

] î0 5r •

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.5 (1973) No.3

9x3ÿ M s*x § È Ð îª" î j P K5 " _> E • f € _ X 8 Z

Crackings Observed in High Speed, One Pass Fillet Weldment

¤ - ¶ M4{ (Junichiro Tsuboi) ¿2 ! (Atsushi Shiga)

0[" :

HT50 5ð b W ¥ M s*x P K f € 0è9, † P K3ÿ Ø @>/>|>0 m/min b(V [+.6x † M _ K Z /œ ^ W S) Ý>2' 8@ b f € @0{ 9 l € S P K †9x3ÿ ì M • \ j P î ± c | r" g ? } p , 4Š @ C g € S(ý6x 8 g" g _ š ì M • j P î ± Æ b P5ð v † Ç'ö Æ b(" ö v _3Æ M € d>* v € b P - À Ý ¬ X @ 310 è V b œ _ G b C g € @#Õ B M • G \ @ Â } ? _ ^ W S Â î »/²8 [b [3ÿ Ø c P K b -" g Â _> E • j P î ± g" g † & g M d) z b Ù4Ä [3Æ \$x _ N [A>* C g € 3Æ > | g Â î » p , 4Š [c 3.5min/sec è V _ ^ ~>* G € } b4Š (@ ž P" g [† M • G \ \ | 8 P Â @ < } € S W ¥ 9x3ÿ M s*x P K4Š _1 u } € •>2' 8@ b f € \$î#Õ µ S † V0° [g Â b0Ž Ò) Ý †#Ý 8 Z1 Â M • G \ @ [A S

Synopsis :

Downhand fillet weldments with a constant leg length were made using HT-50 steels in various welding speeds up to 2m/min. The crackings which occurred in the high speed weldments were examined and classified in four kinds. The contour lines of crater were obtained by the decantation method. It was observed that with an increase in welding speed, the crater changed from tear drop to slender shape with a necking. This phenomenon is reasonably explained in terms of the model of viscous flow in a cylinder, and it is shown that the necking appears when the Reynolds' number of the flow exceeds 310. The growth rates in every location of bead surface were approximately estimated from a tangent to the contour line. The growth rates at the vicinity of the necking and at the bead center are found to be over 3.5 mm/sec, suggesting that the solidification substructures tend to be cellular or equiaxed dendritic. This fact was demonstrated by the metallurgical examination. The mechanisms of four kinds of typical cracking observed in high speed downhand fillet welding are also explained using the above mentioned analysis of solidification mode.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

高速すみ肉サブマージアーク溶接金属に おけるわれについて

Crackings Observed in High Speed, One Pass Fillet Weldment

坪井潤一郎*

Junichiro Tsuboi

志賀厚**

Atsushi Shiga

Synopsis :

Downhand fillet weldments with a constant leg length were made using HT-50 steels in various welding speeds up to 2 m/min. The crackings which occurred in the high speed weldments were examined and classified in four kinds.

The contour lines of crater were obtained by the decantation method.

It was observed that with an increase in welding speed, the crater changed from tear drop to slender

flow in a cylinder, and it is shown that the necking appears when the Reynolds' number of the flow exceeds 310.

2 溶接条件

状・脚長などが変化するが、ここでは脚長 12 mm
を確保するために溶接条件は Table 2 のような

2.1 試験方法

2電極法を採用した。フラックスは Table 3 に
示す組成の熔融型のものを用い、1.8% Mn のワ
イヤ(6.4 mmφ)と組合わせた。各条件下で下向す

試験には Table 1 の組成の 50 キロ鋼に拘束板

み肉溶接を繰返し 2 回行ない、48 h 以上放置後染

2.2 試験結果

高速オス肉溶接部に発生するわれはその位置と

I型; ビード表面中央部に発生し, 長さ2mm以下で深さ1mm以下の微小なわれ

長さは5mm以下で溶接方向の長さ不定の

Table 6 Results for the cracking test with iron powder addition to groove

Welding speed	160	180	200
---------------	-----	-----	-----

Type I	○	○	△	△	×	×
Type II	○	○	○	○	△	△
Type III	○	○	△	△	×	×
Type IV	○	○	○	△	△	×

くためと考えられる。鉄粉添加によってわれ発生限界速度が増すのは、この方法では母材の溶込率が小さくて W/D が大きく、かつ溶接材料の消費量が Fig. 2 のように少ないために溶接部の C,

に発生し、かつビード表面に対して $30^\circ \sim 70^\circ$ の範囲に集中していたことから、このわれはすみ肉部の応力分布にも影響されると思われる。

2. 下向きすみ肉溶接金属の縦断面組織



ーク溶接を行ない、¹⁹⁸Au の放射線強度曲線から
 上記2つの流れを認めたが、表面流の方向は電極
 のほうへ向かうと考えている。

このように比較的短いクレータ内の流動につい
 ては、電極の位置と電極間距離との関係と流速

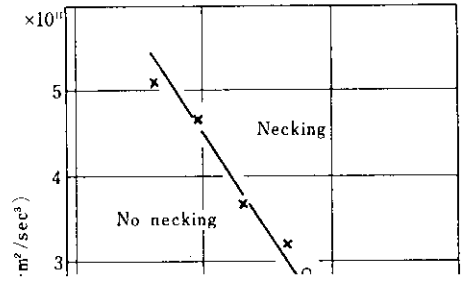
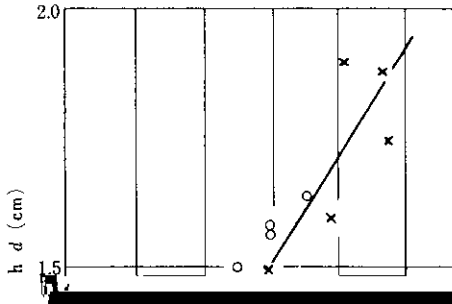
$$\phi = Uy + \frac{m}{2\pi} \tan^{-1} \frac{x}{y} \dots\dots\dots (1)$$

ここで ϕ は流れ関数と名付けられるもので、 ϕ
 の値は任意の2点A、Bを通る流線間の流量を示
 し、 $\phi(x, y) = C$ で表わされる曲線は点Aを通る

点近傍は溶接におけるクレータ前半部に相似させることができるから、ビード幅 d は m/U に比例すると予想できる。

つぎに同じ実験において m' と “くびれ” を生成しはじめる限界速度 \bar{U} との関係を求めると

Fig. 6 および (3) 式の直線関係が認められた。



ここで、 ρ ; 密度 μ ; 粘性係数

$$\mu = \frac{\rho_A - \rho_B}{d^2} \quad (5)$$

Table 10 The critical Reynolds' number Re_c with necking in crater

晶, $y > 95\%$ の位置に等軸晶が認められた。凝固速度と凝固組織の関係は, ほかの溶接速度での実験結果も併せて考えると, この実験における溶接金属の組成では, 柱状樹枝状晶は凝固速度が約 3.5 mm/sec 以上, 等軸晶は約 4 mm/sec 以上のときに現われた。これは松田⁶⁾が SAE 4130 鋼や AISI-304 ステンレス鋼で実験して, $3 \sim 3.5 \text{ mm/sec}$ の範囲で等軸晶が現われ始める傾向が比較的によく

4. われ発生機構

下向きすみ肉溶接部に発生する前述の4種類のわれ発生機構をおもに溶接金属の凝固と関連させて考察した。

4.1 I型われ

確認でき、また、われの位置と等軸晶の関係は **Photo. 4** のごとくであった。

厚板の原因は液相が析出するまでの時間が短い

では半円状を呈しているから、クレータ前半では攪拌はほぼ完全であるが、後半では不完全で速度が速い。クレータが長くなるほど傾斜は少なくなる

こと、結晶生長が速いこと、液相の攪拌が不完全

と思われる。

1973年7月1日 田中 昭 著

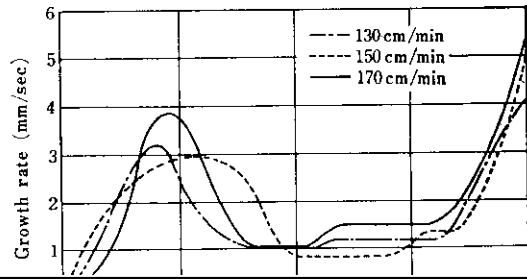
のしき速度 110 cm/min で筆軸が用いられるかめと考られる。すなわち、速度増加によつ

2~6 mm でビード表面には現われない。このわ

り、この場合も何らかの理由で凝固速度が増して凝固形態が変化するために生じたと思われる。

4.4 IV型われ

このわれは柱状晶の生長方向に沿ったわれで、ビード横断面における長さは2~8 mm、溶接線方向の長さは5~20 mmであり、われ発生個所は、



め、柱状晶に直角な面を観察すると Photo. 12 のようにわれは一次晶の粒界に沿っていることがわかる。

Fig. 13 The grain growth rate at the bead surface

5. ま と め

(7) ビード内部の柱状晶粒界に生じるわれは粒 の関係で発生する高圧われである

界偏析だけでなく結晶生長方向や作用応力と

参 考 文 献

- 1) 中根金作：アーク物理研究委員会資料, 67-66, (1967) 12
- 2) 森直道, 堀井行彦：JIW 212 委員会資料, 70-104, (1970) 5

- 4) 川合保治：第2回西山記念技術講座溶鉄の物性, (1968) 10
- 5) W.T. Tiller : Can. J. Phys. 34 (1956) 96
- 6) 松田福久：溶接学会誌, 40 (1971) 276
- 7) W.F. Savage : Welding J. 44 (1965) 175 s