

逐次鍛造法を用いた防水型USB Type-Cコネクタ成形技術の開発

生産技術部

牟禮雄二

株式会社東郷

○東 大剛, 東 成生

1. はじめに

スマートフォン等に備わるUSBコネクタに変革が起きている。起点となったのが新規格のType-C（2014年策定）であり、以下の優位性がある。

①ケーブルの挿入方向性なし（旧規格：方向性あり）

②脱着許容回数1万回（旧規格：3千回）

③100Wまでの電力供給・受給（旧規格：5Wまでの供給）

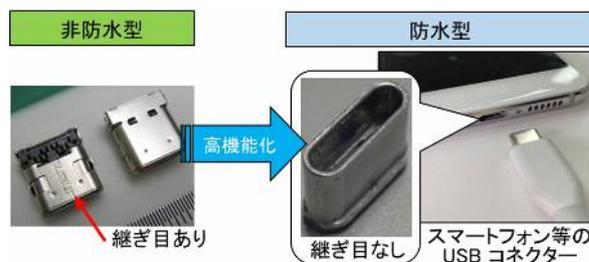
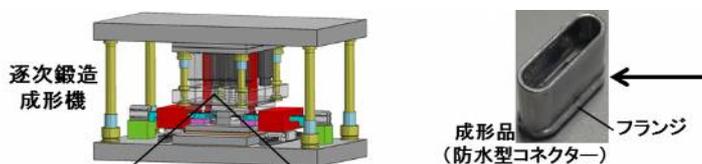


図1 USB Type-Cコネクタ

図1に示すUSB Type-Cコネクタ（以下、コネクタ）は、金属管体の継ぎ目の有無により防水機能の有無が分かれる。スマートフォンの防水ニーズの高まりもあって、コネクタのトレンドは、より高機能化を目指した防水型を於いて他にはないと言うのが衆目の一致するところである。

微細で複雑形状な防水型コネクタの従来の製造方法は、金属粉末射出成形法（通称、MIM）が主であった。MIMは、金属粉末とワックスを混練して原材料とし、これを金型に流し込んで射出成形し、その後、ワックスを除去する脱脂工程を経て1,000℃以上で金属粉末を焼結して冷却するという方法である。同法は、大量のエネルギーを消費、生産に24時間以上が必要、冷却時の収縮に起因して高不良率（25%）など多くの課題があり、革新的な工法転換が望まれていた。

本研究では、防水型コネクタの不良率を画的に低減する革新的な逐次鍛造法¹⁾を開発したので報告する。



2. 防水型コネクタの成形技術と解析

2.1 逐次鍛造法と成形機

逐次鍛造法の概要を図2に示す。防水型コネクタの逐次鍛造は、A欄に示すとおり室温下で3工程とした。最初に、縦方向への型締めと同時に素材を据込んでフランジを先付けする。次に、横方向から工具で素材端面を矯正する。最後に、別の工具で主成形して防水型コネクタが完成する。

上述のとおり逐次鍛造法は、工具を少なくとも2組使用する。そこで、B欄に示すとおり、1組の上下型を用いて工具交換を可能とし、サーボプレス機に設置する逐次鍛造成形機を開発した。動作手順は、①金属素材を下型に設置し、②プレス機で上型

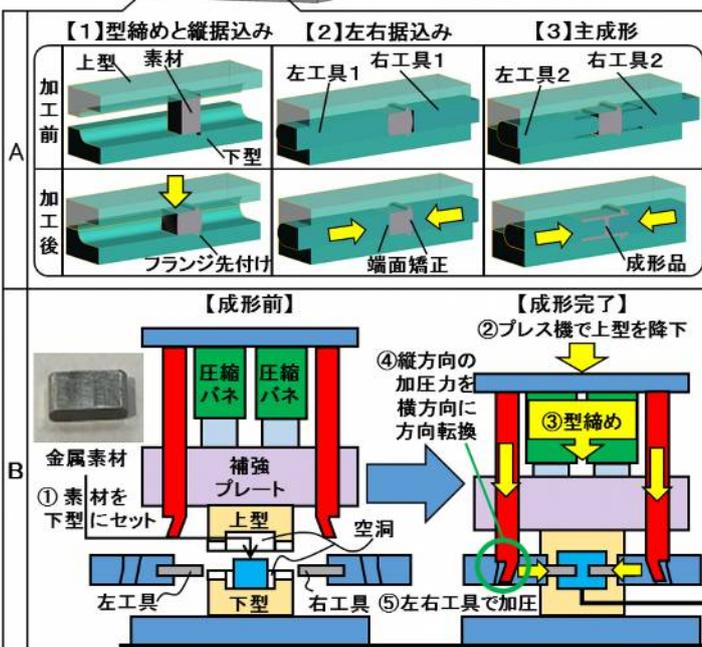


図2 逐次鍛造法と成形機

を降下させて、③上下型を圧縮バネで型締めした状態で、④縦方向の加圧力を横方向に方向を転換し、⑤横方向から工具で加圧する。逐次鍛造成形機は、型締めした状態で成形する部品形状に合わせて工具を交換するため、多品種対応が可能である。また、角筒成形で生じがちな角部への応力集中による型破壊は、上下型に分割することで回避できる。さらに、1組の上下型ゆえ型の移し替えがなく、素材が型に精密に転写されるため、成形品の加工精度が向上する。

2. 2 解析対象と解析条件

解析対象と比較のための通常鍛造（縦方向に主成形）の解析モデルを図3に示す。対象は、横幅10.36mm、高さ8.33mm、厚さ3.28mmの底付きの角筒であり、フランジ状の出っ張りが特徴的である。逐次鍛造の解析モデルは、図2のA欄のとおりである。解析ソフトにはQForm9.0.8を使用し、素材(A2014)を弾塑性体、他を剛体と仮定し、加圧速度5mm/s、摩擦係数0.15、室温で実施した。素材寸法はW7.08mm、D3.28mm、H5.20mmである。

2. 3 解析結果と試作結果

解析結果と試作結果を図4に示す。上図は工具変位-成形荷重曲線である。図2 A欄に示す逐次鍛造における完全充満時の成形荷重は、フランジの先付けなしの12%減、通常鍛造の21%減となり、逐次鍛造法の優位性を確認できた。相当塑性ひずみは、逐次鍛造法と通常鍛造法に差異は見られないが、Gartfield値（1を越えると欠陥発生）においては通常鍛造法に1を越える部位が発生していた。図の写真に示すとおり、良好な試作品が得られた。

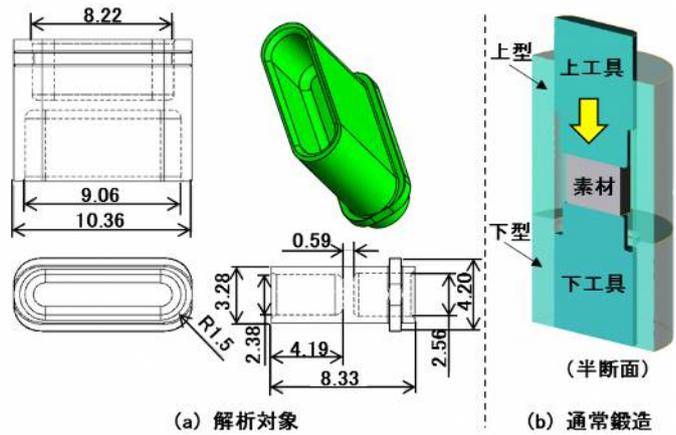


図3 解析対象と通常鍛造の解析モデル

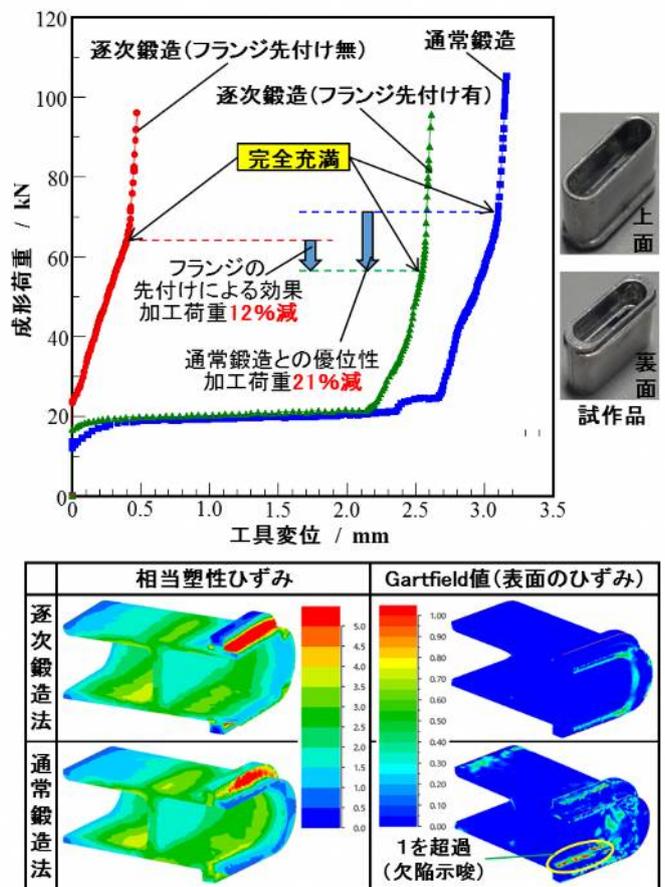


図4 解析結果と試作品

3. おわりに

逐次鍛造法を用いて防水型コネクタの成形技術を確立した。通常鍛造法と比較して、成形荷重を21%低減でき、欠陥の発生もないことを確認できた。なお、本研究は、戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業：平成29年度～令和元年度）において実施した。

参考文献

- 1) 特許第 6733896 号