

JIS規格『分銅』と製造工程の紹介

株式会社 村上衡器製作所
代表取締役 村上 昇

1. はじめに

2005年10月に抜本的に改正されたJISマーク表示制度により、質量計量器である分銅にも規格適合を示す証であるJISマークを付すことができるようになった。これにより、トレーサビリティの担保された規定の工程で製造・検査され、質量の精度等級や特性評価がJIS規格に完全適合している分銅をユーザーが容易に選択し購入することができるようになった。

本稿においては、JIS B7609:2008「分銅」^[1]の概要を紹介すると共に、分銅メーカーである弊社がJISマーク表示制度に則ったJISマーク付分銅をどのような工程で製造し、市場へ供給しているかを紹介する。

2. JIS規格の概要

2.1 規定される事項

JIS B7609:2008「分銅」では、質量の公称値が1mgから5000kgまでの分銅について、精度等級（E₁級、E₂級、F₁級、F₂級、M₁級、M₁₋₂級、M₂級、M₂₋₃級、M₃級）に分けて以下の事項が規定されている。

主文

最大許容誤差	密度
形状	表面粗さ条件
構造	調整
材質	表記
磁性	格納容器

附属書

- 分銅の形状及び寸法（参考）
- 分銅の試験方法（規定）
- 分銅又は組分銅の校正方法（規定）
- 統計的管理（参考）

本稿では、最大許容誤差（協定質量、公称値、拡張不確かさとの関係を含む）と分銅の3つの特性（磁性・密度・表面粗さ）及び規格適合の表記について紹介する。

2.2 最大許容誤差

はかりによる質量測定の実験性を確保するための標準として国内市場で流通する主な精度等級（E₂級からM₁級）の最大許容誤差のうち、公称値が20kg以下のものを表1に示す。

表1 最大許容誤差 $\pm \delta m$ (mg)

公称値	E ₂ 級	F ₁ 級	F ₂ 級	M ₁ 級
20 kg	30	100	300	1 000
10 kg	16	50	160	500
5 kg	8.0	25	80	250
2 kg	3.0	10	30	100
1 kg	1.6	5.0	16	50
500 g	0.8	2.5	8.0	25
200 g	0.3	1.0	3.0	10
100 g	0.16	0.5	1.6	5.0
50 g	0.10	0.3	1.0	3.0
20 g	0.08	0.25	0.8	2.5
10 g	0.06	0.20	0.6	2.0
5 g	0.05	0.16	0.5	1.6
2 g	0.04	0.12	0.4	1.2
1 g	0.03	0.10	0.3	1.0
500 mg	0.025	0.08	0.25	0.8
200 mg	0.020	0.06	0.20	0.6
100 mg	0.016	0.05	0.16	0.5
50 mg	0.012	0.04	0.12	0.4
20 mg	0.010	0.03	0.10	0.3
10 mg	0.008	0.025	0.08	0.25
5 mg	0.006	0.020	0.06	0.20
2 mg	0.006	0.020	0.06	0.20
1 mg	0.006	0.020	0.06	0.20

※50kg以上、E₁、M₁₋₂、M₂、M₂₋₃、M₃級は掲載略

各分銅の協定質量に対する拡張不確かさ U （包含係数 $k=2$ ）は表1の最大許容誤差 δm の1/3以下でなければならない。

$$U \leq 1/3\delta m \quad (1)$$

協定質量 m_c は最大許容誤差 δm から拡張不確かさを引いたものと分銅の公称値 m_0 との差を超えてはならない。

$$m_0 - (\delta m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta m - U) \quad (2)$$

2. 3 分銅の3つの特性

はかりの検査等に分銅を使用する場合、質量標準として分銅に求められるものは前項の質量の規定であるが、JIS 規格では分銅材料や製造工程に起因する様々な分銅の特性についても規定している。これらは、測定の高精度化や分銅の経時変化への安定性に必須なものとして、質量の規定と同様に重要である。

2. 3. 1 磁性

近年、ますます高精度化する電子天びんでは、その検査に用いる分銅の磁性特性が天びん本体に与える影響を考慮する必要があり、精度等級の高い分銅は磁性特性の値が小さいことを要求されている。表2及び表3に磁性（磁気分極及び磁化率）の規定を示す。

表2 最大磁気分極 $\mu_0 M$ (μT)

等級	E ₂ 級	F ₁ 級	F ₂ 級	M ₁ 級
最大磁気分極	8	25	80	250

※E₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃, M₃級は掲載略

表3 最大磁化率 χ

公称値	E ₂ 級	F ₁ 級	F ₂ 級
$m_0 \leq 1g$	0.9	10	-
$2g \leq m_0 \leq 10g$	0.18	0.7	4
$20g \leq m_0$	0.07	0.2	0.8

※E₁級は掲載略

2. 3. 2 密度

分銅の密度は空気密度が規定の密度（1.2 kg/m³）から10%偏っても最大許容誤差の1/4を超える誤差を生じないものでなければならない。表4に密度の規定を示す。

表4 密度の許容範囲 (10^3 kg/m^3)

公称値	E ₂ 級	F ₁ 級	F ₂ 級	M ₁ 級
$100 g \leq m_0$	7.81-8.21	7.39-8.73	6.4-10.7	≥ 4.4
50 g	7.74-8.28	7.27-8.89	6.0-12.0	≥ 4.0
20 g	7.50-8.57	6.6-10.1	4.8-24.0	≥ 2.6
10 g	7.27-8.89	6.0-12.0	≥ 4.0	≥ 2.0
5 g	6.9-9.6	5.3-16.0	≥ 3.0	

2 g	6.0-12.0	≥ 4.0	≥ 2.0	
1 g	5.3-16.0	≥ 3.0		
500 mg	≥ 4.4	≥ 2.2		
200 mg	≥ 3.0			

※E₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃級は掲載略

2. 3. 3 表面粗さ条件

分銅質量の安定性は、その分銅の表面粗さに大きく依存する。他の条件は同等でも、滑らかな表面をもつ分銅は表面が粗い分銅よりも安定することが期待できる。なお、表面粗さの特性評価は1g以上のE及びF級分銅だけに適用する。表5に分銅表面の品質、表6に表面粗さの上限値の規定を示す。

表5 分銅表面の品質

E, F 級	多孔性であってはならない。 光沢のある外観でなければならない。
M 級	多孔性であってはならない。 ねずみ鑄鉄と同等の表面仕上げでなければならない。

表6 表面粗さの上限値 (μm)

表面粗さ	E ₁ 級	E ₂ 級	F ₁ 級	F ₂ 級
最大高さ粗さ Rz	0.5	1	2	5
算術平均粗さ Ra	0.1	0.2	0.4	1

(M級は規定なし)

2. 4 規格適合の表記

当該規格に適合する製品である場合は、格納容器の見やすい場所に容易に消えない方法で以下の内容を表記しなければならない。また、識別マーキングなどによって、可能な限り適合の表記と分銅本体との対応ができなければならない。

製品の名称（分銅）
規格番号（JIS B7609）
等級
製造業者名
製造年月（またはその略号）
識別マーキング

3. JIS分銅の製造工程

弊社は2009年10月に分銅のJISマーク表示制度の認証を第三者機関より受けた。それ以来、OIML型標準分銅の1mgから20kg(板状及び円筒型：精度等級F₁級からM₂級)についてはすべてJISマークを付して市場に供給している。弊社が日本で最初に認証を受けた後、他の国内分銅メーカーも認証を受けていることから、今後はJISマーク付分銅が広く市場に普及するものと思われる。

本章では、JIS規格の要求事項に完全適合させるために弊社が採用している製造・検査工程を紹介する。

3.1 製造と検査工程

表7に1gから20kgまでの円筒型分銅の製造・検査工程を示す。1mgから500mgまでの板状分銅の場合も基本的に同じ工程となる。

表7 JIS分銅の製造・検査工程(円筒型分銅)

工程	検査項目	検査対象	検査基準
① 受入検査	磁化率	試験片	JIS規格
	密度	ミレット	
② 旋盤加工	外形寸法 ネジ部 外観	抜き取り/ 全数	社内作業 標準規定
③ 表面研磨	質量	全数	社内作業 標準規定
	表面粗さ	全数	社内標準 限度見本
④ 識別レーザ マーキング	外観	全数	社内標準 限度見本
⑤ 質量調整	質量	全数	JIS規格の MPEの 1/2以内
⑥ 質量検査	質量	全数	JIS規格の MPEの 2/3以内
⑦ 特性評価	磁化 磁化率 表面粗さ	全数	JIS規格

※MPE：最大許容誤差 (Maximum Permissible Error)

3.2 質量検査とトレーサビリティ

表7の工程①～⑤における外形及び質量検査に用いる全ての計測工具(ノギス、マイクロメータ、電子式はかり等)は、弊社が分銅・おもりの設計・製造等の範囲で認証を受けているISO9001の管理下であり、定期的な精度検査を受けている。

工程⑥における最終的な質量検査では、不確かさの項を含む2.2項の式(1)及び式(2)を満足していることを確認するため、国家標準とのトレーサビリティが担保された分銅を用いた測定により協定質量を求めている。

図1にJISマーク付分銅から国家標準まで連なるトレーサビリティ体系図を示す。特定二次標準器、ワーキングスタンダードA及びBはISO/IEC17025に準拠した管理下にある。ワーキングスタンダードBを用いた等量比較法については、F級分銅はABBA法・1反復を、M級分銅はAB…BA法・1反復を採用している。全ての質量検査結果はシリアル番号(S/N)に関連付けて社内データベースに保存している。

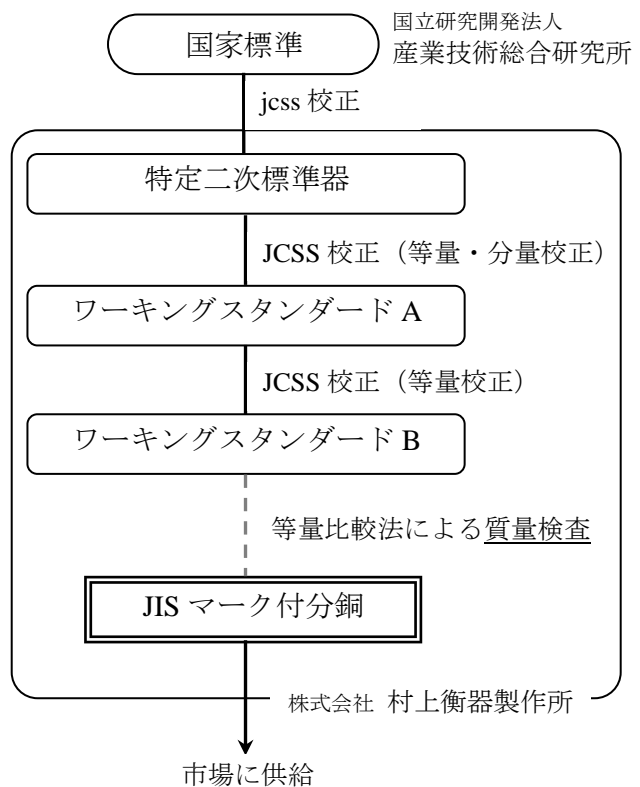


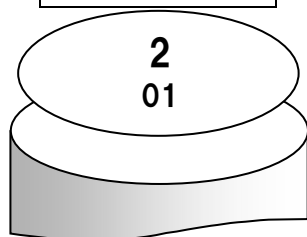
図1 JISマーク付分銅のトレーサビリティ体系図

3. 3 規格適合の表記

2.4 項で示したように、規格適合の表記は格納容器に付さなければならない。弊社では、図 2 に示すようなラベルを作成して格納容器に貼っている。分銅の上面には、公称値を示す数字（図では 2）と共に識別記号（図では 01）がマーキングされる。この識別記号が格納容器との合い番号になり、規格適合であることを表す。なお、この識別記号はユーザーの任意の文字（字数制限あり）で付すことが可能であり、器物管理の一助にもなっている。



分銅上面のマーキング



格納容器に付されるラベル



図 2 JIS マークの表記

JIS マークは工場出荷時の適合性表明（品質及び検査工程のトレーサビリティ）をするもので、その状態を永遠に保証するものではない。また、質量検査結果を記した証明書等の添付もない。分銅の協定質量や不確かさを含むトレーサビリティの証明には、JCSS 校正証明書の添付が必要不可欠となる。

4. おわりに

本稿において、ものづくり現場の計量管理者への情報提供として、JIS B7609:2008「分銅」の概要と JIS マーク付分銅の製造・検査工程を紹介した。計量用語として「トレーサビリティ」が定着して久しいが、校正の現場のみならず、計量器の製造や計量管理の現場でも活用されている。品質管理の厳格化が年々進む中で、ものづくりの原点である計量・計測管理の適正化に対するコストとリスクのバランスも年々重要になってゆくと思われる。

参考文献

- [1] 日本規格協会、JIS B7609:2008 分銅、2008、総 74 頁

本稿は、2014 年 6 月に力学量標準トレーサビリティワークショップ（主催：日本試験機工業会）にて発表、予稿集へ掲載した原稿に加筆修正をしたものです。