

ローラーピッチング試験機RPT-402型の紹介

丸山 貴史*

Takashi MARUYAMA

1. はじめに

歯車（ギヤ）は、自動車、建設機械、産業機械等幅広い分野において動力伝達部品として使用されている。ギヤにおける主要な破損形態として歯元の曲げ疲労破壊と歯面の面疲労破壊（ピッチング）が挙げられる。近年では、ショットピーニングの適用によって歯元の曲げ疲労強度を飛躍的に高めることが可能となった結果^{1,2)}、ギヤの破損モードとして歯面のピッチングへの対策が求められるようになってきた。また、燃費向上の観点から動力伝達ロス低減のために潤滑油の低粘度化が進む傾向にあり、ますます過酷な環境への対策として更なる歯面のピッチング強度向上が必要とされている。

ギヤのピッチング現象は、ギヤ接触面に不可避免的に生じるすべりによる接線力（摩擦力）が関与し、摩耗も絡むため複雑な疲労現象である。そのため、かつては実際にギヤを模擬した歯車試験が主として行われていたが、この方法では、試験の度に歯車を作製する必要があり非常に高コストで、かつ試験に長時間を必要とする。そこで、一般的には大小2つのローラー間にすべりを付与した状態で油膜を介して接触させ、ピッチング損傷を模擬的に再現可能なローラーピッチング試験機による面疲労評価が行われている。ここでは、当社が導入した正確な接線力測定が可能であることを特徴とするコマツエンジニアリング（株）（現コマツ）製ローラーピッチング試験機RPT-402型について、その概要を紹介する。

2. ピッチング試験における接線力の考え方

ギヤ歯面でのすべりの影響を考慮するため、模式的にすべり環境下で平板上を転動体が転がる場合の応力モデルを図1に示す。荷重を負荷された転動体下には面圧Pによるせん断応力と、荷重Lによる接線力： $W = \mu L$ （ μ は平板と転動体間の摩擦係数）によるせん断応力の合力が働くと考えられる。すなわち、接線力が作用する点がすべりを伴わない純転がり現象と大きく異なる。この影響により、表面にお

いてせん断応力が最大となる場合、表面からき裂が発生し、き裂が内部へ伝ばすることでピッチングが発生すると考えられる。そのため、ピッチング強度向上のために摩耗を抑制する成分設計やショットピーニング等の表面改質処理が行われ、表面摩擦・摩耗への対策が講じられている。このように、接線力はピッチング現象において非常に重要な因子であり、ピッチング寿命向上のために接線力低減が求められる。したがって、正確な接線力の測定が可能な設備が必要となる。

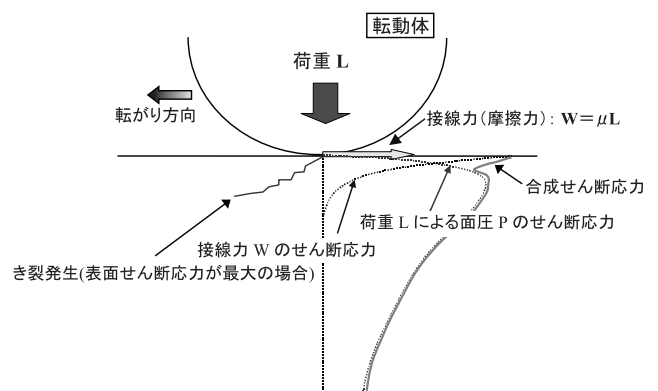


図1 すべり環境下でのせん断応力モデル

3. ローラーピッチング試験機RPT-402型の特徴

ローラーピッチング試験の模式図を図2に示す。ローラーピッチング試験では、大、小それぞれのローラーが荷重負荷環境下で異なる回転速度で回転し、試験片である小ローラー側でピッチングを発生させることが可能な装置である。試験時には、大ローラーの周速を小ローラーの周速より早くすることでローラー間に相対すべりが付与され従動側となる小ローラー表面には周方向に接線力が発生する。

従来のローラーピッチング試験機と新規導入したローラーピッチング試験機RPT-402型の設備仕様の比較を表1に記載する。

従来のローラーピッチング試験機の駆動系は、図3に示

* 研究・開発センター 軸受・構造用鋼グループ

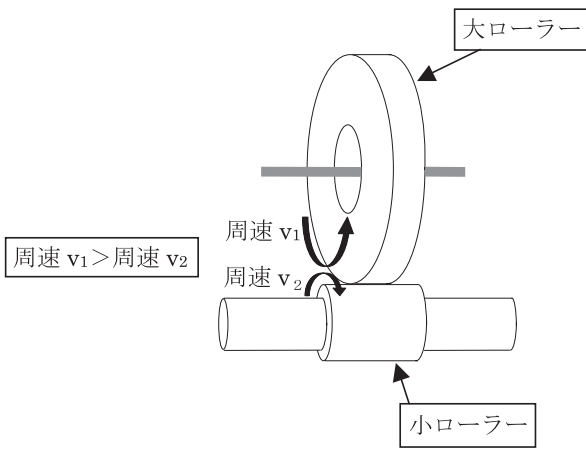


図2 ローラーピッチング試験模式図
※周速=円周の長さ×回転数

表1 ローラーピッチング試験機の仕様比較

	102型(従来)	402型(新規導入)
負荷荷重	Max 19.6 kN	Max 35 kN
回転数(小ローラー側)	2000 rpm(一定)	200~2000 rpm
回転数(大ローラー側)	設定不可(ギヤ変更が必要)	100~1000 rpm
すべり率	-40%(ギヤ変更により可変)	0~150%

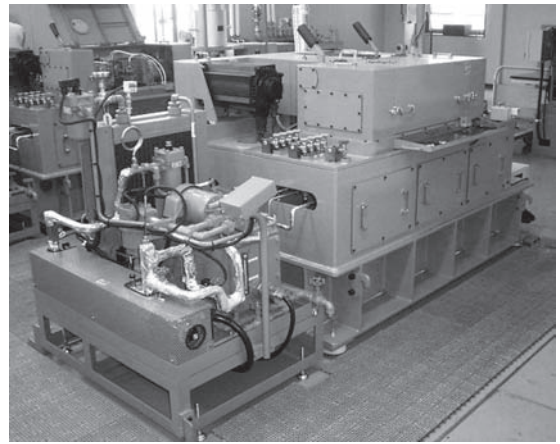


図4 2軸独立駆動式ローラーピッチング RPT-402型の外観写真

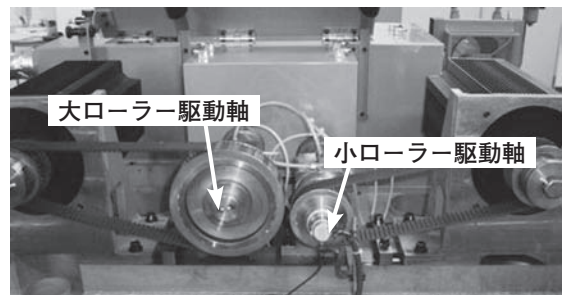


図5 2軸独立駆動式ローラーピッチング RPT-402型の駆動系

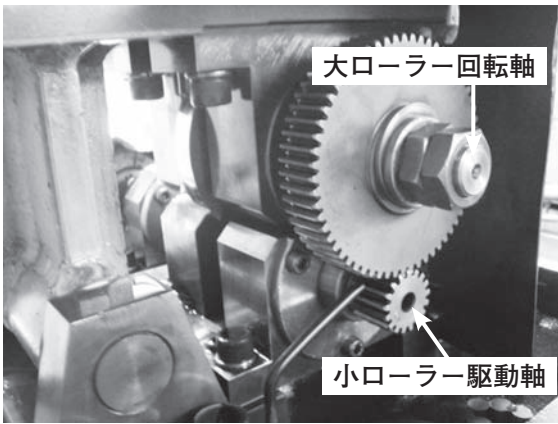


図3 動力循環型ローラーピッチングの駆動系

すようにモーター1機からギヤを介して大、小両ローラーを回転させる動力循環型である。この方式では、小ローラーの軸トルクは接線力による抵抗とギヤ抵抗の両方を合わせた値として測定されてしまう。一方、新規導入したローラーピッチング試験機RPT-402型(外観写真:図4)の駆動系は、図5に示すようにモーター2機で大、小それぞれのローラーを回転させる2軸独立駆動式であるため、小ローラーの軸トルク測定により接線力による抵抗のみを正確に取り出すことが可能である。

また、従来のローラーピッチング試験機では小ローラー

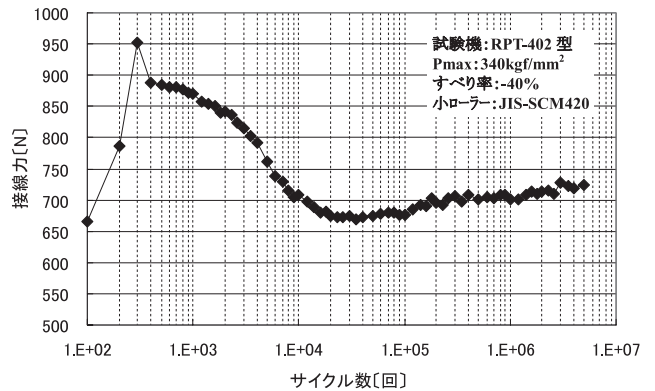


図6 接線力モニタリング結果

側の軸モーターの回転をギヤで減速して大ローラーに伝達する機構のため、すべり率を変化させるためにはギヤ自体の新たな設計が必要となり、任意にすべり率を変動させることは困難である。しかし、ローラーピッチング試験機RPT-402型は、2軸が独立して駆動することで、大、小各ローラーに任意の周速を与えることができ、容易にかつ広い範囲でのすべり率の付与が可能である。すなわち、各種ギヤ使用環境に即したすべり率での試験が可能である。

実際に、小ローラーにJIS-SCM420浸炭後研磨材を用いサイクル毎の接線力を測定した結果を図6に示す。このよ

うに、ローラーピッチング試験機RPT-402型を用いることで接線力の経時変化を精密にモニタリングすることができる。

4. おわりに

当社は、従来のローラーピッチング試験機では不可能であった接線力の精密なモニタリングや実際のギヤ使用環境に即した任意のすべり率付与試験が可能な、2軸独立駆動式のローラーピッチング試験機RPT-402型を導入した。この試験機は、ピッチング現象の詳細なメカニズム解明やピッチング特性に優れる鋼種の開発ならびに表面処理方法の特性評価に対し、高い有効性を持つと期待されており、今後、ますます多様化・高度化するユーザーニーズに対応するため、研究開発に役立てていく所存である。

参考文献

- 1) 久松定興、金沢孝:自動車術,Vol.41(1987),7,722.
- 2) 小島芳彦、須沢昌之、西村克典、有見幸夫、三輪能久:マツダ技報,No.5(1987),165.