

PMI検査のために改善されたポータブル発光分光分析機

プロセス産業におけるインフラの完全性試験のためのモバイルおよびポータブル分光計

はじめに

石油精製所、石油化学コンビナート、発電所、および同様の施設における爆発、火災、およびその他の事故は、特に人命や人身事故が発生した場合に、広く、そしてしばしばセンセーショナルに報道されます。人的被害とは別に、事業者や保険会社が被る金銭的損失は数百万ドルに上ることもあります。しばしば「事故」と表現されるこれらの事故は、不適切な材料で作られた配管、バルブ、および同様の部品の使用に起因することが少なくありません。

多くの場合、鋼部品中の特定の合金元素の有無は、その性能にとって重要であるにもかかわらず、部品の物理的な検査では検出することができません。ここ数十年で、PMI検査は、プロセスおよび機器供給産業で受け入れられるようになりました。

最新の分光分析装置は、要求の厳しいプロセスプラント環境でPMIを実行するために不可欠なコンポーネントです。

PMIの役割

PMIの必要性を説明するために、不適切な素材の使用から起こりうる状況、時には悲惨な結果の例をいくつか紹介します。

水素ガスは、石油や化学プロセスで頻繁に発生します。

しかし、高温高压下では、鋼製配管やその他の部品に高温水素腐食(HTHA)を引き起こす可能性があります。

発見されなければ、時間の経過とともに部品の故障につながり、火災や爆発につながる可能性があります。

高温 (およそ400 °F (204 °C) 以上) では、水素原子は炭素鋼に容易に拡散します。

拡散した水素は鋼中の炭素と反応してメタンガスを形成します。

メタンガスは結晶粒界に蓄積し、鋼材を弱くし、亀裂、ひいては部品の破損につながります。

低合金鋼部品の不適切な取り付けにより、HTHAが部品の致命的な故障につながった事例は、十分に立証されています。鉄の炭化物を安定化させる効果を持つクロムなどの元素を含む鋼合金を使用することで、HTHAを効果的に防止することができます。



超純水は通常、特に腐食性が強いとは考えられませんが、特定の条件下では、流動促進腐食 (FAC) と呼ばれるメカニズムの原因となることがあります。

これは、超純水と湿った蒸気が冷却システムの復水ラインを流れる発電で特に経験されています。

FACが発生する要因は複雑ですが、基本的には、酸素含有量の少ない高温の水や蒸気が炭素鋼パイプを流れる際に、鋼鉄表面に通常見られる保護酸化皮膜 (Fe₃O₄) が溶解します。(化学反応で、金属はこの酸化物を取り戻すために実際に腐食を起こします)。

時間が経つにつれて、金属は徐々に侵食され、パイプの薄肉化と弱体化を招き、最終的には破損に至ります。

FACは、原子力発電産業におけるいくつかの有名な事故の原因となっています。

HTHAと同様、FACもクロム合金の鋼材を使用することで防ぐことができます。

この2つの例から、化学プラントの腐食には常にクロム鋼が有効であると思われるかもしれません。

しかし、状況はもっと複雑です。化学プラントの建設に広く使用されているタイプ316ステンレス鋼は、すべてクロムを含んでいます。

しかし、その機械的強度と耐久性は炭素含有量にも左右されます。

タイプ316ステンレス鋼の炭素含有量は最大0.07%ですが、316Lは最大0.03%です。このわずかな差は、粒界腐食挙動を明らかに異ならせるのに十分です。

低炭素316Lで形成された溶接継ぎ目は、高炭素合金の溶接継ぎ目よりも耐久性があります。

炭素以外の元素も重要な役割を果たすことがあります。

一般的な腐食（流れの影響）
（写真提供：Energy
Institute, London）



3つ目の例として、硫化腐食は、硫化水素（H₂S）を含むプロセス流体や、硫黄化合物を含む特定の炭化水素を含む水素フリー（H₂フリー）流体に一部の鋼種の配管がさらされた場合に発生する可能性があります。

一般的に、クロム含有量が低いほど腐食は速くなります。しかし、炭素鋼の場合、ケイ素含有量も重要です。

硫黄化合物を含むH₂を含まない炭化水素の存在下では、ケイ素含有量が0.1%未満の炭素鋼は腐食速度が速くなります。ケイ素含有量が高い鋼種は腐食速度が非常に低くなります。

腐食やその他の悪影響を防ぐために、PMIは、プロセスプラントの建設、運転、保守の間だけでなく、プラント機器のサプライチェーンのすべての段階において、重要な役割を果たします。

原材料の不正確な識別、不十分な記録管理、または文書の欠落は、すべて不適切なコンポーネントの使用につながる可能性があります。

正しい原材料が使用されている場合でも、製剤や合成プロセスで使用される原材料のトレーサビリティとバリデーションは、医薬品や食品のような厳しく規制された産業における適正製造規範（GMP）の要求事項です。

課題

効率的なPMIを達成するための業界標準のアプローチは、材料の元素分析です。

従来の分析技術では、プロセスサンプルを採取し、ラボで分析を行います。

これは常に遅延と費用を伴い、プロセスプラントが稼働している間は困難か不可能です。

プロセスプラントが稼働している間は、困難か不可能かもしれません。金属サンプルを採取するために石油精製を停止することは、現実的な提案ではありません。

PMIのための理想的な分析技術は、迅速で、現場で簡単に使用でき、できれば非破壊であることが望ましいです。

数百度の配管表面温度と接触する可能性のあるプラントの運転中に、コンポーネントをテストできる能力は、さらなるプラス要素でしょう。

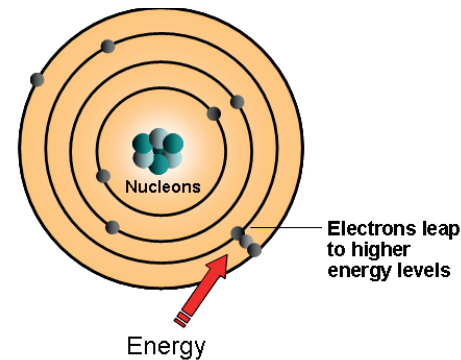
サンプルの前処理は最小限にとどめる必要があります。

機器ソリューション

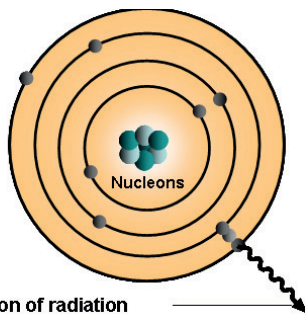
ハンドヘルド蛍光X線（XRF）スペクトロメーターは PMI 分析の要件を満たすことができます。

例：SPECTRO xSORTハンドヘルドアナライザーは、最新の蛍光X線分析技術を採用し、多くのプロセス産業におけるPMIアプリケーションに対応する使いやすい包括的なソリューションを提供します。

窒素やホウ素の測定、あるいは上記のステンレス鋼のような炭素の測定など、より困難な要求に対しては、より大型で強力でありながら現場での使用が可能なSPECTROTESTモバイルアナライザーやSPECTROPORTポータブルアナライザーが適しています。



Absorption of Energy



分光法の原理

X線は内部の電子を励起し、電子が元に戻るときに特徴的なエネルギーを放出します。

どちらも発光分光分析(OES)をベースとしており、プロセス産業におけるPMIの作業条件に適しています。

3機種ともSPECTRO Analytical Instruments社製で、それぞれの技術において最新の技術を採用しています。

これらを組み合わせることで、PMIのための包括的なソリューションを提供します。

蛍光X線分析装置とOES装置は、分析の専門知識を持たないオペレーターでも使用することができ、複雑な合金の正確な分析を数分や数時間ではなく数秒で行い、信頼性の高い合金の同定を行うことができます。

どちらの手法も、分析対象物質の内部原子構造に依存する分光原理に基づいています。試料の原子は外部エネルギー源によって励起され、そのエネルギー源は試料原子の電子に吸収されてエネルギー準位を上昇させます。

この励起状態は不安定です。そのため、電子は急速に通常の状態に戻り、その際にエネルギーを放出します。

この放出されるエネルギー、すなわち発光スペクトルは、試料に含まれる元素に特徴的です。その強度は濃度に比例します。XRFとOESの2つの技術は、試料原子を励起するために使用されるエネルギーの種類が異なります。後者は電気アークまたはスパークです。

SPECTRO xSORT AlloyとAlloyPlus

SPECTRO xSORTハンドヘルド蛍光X線分析計は、そのデザイン、性能、シンプルな操作性により、石油化学やその他のプロセス分野におけるPMIに最適です。

蛍光X線分析法は、1950年代に導入されて以来、金属分析の手法として広く用いられています。



この技術は、試料の表面にX線を照射することで機能します。

これにより、試料中の原子が蛍光を発し、その蛍光がより低いエネルギーのX線として再放出されます。

各元素はそれぞれ異なる固有のエネルギーまたは波長のX線を放出し、その強度は試料中のその元素の濃度に比例します。

アナライザーの検出技術は、放出されるエネルギーを識別し、それぞれの強度を測定することができます。

SPECTROアナリティカル・インスツルメンツは、長年にわたり冶金業界にX線スペクトロメータを提供してきました。その経験がSPECTRO xSORTに生かされています。そのため、SPECTRO xSORTは多くの合金の種類を迅速かつ容易に識別することができ、またそれらのグループ内の特定の合金を識別することもできます。

利便性と携帯性

SPECTRO xSORTの最新モデルは、疲労の少ないオンサイト分析に最適化されています。

SPECTRO xSORTはバッテリーパック付きで、重量は4ポンド（1.64kg）以下です。



人間工学に基づいて設計されたピストルグリップハンドルが特徴です。

操作方法は、ハンドルを握り、柔軟なX線安全ガスを試料の表面に押し当て、トリガーを引くだけです。

通常、試料の前処理はほとんど必要ありませんが、（X線分析は表面と下地の両方の材料を検出するため）結果に影響を与える可能性がある場合は、凹凸のある試料や腐食した試料の表面を適切な研磨剤で研磨して改善することができます。ユーザーインターフェースと分析結果は、最適な位置に配置されたタッチスクリーンに表示されます。

本装置は堅牢で、ハウジングは耐衝撃性のABS樹脂製です。

使用しないときは、便利なホルスターに入れて持ち運ぶことができます。

分析性能

SPECTRO xSORTは、ほとんどの金属および合金のメタルグレード分析をわずか2秒で行うことができます。

もちろん、ケイ素、リン、硫黄のような軽元素は、クロムや銅のような重合金元素に比べ、蛍光X線による測定は従来から困難でした。

しかし、SPECTRO xSORTの最新モデルでは、ロジウム陽極を採用した定格電圧50kVの小型低出力X線管により、正確な励起が可能となり、優れた安定性と精度を実現しています。

さらに、新しいハイカウント読み出しシステムと高分解能、高感度のシリコンドリフト検出器（SDD）を搭載しています（これらの技術は、最高級のSPECTRO XEPOSアナライザなどの高性能ラボ装置で使用されているものです）。

これらの技術を組み合わせることで、ハンドヘルド型のSPECTRO xSORTは、シリコンのような分析が困難な軽金属を含む、PMI作業における多くの元素の正確で生産性の高い分光化学分析とスクリーニングを可能にします。

例えば、SPECTRO xSORTでは、ケイ素の含有量から様々な鋼合金を7秒で区別することができます。

この分析速度は、高い生産性を実現し、特に厳しいプラント条件下で、ハンドヘルド型装置をサンプル上に静止させる際のオペレーターの快適性を向上させます。

例えば、装置（およびオペレーター）が高温表面の近くにいた時間を最小限に抑えることができます。

そのため、930°F（500 °C）という高温の表面からでも信頼性の高い測定が可能です。

一部の蛍光X線ハンドヘルドは軽元素の測定が困難でした。

測定値は検出限界（LOD）以下です。

このような装置では、信頼性の高い測定を行うために、おそらく60秒と、かなり長い時間が必要でした。

また、他の装置では、測定中にX線ビームの経路をヘリウムガスで流したり、真空に保ったりする必要がある場合もあります。

SPECTRO xSORTは、軽元素を含む試料であっても、メソッドウィッチング、ヘリウムパージ、真空を必要とせず、すべての試料を大気中で測定します。

オプションのSPECTRO Metals Databaseからデータを追加することで、装置に付属の定義済みグレードライブラリを簡単に拡張することができます。

また、カスタマイズした新しいグレードライブラリを作成することもできます。

測定結果は全て装置内に保存できるほか、ワイヤレスBluetoothインターフェースを介してXMLファイルやPDFファイルとしてUSBドライブ、ネットワーク、プリンターに送信できます。

オプションの内蔵カメラにより、測定した試料の画像を追加することもできます。

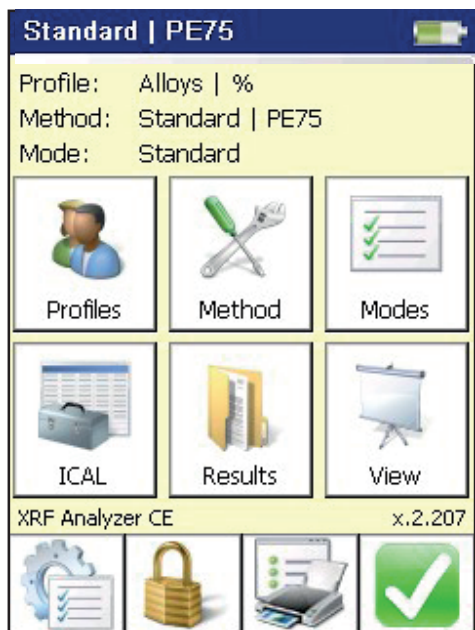
簡単な操作

SPECTRO xSORTでPMIを成功させるには、熟練した分析者である必要はありません。

わかりやすいグラフィカルインターフェースにより、タッチスクリーン上で指やスタイラスを使って直接操作を選択することができます。

ユーザーは完全な分析を選択することもできますし、広範な内部合金ライブラリと比較して、材料の等級仕様のみを画面に表示させることもできます。

さらに便利なことに、SPECTRO xSORTでは、最初に測定した試料を基準として、それ以降のすべての試験片を比較して、合否を表示することもできます。



Element	Value	Element	Value	Element	Value	Element	Value
Ag	0.0000	Co	0.0000	Fe	0.0000	Mo	0.0000
Al	0.0004	Cu	0.0007	Li	0.0000	Ni	0.0000
As	0.0000	Cr	0.0000	Mn	0.0000	Pb	0.0000
Au	0.0000	Er	0.0000	Na	0.0000	Sn	0.0000
B	0.0000	Fe	0.0000	Se	0.0000	Ti	0.0000
Br	0.0000	Ga	0.0000	Sr	0.0000	V	0.0000
C	0.0000	Ge	0.0000	Ta	0.0000	W	0.0000
Ca	0.0000	Hf	0.0000	Tb	0.0000	X	0.0000
Ce	0.0000	Ir	0.0000	Te	0.0000	Y	0.0000
Cl	0.0000	K	0.0000	Th	0.0000	Zn	0.0000
Cr	0.0000	La	0.0000	U	0.0000		

SPECTRO Metals Database

本装置は、SPECTRO独自のiCAL

（intelligent calibration logic）ソフトウェアと組み合わせた保存検量線を使用しています。

どのような蛍光X線分析装置でも、システムを標準化するために、これらの検量線を既知の標準と定期的に照合する必要があります。

SPECTRO xSORTは自動シャッターを搭載しており、内部部品の保護とiCALの標準化のための試料としての2つの役割を果たします。校正調整は自動的に行われます。別途試料を用意したり、オペレーターによる面倒な標準化作業は必要ありません。

AISI 304			
Element	Measurement time: 2 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Mn	1.48	1.46	0.048
Cr	18.37	18.33	0.10
Mo	0.20	0.21	0.014
Ni	8.09	8.06	0.13
Cu	0.40	0.43	0.027

AISI 316			
Element	Measurement time: 2 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Mn	1.78	1.89	0.051
Cr	16.56	16.60	0.075
Mo	2.11	2.18	0.025
Ni	10.38	10.41	0.123
Cu	0.17	0.19	0.011

モリブデン含有量の違いが、2つの合金を明確に区別しています。



酸性プロセス薬品（スケール防止剤）による腐食
（写真提供：Energy Institute, London）

SPECTROxSORTによるPMIの結果

これまでの結果は、SPECTRO xSORTが異なる合金を識別できることを示しています。いずれの場合も、平均値は3回の測定に基づいていますが、合金を識別するには1回の測定で十分です。

SPECTRO xSORTは、必要に応じて結果の計算誤差を自動的に計算して表示します。

SPECTRO xSORTは合金の自動識別機能を備えているため、指示がない限りすべての分析結果を表示することはありません。 .

前述のように、組成のわずかな違いが、異なる合金の性能に大きく影響することがあります。

化学プラントの建設に最も人気のある鋼の一つは、標準的なオーステナイト系クロム-ニッケル鋼合金であるタイプ304ステンレスです。

実質的に破壊されにくいと考えられ、高い耐食性を特徴とするこの鋼は、特に高温高压で侵食性の強い液体を含む容器や配管に適しています。

しかし、万能ではありません。高温の酢酸はSUS304の腐食を促進します。

モリブデン含有量の多いタイプ316ステンレス鋼は、この腐食に対してより耐性があります。

幸い、SPECTRO xSORTはこれらの合金を容易に区別することができます。

[注：以下の表の濃度値はパーセントで表されています。
 測定の精度は、SDまたは2*SD（同じくパーセント濃度）で表されます。
 SDは複数の測定値の標準偏差で、平均（または平均）結果に対するデータの広がりを示します。
 SDが小さいほど、測定の精度が高いことを意味します。
 2*SDは「2シグマ」とも呼ばれ、標準偏差の2倍で、測定値の95%がこの範囲に収まることを示します。]

例では3回の測定に基づいて計算されていますが、SPECTRO xSORTでは1回の測定で得られたデータを使ってSDを計算することもできます。
 測定誤差と同じ大きさの濃度が報告された場合、その濃度が信頼できないものであることは明らかです。
 検出限界は通常SDの3倍です。
 SPECTRO xSORTでは、LODより低い濃度を検出した場合、<マークを表示するか、結果を報告しないように設定することができます。]

ほとんどの塩素環境で生き残るには、クロムとモリブデンの含有量が高い合金が必要です。

また、C-22やC-276のようにタングステンを多く含む合金は、孔食や隙間腐食に対して優れた耐性を示します。

Alloy C-22			
Element	Measurement time: 2 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Cr	21.32	21.48	0.090
Mo	13.02	12.76	0.075
W	2.87	2.93	0.035
Fe	3.63	3.54	0.055
Co	0.59	0.57	0.033
Ni	57.30	57.96	0.084

Alloy C-276			
Element	Measurement time: 2 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Cr	15.70	15.74	0.052
Mo	15.70	15.44	0.109
W	3.25	3.27	0.019
Fe	5.25	5.09	0.052
Co	0.23	0.23	0.046
Ni	59.00	59.13	0.53

AISI 321			
Element	Measurement time: 2 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Mn	1.52	1.52	0.061
Cr	17.45	17.46	0.11
Mo	0.36	0.36	0.018
Ni	9.42	9.39	0.064
Ti	0.63	0.62	0.036
V	0.13	0.13	0.020
Cu	0.30	0.32	0.019

これらの合金に含まれる重要な元素は重元素であり、多くの蛍光X線分析装置で容易に測定できます。

軽元素は測定が難しい場合があります。

ここで、SPECTRO xSORTの優れた性能が明らかになります。AISI 321は汎用のオーステナイト系ステンレス鋼で、粒界腐食を抑えるためにチタンが添加されています。SPECTRO xSORTは高い信号処理能力により、わずか2秒で確実にチタンを判定し、321と304を区別することができます。

AISI 303			
Element	Measurement time: 2 Sec/additional 5 Sec for Si and S		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
Si	0.63	0.74	0.10
Mn	1.87	1.84	0.031
S	0.38	0.32	0.024
Cr	17.35	17.43	0.07
Mo	0.58	0.58	0.015
Ni	8.64	8.62	0.085
V	0.11	0.11	0.022
Cu	0.51	0.53	0.029

タイプ304オーステナイト系クロムニッケル鋼は耐食性に優れていますが、機械加工が困難です。303オーステナイト系クロムニッケル鋼は機械加工に優れ、耐食性は低い。原因：硫黄含有量の違い。304の硫黄含有量は最大0.03%ですが、303の硫黄含有量は最小0.15%です。

硫黄の測定は、蛍光X線分析技術にとってケイ素の測定よりもさらに難しい課題ですが、SPECTRO xSORT AlloyPlusでは、わずか7秒という少し長めの測定時間で、硫黄含有量の多い方を識別し、303と304のグレードを分けることができます。

1117						
Measurement time: 2 Sec						
	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe
1	1.03	0.064	0.051	0.016	0.063	98.4
2	1.04	0.071	0.054	0.017	0.066	98.6
3	1.04	0.066	0.037	0.017	0.044	98.6
4	1.01	0.077	0.056	0.013	0.052	98.6
5	1.06	0.076	0.051	0.017	0.064	98.6
6	1.03	0.073	0.051	0.01	0.051	98.6
7	1.08	0.066	0.049	0.017	0.059	98.6
8	1.04	0.077	0.042	0.017	0.041	98.6
9	1.06	0.073	0.056	0.011	0.055	98.6
10	1.02	0.073	0.054	0.02	0.066	98
Average Value [%]	1.04	0.072	0.05	0.015	0.056	98.5
2 * SD [%]	0.02	0.005	0.007	0.003	0.009	
Given	1.07	0.076	0.042	0.016	0.085	

FAC用炭素鋼中のCr、Cu、Moの分析

このような軽元素分析で最高の精度が要求される場合、この装置はわずか22秒で信頼性の高い結果を提供します。

しかし、多くのユーザーにとって最も重要な改良点は、大半の分析に必要な日常的なグレードの識別と選別にあります。

新機種では、低シリコンレベルを従来機種の2倍（2X）の精度で、しかも半分の時間で判定できます。

このため、軽元素合金の選別と同定はわずか7秒で完了します。

さらに、腐食を抑制するクロムを含む他の合金元素の測定精度も、以前のモデルより3倍から5倍向上しました。

ほとんどの合金でそうであるように、鋼中の低濃度クロムはわずか2秒で正確に測定されました。

1117				
Element	Measurement time	Analysis [%]	2 * SD [%]	Given [%]
Si	5s	<0.08		0.05
	10s	<0.056		
	20s	0.066	0.012	
	30s	0.076	0.01	
Mn	2s	1.04	0.02	1.07
Cr	2s	0.072	0.005	0.076
Ni	2s	0.05	0.007	0.042
Mo	2s	0.015	0.003	0.016
Cu	2s	0.056	0.009	0.085
Fe	2s	98.5		

炭素鋼中の低Siの迅速なグレード同定と分析
(分析は5回の繰り返しで行われます。)

SPECTROTESTとSPECTROPORT

上記の結果が示すように、SPECTRO xSORTはほとんどのプロセス産業のPMIタスクに対応できます。

しかし、包括的なPMIを行うためには、より精密な分析が必要な場合や、蛍光X線分析技術の適用範囲外の元素（炭素、ホウ素、窒素など）の測定が必要な場合もあります。

このような状況では、SPECTROTEST移動型アーク/スパーク発光分光分析装置（OES）、あるいはその小型・軽量版であるSPECTROPORTポータブルアーク/スパークOES金属分析装置が必要となります。

SPECTRO xSORTは、SPECTROTESTと比較し、大型でありながらフィールドに設置可能であり、優れた分析性能を備えています。

分析装置はOESの原理を利用しています。この技術では、試料中の原子はX線ではなく、電気アークまたはスパークによって励起され、各元素はスペクトルの可視領域に特徴的な波長の光を放出します。

アークまたはスパークは、最大8メートル（m）のフレキシブルなアンビリカル・コード上の試料プローブで発生します。

SPECTRO xSORTと同様、プローブを試料に接触させるだけで測定が可能です。（アークスパーク測定では金属原子が排出されるため、試料表面に小さな焦げ跡が生じます）。

試料から発せられた光は、光ファイバーで光学系に送られ、回折格子を用いて波長ごとに分離されます。その後、個々の強度を適切な検出器で測定します。

SPECTROTESTとSPECTROPORTの検出器には、高感度、高速、マルチCCDを採用。これにより、SPECTRO xSORTと同様の高度なデータハンドリングが可能になりました。

そのため、3つの装置とも独自のiCAL手順を使用し、合金の同定と検証を数秒で自動的に行うことができます。



AISI 316			
Element	Measurement time: 10 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
C	0.042	0.045	0.002
Si	0.26	0.29	0.013
Mn	1.25	1.17	0.024
P	0.022	0.019	0.004
S	0.020	0.021	0.003
Cr	16.64	16.16	0.174
Mo	2.11	2.05	0.067
Ni	10.66	10.80	0.119
V	0.13	0.13	0.007
Cu	0.09	0.11	0.004

AISI 316L			
Element	Measurement time: 10 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
C	0.019	0.022	0.001
Si	0.44	0.46	0.004
Mn	1.21	1.18	0.012
P	0.026	0.023	0.003
S	0.020	0.023	0.003
Cr	17.36	17.05	0.047
Mo	2.11	2.04	0.001
Ni	11.86	12.09	0.082
V	0.05	0.06	0.001
Cu	0.09	0.11	0.004

Duplex Alloy 1.4462 (X2CrNiMoN 22-5-3)			
Element	Measurement time: 10 Sec		
	Certified Value [%]	Average Value [%]	2 * SD [%]
C	0.013	0.019	0.001
Si	0.47	0.55	0.011
Mn	1.74	1.62	0.016
P	0.023	0.014	0.004
S	0.002	<0.002	
Cr	22.41	21.64	0.046
Mo	2.89	2.64	0.020
Ni	6.01	5.88	0.076
V	0.15	0.12	0.001
N	0.103	0.139	0.019

SPECTROTESTとSPECTROPORTによるPMIの結果

前述の通り、SUS316とSUS316Lの唯一の違いは炭素含有量です：316合金は最大0.07%の炭素を含み、316Lは最大0.03%です。

SPECTROTESTとSPECTROPORTは両者を容易に区別できます。

(左のSPECTROTESTの結果を参照。SPECTROPORTの結果も同様です。)

窒素の分析はさらに難しく、xSORTやSPECTROPORTの能力を超えています。しかし、SPECTROTESTはこの難題に対応します。

窒素で合金化されたオーステナイト（二相）鋼の現場での同定が可能です。窒素は耐久性を低下させることなく、オーステナイト組織を安定させます。

高合金耐薬品性鋼では、窒素は腐食、特に孔食に対する耐性をいくらか向上させます。

二相鋼では、X2CrNiMoN 22-5-3 (1.4462)鋼種が広く受け入れられています。二相鋼の窒素含有量は通常0.10%から0.22%の範囲。

結論

PMIは、プロセス産業における優れた実践とリスク低減に不可欠な要素となっています。

これまで測定が困難であった軽元素を含む合金試料の元素分析は、PMIの効率を改善し、付加価値を高めることができます。

SPECTRO xSORTハンドヘルド蛍光X線分析装置、SPECTROPORTポータブルOES分析装置、SPECTROTESTモバイルOES分析装置は、完全なソリューションを提供します。

これらの装置は、要求の厳しいこの分野のPMIに、正確、迅速、信頼性の高い合金の同定を現場で提供します。

ハンドヘルド蛍光X線分析計の選択

ハンドヘルド蛍光X線分析装置は、一様ではありません。実証済みの性能、革新的な機能、テスト済みの利便性を適切に組み合わせ、特定のPMIタスクのニーズを満たすことができることを確認してください。次のような利点があります：

現場で実証された性能とスピード。 厳しい工場や現場でも十分な性能を発揮できることが証明されているモデルを検討してください。信頼性が高く、かつ大量のPMIを行うための1つの鍵は、信頼できる結果を数秒で提供する能力です。

操作の柔軟性。 古いモデルの中には、サンプル間で分析方法を切り替えるなど、時間のかかる手順を必要とするものや、正確な操作のためにヘリウムパージや真空を必要とするものがあります。必要な合金をシンプルに、簡単に、迅速に分析できる装置をお探してください。

文書化/接続の柔軟性。 コンプライアンスを文書化するために、限られた結果の形式しか選べないのはなぜでしょうか？フレキシブルなSPECTRO xSORTなら、測定結果をさまざまな形式で保存できます。USBドライブ、ネットワーク、プリンターにXMLやPDFで保存したり、内蔵カメラで測定サンプルの画像と合成することができます。

簡単な標準化と内蔵の保護機能。 面倒な複数サンプルの標準化を避ける機器を見つけるようにしてください。例 SPECTRO xSORTは、1サンプル1回の標準化を実現しました。シャッターはシステムの標準試料として機能し、軽元素の分析でも検出器と管を保護します。

大規模金属データベース。 新しい合金（軽元素など）や材料に容易に対応できる装置をお選びください。例えば、SPECTRO xSORTでは、パッケージ化されたライブラリを拡張したり、カスタマイズされたグレードライブラリを新規に作成することができます。



お問い合わせ



装置の見積りを依頼



装置のデモを依頼



リソースライブラリ

www.spectro.jp



GERMANY

SPECTRO Analytical Instruments GmbH
Boschstrasse 10
D-47533 Kleve
Tel. +49.2821.892.0
spectro.sales@ametek.com

U.S.A.

SPECTRO Analytical Instruments Inc.
50 Fordham Rd
Wilmington 01887, MA
Tel. +1 800 548 5809
+1 201 642 3000
spectro-usa.sales@ametek.com

CHINA

AMETEK Commercial
Enterprise (Shanghai) CO., LTD.
Part A1, A4 2nd Floor Building No. 1 Plot Section
No. 526 Fute 3rd Road East; Pilot Free Trade Zone
200131 Shanghai
Tel. +86.400.022.7699
spectro-china.sales@ametek.com

Subsidiaries:

► **FRANCE:** Tel. +33.1.3068.8970, spectro-france.sales@ametek.com ► **GREAT BRITAIN:** Tel. +44.1162.462.950, spectro-uk.sales@ametek.com
► **INDIA:** Tel. +91.22.6196.8200, sales.spectroindia@ametek.com ► **ITALY:** Tel. +39.02.94693.1, spectro-italy.sales@ametek.com
► **JAPAN:** Tel. +81.3.6809.2405, spectro-japan.info@ametek.co.jp ► **SOUTH AFRICA:** Tel. +27.11.979.4241, spectro-za.sales@ametek.com

SPECTRO operates worldwide and is present in more than 50 countries. For SPECTRO near you, please visit www.spectro.com/worldwide

© 2017 AMETEK Inc., all rights reserved, subject to technical modifications • A-17, Rev. 5 • Photos: SPECTRO, Adobe Stock

Registered trademarks of SPECTRO Analytical Instruments GmbH •  SPECTRO: USA (3,645,267); EU (005673694); "SPECTRO": EU (009693763);

xSORT: USA (IR 3,767,555); Japan, China (IR 978 588); EU (007058456) "SPECTROTEST": USA (4,103,718), EU (004206173);

SPECTROPORT: USA (5,056,898), Germany (1283844), China (3,189,726)