

平成 16 年 1 月 16 日

機能材料工学専攻	学籍番号	973239
申請者氏名	増田 智一	

指導教官氏名	新家 光雄 戸田 裕之
--------	----------------

論文要旨 (博士)

論文題目	アルミニウム合金の衝撃変形特性評価
------	-------------------

(要旨 1,200 字程度)

高速衝撃試験は、材料の質量に起因する慣性力や材料中を伝播する応力波が試験中に発生するため、その結果の評価だけでなく試験方法自体も困難である。近年、輸送機器の衝突安全性の観点から、高速材料試験評価が再び注目されるに至っている。しかし、メカニズム解明等の検討すべき研究課題が残されているため、衝突安全性の向上を目指した構造設計と使用されるべき最適な材料特性の把握は、未だ統一的な指針が確立されていないのが現状である。

本論文では、まず、幅広いひずみ速度範囲で衝撃引張試験を評価する場合の、正確な衝撃特性を記録する方法について検討した。その結果に基づき、強化機構の異なる実用アルミニウム合金における力学特性のひずみ速度依存性と変形メカニズムについて検討した。

第 1 章では、輸送機器の衝突時における部材のひずみ速度が  $10^3 \text{ s}^{-1}$  程度であることを前提として、構造部材に用いられている高張力鋼板について試験条件を変化させて引張試験を行い、応力-ひずみ関係を記録した。衝撃荷重を記録するため、大面積部に貼付するひずみゲージの位置を標点間端部から 7 mm 以上離れた位置とした時、最も正確な衝撃応力-ひずみ曲線が記録できた。さらにひずみゲージを試験機のロードセル側の表裏に 2 枚貼付することで、試験機から受ける応力波の影響を最も抑制することができ、滑らかな波形を得ることが可能となった。

第 2 章では、2 種類の加工硬化型の Al-Mg 系合金について、 $10^4 \sim 10^4 \text{ s}^{-1}$  までのひずみ速度範囲にわたって引張特性のひずみ速度依存性を評価し、固溶 Mg の影響に関して考察した。その結果、Al-Mg 系合金は、低ひずみ速度下で負のひずみ速度依存性、高ひずみ速度下で正のひずみ速度依存性を示すことが確認された。静的負荷下で発現したセレーションは、ひずみ速度の増加に伴い消失していく傾向が見られたが、これは、固溶 Mg による転位の固着形態が変化したことを意味している。また、固溶 Mg 原子による転位の固着とは無関係に、フォノンや電子と転位の相互作用によって強度が増加するひずみ速度領域を明らかにした。

第 3 章では、時効硬化型の Al-Mg-Si 合金である 6061-T6 アルミニウム合金を用い、動的変形挙動が及ぼす応力三軸度の影響について調べるため、衝撃引張試験および FEM 解析を行った。試験片に円弧状切欠きを導入した場合、平滑試験片と比較して降伏応力が増加し、延性が低下した。また、円弧状切欠き試験片で発生した塑性拘束は、動的負荷条件下で緩和された。FEM 解析を行った結果、動的負荷条件下において、切欠き底付近で応力波の反射が発生した。この応力波の反射は、試験片に垂直な軸応力を減少させた。この時の応力三軸度の減少が動的負荷条件下における塑性拘束の緩和の原因であることが示された。

第 4 章では、第 3 章で用いた 6061 合金の時効状態を変化させ、 $10^4 \sim 10^4 \text{ s}^{-1}$  までのひずみ速度範囲で衝撃引張試験を行い、その力学特性のひずみ速度依存性を調査した。亜時効および最高時効状態において、 $10^3 \text{ s}^{-1}$  を越えるひずみ速度領域で応力-ひずみ曲線の立ち上がり部分に初期ピークが発生した。これは、応力波の伝播の影響と材料固有の特性が同時に現れた結果であるといえる。