

(573) 高強度フェライト系耐熱鋼における C, N, B量変化の影響

東京大学大学院 志賀 英俊

工学部 ○朝倉 健太郎, 藤田 利夫

I 緒言 : 近年、火力発電においては熱効率を高め、より経済的に発電を行うために蒸気条件の高温高圧化が進められており、ごく最近、蒸気温度 539℃という超々臨界圧蒸気タービンが設置され、さらに蒸気温度を 650℃にまで高める計画が進められている。こうした超々臨界圧蒸気タービンには、より一層すぐれた高温強度特性を有するフェライト系 (10Cr) のタービンロータ材が強く要求されている。従って、現在のロータ材よりも 650℃付近での高温強度特性を更に改善する必要がある。そこで本研究室で開発された鋼を基本に、C, N, Bのクリープ破断特性およびシャルピー衝撃特性に及ぼす影響を調べた。

II 供試材および実験方法 : F-Tシリーズの化学成分を、Table 1 に示す。いずれの鋼種も真空溶解法により 30kg 溶製し、熱間鍛造により 65mm 角とした。試験片は、鍛造方向に対し直角に採取した。熱処理は、ロータ材用簡便熱処理 (溶体化処理: 1100℃ 5 h 保持後 600℃まで 100℃/h

その後 空冷。焼もどし: 680℃ 20 h 保持) を施し 600~700℃にてクリープ破断試験を行い、またシャルピー衝撃試験は 550℃および 650℃で 100~3000 h まで加熱した後 20℃で行った。

III 結果 : (1) Fig. 1 に F-T シリーズのクリープ破断強度を示す。いずれの温度においても、C 量が少なく N 量の多い F-1T, F-2T が F-3T, F-4T よりクリープ破断強度に優れていることがわかる。すなわち、本供試材の範囲では C+N 量が 0.14% 付近でクリープ破断強度が高かった。B の顕著な影響は認められなかった。

(2) Fig. 2 に、加熱脆化にともなうシャルピー吸収エネルギーの変化を示す。この結果より、クリープ破断強度とは異なり、C 量が高く N 量が低い F-4T が 1000 h 加熱までは、優れているが、3000 h 加熱では他の鋼種とほぼ同じ、2~3 kgf-m に低下することがわかる。

(3) 650℃ 100 h 加熱後の電顕組織観察によると、F-4T のマルテンサイト・ラス境界には、極めて微細な炭化物が観察されるのに対して、旧 γ 粒界ではフィルム状の炭化物が観察された。F-1T は旧 γ 粒界に 0.3 μ m 程度の炭化物が塊状に観察された。一方、650℃ 3000 h 加熱では、F-4T のマルテンサイト・ラス境界および旧 γ 粒界に高密度の炭化物が観察される (Photo. 1 a)。F-1T は、F-4T に比べマルテンサイト・ラス境界の炭化物量が極めて少ないことが観察された (Photo. 1 b)。このことがクリープ破断強度に有効に寄与していると考えられる。

Table 1. Chemical compositions of F-T series (wt%).

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Nb	W	B	N
F-1T	0.10	0.060	0.48	0.72	10.14	0.51	0.20	0.055	1.83	—	0.041
F-2T	0.10	0.060	0.49	0.72	10.20	0.50	0.20	0.061	1.75	0.0049	0.037
F-3T	0.13	0.060	0.50	0.73	10.26	0.51	0.20	0.054	1.79	—	0.030
F-4T	0.16	0.060	0.49	0.72	10.17	0.51	0.20	0.052	1.84	—	0.031

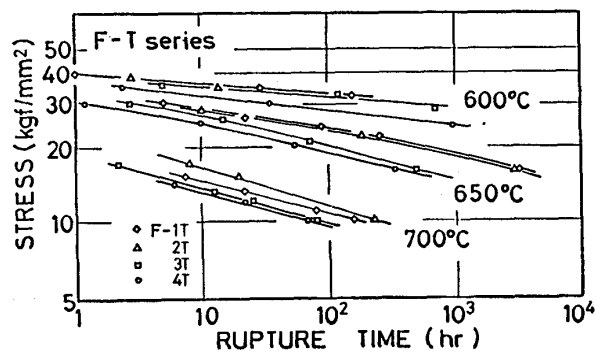


Fig. 1 Creep rupture properties.

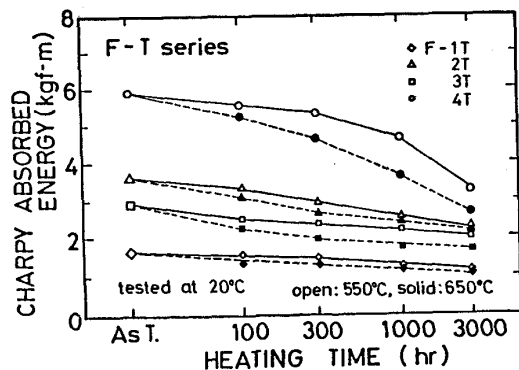


Fig. 2 Change of Charpy absorbed energy for F-T series.



Photo 1 Micro-structures of F-4T and F-1T steels.