

国際規格に準拠した機械試験

佐藤 浩幸^{*1} 鈴木 健次^{*2}
Sato Hiroyuki Suzuki Kenji

近年の機械試験においては JIS 規格以外の国際規格や国家規格で試験を実施することが増えている。この背景には、日本企業の海外工場での生産およびコスト削減のための海外調達増加などグローバル化の急激な進展がある。JIS や ASTM では、試験方法や試験片など、さまざまな内容について ISO が制定する国際規格に統一されつつあるが、機械試験では規格ごとにわずかな違いが依然として残っており、さらに試験機の校正や認証が異なることにより、試験の実施やデータの取り扱いには注意を要する。その中で多様な試験に対応していくためには、国際規格の相違を理解することが重要になる。本稿ではその理解への一助となる事柄を紹介する。

キーワード：機械試験、国際規格、校正規格、認証機関、相互認証、ISO 17025

1. はじめに

機械試験は、強度、延性、じん性など、特定の環境・条件における材料の基礎的なデータを得るための試験で、引張試験、圧縮試験、曲げ試験、衝撃試験などがある。これら試験データを元に設計や安全性の確認がなされるため、データの信頼性が非常に重要であり、試験方法、使用する機器の管理など、試験を実施するにあたっては注意すべき点が多い。例えば引張試験では、材料への負荷のかけ方、測定の方法、計算方法などが試験規格で定められており、これに従って試験を行うことにより結果の信頼性を確保しようとしている。試験規格は地域や業種などにより数多くあり、目的に応じて適切な規格が選定される。これまで日本企業の多くは JIS 規格を用いてきたが、製品の輸出だけでなく、海外調達、海外工場での生産な

ど、企業活動の急激なグローバル化により、安全性を保証する機械試験についても国際的な規格で管理することが求められている。従来とは異なる規格で試験を行う場合、規格の詳細を十分に理解し、その規格に適した試験機の校正方法、規格ごとの取り決めの違い、適用限界、試験結果への影響などを把握しておくことが必要である。

そこで本稿では、まず規格の種類やなりたちについて簡単に解説し、国際規格に適した試験機の校正、室温での引張試験と溶接施工方法試験（継手引張試験と曲げ試験）で規格の違いによる結果への影響について述べる。

*1：計測事業部 材料試験部 課長

*2：計測事業部 材料試験部 次長 博士（工学）

2. 規格の種類

主な国際規格は表1のように分類される。一口に国際規格といっても、明確な分けがあり、国際規格・地域規格・国家規格・団体規格などに分類される。これらの規格は影響を与える範囲の大きさによって水準の高さが決められ、図1の階層がある。国際規格はISO（国際標準化機構）によって制定されている。一方、国家規格であるJIS（日本）、ANSI（米国）、BS（英国）、DIN（ドイツ）などでは各国の標準化機関が各国の法に基づき制定されている。

国際規格と国家規格には使われる場所の違いこそあれ、本質的に利用目的に大きな違いはない。ところが今までに国際規格と国家規格がそれぞれ独自に規格化されてきた結果、現実には異なる規格として成立している。国際規格は複数の国が受け入れられる内容を検討して制定するのに対して、国家規格は自国内で受け入れられる内容のみを検討して制定されている。そのため、各国の政治、経済、法制度等の違いや、文化、風土、気候等の違いにより、国ごとに異なる国家規格が生まれた。したがって各国家規格は互換性に乏しく、さまざまな障害が発生した。例えば、海外旅行に行きホテル内で電気機器を使用しようとしたとこ

ろコンセントの形が違っていているし、電圧も違うため変圧器が必要になる。また欧州で購入してきたDVDは、日本のプレーヤーでは再生できない。これは日本と欧州のテレビの方式が違っていている（水平走査線の本数が異なる）ためである。このように、国が異なることで商品が使えないということは大変不便である。その不便さをなくすために、複数の国が受け入れられる内容を検討し標準化されたものが国際規格である。1995年にはWTO（世界貿易機関）によってTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）が締結され、国際標準化の重要性が増し、多くの国で国家規格を国際規格に合わせる作業が行われている。

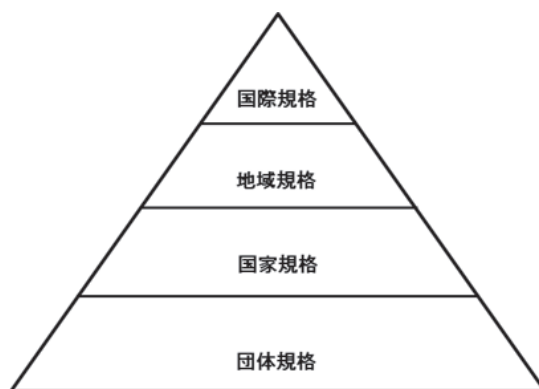


図1 規格の水準の階層⁽¹⁾

表1 国際規格海外規格の分類例⁽¹⁾

種類	略称	国・機関名	種類	略称	国・機関名
国際規格	ISO	国際標準化機構	団体規格	ASTM	米国材料試験協会
	IEC	国際電気標準会議		ASME	米国機械学会
	ITU	国際電気通信連合		SAE	米国自動車技術者協会
地域規格	EN	欧州規格		IEEE	米国電気電子学会
国家規格	ANSI	アメリカ合衆国		JEM	日本電機工業会
	BS	イギリス		JEC	日本電気学会
	DIN	ドイツ		JSME	日本機械学会
	JIS	日本			

3. 国際規格に対応する試験機の校正と校正認証機関

3.1 校正規格と認証機関

機械試験機は力や変位を測定する計測器であるため、計量精度を保証する必要がある、その精度を保証するために校正を行う。国際規格、国家規格での試験を行うには、適用する規格で定められた校正を実施した試験機を使用する必要がある。その例を表2に示す。

JIS を例にとると、使用する規格は JIS B 7721「引

張試験機：圧縮試験機－力計測系の校正方法および検証方法」で、荷重精度については、等級1級以上（ロードセル定格容量の1/1～1/1000の範囲において表示試験力の±1%以内）を満足させる。また、校正の間隔は12ヶ月を超えないことなどの基準がある。

実際に機械試験で適用する試験規格は、試験目的や依頼者の要望、業種などにより異なるため、試験所は試験機の運用コスト、試験の種類などを考慮して、適切な校正方法とその認証機関を表3

表2 機械試験に使用する試験機の校正基準⁽²⁾⁻⁽⁴⁾

規格	基準
JIS Z 2241 (2011)	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。
ASTM A370-11	引張試験機は、ASTM-E4（試験方法）の最新版に従って定期的に校正されなければならない。
ASTM E 8/E 8M-11	引張試験に使用する機械は、実施要領に関する規格 ASTM-E4 の要求事項に適合しなければならない。

表3 目的に応じた一軸試験機の校正方法と認証⁽⁵⁾⁻⁽⁸⁾

使用・校正の目的	校正方法	認証機関
<ul style="list-style-type: none"> 国内及び諸外国にデータを提出する場合 JIS 及び ISO 規格の試験を実施する場合 	ISO 7500-1 (2004)	NVLAP (NIST)
<ul style="list-style-type: none"> データを提出する先に米国関連企業等が含まれる場合 ASTM 規格の試験を実施する場合 Nadcap*の認証を受ける場合 	ASTM E4-10	
<ul style="list-style-type: none"> データを保証する先が、国内企業に限られる場合 (JIS 規格は国外では認知度が低く、外国にデータを提出するには向かない) 	JIS B 7721 (2009) ISO 7500-1 (2004) の 翻訳	IA Japan (JCSS)
<ul style="list-style-type: none"> データを提出する先が、NK ログ付き校正を要求する場合 (船舶関連の報告書) 	JIS B 7721 (2009) 日本海事協会試験機規則 日本海事協会が適当と認めた方法	日本海事協会 (NK)

*Nadcap： 国際航空宇宙産業特殊工程認証プログラム

に示すように使用方法の目的に応じて選定する必要がある。

校正方法と認証機関の選定の一例として、当社における一軸試験機の校正方法と認証機関を表4にまとめた。従来のJIS試験への対応に加え、ISO、ASTMなどの国際規格試験を実施するため、校正も国際規格で行い、NVLAP（National Voluntary Laboratory Accreditation Program）の認証を得ている。

3.2 国際認証の相互認証

前述の通り、試験機は目的に応じた規格で校正を行う必要があり、その校正の際に国家標準への

トレーサビリティが確認できなければならない。認証とは特定の要求事項（基準・標準・規定）に適合していること、つまり“適合性”を第三者が文書で保証する手続きを指す。認証と校正はしばしば混同されるが全く別の概念である。

主な認証機関と、それぞれが提供できる校正規格について表5にまとめた。校正の規格とは別に、国際的な試験所および校正機関の能力に関する一般要求事項としてISO 17025があり、これに従って認証機関が設けられている。この認証を国際的に取りまとめるために、ILAC（International Laboratory Accreditation Cooperation、国際試験所・校正機関認定協力機構）という組織があり、この組織のメン

表4 試験機校正の実施例

試験機	使用目的	校正方法	認証機関
アムスラー式 万能試験機	船舶関係の試験（NKのロゴ付き*が必須） ASTMでの試験やASMEの溶接施工試験にも対応可	JIS B7721 (2009) ASTM E4-10	NK
オートグラフ 万能試験機	船舶関係の試験（NKのロゴ付き*が必須） ASTM規格も対応可	日本海事協会 試験機規則 （JIS 1級相当） ASTM E4-10	NK
インストロン型 万能試験機	NIST, Nadcap 関連（航空宇宙関係）など国際規格試験に対応（NVLAPのロゴ付き）	ASTM E4-10 ISO 7500-1 (2004)	NVLAP

*日本海事協会のロゴ付き校正において、今までは日本海事協会試験機規則に合格した試験機のみだったが、現在はJISで校正した試験機での試験実施も承認されている。

表5 主な認証機関と校正規格

認証機関	校正規格
NVLAP (NIST)	ASTM E4 -10 ISO 7500-1 (2004)
IA Japan —JCSS— (AIST)	JIS B 7721 (2009)
日本海事協会 (NK)	JIS B 7721 (2009) 日本海事協会試験機規則

バーである機関が試験所に対して認証の許認可を与えることができる。認証の許認可を与えられた試験所は、その認証のロゴを付与することができる。認証ロゴはトレーサビリティと技術能力が一目で識別できる認定シンボルであり、これにより計測のトレーサビリティがとれていることが証明され、上位標準を確認する必要がなくなる（つまりトレーサビリティ体系図を添付しなくてもよい）とされている。ILAC-MRA (Mutual Recognition Agreement 日・

欧州共同体相互承認協定) による国際認証機構の相互認証を図 2 にまとめた。

3.3 荷重の校正規格

荷重の校正規格の詳細を表 6 にまとめた。2008 年までは JIS では不確かさを規定していなかったが、2009 年の改正により付属書（力計測系の校正結果の不確かさ）に記載され、各規格の内容はほぼ同じになっている。

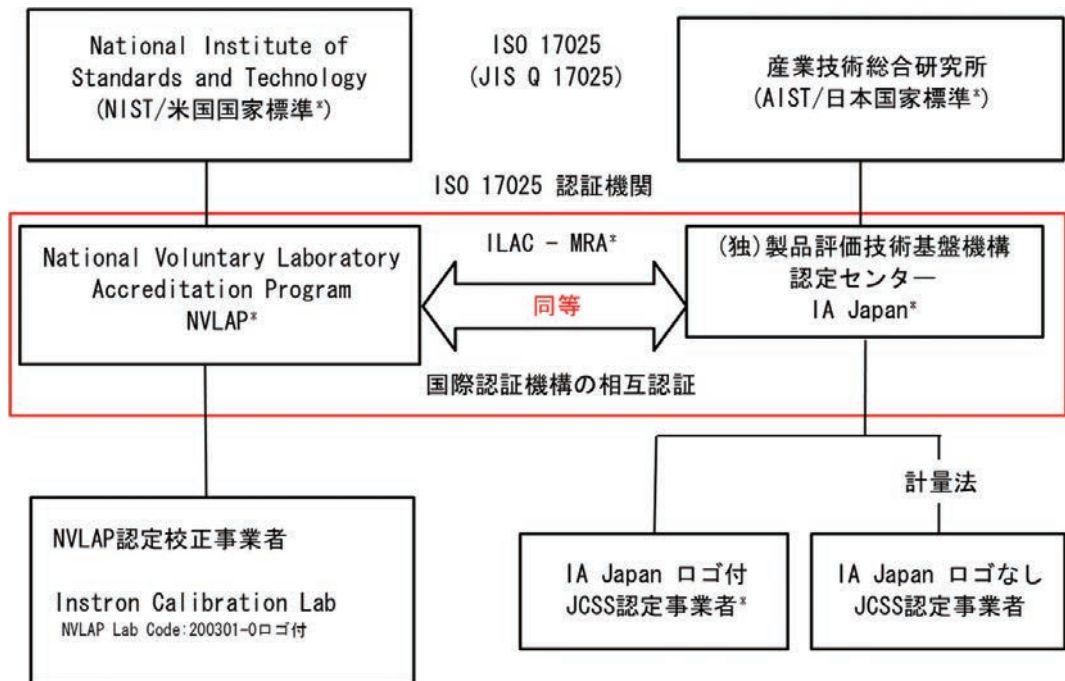


図 2 NVLAP と IA JAPAN の相互認証⁽⁵⁾

- NIST : National Institute of Standards and Technology
米国の国立標準技術研究所
- AIST : Advanced Industrial Science and Technology
独立行政法人産業総合技術研究所
- NVLAP : National Voluntary Laboratory Accreditation Program
米国 NIST の認証プログラム
- IA JAPAN : International Accreditation Japan
独立行政法人製品評価技術基盤機構 認定センター
- JCSS : 国内の計量法に基づく IA JAPAN の認定事業者制度
- ILAC : International Laboratory Accreditation Cooperation
国際試験所・校正機関認定協力機構
- MRA : Mutual Recognition Agreement
日・欧州共同体相互承認協定

表 6 荷重校正方法の主な違い⁽⁵⁾⁻⁽⁸⁾

	ISO 7500-1 (2004)	JIS B 7721 (2009)	ASTM E4-10
使用する力計	ISO 規格、NIST 等にトレーサブル	JIS (ISO 7500-1 (2004) の翻訳版) 規格 AIST にトレーサブル	ASTM 規格、NIST にトレーサブル
荷重精度の等級	Class で表示	級(Class)で表示	Pass/Fail で表示
荷重測定点 (最大荷重比)	100%,80%,60%,40%, 20%,10%,5%,2%,1% (以下も定められているが通常は実施しない)	100%,80%,60%,40%, 20%,10%,5%,2%,1% (以下も定められているが通常は実施しない)	100%,70%,40%,20%, 10%,7%,4%,2%,1% (以下も定められているが通常は実施しない)
測定回数	3 回	3 回	2 回 (3 回目は不確かさの計算に使用)
不確かさ	表示する	表示する	表示する

4. 規格の違いによる試験結果への影響

4.1 引張試験における規格の違いによる結果への影響

室温での引張試験について、試験規格の違いによる試験結果への影響の例を紹介する。本稿では一般的な圧延鋼材である SM490 材を用いた。試験片形状を図 3 および表 7 に示す。また、試験機の試験速度を表 8 にまとめた。表に示すように、規格によって試験片の形状や試験速度が異なることがわかる。板厚 6mm の鋼板からは板状試験片を、板厚 16mm の鋼板から丸棒状試験片を採取した。板状試験片の板厚は元厚のまま (6mm) で、平行部の幅および長さはほぼ同じである。一方、丸棒試験片は平行部の直径は 6mm で同じであるが、規格によって平行部の長さは 30 ~ 36mm の値となる。

各試験の結果の比較を、図 4 (①: 板状試験片、②: 丸棒試験片) および表 9 にまとめた。図 4 で、縦軸は荷重を、横軸は試験機のストロークを表している。

板状試験片では、最大荷重値 (引張強さ)、伸

びの値ともほぼ同じであった。丸棒試験片では、引張強さはほぼ同じであるが、試験片の平行部長さによって伸びの値に違いが見られる。同じ平行部長さをもつ JIS 14A 号試験片と ASTM E8M (GL=5D) の試験片の結果を比較すると、試験速度は異なるものの、伸びの値がほぼ同じであった。一方、ASTM 規格の試験でも、平行部の長さが異なる ASTM E8 (GL=4D) と ASTM E8M (GL=5D) の試験片の結果では、伸びの値に約 4% の違いがみられた。引張試験では平行部に標点を設定し伸びを測定するため、試験片形状により試験前の標点間距離が大きく異なる。これらの結果から、試験片の平行部長さおよび標点間距離の違いが伸びの値に影響を与えたことがわかる。

このように、規格の違いによって引張強さへの影響はほとんどないが、伸びについては試験片形状の影響を受けて大きく変化する。よって、機械試験の規格の違いによる結果への影響を事前に把握しておくことにより、過去のデータとの比較が容易になる。また、試験報告書には、試験片形状や試験規格を明確に記載しておくことも重要である。

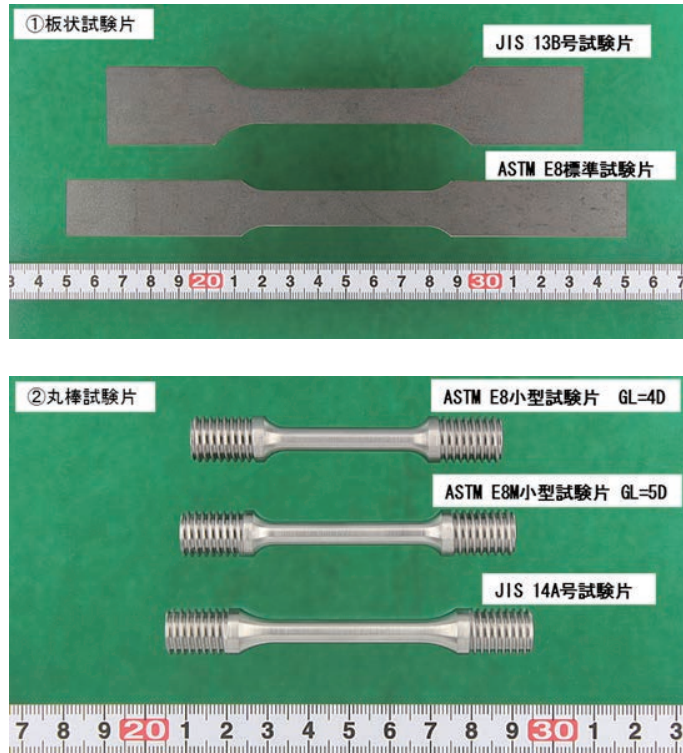


図3 引張試験片形状⁽²⁾⁽⁴⁾

表7 引張試験片の寸法⁽²⁾⁽⁴⁾

試験片形状		平行部 板厚 t (mm)	平行部 幅 W (mm)	平行部 直径 D (mm)	平行部 長さ L (mm)	標点間 距離 GL (mm)	肩部の 半径 R (mm)
板	JIS Z2241 (2011) 13B号	6	12.5	-	60	50	20
	ASTM E8/ E8M-11 標準試験片 (薄板) 幅 12.5 mm	6	12.5	-	57	50	12.5
丸	JIS Z2241 (2011) 14A号	-	-	φ6	36	30	15
	ASTM E8/ E8M-11 試験片 3号 標点距離 GL=4D	-	-	φ6	30	24	6
	ASTM E8/ E8M-11 試験片 3号 標点距離 GL=5D	-	-	φ6	36	30	6

表8 鋼材の室温引張試験における試験速度の違い⁽²⁾⁽⁴⁾

規格	応力増加速度		耐力測定後	
	下限	上限	下限速度	上限速度
JIS Z 2241 (2011)	3 MPa/s	30 MPa/s	0.003 s ⁻¹	0.008 s ⁻¹
ASTM E8/ E8M-11	1.15 MPa/s	11.5 MPa/s	0.05 mm/mm/min (5%/min)	0.5 mm/mm/min (50%/min)

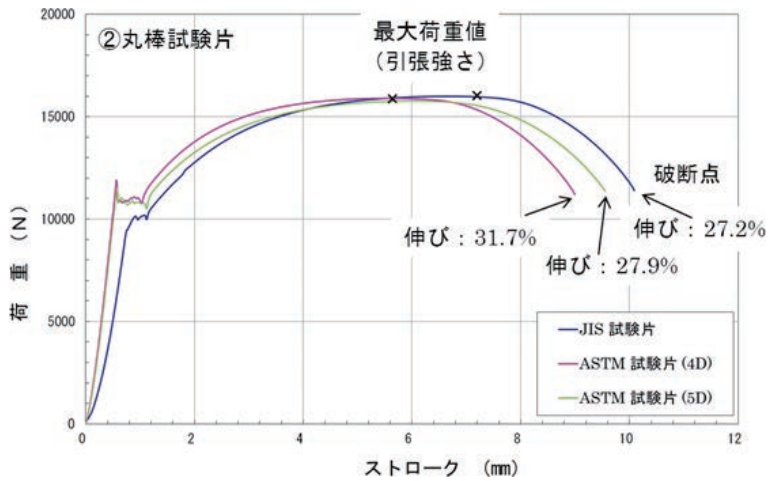
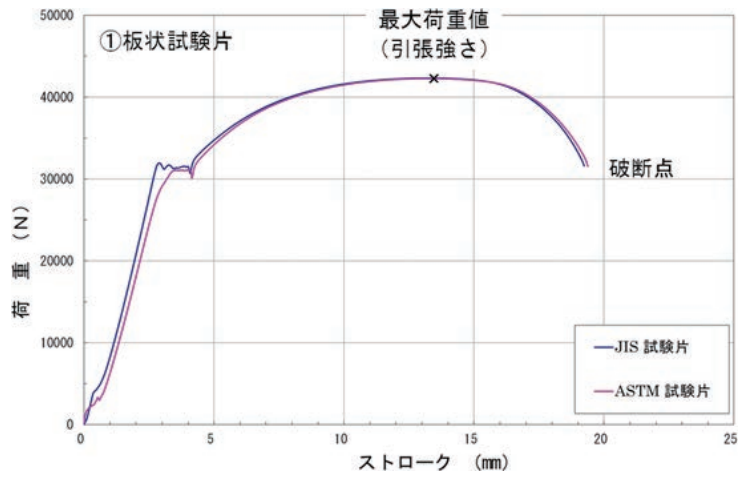


図4 引張試験チャート（荷重－ストローク線図）

表9 引張試験結果

試験片	引張試験									備考 素材
	標点	試料形状			断面積	降伏点	引張強さ	伸び	絞り	
	mm	T mm	W mm	D mm	mm ²	MPa	MPa	%	%	
JIS 板	50	6.10	12.52	-	76.37	419	554	29.6	-	材質： SM490A 素材寸法： 6×2100× 6096mm
ASTM 板	50	6.12	12.52	-	76.62	406	552	29.7	-	
JIS 丸	30	-	-	6.01	28.37	357	564	27.2	67.2	材質： SM490A 素材寸法： 16×2438× 13000mm
ASTM 丸 (4D)	24	-	-	6.00	28.27	421	562	31.7	69.7	
ASTM 丸 (5D)	30	-	-	6.00	28.27	408	558	27.9	70.5	

4.2 溶接施工方法試験（JIS 規格と ASME 規格） の比較

溶接施工方法試験は溶接部に対する試験の一種で、溶接施工要領書などで計画された施工方法により、計画通りの継手が得られるかどうかを確認するための試験であり、継手引張試験と曲げ試験からなる。

継手引張試験では、試験速度など JIS と ASME には試験仕様に大きな違いはなく、引張強さへの影響は小さい。曲げ試験では、2011 年に ASME Section IX で、曲げ半径 R の標準寸法が 19mm（インチ換算）から 20mm に変更されている。したがって JIS でも ASME でも同じ型曲げ治具を用いて試験を実施でき、試験結果への影響はない。JIS と ASME の試験片形状の違いを表 10、11 にまとめた。

5. まとめ

国際規格での試験では、試験機の校正とトレーサビリティが非常に重要である。そのため 3 章で述べたように、各試験規格に応じた試験機の校正を実施し、校正方法に応じた認証を受けることが必要である。

室温引張試験では、規格に準拠した試験片形状であれば規格の違いが結果に大きく影響を与えるのは伸びに限定され、引張強度や降伏点などへの影響は小さい。他の機械試験についても、引張試験と同様に試験規格の違いによる結果への影響を認識しておけば、試験を行いながら結果の妥当性を確認することができる。

国際化が進み、これまで輸出国、輸入国が独自

表 10 継手引張試験片⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

試験片	平行部 幅 (mm)		平行部 厚さ (mm)	全長 (mm)
	板厚 20 未満	40		
JIS Z3121 (1993) 1号試験片	板厚 20 未満	40	余盛りを除いた 試験材の厚さ	250 以上
	板厚 20 以上	25		
ASME SECTION IX-2011 Addenda QW-462.1(a)	-	19	余盛りを除いた 試験材の厚さ	250 以上

表 11 継手曲げ試験片⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾

試験片		幅	厚さ	全長	曲げ R
表曲げ 裏曲げ	JIS Z3122 (1990)	40 mm	10 mm	200 mm	2t=20
	ASME SECTION IX-2011 Addenda QW-462.3(a)	1 1/2 in. (38 mm)	3/8 in. (10 mm)	6 in. (150 mm)	2t=20
試験片		試験版の 厚さ	試験片の 厚さ	全長	曲げ R
側曲げ	JIS Z3122 (1990)	元厚	10 mm	200 mm	2t=20
	ASME SECTION IX-2011 Addenda QW-462.2	元厚	3/8 in. (10 mm)	150 mm	2t=20

で行ってきた製品などの試験結果に対する信頼性を確保することが、これまで以上に重要視されている。品質管理では多くの企業がISO9001を導入しているが、これは決められたルール通りに品質管理がなされ、改善活動に結びつけるもので、ルールへの適合性を判断する仕組みである。したがって試験結果の信頼性までは保証していない。信頼性の確保には、試験を行う試験所の技量、試験方法や設備の妥当性、結果の不確かさを評価する必要があり、これらをISO 17025による審査により“妥当性”のある試験所（または校正機関）として認定を受けることが求められている。日本は環太平洋経済連携協定（TPP）への参加を表明しており、加盟国間におけるワンストップテスト（二重検査排除）の観点からも、この流れは今後加速していくと考えられる。企業イメージ、ブランド力の向上にもつながるため、今後はISO 17025の試験所認定取得が国際的な信頼性確保の流れになると思われる。当社の機械試験部門でも、ISO 17025試験所認定取得を目指しており、近々、その取り組みについて報告する予定である。

6. 謝辞

本稿作成にあたりインストロンジャパン・技術部 森様には、資料の提供や試験機の校正方法など多大なるご指導をいただきました。ここに心より感謝いたします。

参考文献

- (1) 奈良 好啓著, “国際標準化入門”, 日本規格協会, 2004
- (2) JIS Z 2241 (2011), “金属材料引張試験方法”, 2011
- (3) ASTM A370-11, “Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products”, 2011
- (4) ASTM E 8/E 8M-11, “Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials”, 2011
- (5) インストロンジャパン, “校正サービスのご案内 (2010年版)”, 2010
- (6) ISO 7500-1:2004, “Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Verification and calibration of the force-measuring system”, 2004
- (7) JIS B 7721 (2009), “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”, 2009
- (8) ASTM E-4-10, “Standard Practices for Force Verification of Testing Machines”, 2010
- (9) JIS Z 3121 (1993), “突合せ溶接継手の引張試験方法”, 1993
- (10) ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section IX, “Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators”, 2011
- (11) JIS Z 3122 (1990), “突合せ溶接継手の曲げ試験方法”, 1990



計測事業部
材料試験部
課長
佐藤 浩幸

TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542



計測事業部
材料試験部 次長
博士 (工学)
鈴木 健次

TEL. 045-791-3519
FAX. 045-791-3542