

CVT金属ベルト用リングの形状評価技術

The Configuration Evaluation Technique for CVT Steel Belt Rings

有 川 守*
Mamoru ARIKAWA

巖 宏 敏*
Hirotoishi SHIMA

要 旨

CVT金属ベルトの品質を保証するためリングの分割式横曲がり測定法を確立した。リングを切断することなく、全周を数回に分けて部分的な横曲がり量を測定し、データ上でラップ部を照合させる。データの開始点をずらして起伏量を自動算出し、その最大量を横曲がり量として評価する。この手法により従来の切断展開式横曲がり測定法の欠点であった、実機テスト前に測定することができない、あるいは変曲点を持つリングでは切断個所によって横曲がり量が変わるという課題を解決した。

ABSTRACT

A method for divided measurement of the lateral curve of rings was developed for use in assuring the quality of metal pushing V-belts for continuously variable speed transmissions (CVT). The method measures the lateral curvature without cutting the ring by dividing the full circumference into several partial segments that are measured separately. The data for the overlapping portions are cross-checked, and the data starting point is then shifted over to calculate the peak-to-trough eight automatically. The maximum quantity is taken as the lateral curvature for evaluation. The conventional method of lateral curve measurement by cutting and expanding had shortcomings, since that method could not be used for measurement prior to testing on actual transmissions, and it involved a problem of variation in the lateral curvature depending on the cutting location when measuring rings that have inflection points. The present approach has resolved those issues.

1. まえがき

2001 年、Honda は金属ベルトを独自技術で自社開発し、量産化した。そのベルト諸元と開発概要については、既に紹介されている⁽¹⁾。

金属ベルトは Fig. 1 に示すように構成要素はエレメントとリングの2種類でありながら、部品として求められる精度は、自動車部品の中でも極めて高い。したがって、金属ベルトの精度を確認するには新たな測定法が必要となった。本稿では、新規開発した分割式横曲がり測定法の開発概要について紹介する。

*栃木研究所

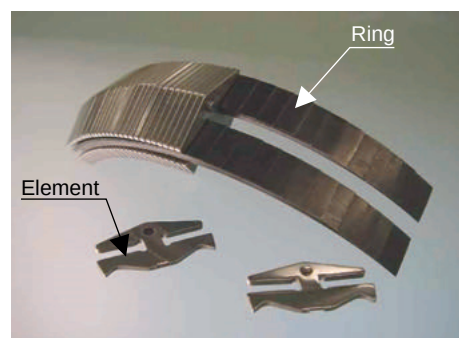


Fig. 1 Metal pushing V-belt

2. 開発のねらい

2.1. リング周方向横曲がり

CVT 用金属ベルトのリングアセンブリを Fig. 2 に示す。単品のリングは厚さ 0.18mm の円筒状薄肉鋼板で成形されている。



Fig. 2 Rings

リングは複数枚に積層した二束のアセンブリ状態で使用し、プーリ巻き付き部でエレメントをプーリに押し付ける作用を受け持ち、駆動プーリと従動プーリ間でエレメント軌道を定める。リングアセンブリがエレメントと組み合わせられ、プーリに巻き付いた状態の断面の模式図を Fig. 3 に示す。通常、金属ベルトを運転するとリングはエレメントのサドル面上で、最内周のリングから最外周のリングまでセンタリングされるため、リング端部もほぼ均等に整列する。この作用によりリング端部がエレメントやプーリ V 面に接触しても、複数のリングがほぼ同時に接触するため、リング一枚当りの分担荷重は軽減される。

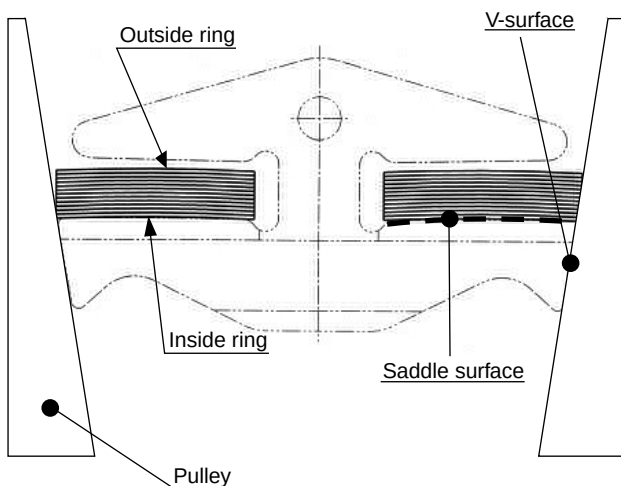


Fig. 3 Structure of V-belt assembly

しかし、変形したリングを金属ベルトのアセンブリに組み込むと Fig. 4 に示すように、他の円筒状リングと端部が揃わず、エレメントもしくはプーリ V 面側にはみ出して

しまう。この状態で金属ベルトを運転すると、変形したリングは、通常に成形されたリングよりも端部がエレメントやプーリ V 面に接触し易く、局部的に強い荷重を受けるため、摩耗が進行しやすくなり早期破損に至る。このため、製造工程において、リングの変形量を規定範囲内に管理する必要がある。

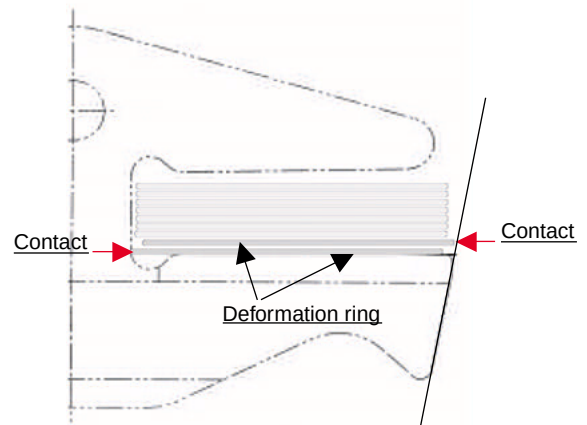


Fig. 4 Partial contact of ring assembly

Fig. 5 に、リング形状とそれを一箇所切断した時の展開形状を示す。Fig. 5 において展開したリング端部の直線に対するずれ量 h が横曲がり量である。Fig. 5(1) はリングの変形がないので横曲がりが発生しない。Fig. 5(2) はリングがテーパ状に歪んだ場合であり、切断展開時の横曲がり形状は U 字となる。Fig. 5(3) はリングが平行四辺形状に斜めに歪んだ場合であり、切断展開時の横曲がり形状は S 字となる。

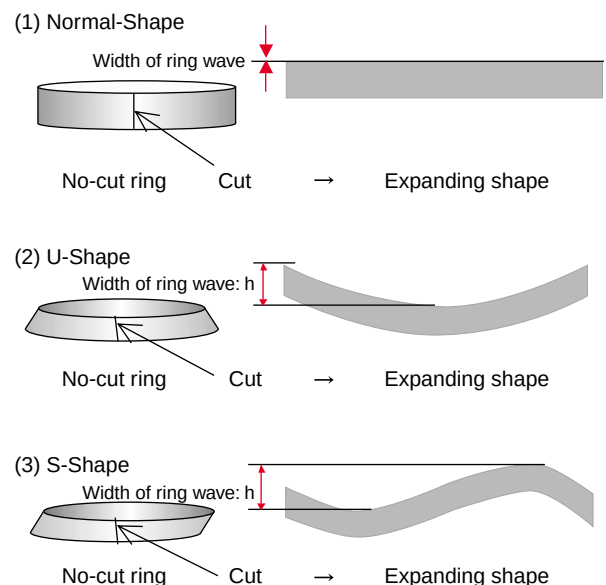


Fig. 5 Ring-wave

2.2. 従来手法

リング横曲がり量を測定するため従来は切断展開式横曲がり測定法を採用した。

この方法は、リングを任意の一箇所で切断し、展開した状態でリング端部の形状を測定し、基準位置に対する最大起伏値から横曲がり量を求める方法である。Fig. 6はその概略を示した図である。

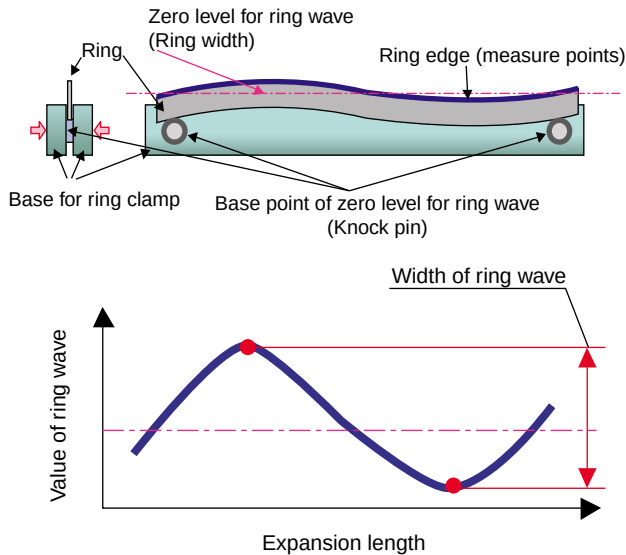
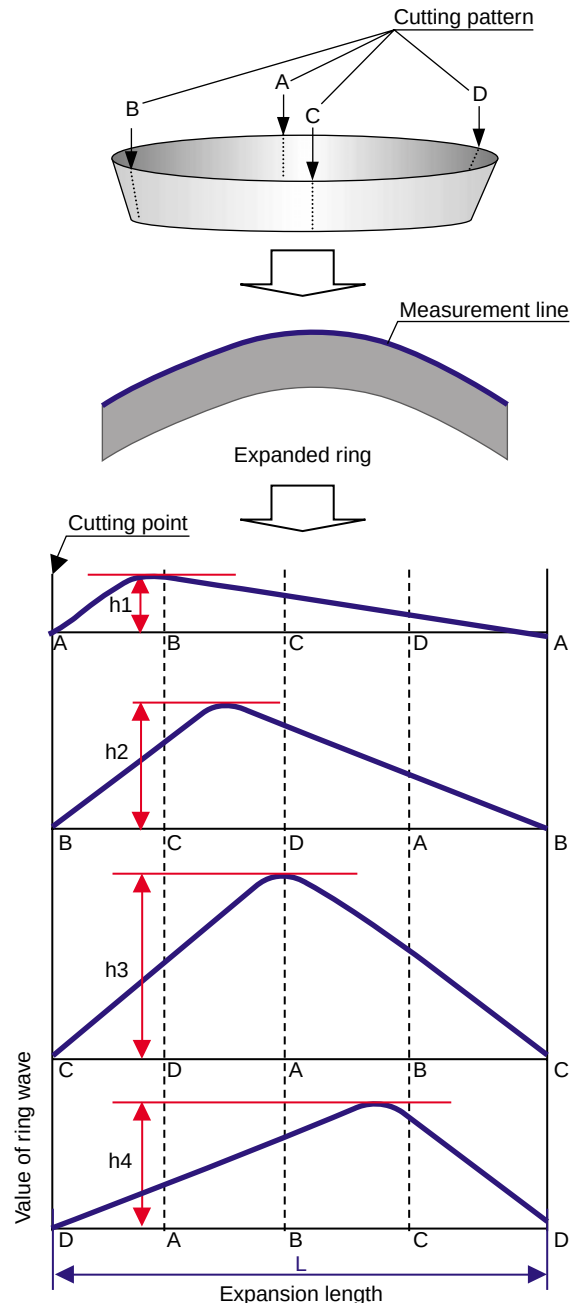


Fig. 6 Method for measurement of ring wave

この手法の測定手順は、最初に測定するリングを切断展開し、周長とほぼ同じ長さの2つのプレートで構成されるリングクランプ台に所定の力でクランプする。リング固定の際は、片方のリング端部位置を測定基準位置に定めたノックピンに合わせる。次にリングクランプ台にセットされたリング側端部を、円筒形の測定子を用いてトレースし、一定間隔毎の起伏量を取り込んで、その測定点をつなぎ合わせて形状を再現する。そして一定評価長さに対する再現形状と直線とのずれ量を横曲がり量として評価していた。しかし、この方法ではリングを破壊せざるを得ないため、例えば、強度テスト前の確認をすることができなかった。また、リングの横曲がりに変曲点を持つ場合、切断箇所により測定開始点がずれ、横曲がり量が異なってしまうという問題があった。

Fig. 7 は変曲点を持つリングの切断箇所の違いによる横曲がり量を比較したイメージ図である。リング円周方向を任意箇所 A ~ D にておのの切断展開し横曲がり量を測定した場合、変曲点位置がそれぞれ異なることがわかる。また、その状態にてある一定評価長さに対する横曲がり量 h_1 , h_2 , h_3 , h_4 の値は異なることがわかる。

そこでリング横曲がり測定法の開発のねらいを以下のように定めた。



L: Determined length (constant)

$P1 \neq P2 \neq P3 \neq P4$: Width of ring-wave is different

Fig. 7 Rings with extreme changing point of curvature

- (1) どのような横曲がり形状でもリングを切断せずに測定できること。
- (2) 変曲点を持つリングでも正しい横曲がり量が測定できること。

3. 新測定法

3.1. 分割式横曲がり測定法

Fig. 8 は従来手法の問題を解決するため、新たに開発した分割式横曲がり測定法及びその原理を示す。

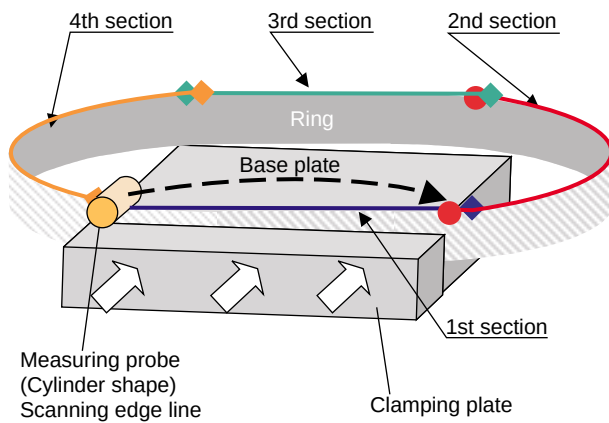


Fig. 8 Improved method (requires no cutting)

分割式横曲がり測定法は、切断展開式横曲がり測定法で用いていたリングクランプ台の長さを短縮することにより、リングを切断することなくリング内周側に配置可能とした。このリングクランプ台にリングを所定の力でクランプする。リング固定の際は、片方のリング端部位置は測定基準位置を定めたノックピンに合わせる。次にリングクランプ台にセットされたリング端部を、円筒形の測定子を用いてトレースし、一定間隔毎の起伏量を取り込む。次に挟み込みを開放してリングを移動させ、第二辺目の起伏量を計測する。その時、横曲がり形状を確実に再現するように、第二辺目の開始点は第一辺目の長さの4/5程度から開始し、オーバーラップ部分を作りながら測定を行う。このようにしてリング全周を数回に分けて測定する。次に、取り込んだデータの各辺のオーバーラップ部を全部照合させ、開始点と最終点を直線で結び、その直線に対して直角方向に起伏量を見た時の最大量を横曲がり量として評価する手法である。Fig. 9は分割して測定したデータを照合する際の模式図である。

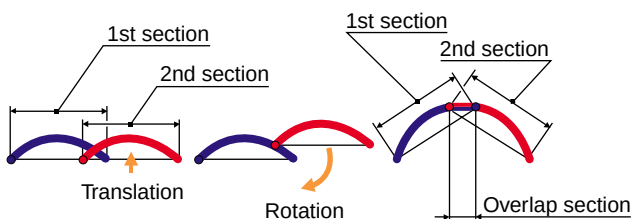


Fig. 9 Method for data-overlapping

切断展開式横曲がり測定法の、切断箇所により読み取り値が異なってしまう問題を解決するため、結合したデータの評価開始点を一定間隔でずらして、最大値を算出しその値を横曲がり量とした。

Fig. 10 はその模式図である。

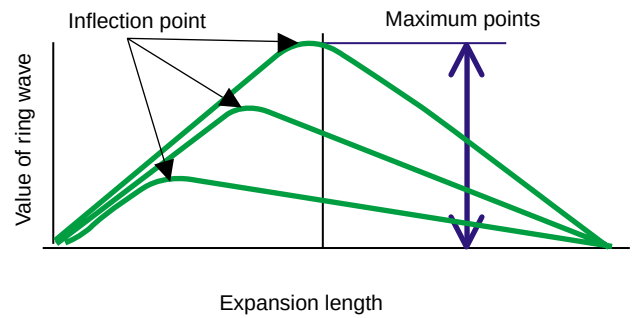


Fig. 10 Method for defining the curvature

3.2. 信頼性検証

分割式横曲がり測定法の懸案事項である分割して得られた各辺の結合データと切断展開式横曲がり法で得られたデータが値、形状ともに信頼性のある結果であるかを評価した。方法は、50サンプルで切断展開式横曲がり測定法、分割式横曲がり測定法の開始点を一致させて計測し比較検証を行った。

Fig. 11 はその信頼性の検証結果を相関図として示す。

縦軸に分割式横曲がり測定法、横軸に切断展開式横曲がり測定法での測定値を表しており相関係数 0.974 と高い信頼性が確認された。

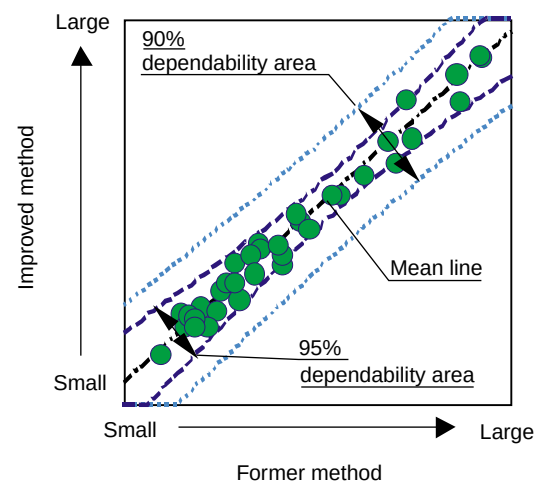


Fig. 11 Comparison scatter diagram for measuring methods

得られた横曲がり形状の比較を Fig. 12 に示す。

実線が切断展開式横曲がり測定法の結果であり、破線が分割式横曲がり測定法の結果である。両者は非常に類似した形状で再現されており、オーバーラップ部のラップ量および結合方法が的確であることが証明された。

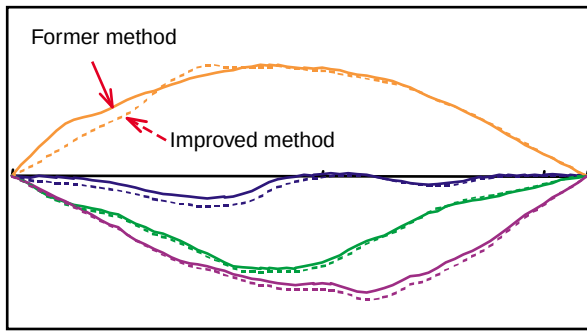


Fig. 12 Configuration comparison for measuring methods

4. 量産管理法

Fig. 13 は本原理を応用し高速自動化した測定機である。

Fig. 14に示すように本測定機は、所定の位置にリングをセットするだけで、

動作1：挟み込み

動作2：計測

動作3：開放

動作4：移動

動作5：挟み込み

を指示された回数行う。次に Fig. 15 に示すように得られたデータから

処理1：分割データ整列

処理2：オーバーラップ部を結合し形状再現

処理3：開始位置をずらし横曲がり量を算出

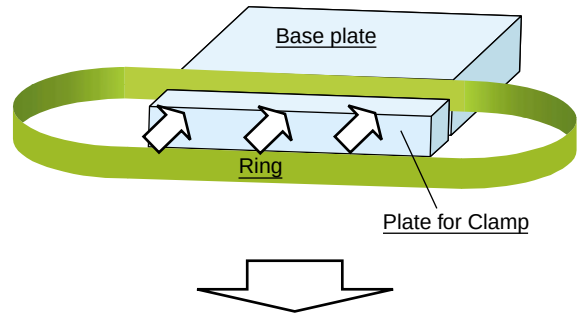
という全ての工程を自動化したシステムになっている。

これにより測定工数が大幅に削減され量産管理が可能となった。



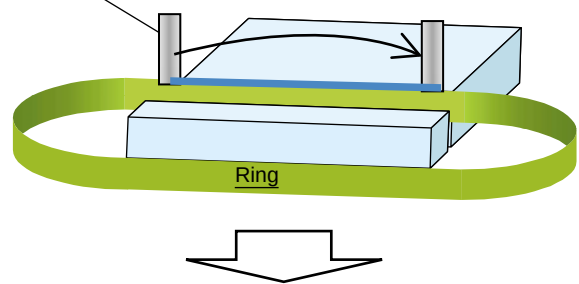
Fig. 13 Automatic machine for ring curve measuring
[Made by: Honda Engineering CO.,LTD]

Operation 1: Clamping

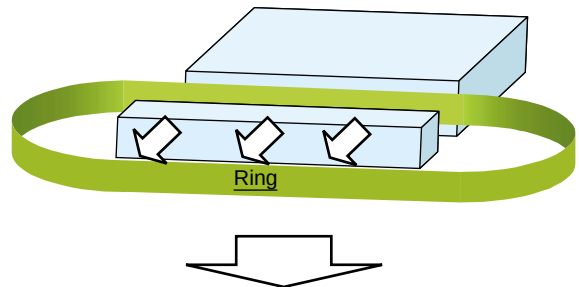


Operation 2: Measuring edge line

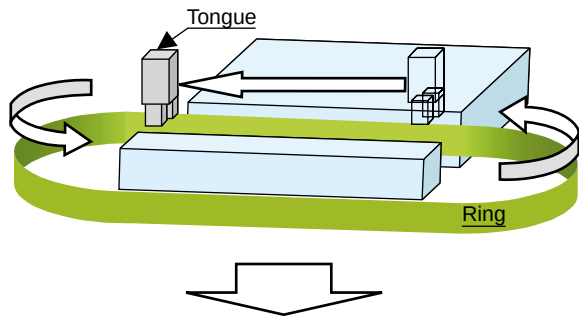
Probe for measuring (Cylinder shape)



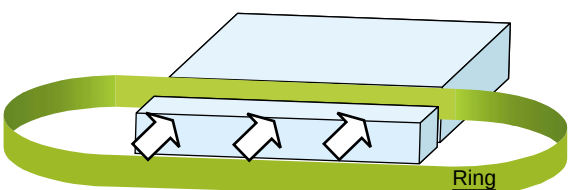
Operation 3: Disengaging from clamp



Operation 4: Picking up and moving



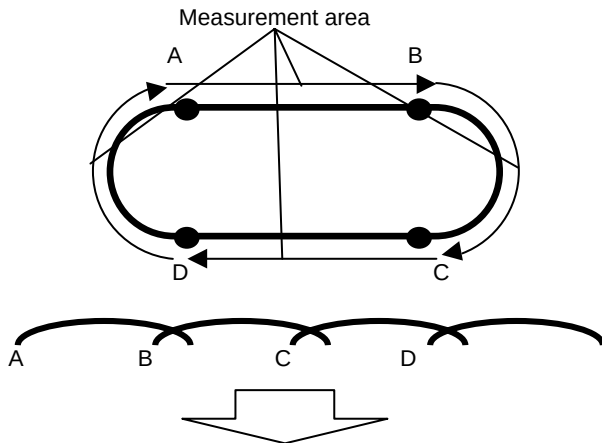
Operation 5: Clamping (Return to operation 1)



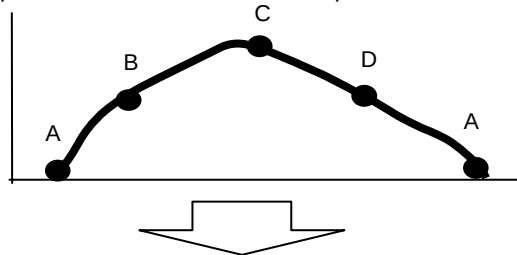
* One process is from operation 1 to 5, and it is performed several times.

Fig. 14 Conceptual image of automatic machine process of operation

Computation 1: Configuration data of measurement result



Computation 2: Combination of overlap sections



Computation 3: Defining maximum width of ring wave

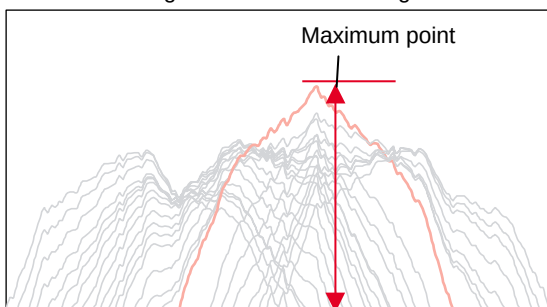


Fig. 15 Image of automatic machine process of computation

5. まとめ

CVT用金属ベルトの耐久寿命に影響を与えるリングの横曲がり量を正しく測定する方法を確立した。その特徴を以下に記す。

1. 切断せずにオーバーラップを設定して全周を測定する分割式横曲がり測定法を確立した。これによりテスト前の測定が可能となった。
2. 従来の切断展開式横曲がり測定法では、同一リングでも、「測定開始点」と「リング曲がりの変曲点」の相対位置により、曲がりの値が変化して正しい評価ができないという問題があった。これに対し今回開発した分割式横曲がり測定法は測定開始点を測定ピッチ毎に設定して繰り返し計算を行い、全周の最大値を横曲がり量として評価することにより正しい評価が可能となった。

6. あとがき

CVT用金属ベルトの機能を左右する部品精度を明らかにするため、本稿で紹介したリングに加えエレメントにおいても独自の方法で形状評価技術を確立してきた。

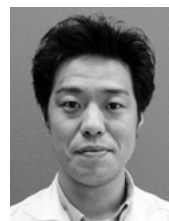
CVT用金属ベルトの今後の進化は、理想形状の研究とその形状評価が重要と考える。今後も形状評価技術を進化させ、更なる機能向上に貢献していきたい。

最後に本開発の推進に携わった関係者に、深く感謝の意を表します。

7. 参考文献

- (1) 矢ヶ崎徹ほか: CVT用金属ベルトの開発, Honda R&D Technical Review, Vol.14, No.1, p.181-190 (2002)
- (2) 特願 2000-70230 号: 薄肉金属リングの形状測定方法・形状測定装置および製造方法

■ 著 者 ■



有 川 守



嶋 宏 敏