

令和5年度 研究成果発表会

水素ガスの光学式検知技術の開発（経常研究）	1
レーザー樹脂溶着の高品質化に関する研究（経常研究）	2
木型と鋳物砂の改善による鋳造品の品質向上（経常研究）	3
県内食品産業の加工技術高度化に関する研究（経常研究）	4

令和5年11月9日（木）

 長崎県工業技術センター

水素ガスの光学式検知技術の開発

(爆発誘因性の低い光学式ガスセンサー手法の開発と安全評価技術の構築)

基盤技術部 電子情報科 田尻 健志

1. 目的

脱炭素社会の実現に向けて、水素のエネルギー利用と関連産業の創出が期待されている。水素は電気や熱に変換し様々な用途に利用できるが、爆発し易い特徴を持っている。そのため、水素ガスを迅速に検知し、爆発を未然に防ぐ必要がある。本研究では、空間内の水素ガスを迅速・高感度に検知できる光学式の検知技術を開発し、本システムの検知時間と検知濃度範囲を評価した。

2. 内容

水素ガスを吸蔵するプローブは、直径 $10\ \mu\text{m}$ のシリカ微小球を選定し、球表面にパラジウム薄膜をコーティングした。図1に示すように、微小球プローブは移動ステージ上に配置し、油浸対物レンズ ($100\times$, NA 1.25) の全反射減衰配置によるエバネセント光で励起し、TE 偏光と TM 偏光に対応する散乱光を検出した。図2に示すように、微小球からの散乱光は、微小球表面を周回するウィスパーリングギャラリーモード (WGM) の特性を反映するため、共振ピーク波長の変化を検出することで、水素ガスを吸蔵した微小球の表面状態を評価することができる。

3. 結果

図3(a)は、TM 偏光に対応した共振ピーク波長の変化を示す。水素ガス (濃度 99.99Vol%) を充填すると、1~2秒で短波長側に3~4 nm シフトした。Mie 理論の散乱断面積 (図3(b)) と比較すると、Pd 薄膜は 10%膨張し、屈折率は 1.4 から低下することがわかった。また、シリカ微小球に対し、水素ガス濃度を 4~100%まで変化させると、高濃度ほど共振ピーク波長の変化量が大きくなり、本システムが水素濃度に依存し、爆発濃度範囲 (4~74%) で検知できることを確認した。

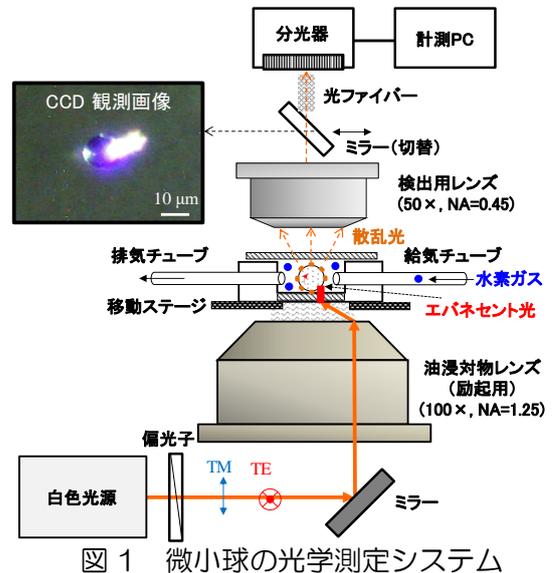


図1 微小球の光学測定システム

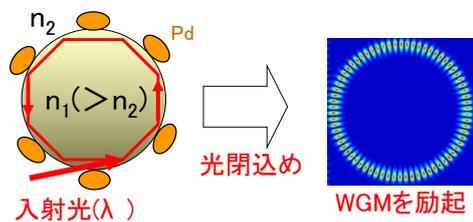


図2 微小球の光共振 (WGM)

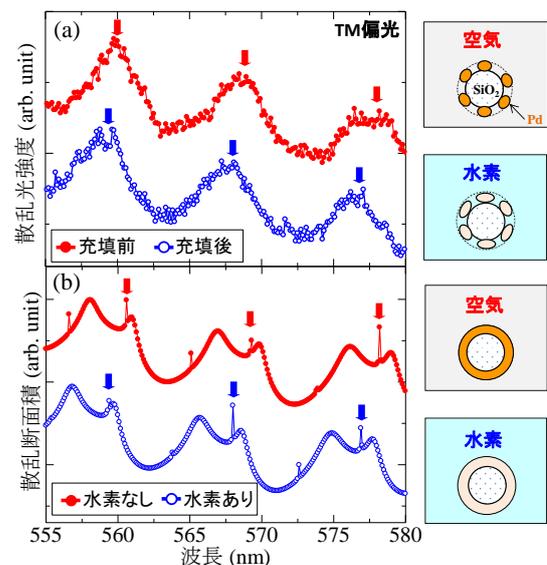


図3 共振ピーク波長のシフト変化

レーザー樹脂溶着の高品質化に関する研究

(汎用の材料であっても接合強度や気密性の低下が起きないレーザー樹脂溶着技術の開発)

基盤技術部 電子情報科 田中 博樹

1. 目的

今後IoTが進展すると、様々な場所にセンサーが設置されることになるが、風雨にさらされる環境下、高湿度環境下、水中等で用いるセンサーの容器には気密性が要求される。そのようなセンサーの樹脂容器を封止するための接合方法として、近年注目を集めているものの一つにレーザー樹脂溶着がある。レーザー樹脂溶着は、他の接合方法と比較して、バリや粉塵の発生が少なく、接合部近傍への熱影響も少ないといった、電子部品等を内蔵した小型の樹脂容器の封止に適した特長があり、今後ますます活用されると考えられる。

レーザー樹脂溶着は、レーザーを透過する材料と吸収する材料とを重ねて透過材側からレーザーを照射し、材料の境界面を局所加熱して溶着する接合方法である。その際の課題として、材料間にできる隙間に起因する溶着品質の低下がある。一般的に調達できる樹脂材の表面には、ひげや傷等による凹みがあるため、材料を重ねた際に隙間ができる。その状態でレーザー照射を行うと、隙間部分がうまく溶着されず、接合強度や気密性の低下を引き起こす(図1参照)。この対策として、吸収材のレーザー照射部分に予め突起を成形しておく方法が考案されている。しかし、この方法では、専用の型で突起部を成形する必要があり、多品種少量生産には不向きである。本研究では、多品種少量生産時にも適用可能な方法で、上記の接合強度や気密性の低下を改善することを目的とした。

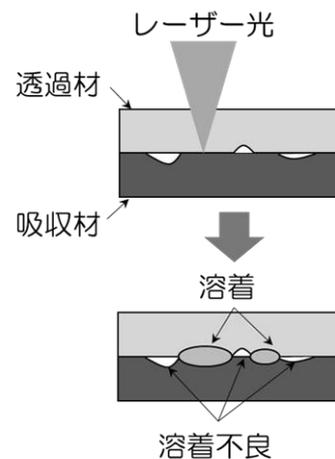


図1 隙間に起因する溶着不良の模式図

2. 内容

本研究では、まず、レーザー樹脂溶着の検証実験を行うための装置の作製を行った。レーザー溶着装置の光源にはYbファイバーレーザー用い、そのレーザー照射ヘッドの下部には、移動ステージおよびターゲット材料を加圧する機能を有するターゲットホルダーを設置した。つぎに、専用の型を用いることなく吸収材に突起部を成形する前処理手法を考案し、その検証実験を行った。さらに、溶着状態に影響する各種パラメーターを変えながら溶着実験を行い、評価試験に必要な加工条件のデータを取得した。最後に、考案した前処理手法の有効性を確認することを目的とした評価試験を行った。

3. 結果

考案した前処理手法を用いてアクリル樹脂板に突起部を成形する検証実験で得られた結果の一例を図2に示す。この図は、成形速度を変化させた場合の突起部の高さを表すグラフである。形成速度5では、突起部の高さのばらつきが小さく、80 μm 程度の高さの突起部を安定的に成形できることがわかった。考案した前処理手法の有効性を確認する評価試験として、前処理によりアクリル樹脂板に突起部を成形してレーザー溶着を行ったサンプルと前処理なしでレーザー溶着を行ったサンプルとを作成し、引張りせん断試験を行った。その結果、前処理をしたサンプルの方が高い接合強度が得られることがわかった。また、感水紙を持ちいた水没試験においても、前処理をしたサンプルの方が高い気密性を有することがわかった。

以上のことから、考案した前処理手法が、レーザー樹脂溶着を行う際の材料間にできる隙間に起因する溶着品質の低下を改善する効果があることを確認した。

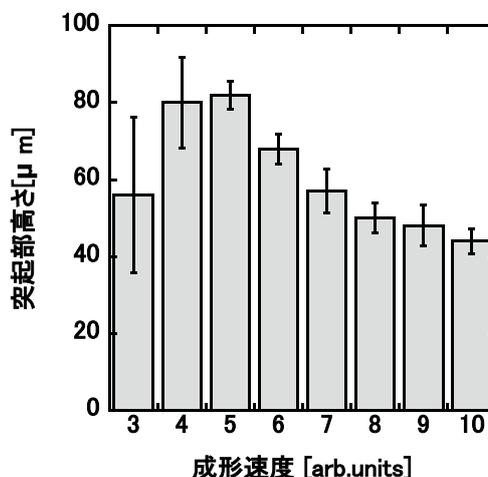


図2 形成速度を変化させた場合の突起部の高さ

木型と鋳物砂の改善による鋳造品の品質向上

(木型の修復手法および鋳物砂の品質管理方法の検討)

応用技術部 機械加工科 大田 剛大
 基盤技術部 機械システム科 小笠原 耕太郎

1. 目的

鋳造現場では、一部の作業を現場の経験と勘で行っている。そこで本研究では、経験と勘から数値データの活用への転換を目的として、①三次元デジタイザ、3Dプリンタのデータを活用した摩耗/欠損木型の修復手法の検討、②鋳物砂性状の分析、耐火性評価試験のデータによる検証を行った。これらをもとに、木型および鋳物砂の品質管理方法を確立した。

2. 内容

(1) 木型の検査、修復手法の検討

摩耗した木型の計測データを入力データとして、摩耗/欠損領域の境界を検出し、木型 CAD データと摩耗データの偏差や境界内部及び周辺点列形状からの形状推測により3Dデータを構築し、3Dプリンタによる磨耗/欠損領域部分の造形を行う検査、修復手法の検討を実施した。

(2) 鋳物砂の品質管理方法の検討

鋳物砂では、鋳造欠陥の割合調査、砂性状の試験項目選定、砂性状のクラスター分析、耐火性評価の試験方法の検討を実施した。

3. 結果

(1) 木型の検査、修復手法の検討

木型の計測データである三次元計測点列の隣接点列の変化量から点列群を領域化して摩耗/欠損領域の境界を表す境界エッジを検出し、境界エッジに外部から接続する点列群から幾何形状の種類(形状特徴)を判別し、判別した形状特徴から摩耗/欠損部位を生成する手法(図1)を開発した。本手法を摩耗/欠損部位を持つ発泡立体形状に適用実験を行い、摩耗/欠損領域に的確な修復立体形状を生成できることを確認した。今後は、実際の木型への適用実験を幅広く進め、手法の精度を高め、摩耗/欠損した木型のデジタル修復の実現を図っていく。

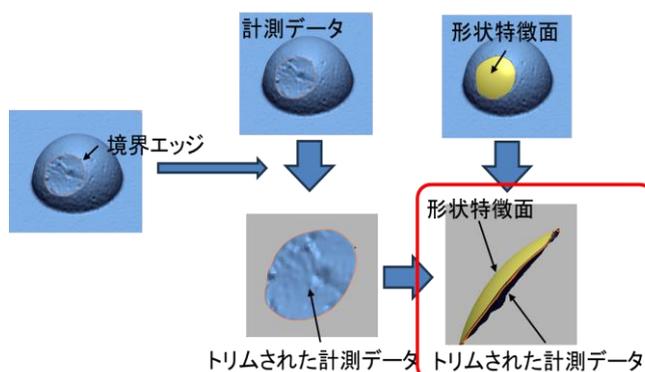


図1 摩耗/欠損領域の修復手法

(2) 鋳物砂の品質管理方法の検討

鋳物砂が原因となり発生する鋳造欠陥の割合を確認した。その結果、約半数の鋳造欠陥が鋳物砂起因により発生したものであった。そのため、鋳物砂性状の品質を管理することで鋳造品の品質を向上できると推定された。次に、砂性状7項目の分析を実施し、これらをクラスター分析によりグルーピングを行った。その結果、粒子の大きさが影響したグループを含め3グループに大別できた。最後に、円柱状に成型した鋳物砂による耐火性評価試験の試験方法を検討した。この方法で得られた結果(図2)は、一般的に耐火性が増加する傾向と一致することから、耐火性の評価として実用可能である。

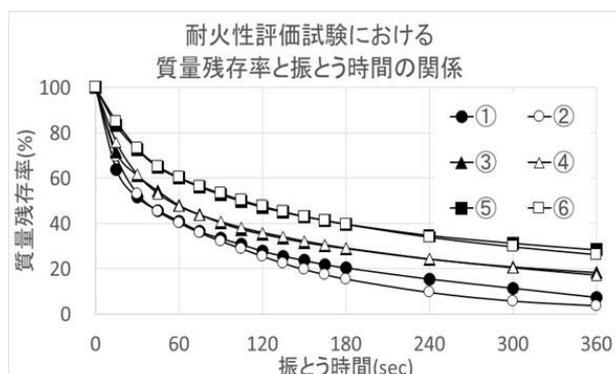


図2 耐火性評価試験の結果

県内食品産業の加工技術高度化に関する研究

(県内食品業界の加工技術の高度化や新製品開発に対する技術支援)

食品開発支援センター 玉屋 圭
 食品開発支援センター 河村 俊哉
 食品開発支援センター 横山 智栄
 食品開発支援センター 三島 朋子

1. 目的

本県の食品製造業は県内全製造業の事業所数の37%、従業者数の27%を占めている(2020年工業統計調査結果)。しかしながら、小規模事業所の割合が高く製品の付加価値をより高めることが課題と考えられている。そこで県では、食品開発に関する総合的な支援施設を設置することが重要と考え、食品開発支援センターの設置を決定し令和3年度に開所した。本研究では、センターに新しく導入した設備の利用法の確立、加工技術の高度化を目指した技術相談、共同技術開発を通して、県内食品製造業の製品高付加価値化を支援した。

2. 内容

①機器の活用条件検討と活用事例の蓄積

センターに導入した分析・加工機器を用いて、様々な食品試料を評価・解析、あるいは加工する利用法を検討した。

②導入機器の活用マニュアル集の作成

利用者が正確かつ容易に使用できることを目的として、写真付きの標準手順書を作成した。

③企業訪問の実施

企業ニーズの調査並びにセンターの紹介を行うために、県内食品関連企業などの訪問を行った。

④セミナーの開催

導入機器の利用促進を目的として、機器の紹介セミナーを開催した。

3. 結果

①機器の活用条件検討と活用事例の蓄積

導入した機器の利用法を検討した結果、3年間で335件の事例を蓄積することが出来た。今回は、3種の装置を用いた果実の搾汁、2種の装置を用いた米の粉碎に関する事例を紹介する。

②導入機器の活用マニュアル集の作成

①で蓄積した機器の利用法を参考にして、写真付きの標準手順書を3年間で計75機種分を作成した。

③企業訪問

3年間で160社の食品企業訪問を行い、導入機器及び活用事例の紹介を実施した。レトルト食品や冷凍食品の開発、食品に含まれる機能性成分の測定などの具体的な相談、センターの技術支援事例をまとめた資料の配布などの要望が寄せられた。

④セミナーの開催

機器の利用促進を目的としたセミナーを開催し、粉碎、乾燥、搾汁などの加工技術、粒子径測定、アミノ酸分析などの分析技術などを紹介した。

以上の活動を実施した結果、44件の技術開発並びに124社の製品試作を実施することが出来た。これら試作及び技術開発を通して、令和3年度に9件、4年度に10件の製品化が達成された。



図 製品開発支援事例



長崎県工業技術センター

〒856-0026 長崎県大村市池田 2-1303-8

TEL 0957-52-1133 FAX 0957-52-1136

<https://www.pref.nagasaki.jp/section/kogyo-c/index.html>