

名古屋大学 大学院
 名古屋大学 工学研究科
 大同特殊鋼 (株)
 同

○竹上 弘彰
 篠田 剛
 冷水 孝夫
 山田 龍三

Quality assurance of friction welded joint

by TAKEGAMI Hiroaki, SHINODA Takeshi, SHIMIZU Takao, YAMADA Ryuzo

1. 緒言

約半世紀前に開発されて以来、摩擦圧接法は多くの工業分野で実用化され、大きな成果をあげている。しかしながら、摩擦圧接部品の品質保証については、アプセット量、摩擦圧力、摩擦時間等の条件制御によって行われているのが現状である¹⁾。これは、摩擦圧接中の品質保証を行えるモニターシステムが無いためであり、摩擦圧接技術の普及を妨げる一因ともなっている。

そこで、本研究では、非破壊検査法としてインプロセス検査や製品検査に適用できる超音波探傷法を用いて、炭素鋼S45C摩擦圧接継手の品質保証について検討した。また、インラインの製品検査を目指して摩擦圧接中の超音波探傷によるモニタリングも行った。

2. 実験方法

本研究では、供試材として直径20mmの炭素鋼S45C中実丸棒を用いた。摩擦圧接は、日東制機(株)製の縦型摩擦圧接を用いて行った。本装置は、主軸回転および加圧機構にサーボモータを用いており、高精度の加工が可能である。

摩擦圧接は、摩擦圧力、摩擦寄り代、アプセット圧力および回転数を変化させて行った。接合界面に未接合部を残すために、一部不適切な条件での接合も行った。

デジタル超音波探傷器を用いて、摩擦圧接中の接合界面からのエコー高さを連続的に測定した。また、摩擦圧接後の継手についても垂直探傷試験を行い、エコー高さを測定した。詳細に継手の接合状況を調べるために、水浸式超音波探傷法(C-スキャン)により接合界面のエコー高さ分布を測定し、接合界面の欠陥率を求めた。

エコー高さ測定後には、引張試験を行い、継手強度を調べた。

3. 実験結果および考察

摩擦圧接中のエコー高さ変化と圧力の関係を、Fig.1に示す。デジタル超音波探傷器により、摩擦圧接過程のエコー高さの推移が測定できていることがわかる。エコー高さと圧力の関係を見ると、摩擦過程ではエコー高さはほぼ一定であり、アプセット圧力加圧と同

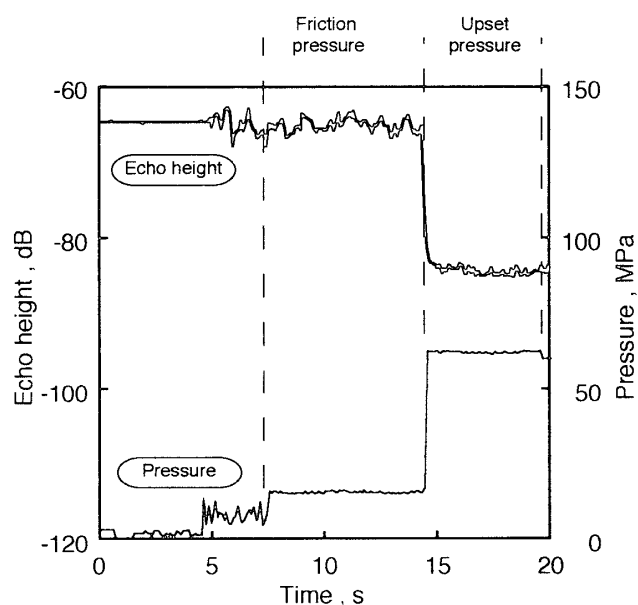


Fig.1 Relationship between echo height and Pressure in friction welding process

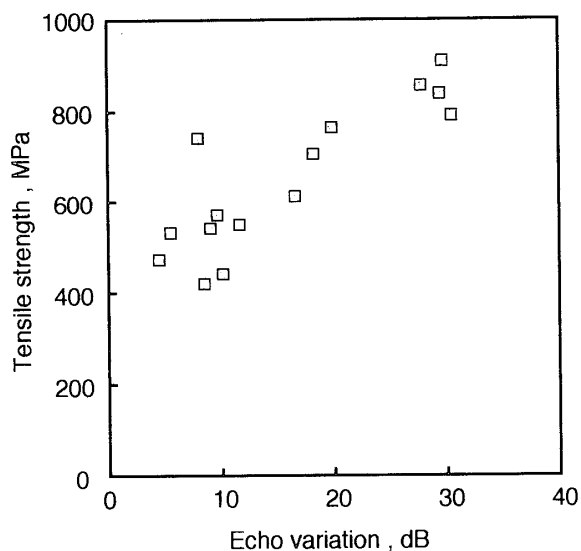


Fig.2 Relationship between tensile strength and echo variation

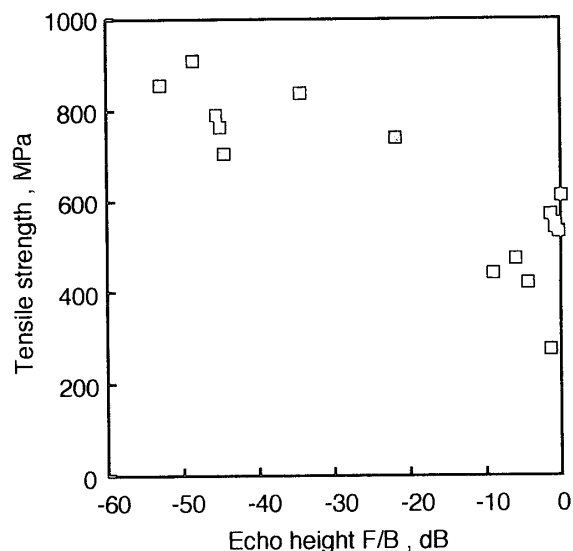


Fig.3 Relationship between tensile strength and echo height F/B

時にエコー高さは大きく減衰することがわかる。この時のエコー高さ変化は、アプセット圧力P2に比例して大きくなった。Fig.2にエコー高さ変化量と引張強さの関係を示す。エコー高さ変化量が大きくなるほど、引張強さも大きくなっており、超音波探傷による摩擦圧接継手の動的評価が可能であることがわかる。

接合後のエコー高さ測定では、底面エコーと欠陥エコー高さの比、相対エコー高さ $F/B (= |F-B|)$ の値で評価を行った。相対エコー高さは、P2が大きくなるほど小さくなった。相対エコー高さと引張強さの関係をFig.3に示す。相対エコー高さが小さくなるほど、引張強さは大きくなり、P2が大きくなるほど良好な継手強度が得られることがわかる。

C-スキャンによる欠陥率測定結果においても、P2が大きくなるほど欠陥が少なくなることが確認できた。C-スキャンによる欠陥率と引張強さの関係をFig.4に示す。欠陥が少ない、すなわちP2が大きいほど引張強さは大きくなっており、超音波探傷による摩擦圧接継手の静的評価が可能であることがわかる。また、摩擦完了直後は、界面の接合が不十分であり、P2加圧により接合面の未接合部が完全に接合され则认为られる。

以上より、超音波探傷法を用いて摩擦圧接継手の動的、静的な品質保証が可能であり、S45C同種材の摩擦圧接においてはP2を大きくすることにより接合面の欠陥の少ない高強度の継手が得られることがわかった。

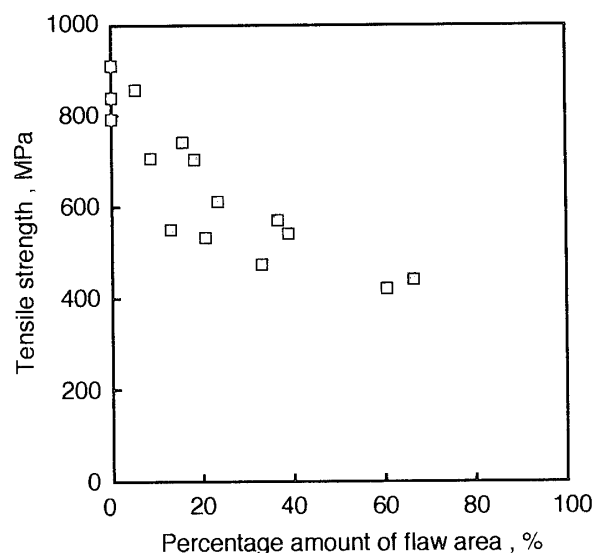


Fig.4 Relationship between tensile strength and percentage amount of flaw area

参考文献

- 1) 清水健治ら：摩擦圧接部の機械的性質と非破壊検査について
摩擦圧接協会 研究発表資料 No.72 (1972)