

(681) オーステナイト系ステンレス鋼及び高Mn鋼の極低温での磁気特性

川崎製鉄(株) 鉄鋼研究所 ○佐々木晃史, 志賀千晃, 上田修三
田中智夫, 野原清彦

1. 緒言

近年超電導関連技術の発展に伴い、極低温用構造材料の開発が求められている。この材料は強磁場環境下で使用される場合が多く、その磁気特性にも関心が持たれている。本報告では、極低温用候補材料であるオーステナイト系ステンレス鋼と高Mn鋼とについて相安定性や磁気特性を比較して述べる。

2. 実験

供試鋼を表1に示す。振動試料型磁力計(VSM)により、室温(RT)→4K→RTの順に各温度での磁化曲線と4K→RTの磁化 σ (emu/g)の温度依存性を測定した。試片サイズは $5\phi \times 7mm$ 、試験前熱処理は溶体化状態(Annealed)と750℃×50hの時効処理状態(Aged)の2条件であり、測定に用いた磁場はMax10kOeである。

3. 結果

- ① SUS304N鋼に対する結果を図1に示す。Annealed材では、磁化曲線はいずれの温度でも直線的で安定した非磁性を示す。一方、Aged材では冷却前に既に強磁性の発生が認められ、4Kへの冷却により強磁性相が増加する。
- ② SUS316L鋼は4K冷却により強磁性が発生し、相不安定である。SUS316LN、0.6C-18Mn、0.2C-28Mnの各鋼は相安定であり、4K冷却後も磁化は可逆的にRTの値に一致し、各温度で安定した非磁性を示す。
- ③ 各鋼に対して、4K冷却前のRT、4K、4K冷却後のRTでの磁化の値を図2に示す。SUS304鋼は316L鋼よりさらに相不安定で、4K冷却後は著しく磁化が増加する。
- ④ 各鋼に対し、磁化率(χ)、ネール温度(T_N)、相安定性を表2に示す。磁化の温度依存性はステンレス鋼では、20~50K付近に極大を示し、高Mn鋼では室温に近い温度域でクニックを示し、それ以下の温度域で温度の低下とともに磁化が減少する。いずれも反強磁性型の温度依存性である。
- ⑤ 相安定なステンレス鋼でも4K付近では著しく大きい磁化、磁化率を示すのに対し、高Mn鋼はステンレス鋼に比べて小さい磁化、磁化率を示す。

Table 1. Chemical compositions (wt%).

No.	Specimen	C	N	Mn	Ni	Cr	Mo	V
1	304	0.067	0.02	1.08	9.80	18.16	—	—
2	304N	0.068	0.20	1.03	9.23	18.77	—	—
3	316L	0.020	0.02	1.02	12.26	17.10	2.51	—
4	316LN	0.034	0.20	1.04	11.78	17.36	2.53	—
5	0.6C-18Mn	0.60	0.02	17.4	0.98	5.54	—	1.00
6	0.2C-28Mn	0.17	0.16	29.5	0.99	5.58	—	0.96

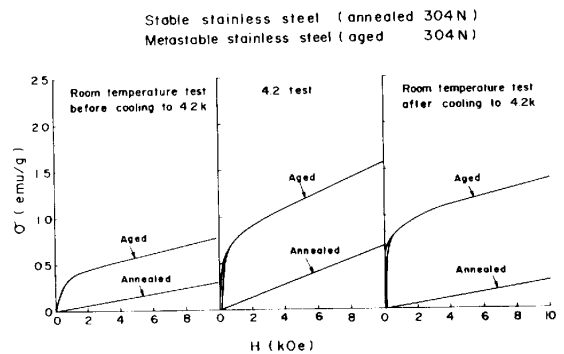


Fig. 1 Magnetization measurements for SUS304N steel at RT and 4.2K.

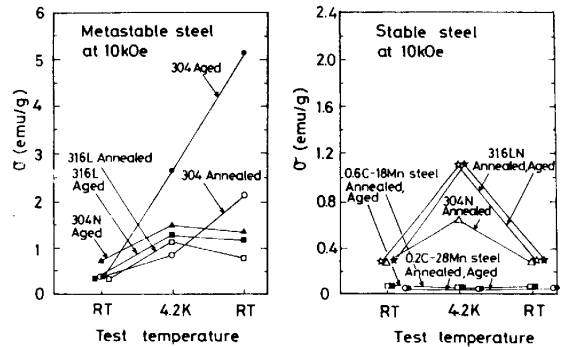


Fig. 2 Magnetization at RT and 4.2K at 10kOe.

Table 2. Magnetic susceptibility, Néel temperature, and phase stability.

Specimen	Heat treatment	χ (emu/g $\times 10^{-6}$)			T_N (K)	Phase stability
		RT(1)	4.2K	RT(2)		
304	AN	31	70	48	49	metastable
	AG	32	86	64	49	"
304N	AN	28	64	28	40	stable
	AG	33	71	37	40	metastable
316L	AN	33	105	46	38	"
	AG	33	110	57	38	"
316LN	AN	30	131	30	19	stable
	AG	30	131	30	21	"
0.6C-18Mn steel	AN	19	14	19	270	stable
	AG	19	16	19	272	"
0.2C-28Mn steel	AN	14	11	14	380	"
	AG	14	11	14	372	"

AN Annealed, AG Aged
 χ Magnetic susceptibility, T_N Néel temperature
 RT(1) Room temperature before cooling
 RT(2) Room temperature after cooling