

利用課題名：中性子 IP およびコニカルスリットによる残留応力測定法の開発

Development of Measurement Method of Residual Stress with Both
Image Plate and Conical Slit

佐々木 敏彦¹⁾ 鈴木 裕士²⁾ 盛合 敦²⁾ 森井 幸生²⁾

Toshihiko SASAKI

Hiroshi SUZUKI

Atsushi MORIAI

Yukio MORII

¹⁾金沢大学

²⁾原子力機構

要約： 中性子イメージングプレートの特徴を活かした効率的で迅速な残留応力測定方法について検討した。cos 法を用いた三軸応力状態の測定方法とゲージボリュウムの制限方法を検討した。

キーワード：残留応力、イメージングプレート、

1. 目的

IP を用いた中性子回折環画像を通して材料表面層の迅速な残留応力測定法を開発する。
コニカルスリットを製作し、ゲージボリュウムを限定できるようにする。

2. 方法

単色中性子ビームを試料に対して傾斜させて照射し、発生する中性子回折像をイメージングプレートに記録し、画像解析を通して回折環各部の半径を算出する。これより各方位に関する回折角、格子ひずみを求める。

回折全体の格子ひずみを用いて cos 法に基づく応力解析を行う。このとき、cos 法を改良した三軸応力測定法についても適用を検討する。

cos 法は測定深さが浅い X 線回折用の測定理論であるので、著者らは考案した補正方法を適用して正しい応力値とする。

材料内部の特定の部分の応力を求める方法として回折ビームを制限するコニカルスリットを設置し、その場合に得られる回折環を上記と同様に解析して材料の特定の領域の応力を求める。

3. 研究成果

本研究では、まず、XIP の経験で蓄積してきた IP 画像の解析技術や測定技術を応用し、日本原子力研究所 JRR-3M における NIP 用の応力測定装置および画像解析プログラムの試作を行った。また、引張り応力を与えた鋼材の平均応力測定を実施して基礎的な検証を行った。次いで、測定領域が深いことを考慮して三軸応力測定の可能性を検討した。数値的シミュレーションでは補正処理を経ることで三軸応力測定が可能であるとの結論を得た。そこで、による表面残留応力が形成される鉄道レールの応力測定に適用し、車輪の接触頻度の高い部分に大きな圧縮残留応力が形成されていることや、垂直応力成分が互いに近い応力値を有している傾向などが判明した。コニカルスリットによる内部測定領域の制限に関しては装置の準備が間に合わず、実測することができなかった。そのため、数値的シミュレーションを通して検討し、単軸応力状態においては cos 法による測定値から材料内の応力評価が可能である見通しが得られた。その実証については今後の課題であるが、十分実現可能であると思われる。

4. 結論・考察

中性子回折環を cos 法で応力解析すると、応力の他に侵入深さの影響が大きく現れるため、それに基づいた誤差応力が生じる。しかし、測定応力と実際の応力は 1 対 1 の関係を有するため、簡単な補正を経るだけで正確な応力を求めることが可能になる。

三軸応力測定も同様に可能である。回折環上には応力計算に必要な回折データが十分にあるが、実用的な応力測定のためには 2 方向または 3 方向からの回折環を利用することが有効である。

コニカルスリットによるゲージボリュウムの制限法については数値的シミュレーションの結果、実現が可能であることを確認した。ただし、その実証に関しては課題として残った。

5. 引用(参照)文献等

1. 佐々木敏彦、広瀬幸雄、cos 法による中性子応力測定に関する基礎的研究、日本機械学会論文集 A、第 71 巻、第 704 号 (670~676 頁)
2. 佐々木敏彦、皆川宣明、森井幸生、新村信雄、広瀬幸雄、中性子応力測定へのエリアディテクタの適用に関する基礎的研究、日本機械学会論文集 A、69-688(1711~1716 頁)
3. 鷹合滋樹、佐々木敏彦、皆川宣明、森井幸生、広瀬幸雄、中性子回折法による Fe-Cr/TiN 系焼結複合材料内部の残留応力測定、日本機械学会論文集、67 巻、658 号(982~988 頁)
4. 斎藤徹、皆川宣明、森井幸生、佐々木敏彦、広瀬幸雄、中性子回折法による無ひずみ状態の格子面間隔測定に関する測定技術の開発、材料、第 50 巻、第 7 号(701~706 頁)
5. T.Sasaki, N.Minakawa, Y.Morii, N.Niimura and Y.Hirose, Neutron Stress Measurement Using Neutron Image Plate, Materials Science Forum Vols. 490-491(Trans Tech Publications Ltd), pp.229-233, 2005.7. (ICRS7)
6. T.Sasaki, Application of the cosa method to Area Detector Type Neutron Stress Measurement, Materials Science Forum Vols. 524-525 (2006), pp247-252.(ECRS7)