



# 発電用原子力設備規格 溶接規格(2020年版) JSME S NB1-2020

第3回技術評価に関する検討チーム会合における  
日本機械学会への説明依頼事項に対する回答

2023年7月14日

(一社)日本機械学会 発電用設備規格委員会  
原子力専門委員会 溶接分科会

## 3. 溶接規格

- (1) 新たに設けた規定
- (2) 溶接施工法認証試験の確認項目
- (3) 溶接方法の区分
- (4) 溶接士技能確認試験
- (5) その他

## 3. (1) 新たに設けた規定

(a) 事例規格「コンクリート製原子炉格納容器規格」の規定内容を溶接規格に反映した理由及び同事例規格の概要について説明して下さい。

### <質問の背景>

事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格 JSME SNB-CC-003( 2011年6月)」は、技術評価未実施のため。

回答: 次ページ以降に記載

## 3. (1) 新たに設けた規定

### 回答

#### 反映した理由

⇒規格本体に取り込み、維持、2年ごとの見直し及び改定を行うため。

#### 事例規格制定の経緯

- 2011年に制定した。
- 資源エネルギー庁「大飯発電所3、4号機用プレストレストコンクリート格納容器に関する技術指針」(昭和62年2月)及び発電設備技術検査協会「コンクリート製原子炉格納容器 溶接施行 技術指針」(JAPEIC-W-W02-1991)を参考にした。
- 溶接規格2018年追補にて溶接規格本体(第1部 第10章)に取り込んだ。

## 3. (1) 新たに設けた規定

### 回答(続き)

#### 事例規格の概要

1. CCVの部位及び継手区分に関する用語の定義を規定した。
2. 規定の項目は、他クラスの機器と類似の構成としている。  
〔 溶接の制限、開先面、溶接部の強度等、非破壊試験、  
機械試験、溶接後熱処理、耐圧試験など 〕
3. 溶接施工法、溶接士は 溶接規格 第2部、第3部を引用。
4. コンクリートに内張りされる、ライナプレート及び貫通部スリーブの溶接部に対する漏えい試験の規定を設けている。
5. ライナプレートの溶接部の放射線透過試験の判定基準は、JIS Z 3104「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の2類以上

## 3. (1) 新たに設けた規定

(b) 炉心支持構造物の溶接の規定を追加した理由と、他規格を取り込んだ場合はその内容を説明してください。

### 回答

#### 規定した理由

- 設計・建設規格において炉心支持構造物の規定が制定された。  
⇒溶接規格において溶接部の検査等を規定する必要性が生じたため。

#### 本規定制定の経緯

- 溶接規格2019年追補にて制定
- 設計・建設規格(JSME S NC1)及びASME BPVC Section III, Division 1, Subsection NGを参考に制定

## 3. (1) 新たに設けた規定

### 回答(続き)

#### 本規格の概要

- 基本的にはクラス1容器と同等の規定としている。  
ただし、以下の様な相違点がある。
  - 本体付機械試験板は耐圧バウンダリの突合せ溶接に要求しているため、耐圧バウンダリを構成しない炉心支持構造物では、「溶接部の機械試験」の規定をしていない。
  - 炉心支持構造物は、耐圧バウンダリを構成しないため、「耐圧試験」の規定をしていない。
- 定義、継手の構造及び溶接部の非破壊試験等については、設計・建設規格と同等の規定としている。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(a) 溶接施工法試験に関するJIS規格(「JIS Z 3040 溶接施工方法の確認試験方法」、「JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験」)、及びASME Sec.IX (Welding, Brazing and Fusing Qualifications)の規定内容を参考にして、衝撃試験が必要となる場合の確認項目(溶接入熱、溶接姿勢等)を追加したとされています。これらを追加した理由について説明してください。

回答:次ページに記載



## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答

#### 追加した理由

- 溶接入熱が過大になると、**靱性が低下する恐れがあるため、衝撃試験が要求される場合は、入熱管理が重要である。**
- 溶接姿勢は、溶接入熱に影響する主要因子の1つである。

#### 追加した背景

- 溶接入熱は、これまで製造者の自主管理に委ねてきたが、要件として明確にした。
- 入熱管理に関する要件は、ASME及びJISを参考にした。
- 溶接姿勢は、ASME及びJISでは入熱に関する管理項目の1つとして規定されている。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(b) 溶接施工法認証試験の規定内容を上記(a)のJIS規格、ASMEと整合を図ったとのことですが、以下について説明して下さい。

1) 溶接規格2012年版(2013年追補)の規定では、異なる溶接方法を組合せて溶接する場合、組合せの溶接施工法試験を行うこととされているが、2020年版では、それぞれの溶接方法の溶接施工法試験が行われていれば、組合せの溶接施工を行えるようにした技術的根拠

回答:次ページ以降に記載

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答

#### 技術的根拠

- 確認項目及び溶接パラメータについて、**単独の施工法と組合せ施工法**の間に差異はない。
- 試験の方法について、単独の施工法と組合せ施工法の間に差異はない。
- 組合せ施工法の場合、初層限定の溶接方法を除き、順番を問わない(組合せは自由)。
- すなわち、先行及び後続の溶接方法について制限しておらず、単独で確認された溶接施工法を組み合わせることと技術的に差異はない。
- 初層への適用可否は、単独の施工法の確認試験においても確認されており、組合せ施工法と差異はない。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

回答(続き)

### 補足事項

- 組合せ施工法の場合、組み合わせた時の溶接厚さだけが制限され、各溶接方法の積層厚さについての制限はない。  
(各溶接方法の積層厚さは、試験において確認されない。)
- 一方、単独の溶接方法を組み合わせる場合、各溶接方法の積層厚さは、確認試験によって保証される厚さに制限される。
- したがって、**積層厚さについては、単独の施工法の組合せの方が、より厳密に管理されるといえる(次ページ以降参照)。**  
(組み合わせる他の溶接方法の厚さが限りなく薄くなっても、試験によって保証された厚さ以下に管理される。)
- 組合せ施工法の場合、溶接方法の種類が増加、組合せの多様化に伴い、同じ溶接方法の組合せでも複数の異なる表記が存在するなどの問題が多数あるが、改定によって解消される。

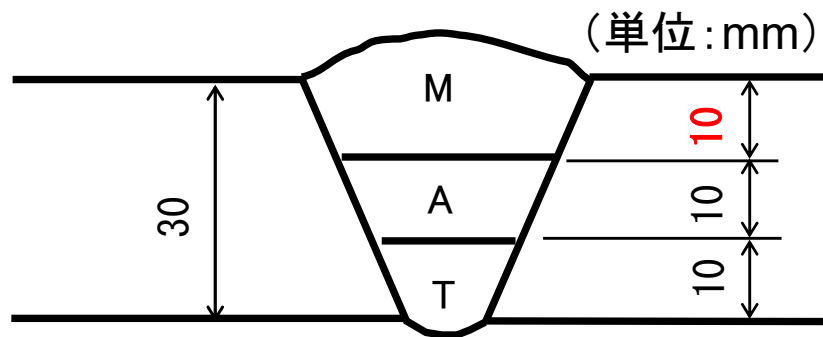
# 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

回答(続き)

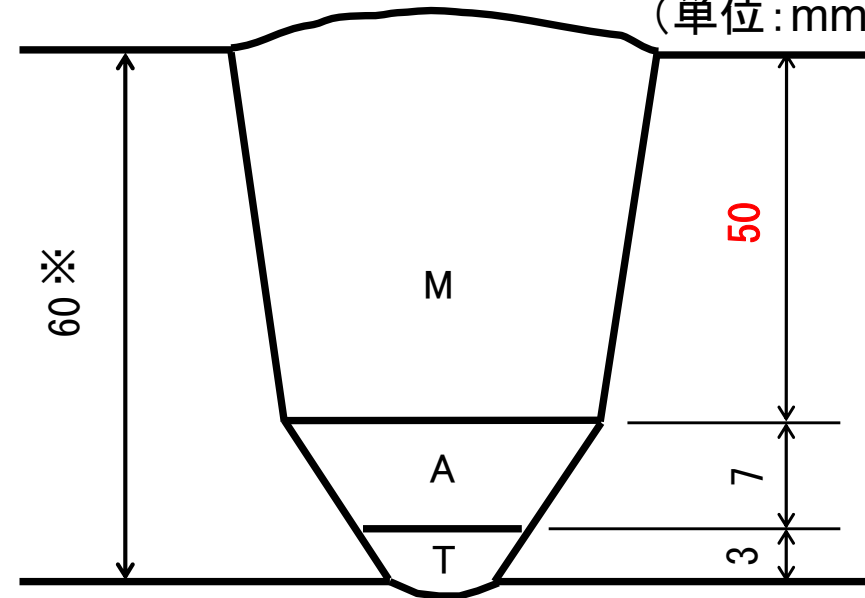
## 補足事項(組合せ施工法の例)

※:母材の厚さ  
の上限(mm)

(単位:mm)



認証試験の溶接厚さ



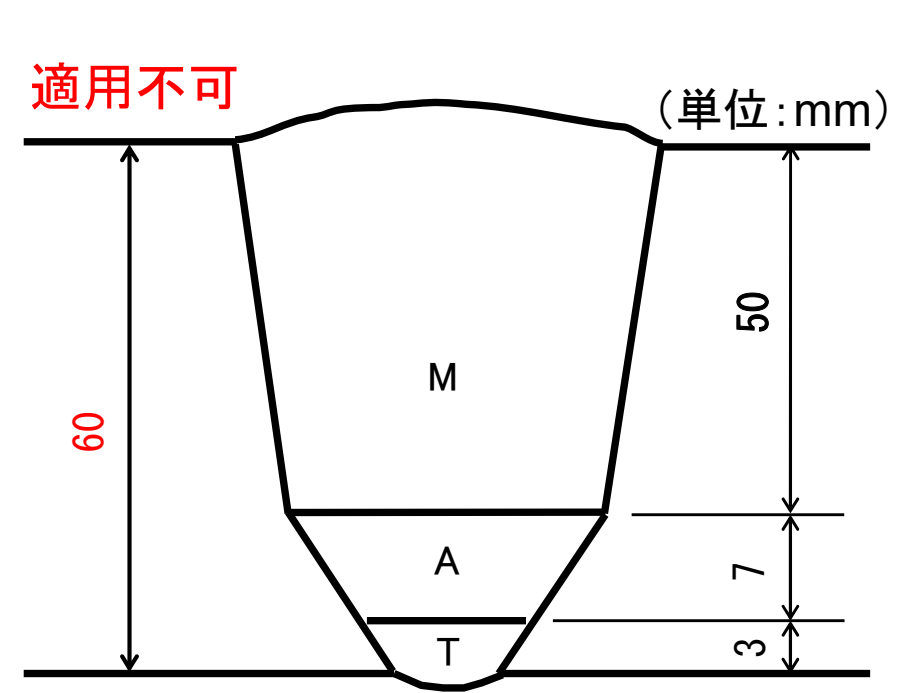
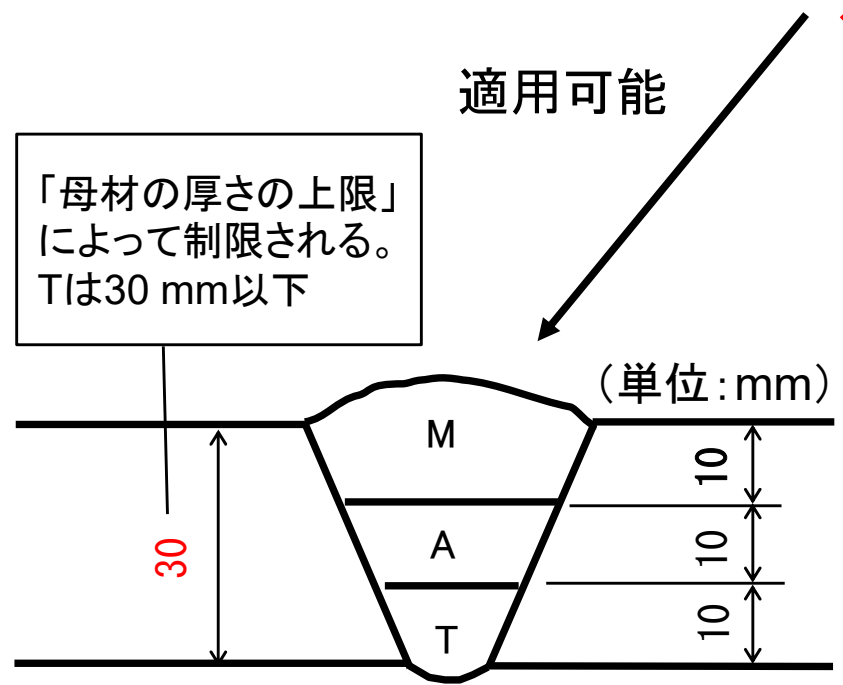
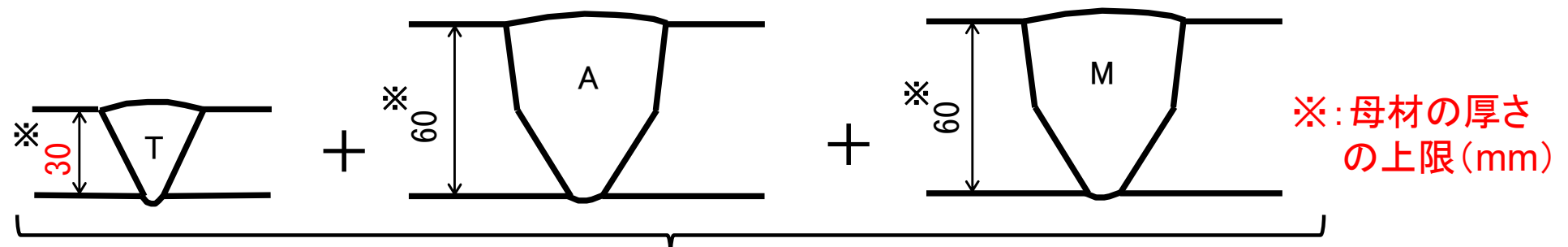
許容される実機溶接の例

- 溶接厚さは、T、A及びMを合計した厚さが制限される。
- 各溶接方法は、試験時の溶接厚さによる制限を受けない。  
(例では、試験時のMの厚さは10 mmだが、実機の溶接厚さはその5倍である。)

# 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

回答(続き)

## 補足事項(単独施工法の組合せの例)



### 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(b) 溶接施工法認証試験の規定内容を上記(a)のJIS規格、ASMEと整合を図ったとのことですが、以下について説明して下さい。

2) ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤの心線の区分は、異なる区分にした理由

回答：次ページ以降に記載

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答

#### 異なる区分にした理由

- フラックス入りワイヤは、ソリッドワイヤと異なり、外皮金属の中にフラックスを含むワイヤであり、心線の形態及び溶接性が大きく異なる。
  - 一般的に、フラックス入りワイヤの方が、アークが安定するため、溶着効率が高く、溶着速度が速い。
- ASME及びJISでは、溶接材料として「フラックス入りワイヤ」と「ソリッドワイヤ」は区分されている。  
(次ページの表に示す。)
- 上記の理由から、心線の区分において、フラックス入りワイヤであることを明確にするため、新たに別の区分を設定した。



## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答(続き)

【参考】表. 参考とした他規格におけるソリッド／フラックス入りワイヤの区分の設定状況

規格	心線の区分
JIS Z 3040(1995) 溶接施工方法の確認試験方法	○
JIS B 8285(2010) 圧力容器の溶接施工方法の確認試験	○
ASME BPVC Sec.IX(2021)	○
JSME S NB1-2020 発電用原子力設備規格溶接規格	○

【記号】○: 区分を設けている, ×: 区分を設けていない

# 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

## 回答(続き)

【参考】表 WP-310-1 溶接方法の区分(抜粋)

溶接方法の区分	種 類	(参考) ASME Sec.IXでの分類記号
A	被覆アーク溶接	SMAW
G	ガス溶接	OFW
T	ティグ溶接	GTAW
M	ミグ溶接, マグ溶接	GMAW
	炭酸ガスアーク溶接	
	フラックス入りワイヤミグ溶接, フラックス入りワイヤマグ溶接	FCAW

フラックス入りワイヤを使用した溶接は、溶接方法としては独立した区分とはしていない。

【参考】表 WP-333-1 溶加材若しくはウェルドインサート又は心線の区分(抜粋)

溶加材又は ウェルドイン サートの区分	心線の区分	種 類
R-1	E-1	炭素鋼 (溶接金属の成分が、表 WP-304-1に掲げるA-1に相当するもの)
R-2	E-2	Mo鋼 (溶接金属の成分が、表 WP-304-1に掲げるA-2に相当するもの)

R-51	E-51	Ti (チタン)
R-61	E-61	Zr (ジルコニウム)

(注)

- ソリッドワイヤとフラックス入りワイヤは、異なる区分とする。  
フラックス入りワイヤの心線の区分の記号は、上記の記号の後に (FC) を記載する。  
(例: E-1 (FC), E-8 (FC) 等)

フラックス入りワイヤを使用した溶接は、心線としては独立した区分としている。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(c)チタン材及びジルコニウム材の活性金属の溶接を行う場合について、以下の内容を説明して下さい。

1)シールドガスに関する確認項目の規定を追加した理由

回答

### 追加した理由

- チタン材、ジルコニウム材のような活性金属の溶接において溶接部が高温状態で**大気と反応して劣化することを防止する目的**で、トレーリングガス及び密閉容器中の置換ガスを規定した。溶接トーチのノズルからのシールドガスのみでは溶接トーチが移動すると溶接部が高温状態で大気に晒されるため。

### 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(c)チタン材及びジルコニウム材の活性金属の溶接を行う場合について、以下の内容を説明して下さい。

2) ASME Sec. IX (Welding, Brazing and Fusing Qualifications) は、「トレーリングガスの流量の10%以上の減少」を確認項目としていますが、この確認項目を取り入れなかった理由

回答：次ページに記載

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答

#### 取り入れなかった理由

- トレーリングガスを流すトレーリング治具は製品形状に合わせて製作するため、治具の形状によって適切なトレーリングガス流量は変わる。  
このため、トレーリングガスの流量を溶接施工法の確認項目とすることは適切ではないと判断した。
- 製品の溶接部では、溶接部の変色程度を確認をすることによって、トレーリングガスの流量が適切であったか確認できる。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(c) チタン材及びジルコニウム材の活性金属の溶接を行う場合について、以下の内容を説明して下さい。

3) 溶接部の変色程度に関する判定基準の規定を追加した理由

回答: 次ページに記載

### 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

#### 回答

#### 追加した理由

- チタン材及びジルコニウム材は活性金属であり、溶接金属に酸素又は窒素が含まれると溶接金属が硬化し、靱性が低下する。そのため、溶接後の色調試験を行い、**溶接部の酸化の程度を確認**している。
- 溶接士技量確認試験ではJISを参考に2007年版からチタン材の溶接部の変色程度を判定基準としている。また、再処理設備規格溶接規格(JSME S RB1-2012, 2018)の溶接施工法確認試験にチタン材及びジルコニウム材の溶接部の変色程度を判定基準としている。このため、発電用原子力設備規格溶接規格の溶接施工法確認試験にも追加した。

### 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(c)チタン材及びジルコニウム材の活性金属の溶接を行う場合について、以下の内容を説明して下さい。

4)変色程度に関する判定基準は、溶接過程における層間の変色の判定にも適用されるか

#### 回答

- 溶接施工工場の管理において、層間も本判定基準の合格範囲内で健全性を保ち溶接している。
- また、溶接過程における溶接部の酸化は、最終層の溶接部外観へも影響を及ぼすため、最終層の外観においても、溶接過程における過度な酸化がないことを確認している。



## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

(d) 母材の厚さに関する確認項目に、「JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験」の規定を取り込んだ理由及び試験材の厚さを母材の上限値とする規定を削除した理由 について説明してください。

回答：次ページ以降に記載

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

### 回答

#### 規定の取り込みおよび削除理由

- ① 溶接規格で溶接施工法試験を行った場合に認定される母材の厚さの区分は、JIS Z 3040、JIS B 8285、ASME Section IXで規定されている母材の厚さの区分と異なっている。
- ② 他の規格との整合性を考慮し、JIS Z 3040よりもJIS B 8285の規定内容がASME Section IXの規定内容に近く、JIS B 8285は4法（高圧ガス保安法、ガス事業法、電気事業法、労働安全衛生法）の整合化を目的としているため、溶接規格においてもその内容を取り込むと同時に、「試験材の厚さを母材厚さの上限値とする」規定を改定した。  
(次ページに示す)

### 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目



回答(続き)

表 WP-322-1 母材の厚さの区分

試験材の厚さ $t$ (mm)	認定される母材の厚さの区分 $T$ (mm)
1.5未満	$t$ 以上 $2t$ 以下
1.5以上 10未満	1.5以上 $2t$ 以下
10以上150未満	5以上 $2t$ 以下 ただし、最大200
150以上	5以上 <u><math>1.33t</math>以下又は200の大きい値以下</u>

(1) 次に示す条件で行う場合における $T$ の上限は、 $1.1t$ とする。  
1) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合  
2) 片面1パスで溶接を行う場合

<参考>

試験材の厚さ $t$ (mm)	認定される母材の厚さの区分 $T$ (mm)
150	5以上 200以下
200	5以上 266以下
300	5以上 399以下

# 参考資料：JIS Z 3040とJIS B 8285の関係



回答(続き)

1993年以前

**JIS Z 3040**  
溶接施工方法の確認試験方法

1993年

**JIS Z 3040**  
溶接施工方法の確認試験方法  
その他の溶接構造物確認試験方法として使用

**JIS B 8270**  
圧力容器(基盤規格)  
圧力容器の規格体系の共通個別規格として  
制定されたが、2003年に廃止

**JIS B 8285**  
圧力容器の溶接施工方法の確認試験  
JIS B 8270の個別規格として制定、JIS B  
8270の廃止後も規格体系の見直しを図り、  
圧力容器(ボイラ含む)向けの溶接施工方法  
の確認試験として使用

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目



回答(続き)

試験材の厚さを母材の上限値とする規定を削除した理由

- ① 2013年追補「WP-411 試験材の厚さ (2)」に記載の母材の厚さの上限値に相当する項目は、軽水炉の溶接にて適用箇所がないため、削除とした。(次ページ参照)

# 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目

## 回答(続き)

### 2013年追補

#### WP-316 母材の厚さ

- (1)突合せ溶接:母材厚さの上限までの範囲を1区分とする。
- (2)「クラッド」及び「管と管板」の.....
- (3)「管と管板」の管.....
- (4)電子ビーム溶接.....

#### WP-411 試験材の厚さ

- 試験材の厚さの区分は次の通りとする。
- (1)(2)から(4)に掲げる場合を除き、適用する母材の厚さの上限の1/2から上限までの範囲の値
  - (2)次に掲げる場合は、母材の厚さの上限値
    - 1) 確認に用いる.....
    - 2) 母材の区分が.....
    - 3) 母材の区分が.....
    - 4) ガス溶接.....
    - 5) エレクトロスラグ溶接.....
    - 6) 半自動溶接又は.....
  - (3)「クラッド」の.....
  - (4)「管と管板」の.....
  - (5) 衝撃試験を.....

母材の厚さはWP-322(1)に集約

JIS B8285, ASME Section IXに該当する記載はないこと、軽水炉では使用されない項目であり、削除した。

### 2020年版

#### WP-322 母材の厚さ

- (1) 母材の厚さの区分は、試験材の厚さによって表WP-322-1とする。
- (2) 溶接後熱処理を.....
- (3) 「クラッド溶接」の.....
- (4) 「管と管板の溶接」の管.....

表 WP-322-1 母材の厚さの区分

試験材の厚さ t (mm) ⇐	認定される母材の厚さの区分 T (mm)⇐
1.5未満⇐	t以上 2t以下⇐
1.5以上 10未満⇐	1.5以上 2t以下⇐
10以上150未満⇐	5以上 2t以下 ただし、最大200⇐
150以上⇐	5以上 1.33t以下又は200の大きい値以下⇐

(1) 次に示す条件で行う場合におけるTの上限は、1.1tとする。⇐  
 1) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合 ⇐  
 2) 片面1パスで溶接を行う場合⇐

#### WP-411 試験材の厚さ

- 試験材の厚さは、次のとおりとする。
- (1) 適用する溶接施工法に応じて選定する。
  - (2) 「管と管板の溶接」の溶接施工法確認試験

(2)は例外規定として制定されたが、現状、実績を積み、特に例外として設ける必要がなくなったため削除した。

## 3. (2) 溶接施工法認証試験の確認項目



### 回答(続き)

JIS B 8285(2003) 圧力容器の溶接施工方法の確認試験 解説 抜粋

### 3.3 母材の厚さ

母材の厚さの区分においては、ASME Sec. IXに準拠する区分としているが、試験材の厚さ( $t$ )が10 mm以上150 mm未満の範囲は、確認される母材の厚さの区分( $T$ )を5 mm以上 $2t$ 以下とし、最大200 mmを上限とした。

なお、 $t$ が150 mm以上のときは、ASME Sec. IXに合わせて $T$ を $1.33t$ 以下とした。

# 参考資料: JIS Z3040, JIS B 8285, ASME Section IXの比較



## 回答(続き)

JIS Z 3040(1995)  
表2 母材の厚さの区分

試験材の厚さ (t)	母材の厚さの区分 (T)	
	片側1パス溶接又は両側1パス溶接	多層溶接
3以下	0.8t以上 1.1t以下	t以上 2t以下
3を超え12以下		3以上 2t以下
12を超え100以下		0.5t以上 2t以下 最大150
100を超えるもの		0.5t以上 1.5t以下

JIS B 8285(2010)  
表2 確認される母材の厚さの区分及び試験材の厚さ

試験材の厚さ t (mm)	確認される母材の厚さの区分 T (mm)
1.5未満	t以上 2t以下
1.5以上 10未満	1.5以上 2t以下
10以上150未満	5以上 2t以下 ただし、最大200

(1) 試験材の厚さが150mm以上の場合は、1.33tをTの上限とする。

(2) 次に示す条件で行う場合におけるTの上限は、1.1tとする。

- a) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合
- b) tが13mm以下の短絡移行溶接の場合
- c) 片面1パスで溶接を行う場合
- d) 溶接後の熱処理温度がAc3変態点を超える場合

(3) 衝撃試験を必要とする場合のTの下限は、t又は16mmの小さい方とする。

ただし、tが5mm以下の場合には0.5 tとする。

(4) 厚さは呼び厚さとする。

ASME Section IX (2017)  
表QW-451.1 開先溶接引張試験及び横方向曲げ試験

溶接された試験材の厚さ(mm)	認定される母材の厚さTの範囲(mm)		認定される溶接金属の最大厚さt (mm)
	最小	最大	
1.5未満	T	2T	2t
1.5以上~10以下	1.5	2T	2t
10を超え19未満	5	2T	2t
19以上38未満	5	2T	2t, t < 19のとき
	5	2T	2T, t ≥ 19のとき
38以上150以下	5	200 (注3)	2T, t < 19のとき
	5	200 (注3)	200(注(3)), t ≥ 19のとき
150を超え(注6)	5	1.33T	2t, t < 19のとき
	5	1.33T	1.33T t ≥ 19のとき

注

(1) .....

(2) 溶接施工法の組み合わせについては、QW-200.4を参照

(3) SMAW, SAW, GMAW, PAW及びGTAWの溶接方法だけに適用する。その他は、注(1)あるいは2T又は2tのうち適用可能なものを適用する。

(4) .....

(5) .....

(6) 厚さが150mmを超える試験材の場合、試験材の厚さ全体を溶接しなければならない。



### 3. (3) 溶接方法の区分

(a)「第2部溶接施工法認証標準」の溶接方法の区分から、溶接技能に関する記載(「裏当て金を用いない片側溶接」等)が削除されました。  
また、「第3部溶接士技能認証標準」の溶接方法の区分に、制限のある資格(「裏波を形成しない溶接に限定される。」等)と制限のない資格が設けられました。  
このため、従来は裏波の有無などにより別々の区分表示であった溶接施工法が同じ区分表示となりますが、要求される溶接の技能は従来どおり別々であるため、どのように開先形状ごとに異なる溶接方法を識別するのか(改定された溶接方法の区分に基づく溶接検査計画書が「発電用原子炉施設の溶接事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド」の「3. 溶接事業者検査の内容」に規定する溶接の作業を従前のものと同等に表せるか)、また溶接施工に必要な溶接士の技能の管理を行うのか説明してください。

回答: 次ページ以降に記載

### 3. (3) 溶接方法の区分

#### 回答

溶接規格2020年版に関する考えについて、以下に記載する。

- 検査員が確認する内容は、基本的に同じである。
- 製造者は、計画書に溶接方法の適用順・積層手順及び対応する溶接士技能を説明する資料を含める必要がある。
- 施工記録も同様に、適用した溶接方法の順番(積層)、溶接方法に対応した溶接士の名前及び資格を記録する必要がある。
- 溶接作業検査においては、溶接施工詳細一覧表だけでなく、溶接設計(図面)と照合して資格が妥当かどうか(裏波形成が必要かどうか等)を判断する。
- 妥当性の判断が困難な場合は、製造者が施工手順(積層手順)、溶接士の選定要領など、より詳細な資料を準備する。



# 3. (3) 溶接方法の区分

回答(続き)

溶接作業検査記録

株式会社 工場

## 参考情報

### (溶接施工記録の例1)

裏波を形成した場合は、その旨を記録する。裏当て金や裏当て材を使用した場合も同様。

適用した順番どおりに溶接方法を記録する。最初と最後にTを適用した例を示す。

例示の情報以外に、電流・電圧等も記録される。(様式は製造者によって異なる。)

申請書番号 及び年月日		発電所名及び 施設番号		機器の名称		図面番号							
継手 番号	溶接 方法	施工 法 No.	母材 種類	溶接 材料	予熱 温度	シールド ガス (裏知)	電 極 数	層 数	そ の 他	溶接 施工 年月日	溶 接 士	社 検 内 査 年月日 印	溶 接 査 年月日 印
W-1	T	T-1	STPT 480	TG- S50	100	Ar (Ar)	1	1	裏波	23/06/01	T21		
	A	A-2	+	LB- 52	120	-	-	3	-	23/06/05	A18		
	M	M-3	STPT 480	MG- S50	100	Ar+CO <sub>2</sub>	1	4	-	23/06/11	M05		
	T	T-1		TG- S50	100	Ar	1	1	-	23/06/15	T03		
	A	A-2											
	J	J-1											

裏波を形成できる技能を有するかどうか確認する。

(注意)このページは、JSME 溶接規格の範囲外となる内容です。

# 3. (3) 溶接方法の区分

回答(続き)

## 参考情報

### (溶接施工記録の例2)

溶接作業検査記録

裏波を形成できる技能を有するかどうか確認する。

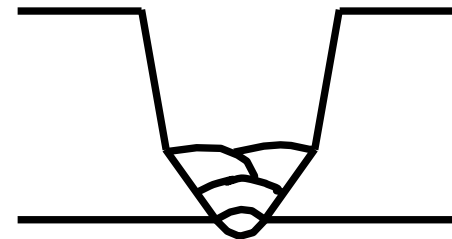
溶接方法別に記録を作成する。(初層にTを適用した例を示す。)

裏波を形成した場合は、その旨を記録する。裏当て金や裏当て材を使用した場合も同様。

溶接部詳細一覧表どおりの順で施工されていることを確認する。

申請書番号 及び年月日		発 施 設 番 号											
機 器 の 名 称		図 面 番 号											
継手 番号	溶接 方法	施 工 法 No.	母材 種類	溶接 材料	予熱 温度	シールド ガス (裏ガス)	電 極 数	層 (パス)	そ の 他	溶 接 施 工 年 月 日	溶 接 士	社 内 査 年 月 日 印	溶 接 査 年 月 日 印
			STPT	TG-S50	100	Ar (Ar)	1	1 (1)	裏波	23/06/01	T01		
W-1	T	T-01	480 +	TG-S50	100	Ar (Ar)	1	2 (1)	-	23/06/03	T08		
			480 STPT	TG-S50	100	Ar	1	3 (2)	-	23/06/04	T45		

積層図



層毎にパス数を記録した例を示す。

(注意)このページは、JSME 溶接規格の範囲外となる内容です。

## 3. (3) 溶接方法の区分

### 回答(続き)

#### 参考情報

- 初層限定資格 ( $T_F$ ,  $T_{FB}$ ) の保持者はほとんどおらず、将来的には廃止する予定である。
- ティグ溶接は、溶接機の性能向上に伴って初層以外の適用例が増加しており、初層限定資格 ( $T_F$ ,  $T_{FB}$ ) のニーズはほとんどない。
- 前出の内容は、説明会(火原協大会、溶接責任者会)において改正動向として紹介されているが、これまで、特に異議は寄せられていないとのことである。

### 3. (4) 溶接士技能確認試験

(a) 溶接士の資格更新方法として、溶接規格2012年版(2013年追補)の規定では、製品の耐圧試験に合格した場合のみ更新できました。2020年版では、試験材の溶接を行って資格を更新する規定を追加していますが、同等とする技術的根拠を示してください。

#### 回答

試験材の溶接による更新は次の2つの方法を選択可能とした。

#### 曲げ試験又は放射線透過試験

(管と管板の取付け溶接、クラッド溶接は、それぞれ規定された初回の確認試験と同じ試験)

規定した技術的根拠を次ページ以降に示す。



## 3. (4) 溶接士技能確認試験

### 回答(続き)

### 技術的根拠

曲げ試験、放射線透過試験は異なる試験方法であり、きずの検出性には違いがあるが、いずれにおいても溶接技能の維持を確認できる。

- **曲げ試験**は、初回の確認試験時と同じ方法である。切り出した試験片で内部のきずを評価する。
- **放射線透過試験**は、溶接線全体の内部が評価対象である。

また、以下の規定を設けている。耐圧試験による更新及び初回の確認試験と比べて遜色ない。

- 曲げ試験又は放射線透過試験のいずれで更新試験を行うかは、溶接前に選択し、溶接開始後は変更できない。
- 放射線透過試験できずが検出された場合、試験材の手直し溶接は許容しない。



# 3. (4) 溶接士技能確認試験

## 回答(続き)

### 規定を制定した理由

- 耐圧試験以外に更新方法を規定した理由は、有効期間内の構造物の溶接作業及び耐圧試験の有無によらず、計画的に技能の更新を行うためである。

### 更新試験方法の比較

試験方法	特徴	備考
耐圧試験	溶接線全体が評価対象 構造物の耐圧試験に合格することで従事した溶接士の技能を評価	溶接作業及び耐圧試験の有効期間内の有無によって更新可否が左右される
曲げ試験	初回の確認試験と同じ方法 切り出した試験片で評価	計画的に技能の更新を行うことができる
放射線透過試験	溶接線全体が評価対象 手直しは許容しない	

## 3. (4) 溶接士技能確認試験

(b) JIS規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士が、溶接規格で規定されている溶接技能者と同等と認められるとした理由について説明してください。

### <質問の背景>

技術基準規則解釈の「別記－5 日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって」の「別表第4 溶接規格とJISの資格区分の対応」には、「JIS Z 3801 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準」に規定された資格区分のうち、資格区分A(被覆アーク溶接(裏当て金を用いる))、N(被覆アーク溶接(裏当て金を用いない))及びG(ガス溶接)については、従前より同等とされていますが、溶接規格ではこれに加え、T(ティグ溶接)についても同等としています。

回答:次ページ以降に記載

## 3. (4) 溶接士技能確認試験

### 回答

- 第1部N-0050(1)では、第3部の溶接技能確認試験と「同等と認められる」ものは溶接作業に従事可能だが、「同等と認められるもの」についての具体的な規定がないので追加した。
- JISのティグ溶接においては実用炉技術基準解釈 別記-5 別表第4を参考に溶接規格と同等なものが規定されている。
- 発電用火力設備の溶接士については、技能の確認を行う区分について溶接規格と同等なものが規定されている。
- なお、試験項目及び判定基準についても、JISと溶接規格は同等である。

# 3. (4) 溶接士技能確認試験

回答(続き)

## JIS Z 3801 ティグ溶接

試験材の種類、厚さ、裏当て金の有無、溶接姿勢の区分が、溶接規格と同等である。

試験項目及び判定基準についても、次ページ以降に示す。

JIS Z 3801					溶接規格				
試験材の種類	試験材の厚さの区分	裏当て金の有無	溶接姿勢	資格記号	試験材の種類	試験材の厚さの区分	裏当て金の有無	溶接姿勢	資格記号
板 炭素鋼	3.2mm	用いない	下向	T-1F	板 炭素鋼	3~3.2mm	用いない	下向	T W-0f
			立向	T-1V				立向	T W-0v
			横向	T-1H				横向	T W-0h
			上向	T-10				上向	T W-0o
管 炭素鋼	外径 114.3mm 4.0~ 5.0mm	用いない	水平固定 及び 鉛直固定	T-1P	管 炭素鋼	外径100~ 120mm 4~5.3mm	用いない	水平固定 及び 鉛直固定	T W-3-0e

# 3. (4) 溶接士技能確認試験

回答(続き)

## JIS Z 3801 ティグ溶接

### 試験項目及び判定基準の概要

試験材の種類	JIS Z 3801			溶接規格		
	判定方法	曲げ試験片の個数	判定基準	判定方法	曲げ試験片の個数	判定基準
板 炭素鋼	外観試験 曲げ試験	表曲げ 裏曲げ 各1個	外観試験の各項目が著しく不良のものは、不合格とする。  曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は、不合格とする。 (1) 3.0 mmを超える割れがある場合。 (2) 3.0 mm以下の割れの合計長さが、7.0 mmを超える場合。 (3) ブローホール及び割れの合計数が、10個を超える場合。 (4) アンダカット、溶込み不良、スラグ巻き込みなどが著しい場合。	外観試験 曲げ試験	表曲げ 裏曲げ 各1個	外観試験の各項目が著しく不良のものは、不合格とする。  曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は、不合格とする。 a) 3.0 mmを超える割れがある場合 b) 3.0 mm以下の割れの合計長さが、7.0 mmを超える場合 c) ブローホール及び割れの合計数が、10個を超える場合 d) アンダカット、溶込み不良、スラグ巻き込みなどが著しい場合
管 炭素鋼		裏曲げ 4個			裏曲げ 4個	

# 3. (4) 溶接士技能確認試験

回答(続き)

## 発電用火力設備の溶接士

技能の資格は、溶接方法、試験材の区分、溶接姿勢の区分、溶接棒の区分、溶加材の区分、心線の区分の組合わせによって決まるが、その区分は溶接規格と同等である。また試験方法及び判定基準も同等である。

発電用火力設備の技術基準解釈の確認項目資格区分			溶接規格の確認項目資格区分			評価
溶接方法の区分	A		溶接方法の区分 (表 WQ-311-1) (表 WQ-330-1)	A		溶接方法の区分は同じである。  溶接規格ではTとPAについて、注1.で「手溶接と半自動溶接を区分する。」ことの説明がある。
	A0及びA			A, A0		
	G			G		
	T, TB, TF 及びTFB	手溶接		T(注1.) TB, TF, TFB		
				半自動溶接		
	M			M		
	M0及びM			M, M0		
PA		PA(注1.)				
試験材の区分	アルミニウム又はアルミニウム合金以外	手溶接	試験材の区分 (表 WQ-312-1) (表 WQ-330-6)	アルミニウム又はアルミニウム合金以外	W-0	試験材の区分は同じである。  W-0等の記号は、板厚や外径による区分である。
		半自動溶接			W-1	
					W-2	
					W-3-0	
					W-3	
					W-4	
	アルミニウム又はアルミニウム合金		W-10	アルミニウム又はアルミニウム合金	W-10	
			W-11		W-11	
			W-12		W-12	
			W-13		W-13	
			W-14		W-14	
			W-15		W-15	

# 3. (4) 溶接士技能確認試験

回答(続き)

## 発電用火力設備の溶接士

発電用火力設備の技術基準解釈の確認項目資格区分			溶接規格の確認項目資格区分			評価
溶接姿勢の区分	W-0, W-1, W-2, W-10, W-11, W-12	f	溶接姿勢の区分 (表 WQ-312-1) (表 WQ-330-2)	W-0, W-1, W-2, W-10, W-11, W-12	f	有壁固定管の区分「r」は溶接規格では規定がないが、それ以外の溶接姿勢の区分は同じである。
		v			v	
		h			h	
		o			o	
	W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	r		W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	—	
	e		e			
溶接棒の区分	被覆アーク溶接棒	F-0	溶接棒の区分 (表 WQ-313-1) (表 WQ-330-2)	被覆アーク溶接棒	F-0	溶接棒の区分は同じである。
		F-0及びF-1			F-0及びF-1	
		F-0からF-2			F-0からF-2	
		F-0からF-3			F-0からF-3	
		F-0からF-4			F-0からF-4	
	ガス溶接棒	F-5		ガス溶接棒	F-5	
		F-6-1			F-6-1	
	被覆アーク溶接棒	F-6-2		被覆アーク溶接棒	F-6-2	
F-40X		F-40X(F-41~F-45)				
溶加材の区分	R-1X	溶加材の区分 (表 WQ-313-2) (表 WQ-330-3)	R-1X (R-1~R-5, R-10~R-12)	溶加材の区分は同じである。 R-5XとR-6Xは、記号は異なるが何れもステンレス鋼の区分である。		
	R-5X		R-6X (R-6~R-9)			
	R-20X		R-20X (R-21~R-23)			
	R-40X		R-40X (R-41~R-45)			
	R-51		R-51			
心線の区分	E-1X	心線の区分 (表 WQ-313-2) (表 WQ-330-4)	E-1X (E-1~E-5, E-10~E-12)	心線の区分は同じである。 E-5XとE-6Xは、記号は異なるが何れもステンレス鋼の区分である。		
	E-5X		E-6X (E-6~E-9)			
	E-20X		E-20X (E-21~E-23)			
	E-40X		E-40X (E-41~E-45)			
	E-51		E-51			

# 3. (4) 溶接士技能確認試験

回答(続き)

## 発電用火力設備の溶接士

### 試験方法及び判定基準の概要

発電用火力設備の技術基準解釈		溶接規格		評価
試験の方法		試験方法 (WQ-321(4)) (WQ-322(4))	<p>外観試験 ビードの形状, 溶接の始点及び終点の状況, 裏面の溶け込み状況, オーバラップ, アンダカット及びピットの状況、変形</p> <p>曲げ試験 JIS Z 3122</p>	<p>発電用火力設備の技術基準解釈では, JIS Z 3801又はJIS Z 3811によることとしているが, その内容は溶接規格と同等である。</p>
判定基準	<p>アルミニウム又はアルミニウム合金以外は, JIS Z 3801(1997)による。</p> <p>アルミニウム又はアルミニウム合金は, JIS Z 3811(2000)による。</p>	<p>合否判定基準 (WQ-321(5)) (WQ-322(5))</p>	<p>外観試験 各項目が著しく不良のものは不合格</p> <p>曲げ試験 曲げられた試験片の外面に次の欠陥が認められる場合は, 不合格とする。 (1) 3.0 mmを超える割れがある場合 (2) 3.0 mm以下の割れの合計長さが, 7.0 mmを超える場合 (3) ブローホール及び割れの合計が, 10個を超える場合 (4) アンダカット, 溶込不良, スラグ巻込みなどが著しい場合</p>	



## 3. (5) その他

(a)「N-1080 溶接部の表面」に「(2)アンダカットの深さの許容値は、0.8mm以下とし、かつ要求される断面の厚さが確保されるようにする。」を追加し、アンダカットを許容する記載とした理由を説明して下さい。

### <質問の背景>

- アンダカットは、溶接部表面の形状不良であり補修可能です。また、維持段階において評価不要欠陥又は欠陥評価対象に分類されます。
- 「N-1080 溶接部の表面」の(1)において、「非破壊試験を行う溶接部の表面は(略)母材の表面より低くなく、かつ、母材の表面と段がつかないように仕上げる」と規定しており、アンダカットはこれに適合しません。

回答：次ページ以降に記載

## 3. (5) その他

### 回答

#### 記載した理由

- 本規格 第4部 第4章用語集(番号:4-1-33)では「アンダカット」は、「溶接の止端に沿って母材が掘られて、溶接金属が満たされないで溝となっている部分をいう」と記載しており、有害な欠陥と判断するためには、判定基準が必要である。
- 一方で、第1部 第2章 N-1040 (2) では、「溶接部は、溶込みが十分で、かつ、割れ又はアンダカット、オーバラップ(中略)等で有害なものがあってはならない」との記載があったが(2012年版/2013追補)、「有害なもの」の定義が明確ではなかったため、定義をより明確にすることを目的に改定を実施した。

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 「溶接部の表面(1)」の規定について

- 「非破壊試験を行う溶接部の表面は(略)母材の表面より低くなく、かつ、母材の表面と段がつかないように仕上げる」との記載は、溶接金属のみが周囲の母材より凹まないようにかつ、非破壊試験に支障の無い範囲で段がつかないようなめらかな面を要求する旨の記載である。
- したがって、有害でない(非破壊試験の判定に影響を与えない)アンダカットは、この要求に合致していることを意図している。

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### アンダカット許容値に対する評価

- 許容値を評価する目的から、構造物製作に関わる各規格の状況を調査した(調査対象規格: ASME Sec.I, III, VIII、JIS B 8265)。その結果、ASME Sec.IIIで採用されている0.8 mmが妥当であると評価した。
- JIS Z 3801 (0.4 mm)は、手溶接技術検定に対する基準であり構造物に対する基準でないこと、また、記載されているアンダカットの許容値は参考値として扱われていることから、評価対象外とした。

## 3. (5) その他

(b) 局部加熱により溶接後熱処理を行う場合の範囲について、2020年版では、2012年版(2013年追補を含む。)から本文規定を変更せず、解説の記載を充実させたとのことですが、その理由を説明してください。

### <質問の背景>

2012年版(2013年追補を含む。)の技術評価においては、本文規定の技術的妥当性が確認できなかったことから、2008年版の範囲とするよう技術評価しました。本文規定を補足する技術的根拠があれば提示して下さい。

回答: 次ページ以降に記載

## 3. (5) その他

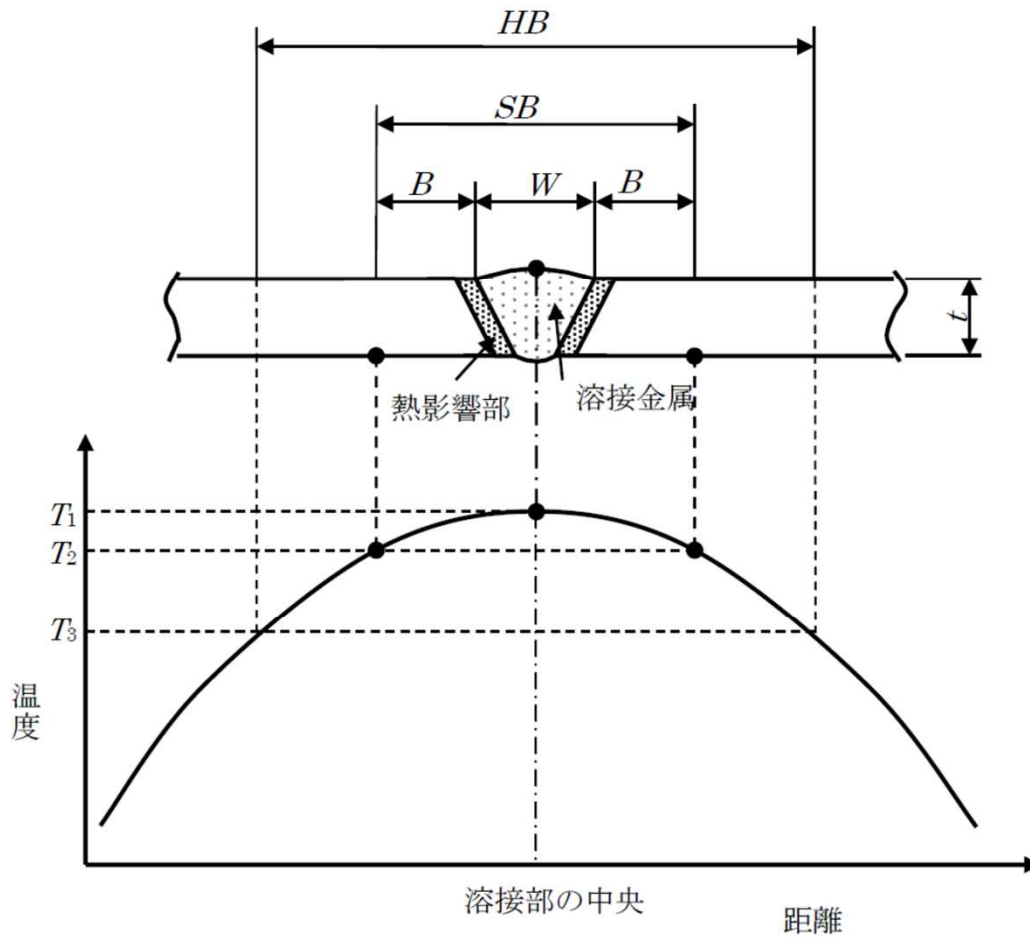
### 回答

#### 解説を充実させた理由

- 2007年版の「加熱範囲」と2012年版の「均一温度領域」の定義の違いを明確化するため、解説を充実させた。  
(次ページの図に示す。)
- 当時の産業界においても、両者の違いに関する認知度が非常に低かった。(「加熱範囲」と「均一温度領域」を混同)
  - ① JIS B 8265附属書Sは、2017年版において改正  
(2015年版は、混同した規定になっている。)
  - ② JIS B 8267附属書Sは、2022年版において改正
  - ③ JIS B 8201は、2022年版において改正  
(溶接後熱処理の方法としてJIS B 8267 附属書Sを引用)
  - ④ JIS Z 3700は、2022年版において改正

# 3. (5) その他

回答(続き)



**SB : Soak Band (均一温度領域)**  
**HB : Heated Band (加熱範囲)**

W : 溶接金属の最大幅

B : 母材の厚さ (t) と 50 mm のいずれか小さい値以上

T<sub>1</sub> : SB の最高温度 (PWHT の上限以下の温度)

T<sub>2</sub> : SB の最低温度 (PWHT の下限以上の温度)

T<sub>3</sub> : T<sub>2</sub>からの低下割合を考慮した HB内の最低温度  
 (T<sub>2</sub>の保持に必要な最低の温度)

解説図 表 N-X090-1-1 局部溶接後熱処理における主要因子と温度の関係

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 解説を充実させた理由(続き)

- 2007年版溶接規格の「加熱範囲」は、旧電気工作物の溶接の技術基準同じ要求事項である。

電気工作物の溶接の技術基準 平成12年改定版 抜粋  
(別表第16 熱処理の方法)

#### 5 次のイ及びロの掲げる範囲

- イ 容器(管寄せを除く。)については、溶接部の最大幅の両側にそれぞれ母材の厚さの3倍以上の幅
- ロ 管寄せ又は管については、溶接部の最大幅の両側にそれぞれ開先幅の3倍以上で、かつ、余盛り幅の2倍以上の幅



## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 解説を充実させた理由(続き)

- 2007年版の溶接規格の「加熱範囲」は、ASME 旧Sec. I 及び VIII-1 を参考にしたものである。
- 一方、2012年版以降の溶接規格は、ASME Sec. III、及び改正されたSec. I 及びVIII-1 を参考にしている。

(参考)ASME Section I は、2001Editionにおいて、規定内容を加熱範囲(heated band)から均一温度領域(soak band)に変更する改定を行った。  
Section III は、均一温度領域を“controlled band”と呼んでいるが、その他のCode (I、VIII、XI等)は、“soak band”と呼んでいる。

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 解説を充実させた理由(続き)

- 「均一温度領域」は、熱処理温度に保持しなければならない必要最小限の**体積**であり、旧規格(溶接の技術基準を含む)の「加熱範囲」とは定義や考え方が異なる。  
このため、単なる寸法の比較で評価することはできない。
- 「均一温度領域」を確保するためには、「加熱範囲」を適切に設定する必要がある。
- 旧規定に基づく「加熱範囲」では、「均一温度領域」の確保が困難な場合があるため、その事例を解説に記載した。

# 3. (5) その他

## 回答(続き)

### 解説に記載した内容の例

解説表 表 N-X090-1-1 FEM 計算により求めた加熱範囲 (炭素鋼) (1/2)

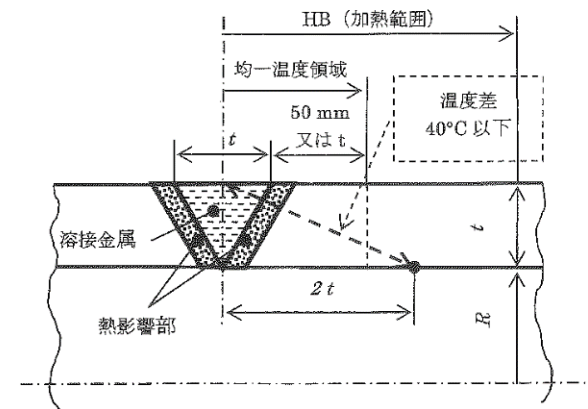
管寸法 (mm)	溶接部中央から 2t の範囲が均一 温度領域となる 加熱範囲 (mm) (備考 1.)	溶接部中央から片側半分の 加熱範囲 (mm)	
		EN 規格	溶接規格 2011 年 追補版以前
	HB	$2.5(Rt)^{0.5}$	3.5t (備考 3.)
φ 267.4 × t 21.4 (250A × Sch120)	84	122	75
φ 267.4 × t 28.6 (250A × Sch160)	132	137	100
φ 355.6 × t 19.0 (350A × Sch80)	70	137	66
φ 355.6 × t 27.8 (350A × Sch120)	126	161	97
φ 355.6 × t 35.7 (350A × Sch160)	182	178	125
φ 508.0 × t 26.2 (500A × Sch80)	116	193	92
φ 508.0 × t 38.1 (500A × Sch120)	200	227	133
φ 508.0 × t 50.0 (500A × Sch160)	288	252	175
φ 660.4 × t 34.0 (650A × Sch80)	170	251	119
φ 660.4 × t 49.1 (650A × Sch120)	282	296	172
φ 660.4 × t 64.2 (650A × Sch160)	394	326	225

(備考)

1. HB は、熱伝導率：0.05 J/mms°C，比熱：0.06 J/g°C，密度：0.0078 g/mm<sup>3</sup>

(以上、300°C における炭素鋼の値)，及び管内面の熱伝達率：1×10<sup>-5</sup> J/mms°C と  
して計算した寸法である。

HB は、開先幅を t (母材の厚さ) とし、下図に示す溶接部中央から 2t の範囲までが  
均一温度領域となる加熱範囲を FEM 計算により計算したものである。



出典：平成 10 年度 溶接技術等の調査研究報告書 (局部 PWHT 有効加熱範囲  
の実証) (発電設備技術検査協会)

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 解説を充実させた理由(続き)

- 「均一温度領域」の幅は、広ければ広いほど良いというものではなく、次のような問題がある。
  - ① 局部加熱(拘束度が高い状態)で大きな体積を加熱・冷却すると、当該部の体積変化が拘束され、より高いレベルの残留応力の再配置、変形が生じ得る。(鏡板の管台溶接部)
  - ② 健全な母材部は、本来、熱処理を行う必要がなく、鋼種によっては長時間高温に晒されることによる劣化(焼戻し脆化など)のリスクがある。
- 溶接後熱処理は、「均一温度領域」を必要最小限にとどめ、その外側は可能な限り緩やかな温度勾配となるように施工することが望ましい。

## 3. (5) その他

### 回答(続き)

#### 参考情報

- 溶接規格(2012年版/2013年追補)の技術評価において引用されたJIS Z 3700は、2022年版で「均一温度領域」相当の要件を「均熱幅(有効加熱幅)」として規定し、「加熱範囲」と区別している。
- 溶接規格(2012年版/2013年追補)の技術評価の3.2.2.4(3) 1)②の図4として引用している文献の「加熱幅」は、「加熱範囲」に相当し、「均一温度領域」のことではない。