

(様式 4)

別紙 2

## 論文審査の結果の要旨

学位申請者 **DUONG DINH HAO**

それぞれの材料が持つ固有の機能を活かしつつ単一材料のみでは達成しえなかった新機能性のあるハイブリッド構造物（体）の開発が望まれている。一方で、生産効率という工業的な要求を満たしつつ新機能のハイブリッド構造物（体）を開発・製作することは至難である。本研究では、航空機や船舶構造体への適用に向けて、高強度という特質を持つ一方で通常の溶融を伴う接合法の適用が困難な 7075 アルミニウム合金と、耐食性能に優れた 5053 アルミニウム合金からなるハイブリッド型の異種金属接合体を実現するため、摩擦攪拌接合(FSW)という高い生産効率を維持したまま固相状態で接合できる手法を適用して、強度の高い T 字型重ね継手 (T ラップジョイント) を製作する技術について探求したものである。

本論文は以下の 6 章から構成されている。

第 1 章では、ハイブリッド構造物の社会的必要性、FSW の基本原理とその特質、及び、アルミニウム合金製 T ラップジョイント製作の必要性と材料強度的課題を整理し、本論文の目的と内容について述べている。

第 2 章では、FSW 接合条件の中で特に重要とされている接合速度、接合工具回転速度と押し込み深さを変数とした T ラップジョイントを製作し、スキンテストとストリンガーテストと呼ばれる 2 種類の手法を介して、これら因子が接合後の材料強度的特性に与える影響を定量的に調べている。それにより、特に接合速度には最適な条件があること、その背景には、接合中に与える入熱に依存して生成される複数形態の接合欠陥とその大きさ、及び、接合界面の形状が主要因子として働いていることを明らかにしている。その一方で、ここで行った条件の範囲では、強度的に達成できる範囲には限度があったとする課題も示している。

第 3 章では、摩擦攪拌中において複数形態の材料流動を促す二重パス FSW の採用により、2 章の課題を克服する手法について、接合工具のオフセット量の影響とともに探求している。それにより、適切なオフセット量を設けた二重パス FSW は T ラップジョイントの強度向上に極めて有効であったことを実験的に示し、その背景には、この手法による欠陥寸法の低減と接合界面の形態変化の寄与が大きいことを示している。

第 4 章では、第 3 章の条件で製作した T ラップジョイントについて、工業的に重要な破損様式となる疲労負荷に対する強度特性を、き裂の発生と伝ぱ形態とともに定量的に示している。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章で得られた T ラップジョイントの強度特性が FSW のプロセス条件に依存したメカニズムについて横断的に探索している。それにより、T ラップジョイント製作中の材料流動に依存した欠陥の大きさと形態を表す簡易力学モデルが示され、モデルを破壊力学的クライテリアに取り込むことによって、継手強度の FSW 条件依存性を合理的、且つ半定量的に統一説明できることを示している。

第6章では、各章で得られた主な成果を総括し、今後の研究課題と将来展望を示している。

以上、本論文は、アルミニウム異種金属 T ラップジョイントを固相状態で高速に製作できる FSW 技術について、接合体の強度を向上させつつ信頼性を保証する方針とともに提示したものと見える。一連の知見は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として価値を有するものと認める。

審査委員主査 宮下 幸雄 印

