

4. CO₂半自動溶接普及動向調査

1. はじめに

最近の溶接技術の発達はめざましく、あらゆる分野に適用され、溶接を除外して工業製品は考えられないと言っても過言ではなからう。本県においても造船、橋梁、鉄骨、貯蔵タンク、高压容器、農機具等ますますその範囲は広く、生産技術の手段として溶接が主体となっている工場は全企業数（機械金属業界）の約90%程度450企業と推定される。

ところでCO₂半自動溶接は周知のとおり、通常10～20Kgスプールにコイル状に巻かれたワイヤ（消耗電極）が送給装置によって溶接トーチに自動的に供給され、ワイヤには溶接電源からコンタクトチップを通して通電することによって、母材とワイヤとの間にアークを発生させ、母材とワイヤ自身を溶融して接合する溶接法であり、この際溶接金属を大気から遮へいするためノズルからCO₂ガス又はCO₂ガスを主体とした混合ガスを流すので、CO₂アーク半自動溶接法と呼称されているのである。そしてワイヤの送給は自動的であるが、トーチ操作は溶接士の手で行なわれるので半自動溶接として、全て機械化された全自動溶接と区別されている訳である。そしてCO₂半自動溶接の主たる長所は、①細径ワイヤに高電流を流すことが出来、電流密度が高く（100～280A/mm²程度、手棒では10～20A/mm²）、溶着速度が速い。②溶け込みが深い。③溶着効率が低い。④手溶接に比べて経済的……などとされる。

このような特性をもつCO₂半自動溶接は国内では、昭和30年代より実用化が進み、本県では昭和40年代前半に1部企業に導入がなされたが、当時はその真価を発揮するに至らなかった。しかしその後CO₂半自動溶接の研究が進み、溶接装置、ワイヤ等改良を重ね、現在では家内工業的小規模企業でも容易に導入されるまでになっている。

不透明、不確実、不安定といった厳しい予測が

黒木季彦・森田春美

なされる昨今、溶接業界では、さらに真剣に溶接技術の向上と合理化が進められるなかで、溶接の省力化、能率化指向を受けて、CO₂半自動溶接は、80年代のニーズに対応した溶接技術と溶接合理化の中心的役割を担う溶接法として今後共急速に普及してゆくことは間違いないものと思われる。そこで当センターでは、本県の中小企業におけるCO₂半自動溶接法の普及状況並びに問題点をさぐべく、主に鉄骨、製缶等の鋼構造物製作工場を対象にアンケートによる「CO₂半自動溶接普及動向調査」を実施した。

対象企業数	284企業
回答を寄せた企業	136企業
回収率	48%

2. 調査項目

- ① CO₂半自動溶接を導入しているか。
- ② 導入の時期は、
- ③ CO₂半自動溶接導入の理由は、
- ④ CO₂半自動溶接機を何台使っているか。
- ⑤ 使用しているCO₂半自動溶接機の容量は、
- ⑥ ワイヤの径及びワイヤ使用量は、
- ⑦ 単相（シングル）のCO₂半自動溶接機を使っているか。
- ⑧ CO₂半自動溶接機の稼働率について。
- ⑨ 溶接作業に占めるCO₂半自動溶接の割合は、
- ⑩ CO₂半自動溶接でどのようなものを溶接しているか。
- ⑪ CO₂半自動溶接機を扱う溶接工について
- ⑫ CO₂半自動溶接に関する知識の導入は、
- ⑬ CO₂半自動溶接の有効利用について。
- ⑭ CO₂半自動溶接の適用に当り特別な配慮をしているか。
- ⑮ ワイヤの銘柄の選定はどうしているか。
- ⑯ CO₂半自動溶接機を導入した時の資金は、

- ⑰ 溶接機に関しメーカーへの注文は、
 ⑱ ワイヤに関しメーカーへの注文は、

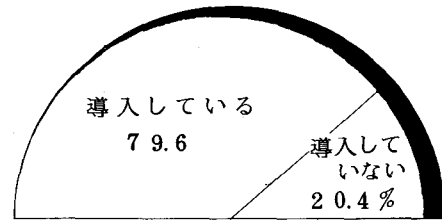
いるとし、九州地区は78.6%が導入している
 とのことであり、この79.6%の普及率はあな
 がちかけ離れた数値とはいえないと思われる。

3. 解 説

前述したようにアンケート回収率48%と低く
 残念であるが、県下をA, B, C, D, E, F,
 G, Hの8ゾーンに分けて実施した結果、鹿児島
 市地区57.6%, 川内・串木野地区59.1, 始良
 大口地区69.7%と企業数の比較的多い(161
 企業)地区が回収率が高いので、全県的な傾向と
 しての数値として信頼した。

① 「CO₂半自動溶接を導入しているか」

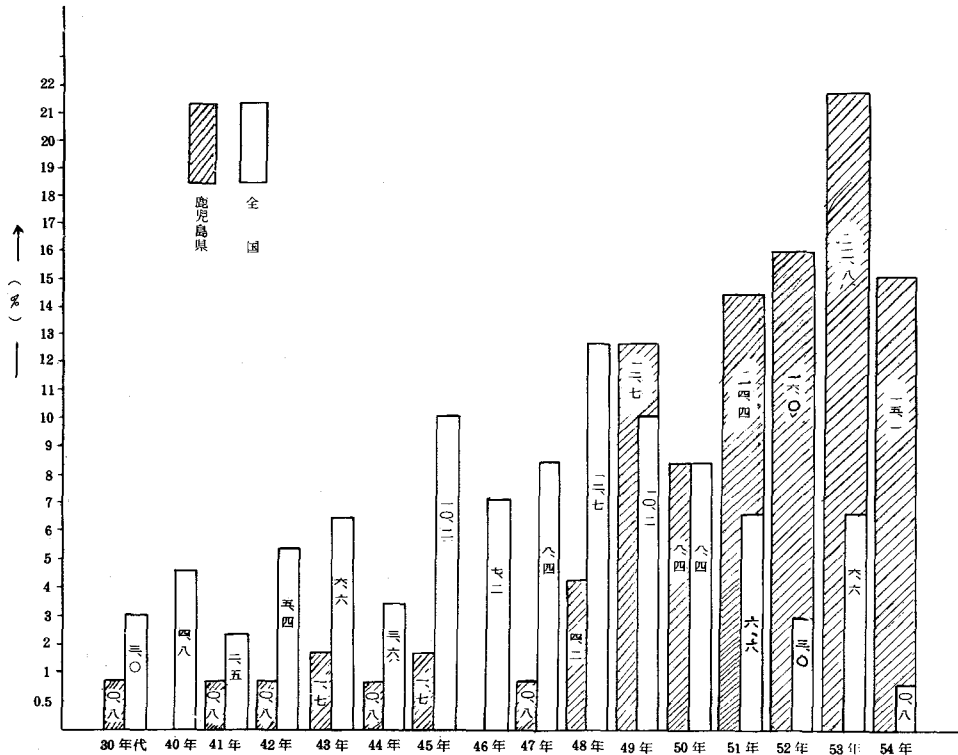
全県的には実に8割近い79.6%が何らかの
 形でCO₂半自動溶接を導入していると答えてい
 る。しかし今回のアンケートでは導入している
 ところより導入していない企業からのアンケー
 ト回収率が悪い傾向がみられたのでこの8割近
 い数値は若干割引いてみなければならないとい
 える。全国の割合をみると79.9%が導入して



問1. CO₂半自動溶接を導入しているか

② 「CO₂半自動溶接導入の時期は」

①で示されたように高い普及率を示したCO₂
 半自動溶接導入の時期は、全国については過去
 20年程に散らばっており、ある特定の年に集
 中していないが矢張り一つの傾向は窺われる。
 いわゆる昭和45年頃からオイルショック前後
 までの溶接業界が需要急成長だった時期にCO₂
 半自動溶接導入が著しく促進されたことがわか

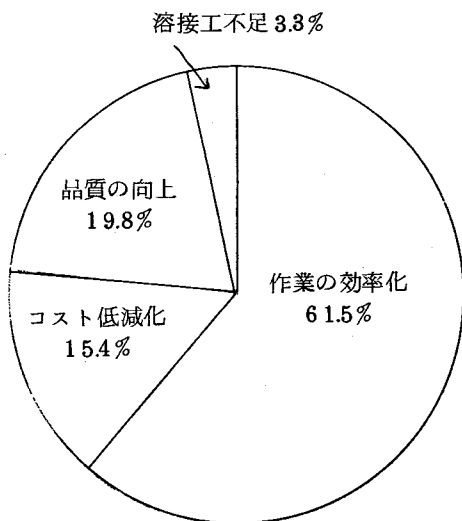


問2. CO₂半自動溶接導入の時期はいつ頃ですか。

る。それにひきかえ、本県の調査結果では、全国の傾向とは逆に昭和45年1.7%、46年0%、47年0.8%と普及率は低く、昭和48年4.2%、49年12.7%と急激に導入が著しい。これは、全国の調査対象企業が比較的規模の大きな企業であろうということと、本県の中小企業が零細企業で体質的に高度成長期でも左程好影響を受けられず、オイルショック後の不況期を迎え、これの対応策として溶接の省力化、高能率化が追求されてきたものだと言える。又昭和53年に21.8%とピークになっているが、これはCO₂単相(シングル)溶接機が開発され、これが受電能力の低い中小企業に歓迎され再び導入が促進されたものであろう。

③ 「導入の理由は」

61.5%にのぼる企業が作業の能率化のためとしている。



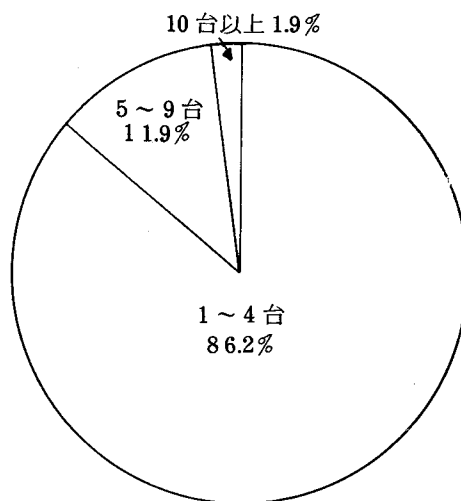
問3. CO₂半自動導入の理由は

いかにCO₂半自動溶接が高能率を目的に導入されたかが如実に示されている。CO₂半自動溶接こそが効率化、高能率化を促進するものだとこの考え方が反映されており手溶接からの転換もこの目的に沿って進められていることがわかる。二番目に企業側が導入理由としてあげたのが品

質の向上19.8%、三番目がコスト低減15.4%と続く、溶接製品を作る上で品質の安定、安全性の確保は切離すことが出来ない、効率よく高品質の製品を安く作るという課題をCO₂半自動溶接がになっているということがいえる。

④ 「CO₂半自動溶接機を何台使っているか」

前項でCO₂半自動溶接は溶接作業の高能率化

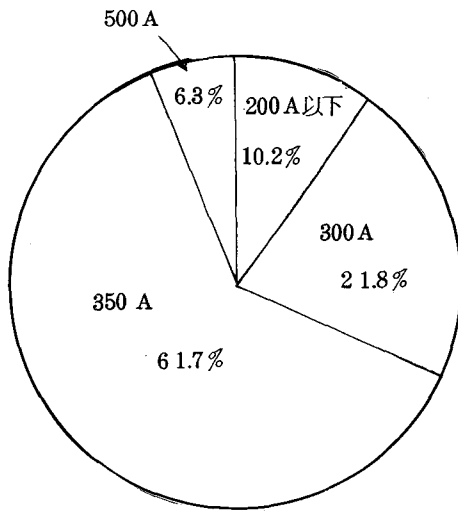


問4. CO₂半自動溶接機を何台使っているか

を目的に高い普及率を示しているが、一企業で何台使っているのかをみると、圧倒的に1～4台が多く86.2%を示している、なかでも1台というのが、49.5%もあり、これは従業員1～5名といった零細企業の多いせいもあり、又とりあえず試験的にCO₂半自動溶接を導入して自社製品に対する適用について検討中といった企業もあろうと推察する。

⑤ 「使用しているCO₂半自動溶接機の容量は」

1企業当りのCO₂半自動溶接機の数はい少ないが、ではその容量はどのようなものかをみると、350Aが6.7%となり、次に300Aが21.8%であり、350A～300AのCO₂半自動溶接機が83.5%と圧倒的に多い。全国の調査では一番多いものが500A、41.8%で1位、350A、28.7%、300A、20.1

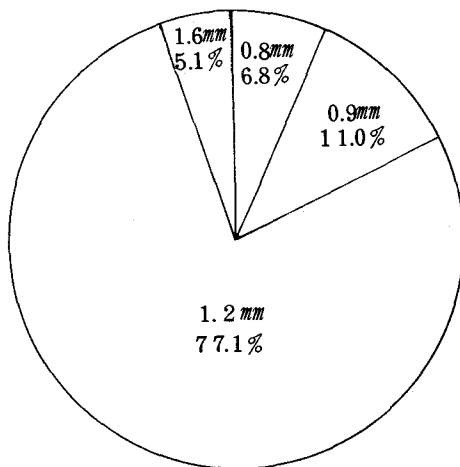


問 5. 使用している半自動溶接機の容量は

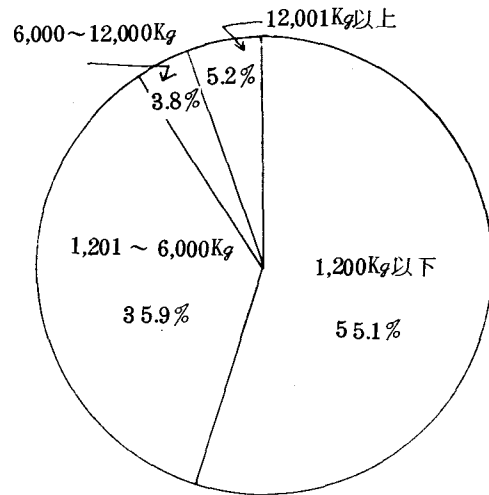
%と続いている。これは企業規模の違いからくる鋼構造物の板厚の違いもあろう。本県の中小企業で生産される溶接製品は板厚9～20mmが殆んどあることを考えれば適正な容量選定と言える。

⑥ 「ワイヤの径及びワイヤ使用量」

ワイヤ径をみると、1.2φが77.1%，0.9φが11.0%となり、殆んどの企業で1.2φワイヤを使用している。これは前項で述べた容量とマッチしており、適用部材との対応も良好



問 6. (イ)使用するワイヤの径は

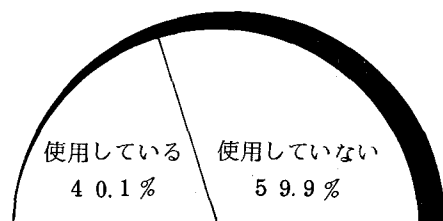


問 6. (ロ)ワイヤの年間使用量は

といえる。ワイヤ使用量は年間1,200Kg以下が55.1%と半数以上を占め、6,000Kg以下とすると、91.0%となり、消費量の多い方で、1,200Kg以上が僅か5.2%で極端に少ない。全国の調査をみると、6,000Kg以下45%、消費量の多い1,200Kg以上が、実に40.1%もあり、なかでも年間120トン以上の企業が4.7%もあり驚かされる。これは企業規模の差が歴然としているが、同時に本県の場合、CO₂半自動溶接の稼働率が低いことも影響していよう。

⑦ 「単相(シングル)のCO₂半自動溶接機を使っているか」

オイルショック以降のCO₂半自動溶接ブームの中で登場したのが単相電源のCO₂半自動溶接



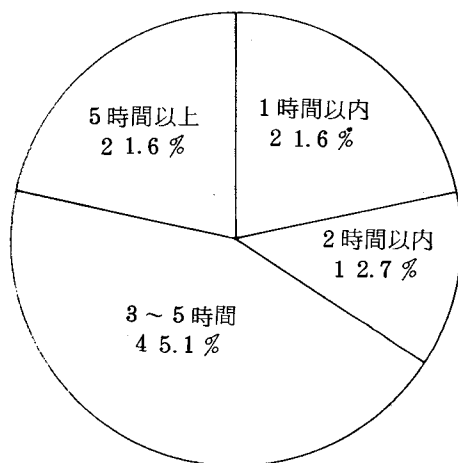
問 7. 単相のCO₂半自動溶接機を使用しているか
機。一般的なCO₂半自動溶接機と違って三相電

源を必要とせず、交流アーク溶接機と同様に単相電源で使えるというのが最大の特徴で、特別な電源設備を必要としないでCO₂半自動溶接を導入できるというメリットがある。調査によると40.1%が単相(シングル)のCO₂半自動溶接機を導入している。全国のそれでは14.2%となっており、いかに受電能力の低い中小企業に歓迎されたかがわかる。メーカー側も350A~300Aの容量のものを中心に、価格も低廉で、中小零細企業を対象に底辺需要を開拓するものと今後も期待できるので、ますます本県のCO₂半自動溶接の普及率が高くなることが予想される。

⑧(イ) 「1日のうちCO₂半自動溶接を何時間使っているか」

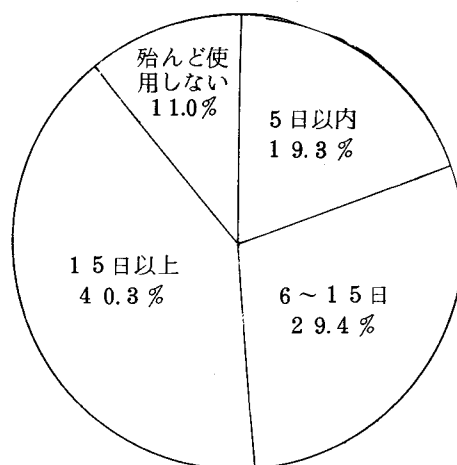
(ロ) 「月平均何日使っているか」

③項で溶接の高能率化、高品質、低コスト化の為にCO₂半自動溶接が導入されたとしているが、はたして有効に使用されているのか、稼働率はどうかをみたのがこの項目である。1日のうち何時間使っているのか、の問に対して、3~5時間とするのが45.1%と全体の5割弱と一番多い。この回答結果は、CO₂半自動溶接に限らず、鋼構造製作工場での溶接作業そのもの



問8. (イ) CO₂半自動を1日何時間使うか

のなかで溶接時間はこの程度と考えられるところから妥当な数値といえそう。又1時間以内が

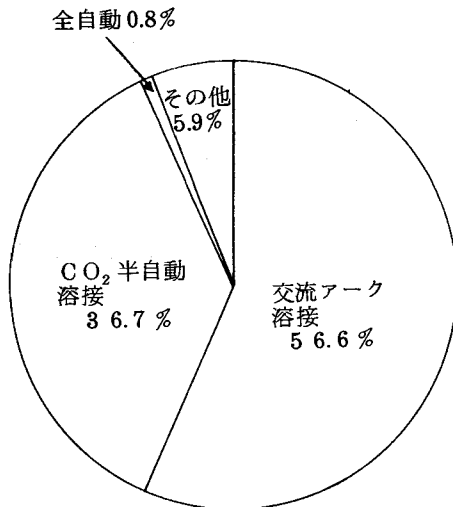


問8. (ロ) 月平均何日使うか

21.6%もあり、反面5時間以上も同じく21.6%ある。これは稼働率が極端に低いところと、高いところがあるが、この設問自体があいまいで、アークタイムを求めたのか、溶接作業時間を求めたのが回答者がそれぞれ解釈したのではなかろうか。そこで、(ロ)の項の月平均何日使われているかをみると、15日以上が40.3%と一番多く、6~15日が29.4%となっており、5日以内が19.3%、殆んど使用しない、11.0%と稼働率が低く折角の高能率機器が有効利用がなされていないことを示している。このことはCO₂半自動溶接を自社製品への適用技術进行研究せずただ単に商社、メーカーの売込みに対し安易に導入し、現場の溶接工に受入態勢が出来ていない企業が多いのではないかと危惧されるところである。

⑨ 「溶接作業に占める各溶接法の割合は」

この溶接作業の占める割合で、最も高い率を示したのは手溶接の56.6%で、次に36.7%の半自動溶接となっている。もっともこれは全回答を単純平均したものだから、どこの企業で

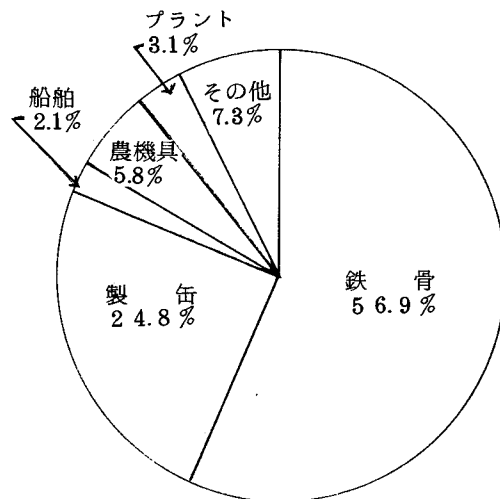
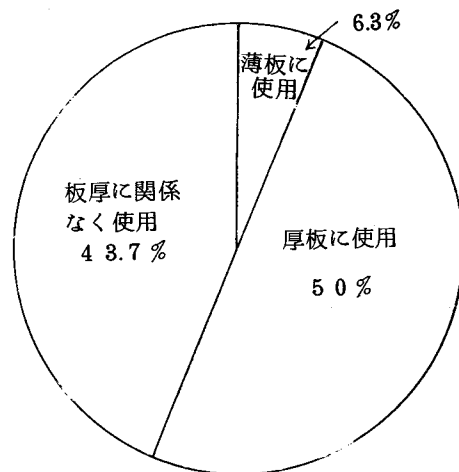


問9. 溶接作業に占める各溶接法の割合は

も溶接作業の半分以上（約60%）は手溶接で加工しているということではない。つまり手溶接を中心に使って溶接している企業と、CO₂半自動溶接を主に使っている企業の割合をみたものである。又全国の調査結果では、CO₂半自動溶接46.7%、手溶接が45.6%とほぼ半々になっている。こゝにも本県のCO₂半自動溶接の稼働率の低いことがわかる。

⑩ 「CO₂半自動溶接でどのようなものを溶接しているか」

これを見ると本県の溶接事業所の業種がわかる。先ず鉄骨が一番多く56.9%、次いで製缶24.8%、農機具5.8%、プラント3.1%、船舶2.1%となり、その他7.3%は一般機械修理、車輛、建設産業機械の肉盛補修などであろう。一方、適用部材、板厚でみると、厚板とするのが50%、板厚に関係なく厚中板、薄板共に適用が43.7%となっている。これは板厚の基準を示さなかったので、何ミリメートル以上が厚板なのか、又何ミリメートル以下が薄板なのか設問があいまいであった。従って回答者の主観で板厚の呼称をきめたであろうが、しかしこうしてみると、CO₂半自動溶接は今や全産業、あらゆる溶接適用分野で使用されていると考えて

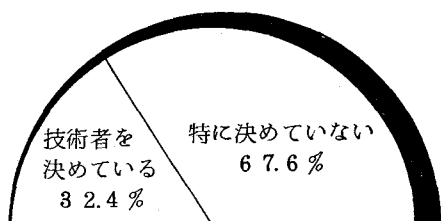


問10. CO₂半自動溶接でどのようなものを溶接するか。

よく、それだけにCO₂半自動溶接は確立された技術として最もポピュラーな溶接法の一つとして定着しており、特に本県では鉄骨関係への普及導入が著しいといえる。

⑪ 「CO₂半自動溶接機を扱う技術者について」

この項は、CO₂半自動溶接の特徴を生かし高能率で品質のよい溶接製品を生産するうえで重要なポイントの一つであろうとの設問であったが、調査結果は専門の溶接工を決めていない、つまり誰でも扱わせている企業が7割近い67.6

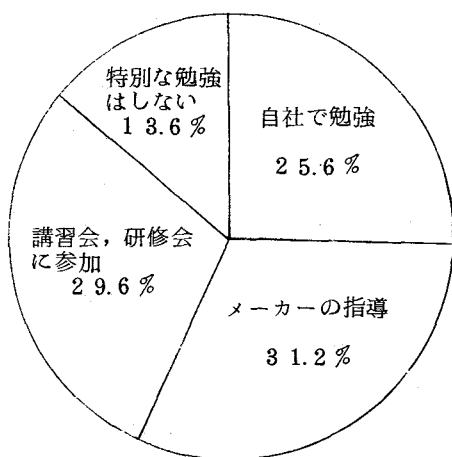


問11. CO₂半自動溶接機を扱う技術者について

となっており、このことは溶接工の少ない小規模工場で尚且つ加工量も少く専任の溶接工を配置できない企業が多いという見方でもできるが、CO₂半自動溶接に対する認識が甘いのではなかろうか。高能率、高品質、低コストのCO₂半自動溶接の特徴を充分生かす為には専任者を決めるべきだと思われる。

⑫ 「CO₂半自動溶接に関する知識の導入について」

前項で述べたようにCO₂半自動溶接を有効に使いこなし、品質の安定した溶接製品を生産する為には溶接工の技量が問題となる。今回の調査結果では講習会研修会に参加している29.6%と約3割である。メーカーの指導31.2%というのは、どの程度の時間をかけて、どの程度

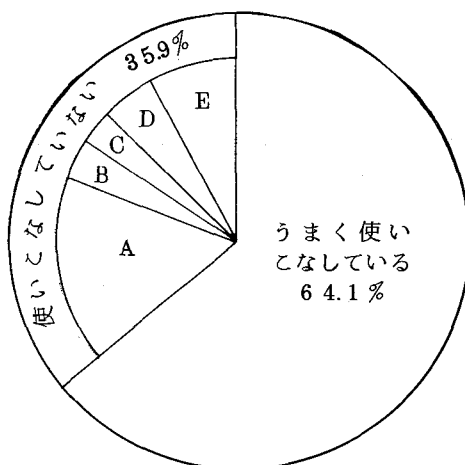


問12. CO₂半自動溶接の知識の導入について

の内容なのか不明であるが、たとえ単に機械の取扱いに終始するような試運転検収程度のものであればCO₂半自動溶接技術の指導とはいえない。又自社で勉強している25.6%はこれも又、どの程度の内容か疑問である。これはCO₂半自動溶接技術講習会又は溶接技術者研修会等で基本的な知識を得た技術者が自社において他の溶接工に教育訓練をするという姿ならば非常に望ましいことであり、その為にも今後共講習会、研修会等に積極的に参加されることが必要であろう。

⑬ 「CO₂半自動溶接機の有効利用について」

この項はそれぞれの企業でうまく使いこなしているかどうかをみるためのものであった、一



- A 現場で使いたがらない
- B 自社製品に適用がむずかしい
- C 溶接機の故障が多い
- D 溶接欠陥が発生しやすい
- E 品質が安定しない

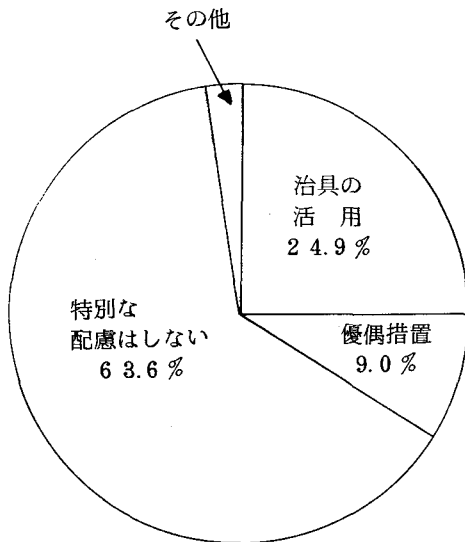
問13. CO₂半自動溶接機の有効利用について

応うまく使いこなしている64.1%と、なっているが、これも回答者の自己満足あり、又厳しい見方をする場合もありで回答者の主観によって程度の差は大きかろう。こゝで問題は、使いこなしていない35.9%の方であり、その内容をみると、現場で使いたがらない47.4%とな

っており、使いこなしていない企業の約5割に
 当り、全体の16%にもなる。これは⑧項でも
 述べたように企業主が安易に導入して現場の抵
 抗に逢っているということがいえる。次に品質
 が安定しない21.1%，溶接欠陥が発生しやす
 い13.2%，自社の製品に適用がむづかしい
 10.5%，溶接機の故障が多い7.8%と続いて
 いる。これをみるとCO₂半自動溶接の認識が不
 足しており有効利用についての研究，溶接工の
 技能訓練がなされていない結果とみられる。

⑭ 「CO₂半自動溶接を使用するにあたり特別
 な配慮をしているか」

CO₂半自動溶接の特徴だけを知っているには有
 効利用はおぼつかない。そこでそれぞれの企業
 の特質，自社製品に適合するよう配慮をしなければ
 ならない。ところが調査結果では，特別な
 配慮はしていない63.6%と高率であり，治具
 の活用24.9%，溶接工に優遇措置をしている



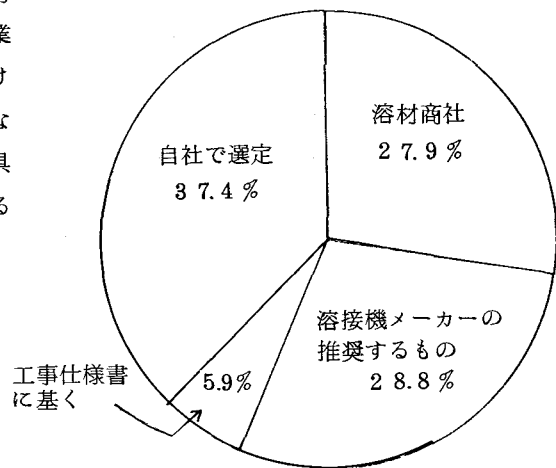
問14. CO₂半自動溶接を使用するにあたり
 特別な配慮をしているか

9.0%，その他2.5%となっている。CO₂半自
 動溶接の場合ワイヤ送給装置の移動はそれなり
 の治具を使うことは常識といってよく，それす
 らなされないのであろうか。特に業種は鉄骨が

多いことを考えると前項のうまく使いこなして
 いる64.1%が疑問に思えるが，送給装置の移
 動用治具は特別な配慮のうちには入っていない
 回答者があったということであろう。

⑮ 「溶接ワイヤの銘柄の選定はどうしている
 か」

この項はワイヤに対する認識を持っているか
 どうかをみようとしたものである。自社で選定
 37.4%はワイヤ選定の能力があるとみて，
 溶接機メーカーの推奨するもの28.8%，工事
 仕様書に基くもの5.9%，合計72.1%は一応

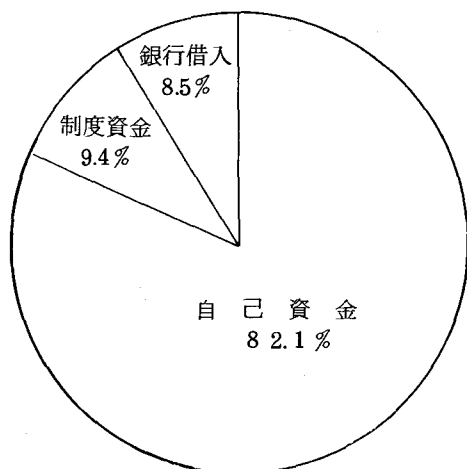


問15. ワイヤの銘柄の選定は

問題はないとみられるが，溶材商社にまかせる
 27.9%は，その溶材商社が納入先の溶接部材，
 板厚等考慮の上でワイヤの銘柄を選定してく
 れているか疑わしい。このことは⑬項のうまく
 使いこなしていないという回答のなかの「溶接
 欠陥が発生しやすい」「良い品質が得られない」
 ……というトラブルの原因の一つにワイヤ選
 定の不適正があるように思われる。

⑯ 「CO₂半自動溶接機を購入した時の資金に
 ついて」

この項は，中小企業が昨今の不況のなかで設
 備投資にどのような資金を使っているのかをみ



問16. CO₂半自動溶接機の購入資金は

たものである。CO₂半自動溶接機の価格は機械の機能、制御方式等の違いによって様々であるが、最近のシングルの開発並びにローン制度等メーカー側の企業努力によって割合い購入しやすくなってはいるが、自己資金82.1%と圧倒的に多く、次いで制度資金（設備近代化資金、設備貸与制度）が9.4%、銀行借入8.5%となっている。この銀行借入の場合より制度資金の方が金利、返済期間等において有利であり、それだけ企業経営を圧迫するのを防げるであろう。

⑬ 「溶接機に対しメーカーへの注文は？」

CO₂半自動溶接機といえば、従来から、トーチが重い、故障が多い、作業性が悪い、などの難点が訴えられて来たが、最近では機器の改良、新型の開発によって著しく改善されている。しかし今回の調査では下記のように数多くの注文

が寄せられた。

- ・サービスの不徹底が7件（技術指導及びアフターサービスが不充分）、
- ・送給装置の故障が多い4件、
- ・電流電圧の調整がスムーズに出来ない2件、
- ・チップの消耗が多い、
- ・故障時の対策早見表は配布できないか、
- ・風に強い機器の開発を望む、
- ・メーカーが異っても消耗部品は互換性があるように、
- ・もっと軽いトーチを開発してほしい、
- ・消耗品、部品の在庫がない（これは溶材商社に対してのものだろう）

⑭ 「ワイヤーに関しメーカーへの注文は？」

溶接機に比べるとワイヤーへの注文は少なかったのが、

- ・スパッタの出にくいワイヤーという

ことで、次に、

- ・価格が高い、
- ・ワイヤーの脱着を簡易化して……というのがあり、

そのほかワイヤーリールの処理に困る、回収してほしい。…という意見が2件もあったのは予想外であったが、鉄工場でプラスチック廃棄物の処理に困るのは事実であろう。

4. ま と め

以上のように、①～⑬項目にわたってCO₂半自動溶接普及動向調査の結果を報告、解説したが、このことをふまえて今後の問題点、将来への展望などについてふれてみたい。

今から約25年前、わが国にCO₂アーク半自動溶接が導入された時、誰も今日にみるCO₂半自動溶接の隆盛を予測できなかったであろう。先達たちはひたすら技術革進の情熱に燃えて、何らかの厚い壁に遭遇し、挫折し、悩み、苦しみに耐え、

表1. 炭酸ガスソリッドワイヤ生産実績推移と溶接棒総生産高に占める比率の推移
単位: トン

年別	項目	炭酸ガスソリッドワイヤ	対前年比	総生産高に占める比率	溶接棒総生産高
昭和50年		40,303	-49.5%	14.7%	340,336
昭和51年		42,231	+4.7	11.9	355,158
昭和52年		48,410	+14.6	14.1	344,194
昭和53年		66,809	+38.0	20.0	333,777
昭和54年		77,542	+16.1	22.4	348,585

表2. 標準自動アーク溶接機生産推移と溶接機総生産に占める比率の推移<過去5年間>

年別項目	標準自動アーク溶接機	対前年比	総生産高に占める比率	溶接機総生産高
昭和50年	1 2,6 9 0	- 1 7.7 %	1 3.4 %	1 1 1,8 4 0
昭和51年	2 2,4 6 9	+ 7 7.1	1 6.2	1 3 8,0 7 3
昭和52年	2 7,5 1 0	+ 2 2.4	1 8.1	1 5 1,6 6 7
昭和53年	3 8,6 0 5	+ 4 0.3	2 5.5	1 5 1,4 1 9
昭和54年	4 7,3 2 8	+ 2 2.5	2 7.0	1 7 5,1 5 7

海のものとも、山のものとも判らぬCO₂半自動溶接の開拓に取り組んで行ったと言うのが当時の率直な状況であつたらう。

現況はどうかとみれば、ワイヤーの面からみると、表1に示されるように、とくにここ2～3年の伸びは著しく、平均の伸び率は23%と高率で、53年度に至ってはシングルブームによる中小企業への大巾導入がオンされて、一挙に前年比40%近くまで伸びる好調さを見せている。一方溶接機の方は表2に示すごとく、オイルショック後の50年度は特例としても、51年以降は目を見張るばかりの勢いで業界に普及定着して行ったことがよく理解出来よう。このことは、今回の調査結果(②項)と合致している。このように中小企業へ急速に導入普及がなされた原因は、中小企業側のニーズに応える形で、51年度には29万円の普及型の開発があり、又53年度の40.3%の大幅な伸びをみせたのは、単相電源用のシングル機開発によるシングルブームの成果であらう。

現在、CO₂半自動溶接機には、最大出力電流で、135Aから600Aまで、定格使用率も30～60%、電圧制御方式にしてもIC制御、サイリスタ、スライドトランス、タップ切替、リアクトル等の各方式というように、種々様々なものが開発されており、大手メーカーなどはCO₂半自動機だけで20機種ほどラインアップしているといった充実ぶりである。とくに最近の傾向は、現場のニーズをくみあげ、機能別CO₂半自動機が市販されており、CO₂半自動溶接オンリーにしても高級機、標準機、普及機と現場に合ったものを選択出

来るまでになっている。又昨年前半より本格的に市販されている多目的溶接機は、CO₂溶接機能をベースにして、切替スイッチにより、MAG、ステンレスMIG、アークブレイズ、アルゴンカット、ガウジング、手溶接が1台で出来るという聖徳太子顔負けの多機能機であるが、中小企業に今後どれほどなじんで行くか、その反響がきわめて注目される。

いずれにしてもCO₂半自動溶接はシールドガス溶接の中核として、80年代における溶接技術の中心的役割を担う溶接法に進展することは間違いなく、さらに半自動溶接からワンステップ、ツーステップ、踏み込んで、簡易治具、あるいは専用治具採用によって、半自動から全自動、さらにはCO₂アークロボットと言ったステップが積極的に推進されてゆくものと考えられる。そして又、これまでのCO₂半自動溶接の開発は、ワイヤ、溶接機、シールドガスと言ったそれぞれの立場から隔離的に進められて来たが、今後はそれぞれのメーカーが三位一体となって相乗効果を十分発揮させていくことが重要と思われる。さらにディーラーは、設問⑦⑧に問題点としてクローズアップされたように、安易なこれまでの販売姿勢を反省し、販売技術の向上と、ユーザーを満足させる技術サービスの提供に努めるべきであり、使う側のユーザー、特に中小企業にあっては、それぞれの企業の製品、現場に合ったワイヤ、溶接機を正しく選定し優れた溶接効果を実現し合理化を推進することが肝要である。そしてそうすることが全盛期に入ったCO₂半自動溶接の真の普及と定着を積極果敢に推進

してゆくことであり，80年代において，同溶接法が輝かしい展開を確立し，各種溶接法のなかで主流としての座を不動のものにすることになるであろう。

以 上

参考文献

週刊新聞 「溶接ニュース」 54.6.19 (産報)

〃 〃 55.1.29 (〃)