

鉄 鋼

1 はじめに

鉄鋼製品は飲料缶、家庭用電気製品等の日用品から自動車用鋼板、ステンレス合金等特殊用途製品まで多岐にわたり使用されており、日常生活にとって不可欠な材料の一つである。それを反映するように日本工業規格(JIS)の規格数は他の材料と比較しても非常に多い。鉄鋼のJISは大きく、一般(用語、認証等)、分析、原材料、鋼材(主として普通鋼材)、鋼材(主として合金鋼材)、鋳鋼・鋳鉄、鉄鋼のISO対応、その他に分類されている。中でも鋼材を規定しているJISは約200規格あり、各規格において特性で分類して記号を規定している品種の延べ数は2000を超える。本ミニファイルでは、日本工業規格と日本鉄鋼連盟の資料¹⁾を基に、特に組成の観点から鉄鋼規格を分類し、その特徴と分析法について紹介する。

2 鉄鋼材料規格の特徴

鉄鋼製品のJIS規格は、形状(製造方法)、用途、及び組成により分類できる。各規格では強度等の特性を区分して品種として規定しているが、組成を変えて使用目的に応じた特性を得る場合が多いことから、通常は品種ごとに組成が規定されている。

炭素鋼、低合金鋼、高合金鋼、鋳鉄等組成により鉄鋼製品の各規格を分類したときの製品規格数及び品種数を表1に示す。ここで、炭素鋼と合金鋼の区別はJIS G 0203に従った。すなわち、一成分でも含有率が表2の値以上となる鋼を合金鋼とした。高合金鋼については用語の規定がないため、表1における合金成分の含有率の総量が10%以上となるものを高合金鋼として分類した。また、鋳鉄は、C含有率が2%以上のものを指す。成分を規定していない規格の鋼は、機械加工により特性を得るものや、リサイクルによる再生鋼材等である。

表1の分類では、規格内で複数の区分に重複して組成を規定しているものがあるため、各区分の延べ数は全

表1 組成による鉄鋼材料規格及び品種数¹⁾

	全体数	組成規定なし	炭素鋼	低合金鋼	高合金鋼	鋳鉄	他規格の引用
製品規格数	195	12	80	47	29	3	52
品種数	2090	101	447	387	597	27	531

表2 合金鋼区分のための各元素の含有率¹⁾(単位%)

元 素	Al	B	Cr	Co	Cu	Mn	Mo	Ni
含有率	0.3	0.0008	0.3	0.3	0.4	1.65	0.08	0.3
元 素	Pb	Si	Ti	W	V	Zr	他*	
含有率	0.4	0.6	0.05	0.3	0.1	0.05	0.1	

* : C, N, P, S を除く

体数より多くなっている。

表1に示した品種について、組成を規定している成分及びその規定濃度を規定品種数の多い順に表3に示す。鉄鋼製品規格に規定された成分数は27元素に達する。規定成分でみると、P, S, C, Mn, Siが規定規格数、規定品種数ともに多いことがわかる。これらは「鉄鋼の5成分」と呼ばれ、その含有率が鉄鋼材料の特性を大きく左右する元素である。規定規格数の多さは鉄鋼材料におけるその元素の重要さを反映する一指標とも言える。

ここで、規定規格数の多いP及びSの2元素は鉄鋼中に不純物として混入し、材料特性を劣化させることが多いため、最大混入量を規定している場合が多い。また、Cは鉄鋼材料の強度に多大に影響する成分であることから、多くの品種で規定されている。

Cr, Ni, Moは、ステンレス鋼等の高合金鋼の主添加成分として知られているように、合金成分として非常に有用であることから規定数も多い。

Cuは、Ni, Crと同様に、鋼製造時にスクラップから混入しやすい。これら元素は、鋼に混入すると溶接時に悪影響を及ぼすため、その最大混入量を規定する品種数が多くなっている。なお、Cuをはじめとするトラップエレメントと呼ばれる元素は、近年では製造時での除去方法や分析方法が盛んに検討されている。

表3 鉄鋼材料規格における各成分の規定濃度¹⁾

成分	規定規格数	規定品種数	上限規定 最小値(%)	下限規定 最小値(%)	規定 最大値(%)
P	132	1435	<0.015	0.070	0.6
S	131	1434	<0.008	0.08	0.40
C	125	1420	<0.008	0.04	3.7
Mn	120	1398	<0.25	0.10	14.00
Si	109	1302	<0.03	0.10	6.0
Cr	67	1060	<0.07	0.20	52.00
Ni	60	822	<0.20	0.05	>72.00
Cu	55	536	<0.1	0.20	7.50
Mo	57	492	<0.08	0.10	10.00
N*	17	98	<0.006	0.05	0.50
Ti	24	96	<0.03	0.10	2.75
Nb	28	90	<0.02	0.10	1.80
V	26	85	<0.03	0.05	5.20
Al	17	54		0.015	4.00
W	8	46	<0.10	0.50	19.00
B	9	28	<0.0002	0.0005	0.010
Fe	5	19	<1.50	5.00	残部
Zr* ²⁾	5	14		4(CN)* ³⁾	0.80
Co	5	14		4.00	52.00
Nb+Ta	4	10		0.70	5.50
Pb	3	8		0.05	0.35
Se	2	2		0.15	
La+Ce	1	2			<0.015
Ca	1	2			<0.015
Mg	1	1			<0.07

* : フリーNの規定も含む

*²⁾ : 実際の規定は、Ti, Nb, Zr又はそれらの組み合わせ

*³⁾ : CとNの含有率の和の4倍

鉄鋼材料の成分規定には、単一成分による濃度規定以外に、含有する成分量を関数式で定める規定もある。このような規定は溶接やめっき処理の影響を抑えることを目的としている。

上述の成分濃度は、溶鋼から採取した試料について定めているが、溶鋼が凝固する際に生じる成分の偏析を考慮して規定値には許容幅を定めている。

また、組成規定の特徴として、似通った品種間では組成を完全に区分せずに、濃度範囲を重複して定めている場合が多い（特に炭素等の重要元素でその傾向が見受けられる）。これは、鉄鋼製品の受注方法とも関連している。すなわち、品種をあらかじめ製造しておいて注文の品種を出荷するのではなく、注文を受けて、その品種を製造することが多いため、製造能力（組成制御の精度）を考慮して組成の幅を規定しているところによる。

3 鉄鋼分析法規格

鉄鋼（合金）製造における原料であるフェロアロイ、鉄鉱石、マンガニ鉄石、クロム鉄石、ほたる石に関する分析方法が JIS で規定されている。上記原料の分析方法として、JIS ではそれぞれ 18, 24, 10, 7, 1 規格を規定している。

一方、鉄及び鋼中の元素定量法に関する JIS は、34 元素を対象に 35 規格ある。上記 34 元素は、分析手法の観点からは、以下の五つに分類される。

- ① 重量・滴定・吸光光度法等による個別規定（JIS G 1211～G1237）
- ② 原子吸光法による規定（JIS G 1257）
- ③ ICP 発光分析法による規定（JIS G 1258）
- ④ スパーク発光分析法による規定（JIS G 1253）
- ⑤ 蛍光 X 線分析法による規定（JIS G 1256）

① については、各規格に個別元素の定量法を規定し、② については、原子吸光法を適用できる個々の元素についてそれぞれを附属書として分けて規定している。③～⑤ は主に多元素同時定量法を規定し、その方法に適用できる元素と定量範囲を規定している。①～⑤ に区分した各分析法規格の規定元素について、2 章に記した規格規定元素も併せて表 4 に示す。

一般に、①～⑤ の各分析法は以下のように使い分けられる。

- ①；基準分析法として標準物質の分析値決定、④・⑤の補完分析及び④・⑤による分析結果の信頼性チェック
- ②；標準物質の微量域の分析値決定、④・⑤の補完分析及び④・⑤による分析結果の信頼性チェック
- ③；操作が容易な化学分析法として、④・⑤の補完分析及び④・⑤による分析結果の信頼性チェック
- ④；炭素鋼、低合金鋼の迅速分析及び⑤の補完分析
- ⑤；合金鋼の迅速分析及び④の補完分析

ここで、鉄鋼材料規格で規定している元素と比較して、分析法では、より多くの元素数を規定していることがわかる。これは鉄鋼製品の検査報告書には、添加した成分の含有率を記載する必要がある等の理由による。分析法ごとに分析値の信頼性は異なるが、検査報告書に記載された値については、その値が最も真値らしい値であると製造者が保証したものであり、材料購入者は、採用

表 4 鉄鋼分析法規格における元素及び適用範囲¹⁾

成分	規格規定	①	②	③	④	⑤	適用下限(%)	適用上限(%)
Al	○	○	○	○	○	○	0.0005	12
As		○	○		○	○	0.0003	0.3
B	○	○		○	○		0.00005	5.0
Bi		○	○			○	0.0005	0.2
C	○	○			○		0.0003	
Ca	○		○		○	○	0.0001	0.1
Ce	○				○	○	0.003	0.6
Co	○	○	○	○	○	○	0.001	60
Cr	○	○	○	○	○	○	0.001	
Cu	○	○	○	○	○	○	0.001	10
Fe	○					○	0.003	50
La	○				○	○	0.002	0.2
Mg	○		○		○	○	0.001	0.2
Mn	○	○	○	○	○	○	0.001	30
Mo	○	○	○	○	○	○	0.001	30
N	○	○			○		0.0005	0.5
Nb	○	○		○	○	○	0.001	10
Nd						○	0.003	0.3
Ni	○	○	○	○	○	○	0.002	99.5
P	○	○	○	○	○	○	0.0003	1
Pb	○	○	○		○	○	0.0002	0.5
Pr						○	0.002	0.1
S	○	○			○	○	0.0002	
Sb		○	○		○	○	0.0005	0.7
Se	○	○	○		○	○	0.0002	0.5
Si	○	○		○	○	○	0.002	10
Sn	○	○			○	○	0.0003	0.6
Ta	○	○			○	○	0.0005	15
Te			○		○	○	0.0005	0.3
Ti	○	○	○	○	○	○	0.0005	10
V	○	○	○	○	○	○	0.001	6
W	○	○		○	○	○	0.01	25
Zn			○			○	0.0005	0.1
Zr	○	○			○	○	0.001	2

①～⑤ は本文参照

した分析法について考慮する必要はない。

4 組成から見た鉄鋼材料規格の今後の方向

今後、材料特性からは、C, P, S, O, N 等ガス成分元素を、一層低減させた品種の規格化が進むと思われる。また、近年の環境規制（及び自己環境管理強化）に伴い、Pb, Cr⁶⁺ 等の欧州環境規制に挙げられるような有害金属元素に関する規格化が予測される。ただし、通常の精錬工程で製造された鋼には本質的に含まれないとされる Hg, Cd のような元素に対しても、規定が必要かどうかは議論を必要とする。

文 献

- 1) 日本鉄鋼連盟編：鉄鋼連盟標準化センターニュースレターズ、117 (2007)。

〔社〕日本鉄鋼連盟 秋吉孝則