

川崎製鉄 株式会社 技術研究所

○中野 昭三郎
皆川 章
玉置 克臣

1. 緒言

窒素が溶接金属の靱性を低下させることはよく知られている。溶接金属中の窒素量(N)はワイヤおよび母材の窒素含有量やフラックス粒度により著しく影響されるが、フラックスやワイヤの組成によっても大きく変化する。本報は低窒素溶接金属を得る目的で、溶融型フラックスを用いた場合の多層盛SAW溶接金属の窒素吸収挙動を調査したものである。

2. 供試材料と実験方法

CaO/SiO_2 を0.5~2.0に変化させた $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{CaF}_2$ 系の溶融型フラックスとC量の異なる4種類のワイヤ(4.8mm径)を用い、板厚20mmの鋼板に600A・32V・30%in.の条件で全溶着金属を作成した。

3. フラックスおよびワイヤの組成が溶接金属の窒素量に与える影響

実験結果からSAWにおけるN吸収に関し、以下に列挙する現象が明らかになった。

(1) 溶融型フラックスでは溶接金属の酸素量(O)の低下とともにNは増加するが、ESWや焼成型フラックスを用いるSAWでは

このような現象はみられない(Fig.1)。

(2) Oを低減させる手法として、塩基度の上昇はNの増加をもたらすが、 CaF_2 の増量によればNは変化しない(Fig.1, Fig.2)。

(3) ワイヤから溶接金属への溶滴移行におけるC減量が大きい

と、すなわち高Cワイヤや酸性フラックスほどN吸収は少ない(Fig.3)。中性組成のフラックスではワイヤのC量を0.10%以上にすれば実用上、N吸収を無視できる(Fig.4)。

(4) ワイヤの[N]を増減させるとその量だけ溶接金属の[N]は変化する(Fig.5)

以上の結果から、SAWにおけるN吸収はフラックス粒度の空気がアーク雰囲気にもたらされるものと考えられ、フラックスに溶解したNの影響はさわめて小さいと推定できる。したがって、N吸収を低減させるためには溶接時にガスを発生させ、ア

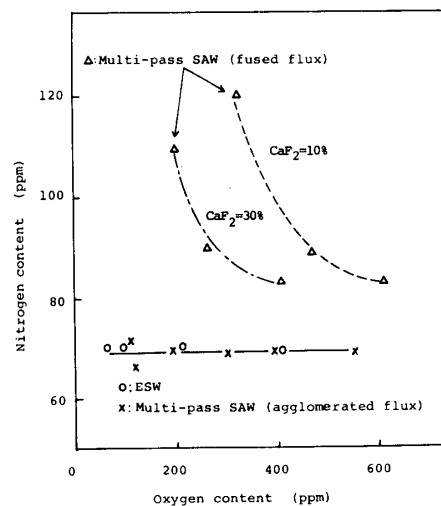


Fig.1 Relation between oxygen and nitrogen content in SAW or ESW weld metal

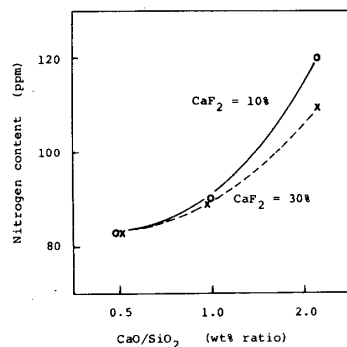


Fig.2 Effect of basicity on nitrogen content in weld metal

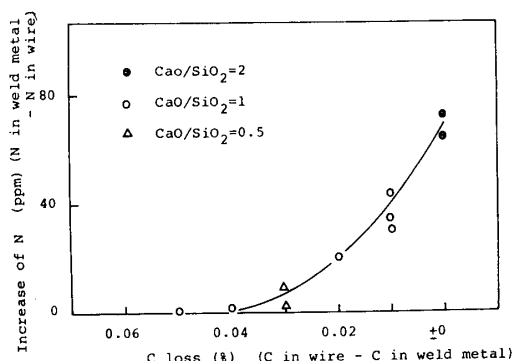


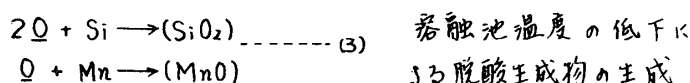
Fig.3 Relation between increase of nitrogen and carbon loss

ーク空洞中のN分圧を低下させることがもっとも有効となる。このことはAr雰囲気中で溶接を行なうNの挙動を調べたTable 1からも明らかである。

塩基性フラックスでNが増加する理由は、溶融池でつぎの反応により生成する固溶酸素、1) によってCO発生量が低減するためと考えられる。
 $(\text{SiO}_2) \rightarrow \text{Si} + 2\text{O} \cdots (1) \text{SiO}_2 \text{ 解離}$
 $\text{O} + \text{C} \rightarrow \text{CO} \uparrow \cdots (2) \text{CO} \text{ 発生}$

一方、 CaF_2 の添加は、発生するCO量を減らす(1)、(2)式に關係せず、つぎ

の(3)式の反応による脱酸生成物の浮上分離を強力にし、[O]を低減させるため、N吸収には関係しないものと考えられる。



高靱性溶接金属を得るため、その組成を低酸素、低窒素とするには、フラックス組成をいたずらに高温基性にするよりも適量の CaF_2 を添加するほうが効果的である。

4. 多層溶接における窒素の累積

多層溶接では、一層あたりの大気からのN吸収量 $[\text{N}]_{\text{ab}}$ が少なくてもその効果が累積するために $[\text{N}]$ は高くなる。初層以外では母材を溶融せず、 $[\text{N}]_{\text{ab}}$ を一定と仮定すると、 n 層目の窒素量 $[\text{N}]_n$ は

$$[\text{N}]_n = \{(1-\alpha)[\text{N}]_w + [\text{N}]_{\text{ab}}\} \cdot \frac{1-\alpha^n}{1-\alpha} + \alpha^n [\text{N}]_B \cdots (4)$$

で表わされる。実験値の一例と計算値の比較をFig. 6に示す。おの層数 n が多くなると $[\text{N}]_n$ は

$$[\text{N}]_n = [\text{N}]_w + [\text{N}]_{\text{ab}} \cdot \frac{1}{1-\alpha} \cdots (5)$$

に収束する。Fig. 5の結果と(5)式から $[\text{N}]_{\text{ab}}$ を計算すると、酸性組成では吸収せず、中性組成では7 ppm、塩基性組成では28 ppmとなり、塩基度の変化により著しく異なることがわかる。

参考文献

- 坪井、中野、玉置：溶接学会講演概要集 第18集(1976) 12~13

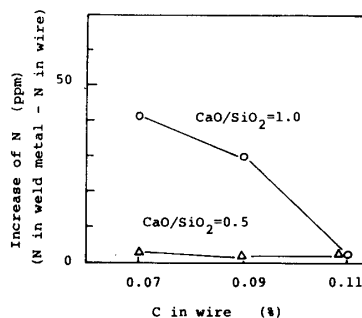


Fig. 4 Relation between increase of nitrogen and carbon in wire

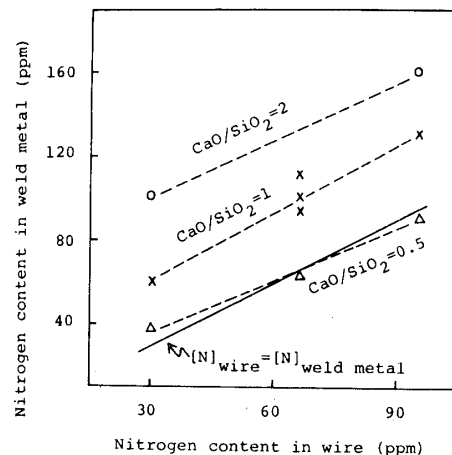


Fig. 5 Effect of nitrogen content in wire and basicity of flux on nitrogen content in multi-pass weld metal

Table 1 Effect of Ar shield on nitrogen absorption and weld metal toughness

Atmosphere	Flux	Compositions of weld metal (%)						Energy absorbed at 0°C (kg-m)
	CaO/SiO ₂	C	Si	Mn	Ti	O	N	
Air	2.0	0.09	0.31	0.84	0.013	0.016	0.0180	4.7
Ar		0.10	0.30	1.22	0.012	0.018	0.0093	14.0

Wire: 0.10%C, 0.30%Si, 1.50%Mn

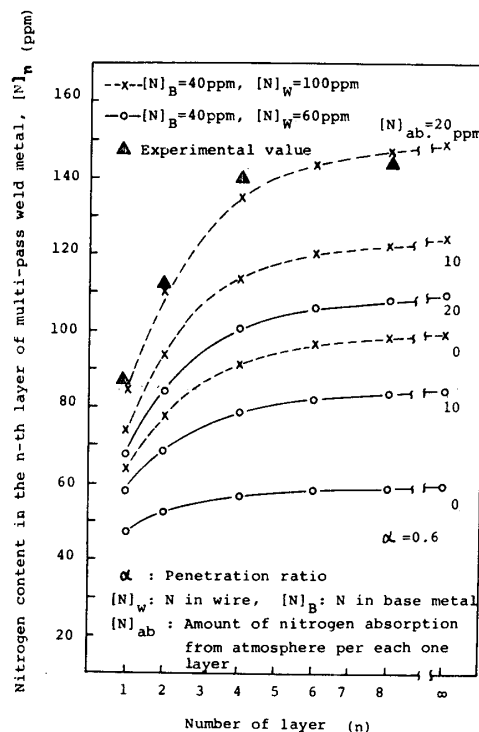


Fig. 6 Relation between number of layer and nitrogen content in multi-pass weld metal