

1. プロジェクトの背景・目的

近年、機械・構造物には機能面だけでなく安全性、信頼性に対する品質の向上と軽量化、高効率化、省エネルギー化のため、構造用材料の高強度化が重要な課題とされている。本プロジェクトでは金属材料表面の改質処理による極限環境下における疲労強度の改善策を構築することを目的とする。また、機械構造材料の信頼性向上のための非破壊検査法の開発を行う。

2. 研究成果

2.1 スパロール加工によるアルミニウム合金の疲労強度の向上

金属材料の疲労強度特性を向上を目的とした表面改質方法としては、①表面に高強度の被覆を施す方法、②表面を窒化や浸炭処理を施し表面の性質を変化させる方法、③表面に残留応力を付与し表面の強度向上を行う方法に大別される。本年度は③の方法の一つであるスパロール加工によるアルミニウム合金の疲労強度向上について検討を行った。スパロール加工は、高硬度のロールやボールを材料に押しつけて表面硬度を向上させるバニシ処理の一つであり、廃棄物が出ない環境に優しい表面改質法である。また、本方法は圧縮残留応力の付与と同時に表面粗さの低下ができるため疲労強度向上には効果的であると考えられるが、研究例がほとんど見られない。

本研究では、スパロール加工をアルミニウム合金 A7075-T6 材に施し疲労強度に及ぼすスパロール加工の影響について検討した。

アルミニウム合金 A7075 に 2 種類の液圧条件 (3MPa, 15MPa) でのスパロール加工を施した材料の残留応力測定および疲労試験を行った結果、表面近傍に約 500MPa 以上の圧縮残留応力が認められ、 10^7 回疲労強度は約 17%~30% 程度の向上が認められた。

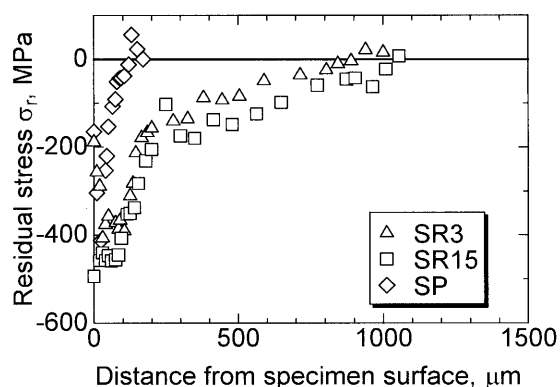


図1 スパロール加工による残留応力分布

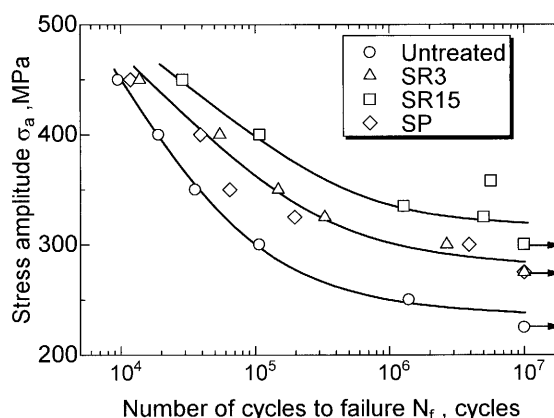


図2 スパロール加工材の疲労強度

2.2 超音波後方散乱波のウェーブレット変換による材料損傷評価

機械構造材料の安全性・信頼性評価のため、材料の損傷過程で発生する微小な欠陥を超音波により評価する方法の開発・検証を行った。本方法は「材料損傷評価法」として特許出願しており、本年度審査請求を行ったものである。(特願 200413755 号) 本年度は本方法を実用化に近づけるため、実際にクリーブ損傷を受けた材料を用意し、その評価を行った。図 3 に測定装置の概要を示し、図 4 に計測された超音波後方散乱波のウェーブレット変換結果を示す。図より損傷率(寿命比)の増加に伴い波形が変化していることがわかる。本変換結果から材料中に存在する欠陥量を推定した結果、推定値は実測値と同程度の値が得られ、本方法の有効性が検証された。

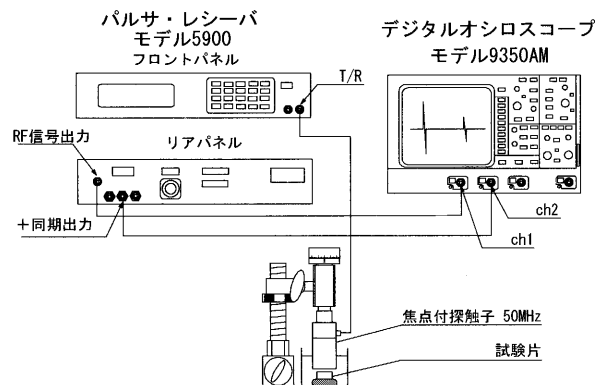


図 3 超音波計測システムの概要

3. プロジェクト成果

審査請求を行った特許「材料損傷評価法」(特願 200413755 号)の有効性が示され、今後のさらに検証試験を行い、企業とタイアップすることによる製品化が期待される。

4. プロジェクト成果の応用・効果・構想

本プロジェクトで行う疲労強度向上のための表面改質法、設計法の開発は今後の市場拡大が予想される。また、機械・構造物の信頼性確保のための非破壊検査法の需要も増加することが予想され、

5. 利用施設

施設名：高出力・高分解能 X 線回折システム

利用内容：残留応力測定 利用頻度：約 400 時間/年

施設名：極微表面解析顕微システム

利用内容：表面状態の計測 利用頻度：約 200 時間/年

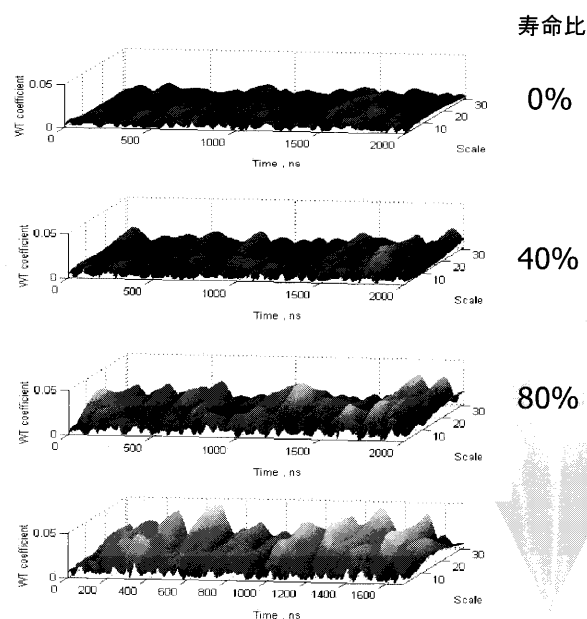


図 4 損傷材の超音波後方散乱波ウェーブレット変換結果