

レーザーアブレーション法による 革新的高感度定量分析装置

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

耐候性鋼は優れた耐食性を持つ溶接構造用鋼材で、橋梁をはじめとする社会インフラの長寿命化への貢献が期待されている。一般的な耐候性鋼はニッケル、クロム等の高価な希少元素を含むため、NIMSでは入手性の良いユビキタス元素であるアルミニウムおよびシリコンを利用したAl-Si 耐候性鋼の開発を進めてきた。この鋼材には溶接継手ボンド部において靱性が低下するという問題があったが、ppm オーダーの微量ホウ素の添加によって改善することができる。このとき鋼材組織中では靱性低下の原因となるフェライトの生成が抑制されているが、そのメカニズムの詳細については十分には明らかになっていない。これを解明するためには、微量ホウ素の高感度定量分析と、その分布状態の解析が必要である。そこで、これらを可能とする革新的な高感度機器分析手法としてレーザーアブレーションICP-MS法に着目し、鋼材中の微量ホウ素の定量分析への適用を試みた。

■ 研究内容

1. 微量ホウ素添加による溶接熱影響部の組織制御

Al-Si耐候性鋼の溶接継手ボンド部組織は微量ホウ素の添加によって大きく変化する。図1は鋼材の溶接継手再現ボンド部組織である。ホウ素非添加鋼では結晶粒界にフェライトが生成している。一方、20ppmホウ素添加鋼ではこれが抑制されており、靱性は非添加鋼の約3倍となる。しかしながら、ホウ素添加量を更に増大させると靱性は低下する。そのため、微量ホウ素の添加量と靱性の変化の挙動を解析して鋼材の組織制御を行う必要がある。

2. レーザーアブレーションICP-MS法によるホウ素分析

鉄鋼中の微量ホウ素定量分析手法としてはICP発光分光やクルクミン法などJISに規定された湿式化学分析がある。これらは定量値の信頼性は高いが試料を溶解するなど手順が煩雑である。そこで、試料を固体のまま分析可能な高感度分析装置としてレーザーアブレーションICP-MS法に着目した。本手法は物体にレーザーを照射して蒸発させ、その微粉をICP-MS装置に導入して質量分析を行うものである。レーザー光源にはフェムト秒パルスレーザーを用いており、試料の分別蒸発のない微粉化が可能である。また、ガルバノ光学系を組み込んでいるため試料の任意の場所をレーザー照射して分析を行うことができる。

図2にレーザーアブレーションICP-MS法によるAl-Si耐候性鋼中微量ホウ素の定量分析値と各種分析手法による定量値との比較を示す。本研究ではAl-Si耐候性鋼の定

量分析に用いる標準試料を独自に作成し、JIS規定の湿式化学分析によってホウ素の定量値を決定したものを分析に供した。この比較結果から、レーザーアブレーションICP-MS法と独自標準試料による微量ホウ素の定量分析値は湿式化学分析の定量値との相関が極めて高く、革新的な高感度分析装置を用いて高精度な定量分析が可能となった。

■ 関連情報等(特許関係)

【出願中の特許】

特願 2012-234603 「耐候性鋼及びこれを用いた溶接継ぎ手」

【助成】

本研究は科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業(CREST)「元素戦略を基軸とする物質・材料の革新的機能の創出」の支援によるものです。

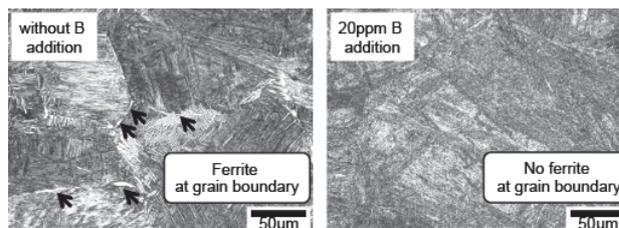


図1. 20ppmホウ素添加によるAl-Si耐候性鋼の溶接継手再現ボンド部組織の変化

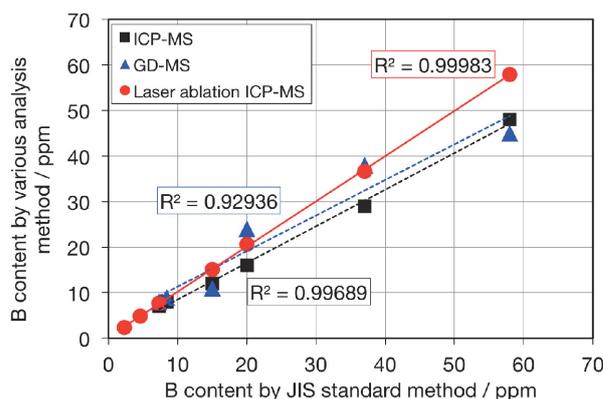


図2. 各種分析手法によるAl-Si耐候性鋼中微量ホウ素の定量分析値

代表発表者 目黒 奨 (めぐろ すずむ)
 所属 国立研究開発法人物質・材料研究機構(NIMS)
 元素戦略材料センター
 構造材料ユニット 構造体化グループ
 問合せ先 〒305-0047 つくば市千現 1-2-1
 TEL: 029-859-2199 FAX: 029-859-2101
 MEGURO.Susumu@nims.go.jp

■キーワード: (1) 耐候性鋼
 (2) ホウ素
 (3) レーザーアブレーション
 ICP-MS 法