

3

工学研究科 機械工学専攻 材料機能設計研究室

准教授 川上 博士、 助教 尾崎 仁志

1. 研究室を紹介します！
2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？
3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める—
機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？
4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって共同開発を行っています！

1. 研究室を紹介します！

材料機能設計研究室はこんなことやってます

当研究室の目標は、新加工法の考案と加工メカニズムの解明です。溶接・接合・切断の新加工法・熱処理法の開発をしています。アルミニウム・銅などの異種金属の接合や、レーザーによる溶接・切断など、新しい熱加工法、熱処理法の開発を行っています。また、強度試験機・顕微鏡・X線解析装置などを使った材料特性の評価や加工メカニズムの解明も行っております。

コーディネーターから一言

製造現場で直面する課題に取り組む、実学に近い分野の研究室です。特にアーク溶接法では、JIS・WES 評価委員も担当されています。現場では職人技に頼りがちな「溶接・接合・切断」について、基礎データのとり方から、それをういた科学的解析まで技術指導を行います。

2. 技術相談をしたいのですが、何をしている研究室ですか？

1) キーワード：これらの領域において研究に力を入れています

溶接 接合 顕微鏡組織変化 熱処理 金属材料
レーザ加工 異種金属接合 レーザ切断

2) 研究室でやっている事（開発課題）を紹介します。

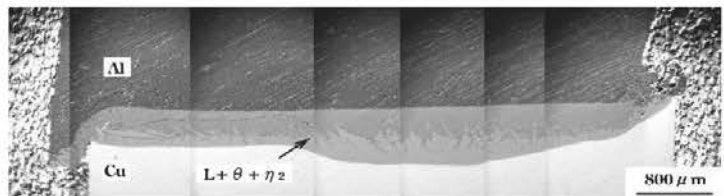
——企業様との共同研究や企業様への技術相談・指導によって、
新しい製品、サービスを創ります——

A) 破壊、熱加工、顕微鏡組織変化（相変態および析出をともなう）の評価

(1) 大気中異種金属接合の開発

異種金属継手を作製する場合、融点が違うため、両方の金属を溶かす溶接は使えません。接合の際に障壁となる表面酸化膜を効率的に破壊することで、大気中、融点以下の条件で異種金属を接合する方法の開発をしています。

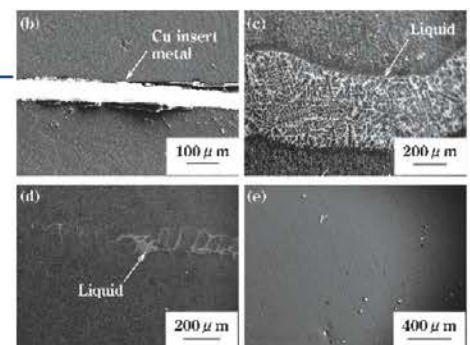
(右図はアルミニウムと銅の異種金属接合部の走査型電子顕微鏡写真です)



(2) 等温溶融凝固接合の開発

一般的な溶接では温度変化（加熱・冷却）を与えることで、溶接部を得るため材料の変形が起こります。溶接ワイヤの代わりに異材インサートメタル箔を用いることで、等温加熱による溶融・凝固を生じさせ、変形を低減することのできる接合法の開発をしています。

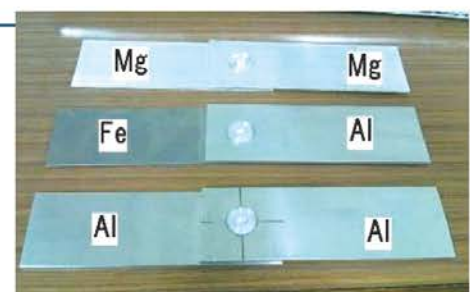
(右図は銅インサートメタルを用いてアルミニウムを一定温度で溶融・凝固する過程の走査型電子顕微鏡写真です)



(3) 回転ツール点接合法の開発

溶接が難しい金属材料や、異種材料の接合を可能にするため、摩擦攪拌接合で使用するような接合ツールを浅めに挿入することで、重ね面の局所回転運動をおこし、固相接合を行う回転ツール点接合法の開発をしています。

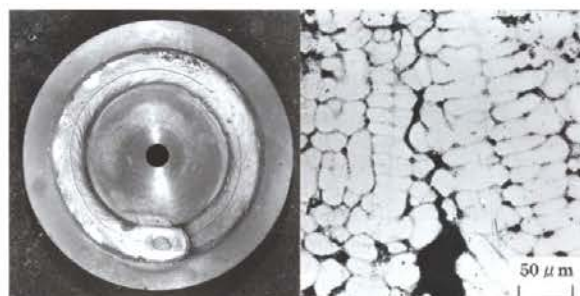
(右図は、上からマグネシウム同材、鋼/アルミニウム異材、アルミニウム同材継手の外観写真です)



(4) 溶接割れ・加熱脆化の評価

溶接部にかかわらず、様々な理由により生じる加熱による脆化現象について、機械試験（引張試験、衝撃試験など）による強度評価、材料試験（顕微鏡観察、X線回折など）による材質評価を行うことで、安全な使用条件範囲の提案を行います。

（右図は自己拘束型高温割れ試験片と割れ周辺部の光学顕微鏡写真です）



(5) 各種アーク溶接に関する技術開発

従来にはないアーク溶接による継手作製法を開発しています。また、加速度センサーを用いた溶接トーチ運動軌跡のデジタル収録手法の開発に取り組んでいます。

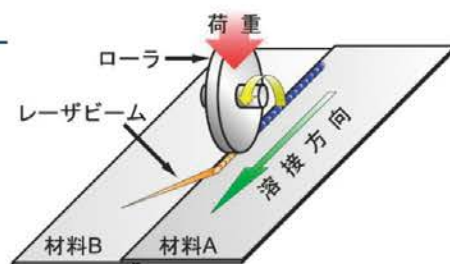
（右図は加速度センサー移動テーブルの外観写真です）



B) レーザ等を利用した各種材料加工

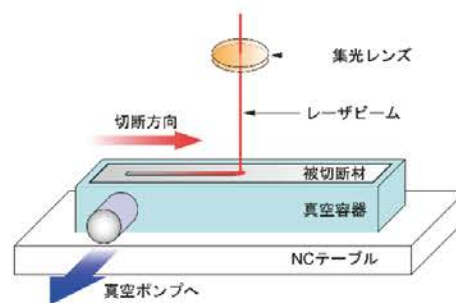
(1) レーザによる鋼とアルミニウム等の異種金属接合に関する技術開発

通常、溶接が困難である異種金属（鋼+アルミ合金等）の接合を、レーザーロール溶接法（右図はレーザービーム照射とローラ荷重で異種金属の重ね継手を作製する方法です。レーザーによる入熱を、加圧ローラにより材料Aから材料Bに伝熱させる）により実現しました。融点の違う異種金属のレーザーによる接合方法について、技術開発をしています。



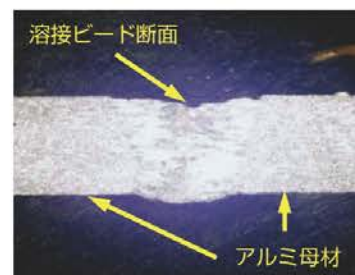
(2) アシストガスフリーレーザー切断の開発

レーザー切断の自由度を高めるため、アシストガス（レーザー照射と同時に被加工物へ噴射する特定の気体、加工効率、精度、速度などの向上を目的とするが、条件設定が難しい）を用いず、ガスの代わりに真空ポンプを利用して熔融金属を除去するアシストガスフリーレーザー切断を開発しました。その特性について調査・検討しています。



(3) アルミニウムレーザ溶接継手の成形性に関する技術開発

テーラード・ブランク技術（板厚や材質の異なる複数の鋼板をプレス成形前に溶接し、1枚のブランクとする）に必要なアルミニウムのレーザ突合せ継手の成形性を調査し、溶接ビード（溶接時に発生する溶接痕の盛り上がり）の幅を狭くするなど、成形性向上のための技術開発を行っています。



(4) 細線材と板材とのレーザ微細溶接の技術開発

通常、レーザ溶接が困難な、熱容量差が大きい部材（細線材と板材）のレーザ微細溶接について、技術開発をしています。

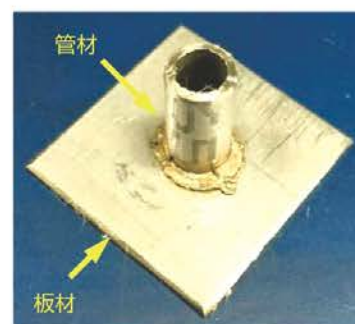
線材と板材との接合法は、はんだ付が主流でしたが、鉛フリー化で、融点の高さや、信頼性の低さが課題となっています。これらの接合にレーザ微細溶接を適用するための技術開発をしています。



(5) 管材と板材との抵抗溶接に関する技術開発

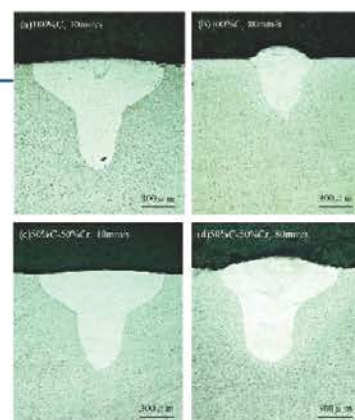
通常、抵抗溶接（部材を水冷銅電極で加圧して挟み、大電流を通電させ、発熱を利用して加熱・溶融させる溶接法）が困難である、互いに形状の異なる部材（管材と板材）の抵抗溶接に関する技術開発をしています。

抵抗溶接法はアーク溶接法とならび広く利用されており、特に最近では自動車、鉄道車両、航空機、家電、パイプなど、薄板を主体とする工業分野で組み立て技術の主軸となっています。



(6) レーザ表面改質・表面除去加工

レーザの特徴に局所加熱ができるという利点があります。これを利用して表面改質・除去加工を行います。表面改質では合金元素塗布層を調整することで、表面改質部の合金化を行うことができます。除去加工では、表面加工、切断を対象に技術開発をしています。（右図は炭素のみ、炭素+クロムをレーザ溶融部にレーザ照射速度を変えて添加したときの光学顕微鏡写真です）



3. 一企業様と共に利用できる、企業様と共に進める— 機器計測・評価実施可能試験はどのようなものですか？

溶接機・加工装置



各種アーク溶接機、マシニングセンタ、高周波誘導加熱装置を所有しており、接合や切断の実験に使用できます。

電気抵抗炉



大気加熱炉、真空炉を所有しており、条件を変えての溶接実験をすることができます。

シャルピー衝撃試験機



吸収エネルギー（破壊するために要したエネルギー）と試験片の靱性を測定します。接合部の力学特性を評価します。容量 98J

デジタルマイクロスコープ



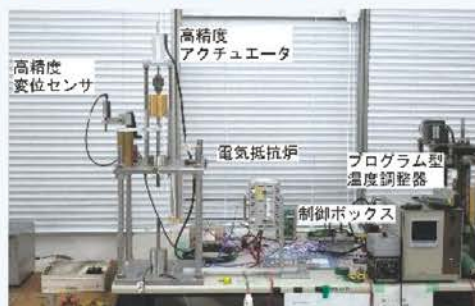
光学顕微鏡と同等の観察倍率でデジタル画像を撮影できます。寸法測定、2D および 3D 形状測定が可能です。

硬さ試験機



ビッカース、マイクロビッカース硬度を測定できます。接合部の力学特性等を評価します。

制御型大気中接合装置



プログラムによる加熱中の変位制御、(分解能: 数 μm) 荷重制御 (分解能: 数 N) を行います。(自作装置)

炭酸ガスレーザー発振器



レーザー接合、切断に使用します。2kW発振器（ステージあり）と1kW切断機を所有しています。

光学顕微鏡



顕微鏡組織観察を行い、材質評価を行います。学内設備の走査型電子顕微鏡と併用する場合があります。

YAG レーザ発振器



レーザー接合、切断に使用します。50WパルスYAGレーザー発振器を所有しています。（現在調整中）

アムスラー試験機



引張・圧縮試験および曲げ試験が可能です。接合部の力学特性等を評価します。容量 50 t

4. 企業様との共同研究、企業様への技術指導によって共同開発を行っています！

共同研究事例

工作機器メーカーや自動車関連メーカーなど、規模の大小に関わらず、溶接の現場のある企業と共同研究を行っています。

具体的には「溶接ワイヤの耐割れ性評価」、「加工条件と品質の関係性」、「難溶接材料・溶接姿勢におけるアーク溶接法の開発」、「脆化材の材質評価と加工法の開発」、「レーザー切断の高品質化および高速化」など、製造現場で直面する「溶接」に関する課題を企業とともに取り組んでいます。

また、「溶接不良の原因調査」や「材質に応じた溶接条件」に関する技術指導など、製造現場の課題解決を支援しています。

お問い合わせ先 **三重大学北勢サテライト**

TEL : 059-353-8260 MAIL : hokusei@rscn.mie-u.ac.jp