



## 窒素鋼の焼戻しにおける合金窒化物析出に伴う 添加元素の化学状態測定

佐藤 充孝

東北大学 金属材料研究所

キーワード：窒素マルテンサイト鋼，合金窒化物析出，XAFS，

### 1. 背景と研究目的

マルテンサイトは硬いが脆く、使用に適した強度を得るために焼戻し処理が行われる。焼戻しでは鉄の炭・窒化物が析出することにより靱性が改善されるが、強炭・窒化物形成元素を含んだ鋼では合金炭窒化物の析出が生じる。これまでに、Cr を添加した窒素マルテンサイトの焼戻しにおいて、300°C以上の焼戻しにて、Cr-N クラスタおよび Cr 窒化物の析出が生じ、著しい二次硬化を示すことを見出してきた<sup>1)</sup>。本研究では、Cr 含有窒素マルテンサイト鋼の焼戻しに伴う CrN 析出に対し X 線吸収分光法(XAFS)により、固溶状態から析出に至るまでの化学状態変化を調査することを目的とした。

### 2. 実験内容

Fe-1mass%Cr 合金を出発材とし、 $H_2+NH_3$  混合ガス雰囲気下で浸窒焼入れを行うことで窒素マルテンサイトを得た。その後、500°Cにて種々の時間保持することで焼戻し材を得た。測定はBL1N2にてSDD検出器を用いた部分蛍光収量法および全電子収量法の同時測定により行い、G3 回折格子を用いた。測定時間は1試料当たり30分とし、3回ずつ測定を行い得られたデータを積算した。NK 端の測定と同様に、焼入れ材(AsQ 材)、5分保持材および1時間保持材を測定試料とした。フリーの解析ソフトであるAthenaを用いて得られたXAFS スペクトルの解析を行った。

### 3. 結果および考察

Fig. 1 に AsQ 材および 500°C 焼戻し材の部分蛍光収量法により得られた XANES スペクトルを示す。全電子収量法と部分蛍光収量法では、部分蛍光収量法のほうがより多くのバルクの情報が含まれる。500°Cにおける焼戻しに伴い CrN の析出が生じるため、N-K 端の XANES スペクトルも変化が生じるはずである。得られたスペクトルは、ピーク強度としては十分な強度が得られているものの、ピーク位置である 400 eV 近傍においてわずかな違いがあるように見えるのみで、同時に測定を行った Cr K 端の XANES スペクトルのような形状の変化は見られなかった。これは、N が軽元素であるため、N 原子近傍の局所構造を測定するための X 線エネルギーでは母相である Fe に対して十分な侵入深さが稼げないためであると考えられる。今後は試料中 N 量を高濃度にするなどの検討を行う必要がある。

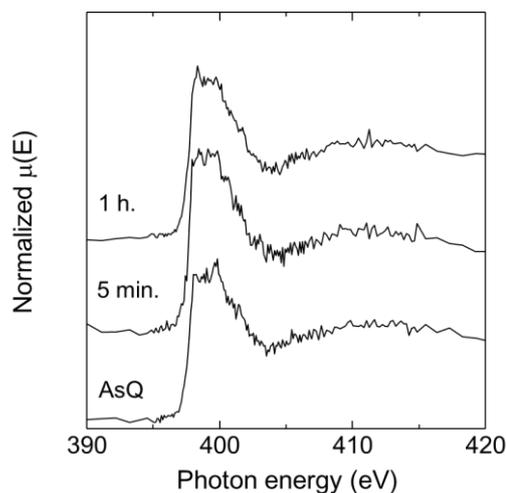


Fig. 1 AsQ 材および焼戻し材の N K 端 XANES スペクトル

### 4. 参考文献

1. S. Young, M. Sato, Y. Shimada, G. Miyamoto, T. Furuhashi, **CAMP-ISIJ** Vol.32 (2019)-677.