

高強度アルミねじの開発

機械工学科 山田 耕一郎

1. はじめに

自動車をはじめとし、欧州では製品のアルミ化が進められている。しかし、現状では鋼鉄系ねじに比べアルミねじの強度が低いため、欧州では締結本数を増やすことで、この問題を回避している。鋼鉄系ねじに匹敵する性能をもつアルミねじを開発することができれば、現在の設計を変更することなくアルミねじに変更することが可能となる。このようなニーズは実際に日本の企業から求められているものであり、欧州ほどアルミ化が進んでいない原因はここにある。そこで、このニーズに答える為に、現在、ねじ製造会社と共同開発中である。本研究では、この開発において、高強度アルミねじ製作に適したねじヘッド金型形状、加工条件を実験、シミュレーションの両面から検討する技術を確立することが目的である。

2. 高強度アルミねじ材料の材料試験

ねじヘッド製作は鍛造加工となるため、アルミねじヘッドの鍛造加工実験、シミュレーションを行うためには、まず、ねじ材料の圧縮試験が必要になる。本研究では、Mezo10級材とAl-7050級材の2種類に対して実験を行う。2つの材料は一般的なMezo10、Al-7050材とは若干、成分、製造工程等が異なっている。ただし、本研究は共同開発の為、ここではその詳細は省略する。ねじ材料の線材を島津オートグラフAG-50KMGおよび、図1のような治具により圧縮試験を行う。圧縮速度0.08mm/sとし、ストローク4 μ m毎に荷重および変位（レーザー変位計を使用）を自動計測する。

図2はAl-7050、Mezo10級材の圧縮試験結果である。図2はねじ鍛造時に塗布する潤滑油を塗布し、ねじ鍛造加工に近い状態で準静的な圧縮試験を行っている。図からわかるように、流動応力-ひずみの関係を比較した場合、このような準静的な圧縮試験ではAl-7050級とMezo10級に大きな違いは見られないことがわかる。したがって、材料試験結果からは材料の優位性を論じることが難しい。次に、この材料試験結果を用いて圧縮試験およびねじヘッド鍛造シミュレーションを行うことにする。

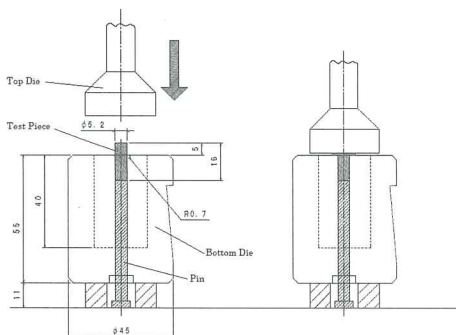


図1 圧縮試験治具

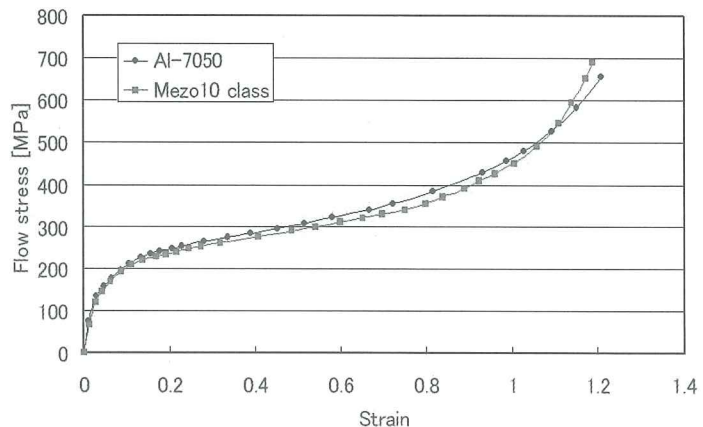


図2 圧縮試験結果

3. 高強度アルミねじヘッドの鍛造シミュレーション

図2の圧縮試験結果を利用して高強度アルミねじヘッドの鍛造シミュレーションを行った。シミュレーションソフトはDEFORM-3Dを利用している。ねじヘッドの鍛造工程は図3のようにパンチを複数回に分けて成型する場合が多い。そこで、本研究では第1パンチとして図4のようなパンチを考え、最終形状は一般的ななべ穴十字とした。まず、シミュレーションの妥当性を検証するために、シミュレーションによって圧縮試験を再現した。図5がねじヘッド鍛造シミュレーション結果である。(a)が第1パンチ成型後、(b)が最終形状に成型後の結果である。図5(b)から十字先端部から45°の方向に応力が高くなっていることがわかる。これは、この方向にき裂が生じることを示唆している。また、Mezo10級材とAl-7050級材の顕著な違いが見られなかったため、Mezo10級材のシミュレーション結果は省略する。図6は実際に(a)Mezo10級、(b)Al-7050級材料でねじヘッドを鍛造した結果であり、どちらも十字先端から45°方向にき裂が生じている。以上より、本研究の手法はねじヘッド鍛造時の金型形状、加工条件の開発に有効であると考えられ、今後、高強度アルミねじの開発を進めていく予定である。

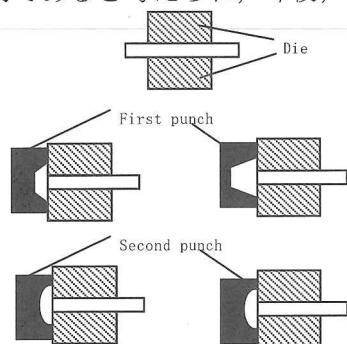


図3 ねじヘッド鍛造工程

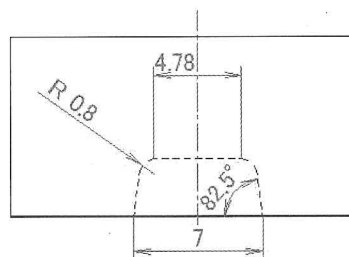
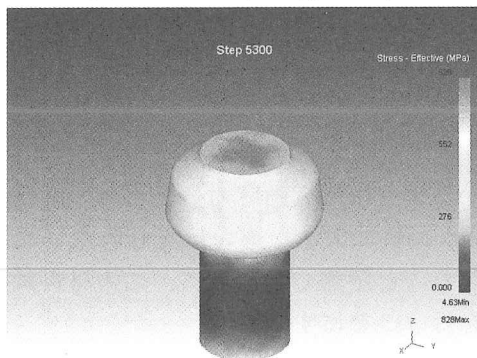
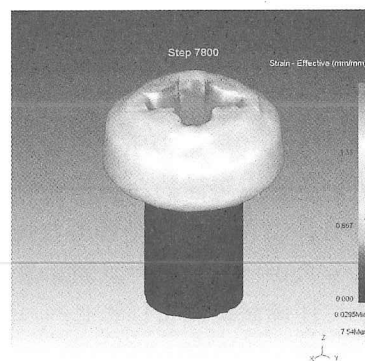


図4 第1パンチ形状

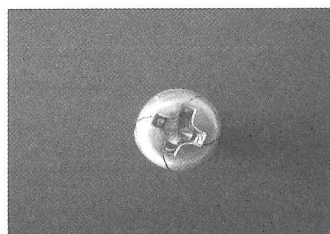


(a) 第1パンチ成型後

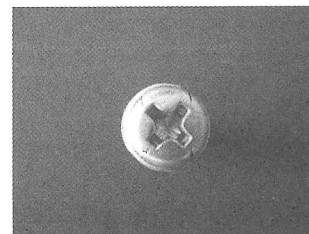


(b) 最終成型後

図5 ねじヘッド鍛造シミュレーション結果



(a) Mezo10級材料



(b) Al-7050級材料

図6 ねじヘッド鍛造実験結果

参考文献 紙面の都合上、省略