

SEM の像コントラストを活用した Cr-Mo 鋼中微細析出物の同定と相別分布の可視化

JFE テクノリサーチ株式会社 中村 貴也 佐藤 馨 名越 正泰
小形 健二 北原 保子 櫻田 委大

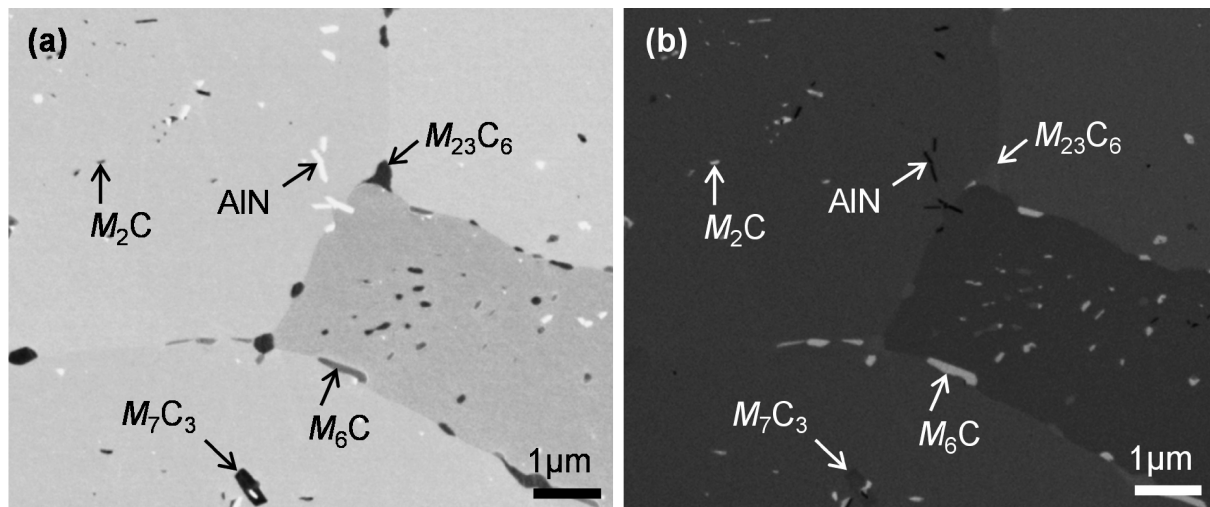


Fig. 1 2.25Cr-1Mo 鋼中析出物の SEM 像：(a) インレンズ SE 像，(b) インレンズ BSE 像。

機械強度をはじめとする鉄鋼材料の諸特性は、析出物の種類や分布、密接に関係しており、それらの評価は重要である。本研究では、4 種類の炭化物 (M_2C , M_6C , $M_{23}C_6$, M_7C_3 ; M は Fe, Cr, Mo などの金属元素) と AlN の計 5 種類の析出物を含む 2.25Cr-1Mo 鋼を対象とし、SEM による析出物の識別と分布評価を試みた。試料を鏡面研磨後、観察に供した。本実験で用いた SEM は CarlZeiss 社製の ULTRA55 で、対物レンズの上方にインレンズ型の二次電子 (SE) および反射電子 (BSE) 検出器を有する。前者で二次電子の収率を、後方で平均原子番号 (Z) を反映したコントラストの像を取得し、各種析出物を識別できる加速電圧と作動距離 (WD) の条件を探索した。いずれの検出器においても、加速電圧 1 kV, WD 5 mm の条件で、十分な解像度で析出物の種類を反映した明瞭なコントラストが得られた (Fig. 1)。SE 像、BSE 像ともに、明るいコントラスト順に M_6C , $M_{23}C_6$, M_7C_3 であり、SE 像で明るく、BSE 像で最も暗いコントラストを示したのは AlN である。また、 M_2C は微細な針状であることから判断した。これら像コントラストと析出物種の対応は、EDX を用いた元素分析で確認した⁽¹⁾。Fig. 1(a) のインレンズ SE 像を画像解析 (多値化) し、各種析出物の分布の可視化と定量評価を試みた。Fig. 2 に示すように、各析出物の分布を明瞭に可視化でき、面積率などの定量的評価が可能となった。本手法により、析出物分布や面積率の解析が迅速におこなえる。加えて、バルク試料をそのまま観察できるため、

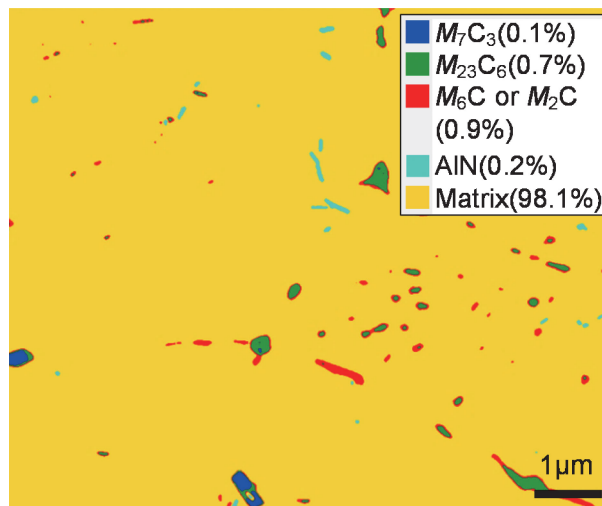


Fig. 2 インレンズ SE 像 Fig. 1(a) の多値化結果。凡例の () 内に、各種析出物の面積率をあわせて示す。

熱影響部など、広領域の析出物分布の評価が実現する。

文 献

- (1) T. Nakamura, K. Sato, M. Nagoshi, K. Ogata, Y. Kitahara and T. Sakurada: J. Japan Inst. Met. Mater., 82(2018), 169-175.
(2018年 8 月 22 日受理) [doi:10.2320/materia.58.85]

Identification and Visualization of Fine Precipitates in a Cr-Mo Steel Using SEM Contrasts; Takaya Nakamura, Kaoru Sato, Masayasu Nagoshi, Kenji Ogata, Yasuko Kitahara and Tsuguo Sakurada
Keywords: scanning electron microscope, precipitation, identification of precipitation, quantitative evaluation
SEM specimen preparation: mechanical polishing
SEM utilized: Carl Zeiss ULTRA55
Observation condition: InLens-SE, InLens-BSE (accelerating voltage: 1 kV, grid voltage: 800 V)