

(253) 12%Cr耐熱鋼のクリープ破断強度におよぼす溶解法の影響

東京大学工学部 ◦土山 友博 藤田 利夫

1. 緒言 12%Cr耐熱鋼のクリープ破断強度は $M_{23}C_6$, NbCなどの炭化物を微細に析出させることによって強化される。ところがこれらの炭化物は鍛造の際、鍛造方向に平行になり鍛造と直角方向の延性を悪くする性質があり、大型の翼車などの製造にあたって要求される機械的性質の等方性をそこなうため、タービンの大型化にとって障害となっていた。近年真空技術の発達に伴い真空アーク溶解法によって方向性の少ない鋼塊が得られるようになり上記の障害は取除かれつつある。しかしながら真空アーク溶解した鋼の機械的性質とくにクリープ破断強度についてはあまり報告されていない。そのため本報告では大気溶解したものとそれを真空アーク溶解で再溶解した12%Cr耐熱鋼のクリープ破断強度を比較した。

2. 試料および実験方法 本実験に使用した試料の化学成分を表1に示す。544は大気溶解材、653は真空アーク溶解材を示している。クリープ破断試験用試料は $1150^{\circ}C \times \frac{1}{2}hr \rightarrow$ 油冷、 $700^{\circ}C \times 1hr \rightarrow$ 空冷の熱処理後、 $550^{\circ}C \sim 700^{\circ}C$ の温度で行った。また組織観察は、カーボン抽出レプリカを作成して炭化物の大きさおよび分布状態を電子顕微鏡で行った。また溶体化処理後の試料を $550^{\circ}C \sim 700^{\circ}C$ の温度で1~1000hrまで焼戻し、硬度測定を行った。

3. 結果 図1にクリープ破断試験の結果を示した。この図からわかるように $550^{\circ}C$ および $600^{\circ}C$ の温度範囲では653(真空アーク溶解材)、 $650^{\circ}C$ および $700^{\circ}C$ の長時間側では544(大気溶解材)のほうが高いクリープ破断強度を有していることがわかる。図2はクリープ破断強度をLarson-Miller法によって整理したものである。これによるとL.M.値=22のところで強度が逆転し、高温・長時間側では544材のほうが高いクリープ破断強度を有していることがわかる。写真1は544材 $650^{\circ}C$ 6960hr ($12kg/mm^2$)、写真2は653材 $650^{\circ}C$ 7150hr ($8kg/mm^2$)で破断した試料のカーボン抽出レプリカ写真を示している。二つの写真を比較すると明らかのように653材のほうが炭化物の凝集粗大化が進んでおり、そのことがクリープ破断強度を低下せしめているものと思われる。また焼戻硬度もクリープ破断強度と同様の傾向を示している。

Chemical analysis (wt%)													
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Nb	B	N	O	Ni	P	S
544	0.18	0.47	0.84	10.74	0.76	0.22	0.21	0.027	0.017	0.008	0.08	0.003	0.008
653	0.18	0.42	0.54	10.85	0.84	0.20	0.18	0.023	0.020	0.004	0.09	0.01	0.007

表1 供試材の化学成分

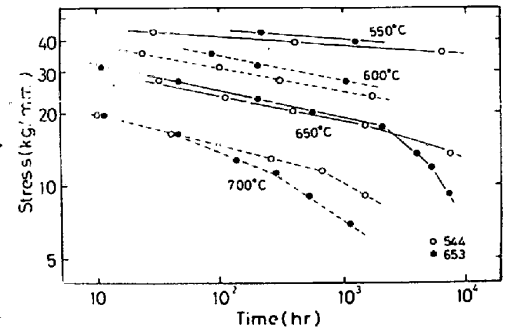


図1 クリープ破断強度

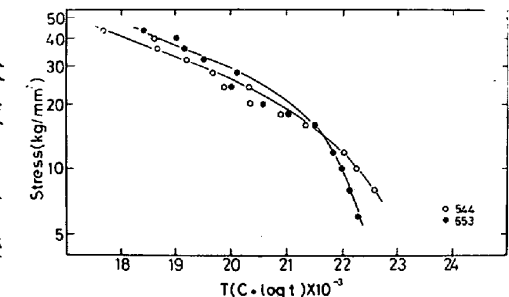


図2 Larson-Miller法による強度の比較 (C=20)



写真1 544材
 $650^{\circ}C$ ($12kg/mm^2$)
6960hr (破断時間)

写真2 653材
 $650^{\circ}C$ ($8kg/mm^2$)
7150hr (破断時間)