

金属分析の基礎 - 材料による分析法の選択と分析フロー -

キーワード： 金属材料、JIS、分析法、分析目的、定量、定性、分析装置、分析フロー

1.はじめに

金属製品がさびた、材料が折れた、部品が摩耗したといったトラブルや新しい材料開発において、基本的かつ重要なことは、金属材料の組成を知ることです。金属材料では、材料組成はその強度や耐食性などを発揮させる“要”であり、安全、安心できる製品づくりにおいて金属分析は欠かせません。

ここでは、金属材料の材質を規定する日本工業規格（JIS）における対象元素と分析方法、分析手順の概略を紹介します。

2. JIS の分類

鉄鋼材料は日常最も多く使用される金属材料であり、JISにおける鋼材の規定は約200、鋼種の規定は2000を超え、27元素が規定されています。なかでもC（炭素）、Si（珪素）、Mn（マンガン）、P（燐）、S（硫黄）は鉄鋼の5元素と呼ばれ、その含有量が鋼材の特性に大きく影響することから、ほとんどの鋼種で組成範囲が規定されています。他に、Ni（ニッケル）、Cr（クロム）、Mo（モリブデン）、Cu（銅）などがあり、鋼材の特性向上に効果的なことから、多くの鋼種で規定されています。鉄鋼分析を行う場合は、日本規格協会が発行しているJISハンドブック“鉄鋼Ⅰ、Ⅱ”に規格がまとめられているので、目的とする鋼材・鋼種での元素の規定と組成範囲を確認します。

鉄鋼材料のJISにおける定量分析には34元素が規定され、分析法は以下のように分類されています。

1)湿式分析法

- ①重量・滴定・吸光光度法（JIS G 1211～1237）
- ②原子吸光法（JIS G 1257）
- ③ICP 発光分析法（JIS G 1258）

2)固体分析法

- ④スパーク放電発光分析法（JIS G 1253）
- ⑤蛍光X線分析法（JIS G 1256）

表1に代表的な元素について鋼種と分析方法への対応を示します。③～⑤の分析方法は、多元素同時定量法と、それらが適用できる元素とその定量範囲が規定され、需要の大きい迅速分析で多用されています。

表1 鉄鋼分析法規格における元素と分析方法の例

元素	鋼種規定	分析方法				
		①	②	③	④	⑤
C	有	○			○	
Si	有	○		○	○	○
Mn	有	○	○	○	○	○
P	有	○	○	○	○	○
S	有	○			○	○
Ni	有	○	○	○	○	○
Cr	有	○	○	○	○	○
Mo	有	○	○	○	○	○
Cu	有	○	○	○	○	○

非鉄金属材料は主成分がFe以外で、代表的な実用材料であるCu、Al、Znなど多種多様な材質と元素がJISに規定されています。規格はJISハンドブック“非鉄”にまとめられているので、非鉄分析において確認します。

3. 評価方法

分析評価には定量と定性の2種類の方法があります。

定量分析は、金属材料中の元素含有量を高精度に分析して数値で表すものです。これを行うには、SUS304といったようなある程度の材質や分析元素の種類と概算量がわかる必要があります。組成が未知の金属材料に対してやみくもに定量分析を行うと、誤った分析

や材質の特定に至る可能性があり、注意が必要です。

定量分析では、分析試料に類似する標準試料が必須です。標準試料とは含有元素の種類と量が既知の試料のことです。図1に分析試料の含有元素の定量分析例を示します。予め標準試料により元素含有量と強度の相関を表す検量線（○印を繋ぐ直線）を作成し、次に分析試料で求めた強度と検量線から分析試料中の含有量を求めます。

定性分析は、含有元素の検出を主眼としています。これは、分析元素が未知であるとき、元素の有無の確認、材質の推定などの場合に実施します。

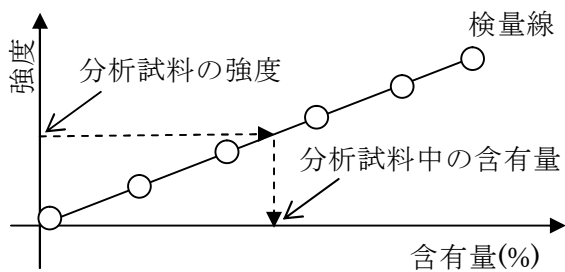


図1 定量分析における検量線と分析試料中の含有量の算出

4. 分析装置と分析フロー

図2に多元素同時の金属分析装置を利用した分析フローを示します。各分析装置の特長は次の通りです。

スパーク放電発光分析：ある程度の大きさの清浄な平面部を確保できれば、金属そのもので比較的簡便かつ迅速に多元素同時定量分析ができます。

ICP 発光分析：試料を溶液化することによって定量分析を行います。微小試料、線材、薄い試料などにも適用できます。この分析では、酸・アルカリ等による完全な溶液化と含有元素間の分光干渉に対する配慮が必要で、分析手順に経験と技量が必要です。

蛍光 X 線分析：この方法は、非破壊で迅速に金属材料の定性分析が可能です。また、標準試料がなくても理論的な計算法により、相対的な定量分析も可能です。

炭素・硫黄同時分析：この方法は、材料か

らドリルで採取した切粉などを試料とし、金属材料中の、特に鉄鋼材料中の C、S の定量分析を精度良く行えます。

金属分析は図2に示す分析フローを念頭に置いて進めます。なお、分析を円滑かつ精度良く行い、有意義な結果を得るためには、分析目的と背景を把握しておくことが重要です。

5. おわりに

金属材料の分析には、分析に関する知見や経験に材料特性を関連付けるといった多角的な解析技術が必要です。当所では種々の金属材料の分析や材料特性についての相談を行っています。皆様のご利用をお待ちしています。

参考文献

- 1)岡本 明：大阪府立産業技術総合研究所報告、No.26(2012)33.
- 2)岡本 明：テクニカルシート No.12012

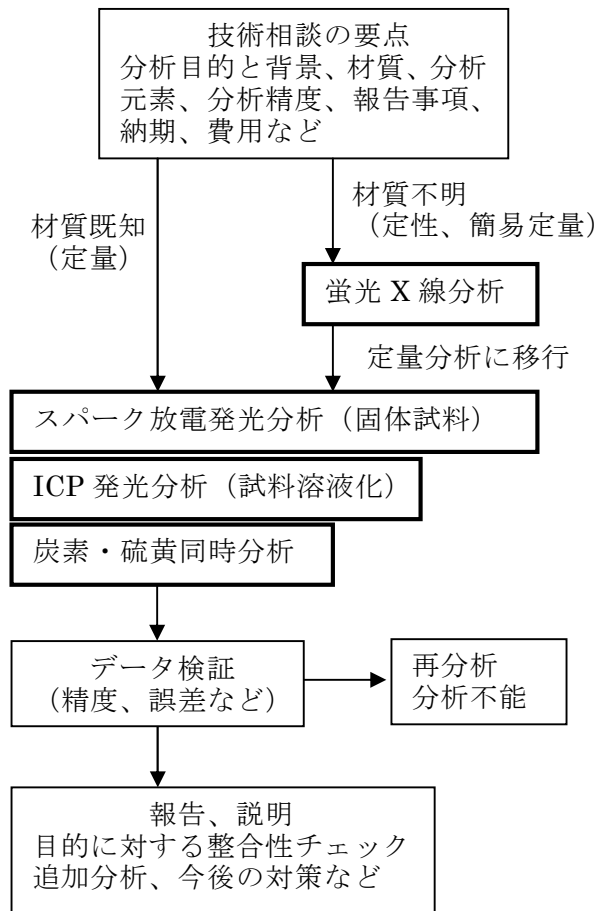


図2 金属分析のフローイメージ