A WHITE PAPER FROM
SPECTRO ANALYTICAL INSTRUMENTS



携帯型XRF分析装置では分析が困難な9つの元素：OESでは分析可能

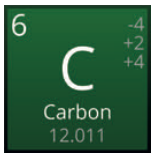
はじめに

携帯型のX線蛍光分析装置(XRF)は、様々な産業やアプリケーションにおける多数の元素測定作業に役立ちます。SPECTRO分析機器が提供するSPECTRO xSORT携帯型XRF分析装置のような先進モデルでは、迅速かつ正確な結果をその場で得られ、サンプルの識別や等級の選別、マグネシウムからウランに至るまでの元素の金属分析が可能になります。しかし、XRFの技術では特定の元素に対して分析の限界があります。このような制約があるため、多くのアプリケーションでは携帯型XRF分析装置から満足のいくパフォーマンスを得ることは困難です。

このレポートは、炭素、硫黄、リン、アルミニウム、シリコン、マグネシウム、リチウム、ベリリウム、ホウ素など分析の困難な元素を取り上げ、携帯型の発光分光(OES)分析装置を用いることで、分析の困難な元素をどのようにして分析するかを説明します。

その例としてSPECTROTEST携帯型・アーク/スパーク放電OES金属分析装置やSPECTROPORT携帯型アーク/スパーク放電OES金属分析装置が挙げられます。いずれの装置も、携帯型XRF分析装置の技術では分析が困難な元素を簡単に分析することができます。

AMETEK®
MATERIALS ANALYSIS DIVISION



炭素

チタン (Ti、周期表の番号は22) よりも軽い元素では分析が困難なため、携帯型XRF分光計では、金属サンプルに含まれる炭素 (C) を判定することができません。このため、これらの計器は、次の一般的な2種類の鋼を含む特定の金属合金の信頼できる分析には適しません。



炭素鋼。
サンプルに含まれる炭素の量は、異なる低合金鋼 (炭素鋼とも呼ばれる) を識別する際に用いられる主な判別要素です。受入検査/出荷検査から修理までのアプリケーションにおいて、ユーザーは、等級の元素構成のわずかな違いを識別する必要があります。構造物、船舶、車両または機械の工学/建設に使用する低合金鋼を加工する場合、溶接性が重要な特性になります。最大0.2%の炭素が含まれている場合、合金鋼は特別な処置を施さなくても溶接可能です。しかし、炭素含有量がそれ以上に増えると溶接性は低下してしまいます。

ニッケルクロム (CrNi) 鋼。特定のステンレス鋼または高合金鋼には、炭素の精密な分析が求められます。例えば、SUS316ステンレス鋼は建設や石油化学工場で幅広く使用されています。SUS316ステンレス鋼のすべてにクロムが含有されていますが、その力学的強度と耐久性は炭素含有量によっても左右されます。

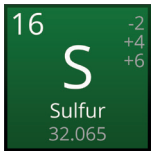
この場合も、少量の炭素が大きな役割を果たしているのです。SUS316ステンレス鋼には最大0.07%までの炭素が含まれているのに対し、316L (この「L」は「低 (low) 炭素」を表しています) ステンレス鋼の最大炭素含有量は0.03%です。

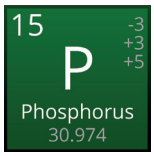
そのため、数百ppm というわずかな絶対差は、これらの合金の粒間腐食習性を明確に異なったものにするのに十分なのです。低炭素316Lで形成された溶接線は、高炭素合金よりも耐久性があります。

携帯型XRF分析装置とは異なり、SPECTROTESTやSPECTROPORTのような高品質の携帯型金属分析装置では、これらの合金をその場で簡単に判別することができます。



硫黄とリン





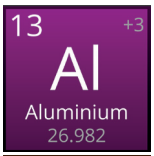
硫黄 (S) およびリン (P) は、精確な金属分析を行う上でしばしばその計測が不可欠とされるもう2種類の元素です。あいにく両方とも、携帯型XRF計器での分析が困難な軽元素です。

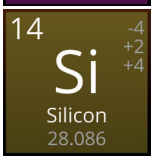
したがってXRF分析装置は、例えば最低0.15%の硫黄が含まれる303鋼などのように、硫黄含有量がかなり高い金属等級しか識別できません。

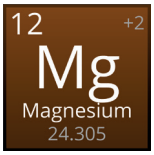
それとは対照的に、304または316クロムニッケル鋼における硫黄の最高含有量は0.03%です。これほど低いレベルの濃度は、携帯型XRF分析装置では確実に検出することができません。この検出限界 (LOD) は通常、硫黄含有量が0.03%にも満たない場合があるクロムニッケル鋼において重要な規格内レベルと規格外レベルを判定するのには高すぎます。

同じような問題が低濃度のリンでも発生します。必要とされる分析値は、携帯型XRF分析装置の基本的な精度の限界に達しているか、それに近い可能性があります。また測定値は、特定のサンプルにおける表面処理上の異常により狂ってしまう可能性もあります。その結果、測定値の信頼性が損なわれます。

アルミニウム、シリコンおよびマグネシウム



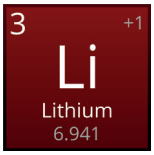




XRFテクノロジーでは、金属内に含まれるアルミニウム (Al)、シリコン (Si) およびマグネシウム (Mg) の元素の測定においても支障が生じます。以前の場合と同様に、その原因は基本的に検出限界 (LOD) が高いことです。携帯型XRF分析装置は通常、これらの元素を低レベルでも識別できます。しかし、0.1%未満の含有量レベルでは、それを確実に分析できないことがよくあります。

例えば、多くのアルミニウムをベースとする金属サンプルでは、マグネシウムの測定値が不可欠となります。SPECTRO xSORTのような高度な携帯型XRF分析装置は、2000シリーズまたは6000シリーズのアルミニウム合金のサンプル間でマグネシウム濃度を検出することができます。しかし、非合金または低合金の1000シリーズのサンプルにおけるマグネシウムの含有量を判別できる携帯型XRF分析装置はありません。また、アルミニウム、シリコンまたはマグネシウムを含む合金の不良なサンプル表面にも対処することができません。解決法は、OES分析装置が提供するより優れた分析能力を利用することです。

リチウム

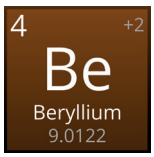


最も軽い金属であるリチウム (Li) は、アルミニウムをベースとする合金でよく用いられます。一定のポイントまでは、リチウムを添加することで強度を損なわずに金属を軽量化させることができます。そのため、2.2%から2.7%のリチウムが含まれる8090シリーズのような合金は、受入検査と出荷検査において正確な分析が必要な宇宙航空分野の製造業で幅広く使用されています。

また、金属のリサイクルにおいても、リチウム合金の分別が欠かせません。リチウムが添加される標準的なアルミニウム合金は延性が低下します。5 ppm以上のリチウム含有量では、リサイクルされたアルミニウム合金を鋳造するのが困難になる可能性があります。

問題：携帯型XRF分析装置はリチウムを検出できません。

幸い、SPECTROTESTのようなOES分析装置ではリチウムの検出が可能です。SPECTROTESTは5 ppm以上のリチウムの検出が容易にでき、リサイクルプロセスの徹底が可能になります。

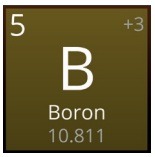


ベリリウム

ベリリウム銅 (CuBe) 合金には通常、0.4～2%のベリリウムが、コバルト (Co)、クロム (Cr) またはシリコン (Si) との組み合わせで含まれています。これらはその後の加工用に半完成品の棒、ロッドなどの形状に成形されたり、バルブシートリングやマシン挿入物、非破壊工具(潜在的に爆発性の高い環境)に、黄銅鋳物の鋳型材として用いられたりします。

ベリリウムの含有量を把握することは、安全対策にもなるのです。ベリリウムは人間にとって最も有害な化学元素の一つです。そのため、例えば修理工場では、研磨される銅片に含まれるベリリウムの量を慎重に特定することが、皮膚や呼吸器への影響を防止するための予防措置となります。

あいにく、ベリリウムも携帯型XRF分析装置で計測することができない元素の一つです。



ホウ素

ホウ素 (B) を合金に用いることで、低合金鋼の焼入硬化性を高めるという基本的な効果が得られます。例えば13MnCrB5をホウ素非含有の16MnCr5鋼と区別する場合、ホウ素含有の有無を把握することが欠かせません。

ホウ素は高速ブレード用鋼の切削性能の向上にも役立ちます。修理工場などのユーザーは、修理を行うために工具鋼材の正確な構成要素を判定する必要があります。

オーステナイト系不銹鋼では、低含有量のホウ素 (最高0.01%) が完成品の合金の高温強度を高めます。これらの鋼は建設用鋼材の他、ネジ、ファスナーとして使用されます。

ホウ素もまた、携帯型XRF分析装置では効果的に分析することができません。



SPECTRO xSORT

XRFの代替品：OES分析装置

本レポートで上述したすべての元素は、携帯型XRF分析装置に大きな課題をもたらします。いくつかの場合で、携帯型XRF分析器の技術ではこれらの元素をまったく検出できませんでした。(下表1を参照。)

幸い、近年の技術の進歩により、新世代の高性能な携帯型OES金属分析装置が開発されました。これらは迅速かつ精密に上述した検出困難な元素を検出することができ、元素含有率に基づいてドック上またはライン上で迅速に合金の選別を行うことができます。

例えばSPECTROTEST携帯型アーク/スパーク放電OES金属分析装置は、スペクトロ社の現場実装可能な金属分析装置の最高機種です。これは迅速で正確な結果を携帯可能な形状で提供するもので、計測困難な元素等の分析を、研究所並みの品質で作業現場にもたらすことができます。。



SPECTROTEST

さらに優れているのは、新製品のSPECTROPORT携帯型アーク/スパーク放電OES金属分析装置であり、SPECTROTESTのメリットの多くを携帯型の扱いやすさと組み合わせたものです。その場ですぐに使用できる簡単操作の機能性を、さらに小型化・軽量化し、お手頃な価格で提供しています。



SPECTROPORT

これらの両装置は、優れた分析能力と高いサンプル処理能力を誇ります。また、本レポートに記載された炭素、硫黄、リン、アルミニウム、シリコン、マグネシウム、リチウム、ベリリウム、ホウ素などの計測困難なすべての元素を精密に計測することができます。そのような元素には炭素、硫黄、リン、アルミニウム、シリコン、マグネシウム、リチウム、ベリリウム、ボロンなどが含まれます。

SPECTROTESTとSPECTROPORTは、元素、微量成分、不純物の正確で包括的な分析が低濃度でも可能です。また、OESの分析能力には十分な余剰能力があるため、携帯型XRF計器では不正確な計測値につながるようなサンプル表面の不良などのサンプルの異常にも対応することができます。

XRFの技術では十分な性能が得られない多数の応用例において、これらの携帯型OESは最もよく選ばれる分光計となっています。

	標準携帯型 XRF分析装置	SPECTROPORT 携帯型OES分析装置	SPECTROTEST 携帯型OES分析装置
炭素	×	◎	◎
硫黄	△	◎	◎
リン	△	◎	◎
アルミニウム	△	○	◎
シリコン	△	○	◎
マグネシウム	△	○	◎
リチウム	×	○	◎
ベリリウム	×	○	◎
ホウ素	×	◎	◎

SPECTRO

OES携帯型金属分析装置の選択

高品質で現場実装可能なOES金属分析装置は、十分な精度で炭素含有量を計測できるため、携帯型XRF分析装置では不可能だった計測作業が可能です。また、これらの製品は、あらゆる利便性を備えながらも分析能力は研究所用モデルに劣りません。しかし、このクラスですべての計測器が同じ性能を備えているわけではありません。次の特長を備えた分析装置が有利です。

検査・実証済み。すでに認証済みで幅広く採用されている技術を使えば最良の結果を得られます。その場合は、この分析装置のカテゴリーにおけるマーケットリーダーをご検討ください。

簡単な校正。デバイスによっては頻繁に校正を必要とするものがあります。対照的に、SPECTROTESTとSPECTROPORTのiCALロジックシステムは一つのサンプルを使用し、装置校正にわずか5分しかかかりません。

幅広い波長範囲。鋼材や仕様、アプリケーションは変化する可能性があるため、それが今日必要なものか将来的に必要になるかを問わず、分析が必要なあらゆる元素をカバーする分析装置をお探しください。

使いやすさ。大型、シンプルで、かつ読みやすいディスプレイ、ならびにオペレーターの知識やニーズに応じてインターフェースのカスタマイズ機能の付いた製品をお探しください。

膨大な金属データベース。選択された鋼材に適した搭載済みのメソッドを用いると、設定と利用が簡単になります。内蔵された包括的なライブラリに基づき、新しい合金や鋼材にも容易に対応でき、商品化されている一般的なあらゆる金属合金を識別できます。

www.spectro.com

AMETEK®
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

ドイツ
SPECTRO Analytical Instruments GmbH
ボッシュシュトラーセ　10
D-47533　クレーヴェ
電話番号: +49.2821.892.0
Fax: +49.2821.892.2202
spectro.sales@ametek.com

アメリカ
SPECTRO Analytical Instruments Inc.
91 McKee Drive
マファ、ニュージャージー州　07430
電話番号: +1.800.548.5809
+1.201.642.3000
Fax: +1.201.642.3091
spectro-usa.sales@ametek.com

中国
AMETEK Commercial
Enterprise (上海) CO., LTD.
Part A1, A4　2nd Floor Building No.1 Plot Section
No.526 Fute 3rd　Road East; Pilot Free Trade Zone
200131 上海
電話番号: +86.21.586.851.11
Fax: +86.21.586.609.69
spectro-china.sales@ametek.com

拠点: ▶香港: 電話 +852.2976.9162, Fax +852.2976.9132, spectro-ap.sales@ametek.com, ▶フランス: 電話番号 +33.1.3068.8970, Fax +33.1.3068.8999, spectro-france.sales@ametek.com, ▶英国: 電話 +44.1162.462.950, Fax +44.1162.740.160, spectro-uk.sales@ametek.com, ▶インド: 電話番号 +91.22.6196 8200, Fax +91.22.2836 3613, sales.spectroindia@ametek.com, ▶イタリア: 電話番号 +39.02.94693.1, Fax +39.02.94693.650, spectro-italy.sales@ametek.com, ▶日本: 電話番号 +81.3.6809.2405, Fax +81.3.6809.2410, spectro-japan.info@ametek.co.jp, ▶南アフリカ: 電話番号 +27.11.979.4241, Fax +27.11.979.3564, spectro-za.sales@ametek.com, ▶スウェーデン: 電話番号 +46.8.5190.6031, Fax+46.8.5190.6034, spectro-nordic.info@ametek.com.
▶ SPECTRO は世界的に事業を営んでおり、50か国以上に拠点が存在します。お近くのスペクトロについての詳細は、www.spectro.com/worldwide を参照してください

© 2017 AMETEK Inc.、無断複写・転載を禁じます。技術的な修正が加えられる可能性があります • A-17, Rev. 0 • 写真提供: SPECTRO、コービス (Corbis)、ゲッティイメージズ (Getty Images)、アイストックフォト(iStockphoto)•
SPECTRO Analytical Instruments GmbHの登録商標です • SPECTRO : 米国 (3,645,267); EU (005673694); “SPECTRO”: EU (009693763); iCAL: 米国 (3,189,726), EU (003131919); xSORT: 米国 (IR 3,767,555); 日本、中国 (IR 978 588); EU (007058456) “SPECTROTEST”: 米国 (4,103,718), EU (004206173); SPECTROPORT: 米国 (5,056,898)、ドイツ (1283844)、中国 (3,189,726)