

(430) ハステロイ-Xのヘリウム中耐食性の改善

日本原子力研究所(東海) ○新藤雅美, 鈴木富男  
 近藤達男

1. 緒言; 製鉄など高温のプロセス加熱への応用が期待されるヘリウム冷却高温ガス炉では耐熱合金が構造材に用いられるが、それらの耐食性は大気中などの高酸化性雰囲気における場合と異なった観点から決定されると考えられる。経験的に比較的良い耐食性を示したハステロイ-X相当合金(CMS 5536合金)の規格で制限を受けない範囲の微量不純物元素に注目してその含有量調整による耐食性の改善を試みた。分子状酸素を含まないことを特色とする高温ガス炉のヘリウムは低酸化環境である。この条件で平衡論的に酸化を受ける微量不純物元素はAl, Mn, Siに限られるのでこれらの元素と耐食性の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法; 表1に示すように供試材料は異なるAl, Mn, Si含有量の6種のハステロイ-X相当合金である。実験に用いたヘリウムは実験用原子炉の経験値をもとにして混合された不純物を含まるものを常圧の閉回路からなる調整装置から供給した。試験片は5×10×1mmの板状とし

表1. 供試材の化学組成 (重量%)

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Co	Mo	W	Fe	Ni	Al	B
HASTELLOY-X	0.05 -0.15	<1.00	<1.00			20.50 -25.00	0.50 -2.50	8.00 -10.00	0.20 -1.00	17.00 -20.00	Bal.		
STD-1	0.06	0.64	0.39	0.013	<0.005	21.53	0.69	8.62	0.55	18.03	Bal.	0.23	0.001
STD-2	0.06	0.60	0.43	0.007	<0.005	21.55	1.01	8.92	0.45	17.76	Bal.	0.42	
HX-1	0.08	0.49	<0.05	0.004	<0.005	21.74	1.03	8.97	0.50	18.10	Bal.	(0.02)	0.001
HX-2	0.08	0.09	<0.05	0.002	<0.005	21.27	1.03	8.56	0.89	18.24	Bal.	0.15	0.001
HX-3	0.08	0.13	0.45	0.002	<0.005	21.70	1.05	8.84	0.62	18.15	Bal.	0.03	0.001
HX-5	0.08	0.07	0.46	0.002	<0.005	21.53	0.02	8.90	0.54	18.42	Bal.	0.15	0.001

1200番までエメリー紙で湿式研灰後、特級アセトン中で超音波洗浄し、真空乾燥してから秤量して、ただちに試験に供した。試験温度は1000℃、加熱時間は3000hrまでの結果である。

3. 実験結果; 全般には腐食深さ(重量増加)はMnの含有量によって支配され、Mnが多いほど低い値を示した。しかし最長の3000hr試験後では被膜の脱落が著しいため全部を回収しきれず重量増加による評価は困難であった。一方、試料の断面の詳細な観察からCrの選択酸化による酸化膜直下のCr欠乏層の形成がみられ、これが腐食の進行の程度、あるいは腐食速度を反映していると思われる。そこで図1のようにEPMAの点分析でこのCr欠乏層の深さを測定して耐食性の目安とした。

1000hrまでの重量変化同様、Mn量の増加とともにCr欠乏層も浅くなる。ハステロイ-Xに通常起る結晶粒界の局部腐食については上の結果とはほぼ独立に図2に示すように、Alの含有量の増加とともに侵食深さも増加する。Alの低減にはこれの防止に有効で0.03%以下では3000hr後でも局部侵食は見られなかった。Siの効果はまだ十分明らかでないが被膜と金属の境界に濃縮するたので、膜の密着性に関与すると思われる。3000hrでは内部にも偏在が見いだされたので長期には内部酸化にも関与しよう。また被膜と合金の界面の形態はAl, Siの存在によって複雑にいろいろ形態をもたらし、被膜中に未酸化の合金系地帯と残り残される機会を作り出すのである。溶解時のこれらの三元素の制御により耐食性の改善が可能である。

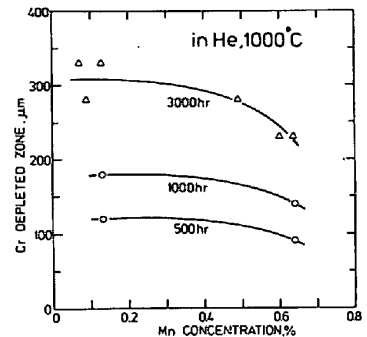


図1. Cr欠乏層とMnの関係

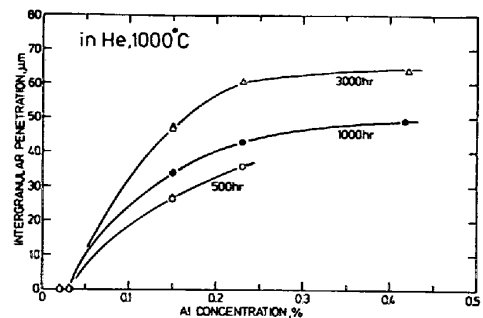


図2. 侵食深さとAlの関係