

論文の内容の要旨

論文題目 SEMによる金属破断面の三次元解析の高精度化と
破断面の特性化への応用

氏 名 姜 軍

材料の破断面には、破壊の進行状況を示す特徴的模様が残されており、これを調べることによって破壊機構や破壊の原因に関する重要な情報が得られる。破壊原因を調べ、また破面定量解析するため、破面三次元情報を正確かつ容易に理解することが重要である。本論文においてはSEMによる材料破壊の破面解析に対して、三次元解析の高精度化と破断面の特性化を中心とした。以下の四点について新しい改善と提案を行った：

まず、TOPO SEMが利用できないとき、ステレオマッチングにより破面三次元形状解析法の改善を行った。従来のマッチング法と比べて、計算速度と精度の両面からより効率的な三次元形状測定アルゴリズムを提案した。パソコンレベルでの三次元形状破面解析を実施したうえで、実用レベルでその有効性を検証した。実際の破面への応用例もあわせて示した。

次に、TOPO SEMが利用できるとき、二次電子信号積分情報とステレオ解析とを融合して、両者の欠点を補い合う新たな三次元形状測定アルゴリズムを開

発することにより、材料の破壊にとって重要な数十 μ ～数百 μ のオーダーの破面立体情報を高精度、高分解能で解析する手法を開発した。また破面への適用結果からその有効性を検証した。

なお、破面形状の高精度三次元測定結果に基づいて、インターネット上でVRMLのテクスチャマッピングを活用した新たな破面表示技術を確立した。従来二次元の破面観察法で理解し難い破面に対して、リアルな破面三次元画像を表現することにより、観察結果をより効率的且つ直感的に理解できる。また破面解析の結果から、粒界形状、キャビティ、ストライエーションの波状などの空間構造を容易に読取れるだけではなく、かつ破面特性の定量解析、破壊機構の解明に役立つことが確認された。

最後に、ストライエーション破面率から疲労荷重応力比 R を定量推定する手法を新しく提案した。ストライエーションの形成機構を分析し、ストライエーションの破面率に着目して、 R の評価をすることが有効であることを示した。特に、最大ストライエーション破面率を計測することにより、疲労応力比 R を定量推定する方法を提案した。種々の応力比で典型的な二種類の構造材料2.25Cr-1MoとSUS304のCT疲労き裂進展実験を実施し、この手法の有効性を検証した。一方で、破壊機構の観点から従来法のストライエーション形状に及ぼす作用応力比 R の影響も考察し、従来法のストライエーション形状から評価する方法の問題点を指摘した。また、実験結果からも、ストライエーションの高さ H と幅 W の比 H/W は応力比との関係が必ず明瞭ではないという結論が得られた。

以上を要約すると、SEMによる破断面の定量解析にあたり、三次元構造解析の新たな方法を提案するとともに疲労破断面の特性化によって疲労荷重を推定する方法を提案した。提案法は実破断面への適用から有効性が検証された。