

## 研 究 速 報

### 高張力鋼の変態点におよぼす Nb, Al の影響\*

邦 武 立 郎\*\*

#### The Effect of Nb and Al on the Critical Temperature of the High Strength Steel

Tatsuro KUNITAKE

##### Synopsis:

The effect of Nb and Al on the transformation temperatures on heating was determined for the high strength steel (low-alloy steel with C content up to 0.20%). The relation of chemical composition of steel to the beginning-temperature ( $A_S$ ) and the end-temperature ( $A_f$ ) of transformation was well expressed by the following empirical formula.

$$A_S = 747.7 + (17.6 \times \%Si) - \{23.0 \times \%(\text{Cu} + \text{Ni})\} + (24.1 \times \%Cr) \\ + (22.5 \times \%Mo) - (39.7 \times \%V) - (11.6 \times \%Mn) + (31.9 \times \%Zr) \\ \text{Add } -2.9 \text{ for boron containing steel.}$$

$$A_f = 937.2 - (476.5 \times \%C) + (56.0 \times \%Si) - (19.7 \times \%Mn) - (16.3 \times \%Cu) \\ - (26.6 \times \%Ni) + (38.1 \times \%Mo) + (124.8 \times \%V) + (136.3 \times \%Ti) \\ - (4.9 \times \%Cr) + (35.0 \times \%Zr)$$

The variation in transformation temperatures due to the variation in the alloy content other than Nb and Al was evaluated from the above equation and the effect of Nb and Al was obtained.

With 0.03% Nb,  $A_S$  was raised about 10°C, while there was no change in  $A_f$ . With soluble Al content of 0.03%, both  $A_S$  and  $A_f$  were raised about 10°C.

(Received 31 July 1967)

筆者らはさきに低炭素低合金鋼の変態点を鋼の化学成分から計算する実験式を提唱し<sup>1)</sup> 实用高張力鋼に良く適用しうることを示した。しかしながら多くの合金元素のうち Nb, Al については、求めた実験式における係数の信頼度は十分に高いものとはいいがたかつた。高張力鋼において合金元素として Nb や Al が重用されていることを考えて、高張力鋼の変態点におよぼす Nb および Al の影響を明らかにしておくことが必要と考えた。

既報の実験式<sup>1)</sup>の实用高張力鋼への適用結果についてはすでに一部報告している<sup>2)</sup>が、その後实用高張力鋼 39 種類について実測値と計算値の比較を行なった。その結果実験式による  $A_S$  (変態開始温度) および  $A_f$  (変態終了温度) の計算値と実測値の一致は良好であつたが、B 含有鋼に関しては、 $A_S$  については  $-2.9^\circ\text{C} = (-894.7 \times 0.0032)^{***}$  の補正を行ない、 $A_f$  に関しては効果なしとみなすことが妥当と考えられた。ちなみに、従来報告されている実験式について検討してみると GRANGE の式<sup>3)</sup>、最近における ANDREW の式<sup>4)</sup> いずれも  $A_S$  についてはほぼ良好な計算値を与えるが、 $A_f$  についてはいずれの式も実測値よりもかなり低い計算値を与える結果であつた。

さて、Nb や Al などの微量元素の影響を知るには、当該元素以外の化学成分の変動による変態点の変化を修正して、純粹に当該元素の影響をとりだす必要がある。こ

の標準化に既報の実験式を用いることにした。Table 1 は、4 種類の Nb 含有量の異なる鋼についての変態点の実測結果を示したものである。Nb 以外の合金元素について既報の実験式による変態点の計算結果を示した。これによつて基本成分部の補正を行ない、純粹に Nb 量によると考えられる変態点の変化を最右欄に示した。これを用いて Nb の変態点におよぼす影響を示すと Fig. 1 のようになる。通常良く行なわれている 0.03% 程度の Nb の添加によつて、 $A_S$  にはわずかししか影響はないが、 $A_f$  は約 10°C 上昇することがわかる。

同様に Al について、Al 含有量を異にする 5 種類の鋼について検討し Al の影響を図示した結果を Fig. 2 に示す。Al としては、可溶性 Al と全 Al の 2 者のそれぞれを採つた場合について示した。可溶性 Al についてみれば、 $A_S$ ,  $A_f$  ともに可溶性 Al の増加によつて上昇するが後者は直線的に上昇するのに対し、前者は約 0.03% で飽和している。可溶性 Al 0.03% の場合の  $A_S$ ,  $A_f$  の上昇はいずれも約 10°C である。

このように、既報<sup>1)</sup>の結果を用うることによつて、Nb

\* 昭和42年8月31日受付

\*\* 住友金属工業(株)中央技術研究所 理博

\*\*\*  $-894.7$  は B に関する係数<sup>1)</sup>、 $0.0032$  は既報<sup>1)</sup>における供試鋼の B 含有量の平均値

Table 1. Effect of Niobium on Critical Temperatures.

Designation	Chemical composition, wt%						Calculated °C (without Nb)		% Nb	Determined °C		Temperature change, °C	
	C	Si	Mn	Cu	Ni	Al (sol.)	A <sub>S</sub>	A <sub>f</sub>		A <sub>S</sub>	A <sub>f</sub>	A <sub>S</sub>	A <sub>f</sub>
N <sub>1</sub>	0.16	0.19	0.62	0.09	0.04	0.031	734	863	0	731	865	0	0
N <sub>2</sub>	0.16	0.24	0.66	0.10	0.04	0.033	735	865	0.020	729	878	-3	11
N <sub>3</sub>	0.16	0.23	0.66	0.09	0.04	0.033	734	865	0.045	728	876	-3	9
N <sub>4</sub>	0.16	0.23	0.66	0.09	0.04	0.034	734	865	0.075	726	882	-5	15

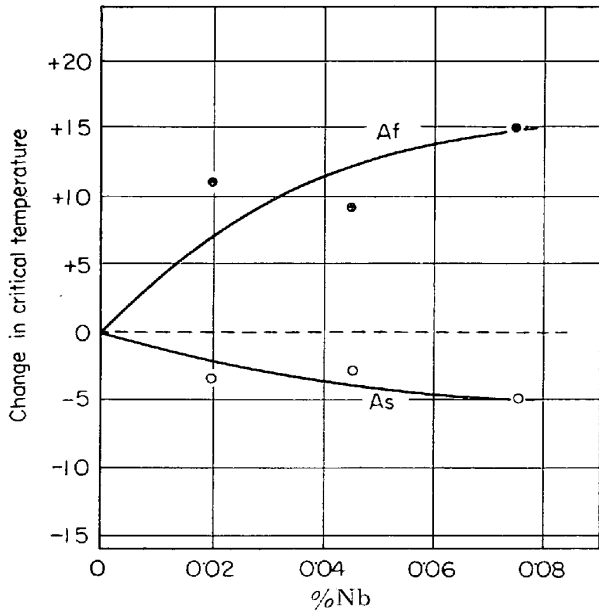


Fig. 1. Effect of niobium on critical temperatures.

や Al の変態点におよぼす影響を求めることができたが本報の検討結果を考慮すると、実用高張力鋼への実験式の適用に際してつぎのようにすればよいと考えられる。

$$A_S = 750.8 + (17.6 \times \%Si) - \{23.0 \times \%(\text{Cu} + \text{Ni})\} + (24.1 \times \%Cr) - (22.5 \times \%Mo) - (39.7 \times \%V)$$

元素の含有量(wt%)に掛けるべき係数

C -26.6 あるいは係数を0として K=750.8 の代わりに 747.7 を用いる。

Mn -11.6

Ti -5.7 (実用高張力鋼においては實際上 0 とみなしてさしつかえなからう)

Zr +31.9

B B含有鋼については一律に 2.9 を引去る。

$$A_f = 937.2 - (476.5 \times \%C) - (56.0 \times \%Si) - (19.7 \times \%Mn) - (16.3 \times \%Cu) - (26.6 \times \%Ni) + (38.1 \times \%Mo) - (124.8 \times \%V) - (136.3 \times \%Ti)$$

元素の含有量(wt%)に掛ける係数

Cr -4.9

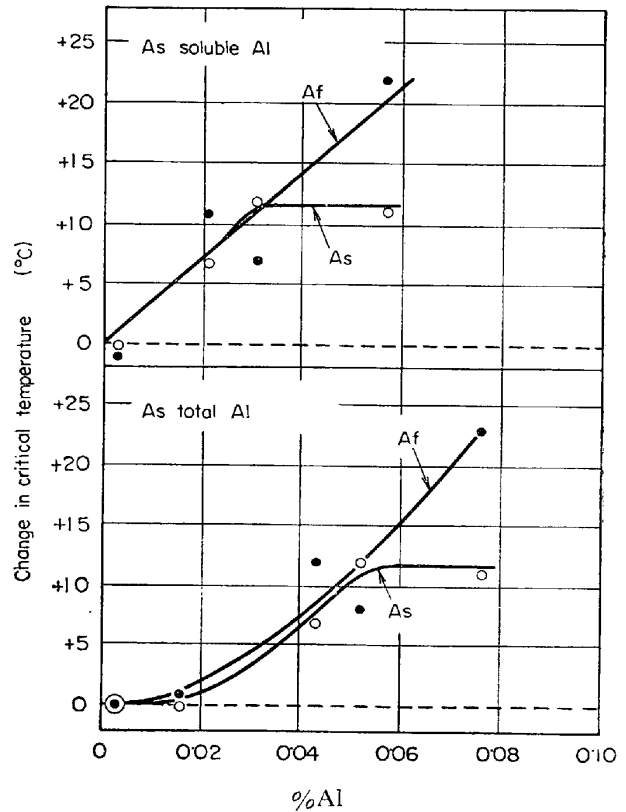


Fig. 2. Effect of aluminum on critical temperatures.

Zr +35.0

B 0

A<sub>S</sub>, A<sub>f</sub> いずれについても、Nb および Al については本報のそれぞれ Fig. 1 および Fig. 2 を用いられたい。

文 献

- 1) 三好, 邦武, 岡田, 加藤: 鉄と鋼, 51 (1965) 11, p. 2006~2008
- 2) R. A. GRANGE: Metal Progress, 79 (1961) 4, p. 73
- 3) K. W. ANDREWS: J. Iron Steel Inst., 203 (1965), p. 721~727