

Temp. No. ⑧：初層ティグ溶接による溶接施工法確認試験での曲げ試験方法の適正化

1. 現状

溶接施工法確認試験での曲げ試験方法は、「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部に（又は、初層部のみに）ティグ溶接を行う場合は、「表曲げ試験片」を「裏曲げ試験片」と読み替えるものとする。」とされており、この場合についてのみ全て裏曲げ試験が実施される。試験材の厚さが 19 mm 未満で、その他の溶接方法を用いた場合は、裏曲げ試験及び表曲げ試験が実施される。なお、試験材の厚さが 19 mm 以上の場合は、このような溶接方法による規定はなく、一律に裏曲げ試験及び側曲げ試験が実施される。

2. 目的

試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部に（又は、初層部のみに）ティグ溶接を行う場合の全て裏曲げ試験を実施する必要性の可否を検討し、曲げ試験方法の適正化を図る。

3. 検討

試験材の厚さが 19 mm 未満での初層ティグ溶接に限っては、初層ティグ溶接部の確認に重点をおき、全て裏曲げ試験を実施する規定となっていると考えられる。

溶接施工法確認試験の曲げ試験は、溶接継手の機械的性能の確認及び溶接条件の適切性の確認を目的として、溶接継手全体の延性や溶接欠陥の有無を確認しているものである。溶接継手全体の延性を確認する観点からいえば、裏曲げと表曲げの両方の試験を実施すべきである。

また、溶接欠陥は初層部に生じる可能性が高いため、全て裏曲げ試験を実施することとしていると考えられる。しかし、初層ティグ溶接がそれ以外の溶接方法に比べて、初層部に溶接欠陥が生じる可能性が高いとはいえず、初層ティグ溶接のみが全て裏曲げ試験で確認する必要性はないと考えられる。加えて、曲げ試験は裏波、余盛を削除して試験を実施しているため、裏曲げ試験のみに重点をおく必要性も低い。

表⑧-1 に火技解釈、JIS 規格、ASME 規格及び ISO 規格の曲げ試験の方法と数を示す。

表⑧-1 より、下記のことが分かる。

- ① 試験材の厚さが 19 mm 未満での初層ティグ溶接の場合に、表曲げ試験の代わりに裏曲げ試験を要求しているのは、火技解釈のみである。
- ② JIS 規格、ASME 規格及び ISO 規格ともに、試験材の厚さが薄い場合には、裏曲げと表曲げの両方の試験を実施している。
- ③ 試験材の厚さが ASME 規格：19 mm（10 mm からオプション）、ISO 規格：12 mm を超えると側曲げ試験になる。火技解釈及び JIS 規格では、板厚が 19 mm を超えると裏曲げ試験と側曲げ試験になる。

また、曲げ試験に影響を与える溶接部の表面の仕上げについては、JIS 規格、ASME 規格、ISO 規格とも、試験片の余盛りを削除しており、火技解釈と同じ条件である。参考として、ASME 規格の裏曲げ試験片形状を図⑧-1 に、ISO 規格の裏曲げ及び表曲げの試験片形状を図⑧-2 に示す。

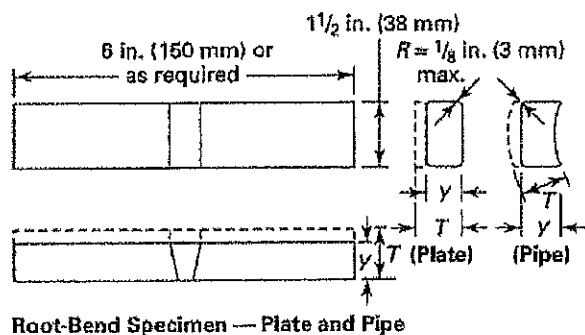
なお、今回の提案とは異なるが、試験材の厚さが厚い場合の側曲げ試験の条件（試験材の厚さ及び数）について、火技解釈は、ASME 規格や ISO 規格と相違しているが、JIS 規格と同等であり、特に見直す必要はないと考えられる。

表⑧-1 溶接施工法確認試験の曲げ試験の方法と数

試験材厚さ： T(mm)	曲げ試験	火技解釈 平成 23 年 (2011)	JIS Z 3040 (1995)	ASME Sec.IX (2010)	ISO 15614-1 (2004)
T < 10	表曲げ	2 (*1)	2	2	2
	裏曲げ	2	2	2	2
	側曲げ	0	0	0	0
10 ≤ T < 12	表曲げ	2 (*1)	2	2 (*2)	2
	裏曲げ	2	2	2 (*2)	2
	側曲げ	0	0	0	0
12 ≤ T < 19	表曲げ	2 (*1)	2	2 (*2)	0
	裏曲げ	2	2	2 (*2)	0
	側曲げ	0	0	0	4
19 ≤ T	表曲げ	0	0	0	0
	裏曲げ	2	2	0	0
	側曲げ	2	2	4	4

*1：初層部にティグ溶接のみを行う場合（例：T_F、T_{FB}）は、表曲げ試験を裏曲げ試験とする。

*2：側曲げ試験に置換えても良い。



NOTES:

(1) Weld reinforcement and backing strip or backing ring, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen. If a recessed ring is used, this surface of the specimen may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the ring, except that in such cases the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Do not flame-cut nonferrous material.

図⑧-1 ASME 規格の裏曲げ試験片形状

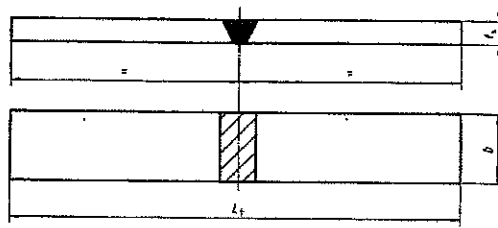


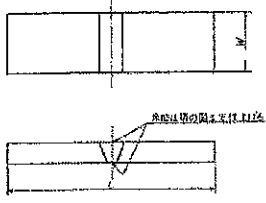
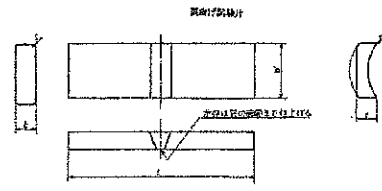
Figure 1 — Transverse root and face bend test specimen for a butt weld (RBB and FBB)

図⑧-2 ISO 5173 の裏曲げ及び表曲げの試験片形状

一般的に、被覆アーク溶接では初層部に、融合不良、ブローホール、スラグの巻き込み等の溶接欠陥が生じ易く、裏波の均一性を保つことが難しい面があるため、この対策の一環として初層ティグ溶接が用いられるようになってきている。初層ティグ溶接の溶接施工法確認試験での試験片に関する規定／規格での記載内容を表⑧-2に示す。昭和60年以前は、裏波の不均一性に起因した欠陥の確認を目的として、裏曲げ試験に重点をおいて実施していたとも思われる。ティグ溶接は、被覆アーク溶接より裏波は均一となることもあるが、現在は表面を仕上げ（裏波を削除して）いることから、裏曲げ試験に重点をおく意味は少なくなっている。

表⑧-2 初層ティグ溶接の溶接施工法確認試験での試験片

年 月	規定／規格	内 容
昭和40年 7月	通達：溶接施工法の認可	溶接方法の区分に T_F {ティグ溶接（初層部のみ）} が記載されているが、曲げ試験片は表曲げ試験片：2、裏曲げ試験片：2であった。
昭和47年 4月	通達：溶接施工法の認可	溶接方法の区分に T_{FB} {初層ティグ溶接（裏当て金を用いるもの）} と T_B {ティグ溶接（両側溶接又は裏当て金を用いるもの）} が追記される。 試験片の種類、数及び採取位置の図の注記として「試験材の厚さが19mm未満で、初層部のみティグ溶接を行う場合は、表曲げ試験片を裏曲げ試験片に読み替えるものとする。」と記載されている。
	電気工作物の溶接の技術基準	「溶接部の余盛りは、母材と同一面まで削ること。」「溶接部の表面は、なめらかで、かつ、試験片の長手方向以外に刃物跡が無いこと。」と記載されている。

昭和 57 年 8 月	溶接検査に関する 質疑応答集	裏曲げ試験を行う場合の試験片の加工について Q&A の回答 溶接施工法確認試験においては、実際に行う溶接継手の裏側の健全性を試験片において評価するものであり、実機の裏波は特殊な場合を除き仕上げは行わない。 従って、確認試験での試験片の裏波は仕上げを行わない。
昭和 60 年 10 月	電気工作物の溶接の技術基準 ----- JIS Z 3122「突合せ継手の型曲げ試験方法」 (1984 年)	別表第 11 の継手引張試験、自由曲げ試験、型曲げ試験、ローラ曲げ試験及び衝撃試験において、型曲げ試験片の形状と寸法に JIS Z 3122 (1984)「突合せ溶接継手の型曲げ試験方法」を引用した。 下図のように、板材と管材の表曲げと裏曲げ試験片形状が規定されており余盛りは、板の場合は板の面まで、管の場合は管曲面まで仕上げるのが規定されている。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>板材</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>管材</p>  </div> </div>
現 在	発電用火力設備の技術基準の解釈	昭和 60 年と同等 (別表第 11、別表第 31、JIS Z 3122)

4. 参考

参考として、他法規での規定を表⑧-3 に示す。ボイラー及び圧力容器安全規則では溶接施工法確認試験の要求はない。高圧ガス保安法では、試験材に管を用いた場合についてのみ、「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部を裏当てなしで溶接する場合には、表曲げ試験片を裏曲げ試験片に置き換える」規定がある。ガス事業法では、試験材に板又は管を用いた場合、「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部にティグ溶接 (T_F又は T_{FB}) を用いて溶接を行う場合は、表曲げ試験片を裏曲げ試験片と読み替える」規定がある。

表⑧-3 他法規での規定

法 規		規 定
高圧ガス保安法 (特定設備の技術基準の解釈)		JIS B 8285 (1993) 圧力容器の溶接施工方法のの 確認試験、又はこれと同等と認められる溶接施工方 法確認試験により、あらかじめ確認された溶接施工 方法によらなければならない。 JIS B 8285 では、試験材に管を用いた場合につい てのみ、「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部を裏 当てなしで溶接する場合には、表曲げ試験片を裏曲 げ試験片に置き換える」規定がある。試験材に板を 用いた場合には、この規定はない。
ガス事業法 (ガス工作物技術基準の解釈例)		試験材に板又は管を用いた場合、「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部にティグ溶接 (T _F 又はT _{FB}) を 用いて溶接を行う場合は、表曲げ試験片を裏曲げ試 験片と読み替える」規定がある。
ボイラー及 び圧力容器 安全規則	(ボイラー構造規格)	(溶接方法) 溶接は、溶接部が安全上必要な強度を有するよう な方法によらなければならない。
	(圧力容器構造規格)	(溶接方法) 溶接は、溶接部が安全上必要な強度を有するよう な方法によらなければならない。

5. 要請

「試験材の厚さが 19 mm 未満で初層部に (又は、初層部のみに) ティグ溶接を行う場
 合は、「表曲げ試験片」を「裏曲げ試験片」と読み替えるものとする。」を削除し、溶接方
 法によらず、裏曲げ試験及び表曲げ試験を実施する。

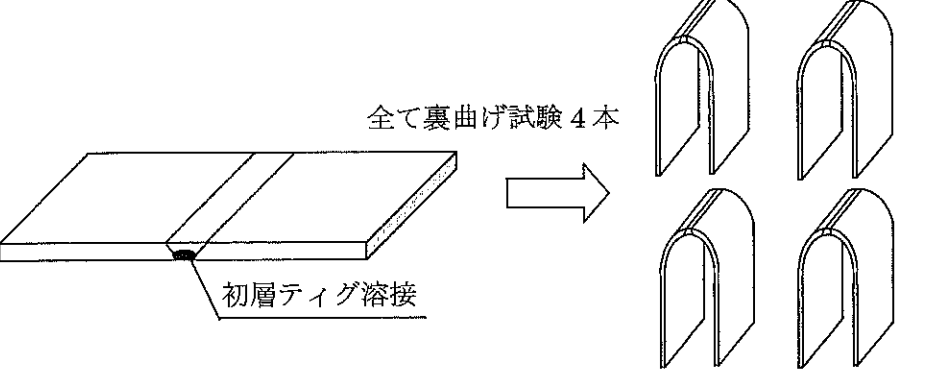
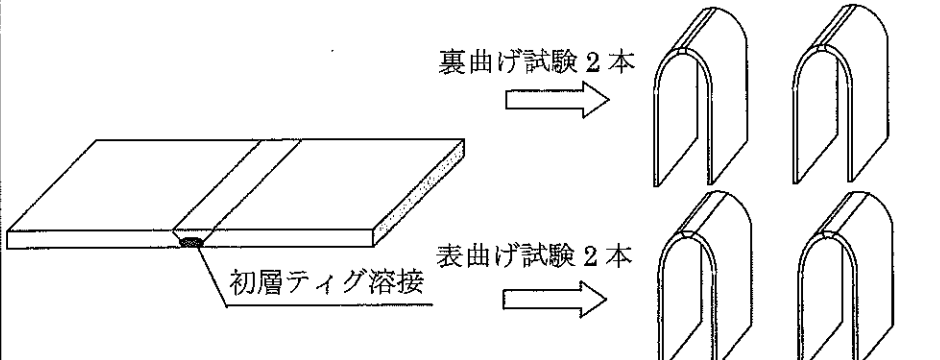
6. 条項等

附図第 1 (改正案の箇所に Temp. No.の⑧を記載)

附図第 2 (改正案の箇所に Temp. No.の⑧を記載)

7. イメージ

イメージを図⑧-3に示す。

NISA 文書 又は省令の年等	初層ティグ溶接による溶接施工法確認試験での 曲げ試験方法の適正化のイメージ
<p>現 行 (平成 23 年) 〔昭和 47 年 から現行の規 定〕</p>	 <p>全て裏曲げ試験 4 本</p> <p>初層ティグ溶接</p>
<p>検討</p>	<p>溶接継手全体の延性を確認する観点、初層ティグ溶接でのそれ以外の溶接方法に比べた初層部に溶接欠陥が生じる可能性、関連規格での曲げ試験の方法に基づいて総合的に検討した結果、初層部に（又は、初層部のみに）ティグ溶接を行う場合のみ全て裏曲げ試験を実施する必要性はないと判断した。</p>
<p>改正案</p>	 <p>裏曲げ試験 2 本</p> <p>表曲げ試験 2 本</p> <p>初層ティグ溶接</p>

図⑧-3 初層ティグ溶接による溶接施工法確認試験での曲げ試験方法の適正化のイメージ