

三菱重工業 神戸研究所 工博 薄田 寛 作本 嘉郎
辻 一郎・河合 久孝

1. 緒言 耐熱合金は高温で長時間使用中に組織変化と生じると共に、強度、じん性なども変化する。さらに、これに再熱処理を施し材料の性状回復の状況と明らかにすることは、実用上きわめて重要である。そこでNi基合金Udimet 710について長時間加熱後ならびに再熱処理後の強度および組織変化について検討した。

2. 実験方法 Ni基合金Udimet 710を供試材として、750、850、950℃の各温度において電気炉中で最長10000hrまでの長時間加熱を行なったもの、ならびに長時間加熱後に1177℃×4hr AC、1079℃×4hr AC、843℃×24hr AC、760℃×16hr ACの再熱処理を施したもののについて、常温および高温(871℃)引張試験、シャルピー衝撃試験、かたさ試験、ミクロ組織試験、フリーブ破断試験などを行なった。

3. 実験結果 (1) 長時間加熱後の性状；常温強度は加熱時間が長くなるに従って低下するが、その低下割合は加熱温度が高くなるほど著しい(図1)。高温強度の変化は常温のそれに比べて緩慢である。かたさは、850、950℃加熱では100hr後すでに過時効軟化のため加熱前のそれよりも低下するが、750℃加熱では10000hr後でも顕著な変化を示さない。組織的には、加熱時間が長くなることととも粒内のδ相は凝集粗大化し、粒界炭化物M₂₃C₆は凝集し断続的となり、粒界炭化物の周囲にフィルム状のδ相が形成されるが、このような傾向は加熱温度が高くなるほど著しい。また針状σ相が750、850℃加熱において認められた。(写真1, b)

(2) 再熱処理後の性状；再熱処理を行なうことにより850℃加熱材の性質はほぼ加熱前のそれと同程度に回復するが、950℃加熱材の常温引張強度・延性および高温衝撃値は加熱前のそれより低い値を示す(図2)。一方再熱処理後のミクロ組織は長時間加熱条件による差異は認められず、加熱前の組織に比べて粒界炭化物の析出形態は同じであるが、粒内δ相は比較的大きなものとは異なるものと2種類存在し、加熱前のそれとは異なる。なおσ相は再熱処理により消滅した。(写真1, c)

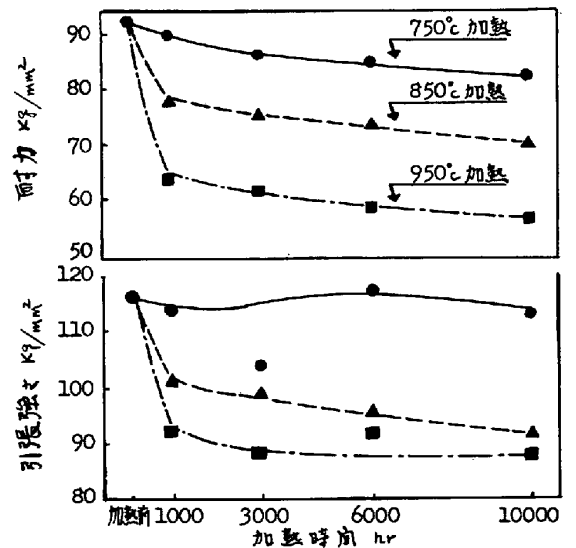
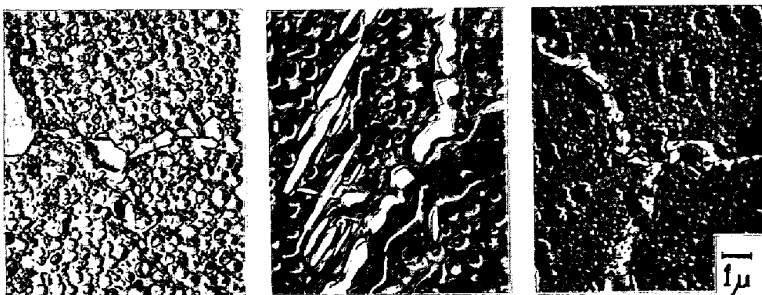


図1. 長時間加熱による常温引張性質の変化

加熱条件		耐力 kg/mm²					引張強度 kg/mm²		伸び %	
温度 °C	時間 hr	80	90	100	110	120	0	5		
加熱前		■	■	■	■	■	■	■		
850	3000 再熱	■	■	■	■	■	■	■		
	10000 処理	■	■	■	■	■	■	■		
950	3000 再熱	■	■	■	■	■	■	■		
	10000 処理	■	■	■	■	■	■	■		

図2. 再熱処理後の常温引張性質



a. 加熱前 b. 850℃ x 10000 hr 加熱材 c. 850℃ x 10000 hr 加熱後再熱処理材

写真1. 電子顕微鏡組織