

(595) Fe基超合金鋼の高温特性に及ぼすTi量の影響

日立製作所 日立研究所

飯島浩巳
祐川正之

工博 桐原誠信
山田範雄

1. 緒言: 高温高压化による蒸気発電プラントの効率化が検討されつつある。そこで本報告は、高温蒸気タービンロータ材の開発とその信頼性評価を目的に、欧米で実績のあるFe基超合金鋼についてクリープ破断強度及び低サイクル疲労寿命に及ぼすTi量の影響を検討することとした。

2. 供試材料及び実験方法: 表1は供試材料の代表的な化学組成を示す。供試材料は15Cr-26Ni-1.25Mo系鋼(A鋼と呼ぶ。)及び13.5Cr-26Ni-2.75Mo系鋼(D鋼と呼ぶ。)をベースとして14~2.98%の範囲でTiを添加した。引張試験は20, 550, 600, 650℃で、クリープ破断試験は650, 700℃で実施した。また低サイクル疲労試験は650℃一定とし、ひずみ速度0.1%/sの両振り三角波で行った。

3. 実験結果とその検討: 図1は試験温度20℃における引張特性に及ぼすTi量の影響を示す。図よりA鋼D鋼とも引張強さ及び0.2%耐力はTi量の増加に従い単調に増加する。一方、伸び及び絞りには逆に低下する傾向にある。なお、この関係は高温領域でも同様である。

図2はクリープ破断強度に及ぼすTi量の影響を示す。クリープ破断強度はTi量の増加と共に向上するもののA鋼で2.4%以上、D鋼で1.5%以上の範囲でこの関係は鈍化し、Ti量に無関係にほぼ一定となる。

図3は高温低サイクル疲労寿命に及ぼすTi量の影響を示す。この関係によれば、A及びD鋼ともひずみ範囲によりTi量の影響は異なり高ひずみ範囲(1.5%)ではTi量の増加に従い疲労寿命は低下するが低ひずみ範囲(0.65%)では逆に向上する傾向にある。この関係を図1の結果と比較すれば、低ひずみ範囲側では疲労寿命は引張強度に依存し強度の増加に従い向上する。一方、高ひずみ範囲側では疲労寿命は引張延性に依存し延性の増加と伴に良好となる。

4. 結言: Fe基超合金鋼の高温強度に及ぼすTi量の影響を検討した。その結果は次の通りである。

- 1) 15Cr-26Ni-1.25Mo系鋼と13.5Cr-26Ni-2.75Mo系鋼に及ぼすTi量の影響に有意差はなく強度ともほぼ同様の傾向を示す。
- 2) 低サイクル疲労寿命は低ひずみ範囲側(0.65%)ではTi量の増加に従い向上するが高ひずみ範囲側(1.5%)では逆に低下する。
- 3) 低サイクル疲労寿命は低ひずみ範囲では引張強度に依存し、高ひずみ範囲では延性に依存する。

参考文献) Eddystone Station Chapter 100 No.1 Turbine 100-1 Instruction Book

表1 供試材の化学組成 (%)

鋼種	試番	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Al	Ti	B	Fe
A 鋼	A4	0.042	0.70	1.35	25.78	15.92	1.23	0.29	0.14	2.23	0.0055	Bal.
	A5	0.020	0.69	1.21	25.98	15.79	1.24	0.31	0.14	2.36	0.0057	Bal.
	A6	0.048	0.74	1.35	25.75	15.86	1.25	0.32	0.15	2.98	0.0050	Bal.
D 鋼	D1	0.025	0.85	0.87	26.39	14.26	2.70	—	0.07	1.49	0.0065	Bal.
	D2	0.050	0.96	1.09	25.34	14.09	2.62	—	0.06	1.96	0.0023	Bal.

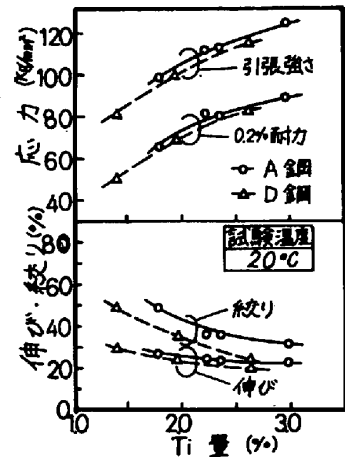


図1 引張特性に及ぼすTi量の影響

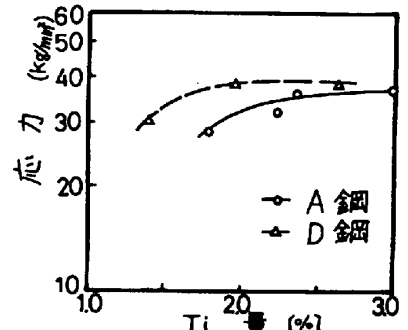


図2 650℃, 10h クリープ破断強度に及ぼすTi量の影響

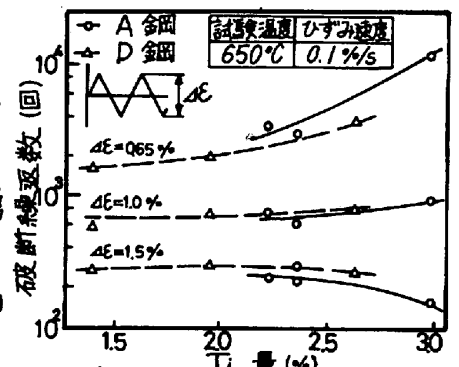


図3 高温低サイクル疲労寿命に及ぼすTi量の影響