

抵抗溶接におけるインプロセス制御の現状と問題点

大阪大学工学部 仲田 周次

1. はじめに

抵抗溶接は 高い生産性など多くの優れた特性をもつた溶接法であるため 多くの工業分野で適用されるとともに、溶接対象材料の多様化などに伴い その溶接品質の信頼性の向上が重要な問題となってきた。 現在溶接品質の信頼性の向上対策の一つとしては 溶接品質のモニタリングによる方法と品質制御の採用による方法が考えられており、作業能率の観点からインプロセスでの品質検査が不可欠となつてきていること、溶接工程終了時に品質の100%保証が可能となることと作業環境の改善がはかれることなどのため インプロセス制御が主に検討されている。 ここでは抵抗溶接のなかでも品質制御の最も研究開発の多いスポット溶接を主にとりあげ、プロジェクション溶接、アセット溶接にも言及する。

2. インプロセス制御の必要性および品質制御システムの概念

一般に抵抗溶接においては 溶接品質の信頼性向上に対する要請が強くなつてきているが、Fig.1 にみるように溶接品質を規定する要因が非常に多いため、品質管理法としてこれらの要因を溶接施工中にすべて管理するという条件管理的手法を採用することに限界がある。 さらに、溶接条件は制御装置で容易に設定できるので作業者の熟練度に左右される要素の少ない高能率・高速自動溶接である。しかし溶接品質は設定条件の他に予め予測することが困難な要因があり、これら品質を規定する要因の変動に対して溶接条件を適応させることが溶接品質を保証するうえで必要となる。 これらに対処するため、Fig.2 にしめすような品質制御システムが採用されている。

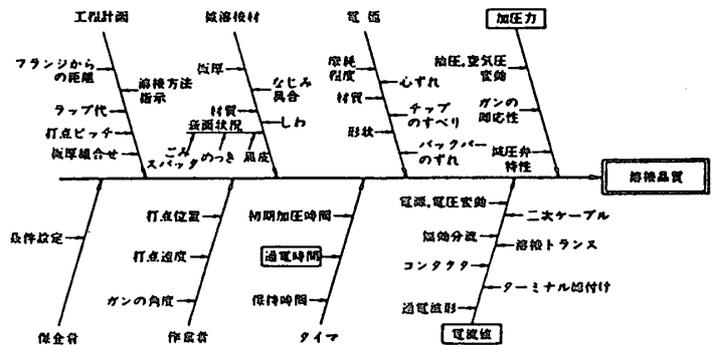


Fig.1 スポット溶接の品質特性要因図

これら品質を規定する要因の変動に対して溶接条件を適応させることが溶接品質を保証するうえで必要となる。 これらに対処するため、Fig.2 にしめすような品質制御システムが採用されている。

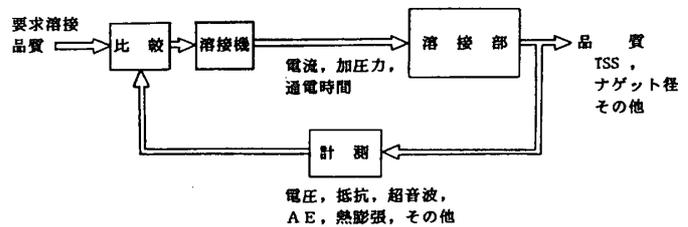


Fig.2 品質制御システムの概念

3. 各種品質制御方式の原理とその特徴

スポット溶接においては 溶接品質として 引張せん断強度、ナゲット径、などが取上げられ、これら溶接品質と物理的に関係するパラメータによつて品質制

御方式を分類したものがFig.3 に示している。このうち 物理的意味の明確な次の三つの方式について述べる。

電極変位方式： この方式は 溶接部は通電に伴う温度上昇によって熱膨脹するが、その周辺部は低温に保持されていて変形能が小さいので この熱膨脹量はほとんど全て板厚方向に膨出し、電極を押しあげ、この変位量がナゲット

- 溶接品質制御方式
- 電極変位検出方式
 - 電極チップ間抵抗検出方式
 - 電極チップ間電圧検出方式
 - 電極チップ間抵抗・電圧検出併用方式
 - エネルギーによる方式
 - 温度検出による方式
 - AE 検出方式
 - 超音波による方式
 - その他

併用などがあり、プロジェクトン溶接にも適用しうる。しかし、この方式では、溶接機

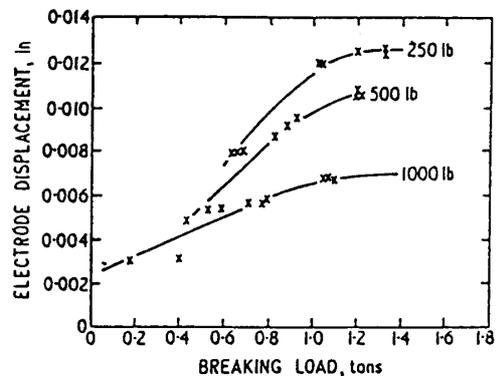
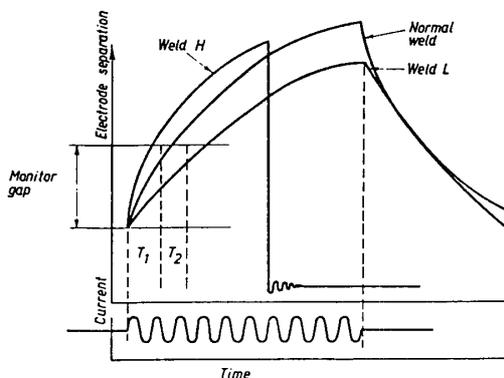


Fig. 4 電極間変位の時間的挙動 Fig. 5 電極間変位と加圧力の関係

の剛性、電極加圧力などの影響を受ける欠点がある。(Fig. 5)

電極チップ間電圧・抵抗検出方式： 本方式は電極チップ間電圧 (v) を溶接中検出し、Fig. 6 に示すように実効チップ間電圧積分値 (Σ) を算出すると、この値は溶接通電路での単位電流線素の温度上昇度に関する物理量であり、一方 チップ間抵抗 (r) はオームの法則により溶接部の通電路面積 (s) および被溶接材の平均固有抵抗 (ρ) と関係があり、チップ間抵抗値は Fig. 7 にみるように通電路面積に関係する量である。なお平均固有抵抗値は実効チップ間電圧積分値より別途もとめうる。したがって、溶接品質 (ナゲット径) はFig. 8 に示すようにチップ間抵抗値と電圧値 (実効積分値) によつて決定され、これらの値を要求値になるように溶接条件を時々刻々制御することによりインプロセスで要求品質を自動的にえられる。なお、この方式は多くの外

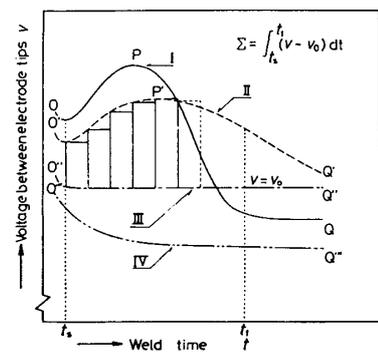


Fig. 6 チップ間電圧と実効電圧積分値

乱に対応しうるが、被溶接材間のなじみ度合の変動に対する適用の可否などの検討が残されているが、またプロジェクション溶接、アプセット溶接にも適用しうる。

超音波による方式：本方式は溶接部の温度による超音波吸収量の差異、伝ぱん経路の変化を利用し、溶接品質をモニタリングするか制御する方式である。Fig. 9 は一探触子透過法を示したもので、その原理は片側電極に超音波探触子を取付け、対向電極に反射面を設け、溶接の進展に伴う超音波透過量の変化量を計測し、溶接品質をモニタリングまたは制御する。なおこの溶接の進展に伴う超音波透過量の変化についてはモデル実験により透過量は溶接部が溶融ないし溶融直前の状態になったとき極小になり、透過超音波の増加量がナゲット面積に關係することが示されている。

4. 品質のインプロセス制御の問題点とその将来

スポット溶接品質のインプロセス制御についてはほぼ完成域に近づくつつあるが、プロジェクション溶接およびアプセット溶接に対しての研究は非常に少なく今後を期待される。

スポット溶接に対する品質制御システムについては適用分野別にみたシステムのあり方および制御システムの具備すべき性能の検討（特に材料に対する適応性も含めて）、科学的論拠に立脚した品質制御システムの性能評価の指針の確立が必要になる。

なおスポット溶接品質の制御についての制御方式、原理、特徴、適用範囲および文献リストなどについては溶接学会・抵抗溶接研究委員会資料RWS-58-84を参照されたい。

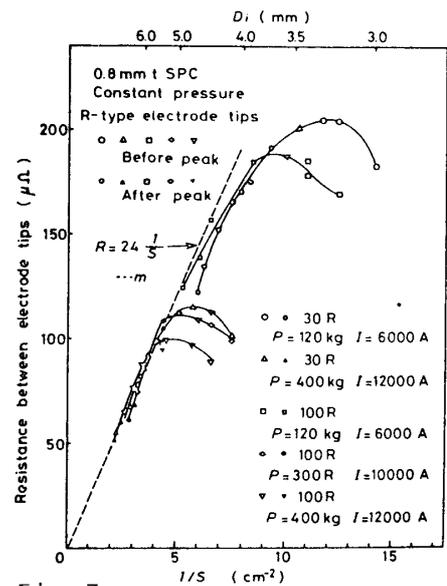


Fig. 7 チップ間抵抗と通電面積

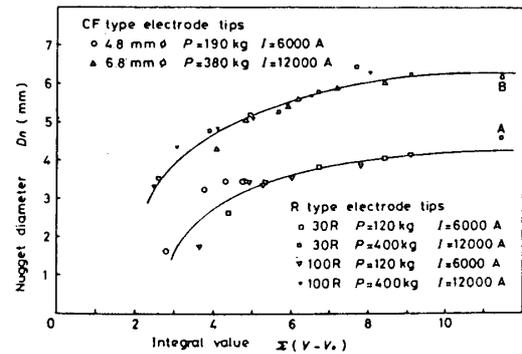


Fig. 8 溶接品質とチップ間電圧・抵抗

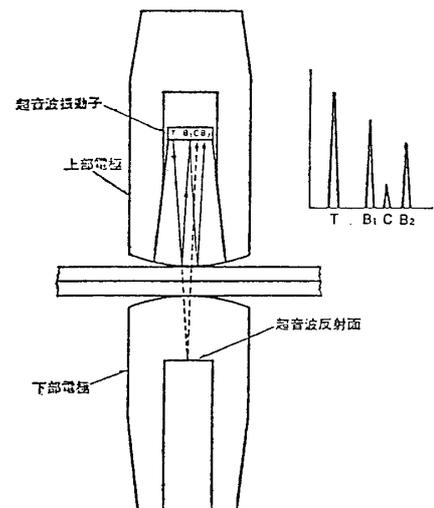


Fig. 9 一探触子透過法とその原理