

(783) Fe-Mn-Si形状記憶合金の特性改善方法

新日本製鐵(株)素材第二研究センター ○村上 雅人, 大塚 広明  
松田 昭一

1. 緒言

Fe-Mn-Si 形状記憶合金は適当な組成範囲では、すぐれた形状記憶効果 (SME) を示す。しかし、この SME は曲げ試験により得られたものである。本合金の SME を引張試験によって測定した場合、4% 塑性ひずみでは 30~50% 程度しか回復しない。実用化を考えると、塑性ひずみで 3% 程度完全に回復するのが望ましい。本研究では加工と熱処理の組み合わせにより、SME の改善を行った結果について報告する。

2. 実験方法

Fe-30Mn-6Si, Fe-32Mn-6Si (wt%) の組成の合金を真空溶解により溶製し 1200°C で 1h 加熱後、熱間圧延で 16mm 厚の板として各種試験片に加工した。SME は 1mm 厚、10mm 幅平行部長 20mm の試験片にピッカース硬度計により 10 点の圧痕を付け、引張前、引張後、および加熱後の長さ変化から回復ひずみを求め算出した。また 4mmφ、平行部長 20mm の試験片を用いて与えた歪量と加熱によって回復した歪量の割合をチャートから直接求める方法も併用した。また SME 向上を目的として、200~1200°C での熱処理および加工の影響などを調べた。

3. 実験結果および考察

3.1 熱処理の影響

Fig.1 に再加熱による SME の変化を示す。圧延まま材と比較して、再加熱で SME はある程度向上する。また 800°C 以上での加熱では同時に粒径が ~20μm 程度から ~200μm まで変化するが本実験範囲では大きな変化はみとめられない。

3.2 加工の影響

Fig.2 に室温から 300°C までの温度で 4% の塑性加工を引張により与え、室温で再び 4% 引張ったのち、300°C に加熱した場合の回復歪を示している。200°C 以上の加工で SME は大きく向上し、80% にも達する。これは、予加工によって  $r$  が強化され、SME 発現の過程で転位の導入が抑制されたためと考えられる。また低い温度での加工では、 $r$  のすべりと、 $r \rightarrow \epsilon$  変態が同時に生じるため、SME の改善が少ないと考えられる。

3.3 くり返し加工の影響

Ti-Ni 系などでは、形状記憶の操作をくり返し行うことにより特性が向上または安定化することが知られている。Fe-Mn-Si 系ではくり返しのみでは SME は向上しないが、加熱温度を高くすると効果があらわれ、3% 塑性ひずみでほぼ 100% の SME が得られるようになる。最後に Fig.3 に改善後の本合金の SME を示す。

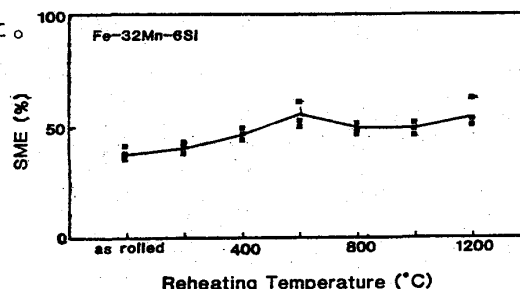


Fig. 1. Effect of reheating temperature on shape memory effect.

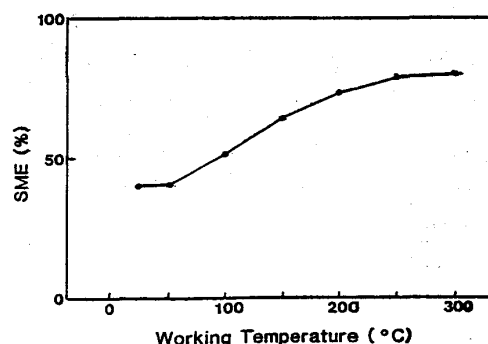


Fig. 2. Effect of working temperature on shape memory effect.

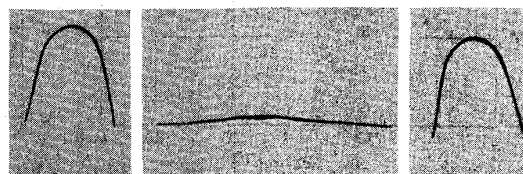


Fig. 3. Demonstration of improved shape memory effect (Fe-30Mn-6Si).