

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 喜瀬 純男

論 文 題 目 建築構造用 Cu-Al-Mn 超弾性合金部材の基本特性評価
と機械式接合技術の開発

(Assessing fundamental properties of Cu-Al-Mn superelastic bars for building structures and development of mechanical splicing techniques.)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教授 荒木 慶一

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教授 丸山 一平

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授 尾崎 文宣

副 査 東北大学大学院工学研究科 教授 貝沼 亮介

副 査 日本大学工学部 教授 Pareek Sanjay

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

本論文は、従来の Ni-Ti 合金ではコスト、加工性、温度依存性などの問題のために難しいとされていた、建築構造用部材としての超弾性合金の実用化に向けた諸課題を解決すべく、近年、開発が進められている新しい銅系超弾性合金 (Cu-Al-Mn 合金) を対象に、各種基本特性の評価と異種部材との機械式接合技術の開発を行ったものである。

本論文は、以下の 8 章で構成されている。第 1 章では、研究背景および先行研究の課題について述べた。第 2 章では、形状記憶合金の概要と特性発現のメカニズム、本研究の対象になる Cu-Al-Mn 合金の特徴をまとめた。第 3 章では、疲労特性の検討を行った。既存の銅系形状記憶合金の課題となっていた粒界破壊の抑制効果を検討するため、サイクル熱処理で作製した単結晶と、比粒径 (粒径/棒の径) の異なる多結晶の Cu-Al-Mn 合金試料を作製し、繰返し引張疲労試験を行った。その結果、単結晶材では粒界破壊のリスクが回避されるだけでなく、繰返し変形時の疲労特性も優れていることを示した。第 4 章では、耐食性の検討を行った。構造物の耐用年数中に遭遇する可能性のある条件を想定し、各種試薬 (10wt% 塩水, 5wt% 硫酸, 5wt% 硝酸, 5wt% 塩酸, 5wt% 水酸化ナトリウム, 水道水) で噴霧および浸漬と乾燥を繰り返した環境下の耐食性を検討した。その結果、Cu-Al-Mn 合金の耐食性は既存の銅系形状記憶合金の Cu-Al-Ni 合金および純銅と同様であり、鋼材よりも優れていることを示した。第 5 章では、塑性変形と破壊の結晶方位依存性を検討した。ひずみ 10% までの繰返し引張試験を行い、その後、破断まで単調引張試験を行った。その結果、塑性変形と破壊において強い結晶方位依存性を確認した。特に、結晶方位の配向が $\langle 112 \rangle$, $\langle 113 \rangle$ さらに $\langle 001 \rangle$ に近い場合、最大 92% の破断ひずみを伴う非常に高い延性を確認した。このような非常に高い延性は、特に耐震用途の建築構造材料として有用である。第 6 章では、鉄筋等の異種部材との機械式接合方法として、熱間ヘッダー加工の実現可能性について検討を行った。ヘッダー加工を両端に施した試験片の引張試験の結果、全ての試験片で破断は軸部で生じ、ヘッダー加工部に十分な強度が有ることが判った。ヘッダー加工部の光学顕微鏡, SEM-EBSD による組織観察および解析結果から、ヘッダー加工部で破断が起こらなかった理由を考察した。第 7 章では、鉄筋等の異種部材との機械式接合方法として、鋼材で広く利用されている転造ねじ加工の実現可能性を検討した。Cu-Al-Mn 合金は焼入れ時の不規則 bcc 構造では塑性変形が容易であり、回転ダイス転造機での転造ねじ加工が可能であることを示した。また、その後の時効処理により規則化し、優れた超弾性特性が得られることも確認した。さらに、繰返し引張疲労試験を行い、十分な疲労特性を持つことを確認した。第 8 章では、本研究で得られた知見と今後の課題をまとめた。

以上のように、本論文は、従来は極めて困難と考えられていた建築構造用超弾性合金の実用化に向け、その中核となる基本的特性の評価と機械式接合技術の開発を行ったことから、学術上、工業上寄与することが大きい。よって、本論文の提出者、喜瀬純男君は博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと判定した。