

テーマ名

# 「液化水素海上輸送要素技術の開発 – 液化水素キャリア一部品への GFRP 素材複合めっき技術の適用 –」

(概要)

水素は持続可能な社会の実現のため、次のエネルギーの1つとして注目されています。水素は $-253^{\circ}\text{C}$ に冷却・液化することで800分の1の体積にして運搬されるため、真空断熱二重殻構造のタンク内に貯蔵する必要があります。このタンクを支える GFRP 支柱は真空中で樹脂からのガス放出を抑制するため、真空・極低温の極限状態に耐えるめっきによる表面処理が必要でした。また、GFRP はガラス繊維と樹脂の複合材料のため、その両方に強靱な密着性を有するめっき技術が求められていました。これらの水素社会を支える課題の解決へ向けた取り組みについて報告します。

(企業発表者) 株式会社 九州電化 専務取締役 山田 亮

(公設試発表者) 福岡県工業技術センター 機械電子研究所 研究員 吉田 智博

## 1. 成果品(製品)紹介

本成果品はオーストラリアで未利用褐炭(低品位の安価な石炭)から水素を製造し、日本へ運搬する大規模水素サプライチェーンに用いられる水素運搬船の水素貯蔵キャリア(図1中タンクドーム)の支柱に採用されためっき技術です。タンクは $-253^{\circ}\text{C}$ に冷却した液体水素を保温するため、魔法瓶と同じ二重殻構造をしており、2つの容器の間を真空にすることで真空断熱構造になっています。支柱(図2左)には熱伝導率が低く、強度に優れたガラス繊維強化樹脂(GFRP)が採用されていますが、真空中では樹脂からガスが放出されるため真空度が悪化し、断熱性能が低下します。(株)九州電化では真空中で樹脂からのガス放出を抑制し、極低温に耐えるめっき技術を開発し、図2右の GFRP 支柱のめっき品を作製しました。

オーストラリア → 日本へ液体水素を運搬

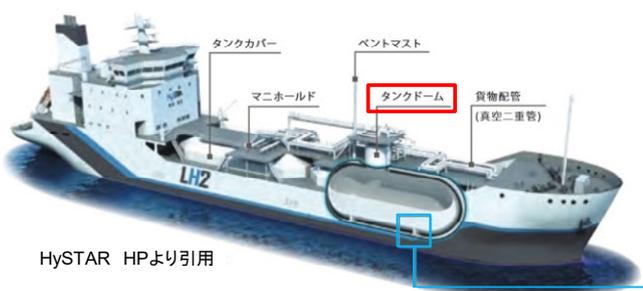


図1.水素運搬船模式図



図2.GFRP 支柱と本技術で開発した GFRP 支柱のめっき品

## 2. 開発背景(テーマとの出会い、人との出会い等)、苦労話など

(株)九州電化は多品種少量部品へのめっき技術を得意としています。具体的例として、九州国際重粒子線がん治療センター(SAGA HIMAT)に採用された加速器内部に均一な膜厚で部分的に銅めっきを施す技術(図3)や、JR九州のクルーズトレイン「ななつ星 in 九州」の内装品、「JRKYUSHU SWEET TRAIN / 或る列車」等の内外装品へのめっき製品(図4)など多彩なめっき技術を有しています。この高い技術力を支えるため、現代の名工(厚生労働大臣賞受賞)が率いる技術開発体制を持ち、意欲的に新技術の開発に取り組んでいま



図3. SAGA HIMAT 向けめっき 図4. 或る列車の外装品

す。

新しい技術にチャレンジする企業風土が、世界初の水素運搬船に採用される GFRP めっきの技術開発と製品の受注に繋がりました。

### 3. 製品化までのプロセス、体制など

本技術開発にあたっては、福岡水素エネルギー戦略会議の「平成 29 年度製品開発支援事業」を活用しました。当該事業において、以下の分担で研究開発に取り組みました。

- ・(株)九州電化：Cu/Ni 多層めっきの基礎技術、製造技術の確立、実製品ラインの立ち上げと製品評価
- ・福岡県工業技術センター機械電子研究所：めっきサンプルの物性評価

### 4. 製品化、販売に成功したポイント

本技術開発に成功したポイントは、極低温、真空環境下に対応するための下記の 3 点の課題に対応することができた点にあります。

- ①高真空中でガス放出を抑制する為に、微細な欠陥のないめっき被膜を 20 $\mu$ m 以上形成すること。
- ②ガラスと樹脂から構成される難めっき材の GFRP への密着性のよいめっき被膜を行うこと。
- ③苛酷な温度環境下(-253 $^{\circ}$ C~+120 $^{\circ}$ C)においてめっき被膜の密着不良・亀裂が無いこと。

また、上記の課題に対する評価として、微細な構造の観察、ガス放出特性を福岡県工業技術センター機械電子研究所で支援が可能だった点が挙げられます。

### 5. 今後の展開、波及効果など

水素運搬船は商用運用を見据えた大型化が進められています。国内の液体水素流通では、今回の規模の水素運搬船の運用も想定されており、本技術の活用が期待されます。また、自動車や航空機分野においても、燃費向上を目的に複合材料の利用拡大が進んでいます。本技術は GFRP のみならず、CFRP(カーボン繊維強化樹脂)や AFRP(アラミド繊維強化樹脂)への応用を目指して研究開発を進めています。特に、真空で極低温という条件は宇宙環境と共通するため、航空宇宙分野への拡大も目指しています。令和 5 年度には福岡県ロボット・システム産業振興会議の「宇宙関連機器研究開発支援事業」に採択され、本技術の新しい展開を積極的に進めています。

#### 発表者紹介(企業)

株式会社九州電化

専務取締役 山田 亮

水素運搬船の命名・進水式に出席し、当社の技術が持続可能な新エネルギー利用の一端を担っていることに感動しました。また、従来技術は労務費が安い海外との競争になるため、オンリーワンとなる技術開発を継続的に進めることが必要だと感じています。

#### 発表者紹介(公設試)

福岡県工業技術センター 機械電子研究所

研究員 吉田 智博

(株)九州電化は本技術を始めとする水素エネルギー分野のみならず、航空宇宙分野や環境対応技術にも積極的に取組まれています。技術の根幹を支え、積極的な研究開発に取り組む県内企業の技術支援を引き続き行っていきます。

#### 企業情報

- 名称：株式会社九州電化
- 代表者：代表取締役社長 吉村 浩司
- 創業：昭和 35 年 5 月
- 資本金：10,000,000 円
- 従業者数：94 人
- 所在地：〒812-0068 福岡県福岡市東区社領 3 丁目 4 番 8 号
- TEL：092-611-3461
- FAX：092-611-3460
- URL：<https://www.k-denka.co.jp/>
- 主力商品
  - ・めっき・表面処理事業
  - ・受託評価事業
  - ・医療機器事業