

441 共晶反応を利用したAl-Cuパイプ圧接法の開発

日立製作所(株)

日立研究所

シ
栃木工場王 村 建 雄
○宮 崎 邦 夫
落 合 和 泉

1. 緒 言

冷凍機器におけるAl製エバポレータとコンプレッサとの冷媒回路を接続する場合、前もって接合されたAl-Cuパイプ継手が用いられる。しかし、AlとCuの融接が難しいため、その接合には種々特殊な方法が考えられている。本報では、AlとCuの共晶反応を利用し、最終的には接合面から共晶融液を排除することによって、すぐれた品質の継手が容易に得られる方法を開発したので、その結果について報告する。

2. 実験方法

接合実験には市販の8mm中Alパイプ(A1100TD)およびCuパイプ(C1020T-H)を用いた。Fig. 1にパイプ接合試験片の寸法、形状を示す。Alパイプは一端をプレス加工により厚肉化したものを用いた。パイプ端面は表面あらず10 μ m程度に仕上げた後、脱脂し、Arガスを軽く吹付けながら高周波加熱により接合を行った。

3. 接合プロセス

本接合法におけるプロセスは次の3つの段階から成る。1). AlとCuのパイプ端面を突合せ、加圧接触させる(初期加圧)。2). 接合部をAlとCuの共晶温度以上でAlの融点以下に加熱する。3). 接合面に共晶融液が必要かつ十分なだけ生成された時点で加熱を停止し、同時に初期圧より高い二次加圧を行う。

Fig. 2は上記プロセス中の接合パイプの長さ変化から、温度と圧力のシーケンス制御を行う方法を示す。試料パイプには最初の昇温過程(ステージI)で熱膨張による伸び(δ)が生じ、共晶温度に達すると反応による液相が接合面に生成しパイプの一部が溶出するために急激な収縮方向の変位(共晶変位)が現われる(ステージII)。この共晶変位を精度よく検出し、変位量がある値(ΔL_1)になった時点で加熱を停止し、二次加圧を行う。加熱開始から停止までの所要時間は10秒程度である。

Fig. 3はFig. 2における各ステージに対応した接合部の状態を示す。

4. 接合結果

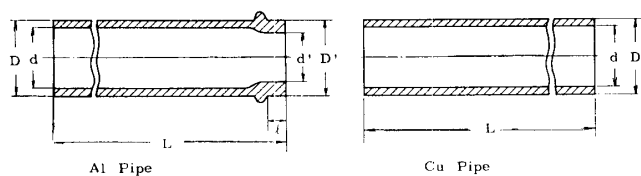
パイプ継手の引張強さ、延性を支配する主な接合因子は共晶反応による融液生成量と二次圧力であった。

Fig. 4はパイプ長さ変化から求めた共晶融液の生成量と継手の張張強さの関係を示す。接合圧力0.5 kg/mm²(初期圧のみ)の場合、融液生成量が1cm²当り 4×10^{-2} cm³以上で、切欠を有するパイプ試験片においても母材破断に達する接合強さが得られた。しかし、継手に十分な延性を付与するには二次加圧を行う必要があった。

Fig. 5は二次加圧力と接合面に残留する共晶層厚さの関係を示す。二次圧が増大するに従って残留共晶層厚さは減少し、3 kg/mm²以上の圧力では0.1 μ m程度とほとんど観察され難い厚さとなる。この残留共晶層厚さの減少に対応して、継手の延性が向上し、母材と同程度の延性を有する継手が得られることが分った。

Fig. 6は二次圧力3 kg/mm²で接合した場合の接合部をAESで観察した結果を示す。

上記の良好な条件で接合した多数のパイプ継手について、Heリーク試験を行った結果、接合部に強度の変形、熱サイクルを与えた場合でも漏れは検出されなかった。



Aluminum Pipe						Copper Pipe		
D	d	D'	d'	L	l	D	d	L
8.0	5.6	8.2	4.6	85.0	2.0	8.0	6.0	85.0
6.35	4.35	6.5	3.3	85.0	2.0	6.0	4.6	85.0

Fig. 1 Dimensions of Aluminum and Copper Pipes

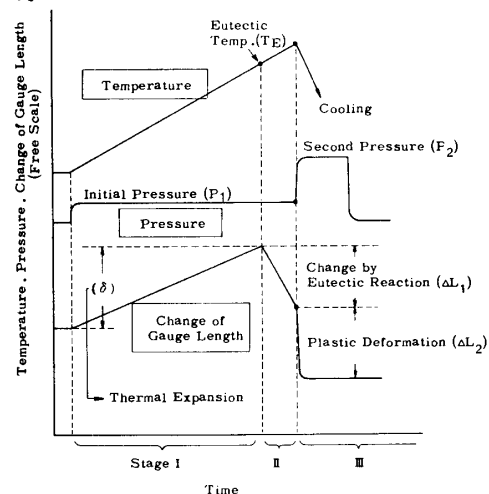


Fig. 2 Temperature and Pressure Controlled by Change of Gauge Length

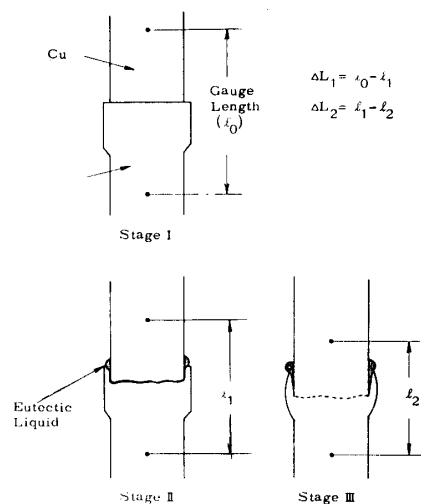


Fig. 3 Situation of Joining Interface in Each Stage of the Process

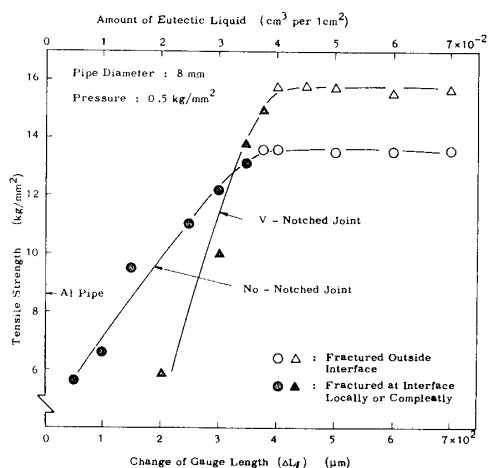


Fig. 4 Effect of Amount of Eutectic Liquid on Tensile Strength

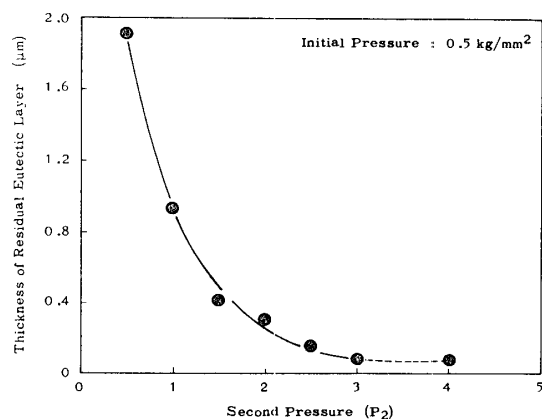


Fig. 5 Effect of Second Pressure on Thickness of Residual Eutectic Layer

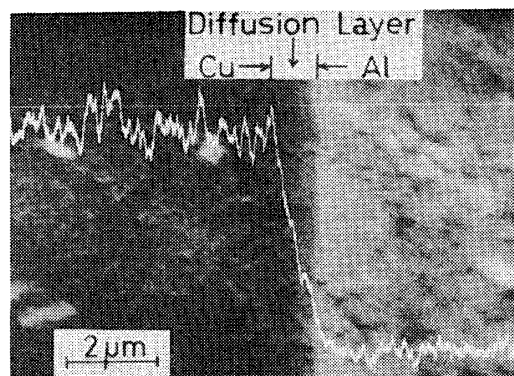
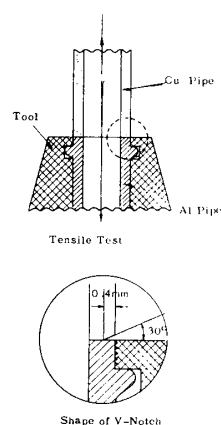


Fig. 6 Joining Interface Applied a Second Pressure of 3 kg/mm² (AES)