

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 Z2242

規格名称 金属材料のシャルピー衝撃試験方法

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】

次のような事項を反映することが必要である。

- ・ノッチ深さ5mmは他に規定のない場合としていたが、他に規定のない場合を削除する。受渡当事者間の協定によって、Uノッチ試験片の深さ2mmの選択を許容しているが、製品規格によっても可能とする。
- ・摩擦損失の求め方として、本規格に規定する(5)式以外で求める方法も可能とする。
- ・破面率を求める手順の中にぜい性破面率+延性破面率=100%であることを規定し、一方が求めた場合、もう一方は、100%から控除してよいこととする。
- ・エネルギー遷移温度の定義を本規格内にも記載し、利便性を向上する。
- ・JIS Z 8301に従った規格の様式とする。

【期待効果】

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、次のとおり。

- 1) 細分箇条6.2.2 (Uノッチ) “ノッチ深さ (他に規定のない場合)”を“ノッチ深さ”とする。また, “受渡当事者間の協定によって”を“製品規格の協定又は受渡当事者間の協定によって”とする。表2にも同様となるように注c)を追加する。
- 2) 細分箇条8.2.3に“摩擦損失は、他の方法によって求めてもよい。”を追加する。
- 3) 附属書C (破面率の求め方) ぜい性破面率+延性破面率=100%であることを規定し、一方が求めた場合、もう一方は、100%から控除してよいこととする。
- 4) 附属書D (遷移曲線、破面率遷移温度及びエネルギー遷移温度の求め方) エネルギー遷移温度の定義について、JIS G 0202「鉄鋼用語 (試験) 」と同等の記述を追加する。
- 5) JIS Z 8301に従った規格の様式とする。

(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目前である場合であって、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

序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	1
3.1 エネルギーに関する用語	1
3.2 試験片に関する用語	2
4 記号, 単位及び名称	3
5 原理	4
6 試験片	5
6.1 一般	5
6.2 ノッチ形状	5
6.3 試験片の寸法許容差	6
6.4 試験片の製作	6
6.5 試験片の印字	6
7 試験装置	7
7.1 一般	7
7.2 据付け及び検証	7
7.3 衝撃刃	7
8 試験手順	8
8.1 一般	8
8.2 摩擦測定	8
8.3 試験温度	9
8.4 試験片の移動	9
8.5 試験機的能力超過	10
8.6 不完全破断	10
8.7 試験片の詰まり	10
8.8 破断後の検査	10
9 試験報告書	11
9.1 必須項目	11
9.2 受渡当事者間の協定によって追加可能な報告項目	11
附属書 A (参考) センタリングトング	12
附属書 B (規定) 横膨出の求め方	13
附属書 C (規定) 破面率の求め方	17
附属書 D (規定) 遷移曲線, 破面率遷移温度及びエネルギー遷移温度の求め方	21
附属書 E (参考) 吸収エネルギー値 K の測定の不確かさ	23

附属書 JA (参考) JIS と対応国際規格との対比表..... 31

JIS DRAFT 2022/12/21

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 2242:2020 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。

金属材料のシャルピー衝撃試験方法

Method for Charpy pendulum impact test of metallic materials

序文

この規格は、2016年に第3版として発行されたISO 148-1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。技術的差異の一覧表にその説明を付けて、附属書JAに示す。

1 適用範囲

この規格は、金属材料に衝撃を与えて、吸収されるエネルギーを測定するシャルピー（Vノッチ及びUノッチ）衝撃試験¹⁾方法について規定する。この規格には、JIS B 7755で規定する金属用シャルピー振り子式衝撃試験—計装化装置は、含まない。

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 148-1:2016, Metallic materials—Charpy pendulum impact 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。

注¹⁾ ISO 148-1では、“Charpy pendulum impact test”と記載しているが、この規格では、“シャルピー衝撃試験”として記載している。

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 7722 金属材料のシャルピー衝撃試験—試験機の検証

注記 対応国際規格：ISO 148-2, Metallic materials—Charpy pendulum impact test—Part 2: Verification of testing machines

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 エネルギーに関する用語

3.1.1

初期位置エネルギー, K_p (initial potential energy)

衝撃試験を行うための振り式ハンマーの振り下ろし前の位置エネルギーで、直接検証によって求められるエネルギー

3.1.2

吸収エネルギー, K (absorbed energy)

振り式衝撃試験機で試験片を破断するのに要するエネルギーで、摩擦損失の補正後のエネルギー

注釈 1 ノッチ形状を表すため V 又は U の文字を付記する。すなわち, KV 又は KU とする。衝撃刃の半径を表すため 2 又は 8 を添え字する。例えば, KV_2 で示す。(表 1 参照)。

注釈 2 吸収エネルギーは、次の式から求めることが可能である。

$$K = M(\cos\beta - \cos\alpha) - p_\beta$$

$$M = F \times l_2$$

ここで,	K :	吸収エネルギー
	F :	振子を水平に保ったとき l_2 の位置で測定された力
	l_2 :	回転軸中心から力 F が加わる点までの距離
	α :	振子の振り降ろし角度
	β :	振子の振り上がり角度
	p_β :	摩擦損失の補正值

3.1.3

公称初期位置エネルギー (nominal initial potential energy), 公称エネルギー, K_N (nominal energy)

シャルピー振り式衝撃試験機の製造業者によって定められたその試験機で試験可能な位置エネルギー

3.2 試験片に関する用語

3.2.1

幅, W (width)

ノッチ面とその反対面との間隔

注釈 1 図 1 参照。

注釈 2 この規格の 2005 年版以前の版では、ノッチ面とその反対面との間隔は、“高さ”と規定していた。“幅”への変更は、この規格の用語を他の破壊試験の JIS で用いる用語との整合を図るためである。

3.2.2

厚さ, B (thickness)

ノッチと平行で、幅に垂直な寸法

注釈 1 図 1 参照。

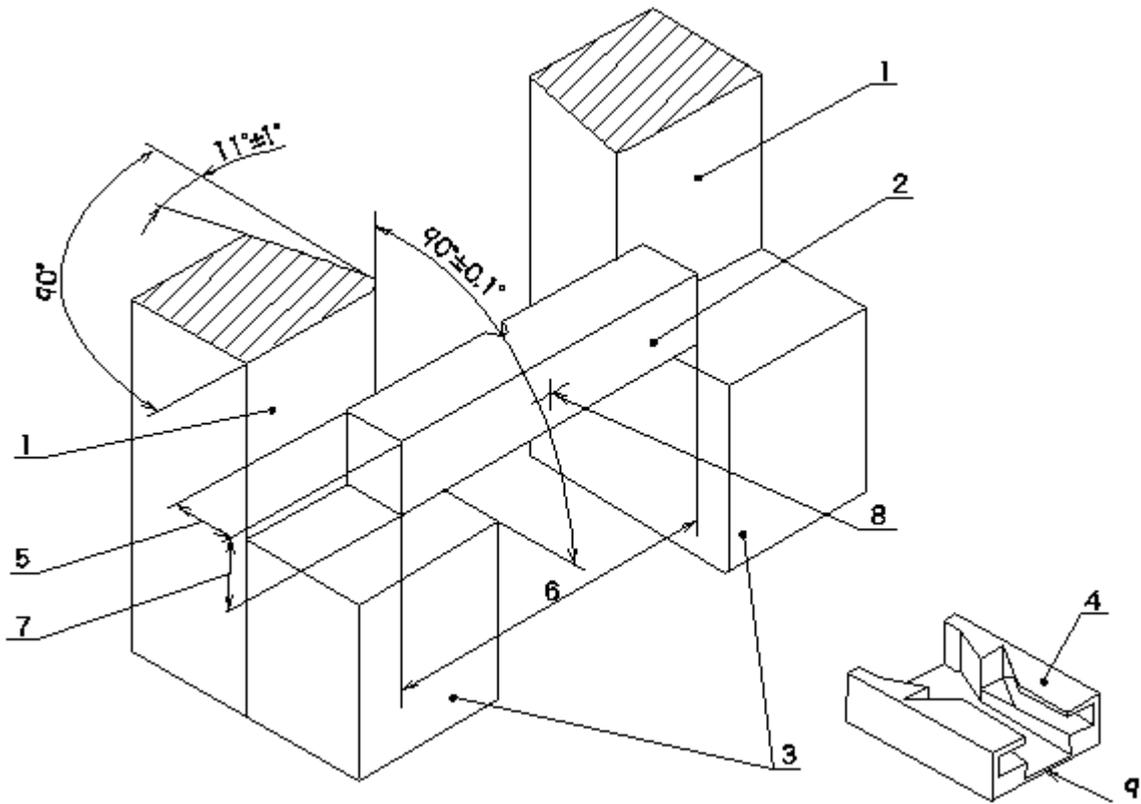
注釈 2 この規格の 2005 年版以前の版では、ノッチと平行で、幅に垂直な寸法は、“幅”と規定していた。“厚さ”への変更は、この規格の用語を他の破壊試験の JIS で用いる用語との整合を図るためである。

3.2.3

長さ, L (length)

ノッチに直角方向の最大寸法

注釈 1 図 1 参照。



記号説明

- 1：受け台
- 2：標準試験片
- 3：載せ台
- 4：覆い
- 5：試験片の幅, W
- 6：試験片の長さ, L
- 7：試験片の厚さ, B
- 8：打撃の中心
- 9：振子のスイング方向

図1—振り式衝撃試験機の載せ台及び受け台の配置

4 記号、単位及び名称

この規格で用いる記号、単位及び名称は、表1及び表2による。また、試験片の寸法の記号を、図2に示す。

表 1—記号、単位及び名称・定義

記号	単位	名称・定義
B	mm	試験片の厚さ
BFA	%	ぜい性破面率
α	°	振子の振り降ろし角度
β	°	振子の振り上がり角度
β_1	°	試験片のない状態で通常の方法で試験機を操作したときの振り上がり角度
β_2	°	試験片のない状態で通常の方法で試験機を操作し、表示機構をリセットしない(置き針を伴わない)ときの振り上がり角度
β_3	°	試験片のない状態で、10回目の空振り後の振り上がり角度
L	mm	試験片の長さ
LE	mm	横膨出
K	J	吸収エネルギー(ノッチ形状及び衝撃刃端の半径によって、 KV_2 、 KV_8 、 KU_2 及び KU_8 で示される。)
K_1	J	試験片のない状態で、通常の方法によって試験機を操作したときの吸収エネルギーの読み
K_2	J	試験片のない状態で、通常の方法によって試験機を操作し、表示機構をリセットしない(置き針を伴わない)ときの吸収エネルギーの読み
K_3	J	試験片のない状態で、11回目の空振り後の吸収エネルギーの読み
K_N	J	公称初期位置エネルギー
K_p	J	初期位置エネルギー(位置エネルギー)
K_T	J	全吸収エネルギー
KV_2	J	半径 2 mm の衝撃刃を用いた V ノッチ試験片の吸収エネルギー
KV_8	J	半径 8 mm の衝撃刃を用いた V ノッチ試験片の吸収エネルギー
KU_2	J	半径 2 mm の衝撃刃を用いた U ノッチ試験片の吸収エネルギー
KU_8	J	半径 8 mm の衝撃刃を用いた U ノッチ試験片の吸収エネルギー
M	N·m	積 $F \cdot l_2$ に等しいモーメント F は、振子を水平に保ち、 l_2 の距離で測定された力。 l_2 は、回転軸中心から力 F が加わる点までの距離。
p	J	置き針の摩擦損失
p'	J	軸受の摩擦及び空気抵抗による摩擦損失
$p\beta$	J	摩擦損失の補正值
SFA	%	延性破面率
T_t	°C	遷移温度
W	mm	試験片の幅
T_{27}	°C	吸収エネルギーが特定の値(この表示例では、27 J)となるときの遷移温度
$T_{150\%US}$	°C	上部棚吸収エネルギーの特定の百分率(この表示例では、50%)となるときの遷移温度
$T_{150\%SFA}$	°C	延性破面率が特定の百分率(この表示例では、50%)となるときの遷移温度
$T_{0.9}$	°C	横膨出が特定の値(この表示例では、0.9 mm)になるときの遷移温度

5 原理

この試験は、**箇条 6～箇条 8** で規定する条件の下で、振子の一振りによって、ノッチを付けた試験片を破断して行く。試験片のノッチ部分は、指定された形状とし、試験時に衝撃方向と反対に位置する二つの受け台の中心に置く。試験片によって吸収されるエネルギーを決定する。また、横膨出及び破面率を求めることが可能である(附属書 B 及び附属書 C 参照)。

吸収エネルギーは、試験温度によって変化するため、試験は、指定された温度で行う。その温度が室温でない場合は、試験片は、管理された状態で指定温度に加熱又は冷却しなければならない。

注記 この試験では、試験片が完全に破断する場合と不完全破断となる場合がある（8.6 参照）。

研究、設計又は学術の場では、測定されたエネルギーが、より詳細に調べられるので、試験片が破断したかどうかには、大きな意味がある。一方、産業界において日常かつ大量に合否判定する試験では、試験片が完全破断したか、部分破断か又は単純に塑性変形し受け台を通り抜けたかは、あまり大きな意味をもたない。

また、全てのシャルピー衝撃試験の結果が、そのまま比較できるものでないことに留意する必要がある。例えば、この試験は、異なる半径の衝撃刃をもつハンマー又は異なる試験片形状で試験を行うことがある。異なった衝撃刃で行った試験は、異なる結果を示す可能性があり[7]、異なる試験片形状で得られる試験結果も同様である。したがって、試験結果の比較を行うためには、この規格を単に順守するだけでなく、機器のタイプ、試験片及び試験後の試験片の詳細を全て明確に報告することが極めて重要になる。

6 試験片

6.1 一般

標準試験片は、長さ 55 mm で、一辺が 10 mm の正方形断面をもつ形状とする。長さの中心に 6.2.1 及び 6.2.2 に規定する V ノッチ又は U ノッチのいずれかを付ける。ただし、材料から標準試験片を採取できない場合は、特に規定のない限り、厚さが 7.5 mm、5 mm 又は 2.5 mm のサブサイズ試験片を用いなければならない（図 2 及び表 2 参照）。

注記 1 結果の直接比較は、同一形状及び同一寸法の試験片の場合だけ意味をもつ。

注記 2 サブサイズ試験片が衝撃刃の中心になるように当て物（シム）を使用することは、特に低吸収エネルギーの材料では、重要である。一方、高吸収エネルギーの材料では、当て物を使用しても、影響は、小さい。当て物は、試験片の厚さの中心（打撃の中心）が、載せ台上面位置から 5 mm の位置となるように、載せ台の上又は下に設置することが可能である。当て物は、テープ又はその他の方法で、一時的に載せ台に固定することが可能である。

熱処理した材料を評価する場合、試験片は、最終的な熱処理後に機械加工しなければならない。ただし、熱処理前に機械加工しても試験結果に差異が生じないことが明らかな場合は、熱処理前に機械加工を行ってもよい。

6.2 ノッチ形状

6.2.0A ノッチの加工

ノッチは、吸収エネルギーに影響する可能性のあるような切削きずがノッチの底部に付かないように、注意して加工しなければならない。

ノッチを通る対称面は、試験片の長さ方向の軸に垂直でなければならない（図 2 参照）。

6.2.1 V ノッチ

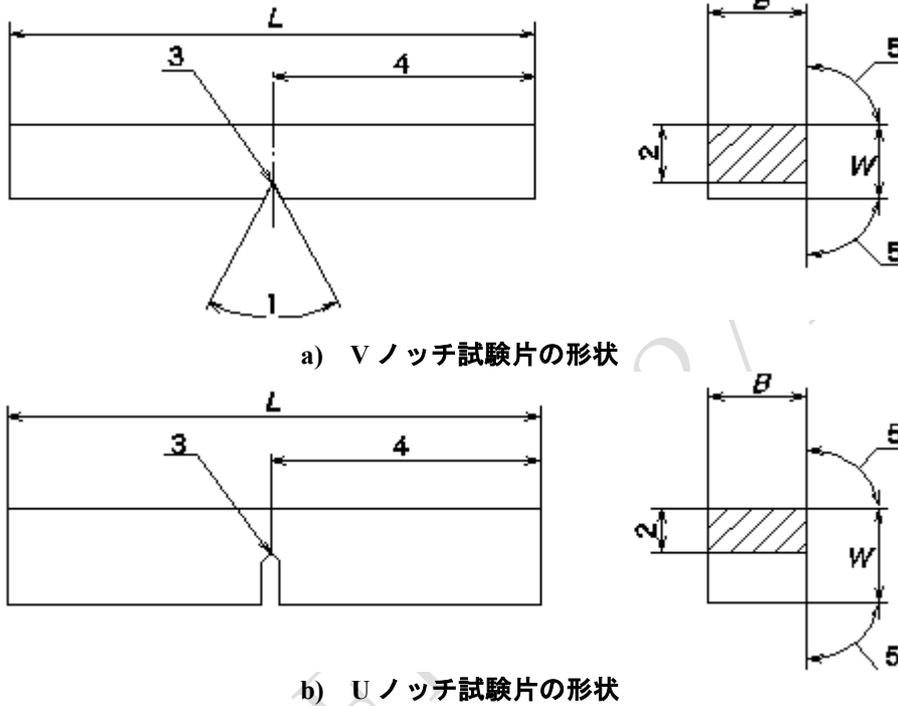
V ノッチは、ノッチ角度 45° 、ノッチ深さ 2 mm 及びノッチ底半径 0.25 mm とする [図 2 a) 及び表 2 参照]。

6.2.2 Uノッチ

Uノッチは、ノッチ深さ 5 mm 及びノッチ底半径 1 mm とする [図 2 b) 及び表 2 参照]。ただし、製品規格の規定又は受渡当事者間の協定によって、ノッチ深さ 2 mm 及びノッチ底半径 1 mm としてもよい。

6.3 試験片の寸法許容差

この規格で規定する試験片及びノッチ形状の許容差は、図 2 及び表 2 による。



注記 記号 L , W , B 及び数字 1 から 5 は、表 2 を参照。

図 2—シャルピー衝撃試験片

6.4 試験片の製作

試験片の製作は、例えば、加工熱又は冷間加工の影響が最小になるように行わなければならない。

6.5 試験片の印字

試験片には、載せ台、受け台又は衝撃刃に接しない面に、印字による塑性変形を与えず、かつ、表面の不連続部 (discontinuity) が吸収エネルギーに影響を与えない位置に印字してもよい (8.8 参照)。

表 2—試験片の寸法及び許容差

名称	記号 及び 番号 a)	V ノッチ試験片		U ノッチ試験片	
		寸法	許容差	寸法	許容差
長さ	L	55 mm	± 0.60 mm	55 mm	± 0.60 mm
幅	W	10 mm	± 0.075 mm	10 mm	± 0.11 mm
厚さ ^{b)} (標準試験片) (サブサイズ)	B	10 mm	± 0.11 mm	10 mm	± 0.11 mm
		7.5 mm	± 0.11 mm	7.5 mm	± 0.11 mm
		5 mm	± 0.06 mm	5 mm	± 0.06 mm
		2.5 mm	± 0.05 mm	—	—
V ノッチ角度	1	45°	$\pm 2^\circ$	—	—
ノッチ下幅	2	8 mm	± 0.075 mm	5 mm ^{e)}	± 0.09 mm
ノッチ底半径	3	0.25 mm	± 0.025 mm	1 mm	± 0.07 mm
ノッチ位置 (中心)	4	27.5 mm	± 0.42 mm ^{d)}	27.5 mm	± 0.42 mm ^{d)}
試験片長手方向とノッチ対称面との角度	—	90°	$\pm 2^\circ$	90°	$\pm 2^\circ$
端面を除く隣り合う面間の角度	5	90°	$\pm 2^\circ$	90°	$\pm 2^\circ$
表面粗さ ^{e)}	—	< 5 μ m	—	< 5 μ m	—
<p>注^{a)} 記号及び番号は、図 2 を参照。</p> <p>注^{b)} 他の厚さ (例えば、2 mm 又は 3 mm) を指定する場合、対応する許容差も規定しなければならない。</p> <p>注^{c)} 製品規格の規定又は受渡当事者間の協定によって、8 mm としてもよい。</p> <p>注^{d)} 自動位置調整を行う試験機の場合には、許容差は、± 0.42 mm に代えて ± 0.165 mm が望ましい。</p> <p>注^{e)} 表面粗さは、試験片の端部を除き、Ra 5 μm 未満でなければならない (Ra は、JIS B 0601[8]を参照)。</p>					

7 試験装置

7.1 一般

機器及び試験片細部の測定は、国家規格又は国際規格にトレーサブルでなければならない。測定に用いる装置は、適切な間隔で校正されなければならない。

7.2 据付け及び検証

試験機は、**JIS B 7722** に従って据付け及び検証を行わなければならない。

7.3 衝撃刃

衝撃刃の形式は、半径 2 mm の衝撃刃又は半径 8 mm の衝撃刃のいずれかでなければならない。衝撃刃の半径は、“ KV_2 ” 又は “ KV_8 ” 及び “ KU_2 ” 又は “ KU_8 ” のように、添え字で示すのが望ましい。

製品規格では、いずれの衝撃刃の形式を適用するかを明示しなければならない。ただし、製品規格に明示のない場合、衝撃刃の形式は、半径 2 mm の衝撃刃を適用する。

注記 試験結果は、衝撃刃が半径 2 mm と半径 8 mm とで異なる可能性がある[7]。

8 試験手順

8.1 一般

試験片は、試験片のノッチ中央部と試験片受け台間の中央との食い違いが 0.5 mm 以内となるように、試験片受け台間の中央に置く。試験は、衝撃刃によって、試験片のノッチを通る対称面で、ノッチの反対面に衝撃を与えなければならない（図 1 参照）。

注記 通常、試験片は、一つの試験温度当たり 3 本用いている。

8.2 摩擦測定

8.2.0A 摩擦損失は、各試験日の最初の試験の前に、確認しなければならない。摩擦損失は、次によってもよいし、他の方法によってもよい。

注記 摩擦によって吸収されるエネルギーは、空気抵抗、軸受による摩擦及び置き針による摩擦が含まれるが、これだけに限らない。試験機における摩擦の増加は、吸収エネルギーの測定に影響を及ぼす可能性がある。

8.2.1 置き針の摩擦による損失は、次の手順で求める。1 回目の試験は、試験片を置かない状態で通常の試験を行い、振り上がり角度 β_1 又はエネルギーの読み K_1 を記録する。2 回目の試験は、置き針を再セットせずに（置き針を伴わない状態）行い、振り上がり角度 β_2 又はエネルギーの読み K_2 を記録する。結果として、振り上がり中の置き針の摩擦による損失 (p) は、次の式(1)又は式(2)による。

目盛が角度で示されている場合

$$p = M(\cos \beta_1 - \cos \beta_2) \quad \dots \dots \dots (1)$$

目盛がエネルギー単位で示されている場合

$$p = K_1 - K_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

置き針のない試験機では、この摩擦測定は、必要ない。

8.2.2 軸受けの摩擦及び空気抵抗による損失は、片振り（1/2 回の振り）において、次の手順で求める。

β_2 又は K_2 を求めた後、振子を元の位置に戻す。置き針をセットせず、衝撃及び振動のないように振子を振り下ろし、10 回の片振りを行う。振子が 11 回目の片振りを開始した後、目盛の範囲（最大値）の約 5% に置き針を動かし、 β_3 又は K_3 として記録する。1 回の片振りの軸受の摩擦及び空気抵抗による損失 (p') は、次の式(3)又は式(4)による。

目盛が角度で示されている場合

$$p' = \frac{M(\cos \beta_3 - \cos \beta_2)}{10} \quad \dots \dots \dots (3)$$

目盛がエネルギー単位で示されている場合

$$p' = \frac{K_3 - K_2}{10} \quad \dots \dots \dots (4)$$

片振りの回数は、試験機の使用者の任意で変更してもよい。 p' は、適用した片振り回数によって補正することが望ましい。

8.2.3 実際の試験で摩擦損失を考慮する場合には、吸収エネルギーの値から次の式(5)によって求まる量を減じることが可能である。摩擦損失は、他の方法によって求めてもよい。

$$p_{\beta} = p \frac{\beta}{\beta_1} + p' \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \beta_2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

β_1 及び β_2 は、ほぼ振り降ろし角度 α に等しいので、実用的には、式(5)は、次の式(6)に近似することが可能である。

$$p_{\beta} = p \frac{\beta}{\alpha} + p' \frac{\alpha + \beta}{2\alpha} \quad \dots\dots\dots (6)$$

目盛がエネルギー単位で示された試験機では、 β の値は、次の式(7)によって計算することが可能である。

$$\beta = \cos^{-1} [1 - (K_p - K_T)/M] \quad \dots\dots\dots (7)$$

8.2.4 測定された全摩擦損失は、定格容量エネルギー K_N の 0.5 % を超えてはならない。0.5 % を超える場合で、置き針の摩擦損失を減らしても許容差内に入らない場合には、軸受を洗浄するか又は交換する。

8.3 試験温度

8.3.1 試験は、特に指定がない限り、 (23 ± 5) °C で行う。温度が指定された場合は、試験片の温度は、指定温度の ± 2 °C 以内に維持しなければならない。

8.3.2 液体を使用して調節（加熱又は冷却）する場合、試験片は、液体を入れた容器の中に入れ、容器の底から 25 mm 以上離して格子の上に置き、液面から 25 mm 以上沈め、容器の側面から 10 mm 以上離す。液体は、かくはんし、適切な方法で所定の温度にする。液体の温度を測定する装置は、試験片のグループの中心に置くのが望ましい。液体の温度は、5 分以上指定温度に対して ± 1 °C 以内に維持しなければならない。

注記 液体が沸点に近い場合、液体中から取り出して破断させるまでの間に、気化冷却によって試験片の温度が著しく下がる場合がある[9]。

8.3.3 気体によって調節（加熱又は冷却）する場合、試験片は、容器の表面から 50 mm 以上離し、個々の試験片は、10 mm 以上離さなければならない。気体は、常に循環させ、適切な方法で所定の温度にする。気体の温度を測定する装置は、試験片のグループの中心に設置する。気体の温度は、試験のために試験片を気体から取り出す前に 30 分以上、指定温度に対して ± 1 °C 以内に維持しなければならない。

8.3.4 8.3 の関連する要求事項を満たす場合には、加熱又は冷却に他の方法を用いてもよい。

8.4 試験片の移動

室温以外で試験を行う場合には、試験片を加熱又は冷却媒体から取り出してから衝撃刃によって衝撃を与えるまでの時間は、5 秒以内としなければならない。ただし、室温又は機器の温度と試験片温度との差異が 25 °C 未満の場合は、例外として、10 秒以内としてもよい。

移動用のジグ及び媒体中から試験機に移送する間に試験片と接する部分は、試験片の温度が許容する温度範囲内となるよう設計し、使用しなければならない。

受け台上で試験片の中心合わせに用いる装置は、低い吸収エネルギーで破断した高強度の試験片が、装置に跳ね返って振子に当たらないように留意することが望ましい。振子と試験片との干渉は、異常な高値

につながる。試験位置に置かれた試験片の端部とセンタリング装置又は試験機の固定部との隙間は、13 mm 以上としなければならない。これは、試験片の端が試験中に振子に跳ね返るのを防ぐためである。

注記 附属書 A で示すような V ノッチ試験片用のセンタリングトングは、温度制御用媒体中から適切な試験位置まで試験片を移動するのによく使用される。このトングを用いると、半割れした試験片と固定したセンタリング装置との間の干渉が起きにくくなる。

8.5 試験機的能力超過

吸収エネルギー K は、初期位置エネルギー K_p の 80% 以下が望ましい。この値を超える場合には、吸収エネルギーは、概数として報告し、試験機の初期位置エネルギー K_p の 80% を超えていることを試験報告書に付記しなければならない。

注記 衝撃試験は、理想的には、一定の衝撃速度で行うこととなるが、振子式の試験の場合には、衝撃速度は、試験片の破壊の進展とともに減少する。吸収エネルギーが振子の能力に近いような試験片に対しては、正確な吸収エネルギーを得ることができないほど試験片が破壊に至る間に振子の速度が減少する

8.6 不完全破断

試験片が、常に試験中に二つに分離するわけではない。

材料（合否判定）試験では、不完全破断に関する情報を報告する必要はない。

材料（合否判定）試験以外の試験では、不完全破断に関する情報を報告しなければならない。

注記 1 個々の試験片について、破断又は不完全破断が試験記録で識別できない場合には、破断のグループと不完全破断のグループとに識別する場合がある。

注記 2 衝撃によって完全に二つに分離しない試験片は、丁番状になった半割れが、工具を用いず、試験片を疲労させることもなく押し合わせることによって分離できる場合には、破断とみなすことが可能である。

注記 3 材料（合否判定）試験は、要求値を評価するために実施する試験である。

8.7 試験片の詰まり

試験機の中で試験片が詰まった場合は、試験結果は、無効とし、校正された試験機の状態に影響を及ぼす損傷が生じたかどうか、試験機の検査を行う。

注記 試験片の詰まりは、破断した試験片が、試験機の可動部と非可動部との間で挟まれて生じる。結果として、大きなエネルギー吸収が生じる可能性がある。試験片の詰まりは、試験片についた 1 次衝撃刃痕と反対側の一対の痕と関連付けられるので、2 次衝撃刃痕とは、区別することが可能である。

8.8 破断後の検査

破断後の検査で、試験片の識別表示の部分が試験によって変形した部分に入っていることが目視で認められるときには、試験結果が、材料を代表していない可能性があり、この場合は、試験報告書にその旨を記録しなければならない。

注記 吸収エネルギー値 K の測定の不確かさは、参考として附属書 E に示されている。

9 試験報告書

9.1 必須項目

試験報告書は、必要な場合に提出する。試験報告書には、次の項目を報告する。ただし、受渡当事者間の協定によって、報告する項目は、次の内から選択してもよい。注文者の了解を得た場合には、試験所の試験報告書に記載されたトレーサブルコード²⁾を基に、次の事項が入手できるようにしなければならない。

注²⁾ 報告事項にトレーサブルな記号や符号など。

- a) この規格の番号
- b) 試験片の識別（例 鋼の種類及び溶鋼番号）
- c) 試験片が標準試験片以外の場合は、試験片の寸法
- d) 試験温度
- e) 吸収エネルギー（ノッチ形状と衝撃刃の半径とを識別できるように記載する。）
- f) 試験片又は試験片のグループの過半数が、破断したかどうか [材料（合否判定）試験には、適用しない。]
- g) 試験に影響を与えると思われる異常事態

9.2 受渡当事者間の協定によって追加可能な報告項目

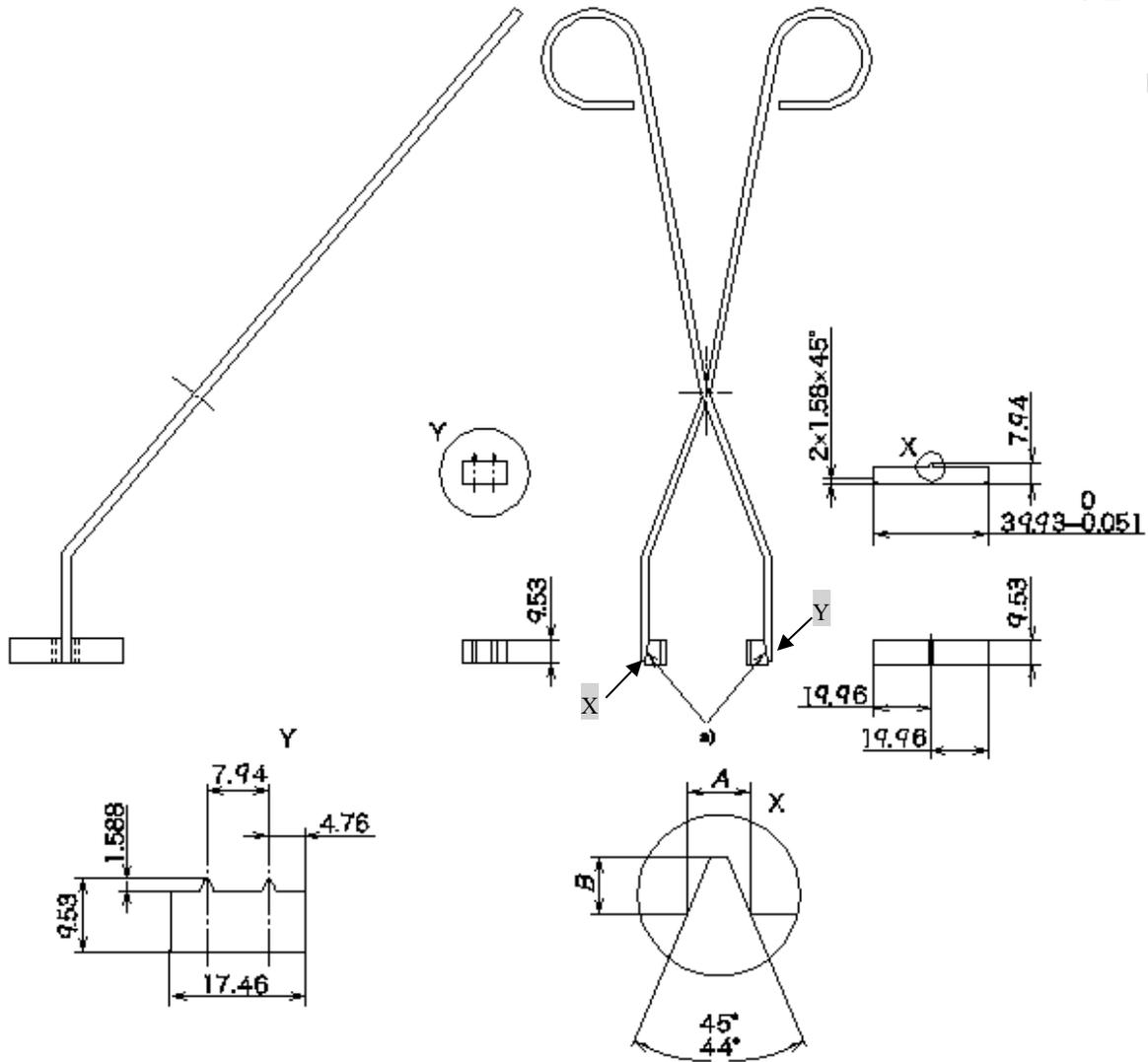
受渡当事者間の協定によって、次の項目などを追加することが可能である。

- a) 試験片の軸方向（ISO 3785[2]参照）
- b) 試験機の定格容量 [単位 ジュール (J)]
- c) 横膨出（附属書 B 参照）
- d) 破面率（附属書 C 参照）
- e) 吸収エネルギー—温度曲線（附属書 D 参照）
- f) 横膨出—温度曲線（附属書 D 参照）
- g) 破面率—温度曲線（附属書 D 参照）
- h) 遷移温度及び決定した基準（附属書 D 参照）
- i) 試験で完全に分離しなかった試験片の数
- j) 直近の直接検証及び間接検証の年月

附属書 A (参考) センターリングトング

図 A.1 に示したようなトングは、温度制御用媒体中から適切な試験位置まで試験片を移動するのによく使用される。

単位 mm



記号説明

X : トングつかみ部片側の鋼製部

Y : トングつかみ部もう片側の鋼製部

注 a) 互いに平行になるように、トングに銀はんだ付けされた鋼製部。

単位 mm

試験片厚さ	A	B
10	1.60~1.70	1.52~1.65
5	0.74~0.80	0.69~0.81
3	0.45~0.51	0.36~0.48

図 A.1-V ノッチシャルピー衝撃試験片センターリングトング

附属書 B (規定) 横膨出の求め方

B.1 一般

試験片のノッチ底部に生じる三軸応力下での材料の破断抵抗能の測定は、この部位で生じる変形量で行う。この場合の変形は、収縮となる。破断後であっても、この変形の測定は、困難なため、通常、破断面の端部に生じる張出しを測定し、収縮の代替とする。

B.2 手順

横膨出の測定においては、横方向の張出しの状態は、二つの破断片で必ずしも一致しないことを考慮することが望ましい。したがって、最大の張出しは、破断した試験片の片方の試験片の両側面に含まれること、片側面だけに含まれること又はいずれにも含まれないことがある。

そのため、測定は、次のいずれかによる。横膨出の値は、通常、JIS Z 8401 の規則 A によって小数点第 2 位まで求める。

- a) 二つの破断した試験片の衝撃面（ノッチのある面と反対の面）を合わせ（図 B.1 参照）、試験片端部付近の変形が生じていない側面（ノッチのある面に直角な面）を両破断片で一致させる。この両側面間の幅（図 B.1 の b 参照）を基準とし、横方向に最大に張り出している箇所の幅（図 B.1 の a 参照）を求め、基準とした幅との差を横膨出とする。

$$LE = a - b$$

ここで、 LE : 横膨出

- b) 二つの破断面の張出し量をそれぞれ測定して、破断面の片側側面で、大きい方の値を決定し、その両側面についての和として算出する。それぞれの片側の試験片の各側面の張出し量を、試験片の側面に変形していないとみなす面に対して測定する（図 B.2 の B 参照）。

測定には、接触法及び非接触法を用いることが可能である。

横膨出は、図 B.3 及び図 B.4 で示すようなゲージを用いて、試験片を測定してもよい。ゲージを用いるときは、最初に、ノッチに直角な両側の面を観察し、衝撃試験中に生じたばりがないことを確認する。ばりがある場合には、ばりの除去中に、測定すべき突出部を擦らないようにして、例えば、研磨布で擦るなどして、ばりを除去する。次に、当初ノッチの反対であった面が、互いに向かい合うように二つの破断した試験片を置く。破断した試験片の一方を取り（図 B.2 参照）、測定子³⁾に突出部を合わせて、基準面（reference support）にしっかりと押し付ける。読みを記録し、もう一方の破断した試験片についても、同じ側面を測定するように、この手順を繰り返す（図 B.2 参照）。それぞれの面で得られた大きい方の値をこの側面の張出し量とする。この方法を繰り返して反対側の張出し量を測定し、それぞれの側面から得られた大きい方の値を加える。例えば、 $A_1 > A_2$ 及び $A_3 = A_4$ の場合、 $LE = A_1 + (A_3 \text{ 又は } A_4)$ となる。 $A_1 > A_2$ 及び $A_3 > A_4$ の場合、 $LE = A_1 + A_3$ となる。

注³⁾ 横膨出ゲージで、突出部に接触する部分。

測定子³⁾、機械の取付け表面などに接触することで、試験片の一つ以上の突出部を損傷した場合は、その試験片を測定してはならず、状況を試験報告書に記載しなければならない。

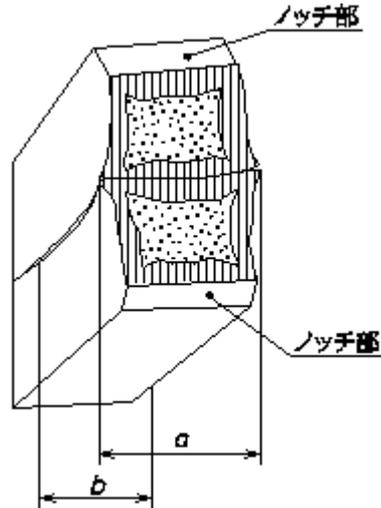
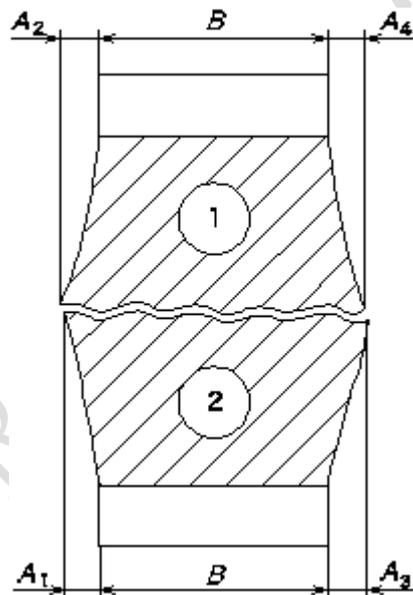


図 B.1—横膨出（両破断片を一括して測定する場合）



記号説明

1：破断した試験片の片方

2：破断した試験片のもう片方

B ：試験片の厚さ，mm

A_1 ， A_2 ， A_3 及び A_4 ：測定した距離，mm

図 B.2—横膨出（破断片を別々に測定する場合）

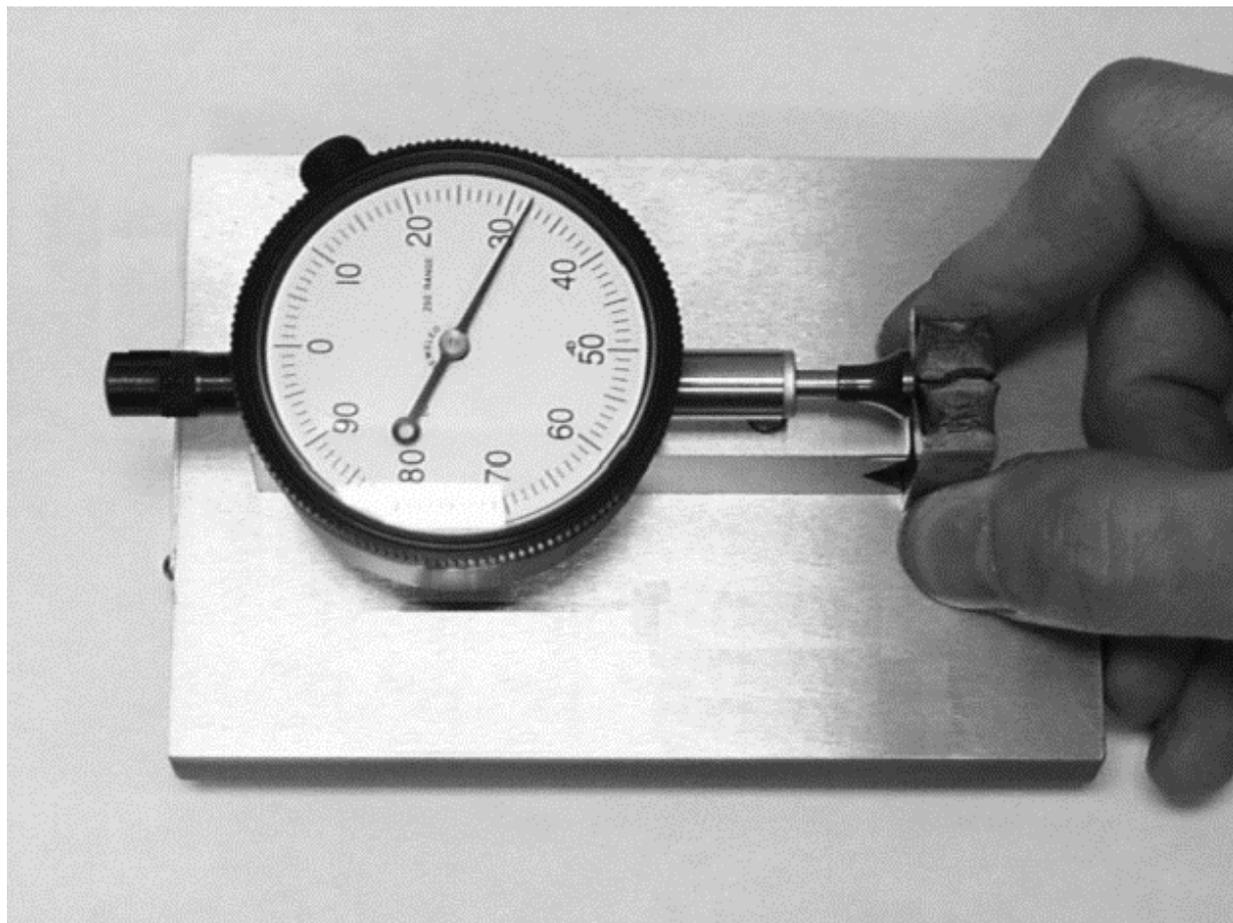
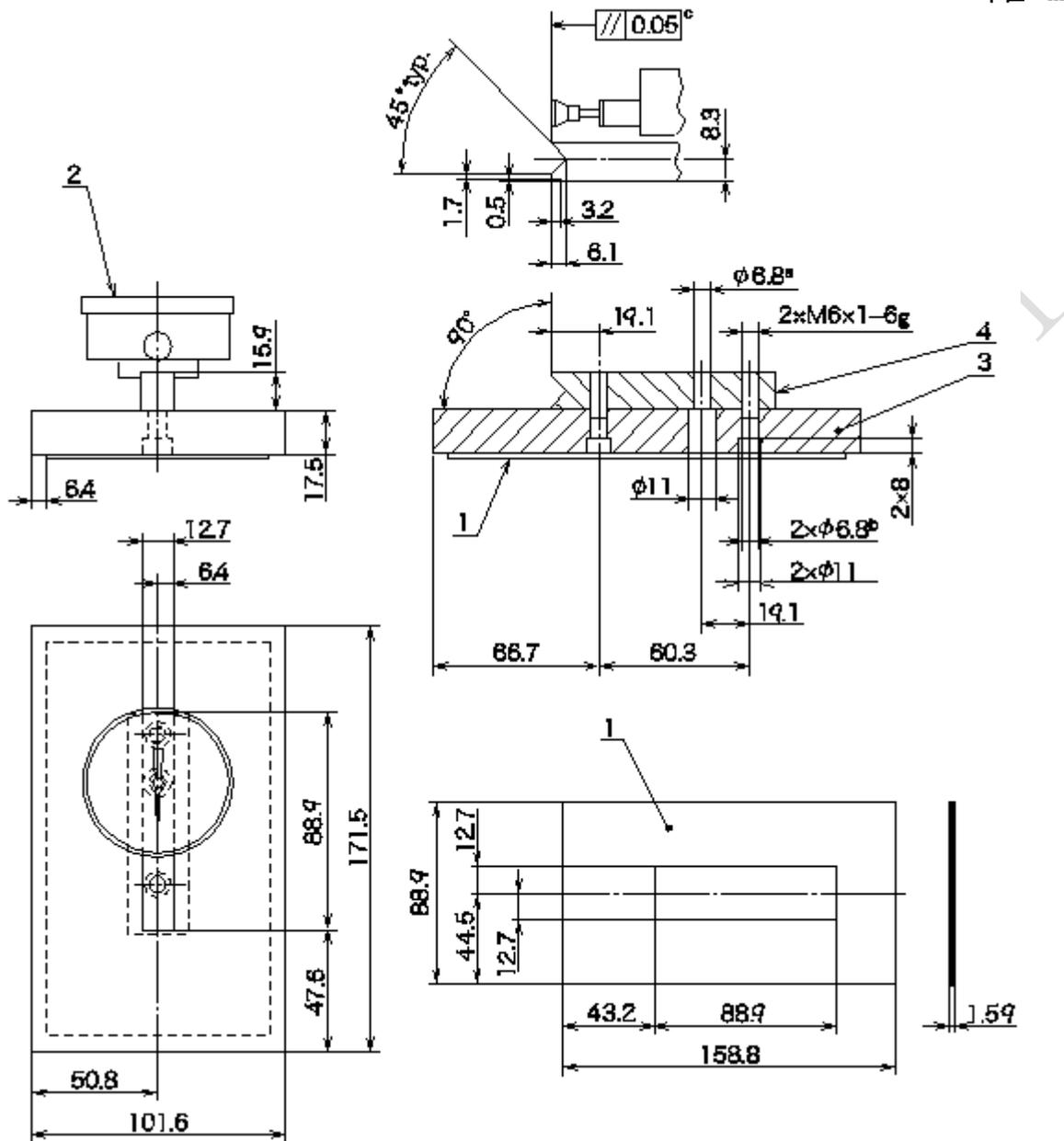


図 B.3—試験片の横膨出ゲージ

JIS DRAFT

単位 mm



記号説明

- 1: ゴム製のパッド
- 2: インジケータ (範囲 10 mm, 1/100 mm 目盛)
- 3: ステンレス製又はクロムめっきした基盤 (ベースプレート)
- 4: ステンレス製又はクロムめっきしたダイヤル載せ台
- a: インジケータを装着するための 7/8 インチ穴付 1/4-20 UNC ねじ
- b: 25 mm 穴付 M6×1 ねじ
- c: 組立時のラップ

注*) 測定器側面と試料接触面との最大かい離距離を意味する。

図 B.4—横膨出ゲージの組立て及び詳細

附属書 C (規定) 破面率の求め方

C.1 一般

試験片の破面は、発生したせん断破壊の百分率（延性破面率）で評価することが多い。延性破面率が大きいほど、材料の切欠きじん性は、高い。ほとんどのシャルピー試験片の破面には、せん断と平坦（坦）な領域が混在している。せん断の領域（延性破面⁴⁾）は、完全に延性をもつとみなされるが、平坦な領域（ぜい性破面⁴⁾）は、延性、ぜい性又はこれらの破壊モードが混在する可能性がある。

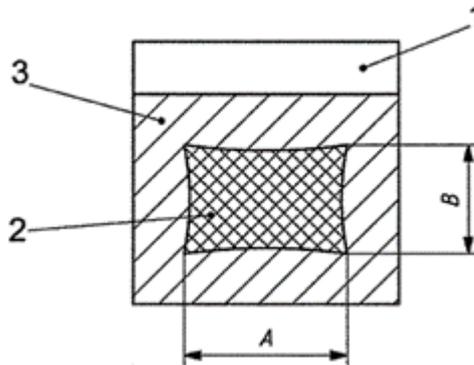
注⁴⁾ この規格では、せん断の領域を“延性破面”，平坦な領域を“ぜい性破面”と呼んでいる。ISO148-1規格では、平坦な領域を“へき開領域”（cleavage area）と呼んでいる。

注記1 ISO148-1規格には、評価は、非常に主観的なものであるため、破面率を規格の規定に用いないことが望ましい、と記載されている。

注記2 繊維状破面（fibrous-fracture appearance）の用語は、延性破面の同意語として用いられる。へき開破面（cleavage fracture appearance）及び結晶破面（crystallinity）は、延性破面の反対語としてよく用いられる。

C.2 破面率の求め方

破面率は、試験片の破面（図 C.1 参照）を観察し、ぜい性破面率及び延性破面率は、それぞれ式(C.1)及び式(C.2)による。



記号説明

- 1：ノッチ
 2：ぜい性破面領域（平坦な領域）
 3：延性破面領域（せん断の領域）
 A：ぜい性破面率を見積もるために測定された寸法
 B：ぜい性破面率を見積もるために測定された寸法

図 C.1—試験片の破面

$$BFA = \frac{C}{S} \times 100 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$SFA = \frac{D}{S} \times 100 \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

ここで,	BFA :	ぜい性破面率 (%)
	SFA :	延性破面率 (%)
	C :	ぜい性破面の面積 (mm^2)
	D :	延性破面の面積 (mm^2)
	S :	破面の全面積 (mm^2)

$$\underline{BFA+SFA=100} \dots\dots\dots(C.3)$$

試験片破断部の変形が著しくない場合には、破面率の算出に際し、試験片のノッチ部の原断面積を、破面の全面積としてもよい。

破面率は、通常、次の方法のうち、いずれか一つによって測定する。

- a) 図 C.1 で示すように、平たん領域のぜい性破面部（光沢のある部分）の長さ及び幅を 0.5 mm 単位で測定し、表 C.1 から延性破面率を求める。ぜい性破面率は、式(C.3)の関係から、求める。
- b) 試験片の破面を図 C.2 で示す破面の図と比較し、延性破面率を求める。ぜい性破面率は、式(C.3)の関係から求める。

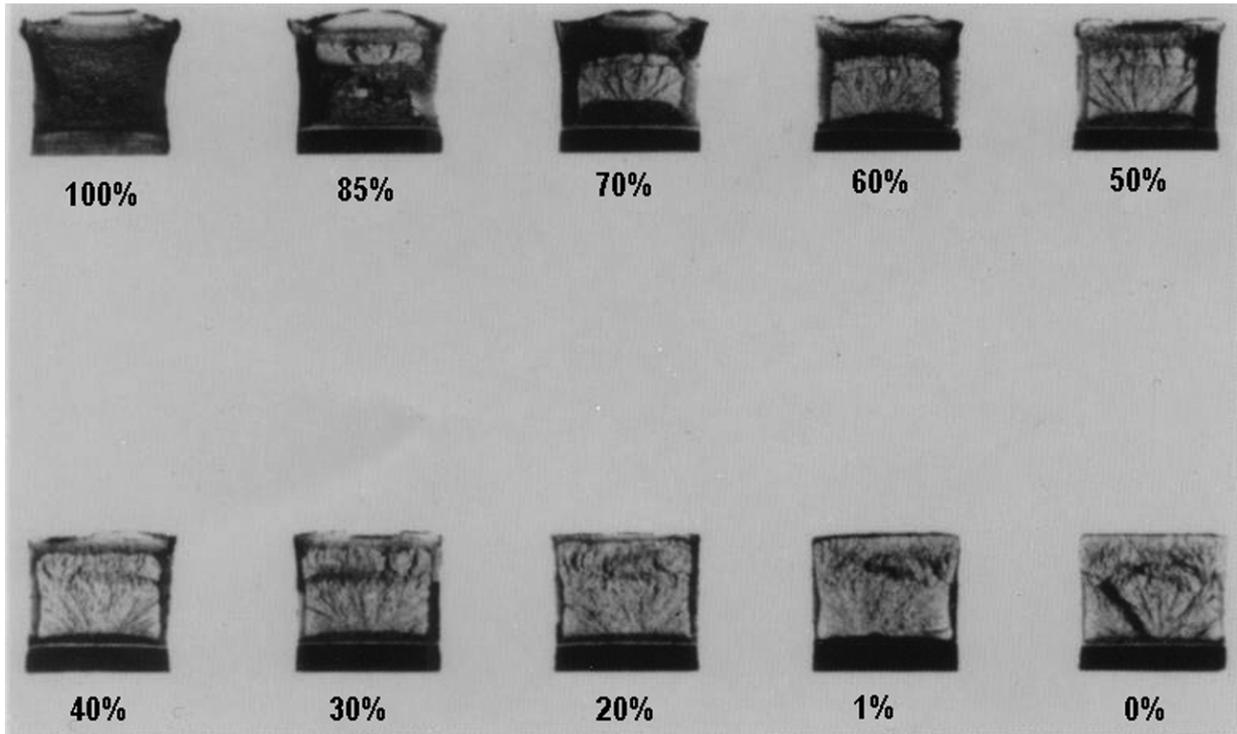
注記 図 C.2 は、ASTM E23-16[6]と整合している。

- c) 破面を拡大し、事前に校正したオーバーレイ図と比較し、延性破面率を求める。ぜい性破面率は、式(C.3)の関係から、求める。
- d) 適切な倍率で破面を撮影し、プランメータでぜい性破面領域の面積を測定し、破面の全面積で除してぜい性破面率を測定する。延性破面率は、式(C.3)の関係から求める。破面の全面積からぜい性破面領域の面積を引いて、破面の全面積で除して延性破面率としてもよい。
- e) 画像解析技法によって、ぜい性破面率及び／又は延性破面率を測定する。

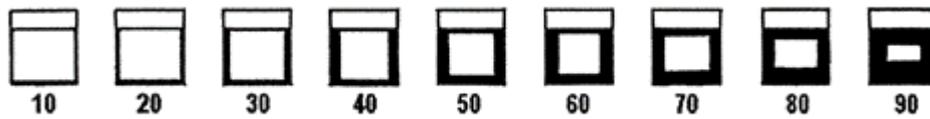
表 C.1—延性破面率換算表

B mm	A																		
	mm																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
破面率 %																			
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

A 及び B が 0 のとき, 100 %延性破断と報告しなければならない。



a) 破面図及び延性破面率比較図



b) 延性破面率推定のガイド

図 C.2—破面の図

JIS

DRAFT

附属書 D (規定)

遷移曲線，破面率遷移温度及びエネルギー遷移温度の求め方

D.1 遷移曲線の求め方

遷移曲線を求める場合は，通常，延性破面率 100 %及びぜい性破面率 100 %に相当する温度を含む遷移温度領域において，適切な幾つかの試験温度を選んで試験を行う。遷移曲線は，縦軸に吸収エネルギー，延性（又はぜい性）破面率又は横膨出をとり，横軸に試験温度をとって，試験結果を表す各点のほぼ中央を通して描く（**図 D.1** 参照）。遷移曲線は，外挿によって描いては，ならない。

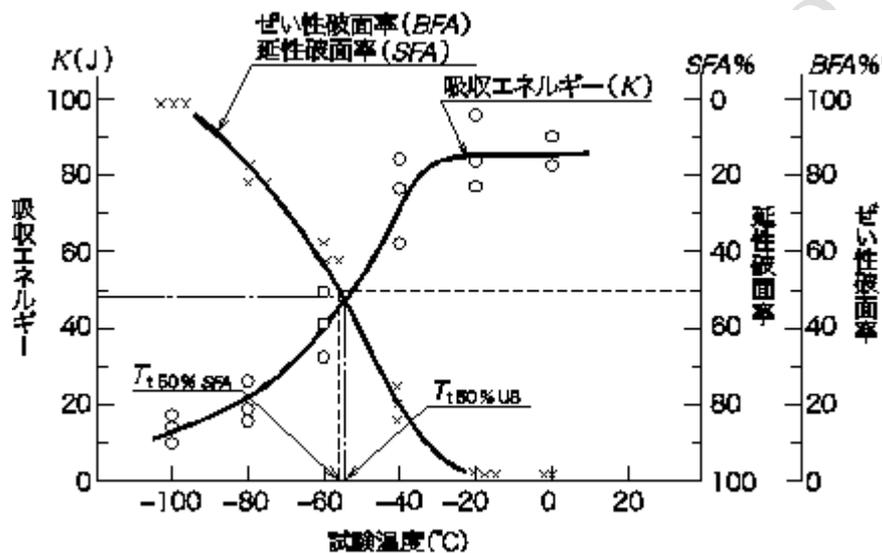
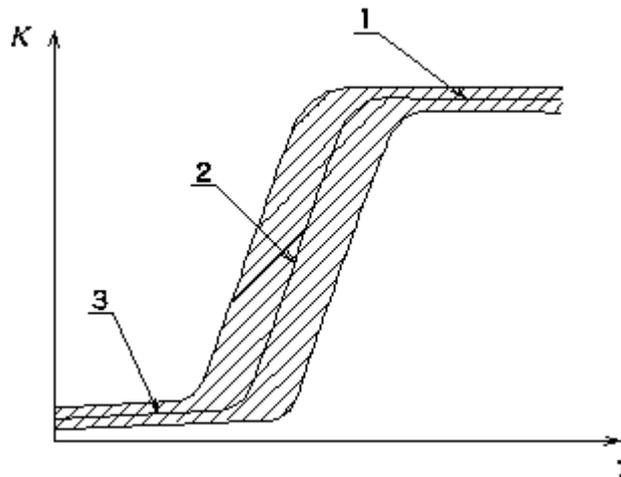


図 D.1—破面遷移温度及びエネルギー遷移温度の例

通常，曲線は，個々の値の近似曲線を描くことで得られる。曲線の形状及び試験値のばらつきは，材料，試験片形状及び衝撃速度に左右される。延性とぜい性の遷移領域をもつ曲線の場合，上部棚領域，遷移領域及び下部棚領域に区別される（**図 D.2** 参照）。



記号説明

- T : 温度
 K : 吸収エネルギー
 1: 上部棚領域
 2: 遷移領域
 3: 下部棚領域

注記 せん断破面及び横膨出に対する遷移曲線も一般的である。しかし、ここでは示していない。

図 D.2—概略的に示した試験温度に対する吸収エネルギーの関係

D.2 破面遷移温度及びエネルギー遷移温度の求め方

破面遷移温度及びエネルギー遷移温度は、D.1 で求めた遷移曲線から求める（図 D.1 の例参照）。ここで、破面遷移温度は、延性破面率 50 %となる温度とする。また、エネルギー遷移温度は、延性破面率 100%となる最低温度に対応する吸収エネルギーと、ぜい性破面率 100%となる最高温度に対応する吸収エネルギーとの、平均吸収エネルギーに相当する温度とする。ただし、受渡当事者間の協定によって、延性破面率 100 %となる温度における吸収エネルギーの 1/2 の値に相当する温度としてもよい。

なお、これらの遷移温度を求めるための遷移曲線の試験温度の範囲は、必要とする遷移温度が補間によって求められる範囲でよい。

注記 1 遷移曲線の回帰モデルに用いられる最も一般的な方法は、双曲正接法である。

注記 2 遷移温度 T_t は、遷移曲線の吸収エネルギーが急に上昇している部分である。急激な上昇部は、通常、かなり広い範囲に広がるため、遷移温度の一般的に適用できる定義は、ない。種々ある中では、次の基準が、遷移温度を求めるのに有用である。

- a) T_{27} , 規定の吸収エネルギーに対応, 例 $KV_8=27 \text{ J}$
- b) $T_{50\%US}$, 上部棚の吸収エネルギー値の特定の百分率に対応, 例 50 %
- c) $T_{50\%SFA}$, 破面率の特性の百分率, 例 50 %
- d) $T_{0.9}$, 特定の横膨出, 例 0.9 mm

遷移温度を定義するのに用いる方法の選択は、製品規格、仕様書又は受渡当事者間の協定で規定することが望ましい。

附属書 E (参考)

吸収エネルギー値 K の測定の不確かさ

E.1 記号及び単位

この附属書で用いる記号及び単位を表 E.1 に示す。ノッチ形状は、 V 又は U で表示するが、ここでは、 KV だけを例示した。

表 E.1—記号及び単位

記号	単位	定義
B_V	J	振子式衝撃試験機の間接検証で求められた偏り
k	—	包含係数
KV	J	V ノッチ試験片に対して、この規格に従って測定した吸収エネルギー
\overline{KV}	J	試験材料から得た一組の試験片の報告される平均 KV
KV_R	J	間接検証で用いた基準片の認証 KV 値
\overline{KV}_R	J	間接検証で試験された基準片の平均 KV 値
n	—	試験された試験片の数
r	J	計器の目盛の分解能
s_x	J	n 個の試験片に対して得られた値の標準偏差
T_x	J	温度の影響による測定された KV 値の誤差
$u(\overline{KV})$	J	\overline{KV} の標準不確かさ
$U(\overline{KV})$	J	95 %信頼限界の \overline{KV} の拡張不確かさ
$u(r)$	—	試験機の分解能による標準不確かさ
u_T	K	試験温度の標準不確かさ
u_V	J	間接検証結果の標準不確かさ
$u(\bar{x})$	J	\bar{x} の標準不確かさ
\bar{x}	J	偏りで補正していない試験材料から得られた n 個の一組の試験片の平均 KV 値
$\nu_{\overline{KV}}$	—	$u(\overline{KV})$ に対する自由度
ν_V	—	u_V に対する自由度
$\nu_{\bar{x}}$	—	$u(\bar{x})$ に対する自由度

E.2 測定の不確かさの求め方

E.2.1 一般

この附属書では、試験材の一組の試験片に対する平均吸収エネルギーに関連付けられる不確かさ $u(\overline{KV})$ を求めるロバスト法を記載する。その他の $u(\overline{KV})$ の評価法も、ISO/IEC Guide 98-3[4] の要求に適合すれば、開発可能であり、適用してもよい。

この方法では、基準片を用いて行う標準の機器の性能評価法である振子式シャルピー衝撃試験機の“間接検証”からのインプットが要求される (JIS B 7722 参照)。

注記 1 ISO 148 シリーズに関しては、ISO 148-1、ISO 148-2 及び ISO 148-3 を基として、この規格、JIS B 7722 及び JIS B 7740 がそれぞれ作成されている。ISO 148 シリーズで、シャルピー衝撃試験機は、直接検証及び間接検証の両方の要求事項に適合していることが要求される。直接検証は、機器の構成に要求される全ての幾何学的及び機械的な内容のチェックを含んでいる (JIS B 7722

参照)。

シャルピー測定 of 計量計測トレーサビリティ連鎖における直接検証及び間接検証の役割を、図 E.1 に示す。この連鎖は、ISO 148 シリーズで記載される標準的方法で、測定量の定義、KV 又は吸収エネルギーとともに国際レベルから始まる。国際比較の可能性は、シャルピー基準試験機及び国家又は国際機関が基準試験機群を用いて製造した認証基準片の認証値の国際比較に依存している。

校正試験所は、基準試験機の検証のために認証基準片を用い、基準片 (reference test piece) の値付け (characterize) 及び製造のために、校正試験所の振り子 (pendulum) を用いることが可能である。使用者レベルでは、シャルピーの試験所は、信頼できる KV 値を得るために基準片で、使用者の振り子を検証することが可能である。

注記 2 使用者は、校正試験所を通さず、国家又は国際機関から、認証基準片を入手することが選択可能である。

注記 3 認証基準片と基準片との差異に関する追加の情報は、JIS B 7740[1]の附属書 A (基準試験片の吸収エネルギー認証値の不確かさ) にある。

E.2.2 不確かさの不適用 (Uncertainty disclaimer)

測定の不確かさの分析は、測定結果における不一致となる主な要因の識別に有用である。

この規格を基にした材料規格及び材料特性データベースは、測定の不確かさの寄与を含んだものである。それゆえ、測定の不確かさで更に調整することは、不適切であり、材料を不合格にする危険性がある。このため、この手順に従って得られた不確かさの見積りは、注文者の指定がない限り、参考情報である。

この規格で規定する試験条件及び許容限界は、注文者による特別な指示がない限り、測定の不確かさを考慮して調整しないことが望ましい。見積もられた測定の不確かさは、注文者による特別な指示がない限り、材料規格に適合性を評価するために測定結果に組合わせないことが望ましい。むしろ、示された許容差が、許容範囲と解釈される[5]。この考え方は、暗に、許容される最大の測定の不確かさで測定されていると仮定している。可能な場合、この最大の測定の不確かさは、ISO 148 シリーズの最新版で規定されている。測定の不確かさは、表示された値よりも小さくなることが望ましい。

E.3 一般手順

E.3.1 不確かさに寄与する要因

不確かさに寄与する主な因子は、次である。

- a) 間接検証から推定される試験機の誤差
- b) 試験材の均一性及び試験機の繰返し性
- c) 試験温度

平均吸収エネルギー \overline{KV} を求める計測方程式は、式(E.1)である。

$$\overline{KV} = \bar{x} - B_V - T_x \dots\dots\dots(E.1)$$

ここで、
 \bar{x} : n 個の試験片で得られた平均吸収エネルギー
 B_V : 間接検証を基にした機器の偏り
 T_x : 温度による偏り

E.3.2 試験機の偏り

JCGM 106[5]によると、測定値は、既知の偏りで補正するのが望ましい。間接検証は、偏りの値を確立する一つの方法である。間接検証で求めた試験機の偏り B_V は、次の式(E.2)のように JIS B 7722 で規定されている。

$$B_V = \overline{KV}_R - KV_R \quad \dots\dots\dots(E.2)$$

ここで、
 \overline{KV}_R : 間接検証で破断した基準片の平均値
 KV_R : 基準片の認証値

B_V の値がどの程度認識されているかで、間接検証に付随する不確かさを取り扱う JIS B 7722 で異なる方法が、提案されている。

- a) B_V がよく知られており、安定している場合。この例外的な場合では、得られた値 \bar{x} は、 \overline{KV} を得るために、 B_V に等しい項で補正される。
- b) 通常、 B_V の値の安定性に確実な証拠がなく、この場合、偏りは、補正されないが、間接検証の結果の不確かさ u_V に寄与する。

いずれの場合も、間接検証の結果に付随する不確かさ u_V 及び試験機の偏りは、JIS B 7722 で記載された手順に従って計算される。間接検証の不確かさの分析の結果は、値 u_V である。

\overline{KV}_V と \overline{KV} とに有意な差異がある場合は、 B_V 及び u_V の値は、 $\overline{KV}/\overline{KV}_V$ の比を乗じることが望ましい。

E.3.3 試験機の繰返し性及び材料の不均一性

n 個の試験片で得られた平均吸収エネルギー \bar{x} の不確かさは、式(E.3)を用いて求める。

$$u(\bar{x}) = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots(E.3)$$

ここで、 s_x : n 個の試験片で得られた値の標準偏差

s_x は、次の二つの因子に起因する。

- 試験機の繰返し性
- 試験片間の材料の不均一性

これらの因子は、混同しているので、両方をこの項に含める。測定の総合不確かさは、材料の不均一性による KV のばらつきに対して、 s_x の値を含めた保守的な方法として報告することが望ましい。

$u(\bar{x})$ の自由度 $\nu_{\bar{x}}$ の値は、 $n-1$ として計算される。

E.3.4 温度の偏り

温度の偏り T_x の吸収エネルギーへの影響は、材料に非常に依存する。ぜい性—延性の遷移領域で鋼を試験する場合、温度の小さな変化が、吸収エネルギーの大きな違いになる。この規格の発行時点では、測定された温度の不確かさに対応する吸収エネルギーの不確かさへの寄与の計算の一般的で、受け入れられている方法を示すことは、できなかった。代わって、吸収エネルギーの項の測定の不確かさ報告を、吸収エネルギーが測定された試験温度の不確かさ u_T に対する別個の報告に補足することを提案する（例として、E.5 参照）。

E.3.5 試験機の分解能

試験機の分解能の影響は、ほとんどの場合、不確かさに寄与する他の因子に比べて無視することが可能である (E.3.1～E.3.4 参照)。例外は、試験機の分解能が粗く、かつ、測定されたエネルギーが小さい場合である。この場合、対応する不確かさの寄与は、式(E.4)を用いて計算する。

$$u(r) = \frac{r}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (E.4)$$

ここで、 r : 試験機の分解能。対応する自由度は、無限大。

E.4 合成及び拡張不確かさ

$u(\overline{KV})$ を計算するために、不確かさに寄与する因子 (E.3 参照) を合成することが望ましい。 u_T は、別に取り扱われ、 $u(\bar{x})$ 、 u_V 及び $u(r)$ は、お互いに独立しているので、合成標準不確かさは、式(E.5)を用いて求める。

$$u(\overline{KV}) = \sqrt{u^2(\bar{x}) + u_V^2 + u^2(r)} \quad \dots\dots\dots (E.5)$$

拡張不確かさを求めるためには、合成標準不確かさに適切な包含係数、 k を乗じて算出される。 k の値は、 v_V 及び v_x の自由度を合成し、対応する u_V 及び $u(\bar{x})$ の不確かさ寄与を評価することによって、簡易 Welch-Satterwaite の近似を用いて計算することが可能な $u(\overline{KV})$ の有効自由度、 $v_{\overline{KV}}$ に依存する。

$u(r)$ の自由度は、無限大であるので、試験機の分解能は、 $v_{\overline{KV}}$ に寄与しない。式(E.6)を参照。

$$v_{\overline{KV}} = \frac{u^4(\overline{KV})}{\frac{u^4(\bar{x})}{v_x} + \frac{u_V^4}{v_V}} \quad \dots\dots\dots (E.6)$$

注記 シャルピー衝撃試験の場合、試験片の数は、しばしば 5 又は 3 に限られる。加えて、試験片の不均一性が、 $u(\bar{x})$ を大きな値にすることがある。これは、有効自由度の数値が、 k の包含係数を 2 として用いることで、十分な大きさにならないことがよくある理由である。

95 %の信頼限界に相当する包含係数、 k は、GUM の t 分布表から $t_{95}(v_{\overline{KV}})$ として得ることが可能である (選択する t の値は、表 E.5 を参照)。 \overline{KV} の拡張不確かさは、式(E.7)を用いて求める。

$$U(\overline{KV}) = k \times u(\overline{KV}) = t_{95}(v_{\overline{KV}}) \times u(\overline{KV}) \quad \dots\dots\dots (E.7)$$

E.5 計算例

この例では、特定の試験材から一組が $n=3$ の試験片の測定値の平均 \bar{x} に対して測定の不確かさを計算した。表 E.2 の結果は、直接検証及び間接検証の手順で適合していることが確認された振子に対して得られたものである。第 1 ステップとして、得られた平均 KV 値、 \bar{x} が、式(E.3)を用いて計算される標準不確かさ $u(\bar{x})$ と同様に計算される。

表 E.2—シャルピー試験のデータ

単位 J

試験結果	
KV, 試験片 1	105.8
KV, 試験片 2	109.3
KV, 試験片 3	112.2
平均 KV, \bar{x}	109.1
$n=3$ の KV 値の標準偏差, s_x	3.2
得られた平均 KV の標準不確かさ, $u(\bar{x})$ は、式(E.3)に従って計算される。	1.9

第 2 ステップとして、生データ（偏りで補正していない。）を、異なるエネルギーレベル（例えば、20 J、120 J 及び 220 J）の基準片に対して行った直近の間接検証の結果と結合させる。試験材の吸収エネルギーのレベルは、120 J レベル（ $\bar{x}=109.1$ J）に近い。それゆえ、このエネルギーレベルで得られた間接検証の結果を、不確かさの評価に用いる。偏り値 B_V は、JIS B 7722 に従った検証の基準値に適合している。 B_V の安定性について確かな根拠がないので、測定された値は、偏りで補正されない。それゆえ、報告された KV 値である \overline{KV} は、測定された値の平均値 \bar{x} に等しい。測定値は、偏りで補正しないので、間接検証結果の不確かさ u_V に寄与する。間接検証の標準不確かさは、120 J では、自由度 7 で、 $u_V=5.2$ J であった（JIS B 7722 参照）。この情報は、各検証で最新化される機器の関係書類で、入手できることが望ましい。

表 E.3 に測定の不確かさの計算手順を示す。

表 E.3—拡張不確かさ $U(\overline{KV})$ の計算スキーム

生データ		120 J での間接検証結果	
$u(\bar{x})$	1.9 J	u_V	5.2 J
試験片数 $n=3$ の試験に対する自由度 ν_x , $n-1$ として計算	2	校正認証書から得た、間接検証, ν_V の自由度	7
式(E.5)から求めた合成標準不確かさ, $u(\overline{KV})$			5.5 J
式(E.6)から求めた $u(\overline{KV})$ の有効自由度, $\nu_{\overline{KV}}$			8
8 の $\nu_{\overline{KV}}$ 及び 95 % 信頼限界レベル, $t_{95}(\nu_{\overline{KV}})$ に対応する t 値			2.3
拡張不確かさ, $U(\overline{KV})$			12.6 J

表 E.4 は、試験結果及び測定の不確かさの報告に用いることが可能である。

表 E.4—拡張不確かさ $U(\overline{KV})$ を含む結果 \overline{KV} の集計表

n	s_x ^{a)} J	\overline{KV} J	$\nu_{\overline{KV}}$	$t_{95}(\nu_{\overline{KV}})$	$U(\overline{KV})$ ^{b), c)} J
3	3.2	109.1	8	2.3	12.6
<p>注 ^{a)} この標準偏差は、試験材の不均一性の保守的（安全側）な見積り（値には、分離しては評価できない試験機の繰り返し性からの寄与も含む。）である。</p> <p>注 ^{b)} この手順に従って計算した拡張不確かさは、95 % 信頼限界レベルに相当する。</p> <p>注 ^{c)} 引用されている不確かさは、測定された 2 K（信頼限界 95 %）の温度の不確かさを対象としている。引用されている不確かさは、特定の特性の試験材で導き出されるものは、考慮していない。</p>					

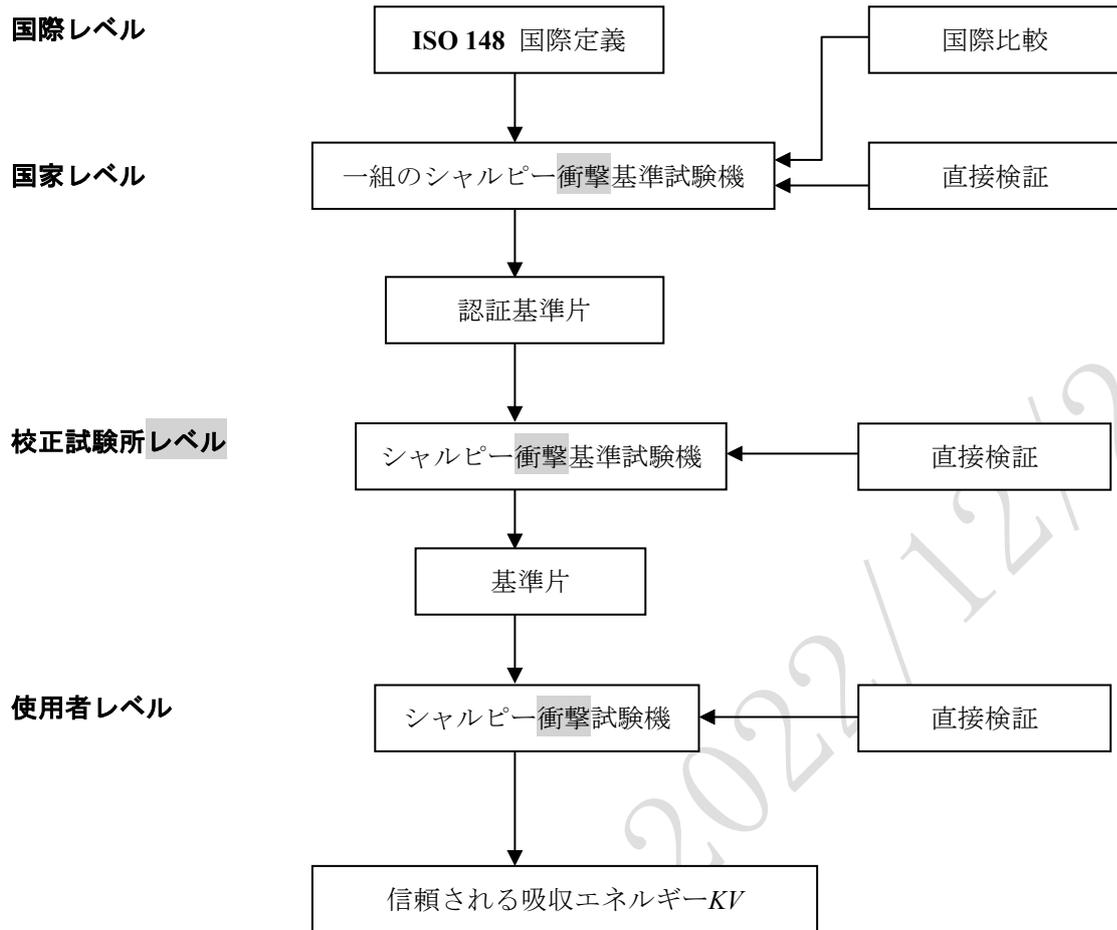


図 E.1—シャルピー衝撃試験の吸収エネルギーの定義及び普及のための計量計測トレーサビリティ連鎖の構造

JIS

表 E.5—分布の $-t_p(\nu)$, $+t_p(\nu)$ の範囲の割合として定義される自由度 ν に対する t 分布から得られる $t_p(\nu)$ の値[5]

自由度 ν	割合 $p=95\%$ に対する $t_p(\nu)$
1	12.71
2	4.30
3	3.18
4	2.78
5	2.57
6	2.45
7	2.36
8	2.31
9	2.26
10	2.23
11	2.20
12	2.18
13	2.16
14	2.14
15	2.13
16	2.12
17	2.11
18	2.10
19	2.09
20	2.09
25	2.06
30	2.04
35	2.03
40	2.02
45	2.01
50	2.01
100	1.98
∞	1.96

参考文献

- [1] **JIS B 7740** 金属材料のシャルピー衝撃試験—試験機の検証用基準試験片
注記 ISO 148-3:2016, Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 3: Preparation and characterization of Charpy V-notch test pieces for indirect verification of pendulum impact machines
- [2] **ISO 3785**, Metallic materials—Designation of test specimen axes in relation to product texture
- [3] **JIS B 7755** 金属用シャルピー振り子式衝撃試験—計装化装置
注記 ISO 14556, Metallic materials—Charpy V-notch pendulum impact test—Instrumented test method
- [4] **ISO/IEC Guide 98-3:2008**, Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- [5] **JCGM 106:2012**, Evaluation of measurement data — The role of measurement uncertainty in conformity assessment
- [6] **ASTM E23-16**, Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials

- [7] LI H., ZHOU X., XU W C orrelation Between Charpy Absorbed Energy Using 2 mm and 8 mm
- [8] **JIS B 0601** 製品の幾何特性仕様（G P S）－表面性状：輪郭曲線方式－用語，定義及び表面性状パラメータ
- [9] NANSTAD R.K., SWAIN R.L, BERGGREN R.G Influence of thermal conditioning media on Charpy specimen test temperature. Charpy Impact Test: Factors and Variables, ASTM STP 1072. ASTM, 1990, pp. 195.

JIS DRAFT 2022/12/21

附属書 JA
(参考)
JIS と対応国際規格との対比表

JIS Z 2242		ISO 148-1:2016, (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 G 0202 を引用規格として追加した。	技術的差異は、ない。
3.1.2	3.1.2	追加	注釈 2 として吸収エネルギーを求めることが可能な式を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
3.1.3	3.1.3	追加	公称初期位置エネルギーの定義に“その試験機で試験可能な位置”を追加した。	技術的差異は、ない。
4	4	追加	BFA, β , β_3 , K_3 及び K_T を追加した。	必要な記号を追加した。
		変更	β_2 , K_2 , 及び M の定義を変更した。	技術的差異は、ない。
5	5	変更	横膨出及び破面率を求めることが可能であると変更した。	技術的差異は、ない。
5	5	変更	衝撃値を衝撃エネルギーと記載した。	技術的差異は、ない。
5	5	変更	ISO 規格は、“この試験は…極めて重要になる。”を本文に記載しているが、JIS では、注記に変更した。	試験に関する情報を内容は、変更せずに、注記とした。
6.2.0A	6.2	追加	ぶらさがり段落となるため追加した。	技術的差異は、ない。
6.2.2	6.2.2	追加	実態の運用に合わせて“製品規格の規定又は受渡当事者間の協定・・・”を追加した。	日本独自の運用である。
6.3	6.3	削除	表 2 から公差等級の規定を削除した。	公差等級は、国内では、一般に使用されていないため、削除した。
6.3	6.3	追加	表 2 に注 9 を追加した。	日本独自の運用である。
7.3	7.3	追加	衝撃刃の形状が製品規格で指定されていない場合の規定を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
8.2.0A	8.2	追加	ぶら下がり段落となるため追加した	技術的差異は、ない。
8.2.3 8.2.4	8.2.2	変更	ISO 規格の NOTE 1 に要求事項が記載されていたので、8.2.3 とした。また、ISO 規格の NOTE 1 の後の本文を 8.2.4 とした。	技術的差異は、ない。
8.4	8.4	追加	自動機などを想定しより詳細に記載した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
9.1	9.1	追加	“受渡当事者間の協定によって、報告する項目は、次の内から選択してもよい。”を追加した。	日本独自の運用である。
9.1	9.1	追加	e)に“(ノッチ形状と衝撃刃の半径とを識別できるように記載する。)”を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
9.2	9.2	削除	JIS では、追加可能な報告項目から、“測定の不確かさ”を削除した。これにともなって、附属書 E の引用を箇条 8 の注記に移動した。	国内独自の運用である。

附属書 A	附属書 A	追加	記号説明を追加した。	技術的差異は、ない。
附属書 B	附属書 B	変更	JIS では、規定に変更した。内容の基本的技術的差異は、ない。	国内取引に使用されていることから規定とした。
		追加	JIS では、横膨出の有効数字桁数及び二つに破断した試験片の横膨出定義を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
		追加	測定子を説明するため注 ³⁾ を追加した。	技術的差異は、ない。
		追加	c:組立時のラップを説明するため注 ³⁾ を追加した。	技術的差異は、ない。
附属書 C	附属書 C	変更	他規格などから要求事項として引用される場合があることから、JIS では、規定とした。	技術的差異は、ない。
		追加	破面率の求め方として BFA, SEA の式を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
		追加	JIS では、延性破面率+ぜい性破面率=100%を追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
		追加	c)に注記として ASTM E23-16 と整合していることを追加した。	ISO 規格で規定していないため、追加した。
附属書 D	附属書 D	変更	JIS では、規定に変更した。	従来、JIS では、本体に規定しており、一般に使用されてきたことから規定とした。
		追加	エネルギー遷移温度について、JIS G 0202 の定義を転載した。	JIS G 0202 で定義されている内容であるが、この規格でのわかりやすさのために追加した。
附属書 E	附属書 E	追加	ISO の体系と JIS との関係を明確にするため追加した。	技術的差異は、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。 				