## 新技術情報:カンサン株式会社



# 高圧ガスボンベの再検査 方法 (DOT/KHK)・ 規制緩和、超音波検査法



カンサン株式会社 高崎事業所 エアガス・リニュアル工場 砂長 博



### 1. 概要

当社では、高圧ガスを安全に安心してご使用いただくために高圧ガス容器の再検査事業を行っています。工業用・医療用・半導体用等の中小型容器を高崎事業所のリニュアル工場、大型・長尺容器を渋川事業所の専用工場で受け入れています。

それぞれの工場は品質管理を徹底、ISO9001 (QMS) 認証を1996年に取得しました。自社で高圧ガス容器の検査からリニュアル、さらに半導体用容器は内面の整備(ウルトラクリン化)まで一貫して作業を行い、品質を確保しています。

半導体特殊ガス用ウルトラクリン容器の再

検査事業では、米国 DOT (米国運輸省認定: Department of Transportation) 規格の容器再検査認証を取得、水圧式に加え、超音波による検査も可能にするなど先進的な取り組みを行っています。また、高圧ガス保安法による超音波検査では国内で唯一実施が可能な事業者となっています。超音波検査は、容器のバルブを取り外さないで検査を行うため、容器内部は汚染されません。検査期間の短縮、コスト削減の効果もあり、お客様のニーズを捉えて脚光を浴びています。



ISO9001:2015



米国運輸省/DOT DOT規格容器再検査所認定取得

#### ① DOT 認証取得の背景

当社で扱うウルトラクリン容器は、半導体特殊 ガス用容器として海外で広く流通しており、国際 的な容器規格である DOT 規格を採用しています。

IoT (Internet of Things), AI (Artificial Intelligence) 等の普及により半導体製造に使用 される特殊材料ガスの需要が増加、日本から DOT 規格が認められている中国・韓国・台湾・米国と いった海外への特殊材料ガスの輸出の増大が認証 取得の背景にありました。

認証取得に際して、米国ワシントンにある DOT、コロラドのデジタル・ウェーブ社(超音



米国ワシントン DOT 訪問

波探傷装置導入にあたって技術提携を結ぶ)、 Arrow Head (第三者検査会社:Independent Inspection Agency) を訪問。また、DOT 規格の 容器再検査を行うためには資格が必要であり、 国内外で開催されるセミナー (CTC Hazmat Training Seminar) に参加、スムーズな認証取得 をすることができました。

#### ② DOT 認証取得

2006年 高崎事業所 G927: Hydrostatic 水圧式検査法(水套式) 3A.3AA.3AX.3AAX シームレス容器

2010年 高崎事業所 H854: Ultrasonic 超音波式検査法 SP14206 / SP14149

2011年 渋川事業所 I084: Hydrostatic 水圧式検査法(水套式) 3AA.3AAX シームレス容器(大型容 器•長尺容器)

2016年 渋川事業所 I084: Hydrostatic 水圧式検査法(水套式・非水套式) 3A.3AA.3AX.3AAX シームレス容器 4B.4BA.4BW 溶接容器



高崎事業所 リニュアル工場





## 2. 高圧ガス容器の再検査方法(DOT/KHK)

高圧ガス容器は爆発の可能性があり、不具合があると大惨事になりかねません。そのため、定期的な検査・点検及びリニュアルは不可欠であり、高圧ガス保安法・DOT 規格で容器の再検査期間が定められています。

一般的な47L型マンガン鋼シームレス容器は、 高圧ガス保安法、DOT規格ともに5年に一度の容 器再検査が必要となります。

#### ・高圧ガス保安法

容器再検査期間:高圧ガス保安法第四十八条

第一項第五号、容器保安規

則第二十四条

容器再検査の方法: 高圧ガス保安法第四十九

条、容器保安規則第二十五 条に規定されており、容器 細目告示第二条〜第二十一

条の四にその方法が定めら

れています。

一般的に容器再検査では、主に次の3項目が検査されます。

耐圧検査:容器本体に刻印されている規定圧力

(TP)を加えて、漏れ及び膨張異常の

ないこと検査。

外観検査:容器外部と内部を目視及び計測器を

使用して検査。重量測定。

附属品検査:バルブ等の外観検査、気密検査、性

能検査。

耐圧検査では原則として水圧試験によって行う こととされており、容器内部の乾燥が必要となり ます。

外観検査については、「容器は、内外面のさび、塗料等の異物を除去して地肌の状態がよく観察できる状態にしたのち、外部検査及び内部検査を行い、そのいずれにも合格すること。」と定められ、さらに容器とバルブ接合ねじ部の外観検査が必要です。よって、日本国内で高圧ガス保安法に従い容器再検査を行うには、容器附属弁を取り外して検査を行う必要があります。



耐圧試験



バルブ、キャップ取付



外面研磨

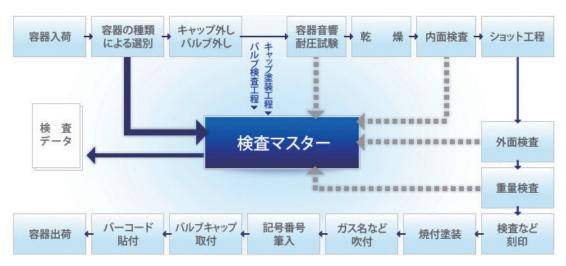


塗装·乾燥

#### ・DOT 規格

概ね高圧ガス保安法同様ですが、附属品検査については規定されていません。また耐圧検査では、水圧試験に代えて、特別認可(special permits)による超音波探傷検査法(UT法)も認められており、

附属品を取り外さないで検査を行うことが可能となっています。UT 法は、米国で Special Permits (SP) として運用されているものの、決して特別な方法ではなく、水圧試験と同様に日常的に行われています。



容器再検査の一般的流れ

## 3. 産業競争力強化法 企業実証特例制度による規制緩和

## 「半導体製造用高圧ガス容器の超音波探傷検査に よる再検査方法」

半導体製造に使用される特殊材料ガスは、高純度、低水分、パーティクルフリーであり、故に、容器にも非常に高いクリーン度が要求されます。そのため、クリーンな内面状態の容器の容器弁を取外して水圧検査等を行うと、容器内部を汚染してしまうことになり、検査後の洗浄・研磨などの追加工程が必要となります。また、工程の増加は、容器の再検査に係るコストを大きく、容器再検査にかかる期間も長くなってしまいます。

そこで容器弁を取り外さず、容器内部の清浄度を保ったまま容器再検査を行うことができる超音波探傷検査を日本でも認めてもらうべく、安全性・有効性を証明するために、「企業実証特例制度」を活用して規制緩和への取り組みを行いました。

平成26年1月21日に施行された**産業競争力強** 化法に基づく「企業実証特例制度」は、規制改革を目的とした制度で、企業単位に規制の特例措置を適用することができます。

規制緩和によって日本の半導体産業のさらなる 国際競争力強化を図るべく、当社では(株)東芝他 3社と共同で規制緩和の特例措置を受ける申請を 経済産業省に行い、その認定を受けることができ ました。その後、(株)東芝及び主要ガス会社の計10 社で企業実証チームを組み、2014年4月~2016 年3月までの2年間、実証活動の実施を行いました。

#### 法の一般化(規制緩和)

経済産業省は上述の2年間の実績を受け、"省令改正"(規制緩和)の法整備を行い、2018年に日本でも超音波探傷検査による高圧ガス容器再検査が認められることとなりました。

国内基準の制定については、非破壊検査の資格 や検査法に係る JIS 規格の妥当性等の検討が進め られ、NDIS2430: <sup>2017</sup> 「半導体製造用高圧ガス容 器の超音波探傷検査による再検査方法」として基 準が定められました。

当社では、同時期に容器再検査の方法に係る特認(容器保安規則 第二十五条第2項の経済産業大臣特別認可)を取得、国内規格の高圧ガス容器に対して超音波探傷検査で容器再検査を行うことができるようになっています。





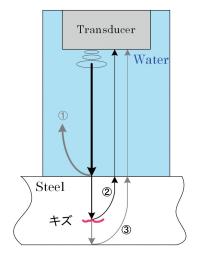
高圧ガス容器超音波探傷設備

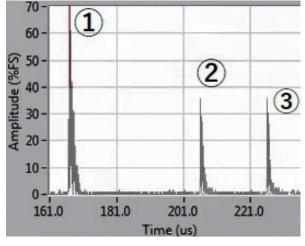
## 4. 超音波探傷検査による高圧ガス容器再検査

超音波(ultrasonic)とは、人の耳では聞こえないほどの高い周波数をもつ音です。超音波は物質の境界面で反射する性質があり、この性質を利用して非破壊検査、医療などさまざまな分野で利用されています。日本では、貯槽や配管の検査に使用され、欧米では、容器の再検査にも使用されています。

#### 超音波探傷の原理

超音波法(UT法)は、トランスデューサ(探触子) と呼ばれるセンサから発信した超音波が、内部の 欠陥や反対面に反射し、探触子に戻ってくるまで の時間と反射波(エコー)の強さを測定し、対象物内部の状態を検出します。対象物に水を介して超音波を伝搬させると、内部の傷や反対面から反射したエコー(超音波)が、モニタに表示されます。モニタに表示される Y 軸のエコー高さは、戻ってくる超音波の強さを表し、高ければ高いほど超音波が強いことを意味します。また X 軸の時間は、発信された超音波が戻ってくるまでの時間を表し、時間の長さはトランスデューサからの距離を表します。エコーの高さは、傷の大きさと比例し、距離が遠いほど減衰して低くなります。





超音波探傷の原理

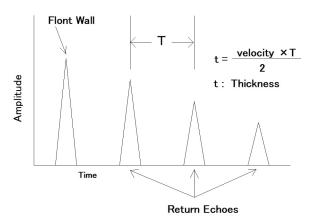
#### 容器の超音波探傷方法

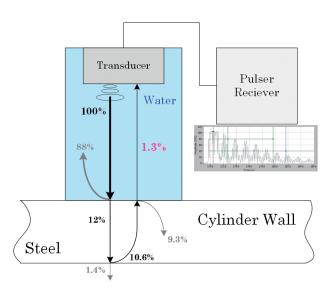
#### (1)垂直探傷(探触子を対象物に垂直に接触)

垂直探傷(Thickness Scan)により容器肉厚 を測定し、腐食等で肉厚が減少している箇所を 検出します。

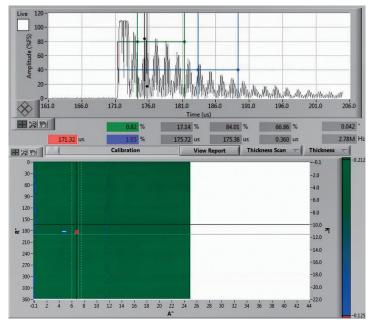
トランスデューサ(Tr)から照射された超音波 は、水を接触媒質として容器壁面に到達し、一部 は反射して他は壁中に入ります。壁中を通過し た超音波は容器壁底部でほぼ全反射して、同じ 路程を戻り、Trにより電気信号に変換。この反射 した超音波の帰着時間より、肉厚を測定するこ とができます。

## L-Wave Inspection and Terminology





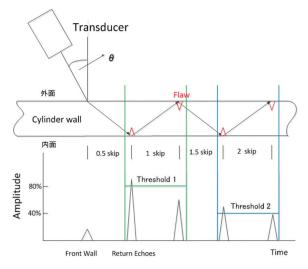
垂直探傷 (Thickness Scan) の概略図



垂直探傷画像(対比試験片の傷)

#### (2) 斜角探傷(探触子を対象物に斜めに接触)

縦方向のキズは円周方向からの斜角探傷(C-Scan、C+Scan)で探傷し、局部腐食、円周方向のキズは縦軸方向(A-Scan、A+Scan)で斜角探傷を行います。検査容器に傷がある場合、その反射エコーは傷サイズに比例して大きくなり、ビーム路程が長いほど減衰して小さくな



斜角探傷 (C-、C+、A-、A+ Scan) の概略図

ります。傷サイズの評価は、対比試験片(CC: Calibration Cylinder) に機械加工された規定サイズの傷の反射エコーと検査容器の傷エコーを比較することにより行われます。

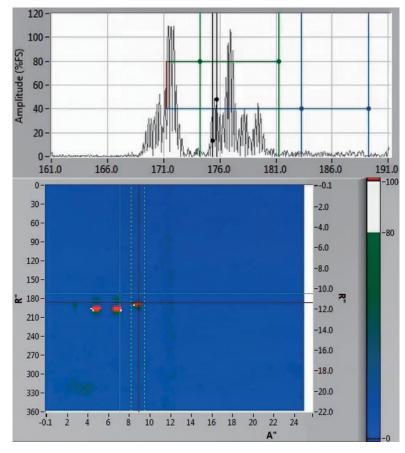
#### (3) 超音波検査の流れ

- 1) 検査開始前システムチェック (Calibration In) を行う。
- 2)対象容器を検査設備にセットし、超音波探傷検査を行う。

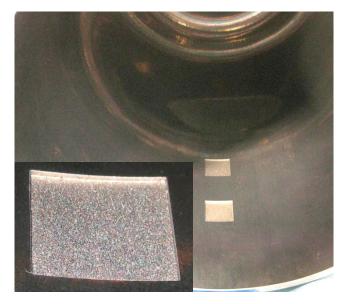
対象容器は円周方向に回転しながら螺旋状に 胴部全体をスキャンされる。

探傷検査は容器胴部を全周3スキャン(肉厚、 円周・軸方向の各スキャン)

- 3) 容器の合否判定。(検査は2、3を繰り返して 行う)
- 4) 検査終了時システムチェック (Calibration Out) を行う。
- 5) 検査設備が CC を使った検査開始時、終了時のシステムチェックに pass すれば、その間の検査容器は最終的に合格と判断される。



C - 斜角探傷画像 (対比試験片の傷)



対比試験片内部に機械加工された比較傷

# 5.まとめ

半導体用ガスの需要は年々右肩上がり、半導体容器についてはお客様の容器の形状も多種多様化しています。お客様のご要望にお応えできるサービスを目指して容器検査の合理化、容器内部のクリーン化を進めています。

当社の QMS 品質方針は、



Change for the change 2020

「変わる」ために「変える」「変える」ために「変わる」

変化が起きてから受身の形で消極的に変わるのではなく、変化を先取りし、積極的に自らが変わることで変化に対応し、様々な方面から高圧ガス容器整備へ新たなアプローチを進めています。

