

669.14.618.85-669.15'26'71-194  
no.62168

(168) 含 Al 13Cr 鋼について P631~632

神戸製鋼所中央研究所

西原 守・中野 平

金田 次雄・木下 修司

長府北工場 浜田 汎史

On 13 Cr Steel Containing Al.

Mamoru NISHIHARA, Taira NAKANO

Tsugio KANEDA, Shushi KINOSHITA

and Hirobumi HAMADA.

I. 緒 言

最近各方面に経済性の点から C 重油が多く用いられているが、このような場合材料の耐高温酸化性、特に耐 V-attack、耐 S-attack 性が問題となる。この目的に対しては Cr 系ステンレス鋼に Al を添加したものが最も有効であるといわれている。著者らは 13Cr 鋼に Al を添加し、13Cr 鋼におよぼす Al の効果を検討したのでこれを報告する。

II. 供 試 材

供試材としてはつぎの 10 鋼種とし、Mark A~F は 13Cr 鋼 (0.1% C) の高温組織におよぼす Al の効果を調査したものである。Mark 1~4 は常温機械的性質におよぼす効果を検討するためのものである。Table 1 にその化学成分を示す。

A は 10 t 塩基性電弧炉にて溶解後 1 t 鋼塊とし、B~F は 100 kVA 塩基性高周波炉にし溶製後各 20 kg 鋼塊に分鑄した。また 1~4 はいずれも 500 kVA 塩基性高周波炉にて溶解し 450 kg 鋼塊とし、いずれも 20 mm φ に鍛伸して試験に供した。

III. 試験結果ならびに考察

i) 13Cr 鋼の高温組織におよぼす Al の影響

供試材 A~F について 900°~1300°C 間で 100°C 間隔に 30 mn 保持後急冷し、顕微鏡にて点算法によりオーステナイトおよびフェライト量を測定し、また X 線を用いて温度-Al%-フェライト%の関係を求めた。Fig. 1 にその結果を示す。図中の数字はフェライト%を示す。Al 含有量の増加につれて A<sub>1</sub> 変態点は上昇し、約 2.7% ではほぼフェライト単相となることが認められた。一般に 0.1% C を含有する Cr 鋼では Cr 約 18~20% でフェライト単相を示すといわれているところから、これより Al のフェライト生成元素としての効果は Cr の約 2~3 倍となる。

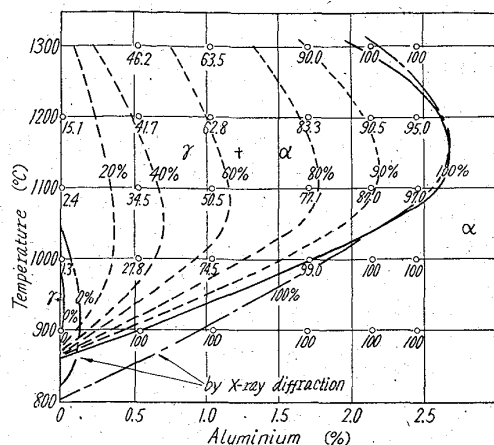


Fig. 1. Effect of Al on high-temperature structure of 13Cr steel (0.1% C). Figures show percent of ferrite.

ii) 13Cr 鋼の機械的の性質におよぼす Al の影響

供試材 1~4 について 750°~1100°C 間の温度に加熱水冷したときの常温機械的性質の変化を Fig. 2 に示す。試料 4 を除く各試料とも 1000°C 以上では引張強さ、耐力 (0.2%) の増加が認められ、これは硬さ試験の結果ともよく一致した。これは炭化物の溶け込みによるものと考えられる。Al 量の増加は引張強さ、耐力を増し、伸び、絞りの低下開始温度を低温側に移行せしめる傾向があるが試料 4 ではそれが認められないところからこの現象は単に Al だけではなく、C 含有量の増加も同様な結果を導く。

iii) 13Cr-Al 鋼の機械的の性質におよぼす熱処理の影響

Fig. 3 は 13Cr-Al 鋼の常温機械的性質におよぼす高温処理の影響を示す。いずれも 1000°, 1100° および 1200°C の各温度に 1 h 保持空冷後 800°C にて 1 h 保持水冷の焼なましを行なったものである。これを Fig. 2 と比較すると 850°C 以上の加熱によつてじん性を失つたものでも 800°C にて 1 h 焼なましを行なえば伸び、絞りが回復することが認められる。

iv) 13Cr-Al 鋼の衝撃遷移曲線について

鍛造後 800°C にて 1 h 焼なましを実施した試料の衝撃遷移曲線を求めた。Fig. 4 に衝撃遷移曲線を示す。各試料とも遷移温度はかなり高温側に存在し、0°C では各試料ともシャルピー衝撃値は 1.5 kg m/cm<sup>2</sup> 以下を示した。遷移温度は 2% Al では 3~4% Al に比してや

Table 1. Chemical compositions of steels tested.

Marks	Steels	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	N <sub>2</sub>
A	13Cr	0.08	0.33	0.82	0.020	0.023	0.15	0.16	12.60	—	—
B	13Cr-1/2Al	0.10	0.50	0.85	0.011	0.012	//	0.10	13.29	0.52	—
C	13Cr-1 Al	0.11	0.49	0.83	0.011	0.015	//	0.08	13.20	1.02	—
D	13Cr-1 1/2 Al	0.10	0.48	0.80	0.011	0.012	//	0.09	13.17	1.68	—
E	13Cr-2 Al	0.09	0.46	0.78	0.010	0.012	//	0.10	13.12	2.13	—
F	13Cr-2 1/2 Al	0.10	0.46	0.78	0.011	0.013	//	0.10	13.08	2.42	—
1	13Cr-2 Al	0.09	0.58	0.98	0.015	0.016	0.07	0.09	13.30	1.92	0.082
2	13Cr-3 Al	0.09	0.70	0.98	0.015	0.015	0.07	0.10	13.90	2.65	0.042
3	13Cr-4 Al	0.09	0.58	0.80	0.015	0.015	0.07	0.09	13.40	3.72	0.027
4	13Cr-4Al-Low C	0.009	0.60	0.98	0.009	0.010	0.01	0.09	13.10	4.01	0.022

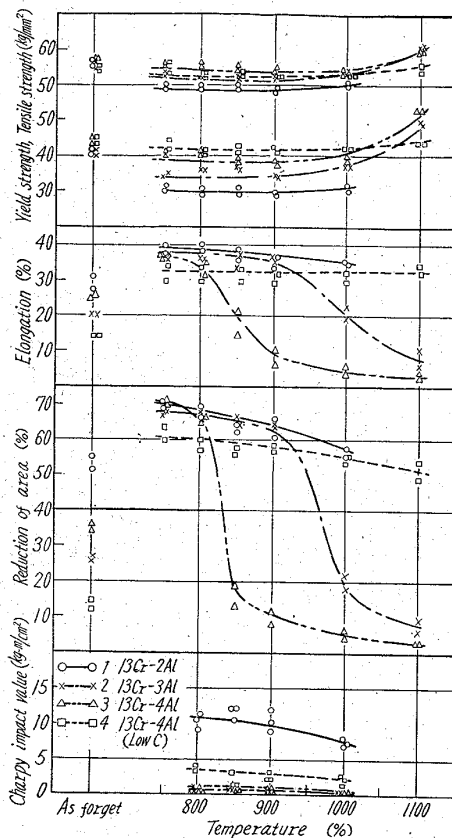


Fig. 2. Effects of Al contents and heat treatment on mechanical properties of 13Cr steel.

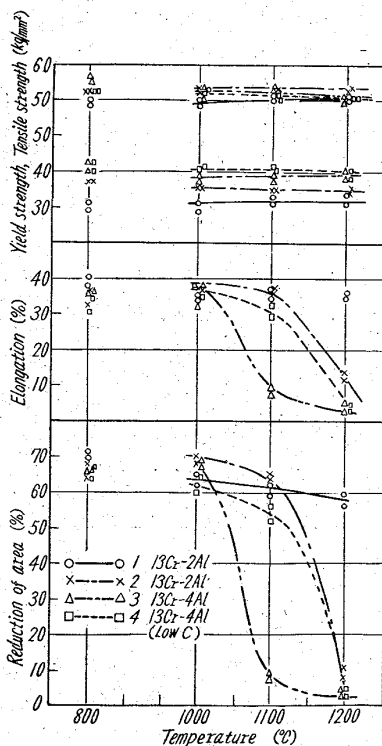


Fig. 3. Effect of high-temperature treatment on mechanical properties of 13Cr-Al steels. All specimens were tempered at 800°C after above treatments.

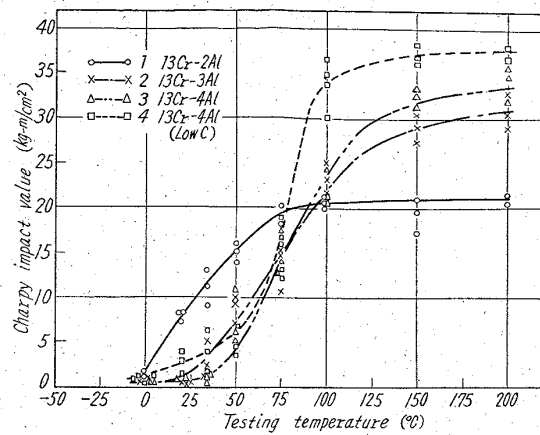


Fig. 4. Transition curves of 13Cr-Al steels annealed at 800°C.

や低いが 3~4% では大差なく Al 含有量の衝撃遷移温度におよぼす影響はその増加とともに遷移温度を高温側に移行せしめる傾向があるが 3% 以上では明りようでない。一般に高 Cr フェライト鋼ではフェライト中に固溶した C, N の含有量が衝撃遷移温度と関係があるといわれているが、C 量を変化させた試料 3, 4 については C 量の低い方が全般に高い衝撃抵抗を示したが、遷移温度に関しては大差は認められなかった。

#### IV. 結 言

1) 13Cr 鋼 (0.1% C) の高温組織におよぼす Al の効果は約 2.7% の Al 添加によりフェライト単相を得ることができ、Cr のフェライト生成能力に比較してその効果は約 2~3 倍である。

2) Al 含有量の増加は 13Cr 鋼の強さを増大せしめるが、焼なましによるじん性低下開始温度を低温側に移行せしめる。また C 含有量の増加も同様な傾向を示す。

3) 焼なまし温度としては 750~800°C が適当で Al 含有量、C 含有量によつて異なるが 800°C 以上での焼なましはじん性を低下せしめる傾向がある。しかし、0.1% C, 3~4% Al を含む 13Cr 鋼では 850~1000°C の加熱冷却によりじん性が低下した場合でも 800°C にて 1h 焼なましを行なうことによりじん性が回復する。

4) 衝撃遷移曲線におよぼす Al の効果は Al 量の増大とともに高温側に移行せしめる傾向があるが 3% 以上では明りようでない。C および N 含有量の低下は衝撃遷移温度を低温側に移行せしめるといわれているが、0.01~0.1% C, 0.02~0.04% N の範囲ではその効果は明りようでなく、C 量の低減は衝撃抵抗を全般に上昇せしめる傾向がある。