

1 主な溶接方法と時代の流れ

1.1 ろう付

ろう付技術は、わが国で最も古くからある金属接合の一つで、接合箇所を密着・加熱し、その隙間にろう材を流し込むことで目的が達せられ、中国から朝鮮半島を経由し、鑄造技術の一部として渡来している。

初期のものは、炭火と送風用の火吹き竹やファイゴ、それに添加金属である白ろう（錫・鉛合金）を使って、鑄損じ箇所を補修、小物装飾部品の取り付け、それに分割鑄造品間の接合が主なる作業であった。

製品として見ると、奈良・鎌倉期では、大型の大仏や、中小型で緻密細工された分割鑄造品を組み上げる半跏思惟像の接合など、金属仏関係の宗教美術との結び付きが強かったようである。したがって、これらの時代のろう付職人グループは、律令管領から僧院そして領主と、変化する実力リーダーの保護下で技能伝承が行われていたらしいが、その記録は少ない。

これが江戸期になると、同業が集まり株仲間を形成し、大商人のもとで広がる金属製品の需要に合わせて作業範囲の拡大を行っている。具体的には、屋内で工芸的な装飾品の接合を主なる作業とする居職人と、天秤に作業道具一式を携え、依頼者の家の軒下を仕事場として、日用品の鍋釜類を補修する渡り職人とに分化している。後者は日常生活に密着した作業のため、庶民になじみの深い鑄掛け職として、職人図や歌舞伎にも取り上げられるほどになっている（写真2.1参照）。

そして、鎖国から解放され、近代の工業国への指向を強める明治期に入ると、ろう付職人の一部は時計産業での微細組立や、装置産業での銅管やダクトの接合作業に吸収された。これらから、企業内の職工として新しい道を進んだり、雨樋などの薄いブリキ板細工などを専門とする町の板金屋と変貌していくグループが出てくることになる。

次いで、大正末期から始まるラジオをはじめとする弱電機器の繁栄で、はんだ付け作業は急速に伸びるが、この段階になると、ろう付職はかつての職人芸ではなく、流れ生産工程の一単純作業者に変貌してくる。これが昭和を経て平成期に近づくと、集積回路の登場などで、真空ろう付などに見られる、自動化された高品質ろう付作業へと移行する部門も出てくる（写真2.2参照）。

一方、日用品の補修を主としていたかつての渡り職人の姿は、昭和30年代はじめころの多量生産、多量消費の社会風潮におされ、補修・再使用の気風が薄れたため、町からは姿を消している。

1.2 ガス溶接

1900年の初頭、フランスとドイツでほぼ同時に空気液化による工業的な酸素製造法が開発され、産業界へ多量の酸素供給が可能となった。そして、これと並行して、酸素消費量の高いガス溶接・切断方法が次第に



写真2.1 江戸期渡り職人の鑄掛け屋（前箱上に載っているものはファイゴ）

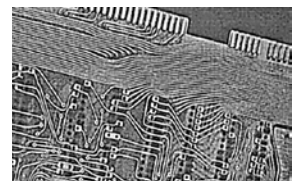


写真2.2 自動はんだ付けされるプリント基板



写真2.3 大正初期のフランス式(上)とドイツ式(下)のガス溶接トーチ

欧米で普及し始めている。

1909(明治42)年になると、この方法はわが国にも持ち込まれる(写真2.3参照)。フランスからは、医療用と溶接切断用での酸素需要を見込んで、液化装置と溶接器が神戸に、そしてここで後に帝国酸素となる会社が設立されている。一方、ドイツからは海軍横須賀水雷学校の要請でガス溶接器が先行して入っているが、その輸入商社は、後に日本酸素となる会社を設立している。

導入の初期段階では、ともに講習会や溶接学校を開設し、その普及に力を入れている。その折りの受講者には、貨車の稼働率を高めるために短期補修が要求されていた当時の鉄道省のメンテナンス担当者や、溶接継手や切断箇所を多量に持つ造船現場の関係者のみでなく、その作業効率に魅せられてか、町の鉄工所からの参加も多かったようである。

このガス溶接法は、溶接トーチと、カーバイドに水を加えアセチレンガスを作り出す発生器、それに酸素ポンペに接続用ゴムホースと、比較的設備投資額が少なく、可搬性の高い設備であった。そのため、他の技術に比しその普及程度は比較的早かったようである。最も大きく飛躍したのは、関東大震災(1923年)後の復旧工事においてであったとされている。

しかし、この時期での施工例には、技能の未熟さなどで今一つの工事も多く、一部で継手信頼度に疑問を持たれ、後に出てくるアーク溶接の追い越しを早める原因を作ったりもしている。

このガス溶接用のトーチは、はんだコテに比べ高温が出せるので、厚物のろう付作業にも応用され、その利用範囲を広げることになる。しかし、その一方でアセチレンガス発生器の取り扱い不良での事故も多く、1922(大正11)年の内務省令、1932(昭和7)年の大阪府令、1936(昭和11)年の警視庁令と、再三にわたり取扱い規制令が出されている。

第二次大戦後のガス溶接は、並行して発展してくるアーク溶接との競合で、作業速度と品質面において、その適用域は次第に薄板の単発作業向きの傾向が強くなり、量的に減ってくる。そして、1978(昭和53)年には、全国溶接技能コンクールの競技種目からはずれるまでに作業者数は減少する。しかし、アーク溶接の難しい薄物作業などでは、いまだ根強い適応力を持ち続けている。

1.3 アーク溶接

一般的なアーク溶接の施工の流れは、カーボンアークから裸棒、被覆棒、そして炭酸ガスアークへの技術推移をたどっている。

まず、わが国におけるカーボンアーク溶接法は、1900年初頭での日清戦争後の鑄造ブーム時に、鑄損じ箇所の補修用として三菱長崎造船所が陸軍工廠に導入されたのを最初としている。いずれも、溶接法として単発的に入ってきたのではなく、鑄造品製造設備の購入時に、鑄造ライン内の一作業工程設備として入手したのではないと思われる。

しかし、このカーボンアーク法では、単純な鑄巣程度は容易であるが、大きな欠陥部の補修になると、炭素の混入による溶接部の硬化など

で、補修のつもりが逆に溶接熱で割れを進展させ、製品を壊してしまうことも起こっていたようである(写真2.4参照)。

このような経緯で、1914(大正3)年に三菱長崎造船所は裸棒の段階を飛び越え、一気に被覆棒によるアーク溶接法をスウェーデン溶接会社から特許購入の方法で取り入れて、まず補修工事に応用している。これが、わが国における被覆アーク溶接導入のはじめである。

その後には、新造構造物にも適用されるが、ここでの技術は契約内容のこともあり、被覆剤の配合その他の情報は外部に漏れることがほとんどなく、一企業内の技術として長らくとどまっている。次いで4年遅れで、やはり造船関連の製鎖会社が英国からアスベスト巻きの被覆アーク溶接法の製造販売権を購入し、こちらの方は町の溶接工事の請負いと被覆棒の市販を始めている。

そして、第一次世界大戦末期(1919年頃)の造船ブーム時になると、わが国の大手製造業の多くは海外技術情報をたよりに、個々に溶接機を欧米から輸入し、アーク溶接の試用を始めている(写真2.5参照)。

当時、主として見習っていた米国での実績が、裸棒主体であったため、わが国でも裸棒による施工が一般的だったようである。被覆棒を使っていた一部施工現場でも、工場の片隅で石灰か硼砂をどぶ漬け一回塗布の自家製薄被覆棒といわれるものがほとんどで、国産のタムラークなどの厚被覆棒が登場するのは、1930(昭和5)年に入ってからである。

一方、溶接機については、先の長崎造船所での特許購入の翌年に、直流多人数型アーク溶接機を入手しているが、これが初めての輸入アーク溶接機らしい。その後、この多人数型はアーク干渉などで評判が悪く、一人一台の単独型が多くなっている。

この頃の溶接電源としては、アーク安定性の高い直流機を多用している欧米に対して、わが国ではアークの不安定は、器用な技能工の腕で補えるとして、設備投資額の少ない交流機への依存度を高めていたようである。初期の国産交流アーク溶接機は米国の稼働コア型をモデルに製造され、1922(大正11)年から市販が始まっている。

施工面では補修工事の経験から、鉄構造に比べ工期短縮が可能として、1920(大正9)年に溶接構造の1,500人乗り大型フェリーボートが建造されている。これは、英国に次ぐ世界で二番目の大型全溶接船である。

以後、昭和期に入ると、鉄構造より溶接構造物のほうが軽量化ができ、それにより載貨重量を増やせたり、基礎工事費の低減が計れるなどで、造船・橋梁・建築の新造分野で次第に施工事例を増やしている。しかし、これが一部で経験不足や行き過ぎがあり、溶接歪で大型構造物としての形状保持ができず、溶接線を切断して鉄構造で補修したとか、溶接を多用した艦船が台風巻き込まれ、溶接部が大きな損傷を受けたなどで、重要構造部位への溶接適用が禁止されることも起っている。

しかし、このようなアーク溶接にとってマイナスの事件があったにもかかわらず、その簡便さと能率の良さで、全般的には溶接化の動きは一段と進んでくる。ところが、戦時色が濃くなる1940(昭和15)年頃からは、海外からの屑鉄の入手が途絶えたため、鋼材の使用が著しく制限を

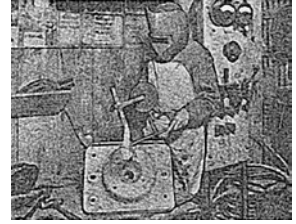


写真2.4 カーボンアーク溶接での補修作業(海外)

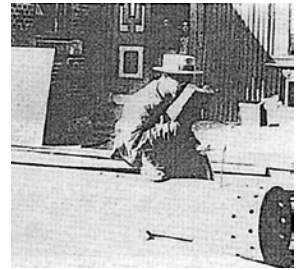


写真2.5 わが国における初期のアーク溶接現場(1920年)

受け、民間での鉄骨を含んだ溶接構造物は作れなくなってしまう。

これに対して軍関係では、1943(昭和18)年に第一次戦時標準船を設定し、溶接を多用することで貨物船やタンカーの連続短期多量生産を始めている。しかし、熟練溶接工の不足などで、苦しい施工が続くなかで敗戦を迎えることになる。

戦後になると、しばらくは被覆アーク溶接の全盛期となるが、1959(昭和34)年頃から、主として自動車産業で多用され出した炭酸ガスアーク溶接が次第に他産業分野でも適用期を迎えた。1985(昭和60)年になると、わが国の年間溶接材料総生産量で、炭酸ガスアーク溶接用ワイヤが被覆棒を抜き、その状態が現在も続くことになる。

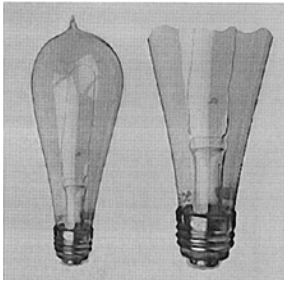


写真2.6 明治期の電球(左)と細線溶接箇所(右)

1.4 抵抗溶接

抵抗溶接機類がわが国に導入されたのは1905(明治38)年で、芝浦製作所が米国から電球製造装置一式を持ち込んだ折りに、最大3mmまでの導線を接合できるフラッシュバット溶接機が含まれていたのを最初としている。これをモデルに国産機ができるのは、1909(明治42)年以後である(写真2.6参照)。

抵抗溶接の初期は、作業の熟練度はさほど必要としないが、設備投資額が高く、適用物が極細径のワイヤ継ぎとか、重ねの薄板に限定されていたため、多量生産工場向きのものであるとして、一般的な工場での適用例の記録は少ない。

そして、1922(大正11)年に足踏み式スポット溶接機が国産化されたとあるが、この時点では継手としての信頼度はまだ薄く、それまでの応用度も微々たるものだったとある(写真2.7参照)。

しかし、翌年頃から米国の自動車メーカーが、横浜や大阪に部品を持ち込み、ノックダウンで組立ラインを稼働させ、抵抗溶接類の有効性を見せつけ始めると、この種の溶接法は再認識され出してくる。そして、フラッシュバット溶接についても、電車の高架線や、建築物での鉄筋の接合などが、輸入機により施工されるようになる。

さらに、1927(昭和2)年に輸入の可搬式スポット溶接機が国内自動車産業で稼働を始めると、急速に適用事例が増え、これらの溶接機が国産化される1930(昭和5)年頃には、足踏み式を含め薄板加工業で多くのスポット溶接機が見られてくる。そして1936(昭和11)年では、国内自動車メーカーでも国産のシーム溶接機を使い、ガソリンタンクの製作が行われている。

戦時色の強くなる1940(昭和15)年では、軽金属への点溶接の需要が増え、アルミニウム合金用国産スポット溶接機が航空機産業に納入されたり、日本学術振興会でスポット溶接の設計・工作基準類のテキストが発行されたりしている。

しかし、スポット溶接での施工が顕著となってくるのは、戦後の1953(昭和28)年頃からの客車への適用や、1959(昭和34)年での乗用車組立ラインで、マルチスポット溶接機が稼働を始めてから以後である。

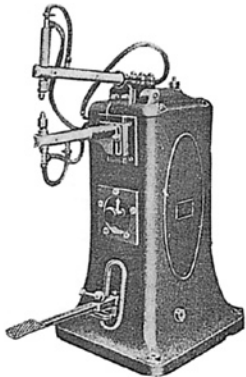


写真2.7 初期の国産足踏み式スポット溶接機