

以上が Anderson 氏の研究結果であるが、著者が計算してすでに第1表として示した如く 1725°F では滲透深さは 7 cm 以上となり、従つて厚さ 1" の鉄管内部ではあまり電流密度の変化はなく、鉄管中空部分の磁界が相当大である事はたしかに背けるが、果して近似的に鉄管の外部と内部の磁界が等しいと考えてよいか否かはなお考慮の余地があり、試みに第(9)式を用いてこの場合の等価インピーダンスを  $\mu=1$  として計算してみると 0.54Ω と云う値が得られ、Anderson 氏の結果とは少し違つて来るのである。コイルの両端部分は当然温度が低く  $\mu$  の値は 1 より大となつていであろうから  $\mu$  の平均値を 5 と仮定して計算してみると 0.49Ω となり Anderson 氏の値とはほぼ一致する結果となる。勿論著者の計算にも若干の近似が含まれており、必ずしも実験値が計算結果と完全に一致する筈であるとは云わないが、とにかく鉄管の  $\mu$  は無限大でないからたとえ  $\mu=1$  であつても電流は流れ、中空内部磁界はその為にかつて小さくなる事は確かである。何れにしても内部の磁界は無視出来ない程度に相当存在するのであるからこの部分に磁束を通すためにコイル側には磁化電流として電圧と位相が 90° 違つた無効電流が多く流れ従つて力率も悪くなり電源容量も大にせねばならなくなる。この欠点を除去するための改善策としては中空内部の空隙部分に磁束の通過が容易で、しかも渦電流を阻止する薄碎素鋼板を重ね

た鉄心を挿入すればよく、この様にすれば電源 KVA 容量も相当少なくてすむ事になる。

なお、ここに述べたのはすべて水圧鉄管の円周方向の熔接々手に対する焼鈍の場合についてであるが、長さの方向に対する焼鈍もこの方法と同様に行うことが可能である。同一鉄管で加熱部分が数箇所ある様な時にはコイルのピッチを適宜変化させたり、並列接続にしたりして同時に同一条件で加熱し得る利点もある訳である。

又その他複雑な形の構造物でこの外の焼鈍方法では均一に加熱出来ない様な場合にも廣く利用されているのである。

## V. 結 び

以上水圧鉄管の現場焼鈍法の概略について基礎的かつ備実験結果と Bessel 函数による理論的考察とをもとにして簡単に説明したのであるが、鉄管の導磁率も鉄管内部で一様でなく、滲透深さは厚さに比して大きいために普通の高周波加熱による表皮効果の理論も利用し得ない場合が多く、又アメリカの研究結果に於てもその理論的説明になお問題があるわけで、筆者はこれらを図的解法で簡潔に説明出来るものと考えている。

本法は我国に於て現在まで殆んど実用化されていないので、著者は実際使用される大型水圧鉄管の現場焼鈍についての実験を早急に行うべく目下準備中である。

# 自 轉 車 の 鋸 接

大阪大学教授 大 西 巖

自轉車の形はどんなに變つて来たか  
又これが鋸接され出したのは何時頃  
からか

世界最初の自轉車はおそらく 1816年頃に出来た所謂 "HobbyHorse" であろう。これは独乙、マンハイムの Drais 氏によつて發明された一種の馬であり鞍の下には 2 個以上の小車輪がついており、乗手は自分の足で地をけつて進んだ。

第 2 番目の型は 1862年頃に出来た "Velocipede" である。クランク類や足踏ペダルは何れも前車輪の軸についていた。發明者はフランス人とも言われ又独乙人とも言われるが明かでない。この型になつてやつとスピードらしいものが出て来たが、速度を出すためには乗手はやた

らに足を働かさねばならなかつた。この欠点は 1872年頃の "Ordinary" によつて改良された。

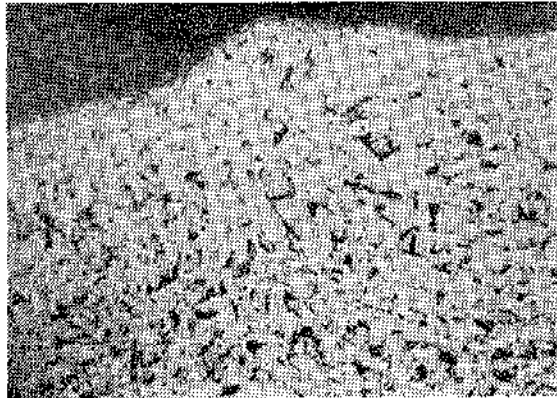
この "Ordinary" は前車輪を極めて大きくし、後車輪は小さく造つてある。乗手は曲芸乗りのように前車輪の上に乗つて走る。

英人 Starley 氏は 1884年頃この後車輪を大きくし、チェーンによりこれを廻転さす実用的な自轉車を造つた。後に前後車輪は同一寸法となつた。以後外形に多少の變化があつたが、1895年以降は車体の外形的變化は極めて少く、接合法は鉸接とハンダづけによつた。その後は全車体を酸素アセチレン吹管で硬鋸接するように變つて来た

現在どんな熔接法が實施されて  
いるか

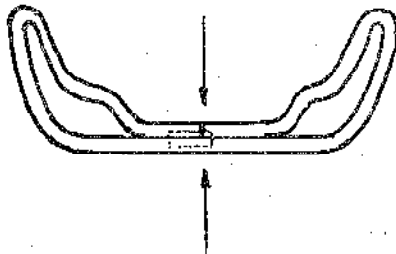
現在各国を通じ自転車関係に使用されている溶接の種類は相当多い。先ず車体を構成する鋼管は稀には或は部分によつては引抜鋼管その他手動ガス溶接鋼管を使用する場合もあるが、一般にはバツトシーム溶接管(電綫管)及び自動ガス溶接による鋼管を使用する。第1図は英国製自転車サンビームからとつた電綫鋼管の溶接部断面組織を示す。

リムはシーム溶接を利用して造られる場合が多く、種

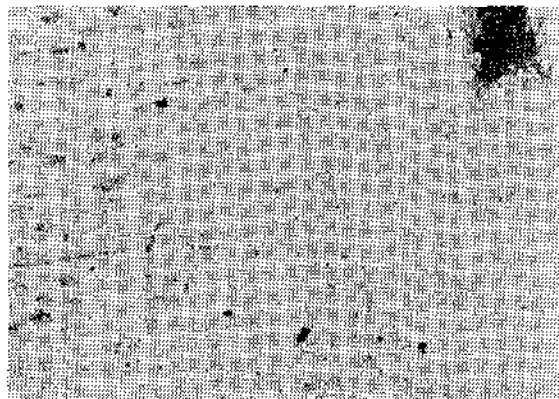


第 1 図  
電綫管断面 ×100

々の様式のものがあるが、その一例を示せば第2図の如くである。第3図は溶接部の断面組織を示す。



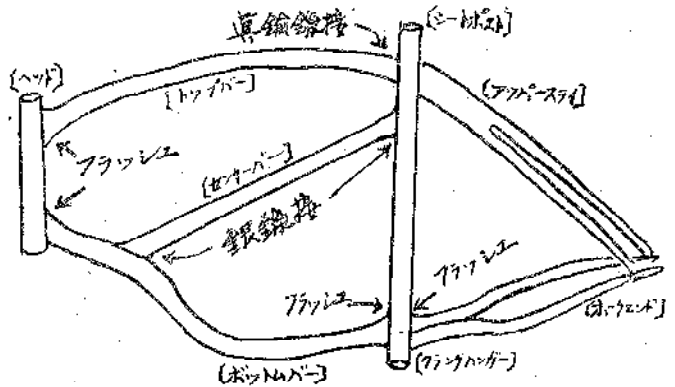
第 2 図  
抵抗溶接リム



第 3 図  
リムの溶接部組織 ×300

チェーンケースは軟鋼接による場合が多く、時には部分的に点溶接を有効に利用している。その他ポンプ取付用金具、後ホーク、後脚(アツパースタイ)間の補強鋼管の取付等には手働による吹管溶接(溶接棒として軟鋼を用いる場合も銅合金棒を用いる場合もある)吹管硬鋼接、充填或は据置鋼接等が行われている。

車体の接手の溶接には真鍮鋼接、銀鋼接が種々の要領で行われ、又フラツシユバツト溶接も実施されている。勿論自転車の種類により或は製造所により異なるが、硬鋼接がフラツシユバツトよりも多いように見受けられる。



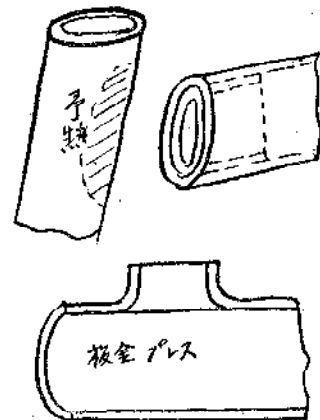
第 4 図

然し例えばアメリカのシユビン社の如くフラツシユバツト溶接を多く使用している所もある。第4図は同社の男子用普通車であり、その構造は多少変つてはいるが接手総数21を分類してみると

フラツシユバツト	12
真鍮鋼接	7
銀鋼接	2

となる。

勿論フラツシユバツト溶接機により流れ作業を実施するためには数台の機械を必要とする。\*又第5図に示す如く鋼管端部は二重管として接合面積を廣め、或は相手側



第 5 図

鋼管局部を予熱しておく等の手段を用いる。又例えばハンドルポスト(ヘッド)は同図下部の如く板金プレスの場合物としてフラッシュユバット溶接を行う等の方法を構じると考えられる。英国のエンフィールド社の製品もフラッシュユバット溶接が相当利用されているようである。一部分のみに利用しているもの(例えばニューハドソンのハンドラダグ)は枚挙にいとまがない。(……)

鋼材用硬鐵としてどんな組成のもの  
が使用されるか

合金或は単体の鐵がある。その一例を示せば第1表の如くである。

第 1 表

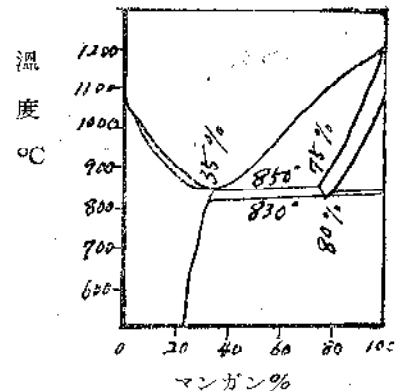
	銅 %	亜鉛 %	錫 %	マンガン %	鉄 %	珪素 %	ニッケル %	磷 %	銀 %	鑄接方法
真 鋳 鐵	60	40								吹管、炉、 浸漬、注入
ネーバルプラス	60	39.25	0.75							吹管、炉
マンガン青銅	58.5	39.25	1.0	0.25	1.0					吹管
ローヒューム 青 銅	57.5	40.48	0.9	0.03	1.0	0.09				吹管
ニッケル銀	55~65	27~17					18			吹管、誘導、 電弧
珪 素 銅	98.25 (97.5)	(1.0)		0.25		1.5 (1.5)				吹管
磷青銅(低錫)	98.2 (97.75)		1.5 (2.0)					0.3 (0.25)		吹管
銀合金(無磷)	15~52								5~80	各方法
電 解 銅	99.9									炉
脱 酸 銅	99.9							0.027		炉

第1表中の鑄接方法の欄はその組成の鐵材に対して最も普通に行われる方法を示したに過ぎず、他の鑄接方法に使用されることもある。ニッケル銀は洋銀鐵と称すべきであり、この種類のものには強度の優れた外国製品も輸入されている。

第6図は銅-亜鉛系平衡状態図である。図の如く亜鉛

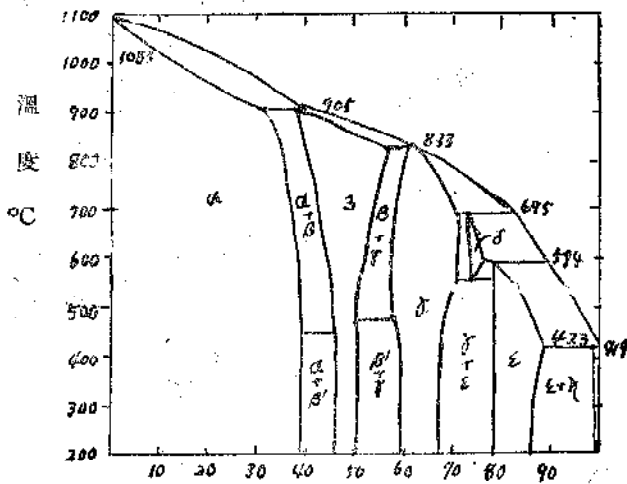
含有量の増加に従つて鐵の熔融点は下り、鑄接操作は簡単となるが、亜鉛量が50%を超えると脆い鐵となる。前記の洋銀鐵はこの真鍮鐵中に更にニッケルが加つたものである。第7図は銅-マンガン系状態図であり、この共晶組成が鐵材としてよく使用される。これがマンガン鐵であるが、熔融点を更に下げするために亜鉛が加えられることが多い。10~15%マンガン程度の銅-亜鉛-マンガンは強力である。

銅-亜鉛系平衡状態図



第 7 図

銅-マンガン系状態図



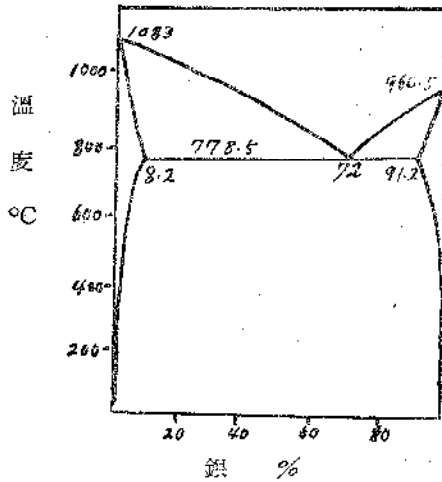
第 6 図 亜鉛含有量%

銅-亜鉛系平衡状態図

銀を含む鐵が銀鐵であり、銀-銅合金はよく使用され

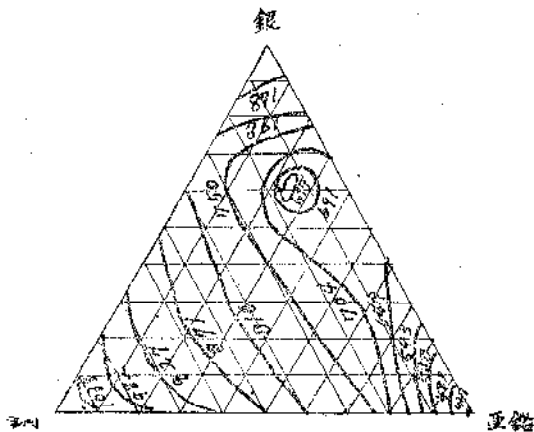
る銀鐵の一種である。第 8 図は銀—銅合金の状態図を示す。銀72%で共晶となり、融点は 779°Cである。普通

銅—マンガン系状態図



第 8 図  
銀—銅合金状態図

の銀鐵は融点の関係で銀—銅—亜鉛合金となっている。第 9 図はこの三元合金の液相線を示す。更に融点を下げるためには普通はカドミウムを添加するが、時としては



第 9 図

銅—亜鉛—銀系液相線 (Handy and Harman研究所)

錫を加えることもある。融点 600°C を境として鐵材の強度は相当異なる。即ち 600°C 以下のものの抗張力は 25 kg/mm<sup>2</sup> 以下と考えて大きな間違はない。硬鐵、軟鐵の定義はその熔融温度によることが一般的であり、軟鐵は 325°C (鉛の融点) 以下とされている。硬鐵はこれ以上の融点になるが A. W. S では融点 800°F (428°C) 以上の非鉄金属合金の鑄接材とされている。

**二三の自轉車に就て調査した實際の鐵材組成**

我国に於ては真鐵鐵材として普通の黃銅線を購入して

いる所が多いから調査をする必要がなかつた。一部には米国の Eutectic Alloy Co の No.16 を使用し、吹管鑄接を行つているのを見受けたが、全体的に見て極めて少



第 10 図  
鐵の組織 ×300

量である。最近、英國製、スイス製自轉車が研究用に供されており、前者にはハンバー、ハーキュレス、クライド、ドウス、フイリツプス、サンビーム、ラージ、プラネットベンチル等の各種がある。今英國製自轉車サンビームに使用されている。鐵材の顯微鏡組織を示せば第 10 図の如くである。第 10 図に於て網状の組織は  $\alpha$  にして、その他に相当量の  $\beta$  が見受けられる。この組織より亜鉛含有量は 40% を上廻ると推察される。鉛の含有は顯微鏡下に於ては黒色粒子として、錫の含有は帯紫色粒子として見える筈であるが、それ等の存在は見受けられない。

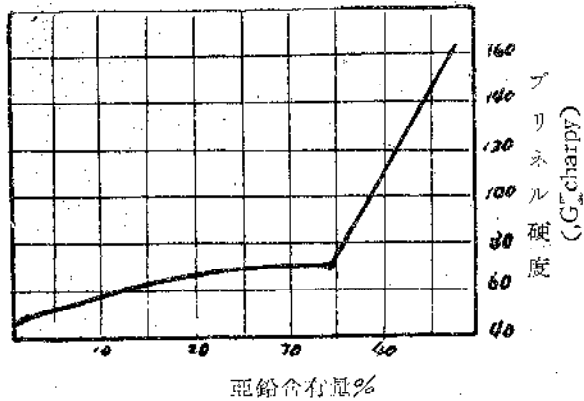
鑄接部の間隙が極めて僅かな場合、鑄接後の融点は鐵そのものの融点として受け取れない場合が多いが、鑄接部の間隙が相当大なる場合には鐵の大体の融点或は軟化点が想像出来る。サンビームの場合は 860~870°C が融点として測定された。又第 11 図は鑄接部の顯微鏡硬度



第 11 図  
鐵(白色部)の硬度 ×300

試験の結果にして、境界部の鐵材は幾分硬いがブリネル硬度に換算して 140~150 程度であつた。第 12 図は参考

のために示した銅—亜鉛合金に於ける亜鉛含有量と硬度との関係である。第6図と融点測定結果、硬度試験結果と第12図及び第11図の組織等よりこの鑛材は亜鉛45%程度の銅—亜鉛合金と考えられる。

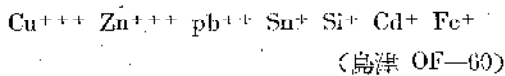


第 12 図

銅—亜鉛合金の硬度

ニューハドソンの鑛材に就て分光分析を行つた結果、重視すべき元素は銅、亜鉛及び鉄にして硼素その他の元素は微量並に痕跡にして重視するに足らなかつた。更にこの鑛材の定性分析結果には銅、亜鉛及び鉄が認められたが燐、珪素、ニッケル、マンガン等は認められなかつた。鉄は特に加えられたものではなく、恐らく母材或は熔剤中より来たものと考えられる。硼素も亦同様と考えられ、結局この自転車用の鑛材も単なる銅—亜鉛よりなると考えられる。

以上は堺市産業技術委員会の依頼により筆者の行つた実験結果であるが、愛知県工業指導所に於ても手塚氏がフリップスに就て実験されている。即ち車体フレームのハブ附近と前ホークの内部に発見した鑛のかたまりに就て分光並に化学分析を行つた結果



同じ鑛の化学分析

銅 50.46% 亜鉛 49.41%

前ホーク中の鑛の化学分析

銅 53.70%、亜鉛 45.93%、鉄 0.28%

以上の結果より同氏は大体50—50の真鍮鑛と推察し、前者は澁漬、後者は粉末鑛材と結論されている。以上を纏めて見ると何れの場合も殆ど大差のない普通の真鍮鑛が使用されていることになる。然しながら上記の外周製自転車は何れも英国製品なることを註記しておかねばならない。

鑛接法の主なるものを示せば次の如くである

吹管鑛接：—

主として酸素アセチレン吹管熔による。温度、用途に関し弾力性に富む方法であり、外側から鑛材を供給する場合には鑛接部分を鑛の融点以上に予熱しておく方法と融点以下に予熱して鑛を流し込む方法とがある。又予め適当な火口を準備して鑛接すべき品物を自動的に送る方法もある。

炉鑛接：—

鑛を接鑛すべき部分に挿入しておくか或はその附近に置き、品物を自動式に炉中に送り込む方法である。熱源として自動温度調整式電熱は理想的であるが、ガス、油等も使用される。炉の雰囲気は水素或は分解アンモニアガス(水素75%、窒素25%)が優れている。炉の挿入時間を短くすれば炉温は多少高くなつていてもよい。

誘導鑛接—誘導加熱による鑛接法は近年よく行われている。抵抗加熱と異り、材料はクロズトサーキットの一部とならず、コイルの中に或は附近に置かれる。材料の電気抵抗からと渦流損失及び履歴損失が熱源として利用されることになる。

抵抗鑛接：—

20年来行われて来ている電気抵抗熱により加熱する方法である。材料を2電極間にはさむか或は材料の同一側に2電極を接触さす。機械としては水冷式プレス型を使用する。

電極材としては炭素或は黒鉛電極が多く、使用電流値の大小により軟、硬電極材を使い分けする。特殊鋼電極の使用されることもある。

澁漬鑛接：—

これには塩浴槽加熱による方法と所謂天ぶら式とがある。前者は適当な金属或は耐火材で出来た槽中に塩類又は化学的混合剤を入れて鑛接に適当な温度の熔融状態としておく。加熱方法は(1)槽の外部から(2)槽内に挿入された抵抗体(3)槽自身のI<sup>2</sup>R損失等による。温度を正確に調整し得る特徴がある。鑛材が予め局部に挿入され、それがソルトバスに密に曝されない場合に好結果が得られる。それが不可能な場合は先ず槽中で鑛接温度に迄加熱し、適当温度に上昇すると同時に鑛を槽中に入れて接合を果たす。

鑛材を熔融させておいてその中に材料を澁漬する方法は小物鑛接に使用されることが多い。鑛の流入を欲する部分には熔剤を、附着を欲せざる部分には鑛着防止剤を塗布しておく。鑛接により湯の温度の低下しないこと、槽から材料を取出しても鑛の凝固する迄材料をしめつけておく準備が必要である。

双極式炭素電弧鑛接：—

余り廣汎には行われなかつたが、急速加熱の利点がある。2本の炭素或は黒鉛電極間に生じる電弧の高熱を利用す

るのであるから鑲接に際しては過熱を起さぬように操作しなければならない。

流し入れ鑲接：—

金属バス中に浸漬する鑲接法と同じ機構であるが、唯熔融鑲材を接合部へ流し入れる点が異つている。加熱方法は品物によつて異なる。

### 自轉車の鑲接に實施されることの多い方法は

外國製自轉車に實施されている鑲接方法は誘導加熱或はタウンガス加熱による据置鑲接で、これには適當な機械、治具等を充分設備している。

英國製では熔融鑲中に浸漬したと考えられる鑲接部も相当見受けられる。又米國に於ては流し入れ鑲接も自轉車に採用されていることが文獻により窺ひ得る。

鑲材は細線状、粒状、粉末状、リボン状として使用されることが多く、我國の如く品物に対して太過ぎる棒鑲を使用しているよなことは考えられない。

現在我國では車体接手を炉中に置いて加熱し、炉外より棒状鑲材（直径8mm程度程度の太いものを使用していることもある）の先端を局部に接触させている方法が多いようである。炉の加熱には重油、骸炭、タウンガス等が利用されるが、何れの場合も品物は白熱に近い高温度に過熱されており、鋼管の常温加工強度は生かされていない。太い鑲材線を使用することと熔剤が不必要部分にも流れていることと更に炉外の遠方から操作すること等が相俟つて、鑲接部は汚く、不必要部分にも鑲が附着し、あと仕上げに多くの手数を要しているようである。

熔融鑲中に浸漬鑲接する方法もかつては研究され實施されたこともあつたようだが、現在では一部分の製造者に限られているようである。硼砂、硼酸等の熔融熔剤層を熔融鑲上に浮かしたり、或は少量の珪素を含有する鑲材とし、温度調整の正確と相俟つて亜鉛蒸発量を制限する工夫が欲しい。更に又少量の磷を加えて低温に於ても鑲の流動性を増さすとか、鑲止めに黒鉛粉末を砂糖液で塗りつけ、あと仕上げの簡単をねらう等の注意を払うならば浸鑲接も全く見捨てたものではない。

据置鑲接も時々見受けられるが、加熱は吹管、重油炉が多く、稀に抵抗熱によるものであるが、外國の如く誘導加熱によるものは極めて僅少である。吹管鑲接は吹管自身が応用範囲の廣い便利な加熱器具であるため、鋼管の附属小金具の鑲接に或は部分品の熔接等に廣く利用されている。昨今接手局部のみを 600°C 位に予熱し、細い鑲線を熔融滴下して行く所謂低温熔接式が一部に實施されているようである。勿論加熱、熔融は共に酸素アセ

チレン吹管によつている。

### 鑲接用熔剤のことについて

鑲接に際しては熔剤を使用することが常識的である。熔剤は鑲と接手の酸化を防ぎ、加熱或は熔融時に生じた酸化物を溶解して鑲の流れをよくする。鑲接温度に於ては液状であり、化学的作用を有すべきことは勿論である。又熔剤は吹管鑲接に於ける加熱温度の指示器ともなり得る。

熔剤として硼砂或は硼酸の混合物が昔からよく使用されて来た。硼砂は760°Cで熔融して液状となる。硼酸を加えると粘り熔剤となる。又金属酸化物を溶解する力は硼砂に劣る。然し硼酸は加熱すると金属面に於ては、硼砂の如く泡立たずに全面を保護する。硼砂のこの欠点は結晶水の作用によるものであり、無水硼砂を使用すれば防げる。又、無水硼砂を水でぬるとかたまり易いからアルコールを使用する方がよい。

640~700°C 程度の銀鑲の場合、硼砂は不適當であり、硼砂としては 720°C の融点の鑲がぎりぎりの所であるが、酸化物の溶解能は弱い。更に不銹鋼の銀鑲接にはクロム酸化物を溶解さす必要があるため、弗化物、アルカリ塩類等を含有していなければならない。塩化カリウム等は 600°C に於て既に熔剤作用を営む力がある。アルミニウム青銅の鑲接には弗化物型熔剤に更にナトリウム、カリウム、亜鉛、リチウム等の塩化物を配合しなければならない。

最近のアメリカより輸入される優秀な鑲接用熔剤中には磷酸根とカリウムの検出されることが多い。

熔剤は (a) 塊状 (b) 糊状或は溶液 (c) ガス状 (d) 棒に被覆する等の種々の形で使用される。乾燥状熔剤は接手部に撒布するのであるが、若し吹管加熱による場合ならば、撒布前に予め局部を予熱する、この予熱は吹管鑲接に際して熔剤が吹き飛ばされないようにくつついていく程度に予熱で充分である。粉状或は粒状鑲材の場合は予め熔剤中に混入しておく、糊状熔剤は局部全面にこすりつけて露出面のない均一な塗布が出来る点で優れている。硼砂を熔剤とする場合は熱湯中に飽和させたものを表面にぬりつけると厚く附着する。均一に附着することと露出部のないように塗布することが必要であり、単に熔剤液中に浸漬する方法では露出部を生じることがある。線状或は箔状の鑲材の方にも熔剤を塗布しておく方がよい。ガス状熔剤とは亜鉛鍍金に際してふりかける塩化アンモニアの如きものを指すのでなく、吹管火焰による鑲接に於て酸素以外の相手の燃料ガス（例えばアセチレン）を熔剤液中を通過させて使用する方法である。こ

のガスは熔剤の少量を含んでおり、鏝及び母材を加熱するに際し、火焰中に於てこれが燃焼するのである。熔剤はアルコールに可溶のものであり、メチルポーレイド等は周知の処である。

高亜鉛黄銅棒等には熔剤被覆を行っておくと便利である。一々棒端を熔剤中につける必要がない。この被覆熔剤は棒のみでなく、母材金属をも保護する役目を持つのであるから、優秀な鏝接部を得るためには矢張り母材の方へも熔剤を塗布しておく方がよい。

鏝接の利点の一は鏝自身の融点が低いことであり、熔剤はその鏝の融点に於て液化し、且酸化物を除去する化学作用の強いことが必要である。

熔剤が鏝接成績に影響する所は極めて多く、例えば同じ組成の鏝材でも熔剤の種類をかえることにより成績の著しく異なる場合がある。鏝接用熔剤に対する研究は単に自動車鏝接に止らず総ての鏝接作業に対して重要視されるべきである。

## 最近の熔接棒について

神戸製鋼所研究部次長 永 井 信 雄

神戸製鋼所日高工場研究課 矢 野 要

(岡田教授紹介)

### 緒 言

熔接の目的は接合した母材が完全に一つのものと見做し得る様になることが理想とされていることは何人も疑う所がないであろう。我が国の状況では軟鋼母材に対して上の要求を最もよく満すのは被覆電弧熔接棒を用いる熔接であり、近年熔接の重要性が認められて来たのはそれ等の棒による熔着金属が漸次理想のものに接近しつつあるためであると断定しても差支えないであろう。従来我が国に於いて行われて来た電弧熔接は一種類の熔接棒を種々な軟鋼母材の種々な目的に対して使用しようとしたものであつた。勿論一種類の熔接棒があらゆる用途を満足させるのは理想であるけれども母材の性質が異なりその使用目的が異なれば熔接部に要求される性質も違つて来るから、このことは不可能である。例えば高压容器を熔接する場合は熔込の大きい高度の靱性を有する熔着金属が必要であり、薄板を熔接する場合は強度はさして問題なく、熔込の少い美麗な外観を必要とする。且つ用途によつては堅向上向の熔接を行わねばならない場合も生ずる。大体に於いて、これ等の目的を悉く満足させることは困難であるので、一つの要求を高度に満足させるためには他の要求をある程度犠牲にしなければならない。最近熔接棒の進歩と共に被覆に種々の工夫がなされて居り、それぞれの使用目的に適応する様に考えられて来た。使用者の方でも当然その使用目的によつて、異なる熔接棒を採用しなければならない。米国欧州に於いては戦時中既に異なる特性を有する多数の熔接棒が工夫さ

れて居り使用者がこれ等の棒をその使用目的によつて選択するのに便利を図るため熔接棒の分類の規格を定めた。これは、a) 作業性 b) 被覆の型 c) 熔着金属の性質の3点によつて、棒を分類しようとするものである。我が国に於いても棒の種類が増加するに従つて、戦後米国の規格に準えて熔接棒の分類が日本工業規格(J. I. S.) に規定された。又同時に熔接棒の芯線の規格も併せて規定された。こゝにおいて纏つて日本の市販の熔接棒の実態を眺めて現在の米国・欧州などの外国棒を参考にしながら最近の熔接棒について考えてみたいと思う。本報は主として日本において一番需要の大きい軟鋼用電弧熔接棒について述べ、低合金鋼用熔接棒、高合金鋼用熔接棒ならびに Hard Facing 用熔接棒については簡単な記述に留めることとする。

### 1. 軟鋼用電弧熔接棒の概観

#### 1. 熔接棒の發達

われわれの住んでいる周囲には必ず空気が存在する。空気の組成は窒素が約その殆どを占め残部の殆どは酸素である。そもそも電弧熔接というものは空気の中のごく短い時間に電弧の高熱で芯線および母材の一部を熔かして鑄物のように鑄造する作業であるから、空気の影響が大で空気中の窒素や酸素が熔着金属に浸入してくる機会が多い。この浸入度を制限するために被覆電弧熔接棒なるものが発達し、裸熔接棒から薄被覆熔接棒、厚被覆熔接棒への段階を辿つた。最近内容的には強脱酸性のガスシールド熔接棒、スラグシールド熔接棒が考えられて酸素