

# 形状記憶合金線の極細線化に関する研究

東海大学 工学部 精密機械工学科

助教授 吉田 一也

(昭和63年度研究開発助成 AF-88006)

## 1. 研究の背景

形状記憶合金は、現在温度制御素子、医療器具、女性下着の芯材などの広い範囲で利用されている。形状記憶効果を示す合金はかなりの数にのぼるが、実用化されているのはNi-Ti合金とCu-Zn-Al合金などの数種類である。いずれの材料とも加工性が乏しいことや形状回復温度を高精度で設定することが難しいため、価格は非常に高く問題となっている。これらの材料の物質的特性については、すでに多くの著者によって報告されているが、加工特性や記憶特性についてはほとんど明らかにされていない。

## 2. 研究の目標

加工性を向上させることがこの研究の主目的である。また、極細線化することにより、この材料の応用範囲を拡大させることも目標である。代表的な材料であるNi-Ti合金とCu-Zn-Al合金を用い、最適な加工条件(熱処理条件、潤滑剤の選定、断面減少率、ダイス角など)、加工後の寸法回復やローラーダイスの可否などについて検討する。

## 3. 研究成果の概要

供試材料は、 $\phi 3.0$ の55%Ni-Ti合金と20.5%Zn-6.2%Al-Cu合金である。引抜きには油圧式のドローベンチと万能試験機を利用し、ダイスは従来の超硬合金ダイス、ダイヤモンドダイスとローラーダイスである。本研究では、次の成果が得られた。

### 1) 素材の熱処理

材料に延性を持たせる焼なましなどの熱処理

は、当然伸線限界に影響する。高い伸線限界が得られる最適熱処理は、Ni-Ti合金で700~800℃焼なまし、銅合金では550℃に加熱後水中焼入れが良いことがわかった。

### 2) 潤滑剤の選定

潤滑剤の選定が悪いと断線率が高いばかりでなく、ダイス自身が破損する。Ni-Ti合金の場合、その選定が特に大切であり、ステアリン酸ナトリウム石けんを用いた伸線限界は、60%を越える高い値を示すことがわかった。

### 3) パススケジュールとダイス半角

難加工材である形状記憶合金線の伸線は、1回の断面減少率やダイス半角の選定が大切となる。その理由は、選定が悪いと断線したり、内部に割れが生じやすくなるからである。有限要素法による応力解析と実験により、最適な条件を決定した。

### 4) 引き太り現象

形状記憶合金は他の材料と異なり、伸線後ダイス孔径より1~3%太る現象があることがわかった。

### 5) ローラーダイス伸線

圧延と引抜きが複合された加工法であるローラーダイス伸線を試みた。従来の孔ダイス伸線と比較しながら、この加工法の長所と短所について調べた。改善すべき点もあるが、本材料のような難加工材の伸線には十分有効であることがわかった。

### 6) 形状記憶特性

引抜き材に形状記憶のため熱処理を施し、その特性試験を行った。Ni-Ti合金、Cu-Zn-Al合金ともに記憶特性は良好であった。しかし、後者の場合は少しの熱処理条件などによってもその特

性に影響することがわかった。

#### 7) 極細線化

伸線と熱処理を繰り返し施し、細線にする。本研究では容易に得られた最小直径は200  $\mu$ mであり、さらに細線にすることが可能である。

#### 4. 発表論文

1) 吉田一也、高野幹男、志真俊夫：カセットローラーダイスによるNi-Ti系形状記憶合金線の

引抜き、平成元年度塑性加工春季講演会論文集、163.

2) 吉田一也、中田雅雄、小岩井正俊、高野幹男：銅系形状記憶合金の伸線と記憶特性、第40回塑性加工連合講演会論文集、281.

3) 吉田一也：Ni-Ti形状記憶合金の伸線性と引き太り現象、塑性と加工、31-355 (1990), 1015.