

(311) 鋼中に生成するタンタル炭化物および窒化物に関する研究

京都大学工学部

盤利員 〇崎実正治  
角南英八郎 中嶋由行

真空溶解鑄造法によって溶製した、  
表1表に示す組成の Fe-Ta-C, Fe-Ta-N, Fe-Ta-C-N 系純合金 (25~5 Kg 鋼塊) の 20mm 中鍛造材について 1,000~1,300°C の種々の温度で長時間加熱水冷の熱処理を行なった試片の顕微鏡組織の観察, 6N-HCl による抽出残渣の X線回折および化学分析を行ない, 鋼中に生成する炭化物, 窒化物, 炭窒化物の形態や挙動を検討し, オーステナイト中におけるそれらの生成反応の平衡濃度積を求めた。

表1表 試料の化学組成 (%)

合金系	試料番号	Ta	C	N	O	モル比	
						C+N/Ta	N/C
Fe-Ta-C	420B	3.16	0.080	0.001	0.002	0.38	<0.01
	419B	1.13	0.059	0.005	0.002	0.86	0.09
	419A	0.64	0.033	0.005	0.003	1.78	0.13
	420A	0.25	0.095	0.001	0.002	5.77	0.01
	512	0.14	0.082	0.001	0.002	8.94	0.01
Fe-Ta-C-N	423B	1.46	0.081	0.022	0.001	1.04	0.24
	422B	0.45	0.019	0.018	0.002	1.16	0.85
	423A	0.34	0.009	0.012	0.002	0.83	1.13
Fe-Ta-N	514	0.13	0.006	0.020	0.003	2.74	2.86
	421A	0.14	0.008	0.014	0.003	2.13	1.60
	421B	0.14	0.007	0.012	0.002	1.86	1.38
	422A	0.60	0.007	0.014	0.002	0.47	1.76

鋼中に生成する Ta 炭化物あるいは炭窒化物は立方晶 NaCl 型の δ-相である。その格子定数は炭化物の場合 4.45 Å 程度であるが, N が固溶するにしたがって δ-相中の C+N/Ta モル比は小くなり, それとともに格子定数は小さくなる。δ-相中の N の固溶割合は鋼中の N/C モル比が大になるほど, また熱処理温度が高くなるほど増加する。

鋼中に生成する Ta 窒化物は六方晶の γ-相で格子定数は a = 2.93 Å, c = 2.88 Å, c/a = 0.98 程度で, その化学組成は TaNo.852o.05 と推定される。

Fe-Ta-C 系の試料 419A および 419B については 6N-HCl (室温) に F けて抽出した残渣中の N/C モル比および析出 δ-相の格子定数から, その組成を TaCo.85No.06 と推定した。これらの析出相の他に Ta 添加量のきわめて多い試料 420B では Fe-Ta 金属間化合物相が認められ, またいずれの試料においてもきわめて微量ではあるが Ta の酸化物系化合物であるタピオライトが生成しており, この化合物は炭化物や窒化物と比較してより安定であることがわかった。

Fe-Ta-C 系の試料 419A および 419B, Fe-Ta-N 系の試料 421A および 421B については各試料中の 6N-HCl (室温) による不溶性 Ta 量, N (可溶性 N 量) を定量し, 不溶性 Ta 量から析出 δ-相の組成にもとづいて不溶性 C 量を計算し, Ta (全 Ta 量 - 不溶性 Ta 量), C (全 C 量 - 不溶性 C 量) を求めてそれぞれの温度における TaCo.85No.06 あるいは TaNo.85 の生成反応の平衡濃度積を計算した。これらの値を 1/T に対してプロットした結果から, オーステナイト中における平衡濃度積の温度関数は,

$$\log [\%Ta][\%C]^{0.85} [\%N]^{0.06} = -5.800/T + 2.02$$

$$\log [\%Ta][\%N]^{0.85} = -7.400/T + 2.09$$

と与えられる。これらの結果からオーステナイト中において Ta 窒化物は Ta 炭化物よりも安定な化合物であることが明らかにされた。