

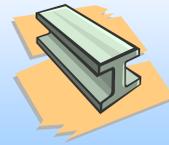
第 7 章 機械材料に関わる標準

本資料は、経済産業省委託事業である
「平成17年度基準認証研究開発事業(標準
化に関する研修・教育プログラムの開発)」の
成果である。

制作日:2007年6月15日
制 作:東京農工大学 助教授
池田浩治

- 1 機械設計では材料選定が重要なプロセスとなる。材料選定の際、どのような材料特性に着目すればよいか学習する。
- 2 材料選定を行う上で必須知識となるJIS材料規格について、その規格体系や材料記号の見方を学習する。
- 3 JIS材料規格と海外の主要な材料規格を比較することにより、海外規格との関係を学習する。
- 4 産業の国際競争力を高めるために我が国の材料業界はどのような国際標準化を進めているかについて、基幹材料の一つである鉄鋼材料の分野を例に学習する。

1. 機械材料に期待する標準とは？
2. 機械材料の何に関する情報が必要か？
3. JIS規格における機械材料の規定
 - 材料記号の意味
 - 材料記号の解釈で注意すべき点
 - 機械的性質の規定
 - 機械的性質の規定値についての解釈
 - 寸法効果
 - 化学成分の規定
 - 化学成分値の解釈
 - 熱処理の規定
 - 熱処理の寸法効果
 - 非鉄材料・プラスチック・ゴム
4. 海外における機械材料の主要な標準化団体
5. 材料分野における国際標準化の動き



1. 機械材料に期待する標準とは？

市販されている機械部品は目的に応じて選定する際、担当者は部品に使用されている材料について何がわかればうまく部品選択を行うことができるか？

「材料によって特性が決まるから材質を指定する」と言ったとき、「材質＝化学的な組成」を思い浮かべがちである。

しかし、機械材料は同じ化学組成でも製造過程によって大きく特性が変化する。また、材料の形態等によっても特性が変わってしまう。

p.4

◆ 解説

機械部品を構成する材料に適用すべき標準はどのような性格を有するはずでしょうか？機械部品を提供するメーカー側、機械部品を使用するユーザー側、それぞれで異なった観点があるかと思います。ここでは、ユーザー側の要求にメーカー側が応える必要があるという点から、ユーザー側の立場から考えてみることにしましょう。まず、あなた自身が市販されている機械部品を選定する担当者だとして、部品に使用されている材料について何がわかればうまく部品選択を行うことができるかを考えてみてください。

ある目的を実現するための機械部品ですから、「材質によって力学的な特性などが決まることは当然のこと。したがって、部品選択にあたっては、適した材質を指定すれば良い。」となるのではないのでしょうか。ここであなたの考えている「材質」とは何をさすのでしょうか？「材質＝化学的な組成」と考えているのではないのでしょうか。確かに正しいのですが、かなり不完全な点があります。これは、同じ化学組成でも製造過程によって力学特性をはじめとした諸特性が大きく変化してしまうからです。

また、厚板、薄板など寸法の異なる部品や、空隙のない普通材料や多孔質体のような空隙のある特殊な材料といった材料の形態によっても諸特性が変化してしまいます。

以上の点から、「化学的な組成だけでは特定の性質を持った材料を指定できない」ということとなります。これでは、特定の目的を実現するための部品に適した材料を選択することができません。しかし、化学的な組成以外にもうまく情報を組み合わせることで特定の特性を有する材料を一意的に指定することができます。

1. 機械材料に期待する標準とは？

したがって、

「特定の特性を有する材料を一意的に指定できること」

ができれば、

1) 材料特性を容易に確認できる

2) 材料比較が容易になる

から効率的に部品選択を行うことができることになる。

「材料を一意的に指定できること」を実現するには、
どのような情報が必要であるか？

p.5

◆ 解説

特定の特性を有する材料が一意的に指定することができる場合、部品選択を行うあなたにとって何が実現可能になるのでしょうか？

- 1)ある材料が、どのような特性を持っているかを容易に確認できること、
 - 2)ある特性を持つ材料がどれで、それぞれの特性を比較することが容易になること、
- から、結果的に効率よく部品選択を行うことができるはずです。

さらに、すでにご存知のように標準的な形状などの情報から別の部品との組み合わせの可否まで判断可能となるはずです。

それでは、「材料を一意的に指定できること」を実現するためには具体的にどのような情報が必要でしょうか？これまでの検討内容をまとめてみましょう。

2. 機械材料の何に関する情報が必要か？

材料の化学組成が発現特性に大きく影響する点では、

1) 化学成分

2) 期待される(保証する)特性

は必要条件であり、製造過程が重要であれば

3) 製造過程の指定

も当然必要である。



上記1)～3)によって特定の材料を指定できるなら

4) 識別のための体系的な名称

も必要となる。

p.6

◆ 解説

すでに触れたように、材料の化学的な組成が発現特性に大きく影響する点では、

1) 化学成分

2) 期待される特性、保証する特性

は当然必要な情報ですし、製造過程が2)に関わってくる重要な要素であれば当然

3) 製造過程の指定

も必要となります。

ここで「化学的な組成」ではなく「化学成分」と表記している理由は、日本工業規格(JIS)では項目名として「化学成分」を用いていることによります。2)や3)はさらに細分化されますので一般的な総称で表現しておきます。

材料を特定する時、1)から3)までを一つ一つすべて指定することはあまりに煩雑になりますから、それをひとまとめにして固有の名称と対応させておいた方が使い勝手が向上します。特に、名称自体に特定の命名法を決めておけば名称から化学成分や特性などのおおよそを読み取ることも可能でしょうから、

4) 識別のための体系的な名称

も必要ははずです。

2. 機械材料の何に関する情報が必要か？

また、材料を特定したとしても、部品は様々な形状を有することから「期待される特性」をどこまで個別に規定するかといった点も重要になる。その点からは

5) 試験方法

も重要な要素になる。

p.7

◆ 解説

また、すでに触れたように材料そのものを特定したとしても、部品は様々な形状を持ち、それぞれに対して期待される特性も異なるはずですから、それらの情報もどこまで個別に指定するか、といったことも重要になります。期待される特性、保証される特性が重要であれば、どのような試験方法でその特性を保証しているのか、確認できるのか、ということも明示する必要がありますから、

5) 試験方法

も材料を指定する際に必要な情報として含まれるべきです。

2. 機械材料の何に関する情報が必要か？

JISにおいて規定される

- (1) 適応範囲
- (2) 種類と記号
- (3) 製造方法
- (4) 品質(化学成分、機械的性質、耐食性など)
- (5) 外観(表面仕上げや欠陥の許容限度など)
- (6) 形状
- (7) 試験・検査
- (8) 表示
- (9) 報告

が、設計や加工に依存しない材料情報となる。

p.8

◆ 解説

これらを意識してたとえばJISの材料関係の規格を眺めてみると、

- ・ある規格がどのような材料を対象としているかを概説している「適用範囲」
- ・その規格で対象とする材料はどのようなものでどのような名称で呼ばれるものかを述べている「種類と記号」
- ・その材料はどのような製造方法によって作られるかを指定している「製造方法」
- ・化学成分、機械的性質、耐食性などを述べた「品質」
- ・表面仕上げや欠陥の許容限度などを述べた「外観」
- ・どのような形状、寸法かを述べた「形状」
- ・品質確認のための試験方法や検査方法を述べた「試験・検査」

などの項目を必要に応じて含んでいることがわかります。そしてこれらはあくまで基本情報として提示されているだけで、さらに他の部品と組み合わせて使用するための「設計」や「加工」の際に考慮すべき点は別途利用者側が個別に検討する内容であることに注意が必要です。

3. JIS規格における機械材料の規定

JIS規格における機械材料の扱い

JIS規格における機械材料の扱い

A	土木および建築	F	船舶	M	鉱山	T	医療安全用具
B	一般機械	G	鉄鋼	P	パルプおよび紙	W	航空
C	電子機器および電気機械	H	非鉄金属	Q	管理システム	X	情報処理
D	自動車	K	化学	R	窯業	Z	その他
E	鉄道	L	繊維	S	日用品		

▶ JIS規格は、分野を表すアルファベット一文字と(原則として4けたの)数字との組合せで表示

例 JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材
アルファベットのGは(鉄鋼)分野を意味する

機械材料に関わる標準

9

p. 9

◆ 解説

JISの体系はまずアルファベットによって分類されています。このうち、機械材料に関係するのはGの鉄鋼分野、Hの非鉄金属分野です。鉄鋼分野では分析方法や原材料、鋼材、鋳鉄・鋁鉄などについて規定しており、2006年3月現在で386規格が制定されています。非鉄金属分野では、分析方法や原材料、伸銅品、その他の伸展材、鋳物、機能性材料、加工方法・器具などを規定しており、2006年3月現在で396規格が制定されています。

また、個々の規格は分野を示すアルファベットと原則として4桁の数字との組合せで表示します。例えば、一般構造用圧延鋼材については“JIS G 3101”という規格番号が付いています。

規格票はA4版のサイズで販売されています(参考資料2)。また、鉄鋼分野、非鉄金属分野といった分野ごとの全規格を掲載した『JISハンドブック』も毎年最新版が販売されており、複数の規格を参照する場合はこちらのほうが便利と言えるでしょう。なお、参考資料3)の日本工業標準調査会(JISC)ホームページでは全JIS規格を画面上で閲覧することができます(ただし、印刷出力は不可)。ぜひ一度アクセスしてみてください。

◆ 参考資料

- 1) 日本工業標準調査会(JISC)ホームページ <http://www.jisc.go.jp/jis-act/index.html>
- 2) 財団法人日本規格協会(JSA)ホームページ <http://www.jsa.or.jp/>
(規格票は上記ホームページから購入することができます)
- 3) 日本工業標準調査会(JISC)ホームページ <http://www.jisc.go.jp/app/JPS/JPSO0020.html>

3. JIS規格における機械材料の規定

鉄鋼材料の分類

機械部品には、特に鉄鋼材料が広く用いられているので、ここでは鉄鋼材料に限定して説明する。

注意: 学術的な「鉄、鋼、鑄鉄」の区分は炭素含有量で行うが、JISの区分は以下のようになっている。



標準

10

p.10

◆ 解説

機械部品には、特に鉄鋼材料が多く用いられていることから、まず鉄鋼材料に限定していくつか説明することにします。なお、JISにおける用語は学術的な用語と若干内容が異なる場合がありますので、混同のないように注意が必要です。例えば、学術的には「鉄、鋼、鑄鉄」はFeの中に含まれるC量、炭素含有量、で区別していますが、JISでは化学成分と用途・製法などを組み合わせて表のように区別されていますので、両者は全く別の観点からの分類法だと考えてください。

3. JIS規格における機械材料の規定 規定の具体的項目

▶ JISでは、金属材料の場合

- 1) **材質**
- 2) **素材の形状・種類**
- 3) **用途**
- 4) **引張強さ**
- 5) **製造方法**

などが、材料固有に付けられた名称から読み取ることができるようになっている。

▶ 材質、用途などが意味する「種類記号」が基本形である。

その後、形状・製造方法・熱処理を識別する符号をつける場合がある。

p.11

◆ 解説

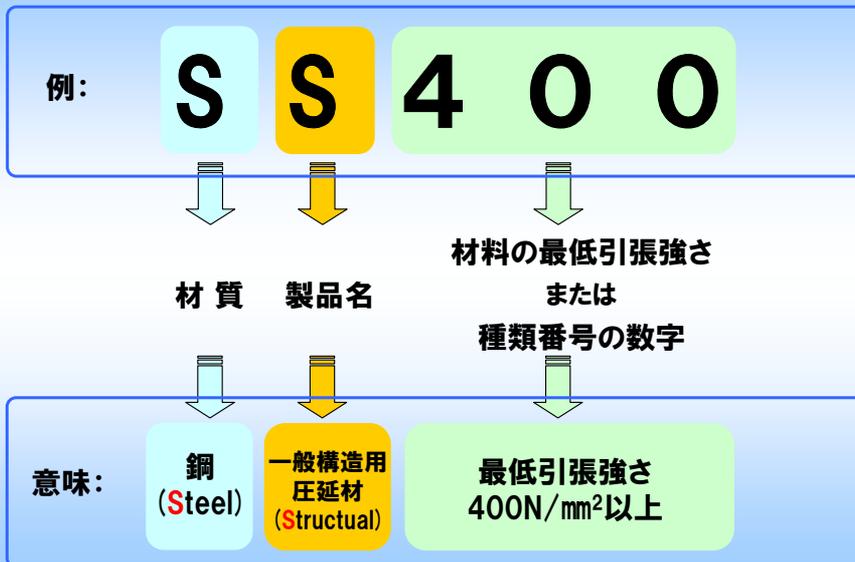
すでに「材料を一意的に特定できる名称」がつけられていることについて触れましたが、鉄鋼材料ではどのようなようになっているのでしょうか？ JISでは、金属材料の場合、材質、素材の形状と種類、用途、引張強さ、製造方法などが材料固有につけられた名称から読み取ることができるようになっていますので、いくつか例を挙げてみることにします。

詳細については、JIS G 0204 を参照してください。

3. JIS規格における機械材料の規定

JIS材料記号の意味①

▶ JIS材料記号の意味



機械材料に関わる標準

12

p. 12

◆ 解説

個々の材料は原則として次の3つの記号・数値から規定されています。

- ① 材質
- ② 製品名
- ③ 材料の最低引張強さ または 種類番号の数字

これにより各種材料を一意的に特定することができます。これは、逆に考えれば名称から材質や製品名、引張強さを読み取ることができることとなります。ここではSS400を例に解説しています。

1文字目の“S”は材質を示し、この場合Steel(鋼)を意味しています。このほか、“F”の場合は鉄(Ferrum)、“A”の場合はアルミニウム(Aluminum)を意味します。詳細については次頁でも学習します。

2文字目の“S”は製品名を示し、この場合Structural(一般構造用圧延材)を意味します。このほか、“US”の場合はステンレス(Stainless)、“P”の場合は薄板(Plate)を意味します。これについても詳細については次頁でも学習します。

3文字目の“400”は材料の最低引張強さ(または種類番号の数字)を示し、この場合、最低引張強さが400[N/mm²]であることを意味しています。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定 JIS材料記号の意味②

▶ 主な「材質」の記号 (1文字目の意味)

記号	名称	名称(英文)
S	鋼	Steel
F	鉄	Ferrum
A	アルミニウム	Aluminium
C	銅	Copper

▶ 主な「製品名」の記号 (2文字目の意味)

記号	名称	名称(英文)
C	鑄造品	Casting
F	鍛造品	Forging
K	工具鋼	Kogu(ローマ字)
KS	合金工具鋼	Kogu Special
M	中炭素、耐候性鋼	Medium carbon, Marine
P	薄板	Plate
S	一般構造用圧延材	Structural
UJ	軸受鋼	ローマ字
UP	ばね鋼	Spring
US	ステンレス鋼	Stainless

機械材料に関わる標準

13

p. 13

◆ 解説

ここでは名称の1文字目と2文字目の意味についてそのほかのものをご紹介します。ここでご紹介するものは主要なものであり、このほかにもあります。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定

JIS材料記号の意味③

▶ 特に、鉄鋼材料についての最初2文字の記号(主なもの)

		記号	名称	名称(英文名)
普通鋼		SS	一般構造用鋼	Steel Structure
		SM	溶接構造用鋼(船舶用鋼)	Steel Marine
		SC	炭素鋼鑄鋼	Steel Casting
		SF	炭素鋼を鍛造 (または圧延+鍛造)	Steel Forging
特殊鋼	(合金鋼)	S-C	構造用炭素鋼(C%<0.6%)	Steel Carbon
	(工具鋼)	SK	工業用炭素鋼(C%>0.6%)	Steel Kougu
	(特殊用途鋼)	SUS	ステンレス鋼	Steel Special Use Stainless
鉄鋼		FC	ねずみ鑄鉄	Ferrum Casting

- 例**
- ① SM490 : 「最低引張強さ490N/mm²以上」の「溶接構造用鋼」
 - ② SC450 : 「最低引張強さ450N/mm²以上」の「炭素鋼鑄鋼」
 - ③ SUS304 : 「種類番号304」の「ステンレス鋼」
 - ④ FC250 : 「最低引張強さ250N/mm²以上」の「ねずみ鑄鉄」

機械材料に関わる標準

14

p. 14

◆ 解説

ここでは鉄鋼材料で特に良く目にするものをご紹介します。

一般構造用鋼はその英文名称が「Steel Structure」であり、各単語の頭文字から記号がSSとなっています。その他の名称についても同様に英文名称の頭文字から付けられており、一度学習しておけば比較的容易にどのような用途の材料かを判断することができます。ただし、中には、「炭素鋼鑄鋼のSC」と「構造用炭素鋼のS + 数値 + C」のように似たような名称のものもありますので、読み取り間違えしないように注意してください。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修; 設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定

JIS材料記号の意味④

▶ 末尾に「形状」や「製造方法」、「熱処理」の過程を付す。主なものを表に示す。

	記号	名称	名称(英文名)
形 状	W	線	Wire
	CP	冷延板	Cold Plate
	HS	熱延板	Hot Strip
製造方法	-S-H	熱間仕上継目なし鋼管	Seamless Hot
	-S-C	冷間仕上継目なし鋼管	Seamless Cold
熱 処 理	Q	焼入れ・焼き戻し	Quench and temper
	A	焼なまし	Annealing
	N	焼ならし	Normalize

例 SM570Q : 「最低引張強さ570N/mm²以上」の
「焼入れ・焼き戻し」「溶接構造用鋼」



機械材料に関わる標準

15

p. 15

◆ 解 説

前頁で学習した項目以外にも、「形状」や「製造方法」、「熱処理」の過程についても規定していることがあります。これについても主要なものを学習しましょう。

「W」は形状が線であることを示す「Wire」の頭文字、「Q」は熱処理が焼入れ焼戻しを意味する「Quench and temper」の頭文字、であることから、こちらも個々の略称が何を意味するかを知ってさえすればどのような形状、製造方法、熱処理内容の材料かを名前から判断することができます。

例えば、SM 570 Q という名前の材料は、「溶接構造である船舶に適した船舶用鋼Steel Marine すなわち溶接構造用鋼」が「引張強さ570N/mm²以上」で「焼入れ焼戻し Q を施してある」という意味を読み取れます。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定 材料記号の解釈で注意すべき点



注意

材料記号の解釈について

- ① 材料記号には、用途を示唆する名称が含まれている場合があるが、他の用途に使ってはならないということを意味しているのではない。
- ② 用いられている名称の用途一般に適していることは事実であるが、熱処理などによって特性が大きく変化することが鋼の特徴でもあることから、適切な熱処理を施すことによって用途が広がることも考慮に入れるべきである。

p. 16

◆ 解説

さて、ここまで材料記号から材質や製品名、引張強さを読み取ることができることを学んできました。しかし、次の点を注意する必要があります。それは名称から用途が読み取れることがありますが、それは決してその「用途専用」、あるいは「他の用途に使ってはならない」ということを意味しているわけではありません。もちろん、用いられている名称が用途として適していることは事実ですが、熱処理などによって強度などの特性を大きく制御できることが鋼の特徴ですから、適切な熱処理を施すことなどによって用途が広がることも考慮に入れる必要があります。

3. JIS規格における機械材料の規定

機械的性質の規定①

▶ 機械的性質の測定

機械的性質については

- A) 製品の指定領域から指定形状に切り出した採取片
- B) 製品そのもの

について試験片形状や試験実施方法が規定されている。

一方のみの規定されている場合もあれば、両方規定されている場合もある。

例

JIS B 1051:2000 炭素鋼および合金鋼製締結用部品の機械的性質

第1部:ボルト、ねじおよび植え込みボルトの「8.試験方法」では

8.1 削出試験片による引張試験

8.2 製品の状態で行うボルト、ねじおよび植え込みボルトの引張試験のように二種類の引張試験が規定されている。

機械材料に関わる標準

17

p. 17

◆ 解説

材料は主に「機械的性質」と「化学成分」によって規定されていますが、ここからは前者の「機械的性質」の規定について学習しましょう。JISでの機械的性質は

- A) 製品の指定領域から指定形状に切り出した採取片
- B) 製品そのもの

について試験片形状や試験実施方法が規定されています。ただし、一方のみが規定されている場合もあれば、両方規定されている場合もあります。

例えば、JIS B 1051:2000「炭素鋼及び合金鋼製締結用部品の機械的性質—第1部:ボルト、ねじ及び植込みボルト」は、炭素鋼製及び合金鋼製のボルト、ねじ及び植込みボルトを10～35℃の環境温度範囲内で試験したときの機械的性質について規定しています。その機械的性質の試験方法は、一つは「削出試験片による引張試験」、もう一つは「製品の状態で行うボルト、ねじ及び植込みボルトの引張試験」というように二種類の試験方法が規定されています。

一方のみが規定されている例としては、例えば、JIS G 3101:2004「一般構造用圧延鋼材」では部分採取した試験片に対してのみしか規定していません。H形鋼であってもH形鋼そのものに対する強度試験は規定していません。

◆ 参考資料

- 1) JIS B 1051:2000 炭素鋼及び合金鋼製締結用部品の機械的性質—第1部:ボルト、ねじ及び植込みボルト
- 2) JIS G 3101:2004 一般構造用圧延鋼材

3. JIS規格における機械材料の規定 機械的性質の規定②

▶ 機械的性質を規定する基本的JIS規格

試験片形状、試験方法については

[JIS Z 2201:1998 金属材料引張試験片](#)

[JIS Z 2204:1996 金属材料曲げ試験片](#)

[JIS Z 2241:1998 金属材料引張試験方法](#)

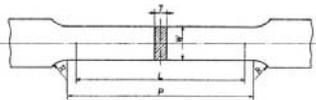
[JIS Z 2248:1996 金属材料曲げ試験方法](#)

が基本。これを参照し、個別の機械的性質に関する規定を参照することが必要。

例 JIS Z 2201:1998 金属材料引張試験片

5. 試験片の形状及び寸法

(左図は1号試験片の規定例)



試験片の区別	単位 mm				
	幅 W	標点距離 L	平行部の長さ P	肩部の半径 R	厚さ T
1 A	40	200	約220	25以上	もとの厚さのまま
1 B	25	200	約220	25以上	もとの厚さのまま

図1 1号試験片

機械材料に関わる標準

18

p. 18

◆ 解説

前頁で機械的性質を調べる試験片を学習しましたが、A)についての規定は例えば引張試験の場合、JIS Z 2201:1998「金属材料引張試験片」で規定されています。曲げ試験の場合はJIS Z 2204:1996「金属材料曲げ試験片」で規定されています。また、試験方法についても引張試験、曲げ試験の方法についてそれぞれJIS Z 2241:1998、JIS Z 2248:1996で規定されており、これらが機械的性質を試験する規格の基本となっています。

試験片形状の一例としてJIS Z 2201:1998で規定している試験片(1号試験片)の形状及び寸法は講義資料のように規定されています。形状及び寸法により1号試験片から2号、4号、5号、8~14号まで規定されています。何号の試験片を用いるかは試験しようとしている金属製品の形状と寸法によって決定されます。例えば、製品が板形状で、その板厚が6mmを超え20mm以下の場合、講義資料に掲載している1A号試験片を使用することになっています。

◆ 参考資料

- 1) JIS Z 2201:1998 金属材料引張試験片
- 2) JIS Z 2204:1996 金属材料曲げ試験片
- 3) JIS Z 2241:1998 金属材料引張試験方法
- 4) JIS Z 2248:1996 金属材料曲げ試験方法
- 5) 日本工業標準調査会 (JISC) ホームページ (<http://www.jisc.go.jp/jis-act/index.html>) にて上記の規格を閲覧することができます。

3. JIS規格における機械材料の規定 機械的性質の規定値についての解釈



注意

① 規定値の解釈について

部分採取の試験片を用いた「機械試験」は、試験材の特性を表すだけで、
**「切断、成形、溶接などの加工や熱処理を経て
構造体となった形の材料全体の性質を示すものではない」**
ことを十分認識する必要がある。

p. 19

◆ 解説

p.17～18ですでに学習してきたように、製品の指定領域から指定形状に切り出した試験片を用いた機械試験は、試験材の特性を表すだけで、「切断、成形、溶接などの加工や熱処理を経て構造体となった後の材料全体の性質を示すものではない」という点を十分意識する必要があります。最終的な使用環境での特性についてまで、JIS規格が保証しているのではないのです。

◆ 参考資料

(なし)

3. JIS規格における機械材料の規定 寸法効果への留意



注意

② 部材の寸法効果

- (1) 「強度」は「材料固有の値」であることが期待されるが、実際には「試験片(部品)の寸法が大きくなると低下」する。
- (2) 特に、「曲げ、ねじりの疲労」では左図のように、直径8mmの部材と比較して直径170mmの部材では疲労強度が半分以下になる材質も見られる。
- (3) このように材料のサイズによって機械的性質が変化する現象を**サイズ効果(size effect)**という。
- (4) 寸法効果の存在から、JISでは「標準寸法の試験片の機械的特性」を参考値として示していることが多いことに注意。

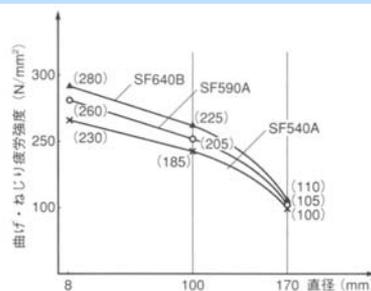


図 車軸用試験片の直径と曲げ及びねじり疲労強度 [N/mm²]

〔出所:大和久重雄;JIS鉄鋼材料選択のポイント、日本規格協会。〕

機械材料に関わる標準

20

p. 20

◆ 解説

強度についてはもう一点注意が必要です。

「強度」は「材料固有の値」であることが期待されますが、実際には「試験片(部品)の寸法が大きくなると低下」してしまいます。

例えば、曲げ及びねじりの疲労では直径8mmの部材と比較して直径170mmの部材では疲労強度が半分以下となる材質も見られます。これは、中実軸の曲げおよびねじり疲労強度は、外表面及び表面付近の部材強度に大きく依存し、中心部はほとんど寄与しないためです。引張や圧縮強さは中心部も強度に寄与するため、曲げやねじり疲労と比べると低下度合いは少ないですが、それでも機械構造用炭素鋼(SxxC)の直径が50~100mmにもなると、強度が低い中心部の割合が増えるため、直径15mm前後のものに比べて、引張強度が10~20N/mm²くらい低くなります。このような材料の寸法によって機械的性質が変化する現象をサイズ効果(size effect)と言います。このようなサイズ効果の存在から、JISでは「同じ形状でも異なる寸法の試験片すべて」に対してではなく、「標準寸法の試験片」の機械的特性を参考値として示していることが多いことに注意してください。

◆ 参考資料

- 1) 大和久重雄;JIS鉄鋼材料選択のポイント、日本規格協会。
- 2) 実際の設計研究会 監修;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003。

3. JIS規格における機械材料の規定 化学成分の規定①

化学成分は、強度、加工性、耐食性
など材料の基本的特性を支配するこ
とから非常に重要な情報

鉄鋼材料
の場合

Fe中のC、Si、Mn、P、Sの
5元素の含有量を質量%
で規定

材料に応じてNi、Cr、Mo
などの含有量も規定
(例:ステンレス鋼)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	[単位%]
SS330	-	-	-	0.050 以下	0.050 以下	-	-	
SUS304	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	8.00 -10.50	18.00 -20.00	
SUS304L	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.030 以下	9.00 -13.00	18.00 -20.00	

機械材料に関わる標準

21

p.21

◆ 解説

p.12で簡単に学習しましたが、材料を構成する化学成分の中には、強度、加工性、耐食性など個々の材料の基本的性質を左右する重要な元素があります。鉄鋼材料の代表的鋼種である炭素鋼では、Fe(鉄)中の、C(炭素)、Si(ケイ素)、Mn(マンガン)、P(リン)、S(硫黄)の5元素がそれにあたり、その含有量を質量%で規定しています。また、ステンレス鋼のように、上記5元素のほかに材質を大きく左右するNi(ニッケル)、Cr(クロム)、Mo(モリブデン)などの含有量を規定している例もあります。

SUS304は18%Cr-8%Niのステンレス鋼で、通称18-8ステンレス鋼の代表格です。これは、Cr-Niオーステナイト系ステンレス鋼の中で最も生産量の多い耐食性、加工性、溶接性に優れた材料です。SUS304Lは特に粒界腐食に対する耐性を高めるためC量を極めて低く抑えた材料です。

次に、この化学成分の値について注意すべき点を二つ説明します。

3. JIS規格における機械材料の規定 化学成分値の解釈における注意点



注意 化学成分の意味

JISで規定している「化学成分」は、加工・熱処理後の構造体となった材料全体の性質を示すものではない。

「化学成分」はあくまでも標準試験片の値

抜粋 JIS G 3101:2004 一般構造用圧延鋼材

4. 化学成分 鋼材は、8.1の試験を行い、その溶鋼分析値※は表2による。

表2 化学成分 [単位%]

種類の記号	C	Mn	P	S
SS330	-	-	0.050 以下	0.050 以下
SS400				
SS490				
SS540	0.30 以下	1.60 以下	0.040 以下	0.040 以下

※ 溶鋼分析値：溶鋼がとりべから鑄型に注入され凝固するまでの過程で採取した分析試料について行った分析値。溶鋼の平均化学成分を示す。

機械材料に関わる標準

22

p.22

◆ 解説

化学成分の意味を解釈する上でまず注意すべき点は、ここまで説明してきたJISで規定している「化学成分」は市販されている「鋼材」や「部品などの製品」など、加工や熱処理を行った後の構造体としての材料に対して行った化学分析による値ではないということです。ここでの「化学成分」の値とは、製品となる前の試験材の段階での値を意味しているのです。このことは、例えばJIS G 3101:2004 一般構造用圧延鋼材の規格票を見るとわかります。この規格票の“4. 化学成分”には、“鋼材は、8.1の試験を行い、その溶鋼分析値は表2による”と記述されています。ここで、「溶鋼分析値(cast analysis)」とは溶鋼がとりべ(取鍋)から鑄型に注入され凝固するまでの過程で採取した分析試料について行った分析値のことで、溶鋼の平均化学成分を示します[JIS G 0203]。すなわち、ここで一般構造用圧延鋼材のC、Mn、P、Sの質量%を規定している値は8.1(省略)で示された分析試験を鋼材となった製品ではなく、溶鋼の段階で行った分析値であることがわかります。

次に、二番目に注意すべき点について説明します。

◆ 参考資料

1) JIS G 3101:2004 一般構造用圧延鋼材

3. JIS規格における機械材料の規定 化学成分に関するその他の注意点

- ・鉄鋼材料の場合、Fe中のC、Si、Mn、P、Sの5元素の含有量はこの順で表記することとなっている。



注意

アメリカ規格では、C、Mn、Si、P、Sの順で含有量を表記



機械材料に関わる標準

23

p.23

◆ 解説

二番目に注意すべき点は、先に学習したFe中の5元素の表記する順序についてです。「Fe中の、C、Si、Mn、P、Sの5元素の含有量を質量%で規定する」ことを先に学習しましたが、鉄鋼材料の場合この順番で示す規定になっています。勝手に入れ替えて表記することは混乱の元になりますから絶対にすべきではありません。

しかし、アメリカの規格では日本の規格と違ってSiとMnの順番が逆になっています。すなわち、C、Mn、Si、P、Sの順番に表記されているのです。この点は特に注意してください。

JIS規格票や海外の規格票から鉄鋼材料の材料選択をするときは、上記の点に注意しておくことが重要になります。

3. JIS規格における機械材料の規定

鉄鋼材料の分類

大区分	中区分	小区分	材質例
鋼	普通鋼 Fe中にC、Si、Mn、P、Sが含まれている鋼	圧延鋼材	一般構造用圧延鋼材(SS)
	特殊鋼 普通鋼に特殊元素を加え、特殊な特性を有するようになった鋼	機械構造用鋼材	機械構造用炭素鋼鋼材(SxxC)
		工具鋼鋼材	炭素工具鋼鋼材(SK)
		特殊用途鋼鋼材	ばね鋼鋼材(SUP) 軸受鋼材(SUJ)
	鋳鍛鋼 特殊鋼のうち、焼入れ・焼戻しにより調質した鋼	鋳鋼品	炭素鋼鋳鋼品(SC)
		鍛鋼品	炭素鋼鍛鋼品(SF)
鉄	鋳鉄	鋳鉄品	ねずみ鋳鉄品(FC)

機械材料に関わる標準

24

p.24

◆ 解説

化学成分による規定を学習したところで、最も基幹的な機械材料である鉄鋼材料がどのように分類されているか学習しておきましょう。

JIS規格では、Fe中に、C、Si、Mn、P、Sの5元素を含んでいる鋼を普通鋼または炭素鋼(carbon steel)と総称して呼びます。この普通鋼に特殊元素を加えて特殊な性質を持つようになった鋼が特殊鋼です。さらに、特殊鋼に焼入れ、焼戻しなどの熱処理(調質)を行って使う鋼を「機械構造用鋼」、工具用に使われる「工具鋼」、そして特殊用途に使われる「特殊用途鋼」の3つに分類されます。これらについては、JISの分類番号で3000番台が普通鋼、4000番台が特殊鋼、に規定されているといった形でまとまっています。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修、手塚則雄・米山 猛 著;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-77、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定 化学成分の規定②

- ▶ ステンレス鋼(SUS)は
成分では、Cr系とCr-Ni系の二つ
組織では、オーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系の三つ
に大別できるため、種類記号からも区別できる。

- ▶ 種類記号「SUS***」の数字3桁は下記の使い分けになっている。

番号	化学成分	組織
2**	Cr-Ni-Mn系	オーステナイト系
3**	Cr-Ni系	オーステナイト系
4**	Cr系	フェライト系
4**	Cr系	マルテンサイト系
5**	5%Cr系	
6**	PH系	析出硬化系

p. 25

◆ 解説

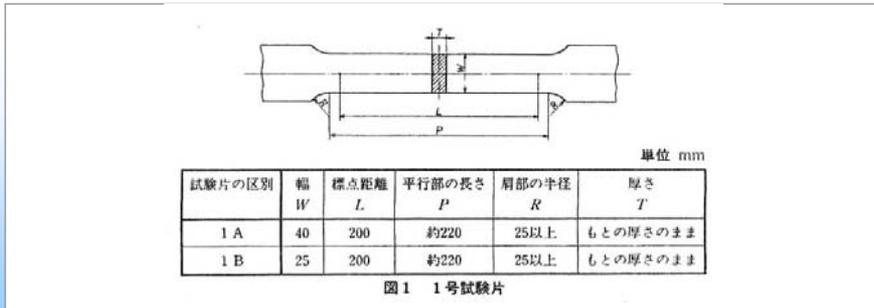
すでに例としてSUS304を挙げたステンレス鋼は大きく分けると、化学成分の観点からは Cr系とCr-Ni系の2種類、金属組織の観点からは、オーステナイト系、フェライト系、マルテンサイト系の3種類に分類できます。これは種類記号からも区別できるようになっています。種類記号SUSの後につく3桁の数字は、表に示すように200番台がCr-Ni-Mn系の化学成分で金属組織がオーステナイト系であるステンレス鋼、300番台がCr-Ni系の化学成分で金属組織がオーステナイト系であるステンレス鋼といったようになっています。

3. JIS規格における機械材料の規定 熱処理の規定

▶ 熱処理を規定する試験片

熱処理については、JIS標準寸法(一般鋼材:径25mm丸棒試験材、工具鋼:15mm丸または角で長さ20mmの試験片)についての熱処理例が示されているだけである。

例 JIS Z 2201:1998 金属材料引張試験片



機械材料に関わる標準

26

p. 26

◆ 解説

熱処理についてはJIS標準寸法についての熱処理例が示されているだけです。
具体的には

一般鋼材の場合は、径25mm丸棒試験材、
工具鋼の場合は、15mm丸または角で長さ20mmの試験片
が標準寸法です。

◆ 参考資料

1) 実際の設計研究会 監修;設計者に必要な材料の基礎知識、pp.25-31、日刊工業新聞社、2003.

3. JIS規格における機械材料の規定 熱処理の寸法効果への留意



注意 熱処理の寸法効果

寸法が大きくなることによって体積と表面積の関係から冷却速度や深さ方向の温度分布が変わり、結果的に熱処理の効果が部品の寸法の影響を受けることになる。このような現象を**熱処理の寸法効果**という。

例

JIS G 3120:2003 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼およびマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板

「8.熱処理」の「8.1.1焼入焼戻し」では、以下のような記述になっている。

鋼板は、次の焼入焼戻しを行う。

845～980℃の適切な温度に加熱し・・・水焼入れを行い、次に・・・595℃以上の適当な温度に加熱し、厚さ25mmについて30分以上の割合でその温度に保持し焼戻しを行う。

機械材料に関わる標準

27

p. 27

◆ 解説

前頁のような規定のしかたをしているのは、寸法が大きくなることによって体積と表面積の比率関係から冷却速度や深さ方向の温度分布が変わり、結果的に熱処理の効果が部品の寸法の影響を受けることになるため、あらゆる場合に対して保証することができないからです。これを熱処理の寸法効果といいます。

このような熱処理の寸法効果を考慮して、熱処理条件を工夫する必要がある点に十分注意してください。

具体的な例で見てみましょう。

「JIS G 3120 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼およびマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板」の「8. 熱処理」の「8.1.1 焼入焼戻し」では次のような記述になっています。

「鋼板は、次の焼入焼戻しを行う。845～980℃の適切な温度に加熱し、厚さ方向全体に均一になるまで十分加熱した後、水焼入れを行い、次に機械的性質を満足すると思われる595℃以上の適当な温度に加熱し、厚さ25mmについて30分以上の割合でその温度に保持し焼戻しを行う。この場合、保持時間の最低は30分とする。」

この最後の部分に見られるように、他の寸法の場面での具体的な指示は何もないことがお分かりになると思います。

3. JIS規格における機械材料の規定 非鉄材料・プラスチック・ゴム

① 鉄鋼材料以外の金属材料としては、Al、Cu、Mg、Tiやそれらを主成分とした合金が使われている。

② 他には、強度そのものは必要とせず、耐食性や電気的特性などを目的としたプラスチックなども多々使用されている。

③ これらについての標準も、鉄鋼材料と同じく

1) 種類と記号

2) 製造方法

3) 品質(化学成分、機械的性質など)・試験・検査

が規定されているが、添加成分や熱処理方法などによって発現特性が大きく変化することから、一つの規格に多くの同系統の材料が記述される傾向が見られる。

p. 28

◆ 解説

いままで鉄鋼材料についてだけ概観してきましたが、ほかの「非鉄材料、プラスチック、ゴム」などに関する規格はどうなっているのでしょうか。鉄鋼材料以外の金属材料としては、Al、Cu、Mg、Tiやそれらを主成分とした合金が多く使われています。強度そのものは必要とせず、耐腐食性や電気的特性などを目的としたプラスチックなども多々使用されています。

これらの材料に関する規格でも、鉄鋼材料の場合と同じく、「種類と記号」「製造方法」「品質(化学成分、機械的性質など)」「試験・検査」が規定されています。ただし、これらの材料では、添加成分や熱処理方法などによって鉄鋼材料以上に発現特性が大きく変化することから、一つの規格に多くの同系統の材料が記述される傾向があります。

4. 海外における機械材料の主要な標準化団体

	種 類	対応する海外の材料規格	規格名称
ステンレス鋼 ・耐熱鋼	棒、板、帯、線材、 線および等辺山形鋼	AISI (American Iron and Steel Institute)	アメリカ鉄鋼協会
	鋼管、鋳鋼、鍛鋼	ASTM (American Society for Testing and Materials)	アメリカ材料試験協会
	溶接材料	AWS (American Welding Society)	アメリカ溶接協会
非鉄金属	アルミニウム合金	AA (The Aluminum Association)	アメリカアルミニウム協会
	マグネシウム合金	ASTM (American Society for Testing and Materials)	アメリカ材料試験協会

p. 29

◆ 解 説

現在いろいろな分野で国境を越えた規格の統一化すなわち国際標準化の動きが活発になっています。実情としては、ステンレス鋼・耐熱鋼においては、

- ・棒、板、帯、線材、線および等辺山形鋼のJISはAISI(アメリカ)に準じて設定、見直し、追加
- ・鋼管、鋳鋼、鍛鋼はASTM(アメリカ)に準拠
- ・溶接材料はAWS(アメリカ)に準拠

であるという報告がなされています。

また、非鉄金属においては、アルミニウム合金ではAA(アメリカアルミニウム協会)、マグネシウム合金ではASTMの規格に準じています。

材料に関する統一規格が自国のものとは異なった場合、生産ラインを変更するなどインフラストラクチャからの変更を必要とすることとなり追従するために払う労力が膨大なものとなる可能性があります。その点からは国家レベルの戦略として国際規格を自国の規格に引き寄せることがきわめて重要なものとなります。

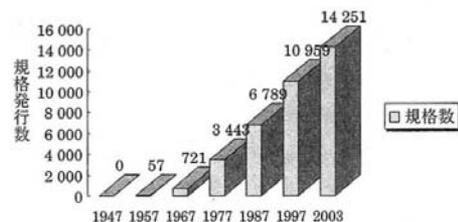
5. 材料分野における国際標準化の動き

国際標準化機関

▶ ISO(国際標準化機関)



- 電気・電子、通信以外の全ての分野における国際標準化活動を実施する機関
- 1946年に設立、日本は1952年に加盟
- 会員国数：148カ国
- 規格数：約14000
- 規格作成は約200以上ある**専門委員会** [[TC \(Technical Committee\)](#)]にて審議・制定
- 本部(中央事務局)：スイス(ジュネーブ)



ISO規格発行数の推移

出所：飯塚幸三 監修：世界の規格便覧 第1巻、日本規格協会、2005。



ISO本部
[スイス(ジュネーブ)]

機械材料に関わる標準

30

p. 30

◆ 解説

ISOは国家規格機関の世界的連盟であり、非政府間機構としてその役割を果たしています。その会員数(1カ国1会員)は、グラフのように、設立翌年の1947年には25カ国でありましたが、その後、増加の一途をたどり2003年現在では148カ国(正規会員、通信会員、購読会員の総計)に及んでいます。このうち日本は1952年(昭和27年)4月の閣議了解に基づいて加入を行いました。

ISOの目的は、製品やサービスの国際協力を容易にし、知的、科学的、技術的及び経済的活動分野における国際間の協力を助長するために世界的な標準化及びその関連活動の発展促進を目指すことにあり、ISOの専門的作業の成果は、国際規格として発行されています。ISOの活動範囲は、国際電気標準会議(IEC)の担当する電気・電子技術規格以外の分野を活動範囲としています。

ISOの規格制定活動は、分野ごとに分かれた200以上の専門委員会(TC; Technical Committee)により進められています。毎年、世界中のあらゆる地域から30000人を超す専門家がISOの活動に参加しており、その結果、2003年現在 約14000件のISO規格が発行されています。

5. 材料分野における国際標準化の動き

鉄鋼分野における日本の国際標準化活動①

▶ 日本の鉄鋼分野が国際標準化活動に関与している専門委員会

	専門委員会TC	名称
鉄鋼用原料	TC 102	鉄鉱石及び還元鉄
	TC 132	フェロアロイ
	TC 175	ほたる石
鉄鋼製品	TC 5	金属管及び管継手
	TC 17	鋼
	TC 25	鑄鉄
	TC 67	石油及び天然ガス工業用材料及び装置
	TC 105	ワイヤロープ
試験方法	TC 135	非破壊試験
	TC 156	金属及び合金の腐食
	TC 164	金属の機械試験

(出所:鉄鋼技術分野における国際標準化活動強化アクションプラン)

現在、日本の鉄鋼業界はISOの11の専門委員会(TC)に関与し、
国際標準化活動に取り組んでいる。

機械材料に関わる標準

31

p. 31

◆ 解説

◆ 参考資料

1) 鉄鋼技術分野における国際標準化活動強化アクションプラン

http://www.jisc.go.jp/policy/pdf/03_tekkou.pdf

5. 材料分野における国際標準化の動き 鉄鋼分野における日本の国際標準化活動②

日本の鉄鋼分野における国際競争力の強化を目的とした取り組み

- ① 日本の強みが発揮できる又は**重点的に取り組むべき5つのTC**を抽出。
- ② 鉄鋼原料及び鉄鋼材料に関する規格では、過度の精度・品質の向上を求めめるのではなく、実際の使用上、必要かつ十分な精度・品質を提供する合理性・効率性を念頭においた規格の整備を行う。そのための国際の場でのアプローチの具体的な方策は、少なくとも各国市場の取引実態も尊重した「**共存規格化**」を基礎に置く。
- ③ 試験規格では、日本発の試験法規格化を整備するとともに、日本に合わない試験方法を修正する。

(出所:鉄鋼技術分野における国際標準化活動強化アクションプラン)

海外規格との共存を保ちながらも、積極的に国際規格原案を提案し、国際標準化を進展させていくことが今後の鉄鋼業界にとって重要な戦略の一つとなっている。



機械材料に関わる標準

32

p. 32

◆ 解説

1 あらゆる加工または使用条件下における材料のあるべき姿を想定し、適切な**材料選定**を行うことが設計者には求められる。



2 材料選定で着目すべき材料特性は、

(1) **引張強さ**・**降伏点**・**じん性**・**硬度**・**耐食性**

(2) **化学成分**・**加工履歴**・**熱処理と材料特性の関係**

(3) **加工及び使用中の材料の変質**

3 JIS規格では材料の**機械的性質**(**引張強さ**など)や**化学成分**によって規定されている。材料記号から、**材質**、**製品名**、**引張強さ**、**形状**等を誤りなく把握できることが設計者にとって大切である。

4 JIS規格で規定されている数値はあくまでも**試験材の特性**を示しているものであり、**最終の製品**としての数値を示しているのではない点に注意する。

5 我が国の材料分野における**国際標準化**の取り組みは、**各国市場**の取引実態も尊重した「**共存規格化**」に基礎を置いて進められている。

機械材料に関わる標準

33

p. 33

◆ 解説

1 p.8参照

2 p.8参照

3 p.12～17参照

4 p.18～20参照

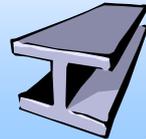
5 p.33参照

(1) 次の文章①及び②の空欄を埋めなさい。

- ① 設計時の材料選定では、(a)・降伏点・じん性・硬度などの機械的特性にまず着目することが大切である。また、(b)・加工履歴・(c)と材料特性の関係、加工中及び使用中の材料の(d)にも配慮し、適切な材料選定を行うことが設計者には求められる。
- ② JIS規格では、材料の規定を(e)のような機械的性質と化学成分にもとづいて定められている。化学成分は材料の強度・加工性・耐食性など材料の基本的特性を支配する非常に重要な情報である。鉄鋼材料の場合、Fe中の(f)、(g)、(h)、P、Sの5元素の含有量(%)で規定している。

(2) 次の各材料について、正式な名称を調べなさい。

- a) SS550、 b) SM570、 c) SUP10、
d) SKD6、 e) S45C、 f) SUS316



機械材料に関わる標準

p. 34

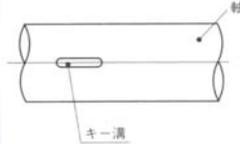
◆ 解説

解答(例)

- (1) ① a: 引張強さ、 b: 化学成分、 c: 熱処理、 d: 変質
② e: 引張強さ、 f: C(炭素)、 g: Si(ケイ素)、 h: Mn(マンガン)
- (2) a) 最低引張強さ550 N/mm²以上 一般構造用鋼
b) 最低引張強さ570 N/mm²以上 溶接構造用鋼
c) 種類番号10 ばね鋼
d) 種類番号6 合金工具鋼
e)
f) 種類番号316 ステンレス鋼

(1) ① 軸と回転体を回転方向に固定するために、図のようにアルミニウム合金製の軸にキー溝を加工した。設計値より大きな回転トルクで運転を続けた場合、どのような現象が予測されるか。

② より大きな回転トルクで運転させるため、軸の材料変更を行うことにした。耐摩耗性も考慮する場合、どのような材料が適切かJIS規格の記号を用いて答えなさい。



(2) 鉄鋼分野では今後の国際標準化の取り組みの一つとして、日本の国家規格と欧米の国家規格で異なった鋼材を一つのISO規格の中に併記する「共存型規格」の制定を戦略として国際規格作成に関わっている。このほかに我が国はどのような戦略で国際標準化活動に貢献していこうとしているのか調査し、それぞれの戦略に対するあなたの考えを述べなさい。

p. 35

◆ 解説

(1) アルミニウム合金はやわらかい材料であるため、軸に過大なトルクがかかると、軸に設けたキー溝の当たり面がへたり、キーにガタができる。そのまま使い続けると、軸に振動が生じるようになってへたりが加速し、ついにはキーが抜けて回転力が伝達できなくなる。機械材料の選択の際に、アルミニウム合金の軽量性だけに目を奪われた例である。

(2) [参考資料として、例えば「鉄鋼技術分野における国際標準化活動強化アクションプラン」(http://www.jisc.go.jp/policy/pdf/03_tekkou.pdf)などを参照]。

◆ 文献

- 1) JIS規格票
- 2) JISハンドブック(鉄鋼Ⅰ、鉄鋼Ⅱ、工具、機械要素、金型)
- 3) 鉄鋼材料選択のポイント、大和久重雄、日本規格協会
- 4) 新型非鉄金属材料選択のポイント、高橋恒夫、日本規格協会
- 5) ステンレス鋼の選び方・使い方、田中良平、日本規格協会
- 6) 設計者に必要な材料の基礎知識、手塚則雄、米山猛、日刊工業新聞

◆ ホームページ(団体・企業等)

- 7) 社団法人 日本鉄鋼連盟 <http://www.jisf.or.jp>
- 8) 新日本製鉄 株式会社 <http://www.nsc.co.jp/>
- 9) JFEスチール 株式会社 <http://www.jfe-steel.co.jp/>
- 10) 住友金属工業 <http://www.sumitomometals.co.jp/index.html>
- 11) 神戸製鋼 株式会社 <http://www.kobelco.co.jp/>

p. 36

◆ 解説

2)は関連の強いJIS規格票をまとめた内容なので、規格票そのものよりも使いやすい。また、3)～6)は規格そのものについて説明したものではないが、具体的にどのような材料選択を行うかについて触れている点で有益である。

また、7)のサイトでは、製鉄のプロセスや各種鉄鋼材料の用途がさまざまな写真とともに理解できる構成になっており、非常に参考になります。また、粗鋼生産量など鉄鋼業界全体の統計データも公表されており、鉄鋼業界の現状を把握することができます。一度アクセスすることをお勧めします。さらに、鉄鋼各社8)～11)のURLでは製品の紹介のほか、製品個別の技術資料も公開されています。