

論文の要旨

高張力鋼板プレス成形のスプリングバック要因分析手法の開発と寸法精度向上に関する研究 Development of Springback-Root-Cause Analysis Method and Improvement in Shape Accuracy of Press-Formed Parts of High-Strength Steels

平本 治郎

地球温暖化防止や衝突安全性の確保などから、自動車の軽量化に向けた取り組みが不可欠となっており、その中で強度の高い高張力鋼板の車体骨格への適用拡大が進められている。このため高張力鋼板の開発や自動車性能向上に寄与する材料の開発が進められてきている。しかし高張力鋼板は強度の上昇に伴いプレス成形時に発生するスプリングバックが大きくなることで、高張力鋼板の適用拡大を阻害する一因になっている。そこで本論文では、高張力鋼板をプレス成形するときに発生する不具合の中で最大の課題であるスプリングバックによる形状不良に着目し、複雑な形状を有する部品においても効果的にスプリングバック対策を立案可能とすることを目的に、スプリングバックが発生するメカニズムを解明することを可能とするスプリングバック要因分析手法および本要因分析手法の自動車骨格部品への適用について研究を行った。

第2章ではFEM解析を用いてスプリングバックの発生要因を特定する要因分析手法の提案を行った。プレス部品内の成形下死点応力とスプリングバック挙動を関連づける方法として、一部領域の下死点応力をゼロにして計算したスプリングバック解析結果と通常の方法で計算したスプリングバック解析結果の比較を行うことが有効であることを示し、本要因分析手法の妥当性を示した。

第3章ではスプリングバックを引き起こす応力について考察を加えるため、提案した要因分析手法を単純モデルに適用し、スプリングバック後にプレス部品内に残留応力が残ることからプレス成形下死点応力の絶対値とスプリングバック変形前後での応力変化量は一致しないこと、スプリングバック前後の応力変化量をスプリングバック駆動応力と定義することでスプリングバック後のプレス部品内応力がゼロとなり、かつスプリングバックによる変形量は同等となることを示した。また駆動応力を要因分析に用いることにより、スプリングバック解析後の残留応力の影響を排除することが可能となり、その原理上より高精度なスプリングバック要因分析が実現できることを示した。

第4章ではスプリングバック要因分析手法を代表的な自動車骨格部品に適用し、超高張力鋼板を用いた複雑な形状の大型部品であっても部品に発生するスプリングバックの主要因となる応力および部位を特定可能なこと、要因分析でスプリングバックの主要因と特定した応力を制御することでスプリングバックを低減可能なことを実証し、本要因分析手法の有用性を示した。

第5章では実際のプレス成形の現場において、割れ・しわ・スプリングバックなどの不具合対策として金型へ大幅な修正を加えてしまった場合においてもスプリングバックの原因を特定可能にする方法を開発した。プレス成形品の三次元形状測定データから作成したモデルを用いた弾性FEM解析を行うことで、成形下死点におけるスプリングバック駆動応力の算出が可能であること、得られた駆動応力を用いて行った要因分析結果と通常の方法で得られた結果が同等であることを示し、その妥当性を示した。

以上のように、薄鋼板のプレス成形で発生する不具合であるスプリングバックによる精度不良という課題に対し、発生要因を特定する技術を確立し、対策案を論理的に立案可能な技術として利用可能なことを示した。本研究で確立したスプリングバック要因分析技術は、複雑な形状を持つプレス成形品にも適用が可能である。従来はプレス技術者の経験と勘で試行錯誤を繰り返してきた金型修正を、本技術により誰でも、確実に、短時間で原因を特定し、対策立案をすることが可能となる。さらに本技術の適用範囲は自動車分野だけでなくプレス成形を用いる全ての分野であり、使用材料も鋼板に限定されることなく、プレス成形によってスプリングバックが発生する全ての材料に適用が可能であるため工学的に大きな意味を持つと考えられる。