

プラネタリーローラーレデューサーに関する研究 第9報

Study on Pipe Reducing by Planetary Roller Reducer · 9th Report

木 内 学*・新 谷 賢*

Manabu KIUCHI and Ken SHINTANI

1. ま え が き

筆者らは、プラネタリーローラーレデューサー（以下 PRR と略す）による連続的な管の絞り成形および矯正加工を提案し、その特性の解明を目指して、一連の研究を進めている^{1)~8)}。

本報では、前報⁸⁾に引き続き、PRR の形状修正効果についてより広範囲に検討するため、管長手方向に種々の曲率を有する曲がり管を作成し、これらに対して PRR による矯正を加え、各種成形条件が管長手方向の曲率および管横断面の真円度の変化に与える影響について検討した結果を報告する。

2. 実験方法・測定方法

PRR 成形法は、円弧形・その他のプロフィールを持つ 5～8 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、各ロールを転動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。

Fig. 1 は試作した PRR 試験機の成形部の外観を示す。Table 1 に同試験機の仕様を示す。

実験方法は概略以下の通りである。素管はスライドする入口ガイドスタンドにより後端を保持されつつ、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。なお、ロールの圧下設定や交差角の変更は調整機構を用いて随時行うことができる。

使用したロールは 100R 円弧ロールであり、ロールの向

Table 1 PRR 試験機の主な仕様

Motor power	kw	3.7
Elevation angle : α		$0^{\circ} \sim 10^{\circ}$
Offset angle : β		$0^{\circ} \sim 15^{\circ}$
Number of rolls		6
Barrel length of roll	mm	60
Shape of roll		Circular arc
Diameter of roll (max.)	mm	40
Diameter of reduced pipe (min.)	mm	40

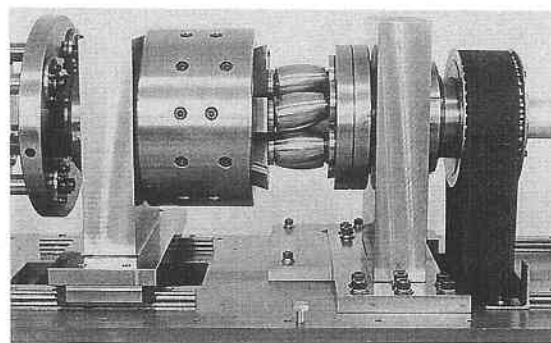


Fig. 1 PRR 試験機の成形部の外観

きは素管に対して入口側でロール外径が小さく、出口側で大きくなるように設定してある。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。

長手方向に種々の曲率を持つ素管は Fig. 2 に示すポンチおよび押さえ治具を用い、押し込み量 (δ) を 5 段階に変化させ作成した。供試素管のうち、構造用鋼管の電縫部（溶接部）は曲げの内側になるようにした。なお、このようにして作成した長手方向に曲がりを持つ管の外側曲率半径は内側曲率半径と管外径を加えた値とはならず、内側曲

*東京大学生産技術研究所 第2部

研 究 速 報

Table 2 素管材質・寸法・機械的性質

Material		A1050TD-H	STKM-11A	SUS-304TP
Diameter of pipe	mm	50.0, 50.8	50.8	50.8
Wall-thickness of pipe	mm	1.0, 3.0	1.2, 1.6	1.25, 1.65
Length of pipe	mm	1000		

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

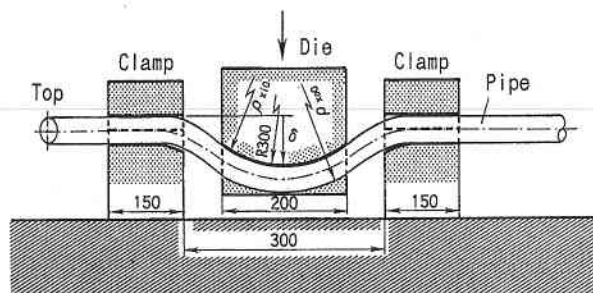


Fig. 2 長手方向曲がり管の作成方法

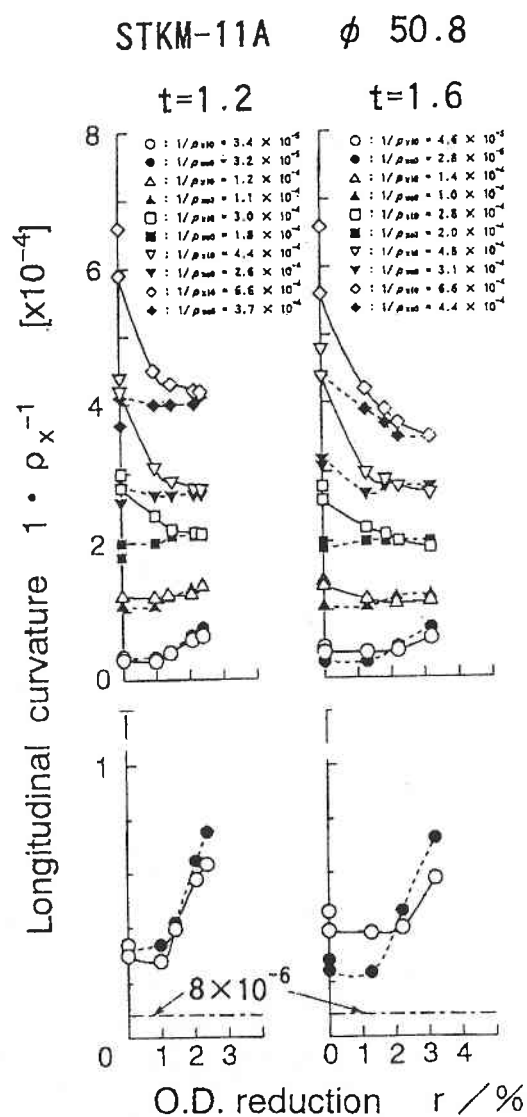
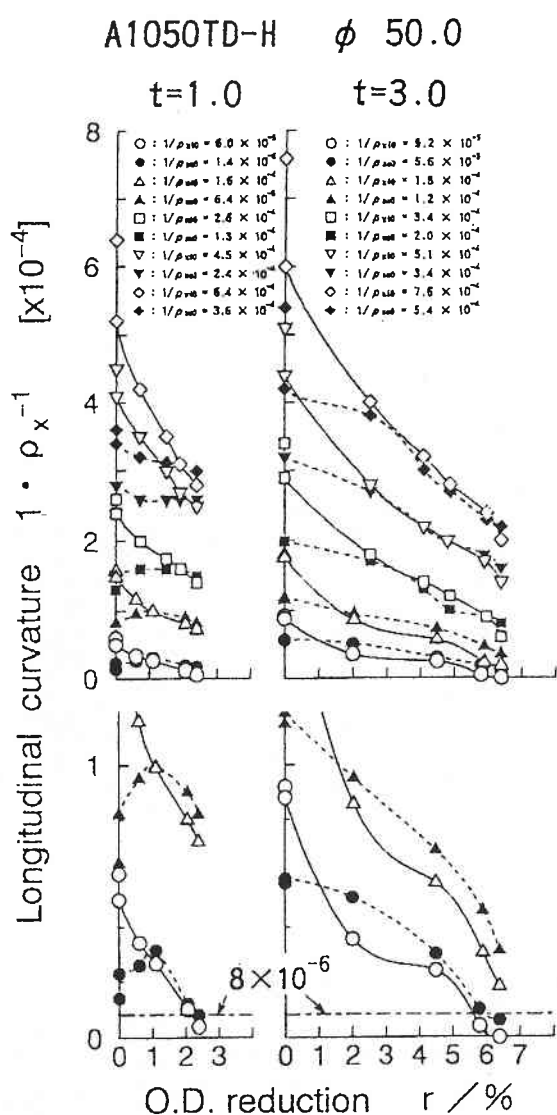


Fig. 3 長手方向曲率の推移 (a)

率半径に比して外側曲率半径が相対的に大きくなる。すなわち、長手方向に曲がりを持つ管を作成した場合、曲がり部は横断面の縦横寸法が若干異なる偏平管となる。

本実験で、曲がり管に加えた外径リダクション (r) は既報⁷⁾で示した成形限界に関する検討結果を参照しつつ決定した。すなわち、1パス成形で正常に加え得る最大外径リダクション r_{\max} (%) の1/2倍、1.0倍のリダクションを加える場合、さらに数%ずつ逐次 r_{\max} に至るまで加える (4~8パス成形) 場合について検討した。

素管および製品の曲率の測定は、三点法によりダイヤル

ゲージを用いて測定した。また、管横断面の縦・横寸法はノギスにより測定した。

3. 実験結果および考察

3-1. 管長手方向の形状修正効果

PRRにより素管材質、 t/D 、外径リダクション、素管初期曲率などを変化させつつ多パス成形 (矯正) を行い、その際の管長手方向の曲率の変化を調べた。その結果の一例を Fig. 3 に示し、さらに、初期曲率が 1.0×10^{-4} 以下の素管について、JIS 規格内の真直度にするために要する外径リダクションを Fig. 4 に示す。

図より、以下のことがわかる。(1) アルミ管、ステンレス鋼管の場合、外径リダクションの増加とともに、長手方向曲率は小さくなる。(2) 初期曲率が 1.0×10^{-4} 以下のアルミ管、ステンレス鋼管の場合、外径リダクションの増加とともに、長手方向曲率は零に近づく。(3) 初期曲率が 1.5×10^{-4} 未満の構造用鋼管 (溶接管) の場合、電縫部 (溶接部) が変形しにくく、したがって長手方向に伸びにくいいため、外径リダクションを加えると長手方向そりが逆に大きくなる場合がある。(4) 同じく初期曲率が 0.5×10^{-4} 以下の構造用鋼管の場合、管の PRR への進入角度を変化させて長手方向伸び変形の発生挙動を変える試

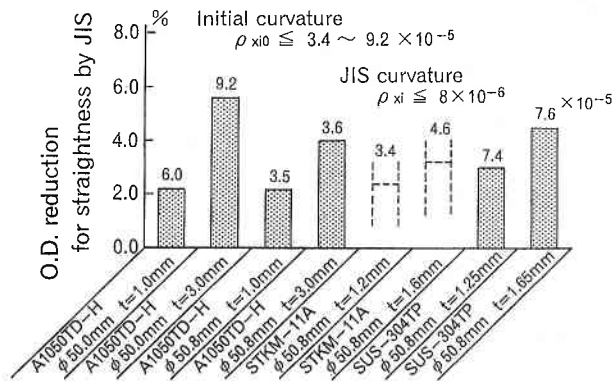


Fig. 4 規格内の真直度にするために要する外径リダクション

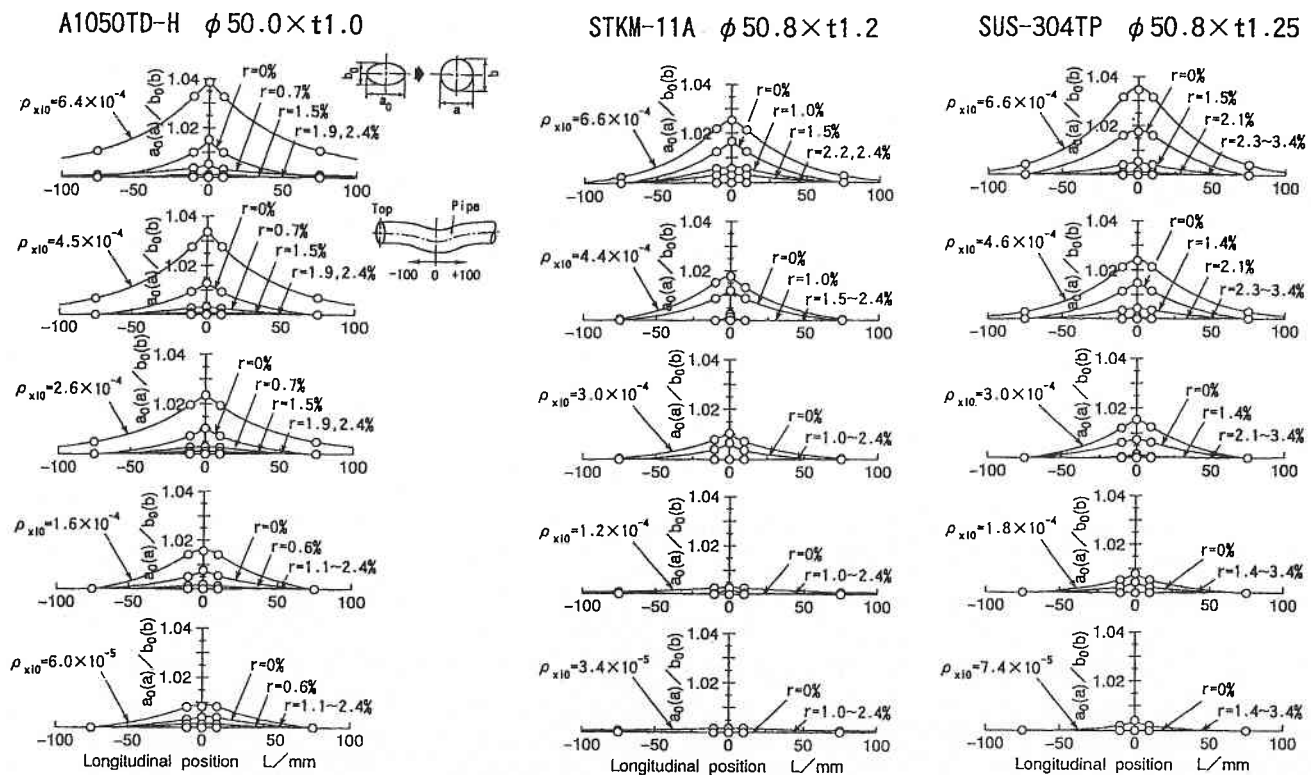


Fig. 5 長手方向各位置の縦横比の推移

研 究 速 報

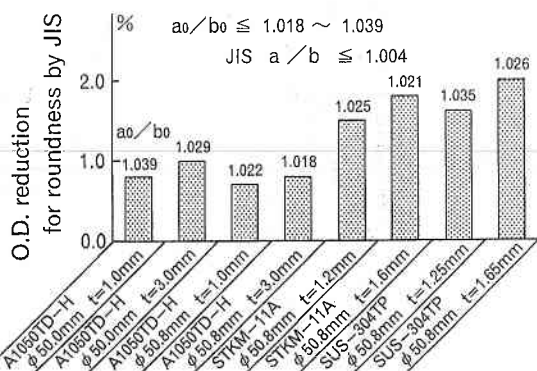


Fig. 6 規格内の真円度にするために要する外径リダクション

みをして、長手方向そりは矯正されない。

3-2. 管横断面の形状修正効果

長手方向に曲がりを持つ管を作成した場合、管横断面は偏平化し、曲がり部の頂点（中央点）付近に縦横比の最大値が存在し、その左右に向かって偏平化の度合いは減少し縦横比が減少する。初期曲率が大きいほど縦横比も大きく、 t/D が小さい方が縦横比は大きくなる。本実験では、上記の管長手方向の形状修正効果と同時に、PRRの管横断面の矯正効果をも調べた。その結果の一例を Fig. 5 に示し、素管材質、 t/D などを変化させ、JIS規格内の真円度にするために要する外径リダクションをみた結果を Fig. 6 に示す。

供試材の縦横比は 1.05 以下である。前報⁸⁾で示したように外径リダクション $r=0\%$ の場合には、ロール形状・向き・交差角、素管材質、 t/D 、初期縦横比などの違いによらず、管横断面の形状修正は十分実行されない。すなわちこの場合、偏平管の長径部はロールによる圧下を受けるが、短径部は圧下を受けず、圧下されロールにあたる部分

の周方向の曲げ戻し変形のみが起こり、ロールにあたらない部分の周方向の曲げ変形が進行しない。

偏平化した管を、周長が等価な円管に対して正常に加えて得る最大外径リダクションの半分以上のリダクションを加えて成形すると、素管材質などの影響によらず、偏平管の横断面形状は効果的に修正され、真円に近づく。真円にする外径リダクションはアルミ管より構造用鋼管、ステンレス鋼管の方が大きく、 t/D の大きい方が増大する。

4. ま と め

電縫管の絞り成形技術の開発を目指し、試作した PRR 試験機を用い一連の絞り成形実験を進め、管長手方向形状および管横断面形状の矯正効果に関する検討を行った。その結果、アルミ管、ステンレス鋼管については、長手方向の初期曲率が 1.0×10^{-4} 以下の場合、顕著な矯正効果が認められた。しかしながら、構造用鋼管（電縫管）については溶接部の影響により、長手方向のそりがかえって大きくなる場合があることが判明した。管横断面に関する矯正効果については横断面の初期縦横比が 1.05 以下の場合、素管材質、 t/D などによらず、その効果がきわめて顕著であることがわかった。

(1994年9月20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.
- 7) 木内・新谷：第43回塑加連講論，(1992-10)，341.
- 8) 木内・新谷：平5春塑加講論，(1993-5)，861.
- 9) 日本塑性加工学会編：矯正加工，(1992)，コロナ社.