研 究 論 文

異種材のろう付における母材の溶解・晶出とその応用(第2報)*

吉 田 亨** 大 村 博 彦**

Dissolution and Deposit of Base Metal in Brazing to
Dissimilar Materials and its Application (Part 2)*

by Tohru Yoshida** and Hirohiko Ohmura**

In copper brazing of steels containing different quantities, respectively, of carbon under the narrow clearance, the columnar deposit of iron develops from high carbon steel to low carbon one in molten copper filler metal at a constant brazing temperature and finally links both steels by the dissolution and deposit of base metal.

Consequently, the shear strength of the joint increases remarkably up to the strength of steel. Longer holding time, narrower joint clearance and larger difference of carbon content, higher shear strength is.

1. 緒 言

鋼の銅ろう付において、相互に炭素量の異なる母材を組合わせ、その接合間隙を極めて狭くすれば、“母材の溶解・晶出”現象¹⁾により、一定のろう付温度に保持されている間に低炭素鋼側の母材が溶融銅中に溶解し、いったん、溶解した鉄は高炭素鋼側から柱状に晶出する。このため、銅層中に晶出した柱状の鉄により両母材は連結されるので、接合強度を銅の強さから鋼の強さへと著しく向上させることができる。

本報では、炭素量の異なる種々の鋼を組み合わせ、銅ろう付し、その接合部のせん断強度におよぼす母材間の炭素量の差、ろう付保持時間および接合間隙などの影響について検討した。

2. 実 験 方 法

ろう材には、無酸素銅、接合間隙を一定に保つためのスペーサーとしてタングステン細線を用いた。低炭素鋼 (SS 41, 0.09% C), 中炭素鋼 (S 50 C, 0.50% C), および高炭素鋼 (SK 4, 0.95% C) などを適宜組み合わせ、Fig. 1 のように組立て 10^{-3} Torr 程度の真空にした後、所定の温度に保持してある炉内へ装入して、ろう付した。試料温度が 5 分程で設定した値に達してから所要の

Fig. 1 Set-up of test pieces for vacuum brazing.

時間保持した後取り出し、空冷した。ろう付前処理としては、試料表面を顕微鏡用エメリー紙 (#1000) で研磨後アセトン洗滌をおこなった。

ろう付後試料を三つに切断し、一つは顕微鏡組織観察に用い、残りの二つはせん断試験用とし、Fig. 2 に示すような治具に試料 (フィレット部をやすりで取り除いた) をセットし、最大荷重 6 トンの試験機によってせん断試験した。

3. 実験結果および考察

3.1 ろう付保持時間

Fig. 3 は、低炭素鋼と高炭素鋼を接合間隙 50μ , 温度

*原稿受付 昭和52年3月4日 (昭和51年度秋季全国大会にて発表)

**正 員 名古屋工業研究所 Member, Nagoya Municipal Industrial Research Institute

Fig. 2 Method of shear test.

*Screw fit (The clearance between test piece and jig is appoximately 0)

1125℃でろう付したものの金属組織である。ろう付保持時間の経過とともに、低炭素鋼側が溶解し、高炭素鋼側から柱状鉄が晶出してくる。

この柱状鉄は、ろう付保持時間8分程で銅層を横切って低炭素鋼に到達し、さらに時間の経過とともに発達する。両母材が柱状鉄により連結されると、炭素が高炭素鋼から柱状鉄を通して低炭素鋼へ拡散し低炭素鋼を浸炭するため、ろう付界面付近における両母材間の炭素量の差は少なくなり、柱状鉄の発達は抑制されるようになる。

Fig. 4に、Fig. 3と同一試料のせん断試験結果を破断部の金属組織とともに示す。なお、比較のため高炭素鋼同士の結果も示してある。ろう付保持時間が短かく、柱状鉄により、両母材が連結されていない場合には、破断は銅層部で起こり、せん断強度は高炭素鋼同士のそれとほぼ等しい32 kg/mm²程度にすぎない。柱状鉄が両母材を連結すると、破断はこの柱状鉄をよぎって起こるため、せん断強度は、柱状鉄の発達にともない約32から51 kg/mm²へと著しく向上する。

3.2 母材間の炭素量の差

両母材間の炭素量の差が大きい程、柱状鉄の成長は速い。したがって、Fig. 5に示すように、柱状鉄の母材連結によるせん断強度の向上は、母材間の炭素量の差の大きい方が速い。

3.3 接合間隙

Fig. 6は、低炭素鋼と高炭素鋼および高炭素鋼同士をろう付した場合の、せん断強度におよぼす接合間隙の影響について示したものである。

同種同士の場合には、せん断強度は接合間隙の狭い方

1

8

32 min

Fig. 3 SS41-BCu-SK4 joints at 50 μ , brazed at 1125°C for 1, 8 and 32 min.

が高いが、接合間隙の影響は顕著でない。

異種の組合わせになると、Fig. 6に見られるように、接合間隙のせん断強度におよぼす効果は大である。またFig. 7に示す、柱状鉄によって両母材が連結されていない接合間隙35 μ の試料において、間隙50 μ の試料(Fig. 4)にくらべせん断強度が高いのは、銅層中に生じた柱状鉄によって、銅の塑性流動が拘束されるためと

Fig. 4 Shear strength and the microstructures of SS41 (Base)-BCu-SK4(Tip) joints at $50\ \mu$, brazed at 1125°C for 1~32 min.

Fig. 5 Effect of difference of carbon content on shear strength.

Fig. 6 Effect of joint clearance on shear strength.
*Press fit (no spacer)

考えられる。さらに、Fig. 8 の接合間隙 $0^*\mu$ の場合には、破断はいずれも低炭素鋼母材で起こっている。したがって、Fig. 6 のろう付保持時間によるせん断強度の向上は、母材連結後の浸炭による低炭素鋼母材の強化に起因するものと考えられる。この浸炭による母材強化は、接合間隙が $35\ \mu$ (Fig. 7) および $50\ \mu$ (Fig. 4) の場合においても、長時間ろう付の試料において認められる。

4. 結 論

鋼を銅ろう付する場合、両母材間の炭素量の差の大きいものを選び、その接合間隙をできるだけ狭くしてやれば、“母材の溶解—晶出”現象により、両母材は銅層を介して柱状の鉄晶出相により連結されるので、せん断強度は、銅の強さから鋼の強さへと飛躍的に向上する。

2

16 min

50 μ

Fig. 7 Sheared microstructures of SS41 (Base)-BCu-SK4(Tip) joints at 35 μ, brazed at 1125°C for 2 and 16 min.

2

16 min

200 μ

Fig. 8 Sheared microstructures of SS41 (Base)-BCu-SK4 (Tip) joints at 0* μ, brazed at 1125°C for 2 and 16 min.

参考文献

- 1) 吉田 亨, 大村博彦, 瀧上紀吉: 異種材のろう付における母材の

溶解-晶出とその応用(第1報), 溶接学会誌, 46-11(1977), 25