

●一般型

(平成16~18年度)

いわて県央・釜石エリア

医療用デバイスを目指したニッケルレス高機能・
高生体適合性「新」Co-Cr-Mo合金

国立大学法人 岩手大学
〒020-8550 岩手県盛岡市上田三丁目18-8
TEL. 019-621-6006

核となる研究機関
岩手大学



カナテック・材料

- **主な参加研究機関** 産…(株)ニッテツファインプロダクツ、同和鍛造(株)、(株)ミクニ 他
● 学…岩手大学工学部、岩手医科大学、東京医科歯科大学、 他
● 官…岩手県工業技術センター、(独)物質・材料研究機構、(財)釜石・大槌地域産業育成センター 他

事業の概要

岩手大学千葉晶彦教授が開発した医療用Niレスコバルト合金について、生体材料としての実用化を目指すため、骨格系(人工関節、内固定材)、非磁性系(脳動脈瘤クリップ)、血液系(大動脈ステント)といった具体的な医療機器への適用を視野に入れ、微細組織制御による耐久性の向上、ニッケル無害化による安全性の向上、常磁性磁化率の低減による機能性の向上を図るほか、多孔質体と骨組織との適合性の向上及び表面改質技術による血液適合性の向上に関する研究開発を行う。各テーマの概要は以下のとおりである。

(1) 耐久性・安全性・機能性に優れた生体用Co-Cr-Mo系合金の創製

千葉教授が開発したニッケルレスCo-Cr-Mo合金をベースに、人工関節や内固定材料に求められる耐久性向上のための微細組織制御技術の最適化や、第4元素の添加によりニッケルを固定化し実質無害化する安全性の向上や脳動脈瘤クリップに求められる常磁性磁化率の低減による機能性の向上に関する研究である。

(2) 高生体適合性骨格系Co-Cr-Mo合金の創製

人工関節に求められる高強度・低弾性係数達成のための、ニッケルレスCo-Cr-Mo合金を用いた多孔質体の創製及び骨組織との適合性向上に関する研究である。

(3) 血液・循環器系生体用Co-Cr-Mo系合金の創製

大動脈ステントに求められるニッケルレスCo-Cr-Mo合金の血液適合性を向上させる研究である。

都市エリア産学官連携促進事業における代表的な成果

1) NiフリーCo-Cr-Mo合金の人工股関節ステムのネットシェイプ加工技術を熱間閉塞鍛造法により確立した。

30kgCo-Cr-Mo合金の真空溶解技術を確立し(図1)、熱間鍛造などの塑性加工プロセスによりNiフリーCo-Cr-Mo合金の組織微細化技術を確立した。Processing mapの作成を試み、熱間加工プロセスの最適化法の検討を行った。これらの知見に基づいて、熱間鍛造加工の有限要素法(FEM)シミュレーション法を導入し人工股関節の熱間鍛造加工シミュレーション技術を確立した(図2)。これにより、人工股関節のネットシェイプ加工法の確立のための研究開発ツールの確立に目処をつけた(図3)。



図1(a) 釜石に導入した真空溶解炉。



図1(b) 導入した真空溶解炉で製造したCo-Cr-Mo合金



図2 熱間閉塞鍛造加工による人工股関節ステム製造のFEMシミュレーション結果。



図3 実際の熱間閉塞鍛造加工により製造されたNiフリーCo-Cr-Mo合金製人工股関節ステム

2) 生体・MRI適合性に優れた、高強度化・高延性化NiフリーCo-Cr-Mo合金の開発に成功。

Niと化合物を形成する元素、かつ生体毒性がないとされる元素の内、Ti、Nb、およびZrを添加したCo-Cr-Mo合金では微量不純物Niの溶出が抑制されることを明らかにした。また、Ni溶出を抑制する効果を有する微量Zrを添加したCo-29Cr-6Mo合金の細胞毒性は低減させることを明らかにした。その他に、Fe添加したCo-29Cr-6Mo合金の骨芽細胞適合性が増加することを見出した。NiフリーCo-Cr-Mo合金のCr含有量を増加することによってCoの強磁性は常磁性に変わり、26mass%Cr以上になると常磁性特性を示す。また、Cr含有量が30mass%以上でチタン合金に近い常磁性磁化率になることを見出した。さらに熱処理を施すことでも常磁性磁化率が低下する現象を見出した。図4は、Crの高濃度化、高濃度N添加を添加した生体用NiフリーCo-Cr-Mo合金の応力-ひずみ曲線を示したものである。従来合金に比べて、開発合金はいずれも強度、伸びともに飛躍的に改善されることが分かる。

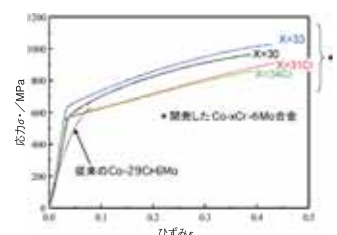


図4 従来合金とCr量とN添加量を増量した合金(開発合金)の応力-ひずみ曲線。