

(286) 高温ガス炉用耐熱合金溶接部の高温He中における挙動について

川崎重工業㈱

工博 清水茂樹

○ 村上孝士

1. 緒言

ハステロイ系、インコネル系およびインコロイ系などの高温ガス炉用耐熱合金は、1000℃近傍のHe雰囲気中で使用される。高温かつ微量不純物を含有するHe中で長時間使用した場合の耐熱合金の挙動としては、腐食(O_2 による表面スケールの生成ならびに材料の結晶粒界に沿って優先的に生じる内部酸化)、炭化反応(脱炭、浸炭)および組織変化などが考えられ、これらに伴う耐熱合金の強度変化ならびにHeの汚染は重要な問題であり、各研究機関で断片的に研究が行われてはいるが、まだ系統づけられる所までいっていない。とくに溶接継手についてのデータは皆無といつてよい。本研究においては、上記耐熱合金の母材とその電子ビームおよびTIG溶接継手について、高温He雰囲気における腐食挙動、組織変化ならびに低サイクル疲労強度につき検討を行った。

2. 試験方法

800, 900, 1000℃にて、 $CO/CO_2 \div H_2/H_2O \div 100$ の不純物を含むHTR近似He中にて最高3000hrまで各種耐熱合金およびそれらの溶接継手を浸漬した後、表面腐食部の性状、重量変化、組成変化ならびにマトリックスの組織変化、硬さ変化等を調べ、非浸漬材と比較検討した。さらにハステロイXについては、900℃にて3000hr上記He中に浸漬した後、同雰囲気にて低サイクル疲労試験を行い、非浸漬材との比較を行った。(*: 高温ガス炉)

3. 試験結果

1) 高温He中長時間加熱による材料の耐腐食性(生成酸化物量、酸化スケールの健全性、内部酸化の程度等)は固溶体強化型合金であるハステロイXが最も優れており、Al, Tiを含む析出強化型合金は一般に劣っている。

2) 生成酸化物量については、母材とその電子ビームおよびTIG溶接継手で差異は認められない。耐内部酸化性については、図1に示すように電子ビーム溶接金属は母材と同等あるいはそれ以上に優れているが、TIG溶接金属では一般に劣っている。

3) 表面酸化物の性状ならびにマトリックスの質量移行については、母材と電子ビームおよびTIG溶接金属でとくに差異はない。

4) 炭化物の析出挙動については、加熱温度の上昇ならびに加熱時間が長くなるにしたがい、析出、粒状化、凝集の過程をたどり、図2に示すように硬さの変化もそれに対応するが、母材と電子ビームおよびTIG溶接金属でその傾向にとくに差異は認められない。

5) He中長時間加熱後の高温低サイクル疲労強度は、時効によるマトリックスの延性増加に対応して非浸漬材より上昇した。溶接継手は母材より低い、溶接法による差異は認められない。

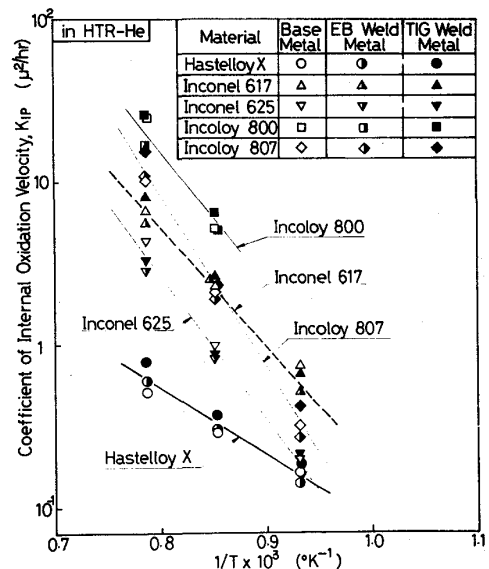


図1 内部酸化速度定数と温度の関係

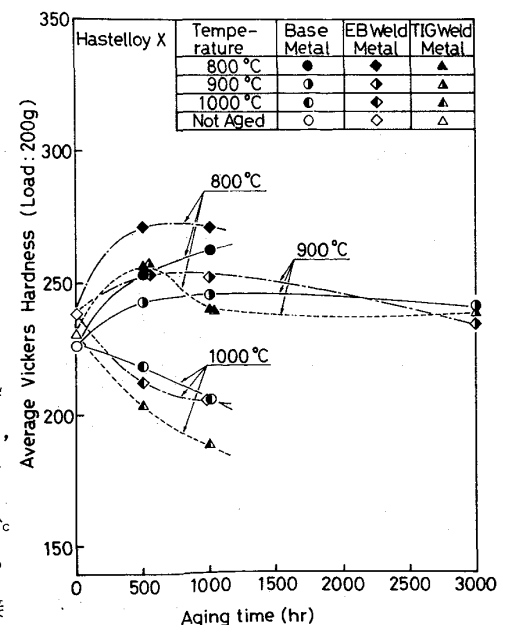


図2 硬さにおよぼす時効条件の影響