

(642) 発電機軸用 2% Mn 鋼の開発

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○内田 清, 狩野征明
水島製鉄所 谷 豪文, 朝生一夫

1. 緒言

Mn は焼もどし脆化感受性を著しく高めるため発電機軸用低合金鋼にはあまり採用されていない。著者らは安価でしかも焼入性の向上に有効な Mn に着目し開発研究を行ったところ、現用の Ni 系低合金鋼に匹敵する優れた性能を有する Mn 系発電機軸用素材の製造が可能となった。本報では強度、靱性、焼もどし脆化におよぼす Mn の影響および脆化防止策について報告する。

2. 実験方法

供試材の化学成分を表 1 に示す。Si, P, Mo 含有量の異なる 1.3~2.8% Mn 系低合金鋼に、直径 650 mm 発電機軸相当の熱処理を施した後、機械的性質を調べた。焼もどしによる脆化は焼もどし後の徐冷-急冷の差 (ΔvT_{rs}) で評価した。実験室的な成分検討結果にもとづき 2% Mn 系低合金鋼を 5 ton 鋼塊で溶製し、実機規模の直径 650 mm 発電機軸を試作し、確性試験を行った。

Table 1 Chemical composition of steels tested (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.20	.01	1.29	.002	.005	.50	0	.08
	1.27	2.81	.007			0.30	

3. 実験結果

- (1) Mn 含有量の増加につれて焼入性が上り、強度、靱性（非脆化状態）はともに向上するが、焼もどし脆化感受性は増大する。
- (2) そのため、Mn 1.8% 以上の高 Mn 鋼では焼もどし徐冷後（脆化状態）の vT_{rs} はあまり良くないが、焼もどし急冷後（非脆化状態）の vT_{rs} は 20°C 以下と極めて良好である。
- (3) しかし、ロータの製造においては焼もどし後の徐冷は不可避となるため、成分調整により焼もどし徐冷中に生じる脆化を抑制すれば、Mn 系低合金鋼でも優れた低温靱性が得られる。
- (4) 2% Mn 鋼の焼もどしによる脆化 (ΔvT_{rs}) は下式に示すとおり、Si, P, Mo 含有量を調整することにより防止できる。

$$\Delta vT_{rs} (\text{°C}) = 25\% \text{Si} + 4000\% \text{P} - 90\% \text{Mo}$$
- (5) Mn, Si, Mo 含有量による脆化の促進および抑制は主として P の粒界偏析を介した影響である。
- (6) 低 Si, Mo 添加の 2% Mn 鋼で 650mm 中発電機軸を試作したところ、軸材の各部位、方向において $T.S \geq 70 \text{ kgf/mm}^2$, $vT_{rs} \leq 20 \text{ °C}$ の高強度、高靱性が得られた（表 2）。

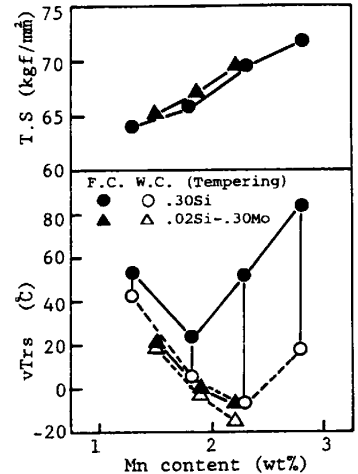


Fig.1 Effect of Mn on T.S and vTrs

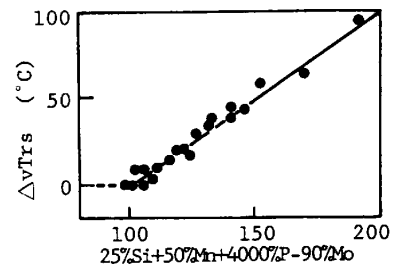


Fig.2 Relation between alloying elements and ΔvT_{rs}

Table 1 Example of mechanical properties (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
.20	.04	1.95	.006	.005	.60	.27	.07
Location	Direction	Y.S (kgf/mm²)	T.S (kgf/mm²)	El. (%)	R.A. (%)	vT_{rs} (°C)	vE_{20} (kgf-m)
Surface	L	62	72	27	69	-15	18.5
	T	62	71	26	66	-5	17.5
	R	63	72	25	65	0	15.9
Center	L	60	70	26	66	0	14.2
	R	61	71	24	64	5	13.6

4. 結言

Si, P, Mo 含有量を制限し、2% Mn 鋼の焼もどし脆化感受性を低減することにより、現用の 3.5% Ni Mo V 鋼より安価でしかも同等の強度、靱性を有する発電機軸用 Mn 系低合金鋼が製造できることを確認した。