

# JCBA

## 銅及び銅合金板条の W 曲げ加工性評価方法

Test method of W-bend formability for sheets and strips  
of copper and copper alloys

JCBA T307 : 2024

2024 年 3 月 22 日 改正

日本伸銅協会 技術委員会 審議  
(一般社団法人 日本伸銅協会 発行)

# 銅及び銅合金板条の W 曲げ加工性評価方法

## Test method of W-bend formability for sheets and strips of copper and copper alloys

**序文** この技術標準は、日本伸銅協会の技術標準検討小委員会においてなされた W 曲げ加工性の評価方法についての検討結果を基に、日本伸銅協会（JCBA）技術標準として規定したものである。

### 1 適用範囲

本標準は、厚さ 0.05 mm 以上 2mm 以下の銅及び銅合金板条のめっきされていない素材の W 曲げ加工性評価に適用する。

### 2 引用規格

次に掲げる規格は、この技術標準に引用されることによって、その一部又は全部がこの技術標準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 H 0500** 伸銅品用語

**JIS H 3100** 銅及び銅合金の板及び条

**JIS H 3110** りん青銅及び洋白の板及び条

**JIS H 3130** ばね用のベリリウム銅、チタン銅、りん青銅、ニッケル-ず銅及び洋白の板及び条

**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

### 3 用語及び定義

この標準で用いる主な用語の定義は、次によるほか、JIS H 0500 による。

#### 3.1

##### 曲げ加工性

割れを生じることなく曲げ加工できる程度。

#### 3.2

##### L.D. (Longitudinal Direction) 試験片

板条の圧延方向に対して平行に採取した試験片。

#### 3.3

##### T.D. (Transverse Direction) 試験片

板条の圧延方向に対して直角に採取した試験片。

#### 3.4

##### G.W. (Good Way) 曲げ

曲げ軸が圧延方向に対して直角となる曲げ加工。L.D.試験片によって評価する。

### 3.5

#### B.W. (Bad Way) 曲げ

曲げ軸が圧延方向に対して平行となる曲げ加工。T.D.試験片によって評価する。

### 3.6

#### W 曲げ

曲げ試験の一種で、W 字形の下型に載せた試験片に W 字形の上型を当てて荷重を加え、規定の形に曲げる試験方法。

### 3.7

#### 曲げ半径

曲げ試験において、曲げられた試験片の内側における曲面の曲率半径。試験に用いたジグの先端の曲率半径をもって曲げ半径とする。

### 3.8

#### しわ

すべり変形によって曲げ部表面に生じた段差状のくぼみ又はすじ。

### 3.9

#### 割れ

曲げ部表面に生じた底が真上から観察できないせん断帯に沿ったクラック。

## 4 試験片

- a) 試験片の寸法は、幅 10mm を標準とし、長さ 30mm 以上のものを用いる。ただし用途や対象製品に応じて、幅 0.3mm 以上 10mm 未満のものを用いても良い。この場合、試験片幅は厚さの 1.5 倍以上の値になるようにし、次に例示する試験片幅の中から選択することが望ましい。

試験片幅の例： 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1, 2, 3, 5, 10 (単位 mm)

- b) 試験片幅は、**図 1** に示すように断面形状における幅の最大部分の寸法とする。

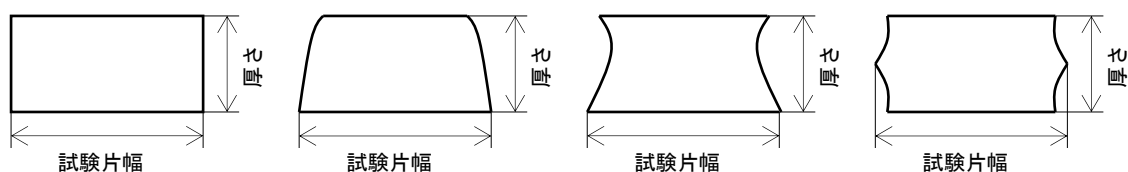


図 1 試験片の断面形状と試験片幅

- c) 試験片幅の寸法精度は、幅 0.5mm 以上のものについては $\pm 10\%$ 以内、幅 0.5mm 未満のものについては、 $\pm 0.05\text{mm}$  以内とする。
- d) 試験片は、**図 2** に示すような板条の圧延方向に平行な L.D.試験片、または圧延方向に直角な T.D.試験片を用いる。この時、L.D.試験片を用いた場合は G.W.曲げ、T.D.試験片を用いた場合は B.W.曲げを評価することになる。

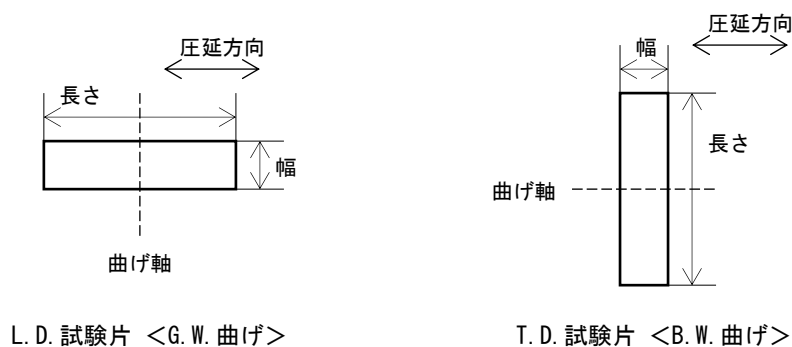


図2 試験片の方向性

- e) 試験片は、エッチング、プレス、ワイヤカット等の加工によってねじれ等の変形が生じないように製作する。

## 5 試験方法

5.1 曲げ方法 曲げ加工性の評価は、曲げ角度  $90^\circ$  の W 曲げとする。

### 5.2 曲げ試験ジグ

- a) 曲げ試験ジグは、JIS H 3100、JIS H 3110、JIS H 3130 において規定されているものと同じ、図3に示す形状のものを用いる。ここで、ジグの幅は20mm以上とする。
- b) 曲げ試験ジグの上型と下型は、擦り合わせた時に互いの面全体で滑らかに擦り合うものを用いなければならない。
- c) 曲げ試験ジグの試料と接する面の粗さは、JIS B 0601 に規定する算術平均粗さ Ra が  $1.0\mu\text{m}$  以下のものを用いる。
- d) 曲げ試験ジグの曲げ半径の精度は、 $\pm 10\%$ 以内とする。ただし、曲げ半径が0の金型の場合には、曲げ半径の精度は指定しない。

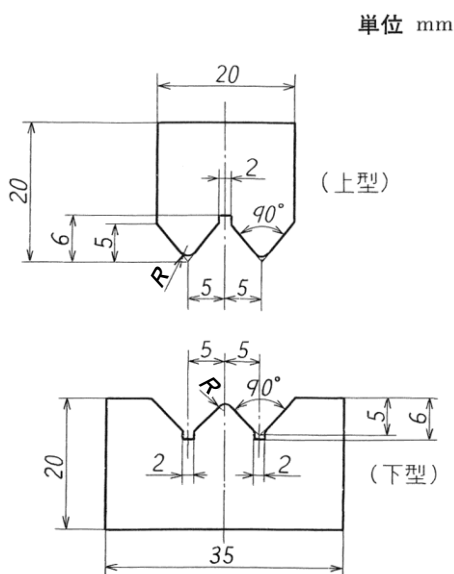


図3 曲げ試験ジグ

### 5.3 曲げ条件

- a) 曲げ半径は、評価する試料の厚さや用途に応じて適宜選定する。以下の標準曲げ半径の中から選択することが望ましい。

標準曲げ半径： 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0 (単位 mm)

- b) 潤滑油等の使用の有無やその種類は、目的に応じて適宜選定する。  
c) 曲げ加工時の負荷荷重は、適宜選定する。  
d) 曲げ加工速度は、適宜選定する。

### 5.4 曲げ試験の手順 曲げ試験は以下の手順によって行う。

- a) 曲げ試験ジグを、上型と下型が互いに平行に正しく組み合わさるようにしてハンドプレス、油圧プレス、エアプレスなどに設置する。  
b) 試験片を、直角や平行の方向がずれないように注意して下型の上に載せる。厚さに対する幅の比率が小さい試験片を用いるときは、試験片が倒れないように注意して設置する。  
c) 上型と下型を組み合わせて試験片に曲げ加工を加え、プレスで加圧する。  
d) 上型と下型を開放して、ジグから試験片を取りはずす。

## 6 評価方法

### 6.1 観察方法

- a) 曲げ部位は、50倍で観察できる装置を用いて表面から観察する。ただし、必要に応じてその他の倍率で観察してもよい。  
b) 観察部位はW曲げ加工した試験片で山となる曲げ加工部とし、中央部の観察結果で評価する。端部は端から割れが入るため評価せず、合否判定の対象としない端部からの距離は測定者の判断による。

### 6.2 評価基準

- a) 曲げ加工性の評価は、**図4**に示す基準写真と観察結果を照らし合わせて行う。  
b) 評価基準は、A：しわ無し、B：しわ小、C：しわ大、D：割れ小、E：割れ大の5段階とする。  
1) A：「しわ無し」は、しわおよび割れが確認できない状態を示す。  
2) B：「しわ小」は、基準写真に示す程度の小さなしわが確認できる状態を示す。  
3) C：「しわ大」は、基準写真に示す程度の大きなしわが確認できる状態を示す。  
4) D：「割れ小」は、割れが確認できる状態を示す。  
5) E：「割れ大」は、割れが複数個連なった状態が確認できる状態を示す。  
c) 観察結果から、試験片端部のばりが起点となって割れが生じたと判断できるものは、評価の対象としない。

## 7 結果の報告 評価結果として以下の項目を報告する。

- a) 材質・成分  
b) 厚さ  
c) 試験片幅

- d) 試験片の採取方向 (L.D.、T.D.)
- e) 曲げ半径
- f) 評価結果 : 5 段階評価 (A : しわ無し、B : しわ小、C : しわ大、D : 割れ小、E : 割れ大)

また、以下の項目は必要に応じて報告する。

- g) 試験片の製作方法
- h) 潤滑油の使用有無・種類
- i) 曲げ加工時の負荷荷重
- j) 曲げ加工速度
- k) 観察写真
- l) 割れが発生しない曲げ半径の最小値／厚さ (R/t)
- m) 試験個数
- n) 材料の機械的特性 (引張り強さ、伸び等)

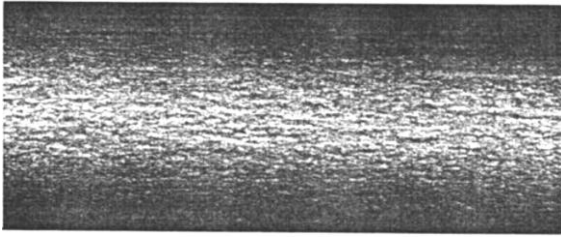
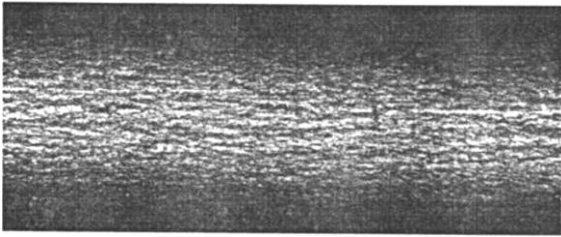
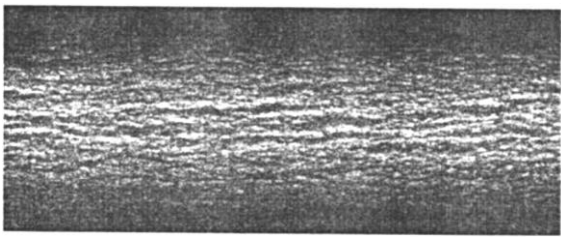

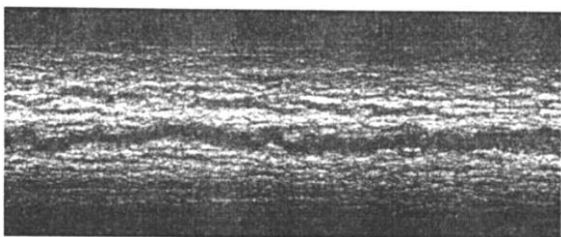
評価基準	外観基準写真 <span style="float: right;">0.2mm</span>
A : しわ無し	
B : しわ小	
C : しわ大	
D : 割れ小	
E : 割れ大	

図 4 外観基準写真

## T307 : 2024

## 銅及び銅合金板条の W 曲げ加工性評価方法 解説

この解説は、技術標準に規定・記載した事柄を説明するもので、技術標準の一部ではない。

なお、前回の解説には技術標準を改正するにあたり、協同試験結果や考え方等、有用なデータが記載されているため、旧解説として本解説の後に参考としてそのまま残すこととした。また、旧解説中で参照している箇条等の番号は、当時（2007 年度版）の技術標準のものである。

## 1 制定時の趣旨及び今回の改正までの経緯

この技術標準は、1999 年に電気部品用銅合金標準化委員会によって JCBA T307 :1999 として制定され、その後 2007 年の改正を経て、今回の改正に至った。今回の改正までの経緯は、次のとおりである。なお、電気部品用銅合金標準化委員会は、2020 年度から規格専門委員会の下部組織として、技術標準検討小委員会と名称を変更し活動を継続している。

- a) **JIS H 3110** 及び **JIS H 3130** にりん青銅、洋白、ばね用ベリリウム銅を対象とした曲げ性評価方法として、W 曲げの試験ジグと試験方法が規定されていたが、1999 年にその対象を銅および銅合金薄板条全体に広げ、本技術標準を制定した。
- b) 2007 年の改正では、狭ピッチコネクタやリードフレームのような狭い製品幅での評価にも対応できるように、試験片幅や厚さの適用範囲を拡充した。

## 2 今回の改正の趣旨

前回の改正以降、16 年が経過しており、その間に **JIS H 3110** 及び **JIS H 3130** も改正されている。そこで、これらの **JIS** 規格と整合性を図りながら、市場の実態に即した内容にするために、この技術標準を改正した。

## 3 審議中に特に問題となった事項

今回のこの技術標準の審議において問題となった主な事項及び審議結果は、次のとおりである。

- a) **評価方法について [6.1 a)]** “原則として” の解釈についての議論があった。“原則として”とは、“50 倍の光学顕微鏡”全体に係っているという解釈で合意が得られた。しかし、実際には実体顕微鏡やレーザー顕微鏡などの光学顕微鏡以外の観察装置にて評価を行っているメーカーも多く、各社の評価の実態に合っていないことが判明した。協議の結果、50 倍の光学顕微鏡以外でも評価が可能ないように、“曲げ部位は、50 倍で観察できる装置を用いて表面から観察する。”と修正することとした。
- b) **端部の割れの取り扱い [6.1 b)]** これまでの技術標準では、端部のばりが起点となり割れが生じる場合があることから“端部を除き中央部の観察結果で評価する”となっていたが、端部の定義が不明確との議論があった。協議の結果、**JIS H 3130** を引用、修正し“合否判定の対象としない端部からの距離は測定者の判断による。”と修正することとした。



#### 4 主な改正点

主な改正点は、次のとおりである。

- a) **技術標準の名称** 適用板厚を 2 mm まで広げたため、“薄板条”を単に“板条”に変更した。  
また、技術標準の内容は W 曲げに関することだけなので、“曲げ加工性”を“W 曲げ加工性”に変更した。
- b) **適用範囲（箇条 1）** 伸銅メーカー各社の評価の実態に合わせ、板厚の範囲を、“0.05mm 以上 2 mm 以下”に変更するとともに、評価対象を“めっきされていない素材”に限定した。
- c) **引用規格（箇条 2）** **JIS H 0500** 及び **JIS B 0601** を追加した。
- d) **用語及び定義（箇条 3）** **JIS H 0500** を引用して規定した。
- e) **曲げ試験ジグ [5.2 c]** 現在、“中心線平均粗さ”は用いられていないため、**JIS B 0601** を引用し“算術平均粗さ Ra”に置き換えた。
- f) **曲げ試験ジグ [5.2 d]** 曲げ半径の精度において、曲げ半径が 0 の金型においては、±10% 以内という表記が適合しないため曲げ半径の精度は指定しないこととした。
- g) **曲げ試験の手順 [5.4 a]** 伸銅メーカー各社の評価の実態に合わせ、エアプレスを追加した。
- h) **観察方法 [6.1 a]** 光学顕微鏡以外でも観察が行われているので、“50 倍の光学顕微鏡”を“50 倍で観察できる装置”に置き換えた。
- i) **観察方法 [6.1 b]** 観察部位に関し、従来の“端部を除き中央部の観察結果で評価する”という表現では端部の定義が曖昧なため、**JIS H 3130** を引用、修正し“合否判定の対象としない端部からの距離は測定者の判断による。”とした。

#### 5 技術標準検討小委員会の構成表

技術標準検討小委員会 構成表

	氏名	所属
委員長	青島 一貴	JX 金属株式会社
副委員長	長谷川 勝政	古河電気工業株式会社
委員	伊藤 稔	三井住友金属鉱山伸銅株式会社
〃	奥野 賢太郎	DOWA メタルテック株式会社
〃	秋坂 佳輝	三菱マテリアル株式会社
〃	住吉 秀正	株式会社原田伸銅所
〃	小河 伸行	日本ガイシ株式会社
〃	尾崎 康隆	清峰金属工業株式会社
〃	隅野 裕也	株式会社神戸製鋼所
事務局	栗原 正明	一般社団法人日本伸銅協会

## (参考 旧解説)

T307 : 2007

# 銅および銅合金薄板条の曲げ加工性評価方法 解説

本解説は、本文に規定した事柄およびこれに関連した事柄を説明するもので、技術標準の一部ではない。

**1. 改正の趣旨** 日本伸銅協会では、電気部品用銅合金材料の特性評価方法を標準化して材料標準化の可能性を検討する目的で1997年に電気部品用銅合金標準化委員会を発足させた。曲げ加工性評価方法の標準化はこの委員会の最初のテーマであり、ここでの検討結果を基に本標準は前回1999年に制定された。本標準の制定以前には、**JIS H 3110** および **JIS H 3130** にりん青銅、洋白、ばね用ベリリウム銅を対象とした曲げ性評価方法として、**W** 曲げの試験ジグと試験方法が規定されていたが、本標準はその対象を銅および銅合金薄板条全体に広げ、評価基準を制定して伸銅業界およびそのユーザーが容易に行える共通の曲げ加工性評価方法とすることで広く利用されてきた。

しかし、これまでの標準は薄板条の素材状態での評価を対象としていた為、試験片幅は10mmに規定されていた。それに対して、狭ピッチコネクタやリードフレームのような狭い製品幅での評価にも対応できるように、試験片幅を拡張することが求められてきた。今回の改正はこのような要望に応えると共に、電気部品用銅合金標準化委員会の構成委員各社にあらためて試験方法に対するアンケートを実施し、現状との適合性や追加項目の有無について見直しを行ったものである。

**2. 改正の経緯** この曲げ加工性評価方法に関する技術標準は1999年に制定されて今日に至っており、今回は第1回の改正に当たる。今回の改正は2005年4月の第42回電気部品用銅合金標準化委員会によって審議が開始され、構成委員各社に対するアンケート調査や狭幅試験片での協同試験を通じて内容の見直し、追加を行った。

**3. 審議中に問題となった事項** 今回の改正の第一の目的は、従来10mmに規定されていた試験片の幅について、より狭い幅まで本標準の試験方法を適用できるようにすることである。一般に幅の狭い試験片を用いた場合、より小さな曲げ半径まで割れが生じなくなる現象がある。こうした試験片幅が割れの発生に影響するメカニズムは、次のように考えられる。試験片に曲げ変形を与えた時、曲げの外側部分では曲げ部円周方向への伸びが生じるため、円周方向と直角な幅方向には収縮しようとする力が発生する。逆に内側部分では円周方向への縮みが生じるため、円周方向と直角な幅方向には膨張しようとする力が発生する。幅の狭い試験片を用いた場合、上記の幅方向に発生する力によって試験片の両サイドが曲げ外側方向に向かって反り上がり、全体として鞍形の形状に反りが生じる。それに対して幅の広い試験片を用いた場合は、幅方向の反りに対する拘束がより大きくなるため、中央部では反り上がりの変形が抑えられて両サイドの近傍部分のみに反りが生じる。その結果、幅方向に収縮しようとする変形が抑えられた曲げ外側の中央部は円周方向に加えて幅方向にも引張応力が加わった二軸引張応力状態になり、その影響で幅の広い試験片では中央部で割れがより生じやすくなる。複数の材料を比較して評価する場合は、以上のような試験片幅が評価結果に影響する点に十分注意し、試

試験片の寸法を同一にした条件で評価する必要がある。

**4. 適用範囲(本体の 1.)** 純銅と合金の違い、固溶強化、析出強化等の合金の強化メカニズムの違いや調質等により、曲げ部の形態は多少異なる場合がある。しかし、いずれの場合も本標準に定めた試験は実施可能であり、また曲げ部のしわや割れの状況は本標準に定めた評価基準のいずれかに当てはまるといえる。

厚さの適用範囲は、委員各社へのアンケート結果を基に実際の評価に適用されている厚さの範囲を踏まえて 0.1mm 以上 0.8mm 以下とした。

#### 5. 試験片(本体の 3.)

a) 試験片幅は 10mm を標準とするが、製品幅での評価にも適用できるように 0.3mm 以上 10mm 未満のものを用いても良いこととした。この範囲は委員各社へのアンケート結果をもとに、実際の評価に適用されている幅の範囲を踏まえて決定した。また試験中に試験片が倒れるのを防ぐため、試験片幅は厚さの 1.5 倍以上であることとした。

b) 一般に固溶型銅合金では、圧延方向に平行に採取した試験片を用いた曲げ軸が圧延方向に直角となる曲げ加工性が、圧延方向に直角に採取した試験片を用いた曲げ軸が圧延方向に対して平行となる曲げ加工性に比べて優れる。このため、一般に前者を G.W.(Good Way)曲げ、後者を B.W.(Bad Way)曲げと称している。

しかし析出強化型銅合金の場合等は、G.W.曲げが B.W.曲げに比べて必ずしも優れるとは限らない。従って、Good「良い」、Bad「悪い」の表記と試験の結果が一致しない場合もある。

c) 幅の狭い試験片を用いた場合、採取方法の違いによって生じる試験片端面の形状差が評価結果に影響しやすくなる。そこで、委員各社の協力のもとに同一材料を用いて協同試験を行い、試験片採取方法の違いが評価結果に与える影響を検証した。協同試験の試験条件と結果を**解説表 1**、**解説表 2**、**解説表 3**に示す。

この結果、エッチングで採取した試験片を用いた評価ではプレス打ち抜きやシャー切断した試験片を用いた時よりも割れが発生しにくく、良好な評価結果が得られ易いことがわかった。この理由は次のように考えられる。エッチングした試験片の断面形状は、**解説図 1**のように上下面に比べて中央部の幅が狭くなっている。それに対してプレス打ち抜きした試験片は、上面のダレおよび下面のぼり部分を除いて矩形により近い形状をしている。このため、エッチングした試験片の実効的な幅の値は測定値よりも狭くなり、割れがより発生しにくい条件になるといえる。評価に際しては以上の点を念頭に置き、特にエッチングした試験片を用いるときは断面形状を確認し、なるべく矩形に近い形状が得られるように調整した試験片を用いることが望ましい。

d) プレス打ち抜きした試験片は、**解説図 1**のように打ち抜き上面側にダレ、下面側にぼりが生じる。協同試験ではぼりを曲げの内側にした時と外側にした時の比較も行ったが、ぼり方向によって評価結果が大きく変わることはなかった。ただし、ぼりを曲げの外側にした試験片の一部ではぼり部分からの割れ発生が確認できたため、できればぼりは除去することが望ましい。ただし、幅の狭い試験片ではぼり取りが困難であるため、ぼり部分から割れが発生した場合は評価対象から除くこととした。この場合はぼりを曲げの内側にして試験することが望ましい。

解説表 1 狭幅試験片を用いた各社協同試験条件

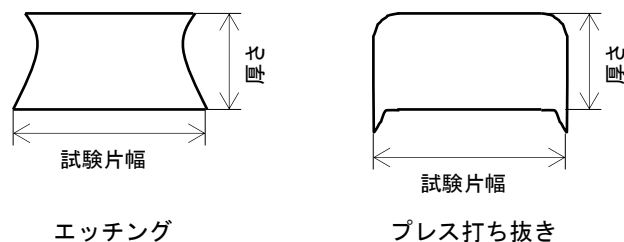
項目	試験条件
材料 (厚さ)	C5210R-SH (0.2mm)
試験片幅	10, 1, 0.8, 0.5, 0.3mm
試験片採取方向	T.D. (B.W.曲げ)
採取方法	解説表 2 による

解説表 2 狭幅試験片を用いた各社協同試験結果

試験会社	試験片 採取方法	ばりの 処理	「C : しわ大」となる曲げ半径の最小値 (mm)				
			試験片幅 10mm	試験片幅 1mm	試験片幅 0.8mm	試験片幅 0.5mm	試験片幅 0.3mm
			A 社	エッチング	—	0.6	0.15
B 社	エッチング	—	0.7	0.15	0.1	0	0
C 社	プレス打抜	処理なし ばり内側	0.8	—	0.25	0.15	—
D 社	プレス打抜	処理なし ばり内側	0.8	0.4	—	0.2	—
E 社	プレス打抜	処理なし ばり内側	0.75	0.35	0.35	0.15	0.05
F 社	プレス打抜	処理なし ばり外側	0.8	0.25	—	0.05	—
G 社	シャー切断	処理なし ばり内側	(0.5 <)	0.25	0.25	0.1	0
H 社	シャー切断	ばり除去	0.8	0.3	0.2	0.1	0
I 社	ワイヤカット	—	0.8	0.2	0.1	0.1	0

解説表 3 ばりの方向と評価結果への影響

試験会社	試験片 採取方法	ばりの 方向	試験片幅 1mm での曲げ半径と評価結果			
			曲げ半径 0.3mm	曲げ半径 0.25mm	曲げ半径 0.2mm	曲げ半径 0.15mm
			J 社	プレス打抜	ばり内側	B : しわ 小
		ばり外側	D : 割れ 小	E : 割れ 大	D : 割れ 小	E : 割れ 大
K 社	シャー切断	ばり内側	—	C : しわ 大	D : 割れ 小	—
		ばり外側	—	C : しわ 大	D : 割れ 小	—



解説図 1 試験片の採取方法と代表的な断面形状

## 6. 試験方法(本体の 4.)

a) 評価方法として W 曲げを選定した理由は、電気・電子部品材料の評価に広く使われている方法であり、曲げ時の拘束力が大きく厳しい評価が可能であること、V 曲げに比べて再現性が良好なことにおいて有効と考えられるためである。

b) 曲げジグの材質は超鋼や工具鋼など剛性があり磨耗しにくいものが好ましいが、定められた形状のものであれば特に材質を限定するものではない。曲げジグの表面粗さおよび曲げ半径の精度は、委員各社のジグの実績調査および機械加工の精度等を考慮して決定した。ここで、曲げ半径の精度は特に結果に大きく影響するため、十分に管理する必要がある。また、曲げジグの形状において試験片を設置する際に方向を合わせ易くする目的で、曲げジグの下型上面の上型と接しない部分に溝加工する等の工夫を行っても良い。

c) 曲げ半径の選定例として、素材としての合金の曲げ加工性を評価する場合に下記のような 5 水準の曲げ半径を選定する方法がある。

$$R/t=0, 1/4, 1/2, 1, 2 \quad (R: \text{曲げ半径}, t: \text{試験片の厚さ})$$

しかし、試験片の厚さに対して上記条件を満足する曲げ半径のジグを全て用意することは困難である。よって標準曲げ半径の中から上記に最も近い条件を選定するか、試験片の厚さの前後を 0.1mm あるいは 0.05mm 間隔で振った曲げ半径を選定することが実用的である。

d) 曲げ加工時の負荷荷重、加工速度および保持時間については、判定結果にほとんど影響しないため特に限定しない。参考として、委員各社が実施している代表的な条件を以下に示す。

負荷荷重 : 9806N (試験片 10mm 幅)

加工速度 : 0.17mm/s ~ 80mm/s

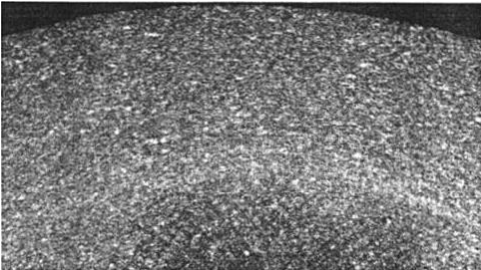
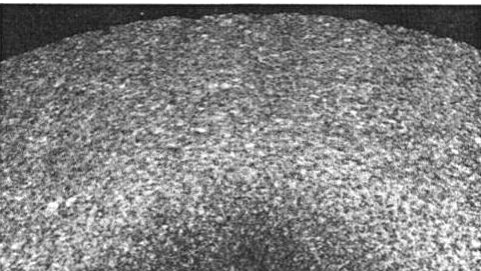
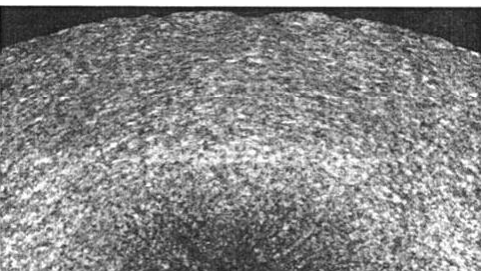
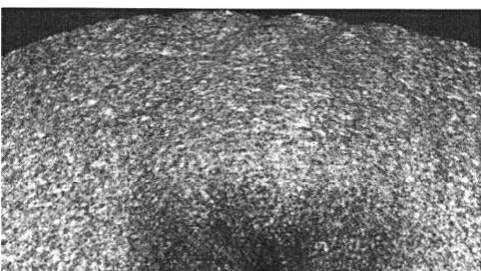
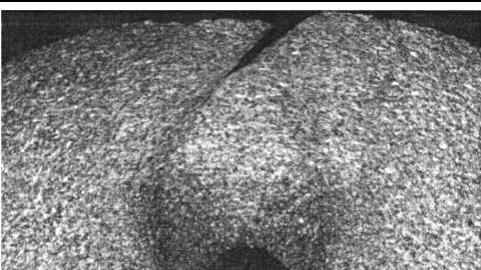
## 7. 評価方法(本体の 5.)

a) 曲げ部位の観察は曲げ部全体を観察する必要から光学顕微鏡を用いることとし、また観察倍率は 50 倍を適切と判断した。しかし、狭幅の試験片を用いる場合に、より高倍率で観察するなど必要に応じて倍率を変えて観察してもよいこととした。

b) 評価基準は曲げ部位に発生するしわおよび割れの状態によって 5 段階に分けた。ここで、しわとは曲げ部表面にすべり変形により生じた段差状のくぼみ又はすじを指し、延性分断とも定義される状態のことを示す。また、割れとは底部が真上から観察できないせん断帯に沿ったクラックが入った状態を示すこととした。さらに実用面での必要性を考慮して、しわ、割れのそれぞれを程度によって 2 段階に分類した。これに、しわも割れも観察できないことを示すしわ無しを加えて 5 段階とした。

c) 参考例 : 外観基準写真の作成に用いたりん青銅 C5191-H 材 (板厚 : 0.3mm) の断面写真を解説図 2 に、また、しわおよび割れの最大幅および最大深さの測定結果をそれぞれ解説表 4、解説図 3 に示し

た。曲げ性を 5 段階基準にて判定したしわおよび割れの程度と、幅および深さの数値は明瞭な関係にあることがわかる。ただしこの関係は、銅合金の種類、質別および板厚などによって変わり得るため、評価において、しわおよび割れの幅、深さはあくまでも参考値として扱うこととする。

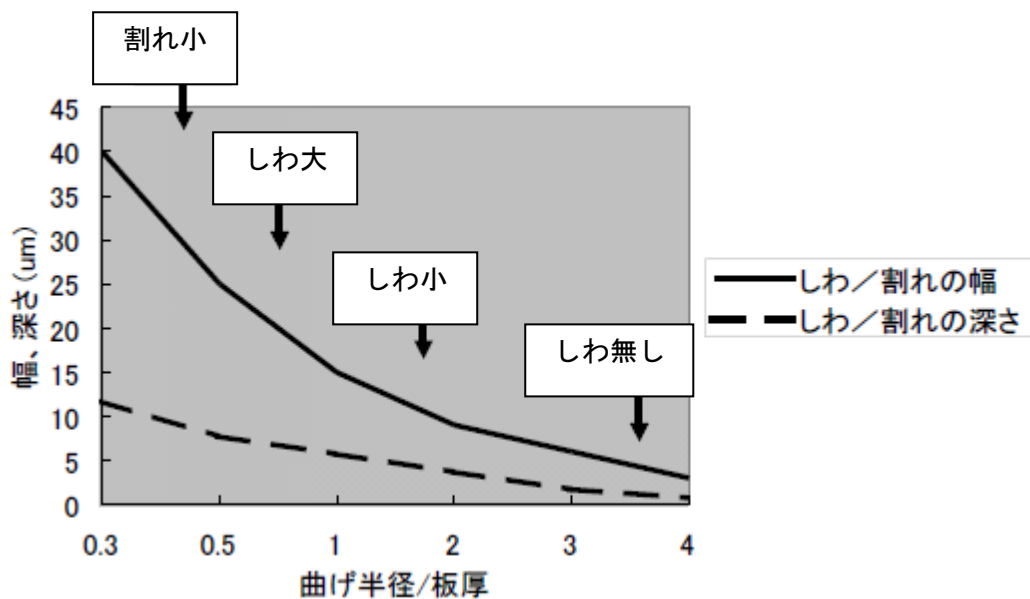
評価基準	断面写真 <span style="float: right;">0.1mm</span>
A : しわ無し	
B : しわ小	
C : しわ大	
D : 割れ小	
E : 割れ大	

解説図 2 曲げ部位の断面写真

解説表 4 各評価基準における「しわ」「割れ」の最大幅、最大深さ

分類	「しわ」「割れ」の最大幅 ( $\mu$ m)	「しわ」「割れ」の最大深さ ( $\mu$ m)
A : しわ無し	10 以下	5 以下
B : しわ小	10 ~ 20	5 ~ 10
C : しわ大	20 ~ 30	5 ~ 10
D : 割れ小	30 程度	10 以上
E : 割れ大	30 ~ 100	10 以上

※ 試験片 : C5191-H (板厚 0.3mm), 引張り強さ 623N/mm<sup>2</sup>, 伸び 16.8%, 硬さ Hv 207  
T.D.試験片を用いた B.W.曲げ試験による。



解説図 3 曲げ条件としわおよび割れの最大幅, 最大深さ

## 8. 結果の報告(本体の 6.)

- a) 試験結果の報告では, 試験片の材質および寸法, 曲げ条件, 5 段階の評価結果についての項目を必須項目とした。また, 素材としての合金の曲げ性評価等で一般的に用いられている, 割れが発生しない曲げ半径の最小値と試験片厚さの比率 ( $R/t$ ) を必要に応じて報告する項目に含めることにした。
- b) 表記した項目の他にも, 曲げ半径 0mm においても割れが発生しない試験片幅の最大値と試験片厚さの比率 ( $w/t$ ) を, 曲げ性評価等で用いることがある。

技術標準原案作成委員会 構成表

	氏名	所属
(委員長)	真 鍋 典 夫	三宝伸銅工業株式会社
(委員)	宇 田 岩 男	住友金属鉱山伸銅株式会社
	栗 原 正 明	古河電気工業株式会社
	高 維 林	DOWAメタルテック株式会社
	河 本 央	清峰金属工業株式会社
	小 浴 和 博	株式会社原田伸銅所
	鈴 木 和 彦	三菱伸銅株式会社
	飛 田 寛	新日鉱テクノリサーチ株式会社
	野 村 幸 矢	株式会社神戸製鋼所
	山 崎 周 一	三井金属鉱業株式会社
	○ 宇 田 実	日本ガイシ株式会社
	○ 栗 田 敏 広	三菱電機メテックス株式会社
	○ 佐々木 史 明	ヤマハメタニクス株式会社
	○ 山 本 佳 紀	日立電線株式会社
事務局)	木皿儀 隆 康	日本伸銅協会

**備考** ○印は原案作成ワーキンググループ委員を兼ねる。