

研究概要報告書

資料 - 5

(1/2)

研究題名	熱弾性型マルテンサイトを利用した新しいタイプのNi-Al基制振合金の開発	報告書作成者	石田清仁
研究従事者	石田清仁、貝沼亮介		
研究目的	<p>防振合金は、減衰能が非常に大きくて、振動エネルギーをよく吸収し、機械や構造体の振動と騒音を防止する材料であり、音響工学や機械工学の分野における防音の見地から重要である。しかし、一般に機械的強度と減衰能は相反する性質を有し、制振効果の大きい合金ほど強度が低い傾向が見られる。このような困難な問題を克服したものとして、鋼とプラスチックを組み合わせた制振鋼板が挙げられる。これは強度と制振性をそれぞれ鋼とプラスチックに受け持たせる典型的な複合材料である。しかし、使用用途としては、板等の単純形状の材料に対してのみ使用可能であることから、複雑な形状で使用したい場合など単体で制振特性も強度も高い材料が求められている。</p> <p>従来、制振特性の良好な合金系としてMn-Cu系、Ni-Ti系に代表される双晶型、12%Cr鋼に代表される強磁性型、Zn-Al系や片状黒鉛鑄鉄に代表される複合型、Mg系等の転位型に分類されている。しかし、いずれの合金も降伏応力がおよそ200MPa程度以下に留まるため、強度の要求される機械部品等には使用不可能である。</p> <p>本研究グループは、Ni-Al基系に出現するCsCl型の金属間化合物β相において、その冷却中に生じるマルテンサイト変態の研究を行っている過程で、低温のマルテンサイト相の状態では、合金の振動にたいする減衰能が大きいことを見出した。この系の制振特性は、βマルテンサイト相中の双晶の移動に基づくと考えられるので、Ni-Ti系と同様の双晶型に分類される。しかし、本合金は、γ相(fcc構造)とβ相との2相組織を有するので、機械的強度については、従来材と大きく異なる。そこで、本研究では、β+γ 2相組織を有するNi-Al基系合金について、β相の熱弾性マルテンサイト変態を利用して、機械的強度も高くかつ振動エネルギーや音を吸収する能力も優れた従来にない新しいタイプの制振合金の開発を行う事を目的とし、β相とγ相の体積分率を変化させたときの制振特性や機械的性質を調査し、これら両特性について最もバランスの取れた合金組織を明らかにする。</p>		

様式-9

研究内容	<p>1.実験方法</p> <p>合金のβ相とγ相の体積分率の影響を調べるため、熱処理温度において同じタイライン上にあると予想されるNi-Al-Fe合金を高周波溶解した。この時、マルテンサイト変態開始温度がおよそ80℃となるよう熱処理温度を微調整した。熱処理後、画像解析装置を用いて各合金のβ相の分率を決定した。鑄造試料は、1200℃で熱間圧延し、およそ2mm厚の板とした後レーザー加工により機械試験片を切出し、熱処理後引張試験を行った。また、制振特性は、7mm×70mmの板材を用い、機械インピーダンス法により損失係数を決定した。</p> <p>2.実験結果</p> <p><u>(1) 制振特性</u>：顕微鏡組織の画像解析により、5つの合金についてのβ相の体積分率を決定したが、いずれの合金も、おおむねβ相の体積分率の増加に応じて制振特性も向上していた。これは、本合金の制振特性が、β相内のマルテンサイト組織内の双晶移動によることを裏付けている。38%βの試料は、51%βの試料より高い制振特性を有していたが、これは組織の大きさや形態によると考えられる。温度の依存性を明らかにするため、20℃から100℃まで温度を変えて防振特性を測定した。その結果、本合金系では、他の双晶型の合金に比して温度依存性が小さいことが判明し、広い温度範囲で適用可能である事が分った。</p> <p><u>(2) 機械的性質</u>：強度の低いマルテンサイトβ相を多く含む合金は、降伏強度、引張強度共に低く、γ単相の合金も、降伏強度は低かった。これに比して$\beta+\gamma$2相合金は強度が高く、38%β試料は、400MPa程度の高い降伏強度を示した。これは、この合金が、極めて微細な2相組織を有していることから、結晶粒微細化によって強化されたものと考えられる。</p> <p>以上の実験結果により、(30～50%)$\beta+\gamma$2相合金が良好な制振特性と高い降伏強度を兼ね備えたバランスの取れた合金であると言える。これは、熱弾性型マルテンサイトの制振効果に加えて、組織微細化因子が、本合金の制振性に大きく影響を及ぼすことを示している。</p>
------	--

(1/1)

現在、制振合金として上げられるTiNi系、ZnAl系、Cr鋼等は優れた制振特性を有しているが、機械的性質に劣る。その降伏応力と制振特性をまとめたのが右図である。いずれの既存の制振材料も、その降伏応力はおよそ200MPa以下である。このことは、騒音を軽減したい機械部品に使用する場合、大きな制限となる欠点を有している。本研究で得られた38%β合金はCr鋼とはほぼ同程度の制振特性があるうえ、400MPaというおよそ2倍の降伏応力を示す。制振材料を機械部品として使用する場合、その弾性領域での使用が設計上必要とされるので、本合金のように高降伏強度を有する材料は、制振合金の新しい用途の可能性を与えるものと期待できる。

38%β試料が、高い強度と比較的良好な制振特性をしめす理由は現在のところ不明な点が多いが、β相が制振効果の高いマルテンサイト相である上に、γ相をマトリックスとした微細な2相組織である点が大きな影響を与えているものと考えられる。

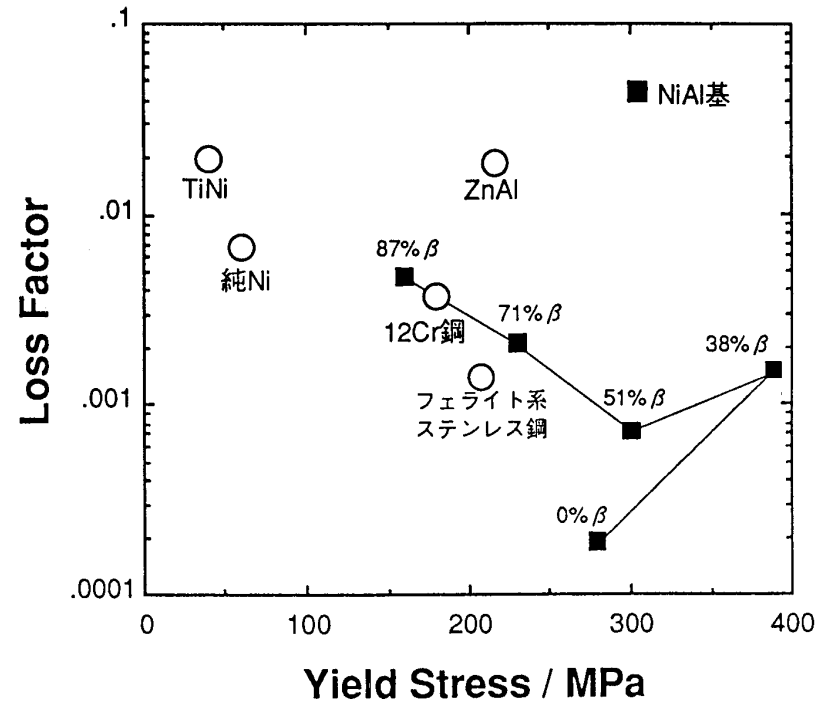


図1 Ni-Al-Fe系β+γ 2相制振合金の損失係数と引張降伏応力