

逐次鍛造による局所増肉成形法の開発

生産技術部 ○松田豪彦
研究主幹 牟禮雄二

1. はじめに

自動車の部品には、シート部品など金属製厚板面上に盛り上がり部がある部品が利用されている。これらの部品は、複数の金型を用いた板鍛造により、裏面側からパンチで押圧し、裏面に窪みを成形することで表面に盛り上がり部を形成している。さらに、部品の輪郭は別工程で打抜き加工を行い不要部分を除去して形状を得ている。そのため、部品の形状が制約されることや、打抜き加工による素材の歩留まり悪化が課題となっている。

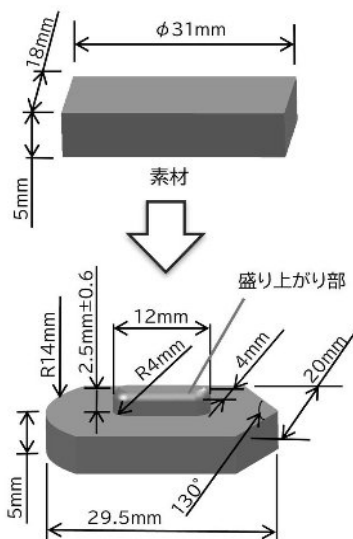


図1 鍛造前後形状の概要

本研究の鍛造前後の素材と成形品を図1に示す。本研究では、1つの金型内で複数のパンチを用いて逐次的に素材を加圧し、部品の輪郭を成形しつつ局所的に増肉して盛り上がり部を成形する技術を開発したので報告する。

2. 局所増肉成形法の原理

本研究で開発した局所増肉成形法の型構造を図2に示す。同図中の中心に素材（アルミニウム合金A5052）があり、素材の底面側は下型に接している。また、素材の手前側と奥側には下型の型壁がある。素材の左右と上方にはそれぞれ異なるパンチがあり、上方の縦パンチ1においてはA輪郭（18×10mm）を伴う貫通穴に縦パンチ2を収納できる。それぞれのパンチが素材を加圧して鍛造する構造となっている。

各パンチが逐次的に鍛造する局所増肉成形アクションの概要を図3に示す。なお、下型は見かけ上省略している。第1アクションでは素材を左右から横パンチが加圧し、おおまかな輪郭形状を成形する。素材に接する横パンチの面は円弧形状とV字形状であり、パンチへの過度な応力発生を防ぐため、素材の上部は開放した状態にしている。第2アクションでは、縦パンチ1が上方から素材の上端面を加圧し、左右パンチに完全充填させ輪郭の成形を完了させる。このとき、横パンチはパンチでありながらダイスの役割を果たす。第3アクションでは、縦パンチ1の貫通穴に収納された縦パンチ2が、図2に示すA、B輪郭の間の領域を上方から加圧する。縦パンチ

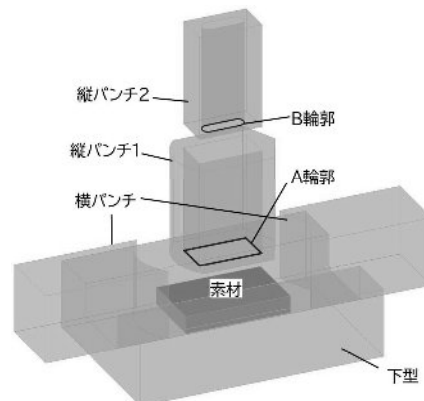


図2 局所増肉成形型構造

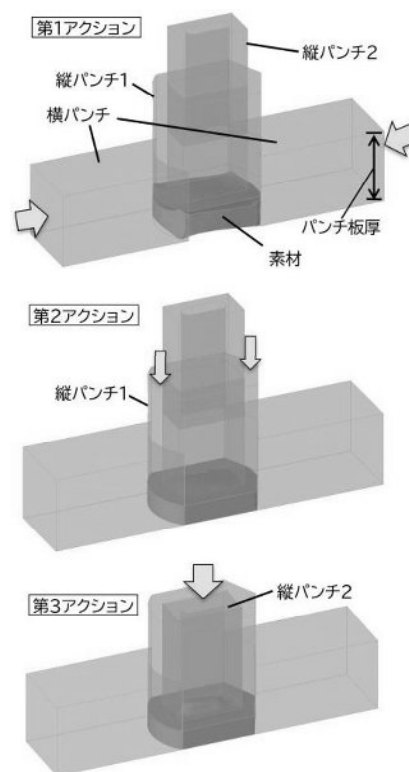


図3 局所増肉成形アクション

2には、盛り上がり部を成形するB輪郭を伴う貫通穴を設けており、後方押し出し加工によって盛り上がり部が成形される。このように、1つの金型内で素材に部品輪郭を成形しつつ盛り上がり部まで成形できる。

3. 鍛造解析による検討

局所増肉成形法の第1～第3アクションまでの鍛造解析を行った。なお、解析には商用鍛造解析ソフト(QFORM)を用いた。第1アクションの横パンチの一部はV字形状になっており、応力集中が懸念されることから、適切なパンチ板厚を求めるため複数の板厚条件で解析した。解析結果を図4に示す。板厚を20mm以上にする事で最大主応力の更なる低下が見られない結果が得られた。これにより板厚20mmを採用した。

第1アクションでは輪郭形状の2/3程が成形され、第2アクションで輪郭の成形が完了し、第3アクションでは盛り上がり部が成形された。各アクションにおける横パンチに発生した最大主応力を図5に示す。いずれのアクションでもパンチ素材に用いる合金工具鋼SKD11の破断応力より小さい値となっていた。

4. 成形実験による検証

解析結果に基づき、第1～第3アクションまでを行う金型を設計・製作し、実材料による成形実験を行った。実験には上方から3つの軸で加圧することができる油圧サーボプレス機(MHC製 MJP333-5A32)を使用した。金型の概略を図6に示す。同図は金型の中心断面において左半分を示したものである。第1アクションでは、プレス機の1軸目が傾斜治具Aを押下げ、傾斜治具Bを介して押圧方向を横向きに変え、横パンチを横移動する。第2アクションでは、プレス機の2軸目が縦パンチ治具を押下げ、同治具につながった縦パンチ1を降下する。第3アクションでは、プレス機の3軸目が縦パンチ2を降下させる。各アクションの動作は図3と同様である。

実験で得られた各アクションにおけるパンチの荷重値と、前述の解析による荷重値を図7に示す。解析、成形実験ともに第1アクションが低く、第2アクションは約200kNまで荷重が上昇し、第3アクションでは第2アクションを下回る傾向が見られた。成形実験により得られた成形品を図8に示す。中心部に楕円状の盛り上がり部が成形され、同部の高さは2.5mmに達していた。輪郭形状を含め解析結果と同様に目的の成形品形状が得られていた。

5. おわりに

局所増肉成形法を開発し、鍛造解析と成形実験によりその有効性を確認できた。

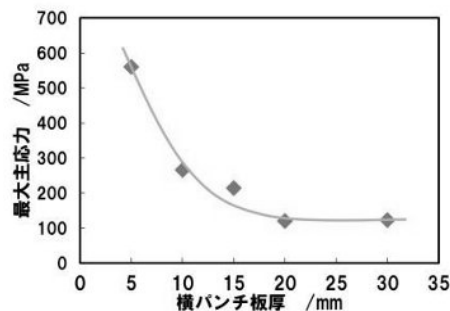


図4 横パンチ板厚と最大主応力の関係

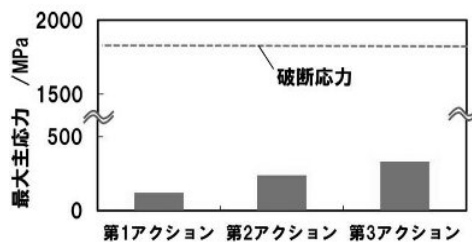


図5 横パンチの最大主応力

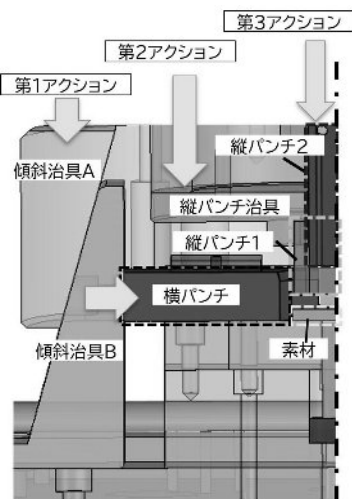


図6 金型の概略

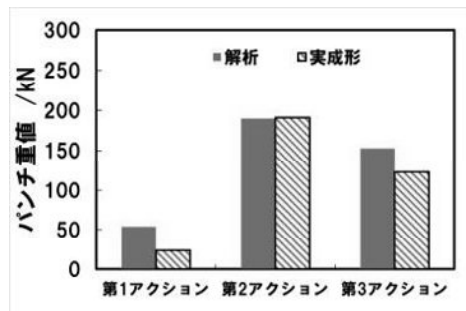


図7 各アクションにおける荷重値

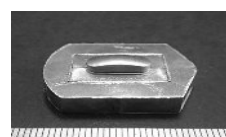


図8 成形品