

各種低水素系溶接棒と その使い方

日本電極工業 K K *

最近構造物の重量軽減のために低合金鋼が用いられ、低水素溶接棒が脚光を浴びるに至った。

低水素系溶接棒とは溶着金属中に吸収され残留する水素量を極力抑制して水素による各種弊害を除き良好な溶接結果を得んとするものであり、その物理的並びに機械的性能は他系溶接棒とは比較にならぬ程良好である。しかしながら一歩使用法をあやまれば良好な結果を得ることが出来ない。如何なる種類の溶接棒においてもこのことはいえるのであるが低水素系溶接棒においては特にその影響が著しいのである。しかるに現状においては低水素系溶接棒はイルミナイト系溶接棒と異り最近に至つてようやく認識し使用され初めた程度であつてイルミナイト系の如くその使用法が徹底されておらず従つて低水素系溶接棒の真価を発揮出来ない場合もあるのではないかとと思われるので一応の使用上の常識を簡単に述べて参考に供したいと考えるわけである。

低水素系溶接棒の起源は前大戦中炭酸石灰型の溶接棒で防弾鋼板を溶接して好結果を得たのにヒントを得て考案されたものであるといわれており、現在ではこれに種々の改良を加えて非常な進歩を示している。さて低水素溶接棒とは一言にしていえば溶着金属中の水素量を極力少くして水素を原因とする各種欠陥を防止せんとするものであることは前述の通りであるが、先づ水素により如何なる悪影響があるかについて述べて見よう。

1 鋼の溶接における水素の影響について

溶接とは1種の冶金反応でありしかも極短時間、高温における反応である。この場合熔融溶着金属を保護するために被覆剤中に還元ガス発生剤を加え、溶接時に発生するガスをもつて保護し、或いはスラグ生成剤を加え生成したスラグによつて保護することは前にも述べたが、この場合発生するガスには、CO（一酸化炭素）CO₂（炭酸ガス）H₂（水素）H₂O（水蒸気）があり、この中 H₂ 及び H₂O が水素源となるわけである。これら水素源は溶接時の高温により原子状水素に分解し熔融溶着金属中へ大量に溶け込む。

また水素の悪影響はフィッシュアイ、アンダービードクラック等としてあらわれる。フィッシュアイは特に引張試験片に多く発生し時に曲げ試験片にも発生する。引張試験片に発生すれば伸、断面収縮率を減少する。アン

*大阪市城東区西鳴野町2の112

ダービードクラックは前述の如く硬化性大なる鋼に多く現われるわけである。

以上のような水素による悪影響を避けるためにはアーク雰囲気を CO 、 CO_2 ガスにて保護し、 H_2 或いは H_2O ガスをうすめてその圧力を極小にする様しなければならない。何故ならば溶着金属中へ吸収される水素量はアーク雰囲気中の水素分圧により決定されるからである。このため被覆剤には CO 、 CO_2 ガス発生剤を大量に使用し、いやしくも水素発生源となる如き薬品例えば結晶体を含有するもの、有機物等は全然使用されないのである。

2 低水素系溶接棒の被覆形態及び温度の影響

前節においては溶接時における水素の影響について論じたが、このように溶接の敵ともいえる水素を極端に少くして、溶接結果の飛躍的向上を図らんとするのが低水素系溶接棒の目的である以上その被覆は必然的に他系溶接棒と異ってくるのはいうまでもない。

まづ被覆全般についていえることは有機物を全然使用出来ないことである。現在低水素系溶接棒を除いた他系溶接棒即ちセルローズ系はいうに及ばず、高チタン系、高酸化鉄系、イルミナイト系の各種形式の溶接棒は一、二の例を除いては、多かれ少かれ有機物を加えて作業性の向上を図り溶着金属を保護する目的を達しているのであるが、有機物は水素の結合物である以上高温において原子状水素を解離し、重要な水素源となるから低水素系溶接棒にこれを使用することは面白くない。また被覆剤中に結晶水を含有する物質を使用することも有機物と同じく水素源となつて面白くない。しかしみすみす水素源となることを知りつつ加えねばならない場合がある。一例を上げれば水である。固着剤としての珪酸ソーダーをうすめて被覆剤をねり心線に圧着塗装する以上水を加えないわけにはいかない。その外に結晶水を含有する物質でも加えないわけにはいかない場合もある。

このようにして必然的に加えられた水素源は高温乾燥によつて相当程度抜き去ることが出来るが、全然抜き取つてしまうことは不可能である。即ち

- ① 有機物其の水素源は加えない様にする。
- ② どうしても加えなければならなくて加えた水素源は極力抜き去る様にする。

以上の様な努力をしても尚水素源を完全に抜き去ることは出来ないし、又溶接時に於ける外気の湿度が水素源として影響を与えるからアーク雰囲気中の水素を皆無にするということは不可能である。そこで溶接時に大量の CO 或いは CO_2 ガスを発生せしめてアーク雰囲気中の水素をうすめてその分圧を下げ水素の溶着金属への溶解を極力抑制する。そのために被覆剤中に大量の炭酸石灰

を加え CO 或いは CO_2 ガスを発生せしめるわけである。これが低水素系溶接棒の主成分であり、低水素溶接棒が一名ライム（石灰）型と呼ばれる所以である。この外にスラグの熔融点を下げ流動性をよくするために少量の螢石を使用し、又アーク安定剤酸剤を加えることは他系溶接棒と同様である。

第1表に配合の一例を示す。

第 1 表

石 灰	石	50	フェロマンガ	5
螢	石	10	鉄 粉	15
フェロシリコン		15	酸 化 チ タ ン	5

この場合スラグは塩基性となり、よく脱酸され鎮静された清澄な溶着金属を作るわけである。

しかし反面作業性としてはあまり良好でない。又被覆筒が深くなりすぎ被覆剤の性質とも相俟つてアークが切れ易いという欠点がある。熔融溶着金属はあまり細粒化せずむしろ大粒となつて滴下する。即ち他系の如く快適に吹付けるといことがないから使いなれない人にとつては非常に使い難いような感をいだくのであるが使いなれてくるとそうでもなく、運棒によつて自由にビードがおけるので反つていい場合がある。

とにかく以上の様な観点に立つて作成せられた低水素系溶接棒はその溶着金属中に於ける水素量は非常に少いことは確かである。

しかしながら一旦吸湿すればその影響は大きく、溶着金属中の水素量は急激に増大する。従つて低水素系溶接棒を取扱うについては特に溶接棒の吸湿に留意しなければならない。しかし低水素系の被覆形態は決して他系溶接棒に比して吸湿しやすいというものではなくむしろ吸湿し難いと思われるのであるが、一度吸湿すればその影響する所大きく種々の欠陥を表わすから使用前に乾燥することとはほとんど不可欠であり充分乾燥して使用することによつて初めて低水素系溶接棒の性能を充分発揮出来るわけである。

つまり低水素系溶接棒に於いては乾燥温度が低ければ如何に長時間乾燥しても完全でなく、むしろ高温短時間乾燥の方がよく、 350°C であれば時間は1時間で充分である。

3 溶接電流およびアーク電圧

溶接時に於ける溶接電流およびアーク電圧は溶接結果に重大な影響を与えるものである。先づ電流についていえば電流の適正ということは常に喧しく云われている所であるが徐々にして過大もしくは過小電流を用いたための欠陥の発生が見られる。これらのことについてはさきにくわしく述べたが低水素系溶接棒も例外ではあり得な

い、一般的にいつて低水素系溶接棒では他種同径溶接棒よりやや高目の電流を用いるのが適当である。

他水素系溶接棒では徐々にしてブローホールを発生することがある。この原因の一つは水素であるといわれているが低水素系溶接棒は他系に比して水素は極端に少ないのに他系では出ないブローホールが低水素系では多く発生することより見ればその原因は水素でない様な気がする。しかし被覆剤中の水分が増加すればブローホールの数が極めて多くなることから見れば水素もブローホールの一原因であることに間違いはない。しかし水素のみでなく酸素、窒素も水素以上にその原因となつていてと考えられる点がある。溶接時に於いて被覆による保護が充分でないとこれらガスが溶着金属中へ入つてブローホールを作り易いわけである。しかし溶接電流が低いとやはり急冷されることになり勝ちでありブローホールの発生が多くなる。このために低水素系溶接棒では或程度高目の電流で溶接することが望ましいのである。

次にアーク電圧については一般にあまり関心がないように考えられるがアーク電圧長と密接な関係があり低水素系溶接棒の場合特に重要な意味をもっている。即ちアーク長が大となればアーク電圧も大となるのである。従つて溶接に当つてはアーク長をなるべく短くすれば自然とアーク電圧は適正に保たれるようになっており、この問題は簡単に解決出来る問題である。

4 アーク長について

一般に溶接におけるアーク長は溶接電流より以上に重要な問題である。アーク長が極端に短くなりすぎるとアークが短絡することが多く、隅内溶接等の場合に於てはスラグが棒端にまといつき溶接作業が困難となる場合がある。反対に長すぎるとアーク衝風は弱くなり溶滴は大きくなり衝風によつて吹きつけられることなく動力の作用のみで溶融池に移行する様になる。又途中における保護が充分行きわたらないために酸化窒化される可能性多く溶着金属は劣化する。しかしかかる極端な場合は実際溶接作業に於いて発生することはまれであるが、アーク長が標準より長いという様な場合には極端に長くなくとも多少は以上の様な結果が出て来ることが考えられる。

低水素系溶接棒においてはアーク長は特に重要となる。即ち出来る限り短く保つことが必要であり、少し長くなると種々の欠陥が現われて来る。

5 運棒方法一般

前述の如く低水素系溶接棒の被覆形態は他系に比すれば全然異つており、その溶融状態も他系溶接棒が強いアークの衝風によつて細粒化された溶滴が母材へ吹きつけられるという形をとるのに反して低水素系溶接棒では溶滴

は細粒化されず衝風もあまり強くないので大きな溶滴が間歇的に母材へ移行してゆくのである。従つて必然的に前者と後者では運棒方法が異つてくるのである。

この外はしばしば述べた所であるが、このタイプの溶接棒は現在の段階では溶着部のブローホールを完全に除く所まで至つておらず従つて運棒方法によつてブローホールを減少せしめつつビードを形成すると云う方向に進まなければならない。

a) 棒の保持角度

一般に軟鋼溶接棒の保持角度は進行方向に対して 30°前後であり、これはねかせることによつて、スラグをある程度前方へ押しやりスラグが溶接棒の運行を邪魔しないようにする意味をもつのである。

b) 運棒速度

運棒速度は溶接棒の溶融速度にほぼ合致し極端な遅速はないわけであるが、低水素系溶接棒に於いては出来るだけゆつくり運棒することが良好な結果を得ることになる。即ち運棒速度を遅くすることは局部的に冷却速度をおそくすることにもなりブローホールの発生という面に対しては効果的である。

溶着金属は大粒化して間歇的に母材に移行するという形態をとるから例えばウィーピングをする場合等においては運棒速度が早すぎれば極端に云えば溶着金属が母材へ移行せずにアークだけが母材上を走るという部分も発生しうる可能性がある。実際立向上進溶接ではこのためアンダーカットした所が溶着金属でうずめられることなしに深く残ることも往々にしてあり勝ちである。このことについては詳しく後述する予定である。

とにかく溶滴を均等に母材へ移行させるといふ点からいつても運棒速度は少し遅い方が良好な結果が得られるわけである。

c) ウィーピング巾

低水素系溶接棒においては、しばしばウィーピング巾が云々される。あまりウィーピング巾が大きくなると種々の欠陥を発生するからである。それは一つにはスラグの溶融点が高いことに起因する。

d) ビード始末端における運棒操作

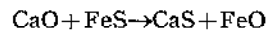
低水素系溶接棒における最大の欠点は溶着金属中におけるブローホールの発生である。この原因については前述したが直接の原因としては窒素、水素、酸素等のガス成分であり、間接的にはこれらのガス成分を溶着金属中へ侵入せしめないよう保護し、侵入したガスを抜け易い状態に保つてやることがブローホールを防止する良策である。

6 低水素系溶接棒の用途

低水素系溶接棒の用途は今更述べるまでもなく水素による欠陥の現われ易い鋳鋼、高抗張力鋼低合金鋼等の外

特に優秀な溶着金属を得る必要のある場合に用いられる。

この外高硫黄鋼（0.1～0.25%**S**）の溶接にも用いられる。これはスラグ中の **CaO** が次の如き反応をして脱硫作用を行うからである。



このため快削鋼の如き高硫黄鋼は普通溶接棒で溶接する時はビード表面にブローホールを生じて満足な溶接は出来ないが低水素系溶接棒で行えば良好な結果を得ることが出来る。