による日常点検の実施状況	運転者において点検ハンマを使用した日常点検を実施していた。
	直近のタイヤ脱着作業内容	タイヤローテーション
	直近のタイヤ脱着作業者	タイヤ専門店
直近のタイヤ脱着作業時の締め付けトルク確認状況	トルク・レンチを使用したナットの締め付けを行っていた。 (600N/mにより締め付け)	

	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの期間	15日間
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの走行距離	1,500km
	使用者のトルク・レンチ保有状況	トルク・レンチを保有していた。
	直近のタイヤ脱着作業後の増し締め実施状況	ナットの増し締めを行っていなかった。
	整備管理者の作業管理状況	増し締め等保守管理を行っていなかった。
車両調査概要	ホイールのさび・劣化・損傷等	ホイールの表面やボルト穴周辺は、著しいさびによる剥離や損傷が進んでいた。
	ボルトのさび・劣化・損傷等	一部のボルトのねじ部に損傷が確認された。
	ナットのさび・劣化・損傷等	ナットの摺動部にガタが確認された。
	ボルトへの潤滑剤の塗布状況	ボルトのねじ部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	ナットへの潤滑剤の塗布状況	ナットのねじ部や摺動部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	他の車輪のナットの緩み状況	一部の車輪においてナットの緩みが確認された。
推定事故要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ボルトのねじ部やナットの摺動部に、潤滑剤の塗布は確認されず、著しいさびの発生や汚れ等の異物が付着し、ナットの摺動部に著しいガタが発生していたことから、適切なタイヤ脱着作業が実施されていなかったものと推定される。</li> <li>➤ タイヤローテーション後の初期なじみによりナットに緩みが生じたが、使用者によるナットの増し締めが実施されていなかったため、車輪脱落に至ったものと推定される。</li> </ul>	

事故車両の写真		
	<p>ハブのホイール当たり面には、著しいさびが発生していた。</p>	<p>ボルトのねじ部に著しいさびや汚れが付着していた。</p>
		
	<p>ホイールの表面には著しいさびが発生していた。</p>	<p>ナットの摺動部に、潤滑剤の塗布は確認されなかった。</p>
		
	<p>ホイールの表面やボルト穴の周辺は、著しいさびによる損傷や剥離が進んでいた。</p>	

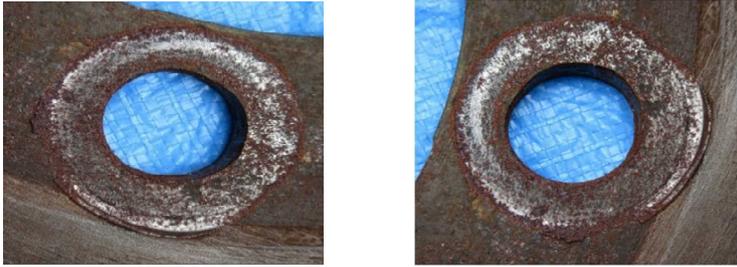
事故車両調査事例 4

事故発生年月	令和4年3月	
事故概要	一般道を走行中に左側後前軸の外側タイヤ1本が脱落して、対向車線に転がり対向車と衝突した。	
事故車両概要	初度登録年	平成24年3月
	車体の形状	バン

	車軸の数	前2軸、後2軸
	事故発生時の走行距離	878,200km
	タイヤ脱落箇所	左側 後前軸1本
	使用者による日常点検の実施状況	運転者等による日常点検は実施していなかった。
	直近のタイヤ脱着作業内容	タイヤローテーション
	直近のタイヤ脱着作業者	運転者・整備担当者
	直近のタイヤ脱着作業時の締め付けトルク確認状況	トルク・レンチによる締め付けを行っていなかった。
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの期間	10日間
	直近のタイヤ脱着作業から事故発生までの走行距離	2,800km
	使用者のトルク・レンチ保有状況	トルク・レンチを保有していた。
	直近のタイヤ脱着作業後の増し締めの実施状況	ナットの増し締めは実施されていなかった。
整備管理者の作業管理状況	運転者にタイヤ脱着作業を任せており、整備管理者として増し締め等の作業管理を行っていなかった。	
車両調査概要	ホイールのさび・劣化・損傷等	全車輪のホイールに著しいさびが発生しており、ボルト穴からさび汁が流出した痕跡が確認された。
	ボルトのさび・劣化・損傷等	ボルトには著しいさびや汚れが付着していた。
	ナットのさび・劣化・損傷等	ナットの摺動部に著しいさびや汚れが付着し、ナットとワッシャ部が完全に固着していた。
	ボルトへの潤滑剤の塗布状況	ボルトのねじ部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	ナットへの潤滑剤の塗布状況	ナットのねじ部や摺動部に潤滑剤の塗布は確認されなかった。
	他の車輪のナットの緩み状況	事故直後に他の車輪のナットを再度締め付けており、ナットの緩みは確認できなかった。

推定事故要因	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ タイヤ脱着作業時に点検・清掃、潤滑剤の塗布が一切実施されておらず、各部品には著しいさびや汚れ等の異物が付着し、ナットのワッシャ部が完全に固着していたことから、適切にナットが締め付けられていなかったものと推定される。</li><li>➤ タイヤ脱着作業時にトルク・レンチを使用しておらず、自動車メーカーの規定するトルク値で締め付けられていなかったものと推定される。</li><li>➤ タイヤ脱着作業後の初期なじみや、著しいさびによるホイール凹凸面の影響によりナットに緩みが生じたが、使用者によるナットの増し締めが実施されなかったことから、タイヤ脱落に至ったものと推定される。</li></ul>
事故車両の写真	 <p>ホイールのボルト穴から、さび汁が流出した痕跡が確認された。</p>  <p>ホイールのボルト穴には、著しいさびによる表面の凹凸や損傷が確認された。</p>

(案)

事故車両の写真	
	<p>ホイールのボルト穴には、経年使用による段付き摩耗が発生していた。</p>
	
<p>ボルトのねじ部には、著しいさびや汚れが付着していた。</p>	
	
<p>ナットとワッシャには、著しいさびや汚れが付着していた。 ナットのわずかな緩みにより、ナットがホイールに叩かれた痕跡が光沢面として確認された。</p>	

### 3.4. 車輪脱落事故車両調査結果のまとめ

事故車両調査を行った結果、複数の事故車両で以下の実態が確認された。

➤ 実態1：

タイヤ脱着作業時にホイールやボルト、ナット等の点検・清掃が適切に実施されておらず、著しいさびや汚れを清掃せず劣化・損傷した部品をそのまま使用していた。

- 実態 2 :  
ボルトやナットのねじ部、摺動部への潤滑剤の塗布を行っておらず、スムーズに回転しないナットをそのまま使用して締め付けていた。
- 実態 3 :  
事故躍起事業者がトルク・レンチを保有していない、又は保有していても使用していなかった。
- 実態 4 :  
ナットの締め付け時に、自動車メーカーが規定するトルク値で締め付けを行っていなかった。
- 実態 5 :  
大型車の使用者自らによるナットの増し締め等が実施されていなかった。
- 実態 6 :  
1日1回運行前に、大型車の使用者が実施することとされている日常点検が適切に実施されておらず、日頃からナットの緩みを確認していなかった。
- 実態 7 :  
上記の状況について、運送事業者等の整備管理者による、適切な指導・管理が不十分であった。

## 4. 大型車のタイヤ脱着作業、保守管理状況に係る実態調査

### 4.1. 調査概要

大型車の車輪脱落事故は、タイヤ脱着時の不適切な作業や、タイヤ脱着作業後の増し締め未実施等の保守管理不足と関連が強い可能性が高い。また、大型車のタイヤ脱着作業は、大型車の使用者（自動車運送事業者等）やタイヤ専門店、自動車整備事業者等、様々な作業員により実施されるため、点検・清掃等を含むタイヤ脱着作業内容や、タイヤ脱着作業後の保守管理状況にばらつきがあることが推測されている。

これらを踏まえ、タイヤ脱着作業や日頃の保守管理状況等の市場実態を把握するため、大型車の使用者やタイヤ脱着作業員を対象としたヒアリング調査を実施した。

### 4.2. 調査方法

本調査は、北海道地方、東北地方、関東地方、北陸信越地方は対象事業者に対して直接出向いてヒアリングを実施、その他の地方はオンライン方式によるヒアリングを実施した。

#### 4.2.1. 調査実施時期

本調査は、令和4年5月10日～6月21日の間に実施した。

#### 4.2.2. 調査対象事業者

##### (1) タイヤ脱着作業に関するヒアリング調査対象者

表 4-1. タイヤ脱着作業に関するヒアリング調査対象者

地方運輸局	貨物自動車運送事業者		タイヤ専門店		自動車整備事業者		旅客自動車運送事業者		合計
	事故惹起事業者	事故惹起事業者以外	事故惹起事業者	事故惹起事業者以外	事故惹起事業者	事故惹起事業者以外	事故惹起事業者以外		
北海道	3		1	2	2				8
東北	2	1	1	2	1	1			8
関東	2	1	1	2	1	3	2		12
北陸信越	2	1	1	1	1	2			8
中部	1	1	1			2			5
近畿	1	1	1	1		1			5
中国	1	1	1	1		1			5
四国			1						1
九州	1		1						2
合計	13	6	9	9	5	10	2		54

**(2) 保守管理に関するヒアリング調査対象者**

表 4-2. 保守管理に関するヒアリング調査対象者

地方運輸局	貨物自動車 運送事業者		旅客自動車 運送事業者	合計
	事故惹起 事業者	事故惹起 事業者以外	事故惹起 事業者以外	
北海道	3	1		4
東北	3	3		6
関東	3	2	2	7
北陸信越	3	2		5
中部	1	1		2
近畿	1	1		2
中国	1	1		2
四国	0	0		0
九州	1	0		1
合計	16	11	2	29

**4.2.3. 調査項目****(1) タイヤ脱着作業に関する調査項目**

## ① タイヤ交換作業の実施件数や作業人員について

- ・ タイヤ交換作業台数と実施時期
- ・ タイヤ脱着作業に従事する作業員数
- ・ タイヤ脱着作業場所

## ② タイヤ脱着作業に使用する工具等について

- ・ タイヤ脱着作業時の使用工具
- ・ トルク・レンチの有無
- ・ トルク・レンチの校正頻度

## ③ ボルト、ナット等の確認や交換等について

- ・ ボルト、ナット)、ホイール及びハブそれぞれのさび、損傷等の確認状況
- ・ ボルト、ナット、ホイール及びハブそれぞれの清掃状況
- ・ ボルトやナットねじ部・摺動部の潤滑剤塗布状況
- ・ 使用している潤滑剤
- ・ ナットの締め付け時のトルク管理や各自動車メーカーの規定トルクの遵守状況
- ・ ボルト、ナットそれぞれの損傷時の交換の際の確認項目
- ・ ボルト、ナットそれぞれの劣化時の予防整備の実施承認状況

## ④ 増し締めについて

- ・ 増し締めの認知状況
- ・ 増し締めに関する周知・啓発方法
- ・ 増し締めの実施状況

## ⑤ その他タイヤ脱着作業に関する事項等について

- ・ ISO方式とJIS方式の整備性の違い
- ・ ISO方式とJIS方式の交換頻度の違い
- ・ 10年前と現在を比較した際のタイヤ脱着作業における環境変化
- ・ 社内での作業員への教育・周知徹底方法
- ・ マニュアル等に基づき作業を行う上で困難なこと

**(2) 保守管理に関する調査項目**

## ① 日常点検の実施等について

- ・日常点検の実施方法 ・日常点検の実施者 ・ナットへのマーキングやインジケータの活用状況
- ②タイヤ交換スケジュール等の管理について
  - ・タイヤ交換スケジュール ・増し締めの使用工具

### 4.3. ヒアリング調査結果によるタイヤ脱着作業の実態について

#### (1) タイヤ交換作業の実施件数や作業人員について

##### ①タイヤ交換作業台数と実施時期

事業種別ごとのタイヤ交換作業平均実施台数は、下記の通りであった。交換回数是一台当たり年一回が多く、冬用タイヤを履きつぶすという回答も見られた。

実施時期としては、夏用→冬用は10月～1月、冬用→夏用は3月～5月が多かった。

表 4-3. タイヤ交換作業台数と実施時期

	貨物	旅客	タイヤ	整備
冬用→夏用	77	37	531	131
夏用→冬用	85	46	302	190
冬用→冬用	29	8	172	768
夏用→夏用	12	0	500	152
オールシーズン →オールシーズン	157	27	700	0

※貨物：貨物運送事業者、旅客：旅客運送事業者、タイヤ：タイヤ専門店、整備：自動車整備事業者、以下同じ。

##### ②タイヤ脱着作業に従事する作業員数

一事業者当たりのタイヤ脱着平均作業員数は、下記の通りであった。なお、貨物・旅客については、ドライバー等の整備専従でない従業員も含む。

表 4-4. タイヤ脱着作業に従事する作業員数

	貨物	旅客	タイヤ	整備
平均作業員数/事業者	7	13	4	16

##### ③タイヤ脱着作業場所

タイヤ脱着作業場所としては下記の通りであったが、業種別、事故惹起経験有無別で特徴的な傾向は見いだせなかった。

(案)

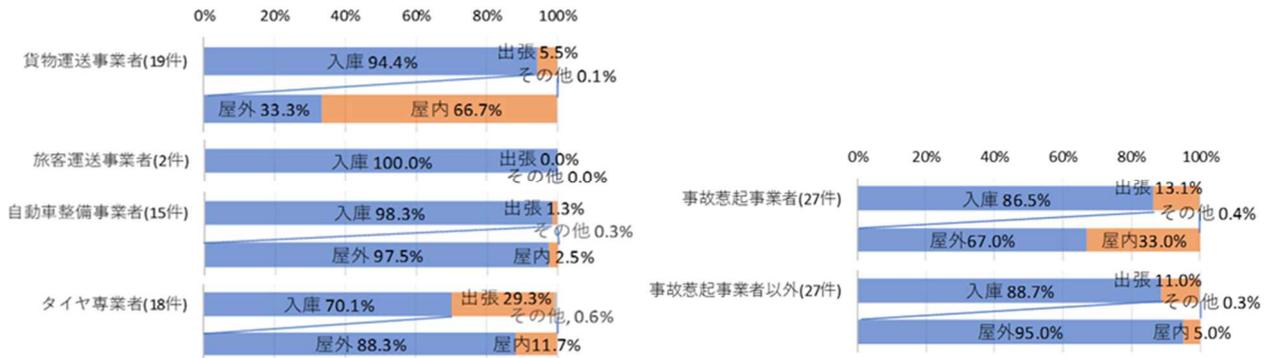


図 4-1. タイヤ脱着作業場所【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

## (2) タイヤ脱着作業に使用する工具等について

### ① タイヤ脱着作業時の使用工具

#### 1) ナット締め付け用工具

ナット締め付け用工具について業種別に見ると、旅客運送事業者と自動車整備事業者は100%トルク・レンチを保有していた。また、タイヤ専門店は、電動トルクやパワートルクセッター等の保有率が他の業種に比べ高いことが分かった。

事故惹起経験有無別に見ると、事故惹起事業者の方が、トルク管理可能な工具の保有率が低い傾向があった。

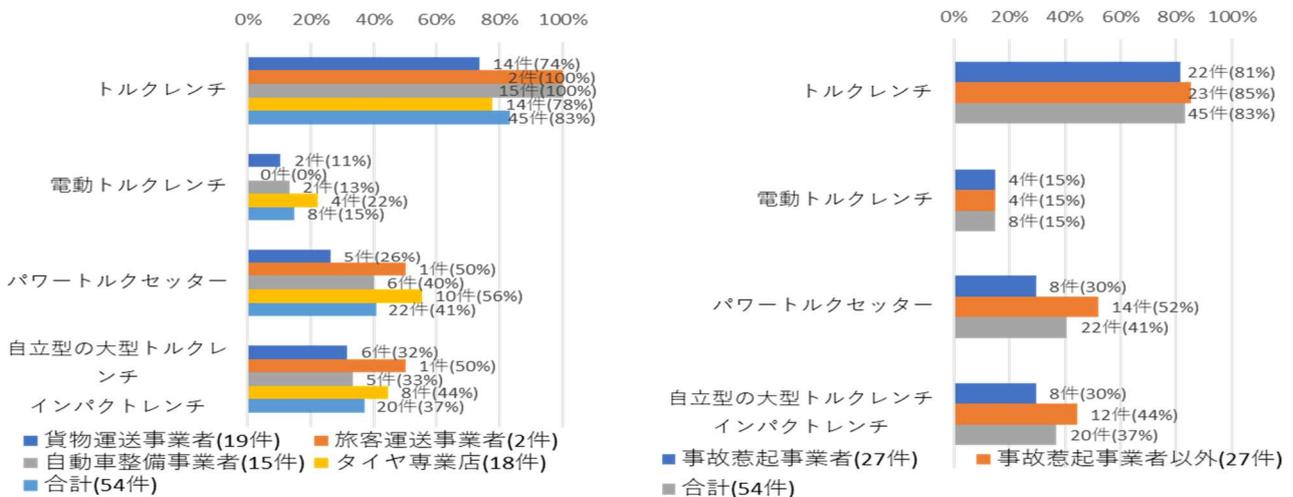


図 4-2. ナット締め付け用工具【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】(複数回答)

#### 2) 清掃工具・潤滑剤

清掃工具・潤滑剤を業種別に見ると、自動車整備事業者はあらゆる工具・潤滑剤をまんべんなく保有している傾向があった。

事故惹起経験有無別に見ると、わずかではあるが、事故惹起事業者の方が全体的に保有している工具・潤滑剤が少ない傾向があった。

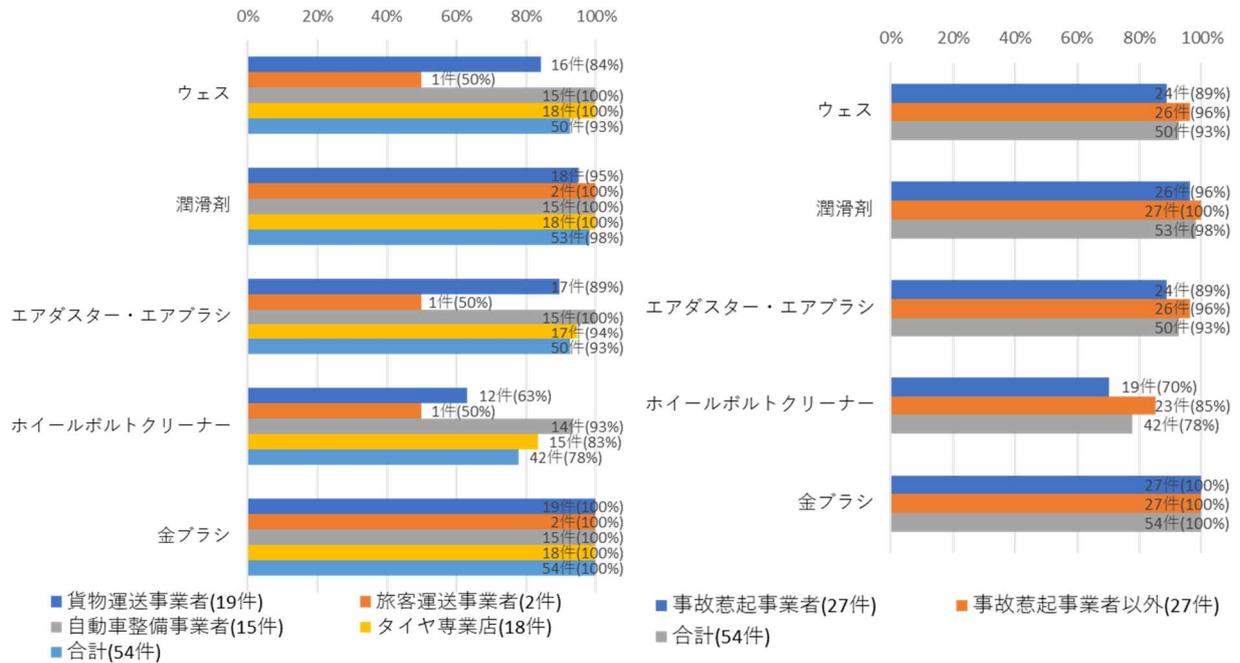


図 4-3. 清掃工具・潤滑剤【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

### 3) タイヤ脱着補助工具・その他工具

タイヤ脱着補助工具やその他工具については、業種別・事故惹起経験有無別ともに特徴的な傾向は見いだせなかったが、比較的多くの事業者が補助工具を保有していることがわかった。

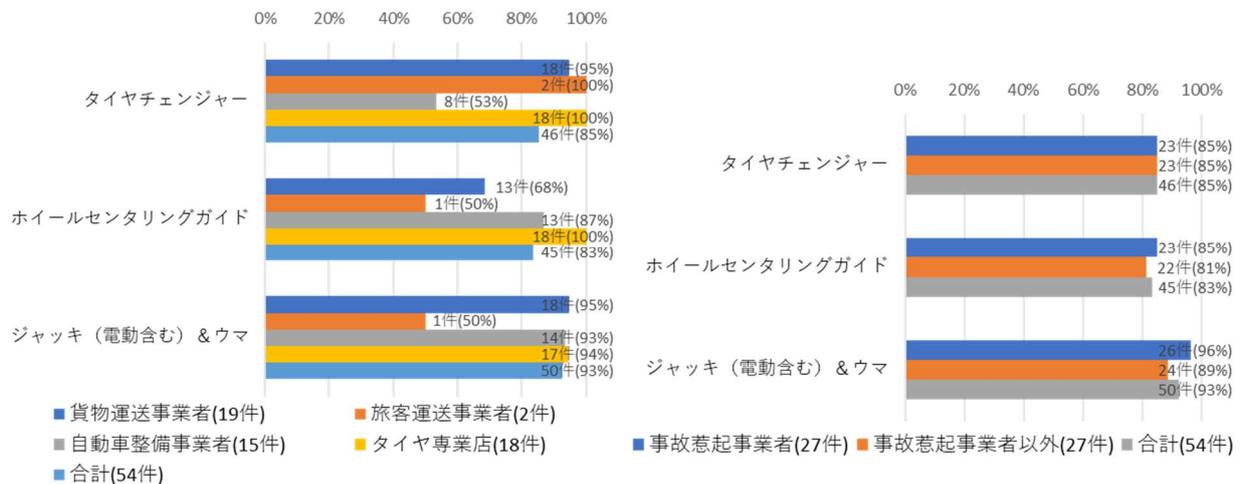


図 4-4. タイヤ脱着補助工具【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

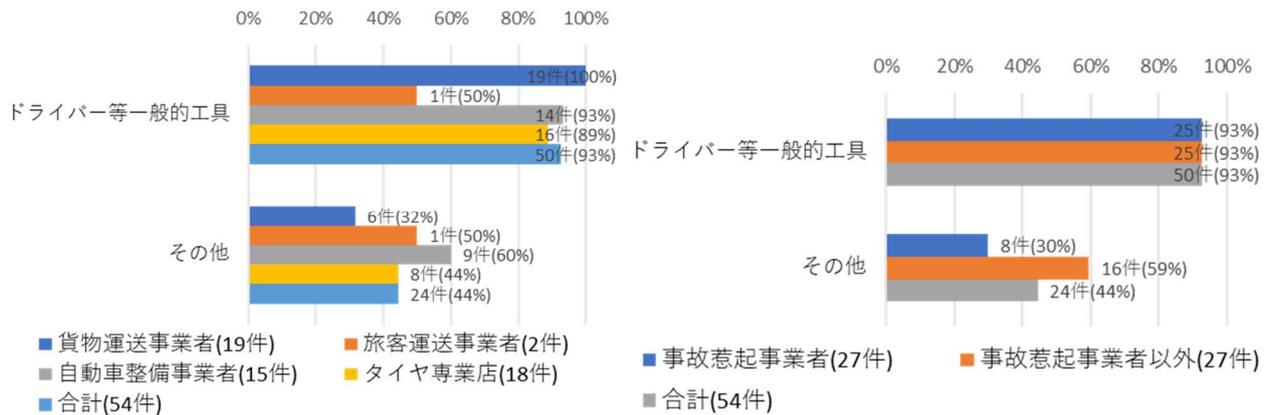


図 4-5. その他工具【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

## ②トルク・レンチの有無

トルク管理可能な工具を保有していない事業者は、1者（貨物運送事業者・事故惹起事業者）のみであった（事故後は整備事業者に作業を依頼することとしたとのことであり、トルク管理可能な工具を保有していない状況に変化はなかった）。また、業種別の保有工具を見ると、タイヤ専門店は他の事業者と比較し電動の工具の保有率が高い傾向が見られた。

### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者 27 者のうち 8 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・トルク管理可能な工具を購入（追加を含む）：5者
  - ・整備事業者に作業を依頼する形に変更：2者
  - ・適切にトルク管理をするため、タイヤを水平に保つ補助具を購入：1者
- といったものがあつた。

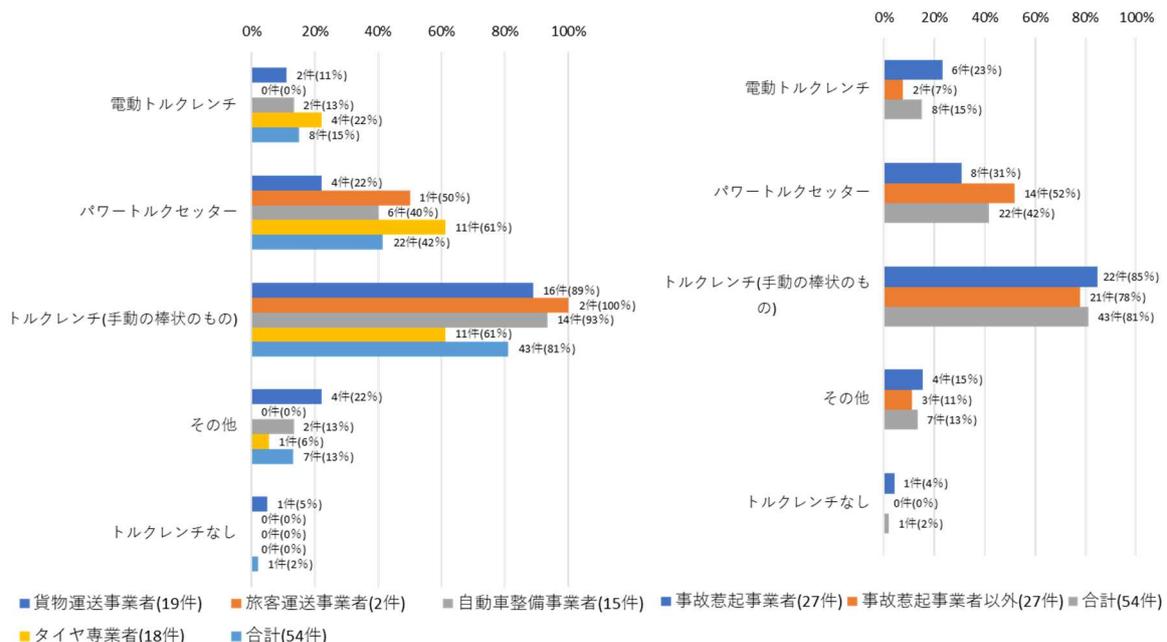


図 4-6. トルク・レンチの有無【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

### ③トルク・レンチの校正頻度

事業者が保有するトルク・レンチの校正頻度は、年1回が最も多かった。

ただし、全体の約3割程度がトルク・レンチの校正を実施しておらず、そのほとんどが事故惹起事業者であった。なお、事故惹起事業者以外のうち、「校正をしていない」と回答した3者の内訳は、旅客事業者1者、貨物事業者2者であった。すなわち、整備事業者、タイヤ専門店のうち校正を実施していない事業者は、全て事故惹起事業者である。

#### 【トルク・レンチを校正しない理由】

校正を実施していない理由には、下記のようなものがあった（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・校正が必要なことを知らなかった：2（0）者
- ・校正が必要なことは知っていたが、必要性を感じなかった：6（2）者
- ・（時間・代用品がなく）実施が困難だった：2（0）者
- ・高頻度で新品を購入するため必要がない：7（1）者

#### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者27者のうち10者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・校正しやすくするため、（予備を）追加購入（しかし、まだ実際に校正は行っていない）：2者
- ・必要性を認識した（しかし、まだ実際に校正は行っていない）：6者
- ・タイヤ脱着作業を外注することとした：2者

※まだ実際に校正を実施していない理由として、費用が高いという意見ありといったものがあった。

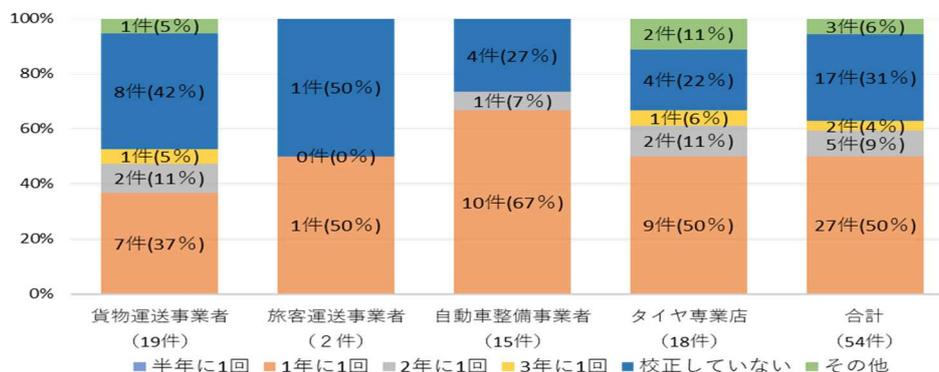


図 4-7. トルク・レンチの校正頻度【業種別】

(案)

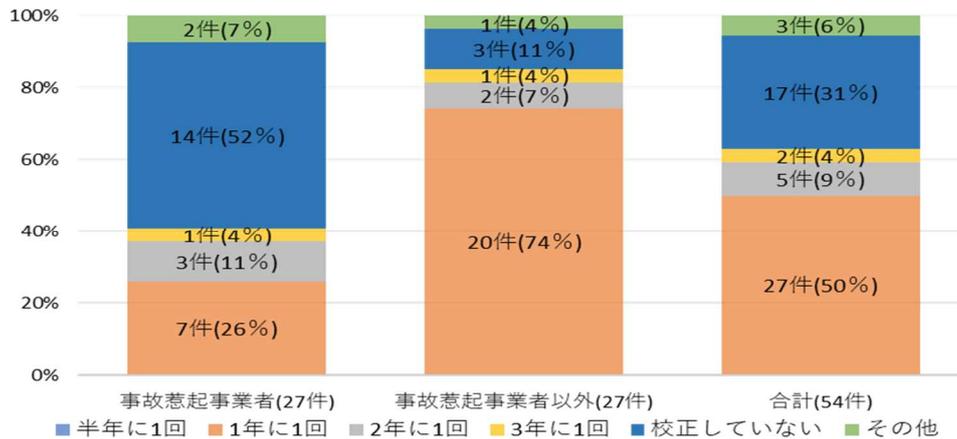


図 4-8. トルク・レンチの校正頻度【事故惹起経験有無別】

#### ④ (2) の結果に基づく分析

- ・ 今回のヒアリング対象事業者においては、1 者のみトルク管理可能な工具を保有していない事業者が存在したが、当該事業者は運送事業者であり、全てのタイヤ脱着作業を整備事業者に依頼しているとのことであった。
  - ・ 保有している工具・潤滑剤等の種類について、業種別、事故惹起経験有無別いずれも、特徴的な傾向は見いだせなかった。
  - ・ トルク・レンチの校正頻度については、事故惹起経験の有無による差異が非常に大きく、校正を実施していない理由の多くが「必要性を知らなかった／感じなかった」であった。事故後、校正の必要性は感じたものの未だその実施体制が整っていないと回答した事業者も多く残っていた。
- トルク・レンチを保有しており、それを使用して作業を行っていても、適切に校正がなされていなければ正確なトルク管理が実施できず、これがタイヤ脱落事故の一因となった可能性が考えられる。
- ⇒トルク・レンチは保有しているだけでは不十分であり、定期的な校正がなされるよう、校正の必要性の認知度を高める必要がある。

### (3) ボルト、ナット等の確認や交換等について

#### ①ボルト、ナット、ホイール及びハブそれぞれのさび、損傷等の確認状況

ボルト、ナット等の各部位のさびや異物等の汚れ、損傷等の確認は、大半の事業者で実施されており、業種別、事故惹起経験有無別で見ても大きな差異は見られなかった。点検箇所別に見ると、ハブのみ、若干確認されない場合が多かった。

#### 【確認していない主な理由】

確認を実施していない理由には、下記のようなものがあった（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ 車検時に確認が行われているため：1（0）者
- ・ 新車納車後の初回点検時は非常に状態が良いため：1（1）者

(案)

- ・ハブは他の点検箇所 비해確認が難しいため：2（1）者
- ・ドライバーに任せているが、十分に教育ができていないため：1（0）者

### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者 27 者のうち、8 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・確認に対する指導の強化：2 者
- ・タイヤ脱着作業管理表等を用いた確認と管理の徹底：2 者
- ・管理者立ち合いによる点検の実施：2 者
- ・整備工場に任せることとした：2 者

といったものがあった。

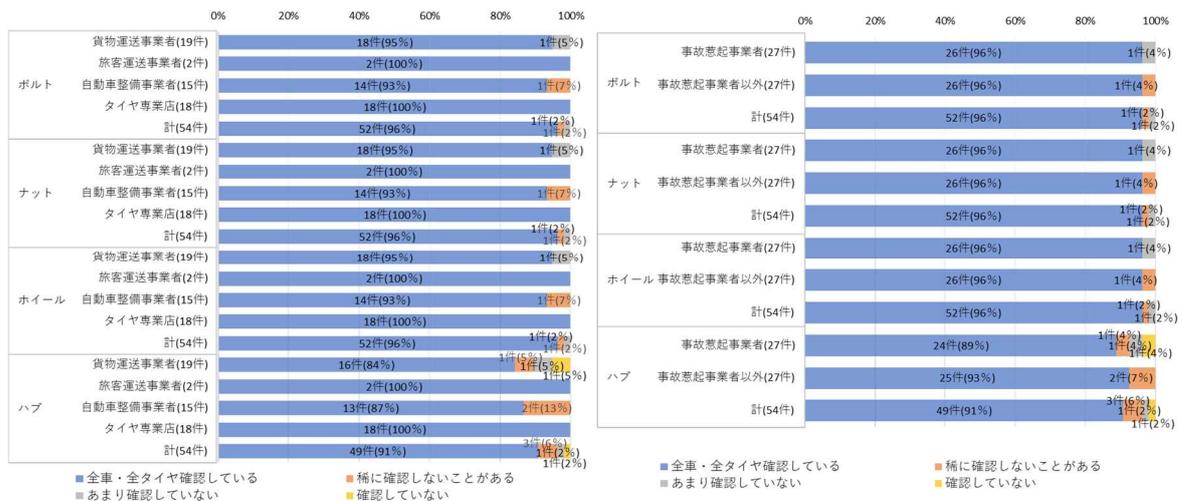


図 4-9. ボルト、ナット、ホイール及びハブそれぞれのさび、損傷等の確認状況  
【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

### ②ボルト、ナット、ホイール及びハブそれぞれの清掃状況

各部の清掃状況については、業種別では大きな差異は見られなかったものの、事故惹起経験有無別でみると、事故惹起事業者の方が割合が低い傾向にあった。また、(3)

①の各部の損傷の確認状況と比較すると、清掃については実施をしていない事業者の比率が少し高い傾向が見られた。

### 【清掃していない主な理由】

清掃を実施していない理由には、下記のようなものがあった（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ドライバーに任せているが、教育が不十分である：4（0）者
- ・点検時や車検時に清掃されているため：1（0）者
- ・新車納車後の初回点検時は非常に状態が良いため：1（1）者
- ・出張先での作業の場合、工具がないなどにより実施不可能な場合がある：2（2）者
- ・繁忙期で時間に追われ、完全に清掃ができていないことがある：1（1）者

## 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者 27 者のうち、7 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・清掃の必要性に関する指導の強化：2 者
- ・タイヤ脱着作業管理表等を用いた確認と管理の徹底：1 者
- ・管理者立ち合いによる点検の実施：1 者
- ・整備工場に任せることとした：2 者
- ・より作業性の良い清掃用工具を購入した：1 者

といったものがあった。

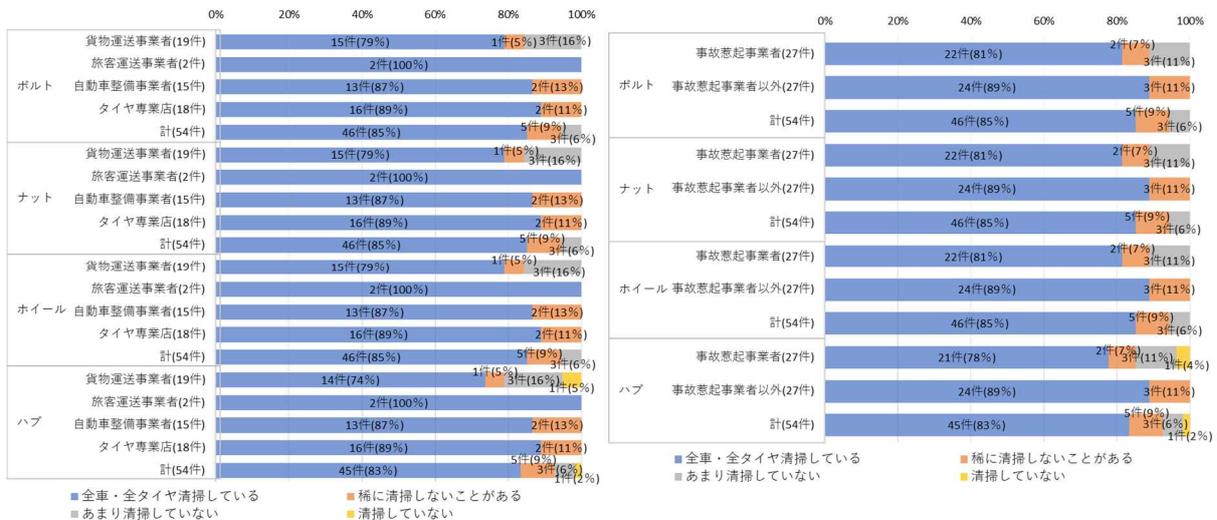


図 4-10. ボルト、ナット、ホイール及びハブそれぞれの清掃状況

【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

## ③ボルトやナットのねじ部・摺動部の潤滑剤塗布状況

## 1) ねじ部への潤滑剤の塗布状況

ボルト及びナットのねじ部への潤滑剤の塗布状況については、業種別で顕著な傾向の差異は見られなかったが、10%程度の事業者で、必ずしも塗布がなされていないことがわかった。また、事故惹起経験有無別にみると、事故惹起経験のある事業者のほうが「稀に塗布しないことがある」「あまり塗布していない」とする事業者が多い傾向が確認された。

## 【潤滑剤を塗布していない具体的な理由】

潤滑剤の塗布を実施していない理由には、下記のようなものがあった（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ドライバーに任せているが、教育が不十分である：2（0）者
- ・点検時に整備工場にて塗布している：1（0）者
- ・状態が良いものについて、省略することがある：1（0）者

※油がホイールにつくことを嫌い、運送事業者から苦情が出ることがあるという声あ

り

- ・新車納車後の初回点検時は非常に状態が良いため：1（1）者

【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者のうち「稀に塗布しないことがある」「あまり塗布していない」と回答していた5者のうち、2者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・整備工場に任せることとした：2者
- という回答があった。

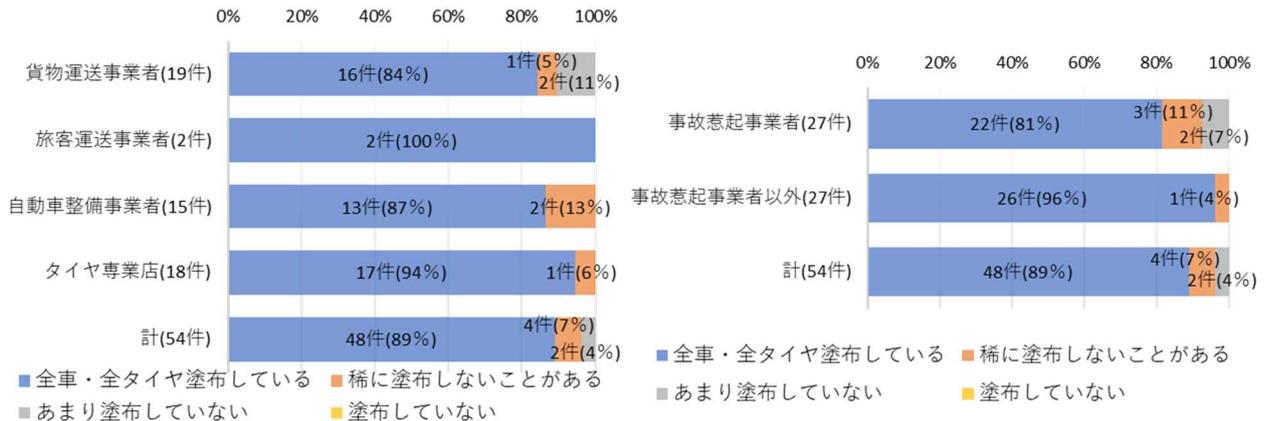


図 4-11. ボルトのねじ部の潤滑剤塗布状況【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

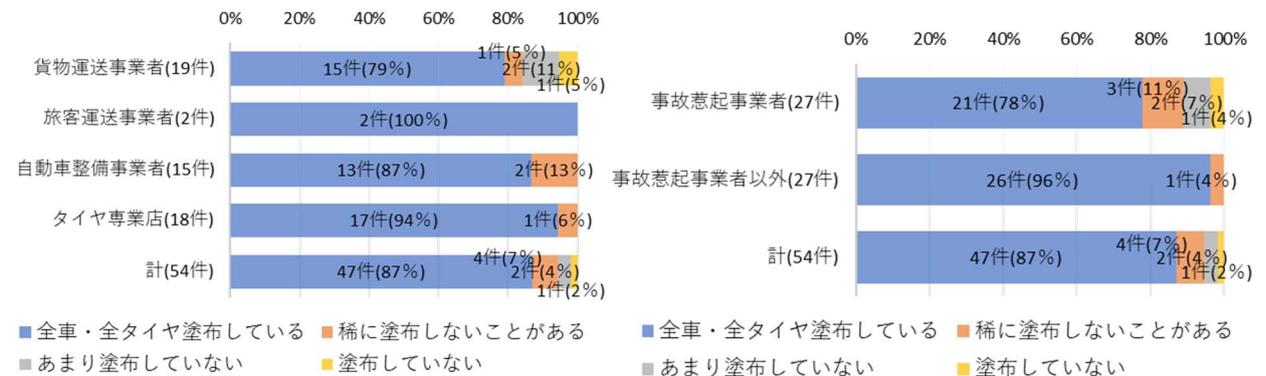


図 4-12. ナットのねじ部の潤滑剤塗布状況【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

2) 摺動部への潤滑剤の塗布状況

摺動部への潤滑剤の塗布状況については、「全車・全タイヤ塗布している」との事業者が多い結果となったが、一部で必ずしも実施されておらず、業種別に見ると貨物運送事業者で潤滑剤の塗布を実施していない比率が少し高かった。事故惹起経験有無別にみると、事故惹起経験のある事業者のほうが「稀に塗布しないことがある」「あまり塗布していない」とする事業者が多い傾向が確認され、事故後も完全には改善されていないことがわかった。

【潤滑剤を塗布していない場合の具体的な理由】

潤滑剤の塗布を実施していない理由には、下記のようなものがあった（カッコ内は事

故惹起経験の無い事業者の内数)。

- ・ドライバーに任せているが、教育が不十分である：2 (0) 者
- ・摺動部へも潤滑剤塗布が必要であることの周知が不十分であった：1 (0) 者
- ・点検時に整備工場にて塗布している：1 (0) 者
- ・状態が良いものについて、省略することがある：2 (1) 者

### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者のうち「稀に塗布しないことがある」「あまり塗布していない」と回答していた8者のうち、4者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・社内教育を進めた：2者
- ・整備工場に任せることとした：2者

といったものがあつた。

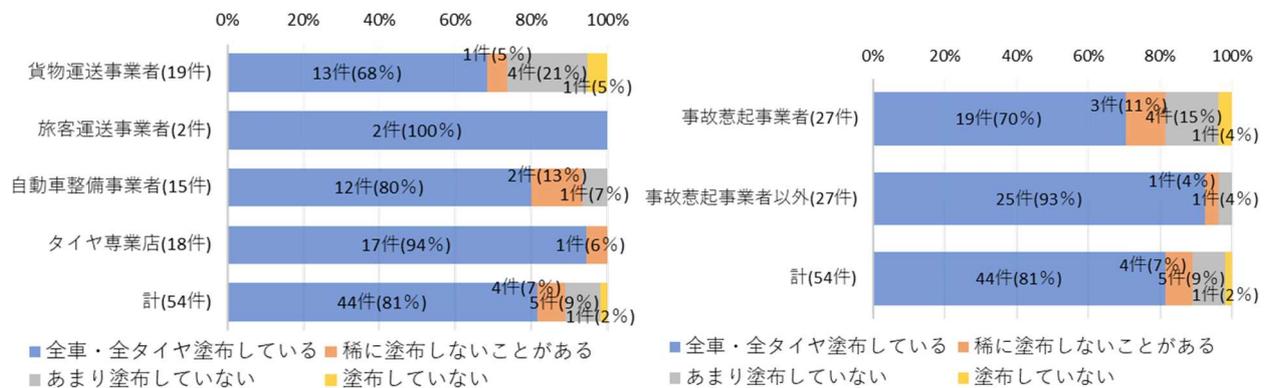


図 4-13. 摺動部の潤滑剤塗布状況【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

### ④使用している潤滑剤

使用している潤滑剤の種類は、基本的には自動車メーカー指定品の方が割合が高かったが、タイヤ専門店についてのみ、「その他」の回答が多かった。また、事故惹起経験有無別にみると、事故惹起事業者に比べて事故惹起経験のない事業者のほうが「自動車メーカー指定品」を使用している割合が多く、「その他」の潤滑剤の使用割合は事故惹起事業者の方が高いことがわかった。また1者のみ、そもそも潤滑剤の塗布を実施していない事業者も存在した(貨物運送事業者・事故惹起事業者)。

その他と回答した事業者では主に市販の防錆剤入り潤滑剤を使用しており、一部で二硫化モリブデンを含む潤滑剤を使用している事業者もあつたことがわかった。

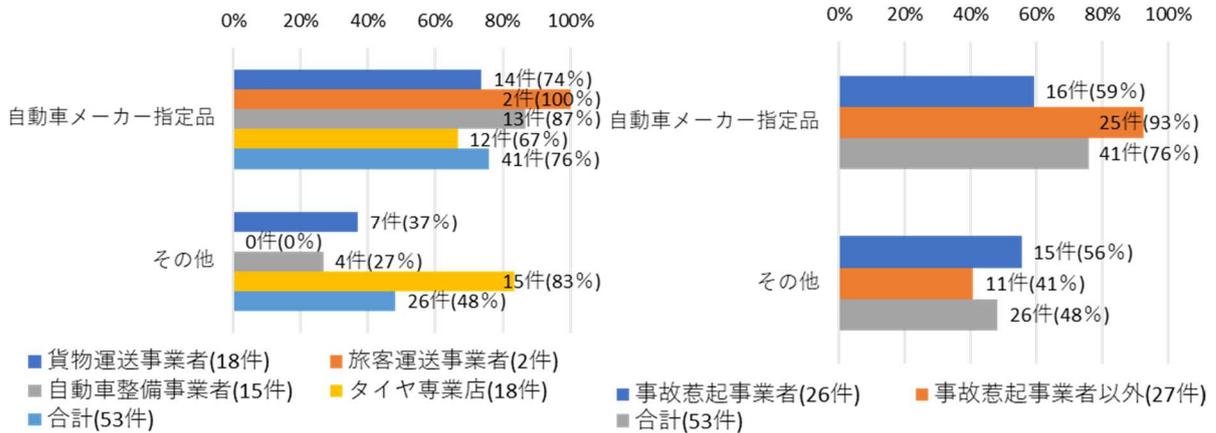


図 4-14. 使用している潤滑剤【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

### ⑤ナットの締め付け時のトルク管理や規定トルク値の遵守状況

規定トルクの遵守状況を見ると、事故惹起事業者では、事故前はおよそ半数が適切なトルク管理をしていなかったものの、事故後は 90% 程度の事業者が規定トルクを遵守するようになったと回答している。また業種別に見ると、事故前に規定トルクが遵守されていなかった事業者の割合は、貨物運送事業者が最も高かった。

#### 【遵守できていない場合の具体的な理由】

規定トルクを遵守できていない具体的な理由には、下記のようなものがあった（かつこ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ある程度使用部品の年数が経過している場合については、規定値よりきつめに締め付けている：4（1）者
- ・出張作業の際にトルク管理可能な工具を持参していない：1（0）者
- ・インパクトレンチを使用し、トルク管理を行っていない（増し締めのみトルク・レンチを使用）：1（1）者

#### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者 27 者のうち、11 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・増し締め等によるトルク管理の頻度を上げた：4 者
- ・規定トルクでの締め付けを社内で徹底している：3 者
- ・規定トルクよりもきつく締めるようになった：2 者
- ・整備工場に任せるようになった：1 者
- ・作業性の高いトルク・レンチを購入した：1 者

といったものがあった。

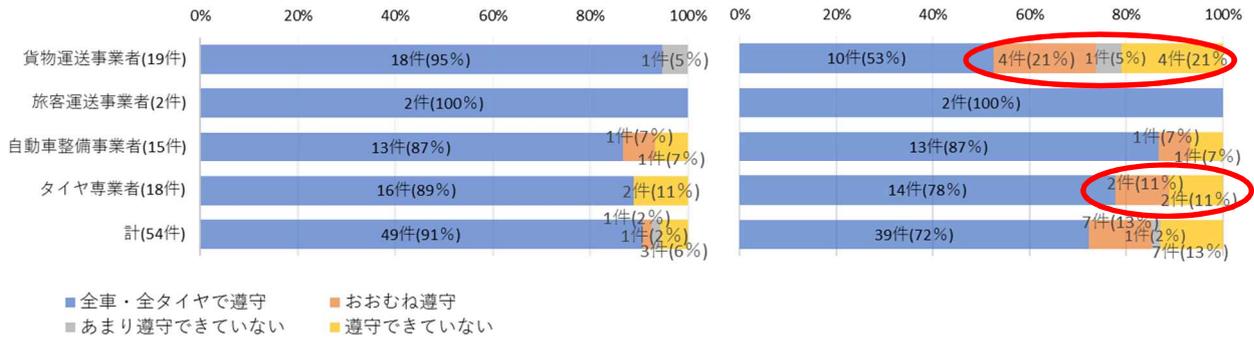


図 4-15. 規定トルクの遵守状況【業種別・左：事故後、右：事故前】

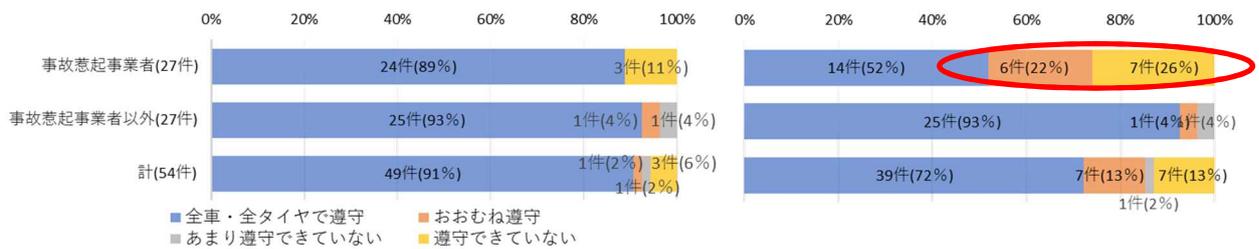


図 4-16. 規定トルクの遵守状況【事故惹起経験有無別・左：事故後、右：事故前】

### ⑥ボルト、ナットそれぞれの損傷時の交換の際の確認項目

ボルト、ナットの交換の際の確認項目として、手引において具体的な確認事項として挙げている「亀裂」、「損傷」、「さびの発生」、ねじ部の「つぶれ」、「やせ」、「かじり」またボルトについては「のび」、ナットについては「ワッシャが円滑に回転するか」を設定しているか否かで分類した。またナットについては、「ワッシャが円滑に回転するか」の確認は特に重要であるため、内数を示した。

いずれの業種でも、ボルト、ナットともに7割以上の事業者で何らかの交換の際の確認項目が定められていたものの、手引で示している項目を採用している事業者はあまり多くなかった。また、ナットの交換の際の確認項目として特に重要な「ワッシャが円滑に回転するか」については、いずれの業種でも設定率が低いことが分かった。

また、事故惹起経験有無別で比較すると、事故惹起経験のない事業者の方が、交換の際の確認項目を定めている割合が高いことも分かった。

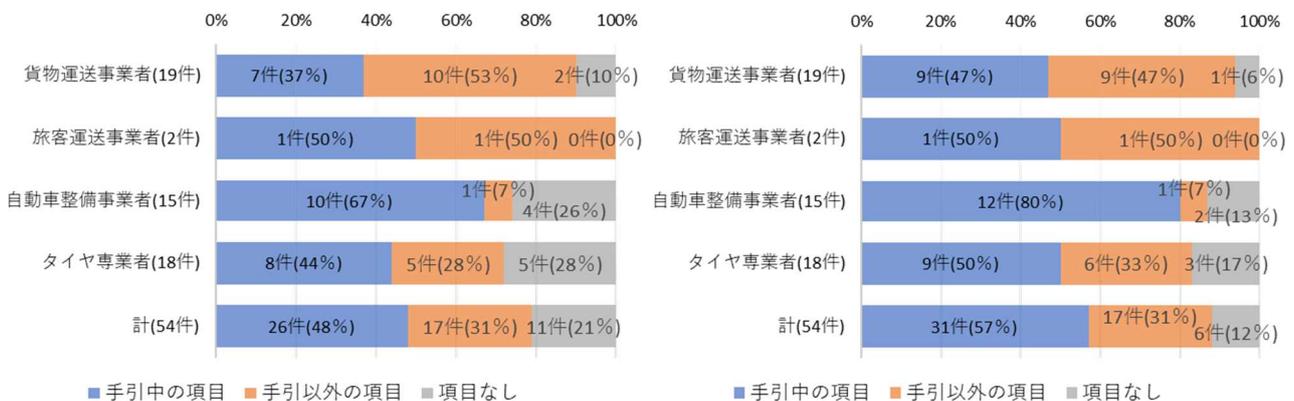


図 4-17. 損傷時の交換の際の確認項目【業種別・左：ボルト、右：ナット】

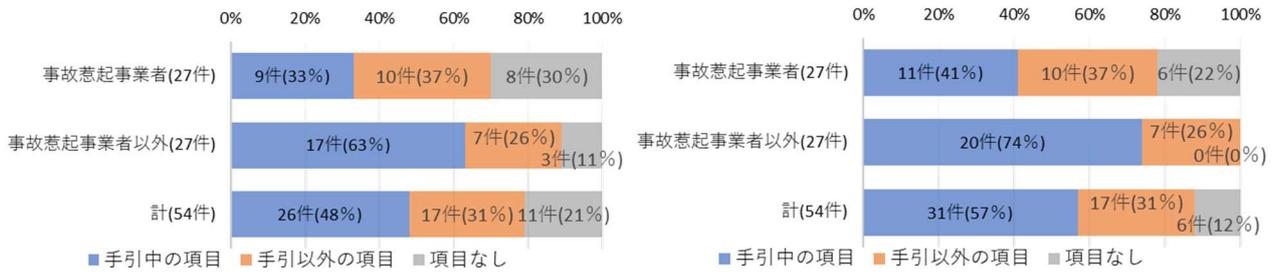


図 4-18. 損傷時の交換の際の確認項目  
【事故惹起経験有無別・左：ボルト、右：ナット】

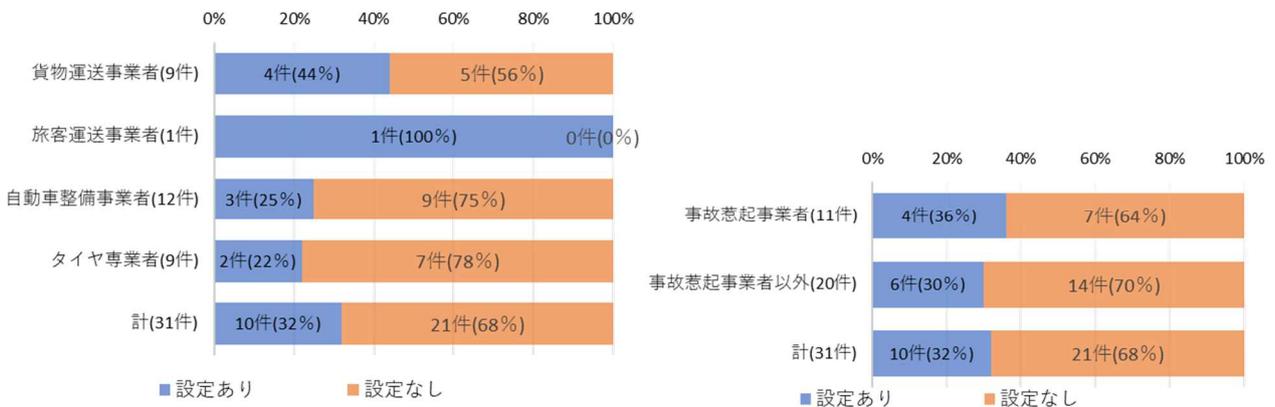


図 4-19. 「ワッシャが円滑に回転するか」を確認項目に設定しているか  
【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】(図 4-17、18 中「手引中の項目」の内数)

## ⑦ボルト、ナットそれぞれの劣化時の予防整備の実施承認状況

### 1) 運送事業者

運送事業者においては、基本的にドライバー等が異状を発見した場合には即点検し必要に応じ部品の交換を実施している、との回答であった。そのような体制を確保するために、いくつかの事業者においては、

- ・常にナットの予備を確保している
- ・自動車整備士の有資格者を社内に有している

といった回答があった(いずれも複数回答あり)。

### 2) 整備事業者・タイヤ専門店

多くの事業者が、部品交換を打診した場合ほぼ交換に応じてくれるとの回答であった。ただし、わずかに整備事業者に比べるとタイヤ専門店の方が、運送事業者が応じてくれない割合が高い、という内容の回答であった。また特に、タイヤ専門店ではナットの交換はその場で可能なもののボルトの交換については特定整備に該当するためその場での作業ができず、整備工場での交換を打診するほかないが、次の入庫のタイミング

で、ボルトの交換がなされている割合はあまり高くないとの回答が多くみられた。

⑧ (3) の考察

- ・ボルト、ナット、ハブ等の各部の点検・清掃・潤滑作業の実施状況を見ると、いずれも業種関係なく比較的高い比率で作業が実施されていることがわかった。
- ・点検→清掃→潤滑と作業工程が進むにつれ、わずかずつではあるが作業実施率が低下していく傾向が見られた。潤滑作業については、ねじ部よりも摺動部の方がわずかに実施率が低かった。
- ・いずれの作業工程についても、実施できていない理由の一つとして「ドライバーに作業を任せているが、適切な教育ができていない」という回答が含まれていた。
- ・使用している潤滑剤の種類として、基本的には自動車メーカーの指定品を使用している事業者が大多数ではあったものの、一部の事業者において、日本自動車工業会が使用を推奨していない二硫化モリブデン入り潤滑剤が使用されていることもわかった。
- 基本的な作業内容については業種に関わらず一定程度の周知徹底は図られていると考えられるものの、ISO方式に特有の作業である摺動部への潤滑剤塗布を筆頭に、ドライバー等の作業員への作業内容の徹底が不十分な事業者が存在することが分かった。
- ⇒特に重要性の高い摺動部への潤滑剤塗布を中心に、タイヤ脱着時の作業内容について、ポイントを明確にしつつ必要事項の網羅的な周知徹底を図る必要がある。
- ・ナットの締め付け工程に関しては、事故惹起事業者において、事故発生前後での規定トルク遵守状況の変化が非常に大きかった。
- ・依然として規定トルクを遵守していない事業者も存在したが、その理由としては、「使用過程車両は緩みが出やすいと考え規定トルクより高いトルクで締め付けている」という回答が多かった。
- 事故発生前の規定トルクの遵守割合が事故惹起事業者において顕著に低かった点は、車輪脱落事故の要因としてトルク管理がなされているか否かが大きな影響をもつ可能性を示唆している。また、事故発生後にトルク管理を適切に行う事業者が大幅に増加していることから、事故防止においてトルク管理が重要であることが、一定程度認知されていると考えられる。
- ⇒規定トルクでの締め付けの重要性についてはある程度周知が図られていることが考えられるが、規定トルク以上のトルクで締め付けた場合には、ボルトの伸び等の損傷につながる可能性があることに注意が必要な点について、周知を図っていく必要がある。
- ・ボルト、ナットの交換の際の確認項目として、何らかの具体的な項目を定めている事業者は比較的多かったものの、手引に示した項目を採用している事業者の割合はあまり高くないことがわかった。またナットについては、特に確認が重要な、ワッシャが円滑に回転するかをナットの交換の際の確認項目に設定している事業者が少ないこともわかった。
- ・予防整備の状況としては、運送事業者においてはほとんど全ての事業者が「異状があれば即座に対応する」との回答であり、また整備事業者・タイヤ専門店からも、部品

交換等を提案すると概ね応じてもらえる、との回答が得られた。ただし、タイヤ専門店において自ら作業ができないボルトの交換については、提案に応じてもらえる割合が少し低いとの回答もあった。

⇒部品交換が必要な場合に対しては、一定程度対応可能な体制が整っていると考えられる一方で、そもそもの交換の際の確認項目の設定が不十分である可能性が高いことから、部品交換の目安について、改めて周知を図っていく必要がある。

#### (4) 増し締めについて

##### ①増し締めの認知状況

今回ヒアリングを行った全ての事業者が、増し締め作業について認知していた。

##### ②増し締めに関する周知・啓発方法

全ての事業者で、何らかの形で周知を行っていた。

##### 【具体的な周知啓発方法】

###### ○運送事業者 (21 者)

3分の1程度の事業者で、月に1度ないし年に数回、勉強会等を開催しているとの回答があった。その他の事業者についても、自社で周知書類や動画を作成していたり、ドライバーや整備管理者等へ口頭で指導を行ったりしているとのことであった。

###### ○整備事業者・タイヤ専門店 (33 者)

3分の2以上の事業者で、整備記録簿や作業伝票等に増し締めの実施を呼びかける記載を実施しているとの回答があった。その他の事業者についても、口頭で直接ドライバーへ増し締めの実施を依頼しているとのことであった。

##### ③増し締めの実施状況

###### 1) 運送事業者の実施状況

事故発生前は、3分の2程度の事業者しか増し締めを行っていなかったところ、事故発生後は9割近くの事業者が増し締めを実施するようになっている。これは事故惹起事業者全てが事故後増し締めを実施するようになったためである。一方で事故惹起経験のない事業者では8者中3者が自社で増し締めを実施していないという回答であった。

##### 【増し締めを実施していない主な理由】

増し締めを実施していない理由には、下記のようなものがあった(カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数)。

- ・ドライバーに任せており、実施状況の確認をしていない：1 (1) 者
- ・車輪脱着後 50~100 キロに実施することは事実上困難。1 運行後 (1000km を超える場合あり) に実施する等次善の策はとっている：2 (2) 者

##### 【事故発生前後の変化】

(案)

事故惹起事業者 21 者のうち、8 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・ドライバーへの教育を強化した：4 者
  - ・実施頻度を高めた：2 者
  - ・増し締め実施状況の管理体制を強化した：2 者
- といったものがあった。

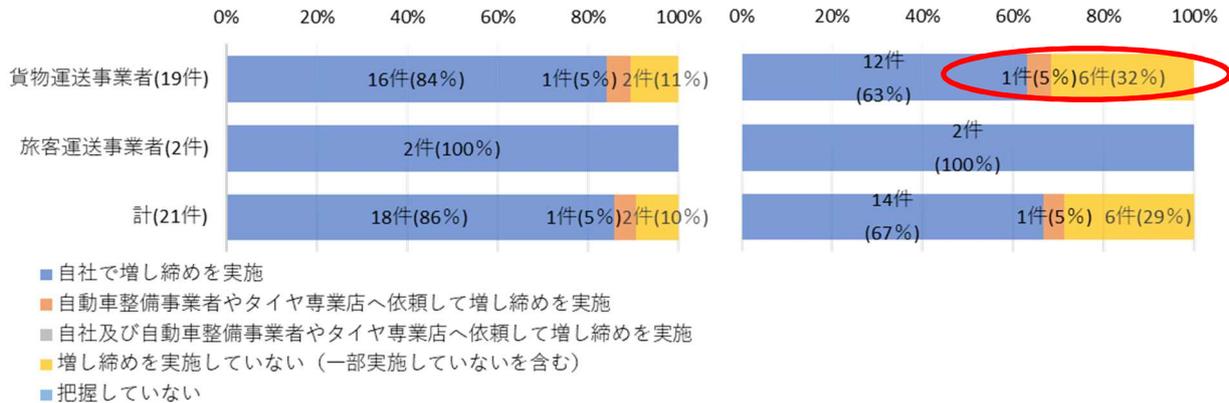


図 4-20. 増し締めの実施状況【業種別・左：事故後、右：事故前】

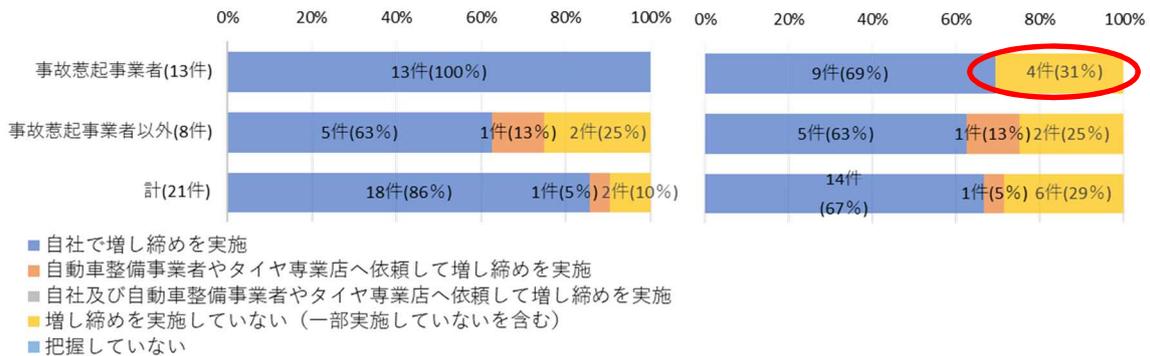


図 4-21. 増し締めの実施状況【事故惹起経験有無別・左：事故後、右：事故前】

## 2) 整備事業者・タイヤ専門店での実施状況

整備事業者・タイヤ専門店全体として、依頼主から増し締めの実施を依頼される割合は半分に満たないことがわかった。また、依頼されたもののうち出張先での作業についてはタイヤ専門店のみ実績があり、また事故惹起経験の有無による特徴的な違いは見られなかった。

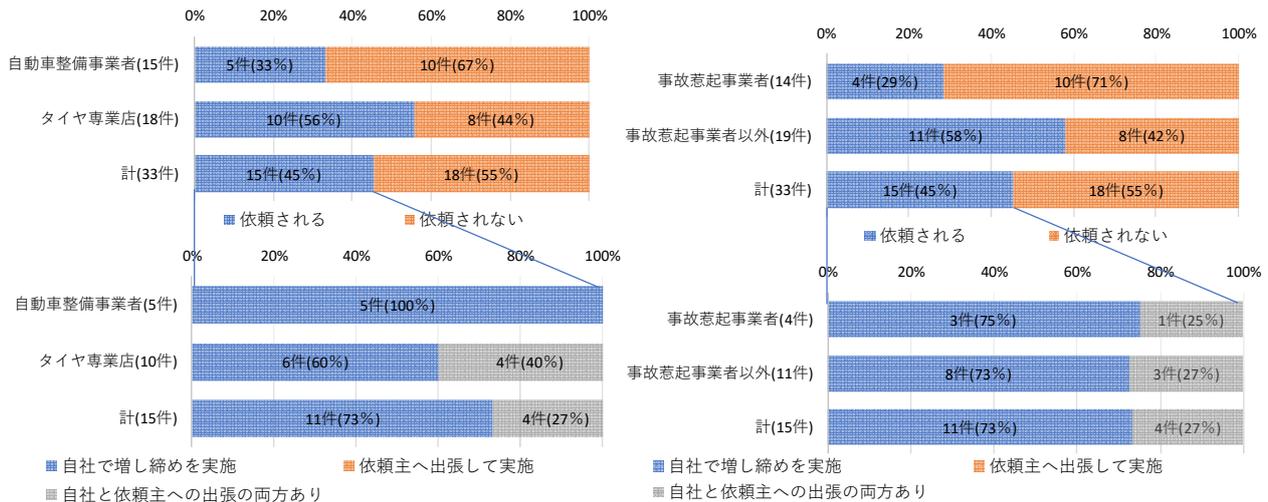


図 4-22. 顧客からの増し締め依頼状況【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

#### ④ (4) の考察

- ・今回ヒアリングした全ての事業者において、増し締め作業については認知しているとの回答であった。
  - ・増し締めの周知のため、運送事業者では勉強会の開催や自社独自教材の作成を行っていたり、整備事業者、タイヤ専門店では点検整備記録簿への記載やドライバーへの口頭説明を行ったりしているとの回答があった。
  - ・一方で、運送事業者の一部は増し締めを実施していないとの回答をしており、その理由として、「50～100kmでの実施は事実上困難」との回答があった。
- 増し締めの重要性について一定程度認知されていることが、社内教育等の実施率の高さから示唆されるが、その一方で実際上、国土交通省等が周知している内容に即した実施は困難との声もあった。
- ⇒増し締めの実施方法としては、これまで通り 50～100kmでの増し締めの実施を継続的に周知する。ただし、100km以上走行した場合には実施しなくても良いということではないため、仮に 100km以上走行してしまった場合でも増し締めの実施自体は確実にを行うよう、周知を図っていく必要がある。

#### (5) その他タイヤ脱着作業に関する事項等について

##### ①ISO方式とJIS方式の整備性の違い

業種を問わず、半分程度の事業者が作業性は良くなっていると回答し、10者程度があまり変わらないと回答した。一方で作業性が悪くなったと回答した事業者も10者程度あった。

具体的な回答内容として、作業性が良くなった理由としては基本的に「ナットの数が増えたことにより、作業時間が短縮された（一台当たり10～20分程度）」という理由であった。しかし、総合的に作業性が良くなったと回答した事業者でも、「正確な理由は不明だが、車輪取り外し時に以前と比較し取り外しにくくなった（複数回答あり）」、「センター出しがJISより難しい」といった意見もあった。これらの影響をより強く感

じている事業者が、ISOの方がJISより整備性が悪くなっていると回答していた。ただし、規格が変わった当初は上記の様に感じていたが、作業に慣れたり、ホイールセンターリングガイド等の作業補助具を導入したりすることにより作業性が上がったと回答した事業者も一定数存在した。

#### ②ISO方式とJIS方式の部品の交換頻度の違い

ISOの交換頻度の方が低いと回答した事業者の方が、JISの方が交換頻度が低いと回答した事業者と比較してわずかに多かった（ただし、ISO車両の方がJIS車両に比較して新しい傾向にあることについては留意が必要）。以下に、それぞれの回答の詳細を記載する。

##### 【ISOの方が交換頻度が低いという回答の詳細】

- ・ホイールとナットとの当たり面の摩耗が少ない
- ・ISOは座面が平面であることから、ホイールのダメージが少ない
- ・JISの場合はインナーナットが割れることが多い

##### 【JISの方が交換頻度が低いという回答の詳細】

- ・ISOの方が、ねじ山が潰れている頻度が高い

#### ③10年前と現在を比較した際のタイヤ脱着作業における環境変化

特筆する変化はないといった回答や、個社の事情による変化（事業場の改築など）が多かったが、一部ホイールやボルト、ナットの規格変更、車輪脱落事故防止対策の気運の高まり等による変化への言及もあった。

##### 【主な回答】

- ・ISOが主流となり、作業手順が短縮された（複数回答あり）
- ・トルク管理されていることにより、取り外しがしやすくなった
- ※以前はきつく締まりすぎていることによりバーナーで焼いて緩めることもあったという回答もあった
- ・車輪脱落事故の対策として、トルク管理や清掃・給脂の徹底が図られたことにより、作業時間や作業負担が増えた（複数回答あり）
- ・ホイールや作業工具等の性能向上により、作業がしやすくなった（複数回答あり）

#### ④社内での作業員への教育・周知徹底方法

全ての事業者が、何らかの形での作業員への教育・周知を行っていた。基本的には実際の作業に合わせての指導や定期的な講習会、教材の配布などを組み合わせて取り入れている事業者が多かった。以下に、具体的な実施方法をいくつか挙げる。

- ・作業の説明動画の視聴を実施（自社にて動画を作成した事業者も複数存在）

※技能実習生等外国人への教育に際しては、文書による説明に比べ、ニュアンス等を伝えやすく効果的との回答があった

- ・定期的に講習会を実施

※外部から講師を招聘する場合、自社内で行う場合、他社の講習会に参加する場合などの回答があった

※実施頻度は、月1回～年1回や、新製品の発表時等様々であった

- ・技能コンテストを開催し、上位者を表彰

## ⑤マニュアル等に基づき作業を行う上で困難なこと

### 1) マニュアルの有無

マニュアルの有無を業種ごとに見ると、マニュアルがないと答えた割合は貨物運送事業者が比較的高く、またわずかではあるが、事故惹起事業者の方がマニュアルがないと答えた割合が高かった。

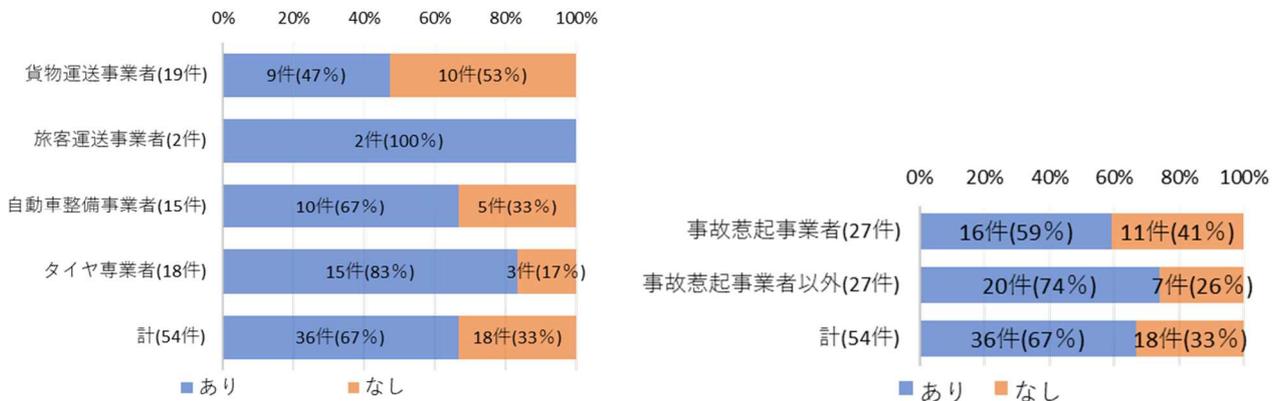


図 4-23. マニュアルの有無【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

### 2) マニュアルの内容

1) でマニュアルがあると回答した事業者に対して、その種類の回答を求めたところ、比較的自工会マニュアルの使用率が高いものの、全ての業種について、「その他」との回答が最も多かった。その他の具体的内容としては、

- ・自社独自マニュアル：22 者
- ・自動車メーカー作成のマニュアル（ディーラー以外が使用）：4 者
- ・タイヤメーカー作成のマニュアル（タイヤ専門店以外が使用）：2 者

といった回答であった。ただし、自社独自のものについては、整備管理者研修等の既存資料をベースに作成されたものも含まれている。

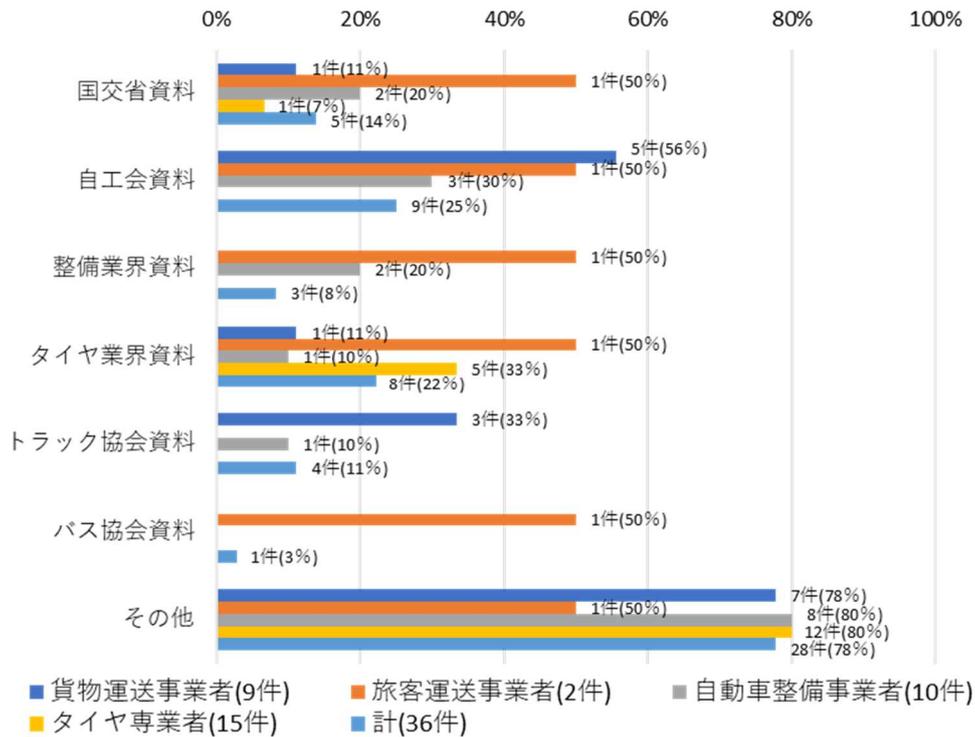


図 4-24. マニュアルの種類【業種別】(複数回答)

### 3) マニュアルに基づき作業を行う上で困難なこと

マニュアルが存在していても、様々な理由により作業上困難な点が生じうるという回答が得られた。具体的には、

- ・マニュアルの規定が非常に細かく、事実上その内容に忠実に従った作業が困難（複数回答あり）

→特に国交省資料については文字量が多く、重要なポイントがわかりにくいという指摘あり

- ・作業時の精度（どの程度の丁寧さが求められるか）の記載がないため、個人差が生じている（複数回答あり）
- ・なぜその作業をそのように実施しなければならないのかがわかりにくい
- ・テキストと写真よりも、動画の方が圧倒的にわかりやすい

といったものがあつた。

また（3）⑦と同様に、特に車齢が高い車両について作業する際に、マニュアルに記載されているトルク値では低すぎるのではないかと、という指摘が複数あつたが、（3）⑧にも記載した通り、規定トルク以上のトルクでの締め付けはボルトの伸び等につながる可能性があることに注意が必要である。

### ⑥（5）の考察

- ・ISO方式とJIS方式との差異について、作業性や交換頻度の点については、事業者ごとに回答内容のばらつきが大きかったものの、大まかな傾向として、○作業性はISOの方が高い、○交換頻度はISOの方が低い、という回答であつた。

- ・また JIS 方式から ISO 方式への規格の変化以外で、近年作業状況に変化があったかという質問に対しては、トルク管理がなされるようになり作業性が向上したというものや、反対に保守管理に気を遣うようになったため以前より作業負荷が増加したように感じる、といった声がみられた。
- ・マニュアル等を用いた社内教育については、多くの事業者が何らかの教材を作成し実施を行っていたが、特筆すべき意見として、「文書資料より動画資料の方が周知効果が圧倒的に高い（特に外国人工員へは、文書より動画の方がニュアンスを伝えやすい）」といった意見や、「規定が細かすぎてマニュアルに忠実な作業は事実上不可能（特に国交省資料は細かすぎる）」といった指摘があった。

⇒ (3) の考察でも言及したが、特に重要性の高い摺動部への潤滑剤塗布を中心に、タイヤ脱着時の作業内容について、ポイントを明確にしつつ、動画など直感的に理解しやすい方法を活用し必要事項の網羅的な周知徹底を図る必要がある。

#### 4.4. ヒアリング調査結果による保守管理状況の実態について

ヒアリング調査対象事業者 29 者は、全て貨物運送事業者若しくは旅客運送事業者であった。

また、調査対象事業者 29 者のうち事故惹起事業者は 17 者であり、その全てが貨物運送事業者であった。

##### (1) 日常点検の実施等について

###### ① 日常点検の実施方法

日常点検の実施方法については、業種による差は見られず、目視による点検が最も多く 8 割程度であり、次いで点検ハンマを使用した打音点検を行っている事業者も半数程度見られた。

事故惹起経験の有無による特徴的な傾向は見いだせなかった。

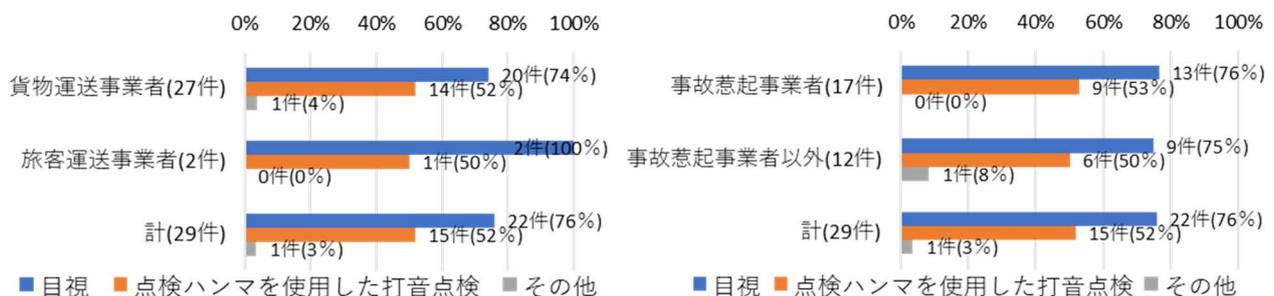


図 4-25. 日常点検の実施方法【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

###### ② 日常点検の実施者

日常点検については、すべての事業者でドライバーが実施しており、貨物事業者においては約 9 割の事業者で整備者も実施しているケースがみられた。

事故惹起経験の有無による特徴的な傾向は見いだせなかった。

(案)

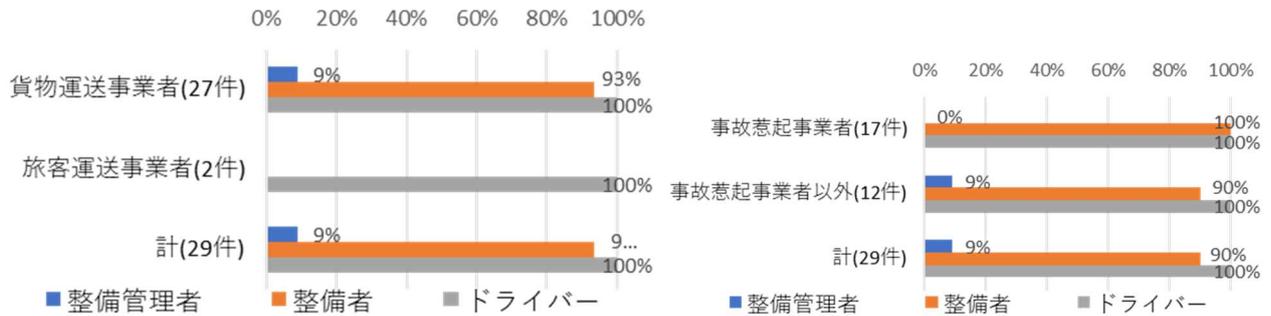


図 4-26. 日常点検の実施者【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

### ③マーキングやインジケータの活用の状況

#### 1) マーキングの活用状況

保有車両台数のうち、マーキングを活用している車両の割合は以下の通りであった。また、全ての保有車両においてマーキングを活用している事業者は13者、全く活用していない事業者は9者であり、活用している事業者とそうでない事業者の差が大きいことが分かった。

事故惹起経験の有無による特徴的な傾向は見いだせなかった。なお、事故惹起後にマーキングの活用を始めた又は強化した事業者は4者であった。

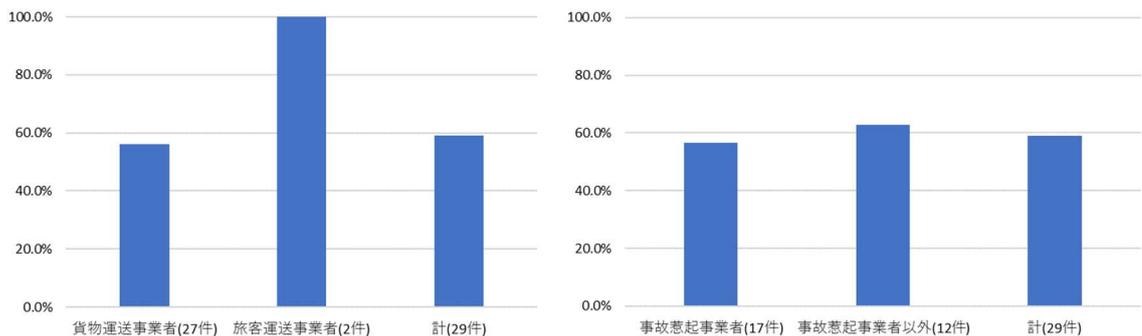


図 4-27. マーキングを活用している割合【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

#### 【マーキングを活用していない理由】

マーキングを活用していない理由には以下のものがあつた（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ボルトの折損について判断できないため：1（0）者
- ・汚れ等でマーカーが見えなくなる：2（0）者
- ・ナットキャップを活用しているため：1（1）者
- ・必要性を感じていない：2（2）者

#### 2) インジケータの活用状況

保有車両台数のうち、インジケータを利用している車両の割合は以下の通りであり、マーキングに比べて活用されていない実態が見られた。

事故惹起経験有無別にみると、事故惹起経験がある事業者のほうがインジケータを活用している割合が多かった。このうち、事故惹起後に活用を始めた事業者は4者であった。

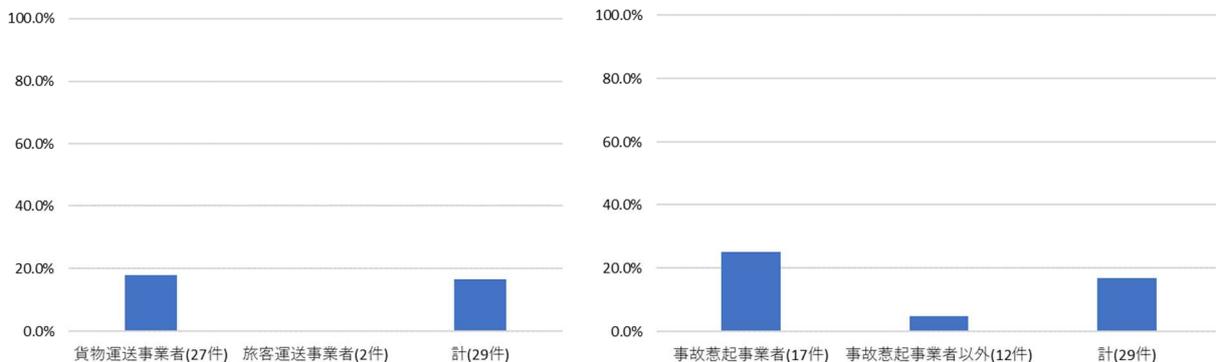


図 4-28. インジケータを活用している割合【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】

#### 【インジケータを活用していない理由】

インジケータを活用していない理由には以下のものがあった（カッコ内は事故惹起経験の無い事業者の内数）。

- ・ボルトの折損について判断できないため：1（0）者
- ・使い方がわからない：1（0）者
- ・入手困難：1（0）者
- ・コストがかかる：2（0）者
- ・ナットキャップを活用しているため：1（1）者
- ・インジケータの存在を知らなかった：1（1）者
- ・脱着作業が困難：1（1）者
- ・装着していると点検ハンマでの点検や洗車作業の邪魔となる：3（3）者
- ・必要性を感じていない：3（3）者

#### ④（1）の考察

- ・日常点検の方法としては目視による点検の割合が高くなっているものの、打音点検を実施している事業者も多いことが分かった。また日常点検は、ほとんど全て整備管理者ではなくドライバーが実施していた。
  - ・目視点検を可能とするための、マーキングやインジケータを活用していない理由としては、ボルトの折損については判断できないため、必要性を感じないといった声があり、また特にインジケータについては、存在そのものを知らなかった、洗車の邪魔になるなど作業性が低いといった回答もあった。
- ⇒ナットの緩みの点検方法として、目視による方法はあくまで選択肢の一つに過ぎないが、簡潔かつ確実に緩みを確認できる方法として、引き続き周知を図っていく。

## (2) タイヤ交換スケジュール等の管理について

### ① タイヤ交換スケジュール

タイヤ交換のスケジュールについては以下の通りであった。いずれの事業者においても時期を見て交換している割合が最も多かった。夏用タイヤから冬用タイヤへの交換時期は、11月～12月、冬用タイヤから夏用タイヤへの交換時期は3～4月頃が多かった。

事故惹起経験がない事業者では「その他」と回答した事業者が一定程度見られたが、具体的にはタイヤの摩耗状態や走行距離を勘案して交換している等の方法であった。

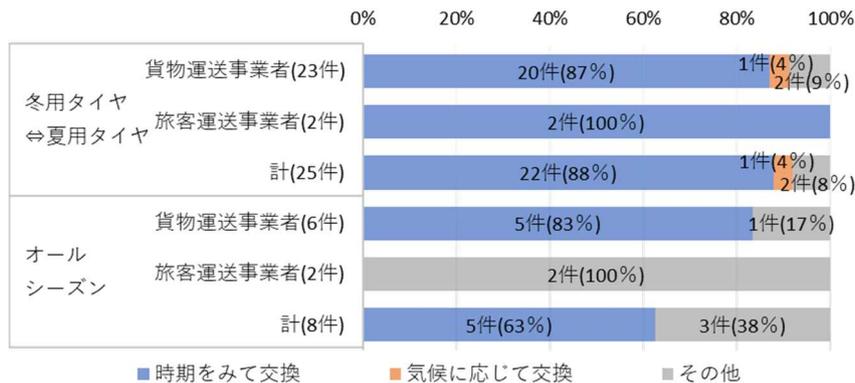


図 4-29. タイヤ交換スケジュール【業種別】

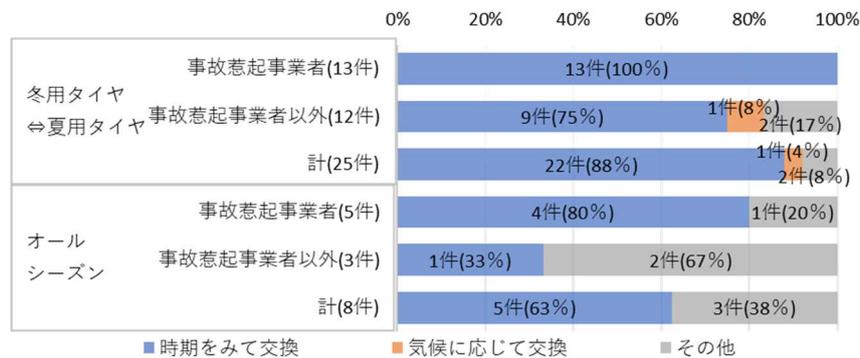


図 4-30. タイヤ交換スケジュール【事故惹起事業者別】

### ② 増し締めの使用工具

増し締めの使用工具についてはトルク・レンチ（手動の棒状のもの）が最も多く使われている傾向が見られた。一方で、増し締め工具を保有していない事業者が4者あった（うち2者が事故惹起事業者）。

事故惹起経験の有無による特徴的な傾向は見いだせなかった。

### 【事故発生前後の変化】

事故惹起事業者 17 者のうち 8 者が「変化あり」と回答。具体的には、

- ・トルク管理可能な工具を購入（追加を含む）：6 者
- ・整備事業者に作業を依頼する形に変更：1 者
- ・増し締めの実施機会を増やした：1 者

といったものがあった。

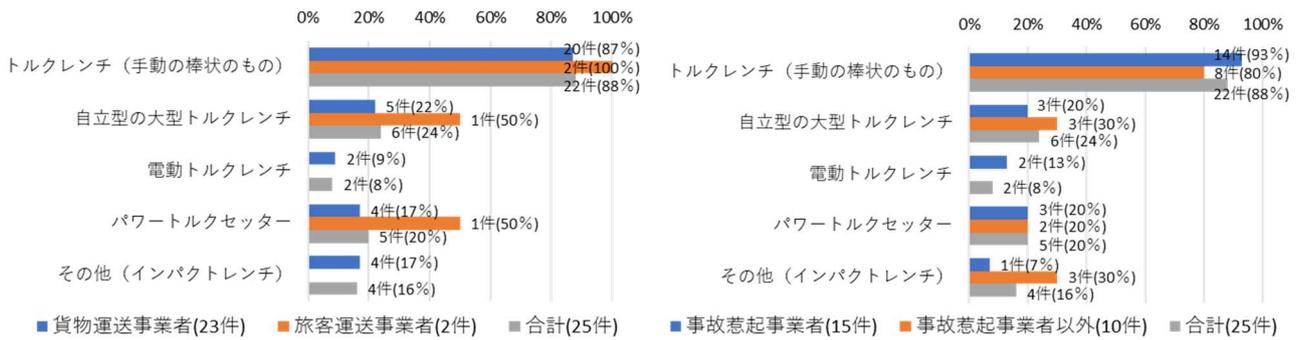


図 4-31. 増し締めの使用工具【左：業種別、右：事故惹起経験有無別】（複数回答）

## 5. 使用過程のホイール・ボルト、ナットの性能確認試験

### 5.1. 調査概要

使用過程のボルト、ナットの性能について締め付けトルクと軸力の関係について確認するために、交通安全環境研究所に依頼し、次の調査を行った。

#### 1) 試験1 繰り返し締め付け試験

新品ボルト、ナットの締結時における給脂の有無が、繰り返し締結を行った場合の軸力に及ぼす影響について調査した。

#### 2) 試験2 清掃及び給脂による軸力改善効果試験

使用過程車の左後輪より回収した、使用年数7年のボルト、ナットの各部清掃及び指定箇所への給脂が、規定トルクでの締結時の軸力改善に及ぼす効果について調査した。

#### 3) 試験3 ボルト、ナットの使用年数等が軸力に及ぼす影響に関する試験

使用過程車より回収した、使用年数の異なるボルト、ナットを規定トルクで締め付け、使用年数が軸力に及ぼす影響について調査した。また、取付けられていた車輪による軸力の違いについても調査した。

#### 5.1.1. 供試体（ボルト、ナット）

試験1の繰り返し締め付け試験用ボルト、ナットは、市場で購入したISO方式の新品のものを使用した。また、試験2と試験3では、国土交通省が市場の大型車から回収したボルトとナットを使用した。図5-1.に試験1で使用したボルトとナットを示す。



図5-1. 試験1で使用したボルト、ナット

図5-2に試験2で使用したボルト、ナット（使用年数：7年、装着部位：左後輪）の例を、図5-3-1～3-5に試験3で使用したボルト、ナットの例を示す。試験では、市場から回収したボルト、ナットのうち、取り外し時に生じた損傷などがないものを選んで供試体とした。試験開始時には、ボルトとナットのねじ部の状態や摺動部の状態について観察を行った。

(案)

番号(メーカー)	写真		
E2-2A (A社)			

図 5-2. 試験 2 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：7年、装着部位：左後輪

番号(メーカー)	写真		
L-2A (A社)			

図 5-3-1. 試験 3 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：3年、装着部位：左後輪

番号(メーカー)	写真		
E2-1A (A社)			

図 5-3-2. 試験 3 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：7年、装着部位：左前輪

番号(メーカー)	写真		
C-2A (A社)			

図 5-3-3. 試験 3 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：7年、装着部位：左後輪

番号(メーカー)	写真		
H-1A (A社)			

図 5-3-4. 試験 3 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：7年、装着部位：右後輪

番号(メーカー)	写真		
J-2A (A社)			

図 5-3-5. 試験 3 で使用したボルト、ナットの例  
使用年数：10年、装着部位：左後輪

ボルトの軸力測定は、ボルトの頭端部から中心方向に穴を開け、穴の内側にひずみゲージを貼付して行った。ひずみゲージ貼付位置を図 5-4. に示す。ひずみゲージは、ボルトとハブとを勘合するためのセレーション(スプライン)部を避けて貼り付けた。これは、セレーション部は治具に圧入する際やボルト締め付け時に軸力以外の応力が作用する可能性があるためである。ひずみゲージを貼ったボルトは計測器メーカーにおいて引張り荷重試験を行い、ひずみから軸力へ変換するための校正を行った。

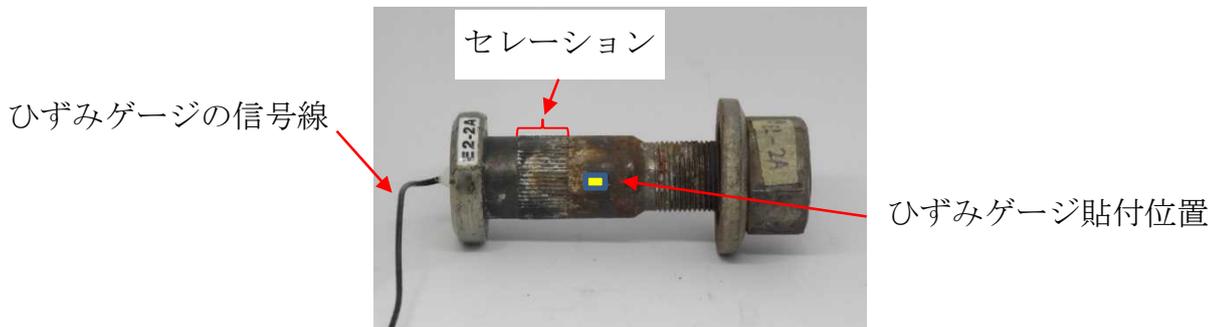


図 5-4. 軸力測定用のひずみゲージを貼り付けたボルト

## 5.2. 性能確認試験方法

### 5.2.1. 試験用治具等

ナットの締め付けトルクに対するボルトの軸力特性を確認するため、実車のハブ、ドラム、ホイールの各部材の板厚寸法と同等なボルト固定用治具を製作し、新品及び市場回収品のボルトに対して、それぞれのナットを締め付けることで、試験条件毎の締め付けトルクとボルト軸力を計測した。試験用治具の外観を図 5-5. に示す。なお、ボルト固定用治具の材質は SS400、表面処理が「無し」の鋼材を使用した。



図 5-5. 試験用治具の外観

(案)

ナットの締め付けは、 $100\text{N}\cdot\text{m}$  から  $600\text{N}\cdot\text{m}$  (規定トルク) まで段階的に行うこととし、締め付けには測定範囲の異なる2種類のトルク・レンチを用いた。トルク・レンチには締め付け時のトルク値が表示される機能が備えられている。トルク・レンチの外観を図 5-6.に示す。ナット締め付け時のボルトの軸力計測はブリッジボックス (1ゲージ3線法) 及びストレインアンプ (動ひずみアンプ) を介して行い、記録装置にデータを収集した。ブリッジボックス及びストレインアンプ等、使用した計測器を図 5-7.に示す。



図 5-6. ナット締め付けに使用したトルク・レンチ

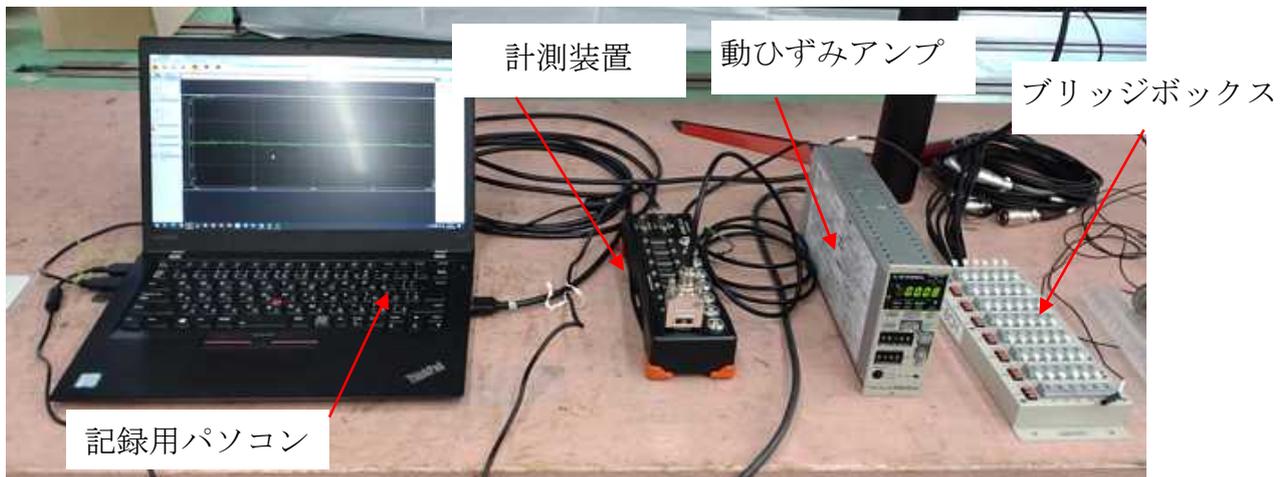


図 5-7. 試験に使用した計測器

### 5.2.2. ボルト、ナットの清掃・給脂方法

ボルト、ナットの清掃・給脂は、整備の現場で行われている作業を想定して行った。試験用ボルト及びナット清掃には電動式ワイヤブラシ及びパーツクリーナーを使用し、ねじ面等に過度なダメージをあたえないように注意して行った。給脂は4サイクルエンジンオイル (10W40) を自動車メーカーの指定する箇所に行い、ナット座面に潤滑油が付

(案)

着しないよう注意した。ボルト、ナットの清掃・給脂方法を図 5-8.に示す。



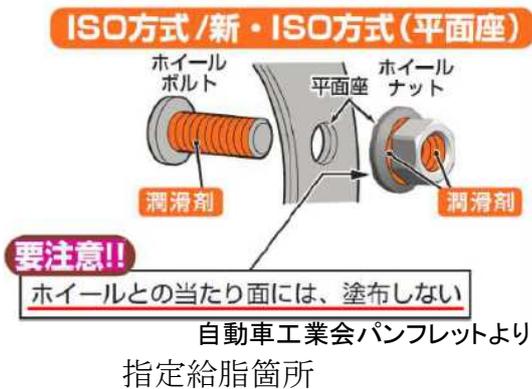
電動式ワイヤブラシを使ったボルトの清掃

パーツクリーナーによるボルト清掃



電動式ワイヤブラシを使ったナットの清掃

パーツクリーナーによるナット摺動面清掃



ボルトのねじ部の給脂



ナット摺動部の給脂



ナットのねじ部の給脂

図 5-8. ボルト、ナットの清掃・給脂方法

### 5.2.3. 試験 1 繰り返し締め付け試験の実施方法

ボルト、ナット締結時における給脂の有無が繰り返し締め付けを行った場合の軸力に及ぼす影響について検証するために、「指定箇所全てに給脂したボルト、ナット」と、「指定箇所全てに給脂しないボルト、ナット」を用いて締め付け試験を行った。ナットの締め付け方

法として、トルク・レンチを用いてナットを徐々に締め付け、100N・m から 600N・m まで 100N・m ごとに軸力を測定した。それぞれの繰返し回数は 50 回とした。

試験 1 で用いたボルト及びナット

- ・「給脂有り」用と「給脂無し」用で新品のボルトとナットをそれぞれ 1 組

試験 1 で実施したボルト及びナットの給脂の状況

- ・「給脂有り」では、全ての指定箇所給脂を行った。
- ・「給脂無し」では、全ての指定箇所給脂を行わなかった。

#### 5.2.4. 試験 2 清掃及び給脂による軸力改善効果試験の実施方法

ボルト、ナット締結時における各部清掃及び指定箇所への給脂が軸力改善に及ぼす効果について調査した。

試験に用いるボルトとナットとして、国土交通省が市場から回収した使用年数 7 年の左後輪のものを 10 組使用した。

10 組のボルトとナットについて以下の順番で清掃及び給脂を行い、条件 1 から条件 5 の順番で締め付け試験を実施した。

締め付けトルクの上限值は 600N・m とし、100N・m ごとに締め付けを行い軸力の測定を行った。また、600N・m まで締め付けた後、ナットを完全に緩めた状態で残留軸力を確認した。

試験 2 で用いたボルト及びナット

- ・使用年数 7 年 左後輪 10 組

試験 2 で実施したボルト及びナットの清掃及び給脂の状況

条件 1 無清掃（回収したままの状態）

条件 2 清掃のみ（ボルト、ナットの各部清掃）

条件 3 清掃＋ねじ部給脂（ボルト、ナットの各部清掃及びねじ部へ給脂）

条件 4 清掃＋指定箇所給脂（ボルト、ナットの各部清掃及び指定箇所へ給脂）

条件 5 新品ナット（ボルトの清掃及びナットを新品に交換し指定箇所へ給脂）

#### 5.2.5. 試験 3 ボルト、ナットの使用年数等が軸力に及ぼす影響に関する試験の実施方法

使用年数の異なるボルト、ナットを用いて締結試験を行い使用年数が軸力に及ぼす影響を調査した。また、ボルト、ナットの取り付け位置が軸力に及ぼす影響を調査した。

試験に用いるボルトとナットは、「使用年数が軸力に及ぼす影響調査」用として、国土交通省が市場から回収した使用年数 3 年、7 年、10 年の左後輪のものをそれぞれ 10 組と、「取り付け位置が軸力に及ぼす影響調査」用として、国土交通省が市場から回収した使用年数 7 年の左前輪、左後輪、右後輪のものをそれぞれ 10 組とした。なお、使用年数 7 年の

左後輪については、試験 2 の条件 4 と条件が同じであるため、試験結果もこれを用いた。ボルト、ナットの清掃及び給脂の方法としては、全て清掃した後に指定箇所に給脂を行った。

締め付けトルクの上限值は  $600\text{N}\cdot\text{m}$  とし、 $100\text{N}\cdot\text{m}$  ごとに締め付けを行い軸力の測定を行った。また、 $600\text{N}\cdot\text{m}$  まで締め付けた後はナットを緩めた状態で残留軸力を確認した。

試験 3 で用いたボルト及びナット

- ・使用年数 3 年 左後輪 10 組
- ・使用年数 7 年 左後輪 10 組 ※試験 2 の条件 4 と同じ
- ・使用年数 7 年 右後輪 10 組
- ・使用年数 7 年 左前輪 10 組
- ・使用年数 10 年 左後輪 10 組

試験 3 で実施したボルト及びナットの清掃及び給脂の状況

- ・全てのボルト及びナットについて清掃後に指定箇所に給脂を実施。

## 5. 3. 試験結果

### 5. 3. 1. 試験 1 の結果

図 5-9. に「給脂有り」と「給脂無し」とで繰り返し締め付け試験を行った際の、締め付けトルクと軸力の関係を示す。

「給脂有り」の場合は、締め付けトルクと軸力の関係はほぼ比例関係にあり、これは締め付け回数が増えても変化はなかった。

「給脂無し」の場合は、締め付けトルクと軸力の関係はほぼ比例関係にあるものの、締め付け回数が増えるにしたがって軸力は低下していった。1 回目の試験時の軸力と比較して、10 回で 2.6% 低下、20 回で 21.5% 低下、30 回で 36.6% 低下、40 回で 42.0% 低下、50 回で 43.3% 低下した。

図 5-10. に締め付けトルク  $600\text{N}\cdot\text{m}$  時の締め付け回数と軸力の関係を示す。

「給脂有り」では締め付け回数が増えるにしたがい、軸力がほぼ一定から若干増える傾向（12kN 程度増加）を示したが、これは、給脂して繰り返し締め付け試験を行ったために、ねじ部や摺動部の表面などで「なじみ」が生じ摩擦抵抗が減り軸力が微増した可能性がある。

「給脂無し」では締め付け回数が増えるにしたがい軸力が低下し締め付け回数が 35 回以降で約 100kN で一定となった。これは、ねじ部や摺動面の潤滑が不十分なままに繰り返し締め付けを行ったことにより、ボルト、ナットのねじ部や摺動部の表面が荒れ摩擦係数が高くなったために軸力が低下したものと考えられる。さらに、市場で運行される車両では雨水や粉じん等の進入により表面処理層が剥離されること等により一層の摩擦係数の増大により軸力が低下する可能性が考えられる。

(案)

本試験から、ボルト、ナットは、指定箇所への給脂を行わない場合締め付けを繰り返すにつれ規定トルクに対して発生する軸力が徐々に低下することが確認された。一方、適切に給脂を行うことにより、繰り返し締め付けを行っても軸力の低下が抑えられることも確認された。したがって、適切な給脂の実施により、タイヤ交換等の定期的なナット取り外し・締め付けに伴い発生する軸力低下を、抑えることができると考えられる。

— 1~10回 — 11~20回 — 21~30回 — 31~40回 — 41~50回

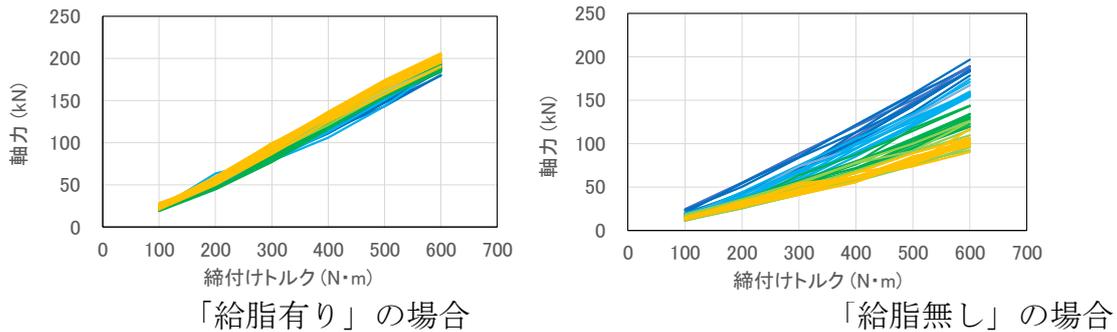


図 5-9. 試験 1 締め付けトルクと軸力の関係 (給脂無し)

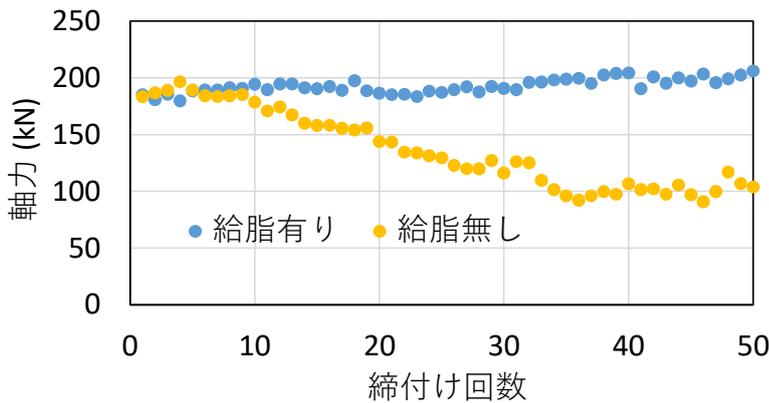


図 5-10. 締め付け回数と軸力の関係

### 5.3.2. 試験 2 の結果

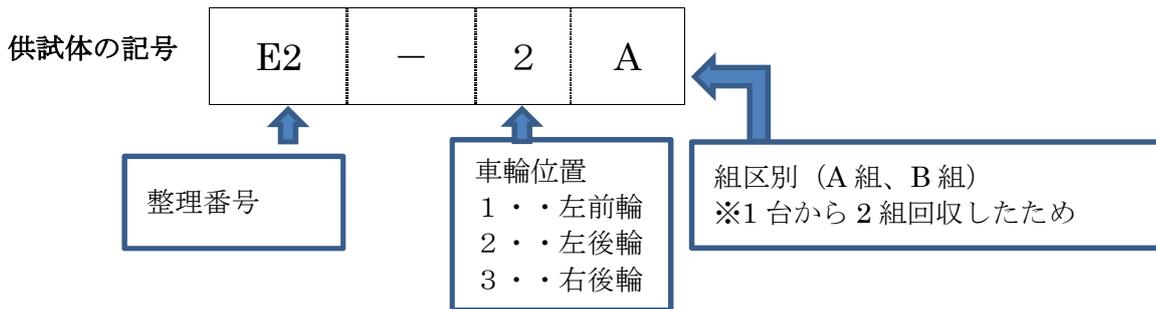
試験 2 では、使用年数 7 年のボルトとナットを 1 台の車両から 2 組ずつ 5 台分 (合計 10 組) 回収し、それぞれについて条件 1 (無清掃) → 条件 2 (清掃のみ) → 条件 3 (清掃 + ねじ部給脂) → 条件 4 (清掃 + 指定箇所給脂) → 条件 5 (新品ナット) の順番で締め付け試験を実施した。条件 1 (無清掃) における締め付けトルクが 600N・m 時の軸力を表 5-1. に示す。

軸力の平均値が 155.3kN であるのに対して標準偏差が 35.2kN であり、供試体の軸力バラツキが大きい。

表 5-1. 条件 1 (無清掃) における軸力 (締め付けトルク 600N・m) 単位 : kN

供試体	E2-2A	E2-2B	E4-2A	E4-2B	C-2A	C-2B	G-2A	G-2B	H-2A	H-2B
軸力	102.5	134.8	188.1	186.7	187.0	198.3	164.7	155.9	113.5	121.2

最大値	最小値	平均値	標準偏差
198.3	102.5	155.3	35.2



条件 1 から条件 5 までの各条件による軸力の変化のパターンが異なる C2-A、E2-2A、E4-2A について、条件 5 の試験終了後に残留物分析を行った。その結果、全てのボルトから日本自動車工業会がねじ部等への使用を推奨していない二硫化モリブデン (軸力を必要以上に増加させる可能性があるグリス成分) が微量ながら検出された。

このことにより、「条件 1 : 無清掃」の状態は、二硫化モリブデンの残留を含む供試体の状況にバラツキが大きく軸力に差が生じる可能性が懸念され、他の条件との適切な比較が難しいことから、ボルトの軸力比較は、回収ボルトを清掃した「条件 2 : 清掃のみ」、「条件 3 : 清掃+ねじ部給脂」、「条件 4 : 清掃+指定箇所給脂」、「条件 5 : 新品ナット」で行った。

図 5-11 に締め付けトルク 600N・m 時の試験条件と軸力の関係を示す。

「条件 2 : 清掃のみ」は、条件 1 で使用したボルトとナットに清掃のみを行ったものである。軸力の平均値は約 121.1kN であり、標準偏差は 32.7kN であった。軸力が低いのは物理的な清掃とともにパーツクリーナーによりボルトねじ部、ナットねじ部、摺動部の残留油脂が除去されたため、接触面の摩擦係数が大きくなり、締め付けトルクが軸力に変換される割合が低下したものと考えられる。

「条件 3 : 清掃+ねじ部給脂」は、条件 2 で使用したボルトとナットを清掃した後にねじ部のみ給脂を行ったものである。軸力の平均値は約 123.1kN であり、条件 2 とほとんど変わらなかったが、標準偏差は 28.8kN とやや少なくなった。ボルトねじ部への給脂により、軸力の値には大きく影響はしなかったが、そのバラツキは小さくなった。この原因として「条件 2 : 清掃のみ」の場合よりもねじ部の摩擦抵抗のバラツキが小さくなったためと考えられる。

「条件 4 : 清掃+指定箇所給脂」は、条件 3 で使用したボルトとナットを清掃した後に指定箇所 (ねじ部と摺動部) に給脂を行ったものである。軸力の平均値は約 133.1kN であ

り、「条件2：清掃のみ」に比べて平均値では12kN軸力が上昇した。これによりナット摺動面への給脂が軸力向上に有効であると考えられる。ただし、後述の条件5で新品ナットを用いた場合の軸力に比べると、全体的に軸力が低いという結果となった。標準偏差については24.9kNと、軸力のバラツキは条件3より更に小さくなった。これは、摺動部の摩擦抵抗のバラツキが小さくなったためと考えられる。

「条件5：新品ナット」は、条件4で使用したボルトに新品のナットを用い指定箇所（ねじ部とワッシャ部）に給脂を行ったものである。軸力の平均値は約207.3kNであり、他の条件に比べて高い軸力を示した。標準偏差は36.6kNと大きかった。

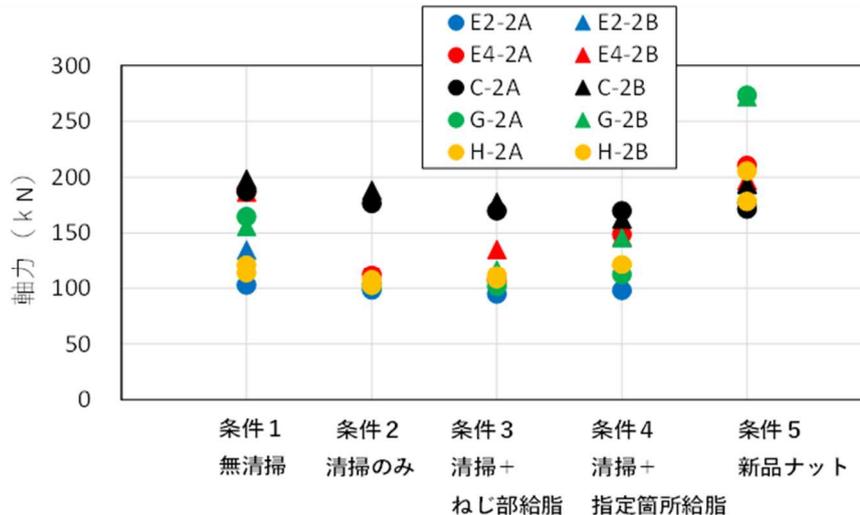


図 5-11. 試験条件と軸力の関係

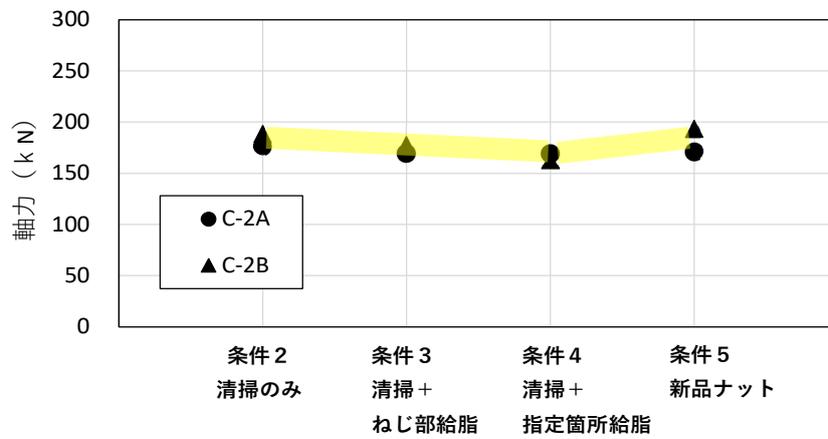
試験を行った10組の供試体は、回収状態（条件1）での軸力のバラツキが大きく、また、条件2、条件3、条件4、条件5での軸力の変化が一様でなかった。そこで、締め付けトルク600N・m時の各条件による軸力の変化をパターン別に整理した（図5-12.）。

- (a) 全条件で軸力が高いケース：条件2から条件5まで160kN以上の高い軸力を示した。
- (b) 条件2～4で軸力が低いケース：条件2から条件4まで100kN～120kN程度と比較的低い軸力であったが、条件5の新品ナットでの試験では180kN以上の高い軸力を示した。これは、ナット摺動部等の表面が損耗していた可能性が考えられる。
- (c) 軸力が増加するケース：条件2、条件3、条件4と軸力が順次増加した。条件3の「ねじ部給脂」に比べて条件4の「指定箇所給脂」の方が軸力が高く、標準偏差も28.8kNから24.9kNと小さくなっていることから、給脂により安定して軸力が得られている。一方で、この場合であっても条件5の新品ナットでの試験に比べ軸力が低いことから、(b)と同様に、ナット摺動部等の表面が損耗していた可能性が考えられる。

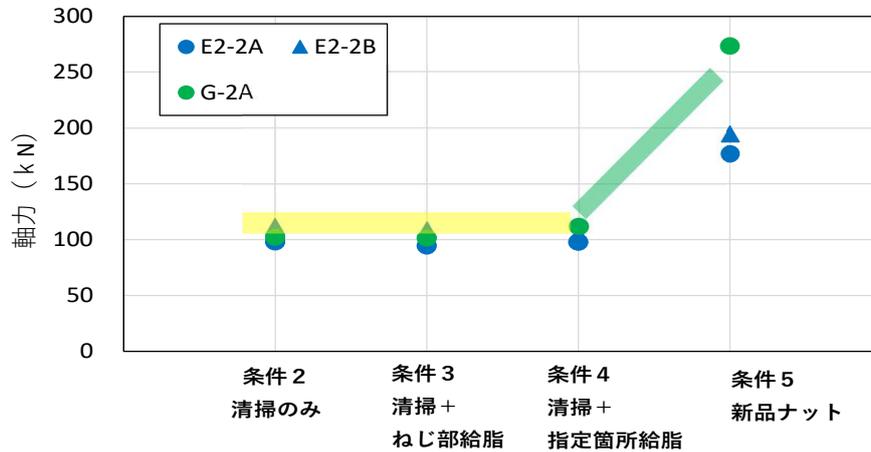
供試体として使用した市場回収品のボルトとナットは全て、新品ナットに交換することで軸力が大幅に回復するか高い状態を維持した。一方で、清掃及び指定箇所への給脂により、約半数は軸力が上昇したものの残りの半数は上昇が確認されず、またいずれもナット

(案)

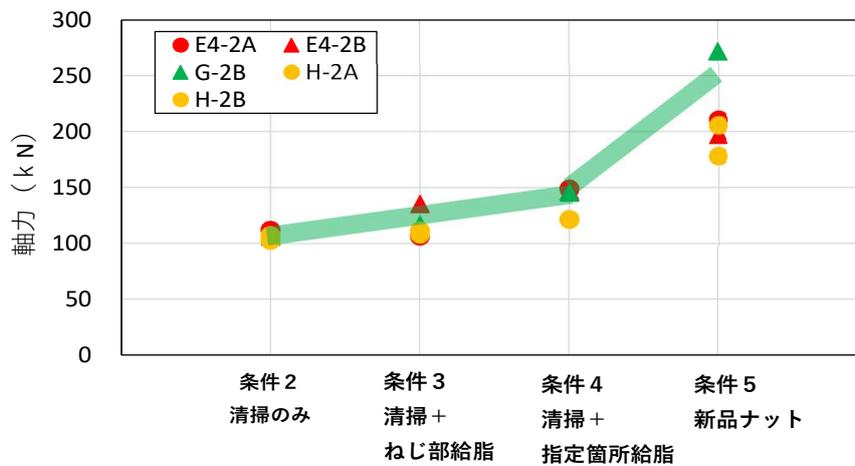
を新品に交換した場合の軸力までは回復しないという結果となった。その理由としては、ナット摺動部等の表面が損耗していた可能性が考えられる。



(a) 全条件で軸力が高いケース



(b) 条件2～4で軸力が低いケース



(c) 条件2以降で軸力が増加するケース

図 5-12. 試験条件と軸力の関係 (パターン別)

### 5.3.3. 試験3の結果

図 5-13. に締め付けトルク 600N・m 時のボルト及びナットの使用年数と軸力の関係を示す。また、表 5-2. に各使用年数間の 2 標本 t 検定結果を示す。

2 標本 t 検定とは 2 つの標本（たとえば、3 年使用と 7 年使用）の平均に有意な差があるかどうかを統計的に検定するものである。

3 年使用と 7 年使用では、軸力の平均値の差は 2.5kN であり有意差は認められなかった。

3 年使用と 10 年使用では、軸力の平均値の差は 24.2kN であり 5 % の有意水準で有意差が認められた。（緑色セル）

7 年使用と 10 年使用の左後輪同士の比較では、軸力の平均値の差は 21.7kN であったが限界値 5 % をわずかに超えていて有意差なしと判定された。（黄色セル）

3 年使用と、7 年使用との間及び 7 年使用と 10 年使用との間に平均値の違いがあるとは認められず、統計的に平均値の差が認められるのは 3 年使用と 10 年使用の条件間のみであった。

以上より、使用年数が 3 年と 10 年のボルト、ナットの軸力の平均値に差が認められたことから、7 年を超える使用で軸力が低下する可能性が考えられる。

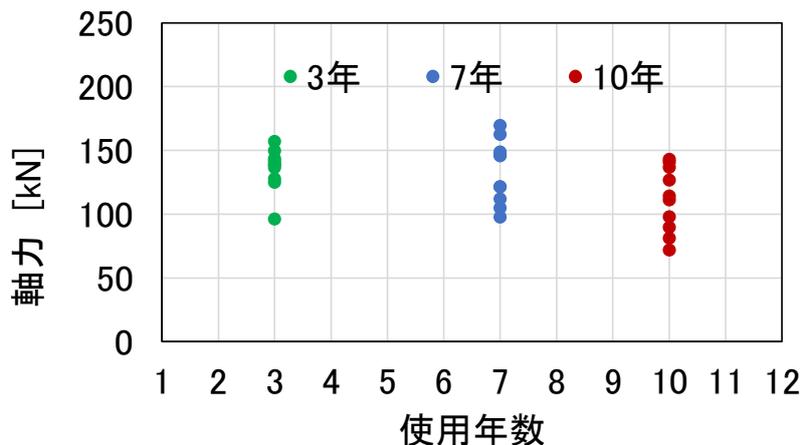


図 5-13. ボルト及びナットの使用年数と軸力の関係

表 5-2. ボルト及びナットの各使用年数間の軸力に関する 2 標本 t 検定結果

	サンプル数	平均	標準偏差	3年 左後輪	7年 左後輪	10年 左後輪
サンプル数				10	10	10
平均				135.6 kN	133.1 kN	111.4 kN
標準偏差				16.7 kN	24.9 kN	25.5 kN
3年 左後輪	10	135.6 kN	16.7 kN	—		
7年 左後輪	10	133.1 kN	24.9 kN	0.798	—	
10年 左後輪	10	111.4 kN	25.5 kN	0.024	0.070	—

図 5-14. に締め付けトルク 600N・m 時のボルト及びナットの使用場所と軸力の関係を示す。また、表 5-3. に各使用場所間の 2 標本 t 検定結果を示す。その結果、すべての条件間で有意差の限界値 5 % を大きく越えていることから有意差が認められなかった。

したがって、今回試験を行った結果では、使用箇所による明確な軸力の差は見られず、取り付けられている車輪の位置は、ボルト、ナットの劣化度合いに影響を与えないと考えられる。

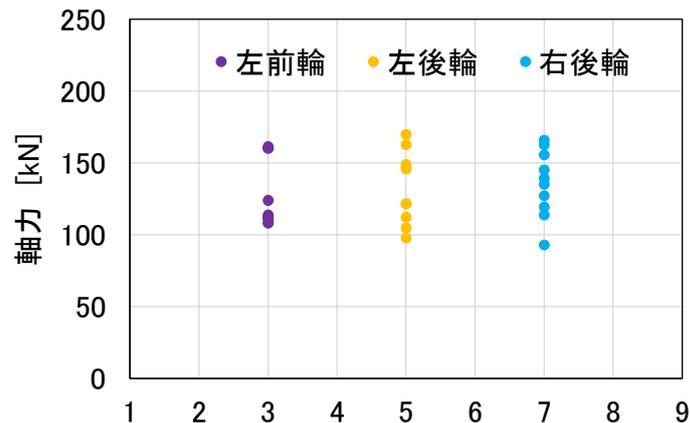


図 5-14. ボルト及びナットの使用場所と軸力の関係

表 5-3. ボルト及びナットの各使用年数間の軸力に関する 2 標本 t 検定結果

	サンプル数	平均	標準偏差	7年 左後輪	7年 左前輪	7年 右後輪
サンプル数				10	10	10
平均				133.1 kN	127.1 kN	135.6 kN
標準偏差				24.9 kN	23.5 kN	23.1 kN
7年 左後輪	10	133.1 kN	24.9 kN	—		
7年 左前輪	10	127.1 kN	23.5 kN	0.583	—	
7年 右後輪	10	135.6 kN	23.1 kN	0.819	0.423	—

## 5.4. 性能確認試験結果の考察

### (1) 試験 1 繰り返し締め付け試験

- ・ボルト、ナットは、指定箇所への給脂を行わない場合締め付けを繰り返すにつれ規定トルクに対して発生する軸力が徐々に低下することが確認された。
- ・一方、適切に給脂を行うことにより、繰り返し締め付けを行っても軸力の低下が抑えられることも確認された。
- ・したがって、適切な給脂の実施により、タイヤ交換等の定期的なナット取り外し・締め付けに伴い発生する軸力低下を、抑えることができると考えられる。

(2) 試験2 清掃及び給脂による軸力改善効果試験

- ・供試体として使用した市場回収品のボルトとナットは全て、新品ナットに交換することで軸力が大幅に回復するか高い状態を維持した。
- ・一方で、清掃及び指定箇所への給脂により、約半数は軸力が上昇したものの残りの半数は上昇が確認されず、またいずれもナットを新品に交換した場合の軸力までは回復しないという結果となった。その理由としては、ナット摺動部等の表面が損耗していた可能性が考えられる。

(3) 試験3 ボルト、ナットの使用年数等が軸力に及ぼす影響に関する試験

- ・使用年数が3年と10年のボルト、ナットの軸力の平均値に差が認められたことから、7年を超える使用で軸力が低下する可能性が考えられる。
- ・左前輪、左後輪、右後輪で7年使用されたボルト・ナットでの軸力を比較したところ、使用箇所による明確な軸力の差は見られず、取り付けられている車輪の位置は、ボルト、ナットの劣化度合いに影響を与えないと考えられる。

以上の結果を踏まえると、ボルト及びナットの清掃及び給脂に関しては、ナットを繰り返し締め付けることにより生じるボルト、ナットの劣化を抑止する効果が高いと考えられる(試験1)。一方で、使用過程時のボルトやナットの状態が異なるためばらつきはあるものの、総じてナットを新品と交換した場合軸力が大幅に上昇すること、清掃及び指定箇所への給脂は一定程度の軸力向上が認められるものの、ナットを新品と交換した場合までは回復しないことが確認された(試験2)。さらに、使用年数が10年のナットは使用年数3年のナットと比較して軸力が低下する傾向がみられたことから、使用経過年数によりナットの劣化が一定程度進むと考えられ、試験2の結果も踏まえると、その場合にあっては劣化したナットを新品に交換することによる軸力の回復について検討すべきと考えられる(試験3)。

## 6. 大型貨物自動車を用いた走行実証実験

### 6.1. 調査概要

走行時の ISO 方式ナットの緩みについて検証するため、大型貨物自動車を用いて以下の実証実験を行った。

#### (1) 限界軸力確認実験

自動車メーカーの規定する締め付けトルクでナットを締め付けた場合より、低いトルクでナットを締め付けサイクル走行（走行条件は 6.2.4. を参照）を行い、緩みの進行状況を確認し、ナットの緩みが加速度的に進行するようになる軸力（限界軸力）を確認する。

#### (2) 左輪過負荷入力実験

交差点右折時を模擬した大回り旋回、左折時を模擬した低速小回り旋回により、左輪と右輪に異なる負荷が入る場合を左輪過負荷状態と想定してサイクル走行を実施し、軸力の低下状況を確認する。

#### (3) 増し締め効果確認実験

自動車メーカーの規定する締め付けトルクでナットを締め付け、サイクル走行を実施。その後ナットの増し締めを行い、再度サイクル走行を実施。両者の軸力低下状況を確認する。

### 6.2. 実験方法

#### 6.2.1. 実験場、実験車両等

(1) 実験日程 令和4年6月6日～9月23日

(2) 実験場所 自動車メーカーの所有するテストコース

(3) 実験車両

本実験では、図 6-1、6-2 に示す大型貨物自動車（車体の形状：バン）を使用した。実験車両は ISO 方式を採用した 3 軸車であり、後前軸が駆動する。



図 6-1. 車両前面



図 6-2. 車両側面

(案)

#### (4) 実験部品 (ボルト、ナット)

本実験では自動車メーカー純正のスチールホイール用 ISO 方式ボルト、ナットの新品部品を用いた。

ボルトには軸力測定のため、側面にひずみゲージ (4 アクティブゲージ) を貼り付けている。ひずみゲージについては、引張り荷重実験を行い、ひずみから軸力へ変換するための校正を実施した。

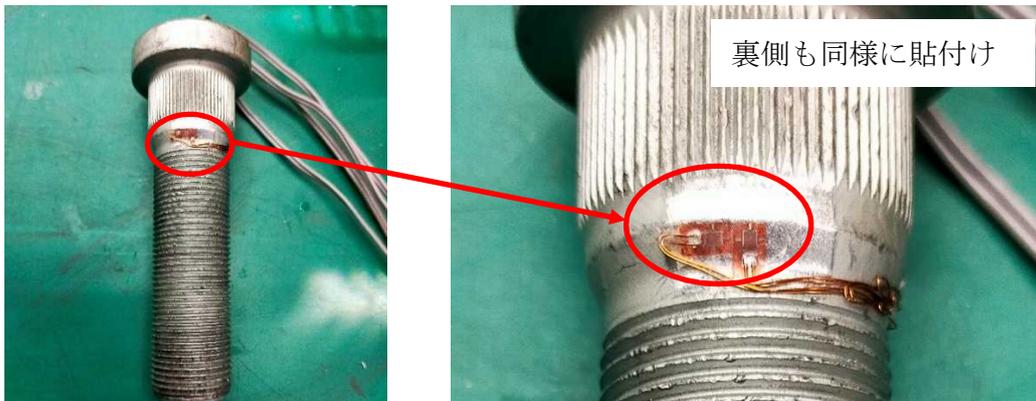


図 6-3. ボルトのひずみゲージ貼付け方



図 6-4. ISO 方式ナット

#### (5) 実験計測機器

また、本実験で使用した計測器等を以下に示す。

- ・データ記録装置 : EDX-100A
- ・ブリッジボックス : DB-120T-8
- ・スリップリング : SR20MW(リング数:20(接点))
- ・トルクメータ : TESI500FUA(500Nm)、TEC250(350Nm)
- ・トルク・レンチ : 7500QLE-N(750Nm)

(案)



図 6-5. 試験に使用した計測器



図 6-6. 試験に使用した計量器

### 6.2.2. 実験条件

実験の際の車両重量の条件（各実験において共通）を表 6-1 に示す。

表 6-1. 車両重量の条件表

		実験車両
GVW(kg)		25,000 ± 100
積載率		100%
軸重(kg)	前軸	6,000 ± 300
	後前軸(測定軸)	9,500 ± 100
	後後軸	9,500 ± 300

また、各実験の具体的な条件は以下の通り。

#### (1) 限界軸力確認実験(両輪均等負荷条件)

初期締め付け軸力を 120kN とし（規定トルクで締め付けた場合は通常 180～200kN 程度）、サイクル走行を実施し軸力を測定する。

その後、初期締め付け軸力を徐々に下げていき、ナットの緩みが加速度的に進行する限界の軸力を確認する。

※左右輪のボルト各 10 本で発生している軸力を 1 サイクルごとに測定。

#### (2) 左輪過負荷入力実験(左輪過負荷条件)

交差点右折時を模擬した大回り旋回、左折時を模擬した低速小回り旋回により、左輪と右輪に異なる負荷が入る場合を左輪過負荷状態と想定してサイクル走行を実施、軸力の低下状況を確認する。（初期締め付け軸力は(1)の限界軸力確認試験の測定結果

を元に、ナットの緩みが加速度的に進行した軸力の 15kN 増しとする。)  
※左右輪のボルト各 10 本で発生している軸力を 1 サイクルごとに測定。

(3) 増し締め効果確認実験(両輪均等負荷条件)

自動車メーカーの規定トルクでナットを締め付け 20 サイクル走行後、ナットの増し締めを実施し再度 20 サイクル走行を行い、増し締めの効果を確認する。

※左右輪のボルト各 10 本の内、5 本は 1 サイクルごとに、残り 5 本は 5 サイクルごとに発生している軸力を測定。

(測定機器(スリップリング)のリング数の制約があり同時計測が 5 本しかできない。10 本測定するためには繋ぎ込み作業が発生するため 5 サイクル毎の測定とした。)

### 6.2.3. 各実験の測定部位、測定方法

それぞれの実験における、測定部位、測定方法を以下に示す。

(1) 限界軸力確認実験(両輪均等負荷条件)

1) 測定部位：駆動軸、左右輪のボルト軸力(全数：20 本)

2) 測定方法：

1. 測定条件に沿った初期締め付け軸力で、ナットを締め付ける。

※ナット締め付け前に、点検・清掃、ボルト、ナットのネジ部及び摺動部に潤滑剤を塗布。

2. 走行直前に測定条件に沿った初期締め付け軸力であることを確認する。

3. 走行条件 1 サイクル走行毎に、各ボルトの軸力を測定する。

(走行項目：①～③)

4. 3.を、20 サイクル繰り返す。

(2) 左輪過負荷入力実験(左輪過負荷条件)

1) 測定部位：駆動軸、左右輪のボルト軸力(全数：20 本)

2) 測定方法：

1. 測定条件に沿った初期締め付け軸力でナットを締め付ける。

※ナット締め付け前に、点検・清掃、ボルト、ナットのねじ部及び摺動部に潤滑剤を塗布。

2. 走行直前に測定条件に沿った初期締め付け軸力であることを確認する。

3. 走行条件 1 サイクル走行毎に、各ボルトの軸力を測定する。

(走行項目：④～⑤)

4. 3.を、20 サイクル繰り返す。

(3) 増し締め効果確認実験(両輪均等負荷条件)

1) 測定部位：駆動軸、左右輪のボルト軸力(全数：20 本)

(左右輪各 5 本は 1 サイクル毎の測定、残り 5 本は 5 サイクル毎の測定)

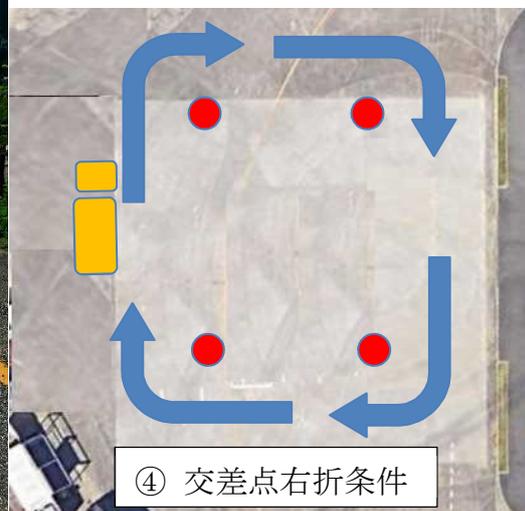
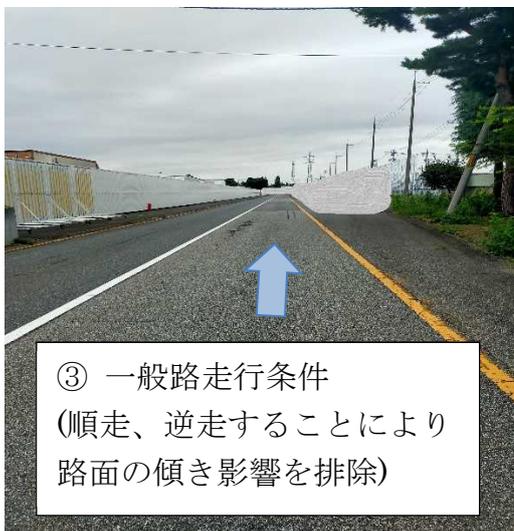
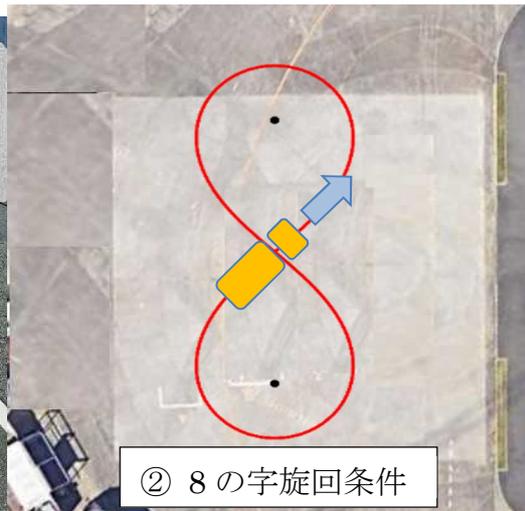
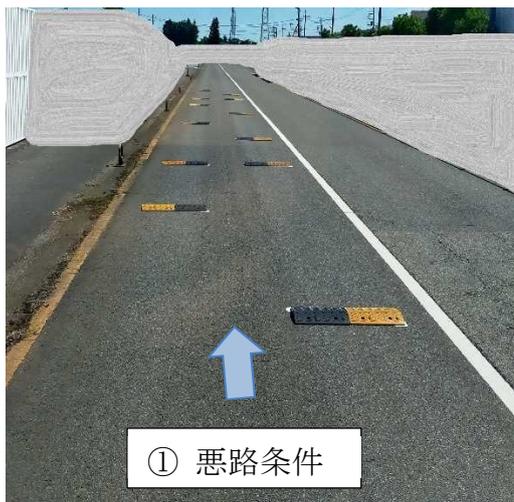
2)測定方法：

- 1.自動車メーカーの規定トルク（600Nm）にてナットを締め付ける。  
※ナット締め付け前に点検・清掃、ボルト、ナットのねじ部及び摺動部に潤滑剤を塗布。
2. 走行条件1 サイクル走行毎に各ボルトの軸力を測定する。  
（走行項目：①～③）
3. 2.を、20 サイクル繰り返す
4. 20 サイクル走行、自動車メーカーの規定トルク（600Nm）にて、再度ナットを締め付ける。
5. 走行条件1 サイクル走行毎に各ボルトの軸力を測定する。  
（走行項目：①～③）
6. 5.を、20 サイクル繰り返す。

6.2.4. 走行条件

(1)走行条件イメージ

(上から見た図)



(案)

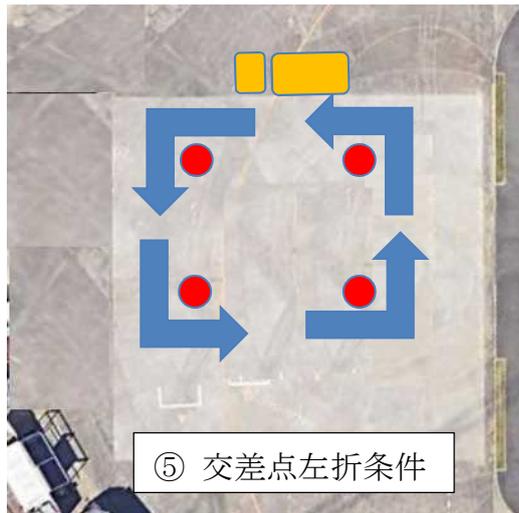


図 6-7. 走行方法イメージ (上面図)

(2) 限界軸力確認実験(両輪均等負荷条件)1 サイクル

表 6-2. 限界軸力確認実験条件

	項目	テストコース条件	車速	両輪均等負荷条件	
				左回り	右回り
①	悪路等	ハンプ突起路	30km/h	1回	1回
②	8の字旋回	半径15m	20km/h	1周	1周
③	一般路	周回路	30~60km/h	1周	1周

※走行順序：左回り→右回り

1サイクル走行距離：約4.4km

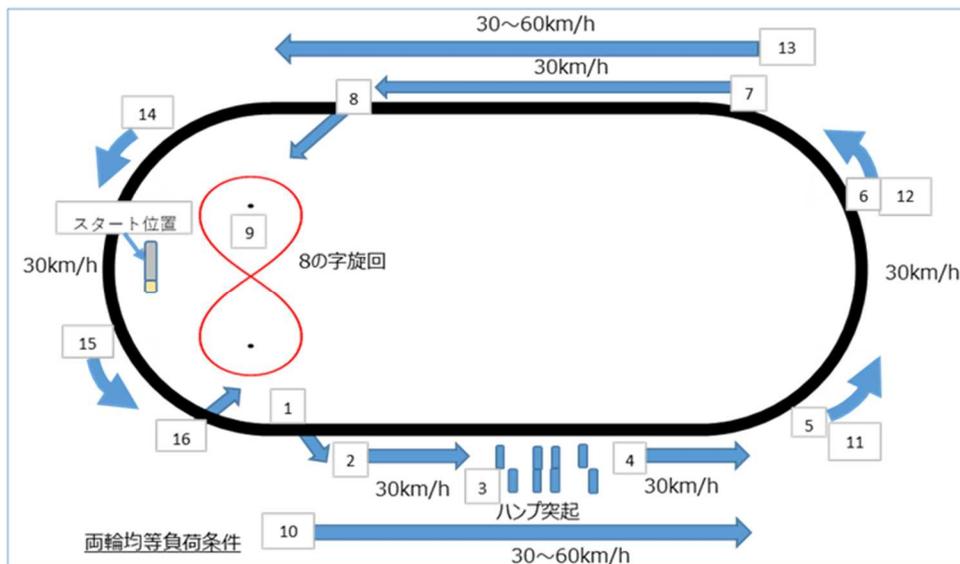


図 6-8. 限界軸力確認実験走行方法(左回り)

(案)

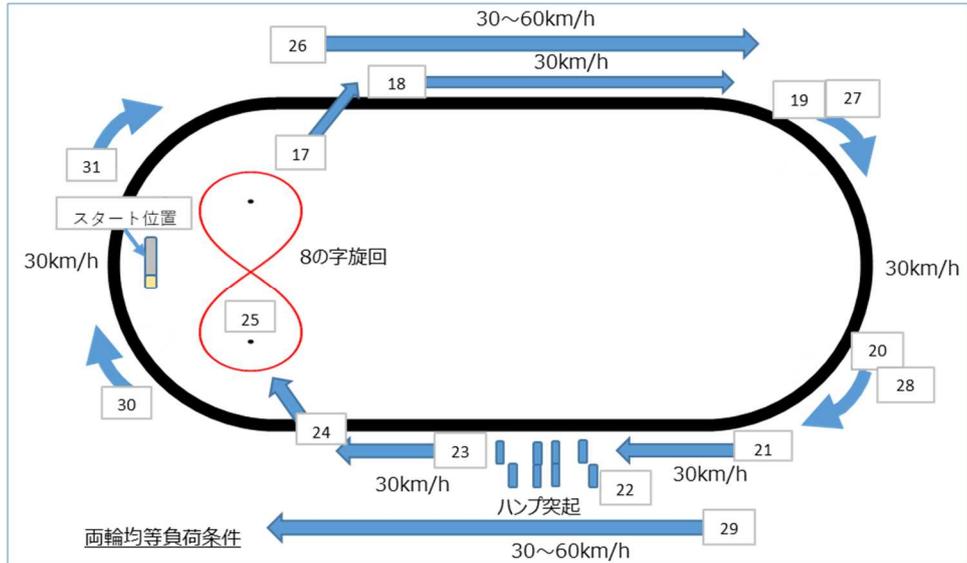


図 6-9. 限界軸力確認実験走行方法(右回り)

(3) 左輪過負荷入力実験(左輪過負荷条件)1 サイクル

表 6-3. 左輪過負荷入力実験条件

	項目	テストコース条件	車速	左輪過負荷条件
④	交差点	右折	20km/h	4回
⑤	交差点	左折	停止→発進(5km/h)	4回

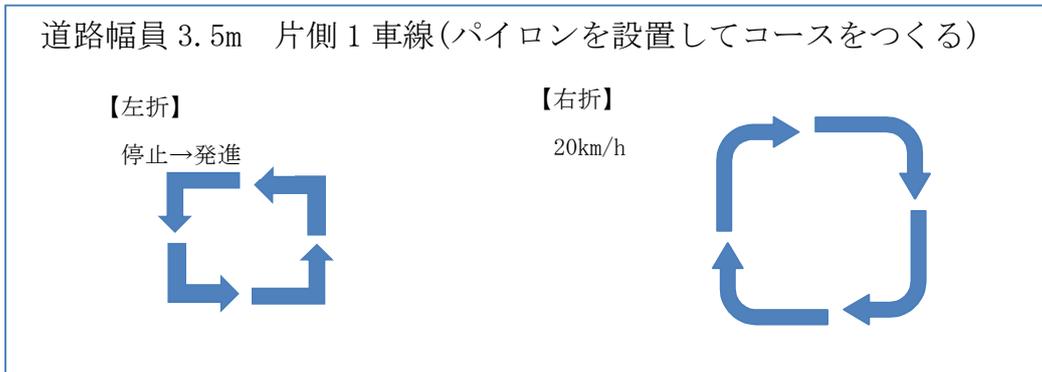


図 6-10. 左輪過負荷入力実験走行方法

(4) 増し締め効果確認実験(両輪均等負荷条件)1 サイクル

(案)

表 6-11. 増し締め効果確認実験条件

	項目	テストコース条件	車速	両輪均等負荷条件	
				左回り	右回り
①	悪路等	ハンプ突起路	30km/h	1回	1回
②	8の字旋回	半径15m	20km/h	1周	1周
③	一般路	周回路	30~60km/h	1周	1周

※走行順序：左回り→右回り

1サイクル走行距離：約4.4km

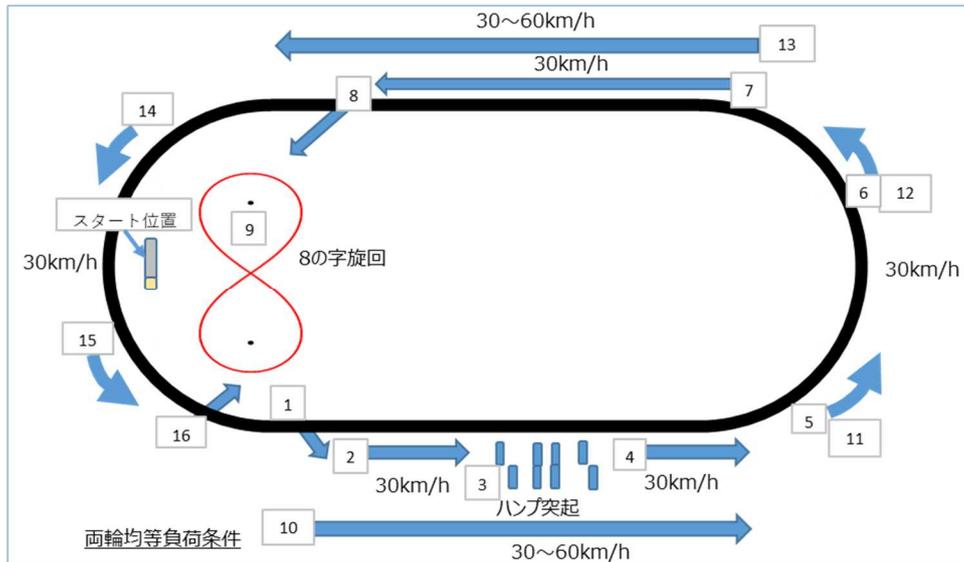


図 6-12. 増し締め効果確認実験走行方法(左回り)

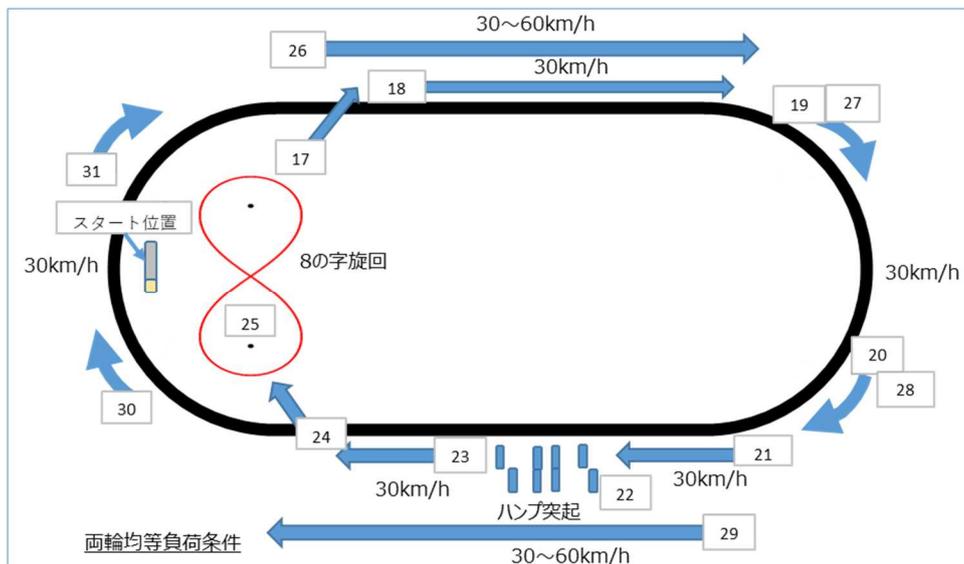


図 6-13. 増し締め効果確認実験走行方法(右回り)

### 6.3. 試験結果

各試験の実施結果を以下に示す。

### 6.3.1. 限界軸力確認実験の結果

#### (1)軸力 120kN

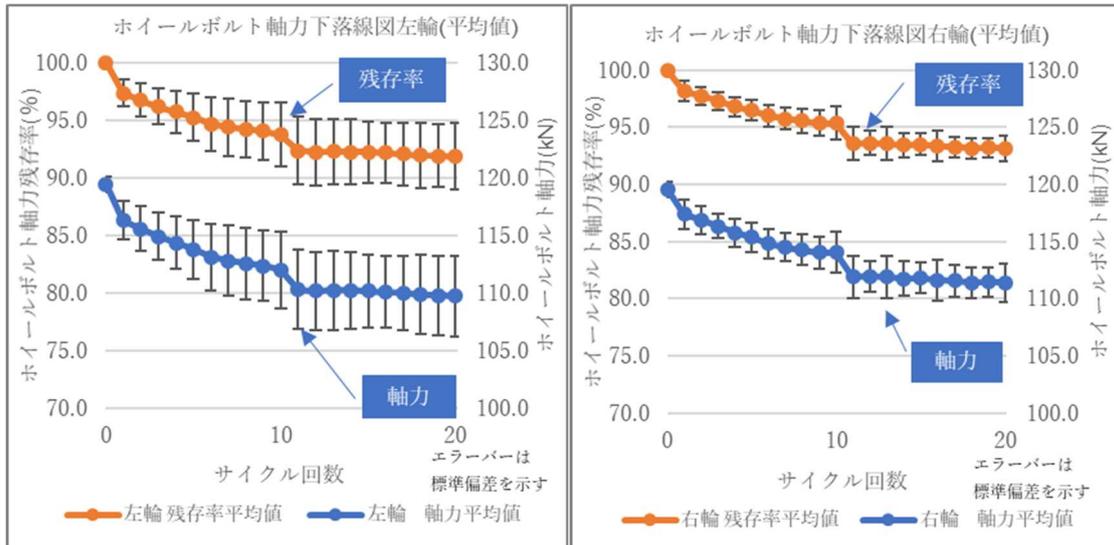


図 6-14. ボルト軸力低下線図左右輪(120kN)(平均値)

初期締め付け軸力 120kN でサイクル走行を実施した結果、初期なじみの影響で緩やかなボルトの軸力低下はあるが、それ以降の軸力低下は見られなかった。

20 サイクル走行時点の平均軸力は、初期軸力に対して左輪で 8.1%低下、右輪で 6.8%低下した。平均軸力低下で評価すると、左輪は 10.3kN 低下、右輪は 8.6kN 低下した。

20 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

#### (2)軸力 60kN

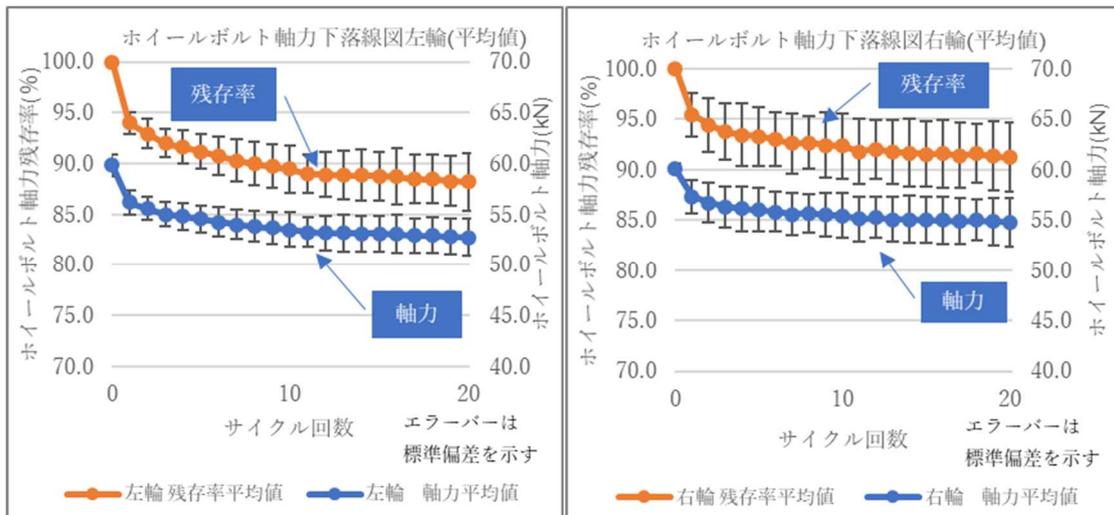


図 6-15. ボルト軸力低下線図左右輪(60kN)(平均値)

初期締め付け軸力 60kN でサイクル走行を実施した結果、初期なじみの影響で緩やかなボルトの軸力低下はあるが、それ以降の軸力低下は見られなかった。

(案)

20 サイクル走行時点の平均軸力は、初期軸力に対して左輪で 11.8%低下、右輪で 8.8%低下した。平均軸力低下で評価すると、左輪は 7.3kN 低下、右輪は 5.2kN 低下した。

20 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

### (3)軸力 45kN

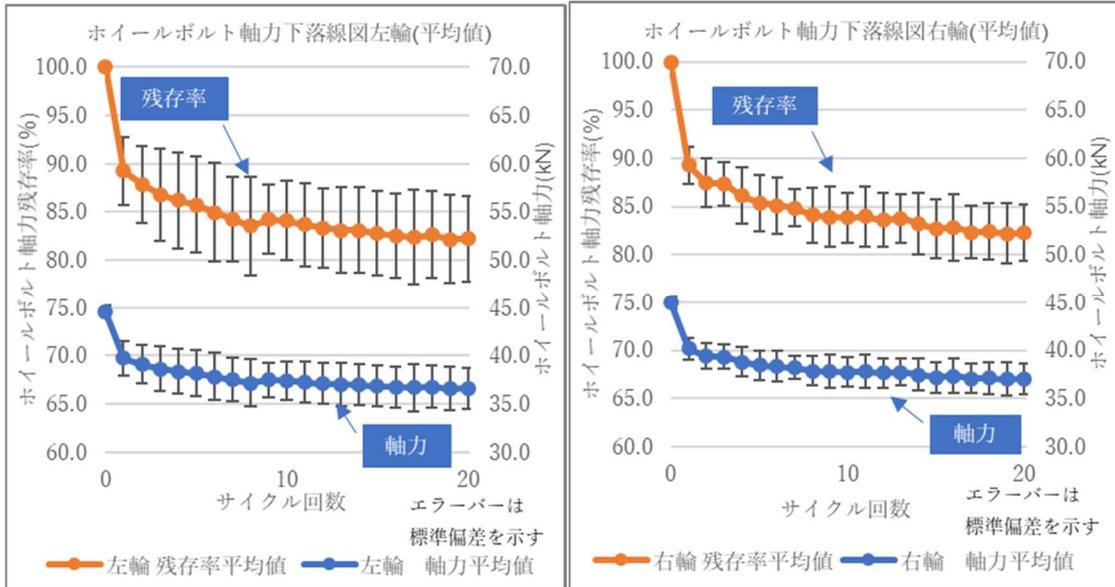


図 6-16. ボルト軸力低下線図左右輪(45kN)(平均値)

初期締め付け軸力 45kN でサイクル走行を実施した結果、初期なじみの影響で緩やかなボルトの軸力低下はあるが、それ以降の軸力低下は見られなかった。

20 サイクル走行時点の平均軸力は、初期軸力に対して左輪で 17.7%低下、右輪で 17.7%低下した。平均軸力低下で評価すると、左輪は 8.4kN 低下、右輪は 8.0kN 低下した。

20 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

### (4)軸力 30kN

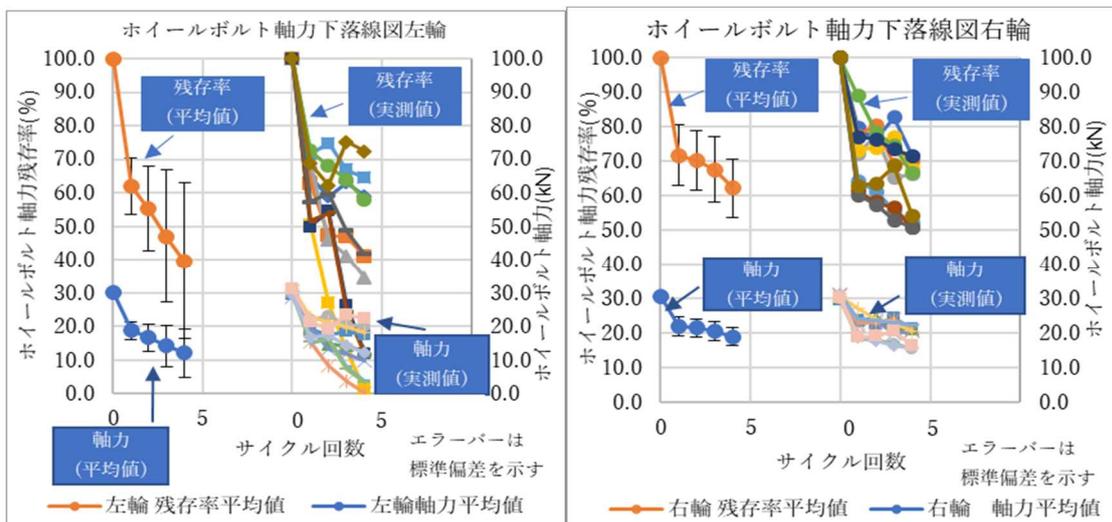


図 6-17. ボルト軸力低下線図左右輪(30kN)(平均値・実測値)

初期締め付け軸力 30kN でサイクル走行を実施した結果、4 サイクル目で左輪のボルト 1 本の軸力が急激に低下・消滅した。本実験における安全面を考慮し、4 サイクル目で本実験条件におけるサイクル走行を終了した。

試験終了時点の平均軸力は、初期軸力に対して左輪で 60.3%低下、右輪で 37.9%低下した。平均軸力低下で評価すると、左輪は 18kN 低下、右輪は 11.9kN 低下した。

4 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

### 6.3.2. 左輪過負荷入力実験の結果

左輪過負荷入力実験については、限界軸力確認試験の結果を踏まえ、限界軸力を下回らない最低の軸力である 45kN を初期締め付け軸力として試験を行った。

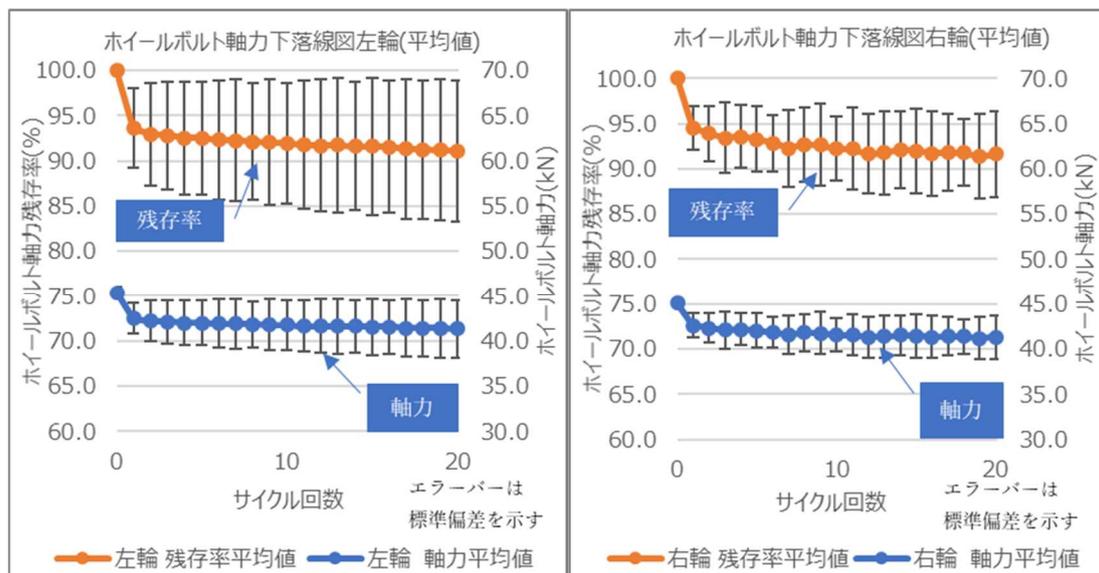


図 6-18. ボルト軸力低下線図左右輪(45kN)(平均値)

初期締め付け軸力 45kN で左輪過負荷条件のサイクル走行を実施した結果、初期なじみの影響で緩やかなボルトの軸力低下はあるが、それ以降の軸力低下は見られなかった。

20 サイクル走行時点の平均軸力は、初期軸力に対して左輪で 8.9%低下、右輪で 8.4%低下した。平均軸力低下で評価すると、左輪は 3.7kN 低下、右輪は 3.7kN 低下した。

20 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

### 6.3.3. 増し締め効果確認実験の結果

増し締め効果確認測定については、自動車メーカーの規定トルクである 600Nm でナットを締め付け実験した。

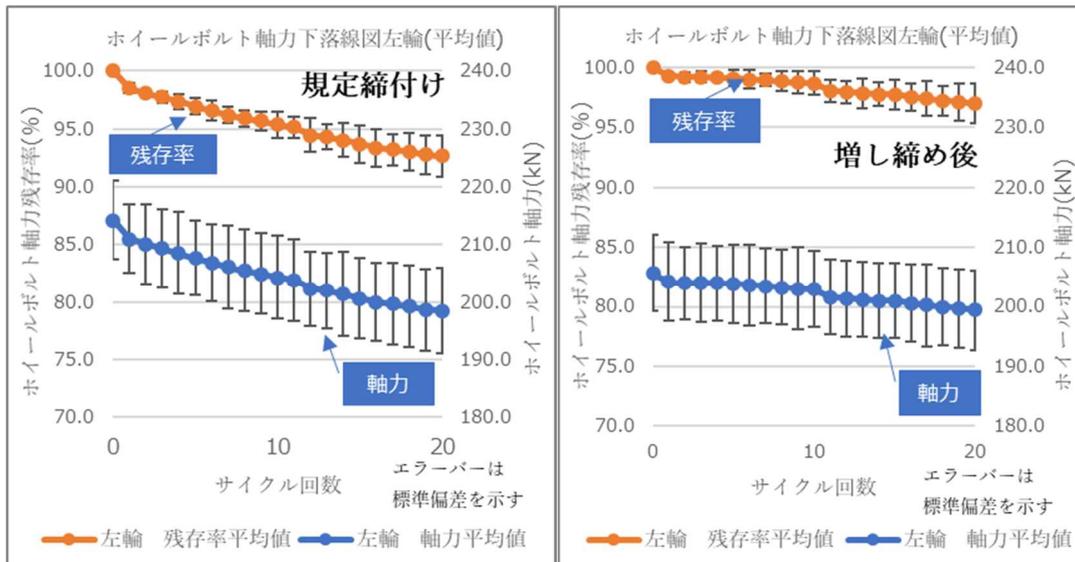


図 6-19. ボルト軸力低下線図左輪(600Nm)(平均値)

20 サイクル後の左輪での平均軸力残存率については、増し締め前が 7.3%低下に対し、増し締め後は 3.0%低下であった。

平均軸力低下で評価すると、増し締め前の低下代は 16kN であったのに対し、増し締め後の低下代は 6kN であった。

増し締め前後共に、20 サイクル走行時点で、目視での確認において、ナットは回転していなかった。

※他の試験と異なり、初期条件を締め付けトルク（600Nm）合わせとしたことで、開始時点での軸力（初期締め付け軸力）にばらつきが生じている。

※初期軸力が他の条件よりも高いため、軸力の初期なじみが 20 サイクル時点で完全に収束していないが、増し締めの定性的な効果を考察するにあたっては十分と考える。

## 6.4. まとめ

### ➤ 限界軸力確認実験

初期軸力 30kN での試験の 4 サイクル目において左輪のボルト 1 本の軸力が急激に低下し、完全に失われた。右輪についても軸力が低下していく傾向にあったが、安全面を考慮し本実験を中断したため、走行を続けた場合に継続的に軸力が低下するかは不明である。この点については、引き続き調査が必要と考えられる。

初期締め付け軸力 45kN の 20 サイクル走行では軸力が下げ止まる傾向にあるため、本調査の範囲内では、初期軸力 30~45kN の間に限界軸力があると考えられる。

### ➤ 左輪過負荷入力実験

初期なじみの影響で緩やかなボルトの軸力低下はあるが、それ以降の軸力低下は見られなかった。

(案)

また、本実験においては、左輪過負荷入力であっても左右輪で軸力低下の傾向の違いは見られなかった。

➤ 増し締め効果確認実験

ナットの増し締め後は軸力の低下が小さいことから、ナットの増し締めの有効性は確認された。

なお、本実験ではわずかではあるが左輪が軸力の低下が大きい傾向が見られたが、その原因特定には至らなかったため、さらなる実験が必要と考えられる。

## 7. 海外における大型車の車輪脱落事故の実態調査

### 7.1. 調査概要

大型車の車輪脱落事故が増加傾向にあることから、諸外国における大型車の車輪脱落事故の発生状況や事故防止対策等について調査し、我が国におけるさらなる対策を検討するための参考とすることとした。

### 7.2. 調査方法

大型車の車輪脱落事故発生状況に関し、各国政府への直接の質問及びインターネット等による文献調査を行った。

### 7.3. 調査対象国

12 カ国に対して調査を行った。

(英国、フランス、ドイツ、フィンランド、スウェーデン、オランダ、米国、カナダ、オーストラリア、ニュージーランド、スイス、ベルギー)

#### 7.3.1. 調査対象国のホイール締め付け方法、道路通行帯

調査対象国の全ての国において、ホイール締め付け方式は ISO 方式を採用している。また、車両通行帯は以下のとおりであった。

右側通行の国：フランス、ドイツ、オランダ、フィンランド、スウェーデン、  
スイス、ベルギー、米国、カナダ

左側通行の国：英国、オーストラリア、ニュージーランド

### 7.4. 調査結果

各国において、車輪脱落事故についての体系的な統計データは存在しなかったが、英国では 2000 年前後にサンプリング調査等を実施していた。その調査結果によると、ナットが緩む（脱落含む）のは、左側の車輪で 56%、右側で 44%とあまり差はない一方、車輪の脱落が起きる傾向は左側で 79%、右側で 21%と差が大きい。

#### 【英国のサンプリング調査結果における事故要因】

- ・適切な箇所への潤滑油の塗布が不十分、各部品の表面の汚れも珍しくない。
- ・基準に適合した部品が使用されていない。
- ・タイヤ脱着作業後の増し締めを実施していない。
- ・冬季は気温低下により、毎日の点検等が困難となっている可能性がある。

## 7.5. 各国における事故防止対策

各国とも車輪脱落事故要因として、タイヤ脱着作業や保守管理に問題があると考えられており、車輪脱落事故防止対策として正しい作業の普及啓発に取り組んでいる。

### 【対策内容】

- ・車輪脱着作業、保守管理作業の正しい手法に関する啓発活動。

例：車輪固定部品の損傷の確認、潤滑剤の適切な箇所への塗布、正しく校正されたトルク・レンチの使用、自動車メーカーの推奨トルク、ナットの締付手順の順守（増し締めなど）

## 8. 今後の大型車の車輪脱落事故防止対策のあり方

本検討会において実施した各種調査・分析から得られた知見は以下の通り。

車輪脱落事故車両調査や、タイヤ脱着作業、保守管理状況に係る実態調査において散見された事例

- ▶ タイヤ脱着作業時にホイールやボルト、ナット等の点検・清掃が適切に実施されておらず、著しいさびや汚れを清掃せず劣化・損傷した部品をそのまま使用していた。
- ▶ ボルトやナットのねじ部、摺動部への潤滑剤の塗布を行っておらず、スムーズに回転しないナットをそのまま使用して締め付けていた。
- ▶ 事故惹起事業者がトルク・レンチを保有していない、又は保有していても使用していなかった。
- ▶ ナットの締め付け時に、自動車メーカーが規定するトルク値で締め付けを行っていなかった。
- ▶ 大型車の使用者自らによる増し締め等が実施されていなかった。
- ▶ 1日1回運行前に使用者が実施することとされている日常点検が適切に実施されておらず、日頃からナットの緩みの有無を確認していなかった。
- ▶ 上記の状況について、運送事業者等の整備管理者による、適切な指導・管理が不十分であった。

大型車のタイヤ脱着作業、保守管理状況に係る実態調査により得られた知見

- ▶ 基本的な点検・清掃・潤滑作業内容については、大型車使用者の業種に関わらず一定程度の社内周知徹底は図られていると考えられるものの、ISO方式に特有の作業である摺動部への潤滑剤塗布を筆頭に、作業者への作業内容の徹底が不十分な事業者も存在した。
- ▶ 事故発生前の自動車メーカーの規定トルクでの締め付けの遵守状況が、事故惹起事業者において顕著に低かった。
- ▶ ボルト、ナットの交換の際の確認項目として、手引に示した項目を採用している運送事業者等の割合は高いとはいえなかった。
- ▶ マニュアル等については、文書資料より動画資料の方が周知効果が圧倒的に高い(特に外国人工員へは、文書より動画の方がニュアンスを伝えやすい)」といった意見があった。

使用過程のボルト、ナットの性能確認試験により明らかになった事項

### (1) 繰り返し締め付け試験結果

- ▶ ボルト、ナットは、指定個所への給脂を行わない場合締め付けを繰り返すにつれ自動車メーカーの規定トルクに対して発生する軸力が徐々に低下する。
- ▶ 適切な給脂の実施により、タイヤ交換等の定期的なナット取り外し・締め付けに伴い発生する軸力低下を、抑えることができると考えられる。

(2) 清掃及び給脂による軸力改善効果試験結果

- ▶ 使用過程時のボルトやナットの状態が異なるためばらつきはあるものの、総じてナットを新品と交換した場合軸力が大幅に上昇すること、清掃及び指定箇所への給脂は一定程度の軸力向上が認められるものの、ナットを新品と交換した場合までは回復しないことが確認された。

(3) ボルト、ナットの使用年数等が軸力に及ぼす影響試験結果

- ▶ 使用年数が3年と10年のボルト、ナットの軸力比較から、7年超の使用で軸力が低下する傾向が見られた。
- ▶ 左前輪、左後輪、右後輪で7年使用されたボルト、ナットでの軸力を比較したところ、使用箇所による明確な軸力の差は見られず、取り付けられている車輪の位置はボルト、ナットの劣化度合いに影響を与えないと考えられる。

大型貨物自動車を用いた走行実証実験により明らかになった事項

- ▶ 締め付け軸力が一定の水準を下回る場合に、ナットの緩みが加速度的に進行するようになることが確認された。
- ▶ 増し締めの有効性が確認された。

これらを踏まえ、車輪脱落事故を撲滅するためには、大型車の使用者等のタイヤ脱着作業者自らが、適正なタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理の実施について自覚を持ち、自らの責任において大型車の車輪脱落事故防止策を講ずることが極めて重要であると考えられる。

本検討会では、さらなる車輪脱落事故防止対策として、以下のとおり事故防止対策のあり方を提言する。

なお、事故防止対策のあり方については、車輪脱落事故撲滅を図るため速やかに実施すべき対策と、制度改正を主として恒久的な事故防止を図るための中・長期的対策に分けて提言する。

## 8.1. 速やかに実施すべき対策

(1) 適切なタイヤ脱着作業や保守管理に関する周知・啓発

依然としてタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理の実施が不十分である状況を踏まえ、大型車の使用者やタイヤ専門店等のタイヤ脱着作業者に対して、摺動部への潤滑剤の塗布やトルク・レンチの使用等を含む適切なタイヤ脱着作業や保守管理方法について、ダイレクトメールを発送する等により効果の高い周知・啓発を図る必要がある。

併せて、初度登録年から4年前後を超える大型車の車輪脱落事故が急増する傾向を踏まえ、ボルト、ナットの劣化・損傷の状態を確認し、劣化した部品の交換を促す緊

急的な点検等を、関係団体が協力して実施することが望ましい。

(2) 動画を活用したタイヤ脱着作業手順や保守管理手順の啓発

適切なタイヤ脱着作業や、増し締め等の保守管理作業を実施するための作業手順を解説した動画を作成し、整備管理者研修や関係団体の主催会議等において広く公開することが有効である。

なお、容易に作業手順を確認できるよう、動画サイトを活用して周知・啓発することが望ましい。

(3) 大型車の車輪脱落事故防止キャンペーンの継続実施

依然として冬用タイヤ交換時期に車輪脱落事故が多発する状況を踏まえ、引き続き、適切なタイヤ脱着作業や、増し締め等の保守管理を周知・啓発するための車輪脱落事故防止キャンペーンを実施し、効果的な事故防止対策に取り組むことが重要である。

なお、取り組みの実施に当たっては、積極的に報道機関へ取材申し入れを行い、新聞やテレビ等に報道されることで、広く周知・啓発を図ることが望ましい。

(4) タイヤ脱着作業や保守管理に関する講習会の開催

大型車使用者やタイヤ専門店等のタイヤ脱着作業者自らが車輪脱落事故防止対策を実施できるよう、適切なタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理方法について習得する機会を広く与えるべきであり、そのためには地方運輸局や関係団体等が連携しタイヤ脱着作業者に向けた講習会を積極的に行うことが重要である。

(5) 車輪脱落事故防止対策の指導

運送事業者等の整備管理者に対し、引き続き整備管理者研修において車輪脱落事故防止に関する周知・徹底を図ることが重要である。

そのため、整備管理者研修において、必ず車輪脱落事故防止対策の徹底を講義する必要がある。

具体的には、「道路運送車両法の一部を改正する法律等の施行に伴う整備管理者制度の運用について」（平成15年3月18日付け、国自整第216号）（以下、「整備管理者制度運用通達」という。）に研修科目を追記することが考えられる。

(6) 整備管理者管理権限の明確化

適切なタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理の実施に係る整備管理者の管理権限を明確化するため、整備管理者制度運用通達の整備管理者の業務及び役割に、タイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理に関する具体的な作業内容を追記することが考えられる。

併せて、大型車を保有する運送事業者等の整備管理規程について、タイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理に関する規定を義務付けることが望ましい。

## 8.2. 中・長期的に実施すべき抜本対策

### (1) タイヤ脱着作業における適切な作業を徹底するための施策

今回の検討会で実施した、車輪脱落事故車両調査やタイヤ脱着作業、保守管理状況に係る実態調査の結果を踏まえると、車輪脱落事故防止のためには大型車使用者やタイヤ専門店等のタイヤ脱着作業者が適切なタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理を確実に実施することが重要である。

タイヤ脱着作業に対して適切な作業を徹底させるため、8.1 で提言した対策以上の周知・啓発を徹底する等、さらなる対策の強化を図ることが望ましい。

### (2) 車輪脱落事故を惹起した事業者等の整備管理者に対する指導強化

車輪脱落事故惹起事業者等の整備管理者については、適切なタイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理等の事故防止対策が十分講じられていない可能性が考えられる。

このため、車輪脱落事故を惹起した事業者等の整備管理者に対して、タイヤ脱着作業や増し締め等の保守管理に関する実習も含めた整備管理者特別研修（新設）等を受講させることや、一定期間に複数回の車輪脱落事故を惹起した事業者等の整備管理者に対して解任命令を発令する等、指導強化を図ることが望ましい。

### (3) 大型車の使用者等のタイヤ脱着作業による人為的な作業ミス为前提としたハード対策

大型車の車輪脱落事故については大事故につながりかねない大変危険なものであり、大型車の使用者等のタイヤ脱着作業者の人為的な作業ミスが事故要因となる可能性も避けられないことを踏まえ、これまでも（一社）日本自動車工業会において、車輪の脱落前に車両側でナットの緩みを検知できるシステムの有用性について検討してきているところであるが、検知精度等の課題が残されている。今後は、ナットの緩みの予兆検知等に関するハード対策について、できるだけ早く開発に向けた中・長期計画を策定し、製品化に向けて取り組みを推進することが重要であり、各自動車メーカーにおいて検討を進めることが期待される。また、国土交通省においては、中・長期的に規制の方向性に係る検討含め、必要な検討を進めることが望ましい。

### (4) 劣化したナットを排除するための施策

軸力改善効果試験により、劣化したナットは清掃・給脂を行った場合でも規定トルク締め付け時の軸力が新品ナットに交換する場合ほどには回復しないことが確認されたが、車輪脱落事故車両においては、劣化したナットが使用されている傾向がみられたことから、劣化したナットの排除に向けて、劣化部品の適切な交換を促進するための施策等を検討し、早急に取り組む事が望ましい。

## 9. 引き続き検討すべき課題

今後も、車輪脱落事故の発生状況を継続的に監視し、詳細な事故調査を引き続き実施しつつ、8. で提言した対策の効果を検証していくべきである。今後、同事故の発生状況に変化が見られない状況が続くのであれば、更なる対策強化を施す必要がある。

また、これまでの調査では、左後輪からの脱落事故が多い理由等、明らかにできなかった点があるため、今後の事故発生の傾向を見ながら引き続き検討を行っていくことが望ましい。