

燃焼合成法を応用した新精密鋳造 TiNi 形状記憶合金の特性解明・応用

課題番号 17560069

平成 17 年度～18 年度 科学研究費補助金

(基盤研究(C))

研究成果報告書

平成 19 年 3 月

研究代表者 徳田正孝

三重大学大学院工学研究科

燃焼合成法を応用した新精密鑄造 TiNi 形状記憶合金の 特性解明・応用

1. はしがき

本報告は、平成 17～18 年度科学研究費補助金（基盤研究(C)）に基づいて、
標題の研究課題を実施した結果についてまとめたものである。研究組織、研究
経費、および研究成果発表状況は以下の通りである。

(1) 研究組織

研究代表者 徳田正孝（三重大学大学院工学研究科）

研究分担者 稲葉忠司（三重大学大学院工学研究科）

(2) 研究経費

平成 17 年度 2,000 千円

平成 18 年度 800 千円

計 2,800 千円

(3) 研究成果発表状況

① 査読のある雑誌等

- 1) 加藤貴也，笠井裕一，加地弘司，稲葉忠司，徳田正孝，内田淳正，形状記憶合金製髓内釘を用いた大腿骨骨幹部骨折に対する新しい手術手技，臨床雑誌整形外科，56 巻，5 号，pp.599-602，2005.
- 2) 北村一浩，口田敏雄，稲葉忠司，徳田正孝，吉見幸春，Ti-Ni 合金鑄造材の形状記憶特性，日本金属学会誌，69 巻，8 号，pp.604-607，2005.
- 3) K. Kitamura, T. Kuchida, T. Inaba, M. Tokuda, Y. Yoshimi, Shape Memory Characteristics of TiNi Casting Alloys Made by Using Self-propagating High-temperature Synthesis, Materials Science and Engineering A, Vols.438-440, pp.675-678, 2006.
- 4) K. Kitamura, T. Kuchida, T. Inaba, M. Tokuda, Y. Yoshimi, Superelastic Property of Ti-Ni Alloy Produced by Casting After SHS, Materials Transactions, Vol.47, No.11, pp.2867-2870, 2006.

② 国内、国際会議のプロシーディングス等

- 1) 沢田 豊，徳田正孝，稲葉忠司，北村一浩，吉見幸春，精密鑄造法により作製された TiNi 形状記憶合金の機械的特性，日本機械学会 2005 年度年次大会講演論文集(1)，No.05-1，pp.469-470，2005.

- 2) 口田敏雄, 北村一浩, 徳田正孝, 稲葉忠司, 吉見幸春, 燃焼合成法により作製された精密鑄造 TiNi 形状記憶合金の金属学的特性評価, 日本機械学会 2005 年度年次大会講演論文集(1), No.05-1, pp.471-472, 2005.
 - 3) 安岡賢二, 徳田正孝, 稲葉忠司, 北村一浩, TiNi 合金の二方向形状記憶特性に関する実験的研究, 日本機械学会 M&M2006 材料力学カンファレンス講演論文集, No.06-4, pp.71-72, 2006.
 - 4) 上田典幸, 徳田正孝, 稲葉忠司, 北村一浩, TiNi 形状記憶合金の回復応力に関する実験的研究, 日本機械学会 M&M2006 材料力学カンファレンス講演論文集, No.06-4, pp.73-74, 2006.
 - 5) 浅井孝宜, 徳田正孝, 稲葉忠司, 北村一浩, 吉見幸春, 渡邊吉弘, 服部兼久, 鑄造 TiNi 形状記憶合金の力学特性に与えるショットピーニングの影響, 日本機械学会 M&M2006 材料力学カンファレンス講演論文集, No.06-4, pp.91-92, 2006.
- ③ その他
- 1) 口田敏雄, 精密遠心鑄造 TiNi 形状記憶合金の金属学的特性, 平成 17 年度三重大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻, 修士論文, 2006.
 - 2) 沢田 豊, 精密遠心鑄造 TiNi 形状記憶合金の力学特性に関する実験的研究, 平成 17 年度三重大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻, 修士論文, 2006.
 - 3) 上田典幸, 種々の負荷条件下における TiNi 形状記憶合金の回復応力に関する実験的研究, 平成 18 年度三重大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻, 修士論文, 2007.
 - 4) 安岡賢二, 種々の負荷条件下における TiNi 合金の二方向形状記憶特性に関する実験的研究, 平成 18 年度三重大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻, 修士論文, 2007.
- ④ 特許等
- 1) Methods for Making Shape Memory Alloy Products, Inventors: Y. Yoshimi, Y. Okumura, M. Tokuda, Assignees: Yoshimi Inc., MIE TLO Co., Ltd., United States Patent, US 7,112,302 B2, Date of Patent: Sep. 26, 2006.

2. 研究成果の概要

TiNi 形状記憶合金は現在各種産業分野、さらには医療分野に至るまで幅広く実用化されている。しかし、それらの殆どは線材あるいは薄板材としてのみの利用に限られている。その理由として、TiNi 形状記憶合金特有の難加工性と鑄造時における重力偏析による材料不均一という大きな二つの問題が解決されていないためであった。そこで本研究では、重力偏析の起こらない均質なインゴット作製のために最近開発された燃焼合成法を採用し、形状の制限を解決し任意形状の製品作製のために精密遠心鑄造法を試みた。この新しい製造技術により作製した TiNi 形状記憶合金の機械的性質（擬弾性特性、形状記憶特性、防振特性など）およびそれらの温度特性を系統的实验により調べた。また、これらの力学的特性を裏付けるため、種々の金属学的観察・評価（各種顕微鏡組織観察、化学分析：XRD, DSC）を行った。これらの結果から、この新しく提案した手法により製造された TiNi 形状記憶合金は、十分に実用化に耐え得るものであり、この新しい合金を用いた、これまでに無い複雑形状の形状記憶合金製品開発により更なる産業応用が広まるものと考えられる。これが平成 17 年度の成果であるが、平成 18 年度では、ここで得られた実験結果のより詳細な検証を進め、信頼性を確認すると共に、さらに①この新しい形状記憶合金の更なる機能改善、②この新しい合金の回復応力の大きさの系統的な実験による検討、③この新しい合金の熱・力学特性の金属学的・熱力学的検討を行った。このほか、複雑形状を持つ形状記憶合金の作製の例として、企業・医学部との共同研究において、メネプレート（これは骨折部の治癒までの体内固定具であり、櫛形状をした板である。その効果を動物実験などにより検証を進めている。論文発表は行っていないが、一部新聞記事として掲載された）の開発を試みた。

以上、本研究により、任意形状の TiNi 形状記憶合金が高性能で作製可能であることが示され、このユニークな特性を持つ新素材の更なる興味ある産業応用が期待された。