410 難加工材のスプリングバック特性に及ぼす曲げ線圧縮の効果

Springback properties with compression for several materials

○学 井上 真吾(香川高専・専) 正 酒井 孝(成蹊大学) 正 福井 智史(香川高専)
小俣 均((株)アマダ) 小山 純一((株)アマダ)

Shingo INOUE, Kagawa National College of Technology

Takashi SAKAI, Seikei University

Satoshi FUKUI, Kagawa National College of Technology

Hitoshi OMATA, AMADA CO.,LTD.

Jun-ichi KOYAMA, AMADA CO.,LTD.

1. 緒言

曲げ塑性加工を行う金属材料は、冷間あるいは熱間において圧延加工が施されている。したがって、納入材の段階ですでに集合組織や残留応力等による材料特性の変化が起きている。よって、納入材に曲げ加工を行う場合でも、RD 方向に対する角度によっては材料特性値が異なることが予想される。また、実際には RD 方向を統一した一枚の板であっても板の各部分において材料特性値は異なり、高精度曲げ加工を行ううえでは考慮の必要性がある。

そこで本研究では、そのような特性値の変化を無視できるような方法として曲げ線の圧縮を考案、試験を行って挙動を把握し、そして加工現場において実行することで、より高精度の曲げ加工を実現することを最終目標とする。

2. 実験および解析方法

本報では、一般的な鉄鋼材料として SUS304, SPCC の二つの材料を用いて、一枚の板での材料特性値分布について RD 方向角度を変えて調査した。また、二つの材料に加えて SUS430 も含め、実際に曲げ線圧縮での圧縮割合を変えつつ曲げ試験を行い、各目標曲げ角度における各 RD 方向角度でのスプリングバック量のデータを採取した。

3. 研究結果および考察

3.1 納入材の材料特性値分布

Figs.1, 2 に SUS304 材および SPCC 材における一枚の板での、(a)加工硬化指数 n と (b)塑性係数 F の変化をそれぞれ示す。

Figs.1, 2 から分かるように、RD 方向の変化による材料特性値の変化、さらには同じ RD 方向角度でも一枚の板の中での特性値の分布は大きく、最大 8.1% の高位差があり、高精度加工を行うためには、制御する必要性が十分にあるということがわかった。

しかしながら、その材料特性値の分布の様子は、RD 方向が変化することによって板全体の値に大きな違いがあり、それぞれの角度での板の中での値の大きさのばらつきの様子も異なっていることが分かる。また、 n 値と F 値との間でも、SPCC 材では関連性がみられるが、SUS304 材では 90° 以外の場合にはほとんど関連性が見られない。さらに、SPCC 材と SUS304 材との間でも関連性は見られない。

つまり、RD 方向が変化することによって値が変わること

はもちろん、 n 値と F 値との間での関連性もはっきりせず、材料ごとにも全く違った分布の状況となっており、分布の因果関係や状況を把握、さらには予測する事は非常に困難であるということが予想される。

3.2 SUS304 材での曲げ試験結果

Figs.3, 4 に SUS304 材における板厚 1.2mm および 1.6mm の材料での曲げ線圧縮後の試験の結果を示す。それぞれのグラフを見ると、それぞれ SB 量が増加している様子が見て取れる。これは、圧縮により板厚が減少していること、さらには加工硬化により降伏応力が上昇していることによる当然の結果であると考えられる。しかし、RD 方向によって、Fig.3 と Fig.4 ではでは圧縮割合が高くなるにつれて近似直線においては逆の傾向を示していることがわかる。これは、1.2mm 材と 1.6mm 材を作製する上で圧延などの回数が異なることは明白であり、それによって傾向が変わるということが関係している。あるいは、1.2mm 材では一つの板からすべての試験片を採取したことに対して、1.6mm 材では 0° と 90° それぞれの試験片を作製する上で、違う板から試験片を採取したことによるロット No の違いが影響しているのではないかと考えられる。

3.3 SUS430 材, SPCC 材での曲げ試験結果

Figs.5, 6 に SUS430 及び SPCC 材板厚 1.2mm の材料での曲げ線圧縮曲げ試験結果を示す。Fig.5 での SUS430 材では端部にレーザー加工を施した、熱影響を受けたと考えられる材料において試験片を作成し、試験を行った。そして、谷口らの研究において現れた結果と同様に、SB 量が熱影響を受けた材料では 1.7° から 2.5° 程度に上昇している様子が見られる。これは、曲げ線圧縮を施しても熱影響など、材料の組織や特性を大きく変えるような根本的な材料特性の変化に対しては、曲げ線圧縮をすることによってその影響を無視できるようにするといったような影響力はないということがわかる。

次に、Fig.6 の SPCC 材での試験結果に関しては、曲げ線圧縮割合 8%程度において近似直線が交点を示していることがわかる。だが、この結果に関して、3.1 の考察で述べたようにロット No によっては違う結果が出ることも予想される。

そのようなことも踏まえながら、これからさらにデータを取り、より確実な結果を出していく予定である。

Fig.1 Work hardening exponent and plastic exponent distribution for SUS304.

Fig.2 Work hardening exponent and plastic exponent distribution for SPCC.

Fig.3 Springback properties for SUS304, $t=1.2\text{mm}$ after compression

Fig.4 Springback properties for SUS304, $t=1.6\text{mm}$ after compression

Fig.5 Springback properties for SUS430, $t=1.2\text{mm}$ after compression

Fig.6 Springback properties for SPCC, $t=1.6\text{mm}$ after compression