

I 6ä › P K •/j HIVAS 2 b6ä\$Î _ X 8 Z

Development of a New Technique for I-Type Fusion Face Welding "HIVAS Process"

2e&½ ¶4(Kozo Akahide) ‹3¶ 3d#è(Teruo Ukibe) 7?,i M#è(Kazuo Agusa)

0[" :

L È b>G6ä › g P K % 2 b6ä\$Î †% \$x \ K Z > * § È Ð î ª " î j P K b Å î » g " g _ X
 8 Z è 0! K > * Ý P E 3, s > * * 5% 9x I b Å î » † " • _ c > * 9x7Á v > * 9x7Á } > * 9x3ÿ Ø b P
 K ² ó @4: K Z 8 • G \ † Â } ? _ K S Q K Z > * ›/œ7Á † S 0 ° ² ó \ K Z > * ‹/œ7Á
 † * 7Á v \ M • "HIVAS 2" b6ä\$Î _ B œ K S HIVAS 2 _ | • P K) E m b µ " \$x ö + † 3 >
 5ð \ 50kg /mm² (19x G Š5ð [0è9, K S) Ý c, ò [> * r S 2 b * • ¼ í ö c \ C _ M D €
 Z 8 •

Synopsis :

Bead shapes in submerged arc welding are examined for the purpose of developing a technique for I-type fusion face welding of plates. It is demonstrated that the welding parameter with a higher current, a higher arc voltage and a higher speed is suitable for a bead shape with deeper penetration and lower reinforcement. On the basis of this information, "HIVAS process" is newly developed. The process consists of the leading electrode under the above mentioned welding parameter and the trailing one under a low welding current. Mechanical properties of welded joints by this process are found satisfactory as the result of testing with either mild steel or 50kg/mm² high strength steel. HIVAS process provides the weld metal with particularly low sensitivity to the porosity forming.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

I 開先溶接技術 HIVAS 法の開発について

Development of a New Technique for I-Type Fusion Face Welding
"HIVAS Process"

赤 秀 公 造*

Kozo Akahide

浮 辺 輝 男**

Teruo Ukibe

阿 草 一 男***

Kazuo Agusa

Synopsis:

Bead shape in submerged arc welding of I-type fusion face welding of plates.

I-type fusion face welding of plates.

2. I 開先溶接の基本的検討

たので、従来試験されていない50V以上の場合も含めて溶け込み現象を調べた。

2-1 溶け込み深さについて

Fig. 2 に示すように、 P は E に対して10Vあたり1.0mm程度の割合で直線的に減少する

2-1-1 溶接条件と溶け込み深さ

アーク溶接での溶け込み深さは種々の条件に支

溶接速度 (v) と P の関係は、多くの要因に左右されやすく、一義的に定まらないが、高速範囲の実験結果 $1/\sqrt{v}$ で整理すると、Fig. 3 のよう

しかし、溶け込みの機構は高温でのゆらぎ現象であり、しかもサブマージアーク溶接では溶融池を目視できないので十分には解明されていない。溶

2-1-2 溶け込み深さに関する実験式

I : 溶接電流 (A)

v : 溶接速度 (cm/min)

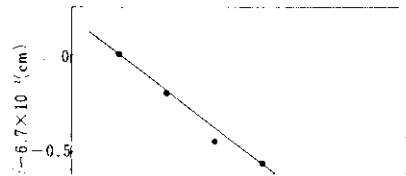
E : 溶接電圧 (V)

一般式は, Jackson¹⁾や渡辺²⁾などにより, それぞれ(1), (2)式で提案されている。

$$P = K \cdot \sqrt[3]{\frac{I^3}{v E^2}} \dots\dots\dots(1)$$

K : 定数

$$P = A \cdot \frac{I}{\sqrt{v}} + B \dots\dots\dots(2)$$



S : 余盛断面積 (cm^2)

I : 溶接電流 (A)

v : 溶接速度 (cm/min)

ビード形状からいえば、この溶着量はできるだけ少ないことが望ましいが、溶け込みも I, v によって変化するので、I 開先溶接ではこの両者を合わせて考えねばならない。つまり、溶着量は I/v に比例して増大し、溶け込みは電圧を一定とすれば、 I/\sqrt{v} に比例して深くなるから、小溶着量、深溶け込みにするには電流、速度とも大きくしたほうがよく、電圧は溶着量には関係せず、溶け込みには負に作用するから当然低いほうがよい。

ビードの余盛形状は、外観や応力分布の点からある限界高さ以下で、かつ母材に対する接触角が小さいほどよい。ビード高さには明確な基準はないが、一般に 3mm 程度で施工されている。本溶

低電圧、高電流の深溶け込みビードは、幅が狭く、余盛が高くなり、内部にいろいろな欠陥を生

じやすい。これらの欠点を修正し、ビード幅を広くするには、後行電極の熱源形態を考慮する必要があり、ここでは(1)揺動法、(2)トランスバース法、(3)高電圧法の3方法を試みた。

2-3-1 揺動法

後行電極の簡単な揺動装置を試作し、先行条件を板厚38mmが溶接可能な $I_1=1500\text{A}$, $E_1=30\text{V}$, $v=60\text{cm/min}$ とし、後行条件をワイヤ径 $d_2=4\text{mm}\phi$, $E_2=40\text{V}$ 一定とする以外は、下記範囲に変化して試験した。なお、極間距離 (D_{12}) は 50 mm とした。

溶接電流 (I_2): 800~1400A

電極揺動幅 (f): 0.45mm

Fig. 7 の結果と同じく、欠陥の発生率が高く、実用性にとほしい。さらに、後行電流を

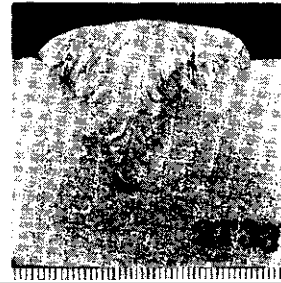


給電部より2本の細径ワイヤに通電するトランスバースとして、その電流値 (I_2) と間隔 (D_{22}) を変えて前項と同じ先行条件で、ビード形状などを調



D_{22} を大きくすればビード形状は改善できるが、揺動法と同じく **Fig. 10** に示すようにアンダカットなどの欠陥が多く発生する。

いっぽう、電流値を大きくすればビードの両端に与えられる熱量が増大して、**Fig. 11** に示すように、欠陥は減少するが、溶着量も増して、余盛高さが6mmを越え、実用的でない。**Photo. 2** はこの方法によるビード外觀と断面・マクロ組織の一



例を示す。

したがって、トランスバース法もビード形状と溶接欠陥をともに満足させられず、I 開先溶接法の後行電極の熱源形態として十分ではない。

macro structure at transverse trailing electrode

に示すように予想に反して電圧が上昇しても幅は

線で示すある限界電圧までは、その上昇につれて

増加しなかった。これは、電圧の上昇にしたがってアーク長は大きくなるが、先行電極で溶着され

W は直線的に増加し、その増加率は電流に関係なく 0.30mm/V であった。また、同じ実験デー

後行電極の溶着速度は、電流の増加に伴って増加する。

図9のIIは 100A をおき 1.1mm の割合で増加

び突き出し長さと極間距離は Table 2 に同じくした。先行電極の電流と電圧のいろいろの組合せによるビード形状の変化を Fig. 15 に示す。

図中、斜線上はビード形状を総合的に判断して適正条件と考えられるものであり、1600Aで溶け込みは14 mmになり、25 mm厚の両側溶接が可能である。

3. HIVAS法の諸性質

前章で述べたように、HIVAS法は、2電極サブマージアークで先行を高電流、高電圧、後行

Table 3 Welding materials

	Flux	Wire
For mild steel	KB-115	KW-43B
For 50 kg/mm ² high strength steel	KB-155	

接機と電源（大阪変圧器KK製）を組合わせる。
この溶接法には、以下に列挙するように種々の

特徴がある。

- (1) 開先加工作業が簡単で能率的である。
- (2) I開先であるから、開先加工でのガス消費量はX開先の場合の $\frac{1}{3}$ 以下になる。
- (3) 垂れ切斷やNC切斷で開先加工ができる。

ある。ここでは、この新技術の諸性質について述べる。

3.1 溶接方法と特徴

HIVAS法は、(1)特徴的な溶接条件、(2)専用溶接材料、(3)高電圧で安定な専用電源の3つの組合わせからなり、これによって、ルートギブのみで25mmまでの厚板のJ開先面側溶接

- (4) 溶接条件の選定が簡単で板厚に応じて先行の電流と電圧を変えるだけでよい。
- (5) 高速で溶接ができ、高能率である。
- (6) 溶接材料の消費量が少なく経済的である。
- (7) 溶け落ちの発生が少なく、開先精度を緩和できる。
- (8) さび、プライマーなどに起因する気孔は、ほとんど発生しない。

圧が板厚によって変化する以外はほとんど同じ条件で溶接できる。

溶け込みは溶接条件や開先形状の変化で変動するが、両側溶接では重ね代でこれらを緩和してい

面マクロ組織の例を **Photo. 3~5** に示す。

同一条件での溶け込みの変動を調べた結果、代表例を **Photo. 6** に示すように、HIVAS 法は

(4) 式での計算値に約 1mm 加えればよく、電流、電圧、速度を変えたときの標準条件からの溶け込み深さの増減を計算すると、Table 5 のよう

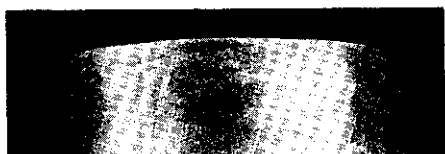
範囲で溶け込み深さの減少は 1mm 以下である。したがって、この溶接方法では、I 開先溶接であるにもかかわらず、溶接線と電極位置の合致はほと

に利用できる。

い。

Table 7 Tensile test results

Tensile properties of welded joint	Tensile properties of weld metal (JIS Z 3111)
------------------------------------	---



溶接金属のマクロおよびマイクロ組織を **Photo. 13~16**に示す。

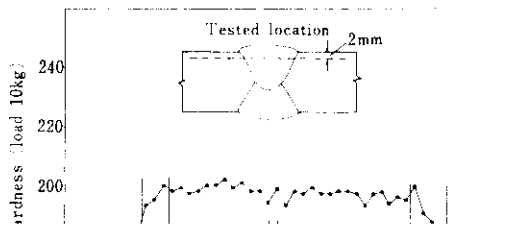
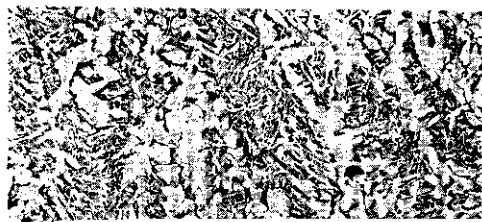


Table 11 Effect of primer on porosity sensitivity of weld metal

The table content is completely obscured by heavy horizontal black bars and noise, rendering it illegible.

アヤや筋いが IIS-73104 によって



After welding

なお、さびの発生を極端に促進させた比較材での気孔数が水酸化第二鉄 4~6g/m 散布材のそれに相当すること

- (1) 高速で行なうサブマージアーク溶接の溶け込み深さは次式で表わせる。

$$P = 1.09 \times 10^{-2} \cdot \frac{I}{\sqrt{v}} - 1.90 \times 10^{-2} E + 5.03 \times 10^{-1}$$

れも高速では欠陥の発生率が高い。

- (4) 先行高電流、高電圧、後行低電流で高速条件を選べば、板厚 25 mm まで良好な I 開先両側溶接が可能である。
- (5) H I V A S 法による耐鋼は、 $\sigma_{T70} = 50 \text{ kg/mm}^2$

- (2) サブマージアーク溶接でのビード幅は、速

級高張力鋼の継手性能は良好で、その衝撃値

- (3) 先行溶接は速い、後行は耐熱鋼による I 開

- (6) H I V A S 法の耐熱鋼は良好で、通常程度