

(211) Refractaloy 26型合金とInconel X型合金の組織と破壊面との関係

三菱製鋼 技術研究所 ・金井良昭 内堀勝之

1. 緒言

本研究ではまずRefractaloy 26型Ni-Co-Cr-Fe基合金とInconel X型Ni-Cr基合金の組織や析出物が熱処理によつてかわる状況を透過電子顕微鏡で観察し、次に種々の析出相をもつたこれらの合金の破壊面を走査電子顕微鏡で観察し、組織と破壊面との関係について調査した。

2. 試料および実験方法

本実験に用いた試料の化学成分は表1のとおりで、種々の析出相を得るために施した熱処理条件は表2のとおりである。

表1 試料の化学成分 (%)

合金種類	Ni	Cr	Co	Fe	Mo	Nb	Ti	Al	C
Ni-Co-Cr-Fe	37.40	17.87	19.12	18.23	2.94	—	2.62	0.08	0.02
Ni-Cr	Bal	15.61	—	6.50	—	0.70	2.44	0.47	0.017

表2 試片の熱処理条件

溶体化処理	時効処理
982°C X 1 hr	649°C X 9 hr
	704°C X 9 hr
	732°C X 9 hr
	871°C X 9 hr
	899°C X 9 hr, 200 hr
1200°C X 1 hr	—

透過電子顕微鏡用レプリカは硝酸5^{cc}塩酸25^{cc}グリセリン20^{cc}の混合液で腐食した試片から製作し、走査電子顕微鏡用試片はVノッチ衝撃試験片を用い、その破壊面を観察した。

3. 実験結果

本実験の結果次の破壊面が観察された。

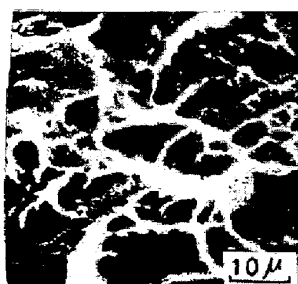
脆性破壊しやすい析出相や基質とのcoherencyの悪い析出物は破壊の核となりやすく、析出硬化の主因であり基質とcoherencyの強い微細な析出物は基質に含まれて延性破壊している。これらの観察結果をまとめると次のとおりである。

(1) coherencyの強い微細な析出物は基質に含まれたまま延性破壊をし、そのdimpleは延伸方向に引きのばされ、幾つかのdimpleが合体して大きなdimpleを作る。dimpleの側壁にはslip bandが観察される。

(2) 凝集し粗大化した析出物は基質とのcoherencyが弱く、延性破壊の核となる。この場合析出物の分散とほぼ対応する細かいdimpleが観察される。

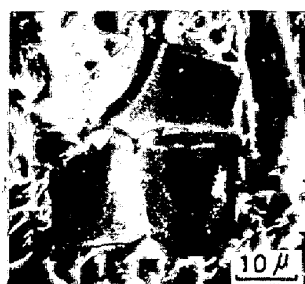
(3) 針状または板状に析出した α 相は基質とnon-coherencyで延性破壊の核となり、析出した α 相にほぼ対応する層状dimpleがみられる。これは炭素鋼のlamellar pearliteの層状dimpleと類似している。

(4) 比較的大きいTiやNbの炭窒化物はそれ自体劈開破壊して破壊起点を生成する。



(a) 微細な析出物が分散した組織の延性破壊

写真1 Ni-Co-Cr-Fe基合金の破壊面

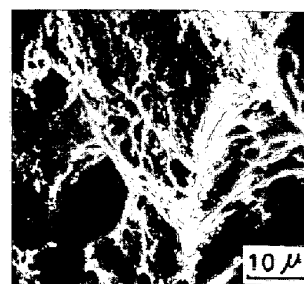


(b) Ti(C,N)の脆性破壊



(a) 針状析出物 α 相による層状dimple

写真2 Ni-Cr基合金の破壊面



(b) 凝集した粗大な析出物による微細dimple