



東北大学

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
国立大学法人東北大学

2010.03.18

巨大超弾性歪みを有する高強度な鉄合金を開発

東北大学の田中優樹博士研究員、工学研究科の大森俊洋助教、多元物質科学研究所の貝沼亮介教授らの研究グループは、ゴムのように 10~13%伸び縮みし、かつ高強度な鉄系超弾性^(注1)(形状記憶)合金の開発に成功しました。

開発した合金は、従来から研究開発が進められてきた鉄系形状記憶合金(Fe-Ni-Co-Ti 合金)において、チタンをアルミニウムに置き換えた上で、数種類の元素を添加、さらに適切な加工熱処理を施すことによって、室温で超弾性を示す鉄系多結晶バルク合金を得ることに世界で初めて成功しました。

本研究の成果は NEDO 産業技術研究助成事業(若手研究 Grant)における 2009 年度採択課題「巨大超弾性歪みを発現する高強度鉄系形状記憶合金の開発と医療デバイスへの展開」(研究代表者:大森俊洋助教)の一環として得られたものです。

この成果は 2010 年 3 月 19 日付のアメリカ科学振興協会発行の学術雑誌サイエンス^(注2)に掲載されます。

(注1) 形状記憶合金が弾性を発揮して予め設定された所定の状態・形状に戻る性質において、通常の金属と比べてより弾性的な変形の許容幅が大きい性質のこと。

(注2) アメリカ科学振興協会(AAAS)の発行している学術雑誌。<http://www.sciencemag.jp/index.jsp>

1. 背景

形状記憶合金には、材料を変形しそれを加熱すると元の形にもどる形状記憶効果の他に、超弾性あるいは擬弾性と呼ばれる「ゴムの様に伸縮する特異な性質」があります。この特性を利用して工業・エネルギー・医学等、種々の分野への実用化が盛んに進められています。これまで実用に供された形状記憶合金としては、Ni-Ti 基合金(ニチノール)や Fe-Mn-Si 基合金などがありますが、材料特性に優れたニチノールがその応用の殆どを占めてきました。しかし、ニチノールは冷間加工性が低く、素材や製造コストが高くなる点が、その適用分野拡大への障害となっています。また、機能性を高める観点から強度や超弾性歪みの向上が望まれていました。一方、従来型 Fe 系形状記憶合金の代表である Fe-Mn-Si 基合金は、加熱で形状が戻る形状記憶効果は示すものの超弾性が得られず、応用範囲が限られています。そのため、大きな超弾性歪みを示しつつ高強度な Fe 基形状記憶合金の出現が切望されていました。

2. 研究成果概要および本成果の意義

今回開発された Fe 系合金は、Fe 以外に Ni、Co、Al を主成分とする新型形状記憶合金です。類似した相変態を示す Fe-Ni-Co-Ti 系形状記憶合金は、数十年前より世界中で研究開発が進められてきましたが、脆性のためにほとんど超弾性が得られず、実用に供されませんでした。今回開発した技術は既存合金の Ti を Al に置き換えた上で数種類の元素を添加し、さらに適切な加工熱処理を施すことによってミクロ組織を制御します。この方法により、室温で超弾性を示す鉄系多結晶バルク合金を得ることに世界で初めて成功しました。この合金は、ニチノールの約 2 倍に匹敵する巨大超弾性歪み(最大約 13%)を示すばかりか、優れた熱間・冷間加工性を有し、板等への成形が容易です。さらに、800MPa 以上の高い超弾性応力を有しています。従って、従来の形状記憶合金では適用できなかった高い強度レベルが要求される新しい用途、例えば一般構造物、精密機械用、建築用等の他に、従来の形状記憶合金が用いられてきた医療用、スポーツ・レジャー用、眼鏡フレーム等の用途においてもこれまで不可能だった新しい製品の創出が期待できます。さらにこの合金は強磁性を有するので、磁場駆動マイクロアクチュエータや磁場駆動スイッチ、磁気センサー等の磁場によって動的に機能する材料やセンサー材料としての応用も考えられます。

3. 今後の展望

今後、東北大学では、実用化へ向けた疲労特性や耐食性の評価を行い、企業と連携して量産化技術の確立を進めていきます。さらに、医療用、工業用等様々な用途への展開を図ります。

4. 研究者の略歴(大森 俊洋助教)

2000 年 東北大学工学部材料物性学科卒業

2002 年 東北大学大学院工学研究科材料物性学専攻前期 2 年の課程修了

2005 年 東北大学大学院工学研究科材料物性学専攻後期 3 年の課程修了

2005 年 日本学術振興会特別研究員

2007 年～ 東北大学大学院工学研究科・助教

5. お問い合わせ先

(本プレス発表の内容についての問い合わせ先)

東北大学大学院工学研究科 助教 大森 俊洋

TEL 022-795-7323 FAX 022-795-7323

E-mail omori@material.tohoku.ac.jp

(NEDO 制度内容についての一般的な問合せ先)

NEDO 研究開発推進部 若手研究 Grant グループ 松村、松崎、千田

TEL 044-520-5174 FAX 044-520-5178

個別事業HP: [産業技術研究助成事業\(若手研究 Grant\)](http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html)

<http://www.nedo.go.jp/itd/teian/index.html>

(その他 NEDO 事業についての一般的な問合せ先)

NEDO 広報室 萬木(ゆるぎ)、田窪

TEL 044-520-5151