

ワイパー利用の自動ウィービング法の溶接性能*

— 半自動アーク溶接の活用の試み —

棟 徹 夫**

二 俣 正 美**

千 田 栄**

(昭和 47 年 9 月 30 日受理)

Welding Performances of an Automatic Weaving Process making use of an Automobile Wiper

— An attempt to applicate semi-automatic arc welding —

by Tetsuo TO, Masami FUTAMATA
and Sakae CHIDA

We are interested in the effective use of semi-automatic welding and made studies of a simple automatic apparatus which was fixed together from a semi-automatic welder and other machine parts.

In the present paper, we report on the practical usage of a new apparatus which performs an automatic weaving process making use of an automobile wiper. Through the experiments satisfactory results were obtained that this apparatus can be used with good results for automatic flat position welding.

A summary of the results is given below: —

(1) A straight bead penetrates deeply in the center of the weld, but shows a tendency of increasing incomplete penetration or overlap on the extreme sides of the bead. With a weaved bead uniform penetration can be obtained.

(2) Good welding will be performed under comparatively high current and high torch speed, and with the increase of the weaving cycles defects becomes few. But when it goes beyond proportions, lack of fusion, incomplete penetration and slag inclusion will easily be caused.

(3) The appearance of the bead is better in the forward process than in the backward process.

(4) The proper welding conditions for this apparatus must be thought within the following limits: the current is 180~200 A, the voltage is 24~27 V, the torch speed is 13~17 cm/min and the weaving cycle is 40 c/min.

(5) The appearance of beads and the strength of joints are the best when the proportion of gas mixture is CO_2 8.0 + Ar 2.0 [l/min].

* 溶接学会昭和 46 年度秋季全国大会講演会 (昭 46. 11. 6 東京) にて発表

** 北見工業大学機械工学科

(6) For preventing the lack of fusion or the incomplete penetration weaving amplitude will be made narrow and we think that it will be one way of improvement to get the torch move along the groove face.

1. ま え が き

近年労働力の不足は年々深刻さを増し、そのため各方面において「省力化」という言葉がクローズアップされて来た。各種機械や装置のオートメーション化や更にすすんだ無人化制御が研究され、一部は実施の段階に至っている。

溶接の分野でも自動化や半自動化がすすめられているが、このような自動化技術の進展は単に人手不足を機械で補うということだけではなく、目指すところは作業の高能率化による生産性の著しい上昇と品質の向上にあると考えねばならない。特に高い精度と品質の均一性は溶接欠陥を減少させ、溶接継手の安全度を高める結果となる。

現在使用されている標準形自動あるいは半自動アーク溶接機は、いわゆるシールドガスアーク溶接法が創始されてから 10 数年を経た今日その普及状況は瞠目に値するものがある。

これは、その溶接法が高能率であり、経済性もよく、時代の要求に適応した機能を有しているからとすることができる。特に半自動溶接はその装置も比較的簡単で、操作も容易でその応用面も多様なため、小規模企業においても一般に普及がすすんでいる。

筆者らは従来から半自動溶接の効果的利用に関心を持ち、半自動溶接機に比較的容易に入手できる他の機械部品を組込んだ簡易自動装置の考案研究と取組み、すでにその一部を発表した^{1)~3)}。これは軽便であるという半自動溶接の特性を活用し、機構上の自動化によって実用上の効率の増大を目的としたものである。

このような試みは溶接機製造業界においても現実的な課題となっており、半自動アーク溶接機をその目的に応じて容易に専用化して使用することによって、専用自動アーク溶接機としての新しいジャンルを開こうとするものである。たとえば各種ポジション運動装置と組み合わせることにより、容易に自動化することが可能である⁴⁾。

このような情勢を背景に、最近各種溶接姿勢の溶接装置に自動ウィービング装置を組み入れ、溶接効果をあげる研究開発が大手企業によってすすめられ、その成果も発表されている^{5)~17)}。しかしそれらはほとんど電気的制御装置を持ち、厚板の大型構造物や大口径管などの特殊溶接用として開発されている。

筆者らはそれらとは若干おもむきを異にし、比較的容易に自動ウィービングが可能な機構を用いることにより、小規模工場においても生産能率の向上と品質の改善が期待できることを一義的に考慮して検討を加えた。その結果、一定振幅で平面往復運動を行なうものとして自動車用ウインドワイパーに着目し、それによる自動ウィービング法を半自動溶接に実用化する研究を行なった。

装置の性能実験の結果、初期の目的を達することが認められ、今後の改善の展望についても2,3の示唆が得られたので報告する。

2. 溶接におけるウィーピングの効果

ウィーピングは幅広のビードをつくる目的で、溶接線を対称軸にして溶接アークを反復移動させながら溶接する運棒操作であるが、この方法は従来からの手溶接では、中厚板の広開先の場合必須の操作である。また一般に多層盛や肉盛溶接などで大きい溶着金属を盛る時に用いられる。

現在使われている自動・半自動溶接のような電流密度が大きい溶接法の場合は、深い溶込みや大きな溶融量が得られるので手溶接ほどウィーピングの必要は少なくなっているが、その場合でもビード側端の溶込み不足やオーバーラップなどの欠陥は皆無とは言えない。ウィーピングはこれらの欠陥の解消に役立つほか新しい効果が期待できる。

すなわち大電流でのルートパス後の溶け落ちの危険性がなく、熱の局部集中が緩和されるため組織的にも微細な溶接金属が得られるほか、極端な余盛のない外観の美しいビードに仕上げられるなど幾多の利点が考えられる。

一般に水平すみ肉溶接では9 mm以上の脚長ではウィーピングが必要であり、上向き溶接ではできるだけ溶融池を少なくし、温度を上げないためにウィーピングを行なうのが普通になっている。また多電極サブマージタンデム溶接においては、先行電極をウィーピングすることによりアンダカットあるいは繩状ビードの発生を防止し、溶接速度の向上をはかることができる¹⁸⁾。

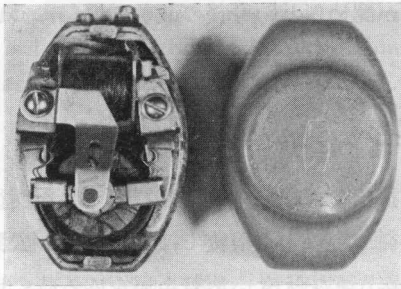
3. 自動ウィーピングの機構

このように新たな角度からウィーピングの効果が重要視され、その自動化は溶接装置の主要な機構の一つと考えられるに至った。ウィーピングの自動装置としてはウェルドツーリング社やピータム社などの外国メーカの製品も市販されているが、それらは単独の装置であり、我が国ではそれぞれの溶接の目的に適するウィーピング機構を考案して組込んだ自動ウィーピング法が多い。

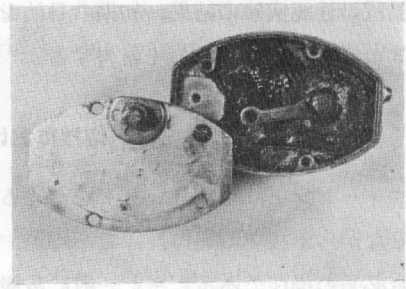
現在考えられているものは主としてオツシレート方式のもので、機構としては磁気オツシレート方式、2軸カムリンク機構方式、山形ならいカム方式のほか振子型ウィーピング方式などそれぞれ特有な機能を有している¹⁹⁾。

3.1 ワイパー式ウィーピング機構

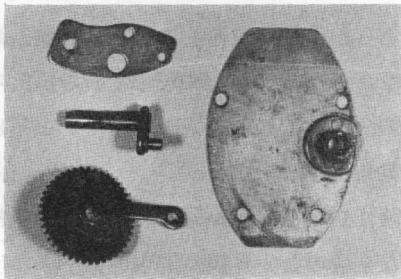
筆者らが自動ウィーピングの駆動源に用いたワイパーモータはトラック用 TNTD 5703 (回転角 110°, 回転数 55 rpm) のものである。



(A)



(B)



(C)

写真 1 ワイパーモータの分解構造

- (A) モータ側
- (B) ワイピング機構側
- (C) 分解部品

Photo. 1. Overhauled construction of a wiper motor.

- (A) driving motor side
- (B) wiping mechanism side
- (C) overhauled parts

写真 1 にその分解構造を示す。ワイパーモータは主軸回転を減速歯車で減速し、減速歯車に取付けられた偏心クランクアームの往復運動を L 型ピンのねじり回転運動にかえる機構を持つ。このピンにワイパーロッドが接続されることにより、ロッドの先端が所要の扇形軌跡を描き、ウインドワイピングが可能となる。写真中 (B) がワイパー駆動側であるが、この部分がウィーピング駆動部として作動することになる。

ところで実際にこの機構をウィーピング用にするためには、回転角を小さくする必要があり、そのためには偏心クランクアームか L 型ピンのアーム部のどちらかを短くしなければならない。そのため、図 1 に示すようにモータ側の減速歯車の偏心量 (e) を既定の 8 mm から 2 mm に短縮改造した。その結果、回転角は 15° に減少し、ウィーピング振幅を 22 mm から 50 mm まで変化させることが可能となった。

3.2 ウィーピング軌跡

ワイパーモータを用いてのウィーピング状況を知るため、ウィーピング周期と溶接速度によるウィーピング軌跡をペン書きオシロ用のペンをトーチに取付けて記録した。写真 2 に記録装置外観を示す。

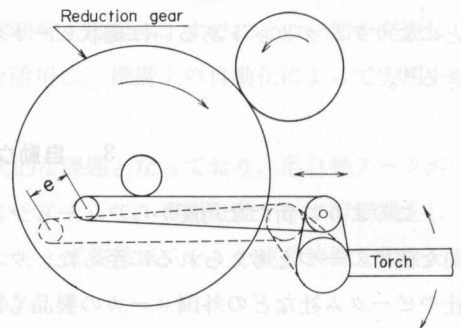


図 1 供試ワイパーの偏心機構図

Fig. 1. Schematic diagram of eccentric mechanism of a wiper used.

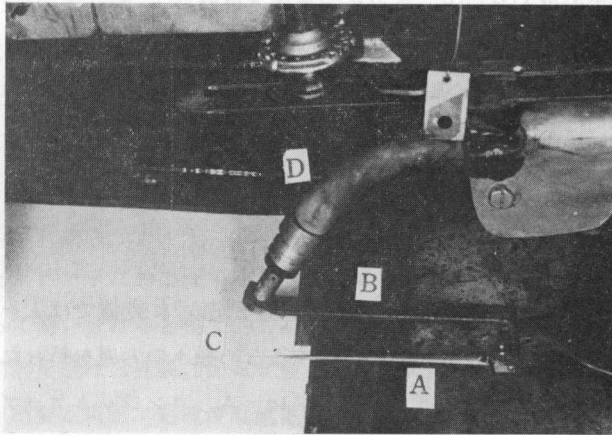


写真 2 ウィーピング軌跡の記録装置の外観

Photo. 2. View of recording device of weaving forms.

溶接速度を与えるトーチの移動は、トーチを自動ガス切断機の走行台車（シャープ PC-5 型、走行速度 100 mm/min～800 mm/min）に取付け、所定の速度を与えた。図 2 にトーチのウィーピング軌跡を示す。

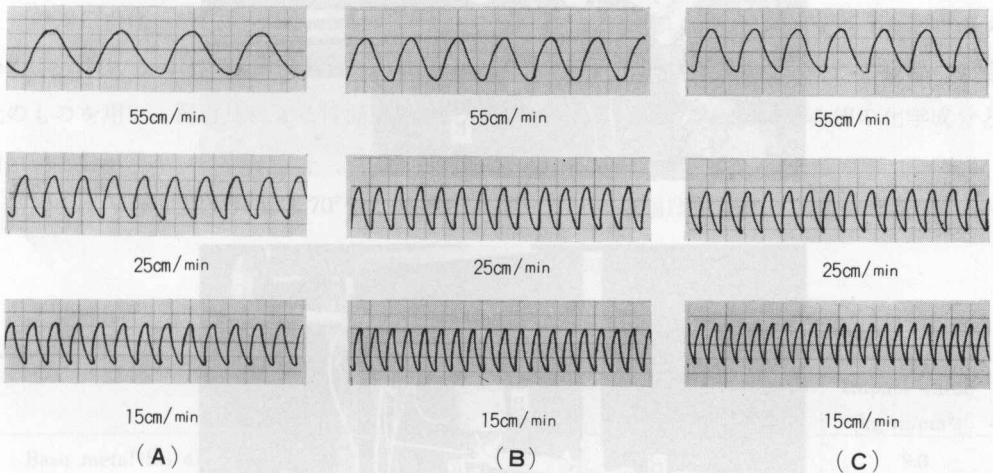


図 2 本法におけるウィーピング軌跡の代表例

Fig. 2. Typical weaving patterns in this process—
weaving cycle: (A) 45 c/min, (B) 40 c/min,
(C) 30 c/min.

前述の各種オツシレート方式は主として立向、すみ肉溶接に用いられており、適正な溶着金属部を得るためには、オツシレート停止時間および停止個所の設定が必要で、そのためオツシレート制御とアーク制御が考慮されなければならない。

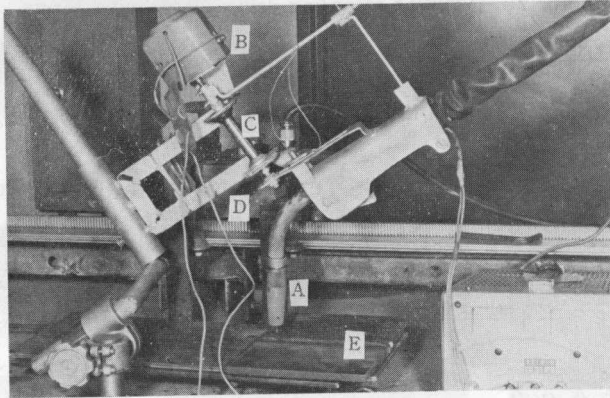
本装置は下向き溶接を一応対象とすることから、特にそうした点の影響は少なく、ウィー

ピングは連続運動のみを考えた。ウィーピングの画く軌跡はウィーピングサイクルと溶接速度の組合せによって変化するが、図のようにサイクルが大きく溶接速度が小さくなるに従い、そのカーブの曲率中心が溶接線（中心軸）上に近づき、トーチの左右の戻り端の位置が溶接線に垂直な同一線上に近づいてくる。

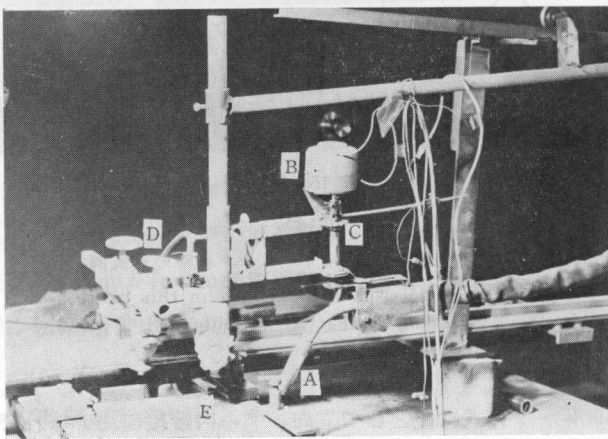
4. 性能実験

4.1 実験装置

実験装置は実際に溶接施工を行なう装置でもあるが、本装置ではトーチとワイパーモータ、自動走行装置などをそれぞれ機能的に結合するため種々の考慮を払った。そのほか、溶接を効果的にするためトーチ可傾ヘッド、サイドフレーム、コンジットケーブルの振れ止め、リモートスイッチなどの補助装置を考案し組込んだ。



(A)



(B)

写真3 実験装置の外観。(A)母板移動式 (B)トーチ移動式

Photo. 3. Overall view of experimental apparatus—(A) type of carrying a base metal, (B) type of carrying a torch.

写真3に装置の外観を示す。(A)は母板移動式のもの、(B)はトーチ移動式のものである。(B)のトーチ移動式のものには写真で見ると若干複雑な補助装置が付属しているが、これはトーチの移動とともに一定重量を有するコンジットチューブもウィービングしながら移動することになり、そのため振れの慣性を生じ、ウィービング振幅がやや不整になる傾向がみられるため、その防止装置である。

本実験においては、両者を用いた予備実験から安定性の強い母板移動式を主として用いた。しかし、両者ともビードにおよぼす実用的効果にはさほど著しい差はなく、溶接対象物の形状寸法などによって使い分けると効果的である。

使用した半自動溶接機は日立製 TS-300 型ソリッドワイヤ式であり、ワイパーモータの直流電源には高砂製作所製定電圧、定電流直流電源を用い、電圧電流の調整により所要のウィービングサイクルを得た。

4.2 実験方法

本装置を用いて、種々の溶接条件のもとで下向き溶接を行なった。はじめ母板上に単一ビードを置き、ついで所定開先をとった母板の突合せ試料を作製し、ビード形状の外観検査、断面マクロ検査、X線透過写真判定および曲げ試験、衝撃試験などによって、その実用性能を検討した。

使用母板は一般構造用圧延鋼材 SS 41、心線は神綱製 GM 50 ソリッドワイヤ (1.2 mm ϕ) を用い、包被ガスは CO₂ と Ar の混合ガスを用いた。混合ガスは CO₂ 100% から数種の混合比のものを用い、混合比による性能結果を比較した。表1に供試母板および心線の化学成分と衝撃値とを示す。

開先は V 型で開先角度は 70° および 80°、ウィービング振幅は所要ビード幅を考慮して 9~

表 1 供試母板および心線の化学成分と衝撃値

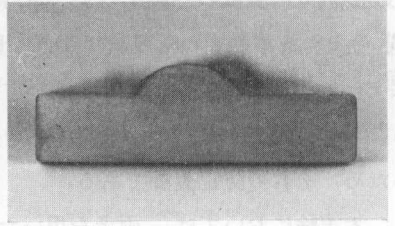
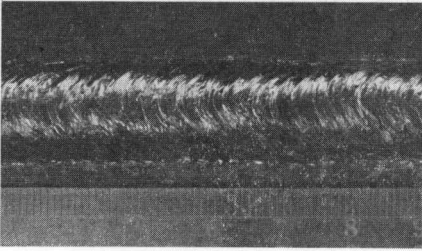
Table 1. Chemical compositions and impact values of the base metal and the core wire used.

	Chemical compositions (%)					Impact value (kg-m/cm ²)
	C	Si	Mn	P	S	
Base metal SS 41	0.51	0.31	0.41	0.013	0.041	9.0
Core wire MG-50	0.08	0.42	1.10	0.013	0.041	13.4

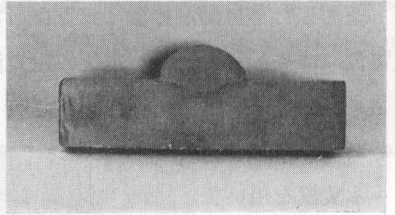
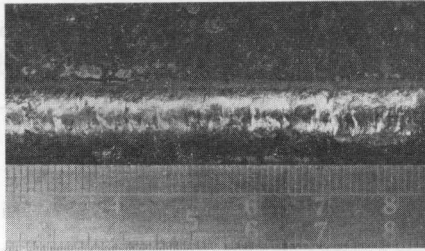
表 2 各層における代表的溶接条件

Table 2. Typical welding conditions at each pass.

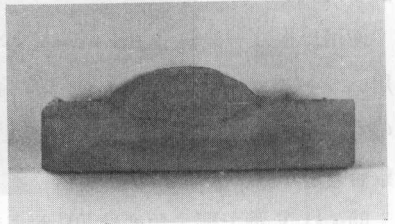
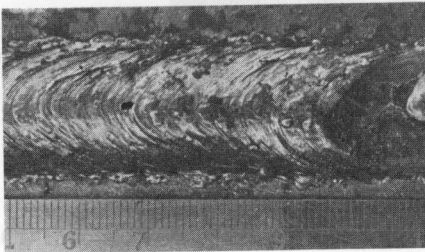
	root pass	intermediate pass	finishing pass
Current (Amp.)	150	200	230
Voltage (Volt)	21	25	26
Welding speed (cm/min)	55	25	18



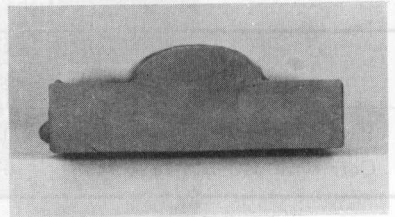
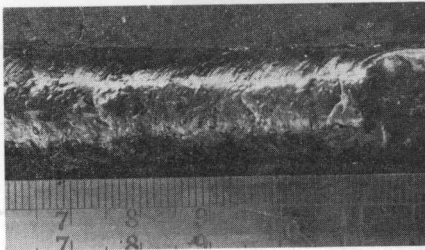
150 A, 21 V, Weaving Bead



150 A, 21 V, Straight Bead



195 A, 20 V, Weaving Bead



195 A, 20 V, Straight Bead

写真 4 母板上におかれたシングルビードの外観と断面
マクロ写真(直線ビードとウィービングビード)

Photo. 4. Appearance and cross-sectional macrophotographs of one-pass weld beads (straight and weaved beads)—other welding conditions: torch speed 15 cm/min, weaving cycle 40 c/min, gas mixture CO_2 8.0+Ar 2.0 [l/min] in proportion.

25 mm, ウィービングサイクルは 32~45 c/min の範囲とした。使用電流は 150~230 A, 電圧は 21~30 V とし, 溶接速度は 10~25 cm/min (ただし突合せ溶接の最終層速度) の範囲とした。実際の突合せ溶接の層数は 3 層盛としたが, 各層における溶接条件の 1 例を表 2 に示す。

なおチップと母板間の距離は 7~15 mm, トーチ角度は前進法, 後退法とも 15° 一定とした。

5. 実験結果

5.1 母板上に単一ビードを置いた場合のビード性状

5.1.1 ウィービングビードと直線ビードの比較

ウィービング法の性能を調べる実験のはじめとして, ウィービングビードと直線ビードの一般的傾向を比較するため, 母板上に単一ビードを置き溶接条件によるビード外観, 断面溶込み形状の違いを調べた。写真 4 にその 1 例を示す。この場合のガスの混合割合は, CO₂ 8.0 + Ar 2.0 [l/min] である。

ビード表面については, 直線ビードではいわゆるウィービング波目を生じないため滑らかであるが, 余盛は丸く盛りあがり, ビード側端ではややオーバラップ気味である。それに対しウィービングビードでは, 波目が現われるが余盛は低いなだらかな形となり, オーバラップは解消されている。

溶込みについては, 直線ビードではビード中心線で深い溶込みが現われ, ビード側端は溶込み不足になりやすい。ウィービングビードでは, 溶込みはビード幅全体にはほぼ一様にわたっており, 安定しているのが見られる。

これらより, ウィービング法の溶接ビードにおよぼす効果が, 本実験においても明らかに認められた。

5.1.2 母板に置いたシングルウィービングビードの変化

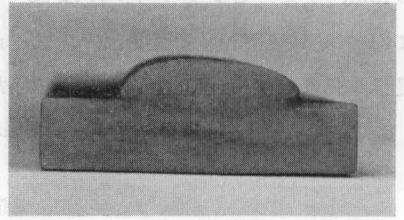
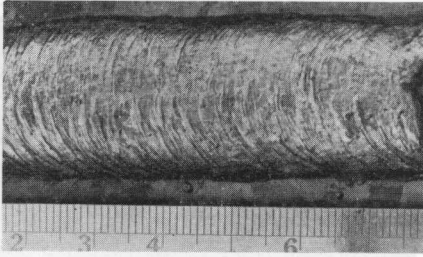
以下, シングルウィービングビードについて, 溶接条件による適正ビード性状の把握について実験を行なった。

(a) 溶接 (トーチ) 速度を変えた場合

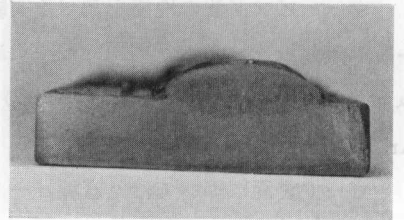
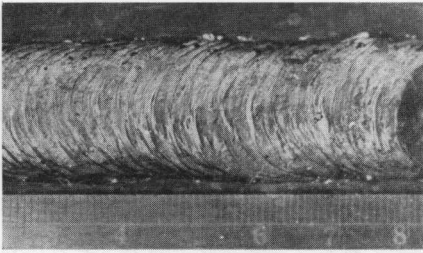
写真 5 は 180 A, 24 V, ウィービングサイクル 40 c/min 一定で溶接速度を変えた場合である。ビード表面の波目のピッチは溶接速度が増加するにしたがって粗くなり, ビードは中心線部がとがった山形を呈してくる。これは溶接線方向のベクトルとそれに直角方向のベクトルとの合成ベクトルの角度が小さくなるため, 溶接中心部に溶融金属が多く滴下されるためと考えられる。

溶接速度がおそいと波目のピッチは細くなり, 偏年なビードとなり, ビード側端にややオーバラップの傾向が現われてくる。溶込み深さは溶接速度によってあまり影響されず, 全体的に変化は少ない。

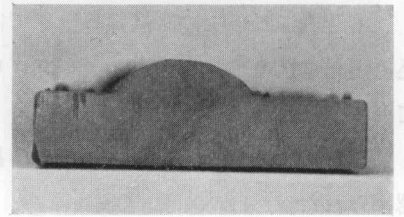
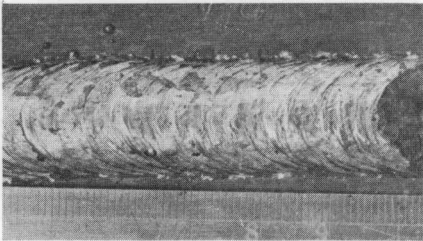
(b) ウィービングサイクルを変えた場合



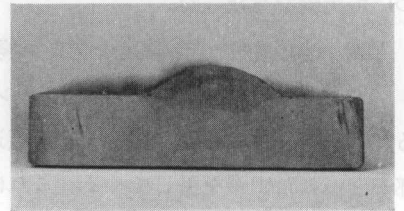
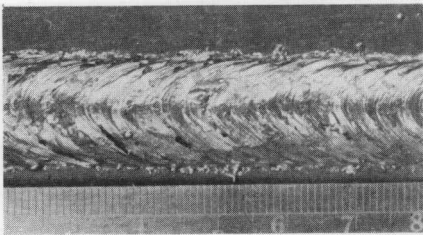
Torch speed 10 cm/min



12 cm/min



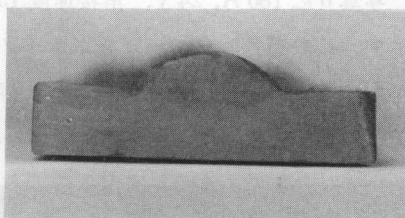
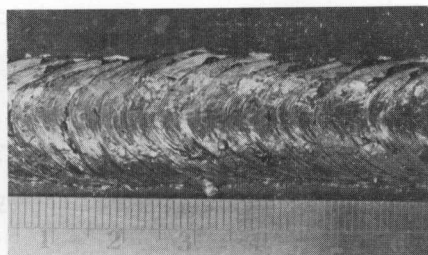
15 cm/min



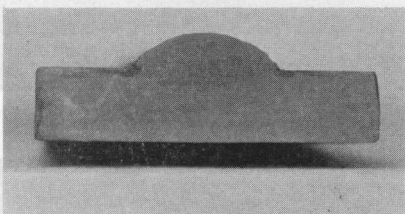
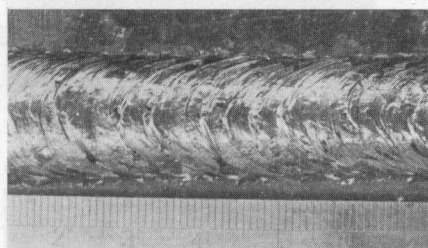
20 cm/min

写真 5 母板上におかれたシングルウィビングビードの外観と断面マクロ写真 (溶接速度を変えた場合)

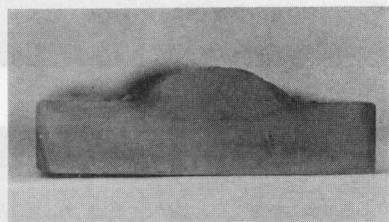
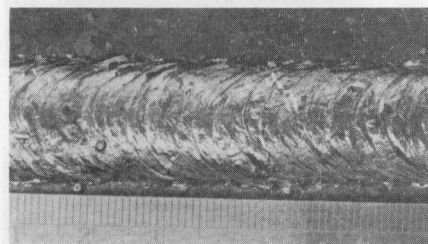
Photo. 5. Appearance and cross-sectional macrophotographs of one-pass weaved beads on base metals when changing the torch speed. other welding conditions: 180 A, 24 V.



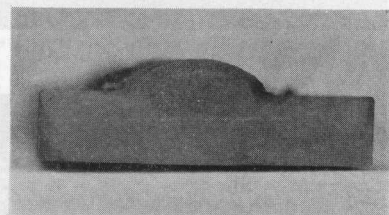
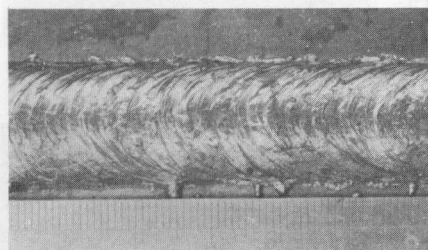
Weaving cycle 32 cm/min



34 cm/min



38 cm/min

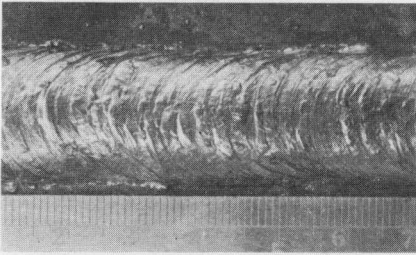


40 cm/min

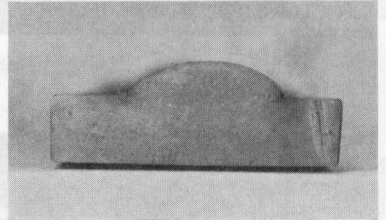
写真 6 母板上におかれたシングルウィービングビードの外観と断面マクロ写真 (ウィービングサイクルを変えた場合)

Photo. 6. Appearance and cross-sectional macrophotographs of one-pass woven beads on base metals when changing the weaving cycle.

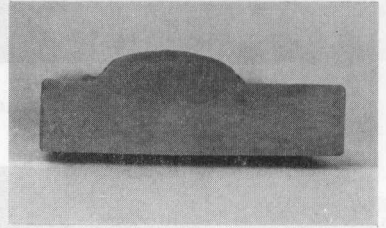
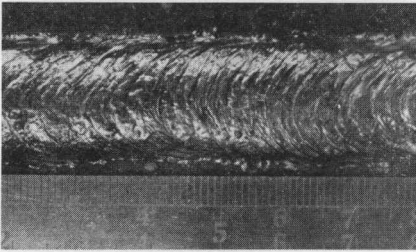
写真6に180 A, 24 V, 溶接速度 15 cm/min 一定としウィービングサイクルを変えた場合を示す。この場合, ウィービングサイクルが小さくなるとビード側端の不整が目立ち, サイクルが大になるほど表面は美しくなる。溶込み形状はこの範囲ではほとんど変わらず, 安定したものが得られたので, 以下実験を通じウィービングサイクルは 40 c/min を主として用いること



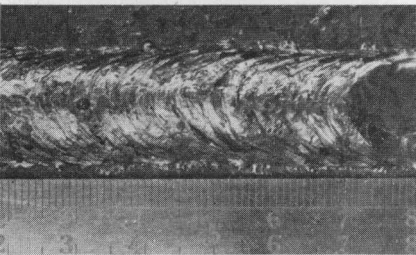
Torch speed 13 cm/min



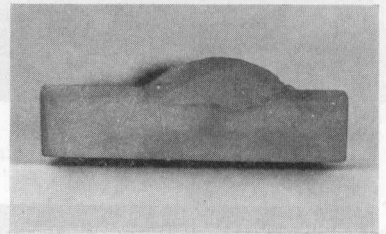
Foreward angle 15°



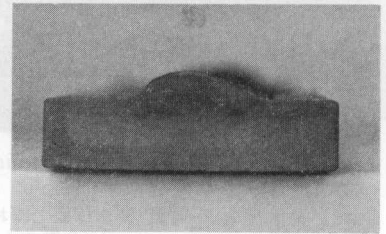
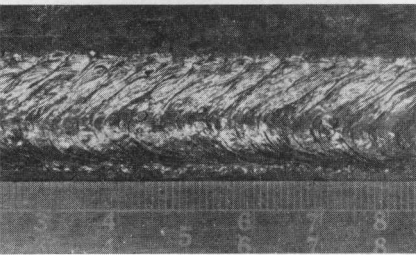
Backward angle 15°



Torch speed 17 cm/min



Foreward angle 15°



Backward angle 15°

写真7 前進法と後退法によるビードの外観と断面マクロ写真

Photo. 7. Appearance and cross-sectional macrophotographs of weld beads in foreward and backward process.

にした。

(c) 前進法と後退法によるビードの比較

溶接線上の運棒は方向によって前進法と後退法に分けられるが、両者によるウィービングビードについて比較した。写真7にその例を示す。写真から明らかなように、前進法の場合は波目はおだやかな円弧に近い、揃ったものになっている。この傾向は溶接速度が小さいほど強くなるが、後退法ではビードの片寄りが現われている。

このことは、次のような理由によるものと考えられる。さきに示した図2のウィービング軌跡からわかるように、ウィービング弧はウィービング機構からして、単一円が中心線上を一定ピッチで移動した際の弧の集成とはならない。そのため1つおきにその曲率中心が僅か移動し曲率半径が伸縮するので、一定振幅では曲率半径が長くなると、そのベクトルは溶接線に対しより鋭角的になる。

後退法の場合は、その部分のビード波目が現われることによって、ビードの片寄り現象を生ずるものと考えられる。溶込みについては、前進法では全体的に深い、後退法ではビード側端寄りになって深くなっている。前進法はビード幅も一般に広くなり、余盛り溶込み深さも後退法を上まわっている。

以上の実験結果をまとめ、ビード幅、余盛り高さおよび溶込み深さの変化をグラフで表わしたものが図3である。余盛り高さは電流によってほとんど変わらず、溶込み深さは若干増加する傾

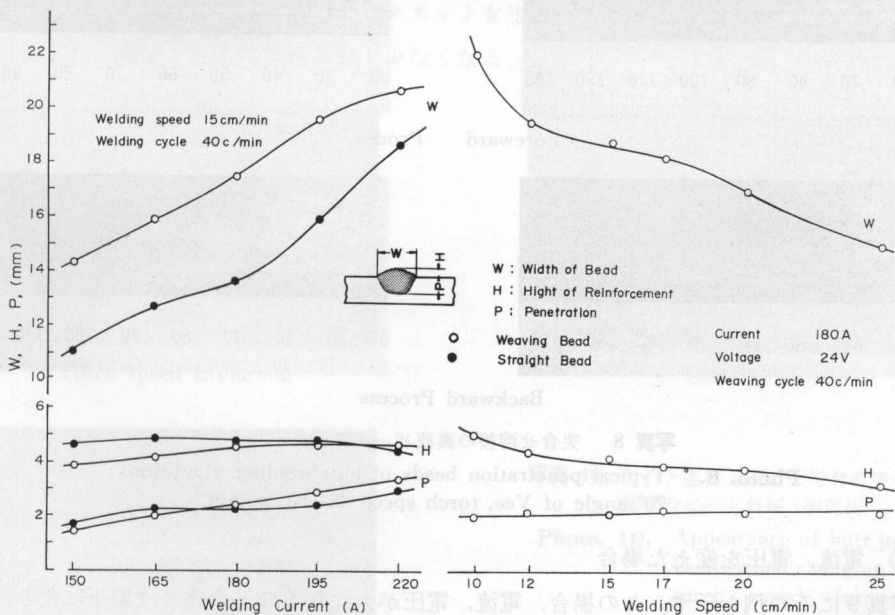


図3 母板上におかれた単一ビードのビード幅、余盛り高さおよび溶込み深さの変化

Fig. 3. Variations of bead width, height of reinforcement and depth of penetration of the one-pass weld beads on base metals.

向を示すが、その値は直線ビードとウィーピングビードとではほとんど変わらない。

両者のビード幅は電流によって大きく変化するが、電流がある値以上になるとビード幅は次第に同じ値に近づく傾向が見られる。溶接速度を変えた場合はウィーピングビードについてのみ示しているが、溶込み深さはほぼ一定で、余盛り高さは速度の増加とともに減少する。またビード幅は速度が増加するに従って急激に狭くなる。

5.2 突合せ V 型継手の場合のビード性状

母板上に単一ビードを置いてビード性状について調べ、ほぼウィーピング法に対する適正条件が得られたので、それをもとに実際の溶接施工実験として、種々の突合せ継手を作製しその性状を考察した。本実験では 70°V 開先で板厚 9 mm の場合、溶接条件 150 A, 21 V, 溶接速度 55 cm/min で良好な裏波を得ることができた。写真 8 に裏波の例を示す。

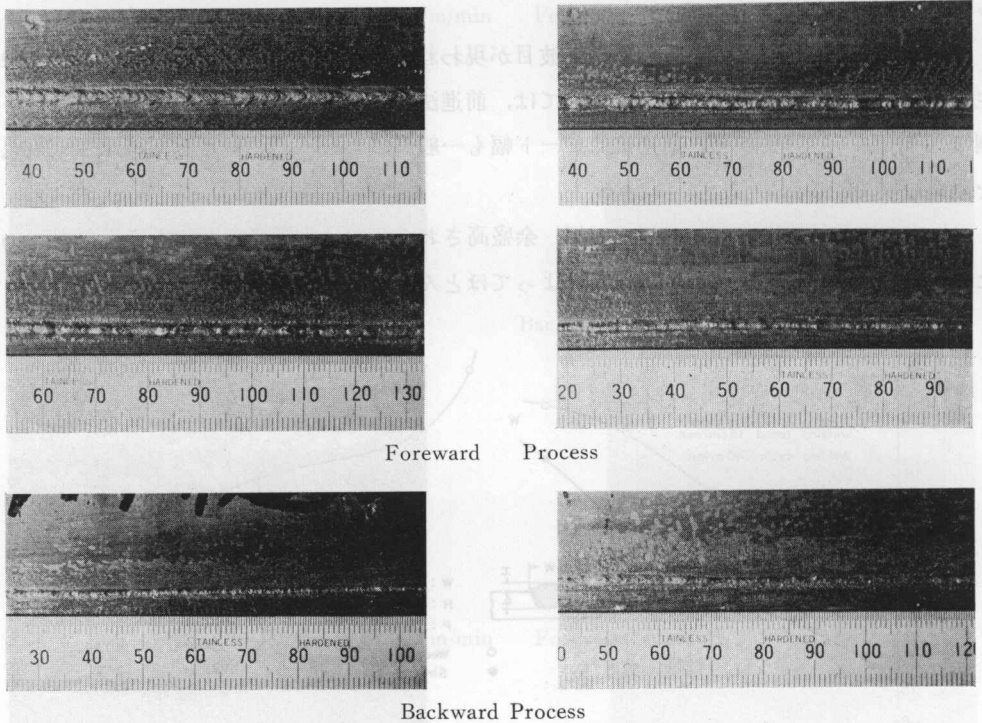
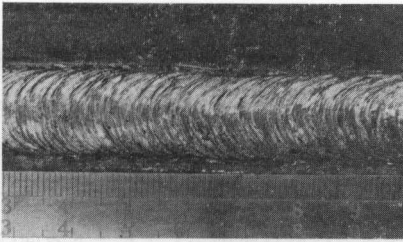


写真 8 突合せ溶接の裏波ビードの例

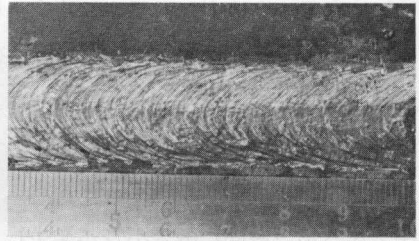
Photo. 8. Typical penetration beads of butt welding. conditions: 70° angle of Vee, torch speed 45~55 cm/min.

(a) 電流、電圧を変えた場合

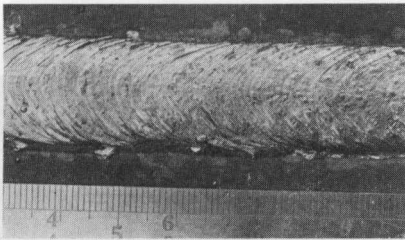
写真 9 にその例を示す。この場合、電流、電圧が大になるほど余盛りは偏平になり、ビード幅は増大する。またビード表面の波目のピッチが粗くなるとともに溶込み深さも大きくかつ広くなる傾向がある。低電流 (165 A) では、1 層と 2 層の間に融合不良あるいはスラグ巻込みがみられた。



165 A, 23 V



180 A, 24 V



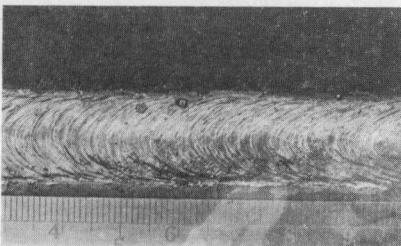
195 A, 26 V

写真 9 電流電圧を変えた場合の突合せ
継手のビード外観 (前進法)

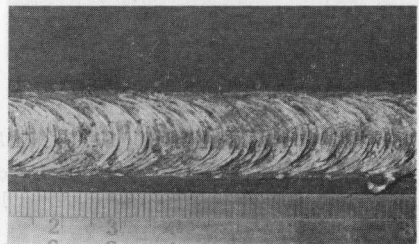
Photo. 9. Appearance of butt joint
beads when changing the
current and the voltage
(forward process).

(b) 溶接速度を変えた場合

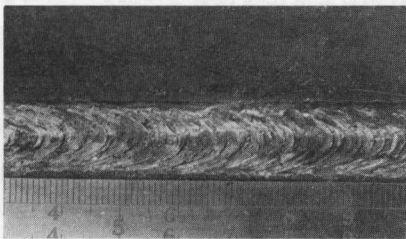
この場合を写真10に示す。溶接速度が増すとビード表面は粗くなり、ビード幅および余盛りが減少する。それとともにビード中心部が立ちあがり山形となるのは、単一ビードを置いた場合と一致するが、ビード側端にアンダカットを生じやすい。溶込み深さはあまり変わらないが、ビード幅の減少とともに溶込み幅も少なくなる。



Torch speed 15 cm/min



17 cm/min



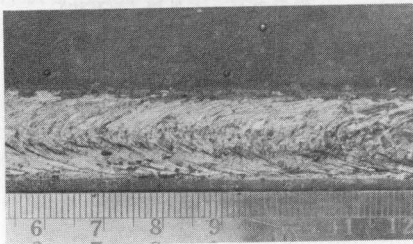
20 cm/min

写真 10 トーチ速度を変えた場合の突合せ
継手のビード外観 (前進法)

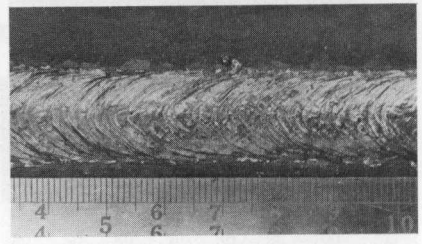
Photo. 10. Appearance of butt joint
beads when changing the
torch speed (forward
process).

(c) 高電流高速度と低電流低速度の場合の比較

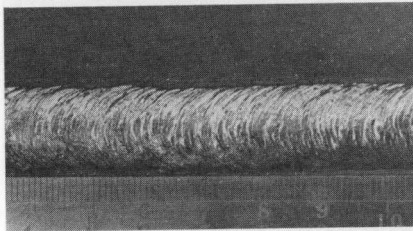
前述の (a) および (b) の結果から、その両条件を組合せて、高電流高速度の場合と低電流低速度の場合のビードの比較を行なった。写真 11 にその結果を示す。高電流高速度になるにしたがって、ビード表面の波目は粗くビードは偏平になる。220 A, 20 cm/min で偏平な表面の中央部が山形に高くなり、ビード側端にアンダカットを生ずる傾向がみられる。溶込みは一般に深くなるが、層間に融合不良が発生した。低電流低速度では波目が細かく、ビード表面は美しいが、ビードが盛りあがる傾向を示し、溶込みは浅く融合不良、スラグ巻き込みなどを生じやすい。



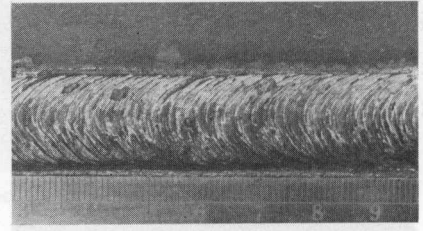
220 A, 28 V, 20 cm/min



195 A, 28 V, 17 cm/min



165 A, 23 V, 13 cm/min



150 A, 21 V, 10 cm/min

写真 11 高電流高速度と低電流低速度の場合のビード外観

Photo. 11. Appearance of weld beads in high current-high speed or low current-low speed welding.

(d) 包被ガスの割合および溶接条件を変えた場合

適正条件に近い数種の溶接条件で、包被ガスの混合割合を変えて行なった継手の性能を調べた。なおウィービングサイクルは 40 c/min 一定とした。写真 12 に継手断面のマクロ写真を示す。表示してある溶接条件は 3 層盛の最終層の場合である。

写真 13 にそれぞれの X 線透過写真、写真 14 に曲げ試験の結果を示す。X 線透過写真から (D)~(G) が良好で、特に (E) は最も欠陥のない継手である。これは曲げ試験の結果とよく対応している。混合ガスについては、 CO_2 8.0~9.0+Ar 2.0~1.0 [l/min] の割合の場合に良好な継手が得られた。

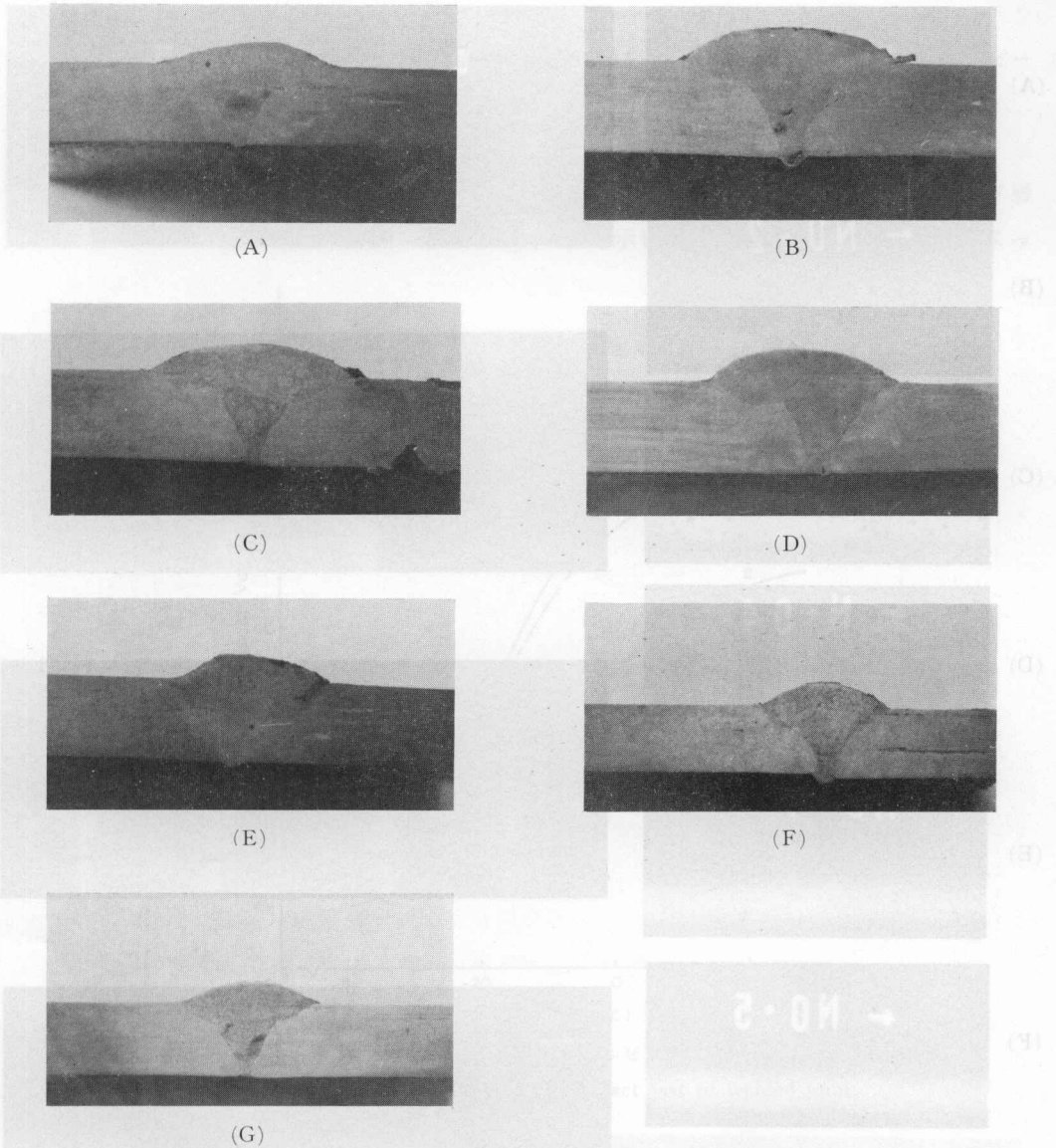


写真 12 混合ガスの割合および他の溶接条件を変えた場合のビードの断面マクロ写真

Photo. 12. Cross-sectional macrophotographs of weld beads when changing the rate of gas mixture and other welding conditions.

- (A) 230 A, 26 V, 18 cm/min, CO₂ 8.0+Ar 2.0 [l/min] in proportion.
- (B) 230 A, 26 V, 15 cm/min, the same as above.
- (C) the same as above, CO₂ 9.0+Ar 1.0 [l/min].
- (D) 200 A, 25 V, 15 cm/min, CO₂ 8.0~9.0+Ar 2.0~1.0 [l/min].
- (E) the same as above (backward process).
- (F) 180 A, 24 V, 18 cm/min, the same as above
- (G) the same as above (backward process).

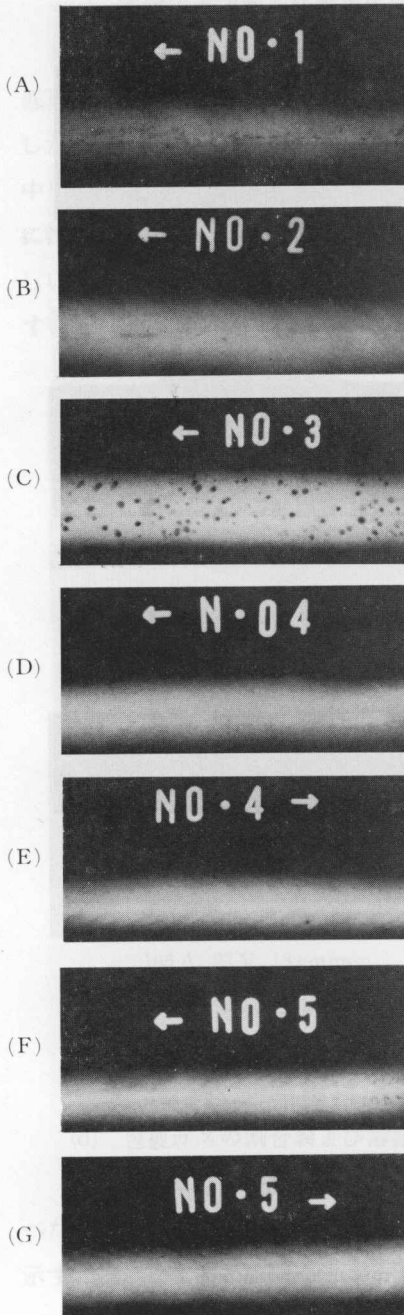


写真 13 写真 12 に示す溶接継手の X 線透過写真

Photo. 13. X-ray photographs of welded joints shown in photo. 12.

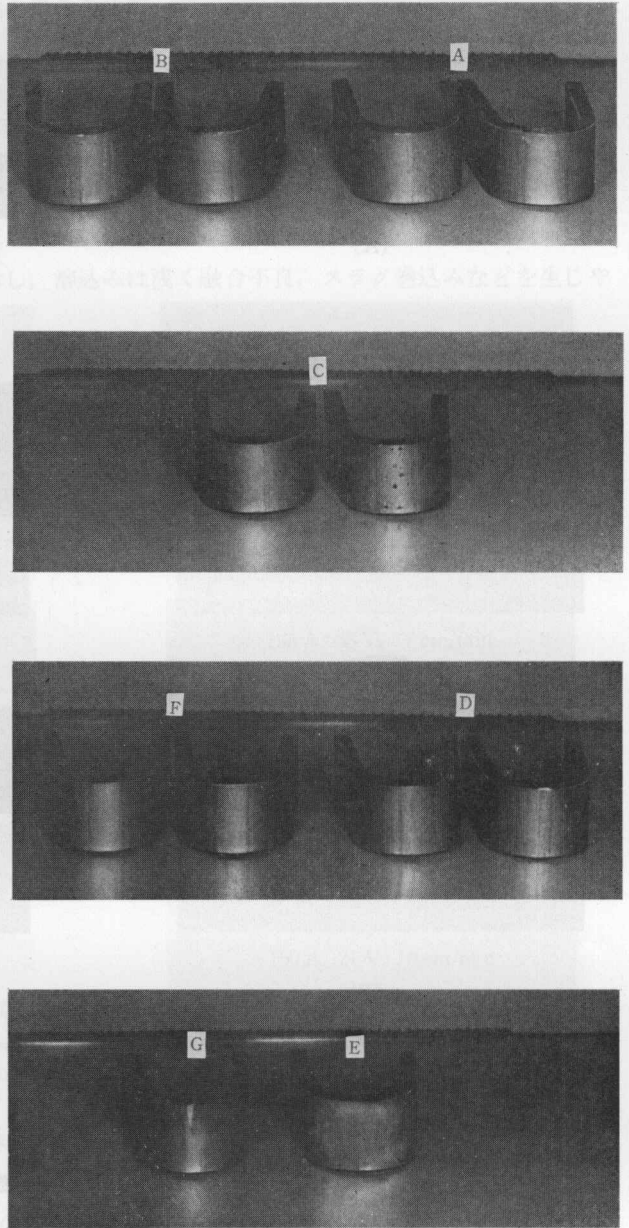


写真 14 溶接継手の曲げ試験片の外観。A~D と F については右側が表曲げ、左側が裏曲げを示す。E と G は裏曲げを示す。

Photo. 14. Appearance of welded joint bending test specimen. About A~D and F, the right shows a face bend and the left a root bend. About E and G, both of them show root bends.

(e) 継手の機械的性質 (衝撃値と硬度)

試片の機械的性質を知るため、衝撃試験と硬度試験を行なった。衝撃試験にはシャルピー試験機、硬度試験にはビッカース微小硬度計を用いた。

[1] 衝撃値について

図4に衝撃値グラフを、写真15に試験片の破断面写真を示す。衝撃値に対するビード層数の影響については、3層盛の方が2層盛より高い側を示した。これは層を重ねることによ

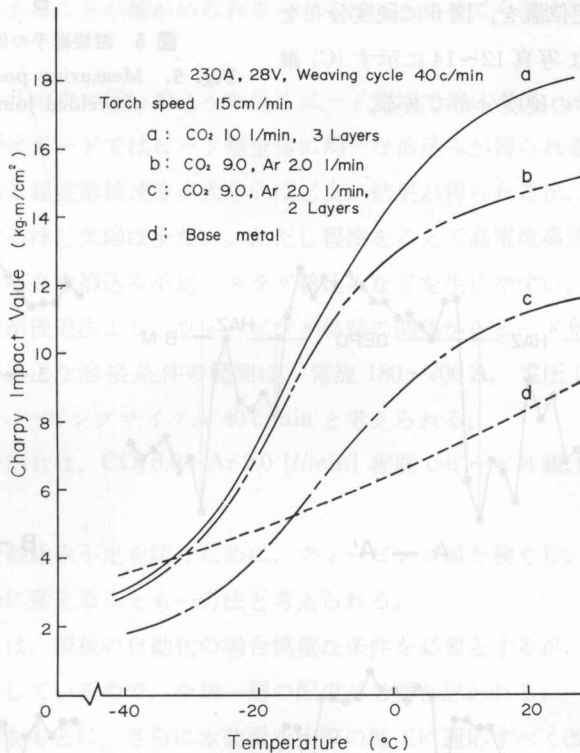


図4 溶接継手のVノッチシャルピー試験結果

Fig. 4. Results of V-notch Charpy impact test of welded joint.

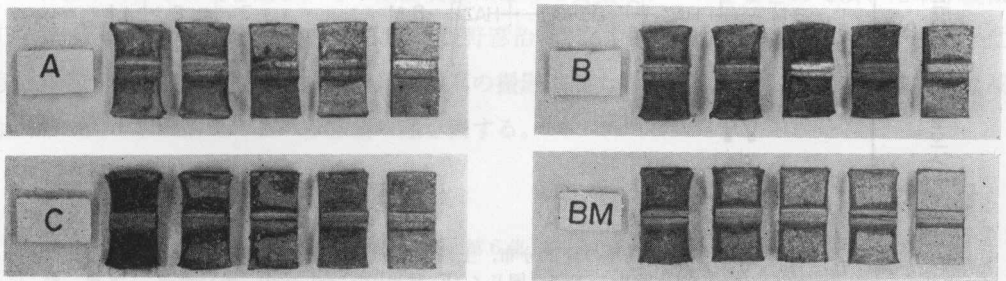


写真15 シャルピー試験片の破面状況。BMは母板を示す。

Photo. 15. Fracture of Charpy impact test specimen.
BM means a base metal.

て母板成分の影響が希釈され、また熱処理効果が加わり樹枝状晶が消失し、切欠き靱性が増すためである^{20),21)}。包被ガスの影響としては、CO₂ のみの方が高い値を示したが、これは MG-50 の材質との関連からと思われるが、混合ガスも CO₂ 8.0+Ar 2.0 [l/min] で良い衝撃値を示した。

[2] 硬度について

図5に硬度の側定位置を、図6に硬度分布を示す。図6の上の図は写真12~14に示す(C)継手、下の図は(E)継手の硬度分布である。

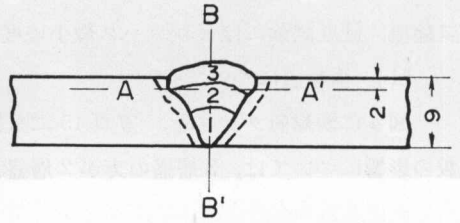


図5 溶接継手の硬度の測定位置
Fig. 5. Measuring positions of hardness of welded joint.

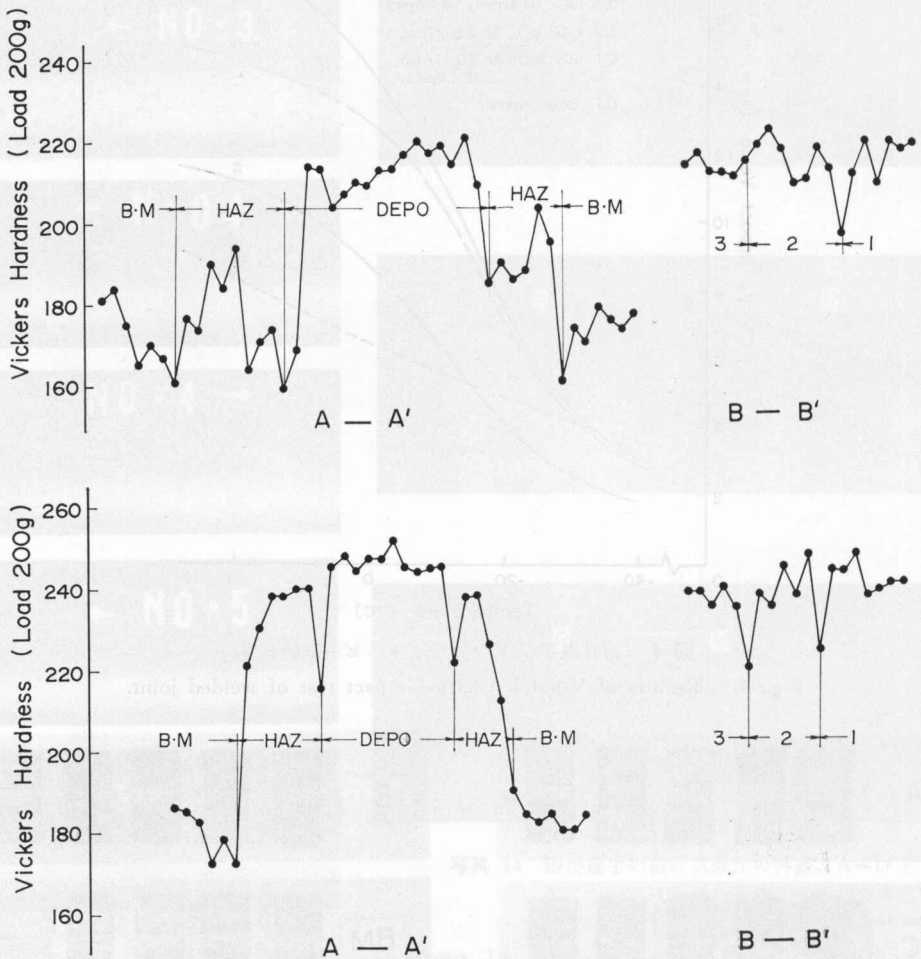


図6 溶接継手の硬度分布、上図は写真12~14に示す(C)試片、下図は同じく(E)試片

Fig. 6. Distribution of hardness of welded joint—above: specimen (C) shown in photo. 12~14, below: specimen (E) shown in the same photographs.

(E) はすでに述べたように最も良好な継手であるが、硬度は他に比べ大である。各層間の硬度には著しい差はみられないが、層境界にはある区切りを生じている。

6. む す び

トラック用ワイパーモータをウィーピング機構に利用し、半自動溶接に自動ウィーピング法を組込んだ装置の性能実験の結果、次の諸点が明らかになり、本装置が下向溶接の簡易自動化に充分実用効果のあることが確かめられるとともに、あわせて今後検討すべき2,3の点も把握された。

(a) 直線ビードは中央で深い溶込みを生じビード側端で溶込不足、オーバーラップを生じやすいが、ウィーピングビードではビード幅全体に均一な溶込みが得られる。

(b) 高電流である程度溶接速度が大きいほど良い結果が得られるが、その場合ウィーピングサイクルを増加するほど欠陥は少ない。ただし程度をこえて高電流高速度あるいは低電流低速度になると、融合不良や溶込み不足、スラグ巻き込みなどを生じやすい。

(c) 前進法の方が後退法より、ウィーピング軌跡の関係からビード外観は良好である。

(d) 本装置での適正な溶接条件の範囲は、電流 180~200 A、電圧 24~27 V、溶接速度 13~17 cm/min、ウィーピングサイクル 40 c/min と考えられる。

(e) 混合ガスの割合は、 $\text{CO}_2 8.0 + \text{Ar} 2.0$ [l/min] 程度でビード外観、継手強度に良好な結果が得られた。

(f) 融合不良や溶込み不足を防ぐために、ウィーピング幅を狭くし、トーチ先端の運動を開先面に沿った運動に変えることも一方法と考えられる。

(g) 裏波溶接には、溶接の自動化の場合慎重な条件を必要とするが、曲げ試験の際裏曲げに欠陥が比較的発生しているので、今後一層の配慮が必要と思われる。

このような結果をもとに、さらに本装置を実際の施工に適應すべく改善を加えたいと考えるが、同時に立向きおよびすみ肉溶接にも利用できるように試験をすすめている。

おわりに、本研究を通じ、その基礎実験によって貴重なデータをまとめて頂いた本学機械工学科学生吉野惣次(現在三菱電機勤務)、坂野彦治(現在中道機械製作所勤務)および谷本 仁(現在トピー工業勤務)の諸氏、X線透過写真の撮影に協力いただいた北海道立工業試験場機械金属部の佐々木正治氏に心から感謝の意を表する。

文 献

- 1) 棟・二俣・千田：溶接学会全国大会講演概要，第6集，87(昭45)。
- 2) 棟 徹夫：溶接技術，18-8，65(1970)。
- 3) 棟・二俣・千田：北見工大研報，3-2，188(昭47)。
- 4) 児玉雅明：溶接技術，19-7，69(1971)。
- 5) 中島・堺・森内・河合：三菱重工技報，8-5，766(1971)。

- 6) 中島・橋本：三菱重工技報，9-1，47 (1972).
- 7) 坂部・坂上・荒井・上田：日立評論，53-11，35 (1971).
- 8) 山蒲芳博：日立造船技報，特集第5号，108 (昭45).
- 9) 馬田・大谷・小池：溶接学会全国大会講演概要，第6集，221 (昭45).
- 10) 高木・木村・郡司・金山：溶接学会全国大会講演概要，第8集，49 (昭46).
- 11) 斎藤・山県・新行田・斎藤：溶接学会全国大会講演概要，第8集，43 (昭46).
- 12) 常富・多喜・猿渡・公手・小山：溶接技術，20-6，93 (1972).
- 13) 伊藤・池田：溶接技術，16-8，13 (1968).
- 14) 伊藤・池田・別所：溶接技術，19-3，37 (1971).
- 15) 木村・島崎・高木：溶接技術，18-2，50 (1970).
- 16) 太田正親：溶接技術，19-6，73 (1971).
- 17) 有井・水溜・竹中・浜岡：溶接技術，18-8，73 (1970).
- 18) 稲垣・橋本・蓮井：溶接加工，誠文堂新光社 (昭46).
- 19) Oswald Heinz: Schweisstechnik, 19-12, 557 (1969).
- 20) 棟・宮本・二俣：日本機械学会北海道支部第14回講演会論文集，113 (昭45).
- 21) 棟・二俣：溶接学会全国大会講演概要，第10集，181 (昭47).

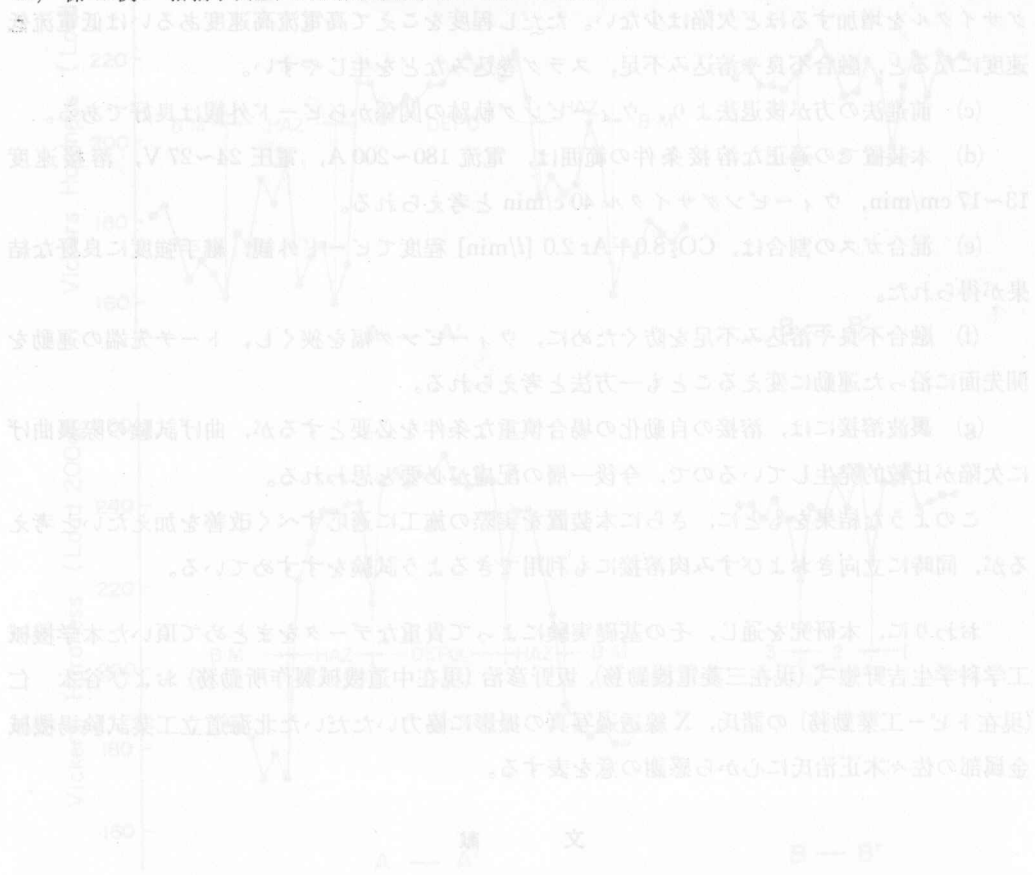


図5 波の測定位置 (a) 波の測定位置 (b) 波の測定位置 (c) 波の測定位置 (d) 波の測定位置 (e) 波の測定位置