



|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | Ti-Ni-Cu 形状記憶合金の相変態と機械的性質                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Author(s)    | 南, 泰鉉                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Citation     | 大阪大学, 1991, 博士論文                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Version Type |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/37272">https://hdl.handle.net/11094/37272</a>                                                                                                                                                                                                                                                         |
| rights       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">&lt;/a&gt;</a> をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

|         |                                    |           |           |
|---------|------------------------------------|-----------|-----------|
| 氏名・（本籍） | なむ<br>南                            | て<br>泰    | ひよん<br>鉉  |
| 学位の種類   | 工                                  | 学         | 博 士       |
| 学位記番号   | 第                                  | 9 7 3 3   | 号         |
| 学位授与の日付 | 平成 3 年 3 月 26 日                    |           |           |
| 学位授与の要件 | 工学研究科 金属材料工学専攻<br>学位規則第 5 条第 1 項該当 |           |           |
| 学位論文題目  | Ti-Ni-Cu 形状記憶合金の相変態と機械的性質          |           |           |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教 授 清水 謙一                  | 教 授 佐分利敏雄 | 教 授 山根 壽己 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電気抵抗測定、示差走査熱分析（DSC）、X線回折および定荷重サイクル試験により、Ti-Ni-Cu 3 元合金における  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態および  $B19 \rightleftharpoons B19'$  変態の変態挙動およびそれに伴う形状記憶特性を明らかにしたものであり、以下の 6 章からなっている。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べている。

第 2 章では、無負荷応力下における Ti-Ni-Cu 3 元合金の変態挙動を調べ、Ti-Ni-Cu 合金の変態挙動は Cu 濃度に強く依存すること、および B19 マルテンサイトは Cu 濃度が 7.5at% 以上の合金で現れ、またその B19 マルテンサイトが存在する温度領域は Cu 濃度の増加とともに広くなることを明らかにしている。さらに、 $B19 \rightleftharpoons B19'$  変態が電気抵抗測定では明瞭であるが、示差走査熱分析では不明瞭であるのに対して、 $B2 \rightleftharpoons B19$  変態は逆に電気抵抗測定では不明瞭であるのに示差走査熱分析では明瞭であるので、Ti-Ni-Cu 合金における  $B2 \rightleftharpoons B19 \rightleftharpoons B19'$  変態を調べるには電気抵抗測定と示差走査熱分析を組み合わせる必要があることを示している。

第 3 章では、負荷応力下における Ti-Ni-Cu 合金の変態挙動を調べ、Ti-Ni-Cu 3 元合金の  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態に伴う形状記憶特性（変態伸び、変態履歴および変態温度の応力依存性）は Ti-Ni 2 元合金の  $B2 \rightleftharpoons R$  変態と  $B2 \rightleftharpoons B19'$  変態に伴う形状記憶特性の中間であることを明らかにしている。また、 $B2 \rightleftharpoons B19$  変態に伴う形状記憶特性は Cu 濃度に依存し、Cu 濃度が 10at% から 20at% まで増加すると変態伸びは 3.2% から 2.7% まで、変態履歴は 11K から 4 K まで減少することを明らかにしている。

第 4 章では  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態に伴う変態伸びおよび変態履歴の Cu 濃度依存性をその変態に伴う格子変形に基づいて検討し、変態伸びが Cu 濃度の増加と共に小さくなることは変態に伴う格子変形が Cu 濃

度の増加と共に小さくなることに起因することを明らかにしている。一方、変態履歴が Cu 濃度の増加と共に小さくなることは格子変形だけでは説明できず、Cu 濃度の増加と共に変態中に導入される転位が少なくなることに起因することを示している。

第5章では、すべり変形に対する抵抗を高めるために加工熱処理を施した Ti-Ni-Cu 合金の変態挙動を調べ、溶体化処理材に加工熱処理を加えることによって回復可能伸びは増加するが変態履歴も増加することを明らかにしている。また、Ti-Ni 2 元合金とは異なって Ti-Ni-Cu 3 元合金では溶体化処理材に加工熱処理を施すとマルテンサイト変態開始温度が上昇することを示している。

第6章は本研究から得られた結果を総括的にまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

Ti-Ni 2 元合金は典型的な形状記憶合金として広く知られているが、最近 Fe, Nb あるいは Cu などの第3元素を添加することによって形状記憶特性を改善する試みがなされている。本論文は Ti-Ni-Cu 3 元合金における  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態および  $B19 \rightleftharpoons B19'$  変態の変態挙動を明かにするとともに 2 元合金における形状記憶特性を改善することを目的に行った系統的な研究をまとめたものであり、得られた成果を要約すると次の通りである。

- (1) Ti-Ni-Cu 3 元合金の  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態に伴う形状記憶特性は、Ti-Ni 2 元合金の  $B2 \rightleftharpoons R$  変態と  $B2 \rightleftharpoons B19'$  変態に伴うものの中間に位置することを明らかにし、形状記憶合金の応用に際しては、2 元合金におけるそれら 2 つの変態に伴う形状記憶特性の間の大きな間隙を埋めることが可能なことを示している。
- (2) Cu 濃度の増加と共に  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態に伴う変態伸びおよび変態履歴が減少することをその変態に伴う格子変形に基づいて検討し、変態伸びが小さくなることは変態に伴う格子変形が小さくなることに起因し、変態履歴が小さくなることは変態中に導入される転位が少なくなることに起因することを確認している。
- (3) すべり変形に対する抵抗を高めるために加工熱処理を施した Ti-Ni-Cu 3 元合金の変態挙動を調べ、溶体化処理材に加工熱処理を加えることによって回復可能伸びは増加するが変態履歴も増加することを明らかにしている。

以上のように、本論文は Ti-Ni-Cu 3 元合金における変態挙動および形状記憶特性を明らかにし、その  $B2 \rightleftharpoons B19$  変態は応用利用に際して良好な形状記憶効果を伴うことを立証するとともに、変態伸びおよび変態履歴の起源を明らかにして、それらの制御に必要な多くの知見を与えたもので、金属材料工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。