

軟鋼アーク溶接部の曲げ試験結果に及ぼす経過時間の影響

田中 義勝\*・桑原 克典\*\*

The Effect of the Passing Time on the Bending Test  
of the Arc Welded Zone of Mild Steel

Yosikatsu TANAKA, Katsunori KUWAHARA

Abstract

The effect of the passing time on the bending test of the arc welded zone of mild steel has been investigated. As the time passes after being welded, the cracks on the surface of the bended test piece have been decreasing at the room temmperture, but not at -25 °C.

1. 緒 言

鉄鋼のアーク溶接においては溶着金属中に酸素  
窒素・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<sup>1) 2) 3)</sup>。

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。

鉄鋼アーク溶接部の健全性の評価および溶接技  
能者の技能評価法の代表的な方法は曲げ試験であ  
る。これはU字型に曲げられた溶接部表面に現れ  
る亀裂の有無あるいは亀裂の総長さで評価する方  
法で、J I S Z 3 1 2 2、Z 3 8 0 1に規定され  
ている。

ところで、溶着金属に吸収された水素は溶着金  
属の延性を低下させるので、曲げ試験において亀  
裂発生を促進することになる。一方、溶接後長時  
間経過すると、吸収された水素は次第に大気中へ  
放出されるので延性の低下は改善される<sup>4) 5) 6)</sup>。  
従って、溶接後の経過時間が長い場合は、曲げ試  
験における亀裂発生量は減少してくることが考え  
られる。

本報では溶接後の時間経過につれて亀裂発生が

減少することを明らかにし、かつ、亀裂の発生原  
因を明らかにするために、曲げ試験を中心に検討  
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 1 0 0 mmの一般構  
造用帯鋼を使用した。その化学成分を表 1 に示す。  
帯鋼を長さ 1 0 0 mmに切断し、開先を取って図 1  
に示すように、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 4 3 0 1 (イルミ

表 1 母材の化学成分 (wt %)

| C    | Si   | Mn   | P     | S     |
|------|------|------|-------|-------|
| 0.13 | 0.19 | 0.56 | 0.017 | 0.015 |

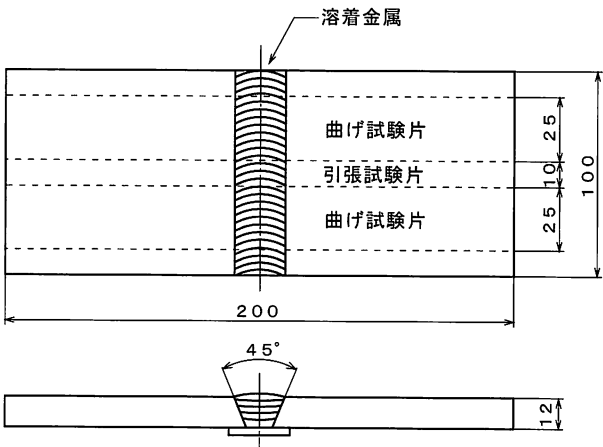


図 1 溶接および試験片切り出し法

\* 教 授 機械工学科  
\*\* 技術職員 技術室(機械工学科)

ナイト系)、棒径4mmを使用し、溶接電流170A、5層盛り溶接とし、溶接速度は1層目はストリンガビードで約15cm/min、2～5層目はワイピングビードで約10cm/minで行った。溶接部の均一性を保つために、一層を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、溶接方向を交互に反転して溶接した。溶接棒被覆剤の湿度条件を一定にし、かつ、亀裂発生を促すために溶接棒を水蒸気中で加湿し、被覆剤中の水分量を5%として溶接した。また、この時の大気中の湿度は約5～10g/m<sup>3</sup>の範囲であって、大気中の湿度が亀裂発生に及ぼす影響は無視できる範囲と判断した。

溶接後図1の点線に沿って切断し、曲げ試験片と引張試験片を切り出した。曲げ試験片は幅25mm、板厚10mmに機械加工して曲げ試験した。曲げ試験方法は曲げ半径19mmのローラー曲げとし、裏曲げ試験のみを行った。条件を一定にするために全試験片とも母材裏側からの切削量を0.5mmに統一した。引張試験片は一辺が10mmの角棒として試験した。

溶接後の時間経過による亀裂発生の変遷を調べるために溶接後4時間後(溶接後切削加工に要する時間)の場合と、溶接後一定の長時間室温あるいは-25℃に冷凍保存した後の曲げ試験とを行った。また、引張破断面に見られる銀点と亀裂の関係についても検討した。

### 3. 実験結果および考察

#### 3. 1 溶接後の経過時間による亀裂発生の変遷

曲げ試験片表面に見られる亀裂総長さの平均値と溶接後の経過時間および保存温度との関係を図2に示す。亀裂総長さとは図3に示すように、各曲げ試験片表面を写真撮影して拡大し、その表面に見られる個々の亀裂の長さを測定し、試験片毎にその総和を求めたものである。図3(a)は亀裂がやや多い例であり、図3(b)は亀裂の少ない例である。

図2によると溶接4時間後では平均亀裂長さは約2.2mmであるが、溶接後室温で2週間(336時間)保存した後の亀裂長さは約1.1mmと明らかに減少している。一方、-25℃で2週間保存後の亀裂長さは約1.8mmで、室温保存に比べて亀裂長さの減少量はかなり小さい。この理由は

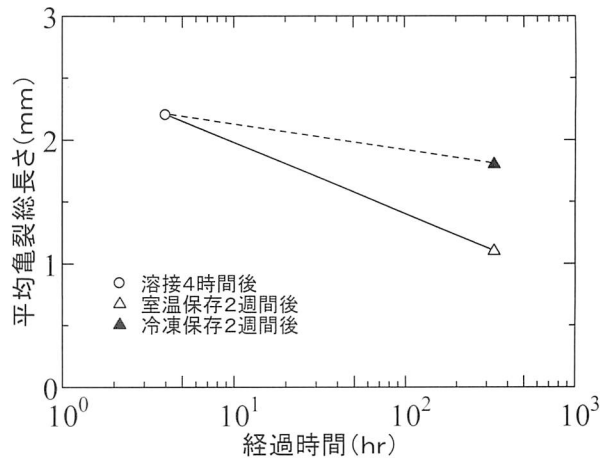


図2 溶接後の経過時間と平均亀裂長さの関係

亀裂発生の原因は、溶着金属に吸収された水素による延性の低下であること。また、吸収された水素は室温では溶接後の時間経過につれて大気中へ放出されるために延性が回復すること、一方、-25℃では大気中への水素の放出が少量なので、延性の回復が僅かであることによる<sup>4) 5) 6)</sup>。

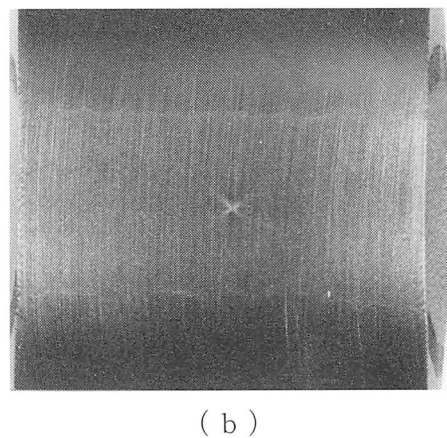
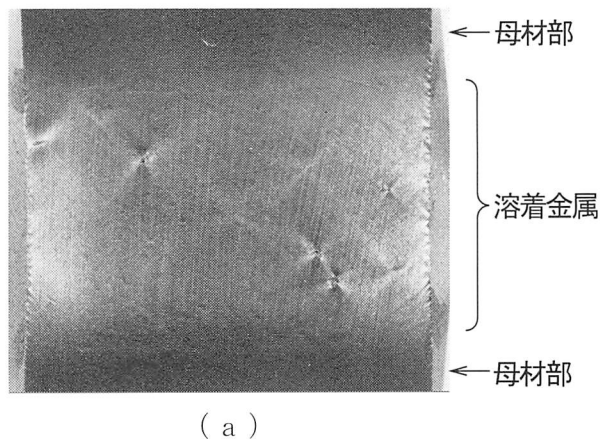


図3 曲げ試験片に発生した亀裂

### 3. 2 亀裂の発生と銀点

亀裂の発生が溶着金属の延性の低下によることをより明らかにするために、U字型に曲げた試験片をその後さらに強く曲げて分離破断させ、その破断面と表面の亀裂とを対比して観察した結果の一例を図4に示す。図4より表面の亀裂は全て表

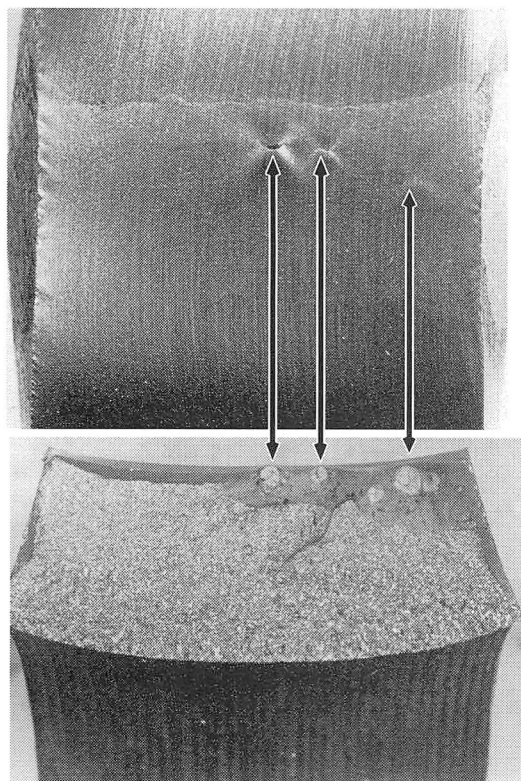
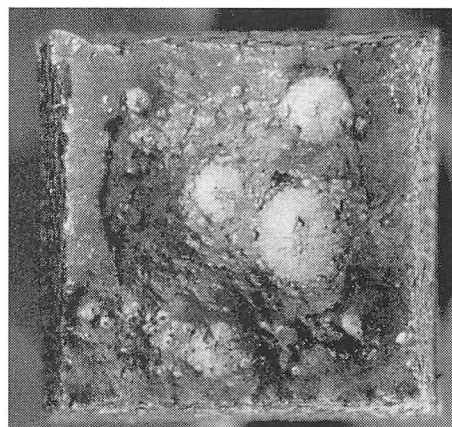


図4 表面亀裂と銀点の関係

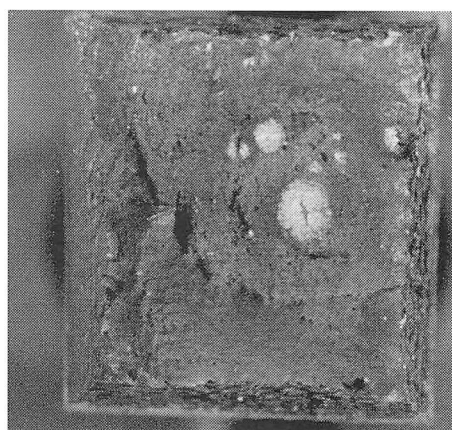
面付近の銀点と一致していることが分かる。しかし、銀点が表面から離れた深部に存在する場合は表面亀裂は発生しないことも認められる。従って、溶接母材の表面をどれだけ切削除去してから曲げ試験するかによっても、亀裂の発生が多い場合と少ない場合が起こることが考えられる。このことを考慮して曲げ表面は母材の裏側から0.5 mmの位置になるように注意して切削した。

図2より平均亀裂総長さは、溶接4時間後と比較して溶接後長時間室温保存した場合は明らかに減少している。これは銀点の減少に見られるように延性の回復によるものであることを引張試験結果より検討する。

図5に引張試験片の破断面の銀点を示したが、溶接4時間後では図5(a)のように銀点が多く、溶接後室温に長時間保存した後では図5(b)のように銀点は少なくなり、あるいは全く見られなくなる。



(a)



(b)

図5 引張破断面の銀点

このような銀点の量の変化を、破断面断面積に対するその面内の銀点の合計面積の割合で表し、これを銀点面積率と呼ぶことにし、この銀点面積率と溶接後の経過時間との関係を示すと図6のようになる。

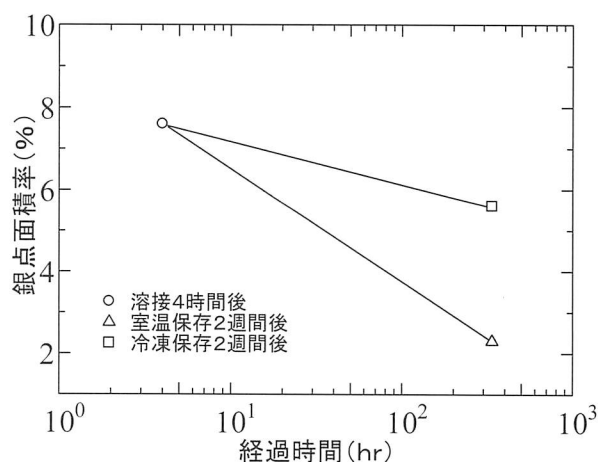


図6 溶接後の経過時間と銀点面積率の関係

図6によると、溶接後4時間後では銀点面積率は7.6%であるが、室温で2週間保存後では2.3%となっていて明らかに減少している。しかし、 $-25^{\circ}\text{C}$ で2週間保存後では5.7%であって減少量は僅かである。

図7に溶接後の経過時間と伸びの関係を示した。

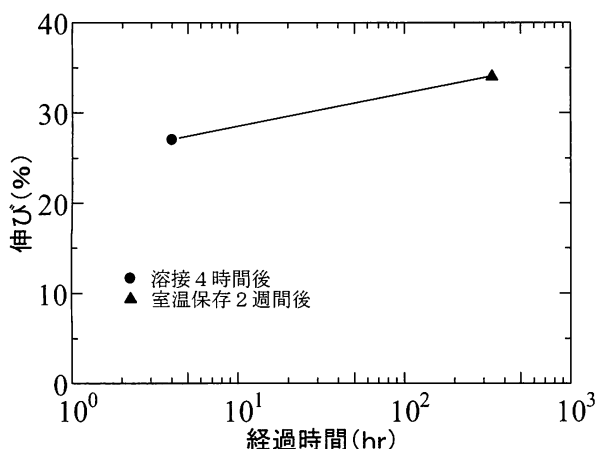


図7 溶接後の経過時間と伸びの関係

溶接後4時間後では伸びは27%であるが、溶接後室温で2週間保存後では34%と増加している。この変化は溶接後長時間経過すると銀点面積率が減少することと良く対応している。また、図6における銀点面積率の変化は図2の平均亀裂総長さの変化と殆ど同じであり、曲げ試験における亀裂発生は銀点に起因する延性の低下によることを示している。

#### 4. 結 言

SS400の母材をD4301の溶接棒で溶接した後曲げ試験した結果の要点を以下に示す。

1. 溶接部の曲げ試験面に発生する亀裂は表面付近の銀点に起因することを確認した。
2. 亀裂の発生量は溶接後の経過時間の長さおよびその間の温度によって明確な差があることを確認した。
3. JISに規定されている溶接継ぎ手の曲げ試験法および判定基準には、溶接後の経過時間およびその間の温度については何も触れていないが、溶接棒被覆剤の種類によってはこれらは無視してはならない因子であると考ええる。

#### 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：苫小牧高専紀要第36号（2001）1

（平成16年12月15日受理）