

(579) 高強度Ni基耐熱鍛造合金の合金設計

(合金設計によるニッケル基耐熱合金 ----- 7)

金属材料技術研究所 ○原田広史 山崎道夫 古屋宣明 佐久間信夫 松島忠久
茨城県工業試験所 片岡 悟

1. 緒言 著者らは高効率ガスタービンの動翼材の開発を目的として耐酸化腐食性とクリープ破断強度の両方に優れた合金の設計を行ってきたが、LNGのような低Sの燃料で運転する計画があることから、クリープ破断強度に重点を置いた合金設計を開始した。これまでに得られた結果を報告する。

2. 実験方法 前報のTM-70, 171 付近の組成を起点に、耐酸化腐食性向上に効果のあるCrを減らしクリープ強度向上に有効なWを増加させてTM-170, 184, 185 を得た。さらに、Tiを減らしてWを増加させTM-222, 210 を得た。これらの組成変化は合金設計的に行った。即ち、固溶指数は有害相を生じない限界と考えられる値に固定し、 δ' 量は55.6~75 mol%を選んだ。TM-170, 184, 185 は δ と δ' の組成は一定で量比のみ変わるように設計した。クリープ破断強度を既存の最強合金NASA VI-A, あるいはMar-M247と比較した。

3. 実験結果 表1から、開発合金のなかではTM-185のクリープ破断強度が最も大きく、MarM247を上回る事がわかる。試験条件によればNASA VI-Aと同等以上の強度を示すと考えられる。W量を増加させたTM-222, 210は982°Cの試験では寿命の増加はみられない。しかし、図1のクリープカーブでTM-185とTM-222(ともに δ' 75 mol%), あるいはTM-184とTM-210(ともに δ' 65 mol%)と比較してわかるように、クリープ変形抵抗は大きくなっている。したがって、一方方向凝固材、単結晶材として用いることにより破断寿命が大巾に改善される可能性がある。TM-210の試験片内に表面にそって数10 μ mの大きさの晶出物が点在しており、EPMAにより、高Wの炭化物の可能性が強いことがわかった。

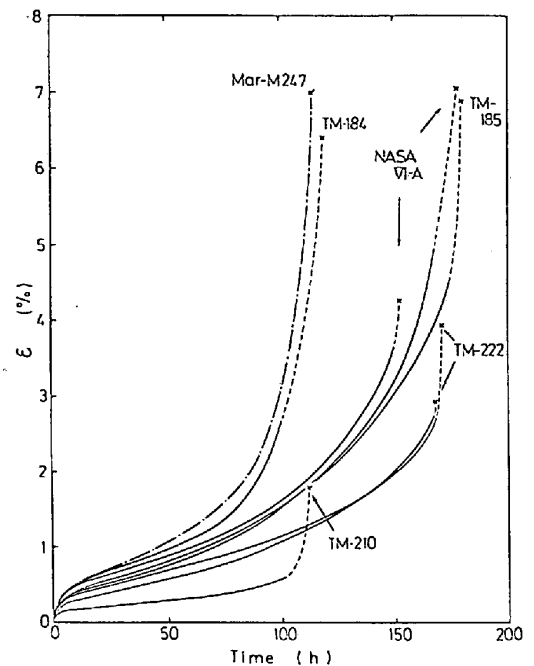


図1 982°C, 20.39 kg/mm²でのクリープカーブ

表1 合金組成と δ' 量, 固溶指数(SI), 酸化腐食量, およびクリープ破断試験結果

合金名	組成 (wt%)												設計パラメータ		推定**			クリープ破断寿命 (h)		
	Co	Cr	Mo	W	Al	Ti	Ta	Hf	C	B	Zr	その他	δ' 量	SI	腐食量 (mm/20h)	982°C	1000	900		
TM-170	9.1	6.7	-	13.7	3.5	2.7	2.7	0.88	0.11	0.01	0.09	-	55.6	1.374	10.0	-	319	453		
TM-184	8.5	5.8	-	13.3	4.0	3.1	3.0	1.02	0.11	0.01	0.05	-	65	1.374	18.6	119	721	1504		
TM-185	7.9	4.8	-	12.9	4.5	3.5	3.3	1.16	0.11	0.01	0.05	-	75	1.374	33.9	180	994	1789		
TM-222	7.6	4.5	-	14.6	4.7	2.6	3.1	1.8	0.11	0.01	0.05	-	75	1.421	51.3	169 171	試験中	試験中		
TM-210	7.3	4.8	-	18.7	5.0	0.8	2.7	0.9	0.10	0.01	0.05	-	65	1.374	200	112	-	-		
MarM247	10.0	8.3	0.7	10.0	5.5	1.0	3.0	1.5	0.15	0.015	0.05	-	-	-	8.5	115*	730*	1210*		
NASA VI-A	7.5	6.1	2.0	5.8	5.4	1.0	9.0	0.4	0.13	0.02	0.13	0.5 Nb 0.5 Re	-	-	447	163* 152 178	1430* 試験中	1530* 試験中		

* 文献値 ** C2式 (Crucible test 才2回重回帰式, ティ-9 42合金) による推定値。C2式: $\log[\text{metal loss (mm/20h)}] = -1.13 - 0.41\text{Hf} - 0.13\text{Cr} + 0.01\text{Ti} + 0.01\text{Nb} + 0.02\text{Co} + 0.11\text{Al} + 0.34\text{W} + 0.44\text{Mo} + 0.67\text{Ta}$, 元素量 at%