

(404) オーステナイトの等温変態により得られるFe-C-V合金の
(フェライト+VC)組織の機械的性質

東京工業大学 精密工学研究所 Ph.D. 三島 良直
カリフォルニア大学バークレー V.F. Zackay, E.R. Parker

1. 緒言: 合金炭化物形成元素を含む低炭素鋼における合金炭化物の相界面析出は非調質鋼の初析フェライトの強化という目的で主に利用されてきた。組成の選り方によってはこの相界面析出によりオーステナイトから直接フェライトと合金炭化物とからなる組織が得られることも知られており、セメンタイトを組織中に含まない非調質鋼として利用できる可能性があり興味深い。しかしFe-0.2C-1V合金の1200°Cオーステナイト化後の等温変態で得られる(フェライト+VC)組織は強度においてFe-0.2C合金のフェライト・パーライト組織よりかなり高くなるがシャルピー衝撃値は変態温度によらず低いことが報告されている⁽¹⁾。これはいわゆる析出炭化物として知られる粒状のVCの他に繊維状のVCが析出するためと見られ、良好な強度と靱性の組み合わせを得るには繊維状炭化物の生成を抑制せねばならないと考えられる。本研究ではFe-0.2C-1V合金をオーステナイト化温度を低くすることにより、そしてまた合金中の炭素およびバナジウム量を減らすことにより特定の等温変態温度域で生成する(フェライト+VC)組織の衝撃靱性を著しく改良することのできることを報告する。

2. 実験方法: 母試材にはFe-0.2C-1V合金とV/C比を保ちVおよびC量を減らしFe-0.1C-0.5V合金と、変態温度域を下げる強度を上げる目的でそれぞれ3% Niを加えたものを用いた。表1に示す化学組成中すべての合金に添加した0.5% Mnは合金中の不純物Sを固定するためのものである。等温変態曲線は膨張計および光顕観察により求め、機械試験および透過電顕試料の等温変態は2型電気炉(アルゴン雰囲気)でオーステナイト化後、直下におかれた所定の温度のソルトバスに試料を落下させて行った。

表1: Chemical Composition of the Alloys

Alloy	C	V	Ni	Mn	Fe
1	0.19	1.14	-	0.45	bal.
2	0.20	1.01	3.01	0.48	bal.
3	0.14	0.49	-	0.48	bal.
4	0.10	0.47	3.06	0.67	bal.

3. 結果および考察: 0.2C1Vおよび0.1C0.5V合金の $\gamma \rightarrow \alpha + VC$ 反応はベイナイト変態温度域上でC曲線を呈し、3% Niの添加により変態曲線は低温側・長時間側に移行する。表2に1000°Cでオーステナイト化後等温変態した合金の機械的性質を各合金についてC曲線のノーズより高い変態温度と低い変態温度につき示した。シャルピー衝撃値はどの合金でもノーズより低い変態温度では著しく低く組織観察で見られる繊維状あるいは粒子がほぼ連続した形状のVCの存在がその原因であると認められる。しかしノーズより高い温度では衝撃値は明らかに改善され、組織観察でも繊維状のVCは観察されなかった。

表2: Mechanical Properties of Isothermally Transformed Fe-C-V Alloys Austenitized at 1000°C

Isothermal Transformation	σ_y (kg/mm ²)	σ_{UTS} (kg/mm ²)	CVN(at 25°C) (kg-m)
Alloy 1 750°C 1hr	38.4	50.9	32.4
	650°C 1hr	53.0	72.5
Alloy 2 650°C 1hr	62.7	82.3	17.6
	600°C 1hr	66.3	92.1
Alloy 3 750°C 1hr	38.4	59.3	2.4
	650°C 1hr	41.9	61.4
Alloy 4 650°C 1hr	55.8	78.1	7.8
	600°C 1hr	65.3	82.3

この結果0.2C1V合金の1200°Cのオーステナイト化と比較して、未溶解炭化物の存在または合金中のCおよびV量自体を減らすことで変態前のオーステナイト中のCおよびV量が減少すると変態曲線のノーズより高い変態温度でVC粒子の生成が促進され、さらには0.2C1V合金に見られるように未溶解炭化物による細粒化と相俟って良好な強度と靱性を得られることを見出された。

(1) Y. Mishima, R.M. Horn, V.F. Zackay and E.R. Parker: Met. Trans. 11A (1980), p 431