

(176) 超強力マルエージ鋼の組織と時効硬化挙動

金属材料技術研究所 ○中沢興三 河部義邦
宗本政一

1. 緒言 18Niマルエージ鋼では、Mo, Tiなどの硬化要因元素のうち、おもにTi量を変えて強度水準をコントロールし、現在350ksi級まで開発され実用化されている。さらに強度水準の高い400ksi級ではTiをほとんど含まず、Moが多量添加されている。本報では400ksi以上の高強度マルエージ鋼の開発の基礎として、Fe-Ni-Co-Mo合金にTiおよびSiを単独あるいは複合添加し、これが組織、変態点ならびに時効硬化挙動におよぼす影響を調べた。

2. 実験方法 15Ni-20Co-7Mo鋼および15Ni-20Co-10Mo鋼にTiを1%, 2%, Siを0.5%, 1%それぞれ単独添加あるいは複合添加した18鋼種(表1)を選び、真空アーク溶融で50gずつ溶製した。これらを1250℃×2hrで溶体化処理後水冷し、さらに液体窒素温度でサグゼロ処理を施し供試材とし、これより時効用試料および熱膨張試験片を切り出した。時効処理は400~600℃の温度範囲を50℃間隔の5温度で10~2000min時効し、硬さを測定した。熱膨張試験は、常温より1250℃まで加熱速度約40℃/minで加熱して30min保持後空冷し、変態点を測定した。

3. 結果 表1にTiおよびSi添加によるMs点、組織ならびにその系で得られた最大時効硬さを示す。

TiおよびSiの添加はAs点およびAf点を上昇させ、Ms点およびMf点を低下させる傾向を示す。TiはMs点を約50℃/wt%下げのに対し、SiはMs点におよぼす影響はやや複雑である。マルテンサイト組織とMs点は密接な関係をもち、7Mo系でTi, Si添加量が少ないMs点の高い鋼種は*lath*マルテンサイトであるのに対し、10Mo系で添加量が多いMs点の低いものは*plate*マルテンサイトとなる。これらの中間のMs点のものは*lath*マルテンサイトと*plate*マルテンサイトの混在した組織と思われる。

時効により得られる最大時効硬さは、Ti, Siの添加とともに増大するが、多量添加された*plate*マルテンサイト組織になりやすい鋼種では残留オーステナイトのために、逆に時効硬さは減りうる。

Ti添加は等温時効では硬さのピークを高温側へ、等温時効では長時間側へ移行させるのに対し、Si添加は高硬度側に移動させるのみである。

本報で用いた鋼種のうち、最大の時効硬さを得たものはB-9でHv 863を得た。これを引張強度に換算すると約330kg/mm²に相当すると推定される。

表1. 供試材の化学成分とMs点、組織ならびに最大時効硬さ

15Ni-20Co-7Mo系						15Ni-20Co-10Mo系					
鋼種	Ti%	Si%	Ms℃	組織*	Hv ^{xx}	鋼種	Ti%	Si%	Ms℃	組織*	Hv ^{xx}
B1	0	0	267	LM	695	B10	0	0	104	MM	735
2	1	0	208	LM	773	11	1	0	49	MM	781
3	2	0	184	LM	834	12	2	0	<RT	PM	769
4	0	0.5	278	LM	731	13	0	0.5	97	MM	774
5	1	0.5	215	LM	786	14	1	0.5	42	MM	788
6	2	0.5	118	LM	822	15	2	0.5	<RT	PM	771
7	0	1	194	LM	769	16	0	1	80	MM	802
8	1	1	167	LM	814	17	1	1	62	MM	821
9	2	1	111	LM	863	18	2	1	<RT	PM	727

* LM... *lath* マルテンサイト, PM... *plate* マルテンサイト, MM... LMとPMの混在組織と思われるもの

xx) その鋼種で得られた最大の時効硬さ