

研究部会紹介

中・高温域におけるアルミニウム合金の
機械的特性に関する研究部会The sectional meeting on mechanical properties of aluminum alloy
at medium and high temperature

上森 武

Takeshi UEMORI

1. 研究部会発足の背景と目的

温室効果ガス排出削減など、地球環境問題を解決する手段として、生産性の向上や品質向上はもちろん、軽量化および優れたりサイクル性を機械構造用部品に付与することが求められて久しい。しかしながら、企業に求められている機械構造用部品の材料変更、特に、鉄系金属からアルミニウム系金属への材料置換に関しては、検討の余地が十分残されている。これについては様々な理由が考えられるが、材料置換が進まない原因の1つにアルミニウムおよびその合金の室温における成形性に関する弱点が挙げられる。アルミニウムおよびその合金は、機械構造用部品に適用されている鉄系金属材料と比較すると、低温（中・高温域）で機械的特性が大きく変化することが知られている。それを積極的に利用する加工（例えば、温間成形やホットスタンプ等）を用いることで、アルミニウムおよびその合金の成形性上の弱点を克服することも可能となる。しかしながら、アルミニウムおよびその合金は400°C以上になると極めて変形抵抗が小さくなるが、100~400°C付近の温度における各合金の変形抵抗、特に成形時の高ひずみ速度におけるデータが十分検討されておらず、成形シミュレーション実施やその精度向上のための研究開発の障害となっている。そこで、中・高温域におけるアルミニウム合金の機械的特性に関する研究部会は、アルミニウムおよびその合金におけるこの温度領域での特性をデータベース化し、当該材料の熱利用成形の普及を図ることを目的に活動を行っている。

2. 部会構成

表1に令和2年度（本原稿執筆時）の研究部会メンバーを示す。本研究部会は、学側より4校（4名）、産側からはメーカー5社（6名）で構成されている。

3. 活動内容

本研究部会は平成30年度（4月）に発足し、令和3年度までの4年間を活動期間として取組んでいる。以下に本研究部会の活動内容を示す。

(1) 熱利用成形シミュレーションに必要なパラメータの検討を行い、データ採取の材料試験方法（加工方法、温度、ひ

ずみ速度、加熱時間等）を確定する。

(2) 現利用および将来の利用見込みを加味してデータベース化する対象材料を選定し、高温特性データを採取する。

(3) 代表的な材料に関して、実際に熱利用成形を実施し、成形性を評価する。

(4) 採取したデータを使用した熱利用成形シミュレーション実施、実際の試験結果と対応させ、実用性を評価する。

(5) 当該分野の先端研究について講演会を開催、研究会メンバーの知識を深化する。

3.1 会合実施状況

これまでの研究会の概要は次の通りである。令和元年度終わりから、コロナウイルス流行に伴う措置により、残念ながら会合が停止している。この問題については極めて危惧している。

第1回研究会（平成30年8月27日）

- ・研究会発足、メンバー紹介、活動方針確認
アルミニウム合金温間成形試験（広島大学 濱崎先生）
- ・共同研究案議論

第2回研究会（平成30年11月2日）

- ・汎用FEMを用いた中高温応力解析の問題点の洗い出し
- ・温間摩擦試験

表1 令和2年現時点での研究部会メンバー

氏名	所属	備考
上森 武	岡山大学	部会長 幹事
吉村 英徳	香川大学	
濱崎 洋	広島大学	
片平 卓志	広島商船高等専門学校	
半田 岳士	日本軽金属株式会社	副部会長 幹事
土肥 正芳	三協立山株式会社	
八野 元信	株式会社UACJ	
吉田 秀明	株式会社神戸製鋼所	
赤崎 圭輔	株式会社神戸製鋼所	
竹下 晴久	三菱アルミニウム株式会社	



図1 高温鍛造試験機

第3回研究会（平成31年1月24日）

- ・部会英語名称考案，副部長，幹事，会計担当の決定
- ・研究グループ分け

第4回研究会（平成31年4月16日）

- ・香川大学装置の状況説明（香川大学 吉村先生）
- ・板・押し出し試験材料・試験設定

第5回研究会（令和元年7月23日）

- ・香川大学装置の状況説明（香川大学 吉村先生）
- ・板成形グループ：今後の進め方協議
- ・押し出しグループ：今後の進め方協議

第6回研究会（令和元年10月24日）

- ・香川大学装置の状況説明（香川大学 吉村先生）
- ・温間での圧縮試験の紹介（香川大学 吉村先生）
- ・圧縮試験に使える解析ソフトの紹介・解説（岡山大学 上森先生）

第7回研究会（令和2年3月13日）

コロナウイルス感染拡大防止のため，延期。

現状においては，各大学や研究機関が利用可能な装置を使い，有限要素解析や各種実験など様々な検討を開始始めている。本資料では，各大学などで検討されている実験および実験装置を中心に報告する。

3.2 圧縮試験

本実験は，香川大学を中心に検討が進められている。中・高温域における6000系アルミニウム合金の圧縮変形特性を把握する事を目的に実験の検討を行う。

本研究会の調査の1例として6000系のアルミニウム合金のバルク材の圧縮特性実験装置を示す。図1に示す高温鍛造装置を用いて，低ひずみ速度域の圧縮試験を行う。主に，本装置は，圧縮試験部と温度コントローラから成る装置であり，元々チタン合金の超塑性鍛造実験のための設備として利用していた。万能試験機テンシロンRTC-2430Aに真空チャンバーを備え，アルゴン雰囲気置換の陽圧下で高温圧縮ができる。チャンバー内は，20Paまでの真空度，カーボン電極ヒーターにより950°Cまで昇温でき，最大圧縮荷重は25tである。圧盤はセラミックプレートであり，高速圧縮はできないが，低ひずみ速度域で，各温度での変形抵抗を取得する。アルミニウム合金のバルク材は基本的に押し出し加工されるため，これに

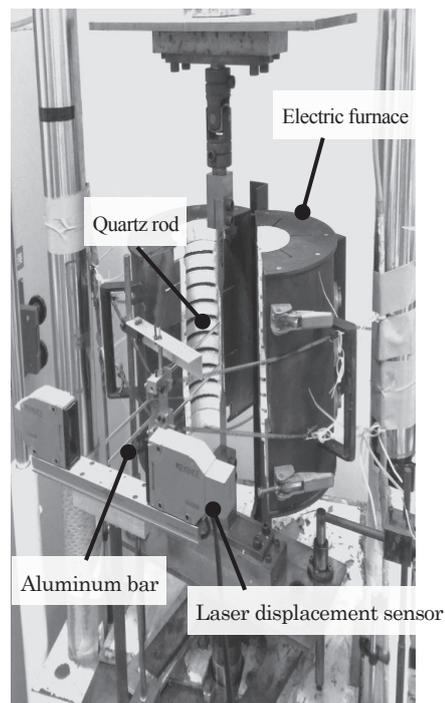


図2 高温引張試験機

対する中・高温での変形抵抗を取得し，FEM解析における計算精度向上を図る。

3.3 引張試験

本実験は，広島大学が所有する油圧式サーボパルサ（島津製作所，定格荷重100kN）を使用する。図2に試験機および試験装置の概略図を示す。試験片の加熱には電気炉を用いており，必要に応じてアルゴンガスを炉内に流入させることで試験片の酸化を抑制できる。また，所定のひずみを付与してからアルゴンガスで急速冷却することで試験終了時の組織を凍結させることも可能となっている。電気炉は上，中，下で3分割されており，3つの熱電対により試験片温度または雰囲気温度を3系統独立に制御可能である。

変位測定には接触式の伸び計を使用できるが，温間では並行部に押し付けた変位計先端のすべりの抑制が困難であるため掴み部に加工した切り欠きに押し当てて変位を計測する。そのため，JIS規格等で定められた標点間の変位を正確に測定するには適していない。一方，電気炉に設けた変位計取付用の小窓からデジタルカメラにて試験片表面を撮影し，試験後の画像処理により変位を算出することも可能である。この場合，温間ではランダムパターンを付与できないためデジタル画像相関法の適用は現状困難であるが，あらかじめ試験片の2か所にマイクロビッカースの圧痕をつけておき，圧痕間の距離を測定することでより正確な変位を計測可能である。

4. おわりに

研究会での議論により，今年度は基礎的な実験およびそこから得られる実験結果の検討を優先し，FEM解析などに使えるデータ検討を行うことになったが，今後の活動によって得られた成果が，研究部会参画メンバーはもちろん，幅広い技術者に有益な情報提供ができるよう努力していきます。これからもみなさまのご支援よろしくお願い致します。