

金属管の二次加工性に及ぼす表面きずの影響

東京都立工業高等専門学校機械工学科

助教授 廣井徹磨

(昭和63年度奨励研究助成 AF-88028)

1. 研究の背景

管の塑性加工（二次加工）は、軽量化、工程短縮、省資源、さらには製品の品質向上の面からも注目されている。特に軽量化を図るため今後薄肉化が進むものと考えられるが、薄肉化が進むほどバルジ加工や端末加工（口広げ）においては初期肉厚不均一によって成形限界が大きく影響されるようになる。

これまで初期肉厚不均一のうち偏肉の影響については調べられているが、きずのような局所的な不均一がある場合の成形限界への影響については調べられていない。

本研究は、管の二次加工のうち引張応力場での成形であるバルジ加工を取りあげ、管の子午線方向にきずをつけ、張り出し高さに及ぼす表面きずの影響を調べるものである。

実験方法

供試管は、市販の純アルミニウム引抜き管 A1070TD（公称外径 $D_0 = 40\text{mm}$ 、公称肉厚 $t_0 = 1.0\text{mm}$ ）を $400^\circ\text{C} \times 1$ 時間焼きなましたものを用いた。バルジ成形部長さ L_0 は 80mm に設定した ($L_0/D_0 = 2.0$)。きずは成形部中央に、子午線方向（軸方向）に長さ 20mm つけ、きず深さ h は表面粗さ計で測定した。以下、きず深さとして $\alpha = h/t_0$ を用いる。実験では内圧 p および張り出し量 δ は、それぞれ圧力センサー、変位センサーで検出し A/D 変換を行なってパーソナルコンピュータに取り込んだ。きずの種類として、きず底の加工硬化の度合の異なる 2 種類のきずについて調べた。すなわち、焼きなました管に円錐形のダイヤモンドでつけた引っかけきずの場合と、フライスカッ

ターで切削きずをつけた後に焼きなました場合（焼鈍きずと呼ぶ）について調べた。

さらに、きず底の加工硬化の影響を確認するためスラブ法による数値シミュレーションを行なって考察した。

2. 研究成果の概要

(1) 内圧 p ~ 張り出し量 δ 線図に及ぼす表面きずの影響

図1は焼鈍きずの p ~ δ 線図である。この図からきず深さ α の増大にともない破断時の張り出し量 δ_{max} は減少することがわかる。しかし、破断直前まできずのない場合の曲線とほぼ同一である。こ

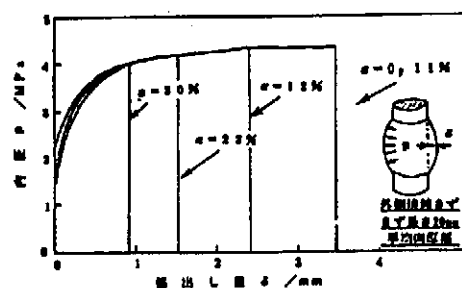


図1 内圧 p - 張り出し量 δ 線図に及ぼす α の影響

の間きず部近傍に2次バルジのような不均一変形が生じることはない。

このことは引っかけきずでも同様であり、内圧 p もほぼ同一であった。このように肉厚の30%までのきずがあっても最大内圧 p_{max} はほぼ同じであり、見かけ上静的強度は低下していない。この理由は、きずが円周方向に一ヶ所であり、円周長約 120mm に比べきず部の変形が占める割合が少ないことによるものと思われる。

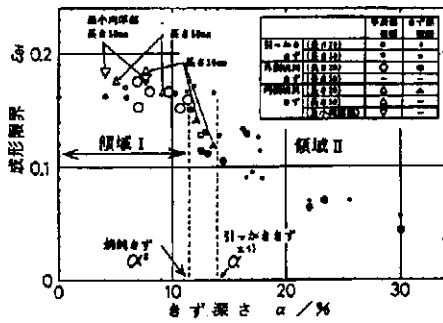


図2 ϵ_{α} に及ぼす α の影響

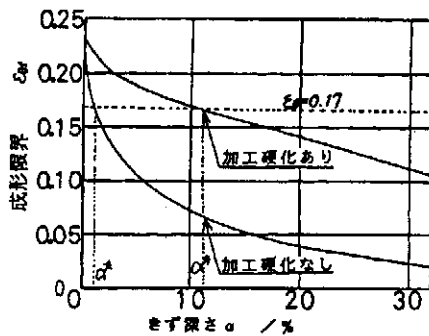


図3 ϵ_{α} に及ぼす α の影響 (計算結果)

(2) 成形限界 ϵ_{α} に及ぼす表面きずの影響

図2は破断時の張出し量 δ_{max} から求めた円周方向ひずみ ($\epsilon_{\alpha} = \ln(1 + 2\delta_{max}/D_0)$) を成形限界とし、 ϵ_{α} に及ぼすきず深さ α の影響に整理したものである。

きずの浅い範囲 ($\alpha < \alpha^*$) では成形限界に影響がなく、あるきず深さ α^* を越えてきずが深くなれ

ばきず部破断し、 α の増大とともに ϵ_{α} も低下していることがわかる。それぞれ領域 I、領域 II と呼ぶこととする。

α^* の値は引っかけきずの場合 14% であり、焼鈍きずの場合は 11.5% である、すなわち、きず底の加工硬化による差異は 2.5% であった。

図3はスラブ法の数値シミュレーションによって求めた ϵ_{α} に及ぼす α の影響である。きず底の加工硬化を考慮しない場合に比べて、きず底の加工硬化を考慮した計算の方が、大きな α^* を示している。および領域 II において、同じ α では加工硬化を考慮した方が高い ϵ_{α} を示していることがわかる。

以上のように基本的なきずの影響について調べ、強度および成形性の面から検討し、多くの成果を得ることができた。

本研究は天田金属加工機械技術振興財団の奨励研究助成により行なわれたことを記し、当財団に深く感謝致します。

3. 発表論文

- 1) 廣井徹磨・西村尚：平成元年度塑性加工春季講演会論文集、(1989-5)、311~314.
- 2) 廣井徹磨・西村尚：第41回塑性加工連合講演会論文集、(1990-10)、243~244.