

山特精鍛での熱間縦型リングローリングの紹介

中溝 利尚*

1. はじめに

山特精鍛（株）は、山陽特殊製鋼（株）の素形材事業強化を目的として、2002年1月に設立され、同年11月から姫路にて本格的に生産を開始した。製造品種としては、ハブユニット、ボールジョイント等の型鍛造品、および熱間縦型リングローリングによるローリング品がある。

ローリング製品は、小径品から大径品までの様々なサイズ、またストレート品から異形断面を持つプロファイル品まで、多様な形状のベアリング用素材が製造可能である。

本報では、当社の熱間リングローリングに関して、設備概要、製造方法、縦型リングローリングの特徴について述べる。

2. 製造設備と製造可能範囲

表1に製造設備と製造可能範囲を示す。

リングローリングラインに関しては、プレス機5基、ローリング機9基で生産を行っている。ほぼ全ラインが、プレス機1基に対し、ローリング機2基のライン構成となっ

ており、ローリング機を交互に使用することにより、生産の効率化が図れる構成である。

3. リングローリング加工

3.1 加工の概要

リングローリングは、環状部品の代表的な加工方法であり、各種ベアリング素材や大型ギア素材の成形などに用いられている。

図1はリングローリングの加工方法を模式的に示した図である。リングローリングとは、「リング状の材料を数個のロールを用いて、半径方向の厚みを減らすことによって、大きな直径のリングに成形する鍛造」のことであり、塑性加工のうち回転鍛造の1つに分類される。

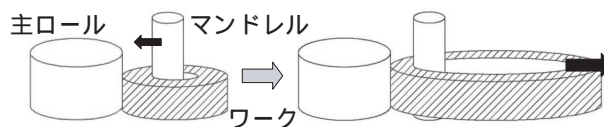


図1 リングローリング加工の模式図

表1 製造設備と製造可能範囲

製造区分	設備名称	プレス能力 (TON)	製品最大径 (φmm)	製品単重 (kg)		主な製品
				Min	Max	
Type of Forging	Production Facility	Press Performance	Max Diameter	Unit Weight		Main Products
型鍛造 Forging	型鍛1号 Forging No.1	1600	140	1.2	2.1	BJ外輪 BJ outer race
	型鍛2号 Forging No.2	1600	110	0.2	1.5	テーパベアリング Tapered Bearing
	3000トン Forging No.3	3000	200	1.5	7.5	HUB 外輪, HUB 内外輪 Hub unit
熱間ローリング Hot Rolling	ローリング1号 Rolling No.1	1600	320	0.3	9.2	スフェリカル内外輪 Spherical Bearing race
	ローリング2号 Rolling No.2	1600	280	0.6	2.9	
	ローリング3号 Rolling No.3		280	1.3	7.0	
	ローリング4号 Rolling No.4	1000	250	3.0	9.0	
	ローリング5号 Rolling No.5		250	1.6	7.0	
	ローリング6号 Rolling No.6	800	150	0.5	4.3	ラジアル内外輪 Ball Bearing race
	ローリング7号 Rolling No.7		150	0.5	4.3	
	ローリング8号 Rolling No.8		2500	520	13.0	
	ローリング9号 Rolling No.9	400		7.0	14.5	

* 山特精鍛株式会社 製造部 金型課

鍛造にて予め成形・穴あけされた荒地を、外径側の駆動主ロールと、内径側のマンドレルとで圧延を行い、リングの外径を大きくしながら、所定の寸法・形状を得る加工方法である。

3・2 リングローリングの特徴

リングローリングの特徴を以下に述べる^{1) 2)}。

- 1) 局所圧延による逐次成形であるため、他の鍛造法による加工に比べると、少ない加工力にて成形が可能である。製品重量に対する必要加工力の値が小さくて済むため、重量物の加工に適している。
- 2) 小さい径でポンカスを抜きリング状の荒地とし、そこから拡径するため、材料歩留まりが非常に良い。
- 3) 生産性が良いため、多品種少量・大量生産のいずれにも対応できる。
- 4) ファイバーフローが断面に沿って連続的で、かつ円周方向に均一に並んでいるため、周方向の機械的強度が良好で、熱処理ひずみなどの影響も小さい。図2にて

ーパー内輪のファイバーフローを示すが、軌道面に対して連続的に閉じたフローとなっている。

- 5) 逐次成形により高い加工率が得られるため、良好で微細な内部組織が得られる。また、表面平滑度が優れ、良好な寸法精度が得られる。

近年、冷間リングローリングの普及も著しく、ベアリングレースの一部では、旋削加工を省き、即、研磨加工が可能な程度まで、ニアネットシェイプ化が進んできている。しかし、冷間リングローリングは、加工範囲が中型の製品までとされており、大型の製品については、熱間リングローリングが主体となっている。

4. 当社のリングローリング加工

4・1 製造工程

熱間リングローリング品の製造工程を図3に示す。材料はシャー切断もしくは鋸切断され、所定の温度まで加熱さ

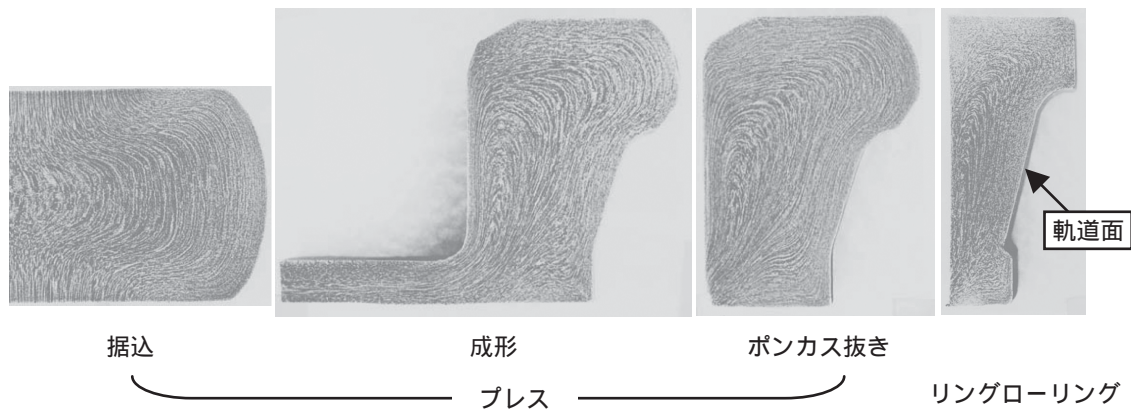


図2 テーパー内輪のファイバーフロー

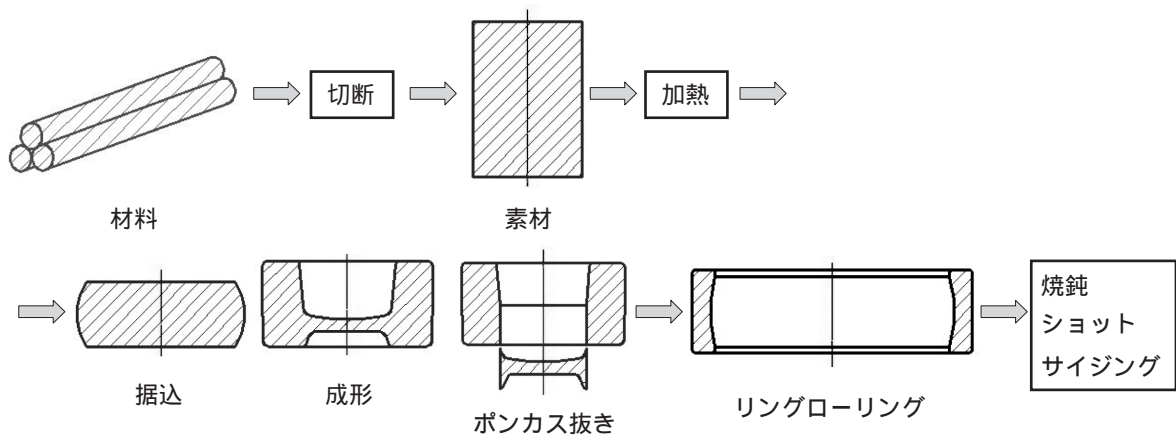


図3 製造工程

れる。加熱後、プレスでの各工程を経て荒地と呼ばれるプリフォームに成形される。ここで、荒地は製品形状に応じて体積配分された形状となるため、その形は様々である。その後、縦型ローリング機によって拡張することで、外径φ520までのベアリング素材を製造可能である。

4・2 設備概要

当社でのリングローリングは、一般的に、斉藤式リングローリングと呼ばれる縦型リングローリング方式を採用している。簡単な構造図を図4に示す。

成形に関わる金型は、i) 主ロール、ii) 中ロール(マンドレル)、iii) 控えロールの3つである。水平方向から、20°あるいは30°に傾けられた主軸が2本設けられており、一定の角速度にて回転している。この主軸に主ロールが各1枚取り付けられ固定されている。また、この主軸を組み込んだ主軸箱は、それ自体が可動式になっており、圧延位置を一定の範囲で移動させることができる。2枚の主ロールは、その組み合わせ位置にて製品断面を形成するように設計されており、ここで製品の外径および幅面を拘束する。

中ロールはロールブロックに取り付けられており、作業者の操作にて、ロールブロック自体が油圧で上昇し、素材を圧下し成形させる役割を持つ。中ロールとロールブロックは、ニードルベアリングを介して取り付けられており、圧延時、材料との摩擦により回転する被駆動式である。

控えロールは、圧延中のリング外周を保持しつつ、成形未

期には真円度を確保する役目を果たしている。製品の外径に応じた位置に3~5個セットされ、そのセットには、製品の外径に合わせたセットゲージと呼ばれるゲージを用いて行う。

4・3 縦型リングローリングの特徴

この縦型リングローリング方式の特徴の1つとして、主軸が水平方向に対し角度を有していることがある。

図5に主ロールの挙動とワークとの関係を示す。主軸がX軸から20°傾斜している場合を例にとる。この場合、主ロールの描く軌道は、Y軸に対し20°傾斜した円軌道となる。この状態で製品を圧延すると、圧延部位にはZ軸方向の圧延力とY軸方向の圧下力に加え、X軸方向の圧下力が発生することになる。これは、常に製品幅面方向からの圧下が行われていることを意味する。このX軸方向の圧下力

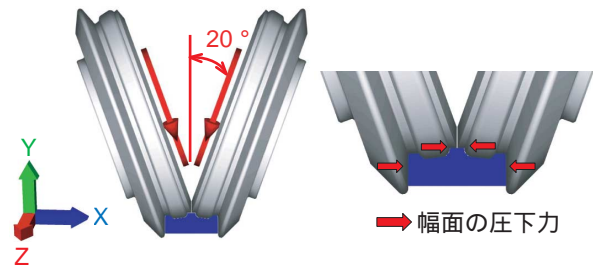


図5 主ロール挙動とワークとの関係

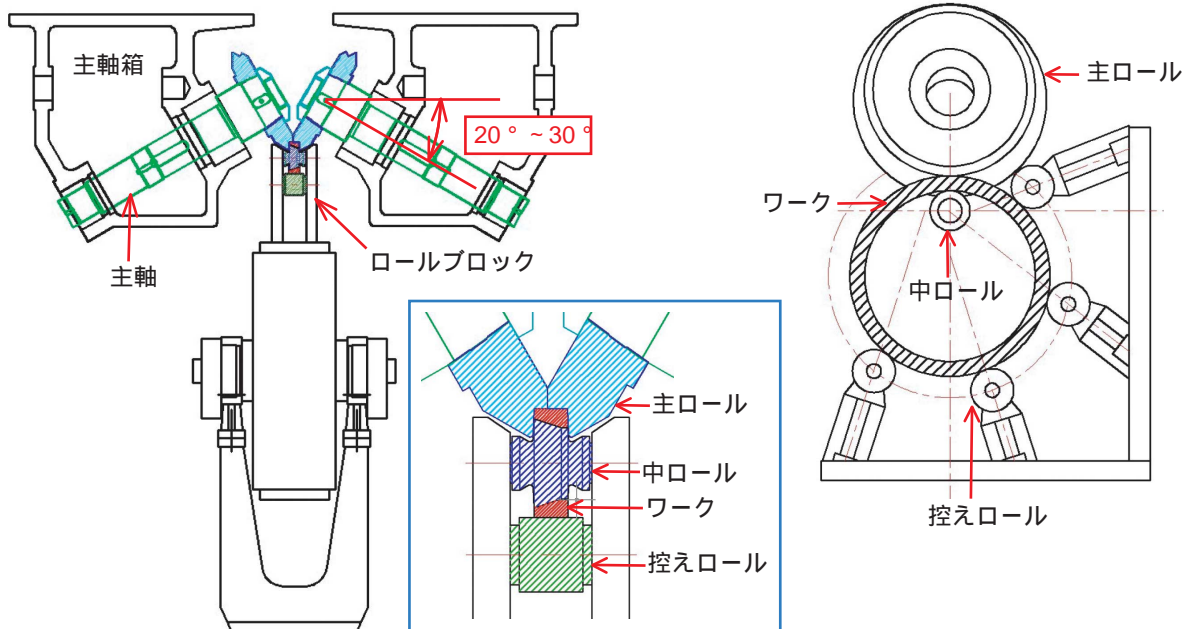


図4 リングローリングの構造(左:正面図,右:側面図)

は、主軸が水平の場合には発生しない力である。

リングローリング加工の場合、円周方向への変形が主で、断面内の変形はそれほど期待できない。しかし、この幅面方向の圧下力が連続的に存在することにより、断面内の変形能が向上し、より複雑な断面形状の製品を製造することが可能となる。また、圧延途中での断面形状を安定化させ、精度の高い製品を得ることに寄与している。

4・4 製品の特徴および紹介

代表的な製品の断面形状を図6に示す。自動調心ころ軸受（スフェリカル）や、円すいころ軸受（テーパー）、深溝玉軸受（ラジアル）などが、その代表である。これらの製品は、後工程での旋削代を少なくするため、ニアネットシェイプで製造される。

当社での製品の特徴として、単なる異形断面の製品だけでなく、テーパー内外輪のような左右非対称の製品も製造可能である。

5. おわりに

リングローリングの特性や、変形途中の材料挙動などは、未だに明確になっていない部分が多く、ものづくりに関しては作業者の勘や経験によるところが多い。

今後は、作業者の技能伝承はもちろん、変形特性の定量的な把握や、作業の標準化などに取り組み、さらなる取代の削減（ニアネットシェイプ化）や、リングローリングの自動化を目指していきたい。そして、お客様の要望に沿った製品づくり、品質の向上、納期短縮に積極的に取り組んでいく所存である。

文 献

- 1) 岩谷巖樹：鍛造技報，34（1988），43．
- 2) 日本塑性加工学会編：「回転加工 - 転造とスピニング -」（1990），106．

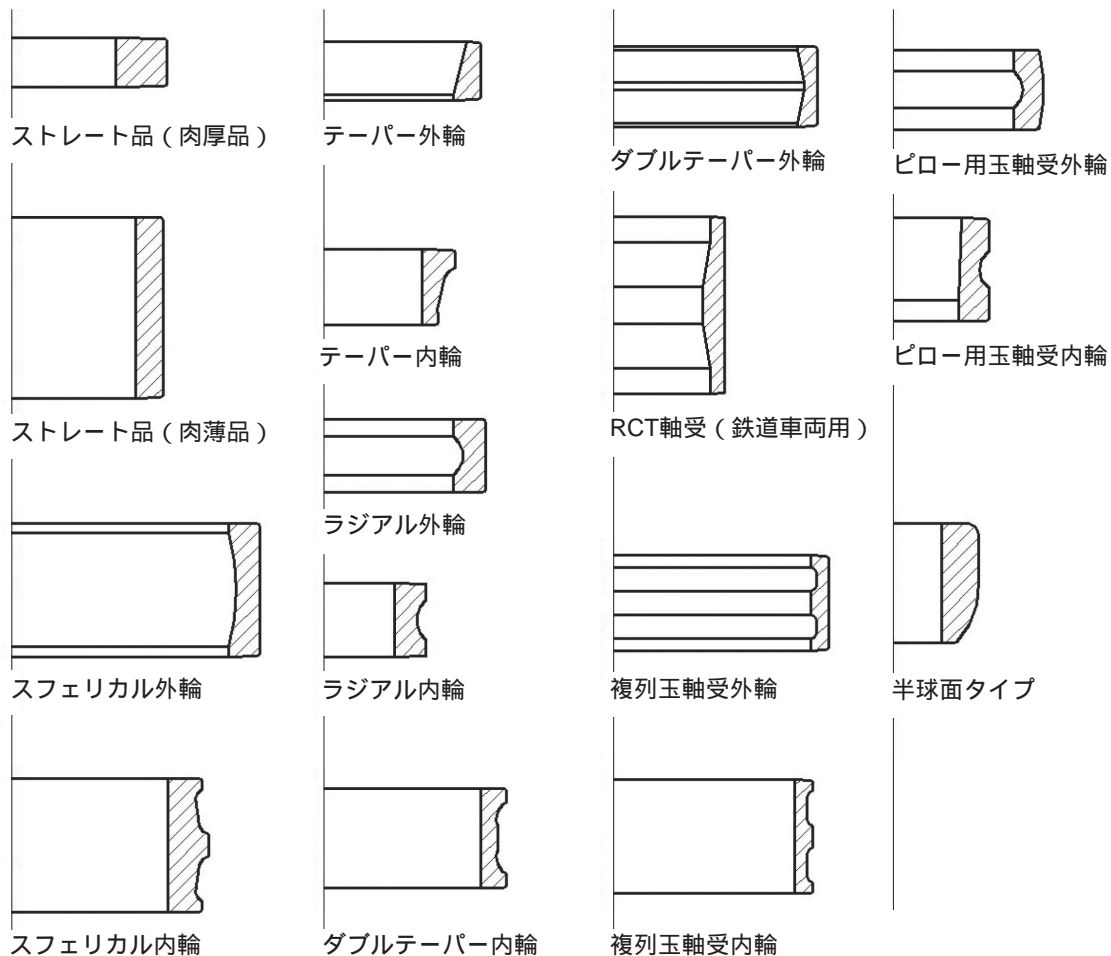


図6 代表的な製品の断面形状