

414 鋼管の高周波ろう付圧接に関する研究

東京工業大学 大学院 鈴木 暁男 池庄司 敏孝 ○(学)持田 健
日本鋼管工事(株) 上野 泰弘

Induction-Heated Pressure-Welding of Steel Pipe using Brazing Filler

by Akio SUZUMURA, Toshitaka IKESHOJI, Takeshi MOCHIDA, Yasuhiro UENO

1. はじめに

建設現場などで給湯用鋼管を接続する方法として、一般にネジ継手あるいはアーク溶接継手が用いられている。しかし、ネジ継手は信頼性及び耐久性に、またアーク溶接は作業姿勢や火災の危険性に各々問題を有している。一方、高周波圧接は火災の危険性も少なく作業性も優れているが、鋼管の寸法精度許容量が大きいことため突合せ部に目違いや段差が生じ易く、接合部に応力集中を起こしやすいという問題がある。そこで、これらの問題を解決する手法として、鋼管の接合界面にろう材を挿入して高周波圧接する方法を考案した。

2. 実験方法

Fig.1 に示すように、接合試料の間にろう材を挟み込み、試料の酸化を防ぐために真空中で高周波加熱装置を用いて接合を行った。接合条件は、接合圧力を $5\sim 25\text{MPa}$ 、接合開始時チャンバー内圧力を $1.0\times 10^{-4}\text{Torr}$ とした。また、温度条件は 120 秒で 1170°C まで加熱し、 $0\sim 120$ 秒保持した後徐冷した。母材には配管用炭素鋼管(SGP6A, 外径 10.5mm, 肉厚 2.0mm)を用い、ろう材には Table.1 で示される組成の合金を用いた。ろう厚さは $25\sim 100\mu\text{m}$ とした。

接合部の評価は、継手の引張強度試験、接合部断面の組織観察及び元素分析、接合端部のフィレット形状測定などにより行い、また、接合端部の応力集中緩和効果については、有限要素解析による検討も加えた。

3. 結果及び考察

接合圧力 20MPa 、保持時間 60 秒、ろう厚さ $50\mu\text{m}$ という条件で接合した試料の概観を Fig.2 に示す。接合圧力を 20MPa としていることから、接合部が圧縮され、若干膨らんでいる。また、接合部において、ろう材が接合部周辺にぬれを生じ、なめらかな外周部を形成している。この接合部の段差を緩和することにより、接合部への応力集中を防ぐことができるとともに、良好な継手外観が得られている。

Fig.2 と同様の条件で接合した接合部断面の組織観察結果を Fig.3 に示す。(a)は接合部の中心部で、ろう材は加圧により接合端部へ排出され、この部分は固相接合されている。接合界面の組織が若干母材と異なるのは、ろう材溶解時に母材表面と反応が生じたためと考えられる。この現象は、接合部母材表面の清浄化にも寄与するものと思われる。(b)は接合部端部である。端部ではろう材がフィレットを形成し、接合試料の突合せ部の段差や目違いを緩和していることがわかる。配管用炭素鋼管は径の許容差が大きく、段差を埋めることは継手強度改善に大きく寄与するものと思われる。

接合部断面の元素分析の結果、ろう材の成分である B や Si が、接合中心部では検出されず、フィレットにおいては検出された。この結果からも、中心部ではろう材が排除され母材同士の直接的な固相接合に依って接合されていることがわかる。

引張試験の結果、Fig.2 の条件で接合した全ての試験片において母材で破断した。これは圧力を加え加熱することにより、接合部断面積が増加したことによると思われる。この時の破断強さは約 500MPa であり、接合加圧により接合部断面積は約 68.9mm² から約 92.9mm² へ増加したことを考慮すると、接合部は少なくとも 370MPa 以上の強度を有するといえる。

4. まとめ

配管用鋼管を接合するための新しい手法として、高周波ろう付圧接技術を開発した。この接合法を用いることにより、鋼管の突合せ端部の段差や目違いを埋めることができ、これにより接合部への応力集中を防ぎ、継手効率を向上させることができる。

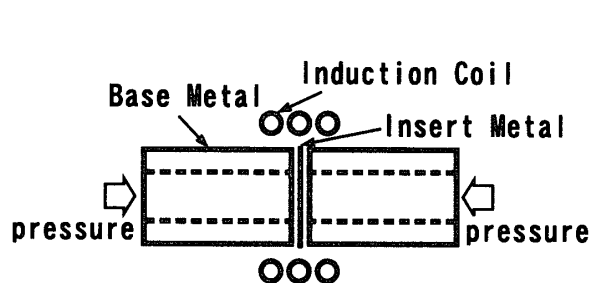


Fig.1 Welding system

Table.1 Chemical compositions
of insert materials(wt%)

Fe	B	Si	C
94.5	3.0	2.0	0.5

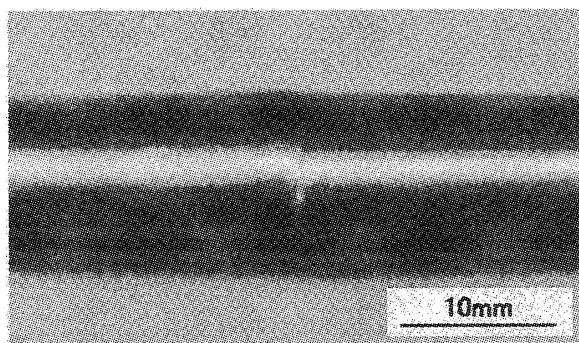
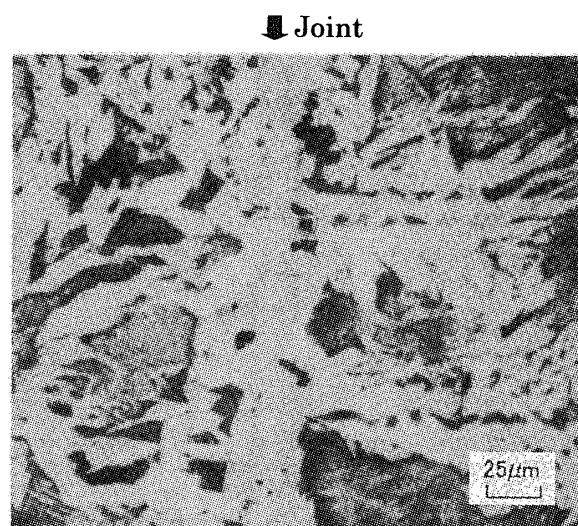
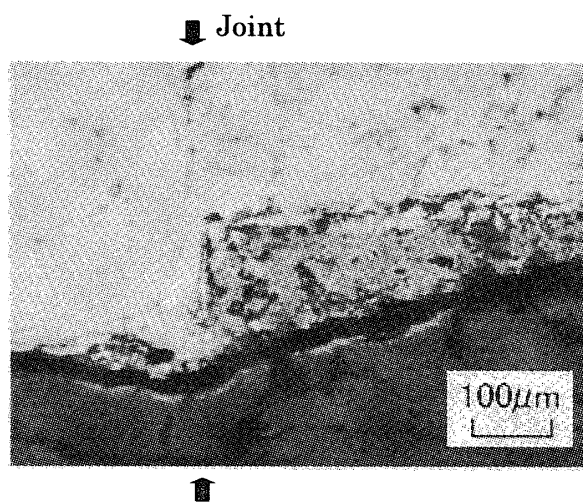


Fig.2 Appearance of bonded specimen



(a) Center of joint



(b) Edge of joint

Fig.3 Microstructure of joint