

669.245'26'27: 620.193.55

(569) 原子力製鉄用耐熱合金の還元ガス中における高温特性

金属材料技術研究所 四尾樹男、藤塚正和、田辺龍孝
北島正弘、吉田平太郎、渡辺亮治

I 緒言

本研究は、通産省工業技術院の大型プロジェクト研究「高温還元ガス利用による直接製鉄技術の研究開発の一環として行われたものである。原子力製鉄用耐熱合金は、中間熱交換器のみならず、利用系での使用が予想されている。したがってヘリウム雰囲気のみならず、還元ガス中においてもすぐれた高温特性を有することが必要である。本報告は、民間企業で各々独自の方針に従って開発され、原子力製鉄用耐熱合金の候補合金として提案された合金のうちの数種、およびハステロイXRとインコネル617について、金属材料研究所で実施された還元ガス中の腐食試験、および還元ガスの主要構成ガスである水素に注目し、水素中の高温短時間引張特性をヘリウム中の引張特性との比較において求めるために行われた両雰囲気での高温短時間引張試験において得られた結果について述べる。

II 試料および実験方法

腐食試験片の形状は、20mmX10mmX5mmの短冊状である。腐食試験は、80%水素、15%一酸化炭素、5%二酸化炭素から成る還元ガス中、900°C、1,500時間（一部の合金は200時間まで）までの試験を行い、試験後試料について重量変化、Cr欠乏層深さ、表面から内部への硬度変化を求め、また組織観察、表面近傍の炭素分析を行った。なお実験に当たっては、その遂行上当面する問題を解決してから実施した。高温短時間引張試験は、900°C、1,000°C、1,050°Cの3温度で、ヘリウム中、水素中、JIS規格に定められた引張速度により実施した。

III 実験結果

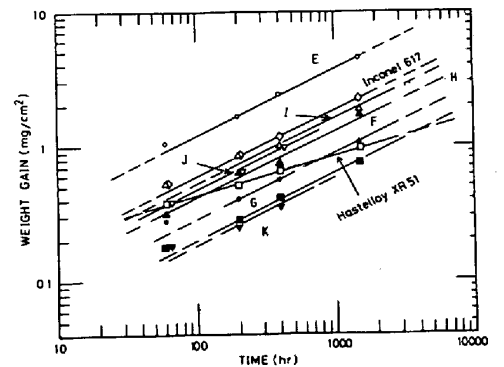
還元ガス中加熱によりハステロイXRのみに針状の酸化物が認められる。これら合金に生成する酸化物は主としてCr₂O₃で、ハステロイXRではCr₂O₃の外側にMnCr₂O₄が生成する。酸化の進行は、図に示すようにハステロイXRを除きほぼ1/2乗則に従う。1,500時間加熱後の重量増加は、Cr合金が最も少なく、ついでハステロイXR、F合金となり、Al、Tiを含み内部酸化の著しいE合金は最も多い。

Crの選択酸化に伴い、試料表面に生成されるCr欠乏層深さの進展は、内部酸化を生ずるインコネル617、E合金を除き、1/3乗則に従う。

試験後試料の炭素分析から、Cr合金、ハステロイXRは、ほとんど脱炭しないが、H、I、E、インコネル617の各合金においては、若干の浸炭によると思われる炭素濃度の増加を示す。またクリーブ破断後の試験片の炭素分析から、浸炭は応力により促進されるものと考えられる。

表は1,000°Cの短時間引張試験において、水素中での0.2%耐力、引張強さ、破断伸び、断面減少率をヘリウム中との比において示したもので、0.2%耐力、引張強さは、ほとんど差違が認められないが、破断伸び、断面減少率は、ヘリウム中に比べ低下の傾向が認められる。

900°C、1,050°Cにおいてもほぼ同様の傾向が見られる。



Weight gain of alloys heated at 900°C in reducing gas.

Ratio of tensile properties of alloys in H₂ to those in He at 1000°C.

Alloy	0.2% Proof Stress	U.T.S.	Elong.	R.A.
E	1.08	1.04	0.85	0.98
F	0.97	0.97	0.84	0.97
G	0.94	0.97	0.80	0.89
H	0.96	0.98	0.74	0.61
I	0.99	1.00	0.79	0.90
Hastelloy XR	0.95	0.96	0.95	1.04
Inconel 617	1.00	0.99	0.78	0.88