

軟鋼アーク溶接部の機械的性質に及ぼす母材表面状態の影響

田 中 義 勝*・ 桑 原 克 典**

The Effect of Surface Condition of Base Metal on the Mechanical Properties of Mild Steel Arc Welded Zone

Yoshikatu TANAKA Katunori KUWAHARA

要 旨

軟鋼アーク溶接部の機械的性質に及ぼす母材表面状態の影響について実験・検討した。その結果、母材表面に水などが付着していると、母材表面が乾燥している場合に比べて溶着金属に吸収される水素は僅かに増加する。しかし、機械的性質にはその差は認められなかった。

Abstract

The effect of surface condition of base metal on the mechanical properties of mild steel arc welded zone have been studied. Hydrogen absorbed in the welded metal on the wetted base metal with water and so on was slightly increased than that on the dried base metal. But difference in mechanical properties was not recognized.

1. 緒 言

被覆アーク溶接では溶着金属中に水素・酸素・窒素が吸収され、これらは凝固後の溶着金属および熱影響部に種々の影響を与えると一般に言われている¹⁾。特に水素の影響は大きく、脆化・割れ等種々の悪影響があると言われている²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。被覆アーク溶接における水素の発生源としては種々考えられるが、実際に溶接する際の原因としては溶接棒被覆剤に吸収された水分、溶接母材に付着している水分および油脂類⁷⁾、および大気中の湿度等が考えられる。中でも被覆剤に吸収された水分の影響は大きいとされており、溶接棒の管理には細心の注意が必要であるとされている所以である。

ところが、工作実習において数年にわたって、被覆剤に吸収された水分量の異なる溶接棒を使用

して溶接しても、曲げ試験結果にはその影響が殆ど認められなかった。

そこで軟鋼アーク溶接部の機械的性質において、吸収された水素に大きく影響される性質とそうでない性質があるのではないかと考えて、溶接棒被覆剤の湿度に着目して検討した結果を前報⁸⁾で示した。本報では溶接母材の表面状態に着目して、引張特性について検討した結果を報告する。

2. 実 験 方 法

溶接母材は板厚12mmの一般構造用圧延鋼材を使用した。その化学成分を表1に示す。

鋼板を圧延方向に注意して、110mm×70mmに切断し、開先を取った後、図1のようにV型開先裏当て有りの突き合わせ溶接をした。溶接棒はJ I S D 4301（イルミナイト系）、棒径4mmを使用し、中板の一般的溶接条件に合わせて溶接した。すなわち、溶接電流170A、5層盛り溶接とし、溶接速度は1・2層目はシングルビードで約15cm/min、3～5層目はウイーピングビードで約10cm

* 教授 機械工学科

** 技官 機械工学科

表1 母材の化学成分(wt%)

C	Si	Mn	P	S
0.18	0.21	0.48	0.10	0.007

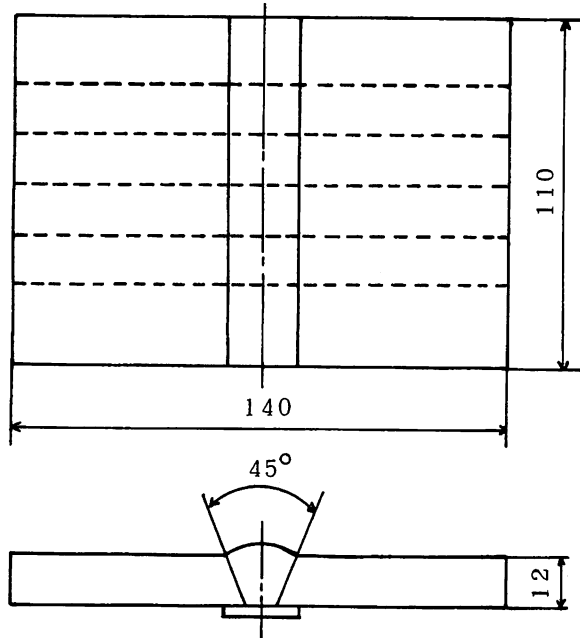


図1 溶接および試験片切出し法

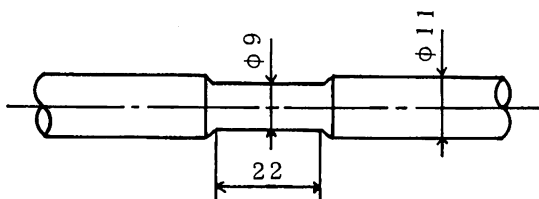


図2 引張試験片の形状

／minで行った。溶接部の均一性を保つために、一層溶接する毎に母材部を水冷して母材温度を一定に保ち、溶接方向を交互に変えて溶接した。クレーター処理は行わなかった。

溶接棒の湿度条件を一定にするために電気炉で110℃ 1時間の乾燥の後使用した。

母材開先部の表面状態は、清浄で乾燥した状態と、一般的な溶接作業現場で想定される、水で濡れている状態、マシン油で濡れている状態、グリスが付着している状態の4条件とした。

溶接後図1の点線に沿って切り出し、溶接部が試験片平行部の中心になるように注意して、図2

に示す形状の試験片を作成して引張試験した。また放出水素量試験はJ I S Z 3113に基づく方法により室温補集を行った。

溶接後の時間経過に伴う引張特性の変化を調べるために、溶接後4時間後（切削加工に要する時間）の場合の他に、一定時間室温に保存した後と、-25℃に冷凍保存した後の試験片についての試験も行った。また、引張破断面に見られる銀点について破断面全面積に対する銀点の面積率を求め、これと引張特性の関係について検討した。

3. 実験結果および考察

3. 1 母材表面状態と放出水素量

4種類の表面状態の母材に溶接した、シングルビードからの放出水素量と溶接後の経過時間との関係を図3に示す。水素の放出は溶接直後から24時間が活発で、その後の放出は緩やかになる。しかしJ I S Z 3113に規定されている48時間以降でも依然として放出は続いており、完全放出までに

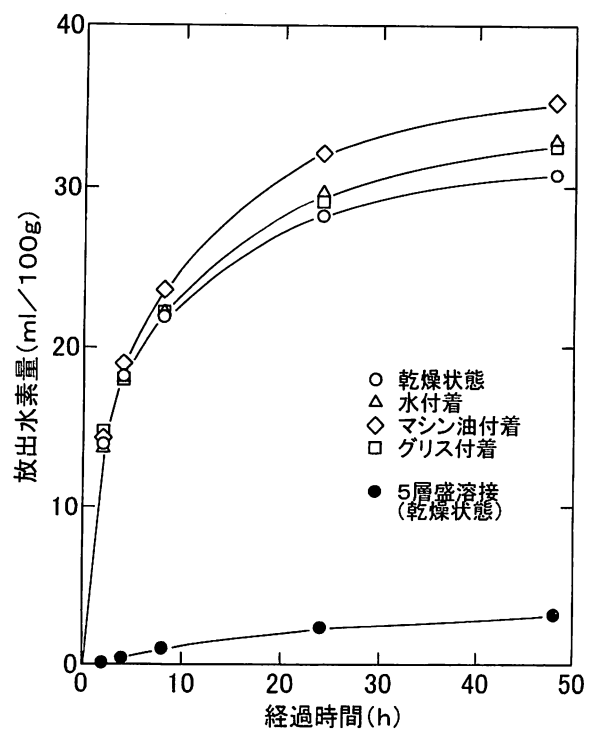


図3 溶接後の経過時間と放出水素量の関係

は相当長時間を要するものと思われる。

母材の表面状態の相違による放出水素量は、乾燥状態に比べてグリス、水、マシン油付着の順に多くなっているが、その差は極僅かである。母材表面に水、マシン油等が付着している場合には、アークの熱によりそれらから水素が発生して溶着金属に吸収されるために、乾燥状態の母材の場合に比べて放出水素量が多くなると考えられている。しかし、このように差が小さいのは、アークの熱によりアーク発生位置の周辺は強烈に熱せられ、水分は蒸発し、油脂類も蒸発あるいは燃焼してしまうからである。また、イルミナイト系被覆剤では、被覆剤成分から発生する水素が多いので他の因子の影響が小さいとも考えられる。

図3の下部の線図は引張試験片の溶接法と同じく、5層盛り溶接した溶着金属からの放出水素量を母材表面が乾燥している場合について示したものである。上部の線図と比較すると放出水素量は非常に少なく、溶接48時間後の放出水素量と比較すると約10分の1である。

5層盛り溶接の場合にこの様に少量の水素しか放出されない理由は、溶着金属の冷却速度が遅いことと、繰り返し加熱により溶接中に水素が放出されることによる。すなわち、JIS Z 3113に基づく場合はビードを置いた後直ちに全体を氷水で冷却して水素を封じ込めるのに対し、5層盛り溶接の場合は母材のみを水冷するので、溶着金属の冷却速度は前者に比べて非常に遅いために、溶着金属に吸収された水素は冷却過程で多量に放出される。さらに、次の層の溶接の際にも高温に加熱されて冷却する間に水素を放出するという過程を繰り返したために、溶接が終わったときには殆ど水素が放出されてしまっていることを意味している。

5層盛り溶接部からの放出水素量については母材表面が乾燥状態の場合についてのみしか確認しなかったが、放出される水素量すなわち吸収された水素量はこの様に少量であるから、母材表面状態の相違による差も微小であると考えられる。

3. 2 母材表面状態と引張特性

母材表面が清浄で乾燥している場合、水・マシン油・グリスが付着している場合の溶接部の引張特性の比較を図4に示す。図によると表面状態の相違に関わり無く、降伏点340MPa、引張強さ450MPa、伸び20%、絞り25%とそれぞれほぼ一定であり、差は認められなかった。この結果は一

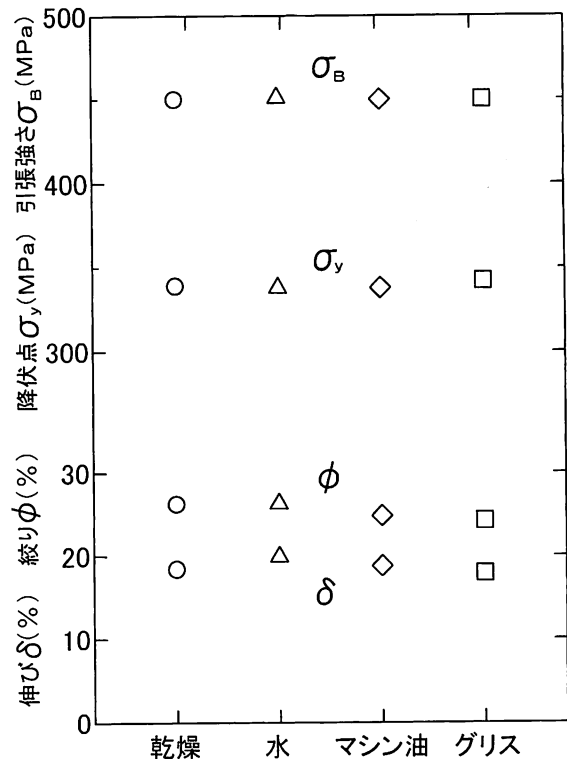


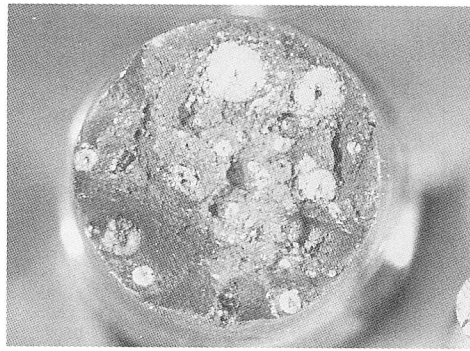
図4 母材表面状態と引張特性の比較
(溶接4時間後)

般に溶接部の機械的性質は母材の表面状態に影響されるとされていることに反する結果である。

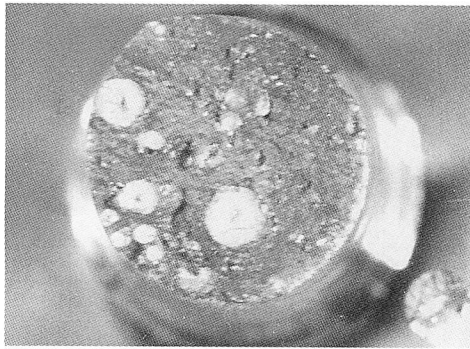
この理由は3. 1で述べたように母材表面に水やマシン油等が付着していても、アークの熱で蒸発あるいは燃焼するために、これらから発生する水素量は少ないこと、および一度は溶着金属に吸収された水素も、次の層を溶接する際のアークの熱で放出されるために母材表面状態の影響が認められなくなるものと考えられる。

溶着金属中に残っている水素は引張試験結果に影響を及ぼし、溶接4時間後の引張破断面には図5に示すような銀点が見られる。しかし、銀点の現れ方にも母材表面状態の違いによる相違は見られない。破断面面積に対する銀点の占める面積の割合(銀点面積率)はいずれの表面状態でも平均約16%である。

溶接後長時間経過すると図3の下部の線図のように残っている水素は徐々に放出される。従って、溶接後長時間経過した後に引張試験した破断面に見られる銀点は、溶接4時間後のそれとは異なり減少傾向になり、室温で2週間保持した後の試験片では銀点面積率は平均約5%となっている。銀点面積率の減少に伴って溶接部の延性は回復してくる。図6に溶接4時間後の伸び・絞り、と、溶接



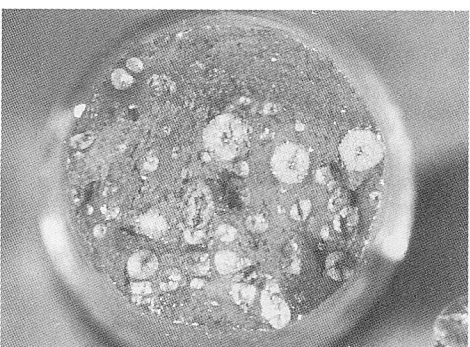
乾燥



水付着



マシン油付着



グリス付着

図5 引張破断面の銀点

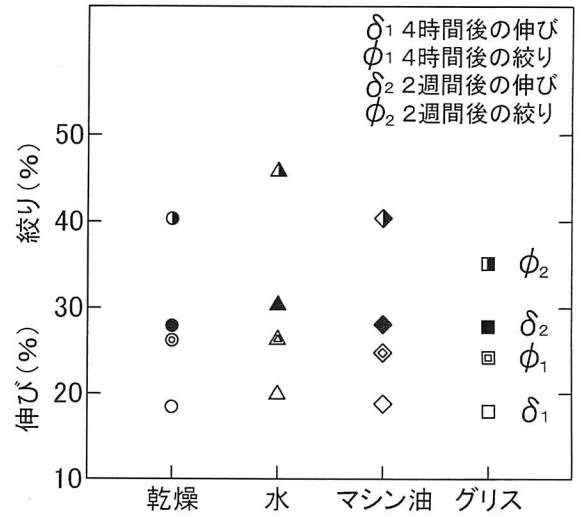


図6 溶接後の経過時間による伸び・絞りの相違

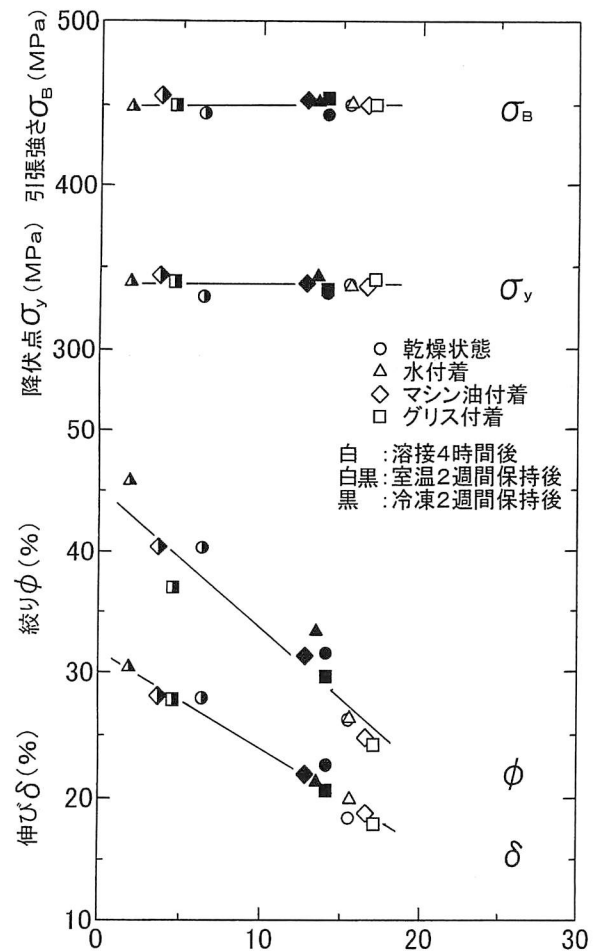


図7 銀点面積率と引張特性の関係

後2週間室温で保存した後の伸び・絞りの相違を母材表面状態毎に示した。溶接4時間後では伸び20%、絞り25%であるが、2週間後では伸び30%、絞り40%と大きく変化している。

伸び・絞りの変化は銀点と密接な関係があり、

銀点面積率を横軸に取り引張特性との関係を示すと図7のようになる。銀点面積率は溶接後4時間の場合が最も大きく、溶接後 -25°C で2週間経過後の場合が次ぎに大きく、溶接後室温で2週間経過後の場合が最小である。これは、室温では溶着金属中に残存する水素が時間経過と共に放出されるが、低温では放出量が微々たるものであることを示している。

降伏点と引張強さは銀点面積率の大小に影響されず一定値を示すが、伸び・絞りは母材の表面状態、溶接後の保存状態をも包括して、銀点面積率が小さい場合は大きく、銀点面積率が大きくなると小さくなるという直線的関係が成り立つ。すなわち、溶接直後は溶接部の延性は低下しており、時間経過につれて回復するが、低温の場合には回復に長時間を必要とする。

4. 結 言

軟鋼アーク溶接部の機械的性質に及ぼす母材表面状態の影響について検討した結果を要約すると次のとおりである。

1. 母材表面に水・マシン油・グリスが付着している場合、一層盛りビードから放出される水素量は母材表面が乾燥している場合と比較して僅かに多い。
2. 多層盛り溶接部の機械的性質及び銀点の現れ方には母材表面状態の違いによる差は認められなかった。
3. 伸び・絞りは銀点面積率と非常に密接な関係があり、溶接4時間後、室温2週間経過後、 -25°C 2週間経過後を包括して直線的関係が成り立つ。

参 考 文 献

- 1) 常富：鉄と鋼55(1969)589
- 2) 寺崎、大森：日本金属学会会報第22巻(1983)103
- 3) 芳野：溶接学会誌第63巻(1994)483
- 4) 三刀：溶接学会誌第65巻(1996)617
- 5) 笠井：溶接学会誌第68巻(1999)91
- 6) 新：溶接冶金学(1972)丸善
- 7) 西浦：溶接学会誌第66巻(1997)428
- 8) 田中：苫小牧工業高等専門学校紀要第24号
(1989) 1

(平成12年11月27日受理)

