

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 原理	2
5 記号及び硬さの表示	3
5.1 記号及び内容	3
5.2 硬さの表示	3
6 試験装置	4
6.1 試験機	4
6.2 圧子	4
6.3 くぼみ測定装置	4
7 試験片	5
7.1 試験面	5
7.2 前処理	5
7.3 厚さ	5
7.4 不安定な試験片の支持	5
8 試験	5
8.1 試験温度	5
8.2 試験力	5
8.3 定期点検	6
8.4 試験片の支持及び向き	6
8.5 試験面の顕微鏡焦点	6
8.6 試験力の付与	6
8.7 衝撃及び振動の影響防止	7
8.8 隣接するくぼみ間の最小距離	7
8.9 対角線長さの測定	7
8.10 硬さ値の計算	8
9 測定結果の不確かさ	8
10 試験報告書	8
附属書 A (規定) 使用者による試験機, くぼみ測定装置及び圧子の定期点検	9
附属書 B (参考) 硬さ値測定の不確かさ	11
附属書 C (参考) ヌーブ硬さ測定の特長	17
附属書 D (参考) CCM-硬さワーキンググループ	21
附属書 E (参考) ケーラー照明システムの調整	22

附属書 JA (参考) JIS と対応国際規格との対比表..... 24

JIS DRAFT 2020/05/27

まえがき

この規格は、産業標準化法第 16 条において準用する同法第 14 条第 1 項の規定に基づき、認定産業標準作成機関である一般社団法人日本鉄鋼連盟（JISF）から、産業標準の案を添えて日本産業規格を制定すべきとの申出があり、経済産業大臣が制定した日本産業規格である。これによって、JIS Z 2251:2000 は廃止され、その一部を分割して制定したこの規格に置き換えられた。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。経済産業大臣は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

JIS Z 2251 の規格群には、次に示す部編成がある。

JIS Z 2251-1 第 1 部：試験方法

JIS Z 2251-2 第 2 部：硬さ値表

ヌープ硬さ試験—第 1 部：試験方法

Knoop hardness test—Part 1: Test method

序文

この規格は、2017 年に第 2 版として発行された ISO 4545-1 を基とし、技術的内容を変更して作成した日本産業規格である。

なお、この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は、対応国際規格を変更している事項である。変更の一覧表にその説明を付けて、附属書 JA に示す。また、附属書 JA は対応国際規格にはない事項である。

1 適用範囲

この規格は、試験力範囲が 0.009 807 N～19.613 N の金属材料のヌープ硬さ試験方法について規定する。

この規格で規定するヌープ硬さ試験は、くぼみの対角線長さ 0.020 mm 以上に適用する。ただし、受渡当事者間の協定によって、くぼみの対角線長さが 0.020 mm 未満のヌープ硬さ試験を行ってもよい。ISO 14577-1 では、小さなくぼみを許容している。

この規格は、使用する試験機の使用者による定期的な点検方法についても規定している。

金属めっきのヌープ試験に対する特別な事項は、ISO 4516 に規定されている。

注記 1 くぼみの対角線長さが 0.020 mm 未満の試験では、測定の不確かさが大きくなるおそれがある。

注記 2 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 4545-1:2017, Metallic materials –Knoop hardness test—Part 1: Test method (MOD)

なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、ISO/IEC Guide 21-1 に基づき、“修正している”ことを示す。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS B 7734 ヌープ硬さ試験—試験機の検証及び校正

JIS Z 2244-2 ヌープ硬さ試験—第 2 部：硬さ値表

JIS G 0202 鉄鋼用語（試験）

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、[JIS G 0202](#)による。

4 原理

対りょう（稜）角（ α 及び β ）が 172.5° 及び 130° で底面がひし形のダイヤモンド圧子を、試験片の表面に押し込み、その試験力 F を解除した後、表面に残ったくぼみの長い方の対角線長さ d を測定する（[図 1](#)及び[図 2](#)参照）。

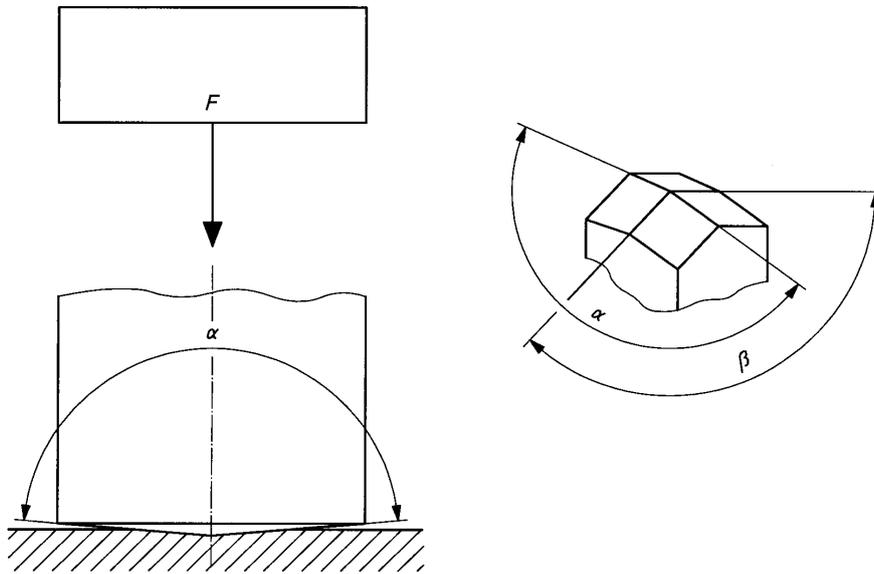


図 1—試験の原理及び圧子の形状

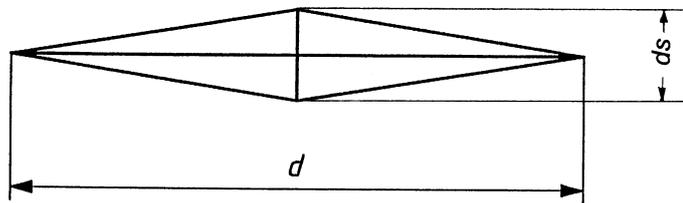


図 2—ヌープくぼみ

ヌープ硬さは、試験力を、底面がひし形で頂点の対りょう角が圧子と同じと仮定したくぼみの投影面積で除して得られる値に比例する。

注記 この規格は、適用できる場合には、国際度量衡委員会（CIPM）質量関連量諮問委員会（CCM）

の枠組みの下で、硬さワーキンググループ (CCM-WGH) が定めた硬さ試験パラメータを採用した (附属書 D 参照)。

5 記号及び硬さの表示

5.1 記号及び内容

記号及びその内容は、表 1、図 1 及び図 2 による。

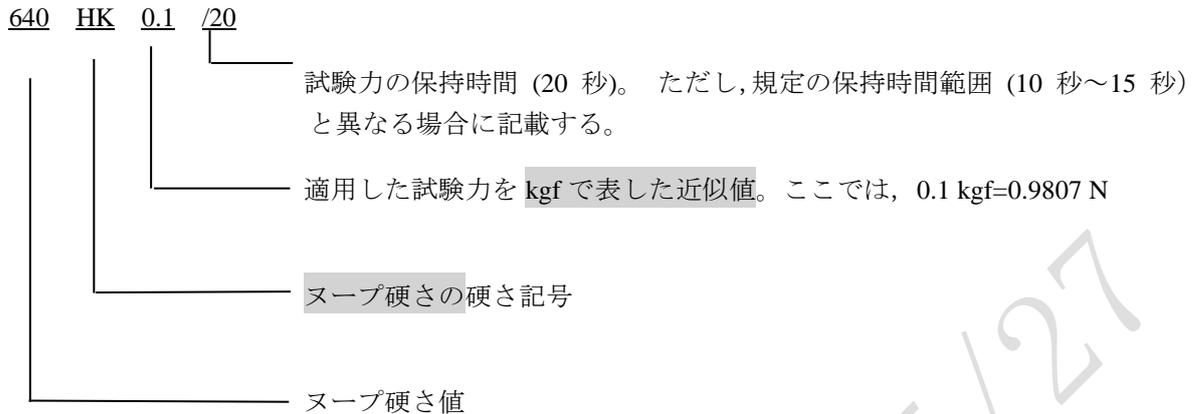
表 1—記号及びその内容

記号	内容
F	試験力 (N)
d	くぼみの長い方の対角線長さ (mm)
d_s	くぼみの短い方の対角線長さ (mm)
α	ダイヤモンド四角すい (錐) 圧子頂点のくぼみ対角線の長い方の対りょう (稜) 角 (呼称角度 172.5°) (図 1 参照)
β	ダイヤモンド四角すい (錐) 圧子頂点のくぼみ対角線の短い方の対りょう (稜) 角 (呼称角度 172.5°) (図 1 参照)
V	測定装置の拡大率
c	くぼみの投影面積と長い方の対角線長さの二乗との関係である, 圧子定数 $c = \frac{\tan \frac{\beta}{2}}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} \approx 0.070\ 28$
HK	ヌーブ硬さの硬さ記号 試験力 (kgf) ヌーブ硬さ = $\frac{\text{試験力 (kgf)}}{\text{くぼみの投影面積 (mm}^2\text{)}}$ $= \frac{1}{g_n} \times \frac{\text{試験力 (N)}}{\text{くぼみの投影面積 (mm}^2\text{)}}$ $= \frac{F}{cd^2}$ 呼称圧子定数 $c \approx 0.070\ 28$ 標準重力加速度 $g_n = 9.806\ 65\ \text{m/s}^2$ ヌーブ硬さ $\approx 1.451 \times \frac{F}{d^2}$
不確かさを少なくするため, 圧子の実角度 α 及び β を用いてヌーブ硬さを計算してもよい。	
注記 1 標準重力加速度は, kgf から N への換算係数である。	

5.2 硬さの表示

ヌーブ硬さは, 次の例のように表示する。

例



6 試験装置

6.1 試験機

試験機は、JIS B 7734に従って、所定の試験力又は規定された範囲の試験力を付与できなければならない。

6.2 圧子

圧子は、JIS B 7734に規定された底面がひし形の四角すい（錐）形状のダイヤモンドでなければならない。

6.3 くぼみ測定装置

くぼみ測定装置は、JIS B 7734の規定を満たさなければならない。

顕微鏡の倍率は、くぼみの対角線が最大視野の 25 %を超え、75 %未満に拡大できるように設定することが望ましい。理由は、対物レンズは、多くの場合、視野の端部ではゆがみを生じるからである。

測定にカメラを用いるくぼみ測定装置のカメラ視野が、光学系視野限界を考慮して設計されている場合は、その 100 %を用いることが可能である。

くぼみ測定装置に要求される分解能は、測定する最も小さいくぼみによって決まり、**表 2**による。測定装置の分解能を決定するには、光学顕微鏡の分解能、スケールのデジタル分解能及び全ての可動支持台の刻み幅を該当する場合に応じて考慮することが望ましい。

表 2—測定装置の分解能^{a)}

くぼみの対角線 d mm	測定装置の分解能
$0.020 \leq d \leq 0.080$	0.000 4 mm
$0.080 < d$	d の 0.5 %
注 ^{a)} 対角線長さ 0.002 mm 未満のくぼみを測定する場合の分解能は、協定による。	

7 試験片

7.1 試験面

試験面は、特に材料規格で規定がない限り、平滑で、酸化物膜（スケール）及び異物がなく、潤滑油を除去した状態とし、表面は、くぼみの対角線長さを正確に測定できるように仕上げる。

7.2 前処理

試験片の前処理は、試験面の損傷、過熱、冷間加工などによる表面硬さの変化ができるだけ生じないような方法で行わなければならない。

ヌーブ硬さのくぼみは、浅いので、試験片の仕上げには特に注意する。測定する材料の特性に適した研磨、又は電解研磨方法を用いるのがよい。

7.3 厚さ

測定を行う試験片又は、試験対象層の厚さは、くぼみの対角線長さの少なくとも 1/3 以上とする。試験後の試験片の裏面には変形が認められてはならない。

注記 くぼみの深さは、対角線長さのおよそ 1/30 (0.033 d) である。

7.4 不安定な試験片の支持

断面が小さいとき又は不規則な形ของときは、試験片に試験力が加えられている間、試験片が動かないように専用支持台を用いるか、又はマイクロ組織試験と同様に適切な素材に埋め込み、適切に支持することが望ましい。

注記 試験片を樹脂に埋め込む場合には、樹脂の硬化に伴う発熱、プレス成形の際の圧力、温度などが試験片の硬さに影響することがあるので注意する必要がある。

8 試験

8.1 試験温度

試験温度は、通常、10 °C ~ 35 °C の範囲内とする。この範囲以外で試験した場合は、試験報告書に記載しなければならない。厳格な管理条件下で試験を行う場合には、23 °C ± 5 °C で行う。

8.2 試験力

試験力の代表値を表 3 に示す。他の試験力を適用してもよい。受渡当事者間の協定がない限り、長い方の対角線が 0.020 mm より長くなる試験力を選択しなければならない。

表 3—試験力の代表値

硬さ記号	試験力 F	
	N	kgfで表した近似値 ^{a)}
HK 0.001	0.009 807	0.001
HK 0.002	0.019 61	0.002
HK 0.005	0.049 03	0.005
HK 0.01	0.098 07	0.010
HK 0.02	0.196 1	0.020
HK 0.025	0.245 2	0.025
HK 0.05	0.490 3	0.050
HK 0.1	0.980 7	0.100
HK 0.2	1.961	0.200
HK 0.3	2.942	0.300
HK 0.5	4.903	0.500
HK 1	9.807	1.000
HK 2	19.613	2.000

^{a)} SI単位ではない。

8.3 定期点検

試験を行う前の1週間以内に、定期点検を実施する。定期点検は、**附属書 A**による。ただし、定期点検は、試験日に実施することが望ましい。定期点検は、試験力を変更した場合は実施することが望ましい。圧子を交換したときには、定期点検を実施しなければならない。

8.4 試験片の支持及び向き

試験片は、堅固な支持台の上に載せ、支持台の表面は、異物（スケール、油、汚れなど）のない状態にしておく。試験片は、試験中に試験結果に影響するずれが起こらないように、支持台上にしっかり固定しておく。

8.5 試験面の顕微鏡焦点

試験面及び目的の試験位置が観察できるように、くぼみ測定装置の顕微鏡の焦点を合わせる。

注記 顕微鏡の焦点を試験面に合わせることが不要な試験機もある。

8.6 試験力の付与

圧子を試験面に接触させた後、試験面に対して垂直の方向に試験力を加える。そのとき、衝撃、振動又は過負荷のないようにして、規定の試験力に到達させる。規定の試験力に到達するまでの所要時間は、 $7\frac{1}{5}$ 秒とする。

注記 1 時間の許容幅は非対称となっている。例えば、 $7\frac{1}{5}$ 秒は、7秒が公称時間で、2秒（7秒-5秒と計算する）以上、8秒（7秒+1秒と計算する）以下が許容範囲である。

ヌープ硬さ試験の場合、圧子の押し込み速度は、 $70 \mu\text{m/s}$ 以下とする。

試験力の保持時間は、 14 ± 4 秒とする。ただし、保持時間に依存して硬さが変化する材料で、この範囲が不適切なものを除く。この規定時間の範囲を外れる試験の場合は、保持時間を、硬さの表示に明記しなければならない（5.2 参照）。

注記 2 ひずみ速度に敏感で、それによって耐力値が変化する材料がある。押し込み終了時に、この効果で硬さ値が変化する可能性がある。

8.7 衝撃及び振動の影響防止

試験中、試験機は衝撃及び振動を受けないようにする。

8.8 隣接するくぼみ間の最小距離

くぼみの中心間の距離及びくぼみの中心から試験片の縁までの距離の最小値は、**図 3** による。

試験片の縁と試験片の縁に平行なくぼみの中心間の最小距離は、くぼみの短い方の対角線長さの少なくとも 3.5 倍でなければならない。試験片の縁と試験片の縁に直角なくぼみの中心の間の最小距離は、くぼみの長い方の対角線長さの少なくとも 1 倍でなければならない。

短い方の対角線方向に並んだ隣り合うくぼみの中心間の距離は、短い方の対角線の少なくとも 3.5 倍でなければならない。長い方の対角線方向に並んだ隣り合うくぼみの中心間の距離は、長い方の対角線の少なくとも 2 倍でなければならない。二つのくぼみの大きさが異なる場合には、くぼみの長い方の対角線を基準とする。

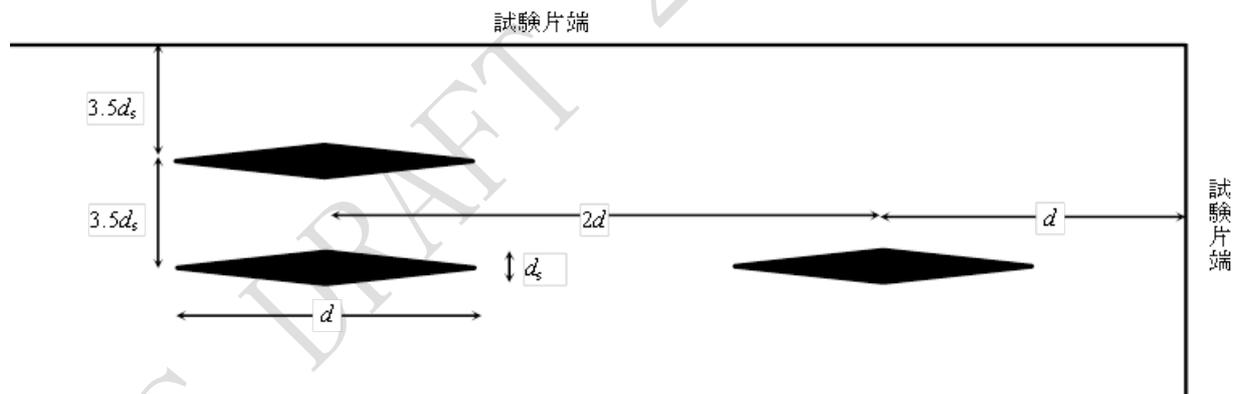


図 3—ヌープくぼみの最小間隔

8.9 対角線長さの測定

くぼみの長い方の対角線の長さを測定して、その値から、ヌープ硬さを計算する。全ての試験において、くぼみの外側の境界は、顕微鏡の視野の中で明瞭な輪郭とならなければならない。

顕微鏡の倍率は、対角線長さが視野の 25% を超え、75% 未満になるようにするのがよい（6.3 参照）。

注記 1 通常、試験力が小さくなると測定結果のばらつきが大きくなる。長い方の対角線長さの測定精度は、 $\pm 0.001 \text{ mm}$ よりよくなることはない。

注記 2 ケーラー照明を用いた光学システムの調整に関わる有用な情報を、**附属書 E** に示す。

もし、くぼみ形状が対称でない場合は、長い方の対角線を短い方の対角線との交点で2分割し、分割された長さの差が長い方の5%を超える場合には、支持台の面と試験片の測定面との平行を点検し、最終的には、試験片に対する圧子のアラインメントを点検する。差が5%を超えている試験結果は、採用しないことが望ましい。

8.10 硬さ値の計算

硬さ値は、表1の式によって求める。JIS Z 2251-2の表を用いて求めることもできる。

9 測定結果の不確かさ

不確かさの評価は、JCGM 100:2008に従って行うことが望ましい。

要因のタイプには関係なく、硬さの不確かさの評価は、次の二つの方法によって行うことができる。

- 一つは、直接検証に関わる全ての要因の評価を基にする方法である。Eurametガイドラインが、利用できる。
- もう一つは、硬さ基準片〔認証標準物質 (CRM)〕を使用した間接検証を基にする方法である。附属書Bにガイドラインを示す。

不確かさに寄与する全ての特性を定量化することは、必ずしも可能ではないかもしれない。このようなときには、試験片に繰り返してつけたくぼみの統計解析によって、タイプAの標準不確かさが評価できることもある。タイプA及びBの標準不確かさが集約された場合は、寄与は重複して評価してはならない(JCGM 100:2008 簡条4参照)。

注記 タイプA評価は、定義された測定条件下で得られる測定された量の値の統計解析による測定不確かさの成分の評価である。タイプB評価は、測定不確かさのタイプA評価以外の方法で決定される測定不確かさの成分の評価である。(JIS/TS Z 0032参照)。

10 試験報告書

試験報告書が必要な場合には、受渡当事者間の協定のない限り、少なくとも次の項目を含む。

- a) この規格によって試験した旨の表示、例えば、JIS Z 2251-1
- b) 試験片の識別に必要な表示
- c) 得られた硬さ測定の結果 (5.2の様式で報告する。)
- d) 試験の温度 (8.1に規定した範囲外の場合)
- e) 異なる硬さに換算した場合、その換算の基準及び方法
ヌーブ硬さを他の硬さ及び引張強さに正確に換算する一般的な方法はないので、そのような換算は、比較試験によって信頼できる換算基準が得られない限り避けることが望ましい (ISO 18265も参照)。

注記 硬さ値の厳密な比較ができるのは、同一の試験力を用いる場合に限られる。

注文者の指定がある場合、次の項目を含める。

- f) 試験日
- g) この規格に規定されていない作業、又は任意とみなされている全ての作業
- h) 結果に影響を及ぼした環境条件の詳細

附属書 A (規定)

使用者による試験機、くぼみ測定装置及び圧子の定期点検

A.1 定期点検

定期点検に使用する圧子は、試験に使用するものを用いなければならない。硬さ基準片は、試験機での使用が想定される試験力及び想定される硬さレベルで、JIS B 7734に従って校正されたものを選択しなければならない。

定期点検を実施する前に、くぼみ測定装置については、校正された基準片の参照くぼみを使用して間接検証をしなければならない。測定した値と基準片の認証値との差異は、0.001 mm 又は 1.25 % の大きい方以内であることが望ましい。くぼみ測定装置がこの試験に合格しない場合は、2 番目の参照くぼみを測定してもよい。この 2 番目の試験にも合格しない場合は、くぼみ測定装置を調整又は修理し、JIS B 7734に従って直接及び間接検証することが望ましい。定期点検において、偏りが許容範囲を超えない場合は、参照くぼみの検証を省略してよい。

定期点検は、硬さ基準片の校正された面を用いて、少なくとも 2 点の硬さを測定しなければならない。くぼみは、基準片の表面上に均一に分散させなければならない。読み取り値に対して、偏りの百分率 b_{rel} の値がプラス方向、マイナス方向ともに表 A.1 の許容値を超えなければ、試験機を合格とみなす。

偏りの百分率は、式(A.1)で求める。

$$b_{rel} = 100 \times \frac{\bar{H} - H_{CRM}}{H_{CRM}} \quad \text{..... (A.1)}$$

ここで、 \bar{H} : 式(A.2)で求める平均硬さ値
 H_{CRM} : 硬さ基準片の認証硬さ値

$$\bar{H} = \frac{HV_1 + \dots + HV_n}{n} \quad \text{..... (A.2)}$$

試験機がこの試験に合格しない場合には、圧子及び試験機が正常に作動することを検証し、定期点検を繰り返す。試験機の定期点検で再度不合格が継続する場合には、JIS B 7734に従って間接検証を実施しなければならない。定期点検の結果の記録は、一定の期間保持し、再現性の測定及び試験機のドリフトの監視に使用することが望ましい。

表 A.1—HK の偏りの最大許容値

長い方の対角線長さ d mm	試験機の HK 偏り百分率の b_{rel} の値の最大許容値 $\pm \%HK$
$0.02 \leq d < 0.06$	$0.24/d$
$0.06 \leq d$	4

注記 この規格で規定された試験機の性能に関する許容値は、長期をかけて開発され、見直された値である。試験機の特定の許容値を決める場合には、測定機器及び／又は基準片を用いることによる不確かさも含まれていることになる。それゆえ、この不確かさを更に考慮に入れる、例えば、硬

さ測定の不確かさで測定の許容差を狭めることは不適切である。このことは、試験機の定期点検を実施する際に、全ての測定に適用される。

A.2 圧子の点検

経験上、初期に合格した圧子でも、比較的短期間の使用で欠点が生じるものが見られる。これは、圧子表面の小さな割れ、くぼみ又はその他のきずが原因である。そのような不具合が見つかったときには、再研磨によって再生してもよい。そうでないと、表面の小さな欠点で、圧子を急激に劣化させ、使用できなくなる。

- 試験機が使われる日ごとに、基準片のくぼみの状態を目視でチェックして、圧子の状態を管理するのがよい。
- 圧子に欠点が見つかった場合、その時点でその圧子の点検は不合格である。前回点検以降の試験値の有効性を確認するのがよい。
- 圧子の再研磨及び他の補修は、JIS B 7734を満足しなければならない。

附属書 B (参考)

硬さ値測定の不確かさ

B.1 一般事項

測定の不確かさ分析は、誤差要因を特定し、試験結果の差を理解するのに役立つツールである。この附属書では、不確かさを見積もる指針を提供するが、顧客が具体的に指示しない限り、その方法は、参考扱いである。

ほとんどの製品規格には、長年をかけて得られた許容範囲がある。それらは、主に製品要求事項、そして一部は硬さを測定するのに用いる試験機の性能に基づいている。それゆえ、これらの許容値には硬さの測定の不確かさの寄与を包含しており、この不確かさを更に考慮に入れる、例えば、硬さの測定の不確かさで規定の許容差を狭めることは不適切である。言い換えれば、製品規格において、硬さがある値以上又は以下と定められている場合、特に製品仕様で別に定められていなければ、単に計算された硬さ値がこの要求事項を満たさなければならないと解釈されることが望ましい。しかしながら、測定不確かさを許容範囲から差し引くのが適切であるような特別の状況がある可能性があるが、これは、当事者間による協定に限定して行われることが望ましい。

この附属書では、不確かさの決定方法は、硬さ基準片 (CRM) に関する硬さ試験機の総合的な性能に関連する不確かさだけを扱っている。この性能の不確かさは、要素ごとの不確かさ (間接検証) を全て統合した結果である。このような手順であるため、個々の試験機の構成部品はそれぞれの許容範囲内で使用されることが大切である。この手順は、直接検証に合格してから最長 1 年の間に適用されることが強く推奨される。

附属書 C では、硬さ基準を定義し、普及させるために必要な度量衡連鎖の 4 階層のレベルを示している。それは、国際的に相互比較するために、様々な硬さ基準の国際的定義を用いた国際レベルを頂点としている。国家レベルの一次硬さ標準試験機によって、校正試験所レベルの一次硬さ基準片が作られる。当然、その試験機の直接校正及び直接検証は、達成できる最高精度であることが望ましい。

B.2 一般的な手順

計算は、表 B.1 に示す各項の二乗和の平方根 (RSS) によって合成不確かさ u_H を求める。拡張不確かさ U は、 u_H に換算係数 $k=2$ をかけて求める。表 B.1 に全ての記号及び内容を示している。

以下の値の差から求める硬さ試験機の偏り b (誤差ともいう。) は、不確かさを決定するために、様々な方法を適用することが可能である。

- 用いた硬さ基準片の認証校正值
- 硬さ試験機の校正時 (JIS B 7734 参照) に上記の基準片に打った 5 点のくぼみから求めた硬さの平均値

硬さ測定の不確かさ決定には、二つの方法が用いられる。

- 方法 M1 : 異なる二つの方法で硬さ試験機の体系的な偏りが説明される。一つは、体系的な偏りから不確かさの寄与を算術的に加算する方法で、もう一つは、体系的な偏りを補完するために測定結

果を補正する方法である。

- － 方法 M2 : 体系的な偏りの大きさを考慮しないで不確かさを決定する方法である。

硬さの不確かさに関わる追加情報は、参考文献に示す。

注記 1 ドリフトは、前回校正からそれほど大きくないと仮定されるので、ここで示す不確かさを求める計算手順では、前回校正後の試験機性能上起こりうるドリフトは、考慮に入れていない。したがって、ここで示した分析は、多くの場合、試験機の校正直後に実施され、その結果が試験機の校正証明に記載されている。

注記 2 この附属書では、CRM は、認証標準物質を表している。硬さ試験規格においては、認証標準物質とは、硬さ標準片、例えば、認証値及び付随する不確かさの付いた材料片に相当する。

B.3 不確かさの計算手順：硬さ測定値

B.3.1 偏りを考慮した手順（方法 M1）

測定の不確かさを求める方法 M1 の手順を表 B.1 に示す。硬さ試験機の測定の偏り b は、体系的な影響因子となりえる。JCGM 100:2008 では、補正は、体系的な影響因子を補完するために用い、これを M1 の基礎とするのが望ましいとしている。この方法を適用すると、全ての決定された硬さ値 x を b だけ小さくするか、不確かさ U を b だけ大きくするといういずれかの結果になる。 U_{M1} を決定する手順を表 B.1 に示す。

一つの硬さ測定値 x に対する複合拡張測定不確かさは、式(B.1)で求める。

$$U_{M1} = k \times \sqrt{u_H^2 + 2 \times u_{ms}^2 + u_{HTM}^2} \quad (\text{B.1})$$

$$U_{M1} = k \times \sqrt{u_H^2 + 2 \times u_{ms}^2 + u_{HTM}^2} \quad \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

ここで、 u_H : 硬さ試験機の測定繰り返し性の不足による測定不確かさ。
 u_{ms} : 硬さ試験機の分解能による測定不確かさ。これには、長さ測定器の分解能と測定顕微鏡の分解能の両方を考慮しなければならない。多くの場合、測定装置全体の分解能による不確かさは、対角線の両端を確認するため、 U_{M1} を計算するときに 2 回取り込むのがよい。
 u_{HTM} : 硬さ試験機がもっている測定の偏り b の不確かさ（この値は、JIS B 7734 で定められた間接検証の結果として報告される。）による測定不確かさで、式(B.2)で求める。

$$u_{HTM} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{HCRM}^2 + 2 \times u_{ms}^2} \quad \dots\dots\dots (\text{B.2})$$

ここで、 u_{CRM} : $k=1$ に対する校正証明書による CRM の認証値の校正不確かさに起因した測定不確かさの寄与。
 u_{HCRM} : 次の 2 要素を複合した測定不確かさへの寄与。一つは、硬さ試験機の測定繰り返し性の不足によるもの。もう一つは、CRM の硬さ不均一性によるもので、CRM を

測定したときの硬さ測定値平均値のに対する標準偏差として計算される。

u_{ms} : CRM を測定するときの硬さ試験装置の分解能に起因する測定不確かさへの寄与。

測定の結果は、二つの方法で報告される。

- X_{corr} : 測定値 x を式(B.3)に従って、測定偏り b で補正した値。

$$X_{corr} = (x - b) \pm U_{M1} \dots\dots\dots (B.3)$$

- X_{ucorr} : 測定値 x を測定偏り b では補正せず、式(B.4)に従って、拡張不確かさ U に偏りの絶対値を加えた値。

$$X_{ucorr} = x \pm [U_{M1} + |b|] \dots\dots\dots (B.4)$$

方法 M1 を適用する場合には、採用した b 値に関連する不確かさの関与を RSS の項に加えるのが適切である。これは、次のようなケースがある。

- 測定された硬さが、試験機を校正したときに用いた CRM の硬さレベルと明らかに異なっているとき。
- 試験機の偏りが、校正範囲で明らかに変化しているとき。
- 測定する素材が試験機の校正時に使用した硬さ基準片の素材と異なっているとき。
- 硬さ試験機の日々の性能（再現性）が明らかに変化しているとき。

測定不確かさに追加するこれらの寄与の計算については、ここでは述べていない。全ての状況で、 b と関連付ける不確かさの評価に対しては、ロバスト法を用いなければならない。

B.3.2 偏りを用いない方法（方法 M2）

方法 M1 の代替法として、ある場合には方法 M2 を用いることができる。当該試験機の偏りが最大許容偏差 (JIS B.7734 参照) に適合していることを確かめる際に、偏り b 値だけではなく、 $|b| + U_{HTM}$ を用いて、JIS B.7734 に従った間接検証に合格した場合に、方法 M2 が有効となる。方法 M2 では、最大許容偏り b_E （試験機の読み値が基準片と異なることが許容された正の値）は、JIS B.7734 の表 5 に規定されているように、不確かさの一要素 U_{M2} を定めるために用いられる。偏りの許容値に対して、硬さ値の補正はない。 U を決定する手順を表 B.1 で説明している。

- 一つの硬さ測定に対する複合拡張測定不確かさは、式(B.5)で求める。

$$U_{M2} = k \times \sqrt{u_H^2 + 2 \times u_{ms}^2 + u_E^2} \dots\dots\dots (B.5)$$

- ここで、
- u_H : 硬さ試験機の測定繰り返し性不足による測定不確かさ。
 - u_{ms} : 硬さ試験機の分解能による測定不確かさ。これには、長さ測定器の分解能と測定顕微鏡の分解能の両方を考慮しなければならない。多くの場合、測定装置全体の分解能による不確かさは、対角線の両端を確認するため、 U_{M2} を計算するときに 2 回取り込むのがよい。
 - u_E : 偏りの最大許容偏差による測定不確かさ（矩形分布）。

ここで、 b_E は、**JIS B 7734**で規定される最大許容偏差で、測定の結果は、式(B.6)によって求める。

B.4 測定結果の表現の例

一台の試験機で、一つの試験片に対してヌープ硬さを1点測定する。

硬さ測定値 x : $x=810$ HK 1

対角線長さ d : $d=0.1325$ mm

対角線長さ測定装置の分解能は、式(B.7)によって求める。

$$\delta_{ms} = \sqrt{\delta_{OR}^2 + \delta_{IR}^2} \dots\dots\dots (B.7)$$

$$\delta_{ms} = 0.00051 \text{ mm} \dots\dots\dots$$

ここで、 δ_{OR} : 顕微鏡対物レンズの光学分解能で、0.0005 mm
 δ_{IR} : 測定装置の表示の分解能で、0.0001 mm

前回の試験機の間接検証では、 $\bar{H}_{CRM}=802.7$ HK 1 の CRM を用いて、偏りの不確かさ U_{HTM} と偏り b とを測定した。この CRM は、間接検証に用いる基準片の中で試験片の硬さに最も近いものであった。

試験機の測定偏り b : $b=1.0$ HK 1

試験機の測定偏りの不確かさ U_{HTM} : $U_{HTM}=12.7$ HK 1

試験機の測定繰り返し性不足を測定するために、試験所で試験片と同じくらいの硬さの CRM を HK 1 で 5 点測定した。試験片の不均一性の影響を減らすために、要求事項を満たしながら、隣り合った点で 5 点 H_i 測定した。

測定値の 5 点、 $H_1=806.5$ HK 1, 803.0 HK 1, 800.9 HK 1, 803.4 HK 1, 797.5 HK 1

測定値の平均 $\bar{H}=802.3$ HK 1

測定値の標準偏差 $s_H=3.3$ HK 1

JIS B 7734に基づいた前回の間接検証の測定値による s_H の値を上記の繰り返し性に代えてもよい。しかし、この標準偏差は、CRM の不均一性も含んでいるので、通常、測定繰り返し不確かさ不足の影響を過大評価している。

例えば、

$$|b| + U_{HTM} = 1.0 + 12.7 = 13.7 \text{ HK 1}$$

$$b_E = 810 \text{ HK 1 の } 4\% = 32.4 \text{ HK 1}$$

試験機の偏り及び偏りを決定するときの拡張不確かさの合計 $[|b| + U_{HTM}]$ は、偏りの最大許容値 b_E の範囲内なので、方法 M1 又は方法 M2 のいずれかを用いてよい。

表 B.1—方法 M1 及び M2 による拡張不確かさの決定

段階	不確かさの起源	記号	式	説明／出典，証明	例
1 M1, M2	測定値	x			$x=810$ HK 1
2 M1	偏り値 b 及び間接検証から得られた硬さ試験機の偏りの不確かさ U_{HTM}	b U_{HTM} u_{HTM}	$u_{\text{HTM}} = \frac{U_{\text{HTM}}}{2}$	$\bar{H}_{\text{CRM}} = 802.7$ HK 1 の CRM を用いた間接検証に従った b 及び U_{HTM} (注記 1 参照)	$b=1.0$ HK 1 $U_{\text{HTM}}=12.7$ HK 1 $u_{\text{HTM}}=\frac{12.7}{2}=6.35$ HK 1
3 M2	偏りの最大許容偏差	b_E	$b_E = \text{許容偏りの正の最大値}$	JIS B 7734 の表 5 による許容偏り	$b_E=4\%$ $b_E = \frac{4 \times 810}{100} = 32.4$ HK 1
4 M2	偏りの最大許容偏差に起因した標準不確かさ	u_E	$u_E = b_E / \sqrt{3}$	矩形分布	$u_E = \frac{32.4}{\sqrt{3}} = 18.7$ HK 1
5 M1, M2	繰り返し性測定の標準偏差	s_H	$s_H = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}$	試験片と類似した硬さの CRM を試験所で 5 点測定する (注記 2 参照)	$s_H=3.3$ HK 1
6 M1, M2	繰り返し性に起因する標準不確かさ	u_H	$u_H = t \times s_H$	$n=5$ に対して $t=1.14$ (JGCM 100:2008 [6] 参照)	$u_H=1.14 \times 3.3=3.8$ HK 1
7 M1, M2	硬さ値表示の分解能による標準不確かさ	u_{ms}	$u_{\text{ms}} = -\frac{2x}{d} \times \frac{\delta_{\text{ms}}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{\text{ms}}=0.00051$ mm $x=810$ HK 1 $d=0.133$ mm (注記 3 参照)	$u_{\text{ms}} = -\frac{2 \times 810.0}{0.133} \times \frac{0.00051}{2 \times \sqrt{3}} = -1.80$ HK 1
8 M1	拡張不確かさの決定	U_{M1}	$U_{\text{M1}} = k \times \sqrt{u_H^2 + 2 \times u_{\text{ms}}^2 + u_{\text{HTM}}^2}$	段階 2, 6 及び 7 $k=2$	$U_{\text{M1}}=15.6$ HK 1 $x=810$ HK 1
9 M1	修正硬さを用いた場合の測定値	X_{corr}	$X_{\text{corr}} = (x - b) \pm U_{\text{M1}}$	段階 1, 2 及び 8	$X_{\text{corr}} = (809 \pm 16)$ HK 1
10 M1	修正不確かさを用いた場合の測定値	X_{ucorr}	$X_{\text{ucorr}} = x \pm (U_{\text{M1}} + b)$	段階 1, 2 及び 8	$x=810$ HK 1 $X_{\text{ucorr}} = (810 \pm 17)$ HK 1
11 M2	拡張不確かさの決定	U_{M2}	$U_{\text{M2}} = k \times \sqrt{u_H^2 + 2 \times u_{\text{ms}}^2 + u_E^2}$	段階 4, 6 及び 7 $k=2$	$U_{\text{M2}}=38.5$ HK 1 $x=810$ HK 1
12 M2	測定結果	X	$X = x \pm U_{\text{M2}}$	段階 1 及び 11	$X = (810 \pm 39)$ HK 1

$0.8b_E < b < 1.0b_E$ のときは，CRM と試験片との硬さの関係を検討するのが望ましい。

JIS B 7734による前回の間接検証の測定に基づいた S_H の値を用いることができる。しかし、この標準偏差は、CRM の不均一性を含んでいるので、通常、繰り返し性不足による測定不確かさの影響を過大評価している。一つの試験片で測定した複数の硬さ値の平均を報告するときは段階 5 の s_H は、試験片で測定した複数の硬さ値の標準偏差を硬さ測定数の平方根で割った値に置き換えるのが望ましい。また、段階 6 の t 値が、 n 点の測定に対して適切であることが望ましい。 $(u_H = t \times s_H / \sqrt{n})$ 計算された U_H も、試験片の不均一性を包含しているものとなる。

注記 感受性係数 $-2x/d$ は、mm 単位の対角線長さの不確かさを HK の不確かさに換算するための $\partial x / \partial d$ から得られる。

JIS DRAFT 2020/05/27

附属書 C (参考)

ヌープ硬さ測定の特レーサビリティ

C.1 トレーサビリティの定義

ヌープ硬さ測定の特レーサビリティの連鎖は、長さ又は温度のような他の多くの測定量とは異なっている。これは、もともとヌープ硬さ測定などが、試験機を用いて、定められた試験手順に従って、試験中に力、長さ、時間などの異なる複数のパラメータを測定しているからである。これらの個々の測定値は、試験の他のパラメータ同様に、硬さの結果に影響を及ぼす。

計量の国際用語 (The International Vocabulary of Metrology/VIM3) では、計量の特レーサビリティを次のように定義している。

計量の特レーサビリティ—個々の校正が測定不確かさに寄与する、文書化された切れ目のない校正の連鎖を通じて、測定結果を計量参照に関連付けることができる測定結果の性質。

この定義によれば、測定結果が特レーサビリティをもつためには、二つの事柄が必要である。

- a) 測定の不確かさに寄与する切れ目のない校正の連鎖
- b) トレーサビリティが明らかな基準片

これらは、計量の特レーサビリティ連鎖と定義される。

C.2 校正の連鎖

JIS B.7734 では、校正及び検証に要求される手順を規定して、この規格で使用してよい試験機であることを明らかにしている。校正手順には、使用する硬さ範囲の基準片の硬さ測定に加えて、試験力、圧子形状、くぼみ測定装置などの試験機の性能に影響する様々な要素の直接測定が規定されている。個々の校正測定には、試験機が検証に合格するために必要な許容差が規定されている。歴史的に試験機の構成部品の校正及び検証は、直接検証、また、基準片による試験機の校正及び検証は、間接検証と呼ばれてきた。

JIS B.7734 では、試験機の間接検証に用いられる基準片の校正に要求される手順、並びにこの基準片の校正に用いられる試験機の校正及び検証に要求される手順を規定している。試験機の測定特レーサビリティの条件となる“切れ目のない校正の連鎖”を考慮すると、試験の特レーサビリティは、直接検証又は間接検証のいずれかによって成立していることが明らかである。

直接検証では、試験機の個々の構成部品について、それぞれの測定が校正連鎖を経由して、国家計量機関 (NMI) に認められた国際単位 (SI) に特レーサビトレーサビリティをもつことが要求されている。この校正連鎖は、**図 C.1** の右側に示されている。総合的に、これらの校正連鎖は、試験機に対する潜在的な特レーサビリティ連鎖を形成している。

図 C.1 の左側では、国家レベル、校正レベル、使用者レベルなどの校正の階層としての各レベルにおける個別の校正連鎖によって特レーサビリティ連鎖の構成を図示している。また、基準片の校正及びそ

れに続くヌープ試験機の間接検証を含んでいる。一次（国家レベル）硬さ標準試験機で一次基準片を校正し、これを用いて校正試験機（校正レベル）を校正する。硬さ試験機（使用者レベル）を校正するために使用される硬さ基準片をこの試験機で校正する。

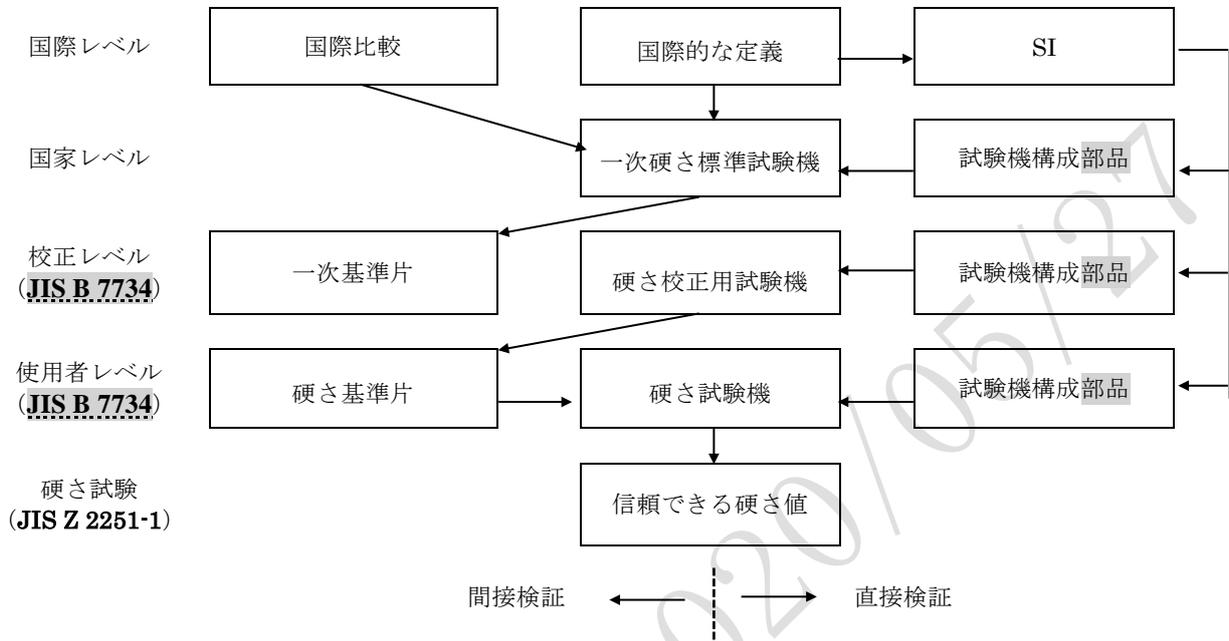


図 C.1—校正の連鎖

C.3 ヌープ硬さ基準片

トレーサビリティ実現のためのもう一つ必要なものは、トレーサビリティが確立した基準片である。ヌープ硬さは、材料の基礎物性ではなく、定義された試験方法で求められる順序尺度量 (ordinal quantity) である。理想的には、ヌープ硬さ測定に対する最上位の基準は、この測定方法の全ての試験パラメータを含めて国際的に合意された方法として定義することが望ましい。硬さのトレーサビリティは、この定義を試験所が完全に満たすか、定義を実際に具現することであり、その具現の正しさは、試験所の測定不確かさに反映され、国際比較によって確認される。国際的に合意された基準は、硬さの CCM 作業グループ (CCM-WGH) で開発され (附属書 D 参照)、ヌープ硬さを標準化した NMI によって示される。このとき、CCM-WGH は、ヌープ硬さの基準を示してはいない。最上位の基準は、通常、NMI が選択した試験の定義に基づいたヌープ硬さを示したものである。NMI がヌープ硬さの基準片を校正しない場合、国内レベルの最上位の基準は、校正レベルの試験所がヌープ硬さの基準を示すこととしてもよい。

C.4 実用上の問題点

図 C.1 (左側及び右側) に示している校正連鎖のいずれかによって、理論的には適切なヌープ硬さ基準のトレーサビリティが提供できる。しかし、両者に考慮しなければならない実上の問題がある。図 C.1 の右側にしているヌープ直接検証の連鎖では、硬さ測定値に影響する可能性がある全てのパラメータに対して、特定し、測定し、必要であれば補正するということが極めて難しい。試験機が直接検証に合格したとしても、明らかに影響を及ぼすパラメータが一つでも管理できていない場合には、トレーサビリティとはみなさない。このことは、しばしば起こり、校正の下位の階層で更に問題となる。

図 C.1 の左側に示している間接検証の校正連鎖でも、考慮すべき問題が存在する。複数の構成部品からなる試験機を用いた場合、硬さ測定中に、測定に関わる一つの構成部品の誤差が他の構成部品の誤差によって補完されたり、相殺されたりする可能性がある。この場合、間接検証で試験した素材特定硬さレベルの材料に対しては、結果として正確な硬さ測定ができてしまうことがある。しかし、別の硬さレベル又は材料の試験では、誤差が拡大する可能性がある。試験機の個々の校正部品の誤差が大きく影響する場合には、トレーサビリティとはみなされないかもしれない。

C.5 ヌープ硬さ測定のトレーサビリティ

C.5.1 一般

C.4 のことから、ヌープ硬さ測定のトレーサビリティを実現するためには、一般的に、両方のトレーサビリティ連鎖が必要であると分かる。しかし、測定プロセスを念入りに調査し評価すれば、トレーサビリティは、二つの連鎖の内、一方に基づくだけで実現できる可能性がある。例えば、国家レベルにおいては、NMI の一次ヌープ硬さ標準試験機のトレーサビリティは、更に上位の認められた基準片が存在しないので、直接検証によって実現される。NMI は、通常、所有する測定装置を徹底的に評価することができ、不確かさのレベルを他の NMI と国際的に比較できるので、この連鎖によるトレーサビリティが可能となる。一方で、何十年にも及ぶヌープ硬さ測定の経験から、校正の下位の階層に対しては、トレーサビリティを確保し、不確かさを求める上では、間接検証の連鎖が最も実用的とされている。しかし、試験機の個々の構成部品の定量数値も重要である。このトレーサビリティのスキームによって、工業的にヌープ硬さ測定が適切であると示されている。

C.5.2 校正レベルのトレーサビリティ

校正レベルのトレーサビリティは、国家レベルの NMI で校正された一次基準片を用いた間接検証の校正連鎖によって、最も適切に確立される。この連鎖は、測定不確かさを決定するのにも用いることが望ましい。しかし、同時に、構成部品を相殺する誤差が小さいことを確認するために、校正試験機の各構成部品を頻繁に校正することが望ましい。硬さのトレーサビリティは、ヌープ硬さの CCM-WGH の定義を NMI が具現化することが望ましい。又は、CCM-WGH の定義がない場合は、NMI が自らの定義を決めて実現することが望ましい。NMI が基準片を供給しないか又は校正試験所との比較測定を実施しない場合、及び他の NMI の基準片を用いることが現実的でない場合、トレーサビリティが宣言された基準片には、この規格によって定義されたような国際的な試験方法に基づいたヌープ硬さを実現する校正試験所が必要となるかもしれない。この場合には、校正試験所の測定のトレーサビリティは、合意された基準片を用いた間接検証、又は相互比較によって確認された直接検証としてもよい。

C.5.3 使用者レベルのトレーサビリティ

使用者レベルの測定のトレーサビリティは、校正レベル又は国家レベルで校正された基準片を用いた間接検証の校正連鎖によって得るのが最適である。校正レベルのトレーサビリティと同様にこの方法は、最も実用的で、測定不確かさを決定するためにも用いられることが望ましい。試験機の構成部品を定期的に直接検証して、相殺された誤差が小さいことを確認することも要求されている。しかし、産業界では、通常、硬さ試験機を製造又は補修したときにだけ、このような測定をすることをこの規格で最低限の要求としてしている。

注記 この附属書で用いられている次の事項は、VIM3 に従っている。

— calibration : 校正

—calibration hierarchy : 校正の階層

—methodological traceability : トレーサビリティの方法

—methodological traceability chain : トレーサビリティ連鎖の方法

—ordinal quantity : 順序尺度量

—verification : 検証

JIS DRAFT 2020/05/27

附属書 D (参考)

CCM—硬さワーキンググループ

1999 年第 88 回国際度量衡委員会 (CIPM) において、飯塚幸三博士 [質量関連量諮問委員会 (CCM) 委員長] は、「硬さの定義は独自に選択した式を用いるという意味で確かに慣用的なものである。しかしその試験方法は SI 単位により表される物理的な数値の組合せで定義されている。硬さの基準は、ほとんどが NMI で確立され維持されており、その基準へのトレーサビリティは産業界やその他の業界から強く要求されている。」と述べた。引き続き議論で、硬さの基準は相互承認協定 (MRA) のために国際基幹比較データベース (KCDB) に含まれることが望ましいという結論になり、CCM の枠組みの中で硬さワーキンググループ (CCM-WGH) が設立された。

CCM-WGH の設立により、最上位の国家レベルにおける測定の差異を少なくするための技術外交的な枠組みが提供された。この枠組みの中で、硬さに影響するパラメータについて検討し、NMI が用いる硬さ試験の国際的な定義を確立することが可能となった。国際的な合意が必要であるので、CCM-WGH は硬さの適切な普及を着実に行うために ISO/TC164 (金属材料の機械試験) /SC3 (硬さ試験) との密接な連携を保っている。CCM-WGH での定義の最も意味ある改善点は、硬さ試験のパラメータがこの試験方法で規定されているような許容値ではなく、特定の値を規定したことである。可能な場合、この規格では CCM-WGH による定義値を適用した。

CCM-WGH の定義は、<http://www.bipm.org> で公開されている。

附属書 E (参考)

ケーラー照明システムの調整

E.1 一般

光学系は調整ができないように設定されているものと、軽微な調整ができるようになっているものがある。分解能が最大となるように次の調整をすると有効な場合がある。

E.2 ケーラー照明

画像を鮮明にするために、平面に研磨した試験片表面にピントを合わせる。

光源を中心に合わせる。

視野の中心と開口部の絞りの中心とを揃える。

視野から丁度消えるように絞りを開く。

接眼レンズを外し、対物レンズの後側の焦点面を観察する。全ての部品が定位置にあれば、光源及び絞りでピントは鮮明になる。

最大解像力に対しては、開放絞りが望ましい。ぎらつきが過度な場合は、絞る。ただし、分解能が落ちて、回折現象によって測定に支障をきたすおそれがあるので、開放の 3/4 より小さくしてはならない。

観察するのに光が強すぎる場合は、適切な減光フィルター又は抵抗器を使って強度を低減させる。

参考文献

- [1] **ISO 4516**, *Metallic and other inorganic coatings — Vickers and Knoop microhardness tests*
- [2] **ISO 14577-1**, *Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and materials parameters — Part 1: Test method*
- [3] **ISO 18265**, *Metallic materials — Conversion of hardness values*
- [4] **ISO 23718**, *Metallic materials — Mechanical testing — Vocabulary*
- [5] *Hardmeko report 2010, Tassanai Sanponpute Apichaya Meesaplak, Vibration effect on Vickers hardness measurement*
- [6] JCGM 100:2008(*GUM 1995 with minor corrections*), *Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPM/IEC/IFCC/ILAC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML, 2008*
- [7] EURAMET cg-16 Ver. 2.0, *Guidelines on the Estimation of Uncertainty in Hardness Measurements, 2011*
- [8] GABAUER, W. *Manual of Codes of Practice for the Determination of Uncertainties in Mechanical Tests on Metallic Materials, The Estimation of Uncertainties in Hardness Measurements, Project, No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14:2000*
- [9] GABAUER, W., BINDER O. *Abschätzung der Messunsicherheit in der Härteprüfung unter Verwendung der indirekten Kalibriermethode, DVM Werkstoffprüfung, Tagungsband 2000, S. pp. 255-261*
- [10] POLZIN, T., SCHWENK, D. *Estimation of Uncertainty of Hardness Testing; PC file for the determination, Materialprüfung, 3, 2002 (44), pp. 64-71*
- [11] VIM. *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms, VIM, 3rd edition (2008 version with minor corrections), JCGM 200:2012 available via <http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html>*
- [12] IIZUKA K. *Worldwide Activities Around Hardness Measurement - Activities in CCM/CIPM, IMEKO/TC5, OIML/TC10 and ISO/TC164 in Proceedings HARDMEKO 2007, Tsukuba, Japan, 2007, 1-4*

附属書 JA
(参考)
JIS と対応国際規格との対比表

JIS Z 2251:9999		ISO 4545-1 : 2017 (MOD)		
a) JIS の簡条番号	b) 対応国際規格の対応する簡条番号	c) 簡条ごとの評価	d) JIS と対応国際規格との技術的差異の内容及び理由	e) JIS と対応国際規格との技術的差異に対する今後の対策
1	1	追加	受渡当事者間の協定で対角線長さの短いもの、及び試験力の小さいものの適用を認めている。	硬さ測定の実態を反映した。ISO への提案を検討する。
7.1	7.1	変更	硬質試料の場合の除去する表層厚さを推奨値とした。	技術的差異は小さい。
10	10	変更	報告書の提出は、「必要な場合」とした。	技術的差異は小さい。
A.1	A.1	変更	測定した値と基準片の認証値との差異を満足することが望ましいとした。	ブリネル硬さの規定にあわせて国内で運用されている内容とした。ISO への提案を検討する。
		変更	くぼみ測定装置の点検は、偏りが許容範囲を超えない場合は、省略できることにした。	試験機の検証の要求事項に合わせた。ISO への提案を検討する。
		変更	偏りの算出式(C.1)は、硬さ測定値は、個々値ではなく平均値と CRM の硬さの差とした。	ISO への提案を検討する。
A.2	A.2	追加	遡及処置を推奨事項として追加した。	ISO への提案を検討する。
<p>注記 1 簡条ごとの評価欄の用語の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> － 追加：対応国際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。 <p>注記 2 JIS と対応国際規格との対応の程度の全体評価の記号の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> － MOD：対応国際規格を修正している。 				