

自動車エンジン用Vリブベルトの 摩耗シミュレーション

研究・開発機関 : 三ツ星ベルト株式会社
 利用施設 : FOCUS スパコン Aシステム
 計算規模 : 最大4ノード(48コア)使用
 利用ソフトウェア : 有限要素法構造解析ソフトウェア Marc

Before

●従来、自動車用Vリブベルトの摩耗に関しては、走行試験を行ってその状況を確認していました。

After

○有限要素法による摩耗解析をFOCUS スパコンによる並列計算で高速に行うことにより、実用的な時間内で摩耗状況のシミュレーションを行うことができるようになりました。
 ○様々な条件における摩耗状況を容易に把握することが可能となり、効率的な設計ができるようになりました。

背景と目的

自動車エンジン用Vリブベルトは、一般には“ファンベルト”とも呼ばれており、主に自動車エンジンの出力軸から補機類(エアコン、ウォーターポンプ、発電機など)へ動力を伝達するために用いられます。

このベルトの断面は、プーリ(溝を設けた円盤状回転輪)との接触面が「Vの字」の突起(リブ)を数個横に並べた形状をしており、それが同じくV字状の溝を設けたプーリにクサビのように食い込んで巻きかかることで、平ベルト(単純な平板状のベルト)に比べて狭い幅で大きな動力を伝達できます。(図1)

Vリブベルトのリブはゴム製ですが、エンジンの運転中には、金属製であるプーリ溝との摩擦によって徐々に摩耗していきます。この摩耗はベルトの寿命にも関わっており、この変化過程を知ることは設計検討上重要ですが、これまでは実用的なシミュレーション手段が無く、実際に長時間の走行試験を行って確認していました。

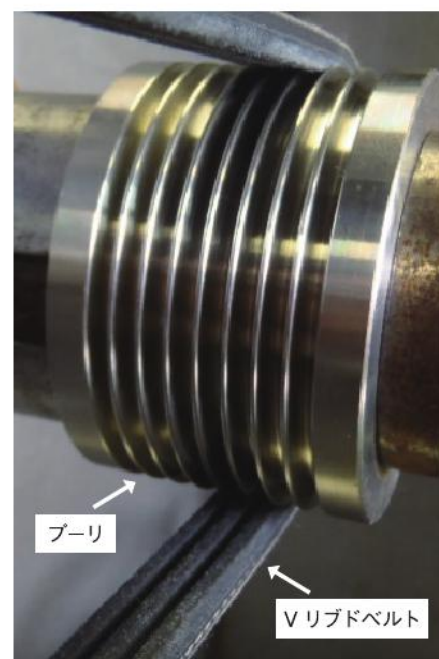


図1. Vリブベルトとプーリ

利用成果

そこで、汎用の有限要素法解析ソフトウェア「Marc」に近年実装された摩耗解析機能を用いて摩耗のシミュレーションを実施しました。これは、摩擦仕事から摩耗量を算出し、それに応じて元の形状を変化させていくものです。しかし、その過程で多大な計算量が必要になります。そこで、今回それに対応するため、FOCUSスパコンによる並列計算で高速化を図りました。

図2は解析対象であるVリブベルトとプーリのモデル図です。走行試験を模擬すべくベルトを細かな要素に分割してモデル化し、それを複数のプーリに巻き付けて回転させて摩耗量を計算し、その摩耗量に応じてベルト形状を変化させていきます。このとき、新品ベルトのリブのV字角度は40°、プーリ溝のV字角度は42°にしています。(計算を効率よく行うため、複数並んでいるリブの一部分のみをモデル化しています)

図3はベルトのリブ側面における摩擦仕事の計算結果です。今回の事例ではプーリのV溝角度の方がリブより広角なので、接触面圧が大きいリブ先端付近にて大きな摩擦仕事が発生しています。

図4はシミュレーションと走行試験の摩耗状況をリブの断面形状にて比較したものです。赤色部分が新品の形状で、その上に摩耗後の形状を青色で重ねています。下からはみ出して見えている赤色部分が摩耗した部分となります。シミュレーション結果は走行試験結果と良く一致していることが分かります。

図5は摩耗によるリブのV字角度の変化を示したものです。リブ先端が大きく摩耗するためV字角度は広くなりますが、この変化についてもシミュレーションは走行試験結果とほぼ一致しています。

従来は、Vリブベルト摩耗解析を有限要素法を用いて行うため、多大な計算量が必要となることが問題でしたが、FOCUSスパコンによる並列計算で高速化することで実行可能となり、様々な現象を事前に容易に把握することが可能となりました。

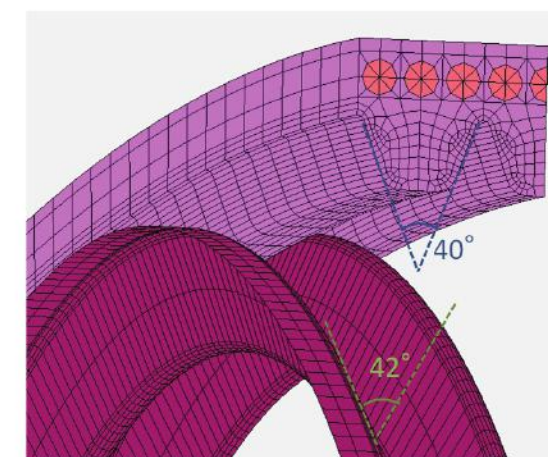


図2. 解析対象のモデル図

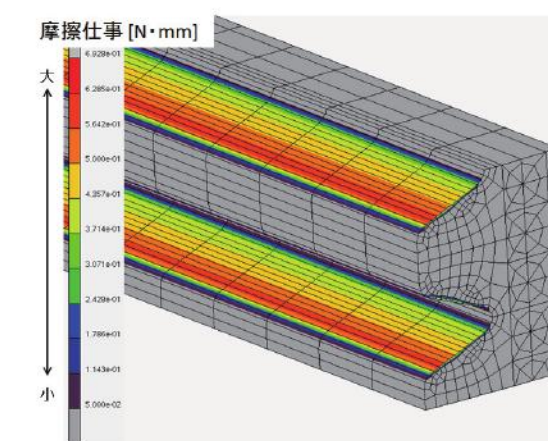


図3. 摩擦仕事量の分布図

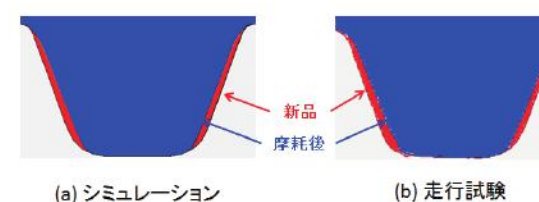


図4. 摩耗状況(リブ断面) シミュレーションと走行試験の比較

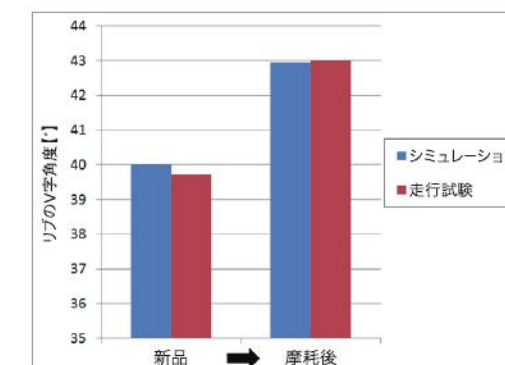


図5. 摩耗によるリブのV角度の変化