

鉄鋼試料における水素分布と結晶構造に関するマルチモーダルデータの評価

○林 大介¹, 宮内 直弥², 村瀬 義治², 板倉(中村) 明子², 青柳 里果^{1*}

¹成蹊大学 理工学部 物質生命理工学科, ²物質・材料研究機構

Evaluation of multimodal data of hydrogen distribution and crystal structures in steel sample

○Daisuke Hayashi¹, Naoya Miyauchi², Yoshiharu Murase², Akiko N. Itakura², and Satoka Aoyagi^{1*}

¹Seikei University, ²National Institute for Materials Science

1. はじめに

鉄鋼材料の水素脆化は測定が容易ではなく未解明の部分も多い。走査型電子顕微鏡(SEM)と電子衝撃脱離法(ESD)を組み合わせたオペランド水素顕微鏡[1]は、水素を試料に供給しながら水素分布の経時変化を得ることができる。さらに、電子後方散乱回折(EBSD)像も合わせて解析することで、鉄鋼の結晶構造と水素透過の関連が評価できると期待できる。しかし、これまでの検討[2]では、明確な水素分布像を得ることを優先し、ESD による水素分布像の解像度を低く抑えていた。高解像度の ESD 像は、1 ピクセルあたりのカウント値が低いため単独のデータとしては解析が難しいが、SEM 像や EBSD 像と融合させたマルチモーダルデータ化することにより、十分な数値解析が実施できる可能性がある。本研究では、これまでの報告よりも高い解像度 ESD 像を用いたマルチモーダルデータの解析を検討した。

2. 解析方法

冷間加工で転位を入れたステンレス SUS304 鋼を厚さ 100 μm の薄板状とした試料に背面から水素を供給し、表面に透過した水素分布を 330 μm $\times$ 520 μm の範囲で測定した ESD 像[2]と同一試料の SEM 像と EBSD 像を Matlab (Mathworks 社) のイメージレジストレーション (imregister)で融合した(Fig. 1)。融合したデータを主成分分析(PCA)および自己符号化器(autoencoder, AE)で解析した。ESD 像については、測定領域を 128 $\times$ 128 pixels とし、水素分布強度は 1 時間ごとに積算した値を用いた。EBSD については fcc(オーステナイト)の 3 方位に bcc(マルテンサイト)を加えた

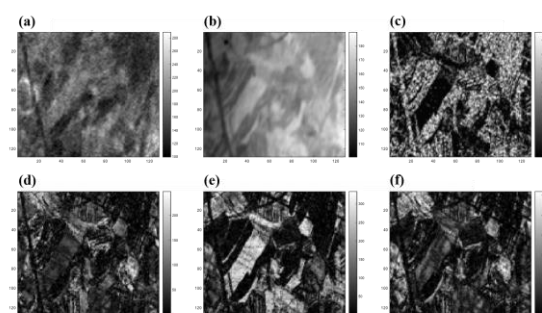


Fig.1. Image fusion results of measurement for steel sample. (a)ESD image (65 hours), (b) SEM image, (c) EBSD image of bcc, EBSD images of fcc: (d) [001], (e) [101], (f) [111].

4 種類の像を用いた。

3. 結果と考察

これまでの検討[2]でも鉄鋼の結晶構造と水素分布の関連についての知見は得られているが、ESD 像の空間および時間分解能を高めたイメージデータを用いてイメージフュージョンしたデータに対する PCA の結果でも同様の知見を得られた。AE での解析では、これまでの検討や今回の PCA でも確認された Ring 状の領域に関する特徴が抽出できた。以前の解析では、ESD 像は 330 μm $\times$ 520 μm に対して 64 $\times$ 64 pixels であり、1 pixel あたり 5 μm 程度であったが、128 $\times$ 128 pixels では 1 pixel あたり 2 μm 程度であり、より詳細な観察が可能になったと考えられる。

文 献

- 1) N. Miyauchi *et al.*: Appl. Surf. Sci., **527**, 146710 (2020).
- 2) T. Akiyama *et al.*: JVSTA, B **38**, 034007 (2020).

*E-mail: aoyagi@st.seikei.ac.jp