

中性子イメージングプレートによる実用部品の残留応力測定法に関する研究

Study on Residual Stress Measurement Method of Engineering Parts by an Image Plate

佐々木 敏彦¹⁾

Toshihiko SASAKI

¹⁾金沢大学

IP方式による中性子残留応力測定に対して、gauge volumeを設定するためのエリアディテクタ方式用のスリットについて検討した。IPとの比較およびgauge volumeの位置の特定用として1次元検出器による測定も実施した。測定試料は、使用および未使用のレールの2種類である。前者は推定16mmのき裂を内部に有しているものを用いた。

キーワード：中性子残留応力測定、イメージングプレート、レール、回折環、画像解析

1. 目的

IP方式による中性子残留応力測定に対して、gauge volumeを設定するためのエリアディテクタ方式用のスリットについて検討した。

2. 方法

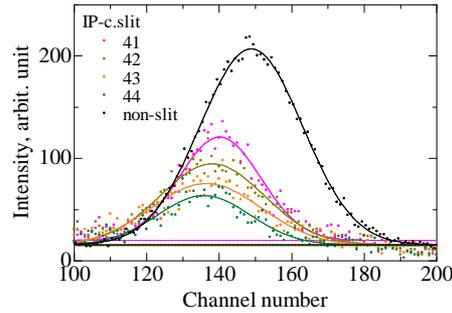
最初に、簡単なコンカルスリットを試作した(Fig. 1)。中性子イメージングプレート(NIP)は、寸法が250mm×200mm、1個のピクセルが1辺100 μ mの正方形、1個の画像の容量10MB、輝度分解能16bitである。IPとの比較およびgauge volumeの位置の特定用として1次元検出器による測定も併せて実施した。測定試料は、使用および未使用のレールの2種類である。前者は推定16mmのき裂を内部に有している。レールの種類はJIS E 1101 60kg 普通レールである。中性子照射位置は、使用レール、焼鈍レールともにレール頭頂面の中央部とした



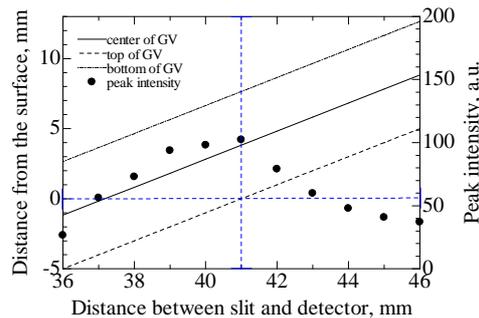
Fig.1 Slit ant its set-up for neutron stress evaluation in rail.

3. 研究成果

1次元検出器により、スリット通過後の回折プロフィールを測定した結果をFig.2に示す。Fig.2 (a)はスリットとIPとの距離(IP-cs)が41mmから44mmの範囲の場合における回折プロフィールであり、gauge volumeは完全に試料の内部に含まれている。なお、IP-cs=41mmのときgauge volumeの最表面側が試料表面に接する。Fig.2(b)は、各回折プロフィールの最大強度をIP-csに関して図示した結果である。図より、IP-cs=41を境として傾向が異なり、IP-cs<41の範囲では上に凸、IP-cs>41では逆に下に凸のそれぞれ曲線状の変化を示している。IP-cs>41では、gauge volumeが完全に材料の内部に含まれるため、IP-csが増加すると中性子ビームの試料内部の通過距離が増加し、吸収強度が1/eの関数で減衰することに対応している。一方、IP-cs<41ではgauge volumeの一部が試料の表面から飛び出し、その結果、表面側に位置することによる回折強度の増加分と、回折に寄与するgauge volumeの減少による回折強度の減少とが重なり合った結果となる。



(a) neutron diffraction profiles in case of IP-cs ranged from 41 mm to 44 mm, and of non-slit. The whole part of each gauge volume is involved in sample.



(b) Depth of top, center and bottom of the gauge volume, and peak intensity as a function of distance between slit and detector.

Fig.2 Neutron diffraction profiles obtained using conical slit, and relation between location of gauge volume and diffraction intensity.

Fig.3 に、IP を使用したときの回折プロファイルの測定結果を示す。図中には、IP-cs が異なる測定結果も併記して比較した。スリット無しの場合の回折プロファイルは左右がやや非対称になるが、スリット有りの場合はほぼ左右対称である。また、回折ピーク位置が IP-cs が大きいほど IP 上では中心から離れる。スリットを用いない場合は表面から内部までの回折が重畳し、IP の外側に材料の内部の回折が到達する結果、tail と称される長い裾野が形成され半径方向に関して非対称な回折プロファイルとなる。スリットの有無による回折ピークのブロードニング（半価幅）が 1 次元検出器と中性子 IP の場合ではやや異なっている傾向も見られる。これは、両者の検出部と gauge volume との間の距離の違いに起因して回折ビームの発散に差が生じたものと思われる。

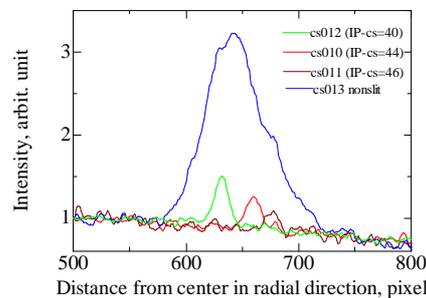


Fig.3 Results of measurement with an image plate. Diffraction profiles with the slit (left) and without the slit (right).

4. 結論・考察

レール鋼の 211 回折について、スリット幅 1mm の円形状スリットによって gauge volume 約 1.2mm の中性子回折を 1 次元検出器および中性子 IP にて測定した結果、予想以上に鮮明な回

折データが得られることが判明した。このことから、標準法と比べても遜色の無い位置分解能
が実現可能となり、 $\cos \alpha$ 法やその三軸応力対応の応力測定原理を用いることで従来法には無い
新たな特徴を持つ中性子残留応力測定が実現できる見通しが得られた。

5. 引用(参照)文献等

- (1) 林真琴・石渡雅幸・皆川宣明・船橋達・Root, J. H., 材料, 44 -504(1995), 1115-1120.
- (2) 秋庭義明・田中啓介・竹園拓也・林真琴・皆川宣明・森井幸生, 材料, 47-7 (1998), 755-761.
- (3) 平修二・田中啓介・山崎利春, 材料, 27-294 (1978), 251-256.
- (4) 佐々木敏彦・広瀬幸雄, 日本機械学会論文集 A, 61-590 (1995), 2288-2295.
- (5) 佐々木敏彦・皆川宣明・森井幸生・新村信雄・広瀬幸雄, 日本機械学会論文集 A, 69-688 (2003), 1711-1716.
- (6) 佐々木敏彦・広瀬幸雄, 日本機械学会論文集 A, 71, 704 (2005), 670-676.
- (7) Noyan, I. C. and Cohen, J. B., Residual Stress, Measurement by Diffraction and Interpretation, (1987), 166, Springer-Verlag.