

(359) Ni基耐熱合金のヘリウム中腐食に対するMnとSiの効果

原研 東海研究所 ○新藤雅美 鈴木富男
工博 近藤達男

1. 緒言 ハステロイ-X相当合金(AMS 5536G)の低酸化性雰囲気中の高温酸化には合金中のMn, Alの含有量が密接な関係を持ち、Mnは表面被膜の保護性を高めて耐食性改善の効果があり、Alはある量以上で粒界の局部侵食を誘起させることを報告した。Mnの効果に注目すると、従来の一連の結果はMnの多いほど耐食性は向上したが、その含有量は規格で許容する上限より下の0.64%までの範囲に限定した試料を用いた。またMn以外の成分は試料により若干異なっていたが、それらの影響は無視して良いと判断していた。本報告はこれらの欠点を補うためMnとSi以外の合金成分は各試料でほぼ一定にして、Mnの効果のみに焦点を合わせるとともに規格をこえて高Mn(最高1.32%)量までの広い範囲で評価した。またやゝ定性的であるがSiの共存時の効果についても検討した。

2. 実験方法 実験に使用した材料のMnとSi以外の化学組成はハステロイ-X相当合金(AMS 5536G)の規格に準じ、Alは0.02%以下にした。Mnは0.02%から1.32%までの間で6種の材料を溶製した。Si含有量は上記6種に別して0.08~0.29%の範囲である。実験結果の一部には過去に使用した材料も含まれている。雰囲気中のヘリウムはヘリウム冷却型原子炉の経験をもとにして混合された不純物を含むもの(B型混合ヘリウム)を常圧の閉回路からなる調製装置より供給した。試験片は1,200番エメリー紙で湿式研削後、特級アセトン中で超音波洗浄し、真空乾燥したのちに秤量して、ただちに試験に供した。試験温度は1,000℃、加熱時間は500時間と1,000時間の結果である。なお比較のために大気中1,000℃、500時間の試験も行った。

3. 結果 長時間高温酸化では膜のはく離がありとくに低Mn材でそれが著るしかった。そこで耐食性の評価はEPMAの定量的分析で酸化膜直下のCr欠乏層深さを測定した結果を用いた。これは膜の保護性の指標として用いることができる。Siの効果はSiの少ないもの(0.03%~0.11%)若干多目のもの(0.23%~0.46%)とに大別して評価を行った。ヘリウム中でのCr欠乏層深さとMn含有量の関係を図1に示す。加熱時間の増加とともにCr欠乏層は放射線的に深くなるのがたしかめられている。500時間と1,000時間の結果をみるとMnの含有量の増加につれてCr欠乏層は浅くなり耐食性が上がる。またSiの効果は低Mn材側では明らかではないが高Mn材をみるとSiの共存がさらに耐食性を高めることがわかる。この結果は表面の酸化膜の厚さ測定の結果でも同じ傾向を示した。被膜中の元素分布をみるとMn含有量の増加とともに被膜の外側のMn濃縮層の厚さが増加し、それに対応してCrの酸化膜の厚さが減り、結局全体としての膜厚はMn濃縮層が厚くなるにしたがって減少してくる。これに対し大気中の酸化挙動はヘリウム中とは対照的で一定量まではMn含有量の増加にともなって耐食性は悪くなる。しかし約0.65%より多ければヘリウム中と同様にMn含有量の増加とともに耐食性はよくなる。大気中ではSiの存在はMn量のすべての範囲で耐食性を改善する。

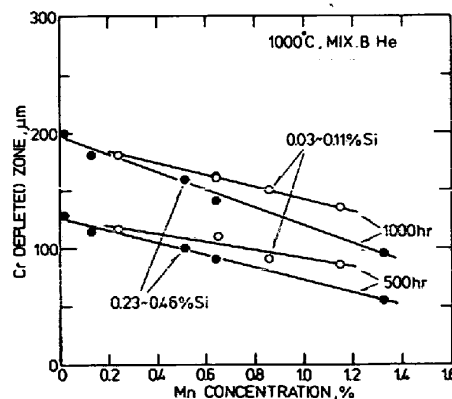


図1 Cr欠乏層とMn含有量の関係

参考文献: (1)新藤, 鈴木, 近藤: 鉄鋼協会第92回講演概要集 P430