

原研 東海研究所

・渡辺勝利 近藤達男

菊池正彦

1. 序: ニッケル基耐熱合金の相安定性による種々の特性変化は、実用上の立場から明らかにしておく必要のある重要な課題である。著者はこれまで比較的短時間の応力時効挙動を調べ、たか作用下では機械的性質の急激な変化もむしろ金属組織の変化が顕著であることを見出し、またその支配因の一つとして考察した。本報では多目的高温ガス炉用構造材であるニッケル基のハステロイ-X系材料のうち中級材(Heat-B), Al, Co, S, を低減したもの(Heat-G)および耐食性の改良のためMn量を高めたもの(Heat-O)について応力時効挙動を調べた。すなわち、クリープ条件下におかれる部材の種々の時効点における延性の急激な変化、特に室温では、左記の特性および微細組織の変化について重点的に調べ、さらには合金間の特性の相違についても検討を加えた。

表1. 試料の化学組成(%)

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Co	Mo	W	Fe	Al	Ti	Ni	N	B
Heat-G	0.08	0.65	0.03	<0.005	<0.005	21.98	0.05	8.81	0.54	18.35	<0.02	0.02	Bal.	0.005	0.001
Heat-B	0.06	0.60	0.43	0.007	0.005	21.49	0.98	8.82	0.53	18.03	0.41	0.03	Bal.	—	—
Heat-O	0.07	0.88	0.27	<0.005	<0.005	21.90	0.04	9.13	0.47	18.23	0.03	0.02	Bal.	—	—

2. 実験方法: 試料Heat-B, Heat-GおよびHeat-Oの化学組成を表1に示す。試料はすべて極少量材料を用い、それぞれ

平均部材はHeat-B, Heat-Gでは $2 \times 28 \times 150 \text{ mm}^3$ , Heat-Oは $1 \times 28 \times 150 \text{ mm}^3$ である。溶体化処理( $1170^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ . 冷却後空冷)を施した後、クリープ試験機型の荷重施加装置にて4つにた応力時効試験を行う。この後引張試験、光顕および顕微鏡の各種試験片を採取した。時効条件は $900^\circ\text{C}$ におい、た応力 $0 \sim 5 \text{ kg/mm}^2$ の範囲とした。引張試験は全て室温で行い、破面の解析も行う。また薄板材料を準備し、電顕直接観察を行う。

3. 実験結果および考察: 図1は各合金の室温延性におよびすたた応力依存性の結果を示す。これらの合金もたた応力により延性は急激に減少するが、たたレベルには高たたの場合を除き、弱い依存性を示す。またHeat-B, Heat-Oに比べHeat-Gはたた応力の有無により高い延性を保持している。このことと組織の観察結果とを対比させると、Heat-B, Heat-Oではワイドマーズテンテン状炭化物の析出が多く認められるのに対し、Heat-Gでは比較的微細な炭化物の析出が観察され、この合金の延性の結果と関連づけられる。図2は各合金の室温延性の急激な減少と時効時間の関係を示す。比較的短時間の範囲(300hr)では無たた時効に比較してたた時効による延性の時間依存性に対する相対的急激な減少は少ない。これはたた時効時間の増大は半無たた時効の場合とたた時効の場合との延性の相対的急激な減少を示す。1000時間時効では、

Heat-B, Heat-Gともに無たた時効では過時効によるものと推定されるが、延性は増加するのに対し、たた時効の場合には両者ともに延性は著しく低下する。一方、Heat-Oではたたの有無による延性は低下し、相対的急激な減少は少ない。この場合、特にたた時効材のみからなる著しい延性の低下は粒界脆化と密接に関連しているものと推定され、破面観察の結果にもよって併せて述べる。無たた時効による試験例は多いが本実験のみから推定するたた作用下の急激な延性急激な減少は更に注目してゆく必要がある。

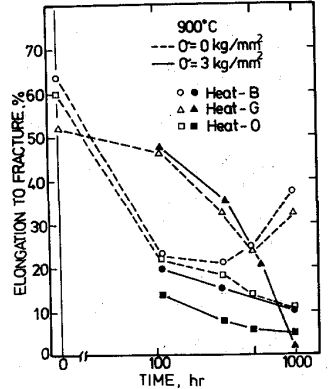
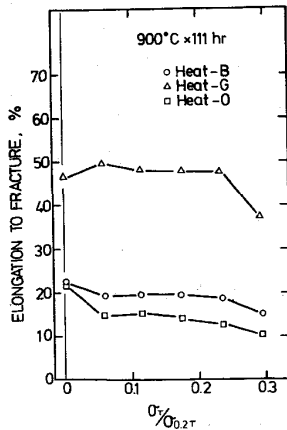


図2. 室温延性と時効時間の関係

図1. 室温延性とたた力との関係