

(193) 電磁超音波によるフェライト系ステンレス鋼CCスラブの等軸晶率測定

生産研 川島捷宏, ○室田昭治, 工博 曾我 弘  
 八幡製鉄所 角南達也, 副島 薫  
 日鉄電設工業(株) 小山田秀樹

1. 緒 言

フェライト系ステンレスCCスラブの等軸晶率は、冷延薄板として深絞り加工を行う際に問題となるリジグ性の良否に関係がある。通常、スラブの等軸晶率は断面をマクロエッチ後目視判定が行なわれるが、時間がかかることや、歩留ロス、省工程上の問題を有する。そこで、電磁超音波縦波・横波の両波を用いて、非破壊的に等軸晶率を測定する基礎的手法を開発し良好な結果を得たので報告する。

2. 実験方法

図1に示すように鑄片断面組織は、等軸晶と柱状晶部とから形成されている。鑄片の片側に電磁超音波縦波および横波発生端をおき、反対側に受信端を各々一組ずつ配置する。超音波は電磁誘導的に鑄片に非接触で透入・検出され、その縦波、横波超音波の伝播時間  $T_L$ 、 $T_S$  をもとに等軸晶率(F)を測定する。

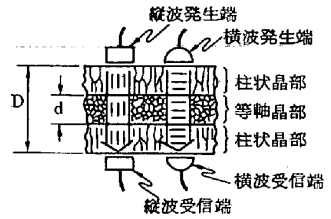


図1. 電磁超音波による等軸晶率測定概略図

$F=d/D$  で表され、 $d$  は等軸晶部、 $D$  は鑄片厚みを表す。この  $T_L$ 、 $T_S$  は次式で表される。

$$T_L = \frac{d}{v_{FL}} + \frac{D-d}{v_{DL}} = D \left( \frac{F}{v_{FL}} + \frac{1-F}{v_{DL}} \right) \quad (1)$$

$$T_S = \frac{d}{v_{FS}} + \frac{D-d}{v_{DS}} = D \left( \frac{F}{v_{FS}} + \frac{1-F}{v_{DS}} \right) \quad (2)$$

$v_{DL}, v_{DS}$ : 柱状晶部の縦波、横波音速  
 $v_{FL}, v_{FS}$ : 等軸晶部の縦波、横波音速

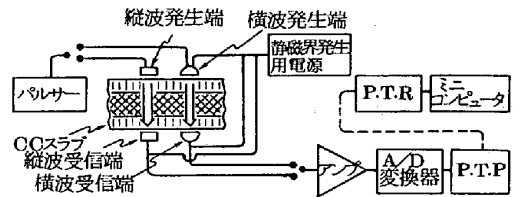


図2. 等軸晶率測定システムブロック図

(1), (2)式によれば、 $T_L$  と  $D$  または、 $T_S$  と  $D$  の測定によって等軸晶率の測定が可能である。また、(1), (2)式を用いて鑄片厚み  $D$  を消去した(3)式によって等軸晶率を求めることができる。試験材として、鑄片厚み約 200mm のグラインダー手入材を用

$$F = \left\{ \frac{1}{v_{DL}} - \frac{1}{v_{DS}} \left( \frac{T_L}{T_S} \right) \right\} / \left\{ \left( \frac{1}{v_{FS}} - \frac{1}{v_{DS}} \right) \left( \frac{T_L}{T_S} \right) - \left( \frac{1}{v_{FL}} - \frac{1}{v_{DL}} \right) \right\} \quad (3)$$

い、上記、3つの方法によって等軸晶率を測定した。超音波発生・受信端と鑄片表面とは約 2mm

のギャップをとって測定した。なお、試験材表面には 3~5mm の凹凸が存在している。

3. 実験結果

図3は測定結果の一例を示すもので、縦軸は目視判定による等軸晶率測定値を、横軸は電磁超音波縦波、横波ならびに、縦波・横波音速比をとったものであり、各々直線的関係が認められる。図3(a), (b)が(c)に比べて等軸晶率の測定精度が悪いのは、鑄片表面の凹凸のため鑄片厚み  $D$  の測定誤差が大きいためである。図3(a)より(b)の方が測定精度が良いのは、 $T_S \approx 2T_L$  であるため鑄片厚み  $D$  の測定誤差の影響が小さいためである。図3(c)では

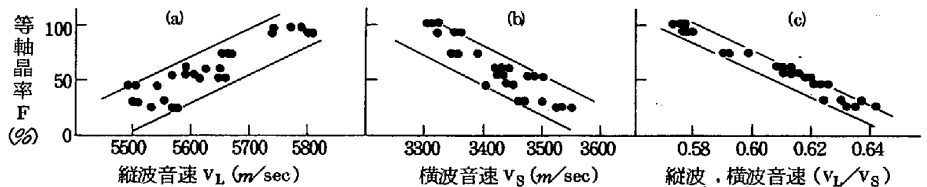


図3. 等軸晶率と縦波、横波音速および縦波・横波音速比との関係

(a), (b)に比べ鑄片厚み  $D$  を理論的に消去しているため、 $D$  の測定誤差の影響がなく最も測定精度が良好である。以上の結果から、電磁超音波縦波・横波音速比を利用す

れば、鑄片厚みを測定することなく約 ±10% の測定精度で等軸晶率の測定が可能であることがわかった。また、鑄片表面の数ミリ程度の凹凸は測定精度に影響を与えないことがわかった。

4. 結 言

電磁超音波縦波・横波音速比を利用した、フェライト系ステンレス鋼CCスラブの等軸晶率測定方法を基礎的に確立した。