



窒化処理した SUS304 の残留応力及び格子定数測定【実地研修】

杉山 信之

あいち産業科学技術総合センター

キーワード：SUS304, 残留応力, 侵入深さ一定法, 実地研修

1. 背景と研究目的

オーステナイト系ステンレス鋼に低温プラズマ窒化処理を行うと、表面に拡張オーステナイト相が生成する。この拡張オーステナイト相について、鋼材の残留応力及び格子定数、窒素濃度の関係を明らかにすることが目的である。鋼材の表面からの深さにより残留応力及び格子定数が異なることが予想されるため、侵入深さを厳密に制御できる手法を用いることとし、十分な回折強度が得られるシンクロトロン光を利用した測定を行うこととした。

2. 実験内容

窒化処理した SUS304 を試料とし、電解研磨によりあらかじめ目的の深さの拡張オーステナイト相を露出させた。露出面の表面から $1\ \mu\text{m}$ までの深さについて、GI-XRD による格子定数測定及び侵入深さ一定法による残留応力の測定を行った。X 線エネルギーは $14\ \text{keV}$ 、受光光学素子として PSA $0.5\ \text{deg}$ を用いた。格子定数測定は、入射角 $3\ \text{deg}$ で 2θ の範囲は $10\sim 80\ \text{deg}$ 、スキャン速度は $10\ \text{deg/min}$ とした。一方、応力測定は、表 1 の各条件にて試料の傾斜を行うことで侵入深さを一定にし、 2θ の範囲は $40\sim 50\ \text{deg}$ 、スキャン速度は $2\ \text{deg/min}$ とした。

表 1 応力測定条件

条件	ω (deg)	χ (deg)
1	3.00	0
2	3.11	15
3	3.19	20
4	3.31	25
5	3.46	30
6	3.66	35
7	3.91	40

3. 結果および考察

作製したいくつかの SUS304 試料のうち、ひとつの回折測定結果を図 1 に示す。いくつかの相が観察されているが、拡張オーステナイト相に当たる相の格子定数は $3.88\ \text{\AA}$ と見積もられた。この試料の残留応力測定を行ったところ、図 2 のような $2\theta-(\sin\psi)^2$ 線図が得られた。正の傾きであるため、圧縮応力がかかっていると判断できる。通常のステンレス鋼の物性定数を用いて計算すると、応力値はおよそ $-3.5 \times 10^3\ \text{MPa}$ であるが見積もられた。低角度の回折線を用いたことによる誤差を含む可能性はあるものの、極めて大きな値といえる。準備をしたその他の試料についても順次解析を行い、格子定数や残留応力と窒素濃度との関係を導き出す予定である。

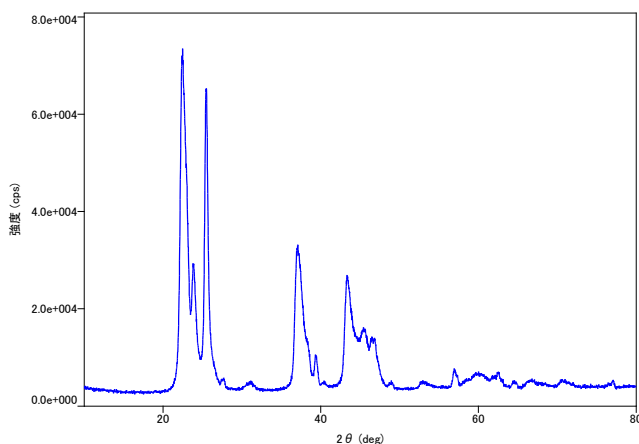


図 1 ステンレス鋼の回折測定結果

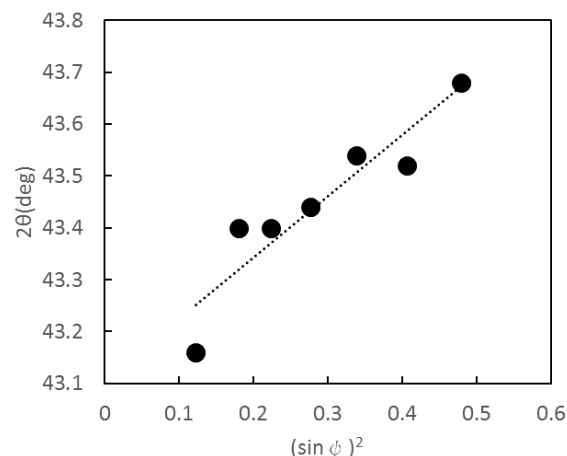


図 2 ステンレス鋼の $2\theta-(\sin\psi)^2$ 線図