

## (113) 一方向凝固時のTi、Zr硫化物の析出

川鉄技研 ○鈴木 健一郎、江島 彬夫、原田 信男

1. 緒言: TiあるいはZrによる鋼中硫化物の形態調整にはS含量に対し6~10倍のTi、Zrの添加が必要とされている<sup>1)</sup>。しかし、凝固時の硫化物の析出挙動についてはMnS<sup>2)</sup>、RES<sup>3)</sup>の場合を除いてほとんど知られていない。本報告では、一方向凝固実験により調べたTiあるいはZr硫化物の析出形態、析出条件について述べる。

2. 実験方法: 実験用の素材は高周波炉、Ar気流中で溶解した2kgの鋼浴より石英管にて吸引採取後急冷し、表層部を除いて10mmφ、長さ150mmに調整したもので、その組成を表1に示す。表中に示した硫化物、MnS、TiS、Zr<sub>3</sub>S<sub>4</sub>に対する濃度積、C'js<sub>x</sub>、

および溶解度積K'js<sub>x</sub>から明らかのように凝固開始前の硫化物析出はないと判断される。また、

O、N濃度は低めて硫化物析出に対するこれらの成分の影響を低減すべく努めた。試験片を内径10mmのアルミナ管に挿入し、35mmφの水冷定盤上に同時に3本をセットし、PID制御付40KVAタンマン炉中で加熱溶解する。試験片頭部の温度を1580±5℃に1hr保持後炉体を200あるいは300mm/hr(この場合の凝固速度158mm/hr<sup>5)</sup>)の速度で上方に移動して一方向凝固を開始させる。

3. 実験結果: 硫化物の形態は素材の状態と球状である。一方向凝固後の試料では大半が共晶状のII型硫化物であり、その代表的な例を写真1に示す。なお、一方向凝固を開始させる前の固液界面付近の液側には凝固方向と平行する棒状の硫化物が観察された。また、硫化物はサンプルNo. 4, 6, 7, 8でそれぞれTiS、Zr<sub>3</sub>S<sub>4</sub>、(Ti<sub>0.98</sub>Mn<sub>0.02</sub>)S、および(Zr<sub>0.76</sub>Mn<sub>0.24</sub>)<sub>3</sub>S<sub>4</sub>程度の組成を有することがEPMA分析によりわかった。つぎに、定常凝固域の共晶状硫化物群の換算直径およびこれを構成する単一の棒状硫化物の直径を測定し、それぞれ80~130μ、1.5~3μをえた。これは冷却速度が12~18℃/minにおけるMnSに対する別所らの値<sup>2)</sup>とほぼ一致する。さらに、共晶率は冷却速度によらず、サンプル2, 4, 7で0.10~0.20の値を得た。硫化物はデンドライト樹間に存在し、その析出点近傍のP濃度

(EPMA分析)と藤井らがFe-P合金で求めた2次元凝固率、f<sub>S</sub>とP濃度の関係<sup>5)</sup>を用いて、硫化物析出時のf<sub>S</sub>を推定し、サンプル2で0.88、7,8で0.90~0.92の値を得た。なお、サンプル2,8では硫化物近傍のMnの逆偏析を、サンプル8では一方向凝固開始直後のS、Zr濃度の著しい低下を認めた。

4. 参考文献 1)江島: 第24回西山記念講座 2)別所ら: 学振19委、9170、9832. 3)桜谷ら: 鉄と鋼、59('73)、S449、S450、 4)藤井ら: 鉄と鋼、61('75)、S64.

表1 試験片の組成(wt.%)\*

No.	C	Mn	Ti	Zr	S	P	N	C'js <sub>x</sub> <sup>+</sup>	K'js <sub>x</sub> <sup>+</sup>	T <sub>LL</sub> <sup>+</sup> (°C)
1	0.17	0.01	—	—	0.11	0.10	0.009	—	—	1523
2	0.15	0.93	—	—	0.12	0.09	0.008	01.12	<sup>Mn</sup> 2.42	1519
3	0.15	0.01	0.34	—	0.11	0.10	0.009	0.037	<sup>Ti</sup> 0.40	1519
4	0.18	0.01	0.95	—	0.10	0.10	0.008	0.095	<sup>Ti</sup> 0.49	1511
5	0.19	0.01	—	0.26	0.10	0.10	0.003	0.012	<sup>Zr</sup> 0.022	1520
6	0.18	0.01	—	0.50	0.10	0.10	0.003	0.023	<sup>Zr</sup> 0.026	1518
7	0.18	0.90	0.81	—	0.10	0.10	0.007	0.081	<sup>Ti</sup> 0.47	1508
8	0.15	0.90	—	0.65	0.10	0.09	0.004	0.030	<sup>Zr</sup> 0.040	1513

\* Al 0.06~0.10, O<0.005%, +C'js<sub>x</sub>=[%j] × [%S], K'js<sub>x</sub>は1.500℃の溶解度積、T<sub>LL</sub>は液相線温度

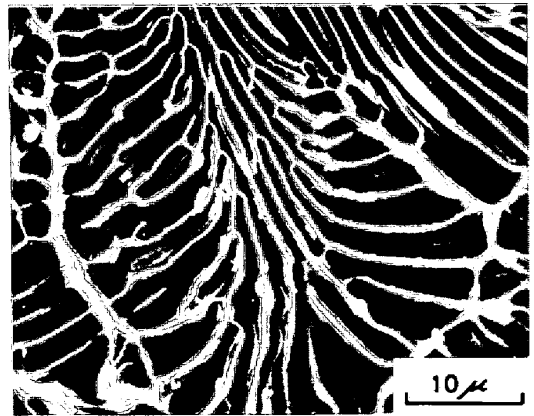


写真1 サンプルNo.7中の共晶状TiS (冷却速度12℃/min)。