125

FEMによる異径材摩擦圧接部の温度分布の推定

慶應義塾大学理工学部 〇菅 泰雄、河村 伸一郎 大阪府立大学総合科学部 小川 恒一

Estimation of Temperature Distribution of Weld during Friction Welding of Materials with Different Diameter by Finite Element Method Yasuo SUGA, Shinichiro KAWAMURA and Koichi OGAWA

1.緒 言

摩擦圧接過程における圧接部の温度分布および温度履歴を実験的に高精度で測定するこ とは極めて難しいとされている。また、摩擦圧接現象は極めて複雑であり、既存の有限要 素ソフトウェアによる熱伝導プログラムでは、これに対応できない。そこで、汎用有限要 素法ソフトウェアと本研究で構築した補助プログラムとを組み合わせ、圧接面における熱 収支を考慮することによって圧接部温度分布の推定を試みた。

2. 実験方法と供試母材

本研究では2種類の制動式摩擦圧接機を用いた。使用した圧接機をそれぞれ、A 圧接機 (MachineA)、B 圧接機(MachineB)と称する。実験で取得したデータは、トルク、圧力、 よりしろ、回転数の4種類である。A 圧接機では、4種類のデータを A/D コンバータを介 してコンピュータに取り込んだ。また、B 圧接機ではオシログラムとして取得した。供試 母材には、直径 12 および 19mm の機械構造用炭素鋼丸棒 S45C を用いた。試験片の形状 及び寸法を Fig.1 に示す。

3. 計算方法と理論

本研究では、汎用有限要素法ソフトウェア MARC を用い、非定常 2 次元軸対称熱伝導 問題として計算を行っている。メッシュ形状を Fig.2 に示す。なお、複雑な摩擦圧接過程

に対応できるように本研究で構築した手法の主な 特徴は、以下の2点である。

I. 圧接面への全入熱量は、実験により取得した トルク曲線から求める。ただし、圧接開始後圧接 面およびその近傍が高温になり軟化する。このた め、細径側では変形を受けやすく、これがバリと して圧接部から外周へ押し出される。この発生し たバリによって外部に出持ち去られる熱量を推 定し、これを総発熱量から差し引くアルゴリズ ムを構築した。

Ⅱ. 圧接過程において、材料の中心部の摩擦相 対速度は0であり、外周に向かうほど速い。つ まり、圧接面は外周ほど早く温度が上昇する。 しかし、急激に温度が上昇した外周部は相対的





Fig.1 Dimension of base metals



Fig.2 Mesh data for FEM analysis

に早く軟化し、見かけの摩擦係数は中心部に比べて低下 すると考えられる。しかし、鋼の摩擦係数と温度との関 係に関するデータの入手が困難であったので、摩擦係数 が材料の変形抵抗の温度依存性に従って変化すると仮定 し、計算を行った。計算過程では、時間の経過と共に圧 接面温度を逐次求め、その時の摩擦係数を考慮して各要 素への入熱量を再度計算し、入力すべき熱流束を求めた。 4.計算結果

Fig.3 に一例として、摩擦圧力を 40MPa、摩擦時間を 5.4 s とした場合の FEM による圧接部の温度分布の計算 結果を示す。(a)はプログラムを改良する前の手法で計算 した結果であり、(b)は本研究で開発したアルゴリズムに より計算した結果である。(a)と(b)を比較すると,(a)で は圧接面外周に熱が集中しているが、(b)では圧接面中心 まで熱が分配されており,入熱分配が良好に行われたこ とを定性的に示している。

5. 計算と実験結果の比較

計算結果の妥当性を定量的に確認するために各摩擦圧力 における計算結果およびマイクロビッカース硬さ試験より 求めた熱影響部幅を比較した。その一例を Fig.4 に示す。 図より、計算と実験による熱影響部の幅の値が比較的良好 な一致を示していることが分かる。また,A 圧接機,B 圧 接機の両者とも、計算結果と実験結果に大きな開きはなく 比較的良好な一致を示している。これらより、本研究で開 発した計算手法の妥当性が確認される。

6. 結 言

2) 異なった種類の圧接機を用いて実験を行い、計算結果と 実験結果を比較したが、両者とも大きな開きはなく比較的 良好な一致を示した。

3)本研究で構築した手法で求めた圧接部温度分布と圧接実験結果が比較的良好な一致を示し、本法が鋼棒の圧接部温

度分布の推定に対して有効であることが確認される。 **参考文献**

1) 菅、小沢、宮川、小川:摩擦圧接協会誌、5·2(1998) P.3·10



(b) Proposed method





