

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 新型銅系超弾性合金の大断面建築部材および外反母趾矯正装具への応用展開
プロジェクトリーダー	: 株式会社古河テクノマテリアル
所属機関	: 株式会社古河テクノマテリアル
研究責任者	: 貝沼亮介（東北大学）

1. 研究開発の目的

本課題では、新型銅系形状記憶合金の本格的な市場参入を図るため、主に結晶粒径と集合組織制御を用いて巨大結晶粒組織を得るための手法の確立と安定的な特性制御を行う。この手法を丸棒や平板部材への展開を図り、建築部材と外反母趾矯正装具への実用化検証を行うとともに、企業における大型部材の量産製造技術を確立する。

2. 研究開発の概要

①成果

新型銅系超弾性合金の本格市場参入を図るべく大型部材における特性向上の為、結晶粒径と集合組織制御プロセスを確立し当初目標の巨大結晶粒径を遥かに超える300mm(φ10~30mm)の長さで単結晶化に成功した。この成果は、40%以上あった超弾性応力及びヒステリシスのバラツキを大幅に低減することに繋がり市場参入が可能となった。これにより住宅メーカーとの実用化に向けた共同研究が促進し製品化の目処がたった。外反母趾矯正装具に関しては医療機器機関と本メンバーでモニター試験を地道に実施、最適板厚の決定及び装具形状及び構成の改善を行い長期装着が可能となることで治療効果が得られてきており早期の製品化が期待できる。2テーマとも産学が「部材開発、評価、プロセス開発及びMR等」の目的目標を共有し連携する事により大きく前進した。

研究開発目標	達成度
①φ10~30mm 棒材及び0.5mm 板材において最適熱処理で300mm 長さの単結晶材を得る。	①達成度 100% 単結晶化成功、製造プロセスの確立による安定した量産化を可能とした。 研究期間中 約2t の製造を行った。
②φ10~30mm 棒材に対し5%以上の超弾性歪みを超弾性応力及びヒステリシスについて±20%以内のバラツキで安定的に発現。破断歪みは10%以上	②達成度 100% <110>集合組織形成に成功 ヒステリシスバラツキ 5% 以下を達成した。
③0.5mm 厚板材で曲げ角度に依存しない矯正力実現のため、 $\sigma 3\% / \sigma 1\% < 1.3$ に収まること。	③達成度 100% 加工熱処理による集合組織制御及び柱状組織制御により $\sigma 3\% / \sigma 1\% = 1.09$ を達成した。
④良好な装着感と矯正効果及び低製造コストの実現	④達成度 90% 試作により症状の改善が確認できた 装着率(期間)の向上を図る事が課題となり現在改良品で試験実施中である。(良好)
⑤建築部材として以下の要求特性を満足す	⑤達成度 100%

<p>ることの確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機械的性質の速度依存性 ・機械的性質の温度依存性 ・疲労特性 ・耐食性 <p>⑥建築部材として周辺部材との接合方法を含む設計法の確立</p> <p>⑦量産可能な熱処理工程の確立</p> <p>⑧低コスト量産技術の確立、5000 円/Kg 以下の低製造コストプロセスの確立</p> <p>⑨住宅メーカーとの共同開発の実施と実用化の為に公的機関の認証取得</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・振幅 5%、15Hz 以下で無視できるほど小さい事を確認した。(目標 1Hz 変動 10%以下) ・棒材において±20°Cにおける応力変動が 30%以下であることを確認した。 ・1%歪み 1000 回、2%歪み 100 回のサイクルに対し疲労破壊が生じないような材料特性である事を確認した。 ・JIS Z 2371 及び 5% 硫酸、硝酸、塩酸及び水酸化ナトリウムにおける耐食・耐薬品性試験を行い、一般構造材 SS400 と比較し良好な性質を持つことを確認した。 <p>⑥達成度 100%</p> <p>本合金棒材のねじ山の形状やねじきり部の長さをパラメータとする実験を行いこれから得た知見を耐震試験試料に反映させ問題ないことを確認した。</p> <p>⑦達成度 100%</p> <p>粒成長及び方位制御に効果がある製造因子を抽出し焼鈍、伸線条件の最適化を行い量産工程に取り入れ安定した超弾性特性(単結晶材)を得ることが出来た。</p> <p>⑧達成度 90%</p> <p>溶解鑄造条件の最適化によって大型鑄塊を得ることに成功しその後の加工費が大幅に低減された。現状は 約 6000 円/Kg レベルであるが、量産化によるコストダウンは可能と判断する。</p> <p>⑨達成度 90%</p> <p>住宅メーカーと共同で実験を行い耐震改修用の耐震壁に適用の目処が立ち、平成 28 年 1 月最終確認 後、27年度中に公的評価機関に耐震壁倍率取得の申請を目指す。</p>
---	--

②今後の展開

外反母趾矯正装具は、現在手術以外他の矯正具による有効な効果事例は無い、本開発品による治癒は有望であり、今後は医療機関を通じ市場投入を図る。耐震化を必要とする住宅数は約1000万戸と見られ、種々の工法が導入されている。そのような背景の中、本合金がもつ自己復元力、震度 5 程度の中規模地震(歪み)への繰り返し耐久性、及び大地震(震度6強以上)後の復旧の容易さに着目した耐震壁(建築部材)は市場になく早期に耐震壁倍率を取得し製品化を目指す。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。銅系超弾性合金における異常粒成長を、組織学的に詳細な解析を行うことで、そのメカニズムを明らかにできた。これにより、効率的な結晶粒粗大化のプロセスを確立することができ、Science 誌に掲載され国際的に高い評価を得た。これらの基礎研究を連携良く企業へ展開し、当初計画を越えて、量産が可能な単結晶部材の生産プロセスが可能となり、外反母趾矯正装具および建材用途についても実用化への目処が得られた。