

1. 制定/改正の別

改正

2. 産業標準案の番号及び名称

規格番号 JIS Z2241

規格名称 金属材料引張試験方法

3. 主務大臣

経済産業大臣

4. 制定・改正の内容等に関する事項**(1) 制定改正の必要性及び期待効果****【必要性】**

ひずみ速度制御方法(ISO規格で規定化済)が、国内でも普及してきたことから、要求事項として追加する必要がある。加えて、ISO規格との整合性を向上すること、JIS Z 8301の様式に従うことなどの必要がある。

【期待効果】

ISO規格との整合性を向上することによって、国内外での試験の信頼性の向上が期待され、円滑な取引を促進すること、規格利用者の利便性の向上などが期待できる。

(2) 制定の場合は規定する項目を、改正の場合は改正点

主な改正点は、以下のとおり。

c) 弾性域の試験速度のうちのひずみ速度制御について、附属書(規定)としする。b) 附属書A(参考)(コンピュータ制御による引張試験機に関する推奨事項)をISO規格の規定に国内事情を取り入れて追加する。c) 附属書F(参考)(試験機の剛性を考慮したクロスヘッド変位速度の見積もり)に、ISO規格の改訂内容を追加する。d) 附属書K(不確かさの見積もり)を(参考)として追加する。

(3) 制定・改正の主旨**① 利点がある場合にその項目(コード等一覧参照)**

ア、イ

② 欠点があるとすると項目に該当しないことを確認(コード等一覧参照)

確認

③ 国が主体的に取り組む分野に該当しているか、又は市場適合性を有しているか。

国が主体的に取り組む分野

④ 国が主体的に取り組む分野に該当する場合の内容

幅広い関係者が活用する統一的な方法を定める規格

⑤ 市場適合性を有している場合の内容**⑥ 市場適合性を明らかにする根拠、理由等(定量的なデータ等)**

コード等一覧

産業標準化の利点があると認める場合

- ア. 品質の改善若しくは明確化、生産性の向上又は産業の合理化に寄与する。
- イ. 取引の単純公正化又は使用若しくは消費の合理化に寄与する。
- ウ. 相互理解の促進、互換性の確保に寄与する。
- エ. 効率的な産業活動又は研究開発活動の基盤形成に特に寄与する。
- オ. 技術の普及発達又は国際産業競争力強化に寄与する。
- カ. 消費者保護、環境保全、安全確保、高齢者福祉その他社会的ニーズの充足に寄与する。
- キ. 国際貿易の円滑化又は国際協力の促進に寄与する。
- ク. 中小企業の振興に寄与する。
- ケ. 基準認証分野等における規制緩和の推進に寄与する。
- コ. その他、部会又は専門委員会が認める工業標準化の利点

産業標準化の欠点があると認める場合

- ア. 著しく用途が限定されるもの又は著しく限られた関係者間で生産若しくは取引されるものに係るものである。
- イ. 技術の陳腐化、代替技術の開発、需要構造の変化等によってその利用が縮小しているか、又はその縮小が見込まれる。
- ウ. 標準化すべき内容及び目的に照らし、必要十分な規定内容を含んでいない。また、含んでいる場合であっても、その規定内容が現在の知見からみて妥当な水準となっていない。
- エ. 当該案の内容及び既存のJISとの間で著しい重複又は矛盾がある。
- オ. 対応する国際規格が存在する場合又はその仕上がりが見込める場合であって、当該国際規格等との整合化について、適切な考慮が行われていない。
- カ. 対応する国際規格が存在しない場合、当該JISの制定又は改正の輸入への悪影響について、適切な考慮が行われていない。
- キ. 原案中に特許権等を含む場合であって、特許権者等による非差別的かつ合理的条件での実施許諾を得ることが明らかに困難である。
- ク. 原案が海外規格(ISO及びIECが制定した国際規格を除く)その他他者の著作物を基礎とした場合、著作権に関する著作権者との調整が行われていない。
- ケ. 技術が未成熟等の理由で、JISとすることが新たな技術開発を著しく阻害する恐れがある。
- コ. 強制法規技術基準・公共調達基準との関係について、適切な考慮が行われていない。
- サ. 工業標準化法の趣旨に反すると認められるとき。

国が主体的に取り組む分野に該当する場合

1. 基礎的・基盤的な分野
2. 消費者保護の観点から必要な分野
3. 強制法規技術基準、公共調達基準等に引用される規格
4. 国の関与する標準化戦略等に基づき国際規格提案を目的としている規格

市場適合性を有している場合

1. 国際標準をJIS化するなどの場合
2. 関連する生産統計等によって、市場におけるニーズが確認できる場合、又は将来において新たな市場獲得が予想される場合
3. 民間における第三者認証制度に活用されることが明らかな場合
4. 各グループ [生産者等及び使用・消費者又はグループを特定しにくいJIS(単位、用語、製図、基本的試験方法等)にあっては中立者] の利便性の向上が図られる場合

目 次

	ページ
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 記号及び内容	8
5 原理	17
6 試験片	18
6.1 形状及び寸法	18
6.2 試験片の種類	19
6.3 試験片の調製	20
7 原断面積の測定	20
8 原標点距離及び伸び計標点距離	21
8.1 原標点距離の選択	21
8.2 原標点距離の表示	21
8.3 伸び計標点距離の選択	22
9 試験機の精度	22
9.1 試験機	22
9.2 伸び計	22
9.3 長さ測定器	22
10 試験条件	22
10.1 試験力のゼロ点調整	22
10.2 つかみの方法	22
10.3 試験方法	23
11 上降伏応力 R_{eH} の測定	25
12 下降伏応力 R_{eL} の測定	26
13 耐力（オフセット法） R_p の測定	26
13.1 耐力（オフセット法） R_p （試験力－伸び計伸び曲線の利用）	26
13.2 耐力（オフセット法） R_p （ソフトウェアなどの利用）	26
14 耐力（全伸び法） R_t の測定	27
14.1 耐力（全伸び法） R_t （試験力－伸び計伸び曲線の利用）	27
14.2 耐力（全伸び法） R_t （ソフトウェアなどの利用）	27
15 永久伸び法による耐力 R_r の検証方法	27
16 降伏伸び（%） A_e の測定	27
17 最大試験力時塑性伸び（%） A_g の測定	27
18 最大試験力時全伸び（%） A_{gt} の測定	28
19 破断時全伸び（%） A_t の測定	28

20 破断伸び (%) A の測定	28
20.1 一般	28
20.2 破断した試験片を突き合わせて測定する方法	28
20.3 伸び計を用いて測定する方法	29
20.4 試験の有効性	29
20.5 伸び値の変換	30
21 絞り Z の測定	30
22 試験報告書	31
23 測定の不確かさ	31
23.1 一般	31
23.2 試験条件	31
23.3 試験結果	31
附属書 A (参考) コンピュータ制御による引張試験機に関する推奨事項	32
附属書 B (規定) 厚さ 0.1 mm ~ 3 mm (未満) の製品 (板・平・形・帯) に使用する試験片の種類	37
附属書 C (規定) 径又は辺が 4 mm 未満の線, 線材及び棒に使用する棒状試験片の種類	40
附属書 D (規定) 厚さ 3 mm 以上の製品 (板・平・形・帯), 径又は対辺距離が 4 mm 以上の製品 (棒・線・線材) などに使用する試験片の種類	41
附属書 E (規定) 管に使用する試験片の種類	48
附属書 F (参考) 試験機の剛性を考慮したクロスヘッド変位速度の見積り	52
附属書 G (規定) 軸引張試験による金属材料の弾性係数の測定	54
附属書 H (参考) 規定値が 5 % 未満の破断伸び (%) の測定	55
附属書 I (参考) 原標点距離を分割して破断伸び (%) を測定する方法	56
附属書 J (参考) 棒, 線材及び線のネッキングを伴わない場合の塑性伸び (%) の測定	58
附属書 K (参考) 不確かさの見積もり	59
附属書 JA (規定) ひずみ速度に基づいた試験方法 (試験方法 2)	63
附属書 JB (参考) 試験片断面積の算出に必要な測定箇所数	66
附属書 JC (参考) 試験片一試験片番号及びその概要	67
参考文献	68
附属書 JD (参考) JIS と対応国際規格との対比表	71

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改正すべきとの申出があり、経済産業大臣が改正した日本産業規格である。これによって、**JIS Z 2241:2011** は改正され、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 DRAFT 2022/02/18

金属材料引張試験方法

Metallic materials — Tensile testing — Method of test at room temperature

序文

この規格は、2019年に第3版として発行されたISO 6892-1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、附属書JA [ひずみ速度に基づいた試験方法（試験方法2）] は、ISO 6892-1の10.3.2 [Testing rate based on strain rate (method A)] を基とし、技術的内容を変更して規定した附属書で、対応国際規格にはない事項である。また、この規格で、附属書JB及び附属書JCは、対応国際規格にはない事項である。

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。技術的差異の一覧表にその説明を付けて、附属書JDに示す。

1 適用範囲

この規格は、金属材料の引張試験方法及び、室温（10℃～35℃）で測定可能な金属材料の機械的性質について規定する。

注記 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 6892-1:2019, Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature (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。

警告 この規格に基づいて試験を行う者は、通常の試験室での作業に精通していることを前提とする。この規格は、その使用に関連して起こる全ての安全上の問題を取り扱おうとするものではない。この規格の利用者は、各自の責任において安全及び健康に対する措置をとらなければならない。

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 7721 引張試験機・圧縮試験機—力計測系の校正方法及び検証方法

注記 対応国際規格における引用規格：ISO 7500-1, Metallic materials -- Calibration and verification of static uniaxial testing machines -- Part 1: Tension/compression testing machines -- Calibration and verification of the force-measuring system

JIS B 7741 一軸試験に使用する伸び計システムの校正方法

注記 対応国際規格における引用規格：ISO 9513, Metallic materials -- Calibration of extensometer

systems used in uniaxial testing

JIS G 0202 鉄鋼用語 (試験)

JIS Z 8401 数値の丸め方

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、JIS G 0202による。

3.1

標点距離 (gauge length)

試験片の平行部で伸びを測定する部分の長さ

3.1.1

原標点距離 (original gauge length), L_0

試験前に室温で測定する試験片にしる (印) された標点間の距離

3.1.2

最終標点距離 (final gauge length after rupture, final gauge length after fracture), L_u

破断後に室温で測定する試験片にしるされた標点間の距離

注釈 1 試験片の平行部で伸びを測定する部分の長さを測定するときには、破断した二つの試験片を試験片の軸が直線状になるように注意深く突き合わせる。

3.2

平行部長さ (parallel length), L_c

試験片の断面が減少した平行な部分の長さ

注釈 1 機械加工をしていない試験片に対しては、平行部長さは、つかみ間の距離となる。

3.3

伸び (elongation)

試験中の任意の時点における原標点距離 L_0 (3.1.1) の増分

3.4

伸び (%) (percentage elongation)

原標点距離 L_0 (3.1.1) の増分で、原標点距離に対する百分率で表した値

3.4.1

永久伸び (%) (percentage permanent elongation)

規定応力を除去した後の原標点距離 L_0 (3.1.1) の増分で、原標点距離に対する百分率で表した値

3.4.2

破断伸び (%) (percentage elongation after fracture), A

破断 (3.11) 後の永久伸びによる原標点距離 L_0 (3.1.1) の増分 ($L_u - L_0$) で、原標点距離に対する百分率で表した値

注釈 1 追加情報は、8.1 参照。

注釈 2 紛らわしくないときには、単に伸びということがある (JIS G 0202 の 1172 を参照)。

3.5

伸び計標点距離 (extensometer gauge length), L_e

伸び計伸び (3.6) の測定を行うために用いられる試験前の伸び計の標点距離

注釈 1 伸びに基づいた物性値, 例えば, R_p (3.10.3), A_e (3.6.3), A_g (3.6.5) の決定のためには, 伸び計を使用しなければならない。

注釈 2 追加情報は, 8.3 参照。

3.6**伸び計伸び** (extension)

試験中の任意の時点における伸び計標点距離 L_e (3.5) の増分

3.6.1**伸び計伸び (%)** (percentage extension), e

伸び計標点距離 L_e (3.5) の増分で, 伸び計標点距離に対する百分率で表した値

注釈 1 通常, e は, 公称ひずみ (engineering strain) と呼ばれている。

3.6.2**伸び計永久伸び (%)** (percentage permanent extension)

規定応力を除去した後の伸び計標点距離 L_e (3.5) の増分で, 伸び計標点距離に対する百分率で表した値

3.6.3**降伏伸び (%)** (percentage yield point extension), A_e

不連続な降伏を示す材料において, 降伏の開始から均一な加工硬化が始まるまでの間の伸び計伸びで, 伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する百分率で表した値 (図 7 参照)

3.6.4**最大試験力時全伸び (%)** (percentage total extension at maximum force), A_{gt}

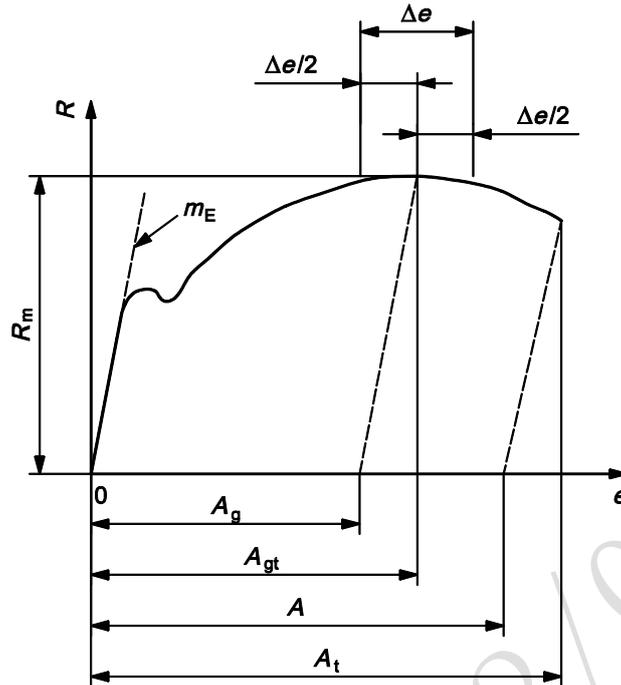
最大試験力 (3.9) 時の全伸び (伸び計の弾性伸びと塑性伸びとを合わせた値) で, 伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する百分率で表した値 (図 1 参照)

3.6.5**最大試験力時塑性伸び (%)** (percentage plastic extension at maximum force), A_g

最大試験力 (3.9) 時の塑性伸びで, 伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する百分率で表した値 (図 1 参照)

3.6.6**破断時全伸び (%)** (percentage total extension at fracture), A_t

破断 (3.11) 時の全伸び (伸び計の弾性伸びと塑性伸びとを合わせた値) で, 伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する百分率で表した値 (図 1 参照)



記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
 R : 応力
 A : 破断伸び (%) [伸び計による計測又は, 試験片から直接測定される (20.1 参照)。]
 A_g : 最大試験力時塑性伸び (%)
 A_{gt} : 最大試験力時全伸び (%)
 A_t : 破断時全伸び (%)
 m_E : 応力-伸び計伸び曲線の弾性域の傾き
 R_m : 引張強さ
 Δe : 平たん部の範囲 (測定について, A_g は, 簡条 17, A_{gt} は, 簡条 18 参照)

図 1—伸びの定義

3.7

試験速度 (testing rate)

試験時に適用する速度

3.7.1

ひずみ速度 (strain rate), \dot{e}_{L_e}

伸び計標点距離 L_e (3.5) を用いて測定する単位時間当たりのひずみの増分

3.7.2

平行部の推定ひずみ速度 (estimated strain rate over the parallel length), \dot{e}_{L_c}

クロスヘッド変位速度 v_c (3.7.3) と試験片の平行部長さとを基に求めた単位時間当たりの試験片の平行部長さ L_c (3.2) のひずみの増分

注釈 1... 式(JA.1)参照...

3.7.3

クロスヘッド変位速度 (crosshead separation rate), v_c

時間当たりのクロスヘッドの変位

3.7.4

応力増加速度 (stress rate), R

時間当たりの応力の増分

注釈 1 応力増加速度は、試験方法 1 (10.3.2) の弾性域にだけ適用することが望ましい (10.3.2 参照)。

3.8

絞り (percentage reduction of area), Z

試験中に発生した断面積の最大変化量 ($S_0 - S_u$) で、原断面積 S_0 に対して百分率で表した値

注釈 1 式(9)参照。

3.9

最大試験力 (maximum force)

試験中に試験片が耐えた最大の試験力 [図 8 参照]

注釈 1 不連続な降伏を示さない材料の場合は、3.9.1 を、不連続な降伏を示す材料の場合は、3.9.2 をそれぞれ参照。

3.9.1

最大試験力 (不連続な降伏を示さない材料の場合) (maximum force), F_m

不連続な降伏を示さない材料の場合で、試験中に試験片が耐えた最大の試験力 [図 8 a) 参照]

3.9.2

最大試験力 (不連続な降伏を示す材料の場合) (maximum force), F_m

不連続な降伏を示す材料の場合で、加工硬化が始まった以降の試験片が耐えた最大の試験力 [図 8 b) 参照]

注釈 1 不連続な降伏を示し、加工硬化をしない材料について最大試験力を規定する場合は、ここでは定義しない。[図 8 c) 注*参照]

3.10

応力 (stress), R

試験中の任意の時点での試験力を試験片の原断面積 S_0 で除した値

注釈 1 ここでは、全て公称応力 (engineering stress) を意味する。

注釈 2 ここでは、“試験力” 及び “応力”，又は “伸び”，“伸び (%)” 及び “ひずみ” は、それぞれいろいろな場合に用いられるが (図の軸の表示又は他の特性の定義の説明として)，ある曲線上の明確な点を一般的に記述又は定義するときには，“試験力” 及び “応力”，又は “伸び”，“伸び (%)” 及び “ひずみ” の表記は，どちらを使用しても変わらない。

3.10.1

引張強さ (tensile strength), R_m

最大試験力 F_m (3.9) に対応する応力 (3.10)

3.10.2

降伏応力 (降伏点) [yield strength (yield point)]

金属材料が降伏現象を示すときに、試験力の増加がないにもかかわらず試験中に塑性変形が生じる点に対応する応力

3.10.2.1

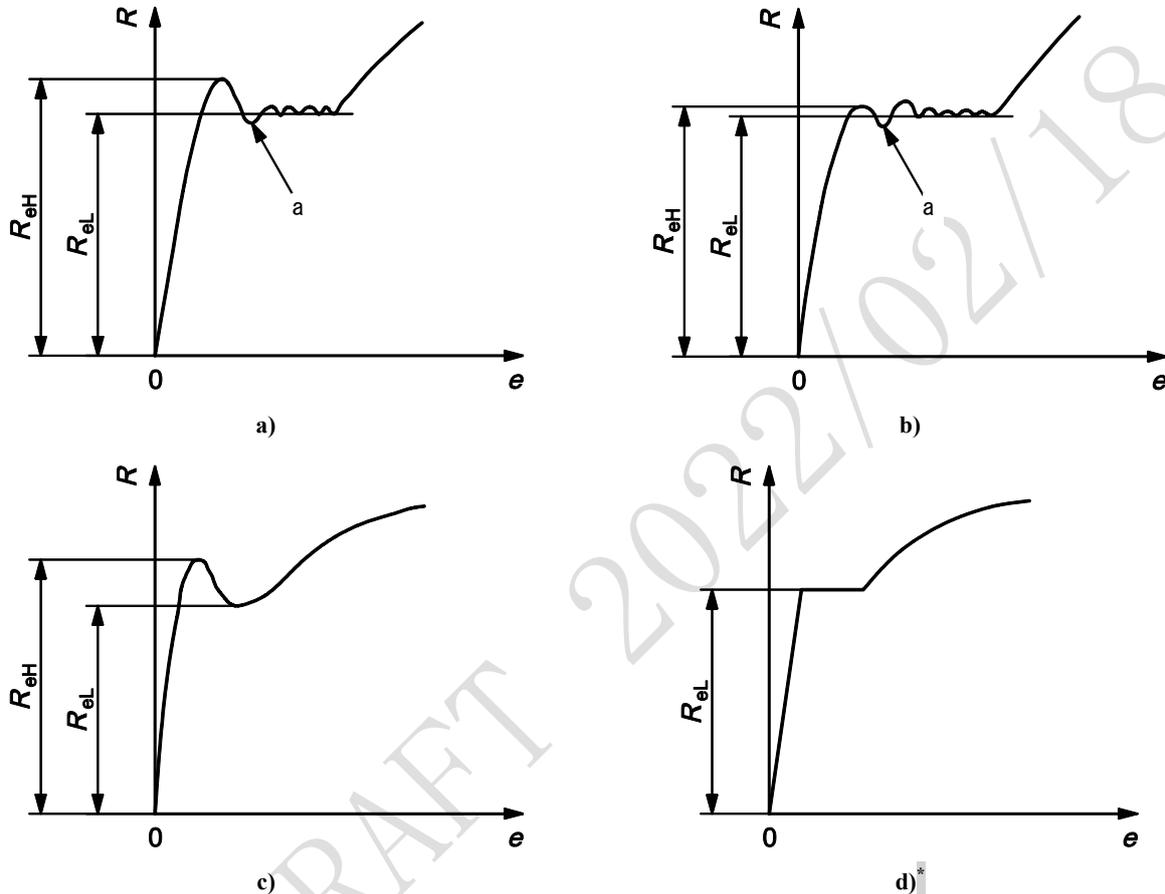
上降伏応力 (上降伏点) [upper yield strength (upper yield point)], R_{eH}

最初に試験力の減少が観察されるまでの間の応力 (3.10) の最大値 (図 2 参照)

3.10.2.2

下降伏応力 (下降伏点) [lower yield strength (lower yield point)], R_{eL}

初期の過渡的な影響を無視した、塑性降伏する間の応力 (3.10) の最小値 (図 2 参照)



記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
- R : 応力
- R_{eH} : 上降伏応力 (上降伏点)
- R_{eL} : 下降伏応力 (下降伏点)
- a : 初期の過渡的な影響

注* 受渡当事者間の協定によって、 R_{eL} を R_{eH} としてもよい。

図 2—上降伏応力 (上降伏点) 及び下降伏応力 (下降伏点)

3.10.3

耐力 (オフセット法) (proof strength, plastic extension), R_p

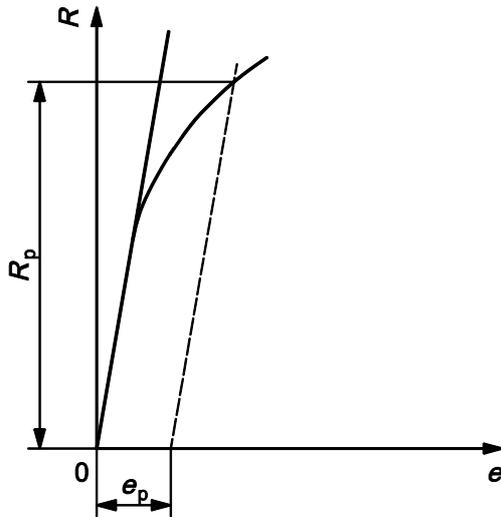
塑性伸びが、伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する規定の百分率に等しくなったときの応力 (図 3 参照)

注釈 1 ISO/TR 25679:2005[3]の “proof strength, non-proportional extension” を修正。

注釈 2 使用する記号には、規定値を示す添字を付ける (例えば、 $R_{p0.2}$)。

注釈 3 応力—伸び計伸び曲線の直線部が明確に決められない場合は、13.1 に規定した代替手順による

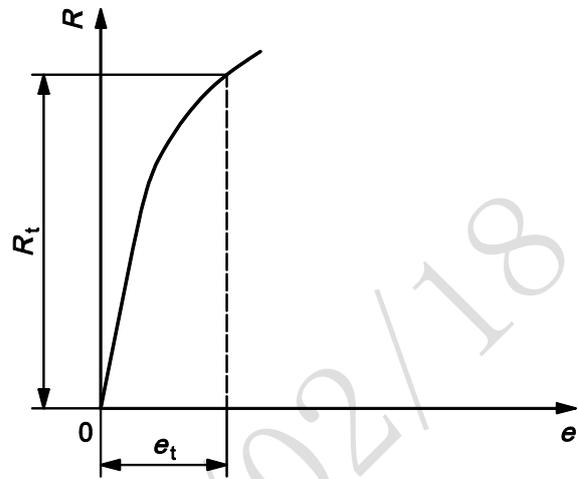
ことが望ましい (図 6 参照)。



記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
- R : 応力
- e_p : 塑性伸び (%)
- R_p : 耐力 (オフセット法)

図 3—耐力 (オフセット法)



記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
- R : 応力
- e_t : 規定の全伸び (%)
- R_t : 耐力 (全伸び法)

図 4—耐力 (全伸び法)

3.10.4

耐力 (全伸び法) (proof strength, total extension), R_t

全伸び (伸び計の弾性伸びと塑性伸びとを合わせた値) が、伸び計標点距離 L_e (3.5) に対する規定の百分率に等しくなったときの応力 (図 4 参照)

注釈 1 使用する記号には、全伸びの規定値を示す添字を付ける (例えば, $R_{t0.5}$)。

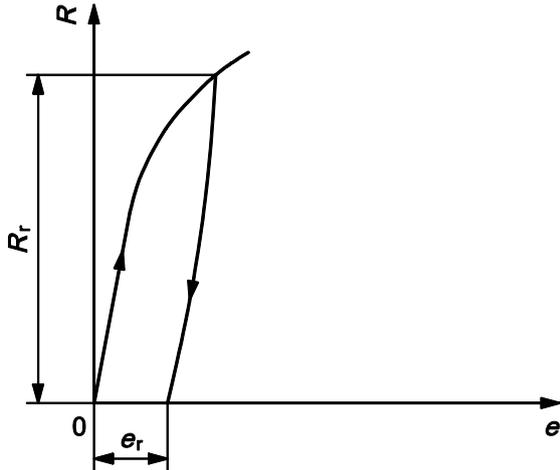
3.10.5

耐力 (永久伸び法) (permanent set strength), R_r

試験力を除去後、規定された永久伸び (%) 又は伸び計永久伸び (%) 以下の塑性変形を生じる応力

注釈 1 永久伸び (%) 及び伸び計永久伸び (%) は、原標点距離 L_o (3.1.1) 及び伸び計標点距離 L_e (3.5) のそれぞれの百分率で示す (図 5 参照)。

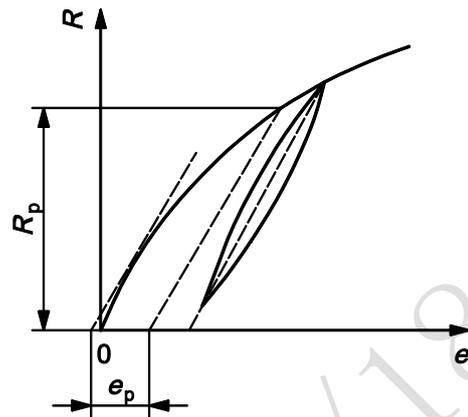
注釈 2 使用する記号には、原標点距離 L_o (3.1.1) 又は伸び計標点距離 L_e (3.5) の規定された伸びの値を示す添字を付ける (例えば, $R_{r0.2}$)。



記号説明

e	: 伸び計伸び (%)
R	: 応力
e_r	: 規定の永久伸び (%)
R_r	: 耐力 (永久伸び法)

図 5—耐力 (永久伸び法)



記号説明

e	: 伸び計伸び (%)
R	: 応力
e_p	: 規定の塑性伸び (%)
R_p	: 耐力 (オフセット法)

図 6—耐力 (オフセット法) 代替手順 (13.1 参照)

3.11

破断 (fracture, rupture)

試験片が完全に分離したとみなされる現象。

注釈 1 図 A.2 (試験片破断の定義図) にコンピュータ制御による試験で使用してもよい破断の定義が示されている。

3.12

コンピュータ制御による引張試験機 (computer-controlled tensile testing machine)

試験の制御及び監視, 測定, 並びにデータ処理をコンピュータで実施する試験機

3.13

弾性係数 (modulus of elasticity), E

弾性域の評価範囲で, 応力変化 ΔR と伸び計伸び変化 Δe との比に 100 を乗じて%で表した値

注釈 1 $E = \frac{\Delta R}{\Delta e} \times 100$

通常, GPa で表示され, さらに 1 000(GPa/MPa)で除する。

4 記号及び内容

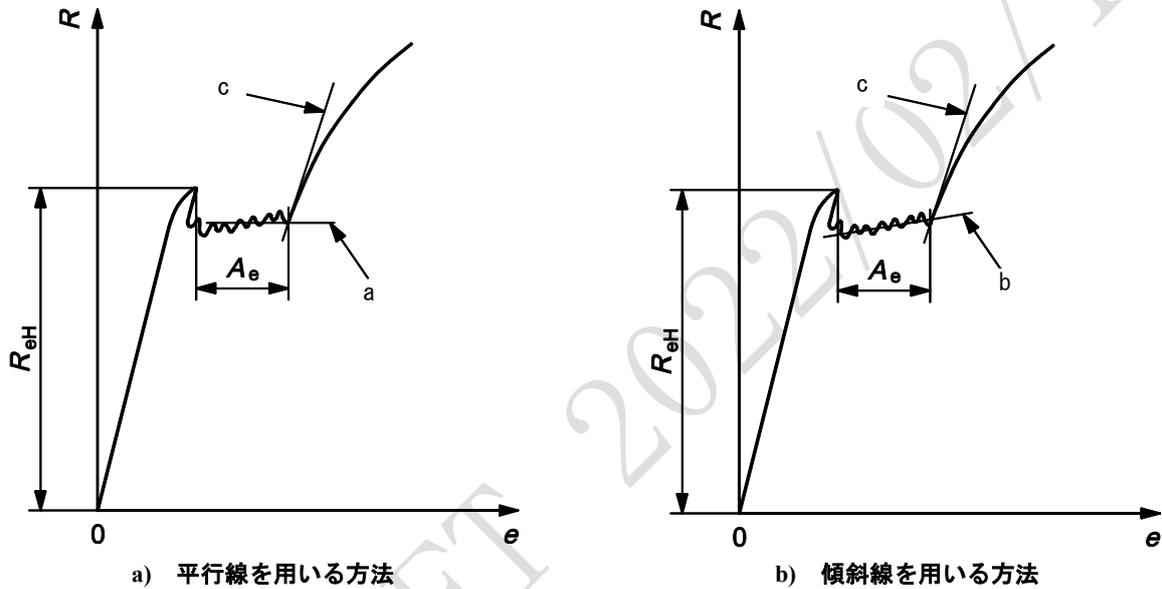
記号と対応する内容とを, 表 1 に示す。

表 1—記号及び内容

記号	単位	内容
試験片		
a_0	mm	試験前の板状試験片の厚さ、又は管の厚さ
b_0	mm	試験前の板状試験片の平行部の幅、管から切り取った円弧状試験片の平均幅、又は平角線 (flat wire) の幅
d_0	mm	試験前の棒状試験片 ^{a)} の平行部の直径 (又は対辺距離) 又は管の内径
D_0	mm	試験前の管の外径
L_0	mm	原標点距離
L'_0	mm	A_{wn} 測定時の初期標点距離 (附属書 J 参照)
L_c	mm	平行部長さ
L_e	mm	伸び計標点距離
L_t	mm	試験片の全長
L_u	mm	破断後の最終標点距離
L'_u	mm	A_{wn} 測定時の破断後の最終標点距離 (附属書 J 参照)
S_0	mm ²	平行部の原断面積
S_u	mm ²	破断後の最小断面積
k	—	比例定数 (6.1.1 参照)
Z	%	絞り
伸び		
A	%	破断伸び (%) (3.4.2 参照)
A_{wn}	%	ネッキングを伴わない塑性伸び (%) (附属書 J 参照)
伸び計伸び		
e	%	伸び計伸び (%)
A_e	%	降伏伸び (%)
A_g	%	最大試験力 (F_m) 時塑性伸び (%)
A_{gt}	%	最大試験力 (F_m) 時全伸び (%)
A_t	%	破断時全伸び (%)
ΔL_m	mm	最大試験力時の伸び
ΔL_f	mm	破断時の伸び
試験速度		
\dot{e}_{L_e}	s ⁻¹	ひずみ速度
\dot{e}_{L_c}	s ⁻¹	平行部の推定ひずみ速度
\dot{R}	MPa · s ⁻¹	応力増加速度
v_c	mm · s ⁻¹	クロスヘッド変位速度
試験力		
F_m	N	最大試験力
降伏応力 — 耐力 — 引張強さ		
R_{eH}	MPa ^{b)}	上降伏応力 (上降伏点)
R_{eL}	MPa	下降伏応力 (下降伏点)
R_m	MPa	引張強さ
R_p	MPa	耐力 (オフセット法)
R_r	MPa	耐力 (永久伸び法)
R_t	MPa	耐力 (全伸び法)
弾性係数 — 応力—伸び計伸び (%) 曲線の傾き		
E	GPa ^{c)}	弾性係数
m	MPa	試験の任意の時点での応力—伸び計伸び (%) 曲線の傾き
m_E	MPa	応力—伸び計伸び (%) 曲線の弾性域の傾き ^{d)}

表 1—記号及び内容 (続き)

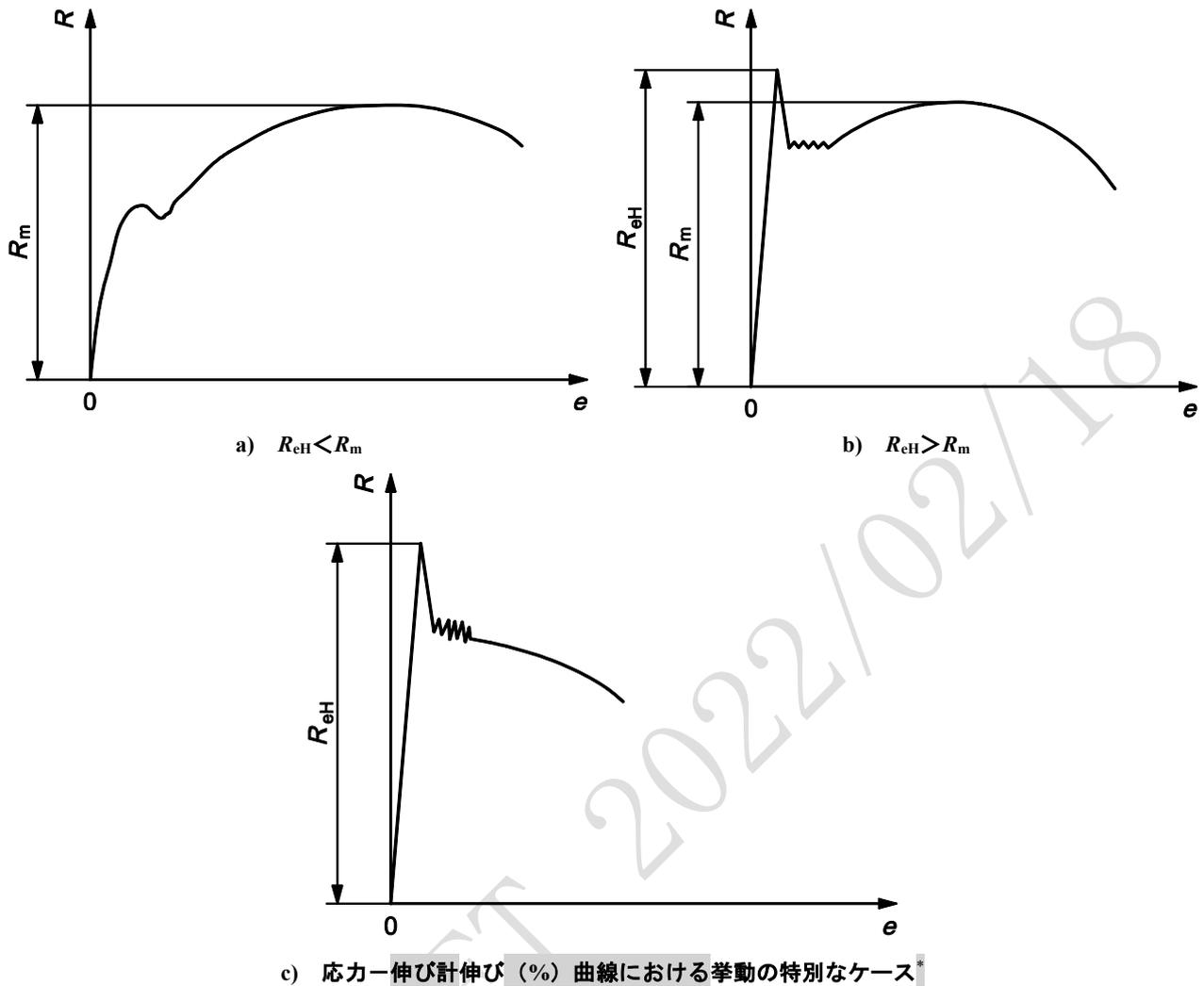
記号	単位	内容
注記		百分率の値を使用する場合には、係数 100 が必要である。
注 a)		機械加工された円柱状の試験片、又は棒、線材及び線から採取し、機械加工されていない試験片。棒、線材及び線の直径又は対辺距離が小さい場合、線状試験片と呼ばれることがある。
注 b)		1 MPa=1 N/mm ²
注 c)		1 GPa=1 000 N/mm ²
注 d)		応力—伸び計伸び曲線 (%) の弾性域内で、傾きの値が、弾性係数を示す必然性はない。この値は、最適な条件 [例えば、高い分解能、両側測定 (double sided)、伸び計の平均化、試験片の完全なアライメントなど] の場合に、弾性係数に近い値になる可能性がある。



記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
- R : 応力
- A_e : 降伏伸び (%)
- R_{eH} : 上降伏応力 (上降伏点)
- a : 均一な加工硬化が始まる前の最後の極小試験力を示す点を通る水平線
- b : 均一な加工硬化が始まる前の降伏範囲の回帰線
- c : 均一な加工硬化が始まる点を起点とする曲線の変曲点における接線

図 7—降伏伸び (%) A_e の異なる評価方法

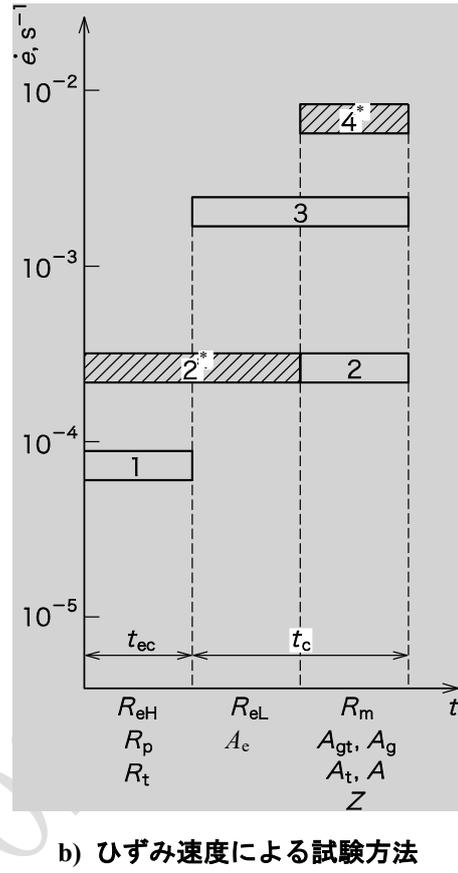
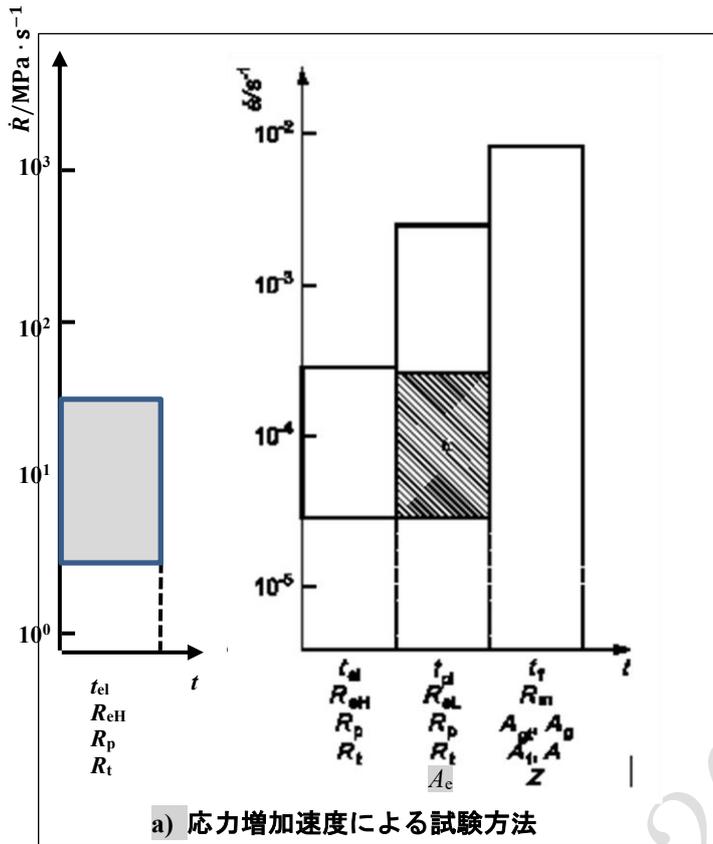


記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
 R : 応力
 R_{eH} : 上降伏応力 (上降伏点)
 R_m : 引張強さ

注* この挙動を示す材料は、この規格では引張強さを規定しない。受渡当事者間で協定することが可能である。

図 8—引張強さ R_m の決定のための異なるタイプの応力-伸び計伸び (%) 曲線



記号説明

$\dot{\epsilon}$: ひずみ速度

\dot{R} : 応力増加速度

t : 引張試験の時間経過

1 : 範囲 1 : $\dot{\epsilon} = (0.000\ 07 \pm 0.000\ 014)\ \text{s}^{-1}$

2 : 範囲 2 : $\dot{\epsilon} = (0.000\ 25 \pm 0.000\ 05)\ \text{s}^{-1}$

3 : 範囲 3 : $\dot{\epsilon} = (0.002 \pm 0.000\ 4)\ \text{s}^{-1}$

4 : 範囲 4 : $\dot{\epsilon} = (0.006\ 7 \pm 0.001\ 33)\ \text{s}^{-1}$ [(0.4 ± 0.08) min⁻¹]

t_c : クロスヘッド変位速度で制御する時間範囲

t_{ec} : 伸び計又はクロスヘッド変位速度で制御する時間範囲

t_{el} : 表 1 に規定した特性値を測定する弾性挙動の時間範囲

t_f : 表 1 に規定した特性値を測定する時間範囲 (通常, 破断までの時間)

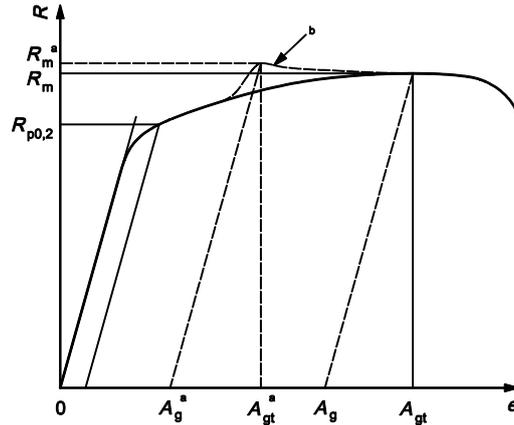
t_{pl} : 表 1 に規定した特性値を測定する塑性挙動の時間範囲

b : 試験機がひずみ速度で制御できない場合の低速側の拡張範囲

注記 応力増加速度による試験方法の弾性域のひずみ速度は、弾性係数 210 GPa (鋼) を用いて、応力増加速度から求めた値。

注* 他に規定のない場合の推奨範囲

図 9— R_{eH} , R_{eL} , R_p , R_t , R_m , A_e , A_g , A_{gt} , A , A_t 及び Z を測定する場合の試験中に使用するひずみ速度の説明図

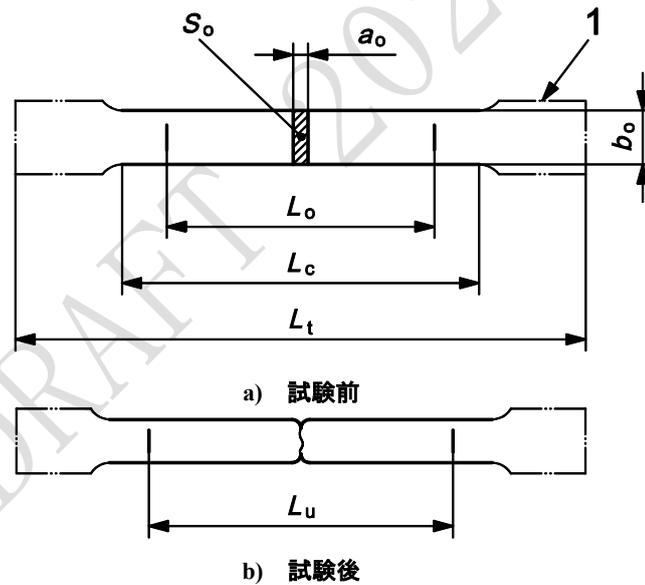


記号説明

- e : 伸び計伸び (%)
- R : 応力
- a : 急激なひずみ速度増加の結果生じた偽値
- b : ひずみ速度が急激に増加した場合の応力-伸び計伸び挙動

注記 特性値の定義は、表 1 参照

図 10-応力-伸び計伸び曲線中の許容できない不連続部の説明図



記号説明

- a_o : 試験前の板状試験片の厚さ
- b_o : 試験前の板状試験片の平行部の幅
- L_c : 平行部長さ
- L_o : 原標点距離
- L_t : 試験片の全長
- L_u : 破断後の最終標点距離
- S_o : 平行部の原断面積
- 1 : つかみ部

注記 試験片のつかみ部形状は、参考である。

図 11-板状試験片 (附属書 B 及び附属書 D 参照)

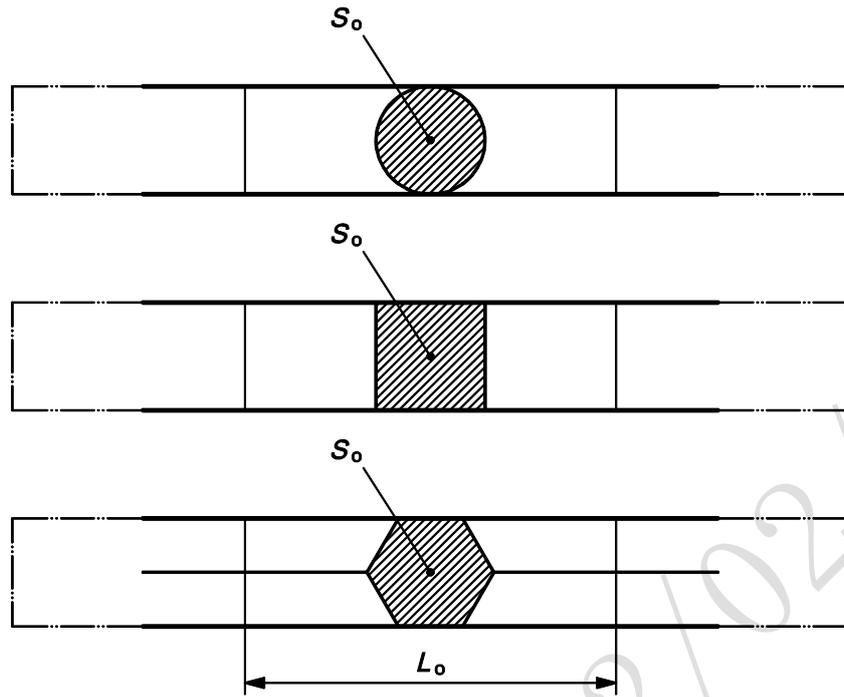
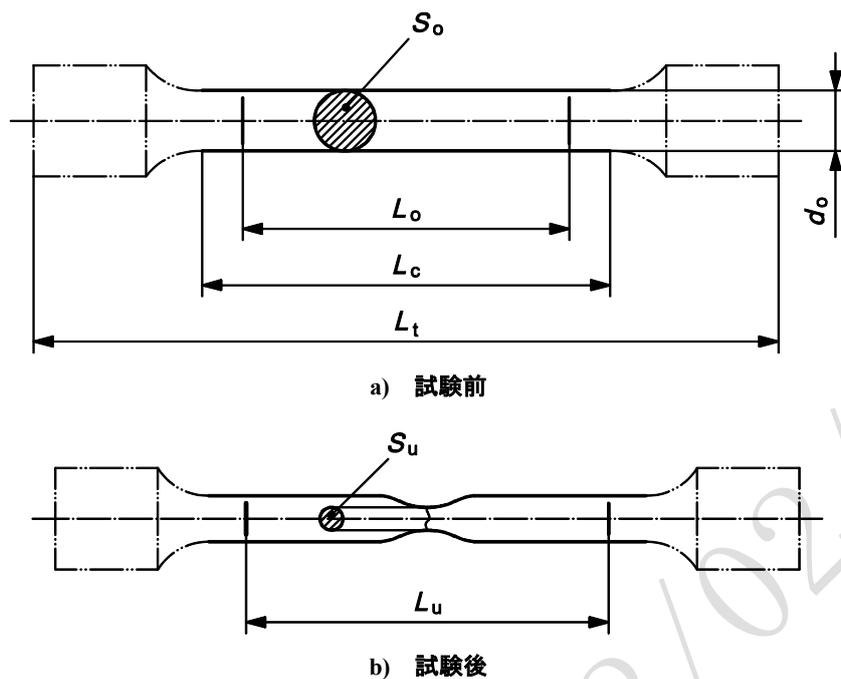
**記号説明** L_0 : 原標点距離 S_0 : 原断面積

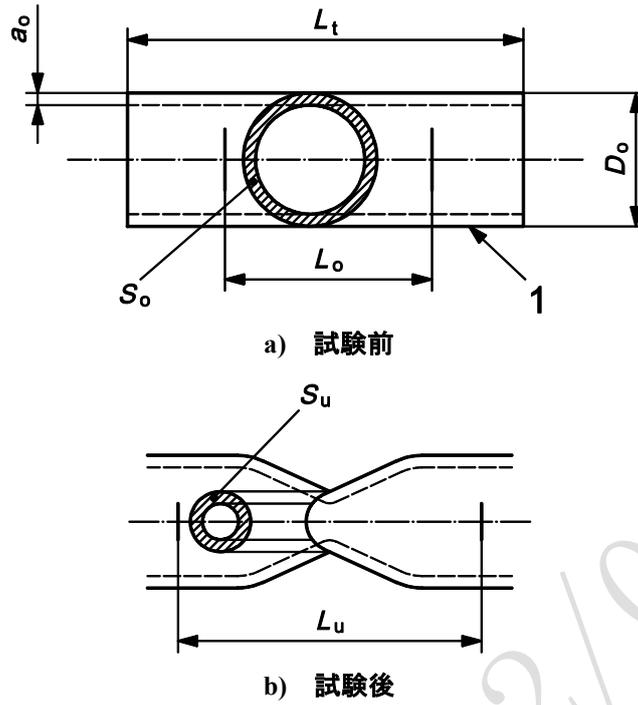
図 12—棒状試験片（機械加工なし）（附属書 C 参照）

**記号説明**

- d_0 : 試験前の棒状試験片の平行部の直径
- L_c : 平行部長さ
- L_o : 原標点距離
- L_t : 試験片の全長
- L_u : 破断後の最終標点距離
- S_o : 平行部の原断面積
- S_u : 破断後の最小断面積

注記 試験片のつかみ部の形状は、参考である。

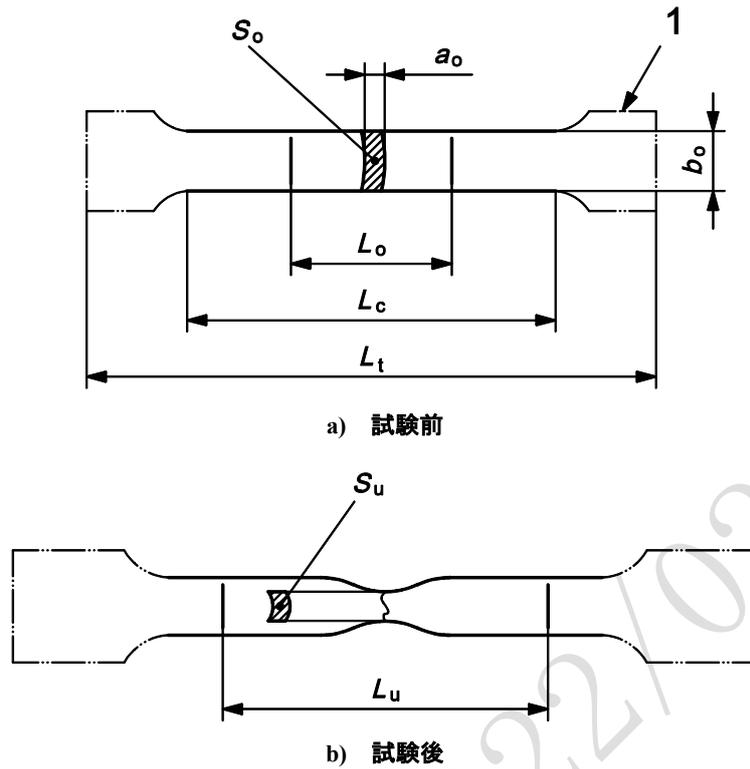
図 13—棒状試験片（機械加工あり）（附属書 D 参照）



記号説明

- a_o : 試験前の管の厚さ
- D_o : 試験前の管の外径
- L_o : 原標点距離
- L_t : 試験片の全長
- L_u : 破断後の最終標点距離
- S_o : 平行部の原断面積
- S_u : 破断後の最小断面積
- 1 : つかみ部

図 14—管状試験片（附属書 E 参照）



記号説明

- a_o : 試験前の管の厚さ
- b_o : 管から切り取った円弧状試験片の平均幅
- L_c : 平行部長さ
- L_o : 原標点距離
- L_t : 試験片の全長
- L_u : 破断後の最終標点距離
- S_o : 平行部の原断面積
- S_u : 破断後の最小断面積
- 1 : つかみ部

注記 試験片のつかみ部の形状は、参考である。

図 15—円弧状試験片（附属書 E 参照）

5 原理

簡条 3 で定義する一つ又は複数の機械的性質を測定するために、試験片に引張試験力を加え、通常、破断に至るまでひずみを与える。

試験は、特に規定のない限り、 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ の範囲の室温で行う。規定以外の温度で実施される試験及び／又は校正データに対する影響は、試験室が評価することが望ましい。試験及び校正が $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以外で実施された場合、温度を記録し、報告しなければならない。試験及び／又は校正中に温度が著しく変化する場合、計測不確かさが上昇し、許容範囲外の状態が発生する可能性がある。

厳格に管理された条件下での試験が要求される場合は、 $(23\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。

6 試験片

6.1 形状及び寸法

6.1.1 一般

試験片の形状及び寸法は、試験片を採取する金属材料の形状及び寸法によって制約を受ける場合がある。

通常、試験片は金属材料から採取した供試材を機械加工、打抜き又は鋳込みによって作製する。断面が一般的な金属材料（形、棒、線、線材など）及び鋳込みままの試験片（すなわち、鋳鉄及び非鉄金属）の場合は、機械加工をせずに試験を行ってもよい。

試験片の断面は、円、正方形、長方形、管、又は特別な場合には、その他の形状でもよい。

試験片の矯正はできる限り避けるのがよく、矯正を必要とする場合には、できる限り材質に影響を及ぼさない方法を用いる。

原標点距離 L_0 及び原断面積 S_0 の間に、 $L_0 = k\sqrt{S_0}$ の関係をもつ試験片は、比例試験片と呼ばれている。 k は、比例定数であり、国際的には、5.65 が用いられる。原標点距離は、15 mm 以上でなければならない。 k の値が 5.65 の場合に、試験片の断面積が小さいため、この要求を満たすことができないときには、より大きな値（例えば 11.3）又は定形試験片を用いてもよい。

注記 20 mm 未満の原標点距離を用いる場合、測定の不確かさは増加する。

定形試験片の場合には、原標点距離 L_0 及び原断面積 S_0 は、独立して決められている。

試験片の寸法許容差は、附属書 B～附属書 E による（6.2 参照）。

別に製品規格又は国家規格で規定されている場合は、他の試験片を用いてもよい。

6.1.2 機械加工された試験片

機械加工された試験片のつかみ部と平行部とが異なる断面寸法の場合には、つかみ部と平行部との間に円弧状の肩部をもたなければならない。肩部の半径は、重要な寸法であり、製品規格に規定がない場合には、この規格の適切な附属書に従うことが望ましい（6.2 参照）。

つかみ部は、試験機のつかみ装置に適した形状であればよい。試験片の軸は、試験力を付与する軸に一致していなければならない。

平行部長さ L_0 、又は肩部のない試験片の場合のつかみの間隔は、常に原標点距離 L_0 より長くなくてはならない。

平行部に、中央に向かってテーパを付けてもよい。テーパの量は、附属書 B～附属書 E に規定されている平行部の寸法変化許容差内でなければならない。

6.1.3 機械加工されない試験片

試験片が機械加工されない材料部分又は棒状供試材である場合には、つかみから適切な距離に標点がかかるように、十分なつかみの間隔がなければならない（附属書 B～附属書 E 参照）。

鋳込みままの試験片は、つかみ部と平行部との間に円弧状の肩部をもたなければならない。肩部の半径

は、重要な寸法であり、製品規格に規定することが望ましい。つかみ部は、試験機のつかみ装置に適した形状であればよい。平行部長さ L_c は、常に原標点距離 L_0 より長くなくてはならない。

6.2 試験片の種類

主な試験片の種類は、表 2 及び表 3 に示すように、材料の形状及び製品の区分とに従い附属書 B～附属書 E に規定する。他の試験片の種類を、製品規格に規定することが可能である。

表 2—試験片を採取する材料の形状、製品の区分及び対応する附属書

材料の形状及び製品の区分		単位 mm
帯—板—平  厚さ a_0	線・線材—棒—形  径又は対辺距離	対応する 附属書
$0.1 \leq a_0 < 3$	—	附属書 B
—	< 4	附属書 C
$a_0 \geq 3$	≥ 4	附属書 D
管		附属書 E

表 3—試験片の分類

試験片の形状	板状試験片	棒状試験片	管状試験片	円弧状試験片
比例試験片	14B 号	2 号, 14A 号	14C 号	14B 号
定形試験片	1A 号, 1B 号, 5 号, 13A 号, 13B 号	4 号, 10 号, 8A 号, 8B 号, 8C 号, 8D 号, 9A 号, 9B 号	11 号	12A 号, 12B 号, 12C 号

いずれの試験片を用いるかは、それぞれの製品規格の指定によるが、表 4 の使用区分によることが望ましい。

表 4—試験片の使用区分

材料の形状及び寸法		試験片		適用	対応する 附属書
製品の 区分	寸法	比例	定形		
板・ 平・ 形・ 帯	板厚 40 mm を超えるもの	14A 号	4 号, 10 号	棒状試験片採取の場合	附属書 D
		14B 号	—	板状試験片採取の場合	
	板厚 20 mm を超え 40 mm 以下	14A 号	4 号, 10 号	棒状試験片採取の場合	
		14B 号	1A 号, 1B 号	板状試験片採取の場合	
	板厚 6 mm を超え 20 mm 以下	14B 号	1A 号, 1B 号, 5 号, 13A 号, 13B 号	板状試験片採取の場合	
板厚 0.1 mm 以上 3 mm 未満	—	13B 号	—	附属書 B	
棒・ 線・ 線材	径又は対辺距離 25mm 超えるもの	14A 号	4 号, 9A 号, 9B 号, 10 号	—	附属書 D
	径又は対辺距離 4 mm 以上 25 mm 以下	2 号, 14A 号	4 号, 9A 号, 9B 号, 10 号	—	—
	径又は対辺距離 4 mm 未満	—	9A 号, 9B 号	—	附属書 C
管	外径が小さいもの	14C 号	11 号	管状試験片採取の場合	附属書 E
	外径 50 mm 以下	14B 号	12A 号	円弧状試験片採取の場合	
			12B 号		
			12C 号		
	外径 50 mm を超え 170 mm 以下	14B 号	5 号	板状試験片又は円弧状試験片採取の場合	
外径 170 mm を超えるもの					
厚肉のもの	14A 号	4 号	棒状試験片採取の場合		
鋳造品	—	14A 号	4 号, 10 号	—	附属書 D
	—	—	8A 号, 8B 号, 8C 号, 8D 号	—	
鍛造品	—	14A 号	4 号, 10 号	—	附属書 D

6.3 試験片の調製

材料に対応する関連規格（例えば、[JIS G 0416\[14\]](#)など。）の要求に従って、採取し調製しなければならない。

7 原断面積の測定

試験片の各寸法は、平行部内の標点の間で、長手方向に直角に、十分な箇所数を測定するのがよい。

3 点以上測定することが望ましい。

注記 1 呼び寸法を使用する場合は、[附属書 B](#) 及び[附属書 D](#) に規定されている。測定点を 1 か所とする場合の考え方は、[附属書 JB](#) に示されている。

試験片の各寸法は、[附属書 B](#)～[附属書 E](#) による。[附属書 B](#)～[附属書 E](#) に規定がない場合、少なくとも測定寸法の 0.5 % 以下の数値まで測定する。ただし、測定寸法が 2 mm 以下の場合、0.01 mm にとどめても

よい。

原断面積 S_0 は、平均断面積であり、適切な寸法の測定結果から計算する。

計算方法の例を、次に示す。

例 1 管状試験片を除く試験片の平行部の原断面積 S_0 は、標点の間の両端部及び中央部の 3 か所を測定した値の平均値から求める。

管状試験片では、試験片端部において求めた断面積を原断面積 S_0 とする。

例 2 円形断面の試験片及び管状試験片の原断面積 S_0 を求めるための直径は、互いに直交する 2 方向について測定した値の平均値とする。

管状試験片の原断面積 S_0 を求めるための厚さは、管端部の円周を等分する 3 か所以上について測定した値の平均値とする。

例 3 テーパー付き試験片の断面積は、最小断面積部とすることがある。

注記 2 管状試験片の内外径を、互いに直交する 2 方向について測定した場合の内外径差の平均値は、4 か所の厚さの平均値の 2 倍とすることが可能である。

この計算の精度は、試験片の種類及び形状による。附属書 B～附属書 E に異なる種類の試験片に対する原断面積 S_0 の評価の方法を示す。

8 原標点距離及び伸び計標点距離

8.1 原標点距離の選択

比例試験片で、 S_0 を平行部断面積として、原標点距離が、 $5.65\sqrt{S_0}$ に等しくない場合、破断伸び A には、比例定数を下付き添え字で追記することが望ましい。例えば、 $A_{11.3}$ は、式(1)による原標点距離での伸び (%) を表している。

$$L_0 = 11.3\sqrt{S_0} \quad \dots\dots\dots (1)$$

注記 1 $5.65\sqrt{S_0} = 5\sqrt{4S_0/\pi}$

注記 2 定形試験片 (附属書 B 及び附属書 D 参照) では、記号 A (破断伸び) には、適用した原標点距離を下付き添え字で追記する場合がある。例えば、 $A_{80\text{mm}}$ は、原標点距離 L_0 が 80 mm での破断伸び (%) を表している。

指定された試験条件によって、比例試験片の比例定数又は定形試験片の原標点距離が明らかな場合は、比例定数又は原標点距離を追記しなくてもよい。

8.2 原標点距離の表示

破断伸び A の手動測定のために、原標点距離 L_0 の両端に明瞭なしるし、罫書き線又はポンチマークを付けないといけない。ただし、そのマークが、早期破断を引き起こす可能性があってはならない。また、試験片の材質が表面きずに対して敏感又は極めて硬い場合には、塗布した塗料の上にけがき線をするしてもよい。原標点距離は、 $\pm 1\%$ の精度でしるさなければならない。比例試験片の場合には、原標点距離の計算値とマークした距離との差は、 L_0 の 10 % 未満として、計算値の端数を 5 mm の倍数に丸めてもよい。

例えば、機械加工されない試験片のように、平行部長さ L_0 が、原標点距離よりも非常に長い場合には、標点距離をオーバーラップさせて、いくつかしるしてもよい。

試験片の長手方向に平行に、標点距離に沿った線を引いておくとう便な場合がある。

伸び計を用いて伸びを測定する場合は、標点を試験片にするす必要はない (20.3 参照)。

8.3 伸び計標点距離の選択

降伏応力及び耐力の測定には、 L_e は、試験片平行部長さのできる限り広い範囲とすることが望ましい。理想的には、 L_e は、 $0.50L_0$ を超え、おおよそ $0.9L_0$ 未満とすることが望ましい。これによって、伸び計によって試験片に生じる全ての降伏現象を確実に検出するであろう。さらに、最大試験力“到達点”又は“到達後”のパラメータ測定では、 L_e は、 L_0 にほぼ等しいことが望ましい。

9 試験機の精度

9.1 試験機

引張試験に用いる試験機は、JIS B 7721 による等級 1 級以上とする。

9.2 伸び計

耐力(オフセット法又は全伸び法)の測定に使用する伸び計は、応力増加速度に基づいた試験方法 (10.3.2 参照) では、適用する伸びの範囲において、JIS B 7741 の等級 2 級以上を使用し、ひずみ速度に基づいた試験方法 (附属書 JA 参照) では、適用する伸びの範囲において、JIS B 7741 の等級 1 級以上を使用する。その他の特性(伸び計伸び 5 %超における)の測定では、適用する伸びの範囲において、JIS B 7741 の等級 2 級以上を使用してもよい。

注記 ISO 6892-1 では、試験方法に関わらず、耐力の測定の場合には、JIS B 7741 の等級 1 級以上が規定されている。

9.3 長さ測定器

長さ測定に用いる全ての測定器は、国家計量標準にトレーサブルな、適切な標準器で校正しなければならない。

10 試験条件

10.1 試験力のゼロ点調整

試験力の測定システムのゼロ点調整は、試験力を付与できるように装置をセッティングした後で、実際に試験片の両端をつかむ前に行う。試験力のゼロ点調整をした後は、試験力の測定システムは、試験中どのような変更も行っていない。

注記 この方法によって、つかみ装置の質量が試験力測定に及ぼす影響を相殺し、また、つかみ操作が試験力の測定に影響しないようにしている。

10.2 つかみの方法

試験片は、くさび形 (wedges)、ねじ付き (screwed grips)、平板 (parallel jaw faces) 及び肩付き (shouldered holder) のような適切な方法によって、つかまなければならない。

試験片は、曲げを最小にするために、できる限り試験軸に沿って引っ張ることが望ましい (詳細な情報

は、例えば、ASTME 1012 に規定されている。)。このことは、特にもろ（脆）い材料を試験する場合、又は耐力（オフセット法又は全伸び法）若しくは降伏応力を測定する場合に重要である。

試験片をまっすぐにし、試験片とつかみとのアライメントを確実な状態とするために、規定された降伏応力又は、予想される降伏応力の 5%以下の予備的な試験力を付与してもよい。予備的な試験力の影響を考慮するために、試験力付与前に伸び計をセットした場合は、伸び計伸びの補正を行うのが望ましい。

10.3 試験方法

10.3.1 一般

試験方法は、応力増加速度に基づいた試験方法（試験方法 1）とひずみ速度に基づいた試験方法（試験方法 2）とがある。

特に指定がない限り、試験方法は、試験方法 1（10.3.2 参照）とし、試験速度は、この規格の要求事項を満たしていれば、製造業者又は製造業者が指名した試験所の裁量による。

疑義がある場合、試験方法は、試験方法 1 による。

注記 1 試験方法 1 と試験方法 2 との違いは、試験方法 1 では、必要な試験速度が、特性 ($R_{p0.2}$ など) を決定する前の弾性範囲で定義されているのに対して、試験方法 2 では、必要な試験速度が、特性を決定する特定の点 ($R_{0.2}$ など) で定義されていることである。

注記 2 ASTM E8/E8M[7]の X4.2.2 (Control Method B) では、“材料に降伏点がある場合、又は降伏が不連続である場合、閉ループでひずみ速度を制御すると、試験機は不規則に動作する可能性がある。このひずみ速度に基づいた制御方法は、不連続に降伏する材料には推奨されない。”と規定している。

注記 3 低降伏応力の材料では、試験方法 2 による対応が難しい場合がある。

注記 4 試験方法 1 の特定の条件 [例えば、ある鋼材に対して、弾性範囲の応力増加速度が約 $30 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 、高剛性の試験機及びつかみ装置、並びに 13A 号試験片 (表 B.1 参照)] では、試験方法 2 の範囲 2 に近いひずみ速度が観察される場合がある。

注記 5 製品規格及び対応する試験規格（航空宇宙規格など）では、この規格とは異なった試験速度を規定することが可能である。

試験方式及び試験速度は、次の略号を用いて表すことが可能である。

JIS Z 2241.1 n, 又は JIS Z 2241.2 nnn

ここで、“1”は、試験方法 1 (10.3.2 参照)、“2”は、試験方法 2 (附属書 JA 参照) である。“n”は、図 9 a) で定義された弾性領域で選択された応力増加速度 ($\text{MPa} \cdot \text{s}^{-1}$)、記号 “nnn”は、図 9 b) で定義された各区間での試験速度範囲の記号を表す 3 桁までの数列である。これらを表すために付加してもよい。

注記 6 試験方法 1 を表す “1” は、省略することが可能である。

例 1 JIS Z 2241.1 30 は、試験方法 1 の応力増加速度に基づいた試験方法で、公称応力増加速度 $30 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ による試験を表している。

例 2 JIS Z 2241.1 は、試験方法 1 の応力増加速度に基づいた試験方法で、公称応力増加速度が、表 5 による試験を表している。

例 3 JIS Z 2241.2 224 は、試験方法 2 のひずみ速度に基づいた試験方法で、上降伏応力 R_{eH} 、又は耐力パラメータ R_p 及び R_t の測定のための平行部の推定ひずみ速度が範囲 2 の $0.000 25 \text{ s}^{-1}$ 、下降伏応

力 R_{eL} 及び降伏伸び A_e 測定のための平行部の推定ひずみ速度が範囲 2 の 0.00025 s^{-1} 、及び引張強さ R_m 、破断伸び (%) A 、最大試験力時全伸び (%) A_{gt} 、最大試験力時塑性伸び (%) A_g 、破断時全伸び A_t 及び絞り Z 測定のための平行部の推定ひずみ速度が範囲 4 の 0.0067 s^{-1} による試験を表している。

10.3.2 応力増加速度に基づいた試験方法 (試験方法 1)

10.3.2.1 一般

試験速度は、特に指定のない限り、材料の性質に応じて、予想される降伏応力の 1/2 の応力までは、任意の試験速度を適用してよい。これを超える範囲の試験速度は、10.3.2.2 及び 10.3.2.3 による。

注記 試験方法 1 は、降伏特性を測定する間、応力増加速度を一定に維持すること、又は閉ループによって応力増加速度を制御することは、意図しておらず、弾性領域において目標応力増加速度を達成するようにクロスヘッドスピードを設定することだけを意図している (表 5 参照)。試験される試験片が降伏し始めると、応力増加速度は減少し、不連続降伏を伴う試験片では、負になる可能性さえある。降伏の過程で応力速度を一定に維持しようとする、試験機は、極めて高速で作動する必要があり、ほとんどの場合、これは実用的ではなく、また、望ましいものでもない。

10.3.2.2 降伏応力及び耐力

10.3.2.2.1 上降伏応力 R_{eH}

試験機のクロスヘッド変位速度 v_c は、できる限り一定にし、表 5 の上下限值以内に相当するクロスヘッド変位速度で試験しなければならない。平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_L$ は、 0.0025 s^{-1} を超えてはならない。

注記 弾性係数が 150 GPa 未満の代表的な材料には、マグネシウム、アルミニウム合金、黄銅及びチタンがある。弾性係数が 150 GPa 以上の代表的な材料には、鉄、鋼、タングステン及びニッケル合金がある。

表 5—応力増加速度

材料の弾性係数 E GPa	応力増加速度 \dot{R} $\text{MPa} \cdot \text{s}^{-1}$	
	下限	上限
< 150	2	20
≥ 150	3	30

注記 ISO 6892-1 では、弾性係数 ≥ 150 の応力増加速度は、 $6 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1} \sim 60 \text{ MPa} \cdot \text{s}^{-1}$ と規定している。

10.3.2.2.2 下降伏応力 R_{eL}

下降伏応力だけを測定する場合には、試験片降伏中の平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_L$ は、 $0.00025 \text{ s}^{-1} \sim 0.0025 \text{ s}^{-1}$ の範囲で、できる限り一定に保たなければならない。

注記 試験片平行部の降伏の開始から終了までの間の伸び計伸びとして、降伏伸びが測定される (図 7 参照)。

なお、弾性域の応力増加速度は、予想される降伏応力の 1/2 を超えたら、表 5 に示す範囲を外れてはならない。

10.3.2.2.3 上降伏応力 R_{eH} 及び下降伏応力 R_{eL}

上降伏応力及び下降伏応力の両方を測定する場合には、下降伏応力の測定条件によらなければならない（10.3.2.2.2 参照）。

10.3.2.2.4 耐力（オフセット法及び全伸び法） R_p 及び R_t

試験機のクロスヘッド変位速度 v_c は、できる限り一定にし、表 5 の上下限值以内に相当するクロスヘッド変位速度で試験しなければならない。クロスヘッド変位速度は、耐力（塑性伸び及び全伸び）までこの範囲を維持しなければならない。平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{Le}$ は、 0.0025 s^{-1} を超えてはならない。

10.3.2.2.5 クロスヘッド変位速度

平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{Le}$ を測定及び制御できない試験機の場合には、表 5 に示す応力増加速度に相当するクロスヘッド変位速度 v_c を、降伏が終わるまで適用しなければならない。

10.3.2.3 引張強さ R_m 、破断伸び (%) A 、最大試験力時全伸び (%) A_{gt} 、最大試験力時塑性伸び (%) A_g 、破断時全伸び (%) A_t 、及び絞り Z

要求された降伏応力又は耐力の測定後、平行部の推定ひずみ速度（又は相当するクロスヘッド変位速度）は、 0.008 s^{-1} 以下の範囲で増加してよい。

材料の引張強さだけを測定する場合には、試験を通して、一つの速度とすることが可能で、その平行部の推定ひずみ速度は、 0.008 s^{-1} 以下としなければならない。

なお、 0.008 s^{-1} を超える平行部の推定ひずみ速度（又は相当するクロスヘッド変位速度）の適用は、日本産業規格の製品規格の規定による。

引張強さは、式(2)による。

$$R_m = \frac{F_m}{S_0} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

R_m : 引張強さ (MPa)
 F_m : 最大試験力 (N)
 S_0 : 原断面積 (mm^2)

11 上降伏応力 R_{eH} の測定

上降伏応力 R_{eH} は、試験力-伸び計伸び曲線、又は最大試験力表示装置（peak load indicator）によって測定してよい。上降伏応力 R_{eH} は、試験力が最初に減少する直前の応力の最大値として定義する。上降伏応力は、このときの試験力を試験片の原断面積 S_0 で除して求める（図 2 参照）。

上降伏応力は、式(3)による。

$$R_{eH} = \frac{F_{eH}}{S_0} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、

R_{eH} : 上降伏応力 (MPa)
 F_{eH} : 上降伏応力に対応する最大試験力 (N)
 S_0 : 原断面積 (mm^2)

12 下降伏応力 R_{eL} の測定

下降伏応力 R_{eL} は、試験力-伸び計伸び曲線によって測定し、初期の過渡的な影響を除いた塑性降伏中の応力の最小値として定義する。下降伏応力は、このときの試験力を試験片の原断面積 S_0 で除して求める (図 2 参照)。

降伏現象のある材料で、 A_e を測定しない場合、試験の効率化のために、 R_{eL} は、初期の過渡的な影響を考慮に入れずに、 R_{eH} 後の最初の 0.25% 以内の最低応力として報告してもよい。この手順によって、 R_{eL} を測定した後、10.3.2.3 に従って試験速度を増加させてもよい。

下降伏応力は、式(4)による。

$$R_{eL} = \frac{F_{eL}}{S_0} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、
 R_{eL} : 下降伏応力 (MPa)
 F_{eL} : 下降伏応力に対応する最小試験力 (N)
 S_0 : 原断面積 (mm²)

13 耐力 (オフセット法) R_p の測定

13.1 耐力 (オフセット法) R_p (試験力-伸び計伸び曲線の利用)

耐力 (オフセット法) R_p は、試験力-伸び計伸び曲線の直線部分に対して、例えば、0.2% の規定された塑性伸びと等しい距離だけ離れたところに平行な線を引いて求める。この平行線と試験力-伸び計伸び曲線との交点が、求める耐力 (オフセット法) に相当する試験力である。耐力は、このときの試験力を原断面積 S_0 で除して求める (図 3 参照)。

試験力-伸び計伸び曲線の直線部が明確に決められず、精度よく平行線を引くことが不可能である場合は、次の手順とするのが望ましい (図 6 参照)。

想定される耐力を超えたら、試験力をその測定した試験力の 10% 程度にまで減少する。次に、当初測定した値を超えるまで、再度試験力を増加する。目的の耐力を決定するために、ヒステリシスを通る線を作成する。次に、曲線の補正された原点から横軸に沿って、規定された塑性伸び計伸び (%) に等しい距離で、この線に平行に線を引く。この平行線と試験力-伸び計伸び曲線との交点が耐力を与える。耐力は、このときの試験力を試験片の原断面積 S_0 で除して計算する (図 6 参照)。

注記 試験力-伸び計伸び曲線の補正された原点を定義するために、幾つかの方法が使用可能である。一つは、試験力-伸び計伸び曲線に接するように、ヒステリシス曲線によって決定される線に平行な接線を描く方法である。この線が横軸と交差する点が、試験力-伸び計伸び曲線の補正された原点である (図 6 を参照)。

ヒステリシスは、耐力を通過した直後、なるべく近い点で、とるように注意することが望ましい。理由は、過剰な伸び点では、得られる傾きに悪影響を及ぼすためである。

製品規格又は受渡当事者間の協定がない限り、不連続降伏中及び不連続降伏後に耐力を測定するのは不適切である。

13.2 耐力 (オフセット法) R_p (ソフトウェアなどの利用)

耐力 (オフセット法) R_p は、試験力-伸び計伸び曲線を描画せずにソフトウェアなどを利用して求めて

もよい (附属書 A 参照)。

注記 GB/T 228[12]も利用することが可能である。

14 耐力 (全伸び法) R_t の測定

14.1 耐力 (全伸び法) R_t (試験力-伸び計伸び曲線の利用)

耐力 (全伸び法) R_t は、10.2 を考慮した試験力-伸び計伸び曲線に対して縦軸 (試験力の軸) に平行に、規定された全伸びに等しい距離の位置に線を引く。この平行線と試験力-伸び計伸び曲線との交点が、求める耐力 (全伸び法) に相当する試験力である。耐力は、このときの試験力を原断面積 S_0 で除して求める (図 4 参照)。

14.2 耐力 (全伸び法) R_t (ソフトウェアなどの利用)

耐力 (全伸び法) R_t は、試験力-伸び計伸び曲線を作成せずにソフトウェアなどを利用して求めてもよい (附属書 A 参照)。

15 永久伸び法による耐力 R_r の検証方法

試験片に規定応力に相当する試験力を 10 秒~12 秒間付与する。試験力は、規定応力に試験片の原断面積 S_0 を乗じて求める。試験力を除いた後、永久伸びが原標点距離に対する百分率で規定された値以下であることを確認する (図 5 参照)。

注記 これは、合否試験であって、標準的な引張試験では、通常、行われぬ。試験片に付与する応力及び許容永久伸びは、製品規格又は試験の要求者によって規定される。例えば、試験片に付与される応力が 750 MPa で、永久伸びが 0.5 % 以下の場合には、“ $R_{r0.5}=750$ MPa に合格”と報告される。

16 降伏伸び (%) A_e の測定

不連続降伏を示す材料の場合には、降伏伸び (%) A_e は、試験力-伸び計伸び曲線を用い、均一な加工硬化が始まるときの伸び計伸びから上降伏応力 R_{eH} 時の伸び計伸びを差し引くことによって求める。均一な加工硬化が始まるときの伸びは、均一な加工硬化が始まる前の最後の最低試験力を示す点を通る水平線、又は降伏範囲の回帰直線と、均一な加工硬化が始まる点の曲線の最大の傾きを示す直線との交点として求める (図 7 参照)。 A_e は、伸び計標点距離 L_e に対する百分率で表す。

これと同等に測定できる方法を用いてもよい。

用いた方法 [図 7 a), 図 7 b)又はその他の方法] は、試験報告書に記載することが望ましい。

17 最大試験力時塑性伸び (%) A_g の測定

伸び計によって得られる試験力-伸び計伸び曲線上の最大試験力時の伸びを求め、これから弾性ひずみを差し引くことによって求める。

最大試験力時塑性伸び (%) A_g は、次の式(5)による。

$$A_g = \left(\frac{\Delta L_m}{L_e} - \frac{R_m}{m_E} \right) \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

ここで、
 L_e : 伸び計標点距離
 m_E : 応力-伸び計伸び曲線の弾性域の傾き
 R_m : 引張強さ
 ΔL_m : 最大試験力時の伸び計伸び

最大試験力時に平坦（坦）な領域を示す材料の場合には、最大試験力時塑性伸び（%）は、平坦部の中心の伸び計伸びとする（図 1 参照）。

18 最大試験力時全伸び（%） A_{gt} の測定

伸び計によって得られた試験力-伸び計伸び曲線上の最大試験力の伸びから求める。

最大試験力時全伸び（%） A_{gt} は、次の式(6)による。

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_e} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

ここで、
 L_e : 伸び計標点距離
 ΔL_m : 最大試験力時の伸び計伸び

最大試験力時に平坦な領域を示す材料の場合には、最大試験力時全伸び（%）は、平坦部の中心の伸び計伸びとする（図 1 参照）。

19 破断時全伸び（%） A_t の測定

伸び計によって得られた試験力-伸び計伸び曲線上の破断時の伸び計の全伸びから求める。

破断時全伸び（%） A_t は、次の式(7)による。

$$A_t = \frac{\Delta L_f}{L_e} \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

ここで、
 L_e : 伸び計標点距離
 ΔL_f : 破断時の伸び計伸び

20 破断伸び（%） A の測定

20.1 一般

破断伸び（%） A は、3.4.2 の定義に従って求めなければならない。

20.2 破断した試験片を突き合わせて測定する方法

破断した二つの試験片を試験片の軸が直線上になるように注意深く突き合わせる。

最終標点距離を測定する場合には、試験片の破断面が適切に接触するように特別な注意を払うことが必要である。特に、試験片断面積が小さい場合及び伸びの値が小さい場合に、重要である。

破断伸び（%） A は、次の式(8)による。

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(8)$$

ここで、
 L_0 : 原標点距離
 L_u : 破断後の最終標点距離

破断伸び ($L_u - L_0$) は、十分な分解能をもつ測定装置によって、少なくとも 0.25 mm まで測定しなければならない。

規定された最小伸び (%) が、5%未満の場合には、特別な注意を払うことが望ましい (附属書 H 参照)。

注記 板状試験片で破断面を突き合わせるときは、幅の中央部に隙間 (CP) がある場合 (図 16) にも、この CP の寸法を差し引かずに標点 O_1O_2 間の長さをもって破断伸びを算出される。

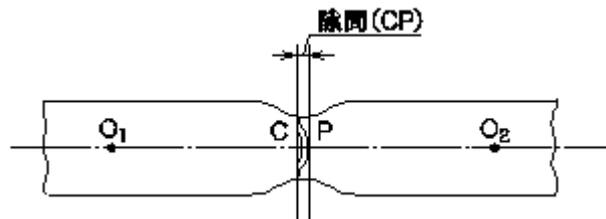


図 16—破断面を突き合わせた例

20.3 伸び計を用いて測定する方法

伸び計を用いて破断伸びを測定する場合には、標点を試験片にするす必要はない。伸び計伸び (%) は、破断時全伸び A_t として測定し、破断伸び (%) を求めるために弾性伸びを減じなくてもよい。ただし、破断後の試験片の突合せで行う場合と同等の評価とするために、調整を行うことが可能である。

直径又は対辺距離が 4 mm 以下の試験片の場合、伸び計に替えて、クロスヘッドの変位量を用いてもよい (A.3.6.3 参照)。ただし、3.4.2 の定義に従った評価となるように調整する必要がある。

製品規格で、規定した原標点距離に対する破断伸びの測定を規定している場合、伸び計標点距離は、この長さとするのが望ましい。

20.4 試験の有効性

20.4.1 破断した試験片を突き合わせて測定する場合

破断した二つの試験片を突き合わせて測定した結果は、破断点と破断が近い方の標点との距離が、原標点距離 L_0 の 1/4 以上離れている場合にだけ有効である。しかし、破断伸び (%) が規定値以上の場合には、破断位置に関係なく、試験は有効とみなしてもよい。破断点と破断が近い方の標点との距離が原標点距離 L_0 の 1/4 未満の場合に試験が無効となることを避けるため、受渡当事者間の合意によって、附属書 I の方法を用いてもよい。

必要な場合、試験片の破断位置によって、次の記号を付記して区別する。

- A..... 破断が近い方の標点から原標点距離 (L_0) の 1/4 以上離れて (図 17 の A 部) 破断した場合
- B..... 破断が近い方の標点から原標点距離 (L_0) の 1/4 より近くで (図 17 の B 部) 破断した場合
- C..... 標点外 (図 17 の C 部) で破断した場合

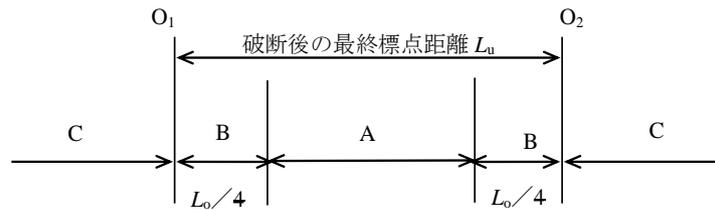


図 17—試験片の破断位置及び記号

20.4.2 伸び計を用いて測定する場合

伸び計を用いて破断伸びを測定する場合、伸び計標点距離 L_0 内で破断した場合だけ、試験は有効である。破断伸び (%) が規定値以上の場合には、破断位置に関係なく、試験は有効とみなしてもよい。

伸び計を用いて測定した破断伸びに疑義がある場合、破断した二つの試験片を突き合わせる方法で検証し、その結果を採用する。

20.5 伸び値の変換

定形試験片の原標点距離に対する伸びを測定する場合には、受渡当事者間の協定によって、変換式又は表（例えば、ISO 2566-1[56]及びISO 2566-2[57]）を用いて、比例標点距離の伸び値に置き換えることが可能である。

注記 伸び (%) の比較は、原標点距離又は伸び計標点距離並びに形状及び断面積が同じ場合か、又は比例定数 (k) が同じ場合にだけ可能である。

21 絞り Z の測定

絞りは、3.8 の定義に従って測定する。

必要な場合、破断した二つの試験片を試験片の軸が直線上になるように注意深く突き合わせる。

棒状試験片の場合、最小縮小断面での測定は、互いに 90° の 2 方向で行い、その平均値を絞り Z の計算に使用することが望ましい。

最小断面積の読み取りを行う際には、破断面がずれないように注意することが望ましい。

絞り Z は、次の式(9)による。

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで、 S_0 : 平行部の原断面積
 S_u : 破断後の最小断面積

S_u は、 $\pm 2\%$ の精度で測定することが望ましい。

直径又は対辺距離が 4 mm 未満の棒状試験片及び棒状以外の試験片形状の場合には、 $\pm 2\%$ 以下の精度で S_u を測定することは、難しい場合がある。

22 試験報告書

試験報告書が必要な場合には、報告する事項は、次のうちから、受渡当事者間の協定によって選択する。

- a) 10.3.1 で規定した試験条件を含めて、この規格で試験された旨 例えば、JIS Z 2241 2 224
- b) 試験片の識別
- c) 材料の種類（分かっている場合）
- d) 試験片の形状
- e) 試験片の採取位置及び採取方向（分かっている場合）
- f) 試験結果 試験結果は、製品規格に規定のない場合は、少なくとも次の数値に丸めなければならない。数値の丸め方は、JIS Z 8401 の規則 A による。
 - － 強度の値：MPa¹⁾の整数値
 - － 降伏伸び (%) A_e ：小数第 1 位
 - － 破断伸び (%)：整数
 - － その他の伸び (%) の値：0.5 %の倍数
 - － 絞り (%)：整数

注¹⁾ 1 MPa=1 N/mm²

23 測定の不確かさ

23.1 一般

測定の不確かさの分析は、測定結果の不整合の主要な原因を特定するのに有用である。

製品規格並びにこの規格及び 2011 年以前の JIS Z 2241 に基づく材料特性データベースは、測定の不確かさの寄与を内在しているものである。それゆえ、測定の不確かさを更に適用することは、不適切であり、それによって、合格の製品を不合格とする危険性がある。このため、不確かさの見積りは、参考として扱われる。

23.2 試験条件

この規格で規定する試験の条件及びその上下限は、測定の不確かさを考慮して調整してはならない。

23.3 試験結果

見積もった不確かさは、製品規格の規定値に組み合わせて、合否を評価してはならない。

注記 附属書 K に、測定する特性値に関する不確かさの決定の指針、及び度量衡パラメータに関する不確かさの測定の指針を提供している。

附属書 A (参考)

コンピュータ制御による引張試験機に関する推奨事項

A.1 一般

この附属書には、コンピュータ制御による引張試験機を使用して機械的性質を測定するための追加の推奨事項が記載されている。特に、ソフトウェア及び試験条件で考慮したほうがよい推奨事項を示している。

これらの推奨事項は、設計、装置のソフトウェア及びその妥当性確認、並びに引張試験の操作条件に関連している。

A.2 引張試験機

A.2.1 設計

この試験機は、ソフトウェアによって処理されていないアナログ信号を出力できることが望ましい。そのような出力が提供されない場合、試験機メーカーは、これらの生デジタルデータがどのようにして得られ、ソフトウェアによって処理されたかを提供する必要がある。これらは、試験力、伸び計伸び、クロスヘッド分離、時間、試験片寸法に関して SI 基本単位であることが望ましい。

注記 ISO 6892-1 には、データファイルフォーマットの例が掲載されている。

データファイルには、装置及び試験片を特定するための識別等が含まれるヘッダー、測定及び計算パラメータ、寸法測定値、機械的性質の算出値、生デジタルデータなどを含めることが望ましい。

A.2.2 データサンプリング頻度

各測定チャンネルのサンプリング頻度の処理能力及びデータサンプリング頻度は、計測される材料特性を記録するのに十分であることが望ましい。式(A.1)によって、毎秒の最低サンプリング頻度 f_{min} を決めてもよい。

$$f_{min} = \frac{\dot{\epsilon} \cdot E}{R_{eH} \cdot q} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

ここで、

- $\dot{\epsilon}$: ひずみ速度 s^{-1}
- E : 弾性係数 MPa
- R_{eH} : 上降伏応力 MPa
- q : 試験機 (JIS B 7721 準拠) の力測定精度の相対誤差 %

式(A.1)の R_{eH} は、試験中に生じる一時的な降伏特性に相当する事象によって決定する。試験した材料に降伏現象がない場合、耐力 $R_{p0.2}$ を用い、最低サンプリング頻度の要求値を半分にすることが可能である。

試験方法 1 (応力増加速度に基づいた試験方法) の場合、最低サンプリング頻度は、式(A.2)による。

$$f_{min} = \frac{\dot{R}}{R_{eH} \cdot q} \times 100 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

ここで、

- \dot{R} : 応力増加速度 $MPa \cdot s^{-1}$

A.3 機械的性質の測定

A.3.1 一般

試験機のソフトウェアは、次の要求事項を考慮することが望ましい。

A.3.2 上降伏応力

上降伏応力 R_{eH} (3.10.2.1 参照) は、試験力が、前の値から少なくとも 0.5 %減少する前で、それに続く 0.05 %以上のひずみ範囲で、前の試験力を超えない領域がある試験力の最大値に相当する応力とみなすことが望ましい。

試験力の減少値及びひずみ範囲の値は、ソフトウェアで変更できることが望ましい。

A.3.3 耐力 (オフセット法) 及び耐力 (全伸び法)

耐力 (オフセット法) R_p (3.10.3 参照) 及び耐力 (全伸び法) R_t (3.10.4 参照) は、応力-伸び計伸び曲線の隣接する点を内挿して求めることが可能である。

A.3.4 最大試験力時全伸び

最大試験力時全伸び A_{gt} (3.6.4 及び図 1 参照) は、最大試験力時の応力に相当する全伸びとみなすことが望ましい。

材料によっては、応力-伸び計伸び曲線を平滑化 (smooth) しなければならないが、その際には多項式回帰するのがよい。平滑化の範囲は、結果に影響する可能性がある。平滑化された曲線は、応力-伸び計伸び曲線の元の曲線の関係する部分を適切に表現していることが望ましい。

簡条 17 [最大試験力時塑性伸び (%) A_g の測定] 及び簡条 18 [最大試験力時全伸び (%) A_{gt} の測定] で規定した、平坦部の中心を求める方法として、最大試験力から、あらかじめ指定したパラメータ分増減した試験力の平均値を算出する方法を用いてもよい。

A.3.5 最大試験力時塑性伸び

最大試験力時塑性伸び A_g (3.6.5 及び図 1 参照) は、最大試験力時の応力に相当する塑性伸びとみなすことが望ましい。

材料によっては、応力-伸び計伸び曲線を平滑化しなければならないが、その際には多項式回帰するのがよい。平滑化の範囲は、結果に影響する可能性がある。平滑化された曲線は、応力-伸び計伸びの元の曲線の関係する部分を妥当に表現していることが望ましい。

A.3.6 破断伸び

A.3.6.1 図 A.2 の破断の定義に基づいて破断伸び A_t を決定する。

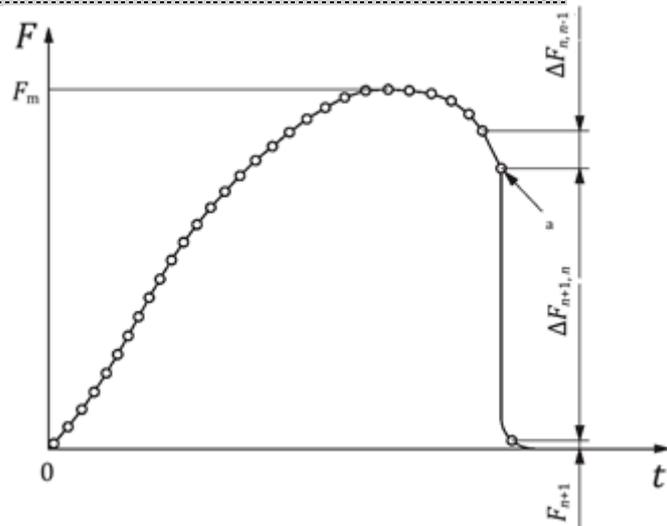
連続した 2 点間の試験力が次のように減少した場合に、破断したとみなす。

- a) 前の 2 点の試験力間の差が 5 倍以上減少し、続いて最大試験力の 2%未満に減少する。
- b) 軟質材料では、最大試験力の 2%未満に減少する。

サンプリング頻度の増加及び/又は試験力信号のフィルタリングは、この試験方法によって決定された破断点に影響を及ぼす可能性がある。

試験片の破断を検出するための別の有用な手法は、試験片に電圧をかけるか電流を流すかして監視し、電圧又は電流が遮断される直前に測定された値を破断時の値とみなす方法である。

試験力が設定値を下回った直前の値を破断時の値とみなしてもよい。



次の場合を破断とみなす。

$$|\Delta F_{n+1,n}| > 5|\Delta F_{n,n-1}| \text{ 及び } / \text{ 又は } F_{n+1} < 0.02F_m$$

記号説明

F : 試験力

t : 時間

F_m : 最大試験力

F_{n+1} : 測定点 n+1 の試験力

$\Delta F_{n+1,n}$: 測定点 n+1 と測定点 n との試験力差

t : 時間

a : 破断

○ : データ点

図 A.2—試験片破断の定義図

A.3.6.2 伸び計を用い、伸び計をつけたままで破断まで測定する場合は、図 A.2 の a 点の値を求める。

A.3.6.3 伸び計を用いない場合、又は破断前の最大試験力 F_m 後に伸び計伸び測定を中断した場合、伸び計を取り外し後、破断までの間の伸びを測定するためにクロスヘッド変位を利用してもよい。その方法は検証可能であることが望ましい。

A.3.7 弾性範囲の応力-伸び計伸び曲線の傾きの測定

強度レベルが不明の試験片に対して、試験を有効にするために、あらかじめ設定された応力限界を信頼しない方がよい。ただし、製品規格に規定されるか、受渡当事者間の協定がある場合を除く。

スライディングセグメント (sliding segment) の特性の計算に基づく方法が最も便利である。次のようなパラメータがある。

a) スライディングセグメントの長さ (使用するデータ点数)

b) 曲線の傾きを求めるために選択した式

注記 応力-伸び計伸び曲線の直線部が明確でない場合は、13.1 参照。

弾性域における曲線の傾斜は、次の条件を満たす範囲における平均傾斜に相当する。

— スライディングセグメントの傾きが一定である。

— 選択した範囲に、代表性がある。

いずれの場合も、弾性範囲における曲線の勾配を代表しない値を排除するために、使用者が、適切な範囲の限界を選択することが望ましい。

これら及び他の受け容れられる方法は、参照文献[5], [17], [18], 及び[19]に記載されている。

$R_{p0.2}$ の求め方として、弾性線の傾きを求める推奨方法（参考文献[20]）を次に示す。

- 直線範囲の直線回帰
- $R_{p0.2}$ の下限値 10 %以下
- $R_{p0.2}$ の上限値 40 %以下
- $R_{p0.2}$ のより正確なデータを得るためには、弾性線を検証し、必要であれば、他の限界値で再計算することが望ましい。

A.4 引張特性測定のためのソフトウェアの検証

種々の材料特性を測定するために試験システムで使用する方法的有効性は、アナログ又はデジタルデータから従来法で試験又は計算した結果と比較することで、検証してもよい。その際、試験機の変換器又は増幅器から直接出力されるデータは、試験機のコンピュータ計算結果を提供するために使用する機器のサンプリング頻度の処理能力、サンプリング頻度及び不確かさが、少なくとも等しいものを使用して収集し、処理することが望ましい。

同じ試験片を用いて、コンピュータで測定した値と手動で測定した値との算術平均値の差が小さければ、試験機のコンピュータ処理を信頼してもよい。そのような差異を受け入れることができるか評価する目的で、類似した5試験片を試験し、各関連する特性値の平均の差が、表 A.1 の限界値に入ることが望ましい。

注記 この手順は、試験機が、用いた特定の試験片、試験材及び試験条件に対して、材料特性を明らかにすることだけの確認である。試験した材料の特性が、正しいとか目的に合っているという信頼性を与えるものではない。

他の方法を使用する場合、例えば、品質保証レベルがわかっている予め測定された既知の材料からのデータを取込んで計算する場合、その特性は、上述した基準及び表 A.1 の基準を満たしていることが望ましい。

EU が出資した TENSTAND プロジェクト（GBRD-CT-2000-00412）の一環として、引張特性値の合意された値の ASCII データファイルが作成された。それをソフトウェアの検証に用いてもよい、より詳細な情報が、参考文献[21]及び[22]に示されている。

表 A.1—コンピュータ及び手動で導出された結果の最大許容差

パラメータ	$D^a)$		$s^b)$	
	相対値 ^{c)}	絶対値 ^{c)}	相対値 ^{c)}	絶対値 ^{c)}
	%	MPa	%	MPa
$R_{p0.2}$	0.5	2	≤ 0.35	2
R_{p1}	0.5	2	≤ 0.35	2
R_{eH}	1	4	≤ 0.35	2
R_{eL}	0.5	2	≤ 0.35	2
R_m	0.5	2	≤ 0.35	2
A	—	≤ 2	—	≤ 2

注 a) $D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$

注 b) $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - D)^2}$
 ここで、 D_i : 試験片 ($D_i = H_i - R_i$) に対する手動評価で、 H_i の結果とコンピュータ評価 R_i の結果との差異
 n : 一つの供試材からの独立した試験片数 (≥ 5)

注 c) 絶対値及び相対値の最大値を考慮することが望ましい。

A.5 規格のコンピュータ互換表現

CEN/WS ELSSI-EMD の適用範囲内で開発された、規格のコンピュータ可読データフォーマットのコンピュータ互換表現は、システムの相互運用性の問題を克服し、工学材料分野での電子的な報告を可能にする効果的な方法を提供した。機械試験のために文書化された規格に基づいて定義されたデータフォーマットを実行可能とするために CEN/WS ELSSI - EMD の所見を CWA 16200[42]で報告した。CWA 16200 が記載するコンピュータ可読データフォーマットを文書化された試験規格に基づいて定義するための指針は、ISO 6892-1 に適用されている。結果の定義は、BSI 規格のリソース・サーバーから入手可能である[21]。

附属書 B (規定)

厚さ 0.1 mm~3 mm (未満) の製品 (板・平・形・帯) に 使用する試験片の種類

B.1 一般

厚さ 0.5 mm 未満の材料に対しては、特別な注意が必要な可能性がある。

B.2 試験片の形状

通常、試験片の厚さは、材料もとの厚さとし、試験片のつかみ部の幅は、平行部より広い。平行部長さ L_c は、表 B.1 に示す肩部の半径によってつかみ部と接続されなければならない。これらのつかみ部の幅は、平行部の幅 b_0 の 1.2 倍以上であることが望ましい。

受渡当事者間の協定によって、肩部のない帯状の形状でもよい (帯状試験片 : parallel sided test piece)。材料の幅が 20 mm 以下の場合には、試験片の幅を、材料と同じとしてもよい。

B.3 試験片の寸法

三つの異なる種類の定形試験片が、幅広く使用されている (表 B.1 参照)。

平行部長さ L_c は、表 B.1 の 5 号試験片を除いて、 $L_0 + b_0/2$ 以上でなければならない。

疑義のある場合には、試験機が対応可能で、供試材の長さが十分ある場合、平行部長さ L_c は、 $L_0 + 2b_0$ にすることが望ましい。

幅が 20 mm 未満の帯状試験片の場合には、製品規格に規定のない限り、試験片の原標点距離 L_0 は、50 mm にしなければならない。この種類の試験片に対しては、つかみ間の間隔は、 $L_0 + 3b_0$ 以上でなければならない。

試験片の寸法を測定する場合には、表 B.1 の寸法変化許容差を適用しなければならない。

帯状試験片の場合で、試験片の幅が、供試材の幅と同じ場合には、原断面積 S_0 は、測定した試験片の寸法を元に計算しなければならない。

呼び寸法に対する許容差が、表 B.2 による場合には、試験時の試験片の幅の測定を省略し、試験片の呼び幅を用いてもよい。

表 B.1—試験片の寸法

単位 mm

試験片の種類	平行部の幅 b_0	平行部の寸法変化許容差 ^{c)}	試験片の原標点距離 L_0	肩部の半径 R	平行部長さ L_c		带状試験片のつかみ間の距離下限値	国際規格における試験片の種類 ^{d)}
					下限値	推奨値		
13B号	12.5 ± 0.5 ^{b)}	0.06	50	20~30	57	75	87.5	1
13A号	20 ± 0.7 ^{b)}	0.10	80	20~30	90	120	140	2
5号	25 ± 0.7 ^{b)}	0.10	50 ^{a)}	20~30	60 ^{a)}	—	規定なし	3

注^{a)} 5号の L_0/b_0 の比は、13B号及び13A号に比べて非常に小さい。その結果、特に、この試験片を用いて得られる破断伸びの測定結果（絶対値及びばらつきの範囲）は、他の種類の試験片と異なる。

注^{b)} それぞれの試験片の種類が許容する幅の範囲（試験片は、この許容差の範囲で作製しなければならない。）。

注^{c)} 試験片の平行部長さ（ L_c ）の全長にわたって許容する寸法変化の最大値である。

注^{d)} ISO 6892-1 の Annex B で規定される試験片の種類番号。

表 B.2—測定せずに呼び幅を用いて原断面積を計算するための幅許容差

単位 mm

試験片の呼び幅	呼び幅に対する許容差 ^{a)}
12.5	± 0.02
20	± 0.02
25	± 0.04

注記 ISO 6892-1 では、この呼び幅に対する許容差よりも大きな許容差が規定されている。

注^{a)} これらの許容差内である場合には、測定をしないで呼び幅を原断面積（ S_0 ）の計算に用いることが可能である。

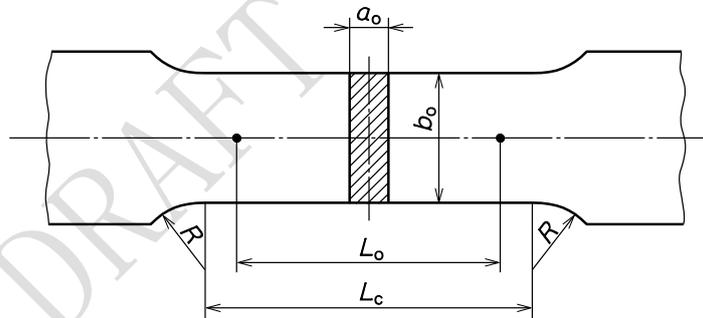


図 B.1—5号試験片

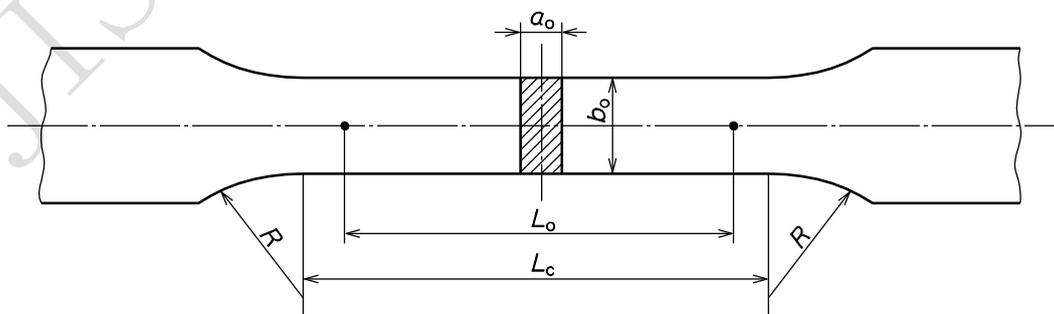


図 B.2—13号試験片

B.4 試験片の調製

試験片は、供試材の特性に影響を与えないように調製しなければならない。せん断又はプレスによって硬化した部分は、試験結果にその影響が認められる場合には、機械加工で除去しなければならない。

これらの試験片のほとんどは、薄板及び帯から調製される。できる限り、圧延ままの表面を除去しないことが望ましい。

注記 表面処理鋼板などでは、めっき層などを除去することがある。

打抜き (punching) による加工は、特に (加工硬化によって) 降伏点又は耐力の特性に大きな変化を及ぼす可能性がある。加工硬化を示す材料に対しては、通常、切削、研削などで加工することが望ましい。

注記 非常に薄い材料の場合には、同一の幅の帯を切断した後に、切削油に強い紙を間に挟んで束にし、帯の束の上下に厚い帯を挟み合わせて最終寸法に機械加工することがある。

表 B.2 の許容差、例えば、呼び幅 12.5 mm に対する許容差 ± 0.02 mm は、原断面積 S_0 の計算に、試験片の測定をせずに呼び幅の値を用いる場合、試験片の幅が、次に示す二つの値の区間の外にあってはならないことを意味している。

$$12.5 \text{ mm} + 0.02 \text{ mm} = 12.52 \text{ mm}$$

$$12.5 \text{ mm} - 0.02 \text{ mm} = 12.48 \text{ mm}$$

B.5 原断面積 S_0 の決定

原断面積 S_0 は、試験片の寸法を測定するか、又は、良好な機械加工の場合は、呼び寸法を用いて (**表 B.2 注**参照) 計算しなければならない。

原断面積の誤差は、 $\pm 2\%$ を超えてはならない。この誤差の最大の要因は、通常、試験片の厚さ測定に起因するため、幅の測定精度は、 $\pm 0.2\%$ 以下でなければならない。

小さい測定の不確かさの試験結果を得るためには、原断面積を、 $\pm 1\%$ 以下の誤差で求めることが望ましい。薄い材料に対しては、特別な厚さ測定技術が必要となる場合がある。

附属書 C (規定)

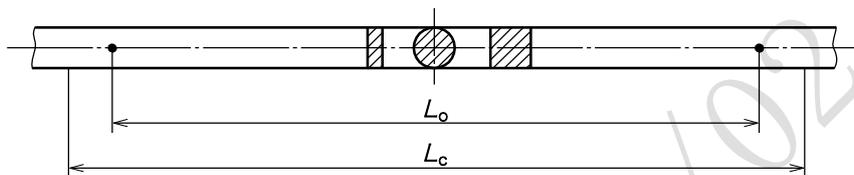
径又は辺が 4 mm 未満の線、線材及び棒に使用する棒状試験片の種類

C.1 試験片の形状

通常、試験片は、材料の機械加工されていない部分からなる (図 12 参照)。

C.2 試験片の寸法

試験片の寸法は、図 C.1 による。



単位 mm

試験片の種類	試験片の 原標点距離 L_o	つかみ間の距離 ^{a)}
9A 号	100 ± 1	150 以上
9B 号	200 ± 2	250 以上
注記 ISO 6892-1 では、つかみ間の距離は、 $L_o + 3d_o$ 以上で、少なくとも $L_o + 20$ mm と規定している。		
注 ^{a)} 破断伸びの測定が不要な場合には、つかみ間の距離は、50 mm 以上を適用してもよい。		

図 C.1—試験片の寸法

C.3 試験片の調製

材料がコイル状で供給される場合には、矯正に注意を払わなければならない。

C.4 原断面積 S_o の決定

円形の断面をもつ材料の場合には、原断面積は、1 断面当たり直行する 2 方向の径の測定値の算術平均から計算してもよい。

注記 ISO 6892-1 では、原断面積の精度は、 $\pm 1\%$ 以下でなければならないと規定している。

平方ミリメートル単位の原断面積は、試験片の既知の長さの質量及び密度を用いて、次の式(C.1)によってもよい。

$$S_o = \frac{1\,000 \cdot m_o}{\rho \cdot L_t} \dots\dots\dots (C.1)$$

ここで、

m_o : 試験片の質量 (g)

L_t : 試験片の全長 (mm)

ρ : 試験片の材料密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

附属書 D (規定)

厚さ 3 mm 以上の製品 (板・平・形・帯), 径又は対辺距離が 4 mm 以上の製品 (棒・線・線材) など に使用する試験片の種類

D.1 試験片の形状

通常, 試験片は, 機械加工され, 平行部は, つかみ部に, ある半径をもった肩部で接続されなければならない。試験片のつかみ部は, 試験機のつかみ装置に対して適切な形であればよい (図 13 参照)。つかみ部と平行部との間の肩部の最小半径は, 次による。

- a) $0.75 d_0$: 円柱状試験片で, d_0 は, 平行部の径
- b) 12 mm : 他の試験片形状

必要に応じて, 線, 線材, 形 (sections), 棒などは, 機械加工せずに肩部のない試験片で試験を行ってもよい。試験片の断面は, 円形, 正方形又は長方形となり, 特別な場合には, 他の形状でもよい。

長方形の形状をもつ試験片の場合には, 幅と厚さの比が, 8:1 以下であることが望ましい。

通常, 機械加工された円柱状試験片の径は, 3 mm 以上でなければならない。

D.2 試験片の寸法

D.2.1 機械加工された試験片の平行部

平行部長さ L_0 は, 次による。

- a) 円柱状の試験片の場合, $L_0 + (d_0/2)$ 以上
- b) 円柱状以外の比例試験片の場合, $L_0 + 1.5\sqrt{S_0}$ 以上
- c) 定形試験片の場合, $L_0 + (b_0/2)$ 以上 (図 D.7 参照)

疑義のある場合には, 試験機が対応可能で, 供試材に十分な寸法がある場合, 平行部長さは, それぞれの試験片タイプによって, $L_0 + 2d_0$ 又は $L_0 + 2\sqrt{S_0}$ とすることが望ましい。それ以外の場合には, 受渡当事者間の協定による。

D.2.2 機械加工しない試験片の長さ

試験機のつかみの間隔は, 標点からつかみまで少なくとも $\sqrt{S_0}$ が確保される十分な距離としなければならない。

D.2.3 原標点距離 L_0

D.2.3.1 比例試験片

通常, 原断面積 S_0 に対して, 次の式(D.1)による試験片の原標点距離 L_0 をもつ比例試験片を使用する。

$$L_0 = k\sqrt{S_0} \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

ここで, L_0 : 原標点距離

k : 5.65

S_0 : 平行部の原断面積

k の値として、代わりに 11.3 を使用してもよい。

円形断面をもつ試験片を、**図 D.1** に示す。**表 D.1** に示す一組の寸法を用いるのが望ましい。

表 D.1—円形断面をもつ試験片

k	平行部の径 d_0 mm	試験片の 原標点距離 $L_0 = k\sqrt{S_0}$ mm	最小平行部長さ L_c mm
5.65	$20 \pm 0.7^a)$	100	110
	$14 \pm 0.5^a)$	70	77
	$10 \pm 0.5^a)$	50	55
	$5 \pm 0.5^a)$	25	28

注記 平行部の長さ L_c は、つかみの間隔を意味する。
注 a) それぞれの試験片が許容する径の範囲（試験片は、この許容差の範囲で作製しなければならない。）。

D.2.3.1.1 14号試験片

14A号試験片の形状及び寸法は、**図 D.1** による。

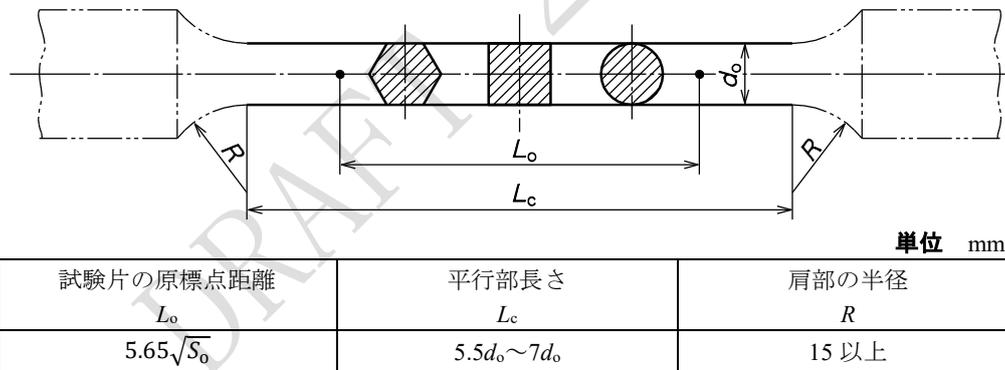


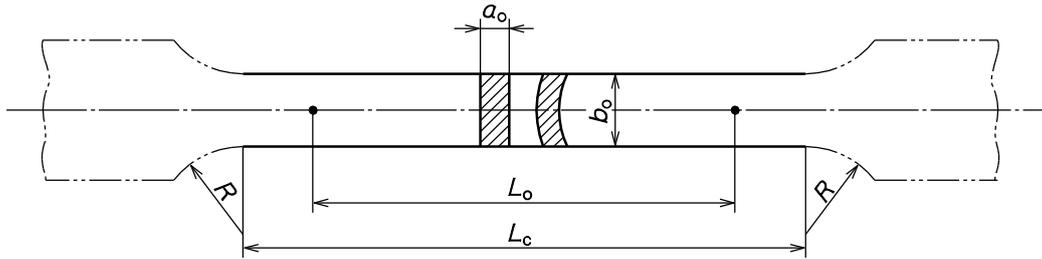
図 D.1—14A号試験片

平行部の長さは、角形断面の場合は、 $L_c = 5.65d_0$ 、六角断面の場合は $L_c = 5.26d_0$ としてよい。

平行部の長さは、できる限り $L_c = 7d_0$ とする。

14A号試験片のつかみ部の径は、平行部の径と同一寸法としてもよい。この場合、つかみの間隔は、 $L_c \geq 8d_0$ とする。

14B号試験片の形状及び寸法は、**図 D.2** による。



単位 mm

幅 b_0	試験片の原標点距離 L_0	平行部長さ L_c	肩部の半径 R	厚さ a_0
$8a_0$ 以下 ^{a)}	$5.65\sqrt{S_0}$	$L_0 + 1.5\sqrt{S_0}$ $\sim L_0 + 2.5\sqrt{S_0}$	15 以上	材料の厚さのまま
注 ^{a)} 長方形断面の場合、 $8a_0$ 以下が望ましい。				

図 D.2-14B 号試験片

14B 号試験片の平行部の長さは、できる限り $L_0 + 2\sqrt{S_0}$ とする。

14B 号試験片を管の試験に用いる場合は、平行部の断面は、管から切り取ったままとする。

14B 号試験片のつかみ部の幅を平行部の幅と同一寸法としてもよい。この場合、平行部の長さは、 $L_0 + 3\sqrt{S_0}$ とする。

14B 号試験片の標準寸法は、表 D.2 によるが、適切な板厚範囲ごとに、できる限り寸法をまとめて用いるとよい。

表 D.2-14B 号試験片標準寸法（参考）

単位 mm

厚さ	幅 b_0	原標点距離 L_0	平行部長さ L_c
5.5 を超え 7.5 以下	12.5 ± 0.5	50	80
7.5 を超え 10 以下		60	
10 を超え 13 以下	20 ± 0.7	85	130
13 を超え 19 以下		100	
19 を超え 27 以下	40 ± 0.7	170	265
27 を超え 40 以下		205	

D.2.3.1.2 2号試験片（JIS 独自）

2号試験片の形状及び寸法は、図 D.3 による。

2号試験片は、呼び径（又は対辺距離）が 25 mm 以下の線、線材及び棒に用いる。

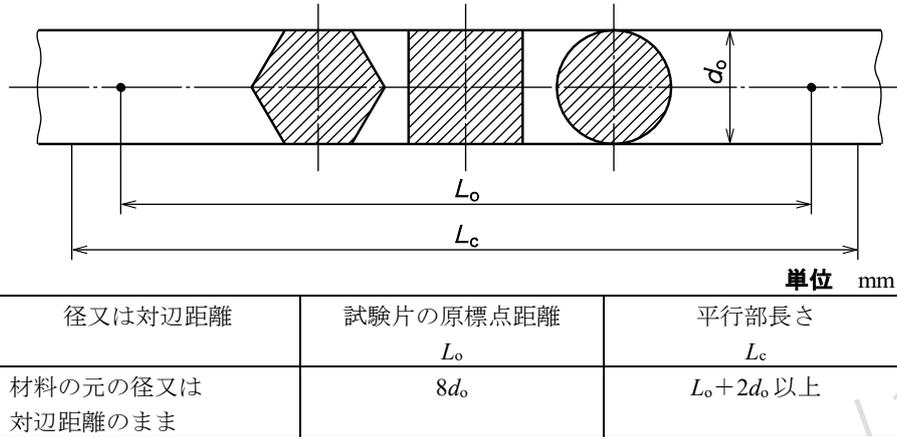


図 D.3-2 号試験片

D.2.3.2 定形試験片

製品規格で規定された場合、定形試験片を用いてもよい。

平行部長さ L_c は、 $L_o + b_o/2$ 以上であることが望ましい。疑義のある場合には、試験機が対応可能で、供試材に十分な寸法がある場合、 $L_c = L_o + 2b_o$ とすることが望ましい。それ以外の場合は、受渡当事者間の協定による。線、線材及び棒の試験片の場合、 b_o に代えて、 d_o を用いる。

典型的な試験片寸法を図 C.1 及び図 D.4～図 D.7 に示す。

D.2.3.2.1 4号試験片 (JIS 独自)

4号試験片の形状及び寸法は、図 D.4 による。

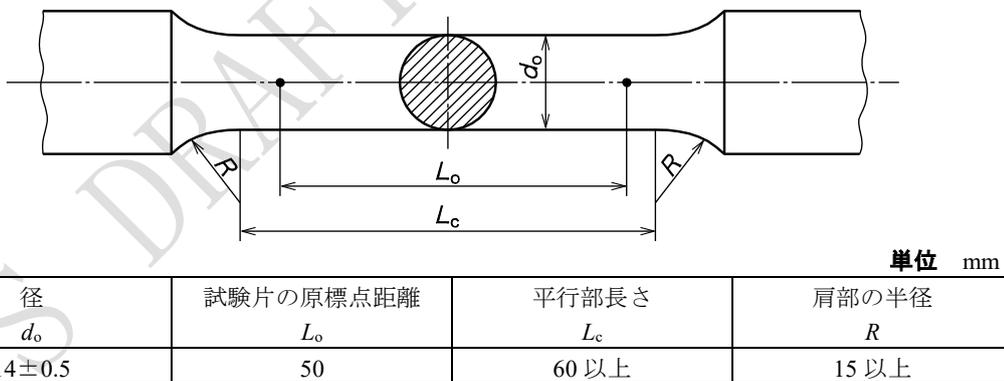


図 D.4-4 号試験片

4号試験片は、平行部を機械仕上げする。

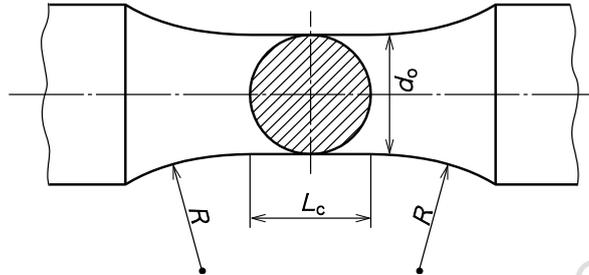
4号試験片は、図 D.4 の寸法によることができない場合には、 $L_o = 4\sqrt{S_o}$ によって平行部の径及び標点距離を定めてもよい。

D.2.3.2.2 8号試験片 (JIS 独自)

8号試験片は、伸び値を必要としない一般鋳鉄品などの引張試験に用いる。

8号試験片の形状及び寸法は、**図 D.5** による。

8号試験片は、**図 D.5** の表に示す寸法に鋳造された供試材から採取する。



単位 mm

試験片の種類	供試材の鋳造寸法 (径)	平行部長さ L_c	径 d_0	肩部の半径 R
8A	約 13	約 8	8	16 以上
8B	約 20	約 12.5	12.5	25 以上
8C	約 30	約 20	20	40 以上
8D	約 45	約 32	32	64 以上

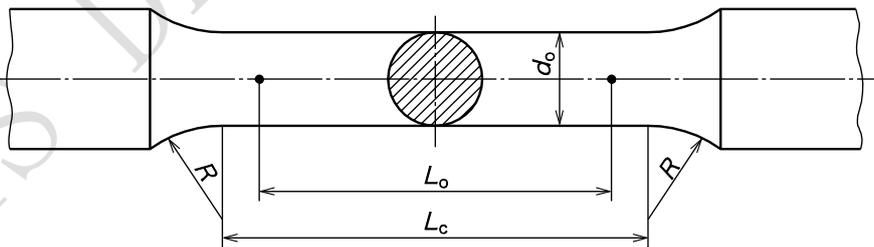
図 D.5—8号試験片

D.2.3.2.3 9号試験片

9号試験片は、**図 C.1** による。

D.2.3.2.4 10号試験片 (JIS 独自)

10号試験片の形状及び寸法は、**図 D.6** による。



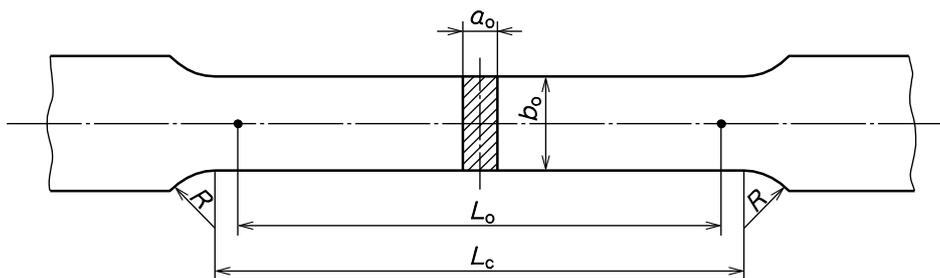
単位 mm

径 d_0	試験片の原標点距離 L_0	平行部長さ L_c	肩部の半径 R
12.5 ± 0.5	50	60 以上	15 以上

図 D.6—10号試験片

D.2.3.2.5 1号試験片

1号試験片の形状及び寸法は、**図 D.7** による。



単位 mm

試験片の種類	幅 b_0	試験片の 原標点距離 L_0	平行部長さ L_c	肩部の半径 R	厚さ a_0
1A	40 ± 0.7	200	220 以上	25 以上	もとの厚さま
1B	25 ± 0.7	200	215 以上	25 以上	もとの厚さま

注記. ISO 6892-1 では、この他に試験片の原標点距離が 80 mm の試験片が規定されている。

図 D.7-1 号試験片

D.2.3.2.6 5号試験片

5号試験片は、B.2による。ただし、肩部の半径は、15 mm 以上とする。

D.2.3.2.7 13号試験片

13号試験片は、B.2による。

D.3 試験片の調製

D.3.1 一般

機械加工した試験片の幅、径又は辺の許容差は、表 D.3 による。

この許容差を適用した例を D.3.2 及び D.3.3 に示す。

D.3.2 機械加工の許容差

原断面積 S_0 の計算に、測定値ではなく呼び寸法を用いる場合には、例えば、呼び径 10 mm に対する $\pm 0.02 \text{ mm}$ は、次に示す二つの寸法の区間の外にあってはならないことを、表 D.3 は、意味している。

- $10 \text{ mm} + 0.02 \text{ mm} = 10.02 \text{ mm}$
- $10 \text{ mm} - 0.02 \text{ mm} = 9.98 \text{ mm}$

D.3.3 寸法変化許容差

表 D.3 の許容差は、D.3.2 の機械加工の条件を満たす呼び径 10 mm の試験片に対して、測定した最小と最大の径との差が 0.04 mm を超えてはならないことを意味している。

したがって、試験片の最小径が 9.99 mm の場合には、最大径は、 $9.99 \text{ mm} + 0.04 \text{ mm} = 10.03 \text{ mm}$ 以下でなければならない。

表 D.3—試験片の断面呼び寸法に関連する許容差

単位 mm			
区分	断面呼び寸法	呼び寸法に対する機械加工の許容差 ^{a)}	寸法変化許容差 ^{ab)}
円形断面をもつ試験片の径 長方形／正方形断面をもつ試験片の四つの辺	≥ 3 ≤ 6	± 0.01	0.03
	> 6 ≤ 10	± 0.02	0.04
	> 10 ≤ 18	± 0.03	0.04
	> 18 ≤ 30	± 0.06	0.05
幅方向の両側だけを機械加工した板状試験片の幅	≥ 3 ≤ 6	± 0.01	0.03
	> 6 ≤ 10	± 0.02	0.04
	> 10 ≤ 18	± 0.03	0.06
	> 18 ≤ 30	± 0.06	0.10
	> 30 ≤ 50	± 0.10	0.10
<p>注^{a)} これらの許容差内であれば、原断面積 S_0 の計算に呼び寸法を用いてもよい。これらの許容差内でない場合には、全ての試験片の寸法を測定しなければならない。</p> <p>注^{b)} 平行部長さ L_c 全長にわたっての試験片断面呼び寸法の最大値と最小値の差。</p>			

D.4 原断面積 S_0 の決定

円形断面及び4面を機械加工したく（矩）形断面の試験片が、表 D.3 に規定された許容値を満たしている場合、原断面積 S_0 の計算に呼び寸法を用いることが可能である。その他の形状の試験片の場合には、各寸法に対して、 $\pm 0.5\%$ 以内の精度の適切な測定結果から計算しなければならない。

附属書 E (規定) 管に使用する試験片の種類

E.1 試験片の形状

試験片には、次の形状が含まれる。

- 管状試験片 (図 14 参照)
- 管のもとの厚さで、管軸方向の円弧状試験片 (図 15 参照) 又は管軸直角方向の板状試験片
- 円形断面棒状試験片 (管壁から採取して、機械加工する。)

機械加工した、管軸方向の円弧状試験片及び管軸直角方向の板状試験片並びに棒状試験片は、厚さが 3 mm 未満の管の場合には、附属書 B に、また、厚さが 3 mm 以上の管の場合には、附属書 D による。管軸方向の試験片は、通常、厚さが 0.5 mm を超える管に適用する。

管軸方向に採取した試験片の平行部は、通常、円弧状断面である。

E.2 試験片の寸法

E.2.1 管状試験片

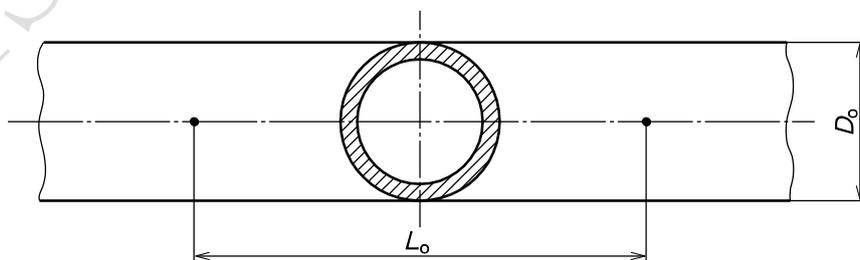
管状試験片の両端に心金を入れてもよい。それぞれの心金と近い側の標点との間隔は、 $D_o/4$ より大きくなければならない。疑義のある場合には、供試材に十分な寸法がある場合、 D_o より大きくなければならない。

試験機のつかみ端から標点の方向に突き出る心金の長さは、 D_o 以下でなければならない。また、その形状は標点距離内の管の変形に影響を及ぼしてはならない。

E.2.1.1 比例試験片 [14C 号試験片 (JIS 独自)]

14C 号試験片の形状及び寸法は、図 E.1 による。14C 号試験片の断面は、管材から切り取ったままとする。14C 号試験片は、つかみ部に心金を入れる。このとき、心金に触れないで変形できる部分の長さは、

$(L_o + \frac{D_o}{2}) \sim (L_o + 2D_o)$ とし、できる限り $(L_o + 2D_o)$ とする。



原標点距離 $L_o = 5.65\sqrt{A}$ (A は試験片の断面積)

図 E.1-14C 号試験片

E.2.1.2 定形試験片 [11号試験片 (JIS 独自)]

11号試験片の形状及び寸法は、図 E.2 による。

11号試験片の平行部の断面は、管材から切り取ったままとし、つかみ部に心金を入れるか又はつち打ちして平片とする。

なお、つかみ部につち打ちして平片とした場合の平行部長さは、100 mm 以上とする。

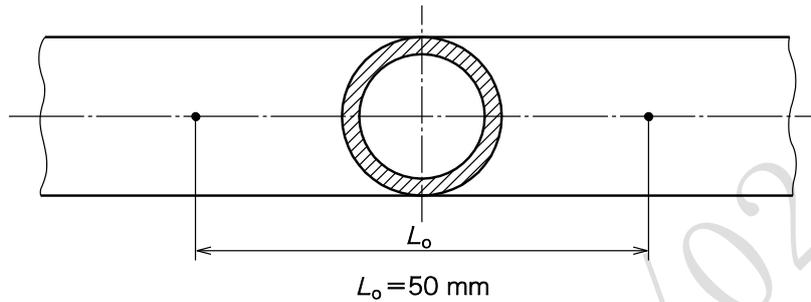


図 E.2—11号試験片

E.2.2 管軸方向の円弧状試験片又は管軸直角方向の板状試験片

管軸方向の円弧状試験片の平行部（長さ L_0 ）の範囲は、へん平加工してはならない。ただし、試験機のつかみ部は、平らにしてもよい。

附属書 B 及び附属書 D で規定していない管軸方向の円弧状試験片又は管軸直角方向の板状試験片の寸法は、製品規格による。

管軸直角方向の板状試験片を平らにする場合には、特に注意を払わなければならない。

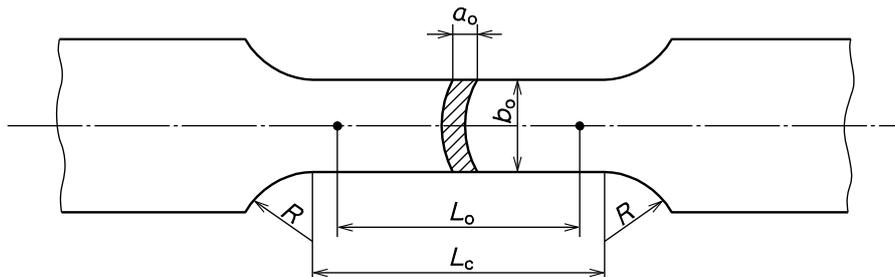
E.2.2.1 比例試験片 [14B号試験片 (JIS 独自)]

14B号試験片は、D.2 による。

E.2.2.2 定形試験片 [12号試験片 (JIS 独自)]

12号試験片の形状及び寸法は、図 E.3 による。

12号試験片の平行部の断面は、管材から切り取ったままの円弧状とする。ただし、試験片のつかみ部は、室温でつち打ちして平片としてもよい。



単位 mm

試験片の種類	幅 b_o	原標点距離 L_o	平行部長さ L_c	肩部の半径 R	厚さ a_o
12A	19±0.7	50	約 60	15 以上	元の厚さのまま
12B	25±0.7	50	約 60	15 以上	元の厚さのまま
12C	38±0.7	50	約 60	15 以上	元の厚さのまま

図 E.3-12 号試験片

E.2.3 円形断面棒状試験片

試験片の採取方法は、製品規格による。

E.3 原断面積 S_o の決定

試験片の S_o は、±1%以内の精度で測定する。

管状試験片又は管軸方向の円弧状若しくは管軸直角方向の板状試験片の平方ミリメートル単位の原断面積 S_o は、試験片の質量、測定した試験片の長さ及び材料の密度から次の式(E.1)によって求めてよい。ただし、管軸方向の円弧状又は管軸直角方向の板状試験片は、試験片全長にわたり、断面形状が等しくなければならない。

$$S_o = \frac{1\,000 \cdot m_o}{\rho \cdot L_t} \dots\dots\dots (E.1)$$

ここで、

m_o : 試験片の質量 (g)

L_t : 試験片の全長 (mm)

ρ : 試験片の材料密度 ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

管軸方向の円弧状試験片の原断面積は、次の式(E.2)によって計算することが望ましい。

$b_o/D_o < 0.25$ の場合、

$$S_o = a_o b_o \left[1 + \frac{b_o^2}{6D_o(D_o - 2a_o)} \right] \dots\dots\dots (E.2)$$

ここで、

a_o : 管の厚さ

b_o : 試験片の平均幅

D_o : 管の外径

管軸方向の円弧状試験片の原断面積は、次の式(E.3)によってもよい。

$$S_o = a_o(D_o - a_o) \sin^{-1} \frac{b_o}{D_o - a_o} \dots\dots\dots (E.3)$$

注記 1 ISO 6892-1 では、次の式によって計算することが規定されている。

$$S_o = \frac{b_o}{4} (D_o^2 - b_o^2)^{1/2} + \frac{D_o^2}{4} \sin^{-1} \left(\frac{b_o}{D_o} \right) - \frac{b_o}{4} [(D_o - 2a_o)^2 - b_o^2]^{1/2} - \left(\frac{D_o - 2a_o}{2} \right)^2 \sin^{-1} \left(\frac{b_o}{D_o - 2a_o} \right)$$

注記 2 ISO 6892-1 では、 $b_o/D_o < 0.25$ の場合に、式(E.2)を、 $b_o/D_o < 0.1$ の場合に、 $S_o = a_o b_o$ を、それぞれ使用することが可能としている。

管状試験片の場合には、次の式(E.4)によって原断面積を求める。

$$S_o = \pi a_o(D_o - a_o) \dots\dots\dots(E.4)$$

JIS DRAFT 2022/02/18

附属書 F (参考)

試験機の剛性を考慮したクロスヘッド変位速度の見積り

式(JA.1)は、試験装置のいかなる弾性変形（フレーム、ロードセル、つかみ部など）も考慮していない。注目する点（例えば、 $R_{p0.2}$ ）における試験片の剛性によって、試験装置のたわみに対する補正を推定することが可能である。注目する点が、弾性領域を超えている場合（例えば、 $R_{p0.2}$ ）、応力-ひずみ曲線の弾性部の試験片剛性を用いると、補正は、著しく過大評価になる。試験装置の剛性は、適用されているつかみ部の構造及び分類も既知でなければならない。構造によっては、つかみ部が、試験中に試験片に食い込むにつれて、試験機の剛性が、実質的に増加する場合がある。試験装置の剛性を注目する点で見積もることが、重要である。

必要に応じて、注目する点の試験片剛性及び注目する点の応力-ひずみ曲線の傾きを用いて、次に示す手順で、試験中の試験装置のたわみを補正したクロスヘッド変位速度を計算する。試験中に適切に計算したことを確認するために、注目する点におけるひずみ速度の結果を確認することが望ましい。

試験中の注目点での、 s^{-1} （秒の逆数）単位の平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_m$ は、次の式(F.1)による（参考文献[39]参照）。

$$\dot{\epsilon}_m = v_c / \left(\frac{m \cdot S_0}{C_M} + L_c \right) \quad \dots\dots\dots (F.1)$$

ここで、
 C_M : 試験装置の剛性 (N/mm)，（例えば、くさび形つかみを使用し、剛性が直線的に変化しない、 $R_{p0.2}$ のような注目する点付近）
 L_c : 試験片の平行部長さ (mm)
 m : 試験の任意の時点での応力-伸び計伸び (%) 曲線の傾き
 （例えば、 $R_{p0.2}$ のような注目する点付近）(MPa)
 S_0 : 原断面積 (mm²)
 v_c : クロスヘッド変位速度 (mm・s⁻¹)

注記 応力-ひずみ曲線の直線的な部分から算出される m 及び C_M の値は、使用不可能である。

式(JA.1)は、試験機の剛性の影響を補償していない（JA.1 参照）。クロスヘッド変位で試験を制御する場合、次の式(F.2)によって得られるクロスヘッド変位速度によって、要求されたひずみ速度のより適切な近似値を実現することが可能である。

$$v_c = \dot{\epsilon}_m \left(\frac{m \cdot S_0}{C_M} + L_c \right) \quad \dots\dots\dots (F.2)$$

式(F.1)及び式(F.2)を使用するためには、使用する試験装置全体（試験機、力計、試験片つかみ構造）の剛性 C_M を知っておく必要がある。参考文献[53]で述べられた、次の手順によって、剛性 C_M の正確な値が与えられる。

試験しようとする材料と同じ形状で、近似した物性の試験片を、既知で一定の遅いクロスヘッド変位速度で試験し、次のパラメータを決定する。

- 注目する点付近の傾き m （応力-ひずみ曲線を用いる）
- 注目する点付近のひずみ速度（伸び計伸び-時間曲線を用いる）

剛性は、次の式(F.3)によって計算することが可能である [式(F.1)又は式(F.2)を変換]。

$$C_M = \frac{m \cdot S_o}{\frac{v_c}{\dot{e}_m} - L_c} \dots\dots\dots(F.3)$$

この手順は、適用する範囲で、不連続な降伏挙動がない材料だけに適用することが望ましい。不連続又は鋸歯状の降伏挙動のある材料では、剛性の知見は、不要である。これは、クロスヘッド変位速度 v_c の計算に、平行部の推定ひずみ速度 \dot{e}_c 及び式(F.2)の代わりに簡略化した式(JA.1) (JA.1 参照) を用いることが望ましいからである。

JIS DRAFT 2022/02/18

附属書 G
(規定)

軸引張試験による金属材料の弾性係数の測定

(対応国際規格の記載を不採用とした。)

JIS DRAFT 2022/02/18

附属書 H (参考)

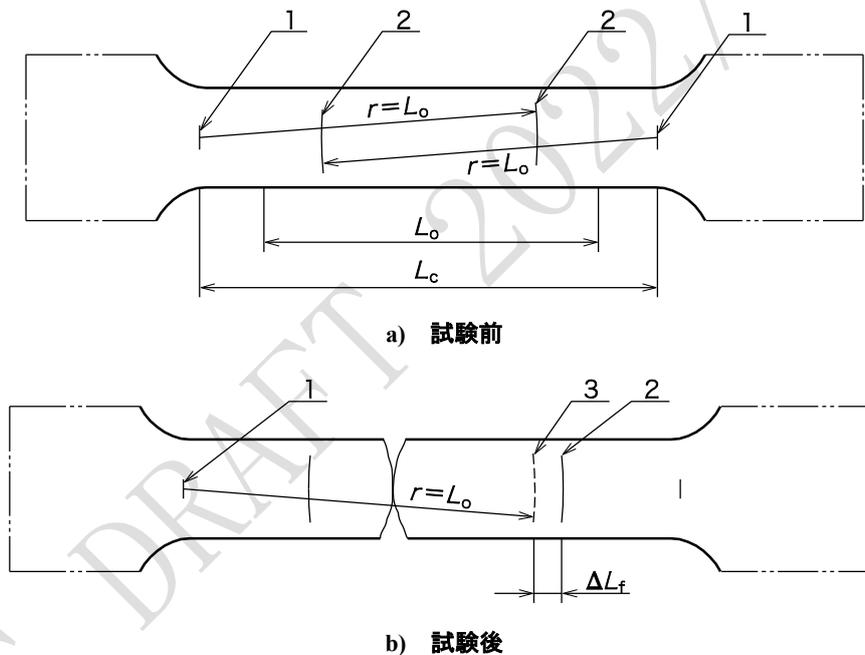
規定値が 5 %未満の破断伸び (%) の測定

破断伸び (%) の規定値が 5 %未満の材料の測定を行う場合には、事前の対策をとることが望ましい。

推奨方法の一つを次に示す。

試験前に、平行部の両端に微小なしるしを一つずつ付けることが望ましい。原標点距離に合わせたコンパス (needle-pointed dividers) を使用して、先のしるしを中心にしてそれぞれ弧をけがく。破断後、破断した試験片を治具に置き、できれば、ねじを利用して軸方向に圧縮力を加えながら突き合わせ、測定中これらの試験片をしっかりと固定する。破断位置に近い側の最初の平行部の端のしるしから、同じ半径で、二つ目の弧をけがき、二つの弧の距離を顕微鏡又は適切な測定装置を用いて測定する。けがき線を見やすくするために、試験前に試験片に染料フィルムをはり付けてもよい。

注記 他の測定方法を 20.3 に規定している (伸び計を用いて測定する方法)。



記号説明

- L_o : 原標点距離
- L_c : 平行部長さ
- ΔL_f : 破断時の伸び
- r : 平行部の端のしるしを基点としてけがく円弧の半径 ($r=L_o$)
- 1 : 平行部の端に付けるしるし
- 2 : 平行部の端のしるしを基点として原標点距離に合わせたコンパスでけがく円弧
- 3 : 破断後、平行部の端のしるしを基点として原標点距離に合わせたコンパスでけがく円弧

図 H.1—規定値が 5 %未満の破断伸び (%) の測定方法例

附属書 I (参考)

原標点距離を分割して破断伸び (%) を測定する方法

試験片の破断位置が、20.4 の条件を外れるが、標点間でネッキングが起こる現象によって、試験が無効になることを避けるために、受渡当事者間の協定によって、適用してもよい事項を示す。

- a) 試験前に、原標点距離 L_0 を 5 mm (推奨) ~ 10 mm の間の適切な長さに N 等分する。
- b) 試験後、破断した試験片の短い方の標点を X とする。破断位置から、X と同じ距離にある破断した試験片の長い側の位置を Y とする。

n を、X と Y との間の等分目盛の数として、破断伸びは、次によって求める。

- 1) $N-n$ が偶数の場合 [図 I.1 a) 参照] は、X と Y との距離 l_{XY} 及び Y と目盛線 Z との距離 l_{YZ} を測定する。目盛線 Z は、Y から $(N-n)/2$ の位置。

破断伸び (%) は、式(I.1)による。

$$A = \frac{l_{XY} + 2l_{YZ} - L_0}{L_0} \times 100 \quad \text{..... (I.1)}$$

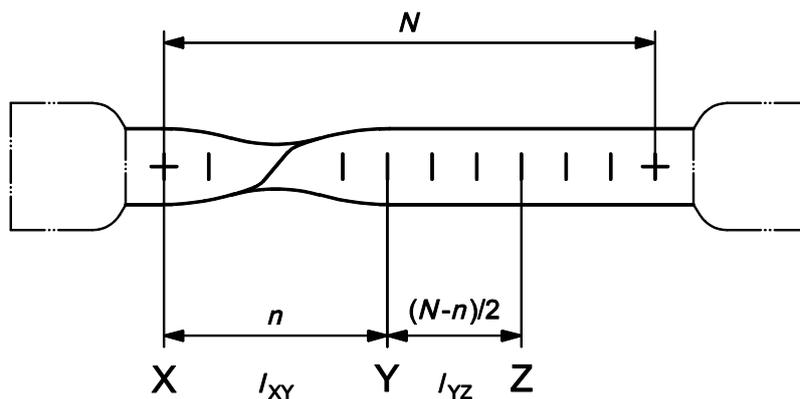
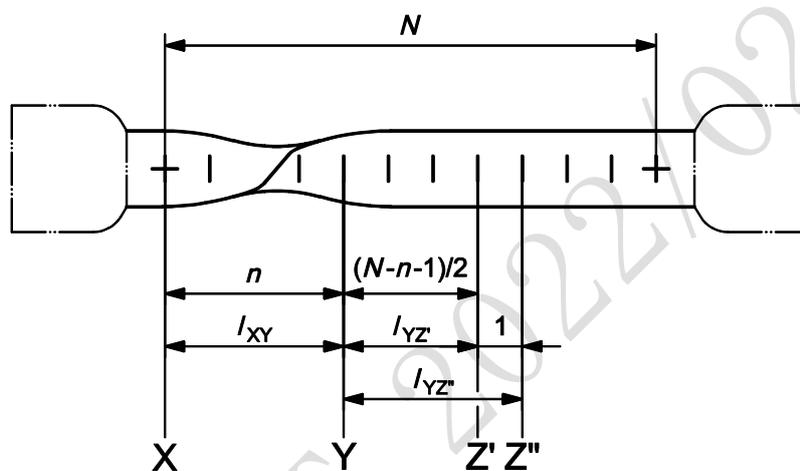
- 2) $N-n$ が奇数の場合 [図 I.1 b) 参照] は、X と Y との距離 l_{XY} 、Y と目盛線 Z' との距離 $l_{YZ'}$ 及び Y と Z'' との距離 $l_{YZ''}$ を測定する。Z' 及び Z'' の位置は、次による。

目盛線 Z' は、Y から $(N-n-1)/2$ の位置。

目盛線 Z'' は、Y から $(N-n+1)/2$ の位置。

破断伸び (%) は、式(I.2)によって求める。

$$A = \frac{l_{XY} + l_{YZ'} + l_{YZ''} - L_0}{L_0} \times 100 \quad \text{..... (I.2)}$$

a) $N-n$ が偶数の場合b) $N-n$ が奇数の場合**記号説明**

n : X と Y との間の目盛の数

N : 等分目盛の数

X : 破断した試験片の長さの短い側の標点

Y : 破断した試験片の長さの長い側の標点

Z, Z', Z'' : 目盛線

注記 試験片のつかみ部の形状は、参考である。

図 I.1—破断伸び (%) の測定例

附属書 J (参考)

棒、線材及び線のネッキングを伴わない場合の塑性伸び (%) の測定

棒、線材及び線のネッキングを伴わない場合の塑性伸び (%) の測定について、破断した試験片の長い側に対して行う方法を示す。

試験前の標点間に連続する 2 点間の距離が、初期標点距離の何分の一かになるように、等間隔のしるしを付け、この間隔を L_0 とする。 L_0 は、 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 以内の精度でしるしを付けることが望ましい。破断後の最終標点距離 L_u の測定は、破断後の試験片に付けたしるし間の最も長い部位で行い、 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 以内の精度で行う。

測定を有効なものとするために、次の条件を満たすことが望ましい。

- a) 測定領域は、破断位置から少なくとも $5d_0$ 以上離れている。また、少なくともつかみから、 $2.5d_0$ 以上離れている。
- b) 測定した最終標点距離は、少なくとも製品規格で規定する規定値以上である。

ネッキングを伴わない塑性伸び (%) の計算は次の式(J.1)によって行う。

$$A_{wn} = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots (J.1)$$

注記 多くの金属材料では、最大試験力は、ネッキングを開始する領域で生じる。そのため、これらの材料の A_g 及び A_{wn} に対する試験力は、ほぼ等しい。大きな差異を示すのは、2 回圧延を行ったぶりきのように、大きい冷間加工を受けた材料若しくは放射線の照射を受けた構造用鋼、又は高温で行った試験などである。

附属書 K (参考) 不確かさの見積もり

K.1 一般

この附属書では、この規格に従って測定した値の不確かさを見積もる手順の指針を示す。不確かさへの寄与は、材料と独立しているもの (material independent) と材料に依存したものがあるため、この試験方法に対する不確かさの完全な記述を示すことは不可能である。ISO/IEC Guide 98-3 [4]は、種々の要因による不確かさを集大成する厳密な統計手法に基づいた、90 ページを超える包括的文書である。その複雑さから、多くの組織が単純化した文書を作成するための原動力となっている (NIS 80[15], NIS 3003[16]及び参考文献[23]を参照)。これらの文書は、全て、不確かさバジェット (uncertainty budget) の概念に基づいて測定の不確かさを見積もる指針である。詳細は、EN 10291[11]及び参考文献[24]を参照。不確かさの評価に関する追加情報は、参考文献[25]及び参考文献[26]が利用可能である。ここで示す測定の不確かさは、材料の不均一さから生じるばらつき、例えば、一つのバッチ、押出し又は圧延コイルの先端及び後端の形状、鑄造の異なる位置などについては、述べていない。ここでの不確かさは、理想的に均一な材料に対して、異なる試験、異なる試験機、及び異なる試験室から得られる結果のばらつきによるものである。次では、様々な影響について説明し、不確かさを決定するための指針を示す。

なお、表 K.2～表 K.4 で用いられる再現性の値は、ISO/IEC Guide 98-3 [4]に従った範囲の半分であり、マイナス側及びプラス側にばらつきの許容値があると理解するとよい。

見積もった不確かさを、製品規格の規定値に組み合わせて、合否を判定するために用いてはならない(簡条 23 参照)。

K.2 不確かさの見積もり

K.2.1 一般

パラメータである標準不確かさ u は、二つの方法で見積もることが可能である。

K.2.2 タイプ A—繰り返し測定による方法

$$u = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(K.1)}$$

ここで、

s : 測定値の標準偏差
 n : 測定の数。測定は、通常の状態で行われ、平均値が結果として報告される。

K.2.3 タイプ B—校正証明書又は許容値のような他の情報による方法

この場合は、真値は、規定された範囲内で均等に存在するため、く形又は一様分布で示される。標準不確かさは、次の式(K.2)による。

$$u = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \text{.....(K.2)}$$

ここで、

a : その量が存在すると仮定される区間の幅の半分

多くの場合、量 y の見積もりは、他の量の測定を含んでいる。 y の不確かさを見積もるには、これら全ての測定の不確かさの成分を考慮しなければならない。これは、合成不確かさ (combined uncertainty) とし

て知られている。単純に一連の測定値 x_1, x_2, \dots, x_n を加算又は減算する場合には、 y の合成不確かさ $u(y)$ は、次の式(K.3)による。

$$u(y) = \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2 + \dots + u(x_n)^2} \dots\dots\dots (K.3)$$

ここで、 $u(x_1)$: パラメータ x_1 の不確かさなど

K.3 試験結果の不確かさに影響を及ぼす装置のパラメータ

引張試験で得られる結果の不確かさには、使用した装置の構成要素を含む。種々の試験結果は、それらを測定した方法に起因する異なる不確かさ成分を含んでいる。引張試験で測定するいくつかの一般的な材料特性に対して、装置の不確かさ成分として考慮するのが望ましいものを、表 K.1 に示す。ある特性の試験結果は、他の特性より小さい不確かさで測定することが可能である。例えば、上降伏応力 R_{eH} は、試験力及び試験片の断面積の測定の不確かさだけに依存するが、一方、耐力 R_p は、試験力、伸び計伸び、標点距離、試験片の断面積及び他のパラメータに依存する。また、絞り Z の場合には、試験片の破断前後の断面積の測定の不確かさを考慮する必要がある。

表 K.1—測定装置に起因する試験結果に対する不確かさの寄与

パラメータ	試験結果					
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	R_p	A	Z
試験力	X	X	X	X	—	—
伸び計伸び	—	—	—	X	X	—
標点距離	—	—	—	X	X	—
S_o	X	X	X	X	—	X
S_u	—	—	—	—	—	X
記号説明						
X : 該当する						
— : 該当しない						

表 K.1 に示される試験結果の不確かさは、測定に用いた装置の校正証明書から求めてもよい。例えば、試験力というパラメータに対する標準不確かさは、使用した試験機が 1.4 % の認証された不確かさをもっている場合、 $(1.4/2) \%$ 又は 0.70 % となる。引張試験機及び伸び計に対する等級 1 級が、必ずしも不確かさ 1 % を保証しているものではないことに注意することが望ましい。これらの不確かさは、かなり大きい場合又は小さい場合がある（例えば、試験力は、JIS B 7721 参照。）ので、装置の校正証明書を参考にすることが望ましい。異なる環境条件下において、校正及び使用してからの装置のドリフトによる不確かさへの寄与も、考慮することが望ましい。

試験力及び伸びの測定における不確かさを考慮して、式(K.3)に従って計算例を進めると、 R_{eH} 、 R_{eL} 、 R_m 及び A は、平方和の平方根として、次のようになる。

$$\sqrt{\left(\frac{1.4}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{0.70^2 + 0.58^2} = 0.91$$

耐力 R_p の不確かさを見積もる場合には、測定装置の等級から求めた標準不確かさ成分の合計を単純に適用することは不適切で、試験力—伸び計伸び曲線を調べなければならない。例えば、不確かさを測定する伸びの範囲全体で試験力の変化がないような試験力—伸び計伸び曲線上で R_p を測定する場合には、伸び計伸びの測定装置に起因する試験力の不確かさは、僅かである。一方、伸び計伸びに対して試験力が大きく変化するような試験力—伸び計伸び曲線上のある点で R_p を測定する場合には、報告される試験力の不確かさは、試験装置の等級による不確かさ成分よりも、かなり大きなものとなる場合がある。また、応力—伸

び計伸び曲線 (%) が、その弾性範囲内で理想的な直線でない場合に、弾性部分の傾き (m_E) を求めると、 R_p の結果に影響を及ぼす場合がある。

表 K.2—測定装置に起因する試験結果に対する不確かさの寄与の例

パラメータ	試験結果 ^{a)}				
	R_{eH}	R_{eL}	R_m	A	Z
試験力	1.4	1.4	1.4	—	—
伸び計伸び	—	—	—	1.4	—
標点距離 L_c, L_o	—	—	—	1	—
S_o	1	1	1	—	1
S_u	—	—	—	—	2

注 ^{a)} 数値は、あくまで参考である。

パーセント単位の Z の合成不確かさ u_Z は、次の式(K.4)による。

$$u_Z = \sqrt{\left(\frac{a_{S_o}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{a_{S_u}}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{0.577^2 + 1.155^2} \dots\dots(K.4)$$

$$= \sqrt{0.33 + 1.33} = 1.29$$

同様の手順で求めたそれぞれの試験結果の合成標準不確かさの例を表 K.3 に示す。

表 K.3—合成標準不確かさの例

それぞれのパラメータの合成標準不確かさ				
R_{eH}	R_{eL}	R_m	A	Z
0.91	0.91	0.91	0.91	1.29

ISO/IEC Guide 98-3[4]に従って、総合拡張不確かさは、包含係数 k を合成標準不確かさに乗じることによって求める。95 %の信頼限界に対しては、 $k=2$ である。

表 K.4—信頼水準 95 % ($k=2$) の例 (表 K.3 に基づく)

信頼水準 95 % ($k=2$) のそれぞれのパラメータ				
R_{eH}	R_{eL}	R_m	A	Z
1.82	1.82	1.82	1.82	2.58

同じ単位の不確かさ成分だけが、この計算で示したように加算することが可能である。引張試験に関する測定の不確かさのさらなる詳細な情報は、CWA 15261-2[9]及び参考文献[27]を参照する。

特定の材料試験に関して、定期的に計画的な標本試験 (sample test) 及び結果の標準偏差を記録することが強く推奨される。長期間の標本試験から得られたデータの標準偏差は、試験の不確かさが、予想される範囲内かどうかを示すよい指標となる可能性がある。

K.4 材料及び／又は試験手順によるパラメータ

引張試験によって得られる試験結果の精度は、試験する材料、試験機、試験手順及び求めようとする材

料の特性を計算するために使用する方法に依存する。理想的には、次の全ての因子を考慮することが望ましい。

- a) 試験温度
- b) 試験速度
- c) 試験片の形状及び加工方法
- d) 試験片のつかみ方法及び試験力の軸からのずれ
- e) 試験機の特性（剛性、駆動方式及び制御モード）
- f) 引張特性の測定をする作業者及びソフトウェアによる誤差
- g) 伸び計の据付け構造

これらの因子の影響は、固有の材料挙動に依存し、決まった値にすることは不可能である。影響が分かっている場合には、**K.3** で示すように、不確かさの計算の考慮に入れることが可能である。測定の拡張不確かさの見積もりに、不確かさの追加因子が含まれることがありえる。これは、次の手順で行うことが可能である。

- h) 使用者は、測定する試験の特性に直接又は間接に影響する可能性がある全ての因子を識別しなければならない。
- i) それらの相対的な寄与は、試験する材料及び特別な試験条件によって変化する場合がある。寄与する可能性のある不確かさの因子のリストをそれぞれの試験所が準備し、結果への影響を見積もることを奨めている。有意な影響が認められた場合には、その不確かさ u_i は、計算に含めなければならない。不確かさ u_i は、測定値に対する因子 i の不確かさであり、式(K.3)によって百分率で決められる値である。 u_i に対する特定の因子の分布形状（正規、く形など）を特定しなければならない。次に、結果に対する標準偏差の影響を求めなければならない。これが標準不確かさである。

工業試験所 (industrial laboratories) と近い条件で測定される結果の総合不確かさ (overall uncertainty) は、室間試験によって求めてもよい。ただし、これらの試験は、試験方法による不確かさから材料の不均一性に関する影響を分離していない。

適切な標準試験片 (suitable reference material) が利用できるようになり、それが、現時点では、定量化の難しいつかみ及び曲がりの影響を含んだ所定の試験機の測定の不確かさの見積もりの有効な手段を提供することは、高く評価されるだろう。標準試験片の例として、IRMM から供給される BCR-661 (Nimonic 75)²⁾がある。

注²⁾ この情報は、この規格の利用者の便宜のために与えられたものであり、ISO によって製品名称を制定したものではない。同様な結果が示される場合、等価製品を用いてもよい。

代替法として、品質管理の目的で、ばらつきの小さい材料（非認証標準試験片：non-certified reference material）による定期的な所内点検試験を実施することが望ましい（参考文献[28]参照）。

標準試験片を使用することなしに正確な不確かさの値を求めることが、非常に難しい例がいくつかある。信頼性の高い不確かさの値が重要とされる場合には、測定の不確かさを確認するために、標準試験片又は非認証標準試験片を使用することが望ましい。使用できる標準試験片がない場合には、適切な相互比較実験が必要である（参考文献[21]及び参考文献[30]参照）。

附属書 JA (規定)

ひずみ速度に基づいた試験方法 (試験方法 2)

JA.1 一般

ひずみ速度に基づいた試験方法は、ひずみ速度に影響を受けるパラメータが測定される瞬間の試験速度の変動を最小にし、その試験結果の測定の不確かさを最小にすることを意図している。

ここでは、異なる二種類のひずみ速度に基づく制御について規定する。

- 一 ひずみ速度に基づく試験方法のうち、閉ループは、伸び計から得られたフィードバックに基づいて、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ 自体を制御することを含む。
- 一 ひずみ速度に基づく試験方法のうち、開ループは、平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ の制御を含む。平行部の推定ひずみ速度の制御は、必要なひずみ速度に平行部長さを掛けることによって計算されたクロスヘッド変位速度を使用することによって達成される [式(JA.1)参照]。

注記 1 開ループの、より厳密なひずみ速度推定手順を**附属書 F**に示している。

速度制御に適用するひずみ速度を計算するための時間間隔は、0.1 秒より長くすることが望ましい。

注記 2 ひずみ速度を計算するための時間間隔が長くなると、速度変化が制御に十分反映されない結果になるので、注意が必要である。逆に時間間隔が短いと、その時間内で標点間の長さ変化が伸び計で捉えられない可能性がある。この時間間隔で変化する標点間長さが試験速度制御に用いる伸び測定装置の精度で十分に捉えられることを考慮して、時間を決定するのがよいことを意味している。

注記 3 試験方法 2 には、通常、精度が 0.1 μm 以下の伸び計が用いられる。

材料が不連続な降伏を示さず、試験力がほぼ一定値を維持する場合、ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ と平行部の推定ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ とはほぼ等しくなる。材料が不連続又は鋸歯状の降伏を示す場合 (例えば、降伏伸び域での一部の鋼及び Al-Mg 合金、又は Portevin-Le Chatelier のような鋸歯状の降伏を示す材料)、又はネッキングを起こす場合は、差異が存在する。試験力が増加すると、ひずみ速度 [式(JA.1)]によってクロスヘッド変位速度を計算した場合は、試験機の剛性 (compliance) のため、目標ひずみ速度を下回る可能性がある。

試験速度は、次の要求事項に適合しなければならない。

- a) 特に指定のない限り、予想される降伏応力の 1/2 の応力までは、任意の試験速度を適用してよい。この範囲を超えて、 R_{eH} 、 R_p 、 R_t を測定するには、指定されたひずみ速度 $\dot{\epsilon}_{L_e}$ (又は開ループの場合はクロスヘッド変位速度 v_c) を適用する。この範囲では、引張試験機の剛性の影響を除去するために、試験片に取り付けた伸び計によってひずみ速度を正確に制御することが必要である。ひずみ速度によって試験機が制御できない場合には、ひずみ速度に基づく試験方法のうち、開ループ (平行部の推定ひずみ速度を用いる方法) を使用してもよい。

注記 4 予想される降伏応力は、製品規格で規定された下限値を適用することが可能である。

- b) 不連続降伏中は、平行部の推定ひずみ速度 (3.7.2 参照) を適用することが望ましい。この範囲では、伸び計標点距離の外側で局所的な降伏 (local yielding) が発生する可能性があるため、試験片にクランプされた伸び計を使用して、ひずみ速度を制御することは不可能である。この範囲では、クロスヘッ

ド変位速度 v_c (3.7.3 参照) (開ループ) を一定に保つことによって、平行部の推定ひずみ速度を規定内に十分正確に維持してもよい。

$$v_c = L_c \dot{e}_{L_c} \dots\dots\dots (JA.1)$$

ここで、 \dot{e}_{L_c} : 平行部の推定ひずみ速度
 L_c : 平行部長さ

c) R_p 又は R_t 若しくは降伏の終了 (3.7.2 参照) 以降は、 e_{L_c} 又は e_{L_c} を適用することが可能である。伸び計標点距離の外側でネッキングが発生する場合に起こるかもしれない制御上の問題を回避するために、 e_{L_c} を適用することが望ましい。

JA.2～JA.4 に関連した特性値を測定する間、JA.2～JA.4 に規定したひずみ速度を維持しなければならない (図 9 参照)。ただし、速度切り替えによる非定常部は除く。また、ひずみ速度 \dot{e}_{L_c} が規定値を外れても、クロスヘッド変位速度 v_c の変化がなければ、その試験は、有効としてもよい。

他のひずみ速度又は他の制御モードに切り替えるときには、 R_m 、 A_g 又は A_{gt} の値に影響してしまうような応力曲線の不連続が生じないことが望ましい (図 10 参照)。この影響は、速度を適切に徐々に切り替えることによって、軽減することが可能である。

加工硬化域での応力-伸び計伸び曲線の形状も、ひずみ速度に影響される。適用する試験速度を報告することが可能である (10.3.1 参照)。

JA.2 上降伏応力 R_{eH} 、又は耐力パラメータ R_p 及び R_t の測定のためのひずみ速度

ひずみ速度 \dot{e}_{L_c} は、 R_{eH} 、若しくは R_p 又は R_t の測定までの間、できる限り、一定値にしなければならない。これらの特性値を測定する間、ひずみ速度 \dot{e}_{L_c} は、次に規定する範囲のいずれかとしなければならない (図 9 参照)。

範囲 1 : $\dot{e}_{L_c} = (0.000\ 07 \pm 0.000\ 014) \text{ s}^{-1}$

範囲 2 : $\dot{e}_{L_c} = (0.000\ 25 \pm 0.000\ 05) \text{ s}^{-1}$ (他に規定がない場合、推奨)

試験機がひずみ速度を直接制御できない場合は、開ループを適用しなければならない。

JA.3 下降伏応力 R_{eL} 及び降伏伸び A_e 測定のためのひずみ速度

上降伏応力が現れた後 (A.3.2 参照)、平行部の推定ひずみ速度 \dot{e}_{L_c} は、不連続な降伏が終わるまで、次に規定する範囲のいずれかとしなければならない (図 9 参照)。

範囲 2 : $\dot{e}_{L_c} = (0.000\ 25 \pm 0.000\ 05) \text{ s}^{-1}$ (他に規定がない場合、推奨)

範囲 3 : $\dot{e}_{L_c} = (0.002 \pm 0.000\ 4) \text{ s}^{-1}$

JA.4 引張強さ R_m 、破断伸び (%) A 、最大試験力時全伸び (%) A_{gt} 、最大試験力時塑性伸び (%) A_g 及び絞り Z 測定のためのひずみ速度

要求された降伏応力又は耐力の測定の後、平行部の推定ひずみ速度 \dot{e}_{L_c} は、次に規定する範囲のいずれかとしなければならない (図 9 参照)。

範囲 2 : $\dot{\epsilon}_{L_c} = (0.000\ 25 \pm 0.000\ 05) \text{ s}^{-1}$

範囲 3 : $\dot{\epsilon}_{L_c} = (0.002 \pm 0.000\ 4) \text{ s}^{-1}$

範囲 4 : $\dot{\epsilon}_{L_c} = (0.006\ 7 \pm 0.001\ 33) \text{ s}^{-1}$ [(0.4±0.08) min⁻¹] (他に規定がない場合, 推奨)

引張強さを測定するためだけに、試験を行う場合には、平行部の推定ひずみ速度として、範囲 3 又は範囲 4 を試験全体に適用してもよい。

JIS DRAFT 2022/02/18

附属書 JB (参考)

試験片断面積の算出に必要な測定箇所数

JB.1 試験片平行部の原断面積の求め方

箇条 7 では、“試験片の各寸法は、平行部内の標点の間で、長手方向に直角に、十分な箇所数を測定するのがよい。”と規定している。通常、標点間の両端部及び中央部の 3 か所の測定値の平均から求めている。ただし、附属書 E に規定する管状試験片の場合は、試験片端部の測定によって求める。

JB.2 試験片平行部の寸法測定を 1 か所とする考え方

試験片平行部及び、機械加工を行わない試験片の場合は、つかみ間の断面積が、全長にわたって均一で、断面積変化（最大値－最小値）が 0.5 % 以内であることが十分管理されている場合、寸法の長手方向測定箇所を 1 か所としてもよい。個々の寸法については、表 JB.1～表 JB.3 の許容差を超えないように十分管理されている場合、寸法の長手方向測定箇所を 1 か所としてもよい。

表 JB.1—試験片の寸法許容差（円形断面試験片）

単位 mm	
呼び径	許容差
10 以上 12 未満	±0.025
12 以上 16 未満	±0.03
16 以上	±0.04

表 JB.2—試験片の寸法許容差（厚さ 6 mm 未満の長方形断面試験片）

単位 mm		単位 mm	
呼び厚さ	許容差	呼び幅	許容差
0.6 以上 1.2 未満	±0.002	12.5 以上 25 未満	±0.02
1.2 以上 2.5 未満	±0.004	25 以上	±0.04
2.5 以上 6 未満	±0.01		

表 JB.3—試験片の寸法許容差（厚さ 6 mm 以上の長方形断面試験片）

単位 mm		単位 mm	
呼び厚さ	許容差	呼び幅	許容差
6 以上 12 未満	±0.02	25 以上 40 未満	±0.05
12 以上 20 未満	±0.04	40 以上	±0.10
20 以上	±0.05		

附属書 JC
(参考)

試験片－試験片番号及びその概要

表 JC.1－試験片番号とその概要

試験片番号		JIS 独自	試験片 形状	比例/定形 の別	対応する 附属書	備考
1号	1A	—	板状	定形	D.2.3.2.5	ISO 規格では、他に試験片幅 20 mm, 原標点距離 80 mm の試験片が規定されている。
	1B	—	板状	定形		
2号		○	棒状	比例	D.2.3.1.2	—
4号		○	棒状	定形	D.2.3.2.1	—
5号		—	板状	定形	B (D.2.3.2.6)	ISO 規格の Table B.1 の Test piece type 3 に相当
8号	8A	○	棒状	定形	D.2.3.2.2	—
	8B	○	棒状	定形		
	8C	○	棒状	定形		
	8D	○	棒状	定形		
9号	9A	—	棒状	定形	C (D.2.3.2.3)	—
	9B	—	棒状	定形		
10号		○	棒状	定形	D.2.3.2.4	—
11号		○	管状	定形	E.2.1.2	—
12号	12A	○	板状	定形	E.2.2.2	管軸方向の試験片は、円弧状
	12B	○	板状	定形		
	12C	○	板状	定形		
13号	13A	—	板状	定形	B (D.2.3.2.7)	ISO 規格の Table B.1 の Test piece type 1 に相当
	13B	—	板状	定形		ISO 規格の Table B.1 の Test piece type 2 に相当
14号	14A	○	棒状	比例	D.2.3.1.1	—
	14B	○	板状	比例	D.2.3.1.1 E.2.2.1	管軸方向の試験片は、円弧状
	14C	○	管状	比例	E.2.1.1	—

参考文献

- [1] **ISO 3183**, Petroleum and natural gas industries — Steel pipe for pipeline transportation systems
- [2] **ISO 11960**, Petroleum and natural gas industries — Steel pipes for use as casing or tubing for wells
- [3] **ISO/TR 25679:2005**, Mechanical testing of metals — Symbols and definitions in published standards
- [4] **ISO/IEC Guide 98-3**, Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)
- [5] **ISO/TTA 2**, Tensile tests for discontinuously reinforced metal matrix composites at ambient temperatures
- [6] **ASTM A370**, Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
- [7] **ASTM E8/E8M**, Standard test methods for tension testing of metallic materials
- [8] **ASTM E1012**, Standard practice for verification of test frame and specimen alignment under tensile and compressive axial force application
- [9] **CWA 15261-2:2005**, Measurement uncertainties in mechanical tests on metallic materials— Part 2: The evaluation of uncertainties in tensile testing
- [10] **DIN 50125**, Testing of metallic materials — Tensile test pieces
- [11] **EN 10291**, Metallic materials — Uniaxial creep testing in tension — Methods of test
- [12] **GB/T 228**, Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature
- [13] **IACS W2** Test specimens and mechanical testing procedures for materials. In: Requirements concerning materials and welding, pp. W2-1 to W2-10. International Association of Classification Societies, London, 2003. Available (2008-06-26) at: http://www.iacs.org.uk/document/public/publications/unified_requirements/pdf/ur_w_pdf159.pdf
- [14] **JIS G 0416** 鋼及び鋼製品—機械試験用供試材及び試験片の採取位置並びに調製
- [15] **NIS 80:1994**, Guide to the expression of uncertainty in testing
- [16] **NIS 3003:1995**. The expression of uncertainty and confidence in measurement
- [17] Dean G.D., Loveday M.S., Cooper P.M., Read B.E., Roebuck B., Morrell R. Aspects of modulus measurement. In: Dyson, B.G., Loveday, M.S., Gee, M.G., editors. Materials metrology and standards for structural performance, pp. 150-209. Chapman & Hall, London, 1995
- [18] Roebuck B., Lord J.D., Cooper P.M., McCartney L.N., Data acquisition and analysis of tensile properties for metal matrix composites. *J. Test. Eval.* 1994, **22** (1) pp. 63–69
- [19] Sonne H.M., Hesse B. B. Determination of Young's modulus on steel sheet by computerised tensile test — Comparison of different evaluation concepts. In: Proceedings of Werkstoffprüfung [Materials testing] 1993. DVM, Berlin
- [20] Aegerter J., Keller S., Wieser D. Prüfvorschrift zur Durchführung und Auswertung des Zugversuches für Al-Werkstoffe [Test procedure for the accomplishment and evaluation of the tensile test for aluminium and aluminium alloys], In: Proceedings of Werkstoffprüfung [Materials testing] 2003, pp. 139-150. Stahleisen, Düsseldorf
- [21] Rides M., Lord J. TENSTAND final report: Computer-controlled tensile testing according to EN 10002-1: Results of a comparison test programme to validate a proposal for an amendment of the standard. National Physical Laboratory, Teddington, 2005
- [22] Lord J., Loveday M.S., Rides M., McEntaggart I. TENSTAND WP2 final report: Digital tensile software evaluation: Computer-controlled tensile testing machines validation of European Standard EN 10002-1.

- National Physical Laboratory, Teddington, 2005, 68 p. Available at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/3224/>
- [23] Taylor B.N., Kuyatt C.E. Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results. NIST, Gaithersburg, MD, 1994. 25 p. (NIST Technical Note 1297.) Available (2009-07-23) at: <http://physics.nist.gov/Pubs/guidelines/TN1297/tn1297s.pdf>
- [24] Loveday M.S. Room temperature tensile testing: A method for estimating uncertainty of measurement. National Physical Laboratory, Teddington, 1999. [Measurement note CMMT (MN) 048.] Available (2009-07-23) at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/2438/>
- [25] Bell S.A. 1999) A beginner's guide to uncertainty of measurement, 2nd edition. National Physical Laboratory, Teddington, 2001. 41 p. (Measurement Good Practice Guide, No. 11.) Available (2009-07-31) at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/1568/>
- [26] Birch K. Estimating uncertainties in testing. National Physical Laboratory, Teddington, 2001. (Measurement Good Practice Guide, No. 36.) Available (2009-07-23) at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/2022/>
- [27] Kandil F.A., Lord J.D., Bullough C.K., Georgsson P., Legendre L., Money G. et al. The UNCERT manual of codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials [CD-ROM]. EC, Brussels
- [28] Sonne H.M., Knauf G., Schmidt-Zinges J. Überlegungen zur Überprüfung von Zugprüfmaschinen mittels Referenzmaterial [Considerations on the examination of course test equipment by means of reference material]. In: Proceedings of Werkstoffprüfung [Materials testing] 1996. Bad Nauheim. DVM, Berlin
- [29] Ingelbrecht C.D., Loveday M.S., The certification of ambient temperature tensile properties of a reference material for tensile testing according to EN 10002-1: CRM 661. EC, Brussels, 2000. (BCR Report EUR 19589 EN.)
- [30] Li H.-P., Zhou X. New Consideration on the uncertainty evaluation with measured values of steel sheet in tensile testing. In: Metallurgical analysis, 12th Annual Conference of Analysis Test of Chinese Society for Metals, 2004
- [31] Klingelhöffer H., Ledworuski S., Brookes S., May T. Computer controlled tensile testing according to **EN 10002-1** — Results of a comparison test programme to validate a proposal for an amendment of the standard — Final report of the European project TENSTAND — Work Package 4. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, 2005. 44 p. (Forschungsbericht [Technical report] 268.) Available (2008-07-01) at: http://www.bam.de/de/service/publikationen/publikationen_medien/fb268_vt.pdf
- [32] Loveday M.S., Gray T., Aegerter J. Tensile testing of metallic materials A review Final report of the TENSTAND project of work package 1. Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, 2004
- [33] **ASTM** Research Report E 28 1004:1994, Round robin results of interlaboratory tensile tests
- [34] Roesch L., Coue N., Vitali J., di Fant M. Results of an interlaboratory test programme on room temperature tensile properties — Standard deviation of the measured values. (IRSID Report, NDT 93310.)
- [35] Loveday M.S. Towards a tensile reference material. In: Loveday, M.S., Gibbons, T.B. Harmonisation of testing practice for high temperature materials. Elsevier, London, pp. 111–53.
- [36] Johnson R.F., Murray J.D., The effect of rate of straining on the 0.2 % proof stress and lower yield stress of steel. In: Proceedings of Symposium on High Temperature Performance of Steels, Eastbourne, 1966. Iron and Steel Institute, 1967
- [37] Gray T.G.F., Sharp J. Influence of machine type and strain rate interaction in tension testing. In: Papirno, R., Weiss, H.C. Factors that affect the precision of mechanical tests. ASTM, Philadelphia, PA. (Special Technical Publication 1025.)

- [38] Aegerter J., Bloching H., Sonne H.-M., Influence of the testing speed on the yield/proof strength — Tensile testing in compliance with EN 10002-1. *Materialprüfung*. 2001, **10** pp. 393–403
- [39] Aegerter, J. Strain rate at a given point of a stress/strain curve in the tensile test [Internal memorandum], VAW Aluminium, Bonn, 2000
- [40] Bloching H. Calculation of the necessary crosshead velocity in mm/min for achieving a specified stress rate in MPa/s. Zwick, Ulm, 2000, 8 p. [Report]
- [41] McEnteggart I., Lohr R.D. Mechanical testing machine criteria. In: Dyson, B.G., Loveday, M.S., Gee, M.G., editors. *Materials metrology and standards for structural performance*, pp. 19-33. Chapman & Hall, London, 1995
- [42] Austin T., Bullough C., Leal D., Gagliardi D., Loveday M., A Guide to the Development and Use of Standards Compliant Data Formats for Engineering Materials Test Data, CEN CWA 162002010: http://ftp.cen.eu/CEN/Sectors/List/ICT/CWAs/CWA16200_2010_ELSSI.pdf
- [43] SEP 1235, Determination of the modulus of elasticity on steels by tensile testing at room temperature, Stahl-Eisen-Prüfblatt (SEP) des Stahlinstituts VDEh, Düsseldorf
- [44] Lord J.D, Orkney L.P Elevated Temperature Modulus Measurements Using the Impulse Excitation Technique (IET). NPL Measurement Note CMMT. MN, 2000, pp. 049. Available at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/3249/>
- [45] Lord J.D, Orkney L.P Measurement Good Practice Guide No. 98 Elastic Modulus Measurement, ISSN 1744-3911 (2006). Available at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/3782/>
- [46] Carpenter M*, Nunn J, Impulse Excitation Modulus measurements of Hardmetal Rods using custom software on a standard personal computer and microphone. *Mater. Eval.* 2012, **70** (7) pp. 863–871
- [47] Gabauer W, The Determination of Uncertainties in Tensile Testing UNCERT COP 07: 2000
- [48] Bullough C. K, The Determination of Uncertainties in Dynamic Young's Modulus UNCERT CoP 13:2000
- [49] Lord J., Rides M., Loveday M. Modulus Measurement Methods TENSTAND WP3 Final Report NPL REPORT DEPC MPE 016 Jan 2005. ISSN 1744-0262. Available at: <http://eprintspublications.npl.co.uk/3223/>
- [50] Unwin W.C., *The testing of materials of construction*. Longmans, Green & Co, London, 1910, pp. 237–8.
- [51] Lord J.D., Roebuck B., Orkney L.P. Validation of a draft tensile testing standard for discontinuously reinforced MMC, VAMAS Report No.20, National Physical Laboratory, May 1995
- [52] **ASTM E 111**, Standard Test Method for Young's Modulus, Tangent Modulus, and Chord Modulus
- [53] Aegerter J., Frenz H., Kühn H.-J., Weissmüller C., ISO 6892-1:2009 Tensile Testing: Initial Experience from the Practical Implementation of the New Standard, Carl Hanser Verlag, München, Vol. 53, (2011) 10, pp. 595-603, correction of Fig. 6 in Carl Hanser Verlag, München, Vol. 53, (2011) 11
- [54] Weissmüller C., Frenz H., Measurement Uncertainty for the Determination of Young's Modulus on Steel, *Materials Testing*, Carl Hanser Verlag, München, 2013, Vol. 55 No. 9, pp. 643-647, available at: <http://www.hanser-elibrary.com/doi/pdf/10.3139/120.110482>
- [55] **ISO 377**, Steel and steel products — Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing
- [56] **ISO 2566-1**, Steel — Conversion of elongation values — Part 1: Carbon and low alloy steels
- [57] **ISO 2566-2**, Steel — Conversion of elongation values — Part 2: Austenitic steels
- [58] **ISO 80000-1**, Quantities and units — Part 1: General
- [59] **ISO 23788**, Metallic materials — Verification of the alignment of fatigue testing machines

附属書 JD

(参考)

JIS と対応国際規格との対比表

JIS Z 2241		ISO 6892-1:2019, (MOD)		
a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	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
3	3	追加	JIS では、受渡当事者間の協定によって、 R_{eL} を R_{eH} としてもよいことを追加した。	国内独自の運用である。
		削除	JIS では、対応国際規格の 附属書 G を不採用としたため、弾性係数を 0.1 GPa に丸めて報告することを削除した。	国内独自の運用である。
4	4	削除	JIS では、厚さ記号 T (鋼管の製品規格で使われる記号) を削除した。	技術的差異は、軽微である。
		削除	JIS では、対応国際規格の 附属書 G を不採用としたため、 R_1 及び R_2 を削除した。	国内独自の運用である。
		変更	JIS では、 d_0 を棒状試験片の直径とし、その内容を注として説明した。	技術的差異は、軽微である。
5	5	変更	JIS では、規定された以外の温度で実施される試験及び/又は校正データに対する影響を試験室が評価することを、推奨事項とした。	技術的差異は、軽微である。
6	6	追加	JIS では、6.1.1 に試験片に対する矯正の注意事項を追加した。	技術的差異は、軽微である。
		変更	JIS では、他の使用できる試験片について、具体的に列挙せず、“別に製品規格又は国家規格で規定されている場合”と変更した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、6.1.2 に試験片に、寸法誤差の範囲で、テーパを付けてもよいことを追加した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、6.2 に試験片の分類及び試験片の仕様区分を追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
7	7	追加	JIS では、 附属書 B ~ 附属書 E に規定がない場合の寸法測定精度について追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
8	8	追加	JIS では、指定された試験条件によって、試験片の原標点距離が明らかな場合は、比例定数又は原標点距離を追記しなくてもよいこととした。	対応国際規格では、推奨事項であり、技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、塗布した塗料の上にはけき線をするすことを許容した。	技術的差異は、軽微である。
9	9	変更	JIS では、応力増加速度に基づいた試験方法では、伸び計の等級を 2 級以上とした。	国内実態を反映したが、今後、伸び計等級 1 級の普及時には、対応国際規格を採用する予定。

a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	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
10	10	変更	対応国際規格では、ひずみ速度に基づいた試験方法と応力増加速度に基づいた試験方法をこの箇条に規定している。JIS では、各試験方法の名称を応力増加速度に基づいた試験方法を試験方法 1、ひずみ速度に基づいた試験方法を試験方法 2 と変更し、試験方法 1 だけをこの箇条で規定し、試験方法 2 は、 附属書 JA として規定した。	技術的差異は、軽微である。
		変更	表 5 の弾性係数 150 MPa 以上の範囲について、対応国際規格では、6 MPa~60 MPa であるが、JIS では、3 MPa~30 MPa とした。	国内独自の運用である。データの同等性などの確認を検討する。
		追加	JIS では、引張強さの計算式を追加し、理解しやすくした。	技術的差異は、軽微である。
11	11	追加	JIS では、計算式を追加し、理解しやすくした。	技術的差異は、軽微である。
12	12	追加	JIS では、計算式を追加し、理解しやすくした。	技術的差異は、軽微である。
16	16	追加	国内の実態に合わせて対応国際規格で規定された以外の方法も許容した。	国内独自の運用である。必要に応じて、ISO への提案を検討する。
20	20	変更	JIS では、細分箇条の構成を変更した。	試験の有効性を除いては、技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、伸び計を用いて測定する場合、破断後の試験片の突合せで行う場合と同等の評価とするために、調整を行うことが可能であることを追加した。また、疑義がある場合、試験片を突き合わせる方法で検証することを規定した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、試験片の直径又は対辺距離が細い場合に、クロスヘッドの変位量による測定を許容した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		変更	試験の有効性について、対応国際規格では、破断位置を標点から、原標点距離の 1/3 以上離れている場合と規定しているが、JIS では、1/4 とした。	国内独自の運用である。
22	22	変更	JIS では、報告する事項は、受渡当事者間の協定によって選択することとした。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、破断伸びの丸めについて追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
附属書 A	Annex A	変更	JIS では、ソフトウェアによって処理されないアナログ信号の出力を推奨事項とした。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		変更	JIS では、データファイルフォーマットの例は、削除し、データファイルに含めることが望ましい項目を規定した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。

a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	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
		追加	JIS では、最大試験力時全伸びについて、最大試験力から、あらかじめ指定したパラメータ分増減した試験力の平均値を算出する方法を許容した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
附属書 B	Annex B	変更	JIS では、試験片平行部の幅許容差及び原断面面積計算時に測定を省略できる幅許容差を対応国際規格より厳格化した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、試験片の図を追加した。	技術的差異は、軽微である。
附属書 C	Annex C	変更	JIS では、つかみ間の距離の規定を変更したが、JIS の方が厳格規定となっている。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		変更	JIS では、原断面積の精度を削除したが、本体規定で、寸法測定精度を規定した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、試験片の図を追加した。	技術的差異は、軽微である。
附属書 D	Annex D	変更	JIS では、疑義のある場合の対応条件に、対応できる試験機を追加し、推奨事項とし、それ以外は、受渡当事者間の協定によることとした。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、試験片平行部の径の許容値を追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、試験片の図を追加した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS 独自に運用している試験片を追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
附属書 E	Annex E	追加	JIS の試験片を追加した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、試験片の原断面積を質量、長さ、密度から算出する場合、試験片全長にわたり、断面形状が等しくなければならないことを追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、国内で運用している試験片原断面積の計算に用いる式を追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
		変更	JIS では、原断面積の計算に用いる対応国際規格に規定された高精度式 [対応国際規格の式(E.2)] 及び $S_0 = a_0 b_0$ を注記とした。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。
—	Annex G	削除	国内では運用されていないため、JIS では、記載を不採用とした。	国内独自の運用である。
—	Annex L	削除	国内では不要として、JIS では、削除した。	参考情報であり、技術的な影響はない。
附属書 JA	10.3.2	追加	国内では、応力増加速度に基づいた試験方法が主に運用されているため、ひずみ速度に基づいた試験方法は、附属書と位置付けて規定した。	技術的差異は、軽微である。
		追加	JIS では、ひずみ速度を計算するための時間間隔について、伸び計の精度との関係で情報を注記として追加した。	必要に応じて、ISO への提案を検討する。

a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	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
附属書 JC		追加	試験片番号及びその概要を表として追加した。	参考情報であり，技術的な影響はない。
<p>注記 1 箇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"> － 削除：対応国際規格の規定項目又は規定内容を削除している。 － 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。 － 変更：対応国際規格の規定内容又は構成を変更している。 <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。 				

JIS DRAFT 2022/02/18