

名古屋大学 大学院

○竹上 弘彰

名古屋大学 工学研究科

篠田 剛

Friction Welding of Copper Alloy

by TAKEGAMI Hiroaki, SHINODA Takeshi

キーワード：銅合金、摩擦圧接、ブレーキタイミング、主軸停止時間

Keywords : Copper alloy , Friction welding , Brake timing , Stopping period

1. 緒言

銅合金は熱伝導率が良く、溶接部から熱が急速に拡散するため、十分な溶け込みのある良好な溶接部を得るには高温の予熱が必要である。このため、熱影響部の領域も広く、強度、延性も低下する¹⁾。また、溶接割れやブローホールの発生も問題となる。これに対し、摩擦圧接法は、部材同士の摩擦による自己発熱を利用する固相接合法であり、必要な入熱量も少ない。また、固相接合であるからブローホール等の発生は無く、熱影響部も小さい。そこで本研究では、摩擦圧接法により銅合金の接合を行い、接合現象や継手の機械的性質について調べた。

2. 実験方法

供試材として、φ25銅合金中実丸棒を用いた。摩擦圧接には、ACサーボモータ搭載の日東制機(株)製ブレーキ式縦型摩擦圧接装置を用い、圧力、摩擦寄り代およびブレーキパラメータを変化させた。接合条件をTable1に示す。接合後は、継手の断面観察および硬度分布の測定を行い、未接合部の無い良好な継手に関しては、引張試験を行った。引張試験片の平行部直径はφ16とした。

3. 実験結果

代表的な継手外観をFig.1に示す。ばりおよび接合界面付近の母材表面は、酸化による黒色変化を示した。ブレーキタイミング「前」（主軸回転停止後にアプセット圧力付加）で接合を行った場合、接合面中心部付近では接合するが、外周部にはFig.2(a)に示すような、大きな未接合部が見られた。これは、銅材の熱伝導率が大きいこと、接合界面において局所的に回転面移動を生じたためであると考えられる。この未接合部は、アプセット圧力を122.2MPaとした場合にも消失せず、アプセット圧力の増加により完全な接合部を得ることは困難であった。

そこで、ブレーキタイミングを「後」（主軸回転減速開始と同時にアプセット圧力付加）にして接合を行った。これにより、摩擦寄り代1.0mm以上、主軸停止時間0.3秒以上、アプセット圧力61.1MPaで未接合部が完全に消失し、良好な接合部を得るこ

Table 1 Friction welding conditions

Friction pressure P1, MPa	20.4 - 61.1
Friction upset distance u1, mm	0.5 - 3.0
Upset pressure P2, MPa	61.1, 122.2
Upset time t2, s	10.0
Rotation speed N, rpm	2000
Stopping period, s	0.3, 0.5, 0.7

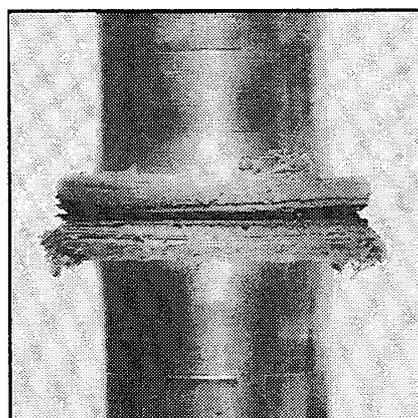


Fig.1 Appearance of friction welded joint of copper alloy

とができた。Fig.2(b)に、摩擦寄り代1.5mmの場合の継手断面を示す。未接合部が存在する継手においては、熱影響部が中心部で凸となるが、良好な接合部では中心部が最も狭く、外周部に向かって広がる形状となった。この熱影響部の形状変化および接合界面付近の組織の流れから、ブレーキタイミングを「後」にした場合、接合界面中心部の金属が、外側に向かって押し出されたと推定される。これは、ブレーキタイミングを「後」にすることや、主軸停止時間を長くすることによって、接合界面付近における回転方向の塑性流動が激しくなり²⁾、界面付近の金属をばりとして排出する変形が促進されたと考えられる。接合界面付近の激しい塑性流動により、硬度分布にも変化が見られた。

ブレーキタイミングが異なる継手の硬度分布測定の結果

を、Fig.3に示す。継手の接合条件はFig.2に示したものと同一である。外周部の測定は中心から10mm離れた位置で行った。いずれの継手においても、接合界面の熱影響部付近で、軟化が見られた。ブレーキタイミング「前」では、中心部の軟化が外周部に比べ大きいのが、ブレーキタイミング「後」では逆となる。これは、Fig.2で示した、熱影響部の厚さの関係に一致している。軟化の度合も、ブレーキタイミング「後」の方が小さくなった。このように、ブレーキタイミングを「後」にすることにより、接合界面の軟化域を減少させることができた。

引張試験の結果、破断は全て母材の軟化域で生じた。継手強度は母材強度(390MPa)には及ばなかったが、340~370MPaと安定して高い強度が得られた。このように、熱影響部を減少させることにより、継手強度の低下を抑制できることがわかった。破面の観察からは未接合部の存在は確認できず、良好な接合状態であったと考えられる。

以上より、銅合金の摩擦圧接では、未接合部を無くし、軟化域を小さくすることにより、高い継手強度が得られることがわかった。

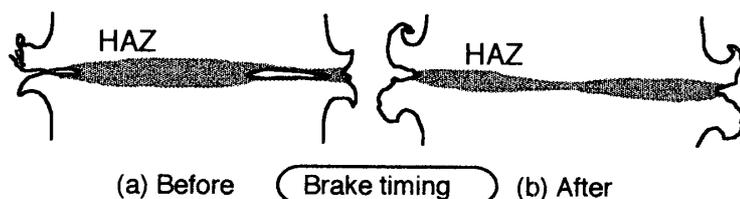
4. 結言

銅合金の摩擦圧接を行い、次の結論を得た。

- (1) ブレーキタイミングおよび主軸停止時間を適当に設定することにより、未接合部の無い良好な継手を得ることができた。
- (2) 未接合部が無く、軟化域が小さい継手では、安定して340MPa以上の高い引張強さを示した。

参考文献

- 1) 例えば、溶接学会編；溶接便覧
- 2) 竹上、篠田；位相制御摩擦圧接の接合現象，日本機械学会第9回機械材料・材料加工技術講演会講演論文集，(2001.11)，73-74



P1 : 20.4MPa , u1 : 1.5mm , P2 : 61.1MPa , N : 2000rpm

Fig.2 Macro sections of friction welded joint

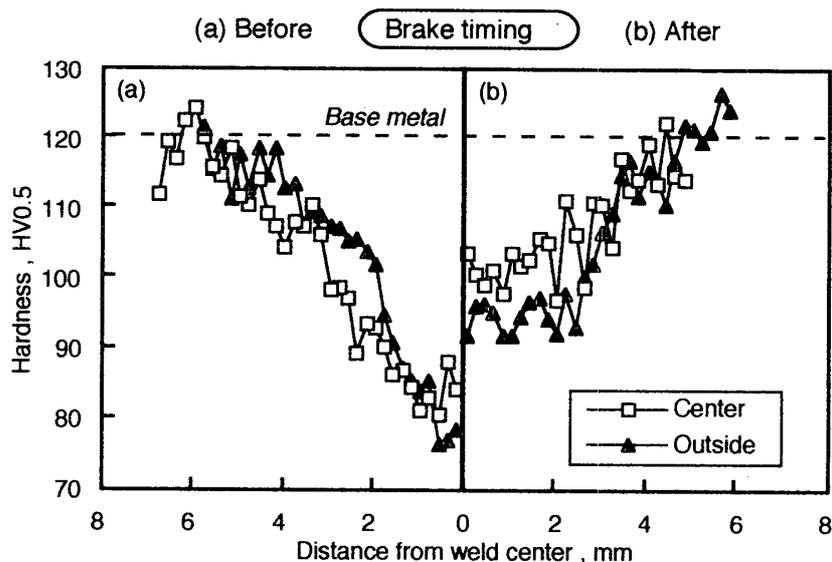


Fig.3 Hardness distribution of friction welded joints