

(676) Ni 基耐熱合金の腐食浸炭挙動

日本原子力研究所

○塚田 隆, 近藤達男

I 緒言

ヘリウム冷却高温ガス炉の一次冷却系は、炉心黒鉛等からの微量不純物を含むため構造用金属材料の腐食・浸炭が問題となる。特に機械的性質との関連においては、脱浸炭現象が注目される。この雰囲気の特徴は低酸化ポテンシャルにあり、その条件による合金の酸化挙動が脱浸炭挙動とからみ合っているものと考えられる。本研究は、黒鉛-H<sub>2</sub>O・CH<sub>4</sub> 反応を利用してガス中不純物を調整する形式のループ<sup>(1)</sup>から極低酸化ポテンシャルの不純ヘリウムガスを供給し、高温ガス炉構造用の Ni 基耐熱合金の挙動を調べた結果である。

II 実験方法

表 1 供試材の化学組成

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Ti	Zr	Fe	Al	Nb	Co	Mo
Hastelloy XR	0.07	0.34	0.84	0.005	<0.005	Bal.	21.7	0.48	<0.05	-	18.2	<0.05	-	0.05	9.0
Alloy A	0.03	0.028	0.008	0.003	0.002	Bal.	15.0	25.31	-	0.053	-	-	0.41	-	
Alloy B	0.05	0.05	0.01	0.002	0.002	Bal.	23.6	18.4	0.54	0.03	0.09	0.003	-	0.02	

ハステロイ X を高温ガス炉用に成分調整したハステロイ XR および工業技術院の原子力製鉄技術開発計画で開発された Ni-Cr-W-C 系合金 (Alloy A および Alloy B) を対象とした。

化学組成を表 1 に示す。試験片は長さ 30mm, 直径 5mm の丸棒型とし、1200 番エメリー研磨後、アセトン洗浄し供試した。酸化ポテンシャルの実態確認には、高純度 Cr, Ti, Mo 試験片を使用した。ヘリウムガスは、あらかじめ H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> を適量添加したのち、約 1000 °C に加熱した高純度黒鉛を充填した反応炉を通して不純物の調整を行う方法<sup>(1)</sup>をとった。この方法によれば、H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> 量を検出限界未満ながら一定に保ち H<sub>2</sub>-200, CO-20, CH<sub>4</sub>-20 μatm の条件 (変動幅土約 15%) を作れる。試験温度は 800, 900, 1000 °C で、試験温度は最長 1000 時間である。

III 実験結果

Cr 試験片を調べた結果、800, 900 °C では Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 酸化皮膜を形成するが、1000 °C では Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub> のみが生成することが分かった。これから雰囲気酸素分圧は約 10<sup>-24</sup> atm 以下であると考えられる。ハステロイ XR はこの酸化ポテンシャルに対して 800, 900 °C で耐食性に有効な MnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の均一皮膜をつくることを見出した。1000 °C では主に Mo 炭化物が表面にあらわれ、図 1 に示すように流れに沿う試験片の中央部分での浸炭量は 1000 °C で急増した。これから 900 °C 以下では皮膜が耐食性の基盤になることが分かる。図 2 にガス流方向の炭素分布の差が認められることは、1000 °C ではダウンストリーム効果が大きいことを示す。Alloy A と Alloy B は類似の挙動を示した。900 °C 以下で作る Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 皮膜は Alloy A の方が薄かった。1000 °C では表面に W 炭化物と共に、Ni-Cr 炭化物粒が見られた。後者の 2 合金では浸炭量の温度による差は小さく、これは合金内の炭素活量の考察から推論できる。

(1) 塚田, 新藤, 近藤: 昭和 56 年

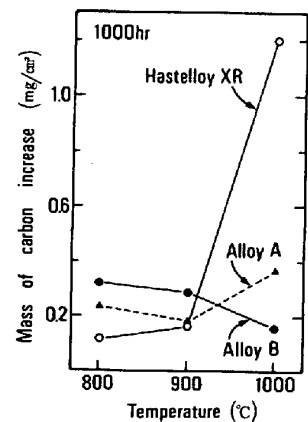


図 1 試験温度と浸炭量

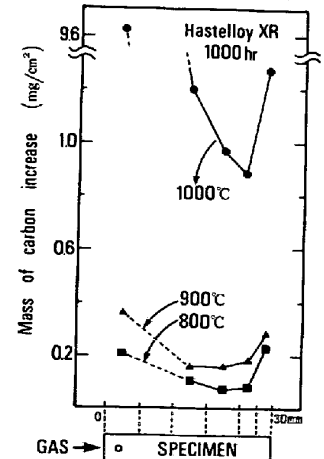


図 2 ガス流方向の浸炭量変化