

EN 規格ボイラの耐圧部 非破壊検査について

八 木 靖 *

Yagi Yasushi

木 村 伸 次 郎 *

Kimura Shinjiro

1. はじめに

IHI は 2007 年に初の欧州（ドイツ）向け発電用ボイラの設計/製作を受注し、相生工場ではそのうちの主要耐圧部品を製作した。IIC 相生事業所では非破壊検査、材料試験（溶接士資格/施工法認定、実機溶接部試験片）および品質管理業務に携わった。本稿では、相生工場で初めて EN (European Norm = 欧州規格) 規格を適用して製作された耐圧部の非破壊検査への対応について紹介する。

2. EN とは

EU 域内では、“EC 指令 (EC Directive)” という安全に関する基本要素事項が定められているが、そのうち、発電用ボイラの設計、製作に関しては“圧力容器指令 (PED: Pressure Equipment Directive)” が適用される。一方、“EN” とは、EU/EFTA の専門委員会が発行する欧州統一規格である。EU 加盟国は、EN を自国の国家規格として採用し、矛盾する自国規格があれば、それを是正することが義務付けられている。EC 指令と EN では、EC 指令が上位に位置付けられ、EN は、EC 指令を補完するものとして活用される。大まかに言うと、EC 指令が法律に相当し、EN は JIS のような詳細な規格/技術基準に相当する。

3. 工程中検査における他規格（電気事業法、ASME:The American Society of Mechanical Engineers）との違いおよび対応

3.1. 第三者による製作中立会検査受検

各規格において必要な検査項目を表 1 に示す。

まず、わが国の電気事業法では溶接構造物の検査の主体は事業者（電力会社等）であり、事業者が記録確認や立会検査を実施するが、その時期や頻度は事業者に委ねられている。また、電気事業法では、事業者検査の実施状況を監査するものとして安全管理審査機関による審査が必要となるが、ISO の認証を取得する際の審査内容に近い。

ASME や EN では公的に認められた検査会社検査員（公認検査官）の検査を受けることになる。電気事業法と ASME・EN の違いの例では、前者は、ボイラを構成する多様な耐圧部品のうち、火炉壁・過熱器管・再熱器管等の小口径管および付着金物溶接部に関して、第三者の検査自体が規格で要求されない。一方、後者では第三者の検査が必要となる。

各規格とも検査基準には若干の差異があり、そのうち非破壊検査に関して後述する。

* 西日本事業部 相生事業所 検査技術グループ

表1 各規格の検査項目の違い

適用規格と 検査組織 検査項目	製 作 メーカ	電気事業法 (発電用火力設備に関する 技術基準のうち溶接部に関して)		ASME スタンプ適用	EN 適用実績
		事業者検査 (客先)	安全管理審査	公認検査官	公認検査官
材料検査	○	○	全工程の中から 任意で、事業者 の検査状況の 審査	○	○
開先検査*3	○	○		○	○
溶接検査*3	○	○		○	○
非破壊検査*3	○	○		○	○
熱処理検査*3	○	○		○	○
機械試験*3	○	○		○	○
耐圧・外観検査	○	○		○	○
曲げ部検査*3	○	対象外	対象外	対象外	○
寸法検査	○	対象外	対象外	○	○
出荷前検査*3	○	対象外	対象外	○	○
検査回数	毎日	客先が決定	1回/3ヶ月	1~3回/週*1	1回/月*1

表2 ボイラ耐圧部で使用する材料の代表例と材料区分

材料の種類	材料区分番号			材料の名称例		
	電事法	ASME	EN	国内材	ASME	EN 規格材
1Cr-0.5Mo 鋼	P-4	P-4 Gr-1	5.1	STBA22	SA213T12	13CrMo4-5
2.25Cr-1Mo 鋼	P-5-1	P-5A Gr-1	5.2	STBA24	SA213T12	10CrMo9-10
2.25Cr-0.1Mo			6.2	火 STBA24J1	SA213T23	7CrWMoNb9-6
9Cr-1Mo-Nb-V 鋼	P-5-2	P-5A Gr-1	6.4	火 STBA28	SA213T91	X10CrMoVNB9-1
18Cr-8Ni-3Cu 鋼 (Super304H)	P-8	P-8 Gr-1	8.1	火 SUS304J1HTB	Code Case 2328	Vd-TUV 550*1

*1: 第三者検査機関による特別認定を受けることにより使用可能となった材料であり規格化はされていない。

3.2. 材料規格の相違

EN 材の材料名称・材質区分（表 2）は、慣れ親しんだ JIS や ASME の呼称と違うため、各名称とその材料グレード、注意点を覚えることから始まったが、規格が違うことによる問題は特に起らなかった。しかし、使用した欧州メーカ製の管は、規格による公差が大きいことが原因で、1 本毎の長さ・径・厚さのばらつきが国内メーカ製に比して非常に大きく、現品の検査と加工に多大な時間を要した。



写真 1 製作中立会い検査風景

3.3. 溶接士資格、溶接施工法の取得試験

PED に適合するためには、資格を認証している機関から溶接施工に関する認証を取得しなければならないので、ポイラ納入国（ドイツ）の第三者検査機関である TÜV の資格審査を受け、認証を取得した。審査内容は、材料検査、開先検査、溶接立会い、熱処理検査、外観検査、非破壊試験（RT、MT、PT）、引張り / 曲げ / 溶接部断面のマクロエッチングによる溶け込み確認および断面硬度試験などが含まれる。また、溶接以外の独自検査要求として、配管の曲げ加工方法についても施工法試験を実施し、実機についても立会い検査を受けた。

その他、下記の理由により、EN の該当コードが必要とされていない試験項目（衝撃試験など）を検査官から追加で要求されるなど、想定外の工程が発生する場合があった。

- ① ドイツ国内に製品を持ち込んだ時点で、受け入れ側（検査機関）から“常識である”として追加要求される可能性がある。
例：ステンレス溶接部表面の変色部の磨き
- ② EN 以外のドイツ国内法で要求されている。
- ③ 施工法の機械試験等で、EN に要求がない試験項目は、必ずしも EU/EFTA の専門委員会でも不要と判断されたものではなく、すべて試験しなくていい、というものではない。要求がない項目は要否が明確になっていないものであるとの解釈に立ち、検証しておくべきであるし、①のようにドイツ受入れ時に要求される場合がある。

3.4. 非破壊検査

3.4.1. 非破壊試験技術者の資格

非破壊検査は EN473 に従って認定された技術者が行うことを EN1714 は要求しており、非破壊試験技術者となるには、下記要求を満たした上で公的な認証機関に認証を受ける必要がある。

- ① 定められた教育訓練・経験を経ること
- ② 認証機関（Certification Body）またはその機関に認可された団体が実施する試験に合格すること
- ③ 規格に定める身体的能力（視覚能力）に満足すること

JIS・ASME に関しても、資格認定に必要な条件に大きな相違はない。ただし、ASME の認定は、事業主が非破壊試験技術者の認定要領を定め、その認定要領に基づいて事業主が認定することができる。認定要領には関連する業務に携わった経験時間・教育訓練時間・試験内容・身体能力（資格能力）等を定めており、アメリカ非破壊検査協会の認定要領（ASNT-TC-1A）に基づいている。

表3 各規格で要求されている非破壊検査の対比表

規格	規格で非破壊検査が要求される溶接部	規定試験	代替試験
電事法	一定の外径、厚さ条件を超える周継手、長手継手 条件例) 外径 170 mm以上、厚さ 19 mm以上、450℃以上のガスの有無など	RT	認めない
ASME 2007 年度版*1	一定の外径、厚さ条件を超える周継手、長手継手 条件例) 外径 168.2 mm以上、厚さ 19 mm以上、450℃以上のガスの有無など	RT	UT *2
EN	一定の外径、厚さ条件を超える周継手、長手継手 条件例) 容器・管寄せ以外で外径 142 mm以下、厚さ 25 mm以下は対象外	MT および UT	RT *3
	上記以外の継手(管台、スタブ等)のうち、 一定の外径、厚さを越える継手	MT および UT	*4
	金物溶接継手	MT	*4

*1: ASME2010 年度版では、RT と UT の 2 者から選択できるようになった。ただし、UT の種類としては自動または半自動と定められており、TOFD 法などが該当する。
 *2: 定められた撮影条件で鮮明な写真が撮影できない場合に限る。
 *3: 限定された材質、肉厚（薄肉）にのみ UT の代替として RT を認める。
 *4: 炭素鋼と SUS 鋼については MT の代替として PT を認める。

3.4.2. 非破壊検査の他規格（JIS/ 電気事業法 / ASME）との相違

各非破壊検査において EN と他規格（JIS/ 電気事業法 / ASME）を比較し、大きな相違点および要求の概要を表 3 に示す。

(1) 放射線透過試験 (RT)

① 熱処理後の検査

EN は、溶接後熱処理がある場合は熱処理後の RT 検査を要求している。一方、ASME は熱処理後の RT 検査を要求しておらず、JIS では検査工程にまでは触れていない。

熱処理後のみ RT 検査を行った場合は図 1（左）のような工程となる。しかし、実際には図 1（右）に示すように熱処理前にも RT 検査を行った。

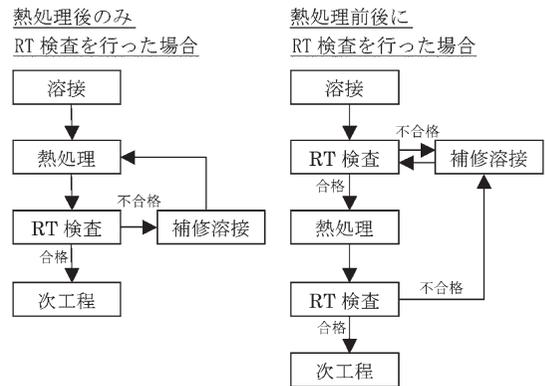


図 1 概略工程

図を見ると後者の方がかえって効率が悪いようにも思えるが、熱処理後の製品に補修溶接・再熱処理を施す工程的なインパクトを考慮すると、そのリスクを極力低減させるという意味で大きな効果を得たように思う。

② 透過度計の最小識別度

EN (EN1435) の要求は JIS や ASME に比べるとその要求が厳しい。被検体の板厚・形状・撮影

方法によっても異なるので一概にはいえないが、今回適用した等級（クラス B）では、線形透過度計を使用する場合、JIS 規格の 50 ～ 70% 以下の線径の識別が要求されている。

③ 濃度範囲

透過度計の最小識別度と同様、JIS や ASME に比べるとその要求が厳しい。このため、要求に合うフィルムを撮影するための露出時間・管電圧等の諸条件の調整代が狭くなる。

(2) 超音波探傷試験 (UT)

① 超音波探傷試験の推奨

国内向け火力発電用ボイラや ASME 規格適用の海外向け火力発電用ボイラの体積検査では放射線透過試験が主体となっているが、EN12952-6 ではフェライト鋼の体積検査を行う場合、放射線透過試験よりも超音波探傷試験を推奨している。

② 熱処理後の検査

溶接後の熱処理がある場合は、(1) 項と同様となる。

③ 屈折角

適用する屈折角のひとつは、可能な限り直角に近い状態で開先面に入射させることを推奨している。一方、JIS の場合は板厚と音速比によって屈折角が定められており、ASME には特に要求事項として挙げられていない。

④ 溶接線上からの斜角探傷

板厚 60mm 以上の場合は、余盛を削除した溶接線上からの斜角探傷を要求している。JIS には余盛の扱いについて特に規定はなく、ASME は余盛がない場合のみ要求がある。

⑤ 管台の探傷

母管内面からの垂直探傷および（要求がある場合のみ）管台内面からの周方向斜角探傷等が要求されているが、JIS・ASME には、管台の探傷面に関する規定はない。

(3) 浸透探傷試験 (PT)・磁粉探傷試験 (MT)

特に記載すべき大きな相違点はない。

4. EN 規格適用工事にあたって

いままで電気事業法や ASME 規格を適用する製品の非破壊検査を主体にしてきた IIC 相生事業所にとって、初めて経験した EN 規格の特異性および非破壊試験技術者の認定制度について述べた。

今回の経験をもとに、EN 規格を適用する EU 諸国向けボイラの製作に備え、非破壊試験技術者の資格管理および関連規格の熟知・周知等、万全の体制を期す所存である。



西日本事業部
相生事業所 検査技術グループ
八木 靖
TEL. 0791-23-5309
FAX. 0791-24-2797



西日本事業部
相生事業所 検査技術グループ
木村 伸次郎
TEL. 0791-23-5309
FAX. 0791-24-2797