

プラネタリーローラーレデューサに関する研究 第7報

Study on Pipe Reducing by Planetary Roller Reducer · 7th Report

木内 学*・新谷 賢*
Manabu KIUCHI and Ken SHINTANI

1. ま え が き

筆者らは、電縫管の製造および二次加工関連技術の一つとして、プラネタリーローラーレデューサ（以下PRRと略す）による連続的な管の絞り成形を提案し、その特性の解明を目指し、一連の研究を進めている^{1)~6)}。

本報では、前報⁶⁾に引き続き、ロール設定位置可変方式のPRR試験機を用い、アルミ管（引抜き管）、構造用鋼管（電縫管）およびステンレス鋼管（引抜き管）の絞り成形を試み、素管材質の違いによる成形限界について検討した結果について示す。さらにPRRのもう一つの機能として、その可能性が期待される形状矯正効果について検討した結果も報告する。

2. 実験方法・測定方法

PRR成形法は、Fig.1に示すように、円弧形などの適切なプロフィールを持つ6~8本のロールを管軸に対し傾斜および交差させて配し、一体として管外周に沿って遊転させ、各ロールを回転させつつ管表面を繰り返し圧下することにより、プラグまたはマンドレルを使用することなく、管の絞り成形を実行しようとするものである。以下ロールの傾斜角(α)と交差角(β)をFig.1に示すように定義する。

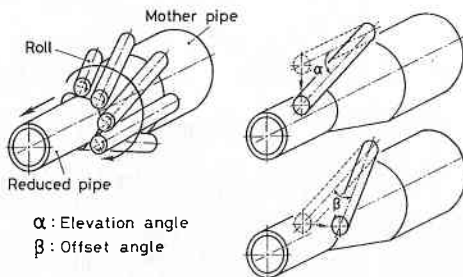


Fig. 1 PRR成形法の概要と傾斜角 α ・交差角 β の定義

Fig. 2はPRR試験機の外観を示す。Table 1に本試験機の主な仕様を示す。

実験方法は概略以下の通りである。素管は後端をスライドする入口ガイドスタンドに保持されつつ、先端から遊転しているロール間に挿入され、その内側を通過しながら絞られ成形される。素管は回転せず、ロールから加えられるスラスト力により長手方向へ送られる。ロールの圧下設定は架台下のギアボックスのハンドルを操作して行う。交差角の変更は、成形部出口側のプーリーと中空軸との間に設置されたブッシュの締め付けを開放して

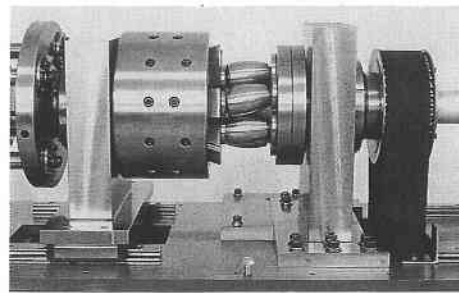


Fig. 2 PRR試験機の成形部の外観

Table 1 PRR試験機の主な仕様

Motor power	Kw	3.7
Elevation angle : α		0°~10°
Offset angle : β		0°~15°
Number of rolls		6
Barrel length of rolls	mm	60
Shape of roll		Circular arc
Diameter of rolls (max.)	mm	40
Diameter of reduced pipe (min.)	mm	40

Table 2 素管材質・寸法・機械的性質

Material	A1050TD-H	STKM-11A	SUS-304TP
Diameter of pipes mm	50.0	50.8	50.8
Wall-thickness of pipes mm	1.0・3.0	1.2・1.6	1.2・1.65
Length of pipes mm	1000		

	Tensile strength MPa	Elongation %
A1050TD-H	109.0	11.6
STKM-11A	370.0	59.0
SUS-304TP	646.8	68.0

*東京大学生産技術研究所 第2部

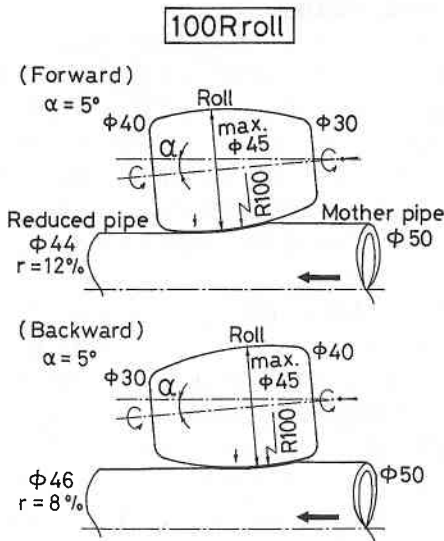


Fig. 3 ロールと素管の接触状態およびロールの向きの定義

行う。

使用したロールは Fig. 3 に示す 100R 円弧ロールであり、ロールの向きは素管に対し入口側でロール外径が小さく、出口側で大きい場合を正 (Forward)、逆の場合を負または逆 (Backward) と定義する。実験に使用した素管の材質、寸法および機械的性質を Table 2 に示す。

絞り成形後の製品の成形限界は目視により判別し、素管および製品形状を表す代表値として採用した横断面の縦横寸法はノギスにより測定した。

3. 実験結果および考察

以下、1パス成形、多パス成形、および定位置成形の結果を示すが、1パス成形とは、1回の成形で目的とする外径リダクション (r) を付加する場合、多パス成形とは、外径リダクションを僅か ($r \leq 1\%$) ずつ付加し、成形を繰り返して目的とする総外径リダクションを付加する場合、定位置成形とは、交差角 $\beta = 0^\circ$ の成形 (素管には送り力が作用しない) で、外径リダクションを連

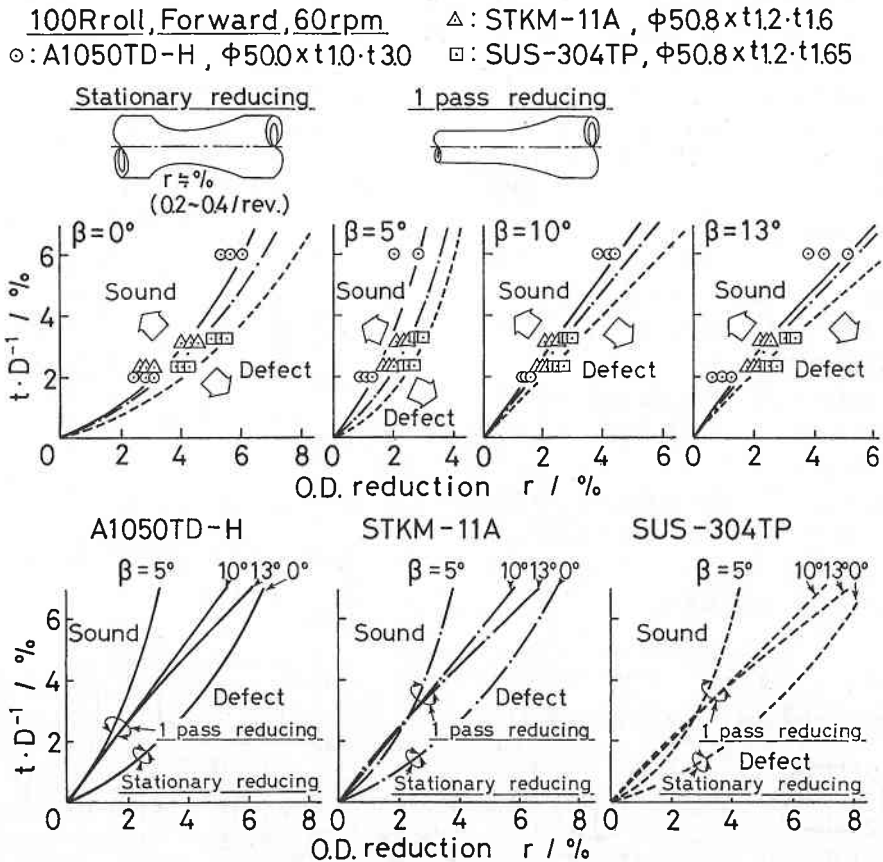


Fig. 4 t/D と外径リダクションが成形限界に与える影響

研究速報
 続的に増加させながら(1回転当り $r \approx 0.2\% \sim 0.4\%$)
 素管の同一箇所にて絞り成形を加える場合である。

3-1 成形限界

Fig. 4には、今回新たに調査したステンレス鋼管に関する測定結果をも含めて、素管の肉厚・外径比 t/D が成形限界に与える影響を示す。

素管材質の違いによる成形限界の相違についてみると、アルミ管、構造用鋼管、ステンレス鋼管の順に正常な成形可能範囲が広がる傾向を示すことがわかる。

成形限界については、これまで一連の実験を行い検討を進めてきたが^{(1)~(6)}、それらを総括すると以下のようになる。

(A) 1パス成形の場合

(1)素管の t/D が增大すると、正常に加える外径リダクションは増大する。(2)標準的な寸法である $t/D = 2 \sim 6\%$ の素管に対して加える外径リダクションは概略1.5~4%である。(3)この成形限界は材質により若干異なるがその影響はあまり大きくない。(4)交差角 β が大きくなるほど、成形可能範囲(加える外径リダクションの大きさ)は広がる傾向にある。(5)ヤング率・降伏点が高く加工硬化の大きい材質の素管ほど成形可能範囲は広がる傾向にある。(6)ロール外径が小さくなるほど成形可能範囲は狭まる傾向にある。(7)成形可能範囲はロールの向き(Forward, Backward)により若干影響を受ける。

(B) 多パス成形の場合

(1)1パス当りの外径リダクションを低く抑えても、正常に付与しうる総(累積)外径リダクションは、1パス成形の場合に比較して若干増大する程度である。

(C) 定位置成形の場合

(1)成形可能範囲は素管の材質による影響を受け、ヤング率・降伏点が高く加工硬化の大きいステンレス鋼管の方が、他に比して、加える外径リダクションが増大する傾向にある。(2)ロール外径が小さくなるほど、 t/D の小さい範囲で成形可能範囲が狭まる傾向にある。(3)1パス成形・多パス成形の場合より正常に付与可能な全外径リダクションが増大する。

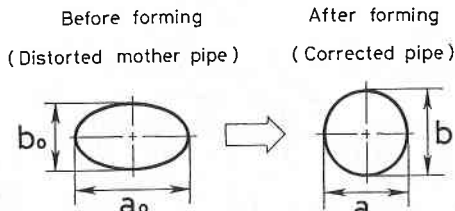


Fig. 5 偏平管と製品の縦・横寸法

3-2 管断面の形状矯正効果

プラネタリーローラーレデューサー (PRR) の重要な機能としては、管断面の絞り成形機能の他に、管断面の形状修正(矯正)機能もあることは、すでに指摘した通りである⁽³⁾。この点についてより詳細に検討するため、横断面が種々の縦横比を有する偏平管を作成し、これらを用いて PRR による矯正実験を行い、絞り率(外径リダクション)などの成形条件が管断面の形状に与える影響について調査した。

実験方法としては、Fig. 5 に示すような偏平管を素管とし、1パス成形で外径リダクションを変化させつつ PRR による成形(矯正)を行い、その際の管横断面の縦横比の変化を調べた。測定結果を Fig. 6 に示す。さらに、成形(矯正)に伴う管横断面の縦・横寸法それぞれの変化を Fig. 7 に示す。同様な成形(矯正)を多パス成形で行った場合の縦・横寸法の変化を Fig. 8 に示す。ただし、偏平管に加えた外径リダクション r としては、偏平管を周長が等しい円管に置き換えて考え、この円管に対する外径リダクションをもって表示することとする。

これらの結果より以下のことがわかる。(1)1パス成形において、偏平管に加える外径リダクション $r = 0\%$ の場合には、管断面の形状修正が十分実行されない。すなわちこの場合、偏平管の長径方向にはロールによる圧下

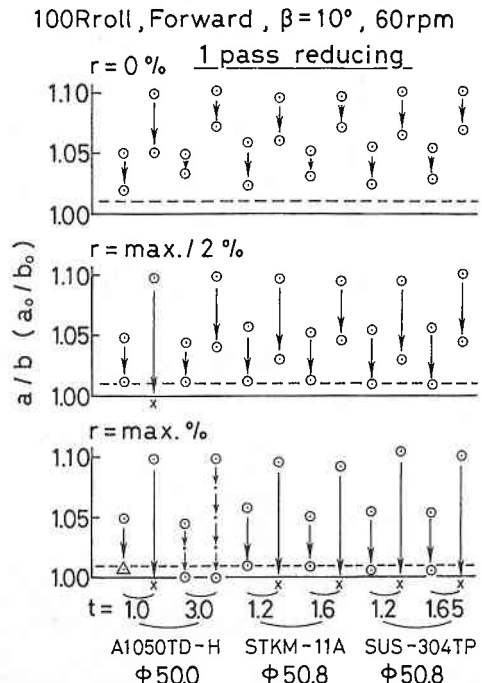


Fig. 6 外径リダクションが縦横比の変化に与える影響 (1パス成形)

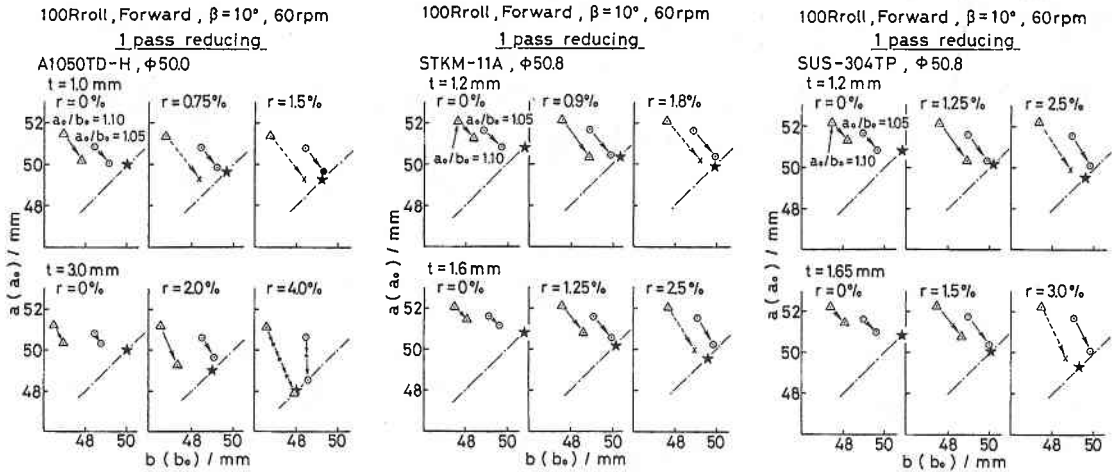


Fig. 7 外径リダクションが縦・横寸法の変化に与える影響 (1パス成形)

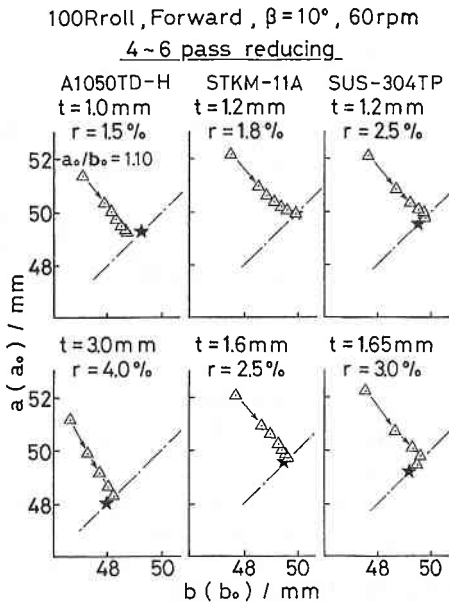


Fig. 8 外径リダクションが縦・横寸法の変化に与える影響 (多パス成形)

の半分以上のリダクションを加えつつ成形すると、縦横比が1.05程度の偏平管の横断面形状は修正されれば真円となる。(3)偏平管の初期縦横比が1.10程度になると、最大外径リダクション程度の成形を加えても、1パス成形では断面形状の修正が困難となる。(4)ただし、多パス成形法を採用すると、偏平管の初期縦横比が1.10と大きくなっても、外径リダクションを少しづつ ($r \leq 1\%$) 付加することにより4~6パス程度で修正可能となる。

4. ま と め

電線管の二次成形技術の開発を目指し、試作したPRR試験機を用い絞り成形実験を行い、さらに管断面の矯正実験を行った。その結果、新たに、素管材質と成形限界との関係が明らかになった。また、PRRによる成形が管断面形状の矯正に有効であることがわかった。PRR成形の矯正効果についてはまだ多くの可能性が残されており、今後さらに検討を進める予定である。

(1993年3月12日受理)

参 考 文 献

- 1) 木内, 新谷: 第39回塑加連講論, (1988-10), 433.
- 2) 木内, 新谷: 平元春塑加講論, (1989-5), 83.
- 3) 木内, 新谷: 第40回塑加連講論, (1989-10), 335.
- 4) 木内, 新谷: 平3春塑加講論, (1991-5), 337.
- 5) 木内, 新谷: 第42回塑加連講論, (1991-10), 751.
- 6) 木内, 新谷: 平4春塑加講論, (1992-5), 279.

を受けるが、短径方向には圧下を受けず、ロールに当たる部分の周方向の曲げ戻し変形のみが起り、ロールに当たらない部分の曲げ成形が進行しない。(2)周長が等価な各丸素管に対して正常に加える最大外径リダクシ