

研究部会紹介

アルミニウム中の水素と材料物性研究部会

The sectional meeting on hydrogen in aluminum and the material properties

堀川 敬太郎

Keitaro HORIKAWA

1. 研究部会設立の背景

アルミニウム中の水素に焦点を当てた研究部会は、平成23年に設置された「アルミニウム中の水素研究部会」(兒島洋一部会長) から始まり、平成27年に設置された「水素と力学特性研究部会」(戸田裕之部会長) に引き継がれ、令和元年に設置された本研究部会「アルミニウム中の水素と材料物性」として、今に至っている。本研究部会を始めるに当たっては、これまでの水素関連の研究部会で深く討議されてこなかった内容や、やや消化不良となっている内容を抽出し、実施すべき研究内容が議論され、目的として次の内容が定められた。

(目的) アルミニウムおよびアルミニウム合金の特性向上に焦点を絞り、アルミニウムに過飽和に固溶する原子状水素とそれが分子状水素として析出したポアやプリスターなどミクロ欠陥の生成、成長および消滅、およびそれらがアルミニウムの材料物性に及ぼす影響を実験やシミュレーションにより評価・解明する。これをもとに、水素や水素に関連する欠陥を除去、ないしは制御することによる特性改善法の可能性を議論する。水素とアルミニウムの関係の基礎的な事項や最新の研究成果の情報交換、情報収集を通じてそれらの研究活動をサポートする。

研究部会スタート後も部会内部で議論を重ねることにより、テーマを選定するに至っている。本研究部会で取り組む具体的なテーマとして、次の4つの項目が挙げられている。

- ① 展伸材の水素ポアやプリスターなどの欠陥の生成、成長、消滅挙動の解明。
- ② 水素存在状態と水素吸脱挙動の解明 (実験, 計算)。
- ③ 実用アルミニウム合金 (2000, 5000, 6000, 7000系など) の水素脆化機構の解明。
- ④ 水素脆化感受性を低減できる組織制御法の提案。

本研究部会では、アルミニウム中の水素研究に関連する幅広い分野の研究者が多く参加できるように、研究テーマについても実験や計算などの分野の参画が可能になるよう自由度を持たせて行われている。また実用合金に近い展伸材を想定した水素量を調整した共通試料を作製することが計画されている。以下、部会の構成と活動内容について紹介を行う。

2. 部会構成

令和3年3月現在の委員構成を表1に示す。委員は、学側から15名、産側から10名、国研から2名、合計27名により構成

表1 アルミニウム中の水素と材料物性研究部会の構成委員 (令和3年3月現在, 順不同)

氏名	所属	備考
堀川敬太郎	大阪大学	部会長
中井 学	(株)神戸製鋼所	副部会長
真中 俊明	新居浜高専	幹事
伊藤 吾朗	茨城大学	
倉本 繁	茨城大学	
永野 隆俊	茨城大学	
小林 純也	茨城大学	
戸田 裕之	九州大学	
山田 浩之	防衛大学校	
北條 智彦	東北大学	
日野 実	広島工業大学	
山口 正剛	日本原子力研究開発機構	
海老原健一	日本原子力研究開発機構	
堀川 紀孝	旭川高専	
清水 一行	岩手大学	
藤原 比呂	九州大学	
八重 真治	兵庫県立大学	
福室 直樹	兵庫県立大学	
高谷 舞	(株)UACJ	
中西 茂紀	三菱アルミニウム(株)	
大橋 嘉公	昭和電工(株)	
藤田 剛志	日本軽金属(株)	
久野 正明	住友精密工業(株)	
水川 茂	住友精密工業(株)	
今西 輝光	住友精密工業(株)	
中務 真一	住友精密工業(株)	
城山 辰己	住友精密工業(株)	

される。本研究部会は令和元年7月よりスタートし、年3回頻度で会議を開催している。会議の前半は外部講師および内部講師による講演や話題提供をもとに水素関連研究の討議を行い、会議の後半は部会で実施する共通試料を用いた研究の進め方の議論を行っている。会議終了前には、次回の講師選定やその他の打合せを行っている。初年度の会議終了後は、懇親会での情報交換も行われていた。令和2年度以降は新型コロナ感染症の拡大を受けて、研究部会の開催がオンラインに切り替わり、zoomや学会主催のwebexを使用したもので行わ

れている。オンラインによる研究部会では、部会終了後に、情報交換を兼ねた自由参加でのオンライン懇親会も実施されている。

3. 活動内容

第一回研究会 (2019年7月4日) 東京

- ① 基調講演「アルミニウム中の水素挙動とその解析手法」(茨城大学 伊藤 吾朗 先生)
- ② 講演 (内部講師)「アルミニウム合金への表面処理と機械特性」(広島工業大学 日野 実 先生)

第二回研究会 (2019年11月6日) 東京

- ③ 基調講演 (外部講師)「イオンビーム分析法を用いた材料中の水素を含む多元素同時イメージング」(筑波大学 笹 公和 先生)
- ④ 講演 (内部講師)「アルミニウム中の水素ガス分析方法の紹介」(日本軽金属 藤田 剛志 委員)
- ⑤ 講演 (内部講師)「均質化時にAl-Mg合金に発生するプリスターと合金中の水素挙動」(茨城大学 伊藤 吾朗 先生)

第三回研究会 (2020年6月4日) オンライン

- ⑥ 基調講演 (外部講師)「高強度鋼の水素脆化とその評価方法」(東北大学 秋山 英二 先生)
- ⑦ 講演 (内部講師)「Al-Zn-Mg合金の水素分配と水素脆化: JST「ヘテロ構造制御」のハイライト」(岩手大学 清水 一行 先生)

第四回研究会 (2020年9月30日) オンライン

- ⑧ 基調講演 (外部講師)「アルミニウム合金の応力腐食割れと疲労き裂進展」(青山学院大学 小川 武史 先生)
- ⑨ 話題提供 (内部講師)「高純度アルミニウム板に形成されるプリスターの特徴」(大阪大学 堀川 敬太郎 部会長)

第五回研究会 (2021年1月29日) オンライン

- ⑩ 基調講演 (外部講師)「原子モデルに基づく水素脆化の素過程の検討」(京都先端科学大学 松本 龍介 先生)

4. これまでの成果

これまでの成果のひとつとして、2020年11月7日と8日に行われた軽金属学会第139回秋期大会におけるテーマセッションの開催が挙げられる。JSTヘテロ構造制御プロジェクトとの共催で「アルミニウム合金の水素脆化と水素脆化防止に関する研究の新展開」がテーマセッションとして企画された。そこでは2日間にわたって基調講演4件一般講演18件の発表が行われ、成功裏に終わっている。テーマセッションの基調講演の題目と発表者(敬称略)は次の通りである。

1. ヘテロ構造制御によるアルミニウム合金の力学特性向上の試み, 戸田 裕之 (九州大)
2. 高強度アルミニウム合金の水素誘起自発的破壊現象の解明: 実験と計算科学からのアプローチ, 都留 智仁 (JAEA)
3. アルミニウム基材料における水素分布, 伊藤 吾朗 (茨城大)
4. 環境水素脆性を動的にモニタリングできる計測手法の開発, 堀川 敬太郎 (大阪大)

5. 今後の活動予定

研究部会発足から2年が経過し、令和2年初頭には想定していないコロナ禍の発生などによる紆余曲折はあったものの、産側委員の連携したご協力のもとに製造された共通試料が完成し、提供を希望する学側の委員への配布が完了したところにある。共通試料の成分と評価の用途を表2に示す。いずれの試料でも溶解鑄造の際の脱ガスの調整によって水素量を変化させて作られた板状のサンプル(板厚1mmあるいは5mm)となっている。すでに研究活動は軌道に乗りはじめ、委員によっては少しずつ各テーマにおいて成果が出始めている。令和3年度の研究部会では、それらの共通試料を用いた実験を通してデータが共有されるとともに、その内容に対する討議が集中的に行われることになるとと思われる。同サンプルを用いた昇温脱離水素分析などを実施するなどのラウンドロビンテストも計画されている。水素量を調整された時効型アルミニウム合金(2000系, 5000系, 6000系, 7000系)の水素脆化機構に対する評価や、表面改質などを含めた水素脆化感受性の抑制効果なども計画されている。令和3年度は本研究部会活動の折り返し地点になっており、最終年度を見据えて、これから成果を出していくことが期待される。

表2 共通試料の成分および評価

評価	水素脆化機構	Al-4Cu-1.5Mg-0.5Mn-0.1Cr-0.3Zn (高水素材, 低水素材)
		Al-1Mg-0.8Si-0.4Cu-0.2Cr (高水素材, 低水素材)
		Al-5.5Zn-2.5Mg-1.5Cu-0.2Cr (高水素材, 低水素材)
	水素存在状態	純Al (2N, 4N) (高水素材, 低水素材)
		Al-Mg (5052, 5083) (高水素材, 低水素材)

6. おわりに

本研究部会の長期的な目標としては、アルミニウム中の水素にまつわる研究活動を発展的に継続していくことが重要と考えられる。そのためには、部会の成果を幅広くアピールし、学生を含む若手研究者にも興味を持ってもらうことが必要である。今後も可能であればシンポジウムの開催等、部会委員の負担にならない範囲で、積極的な情報発信を行っていきたいと考えている。(委員登録は随時受け付けておりますので、本研究部会の研内容に興味を持たれた方は、是非ご連絡ください。)