

Temp. No. ①：溶接後熱処理（PWHT）の保持時間を延長できる対象母材区分の明確化

1. 現状

溶接部は、溶接時の入熱により、機械的性質が母材と異なり、かつ、残留応力が生じる。これらを改善するため、溶接後熱処理（以下、PWHTという）が行われる。機械的性質の改善として、熱影響部の軟化、靱性の回復又は金属組織改善等を行う。PWHTの効果を支配する主要因子としては、PWHT温度と保持時間がある。

PWHT温度の下限温度以上に保持することが好ましくない場合の例としては、焼入れ焼戻し鋼等であって、PWHT温度の下限温度がこの焼戻し温度を超える場合がある。この温度を超えてPWHTを行うと、焼入れ焼戻し効果の消失により強度低下や靱性低下を招く恐れがある。

PWHT温度の下限温度以上に保持することが困難な場合、条件付きで保持時間を延長する事ができる規定となっている。これにより、低温でのPWHT効果を有効にする事が出来る。しかし、適用することができる対象母材区分（P-No.）が明確になっていない。その為、現状では全ての母材区分（P-No.）に適用できるように解釈されている。

これに対して、米国機械学会のボイラー及び圧力容器規格（以下、ASME規格という）Sec. I（ボイラー規格）：2011 PW-39では母材区分のP-1（炭素鋼）及びP-3（モリブデン鋼）のみに、Sec. VIII（圧力容器規格）：2011 Div. 1 UCS-56ではこれらに加え母材区分P-9A及びP-9B（ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が3.50%以下）のみに限定している。JIS規格も同様である。

2. 目的

PWHT温度の下限温度以上に保持することが困難な場合、条件付きで保持時間を延長する事ができる規定を適用することができる対象母材区分（P-No.）を明確にする。

3. 検討

発電用火力設備の技術基準の解釈（以下、火技解釈という）では、PWHTを必要とする母材区分（P-No.）は表①-1に示すとおり10区分ある。適用することができる母材区分（P-No.）を明確にしていなため、PWHTを必要とする全ての母材区分（P-No.）に適用できるものと解釈されている懸念があり、誤用を避ける意味から改正する必要がある。

ASME規格、火技解釈とASME規格における相異及びJIS規格について調査し、その結果を総合的に判断した。

3.1 ASME規格の概要

火技解釈の元になっているASME規格においては、「PWHT温度の下限温度以上に保持することが困難な場合、条件付きで保持時間を延長する事ができる」規定を適用することができる母材区分として、Sec. I（ボイラー規格）：2011 PW-39ではP-1（炭素鋼）及びP-3（モリブデン鋼）のみに、Sec. VIII（圧力容器規格）：2011 Div 1 UCS-56ではこれらに加えP-9A/B（ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が3.50%以下）のみに制限している。加えて、P-9A及びP-9B（ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が3.50%以下）については、Sec. VIII（圧力容器規格）：2011 Div 1 UCS-56では最低温度は540℃と規定されている。

例えば、P-4（クロムモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が2.75%以下）、P-5（クロムモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が2.75%を超え12%以下）等の合金鋼については、規定されたPWHT温度以下で実施しても高温強度が高められた材料であるため、残

留応力、硬さ、靱性の改善などの PWHT の効果はほとんど期待できない。その為、ASME 規格では適用除外としている。

3.2 火枝解釈と ASME 規格における相異

火枝解釈と ASME 規格において、相異が生じた経緯を調査した。火枝解釈のそもそもの前身である昭和 33 年の発電用ボイラ技術基準（以下、技術基準という）では表①-2 に示すとおり、基本的には現行と同様である。このときの温度は 600℃以上とされており、対象材料は P-1（炭素鋼）及び P-3（モリブデン鋼）と推定される。加えて、当時規定されていた主要材料は、P-1（炭素鋼）及び P-3（モリブデン鋼）しかない。このため、当時は特に規定する必要はなかったものと推定される。当時参考にしたと思われる年版の ASME 規格と整合していたかは、当該年版の ASME 規格を所有していないため詳細は不明である。所有している最も古い昭和 52 年（1977）版の ASME 規格では、Sec. I（ボイラー規格）において、P-1（炭素鋼）及び P-3（モリブデン鋼）に制限されており、これは現行のものと変わらない。昭和 33 年当時は、ASME 規格においても制限されていなかったか又は ASME 規格に制限されていたが特段規定する必要はなかったものと推定される。その後の改正においても、P-4（クロムモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が 2.75%以下）、P-5（クロムモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が 2.75%を超え 12%以下）等の合金鋼については、反映されず、現行のままとなったと推定される。

3.3 JIS 規格の概要

ボイラー及び圧力容器に関する JIS 規格についての規定の概要を調査した。表①-3 に JIS B 8201（陸用鋼製ボイラー構造）：2005 の規定概要を、表①-4 に JIS B 8265（圧力容器の構造—一般事項）：2010 の規定概要を、表①-5 に JIS B 8266（圧力容器の構造—特定設備）：2003 の規定概要を、表①-6 に JIS B 8267（圧力容器の設計）：2008 の規定概要を示す。何れの JIS 規格においても、母材区分の P-1（炭素鋼）、P-3（モリブデン鋼）及び P-9A/B（ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が 3.50%以下）のみに限定されている。加えて、圧力容器に関する JIS 規格では、母材区分の P-9A 及び P-9B の材料の保持温度の下限値は、540℃以上とされている。これらは、前述の ASME 規格と同じである。

表①-1 火枝解釈で PWHT を必要とする母材区分

母材区分	概 要
P-1	炭素鋼
P-3	モリブデン鋼
P-4	クロムモリブデン鋼、クロムニッケル鋼又はニッケルモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が 2.75%以下
P-5	クロムモリブデン鋼で、標準合金成分の合計が 2.75%を超え 12%以下
P-6	マルテンサイト系ステンレス鋼
P-7	フェライト系ステンレス鋼
P-9A	ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が 2.50%以下
P-9B	ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が 2.50%を超え 3.50%以下
P-11A	ニッケル鋼で、ニッケル標準合金成分が 3.50%を超え 9.0%以下 合金鋼であって、規格による最小引張強さが 660 N/mm ² 以上 730 N/mm ² 未満
P-11B	合金鋼であって、規格による最小引張強さが 730 N/mm ² 以上

表①-2 昭和 33 年の発電用ボイラ技術基準での当該部の規定

8.17 局部応力除去の方法

局部加熱によって応力除去を行うときは溶接部を中心に、その幅が板厚の 12 倍以上（管では開先幅の 3 倍以上、少なくとも余盛幅の 2 倍）におよぶ範囲を 8.16 に準じて加熱および冷却するものとする。この場合溶接部を中心に周方向の帯条部を加熱および冷却するものとする。ただし、特に監督官庁において認めた場合はこの限りではない。

現場溶接の場合で実際に 600℃以上に加熱することが困難な場合は表 8.17 のようにしてもさしつかえない。

表 8.17

被加熱物の温度	最小保持時間 (厚さ 25 mm につき)	備考
600℃	1 時間	本表にない中間温度に対する保持時間は比例計算によって求めるものとする。
570℃	2 時間	
540℃	3 時間	
510℃	4 時間	

【説明者注】

8.16 の炉内における応力除去の方法では、「600℃以上に一様に加熱し、板厚 25 mm につき 1 時間以上の割合でその温度に保ったのち冷却する。」とあり、対象材料は P-1（炭素鋼）及び P-3（モリブデン鋼）と推定される。

表①-3 JIS B 8201（陸用鋼製ボイラ—構造）：2005 の規定概要

8.6.2 溶接後熱処理方法

溶接後熱処理方法は、JIS Z 3700 によって、通常、炉内処理とするが、周継手などについては局部溶接後熱処理によることができる。

JIS Z 3700（溶接後熱処理方法）：2009

7. 熱処理温度及び保持時間

熱処理温度及び保持時間は、次による。

- a) 省略
- b) 母材の区分が P-1、P-3、P-9A 及び P-9B の鋼材で、材料又は構造上から表 1 の温度に保持することが適切ではない場合は、受渡当事者間の協定によって、最低保持温度を下回る温度で後熱処理を行ってもよい。この場合の保持温度及び最小保持時間は、表 2 による。
- c)～g) 省略

表 1 後熱処理の温度及び時間

母材 の区 分 ^{a)}	最低保 持温度 (°C)	溶接部の厚さ ^{b)} に対する最小保持時間 ^{c)} (h)					
		$t \leq 6$	$6 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 125$	$125 < t$	
P-1	595	1/4	$t/25$		$2+(t-50)/100$		
P-3	595						
P-4	650		$t/25$			$5+(t-125)/100$	
P-5	675						
P-9A P-9B	595		$t/25$	$1+(t-25)/100$			

注

- a) 表中に規定していない材料については、受渡当事者間の協定による。
 b) t は、6.2 に規定する厚さで、単位は mm とする。
 c) 最小保持時間の最小値は、1/4 h とする。

表 2 保持温度の低減に対する保持時間

規定の保持温度から低減する温度 (°C)	最小保持時間 ^{a)} (h)
28	2
56	4
84 ^{b)}	10
112 ^{b)}	20

表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。

注

- a) 最小保持時間 h は、厚さ 25 mm 以下に対する値とする。なお、25 mm を超える厚さについては、25 mm 当たり 1/4 h を加える。
 b) P-1、グループ番号 1 及び 2 の鋼材だけに適用する。

表①-4 JIS B 8265 (圧力容器の構造—一般事項) : 2010の規定概要

表 S.1—溶接後熱処理の最低保持時間及び最小保持時間

母材の区分	最低保持時間 (°C)	溶接後熱処理における厚さに対する最小保持時間 (h)				
		$t \leq 6$	$6 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 125$	$125 < t$
P-1	595	0.25	$t/25$		$2+(t-50)/100$	
P-3	595	0.25	$t/25$		$2+ t-50)/100$	
P-4	650	0.25	$t/2$			$5+(t-125)/100$
P-5～P-7 (省略)						
P-9A P-9B	595	1.0		$1+(t-25)/100$		
9%Ni鋼 (省略)						
P-45 の NCF800 及び NCF800H (省略)						
(省略)						
母材の区分 P-1、P-3、P-9A 及び P-9B の材料の場合には、最低保持温度未満の温度で溶接後熱処理を行ってもよい。その場合の保持温度と保持時間との関係は、表 S.2 による。						
(省略)						

表 S.2 保持温度の低減に対する最小保持時間

規定保持時間から低減する温 (°C)	最小保持時間 (h) ^{a)}
28	2
56	4
83	10 ^{b)}
111	20 ^{b)}

母材の区分 P-9A 及び P-9B の材料の保持温度の下限値は、540°C以上とする。

注記 表中の値の中間の値は、補間によって計算する。

注

a) 板厚 25 mm 以下に対する保持時間を示す。25 mm を超える厚さについては、25 mm 当たり 1/4 時間を加える。

b) 母材の区分 P-1 グループ番号 1 及び 2 の材料にだけ適用する。

表①-5 JIS B 8266 (圧力容器の構造—特定設備) : 2003 の規定概要

附属書 14 表 1 溶接後熱処理の温度と時間				
母材の区分	最低保持温度 (°C)	溶接部の厚さに対する最小保持時間 (h)		
		T ≤ 50	50 < T ≤ 125	125 < T
P-1	595	T/25	2+(T-50)/100	
P-3	595	T/25	2+(T-50)/100	
P-4	595	T/25		5+(T-50)/100
P-5	680			
P-6	680	/25	2+(T-50)/100	
P-7	770			
P-9A P-9B	595	T/25		5+(T-50)/100
P-11A	550~585	T/25		
備考				
1.~3. (省略)				
4. 母材の区分 P-1、P-3、P-9A 及び P-9B の鋼材の場合には、最低保持温度を下回る温度で溶接後熱処理を行ってもよい。その場合の保持温度と保持時間の関係は、附属書 14 表 2 による。この場合、溶接部の試験板は、実際に行ったのと同じ熱処理をしなければならない。				
5.~9. (省略)				
附属書 14 表 2 保持温度の低減に対する最小保持時間				
規定の保持時間から低減する温度 (°C)	最小保持時間 (h) 備考 3.			
25	2			
55	4			
80	10 備考 4.			
110	20 備考 4.			
備考				
1. P-9A 及び P-9B 鋼材の保持温度の下限値は、540°C 以上でなければならない。				
2. 表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。				
3. 板厚 25 mm 以下に対する保持時間を示す。25 mm を超える板厚については、25 mm 当たり 1/4 時間を加える。				
4. P-1、グループ番号 1 及び 2 にだけ適用。				

表①-6 JIS B 8267 (圧力容器の設計) : 2008 の規定概要

表 S.1-溶接後熱処理の最低保持時間及び最小保持時間

母材 の区 分	最低保 持時間 (°C)	溶接後熱処理における厚さに対する最小保持時間 (h)				
		$t \leq$	$6 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 125$	$125 < t$
P-1	595	0.5	$t/25$		$2+(t-50)/100$	
P-3	595	0.25	$t/25$		$2+(t-50)/100$	
P-4	650	0.25	$t/25$			$5+(t-125)/100$
P-5~P-7 (省略)						
P-9A P-9B	55		1.0		$1+(t-25)/100$	
9%Ni 鋼 (省略)						
P-45 の NCF800 及び NCF800H (省略)						
注記 1 及び注記 2 (省略)						
注記 3 母材の区分 P-1、P-3、P-9A 及び P-9B の材料の場合には、最低保持温度未満の温度で溶接後熱処理を行ってもよい。その場合の保持温度と保持時間との関係は、表 S.2 による。						
注記 4~注記 6 (省略)						

表 S.2 保持温度の低減に対する最小保持時間

規定保持時間から低減する温度 (°C)	最小保持時間 (h) ^{a)}
28	2
56	4
83	10 ^{b)}
111	20 ^{b)}

注記 1 母材の区分 P-9A 及び P-9B の鋼材の保持温度の下限値は、540°C 以上とする。
 注記 2 表中の値の中間の値は、補間によって計算する。
 注
^{a)} 板厚 25 mm 以下に対する保持時間を示す。25 mm を超える板厚については、25 mm 当たり 1/4 時間を加える。
^{b)} 母材の区分 P-1 グループ番号 1 及び 2 にだけ適用する。

4. 参考

参考として、他法規での規定を表①-7 に示す。ボイラー及び圧力容器安全規則では PWHT 温度の下限温度以上に保持することが困難な場合、条件付きで保持時間を延長する事ができる対象母材の区分は P-1、P-3、P-9A 及び P-9B のみに認められている。

一方、高圧ガス保安法及びガス事業法では、母材の区分に限定せず認められている。

表①-7 他法規での規定

法 規	規 定																								
高圧ガス保安法 (特定設備の技術基準の解釈)	別表第 4 の左欄に掲げる母材の種類に応じ同表の右欄に掲げる温度以上の温度に、母材の厚さ 25 mm につき 1 時間として計算した時間（母材の厚さが 25 mm 未満 12.5 mm 以上の場合にあつては 1 時間、母材の厚さが 12.5 mm 未満 6 mm 以上の場合にあつては 30 分間、母材の厚さが 6 mm 未満の場合にあつては 15 分間。以下この号において同じ。）以上保持すること。ただし、同表の右欄に掲げる温度以上の温度に保持することが困難である場合において、母材の厚さ 25 mm につき 1 時間として計算した時間に、別表第 5 の左欄に掲げる別表第 4 の右欄に掲げる温度と当該炉内の温度との差に応じ同表の右欄に掲げる定数を乗じた時間以上保持するときは、この限りでない。																								
	別表第 4																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 70%;">母材の種類</th> <th style="width: 25%;">温度(単位℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td>炭素鋼</td> <td>600 以上</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼</td> <td>600 以上</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼</td> <td>600 以上</td> </tr> <tr> <td>(4)</td> <td>低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの</td> <td>680 以上</td> </tr> <tr> <td>(5)</td> <td>マルテンサイト系ステンレス鋼</td> <td>760 以上</td> </tr> <tr> <td>(6)</td> <td>フェライト系ステンレス鋼</td> <td>740 以上</td> </tr> <tr> <td>(7)</td> <td>ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼</td> <td>600 以上</td> </tr> </tbody> </table>		母材の種類	温度(単位℃)	(1)	炭素鋼	600 以上	(2)	低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼	600 以上	(3)	低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼	600 以上	(4)	低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの	680 以上	(5)	マルテンサイト系ステンレス鋼	760 以上	(6)	フェライト系ステンレス鋼	740 以上	(7)	ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼	600 以上
		母材の種類	温度(単位℃)																						
	(1)	炭素鋼	600 以上																						
	(2)	低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼	600 以上																						
	(3)	低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼	600 以上																						
	(4)	低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの	680 以上																						
(5)	マルテンサイト系ステンレス鋼	760 以上																							
(6)	フェライト系ステンレス鋼	740 以上																							
(7)	ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼	600 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(1)</td> <td style="width: 70%;">炭素鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">600 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(1)	炭素鋼	600 以上																						
(1)	炭素鋼	600 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(2)</td> <td style="width: 70%;">低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">600 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(2)	低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼	600 以上																						
(2)	低合金鋼のうちクロムの含有率が1%未満であり、かつ、モリブデンの含有率が1%未満の標準合金成分を有する鋼	600 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(3)</td> <td style="width: 70%;">低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">600 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(3)	低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼	600 以上																						
(3)	低合金鋼のうちクロムの含有率が 1%以上であり、かつ、モリブデンの含有率が 0.5%以上の標準合金成分を有する鋼	600 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(4)</td> <td style="width: 70%;">低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">680 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(4)	低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの	680 以上																						
(4)	低合金鋼のうち(2)、(3)及び(7)に掲げるもの以外のもの	680 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(5)</td> <td style="width: 70%;">マルテンサイト系ステンレス鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">760 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(5)	マルテンサイト系ステンレス鋼	760 以上																						
(5)	マルテンサイト系ステンレス鋼	760 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(6)</td> <td style="width: 70%;">フェライト系ステンレス鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">740 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(6)	フェライト系ステンレス鋼	740 以上																						
(6)	フェライト系ステンレス鋼	740 以上																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">(7)</td> <td style="width: 70%;">ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">600 以上</td> </tr> </tbody> </table>	(7)	ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼	600 以上																						
(7)	ニッケルの含有率 2.5%から 3.5%の鋼	600 以上																							

	<p style="text-align: center;">別表第 5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">別表第 4 の右欄に掲げる温度と当該炉内の温度との差</th> <th style="text-align: center;">定数</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0℃</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30℃</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">60℃</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(90)℃</td> <td style="text-align: center;">(4)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(120)℃</td> <td style="text-align: center;">(5)</td> </tr> </table> <p>備考</p> <p>1 かつこ内の値は、炭素鋼についてのみ適用する。 2 表中の値の中間の値は、比例計算によって計算する。</p>	別表第 4 の右欄に掲げる温度と当該炉内の温度との差	定数	0℃	1	30℃	2	60℃	3	(90)℃	(4)	(120)℃	(5)				
別表第 4 の右欄に掲げる温度と当該炉内の温度との差	定数																
0℃	1																
30℃	2																
60℃	3																
(90)℃	(4)																
(120)℃	(5)																
<p>ガス事業法 (ガス工作物技術基準の解釈例)</p>	<p>溶接部は、表1の左欄に掲げる母材の種類に応じてそれぞれ同表の右欄に掲げる温度以上に、厚さ25 mmにつき1時間として計算した時間（厚さが6 mm未滿のものにあつては0.24時間）以上保持すること。ただし、同表の右欄に掲げる温度以上に保持することが困難である場合において、表2の左欄に掲げる表1の右欄に掲げる温度との差に応じ、それぞれ厚さ25 mmにつき1時間として計算した時間（厚さが6 mm未滿のものにあつては0.24時間）に同表の右欄に掲げる値を乗じた時間以上保持するときは、この限りでない。</p> <p style="text-align: center;">表 1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">母材の種類</th> <th style="text-align: center;">温度(単位℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 炭素鋼</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> <tr> <td>2. クロム含有量が0.75%以下で、かつ、全合金成分が2%以下の低合金鋼</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> <tr> <td>3. クロム含有量が0.75%を超え2%以下で、かつ、全合金成分が2.75%以下の低合金鋼</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> <tr> <td>4. 全合金成分が10%以下の合金鋼（2.及び3.の左欄に掲げるものを除く）</td> <td style="text-align: center;">680</td> </tr> <tr> <td>5. フェライト系ステンレス鋼</td> <td style="text-align: center;">740</td> </tr> <tr> <td>6. マルテンサイト系ステンレス鋼</td> <td style="text-align: center;">760</td> </tr> <tr> <td>7. 2.5%ニッケル鋼又は3.5%ニッケル鋼</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> </tbody> </table>	母材の種類	温度(単位℃)	1. 炭素鋼	600	2. クロム含有量が0.75%以下で、かつ、全合金成分が2%以下の低合金鋼	600	3. クロム含有量が0.75%を超え2%以下で、かつ、全合金成分が2.75%以下の低合金鋼	600	4. 全合金成分が10%以下の合金鋼（2.及び3.の左欄に掲げるものを除く）	680	5. フェライト系ステンレス鋼	740	6. マルテンサイト系ステンレス鋼	760	7. 2.5%ニッケル鋼又は3.5%ニッケル鋼	600
母材の種類	温度(単位℃)																
1. 炭素鋼	600																
2. クロム含有量が0.75%以下で、かつ、全合金成分が2%以下の低合金鋼	600																
3. クロム含有量が0.75%を超え2%以下で、かつ、全合金成分が2.75%以下の低合金鋼	600																
4. 全合金成分が10%以下の合金鋼（2.及び3.の左欄に掲げるものを除く）	680																
5. フェライト系ステンレス鋼	740																
6. マルテンサイト系ステンレス鋼	760																
7. 2.5%ニッケル鋼又は3.5%ニッケル鋼	600																

	<p style="text-align: center;">表 2</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">表 1 の右欄に掲げる温度との差 (°C)</th> <th style="text-align: center;">乗すべき値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </tbody> </table> <p>(備考)</p> <ol style="list-style-type: none"> 表1の右欄に掲げる温度との差が60°Cを超える場合は、表1の左欄の1.に掲げる母材であって焼入れ焼戻しを行わないもののみ適用する。 表1の右欄に掲げる温度との差が表中の値の中間の値である場合は、比例法によって計算する。 	表 1 の右欄に掲げる温度との差 (°C)	乗すべき値	0	1	30	2	60	3	90	5	120	10
表 1 の右欄に掲げる温度との差 (°C)	乗すべき値												
0	1												
30	2												
60	3												
90	5												
120	10												
<p>ボイラー及び圧力容器安全規則</p>	<p>溶接後熱処理は、JIS Z 3700 (溶接後熱処理方法) 又はこれと同等と認められる規格 (以下この項において「日本工業規格等」という。) に定めるところにより、炉内で行わなければならない。ただし、胴、管寄せ、管等の周継手等局部加熱の方法によることができると認められる溶接部の溶接後熱処理は、局部加熱の方法によることができる。この場合において、当該日本工業規格等に定められた保持温度又は保持時間を低減することができる場合は、現場溶接、使用材料及び構造等により当該日本工業規格等に定める保持温度及び保持時間で当該溶接後熱処理を行うことが困難な場合又は適当でない場合に限るものとする。</p> <p>JIS Z 3700 : 2009</p> <p>母材の区分が P-1、P-3、P-9A 及び P-9B の鋼材で、材料又は構造上から表 1 の温度に保持することが適切でない場合は、受渡当事者間の協定によって、最低保持温度を下回る温度で後熱処理を行ってもよい。この場合の保持温度及び最小保持時間は、表 2 による。</p> <p style="text-align: center;">表 1—後熱処理の温度及び時間 (省略)</p>												

		表 2—保持温度の低減に対する保持時間								
		<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">規定の保持温度から低減する 温度℃</th> <th style="text-align: center;">最小保持時間^{a)}h</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">28</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">56</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">84^{b)}</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">112^{b)}</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> </tbody> </table> <p>表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。 注 ^{a)}最小保持時間 h は、25 mm 以下に対する時間とする。なお、25 mm を超える厚さについては、25 mm 当たり 1/4 h を加える。 ^{b)}P-1、グループ番号 1 及び 2 の鋼材だけに適用する。</p>	規定の保持温度から低減する 温度℃	最小保持時間 ^{a)} h	28	2	56	4	84 ^{b)}	10
規定の保持温度から低減する 温度℃	最小保持時間 ^{a)} h									
28	2									
56	4									
84 ^{b)}	10									
112 ^{b)}	20									
(圧力容器構造規格)	<p>溶接後熱処理は、JIS Z 3700 (溶接後熱処理方法) 又はこれと同等と認められる規格 (以下この項において「日本工業規格等」という。) に定めるところにより、炉内で行わなければならない。ただし、胴、管等の周継手等局部加熱の方法によることができると認められる溶接部の溶接後熱処理は、局部加熱の方法によることができる。この場合において、当該日本工業規格等に定められた保持温度又は保持時間を低減することができる場合は、現場溶接、使用材料及び構造等により当該日本工業規格等に定める保持温度及び保持時間で当該溶接後熱処理を行うことが困難な場合又は適当でない場合に限るものとする。</p> <p>JIS Z 3700 : 2009 上記の記載と同様。</p>									

5. 要請

別表第 22 (溶接後熱処理の方法) の「PWHT 温度の下限温度以上に保持することが困難な場合、条件付きで保持時間を延長する事ができる」対象母材区分 (P-No.) を P-1 (炭素鋼)、P-3 (モリブデン鋼)、P-9A 及び P-9B (ニッケル鋼) に限定すると共に、P-9A 及び P-9B (ニッケル鋼) の PWHT 温度の下限値を 540℃とする。

6. 条項等

別表第 22 溶接後熱処理の方法 (改正案の箇所に Temp. No.の①を記載)

7. イメージ

イメージを図①-1に示す。

NISA 文書 又は省令の年等	規定されている PWHT を 要する主な母材区分	PWHT の保持時間延長										
昭和 33 年	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">P-1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-3</td></tr> </table>	P-1	P-3	条件なし								
P-1												
P-3												
現 行 (平成 23 年)	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">P-1</td><td style="text-align: center;">P-7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-3</td><td style="text-align: center;">P-9A</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-4</td><td style="text-align: center;">P-9B</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-5</td><td style="text-align: center;">P-11A</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-6</td><td style="text-align: center;">P-11B</td></tr> </table>	P-1	P-7	P-3	P-9A	P-4	P-9B	P-5	P-11A	P-6	P-11B	条件なし
P-1	P-7											
P-3	P-9A											
P-4	P-9B											
P-5	P-11A											
P-6	P-11B											
検 討	<p style="text-align: center;">ASME 規格及び JIS 規格等に基づき総合的に判断し、低温 PWHT で保持時間を延長して有効な母材区分に限定する。</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">効果ありグループ 効果なしグループ</p> </div> <p style="text-align: center;">低温 PWHT で長い保持時間（ぬるいお風呂に長時間入浴のイメージ）</p>											
改正案	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">P-1</td><td style="text-align: center;">P-7</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-3</td><td style="text-align: center;">P-9A</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-4</td><td style="text-align: center;">P-9B</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-5</td><td style="text-align: center;">P-11A</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">P-6</td><td style="text-align: center;">P-11B</td></tr> </table>	P-1	P-7	P-3	P-9A	P-4	P-9B	P-5	P-11A	P-6	P-11B	<p>保持時間延長：可</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">P-9A 及び P-9B の PWHT 温度の 下限値を 540℃とする。</p> <p>保持時間延長：不可</p> <div style="text-align: center;"> </div>
P-1	P-7											
P-3	P-9A											
P-4	P-9B											
P-5	P-11A											
P-6	P-11B											

図①-1 溶接後熱処理（PWHT）の保持時間を延長できる対象母材区分の明確化のイメージ