

1. 緒言

固定管の全姿勢溶接に対する高品質化への要求が最近とみに高まり、これに対処するため我々は比較的小径固定管の全姿勢自動溶接機の開発、製品化にとりくんでいる。溶接施工上、とくに裏波ビードをいかにして凸形に形成させるかが重要な課題であり、開先形状と溶接条件の関係について検討してきた。今回は、一般に広く使用されているV開先における裏波ビードの形成現象について報告する。

2. 開先形状の違いによる裏波ビード形成

本文では図1(a)のように全姿勢溶接を時計文字盤の時刻位置で表示しているが、そのうち裏波ビードを凸形に形成させるのが困難な4～6時位置に注目して裏波ビード形成問題を取りあげた。これは図1(b)のように溶融金属の重力方向が裏波ビードを凸形に保持するのを妨げる方向になっているためと思われる。図2はV開先とU開先における5時の位置でのビード断面形状である。V開先で裏波ビードが凸形に形成される理由として、①裏面まで溶融させた場合の溶融金属の重力ヘッドが小さいこと、②開先側壁部が溶融されず表ビードが凸形に形成されやすいことと考えられる。一方、V開先では、①開先側壁部への付着により溶融金属が表側へ引張られる。②アーク熱源が管の裏面に対し、U開先より上部になり、すなわち裏面を溶融しにくく溶融金属の重力ヘッドが大になり、表ビード幅が大になりやすいため、裏面が凹み易いと思われる。

3. 適正余盛に対する板厚とビード幅の制限

TIGアークにより、薄鋼板の下向き突き合せ溶接を行った時の板厚と裏波ビードの幅と余盛高さの関係は実験的に図3に示される関係にあることが求められている。すなわち裏波ビードの余盛高さは板厚と裏波ビード幅の二乗の積に比例すると

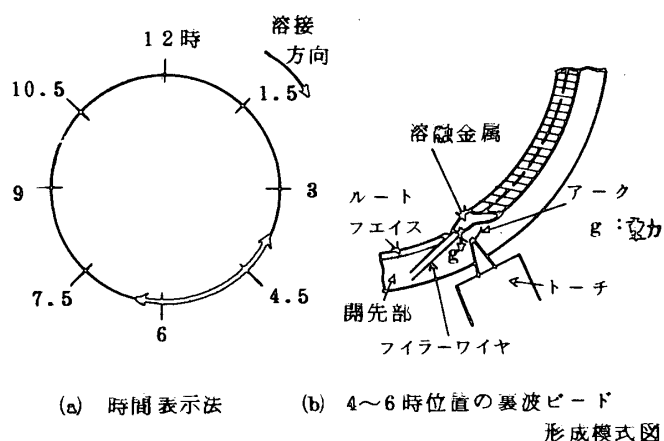


図1. 全姿勢溶接における時間表示法

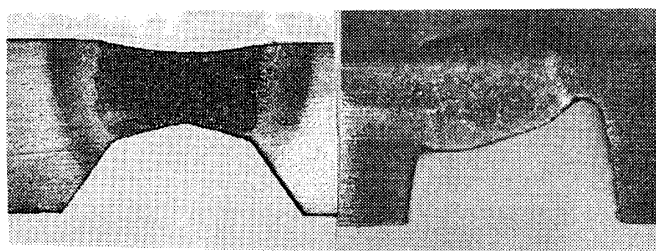


図2. 開先形状の違いによる裏波ビード断面形状の違い

溶接姿勢	5時	チューブ材質	炭素鋼
外径	57.1mm	肉厚	5.0mm

いえる。(但し、板厚が薄く表と裏波ビード幅が同じで、裏波ビードの余盛高さがそれほど大きくない場合とする) この関係はアーク力を無視すると上向溶接姿勢においても適用でき、裏波ビードの余盛高さが上向姿勢で平坦又は凸形になる板厚に対する表ビード幅 W_F (= 裏波ビード幅) の制限は $t=3 \rightarrow W_F \leq 5.7$, $t=4 \rightarrow W_F \leq 5$, $t=5 \rightarrow W_F \leq 4.47$ と求められ、TIG溶接法で裏波ビードの余盛高さを凸形に形成できる板厚は、 $t=3 \sim 4$ mm が限界であると推定できる。

4. V開先における裏波ビード

形成について、

V開先を決める因子として、開先角度、ルートフェイス、ルートギャップがあり、図4にこれらの因子の変化に対する、裏面より3mmの高さの開先幅(W_r)の変化について示している。裏面より3mmの高さを選んだのは、前項で上向姿勢で裏波ビードの余盛高さを凸形に形成できる限界の肉厚が3~4mmと推定でき、実験にても確認したからである。

板厚3mmを溶融した場合のビード幅は前項より5.7mmと計算されているが、それより少し小さい値の W_r を選定し実験した。開先条件は現場で使われる $\theta=50 \sim 70^\circ$, $R_g=1.0 \sim 2.0$ $f=1.0$ の条件を選んだ。

結果の一例を図5に示す。この図は、 $W_r=4.3$ mm, $\theta=70^\circ$, $R_g=1.5$ mm $f=1.0$ mm と開先形状を一定にした場合の、凸形の裏波ビードを形成する適正溶接条件範囲を求めたものである。

裏波ビードを安定に凸形に形成させるには、適正条件範囲が低速領域で広いことが分った。低速度溶接領域では、高電流でも表ビード幅が大きくなりず、また周辺および裏面への溶融金属の流れが大となり、裏波ビード幅が表ビード幅より大きく形成され凹みにくく、電極の狙いや開先精度が少々悪くなっても許容しうるためと思われる。

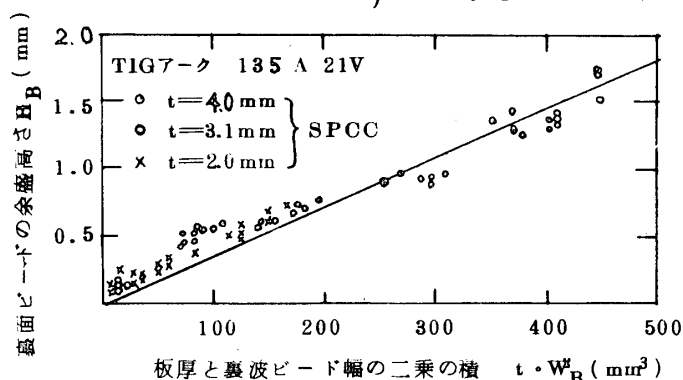


図3. 裏波ビードの幅と余盛高さとの関係(下向溶接姿勢)

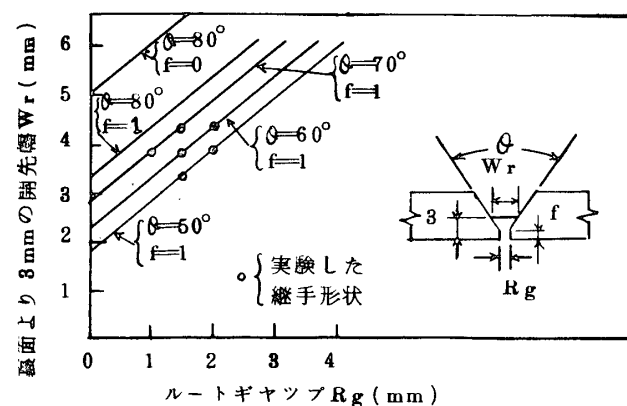


図4. 開先条件因子を変えた場合の開先幅の変化

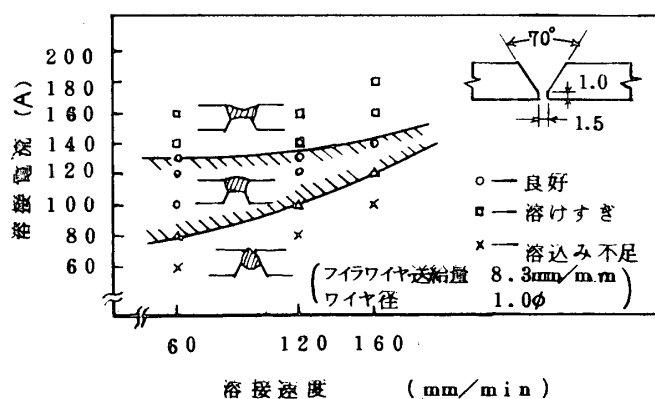


図5. V開先における凸形裏波ビードを形成する条件範囲

(溶接姿勢 5時 チューブ材質 炭素鋼
外径 68.5mm
肉厚 6.0mm)