

## 寄稿論文

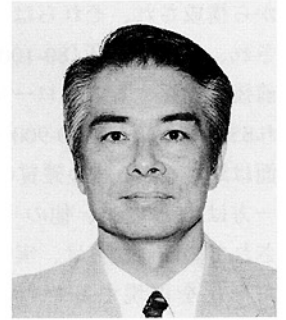
## ゴム巻きロールの多角形現象

Polygonal Deformation of Roll-Covering Rubber

九州大学工学部機械工学科  
教授

末岡 淳男

Atsuo Sueoka



## 1 緒言

機械工学の分野では、数多くの接触回転系が用いられている。この接触回転系の運転中に、回転体であるロール外周に周期的な多角形化パターンが形成されるとともに、大きな振動が発生し継続的な機械の運転が不可能になったり、製品表面にマークが生じ欠陥品となることが多い<sup>1)</sup>。ここでは、このような現象を「パターン形成現象」と呼ぶ。

このような現象が発生する対象系には一対のロールまたは複数の接触ロール系でロールに変形が蓄積するものとして、抄紙機のプレスロール、スムーザロール、ゲートロールサイズのゴム部やフェルトの変形およびカレンダーロールのバーリング、繊維機械のワインダー系における糸玉の多角形化、インク連続供給型印刷機の受け渡しロールの周期的なインクのむらおよび工作機械の心なし研削における工作物の多角形化などがある。一方、接触系がロール以外のものでロールの場合で、ロール側に変形を生じる系には、鉄道車両の弾性車輪タイヤの多角形化、研削における再生びびり、自動車タイヤの多角形摩耗、研削砥石の多角形化、圧延ロールの多角形化などがあり、同じく接触系のロールでない側に変形を伴うものとして、製鉄機械の熱延/冷延ストリップのチャタマークおよびチャタリング、ブラシロールによるブラシマーク、レールのコルゲーション、フライス加工の再生びびり、ドリル切削時の奇数多角形状穴および身近な生活環境では、アスファルト道路の波状摩耗、非舗装道路のうねりがある。このように、工業界や生活空間に接触回転系におけるパターン形成現象の回避すべき問題は極めて多く見受けられる。

このうち接触回転するロール側の変形では、その回転数に応じて円周方向に周期的な特定パターンの形成である多角形化現象が見られる。これらのパターン形成の変形形態には、大別して塑性変形、切削・研削・摩耗による変形および粘弾性変形などが関与しているが、振動数とパターン形成の観点からみると、次のような簡単な関係が成立している。

(1) ロールなどの周期的(周期  $2\pi$ )な構造物にパターン形

成が発生する場合ロールの回転数を  $f$ (Hz)、ロールに発生するパターン形成である多角形化現象の角形数を  $n$  (整数; 1, 2, 3, ...)、および対象とする系の第  $i$  次固有振動数を  $f_i$  (Hz) とすると、

$$f_i = f \cdot n \dots\dots\dots(1)$$

が成り立つ。一般に、 $f_i$  が  $f \cdot n$  よりもわずかに大きい場合が多い。このパターン形成のメカニズムの特徴は時間遅れ系となることである。

たとえば、抄紙機のロールの角形数  $n$  は 6-9、繊維機械のワインダーの糸玉の角形数は 2-3、芯なし研削では、3-5 の奇数角形や 10-20 の偶数角形の発生、自動車タイヤの多角形摩耗では 10-20 角形、および圧延ロールの多角形化現象における角形数が 35-60 と対象系によってその角形数もいろいろである。最近ドイツで発生した高速鉄道の脱線事故で使用されていたゴム巻き弾性車輪はタイヤ部の多角形化を防止するために効果があるとの報告もあるが、日本では名古屋の地下鉄で弾性車輪の多角形化を経験している。

(2) 接触回転系のロール以外の接触系にパターン形成が発生する場合ロールの走行速度を  $V$ (m/s)、接触系に発生するパターン形成の波長を  $\lambda$  (m) および接触回転系の関連固有振動数を  $f_i$  (Hz) とすると、

$$f_i = V/\lambda \dots\dots\dots(2)$$

が成り立つ。このパターン形成のメカニズムは繰り返し系となることである。

たとえば、JR 長崎本線や福岡地下鉄で発生しているレールの波状摩耗は 3 ヶ月程度で成長してしまう。最も多いケースはカーブ軌道の内軌側レールの波状摩耗である。

ここでは、上記(1)を対象とし、工業用ゴムを使用した接触回転系に生じる代表的なパターン形成現象の発生メカニズムを紹介する。

## 2 ゴム巻きロールの多角形化現象

プレスロールの 1 つであるスムーザロールの多角形化現象<sup>2)</sup> について述べる。スムーザロールは抄紙機プレスパートの最終段に位置し、紙の平坦さを出す役目を担う。スム









