

延伸抑制圧延法による異形線の成形 (平成7年度石原・浅田研究助成金交付に対する報告書)

大阪大学 工学部 宇都宮裕

1. 緒 言

複雑な断面形状をもつ線材は異形線と呼ばれ、各種電子部品、ばね、ピストンリング、レールなどの素材としてその需要が増加している。異形線は元来、丸線から引抜き加工により成形されていたが、最近は圧延加工またはローラーダイス引抜き加工が多用されている。これらの方法は多スタンドのミルと多数の孔型ロールを必要とするため、相当の設備費を要し、また孔型ロール及びパススケジュールの設計開発も容易ではない。

ところで著者らはサテライトミルと称する小型の連続圧延機を開発している。この圧延機では材料の延伸が著しく抑制され、横断面内のメタルフローが促進される¹⁾²⁾。したがってこの圧延機を異形線の圧延に適用した場合、素材横断面積とパス回数が著しく減少し、設備費の低減や生産性の向上が期待できる。そこで本研究ではサテライトミルの異形線の成形への適用性を検討するため、典型的な断面形状の各種異形線 (平線、T形線、U形線、H形線) の成形を試み、圧延特性を調査し、通常圧延法と比較した。

2. 実験方法

用いたサテライトミルの概略を図1に示す。1本の中心ロール (直径350mm) の外周上に5本の衛星ロール (直径76mm) が配置されており、全てのロールは同周速 (22mm/s) で駆動される。材料は中心ロールと衛星ロールの間に5段の連続圧延を受け、異形線に成形される。

市販の直径5mmの電気用軟銅線 (JIS C3102) コイルから切り出した長さ1.0mの丸線を引張り矯正して実験に供した。潤滑剤としては市販の鉱油ベース圧延油 (CU-50) を用いた。

(1) 平線及びT形異形線の圧延

平線の圧延では中心ロール、衛星ロールともに平ロールを用いた。T形異形線の圧延では図2に示すように平の中

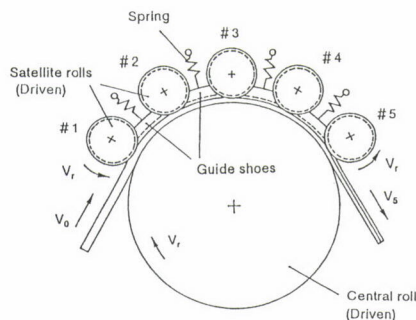


図1 Basic layout of rolls in the satellite mill.

心ロールと溝付きの衛星ロールの間に開式孔型を構成した。衛星ロールの孔型形状としては T_1 と T_2 の2種類を用いた。なお全ての段における孔型形状は同一とした。各段への圧下率の配分は、1段目を36%に固定し、2段目から5段目の各段の圧下率を均等配分として、10%、15%、20%の3段階に変化させた。

(2) U形及びH形異形線の圧延

ロール径100mmの2段圧延機を用いて、矯正後の丸線を1パス平圧延し、プリフォーム材に成形した。プリフォーム材の厚さは3.24mm、幅は5.87mmであった。このプリフォーム材をサテライトミル圧延に供した。図3に示すように中心ロールにU形及びH形用の溝を、衛星ロールにそれぞれの突起を加工し、閉式孔型を構成した。1段目はピンチローラーとして使用し (圧下率0%)、2段目から5段目の衛星ロールの形状は同一で、各段の圧下率は20%とした。

また比較のために通常圧延の実験も行った。この場合はサテライトミルの1段のみを用いて、サテライトミル圧延と同一のパススケジュールで圧延を行った。すなわち、この場合の通常圧延は異径同周速圧延である。

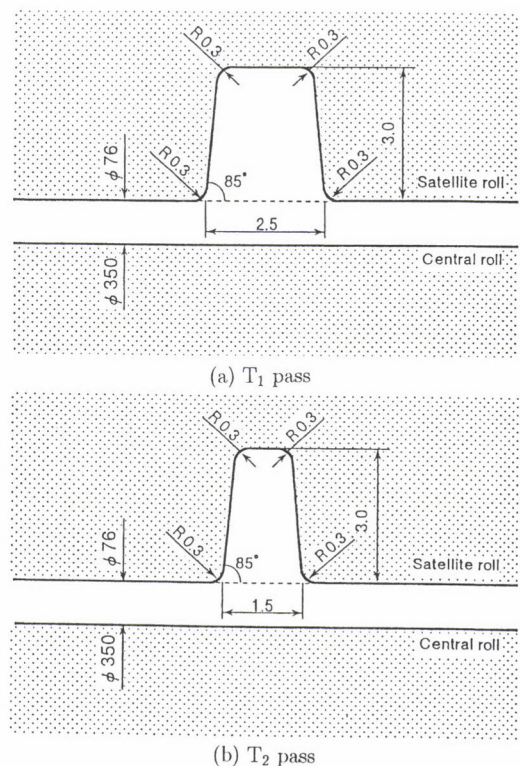
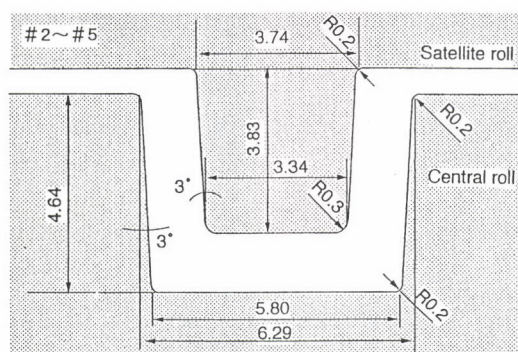
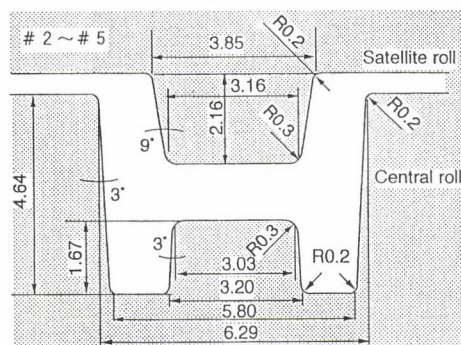


図2 Roll passes for T-shaped wires.



(a) U pass



(b) H pass

図3 Roll passes for U-shaped and H-shaped wires.

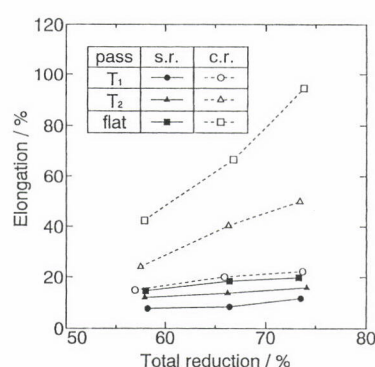


図4 Total elongation of wires as a function of reduction.

3. 結 果

図4に平線及びT形異形線の圧延における延伸率に及ぼす全圧下率の影響を示す。サテライトミル圧延 (s.r.) の延伸率は通常圧延 (c.r.) に比べてかなり小さく、圧下率への依存性も小さい。またT₁、T₂、平の順に、すなわち排除断面面積の増加とともに延伸率は増加するが、サテライトミルの延伸抑制効果も顕著となる。したがって、サテライトミル圧延では延伸率の孔型形状に対する依存性も小さく、孔型設計が容易であることを意味している。供試材及び製品の横断面プロフィールを図5に示す。サテライトミル圧延材は通常圧延材に比べて、平線の場合は幅広がり

method	s.r.	c.r.
stock		
flat		
T ₁		
T ₂		

図5 Cross-sections of stock, flat and T-shaped wires.

method	s.r.	c.r.
preform		
U		
H		

図6 Cross-sections of preformed, U-shaped and H-shaped wires.

り、T形異形線の場合は中央のリブがかなり高い。T₁パスの場合、サテライトミル圧延材では完全に孔型に充滿している。これらはサテライトミル圧延では延伸が抑制されることによって、横断面内のメタルフローが促進されるためである。この効果は溝幅が狭い場合 (T₂パス) により顕著である。U形及びH形異形線のプリフォーム材及び製品の横断面プロフィールを図6に示す。いずれの場合もサテライトミル圧延材のリブ高さは通常圧延材のそれに比べるとかなり高い。またサテライトミル圧延においても通常の圧延と同様にデッドホールはリブホールに比べて充滿されにくい傾向が見られる。

4. 結 言

サテライトミルを異形線の成形に適用した。その結果、サテライトミル圧延では延伸が小さく、孔型への充滿性が優れているため、薄いリブや高いリブを有する異形線の成形に有効であることが明らかとなった。したがって延伸抑制圧延法によって複雑多様な異形線のより効果的な成形が可能であることがわかった。

文 献

- 1) 斎藤好弘, 渡辺俊成, 宇都宮裕: 塑性と加工, 33 (1992), p.567
- 2) 宇都宮裕, 斎藤好弘: 鉄と鋼, 80 (1994), p.613
(1997年2月3日受付)