

# 超音波接合の基礎とアルミ・異材接合への応用

講師：園家 啓嗣氏 ソノヤラボ株式会社 代表/山梨大学名誉教授

超音波は、人には聞こえない周波数が20kHz以上の音波で、いろいろな分野で適用されています。例えば魚群探知機、治療などの超音波検査(エコー検査)、超音波洗浄、殺菌などです。工業的には、切削・切断、ドリル加工、砥粒加工などに適用されています。接合・溶着でも、ICチップ、ハーネスなどの微小部品で使われています。

その中で、主に超音波接合・溶着に絞って説明したいと考えています。最近、超音波接合を用いて、パワーモジュール、フリップチップなどのように微細な金属部材を高精度で接合できるようになり、これからの接合技術だと考えられます。更に、今までは難しいと言われていた厚みのある材料にも超音波接合が適用できる目安が立っています(筆者らは、酸化膜が強固で接合が難しいアルミ・異材の超音波接合の研究をしています)。

アルミ合金やCFRPの超音波接合は新しい技術として、今後、軽量化が進む自動車関係、航空機関係、車両関係および電子部品などで広く適用されていくと考えられます。

アルミ合金/鉄鋼などの異材超音波接合についてはまだ不明な点も多く、これからの新しい技術であると考えられます。

アルミ合金などの金属やFRPの超音波接合について、更にはこれから産業で必要になる異材接合について、基礎的な知識から、筆者が今まで超音波接合関係で研究してきた専門的な内容(アルミ合金、鉄鋼/アルミ合金の異材)まで幅広く、現場の技術者も理解できるように出来るだけ図表を用いて分かりやすく説明します。

【講師経歴】大阪大学大学院修士課程修了、石川島播磨重工(株)(現 IHI)勤務、産業技術総合研究所客員研究員、芝浦工業大学教授、山梨大学教授、ソノヤラボ(株)代表【研究歴】企業、大学で、接合技術(アーク溶接、レーザ溶接、接着、超音波接合、摩擦攪拌等)、表面処理(溶射、めっき等)、金属材料などの研究開発を行ってきた。【所属学会】溶接学会、溶射学会、表面技術協会【著書】溶射技術とその応用、環境圏の新しい燃焼工学、レーザ加工技術の基礎とその応用、抵抗スポット溶接技術の基礎とアルミ合金・異材接合への応用のなど。

開催日時	2020年11月4日(水) 10:00~17:00	※本セミナーは、 <b>当日ビデオ会議ツール「Zoom」を使ったライブ配信セミナーとなります。</b> 推奨環境は当該ツールをご参照ください。後日、視聴用のURLを別途メールにてご連絡いたします。 <b>詳細は裏面をご覧ください。</b>
受講料	48,000円 + 税 ※資料付 *メルマガ登録者 43,000円 + 税 *アカデミック価格 24,000円 + 税	

アカデミック価格:学校教育法にて規定された国、地方公共団体および学校法人格を有する大学、大学院の教員、学生に限りです。

★【メルマガ会員特典】2名以上同時申込で申込者全員メルマガ会員登録をしていただいた場合、2名目は無料、3名目以降は半額です。

★【対象者】自動車、車両、航空機、電気製品・電子部品メーカーの現場の技術者、設計者

## 【本セミナーのプログラム】

※適宜休憩が入ります。

### 第1章 超音波の基礎

- 1.1 超音波の概要 1.2 超音波の性質  
1.3 超音波の適用例

### 第2章 超音波の発生、測定方法および振動系の設計

- 2.1 超音波振動を発生させる振動子 2.2 超音波振動系を駆動させる電気回路 2.3 実際の超音波発振回路 2.4 超音波に関する測定 2.5 超音波振動の伝搬および振動系の設計

### 第3章 超音波接合技術

- 3.1 各種接合法 3.2 超音波接合の概要

### 第4章 厚肉アルミニウムへの超音波接合の応用

- 4.1 はじめに 4.2 ハイブリッド接合装置の開発  
4.3 超音波接合条件(接合温度、接合時間、加圧力、超音波振動の振幅) 4.4 超音波接合条件と接合強度との相関性 4.5 接合部近傍の塑性流動 4.6 接合部における酸化挙動 4.7 ハイブリッド接合のメカニズム 4.8 チタン箔のインサートを用いたハイブリッド接合 4.9 銅箔のインサートを用いたハイブリッド接合 4.10 アルミニウム合金パイプ材の接合 4.11 まとめおよび今後の展望

### 第5章 アルミニウム/鉄鋼の厚肉異種金属接合への超音波接合の応用

- 5.1 はじめに 5.2 ハイブリッド接合装置  
5.3 超音波接合条件 5.4 インサート材と接合強度との関係  
5.5 まとめおよび今後の展望

弊社記入欄		<b>ウェビナー申込書(ライブ配信)</b>			
セミナー名		<b>超音波接合の基礎とアルミ・異材接合への応用</b>			
所定の事項にご記入下さい <b>メルマガ会員、登録希望の場合は○↓</b>		会社名(団体名)	TEL :		
		住所 〒			
		FAX :			
		E-mail :			
会員登録済み	新規登録希望	部署	役職	氏名	
お支払方法		銀行振込 ・ その他		お支払予定	2020年 月 日頃

■申込方法: セミナー申込書にご記入の上 FAX または E-mail(re@cmcre.com)でお申し込みください。

■セミナーお申込み後のキャンセルは基本的にお受けしていません。ご都合により出席できなくなった場合は代理の方がご出席ください。

■申込先 : (株)シーエムシー・リサーチ 東京都千代田区神田錦町 2-7 TEL03-3293-7053

■本セミナーの関連情報は、弊社HPでもご覧いただけます。⇒ <http://www.cmcre.com>

**参加申込 FAX 番号**  
**03-3291-5789**

**第1章 超音波の基礎**

- 1.1 超音波の概要
- 1.2 超音波の性質
  - 1.2.1 気体、液体および個体中の超音波の挙動
  - 1.2.2 反射と回折
  - 1.2.3 固有振動数および共振
  - 1.2.4 キャビテーション現象
- 1.3 超音波の適用例
  - 1.3.1 威嚇、防除
  - 1.3.2 超音波洗浄
  - 1.3.3 超音波溶着
  - 1.3.4 超音波による薬液噴霧
  - 1.3.5 超音波による距離計測
  - 1.3.6 体外衝撃波結石破碎
  - 1.3.7 超音波霧化分離

**第2章 超音波の発生、測定方法および振動系の設計**

- 2.1 超音波振動を発生させる振動子
  - 2.1.1 水晶振動子
  - 2.1.2 ランジュバン型水晶振動子
  - 2.1.3 誘電体および電歪現象
  - 2.1.4 圧電セラミックス製の超音波振動子
  - 2.1.5 ボルト締めランジュバン振動子の種類
  - 2.1.6 磁性体と磁歪振動子
- 2.2 超音波振動系を駆動させる電気回路
  - 2.2.1 機械振動
  - 2.2.2 電気振動
  - 2.2.3 機械振動と電気振動との対応
  - 2.2.4 超音波振動系の等価電気回路
- 2.3 実際の超音波発振回路
  - 2.3.1 PLL 発振回路
  - 2.3.2 増幅回路
  - 2.3.3 定電流制御回路
  - 2.3.4 整合回路
- 2.4 超音波に関する測定
  - 2.4.1 感度の測定
  - 2.4.2 音場（音波の存在する空間）の測定
  - 2.4.3 超音波出力の測定
  - 2.4.4 固体表面の振動測定
- 2.5 超音波振動の伝搬および振動系の設計
  - 2.5.1 超音波振動の伝搬と振動モード
  - 2.5.2 超音波振動ホーンの設計
  - 2.5.3 縦振動ホーンの特長
  - 2.5.4 曲げ振動ホーンの特長
  - 2.5.5 ねじり振動ホーンの特長

**第3章 超音波接合技術**

- 3.1 各種接合法
  - 3.1.1 機械的接合法
  - 3.1.2 冶金的接合法
- 3.2 超音波接合の概要
  - 3.2.1 金属の超音波接合
    - (1) 超音波接合装置
    - (2) 超音波接合の原理
    - (3) 超音波接合の実施例
      - (a) 超音波ワイヤボンディング
      - (b) フリップチップ接合
      - (c) ピンポイント接合
      - (d) 薄板突合せ接合
      - (e) 薄板T形接合
  - 3.2.2 プラスチックの超音波接合
    - (1) 超音波接合装置
    - (2) 超音波接合の原理
    - (3) 超音波接合の効果例

**3.2.3 異種金属の超音波接合実施例**

- (1) アルミニウム合金／鉄鋼
- (2) アルミニウム合金／銅
- (3) チタン／銅
- (4) チタン／銀
- (5) チタン／ステンレス鋼
- (6) セラミックス／金属

**第4章 厚肉アルミニウムへの超音波接合の応用**

- 4.1 はじめに
- 4.2 ハイブリッド接合装置の開発
  - 4.2.1 超音波接合装置の試作
  - 4.2.2 超音波ホーンの最適化と試作
- 4.3 超音波接合条件（接合温度、接合時間、加圧力、超音波振動の振幅）
- 4.4 超音波接合条件と接合強度との相関性
  - 4.4.1 接合強度に及ぼす接合温度の影響
  - 4.4.2 接合強度に及ぼす接合時間の影響
  - 4.4.3 接合強度に及ぼす加圧力の影響
  - 4.4.4 接合強度に及ぼす超音波振動の振幅の影響
- 4.5 接合部近傍の塑性流動
- 4.6 接合部における酸化挙動
  - 4.6.1 接合部の断面マイクロ観察
  - 4.6.2 接合部のEDX分析
- 4.7 ハイブリッド接合のメカニズム
- 4.8 チタン箔のインサートを用いたハイブリッド接合
  - 4.8.1 超音波振動が接合強度へ及ぼす影響
  - 4.8.2 超音波振動が接合部近傍の組織へ及ぼす影響
  - 4.8.3 超音波振動が接合部の原子拡散に及ぼす影響
- 4.9 銅箔のインサートを用いたハイブリッド接合
  - 4.9.1 超音波振動が接合強度へ及ぼす影響
  - 4.9.2 純アルミとアルミニウム合金の強度比較
  - 4.9.3 共晶反応による接合のメカニズム
- 4.10 アルミニウム合金パイプ材の接合
- 4.11 まとめおよび今後の展望

**第5章 アルミニウム／鉄鋼の厚肉異種金属接合への超音波接合の応用**

- 5.1 はじめに
- 5.2 ハイブリッド接合装置
- 5.3 超音波接合条件
  - 5.3.1 接合温度、接合時間、加圧力、超音波振動の振幅
  - 5.3.2 インサート材の利用（銀箔、銅箔、チタン箔）
- 5.4 インサート材と接合強度との関係
  - 5.4.1 銀箔インサート材が接合強度へ及ぼす影響
    - (1) 超音波振動の効果
    - (2) 接合温度が接合強度に及ぼす影響
    - (3) アルミニウム側の共晶反応による接合メカニズム
    - (4) 鉄鋼側の原子拡散による接合メカニズム
  - 5.4.2 銅箔インサート材が接合強度に及ぼす影響
    - (1) 超音波振動の効果
    - (2) 接合温度が接合強度に及ぼす影響
    - (3) アルミニウム側の共晶反応による接合メカニズム
    - (4) 鉄鋼側の原子拡散による接合メカニズム
  - 5.4.3 チタン箔インサート材が接合強度に及ぼす影響
    - (1) 超音波振動の効果
    - (2) 接合温度が接合強度に及ぼす影響
    - (3) アルミニウム側の原子拡散による接合メカニズム
    - (4) 鉄鋼側の原子拡散による接合メカニズム
- 5.5 まとめおよび今後の展望

2020年11月4日（水）開催

# 超音波接合の基礎とアルミ・異材接合への応用

## 講師：園家 啓嗣氏

ソノヤラボ株式会社 代表/山梨大学名誉教授

当該セミナーは、**ライブ配信のウェビナー（オンラインセミナー）**です！

### 【ライブ配信対応セミナー】

- 本セミナーはビデオ会議ツール「Zoom」を使ったライブ配信セミナーとなります。お申し込み前に、下記 URL より視聴環境をご確認ください。  
→ <https://zoom.us/test>
- 当日はリアルタイムで講師へのご質問も可能です。
- タブレットやスマートフォンでも視聴できます。
- お手元の PC 等にカメラ、マイク等がなくてもご視聴いただけます。この場合、音声での質問はできませんが、チャット機能、Q&A 機能はご利用いただけます。
- ただし、セミナー中の質問形式や講師との個別のやり取りは講師の判断によります。ご了承ください。
- 「Zoom」についてはこちら↓をご参照ください。  
<https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>

### 【お申込み後の流れ】

- 開催前日までに、ウェビナー事前登録用のメールをお送りいたします。お手数ですがお名前とメールアドレスのご登録をお願いいたします。
- 事前登録完了後、ウェビナー参加用 URL をお送りいたします。
- セミナー開催日時に、参加用 URL よりログインいただき、ご視聴ください。
- 講師に了解を得た場合には資料を PDF で配布いたしますが、参加者のみのご利用に限定いたします。他の方への転送、WEB への掲載などは固く禁じます。
- 資料を冊子で配布する場合は、事前にご登録のご住所に発送いたします。開催日時に間に合わない場合には、後日お送りするなどの方法で対応いたします。

### 【注意事項】

- 本セミナーの受講にあたっての推奨環境は「Zoom」に依存します。受講者の方のお手元の PC などの設定や通信環境が受信の状況に大きく影響いたしますので、ご自分の環境が対応しているか、お申し込み前の確認をお勧めいたします。

<https://support.zoom.us/hc/ja/articles/201362023-PC->

[MacLinux%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%A0%E8%A6%81%E4%BB%B6](https://support.zoom.us/hc/ja/articles/201362023-PC-MacLinux%E3%81%AE%E3%82%B7%E3%82%B9%E3%83%86%E3%83%A0%E8%A6%81%E4%BB%B6)

- Zoom クライアントは最新版にアップデートして使用してください。
- インターネット経由でのライブ中継ですので、回線状態などにより、画像や音声が悪くなる場合があります。また、状況によっては、講義を中断し、再接続して再開する場合がありますが、予めご了承ください。
- 万が一、当社や講師側（開催側）のインターネット回線状況や設備機材の不具合により、開催を中止した場合には、受講料の返金や、状況により後日録画を提供すること等で対応させていただきます。
- 本セミナーはお申し込みいただいた方のみ受講いただけます。複数端末から同時に視聴することや複数人での視聴は禁止いたします。
- 受講中の録音・撮影等は固く禁じます。
- Zoom のグループにパスワードを設定しています。お申込者以外の参加を防ぐため、パスワードを外部に漏洩しないでください。万が一外部者が侵入した場合は管理者側で外部者の退出あるいはセミナーを終了いたします。