

高圧タービンケーシングの
実体強度に関する調査

昭和63年11月17日

宇部鑄鍛鋼(株)

高圧タービンケーシングの実体強度に関する調査

糸藤 春喜	宇部鋳鍛鋼(株)製造部技術G r
内川 博文	” ”
河村 晃司	” ”
橋本 典夫	” 製造部
山田 肇	” ”

1. 緒 言

標準試験片に比べ肉厚が厚く、凝固冷却速度も熱処理効果も異なることから、鋳造品の実体強度はメーカー側、ユーザー側共に常に気になるところである。そんな中で当社では、より高品質なものをユーザーに納品するため、実体強度のチェックを行っている。その一貫としてSCP H 2 3 製タービンケーシングの実体強度を調べた。まだ調査の途中ではあるが、現在までに分かっていることを以下に報告する。

2. 実体及び標準T.Pの履歴

(1) 鋳造方案及び造型

図1に示す

(2) 溶解・精練

30 Ton E A F . 出湯後5分バブリング

(3) 鋳込み

鋳型内Ar パージ、O ₂ 濃度	1.0%
鋳込み温度	1540℃
鋳込みストリームArシール	1700 l/min
鋳込み時間	64 sec
上昇速度	2 cm/sec

(4) 熱 処 理

図2に示す。

3. 実体の調査方法

(1) 引張、硬度及び衝撃試験

図3に示すA~Fの位置よりJIS4号の引張及び衝撃試験片を採取し、アムスラー型引張試験機及び5Kgfmシャルピー衝撃試験機にて各々試験を行った。硬度は、引張試験片のホルダーより試験片を採取し、ブリネル硬度計(10/3000)にて測定した。標準T.Pについても同様の試験を行った。

(2) クリープラプチャー試験

まず標準T.Pで主クリープ破断曲線を求め、これより下記に示す試験条件を設定した。試験片の寸法は、標点間が $\phi 6 \times l 30$ のものを使用した。

温度 応力

600°C 22.0Kg/mm² (破断寿命 300Hrで算出)

600°C 19.0Kg/mm² (破断寿命1,000Hrで算出、試験中)

(3) 化学成分分析

図3のA～Fより採取した引張試験片のホルダー部を、カントバックで分析した。また、A r パージ及びシール効果確認と実体のガス元素の偏析を見るため、衝撃試験片残材のT.O, T.N分析を、不活性ガス融解熱伝導法にて行った。

(4) ミクロ試験

図3に示すA～F及び標準T.Pから採取した衝撃試験片の残材のミクロ試験を行った。また、木村ら¹⁾による旧オーステナイト粒径は、高温クリープ特性に影響を及ぼすという報告をふまえ、クリープラプチャー試験結果と対応させるため、オーステナイト結晶粒度も測定した。

(5) その他

追加試験として、下記の試験を計画進行中。

高温引張試験

高温衝撃試験

主要部断面Sプリント

” マクロ腐食

4. 試験結果

(1) 引張、硬度及び衝撃試験

試験結果を表2に示す。押湯下で条件が悪く、しかも最大肉厚部(340mm)の中心で熱処理効果が及びにくいB部の強度が、他を大きく下回った、特に、0.2%耐力及び引張強さは、JIS規格をかるうじてクリアーしているものの、他の部所と比べて各々約30%及び10%づつ低い値となった。しかし、伸び、衝撃値は充分あった。B部を除く他の部所は、標準T.Pとの差もほとんどなくほぼ均一で、ケーシング材として良好な値を示した。

(2) クリープラプチャー試験

600℃高応力の試験結果を表3に示す。また標準T.Pの主クリープ破断曲線上へ結果の平均値をプロットしたものを図4に示す。引張試験結果の場合と同様、B部破断時間が他に比べて短かった。他の部所は上型面側で長く、下型面側で短いという、傾向が出た。全体的に予想より低い値であった。

(3) 化学成分分析

分析結果を表1に示す。仕様及び強度を考慮して社内規格を狭くし、またVの上限も上げている。実体及び標準T.Pは、この社内規格を全て満足するものであり、取鍋に対する実体の許容変動値(JIS G0321)も、下記の1元素を除いて全て許容範囲に入っていることが確認された。十分に精錬及び均一化された溶鋼が铸込まれ、その上凝固コントロールがなされた結果、カントバックのレベルではあるが、実体内の化学成分をほぼ均一に出来たものと思われる。しかし、許容変動値の元素からは外れているが、B部でAlの高いのが気になる。この他As, Sb等の微量元素もその偏析状態を分析する必要があるようだ。

元 素	C
許 容	±0.01
取 鍋	0.15
実体B	0.13

ガス元素については、実体のT.O(B部を除く), T.N共に取鍋より低い値となった。Arパーシールド及びシール効果が充分にあったことを裏付けしている。B部のT.Oが高いのは、厚肉のため凝固が遅れることに起因するものと思われる。

(4) ミクロ試験

実体及び標準T.Pのミクロ組織及び代表的なオーステナイト結晶粒を写真1.2に示す。常温強度が低くクリープ破断寿命の短いB部には、オーステナイト粒界に炭化物が観察された。また、実体のオーステナイト結晶粒は、標準T.Pのそれより小さかった。その他の部所は、まずまずの組織と思われる。

(5) その他

断面Sプリント・マクロ試験用素材を切り出しているが、引巣ノロカミ等の欠陥は認められなかった。

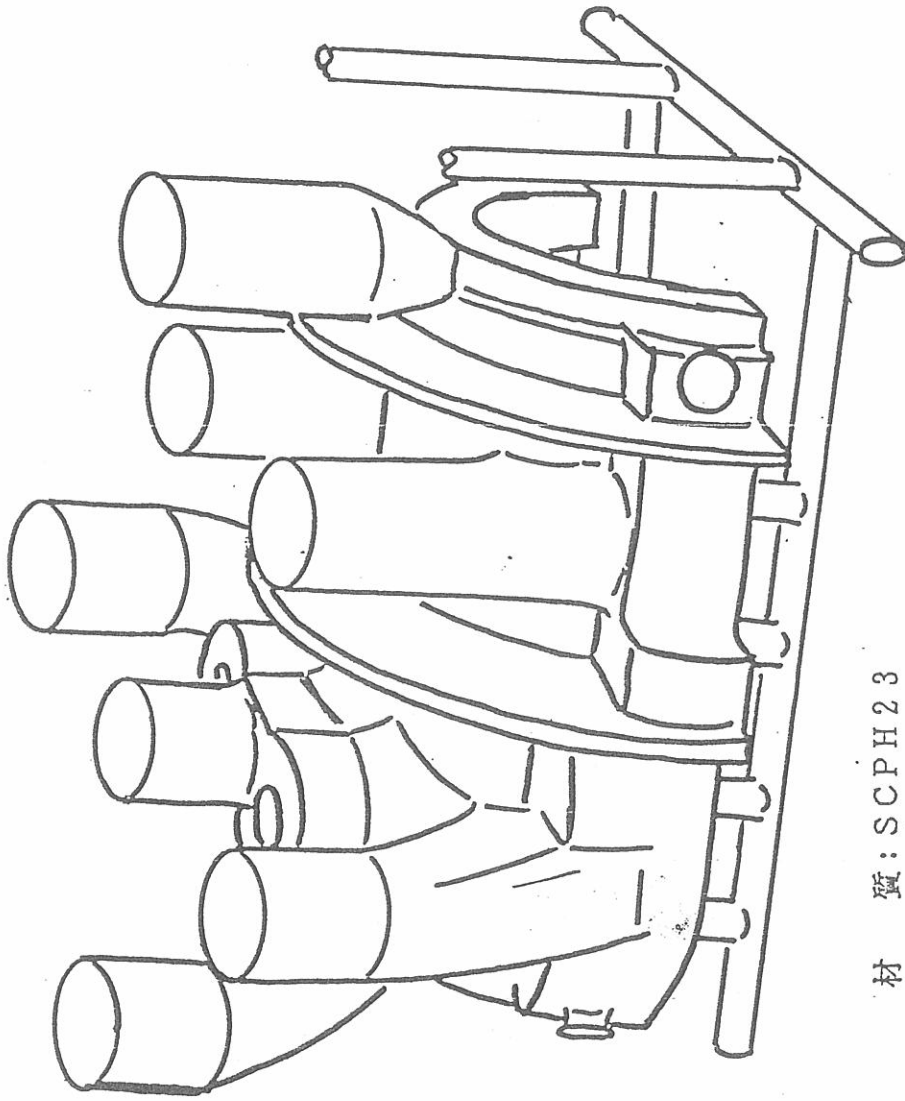
5. まとめ

まだ一連の試験の途中ではあるが、今回調査したSCP H23タービンケーシングの実体は、概略以下のようであった。

- (1) 実体の引張、硬度、衝撃値は、押湯下の厚肉部の中心を除いて標準T.Pのそれらとほぼ同一のものをつくることが出来た。
- (2) 実体のオーステナイト結晶粒径が標準T.Pより小さい厚肉部には炭化物が残留する等のため、標準T.Pの破断寿命より短い。特に厚肉部の中心程その傾向が強い。しかし、その程度については、まだ確認を要する。
- (3) 主要成分は、カントバックレベルでは実体と取鍋との差がなく、実体内もほぼ均一にすることが出来た。Arバブリング及びパージの効果が出ているものと思われる。しかし、T.O, Al等の元素は、厚肉部で偏析が認められた。
現在、今までの結果をもとにして、凝固コントロールによる微量元素の偏析を少なくする、熱処理改善による結晶粒度及び炭化物の問題を解決する等検討中である。

6. 参考文献

- 1) 木村ら；鉄と鋼 vol. 74, 8号(1988) P1641



材 質: SCPH23

R. W. : 7000Kg

主型: CO₂ 型

C. W. : 11000Kg

中子: フラン型

Y: 63.6%

図1. タービンケーシングの製造方案

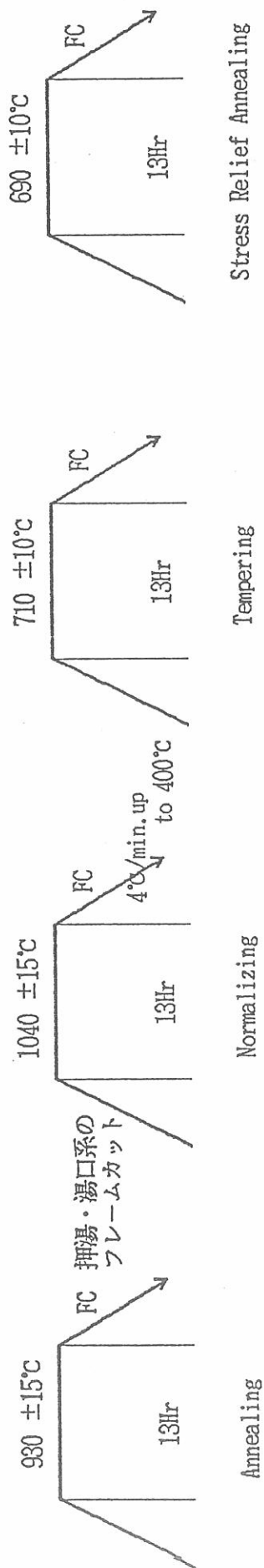


図2. 実体及び標準T P の熱処理

表 2. 標準試験片及び実体の強度試験結果 (3点平均)

T P	0.02% 耐力 $\sigma_{0.02}$	0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$	引張強さ σ_B	伸び ϵ	絞り ϕ	ブリネル硬度 (10/3000) HB	衝撃値 CVN, 24°C Kg/cm ²	
JIS 規格	—	≥35.0	≥56.0	≥13.0	≥35.0	—	—	
本体付St,	54.7	58.8	71.3	22.3	63.4	217	2.7	
実 体	A	52.8	56.5	68.8	20.1	59.2	210	3.9
	B	32.3	38.8	57.9	26.3	72.3	189	3.7
	C	50.6	54.6	66.3	22.7	70.0	204	4.3
	D	51.0	54.0	65.8	23.2	66.5	202	3.7
	E	50.9	54.6	66.9	20.0	54.0	204	3.2
	F	49.9	55.0	67.3	21.7	63.4	207	3.6

表 3. 実体のクリープラプチャー試験結果

試験No.	温度 (°C)	応力 (Kgf/mm ²)	破断 (Hr)	伸び (%)	絞り (%)	破断位置	オーステナイト 結晶粒度 (#)
A	600	22.0	46.4	20.0	94.0	B	6
B	600	22.0	8.1	23.5	86.5	B	6
C	600	22.0	38.7	24.9	85.0	A	6
D	600	22.0	46.9	20.4	83.3	B	6
E	600	22.0	34.6	33.9	80.6	A	6
F	600	22.0	30.4	22.9	84.3	B	6

標準TPのオーステナイト結晶粒度: #4又は5

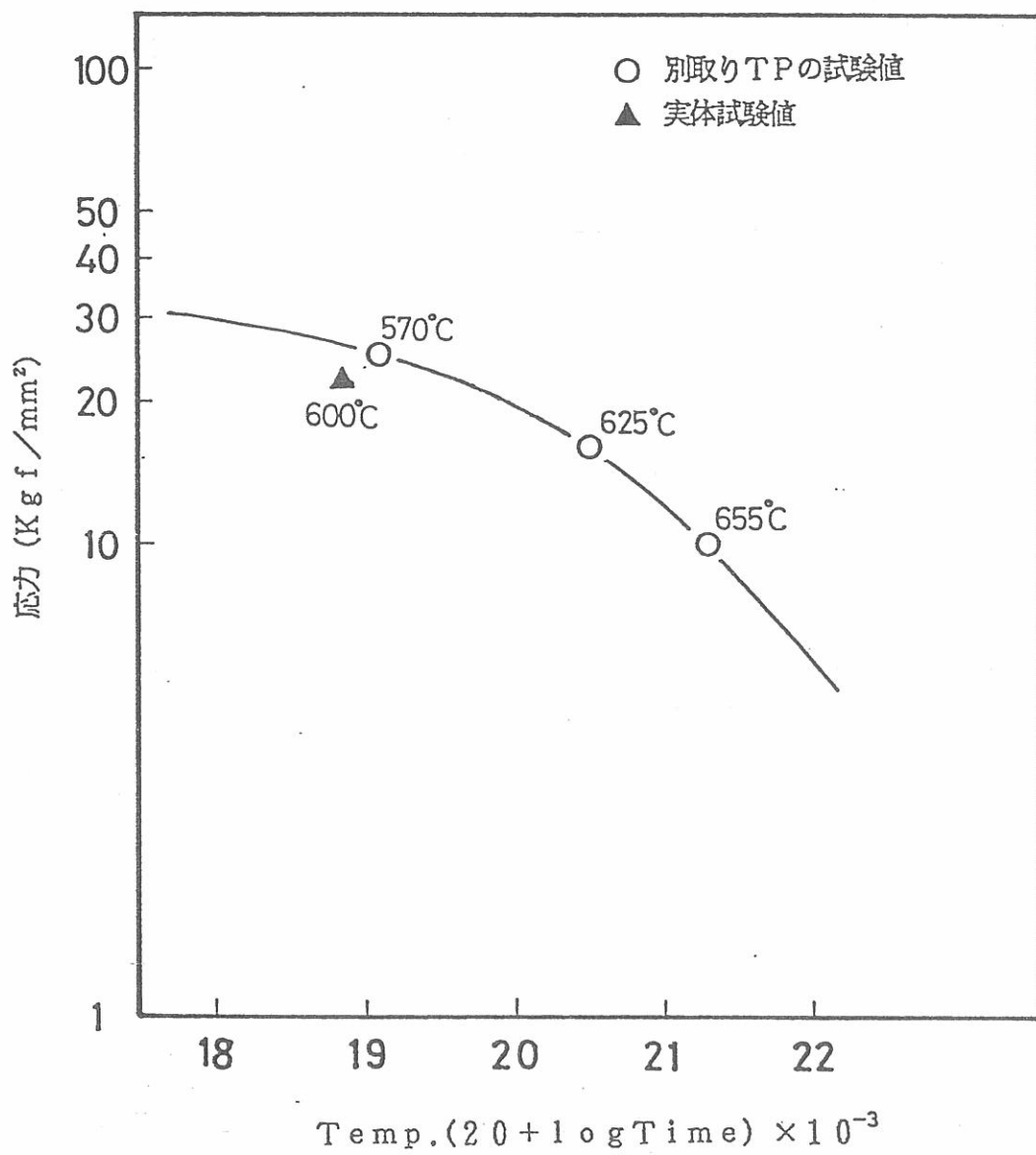
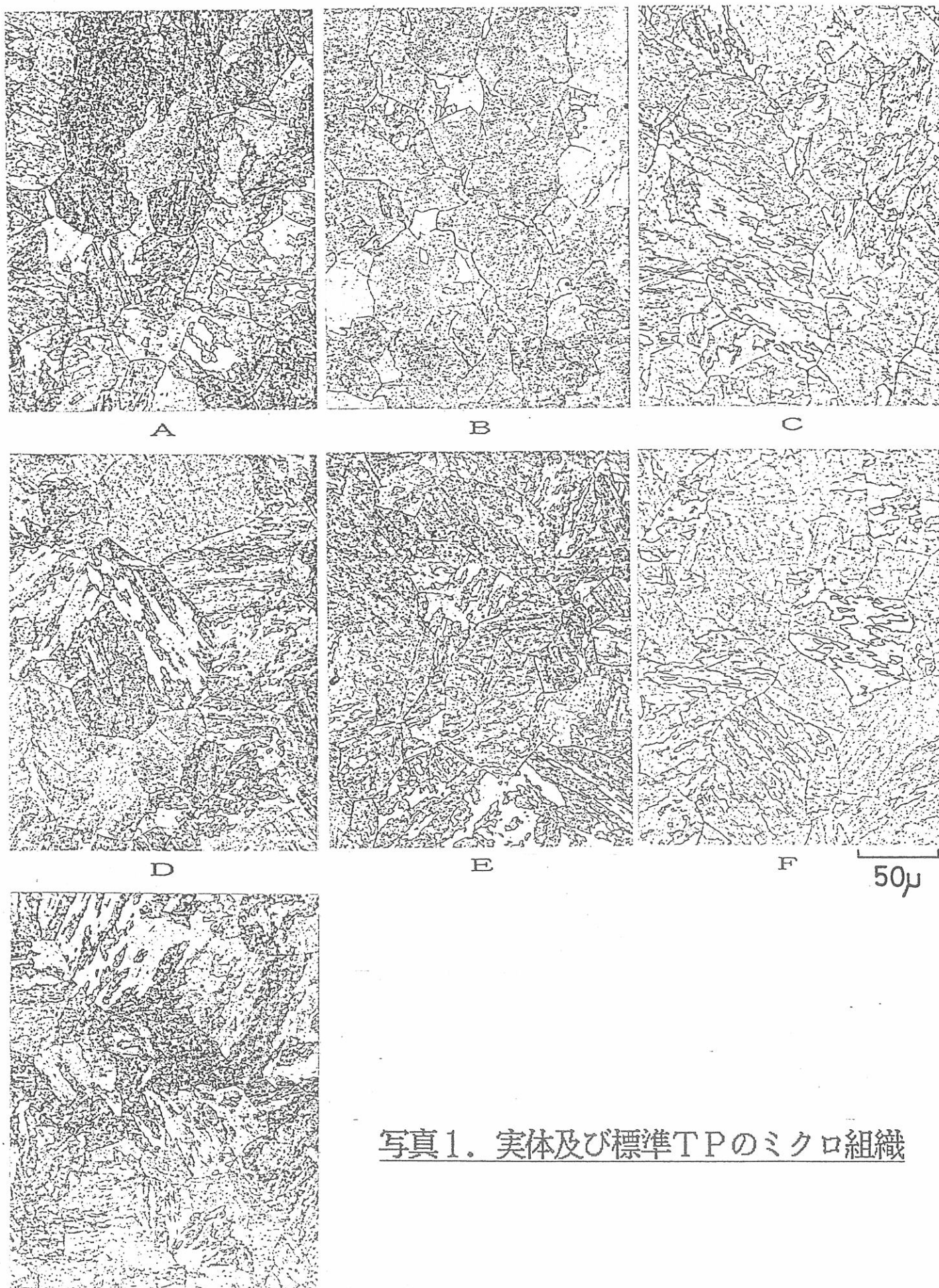


図4. 実体と標準TPのクリープ特性の関係

表 1. 鋼下及び実体の化学成分 (W t %)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Cu	T·Al	S·Al	T·O	T·N	
JIS 規格	≤ 0.20	≤ 0.60	0.50 ~0.80	≤ 0.040	≤ 0.040	≤ 0.50	1.00 ~1.50	0.90 ~1.20	0.15 ~0.25	—	≤ 0.50	—	—	—	—	
社内規格	0.12 ~0.15	0.20 ~0.60	0.50 ~0.80	< 0.010	< 0.010	0.20 ~0.30	1.00 ~1.40	0.90 ~1.20	0.200 ~0.35	0.010 ~0.040	< 0.35	< 0.010	—	—	—	
鋼 下	0.15	0.26	0.74	0.009	0.008	0.24	1.36	0.96	0.258	0.022	0.09	0.005	0.001	0.0083	0.0107	
実 体	A	0.16	0.75	0.008	0.006	0.25	1.34	0.99	0.263	0.017	0.08	0.003	0	0.0024	0.0103	
	B	0.13	0.72	0.008	0.006	0.24	1.32	0.93	0.249	0.022	0.08	0.009	0.003	0.0154	0.0073	
	C	0.14	0.26	0.73	0.008	0.008	0.24	0.96	0.261	0.020	0.08	0.005	0	0.0073	0.0093	
	D	0.15	0.26	0.74	0.008	0.007	0.25	1.33	0.98	0.260	0.021	0.08	0.003	0	0.0062	0.0098
	E	0.16	0.27	0.76	0.009	0.006	0.26	1.35	0.99	0.265	0.017	0.08	0.002	0	0.0045	0.0104
	F	0.16	0.27	0.76	0.009	0.007	0.26	1.35	0.98	0.266	0.019	0.08	0.002	0	0.0064	0.0103



A

B

C

D

E

F

50 μ

標準TP

写真1. 実体及び標準TPのマイクロ組織

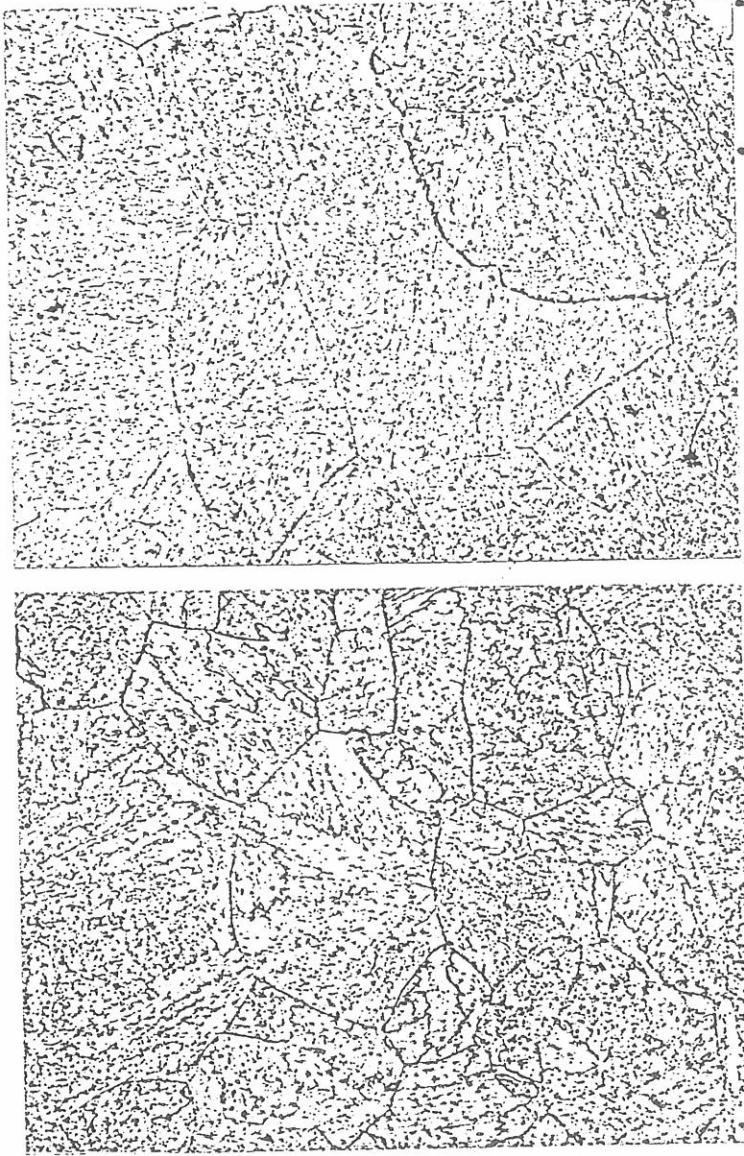


写真2. 実体及び標準TPのオーステナイト結晶粒度