

非破壊検査に関する標準化体制とアコースティック・エミッション (AE) 試験に関する規格審議の動向

中村 英之^{*1}

Nakamura Hideyuki

非破壊検査に関する国内外の規格審議の体制を紹介するとともに、アコースティック・エミッション試験に関する標準化の動向を解説する。

キーワード：標準化、規格、JIS、NDIS、HPIS、非破壊検査、アコースティック・エミッション (AE)

1. はじめに

今日、非破壊検査は、さまざまな分野に適用され、工業製品の品質管理や構造物の保守点検などを通じ、社会の安全・安心に寄与している。これらの検査は、検査員の技量、定められた検査方法と合否基準、精度が保証された検査機器などによりその品質が担保されている。そしてそれらは標準化されることにより、一定水準の品質が保たれ、社会的信頼を得ることが可能となる。

標準化は、品質を保つというほかに、当該技術の普及促進にも寄与する一面もある。近年、非破壊検査の分野でも、情報機器の発展に伴いさまざまな評価技術が開発されている。しかし、画期的な技術を開発者が自らのノウハウとして普及を試みても、市場は限られ、その技術が社会全体に普及することは稀^{まれ}である。そのため、近年開発された非破壊検査手法の幾つかは、標準化が進められている。検査手法が標準化されることは、社会全体への普及が期待できるほか、その規格を呼び出す形で新たな検査手法が法規則に記されること

で、適用分野の拡大につながると考える。

本稿では、国内外の規格審議の仕組みや体制を紹介するとともに、一例としてアコースティック・エミッション試験 (以下、AE または AE 試験と呼ぶ) に関する標準化の動向を解説する。

なお筆者は 2007 年より一般社団法人日本非破壊検査協会 (JSNDI) の ISO 委員として AE に関する国際会議にて日本代表を務めるほか、日本産業規格 (JIS) 原案作成委員として国内規格の策定にかかわっている⁽¹⁾。

2. 非破壊検査に関する国内規格の審議

非破壊検査に関する国内規格には、日本産業規格 (JIS) のほかに、日本非破壊検査協会規格 (NDIS) や一般社団法人日本高圧力技術協会規格 (HPIS) などの協会規格がある。この中で、**図 1** に示すように JIS と NDIS については、主に日本非破壊検査協会 (JSNDI) の標準化委員会で管理しており、標準化委員会の傘下に検査種目別の専門別委員会がある。

専門別委員会には、放射線、超音波、磁粉、浸透、渦電流・漏洩^{えい}磁束、目視、漏れ、赤外線サー

*1：研究開発センター 技師長 博士 (工学)

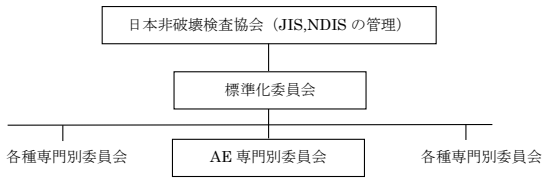


図1 非破壊検査に関する JIS および NDIS を審議する委員会構成

モ、応力・ひずみ、AE、RC（鉄筋コンクリート）の11部門あり、それぞれの専門別委員会の委員長が標準化委員会の委員を務める。

標準化委員会は、関連する JIS および NDIS の新規立案や改正管理を統括しており、傘下の専門別委員会が具体的な原案作成や改正見直しなどの作業を担う。なお、新たな JIS や NDIS の立案や改正作業を行う場合には、専門別委員会の中に原案作成委員会を設置して審議を進めることになるが、この委員会は、規格の審議に偏りが生じないよう、生産者、使用者、中立者のそれぞれの委員と経済産業省の担当者、事務局で構成される。

JIS 原案が完成すると、標準化委員会での審議を経て一般財団法人日本規格協会 (JSA) に提出し、さらに日本規格協会での審議と修正の後、日本産業標準調査会 (JISC) を経て公示となる。なお、日本規格協会での審議過程で修正コメントがあった場合には、原案作成委員会に対応する。

3. 非破壊検査に関する ISO 規格の審議

図2に非破壊検査に関する ISO 規格の審議体制を示す。非破壊検査に係る ISO 規格を審議する委員会は、日本が幹事国を務める ISO/TC 135 (Technical Committee 135) であり、さらにその傘下に検査種目ごとの SC (Sub Committee) がある。

各 SC の幹事国は、SC 2 (表面試験-磁気試験/MT および浸透試験/PT) は南アフリカ (南ア)、SC 3 (超音波試験/UT) はドイツ (独国)、SC 4 (渦電流試験/ET) はフランス (仏国)、SC 5 (放射線試験/RT) はドイツ、SC 6 (漏れ試験/LT) は日本、SC 7 (認証) はカナダ、SC 8 (赤外線サーモグラ

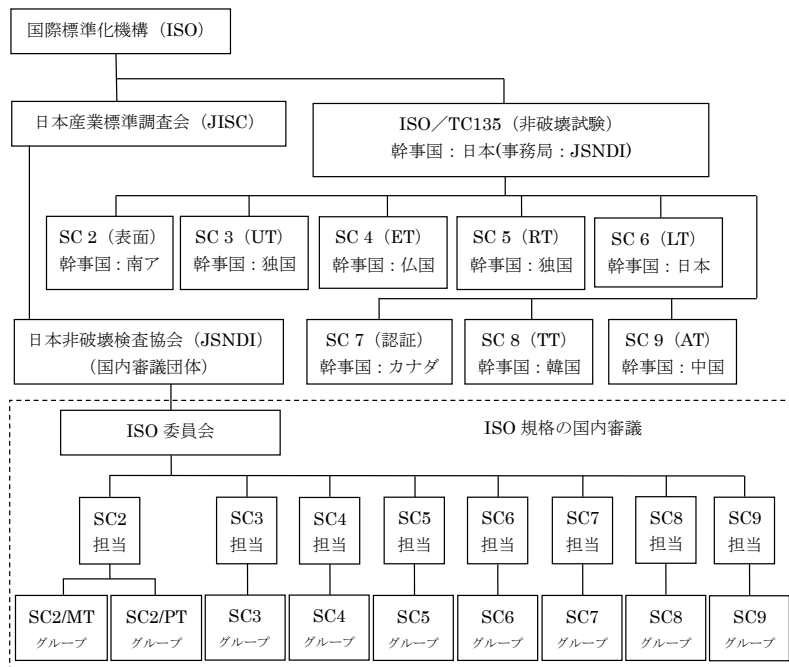


図2 非破壊検査に関する ISO 規格の審議体制⁽²⁾

ファイ試験/TT)は韓国、そしてSC 9 (AE試験/AT)は中国が務める。

なお、AE試験を主管するSC 9は、2007年10月にブエノスアイレス(アルゼンチン)で開催されたTC 135国際会議にて、それまでSC 3(音響的試験方法)の一部として扱われていたAE試験が分離独立する形で創設され、当初はブラジルが幹事国を務めた。しかしながら、SC 9では、幹事国の対応が遅く新規提案が期限切れ不成立となる事態が続いたことから、2017年に国際投票を経て、幹事国が中国に交代した経緯がある。

日本国内では、日本産業標準調査会(JISC)が対外的な窓口となるが、非破壊検査に係るISO規格の審議団体は日本非破壊検査協会(JSNDI)が務め、さらにその中に具体的な審議を行うISO委員会が設置される。ISO委員会では、ISOの各SCの担当委員が選任され、担当委員がまとめ役(グループ長)となるSC対応グループが編成され国内審議が行われる。なお、ISO委員会は、SC担当の委員のほか、関連団体の代表や所管する省庁担当者が出席し年に数回開催される。

ISO国際会議には、World Conference for NDT(WCNDT)などの国際会議に併設して開催する全体会議(写真1参照)やSC会議のほか、各SC幹事国が個別に開催するSC会議やWorking Group(WG)会議がある。このSC会議では、主にISO委員会のSC担当が日本代表として出席する。



写真1 2016年6月ISO/TC 135総会・ドイツ非破壊検査協会前にて⁽³⁾

ISO規格を新規提案するには、まず国内のSCグループにて原案を作成し、国内での審議を経てISOにNWIP(New Working Item Proposal)として提案する。ISOでは、この提案の審議に入ることの投票を行うとともに、このプロジェクトを推進するWGのメンバーを募る。なお、プロジェクトの発足には、最低5か国のPメンバー(Participating members)の参加を必要とする。なお、ISO規格の審議へ参加する国には、投票権を有するPメンバーと投票権を有さないOメンバー(Observing members)がある。

プロジェクトがスタートすると提案国のConvenorが中心となり、WG国際会議を開催し審議を進める。新規提案された規格NWIPは、WD(Working Draft)、CD(Committee Draft)、DIS(Draft International Standard)、FDIS(Final Draft International Standard)の順に審議と投票を繰り返し、投票の度に寄せられるコメントに対応するための修正を重ね、ISO規格として完成する。

通常、ISO規格の新規提案は、使用実績のある国内規格や要領書がベースになり、規格化に至るまでの実証データの積み重ねや国際会議での発表論文などが存在する。しかしながら、最近では、一部の国から技術的な検証もない提案や、既に海外で使用実績のある技術を自国技術として提案するケースが出ている。このような提案国には、各国から寄せられるコメントを技術情報として吸収し、最終的に自国提案のISO規格として完成させるという戦略があると推測されることから、投票時のコメントにも技術的な詳細情報を伝え過ぎないなどの注意が必要である。

4. その他規格の審議

日本高圧力技術協会(HPI)では主に圧力設備に関する規格として日本高圧力技術協会規格(HPIS)の立案・審議を行っており、非破壊検査に関する

ものとして表 1 に示す規格がある。

また、特別民間法人高圧ガス保安協会 (KHK) でも、規格関連の委員会において、ASME など海外規格の審議が行われるほか、法規則の引用規格の審議が行われている。

5. AE 試験に関する規格

AE 試験は、構造物のヘルスマonitoring (SHM: Structure Health Monitoring) や水素蓄圧器の保全管理への適用など、老朽化対策や次世代エネルギーの分野で活用が期待されている⁽⁴⁾。しかしながら、AE 試験は、超音波探傷試験や放射線透過試験と異なり、材料に内在するキズを直接検出したり、キズ寸法を計測するものではなく、試験対象に何らかの負荷を与えた時に発生する AE 波の特徴から健全性や強度を評価したり、音源位置から破壊の進展箇所を標定したりする技術である。このため、試験対象の材質や形状、使用条件などにより試験方法や評価方法が異なるため、画一的な試験方法

や評価基準を設けることが難しい技術でもある。

その中で、コンクリート構造物、金属製圧力容器、繊維強化プラスチック (FRP) 製圧力容器など材質と用途・形状を限定した評価方法が規格化されている。

5.1 国内規格

AE に関する国内規格の一覧を表 2 に示す。

日本国内では、産業分野での AE 試験の普及はこれからということもあり規格数は他の非破壊検査手法を比較して少ない。また、その多くは、20 年以上も前に策定されたもので、AE 計測装置の仕様や性能が異なることから見直しを必要とするものがある。

その中で、JIS Z 2342 は、2022 年 2 月に改正された規格である。改正前の規格は、名称を「圧力容器の耐圧試験などにおけるアコースティック・エミッション試験方法及び試験結果の等級分類方法」とし、試験方法から評価方法を規定する内容

表 1 非破壊検査に関連する HPIS

規格番号	名称
HPIS E 101:2013	圧力設備の溶接継手の超音波探傷試験による非破壊検査方法
HPIS TR G 110:2017	AE 法による石油タンク底部の腐食損傷評価手法に関する技術指針
HPIS TR E 102:2012	AE 法による地下貯蔵タンクの腐食損傷度の評価に係る技術指針

表 2 AE 試験に関連する NDIS および JIS

規格番号	名称	備考
NDIS 2106:1997	アコースティック・エミッション試験装置の性能測定及び表示方法	
NDIS 2109:2004	相互校正法によるアコースティック・エミッション変換子の絶対感度校正方法	ISO/TR 13115 のベース
NDIS 2110:1997	アコースティック・エミッション変換子の感度劣化測定方法	
NDIS 2419:1997	金属製圧力容器などのアコースティック・エミッション連続監視方法	
NDIS 2421	コンクリート構造物のアコースティック・エミッション試験方法	ISO16836、16837、16838 のベース
JIS Z 2342:2022	圧力容器の耐圧試験などにおけるアコースティック・エミッション試験方法	2022 年改正にて名称を変更
NDIS 2434:2022	能動弾性波計測手法を用いたコンクリート部材の損傷評価法	
NDIS 2435:2022	受動弾性波計測手法を用いたコンクリート部材の損傷評価法	

であった。しかしながら、近年の AE 試験装置の進化に伴い AE 試験における評価指標が変化し、さまざまな評価方法も開発されたことから、本規格の本文は試験方法を規定するものとし、「等級分類」に関する記載は「評価方法」に名称を改め参考として附属書 A に記載した⁽¹⁾。

また NDIS 2434 および NDIS 2435 は、AE センサによりコンクリート構造物内部の損傷状態を把握する手法についての規格である。当社はこれら

規格の作成委員として参画し、計測装置の販売としての立場だけでなく、計測手法の習得、計測や評価も積極的に推進している。

このように規格は、時代の変化に合わせて改正してゆくことが必要であり、定期的に見直しを行うことが重要である。

5.2 AE 試験に関する ISO 規格

表 3 に TC 135 が所管する AE 試験に関する ISO

表 3 AE に関する ISO 規格一覧 (TC 135 所管)

規格番号	英文名称	英文名称の和訳
ISO 12713:1998	Non-destructive testing — Acoustic emission inspection — Primary calibration of transducers	非破壊試験—アコースティック・エミッション検査—変換子の一次校正
ISO 12714:1999	Non-destructive testing — Acoustic emission inspection — Secondary calibration of acoustic emission sensors	非破壊試験—アコースティック・エミッション検査—変換子の二次校正
ISO 12716:2001	Non-destructive testing — Acoustic emission inspection — Vocabulary	非破壊試験—アコースティック・エミッション検査—用語
ISO/TR 13115:2011	Non-destructive testing — Methods for absolute calibration of acoustic emission transducers by the reciprocity technique	非破壊試験—相反技法によるアコースティック・エミッション変換子の絶対校正の方法
ISO 16836:2019	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Measurement method for acoustic emission signals in concrete	非破壊試験—アコースティック・エミッション試験—コンクリート内のアコースティック・エミッション信号の測定方法
ISO 16837:2019	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Test method for damage qualification of reinforced concrete beams	非破壊試験—アコースティック・エミッション試験—鉄筋コンクリート梁の損傷評価の試験方法
ISO 16838:2019	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Test method for classification of active cracks in concrete structures	非破壊試験—アコースティック・エミッション試験—コンクリート構造物内のアクティブクラックの分類のための試験方法
ISO 18081:2016	Non-destructive testing — Acoustic emission testing (AT) — Leak detection by means of acoustic emission	非破壊試験—アコースティック・エミッション試験 (AT)—アコースティック・エミッションによる漏れ検出
ISO 18249:2015	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Specific methodology and general evaluation criteria for testing of fibre-reinforced polymers	非破壊試験—音響放出試験—繊維強化ポリマーの試験のための固有方法論及び一般評価基準
ISO 19835:2018	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Steel structures of overhead travelling cranes and portal bridge cranes	非破壊試験—アコースティック・エミッション試験—天井クレーン及び門型クレーンの鉄骨構造
ISO 24543:2022	Non-destructive testing — Acoustic emission testing — Verification of the receiving sensitivity spectra of piezoelectric acoustic emission sensors	非破壊検査—アコースティック・エミッション試験—圧電アコースティックエミッションセンサーの受信感度スペクトルの検証

規格一覧を示す。この中で、ISO/TR 13115、ISO 16836、ISO 16837、ISO 16838 の 4 件は日本から提案し成立させた規格である。

ISO/TR 13115 は、AE センサの相互校正法を規定する規格であり、故羽田野甫氏（元 TC 135 議長、元東京理科大教授）が NDIS 2109 をベースに作成した原案を 2007 年に提案したものである。しかしながら、欧州の反対意見があり、審議を重ねた結果 TR (Technical Report) として 2011 年に発行に至った。その後、この相互校正法は海外でも使用されていることから、幾つかの国ではこの TR を呼び込む形で規格化されている。

ISO 16836、ISO 16837、ISO 16838 の 3 件は、NDIS 2421 をベースに原案を作成し、2010 年に提案したが、当時の幹事国の対応が遅れ時間切れとなり、2015 年に再提案した。この再提案では、幹事国が自国サンパウロで開催した SC 9 会議に出席し、審議を進めた結果、2019 年に発行するに至った。なお、この 3 件については、原案を作成した大津政康氏（京都大学特任教授）、およびサンパウロ会議に同席し各国のコメント対応にあたった塩谷智基

氏（京都大学特定教授）の尽力によるものであることを特筆する。

5.3 その他海外規格

AE 試験は、欧米を中心とする海外では規格も整備され広く使われている。AE 技術の適用や研究開発を行う場合、先行技術を調査することは重要であり、ある程度の信頼性が認められた技術として規格に記された試験技術を知ることは有意義である。

米国を代表する規格として ASME、ASTM、EPRI と、欧州を代表して CEN で制定された規格の中から AE に関係の深い規格のタイトルを表 4～表 8 に示す。

これらの規格からは、AE 試験は金属、FRP（繊維強化プラスチック）、複合材、溶接構造物など各種材料を対象とし、圧力容器、構造物、機器類など多くの設備の検査やモニタリングに使われていることが読み取れる。

表 4 American Society of Mechanical Engineers (ASME)

Term	Title	Edition
ASME Section V, Article 11	Boiler and Pressure Vessel Code: Section V, Article 11, Acoustic Emission Examination of Fiber Reinforced Plastic Vessels	2021
ASME Section V, Article 12	Boiler and Pressure Vessel Code: Section V, Article 12, Acoustic Emission Examination of Metallic Vessels During Pressure Testing	2021
ASME Section V, Article 13	Boiler and Pressure Vessel Code: Section V, Article 13, Continuous Acoustic Emission Monitoring	2021
ASME Section V, Article 29	Boiler and Pressure Vessel Code Section V, Article 29, Acoustic Emission Standards	2021
ASME Section XI, Division 1	Boiler and Pressure Vessel Code: Section XI, Division 1, Article IWA-2000, Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components (IWA-2234) Acoustic Emission Examination	2021
ASME	Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, Appendix, Acoustic Emission Monitoring of Nuclear Reactor Pressure Boundaries during Operation	2010
ASME	RTP-1-1995 Standard Guide to Test Methods and Standards for Nondestructive Testing of Advanced Ceramics	1999

表5 American Society for Testing and Materials (ASTM) (その1)

Term	Title	Edition
ASTM E 569	Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures During Controlled Stimulation	2020
ASTM E 650	Standard Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors	2017
ASTM E 749	Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring During Continuous Welding	2021
ASTM E 750	Standard Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation	2020
ASTM E 751	Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring During Resistance Spot-Welding	2017
ASTM E 976	Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response	2021
ASTM E 1067	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Resin (FRP) Tanks/Vessels	2018
ASTM E 1106	Standard Test Method for Primary Calibration of Acoustic Emission Sensors	2021
ASTM E 1118	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP)	2020
ASTM E 1139	Standard Practice for Continuous Monitoring of Acoustic Emission from Metal Pressure Boundaries	2017
ASTM E 1211	Standard Practice for Leak Detection and Location Using Surface-Mounted Acoustic Emission Sensors	2017
ASTM E 1419	Standard Practice for Examination of Seamless, Gas Filled, Pressure Vessels Using Acoustic Emission	2020
ASTM E 1495	Standard Guide for Acousto-Ultrasonic Assessment of Composites, Laminates, and Bonded Joints	2017
ASTM E 1736	Standard Practice for Acousto-Ultrasonic Assessment of Filament-Wound Pressure Vessels	2016
ASTM E 1781	Standard Practice for Secondary Calibration of Acoustic Emission Sensors	2020
ASTM E 1888 /E 1888 M	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Pressurized Containers Made of Fiberglass Reinforced Plastic with Balsa Wood Cores	2017
ASTM E 1930	Standard Practice for Examination of Liquid-Filled Atmospheric and Low-Pressure Metal Storage Tanks Using Acoustic Emission	2017
ASTM E 1932	Standard Guide for Acoustic Emission Examination of Small Part	2017
ASTM E 2075 /E 2075M	Standard Practice for Verifying the Consistency of AE Sensor Response Using an Acrylic Rod	2020
ASTM E 2076 /E 2076 M	Standard Practice for Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Fan Blades Using Acoustic Emission	2016
ASTM E 2191 /E 2191 M	Standard Practice Method for Examination of Gas-Filled Filament-Wound Composite Pressure Vessels Using Acoustic Emission	2016
ASTM E 2374	Standard Guide for Acoustic Emission System Performance Verification	2021
ASTM E 2478	Standard Practice for Determining Damage-Based Design Stress for Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Materials Using Acoustic Emission	2016
ASTM E 2533	Standard Guide for Nondestructive Testing of Polymer Matrix Composites Used in Aerospace Applications	2021
ASTM E 2598	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Cast Iron Yankee and Steam Heated Paper Dryers	2021
ASTM E 2661 /E 2661M	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Plate-like and Flat Panel Composite Structures Used in Aerospace Applications	2020

表6 American Society for Testing and Materials (ASTM) (その2)

Term	Title	Edition
ASTM E 2863 E 2863M	Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Welded Steel Sphere Pressure Vessels Using Thermal Pressurization	2018
ASTM E 2907	Standard Practice for Examination of Paper Machine Rolls Using Acoustic Emission from Crack Face Rubbing	2019
ASTM F 914/ F 914 M	Standard Test Method for Acoustic Emission for Aerial Personnel Devices Without Supplemental Load Handling Attachments	2020
ASTM F 1430 /F 1430 M	Standard Test Method for Acoustic Emission Testing of Insulated and Non-Insulated Aerial Personnel Devices with Supplemental Load Handling Attachments	2020
ASTM F 1797	Standard Test Method for Acoustic Emission Testing of Insulated and Non-Insulated Digger Derricks	2022
ASTM F 2174	Standard Practice for Verifying Acoustic Emission Sensor Response	2019
ASTM E 2374	Standard Guide for Acoustic Emission System Performance Verification	2021

表7 Electric Power Research Institute (EPRI)、USA

Term	Title	Edition
EPRI NP-6844	Acoustic Emission for Detecting Crack Initiation in Stainless Steel	1990
EPRI TR-105265-V1	Acoustic Emission Monitoring of High-Energy Steam Piping: Volume 1: Acoustic Emission Monitoring Guidelines for Hot Reheat Piping	1996
EPRI TR-107147	Acoustic Emission Monitoring of Reactor Vessel Head and Internal Lift Rigs	1997
EPRI 1011708	Development of a New Acoustic Emission Technique for the Detection and Location of Gassing Sources in Power Transformers and LTCs	2005

表8 Comité Européen de Normalisation (CEN)、EU

Term	Title	Edition
CEN ISO/TR 13115	Non-destructive testing - Methods for absolute calibration of acoustic emission transducers by the reciprocity technique (ISO/TR 13115:2011)	2011
CEN EN 13477-1	Non-destructive testing – Acoustic emission – Equipment characterization - Part 1: Equipment description	2001
CEN EN 13477-2	Non-destructive testing – Acoustic emission – Equipment characterization - Part 2: Verification of operating characteristic	2021
CEN EN 13554	Non-destructive testing – Acoustic emission – General principles	2011
CEN EN 13480-5	Metallic industrial piping - Part 5: Inspection and testing	2017
CEN EN 14584	Non-destructive testing - Acoustic emission - Examination of metallic pressure equipment during proof testing - Planar location of AE sources	2013
CEN EN 15495	Non-Destructive testing - Acoustic emission - Examination of metallic pressure equipment during proof testing - Zone location of AE sources	2007
CEN EN 15856	Non-destructive testing - Acoustic emission - General principles of AE testing for the detection of corrosion within metallic surrounding filled with liquid	2010
CEN EN 15857	Non-destructive testing - Acoustic emission - Testing of fibre-reinforced polymers - Specific methodology and general evaluation criteria	2010
CEN EN ISO 16148	Gas cylinders - Refillable seamless steel gas cylinders - Acoustic emission testing (AT) for periodic inspection (ISO 16148:2006)	2020

6. まとめ

最近、国際標準を制する者が世界を制するという言葉を聞く。AE 試験に関しては、これからさまざまな分野での適用事例から新たな規格が生み出される可能性を有している。AE 技術は、学術面では日本が世界をリードするが、産業面では規格の数からも欧米を追随していると考えざるを得ない。日本が産業分野でも世界をリードするためには産学が連携し、実用化を進めるとともに標準化についても考えることが重要である。

筆者が最後に ISO 国際会議に対面出席したのは 2019 年 11 月に中国・広州で開催された SC 9 会議である。その後、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い海外との往来は停止したが、SC 9 ではオンラインにより新規提案の審議や改正作業は続いており、オンラインを活用することにより会議の頻度は感染拡大前より増えている。

標準化に関する業務の多くは、ボランティアベースの社会貢献であり、出席者の熱意と責任感、そして職場の理解により支えられているものとする。

読者には標準化への理解を深めてもらうと同時に、その中から標準化を担う人材が育つことを期待する。

謝辞

筆者は、これまでダーバン(南ア)、ブラハ(チェコ)、ミュンヘン(ドイツ)、サンパウロ(ブラジル)、広州(中国)などの ISO 国際会議に出席し、ISO 規格の審議にかかわってきた。その間、大岡紀一委員長をはじめとする ISO 委員会の諸先輩方および日本非破壊検査協会(JSNDI)事務局に多くのご支援とご指導をいただいたことを記しここに謝意を表する。

参考文献

- (1) 中村英之：JIS Z 2342 圧力容器の耐圧試験などにおけるアコースティック・エミッション試験方法 - 解説、2022、pp. 解 1- 解 6
- (2) 大岡紀一：ISO および標準化関連組織図、2021 年度第 1 回 ISO 委員会(本委員会)配付資料 21-1-2 (2)、2021
- (3) 大岡紀一：ISO 委員会活動報告、非破壊検査、66 (8)、2017、p.382
- (4) 中村英之、塩谷源二、上島秀作：AE モニタリング技術の紹介、IIC REVIEW、No.65、2021、pp.85-88



研究開発センター
技師長
博士(工学)

中村 英之

TEL. 045-791-3522
FAX. 045-791-3547