

鉄単結晶内部における局所歪み・応力場の解明

Strain and Stress Distributions in Iron Single Crystal

今福宗行¹⁾秋田貢一²⁾葛蒲敬久³⁾鈴木裕士³⁾岩田圭司⁴⁾

Muneyuki IMAFUKU

Koichi AKITA

Takahisa SHOBU

Hiroshi SUZUKI

Keiji IWATA

1) 日鐵テクノリサーチ 2) 武蔵工業大学 3) 日本原子力研究開発機構 4) 新日本製鐵

鉄単結晶内部の微小部歪み・応力測定のために、放射光を利用して高輝度高エネルギー微小部 X 線回折測定を行った。鉄単結晶表面へのレーザー照射により発生した材料内部の局所的歪み分布を測定することが可能であることが確認できた。

キーワード：鉄、単結晶、歪み、応力、レーザー照射

1. 目的

GOSS 方位 ($\{110\}\langle 001\rangle$) 鉄単結晶表面にレーザー照射を施すことにより、 $\langle 001\rangle$ 方向の 180 度磁区が細分化し、交流磁場中のエネルギー損 (いわゆる鉄損) が劇的に低減するすることが知られている。これまで我々の研究により、レーザー照射によって材料表面に引張残留応力が発生していることが明らかとなってきた⁽¹⁾が、これだけでは結晶内部の磁区構造を予測することは困難である。本研究では高エネルギー放射光を用いて結晶内部の残留応力分布を非破壊的に測定して、磁区構造との関係を解明することを目的とする。

2. 方法

①ビームライン：挿入光源による高輝度高エネルギー X 線が利用できる SPring-8 BL22XU
 ②試料：表面に Nd:YAG パルスレーザーを照射した鉄単結晶板 (サイズ：25mmX25mmX0.23mm)
 ③実験方法・条件：X 線ビームサイズを微小に絞り、透過および反射高エネルギー X 線回折による歪みスキニング測定を行った。

X 線エネルギー：30keV

アナライザー結晶：Ge111

回折指数：Fe440 ($2\theta=48.2^\circ$)ビームサイズ：50 μ mX50 μ m

レーザー照射痕近傍数箇所について、表面から深さ 0.15mm までの回折角を測定した。無歪み回折角としてレーザー照射痕から 20mm と十分離れた位置での測定値を用いた。

3. 研究成果

今回の実験ではレーザー照射鉄単結晶板のレーザー照射痕近傍において、透過回折条件下での板面内板幅方向 (TD) および反射回折条件下での板面垂直方向 (ND) の 2 方向の歪み測定を行った。その結果、レーザー照射により、レーザー照射直下において、TD には負の歪みが、ND には正の歪みが局所的に発生していることが明らかとなった。

4. 結論・考察

本研究により SPring-8 BL22XU においてレーザー照射痕直下での残留歪み分布の測定が可能であることが確認できた。レーザー照射痕直下での残留歪みはレーザー照射による熱履歴によるものと思われる。今後は TD, ND に加え板面内圧延方向 (RD) での測定も実施し、三次元的歪み分布を明らかとし、これを元に単結晶三軸応力解析を行い、単結晶内部での歪み・応力分布と磁区構造との関係を明らかとしていく。

5. 引用(参照)文献等

(1) M. Imafuku, H. Suzuki, K. Akita, K. Iwata and M. Fujikura: Acta Materialia, 53 (2005) 939.