

機械・構造システム工学専	学籍番号	003019
申請者氏名	石黒 農	

指導教員氏名	森 謙一郎
--------	-------

## 論 文 要 旨 (博士)

論文題目	アルミニウム合金の成形性と機械的特性の向上に関する研究
------	-----------------------------

第1章では、自動車における環境問題とCO<sub>2</sub>の排出量の規制を説明し、その対応策として、ボディパネルやホイールの鋼材からアルミニウム合金への代替による自動車の軽量化が行われており、アルミニウム合金材の開発動向について述べて、研究の背景を示す。

第2章では、自動車ボディパネルに使用されている熱処理型Al-Mg-Si合金板の短時間溶体化処理と結晶粗大化の抑制を目的として、通電加熱と水冷を組み合わせた通電熱処理方法を提案した。通電熱処理によって溶体化処理を短時間で行い結晶の粗大化を抑制した。実験では、溶体化された板材を総圧下率90%で冷間多段圧延し、その後640℃まで約2sで通電加熱して直後に水冷却した。本方法によって短時間で溶体化が可能で、得られた板材の結晶粒径は従来方法より粗大化が抑制された。

第3章では、熱処理型Al-Mg-Si合金板において成形体強度とプレス成形性を改善するために、通電熱処理と人工時効からなる方法を提案した。現行方法において、板材は溶体化処理後、約7日後にプレス成形と塗装焼付けが行われているが、溶体化後の自然時効により、塗装焼付け硬化量が低下し、成形体に強度のばらつきが発生する。プレス成形直前に第2章で用いた短時間溶体化処理を行って、その後プレス成形と人工時効を行い、自然時効を抑制した。プレス成形直前に通電熱処理を行うことによって、n値が増加して降伏応力と引張強さが約30%低減し、プレス成形性が向上した。プレス成形後の人工時効によって製品の強度は従来方法より最大30%向上し、成形体強度のばらつきも抑えられた。

第4章では、通電加熱を用いたアルミニウムと水素化チタンの混合圧粉体の金型内発泡成形が検討された。圧粉体を第3章で用いた通電加熱によって短時間加熱することによって、アルミニウム圧粉体を溶解し、アルミニウム溶湯中で水素化チタンを分解し水素ガスを発生させ、複雑形状金型内でアルミニウム発泡体を直接成形した。本方法により、相対密度が約0.6のカップ形状の発泡アルミニウム構造体が得られた。

第5章では、アルミニウム合金ホイールを対象として、アルミニウム合金鋳物の熱間しごきスピニング加工による組織改善と機械的特性の向上が検討された。成形温度を400℃以上にすることで、割れの発生しやすい鋳物材でも、しごきスピニング加工が可能であった。また、圧縮変形によって、鑄造欠陥が改善され、引張強さが約10%、破断伸びが約200%向上した。

第6章では、アルミニウム合金鋳物の熱間しごきスピニング加工における表面割れの予測と低減方法を提案した。3次元有限要素法シミュレーションによってローラー接触部の応力分布と相当ひずみを計算し、成形体角部近傍のクラック長さとの対応を調査した。相当ひずみを用いることによって、クラックの大きく発生する場所をある程度予測することができた。シミュレーションによって相当ひずみを低下させる加工条件を検討した。ローラー先端丸み半径を大きくすることによって、クラック長さを50%低減し、表面クラックを改善することができた。

第7章は、得られた知見について総括し、今後の研究の課題と展望を述べる。