

軟鋼アーク溶接部の引張特性に及ぼす大気中湿度の影響

田中 義勝* ・ 桑原 克典**

The Effect of the Humidity of the Atmosphere on the Tensile Properties of the Arc Welded Zone of Mild Steel

Yoshikatsu TANAKA Katsunori KUWAHARA

Abstract

The effect of the humidity of the atmosphere on the tensile properties of the arc welded zone of mild steel has been investigated. Hydrogen in the stringer bead welded metal was slightly increased as increasing of atmosphere humidity, but tensile properties of multi pass welded zone was not so influenced. Hydrogen in the welded metal was released as time, as a result, ductilities of welded metal was increased.

1. 緒 言

鉄鋼のアーク溶接においては溶着金属中に酸素・水素が吸収され、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及ぼすことは一般に知られている。その中で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。^{1) 2) 3)}

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その主要なものとしては、溶接棒被覆剤に吸収されている水分、溶接母材表面に付着している水分や油脂類、および大気中の湿度などが考えられる。

アーク溶接部の機械的性質に及ぼす被覆剤湿度の影響についてと母材表面状態の影響については既に検討結果を報告している。^{4) 5) 6)}

本報では大気中湿度の影響に着目して、苫小牧高専における、夏の気候から初冬の気候における大気中湿度の範囲において、湿度変化が引張特性にどのような影響を及ぼすかについて検討した結果について報告する。

2. 実 験 方 法

溶接母材は板厚 1.2 mm、板幅 100 mm の一般構

* 教 授 機械工学科

** 技術職員 技術室（機械工学科）

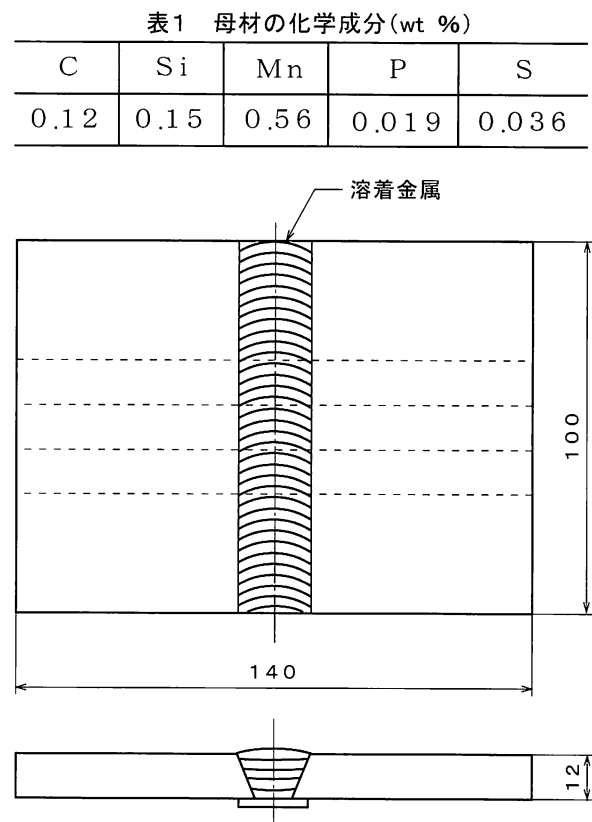


図1 溶接および試験片切り出し法

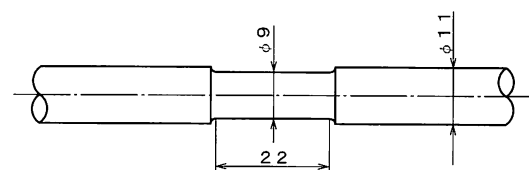


図2 引張試験の形状

造用平鋼を使用した。その化学成分を表1に示す。平鋼を長さ70mmに切断し、開先をとって図1に示すように、V型開先裏当てありの突き合わせ溶接をした。溶接棒はJISD4301（イルミナイト系）、棒径4mmを使用し、中板の一般的な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層目はストリングビードで約15cm/min、3～5層目はウイービングビードで約10cm/minで溶接した。溶接条件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、かつ、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。

また、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。

実験中の大気中湿度は8月が最大で17 g/m³、12月が最小で4 g/m³であった。

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央になるように注意して、図2のような形状の試験片を作成して引張試験した。

また、JISZ3113の方法による室温における放出水素量試験をも行った。

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4時間後（切削加工のために要する時間）の場合の他に、室温で2週間保存した後と、250Kで2週間冷凍保存した場合についての試験も行った。

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、これと引張特性との関係について検討した。

3. 実験結果および考察

3.1 大気中湿度と放出水素量

ストリングビードを置いて直ちに急冷した後の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。図3中央の3つの測定結果では水素の放出量は溶接直後から24時間までが活発で、その後の放出は緩やかになるが48時間で約30 ml放出される。JISZ3113の規定による48時間以降でも依然として放出は続いており、完全に放出するまでには相当長時間を要するものと思われる。

大気中湿度の違いによる放出水素量は、大気中湿度が高い場合の方が僅かに多いが、その差は非常に小さい。

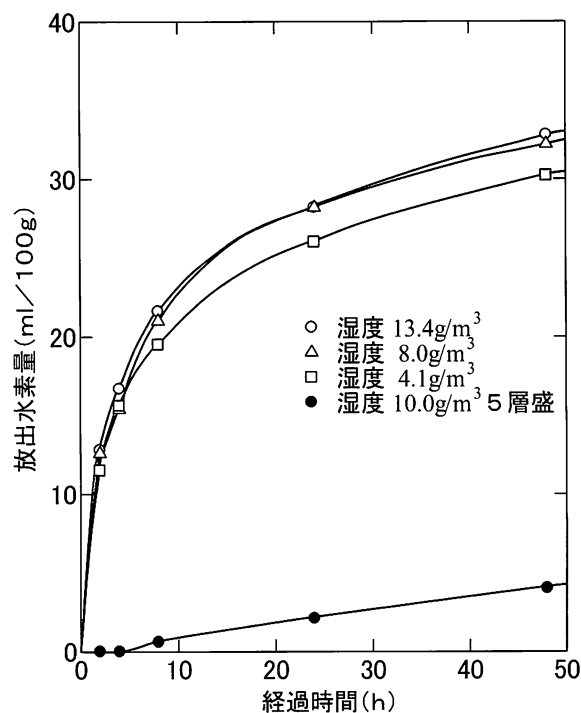


図3 溶接後の経過時間と放出水素量の関係

この測定結果は溶接直後に母材を氷水で急冷し、水素を溶着金属中に封じ込めた後に捕集器に入れて測定した結果であって、実際の溶接において溶着金属に吸収されている水素量とは大きく異なる。

図3の下部の線図が本実験で引張試験片を切り出した母材の溶接法による場合で、V型開先に5層盛り溶接をし、溶接終了後は空冷した後、溶着金属部を切り取って捕集器に入れて測定した結果である。

図3によるとこの場合の放出水素量は先の3つの場合の10%に過ぎない。これはビードを置いた時には水素は一時的に溶着金属に吸収されるが、次のビードを置いている際の加熱、および溶接終了後の空冷中に大部分が大気中へ放出されてしまうことを意味している。

したがって、大気中の湿度に差があっても、急冷したストリングビードに吸収されている水素量には少々の差があっても、実際の5層盛り溶接部に吸収されている水素量はかなり少量であるから、大気中湿度が引張特性に及ぼす影響は微少であると考えられる。

3.2 大気中湿度と引張特性

大気中湿度と降伏応力、引張強さ、伸び、絞り

の関係を図4に示す。湿度 4 g/m^3 は本校の12月の最低湿度で、 17 g/m^3 は8月の最高湿度である。この範囲内の湿度の変化では降伏応力、引張強さ、伸び、絞りともに数値に多少のばらつきがあるだけで、湿度の変化と対応するような変化は見られない。その理由は3.1で述べたように、湿度が違って溶着金属に吸収される水素量には僅かな差しかなく、その上5層盛り溶接では層数を重ねる過程と溶接後の空冷の過程で、吸収された水素の大部分が放出されてしまい、残っている水素量は僅かなので引張特性には影響が現れないと考えられる。

引張試験片の破断面には銀点が認められるが、その様子は図5の(a)、(b)、(c)に示すように、湿度の高低と関係なく銀点が多い場合と少ない場合がある。この理由は図6に模式的に示すように、溶着金属内の銀点の分布は均一ではなく、銀点の多い部分と、少ない部分とがあって、試験片がどのような部分から切り出されたかによって銀点の多い破断面と少ない破断面、あるいは、銀点が多い破断面と小さい破断面となっている。

銀点の多い少ないは引張特性に影響を及ぼし、それが図4の測定点のばらつきとなっていると考えられる。

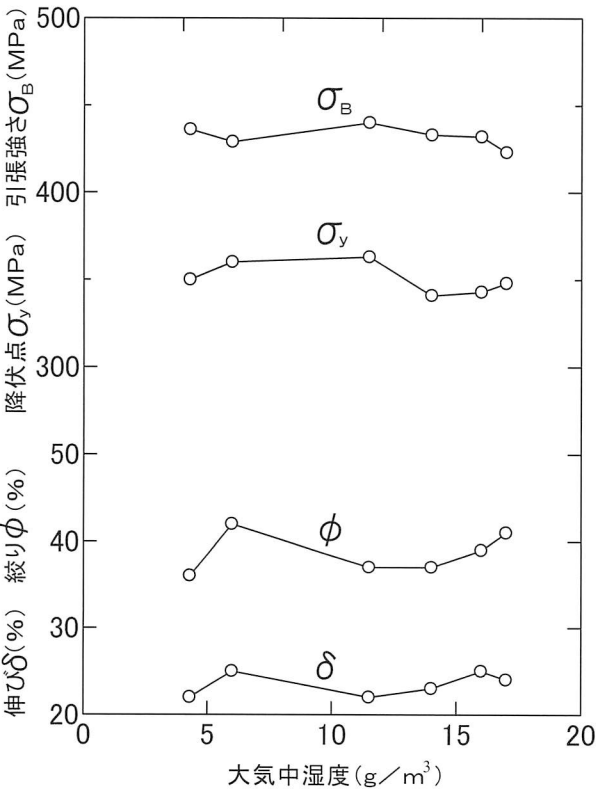
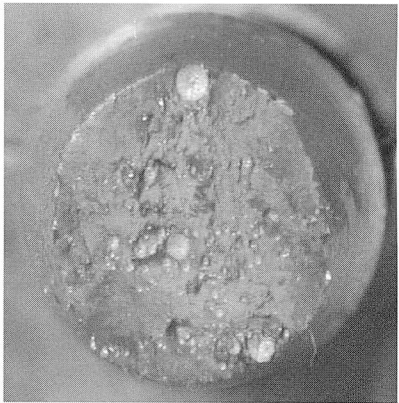


図4 大気中湿度と引張特性の関係



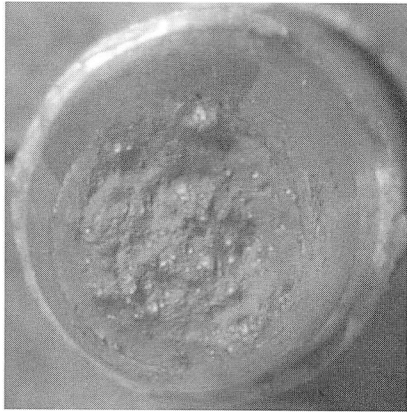
(a)湿度 16g/m^3



(b)湿度 6.4g/m^3



(c)湿度 4.3g/m^3



(d)室温2週間保存後

図5 引張破断面の銀点

溶着金属中の水素は3. 1で述べたように時間経過につれて放出されるので引張特性にも溶接後の時間経過で変化が現れる。図7に溶接後2週間室温で保存した後の引張試験結果と、溶接後2週間250 Kで保存した後の引張試験結果を対比して示した。

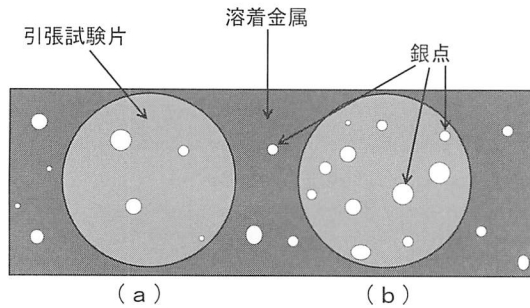


図6 溶着金属断面の銀点の分布状態

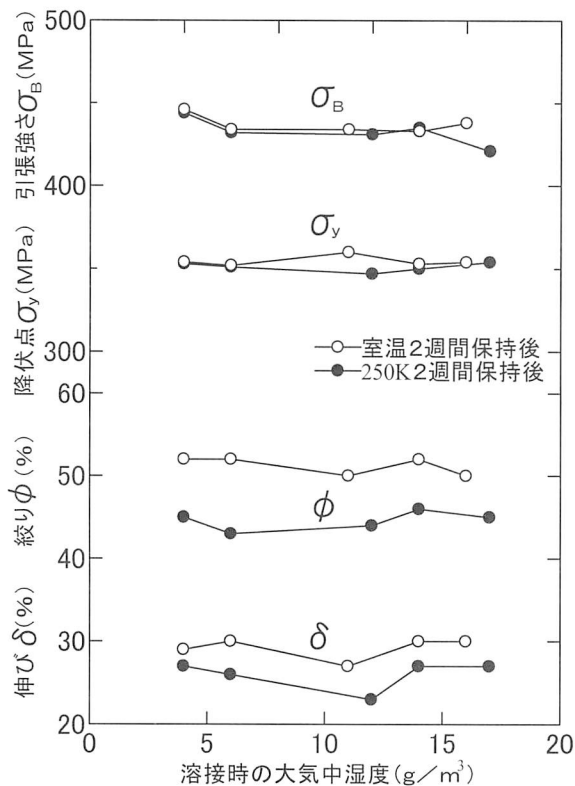


図7 溶接2週間後の引張特性の対比

降伏応力、引張強さは保存温度の違いによる差は殆ど見られず、図4の数値と同じであるが、伸び、絞りには保存温度の違いによる差が明確で、図4の数値より大きくなっている。特に室温で保存した後は溶接4時間後の数値よりかなり大きな数値となっている。このような試験片では破断後の断面は図5の(d)のように銀点は僅かしか見られなくなる。250 Kで保存した後の試験片断面では銀点の現れ方は、溶接4時間後の場合と室温2週間保存後の場合との中間である。

3.3 銀点面積率と引張特性

銀点の現れ方と引張特性との関係をより明確にするために、破断面に見られる銀点の総面積を求め、これが断面積全体に占める割合を銀点面積率として表し、これと引張強さ、伸びとの関係を図8に示した。降伏応力、絞りも同様な傾向を示すがここでは省略した。

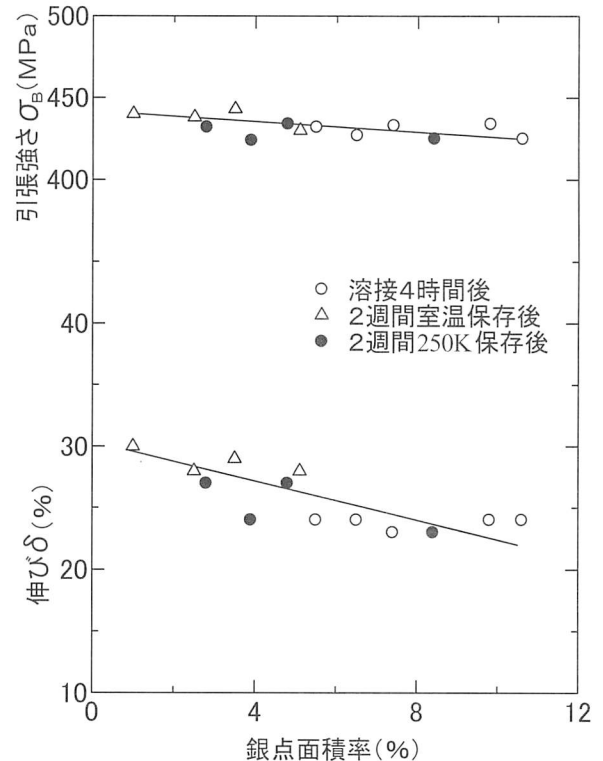


図8 銀点面積率と引張特性の関係

○印は溶接4時間後の銀点面積率で約6～11%の範囲にばらついている。△印は室温2週間保存後の銀点面積率で1～5%の範囲であり、●印は250 K 2週間保存後の場合で中間範囲にばらついている。ばらついている理由は、前述のように溶着金属中で銀点の分布は不均一であり、引張試験片の切り出し位置が銀点の多い部分であるか少ない部分であるかによる。

図8より、溶接4時間後、2週間250 K保存後、2週間室温保存後を包括して銀点面積率は伸びに大きく影響することがわかる。また、引張強さも僅かではあるが銀点面積率の影響を受けることがわかる。

4. 結 言

軟鋼アーク溶接部の引張特性に及ぼす大気中湿度の影響についてD4301の溶接棒を用いて検

討した結果を要約すると次のとおりである。

1. J I S Z 3 1 1 3に基づくストリングビードからの放出水素量試験では大気中湿度が高い場合の方が放出量が若干多い。
2. 多層盛り溶接では溶接中および溶接後の冷却中に大部分の水素が放出されるので溶着金属中の水素は少ない。
3. 大気中湿度が $4 \text{ g/m}^3 \sim 17 \text{ g/m}^3$ と変化しても引張特性には変化が見られなかった。
4. 溶着金属中に残る少量の水素でも銀点の原因となる。銀点は引張特性と密接な関係があり、特に延性は銀点面積率の影響が大きい。

参 考 文 献

- 1) 芳野：溶接学会誌第 63 巻（1994）483
- 2) 西浦：溶接学会誌第 66 巻（1997）428
- 3) 笠井：溶接学会誌第 68 巻（1999）91
- 4) 田中：苫小牧高専紀要第 24 号（1989）1
- 5) 田中：苫小牧高専紀要第 27 号（1992）31
- 6) 田中、桑原：苫小牧高専紀要第 36 号（2001）1

（平成17年12月9日受理）

