

Title	アルミニウム合金の脆化現象に及ぼすひずみ速度の影響
Author(s)	山田, 浩之
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/54270">https://hdl.handle.net/11094/54270</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	山田 浩之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23879 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学位論文名	アルミニウム合金の脆化現象に及ぼすひずみ速度の影響
論文審査委員	(主査) 教授 小林 秀敏 (副査) 教授 平尾 雅彦 教授 尾方 成信 准教授 堀川敬太郎

### 論文内容の要旨

アルミニウム合金の極微量元素が原因によって生じる脆化現象としては、高温脆化、水素脆化などがあげられ、多くの研究が行われている。しかし、実際にアルミニウム合金が使用される高ひずみ速度環境においての評価は少ない。本研究では、極微量元素に起因して脆化現象（高温脆化、水素脆化）を生じるアルミニウム合金の機械的特性、特に延性に及ぼすひずみ速度（スプリット・ホプキンソン棒法による衝撃変形（高ひずみ速度：約 $10^2\text{s}^{-1}$ ））の影響と脆化メカニズムを明らかにすることを目的とする。

Al-5%Mg合金の300°C付近での高温脆化は、脆化の原因がナトリウム（Na）であることが報告されている。そこで、Na量の異なる2種類のAl-5%Mg合金（0.1ppm, 2ppm）を用いて準静的、衝撃引張試験および高温変形時の粒界近傍の組織観察を行い、準静的、衝撃変形時のAl-5%Mg合金の高温脆化に及ぼす極微量Naの影響を調査した。準静的試験と衝撃試験ではともに粒界割れを伴う高温脆化を示すが、そのメカニズムは異なり、準静的試験では粒界すべりに起因する脆化に対し、衝撃試験では粒界に対する粗大すべり帯の応力集中が作用することで脆化が生じた。

水素燃料自動車の高圧水素タンクライナー材は、衝突安全性を考慮し、水素環境での衝撃特性の調査が必要である。そこで、高湿度環境下で低ひずみ速度引張試験（ $10^{-6}\text{s}^{-1}$ ）による予備変形を行うことで環境水素の影響を与えた6061および7075合金を用いて、環境水素の影響を受けたアルミニウム合金の引張特性に及ぼすひずみ速度の影響について調査した。水素脆化感受性の低い6061合金は、衝撃試験時に延性の大きな変化は見られなかった。一方、7075合金は、衝撃試験時にひずみ速度増加に伴う破壊じん性値の低下に起因すると考えられる粒界き裂進展による延性低下が生じた。また、これらの合金の水素脆化メカニズムを考察するため、準静的試験における水素放出挙動を動的に調査し、アルミニウム合金の水素脆化現象は変形中の合金内部における水素の拡散のし易さが影響する可能性を示した。

### 論文審査の結果の要旨

これまでアルミニウム合金の極微量元素に起因した脆化現象は、極微量元素の検出や測定が困難なため、その脆化メカニズムは解明されておらず、また実際にアルミニウム合金が作製、使用される環境で重要となる高ひずみ速度（衝撃）変形を考慮した研究は行われていない。そこで本論文では、アルミニウム合金の極微量元素に起因した脆化現象として高温脆化および水素脆化に及ぼすひずみ速度の影響とこれらのメカニズムの解明に関する研究を行っている。

本論文は、全編6章からなり、第2章では、ナトリウムを2ppm含むAl-5%Mg合金の脆化現象について実験的検討を行い、この合金はひずみ速度に関わらず極微量ナトリウムによって粒界割れを伴う高温脆化を生じることを示している。さらに、第3章では、2ppmと0.1ppmの異なるナトリウム量のAl-5%Mg合金を用いて、高温変形時の粒界近傍の

微視的組織観察を行い、高温脆化メカニズムについて考察している。準静的および衝撃変形では脆化メカニズムが異なり、準静的変形では粒界の波状化と粒界すべりが原因であるのに対し、衝撃変形では粒界に対する粗大すべり帯の応力集中が原因であることを明らかにしている。

水素脆化現象に関しては、第4章で、低ひずみ速度引張試験（SSRT）によって環境水素の影響を与えた6061および7075アルミニウム合金の衝撃引張特性について調べ、水素脆化感受性の高い7075合金は、SSRTによって生成されたき裂が高ひずみ速度の影響を受けて進展することで顕著な延性低下を示すことを明らかにしている。さらに、第5章では、6061および7075合金を用いて引張変形時の水素放出挙動を動的に計測し、その結果、アルミニウム合金の水素脆化は、合金組成に起因した変形中の水素拡散に大きく影響される可能性を示している。

以上より本論文は、アルミニウム合金の脆化現象に及ぼすひずみ速度の影響の重要性を見出し、また、アルミニウム合金意外の様々な材料についても、それらの実用環境を考慮した脆化現象の解明に有益な示唆を与える研究成果と考えられる。よって、本論文を、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。