

## マイクロフォーカスX線CTシステムによる 異種金属接合試料の観察事例

橋本 継之助

### ユーザーベネフィット

- ◆ CT撮影によって、異種金属接合試料の内部構造を非破壊で可視化できます。
- ◆ 接合に伴って発生する金属小片の分散や金属中の空隙を観察・解析して、接合試料の品質を評価できます。

### ■はじめに

CO<sub>2</sub>排出量の削減や資源の効率的な利用のために、自動車や航空機の軽量化が重要な課題となっています。そうした背景から、高強度だが重い部品だけを用いるのではなく、加わる衝撃が小さな箇所は強度がそこそこでも軽い部品に置き換えることで、車体・機体の軽量化を図るマルチマテリアル化が推進されています。マルチマテリアル化を進めるためには、様々な素材や技術で接合された材料を評価して、より良い素材の組み合わせや接合方法を検討することが必要です。

接合材料の評価手法の1つとして、X線CT観察があります。X線CT観察では、対象物の3次元内部構造を非破壊で簡単に可視化して、接合試料の内部欠陥を観察したり、接合時に発生する金属小片の分散状態を観察・解析したりすることができます。

本稿では、マイクロフォーカスX線CTシステム inspeXio SMX-225CT FPD HR Plus (図1) を用いて、アルミニウム合金と炭素鋼の接合試料を観察・解析した事例を紹介します。



図1 マイクロフォーカスX線CTシステム  
inspeXio™ SMX™-225CT FPD HR Plus

### ■異種金属接合試料の観察

図2は炭素鋼とアルミニウム合金の端部同士を摩擦攪拌で接合した試料の透視画像です。試料1・試料2は同じ条件で作成されたものです。透視画像では、密度や厚みが小さくX線の吸収が少ない箇所ほど白く、密度や厚みが大きくX線の吸収が多い箇所ほど黒く表示されます。図2では試料1・試料2のアルミニウム合金側に周囲より黒い箇所が観察されて、接合時に小片となった炭素鋼の一部がアルミニウム合金内に分散していることが分かります。

図3はCT撮影で取得した断面画像です。透視画像と異なり、X線の吸収が少ない箇所ほど黒く、X線の吸収が多い箇所ほど白く表示されています。試料2点の断面画像を比較すると、試料2にのみ炭素鋼小片の周囲に空隙が見られます。同じ条件で作成された試料ですが、今回観察した範囲では試料1・2で空隙の有無に違いがあると分かりました。また、専用の画像解析処理ソフトを用いることで、CT撮影で取得した断面画像から図4の三次元表示画像を作成することも可能です。

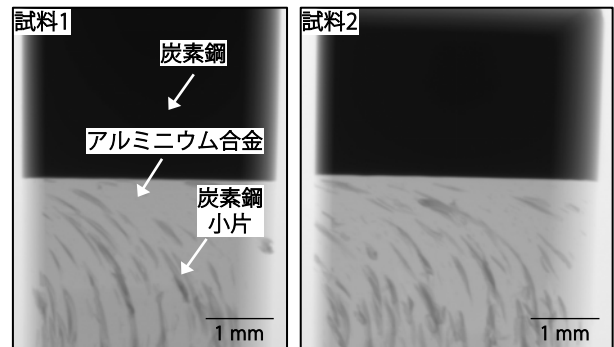


図2 接合試料の透視画像

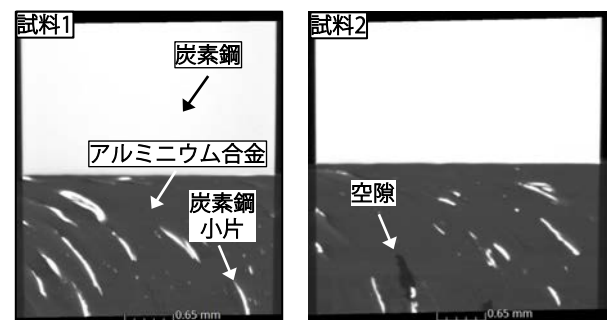


図3 接合試料の断面画像

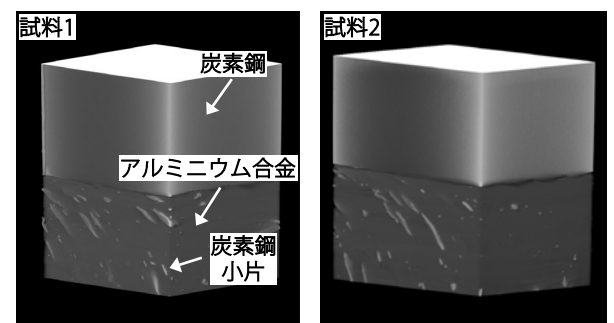


図4 接合試料の三次元表示画像

図5は試料2点に関する炭素鋼小片の体積解析により得られた3次元表示画像です。炭素鋼小片の位置や大きさを観察しやすいように、アルミニウム合金を半透明に表示して、炭素鋼小片に対して体積に応じた色付けを行っています。どちらの試料にも様々な大きさの炭素鋼小片がアルミニウム合金中に含まれていることが分かります。

図6では、同じ炭素鋼小片の解析結果をヒストグラムで表示しました。アルミニウム合金に対する体積比や体積の分布には試料2点で大きな違いは見られませんでした。

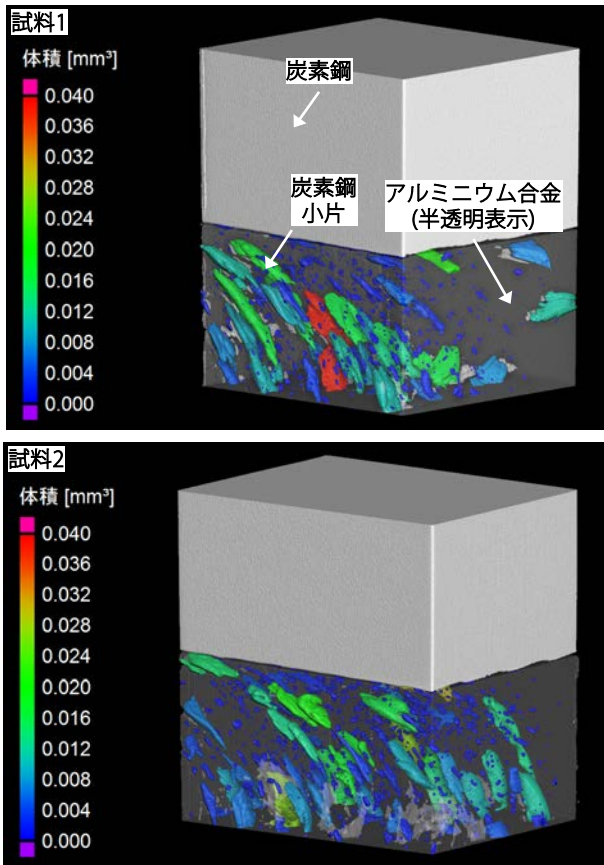


図5 炭素鋼小片の体積解析3次元表示画像

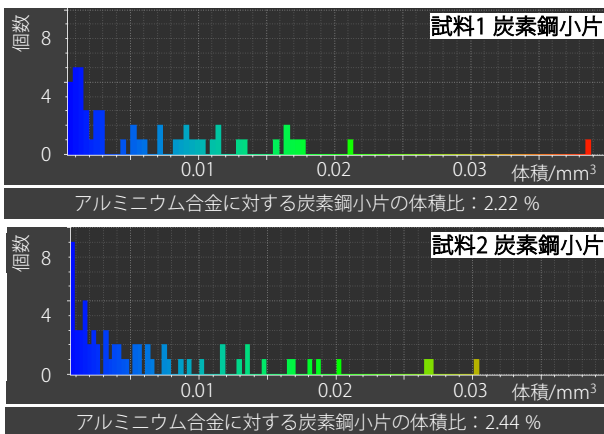


図6 炭素鋼小片の体積解析ヒストグラム

inspeXioおよびSMXは、株式会社島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

図7は試料2点に関する空隙の体積解析により得られた3次元表示画像、図8は同じ空隙の解析結果をヒストグラムで表示した画像です。アルミニウム合金を半透明に表示して、空隙に対して体積に応じた色付けを行っています。空隙の数と分布、アルミニウム合金に対する体積比に試料2点で違うことが分かり、図3で定性的に観察した空隙の有無に関する違いを定量的に捉えられています。

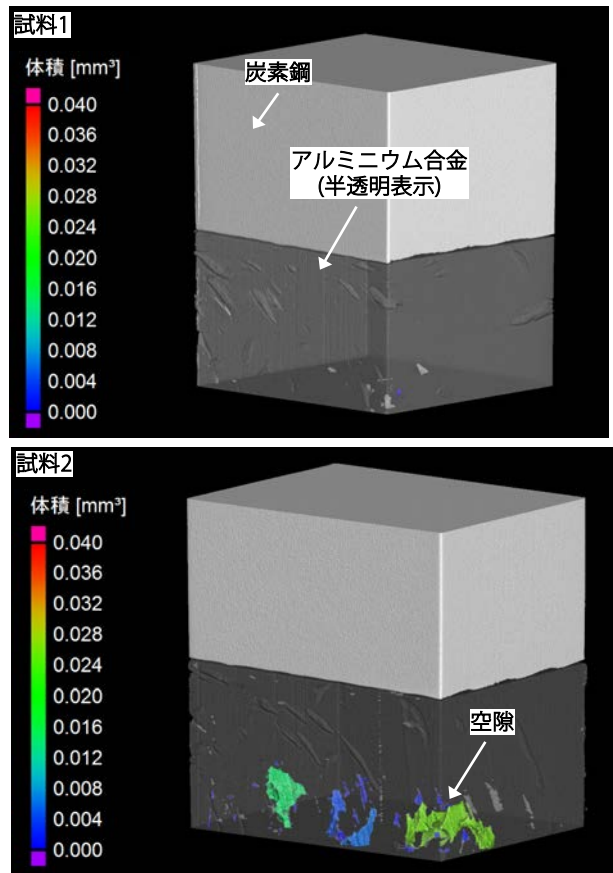


図7 空隙の体積解析3次元表示画像

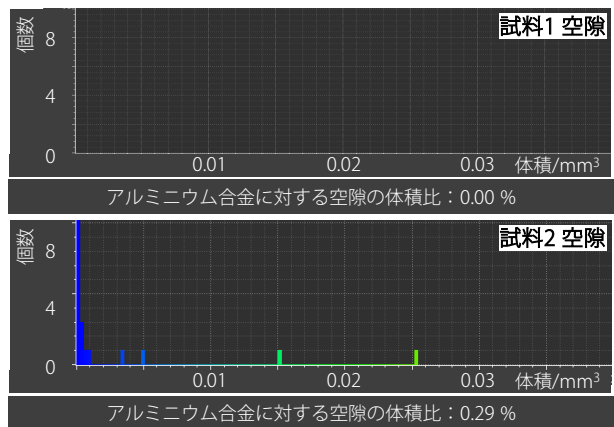


図8 空隙の体積解析ヒストグラム

## ■まとめ

このように、マイクロフォーカスX線CTシステムを用いることで、異種金属接合試料内の金属の小片や空隙を可視化するとともに、それらの位置や体積分布を算出することができ、接合条件の改良検討や接合試料の品質管理に役立てられます。

最後に、今回観察した試料をご提供くださった富山高等専門学校 岡根 正樹教授に深く御礼申し上げます。

**株式会社 島津製作所**

分析計測事業部  
グローバルアプリケーション開発センター

01-00383-JP 初版発行：2022年 3月

島津コールセンター ☎ 0120-131691