

(724) 低誘導放射化Fe-Mn-Cr系オーステナイト鋼のクリープ破断強度と靱性

東京大学工学部 ○朝倉健太郎, 藤田 利夫
川鉄技術研究所 松崎 明博

1. 結 言

核融合第一壁材料としてオーステナイト系ステンレス鋼(改良 SUS 316, D-9 など)とフェライト鋼(HT-9, Modified 9Cr-1 Mo など)が有力候補材料になり研究が進められている。しかしNi, Mo, Nbなどの合金元素はFeよりも長寿命の放射性核種を生じ, 安全なレベルまで減衰するには100年以上を要するといわれている。このため低放射化元素(たとえばCr, W, V, Ti, Mnなどを)積極的に添加した核融合炉材料が検討されはじめている。

本研究は誘導放射能の高いNi, Mo, Nb, Coなどを添加しないFe-Mn-Cr系オーステナイト鋼を溶製し, 主としてクリープ破断強度について調べ, 併せて靱性, 微視組織などについて調べたので報告する。

2. 実験方法

Table 1. Chemical composition of MN-steel (wt%).

steel	C	Si	Mn	P	S	Al	Cr	W	V	N
MN	0.26	0.11	17.7	0.010	0.006	0.001	11.6	2.12	0.49	0.043

供試鋼の化学成分をTable 1に示す。本鋼の特徴を記すと, Mn量はオーステナイト相を安定にするため18wt%, Cr量は耐酸化性から12wt%にし, 誘導放射能の点からMoが添加できないためWを約2wt%, さらにVを添加して強化した。熱処理は1150℃, 1h→水冷まま(WMN), 空冷まま(MN), およびその後, 750℃, 20h→空冷(WMNT, MNT)した4種類についてクリープ破断試験, シャルピー衝撃試験を行った。

3. 実験結果

1) クリープ破断試験の結果をFig. 1に示す。WMN, MNは溶体化処理まま, WMNT, MNTは溶体化処理+焼もどし処理を施したものである。

強度差は試験温度によって異なり, 600℃では焼もどし処理を施した方が破断時間で比べると, わずかにすぐれた強度を示し, 700℃では溶体化処理のままの方がすぐれている。水冷処理した鋼(WMN, WMNT)も, 空冷処理した鋼(MN, MNT)とほとんど同じクリープ破断強度であり, 熱処理による大きな差違は認められなかった。破断伸びは約20%あるが, 絞りは15~50%と幅があり, しかも低い。

Fig. 2はMN系鋼と代表的なオーステナイト系ステンレス鋼の10⁴hクリープ破断強度を比較したものである。この結果, MN系鋼はSUS 347HTBのクリープ破断強度相当鋼であり, すぐれた高温強度を有していることがわかった。

2) 溶体化処理まま, 焼もどしままの延性-脆性遷移温度をFig. 3に示す。WMNT処理した鋼の遷移温度は高温側にあり, 上部棚エネルギーも低い。これに対してMNT処理した鋼は, 水冷・溶体化処理したWMNとほぼ同じ遷移温度, 上部棚エネルギーを示す。また600℃, 10³h加熱後の0℃におけるシャルピー吸収エネルギーは約20kgf-mあり, すぐれた衝撃特性が得られた。

3) 600℃および700℃破断材を, TEMによって微視組織を比較すると, 700℃破断材の方が転位密度が高く, 析出物も大きい。

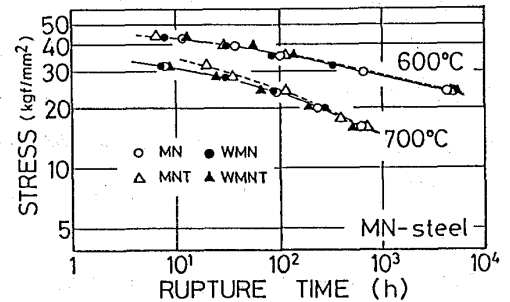


Fig. 1. Creep rupture strength.

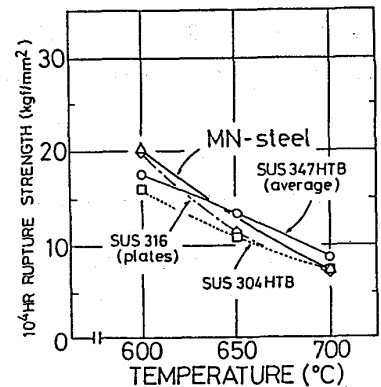


Fig. 2. Comparison of 10⁴h-rupture strength.

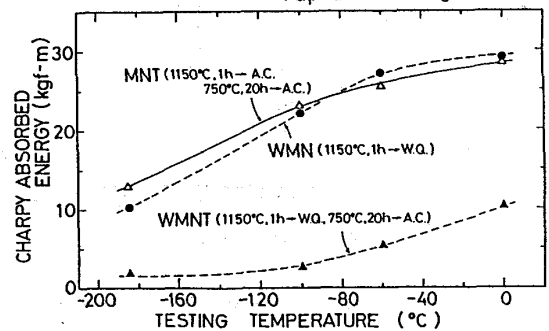


Fig. 3. Ductile-brittle transition curves.