

自動車整備におけるリブドベルトの調整についての検証*

下洞 智志¹⁾ 山田 茂樹²⁾ 島田 和典³⁾

Exploration into a proper way of adjusting ribbed-belts

Satoshi Shimobora Shigeki Yamada Kazunori Shimada

The purpose of this study is to explore into ribbed-belt adjustment. The ribbed-belt needs to be replaced regularly on account of wear and tear. Importantly, it is difficult for inexperienced mechanics to adjust ribbed-belts. We conducted an experiment on 36 mechanic-aspiring students by making them engage in replacing and adjusting the ribbed-belts on actual vehicles. We confirmed most of them were 2 ribbed-belts maintenance to minutiae like the turns of screw and the proper distance among pulley. We are convinced that the ways we came up with work well in training students for the ribbed-belt adjustment.

Key Words: maintenance, ribbed-belt, adjustment, mechanics, students ①

1. ま え が き

自動車の各装置、部品は走行距離や時間の経過により劣化が進んでいく。これに伴う車の故障や事故を防ぐために車には定期点検制度が設けられており、点検の結果ベルトに亀裂、損傷等があった場合には交換が必要となる。ベルトを交換した際には張力を調整しなければならないが、ベルトの張力が強すぎるとベアリングの早期破損やベルト切れが発生し、弱すぎるとベルトにすべりが発生し補機類の性能低下や、ベルト鳴きが発生しユーザーに不安感を与える。

ある学生（一年生）から自分でベルトを交換しその車に乗り始めたところ、しばらくしてベルト鳴きが発生するととの相談を受け調査した結果、ベルトの張力がかなり弱いことがわかった。そこで学生にベルトの張りの点検方法を知っているか尋ねたところ、知らないので交換方法だけ二年生に聞きながら作業し、張りの点検方法と調整値を一般ユーザー用に車載されている取扱説明書で確認して行ったとのことだった。

張力はベルトを指で98N(10kgf)の力で押したときのたわみ量で点検する方法が一般的であり、学生が確認した取扱説明書にも同様の方法が記載してあった。ベルトは新品に交換したときは初期なじみによる張力低下を考慮して少し強めに張る調整方法は整備士としては周知されているが、学生は把握しておらず車載用取扱説明書にもそのような内容は記載されていなかった。また、この点検方法は感覚と目視によって確認するもので、意外とわかりにくく、学生も同様の考えであった。

そこで、ベルト交換後のベルト鳴きは車載用取扱説明書の基準値通りに調整されていたが、新品ベルトであった為に発生したのかを調査するため、①ベルトを新品に交換し基準値に調整した場合、初期なじみによりどの程度張力が低下するかを調査した。②どの程度張力が低下するとベルトのすべりが発生するかを調べるため、ベルトの張力に対するエンジン回転数とベルトのすべりの関係を調べた。③ベルトを交換した後、整備要領書通りに張力を調整させてみると、整備経験の浅い学生では安定した張力で調整することが困難であることがわかった。そのため、整備経験の浅い学生でも安定して張力が基準値に入る調整方法を考案した。よって以上の結果を報告する。

2. 実 験 方 法

はじめに、車載用取扱説明書について、学生から相談を受けた車両と同型である表1の車両の整備要領書と比較したところ、整備要領書ではたわみ量と張力の2種類が記載されており、基準値は新品取付け時と点検時でそれぞれ異なる調整値が記載してあった。表1の張力基準値の新品取付け時とは新品ベルトに交換し、組付けたときの調整値を示し、点検時とは、使用されたベルトを再度組み付けたときの調整値を示す。尚、車載用取扱説明書のたわみ量は点検時のものであった。

実験は新品取付け時の基準値上限と下限になるようにベルトテンションゲージで測定し張力をあわせ、走行距離と時間の経過により初期なじみによりどの程度張力が低下するのかを一日10km走行後に張力を測定し、10日間100kmでどの程

*2009年8月6日受理. 第41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)

度張力が低下するか調査した。また、新品ベルトに交換した際に、点検時の基準値上限と下限に張力を調整した場合はそれぞれどうなるのかも同様に調査した。

次に、どの程度張力が低下するとベルトのすべりが発生するかを調べるため、表1の車両を使用して張力を600Nから100Nずつ低下させた。同時に各張力にてエンジン回転数をアイドリングから5000min⁻¹まで変化させ、エンジン回転数によってもベルトのすべりに違いが出てくるのかを調べた。なお各補機類には最大負荷、すなわちエアコン使用状態はエアコン最強冷で風量最大、電気負荷ありの状態はヘッドライトをハイビームにて点灯、ブロワモーター最高回転、リヤデフォッグ使用状態とし、ハンドル操作時はすえ切り時において測定を行った。

表1 実験車両諸元1

車名	トヨタ		
エンジン型式	4E-FTE		
総排気量	1300 cm ³		
アイドリング回転	650~750min ⁻¹		
張力基準値(N)	種類	新品取付け時	点検時
	オルタネータ用	550~650	250~400
たわみ量基準値(mm)	オルタネータ用	3.5~4.5	5.0~6.5
	エアコン、パワーステアリング用	9.0~9.5	11.5~13.0

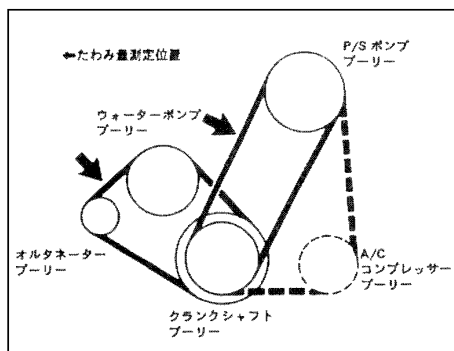


図1 たわみ量測定位置

ベルトの手動調整機構を調べたところ、図2のようなボルトAとボルトBを緩め、てこ棒で補機を押しつけてベルトを張る調整機構(以下アジャストボルトなしという)、図3のようなボルトAとボルトBを緩め、アジャストボルトを回して補機類を動かしてベルトを張る調整機構(以下アジャストボルト付きという)、図4のようなボルトAを緩め、アジャストボルトを回してアイドルプーリーを動かしてベルトを張る調整機構(以下アイドルプーリー付きという)の3種類に類別できる

ことがわかった。図1はベルトに98N(10kgf)の押力をかけ、たわみ量で点検する場合のたわみ量測定位置を示す。

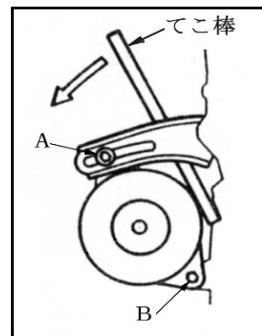


図2 アジャストボルトなし

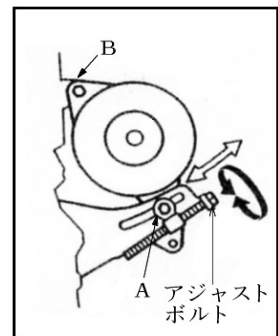


図3 アジャストボルト付き

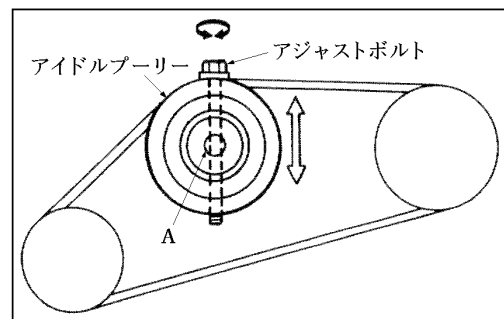


図4 アイドルプーリー付き

整備経験の浅い学生でもベルトの張力を基準値内に調整できるのかを調査するため、本学の一年生に、実験車両のベルトを新品に交換し、張力調整の作業を行わせた。調整後にベルトテンションゲージで張力を測定し、基準値内にあるかを以下の3通りの方法で確認した。

- ① 交換及び点検方法を口頭で指導し、張力調整の作業を行わせた場合について調査した。(これを口頭指導後とする)
- ② 交換方法を指導後、張力を基準値中心の600Nで調整されたベルトを、基準のたわみ量だけたわませた時の感触を体感させた後、整備要領書通りに張力調整の作業を行わせた場合について調査した。(これを従来方法指導後とする)
- ③ 経験の浅い学生でも基準値に調整できる方法を考案し、その方法での張力を調整した場合について調査し、比較を行った。(これを新方法指導後とする)

ベルト交換を繰り返すと交換作業に習熟してくるため、過去にベルト交換を行ったことのない学生を調整機構ごとに入れ替え、上記①~③の作業をそれぞれアジャストボルトなしを12人、アジャストボルト付きを12人、アイドルプーリー付きを12人の合計36人に行わせた。実験はアジャストボルトなしは表1、アジャストボルト付きは表2、アイドルプーリー

一付きは表3の車両を使用した。

表2 実験車両諸元2

車名	トヨタ		
型式	E-GX90		
エンジン型式	1G-FE		
総排気量	2000 cm ³		
張力基準値(N)	種類	新品 取付け時	点検時
	オルタネータ用	550~650	250~ 400
たわみ量 基準値(mm)	オルタネータ用	11.0 ~13.0	14.0 ~18.0

表3 実験車両諸元3

車名	トヨタ		
型式	E-GZ20		
エンジン型式	7M-GTEU		
総排気量	3000 cm ³		
張力基準値(N)	種類	新品 取付け時	点検時
	エアコン用	550~650	350~ 400
たわみ量 基準値(mm)	エアコン用	9.0~11.0	11.0 ~15.0

今回考案した新方法とは、

- (1) 図2, 図3, 図4においてボルトAとボルトBを緩めベルトをはずして新品ベルトを取り付け、手でベルトのたるみがなくなるまで補機を動かし、一度ボルトAで固定した。このときの張力をベルトテンションゲージで測定したところ150Nであったため、この状態を「基準の位置」とした。
- (2) 基準の位置から、補機の位置が変わらないように注意しながら再度ボルトAを緩め、図2の場合は設定位置まで補機が移動するようにてこ棒でボルトAの移動量を確認しながら押す。図3, 図4の場合は基準の位置からアジャストボルトを設定回転数だけ回転させる。

尚、「設定位置」とはあらかじめ基準の位置からのボルトAの移動量に対するベルトの張力を測定しておき、張力が基準値に入ったときのボルトAの位置をとした。同様に「設定回転数」とは、基準の位置からのアジャストボルトの回転数に対するベルトの張力を測定し、張力が基準値に入るアジャストボルトの回転数とした。

3. 実験結果

3.1 初期なじみによる張力低下の確認実験

図5はエアコン・パワーステアリング用のベルトの初期なじみによるベルトの張力の低下の結果を示す。

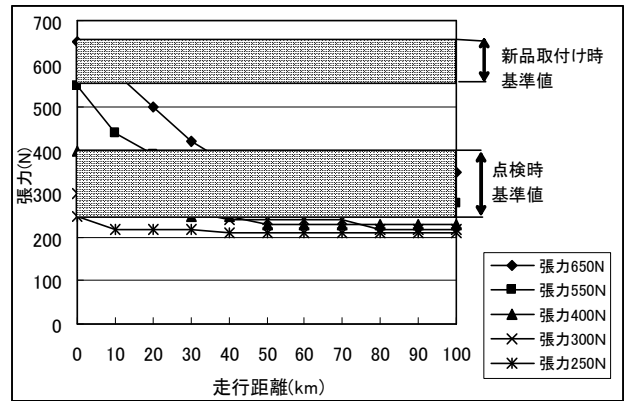


図5 エアコン・パワーステアリング用ベルト

新品取付け時の基準値上限である650Nにて取り付けたときは、ほぼ50km走行した時点で張力は約350Nで安定し、点検時の基準値内である250Nから400Nにおさまることがわかる。同様に新品取付け時の基準値下限である550Nにて取付けたときも50km走行した時点で約280Nで安定し、点検時の基準値におさまることがわかる。

それに対して、新品ベルトを点検時の基準値で取付けた場合には、上限値である400Nで取付けた場合でも、下限値の250Nで取り付けた場合でも共に100km走行時点では約200N程度の張力になることがわかる。

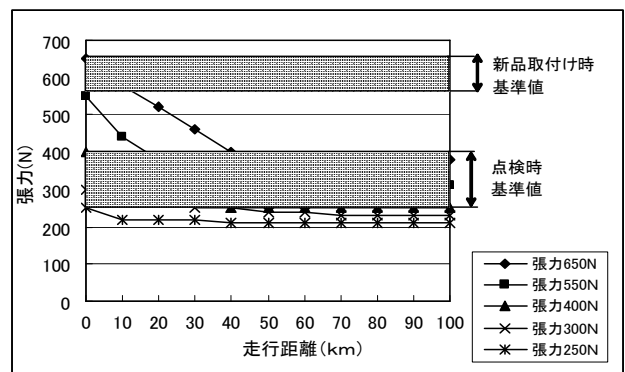


図6 オルタネータ用ベルト

図6はオルタネータ用ベルトの初期なじみによるベルトの張力の低下の結果を示す。図5のエアコン・パワーステアリング用ベルトとほぼ同じ結果となり、新品ベルトを新品取付け時の基準値内で取付けたときは、安定後に点検時基準値内に入る値となり、新品ベルトを点検時の基準値で取付けたときは約200N程度になることがわかる。

3.2 張力低下によるベルトのすべりの確認実験

今回、ベルトのすべりを現すにあたり、すべり率を用いた。

$$\text{すべり率(\%)} = \frac{(\text{エンジン回転数}) - (\text{プーリー回転数}) \times (\text{プーリー比})}{(\text{エンジン回転数})} \times 100$$

という式で定義した。すべり率0%は全くすべりが発生していない状態で、100%は補機類の回転が 0min^{-1} であることを示す。

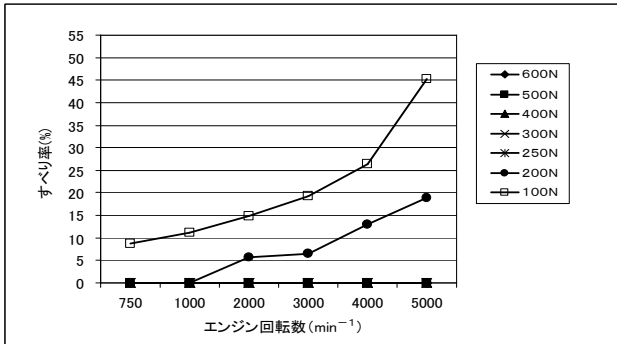


図7 オルタネータのすべり率

図7はエンジン回転数がアイドルから 5000min^{-1} の間でのオルタネータのすべり率を表す。

図からベルトのすべりは張力250N以上ではすべり率は0%であることがわかる。張力200Nでは 2000min^{-1} から、張力100Nではアイドルの 750min^{-1} からすべりが発生していることがわかる。また、すべりが発生しているときにはベルト鳴きの発生も確認できた。

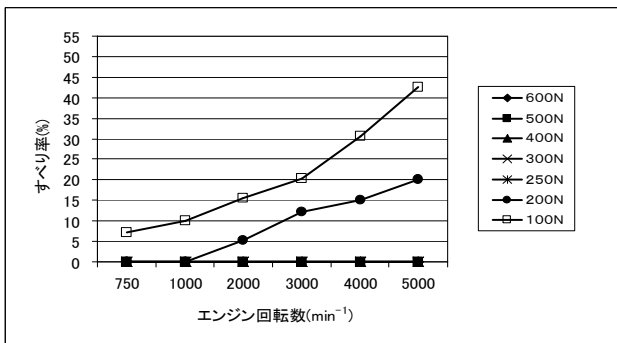


図8 エアコンのすべり率

図8はエアコンのすべり率を表す。張力200Nでは 2000min^{-1} からすべりが発生し、張力100Nではアイドルの 750min^{-1} からすべりが発生し、オルタネータのすべりとほぼ同じ結果となり、ベルト鳴きも確認できた。

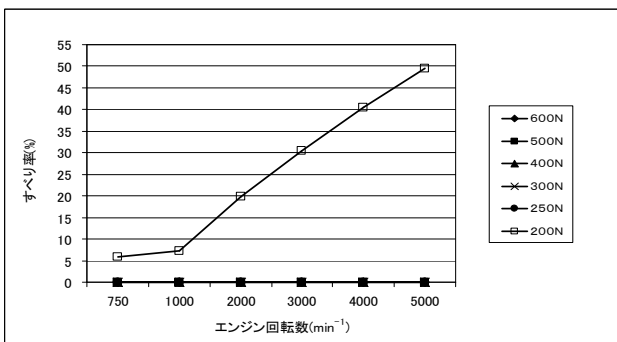


図9 パワーステアリングのすべり率

図9はパワーステアリングのすべり率を表す。パワーステ

アリングはすべりが張力200Nではアイドルから発生していることがわかり、同じようにベルト鳴きも確認できた。これは、すえ切り時のパワーステアリングにかかる負荷が、他の条件に比べて大きいことによると考えられる。

3.3.1 新方法の設定位置および設定回数

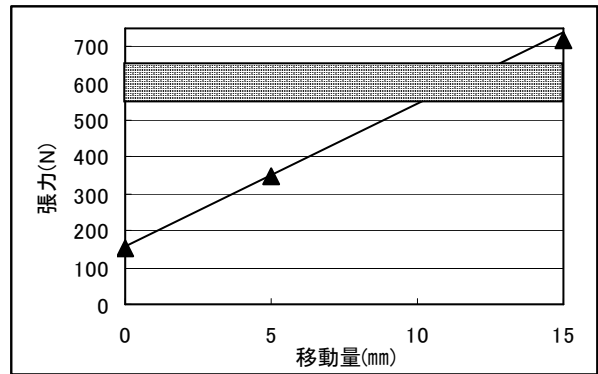


図10 アジャストボルトなし

図10はアジャストボルトなしの方式についてボルトAの移動量に対する張力変化の結果を示す。アジャストボルトなしの調整については、補機を少しずつこ棒で押してボルトAの移動距離を確認し、そのときの張力の変化を調べた。移動量0mmとは基準の位置を示す。また図中の550Nから650Nの範囲は新品取付け時の基準値を示すものであり、今後の図中にも表示していく。図よりアジャストボルトなしの方式は基準の位置からボルトAを10mmから13mm移動させることで新品取付け時の基準値内に入ることがわかる。よって学生にはボルトAの移動量を10mmから13mmとするように説明した。

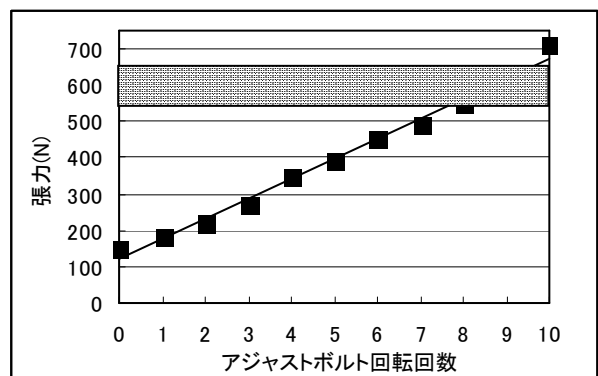


図11 アジャストボルト付き

図11はアジャストボルト付きの方式についてアジャストボルトの回転数と張力変化の結果を示す。図よりアジャストボルト付きは9回転で新品取付け時の基準値内に入ることがわかる。よって、学生には基準の位置から9回転まわすことを説明した。

図12はアイドルプーリー付きの方式についてアジャストボルトの回転数と張力変化の結果を示す。アイドルプーリー付

きは基準の位置から6回転で新品取付け時の基準値に入ることがわかる。よって学生には基準位置から6回転まわすことを説明した。

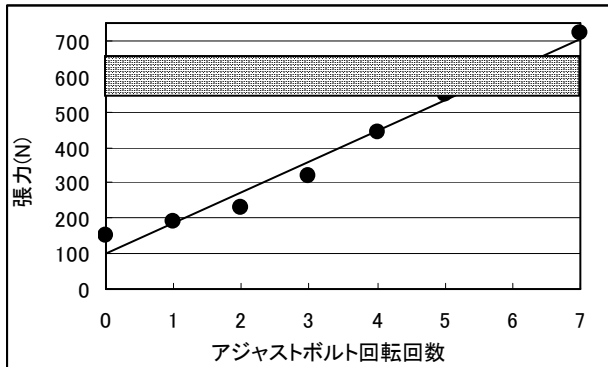


図12 アイドルプーリー付き

3.3.2 ベルト張力の調査結果

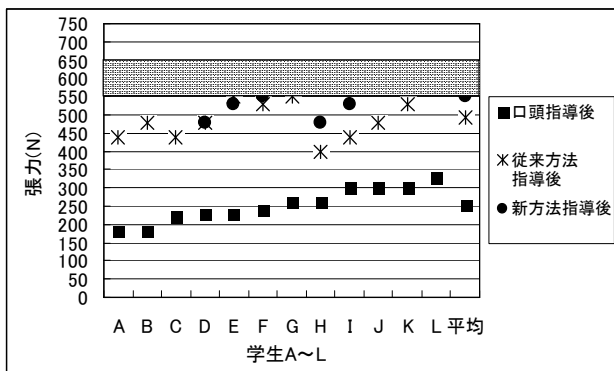


図13 アジャストボルトなし

図13は、表1の実験車両でアジャストボルトなしのオルタネータ用ベルトを新品に交換し、張力を調整した結果を示す。

口頭指導後の結果は、新品ベルトの張力に調整できた学生はいなく、張力の平均値は250Nとなり低い値であった。

従来方法指導後の結果は、全体的に基準値には近づいたものの、基準値に調整できた学生は3人で、張力の平均値も500Nとなり新品ベルトの基準値の下限である550Nより低い値となった。学生からは98N(10kgf)ほどの程度の力なのかかわかりづらいという意見が一番多く、ベルトを強く張ると切れそうという意見も多く聞こえ、それが張力を基準値内に調整できない原因であると推測した。

新方法指導後では、8人の学生が基準値内に調整でき、平均値も550Nになり新品取付け時の基準値に入った。

図14はアジャストボルト付きの方式の結果を示す、従来方法指導後では張力が350Nから550Nとばらつきが大きい上に、平均が430Nとなり新品ベルトの基準値下限である550Nを下回る値となった。それに比べ、新方法指導後は、550Nから660Nとばらつきが少なく、平均値も600Nと基準値の中心値となることわかる。

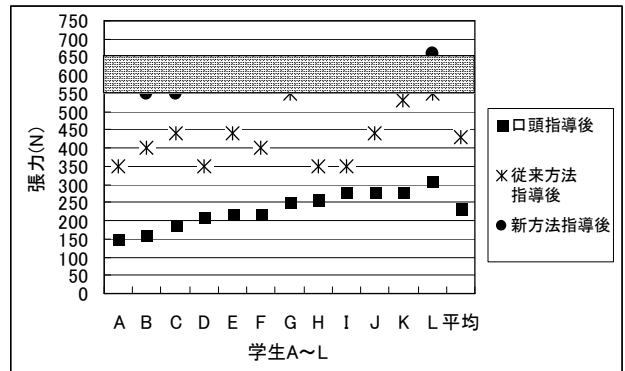


図14 アジャストボルト付き

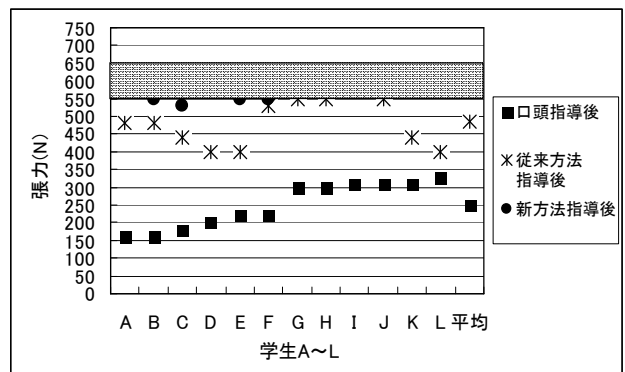


図15 アイドルプーリー付き

図15はアイドルプーリー付きの方式の結果を示す。従来方法指導後では400Nから580Nとばらつきが大きく、平均も480Nとなり新品取付け時の基準値の下限である550Nを下回る値となった。それに比べ、新方法指導後はアジャストボルト付の方式と同じくばらつきが少なく、平均値も590Nと基準値のほぼ中心値となった。

このことから、今回考案した新方法はベルト交換の作業経験が浅い者でも容易にベルト張力を基準値に調整できることがわかる。

4. まとめ

今回の実験より以下のことがわかった。

- (1) ベルトを新品に交換した後の初期なじみによる張力の低下は、新品取付け時の基準値550Nから650Nであれば、初期なじみによりベルトの張力が安定したときにちょうど点検時の基準値におさまる。
- (2) 車載用取扱説明書にはベルトを新品に交換したときの基準値の記載がないため、誤って新品ベルトを点検時の基準値で調整すると、点検時の基準値上限に調整しても下限に調整しても、点検時の基準値の250Nを下まわり、ともに約200N程度の張力で安定する。
- (3) ベルトの張力が点検時の張力の下限値である250N以上の張力があれば、補機類に大きな負荷がかかる条件

においてもすべりは発生しない。250N より低い 200N 以下となるとベルトのすべりが発生し、それに伴いベルト鳴きも発生する。

- (4) 整備要領書に記載してある通常の調整方法である 98N(10kgf) の力でベルトを押したときのたわみ量で点検する方法は、知っていても力の具合がわかりにくい。またプーリー間の距離の違いにより、同じ 98N(10kgf) の力で押しても基準値のたわみ量が異なるため、ベルト交換の作業経験が浅いと基準値に調整することが困難である。
- (5) 98N(10kgf) という押力が手感覚では明確ではないため、あらかじめ補機類の移動量やアジャストボルトの回転数に対するベルトの張力の関係を調べ、補機類の移動量やアジャストボルトの回転数でベルトの張力を調整する方法を考案した。この方法で行うと、ベルト交換の作業経験がほとんどなくても張力のばらつきが少なく、新品取付け時の基準値におさまることが確認できた。

5. あ と が き

以上の結果より、整備経験が浅くても補機類の移動量やアジャストボルトの回転回数に対するベルトの張力がわかっているれば、安定したベルトの張力が得られることから、全ての人が調整を容易に行えるといえる。

よって、今後はこの調整方法が車種ごとに設けられ、整備要領書に併記されていけばより整備が容易となり、ベルトの張りの調整も安定するものと考えられる。

また、今回の結果は、更に車種を広げ実習教育で従来の調整方法と併用して教えながら、活用しようと考えている。

謝 辞

本研究にあたり財団法人東京自動車技術普及協会の御助成を頂いたことをここに記して感謝の意を表します。併せて本研究にご協力いただきました本学教職員の皆様にも、この場をお借りして感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) トヨタ自動車株式会社 スターレット修理書 P1-4
- 2) トヨタ自動車株式会社 スターレット取扱書
- 3) トヨタ自動車株式会社 マークII, チェイサー, クレスタ修理書上巻 P2-6
- 4) トヨタ自動車株式会社 ソアラ修理書上巻 P1-127
- 5) トヨタ自動車株式会社 トヨタサービス技術テキスト 導入教育編 P3-8~3-10