

中性子ラジオグラフィーによる 鋼材表皮下欠陥の解析技術の検討

利用者 白神 哲夫¹、安原 久雄²、佐藤 馨²、杉山 昌章³、谷山 明⁴、
中山 武典⁵、野田 俊治⁶、大沼 正人⁷

所属 ¹JFE条鋼(株)、²JFEスチール(株)、³新日本製鉄(株)、⁴住友金属工業(株)、
⁵(株)神戸製鋼所、⁶大同特殊鋼(株)、⁷物材機構

TNRF実験

1. はじめに

鉄鋼製品の生産において、スラブ表面直下1~5mm位置に存在する1mm以下のアルミナなどの酸化物は製品の表面欠陥になる危険性が高い。この対策として表面を研削するなどの処理を講ずることで欠陥発生を回避しているが、生産性の低減は避けられない。したがって、高品質な製品を安定して生産するためには表皮下に存在する欠陥(酸化物)をスラブ段階で高精度に検知し、対策を講じることが重要である。鋼材表皮下の欠陥の非破壊検出については従来からX線利用や超音波利用による手法が試みられてきたが、透過能不足や誤検知などの課題があった。今回、表皮下に存在する欠陥の検知法として、鉄材料に対して透過率の高い中性子を利用し、非破壊で表皮下欠陥を高感度に検知する技術を検討する。

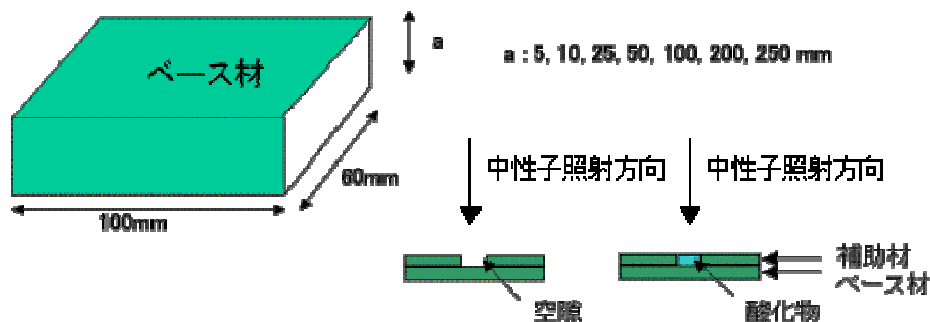


図1 モデル試料の概要

2. 実験方法

原研3号炉の中性子ラジオグラフィー測定装置を用い、図1に示すようなモデル試料で実験を行った。理論上中性子照射方向に対する深さ位置情報はとれないことから、モデルを単純化するため、ベース材の上に20mm×20mm×0.9mm厚のアルミナ(日本ファインセラミックス社製高純度材)と補助材(隙間充填材)を配置した。また比較のため、アルミナの代わりに空孔を模した空隙も配置した。

3. 実験結果

透過像および輝度解析結果を図2に示す。この結果から、鋼板厚み25mm相当まではアルミナを認識できており、空孔を模した空隙との輝度差も出ている。しかし、板厚が50mmになると認識不能であった。実スラブ厚みが約250mmなので、中性子ラジオグラフィーによる透過像からスラブ内部のアルミナを識別することは困難であることがわかった。

4. まとめ

スラブ表皮下存在物の非破壊検知について、モデル試料を用い、中性子ラジオグラフィーの可能性を調査した。その結果、鋼材厚み25mm相当まではアルミナを認識でき、空孔を模した空隙との輝度差も確認できたが、厚み50mm相当以上で中性子が透過しないため、検知は難しいことがわかった。

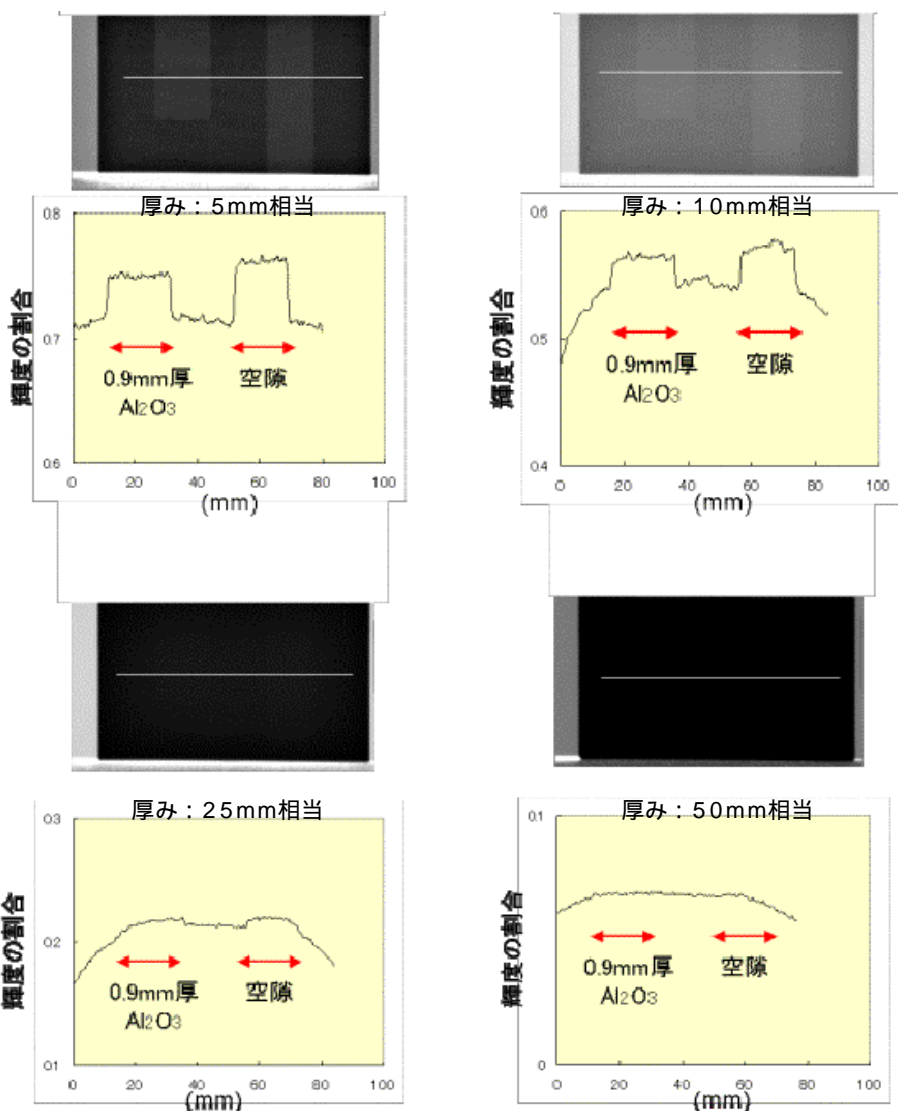


図2 モデル試料の中性子透過像と輝度換算結果

RESA実験

1. はじめに

鉄鋼製品の生産において、スラブ表面直下1～5mm位置に存在する1mm以下のアルミナなどの酸化物は製品の表面欠陥になる危険性が高い。この対策として表面を研削するなどの処理を講ずることで欠陥発生を回避しているが、生産性の低減は避けられない。したがって、高品質な製品を安定して生産するためには表皮下に存在する欠陥（酸化物）をスラブ段階で高精度に検知し、対策を講じることが重要である。鋼材表皮下の欠陥の非破壊検出については従来からX線利用や超音波利用による手法が試みられてきたが、透過能不足や誤検知などの課題があった。今回、表皮下に存在する欠陥の検知法として、鉄材料に対して透過率の高い中性子を利用し、非破壊で表皮下欠陥を高感度に検知する技術を検討する。

2. 実験方法

原研3号炉の中性子回折測定装置を用い、図1-aに示すようなモデル試料で実験を行った。ベース材（厚み3mm）の上に0.9mm厚のアルミナ（日本ファインセラミックス社製高純度材）と補助材（隙間充填材）を配置し、その上に深さ位置相当の厚み（この場合1mm）の鋼板を配置した。また比較のため、アルミナの代わりに空孔を模した空隙も配置した。入射中性子ビームサイズは0.5mm、波長は1.81 Åで、表面から0.5mm間隔で深さ方向分析した。回折中性子は0.5mmラジアルコリメータを介してFe(211)と $\text{Al}_2\text{O}_3(113)$ 面を測定した。

3. 実験結果

回折法によるFe(211)回折ピーク強度の深さ分布を図1-bに示す。鉄測定位置()で回折強度が表面側から内部に向かって単調に減衰しているのに対し、アルミナ位置()および空隙位置()では鉄が存在しない測定点(図1-bで黄色ハッチ部)で鉄の回折強度が減衰していることから、表皮下欠陥の検知の可能性が示唆される。

一方で絶対強度が微弱であり、図1-bに示すように3測定点で一致すべき最表面側の回折強度に差が見られた。これは回折強度のS/N比がよくないことに起因していると考えられる。 $\text{Al}_2\text{O}_3(113)$ 回折ピークに関してはバックグラウンドに埋没し、測定不可能であった。回折強度のS/N比がよくなかった理由は、今回の測定で用いた0.5mmのコリメータを含めて測定位置精度に課題があったためと考えており、今後、装置を再調整してS/N比の改善を図る。

4. まとめ

スラブ表皮下介在物の非破壊検知について、モデル試料を用いて中性子回折法の可能性を調査した。その結果、アルミナおよび空隙の存在位置で鉄の回折強度が減衰し、検知の可能性が示唆された。今後コリメータを含めた装置改良で回折強度のS/N比を改善し、表皮下介在物検知を図る(2008年度のピームタイムで再実験予定)。

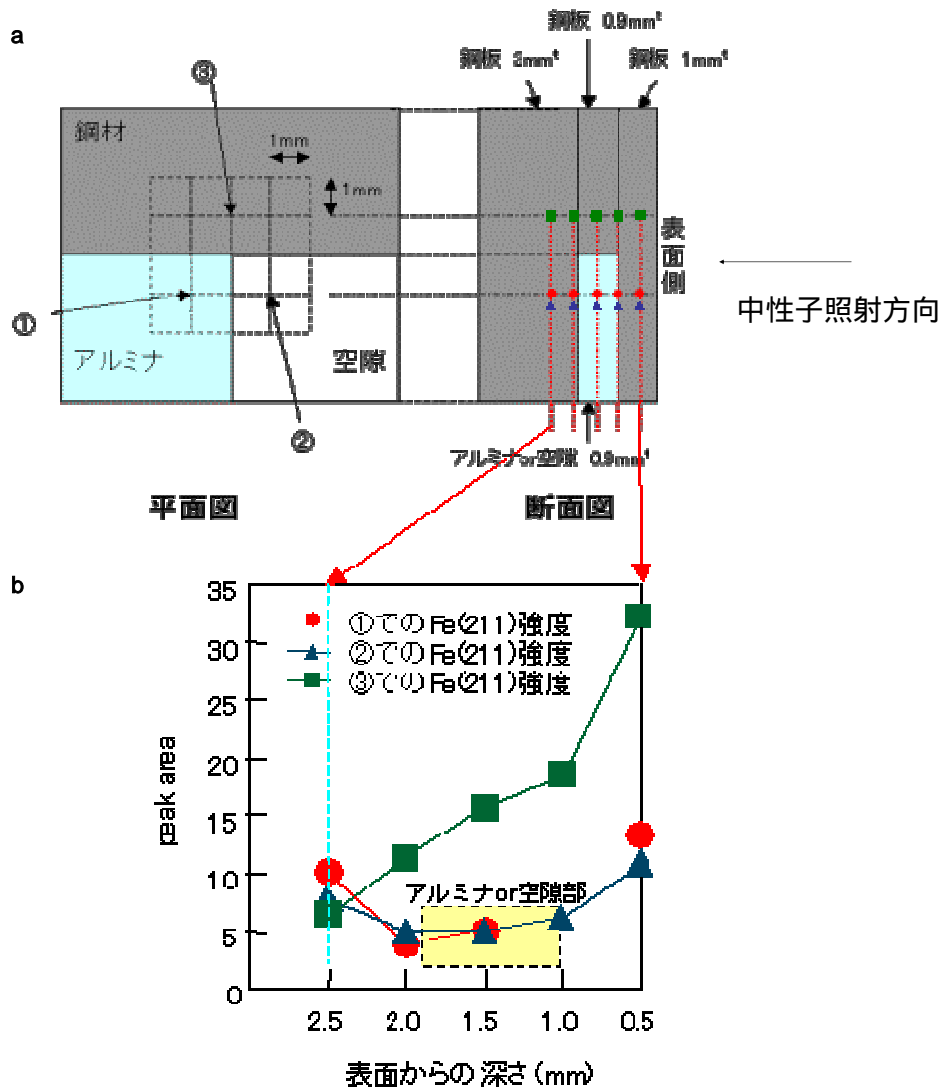


図1 モデル試料の概要とFe(211) 回折ピーク強度の深さ分布測定結果