

第39回 軽金属溶接論文賞・軽金属溶接技術賞表彰

一般社団法人 軽金属溶接協会
会長 山内重徳

軽金属溶接論文賞・軽金属溶接技術賞制定の経緯

旧 軽金属溶接構造協会賞は、本会が1969年から満20年を迎えた1982年8月に開催された第44回理事会において、20周年記念事業の一環として制定された賞で、協会誌「軽金属溶接」のその年の1月号から12月号に掲載された論文、解説、技術報告等中から、軽金属の溶接及び構造に関する学術又は工業の進歩発展に寄与するものに対して、年間を通じて優れた発表に対してこの賞が贈られるものです。

また、1991年2月22日開催の理事会において、本賞を「論文賞」と「技術賞」の2種類に分け、論文賞は学術的に特に優れたものを、技術賞は技術の進歩に寄与すると思考されるものを対象とするということに規程が改正され、第10回から適用しています。

さらに、2004年2月27日開催の理事会において、「軽金属溶接構造協会表彰規程」が制定されたのに伴い、旧「軽金属溶接構造協会賞」の内容を変更せずに、「軽金属溶接論文賞」及び「軽金属溶接技術賞」に名称変更されました。

今回、通算第39回の賞が贈られるに当たり、今後とも回を重ねるごとにますます優秀な論文や報告などが発表されますことを期待するものです。

以下に、今回の表彰の内容を示します（論文賞1件、技術賞2件）。

軽金属溶接論文賞

題名：摩擦攪拌による A6061/S45C 突合せ接合における接合界面形成機構

著者名：安井利明、今井新、福本昌宏

掲載号：軽金属溶接、58巻（2020）、10号、p382-391



安井 利明 君
豊橋技術科学大学



今井 新 君
医療法人 牧和会



福本 昌宏 君
豊橋技術科学大学

選考理由

1. 背景と着眼点

地球温暖化対策として、CO₂排出量の低減が各国に強く求められている。我が国では、国内のCO₂排出量を顧みれば自動車に関連する排出量削減が大きな課題となっている。その解決に向けた重要な取り組みの一つが車両軽量化によるエネルギー消費の低減であり、軽金属や樹脂などの軽量素材を適材適所で使用するマルチマテリアル構造が注目されている。その実現には、様々な種類の材料を接合する異材接合技術が欠かせない。

著者らは、材料強度とコストの面から鉄とアルミニウムを組み合わせた構造が必要と考え、摩擦攪拌接合（FSW）によるアルミニウム合金 A6061と機械構造用炭素鋼 S45C の異種金属間接合継手形成を取り上げている。特に、ものづくり現場の継手設計の自由度を拡げる狙いから、突合せ継手に着目している。FSW によるアルミニウム合金と炭素鋼の突合せ接合における接合界面機構を明らかにすることを目的に、ストレートプローブとねじプローブを用いて、鉄とプローブの接触状態が接合界面に与える影響について調査している。

2. 成果の要約

本論文の成果を下記に要約する。

FSW による A6061/S45C 接合の突合せ継手において、ストレートプローブとねじプローブを用いた場合の接合界面挙動の違いを明らかにしている。

ねじプローブの方が接合体底部への材料流動が誘起されるため、底部近傍位置での接合界面の最高到達温度はねじプローブで高く、SZ も広がった。

ストレートプローブとねじプローブの両方で接合界面に $1\mu\text{m}$ 以上の厚い反応層は確認されず、また、接合界面のアルミニウムの軟化も同程度であることから、これらの因子が両プローブによる接合強度の違いに及ぼす影響は小さい。

ねじプローブでは、ねじ山頂部が S45C と接触することで接合方向と平行な線状痕を形成し、その内部にアルミニウムの付着が多く確認されたことから、線状痕の形成が接合強度の向上に寄与していることを実験解析的に提示した。

3. 評価

摩擦攪拌接合 (FSW) によるアルミニウム合金と鉄鋼材料の異材接合界面において、接合特性に与えるプローブのスクリー溝の影響を実験的に解析することにより、その支配的メカニズムを明らかにした秀逸な研究論文である。本論文には、FSW による異種金属間接合部の界面挙動に関わる貴重な実験データが多く含まれている。また、それらの豊富な実験データに基づく解析によって導き出された接合界面挙動ならびにメカニズムは工学的に重要な価値があり、軽金属の接合および接合構造体に関する学術ならびに工業の発展に寄与するものと認められる。加えて、軽金属の利用拡大をリードする学術論文であると認められる。

よって、本件は当協会の本年度の軽金属溶接論文賞に値すると評価し、ここに表彰する。

受賞者略歴

安井利明君

1965年生

1994年 大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻博士後期課程修了 (工学博士)

1994年 大阪大学基礎工学部機械工学科 助手

2002年 豊橋技術科学大学 工作センター 助教授

2005年 豊橋技術科学大学 生産システム工学系 助教授

2006年 豊橋技術科学大学 未来ビークルリサーチセンター 助教授

2007年 豊橋技術科学大学 未来ビークルリサーチセンター 准教授

2009年 豊橋技術科学大学 機械工学系 准教授 (現職)

2016年 豊橋技術科学大学 学長補佐 (広報担当)/広報戦略本部副本部長 (兼務 2年)

2018年 内閣府 上席科学技術政策フェロー (兼務 1年)

現在に至る

今井新君

1989年生

2014年 豊橋技術科学大学大学院 機械工学専攻博士前期課程修了

2020年 医療法人 牧和会

現在に至る

福本昌宏君

1954年生

1983年 慶應義塾大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程単位取得 退学

1984年 学位取得 慶應義塾大学 (工学博士)

1984年 豊橋技術科学大学助手 工学部

1989年 文部省在外研究員 シェルブルック大学 (11ヶ月)

1993年 豊橋技術科学大学助教授 工学部

2002年 豊橋技術科学大学教授 工学部

2020年 定年退職 豊橋技術科学大学名誉教授 特任教授

現在に至る

軽金属溶接技術賞

題名 高周波誘導加熱と超音波振動を併用したアルミニウムの大気中固相接合技術(1)~(7)

著者名：園家啓嗣

掲載号：軽金属溶接, 58巻 (2020), 1号 p2-9, 4号 p131-138, 5号 p177-182, 6号 p224-227,
8号 p300-308, 11号 p427-432, 12号 p479-483



園家 啓嗣 君
(ソノヤラボ横)

表彰理由

1. 背景と着眼点

近年、自動車を始めとする輸送機器、機械部品などにおいて、軽量化のためにアルミニウム（以下、Al）合金の使用、またはAl合金と鋼とを適材適所に組み合わせたマルチマテリアル構造体の開発などが進んできているが、そこにおいては接合技術が重要となる。接合技術は、熔融溶接、ろう付から摩擦攪拌接合、固相拡散接合などへとニーズが多様化してきているが、とくに固相接合は、熔融溶接におけるアーク・ヒューム発生などの問題が生じないことから、適用の拡大が期待され、様々な技術課題の克服による進化が求められている。

著者は、固相接合時の課題を解決できる可能性のある技術として超音波接合法に着目した。しかし、現状の超音波接合法では超音波振動印加のための圧電素子の出力に限界があるため、適用が限定されている。そこで、材料に外部から熱を加えて軟化させ、加圧しながら超音波接合を行うハイブリッド接合法を考案し、種々の材料の組合せについて接合条件の検討を行うとともに、接合メカニズムを明らかにした。

2. 成果の要約

本報告の成果を下記に要約する。

- (1) ハイブリッド接合法に適した固相接合装置を開発した。この装置は、大気中で高周波誘導加熱装置によって試験片の接合部を急速加熱し、超音波振動を印加しながら加圧負荷して接合するものである。
- (2) ハイブリッド固相装置で丸棒試験片を用いて、AlまたはAl合金同士、Alと鉄鋼との異材接合、これらにZn, Cu箔をインサートした場合などの接合を行い、適切な条件下で接合可能であることを確認した。
- (3) 接合のメカニズムは、①接合界面での塑性流動によるAl酸化皮膜の分断、②酸化皮膜の破壊の進展と組織内部への移動、③接合界面での新生成面の面積拡大による金属接合の完了、であることを明らかにした。また、箔をインサートした場合には接合強度が上昇するが、これは共晶組織の形成が寄与すると考えられた。
- (4) さらに、板材について、6061・5052 Al合金/鉄鋼、ADC12 Al鋳物合金/ステンレス鋼 (SUS)、Al/セラミックスなどの異材接合の実験例を紹介し、適切な接合条件下ではAl合金同士のスポット溶接部に近い引張せん断強度が得られることを示した。

3. 評価

超音波接合は、ハーネス（Al電線と銅端子の接合）、電解コンデンサのリード線などに用いられてきているが、超音波発生素子の出力限界などの問題から比較的小さな製品への適用に限られている。そこで著者は、超音波印加時に材料を加熱して加圧を行うハイブリッド接合法を考案し、専用の固相接合装置を開発した。同装置を用いて、AlまたはAl合金同士の接合、Al/鉄鋼などの異材接合を精力的に検討し、接合メカニズムを明らかにするとともに、適切な接合条件ではAl合金の抵抗スポット溶接に近い引張せん断強度が得られることを示した。これは、ハイブリッド接合が板材および大物部材にも適用できる可能性を示すものであり、更に技術を進展させることによって輸送機器・機械部品などの製造における固相接合の有力技術となり、選択肢が広がることが期待される。

よって、本件は当協会の本年度の軽金属溶接技術賞に値すると評価し、ここに表彰する。

受賞者略歴

園 家 啓 嗣 君

1951年生

1977年 大阪大学大学院工学研究科溶接工学専攻修士課程修了

1977年 石川島播磨重工業㈱（現 IHI）入社

1996年 工学博士（大阪大学）

2006年 産業技術総合研究所客員研究員兼任

2007年 芝浦工業大学特任教授

2009年 山梨大学教授

2017年 ソノヤラボ㈱/代表

現在に至る

軽金属溶接技術賞

題 名：アルミニウム合金板の溶接変形低減法に関する検討

著者名：津乗充良，毛利雅志，佐宗 駿，楠本裕己

掲載号：軽金属溶接，58巻（2020），10号，p401-407



津乗 充良 君
(㈱IHI)



毛利 雅志 君
(㈱IHI)



佐宗 駿 君
(㈱IHI)

表彰理由

1. 背景と着眼点

環境負荷の低い火力燃料として、LNGは今後の活用が期待されている。関連する、LNG燃料船、備蓄設備や気化器などの大型構造物には、軽量で比強度に優れ、高い熱伝導性のあるアルミニウム合金の採用が拡大すると予測されている。しかしながら、アルミニウムは鉄と比較して熱膨張率が大きいため、溶接の加熱、冷却のバラツキにより変形しやすく、溶接構造の寸法精度を向上するのは容易ではない。

著者らは、溶接構造物の施工寸法精度の向上のために、アルミニウムのミグ隅肉溶接における溶接変形の予測技術に着目した。そして、本研究開発において、材料構成則、有限要素法による変形予測モデルを提案し、その有効性を明らかにした。また、実用技術への適用を目指し、溶接変形の低減手法として、後方裏面へのティグ加熱法を提案し、その有効性を実証した。

2. 成果の要約

本報告の成果を下記に要約する。

- (1) ミグ溶接、ティグ加熱を対象に、移動熱源を用いた有限要素法による非定常熱伝導解析モデルを構築し、試験によりその有効性を実証した。
- (2) 材料構成則として、複合硬化則を用いた A5083-O 材の弾性構成則を構築して、試験によりその有効性を実証した。
- (3) ティグによる後方裏面加熱の最適条件を解析し、試験により、変形を62%軽減できることを実証した。

3. 評価

アルミニウム合金板の溶接変形について、予測および低減手法を開発しその有効性を実証した素晴らしい研究である。また、実用化技術の確立を目指し、予測計算の応用により、変形低減のためのティグ裏面加熱の入熱量と変形量の関係、加熱位置と変形量の関係を示した。そして、実験により開発技術の実用性を実証した。本研究開発の成果は、様々なアルミニウ

ム構造の施工において、施工精度向上の手段として高く評価されたと考える。加えて、今後のカーボンニュートラルの社会へ向けてのアルミニウム構造の適用を促進する技術としても期待する。

よって本件は、実用技術の開発成果として大きく評価されたため、規程により本年度の技術賞に値すると評価し、ここに表彰する。

受賞者略歴

津 乗 充 良 君

1974年生

2001年 九州大学大学院工学研究科物質プロセス工学専攻博士課程修了

2001年 工学博士（九州大学）

2001年 石川島播磨重工業株式会社入社

技術開発本部 基盤技術研究所 構造研究部配属

2007年 IHI Europe Ltd. 出向（1.5年間）

2007年 英国 Imperial College London客員研究員（1.5年間）

（現在、株式会社 IHI 数理工学グループ所属）

現在に至る

毛 利 雅 志 君

1967年生

1992年 東京理科大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士課程修了

1992年 石川島播磨重工業株式会社入社 技術研究所 構造強度研究部配属

2009年 工学博士（横浜国立大学）

現在に至る。

佐 宗 駿 君

1985年生

2010年 東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻終了

2010年 株式会社 IHI 入社 技術開発本部 溶接技術部配属

（現在、同航空・宇宙・防衛領域 相馬第2工場生産技術部所属）

現在に至る

楠 本 裕 己 君

1960年生

1986年 九州大学大学院工学研究科造船学専攻修士課程修了

1986年 石川島播磨重工業株式会社入社 船舶海洋事業本郡配属

2013年 ジャパンマリンユナイテッド株式会社 海洋エンジニアリング事業本部

2020年 日本シップヤード株式会社 設計本部 基本設計部

現在に至る。