

## 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
4 記号及び内容	2
5 原理	2
6 装置	3
6.1 一般	3
6.2 試験機	3
6.3 試験工具	3
7 試験片	4
7.1 試験片の個数	4
7.2 試験片の寸法	4
7.3 試験片の調製	4
8 試験	5
8.1 試験温度	5
8.2 試験の実施	6
9 試験値の算出	6
10 試験報告書	7
附属書 JA (参考) JIS と対応国際規格との対比表	8

## 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 2256:2010 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。

# 金属材料の穴広げ試験方法

## Metallic materials—Hole expanding test

### 序文

この規格は、2017年に第2版として発行されたISO 16630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、厚さが主に1.2 mmから6.0 mmまで、及び幅が90 mm以上の板状金属材料の穴広げ試験方法について規定する。

**注記1** この試験は、通常、板状金属材料に適用し、伸びフランジ成形のための材料の適性を評価するために使用される。

**注記2** この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 16630:2017, Metallic materials—Sheet and strip—Hole expanding test (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すべ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 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

### 穴広げ率 (limiting hole expansion ratio)

試験片に開けた円形の打抜き穴を、円すい（錐）状の穴広げ用パンチで押し広げ、穴の縁に発生した割れが、最初に厚さ方向に貫通したときの穴の径の拡大量と初期の穴の径との比率

### 3.2

#### クリアランス (clearance)

試験片に打抜き穴を開けたときの、ダイスとパンチとの間げき（隙）

**注釈 1** クリアランスは、ダイスとパンチの間げきと試験片の厚さとの比で表す。

## 4 記号及び内容

この規格で用いる記号及びその内容を、表 1 に示す。

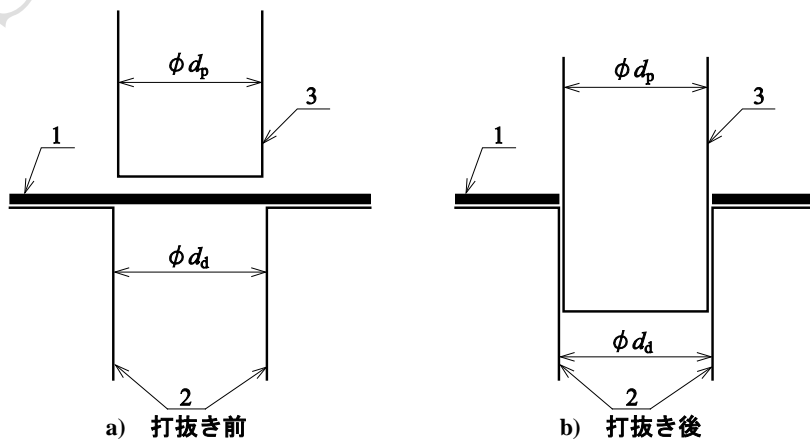
表 1—記号及び内容

記号	内容	単位
$c$	クリアランス	%
$d_d$	試験片の穴の打抜き用ダイスの内径	mm
$d_p$	試験片の穴の打抜き用パンチの径	mm
$D_d$	穴広げ用ダイスの内径	mm
$D_h$	穴広げ試験後の試験片の穴の平均径	mm
$D_o$	穴広げ試験前の試験片の穴の径	mm
$D_p$	穴広げ用パンチの径	mm
$F$	クランプ力	N
$R$	穴広げ用ダイスの角部の丸みの半径	mm
$t$	試験片の厚さ	mm
$\lambda$	穴広げ率	%
$\bar{\lambda}$	平均穴広げ率	%

## 5 原理

穴広げ試験は、次の二つのステップで行う。

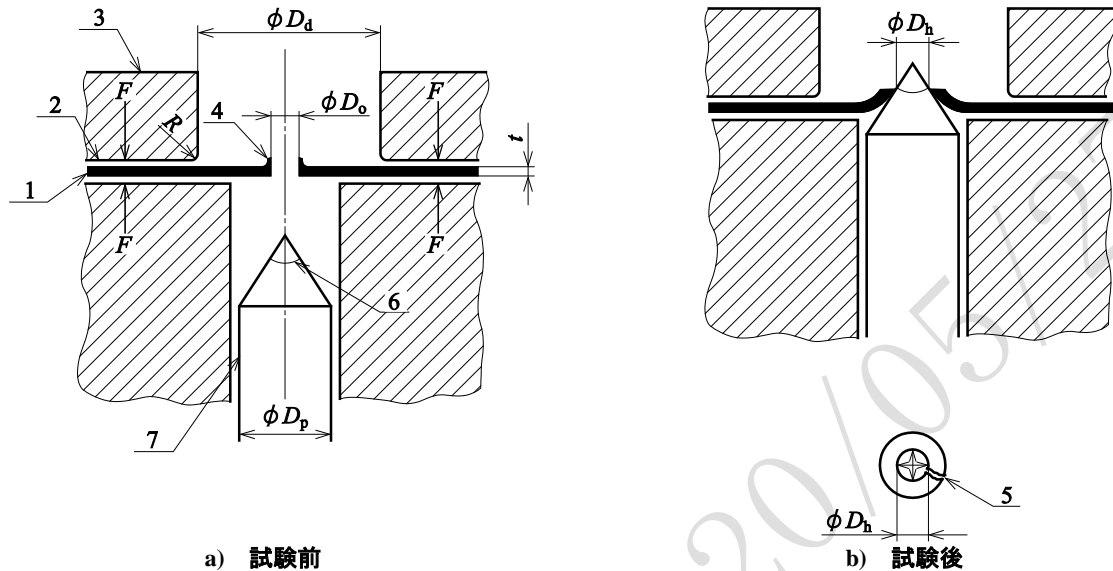
- 図 1 に示すように試験片に穴を打ち抜く。
- a) で打ち抜かれた試験片の穴に円すい状の穴広げ用パンチを、試験片の穴の縁に発生する割れが最初に厚さ方向に貫通するまで押し込む。



### 記号説明

- 1: 試験片
- 2: 打抜き用ダイス
- 3: 打抜き用パンチ

図1—打抜きの概念図



### 記号説明

- 1: 試験片
- 2: 穴広げ用ダイスの肩部
- 3: 穴広げ用ダイス
- 4: ばり
- 5: 貫通割れ
- 6: 穴広げ用パンチの先端の角度
- 7: 穴広げ用パンチ

図2—穴広げ試験の概念図

## 6 装置

### 6.1 一般

試験装置は、試験機及び試験工具によって構成する。

### 6.2 試験機

試験機は、穴広げ試験中に試験片を保持し、穴の縁に割れが発生し、割れが最初に厚さ方向に貫通したときに、直ちに穴広げ用の試験工具の動きを停止することができるものでなければならない。

さらに、試験機は、穴広げ用の試験工具の変位速度を制御できるものでなければならない。

試験機は、穴広げ専用試験機だけでなく、深絞り試験機、又はその他のプレス試験機も使用可能である。

### 6.3 試験工具

穴広げ用パンチ及びダイスの寸法及び形状は、次による (図2 参照)。

穴広げ用のパンチ及びダイスは、きずなどを定期的に見視検査し、必要に応じて、手入れ又は交換することが望ましい。

#### a) 穴広げ用パンチ

- 1) 先端の角度が  $60^\circ \pm 1^\circ$  の円すい状の押し広げ用の工具とする。工具の円柱状の部分の径  $D_p$  は、試験片の穴の縁に割れが発生する程度に穴を広げるのに十分な大きさをもたなければならない。
- 2) 硬さは、55 HRC 以上でなければならない。

#### b) 穴広げ用ダイス

- 1) 内径  $D_d$  は、測定する穴広げ率を考慮して決める。内径  $D_d$  は、40 mm 以上が望ましい。
- 2) 穴広げ用ダイスの角部の丸みの半径  $R$  は、2 mm ~ 20 mm でなければならない。推奨半径は、5 mm である。

## 7 試験片

### 7.1 試験片の個数

供試材から少なくとも3個の試験を行うことが可能なように試験片を採取しなければならない（図3及び8.2参照）。

### 7.2 試験片の寸法

試験片は、平らで穴の中心が、試験片の縁から45 mm 以上であり、穴と穴との間隔は、90 mm 以上でなければならない。

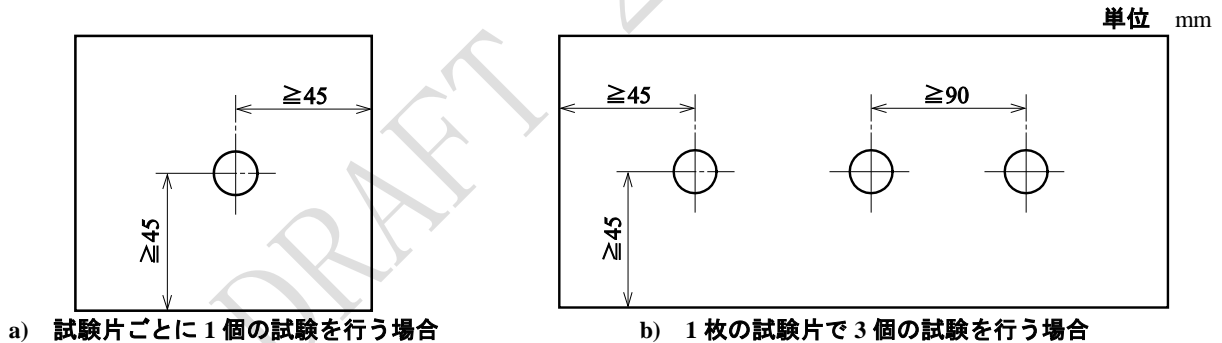


図3—試験片の寸法

### 7.3 試験片の調製

試験片の調製は、次による。

- a) 試験片の中心に10 mm の径の打抜き用パンチを用いて穴を打ち抜く（図1参照）。
- b) 打抜き用ダイスは、表2のクリアランスを満足するように選ぶ。このためには、打抜き用ダイスの内径の選択は、0.1 mm ごとに行えるようにする必要がある。

表2—打抜き用ダイス及びパンチ間のクリアランス

試験片の厚さ ( $t$ ) mm	クリアランス ( $c$ ) %
$2.0 > t$	$12 \pm 2$
$2.0 \leq t$	$12 \pm 1$

表 3 に、上記の要求に従う打抜き用ダイスの径の例を示す。

表 3—打抜き用ダイスの内径の例

単位 mm	
試験片の厚さ (t)	ダイスの内径 (d <sub>d</sub> )
1.2 ≦ t < 1.5	10.30
1.5 ≦ t < 1.9	10.40
1.9 ≦ t < 2.3	10.50
2.3 ≦ t < 2.7	10.60
2.7 ≦ t < 3.1	10.70
3.1 ≦ t < 3.6	10.80
3.6 ≦ t < 4.0	10.90
4.0 ≦ t < 4.4	11.00
4.4 ≦ t < 4.8	11.10
4.8 ≦ t < 5.2	11.20
5.2 ≦ t < 5.7	11.30
5.7 ≦ t < 6.0	11.40

- c) 打抜き面に試験値に影響する可能性があるようなきずがないように、注意して加工しなければならない。

#### 7.4 試験片打抜き用工具

試験片の調製で用いられる打抜き用パンチ及びダイスの所定の寸法に対する許容差は、表 4 による。打抜き用のパンチ及びダイスは、きずなどを定期的に目視検査し、必要に応じて、手入れ又は交換することが望ましい。

表 4—打抜き用パンチ及びダイスの所定の寸法に対する許容差

寸法	許容差 mm
打抜き用パンチの径 d <sub>p</sub> (10 mm)	+0.02 -0.03
打抜き用ダイスの内径 d <sub>d</sub> (表 3 参照)	+0.03 -0.02

クリアランスは、式(1)による。

$$c = \frac{d_d - d_p}{2t} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

- c : クリアランス (%)
- d<sub>d</sub> : 試験片の穴打抜き用ダイスの内径 (mm)
- d<sub>p</sub> : 試験片の穴打抜き用パンチの径 (d<sub>p</sub>=10 mm)
- t : 試験片の厚さ (mm)

## 8 試験

### 8.1 試験温度

通常、試験温度は、10 °C～35 °Cとする。厳格に管理された条件下で試験を行う場合には、23 °C±5 °Cで行う。

## 8.2 試験の実施

試験は、次による。

- a) 3個の試験を行う。受渡当事者間の協定によって、試験数を増やしてもよい。
- b) 試験片の打抜き穴の中心と円すい状の穴広げ用パンチの軸とが一致するように、また、試験片の平面が、円すい状の穴広げ用パンチの動作方向に垂直になるように試験片を設置する(図2参照)。さらに、試験片の打抜き穴の出側面(ばりのある側)は、ダイスの側にする。これは、穴の打抜き及び穴広げを同じ方向で行うことを意味している。

**注記** 試験片は、クランプしない状態又は予め穴広げ用パンチをクランプ部下部から少し突出させた状態で被せると、打抜き穴の中心と穴広げ用パンチの軸とを一致させやすい。

- c) 試験中にクランプ部分から材料の流入がないように十分高い押し付け力かける。

**例** 150 mm×150 mmの試験片では、50 kN以上の押し付け力が適用される。

試験後の試験片の押し付け接触面を観察し、すりきずがあるなど、材料の流入がある場合には、当該試験は無効とし、試験をやり直さなければならない。

**注記** “当該試験は無効”とは、試験片ごとに1個の試験を行う場合は、その試験片の試験が無効であることを、1枚の試験片で3個の試験を行う場合は、試験に適用した穴の試験が無効であることを、それぞれ意味する(図3参照)。

- d) 円すい状の穴広げ用パンチを、試験片に最初の割れが発生したときに、試験を停止できる程度の速度で、試験片の打抜き穴に押し込む(図2参照)。円すい状の穴広げ用パンチの速度は、1 mm/sを超えないことが望ましい。

試験片は、拡大して観察してもよい。

- e) 試験中、試験片の穴の縁を、常に観察し最初に割れが発生したときに、円すい状の穴広げ用パンチの押し込む速度を下げ、以降の穴の拡大を最小限にするのがよい。
- f) 割れが、試験片に最初に厚さ方向に貫通した瞬間に穴広げ用パンチの動きを止め、ノギス又はその他の適切な装置(例えば、校正された投影機)を用いて、0.05 mmの単位で試験後の試験片の穴の径を測定する。測定は、割れの部分をはずして、直交する2方向で行う。
- g) ある種の鋼材では、試験片の穴の縁の割れが発生しないまま、穴広げ用パンチの円柱部が通り抜けることがある。このような場合には、当該試験は無効とし、円柱部分が十分に大きい径の穴広げ用パンチを使用して試験をやり直さなければならない。

**注記** “当該試験は無効”とは、試験片ごとに1個の試験を行う場合は、その試験片の試験が無効であることを、1枚の試験片で3個の試験を行う場合は、試験に適用した穴の試験が無効であることを、それぞれ意味する(図3参照)。

大きな径のパンチの適用ができない場合には、受渡当事者間の協定によって、打抜き穴の径を小さくしてもよい。

## 9 試験値の算出

穴広げ率 $\lambda$ の算出は、以下による。

- a) 8.2によって測定した値を用いて穴の平均径を求める。
- b) 小数点1桁で示された穴の平均径を用いて、試験それぞれの穴広げ率を、式(2)によって、試験前の穴の径に対する試験後の穴の径の増大率として求める。



$$\lambda = \frac{D_h - D_0}{D_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、  
 $\lambda$  : 穴広げ率 (%)  
 $D_0$  : 試験前の穴の径 ( $D_0 = 10 \text{ mm}$ )  
 $D_h$  : 試験後 (破断後) の穴の平均径 (mm)

- c) 3個の試験の値を用いて、平均穴広げ率 ( $\bar{\lambda}$ ) を求める。JIS Z 8401 の規則 A に従って、整数値に丸める。ただし、8.2 の協定によって、3 個を超える試験片を試験した場合は、その個数の試験の値を用いて平均穴広げ率 ( $\bar{\lambda}$ ) を求める。

## 10 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) この規格によって試験した旨の表示
- b) 試験片の識別
- c) 試験片の厚さ
- d) 平均穴広げ率及び 3 個以上の試験を行った場合は、その数
- e) 穴広げ率の範囲 (要求がある場合に報告する。)
- f) 受渡当事者間の協定によった事項

JIS DRAFT 2020/05/27

**附属書 JA**  
(参考)  
**JIS と対応国際規格との対比表**

JIS Z 2256		ISO 16630 : 2017, (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	削除	対応国際規格では、貫通割れ (through-thickness crack) 及び微小割れ (microcrack) を定義しているが、JIS では、規定文でその内容を十分に理解できるため、削除した。	技術的差異は軽微である。
6	6	追加	穴広げ用パンチ及びダイスの目視検査を追加した。	ISO への提案を検討する。
7	7	変更	試験片打抜き用パンチ及びダイスの目視点検の対象は、対応国際規格では“摩耗”としているが、寸法許容差の測定と紛らわしいため、JIS では、“きずなど”に変更した。	技術的差異は軽微である。
8	8	追加	JIS では、試験片穴中心と穴広げ用パンチのアラインメントを一致させるための参考情報を注記で追加した。	ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、試験時の材料流入がないことを確実にするため、押し付け接触面を目視確認することを追加した。	ISO への提案を検討する。
		追加	JIS では、試験時の観察を容易にするため、拡大した観察を許容した。	ISO への提案を検討する。
9	9	変更	JIS では、穴径の測定精度を規定した。	技術的差異は軽微である。
10	10	変更	JIS では、報告事項を受渡当事者間協定によって選択できることにした。	技術的差異は軽微である。
<p><b>注記 1</b> 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"> <li>－ 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。</li> <li>－ 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。</li> <li>－ 変更：対応国際規格の規定内容又は構成を変更している。</li> </ul> <p><b>注記 2</b> 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"> <li>－ MOD：対応国際規格を修正している。</li> </ul>				