

資料5-4-1

日本機械学会 発電用原子力設備規格「設計・建設規格（JSME S NC1-2020）、材料規格（JSME S NJ1-2020）、溶接規格（JSME S NB1-2020）及び設計・建設規格 事例規格 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮（JSME S NC-CC-002（改定）-2）」に関する技術評価書（案）

目次

1. はじめに	1
2. 設計・建設規格 2020 等の技術評価に当たって.....	1
2. 1 技術評価における視点	1
2. 2 技術評価の範囲と手順	1
2. 3 技術基準規則との対応	1
3. 技術的妥当性の確認方法.....	2
3. 1 規格の変更点.....	2
3. 1. 1 設計・建設規格 2020 の設計・建設規格 2012 からの変更点	2
3. 1. 2 材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点	2
3. 1. 3 溶接規格 2020 の溶接規格 2012(2013)からの変更点.....	2
3. 1. 4 事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点	2
3. 2 技術評価の対象となる規定の選定	3
3. 2. 1 設計・建設規格 2020	3
3. 2. 2 材料規格 2020	11
3. 2. 3 溶接規格 2020	32
3. 2. 4 事例規格 2020	52
4. 技術評価の内容	56
4. 1 設計・建設規格 2020	56
4. 1. 1. 1 準用する規格の発行年の記述方法の見直し	56
4. 1. 1. 2 機器等の耐震クラス区分の見直し.....	59
4. 1. 1. 3 設計に関する用語の見直し.....	61
4. 1. 2 非破壊試験技術者に求める技量の要求の見直し	62
4. 1. 3. 1 超音波探傷試験の時間軸直線性誤差の許容値に関する見直し	63
4. 1. 3. 2 超音波探傷試験片の標準穴の径及び T の寸法許容差の見直し	66
4. 1. 3. 3 超音波探傷試験片の規程の見直し及び追加	68
4. 1. 3. 4 DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線の規定の見直し.....	70
4. 1. 3. 5 放射線透過試験方法の一部規定の見直し.....	72
4. 1. 3. 6 非破壊試験における代替試験の規定の追加	74
4. 1. 3. 7 透過度計に関連する規定の変更	75
4. 1. 3. 8 目視試験の方法に関する規定の変更	76
4. 1. 4 許容応力に対する特別な要求に関する見直し.....	77
4. 1. 5. 1 使用する材料①.....	77
4. 1. 5. 2 使用する材料②.....	79
4. 1. 6 クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用	80
4. 1. 7 応力強さの制限・継手効率	83
4. 1. 8 平板の取付方法	86
4. 1. 9 継手区分 C 及び D の構造に関する規定の見直し	97
4. 1. 10 クラス MC 容器の特例に関する規定の見直し.....	102

4. 1. 1 1	管の一次応力の制限規定に関する見直し	103
4. 1. 1 2	伸縮継手の扱いに関する見直し	104
4. 1. 1 3. 1	弁の形状に関する規定の見直し	108
4. 1. 1 3. 2	弁の耐圧部に関する規定の見直し	111
4. 1. 1 4. 1	支持構造物に使用可能な材料の規定の見直し	111
4. 1. 1 4. 2	クラス1支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し	112
4. 1. 1 4. 3	ボルトの応力、径に関する規定の見直し	117
4. 1. 1 4. 4	クラス1支持構造物の極限解析による評価	119
4. 1. 1 5	炉心支持構造物の規定	137
4. 1. 1 6	安全弁等に使用する材料についての規定	139
4. 1. 1 7	水圧による耐圧試験に関する規定の見直し	140
4. 1. 1 8	弁又はフランジの許容圧力の記載についての見直し	141
4. 1. 1 9	応力拡大係数の計算方法	143
4. 2	材料規格 2020	145
4. 2. 1	総則的要求事項	145
4. 2. 2	個別材料の使用可否と設計強度	146
4. 2. 3	使用可能材料の機器等の区分	242
4. 2. 4	使用可能材料の特別要求事項	244
4. 2. 5	原子力発電用規格の材料仕様	250
4. 2. 6	ボルト材を除く材料の設計応力強さ	261
4. 2. 7	ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力	266
4. 2. 8	非鉄金属材料の許容引張応力	280
4. 2. 9	材料の設計降伏点	281
4. 2. 10	材料の設計引張強さ	290
4. 2. 11	材料の縦弾性係数	291
4. 2. 12	材料の線膨張係数	292
4. 2. 13	材料の外圧線図	303
4. 3	溶接規格 2020	326
4. 3. 1	総則的要求事項	326
4. 3. 4	溶接部の表面仕上げ	327
4. 3. 10	溶接後熱処理の方法	328
4. 3. 11	非破壊試験の方法	332
4. 3. 13	コンクリート製原子炉格納容器の溶接	333
4. 3. 14	炉心支持構造物の溶接	335
4. 3. 17	溶接施工法確認試験における確認項目	337
4. 3. 18	溶接施工法確認試験における溶接方法	351
4. 3. 19	溶接施工法確認試験における母材	355
4. 3. 26	旧規定の溶接施工法の扱い	357
4. 3. 30	溶接技能確認試験における資格表示	358
4. 3. 33	資格更新	360

4. 3. 3 4	他規格の溶接技能者	364
4. 4	応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮.....	368
4. 5	以前の技術評価についての反映状況	368
5.	設計・建設規格 2020 等の適用に当たっての条件.....	369
5. 1	設計・建設規格 2020	369
5. 1. 1	国内外の知見の反映等に関するもの	369
5. 1. 2	解説に関するもの.....	369
5. 2	材料規格 2020	369
5. 2. 1	国内外の知見の反映等に関するもの	369
5. 2. 2	解説に関するもの.....	369
5. 3	溶接規格 2020	369
5. 3. 1	国内外の知見の反映等に関するもの	369
5. 3. 2	解説に関するもの.....	369
5. 4	事例規格 2020	369
5. 4. 1	国内外の知見の反映等に関するもの	369
5. 4. 2	解説に関するもの.....	369
6.	過去の技術評価における要望事項.....	369
7.	日本機械学会規格の策定に関する要望事項.....	369

1. はじめに

追而

2. 設計・建設規格 2020 等の技術評価に当たって

2. 1 技術評価における視点

追而

2. 2 技術評価の範囲と手順

追而

2. 3 技術基準規則との対応

追而

3. 技術的妥当性の確認方法

3. 1 規格の変更点

3. 1. 1 設計・建設規格 2020 の設計・建設規格 2012 からの変更点

設計・建設規格 2020 の設計・建設規格 2012 からの変更点（「添付資料－1 変更点一覧」の「1. 日本機械学会 設計・建設規格 2020 の設計・建設規格 2012 からの変更点一覧」参照）は●件あり、各々の変更点について、下表の分類に基づいて整理した。

表 3. 1. 1-1 変更点に関する分類

根拠の分類		具体的内容
	記載の適正化のための変更	<ul style="list-style-type: none">・用語の統一・表現の明確化・題目の修正・条項番号の変更・単位換算の見直し・記号の変更
	関連規格の引用年版等の変更	<ul style="list-style-type: none">・関連規格の年版改正の反映・新たな関連規格の反映
	国内外の知見の反映等	<ul style="list-style-type: none">・国内外における試験研究成果の反映等
	技術評価の対象外	<ul style="list-style-type: none">・技術評価の対象機器以外の機器に係る変更

3. 1. 2 材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点

材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点（「添付資料－1 変更点一覧」の「2. 日本機械学会 材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点一覧」参照）は●件あり、各々の変更点について、「表 3. 1. 1-1 変更点に関する分類」に基づいて整理した。

3. 1. 3 溶接規格 2020 の溶接規格 2012(2013)からの変更点

溶接規格 2020 の溶接規格 2012(2013)からの変更点（「添付資料－1 変更点一覧」の「3. 日本機械学会 溶接規格 2020 の溶接規格 2012(2013)からの変更点一覧」参照）は●件あり、各々の変更点について、「表 3. 1. 1-1 変更点に関する分類」に基づいて整理した。

3. 1. 4 事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点

事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点（「添付資料－1 変更点一覧」の「4. 日本機械学会 事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点一覧」参照）は●件あり、各々の変更点について、「表 3. 1. 1-1 変更点に関する分類」に基づいて整理した。

3. 2 技術評価の対象となる規定の選定

3. 2. 1 設計・建設規格 2020

設計・建設規格 2020 の設計・建設規格 2012 からの変更点（技術評価の対象となる「表 ● 技術基準規則の規定と設計・建設規格 2012 の規定との対応関係」に掲げる規定に関するもの）のうち、①に分類される項目については、技術的要求事項の変更がないことを確認した。また、②に分類される項目の検討結果については 3. 2. 1 に、③に分類される項目の検討結果については 4. 1 に示す。なお、過去に技術評価されたものであっても、最新知見の蓄積や技術の進歩等により再度評価の確認が必要と判断した場合には、当該部分を技術評価の対象とした。

(1) 引用規格の引用年版等の変更

設計・建設規格 2012 から変更又は追加された引用規格を「添付資料-2 引用規格の変更に関する確認結果」の「1. 設計・建設規格 2020 の引用規格の設計・建設規格 2012 からの変更に関する確認結果」に示す。本文から年版表記を削除しているが実質的に年版を最新のものに更新したもの●件である。これらの変更内容のうち、以下の●点を技術評価する必要があることを確認した。

この技術評価については、4. 1 において設計・建設規格 2020 の国内外の知見の反映等に係る技術評価の結果と併わせて評価を行う。

表 3.2.1-1 引用規格の年版等の変更に該当する事項

No	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
		.	

(2) 国内外の知見の反映等

設計・建設規格 2020 の変更点について、国内外の知見の反映等によると判断した事項及び変更点以外で再度確認を行った事項は下表に示すとおりであり、事項毎に技術的妥当性を検討した。

表 3.2.1-2 国内外の知見の反映等に該当する変更事項

No.	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
1	総則的要求事項	<ul style="list-style-type: none"> 設計・建設規格から材料の JIS 規格年版を削除し、材料について適用する JIS 規格の年版を「本規格中で指定された年版（指定のない場合は最新版）」から「材料の JIS 規格は材料規格による」に変更 本規格で指定する JIS 規格年版と同等と判断される年版は使用可能と明記 設計・建設規格の対象とする規定に係る知見の収集方法について確認 「安全弁等」及び「真空破壊弁」の機器区分について確認 セーフエンドの必要厚さや最小長さなどの設計規定について確認 	GNR-1122 準用する規格の発行年 GNR-1210 機器等の区分 GNR-1230 機器等の範囲

		<ul style="list-style-type: none"> 「GNR-1251 耐震クラスの設定」と「GNR-1252 耐震重要度分類」をまとめて「GNR-1250 機器等の耐震クラス区分」に一本化 	GNR-1250 機器等の耐震クラス区分
		<ul style="list-style-type: none"> 継手区分 A、B、C、D の継手を定義から具体的記載に変更 	GNR-2120 設計に関する用語
2	非破壊試験技術者	<ul style="list-style-type: none"> 垂直法による超音波探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求 斜角法による超音波探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求 放射線透過試験を行う技術者に対する要求事項を規定 渦流探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求 	GTN-2130 試験技術者 GTN-3130 試験技術者 GTN-4111 試験技術者 GTN-5140 試験技術者
3	非破壊試験	<ul style="list-style-type: none"> 超音波探傷試験の時間軸直線性誤差を「2%以内」から「±1%以内」に変更 	GTN-2212 時間軸直線性 GTN-3212 時間軸直線性
		<ul style="list-style-type: none"> 超音波探傷試験の感度校正の頻度について確認 	GTN-2251 感度校正の頻度
		<ul style="list-style-type: none"> 超音波探傷試験片の標準穴の径及び T（軸方向探傷を行う際の探触子接触面から標準穴の底までの距離）の寸法許容差は±5%とする規定を追加 	GTN-2241 棒又はボルト等 GTN-2242 鋳造品
		<ul style="list-style-type: none"> 超音波探傷試験に用いる管の対比試験片は、内径が 15mm 未満の場合には内面の反射体を設けなくてよいとの規定を追加 超音波探傷試験に用いる管、鋳造品及び鍛造品の対比試験片反射体の寸法許容差を規定 	GTN-3241 管 GTN-3241 管 GTN-3242 鋳造品 GTN-3243 鍛造品
		<ul style="list-style-type: none"> DAC 回路を使用しない厚さが 25mm を超える対比試験片の感度校正の調整を「8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いもの」から「8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さ」に変更 	GTN-3253 鋳造品
		<ul style="list-style-type: none"> 放射線透過試験用フィルムの濃度計校正に用いるステップ濃度の値を 0.30、3.00 及び 3.90 から 0.8、2.0、3.0 及び 4.0 に変更 透過写真を 2 枚重ねて観察する場合の「最高濃度 4.0 以下」は重ねた場合の規定であることを明確化 透過写真が GTN-4200 及び GTN-4300 の規定を満足しない場合の是正処置の手順を削除 	GTN-4152 濃度計の校正 GTN-4312 試験部の写真濃度 GTN-4330 再試験
		<ul style="list-style-type: none"> 放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用（機器、クラス毎に規定されている非破壊試験の要求で認められている場合）が可能との規定を追加 	GTN-4180 代替試験
		<ul style="list-style-type: none"> 透過度計に関連する「材厚」を「透過厚さ」に変更 	GTN-4232 透過度計の設置方法

			GTN-4233 透過度計の個数
		・目視試験の「欠陥識別度」を「きずの判別能力」に変更	GTN-8140 使用機材
4	許容応力に対する特別な要求	・JIS G4051「機械構造用炭素鋼鋼材」及びJIS G4053「機械構造用合金鋼鋼材」の引張試験及び高温引張試験について確認	PVA-4100 許容応力に対する特別な要求 (PPA-4100、PMA-3100、VVA-3100、SSA-4100 も同じ)
5	使用する材料	・中空で熱処理されるボルト材の試験片採取位置の規定を追加	PVB-2221 試験片の採取位置に対する要求
		・中空で熱処理されるボルト材の破壊靱性試験不要となる厚さの規定を追加 ・ボルト材の衝撃試験について中空で熱処理される厚さの採り方と熱処理時の厚さが16mm以上かつ25mm未満の場合の判定基準の規定を追加 ・ボルト材の衝撃試験の再試験について中空で熱処理される厚さの採り方と熱処理時の厚さが16mm以上かつ25mm未満の場合の判定基準の規定を追加 ・耐圧部に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材等の材料の要求事項について確認 ・クラス1ポンプの材料のみ、熱処理規定を「代えることができる」から「としてもよい」としたことについて確認	PVB-2311 破壊靱性試験不要となる材料の規定 PVB-2331 ボルト材 (マルテンサイト系ステンレス鋼を除く) PVB-2331.1 再試験 PVC-2110 クラス2 容器に使用可能な材料の規定 (代表) PMB-2120 熱処理
		・ボルト材を除く棒材の非破壊試験を鍛造品の区分で実施できる規定を追加	PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定
6	容器の上位クラスの適用	・クラス2容器はPVC-1210又はPVC-1220の規定によりクラス1容器の規定に従うことができるとする規定を追加 ・クラス3容器はクラス1容器又はクラス2容器の規定に従うことができることを追加	PVC-1200 クラス2 容器の規定の特例 PVC-1210 クラス2 容器の規定の特例 PVD-1210 クラス3 容器の規定の特例
7	応力強さの制限・継手効率	・設計条件における一次応力強さの制限の考え方について確認 ・継手区分A及びBの溶接部に規定されていない	PVB-3111 各供用状態における一次応力評価表 PVD-3110-1

		<p>い継手の継手効率について確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 突合せ溶接式管継手を胴に用いる場合の制限について確認 	<p>継手効率の値</p> <p>PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定</p>
8	平板の取付方法	<ul style="list-style-type: none"> 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以下の傾きを開先角度45°以下に変更 2012年版の取付け方法(b)、(c)、(d)、(e)を削除 クラス2ポンプのケーシング平板部はPMC-3400の規定による旨を追記して明確化 クラス2ポンプのケーシング平板部はPMC-3400の規定による旨を追記して明確化 ケーシングカバーの構造強度の規定にケーシングの平板部の規定を追加 取付け方法(b)～(e)、(h)～(1)の平板部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から45°以 	<p>表 PVC-3310-1 K の値</p> <p>図 PVC-4212-1 クラス2容器継手区分Cの構造</p> <p>表 PVD-3310-1 K の値</p> <p>図 PVD-4112-2 クラス3容器継手区分Cの構造</p> <p>図 PVE-4213-2 クラスMC容器継手区分Cの構造</p> <p>図 PPC-4010-3 クラス2配管継手区分Cの構造</p> <p>表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K</p> <p>図 PPD-4010-3 クラス3配管継手区分Cの構造</p> <p>図 PPH-4010-3 クラス4配管継手区分Cの構造</p> <p>表 PMB-3410-1 K の値</p> <p>PMC-3300 ケーシングの構造強度</p> <p>PMC-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度</p> <p>PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定</p> <p>表 PMC-3410-1 K の値</p> <p>表 PMC-3410-1 K の値</p>

		<p>下の傾きを開先角度 45° 以下に変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・クラス 3 ポンプのケーシング平板部は PMD-3400 の規定による旨を追記して明確化 ・ケーシングカバーの構造強度の規定にケーシングの平板部の規定を追加 <p>・取付け方法 (b)～(e)、(h)～(1) の平板部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更</p> <p>・取付け方法 (h) の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更</p> <p>・ボルト締め平ふた板の係数 K の値ほかについて確認</p> <p>・ポンプケーシングのクロッチの丸みの半径について確認</p>	<p>PMD-3300 ケーシングの構造強度</p> <p>PMD-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定</p> <p>表 PMD-3410-1 K の値</p> <p>表 PMD-3410-1 K の値</p> <p>表 PVC-3310-1 K の値</p> <p>図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲</p>
9	継手区分 C 及び D の構造	<ul style="list-style-type: none"> ・継手区分 C の溶接部として図 PVC-4212-1 (1) を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PVC-4212-1 (1) を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分 ・一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除 ・備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1 (1) を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1 (1) を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分 ・一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除 ・備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PVE-4213-1 (1) を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1 (1) を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分 ・一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい 	<p>PVC-4212 その他の継手の溶接部</p> <p>図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造</p> <p>PVD-4112 その他の継手の溶接部</p> <p>図 PVD-4112-1 クラス 3 容器 継手区分 C の構造</p> <p>PVE-4213 継手区分 C</p> <p>図 PVE-4213-1 クラス MC 容器 継手区分 C の構造</p>

		<p>い部分がある場合のハブ長さ「3tn（ただし25mm以上）」を削除</p> <ul style="list-style-type: none"> ・備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PPC-4010-2(1)を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PPC-4010-2(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分 ・一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn（ただし25mm以上）」を削除 ・備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PPD-4010-2(1)を追加 ・継手区分 C の溶接部として図 PPD-4010-2(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分 ・一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn（ただし25mm以上）」を削除 ・備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加 ・輪形パッキンを用いるフランジの厚さについて確認 ・JIS の管フランジ規格の適用範囲について確認 ・ステーで支えられるものの構造について確認 ・クラス 2 容器の継手区分 D の範囲について確認 ・クラス 4 配管の「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」の適用範囲について確認 	<p>PPC-4010 クラス 2 配管の溶接部の設計 図 PPC-4010-2 クラス 2 配管 継手区分 C の構造</p> <p>PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計 図 PPD-4010-2 クラス 3 配管 継手区分 C の構造</p> <p>PVC-3720 各形状におけるフランジの厚さの規定 PVC-3710 フランジの規格 図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造 図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造 PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計</p>
10	クラス MC 容器の特例	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製原子炉格納容器について適用除外とする項番号と規定を削除 	PVE-1200 クラス MC 容器の材料及び構造の特例、適用除外
11	管の一次応力制限	<ul style="list-style-type: none"> ・設計条件における一次応力の制限規定(1)及び(2)を(1)設計条件における一次応力の制限と(2)供用状態 A 及び B における一次応力制限に 	PPC-3520 設計条件並びに供用状態 A 及び B にお

		区分 ・(2)における許容引張応力の値を求める際の温度を「最高使用温度」から「供用状態A及びBにおいて材料に生じる最高の温度」に、圧力を「内面に受ける最高の圧力」から「供用状態A及びBにおいて内面に受ける最高の圧力」に変更	ける一次応力制限
12	伸縮継手	・管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部を継手区分A～D以外の継手に分類し、図PPC-4010-6、図PPH-4010-6として追加 ・管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部の図を追加 ・クラス2容器の伸縮継手の溶接部形状について確認 ・伸縮継手の許容繰返し回数の計算式について確認 ・伸縮継手の強度評価基準とばね定数について確認 ・伸縮継手を取り付ける継手の区分と継手形状について確認	PPC-4010 クラス2配管の溶接部の設計 PPH-4010 クラス4配管の溶接部の設計 図PPC-4010-6 クラス2配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部 図PPH-4010-6 クラス4配管管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部 PVC-3800 伸縮継手における疲労評価 PPC-3416 伸縮継手 図PPC-4010-6 クラス2配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部 図PPC-4010-6 クラス2配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部
13	弁の形状	・弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径を求める際の厚さを弁箱の厚さから計算上必要な厚さに変更 ・弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径を求める際の厚さを弁箱の厚さから計算上必要な厚さに変更 ・弁に管台を取り付ける溶接部及び弁と弁を接	VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部 VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部

		<p>続する溶接部の規定について確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・弁において極断面係数を適用する部位について確認 ・非金属製のダイヤフラムを使用する弁の設計規定について確認 	<p>図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数 VVC-3010 一般要求</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ・弁の耐圧部の「ラグや突起物」を「ラグ及び突起物」に変更し対象物を限定 	VVB-3413 付属物
14	支持構造物	<p>(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支持構造物に使用可能な材料の対象範囲を、機器に直接溶接される「ラグ、ブラケットまたは控え」から「ラグ、ブラケット、控え等」に拡大 	SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定 (SSC-2110 も同じ)
		<p>(2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・曲げ応力の内曲げ座屈に対する許容応力の算定式から横座屈耐力式を基本とする算定式に変更 ・曲げを受ける「箱形断面」を「矩形中空断面」に変更 ・「みぞ形断面のもの、荷重面内に対称軸を有しない圧延形鋼及び溶接組立鋼の場合」の規定を削除 ・曲げ応力のサイクルにおける最大値と最小値との差について、内曲げ座屈に対する許容応力の算定式を横座屈耐力式を基本とする算定式に変更 	<p>SSB-3121.1(4) 曲げ応力 SSB-3121.1(4) 曲げ応力 SSB-3121.1(4) 曲げ応力 SSB-3122.1 供用状態 A 及び B での許容応力</p>
		<p>(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボルトのネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75% を用いてもよい規定を M12 以上に制限 ・ボルトの穴の径の決め方を「ボルトの呼び径」基準から「ボルトのせん断力を受ける部分の径」基準に変更 ・ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の 2.5 倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径 (ネジ部の場合は呼び径)」の 2.5 倍以上に変更 	<p>SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力 (SSB-3132、SSB-3133 も同じ) SSB-3342 ボルト穴の寸法 SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ</p>
		<p>(4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各供用状態における極限解析評価方法を追加 	SSB-3140 極限解析による評価
15	炉心支持構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心支持構造物の動的許容外圧力の考え方と評価方法について確認 ・炉心支持構造物の溶接部の検査要求と溶接規格の関係について確認 	<p>CSS-3220 円筒形又は円すい形の胴における許容圧力 (外圧) CSS-4222 非破壊試験</p>
16	安全弁等	<ul style="list-style-type: none"> ・クラス 3 機器に設置する安全弁等及び真空破 	SRV-2010 一般要

		壊弁に使用する材料と材料規格との関係について確認	求 (VBV-2010 も同じ)
17	耐圧試験	<ul style="list-style-type: none"> ・ 圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験圧力を「それぞれの側における最高使用圧力に基づいて行う」から「それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍」に変更 	PHT-2121 水圧による耐圧試験を行う場合(3) (PHT-2211(5)、PHT-2311(4)も同じ)
18	弁又はフランジの許容圧力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 材料グループ GR-1-1 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB450 及び SB480 を削除 ・ 材料グループ GR-1-2 の JIS G 5152 「低温高圧用鋳鋼品」の記号 SCPL21 及び SCPL31 を削除 ・ 材料グループ GR-1-4 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB410 を削除 ・ 備考 4. に掲げる表中の「JIS G 3103 の記号 SB450」及び「JIS G 4109 の記号 SCMV3」に関する記載を削除 	別表 1 - 1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6) 別表 1 - 1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (6/6)
19	応力拡大係数の計算方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 添付 4-A 「図 添付 4-A-2 Mt と厚さの関係」の 2020 年版での変更について確認 	添付 4-A 図 添付 4-A-2 Mt と厚さの関係

3. 2. 2 材料規格 2020

材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点 (技術評価の対象となる「表 ● 技術基準規則の規定と材料規格 2012 の規定との対応関係」に掲げる規定に関するもの)のうち、①に分類される項目については、技術的要求事項の変更がないことを確認した。また、②に分類される項目の検討結果については 3. 2. 2 に、③に分類される項目の検討結果については 4. 2 に示す。なお、過去に技術評価されたものであっても、最新知見の蓄積や技術の進歩等により再度評価の確認が必要と判断した場合には、当該部分を技術評価の対象とした。

(1) 引用規格の引用年版等の変更

材料規格 2012 から変更又は追加された引用規格を「添付資料-2 引用規格の変更に関する確認結果」の「2. 材料規格 2020 の引用規格の材料規格 2012 からの変更に関する確認結果」に示す。本文から年版表記を削除しているが実質的に年版を最新のものに変更したもの●件である。これらの変更内容のうち、以下の●点を技術評価する必要があることを確認した。

この技術評価については、4. 2 において材料規格 2020 の国内外の知見の反映等に係る技術評価の結果と併わせて評価を行う。

表 3.2.2-1 引用規格の年版等の変更に該当する事項

No	件名	主な変更内容	記載箇所
1	JIS Z 2243-1 ブリネル硬さ試験－第1部：試験方法 JIS Z 2243-2 ブリネル硬さ試験－第2部：硬さ値表	JIS Z 2243 ブリネル硬さ試験－試験方法 2008年版→（第1部及び第2部への分割及び名称変更を含み）2018年版	第3章 原子力発電用規格材料仕様 JSME-N2 原子力発電用規格「高温高圧用合金鋼ナット材」 JSME-N7 原子力発電用規格「13クロム鋼鍛鋼品及び13クロム鋼棒」 JSME-N8 原子力発電用規格「高温用ステンレス鋼棒材」
2	JIS Z 2245 「ロックウェル硬さ試験－試験方法」	2011年版→2016年版	第3章 原子力発電用規格材料仕様 JSME-N2 原子力発電用規格「高温高圧用合金鋼ナット材」 JSME-N8 原子力発電用規格「高温用ステンレス鋼棒材」
3	JIS Z 8000-1 量及び単位－第1部：一般	JIS Z 8203 国際単位系(SI)およびその使い方 2000年版→JIS Z 8000-1 量及び単位－第1部：一般 2014年版	NM-1220 単位系
4	JIS B 1099 「締結用部品－ボルト、ねじ、植込みボルト及びナットに対する一般要求事項	2005年版→2012年版	第3章 原子力発電用規格材料仕様 JSME-N2 原子力発電用規格「高温高圧用合金鋼ナット材」
5	JIS G 0307「鋳鋼品の製造、試験及び検査の通則	1998年版→2014年版	第3章 原子力発電用規格材料仕様 JSME-N6 原子力発電用規格「炭素鋼鋳鋼品」 JSME-N10 原子力発電用規格「耐食ステンレス鋼鋳鋼品」
6	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	2010年版→2017年版	Part2 第1章 表1 使用する材料の規格
7	JIS G 3103 ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	2007年版→2019年版	
8	JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	2008年版→2017年版	
9	JIS G 3115 圧力容器用鋼板	2010年版→2016年版	
10	JIS G 3118 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板	2010年版→2017年版	
11	「JIS G 3119 ボイラ及び圧力容器用マンガンモリ	2007年版→2019年版	

	ブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板		
12	JIS G 3120 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	2009年版→2018年版	
13	JIS G 3126 低温圧力容器用炭素鋼鋼板	2009年版→2015年版	
14	JIS G 3302 溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯	2010年版→2019年版	
15	JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管	2010年版→2016年版	
16	JIS G 3445 機械構造用炭素鋼鋼管	2010年版→2016年版	
17	JIS G 3446 機械構造用ステンレス鋼鋼管	2004年版→2017年版	
18	JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管	2010年版→2019年版	
19	JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼鋼管	2007年版→2019年版	
20	JIS G 3455 高圧配管用炭素鋼鋼管	2005年版→2016年版	
21	JIS G 3456 高温配管用炭素鋼鋼管	・ 2010年版→2019年版	
22	JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	・ 2005年版→2016年版	
23	JIS G 3458 配管用合金鋼鋼管	・ 2005年版→2018年版	
24	JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	・ 2004年版→2017年版	
25	JIS G 3460 低温配管用鋼管	・ 2006年版→2018年版	
26	JIS G 3461 ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	・ 2005年版+2011年追補1→2019年版	
27	JIS G 3462 ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管	・ 2009年版+2011年追補1→2019年版	
28	JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	・ 2006年版+2011年追補1→2019年版	
29	JIS G 3466 一般構造用角形鋼管	・ 2010年版→2018年版	
30	JIS G 3468 配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管	・ 2011年版→2017年版	
31	JIS G 3601 ステンレスクラッド鋼	・ 2002年版→2012年版	
32	JIS G 3602 ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼	・ 2004年版→2012年版	
33	JIS G 3603 チタンクラッド鋼	・ 2005年版→2012年版	

34	JIS G 3604 銅及び銅合金 クラッド鋼	・ 2004 年版→2012 年版	
35	JIS G 4051 機械構造用炭 素鋼鋼材	・ 2009 年版→2018 年版	
36	JIS G 4053 機械構造用合 金鋼鋼材	・ 2008 年版→2018 年版 (2016 年版+2018 年追 補 1)	
37	JIS G 4109 ボイラ及び圧 力容器用クロムモリブデ ン鋼鋼板	・ 2008 年版→2019 年版	
38	JIS G 4303 ステンレス鋼 棒	・ 2005 年版→2012 年版	
39	JIS G 4304 熱間圧延ステ ンレス鋼板及び鋼帯	・ 2005 年版+2010 年追補 1→2015 年版	
40	JIS G 4305 冷間圧延ステ ンレス鋼板及び鋼帯	・ 2005 年版+2010 年追補 1→2015 年版	
41	JIS G 4309 ステンレス鋼 線	・ 1999 年版→2013 年版	
42	JIS G 4311 耐熱鋼棒及び 線材	・ 2011 年版→2019 年版	
43	JIS G 4317 熱間成形ステ ンレス鋼形鋼	・ 2005 年版→2018 年版	
44	JIS G 4902 耐食耐熱超合 金, ニッケル及びニッケル 合金-板及び帯	・ JIS G 4902 耐食耐熱超合 金板 1991 年版→(名称変 更を含み) 2019 年版	
45	JIS G 4903 配管用継目無 ニッケルクロム鉄合金管	・ 2008 年版→2017 年版	
46	JIS G 4904 熱交換器用継 目無ニッケルクロム鉄合 金管	・ 2008 年版→2017 年版	
47	JIS H 3100 銅及び銅合金 の板及び条	・ JIS H 3100 銅及び銅合金 の板並びに条 2006 年版 → (名称変更を含み) 2018 年版	
48	JIS H 3250 銅及び銅合金 の棒	・ 2006 年版→2015 年版	
49	JIS H 3300 銅及び銅合金 の継目無管	・ 2009 年版→2018 年版	
50	JIS H 4000 (2017) アルミニ ウム及びアルミニウム合 金の板及び条	・ 2006 年版→2017 年版	
51	JIS H 4040 アルミニウム 及びアルミニウム合金の 棒及び線	・ 2006 年版→2015 年	
52	JIS H 4080 (2015) アルミ ニウム及びアルミニウム 合金継目無管	・ 2006 年版→2015 年版	
53	JIS H 4551 ニッケル及び	・ 2000 年版→(廃止して	

	ニッケル合金板及び条	JIS G 4902 に移項)	
54	JIS H 4552 ニッケル及びニッケル合金継目無管	・ 2000 年版→(廃止)	
55	JIS H 4600 チタン及びチタン合金-板及び条	・ 2007 年版→2012 年版	
56	JIS H 4630 チタン及びチタン合金-継目無管	・ 2007 年版→2012 年版	
57	JIS H 4631 チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管	・ JIS H 4631 熱交換器用チタン管及びチタン合金管 2006 年版→(分割・名称変更し) 2018 年版	
58	JIS H 4632 チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管	・ JIS H 4631 熱交換器用チタン管及びチタン合金管 2006 年版→(分割・名称変更し) 2018 年版	
59	JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管	・ JIS H 4635 チタン及びチタン合金の溶接管 2006 年版→(名称変更を含み)2012 年版	
60	JIS H 4650 チタン及びチタン合金-棒	・ 2007 年版→2016 年版	
61	JIS H 5120 銅及び銅合金 鋳物	・ 2009 年版→2016 年版	
62	JIS H 5121 銅合金連続鋳造鋳物	・ 2009 年版→2016 年版	

(2) 国内外の知見の反映等

材料規格 2020 の変更点について、国内外の知見の反映等によると判断した事項及び変更点以外で再度確認を行った事項は下表に示すとおりであり、事項毎に技術的妥当性を検討した。

表 3.2.2-2 国内外の知見の反映等に該当する変更事項

No.	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
1	総則的要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全弁及び真空破壊弁の材料への適用方法について確認 ・ 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「その他の支持構造物」の材料への適用方法について確認 ・ JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位-第1部:一般」を単位系の適用規格とすることについて確認 	NM-1210 機器等の区分 NM-122 単位系
2	個別材料の使用可否と設計強度		
(64)	JIS G 3101(2017) 一般構造用圧延鋼材	・ 「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」に規定する SS400 材の使用制限の要否について確認	Part2 第1章 表1 使用する材料の規格
(1)	JIS G 3103(2019)	・ SB410, SB450 及び SB480 をクラス 4 配管に使	

	ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	用可に、SB450M 及び SB480M をクラス 2 容器、クラス MC 容器、クラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に変更	第 2 章 表 1 特別要求事項がある材料のリスト
(65)	JIS G 3106 (2017) 溶接構造用圧延鋼材	<ul style="list-style-type: none"> ・「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」に規定する SM400A、SM490A 及び SM490YA 材の使用制限の要否について確認 	
(2)	JIS G 3115 (2010) 圧力容器用鋼板	<ul style="list-style-type: none"> ・SPV235、SPV315、SPV355、SPV450 及び SPV490 をクラス 4 配管に使用可に変更 (熱加工制御で製造された SPV315 及び SPV355 材の使用可否について確認) ・SPV490 の S 値を「153~150」から「174~171」に変更 (設計係数 4 → 3.5) ・SPV490 材に対する寸法区分の要否について確認 (表 7 についても同じ) 	Part3 第 1 章 表 1 材料 (ボルト材を除く) の各温度における設計応力強さ Sm 値 (MPa)
(66)	JIS G 3118 (2017) 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板	<ul style="list-style-type: none"> ・熱加工制御で製造された SGV410、SGV450 及び SGV480 材の使用可否について確認 	Part3 第 1 章 表 2 ボルト材の各温度における設計応力強さ Sm 値 (MPa)
(3)	JIS G 3119 (2019) ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	<ul style="list-style-type: none"> ・SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 について、線膨張係数の分類番号を TE2 から TE1 に変更 	
(4)	JIS G 3120 (2018) 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	<ul style="list-style-type: none"> ・SQV1A、SQV1B、SQV2A、SQV2B、SQV3A 及び SQV3B について、線膨張係数の分類番号を TE2 から TE1 に変更 ・SQV1A、B、SQV2A、B 及び SQV3A、B の試験片の数を旧 2003 年版適用とすることについて確認 	Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)
(5)	JIS G 3126 (2015) 低温圧力容器用炭素鋼鋼板	<ul style="list-style-type: none"> ・SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 をクラス 4 配管に使用可に変更 (熱加工制御で製造された SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 材の使用可否について確認) 	
(6)	JIS G 3136 (2012) 建築構造用圧延鋼材	<ul style="list-style-type: none"> ・SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C を使用可に追加 (クラス 1 機器及び炉心支持構造物を除く。) (材料規格への取り入れについて確認 (耐圧部材への適用を含む。)) ・SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の S 値を規定 (S 値の必要性について確認) ・SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の各温度における Sy 値と寸法区分に対する注書き S8)~S10)を追記 ・SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の各温度における Su 値と寸法区分に対する注書き 	Part3 第 1 章 表 4 非鉄材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa) Part3 第 1 章 表 5 ボルト材の

		S8)～S10)を追記	各温度における許容引張応力 S 値 (MPa) Part3 第1章表6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値 (MPa) Part3 第1章表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 (MPa)
(7)	JIS G 2 (1988+2008 追補1)炭素鋼鍛鋼品	・SF490A をクラス 1 配管に使用可に変更	
(8)	JIS G 3203 (1988+2008 追補1)高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品	・SFVAF1、SFVAF2、SFVAF12、SFVAF11A、SFVAF22B 及び SFVAF5B をクラス MC 容器及びクラス 1 ポンプに使用可に変更 ・SFVAF2 の Sm 値を確認 (クラス 1 配管の管、管継手)	
(9)	JIS G 3204 (1988+2008 追補1)圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品	・SFVQ1B の 375℃における Sm 値 (MPa) を 205 から 202 に変更 ・SFVQ1B の 375℃における S 値 (MPa) を 176 から 173 に変更 ・SFVQ1B の 375℃における Su 値 (MPa) を 559 から 550 に変更	
(10)	JIS G 3214 (1991+2009 追補1)圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	・SUSF304、SUSF304L、SUSF316、SUSF316L 及び SUSF347 をクラス 1 支持構造物、クラス 2 支持構造物、クラス 3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 ・SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値を変更	
(67)	JIS G 3302 (2019) 溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯	・種類の記号と材料規格の記号 SGC 及び SGH との関係ほかについて確認	
(68)	JIS G 3452 (2019) 配管用炭素鋼鋼管	・「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」に規定する SGP 材の使用制限の要否及びクラス 3 弁への適用に当たっての最高使用圧力制限について確認	
(11)	JIS G 3456 (2019) 高温配管用炭素鋼鋼管	・STPT410 及び STPT480 をクラス 1 配管に使用可に変更	
(12)	JIS G 3457 (2016) 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	・STPY400 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・STPY400 の常温以外的高温領域での S 値について確認	
(13)	JIS G 3458 (2018) 配管用合金鋼鋼管	・STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 をクラス 4 配管に使用可に変更	
(14)	JIS G 3459 (2017) 配管用ステンレス鋼鋼管	・題目を「配管用ステンレス鋼管」から「配管用ステンレス鋼鋼管」に変更し、SUS304TP 及び SUS316TP の 450℃以上の S 値を変更	
(15)	JIS G 3460 (2018) 低温配管用鋼管	・STPL380 及び STPL450 をクラス 4 配管に使用可に変更	
(16)	JIS G 3461 (2019) ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	・STB340 をクラス 4 配管、クラス 2 ポンプ、クラス 3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に、STB410 をクラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ、クラス 1 弁及びクラス 2 弁に使用可に変更	
(17)	JIS G 3462 (2019) ボイラ・熱交換器	・STBA20、STBA22、STBA23、STBA24、STBA25 及び STBA26 をクラス 1～3 ポンプ、クラス 1	

	用合金鋼鋼管	弁、クラス 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 <ul style="list-style-type: none"> 電気抵抗溶接によって製管された STBA12、STBA13、STBA20、STBA22、STBA23、STBA24 の S 値について確認 (Sy 値、Su 値も同じ) 	
(18)	JIS G 3463 (2019) ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	<ul style="list-style-type: none"> SUS304TB、SUS304LTB、SUS316TB、SUS316LTB 及び SUS347TB をクラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値を変更 	
(69)	JIS G 3466 (2018) 一般構造用角形鋼管	<ul style="list-style-type: none"> STKR400 及び STKR490 をクラス 4 配管に使用可とすることについて確認 	
(19)	JIS G 3468 (2017) 配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管	<ul style="list-style-type: none"> SUS304TPY、SUS304LTPY、SUS316TPY、SUS316LTPY 及び SUS347TPY をクラス 2、3 容器、クラス MC 容器、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除(略) 	
(70)	JIS G 3601 (2012) ステンレスクラッド鋼 JIS G 3602 (2012) ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼 JIS G 3603 (2012) チタンクラッド鋼 JIS G 3604 (2012) 銅及び銅合金クラッド鋼	<ul style="list-style-type: none"> 製造方法ごとの特別要求事項への適合可否について確認 	
(71)	JIS G 4051 (2018) 機械構造用炭素鋼鋼材	<ul style="list-style-type: none"> S10C、S12C、S15C、S17C、S20C、S22C、S25C、S28C 及び S30C 材の鋼板及び鋼帯について用途を確認 	
(20)	JIS G 4052 (2016) 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)	<ul style="list-style-type: none"> SCM435H、SCM440H 及び SCM445H を使用可に追加 (炉心支持構造物を除く。SCM440H 及び SCM445H はクラス 1 容器、クラス 1 配管及びクラス 1 弁も除く。) SCM435H の Sm 値と寸法区分に対する注書き S3)を追記【S3)：径が 60mm 以下の材料に適用。】 SCM435H、SCM440H 及び SCM445 (SCM445H が正) の S 値と寸法区分に対する注書き S6)、S8)及び S12)を追記 (JIS 番号の異なる材料値の適用について確認) SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の各温度における Sy 値と寸法区分に対する注書き S16)、S18)及び S22)を追記 	

		<ul style="list-style-type: none"> SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の各温度における Su 値と寸法区分に対する注書き S16)、S18) 及び S22) を追記
(21)	JIS G 4053 (2018) 機械構造用合金鋼鋼材	<ul style="list-style-type: none"> SNC236、SNC631、SNC836、SCr430、SCr435、SCr440 及び SCr445 をクラス 4 配管に使用可に変更 SNC236、SNC631、SNC836、SNM240、SNM431、SNM439、SNM447、SNM625、SNM630、SCr430、SCr435、SCr440、SCr445、SCM430、SCM432、SCM435、SCM440 及び SCM445 材の鋼板及び鋼帯について用途を確認
(72)	JIS G 4107 高温用合金鋼ボルト材	<ul style="list-style-type: none"> SNB5 について Su 値が規定され Sy 値が規定されていないことについて確認
(22)	JIS G 4109 (2008) ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板	<ul style="list-style-type: none"> SCMV1-1、SCMV1-2、SCMV2-1、SCMV2-2、SCMV3-1、SCMV3-2、SCMV4-1、SCMV4-2、SCMV5-1、SCMV5-2、SCMV6-1 及び SCMV6-2 をクラス 2 容器、クラス MC 容器、クラス 1, 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更
(23)	JIS G 4303 ステンレス棒鋼	<ul style="list-style-type: none"> SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sm 値を削除 SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値を削除 ボルト材を除く SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更 ボルト材の SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更 SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sy 値を削除 SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Su 値を削除
(24)	JIS G 4304 (2015) 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	<ul style="list-style-type: none"> SUS403 及び SUS410 を削除 SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
(25)	JIS G 4305 (2015) 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	<ul style="list-style-type: none"> SUS403 及び SUS410 を削除 SUS403 及び SUS410 の各温度における S 値を削除 SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
(73)	JIS G 4309 (2013) ステンレス鋼線	<ul style="list-style-type: none"> 種類の記号と材料規格の記号 SUS との関係ほかについて確認
(26)	JIS G 4317 (2018) 熱間成形ステンレス鋼形鋼	<ul style="list-style-type: none"> SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L、SUS321 及び SUS347 をクラス 2~4 配管に使用可に変更 SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除
(27)	JIS G 4901 (1999+2008 追補)	<ul style="list-style-type: none"> NCF625 を追加し、クラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用

	1) 耐食耐熱超合金棒	<p>可に規定、NCF600、NCF800、NCF800H をクラス 4 配管、クラス 1,2 ポンプ、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF750 を熱処理記号で NCF750(H1) 及び NCF750(H2) に区分した記載とし NCF750(H1) をクラス 4 配管に使用可に、NCF750(H2) を全ての機器及び支持構造物に使用可に変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・特別要求事項を追加 ・NCF625 を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を規定 ・NCF750 に常温最小引張強さ 1170MPa、常温最小降伏点 795MPa の材料を追加し各温度における S 値を規定 ・NCF625 を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値及び寸法区分に対する注書き S32)、S33) を追記 ・NCF625 を追加し各温度（75℃、225℃及び 275℃を除く）における Su 値及び寸法区分に対する注書き S33)、S34) を追記 	
(28)	JIS G 4902(2019) 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金—板及び帯	<ul style="list-style-type: none"> ・NCF625 を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600、NCF800、NCF800H をクラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF750 を熱処理記号で NCF750(H1) 及び NCF750(H2) に区分した記載とし NCF750(H1) をクラス 4 配管に使用可に、NCF750(H2) を全ての機器及び支持構造物に使用可に変更、ニッケル合金 NW4400 をここに移設しクラス 2, 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更 ・JIS H 4551(2000)「ニッケル及びニッケル合金板及び条」の廃止に伴う特別要求事項を削除 ・特別要求事項を追加 ・NCF625 を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値及び寸法区分に対する注書き S34)、S35) を追記 ・NCF625 を追加し各温度（75℃、225℃及び 275℃を除く）における Su 値及び寸法区分に対する注書き S35)、S36) を追記 	
(29)	JIS G 4903(2017) 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	<ul style="list-style-type: none"> ・NCF625TP を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600TP、NCF800TP、NCF800HTP をクラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 ・特別要求事項を追加 	

		<ul style="list-style-type: none"> ・NCF625TP を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を規定 ・NCF625TP を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記 ・NCF625TP を追加し各温度（75℃、225℃及び275℃を除く）における Su 値を追記 	
(30)	JIS G 4904(2017) 熱交換器用継目無 ニッケルクロム鉄 合金管	<ul style="list-style-type: none"> ・NCF625TB を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600TB、NCF800HTB をクラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF800TB をクラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更 ・特別要求事項を追加 ・NCF625TB を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を追記 ・NCF625TB を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記 ・NCF625TB を追加し各温度（75℃、225℃及び275℃を除く）における Su 値を追記 	
(31)	JIS G 5102(1991) 溶接構造用鋳鋼品	<ul style="list-style-type: none"> ・SCW410 をクラス 4 配管に使用可に、SCW480 をクラス 4 配管及びクラス 1 ポンプに使用可に変更 	
(32)	JIS G 5151(1991) 高温高圧用鋳鋼品	<ul style="list-style-type: none"> ・SCPH1 及び SCPH2 をクラス 4 配管に使用可に、SCPH11、SCPH21、SCPH32 及び SCPH61 をクラス 1 配管、クラス 4 配管、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 	
(33)	JIS G 5152(1991) 低温高圧用鋳鋼品	<ul style="list-style-type: none"> ・SCPL1 及び SCPL11 をクラス 1 配管、クラス 4 配管、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更 	
(34)	JIS G 5202(1991) 高温高圧用遠心力 鋳鋼管	<ul style="list-style-type: none"> ・SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF 及び SCPH32-CF をクラス 4 配管に使用可に、SCPH21-CF をクラス 2, 3 容器、クラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に変更 （「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」の「表 B. 1—鉄鋼材料の許容引張応力」に規定する材料の種類との比較について確認） 	
(35)	JIS G 5502 (2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鋳鉄品	<ul style="list-style-type: none"> ・FCD400 及び FCD450 をクラス 4 配管に使用可に変更（「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」に記載されていないことから機器の区分ごとの使用例ほかについて確認） 	
(36)	JSME-N3 合金鋼鍛 鋼品	<ul style="list-style-type: none"> ・GSTH をクラス 4 配管に使用可に変更 	
(37)	JSME-N4 低温用炭 素鋼鍛鋼品及び低	<ul style="list-style-type: none"> ・GLF1、GLF2 及び GLF3 をクラス 4 配管に使用可に変更 	

	温用合金鋼鍛鋼品	
(38)	JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管	・ GSTPL をクラス 4 配管に使用可に変更
(39)	JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品	・ GSC1、GSC2 及び GSC3 をクラス 4 配管に使用可に変更
(40)	JSME-N7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒	・ G13CR1 及び G13CR2 をクラス 1~4 配管、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更
(41)	JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材	・ G316CW1 をクラス 1~4 配管、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更
(42)	JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品	・ GSUS317J4L の各温度における S 値を変更
(43)	JSME-N12 耐食耐熱合金	<ul style="list-style-type: none"> ・ GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB、GNCF1-B、GNCF2 及び GNCF3 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・ GNCF1 を GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B に細区分し、外圧チャート図番を α から 21 に変更 ・ 1 種の GNCF1 を GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B に細区分し、常温最小引張強さ及び常温最小降伏点の値を前記細区分と寸法区分により変更し、1 種の GNCF1、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 の設計係数を 4 から 3.5 にし、S 値を変更 ・ GNCF2 及び GNCF3 の S 値を ASME 相当材と同等した材料を用いて求めた過程について確認 ・ 1 種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 に各温度における Sy 値を追記し、GNCF1-P 及び GNCF1-B の寸法区分に対する注書き S32) ~S35) を追記 ・ 1 種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 に各温度 (75°C、225°C 及び 275°C を除く) における Su 値を追記し、GNCF1-P 及び GNCF1-B の寸法区分に対する注書き S33) ~S36) を追記
(44)	JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品	・ GSUSF304 及び GSUSF316 の 450°C 以上の S 値を変更
(45)	JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管	・ GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450°C 以上の S 値を変更
(46)	JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管	・ GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450°C 以上の S 値を変更
(47)	JSME-N18 耐食ス	・ ボルト材を除く GSUS304B 及び GSUS316B の

	ステンレス鋼棒	450℃以上の S 値を変更 ・ボルト材の GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更	
(48)	JSME-N19 熱間圧延耐食ステンレス鋼	・題目を「熱間圧延耐食ステンレス鋼板」から「熱間圧延耐食ステンレス鋼」に変更し、GSUS304HP 及び GSUS316HP の 450℃以上の S 値を変更	
(49)	JSME-N20 耐食耐熱超合金棒	・GNCF600B をクラス 4 配管に使用可に変更	
(50)	JSME-N21 耐食耐熱超合金板	・GNCF600P をクラス 4 配管に使用可に変更	
(51)	JIS H 3100(2018) 銅及び銅合金の板及び条	・種別 C7150 について、記号 C7150P-F を C7150PV-F に変更し、常温最小降伏点の値が 125MPa の厚さ区分の S 値を削除 (JIS 規格値どおり) ・耐力値について規定がない C1020P、C1201P、C4621P、C6161P、C6280P 材を使用可とすることについて確認	
(52)	JIS H 3250(2015) 銅及び銅合金の棒	・C1020BD-0 の記号を C1020BD(V)-0 に変更 (耐力値について規定がない C3601BD、C3602BD、C3603BD、C3604BD、C3771BD、C6161BD、C6191BD、C3602BE-F、C3604BE-F、C3771BE-F、C6161BE-F、C6161BF-FC6191BE-F、C6191BF-F 材を使用可とすることほかについて確認) ・S 値の表の記号 C1020BD-0 を C1020BD(V)-0 表示に変更	
(53)	JIS H 3300(2018) 銅及び銅合金の継目無管	・C1020T-0、C1020TS-0、C1020T-OL、C1020TS-OL、C1020T-1/2H、C1020TS-1/2H、C1201T-0、C1201TS-0、C1201T-OL、C1201TS-OL、C1201T-1/2H、C1201TS-1/2H、C1201T-H、C1201TS-H、C1220T-1/2H、C1220TS-1/2H、C1220T-H、C1220TS-H、C2300T-0、C2300TS-0、C2300T-OL、C2300TS-OL、C4430T-0、C4430TS-0、C7100T-0 及び C7100TS-0 をクラス 3 ポンプに使用可に変更 ・C1020T-H、C1020TS-H、C1220T-0、C1220TS-0、C1220T-OL、C1220TS-OL、C7060T-0 及び C7060TS-0 をクラス 2 配管、クラス 2, 3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に変更 ・C1020、C1201、C1220、C2300 及び C7100 の常温最小降伏点に 0.5%耐力を適用及び C2600、C6870、C6871 及び C6872 材について耐力の規定がないことについて確認 ・C7150T-0 及び C7150TS-0 をクラス 2 配管、クラス 1~3 ポンプ及びクラス 1, 2 弁に使用可に変更	
(54)	JIS H 4000(2017) アルミニウム及びアルミニウム合金	・A1100P-0、A1100P-H12、A1100P-H14、A3003P-0、A3003P-H12、A3003P-H14、A5052P-0、A5052P-H32、A5052P-H34、A5154P-0 及び	

	の板及び条	A5154P-H34 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに使用可に変更 (厚さ 0.8mm 以下で耐力値が規定されていないことから使用厚さの範囲について確認)
(55)	JIS H 4040 (2015) アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	<ul style="list-style-type: none"> • A1100BE-H112、A1100BES-H112、A3003BE-H112 及び A3003BES-H112 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに、A2024BE-T4、A2024BES-T4、A2024BD-T4、A2024BDS-T4、A2024W-T4、A2024WS-T4、A6061BE-T6 及び A6061BES-T6 をクラス 4 配管に使用可に変更 • A2024BD-T4、A2024BDS-T4、A2024W-T4、A2024WS-T4、A6061BE-T6 及び A6061BES-T6 材について JIS の規定と異なる常温最小引張強さ及び常温最小降伏値とすることについて確認
(56)	JIS H 4080 (2015) アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	<ul style="list-style-type: none"> • A1100TE-H112、A1100TES-H112、A3003TE-H112、A3003TES-H112、A3003TD-O、A3003TDS-O、A3003TD-H14、A3003TDS-H14、A3003TD-H18、A3003TDS-H18、A5052TE-O、A5052TES-O、A5052TD-O、A5052TDS-O、A5052TD-H34、A5052TDS-H34、A6063TE-T5 及び A6063TES-T5 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに、A6061TE-T4、A6061TES-T4、A6061TD-T4、A6061TDS-T4、A6061TE-T6、A6061TES-T6、A6061TD-T6、A6061TDS-T6、A6063TE-T6、A6063TES-T6、A6063TD-T6 及び A6063TDS-T6 をクラス 4 配管に使用可に変更
(57)	廃止された JIS 規格	<ul style="list-style-type: none"> • 「JIS H 4552 (2000) ニッケル及びニッケル合金継目無管」を規格の廃止 (2017 年 3 月 21 日) に伴い削除 (記号 NiCu30 材は材料規格から削除) • JIS H 4552 (2000) 「ニッケル及びニッケル合金継目無管」の廃止に伴い特別要求事項を削除
(58)	JIS H 4600 (2012) チタン及びチタン合金-板及び条	<ul style="list-style-type: none"> • TP270、TR270、TP340、TR340、TP480 及び TR480 をクラス 4 配管に使用可に変更 • TP340 及び TR340 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TP480 及び TR480 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更
(59)	JIS H 4630 (2012) チタン及びチタン合金-継目無管	<ul style="list-style-type: none"> • TTP270、TTP340、TTP480 材をクラス 4 配管に使用可に変更 (耐力値について確認) • TTP340 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TTP480 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更
(60)	JIS H 4631 (2018) チタン及びチタン合金-熱交換器用	<ul style="list-style-type: none"> • TTH270WC 及び TTH340WC を削除 (JIS H 4632 (2018) で廃止) し、TTH270W、TTH340W をクラス 4 配管に使用可に変更 (耐力値について確認)

	溶接管	<p>て確認)</p> <ul style="list-style-type: none"> • TTH340W について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に変更 • 溶接後冷間加工の TTH270WC 及び TTH340WC の S 値を削除 	
(61)	JIS H 4632 (2018) チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管	<ul style="list-style-type: none"> • TTH270C、TTH340C 及び TTH480C をクラス 4 配管に使用可に変更 (耐力値について確認) • TTH340C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TTH480C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更 	
(62)	JIS H 4635 (2012) チタン及びチタン合金-溶接管	<ul style="list-style-type: none"> • TTP270W、TTP270WC、TTP340W 及び TTP340WC をクラス 4 配管に使用可に変更 (耐力値について確認) • TTP340W 及び TTP340WC について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に変更 	
(63)	JIS H 4650 (2016) チタン及びチタン合金-棒	<ul style="list-style-type: none"> • TB270H、TB270C、TB340H、TB340C、TB480H 及び TB480C をクラス 4 配管に使用可に変更 • TB340H 及び TB340C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TB480H 及び TB480C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更 • 特別要求事項を追加 	
(74)	JIS H 5120 (2016) 銅及び銅合金鋳物	<ul style="list-style-type: none"> • 耐力値について規定のない CAC402、CAC403 及び CAC407 をクラス 3 支持構造物に使用可としたこと、耐力値が参考として記載されている CAC406 材を特別要求事項に記載することほかについて確認 • CAC402、CAC403、CAC406、CAC407 の S 値について、「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」との関係について確認 	
(75)	JIS H 5121 銅合金連続鋳造鋳物	<ul style="list-style-type: none"> • CAC402C、CAC403C、CAC406C、CAC407C の S 値について、「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」との関係について確認 	
3	使用可能材料の機器等の区分	<ul style="list-style-type: none"> • 他規格等の材料を取り込む際の考え方について確認 • 上位クラスの使用可能材料を下位クラスに取り込む際の考え方について確認 	
4	使用可能材料の特別要求事項	<ul style="list-style-type: none"> • 「H 4551 (2000) ニッケル及びニッケル合金板及び条」及び「H 4552 (2000) ニッケル及びニッケル合金継目無管」を削除 • 「G 4901 耐食耐熱超合金棒」、「G 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」、「G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」及び「H 4650 チタン及びチタン合金一棒」を追加 • 「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」に規定する STPY400 材の使用制限の要否 	第 2 章 表 1 特別要求事項がある材料のリスト

		<p>及びスパイラルシーム溶接の可否、スパイラルシーム溶接の可否、余盛り高さ、溶接後の冷間拡管成形及びクラス 3 弁への用途について確認</p> <p>・添加した合金元素の含有率や含有量を検査文書に付記することを特別要求していない理由について確認</p>	
5	原子力発電用規格の材料仕様	<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 ボルト材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 	JSME-N1 原子力発電用規格「低温用合金鋼ボルト材」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 ナット材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 ナットに関する JIS B 1099(2012)「締結用部品—ボルト, 小ねじ, 植込みボルト及びナットに対する一般要求事項」の適用事項を確認 	JSME-N2 原子力発電用規格「高温高压用合金鋼ナット材」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 	JSME-N3 原子力発電用規格「合金鋼鍛鋼品」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 	JSME-N4 原子力発電用規格「低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 引張試験の 1A 号試験片を削除 	JSME-N5 原子力発電用規格「低温配管用炭素鋼鋼管」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 	JSME-N6 原子力発電用規格「炭素鋼鋳鋼品」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 	JSME-N7 原子力発電用規格

			「13 クロム鋼鍛鋼品及び13 クロム鋼棒」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 棒材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 	JSME-N8 原子力発電用規格「高温用ステンレス鋼棒材」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 	JSME-N9 原子力発電用規格「耐熱ステンレス鋼」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 再試験に関する適用規格 JIS G 0307「鋳鋼品の製造、試験及び検査の通則」を1998年版から2014年版に変更 	JSME-N10 原子力発電用規格「耐食ステンレス鋼鋳鋼品」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 	JSME-N11 原子力発電用規格「耐食ステンレス鋼鍛鋼品」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 種別1種の記号を「GNCF1」から板材の「GNCF1-P」、管材の「GNCF1-TP, TB」及び棒材の「GNCF1-B」に区分し、それぞれに機械的性質を規定 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 	JSME-N12 原子力発電用規格「耐食耐熱合金」
		<ul style="list-style-type: none"> 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記 	JSME-N13 原子力発電用規格「ニッケル・クロム・鉄合金690」
		<ul style="list-style-type: none"> 「JIS G 3214(1991+2009 追補 1)「圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」の化学成分規定準用に伴う原子力用機器部品に対する磷(P)の制限(0.030%以下)適用について確認 	JSME-N15 原子力発電用規格「圧力容

			器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」
6	ボルト材を除く材料の設計応力強さ	<ul style="list-style-type: none"> ・オーステナイト系ステンレス鋼もしくは高ニッケル合金の Sm 値及び S 値に対するひずみ制限について確認 ・備考 1.における「JIS G 3456 高温配管用炭素鋼鋼管」等の電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の非破壊試験規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.85 倍等の係数を乗じることの適切性について確認 ・備考 2.における鋳鋼品の Sm 値設定に関する規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.80 倍の係数を乗じることの適切性について確認 	Part3 第1章表1材料（ボルト材を除く）の各温度における設計応力強さ Sm 値 (MPa)
7	ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力	<ul style="list-style-type: none"> ・「Part2 第1章表1使用する材料の規格」における記号 SCM1-1、SCM1-2 等と許容引張応力の表における記号 SCM1、SCM1 等と注の M1、M2 の対応関係について確認 ・ASME 相当材と同定した材料の設定の考え方について確認 ・備考 1.1 のクラス MC 容器の場合における電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の非破壊試験の判定基準ほかについて確認 ・備考 1.2 のクラス MC 容器以外の場合における非破壊試験の合格しない場合の係数について確認 ・備考 2.イ.の「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ片側溶接について確認 ・備考 2.ロ.の「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ両側溶接鋼管に対する UT 試験の適用規格について確認 ・備考 3.の鋳鋼品に対する非破壊試験の規定について確認 	Part3 第1章表3鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)
8	非鉄金属材料の許容引張応力	<ul style="list-style-type: none"> ・備考 6.の鋳造品と表3の備考 3.に規定する鋳鋼品との非破壊試験により乗ずる係数について確認 	Part3 第1章表4非鉄材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)
9	材料の設計降伏点	<ul style="list-style-type: none"> ・備考「1. 下表の規格に適合する電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計降伏点は、表6の値に関わらず、次の規定による 	Part3 第1章表6材料の各温

		<p>こと。」の表中に「原子力発電用規格 JSME-N12「耐食耐熱合金」」を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS G 5101(1991)炭素鋼鋳鋼品」の SC410、SC450 及び SC480 が材料規格に規定されていない理由について確認 (表 7 についても同じ) ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS G 5502(2001+2007 追補 1)球状黒鉛鋳鉄品」の FCD400 及び FCD450 が材料規格に規定されていない理由について確認 (表 7 についても同じ) ・「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」に規定されていない「JIS G 5501(1995)ねずみ鋳鉄品」の FC 材を使用することの適否について確認 ・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金継目無管」の C6870、C6871、C6872、C7100 及び C7150 並びに「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金一板及び条」、「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金一継目無管」、「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」及び「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金一棒」のチタン 1 種、2 種が材料規格に規定されていない理由について確認 (表 7 についても同じ) ・備考 1. の「JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管」等における溶接鋼管の非破壊試験の判定基準ほかについて確認 (表 7 についても同じ) ・備考 2. の鋳鋼品に対する非破壊試験の規定について確認 	<p>度における設計降伏点 S_y 値 (MPa)</p>
10	材料の設計引張強さ	<ul style="list-style-type: none"> ・備考「1. 下表の規格に適合する電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計降伏点は、表 7 の値に関わらず、次の規定によること。」の表中に「原子力発電用規格 JSME-N12「耐食耐熱合金」」を追加 	<p>Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値 (MPa)</p>
11	材料の縦弾性係数	<ul style="list-style-type: none"> ・分類番号 E4-4 の分類名称に NCF625 を追加し「高ニッケル合金(GNCF1)」から「高ニッケル合金(GNCF1, NCF625)」に変更 ・分類番号 E5-1 を E5-1、E5-2、E5-3 に細区分し、分類名称を「チタン」からそれぞれ「チタン(1種)」、「チタン(2種)」、「チタン 	<p>Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数</p>

		(3種)」に変更	($\times 10^3$ MPa)
12	材料の線膨張係数	<ul style="list-style-type: none"> ・分類番号 TE2 分類名称「炭素鋼、合金鋼 [区分Ⅱ]」の線膨張係数の値を表から削除し、分類番号 TE1 の分類名称を「炭素鋼、合金鋼 [区分Ⅰ]」から「炭素鋼、合金鋼」に変更 ・分類番号 TE6 「オーステナイト系ステンレス鋼 [区分Ⅰ]」の線膨張係数の値を変更 ・分類番号 TE8 の分類名称「17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型ステンレス鋼」を熱処理記号 H1075 と H1150 に区分し、H1150 の各温度における線膨張係数の値を追加 ・分類番号 TE15 「高ニッケル合金 (NCF600)」の線膨張係数の値を変更 ・分類番号 TE16 の分類名称「高ニッケル合金 (GNCF1)」に NCF625 を追加し、線膨張係数の値を変更 ・分類番号 TE19 「高ニッケル合金 (GNCF3)」の線膨張係数の値を変更 	Part3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数 ($\times 10^{-6}$ (1/°C))
13	材料の外圧線図	<ul style="list-style-type: none"> ・外圧チャートの図に代えてデジタル値の表を用いてもよいと明記 ・外圧チャートリストに図 21 の項目名「耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」を追加し、図 18 の項目名を「ニッケル銅合金 (NiCu30)」から「高ニッケル合金 (NW4400)」に変更 ・「図 1 外圧チャート (形状に関するもの)」を拡大し (1/2) と (2/2) に分割 ・外圧チャート (形状に関するもの) のデジタル値の表を追加 ・図 2 炭素鋼 (常温最小降伏点が 165MPa 以上 210MPa 未満のもの) に示す縦弾性係数の値と温度の関係及び「Part3 第2章 表1 材料の各温度における縦弾性係数」の値と温度の関係について確認 ・ASME 規格に対応して外圧チャートを改訂したものの理由と根拠を確認 	第3章 外圧チャート
		<ul style="list-style-type: none"> ・図 3 の 430°C の曲線を 425°C に変更 ・図 3 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 17~172 から 16~160 に変更 ・表Ⅲとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図3
		<ul style="list-style-type: none"> ・図 5 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 34~345 から 35~350 に変更 	Part3 第3章 図5

	<ul style="list-style-type: none"> ・表Vとしてデジタル値を追加 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 6 の 90℃及び 200℃の曲線を 95℃及び 205℃（縦弾性係数の値に併記している温度を含む。）に変更 ・図 6 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 21～207 から 20～250 に変更 ・表VIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 6
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 8 の 200℃、320℃、430℃及び 600℃の曲線を 205℃、315℃、425℃及び 595℃に変更 ・図 8 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表VIIIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 8
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 10 の 200℃及び 320℃以上 480℃以下の曲線を 205℃及び 315℃以上 480℃以下に変更 ・図 10 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 28～276 から 14～260 に変更 	Part3 第3章 図 10
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 11 の 200℃の曲線を 205℃に変更し、815℃の曲線及び縦弾性係数の値を追加 ・図 11 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表XIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 11
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 12 の 200℃、320℃及び 430℃の曲線を 205℃、315℃及び 425℃に変更 ・図 12 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表XIIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 12
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 13 の 200℃の曲線を 205℃に変更し、815℃の曲線及び縦弾性係数の値を追加 ・図 13 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 17～172 から 16～160 に変更 ・表 XIIIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 13
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 14 の 200℃、320℃及び 430℃の曲線を 205℃、315℃及び 425℃に変更 ・図 14 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表 XIVとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 14
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 15 の 70℃以下及び 200℃の曲線を 65℃以下及び 205℃に変更 ・図 15 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 8.3～83 から 8.0～80 に変更 ・表 XVとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 15
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 16 の 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線を 65℃以下、205℃及び 315℃に変更 ・図 16 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 8.3～83 から 8.0～80 に変更 ・表 XVIとしてデジタル値を追加 	Part3 第3章 図 16
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 17 の 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線を 65℃以下、205℃及び 315℃に変更 	Part3 第3章 図 17

		<ul style="list-style-type: none"> ・図 17 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表 XVII としてデジタル値を追加 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・図 18 の 90℃、200℃及び 320℃以上 480℃以下の曲線を 95℃以下、205℃及び 315℃以上 480℃以下に変更 ・図 18 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更 ・表 XVIII としてデジタル値を追加 	Part3 第 3 章 図 18
		<ul style="list-style-type: none"> ・耐食耐熱合 (GNCF1、NCF625) の外圧チャート 図 21 及びデジタル値の表 XXI を追加 	Part3 第 3 章 図 21

3. 2. 3 溶接規格 2020

溶接規格 2020 の溶接規格 2012 (2013) からの変更点 (技術評価の対象となる「表 ● 技術基準規則の規定と溶接規格 2012 (2013) の規定との対応関係」に掲げる規定に関するもの) のうち、①に分類される項目については、技術的要求事項の変更がないことを確認した。また、②に分類される項目の検討結果については 3. 2. 3 に、③に分類される項目の検討結果については 4. 3 に示す。なお、過去に技術評価されたものであっても、最新知見の蓄積や技術の進歩等により再度評価の確認が必要と判断した場合には、当該部分を技術評価の対象とした。

(1) 引用規格の引用年版等の変更

溶接規格 2012 から変更又は追加された引用規格を「添付資料-2 引用規格の変更に関する確認結果」の「3. 溶接規格 2020 の引用規格の溶接規格 2012 (2013) からの変更に関する確認結果」に示す。本文から年版表記を削除しているが実質的に年版を最新のものに変更したもの●件である。これらの変更内容のうち、以下の●点を技術評価する必要があることを確認した。

この技術評価については、4. 3 において溶接規格 2020 の国内外の知見の反映等に係る技術評価の結果と併わせて評価を行う。

表 3. 2. 3-1 引用規格の年版等の変更に関する事項

No	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所

(2) 国内外の知見の反映等

溶接規格 2020 の変更点について、国内外の知見の反映等によると判断した事項及び変更点以外で再度確認を行った事項は下表に示すとおりであり、事項毎に技術的妥当性を検討した。

表 3. 2. 3-2 国内外の知見の反映等に関する変更事項

No.	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所

1	総則的 要求事項	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製原子炉格納容器の部位に関する用語、炉心支持構造物の溶接継手に関する用語をN-0020 定義と別に記載する理由について確認 ・「解説図 N-0020-7 誤解されやすい継手区分 C の例 (その 4)」に示すハブなしフランジの溶接継手形状について確認 	N-0020 定義 N-CV002 用語の定義 N-CSS001 継手区分の定義
		<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製原子炉格納容器及び炉心支持構造物の溶接は衝撃試験の対象であることを明記 	N-0030 溶接施工法
		<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製原子炉格納容器の規定を追加 ・炉心支持構造物の溶接の規定を追加 	第 10 章 第 11 章
		<ul style="list-style-type: none"> ・溶接士を溶接技能者及び溶接オペレータに呼称変更し、溶接士技能認証標準を溶接技能確認試験に変更 ・溶接士の資格有効期間に関する規定を削除 (第 3 部 WQ-351 及び WQ-451 に移項) ・機器の溶接は、第 3 部に定める有資格者が行うことを明確化 	N-0050 溶接技能者及び溶接オペレータ
		<ul style="list-style-type: none"> ・溶接規格とコンクリート製原子炉格納容器規格との関係を明確化 ・コンクリート製原子炉格納容器のクラス MC 容器の規定を準用する部分について確認 ・コンクリート製原子炉格納容器の溶接部の設計に適用する規格について確認 	N-0060 他の規格との関係 N-CV001 適用範囲 「N-CV010 溶接部の設計」
		<ul style="list-style-type: none"> ・補助ボイラー及びその附属施設の発電用火力設備の技術基準の解釈の適用について確認 	N-HB050 補助ボイラー及びその附属設備の溶接部
2	溶接部の 強度等	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接部は「母材の強度と同等以上の強度を有するもの」から「母材の強度と同等以上とする」に緩和 ・溶接部に割れがあってはならないことを明確化 ・溶接金属の区分見直しによりオーステナイト系ステンレス鋼の A-7 を A-8 に変更し、デルタフェライト量は溶加材 R-8 及び心線 E-8 も対象であることを明記 	N-1040 溶接部の強度等 (N-2040、N-3040、N-4040、N-5040、N-6040、N-7040、N-8040 も同じ)
3	溶接部の 機械試験	<ul style="list-style-type: none"> ・「表 N-X050-3 溶接部の機械試験板の作製要領」に係る規定を (2) に追加 ・試験板の機械試験に関する適合性を判定基準に限定 ・炉心支持構造物の溶接部の機械試験規定を除外 ・衝撃試験温度の表に炉心支持構造物及びコンクリート製原子炉格納容器を追加 ・衝撃試験温度の表において、クラス 1 配管、クラス 2 配管及びクラス 3 配管 (安全設備に係るものに限る。) の「溶接の区分」に継手区分 D を追加 ・2012 年版の表 N-X050-2 の解説 (1) の一部 (機械試験板は突合せ溶接部に適用、胴の内径の採り方) 	N-1053 溶接部の機械試験 (N-2053、N-3053、N-4053、N-5053、N-6053、N-7053 も同じ) － 表 N-0030-1 衝撃試験温度 表 N-X050-2 溶接部の機械試験板

	<p>を2020年版(注)1.及び2.に規定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「2)試験板の材料」及び「3)試験板の厚さ及び形状」の重要な部分を2020年版表 N-X050-3 の項目「1.機械試験板の材料及び形状」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「1)優先順位」を2020年版の表 N-X050-3 項目「2.機械試験板作製の優先順位」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(1)試験板の数」の「A.溶接が同一の条件」の重要な部分を2020年版の表 N-X050-3 項目「3.溶接が同一の条件」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「4)試験板の取付け」を2020年版の項目表 N-X050-3 「4.機械試験板の取付け方法」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「5)試験板の溶接姿勢」の一部を2020年版の表 N-X050-3 項目「5.試験板の溶接姿勢」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「6)試験板の溶接要領」を2020年版の表 N-X050-3 項目「6.機械試験板の溶接要領」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「7)試験板の溶接後の加工」a)の一部を2020年版の表 N-X050-3 項目「7.機械試験板の整形」に規定 ・2012年版の表 N-X050-2 の(注)4.を2020年版の表 N-X050-3 項目「8.冷間曲げ加工」に移項し、対象機器にコンクリート製原子炉格納容器を追加 (クラス2,3機器の規定について確認) ・2012年版の表 N-X050-2 の解説「(2)試験板の製作」の「8)溶接後熱処理」の一部を2020年版の表 N-X050-3 項目「9.溶接後熱処理」に規定 ・「表 N-X110-1 機械試験」の「試験の種類」の項における全ての「型曲げ試験」を「曲げ試験」に変更 ・「表 N-X110-1 機械試験」の「クラス1配管」、「クラス2配管」及び「クラス3配管、クラス3相当管」の欄における「溶接部の区分」の項において「継手区分B及び継手区分Cの溶接部」を「継手区分B、継手区分C及び継手区分Dの溶接部」に変更 ・「表 N-X110-1 機械試験」にコンクリート製原子炉格納容器の欄を追加 ・「表 N-X110-1 機械試験」の(注)書きに1.を追加し突合せ溶接部に適用することを明記 ・「表 N-X110-1 機械試験」の(注)2.の表中「試験の種類」における「型曲げ試験」を「曲げ試験」に、破壊靱性試験の欄の「試験片の数」の項における「溶接金属部」を「溶接金属」に変更 	<p>表 N-X050-3 溶接部の機械試験板の作製要領</p> <p>表 N-X110-1 機械試験</p>
--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> ・2012年版の「表N-X110-1 機械試験」の(注)4.の規定(ローラ曲げ試験の厚さ制限)を除外し、型曲げ試験又はローラ曲げ試験のいずれでも可とする規定を(注)3.として記載 ・2012年版の「表N-X110-1 機械試験」の(注)3.における型曲げ試験を曲げ試験に変更し(注)5.に記載 ・側曲げ試験片の形状・寸法について図N-X110-1「曲げ試験片の形状及び寸法」を追加 ・試験片の採取要領を追加 ・母材の区分がP-23(Al-Mg-Si合金であって、Mgの含有量が0.45%以上1.4%未満で、かつ、Siの含有量が0.2%以上0.8%以下のもの)の場合の側曲げ試験片の厚さを3.2mmとしていたものを図N-X110-1「曲げ試験片の形状及び寸法」において3mmに変更 ・側曲げ試験片の幅(溶接部の厚さ)が大きすぎて試験ができない場合の分割規定を50mmから40mmに緩和 ・ジグの寸法の表に母材の区分P-61(Zr)(R寸法を2tから5tに変更)及び「上記の母材区分以外のもの」を追加 ・ローラ曲げ試験の試験片に裏曲げ試験、縦表曲げ試験及び縦裏曲げ試験の場合の規定を追加 ・側曲げ試験片の形状・寸法について図N-X110-1「曲げ試験片の形状及び寸法」を追加 ・試験片の採取要領を追加 ・側曲げ試験片の幅(溶接部の厚さ)が大きすぎて試験ができない場合の分割規定を追加 ・ローラ曲げ試験の試験の方法において、180°曲げる規定を削除(编者注: JIS Z 3122(2013)は試験片がジグの底から排出された時点で終了と規定) ・ローラ曲げ試験片の母材の区分にP-61(ジルコニウム)を追加(R寸法を2tから5tに変更) ・曲げ試験片の形状及び寸法は、JIS Z 3122の「5.6 試験片の形状及び寸法」のほかに図N-X110-1「曲げ試験片の形状及び寸法」でもよいとして追加 ・曲げ試験片のりょうの丸みをJIS Z 3122(2013)「5.6.6.4 試験片のりょうの丸み」の最大3mmから最大1.5mmに制限 ・「表N-X110-3 破壊靱性試験」において、クラスMC容器を除く各クラスの容器、相当容器、配管、相当管のマルテンサイト系ステンレス鋼に関する記載「母材の区分が表N-G01に掲げるP-6で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合であるもの以外のもの」を削除し代替規定を(注)1に記載 ・「表N-X110-3 破壊靱性試験」において、機器の 	<p>表N-X110-2 継手引張試験, 型曲げ試験及びローラ曲げ試験(表WP-510-1も同じ)</p> <p>図N-X110-1 曲げ試験片の形状及び寸法</p> <p>表N-X110-3 破壊靱性試験</p>
--	--	---

		<p>区分が「クラス MC 容器」の欄に「コンクリート製原子炉格納容器」を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「表 N-X110-3 破壊靱性試験」の機器の区分が「クラス MC 容器、コンクリート製原子炉格納容器」の判定基準において、「2. 衝撃試験」の(1)、(2)に「この場合、3 個の平均の判定基準を満足する試験片の個数は2 個以上とする。」を追加 ・「表 N-X110-3 破壊靱性試験」において、クラス MC 容器を除く各クラスの容器、相当容器、配管、相当管のマルテンサイト系ステンレス鋼に関する記載「母材の区分が表 N-G01 に掲げる P-6 で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合であるもの以外のもの」を削除し代替規定を(注) 1 に記載 ・「表 N-X110-3 破壊靱性試験」の機器の区分が「クラス 2 容器、クラス 3 容器、クラス 3 相当容器、クラス 2 配管、クラス 3 配管及びクラス 3 相当管」であって厚さが 63mm 以下の」ものの判定基準において、「2. 衝撃試験」の(1)、(2)に「この場合、3 個の平均の判定基準を満足する試験片の個数は 2 個以上とする。」を追加 ・「表 N-X110-3 破壊靱性試験」の(注)1. として機械試験板の材質が P-6 (マルテンサイト系ステンレス鋼) の場合の溶接金属及び熱影響部は、クラス 1 容器について設計・建設規格 PVB-2332、クラス 2 容器及びクラス 3 容器について表 N-X110-3 のクラス 2 容器、クラス 3 容器の厚さが 63mm 以下の場合の規定を適用と明記 ・「表 N-X110-3 破壊靱性試験」のクラス 1 容器の場合の判定基準において、「1. 溶接金属」の場合に付された 2012 年版の適用に当たっての条件「ただし、室温での規定最小降伏点が 620MPa を超える材料については、K_{Ic} 曲線は適用除外とする。」が未反映の理由について確認 	
4	溶接部の表面仕上げ	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接部の表面が滑らかで溶接のままで非破壊試験の実施に支障がない場合は、仕上げなくてもよい規定を追加 ・アンダカットについて深さの許容値 0.8mm を追加 	<p>N-1080 溶接部の表面 (N-2080、N-3080、N-4080、N-5080、N-6080、N-7080 も同じ)</p> <p>N-1081 溶接部の余盛 (N-2081、N-3081、N-4081、N-5081、N-6081、N-7081 も同じ)</p>
5	再試験	<ul style="list-style-type: none"> ・表 N-X120-1 の再試験が行える場合の条件を削除し、再試験は無条件で行える規定に変更 	<p>N-1120 再試験 (N-2120、N-3120、N-4120、N-5120、N-6120、N-7120 も同じ)</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・再試験における継手引張試験の「再試験片の数」を「試験片 1 個について 2 個」から「試験片 1 個について 2 個（継手引張試験片を分割した場合は、分割後の個数の 2 倍）」に変更 ・再試験における側曲げ試験、裏曲げ試験、縦表曲げ試験及び縦裏曲げ試験の「再試験片の数」を「試験片 1 個について 2 個」から「試験片 1 個について 2 個（継手引張試験片を分割した場合は、分割後の個数の 2 倍）」に変更 ・破壊靱性試験の再試験が行える場合のクラス MC 容器及びコンクリート製原子炉格納容器を除く各クラスの容器、相当容器、配管、相当管について（注 1）（適用対象となる母材の区分、クラス 1, 2, 3 容器の場合の適用規定）を追加 ・「表 N-X120-1 再試験」の再試験が行える場合の規定においてクラス 1 配管、クラス 2 容器、クラス 3 容器、クラス 3 相当容器、クラス 2 配管、クラス 3 配管及びクラス 3 相当管の規定において、「厚さが 63mm 以下、又は母材の区分が表 N-G01 に掲げる P-6 で、かつ、溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼であって」を「厚さが 63mm 以下のものであって」に変更し、母材の区分が P-6 で溶接金属がマルテンサイト系ステンレス鋼の場合を削除 ・「表 N-X120-1 再試験」において、「試験の種類」が破壊靱性試験の場合のクラス MC 容器の欄にコンクリート製原子炉格納容器を追加 ・「表 N-X120-1 再試験」のクラス MC 容器及びコンクリート製原子炉格納容器の破壊靱性試験において、「2. 板厚 63mm を超える場合（溶接金属及び熱影響部）」(2) 衝撃試験の再試験が行える場合の条件に「ただし、SM400B, SM400C, SLA325A, SLA325B 及び SCPH61 は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値が 27J 以上、最小値が 21J 以上である場合」を追記（第 1 部-123 頁、「表 N-X110-3 破壊靱性試験」における規定の追加を反映） 	表 N-X120-1 再試験
6	耐圧試験	<ul style="list-style-type: none"> ・耐圧試験の保持時間を 10 分から 10 分間以上に変更 ・最初の燃料を装入した後の耐圧保持後の検査における圧力を「通常運転時における圧力以上の圧力」から「通常運転時における圧力を超える圧力」に変更 ・2012 年版の(3) 最高許容耐圧試験圧力を削除 ・ライナプレート及び貫通部スリーブの溶接部について、真空箱による漏えい試験を追加 ・耐圧試験圧力及び耐圧保持後の検査における圧力を表 N-X130-1 を引用せず本文に規定 	<p>N-1130 耐圧試験 (N-2130、N-3130、 N-4130、N-5130、 N-6130、N-7130、 N-8130 も同じ) N-1130 耐圧試験</p> <p>N-8130 耐圧試験 N-CV131 漏えい 試験 N-CV132 耐圧試</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・「表 N-X130-1 耐圧試験」のクラス 3 相当容器及びクラス 3 相当管において、耐圧試験圧力を最高使用圧力の 1.5 倍から 1.3 倍の水圧（水圧で試験を行うことが困難な場合は 1.25 倍から 1.1 倍の気圧）に変更 ・「表 N-X130-1 耐圧試験」の(注)2.として気圧による耐圧試験を行う場合の条件を追加 ・複数の溶接方法を組み合わせた溶接部におけるプロGRESS MT 又はプロGRESS PT の実施時期について確認 ・耐圧代替非破壊試験の種類を放射線透過試験、超音波探傷試験、プロGRESS磁粉探傷試験及びプロGRESS浸透探傷試験に限定する妥当性について確認 	<p>験（構造性能確認試験） 表 N-X130-1 耐圧試験</p> <p>N-1130 耐圧試験（他も共通）</p> <p>表 N-X130-2 耐圧代替非破壊試験</p>
7	突合せ溶接の形状	<ul style="list-style-type: none"> ・厚さの異なる母材の突合せ溶接の形状の図について設計・建設規格の図を引用する形に変更し、溶接の勾配を緩和 ・厚さの異なる母材の突合せ溶接の規定を追加 ・厚さの異なる母材の突合せ溶接部の丸み r 規定（厚さの 1/2 以上の r）を除外 ・継手区分 B の継手面の目違い許容値に継手区分 C 及び継手区分 D を追加 ・継手区分 A の突合せ溶接による継手面の目違いを継手区分 B と同じに緩和し母材の厚さが 60mm を超える場合の目違い量を 6mm に制限 ・応力計算により必要な強度を有することが明らかな場合は目違いの許容値を超えてもよいとすることについて確認 	<p>N-5070 厚さの異なる母材の突合せ溶接（N-6070、N-7070 も同じ）</p> <p>N-8070 厚さの異なる母材の突合せ溶接</p> <p>N-CV070 厚さの異なる母材の突合せ溶接</p> <p>N-5060 突合せ溶接による継手面の目違い（N-6060、N-7060 も同じ）</p> <p>N-CV060 突合せ溶接による継手面の目違い</p> <p>N-1060 突合せ溶接による継手面の目違い（クラス 4 配管を除き同じ）</p>
8	開先面	<ul style="list-style-type: none"> ・ライナアンカを取り付ける継手の開先面の非破壊検査を除外 ・継手区分 E の開先面検査を除外 ・圧延又は鍛造によって作られた母材であって、厚さが 25mm 以上 50mm 以下の完全溶け込み溶接部の開先面検査（磁粉探傷試験又は浸透探傷試験）を追加 ・開先面検査に係る規定の表現の見直しについて確認 	<p>N-CV030 開先面</p> <p>N-CSS030 開先面</p> <p>N-1030 開先面（N-2030、N-3030、N-5030、N-6030、N-CV030、N-</p>

			CSS030 も同じ)
9	溶接部の非破壊試験	<ul style="list-style-type: none"> ・非破壊試験の適合性要求を判定基準に限定 ・溶接部の非破壊試験規定の引用先をクラス MC 機器の N-2100 からクラス 1 容器の N-1100 に変更 ・非破壊試験の方法と判定基準に目視試験を追加 ・非破壊試験員の資格に目視試験を追加 ・表 N-X050-1 「溶接部の非破壊試験」に規定する目視検査についての規定なし ・クラス 1 容器、クラス MC 容器、クラス 2 容器、クラス 3 容器及びクラス 3 相当容器、クラス 1 配管、クラス 2 配管、クラス 3 配管及びクラス 3 相当管並びにクラス 4 配管のラグ、ブラケット、強め材、控え、強め輪等であって、重要なものを取り付ける溶接部の代替試験（放射線透過試験又は超音波探傷試験）を削除 ・コンクリート製原子炉格納容器の溶接部の非破壊試験を表 N-X050-1 に追加 ・クラス 2 配管の継手区分 A～D であって、母材の区分が P-1 以外 (P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-9A/9B, P-11A/11B, P-15E) の溶接部の放射線透過試験を溶接後熱処理前に行う場合は、溶接後熱処理後の磁粉探傷試験を追加する規定を追加 ・クラス 3 配管及びクラス 3 相当管の継手区分 A～D であって、母材の区分が P-1 以外 (P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-9A/9B, P-11A/11B, P-15E) の溶接部の放射線透過試験を溶接後熱処理前に行う場合は、溶接後熱処理後の磁粉探傷試験を追加する規定を追加 ・クラス 3 容器及びクラス 3 相当容器に「クラッド溶接による溶接部」を規定しない根拠について確認 ・炉心支持構造物の溶接部の非破壊試験を継手の種類と設計に用いる継手効率とで区分し、表 N-X050-1 に追加 ・炉心支持構造物の溶接部の非破壊試験実施時期についての制限から継手区分 E 除外について確認 ・非破壊試験員の資格について確認 	<p>N-1051 (N-2051、N-3051、N-4051、N-5051、N-6061、N-7051、N-CV051、N-CSS051 も同じ)</p> <p>N-CV050 溶接部の非破壊試験</p> <p>N-CV100 非破壊試験</p> <p>N-CSS100 非破壊試験</p> <p>表 N-X050-1 溶接部の非破壊試験</p> <p>N-CSS052 溶接部の非破壊試験の実施時期</p> <p>N-1100 非破壊試験 (他も共通)</p>

10	溶接後熱処理の方法	<ul style="list-style-type: none"> ・項目「1. 溶接後熱処理の方法の種類」を追加し炉内加熱と局部加熱のいずれかと規定 ・項目「2. 溶接後熱処理における厚さ」を追加し、2012年版「表 N-X0901 溶接後熱処理における温度範囲及び溶接部の厚さに応じた保持時間」の(注)1.の溶接後熱処理の保持時間を算定する厚さの規定を移項並びに2012年版「表 N-X090-2 溶接後熱処理の方法」の解説「(3)母材の厚さ」から「加熱速度及び冷却速度を算定する厚さ」を本文として規定 ・2012年版「表 N-X090-2」の項目「加熱及び冷却の方法」を「4. 加熱及び冷却」に変更し、ただし書きの「温度差が 55℃未満の場合であって、容器又は管が著しい熱応力により損傷を受ける恐れのないときは、1時間につき温度差を 55℃とすることができる」を(1)において「55℃/hより遅くする必要はない」と規定し「容器又は管が著しい熱応力により損傷を受ける恐れのないとき」の条件を削除 ・「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2局部加熱(2)に、2012年版の「解説図 表 N-X090-2-1 局部熱処理における加熱範囲」(编者注:図における加熱範囲とは均一温度領域を指す)を「図1局部熱処理における均一温度領域」として規定 ・「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2局部加熱(3)に、2012年版の「解説図 表 N-X090-2-2 局部熱処理における保温範囲」を「図2局部熱処理における保温範囲」として規定 ・「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2局部加熱(4)に、2012年版「表 N-X090-2 溶接後熱処理の方法」の解説「(1)溶接後熱処理の方法 2)局部熱処理 d)温度測定」の測定点数に関する記載を規定化 ・「6. 溶接後熱処理記録」に規定する記録項目について確認 ・最低予熱温度という用語の適切性について確認 ・母材の区分がP-10H オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼の場合及びP-15E 改良 9Cr-1Mo 鋼の場合の溶接後熱処理を要しない条件について確認 ・「N-1091 溶接後熱処理の方法」から「N-1097 曲げ加工後の溶接後熱処理」まで、細区分して規定する必要性について確認 ・炉心支持構造物の溶接後熱処理における機器の区分について確認 	<p>表 N-X090-1 溶接後熱処理の方法</p> <p>表 N-X090-3 溶接後熱処理を要しないものの条件</p> <p>N-1090 溶接後熱処理 (他も共通)</p> <p>N-CSS096 溶接後熱処理を要しないもの</p>
11	非破壊試験の方法	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線透過試験の方法において「放射線源と溶接部の線源側との距離」の「クラス MC 容器、クラス 2 容器、クラス 3 容器、クラス 3 相当容器、クラス 2 配管、クラス 3 配管、クラス 3 相当管、クラス 4 	表 N-X100-1 放射線透過試験

		<p>配管」の欄にコンクリート製原子炉格納容器及び炉心支持構造物を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射線透過試験の方法において「判定基準」における「クラス1容器、クラスMC容器、クラス2容器、クラス3容器、クラス3相当容器、クラス2配管、クラス3配管、クラス3相当管、クラス4配管」の欄に「炉心支持構造物」を追加 放射線透過試験の方法においてコンクリート製原子炉格納容器の「判定基準」(2類以上)を追加 放射線透過試験の方法において突合せ溶接以外の溶接部における材厚の計算に用いる溶接部の厚さについて確認 放射線透過試験の方法において透過度計を有孔形に限定することの適切性について確認 放射線透過試験の方法において材厚によって基準穴の径を変更する適切性について確認 	
		<ul style="list-style-type: none"> 超音波探傷試験の方法において「探傷面は、清浄で、かつ、滑らかであること」と「探傷面は、清浄で、かつ、滑らかにする」との同等性について確認 	表 N-X100-2 超音波探傷試験
		<ul style="list-style-type: none"> 浸透探傷試験の方法においてワイプオフ法の適用可否及びワイプオフ法が規定する受渡当事者間の合意事項の運用方法について確認 	表 N-X100-4 浸透探傷試験
12	母材の区分	<ul style="list-style-type: none"> 「表 N-G01 母材の区分」において、P 番号「P-1」を引張強さが 490MPa と 590MPa とで 3 つに細区分しグループ番号 1、2、3 と規定 「表 N-G01 母材の区分」において、材料名及び元素名の表示が「モリブデン鋼」から「Mo 鋼」のように元素記号を用いた記載に変更 「表 N-G01 母材の区分」において、P 番号「P-4」をクロムモリブデン鋼の標準合金成分の合計が 2.75 %以下のものから 2.0%以下と 2.0%を超え 2.75%以下のものにと細区分しグループ番号 1、2 と規定 「表 N-G01 母材の区分」において、P 番号「P-4」グループ番号 2 の種類の規定に「P-15E は除く。」を追記 「表 N-G01 母材の区分」に P 番号「P-10H」オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼、「P-15E」改良 9Cr-1Mo 鋼、「P-61」Zr (ジルコニウム) を追加 	表 N-G01 母材の区分 表 WP-321-1 母材の区分
13	コンクリート製原子炉格納容器の溶接	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート製原子炉格納容器の溶接の規定を追加 	第 10 章
14	炉心支持構造物の溶接	<ul style="list-style-type: none"> 炉心支持構造物の溶接の規定を追加 	第 11 章

15	溶接部の最小引張強さ	<ul style="list-style-type: none"> ・「表 N-G02 溶接部の最小引張強さ」において、母材の種類「JIS H 4080(2006)アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」の合金番号 A6063TE-T5 及び A6063TES-T5 の最小引張強さ (MPa) の項における「(肉厚 12mm 以下)」及び「(肉厚 12mm を超え 25mm 以下)」を削除 ・JIS H 4040(2015)「アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線」の A6061BE-T6 及び A6061BES-T6 の最小引張強さを 165MPa とする根拠について確認 ・JIS H 4080(2015)「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」の A3003TE-H112 及び A3003TES-H112 の最小引張強さを 95MPa とする根拠について確認 ・JIS H 4080(2015)「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」の A5052TE-0 及び A5052TES-0 の最小引張強さを「表 N-G02 溶接部の最小引張強さ」に記載する必要性について確認 ・JIS H 4080(2015)「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」の。A6061TE-T4、A6061TES-T4、A6061TD-T4、A6061TDS-T4、A6061TE-T6、A6061TES-T6、A6061TD-T6、A6061TDS-T6 の最小引張強さを 165MPa とする根拠について確認 	表 N-G02 溶接部の最小引張強さ 表 WP-520-1 溶接部の最小引張強さ
16	溶接施工法確認試験における総則的事項	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接事業者に対して溶接施工法の確認を義務化 ・「表 WP-150-1 引用規格」に記載する材料と材料規格 2020 年版の材料との差異について確認 ・JIS 規格材料の年版を指定しないことの妥当性及び廃止済規格を引用することの適切性について確認 	WP-110 溶接施工法の確認 表 WP-150-1 引用規格
17	溶接施工法確認試験における確認項目	<ul style="list-style-type: none"> ・確認項目の範囲を規定する表現について確認 ・溶接方法の Ao、T_B、T_F、T_{FB}、Mo を削除 ・確認項目の欄に規定の項番号を記載し項番号順に入替、確認項目として「溶接方法」及び「裏当て」の欄を追加、「母材」を「母材の種類」に変更 ・衝撃試験が要求される場合の欄に「層」を移動して溶接方法 A、T、M、PA を「-」から確認対象「○」に変更し、同欄に「溶接姿勢」、「パス間温度」、「溶接入熱」、「衝撃試験温度」の欄を追加するとともに溶接方法 G を除く全ての溶接方法を確認対象「○」に設定 ・「裏面からのガス保護」の欄の溶接方法 EG を確認対象「○」から「-」に変更 ・「裏当て」の欄を溶接方法 ES 及び EG を除く全ての溶接方法について確認対象「○」に追加 ・衝撃試験が要求される場合の欄に「層」を移動して、確認項目欄（溶接姿勢、パス間温度、溶接入熱及び衝撃試験温度）の追加及び項番号変更に伴い確認要領の見直し 	WP-300 確認項目 表 WP-300-1 溶接方法別の確認項目 表 WP-300-2 電子ビーム溶接における確認項目

		<ul style="list-style-type: none"> ・衝撃試験が要求される場合の確認項目欄（層、溶接姿勢、パス間温度、溶接入熱及び衝撃試験温度）の追加及び項番号変更に伴い確認要領の見直し 	表 WP-300-3 レーザビーム溶接における確認項目
18	溶接施工法確認試験における溶接方法	<ul style="list-style-type: none"> ・項目番号を WP-301 から WP-310 に変更し、溶接方法の組合せについて「2 つ以上の異なる溶接方法を組合せて行う場合にあつては、その組合せごとに 1 区分」から「既に確認されている溶接施工法を組合せて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい」に変更 ・溶接施工法確認試験のクラッド溶接の対象機器にクラス 1 配管及びクラス 2 配管を追加（クラスの区分により溶接施工法の確認項目を区別する必要性について確認） ・溶接方法の区分 A_o、T_B、T_F、T_{FB}、M_o を削除し、種類の項の A を「被覆アーク溶接（両側溶接又は裏当て金を用いる片側溶接）」から「被覆アーク溶接」に、T は「ティグ溶接（裏当て金を用いない片側溶接）」から「ティグ溶接」に変更 ・溶接方法の区分 M を「ミグ溶接（両側溶接又は裏当て金を用いる片側溶接）」から「ミグ溶接、マグ溶接」、「炭酸ガスアーク溶接」及び「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」に細区分 ・2012 年版の注書き「2. 溶接方法の区分は、溶接方法ごとを 1 区分とする。ただし、2 つ以上の異なる溶接方法を組合せて行う場合にあつては、その組合せごとに、それぞれ 1 区分とする。」を「1. 溶接方法の種類ごと又はその組合せを 1 区分とする。2 つ以上の溶接方法の組合せとなる溶接において、既に確認されている溶接施工法を組合せて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい。」に変更（編者注：WP-310(1)の規定と重複）（「JIS Z 3040(1995)「溶接施工法の確認試験方法」、JIS B 8285 (2010)「圧力容器の溶接施工法の確認試験」の溶接施工法と同一扱いする根拠について確認） ・2012 年版の注書き「3. ミグ溶接にはマグ溶接を含める。」を「2. ノンガスシールドアーク溶接（セルフシールドアーク溶接）は、M に含まない。」に変更 	WP-310 溶接方法 表 WP-310-1 溶接方法の区分
19	溶接施工法確認試験における母材	<ul style="list-style-type: none"> ・(1)に「表 WP-321-1 以外の母材については、母材の種類及び成分の組合せごとの区分とする。」と規定する母材の「種類」について確認 ・(2)として、母材の区分にグループ番号が追加されたことにより、過去に確認されたグループ番号区分なしの溶接施工法を用いて破壊靱性試験が要求されない溶接継手の溶接を行う場合の条件を規定 	WP-321 母材の種類

		<ul style="list-style-type: none"> ・母材の区分 P 番号の付番原則について確認 ・(3)に JSME 規格 (材料規格、設計・建設規格第 II 編高速炉規格、再処理設備の設計規格、金属キャスク構造規格、コンクリートキャスク、キャニスタ詰替装置およびクニスタ輸送キャスク構造規格) に規定する材料の種類ごとの標準合金成分と母材の区分 (P-No、グループ番号) を「表 WP-321-2 各種材料の母材の区分」として追加 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・(1)において、母材の厚さの区分と試験材の厚さの関係の規定 ・(2)において、突合せ溶接の場合の母材の厚さの上限について具体化 	WP-322 母材の厚さ
20	溶接施工法確認試験における溶接材料	<ul style="list-style-type: none"> ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、A-1 炭素鋼の C 量を 0.15%以下から 0.20%以下に、Cr 量、Mo 量及び Ni 量を規定なしから 0.20%以下、0.30%以下及び 0.50%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、A-2 モリブデン鋼及び A-3 クロムモリブデン鋼の Ni 量を規定なしから 0.50%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、2012 年版の A-4-1 : クロムモリブデン鋼を A-4 : Cr (2~4%) -Mo 鋼に変更し、Cr 量を 2.00~5.00%から 2.00~4.00%に、Ni 量を規定なしから 0.50%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、2012 年版の A-4-2 : クロムモリブデン鋼を A-5 : Cr (4~10.5%) -Mo 鋼に変更し以降の区分番号を繰り下げ、Cr 量を 5.00~10.50%から 4.00~10.50%に、Ni 量を規定なしから 0.80%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、A-5 : マルサンサイト系ステンレス鋼を A-6 : Cr 系ステンレス鋼 (マルテンサイト系) に変更し、Ni 量を規定なしから 0.80%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、A-6 : フェライト系ステンレス鋼を A-7 : Cr 系ステンレス鋼 (フェライト系) に変更し、Ni 量を規定なしから 0.80%以下に変更 ・「表 WP-331-1 溶接金属の区分」において、A-8 : オーステナイト系ステンレス鋼を A-9 : Ni-Cr 系ステンレス鋼 (オーステナイト系) に変更し、Cr 量を 25.00~30.00%から 19.00~30.00%に、Mo 量を 4.00%以下から 6.00%以下に変更 ・溶接金属の区分の決め方に関する(注) 2. ~5. を追加 (4.の内容を記載する目的について確認) ・「WP- 331 溶接金属」の解説に溶接棒の区分について記載する理由を確認 	表 WP-331-1 溶接金属の区分 表 WQ-313-4 溶接金属の区分
		<ul style="list-style-type: none"> ・「表 WP-333-1 溶接材若しくはウエルドインサート又は心線の区分」において、R-1 (E-1) 炭素鋼の C 量を 0.15%以下から 0.20%以下に、Cr 量、Mo 量及び Ni 量を規定なしから 0.20%以下、0.30%以下及 	表 WP-333-1 溶接材若しくはウエルドインサート又は心線の区

	<p>び0.50%以下に変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「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」において、R-2 (E-2) モリブデン鋼及び A-3 クロムモリブデン鋼の Ni 量を規定なしから 0.50%以下に変更 ・「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」において、2012 年版の R-4-1 (E-4-1) : クロムモリブデン鋼を R-4 (E-4) : Cr (2~4%) -Mo 鋼に変更し、Cr 量を 2.00~5.00%から 2.00~4.00%に、Ni 量を規定なしから 0.50%以下に変更 ・「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」において、2012 年版の R-4-2 (E-4-2) : クロムモリブデン鋼を R-5 (E-5) : Cr (4~10.5%) -Mo 鋼に変更し以降の区分番号を繰り下げ、Cr 量を 5.00~10.50%から 4.00~10.50%に、Ni 量を規定なしから 0.80%以下に変更 ・「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」において、R-5 (E-5) : マルテンサイト系ステンレス鋼を R-6 (E-6) : Cr 系ステンレス鋼 (マルテンサイト系) に変更し、Ni 量を規定なしから 0.80%以下と規定 ・「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」において、R-6 (E-6) : フェライト系ステンレス鋼を R-7 (E-7) : Cr 系ステンレス鋼 (フェライト系) に変更し、Ni 量を規定なしから 0.80%以下に変更 ・「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」において、R-7 (E-7) : オーステナイト系ステンレス鋼を R-8 (E-8) : Ni-Cr 系ステンレス鋼 (オーステナイト系) に変更 ・「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」において、R-8 (E-8) : オーステナイト系ステンレス鋼を R-9 (E-9) : Ni-Cr 系ステンレス鋼 (オーステナイト系) に変更し、Cr 量を 25.00~30.00%から 19.00~30.00%に、Mo 量を 4.00%以下から 6.00%以下に変更 ・「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」において、R-10 (E-10) ニッケル鋼及び R-3 (E-3) クロムモリブデン鋼の Cr 量を規定なしから 0.50%以下に変更 ・「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」において、新たに R-11 (E-11) : Mn-Mo 鋼及び R-12 (E-12) : Ni-Cr-Mo 鋼を追加 ・「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」において、新たに R-61 (E-61) : Zr (ジルコニウム) を追加 ・(注) として「1. 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 	分
--	---	---

		<p>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)」を追加(编者注:「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。」は「WP-334 心線」の規定と重複)</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> 心線のソリッドワイヤとフラックス入りワイヤは異なる区分に変更 	WP-334 心線
		<ul style="list-style-type: none"> 項目名を「ウェルドインサート」から「ウェルドインサート(融合インサート)」に変更 	WP-335 ウェルドインサート(融合インサート)
		<ul style="list-style-type: none"> 「フラックスの種類及び成分の組合せ」におけるフラックスの種類について確認 	WP-336 フラックス
21	溶接施工法確認試験における溶接施工条件	<ul style="list-style-type: none"> 2種類以上のシールドガスを混合する場合の区分を追記 プラズマアーク溶接におけるオリフィスガスの区分を明確化(「表 WP-200-1 溶接法別の確認項目」の注記から本文に移項) チタン及びジルコニウムの溶接におけるトレーリングシールドガス、密封容器中の置換ガスについて追記(「表 WP-200-1 溶接法別の確認項目」の注記から本文に移項) (3)の「P-51(チタン)、P-52(チタン合金)～」の括弧内について確認 チタン及びジルコニウムの溶接における不活性ガスから非不活性ガスを含む混合ガスへの変更を区分とすることを追記 裏当てについての区分を追加 予熱温度を、確認を受けた温度の下限から 50℃ 下回ってもよいとする規定を削除し、溶接前に水分除去を目的として加熱する操作は予熱とみなさない旨を明記 	<p>WP-341 シールドガス</p> <p>WP-342 裏面からのガス保護</p> <p>WP-343 裏当て</p> <p>WP-345 予熱</p>
22	溶接施工法確認試験における溶接後熱処理	<ul style="list-style-type: none"> 母材の区分が P-15E の場合の溶接後熱処理の区分について確認 	WP-350 溶接後熱処理
23	溶接施工法確認試験における破壊靱性の追加確認項目	<ul style="list-style-type: none"> 確認項目「層」を衝撃試験要求がある場合のみに限定し、クラッド溶接の場合も除外(2012年版は自動溶接の場合の確認項目であったが、2020年版は衝撃試験要求ありの場合の確認項目としてガス溶接を除く全ての溶接方法に拡大) 衝撃試験要求ありの場合の確認項目として溶接姿勢を追加 衝撃試験要求ありの場合の確認項目としてパス間温度を追加(確認試験の上限温度より 50℃ 高くてもよいとする根拠について確認) 衝撃試験要求ありの場合の確認項目として溶接 	<p>WP-381 層</p> <p>WP-382 溶接姿勢</p> <p>WP-383 パス間温度</p> <p>WP-384 溶接入熱</p>

		<p>入熱を追加 (解説に記載する「ここで要求されている溶接入熱は、絶対値でなくてもよい。」について確認)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製原子炉格納容器の衝撃試験温度の要求値について確認 	<p>WP-385 衝撃試験温度</p>
24	溶接施工法確認試験における確認試験	<ul style="list-style-type: none"> ・確認試験の溶接を行う溶接技能者及び溶接オペレータの必要な技能について追記 ・試験材の厚さの原則を、「適用する母材の厚さの上限の1/2から上限まで」から「表WP-322-1母材の厚さの区分」に示す母材の厚さ区分により試験材の厚さの倍率を変更 ・2012年版「WP-411試験材の厚さ」(2)における試験材の厚さを母材の厚さの上限値とする規定を削除し、以降番号を繰り上げ ・試験材の取付け方法を衝撃試験の有無により区分し、衝撃試験を必要とする場合の規定を追加 ・「WP-420試験片の種類、数及び採取位置」の規定を(1)、(2)に分割し、衝撃試験ありの場合の他の試験免除規定を追加 ・「表WP-420-1機械試験片の種類及び数」を追加 ・「WP-420試験片の種類、数及び採取位置」の「型曲げ試験片」を「曲げ試験片」に変更 ・「表WP-420-1機械試験片の種類及び数」を追加 	<p>WP-400 確認試験</p> <p>WP-411 試験材の厚さ</p> <p>WP-412 試験材の取付け方法</p> <p>WP-420 試験片の種類、数及び採取位置</p> <p>表WP-420-1 機械試験片の種類及び数</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ・2012年版の(注)1.の規定(試験材の厚さが19mm未満で初層部のみティグ溶接を行う場合は、表曲げ試験片を裏曲げ試験片と読みかえる)を削除 ・2012年版の(注)1.の規定(試験材の厚さが19mm未満で初層部のみティグ溶接を行う場合は、②⑤の表曲げ試験片を裏曲げ試験片と読みかえる)を削除 ・クラッド溶接の試験板の寸法(200mm以上×300mm以上)を母材の寸法からクラッド溶接範囲の寸法に変更 ・備考の記載において始末端部の浸透探傷試験対象外を明記 	<p>図WP-420-1 試験片の種類、数及び採取位置(板の場合)</p> <p>図WP-420-2 試験片の種類数及び採取位置(管の場合)</p> <p>図WP-420-3 試験片の種類、数及び採取位置(クラッド溶接の場合)</p>
25	溶接施工法確認試験における試験方法と判定基準	<ul style="list-style-type: none"> ・板の場合の曲げ試験片の形状及び寸法を追加 ・管の場合の曲げ試験片の形状及び寸法を追加 ・チタン及びジルコニウムの溶接における色調試験の判定基準を追加 ・「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」のSN400B、SN400C、SN490B及びSN490C材の吸収エネルギーについて確認 	<p>図WP-510-1 曲げ試験片の形状及び寸法</p> <p>WP-520 判定基準</p> <p>表WP-520-2 溶接部の吸収エネルギー</p>
26	旧規定の	<ul style="list-style-type: none"> ・「WP-600旧年版の規定等に基づいて確認された 	<p>WP-600 旧年版の</p>

	溶接施工法の扱い	溶接施工法の扱い」として、「WP-601 確認試験の省略」及び「WP-602 溶接施工法の読替え」規定を追加	規定等に基づいて確認された溶接施工法の扱い
27	溶接技能確認試験における総則的事項	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接施工を行う製造事業者に対する溶接を行う者への技能確認の責務を追加 ・旧年版を適用することの適切性について確認（「JIS Z 3107(1993) チタン溶接部の放射線透過試験方法」、「JIS Z 3801(1997)手溶接技術検定における試験方法及び判定基準」、「JIS Z 3821(2001)ステンレス鋼溶接技術検定における試験方法及び判定基準」、「JIS Z 3841(1997)半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準」） ・JIS 規格を引用しない理由について確認（「JIS Z 3805(1997)チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準」、「JIS Z 3811(2000)アルミニウム溶接技術検定における試験方法及び判定基準」） ・規格上の溶接技能者及び溶接オペレータと技能の確認の有無について確認 	<p>WQ-110 溶接技能者及び溶接オペレータの技能確認 表 WQ-150-1 引用規格</p> <p>WQ-200 溶接を行う要員の種類</p>
28	溶接技能確認試験における溶接方法	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接士（自動溶接機を用いない溶接士、自動溶接機を用いる溶接士）を溶接技能者と溶接オペレータに呼称変更 ・1)に確認しようとする溶接技能者の資格に対応する溶接方法、溶接棒、溶加材又は心線、母材の規定を追加し、以降番号を繰り下げ（衝撃試験を確認項目としない理由について確認） ・2012年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「Ao 及び A」が削除され上位資格の Ao に区分されたことにより、「A, Ao 及び A 並びに G 以外のもの」を「Ao, A 及び G 以外のもの」に変更 ・2012年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「T_F 及び T_{FB}」と「T_{FB}」が削除され上位資格の T_F、T_{FB} に区分されたことにより、「T_F 及び T_{FB} 並びに T_{FB}」を限定資格の「T_F 及び T_{FB}」に変更 ・溶接方法の区分 A₀、T_B、T_F、T_{FB} 及び M₀ を特殊技能の区分（資格区分）に変更し、組合せの溶接方法の区分「A₀ 及び A」、「T、T_B、T_F 及び T_{FB}」、「T_B 及び T_{FB}」、「T_F 及び T_{FB}」及び「M₀ 及び M」を削除し、関連して組合せの溶接方法の区分の場合の溶接方法を規定した 2012 年版の表の(注)を削除 ・溶接方法の区分から「手」、「半自動」の区分を削除し、(注)1. に溶接方法の区分が T と M の場合の手溶接と半自動溶接の区分を記載 ・種類の項の記載を種類と溶接施工上の制限の項に分割 ・特殊技能の区分に対応した特殊技能の制限の項を追加 	<p>WQ-311 溶接方法</p> <p>表 WQ-311-1 溶接方法の区分(溶接技能者)</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・特殊技能の区分 T_B, T_F 及び T_{FB} は溶接方法の区分が T に対する限定資格である旨を (注)2. に規定 ・溶接技能者の溶接方法の区分についての補足事項として (注) 3. ～9. を追加 ・試験材の区分がアルミニウム, アルミニウム合金又はチタン以外の場合の W-2 について、試験材の厚さを 25mm 以上から 19mm に変更 ・溶接棒の区分 F-40X を F-41～F-45 に細区分して溶接棒の種類を細区分ごとに記載し、(注)1. で F-41、F-42、F-43、F-44、F-45 を 1 区分とする旨を明示 ・溶加材のグループ区分 R-1X 及び心線のグループ区分 E-1X に、Mn-Mo 鋼 (細区分 R-11、E-11) 及び Ni-Cr-Mo 鋼 (細区分 R-12、E-12) を追加 ・溶加材のグループ区分 R-5X 及び心線のグループ区分 E-5X のオーステナイト系ステンレス鋼を (細区分 R-8、E-8) と (細区分 R-9、E-9) に分割 ・R-61 (E-61) : Zr (ジルコニウム) が記載されていない理由について確認 ・母材のグループ区分 P-1X から母材の区分 P-31 (Cu 及び Cu 合金であって、P-32、P-34 及び P-35 以外のも) 、P-32 (ネーバル黄銅又は復水器用黄銅) 及び P-35 (Al 青銅) を削除し、P-10H (オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼) 及び P-15E (改良 9Cr-1Mo 鋼) を追加 ・母材のグループ区分に「上記以外の区分」を追加 	<p>表 WQ-312-1 試験材及び溶接姿勢の区分 (溶接技能者)</p> <p>表 WQ-313-1 溶接棒の区分</p> <p>表 WQ-313-2 溶加材 (ウェルドインサート含む) 又は心線の区分</p> <p>表 WQ-314-1 母材の区分</p>
29	溶接技能確認試験の方法及び判定基準	<ul style="list-style-type: none"> ・2012 年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「Ao 及び A」が削除され上位資格の Ao に区分されたことにより、「A, Ao 及び A 並びに G 以外のもの」を「Ao, A 及び G 以外のもの」に変更 ・母材の区分が P-61 (ジルコニウム) の場合は、WQ-321 が適用されることの適切性について確認 ・2012 年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「T, T_B, T_F 及び T_{FB}」, 「T_B 及び T_{FB}」 「T_F 及び T_{FB}」並びに「M_o 及び M」が削除され限定資格の T_B, T_F, T_{FB} 及び上位資格の Mo に区分されたことにより、「T, T_B, T_F 及び T_{FB}」, 「T_F 及び T_{FB}」, 「M」並びに「M_o 及び M」以外を「T, T_B, T_F, T_{FB}, M 及び Mo 以外」に変更 ・2012 年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「T, T_B, T_F 及び T_{FB}」, 「T_B 及び T_{FB}」 「T_F 及び T_{FB}」並びに「Mo 及び M」が削除され限定資格の T_B, T_F, T_{FB} 及び上位資格の Mo に区分されたことにより、「T, T_B, T_F 及び T_{FB}」, 「T_F 及び T_{FB}」並びに「M」以外を「T, T_B, T_F, T_{FB} 及び M 以外」に変更 ・チタン溶接部の合否判定における変色程度の一様性について確認 	<p>WQ-321 試験材の種類がアルミニウム, アルミニウム合金又はチタン以外の場合</p> <p>WQ-322 試験材の種類がアルミニウム又はアルミニウム合金の場合</p> <p>WQ-323 試験材の種類がチタンの場合</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・2012年版「表 WQ-311-1」における溶接方法の区分の「T_F及びT_{FB}」と「T_{FB}」が削除され上位資格のT_F、T_{FB}に区分されたことにより、「T_F及びT_{FB}」並びに「T_{FB}」を限定資格の「T_F及びT_{FB}」に変更 ・W-2 試験材の厚さを25mm以上から19mmに変更 	<p>WQ-321、WQ-322、WQ-323</p> <p>図 WQ-321-3 W-2の試験材料の形状、寸法及び試験片採取位置</p>
30	溶接技能確認試験における資格表示	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の資格表示に関する溶接方法の区分、溶接棒の区分、溶加材の区分、心線の区分及び母材の区分を明記 ・溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の試験材の区分及び溶接姿勢の区分から実際に溶接が可能な厚さ及び溶接姿勢を明記（编者注：2012年版の規定を(2)に移項し、2012年版の表 WQ-330-1の記載内容を充実させ表 WQ-330-6としたもの） ・溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の溶接姿勢の区分から実際に溶接が可能な傾斜角及び回転角の範囲を明記 ・全ての「試験材の区分」について溶接姿勢の区分が立向、横向及び上向の場合に溶接が可能な溶接姿勢に下向を追記 ・試験材の区分がW-0、W-1、W-2、W-10、W-11、及びW-12であって溶接姿勢の区分が立向及び上向の場合のすみ肉溶接の溶接が可能な溶接姿勢に横向を追加 ・試験材の区分がW-2の試験材の厚さを19mmから25mm以上に変更 ・「溶接金属の厚さ」の項の(板)又は(板及び配管)の場合の(注)3.の意味について確認 ・2012年版の(注)3.において試験材の区分がW-0又はW-10の場合の溶接姿勢f、v、h、oの全てについて確認を受けた場合、作業範囲に規定する溶接姿勢を「姿勢制限なし」としていた規定を削除 ・試験材の区分がW-3-0、W-3、W-4、W-13、W-14、W-15、W-23及びW-24の作業範囲の項の溶接姿勢に「全姿勢」を追加し(注)4.に管軸が傾斜した配管の溶接に適用する旨を追加 ・板材の溶接姿勢を配管溶接に適用可能な管径と厚さを(注)5.に追加 ・溶接姿勢の区分に合格した溶接技能者が、溶接することができる突合せ溶接及びすみ肉溶接の各溶接姿勢の基準溶接姿勢からの傾斜角及び回転角の範囲について表 WQ-330-7に追加 	<p>WQ-330 作業範囲</p> <p>表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲</p> <p>表 WQ-330-7 各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲</p>
31	溶接技能者資格の	<ul style="list-style-type: none"> ・第1部溶接規格の「N-0050 溶接士」に規定していた自動溶接機を用いない溶接士の資格有効期間 	<p>WQ-350 溶接技能者資格の有効期</p>

	有効期間	の規定を移項し、本規格と同等と認められるものの規定を追加	間
32	溶接オペレータの資格	<ul style="list-style-type: none"> ・「表 WQ-411-1 溶接方法の区分」に(注)として、J にはサブマージアーク溶接機を用いた帯状電極エレクトロスラグ溶接(下向姿勢に限る。)を含み、SM には、溶接方法としてミグ溶接以外にマグ溶接を含むと明記 ・「WQ-412 その他の事項」と「WQ-421 溶接技能者の技能確認試験に準じた試験」(1)確認試験要領の1)との内容重複について確認 	WQ-411 溶接の方法 WQ-412 その他の事項
		<ul style="list-style-type: none"> ・(1)確認試験要領3)において、サブマージアーク溶接機を用いたエレクトロスラグ溶接によるクラッド溶接及び肉盛溶接の溶接オペレータの確認試験を自動溶接機を用いない溶接技能者の技能確認試験に準じた試験として規定 ・(2)溶接上の注意事項として WQ-321(2)及び WQ-323(2)に準じるとし、試験材の種類がアルミニウム又はアルミニウム合金のものの場合を除外(編者注:アルミニウム又はアルミニウム合金の自動溶接は想定していない?) ・(3)試験片の準備として曲げ試験片にアルミニウム又はアルミニウム合金のものの場合を除外 ・(4)試験方法としてアルミニウム又はアルミニウム合金のものの場合を除外 ・(5)合否判定基準としてアルミニウム又はアルミニウム合金のものの場合を除外 	WQ-421 溶接技能者の技能確認試験に準じた試験
		<ul style="list-style-type: none"> ・サブマージアーク溶接機を用いたエレクトロスラグ溶接によるクラッド溶接及び肉盛溶接を溶接方法の区分 J (サブマージアーク溶接) の作業範囲とする規定から、サブマージアーク溶接機を用いた帯状電極サブマージアーク溶接及び帯状電極エレクトロスラグ溶接は、溶接方法の区分 J (サブマージアーク溶接) の作業範囲とする規定に変更 	WQ-430 作業範囲
		<ul style="list-style-type: none"> ・第 1 部溶接規格の「N-0050 溶接士」に規定していた自動溶接機を用いる溶接士の資格有効期間の規定を移項し、本規格と同等と認められるものの規定を追加 	WQ-450 溶接オペレータ資格の有効期間
		<ul style="list-style-type: none"> ・溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新規定を追加 	WQ-500 溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新
33	資格更新	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新方法、溶接技能者及び溶接オペレータの有効期間の延長並びに溶接技能者及び溶接オペレータ資格の延長開始の起算日についての規定を WQ-512、WQ-511 及び WQ-512 に追加 ・溶接技能者の更新試験を、WQ-521 更新試験の確認項目、WQ-522 溶接方法の区分、WQ-523 試験材の区分、WQ-524 溶接姿勢の区分、WQ-525 溶接材料の 	WQ-510 溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新方法 WQ-520 溶接技能者の更新試験

		<p>区分、WQ-526 更新試験の省略及び WQ-527 更新試験に区分して規定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶接オペレータの更新試験を WQ-531 更新試験の確認項目及び WQ-532 更新試験に区分して規定 ・更新試験の順序を規定 ・曲げ試験の代替として試験材の放射線透過試験を追加 ・更新試験方法を WQ-551 溶接資格に応じた試験材の溶接、WQ-552 試験材の外観試験、WQ-553 曲げ試験又はのど厚測定試験及び WQ-554 試験材の放射線透過試験に区分して規定 ・更新試験においては、溶接ビード始末端、層間、最終表面、余盛の手入れのグラインダによるビード成形は行ってもよく、溶接トーチの持ち方について左右の持ち替えあるいは両手を使用してもよいと明記 ・溶接士（溶接技能者、溶接オペレータ）の更新試験が曲げ試験の代替として放射線透過試験が導入されたことにより放射線透過試験の規定を追加 	<p>WQ-530 溶接オペレータの更新試験</p> <p>WQ-540 更新試験の順序</p> <p>WQ-550 更新試験方法</p> <p>表 WQ-554-1 放射線透過試験</p>
34	他規格の溶接技能者	<ul style="list-style-type: none"> ・他規格の溶接技能者について、WQ-610 JIS 規格の溶接技能者及び WQ-620 発電用火力設備の溶接士を規定 ・JIS 規格の溶接技能者を本規格の資格区分と同等とする規定を追加 ・JIS 溶接技能者資格の有効期間を規定 ・発電用火力設備の溶接士を本規格の資格区分と同等とする規定を追加 ・発電用火力設備の溶接士資格の有効期間を規定 ・JIS 規格の溶接技能者を同等とみなす規定を追加したことにより、詳細規定を表として追加 	<p>WQ-600 他規格の溶接技能者</p> <p>WQ-610 JIS 規格の溶接技能者</p> <p>WQ-611 有効期間</p> <p>WQ-620 発電用火力設備の溶接士</p> <p>WQ-621 有効期間及び期間延長</p> <p>表 WQ-610-1 JIS Z 3801 と溶接規格の溶接技能者資格区分の対応</p> <p>表 WQ-610-2 JIS Z 3821 と溶接規格の溶接技能者資格区分の対応</p> <p>表 WQ-610-3 JIS Z 3841 と溶接規格の溶接技能者資格区分の対応</p>

3. 2. 4 事例規格 2020

事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点（技術評価の対象となる「表 ● 技術基準規則の規定と事例規格 2008 の規定との対応関係」に掲げる規定に関するもの）のうち、①に分類される項目については、技術的要求事項の変更がないことを確認した。ま

た、②に分類される項目の検討結果については3. 2. 4に、③に分類される項目の検討結果については4. 4に示す。なお、過去に技術評価されたものであっても、最新知見の蓄積や技術の進歩等により再度評価の確認が必要と判断した場合には、当該部分を技術評価の対象とした。

(1) 引用規格の引用年版等の変更

事例規格 2008 から変更又は追加された引用規格を「添付資料-2 引用規格の変更に関する確認結果」の「3. 事例規格 2020 の引用規格の事例規格 2008 からの変更に関する確認結果」に示す。本文から年版表記を削除しているが実質的に年版を最新のものに変更したもの●件である。これらの変更内容のうち、以下の●点を技術評価する必要があることを確認した。

この技術評価については、4. 4において溶接規格 2020 の国内外の知見の反映等に係る技術評価の結果と併わせて評価を行う。

表 3.2.4-1 引用規格の年版等の変更に該当する事項

No	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
		.	

(2) 国内外の知見の反映等

事例規格 2020 の変更点について、国内外の知見の反映等によると判断した事項及び変更点以外で再度確認を行った事項は下表に示すとおりであり、事項毎に技術的妥当性を検討した。

表 3.2.4-2 国内外の知見の反映等に該当する変更事項

No.	件名	主な変更内容又は再確認の内容	記載箇所
1	総則的要求事項	・SCC 事例規格の位置付け及び設計・建設規格に取り込んでいない理由について確認	事例規格集 (2022 年版) 事例規格について (2)
		・「材料選定においては注意深い考慮をすること。」と規定する考慮すべき事項について確認	2. 「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」の規定
		・改訂に当たって取り入れた最新知見について確認 ・SCC 事例規格の対象とする知見の収集方法について確認	添付：応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮
2	溶接材料 ERNiCrFe-7A の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・52 合金の説明に UNS Number の N06054 (AWS クラス ERNiCrFe-7A) 溶接材料を追加 ・追加された溶接材料 ERNiCrFe-7A を用いた溶接部が、技術基準規則第 17 条の要求を満足する技術的根拠について確認 ・ERNiCrFe-7A の PWSCC 長時間試験結果について確認 ・ERNiCrFe-7 と ERNiCrFe-7A の SCC 進展特性を同 	付録 1A：材料の略称名と具体的な材料名の対応 (その 1) 付録 1B：材料の略称名と具体的な材料名の対応 (その 2)

		<ul style="list-style-type: none"> 等とする図のデータについて確認 海外における ERNiCrFe-7A の実機適用実績について確認 ERNiCrFe-7A は ERNiCrFe-7 と比べて溶接スケールが少なく施工時手入れが容易であるとする根拠について確認 	XX-2212.2 PWR プラント(1) (解説)
3	SCC 事象の概要	<ul style="list-style-type: none"> SCC 発生三因子の影響度の複雑を、割れ破面の形態が複雑に変更 粒界型応力腐食割れと粒内型応力腐食割れが混在(加工硬化層を除く)している事例について確認 	XX-2100 事象の概要
4	SCC 抑制策	<ul style="list-style-type: none"> 炉水環境で接液部に準じた取り扱いが必要と考えられる気相部は接液部として扱うことを追加 	XX-2200 SCC 発生の抑制への対応
		<ul style="list-style-type: none"> オーステナイト系ステンレス鋼の溶接材料は耐 SCC の観点からデルタフェライト量の下限を規定していますが、母材と同様な化学成分規制をしない根拠について確認 	XX-2211.1 BWR プラント
		<ul style="list-style-type: none"> 原子力用 304 及び原子力用 316 の母材化学成分規制を $C \leq 0.020\%$ から $C \leq 0.020\%$、$N \leq 0.12\%$、$C + N \leq 0.13\%$ に変更 	付録 1A: 材料の略称名と具体的な材料名の対応 (その 1)
		<ul style="list-style-type: none"> 高ニッケル合金 X-750 の SCC 感受性に対する環境条件を酸化性環境から BWR 炉水環境に限定 	XX-2212.1 BWR プラント(3)
		<ul style="list-style-type: none"> ステンレス鋼に代えて炭素鋼を用いる場合は靱性の高い炭素鋼を用いることが重要との規定を削除 	XX-2213 炭素鋼及び低合金鋼
		<ul style="list-style-type: none"> 溶接部分の少ない設計とすることも有効とする規定を追加 	XX-2221 構造設計、溶接、加工等に対する配慮(1)
		<ul style="list-style-type: none"> 特殊な研磨材を用いて、極表面の残留応力を圧縮に変える方法の記載を削除 	XX-2221 構造設計、溶接、加工等に対する配慮(3)
5	付録 1A 及び付録 1B の記載内容	<ul style="list-style-type: none"> 記載する母材及び溶接材料の JIS 規格名称について確認 付録 1A に規定する JIS G 4305 「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」の SUS304 及び SUS316 並びに JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼管」の SUS304TP 及び SUS316TPY を付録 1B で削除 JIS Z 3322 及び JIS Z 3324 を溶接材料の規格として記載する必要性について確認 GXM 材及び 690 合金の「～を示す」の意味について確認 付録 1B を追加し、「「設計・建設規格」(JSME S NC1-2008) 以降の規格から「材料規格」が準用される場合」に適用制限 	付録 1A: 材料の略称名と具体的な材料名の対応 (その 1) 付録 1B: 材料の略称名と具体的な材料名の対応 (その 2)

		<ul style="list-style-type: none"> ・付録 1 B の 690 合金に関する JSME-N13「ニッケル・クロム・鉄合金 690」の材料種別について確認 ・132 合金及び 182 合金として記載する JIS Z 3224 並びに 82 合金として記載する JIS Z 3334 の溶接材料記号について確認 ・改良 182 合金と DNiCrFe-1J(182 合金相当材)との関係、DNiCrFe-1J(182 合金相当材)の UNS Number の適否及び 182 合金相当材とする根拠について確認 ・152 合金及び 52 合金として記載する溶接材料の JIS 規格について確認 	
6	付録 2 の記載内容	フロー図に示す記号について確認	付録 2:SCC 対応フローチャート

4. 技術評価の内容

4. 1 設計・建設規格 2020

4. 1. 1. 1 準用する規格の発行年の記述方法の見直し

本規格は準用する規格の発行年について、「GNR-1122 準用する規格の発行年」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 設計・建設規格から材料の JIS 規格年版を削除し、材料について適用する JIS 規格の年版を「本規格中で指定された年版（指定のない場合は最新版）」から「材料の JIS 規格は材料規格による」に変更
- ② 本規格で指定する JIS 規格年版と同等と判断される年版は使用可能と明記

表 4. 1. 1. 1 準用する規格の発行年に関する規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GNR-1122 準用する規格の発行年 JIS 規格、溶接規格、材料規格及び原子力発電所耐震設計技術規程の適用年は以下によること。 (1) JIS 規格 本規格中で指定された年版。本規格中で年版が指定された場合であっても、その年版と同等と評価される年版についても使用することが可能である。同等か否かの判断については、日本機械学会発電用設備規格委員会へ問合せを行うこと。なお、材料の JIS 規格は、材料規格によること。 (2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016 (2019 年追補まで含む) (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016 (2019 年追補まで含む) (4) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2015 日本電気協会</p>	<p>GNR-1122 準用する規格の発行年 JIS 規格、溶接規格、材料規格及び原子力発電所耐震設計技術規程の適用年は以下によること。 (1) JIS 規格 本規格中で指定された年版。<u>指定のない場合は最新版を適用すること。</u> (2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2012 (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2011 (4) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2008 (平成 20 年 12 月) 日本電気協会</p>

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

- ①/② 「GNR-1122 準用する規格の発行年」において、「(2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016 (2019 年追補まで含む)」、「(3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016 (2019 年追補まで含む)」とされているが、今回の技術評価の対象は両規格とも 2020 年版である。両規格の 2019 年追補と 2020 年版の差について、設計・建設規格としての適用性の点から、日本機械学会は、次のように説明して

いる¹。

溶接規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版の 2019 年版からの変更分については、設計・建設規格 2022 年版の改定の際に、問題がないことを確認しました。また、2022 年版においては、両規格の 2022 年版改定提案の中で、設計・建設規格に対する影響評価を行うことで、設計・建設規格 2022 年版では、両規格の 2022 年版を引用することになりました。2022 年版以降は、設計・建設規格から溶接規格及び材料規格を引用する年版は同じになります。

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 設計・建設規格の対象とする規定に係る知見の収集方法について

「対象規格の改定は以下の目的で継続的に実施」とし、その一つとして「新知見の取り込み」を掲げている。設計・建設規格の章ごとに対象とする知見の収集方法について、日本機械学会は、次のように説明している²。(例：容器の管板、平板、鏡板等の規定についての新知見)

毎年、前年に実施された国内外の規格・基準の動向 (ASME Sec. III, JIS 規格, 電気協会規格等)、国内外の研究動向 (ASME PVP Conference, ICONE 等)、国内外の規制動向 (NRA 新規制基準審査会合、規格類協議会等)、国内外のプラント運転経験 (NUCIA, NRA 指示文書等) を調査し、設計・建設規格に対する改定要否を検討しています。

また、「8. 過去の技術評価での条件・要望事項への対応状況」が記載されているが、正誤表の技術評価における気付き・要望事項に対する対応状況について、日本機械学会は、次のように説明している³。(材料規格、溶接規格についても同じ)

日本機械学会 設計・建設規格 (JSME S NC1) 正誤表 (令和元年 7 月 12 日付け) 等及び日本電気協会 原子炉格納容器の漏えい率試験規程 (JEAC4203-2008) 正誤表 (平成 28 年 12 月 13 日付け) 等に関する技術評価書において、日本機械学会が発行する正誤表に対する技術評価が行なわれ、その妥当性を評価されたことを確認しました。

また、その中で今後期待される事項として上がられている項目については、内容を確認し、検討を進めます。

「GTM-1130 機械試験の種類」において、JIS Z2242(2005)「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」を適用しているが、同規格は 2018 年版が発行されている。2018 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴。(「RST-

¹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (1)

² 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : I 1. (1)

³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : I 1. (2) (c)

⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (4)

1120 監視試験片の種類」(2)についても同じ。)

設計・建設規格 2022 年版で JIS Z 2242 の 2018 年版を取り込むこととしました。

「GTN-4141 放射線透過試験用装置」において、JIS Z 4560(1991)「工業用 γ 線装置」が適用されているが、同規格は 2018 年版が発行されている。2018 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁵。

設計・建設規格 2022 年版で JIS Z 4560 の 2018 年版を取り込むこととしました。

「GTN-7210 一般事項」において、2020 年版に「JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験—浸透探傷試験—第 1 部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様分類」」が適用されているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁶。

設計・建設規格 2022 年版で JIS Z 2343-1 の 2017 年版を取り込むこととしました。

「PPB-3414 フランジ」(2)及び「VVB-3390 弁箱と弁ふたのフランジの応力評価」において、JIS B8265(2010)「圧力容器の構造—一般事項」を適用しているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁷。

設計・建設規格 2022 年版で JIS B 8267 の 2017 年版を取り込むこととしました。

「PPD-3415 管継手」において、JIS B 2316(2007)「配管用鋼製差込み溶接式管継手」を適用しているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁸。

設計・建設規格 2022 年版で JIS B 2316 の 2017 年版を取り込むこととしました。

「SRV-2010 一般要求」において引用する、日本産業規格 JIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」は 2017 年に改定されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁹。

日本産業規格 JIS B 8210「蒸気用及びガス用ばね安全弁」は、2009 年版で ISO 規格に倣って大幅に改正され、JIS B8210 は今後も ISO 規格に倣って改訂が進められると判断し規格本文を改定する方向で準備していることより、現行の呼び込んでいる JIS 年度は 1994 年のままとしています。

⁵ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 参考資料 3-3：II 1. (10)

⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-3：II 1. (13)

⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-3：II 1. (48)

⁸ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-3：II 1. (49)

⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 参考資料 3-3：II 1. (81)

「SRV-3113 破裂板の容量計算」において引用する日本産業規格 JIS B8226 (2000) 「破裂板式安全装置」は 2011 年に改定され JIS B 8226-1, 2, 3 に分割されています。2011 年版をを採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰。

日本産業規格 JIS B 8226 (2000) 「破裂板式安全装置」は対応国際規格が 3 分割されていることに合わせ、JIS B 8226-1, 2, 3 と 3 分割されたものであり、基本要件事項は変更ないことより、2000 年版のままとしています。

(追而)

(b) 「安全弁等」及び「真空破壊弁」の機器区分について (GNR-1210 機器等の区分)

(追而)

(c) セーフエンドの必要厚さや最小長さなどの設計規定について (GNR-1230 機器等の範囲)」

「(解説 GNR-1230) 機器等の範囲」(3)において、「容器又はポンプに溶接されるセーフエンドは、それぞれ容器又はポンプに含める。」と記載されているが、セーフエンドに関する設計規定が容器又はポンプの項に記載されていない。機器のクラス別のセーフエンドの必要厚さや最小長さなどの設計規定について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹。

セーフエンドは容器又はポンプに含められる機器の耐圧部品であり、セーフエンドが接合する容器又はポンプにおける各機器クラスにおける設計規定を適用します。(例えば容器に接合するセーフエンドであれば、PVB-3000、PVC-3000、PVD-3000 又は PVE-3000 を適用)

【更問】

- ポンプのセーフエンドについて適用する条項を説明してください。(管台の規定ではケーシングの吸込口部分及び吐出口部分を除くとしており、管台の規定をセーフエンドに適用できない。)

4. 1. 1. 2 機器等の耐震クラス区分の見直し

本規格は機器等の耐震クラス区分について、「GNR-1250 機器等の耐震クラス区分」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 「GNR-1251 耐震クラスの設定」と「GNR-1252 耐震重要度分類」をまとめて「GNR-1250 機器等の耐震クラス区分」に一本化

¹⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-3 : II 1.(82)

¹¹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1.(2)

表 4.1.1.2 機器等の耐震クラス区分に関する規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>①GNR-1250 機器等の耐震クラス区分 <u>機器等の設計においては JEAC 4601-2015 「原子力発電所耐震設計技術規程」で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。</u></p>	<p>①GNR-1250 機器等の耐震クラス区分 GNR-1251 耐震クラスの設定 <u>機器等の設計においては GNR-1252 の耐震重要度分類の区分に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。</u> GNR-1252 耐震重要度分類 <u>耐震クラスは対象となる機器の施設の機能に応じ、次の(1)から(4)の耐震重要度分類により規定する</u> <u>(1) A s クラス</u> <u>その機器の破損により冷却材喪失を引き起こす恐れのあるもの、原子炉を緊急停止させかつ安全停止状態に維持するために必要な機器、使用済み燃料を貯蔵するための施設および原子炉格納容器</u> <u>(2) A クラス</u> <u>原子炉事故の際に放射線障害から公衆を守るために必要なものおよびその機能喪失が公衆に放射線障害を及ぼす恐れのあるもので耐震 A s クラスに属さないもの。</u> <u>(3) B クラス</u> <u>高放射性物質に関連するものであって、耐震 A s および A クラスに属する以外のもの。</u> <u>(4) C クラス</u> <u>放射性物質に関する施設で、上記耐震クラスに属さないものおよび放射線安全に関係しない施設</u></p>

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① JEAC4601「原子力発電所耐震設計技術規程」の2008年版が改定され、2015年版が発行された。そこで、2015年版(JEAC4601-2015)を取り込む。また、機器等の耐震クラス区分(GNR-1250)はJEAC4601の耐震重要度分類と重複するため、耐震重要度分類はJEAC4601に従うことを規定し、本文から耐震重要度分類の規定は削除する¹²⁾。

(3) 検討の結果

(追而)

¹²⁾ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2 : 50~52 頁

4. 1. 1. 3 設計に関する用語の見直し

本規格は機器等の設計に関する用語について、「GNR-2120 設計に関する用語」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 継手区分 A、B、C、D の継手を定義から具体的記載に変更

表 4.1.1.3 機器等の設計に関する用語の規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GNR-2120 設計に関する用語</p> <p>(1) 「最高使用圧力」とは、供用状態 A を定義する運転状態において機器が受ける最高の圧力以上の圧力（内外面に圧力を受ける場合はその差圧の最大値）であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(2) 「最高使用温度」とは、供用状態 A を定義する運転状態において機器又は炉心支持構造物に使用される材料に生じる最高の温度以上の温度であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(3) 「最低使用温度」とは、全ての運転状態又は耐圧試験状態において使用される材料に生じる最低の温度以下の温度であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(4) 「機械的荷重」とは、自重、管又は支持構造物からの反力及びその他の荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(5) 「設計機械的荷重」とは設計条件において最高使用圧力に組み合わされる機械的荷重であり、供用状態 A を定義する運転状態において機器が受ける最高の機械的荷重以上の荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(6) 「地震荷重」とは、地震動によって機器等に作用する荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(7) 「継手区分 A」とは、<u>次の継手をいう。</u></p> <p>1) 容器の胴の長手継手</p> <p>2) 管又は管台の長手継手</p> <p>3) 球形容器の継手</p> <p>4) 鏡板又は平板の継手</p> <p>5) 容器の胴に全半球形鏡板を接続する周継手</p> <p>6) 管又は管台に全半球形鏡板を接続する周継手</p> <p>(8) 「継手区分 B」とは、<u>次の継手をいう。</u></p> <p>1) 容器の胴の周継手</p>	<p>GNR-2120 設計に関する用語</p> <p>(1) 「最高使用圧力」とは、供用状態 A を定義する運転状態において機器が受ける最高の圧力以上の圧力（内外面に圧力を受ける場合はその差圧の最大値）であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(2) 「最高使用温度」とは、供用状態 A を定義する運転状態において機器または炉心支持構造物に使用される材料に生じる最高の温度以上の温度であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(3) 「最低使用温度」とは、全ての運転状態または耐圧試験状態において使用される材料に生じる最低の温度以下の温度であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(4) 「機械的荷重」とは、自重、管または支持構造物からの反力およびその他の荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(5) 「設計機械的荷重」とは設計条件において最高使用圧力に組み合わされる機械的荷重であり、供用状態 A を定義する運転状態において機器が受ける最高の機械的荷重以上の荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(6) 「地震荷重」とは、地震動によって機器等に作用する荷重であって、設計上定めるものをいう。</p> <p>(7) 「継手区分 A」とは、<u>容器の胴、管または管台の長手継手、球形容器、鏡板または平板の継手および半球形鏡板と容器の胴、管または管台との周継手をいう。</u></p> <p>(8) 「継手区分 B」とは、<u>容器の胴、管または管台の周継手および半球形鏡板以外の鏡板と容器の胴、管または管台との周継</u></p>

<p>2) <u>管又は管台の周継手</u></p> <p>3) <u>容器の胴に全半球形鏡板以外の鏡板を接続する周継手</u></p> <p>4) <u>管又は管台に全半球形鏡板以外の鏡板を接続する周継手</u></p> <p>(9) 「<u>継手区分C</u>」とは、<u>次の継手をいう。</u></p> <p>1) <u>容器の胴にフランジを接続する継手</u></p> <p>2) <u>容器の胴に平板又は管板を接続する継手</u></p> <p>3) <u>管又は管台にフランジを接続する継手</u></p> <p>4) <u>管又は管台に平板又は管板を接続する継手</u></p> <p>5) <u>鏡板にフランジを接続する継手</u></p> <p>(10) 「<u>継手区分D</u>」とは、<u>次の継手をいう。</u></p> <p>1) <u>容器の胴に管台を取り付ける継手</u></p> <p>2) <u>管又は管台に管台を取り付ける継手</u></p> <p>3) <u>鏡板又は平板に管台を取り付ける継手</u></p> <p>(11) 「<u>ボルト等</u>」とは、<u>ボルト、スタッド及びナットをいう。</u></p> <p>(12) 「<u>ボルト材</u>」とは、<u>ボルト等の材料をいう。</u></p>	<p><u>手をいう。</u></p> <p>(9) 「<u>継手区分C</u>」とは、<u>機器のフランジ、平板または管板と容器の胴、管または管台との継手をいう。</u></p> <p>(10) 「<u>継手区分D</u>」とは、<u>機器の管台と容器の胴、管、管台、鏡板または平板との継手をいう。</u></p> <p>(11) 「<u>ボルト等</u>」とは、<u>ボルト、スタッド及びナットをいう。</u></p> <p>(12) 「<u>ボルト材</u>」とは、<u>ボルト等の材料をいう</u></p>
--	---

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 継手区分の定義は、溶接規格と設計・建設規格にそれぞれ記載があるが、表現が異なる。ユーザの利便性を考え、溶接規格の継手区分に関する記載は削除し設計・建設規格を引用する。設計・建設規格に記載する継手区分の表現は、溶接規格の表現に倣う¹³。

(3) 検討の結果

(追而)

4. 1. 2 非破壊試験技術者に求める技量の要求の見直し

本規格は非破壊試験を行う技術者に求められる技能について、「GTN-2130 試験技術者」、
「GTN-3130 試験技術者」、「GTN-4111 試験技術者」、「GTN-5140 試験技術者」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 垂直法による超音波探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求
- ② 斜角法による超音波探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求
- ③ 放射線透過試験を行う技術者に対する要求事項を規定
- ④ 渦流探傷試験を行う技術者に「十分な技量」を要求

¹³ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2：58～66 頁

表 4.1.2 非破壊試験技術者に求める技量の要求に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GTN-2130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な<u>技量、知識及び経験</u>を持っていないなければならない。</p> <p>GTN-3130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な<u>技量、知識及び経験</u>を持っていないなければならない。</p> <p>GTN-4111 試験技術者 <u>放射線透過試験を行う技術者は、放射線透過試験について十分な技量、知識及び経験を</u>持っているなければならない。</p> <p>GTN-5140 試験技術者 渦流探傷試験を行う技術者は、渦流探傷試験について十分な<u>技量、知識及び経験</u>を持っていないなければならない。</p>	<p>GTN-2130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な<u>知識と経験</u>を持っていないなければならない。</p> <p>GTN-3130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な<u>知識と経験</u>を持っていないなければならない。 (2020年版で新設)</p> <p>GTN-5140 試験技術者 渦流探傷試験を行う技術者は、渦流探傷試験について十分な<u>知識と経験</u>を持っていないなければならない。</p>

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①/②/④ 非破壊試験技術者に「技量、知識及び経験」を有することを要求し、JIS Z 2305 「非破壊試験技術者の資格及び認証」の改定を反映する¹⁴
- ③ GTN-4000 放射線透過試験において、放射線透過試験を実施する試験技術者の要求を明確にするため、規定を追加する。¹⁵

(3) 検討の結果

- ①～④非破壊試験を実施する試験技術者の要求を明確にするため、超音波探傷試験及び渦流探傷試験を行う試験技術者の規定の記載に『**技量**』を追加したこと、並びに放射線透過試験を行う試験技術者の要求事項を規定したことは、【**追而**】

4. 1. 3. 1 超音波探傷試験の時間軸直線性誤差の許容値に関する見直し

本規格は超音波探傷試験の時間軸直線性誤差の許容値について「GTN-2212 時間軸直線性」、「GTN-3212 時間軸直線性」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 超音波探傷試験の時間軸直線性誤差を「2%以内」から「±1%以内」に変更

表 4.1.3.1 超音波探傷試験の時間軸直線性に関する変更点

¹⁴ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2：70 頁の 16-7、

¹⁵ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2：33 頁

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>①GTN-2212 時間軸直線性 使用する超音波探傷器は、<u>日本産業規格 JIS Z 2352(2010)</u>「超音波探傷装置の性能測定方法」の「<u>6.1.1 時間軸直線性</u>」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が<u>±1%以内</u>であることが、使用する期日の12ヶ月以内に確認されたものでなければならない。</p> <p>①GTN-3212 時間軸直線性 使用する超音波探傷器は、<u>日本産業規格 JIS Z 2352(2010)</u>「超音波探傷装置の性能測定方法」の「<u>6.1.1 時間軸直線性</u>」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が<u>±1%以内</u>であることが、使用する期日の12ヶ月以内に確認されたものでなければならない。</p>	<p>①GTN-2212 時間軸直線性 使用する超音波探傷器は、<u>日本工業規格 JIS Z 2352(1992)</u>「超音波探傷装置の性能測定方法」の「<u>4.2 時間軸直線性</u>」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が<u>2%以内</u>であることが、使用する期日の12ヶ月以内に確認されたものでなければならない。</p> <p>①GTN-3212 時間軸直線性 使用する探傷器は、<u>日本工業規格 JIS Z 2352(1992)</u>「超音波探傷装置の性能測定方法」の「<u>4.2 時間軸直線性</u>」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が<u>2%以内</u>であることが、使用する期日の12ヶ月以内に確認されたものでなければならない。</p>

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① GTN2213, 3213 の超音波探傷器の増幅直線性の判定基準について、現在の判定基準が妥当であることを踏まえて見直す。¹⁶

(3) 検討の結果

- ① 「GTN-3212 時間軸直線性」において、「使用する超音波探傷器は、日本産業規格 JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.1.1 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が±1%以内であることが、使用する期日の12ヶ月以内に確認されたものでなければならない。」と規定されている。JEAC 4207-2016 では、「2410 超音波探傷器」の「(2)時間軸直線性」において、「探傷器の時間軸直線性は、JIS Z 2352 の6.1.1に従って測定し、±1%fs 以内とする。」と規定し、JIS Z 2352 では「%fs」としている。「fs」付記の要否について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷。「GTN-2212 時間軸直線性」についても同じ。）

「fs」はフルスクリーン略で探傷器の横軸（時間軸）の全幅となります。

実際は、JIS Z 2352 に従って理論値との測定値の誤差(Δx)の%を求めて探傷器の時間軸直線性の確認を行いますので、「fs」の付記がなくてもユーザの混乱や誤判断はないと考えます。

「GTN-3213 増幅直線性」において、「JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.2.2 増幅直線性（測定方法 A）」に従って測定し、「(1) 正の最大偏差(+h)と負の最大偏差(-h)の絶対値の和が、6%以下であること。」と規定している。JEAC 4207-2016 では、「2410 超音波探傷器」の「(1) 増幅直線性」において、「探傷器の増幅直線性は、JIS Z 2352 の6.2.2に従って測定し、±3%fs 以内とする。」と規定

¹⁶ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料1-1-2：73頁の18-2

¹⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-6：II 1.(7)

している。「正の最大偏差(+h)と負の最大偏差(-h)の絶対値の和が6%以下」とすると、偏った増幅直線性も許容される可能性があるが、規定内容の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸。

増幅直線性は、超音波探傷器の表示部（CRT、ブラウン管）に表示されるエコー高さレベルが入力信号の大きさに対して、直線的に比例して表示できるかという性能になります。直線性の誤差は、一般的に目標値に対する誤差分布（誤差の幅）を確認するものであり、「正と負の和が6%以下」と「目標値に対し±3%」は直線性の確認との目的であれば、同等の判定と考えられます。

また、従来からこの許容値は使用していること、他の素材検査の規定類（「JISG 0801(2008)圧力容器用鋼板の超音波探傷検査方法」、「JIS G 0802(1998)ステンレス鋼板の超音波探傷検査方法」）においても同じ許容値を使用していることから、ユーザの利便性を考慮し、「正と負の和が6%以下」を規定しています。

JIS Z 2352 を 1992 年版から 2010 年版に読替えるにあたり 6.1.1.3 c) で (+) 偏差と (-) 偏差を求め時間軸直線性とするよう改訂されたため、『2%以内』から『±1%以内』に変更したことは、【追而】

(4) 変更点以外の評価

- (a) 「超音波探傷試験の感度校正の頻度について確認（GTN-2251 感度校正の頻度）」
「GTN-2251 感度校正の頻度」は次のように規定されている。

(2) 試験技術者又は試験機材を変更した場合

探傷後に感度及び時間軸の確認の結果、DAC 曲線上のいずれかの点がエコー高さで 20%か 2dB 以上下がっていた場合及び時間軸の全幅の 3%以上変動していた場合には、最後に校正が確認された以降の探傷結果を無効とする。この場合は新たな調整を実施し無効となった試験部位に対して再試験しなければならない。

「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」（以下「亀裂解釈」という。）の別紙6においては、「JEAC4207-2016 軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程」（以下「JEAC4207-2016」という。）の適用に当たっての条件として、JEAC4207-2016 の「2520 調整方法(2)基準感度の調整 b.」の「DAC 曲線上のいずれかの点が振幅の 20%又は 2dB を超える変動があった場合」を「DAC 曲線上のいずれかの点が振幅の 20%又は 2dB 以上下がっていた場合、あるいは 20%又は 2dB を超えて上がっていた場合」と読み替えている。「GTN-2251 感度校正の頻度」は「20%又は 2dB を超えて上がっていた場合」に相当する規定がなく、JEAC 4207-2016 の「2520 調整方法(1)時間軸の調整」において、「b. 2510(2)及び(3)項による時間軸の確認の結果、DAC 曲線上のいずれかの点が、時間軸の全幅の 3%を超えてずれていた場合、最後に 2510(2)項及び(3)項で確認された時点以降の試験は無効とする。この場合は、新たな調整を行い、無効となった試験の範囲を再試験すること。」と規定しているが、「GTN-2251 感度校正の頻度」は「時間軸の全幅の 3%以上変動していた場合」としており、整合していない。JEAC4207-

¹⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (8)

2016 を取り込んでいない理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁹。

JEAC4207 はプラント供用開始後の供用期間中検査の規程であり、主に耐圧溶接継手の UT 方法を規定するものです。一方、設計・建設規格の対象は建設時点の素材の UT 方法の規定するものであり、試験の目的や対象範囲が異なることから、JEAC4207 の規定内容は参考とするものの、一律で規定内容を設計・建設規格へ取り込むことはしていません。

試験実施後の感度の変動について、20%又は 2dB を超えて上がっていた場合、試験の判定としては保守側になることから感度が上がっていた場合の再試験は要求しないこととしています。

また、時間軸のずれについて、JEAC の「3%を超えて」と設計・建設規格の「3%以上の変動」は、>3%と≥3%の違いで設計・建設規格の厳しい要求となりますが、ほぼ同等の要求事項であり、従来から使用している「3%以上の変動」を要求しています。

設計・建設規格の対象は建設時点の素材の超音波探傷試験の方法を規定するものであるため、試験実施後の感度が上がっていた場合に判定としては保守的となることから再試験を要求しないこと、また時間軸のずれについて保守的に『3%以上の変動』と規定したことは、【追而】

4. 1. 3. 2 超音波探傷試験片の標準穴の径及び T の寸法許容差の見直し

本規格は超音波探傷試験の試験片の標準穴の径及び T の寸法許容差の見直しについて「GTN-2241 棒又はボルト等」、「GTN-2242 鋳造品」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 超音波探傷試験の試験片名称を標準試験片から対比試験片に変更
- ② 超音波探傷試験片の標準穴の径及び T (軸方向探傷を行う際の探触子接触面から標準穴の底までの距離) の寸法許容差は±5%とする規定を追加

表 4.1.3.2 超音波探傷試験の試験片の標準穴の径及び T の寸法許容差の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GTN-2241 棒又はボルト等 ①/② 軸方向探傷を行うものについては、 <u>対比試験片</u> は次に適合するものでなければならない。 (1) 材質及び直径は、試験される材料と同等であること。 (2) 形状及び寸法は、図 GTN-2241-1 によること。	GTN-2241 棒またはボルト等 ①/② 軸方向探傷を行うものについては、 <u>標準試験片</u> は次に適合するものでなければならない。 (1) 材質および直径は、試験される材料と同等であること。 (2) 形状および寸法は、図 GTN-2241-1 によること。

¹⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II.1. (6)

<p>(図略)</p> <p>(備考) 寸法の単位は mm とする。 <u>対比試験片は 3 種類とし、T はそれぞれ 75mm、試験される材料長さの 4 分の 1 及び試験される材料の長さの 2 分の 1 とする。試験片の標準穴の径及び T の寸法許容公差は±5%とする。</u></p> <p>図 GTN-2241-1 棒又はボルト等の場合の<u>対比試験片</u>」</p> <p>GTN-2242 鋳造品</p> <p>①/② <u>対比試験片</u>は、次に適合するものでなければならない。</p> <p>(1) 材質は、試験される材料と同等であること。</p> <p>(2) 形状及び寸法は、図 <u>GTN-2242-1</u> によること。</p> <p>(図略)</p> <p>(備考) 寸法の単位は mm とし、T 及び D はそれぞれ表 GTN-2242-1 のとおりとする。 <u>対比試験片の標準穴の径及び T の寸法許容公差は±5%とする。</u></p> <p>図 <u>GTN-2242-1</u> 鋳造品の場合の<u>対比試験片</u> 表 GTN-2242-1 鋳造品の場合の<u>対比試験片</u>の寸法</p> <p>(表略)</p> <p>(備考) (a) 試験される材料の厚さが 380mm 以下の場合については、T の値が試験される材料の厚さを超えない範囲のこの表に掲げる<u>対比試験片</u>を用いるものとする。</p> <p>(b) 試験される材料の厚さが 380mm を超える場合については、この表に掲げる<u>対比試験片</u>の他に T がその材料の厚さと同等な寸法であって D が 125mm の<u>対比試験片</u>を用いること。</p>	<p>(図略)</p> <p>(備考) 寸法の単位は mm とする。 T はそれぞれ 75mm、試験される材料長さの 4 分の 1 及び試験される材料の長さの 2 分の 1 とする。</p> <p>図 GTN-2241-1 棒またはボルト等の場合の<u>標準試験片</u></p> <p>GTN-2242 鋳造品</p> <p>①/② <u>標準試験片</u>は、次に適合するものでなければならない。</p> <p>(1) 材質は、試験される材料と同等であること。</p> <p>(2) 形状および寸法は、図 <u>GTN-2242-2</u> によること。</p> <p>(図略)</p> <p>(備考) 寸法の単位は mm とし、T および D はそれぞれ表 GTN-2242-1 のとおりとする。</p> <p>図 <u>GTN-2242-2</u> 鋳造品の場合の<u>標準試験片</u> 表 GTN-2242-1 鋳造品の場合の<u>標準試験片</u>の寸法</p> <p>(表略)</p> <p>(備考) (a) 試験される材料の厚さが 380mm 以下の場合については、T の値が試験される材料の厚さを超えない範囲のこの表に掲げる<u>標準試験片</u>を用いるものとする。</p> <p>(b) 試験される材料の厚さが 380mm を超える場合については、この表に掲げる<u>標準試験片</u>の他に T がその材料の厚さと同等な寸法であって D が 125mm の<u>標準試験片</u>を用いること。</p>
---	---

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①
- ② 規格ユーザの利便性向上を図るため、超音波探傷試験に使用する UT 試験片の寸法許容差を本文規定へ取り込む。また、解説に根拠を記載する改訂の処置を行う。²⁰

(3) 検討の結果

- ①
- ② 「GTN-2241 棒又はボルト等」において記載する「寸法許容公差」について、日本機

²⁰第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2 : 36~39 頁

械学会は、次のように説明している²¹。

試験片の標準穴の径及び T の寸法に対する公差(許容差)です。

【更問】

- 寸法許容差が正と思われますが、正誤表を発行してはいかがでしょうか。

ASME Sec. Vで規定される精度を参考に寸法許容公差を規定し、寸法許容公差による感度差が再試験を要求される範囲内(GTN-2251、3251)であることを確認しており、

【追而】

4. 1. 3. 3 超音波探傷試験片の規程の見直し及び追加

本規格は超音波探傷試験片の規程の見直し及び追加について、「GTN-3241 管」、「GTN-3242 鋳造品」、「GTN-3243 鍛造品」に規定している。

(1) 変更の内容

- ①超音波探傷試験に用いる管の対比試験片は、内径が 15mm 未満の場合には内面の反射体を設けなくてよいとの規定を追加
- ②超音波探傷試験に用いる管、鋳造品及び鍛造品の対比試験片反射体の寸法許容差を規定

表 4. 1. 3. 3 超音波探傷試験片の規程の見直し及び追加に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GTN-3241 管 管で用いる対比試験片は、次に適合するものでなければならない。</p> <p>(1) 材質及び厚さは、試験される材料と同等であること。</p> <p>(2) 半径は、接触部の半径の 0.7 倍から 1.1 倍であること。ただし、接触部の半径が 254 mm を超える場合は、平らなものとしてよい。</p> <p>(3) 内面及び外面には、長さが 25 mm、幅が 1.5 mm、深さが管の厚さの 5%(管の厚さの 5%が 0.1 mm 未満の場合には 0.1 mm)の角形溝又はこれと同等の反射効果を有する反射体を設けること。この場合において内面及び外面の溝相互の距離は、長手方向又は円周方向に探触子の径の 2 倍以上でなければならない。<u>また、管の内径が 15 mm 未満の場合には、内面の反射体を設けなくてよい。</u></p> <p>(4) 反射体の長さは 25 mm 以上、幅は 1.5</p>	<p>GTN-3241 管 管で用いる対比試験片は、次に適合するものでなければならない。</p> <p>(1) 材質および厚さは、試験される材料と同等であること。</p> <p>(2) 半径は、接触部の半径の 0.7 倍から 1.1 倍であること。ただし、接触部の半径が 254mm を超える場合は、平らなものとしてよい。</p> <p>(3) 内面および外面には、長さが 25 mm、幅が 1.5 mm、深さが管の厚さの 5%(管の厚さの 5%が 0.1 mm 未満の場合には 0.1 mm)の角形溝またはこれと同等の反射効果を有する反射体を設けること。この場合において内面および外面の溝相互の距離は、長手方向または円周方向に探触子の径の 2 倍以上でなければならない。</p>

²¹第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (5)

mm 以下とし、反射体深さの寸法許容公差は±15% (最小値は±0.03 mm) とする。

GTN-3242 鋳造品

鋳造品で用いる対比試験片は、次に適合するものでなければならない。

- (1) 材質は、試験される材料と同等であること。
- (2) 形状及び寸法は以下によること。
 - a. 接触部の半径が 254mm を超える場合
(図 GTN-3242-1) (図略)
(備考)
(a)、(b) (略)
(c) 寸法の単位は mm とする
(d) 標準穴の寸法許容公差は、穴径は±0.5mm、加工位置は±3mm とする

図 GTN-3242-1 鋳造品の場合の対比試験片形状

(接触部の半径が 254mm を超える場合)

表 GTN-3242-1 対比試験片の寸法
(表略)

- b. 接触部の半径が 254 mm 以下の場合
(図 GTN-3242-2) (図略)
(備考)
(a)、(b)、(c) (略)
(d) 2 点鎖線は対比試験片の形状例を示す。
(e) (略)
(f) 標準穴の寸法許容公差は、穴径は±0.5mm、加工位置は±3mm とする

図 GTN-3242-2 鋳造品の場合の対比試験片形状

(接触部の半径が 254 mm 以下の場合)

- (3) (2)の規定にかかわらず、当該鋳造品の厚さが 25 mm を超える場合については標準穴

の直径は、9 mm とすることができる。

GTN-3243 鍛造品

鍛造品で用いる対比試験片は、次に適合するものでなければならない。

- (1) 材質及び厚さは、試験される材料と同等であること。
- (2) 表面には、長さが 25 mm、幅及び深さが対比試験片の厚さの 3% (対比試験片の厚さ軸方向探傷用 周方向探傷用の 3% が 6.4 mm を超える場合は、6.4 mm) の角形溝又はこれと同等の反射効果を有する反射体を設けたものであること。

GTN-3242 鋳造品

鋳造品で用いる標準試験片は、次に適合するものでなければならない。

- (1) 材質は、試験される材料と同等であること。
- (2) 形状および寸法は以下によること。
 - a. 接触部の半径が 254mm を超える場合
(図 GTN-3242-1) (図略)
(備考)
(a)、(b) (略)
(c) 寸法は全て mm

図 GTN-3242-1 鋳造品の場合の標準試験片形状

(接触部の半径が 254mm 以上の場合)

表 GTN-3242-1 標準試験片の寸法
(表略)

- b. 接触部の半径が 254mm 以下の場合
(図 GTN-3242-2) (図略)
(備考)
(a)、(b)、(c) (略)
(d) 2 点鎖線は標準試験片の形状例を示す。
(e) (略)

図 GTN-3242-2 鋳造品の場合の標準試験片形状

(接触部の半径が 254mm 未満の場合)

- (3) (2)の規定にかかわらず、当該鋳造品の厚さが 25 mm を超える場合については標準

穴の直径は、9 mm とすることができる。

GTN-3243 鍛造品

鍛造品で用いる標準試験片は、次に適合するものでなければならない。

- (1) 材質および厚さは、試験される材料と同等であること。
- (2) 表面には、長さが 25 mm、幅および深さが標準試験片の厚さの 3% (標準試験片の厚さの 3% が 6.4 mm を超える場合は、6.4 mm) の角形溝またはこれと同等の反射効果を有する反射体を設けたものであること。
- (3) 試験される材料のうち接触部が平ら

<p>(3) 試験される材料のうち接触部が平らでない場合は、GTN-3241(2)に準じた形状としてもよい。</p> <p>(4) 反射体の長さは 25 mm 以上、幅は 1.5 mm 以下とし、反射体深さの寸法許容公差は±15% (最小値は±0.03 mm) とする。</p>	<p>でない場合は、GTN-3241(2)に準じた形状としてもよい。</p>
---	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①、② 規格ユーザの利便性向上を図るため、超音波探傷試験に使用する UT 試験片の寸法許容差を本文規定へ取り込む。また、解説に根拠を記載する改訂の処置を行う。

22

(3) 検討の結果

- ① JIS G 0582(2004)及び(2012)の超音波探傷試験に用いる管の対比試験片が小口径の場合の反射体の例外の規定を参考に対比試験片の内径が 15mm 未満の場合には内面の反射体を設けなくてよいとの規定を追加したことは、【追而】
- ② UT 試験片の寸法公差は JIS、JEAC 等の関連規格で規定しているものを参考に設定している。また、一般的な UT 探傷条件に基づいて、最大公差寸法が欠陥評価に影響しないか UT 反射能率 (感度±2dB) を用いて検証を行ったことは、【追而】

4. 1. 3. 4 DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線の規定の見直し

本規格は DAC 回路を使用しない厚さが 25mm を超える対比試験片の感度校正の調整の見直しについて、「GTN-3253 鋳造品」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① DAC 回路を使用しない厚さが 25mm を超える対比試験片の感度校正の調整を「8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いもの」から「8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さ」に変更

表 4. 1. 3. 4 DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線の規定の見直しの変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GTN-3253 鋳造品</p> <p>(1) DAC 回路を使用しない場合</p> <p>対比試験片の反射体からのエコーの伝ば距離が接触部の厚さが 25 mm 以下のものについては 4 分の 3 スキップ、25 mm を超えるものについては 8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さを波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように試験装置を調整し、そのままの感度で対比試験片の他の反射</p>	<p>GTN-3253 鋳造品</p> <p>(1) DAC 回路を使用しない場合</p> <p>標準試験片の反射体からのエコーの伝ば距離が接触部の厚さが 25mm 以下のものについては 4 分の 3 スキップ、25mm を超えるものについては 8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いものを波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように試験装置を調整し、そのままの感度で標準試験片の</p>

²² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2 : 36~39 頁

<p>体からのエコー高さを求める。それぞれのエコー高さを線で結び、必要な時間軸範囲にわたって延長し、DAC 曲線とする。 (図 GTN-3253-1) (図略) (2) DAC 回路を使用する場合 必要な時間軸範囲にわたって、<u>対比試験片</u>の標準穴からのエコー高さが波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように調整する。 (図 GTN-3253-2) (図略) 」</p>	<p>他の反射体からのエコー高さを求める。それぞれのエコー高さを線で結び、必要な時間軸範囲にわたって延長し、DAC 曲線とする。 (図 GTN-3253-1) (図略) (2) DAC 回路を使用する場合 必要な時間軸範囲にわたって、<u>標準試験片</u>の標準穴からのエコー高さが波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように調整する。 (図 GTN-3253-2) (図略)</p>
--	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

① 「GTN-3253 鋳造品」において、DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線は次のように規定されている。

(1) DAC 回路を使用しない場合

対比試験片の反射体からのエコーの伝ば距離が接触部の厚さが 25 mm 以下のものについては 4 分の 3 スキップ、25 mm を超えるものについては 8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さを波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように試験装置を調整し、そのままの感度で対比試験片の他の反射体からのエコー高さを求める。それぞれのエコー高さを線で結び、必要な時間軸範囲にわたって延長し、DAC 曲線とする。(図 GTN-3253-1) (図略)

JEAC 4207-2016 では、DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線は「図-3200-6 突合せ溶接継手の基準感度の設定 (斜角法で試験部の厚さが 25mm 以下の場合)」及び「図-3200-4 突合せ溶接継手の基準感度の設定 (斜角法で試験部の厚さが 25mm を超え 51mm 以下の場合)」に示されている。「GTN-3253 鋳造品」の図では、表示器の全目盛の 80%に設定した 3/4 スキップ又は 3/8 スキップの点から左側はエコー高さに沿って実線で描かれていましたが、JEAC 4207-2016 の図では上記の点から左側を水平 (JEAC 4207-2008 では「GTN-3253 鋳造品」の図と同様) に実線で表示している。JEAC 4207-2016 を取り込んでいない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²³。

JEAC4207 を取り込んでいない理由は回答 (6) を参照ください。

DAC 曲線の描き方として、不感帯域の範囲で反射体 (25mm 以下の場合、T/2 の反射体) からのエコーが取れない範囲は、近くのエコーが取れたプロット点の位置のエコー高さから平行に DAC 曲線を延長することが一般的になっています。

従って、設計・建設規格のように記載例であっても、T/2 又は T/4 位置の反射体からのエコーが採取できない場合は、JEAC と同様な DAC 曲線を描くことが一般的であり、規格ユーザ側の混乱はないものと考えます。

更問

²³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II.1. (9)

- 「図 GTN-3253-1 鑄造品の場合の感度校正方法(DAC 回路を使用しない場合)」の①における 1/4S 及び②における 1/8S のエコーが実線ではなく破線で表示している意味について説明してください。

誤記訂正のため DAC 回路を使用しない厚さが 25mm を超える対比試験片の感度校正の調整を「8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いもの」から「8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さ」に変更したことは、【追而】

4. 1. 3. 5 放射線透過試験方法の一部規定の見直し

本規格は放射線透過試験方法の一部規定の見直しについて、「GTN-4152 濃度計の校正」、
「GTN-4312 試験部の写真濃度」、「GTN-4330 再試験」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 放射線透過試験用フィルムの濃度計校正に用いるステップ濃度の値を 0.30、3.00 及び 3.90 から 0.8、2.0、3.0 及び 4.0 に変更
- ② 透過写真を 2 枚重ねて観察する場合の「最高濃度 4.0 以下」は重ねた場合の規定であることを明確化
- ③ 透過写真が GTN-4200 及び GTN-4300 の規定を満足しない場合の是正処置の手順を削除

表 4.1.3.5 放射線透過試験方法の一部規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GTN-4152 濃度計の校正 透過写真の濃度測定を行うために用いる濃度計は、校正済みのステップタブレット又はステップウエッジフィルムを用いて校正しなければならない。</p> <p>(1) ステップタブレット又はステップウエッジフィルム上の <u>0.8、2.0、3.0 及び 4.0</u> に最も近い濃度部分を測定し、測定値とステップタブレット又はステップウエッジフィルムに記してある値と比較した結果、± 0.05 以内であること。</p> <p>(2) 上記値から外れる場合は、透過写真上の濃度測定の前に調整すること。</p> <p>(3) 校正頻度は、90 日以内とすること。</p> <p>GTN-4312 試験部の写真濃度 (1) 試験部の <u>きずの像</u> 以外の部分における透過写真濃度は、<u>日本産業規格 JIS G0581(1999)「鑄鋼品の放射線透過試験方法」</u>の「表 4 写真濃度範囲」の規定を満足しなければならない。</p>	<p>GTN-4152 濃度計の校正 透過写真の濃度測定を行うために用いる濃度計は、校正済みのステップタブレットまたはステップウエッジフィルムを用いて校正しなければならない。</p> <p>(1) ステップタブレットまたはステップウエッジフィルム上の <u>0.30、3.00 および 3.90</u> に最も近い濃度部分を測定し、測定値とステップタブレットまたはステップウエッジフィルムに記してある値と比較した結果、±0.05 以内であること。</p> <p>(2) 上記値から外れる場合は、透過写真上の濃度測定の前に調整すること。</p> <p>(3) 校正頻度は、90 日以内とすること。</p> <p>GTN-4312 試験部の写真濃度 (1) 試験部の <u>欠陥部</u> 以外の部分における透過写真濃度は、<u>日本工業規格 JIS G0581(1999)「鑄鋼品の放射線透過試験方法」</u>の「表 4 写真濃度範囲」の規定を</p>

<p>(2) 複合フィルム撮影方法により撮影した場合で透過写真を2枚重ねて観察する場合、それぞれの透過写真の最低濃度は0.8以上、<u>2枚重ねた場合の最高濃度は4.0以下でなければならない。</u></p> <p>(3) 上記(1)又は(2)の要求事項を満足しない場合でも、日本産業規格 JIS G 0581(1999)「<u>鋳鋼品の放射線透過試験方法</u>」の「<u>表3 透過厚さと識別されなければならない透過度計の最小線径</u>」に示す識別最小線径の規定を満足すればよいものとする。</p> <p>GTN-4330 再試験 次に該当する場合は、再度透過写真を撮影しなければならない。</p> <p>(1) <u>GTN-4200 及び GTN-4300 の規定を満足しない場合は、再度透過写真を撮影すること。</u></p> <p>(2) <u>機器毎に定める材料に関する放射線透過試験の判定基準で不適合となり、補修溶接を施した場合の補修溶接後。</u></p> <p>(3) その他、確認を要する場合。</p>	<p>満足しなければならない。</p> <p>(2) 複合フィルム撮影方法により撮影した場合で透過写真を2枚重ねて観察する場合、それぞれの透過写真の最低濃度は0.8以上、最高濃度は4.0以下でなければならない。</p> <p>(3) 上記(1)または(2)の要求事項を満足しない場合でも、日本工業規格 JIS G 0581(1999)「<u>鋳鋼品の放射線透過試験方法</u>」の「<u>表3 透過厚さと識別されなければならない透過度計の最小線径</u>」に示す識別最小線径の規定を満足すればよいものとする。</p> <p>GTN-4330 再試験 次に該当する場合は、再度透過写真を撮影しなければならない。</p> <p>(1) <u>GTN-4200 および GTN-4300 の規定から逸脱した場合は、撮影した透過写真を無効とし、是正処置を施した後、再度透過写真を撮影すること。</u></p> <p>(2) <u>各機器毎に定める材料に関する放射線透過試験の判定基準で不適合となり、補修溶接を施した場合の補修溶接後。</u></p> <p>(3) その他、確認を要する場合。</p>
--	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～③濃度計の校正値について、実用範囲を踏まえ、JIS G 0581 「鋳鋼品の放射線透過試験方法」および ASME Sec. V の規定内容を参考に、濃度計の校正値を見直す。

24

(3) 検討の結果

- ①「GTN-4152 濃度計の校正」において、「ステップタブレット又はステップウエッジフィルム上の0.8、2.0、3.0 及び4.0 に最も近い濃度部分を測定」と規定している。引用した出典と、上記数値が「0.30、3.00 および3.90」から「0.8、2.0、3.0 及び4.0」に変更されている理由について、日本機械学会は、次のように説明している

25。

RT の透過写真の濃度として、GTN-4312(2)項において最低濃度は0.8 以上、最高濃度は4.0 以下を規定しています。

²⁴ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2：69 頁の15-2

²⁵ 参考資料 3-6：II 1.(11)

その濃度値に入るよう最低濃度(0.8)と上限濃度(4.0)を設定し、中間値として ASME Sec. V の T-262 項で規定される校正濃度点「1.0、2.0、3.0、4.0」のうち、「2.0、3.0」を設定しました(4.0の上限値はASMEと同様)。

以上から、変更後の規定内容は撮影する最も近い濃度部分での校正が行えるため、適切な変更と考えます。

【更問】

- 従前の数値「0.30、3.00 および 3.90」の出典について説明してください。

濃度計の校正值について、実用範囲を踏まえ以下の JIS G 0581(1999)及び ASME Sec. V (2013)の規定内容を参考に変更したことは、**【追而】**

- ・ 校正值の下限値(0.8)：JIS G 0581(1999)を参考に規定
- ・ 校正值の上限値(4.0)：JIS G 0581(1999) 及び ASME Sec. V (2013) を参考に規定
- ・ 校正值の中間値(2.0, 3.0)：ASME Sec. V (2013) を参考に規定

②JIS G 0581(1999)の規定に合わせ、記載内容の適正化として2枚重ねで観察する場合の濃度規定を明確にするため『2枚重ねた場合の最高濃度は4.0以下』への変更を行ったことは、**【追而】**

③規定文章の適正化及び表現の見直しに伴う変更であり、**【追而】**

4. 1. 3. 6 非破壊試験における代替試験の規定の追加

本規格は非破壊試験における代替試験について、「GTN-4180 代替試験」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用(機器、クラス毎に規定されている非破壊試験の要求で認められている場合)が可能との規定を追加

表 4.1.3.6 非破壊試験に関する規定の見直し⑥の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>①GTN-4180 代替試験</p> <p>(1) 放射線透過試験を行うことが困難な部位は、GTN-2000「垂直法による超音波探傷試験」又は GTN-3000「斜角法による超音波探傷試験」を行わなければならない。</p> <p>(2) フェライト系鋳造品のような場合で、放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用が可能と判断される部位は、<u>機器、クラス毎に規定されている非破壊試験の要求で認められていれば、GTN-2000 又は GTN-3000 で規定する超音波探傷試験を代わりに用いてもよい。</u></p>	<p>①GTN-4180 代替試験</p> <p>(1) 放射線透過試験を行うことが困難な部位は、GTN-2000「垂直法による超音波探傷試験」または GTN-3000「斜角法による超音波探傷試験」を行わなければならない。</p> <p>(2) フェライト系鋳造品のような場合で、放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用が可能と判断される部位は、GTN-2000 または GTN-3000 で規定する超音波探傷試験を代わりに用いてもよい。</p>

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①誤解しないように GTN 4180 代替試験で、機器、クラス毎に規定される非破壊試験要求で認めている場合であることを追加する。²⁶

(3) 検討の結果

- ①代替試験を適用する場合、機器毎に規定している非破壊試験の要求が GTN-4180 に優先する事を明確にするため、適用条件として『機器毎に規定されている非破壊試験の要求で認められていれば、』を追加したことは、【追而】

4. 1. 3. 7 透過度計に関連する規定の変更

本規格は放射線透過試験方法の一部規定の見直しについて、「GTN-4232 透過度計の設置方法」、「GTN-4233 透過度計の個数」、に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 透過度計に関連する「材厚」を「透過厚さ」に変更

表 4. 1. 3. 7 透過度計に関連する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>GTN-4232 透過度計の設置方法</p> <p>(1) 透過度計は、試験部の線源側表面に配置することを原則としなければならない。</p> <p>(2) 線源側表面上に透過度計を配置することが困難な場合は、試験部のフィルム側上に密着させて配置してもよい。この場合、原則として透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の 10 倍以上としなければならない。また、透過写真上で透過度計を試験部のフィルム側上に配置したことを示すために、透過度計の部分に記号“F”を付けなければならない。</p> <p>(3) 透過度計は、試験部の<u>透過厚さ</u>の変化が少ない場合、その<u>透過厚さ</u>を代表する部位に配置しなければならない。試験部の<u>透過厚さ</u>の変化が大きい場合は、厚い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が低い部位）及び薄い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が高い部位）に<u>透過厚さ</u>区分に応じた透過度計をそれぞれ配置しなければならない。</p>	<p>GTN-4232 透過度計の設置方法</p> <p>(1) 透過度計は、試験部の線源側表面に配置することを原則としなければならない。</p> <p>(2) 線源側表面上に透過度を配置することが困難な場合は、試験部のフィルム側上に密着させて配置してもよい。この場合、原則として透過度計とフィルム間の距離を識別最小線径の 10 倍以上としなければならない。また、透過写真上で透過度計を試験部のフィルム側上に配置したことを示すために、透過度計の部分に記号“F”を付けなければならない。</p> <p>(3) 透過度計は、試験部の<u>材厚</u>の変化が少ない場合、その<u>材厚</u>を代表する部位に配置しなければならない。試験部の<u>材厚</u>の変化が大きい場合は、厚い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が低い部位）および薄い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が高い部位）に<u>材厚</u>区分に応じた透過度計をそれぞれ配置しなければならない。</p>
<p>GTN-4233 透過度計の個数</p>	<p>GTN-4233 透過度計の個数</p>

²⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2 : 69 頁の 15-3

<p>(1) 透過度計は、原則として透過写真毎に1個以上写るようにしなければならない。</p> <p>(2) 1枚の透過写真上で試験部の透厚度の変化が大きい場合は、GTN-4232(3)に従い、2個以上の透過度計が写るようにしなければならない。</p> <p>(3) 管状の試験部で全周を同時に撮影する場合は、ほぼ等間隔になるように4個以上の透過度計が写るようにしなければならない。</p>	<p>(1) 透過度計は、原則として透過写真毎に1個以上写るようにしなければならない。</p> <p>(2) 1枚の透過写真上で試験部の材厚の変化が大きい場合は、GTN-4232(3)に従い、2個以上の透過度計が写るようにしなければならない。</p> <p>(3) 管状の試験部で全周を同時に撮影する場合は、ほぼ等間隔になるように4個以上の透過度計が写るようにしなければならない。</p>
---	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

①JIS等との整合化を図るため、透過度計に関連する用語『材厚』を『透厚度』に変更したことは、【追而】

4. 1. 3. 8 目視試験の方法に関する規定の変更

本規格は目視試験の方法に関する規定の見直しについて、「GTN-8140 使用機材」に規定している。

(1) 変更の内容

①目視試験の「欠陥識別度」を「きずの判別能力」に変更

表 4. 1. 3. 8 目視試験の方法に関する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

①目視試験に係る「GTN-8140 使用機材」において、「欠陥識別度」が「きずの判別能力」に変更されていますが、「欠陥識別度」とは何かについて、日本機械学会は、次のように説明している²⁷。

「欠陥識別度」について、各機器で定められる判定基準を超えるきず指示であり、それを識別するための度合と定義しています。また、その度合を改善・向上させるため、鏡又は拡大鏡の適用をGTN-8140(2)項で許容しているものです。

²⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II.1. (14)

尚、「欠陥識別度」と「きずの判別能力」に大きな意味の違いはありませんが、JIS 等の用語の定義を踏まえ、理解しやすい表現として「きずの判別能力」へ変更を行っています。

有意な『欠陥』に至らない『きず』まで含め目視試験の検出対象とすることを明確にするために目視試験の「欠陥識別度」を「きずの判別能力」に変更したことは、【追而】

4. 1. 4 許容応力に対する特別な要求に関する見直し

本規格は許容応力に対する特別な要求について、「PVA-4100 許容応力に対する特別な要求（PPA-4100、PMA-3100、VVA-3100、SSA-4100 も同じ）」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 「JIS G4051「機械構造用炭素鋼鋼材」及び JIS G4053「機械構造用合金鋼鋼材」の引張試験及び高温引張試験について確認（PVA-4100 許容応力に対する特別な要求（PPA-4100、PMA-3100、VVA-3100、SSA-4100 も同じ）」

「PVA-4100 許容応力に対する特別な要求」において、JIS G4051「機械構造用炭素鋼鋼材」及び JIS G4053「機械構造用合金鋼鋼材」については引張試験と高温引張試験を特別な要求しています。これらの材料はボルト材等に用いられると想定しますが、ボルトには切削ねじと転造ねじがあります。転造ねじの材料の試験時期と試験方法について説明してください。また、頭付きボルトの頭部は圧造されることも考えられますが、その場合の材料の試験時期と試験方法について説明してください。²⁸

引張試験については、PVA-4100 に記載の通り JIS Z2241(2011)「金属材料引張試験方法」、JIS G0567(2012)「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」に従い実施する必要があります。

【更問】

- 転造ねじと圧造された頭付きボルトは JIS Z2241(2011)「金属材料引張試験方法」、JIS G0567(2012)「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」では想定されていないので、使用不可ということでしょうか。

4. 1. 5. 1 使用する材料①

本規格は使用する材料について「PVB-2221 試験片の採取位置に対する要求」、「PVB-2311 破壊靱性試験不要となる材料の規定」、「PVB-2331 ボルト材（マルテンサイト系ステンレス鋼を除く）」、「PVB-2331.1 再試験」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 中空で熱処理されるボルト材の試験片採取位置の規定を追加

²⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II.1. (15)

- ② 中空で熱処理されるボルト材の破壊靱性試験不要となる厚さの規定を追加
- ③ ボルト材の衝撃試験について中空で熱処理される厚さの採り方と熱処理時の厚さが 16mm 以上かつ 25mm 未満の場合の判定基準の規定を追加
- ④ ボルト材の衝撃試験の再試験について中空で熱処理される厚さの採り方と熱処理時の厚さが 16mm 以上かつ 25mm 未満の場合の判定基準の規定を追加

表 4.1.5.1 使用する材料①の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～④「中空ナット材の破壊靱性試験規定に関して (QNC 2005-118)」の回答は、規格本文から導くことが困難であるため、PVB-2221、PVB-2311、PVB-2331、および（解説 PVB- 2221）に、同質問の回答に沿った規定・解釈の追加する。

(3) 検討の結果

- ①～④（追而）

(4) 変更点以外の評価

- (a) 耐圧部に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材等の材料の要求事項について (PVC-2110 クラス 2 容器に使用可能な材料の規定(代表))

「PVC-2110 クラス 2 容器に使用可能な材料の規定」において、「ここで、容器に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材、控え及び強め輪等であって、重要なものは容器に含む。」と規定している。この「控え」とは何か（「控え」は JIS B 0190:2010「圧力容器の構造に関する共通用語」にも記載されていませんが、同 JIS の「ステー」のことか。）について、また、同様の規定が PVE-2110、SSB-2110、SSC-2110、SSD-2110、SSE-2110 にあり、クラス 3 容器及びクラス 3 配管（「控え」は除く）についてはこの規定がないことについて、日本機械学会は、次のように説明している。²⁹

「控え」とは支持構造物の一部であり、主となる支持方向の面外方向を支持する部材（告示 501 号：通商産業省 資源エネルギー庁「発電用原子力設備の構造等の技術基準(1994 年版)」第 3 条 図 3.2 を参照のこと）の総称です。（ステーとは異なります。）

設計・建設規格では PVC-2110、PVE-2110、SSB-2110、SSC-2110、SSD-2110 及び SSE-2110 にて機器に直接溶接される重要なもの（地震、熱膨張、反力、重量、振動等による過度の変位を防止するためのもの）として例示しています。

機器と支持構造物又は付属機器との設計上の境界は GNR-1230 に定める通りですが、境界が部材の途中となる場合があることから、各クラスの支持構造物の規定 (SSB-2110、SSC-2110、SSD-2110、SSE-2110) において、機器に直接溶接する

²⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II.1. (23)

部材の材料については接合する機器の規定に従うことを明記しています。

従って、各機器にて個別に規定を要するものではありません。

(追而)

(b) クラス 1 ポンプの材料のみ、熱処理規定を「代えることができる」から「としてもよい」としたことについて (PMB-2120 熱処理)

「PMB-2120 熱処理」において、「必要に応じ、オーステナイト化温度からの焼ならしまたは焼入れ焼もどしによる熱処理に代えることができる。」としていた下線部を「熱処理としてもよい。」と変更していますが、当該変更は他の容器、配管規定にはなく、PMB 規定に限定されています。変更理由について説明してください。³⁰

JSME 原子力設備規格に対して推奨表記集を整備しており、それに倣い表現の適正化を可能なところから進めています。

(追而)

4. 1. 5. 2 使用する材料②

本規格は使用する材料について、「PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定」に規定している。

(1) 変更の内容

① ボルト材を除く棒材の非破壊試験を鍛造品の区分で実施できる規定を追加

表 4.1.5.2 使用する材料②の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

① 2013 年版設計・建設規格 解説 PVB 2411(7) に従うと、告示 501 号の質疑応答集 2-24 の回答に矛盾することが判明した。すなわち棒材 (ボルト材は除く) を鍛造品として取り扱う場合の規定が明確になっていないことがわかった。PVB-2411 の記述に、鍛鋼品の定義である鍛錬成形比の条件を追加することで、棒材 (ボルト材は除く) については、JIS の材料規格において鍛造品に区分されなくても、製品製造方法に着目した特例規定により、鍛造品の非破壊試験が適用できるように変更する。³¹

(3) 検討の結果

① 追加された「PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定」において記載する「JIS の材料規格の区分」とは何かについて、また、「次の(1)及び(2)の場合」とは、(1)の場合

³⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (58)

³¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 1-1-2 : 25~26 頁

又は(2)の場合という意味か、あるいは(1)と(2)の両方を満足する場合という意味か等について、さらに、(1)のただし書き「受渡当事者間の協定によって、JIS 材料規格で要求される鍛錬成形比未滿となる場合を除く」は、JIS の材料規格に同様な規定があるもの（JIS G 4053 機械構造用合金鋼鋼材）とないもの（IIS G 4303 ステンレス鋼棒）が存在するが、ただし書きは何を意図しているのか、について、日本機械学会は、次のように説明している（棒状のものに対する非破壊試験として斜角法による超音波探傷試験を要求することになるが、別項を設けて特例規定とする理由が不明。）³²。

「JIS の材料規格の区分」とは、解説 PVB-2411.1 の(1)から(7)に示す各素材形状の分類を示します。PVB-2411.2 は、解説 PVB-2411(7)の規定のみでは鍛造品扱いができない製品形状（棒材）であっても、製造方法に着目した特例規定を設けることで、鍛造品の非破壊試験が適用できるように改訂したものです。PVB-2411.2(1)は JIS 材料規格で鍛錬成形比が規定されている材料、PVB-2411.2(2)は JIS 材料規格に鍛錬成形比が規定されていないが鍛造で製造されている材料に適用するものであり、(1)と(2)のどちらかの場合に鍛造品として分類できません。

なお、JIS 材料規格では、JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」のように鍛錬成形比が要求される材料については棒材であっても鍛造材扱いとしてよいことを規定していますが、注文者が更にこの鋼材を用いて圧延、鍛造などの熱間加工を行う場合に限り、受渡当事者間の協定により規定の圧延比未滿とすることが許容されています。これは追加加工を前提とした除外規定であり、追加加工後の材料（つまり素材としての最終製品状態）は規定の鍛錬成形比を満足する必要があります。設計・建設規格では、JIS で規定される加工途中の除外規定を設ける必要がないため、PVB-2411.2(1)ではただし書きにて JIS の除外規定は適用しないことを明記しています。

（追而）

4. 1. 6 クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用

本規格は、クラス 2, 3 容器に上位クラスの規定を適用する事ができるとの規定を、「PVC-1200 クラス 2 容器の特例」、「PVD-1200 クラス 3 容器の特例」に規定している。

(1) 変更の内容（「表 4.1. に関する規定内容の変更点」参照）

- ① クラス 2 容器の規定に、クラス 1 容器の全ての規定を適用できるように、クラス 3 容器の規定に、クラス 1 容器又はクラス 2 容器の全ての規定を適用できるようにした。

表 4.1.6 クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用に関する規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
--------------	--------------

³² 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II1. (16)

<p>PVC-1200 クラス 2 容器の規定の特例 <u>クラス 2 容器は、PVC 1210 または PVC 1220 の規定に従うことができる。</u></p>	<p>PVC-1200 クラス 2 容器の材料および構造の特例</p>
<p>PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例 <u>クラス 2 容器は PVC 規定に従う代わりに PVB 規定に従ってもよい。</u></p>	
<p>PVC-1220 クラス 2 容器の材料および構造の特例 PVC-2000 から PVC-2400、PVC-3100 から PVC-3800 および PVC-4100 までの規定にかかわらず、クラス 2 容器の材料および構造の規格は、PVB-2000 から PVB-2400 および PVB-3100 から PVB-4100 までの規定に準ずることができる。</p>	<p>PVC1-210 クラス 2 容器の材料および構造の特例 PVC-2000 から PVC-2400、PVC-3100 から PVC-3800 および PVC-4100 までの規定にかかわらず、クラス 2 容器の材料および構造の規格は、PVB-2000 から PVB-2400 および PVB-3100 から PVB-4100 までの規定に準ずることができる。</p>
<p>PVD 1200 クラス 3 容器の規定の特例 PVD 1210 クラス 3 容器の規定の特例 クラス 3 容器は PVD 規定に従う代わりに PVB 規定または PVC 規定に従ってもよい。</p>	<p>(新設)</p>

(1) 日本機械学会による変更の理由

- ① ASME 規格では、Sec. III NCA 2134 Optional Use of Code Classes において上位クラスの規定に従ってもよいとしている。設計・建設規格では、クラス 2, 3, 4 配管についてはそれぞれの上位クラスの配管の規定に従ってもよいとしているが、クラス 2, 3 容器には同様の規定はないため、上位クラス容器の規定は適用できない。(ただし、クラス 2 容器では、材料および構造に、クラス 1 容器の規定を部分的に適用可能である。) この現状に鑑み、クラス 2, 3 容器について、上位クラスの規定を適用可能となるよう変更した。

(2) 検討の結果

- ① クラス 2 容器については、2012 年版において上位クラス規定が適用できる旨の規定があったが、材料及び構造の規定についてクラス 1 容器の規定に従うとされていた。材料、機械試験、破壊靱性、非破壊試験及び設計に関して上位の規定によることが規定されているが、溶接部の材料・設計については規定されていない。ASME B PV Code Section III、「鋼構造設計規準」には、溶接部の材料・設計について規定されているが、設計・建設規格では規定していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している³³。

PVC-1210 の規定は ASME NCA-2134、PVC-1220 の規定は ASME NCD-3200 にそれぞれ対応する。PVC-1210 は、2014 年追補版で追加され、材料及び構造に限らず、

³³ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-1 (3)

製造 検査に至るまですべて上位クラスの規定に従うことができる。PVC-1220 は、告示 501 からある規定でありクラス 2 容器への Design by Analysis を規定している。

[参考]

例として、クラス 2 容器に対して PVC-1220 の特例を適用した場合及び PVC-1210 の特例を適用した場合について、それぞれの準用クラスを整理すると以下の通りとなる。材料及び構造設計をクラス 1 とするため、溶接部の材料、製造及び検査もクラス 1 に従う。

規格	項目	PVC-1210	PVC-1220
設計・建設規格	材料及び構造設計	クラス1	クラス1
	溶接部の設計	クラス1	クラス1(**)
溶接規格	溶接部の材料、製造及び検査	クラス1(*)	クラス1(*)

* 溶接規格の総則N-0070により、クラス1適用となる。

** クラス1の Design by Analysis で設計するため、クラス1で認められた溶接の設計だけが許容されることになる。

発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（以下「告示 501 号」という。）には、第 41 条として「PVC-1220 クラス 2 容器の材料および構造の特例」と同趣旨の規定があり、電気工作物の溶接の技術基準には、第 114 条において、告示 501 号においてクラス 1 容器の規定を適用する場合には、溶接についてもクラス 1 容器の規定によらなければならない旨規定されていた。溶接規格 2007 年版においても、「N-0070 溶接の特例」に同様の規定があり、設計・建設規格において、クラス 2 容器の特例としてクラス 1 容器を適用した場合には、溶接についてもクラス 1 容器の溶接の規定を適用する旨の規定がなされている。従って、「PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例」と「PVC-1220 クラス 2 容器の材料および構造の特例」の規定内容は同じであり、新たな要求事項ではないことから妥当と判断する。「PVD 1200 クラス 3 容器の規定の特例」についても、全ての規定内容を上位規定に従うよう規定されていることから妥当と判断する。「PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例」と「PVC-1220 クラス 2 容器の材料および構造の特例」の規定内容は同じであることから、いずれかに整理することを要望する。

(4) 適用に当たっての条件

なし

(5) 要望事項

- 「PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例」と「PVC-1220 クラス 2 容器の材料および構造の特例」の規定内容は同じであることから、いずれかに整理することを要望する。

4. 1. 7 応力強さの制限・継手効率

本規格は、応力強さの制限・継手効率について「PVB-3111 各供用状態における一次応力評価」、「表 PVD-3110-1 継手効率の値」、「PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 設計条件における一次応力強さの制限の考え方について確認

(PVB-3111 各供用状態における一次応力評価)」

「PVB-3111 各供用状態における一次応力評価」(1)の設計条件における一次局部膜応力強さ：PL 及び一次膜＋一次曲げ応力強さ：PL+Pb は次のように規定されている。

$$PL \leq 1.5 S_m \quad (\text{PVB-4})$$

$$PL+Pb \leq \alpha S_m \quad (\text{PVB-5})$$

α ：純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は 1.5 のいずれか小さい値

しかし、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(以下「技術基準規則」という。)は第 17 条第 8 号イにおいて、設計条件において全体的な変形を弾性域に抑えることを求めており、同解釈第 8 号(1)において「構造不連続部にあっても塑性変形を許容しないこと」としている。その要求は次のように表すことができる。

$$PL+Pb \leq S_y = 1.5 S_m$$

設計条件において「純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比」を適用する理由について、日本機械学会は、次のように説明している³⁴。

「設計条件において全体的な変形を弾性域に抑えること」及び「構造不連続部にあっても塑性変形を許容しないこと」という観点においては、 $PL+Pb \leq 1.5 S_m$ とすることで問題ありません。

PVB-3111 で「純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は 1.5 のいずれか小さいほうの値」として α を適用しているのは、崩壊応力に対して安全側に設計条件を定めるためです。解説 PVB-3111 1. (3) の解説図 PVB-3111-2 で崩壊応力と設計限界との関係を示す通り、 α (この図では単純な矩形断面梁の例として $\alpha = 1.5$ で図示している) が小さくなる場合、崩壊応力(縦軸方向)も小さくなるため、これに対応して設計限界(縦軸方向)を下げるという考え方です。なお、ここにおける α は、歪み硬化のない弾完全塑性体を想定して設定されていることから、そもそもの崩壊応力の設定に保守性が含まれています。

【更問】

○ 「崩壊応力に対して安全側に設計条件を定める」について補足説明してください。(設

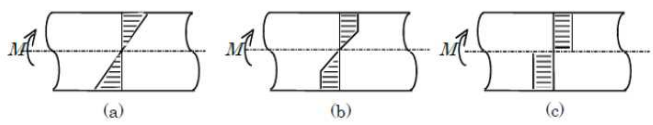
³⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (17)

設計条件とは最高使用圧力及び設計機械的荷重が負荷された状態をいうので、安全側に設計条件を定めるといふ表現には違和感があります。)

「(解説 PVB-3111) 各供用状態における一次応力評価」の 1. (3)において、「PVB-3111(1)の設計条件における一次応力強さの制限の考え方は、次のとおりである。」として、次のように記載している。

「(解説 PVB-3111) 各供用状態における一次応力評価」1. (3)抜粋

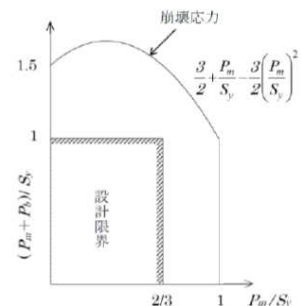
材料の引張試験における状態を考えると、引張荷重が作用した場合、全断面における応力が降伏点 S_y に達したときに崩壊する。また、曲げ荷重が作用した場合について考えると、その応力分布は、解説図 PVB-3111-1 のようになる。すなわち、(a)の場合は、応力は中心軸からの距離及び曲げモーメントの大きさに比例して増大していく。(b)の場合は、材料の表面が降伏点に達し、塑性領域が断面の内部へと進行してくる。(c)の場合は、塑性領域が全断面に発達し、崩壊に至る。



解説図 PVB-3111-1

一方、技術基準規則及び解釈の設計条件における一次応力強さは上図の(a)に示す応力分布であり、(b)及び(c)の応力分布は設計条件以外でのものと考えられる。解説の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している³⁵。

解説 PVB-3111 の 1. (3)は、引張応力 P_m と曲げ応力 P_b が同時に作用した場合に全断面が塑性化する崩壊応力に対して、設計条件の設計限界をどのような安全マージンで設定しているか(解説図 PVB-3111-2 参照)を解説しているものです。ご指摘の「」書きの部分は崩壊応力について解説している部分であり、設計条件に対して塑性を許容するという意図の記載ではありません。



解説図 PVB-3111-2 引張り及び曲げによる崩壊応力及び設計限界

「(解説 PVB-3111) 各供用状態における一次応力評価」の 3. において、「究極強さ」の記載がありますが、本文には記載がない。「究極強さ」とは何かについて、これに関連して、「(解説 PPB-3552) 配管の解析」及び「(解説 PPB-3562) 配管の解析」における「 S_u 値から計算する限界荷重(終局荷重)」、「解説図 SSB-3121-5 (出典: 「鋼構造設計規準(2005)」(社)日本建築学会)」(I-解説 8-14 頁)における「終局限界設計」について、日本機械学会は、次のように説明している³⁶。

³⁵ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (18)

³⁶ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (19)

(解説 PVB-3111)において、当該記載の前文において、一般的な表現として「究極的な」強さとの記載があり、また後段で「極限強さ」の記載があり、いずれも定義としては極限強さと同義となります。

(解説 PPB-3552)及び(解説 PPB-3562)においては、材料の最小引張強さ S_u に相当する応力を配管に生じる荷重を限界荷重(終局荷重)と呼んでいます。

解説図 SSB-3121-5 に関して、「終局限界設計」は、支持構造物の曲げ許容応力の規定で参照している AIJ 鋼構造設計規準でさらに参照している、同会「鋼構造限界状態設計指針・同解説」に規定されている設計法です。今回の曲げ応力規定の改定に関しては直接的には使用していません。鋼構造設計規準では、鋼構造限界状態設計指針で規定されている終局状態の曲げ部材の耐力に対して、座屈が生じない場合の終局状態の基準となる全塑性モーメント M_p と許容応力の基準となる降伏曲げモーメント M_y との比を、全細長比の領域で乗じたものを、曲げ材の許容応力とする規定となっており、今回の設計・建設規格支持構造物の改定では鋼構造設計規準を参照しています。

【更問】

- 「究極強さ」、「限界荷重(終局荷重)」及び「終局限界設計」の定義を説明してください。

(b) 継手区分 A 及び B の溶接部に規定されていない継手の継手効率について(表 PVD-3110-1 継手効率の値)

「PVD-3100 容器の胴の規定」の「表 PVD-3110-1 継手効率の値」において、「継手の種類」が「両側全厚すみ肉重ね溶接」、「プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接」及び「プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接」の継手効率の値が規定されているが、「PVD-4100 溶接部の設計」の「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」には上記の溶接継手の方法は規定されていません。「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」に規定されていない継手を「表 PVD-3110-1 継手効率の値」に規定する理由を説明してください。³⁷

「表 PVD-3110-1 継手効率の値」は、「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」に限らず、「PVD-4112 その他の継手」も対象としています。

【更問】

- 「PVD-4112 その他の継手」に規定する継手形状は母材厚さに基づく溶接部の寸法を規定しており、「厚さの算定式に含まれている継手効率の値」が関係しているとは理解できません。「PVD-4112 その他の継手」に示す溶接部について、いずれが「プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接」及び「プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接」に該当するか示してください。

(c) 突合せ溶接式管継手を胴に用いる場合の制限について(PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定)

³⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (43)

「PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定」において、JIS B2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」は容器の胴として使用できる管継手と規定していますが、「附属書 JB を除く」としています。「附属書 JB (規定) 特殊な形状管継手」はネック付きの管継手を規定していますが、これを除く理由を説明してください。

JSME S NC1-2001 では、PVD-3610 は JIS B 2312 (1991) を引用しています。

JIS B 2312 2001 年追補 1 にて追加された特殊な形状の管継手に関する規定 (2009 年版より附属書 JB に移行) に関して、引用 JIS 年版見直しの際にこの追補 1 の内容を除くものとしています。³⁸

【更問】

- 引用 JIS 年版見直しの際にこの追補 1 の内容を除くものとした技術的根拠を説明してください。(JIS B 2312(2015)附属書 JE(参考)JIS と対応国際規格の対比表において、「附属書 JB (規定) 特殊な形状管継手」は「JIS として必要。ISO 規格の見直しの際、提案を検討する。」と記載あり)

4. 1. 8 平板の取付方法

本規格は平板の取付方法について、「表 PVC-3310-1 K の値」、「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器継手区分 C の構造」、「表 PVD-3310-1 K の値」、「図 PVD-4112-2 クラス 3 容器継手区分 C の構造」、「図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造」、「図 PPC-4010-3 クラス 2 配管 継手区分 C の構造」、「表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K」、「図 PPD-4010-3 クラス 3 配管 継手区分 C の構造」、「図 PPH-4010-3 クラス 4 配管継手区分 C の構造」、「表 PMB-3410-1 K の値」、「PMC-3300 ケーシングの構造強度」、「PMC-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度」、「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」、「表 PMC-3410-1 K の値」、「PMD-3300 ケーシングの構造強度」、「PMD-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」、「表 PMD-3410-1 K の値」、「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
- ② 平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
- ③ 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
- ④ 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
- ⑤ 取付け方法(i)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更

³⁸ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (45)

- 更
- ⑥ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
 - ⑦ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
 - ⑧ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
 - ⑨ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
 - ⑩ 2012年版の取付け方法(b)、(c)、(d)、(e)を削除
 - ⑪ 「PMC-3300 ケーシングの構造強度」のクラス2ポンプのケーシング平板部はPMC-3400の規定による旨を追記して明確化
 - ⑫ 「PMC-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度」のクラス2ポンプのケーシング平板部はPMC-3400の規定による旨を追記して明確化
 - ⑬ ケーシングカバーの構造強度の規定にケーシングの平板部の規定を追加
 - ⑭ 取付け方法(b)～(e)、(h)～(1)の平板部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更
 - ⑮ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更
 - ⑯ クラス3ポンプのケーシング平板部はPMD-3400の規定による旨を追記して明確化
 - ⑰ ケーシングカバーの構造強度の規定にケーシングの平板部の規定を追加
 - ⑱ 取付け方法(b)～(e)、(h)～(1)の平板部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更
 - ⑲ 取付け方法(h)の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更

表 4.1.8 平板の取付方法の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～⑨ (追而)
- ⑩ 現在採用されているクラス1ポンプでは、突き合わせ溶接型のケーシングカバーは採用されていない。また、クラス1ポンプのケーシングカバーは回転体など内部構成品の組み込み・取り出しのため、ボルト等でケーシングに取り付けるものに限定するのが適切であることから、PMB-3410 ケーシングカバーの構造強度の規定におけるK値から突き合わせ溶接型のK値の規定を削除した。³⁹
- ⑪ ポンプの「ケーシングカバー」を、「ケーシングの平板部」との呼称で対象部を明

³⁹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2 : 40～42 頁

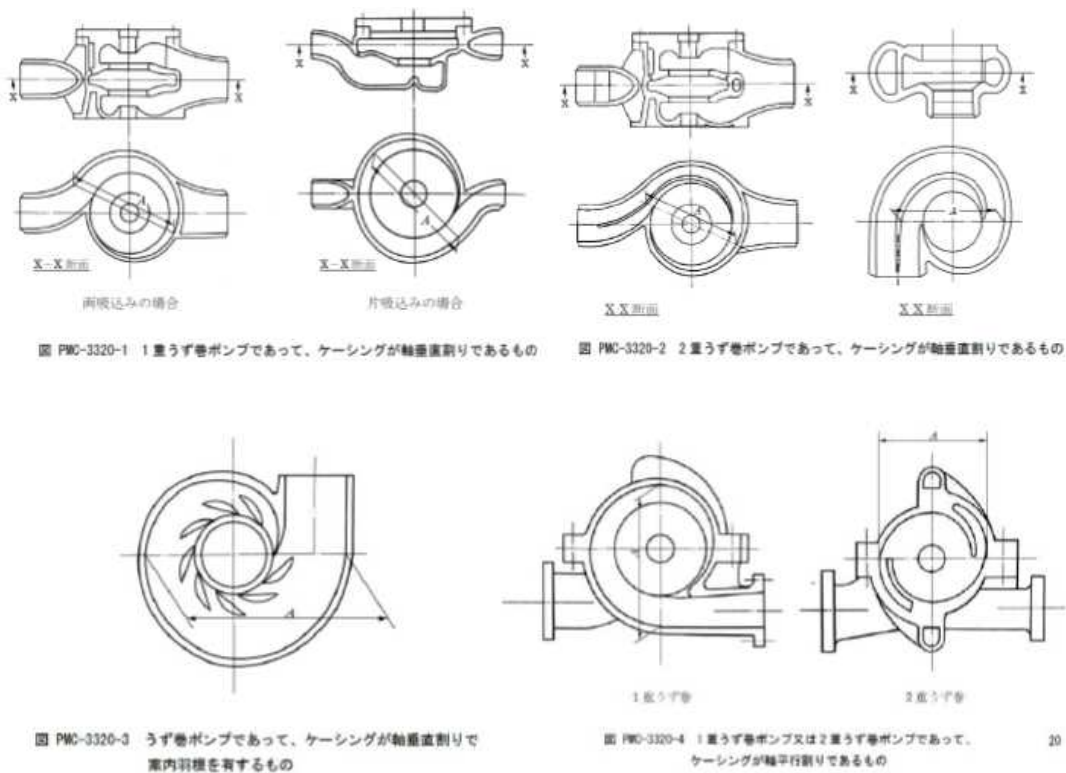
確にする。⁴⁰

⑫～⑰

(3) 検討の結果

①～⑨

⑪ 「PMC-3320 ケーシングの厚さの規定」において、(PMC-3) 式に規定する寸法 A は「図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 までに示す寸法」と規定され、各図に寸法の採り方が図示されているが、どのような位置とすべきかは規定されていない。各図の寸法 A の採り方は、その位置が「圧力が作用する内りの最大値」であることが必要と思われるが、寸法 A の採り方を規定していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹。



⁴⁰ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2：71 頁の 16-15

⁴¹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (60)

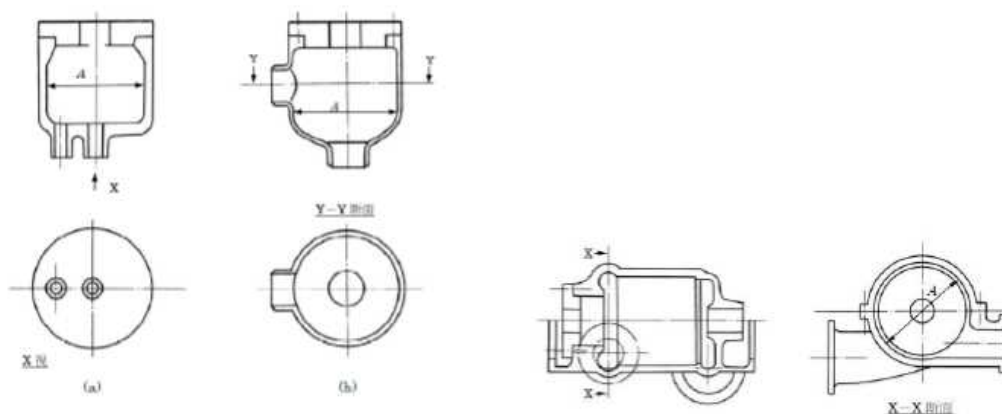


図 PMC-3320-5 ターボポンプであって、ケーシングが軸垂直割りで軸対称であるもの

図 PMC-3320-6 ターボポンプであって、ケーシングが軸平行割りであるもの

寸法 A は個別のポンプ形式に対して適切な寸法 A の採り方を規定していません。本規定は、(解説 PMB-3310)に記載の通り、ASME を参考にしつつ、「A 寸法をケーシング断面の最大内径にとれば、他の形式のケーシングにも適用できる」との考えにより定めています。なお、「将来ここで規定した以外のケーシングを採用する場合は、これらの例を参照して A 寸法を定める」ことも要求していません。

「PMC-3330 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」において、ただし書きで「当該部分が管台である場合であって、PVC-3150 及び PVC-3160 の規定に準ずるときは、この限りでない。」と規定されているが、「PVC-3150 胴に穴を設ける場合の規定および補強を要しない穴の規定」及び「PVC-3160 穴の補強についての規定」は容器の規定である。吸込み及び吐出口部分は配管との取合部であるので管台であることは自明だが、ポンプケーシングの形状を考慮した場合の適用性について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²。

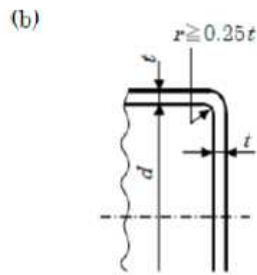
ポンプでは、PMC-3330 による ℓ に対する規定により吸込み及び吐出部の厚さを評価するのが前提となります。ただし、圧力容器でもあるため、PVC-3150 及び PVC-3160 の補強の考え方も採用出来るよう規定しております。原子力におけるクラスポンプの吸込み及び吐出口で PVC-3150 及び PVC-3160 を適用した事例は把握していません。

(追而)

- ⑫「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」において、「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(b)の形状は「ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、d が 600mm 以下」とある。当該厚さの計算式は円筒形の胴又は管に取り付ける場合の K の値を 0.13 としたものであるが、ケーシングへの適用性と d 寸法の採り方について、また、取付け方法(c)～(1)もケーシングへの適用性と d 寸法の採り方について、日本機械学会は、次のように説明

⁴² 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (61)

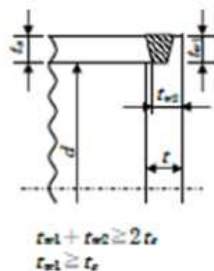
している⁴³。



JSME クラス 2、3 ポンプにて (b) ~ (l) については、基本的にはクラス 1、2、3 ポンプのケーシングで、記載のカバー形状を有するものへ、それぞれ適用することとなります。

d 寸法の採り方は、(b) ~ (e)、(h) ~ (l) は円筒部の内径であり、(f) はカバー取付部の内径最大部、(g) は締付ボルト PCD、(m) はガスケット幅の 1/2 となる位置の直径になります。

「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」において、「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(i)の形状は「ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合」とされているが、図の溶接部を突合せ溶接とすることの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴。



PMC-3410(i)の図中の溶接部を指すために“突合せ溶接”という表現を用いておりますが、単に“溶接”と表現するのと同義です。容器及び配管と同じ表現としております。

(追而)

- ⑬ 「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」に示す「ケーシングの平板部」における厚さ t の採り方及び、下図の質問事項について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵。

⁴³ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (63)

⁴⁴ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (64)

⁴⁵ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (59)

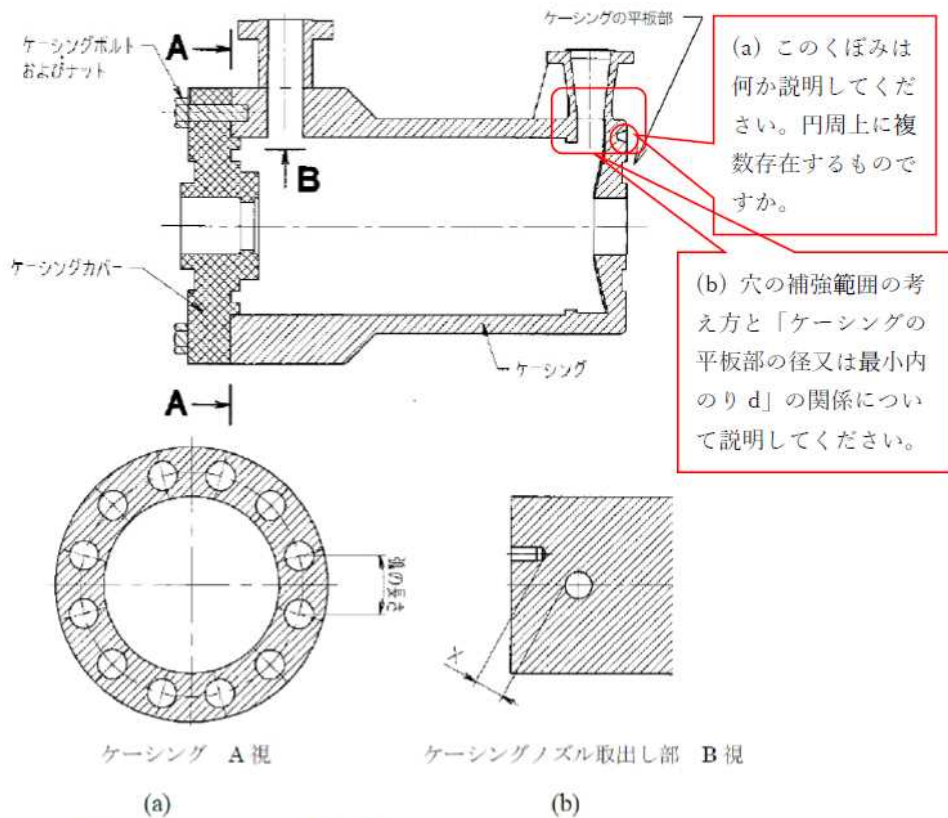


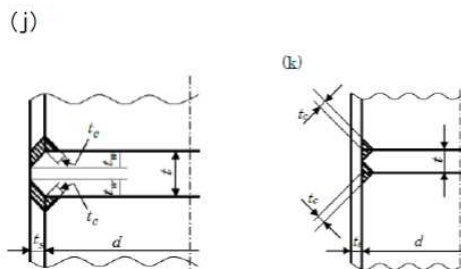
図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ
多段ポンプのケーシングボルト回りの形状

「ケーシングの平板部」における厚さ t は、平板部の中で最も薄い箇所の肉厚を取ります。

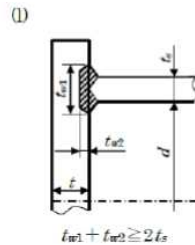
図 PMC-3340-3 の質問に対する回答は以下の通りです。

- (a) くぼみの様に見えるのはケーシングと平板の溶接部です。ハッチングを施していないため、くぼみに見えていますが、溶着金属で埋められています。
- (b) 平板とノズル肉厚は独立して評価をしています。ポンプでは穴の補強範囲についての規定はありませんが、同様の補強を吸込口、吐出口の厚さの規定 (PMC-3330) により補っています。平板については、PMC-3410 に規定している通りです。

「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」において、「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(j)の下端の図 (左図) 及び(k) (右図) は、ケーシングの 1 断面を切断して平板を取り付けるような形状である。



また、「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」において、「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(1)の形状は「ケーシングが内外からケーシングの平板部に溶接」とあり、「ケーシング」を「ケーシングの平板」に溶接する場合の説明がある。



ポンプの構造として事例とどのような形状の構造を指すのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁶。

容器や配管で使用できる形状はポンプでも規定しておりますが、上記の(j)、(k)、(l)に相当する溶接については、現状のJSME クラス2及び3のポンプにおいて適用事例は把握していません。なお、一般産業向けのポンプにおいては、(k)や(l)に相当する溶接が適用される場合があります。

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) ボルト締め平ふた板の係数Kの値ほかについて(表 PVC-3310-1 Kの値)

「表 PVC-3310-1 K の値」(a)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017の附属書Lの「図L.1 ボルト締め平ふた板の構造」a)に示す図(右図)に該当します。計算厚さを求める係数Kの値が表 PVC-3310-1では0.17、JISでは0.25(円形平ふた板の場合)と異なっています。どのように係数を決めたのかについて、日本機械学会は、次のように説明している[図は削除]⁴⁷。

当該形状はASME B&PV Code 2017年版のSection III NC-3325及びFig. NC-3325-1(i)に規定されており、係数K(ASMEではC)も0.17と整合しております。

係数Kの相違については、曲げ応力に対する許容応力として許容引張応力の1.5倍を考慮していることによります。平板に発生するのは曲げ応力であるため許容応力として許容引張応力の1.5倍を考慮できますが、JISではガスケット部の気密性を考慮して1.5倍を採用していないと考えられ、係数Kに1.5倍の相違が発生しております。

「表 PVC-3310-1 K の値」(c)の形状(左図)は内径dの部分の勾配線と半径rの曲線の間には厚さtfの平行部が存在する形で示されていますが、JIS B 8265:2017の「附属書E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」c)に示す図(右図)は当該部が連続している。この形状の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[図は

⁴⁶ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-6:II 1.(65),(66)

⁴⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-6:II 1.(24)

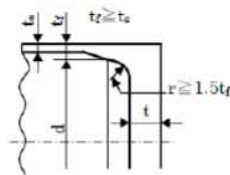
削除] ⁴⁸。

当該形状は ASME B&PV Code Section III Figure NC-4243.1-1 の規定と整合をとったものです。

JIS B 8265 の図 E.8 c) は、傾斜が R に接する形で接続しているように見えますが、連続であることは要求しておらず、PVC-3310 の図(c)と同じく Tangent Line で接続しているようにも取れるため、同等の図と判断します。

「表 PVC-3310-1 K の値」(d)の形状は JIS B 8265:2017 の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」に規定されていない。形状と式の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁹。

(d)



(JIS B 8265 : なし)

当該形状は ASME B&PV Code Section III NC-3325 及び Fig. NC-3325-1(b-2) の規定と整合をとったものです。

なお、JIS においても、旧 JIS B 8243 「火なし圧力容器の構造」では規定されていたものです。

「表 PVC-3310-1 K の値」(f)の形状は、JIS B 8265:2017 の「附属書 L.4 はめ込み形円形平ふた板」の「図 L.2- はめ込み形円形平ふた板の構造の例」 a) 及び d) に相当するが、平板の取付け方法による係数 K の値が表 PVC-3310-1 では 0.20、JIS では 0.30 となっている。その理由について、また、(f)の形状は平板に作用する力によって生じるねじ込み輪、分割リング等機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下と規定しているが、機械的装置には曲げ応力、せん断応力及び支圧応力が発生ことに対して一律に許容引張応力の 0.8 倍とする理由について、日本機械学会は、次のように説明している [図は削除] ⁵⁰。

当該形状は ASME B&PV Code Section III NC-3325 及び Fig. NC-3325-1(f), (g) に規定されており、係数 K (ASME では C) も 0.20 と整合しております。

係数 K の相違については、曲げ応力に対する許容応力として許容引張応力の 1.5 倍を考慮していることによります。平板に発生するのは曲げ応力であるため許容応力として許容引張応力の 1.5 倍を考慮できますが、JIS ではガスケット部の気密性を考慮して 1.5 倍を採用していないと考えられ、係数 K に 1.5 倍の相違が発生しております。

ねじ込み輪、分割リング等の機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下との規定については、せん断応力に対する許容応力を許容引張応力の 0.8 倍とし

⁴⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (25)

⁴⁹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (26)

⁵⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (27)

(JIS B 8265:2017 4.3.2 と同様)、安全側にせん断応力を含む発生応力に対して一律に許容引張応力の0.8倍としているものと考えられます。

「表 PVC-3310-1 K の値」(g)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017 の「附属書 L.4 はめ込み形円形平ふた板」の「図 L.2-はめ込み形円形平ふた板の構造の例」b)の形状(右図)に相当する。平板の取付け方法による係数Kの値が表 PVC-3310-1 では0.20、JIS では0.30 となっている。その理由について、また、表 PVC-3310-1 (g)の形状は平板に作用する力によって生じる締付ボルトの応力が許容引張応力の0.8倍以下と規定しているが、ねじリングにはせん断応力が発生することに対して制限を規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[図は削除]⁵¹。

JISME の規定は ASME NC-3325-1 と整合した規定となっており、ねじリング部のせん断応力によらず $K=0.2$ を採用しています。

「表 PVC-3310-1 K の値」(h)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017 の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」o)に示す図(右図)に相当する。表 PVC-3310-1 (h)の溶接部はレ形溶接の開先角度が 45° 以下と読めるのに対して、JIS に示す o)の図は開先角度ではなく、のど厚 t_w の溶接部表面から平板を最大 45° の勾配を設けてもよいと読める(「図 PVC-4212-2 クラス2 容器継手区分Cの構造」の(8)の図も同じ。)。開先角度 45° 以下とすることの適切性について、また、JIS の図には胴又は管の先端部について「溶接継手からの張出しは任意」の記載があり「図 PVC-4212-1 クラス2 容器継手区分Cの構造」(8)にもあるが、「表 PVC-3310-1 K の値」(h)の図にはない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[図は削除]⁵²。

当該形状は ASME (Figure NCD-3325-1 sketch (g)) に規定された形状と整合しています。また、溶接継手からの張出しについては図中で明確に張出しており、記載が無くとも問題はないと考えます。

「表 PVC-3310-1 K の値」(i)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017 の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」n)に示す図(右図)に相当する。表 PVC-3310-1 (i)の溶接部 t_w2 寸法は平板から胴又は管にはまり込む深さを除いた厚さであるのに対して、JIS に示す n)の図は平板の厚さ方向に溶接金属が接する長さになっている。また、JIS に示す n) の図は平板の外径部分の母材残部厚さ t_p を胴若しくは管の厚さ又は 6mm のいずれか小さい値以上と制限しているが、表 PVC-3310-1 (i)については制限がない。これらの相違について、日本機械学会は、次のように説明している(「図 PVC-4212-2 クラス2 容器 継手区分Cの構造」の(7)の図も同じ。)[図は削除]⁵³。

ご指摘のところは、JIS との整合を含め、今後検討します。

「表 PVC-3310-1 K の値」(j)の形状における取付け方法において、「(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、 t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以

⁵¹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (28)

⁵² 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (29)

⁵³ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (30)

上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6 mm のうちいずれか小さい値以上である場合。」と規定されているが、「平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合」を規定する必要性について、また、この場合の開先角度の採り方について、日本機械学会は、次のように説明している⁵⁴。

ASME B&PV 2017 Sec. III NC (or ND) NC-3358 と整合をとり、「平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合」を規定しています。角度については板と開先面間の角度を示しています。

「表 PVC-3310-1 K の値」(j)の形状(左図の 3 種類)は、JIS B 8265:2017 の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」f)、g)、j)に示す図(右図)に相当する。表 PVC-3310-1 (j)の(1)の場合に t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上、(2)の場合に t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上であるのに対して、JIS に示す f)及び j)の図は t_w (b 寸法) が胴又は管の計算上必要な厚さの 2 倍で胴又は管の厚さの 1.25 倍以上とされている。また、表 PVC-3310-1(j)の図はすみ肉ののど厚 t_c を t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上と規定されているが、JIS の f)、g)、j)については胴又は管の計算上必要な厚さの 1.4 倍、0.7 t_s 又は 6mm のいずれか小さい値以上と規定されている。これらの相違について、日本機械学会は、次のように説明している(「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の(1)、(2)、(3)の図も同じ。)。[図は削除]⁵⁵。

当該形状は ASME B&PV Code Section III Figure NC-4243-1 の規定と整合をとりました。

「表 PVC-3310-1 K の値」(k)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017 の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」k)に示す図(右図)に相当する。表 PVC-3310-1 (k)の図はすみ肉ののど厚 t_c を t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上と規定しているが、JIS の k)については胴又は管の計算上必要な厚さの 1.4 倍、0.7 t_s 又は 6mm のいずれか小さい値以上と規定している。これらの相違の理由について、日本機械学会は、次のように説明している(「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の(4)の図も同じ。)。[図は削除]⁵⁶

当該形状は ASME B&PV Code Section III NC-3325、NC-3358 及び Fig. NC-4243-1(f)と整合をとったものであり、のど厚 t_c の規定も JSME と同様です。

「表 PVC-3310-1 K の値」(m)の形状(左図)は、JIS B 8265:2017 の附属書 L の「図 L.1 ボルト締め平ふた板の構造」b)及び c)に示す図(右図)に該当するが、計算厚さを求める式が異なっている。式が違う理由について、また、表 PVC-3310-1 では使用状態での計算式であるが、ガスケット締付時の計算を求めない理由について、日本機械学会は、次のように説明している(JIS B8265 では、使用状態とガスケット締付時の両方の場合について計算を行い、いずれか大きい値を計算厚さとしている。)[図・

⁵⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (31)

⁵⁵ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (32)

⁵⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (33)

式は削除] ⁵⁷。

当該形状は ASME B&PV Code 2017 年版の Section III NC-3325.2 及び Fig. NC-3325-1 (d)、(e) と整合をとっており、NC-3325.2(6)式に示される計算式および係数 $K=0.20$ と整合しております。ただし、NC-3325.2(6)式では式中のシンボルが異なっており、全体のボルトに作用する力 F は ASME では W 、係数 K は ASME では C が用いられており、パッキンの外径又は平板の接触面に作用する圧力による力 W を $W=Pd2\pi/4$ とすると式が一致します。

また、ガスケット締結時の計算について、本式ではボルト締付けによってカバーにかかる曲げモーメントが負荷する場合を考慮して係数 K を定めているため、別途算出の必要はありません。(解説 PVE-3410)

「表 PVC-3310-1 K の値」(o)その他の場合は、係数 $K=0.50$ とのみ規定しているが、その理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁵⁸。

JIS, ASME では、“(o)その他の場合 係数 $K=0.50$ ” とするような規定の仕方はしていないため、その適切性について継続して検討します。

「表 PVC-3310-1 K の値」(PVD、PVE、PPC、PPD、PMC、PMD も同じ)においては「平板が胴または管に全貫通溶接される場合」のように、「安全溶込み溶接」と思える溶接部を「全貫通溶接」としているが、この用語が使用されているのは平板の取付方法に係る部分のみである。「PVC-4200 溶接部の設計」では「完全溶込み溶接」としており用語が違う理由、また、「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の図においては、「全貫通溶接」に相当する規定がない理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁵⁹。

ご指摘のとおり、「全貫通溶接」は「完全溶込み溶接」を表しております。今後の改定において用語の統一を図ることを検討致します。

また、「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」における対応する図については、完全溶込み溶接であることが明らかな図であることから「完全溶込み溶接」とは記載しておりません。

「PVD-3310 平板の厚さの規定」の「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の図は重ね溶接継手ですが、溶接部の設計を規定した「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」には重ね溶接継手は規定されていない。「表 PVD-3310-1 K の値」に(f)の図を規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁰。

「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の構造は、溶接部の設計を規定した PVD-4000 番台において明記されておきませんが、PVD-4110 の「これと同等以上の効果が得られる溶接方法」に該当するため、使用できます。

⁵⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (34)

⁵⁸ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (35)

⁵⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (36)

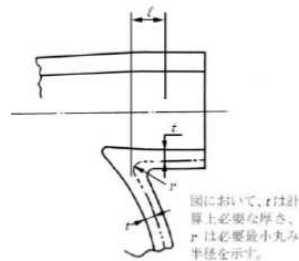
⁶⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (44)

【更問】

- 「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の図の重ね溶接継手は継手区分 B に該当すると思われませんが、「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」に規定する設計と同等以上の効果が得られることを、非破壊試験を含めて定量的に説明してください。

(b) ポンプケーシングのクロッチの丸みの半径について（図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲）

「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」において、「r は必要最小丸み半径を示す」とあるが、r の決め方（「PMC-3340 ケーシング各部形状の規定」(5)に規定する「クロッチの丸みの半径」+ t と理解してよいか。）について、日本機械学会は、次のように説明している⁶¹。



PMC-3340(5)に示す通りクロッチ部の r 寸法は $r \geq 0.3t$ です。したがって図 PMC-3330-1 の r 寸法は 0.3t 以上です。

(追而)

4. 1. 9 継手区分 C 及び D の構造に関する規定の見直し

本規格は、継手区分 C 及び D の構造に関する規定の見直しについて「PVC-4212 その他の継手の溶接部」、「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」、「PVD-4112 その他の継手の溶接部」、「図 PVD-4112-1 クラス 3 容器 継手区分 C の構造」、「PVE-4213 継手区分 C」、「図 PVE-4213-1 クラス MC 容器 継手区分 C の構造」、「PPC-4010 クラス 2 配管の溶接部の設計」、「図 PPC-4010-2 クラス 2 配管 継手区分 C の構造」、「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」、「図 PPD-4010-2 クラス 3 配管 継手区分 C の構造」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 継手区分 C の溶接部として図 PVC-4212-1(1)を追加
- ② 継手区分 C の溶接部として図 PVC-4212-1(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で(1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分
- ③ 一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (た

⁶¹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (62)

- だし 25mm 以上)」を削除
- ④備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加
 - ⑤継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1(1)を追加
 - ⑥継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で (1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分
 - ⑦一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除
 - ⑧備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加
 - ⑨継手区分 C の溶接部として図 PVE-4213-1(1)を追加
 - ⑩継手区分 C の溶接部として図 PVD-4112-1(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で (1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分
 - ⑪一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除
 - ⑫備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加
 - ⑬継手区分 C の溶接部として図 PPC-4010-2(1)を追加
 - ⑭継手区分 C の溶接部として図 PPC-4010-2(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で (1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分
 - ⑮一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除
 - ⑯備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加
 - ⑰継手区分 C の溶接部として図 PPD-4010-2(1)を追加
 - ⑱継手区分 C の溶接部として図 PPD-4010-2(1)を一体型フランジのハブの勾配有無で (1)、(2)に分け、溶接部の勾配有無で(2-a)と(2-b)に区分
 - ⑲一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn (ただし 25mm 以上)」を削除
 - ⑳備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加

表 4.1.9 継手区分 C 及び D の構造に関する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 図 PVD-4112-1「クラス 3 容器 継手区分 C の構造」(1)にはフランジのハブのこう配が 2 段階の溶接部形状が規定されているが、こう配が 1 段階の溶接部設計も JIS 規格及び ASME 規格 (Sec. III Class 2, 3) に適合しており、PVD-4110 が許容する「同等以上の効果が得られる溶接方法」に該当するものとしている。(質疑応答 QNC200582 を参照)

また、図 PVD-4112-1(1) はハブのこう配なしですみの丸みを設ける構造を許容しているが、このすみの丸みについては具体的な寸法が規定されていない。一方、最新の JIS 規格及び ASME 規格の形状では、ハブとフランジを結ぶ輪郭線に丸みを設けてそ

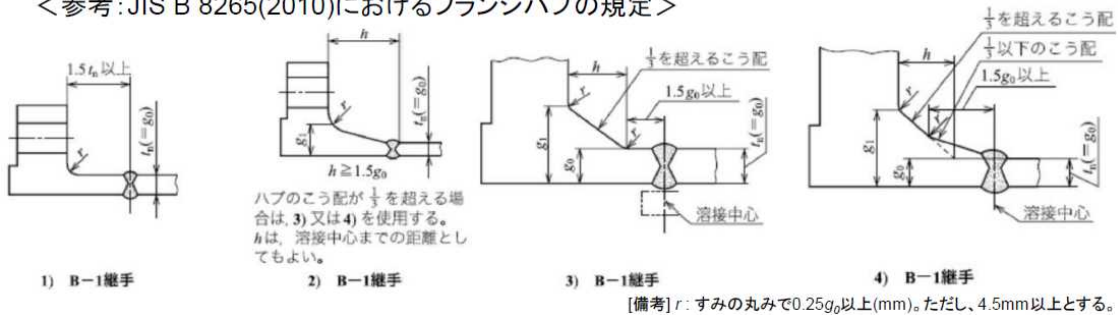
の半径の値を規定している。

以上のような規定の状況に鑑み、JISやASMEとの規格の整合性をとるため、PVD-4112-1「クラス3容器 継手区分Cの構造」(1)を含め、クラス2, 3, MC容器、クラス2, 3配管のそれぞれ次に挙げる図を、最新のJIS規格及びASME規格と同様の図に置き換えた。⁶²

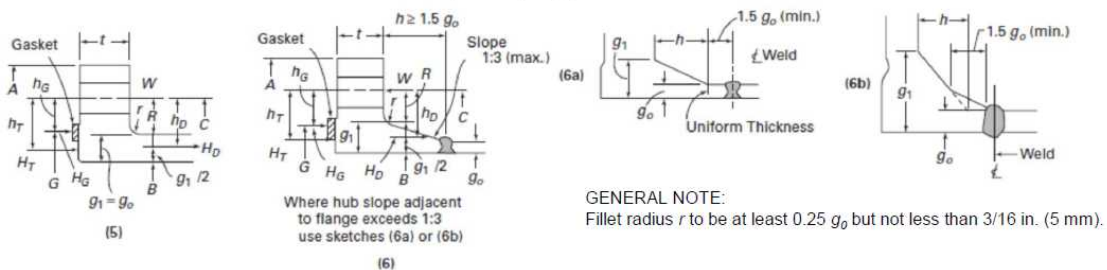
<対象図>

- ・図 PVC-4212-1 「クラス2容器 継手区分Cの構造」(1)
- ・図 PVD-4112-1 「クラス3容器 継手区分Cの構造」(1)
- ・図 PVE-4213-1 「クラスMC容器 継手区分Cの構造(その1)」(1)
- ・図 PPC-4010-2 「クラス2配管 継手区分Cの構造」(1)
- ・図 PPD-4010-2 「クラス3配管 継手区分Cの構造(その1)」(1)

<参考:JIS B 8265(2010)におけるフランジハブの規定>



<参考:ASME B&PV Code Sec.III(2010) Appendix XIIにおけるフランジハブの規定>



②～⑩ (追而)

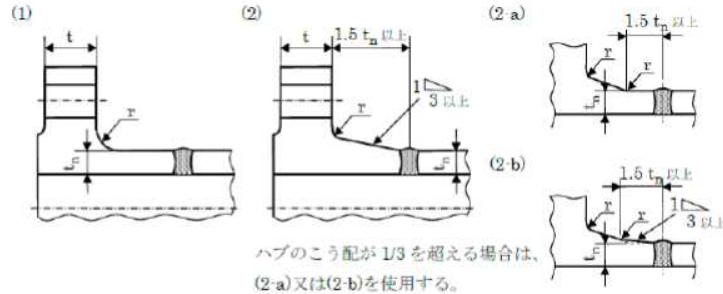
(3) 検討の結果

① (追而)

② 「図 PVC-4212-1 クラス2容器 継手区分Cの構造」において(1)のテーパなし一体型フランジの図が追加されたが、(2-a)では勾配のないハブ部分の長さを1.5tn 以上としている。(1)の場合にフランジ背面から溶接部までのハブ長さを1.5tn 以上としなかった理由(第1回検討チーム資料1-1-2の31頁の図ではJIS B 8265(2010)の同じハブ形状の「1) B-1 継手」において1.5tn 以上と規定されている。)について、

⁶² 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料1-1-2: 30~32頁

日本機械学会は、次のように説明している（第1回検討チーム資料 1-1-2 の 31 頁の図では JIS B 8265 (2010) の同じハブ形状の「1) B-1 継手」において 1.5tn 以上と規定されています。）⁶³。



ASME では記載していませんが、テーパなし一体型フランジにおいてもフランジ背面から溶接部までの長さを 1.5tn 以上と明示することがより適切と考えますので今後改定を検討致します。

上記に関連して「図 PPH-4010-2 クラス 4 配管 継手区分 C の構造 (その 1) (1/3)」においては、上記「テーパなし一体型フランジの図」がなく 2012 年版から変更されていない。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁴。

図 PVC-4212-1 (1) 等における「テーパなし一体型フランジの図」は新たに追加されたものではなく、設計・建設規格 2012 年版の図 PVC-4212-1 (1) 等において破線で示していた構造を明確化したものです。これは JIS B 8265 (2010) 及び ASME B&PV CodeSec. III との整合性も加味した改定であり、ASME Sec. III にクラス 4 配管の規定がないことから、図 PPH-4010-2 は本改定の対象外としております。

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 輪形パッキンを用いるフランジの厚さについて (PVC-3720 各形状におけるフランジの厚さの規定)

「PVC-3720 各形状におけるフランジの厚さの規定」において、(2) a. の輪形パッキンを用いるものについての式 PVC-42 に用いるモーメント M の算出方法については、圧力又はボルト荷重の定義が必要と考えられるが m その算出方法について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁵

本規定については、解説 PVC-3720 にて解説 PVE-3700 を参照することとしており、解説 PVE-3720 に考え方を記載しております。

規格本文としては M の算出方法を限定していませんが、解説 PVE-3720 において、「曲げモーメント M は、フランジ計算法によって求められる」としており、

⁶³ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (39)

⁶⁴ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (40)

⁶⁵ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (37)

また解説 PVE-3710 において、フランジの応力計算の方法の例として JIS B 8265 及び ASME B&PV Code Sec. III Appendix XI を参照しております。

(追而)

(b) JIS の管フランジ規格の適用範囲について (PVC-3710 フランジの規格)

「PVC-3710 フランジの規格」において、「日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(材料に関する部分を除く)又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」(材料に関する部分を除く)に適合するもの」と規定されているが、当該 JIS 規格には材料に関するもの以外に製造方法、試験方法も規定されている。適用可能とする範囲について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁶。

PVC-3700 番台は、PVC-3010「クラス 2 容器の構造の規格は PVC-1200、PVC-3100 から PVC-3800 まで及び PVC-4100 の規定によること。」から読み込まれておりますので、PVC-3710 はフランジの構造について規定しています。

従って、当該 JIS の構造に関する部分(具体的には形状や寸法)が適用されませんが、製造方法、試験方法については適用されません。

(追而)

(c) ステーで支えられるものの構造について (図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造)

「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」(6)、(11)、(12)においては、「ステーで支えられるもの」、「ステーで支えられないもの」によって、溶接部の寸法が異なっている。「ステー」という用語は継手区分 C の溶接部の図に記載されているものの規定されておらず、図示もされていない。「ステー」について規定する必要性について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁷。

「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」(6)、(11)、(12)においては、「ステーによる支えの有無(ステーで支えられるもの管板に限る)」による構造及び溶接部の寸法に対する要求事項を示したものであり、継手の構造及び要求事項は明確であることから、ステーについて規定・図示をする必要はないと考えます。

(追而)

(d) クラス 2 容器の継手区分 D の範囲について (図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造)

「図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)の図は「原子炉格納容器貫通配管部に限る。」と記載しているが、当該部をクラス MC 容器ではなくクラス 2 容器の管台に含めている理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁸。

クラス 2 容器の管台に含める必要性は無いため、記載を削除することで今後改訂を進めます。

⁶⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (38)

⁶⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (41)

⁶⁸ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (42)

(追而)

(e) クラス 4 配管の「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」の適用範囲について「PPH-1210 クラス 4 配管の材料および構造の特例」において、「クラス 4 配管は PPH 規定に従う代わりに PPD 規定に従ってもよい。」と規定されている。「PPH-3000 管の設計」には、管の鏡板や平板、フランジ等の構造が規定されていないので、管の鏡板や平板、フランジ等の構造を使用する場合は「PPD-3000 管の設計」に従うことになる。一方、当該部の溶接部の設計は「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」に規定されており、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」には「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」にはないものも規定されている。クラス 4 配管の管の設計に規定されていないものを、クラス 4 配管の溶接部の設計に規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁶⁹。

PPH-1210 に従う場合、溶接部の設計に関しても PPD 規定に従うこととなります。すなわち、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」の代わりに「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」に従うこととなり、クラス 4 配管の管の設計に規定していないものをクラス 4 配管の溶接部の設計に規定している訳ではありません。

(追而)

4. 1. 10 クラス MC 容器の特例に関する規定の見直し

本規格は、クラス MC 容器の特例に関して「PVE-1200 クラス MC 容器の材料及び構造の特例、適用除外」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① コンクリート製原子炉格納容器について適用除外とする項番号と規定を削除

表 4.1.10 クラス MC 容器の特例に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)

(3) 検討の結果

- ① (追而)

⁶⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (57)

4. 1. 1 1 管の一次応力の制限規定に関する見直し

本規格は、管の一次応力の制限規定に関し「PPC-3520 設計条件並びに供用状態 A 及び B における一次応力制限」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 設計条件における一次応力の制限規定(1)及び(2)を(1)設計条件における一次応力の制限と(2)供用状態 A 及び B における一次応力制限に区分
- ② (2)における許容引張応力の値を求める際の温度を「最高使用温度」から「供用状態 A 及び B において材料に生じる最高の温度」に、圧力を「内面に受ける最高の圧力」から「供用状態 A 及び B において内面に受ける最高の圧力」に変更

表 4. 1. 11 管の一次応力の制限規定に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① PPC-3520「設計条件における一次応力制限」において、(1)は長期荷重に対する一次応力制限、(2)は短期荷重を含む場合の一次応力制限を規定している。(1)(2)はそれぞれ ASME Sec III NC-3652(設計条件における一次応力制限)と NC-3653(供用状態 A および B における一次応力制限)に相当するが、供用状態 A および B において内面に受ける圧力は、設計条件である最高使用圧力を超えるケースも想定される。したがって、PPC-3520 のタイトル「設計条件における一次応力制限」は適切ではなく、「設計条件ならびに供用状態 A および B における一次応力制限」に変更した。さらに、(1)にあつては設計条件、(2)にあつては供用状態 A および B における規定として適用条件を明確化した。

解説 PPC-3520(4) は、応力計算における P (最高使用圧力) と P_m (内面に受ける最高の圧力) の定義について解説したものであるが、その内容は告示 501 号の質疑応答集「7-2 配管応力解析における圧力の取り方 (第 56 条)」を引用したものである。質疑応答集の内容は、告示 501 号時の最高使用圧力の定義を元にしており、かつ第 3 種管の応力評価で規定している「内面に受ける最高の圧力」の考え方が不明確であったが故の記載である。一方、設計・建設規格においては、GNR-2120 で規定する最高使用圧力の定義が告示 501 号から変わっているため、質疑応答集の内容に基づく記載のままとなっている解説 PPC-3520(4) の記載とは不整合が生じている。このことから、解説 PPC-3520(4) の記載を見直すとともに変更理由を記載した。

また、解説 PPC-3520(3) では安全弁吹出し反力等を短期荷重とする旨が記載されているが、短期荷重の定義は必ずしも衝撃荷重等によるものでなく、荷重の発生頻度を考慮したものであることを ASME の規定も引用して追記した。

②

(3) 検討の結果

(追而)

4. 1. 12 伸縮継手の扱いに関する見直し

本規格は、伸縮継手の扱いについて「PPC-4010 クラス 2 配管の溶接部の設計」、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」、「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」、「図 PPH-4010-6 クラス 4 配管管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に規定している。

(1) 変更の内容

- ①管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部を継手区分 A～D 以外の継手に分類し、図 PPC-4010-6、図 PPH-4010-6 として追加
- ②管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部の図を追加

表 4. 1. 12 伸縮継手の扱いに関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① クラス 3 配管における伸縮継手の規定として、PPD-3416「伸縮継手」では伸縮継手の構造に関する要求疲労評価が規定されており、PPD-4010「クラス 3 配管の溶接部の設計」では「管またはネックリングにベローを取り付ける継手」の溶接部の図が規定されている。一方で、クラス 2 配管における伸縮継手の規定としては、PPC-3416「伸縮継手」で伸縮継手の構造に関する要求疲労評価が規定されているものの、溶接部の図は規定されていなかった。

一方、PPD-4010-6 の「管またはネックリングにベローを取り付ける継ぎ手の溶接部」に示す溶接構造は、クラス 2 配管でも適用が認められているソケット溶接部等と同様で特殊な構造ではない。また、ASME B&PV Code Sec. III (2015Ed)においては、クラス 2 及びクラス 3 配管ともに設計評価規定及び溶接部の構造が規定されており、JSME クラス 3 配管の図 PPD-4010-6 とほぼ同一形状のものが NC-4800 及び ND-4800 に規定されている。

以上のような規定の状況に鑑み、クラス 3 配管の「管またはネックリングにベローを取り付ける継ぎ手の溶接部」の図と同様の図をクラス 2 配管の規定として追加した。また、クラス 4 配管においても伸縮継手の溶接部の図の規定が無いことから、クラス 3 配管（上位クラス）に倣い伸縮継手の溶接部の図を追加した。⁷⁰

- ② (追而)

(3) 検討の結果

(追而)

⁷⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合考資料 1-1-2 : 43～45 頁

(4) 変更点以外の評価

(a) クラス 2 容器の伸縮継手の溶接部形状について (PVC-3800 伸縮継手における疲労評価)

クラス 2 容器の伸縮継手は「PVC-3800 伸縮継手における疲労評価」において疲労評価を要求しているが、「PVC-4200 溶接部の設計」には伸縮継手の溶接部に関する形状の規定がない。伸縮継手の溶接部の設計について、日本機械学会は、次のように説明している⁷¹。

ご指摘の通り、伸縮継手の溶接部に関する形状の規定の記載はありません。記載の可否を含め、今後検討致します。

(追而)

伸縮継手の溶接部の設計について、規定することを要望する。

(b) 伸縮継手の許容繰返し回数の計算式について (PPC-3416 伸縮継手)

「PPC-3416 伸縮継手」において、許容繰返し回数 N の計算式を $N = (11031/\sigma) 3.5$ と規定しているが、JIS B2352:2013 「ベローズ形伸縮継手」の「附属書 JB (規定) ベローズ形管継手の強度評価基準」では、(JB. 62) 式で上記分子側の値を 11033 と規定している。 N の計算式について、日本機械学会は、次のように説明している⁷²。

告示 501 号(1994 年版) 第 28 条(第 2 種容器の伸縮継手)における計算式を踏襲しております。告示 501 号(1994 年版)作成時の資料を確認できないため推定となりますが、告示 501 号(S55 年版)における計算式 $N = (1125/\sigma) 3.5$ を SI 単位系に換算し、分子の値を小数点以下で切り捨てた式と推定します。JIS B 2352 よりも評価上保守的な式であり、適切であると考えております。

数値を丸める際の誤差であり、保守的な数値となっていることから、妥当と判断する。

(追而)

(c) 伸縮継手の強度評価基準とばね定数について (図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部)

「PPC-3416 伸縮継手」において、伸縮継手の応力計算に KELLOGG の式が規定されているが、JIS B 2352:2013 「ベローズ形伸縮継手」の「附属書 JB (規定) ベローズ形管継手の強度評価基準」には、ASME ANSI B31.3 APPENDIXX に準拠した強度計算式 I と KELLOGG 式の強度計算式 II が併記されている。強度計算式 I について検討したのか、している場合はその結果、していない場合はその理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁷³。

⁷¹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (46)

⁷² 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (51)

⁷³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (52)

告示 501 号にて KELLOGG の式を採用しており、設計・建設規格においても告示 501 号の式を踏襲したものです。告示 501 号において ASME ANSI B31.3 Appendix X に準拠した強度計算式 I の採用を検討したのか否か不明ですが、設計・建設規格においては強度計算式 I の採用について、特段の要望はありませんでした。

伸縮継手を配管の一部として使用するには、ばね定数が必要である。「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(1)～(4)の図の伸縮継手のばね定数(6 成分)の算出方法について、また、過度の変形による座屈の防止も必要と思われるが疲労評価のみとする規定の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁷⁴。

設計・建設規格の中では伸縮継手のばね定数を規定しておらず、規格使用者の判断にて定めることとしています。また、座屈評価も同様に設計・建設規格には定めておらず、必要に応じて規格使用者の判断により評価を実施することとなります。なお、これらは告示 501 号でも同様です。

告示 501 号には当時唯一の疲労評価式である Kellogg 社の式(1964)が採用されていた。その後、合理的なベローズ設計式が米国で Expansion Joint Manufacturers Association により開発されており、通称 EJIMA 式(1980)と呼ばれ、ASME ANSI B31.3, JIS B 2352 に採用されている。EJIMA 式には、ばね定数、座屈評価式が含まれているのでこれらの知見を反映することを要望する。

(d) 伸縮継手を取り付ける継手の区分と継手形状について(図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部)

「PPC-4010 クラス 2 配管の溶接部の設計」において、管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部は「継手区分 A、継手区分 B、継手区分 C、及び継手区分 D 以外の継手」に区分されており、「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」には、完全溶け込み溶接以外の溶接も規定されている。これに対し、JIS「B 8265:2017 圧力容器の構造—一般事項」の「附属書 N(規定)圧力容器の伸縮継手」の「図 N.3—伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例」(下図)では、完全溶け込み溶接に限定されている。完全溶け込み溶接以外の溶接の適切性について、また、溶接部の非破壊試験について、日本機械学会は、次のように説明している[図は削除]⁷⁵。

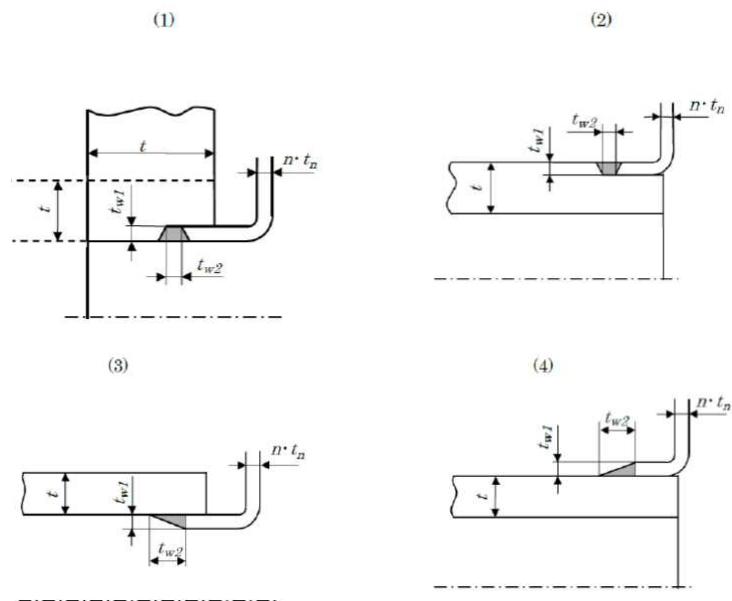
(追而)

「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(2)及び(4)の図は、管又はネックリングの外側にベローが取り付けられる構造のため、内圧力により接合部を引き裂くような力が作用する。この部分をすみ肉溶接とすることの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁷⁶。

⁷⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (53)

⁷⁵ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (54 追而)

⁷⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (55)



(注)

t は、管又はネックリングの厚さ (mm)

t_n は、ベローの厚さ (mm)

n は、ベローズの層数

$t_{w1} + t_{w2}$ は、(1)及び(2)については $2n \cdot t_n$ 以上、(3)及び(4)については $3n \cdot t_n$ 以上

図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部

特に内圧の作用を考慮すべき大口径の伸縮継手にあつては(1)、(3)を適用するものと考えております。一方で、比較的内圧の作用が小さな小口径のフレキシブルチューブ等にあつては、溶接施工上内側に溶接することは困難であり、(2)(4)のタイプの溶接部を適用していると認識しております。口径や内圧等の条件を考慮してどちらのタイプを選定するかは規格使用者が適切に判断すべきものと考えます。

「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(1)～(4)の図は、ベロー谷部の直管部分の長さに制限がないが、JIS「B 8265:2017 圧力容器の構造—一般事項」の「附属書 N(規定)圧力容器の伸縮継手」の「図 N. 3—伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例」では、長さに制限(押さえリングの有無で適用式が異なる。)がある。継手の溶接形状の制限事項として、ベロー谷部の直管部分の長さを規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁷⁷。

⁷⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (56)

図 PPC-4010-6 は溶接部形状に特化した図であることから、管の端部とベローの最初の山の外面の距離は特に規定はしていません。当該寸法は設計者により適切に設定するものと考えます。

図 PPC-4010-6 の(1)～(4)は、日本機械学会が意図する口径による使い分けが読み取れないこと及びベローズ谷部の直管部長さは制限されるべきであることから、図 PPC-4010-6 は適用除外とする。

4. 1. 13. 1 弁の形状に関する規定の見直し

本規格は、弁の形状について「VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部」、「VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径を求める際の厚さを弁箱の厚さから計算上必要な厚さに変更
- ② 弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径を求める際の厚さを弁箱の厚さから計算上必要な厚さに変更

表 4. 1. 13. 1 弁の形状に関する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② (追而)

(3) 検討の結果

- ① 「VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部」において、弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径 (図 VVB-3411-1 r1: ネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径) を求める際の「厚さ」を弁箱の「厚さ」から「計算上必要な厚さ」に変更し、弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径 (図 VVB-3411-2 r2: 弁座挿入部のすみの丸みの半径、h: 弁座挿入部の高さ) を求める際の「厚さ」を「弁箱の厚さ」から「計算上必要な厚さ」に変更された。変更した理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁷⁸。

⁷⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6: II 1. (70)

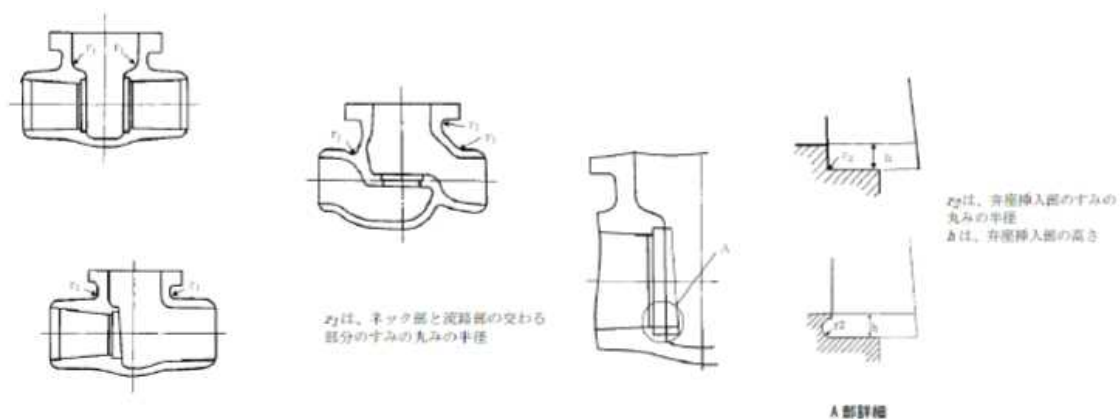


図 VVB-3411-1 r_2 : ネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径

図 VVB-3411-2 r_2 : 弁座挿入部のすみの丸みの半径、 h : 弁座挿入部の高さ

VVB-3411 の規定は告示 501 号を踏襲したものです。告示 501 号の当該箇所は第 82 条で規定されており、第 82 項 1 項で計算上必要な厚さを規定しており、第 2 項にて“前項に規定する厚さの”と規定され、ここでいう“前項に規定する厚さの”とは第 1 項の計算上必要な厚さであり、VVB-3411 と同様の規定となっております。

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 弁に管台を取り付ける溶接部及び弁と弁を接続する溶接部の規定について

「第 7 章 弁」には管台の厚さ規定がありますが、溶接部についての規定がない。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁷⁹。

管台は耐圧部分等として定義しており、第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることを要求していることより、特に溶接部としての規定はしていません。

「第 7 章 弁」に関連して、「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」においては、「同一工場で製作された 2 個以上の弁と弁を直接溶接し一体とすることで、要求された機能を発揮する弁の場合は、その溶接継手は弁に含める」とされています。この場合に適用する規定はどれかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁰。

同一工場で製作された 2 個以上の弁と弁を直接溶接し一体とする場合の溶接継手は弁の耐圧部分等に含まれるとみなし、弁の規定の第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることを要求しております。

(追而)

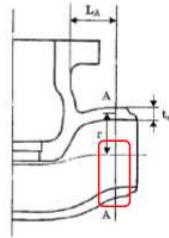
(b) 弁において極断面係数を適用する部位について (図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数)

「図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数」におい

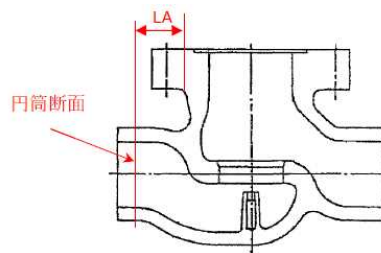
⁷⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1.(67)

⁸⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1.(68)

て、弁の5断面の一つ(下図)のA-A 断面は下半分が円筒形の一様断面形状に作図されていない。このような断面に極断面係数を適用する妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している⁸¹。



実際の玉形弁の形状は下図の通り、A-A 断面は円筒形の一様断面形状となるよう設計されています。



(追而)

(c) 非金属製のダイヤフラムを使用する弁の設計規定について (VVC-3010 一般要求)「VVC-3010 一般要求」(3)において、「非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、(中略)グラウンド部等を設け、以下を満足すること。」とし、c. にダイヤフラムの材料について規定されているが、「ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。」とされており、c. の規定も従う必要がないと読める。ただし書きの意味について、日本機械学会は、次のように説明している⁸²。

「VVC-3010 一般要求」 (抜粋)

- (3) 非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグラウンド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。
- a. 設計温度は 179℃以下であること。
 - b. 呼び圧力 1.03 MPa で外径 319 mm 以下の管に接続する弁及び呼び圧力 2.07MPa で外径 115 mm 以下の管に接続する弁であること。
 - c. ダイヤフラムは加硫ゴムとし、日本産業規格 JIS K 6250 (2006)に従うこと。

非金属製のダイヤフラムに対する要求は、a.、b. 及び c. を満足することを規定しており、「ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。」は、a.、b.、c. 以外の VVD クラス 3 弁に対する規定は要求外であることを示しております。

(追而)

⁸¹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (69)

⁸² 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (71)

4. 1. 13. 2 弁の耐圧部に関する規定の見直し

本規格は、弁の耐圧部に関する規定について「VVB-3413 付属物」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 弁の耐圧部の「ラグや突起物」を「ラグ及び突起物」に変更し対象物を限定

表 4. 1. 13. 2 弁の耐圧部の規定に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)

(3) 検討の結果

- ① (追而)

4. 1. 14. 1 支持構造物に使用可能な材料の規定の見直し

本規格は、クラス 1 及びクラス 2 支持構造物に使用可能な材料の対象範囲について「SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定」、「SSC-2110 クラス 2 支持構造物に使用可能な材料の規定」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 支持構造物に使用可能な材料の対象範囲を、機器に直接溶接される「ラグ、ブラケットまたは控え」から「ラグ、ブラケット、控え等」に拡大

表 4. 1. 14. 1 支持構造物に使用可能な材料の規定についての変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)

(3) 検討の結果

- ① 「SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定」において、「また、クラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等であって重要なものに使用する材料は、材料規格 Part2 第 1 章 表 1 のクラス 1 機器の欄に示す材料の規格に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。」と規定しているが、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」第 17 条第 1 号ではクラス 1 機器とクラス 1 支持構造物は明確に区分されている。支持

構造物に関する規定 SSB-2110 にクラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等を規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁸³。

「クラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等において重要なもの」は SSB-3010 許容応力および許容荷重 (1) の範囲に対応しており、「その破損によりクラス 1 容器の損壊を生じさせるおそれのあるもの」であるため、設計許容値と同様に材料についてもクラス 1 機器と同じ規定を適用することとしています。

この規定は、クラス 1 支持構造物の材料について規定した「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術規準に関する規則」第 17 条第 1 号イ、ハの規定に反するものでないと考えます。

「SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定」等において、支持構造物に使用可能な材料の対象範囲を、機器に直接溶接される「ラグ、ブラケットまたは控え」から「ラグ、ブラケット、控え等」に変更されているが、「等」は何を指すのか、また、「SSD-2110 クラス 3 支持構造物に使用可能な材料の規定」には上記「等」がないが、「等」の要否について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁴。

機器の該当規定 (PVB, PVC, PVE-2110) 及び配管の該当規定 (PPB, PPC-2110) と表現の整合をとるために記載を改定しています。「等」についてはスカート、サドル、その他列記されていない構造の支持構造物についても適用するように記載をしています。SSD-2110 については今後検討します。

(追而)

4. 1. 1 4. 2 クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し

本規格はクラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式について、「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」の「(4) 曲げ応力」に規定している。

(1) 変更の内容（「添付資料-3 別表」の「表 4.1. ● クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直しに関する規定内容の変更点」参照）

① 「a. 荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼および溶接組立鋼であって強軸まわりに曲げを受けるもの（箱形断面のものを除く）」及び「c. みぞ形断面のもの、荷重面内に対称軸を有しない圧延形鋼および溶接組立鋼」の曲げ座屈評価式を削除し、「a. 圧延形鋼及び溶接組立鋼であって強軸まわりに曲げを受けるもの（矩形中空断面のものを除く）」の曲げ座屈評価式を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

① 設計・建設規格 2012 では、1973 年版の鋼構造設計規準の曲げ応力の算定式を用いていたが、同規準 2005 年版で曲げ応力のうち曲げ座屈に対する許容応力の算定式が

⁸³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1.(72)

⁸⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1.(73)

変更されたことを反映し、曲げ座屈に対する許容応力の算定式を変更した。これまで H 型断面のみを対象として誘導された簡略式が横座屈耐力式を基本とする算定式に見直されたものであり、改訂後の算定式の妥当性が同規準で確認されていることから本変更を取込んだ。

(2) 検討の結果

①クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式は、これまで H 型断面のみを対象として誘導された簡略式が規定されていたが、横座屈耐力式を基本とする算定式に見直された。鋼構造設計規準の取り入れ改訂前の算定式と改訂後の算定式の差異について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁵。

鋼構造許容応力度設計規準の解説に、新旧両算定式と実験値及び解析値との比較がなされています。それによると、新算定式の方が精度よく、かつ安全率が 1 を下回ることなく許容値を算定できることが記載されています。

(a) ステンレス鋼に対する鋼構造設計規準の許容曲げ応力の算定式の適用

曲げ座屈評価における許容応力 F (SSB-3121.1) は、40°C を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金以外について、鋼構造設計規準の許容応力を取り込んでいる。その考え方と技術的根拠について、特に、座屈式の適用範囲（構造・形状制限、ステンレス鋼等への適用拡大）、1.35Sy (40 度以上)、0.7Su 等とした妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁶。

- ・ 曲げに対する許容応力の見直しに対する質問として回答します。
- ・ 今回の曲げ応力に対する許容応力の規定の改定は、鋼構造設計規準（現鋼構造許容応力度設計規準）に従い、本来の横座屈耐力式を基本としたものです。材質にかかわらず 2 軸対称断面に対して一般（中空矩形断面を除く）に適用できます。
- ・ 許容曲げ応力 fb について以下に説明します。
- ・ 座屈モーメントが高い範囲 ($\lambda b \leq p\lambda b$) では、 fb は部材形状が決まれば F 値に支配されます。

$$f_b = F/v, v = 1.5 + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda_b}{e\lambda_b} \right)^2, e\lambda_b (\text{弾性限界細長比}) = \frac{1}{\sqrt{0.6}}$$

$$\lambda_b (\text{曲げ材の細長比}) = \sqrt{(\text{降伏モーメント } M_y = F \cdot Z) / (\text{弾性横座屈モーメント } M_e)}$$

$$M_e = C \sqrt{\frac{\pi^4 E I_y \cdot E I_w}{\ell_b^4} + \frac{\pi^2 E I_y \cdot G J}{\ell_b^2}}, C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2$$

$$p\lambda_b (\text{塑性限界細長比}) = 0.6 + 0.3(M_2/M_1)$$

[M_1, M_2 : 座屈区間端部での大きい方、小さい方の強軸まわりの曲げモーメント]

⁸⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (2)

⁸⁶ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (3) (a)

・座屈モーメントが低い範囲 ($e\lambda b < \lambda b$) では、 f_b は次式となり、展開すると F 値には無関係で、縦弾性係数 E と部材形状で決定する式になります。

$$f_b = \frac{1}{\lambda_b^2} \frac{F}{2.17} = \frac{1}{F \cdot Z / M_e} \frac{F}{2.17} = \frac{M_e}{2.17Z}$$

- ・非線形座屈が起こる中間長さ ($p\lambda b < \lambda b \leq e\lambda b$) では、両側を滑らかに結ぶ式としています。
- ・ステンレス鋼を座屈モーメントが高い範囲に適用する場合は、 F 値で支配される範囲であり、(2) (b) に記載のステンレス鋼の F 値の設定の考え方及び塑性変形特性によって支配されることから、 F 値を適用することは妥当と考えます。
- ・ステンレス鋼を座屈モーメントが低い範囲に適用する場合は、材質の違いによる要素は縦弾性係数だけであり、ステンレス鋼の縦弾性係数を使用することで妥当であると考えます。
- ・中間の非弾性座屈の起こる範囲では、両側を滑らかに結んでいるため、同様に妥当と考えます。
- ・鋼構造設計規準 (2005) 図 5.1.5、図 5.1.6 に示されている通り、安全率 (ν) を乗じる前でも、材質の影響が大きいと考えられる実験値を保守側に評価しており、材質の影響が小さいと考えられる解析値は安全率 (ν) を乗じることで保守側に評価されていることから、鋼構造設計規準の評価式をステンレス鋼に適用することは妥当と考えます。

ステンレス鋼は鋼構造設計基準で対象とする材料ではないため、改訂後の算定式のステンレス鋼への適用性は同基準の中では言及されていない。しかし、許容曲げ応力 f_b の計算過程には、従来から用いられているステンレス鋼の許容応力 F 値及び縦弾性係数 E がパラメータとして含まれていることから、許容曲げ応力 f_b には材質の違いによる影響が考慮されていると考えられる。

また、許容曲げ応力 f_b は許容応力 F 値に安全率 ν を乗じて計算されており、保守性を持たせている。したがって、ステンレス鋼に対しても、鋼構造設計基準の許容曲げ応力の算定式を用いることは妥当と判断してはどうか。

(b) 適用可能な形状

「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」の「(4) 曲げ応力」の a. の式 (以下「a 式」という。) は、「圧延形鋼及び溶接組立鋼」を対象としているが、鋼構造設計基準の式にはこのような制限が設けられていない。適用材質を圧延形鋼及び溶接組立鋼に制限している理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁷。

見直し前の規格式は、H 型断面を対象とした簡略式であり、参照元の旧鋼構造設計基準において対象材料が「圧延型鋼、プレートガーダー、その他組立材」となっていたため、支持構造物規定ではそれを反映して適用範囲を「圧延型鋼及び

⁸⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (3) (b)

溶接組立鋼」に限定していましたが。見直し後の式は一般的な断面に適用できるものであり、鋼構造設計規準では対象材料の記載は削除されていましたが、現状、支持構造物で本式を適用する範囲は変わっていないため記載をそのまま残しています。

基本的に他の材料（鋳鋼、鍛鋼等）についても現行の許容応力度の式は適用可能と考えますので、今後、規格の改定を検討します。一般に、横座屈の起こりやすさは断面形状や拘束条件に依存する。クラス1支持構造物と鋼構造設計規準では、対象とする断面形状や拘束条件が異なる可能性がある。設計・建設規格で対象とする支持構造物の断面形状や拘束条件を想定した場合にも、a式により保守性を持って評価できるとする技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁸。

式中で各断面に応じた緒元を入力することになっており、拘束条件は座屈長さで考慮されます。また荷重の分布状況については、両極端の場合である一様と逆対称の分布について保守的であることが鋼構造設計規準解説に示されており、幅広い条件について適用可能と考えます。

また、今までのところ支持構造物で、当該許容応力式の対象となる断面はH型鋼です。仮に、特殊なものがある場合には、本規格が適用できるものではなく、個別に詳細解析による設計等を行う必要があるものと考えます。

圧延形鋼及び溶接組立鋼は、鋼構造設計基準で対象としている構造材料の形状に含まれるものである。したがって、圧延形鋼及び溶接組立鋼を許容曲げ応力の算定式が適用可能な形状として規定することは妥当と判断してはどうか。

(c) 疲労の考慮

鋼構造設計規準 1973年版では、疲労の繰返し数と応力比から定められる疲れ係数 γ を応力幅振幅の上下限での絶対値が大きいほうの値に乗じた値が長期許容応力以下とするものとされていた。実際の構造物において許容応力度以下の応力で疲労損傷が生じた事例や、変動応力に対する疲労の検討ができないことなどの問題点が明らかになったことから、鋼構造設計規準 2005年版では疲労設計が規定されたと理解される。設計・建設規格のクラス1支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込まない理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁸⁹。

- ・ 鋼構造設計規準の疲労に規定は、1973年版、2005年版とも規準に記載の通り、繰返し回数が 1×10^4 回を超える高サイクル疲労に対するものであり、クレーンの支持架構や機械の支持部などを対象としています。
- ・ 実機では共振しないように機器は設置されており、振動による影響は軽微と考えられます。

⁸⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (3) (c)

⁸⁹ 第2回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (3) (b)

- ・ 支持構造物については、疲労に影響する熱伸び差などで生じる繰り返しの回数は限定的であることから、高サイクル疲労に対する規定は設けておりません。
- ・ 一次応力と機器の熱膨張により生じる二次応力の合計の変動に対しては、SSB-3122 に従って設計することを規定しており、基本的な考え方として、応力の変動に対して応力の変動範囲を弾性範囲(2Sy)と制限しています。

ASME 規格には、Plate 及び Shell Type の支持構造物には疲労の規定はないが、Linear Type Support に高サイクルの規定をとり入れている。設計・建設規格のクラス 1 支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込んでいない理由として「実機では共振しないように機器は設置されており、振動による影響は軽微」とあるが、共振しないように機器を設置するという要求事項は、設計・建設規格にはない。設計・建設規格のクラス 1 支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込んでいない理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁹⁰。

これまで設計・建設規格の支持構造物規定において、高サイクル疲労に関する要求は規定されておりません。

産業界の実績として、実機では共振しないように機器は設置されており、今まで、高サイクル疲労で支持構造物が損傷し問題となるようなことはありませんでした。

ASME B&PV Code Sec. III NF では 20,000 サイクル以上の活荷重に対する高サイクル疲労評価が規定されていますが、活荷重が具体的にどのようなものであるかについては規定されていません。

なお、今後、どのような活荷重を考慮しなければならないかが明確になれば、その内容を確認し、検討します。

技術基準規則の第 17 条第 8 号において、「クラス 1 支持構造物にあつては、運転状態 I 及び運転状態 II において、疲労破壊が生じないこと」が規定されている。しかし、「SSB-3010 許容応力及び許容荷重」によれば、SSB-3010(1)に掲げる材料以外の材料は、SSB-3100 又は SSB-3200 の規定が適用されるため、これら材料には疲労設計が規定されていない。

設計・建設規格 2020 年版が、許容応力の算定式を参考にしている鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版では、 1×10^4 回を超える繰り返し応力を受ける部材、及び接合部に対して疲労の検討を行うことが規定されている。この疲労設計について、日本機械学会は、実機の機器が共振しないように設置されていることから、高サイクル疲労に関する要求を規定する必要がないと回答している。しかし、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版によれば、共振の発生の有無は疲労設計の規定の適用除外とする要件として挙げられておらず、高サイクル疲労に対しての設計の必要性が無いことを判断する技術的根拠として十分でない。

従って、材料規格 Part2 第 1 章 表 1 のクラス 1 支持構造物の欄に示す材料のう

⁹⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (3) (a)

ち、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版 4 章で規程する構造材料の材質、形状、及び寸法に該当する支持構造物の疲労評価については、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版 7 章で規定する疲労評価を「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」に適用することとしてはどうか。

一方で、材料規格 Part2 第 1 章 表 1 のクラス 1 支持構造物の欄に示す材料のうち、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版 4 章で規程する構造材料の材質、形状、及び寸法に該当しない支持構造物については、PVB-3114 で規定するボルト以外の疲労評価を、「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」に適用することとしてはどうか。

また、「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」に今後疲労設計を規程することを要望してはどうか。

4. 1. 14. 3 ボルトの応力、径に関する規定の見直し

本規格は、ボルトネジ部の応力に関する規定について「SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力 (SSB-3132、SSB-3133 も同じ)、SSB-3342 ボルト穴の寸法、SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① ボルトのネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい規定を M12 以上に制限
- ② ボルトの穴の径の決め方を「ボルトの呼び径」基準から「ボルトのせん断力を受ける部分の径」基準に変更
- ③ ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の 2.5 倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径 (ネジ部の場合は呼び径)」の 2.5 倍以上に変更

表 4. 1. 14. 3 ボルトの応力、径に関する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 2012 年版改訂時にボルト有効断面積を用いた応力評価が規定された。その際、軸部断面積の 75%を有効断面積の代わりに用いても良いとの記載があるが、M12 より小さいボルトでは、75%よりも小さくなる。そのため軸径による断面積の 0.75 倍を用いることができるのは M12 以上であることを規定する。⁹¹
- ② ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の径については、ボルトの呼び径を基準として規定していたが、せん断力を受ける部分の径が呼び径と異なる場合があることから、せん断力を受ける部分の径を基準とすることを明確にした。

⁹¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2 : 34~35 頁

- ③ SSB-3342（主要変更点 19-2）と同様に、SSB-3343 のボルト穴の最小ピッチの規定についても、呼び径とボルト穴を貫通する部分の径に差がある場合に適用できるようにするため、記載を見直した。⁹³

(3) 検討の結果

① (追而)

- ② 「SSB-3342 ボルト穴の寸法」において、ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径（ネジ部の場合は呼び径）より 1 mm (M20 を超える場合は 1.5mm) 以上大きくないことと規定し、ネジ部にせん断力が作用する構造を許容している。その適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁹⁴。

SSB-3130 ボルト材の許容応力にて、せん断と引張を同時に受けるボルトの許容引張応力を規定しており、当該の許容引張応力は（社）日本建築学会（AIJ）鋼構造設計規準の規定に基づき、ボルトのネジ部に引張とせん断が同時に作用することを考慮した許容応力となっていることから、ネジ部にせん断力が作用する構造を許容することに問題はないと考えます。

「(解説 SSB-3342) ボルトの穴の寸法」には、「コンクリートに埋め込むアンカボルトには適用しない」と記載されているが、建築基準法施行令第 68 条第 4 項には、「ボルトの径が 20mm 以上であり、かつ、構造耐力上支障がない場合においてはボルト穴の径をボルトの径より 1.5mm まで大きくすることができる。」と規定されており、構造耐力上の制限がある。基礎ボルトについて除外している理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁹⁵。

*鋼構造設計規準*ではボルトとアンカボルトを明確に分けて考えて穴の寸法を規定しています。また、アンカボルトについてはコンクリートに打設するため位置の調整が困難であり、ボルトと同等の要求とすることは適当ではないと考え、除外しています。

(追而)

- ③ 「SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ」において、ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の 2.5 倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径（ネジ部の場合は呼び径）」の 2.5 倍以上に変更している。建築基準法施行令第 68 条第 1 項には「高力ボルト、ボルト又はリベットの相互間の中心距離は、その径の 2.5 倍以上」と規定されています。ボルト相互の中心間距離はナットを締め付ける際の工具等の関係から 2.5 倍以上が一般的ですが、呼び径ではなくボルト穴を貫通する部分のボ

⁹² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2 : 56 頁

⁹³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2 : 57 頁

⁹⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (74)

⁹⁵ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (75)

ルトの径とすることの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している⁹⁶。

本改定は、ねじ部に対して穴を貫通する部分の径の方が大きいボルトの使用についても対応できるようにしたものです。

呼び径よりもボルト穴を貫通する部分の径の方が大きいため、ボルト穴中心間の距離も大きくなるような規定になっております。

ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の2.5倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径（ネジ部の場合は呼び径）」の2.5倍以上に変更することは、少なくとも「ボルトの呼び径」の2.5倍か、それ以上の大きさとなることから妥当と判断する。

4. 1. 1 4. 4 クラス1支持構造物の極限解析による評価

本規格はクラス1支持構造物の極限解析による評価について、「SSB-3140 極限解析による評価」に規定している。

(1) 変更の内容

①クラス1支持構造物に極限解析による評価方法を追加した。

表 4. 1. 14. 4 クラス1支持構造物の極限解析による評価に関する規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>SSB-3140 極限解析による評価</p> <p>各供用状態において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121の規定を満足しなくてもよい。ただし、座屈が懸念される場合には、別途、座屈の評価を実施すること。</p> <p>(1) 供用状態 A 及び B における荷重：P_c</p> $P_c \leq \frac{2}{3} P_{cr} \quad (\text{SSB-1. 33})$ <p>P_{cr}：材料の降伏点を最高使用温度におけるSSB-3121. 1(1)に示す F 値の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限(荷重とそれによる変位量の関係直線又は関係曲線と荷重軸に対し弾性範囲の関係直線の勾配の2倍の勾配を有する直線が交わる点に対応する荷重とする。以下本項において同じ)</p> <p>(2) 供用状態 C における荷重：P_c</p> $P_c \leq P_{cr} \quad (\text{SSB-1. 34})$ <p>P_{cr}：材料の降伏点を F 値の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限</p>	<p>(なし)</p>

⁹⁶ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1.(76)

<p>(3) 供用状態 D における荷重：P_c $P_c \leq P_{cr}$ (SSB-1.35) P_{cr}：材料の降伏点を MIN [1.2F、0.7Su] の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限。ただし、1.2F の計算で、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金であって使用温度が 40℃を超える材料の規定値のうち、1.35Sy (使用温度) に対しては 1.2 を乗じないこと。</p>	
---	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① クラス 1 容器 (PVB-3160) と炉心支持構造物 (CSS-3160) で「極限解析手法」が以前より規定されているが、これらの規定を参考にしながら、支持構造物特有の許容値体系を用いて「クラス 1 支持構造物」に「極限解析手法」の規定を追加した⁹⁷。

(3) 検討の結果

- ① 極限解析とは、完全弾塑性材料でできた構造物、構造部材の塑性崩壊荷重を求める手法である。物体の変形が微小で外形変化が無視できるとすると、塑性崩壊荷重は荷重の負荷履歴とは無関係に一義的に定まるので、極限解析では完全剛塑性体と仮定して解析し崩壊荷重を求める。与えられた外力境界条件と変形速度境界条件に基づく上下界定理が導かれており、許容応力場と許容速度場のいずれかに対し、それに適合する他の一方が見いだされれば上界と下界は一致し、正解を与える⁹⁸。
 設計・建設規格においては、極限解析は、クラス 1 容器及び炉心支持構造物に規定があり、延性破断に至る塑性変形が生じないことに対する評価に用いることができる⁹⁹。

(a) 鋼構造設計規準の取り入れ

クラス 1 支持構造物の許容応力の考え方は、ASME B&PV Code Section III に日本建築学会の「鋼構造設計規準」を取り入れたとされている。また、クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定は、クラス 1 容器及び炉心支持構造物を参考に規定したとのことである¹⁰⁰。しかし、クラス 1 容器及び炉心支持構造物には「鋼構造設計規準」は取り入れられていない。クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定をクラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定との差異を踏まえたクラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定の技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰¹。

極限解析による評価では、降伏点を弾性の上限とした弾完全塑性体の応力ひずみ曲線を仮定して極限解析を行い、荷重と変位の関係から崩壊荷重の下限値、

⁹⁷ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2

⁹⁸ 日本機械学会 機械工学事典電子版

⁹⁹ 技術基準規則解釈「別記-2 日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって」

¹⁰⁰ 設計・建設規格 2020 年版「(解説 SSB-3010) 許容応力」

¹⁰¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (1) (b)

具体的には荷重とそれによる変位量の関係直線又は関係曲線と荷重軸に対し弾性範囲の関係直線の勾配の 2 倍の勾配を有する直線が交わる点に対応する荷重 (P_{cr}) を求め、それを基に定めた許容限界荷重を実際に適用される荷重 (P_c) が超えないことを評価します。ASME B&PV Code Section III Subsection NF においても支持構造物に対する極限解析適用の規定がありますが、設計・建設規格の支持構造物に対する規定は、設計・建設規格のクラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定を参考に新たに定めたものです。鋼構造許容応力度設計規準には極限解析の規定はありませんが、許容応力設計と同様に同規準を参考に降伏点の基準として F 値を取り入れ、各供用状態での許容限界荷重の安全係数を許容応力設計と合わせました。（*鋼構造設計規準より名称が変更）構造物の崩壊荷重の下限値を求める解析の手法については、クラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定と同じ手法を用います。

支持構造物では、「鋼構造許容応力度設計規準」に従い強度の基本値として F 値を用いており、極限解析に用いる降伏点も F 値をベースとしました。極限解析による評価での各供用状態の許容限界荷重として、崩壊荷重の下限値に乗じる係数については、許容応力設計の関係と整合させています。

設計・建設規格のクラス 1 容器、炉心支持構造物との比較は下表のとおりです。支持構造物と同じ非耐圧構造の炉心支持構造物と比較すると、強度の基準値 (S_m と F) の違いがありますが、供用状態 A 及び B、供用状態 C ではほぼ同等の基準となっています。供用状態 D については炉心支持構造物では P_{cr} に係数 0.9 が掛かっているが、降伏点の供用状態 C からの割り増しが支持構造物より大きくなっています。

支持構造物の極限解析による評価の規定は、参照としている基準の違いによりクラス 1 容器、炉心支持構造物と相違していますが、各供用状態での S_y を超えない値を降伏点とした弾塑性解析を行い評価しており、妥当性が認知された手法と考えます。

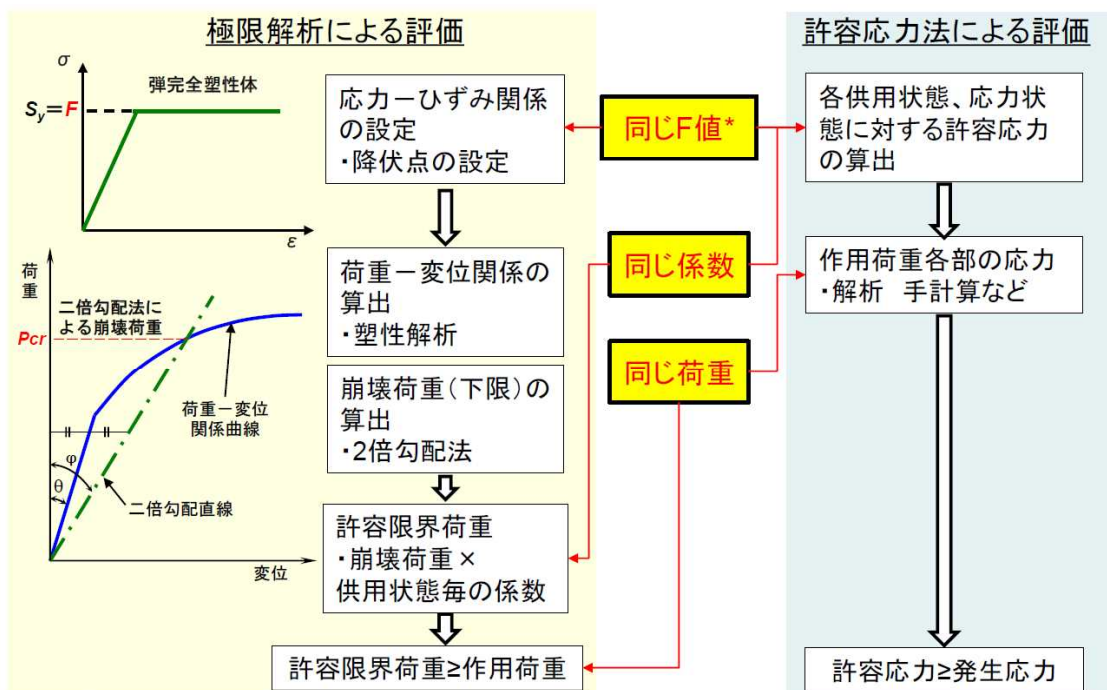
また、例えば、鋼構造設計基準では、材料として建築構造用圧延鋼材や一般構造用圧延鋼材等が対象でステンレス鋼は対象となっていない。ASME Sec. III と鋼構造設計基準を取り入れたとのことであるが、何をどのように取り入れたのか、その技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰²。

- ・ 設計・建設規格(クラス 1 支持構造物)では、ASME Sec. III の供用状態 A, B, C, D の区分に、鋼構造設計規準の許容応力設計の長期(常時)及び短期(地震、暴風、積雪)の区分の考え方を取り入れました。一次応力については、供用状態 A 及び B を長期、供用状態 C 及び D を短期とし、鋼構造設計基準の考え方に合わせて短期の一次応力に対する許容応力は長期の 1.5 倍としました。
- ・ ここで基準値 F は、終局耐力を構造物の安全性の基礎とする場合、鋼材の降伏

¹⁰² 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2) (b)

点のみに基づいて許容応力を定めたのでは高降伏点のものほど安全率が小さくなることから、鋼材の降伏点 S_y と引張強さの 70% ($0.7S_u$) のうち小さい方の値としました。

- ・ ただし、供用状態 D は、ASME Sec. III の考え方に基づき、事故時の衝撃荷重が主でひずみ速度が大であること及び通常材料の実降伏点は設計値に対し余裕があることを考慮し、許容応力における S_y を $1.2S_y$ に読み替えることとしました。
- ・ 供用状態の考え方から、これらの許容応力の取り扱いは妥当と考えています。
- ・ 極限解析の規定での降伏点、許容荷重の係数については、許容応力設計の F 値、許容応力に対する係数と同じ値としています。
- ・ 以下に極限解析と許容応力設計の手法及び基準値・係数の比較を示します。



(*) F値の定義は次葉

10

- ・ 支持構造物の許容応力と極限解析による許容値体系の比較を以下に示します。
- ・ 許容応力設計の基準値と極限解析での降伏点を整合させています。ここで、供用状態 D における F 値はその S_y を $1.2S_y$ に読み替えるので、極限解析の降伏点と同等になります。
- ・ ステンレス鋼については、炭素鋼の S_m は $(2/3)S_y$ 、ステンレス鋼は $0.9S_y$ としていることに準じて、炭素鋼の F 値が S_y なので、ステンレス鋼は $S_y / (2/3) \times 0.9 = 1.35S_y$ としました。

	許容応力		極限解析による評価	
	基準値	許容応力の係数	弾完全塑性体の降伏点	許容限界荷重の係数
供用状態A,B	F	1/1.5=2/3	F	2/3
供用状態C	F	1.0	F	1.0
供用状態D	F*	1.0	Min(1.2F, 0.7Su)**	1.0

*: Fを設定するSyは1.2Syに読み替える（40℃を超えるオーステナイトステンレス鋼及び高ニッケル鋼の1.35Syは1.2倍しない）

**： Fを設定する40℃を超えるオーステナイトステンレス鋼及び高ニッケル鋼の1.35Syは1.2倍しない

日本建築学会の「鋼構造塑性設計指針」は設計・建設規格に引用された規格ではないが、「鋼構造設計規準」と関連する規格であり、極限解析手法が規定されている。クラス1支持構造物の極限解析手法の規定と鋼構造塑性設計指針の極限解析手法の規定との差異について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰³。

鋼構造塑性設計指針も、崩壊機構に基づく崩壊荷重を求める設計法を規定しているもので、支持構造物の極限解析による評価と相反するものではありません。鋼構造塑性設計指針では骨組み構造の梁モデルのみを対象として詳細な規定をしており、線材形状の支持構造物を評価する際の参考にできると考えます。

クラス1支持構造物に極限解析手法の規定を追加する際に、降伏点の基準として鋼構造設計規準で定めるF値を取り入れることは、「SSB-3121 一次応力に対する許容応力」で規定するクラス1支持構造物の許容応力の基準値と整合させるためのものであり、妥当と判断してはどうか。

また、ステンレス鋼は鋼構造設計基準で対象とする材料ではないものの、「SSB-3140 極限解析による評価」の降伏点の基準は、「SSB-3121 一次応力に対する許容応力」のステンレス鋼に対する許容応力の基準値と整合するものであり、妥当と判断してはどうか。

(b) 対象とする構造・形状と運転状態

クラス1支持構造物は様々な構造・形状があるが、どのような支持構造物を対象に適用性を確認したのかについて、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰⁴。

極限解析による評価法の適用性は、構造・形状に依存するものではなく、設計・建設規格の支持構造物の規定に定められた、材料、構造・形状であれば適用できると考えています。容器に対する極限解析の規定の解説（解説 PVB 3160）記述の通り、簡単な梁状構造物であれば塑性関節法が、板状や複雑な形状の構造物であれば有限要素法による弾塑性解析を用いることで崩壊荷重の下限の算出が可能と考えています。

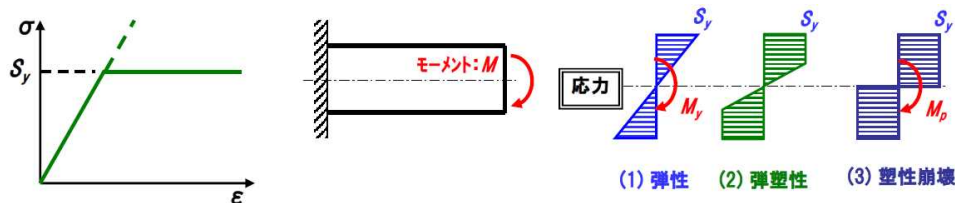
しかし、ASME Section III のNF-3340 Limit Analysis for Class 1には具体的な

¹⁰³ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料1-3-1 (1) (c)

¹⁰⁴ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料1-3-1 (1) (a)

構造・形状の例が示され、適用できる範囲が示されている。「極限解析による評価」が構造・形状に依存するものではないとする技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰⁵。

- ・ 極限解析は、弾完全塑性体を仮定して崩壊荷重を求める構造解析の一つの手法です。今回追加した規定では、クラス 1 容器及び炉心支持構造物と同様に、2倍勾配法により崩壊荷重を算出する手法として取込んでいます。これは、原理的に適用性が構造・形状に依存するものではありません。
- ・ ここで、SSB-3140 極限解析による評価は、SSB-3121 一次応力に対する許容応力の代替であり、SSB-3200 許容荷重を適用する場合は対象外となります。例えば SSB-3200 を採用する SSB-3350 のハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物には適用できません。
- ・ ASME Section III NF-3340 で示されているのは、適用できる範囲というよりも一般的な構造物の例であると考えます。
- ・ 以下に簡単な梁に対する曲げの例を示します。
- ・ 弾完全塑性体とした場合、表面が降伏点に達するときのモーメント (M_y) に対して、全断面が降伏し、塑性崩壊するときのモーメント (M_p) は、矩形梁の場合は M_y の 1.5 倍になります。
- ・ この係数は形状係数と呼ばれ、設計・建設規格の一次膜+曲げ応力の許容値に採用しているもので、極限解析の場合は、構造を限定せず、計算結果として自動的に考慮されるものです。
- ・ この梁の崩壊を回転角で整理すると、塑性崩壊モーメント M_p は許容応力ベースの規定では $1.5M_y$ まで許容されることに対して、2倍勾配法では保守側に評価されます。
- ・ 現行の許容値体系の中で直接的に弾完全塑性体を用いた弾塑性解析で評価する手法なので、構造を限定せず、一般的な方法として採用可能と考えます。



「極限解析による評価」が構造・形状に依存するものではないとする技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰⁶。


- ・ 極限解析は、材料の応力ひずみ曲線を弾完全塑性と仮定して増分解析により構造物が抵抗できる最大の荷重 (崩壊荷重) を求める古典的な考え方に基づいており、この方法が適用できる範囲は構造・形状に依存しません。

¹⁰⁵ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2) (a)

¹⁰⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (2) (a)

- ・許容応力による評価結果と極限解析による評価結果との差異は、荷重負荷形態、断面形状、構造によって生じます。単純引張の荷重負荷形態では、断面全体が同時に降伏するため、許容応力による評価結果と極限解析による評価結果は一致します。単純曲げの荷重負荷形態では、梁形状の部材に対して許容応力による評価結果では、支持構造物の場合は断面 最外縁部が降伏に達した時を限界とするのに対して、極限解析による評価では、全断面降伏する状態を限界とすることになるため、評価結果に違いを生じます。その比は従来より圧力容器の設計規準で考慮されている形状係数に相当し、例として、梁形状部材の矩形断面では 1.5、H 型断面のように応力が外縁部に集中する断面では 1.0 に近い値になります。
- ・さらに複雑な構造では、全塑性モーメントが複数の断面で生じて崩壊 荷重、又は 2 倍勾配法により保守的近似的に崩壊荷重とみなされる荷重に達するまで 許容されます。
- ・上述の通り対象としている設計状態は同じですが、極限解析による評価は、許容応力による評価では考慮されていない断面、構造の違いによりその構造が本来有する塑性崩壊に対する抵抗力を、合理的に考慮する方法です。
- ・3 次元性を含んだ複雑な形状に対する許容応力ベースでの評価を行う場合に必要で、結果にも影響を及ぼす応力評価断面の選定が不要なことなどにより、より確実に塑性崩壊に対する裕度を評価できるという利点もあると考えられます。
- ・実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則（以下技術基準規則）の第 17 条第 8 号に規定されているクラス 1 支持構造物の構造に関する規定と、設計・建設規格での支持構造物に対する許容応力による評価、及び、極限解析による評価の比較を次葉に示します。

技術基準規則*1) 第17条第8号 (要求のみ抜粋)		設計・建設規格 許容応力による評価	設計・建設規格 極限解析による評価
運転状態 I、II	(ロ) 全体的な変形を弾性域に抑えること	断面の発生応力が、F値*2)を基準として安全率を2/3とした許容値以下	作用荷重が、降伏点をF値として算出した崩壊荷重の2/3以下
運転状態III	(ハ) 全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りでない。	断面の発生応力が、F値*2)を基準として安全率を1とした許容値以下	作用荷重が、降伏点をF値として算出した崩壊荷重以下
運転状態IV	(ニ) 延性破断に至る塑性変形が生じないこと。	断面の発生応力が、F*値*3)を基準に安全率を1とした許容値以下	作用荷重が、降伏点をF*値として算出した崩壊荷重以下

-  {
- ・許容応力による評価では、断面レベルで弾性範囲内を規定しているため、一般的に技術基準規則の要求より厳しい規定となっている。
 - ・極限解析による評価は、技術基準規則の要求に対応している。

*1) 技術基準規則：実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則

*2) F値：設計・建設規格SSB-3121.1に規定する値。降伏点に相当

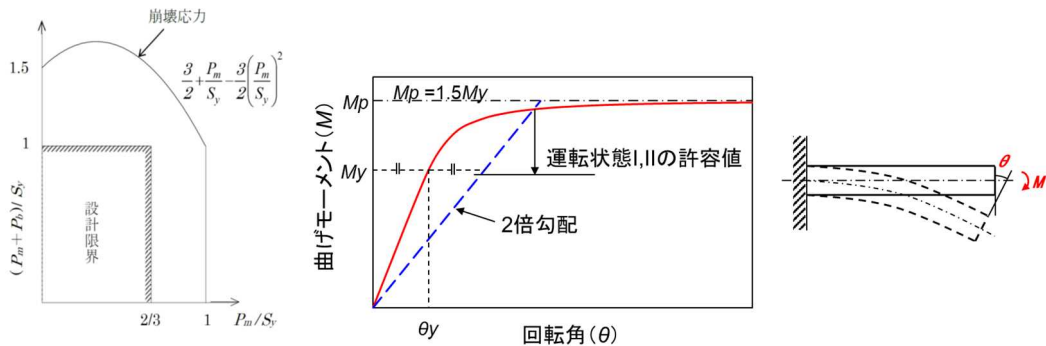
*3) F*値：設計・建設規格SSB-3121.3に規定する、許容応力状態DでのF値

極限解析が、運転状態 I、II、III に適用できる技術的根拠について、日本機械学会は、

次のように説明している¹⁰⁷。

[運転状態 I, II に対して]

- ・ 単純梁の曲げの場合、降伏点を F 値として求めた極限解析による崩壊荷重は、全断面が降伏し塑性崩壊するときのモーメント (M_p) を算出することとなります。表面が降伏点に達するときのモーメント (M_y) は、この M_p よりも小さく、矩形断面で $1/1.5$ 、支持構造物で一般的に用いられる H 型鋼では $1/1.1$ 程度となります (次ページ以降参照)。
- ・ 従って、二倍勾配法で求めた崩壊荷重を 1.5 で除して求めた値 (崩壊荷重の $3/2$) を許容荷重とし制限することで、弾完全塑性体の崩壊応力に対して、膜+曲げ応力に対しては安全率は一定ではないものの、十分安全側に設計限界を定めています。
- ・ 一般的な部材では、構造上の不連続部があればそこに応力集中が生じ一般部より先に構造不連続部に降伏が生じることになりますが、これは局部的で部材全体の挙動には影響を及ぼさないため、個別に確認するまでもなく、全体的な変形は弾性範囲内に抑えられることとなります。
- ・ 矩形梁の曲げに対して、2倍勾配法も合わせて示したものが下図になります。
- ・ $M_p = 1.5M_y$ ですが、保守的に2倍勾配法で推定した M_p に対して $1/1.5$ 倍したものを許容荷重とするため、表面降伏時の荷重である M_y よりも低く評価され、表面でも塑性は生じません。
- ・ これにより、「変形を弾性域に抑える」ことができます。



解説図 PVB-3111-2 引張り及び曲げによる
崩壊応力及び設計限界

- ・ M_p と M_y の比は部材の断面形状によって変わりますが (注)、矩形断面では 1.5 であり、設計・建設規格でも PVB-3111 (1) c. で最大 1.5 としており、 M_p を 1.5 で除したもので制限しておけば表面でも降伏せず、板厚内には塑性域が発生しないこととなります。
- ・ 塑性断面係数と弾性断面係数の比、 (Z_p/Z) が 1.5 より小さい程、表面の応力は降伏点よりさらに低く制限されることとなります (H 型鋼では降伏点の $3/4$ 程度)。

¹⁰⁷ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-1(2) (a)

(注) [矩形断面] $M_p/M_y = Z_p/Z = (BH^2/4)/(BH^2/6) = 1.5$

[中実円形断面] $M_p/M_y = Z_p/Z = (D^3/6)/(\pi D^3/32) = 1.70$

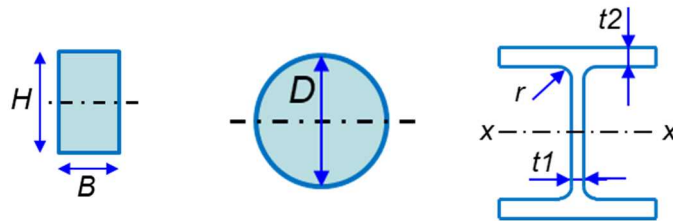
[管状断面] $M_p/M_y = Z_p/Z = [32(1-Y^3)]/[6\pi(1-Y^4)]$

$Y = d_i$ (管の内径)/ d_o (管の外径) $\Rightarrow Y = 0.65$ で

$M_p/M_y = 1.5$

薄肉($Y \rightarrow 1$)で $M_p/M_y \approx 1.27$

[H型鋼: JIS G 3192-2021]



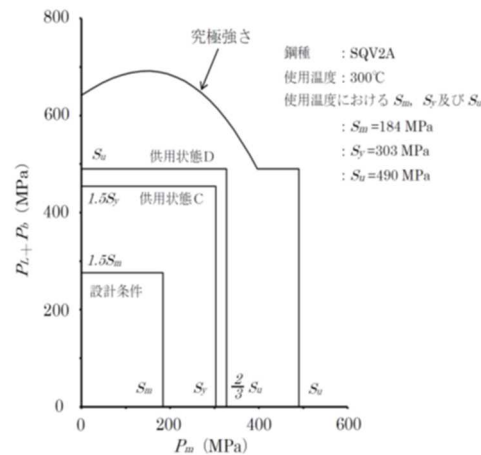
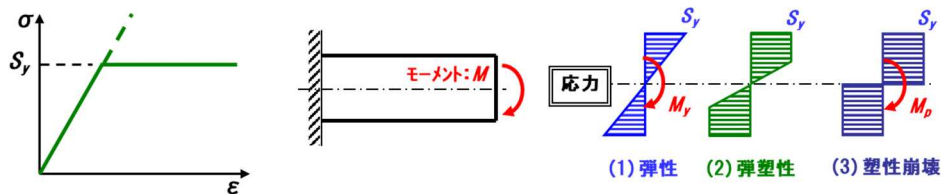
シリーズ	HxB	t1	t2	r	Z	Zp	(Zp/Z)
100x100	100x100	6	8	8	75.6	86.4	1.14
200x200	200x200	8	12	13	472	525	1.11
300x300	300x300	10	15	13	1350	1480	1.10

[運転状態 III に対して]

- ・ 技術基準規則が要求する“全体的な塑性変形が生じないこと”“はその後の「ただし、構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りではない」とは独立した、構造不連続部ではない部分（一般部）に対する要求であって、以前より一般部の板厚内に弾性域が残れば全体的な塑性変形が生じないとして許容されてきているものです。極限解析による評価では、降伏点を F 値として求めた崩壊荷重を許容荷重とし制限すれば板厚内に弾性域が残るため、“全体的な塑性変形が生じない”こととなります。
- ・ 一方、「構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りではない」というのは、拡がり限定された構造不連続部では、仮にある断面で見た場合に全体が降伏するような状態になっても周辺部分からの拘束によって変形量が制限されることから、限られた範囲では断面全体での塑性変形が生じることも許すことを意味していると考えられます。例えば炉容器の胴部と鏡板の接合部分などに適用される「一次局部膜応力」が運転状態 III では降伏応力を越えてもよいというのはこれに対応しているものと考えられます。
- ・ 極限解析法には「局所性」などが自動的に評価できるというメリットがあると考えられます。
- ・ 一次応力に対する許容値体系は、極限解析に基づいています。簡単な梁を例にとると、 S_y を降伏点とする弾完全塑性を考えた場合、表面が降伏点に達

するときのモーメント (M_y) に対して、全断面が降伏し、塑性崩壊するときのモーメント (M_p) は、矩形梁の場合は M_y の 1.5 倍になります。

- ・ 矩形梁を対象に許容値体系を図示したものが、例えば設計・建設規格の解説図 PVB-3111-5 です。
- ・ 供用状態 C (運転状態 III) では、 S_y を降伏点とする弾完全塑性体を想定した上で、右上の(3)の状態に至る前の(2)の状態を許容しており、これが「全体的な塑性変形が生じないこと」に対応していると考えられます。



解説図 PVB-3111-5 矩形梁の突極強さ及び各供用状態の許容応力 (クラス1容器) (その1)

[参考：技術基準解釈との対応]

- ・ 技術基準規則において、「クラス1 機器にあつては、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態 (以下「設計上定める条件」という。)において、全体的な変形を弾性域に抑えること。」とされています。これは、例えば容器 (穴の周辺部、ボルト等、オメガシール及びキャノピーシールを除く) に対しては告示第 501 号の第 13 条第 1 項に基づくものと理解しており、技術基準規則解釈において当該部は設計・建設規格の PVB-3110 に対応するとしています (容器の場合は PVB-3111 (1) [設計条件])。
- ・ また、技術基準規則の「クラス1 容器・・・及びクラス1 支持構造物にあつては、運転状態 III において、全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りでない。」も同様であり、技術基準規則解釈において当該部は設計・建設規格の PVB-3110 に対応するとしています (容器の場合は PVB-3111 (2) [供用状態 C]) 。

「SSB-3140 極限解析による評価」は、「SSB-3121 一次応力に対する許容応力」の代替であるものの、「SSB-3140 極限解析による評価」は 2 倍勾配法から算出される崩壊荷重に基づいて評価を行うため、荷重負荷形態、断面形状、構造によっては「SSB-3121

一次応力に対する許容応力」による評価結果と差異が生じる。そのため、各運転状態に対し、「SSB-3140 極限解析による評価」を適用することには以下の懸念がある。運転状態Ⅰ及びⅡに対して、「SSB-3140 極限解析による評価」では「作用加重が、降伏点をF値として算出した崩壊加重の2/3以下」であることが規定されているが、このように規定された許容加重が、技術基準規則第17号第8号の「(ロ) 全体的な変形を弾性域に抑えること」という要求を満足するものであるかは明確ではない。極限解析の適用にあたっては、運転状態Ⅰ及びⅡに対して、技術基準の要求を満足することを確認するための技術的根拠が必要である。

次に、運転状態Ⅲに対して、「SSB-3140 極限解析による評価」では「作用加重が、降伏点をF値として算出した崩壊加重以下」であることが規定されているが、技術基準規則第17号第8号では「(ハ) 全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局所的な塑性変形はこの限りでない。」と要求している。さらに、この要求について、規則の解釈では、「応力が集中する箇所である「構造上の不連続部」にのみ一時的な荷重による塑性変形を許容するが、構造体の機能低下に至るような塑性変形は許容しないこと。」と説明されている。極限解析は塑性変形が生じる部位を制限することを目的としていないため、技術基準の要求を満足するためには、支持構造物の機能低下に至るような構造不連続部以外で塑性変形が生じていないことを確認するための技術的根拠が必要がある。

以上より、極限解析が構造・形状に依らずに、運転状態Ⅰ、Ⅱ及びⅢに対して技術基準の要求を満足することの技術的根拠が必要であるため、極限解析の適用にあたっては、その妥当性を個別に確認する必要がある。

なお、技術基準規則第2項第44号に規定する「その主たる機能を果たすべき運転状態」は、同規則の解釈によれば、「設計・建設規格2005(2007)」GNR-2110 又は「設計・建設規格2012」GNR-2110 及び同解説に規定される「供用状態」をいうとされている。また、「設計・建設規格2012」の解説GNR-2110において、運転状態Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、で考慮すべき荷重は、供用状態A、B及びCで考慮すべき荷重に対応することが解説されている。

したがって、「SSB-3140 極限解析による評価」の「各供用状態において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」は、「供用状態Dにおいて次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」と読み替えることとしてはどうか。

(c) 溶接部に適用する規格と溶接継手形状

クラス1支持構造物には様々な形状の溶接部が想定されるが、溶接規格にはクラス1支持構造物の規定はない。これらの溶接部位に対する極限解析手法の規定への制限の要否及びその技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している

108。

¹⁰⁸ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (1) (d)

ASME B&PV Code Sec III NF に規定されているように支持構造物には様々な形状の溶接部が存在します。耐圧バウンダリとならない支持構造物の溶接部は溶接規格に規定されていませんが、SSB-3340 において、溶接部を含む接合部に対して「荷重を十分に伝える」ことが規定されています。また SSB 3121.1(1) において溶接規格 N-1100 の規定に準じて試験を行わなかった溶接については許容値を 0.45 倍にするよう規定されています。極限解析による評価の荷重に対してもこれらの規定を満足する必要があり、全塑性に達する接合部ではその応力を伝えるよう設計され、接合部ではなく母材側で塑性変形が進行することになります。

溶接規格には、クラス 1 支持構造物に対する要求事項が規定されていない。クラス 1 支持構造物の溶接を行う場合の規格について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁰⁹。

溶接規格に規定されておりませんので、基本的に溶接規格には依りませんが、SSB-3121.1 において溶接規格 N-1100 の規定に準じて溶接部の非破壊試験に合格していることが許容応力を定める条件として規定されています。

具体的な溶接は事業者、製造者によりますが、SSB-3340 に規定に従い技術基準規則の要求を満足する設計としてしていると考えます。

ASME Section III の NF (支持構造物) は、突合溶接継手、部分溶け込溶接継手、隅肉溶接継手それぞれに対して溶接の設計条件を規定している。鋼構造設計規準(JASS6 も含む) には極限荷重法は規定されていないが、突合溶接継手、部分溶け込溶接継手及び隅肉溶接継手それぞれに対して溶接の設計条件を規定している。設計・建設規格の支持構造物の規定には溶接の設計条件が規定されておらず、「SSB-3340 接合」規定において、「接合部は、接合される部材の荷重を十分に伝えるものでなければならない。」されている。溶接部の継手形状として想定する形状及び継手形状毎の溶接設計について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁰。

実際の溶接部の設計は個別の事項であるため一般的な説明になりますが、支持構造物に使用される鋼材の形状は、板材または型钢であるため、溶接部の継手形状およびその設計は、ASME Sec. III NF や、日本建築学会の規準類や仕様書類に記載された一般的な溶接継手となります。

支持構造物の溶接部に対しては、SSB-3340 において、溶接部を含む接合部に対して「荷重を十分に伝える」ことが規定されている。また、極限解析により求めた崩壊荷重の下限 P_{cr} を、「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」(1) に示す F 値に基づいて算出することで、溶接効率の影響を取り入れた評価がされている。したがって、溶接部位に対して極限解析を適用することに対して一定の制限が設けられていると判断できるため、溶接部を含む支持構造物に極限解析を適用することは妥当と判断してはどうか。

¹⁰⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (2) (e)

¹¹⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (2) (d)

ただし、SSB-3340 で規定される継手形状等の溶接部の設計が明確ではないため、クラス 1 支持構造物に対する溶接設計の要求事項を規定することを要望してはどうか。また、「SSB-3140 極限解析による評価」(1)で P_{cr} を算出する際に「SSB-3121. 1 供用状態 A 及び B での許容応力」(1)を引用しているにも関わらず、「SSB-3140 極限解析による評価」には「各供用状態において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」と記載されているため、「SSB-3121. 1 供用状態 A 及び B での許容応力」(1)で定める溶接部の規定の適用の要否が不明瞭である。極限解析においても「SSB-3121. 1 供用状態 A 及び B での許容応力」(1)で定める溶接部の規定を適用することを明確にするため、「各供用状態において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」は、「各供用状態において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 で規定する許容応力制限を満足しなくてもよい。」と読み替えることとしてはどうか。

(d) 地震荷重の考慮

クラス 1 支持構造物に極限解析手法を適用する場合と適用しない場合の耐震モデルの作成から地震荷重の算出までの差異について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹¹。

現行の JEAC4601 に基づく耐震解析では、支持構造物は、線形のバネ要素でモデル化されます。この解析により求められた支持反力が、支持構造物へ負荷される地震荷重となります。2 倍勾配法算出した崩壊荷重の下限値はほぼ降伏荷重相当であるため、極限解析を適用する場合と適用しない場合でこの方法に違いはありません。

日本機械学会によれば、2 倍勾配法で算出した崩壊荷重の下限値は、ほぼ降伏荷重相当であるため、極限解析を適用する場合と適用しない場合でこの方法（耐震解析の方法）に違いはないとのことである。これはいずれの場合でも「極限解析を用いた場合でも弾性限度に収まる」ということか、よい場合、弾性限度に収まるという根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹²。

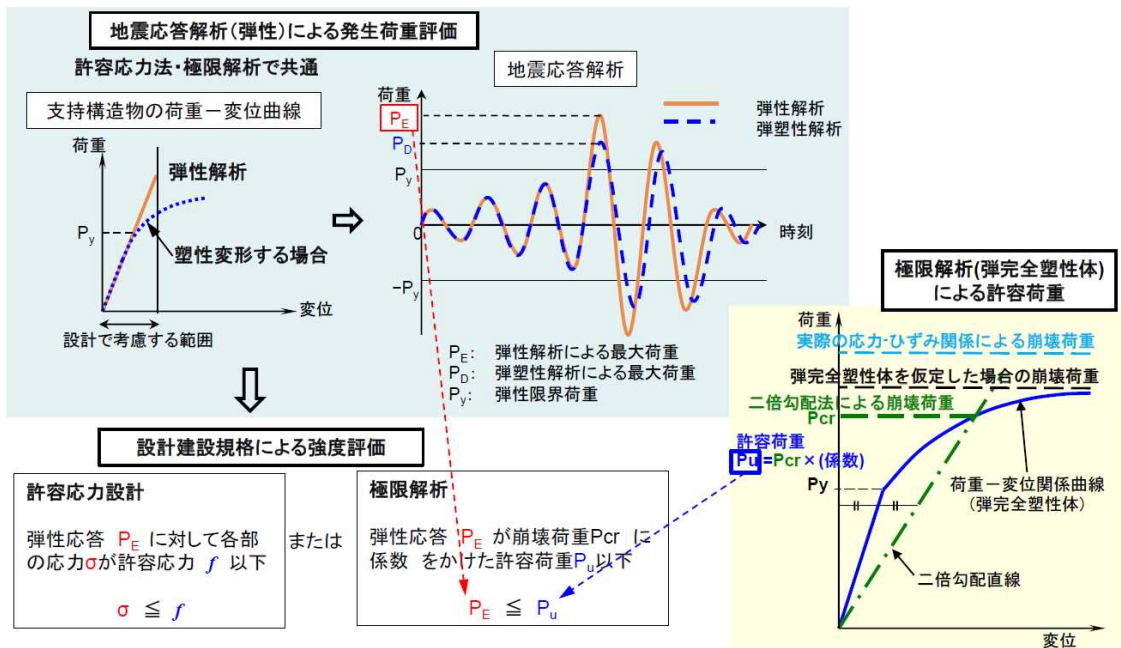
- ・ 荷重の算定と許容値の設定が独立しており、それぞれを保守的に設定しています。次葉以降に具体的に説明します。
- ・ 多数の機器や部材を含んだシステムを対象とする耐震解析では弾性特性を仮定し、一部の応力が降伏応力を越えたとしても解析の中で塑性変形を考慮することはしません。
- ・ 一方、極限解析は個別の部材に対して部材が耐えられる実荷重を加工硬化を無視し、保守的に評価する手法です。
- ・ 現行の許容応力の範囲内では、実際のシステムの一部の部材で塑性変形が生じて、若干変形は大きくなるものの、応力及び荷重は弾性と仮定した場

¹¹¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (1) (e)

¹¹² 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2) (d)

合より下がる方向であり、実際に部材が受ける荷重や応力は耐震解析で求めたものよりも小さくなると考えられます。

- ・ 以上より、弾性解析による耐震解析で得られた応力あるいは荷重を用いて塑性崩壊に対する健全性を評価することは保守的であると考えられます。
- ・ 極限解析により得られる許容荷重は、現行の許容応力が発生した場合に生じる荷重と等価であり、上記の弾性解析に基づく耐震解析での評価体系に影響を与えるものではありません。



弾性解析による耐震解析で得られた応力あるいは荷重を用いて塑性崩壊に対する健全性を評価することが、どのような点で「保守的である」のかについて、日本機械学会は、次のように説明している¹¹³。

一般的に、地震時において支持構造物の挙動が線形範囲を超える振動回数及び継続時間は限られており弾性線形応答とみなしても大差はないと考えます。

また、構造物が塑性化すると、履歴減衰により応答が低減されると共に、塑性化により荷重増加が抑制される傾向にあります。その影響を考慮せず、弾性解析で地震荷重を求めることで、地震荷重を大きく見積もり評価を行います。

塑性崩壊はあくまで応力または荷重ベースで評価することになっており、変形が大きくても荷重や応力が部材の崩壊荷重またはそれに対応した応力に達しなければ崩壊しないので、塑性を考慮することで変形が大きくなっても荷重が小さくなる方向であれば評価上問題はありません。

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（設置許可基準規則）の別記2第4条3によれば、同第4条第1項に規定する「地震力に十分に耐えること」を満たすために、耐震Sクラスに属する設計基準対象施設の耐震設

¹¹³ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (2) (c)

計に当たって、「機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせた荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態にとどまること。」が要求される。

日本機械学会は、極限解析について、「弾性解析による耐震解析で得られた応力あるいは荷重を用いて塑性崩壊に対する健全性を評価することは保守的である」としているが、これは極限解析で求めた許容荷重が崩壊加重に対して保守性があることについて言及しているものの、支持構造物が全体的に弾性状態にとどまることを保証するものではない。支持構造物が弾性状態にとどまらない場合、剛性が変化し、支持される機器・配管系の地震時の応答特性が変化するため、その影響は無視できない。このため、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせる荷重条件に対しては、支持構造物が全体的に弾性状態にとどまることを確認するための技術的根拠が必要である。特に、運転状態Ⅰ、Ⅱ及びⅢへの適用にあたっては、技術基準規則第17号第8号ににおいても、運転状態Ⅰ及びⅡでは全体的な変形を弾性域に抑えること、運転状態Ⅲでは構造不連続部における局所的な塑性変形を除き、全体的な塑性変形が生じないことが要求されることに留意しなければならない。

したがって、クラス1支持構造物の供用状態A、B及びCをそれぞれ運転状態Ⅰ、Ⅱ及びⅢに対応するものと判断し、「SSB-3140 極限解析による評価」の「各供用状態」において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」は、「供用状態D」において次の(1)から(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 の規定を満足しなくてもよい。」と読み替えることとしてはどうか。

(e) 制限値 P_{cr} の定義

クラス1容器、炉心支持構造物の供用状態A、B、Cの制限値 P_{cr} は、材料の降伏点を最高使用温度における $1.5S_m$ の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限とされているが、クラス1支持構造物の制限値 P_{cr} は、材料の降伏点を最高使用温度における「SSB-3121.1 供用状態A及びBでの許容応力」(1)に示す F 値の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限とされている。クラス1支持構造物の制限値 P_{cr} をどのように定めたのか、及びその技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁴。

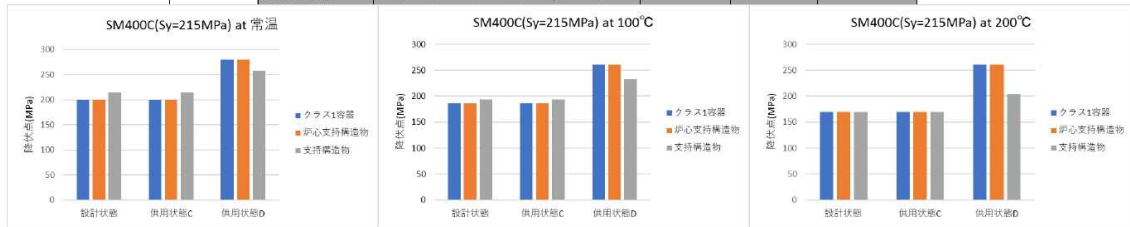
- ・ 支持構造物の許容応力設計では、 F 値を降伏点相当の値として採用しています。クラス1容器及び炉心支持構造物は、 S_m は $(2/3)S_y$ と $(1/3)S_u$ の小さい方なので、 $1.5S_m$ が降伏点相当になることから、降伏点相当して $1.5S_m$ を採用しています。したがって、考え方はクラス1容器、炉心支持構造物と同じです。

¹¹⁴ 第2回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2)(c) 1)

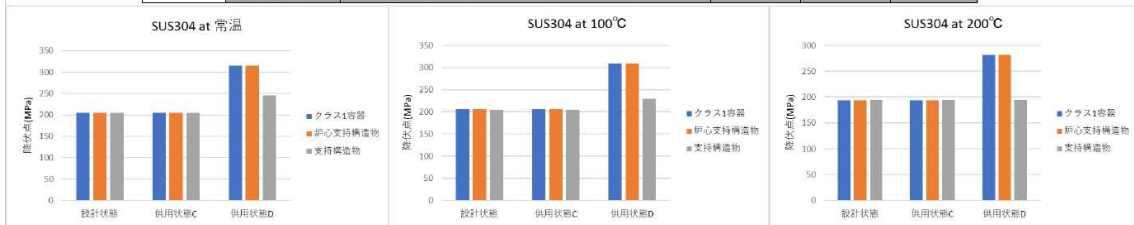
- ・ 代表的な材料について各機器での降伏点の比較を示します。上記の通り、許容応力の考え方は同等としており、整理した結果も各機器で概ね同等となっています（供用状態 D では支持構造物の方が低め）。

・ 極限解析使用する降伏点の比較

炭素鋼					単位：MPa
			SM400C Sy=215MPa (常温)	SM400C Sy=215MPa (100°C)	SM400C Sy=215MPa (200°C)
ベース	Sy		215	194	170
	Su		400	373	373
降伏点					
設計状態	クラス1容器	$1.5Sm = \text{Min}(Sy, 1/2Su)$	200	186.5	170
	炉心支持構造物	$1.5Sm = \text{Min}(Sy, 1/2Su)$	200	186.5	170
	支持構造物	$F = \text{Min}(Sy, 0.7Su)$	215	194	170
供用状態C	クラス1容器	$1.5Sm = \text{Min}(Sy, 1/2Su)$	200	186.5	170
	炉心支持構造物	$1.5Sm = \text{Min}(Sy, 1/2Su)$	200	186.5	170
	支持構造物	$F = \text{Min}(Sy, 0.7Su)$	215	194	170
供用状態D	クラス1容器	$\text{Min}(2.3Sm, 0.7Su) = \text{Min}(1.53Sy, 0.7Su)$	280	261.1	260.6
	炉心支持構造物	$\text{Min}(2.3Sm, 0.7Su) = \text{Min}(1.53Sy, 0.7Su)$	280	261.1	260.6
	支持構造物	$\text{Min}(1.2F, 0.7Su) = \text{Min}(1.2Sy, 0.7Su) = F^*$	258	232.8	204



ステンレス鋼					単位：MPa
			SUS304 (G4304) (常温)	SUS304 (G4304) (100°C)	SUS304 (G4304) (200°C)
ベース	Sm		137	137	129
	Sy(RT)		205	205	205
	Sy		205	170	144
	Su		527	441	402
降伏点					
設計状態	クラス1容器	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	炉心支持構造物	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	支持構造物	$F = \text{Min}(1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))$	205	205	194.4
供用状態C	クラス1容器	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	炉心支持構造物	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	支持構造物	$F = \text{Min}(1.35Sy, 0.7Su, Sy(RT))$	205	205	194.4
供用状態D	クラス1容器	$\text{Min}(2.3Sm, 0.7Su)$	315.1	308.7	281.4
	炉心支持構造物	$\text{Min}(2.3Sm, 0.7Su)$	315.1	308.7	281.4
	支持構造物	$F^* = \text{Min}(1.2F, 0.7Su) = \text{Min}(1.35Sy, 0.7Su, 1.2Sy(RT)) = F^*$	246	229.5	194.4



また、クラス 1 容器、炉心支持構造物の供用状態 D の制限値 P_{cr} は、材料の降伏点を $\text{MIN}[2.3Sm, 0.7Su]$ の弾完全塑性体として極限解析によって求めた崩壊荷重の下限とされているが、クラス 1 支持構造物の制限値 P_{cr} は、材料の降伏点を $\text{MIN}[1.2F, 0.7Su]$ の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限とされている。クラス 1 支持構造物の制限値 P_{cr} をどのように定めたのか、及びその技術的妥当性

について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁵。

- ・ 許容応力設計法での供用状態 D の F 値を、極限解析での供用状態 D の降伏点としています。許容応力設計法と極限解析で表記は異なりますが、(2) (b) 及び(2) (c) 1) の回答に示した通り、両者で同等の評価結果になります。
- ・ 1.2F 自体は 2.3Sm よりもかなり小さく、容器の場合に比較して大きな保守性を持つ値になっています。

クラス 1 容器、炉心支持構造物の供用状態 D における荷重 P_c は、 $0.9P_{cr}$ 以下とされていますが、クラス 1 支持構造物の荷重 P_c は P_{cr} 以下とされており、クラス 1 容器、炉心支持構造物より高くなっている。供用状態 D における荷重 P_c をどのようにして決めたのかについて、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁶。

- ・ クラス 1 支持構造物では、許容荷重の算出で P_{cr} に乗じる係数は、許容応力設計で許容応力に乗じる係数と同じ(つまり 1.0)にしました。
- ・ クラス 1 容器、炉心支持構造物では、供用状態 D での降伏点が支持構造物より大きく設定されています。最終的な許容荷重に比例する(降伏点×係数)の値を代表的な材料について次葉に示します。
- ・ 機器毎で規定に違いがありますが、支持構造物に対する値は同等または小さめになっています。

支持構造物 供用状態D 許容荷重の係数・降伏点の比較

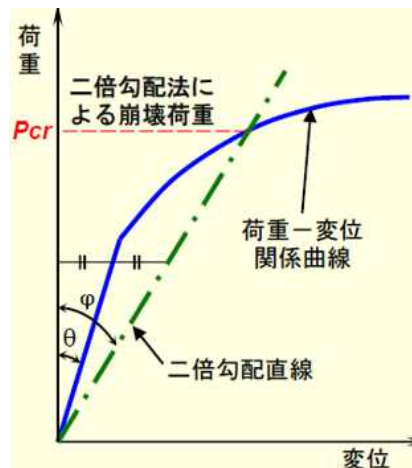
	係数	SM400C 常温		SM400C at 100°C		SM400C at 200°C	
		降伏点*	係数×降伏点	降伏点*	係数×降伏点	降伏点*	係数×降伏点
クラス1容器	0.9	280.0	252.0	261.1	234.9	260.6	234.5
炉心支持構造物	0.9	280.0	252.0	261.1	234.9	260.6	234.5
支持構造物	1.0	258.0	258.0	232.8	232.8	204.0	204.0

	係数	SUS304 常温		SUS304 at 100°C		SUS304 at 200°C	
		降伏点*	係数×降伏点	降伏点*	係数×降伏点	降伏点*	係数×降伏点
クラス1容器	0.9	315.1	283.5	308.7	277.8	281.4	253.2
炉心支持構造物	0.9	315.1	283.5	308.7	277.8	281.4	253.2
支持構造物	1.0	246.0	246.0	229.5	229.5	194.4	194.4

*: 弾完全塑性体の降伏点

¹¹⁵ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2) (c) 2)

¹¹⁶ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2) (c) 3)



クラス1支持構造物の供用状態Dの制限値は、例えばSUS304の場合、クラス1容器や炉心支持構造と比べて60～50MPa低い値となっている。安全側に設定されているからよいという説明だが、逆の見方をすると、クラス1容器と炉心支持構造物の許容値が高くなっているともいえる。クラス1支持構造物の供用状態Dにおける制限値 P_{cr} の技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁷。

極限解析は、材料の応力-ひずみ関係を降伏点までを弾性、それ以降を完全塑性と仮定して崩壊荷重を求めます。現行の各供用状態における許容応力の比率との整合を図るために、極限解析に用いる降伏点を支持構造物の許容応力に基づき設定しています。支持構造物の許容応力は日本建築学会の鋼構造設計規準を参考としています。

鋼構造設計規準では、設計状態を長期と短期に分けており、長期は常時の比較的長期間継続する状態を想定しており、設計・建設規格の供用状態A及びBに対応しています。短期については少ない頻度で比較的短期間に発生する状態を想定しており、設計・建設規格の供用状態Cにほぼ対応していると考えます。さらに発生する可能性の低い、大変形を許容する供用状態Dに相当する状態の許容応力については鋼構造設計規準では規定がされていませんが、降伏点を1.2倍して短期の許容値を準用しています。容器、炉心支持構造物の許容応力は压力容器の設計規準での設計応力強さ S_m に基づき定められていることから、上記の許容応力とは違いが生じています。このように想定される部材の形状や荷重が違うことなどから、必ずしも同一にする必然性はないものと考えます。

日本機械学会は(降伏点×係数)の値を最終的な許容荷重に比例する値であるとして、クラス1容器、炉心支持構造物、及びクラス1支持構造物の(降伏点×係数)の比較を行っている。最終的な許容荷重(P_{cr} ×係数)は、荷重-変位関係と2倍勾配直線の交点に基づいて決定されるものであり、必ずしも(降伏点×係数)に比例する値ではないものの、両者の間には強い相関があると考えられるため、各手法の保守性を比較す

¹¹⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-1 (2) (b)

る上で参考になる値である。

クラス 1 支持構造物とクラス 1 容器及び炉心支持構造物の供用状態 D における(降伏点×係数)の値を比較すると、100℃以下の SM400C で同程度、それ以外ではクラス 1 支持構造物が 10%以上低い値になっている。また、弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重は、実際の崩壊荷重に対して保守性を有するものと考えられる。従って、供用状態 D におけるクラス 1 支持構造物の許容荷重 P_{cr} は、保守性が確保されるものと考えられ、妥当と判断してはどうか。

4. 1. 15 炉心支持構造物の規定

本規格は炉心支持構造物について、「第 9 章 炉心支持構造物」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 炉心支持構造物の動的許容外圧力の考え方と評価方法について (CSS-3220 円筒形又は円すい形の胴における許容圧力 (外圧))

「CSS-3220 円筒形又は円すい形の胴における許容圧力 (外圧)」において、「(2) 供用状態 C において外面に受ける圧力 : P」の規定に対し、「ただし、外面に受ける圧力 P に動的圧力が含まれ、かつ圧力 P の大きさが動的座屈圧力の 0.5 倍の値を超えない場合は上記規定を満足しなくても良い。」と規定され、「(解説 CSS-3220(2)) 円筒形又は円すい形の胴の供用状態 C における許容外圧」には、動的座屈圧力に関する解説として次のように記載されている。

CSS-3220(2)の規定の考え方は、次のとおりである。

(1) 動的座屈圧力とは、円筒形の胴に加わる外圧の時間変動による動的効果を考慮して決められる座屈圧力である。ここで、座屈圧力は胴の形状 (振動特性)、外圧力の空間分布及び時間変化により定まるものである。動的座屈圧力を求める方法は、実験的又は解析的にも種々試みられているが、設計計算式として整理された形の一般式はない。なお、CSS-3220(2)のただし書きの規定の適用方法として次の 2 つの方法がある。

(a) 動的座屈圧力が求められた場合には、その圧力を 0.5 倍する。

(b) 実際にかかる差圧の 1 / 0.5 倍の差圧に対して動的座屈評価法により座屈しないことを確認する。

(b)の規定は動的荷重の場合に変形量が静的荷重の場合の 2 倍になることから規定されたものと思われる。(a)の動的座屈圧力を 0.5 倍することの意味と本文ただし書きの関係について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁸。

(b)の規定では、外力である差圧を 2 倍して評価するよう規定している一方で、(a)の規では、許容値である動的座屈圧力に 0.5 倍を考慮しています。外荷重を 2 倍するか許容値を 0.5 倍するかの違いであり、両者の評価の考え方は同じです。

¹¹⁸ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (77)

また、本文のただし書きにおいては、「圧力 P の大きさが動的座屈圧力の 0.5 倍を超えない場合は上記規定を満足しなくても良い」と記載されていますが、これの具体的な評価方法として、解説において (a), (b) の両方の評価のアプローチが規定されているものです。

〔(解説 CSS-3220(2)) 円筒形又は円すい形の胴の供用状態 C における許容外圧〕に記載する「動的座屈評価法」について、日本機械学会は、次のように説明している¹¹⁹⁾。

円筒形の胴の動的座屈を評価する方法として、告示 501 号の第 96 条解説に薄肉円筒の座屈評価方法の説明があります。

〔薄肉円筒の動的座屈評価法〕衝撃荷重がかかる場合の動的応答は、薄肉円筒に対する Donnell の方程式をもとに次の方法により評価することができる。

$$D\nabla^2 w + N_x \frac{\partial^2}{\partial x^2} (w + w_i) + \frac{2N_{x\theta}}{a} \frac{\partial^2}{\partial x \partial \theta} (w + w_i) + \frac{N_\theta}{a^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} (w + w_i) + \frac{N_\theta}{a} + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - P^* = 0 \quad (1)$$

ここに、

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{a^2 \partial \theta^2}$$

a : 半 径

h : 厚 さ

ρ : 密 度

w : 半径方向変位

w_i : 半径方向初期変位

$N_x, N_\theta, N_{x\theta}$: 各方向の力

P^* : 差 圧

E : 縦弾性係数

ν : ポアソン比

ここで、以下の無次元量を導入する。

$$\xi = \frac{x}{a}, \quad u = \frac{w}{a}, \quad u_i = \frac{w_i}{a}, \quad \ell = \frac{L}{a}, \quad \tau = \frac{ct}{a} \quad (2)$$

$$P_0 = \frac{a(1-\nu^2)}{Eh} P^* \quad (3)$$

ここに、 $c^2 = \frac{E}{\rho}$

これらを用いて無次元変位 u 、 u_i を級数展開する。

¹¹⁹⁾ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (78)

$$u(\xi, \theta, \tau) = u_0(\tau) + \sum_{n=1}^{\infty} u_n(\tau) \cos n\theta \sin \frac{\pi\xi}{\ell} \quad (4)$$

$$u_i(\xi, \theta) = \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n \cos n\theta \sin \frac{\pi\xi}{\ell} \quad (5)$$

$$P^*(\xi, \theta, \tau) = \frac{Eh}{a(1-\nu^2)} P_0(\tau) \quad (6)$$

上の関係を式(1)に代入して整理すると、次の関係が求まる。

$$\ddot{u}_0 + u_0 = P_0 \quad (7)$$

$$\ddot{u}_n + \left[\alpha^2 \left(n^2 + \frac{\pi^2}{\ell^2} \right)^2 + \frac{(1-\nu^2)(\pi/\ell)^4}{[n^2 + (\pi^2/\ell^2)]^2} - n^2 u_0 \right] u_n = n^2 u_0 \delta_n \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (8)$$

$$\text{ここに、} \alpha^2 = \frac{h^2}{12a^2}$$

式(7)は一様フープ応答を表し、式(8)は高次モードの応答を表す。

ここで、円筒の応答を考えたとき式(8)の u_n の係数が n によらず正の値の場合には、振動は安定であり、指数関数的な発散とはならない。

すなわち、実際に発生する差圧に対して u_n の係数を計算し、これが各モードで正であれば座屈することはないといえる。

(追而)

(b) 炉心支持構造物の溶接部の検査要求と溶接規格の関係について (CSS-4222 非破壊試験)

炉心支持構造物の「CSS-4222 非破壊試験」(2)は溶接規格を引用していない。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁰。

炉心支持構造物の「CSS-4222 非破壊試験」(2)は、目視検査を実施する場合の判定基準を示すものですが、「CSS-3150 溶接部継手効率」で引用している溶接規格の第2章 クラス1 容器「N-1100 非破壊試験」では、目視検査に関する判定基準を定めていないことから、溶接規格を引用しておりません。

なお、溶接規格 2020 年版では、第11章として炉心支持構造物の非破壊試験を規定した「N-CSS100 非破壊試験」があり、今後「CSS-3150 溶接部継手効率」の引用に対して今後検討しますが、「N-CSS100 非破壊試験」でも目視検査の判定基準は定めておりません。

(追而)

4. 1. 16 安全弁等を使用する材料についての規定

本規格は、クラス1、2、3機器の安全弁等を使用する材料について「SRV-2010 一般要求 (VBV-2010 も同じ)」に規定している。

¹²⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (79)

(1) 変更点以外の評価

(a) 「クラス 3 機器に設置する安全弁等及び真空破壊弁に使用する材料と材料規格との関係について確認 (SRV-2010 一般要求、(VBV-201 も同じ))」

「SRV-2010 一般要求」において、「(3) クラス 3 機器に設置する安全弁等に使用する材料」は「クラス 3 容器又はクラス 3 配管に取り付けられる安全弁等については、日本産業規格 JIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8. 材料」によること。」と規定され、材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」のクラス 3 弁が引用されていない。その適切性について、日本機械学会は、次のように説明している(「VBV-2010 一般要求」の(3)の真空破壊弁に使用する材料についても同じ。)

121。

クラス 3 安全弁及び真空破壊弁は内部流体が海水等もあり、その場合、海水腐食対策等を考慮した材料選定とする必要があるが、VVD-2000 では採用できる材質が限定されるため、材料要求は該当 JIS として、使用流体に適した材料を選定するものとしています。

(追而)

4. 1. 17 水圧による耐圧試験に関する規定の見直し

本規格は水圧による耐圧試験を行う場合の試験圧力について「PHT-2121 原子炉圧力容器以外のクラス 1 機器 水圧による耐圧試験を行う場合(3)」「PHT-2211 クラス 2 機器 水圧による耐圧試験を行う場合(5)」、「PHT-2311 クラス 3 機器 水圧による耐圧試験を行う場合(4)」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験圧力を「それぞれの側における最高使用圧力に基づいて行う」から「それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍」に変更

表 4.1.17 水圧による耐圧試験を行う場合の規定についての変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 弁の耐圧試験は最高使用圧力の 1.25 倍か、または、弁の標準圧力温度基準から算出した別表 1-1 (又は別表 1-2) の試験圧力で実施することができると規定されている。
それに加え圧力境界を構成する弁については弁体の耐圧試験要求があるが、その試験圧力については、それぞれの側 (入口及び出口側) の最高使用圧力に基づいて行うことと限定的な記載となっている。

弁体の耐圧試験についても別表 1-1（又は別表 1-2）の試験圧力である別表 5-1（又は別表 5-2）を適用できるようにする。また、最高使用圧力に基づき試験する場合、PHT-2121（2）、PHT-2211（4）並びに PHT-2311（4）の規定に従い最高使用圧力の 1.25 倍とすることを明記した。¹²²

（3）検討の結果

- ① 「PHT-2121 水圧による耐圧試験を行う場合」において、(3)の「ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験圧力はそれぞれの側における最高使用圧力に基づいて行う」から「ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験圧力はそれぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍」に変更されている。低い方の圧力側からの試験を省略できる根拠について、日本機械学会は、次のように説明している（「PHT-2221 水圧による耐圧試験を行う場合」(5)及び「PHT-2321 水圧による耐圧試験を行う場合」(4)も同じ。）¹²³。

弁体の耐圧試験の規定は、「それぞれの側における最高使用圧力に基づいて」と規定されており、具体的試験圧力が明記されていないことより、「それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍」と試験圧力を明記したものであり、低い方の圧力側からの試験を省略することを目的とした変更ではありません。

（追而）

4. 1. 18 弁又はフランジの許容圧力の記載についての見直し

本規格は、弁又はフランジの許容圧力について「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）（1/6）」及び「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）（6/6）」に規定している。

（1）変更の内容

- ① 材料グループ GR-1-1 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板の記号 SB450 及び SB480 を削除
- ② 材料グループ GR-1-2 の JIS G 5152 「低温高圧用鋳鋼品」の記号 SCPL21 及び SCPL31 を削除
- ③ 材料グループ GR-1-4 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB410 を削除
- ④ 備考 4. に掲げる表中の「JIS G 3103 の記号 SB450」及び「JIS G 4109 の記号 SCM3」に関する記載を削除

表 4. 1. 18 弁又はフランジの許容圧力の記載についての変更点

¹²² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2：27～29 頁

¹²³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：II 1. (83)

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①～④ (追而)

(3) 検討の結果

① 「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6)」の次に示す材料は材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」において、クラス 1 弁には使用不可となっているが、表中に記載されている。その適切性について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁴。

材料グループNo.	種類	記号
GR1-5	JIS G 3103 ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB450M 及び SB480M

別表 1-1 はクラス 1 弁及びクラス 2 弁の規定であり、SB450M 及び SB480M はクラス 2 弁で使用可であることにより記載しています。ただし、ご指摘の通り、材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」において、クラス 1 弁には使用不可であることより、記載については今後検討します。

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6)」において、名称欄に「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料」と記載されている。同等以上の機械的強度があれば使用可能とすることの妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁵。

材料規格の Part 2 材料仕様の第 1 章「機器等の区分と使用する材料の規格」では、「機器等には・・・できる。なお、この表に示された材料と同等以上の化学成分及び機械的性質を有する材料についても各機器等に使用することが可能である。同等以上か否かの判断については、・・・行うこと。」と規定されており、それを受けて規定しております。

尚、表 1-1 においては化学成分に対する記載がないことについては、今後検討します。

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6)」において、材料グループ GR-1-1 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB450 及び SB480 が削除され、重複記載されていた GR-1-5 の方が残っている。また、「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 3) (1/5)」においては、同材料は材料グループ GR-2-1 及び GR-2-5 に併記されている。これらの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁶。

¹²⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (84)

¹²⁵ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (85)

¹²⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : II 1. (86), (87)

別表 1-1 の材料グループは ASME B16.34 の RATING FOR GROUP と整合性をはかっており、SB450 及び SB480 の相当材は ASTM A515Gr. 65/70 に対し、SB450M 及び SB480M は ASTM A204Gr. A/B と相違しており、各相当材に対応する材料グループとしております。

材料規格 Part.2 第 1 章 表 1 「使用する材料の規格」と別表 1-1 の整合を図るため SB450 及び SB480 を削除しておりますが、GR-1-5 の SB450M 及び SB480M はクラス 2 弁で使用可のため記載しております。

(追而)

- ② 「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6)」において、材料グループ GR-1-2 の JIS G 5152 「低温高圧用鋳鋼品」の記号 SCPL21 及び SCPL31 が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁷。

材料規格 Part.2 第 1 章 表 1 「使用する材料の規格」と別表 1-1 の整合を図るため SCPL21 及び SCPL31 を削除しております。

(追而)

- ③ 「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (1/6)」において、材料グループ GR-1-4 の JIS G 3103 「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB410 が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁸。

材料規格 Part.2 第 1 章 表 1 「使用する材料の規格」と別表 1-1 の整合を図るため SB410 を削除しております。

(追而)

- ④ 「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 1 弁及びクラス 2 弁) (6/6)」において、備考欄の備考 4. に掲げる表中の「JIS G 3103 の記号 SB450」及び「JIS G 4109 の記号 SCM3」に関する記載が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹²⁹。

材料規格 Part.2 第 1 章 表 1 「使用する材料の規格」と別表 1-1 の整合を図るため、「JIS G 3103 の記号 SB450」は別表 1-1 から削除したため、備考欄の記載も削除しております。「JIS G 4109 の記号 SCM3」は、材料規格で SCM3-1, SCM3-2 に記号が変更になったため、別表 1-1 に反映しております。ここで、SCM3-1 はクラス 1 機器、SCM3-2 はクラス 2 機器として機械的性質も個別に規定されたことから、備考欄への強度要求は削除しております。

(追而)

4. 1. 19 応力拡大係数の計算方法

本規格は、応力拡大係数の計算方法について「添付 4-A 応力拡大係数 (KI) の計算方法

127

128

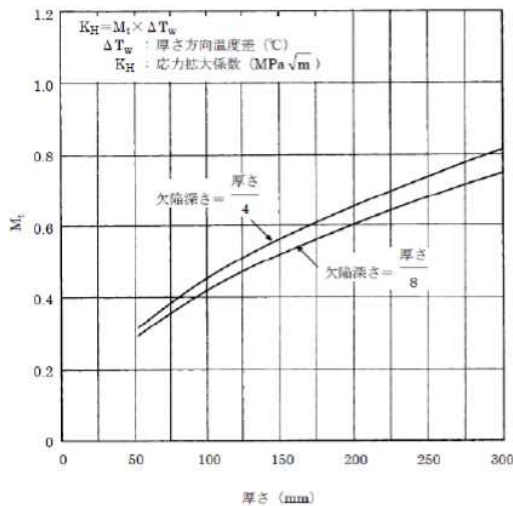
129

図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

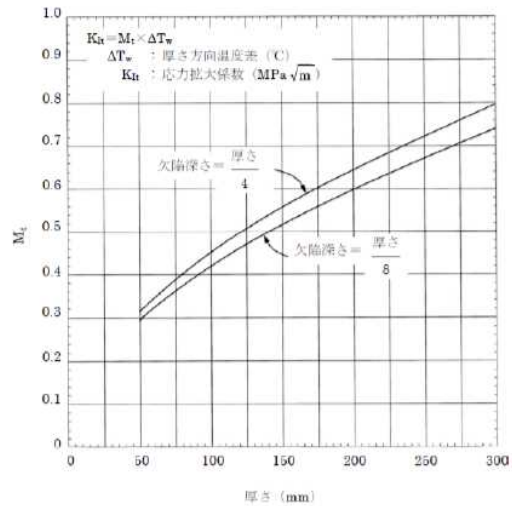
(a) 「添付 4-A 「図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係」の 2020 年版での変更について確認」

「7. 設計・建設規格（第 I 編）2020 年版までのその他変更点」において、No.13-1 に「K 値式の係数 M_t の線図を引用元の ASME Sec. III 及び JEC4206-2007 に合わせる。」とあり、「図添付 4-A-2 M_t と厚さの関係」が変更されている。2012 年版の図(左図)は「欠陥深さ=厚さ/4」の曲線が厚さ 300mm のときに $M_t \approx 0.81$ を示しているが、2020 年版の図(右図)では $M_t \approx 0.80$ を示し変更されている。(備考)に 2012 年版は $E = 2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、2020 年版は $E = 2.01 \times 10^5 \text{MPa}$ と記載されているが、主たる対象である原子炉圧力容器の鋼材はモリブデン鋼又はニッケル合金鋼であり、材料規格 2012 年版の「Part 3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数($\times 10^3 \text{MPa}$)」によると、分類番号 E1-3 又は E1-4 に該当するので、その値は 25°C 以上で 200 以下である。2020 年版で $E = 2.01 \times 10^5 \text{MPa}$ としたことが曲線変更の原因であれば、その数値を採用した理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹³⁰。



(備考)
上記の曲線は、 $\alpha = 1.26 \times 10^{-5} \text{mm/mm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、 $E = 2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、 $\nu = 0.3$ に対するものである。

図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係



(備考)
上記の曲線は、 $\alpha = 1.26 \times 10^{-5} \text{mm/mm} \cdot ^\circ\text{C}$ 、 $E = 2.01 \times 10^5 \text{MPa}$ 、 $\nu = 0.3$ に対するものである。

図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係

2012 年版の図は、2001 年の設計・建設規格制定時に ASME FIG. G-2214-1 に元に単位換算した線図となります。ASME はその後 SI 単位換算した図表類を追加しており、2013 年追補発行時に最新版の ASME FIG. G-2214-1M を反映しました。したがって図の微妙な差異は単位換算に起因するものです。

縦弾性係数の E も単位換算に起因するものです。

¹³⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 : I 1. (2) (a)

(追而)

4. 2 材料規格 2020

4. 2. 1 総則的要求事項

本規格は、使用する機器等の区分、単位について「NM-1210 機器等の区分」、「NM-1220 単位系」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 安全弁及び真空破壊弁の材料への適用方法について (NM-1210 機器等の区分)

「NM-1210 機器等の区分」において、材料規格の機器等の区分は設計・建設規格と同じとし、「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」の機器等の区分の欄はクラス 1 容器から炉心支持構造物まで記載されている。一方、設計・建設規格には「第 10 章 安全弁等」として安全弁及び真空破壊弁が規定されている。安全弁及び真空破壊弁の材料について、材料規格の適用方法 (安全弁及び真空破壊弁の該当するクラスに応じてクラス 1~3 弁の区分を適用するということか。) について、日本機械学会は、次のように説明している¹³¹。

安全弁及び真空破壊弁は設置する機器のクラスに応じクラス 1~3 弁の区分を適用することになります。

なお、本件に関連する設計・建設規格側の質問回答「参考資料 3-6 設計・建設規格及び材料規格に関する日本機械学会への説明依頼事項 (その 2) への回答 回答 (80)」も参照願います。

*参考資料 3-6 設計・建設規格及び材料規格に関する日本機械学会への説明依頼事項 (その 2): II 1. (80)

「SRV-2010 一般要求」において、「(3) クラス 3 機器に設置する安全弁等に使用する材料」は「クラス 3 容器又はクラス 3 配管に取り付けられる安全弁等については、日本産業規格 JIS B 8210 (1994) 「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8. 材料」によること。」と規定し、材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」のクラス 3 弁を引用していない (「VBV-2010 一般要求」の (3) の真空破壊弁に使用する材料についても同じ。) 点について、日本機械学会は、次のように説明している¹³²。

クラス 3 安全弁及び真空破壊弁は内部流体が海水等もあり、その場合、海水腐食対策等を考慮した材料選定とする必要があるが、VVD-2000 では採用できる材質が限定されるため、材料要求は該当 JIS として、使用流体に適した材料を選定するものとしています。

(追而)

(b) 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「そ

¹³¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II 1.(1)

¹³²

の他の支持構造物」の材料への適用方法について

日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」の「4.1.5.1 機器・配管系の設備の区分」において、「その他の支持構造物」が規定されている。

(11) 「その他の支持構造物」とは、第2章「2.3(1) 設備区分」で直接支持構造物とされる支持構造物であって、設計・建設規格に規定される支持構造物(クラス1支持構造物, クラス2支持構造物, クラス3支持構造物及びクラスMC支持構造物)のいずれにも属さない支持構造物をいう。

「その他の支持構造物」の材料に関し、材料規格の適用方法(支持する機器等のクラスに応じてクラス1~3支持構造物, クラスMC支持構造物、炉心支持構造物の区分を適用するということか。)について、日本機械学会は、次のように説明している¹³³。

耐震 JEAC の「その他の支持構造物」は設計・建設規格の適用範囲外ですが、「その他の支持構造物」の材料で材料規格において規定のある材料は、材料規格の規定が用いられるものと考えております。

(追而)

(c) JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位—第1部:一般」を単位系の適用規格とすることについて(NM-1220単位系)

「NM-1220単位系」において、「JIS Z 8203(2000) 国際単位系(SI)およびその使い方」から「JIS Z 8000-1(2014) 量及び単位—第1部:一般」に変更されているが、Z 8000-1はZ 8203にあったような組立単位が具体的に規定されていない。JIS Z 8000-1(2014)を引用する理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹³⁴。

JIS Z 8203(2000)は廃止され、JIS Z 8000-1(2014)に置き換えられました。

(追而)

4.2.2 個別材料の使用可否と設計強度

4.2.2.1 JIS G 3103(2019)ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板

(1) 変更の内容

- ① SB410, SB450 及び SB480 をクラス4配管に使用可に、SB450M 及び SB480M をクラス2容器、クラスMC容器、クラス4配管、クラス1~3ポンプ及びクラス2弁に使用可に変更

表 4.2.2.1 JIS G 3103(2019)ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

¹³³ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1: II.1.(2)

¹³⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1: II.1.(3)

(追而)

(3) 検討の結果

①SB450M 及び SB480M は材料規格 2020 年版解説 ASME 規格相当材対応表によれば、それぞれ SA-204A 及び SA-204B である。ASME 規格 Section IIPartD Table 1A によれば、Section III のクラス 2 及びクラス 3 機器で 371℃まで使用可能とされている。また、Table 2A によれば、クラス 1 機器及び MC 容器で 371℃まで使用可能である。材料規格 2020 年版では、SB450M 及び SB480M は S 値が規定されている。

(追而)

4. 2. 2. 2 JIS G 3115(2010)圧力容器用鋼板

(1) 変更の内容

- ① SPV235、SPV315、SPV355、SPV450 及び SPV490 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② SPV490 の S 値を「153～150」から「174～171」に変更（設計係数 4 → 3.5）

表 4.2.2 JIS G 3115(2010)圧力容器用鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①
- ② JIS G 3115 「圧力容器用鋼板」 SPV490 の S 値を設計係数 4.0 ベースの値から設計係数 3.5 ベースの値に見直した¹³⁵。
- ② SS 材や SM 材の溶接性を向上させた SN 材を SS 材や SM 材が使用可能な部位へ使用できるように材料規格に取り込んだ¹³⁶。

(3) 検討の結果

- ① 材料規格の Sy 値及び Su 値のない材料に S 値が設定されている (SPV235、SPV315、PV355、SPV450)。その妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している¹³⁷。

S 値設定の根拠となる Su、Sy については、今後、材料規格の見直しも視野に入れて検討していきます。

材料規格において、これらの材料は S 値が規定されています。Sm 値については、第一種機への適用を認めていないことから規定されていません。材料規格において、S 値は Su の 1/3.5、Sy の 2/3 のどちらか小さい方としています。

¹³⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：17 頁番号 2

¹³⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 1

¹³⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7：II 3. (4)

Part 3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)

種 類	種別	記号	常温 最小 引張強 さ (MPa)	常温 最小 降伏強 さ (MPa)	注	温 度 (°C)																			
						-30 ~ -40	65	75	100	125	150	180	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425			
JIS G 3115 圧力容器用鋼板		SPV235	400	215	S8)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		SPV315	490	295	S8)	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SPV355	520	355	S9)	130	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129
		SPV450	570	430	S8)	143	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
		SPV490	570	450	S9)	143	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
		SPV490	610	490	S9)	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174

ご指摘頂いた材料については、Su、Syとも材料規格には規定されていません。

上記材料のS値の根拠となる数値を遡って確認したところ、「引張強さ(Su値)について:昭和55年3月:資源エネルギー庁公益事業部 原子力発電安全管理課」の検討の中で、Su値については検討されています。

材料の各温度における設計引張強さSu値(MPa)

引用:引張強さ(Su値)について、昭和55年3月、
資源エネルギー庁公益事業部、原子力発電安全管理課

IF 力 容 器 用 鋼 板 JIS G 3115 (1973)	種別	SPV235 SPV315 SPV355 SPV450 SPV490	温 度 (°C)																					
			-40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425						
	1種	SPV235	41	36	410	392	394	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
	2種	SPV315	53	46	530	489	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
	4種	SPV450	58	46	580	550	537	529	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
	5種	SPV490	62	50	620	588	574	565	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556	556

40°C、75°C~425°C(25°Cピッチ)

JIS B 8267 圧力容器の設計の中では、Sy、Suが規定されていますが、原子力に対しては適用外です。

表 B.1-鉄鋼材料の許容引張応力(続き)

種別	記号	標準成分(%)	材料規格の引張強さ Su(N/mm ²)	材料規格の降伏強さ Sy(N/mm ²)	母材の引張強さ Su(N/mm ²)	母材の降伏強さ Sy(N/mm ²)	注	各温度(°C)における許容引張応力 N/mm ²																		記号															
								-40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475		500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800		
JIS G 3115	SPV235	-	400	195	1	1.2	ac	114	114	114	114	114	113	111	109	107	104	101	99	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SPV235	
				215	1	1.2	ac	114	114	114	114	114	114	114	114	114	112	109	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				235	1	1.2	ac	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
	SPV315	-	490	275	1	1.2	-	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	139	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SPV315	
				295	1	2	3	-	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	
				315	1	2	3	-	140	140	140	139	138	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
	SPV355	-	520	315	1	2	-	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
				335	1	2	3.4	ad	149	149	149	147	147	146	145	145	145	145	144	141	138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				355	1	2	3.4	ad	149	149	148	147	147	146	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
	SPV410	-	550	355	1	2	-	160	155	151	147	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	
				370	1	2	3	-	157	157	157	156	155	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
				390	1	2	3	-	157	157	157	156	155	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154
SPV450	-	570	410	1	2	3	-	157	157	157	156	155	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154		
			430	1	2	3.4	ad	163	163	163	162	161	160	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	
			450	1	2	3.4	ad	163	163	163	162	161	160	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159	159
SPV490	-	610	450	1	2	-	182	177	173	169	165	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163		
			470	1	3	3	-	174	174	174	173	172	171	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	
			490	1	3	3	-	174	174	174	173	172	171	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170

表 D.3-炭素鋼及び低合金鋼の降伏点又は0.2%耐力

JIS G 3115	SPV235	SPV315	SPV355	SPV410	SPV450	SPV490
6以上 50以下	235	315	355	390	450	490
50を超え 100以下	215	295	335	370	430	470
6以上 50以下	315	395	435	470	530	570
50を超え 100以下	295	375	415	450	510	550
6以上 50以下	355	435	475	510	570	610
50を超え 100以下	335	415	455	490	550	590
6以上 50以下	410	490	530	565	625	665
50を超え 100以下	390	470	510	545	605	645
6以上 50以下	450	530	570	605	665	705
50を超え 100以下	430	510	550	585	645	685
6以上 50以下	490	570	610	645	705	745
50を超え 100以下	470	550	590	625	685	725

上記の状況を鑑みて、今後、S値設定の根拠となるSu、Syについては、材料規格の見直しも視野に入れて検討していきます。

(追而)

- ② 材料規格 2012 の技術評価において、「ASME 規格相当材について設計係数を 3.5 とすることは妥当である」と評価されている。「JIS G 3115 圧力容器用鋼板」の SPV490 (焼入焼戻しを行ったもの) 等いくつかの材料の許容引張応力 (S 値) の設計係数を

4.0 から 3.5 に見直したとのことだが、どのような考え方で、S 値の設計係数を設定したのかについて、日本機械学会は、次のように説明している¹³⁸。

以下の項目において同等性を評価（次頁以降に比較結果を掲載）

<SPV490 : JIS G 3115 (2010)、SGV480 : JIS G 3118(2010) >

- ① 適用範囲
- ② 適用厚さ
- ③ 製造方法及び熱処理
- ④ 化学成分
- ⑤ 炭素当量又は溶接割れ感受性組成
- ⑥ 機械的性質
- ⑦ オーステナイト結晶粒度
- ⑧ 形状・寸法・質量及びその許容差
- ⑨ 外観
- ⑩ 検査

JIS 規格における規定の比較(G 3115 SPV490 とG 3118 SGV480)

<適用範囲>

	JIS G 3115(2010) 圧力容器用鋼板	JIS G 3118(2010) 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板
適用範囲	<p>1 適用範囲 この規格は、圧力容器、高圧設備など（高温及び低温で使用されるものを除く。）に用いる溶接性のよい熱間圧延鋼板（以下、鋼板という。）について規定する。 注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。 ISO 9328-1:2003, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 1: General requirements ISO 9328-3:2004, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 3: Weldable fine grain steels, normalized ISO 9328-5:2004, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 5: Weldable fine grain steels, thermomechanically rolled ISO 9328-6:2004, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 6: Weldable fine grain steels, quenched and tempered（全体評価：MOD） なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、ISO/IEC Guide 21-1に基づき、“修正している”ことを示す。</p>	<p>1 適用範囲 この規格は、主に中温から常温で使用される圧力容器に用いる熱間圧延炭素鋼鋼板（以下、鋼板という。）について規定する。 注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。 ISO 9328-1:2003, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 1: General requirements ISO 9328-3:2004, Steel flat products for pressure purposes—Technical delivery conditions—Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties（全体評価：MOD） なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、ISO/IEC Guide 21-1に基づき、“修正している”ことを示す。</p>
	・何れも高温及び低温以外の温度域で使用される圧力容器用の熱間圧延鋼板である。	

<種類及び記号及び適用厚さ>

	表1—種類の記号及び適用厚さ	表1—種類の記号及び適用厚さ																						
種類及び記号及び適用厚さ	<table border="1"> <thead> <tr> <th>種類の記号</th> <th>適用厚さ 単位 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPV235</td> <td>6 以上 200 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV315</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SPV355</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SPV410</td> <td>6 以上 150 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV450</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	種類の記号	適用厚さ 単位 mm	SPV235	6 以上 200 以下	SPV315		SPV355		SPV410	6 以上 150 以下	SPV450		SPV490		<table border="1"> <thead> <tr> <th>種類の記号</th> <th>適用厚さ 単位 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SGV410</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SGV450</td> <td>6 以上 200 以下</td> </tr> <tr> <td>SGV480</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	種類の記号	適用厚さ 単位 mm	SGV410		SGV450	6 以上 200 以下	SGV480	
種類の記号	適用厚さ 単位 mm																							
SPV235	6 以上 200 以下																							
SPV315																								
SPV355																								
SPV410	6 以上 150 以下																							
SPV450																								
SPV490																								
種類の記号	適用厚さ 単位 mm																							
SGV410																								
SGV450	6 以上 200 以下																							
SGV480																								
	・SPV490 の板厚制限の方が厳しい。																							

¹³⁸ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 16~30 頁

<製造方法及び熱処理>

製造方法及び熱処理	<p>4 製造方法及び熱処理</p> <p>4.1 製造方法 鋼板は、ホット鋼から製造する。</p> <p>4.2 鋼板の熱処理 鋼板の熱処理は、表2による。</p>	<p>4 製造方法及び熱処理</p> <p>4.1 製造方法 鋼板は、ホット鋼から製造する。</p> <p>4.2 鋼板の熱処理 鋼板の熱処理は、表2による。</p> <p>a) 厚さ 18 mm 以下の鋼板は、圧延のままとする。ただし、製造業者の判断によって焼ならしを行ってもよい。</p> <p>なお、注文者は、必要に応じて、焼ならしを指定してもよい。</p> <p>b) 厚さ 18 mm を超える鋼板は、焼ならしを行う。受渡当事者間の協定によって焼ならしにおいて焼入れ部を行い、それに引き続いて焼戻しを行ってもよい。</p> <p>c) 厚さ 100 mm 以下の鋼板は、受渡当事者間の協定によって熱加工制御を行ってもよい。</p> <p>d) b) の焼ならしに代わる熱処理を注文者が行う場合は、注文者の指示によって鋼板は、圧延のままとするか、又は指示された熱処理を行う。</p>												
	<p>表2-熱処理</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>鋼板の番号</th> <th>熱処理</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPV235</td> <td>正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。</td> </tr> <tr> <td>SPV315</td> <td>正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。</td> </tr> <tr> <td>SPV355</td> <td>熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。</td> </tr> <tr> <td>SPV410</td> <td>熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。</td> </tr> <tr> <td>SPV450</td> <td>焼入れ焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、焼ならしを行ってもよい。</td> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td>焼入れ焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、注文者が焼ならし又は焼入れ焼戻しを行う場合は、製造業者は、試験片にだけ熱処理を行い、鋼板は、圧延のままでもよい。</td> </tr> </tbody> </table> <p>・何れもキルド鋼から製造。</p> <p>・SPV490 は焼入れ焼戻しを基本としている。</p> <p>・SGV480 は厚さにより熱処理方法を規定しており、厚さ 38mm 以下は圧延のまま、厚さ 38mm を超える鋼板では、焼きならしを行うこととしている。</p>	鋼板の番号	熱処理	SPV235	正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。	SPV315	正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。	SPV355	熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。	SPV410	熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。	SPV450	焼入れ焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、焼ならしを行ってもよい。	SPV490
鋼板の番号	熱処理													
SPV235	正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。													
SPV315	正焼のみ。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。													
SPV355	熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。													
SPV410	熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100 mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、焼入れ焼戻し又は焼入れ焼戻しを行ってもよい。													
SPV450	焼入れ焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、焼ならしを行ってもよい。													
SPV490	焼入れ焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、注文者が焼ならし又は焼入れ焼戻しを行う場合は、製造業者は、試験片にだけ熱処理を行い、鋼板は、圧延のままでもよい。													

<化学成分>

化学成分	<p>表3-化学成分^{a)}</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>鋼板の番号</th> <th>厚さ mm</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPV235</td> <td>100 mm 以下</td> <td>0.18 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.40 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV315</td> <td>100 mm 超えのもの</td> <td>0.18 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV355</td> <td>—</td> <td>0.16 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV410</td> <td>—</td> <td>0.18 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV450</td> <td>—</td> <td>0.18 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td>—</td> <td>0.18 以下</td> <td>0.20 以下</td> <td>4.55 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>注^{a)} この表以外の合金元素を制限してもよい。</p> <p>^{b)} 焼ならしを行う SPV450 及び SPV490 の鋼板の場合、添加合金元素については、受渡当事者間の協定による。</p>	鋼板の番号	厚さ mm	C	Si	Mn	P	S	SPV235	100 mm 以下	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.40 以下	0.030 以下	0.030 以下	SPV315	100 mm 超えのもの	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	SPV355	—	0.16 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	SPV410	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	SPV450	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	SPV490	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	<p>表2-化学成分^{a)}</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>鋼板の番号</th> <th>厚さ mm</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn^{b)}</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">SGV410^{b)}</td> <td>12.5 以下</td> <td>0.21 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>12.5 を超え 50 以下</td> <td>0.23 以下</td> <td>0.15~4.40</td> <td>0.85~1.20</td> <td>0.010 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>50 を超え 100 以下</td> <td>0.25 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>100 を超え 200 以下</td> <td>0.27 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">SGV450</td> <td>12.5 以下</td> <td>0.24 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>12.5 を超え 50 以下</td> <td>0.26 以下</td> <td>0.15~4.40</td> <td>0.85~1.20</td> <td>0.010 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>50 を超え 100 以下</td> <td>0.28 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>100 を超え 200 以下</td> <td>0.29 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">SGV480</td> <td>12.5 以下</td> <td>0.27 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>12.5 を超え 50 以下</td> <td>0.28 以下</td> <td>0.15~4.40</td> <td>0.85~1.20</td> <td>0.010 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> <tr> <td>50 を超え 100 以下</td> <td>0.30 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>100 を超え 200 以下</td> <td>0.31 以下</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>注^{a)} この表以外の合金元素を制限してもよい。</p> <p>^{b)} SGV410 において厚さ 12.5 mm 以下の鋼板は、0.66~0.90% としてもよい。</p> <p>^{c)} Mn の微細分析の上限値は、受渡当事者間の協定によって C が 0.18 % 以下の場合は、1.60 % としてもよい。</p>	鋼板の番号	厚さ mm	C	Si	Mn ^{b)}	P	S	SGV410 ^{b)}	12.5 以下	0.21 以下	—	—	—	—	12.5 を超え 50 以下	0.23 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下	50 を超え 100 以下	0.25 以下	—	—	—	—	100 を超え 200 以下	0.27 以下	—	—	—	—	SGV450	12.5 以下	0.24 以下	—	—	—	—	12.5 を超え 50 以下	0.26 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下	50 を超え 100 以下	0.28 以下	—	—	—	—	100 を超え 200 以下	0.29 以下	—	—	—	—	SGV480	12.5 以下	0.27 以下	—	—	—	—	12.5 を超え 50 以下	0.28 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下	50 を超え 100 以下	0.30 以下	—	—	—	—	100 を超え 200 以下	0.31 以下	—	—	—	—
	鋼板の番号	厚さ mm	C	Si	Mn	P	S																																																																																																																																				
SPV235	100 mm 以下	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.40 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
SPV315	100 mm 超えのもの	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
SPV355	—	0.16 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
SPV410	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
SPV450	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
SPV490	—	0.18 以下	0.20 以下	4.55 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																																																																																																																				
鋼板の番号	厚さ mm	C	Si	Mn ^{b)}	P	S																																																																																																																																					
SGV410 ^{b)}	12.5 以下	0.21 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	12.5 を超え 50 以下	0.23 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下																																																																																																																																					
	50 を超え 100 以下	0.25 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	100 を超え 200 以下	0.27 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
SGV450	12.5 以下	0.24 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	12.5 を超え 50 以下	0.26 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下																																																																																																																																					
	50 を超え 100 以下	0.28 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	100 を超え 200 以下	0.29 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
SGV480	12.5 以下	0.27 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	12.5 を超え 50 以下	0.28 以下	0.15~4.40	0.85~1.20	0.010 以下	0.030 以下																																																																																																																																					
	50 を超え 100 以下	0.30 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
	100 を超え 200 以下	0.31 以下	—	—	—	—																																																																																																																																					
<p>・何れも主要 5 元素の化学成分を規定している。P と S の制限値は同じ。</p> <p>・SPV490 は SGV480 に比べて C 量を低く制限し、Si 及び Mn にて強度を高めている材料である。</p>																																																																																																																																											

<炭素当量又は溶接割れ感受性組成>

炭素当量又は溶接割れ感受性組成	<p>6 炭素当量又は溶接割れ感受性組成</p> <p>6.2 SPV450 及び SPV490 の炭素当量又は溶接割れ感受性組成</p> <p>SPV450 及び SPV490 の炭素当量又は溶接割れ感受性組成は、次による。</p> <p>a) 焼入れ焼戻しを行う鋼板 焼入れ焼戻しを行う SPV450 及び SPV490 の炭素当量は、表6による。炭素当量の計算は、10.1 の溶接割れ感受性組成を用い、式(1)による。</p> <p>なお、受渡当事者間の協定によって、炭素当量の代わりに溶接割れ感受性組成を適用してもよい。この場合の溶接割れ感受性組成は、表7による。溶接割れ感受性組成の計算は、10.1 の溶接割れ感受性組成を用い、式(2)による。</p> <p>表6-焼入れ焼戻しを行う SPV450 及び SPV490 の炭素当量</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">鋼板の番号</th> <th colspan="5">厚さ</th> </tr> <tr> <th>50 mm 以下</th> <th>50 mm を超え 75 mm を超え 100 mm 以下</th> <th>100 mm を超え 125 mm 以下</th> <th>125 mm を超え 159 mm 以下</th> <th>159 mm 以下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPV450</td> <td>0.44 以下</td> <td>0.46 以下</td> <td>0.48 以下</td> <td>0.52 以下</td> <td>0.54 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td>0.45 以下</td> <td>0.47 以下</td> <td>0.50 以下</td> <td>0.53 以下</td> <td>0.55 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>表7-焼入れ焼戻しを行う SPV450 及び SPV490 の溶接割れ感受性組成</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">鋼板の番号</th> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <th>50 mm 以下</th> <th>50 mm を超え 125 mm 以下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SPV450</td> <td>0.28 以下</td> <td>0.26 以下</td> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td>0.28 以下</td> <td>0.30 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>b) 焼ならしを行う鋼板 焼ならしを行う SPV450 及び SPV490 の炭素当量又は溶接割れ感受性組成は、受渡当事者間の協定による。</p> $C_{eq} = C + \frac{Mn}{24} + \frac{Si}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{14} + \frac{V}{14} \quad (1)$ <p>ここに、C_{eq}: 炭素当量 (%)</p> $P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{20} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$ <p>ここに、P_{cm}: 溶接割れ感受性組成 (%)</p>	鋼板の番号	厚さ					50 mm 以下	50 mm を超え 75 mm を超え 100 mm 以下	100 mm を超え 125 mm 以下	125 mm を超え 159 mm 以下	159 mm 以下	SPV450	0.44 以下	0.46 以下	0.48 以下	0.52 以下	0.54 以下	SPV490	0.45 以下	0.47 以下	0.50 以下	0.53 以下	0.55 以下	鋼板の番号	厚さ		50 mm 以下	50 mm を超え 125 mm 以下	SPV450	0.28 以下	0.26 以下	SPV490	0.28 以下	0.30 以下	<p>6 炭素当量又は溶接割れ感受性組成</p> <p>熱加工制御を行う SGV450 及び SGV480 の炭素当量又は溶接割れ感受性組成は、次による。</p> <p>a) 熱加工制御を行う鋼板の炭素当量 熱加工制御を行う鋼板の炭素当量は、表3による。炭素当量の計算は、10.1 の溶接割れ感受性組成を用い、式(1)による。</p> $C_{eq} = C + \frac{Mn}{24} + \frac{Si}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{14} + \frac{V}{14} \quad (1)$ <p>ここに、C_{eq}: 炭素当量 (%)</p> <p>b) 熱加工制御を行う鋼板の溶接割れ感受性組成 受渡当事者間の協定によって、炭素当量の代わりに溶接割れ感受性組成を適用してもよい。この場合の溶接割れ感受性組成は、表4による。溶接割れ感受性組成の計算は、10.1 の溶接割れ感受性組成を用い、式(2)による。</p> $P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{20} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$ <p>ここに、P_{cm}: 溶接割れ感受性組成 (%)</p> <p>表3-熱加工制御を行う鋼板の炭素当量</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">鋼板の番号</th> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <th>50 mm 以下</th> <th>50 mm を超え 100 mm 以下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SGV450</td> <td>0.28 以下</td> <td>0.30 以下</td> </tr> <tr> <td>SGV480</td> <td>0.29 以下</td> <td>0.41 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>表4-熱加工制御を行う鋼板の溶接割れ感受性組成</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">鋼板の番号</th> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <th>50 mm 以下</th> <th>50 mm を超え 100 mm 以下</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SGV450</td> <td>0.24 以下</td> <td>0.24 以下</td> </tr> <tr> <td>SGV480</td> <td>0.24 以下</td> <td>0.26 以下</td> </tr> </tbody> </table>	鋼板の番号	厚さ		50 mm 以下	50 mm を超え 100 mm 以下	SGV450	0.28 以下	0.30 以下	SGV480	0.29 以下	0.41 以下	鋼板の番号	厚さ		50 mm 以下	50 mm を超え 100 mm 以下	SGV450	0.24 以下	0.24 以下	SGV480	0.24 以下	0.26 以下
	鋼板の番号		厚さ																																																							
50 mm 以下		50 mm を超え 75 mm を超え 100 mm 以下	100 mm を超え 125 mm 以下	125 mm を超え 159 mm 以下	159 mm 以下																																																					
SPV450	0.44 以下	0.46 以下	0.48 以下	0.52 以下	0.54 以下																																																					
SPV490	0.45 以下	0.47 以下	0.50 以下	0.53 以下	0.55 以下																																																					
鋼板の番号	厚さ																																																									
	50 mm 以下	50 mm を超え 125 mm 以下																																																								
SPV450	0.28 以下	0.26 以下																																																								
SPV490	0.28 以下	0.30 以下																																																								
鋼板の番号	厚さ																																																									
	50 mm 以下	50 mm を超え 100 mm 以下																																																								
SGV450	0.28 以下	0.30 以下																																																								
SGV480	0.29 以下	0.41 以下																																																								
鋼板の番号	厚さ																																																									
	50 mm 以下	50 mm を超え 100 mm 以下																																																								
SGV450	0.24 以下	0.24 以下																																																								
SGV480	0.24 以下	0.26 以下																																																								
<p>・SPV490 は主要 5 元素の化学成分の規定に加え、焼入れ焼戻しを行う際の炭素当量制限を設けている。</p> <p>・SGV480 は主要 5 元素の化学成分の規定に加え、熱加工制御を行う際の炭素当量制限を設けている。</p> <p>・溶接割れ感受性組成は同程度。</p>																																																										

<機械的性質>

標準の 品号	降伏点又は耐力 N/mm ²			引張 強さ N/mm ²	伸び		曲げ性	
	厚さ mm				厚さ mm	試験片 %	曲げ 角度	試験片
	4以上 8以下	50を超え 100以下	100を超え 200以下		16以下	1A号 17以上	180°	厚さ50mm以下 厚さの1.5倍
SPV235	235以上	215以上	195以上	400~ 510	1A号 21以上	180°	厚さ50mm以下 厚さの1.5倍	1号
SPV315	315以上	295以上	275以上 ^{*)}	490~ 610	1A号 26以上	180°	厚さの1.5倍	1号
SPV355	355以上	335以上	315以上 ^{*)}	500~ 640	1A号 30以上	180°	厚さの1.5倍	1号
SPV419	419以上	399以上	379以上 ^{*)}	580~ 670	1A号 34以上	180°	厚さの1.5倍	1号
SPV456	456以上	436以上	416以上 ^{*)}	570~ 700	4号 20以上	180°	厚さの1.5倍	1号
SPV496	496以上	476以上	456以上 ^{*)}	610~ 740	4号 20以上	180°	厚さの1.5倍	1号

注*) 1N/mm²=1MPa
注*) 厚さ150mm以下に適用する。

表4-降伏点又は耐力、引張強さ、伸び及び曲げ性

表5-機械的性質

規格の品号	降伏点 又は耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び ^{*)} %	引張 試験片 ^{*)}	曲げ性		
					曲げ角度	試験片	
SGV410	225以上	410~490	21以上	1A号	180°	25以下 厚さの0.5倍	
SGV430	245以上	430~540	19以上	1A号	180°	15を超え 50以下	厚さの0.5倍
						50を超え 100以下	厚さの1.5倍
						100を超え 200以下	厚さの1.5倍
SGV450	265以上	450~590	17以上	1A号	180°	25以下	厚さの0.5倍
						25を超え 50以下	厚さの1.5倍
						50を超え 100以下	厚さの1.5倍
SGV480	265以上	480~590	21以上	10号	180°	30を超え 100以下	厚さの1.5倍
						100を超え 200以下	厚さの1.5倍

注*) 1N/mm²=1MPa
注*) 厚さ8mm未満の鋼板の1A号試験片の伸びは、厚さ1mm又はその倍数を減じること、この表の伸びの値から1を減じる。
注*) 厚さ20mmを超える鋼板の1A号試験片の伸びは、厚さ3mm又はその倍数を減じること、この表の伸びの値から0.5を減じる。ただし、同じ取扱いとする。
注*) 厚さ60mmを超える鋼板の10号試験片の伸びは、厚さ12.5mm又はその倍数を減じること、この表の伸びの値から0.5を減じる。ただし、同じ取扱いとする。
注*) 厚さ50mm以下の鋼板は1A号試験片、厚さ36mmを超える鋼板は10号試験片を用いる。ただし、厚さ40mmを超えるものは、10号試験片を用いてもよい。

表6-シャルピー吸収エネルギー

種類の記号	試験温度 ^{*)} t °C	シャルピー吸収エネルギー		試験片 ^{*)}
		3個の試験片の平均値	個々の試験片の値	
SPV235	0	47以上	27以上	Vノッチ 正屈方向
SPV315	0	47以上	27以上	
SPV355	0	47以上	27以上	
SPV419	-10	47以上	27以上	
SPV456	-10	47以上	27以上	
SPV496	-10	47以上	27以上	

注*) 受渡品等間の協定によって、これらの試験温度より低い温度で試験を行う場合は、その試験温度に置き換えてもよい。
注*) 受渡品等間の協定によって、正屈方向と逆屈方向での試験を行う場合は、本文書の表によって、正屈方向試験を省略してもよい。

- 何れも降伏点/耐力、引張強さ、伸び、曲げ性の各機械的性質が規定されている。
- SPV490の降伏点/耐力及び引張強さはSGV480より高い。
- SPV490は厚さ12mmを超える鋼板に対してシャルピー吸収エネルギーを規定している。

<オーステナイト結晶粒度>

オーステナイト結晶粒度	8
-------------	---

8 オーステナイト結晶粒度
鋼板は11.3によって試験を行い、オーステナイト結晶粒度は5以上とする。
なお、結晶粒度試験は、全アルミニウム分析値が0.020%以上又は鋼可溶アルミニウム分析値が0.015%以上の場合は、省略してもよい。

- SGV480はオーステナイト結晶粒度が要求されている。

<形状、寸法、質量及びその許容差>

形状、寸法、質量及びその許容差	表12-厚さの許容差						
	厚さ	単位 mm					
		1600未満	1600以上 2000未満	2000以上 2500未満	2500以上 3150未満	3150以上 4000未満	4000以上 5000未満
630以上 630未満	+0.75	+0.95	+0.95	+1.25	+1.25	-	
630以上 16.0未満	+0.85	+1.05	+1.05	+1.35	+1.35	+1.55	
100以上 16.0未満	+0.85	+1.05	+1.05	+1.35	+1.35	+1.75	
160以上 25.0未満	+1.05	+1.25	+1.25	+1.65	+1.65	+1.95	
250以上 40.0未満	+1.15	+1.35	+1.35	+1.75	+1.75	+2.15	
400以上 83.0未満	+1.35	+1.65	+1.65	+1.95	+1.95	+2.35	
630以上 160未満	+1.55	+1.95	+1.95	+2.35	+2.35	+2.75	
100以上 160未満	+2.35	+2.75	+2.75	+3.15	+3.15	+3.55	
160以上	+2.95	+3.35	+3.35	+3.75	+3.75	+3.95	

注*) マイナス側の許容差は、0.25mmとする。受渡品等間の協定によってマイナス側の許容差を0mmとした場合は、プラス側の許容差は、この表の数値に0.25mmを加えたものとする。
注*) 厚5000mm以上の場合は許容差は、受渡品等間の協定による。

表6-厚さの許容差

厚さ	単位 mm					
	1600未満	1600以上 2000未満	2000以上 2500未満	2500以上 3150未満	3150以上 4000未満	4000以上 5000未満
630以上 630未満	+0.75	+0.95	+0.95	+1.25	+1.25	-
630以上 16.0未満	+0.85	+1.05	+1.05	+1.35	+1.35	+1.55
100以上 16.0未満	+0.85	+1.05	+1.05	+1.35	+1.35	+1.75
160以上 25.0未満	+1.05	+1.25	+1.25	+1.65	+1.65	+1.95
250以上 40.0未満	+1.15	+1.35	+1.35	+1.75	+1.75	+2.15
400以上 83.0未満	+1.35	+1.65	+1.65	+1.95	+1.95	+2.35
630以上 160未満	+1.55	+1.95	+1.95	+2.35	+2.35	+2.75
100以上 160未満	+2.35	+2.75	+2.75	+3.15	+3.15	+3.55
160以上	+2.95	+3.35	+3.35	+3.75	+3.75	+3.95

注*) マイナス側の許容差は、0.25mmとする。ただし、受渡品等間の協定によってマイナス側の許容差を0mmとした場合は、プラス側の許容差は、この表の数値に0.25mmを加えたものとする。
注*) 厚5000mm以上の場合は許容差は、受渡品等間の協定による。

- 相違なし。

<外観>

外観	9 外観 鋼板の外観は、JIS G 3193の第5.7(外観)による。ただし、溶接補修は、事前に注文者の承認を得なければならぬ。	10 外観 鋼板の外観は、JIS G 3193の第5.7(外観)による。ただし、溶接補修を行う場合は、事前に注文者の承認を得なければならぬ。
----	---	---

- 相違なし。

<検査>

検査	<p>11 検査 検査は、次による。</p> <p>a) 検査の一般事項は、JIS G 0804による。</p> <p>b) 化学成分は、標準 5に適合しなければならない。</p> <p>c) 炭素当量又は溶接前熱感受性配成は、標準 6に適合しなければならない。</p> <p>d) 機械的性質は、標準 7に適合しなければならない。</p> <p>e) 形状、寸法、質量及びその許容差は、標準 8に適合しなければならない。</p> <p>f) 外観は、標準 9に適合しなければならない。</p> <p>g) その他の検査、10.3に規定する試験を実施した場合は、受渡当事者間の協定によって合意した合否判定基準に適合しなければならない。</p> <p>10.3 その他の試験 その他の試験は、受渡当事者間の協定によって、JIS G 0801の超音波探傷試験を行ってもよい。この場合、試験方法、合否判定基準などは、受渡当事者間の協定による。</p>	<p>12 検査 検査は、次による。</p> <p>a) 検査の一般事項は、JIS G 0804による。</p> <p>b) 化学成分は、標準 5に適合しなければならない。</p> <p>c) 炭素当量又は溶接前熱感受性配成は、標準 6に適合しなければならない。</p> <p>d) 機械的性質は、標準 7に適合しなければならない。</p> <p>e) オーステナイト結晶粒度は、標準 8に適合しなければならない。</p> <p>f) 形状、寸法、質量及びその許容差は、標準 9に適合しなければならない。</p> <p>g) 外観は、標準 10に適合しなければならない。</p> <p>h) その他の検査、11.4に規定する試験を実施した場合は、受渡当事者間の協定によって合意した合否判定基準に適合しなければならない。</p> <p>11.4 その他の試験 その他の試験は、受渡当事者間の協定によって、JIS G 0500のカルファプリント試験、JIS G 0801の超音波探傷試験、JIS Z 2242の衝撃試験などを行ってもよい。この場合、試験のやり方、試験方法、合否判定基準などは、受渡当事者間の協定による。</p>
	<p>・検査要求事項は以下の点を除き何れも同じである。</p> <p>☆ SPV490 には衝撃試験検査規定がある。</p> <p>☆ SGV480 にはオーステナイト結晶粒度規定がある。</p>	

まとめ：

- ① 圧力容器用熱間圧延鋼板として SPV490 は SGV480 と同等材料である。
- ② SPV490 及び SGV480 はともに JIS B8267「圧力容器の設計」の附属書 B において設計係数 3.5 の S 値が設定されている材料である。

SPV490 の設計降伏点 (Sy 値) 及び設計引張強さ (Su 値) は 2020 年版と 2012 年版が同じ規格値である理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹³⁹。

- ・ SPV490 (旧 SPV50) の設計降伏点 (Sy 値) 及び設計引張強さ (Su 値) は通商産業省告示第 501 号 (昭和 55 年) を引用。
- ・ 当該告示の廃止 (2006 年) に伴い、日本機械学会の設計・建設規格に移行。SPV490 の Sy 値、Su 値は、告示の値をそのまま引用している。(2013 年追補で修正)

告示第 501 号、JSME 設計・建設規格(2005)、材料規格(2020) の Sy、Su の比較結果を示す。

設計降伏点： Sy

¹³⁹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2：16～30 頁

<告示第501号>

別表第9 材料の各温度における設計降伏点(N/mm²) S_y

種類	種別	記号	最小引張強さ N/mm ²	最小降伏点 N/mm ²	温度															
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
圧力容器用鋼板 JISG3115 (1990)		SPV490	610	490	490	476	461	438	417											

<JSME 設計建設規格:2005>

付録材料図表 Part 5 表8 材料の各温度における設計降伏点 S_y (MPa)

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)															
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
圧力容器用鋼板 JIS G 3115(2000)		SPV490	610	490	490	476	461	438	417											

<JSME 材料規格:2020> Part 3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)

種類	種別	記号	常温 最小引張強さ (MPa)	常温 最小降伏点 (MPa)	注	温度 (°C)															
						-30 ~40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
JIS G 3115 圧力容器用鋼板		SPV490	610	490		490	-	476	461	-	438	-	417								

設計降伏点: S_y

<告示第501号>

別表第10 材料の各温度における設計引張強さ(N/mm²) S_u

種類	種別	記号	最小引張強さ N/mm ²	最小降伏点 N/mm ²	温度															
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
圧力容器用鋼板 JISG3115 (1990)		SPV490	610	490	608	577	563	554	545	545	545	545	545	545	545	545	530			

<JSME 設計建設規格:2005>

付録材料図表 Part 5 表9 材料の各温度における設計引張強さ S_u (MPa)

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)															
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
圧力容器用鋼板 JIS G 3115(2000)		SPV490	610	490	610	577	563	554	545	545	545	545	545	545	545	545	530			

Part 3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値(MPa)

<JSME 材料規格:2020>

種類	種別	記号	常温 最小引張強さ (MPa)	常温 最小降伏点 (MPa)	注	温度 (°C)															
						-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
JIS G 3115 圧力容器用鋼板		SPV490	610	490		610	577	563	554	545	545	545	545	545	545	545	530				

また、 S_y 値は 200°C まで、 S_u 値は 375°C まで規定されているのに対し、 S 値は 350°C まで設定した考え方について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁰。

- 各温度における許容引張応力 S 値は、以下の小さい方の値を S 値として評価している。

$$S = 1.1/3.5 * S_u (\text{常温}) \text{ または } S = 1.1/3.5 * S_u (\text{高温})$$

¹⁴⁰ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2: 16~30 頁

- ・ 通商産業省告示第 501 号含め、SPV490 の S_u 値は、 $-30\sim 40^\circ\text{C}$ 、 75°C 、 $100\sim 200^\circ\text{C}$ (50°C 間隔)、 $200\sim 375^\circ\text{C}$ (25°C 間隔) で規定されている。
- ・ 許容引張応力 S 値は、 S_y 値から以下の小さい方の値を S 値として評価。
 $S=2/3*S_y$ (常温) または $S=2/3*S_y$ (高温)

◆ SPV490 の場合は S_y 値で評価した S 値が S_u 値で評価した値よりも大きな値になるため、 S_u から評価した S 値を用いることが妥当と判断できる。
 次シートに参考までに S_u 値、 S_y 値それぞれから評価した S 値の結果を示す。

<SPV490の各温度における許容設計応力S値の評価>

Suベース	温 度 ($^\circ\text{C}$)												
	40	65	75	100	125	150	200	225	250	275	300	325	350
Su	610		577	563		554	545	545	545	545	545	545	545
1/4*Su(常)	152.5		152.5	152.5		152.5	152.5	152.5	152.5	152.5	152.5	152.5	152.5
1.1/4*Su	167.8		158.7	154.8		152.4	149.9	149.9	149.9	149.9	149.9	149.9	149.9
(現行S値) 設計計数4ベースのS値	153	153	153	153	153	152	150	150	150	150	150	150	150
1/3.5*Su(常)	174.3		174.3	174.3		174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3	174.3
1.1/3.5*Su	191.7		181.3	176.9		174.1	171.3	171.3	171.3	171.3	171.3	171.3	171.3
(改訂S値) 設計計数3.5ベースのS値	174	174	174	174	174	174	171	171	171	171	171	171	171
(参考:Syベース)	Sy												
	490		476	461		438	417						
2/3*Sy(常)	326.7		326.7	326.7		326.7	326.7						
2/3*Sy	326.7		317.3	307.3		292	278						
SyベースのS値	327		317	307		292	278						

- ◆ SPV490 の S 値の設計係数の変更は行ったものの、使用温度制限の変更を行うための ASME 等の参照規格がないことから使用温度制限の見直しは行っていない。

SPV490 の S 値設定の根拠として、SGV480 との比較がなされ、また、 S 値は ASME 材を参照して設定しているとのことであった。SPV490 は ASME 相当材が存在する SGV480 と同等とのことだが、許容値以外の要求事項も含めて SPV490 が ASME 相当材と考えてよい根拠は説明されていない。したがって、 S 値の設計係数は、従来どおり 4 とすることとし、これを明確にするため、材料規格 2020 の SPV490 の S 値は、材料規格 2012 の SPV490 の S 値に読み替えることとしてはどうか。

- ② 「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」、「JIS G 3115(2016)圧力容器用鋼板」の SPV490 の設計係数は 4 から 3.5 に変更されている。SPV235、SPV315、SPV355 及び SPV450 の設計係数は 4 であるが、SPV490 のみ変更する理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴¹。

鋼製原子炉格納容器に使用されている代表 2 鋼種 (SGV480 と SPV490) の S 値を設計係数 3.5 ベースの値に統一し、整合性を与えることを目的に、2013 年追補にて SPV490 の S 値の設計係数を SGV480 の S 値の設計係数と同様に 4 から 3.5 に見直し、 S 値を変更しております。

[参考情報]

- ① SGV480 の S 値は ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section II Part-D (METRIC) (2007 Edition, 2008a Addenda, 2009b Addenda) の値を参照して設定している。
- ② JIS B 8267(2008)「圧力容器の設計」においてはいずれの材料も設計係数は 3.5 となっている。

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 熱加工制御で製造された SPV315 及び SPV355 材の使用可否について

「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3115(2016) 圧力容器用鋼板」の SPV235、SPV315、SPV355、SPV410、SPV450、SPV490 については、同規格の「表 2-鋼板の熱処理」において種類の記号ごとに熱処理が異なり、SPV315 及び SPV355 材は熱加工制御を行うことが認められている。熱加工制御で製造された SPV315 及び SPV355 材の使用可否について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴²。なお、SPV410 の熱処理は熱加工制御とされているが、材料規格には取り込まれていない。

JIS G 3115(2016) 表 2-熱処理

種類の記号	熱処理 a)
SPV235	圧延のまま。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。
SPV315 SPV355	圧延のまま。ただし、必要に応じて焼ならしを行ってもよい。 また、受渡当事者間の協定によって、熱加工制御又は焼入焼戻しを行ってもよい。
SPV410	熱加工制御。ただし、熱加工制御によって製造できる最大板厚は 100mm とする。また、受渡当事者間の協定によって、熱加工制御に代えて焼ならし又は焼入焼戻しを行ってもよい。
SPV450 SPV490	焼入焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、焼ならしを行ってもよい。
注 a) (略)	

熱加工制御で製造された材料であっても JIS の仕様に適合した材料であれば基本的に材料規格で使用できることとしております。

熱加工制御で製造される SPV410 が材料規格に取り込まれていない理由は、使用のニーズがなかったものと想定します。

(追而)

(b) SPV490 材に対する寸法区分の要否について (表 7 についても同じ)

「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」、「JIS G 3115(2016) 圧力容器用鋼板」の SPV490 材には「S9」(厚さが 6mm 以上 50mm 以下の材料に適用。) の注書きが記載されているが、「Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値 (MPa)」及び「Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 (MPa)」には、同材料に寸法区分の注書きがない。Sy 値及び Su 値に対して寸法区分を記載しないのでよい理由について、日本機械学会

¹⁴² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (6)

は、次のように説明している¹⁴³。なお、「JIS G 3115(2016) 圧力容器用鋼板」の適用厚さは 6mm 以上 150mm 以下と規定されている。

S_y 値及び S_u 値に対して寸法区分を記載しないのでよい理由は、材料規格では SPV490 の常温最小降伏点は 490MPa と規定しており、この降伏点の材料の厚さは JIS で 6mm 以上 50mm 以下と規定されていることによります。

注書きは、同一の種類・種別・記号の材料でありながら複数の応力値が存在する場合における区分を明確化することを目的としたものであり、この観点では表 3 において SPV490 の注書きは必ずしも必要ではないですが、他の SPV 材で注書きを付けていることから注書きを付けています。

(追而)

4. 2. 2. 3 JIS G 3119(2019)ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板

(1) 変更の内容

- ① SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 について、線膨張係数の分類番号を TE2 から TE1 に変更

表 4.2.2.3 JIS G 3119(2019)ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3119(2019)ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板」の SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 は材料規格 2012 年版において、クラス 1 容器から炉心支持構造物まで適用可能な、材料成分、機械的性質及び破壊靱性を有する材料であり、クラス 4 配管の設計の各規定を十分満足する材料である。したがって、BV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 をクラス 4 配管に使用可とすることは妥当と判断する。

② (追而)

4. 2. 2. 4 JIS G 3120(2018)圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板

(1) 変更の内容

- ① SQV1A、SQV1B、SQV2A、SQV2B、SQV3A 及び SQV3B について、線膨張係数の分類番号

¹⁴³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (57)

を TE2 から TE1 に変更

表 4.2.2.4 JIS G 3120(2018)圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果
(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) SQV1A, B、SQV2A, B 及び SQV3A, B の試験片の数を旧 2003 年版適用とすることについて

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3120(2018)圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板」の SQV1A, B、SQV2A, B 及び SQV3A, B については「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。

日本産業規格 JIS G 3120「圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板」

試験片の数の規定は日本産業規格 JIS G 3120(2003)「圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板」によること。

同規格は 2018 年版が発行されている。技術的改定内容（試験片の数等）と改定年版を取り込まなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁴。

2009 年の改正で試験（引張、曲げ及び衝撃）片の数の規定が変更され、要求事項が緩和されましたが、その妥当性について確認ができませんでしたので 2003 年版の規定を特別要求事項としております。

(追而)

4. 2. 2. 5 JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板

(1) 変更の内容

① SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4.2.2.5 JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

¹⁴⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (8)

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 は 2012 年版においてクラス 1 容器、炉心支持構造物及びクラス 4 配管を除いた機器に使用可能な材料であり、クラス 4 配管の設計の各規定を十分満足する材料である。したがって、SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 をクラス 4 配管に使用可とすることは妥当と判断する。

(4) 変更点以外の評価

(a) 熱加工制御で製造された SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 材の使用可否について

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 については、種類の記号ごとに鋼板の熱処理（同規格の表 2 参照）が異なっている。表 2 の種類の記号に示される材料は全て熱加工制御を行うことが認められているが、熱加工制御で製造された SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 材の使用可否について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁵。

JIS G 3126(2015) 表 2—熱処理

種類の記号	熱処理 a)
SLA235A SLA235B SLA325A	焼ならし。ただし、受渡当事者間の協定によって、熱加工制御を行ってもよい。
SLA325B SLA365	焼入焼戻し。ただし、受渡当事者間の協定によって、熱加工制御を行ってもよい。
SLA410	熱加工制御又は焼入焼戻し。

熱加工制御で製造された材料であっても JIS の仕様に適合した材料であれば基本的に材料規格で使用できることとしております。

(追而)

4. 2. 2. 6 JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材の材料規格への取込み

(1) 変更の内容

- ① SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C を使用可に追加（クラス 1 機器及び炉心支持構造物を除く。）
- ② SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の S 値を規定
- ③ SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の各温度における Sy 値と寸法区分に対する注書き S8)～S10)を追記

¹⁴⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (9)

- ④ SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の各温度における Su 値と寸法区分に対する注書き S8)～S10)を追記

表 4.2.2.6 JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材の材料規格への取込みの変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～④ SS 材や SM 材の溶接性を向上させた SN 材を SS 材や SM 材が使用可能な部位へ適用できるように材料規格に取り込んだ。JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」SS400 及び JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」SM 材には特別要求事項を設けているが、JISG 3136「建築構造用圧延鋼材」SN 材には特別要求事項を設けていないことから材料選定の自由度が広がる¹⁴⁶。

(3) 検討の結果

- ① (追而)
 ② 新規材料採用ガイドラインでは、引張強さを設計係数 3.5 で規定している。原子力で使用実績が無い材料に設計係数 3.5 を適用する事の方針について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁷。

新規材料は、各温度における強度(データセット)を常温の強度で規準化したトレンド曲線による方法を用いて Sy 値及び Su 値が求められるが、この作業、審議は材料専門委員会傘下の新材料規格化分科会の専門家により実施され、材料専門委員会での書面審議での可決を経て決定される。

データセット以外に、製造方法(溶解、精錬、製造及び加工)、熱処理(温度、加熱・冷却方法、速度)、検査(検査方法等)、化学成分範囲(溶鋼分析又は溶湯分析、製品分析)、試験用供試材の標本毎の製品分析値等の吟味を行っている。

【参考】SN 材について

- ・ 1978 年に発生した宮城県沖地震(M7.4)で、ブロック塀の倒壊や建物の崩壊が甚大な被害を及ぼしたことを受け、1981年に大地震時の人命確保を目的とした、「新耐震設計基準」が建設基準法に基づいて施行された。この改定により、旧耐震では震度 5 の揺れまで倒壊に耐えることができる構造を基準としていたが、新耐震では震度 6～7 でも倒壊・崩壊しない耐震性が求められるようになった。
- ・ 1994 年、地震での過大な引張負荷による溶接部脆性破壊や開裂問題など、建築鋼材特有の溶接性を重要視し、従来使用していた SS 材や SM 材よりも高い耐震性を持った「建築構造用圧延鋼材(通称:SN 材)」が JIS 規格

¹⁴⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3:3 頁、資料 1-1-3:22 頁の番号 1

¹⁴⁷ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2:2.(6)

化された。SN材には、「降伏点または耐力・降伏比の上限、シャルピー吸収エネルギー値、板厚方向の絞り値」などが厳しく規定されており、いずれの項目も耐震性を確保するための重要な指標となっている。

- ・ SN材のB種・C種には靱性・溶接性を低下させるリンと、成分元素の濃度分布を不均一にする働きのある硫黄の含有量に対して厳しく規定しているため、高い溶接性を有している。

SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C 材について、設計係数 3.5 の S 値が規定されているが、支持構造物に使用する場合は S_y 値を用いる。S 値の必要性について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁸。

SN 材は SS400 及び SM 材の置き換え材料としての位置付けで取込みを行っておりますので、クラス 1 コンポーネント以外にオールラウンドに使用できるように S 値、 S_y 値及び S_u 値を設定しております。

(追而)

③SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C の各温度における S_y 値と寸法区分に対する注書き S8)～S10)を追記

材料の許容値を作成するに当たり用いた、供試材、試験片の採取要領、引張試験機、試験片、試験方法及び試験条件、並びに試験結果について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁴⁹。

材料規格“添付 1 新規材料採用ガイドライン”に従ってデータを収集した。

具体的なデータは電力中央研究所報告「高い安全性を有する SN 材の高温強度特性の評価」(Q13009)にまとめられている。

JIS では特別要求事項が設けられていない SN 材を取り込む事で材料選定の自由度が上がる事を理由に材料規格への取り込みを行っている。許容値を設定した根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵⁰。

材料規格“添付 1 新規材料採用ガイドライン”に従ってデータを収集した。

具体的なデータは電力中央研究所報告「高い安全性を有する SN 材の高温強度特性の評価」(Q13009)にまとめられている。

高温下の設計降伏点及び設計引張強さを決定するための手順及び具体的検討結果について日本機械学会は、次のように説明している¹⁵¹。

- ◆ 原子力専門委員会において SN 材の規格化に必要な諸データの確認を実施。
- ◆ 原子力専門委員会より上記諸データを材料専門委員会へ提示。
- ◆ 材料専門委員会において規格化に必要な高温の S_u 値、高温の S_y 値及び高温の S 値を設定。

¹⁴⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (44)

¹⁴⁹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 2(5) (a)

¹⁵⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 2(5) (b)

¹⁵¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 1-2

- ◆ 材料規格へのSN材取込み改定案を原子力専門委員会、発電用設備規格委員会において審議。

- Sy 値について

SN400B および C 材(板厚 100mm)の Sy 値は、室温から 350℃の温度域で SS400 や SM400(A, B, C)の Sy 値を下回った。一方、SN400B および C(板厚 40mm)の Sy 値は、SS400 や SM400(A, B, C)の Sy 値と同程度であった。SN490B および C 材(板厚 40mm、100mm)の Sy 値は、室温から 350℃の温度域で、SM490(A, B, C)の Sy 値を下回った。

- Su 値について

SN400B および C 材(板厚 40mm、100mm)の Su 値は、室温から 350℃の温度域で、SS400 および SM400(A, B, C)の Su 値を下回った。一方、SN490B および C 材(板厚 40mm)の Su 値は、100℃以上の高温域で SM490(A, B, C)の Su 値を上回った。SN490B および C(板厚 100mm)の Su 値は、100℃以上の高温域で SM490(A, B, C)の Su 値を下回った。

- S 値について

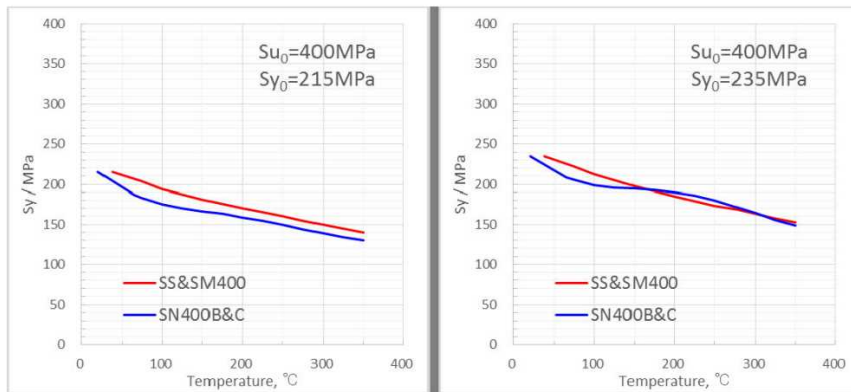
SN400B および C(板厚 100mm)の S 値は、250℃以下では SS400 および SM400(A, B, C)の S 値より高かったが、250℃を超える高温域では SS400 および SM400(A, B, C)よりも低かった。SN400B および C(板厚 40mm)の S 値は、室温から 350℃までの温度域で、SS400 および SM400(A, B, C)と同等以上であった。SN490B および C(板厚 100mm)の S 値は、350℃で SM490(A, B, C)の値を若干下回るが、325℃以下の温度域では、SM490(A, B, C)の値より高かった。SN490B および C(板厚 40mm)の S 値は、室温から 350℃までの温度域で、SM490(A, B, C)より高かった。

3 考察:SS, SM材とのSyの比較

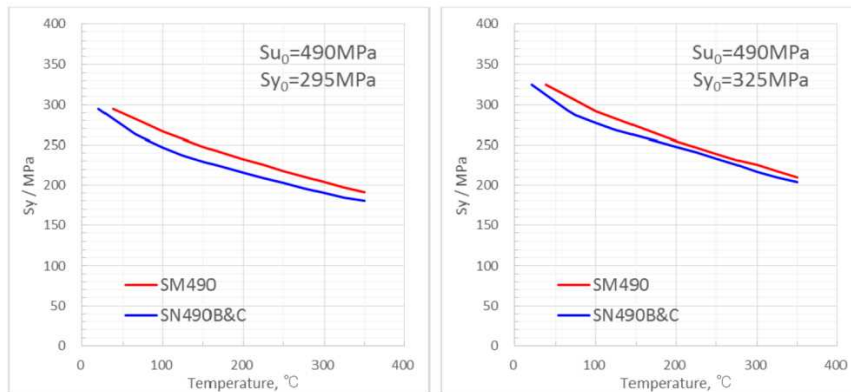
B材とC材一括解析による変更箇所

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215	215	-	203	194	-	181	-	170	165	160	155	150	145	140
SM400A		235	235	-	222	212	-	198	-	185	179	173	169	163	158	153
SM400B		245	245	-	231	221	-	207	-	193	187	181	176	170	165	159
SM400C		295	295	-	278	266	-	248	-	232	225	218	211	204	197	191
SM490A	490	315	315	-	296	283	-	265	-	247	239	232	225	218	209	204
SM490B		325	325	-	305	292	-	273	-	255	247	239	231	225	218	210
SM490C		215	215	187	183	175	170	166	163	159	155	150	144	139	134	130
SN400B	400	235	235	208	205	199	196	195	193	190	186	180	172	164	156	149
SN400C		295	295	264	258	247	237	229	222	215	209	203	196	190	185	180
SN490B	490	325	325	292	287	277	269	262	255	248	241	233	225	217	210	204
SN490C		325	325	292	287	277	269	262	255	248	241	233	225	217	210	204

3. 考察: SS, SM材とのSyの比較



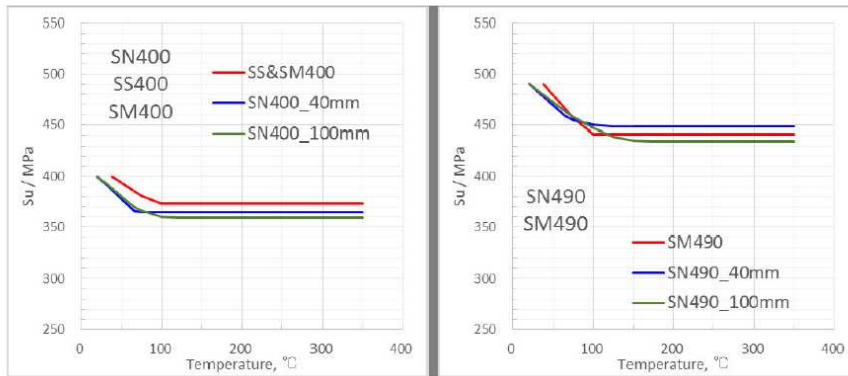
3 考察 SS, SM材とのSyの比較



3. 考察: SS, SM材とのSuの比較

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215														
SM400A		235	400	-	381	373	373	373	373	373	373	373	373	373	373	373
SM400B		245														
SM400C																
SM490A	490	295														
SM490B		315	490	-	457	441	441	441	441	441	441	441	441	441	441	441
SM490C		325														
SN400B	400	215	400	370	366	360	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
SN400C		235	400	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
SN490B	490	295	490	463	458	447	439	435	434	434	434	434	434	434	434	434
SN490C		325	490	459	455	450	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449

3. 考察:SS, SM材とのSuの比較



3 考察:S値(SN490B, SN490C)

朱書き: B材とC材一括解析による変更箇所

SN490B, SN490C S _T : 490MPa S _Y : 295MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
S _u /S _u (R _T)	1.000	0.946	0.935	0.912	0.895	0.887	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885
S _y /S _y (R _T)	1.000	0.893	0.875	0.836	0.804	0.777	0.753	0.730	0.709	0.687	0.666	0.645	0.626	0.610
1/3.5 × S _T	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
(1.1)/3.5 × S _T × R _T	154.0	145.6	144.0	140.4	137.9	136.6	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4
2/3 × S _Y	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7
2/3 × S _Y × R _T	196.7	175.7	172.1	164.4	158.2	152.8	148.1	143.6	139.4	135.1	130.9	126.9	123.2	120.0
S	140.0	140.0	140.0	140.0	137.9	136.6	136.4	136.4	136.4	135.1	130.9	126.9	123.2	120.0

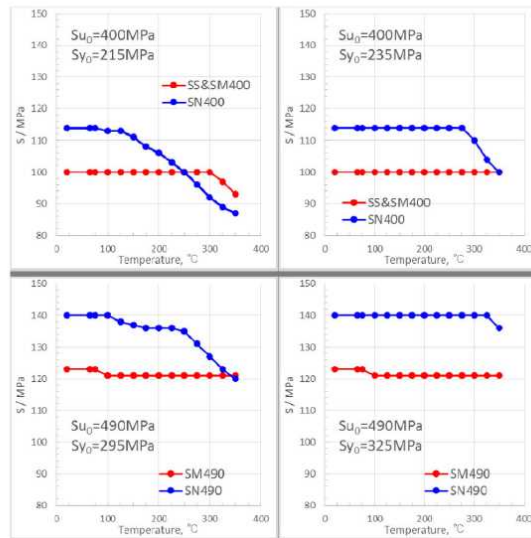
SN490B, SN490C S _T : 490MPa S _Y : 325MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
S _u /S _u (R _T)	1.000	0.937	0.930	0.918	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916
S _y /S _y (R _T)	1.000	0.900	0.884	0.852	0.826	0.805	0.784	0.764	0.741	0.718	0.693	0.668	0.645	0.627
1/3.5 × S _T	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
(1.1)/3.5 × S _T × R _T	154.0	144.4	143.1	141.4	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1
2/3 × S _Y	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7
2/3 × S _Y × R _T	216.7	195.0	191.6	184.5	179.0	174.3	169.9	165.4	160.6	155.5	150.1	144.7	139.8	135.8
S	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	139.8	135.8

3. 考察:SS, SM材とのS値の比較

朱書き: B材とC材一括解析による変更箇所

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	
SS400 SM400A SM400B SM400C	400	215	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	93
		235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM490A SM490B SM490C	490	295	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
		315	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
		325	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
SN400B SN400C	400	215	114	114	114	113	113	111	108	106	103	100	96.2	92.5	89.1	86.7	
		235	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	110	104	100	
SN490B SN490C	490	295	140	140	140	140	138	137	136	136	136	135	131	127	123	120	
		325	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	136

3 考察: SS, SM材とのS値の比較



- SN400, 100mm板厚材のS値は、250°C以下ではSS&SM400より高いが、250°Cを超える高温域ではSS&SM400よりも低い

SN400, 40mm板厚材のS値は、室温から350°Cまでの温度域で、SS&SM400と同等以上である

SN490, 100mm板厚材のS値は、350°CでSS&SM490の値を若干下回るが、325°C以下の温度域ではSS&SM490の値より高い

SN490, 40mm板厚材のS値は、室温から350°Cまでの温度域で、SS&SM490の値よりも高い

以上の結果より、SN400の40mm及び100mm板厚材とSN490の100mm板厚材の350°CまでのS値はクリープ強度には支配されないと判断されるが、SN490の40mm板厚材のS値は、高温域でクリープ支配となる可能性がある

市場では一般的に TMCP 材が流通しており、電中研報告は TMCP 材とその他の材の結果が示されている。しかし許容値に反映されたのはその他の材料の結果を用いている。TMCP 材をその他の材料と同等としてよい理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵²。

TMCP 材のデータを含めて許容値を策定すると通常材の許容値が非保守的に設定されることから TMCP 材のデータは除いたが、TMCP 材の強度は通常材より高いことから、策定された許容値を TMCP 材に適用することは全く問題ない。

また、SN 材について日本機械学会は、次のように説明している¹⁵³。

1978 年に発生した宮城県沖地震 (M7.4) で、ブロック塀の倒壊や建物の崩壊が甚大な被害を及ぼしたことを受け、1981 年に大地震時の人命確保を目的とした、「新耐震設計基準」が建設基準法に基づいて施行された。この改定により、旧耐震では震度 5 の揺れまで倒壊に耐えることができる構造を基準としていたが、新耐震では震度 6~7 でも倒壊・崩壊しない耐震性が求められるようになった。

1994 年、地震での過大な引張負荷による溶接部脆性破壊や開裂問題など、建築鋼材特有の溶接性を重要視し、従来使用していた SS 材や SM 材よりも高い耐震性を持った「建築構造用圧延鋼材 (通称: SN 材)」が JIS 規格化された。SN 材には、「降伏点または耐力・降伏比の上限、シャルピー吸収エネルギー値、板厚方向の絞り値」などが厳しく規定されており、いずれの項目も耐震性を確保するための重要な指標となっている。

¹⁵² 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-2 2(6)

¹⁵³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2 2(6) (a)

SN材のB種・C種には靱性・溶接性を低下させるリンと、成分元素の濃度分布を不均一にする働きのある硫黄の含有量に対して厳しく規定しているため、高い溶接性を有している。

日本機械学会は、ASME BPVC Section II 2013 Part D及び材料規格 新規材料採用ガイドラインを参考にし、新規に材料を取り込む際の要求事項について確認し、材料を取り入れたとしている。SN材はSS材及びSM材と比較し化学成分が厳しく制限されており溶接性も考慮されている。また、機械的性質についても建築用途では使用されない高温側までデータが示された。

SN材は建築構造用圧延鋼材であるが、JIS G 3136の解説（「3. 審議中に特に問題になった事項」(7)）には、建築用途への使用を限定していない。しかし、JIS 圧力容器規格に取り込まれていないことから、2020年版においては耐圧部への使用は除くこととし、これを明確にするためにS値は適用除外としてはどうか。

(4) 変更点以外の評価

(a) 材料規格への取り入れについて（耐圧部材への適用を含む。）

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」のSN400B、SN400C、SN490B及びSN490Cについては、クラス1 機器及び炉心支持構造物を除くクラス2、3 機器及びクラス1～3 支持構造物に使用可とされているが、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」では引用されておらず（許容引張応力の表にも記載なし）、圧力制限等も規定されていない。「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」には「1. 適用範囲」において、「この規格は、建築構造物に用いる熱間圧延鋼材について規定する」とされている。クラス2、3 機器の耐圧部分に使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵⁴。

SN材について

- 1978年に発生した宮城県沖地震(M7.4)で、ブロック塀の倒壊や建物の崩壊が甚大な被害を及ぼしたことを受け、1981年に大地震時の人命確保を目的とした、「新耐震設計基準」が建設基準法に基づいて施行された。この改定により、旧耐震では震度5の揺れまで倒壊に耐えることができる構造を基準としていたが、新耐震では震度6～7でも倒壊・崩壊しない耐震性が求められるようになった。
- 1994年、地震での過大な引張負荷による溶接部脆性破壊や開裂問題など、建築鋼材特有の溶接性を重要視し、従来使用していたSS材やSM材よりも高い耐震性を持った「建築構造用圧延鋼材（通称：SN材）」がJIS規格化された。SN材には、「降伏点または耐力・降伏比の上限、シャルピー吸収エネルギー値、板厚方向の絞り値」などが厳しく規定されており、いずれの項目も耐震性を見るための重要な指標となっている。

¹⁵⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II1.(10)

- SN 材の B 種・C 種には靱性・溶接性を低下させるリンと、成分元素の濃度分布を不均一にする働きのある硫黄の含有量に対して厳しく規定しているため、高い溶接性を有している。

新規材料は、各温度における強度（データセット）を常温の強度で規準化したトレンド曲線による方法を用いて S_y 値及び S_u 値が求められますが、SN 材に係る本作業、審議は材料専門委員会傘下の新材料規格化分科会の専門家により実施され、材料専門委員会での書面審議での可決を経て決定されております。また、データセット以外に、製造方法（溶解、精錬、製造及び加工）、熱処理（温度、加熱・冷却方法、速度）、検査（検査方法等）、化学成分範囲（溶鋼分析又は溶湯分析、製品分析）、試験用供試材の標本毎の製品分析値等の吟味も行われております。

材料の許容値を作成するに当たり用いた、供試材、試験片の採取要領、引張試験機、試験片、試験方法及び試験条件、並びに試験結果をデータ及び図等について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵⁵。

- ◆ 材料規格“添付1 新規材料採用ガイドライン”に従ってデータを収集した。

添付1. 新規材料採用ガイドライン

2. 提出資料

2. 1 提出資料に含まれる情報

供試材標本数は、最少 3 標本とすること。

なお、標本とは、同一溶解、同一板厚及び同一熱処理条件を同時に満足するものをいう。

(6) 化学成分（溶鋼分析又は溶湯分析、製品分析）

化学成分範囲、試験用供試材の標本ごとの製品分析値。

(12) 高温及び低温引張特性

引張特性（引張強さ、降伏点又は耐力、伸び、絞り）

a. 常温から最高使用温度より 50°C 高い温度までの 50°C ごとのデータ。

b. 常温以下の温度で使用する場合で、低温での設定応力を高くしたい場合は、最低使用温度を含む 50°C ごとの引張特性データ。

- ◆ 具体的なデータは電力中央研究所報告「高い安全性を有する SN 材の高温強度特性の評価」（Q13009）にまとめられている。

¹⁵⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 62~69 頁



試験項目について、報告書の記載内容を以下に示す。

◆ 供試材

2. 供試材

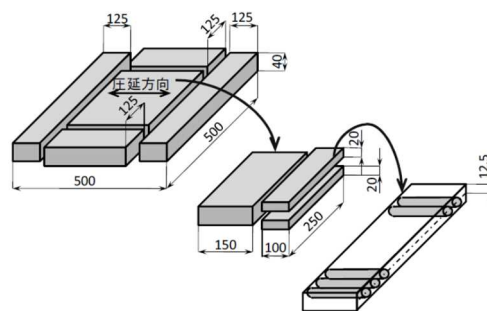
2.1 材料の調達

試験に供試した材料は JIS 規格[4]に定める建築用圧延構造材 (SN 材) である。SN 材としては SN400A、SN400B、SN400C、SN490B、および SN490C の 5 種類が規定されているが、本研究では、化学成分の要求が緩く、実機で使用される可能性が低いと考えられる SN400A を除いた 4 種類を対象とした。これらの鋼種に要求される引張特

◆ 試験片の採取位置

2.2 試験片の採取要領

試験片は、その採取位置を規定した JIS 規格[6, 7]に準じて採取した。鋼材ははじめ長さ方向 (圧延方向) に 500 mm、幅方向に 500 mm または 600



(a) 板厚 40 mm の場合の例

◆ 引張試験機

3.1 試験機

試験には島津製作所製の引張試験機オートグラフ AG-100kNI を用いた。試験機の外観を図 3-1 に

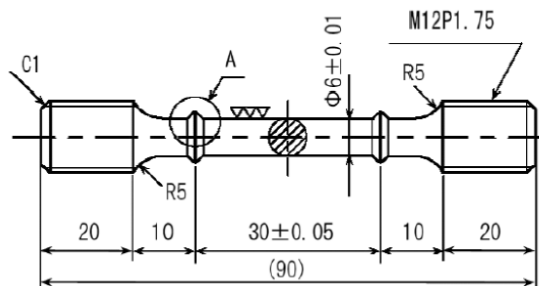


図 3-1 試験機の外観

◆ 試験片

3.2 試験片

試験片としては、JIS G 0567 [9]に準拠したつば付き（環状のナイフエッジをもつ）試験片を用いた。試験片の平行部直径は 6 mm、標点間距離は 30 mm である。2.2 節に示したとおり、試験片は長手中心軸が鋼材の圧延方向と一致する方向から採



◆ 試験方法及び試験条件

3.3 試験方法および試験条件

室温下での引張試験は JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」[8]に、高温下での引張試験は JIS G 0567「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」[9]にそれぞれ準拠して実施した。室温下で実施する引張試験の試験温度は $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ とした。

試験マトリクスを表 3-1 に示す。24 種の供試材料のそれぞれについて、室温で 2 本、75、100、150、200、250、300、350、および 400°C の各温度で 1 本の計 10 本の試験を行った。試験の総数は 240 本である。高温下の試験では、試験片を所定の温

◆ 試験結果

3.4 試験結果

一連の試験により得られた引張特性（上降伏点、下降伏点、0.2%耐力、引張強さ、伸び、絞り、破断位置）を材料ごとにまとめて表 3-3 (a)～(d)に示す。すべてについて JIS 規格に則った試験が行われ、有効なデータが取得された。上降伏点⁵はすべて表 2-2 に示す降伏点又は耐力の要求値の範囲に収まっており、また引張強さもすべて表 2-2 に示す引張強さの要求値の範囲に収まっている。

高温下の設計降伏点及び設計引張強さを決定するための手順及び具体的検討結果について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵⁶。

- ◆ 原子力専門委員会において SN 材の規格化に必要な諸データの確認を実施。
- ◆ 原子力専門委員会より上記諸データを材料専門委員会へ提示。
- ◆ 材料専門委員会において規格化に必要な高温の S_u 値、高温の S_y 値及び高温の S 値を設定。
- ◆ 材料規格への SN 材取込み改定案を原子力専門委員会、発電用設備規格委員会において審議。
- ・ 「SN 材の規格化のための検討について」（依頼）に対する回答（参照）

(b) S 値の必要性について

「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」、「JIS G 3136 (2012) 建築構造用圧延鋼材」の SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C 材について、設計係数 3.5 の S 値が規定されているが、支持構造物に使用する場合は S_y 値を用いる。 S 値の必要性について、日本機械学会は、次のように説

¹⁵⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 70 頁

明している¹⁵⁷。

SN 材は SS400 及び SM 材の置き換え材料としての位置付けで取込みを行っておりますので、クラス 1 コンポーネント以外にオールラウンドに使用できるように S 値、Sy 値及び Su 値を設定しております。

(追而)

4. 2. 2. 7 JIS G 3201(1988+2008 追補 1)炭素鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① SF490A をクラス 1 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 7 JIS G 3201(1988+2008 追補 1)炭素鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3201(1988+2008 追補 1)炭素鋼鍛鋼品」の SF490A 材はクラス MC 容器に使用可に変更された。同規格の「表 2 化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみであり、化学成分は表 2 に記載された範囲内で受渡当事者間の協議によって決めるとされているが、これら以外の合金元素を添加することができない。また、クラス MC 容器は低温での破壊靱性が要求されるが、SF490 についてはシャルピー衝撃試験の規定もない。クラス MC 容器に使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵⁸。

SF490A がクラス MC 容器に使用できるとの規定は材料規格 2012 年版と同様です。なお、クラス MC 容器の低温での破壊靱性に関する要求は、設計・建設規格「PVE-2300 破壊靱性試験要求」によることとなります。

(追而)

4. 2. 2. 8 JIS G 3203(1988+2008 追補 1)高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① SFVAF1、SFVAF2、SFVAF12、SFVAF11A、SFVAF22B 及び SFVAF5B をクラス MC 容器及びクラス 1 ポンプに使用可に変更

表 4. 2. 2. 8 JIS G 3203(1988+2008 追補 1)高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品の変更点

¹⁵⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (44)

¹⁵⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (11)

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①表 1 に 2014 年追補における JIS G 3203 の「使用する機器等の区分」を示す。SFVAF2 のみが他の鋼種と異なり、クラス 1 ポンプなどに使用できないことになっている。SFVAF2 は SFVAF1 に比べて Si の許容値が高く、Cr が添加された材料で、その他の化学成分の上限は同等または低く管理されている材料である。

SFVAF2 は SFVAF12 や SFVAF11 等と比べると Cr の成分範囲が鋼種により異なるものの、不純物成分の許容値は同等である。

SFVAF2 は SFVAF1 等の機械的性質と同等となっている。

鍛鋼品は焼きならし又は焼きならし焼戻しの熱処理を行うがその条件も同等となっている。

以上より、SFVAF2 はその他鋼種と同等の材料特性をもつと考えられるため、本鋼種の使用する機器等の区分は他の鋼種に合わせて整合化することが妥当であるとした

159。

表 1 2014 年追補における JIS G 3203 の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分															炉心支持構造物	縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外圧チャート図番						
種類	種別 / 頁別	記号	クラス 1 容器	クラス 2 容器	クラス 3 容器	クラス M C 容器	クラス 1 配管	クラス 2 配管	クラス 3 配管	クラス 4 配管	クラス 1 ポンプ	クラス 2 ポンプ	クラス 3 ポンプ	クラス 1 弁	クラス 2 弁	クラス 3 弁	クラス 1 支持構造物					クラス 2 支持構造物	クラス 3 支持構造物	クラス M C 支持構造物			
JIS G 3203(1988+2008追補1) 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品		SFVAF1	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	E1-3	TE1	X	
		SFVAF2	-	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	E1-5			
		SFVAF12																									
		SFVAF11A	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-			E1-6
		SFVAF22B																									
	SFVAF5B																								E1-7	TE3	

注：朱記部=2014年追補変更箇所

(3) 検討の結果

①JIS G 3203「高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」の SFVAF2 については、クラス 1 機器（クラス 1 容器を除く）に使用できると規定されたが、Su 値及び Sm 値が規定されていない。クラス 1 配管に使用する場合、どのように計算するのかについて、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁰。

表 1 に 2014 年追補における JIS G 3203 の「使用する機器等の区分」を示す。SFVAF2 のみが他の鋼種と異なり、クラス 1 ポンプなどに使用できないことになっている。

¹⁵⁹ 資料 1-3-2 : 6, 7 頁

¹⁶⁰ 資料 1-3-2 2(1)(c)

資料 3-2 : 2. (3) (a)

- ◆ SFVAF2 は SFVAF1 に比べて Si の許容値が高く、Cr が添加された材料で、その他の化学成分の上限は同等または低く管理されている材料である。
- ◆ SFVAF2 は SFVAF12 や SFVAF11 等と比べると Cr の成分範囲が鋼種により異なるものの、不純物成分の許容値は同等である。
- ◆ SFVAF2 は SFVAF1 等の機械的性質と同等となっている。
- ◆ 鍛鋼品は焼きならし又は焼きならし焼戻しの熱処理を行うがその条件も同等となっている。

以上より、SFVAF2 はその他鋼種と同等の材料特性をもつと考えられるため、本鋼種の使用する機器等の区分は他の鋼種に合わせて整合化することが妥当であるとした。

表 1 2014 年追補における JIS G 3203 の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分																縦 弾 性 係 数 の 分 類 番 号	線 膨 張 係 数 の 分 類 番 号	外 圧 チ ャ ー ト 図 番					
種 類	種 別 / 質 別	記 号	ク ラ ス 1 容 器	ク ラ ス 2 容 器	ク ラ ス 3 容 器	ク ラ ス M C 容 器	ク ラ ス 1 配 管	ク ラ ス 2 配 管	ク ラ ス 3 配 管	ク ラ ス 4 配 管	ク ラ ス 1 ポ ンプ	ク ラ ス 2 ポ ンプ	ク ラ ス 3 ポ ンプ	ク ラ ス 1 弁	ク ラ ス 2 弁	ク ラ ス 3 弁	ク ラ ス 1 支 持 構 造 物	ク ラ ス 2 支 持 構 造 物				ク ラ ス 3 支 持 構 造 物	ク ラ ス M C 支 持 構 造 物	炉 心 支 持 構 造 物		
JIS G 3203(1988+2008追補1) 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品	SFVAF1		—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	E1-3	TE1	X
	SFVAF2		—	○	○	—	○	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	E1-5		
	SFVAF12																									
	SFVAF11A		—	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	E1-6		
	SFVAF22B																									
	SFVAF5B																								E1-7	TE3

注：朱記部＝2014 年追補変更箇所

SFVAF2 は材料規格 2020 でクラス 1 ポンプとクラス MC 容器に適用可能としているが、Sm 値 (Su 値と Sy 値がない) が規定されていない。したがって、SFVAF2 についてはクラス MC 容器及びクラス 1 ポンプに使用可とすることは妥当ではなく、Sm 値を使用するクラス 1 配管とクラス MC 容器は適用除外とする。

4. 2. 2. 9 JIS G 3204(1988+2008 追補 1) 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① SFVQ1B の 375℃における Sm 値(MPa)を 205 から 202 に変更
- ② SFVQ1B の 375℃における S 値(MPa)を 176 から 173 に変更
- ③ SFVQ1B の 375℃における Su 値(MPa)を 559 から 550 に変更

表 4. 2. 2. 9 JIS G 3204(1988+2008 追補 1) 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①/②/③ SFVQ1B 材の 375℃における Su 値等について、(350℃の ASME 規格値を 1.1 で除した値と 400℃における試験データの最小値の平均を 375℃の Su 値として採用することとし、) Su 値：550MPa、Sm 値：202MPa、S 値 (設計係数 3.5)：173MPa とする。

材料規格 2015 年追補 で改定済み¹⁶¹

SFVQ1B の 375℃における Su 値、Sm 値及び S 値を国内試験データに基づくより保守的な値に見直した¹⁶²

(3) 検討の結果

①材料規格 2020 の技術評価において、Su 値、Sm 値及び S 値を以下に示すとおり適用に当たっての条件としている。

- ・ Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値 (MPa)
375 °Cにおける Su 値 : 550 MPa
- ・ Part3 第 1 章 表 1 材料 (ボルト材を除く) の各温度における設計応力強さ Sm 値 (MPa)
375℃における Sm 値 : 202 MPa
- ・ Part3 第 1 章 表 3 材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)
375℃における S 値 : 173MPa

以上から、材料規格 2012 の技術評価の適用に当たっての条件を全て反映した規定になっていることから、妥当と判断する。

②「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」の SFVQ1B の 375℃における S 値(MPa) が 176 から 173 に変更されており、この技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶³。

以下 (解説 316) 「Part3 第 1 章 表 7 Su 値」の記載です。

JIS G 3204 「圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」のうち SFVQ1B の高温の Su 値は、ASME 相当材 (SA-508 3 cl.2) の ASME 規格の Su 値を 1.1 で除して策定しているが、国内試験データの 400℃における引張強さが ASME 規格の Su 値 /1.1 を下回っていることから、375℃の Su 値については、2011 年版においては 350℃と 400℃の国内試験データの最小値を線形補間して策定した。2015 年追補においてはさらに保守的に、ASME 規格の 350℃の Su 値/1.1 と国内試験データの 400℃の引張強さの下限値を線形補間して策定した。これに合わせて 375℃の Sm 値及び S 値の見直しを行った。

なお、上記対応は、材料規格 2012 年版の技術評価に基づく要件への対応として行っております。

(追而)

4. 2. 2. 10 JIS G JIS G 3214(1991+2009 追補 1)圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

¹⁶¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 14 頁

¹⁶² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 21 頁の番号 3

¹⁶³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (45)

- ① SUSF304、SUSF304L、SUSF316、SUSF316L 及び SUSF347 をクラス 1 支持構造物、クラス 2 支持構造物、クラス 3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更
- ② SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値を変更

表 4.2.2.10 JIS G JIS G 3214(1991+2009 追補 1) 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第 1 章表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼管」について 425℃までの使用に制限した。また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。¹⁶⁴

(3) 検討の結果

- ① (追而)
- ② 「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」において、SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値が変更されています。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁵。

2019 年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part 3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part 3 第 1 章表 5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017) を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

¹⁶⁴ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 3

¹⁶⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (a)

(追而)

4. 2. 2. 6 7 JIS G 3302(2019)溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯

(1) 変更点以外の評価

(a) 種類の記号と材料規格の記号 SGC 及び SGH との関係ほかについて

SGC 及び SGH はクラス 4 配管に使用可とされているが、同規格には SGC 及び SGH という記号はない。SGC とあるのは、最初の 3 文字が SGC で始まる記号のことか、また、同規格が規定する種類の記号と材料規格の記号 SGC 及び SGH との関係について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁶。

SGC とあるのは、最初の 3 文字が SGC で始まる記号のことです。

熱延原板の場合 (H) でも冷延原板の場合 (C) でも 4 文字目以降の記号に関係なく使用できることを表記しております。なお、材料規格 2012 年版においても同様の表記となっております。

当該材料が記載されているのは「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「Part2 第 2 章 材料への特別要求事項」及び解説であり、許容引張応力や縦弾性係数等の値を記載した表 (例えば、Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)) には記載されていない。「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」のみに記載する目的について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁷。

クラス 4 配管に使用できる材料であることを明確にすることが目的です。(材料規格 2012 年版においても同様)

当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁸。

材料規格の範疇ではありません。

(追而)

4. 2. 2. 6 8 JIS G 3452(2019)配管用炭素鋼鋼管

(1) 変更点以外の評価

(a) JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」に規定する SGP 材の使用制限の要否及びクラス 3 弁への適用に当たっての最高使用圧力制限について

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3452(2019)配管用炭素鋼鋼管」の SGP については「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。

日本産業規格 JIS G 3452「配管用炭素鋼鋼管」

¹⁶⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1.(12)

¹⁶⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1.(12)

¹⁶⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1.(12)

1. 最高使用圧力が 1.0MPa を超えるクラス 3 容器、クラス 3 配管又はクラス 4 配管には、日本産業規格 JIS G 3452「配管用炭素鋼鋼管」を使用してはならない。
2. 最高使用温度が 110°C を超える機器等には、溶融亜鉛めっきを施したものを使用してはならない。
3. 溶接を行う場合にあっては、炭素の含有量が 0.30% 以下であって P 及び S の含有量がそれぞれ 0.035% 以下のものに限る。

「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)3)においては、SGP は「次の 3.1)～3.3)に示す耐圧部分に使用できない」と規定されている。

- 「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)3)
- 3.1) 設計圧力が 1MPa を超える耐圧部分
 - 3.2) 設計温度が 0°C 未満又は 100°C を超える耐圧部分。ただし、圧縮空気、水蒸気又は水を保有する場合は 200°C まで、設計圧力が 0.2MPa 未満の流体を保有する場合は 350°C まで使用できる。
 - 3.3) 致命的物質、毒性物質又は設計圧力が 0.2MPa を超える液化ガスを保有する耐圧部分

これらの制限を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁶⁹。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんが、基本的に参照もしていませんが、材料規格では、「溶接を行う場合にあっては、炭素の含有量が 0.30% 以下であって P 及び S の含有量がそれぞれ 0.035% 以下のものに限る。」と特別要求事項を課しております。

SGP はクラス 3 弁に使用可とされているが、「第 2 章 材料への特別要求事項」においては最高使用圧力についての制限は規定されていない。最高使用圧力の制限を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷⁰。

SGP は配管用炭素鋼鋼管ですので、クラス 3 弁に使用される場合は機器付き配管としての仕様が想定されます。

クラス 3 弁に使用する際の最高使用圧力の制限を設けていないことは告示 501 号の時代から一貫しております。

(追而)

4.2.2.1.1 JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① STPT410 及び STPT480 をクラス 1 配管に使用可に変更

表 4.2.2.11 JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012
-----------	-----------

¹⁶⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1.(14)

¹⁷⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1.(15)

--	--

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

① JIS G 3456(2019)SPT410 及び STPT480 は材料規格 2012 年版まではクラス 1 配管への適用は不可とされた材料である。材料規格 2020 年版において、ASME 規格の ASME SA-106 B 及び 106C が対応する材料として同定されたものである。

ASME 規格 Section IIPartD によれば、S 値及び Sm 値が規定されていることが確認された。ただし、ASME SA106-B 及び SA-106 C の規格には溶接管はなく継目なし管のみが規定されている。一方、JISG3456 (2019) の STPT 410 及び STPT480 は溶接管が規定に含まれている点が、ASME 規格と異なる。したがって、JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管 STPT410 及び STPT480 をクラス 1 配管に使用可とすることは妥当ではなく、材料規格で適用する場合は、ASME 規格の制限を考慮して継目無管のみに制限することとする。

4. 2. 2. 1 2 JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管

(1) 変更の内容

① STPY400 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 12 JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

① STPY400 については「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。なお、クラス 4 配管についての「第 2 章 材料への特別要求事項」は規定されていない。

日本産業規格 JIS G 3457 「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」
 最高使用圧力が 1.0MPa を超えるクラス 3 容器、クラス 3 配管又はクラス 3 弁には、日本産業規格 JIS G 3457 「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」を使用してはならない。

しかし、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4. 2. 1 材料の使用制限」b)2)においては、STPY400 は「次の 2. 1)～2. 4)に示す耐圧部分に使用できない」と規定されている。

「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4. 2. 1 材料の使用制限」b)2)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1) 設計圧力が 1.6MPa を超える圧力容器の胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 2.2) 設計圧力が 1MPa を超える圧力容器で、分類 A の継手がある胴及び溶接継手がある鏡板 2.3) 溶接継手の母材の厚さが 16mm を超える胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 2.4) 致命的物質または毒性物質を保有する胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 |
|---|

これらの制限を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷¹。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんし、基本的に参照もしていません。

JIS G 3457 に対する特別要求事項は告示 501 号の時代から基本的に変更ありません。なお、クラス 4 配管の最高使用圧力が 1.0MPa を超えることは現状の軽水炉の設計においてはありません。

【更問】

- 材料規格に規定する材料の特別要求事項（例：SS400 の最高使用圧力制限）が「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」の旧版を基本にしていることを踏まえると、実用発電用原子力設備の耐圧材料が B 8265 の規定を参照しない理由（根拠が明確で該当しないものは除く。）はないと考えられます。放射性物質を内包する耐圧部分には使用不可とする必要はありませんか¹⁷²。

(4) 変更点以外の評価

(a) STPY400 の常温以外的高温領域での S 値について

「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」、「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の STPY400 は常温から 350℃ まで S 値が 100MPa とされているが、「JIS B 8265 (2017) 圧力容器の構造—一般事項」の「表 B. 1—鉄鋼材料の許容引張応力」では S 値=100MPa は指定の UT 試験に合格した材料に用いるとして常温（～40℃）のみに規定されており、高温領域の S 値は「—」表示となっている¹⁷³。高温領域の S 値の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷⁴。

「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」の備考 2. で以下のように規定しております。

日本産業規格 JIS G 3457 「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合する材料の許容引張応力は、表 3 の値に関わらず、次の規定によること。

¹⁷¹ JIS G 3457 (2020) の「9.1 寸法及び単位質量」において、「管の外径、厚さ及び単位質量は、表 5（管の寸法及び単位質量）によるとし、表 5 の厚さの最大値は 15.9mm であるが、表 5 にない寸法としてもよいと規定されているので、厚さが 16mm を超える可能性もある。

¹⁷²

¹⁷³ 上段に溶接継手効率 0.70 を乗じて得られた値を常温から 350℃まで記載

¹⁷⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (46)

(以下省略)

(追而)

4. 2. 2. 1 3 JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 13 JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管」の STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 は材料規格 2012 年版において、クラス 4 配管を除く、クラス 1 容器から炉心支持構造物まで適用可能な、材料成分、機械的性質及び破壊靱性を有する材料であり、設計・建設規格のクラス 4 配管の各規定を十分満足する材料であり、STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 をクラス 4 配管に使用可とすることは妥当と判断する。

4. 2. 2. 1 4 JIS G 3459(2017)配管用ステンレス鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① 題目を「配管用ステンレス鋼管」から「配管用ステンレス鋼鋼管」に変更し、SUS304TP 及び SUS316TP の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 14 JIS G 3459(2017)配管用ステンレス鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 「Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第 1 章表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 425℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱

間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425°Cまでの使用に制限した¹⁷⁵。

(3) 検討の結果

- ① 「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、SUS304TP 及び SUS316TP の 450°C以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷⁶。

2019 年追補にて「800°Cまでの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part 3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450°C～800°Cの規定値及び「Part 3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格(2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425°Cまでの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425°Cまでの使用に制限しております。(発現用設備規格委員会投票番号 No.441；参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 15 JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管

(1) 変更の内容

- ① STPL380 及び STPL450 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 15 JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管」の STPL380 及び STPL450 は材料規格 2012 年版において、クラス 4 配管を除く、クラス 1 容器から炉心支持構造物まで適用可能

¹⁷⁵ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁の番号 3

¹⁷⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II. (51) (b)

であり STPA 材のように接続を前提（外径、厚さに応じた管継手が規定されている。）とした材料ではないが、これらの機器（クラス 1～3 配管を含む）に使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁷⁸。

STB410 は ASME 相当材であり、機器等の区分への適用を ASME 規格と整合させました。

STB340 は、材料の化学成分、機械的性質、QC/QA の観点から「使用する機器等の区分」について STB410 との整合化を図りました。

【更問】

- STB340 をクラス 4 配管、クラス 2 ポンプ、クラス 3 ポンプ及びクラス 2 弁に、STB410 をクラス 4 配管、クラス 1 ポンプ、クラス 2 ポンプ、クラス 3 ポンプ、クラス 1 弁及びクラス 2 弁に使用可とした必要性（需要）について説明してください。

4. 2. 2. 17 JIS G 3462(2019)ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管

本規格はボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管について規定している。

(1) 変更の内容

- ① STBA20、STBA22、STBA23、STBA24、STBA25 及び STBA26 をクラス 1～3 ポンプ、クラス 1 弁、クラス 2 弁、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

表 4.2.x xxxxx の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 表 3 に 2014 年追補における JIS G 3462 の「使用する機器等の区分」を示す。
STBA22 は STBA20 や STBA23 などの鋼種と異なり、クラス 1～3 ポンプなどに使用できないことになっている。
 1. STBA22 は他の鋼種と同様にクロムモリブデン鋼管であり、製造方法に違いはない。
 2. 化学成分については STBA20 よりも耐食性等に影響する Cr 濃度は高く、その他元素もほぼ同等の規定値で管理されている材料である。
 3. 機械的性質も同等である。
 4. 熱処理も STBA20 と同様の条件となっている。
 以上より、STBA22 の使用する機器等の区分は STBA20 などの鋼種に合わせて整合化する

¹⁷⁸ 参考資料 4-1 : II 1.(17)

ることが妥当であるとした。¹⁷⁹

表3 2014年追補におけるJIS G 3462の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分													縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外圧チャート図番								
種類	種別/質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスMC容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁				クラス3弁	クラス1支持構造物	クラス2支持構造物	クラス3支持構造物	クラスMC支持構造物	炉心支持構造物		
JIS G 3462 (2009+2011追補1) ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管		STBA12																						E1-3 E1-5 E1-6 E1-7	TE1	x
		STBA13																								
		STBA20																								
		STBA22	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		STBA23																								
		STBA24																								
		STBA25																								
		STBA26																								

注：朱記部＝2014年追補変更箇所

(3) 検討の結果

① 9頁「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「JIS G 3462(2019)ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管」のSTBA20、STBA22、STBA23、STBA24、STBA25 及びSTBA26 をクラス1～3ポンプ、クラス1弁、クラス2弁、クラス1～3支持構造物及びクラスMC支持構造物に使用可に変更している。同規格はボイラチューブ材でありSTPA材のように接続を前提（外径、厚さに応じた管継手が規定されている。）とした材料ではないが、これらの機器（クラス1～3配管を含む）への用途と使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁰。

STBA20、STBA23、STBA24、STBA25 及びSTBA26 はASME相当材であり、機器等の区分への適用をASME規格と整合させました。

STBA22 は、材料の化学成分、機械的性質、QC/QAの観点から「使用する機器等の区分」についてSTBA20等との整合化を図りました。

表3に2014年追補におけるJIS G 3462の「使用する機器等の区分」を示す。STBA22はSTBA20やSTBA23などの鋼種と異なり、クラス1～3ポンプなどに使用できないことになっている。

- ✓ STBA22 は他の鋼種と同様にクロムモリブデン鋼管であり、製造方法に違いはない。
- ✓ 化学成分についてはSTBA20よりも耐食性等に影響するCr濃度は高く、その他元素もほぼ同等の規定値で管理されている材料である。
- ✓ 機械的性質も同等である。
- ✓ 熱処理もSTBA20と同様の条件となっている。

以上より、STBA22の使用する機器等の区分はSTBA20などの鋼種に合わせて整合化することが妥当であるとした。

¹⁷⁹第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 資料1-3-2：10,11頁

¹⁸⁰第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 参考資料4-1：II1.(18)

表3 2014年追補におけるJIS G 3462の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分														縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外任チャート図番							
種類	種別/質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスMC容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁	クラス3弁				クラス1支持構造物	クラス2支持構造物	クラス3支持構造物	クラスMC支持構造物	炉心支持構造物		
JIS G 3462 (2009+2011追補1) ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管		STBA12																						E1-3 E1-5 E1-6 E1-7	TE1	X
		STBA13																								
		STBA20																								
		STBA22																								
		STBA23																								
		STBA24																								
		STBA25																								
		STBA26																								

注：朱記部=2014年追補変更箇所

STBA20、STBA22、STBA23、STBA24、STBA25 及び STBA26 をクラス 1～3 ポンプ、クラス 1 弁、クラス 2 弁、クラス 1～3 支持構造物 及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更されている。同規格はボイラチューブ - 16 - 17 材であり STPA 材のように接続を前提（外径、厚さに応じた管継手が規定されている。）とした材料ではないが、これらの機器（クラス 1～3 配管を含む）への用途と使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸¹。

STBA20、STBA23、STBA24、STBA25 及び STBA26 は ASME 相当材であり、機器等の区分への適用を ASME 規格と整合させました。STBA22 は、材料の化学成分、機械的性質、QC/QA の観点から「使用する機器等の区分」について STBA20 等との整合化を図りました。

【更問】

- 質問にある「用途」について回答してください。（クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可とする必要性（需要）を含む。）

(4) 変更点以外の評価

(a) 電気抵抗溶接によって製管された STBA12、STBA13、STBA20、STBA22、STBA23、STBA24 の S 値について (Sy 値、Su 値も同じ)

STBA12、STBA13、STBA20、STBA22、STBA23、STBA24 の製管方法には継目無しのほか電気抵抗溶接が規定されている。「【備考】Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」の 1.において、表に示す「JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管」等について「電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の許容引張応力は、表3の値に関わらず、次の規定による」とし、非破壊試験の結果によって係数を乗じているが、当該表には「JIS G 3462(2019)ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管」が記載されていない。電気抵抗溶接によって製管された STBA12、STBA13、STBA20、STBA22、STBA23、STBA24 の許容応力値は何を用いるのか、その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸²。（Sy 値、Su 値についても同様）。継目無し鋼

¹⁸¹

¹⁸² 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II1.(47)

管に限定しているのであれば「第2章 材料への特別要求事項」等に記載が必要。）

「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」の備考「1.1 クラス MC 容器の場合」及び「1.2 クラス MC 容器以外の場合」で規定しております。

(追而)

4. 2. 2. 18 JIS G 3463(2019)ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① SUS304TB、SUS304LTB、SUS316TB、SUS316LTB 及び SUS347TB をクラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更
- ② SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 18 JIS G 3463(2019)ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② Part3 第1章 表3「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第1章 表5「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。
この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。
また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。¹⁸³

(3) 検討の結果

- ① 「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「JIS G 3463(2019)ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」の SUS304TB、SUS304LTB、SUS316TB、SUS316LTB 及び SUS347TB をクラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更されている。同規格はボイラチューブ材であり STPA 材のように接続を前提（外径、厚さに応じた管継手が規定されている。）とした材料ではないが、これらの機器（クラス 1～4 配管を含む）に使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁴。

¹⁸³ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁の番号 3

¹⁸⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II1.(19)

SUS304TB、SUS304LTB、SUS316TB、SUS316LTB 及び SUS347TB は ASME 相当材であり、機器等の区分への適用を ASME 規格と整合させました。

- ② 「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」において、SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁵。

2019 年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part 3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part 3 第 1 章表 5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017) を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No.441 ; 参考資料 2 参照)

【更問】

- クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可とする必要性（需要）について説明してください。

4. 2. 2. 69 JIS G 3466(2018)一般構造用角形鋼管

(1) 変更点以外の評価

- (a) STKR400 及び STKR490 をクラス 4 配管に使用可とすることについて

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3466(2018)一般構造用角形鋼管」の STKR400 及び STKR490 をクラス 4 配管に使用可にされている。設計・建設規格 2020 年版の「(解説 PPH-3030) 管の接続」で引用されている「JIS A 4009:1997 空気調和及び換気設備用ダクトの構成部材」(最新は 2017 年版) では JIS G 3466 は引用されていない。当該材料が引用されている JIS 規格は、クレーンや建具、支持具、手すり等である。また、「JIS G 3466(2018)一般構造用角形鋼管」には「1. 適用範囲」において、「この規格は、土木、建築などの構造物に用いる角形鋼管について規定する」とされている。クラス 4 配管に使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁶。

STKR400 及び STKR490 をクラス 4 配管に使用可としていることは告示 501 号の時代から一貫しております。

【更問】

- 構造物用角形鋼管を耐圧部材に使用可とすることの適切性について説明してください。

¹⁸⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (c)

¹⁸⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (20)

4. 2. 2. 19 JIS G 3468(2017)配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① SUS304TPY、SUS304LTPY、SUS316TPY、SUS316LTPY 及び SUS347TPY をクラス 2, 3 容器、クラス MC 容器、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更
- ② SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除(略)

表 4. 2. 2. 19 JIS G 3468(2017)配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃~800℃の規定値及び Part3 第 1 章 表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃~800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。
この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。
また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。¹⁸⁷

(3) 検討の結果

4. 2. 2. 70 JIS G 3601(2012)ステンレスクラッド鋼、JIS G 3602(2012)ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼、JIS G 3603(2012)チタンクラッド鋼、JIS G 3604(2012)銅及び銅合金クラッド鋼

(1) 変更点以外の評価

(a) 製造方法ごとの特別要求事項への適合可否について

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3601(2012) ステンレスクラッド鋼」はクラス 2, 3 容器に使用可とされ、「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。

¹⁸⁷ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 3

日本産業規格 JIS G 3601「ステンレスクラッド鋼」
日本産業規格 JIS G 3601「ステンレスクラッド鋼」については、母材及び合せ材が第1章 表1のクラス2容器又はクラス3容器に使用できる規格の材料に限る。

同規格（「JIS G 3602(2012) ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼」、「JIS G 3603(2012) チタンクラッド鋼」及び「JIS G3604(2012) 銅及び銅合金クラッド鋼」についても同じ。）のクラッド鋼には、製造方法及び用途によって区分された圧延クラッド鋼（圧延クラッド鋼、爆着圧延クラッド鋼、拡散圧延クラッド鋼、肉盛圧延クラッド鋼及び鋳込み圧延クラッド鋼）、爆着クラッド鋼、拡散クラッド鋼及び肉盛クラッド鋼が規定されている。製造方法毎に「第2章 材料への特別要求事項」への適合可否について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁸。

JIS G 3601、JIS G 3602、JIS G 3603 及び JIS G 3604 のクラッド鋼に対する製造方法による制限は、告示 501 号の時代から一貫して行っておりません。

(追而)

4. 2. 2. 71 JIS G 4051(2018)機械構造用炭素鋼鋼材

(1) 変更点以外の評価

(a) S10C、S12C、S15C、S17C、S20C、S22C、S25C、S28C 及び S30C 材の鋼板及び鋼帯について用途を確認

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「JIS G 4051(2018)機械構造用炭素鋼鋼材」の S10C、S12C、S15C、S17C、S20C、S22C、S25C、S28C 及び S30C は「第2章 材料への特別要求事項」でボルト等又は溶接を行わない支持構造物以外のものに使用することができる」とされている。同規格は、「1 適用範囲」において「鋼管にはこの規格を適用しない」と規定されているが、「4 製造方法」d)において鋼板及び鋼帯が規定されており、クラス2,3 容器及びクラス MC 容器の胴、鏡板又は平板にも適用可能な記載になっている。当該材料の鋼板及び鋼帯に想定する用途について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁸⁹。

調査した範囲では使用実績は確認できませんでしたが、将来的に新型炉で使用する可能性は否定できませんので、選択肢として残しておきたいと考えております。なお、特別要求事項の内容につきましては、告示 501 号の時代から一貫しております。

(追而)

4. 2. 2. 20 JIS G 4052(2016)焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)

(1) 変更の内容

- ① SCM435H、SCM440H 及び SCM445H を使用可に追加（炉心支持構造物を除く。SCM440H 及び SCM445H はクラス1容器、クラス1配管及びクラス1弁も除く。）
- ② SCM435H の Sm 値と寸法区分に対する注書き S3)を追記【S3】：径が 60mm 以下の材

¹⁸⁸ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (21)

¹⁸⁹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (22)

料に適用。】

- ③ SCM435H、SCM440H 及び SCM445 (SCM445H が正) の S 値と寸法区分に対する注書き S6)、S8) 及び S12) を追記
- ④ SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の各温度における Sy 値と寸法区分に対する注書き S16)、S18) 及び S22) を追記
- ⑤ SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の各温度における Su 値と寸法区分に対する注書き S16)、S18) 及び S22) を追記

表 4.2.2.20 JIS G 4052(2016)焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①～⑤SCM435/SCM440/SCM445 並びに SCM435H/SCM440H/SCM445H は同様のプロセスで製造され、熱処理が行われたうえで使用されていること、JIS G 4053 から JIS G 4052 へとマーケットニーズが変化していることを踏まえ、焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM435H、SCM440H 及び SCM445H (JIS G 4052) を取込んだ。

マーケットニーズのある JIS G 4052 「焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)」を使用できることにしたことにより、材料調達が容易となる。¹⁹⁰

JIS G 4052 「焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)」SCM435H を JIS G 4053 「機械構造用合金鋼鋼材」SCM435 と同様に使用できるようにした。¹⁹¹

SCM440/SCM445 並びに SCM440H/SCM445H は同様のプロセスで製造され、熱処理が行われたうえで使用されていること、JIS G 4053 から JISG 4052 へとマーケットニーズが変化していることを踏まえ、焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM435H、SCM440H 及び SCM445H (JIS G 4052) を取込んだ。¹⁹²

(3) 検討の結果

①材料規格 2012 年版には、「JIS G 4053 機械構造用合金鋼鋼材クロムモリブデン鋼」の SCM435、SCM440 及び SCM445 (いずれもクロムモリブデン鋼) が規定されており、これらと同様のプロセスで製造され熱処理が行われている材料として「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)」の SCM435H、SCM440H 及び SCM445H (いずれもクロムモリブデン鋼) が取り込まれているが、その規格値は、SCM435、SCM440 及び SCM445 と同じである。SCM435、SCM440、SCM445 と SCM435H、SCM440H、SCM445H は化学成分が同じではないが、規格値を同じでよいとした技術的根拠について、日本機械学会は、次の

¹⁹⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 4 頁

¹⁹¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 17 頁の番号 4

¹⁹² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 26 頁の番号 4

ように説明している¹⁹³。

a. SCM435H の取り込み

機械構造用合金鋼鋼材 SCM435 (JIS G 4053) の代替として、焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼) SCM435H (JIS G 4052) の適用化検討を行い、SCM435H を材料規格へ取り込んだ。

- 機械構造用合金鋼鋼材 SCM435 (JIS G 4053) 並びに焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼) SCM435H (JIS G 4052)はともに熱処理を行ったうえで使用される。
- SCM435H は SCM435 と比べて化学成分(表 1)に若干の違いはあるものの、SCM435H に対しては焼入性を保証するために硬さ(JISG4052 表 25¹⁹⁴)と結晶粒度(JISG4052 表 3¹⁹⁵)が規定されている。
- そのため、SCM435H は質量効果が考慮された一定品質の機械的特性が確保されている。
- ◆ 即ち、SCM435H は、材料特性上は SCM435 と同等であり、材料品質上は SCM435 よりもむしろ良好と考えられる。そのため、SCM435H に対して特別要求事項をつけずに材料規格へ取り込んだ。
- ・なお、一般市場においても SCM435 から SCM435H へのマーケットニーズが確実に変化しているのが実情であり、鋼材メーカーでは SCM435 で発注を受けても溶解から出荷まで SCM435H と同一条件で製造しているとの鋼材メーカーからの報告もある。

表 1 JIS規格におけるSCM435とSCM435Hの化学成分要求値の比較

JIS規格 番号	種類の記号	名称	化学成分 (%)							備考(不純物規程)	
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr		Mo
G 4053	SCM435	機械構造用合金鋼鋼材	0.33~0.38	0.15~0.35	0.60~0.90	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.90~1.20	0.15~0.30	Cu 0.30%を超えてはならない。
G 4052	SCM435H	焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)	0.32~0.39	0.15~0.35	0.55~0.95	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.85~1.25	0.15~0.35	Cu 0.30%を超えてはならない。

SCM435H の取込み方法

- ◆ 材料規格の” Part2 材料仕様”における”表 1 使用する材料の規格”において、SCM435H は SCM435 と同一の機器区分にて使用可能とする。
- ◆ “Part3 設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点、設計引張強さ、縦弾性係数、線膨張係数及び外圧チャート”における SCM435H の各許容値は SCM435 のものを用いる。

b. SCM440H/SCM445H の取り込み

焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼) SCM435H (JIS G 4052)と同様に焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼) SCM440H/SCM445H (JIS G 4052) の適用検討を行い、SCM440H/SCM445H を材料規格へ取り込んだ。

¹⁹³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 2(4) (a)

¹⁹⁴ SCM435H の焼入性について、試験片焼入端からの距離に応じて硬さ HRC の上限及び下限が図と表で示されている。熱処理温度も示されている。

¹⁹⁵ SCM435H のオーステナイト結晶粒度について、熱処理粒度試験によって求めた平均粒度番号 5.0 以上が示されている。

- SCM440/SCM445 並びに SCM440H/SCM445H は同様のプロセスで製造され、熱処理が行われたうえで使用されている。
- SCM440H/SCM440 と SCM445H/SCM445 は化学成分に若干の違いはあるものの(表 1)、SCM440H 及び SCM445H に対しては焼入れ性を保証するために硬さ(JISG4052 表 26、27¹⁹⁶)と結晶粒度(JISG4052 表 3¹⁹⁷)が規定されている。
- そのため、SCM440H 及び SCM445H は質量効果が考慮された一定品質の機械的特性が確保されている。
- ◆ このような状況を踏まえれば、SCM440H/SCM445H は材料特性上、SCM440/SCM445 と同等であり、材料品質上は SCM440/445 よりもむしろ良好と考えられる。
- ・なお、JIS G4053 から JISG4052 へとマーケットニーズは確実に変化しており鋼材メーカーでは、例えば SCM435 で受注しても溶解から出荷まで SCM435H と同一条件で製造しているとの報告もある。

表1 JIS規格におけるSCM440とSCM440H並びにSCM445とSCM445Hの化学成分要求値の比較

JIS規格 番号	種類の記号	名称	化学成分 (%)							備考(不純物規程)	
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr		Mo
G 4053	SCM440	機械構造用合金鋼鋼材	0.38~0.43	0.15~0.35	0.60~0.90	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.90~1.20	0.15~0.30	Cu 0.30%を超えてはならない。
G 4052	SCM440H	焼入れ性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)	0.37~0.44	0.15~0.35	0.55~0.95	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.85~1.25	0.15~0.35	Cu 0.30%を超えてはならない。
G 4053	SCM445	機械構造用合金鋼鋼材	0.43~0.48	0.15~0.35	0.60~0.90	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.90~1.20	0.15~0.30	Cu 0.30%を超えてはならない。
G 4052	SCM445H	焼入れ性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)	0.42~0.49	0.15~0.35	0.55~0.95	≤0.030	≤0.030	≤0.25	0.85~1.25	0.15~0.35	Cu 0.30%を超えてはならない。

SCM440H 及び SCM445H の取込み方法

- ◆ 材料規格の“Part2 材料仕様”“表1 使用する材料の規格”において、SCM430H/445H は、SCM440/SCM445 と同一の機器区分にて使用可能とする。
- ◆ “Part3 設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点、設計引張強さ、縦弾性係数、線膨張係数及び外圧チャート”における SCM440H/SCM445H の規定は SCM440/445 と同一とする。

また、規格値の設定の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁹⁸。
JIS G 4052(SCM435H、SCM440H 及び SCM445H)と JIS G 4053(SCM435、SCM440 及び SCM445)を比較すると、JIS G 4052 には次の要求が付加されている。

- ・焼入れ性
- ・オーステナイト結晶粒度

焼入れ性

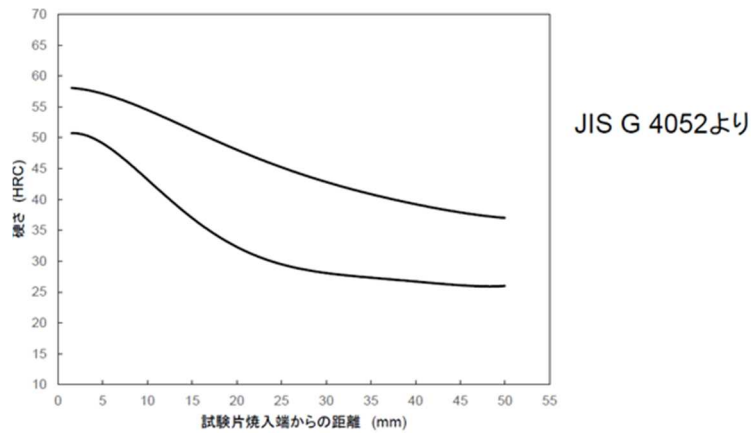
- ・焼入れ性試験が要求され、試験片焼入端からの距離に対して硬さ(HRC)の上限と下限が規定されている。
- ・試験方法は JIS G 0561(鋼の焼入れ性試験方法)による

¹⁹⁶ SCM440H/445H の焼入れ性について、試験片焼入端からの距離に応じて硬さ HRC の上限及び下限が図と表で示されている。熱処理温度も示されている。

¹⁹⁷ SCM440H/445H のオーステナイト結晶粒度について、熱処理粒度試験によって求めた平均粒度番号 5.0 以上が示されている。

¹⁹⁸ 第2回設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-2 2(5) (a)

第3回設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2 2(5) (a)



焼入性の指定方法

25

オーステナイト結晶粒度

- ・ 結晶粒度試験が要求され、熱処理粒度試験によって求めた平均粒度番号が規定されている。
- ・ 試験方法は JIS G 0551 (鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法) による

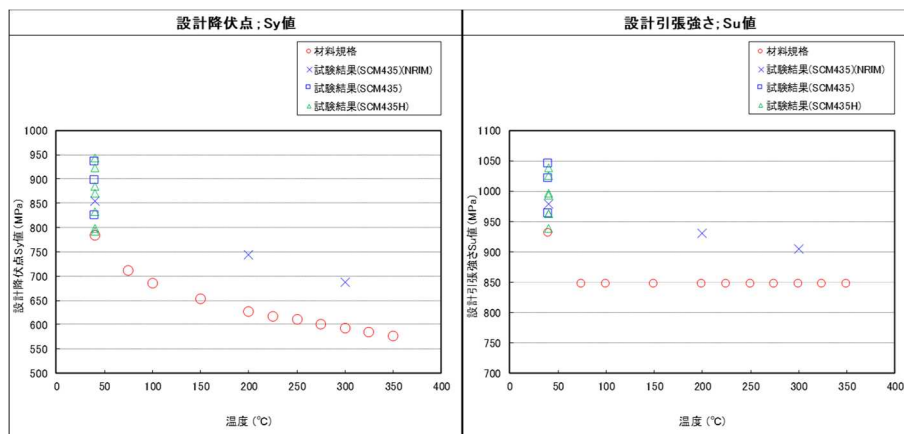
種類の記号	オーステナイト結晶粒度
SCM435H SCM440H SCM445H	熱処理粒度試験によって求めた平均粒度番号 5.0以上

JIS G4052 (SCM435H) と JIS G4053 (SCM435) の試験結果を比較した結果を次頁 (下図) に示す。

なお、鋼材メーカでは、例えば SCM435 及び SCM435H は同一の条件で製造されており、品質に差異はないとの報告もある。

試験結果 (SCM435、435H)* は同等であり、また材料規格 (SCM435、SCM435H) の規定値を上回っている。

(* : 試験結果は NRIM (金属材料技術研究所) FATIGUE DATA SHEET No. 23 及びミルシートより引用)



Sy 値及び Su 値の文献データが示され、SCM435 と SCM435H は鋼材メーカーでの製造条件及び品質が同一である事が示されたことから、変更は妥当であると判断してはどうか。

4. 2. 2. 2 1 JIS G 4053(2018)機械構造用合金鋼鋼材

(1) 変更の内容

- ① SNC236、SNC631、SNC836、SCr430、SCr435、SCr440 及び SCr445 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4.2.2.21 JIS G 4053(2018)機械構造用合金鋼鋼材の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

(4) 変更点以外の評価

- (a) SNC236、SNC631、SNC836、SNM240、SNM431、SNM439、SNM447、SNM625、SNM630、SCr430、SCr435、SCr440、SCr445、SCM430、SCM432、SCM435、SCM440 及び SCM445 材の鋼板及び鋼帯について用途を確認

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 4053(2018)機械構造用合金鋼鋼材」の SNC236、SNC631、SNC836、SNM240、SNM431、SNM439、SNM447、SNM625、SNM630、SCr430、SCr435、SCr440、SCr445、SCM430、SCM432、SCM435、SCM440 及び SCM445 は、同規格の「1 適用範囲」において「鋼管にはこの規格を適用しない」と規定されているが、「4 製造方法」 d)において鋼板及び鋼帯が規定されており、クラス 2, 3 容器及びクラス MC 容器の胴、鏡板又は平板にも適用可能¹⁹⁹である。当該材料の鋼板及び鋼帯について想定する用途について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰⁰。

JIS G 4053 は 2003 年に制定されました。旧規格は JIS G 4102 で告示 501 号の時代から特別要求事項は課されておられません。

JIS G 4053 の「1 適用範囲」では、鋼管には本規格を適用しないとしており、注記にて鋼管については JIS G 3441「機械構造用合金鋼鋼管」に規定しているとしています。なお、材料規格におきましては JIS G 3441 を引用規格とはしておられません。

調査した範囲では使用実績は確認できませんでしたが、将来的に新型炉で使用する可能性は否定できませんので、選択肢として残しておきたいと考えております。

¹⁹⁹ SCr で始まる種別はクラス 2 容器及びクラス MC 容器に使用不可とされている

²⁰⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (23)

(追而)

4. 2. 2. 72 JIS G 4107 高温用合金鋼ボルト材

(1) 変更点以外の評価

(a) SNB5 について Su 値が規定され Sy 値が規定されていないことについて確認

「Part 3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」、「JIS G 4107 高温用合金鋼ボルト材」の SNB5 の Su 値が規定されているが、「Part 3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」には SNB5 の Sy 値が記載されていない。Su 値を規定し Sy 値を記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰¹。

SNB5 は、SA-193 B5 (ASME 規格材) の相当材で、ASME Sec. II では「Table Y-1 (Yield Strength Values, Sy, for Ferrous and Nonferrous Materials)」に SA-193 B5 の Sy 値が規定されておりますので、これを参照して SNB5 の Sy 値を設定することを検討します。

(追而)

4. 2. 2. 22 JIS G 4109(2008)ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板

本規格はボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板について規定している。

(1) 変更の内容

- ① SCMV1-1、SCMV1-2、SCMV2-1、SCMV2-2、SCMV3-1、SCMV3-2、SCMV4-1、SCMV4-2、SCMV5-1、SCMV5-2、SCMV6-1 及び SCMV6-2 をクラス 2 容器、クラス MC 容器、クラス 1, 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更

表 4.2.2.24 JIS G 4109(2008)ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 表 4 に 2014 年追補における JIS G 4109 の「使用する機器等の区分」を示す。
- ・ SCMV1-2 は SCMV1-1 や SCMV2-2 などの鋼種と異なり、クラス 1 ポンプなどに使用できないことになっている。
 - ・ SCMV1-2 は SCMV1 の中で強度区分の高い方という位置付けであり、SCMV1-1 の製造方法及び化学成分に違いはない。
 - ・ 熱処理条件のみ SCMV1-1 と異なるが、これも SCMV2 の中の SCMV2-1 と SCMV2-2 の区別と同様であり、SCMV1-2 だけの「使用する機器等の区分」を別にする理由はない。

以上より、SCMV1-2 の「使用する機器等の区分」は SCMV1-1 や SCMV2-2 などの鋼種に

²⁰¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (63)

合わせて整合化することが妥当であるとした。²⁰²

表 4 2014 年追補における JIS G 4109 の「使用する機器等の区分」

材 料 の 規 格			機 器 等 の 区 分														縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外圧チャート図番														
種 類	種別 / 質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスMC容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1井	クラス2井	クラス3井				クラス1支持構造物	クラス2支持構造物	クラス3支持構造物	クラスMC支持構造物	炉心支持構造物									
JIS G 4109(2013) ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板		SCMV1-1	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	E1-5	TE1	X							
		SCMV1-2	-	○	○	○	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-				E1-6	TE3					
		SCMV2-1																															
		SCMV2-2																															
		SCMV3-1																															
		SCMV3-2																															
		SCMV4-1																															
		SCMV4-2																															
		SCMV5-1																															
		SCMV5-2																															
		SCMV6-1																															
		SCMV6-2																															

注：朱記部＝2014 年追補変更箇所

(3) 検討の結果

①2012年版において JIS G4109 はクラス 1 支持構造物の使用には認められているが、耐圧部のクラス 1 機器としての使用を認められていない。耐圧部としての規定としてはクラス 2 配管までが認められている。一方、材料規格解説表 ASME 規格相当材対応表によれば、「JIS4109 ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板」の材料はすべて ASME 規格相当材であることが示されている。同表に従って ASME 規格 SectionII Part D の Table 1A によればすべてのクラス 2 機器及びクラス 3 機器に S 値は適用可能である。一方、同様に ASME 規格 SectionII Part D の Table 2A によれば Sm 値については、ASME SA-3872c1.2 (SCMV1-2) を除いて適用可能となっている。SCMV1-2 は ASME 相当材であるが、同規格上 Sm が規定されていないので、クラス 1 機器及び MC 容器の Sm を適用した規定には適用できない。技術評価の結果 SCMV1-2 については ASME 相当材ではあるが、ASME 規格上で Sm 値が規定されていないことから、材料規格においては、クラス 2 機器、クラス 3 機器及びクラス 2、3 支持構造物に適用可能であるが、Sm を用いるクラス 1 機器に適用できないこととしてはどうか。

4. 2. 2. 23 JIS G 4303 ステンレス棒鋼

(1) 変更の内容

- ① SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sm 値を削除
- ② SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値を削除
- ③ ボルト材を除く SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
- ④ ボルト材の SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

²⁰² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2：12, 13 頁

- ⑤ SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sy 値を削除
- ⑥ SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Su 値を削除

表 4.2.2.23 JIS G 4303 ステンレス棒鋼の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～⑥「マルテンサイト系ステンレス鋼板及び鋼帯」を Part2 第 1 章表 1 「使用する材料の規格」から削除し「マルテンサイト系ステンレス鋼棒」の許容値について 375℃までの使用に制限した。²⁰³

Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part 3 第 1 章表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²⁰⁴

(3) 検討の結果

- ①「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」の SUS403 及び SUS410 は 400℃及び 425℃における Sm 値が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰⁵。

ASME 規格におけるマルテンサイト系ステンレス鋼の扱いについて、棒材のみ 371℃までの使用が認められている状況であることを確認したことから、2019 年追補にて 400℃及び 425℃における Sm 値を削除しております。

(追而)

- ②「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」の SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰⁶。

²⁰³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁番号 2

²⁰⁴ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁番号 3

²⁰⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (40)

²⁰⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (48)

ASME 規格におけるマルテンサイト系ステンレス鋼の扱いについて、棒材のみ 371℃までの使用が認められている状況であることを確認したことから、2019 年追補にて 400℃及び 425℃における S 値を削除しております。

- ③ 「JIS G 4303 ステンレス鋼棒」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰⁷。

2019 年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第 1 章表 5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017) を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 2 4 JIS G 4304(2015)熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

(1) 変更の内容

- ① SUS403 及び SUS410 を削除
- ② SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 24 JIS G 4304(2015)熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 「マルテンサイト系ステンレス鋼板及び鋼帯」を Part2 第 1 章表 1 「使用する材料の規格」から削除し「マルテンサイト系ステンレス鋼棒」の許容値について 375℃までの使用に制限した。²⁰⁸
- ②

(3) 検討の結果

- ①

²⁰⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (d)

²⁰⁸ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 2

- ② SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁰⁹。

2019 年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第 1 章表 5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017) を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 25 JIS G 4305 (2015) 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

(1) 変更の内容

- ① SUS403 及び SUS410 を削除
- ② SUS403 及び SUS410 の各温度における S 値を削除
- ③ SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 25 JIS G 4305 (2015) 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 「マルテンサイト系ステンレス鋼板及び鋼帯」を Part2 第 1 章表 1 「使用する材料の規格」から削除し「マルテンサイト系ステンレス鋼棒」の許容値について 375℃までの使用に制限した。²¹⁰

- ②/③ Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第 1 章表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

²⁰⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (d)

²¹⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 2

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²¹¹

(3) 検討の結果

① (追而)

②/③「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²¹²。

2019 年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格(2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 7 3 JIS G 4309(2013)ステンレス鋼線

(1) 変更点以外の評価

(a) 「種類の記号と材料規格の記号 SUS との関係ほかについて確認」

SUS はクラス 1～3 支持構造物に使用可とされているが、同規格には SUS という記号はない。SUS とあるのは SUS303 や SUS304 といった最初の 3 文字が SUS で始まる種別のことか、同規格が規定する種類の記号と材料規格の記号 SUS との関係について、日本機械学会は、次のように説明している²¹³。

材料規格 2020 年版では JIS G 4309 「ステンレス鋼線」については 2013 年版を引用していますが、当該年版では線の種類は 35 種類とされており、その全ての種類を使用可としております。

なお、この記載の仕方は告示 501 号の時代から一貫しております。

また、縦弾性係数の分類番号が規定されていない。当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法について、日本機械学会は、次のように説明している

²¹¹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 3

²¹² 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (d)

²¹³ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (24)

縦弾性係数の分類番号を規定していないのではなく、「本規定の分類番号に該当することが化学成分及び機械的性質より立証できる場合にあっては、当該分類番号を用いることができる。」と規定しております。

当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法につきましては材料規格の範疇ではありません。

(追而)

4. 2. 2. 2 6 JIS G 4317(2018)熱間成形ステンレス鋼形鋼

(1) 変更の内容

- ① SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L、SUS321 及び SUS347 をクラス 2~4 配管に使用可に変更
- ② SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除

表 4. 2. 2. 26 JIS G 4317(2018)熱間成形ステンレス鋼形鋼の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①
- ② Part3 第 1 章 表 3 「鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃~800℃の規定値及び Part 3 第 1 章表 5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値 (MPa)」における 450℃~800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。
この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。
また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²¹⁵

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 2 7 JIS JIS G 4901(1999+2008 追補 1)耐食耐熱超合金棒

(1) 変更の内容

²¹⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (24)

²¹⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 3

- ① NCF625 を追加し、クラス 3 容器、クラス 3,4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600、NCF800、NCF800H をクラス 4 配管、クラス 1,2 ポンプ、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF750 を熱処理記号で NCF750 (H1) 及び NCF750 (H2) に区分した記載とし NCF750 (H1) をクラス 4 配管に使用可に、NCF750 (H2) を全ての機器及び支持構造物に使用可に変更
- ② 特別要求事項を追加
- ③ NCF625 を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を規定
- ④ NCF750 に常温最小引張強さ 1170MPa、常温最小降伏点 795MPa の材料を追加し各温度における S 値を規定
- ⑤ NCF625 を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値及び寸法区分に対する注書き S32)、S33) を追記
- ⑥ NCF625 を追加し各温度（75℃、225℃及び 275℃を除く）における Su 値及び寸法区分に対する注書き S33)、S34) を追記

表 4.2.2.27 JIS JIS G 4901(1999+2008 追補 1)耐食耐熱超合金棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①～⑥JSME-N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、その JIS 相当材である JIS G 4901～ JIS G 4904 の NCF625 を材料規格に取り込んだ。

特注品である「原子力発電用規格材料」の相当材である JIS 材（「耐食耐熱超合金棒」、
「耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、
「配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」及び「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」）を使用できることにしたことにより、材料調達が容易となる。²¹⁶

表 5 に 2014 年追補における JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」及び JIS G 4902「耐食耐熱超合金板」の「使用する機器等の区分」を示す。

2014 年追補にて JIS G 4901 の NCF750 は、H1、H2 の熱処理条件によって行を分け、それぞれの使用区分を記載する表に変更したことから、2015 年追補にて JIS G 4902 の NCF750 に対しても同様の変更を行った。

その上で、JIS G 4901 の NCF750 (H2) と JIS G 4902 の NCF750 (H2) を比較した。棒と板の形状の違いはあるものの、化学成分は同じである。

機械的性質も適用寸法（厚さ）により若干の相違はあるものの、JIS G 4902 の NCF750 (H2) の方が要求されている強度は高くなっている。

両方で熱処理条件は全く同じになっている。

以上より、両 JIS の NCF750 の「使用する機器等の区分」は JIS G 4901 に合わせて整

²¹⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 5 頁、21 頁の番号 1

合化することが妥当であるとした。²¹⁷

表5 2014年追補におけるJIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」およびJIS G 4902「耐食耐熱超合金板」の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分																縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外注チャート図番					
種類	種別/質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスMC容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁	クラス3弁	クラス1支持構造物	クラス2支持構造物				クラス3支持構造物	クラスMC支持構造物	炉心支持構造物		
JIS G 4901(1999+2008追補1) 耐食耐熱超合金棒		NCF600																						E4-2	TE15	7
		NCF800	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-7	TE20	8
		NCF800H																						E4-8		9
		NCF750(H1)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
JIS G 4902(1991) 耐食耐熱超合金板		NCF750(H2)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
		NCF600	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-2	TE15	7
		NCF750	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
		NCF800	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-7		8
		NCF800H																						E4-8	TE20	9

注：朱記部＝2014年追補変更箇所

③JIS G 4901のNCF750の高強度材のS値を新たに、化学成分、熱処理条件や常温の機械的性質が同じであるJIS G 4902のNCF750の高強度材のS値を参照して設定した。

218

(3) 検討の結果

① (追而)

② (追而)

③NCF625は175℃におけるS値が「-」表示となっている(「JISG 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金-板及び帯」、 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」、 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」も同じ。) この理由について、日本機械学会は、次のように説明している²¹⁹。

材料規格2015年追補の改定においてJSME N12「耐食耐熱合金」のうちGNCF1について、そのJIS相当材であるJIS G 4901～JIS G 4904のNCF625を材料規格に取り込みました。その際、これらの各許容値はGNCF1の値を参照しましたが、GNCF1のS値の表には175℃における値が規定されていないことから「-」としました。(175℃における値を比例補間法にて定めておりません。)

(追而)

④「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF750(棒材)の高強度材のS値として、化学成分、熱処理条件や常温の機械的性質が同じである「JIS G 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金-板及び帯」のX750(板材)の高強度材のS値を参照し

²¹⁷ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2: 14, 15 頁

²¹⁸ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3: 19 頁の番号4

²¹⁹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (49)

て設定しているが、NCF750（棒材）の厚さの適用範囲は60mm以上100mm以下、X750（板材）は0.6mm以上6mm以下である。薄板の材料強度に係わる許容値を厚板に適用することを確認した技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²²⁰。

2014年追補の改定でS値が設定されていなかったJIS G 4901 NCF750（棒材）の高強度材に対してJIS G 4902「耐食耐熱超合金，ニッケル及びニッケル合金—板及び帯」のNCF750（板材）の高強度材のS値を設定した。

二つの高強度材のJISにおける機械的性質の要求事項を以下に示す。

記号の種類	熱処理	耐力	引張強さ	伸び%	適用寸法
NCF750(板)	固溶化熱処理後 時効処理(H2)	795 N/mm ² 以上	1170 N/mm ² 以上	18以上	0.6mm を超え 6mm以下
NCF750(棒)				18以上	60mm以下
				15以上	60mm を超え 100mm以下

適用寸法は異なるが、同一熱処理条件下では耐力及び引張強さはJIS材料規格上同じ値である。

2012年版におけるNCF750(棒材)の高強度材及びNCF750(板材)の高強度材のSm値、Sy値及びSu値を以下に示す。

Part 3 第1章 表1 材料(ボルト材を除く)の各温度における設計応力強さSm値(MPa)

材料の規格			温度(°C)																				
種類	種別	記号	常温 最小 引張 強さ (MPa)	常温 最小 降伏 点 (MPa)	-30	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
					~ 40																		
JIS G 4901 (1999+2008追補1) 耐食耐熱超合金棒		NCF600	550	245	163	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	
		NCF750	960	615	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
		NCF800H	450	175	117	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	113	110	108	105	104
		NCF800	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
JIS G 4902(1991) 耐食耐熱超合金板		NCF600	550	245	163	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
		NCF750	960	615	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
		NCF800H	450	175	117	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	113	110	108	105	104
		NCF800	520	205	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137

- ⑥ 「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さSu値(MPa)」において、「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF625の75°C、225°C及び275°CにおけるSu値が空欄となっているが、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点Sy値(MPa)」の「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF625には225°C及び275°CにおけるSy値が規定されている（「JIS G 4902 耐食耐熱超合金，ニッケル及びニッケル合金—板及び帯」のNCF625、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」のNCF625TP、「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」のNCF625TB並びに「JISME-N12 耐食耐熱合金」の1種のGNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB及びGNCF1-B、2種の

²²⁰ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2：57～59頁

GNCF2 及び 3 種の GNCF3 についても同様。)。225℃及び 275℃における Su 値を記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²²¹。

ご指摘の材料には全て ASME 規格相当材が同定されており、Sy 値につきましては ASME 規格相当材の Sy 値を参照しておりますが、Su 値につきましては原則として告示 501 号の時代からの値を踏襲しております。

材料規格 2011 年版策定時に参照した ASME Sec. II Part D での「Table Y-1」(Sy 値)の温度区分と材料規格の「Part 3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」の温度区分が異なっていたことによります。

表 5 に 2014 年追補における JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」及び JIS G 4902「耐食耐熱超合金板」の「使用する機器等の区分」を示す。

- ✓ 2014 年追補にて JIS G 4901 の NCF750 は、H1、H2 の熱処理条件によって行を分け、それぞれの使用区分を記載する表に変更したことから、2015 年追補にて JIS G 4902 の NCF750 に対しても同様の変更を行った。
- ✓ その上で、JIS G 4901 の NCF750 (H2) と JIS G 4902 の NCF750 (H2) を比較した。棒と板の形状の違いはあるものの、化学成分は同じである。
- ✓ 機械的性質も適用寸法(厚さ)により若干の相違はあるものの、JIS G 4902 の NCF750 (H2) の方が要求されている強度は高くなっている。
- ✓ 両方で熱処理条件は全く同じになっている。

以上より、両 JIS の NCF750 の「使用する機器等の区分」は JIS G 4901 に合わせて整合化することが妥当であるとした。

4. 2. 2. 28 JIS G 4902(2019)耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯

(1) 変更の内容

- ① NCF625 を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600、NCF800、NCF800H をクラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF750 を熱処理記号で NCF750(H1) 及び NCF750(H2) に区分した記載とし NCF750(H1) をクラス 4 配管に使用可に、NCF750(H2) を全ての機器及び支持構造物に使用可に変更、ニッケル合金 NW4400 をここに移設しクラス 2, 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更
- ② JIS H 4551(2000)「ニッケル及びニッケル合金板及び条」の廃止に伴い特別要求事項を削除
- ③ 特別要求事項を追加
- ④ NCF625 を追加し各温度(75℃を除く)における Sy 値及び寸法区分に対する注書き S34)、S35) を追記
- ⑤ NCF625 を追加し各温度(75℃、225℃及び 275℃を除く)における Su 値及び寸法

²²¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II 1. (64)

区分に対する注書き S35)、S36)を追記

表 4.2.2.28 JIS G 4902(2019)耐食耐熱超合金, ニッケル及びニッケル合金一板及び帯の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

① JSME-N12「耐食耐熱合金」のうちGNCF1について、その JIS 相当材である JIS G 4901 JIS G 4904 の NCF625 を材料規格に取り込んだ。

特注品である「原子力発電用規格材料」の相当材である JIS 材（「耐食耐熱超合金棒」、「耐食耐熱超合金, ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」及び「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」）を使用できるようにしたことにより、材料調達が容易となる。²²²

表 5 に 2014 年追補における JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」及び JIS G 4902「耐食耐熱超合金板」の「使用する機器等の区分」を示す。

2014 年追補にて JIS G 4901 の NCF750 は、H1、H2 の熱処理条件によって行を分け、それぞれの使用区分を記載する表に変更したことから、2015 年追補にて JIS G 4902 の NCF750 に対しても同様の変更を行った。

その上で、JIS G 4901 の NCF750 (H2) と JIS G 4902 の NCF750 (H2) を比較した。棒と板の形状の違いはあるものの、化学成分は同じである。

機械的性質も適用寸法(厚さ)により若干の相違はあるものの、JIS G 4902 の NCF750 (H2) の方が要求されている強度は高くなっている。

両者で熱処理条件は全く同じになっている。

以上より、両 JIS の NCF750 の「使用する機器等の区分」は JIS G 4901 に合わせて整合化することが妥当であるとした。²²³

²²² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 5 頁、21 頁番号 1

²²³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 14, 15 頁

表5 2014年追補におけるJIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」およびJIS G 4902「耐食耐熱超合金板」の「使用する機器等の区分」

材料の規格			機器等の区分																炉心支持構造物	縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外圧チャート図番			
種類	種別 / 質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスM C容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁	クラス3弁	クラス1支持構造物	クラス2支持構造物					クラス3支持構造物	クラスM C支持構造物	
JIS G 4901(1999+2008追補1) 耐食耐熱超合金棒		NCF600	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-2	TE15	7
		NCF800																					E4-7	TE20	8
		NCF800H																					E4-8		9
		NCF750(H1)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
JIS G 4902(1991) 耐食耐熱超合金板		NCF750(H2)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
		NCF600	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-2	TE15	7
		NCF750	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-5	TE18	X
		NCF800	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-7		8
	NCF800H	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-8	TE20	9	

注：朱記部＝2014年追補変更箇所

(3) 検討の結果

- ⑤ 「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」において、「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF625 の 75℃、225℃及び 275℃における Su 値が空欄となっているが、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」の「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF625 には 225℃及び 275℃における Sy 値が規定されている（「JIS G 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」の NCF625、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF625TP、「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF625TB 並びに「JSME-N12 耐食耐熱合金」の1種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2種の GNCF2 及び3種の GNCF3 についても同様。）。225℃及び 275℃における Su 値を記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²²⁴。

ご指摘の材料には全て ASME 規格相当材が同定されており、Sy 値につきましては ASME 規格相当材の Sy 値を参照しておりますが、Su 値につきましては原則として告示 501 号の時代からの値を踏襲しております。

材料規格 2011 年版策定時に参照した ASME Sec. II Part D での「Table Y-1」(Sy 値)の温度区分と材料規格の「Part 3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」の温度区分が異なっていたことによります。

(追而)

4. 2. 2. 29 JIS G 4903(2017)配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管

(1) 変更の内容

- ① NCF625TP を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3

²²⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (64)

弁に使用可に規定、NCF600TP、NCF800TP、NCF800HTP をクラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

- ② 特別要求事項を追加
- ③ NCF625TP を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を規定
- ④ NCF625TP を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記
- ⑤ NCF625TP を追加し各温度（75℃、225℃及び 275℃を除く）における Su 値を追記

表 4.2.2.29 JIS G 4903(2017)配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～⑤JSME-N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、その JIS 相当材である JIS G 4901 JIS G 4904 の NCF625 を材料規格に取り込んだ。

特注品である「原子力発電用規格材料」の相当材である JIS 材（「耐食耐熱超合金棒」、「耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」及び「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」）を使用できることにしたことにより、材料調達が容易となる。²²⁵

(3) 検討の結果

- ①
- ②
- ③ 「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」、「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF625 は 175℃における S 値が「-」表示となっている（「JISG 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」、「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」も同じ）。この理由について、日本機械学会は、次のように説明している²²⁶。

材料規格 2015 年追補の改定において JSME N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、その JIS 相当材である JIS G 4901～JIS G 4904 の NCF625 を材料規格に取り込みました。その際、これらの各許容値は GNCF1 の値を参照しましたが、GNCF1 の S 値の表には 175℃における値が規定されていないことから「-」としました。（175℃における値を比例補間法にて定めておりません。）

(追而)

- ④

²²⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：5 頁、21 頁番号 1

²²⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (49)

- ⑤ 「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」において、「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF625 の 75℃、225℃及び 275℃における Su 値が空欄となっているが、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」の「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」の NCF625 には 225℃及び 275℃における Sy 値が規定されている（「JIS G 4902 耐食耐熱超合金，ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」の NCF625、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF625TP、「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF625TB 並びに「JSME-N12 耐食耐熱合金」の1種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2種の GNCF2 及び3種の GNCF3 についても同様。）。225℃及び 275℃における Su 値を記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²²⁷。

ご指摘の材料には全て ASME 規格相当材が同定されており、Sy 値につきましては ASME 規格相当材の Sy 値を参照しておりますが、Su 値につきましては原則として告示 501 号の時代からの値を踏襲しております。

材料規格 2011 年版策定時に参照した ASME Sec. II Part D での「Table Y-1」(Sy 値)の温度区分と材料規格の「Part 3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」の温度区分が異なっていたことによります。

(追而)

4. 2. 2. 30 JIS G 4904(2017)熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管

(1) 変更の内容

- ① NCF625TB を追加しクラス 3 容器、クラス 3, 4 配管、クラス 3 ポンプ及びクラス 3 弁に使用可に規定、NCF600TB、NCF800HTB をクラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更、NCF800TB をクラス 4 配管、クラス 1~3 ポンプ、クラス 1, 2 弁に使用可に変更
- ② 特別要求事項を追加
- ③ NCF625TB を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を追記
- ④ NCF625TB を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記
- ⑤ NCF625TB を追加し各温度（75℃、225℃及び 275℃を除く）における Su 値を追記

表 4. 2. 2. 30 JIS G 4904(2017)熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①~⑤JSME-N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、その JIS 相当材である JIS G 4901 JIS G 4904 の NCF625 を材料規格に取り込んだ。

特注品である「原子力発電用規格材料」の相当材である JIS 材（「耐食耐熱超合金棒」、「耐食耐熱超合金，ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「配管用継目無ニ

²²⁷ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (64)

ッケルクロム鉄合金管」及び「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」) を使用
できることにしたことにより、材料調達が容易となる。²²⁸

JSME-N12「耐食耐熱合金」のうちGNCF1について、告示第501号への取込み時に参照
されたASME-SB443(N06625)等を対象にASME相当材を同定し、ASME相当材のSy値
及びSu値を取込み、それらを基に新規材料採用ガイドラインに従いS値を再設定し
た。²²⁹

(3) 検討の結果

① (追而)

② (追而)

③ 「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力S
値(MPa)」、「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF625は175℃におけるS値が「-」
表示となっている(「JIS G 4902 耐食耐熱超合金, ニッケル及びニッケル合金-板及
び帯」、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」、「JIS G 4904 熱交換器
用継目無ニッケルクロム鉄合金管」も同じ)。この理由について、日本機械学会は、
次のように説明している²³⁰。

材料規格2015年追補の改定においてJSME N12「耐食耐熱合金」のうちGNCF1
について、そのJIS相当材であるJIS G 4901~JIS G 4904のNCF625を材料規
格に取り込みました。その際、これらの各許容値はGNCF1の値を参照しまし
たが、GNCF1のS値の表には175℃における値が規定されていないことから「-」
としました。(175℃における値を比例補間法にて定めておりません。)

④

⑤ 「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さSu値(MPa)」において、
「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF625の75℃、225℃及び275℃におけるSu値
が空欄となっているが、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点Sy値
(MPa)」の「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」のNCF625には225℃及び275℃における
Sy値が規定されている(「JIS G 4902 耐食耐熱超合金, ニッケル及びニッケル合金-
板及び帯」のNCF625、「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」のNCF625TP、
「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」のNCF625TB並びに175頁
「JSME-N12 耐食耐熱合金」の1種のGNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB及びGNCF1-B、
2種のGNCF2及び3種のGNCF3についても同様。)。225℃及び275℃におけるSu値
を記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²³¹。

²²⁸ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料
1-1-3:5頁

²²⁹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料
1-1-3:19頁の番号1

²³⁰ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考
資料4-1:II1.(49)

²³¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考
資料4-1:II1.(64)

ご指摘の材料には全て ASME 規格相当材が同定されており、Sy 値につきましては ASME 規格相当材の Sy 値を参照しておりますが、Su 値につきましては原則として告示 501 号の時代からの値を踏襲しております。

材料規格 2011 年版策定時に参照した ASME Sec. II Part D での「Table Y-1」(Sy 値)の温度区分と材料規格の「Part 3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」の温度区分が異なっていたことによります。

(追而)

4. 2. 2. 3 1 JIS G 5102(1991)溶接構造用鋳鋼品

(1) 変更の内容

- ① SCW410 をクラス 4 配管に使用可に、SCW480 をクラス 4 配管及びクラス 1 ポンプに使用可に変更

表 4. 2. 2. 31 JIS G 5102(1991)溶接構造用鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 3 2 JIS G 5151(1991)高温高圧用鋳鋼品

(1) 変更の内容

- ① SCPH1 及び SCPH2 をクラス 4 配管に使用可に、SCPH11、SCPH21、SCPH32 及び SCPH61 をクラス 1 配管、クラス 4 配管、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

表 4. 2. 2. 32 JIS G 5151(1991)高温高圧用鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 33 JIS G 5152(1991)低温高圧用鋳鋼品

(1) 変更の内容

- ①SCPL1 及び SCPL11 をクラス 1 配管、クラス 4 配管、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

表 4. 2. 2. 33 JIS G 5152(1991)低温高圧用鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 34 JIS G 5202(1991)高温高圧用遠心力鋳鋼管

(1) 変更の内容

- ①SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF 及び SCPH32-CF をクラス 4 配管に使用可に、SCPH21-CF をクラス 2, 3 容器、クラス 4 配管、クラス 1～3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に変更

表 4. 2. 2. 34 JIS G 5202(1991)高温高圧用遠心力鋳鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

- (a) 「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「表 B. 1—鉄鋼材料の許容引張応力」に規定する材料の種類との比較について確認

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 5202(1991)高温高圧用遠心力鋳鋼管」の SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF、SCPH21-CF 及び SCPH32-CF についてクラス 2～4 配管及びクラス 3 弁に使用可と記載されているが、「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」の「表 B. 1—鉄鋼材料の許容引張応力」には SCPH2-CF のみが記載され、SCPH1-CF、SCPH11-CF、SCPH21-CF 及び SCPH32-CF は記載されていない。

SCPH1-CF、SCPH11-CF、SCPH21-CF 及び SCPH32-CF を使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²³²。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんし、基本的に参照もしていません。

SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF、SCPH21-CF 及び SCPH32-CF につきましては告示 501 号の時代から S 値が設定されております。

(追而)

4. 2. 2. 35 JIS G 5502 (2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鑄鉄品

(1) 変更の内容

①FCD400 及び FCD450 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 35 JIS G 5502 (2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鑄鉄品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」に記載されていないことから機器の区分ごとの使用例ほかについて確認

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 5502(2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鑄鉄品」の FCD400 及び FCD450 について、クラス 3.4 配管、クラス 3 弁、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可にされている。また、「第 2 章 材料への特別要求事項」に次のように規定されている。

日本産業規格 JIS G 5502 「球状黒鉛鑄鉄品」 最高使用圧力が 2.4MPa を超えるクラス 3 配管には、日本産業規格 JIS G 5502 「球状黒鉛鑄鉄品」を使用してはならない。

しかし、「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」には当該材料は規定されていない。「JIS B 8285 圧力容器の溶接施工法の確認試験」における溶接施工法の母材の区分にも当該材料は規定されていない。設計・建設規格 2020 では、当該材料は「PPD-2330 破壊靱性試験の方法及び判定基準」に記載されているのみであり、弁の設計に使用する「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力 (クラス 3 弁)」にも記載されていない

²³² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (25)

い²³³。機器の区分ごとに想定する使用例と、「第 2 章 材料への特別要求事項」の出典について、日本機械学会は、次のように説明している²³⁴。

調査した範囲では使用実績は確認できませんでしたが、将来的に新型炉で使用する可能性は否定できませんので、選択肢として残しておきたいと考えております。

なお、特別要求事項の内容につきましては、告示 501 号の時代から一貫しております。

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 5502(2001+2007 追補 1)球状黒鉛鋳鉄品」の FCD400 及び FCD450 について、クラス 3.4 配管、クラス 3 弁、クラス 1～3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可とされているが、縦弾性係数の分類番号が規定されていない。当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法について、日本機械学会は、次のように説明している²³⁵。

縦弾性係数の分類番号を規定していないのではなく、「本規定の分類番号に該当することが化学成分及び機械的性質より立証できる場合にあっては、当該分類番号を用いることができる。」と規定しております。

当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法につきましては材料規格の範疇ではありません。

(追而)

4. 2. 2. 3 6 JSME-N3 合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

①GSTH をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 36 JSME-N3 合金鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

クラス 4 配管の PPH-2121、PPH-2130 溶接する母材の規定を満足する材料である。一方、溶接施工法確認試験の母材の区分に記載がない。(追而)

²³³ 「JIS B 2051:2020 可鍛鋳鉄弁及びダクタイル鋳鉄弁」、「JIS B 8210:2017 安全弁」には引用規格として記載がある。

²³⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (26)

²³⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (27)

4. 2. 2. 37 JSME-N4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ①GLF1、GLF2 及び GLF3 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 37 JSME-N4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ①GLF1、GLF2 及び GLF3 は材料規格 2012 年版において、クラス 1 容器、クラス MC 容器、炉心支持構造物及びクラス 4 配管を除く、クラス 2 容器から支持構造物まで適用可能な、材料成分、機械的性質及び破壊靱性を有する材料であり、設計・建設規格のクラス 4 配管の各規定を十分満足する材料である。したがって、GLF1、GLF2 及び GLF3 をクラス 4 配管に使用可とすることは妥当と判断する。

4. 2. 2. 38 JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ①GSTPL をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. x xxxxx の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

- ① 「JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管」について、GSTPL はクラス 4 配管を除く、クラス 1 容器から支持構造物まで適用可能な、材料成分、機械的性質及び破壊靱性を有する材料であり、設計・建設規格のクラス 4 配管の各規定を (追而)。

4. 2. 2. 39 JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品

(1) 変更の内容

- ①GSC1、GSC2 及び GSC3 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 39 JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ①「JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品」について、GSC1、GSC2 及び GSC3 はクラス 4 配管を除く、クラス 1 容器から支持構造物まで適用可能な、材料成分、機械的性質及び破壊靱性を有する材料であり、設計・建設規格のクラス 4 配管の各規定を[追而]。

4. 2. 2. 40 JSME-N7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒

(1) 変更の内容

- ①G13CR1 及び G13CR2 をクラス 1~4 配管、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

表 4. 2. 2. 40 JSME-N7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 上位の機器等の区分で使用可としている材料は、下位の機器等の区分においても使用を可とした理由として、①「従来からクラス 3 配管への使用を認めていることに合わせてクラス 4 配管で使用可能とした。」、②「JSME-N7 (1 種、2 種) 及び JSME-N8 (1 種) については、相当する ASME 材との整合により、クラス 1 配管への使用を可とし、上位クラス機器に準拠して、クラス 2、3、4 配管への使用も可とした。」、③「設計・建設規格で、下位クラス配管の材料に上位クラスの配管の材料を適用してよいことが規定されている。」とのことであるが、上記②「JSME-N7 (1 種、2 種) 及び JSME-N8 (1 種) については、相当する ASME 材との整合により、クラス 1 配管への使用を可とし、上位クラス機器に準拠して、クラス 2、3、4 配管への使用も可とした。」はどのような技術的根拠に基づいて使用を可としたのかについて、日本機械学会は、次のように説明している²³⁶。

ASME 規格において S_y 値、 S_u 値に加えて設計係数 3 ベースの S_m 値が規定されており、炉心支持構造物に使用可とされている。(表 JSME 規格と ASME 規格の比較整理表)

材料規格の S_m 値、 S_y 値は ASME 規格をもとに策定している。

材料規格では、クラス 1 容器での使用は可とはしていないが、材料選定の自由度を高めるために、ASME 規格での適用機器に限定せずに、許容値に基づき適用可能機器を幅広く追加設定し、炉心支持構造物に加え、クラス 1 配管及び支持構

²³⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2 : 2. (2) (a)

- ・ 降伏点 50ksi (345MPa) 及び引張強さ 90ksi (621MPa) の場合 (JSME N-8 1 種棒材の直径 32mm 以上 38mm 未満に対応)、降伏点が 65 ksi (448MPa) 及び引張強さが 95ksi (655MPa) (JSME N-8 棒材の直径 25mm 以上 32mm 未満に対応) の場合、降伏点が 80MPa (552MPa) 及び引張強さ 100ksi (689MPa) (JSME N-8 棒材の直径が 19 以上 25 未満に対応) の場合並びに降伏点が 95ksi (655 MPa) 及び引張強さ 110ksi (759 MPa) (棒材の直径が 19 未満に対応) の場合、ASME Code Sec. II に規定の降伏点を用いること及び 40℃ 以上で許容応力として永久ひずみを抑制するための制限を用いることが規定されている。
- ・ さらに、降伏点が 80MPa (552MPa) 及び引張強さ 100ksi (689MPa) (JSME N-8 棒材の直径が 19 以上 25 未満に対応) の場合及び降伏点が 95ksi (655 MPa) 及び引張強さ 110ksi (759 MPa) (棒材の直径が 19 未満に対応) の場合、引張強さの上限が規定されている。それぞれ前者では、965MPa , 後者では 1035MPa である。
- ・ また、材料に及ぼす温度及び環境の影響を考慮することが追加された上で、炉心支持構造物のみ限定した使用を規定されている。
- ・ 本材料については NRC は R. G. 1. 84 Rev. 38 で炉心支持構造物用のみとして使用機器を限定している。

ASME Code Sec. II partD の note (7) 仮訳
 40℃ 以上で、設計応力強さが 662/3% を超え降伏点 (0.2% オフセット) の 90% まで達する可能性がある。これにより、0.1% の永久ひずみが発生する。この変形は許容できない量である場合、設計者は設計応力強さを許容可能なひずみとなるまで設計応力強さを低減すべきである。ASME Sec. II, PartD, Subpart 1, Table Y-2 には Section IIPartD, Subpart 1 に示されている降伏点の値に乗ずる係数が記載されている。この係数により永久ひずみを低い水準にする。

ASME 相当材について、日本機械学会は ASME Code case を例に上位機器に使用可能な材料を下位の機器に適用できるとしたが、例に挙げた ASME Code case は炉心支持構造物又はクラス 1 機器に限定し、制限が設けられているものであり、これにより下位の機器に適用することはできないことが示されている。したがって、JSME-N7 (1 種、2 種) 及び JSME-N8 (1 種) のクラス 1 配管への使用を可とし、上位クラス機器に準拠して、クラス 2、3、4 配管への使用も可としたことは妥当とは判断できない。

- ASME 相当材について、上位の機器に適用可能な材料を下位に適用する例として ASME Code case 相当材を例に挙げているが、ASME Code case の場合、元々適用範囲を限定して ASME 規格委員会の承認を得たものであり、これを材料規格に反映する場合も、元々の ASME Code case 適用範囲を満足することが必要であると考え。
- JSME N-7 及び N-8 は ASME Code case 相当材であり、元の条件も合わせて、以下のようにすることにはどうか。
 - 「JSME N-713 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒」はクラス 1 機器及び炉心支持構造物のみ適用可とする。
 - 「JSME N-8 高温用ステンレス鋼棒材」は炉心支持構造物のみ適用可としてはどうか。

- 上記に合わせて、JSME N-8 1種については、40℃以上において永久ひずみを制限するために、ひずみ抑制を考慮した応力（例：材料規格で規定されている設計応力強さと降伏点に「ASME Code Sec. IIPartDTable Y-2 Factors for Limiting Permanent Strain in High Nickel、High Nickel alloy and High alloy Steels」(TABLE Y-2 参照) に規定される制限すべき永久ひずみに対応した係数を降伏点に乗った応力と設計応力強さの大きい方を許容応力とする方法。)も適用することにはどうか。
- JSME N-8 1種棒材の直径19mm未満の場合は引張強さの上限を1035MPa MPa、棒材の直径が19以上25未満の場合は引張強さの上限を965 MPa とすることとしてはどうか。

4. 2. 2. 4 1 JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材

(1) 変更の内容

- ①G316CW1 をクラス 1~4 配管、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可に変更

表 4. 2. 2. 41 JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ①「4. 2. 2. 4 0 JSME-N7 13クロム鋼鍛鋼品及び13クロム鋼棒」の「(3) 検討の結果」①参照。

4. 2. 2. 4 2 JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ①GSUS317J4L の各温度における S 値を変更

表 4. 2. 2. 42 JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①JSME-N11「耐食ステンレス鋼鍛鋼品」GSUS317J4L について、新規材料採用ガイドラインに基づきボルト材の S 値を見直し、JIS 材との相違に関する解説を追記した。²³⁹

²³⁹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：19 頁の番号 2

(3) 検討の結果
(追而)

4. 2. 2. 43 JSME-N12 耐食耐熱合金

(1) 変更の内容

- ① GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB、GNCF1-B、GNCF2 及び GNCF3 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② GNCF1 を GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B に細区分し、外圧チャート図番を α から 21 に変更
- ③ 1 種の GNCF1 を GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B に細区分し、常温最小引張強さ及び常温最小降伏点の値を前記細区分と寸法区分により変更し、1 種の GNCF1、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 の設計係数を 4 から 3.5 にし、S 値を変更
- ④ 1 種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 に各温度における S_y 値を追記し、GNCF1-P 及び GNCF1-B の寸法区分に対する注書き S32)～S35)を追記
- ⑤ 1 種の GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及び GNCF1-B、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 に各温度 (75°C、225°C 及び 275°C を除く) における S_u 値を追記し、GNCF1-P 及び GNCF1-B の寸法区分に対する注書き S33)～S36)を追記

表 4. 2. 2. 43 JSME-N12 耐食耐熱合金の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①
- ②一部の外圧チャートについて ASME 規格と整合させるとともに対応する外圧チャートのデジタル値を追加し、補間式を与えた。
設計において外圧チャートを用いる際の利便性が向上する²⁴⁰。

²⁴⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 8, 9 頁

外圧チャートの見直し(例)

Part 3 第 3 章 表 III 炭素鋼(常温最小降伏点が 210MPa 以上 410MPa 未満のもの)及び
ステンレス鋼(SUS410 及び SUS410TiTB)

温度(°C)	A	B (MPa)	温度(°C)	A	B (MPa)
150	1.76×10^2	1.72	425	2.23×10^2	1.72
	7.83×10^4	7.79×10^1		5.05×10^4	3.94×10^1
	8.00×10^4	7.86×10^1		1.00×10^5	4.90×10^1
	9.00×10^4	8.14×10^1		1.50×10^5	5.48×10^1
	1.00×10^5	8.48×10^1		2.00×10^5	5.79×10^1
	2.00×10^3	1.03×10^2		3.00×10^3	6.14×10^1
	3.00×10^3	1.12×10^2		3.19×10^3	8.55×10^1
	4.00×10^3	1.16×10^2		1.00×10^1	8.55×10^1
	5.00×10^3	1.19×10^2		2.37×10^3	1.72
	2.50×10^2	1.21×10^2		4.28×10^4	3.10×10^1
260	1.94×10^2	1.72	480	1.50×10^3	4.69×10^1
	6.75×10^4	6.21×10^1		2.00×10^3	5.07×10^1
	9.00×10^4	6.65×10^1		3.00×10^3	5.45×10^1
	1.00×10^5	6.89×10^1		8.00×10^2	6.34×10^1
	2.50×10^3	8.27×10^1		3.00×10^1	7.65×10^1
	3.00×10^3	8.56×10^1		1.00×10^1	7.65×10^1
	8.00×10^2	9.79×10^1			
	1.00×10^2	1.01×10^2			
	1.50×10^2	1.07×10^2			
	2.00×10^2	1.11×10^2			
370	2.80×10^2	1.17×10^2			
	1.00×10^1	1.17×10^2			
	2.13×10^5	1.72			
	5.64×10^4	4.69×10^1			
	1.00×10^3	5.52×10^1			
	3.00×10^3	6.96×10^1			
	1.00×10^2	8.34×10^1			
2.64×10^2	9.51×10^1				
1.00×10^1	9.51×10^1				

【備考】中間の値は、次式によって計算する。

$$B = B_2 \times \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{\frac{\log(A_2/A_1)}{\log(A_2/A_1)}}$$

添字 1、2 は表に与えられた隣接する 2 点の値であることを示す。

③～⑤JSME-N12「耐食耐熱合金」GNCF2 及び GNCF3 の S 値を設計係数 4.0 ベースの値から設計係数 3.5 ベースの値に見直すとともに、Sy 値及び Su 値を追加した。²⁴¹

JSME-N12「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、告示第 501 号への取込み時に参照された ASME-SB443 (N06625) 等を対象に ASME 相当材を同定し、ASME 相当材の Sy 値及び Su 値を取込み、それらを基に新規材料採用ガイドラインに従い S 値を再設定した。²⁴²

(3) 検討の結果

- ① (追而)
- ② (追而)
- ③ 「Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」、「JSME-N12 耐食耐熱合金」の 1 種の GNCF1、2 種の GNCF2 及び 3 種の GNCF3 の設計係数が 4 から 3.5 に変更されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁴³。

²⁴¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3: 17 頁の番号 3

²⁴² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3: 19 頁の番号 1

²⁴³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II 1. (50)

同定した ASME 相当材をベースに S_y 値及び S_u 値を追加するとともに、これらに基づいて S 値を 3.5 ベースの値に見直しております。(GNCF1：発電用設備規格委員会投票番号 No. 250 項目番号 1 参照、GNCF2、GNCF3：発電用設備規格委員会投票番号 No. 225 項目番号 4 参照)

(追而)

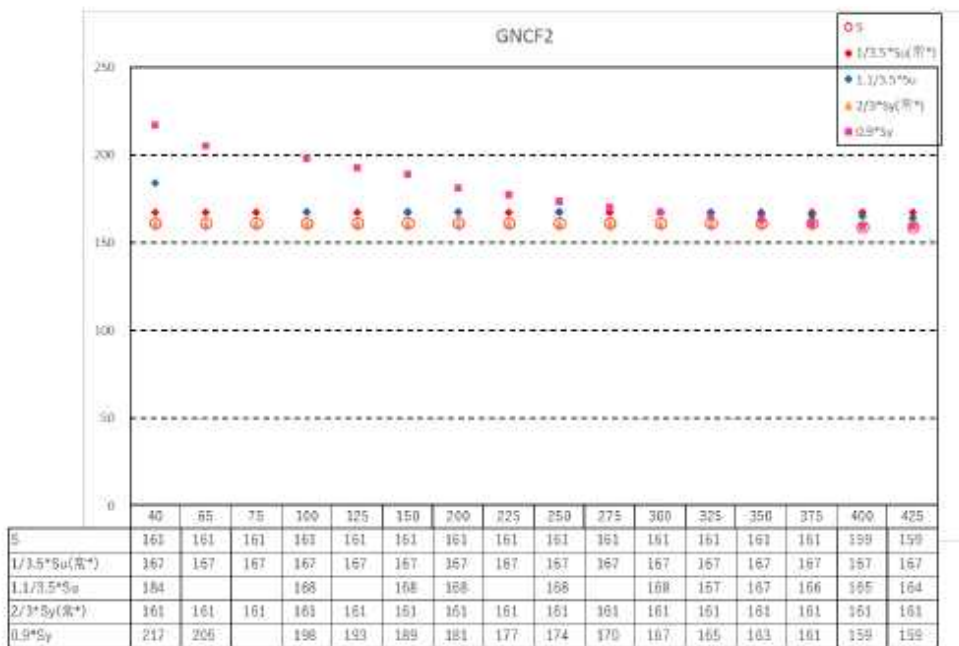
(4) 変更点以外の評価

(a) GNCF2 及び GNCF3 の S 値を ASME 相当材と同定した材料を用いて求めた過程について確認

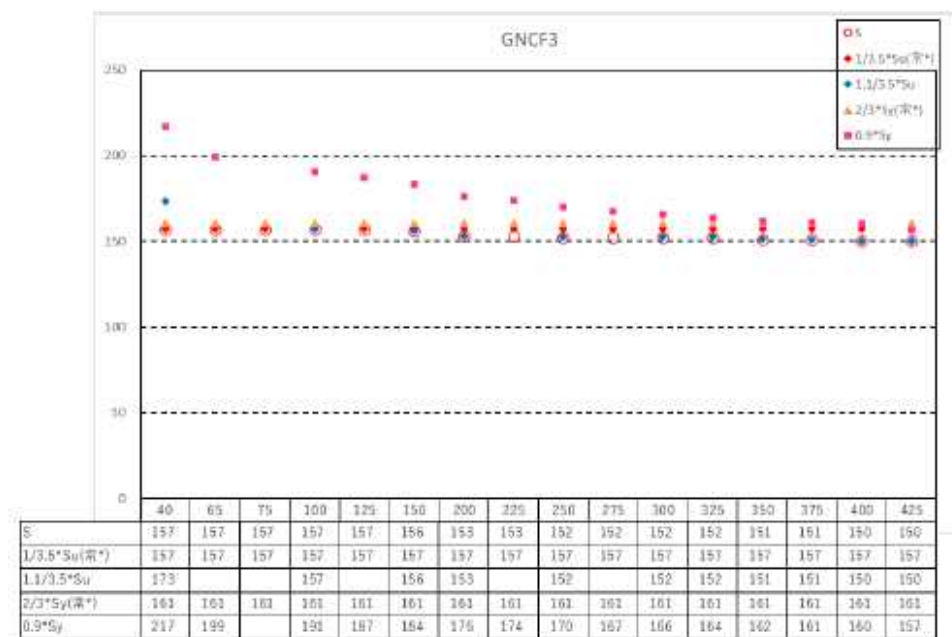
GNCF2 及び GNCF3 について ASME 相当材と同定した材料を用いて、 S_y 値及び S_u 値から許容引張応力 S を求めています。その技術的根拠を GNCF-1 について示した図表と同様のものを示して下さい。

GNCF2 及び GNCF3 の S 値の見直しにつきましては、「第 1 回設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム」における資料「発電用原子力設備規格 材料規格 (2020 年版) JSME S NJ1-2020 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 2 月 2 日」の 2(3)(c)に記載しました。

GNCF2 及び GNCF3 に対する GNCF1 について示した図表と同様の図表を以下に示します。²⁴⁴



²⁴⁴第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 参考資料 3-7：II.3.(7)



(追而)

4. 2. 2. 44 JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

①GSUSF304 及び GSUSF316 の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 44 JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①Part3 第 1 章 表 3「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第 1 章表 5「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017 年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した²⁴⁵。

(3) 検討の結果

²⁴⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3： 25 頁の番号 3

- ① 「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、GSUSF304 及び GSUSF316 の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁴⁶。

2019年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 45 JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管

(1) 変更の内容

- ①GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 45 JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①Part3 第1章 表3 「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第1章表5 「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²⁴⁷

(3) 検討の結果

²⁴⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (51) (g)

²⁴⁷ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁の番号 3

- ①「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁴⁸。

2019年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 46 JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ①GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 46 JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①Part3 第1章 表3「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第1章表5「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²⁴⁹

(3) 検討の結果

²⁴⁸ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (h)

²⁴⁹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 25 頁の番号 3

- ①「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁵⁰。

2019年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 47 JIS JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒

(1) 変更の内容

- ① ボルト材を除く GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更
- ② ボルト材の GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更

表 4.2.2.47 JIS JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①Part3 第1章 表3「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第1章表5「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²⁵¹

²⁵⁰ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (51) (i)

²⁵¹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：25 頁の番号 3

(3) 検討の結果

- ①「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁵²。

2019年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 48 JSME-N19 熱間圧延耐食ステンレス鋼

(1) 変更の内容

- ①題目を「熱間圧延耐食ステンレス鋼板」から「熱間圧延耐食ステンレス鋼」に変更し、GSUS304HP 及び GSUS316HP の 450℃以上の S 値を変更

表 4. 2. 2. 48 JSME-N19 熱間圧延耐食ステンレス鋼の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①Part3 第1章 表3「鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び Part3 第1章表5「ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値について 2017年版 ASME 規格を参照して見直した。

この見直しに伴い、ASME 規格において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について 25℃までの使用に制限した。

また、ASME 相当材が同定されておらず、高温での使用ニーズのない JIS G 4317「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限した。²⁵³

²⁵² 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (51) (h)

²⁵³ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合 資料 1-1-3：25 頁の番号 3

(3) 検討の結果

- ① 「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」において、GSUS304HP 及び GSUS316HP の 450℃以上の S 値が変更されている。変更の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁵⁴。

2019年追補にて「800℃までの高温 S 値の見直し (ASME 規格との不整合箇所の整合化)」を行っております。

改定内容は、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」における 450℃～800℃の規定値及び「Part3 第1章表5 ボルト材の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」を、最新 ASME 規格 (2017)を参照した見直しです。

この見直しに伴い、Sec. VIII-1 において 425℃までの使用に制限されている SA-358 の相当材である JIS G 3468 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」についても同様としております。なお、ASME 相当材が同定されていない JIS G 4317 「熱間成形ステンレス鋼形鋼」についても 425℃までの使用に制限しております。

(発現用設備規格委員会投票番号 No. 441 ; 参考資料 2 参照)

(追而)

4. 2. 2. 49 JSME-N20 耐食耐熱超合金棒

(1) 変更の内容

- ①GNCF600B をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 49 JSME-N20 耐食耐熱超合金棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 50 JSME-N21 耐食耐熱超合金板

(1) 変更の内容

- ①GNCF600P をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4. 2. 2. 50 JSME-N21 耐食耐熱超合金板の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

²⁵⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (51) (h)

--	--

- (2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)
- (3) 検討の結果
(追而)

4. 2. 2. 5 1 JIS H 3100(2018)銅及び銅合金の板及び条

(1) 変更の内容

- ①種別 C7150 について、記号 C7150P-F を C7150PV-F に変更し、常温最小降伏点の値が 125MPa の厚さ区分の S 値を削除 (JIS 規格値どおり)

表 4. 2. 2. 51 JIS H 3100(2018)銅及び銅合金の板及び条の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

- (2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)
- (3) 検討の結果
(追而)

(4) 変更点以外の評価

- (a) 「耐力値について規定がない C1020P、C1201P、C4621P、C6161P、C6280P 材を使用可とすることについて確認」

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS H 3100(2018)銅及び銅合金の板及び条」の C1020P、C1201P、C4621P、C6161P、C6280P 材は、耐力値が JIS H 3100 の「表 4-1 圧力容器に使用する板及び条の機械的性質」に規定されていない。上記材料を使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁵⁵。

これらの材料の S 値は告示 501 号の時代から設定されており、運用されていることから「使用する材料の規格」からの削除は行っておりません。

(追而)

4. 2. 2. 5 2 JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒

(1) 変更の内容

- ①C1020BD-0 の記号を C1020BD(V)-0 に変更
- ②S 値の表の記号 C1020BD-0 を C1020BD(V)-0 表示に変更

²⁵⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (28)

表 4.2.2.52 JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果
(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 耐力値について規定がない C3601BD、C3602BD、C3603BD、C3604BD、C3771BD、C6161BD、C6191BD、C3602BE-F、C3604BE-F、C3771BE-F、C6161BE-F、C6161BF-FC6191BE-F、C6191BF-F 材を使用可とすること等

「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒」の表中の記号については、C1020BD(V)-0 のように「(V)」が付されているが、「(解説-2-2-40) JIS H 3250「銅及び銅合金の棒」によると、「材料の記号で(V)を追加したのは 2012 年追補 1 にて「圧力容器用に使用する場合は、引抜棒の BD の記号の後に V を付ける。」こととなったことに対応したものである。」とされている。「JIS H 3100(2018)銅及び銅合金の板及び条」では「C4640PV-F」、「C7060PV-F」及び「C7150PV-F」と表示されている。「(V)」の意味するところについて、日本機械学会は、次のように説明している²⁵⁶。

JIS H 3100(2018)の「表 1—板及び条の名称, 種類, 等級及び種類の記号」の「注」に、「圧力容器に使用する板及び条は, 種類の記号の P, PS, R 又は RS の後に V を付ける。」と記載されておりますので、「(V)」の意味するところは、「Vessel」であると推察しております。

「JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒」の C1020BD、C3601BD、C3602BD、C3603BD、C3604BD、C3771BD、C6161BD、C6191BD 材には「(V)」が付されていますが、JIS の「表 6—圧力容器用に使用する棒の機械的性質」において引張強さ及び耐力が規定されているのは、C1020BD のみである²⁵⁷。これらを使用可としている根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁵⁸。

これらの材料の S 値は告示 501 号の時代から設定されており、運用されていることから「使用する材料の規格」からの削除は行っておりません。

「JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒」は製法が押出又は鍛造の C3602BEF、C3604BE-

²⁵⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (29)

²⁵⁷ 参考：最新の 20121 年版では「表 1—棒の名称及び種類の記号」の注 b)において、「圧力容器用に使用する C1020BD、C1100BD、C1201BD 及び C1220BD を圧力容器に使用する場合は、製品記号は、製法記号を付与した種類の記号の後に V を付ける。例 C1020BDV」と規定されている。(2022/09/27 付け 2020 年版正誤表あり)

²⁵⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (a)~(c)

F、C3771BE-F、C6161BE-F、C6161BF-FC6191BE-F、C6191BF-F 材が使用可と規定されているが、JIS H 3250 の「表 6-圧力容器用に使用する棒の機械的性質」においては耐力の規定はない²⁵⁹。

これらの材料の S 値は告示 501 号の時代から設定されており、運用されていることから「使用する材料の規格」からの削除は行っておりません。

また、これらの材料は、クラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可と規定されている。支持構造物の許容引張応力は F 値 (Sy ベース) が基本だが、支持構造物に使用可とした根拠 (又は、耐力規定のない材料の F 値の定め方) について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁰。

これらの材料は告示 501 号の時代からクラス 1~3 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用可とされており、運用されていることから「使用する材料の規格」からの削除は行っておりません。

なお、第 2 回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

(追而)

4. 2. 2. 53 JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管

(1) 変更の内容

- ① C1020T-0、C1020TS-0、C1020T-0L、C1020TS-0L、C1020T-1/2H、C1020TS-1/2H、C1201T-0、C1201TS-0、C1201T-0L、C1201TS-0L、C1201T-1/2H、C1201TS-1/2H、C1201T-H、C1201TS-H、C1220T-1/2H、C1220TS-1/2H、C1220T-H、C1220TS-H、C2300T-0、C2300TS-0、C2300T-0L、C2300TS-0L、C4430T-0、C4430TS-0、C7100T-0 及び C7100TS-0 をクラス 3 ポンプに使用可に変更
- ② C1020T-H、C1020TS-H、C1220T-0、C1220TS-0、C1220T-0L、C1220TS-0L、C7060T-0 及び C7060TS-0 をクラス 2 配管、クラス 2, 3 ポンプ及びクラス 2 弁に使用可に変更
- ③ C7150T-0 及び C7150TS-0 をクラス 2 配管、クラス 1~3 ポンプ及びクラス 1, 2 弁に使用可に変更

表 4. 2. 2. 53 JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

²⁵⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (a)~(c)

²⁶⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (a)~(c)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) C1020、C1201、C1220、C2300 及び C7100 の常温最小降伏点に 0.5%耐力を適用及び C2600、C6870、C6871 及び C6872 材について耐力の規定がないことについて

「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」の以下の材料は、耐力の規定のない材料であるが、使用可とされている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶¹。

(追而)

「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」は「第 2 章 材料への特別要求事項」において、次のように規定されている。

日本産業規格 JIS H 3300「銅及び銅合金の継目無管」
以下の材料にあつては、JIS 規格に降伏点又は耐力の規定はないが、Part3 第 1 章 表 4 に規定する常温最小降伏点 (0.5%耐力) の値に適合すること。
C1020
C1201
C1220
C2300
C7100

JIS H 3300 の「表 4—圧力容器用高強度銅管及び銅合金管の最小耐力」においては C4430、C7060 及び C7150 材の最小 0.2%耐力値が規定され、これら以外の C2600、C6870、C6871 及び C6872 材については耐力の規定がない²⁶²。「第 2 章 材料への特別要求事項」が、常温最小降伏点を 0.5%耐力としている根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶³。

これらの材料 (C1020、C1201、C1220、C2300、C7100) は ASME 材と相当材の関係にあります。

ASTM においてこれらの材料の降伏点は 0.5%耐力となっております。

(追而)

4. 2. 2. 5 4 JIS H 4000(2017)アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条

(1) 変更の内容

①A1100P-0、A1100P-H12、A1100P-H14、A3003P-0、A3003P-H12、A3003P-H14、A5052P-0、A5052P-H32、A5052P-H34、A5154P-0 及び A5154P-H34 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに使用可に変更

²⁶¹

²⁶² 「JIS H 0500:1998 伸銅品用語」では、耐力について「伸銅品では、通常、オフセット法が用いられ、この場合、特に規定のない場合には、永久伸びの値を 0.2%とする。」と規定されている。

²⁶³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (d)

表 4.2.2.54 JIS H 4000(2017)アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果
(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 厚さ 0.8mm 以下で耐力値が規定されていないことから使用厚さの範囲について「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS H 4000(2006)アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条」の「表 3—板、条、厚板及び円板の機械的性質」では A3003P-H12 等は厚さが 0.8mm 以下で耐力の規定がされていない。「第 2 章 材料への特別要求事項」にも厚さの制限はないが、想定する使用厚さの範囲について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁴。

告示 501 号の時代から基本的な規定内容の変更は行っておりませんので使用実績はあるものと想定しますが具体的な想定を行っているものではありません。

(追而)

4.2.2.55 JIS H 4040(2015) アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線

(1) 変更の内容

①A1100BE-H112、A1100BES-H112、A3003BE-H112 及び A3003BES-H112 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに、A2024BE-T4、A2024BES-T4、A2024BD-T4、A2024BDS-T4、A2024WT4、A2024WS-T4、A6061BE-T6 及び A6061BES-T6 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4.2.2.55 JIS H 4040(2015) アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果
(追而)

²⁶⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (31)

(4) 変更点以外の評価

(a) A2024BD-T4、A2024BDS-T4、A2024W-T4、A2024WS-T4、A6061BE-T6 及び A6061BES-T6 材について JIS の規定と異なる常温最小引張強さ及び常温最小降伏値とすることについて

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS H 4040 (2015) アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線」は「第 2 章 材料への特別要求事項」に次のように規定されている。

日本産業規格 JIS H 4040 「アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線」
以下の材料にあつては、Part3 第 1 章 表 4 に規定する常温最小引張強さ及び常
温最小降伏点の値に適合すること。

A2024BD-T4

A2024BDS-T4

A2024W-T4

A2024WS-T4

A6061BE-T6

A6061BES-T6

常温最小引張強さ及び常温最小降伏点を JIS H 4040 (2015) の規定と異なる値とする理由と根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁵。

告示 501 号の時代から本規定内容にて運用されてきておりますが、特に改定ニーズもないことから踏襲しております。

(追而)

4. 2. 2. 56 JIS H 4080 (2015) アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管

(1) 変更の内容

①A1100TE-H112、A1100TES-H112、A3003TE-H112、A3003TES-H112、A3003TD-0、A3003TDS-0、A3003TD-H14、A3003TDS-H14、A3003TD-H18、A3003TDS-H18、A5052TE-0、A5052TES-0、A5052TD-0、A5052TDS-0、A5052TD-H34、A5052TDS-H34、A6063TE-T5 及び A6063TES-T5 をクラス 4 配管及びクラス 3 ポンプに、A6061TE-T4、A6061TES-T4、A6061TD-T4、A6061TDS-T4、A6061TE-T6、A6061TES-T6、A6061TD-T6、A6061TDS-T6、A6063TE-T6、A6063TES-T6、A6063TD-T6 及び A6063TDS-T6 をクラス 4 配管に使用可に変更

表 4.2.2.56 JIS H 4080 (2015) アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

²⁶⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (32)

- (3) 検討の結果
(追而)

4. 2. 2. 57 廃止された JIS 規格

- (1) 変更の内容

- ① 「JIS H 4552(2000)ニッケル及びニッケル合金継目無管」を規格の廃止（2017年3月21日）に伴い削除（記号 NiCu30 材は材料規格から削除）
- ② JIS H 4552(2000)「ニッケル及びニッケル合金継目無管」の廃止に伴い特別要求事項を削除

表 4. 2. 2. 57 廃止された JIS 規格の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

- (2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

- (3) 検討の結果

- ①/② 「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「JIS H 4552(2000)ニッケル及びニッケル合金継目無管」の NiCu30 管材は JIS 規格の廃止（2017年3月21日）に伴い材料規格から削除された。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁶。

JIS H 4552 (NiCu30) は使用予定がないことを確認したことから削除しております。

使用予定がないことを確認し削除したとしていることから、妥当と判断する。

4. 2. 2. 58 JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金一板及び条

- (1) 変更の内容

- ① TP270、TR270、TP340、TR340、TP480 及び TR480 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② TP340 及び TR340 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TP480 及び TR480 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更

表 4. 2. 2. 58 JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金一板及び条の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

- (2) 日本機械学会による変更の理由

²⁶⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (33)

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 59 JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金—継目無管

(1) 変更の内容

- ① TTP270、TTP340、TTP480 材をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② TTP340 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TTP480 材について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更

表 4. 2. 2. 59 JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金—継目無管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 耐力値について

「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」の「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金—継目無管」の TTP270、TTP340、TTP480 材はクラス 2, 3 容器、クラス 3, 4 配管及びクラス 3 弁に使用可と規定されているが、JIS H 4630 の「表 3—機械的性質」には耐力の値が規定されていない。耐力の規定のない材料を使用可としている理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁷。

第 2 回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

(追而)

4. 2. 2. 60 JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金—熱交換器用溶接管

(1) 変更の内容

- ① TTH270WC 及び TTH340WC を削除 (JIS H 4632(2018)で廃止) し、TTH270W、TTH340W

²⁶⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (30) (e)

をクラス 4 配管に使用可に変更

- ② TTH340W について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に変更
- ③ 溶接後冷間加工の TTH270WC 及び TTH340WC の S 値を削除

表 4.2.2.60 JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果
(追而)

(4) 変更点以外の評価
(a) 耐力値について

「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」の「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」の TTH270W、TTH340W はクラス 2, 3 容器、クラス 3, 4 配管及びクラス 3 弁に使用可と規定されているが、JIS H 4631 の「表 3 一管の機械的性質」では耐力の値が規定されていない。耐力の規定のない材料を使用可としている理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁸。

第 2 回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

(追而)

4. 2. 2. 61 JIS H 4632(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管

(1) 変更の内容

- ① TTH270C、TTH340C 及び TTH480C をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② TTH340C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に、TTH480C について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-3 に変更

表 4.2.2.61 JIS H 4632(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

²⁶⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (f)

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 耐力値について

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の「JIS H 4632(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管」の TTH270C、TTH340C 及び TTH480C はクラス 2, 3 容器、クラス 3, 4 配管及びクラス 3 弁に使用可と規定されているが、JIS H 4632 の「表3-管の機械的性質」では耐力の値が規定されていない。耐力の規定のない材料を使用可としている理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁶⁹。

第2回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

(追而)

4. 2. 2. 6 2 JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管

(1) 変更の内容

- ① TTP270W、TTP270WC、TTP340W 及び TTP340WC をクラス 4 配管に使用可に変更
- ② TTP340W 及び TTP340WC について縦弾性係数の分類番号を E5-1 から E5-2 に変更

表 4. 2. 2. 62 JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

(a) 耐力値について

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の「JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管」の TTP270W、TTP270WC、TTP340W 及び TTP340WC はクラス 2, 3 容器、クラス 3, 4 配管及びクラス 3 弁に使用可と規定されているが、JIS H 4635 の「表

²⁶⁹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (30) (g)

3-管の機械的性質」では耐力の値が規定されていない。耐力の規定のない材料を使用可としている理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁰。

第2回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

(追而)

4. 2. 2. 63 JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金棒

(1) 変更の内容

- ①TB270H、TB270C、TB340H、TB340C、TB480H及びTB480Cをクラス4配管に使用可に変更
- ②TB340H及びTB340Cについて縦弾性係数の分類番号をE5-1からE5-2に、TB480H及びTB480Cについて縦弾性係数の分類番号をE5-1からE5-3に変更
- ③特別要求事項を追加

表 4. 2. 2. 63 JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

4. 2. 2. 64 JIS G 3101(2017)一般構造用圧延鋼材

(1) 変更点以外の評価

(a) JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」に規定するSS400材の使用制限の要否について

SS400は「第2章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。

日本産業規格 JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」

1. 100mmを超える板厚の場合、機械的性質は降伏点又は耐力 215MPa 以上のものに限る。
2. 最高使用圧力が 1.0MPa を超えるクラス 3 容器、クラス 3 配管又はクラス 4 配管には SS400 を使用してはならない。
3. 溶接を行う場合にあつては、炭素の含有量が 0.30%以下であつて P 及び S の含有量がそれぞれ 0.035%以下のものに限る。

²⁷⁰ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (30) (h)

しかし、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)において、SS400 は「次の 2.1)～2.4)に示す耐圧部分に使用できない」と規定されている。

- | |
|--|
| <p>「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)</p> <p>2.1) 設計圧力が 1.6MPa を超える圧力容器の胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分</p> <p>2.2) 設計圧力が 1MPa を超える圧力容器で、分類 A の継手がある胴及び溶接継手がある鏡板</p> <p>2.3) 溶接継手の母材の厚さが 16mm を超える胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分</p> <p>2.4) 致命的物質または毒性物質を保有する胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分</p> |
|--|

これらの制限を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷¹。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんが、基本的に参照もしておりませんが、材料規格では、「溶接を行う場合にあっては、炭素の含有量が 0.30% 以下であって P 及び S の含有量がそれぞれ 0.035% 以下のものに限る。」と特別要求事項を課しております。

(追而)

4.2.2.65 JIS G 3106(2017)溶接構造用圧延鋼材

(1) 変更点以外の評価

(a) JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」に規定する SM400A、SM490A 及び SM490YA 材の使用制限の要否について
SM400A, B, C、SM490A, B, C、SM490YA, YB、SM520B、SM520C 及び SM570 については「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。

- | | |
|---|--------|
| 日本産業規格 JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」 | |
| ① クラス MC 容器、クラス 2 機器、クラス 1 支持構造物及びクラス MC 支持構造物に使用する場合、SM400B、SM400C、SM490B、SM490C、SM490YB、SM520B、SM520C 及び SM570 にあっては、以下の板厚のものに限る。 | |
| 種類の記号 | 板厚(mm) |
| SM400B、SM400C、SM490B、SM490C | ≦100 |
| SM490YB、SM520B、SM520C、SM570 | ≦75 |
| ② 最高使用圧力が 2.9MPa を超える機器には、日本産業規格 JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」を使用してはならない。 | |

しかし、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)においては、SM400A、SM490A、SM490YA は「次の 2.1)～2.4)に示す耐圧部分に使用できない」と規定されている。

「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)
--

²⁷¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1.(4)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 2.1) 設計圧力が 1.6MPa を超える圧力容器の胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 2.2) 設計圧力が 1MPa を超える圧力容器で、分類 A の継手がある胴及び溶接継手がある鏡板 2.3) 溶接継手の母材の厚さが 16mm を超える胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 2.4) 致命的物質または毒性物質を保有する胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分 |
|---|

これらの制限を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷²。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんし、基本的に参照もしておりません。材料規格では、SM400A、SM490A、SM490YA についてはクラス MC 容器、クラス 2 機器、クラス 1 支持構造物及びクラス MC 支持構造物への使用を認めておりませんし、告示 501 号の時代より同様の特別要求事項としておりますが、問題は生じておりません。

(追而)

4. 2. 2. 66 JIS G 3118(2017)中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板

(1) 変更点以外の評価

(a) 熱加工制御で製造された SGV410、SGV450 及び SGV480 材の使用可否について

「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」、「JIS G 3118(2017)中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SGV410、SGV450 及び SGV480 は、同規格の「4.2 鋼板の熱処理」c) において「厚さ 100mm 以下の鋼板は受渡当事者間の協定によって熱加工制御を行ってもよい。」と規定し、「6. 炭素当量及び溶接割れ感受性組成」で「熱加工制御を行う SGV450 及び SGV480」は、炭素当量 $C_{eq} (=C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5 +Mo/4+V/14)$ 及び溶接割れ感受性組成 $PCM (=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+ Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B)$ が規定されている。熱加工制御で製造された SGV410、SGV450 及び SGV480 材の使用可否について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷³。

熱加工制御で製造された材料であっても JIS の仕様に適合した材料であれば基本的に材料規格で使用できることとしております。

(追而)

4. 2. 2. 74 JIS H 5120(2016)銅及び銅合金鋳物

(1) 変更点以外の評価

(a) 耐力値について規定のない CAC402、CAC403 及び CAC407 をクラス 3 支持構造物に使用可としたこと、耐力値が参考として記載されている CAC406 材を特別要求事項

²⁷² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (5)

²⁷³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (7)

に記載することほかについて

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の「JIS H 5120(2016)銅及び銅合金鋳物」のCAC402、CAC403 及びCAC407はクラス3,4配管、クラス3弁及びクラス3支持構造物に使用可と規定されているが、JIS H 5120の「表3—管の機械的性質及び電気的性質」では耐力の値が規定されていない。支持構造物の許容引張応力はF値(Syベース)が基本であるが、支持構造物に使用可とした根拠(又は、耐力規定のない材料のF値の定め方)について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁴。

第2回の検討チーム会合において支持構造物の設計の例外として「ハンガーロッド又はばねを用いる支持構造物」の「設計・建設規格」での規定を説明させて頂きました。

CAC406はクラス3,4配管、クラス3弁及びクラス3支持構造物に使用可と規定されている。JIS H 5120の「表3—管の機械的性質及び電気的性質」では耐力の値が参考として記載され、注a)において「使用者の参考として記載。受渡当事者間の協定によって適用してもよい。」と規定されている。これを「第2章 材料への特別要求事項」として記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁵。

JISにおいて0.2%耐力は当事者間の協定の際の参考としていることから特別要求事項としておりません。また、現状の運用において不都合は生じておりません。

CAC402、CAC403、CAC406 及びCAC407 並びに「JIS H 5121(2016)銅合金連続鋳造鋳物」のCAC402C、CAC403C、CAC406C 及びCAC407Cには、縦弾性係数の分類番号が規定されていない。当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁶。

縦弾性係数の分類番号を規定していないのではなく、「本規定の分類番号に該当することが化学成分及び機械的性質より立証できる場合にあっては、当該分類番号を用いることができる。」と規定しております。

当該材料を用いた機器の耐震設計における固有振動数解析の方法につきましては材料規格の範疇ではありません。

(追而)

(b) CAC402、CAC403、CAC406、CAC407のS値について、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」との関係について

「Part3 第1章 表4 非鉄材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力S値(MPa)」、「JIS H 5120 銅及び銅合金鋳物」のCAC402、CAC403、CAC406、CAC407のS値は変更されていないが、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「表B.4—非鉄金属材料の許容引張応力」(注記2により鋳造品品質係数0.80を適用済)

²⁷⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1: II.1. (30) (i)

²⁷⁵ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1: II.1. (34)

²⁷⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1: II.1. (35)

とは各温度におけるS値が異なっている²⁷⁷。この根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁸。

材料規格はJIS B 8265(2017)「圧力容器の構造—一般事項」を参照しておりません。

(追而)

4. 2. 2. 75 JIS H 5121 銅合金連続铸造铸物

(1) 変更点以外の評価

(a) CAC402C、CAC403C、CAC406C、CAC407CのS値について、「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」との関係について

「Part 3 第1章 表4 非鉄材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力S値(MPa)」、「JIS H 5121 銅合金連続铸造铸物」のCAC402C、CAC403C、CAC406C、CAC407CのS値が規定されているが、「JIS B 8265(2017) 圧力容器の構造—一般事項」の「表B.4—非鉄金属材料の許容引張応力」には当該材料のS値は規定されていない。材料規格において規格値を設定した理由と根拠について、日本機械学会は、次のように説明している²⁷⁹。

設計・建設規格(2005)の「付録材料図表 Part 5 表6 非鉄材料(ボルト材を除く)の各温度における許容引張応力S(MPa)」の値を踏襲しております。

なお、「常温最小引張強さ」はJISの規格値に合わせております。

(追而)

4. 2. 3 使用可能材料の機器等の区分

本規格は使用可能材料の機器等の区分について規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 他規格等の材料を取り込む際の考え方について

材料規格2020は、ASME Sec. II、JIS B8267「圧力容器の設計」を取り込んだ、JIS 圧力容器規格(Design by Rule)の考え方に基づいて設計係数を見直ししなかった等の説明があった²⁸⁰。どのような考え方で他の規格等を取り込んでいるのについて、日本機械学会は、次のように説明している。

(追而)

²⁷⁷ 例：材料規格ではCAC402の100℃におけるS値が60MPaであり、係数0.8を乗ざると $60 \times 0.8 = 48$ 。JIS B 8265では47MPaとなる

²⁷⁸ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II 1. (54)

²⁷⁹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II 1. (55)

²⁸⁰ 第1回設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム資料1-3-2 p2等

(b) 上位クラスの使用可能材料を下位クラスに取り込む際の考え方について
 上位の機器等の区分で使用可としている材料は、下位の機器等の区分においても使用を可としたとのことである。その考え方について日本機械学会は、次のように説明している²⁸¹。

従来からクラス3配管への使用を認めていることに合わせてクラス4配管で使用可能とした。

□JSME-N7 (1種、2種) 及び JSME-N8 (1種) については、相当する ASME 材との整合により、クラス1配管への使用を可とし、上位クラス機器に準拠して、クラス2、3、4配管への使用も可とした。

設計・建設規格で、下位クラス配管の材料に上位クラスの配管の材料を適用してよいことが規定されている。

Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格

材料の規格			機器等の区分														縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外注チャート図番								
種類	種別/質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスM C容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁	クラス3弁				クラス1支持構造物	クラス2支持構造物	クラス3支持構造物	クラスM C支持構造物	炉心支持構造物			
JSME-N1 低温用合金鋼ボルト材	1種	GBL1																						E1-5	TE1	X	
	2種	GBL2																						E1-3			
	3種	GBL3	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-5			
	4種	GBL4																						E1-4			
	5種	GBL5																									
JSME-N2 高温高圧用合金鋼ナット材	1種	GNH1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-7	TE3	X	
	2種	GNH2																						E1-3			
JSME-N3 合金鋼鍛鋼品		GSTH	-	○	○	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	E1-5	TE1	X	
JSME-N4 低温用炭素鋼鍛鋼品 及び低温用合金鋼鍛鋼品	1種	GLF1	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-1	TE1	X	
	2種	GLF2																									
	3種	GLF3																						E1-4			
JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管		GSTPL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-1	TE1	X	
JSME-N6 炭素鋼鍛鋼品	1種	GSC1																							E1-1	TE1	X
	2種	GSC2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	3種	GSC3																									
JSME-N7 13クロム鋼鍛鋼品 及び13クロム鋼棒	1種	G13CR1	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	E1-8	TE5	X	
	2種	G13CR2					○	○	○	○							○	○	○	○	○	○	○				
JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材	1種	G316CW1	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	E1-9	TE6	X	
	2種	G316CW2					○	○	○	○							○	○	○	○	○	○	○				
JSME-N9 耐熱ステンレス鋼	1種	GXM1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-9	TE7	X	
	2種	GXM2					○	○	○	○							○	○	○	○	○	○	○				
JSME-N10 耐食ステンレス鋼鍛鋼品		GSCS16	-	○	○	-	○	○	○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	-	E1-9	TE7	X	
JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品		GSUS317J4L	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	-	E1-11	TE7	13	

ASME 相当材については、使用の可否を ASME 規格と整合させたとする一方で、クラス1容器と炉心支持構造物については、見直しをしなかった考え方について、また、ASME 相当材はどのように定義されるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している²⁸²。

クラス1容器や炉心支持構造物に使用される材料については、これまでの適用可/不可の範囲で特段の不都合は生じておらず、かつ実用上使用される材料は限定されるため、適用拡大の見直しは行わなかった。

²⁸¹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2: 2, 3 頁

²⁸² 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2: 4 頁

回答 2. (3) 「ASME 相当材と同定した材料」の(a) を参照願います。

材料の化学成分、機械的性質、QC/QA の観点から「使用する機器等の区分」について各々の材料間の整合化を図ったとあり、日本機械学会は、次のように説明している²⁸³。

2014 年追補における「Part2 第 1 章表 1 使用する材料の規格」の改定の結果、ASME 相当材が存在するか否かによって、同じ JIS の同様な材料の中で使用可能クラスに違いが生じてしまった。

2015 年追補において、「使用する材料の規格」における「使用する機器等の区分」について各々の材料間の整合化を図った。

- ・ JIS G 3203 「高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」SFVAF2
- ・ JIS G 3461 「ボイラ・熱交換機用合金鋼鋼管」STB340
- ・ JIS G 3462 「ボイラ熱交換器用合金鋼鋼管」STBA22
- ・ JIS G 4109 「ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板」SCMV1-2
- ・ JIS G 4901 「耐食耐熱超合金棒」及び JIS G 4902 「耐食耐熱超合金板」NCF750

(追而)

4. 2. 4 使用可能材料の特別要求事項

本規格は使用可能材料の特別要求事項について、「Part2 第 2 章 表 1 特別要求事項がある材料のリスト」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 「H 4551(2000)ニッケル及びニッケル合金板及び条」及び「H 4552(2000)ニッケル及びニッケル合金継目無管」を削除
- ② 「G 4901 耐食耐熱超合金棒」、「G 4902 耐食耐熱超合金、ニッケル及びニッケル合金一板及び帯」、「G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」、「G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」及び「H 4650 チタン及びチタン合金一棒」を追加

表 4. 2. 4 使用可能材料の特別要求事項の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

(追而)

²⁸³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 5 頁

(4) 変更点以外の評価

(a) 「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」に規定する STPY400 材の使用制限についての要否及びスパイラルシーム溶接の可否、スパイラルシーム溶接の可否、余盛り高さ、溶接後の冷間拡管成形及びクラス 3 弁への用途について STPY400 については「第 2 章 材料への特別要求事項」において次のように規定されている。なお、クラス 4 配管についての「第 2 章 材料への特別要求事項」は規定されていない。

日本産業規格 JIS G 3457「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」
最高使用圧力が 1.0MPa を超えるクラス 3 容器、クラス 3 配管又はクラス 3 弁には、日本産業規格 JIS G 3457「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」を使用してはならない。

しかし、「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)においては、STPY400 は「次の 2.1)～2.4)に示す耐圧部分に使用できない」と規定されている。

「JIS B 8265(2017)圧力容器の構造—一般事項」の「4.2.1 材料の使用制限」b)2)
2.1) 設計圧力が 1.6MPa を超える圧力容器の胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分
2.2) 設計圧力が 1MPa を超える圧力容器で、分類 A の継手がある胴及び溶接継手がある鏡板
2.3) 溶接継手の母材の厚さが 16mm を超える胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分
2.4) 致死の物質または毒性物質を保有する胴、鏡板及びこれらに類する耐圧部分

これらの制限²⁸⁴を「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁸⁵。

材料規格では JIS B 8265 を引用しておりませんし、基本的に参照しておりません。

JIS G 3457 に対する特別要求事項は告示 501 号の時代から基本的に変更ありません。なお、クラス 4 配管の最高使用圧力が 1.0MPa を超えることは現状の軽水炉の設計においてはありません。

STPY400 について、「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」は管の製造方法を「内外面自動サブマージアーク溶接によるスパイラルシーム溶接又はストレートシーム溶接によって製造」と規定している。スパイラルシーム溶接は設計・建設規格に規定されていない継手であるが「第 2 章 材料への特別要求事項」として制限しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁸⁶。

²⁸⁴ JIS G 3457 (2020) の「9.1 寸法及び単位質量」において、「管の外径、厚さ及び単位質量は、表 5 (管の寸法及び単位質量) によるとし、表 5 の厚さの最大値は 15.9mm であるが、表 5 にない寸法としてもよいと規定されているので、厚さが 16mm を超える可能性もある。

²⁸⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (16) (a)

²⁸⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (16) (b)

材料規格は設計・建設規格のサービス規格であり、設計・建設規格の要求事項が優先されます。

なお、STPY400 についてスパイラルシーム溶接に対する制限を加えていないことは告示 501 号の時代から一貫しております。

(b) 添加した合金元素の含有率や含有量を検査文書に付記することを特別要求していない理由について

炭素当量や溶接割れ感受性組成に関係する合金元素については、溶接施工法の母材の区分に関係することから、適切な報告が必要である。「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」の以下については記載のとおり、添加した元素の含有率や含有量を検査文書に付記することを、「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載していない。

- ・「JIS G 3101(2017)一般構造用圧延鋼材」の SS400 について、「JIS G 3101(2017)一般構造用圧延鋼材」の化学成分規定は同規格の「表 2-化学成分」に記載された P、S²⁸⁷のみだが、「13 報告」において、「表 2 以外の合金元素を添加した場合は、添加した合金元素の分析値を成績表に付記する」と規定されている。また、「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の STPY400 については、化学成分規定は「表 2-化学成分」に記載された C、P、S のみだが、「14 報告」において、「なお、Si、Mn、Ni、Cr、Mo、V、Cu 及び／又は B を意図的に添加した場合は、添加した元素の分析値を検査文書に付記する」と規定されている。これらの元素は「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」に規定する炭素当量 C_{eq} ($= C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$) 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($= C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) に関係する元素である。
- ・「JIS G 3118(2017)中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SGV410、SGV450 及び SGV480 については、同規格の「表 2-化学成分(溶鋼分析値)」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S だが、それ以外の合金元素を添加することが許容され、「15 報告」において「添加した合金元素の含有率」を成績表に付記することが規定されている。
- ・「JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 については、同規格の「表 3-化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみだが、それ以外の合金元素を添加することが許容され、「14 報告」において「成績表に添加元素の含有率を付記する」ことが規定されている。また、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 については、「6 熱加工制御を行った鋼板の炭素当量及び溶接割れ感受性組成」で鋼板の炭素当量 C_{eq} ($= C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$) 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($= C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) が規定されている。
- ・「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」の SN400B、SN400C、SN490B 及び SN490C については、同規格の「表 2-化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみであるが、それ以外の合金元素を添加することが許容され、「15 報告」において「表 2 以外の合金元素を添加した場合は、添加した合金元素の含有率を成績表に付記すること、また、炭素当量及び溶接割れ感受性組成が規定されている場合は、

²⁸⁷ 特別要求事項として C、P、S の制限がある。

それらの計算式に含まれる合金元素の含有率を報告しなければならない」ことが規定されている。

- ・「JIS G 3444(2016)一般構造用炭素鋼鋼管」の STK400 及び STK500 については、同規格の「表 2－化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみであり、必要に応じて表 2 以外の合金元素を添加してもよいとされている。
- ・「JIS G 3445(2016)機械構造用炭素鋼鋼管」の STKM13A については、特別要求事項として C、P、S の制限がある。規格の「表 2－化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S (Nb+V は「－」表示) のみであり、必要に応じて表 2 以外の合金元素及び「－」と記載している元素を添加してもよいと規定されている。また、「12 報告」には Ni、Cr、Mo、V、Cu 及び／又は B を意図的に添加した場合は、添加した元素の含有率を検査文書に付記すると規定している。これらの元素は「JIS G 3136(2012) 建築構造用圧延鋼材」に規定する炭素当量 C_{eq} ($= C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$) 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($= C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) に関係する元素である。
- ・「JIS G 3452(2019)配管用炭素鋼鋼管」の SGP の化学成分規定は、同規格の表 2 (略)に記載する P、S (「第 2 章 材料への特別要求事項」として C、P、S の制限あり) のみであるが、「14 報告」において、「表 2 に規定のない合金元素を意図的に添加した場合は、添加した合金元素の含有率を検査文書に付記する」と規定されている。類似の「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の STPY400 については、化学成分規定は C、P、S のみであるが、「14 報告」において、「なお、Si、Mn、Ni、Cr、Mo、V、Cu 及び／又は B を意図的に添加した場合は、添加した元素の分析値を検査文書に付記する」と規定されている。これらの元素は「JIS G 3136(2012) 建築構造用圧延鋼材」に規定する炭素当量 C_{eq} ($= C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$) 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($= C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) に関係する元素である。
- ・「JIS G 3454(2019)圧力配管用炭素鋼鋼管」の STPG370 及び STPG410 については、同規格の「表 2－化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S であり、必要に応じて表 2 以外の合金元素を添加してもよいとされている。
- ・「JIS G 3455(2016)高圧配管用炭素鋼鋼管」の STS370、STS410 及び STS480 については、同規格の「表 3－化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみであり、必要に応じて表 3 にない合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「14 報告」には Ni、Cr、Mo、V、Cu 及び／又は B を意図的に添加した場合は、添加した元素の含有率を検査文書に付記すると規定している。これらの元素は「JIS G 3136(2012) 建築構造用圧延鋼材」に規定する炭素当量 C_{eq} ($= C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14$) 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($= C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) に関係する元素である。
- ・「JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管」の STPT370、STPT410 及び STPT480 については、同規格の「表 3－化学成分」に規定する成分は C、Si、Mn、P、S のみであり、必要に応じて表 3 にない合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「14 報告」には「表 3 に規定のない合金元素を意図的に添加した場合は、添加

した元素の含有率を検査文書に付記する」と規定している。

- ・「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」STPY400 について、「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の化学成分規定は C、P、S のみであるが、「14 報告」において、「なお、Si、Mn、Ni、Cr、Mo、V、Cu 及び／又は B を意図的に添加した場合は、添加した元素の分析値を検査文書に付記する」と規定されている。これらの元素は「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」に規定する炭素当量 $C_{eq} (=C+Mn/6+Si/24+Ni/40+Cr/5+Mo/4+V/14)$ 及び溶接割れ感受性組成 PCM ($=C+Si/30+Mn/20+Cu/20+Ni/60+Cr/20+Mo/15+5B$) に関する元素である。
- ・「JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管」の STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 は、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分が C、Si、Mn、P、S、Cr (STPA12 に値は規定されていないが注書きで必要に応じて添加してもよい) 及び Mo であり、必要に応じて表 3 以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「15 報告」には表 3 に記載していない合金元素を意図的に添加した場合及び表 3 の注によった場合は、添加した元素の含有率を検査文書に付記すると規定している。
- ・「JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管」の STPL380 及び STPL450 は、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分が C、Si、Mn、P、S、Ni (STPL380 に値は規定されていないが注書きで必要に応じて添加してもよい) であり、必要に応じて表 3 以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「14 報告」には表 3 に記載していない合金元素を意図的に添加した場合及び表 3 の注によった場合は、添加した元素の含有率を検査文書に付記すると規定している。
- ・「JIS G 3461(2019)ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」の STB340 及び STB410 は、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分が C、Si、Mn、P、S であるが、必要に応じて表 3 以外の合金元素を添加してもよいとされ、「14 報告」において、「なお、表 3 に規定のない合金元素を意図的に添加した場合は、添加した合金元素の含有率を検査文書に付記する」と規定されている。
- ・「JIS G 3462(2019)ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管」の STBA12、STBA13、STBA20、STBA22、STBA23、STBA24、STBA25 及び STBA26 は、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分が C、Si、Mn、P、S、Cr (STBA12 及び STBA13 に値は規定されていないが注書きで必要に応じて添加してもよい)、Mo であり、必要に応じて表 3 以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「14 報告」には表 3 に記載されていない合金元素を意図的に添加した場合及び表 3 の注によった場合は、添加した元素の含有率を検査文書に付記すると規定している。
- ・「JIS G 3466(2018)一般構造用角形鋼管」の STKR400 及び STKR490 について、同規格の「表 2—化学成分」に規定する成分は C、Si (STKR400 は“—”表示)、Mn (STKR400 は“—”表示)、P、S であり、必要に応じて表に記載していない合金元素及び“—”と記載している元素を添加してもよいと規定されている。
- ・「JIS G 4109(2019)ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板」の SCMV1-1、SCMV1-2、SCMV2-1、SCMV2-2、SCMV3-1、SCMV3-2、SCMV4-1、SCMV4-2、SCMV5-1、SCMV5-2、SCMV6-1 及び SCMV6-2 について、同規格の「表 3—化学成分(溶鋼分析値)」に

規定する成分のうち Cu 及び Ni は受渡当事者間の協定によってこの表に値を超えて添加してもよい、受渡当事者間の協定によって Nb の上限値を 0.05%、V の上限値を 0.10% 及び Ti の上限値を 0.05% としてもよいと規定されている。また、「14 報告」には、化学成分については全ての元素について報告しなければならないとされている。

- ・ 「JIS G 4903(2017)配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF600TP、NCF625TP、NCF800TP 及び NCF800HTP について、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分は、必要に応じて表以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。
- ・ 「JIS G 4904(2017)熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の NCF600TB、NCF625TB、NCF800TB 及び NCF800HTB について、同規格の「表 3—化学成分」に規定する成分は、必要に応じて表以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。
- ・ 「JIS G 5101(1991)炭素鋼鋳鋼品」の SC360、SC410、SC450 及び SC480 について、同規格の「表 2 化学成分」に規定する成分は、C、P、S であるが、「特に必要がある場合、規定されていない元素については、受渡当事者間の協定による」と規定されている。
- ・ 「JIS G 5102(1991)溶接構造用鋳鋼品」の SCW410 及び SCW480 について、同規格の「表 2 化学成分及び炭素当量」に規定する成分は、C、Si、Mn、P、S であるが、「Ni、Cr、Mo 及び V を規定していない種類は、炭素当量の規定値内でこれを含有することができる」と規定されている。
- ・ 「JIS G 5121(2003)ステンレス鋼鋳鋼品」の SCS13、SCS13A、SCS14、SCS14A、SCS16、SCS16A、SCS19、SCS19A 及び SCS21 について、同規格の「表 2 化学成分」の注(2)において、必要に応じて表記以外の合金元素を添加してもよいと規定されている。また、「16. 報告」には「表 2 の注(2)によって合金元素を添加した場合及び表 3 の注によった場合は、成績書に添加元素の含有量を付記する」と規定されている。
- ・ 「JIS G 5151(1991)高温高圧用鋳鋼品」の SCPH1、SCPH2、SCPH11、SCPH21、SCPH32 及び SCPH61 について、同規格の「表 2 化学成分」(C、Si、Mn、P、S、Cr、Mo)のほかに、受渡当事者間の協定によって、不純物(合金元素)について表 3 (Cu、Ni、Cr、Mo、W とその合計量)を適用できると規定されている。
- ・ 「JIS G 5152(1991)低温高圧用鋳鋼品」の SCPL1 及び SCPL11 について、同規格の「表 2 化学成分」(C、Si、Mn、P、S、Mo)のほかに、受渡当事者間の協定によって、不純物(合金元素)について表 3 (Cu、Ni、Cr とその合計量)を適用できると規定されている。
- ・ 「JIS G 5202(1991)高温高圧用遠心力鋳鋼管」の SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF、SCPH21-CF 及び SCPH32-CF について、同規格の「表 2 化学成分」(C、Si、Mn、P、S、Cr、Mo)のほかに、受渡当事者間の協定によって、不純物(合金元素)について表 3 (Cu、Ni、Cr、Mo、W とその合計量)を適用できると規定されている。

その理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁸⁸。

この件に関しましては特別要求事項というよりは、材料の調達仕様書に記載されるべき事項であると判断しております。

(追而)

4. 2. 5 原子力発電用規格の材料仕様

本規格は原子力発電用規格の材料仕様について、「Part2 第3章 原子力発電用規格材料仕様」に規定している。

4. 2. 5. 1 低温用合金鋼ボルト材

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② ボルト材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4. 2. 5. 1 低温用合金鋼ボルト材の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①/② 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。
溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした。²⁸⁹

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】
- ②ボルト材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品のボルト材の再試験には JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外のボルト材が再試験を行う場

²⁸⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (13) (a)～(y)

²⁸⁹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

合について明確化のため、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、
【追而】

4. 2. 5. 2 高温高圧用合金鋼ナット材

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② ナット材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4. 2. 5. 2 高温高圧用合金鋼ナット材の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①/②鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。
溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした²⁹⁰。

(3) 検討の結果

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】
- ② ナット材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品のナット材の再試験には JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外のナット材が再試験を行う場合について明確化のため、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、【追而】

(4) 変更点以外の評価

- (a) ナットに関する JIS B 1099(2012)「締結用部品—ボルト，小ねじ，植込みボルト及びナットに対する一般要求事項」の適用事項
「第 3 章 原子力発電用規格材料仕様」の「JSME-N2 原子力発電用規格「高温高圧用

²⁹⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

合金鋼ナット材」において、「チ. ナットは、日本産業規格 JIS B1099(2012)「締結用部品—ボルト、小ねじ、植込みボルト及びナットに対する一般要求事項」に適合すること。」とあるが、材料規格 2020 として JIS B 1099 のどの規定を要求しているのかについて、日本機械学会は、次のように説明している²⁹¹。

材料規格では JIS B 1099 に適合することを要求しています。個別の材料についての要求は調達仕様書等にて明確にされるものです。

(追而)

4. 2. 5. 3 合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化

表 4. 2. 5. 3 合金鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。
溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」（2009）（2015 追補 1）を適用することとした²⁹²。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

4. 2. 5. 4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化

²⁹¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (36)

²⁹² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

表 4.2.5.4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
 JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした²⁹³。

(3) 検討の結果

①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

4.2.5.5 低温配管用炭素鋼鋼管

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② 引張試験の 1A 号試験片を削除

表 4.2.5.5 低温配管用炭素鋼鋼管の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

①/② 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
 JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした²⁹⁴。

²⁹³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

²⁹⁴ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

(3) 検討の結果

①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

②「JSME-N5 原子力発電用規格「低温配管用炭素鋼鋼管」において、ト. の引張試験片から 1A 号試験片が削除されている。ニ. に規定する機械的性質の表に 1A 号試験片での伸び(%)の値が規定されていないので、伸び(%)を規定する方法も考えられる²⁹⁵。削除した理由について、日本機械学会は、次のように説明している²⁹⁶。

正誤表のとおり誤りであるため削除しました。なお、1A 号試験片を含まないのは告示 501 号の時代から一貫しております。

JSME-N5 は鋼管だが、JIS Z 2241(2011)金属材料引張試験方法の『表 2. 3-試験片の使用区分』の区分『管』には 1A 号試験片が含まれていない（誤記訂正のため 1A 号試験片を削除したものと思われる。（追而）

4. 2. 5. 6 炭素鋼鋳鋼品

(1) 変更の内容

① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化

表 4. 2. 5. 6 炭素鋼鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。

JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」（2009）（2015 追補 1）を適用することとした²⁹⁷。

(3) 検討の結果

①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを

²⁹⁵ 2012 年版に正誤表あり

²⁹⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (37)

²⁹⁷ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

4. 2. 5. 7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化

表 4. 2. 5. 7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。

JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした²⁹⁸。

(3) 検討の結果

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

4. 2. 5. 8 高温用ステンレス鋼棒材

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② 棒材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4. 2. 5. 8 高温用ステンレス鋼棒材の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

²⁹⁸ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした。
- ②鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした²⁹⁹。

(3) 検討の結果

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】
- ② 棒材が鍛鋼品以外(圧延材)の場合の再試験の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品の棒材の再試験については JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外の棒材について再試験を行う場合、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、【追而】

4. 2. 5. 9 耐熱ステンレス鋼

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4. 2. 5. 9 耐熱ステンレス鋼の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした³⁰⁰。
- ②鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通

²⁹⁹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

³⁰⁰ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】
- ②再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品の板及び棒並びに管の再試験には JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外の板及び棒並びに管が再試験を行う場合について明確化のため、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、【追而】

4. 2. 5. 10 耐食ステンレス鋼鋳鋼品

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② 再試験に関する適用規格 JIS G 0307「鋳鋼品の製造、試験及び検査の通則」を 1998 年版から 2014 年版に変更

表 4. 2. 5. 10 耐食ステンレス鋼鋳鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。
溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした³⁰¹。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格

³⁰¹ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

- ②再試験に関する適用規格 JIS G 0307「鋳鋼品の製造、試験及び検査の通則」を 1998 年版から 2014 年版に変更したことは、ISO 規格への整合、JIS 規格動向の反映等を目的とした改正であり、化学成分および機械的性質に影響を与える変更はないため、再試験に関する適用規格 JIS G 0307「鋳鋼品の製造、試験及び検査の通則」を 1998 年版から 2014 年版に変更したことは、【追而】

4. 2. 5. 1 1 耐食ステンレス鋼鍛鋼品

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化

表 4. 2. 5. 11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。

JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした³⁰²。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

4. 2. 5. 1 2 耐食耐熱合金

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
② 種別 1 種の記号を「GNCF1」から板材の「GNCF1-P」、管材の「GNCF1-TP, TB」及び棒材の「GNCF1-B」に区分し、それぞれに機械的性質を規定

³⁰² 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

- ③ 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4.2.5.12 耐食耐熱合金の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～③ 溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした。鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした³⁰³。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】

- ②種別 1 種 (GNCF1-P、GNCF1-TP、TB、GNCF1-B) の機械的性質は、材料規格 2012 において引張強さ 758MPa、降伏点 414MPa であったものが、材料規格 2020 において下表のように変更された。材料の記号ごとの変更の理由について、日本機械学会は、次のように説明している³⁰⁴。

種別	記号	機械的性質			備考
		引張強さ (MPa)	降伏点 (MPa)	伸び (%)	
1 種	GNCF1-P	830 以上	415 以上	30 以上	板(厚さ 0.5mm を超え 3mm 以下)
		760 以上	380 以上	30 以上	板(厚さ 3mm を超え 70mm 以下)
	GNCF1-TP, TB	820 以上	410 以上	30 以上	管
	GNCF1-B	830 以上	415 以上	30 以上	棒注記 1 (径等注記 2 100mm 以下)
		760 以上	345 以上	30 以上	棒注記 1 (径等注記 2 100mm を超え 250mm 以下)

注記 1：丸棒、角棒、六角棒及び平材を総称して棒という。

³⁰³ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3：22 頁番号 2

³⁰⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (38) (a)

注記 2： 径等とは、径、辺、対辺距離又は厚さを示す。

GNCF1 を製品形状の種別に応じて類似材料である JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」NCF625-B 等をベースに細分化し、細分化した個々の GNCF1 に対する ASME 相当材(SB-443 等(UNS N06625))を同定して変更しております。(発電用設備規格委員会投票番号 No. 250 項目番号 1 参照)

材料規格 2012 の機械的性質の技術的根拠³⁰⁵について、日本機械学会は、次のように説明している³⁰⁶。

機械的性質の規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

種別 1 種の記号を「GNCF1」から板材の「GNCF1-P」、管材の「GNCF1-TP, TB」及び棒材の「GNCF1-B」に区分し、それぞれに機械的性質を規定したことについては、GNCF1 の機械的性質の規定を製品形状の種別に応じて類似材料である JIS G 4901(1999+2008 追補 1)「耐食耐熱超合金棒」NCF625-B 等をベースに細分化のため、種別 1 種の記号を「GNCF1」から板材の「GNCF1-P」、管材の「GNCF1-TP, TB」及び棒材の「GNCF1-B」に区分し、それぞれに機械的性質を規定したことは、【追而】

③再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品の板及び棒並びに管の再試験には JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外の板及び棒並びに管が再試験を行う場合について明確化のため、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、【追而】

4. 2. 5. 13 ニッケル・クロム・鉄合金 690

(1) 変更の内容

- ① 溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化
- ② 再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記

表 4. 2. 5. 13 ニッケル・クロム・鉄合金 690 の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 鍛鋼品以外の材料の使用を認めている材料の規格における再試験に適用する。
JIS については、鍛鋼品については JIS G 0306「鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則」とし、鍛鋼品、鋳鋼品、粉末冶金製品以外については JIS G 0404「鋼材の一般受渡し条件」とした。

³⁰⁵ 検討チーム会合資料 1-1-3 の 5 頁の(1)新材料の取り込みにおいて、JSME-N12 GNCF1 の JIS 相当材の取り込みが記載されているが、GNCF1 材の機械的性質を変更したことについての記載なし

³⁰⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (38) (b)

溶鋼分析に JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」(2009) (2015 追補 1) を適用することとした³⁰⁷。

(3) 検討の結果

- ①溶鋼分析の方法を JIS G 0320(2017)「鋼材の溶鋼分析方法」に明確化したことについては、原子力発電用規格材料の化学成分の分析は従来溶鋼分析によることのみを規定していたが、適用する JIS 規格を明確にするため、JIS 規格で鉄鋼の各製品規格における溶鋼の分析試験方法を統合した JIS G 0320 を追加し適用年版を 2017 年版としたことは、【追而】
- ②再試験について鍛鋼品と鍛鋼品以外に区分し、鍛鋼品以外の板、棒及び管の場合の適用規格 JIS G 0404(2014)「鋼材の一般受渡し条件」を追記したことについては、鍛鋼品の板及び棒並びに管の再試験には JIS G 0306(1988+2009 追補 1)が適用されるが、鍛鋼品以外の板及び棒並びに管が再試験を行う場合について明確化のため、JIS G 0404(2014)を適用する旨の説明を追加したことは、【追而】

4. 2. 5. 1 4 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品

(1) 変更点以外の評価

- (a)「JIS G 3214(1991+2009 追補 1)「圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」の化学成分規定準用に伴う原子力用機器部品に対する磷 (P) の制限 (0.030%以下) 適用について「第 3 章 原子力発電用規格材料仕様」、「JSME-N15 原子力発電用規格「圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」」の化学成分において、GSUSF304 及び GSUSF316 は「JIS G 3214(1991+2009 追補 1)「圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」の SUSF304 又は SUSF316 の規定によること」と規定されている。JIS G 3214 の「表 2 オーステナイト系ステンレス鋼鍛鋼品の化学成分」には、P(0.040%以下)について注(1)として「原子力用機器部品については、0.030%以下とすることができる」とあるが、「第 2 章 材料への特別要求事項」に記載はない。「原子力用機器部品については、0.030%以下とすることができる」との規定は、GSUSF304 及び GSUSF316 に適用されるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁰⁸。

ご指摘の通り、「JSME-N15 原子力発電用規格「圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」」の規定において GSUSF304 及び GSUSF316 に適用されます。

(追而)

4. 2. 6 ボルト材を除く材料の設計応力強さ

本規格はボルト材を除く材料の設計応力強さについて、「Part3 第 1 章 表 1 材料 (ボルト材を除く) の各温度における設計応力強さ S_m 値 (MPa)」に規定している。

³⁰⁷ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 22 頁番号 2

³⁰⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (39)

(1) 変更点以外の評価

(a) オーステナイト系ステンレス鋼もしくは高ニッケル合金の S_m 値及び S 値に対するひずみ制限について

材料規格 2020 はひずみ制限を規定していないが、フランジのボルト締結部のような部分にはこの変形というのが影響するので、変形が原因で機器を取り替えた事例がある可能性がある。また、「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」は、原子力以外の設備の規格であるが、許容応力に対する永久ひずみの影響を考慮しており、「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」の解説の「5.2.3.2 許容引張応力の設定方法」には、「許容引張応力の設定基準」として、「表 B.1 の材料の種類のカテゴリに掲げるオーステナイト系ステンレス鋼鋼材に対して二つの許容引張応力値が示されているものがある。(中略) フランジその他歪みが大きく影響するものの設計には、これらの高い方の応力を用いてはならない。」とあり、歪みが大きく影響するものの設計に対しては設計の考慮を行うことが明記されている。

ひずみ制限を規定していない理由として、日本機械学会は、次のように説明している³⁰⁹。

【事実関係について】

JIS B 8265、JIS B 8266 及び JIS B 8267 においてはそれぞれ初版 (2000 年、2003 年、2008 年) よりオーステナイト系ステンレス鋼若しくは高ニッケル合金の「許容引張応力」(S 値) について、ある程度の変形を許容する場合と許容しない場合の 2 種類の値が規定されており、状況としては材料規格 2012 年版の技術評価時と相違はない。

【これまでのトラブル事例の有無の調査結果について】

□ NUCIA のトラブル情報全文検索機能を用いて以下の検索条件で検索を行った。

- ◆ フランジ&漏えい、フランジ&漏洩
- ◆ フランジ&取替、フランジ&取替え、フランジ&取り替え
- ◆ フランジ&変形、フランジ&ひずみ
- ◆ 継手&変形、継手&ひずみ
- ◆ 継手&取替、継手&取替え、継手&取り替え

【検索結果について】

以下の事象が抽出された。

³⁰⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2 : 2. (7)

NUCIA通番	181
事象発生日	1999年 07月 05日
件名	炉内中性子束監視装置高圧シール継手部からのわずかなほう酸の析出について
高圧シール継手部の構造	ボディと袋ナットでフロントフェルールとバックフェルールを挟み込むことにより、フロントフェルールがコンジット配管側及びボディ内面側に密着しシールする。
事象の原因	定期検査時において、寸法計測時にノギスによりフロントフェルールシール面を横切る微小な傷が付き、起動試験中に1次冷却材がこの傷を通して袋ナット上部からわずかに漏れたことによるものと推定された。
再発防止対策	(1) 当該高圧シール継手部は新品に取り替えられた。 (以下省略)

◆ 調査結果

変形を許容しない S_m 値又は S 値で設計されていないことが原因で発生したトラブル事例は確認できなかった。

【材料規格における対応について】

- ・ 材料規格においてはオーステナイト系ステンレス鋼もしくは高ニッケル合金の S_m 値及び S 値に対するひずみ制限については次頁のとおり扱っている。
- ・ これまでのトラブル事例の有無の調査結果を踏まえても、優先度及び緊急度は高くないと判断しており、引き続き検討していく。

(第1回検討チーム資料の再掲)

検討を継続しているところではあるが、解説に以下のように記載している。

(解説-3-1-2) Part3 第1章 表1 S_m 値

2) オーステナイト系ステンレス鋼若しくは高ニッケル合金をフランジ等変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性のある部位に用いる場合には、以下の規格が設計の参考となる。

(a) ASME 規格 (TABLE 2A NOTES G7, TABLE 2B NOTES G1)

(b) JIS B 8266 (2003 「圧力容器の構造—特定規格」 (6.2.1 設計応力強さ d))

(解説-3-1-3) Part3 第1章 表3 鉄鋼材料の S 値

4) オーステナイト系ステンレス鋼若しくは高ニッケル合金をフランジ等変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性のある部位に用いる場合には、以下の規格が設計の参考となる。

① ASME 規格 (TABLE 1A NOTES G5, TABLE 1B NOTES G5)

② JIS B 8266 (2003 「圧力容器の構造—特定規格」 (6.2.1 設計応力強さ d))

「(解説-3-1-3) Part3 第1章 表3 鉄鋼材料の S 値」には、「オーステナイト系ステンレス鋼若しくは高ニッケル合金をフランジ等変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性のある部位に用いる場合には、以下の規格が参考になる。」とし、「ASME 規格 (TABLE 1A NOTES G5, TABLE 1B NOTES G5)」と「JIS B 8266 (2003) 「圧力容器の構

造—特定規格」(6.2.1 設計応力強さ d))」があげられている。引用している JIS B 8266 は 2003 年版であるが、JIS B 8265、JIS B 8266 及び JIS B 8267 の最新版では、フランジ等変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性のある部位に用いる場合には、附属書により別途応力設計することが規定されている。材料規格 2020 にこのような要求がない理由について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁰。

JIS B 8265、JIS B 8266 及び JIS B 8267 におきましてはそれぞれ初版(2000年、2003年、2008年)よりオーステナイト系ステンレス鋼若しくは高ニッケル合金の「許容引張応力」(S 値)について、ある程度の変形を許容する場合と許容しない場合の2種類の値が規定されており、状況としましては材料規格 2012 年版の技術評価時と相違ありません。

(追而)

(b) 備考 1. における「JIS G 3456 高温配管用炭素鋼鋼管」等の電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の非破壊試験規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.85 倍等の係数を乗じることの適切性について

【備考】Part3 第 1 章 表 1 材料(ボルト材を除く)の各温度における設計応力強さ Sm 値」の 1. において、「JIS G 3456 高温配管用炭素鋼鋼管」等について「電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計応力強さは、表 1 の値に関わらず、次の規定による」とし、非破壊試験を設計・建設規格 PVB-2411(非破壊試験の方法)及び PVB-2412(溶接による補修)の規定に準じて行い、非破壊試験に合格しない場合は 0.85 倍等の係数を乗ずるとしているが、非破壊試験の判定基準が不明である。設計・建設規格は PVB-2410(クラス 1 容器の非破壊試験要求)において PVB-2420(非破壊試験の判定基準)に合格するものであることを求めており、不合格の場合の救済規定はない。規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.85 倍等の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³¹¹。

材料規格の「【備考】Part3 第 1 章 表 1 材料(ボルト材を除く)の各温度における設計応力強さ Sm 値」の「1.」の規定は、JIS 適合品に対する追加要求事項です。

PVB-2411 は「各素材形状に対する非破壊試験」、PVB-2412 は「溶接による補修」で、それぞれの非破壊試験の判定基準は PVB-2420 に規定されています。(具体的には GTN の規定)

これら追加要求事項を課したうえで継手効率を以下のように規定しております。

電気抵抗溶接鋼管	0.85
自動アーク溶接鋼管 突合せ片側溶接鋼管	0.8
自動アーク溶接鋼管 突合せ両側溶接鋼管	0.9

上記規定は、告示 501 号の時代から踏襲しております。

³¹⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7: II 3. (6)

³¹¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II 1. (41)

なお、ASME Sec. II Part D(2021)では「注記—一般要求事項」にて以下のように規定されております。

「Table 2A」 G18

A quality factor of 0.85 has been applied in arriving at the stress values for this material.

「Table 2B」 G5

A joint efficiency factor of 0.85 has been applied in arriving at the stress values for this material.

(追而)

(c) 備考 2.における鋳鋼品の S_m 値設定に関する規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.80 倍の係数を乗じることの適切性について

「【備考】 Part3 第 1 章 表 1 材料 (ボルト材を除く) の各温度における設計応力強さ S_m 値」の 2.において、鋳鋼品の S_m 値は次のように規定されている。

イ. 垂直 UT、斜角 UT 又は RT に合格する場合は S_m 値のとおり

ロ. MT 又は PT に合格する場合は S_m 値の 0.85 倍の値

ハ. イ、ロ以外の場合は S_m 値の 0.8 倍の値

しかし、設計・建設規格は「PVB-2411.1 各素材形状に対する非破壊試験」は(5)において鋳造品は次の(a)及び(b)の試験と規定し(「表 PVB-2413-1 非破壊試験の実施時期」を反映済)、「PVB-2420 非破壊試験の判定基準」に合格するものであることを求めており、不合格の場合の救済規定はない。

(a) 鋳造後に RT (RT が困難な部分は垂直 UT 又は斜角 UT)

(b) 機械加工後に MT 又は PT

規定内容の根拠及び非破壊試験に合格しない場合に 0.8 倍の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³¹²。

これらの規定内容は、告示 501 号の時代から踏襲しております。

「ハ」の規定は、JIS 適合品に対して追加の非破壊検査を実施しない場合も含んでおります。

なお、ASME Sec. II Part D(2021)では以下のように規定しております。

「Table 1A (Maximum Allowable Stress Values, S , for Ferrous Materials)」の「注記—一般要求事項」

G17

For Section III Class 3 applications, statically and centrifugally cast products meeting the requirements of NC-2571(a) and (b), and cast pipe fittings, pumps, and valves with inlet piping connections of DN 50 and less, shall receive a casting quality factor of 1.00. Other casting quality factors shall be in accordance with the following:

³¹² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (42)

(a) for visual examination, 0.80

「Table 1B(Maximum Allowable Stress Values, S, for Nonferrous Materials)
の「注記—一般要求事項」

G3

In the absence of evidence that the casting is of high quality throughout, values not in excess of 80% of those given in the Table shall be used. This is not intended to apply to valves and fittings made to recognized standards.

(追而)

4. 2. 7 ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力

本規格はボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力について、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a) 「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」における記号 SCMV1-1、SCMV1-2 等と許容引張応力の表における記号 SCMV1、SCMV1 等と注の M1、M2 の対応関係について

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」には SCMV1-1 及び SCMV1-2 の鋼種があるが、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)」、「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値(MPa)」及び「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」には、注の欄に M1) 及び M2) の記号があり、備考欄に「M1) 強度区分 1 の材料（焼なまし又は焼ならし焼戻しを行う。）に適用。」、「M2) 強度区分 2 の材料（焼ならし焼戻しを行う。）に適用。」とされている。これらの対応関係について、日本機械学会は、次のように説明している³¹³。

Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の SCMV1-1 及び SCMV1-2 は、それぞれ強度区分 1 及び強度区分 2 の材料に対応します。

「Part2 第1章 表1 使用する材料の規格」の JIS G 4109 部分を抜粋して以下に示します。表1 では SCMV-1、SCMV-2 のように強度区分を含め記号で表示しています。

³¹³ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7：II 3. (5)

Part 2 第1章 表 1 使用する材料の規格

材料の規格			機器等の区分														縦弾性係数の分類番号	線膨張係数の分類番号	外圧チャート図番								
種類	種別 / 質別	記号	クラス1容器	クラス2容器	クラス3容器	クラスM C容器	クラス1配管	クラス2配管	クラス3配管	クラス4配管	クラス1ポンプ	クラス2ポンプ	クラス3ポンプ	クラス1弁	クラス2弁	クラス3弁				クラスM C支持構造物	クラス3支持構造物	クラス2支持構造物	クラス1支持構造物	炉心支持構造物			
JIS G 4109(2019) ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼板		SCMV1-1																						E1-5	TE1	X	
		SCMV1-2																									
		SCMV2-1																									
		SCMV2-2																									
		SCMV3-1																									
		SCMV3-2																									
		SCMV4-1																									
		SCMV4-2																									
		SCMV5-1																									
		SCMV5-2																									
		SCMV6-1																									
		SCMV6-2																									

Part 3 第1章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」の JIS G 4109 部分及び関連する【備考】を抜粋して以下に示します。注記の M1 が強度区分 1 に、M2 が強度区分 2 に対応します。従来から許容応力表では強度区分を示す「-1、-2」をつけていないため、区別するために注記を記載しました。

Part 3 第1章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)

材料の規格				温度(°C)																				
種類	種別	記号	常温 最小 引張 強さ (MPa)	常温 最小 降伏 点 (MPa)	注	-30	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425		
						~40																		
JIS G 4109 ボイラ及び圧力容器用 クロムモリブデン鋼板	SCMV1	M1	380	225	M1	225	219	—	213	209	205	202	198	196	193	191	188	185	182	179				
			480	315	M2	315	299	—	290	285	280	275	271	267	263	260	256	252	248	243				
		SCMV2	M1	380	225	M1	225	214	—	204	198	194	189	185	182	180	177	174	172	170	168			
				450	275	M2	275	259	—	248	240	234	229	225	221	218	215	212	209	207	204			
		SCMV3	M1	410	235	M1	235	230	—	221	216	211	207	204	201	197	194	191	188	185	182			
				520	315	M2	315	295	—	284	278	272	267	262	258	253	249	246	242	238	234			
	SCMV4	M1	410	205	M1	205	197	—	192	190	187	186	185	185	185	185	185	185	185	185	185			
			520	315	M2	315	293	—	282	276	271	267	263	260	258	256	253	251	248	245				
	SCMV5	M1	410	205	M1	205	197	—	192	190	187	186	185	185	185	185	185	185	185	185	185			
			520	315	M2	315	293	—	282	276	271	267	263	260	258	256	253	251	248	245				
	SCMV6	M1	410	205	M1	205	193	—	186	182	180	179	178	177	177	176	175	173	171	168				
			520	315	M2	315	290	—	279	274	270	268	267	266	265	264	262	260	257	252				

ハ. 表 6 の注に示す M1)~M2)は、強度区分に係り、次に掲げるところによる。

M1) 強度区分 1 の材料(焼なまし又は焼ならし焼戻しを行う。)に適用。

M2) 強度区分 2 の材料(焼ならし焼戻しを行う。)に適用。

材料規格内での記号の記載方法、整合化については、今後検討します。

(追)

(b) ASME 相当材と同定した材料の設定の考え方について

ASME 規格相当材の同定方法について、日本機械学会は、次のように説明している

314。

- ① JIS 材の場合は金属材料データブックと JIS B 8265 を、原子力発電用規格材 (JSME 材) の場合は 2006 年の発電用設備規格委員会材料分科会資料と化学成分比較表をもとに、化学成分等から相当 ASME 材を選定し、機械的性質を比較して、ASME 規格相当材を同定した。

314 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 2. (3) (a) (31~33 頁)

- ② 「金属材料データブック JIS と主要海外規格対照改訂7版」は、日本規格協会による編集で、JIS ハンドブック「鉄鋼」・「非鉄」の2008年版の“JIS と関連外国規格との比較表”に基づき作成されている (JIS については、2008年4月20日官報告示分までで、海外規格もこれに準じている)。
- ③ その特徴は、JIS を中心に対照規格として AA・ASTM・AISI・SAE・BS・DIN・VDEh・NF・ISO・EN が収録されていることであり、金属材料別に各類似の材料規格、JIS から類似の海外規格、海外規格から類似の JIS、化学成分、引用試験を知ることができる。
- ④ この金属材料データブックを活用した場合の任意の JIS 材の ASME 規格相当材の同定のための手順は次頁のとおりである。(図 ASME 規格相当材同定フロー参照)

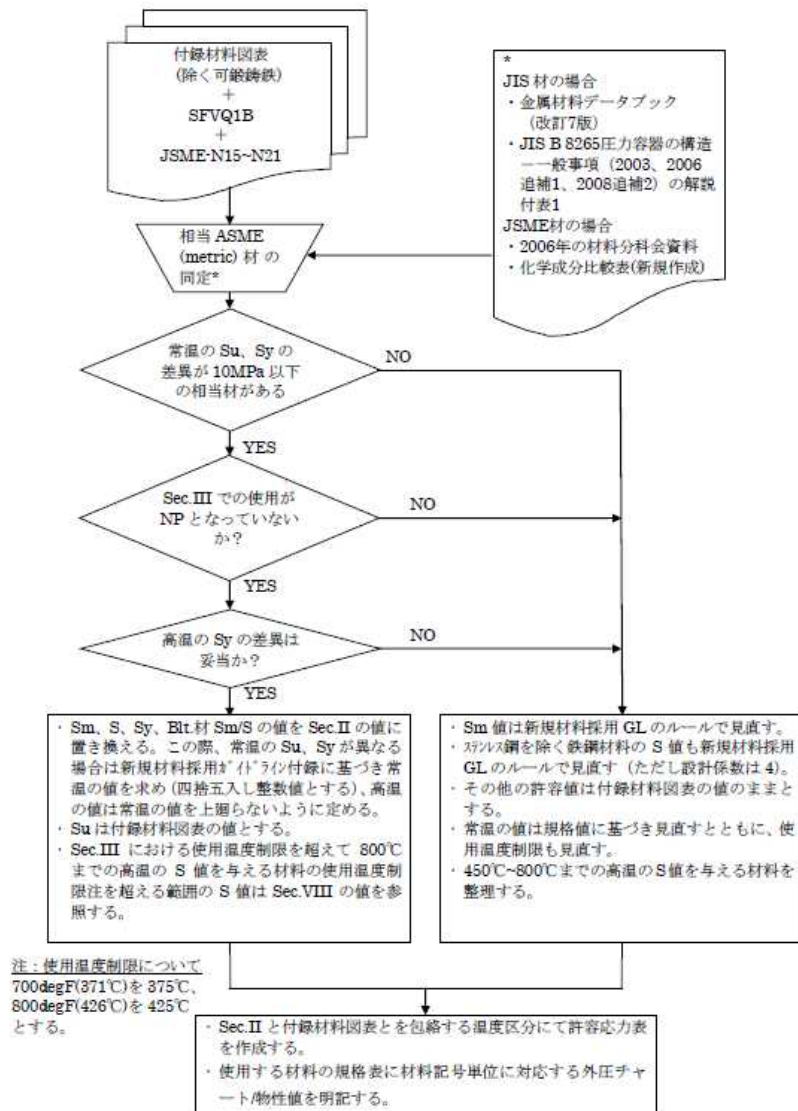


図 ASME規格相当材同定フロー(2012年版制定時)

【手順】

- ① 任意の JIS 材の類似の ASTM 材を探す。
- ② JIS 材の常温規格値と類似の ASTM 材の常温規格値の差異が 10MPa 以内であることを確認する。
- ③ 当該 ASTM 材が ASME 規格 Section II (材料) にエンドースされているか否かを調べる。(エンドースされていれば A-XXX の ASTM の規格番号が SA-XXX となっている。)
- ④ Section II Part D の Table 1A (鉄鋼材料の S 値) 及び Table 1B (非鉄金属の S 値) において Section III (原子力) での使用の可否(「NP」となっていないこと)と使用温度制限を確認する。(Not Permit)
- ⑤ 高温の S_y 値の差異が使用温度制限以内の温度において 10MPa 以内であることを確認する。

なお、高温の S_y の差異が 10MPa を超えたものについては、その差異の妥当性について、高温の S_y や S_u のトレンドカーブ、値の保守性等を確認して、材料の専門家による合意の上で ASME 規格相当材と同定した。

材料規格 2012 の技術評価において、ASME 規格相当材以外の S_m 値を有する材料については、「その理由が S_u 値に対する設計係数を 3.5 に変更する十分な根拠として認められないことから設計・建設規格 2005 年版 (2007 年版追補版) 付録材料図表の S 値を用いることとする。」と評価されている。設計応力強さ (S_m 値) を有する ASME 相当材ではない材料の S 値を 4 から 3.5 に見直したもの、及び S 値を 4 から 3.5 に見直さなかったものの技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁵。

【設計応力強さ (S_m 値) を有する ASME 相当材ではない材料の S 値を 4 から 3.5 に見直したもの】 (この改定内容は 2012 年版からの変更ではない)

S_m 値はクラス 1 機器に対する許容値で設計係数は従前より「3」である。

- ・ クラス 1 機器の設計はいわゆる Design by Analysis で行われ、この理由から設計係数は「3」とされている。
- ・ クラス 1 機器での使用実績を有する材料については ASME 相当材と同定されなくともいわゆる Design by Rule で設計が行われる際の許容値である S 値の設計係数を 4 から 3.5 に見直すことは技術的に妥当であると判断している。

【 S 値を 4 から 3.5 に見直さなかったもの】

³¹⁵ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 2. (3) (b) (34~37 頁)

◆JISの圧力容器規格体系

規格番号	適用	設計係数
JIS B 8266 (圧力容器の構造—特定規格)	設計圧力100MPa未満で設計温度がクリープ領域未満の圧力容器に適用	3
JIS B 8267 (圧力容器の設計)	圧力容器の設計について規定 設計圧力30MPa以上の場合は高圧に対する設計上の考慮を要求	3.5
JIS B 8265 (圧力容器の構造—一般事項)	設計圧力30MPa未満の圧力容器の構造について規定	4

➤ 上記JISでは原子力関係の圧力容器への適用を除外している。

JIS B 8265 及び JIS B 8267 では、附属書 B (規定)「規格材料の許容引張応力」において JIS 規格材料の S 値を規定しているが、JIS B 8265 において S 値 (設計係数 4) が規定されている JIS 規格材料であっても JIS B 8267 において S 値 (設計係数 3.5) が規定されていない材料がある。

材料規格において S 値の設計係数を 4 から 3.5 に見直さなかった材料に関する見解は、JIS 圧力容器規格 (Design by Rule) の考え方に基づいている。

ASME 相当材と同定した材料の Sy 値、Su 値及び S 値を ASME 規格値と同じとすることの技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁶。

- ・ 2013 年追補において JSME N12「耐食耐熱合金」GNCF2 及び GNCF3 の S 値を設計係数 4.0 ベースの値から設計係数 3.5 ベースの値に見直すとともに、Sy 値及び Su 値を追加した。

設定方法は以下のとおり

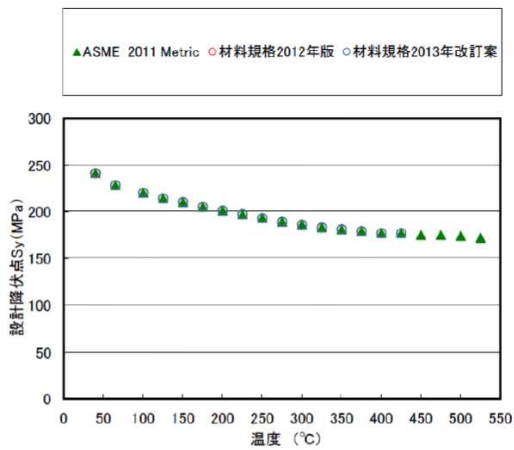
Sy : JSME 材の規格値と相当 ASME 材の小さい方の値

Su : JSME 材の規格値と相当 ASME 材の値を 1.1 で除した値の小さい方の値

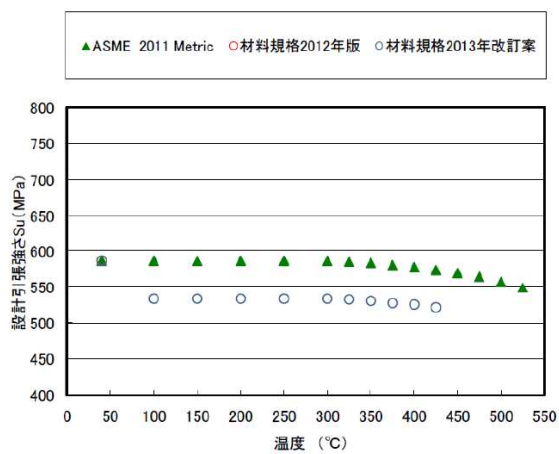
S : $Su/3.5$ と $0.9Sy$ の小さい方の値 (新規材料採用ガイドライン)

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。

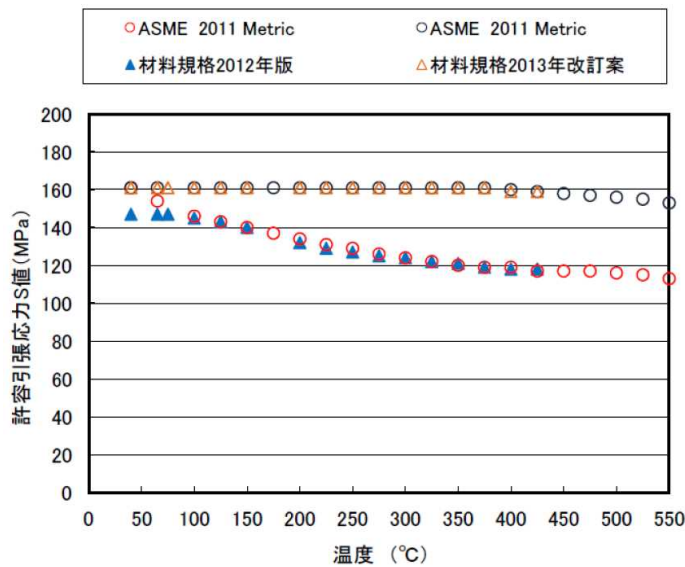
³¹⁶ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 : 2. (3) (c) (38~48 頁)



Sy値



Su値



S値

- ◆ ASME規格には0.9SyベースのS値と2/3SyベースのS値がある。
- ◆ 材料規格2012年版のS値は2/3Syベースの値
- ◆ 材料規格2013年追補では、「新規材料採用ガイドライン」に従い、0.9Syベースの値に見直した。

- ・ 2014年追補においてJSME N12「耐食耐熱合金」のうちGNCF1について、告示第501号への取込み時に参照されたASME SB443 (UNS N06625)等を対象にASME相当材を同定し、ASME相当材のSy値及びSu値を取込み、それらを基に新規材料採用ガイドラインに従いS値を再設定した。

同定の手順

- ① GNCF1の機械的性質の規定を製品形状の種別に応じて類似材料であるJIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」NCF625-B等をベースに細分化
- ② NCF625は1991年のJIS改正でASME SB-443等を基にJIS G 4901～4904に追加された材料で、GNCF1とNCF625の化学成分は同等であり、同一の製造方法で製造されていることから、GNCF1見直し案とASME相当材(UNS N06625)は化学成分、機械的性質が同等であり相当材と同定

GNCF1 の機械的性質の規定の細分化

二. 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鋼材の種別に応じて、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合すること。

種別	記号	機械的性質		
		引張強さ(MPa)	降伏点(MPa)	伸び(%)
1種	GNCF1	758以上	414以上	30以上
2種	GNCF2	586以上	241以上	30以上
3種	GNCF3	551以上	241以上	30以上

二. 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鋼材の種別に応じて、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合すること。

種別	記号	機械的性質			備考
		引張強さ(MPa)	降伏点(MPa)	伸び(%)	
1種	GNCF1-P	830以上	415以上	30以上	板(厚さ0.5mmを超え3mm以下)
		760以上	380以上	30以上	板(厚さ3mmを超え70mm以下)
	GNCF1-TP, TB	820以上	410以上	30以上	管
	GNCF1-B	830以上	415以上	30以上	棒 ^{※1} (径等 ^{※2} 100mm以下)
760以上		345以上	30以上	棒 ^{※1} (径等 ^{※2} 100mmを超え250mm以下)	
2種	GNCF2	586以上	241以上	30以上	—
3種	GNCF3	551以上	241以上	30以上	—

※1 丸棒、角棒、六角棒及び平材を総称して棒という。

※2 径等とは、径、辺、対辺距離又は厚さを示す。

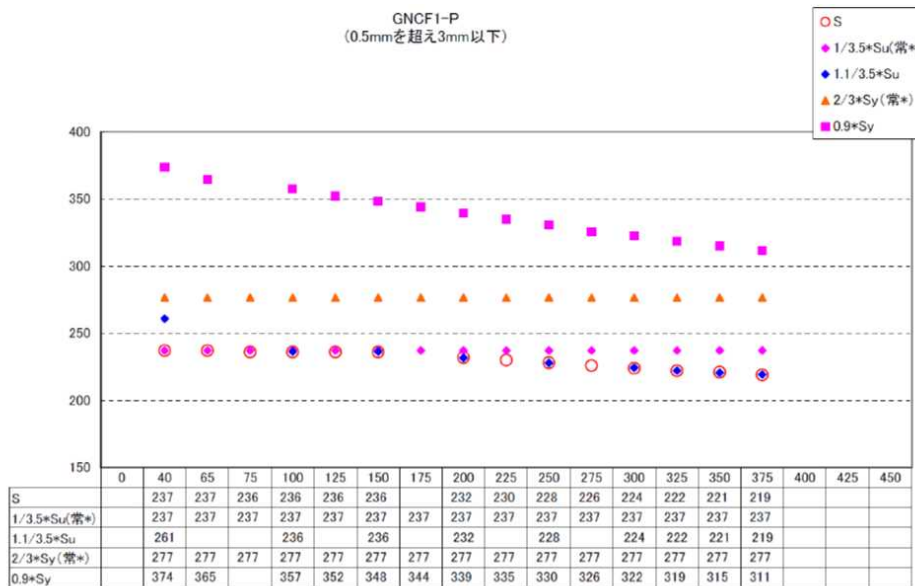
許容値の設定方法は以下のとおり

Sy : JSME 規格の常温の Sy と ASME 相当材の Sy の小さい方の値

Su : JSME 規格の常温の Su と ASME 相当材の Su を 1.1 で除した値の小さい方の値

S : Su/3.5 と 0.9Sy の小さい方の値 (新規材料採用ガイドライン)

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。

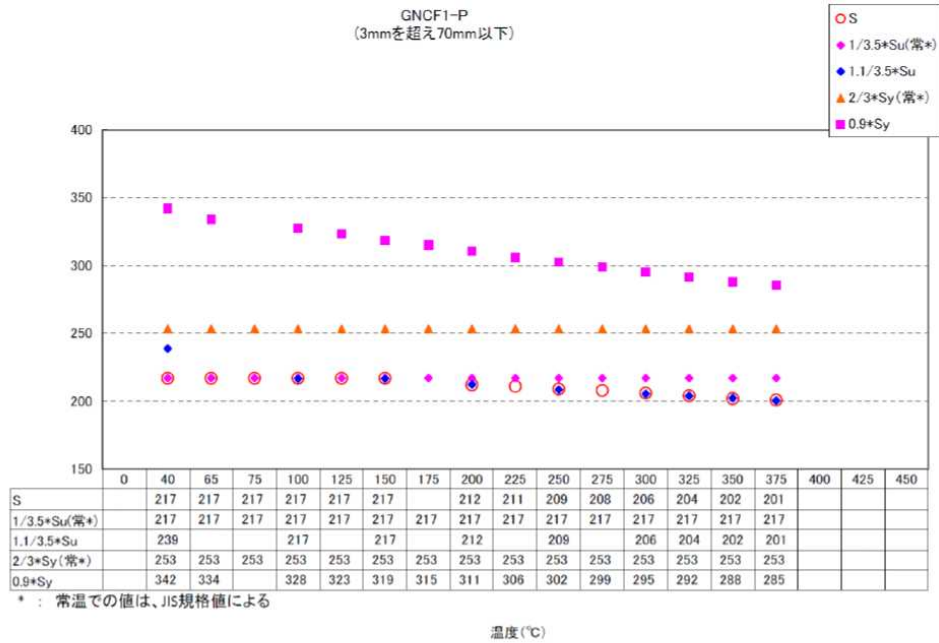


* : 常温での値は、JS規格値による

温度(°C)

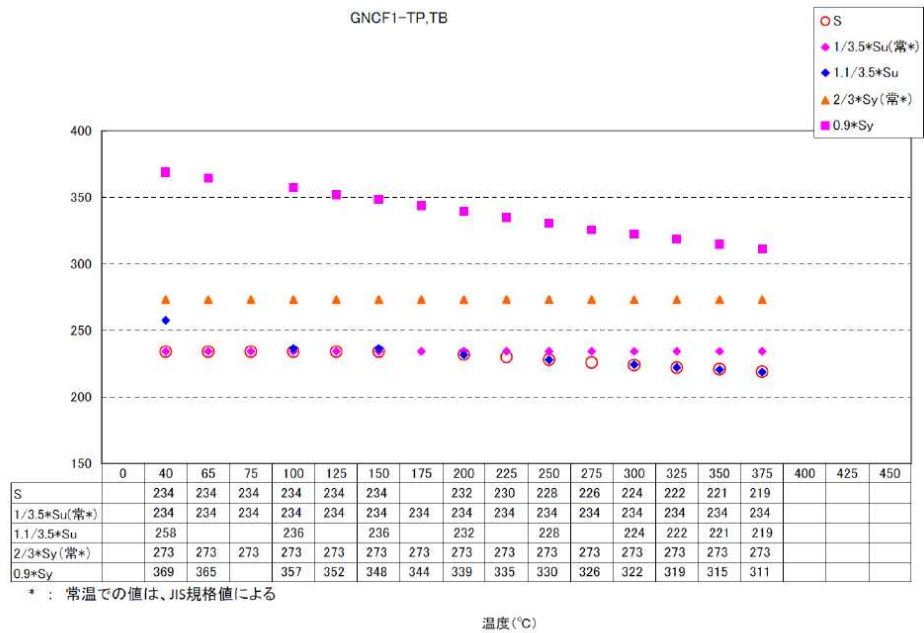
S値

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。



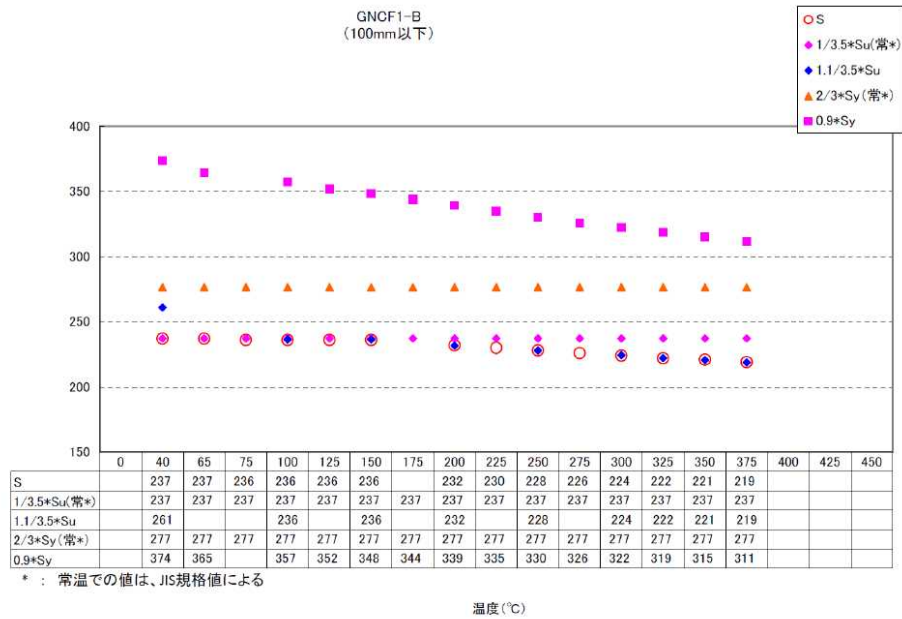
S値

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。



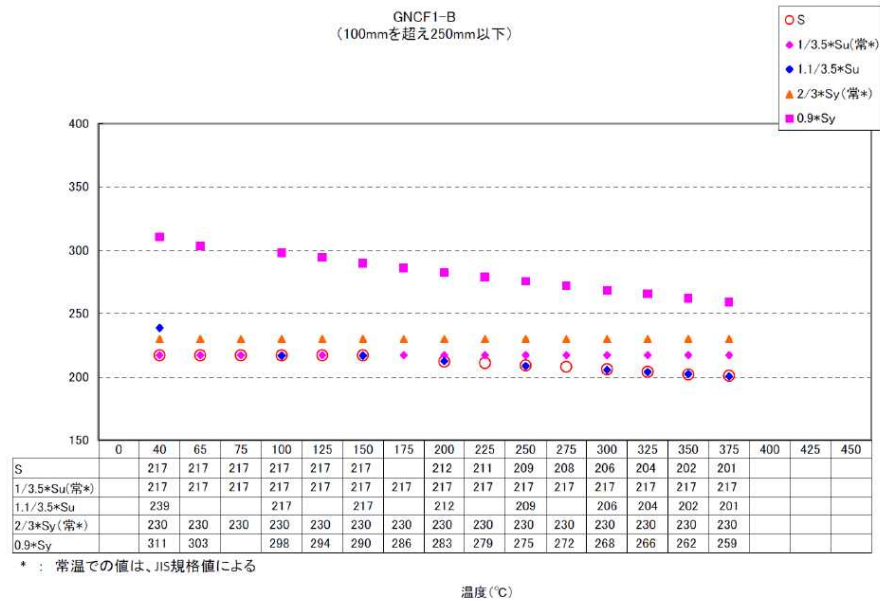
S値

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。



S値

下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。



S値

(追而)

10MPa は 1.0197kgf/mm² 程度であるので同等とのことであるが、工学的判断として同等とした理由（例えば、測定器の精度）について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁷。

SI 単位系への移行に伴い、一部の材料の材料記号が以下のように変更された。

³¹⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-2 : 2. (4)

材料記号(非SI単位系) (カッコ内は引張強さ)	材料記号(SI単位系) (カッコ内は引張強さ)
SB42(42kg/mm ²)	SB410(410MPa)
SB46(46kg/mm ²)	SB450(450MPa)
SB49(49kg/mm ²)	SB480(480MPa)
SGV49(49kg/mm ²)	SGV480(480MPa)
SM41(A、B、C)(41kg/mm ²)	SM400(A、B、C)(400MPa)
SM50(A、B、C)(50kg/mm ²)	SM490(A、B、C)(490MPa)
SM53(B、C)(53kg/mm ²)	SM520(B、C)(520MPa)
STS38(38kg/mm ²)	STS370(370MPa)
STS42(42kg/mm ²)	STS410(410MPa)
STPT49(49kg/mm ²)	STPT480(480MPa)

(1) JIS 鉄鋼材料の材料記号や SI 単位系での引張強さの規格値は、従来の MKS 単位系ではほぼ 1kgf/mm² に対応する 10MPa 刻みで規定されており、製造時の確認や設計評価もこれを基準に実施されている。

(2) 10MPa 以下の差は単位換算等によって引き起こされた可能性もある軽微なものと考えられる。

上記に加え、化学成分の同等性等も踏まえて相当材と同定することも考慮し、±10MPa を判定基準とした。

(追而)

(c) 備考 1.1 のクラス MC 容器の場合における電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の非破壊試験の判定基準ほかについて

【備考】Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」に関し、1. の「JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管」等について「電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計応力強さは、表 3 の値に関わらず、次の規定による」とし、「1.1 クラス MC 容器の場合」は、非破壊試験を設計・建設規格 PVB-2411（非破壊試験の方法）及び PVB-2412（溶接による補修）の規定に準じて行い、非破壊試験に合格しない場合は 0.85 倍（電気抵抗溶接）、0.8 倍（自動アーク溶接で突合せ片側溶接）又は 0.90 倍（自動アーク溶接で突合せ両側溶接）の係数を乗ずるとしているが、非破壊試験の判定基準が不明である。非破壊試験の判定基準について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁸。

PVB-2411 は「各素材形状に対する非破壊試験」、PVB-2412 は「溶接による補修」で、それぞれの非破壊試験の判定基準は PVB-2420 に規定されています。（具体的には GTN の規定）

設計・建設規格の「PVE-2410 非破壊試験要求」では「クラス MC 容器に使用する材料に対しては、非破壊試験は要求しない」と規定しており、溶接管を想定していない規定と思われるが、「PVE-3610 管台の厚さの規定」において長手継手の効率 η は「表

³¹⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (52) (a)

PVE-3240-1 継手効率の値」によるとし、放射線透過試験に合格しない場合には 0.60～0.70 と規定されている。0.85 倍等の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³¹⁹。

「PVE-2110 クラス MC 容器に使用可能な材料の規定」では、「クラス MC 容器に使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス MC 容器の欄に示す材料の規格（寸法の許容差及び非破壊検査に関する部分を除く）に適合するもの・・・とする。」と規定しておりますが、「非破壊検査に関する部分を除く」の意は、材料 JIS の非破壊検査に関する部分を除くというものです。

「PVE-3111 各供用状態における応力評価」の規定にて、 S_m を S_{mc} に読み替えることを規定しておりますが、各許容値は材料規格の許容値を用いております。

電気抵抗溶接鋼管の溶接部に対して 0.85 を乗じる規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では、以下のように規定しております。

「Table 1A (Maximum Allowable Stress Values, S , for Ferrous Materials)」の「注記－溶接に関する要求事項」

W12

These S values do not include a longitudinal weld efficiency factor. For Section III applications, for materials welded without filler metal, ultrasonic examination, radiographic examination, or eddy current examination, in accordance with NC-2550, shall provide a longitudinal weld efficiency factor of 1.00. Materials welded with filler metal meeting the requirements of NC-2560 shall receive a longitudinal weld efficiency factor of 1.00. Other longitudinal weld efficiency factors shall be in accordance with the following:

(b) for single or double butt weld, without filler metal, 0.85

「Table 1B (Maximum Allowable Stress Values, S , for Nonferrous Materials)」の「注記－溶接に関する要求事項」

W5

These S values do not include a longitudinal weld efficiency factor. For Section III applications, for materials welded without filler metal, ultrasonic examination, radiographic examination, or eddy current examination, in accordance with NC-2550, shall provide a longitudinal weld efficiency factor of 1.00. Materials welded with filler metal meeting the requirements of NC-2560 shall receive a longitudinal weld efficiency

³¹⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (52) (b)

factor of 1.00. Other longitudinal weld efficiency factors shall be in accordance with the following:

(b) for single or double butt weld, without filler metal, 0.85

(d) 備考 1.2 のクラス MC 容器以外の場合における非破壊試験の合格しない場合の係数について

「【備考】Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」に関し、「1.2 クラス MC 容器以外の場合」において、垂直 UT、斜角 UT 又は RT の非破壊試験に合格しない場合は 0.85 倍（電気抵抗溶接）、0.8 倍（自動アーク溶接で突合せ片側溶接）又は 0.90 倍（自動アーク溶接で突合せ両側溶接）の係数を乗ずるとされている。設計・建設規格の「PVC-3610 管台の厚さの規定」において長手継手の効率 η は「表 PVC-3130-1 継手効率の値」によるとし、放射線透過試験に合格しない場合には 0.60~0.70 と規定されている。0.85 倍等の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³²⁰。

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

(追而)

(e) 備考 2.イ.の「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ片側溶接について

「【備考】Part 3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」に関し、2.イ.において、「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ片側溶接の場合の S 値の利用について規定しているが、JIS G 3457 は管の製造方法を「内外面自動サブマージアーク溶接(略)によって製造する」と規定している。突合せ片側溶接は JIS G 3457 にない溶接である。材料規格 2020 は突合せ片側溶接を許容するののかについて、日本機械学会は、次のように説明している³²¹。

ご指摘の規定は以下のとおりです。

なお、本規定は材料規格 2012 年版においても同様です。

2. 日本産業規格 JIS G 3457「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合する材料の許容引張応力は、表3の値に関わらず、次の規定によること。

イ. 突合せ片側溶接鋼管については、その溶接部に対して発電用原子力設備規格設計・建設規格 GTN-2000 及び PVB-2421 の規定に準じて垂直法による超音波探傷試験を行い、これに合格する場合、GTN-3000 及び PVB-2422 の規定に準じて斜角法による超音波探傷試験を行い、これに合格する場合、又は GTN-4000 及び PVB-2423 の規定に準じて放射線透過試験を行い、これに合格する場合は表3に示す値の 0.9 倍の値、それ以外の場合は表3に示す値の 0.6 倍の値。

内外面自動サブマージアーク溶接法によるスパイラルシーム溶接又はストレートシーム溶接によって製造する。」とされておりますので、上記規定は不要な規

³²⁰ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (53) (a)

³²¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (53) (b)

定となっていると思われますので、今後の規格改定作業の中で検討していきます。

(f) 備考 2. ロ. の「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ両側溶接鋼管に対する UT 試験の適用規格について

【備考】Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」の 2. ロ. において、「JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の突合せ両側溶接鋼管は設計・建設規格の規定に基づき垂直 UT、斜角 UT 又は RT を行い、これに合格するか否かで S 値に乗ずる係数を規定している。JIS G 3457 は UT を JIS G 0584 の人工きず区分 UY の対比試験片を用いると規定している。設計・建設規格と JIS の両方の試験を行うことになる。これについて、日本機械学会は、次のように説明している³²²。

『日本産業規格 JIS G 3457 「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合する材料の許容引張応力は、表 3 の値に関わらず、次の規定によること。』と規定しておりますのでその理解で結構です。

(追而)

(g) 備考 3. の鋳鋼品に対する非破壊試験の規定について

【備考】Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値」の 3. において、鋳鋼品の S 値は次のように規定されている。

イ. 設計・建設規格による垂直 UT、斜角 UT 又は RT に合格する場合は S 値のまま
ロ. 設計・建設規格による MT 又は PT に合格する場合は S 値の 0.85 倍の値
ハ. イ、ロ以外の場合は S 値の 0.8 倍の値

しかし、設計・建設規格のクラス 2 容器の規定「PVC-2410 鋳造品の RT 要求」、クラス 2 配管の規定「PPC-2410 非破壊試験要求」、クラス 1、2 ポンプ（外径が 115 mm を超える管に接続されるもの）及びクラス 1、2 弁（外径が 115 mm を超える管に接続されるもの）では、RT を優先し RT が困難な部分は垂直 UT 又は斜角 UT を行い、これに適合（クラス 2 ポンプ及びクラス 2 弁は RT、垂直 UT 及び斜角 UT を行うことが困難な場合は MT 又は PT の特例あり）することを求めており、不合格の場合の救済規定はない。設計・建設規格と材料規格間のクラス 2 容器及びクラス 2 配管に対する規定内容の不整合並びに非破壊試験に合格しない場合に 0.8 倍の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³²³。

<設計・建設規格のポンプ及び弁の非破壊試験に関する規定内容抜粋>

PMB-2410 クラス 1 ポンプの非破壊試験要求

クラス 1 ポンプの耐圧部分等に使用する材料は、PVB-2411（非破壊試験の方法）に規定する非破壊試験を行い、PVB-2420（非破壊試験の判定基準）に合格するものでなければならない。ただし、外径が 115 mm 以下の管に接続される鋳造品及び鍛造品にあっては、PVB-2425 に規定する磁粉探傷試験又は PVB-2426 に規定する浸透探傷試験を行い、これに合格する場合は、この限りでない。

³²² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (53) (c)

³²³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (53) (d)

<p>なお、PMB-2410 の試験を行う場合、GTN-1000 から GTN-7000 及び PVB-2413 (非破壊試験の実施時期) の規定を適用する。</p> <p>また、PMB-2410 の試験に合格しない板、管、鋳造品又は鍛造品は PVB-2412 (溶接による補修) の規定を適用すること。</p>
<p>PMC-2410 鋳造品に対する非破壊試験要求</p> <p>クラス 2 ポンプの耐圧部分等に使用する鋳造品は、以下に掲げる試験を行い、これに合格するものでなければならない。</p> <p>(1) 外径が 63 mm 以上 115 mm 以下の管に接続されるもの</p> <p>PVB-2425 に規定する磁粉探傷試験又は PVB-2426 に規定する浸透探傷試験</p> <p>(2) 外径が 115 mm を超える管に接続されるもの</p> <p>PVB-2423 に規定する放射線透過試験 (放射線透過試験を行うことが困難な部分は、PVB-2421 に規定する垂直法による超音波探傷試験又は PVB-2422 に規定する斜角法による超音波探傷試験 (垂直法による超音波探傷試験及び斜角法による超音波探傷試験を行うことが困難な部分は、PVB-2425 に規定する磁粉探傷試験又は PVB-2426 に規定する浸透探傷試験))</p>
<p>VVB-2400 非破壊試験要求</p> <p>VVB-2410 一般要求</p> <p>クラス 1 弁の耐圧部分等に使用する材料は、PVB-2411 (非破壊試験の方法) に従った試験を行い、これに合格するものでなければならない。</p> <p>VVB-2410 に規定する試験を行う場合には PVB-2413 (非破壊試験の実施時期) 及び PVB-2420 (非破壊試験の判定基準) の規定を準用する。</p>
<p>VVB-2420 非破壊試験を必要としない材料</p> <p>クラス 1 弁に使用する材料において、外径が 115mm 以下の管に接続する鋳造品及び鍛造品にあっては、GTN-6000 に規定する磁粉探傷試験又は GTN-7000 に規定する浸透探傷試験を行い、これに合格する場合は、PVB-2411 に従った非破壊試験を必要としない。</p> <p>PVB-2412 (溶接による補修) は、VVB-2410 に規定する試験に合格しない板、管、鋳造品又は鍛造品に適用する。</p>
<p>VVB-2430 非破壊試験の方法及び判定基準</p> <p>VVB-2400 に規定する非破壊試験は GTN-1000 から GTN-7000 に規定する方法に従い行うこと。</p>
<p>VVC-2400 非破壊試験要求</p> <p>VVC-2410 一般要求</p> <p>クラス 2 弁の耐圧部分等に使用する鋳造品は、次の規定に掲げる試験を行い、これに合格するものでなければならない。</p> <p>(1) 外径が 63 mm 以上 115 mm 以下の管に接続されるものについては、GTN-6000 及び PVB-2425 に規定する磁粉探傷試験又は GTN-7000 及び PVB-2426 に規定する浸透探傷試験</p> <p>(2) 外径が 115 mm を超える管に接続されるものについては、GTN-4000 及び PVB-2423 に規定する放射線透過試験 (放射線透過試験を行うことが困難な部分は、GTN-2000 及び PVB-2421 に規定する垂直法による超音波探傷試験又は GTN-3000 及び PVB-2422 に規定する斜角法による超音波探傷試験 (垂直法による超音波探傷試験及び斜角法による超音波探傷試験を行うことが困難な部分は、GTN-6000 及び PVB-2425 に規定する磁粉探傷試験又は GTN-7000 及び PVB-2426 に規定する浸透探傷試験))</p>
<p>VVC-2420 溶接による補修</p> <p>PVB-2412 の規定は、前項に規定する試験に合格しない鋳造品に準用する。</p>

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。なお、設計・建設では「PVB-2412 (溶接による補修)」において溶接による補修が認められております。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では、以下のように規定しております。

「Table 1A (Maximum Allowable Stress Values, S , for Ferrous Materials)」の「注記—一般要求事項」

G17 For Section III Class 3 applications, statically and centrifugally cast products meeting the requirements of NC-2571(a) and (b), and cast pipe fittings, pumps, and valves with inlet piping connections of DN 50 and less, shall receive a casting quality factor of 1.00.

Other casting quality factors shall be in accordance with the following:

- (a) for visual examination, 0.80*
- (b) for magnetic particle examination, 0.85*
- (c) for liquid penetrant examination, 0.85*
- (d) for radiography, 1.00*
- (e) for ultrasonic examination, 1.00*
- (f) for magnetic particle or liquid penetrant plus ultrasonic examination or radiography, 1.00*

(追而)

4. 2. 8 非鉄金属材料の許容引張応力

本規格は非鉄金属材料の許容引張応力について、「Part3 第1章 表4 非鉄材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」に規定している。

(1) 変更点以外の評価

(a)備考 6. の casting products と表 3 の備考 3. に規定する casting products との非破壊試験により乗ずる係数について

「【備考】Part3 第1章 表4 非鉄材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値」の6. に規定する casting products の非破壊試験により乗ずる係数の値と、「【備考】Part3 第1章 表3 鉄鋼材料 (ボルト材を除く) の各温度における許容引張応力 S 値」の3. に規定する casting products の非破壊試験により乗ずる係数の値とが異なっている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している。

鋳造品 (鉄鋼材料 (ボルト材を除く)) に対する非破壊試験により乗ずる係数の値	垂直 UT・斜角 UT・RT : 1.0
	MT・PT:0.85
	上記以外 : 0.8
鋳造品 (非鉄材料 (ボルト材を除く)) に対する非破壊試験により乗ずる係数の値	垂直 UT・斜角 UT・RT : 0.9
	MT・PT:0.85
	上記以外 : 0.8

ASME Sec. II Part D (2021) では、「注記—一般要求事項」で以下のように規定している。

Table 1A (Maximum Allowable Stress Values, S , for Ferrous Materials) の場合

G16 For Section III Class 3 applications, these S values do not include a casting quality factor. Statically and centrifugally cast products meeting the requirements of NC-2570 shall receive a casting quality factor of 1.00.

Table 1B (Maximum Allowable Stress Values, S , for Nonferrous Materials) の場合

G16 Allowable stress values shown are 90% of those for the corresponding core material.³²⁴

(追而)

4. 2. 9 材料の設計降伏点

本規格は材料の設計降伏点について、「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 備考「1. 下表の規格に適合する電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計降伏点は、表6の値に関わらず、次の規定によること。」の表中に「原子力発電用規格 JSME-N12「耐食耐熱合金」」を追加

表 4. 2. 9 材料の設計降伏点の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① JSME-N12 について、ASME SB-443(N06625)を参照して改訂した際の溶接管に関する備考の記載漏れを訂正した³²⁵。

(3) 検討の結果

(追而)

(4) 変更点以外の評価

- (a) 「日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS

³²⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II 1. (56)

³²⁵ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3: 20 頁番号 7

G 5101(1991)炭素鋼鋳鋼品」のSC410、SC450 及び SC480 が材料規格に規定されていない理由について

「Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)」及び「Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値(MPa)」の「JIS G 5101(1991)炭素鋼鋳鋼品」には、SC410、SC450 及び SC480 が取り込まれていないが、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」の「附属書 (規定) 4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において、次のように規定されている。これらの値について、材料規格に取り込む検討を行ったか、行った場合、取り込まなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している³²⁶。

1. 炭素鋼鋳鋼品 (JIS G 5101(1991)) の降伏応力及び引張強さ
炭素鋼鋳鋼品 (JIS G 5101(1991)) について、耐震設計には附表 4.1-1 から附表 4.1-3 に示す設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u を用いるものとする。ただし、実際の使用に当たっては、材料規格 Part 3 第 1 章 表 6 及び表 7 の各備考 2 の考え方を適用する。

附表 4.1-1 炭素鋼鋳鋼品 SC410 (JIS G 5101(1991)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350
S_u (MPa)	410	375	375	375	375	375	375	375	375	375	370
S_y (MPa)	205	194	187	183	178	175	171	165	158	152	150

附表 4.1-2 炭素鋼鋳鋼品 SC450 (JIS G 5101(1991)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350
S_u (MPa)	450	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
S_y (MPa)	225	217	209	204	198	193	189	182	176	170	167

附表 4.1-3 炭素鋼鋳鋼品 SC480 (JIS G 5101(1991)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350
S_u (MPa)	480	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436
S_y (MPa)	245	233	226	220	213	208	203	196	188	182	179

【解説】
炭素鋼鋳鋼品 (JIS G 5101(1991)) は、設計・建設規格においてクラス 3 容器、クラス 3 配管、クラス 2、3 弁及びクラス 2、3 ポンプに使用が認められ、材料規格 Part 3 第 1 章 表 3 に各温度における許容引張応力 S が規定されているが、耐震設計に必要な S_y 及び S_u が規定されていない。
附表 4.1-1 から附表 4.1-3 の値は、JEAG4601・補-1984「V 特別な材料の許容応力値」として定めていた設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u を SI 値に換算したものである。また、温度-30~40°C の値については、上記の換算値に関わらず JIS に記載の最小値と整合させたものである。

材料規格の「使用する材料の規格」に記載のある材料で、材料規格で S_y 値、 S_u 値が設定されていない材料の S_y 値、 S_u 値が JEAC 4601-2021 の「附属書 (規定) 4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において規定されております。この関係は告示 501 号と耐震 JEAG (1984) の時代から変わっておりませんが、規格ユーザーの利便性向上の観点から材料規格への取込を検討していきます。

(追而)

³²⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (58)

(b) 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS G 5502(2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鑄鉄品」の FCD400 及び FCD450 が材料規格に規定されていない理由について

「Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値 (MPa)」及び「Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値 (MPa)」の「JIS G 5502(2001+2007 追補 1) 球状黒鉛鑄鉄品」の FCD400 及び FCD450 は材料規格に取り込まれていないが、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」の「附属書 (規定) 4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において、次のように規定されている。これらの値について材料規格に取り込む検討を行ったか、行った場合、取り込まなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している³²⁷。

3. 鑄鉄 (FCD 材, FC 材) の耐震許容応力

鑄鉄のうち FCD 材及び FC 材について、耐震設計には附表 4.1-9 及び附表 4.1-10 に示す設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u を用いるものとする。ただし、FC 材の設計降伏点は、許容応力算出に必要なことから附表に示していない。なお、実際の使用に当たっては、材料規格 Part 3 第 1 章 表 6 及び表 7 の各備考 2 の考え方を適用する。

附表 4.1-9 球状黒鉛鑄鉄品 FCD 材 (JIS G 5502(2007)) の S_y 及び S_u

	記号	温度 (°C)										
		-30~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350
S_y (MPa)	FCD400	302	373	365	365	365	365	365	365	365	365	365
	FCD450	441	415	406	406	406	406	406	406	406	406	406
S_u (MPa)	FCD400	255	239	235	235	235	235	235	225	217	214	204
	FCD450	294	274	265	265	265	265	265	256	247	247	241

³²⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (59) (a)

附表 4.1-10 ねずみ鋳鉄品 FC 材 (JIS G 5501(1995)) の耐震評価用引張強さ

記号	鋳鉄品の主要肉厚 (mm)	引張強さ (MPa)
FC100	4 以上 50 以下	29
FC150	4 以上 8 以下	56
	8 を超え 15 以下	50
	15 を超え 30 以下	44
	30 を超え 50 以下	38
FC200	4 以上 8 以下	71
	8 を超え 15 以下	69
	15 を超え 30 以下	59
	30 を超え 50 以下	50
FC250	4 以上 8 以下	82
	8 を超え 15 以下	76
	15 を超え 30 以下	74
	30 を超え 50 以下	65
FC300	8 以上 15 以下	91
	15 を超え 30 以下	88
	30 を超え 50 以下	79
FC350	15 以上 50 以下	103
	30 を超え 50 以下	94

【解 説】

鋳鉄のうち FCD 材及び FC 材は、耐震設計において必要となる設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u が材料規格 Part 3 に規定されていない。

附表 4.1-9 の設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u 、附表 4.1-10 の引張強さの値は、JEAG4601・第 1884 「V 特別な材料の許容応力値」として定めていた値を SI 値に換算したものである。

材料規格の「使用する材料の規格」に記載のある材料で、材料規格で S_y 値、 S_u 値が設定されていない材料の S_y 値、 S_u 値が JEAC 4601-2021 の「附属書 (規定) 4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において規定されております。この関係は告示 501 号と耐震 JEAG (1984) の時代から変わっておりませんが、規格ユーザーの利便性向上の観点から JEA 側と協議のうえ、材料規格への取込を検討していきます。

(追而)

(c) 「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」に規定されていない「JIS G 5501(1995) ねずみ鋳鉄品」の FC 材を使用することの適否について

「Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)」及び 174 頁「Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値(MPa)」の「JIS G 5501(1995)ねずみ鋳鉄品」の FC 材は材料規格の「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」に記載されていないが、当該材料を使用することの適否について、日本機械学会は、次のように説明している³²⁸。

³²⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (59) (b)

ねずみ鑄鉄品の特徴を把握して適切な規定を設けることで使用することは可能であると考えます。

(追而)

(d) 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」に規定する「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金継目無管」の C6870, C6871, C6872, C7100 及び C7150 並びに「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」、「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」、「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」及び「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」のチタン1種、2種が材料規格に規定されていない理由について

「Part3 第1章 表6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値(MPa)」及び174頁「Part3 第1章 表7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値(MPa)」、「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金継目無管」の C6870, C6871, C6872, C7100 及び C7150 並びに「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」、「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」、「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」及び「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」のチタン1種、2種は材料規格に取り込まれていないが、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2021」の「附属書(規定)4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において、次のように規定されている。これらの値について材料規格に取り込む検討を行ったか、行った場合、取り込まなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している³²⁹。

³²⁹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1: II.1. (60)

2. 銅合金、チタン材の降伏応力及び引張強さ

銅合金及びチタン材について、耐震設計には附表 4.1-4 から附表 4.1-8 に示す設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u を適用する。

附表 4.1-4 銅及び銅合金継目無管一合金番号 C6870, 6871, 6872
(JIS H 3300(2018)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	30~40	75	100	150	200	225	250	300
S_u (MPa)	375	364	359	351	342	331	320	(298)
S_y (MPa)	137	136	135	134	133	128	125	(116)

附表 4.1-5 銅及び銅合金継目無管一合金番号 C7100
(JIS H 3300(2018)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250	300
S_u (MPa)	315	295	287	279	271	269	266	(262)
S_y (MPa)	123	117	114	107	100	98	95	(91)

附表 4.1-6 銅及び銅合金継目無管一合金番号 C7150
(JIS H 3300(2018)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250	300
S_u (MPa)	365	340	330	317	304	301	297	(291)
S_y (MPa)	137	128	125	120	116	113	109	(103)

附表 4.1-7 チタン及びチタン合金の展伸材一種類 1 種

(JIS H 4600(2012), JIS H 4630(2012), JIS H 4631(2018),
JIS H 4650(2016)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250
S_u (MPa)	270	235	218	183	141	131	122
S_y (MPa)	165	157	152	106	83	72	61

附表 4.1-8 チタン及びチタン合金の展伸材一種類 2 種

(JIS H 4600(2012), JIS H 4630(2012), JIS H 4631(2018),
JIS H 4650(2016)) の S_y 及び S_u

温度 (°C)	-30~40	75	100	150	200	225	250
S_u (MPa)	340	295	274	224	192	175	158
S_y (MPa)	215	189	178	139	111	96	82

【解説】

(1) 銅合金及びチタン材は、設計・建設規格においてクラス 2、3 容器、クラス 3 配管及びクラス 3 弁（銅合金はクラス 4 配管についても）に使用が認められ、材料規格 Part 3 第 1 章表 4 に各温度における許容引張応力 S が規定されているが、耐震設計に必要な S_y 及び S_u が規定されていない。

附表 4.1-4 から附表 4.1-8 の値は、JEAG4601・補-1984「V 特別な材料の許容応力値」として定めていた設計降伏点 S_y 及び設計引張強さ S_u を SI 値に換算したものである。また、温度 30~40°C の値については、JIS に記載のあるものについて上記の換算値に関わらず JIS に記載の最小値と整合させたものである。

(2) 附表に示す S_y 及び S_u は、銅合金については米国 COPPER DEVELOPMENT ASSOCIATION、チタンについては（旧）住友金属工業（株）のデータに基づいている。設計においてはこれらの値に十分な余裕を考慮するか、又は別途試験データを取得して S_y 及び S_u の妥当性を確認することが望ましい。

材料規格の「使用する材料の規格」に記載のある材料で、材料規格で S_y 値、 S_u 値が設定されていない材料の S_y 値、 S_u 値が JEAC 4601-2021 の「附属書（規

定) 4.1 機器・配管系の耐震設計に適用する許容応力の値」において規定されております。この関係は告示 501 号と耐震 JEAG (1984) の時代から変わっておりませんが、規格ユーザーの利便性向上の観点から JEA 側と協議のうえ、材料規格への取込を検討していきます。

(e) 備考 1. の「JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管」等における溶接鋼管の非破壊試験の判定基準ほかについて

【備考】Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値」の 1. に規定する「JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管」等の規格について「電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計降伏点は、表 6 の値に関わらず、次の規定による」とされている。「1.1 S_m 値を使用する機器等又はクラス MC 容器の場合」は、非破壊試験を設計・建設規格の「PVB-2411 非破壊試験の方法」及び「PVB-2412 溶接による補修」の規定に準じて行い、非破壊試験に合格しない場合は 0.85 倍（電気抵抗溶接）、0.8 倍（自動アーク溶接で突合せ片側溶接）又は 0.90 倍（自動アーク溶接で突合せ両側溶接）の係数を乗ずるとされている。「PVB-2411 非破壊試験の方法」及び「PVB-2412 溶接による補修」のみでは、非破壊試験の判定基準が不明である。非破壊試験の判定基準について、日本機械学会は、次のように説明している³³⁰。

PVB-2411 は「各素材形状に対する非破壊試験」、PVB-2412 は「溶接による補修」で、それぞれの非破壊試験の判定基準は PVB-2420 に規定されています。（具体的には GTN の規定）

設計・建設規格の「PVB-2410 クラス 1 容器の非破壊試験要求」は、「クラス 1 容器に使用する材料は、PVB-2411 に示す試験を行い、PVB-2420 に合格するものでなければならない。」と規定されている。非破壊試験に合格しない材料の使用は想定されていないが、0.85 倍等の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³³¹。

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では「Table Y-1 (Yield Strength Values, S_y , for Ferrous and Nonferrous Materials)」の「特記事項」として以下のように規定しております。

(c) Notes limiting applications of these materials appear in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5A, and 5B.

(これらの材料の用途を限定する注記は、表 1A、1B、2A、2B、3、4、5A、5B に記載されている。)

(「TABLE U」においても同様)

「PVE-2410 非破壊試験要求」は「クラス MC 容器に使用する材料に対しては、非破

³³⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (61) (a) (b)

³³¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (61) (a) (b)

壊試験は要求しない」と規定しており、溶接管を想定していない規定と思われるが、「PVE-3610 管台の厚さの規定」において長手継手の効率 η は「表 PVE-3240-1 継手効率の値」によるとし、放射線透過試験に合格しない場合には 0.60~0.70 と規定されている（「【備考】 Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値」の 1.1 についても同様）。0.85 倍等の係数を乗じて使用可としたことの妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している³³²。

「PVE-2110 クラス MC 容器に使用可能な材料の規定」では、「クラス MC 容器に使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス MC 容器の欄に示す材料の規格（寸法の許容差及び非破壊検査に関する部分を除く）に適合するもの・・・とする。」と規定しておりますが、「非破壊検査に関する部分を除く」の意は、材料 JIS の非破壊検査に関する部分を除くというものです。

「PVE-3111 各供用状態における応力評価」の規定にて、 S_m を S_{mc} に読み替えることを規定しておりますが、各許容値は材料規格の許容値を用いております。

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では「Table Y-1 (Yield Strength Values, S_y , for Ferrous and Nonferrous Materials)」の「特記事項」として以下のように規定しております。

(c) Notes limiting applications of these materials appear in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5A, and 5B.

(これらの材料の用途を限定する注記は、表 1A、1B、2A、2B、3、4、5A、5B に記載されている。)

(「TABLE U」においても同様)

「1.2 S_m 値を使用する機器等及びクラス MC 容器以外の場合」では、垂直 UT、斜角 UT 又は RT の非破壊試験に合格しない場合は 0.85 倍（電気抵抗溶接）、0.8 倍（自動アーク溶接で突合せ片側溶接）又は 0.90 倍（自動アーク溶接で突合せ両側溶接）の係数を乗ずるとされている。設計・建設規格 2020 の「PVC-3610 管台の厚さの規定」において長手継手の効率 η は「表 PVC-3130-1 継手効率の値」によるとし、放射線透過試験に合格しない場合には 0.60~0.70 と規定されている（「【備考】 Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ S_u 値」の 1.2 についても同様）。0.85 倍等の係数を乗じて使用可とした根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³³³。

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

³³² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (61) (a) (b)

³³³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (61) (a) (b)

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では「Table Y-1 (Yield Strength Values, S_y , for Ferrous and Nonferrous Materials)」の「特記事項」として以下のよう

(c) Notes limiting applications of these materials appear in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5A, and 5B.

(これらの材料の用途を限定する注記は、表 1A、1B、2A、2B、3、4、5A、5B に記載されている。)

(「TABLE U」においても同様)

(追而)

(f) 備考 2. の鋳鋼品に対する非破壊試験の規定について

「【備考】Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 S_y 値」の 2. において、鋳鋼品の設計降伏点について次のように規定されている。

- | |
|--|
| イ. 設計・建設規格による垂直 UT、斜角 UT 又は RT に合格する場合は S 値のまま |
| ロ. 設計・建設規格による MT 又は PT に合格する場合は S 値の 0.85 倍の値 |
| ハ. イ、ロ以外の場合は S 値の 0.8 倍の値 |

設計・建設規格 2020 のクラス 1 容器の規定「PVB-2410 クラス 1 容器の非破壊試験要求」、クラス 2 容器の規定「PVC-2410 鋳造品の RT 要求」、クラス 1 配管の「PPB-2440 判定基準」クラス 2 配管の規定「PPC-2410 非破壊試験要求」、クラス 1、2 ポンプ (外径が 115 mm を超える管に接続されるもの) 及びクラス 1、2 弁 (外径が 115 mm を超える管に接続されるもの) では、RT を優先し RT が困難な部分は垂直 UT 又は斜角 UT を行い、これに適合³³⁴することを求めており、不合格の場合の救済規定はない。設計・建設規格と材料規格のクラス 2 容器及びクラス 2 配管に対する規定内容の不整合の理由について、日本機械学会は、次のように説明している³³⁵。

これらの規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では「Table Y-1 (Yield Strength Values, S_y , for Ferrous and Nonferrous Materials)」の「特記事項」として以下のよう

(c) Notes limiting applications of these materials appear in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5A, and 5B.

(これらの材料の用途を限定する注記は、表 1A、1B、2A、2B、3、4、5A、5B に記載されている。)

(「TABLE U」においても同様)

³³⁴ クラス 2 ポンプ及びクラス 2 弁は RT、垂直 UT 及び斜角 UT を行うことが困難な場合は MT 又は PT の特例がある。

³³⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (62)

非破壊試験に合格しない場合に 0.8 倍の係数を乗じて使用可とした（「【備考】 Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値）」の 1.2 についても同様）根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³³⁶。

本規定は告示 501 号の時代から踏襲しております。

材料規格は設計・建設規格のサービス規格ですので、設計・建設規格においてより安全側の規定がなされることは合理的です。

なお、ASME Sec. II Part D (2021) では「Table Y-1 (Yield Strength Values, Sy, for Ferrous and Nonferrous Materials)」の「特記事項」として以下のよう

(c) Notes limiting applications of these materials appear in Tables 1A, 1B, 2A, 2B, 3, 4, 5A, and 5B.

(これらの材料の用途を限定する注記は、表 1A、1B、2A、2B、3、4、5A、5B に記載されている。)

(「TABLE U」においても同様)

(追而)

4. 2. 10 材料の設計引張強さ

本規格は材料の設計引張強さについて、「Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 備考「1. 下表の規格に適合する電気抵抗溶接鋼管又は自動アーク溶接鋼管の設計降伏点は、表 7 の値に関わらず、次の規定によること。」の表中に「原子力発電用規格 JSME-N12 「耐食耐熱合金」」を追加

表 4.2.10 材料の設計引張強さの変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① JSME-N12 について、ASME SB-443(N06625)を参照して改訂した際の溶接管に関する備考の記載漏れを訂正した。

(3) 検討の結果

(追而)

³³⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (62)

4. 2. 1 1 材料の縦弾性係数

本規格は材料の縦弾性係数について、「Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数(×103MPa)」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 分類番号 E4-4 の分類名称に NCF625 を追加し「高ニッケル合金(GNCF1)」から「高ニッケル合金(GNCF1, NCF625)」に変更
- ② 分類番号 E5-1 を E5-1、E5-2、E5-3 に細区分し、分類名称を「チタン)」からそれぞれ「チタン(1種)」、「チタン(2種)」、「チタン(3種)」に変更

表 4. 2. 11 材料の縦弾性係数の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

- ① (追而)
- ② 「Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数(×103MPa)」において、分類番号 E5-1 のチタンが E5-1 チタン(1種)、E5-2 チタン(2種)及び E5-3 チタン(3種)に細区分されているが、いずれも強度を微量の Fe、O で調整する純チタン材である。各温度における縦弾性係数の値は同じだが、異なる分類番号に変更した理由について、日本機械学会は、次のように説明している³³⁷。

材料規格「解説-3-2-1」に記載しているように、従来はチタンに対応する ASME の材料を 12(R53400) (ここで '12' は Grade、'R53400' は UNS No. を表す) としていましたが、化学成分を詳細に比較したところ、チタン 1 種は 1(R50250)、2 種は 2(R50400)、3 種は 3(R50550) がより化学成分が近いと判断し対応を見直しました。

³³⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (65)

Ti 合金の ASME Sec. II と JSME (1 種、2 種、3 種) の比較

材料の規格		ASME Sec. II Part B (2017)	規格 種類	N	C	H	Fe	O	Ni	Mo	Ti
JIS H 4600 (2012) チタン及びチタン合金-板及び条 JIS H 4630 (2012) チタン及びチタン合金-継目無管 JIS H 4631 (2012) チタン及びチタン合金-熱交換器用管 JIS H 4635 (2012) チタン及びチタン合金-溶接管 JIS H 4650 (2012) チタン及びチタン合金-棒	1種	—	JSME	≤0.03	≤0.08	≤0.013	≤0.20	≤0.15	—	—	残部
	—	Grade 1 (UNS No. R50250)	ASME	≤0.03	≤0.08	≤0.015	≤0.20	≤0.18	—	—	
	2種	—	JSME	≤0.03	≤0.08	≤0.013	≤0.25	≤0.20	—	—	残部
	—	Grade 2 (UNS No. R50400)	ASME	≤0.03	≤0.08	≤0.015	≤0.30	≤0.25	—	—	
	3種	—	JSME	≤0.05	≤0.08	≤0.013	≤0.30	≤0.30	—	—	残部
	—	Grade 3 (UNS No. R50550)	ASME	≤0.05	≤0.08	≤0.015	≤0.30	≤0.35	—	—	
—	—	Grade 12 (UNS No. R53400)	ASME	≤0.03	≤0.08	≤0.015	≤0.30	≤0.25	0.6・0.9	0.2・0.4	

Table TM-5 Moduli of Elasticity E of Titanium and Zirconium for Given Temperatures								
Material Grade/UNS No.	Modulus of Elasticity E = Value Given × 10 ³ MPa, for Temperature, °C, of							
	25	100	150	200	250	300	350	400
Titanium Alloys								
1 (R50250)	107	103	101	97	93	88	84	80
2, 2H (R50400)	107	103	101	97	93	88	84	80
3 (R50550)	107	103	101	97	93	88	84	80
7, 7H (R52400)	107	103	101	97	93	88	84	80
9 (R56320)	110	105	101	96	92	87
11 (R52250)	107	103	101	97	93	88	84	80
12 (R53400)	107	103	101	97	93	88	84	80
16, 16H (R52402)	107	103	101	97	93	88	84	80
17 (R52252)	107	103	101	97	93	88	84	80
26, 26H (R52404)	107	103	101	97	93	88	84	80
27 (R52254)	107	103	101	97	93	88	84	80
28 (R56323)	110	105	101	96	92	87
38 (R54250)	105	101	95	89	85	82	79	76
Zirconium Alloys								
702 (R60702)	99	92	87	81	76	71	66	60
705 (R60705)	94	90	87	84	82	79	76	73

GENERAL NOTE: These elastic modulus values are for the longitudinal direction of wrought plate. This represents a practical minimum for design. The modulus in other orientations will be higher. See [Nonmandatory Appendix A, A-804](#).

(追而)

4. 2. 1 2 材料の線膨張係数

本規格は材料の線膨張係数について、「Part3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数(×10⁻⁶(1/°C))」に規定している。

(1) 変更の内容

- ① 分類番号 TE2 分類名称「炭素鋼、合金鋼 [区分Ⅱ]」の線膨張係数の値を表から削

除し、分類番号 TE1 の分類名称を「炭素鋼、合金鋼 [区分 I]」から「炭素鋼、合金鋼」に変更

- ② 分類番号 TE6 「オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]」の線膨張係数の値を変更
- ③ 分類番号 TE8 の分類名称「17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型ステンレス鋼」を熱処理記号 H1075 と H1150 に区分し、H1150 の各温度における線膨張係数の値を追加
- ④ 分類番号 TE15 「高ニッケル合金(NCF600)」の線膨張係数の値を変更
- ⑤ 分類番号 TE16 の分類名称「高ニッケル合金(GNCF1)」に NCF625 を追加し、線膨張係数の値を変更
- ⑥ 分類番号 TE19 「高ニッケル合金(GNCF3)」の線膨張係数の値を変更

表 4.2.12 材料の線膨張係数の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～⑥縦弾性係数及び線膨張係数について2019年版ASME規格Sec. II Part D(Metric)と整合させた³³⁸。

(3) 検討の結果

- ①線膨張係数について、材料規格 2012 では分類番号 TE1 (炭素鋼、合金鋼 [区分 I]) と TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) に細分化されていたものを、材料規格 2020 では TE1 (炭素鋼、合金鋼) に統合された。材料規格 2012 の TE2 (炭素鋼、合金鋼 [区分 II]) と材料規格 2020 の TE1 (炭素鋼、合金鋼) は数値が異なる。この影響について、日本機械学会は、次のように説明している³³⁹。

Group1 から Group2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されました。

以降に、見直しの経緯を記します³⁴⁰。

BPV II SG-PP の Record #16-911 において、Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2 から Group 1 へ移動させ、Group2 の分類を Other Low Alloy Steels から Other Alloy Steels に変更することが提案された。

Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2

³³⁸ 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3 : 27 頁番号 3

³³⁹ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-3 : 2. (2) (a)

³⁴⁰ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

改訂理由は、3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V 鋼 (SA-508 Grade 2) は炭素鋼と同様に Group 1 に分類されているが、Mn-1/2Mo-3/4Ni 鋼 (SA-533 Grade B) は Alloy 600 と同等の線膨張係数である Group2 に分類されており、Mn-Mo 低合金鋼 (SA-533Gr. B) の線膨張係数が高過ぎるため、Group1 と同じにすべきであると指摘されたことによる。例えば、ASME 2015 Sec. II Part-D における 600°F の平均線膨張係数は、Group1 が 7.4×10^{-6} in/in/°F、Group2 が 7.8×10^{-6} in/in/°F、Alloy 600 が 7.8×10^{-6} in/in/°F であった。

表 Ferrous Material および Nickel Alloys の平均線膨張係数
(ASME 2015 Sec. II Part D @ 600 °F)

Table TE-1
Thermal Expansion for Ferrous Materials

Temperature, °F	Coefficients for Carbon and Low Alloy Steels (Group 1) [Note (1)]			Coefficients for Other Low Alloy Steels (Group 2) [Note (2)]			Coefficients for 5Cr-1Mo and 29Cr-7Ni-2Mo-N Steels		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	8.3	7.4	4.7	8.4	7.8	5.0	7.6	7.2	4.6

Table TE-4
Thermal Expansion for Nickel Alloys (Cont'd)

Temperature, °F	Coefficients for N06455			Coefficients for N06600			Coefficients for N06625		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	7.8	7.0	4.5	8.5	7.8	5.0	7.7	7.4	4.7

A : 瞬間線膨張係数 B : 平均線膨張係数 C : 線熱膨張係数@70F

低合金鋼の物性値は化学成分や熱処理条件の僅かな違いでは影響されないことが指摘されており、そのことを確認するために、1992 年に Structural Integrity Associates (SI) から Thermophysical Properties Research Laboratory (TPRL) に測定依頼がなされ、線膨張係数の検証が行われた。その結果、SA-533Gr. B と SA-508Gr. 2 の線膨張係数は同じ値であり、Alloy 600 より 5~7% 小さい値であることが報告された。

上記の検証結果を改訂根拠として審議の結果、SG-PP 及び BPV II Standard Committee で改定が承認された。

[結論：再掲]

Group 1 から Group 2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されました。

ASME 規格にあわせて線膨張係数の区分及び線膨張係数を変更したことについて、区分を統合・変更したことによる線膨張係数の変更の妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している³⁴¹。

Group1 から Group 2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されています。

以降に、見直しの経緯を記します³⁴²。

BPV II SG-PP の Record #16-911 において、Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、

³⁴¹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7 : II 3. (3) (a)

³⁴² 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2 から Group 1 へ移動させ、Group 2 の分類を Other Low Alloy Steels から Other Alloy Steels に変更することが提案された。

Table TE-1 Thermal Expansion for Ferrous Materials のうち Mn-1/4Mo、Mn-1/2Mo-1/4Ni、Mn-1/2Mo-3/4Ni、Mn-1/2Mo、Mn-1/2Mo-1/2Ni、Mn-V を Group 2 から Group 1 へ移動 [参照：ASME 規格の改訂 (Sec. II Part D 2015 年版)、および (Sec. II Part D 2017 年版)]。

ASME の改訂の動きを受けて、JSME 材料規格 2016 年版に反映

ASME 規格 Sec. II Part D 2015 年版

ASME Sec. II Part-D 2015	NOTES:		
	(1) Group 1 alloys (by nominal composition):		
	Carbon steel	1Cr-1/2Mo	3/4Ni-1/2Mo-1/2Cr-V
	C-Mn-Ch	1Cr-1/2Mo-V	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V
	C-Mn-Si-Ch	1 1/2Cr-1/2Mo	3/4Ni-1Mo-1/2Cr
	C-Mn-Si-V	1 1/2Cr-1/2Mo-Si	1Ni-1Cr-1/2Mo
	C-Mn-Ti	1 1/2Cr-1/2Mo-Cu	1 1/2Ni-1Cr-1/2Mo
	C-Si-Ti	1 1/2Cr-1/2Mo-Ti	1 1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo
	C-1/4Mo	2Cr-1Mo	2Ni-1/2Cr-1/2Mo
	C-1/2Mo	2Cr-1Mo	2Ni-1/2Cr-1/2Mo
	1/2Cr-1/2Mo	3Cr-1Mo	2Ni-1 1/2Cr-1/2Mo-V
	1/2Cr-1/2Mo-V	3Cr-1Mo-1/2V-Ch-Cu	2 1/2Ni
	1/2Cr-1/2Mo-Si	3Cr-1Mo-1/2V-Ti-B	2 1/2Ni
	1/2Cr-1/2Mo	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo	2 1/2Ni-1 1/2Cr-1/2Mo-V
	1/2Cr-1/2Ni-Cu	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo-V	3 1/2Ni
	1/2Cr-1/2Ni-Cu-Al	1/2Ni-1/2Mo-V	3 1/2Ni-1 1/2Cr-1/2Mo-V
	1Cr-1/2Mo	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo-V	4Ni-1 1/2Cr-1/2Mo-V
	1Cr-1/2Mo-Si	1/2Ni-1/2Cu-Mo	
	(2) Group 2 alloys (by nominal composition):		
	Mn-1/2Mo	Mn-1/2Mo-1/4Ni	22Cr-5Ni-3Mo-N
	Mn-1/2Mo	Mn-V	23Cr-4Ni-Mo-Cu
	Mn-1/2Mo-1/4Ni	18Cr-5Ni-3Mo-N	25Cr-7Ni-4Mo-N
	Mn-1/2Mo-1/2Ni	22Cr-2Ni-Mo-N	

JSME 材料規格 2016 年版

JSME 材料規格 2016 年版	【備考】Part 3 第 2 章 表 2 材料の各温度における線膨張係数	
	<p>1. 区分 A は、焼鈍線膨張係数を示す。</p> <p>2. 区分 B は、室温から当該温度までの平均線膨張係数を示す。</p> <p>3. 分級番号 TK1、TK2 の材料系、合金鋼における区分 B は以下に示す。</p>	
	炭素鋼、合金鋼[区分 1]	
	C 系	C-Mn 系
	C-1/4Mo 系	C-1/2Mo 系
	3/4Ni-1/2Mo-1/2Cr-V 系	3/4Ni-1/2Mo-Cr-V 系
	1/4Ni-1Cr 系	1/4Ni-1Cr-1/4Mo 系
	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo 系	1/2Ni-1/2Cr-1/2Mo 系
	1-1/4Ni-3/4Cr 系	1-3/4Ni-3/4Cr-1/4Mo 系
	2Ni-3/4Cr-1/4Mo 系	2Ni-3/4Cr-1/2Mo 系
	2-3/4Ni-3/4Cr 系	2Ni-3Cr-1/2Mo 系
	3-1/4Ni-3/4Cr 系	3-1/4Ni-1-1/4Cr-1/4Mo 系
	3-1/2Ni 系	1/2Cr-1/2Mo 系
	1Cr-1/2Mo 系	1Cr-1/2Mo 系
	1Cr-1/2Mo-V 系	1-1/4Cr-1/2Mo 系
	1-1/4Cr-1/2Mo-Si 系	2-1/4Cr-1Mo 系
	3Cr-1Mo 系	1Cr-1/2Mo-1/4Mo 系
	炭素鋼、合金鋼[区分 2]	
	Mn-1/2Mo 系	Mn-1/2Mo-1/2Ni 系
	Mn-1/2Mo-3/4Ni 系	

改定理由は、3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V 鋼 (SA-508 Grade 2) は炭素鋼と同様に Group 1 に分類されているが、Mn-1/2Mo-3/4Ni 鋼 (SA-533 Grade B) は Alloy 600 と同等の線膨張係数である Group 2 に分類されており、Mn-Mo 低合金鋼 (SA-533Gr. B) の線膨張係数が高過ぎるため、Group 1 と同じにすべきであると指摘されたことによる。例えば、ASME 2015 Sec. II Part-D における 600 °F の

平均線膨張係数は、Group 1 が $7.4 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^\circ\text{F}$ 、Group 2 が $7.8 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^\circ\text{F}$ 、Alloy 600 が $7.8 \times 10^{-6} \text{ in/in/}^\circ\text{F}$ であった。

表 Ferrous Material および Nickel Alloys の平均線膨張係数
(ASME 2015 Sec. II Part D @ 600 °F)

Table TE-1
Thermal Expansion for Ferrous Materials

Temperature, °F	Coefficients for Carbon and Low Alloy Steels (Group 1) [Note (1)]			Coefficients for Other Low Alloy Steels (Group 2) [Note (2)]			Coefficients for 5Cr-1Mo and 29Cr-7Ni-2Mo-N Steels		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	8.3	7.4	4.7	8.4	7.8	5.0	7.6	7.2	4.6

Table TE-4
Thermal Expansion for Nickel Alloys (Cont'd)

Temperature, °F	Coefficients for N06455			Coefficients for N06600			Coefficients for N06625		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
600	7.8	7.0	4.5	8.5	7.8	5.0	7.7	7.4	4.7

A : 瞬間線膨張係数 B : 平均線膨張係数 C : 線熱膨張係数@70F

低合金鋼の物性値は化学成分や熱処理条件の僅かな違いでは影響されないことが指摘されており、そのことを確認するために、1992年に Structural Integrity Associates(SI) から Thermophysical Properties Research Laboratory (TPRL) に測定依頼がなされ、線膨張係数の検証が行われた。その結果、SA-533Gr. B と SA-508Gr. 2 の線膨張係数は同じ値であり、Alloy 600 より 5~7%小さい値であることが報告された。

上記の検証結果を改訂根拠として審議の結果、SG-PP 及び BPV II Standard Committee で改定が承認された。

[結論：再掲]

Group 1 から Group 2 に移動された 6 鋼種は、材料の実力値に則した分類に見直されています。

②/④/⑤/⑥ 縦弾性係数及び線膨張係数を ASME 規格 Sec. II 2019 年版の Part D (Metric) と整合させた 2 としている。分類番号 TE6 (オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I])、TE15 (高ニッケル合金(NCF600))、TE16 (高ニッケル合金(GNCF1, NCF625)) 及び TE19 (高ニッケル合金(GNCF3)) については、一部の温度で線膨張係数の値が変更になった。この影響について、日本機械学会は、次のように説明している³⁴³。

材料規格 2012 年版との差異は、 $0.1 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ 程度です。

以下に、線膨張係数の見直し結果を示します³⁴⁴。

ASME 規格 2010 年版及び ASME 規格 2017 年版での線膨張係数の見直しに伴い、「TE6 : オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]」、「TE15 : 高ニッケル合金

³⁴³ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-3 : 2. (2) (c)

³⁴⁴ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

(NCF600)」、「TE16：高ニッケル合金 (GNCF1、NCF625)」、「TE19：高ニッケル合金 (GNCF3)」の線膨張係数を見直しました。

表 線膨張係数見直し結果 (1)

Part 3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数(×10⁻⁶mm/mm°C)

分類番号	分類名称	区分	温度 (°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE1	炭素鋼、合金鋼 [区分Ⅰ]	A	11.5	12.0	12.3	12.7	12.9	13.2	13.5	13.8	14.0	14.3	14.6	14.9	15.1	15.4	15.7	15.9	16.1
		B	11.5	11.8	11.9	12.1	12.3	12.4	12.6	12.7	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	14.0
TE2	炭素鋼、合金鋼 [区分Ⅱ]	A	12.6	13.0	13.3	13.6	13.8	14.0	14.2	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8
		B	12.6	12.8	13.0	13.1	13.2	13.4	13.6	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE3	5Cr-1Mo鋼	A	11.5	12.0	12.3	12.6	12.8	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	14.0	14.1	14.2
		B	11.5	11.8	12.0	12.1	12.3	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2
TE4	9Cr-1Mo鋼	A	10.5	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.5	12.7	12.8	13.0	13.1	13.3	13.4
		B	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1
TE5	12Cr鋼、12Cr-1Al鋼、13Cr鋼、 13Cr-4Ni鋼	A	10.6	11.1	11.3	11.5	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
		B	10.6	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0
TE6	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分Ⅰ]	A	15.3	15.9	16.5	16.9	17.4	17.7	18.1	18.2	18.6	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.7
		B	15.3	16.0	17.0	17.0	17.8	17.8	18.4	18.4	18.6	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.6
TE7	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分Ⅱ]	A	14.7	15.2	15.6	16.0	16.3	16.5	16.8	16.9	17.1	17.3	17.4	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.3
		B	14.7	15.0	15.2	15.4	15.6	15.7	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.6	16.7	16.8	16.9
TE8	17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型 ステンレス鋼	熱処理記号 H1075	A	11.1	11.3	11.4	11.6	11.7	11.8	12.0	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0
		熱処理記号 H1150	A	11.5	11.8	12.0	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.2	13.4	13.5	13.6	13.6	13.8	13.8	13.8
TE9	アルミニウム	A	21.7	23.3	23.9	24.3	24.7	25.2	25.7	26.4	27.0	27.5	27.7	27.6	27.1				
		B	21.7	22.6	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7	25.0	25.2	25.5	25.6				
TE10	銅	A	16.7	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.5	18.6	18.6	18.6	18.9				
		B	16.7	17.0	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0				
TE11	青銅	A	17.2	18.0	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.0	20.0	20.0	20.0
		B	17.2	17.6	17.9	18.0	18.2	18.2	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.0	19.0
TE12	黄銅	A	16.7	17.5	17.9	18.3	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.6	20.9	21.0	21.2	21.5	22.1	23.4	25.9
		B	16.7	17.1	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	20.1
TE13	白銅 (70Cu-30Ni)	A	14.5	15.3	15.6	15.9	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.5	17.4	17.2	17.0	16.7			
		B	14.5	14.9	15.2	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6			
TE14	ニッケル鋼合金 (NiCu30)	A	13.8	14.4	14.9	15.3	15.6	15.9	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0
		B	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0	16.1

表 線膨張係数見直し結果 (2)

Part 3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数(×10⁻⁶mm/mm°C)

分類番号	分類名称	区分	温度 (°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE15	高ニッケル合金 (NCF600)	A	12.3	12.7	13.1	13.4	13.7	13.9	14.2	14.4	14.6	14.8	15.0	15.2	15.4	15.6	15.8	16.0	16.1
		B	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	13.9	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE16	高ニッケル合金 (GNCF1、NCF625)	A	12.0	12.7	13.1	13.3	13.4	13.6	13.5	13.5	13.5	13.6	13.6	13.8	14.0	14.2	14.5	14.8	15.1
		B	12.0	12.4	12.6	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.2	13.2	13.3	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6
TE17	高ニッケル合金 (GNCF690)	A	13.9	14.2	14.3	14.3	14.4	14.6	14.8	15.0	15.2	15.5	15.6	15.7	15.7	15.5	15.3	14.9	
		B	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	
TE18	高ニッケル合金 (NCF750)	A	12.1	12.5	12.9	13.3	13.6	13.9	14.0	14.1	14.0	14.0	13.9	13.9	14.0	14.2	14.7	15.6	
		B	12.1	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	
TE19	高ニッケル合金 (GNCF3)	A	13.8	14.1	14.4	14.6	14.9	15.2	15.4	15.6	15.8	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.6	16.6	16.6
		B	13.8	14.0	14.1	14.2	14.4	14.5	14.6	14.7	14.9	14.9	15.1	15.2	15.2	15.2	15.3	15.4	15.5
TE20	高ニッケル合金 (NCF800)	A	14.2	14.9	15.4	15.8	16.1	16.4	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.6	17.7	17.9
		B	14.2	14.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6
TE21	高ニッケル合金 (GNCF2)	A	13.5	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	14.8	14.9	15.0	15.2	15.4	15.8	16.2	16.6	16.6	15.9	
		B	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	
TE22	チタン	A	8.3	8.5	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.5	9.9	10.6	11.8
		B	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	9.0	9.2

[結論：再掲]

材料規格 2012 年版との差異は、 $0.1 \times 10^{-6} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ 程度です。

分類番号 TE8 (17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型ステンレス鋼) については、熱処理記号により細分化され、材質が限定されている。熱処理記号 H1075 及び H1150 の線膨張係数は規定されているが、他の材料についてはどのように扱うのかについて、日本機械

学会は、次のように説明している³⁴⁵。

JIS G 4303「ステンレス鋼棒」SUS630 の各応力表においては以下の熱処理区分の材料について規定しています³⁴⁶。

HT1) 固溶化熱処理後析出硬化処理 (熱処理記号 H1150) を行った材料

HT2) 固溶化熱処理後析出硬化処理 (熱処理記号 H1075) を行った材料

他の熱処理区分の材料については規定しておりません。

以下に、JIS 及び ASME における記載を示します。

表 JIS G 4303 における析出硬化系の熱処理条件と機械的性質

表 JA.5-析出硬化系の熱処理条件の例

種類の記号	熱処理		
	種類	記号	条件
SUS630	固溶化熱処理	S	1 020 °C ~ 1 060 °C 急冷
	析出硬化処理	H900	470 °C ~ 490 °C 空冷
		H1025	540 °C ~ 560 °C 空冷
		H1075	570 °C ~ 590 °C 空冷
		H1150	610 °C ~ 630 °C 空冷

表 13-析出硬化系の固溶化熱処理状態及び固溶化熱処理後析出硬化処理状態の機械的性質

種類の記号	熱処理記号 ^{a)}	耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	絞り ^{b)} %	硬さ ^{c)}				適用寸法 (径, 対辺距離又は厚さ)
						HBW	HRBW 又は HRBS ^{d)}	HRC	HV	
SUS630	S	—	—	—	—	363 以下	—	38 以下	383 以下	75 mm 以下
	H900	1 175 以上	1 310 以上	10 以上	40 以上	375 以上	—	40 以上	396 以上	
	H1025	1 000 以上	1 070 以上	12 以上	45 以上	331 以上	—	35 以上	350 以上	
	H1075	860 以上	1 000 以上	13 以上	45 以上	302 以上	—	31 以上	320 以上	
	H1150	725 以上	930 以上	16 以上	50 以上	277 以上	—	28 以上	292 以上	

表 ASME Sec. II Part D (METRIC) 2019 年版の記載

³⁴⁵ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-3 : 2. (2) (b)

³⁴⁶ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

Table TE-1
Thermal Expansion for Ferrous Materials (Cont'd)

Temperature, °C	Coefficients for Ductile Cast Iron			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1075			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1150		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
20	10.3	10.3	0	11.1	11.1	0	11.5	11.5	0
50	10.7	10.5	0.32	11.3	11.2	0.34	11.8	11.6	0.35
75	11.1	10.7	0.59	11.4	11.3	0.62	12.0	11.8	0.65
100	11.6	10.9	0.87	11.6	11.4	0.91	12.3	11.9	0.95
125	12.1	11.1	1.2	11.7	11.4	1.2	12.5	12.0	1.3
150	12.5	11.3	1.5	11.8	11.5	1.5	12.7	12.1	1.6
175	13.0	11.6	1.8	12.0	11.6	1.8	12.9	12.2	1.9
200	13.3	11.8	2.1	12.1	11.6	2.1	13.1	12.3	2.2
225	13.6	12.0	2.5	12.2	11.7	2.4	13.2	12.4	2.6
250	13.9	12.2	2.8	12.3	11.8	2.7	13.4	12.5	2.9
275	14.1	12.4	3.1	12.5	11.8	3.0	13.5	12.6	3.2
300	14.2	12.5	3.5	12.6	11.9	3.3	13.5	12.7	3.6
325	14.2	12.6	3.9	12.7	11.9	3.6	13.6	12.8	3.9
350	14.3	12.8	4.2	12.8	12.0	4.0	13.6	12.8	4.2
375	14.3	12.9	4.6	12.9	12.1	4.3	13.6	12.9	4.6
400	14.4	13.0	4.9	13.0	12.1	4.6	13.6	12.9	4.9
425	14.5	13.1	5.3	13.0	12.2	4.9	13.7	13.0	5.3
450	14.6	13.2	5.7	13.1	12.2	5.3	13.8	13.0	5.6
475	14.9	13.2	6.0	13.1	12.3	5.6	13.9	13.1	5.9
500	15.1	13.3	6.4	--	--	--	14.3	13.1	6.3
525	15.5	13.4	6.8	--	--	--	14.8	13.2	6.7
550	16.0	13.5	7.2	--	--	--	15.6	13.3	7.0
575	--	--	--	--	--	--	--	--	--
600	--	--	--	--	--	--	--	--	--

GENERAL NOTE: Coefficient A is the instantaneous coefficient of thermal expansion $\times 10^{-6}$ (mm/mm/°C). Coefficient B is the mean coefficient of thermal expansion $\times 10^{-6}$ (mm/mm/°C) in going from 20°C to indicated temperature. Coefficient C is the linear thermal expansion (mm/m) in going from 20°C to indicated temperature.

[結論：再掲]

材料規格「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「第2章 材料への特別要求事項」では、SUS630の熱処理に対して制限はしていませんが、各応力表では、相対的に強度が低く軟らかいH1075（常温最小引張強さ：1000MPa，常温最小降伏点：860MPa）及びH1150（常温最小引張強さ：930MPa，常温最小降伏点：725MPa）について規定しています。

(追而)

③/⑥ ASME 規格にあわせて線膨張係数の区分及び線膨張係数を変更したことについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁴⁷。

・SUS630 について新たな区分分けによる線膨張係数の変更の根拠となるデータ³⁴⁸

JIS G 4303「ステンレス鋼棒」SUS630の各種応力表においては以下の熱処理区分の材料について規定しています。

HT1) 固溶化熱処理後析出硬化処理（熱処理記号 H1150）を行った材料

HT2) 固溶化熱処理後析出硬化処理（熱処理記号 H1075）を行った材料

ASME では他の熱処理区分の材料については規定していません。以下に、JIS 及び ASME における記載を記します。

表 JIS G 4303 における析出硬化系の熱処理条件と機械的性質

³⁴⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7：II 3. (3) (b)

³⁴⁸ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第94回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

表 JA.5－析出硬化系の熱処理条件の例

種類の記号	熱処理		
	種類	記号	条件
SUS630	固溶化熱処理	S	1020℃～1060℃急冷
	析出硬化処理	H900	470℃～490℃空冷
		H1025	540℃～560℃空冷
		H1075	570℃～590℃空冷
		H1150	610℃～630℃空冷

表 13－析出硬化系の固溶化熱処理状態及び固溶化熱処理後析出硬化処理状態の機械的性質

種類の記号	熱処理記号 ^{a)}	耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	絞り ^{b)} %	硬さ ^{c)}				適用寸法 (径、 対辺距離又は 厚さ)
						HBW	HRBW 又は HRBS ^{d)}	HRC	HV	
SUS630	S	—	—	—	—	363 以下	—	38 以下	383 以下	75 mm 以下
	H900	1 175 以上	1 310 以上	10 以上	40 以上	375 以上	—	40 以上	396 以上	
	H1025	1 000 以上	1 070 以上	12 以上	45 以上	331 以上	—	38 以上	350 以上	
	H1075	860 以上	1 000 以上	13 以上	45 以上	302 以上	—	31 以上	320 以上	
	H1150	725 以上	930 以上	16 以上	50 以上	277 以上	—	28 以上	292 以上	

表 ASME Sec. II Part D (METRIC) 2019 年版の記載

Table TE-1
Thermal Expansion for Ferrous Materials (Cont'd)

Temperature, °C	Coefficients for Ductile Cast Iron			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1075			Coefficients for Precipitation Hardened 17Cr-4Ni-4Cu Stainless Steels, Condition 1150		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
20	10.3	10.3	0	11.1	11.1	0	11.5	11.5	0
50	10.7	10.5	0.32	11.3	11.2	0.34	11.8	11.6	0.35
75	11.1	10.7	0.59	11.4	11.3	0.62	12.0	11.8	0.65
100	11.6	10.9	0.87	11.6	11.4	0.91	12.3	11.9	0.95
125	12.1	11.1	1.2	11.7	11.4	1.2	12.5	12.0	1.3
150	12.5	11.3	1.5	11.8	11.5	1.5	12.7	12.1	1.6
175	13.0	11.6	1.8	12.0	11.6	1.8	12.9	12.2	1.9
200	13.3	11.8	2.1	12.1	11.6	2.1	13.1	12.3	2.2
225	13.6	12.0	2.5	12.2	11.7	2.4	13.2	12.4	2.6
250	13.9	12.2	2.8	12.3	11.8	2.7	13.4	12.5	2.9
275	14.1	12.4	3.1	12.5	11.8	3.0	13.5	12.6	3.2
300	14.2	12.5	3.5	12.6	11.9	3.3	13.5	12.7	3.6
325	14.2	12.6	3.9	12.7	11.9	3.6	13.6	12.8	3.9
350	14.3	12.8	4.2	12.8	12.0	4.0	13.6	12.8	4.2
375	14.3	12.9	4.6	12.9	12.1	4.3	13.6	12.9	4.6
400	14.4	13.0	4.9	13.0	12.1	4.6	13.6	12.9	4.9
425	14.5	13.1	5.3	13.0	12.2	4.9	13.7	13.0	5.3
450	14.6	13.2	5.7	13.1	12.2	5.3	13.8	13.0	5.6
475	14.9	13.2	6.0	13.1	12.3	5.6	13.9	13.1	5.9
500	15.1	13.3	6.4	—	—	—	14.3	13.1	6.3
525	15.5	13.4	6.8	—	—	—	14.8	13.2	6.7
550	16.0	13.5	7.2	—	—	—	15.6	13.3	7.0
575	—	—	—	—	—	—	—	—	—
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—

GENERAL NOTE: Coefficient A is the instantaneous coefficient of thermal expansion $\times 10^{-6}$ (mm/mm/°C). Coefficient B is the mean coefficient of thermal expansion $\times 10^{-6}$ (mm/mm/°C) in going from 20°C to indicated temperature. Coefficient C is the linear thermal expansion (mm/m) in going from 20°C to indicated temperature.

[結論]

材料規格「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」、「第2章 材料への特別要求事項」では、SUS630 の熱処理に対して制限はしていませんが、ASME と合わせた線膨張係数にしています。

- ④/⑤ ASME 規格にあわせて線膨張係数の区分及び線膨張係数に関し、区分の変更はなく、一部の温度における線膨張係数の変更したものの変更理由について、日本機械学

会は、次のように説明している³⁴⁹。

材料規格 2012 年版との差異は、 0.1×10^{-6} /°C 程度です。

以下に、線膨張係数の見直し結果を示します³⁵⁰。

ASME 規格 2010 年版及び ASME 規格 2017 年版での線膨張係数の見直しに伴い、「TE6：オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]」、「TE15：高ニッケル合金 (NCF600)」、「TE16：高ニッケル合金 (GNCF1、NCF625)」、「TE19：高ニッケル合金 (GNCF3)」の線膨張係数を見直しました。

表 線膨張係数見直し結果 (1)

Part 3 第 2 章 表 2 材料の各温度における線膨張係数($\times 10^{-6}$ mm/mm°C)

分類番号	分類名称	区分	温度 (°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE1	炭素鋼、合金鋼 [区分 I]	A	11.5	12.0	12.3	12.7	12.9	13.2	13.5	13.8	14.0	14.3	14.6	14.9	15.1	15.4	15.7	15.9	16.1
		B	11.5	11.8	11.9	12.1	12.3	12.4	12.6	12.7	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	14.0
TE2	炭素鋼、合金鋼 [区分 II]	A	12.6	13.0	13.3	13.6	13.8	14.0	14.2	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.6	15.7	15.8
		B	12.6	12.9	13.0	13.2	13.2	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE3	5Cr-1Mo鋼	A	11.5	12.0	12.3	12.6	12.8	12.9	13.0	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	14.0	14.1	14.2
		B	11.5	11.8	12.0	12.1	12.3	12.4	12.5	12.6	12.6	12.7	12.8	12.8	12.9	13.0	13.0	13.1	13.2
TE4	9Cr-1Mo鋼	A	10.5	10.8	11.0	11.2	11.4	11.6	11.8	12.0	12.2	12.4	12.5	12.7	12.8	13.0	13.1	13.3	13.4
		B	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1
TE5	12Cr鋼、12Cr-1Al鋼、13Cr鋼、 13Cr-4Ni鋼	A	10.6	11.1	11.3	11.5	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
		B	10.6	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0
TE6	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 I]	A	15.3	15.6	16.5	16.8	17.4	17.3	18.1	18.3	18.8	18.8	18.9	19.1	19.2	19.3	19.4	19.5	19.7
		B	15.3	15.6	15.9	16.4	16.4	16.6	16.8	17.0	17.2	17.4	17.5	17.7	17.8	17.9	18.0	18.1	18.2
TE7	オーステナイト系ステンレス鋼 [区分 II]	A	14.7	15.2	15.6	16.0	16.3	16.5	16.8	16.9	17.1	17.3	17.4	17.6	17.7	17.8	18.0	18.1	18.3
		B	14.7	15.0	15.2	15.4	15.6	15.7	15.9	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.6	16.7	16.8	16.9
TE8	17Cr-4Ni-4Cu 析出硬化型 ステンレス鋼	熱処理記号 H11075	A	11.1	11.3	11.4	11.6	11.7	11.8	12.0	12.1	12.2	12.3	12.5	12.6	12.7	12.8	12.9	13.0
		B	11.1	11.2	11.3	11.4	11.4	11.5	11.6	11.6	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.1	12.1	12.2
TE8	熱処理記号 H11150	A	11.5	11.8	12.0	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.2	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.6	13.6	13.7
		B	11.5	11.6	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8	12.8	12.8	12.9	13.0
TE9	アルミニウム	A	21.7	23.3	23.9	24.3	24.7	25.2	25.7	26.4	27.0	27.5	27.7	27.6	27.1				
		B	21.7	22.6	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2	24.4	24.7	25.0	25.2	25.5	25.6				
TE10	銅	A	16.7	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.5	18.6	18.6	18.6	18.9				
		B	16.7	17.0	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.7	17.8	17.8	17.9	18.0	18.0				
TE11	青銅	A	17.2	18.0	18.3	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.0	20.0	20.0	
		B	17.2	17.6	17.9	18.0	18.2	18.2	18.3	18.4	18.5	18.5	18.6	18.7	18.8	18.9	19.0	19.0	
TE12	黄銅	A	16.7	17.5	17.9	18.3	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.6	20.9	21.0	21.2	21.5	22.1	23.4	25.9
		B	16.7	17.1	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.3	19.5	19.6	19.8	20.1
TE13	白銅 (70Cu-30Ni)	A	14.5	15.3	15.6	15.9	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.5	17.4	17.2	17.0	16.7			
		B	14.5	14.9	15.2	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.1	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6			
TE14	ニッケル銅合金 (NiCu30)	A	13.8	14.4	14.9	15.3	15.6	15.9	16.1	16.3	16.4	16.5	16.6	16.7	16.8	16.8	16.9	16.9	17.0
		B	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	15.0	15.1	15.3	15.4	15.5	15.6	15.7	15.8	15.9	16.0	16.0	16.1

表 線膨張係数見直し結果 (2)

³⁴⁹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-7：II 3. (3) (c)

³⁵⁰ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 483 第 94 回発電用設備規格委員会 資料番号 94-16-3-1

Part 3 第2章 表2 材料の各温度における線膨張係数(×10⁻⁶mm/mm°C)

分類番号	分類名称	区分	温度(°C)																
			20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
TE15	高ニッケル合金 (NCF600)	A	12.3	12.7	13.1 13.0	13.4	13.7	13.8 14.0	14.2	14.4 14.5	14.6 14.7	14.8 14.9	15.0	15.2	15.4	15.6 15.5	15.8 15.7	16.0 15.9	16.1
		B	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	13.4 13.5	13.6	13.7	13.8	13.9 14.0	14.1	14.2	14.3	14.4	14.5
TE16	高ニッケル合金 (GNCF1,NCF625)	A	12.0	12.7	13.1	13.3	13.4	13.6 13.4	13.5	13.5	13.5	13.6 13.5	13.6	13.8	14.0	14.2	14.5	14.8	15.1
		B	12.0	12.4	12.6	12.8	12.9	13.0	13.1	13.2	13.2	13.2	13.3	13.3	13.4 13.3	13.4	13.5	13.5	13.6
TE17	高ニッケル合金 (GNCF690)	A	13.9	14.2	14.3	14.3	14.4	14.6	14.8	15.0	15.2	15.5	15.8	15.7	15.7	15.5	15.3	14.9	
		B	13.9	14.0	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	14.9	14.9	15.0	
TE18	高ニッケル合金 (NCF750)	A	12.1	12.5	12.9	13.3	13.6	13.9	14.0	14.1	14.0	14.0	13.9	13.9	14.0	14.2	14.7	15.6	
		B	12.1	12.3	12.5	12.7	12.8	13.0	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5	13.5	13.6	13.6	13.7	13.8	
TE19	高ニッケル合金 (GNCF3)	A	13.8	14.1	14.4	14.6	14.9	15.2 15.1	15.4	15.6 15.5	15.8 15.7	15.9 15.8	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.6 16.6	16.7 16.7
		B	13.8	14.0	14.1	14.2	14.4	14.5	14.6	14.7	14.9 14.8	15.0 14.9	15.1 15.0	15.2 15.1	15.2	15.3	15.4	15.4	15.5
TE20	高ニッケル合金 (NCF800)	A	14.2	14.9	15.4	15.8	16.1	16.4	16.6	16.7	16.9	17.0	17.1	17.2	17.3	17.4	17.6	17.7	17.9
		B	14.2	14.6	14.9	15.1	15.3	15.5	15.6	15.8	15.9	16.0	16.1	16.2	16.3	16.4	16.5	16.5	16.6
TE21	高ニッケル合金 (GNCF2)	A	13.5	13.8	14.1	14.4	14.6	14.8	14.8	14.9	15.0	15.2	15.4	15.8	16.2	16.6	16.6	15.9	
		B	13.5	13.6	13.7	13.9	14.0	14.2	14.3	14.4	14.4	14.5	14.6	14.7	14.8	14.9	15.0	15.1	
TE22	チタン	A	8.3	8.5	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.5	9.9	10.8	11.8
		B	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	9.0

[結論：再掲]

線膨張係数はASME Sec. II Part D (Metric)と整合させています。今回の改訂での材料規格2012年版との差異は、0.1×10⁻⁶/°C程度です。変更の具体的根拠及びその出典が示されており妥当と判断する。

4. 2. 1 3 材料の外圧線図

本規格は材料の外圧線図の外圧チャートについて、「第3章 外圧チャート」に規定している。

4. 2. 1 3. 1 第3章 外圧チャート

(1) 変更の内容

- ① 外圧チャートの図に代えてデジタル値の表を用いてもよいと明記
- ② 外圧チャートリストに図21の項目名「耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」を追加し、図18の項目名を「ニッケル銅合金 (NiCu30)」から「高ニッケル合金 (NW4400)」に変更
- ③ 「図1 外圧チャート (形状に関するもの)」を拡大し(1/2)と(2/2)に分割
- ④ 外圧チャート (形状に関するもの) のデジタル値の表を追加

表4.2.13.1 第3章 外圧チャートの変更点

材料規格2020	材料規格2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 一部の外圧チャートについてASME規格と整合させるとともに対応する外圧チャートのデジタル値を追加し、補間式を与えた³⁵¹。

³⁵¹ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-3: 17 頁番号1

(3) 検討の結果

- ① 外圧チャートのうちいくつかについて、ASME 規格の変更に従って ASME 規格の図に整合させ、外圧チャートをデジタル値とし、補間式が設定された。また、各材料の係数 B^{352} を定める曲線のチャートのデジタル値を一部追加し、「Part3 第 3 章 図 21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」が追加された。外圧チャートのデジタル値の表が追加された材料、されなかった材料があるが、このような変更を行った考え方について、日本機械学会は、次のように説明している³⁵³。

外圧チャートの見直しに関する検討方針は以下のとおりです³⁵⁴。

デジタル値の表の追加については、検討方針の④のとおり、外圧チャートとデジタル値の同一性が確認された ASME のデジタルデータの表は取り込み、デジタルデータの表のないものは外圧チャートのみとしています。

3. 検討方針

- ①材料規格と ASME の外圧チャートの対応状況確認結果 (添付-1~3) に基づき、材料規格の図 1~20 を ASME チャートに差替える。なお、チャートの差替え前に、材料規格と ASME のチャートの同一性を確認している。この際、チャートの形状が目視により同一でないと判断された場合は、チャートの差替えは一時保留とした。
- ②ASME の外圧チャートは ASME B&PVC-2011a Sec. II Part D の Metric 版を用いる。
- ③エンドユーザの利便性を考慮し、両対数グラフの線形補完式を追加する。
- ④外圧チャートの同一性が確認された場合、材料規格に ASME のデジタルデータの表も掲載する。(ただし、ASME にデジタルデータがないものは省略。)

(b) 外圧チャートのデジタル値の表を追加した際、図との整合をどのように確認したのか、及びその確認結果について図表等を用いて説明して下さい。

【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 234

第 65 回発電用設備規格委員会 資料番号 65-19-2

ASME2011a の外圧チャートとデジタル値を比較し、整合がとれていることを確認しています³⁵⁵。

a. A 値について

以下の比較によりチャートとデジタル値が整合していることを確認している。

(a) チャート：第 4.1.3-1 図

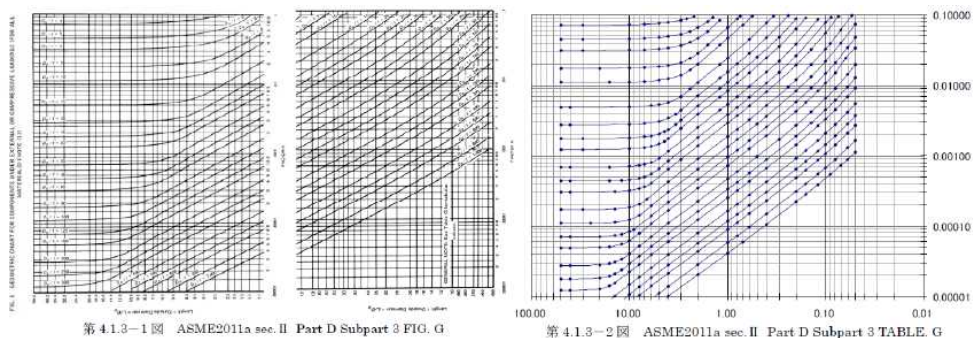
(b) デジタル値：第 4.1.3-2 図

³⁵² 外圧の計算を行う場合に使用するもので、外圧の評価及び板厚計算に用いる。

³⁵³ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-3 : 2. (1) (a)

³⁵⁴ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 234 第 65 回発電用設備規格委員会 資料番号 65-19-2

³⁵⁵ 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 2-3 : 2. (1) (b)

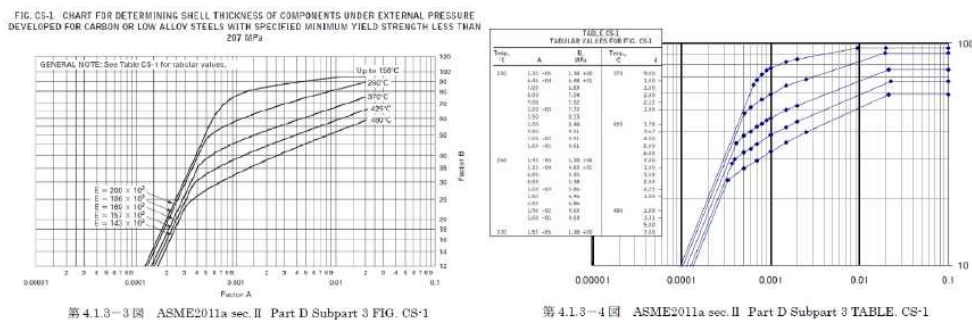


b. B 値について

以下の比較によりチャートとデジタル値が整合していることを確認している。

(a) チャート：第 4.1.3-3 図

(b) デジタル値：第 4.1.3-4 図



③ 187 頁「Part3 第 3 章 図 1 外圧チャート（形状に関するもの）」

(a) (1/2)、(2/2)に分割・拡大されていますが、図中において「Do/t=250」等の表示位置が異なっていることから新たに図を作成したと思われます。図の根拠を示してください。

図は ASME 規格の外圧チャートを元に作成しております。軸ラベルの記載見直しや図中の注記の削除等は行っておりますが、分割表記や軸線と線図、Do/t 表記、等は ASME 規格のままとしております。(ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. G))³⁵⁶

(b) JIS B 8265:2017 の「図 E.9-外圧又は圧縮荷重を受ける円筒胴の形状曲線」にあつては、曲線を修正したと解説されており、「Part3 第 3 章 図 1 外圧チャート（形状に関するもの）」は JIS の図とは少し異なります。曲線の出典及び曲線の変更有無が分かる資料（図を重ねたもの）を含む分かりやすい資料を提示して下さい。

曲線の出典は ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. G) です。重ね合せにつきましては参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います³⁵⁷。

³⁵⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (66) (a)

³⁵⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (66) (b)

④ 190 頁「Part3 第 3 章 表 I 外圧チャート（形状に関するもの）」のデジタル値に基づく図を「Part3 第 3 章 図 1 外圧チャート（形状に関するもの）」に重ねて、整合していることが直接確認できる図を提示してください。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います³⁵⁸。

（4）変更点以外の評価

（a）「図 2 炭素鋼（常温最小降伏点が 165MPa 以上 210MPa 未満のもの）」に示す縦弾性係数の値と温度の関係及び「Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数」の値と温度の関係について確認

変更点ではありませんが、193 頁「Part3 第 3 章 図 2 炭素鋼（常温最小降伏点が 165MPa 以上 210MPa 未満のもの）」に示す縦弾性係数の値と温度の関係及び 182 頁「Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数（×103MPa）」の値と温度の関係について整合しているか示してください。

Part3 第 3 章 図 2～図 21 は、B または A の値を求めるために使用するチャートであり、Part 3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数（×103MPa）の値と整合している必要はありません。

参考資料 4-1：参考資料 3 を参照願います³⁵⁹。

（b）「ASME 規格に対応して外圧チャートを改訂したものの理由と根拠を確認」

ASME 規格に対応して外圧チャートを改訂したものと変更しなかったものがありますが、変更した理由及び根拠を示して下さい。また、外圧チャートのデジタル値の表を追加した際、図との整合をどのように確認したのか、及びその確認結果について説明して下さい。

【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 234
第 65 回発電用設備規格委員会 資料番号 65-19-2

材料規格の外圧チャートから ASME 規格の外圧チャートへの対応は、「ASME 規格相当材対応表」を参照して以下の手順により整理したうえで、対応する外圧チャートを特定しました。（参考図 1 外圧チャートの改訂検討フロー）

- ① 材料規格 2011 part. 2 第 1 章 表 1 「使用する材料の規格」から、それぞれの外圧チャートの対応する材料規格の記号を確認する。
- ② 材料規格 2011 解説表「ASME 規格相当材対応表」から、a. で確認した材料に対応する ASME 相当材を確認する。（注）
- ③ ASME2011a SEC. II Part D SUBPART 1 STRESS TABLES から、b. で確認した ASME 相当材に対する ASME 外圧チャートを確認する。
- ④ 特定した対応する外圧チャートについて比較表を整備する。（参考図 2 外圧チャートの比較例）。個々のチャートにおける材料の対応状況を確認し、対

³⁵⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (67)

³⁵⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (68)

応する材料で複数のチャートがあるものは除く。また、チャートの形状を目視により確認し、同一でないと判断されたものを除く。

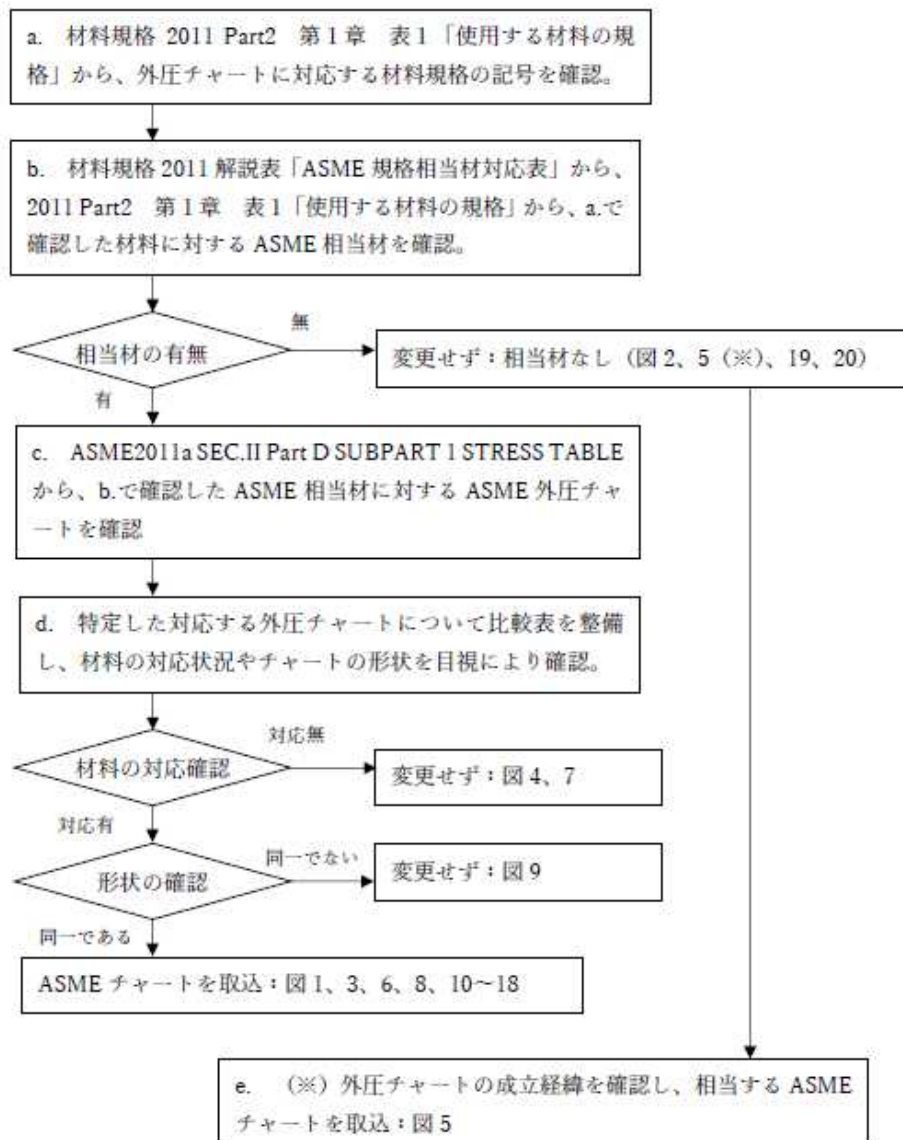
- ⑤ 一部については、過去のチャートの成立経緯の調査をもとに、取り込みを検討する。

外圧チャートのデジタル値の表を追加するにあたっては、ASME2011aの外圧チャートとデジタル値から作図した外圧チャートを比較し、整合がとれていることを確認しました

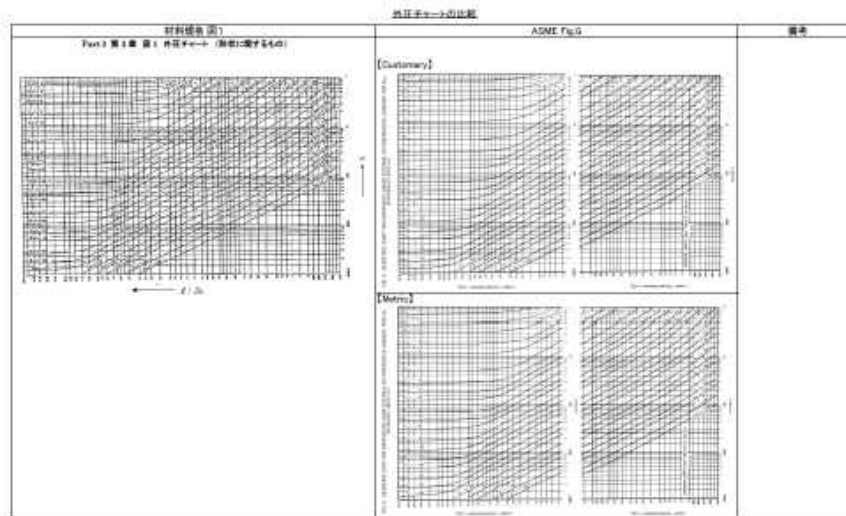
以上のように、適用する材料の観点及び外圧チャートの形状の観点から同一性を確認し、改訂を行いました。(参考表1 材料規格とASME規格の対応状況及び改訂方針)³⁶⁰

(注)：材料規格2011年版と2012年版のpart.2第1章表1「使用する材料の規格」における外圧チャートと対応する材料規格の記号は同じです。

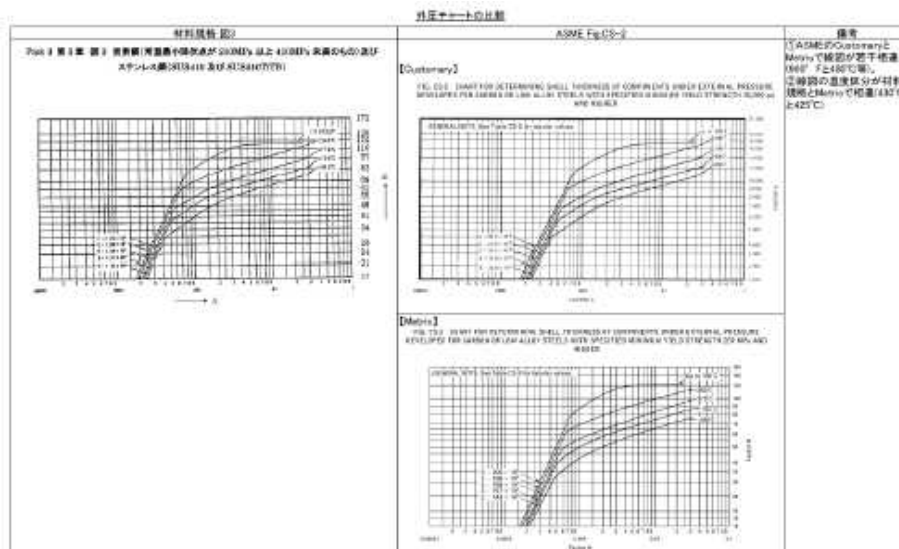
³⁶⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-7：II3.(2)



参考図 1 外圧チャートの改訂検討フロー



(a) 図1の外圧チャートの比較



(b) 図3の外圧チャートの比較

参考図2 外圧チャートの比較例

4. 2. 1 3. 2 図3 炭素鋼（常温最小降伏点が 210MPa 以上 410MPa 未満のもの）及びステンレス鋼（SUS410 及び SUS410TiB）

(1) 変更の内容

- ① 図3の430℃の曲線を425℃に変更
- ② 図3の縦軸B値の目盛範囲と目盛線を17～172から16～160に変更
- ③ 表Ⅲとしてデジタル値を追加

表 4. 2. 13. 2 図3 炭素鋼（常温最小降伏点が 210MPa 以上 410MPa 未満のもの）及び

ステンレス鋼 (SUS410 及び SUS410TiB) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 図中 430°C の曲線が 425°C に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁶¹。

材料規格では、単位換算 $800^{\circ} F = 426.6667^{\circ} C$ を $425^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記を $430^{\circ} C$ から $425^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

参照した ASME 規格の外圧チャートは ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. CS-2) です。

(追而)

- ② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶²。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

(追而)

- ③ 「Part3 第 3 章 図 3 炭素鋼 (常温最小降伏点が 210MPa 以上 410MPa 未満のもの) 及びステンレス鋼 (SUS410 及び SUS410TiB)」 と 「Part3 第 3 章表 III 炭素鋼 (常温最小降伏点が 210MPa 以上 410MPa 未満のもの) 及びステンレス鋼 (SUS410 及び SUS410TiB)」 の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶³。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4. 2. 1 3. 3 図 5 炭素鋼及び合金鋼 (それぞれ常温最小降伏点が 410MPa 以上のもの)

(1) 変更の内容

- ① 図 5 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 34~345 から 35~350 に変更
 ② 表 V としてデジタル値を追加

表 4. 2. 13. 3 図 5 炭素鋼及び合金鋼 (それぞれ常温最小降伏点が 410MPa 以上のもの) の変更点

³⁶¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (69) (b)

³⁶² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (69) (a)

³⁶³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (69) (c)

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

① 図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶⁴。

参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います。

(追而)

② 「Part3 第 3 章 図 5 炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が 410MPa 以上のもの)」と「Part3 第 3 章 表 V 炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が 410MPa 以上のもの)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶⁵。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4. 2. 1 3. 4 図 6 低合金鋼 (SQV1A、SQV2A、SQV2B、SFVQ1A、SFVQ1B 及び SFVQ2A

(1) 変更の内容

- ① 図 6 の 90℃及び 200℃の曲線を 95℃及び 205℃(縦弾性係数の値に併記している温度を含む。)に変更
- ② 図 6 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 21~207 から 20~250 に変更
- ③ 表 VI としてデジタル値を追加

表 4. 2. 13. 4 図 6 低合金鋼 (SQV1A、SQV2A、SQV2B、SFVQ1A、SFVQ1B 及び SFVQ2A の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

① 図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更され、曲線も変更されています。曲線の温度も 90℃が 95℃、200℃が 205℃に変更されている。図 6 の根拠について、日本機械学

³⁶⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (70) (a)

³⁶⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (70) (b)

会は、次のように説明している³⁶⁶。

材料規格では、単位換算 $200^{\circ} F=93.3333^{\circ} C$ を $95^{\circ} C$ と、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ $90^{\circ} C$ から $95^{\circ} C$ に、 $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図6の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. CS-5) です。

(追而)

- ③「Part3 第3章 図6 低合金鋼 (SQV1A、SQV2A、SQV2B、SFVQ1A、SFVQ1B 及び SFVQ2A)」と「Part3 第3章 表 VI 低合金鋼 (SQV1A、SQV2A、SQV2B、SFVQ1A、SFVQ1B 及び SFVQ2A)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶⁷。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

4. 2. 1 3. 5 図8 高ニッケル合金 (NCF800 であって焼きなましを行ったもの)

(1) 変更の内容

- ① 図8の $200^{\circ} C$ 、 $320^{\circ} C$ 、 $430^{\circ} C$ 及び $600^{\circ} C$ の曲線を $205^{\circ} C$ 、 $315^{\circ} C$ 、 $425^{\circ} C$ 及び $595^{\circ} C$ に変更
- ② 図8の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14~138 から 12~120 に変更
- ③ 表VIIIとしてデジタル値を追加

表 4. 2. 13. 5 図8 高ニッケル合金 (NCF800 であって焼きなましを行ったもの) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 図中 $200^{\circ} C$ 、 $320^{\circ} C$ 、 $430^{\circ} C$ 及び $600^{\circ} C$ の曲線が $205^{\circ} C$ 、 $315^{\circ} C$ 、 $425^{\circ} C$ 及び $595^{\circ} C$ に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁶⁸。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F=315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ と、 $800^{\circ} F=426.6667^{\circ} C$ を $425^{\circ} C$ と、単位換算 $1100^{\circ} F=593.3333^{\circ} C$ を $595^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ

³⁶⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (71) (a)

³⁶⁷ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (71) (b)

³⁶⁸ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (72) (b)

200℃から 205℃に、320℃から 315℃に、430℃から 425℃に、600℃から 595℃に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 8 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFN-8) です。

(追而)

②図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁶⁹。

参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います。

③「Part3 第 3 章 図 8 高ニッケル合金(NCF800 であって焼きなましを行ったもの)」と「Part3 第 3 章 表 VIII 高ニッケル合金 (NCF800 であって焼きなましを行ったもの)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁰。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

4. 2. 1 3. 6 図 10 高ニッケル合金 (GNCF690HYSH)

(1) 変更の内容

- ① 図 10 の 200℃及び 320℃以上 480℃以下の曲線を 205℃及び 315℃以上 480℃以下に変更
- ② 図 10 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 28～276 から 14～260 に変更

表 4. 2. 13. 6 図 10 高ニッケル合金 (GNCF690HYSH) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

① 図中 200℃及び 320℃の曲線が 205℃及び 315℃に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁷¹。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F = 204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F = 315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に、 $320^{\circ} C$ から $315^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

³⁶⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (72) (a)

³⁷⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (72) (c)

³⁷¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (73) (b)

図10の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFN-21) です。

② 図に示すB値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格2012と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷²。

参考資料4-1：参考資料1を参照願います。

(追而)

4. 2. 13. 7 図11 ステンレス鋼 (SUSF304、SUS304TKA、SUS304TP、SUS304TB、SUS304TPY、SUS304、GSUSF304、GSUS304TP、GSUS304TB、GSUS304B 及び GSUS304HP)

(1) 変更の内容

- ① 図11の200℃の曲線を205℃に変更し、815℃の曲線及び縦弾性係数の値を追加
- ② 図11の縦軸B値の目盛範囲と目盛線を14～138から12～120に変更
- ③ 表XIとしてデジタル値を追加

表4.2.13.7 図11 ステンレス鋼 (SUSF304、SUS304TKA、SUS304TP、SUS304TB、SUS304TPY、SUS304、GSUSF304、GSUS304TP、GSUS304TB、GSUS304B 及び GSUS304HP)

の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

① 図中200℃の曲線が205℃に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁷³。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F = 204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記を $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図11の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-1) です。

また、815℃の曲線が追加されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁴。

³⁷² 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II.1.(73)(a)

³⁷³ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II.1.(74)(b)

³⁷⁴ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料4-1：II.1.(74)(c)

図 11 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-1) です。

(追而)

- ② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁵。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

- ③ 「Part3 第 3 章 図 11 ステンレス鋼 (SUSF304、SUS304TKA、SUS304TP、SUS304TB、SUS304TPY、SUS304、GSUSF304、GSUS304TP、GSUS304TB、GSUS304B 及び GSUS304HP)」 と 「Part3 第 3 章 表 XI ステンレス鋼 (SUSF304、SUS304TKA、SUS304TP、SUS304TB、SUS304TPY、SUS304、GSUSF304、GSUS304TP、GSUS304TB、GSUS304B 及び GSUS304HP)」 の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁶。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

4. 2. 1 3. 8. 図 12 ステンレス鋼 (SUSF304L、SUS304LTP、SUS304LTB、SUS304LTPY、SUS304L)

(1) 変更の内容

- ① 図 12 の 200°C、320°C 及び 430°C の曲線を 205°C、315°C 及び 425°C に変更
- ② 図 12 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14~138 から 12~120 に変更
- ③ 表 XII としてデジタル値を追加

表 4. 2. 13. 8 図 12 ステンレス鋼 (SUSF304L、SUS304LTP、SUS304LTB、SUS304LTPY、SUS304L) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

- ① 図中 200°C、320°C 及び 430°C の曲線が 205°C、315°C 及び 425°C に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁷。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F = 204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F = 315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ と、 $800^{\circ} F = 426.6667^{\circ} C$ を $425^{\circ} C$ としておりますので、外圧

³⁷⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (74) (a)

³⁷⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (74) (d)

³⁷⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (75) (b)

チャートにおける表記をそれぞれ 200°C から 205°C に、320°C から 315°C に、430°C から 425°C に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 12 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-3) です。

(追而)

- ② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁸。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

(追而)

- ③ 「Part3 第 3 章 図 12 ステンレス鋼 (SUSF304L、SUS304LTP、SUS304LTB、SUS304LTPY、SUS304L)」と「Part3 第 3 章 表 XII ステンレス鋼 (SUSF304L、SUS304LTP、SUS304LTB、SUS304LTPY、SUS304L)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁷⁹。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4.2.13.9 図 13 ステンレス鋼 (SUSF316、SUSF321、SUSF347、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA、SUS316TP、SUS321TP、SUS347TP、SUS316TB、SUS321TB、SUS347TB、SUS316TPY、SUS321TPY、SUS347TPY、SUS316、SUS321、SUS347、GSUS317J4L、GSUSF316、GSUS316TP、GSUS316TB、GSUS316B 及び GSUS316HP)

(1) 変更の内容

- ① 図 13 の 200°C の曲線を 205°C に変更し、815°C の曲線及び縦弾性係数の値を追加
- ② 図 13 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 17~172 から 16~160 に変更
- ③ 表 XIII としてデジタル値を追加

表 4.2.13.9 図 13 ステンレス鋼 (SUSF316、SUSF321、SUSF347、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA、SUS316TP、SUS321TP、SUS347TP、SUS316TB、SUS321TB、SUS347TB、SUS316TPY、SUS321TPY、SUS347TPY、SUS316、SUS321、SUS347、GSUS317J4L、GSUSF316、GSUS316TP、GSUS316TB、GSUS316B 及び GSUS316HP) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

³⁷⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (75) (a)

³⁷⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II.1. (75) (c)

(3) 検討の結果

① 図中 200°C の曲線が 205°C に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁰。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F = 204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記を $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 13 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-2) です。

また、 $815^{\circ} C$ の曲線が追加されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁸¹。

図 13 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-2) です。

(追而)

② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸²。

参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います。

③ 「Part3 第 3 章 図 13 ステンレス鋼 (SUSF316、SUSF321、SUSF347、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA、SUS316TP、SUS321TP、SUS347TP、SUS316TB、SUS321TB、SUS347TB、SUS316TPY、SUS321TPY、SUS347TPY、SUS316、SUS321、SUS347、GSUS317J4L、GSUSF316、GSUS316TP、GSUS316TB、GSUS316B 及び GSUS316HP)」と「Part3 第 3 章 表 XIII ステンレス鋼 (SUSF316、SUSF321、SUSF347、SUS316TKA、SUS321TKA、SUS347TKA、SUS316TP、SUS321TP、SUS347TP、SUS316TB、SUS321TB、SUS347TB、SUS316TPY、SUS321TPY、SUS347TPY、SUS316、SUS321、SUS347、GSUS317J4L、GSUSF316、GSUS316TP、GSUS316TB、GSUS316B 及び GSUS316HP)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸³。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4. 2. 1 3. 1 0 図 14 ステンレス鋼 (SUSF316L、SUS316LTP、SUS316LTB、SUS316LTPY、SUS316L)

(1) 変更の内容

³⁸⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (76) (b)

³⁸¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (76) (c)

³⁸² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (76) (a)

³⁸³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (76) (d)

- ① 図 14 の 200°C、320°C及び 430°Cの曲線を 205°C、315°C及び 425°Cに変更
- ② 図 14 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14～138 から 12～120 に変更
- ③ 表 XIVとしてデジタル値を追加

表 4.2.13.10 図 14 ステンレス鋼 (SUSF316L、SUS316LTP、SUS316LTB、SUS316LTPY、SUS316L) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 図中 200°C、320°C及び 430°Cの曲線が 205°C、315°C及び 425°Cに変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁴。

材料規格では、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F=315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ と、 $800^{\circ} F=426.6667^{\circ} C$ を $425^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に、 $320^{\circ} C$ から $315^{\circ} C$ に、 $430^{\circ} C$ から $425^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 14 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. HA-4) です。

- ② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁵。

参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います。

- ③ 「Part3 第 3 章 図 14 ステンレス鋼 (SUSF316L、SUS316LTP、SUS316LTB、SUS316LTPY、SUS316L)」と「Part3 第 3 章 表 XIV ステンレス鋼 (SUSF316L、SUS316LTP、SUS316LTB、SUS316LTPY、SUS316L)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁶。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

4.2.13.11 図 15 白銅 (C7150)

(1) 変更の内容

- ① 図 15 の $70^{\circ} C$ 以下及び $200^{\circ} C$ の曲線を $65^{\circ} C$ 以下及び $205^{\circ} C$ に変更
- ② 図 15 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 8.3～83 から 8.0～80 に変更

³⁸⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (77) (b)

³⁸⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (77) (a)

³⁸⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (77) (c)

③ 表 XV としてデジタル値を追加

表 4.2.x xxxxx の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

① 図中 70°C 以下及び 200°C の曲線が 65°C 以下及び 205°C に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁷。

材料規格では、単位換算 $150^{\circ} F = 65.5556^{\circ} C$ を $65^{\circ} C$ と、単位換算 $400^{\circ} F = 204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ 70°C から 65°C に、200°C から 205°C に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 15 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFC-4) です。

(追而)

② 図に示す B 値 (縦軸) の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁸。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

(追而)

③ 「Part3 第 3 章 図 15 白銅 (C7150)」と「Part3 第 3 章 表 XV 白銅 (C7150)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸⁹。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4.2.13.12 図 16 白銅 (C7060)

(1) 変更の内容

- ① 図 16 の 70°C 以下、200°C 及び 320°C の曲線を 65°C 以下、205°C 及び 315°C に変更
- ② 図 16 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 8.3~83 から 8.0~80 に変更
- ③ 表 XVI としてデジタル値を追加

³⁸⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (78) (b)

³⁸⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (78) (a)

³⁸⁹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (78) (c)

表 4.2.13.12 図 16 白銅 (C7060) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

① 図中 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線が 65℃以下、205℃及び 315℃に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁰。

材料規格では、単位換算 $150^{\circ} F=65.5556^{\circ} C$ を $65^{\circ} C$ と、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F=315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ 70℃から 65℃に、200℃から 205℃に、320℃から 315℃見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 16 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFC-3) です。

(追而)

② 図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹¹。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

(追而)

③ 「Part3 第 3 章 図 16 白銅 (C7060)」と「Part3 第 3 章 表 XVI 白銅 (C7060)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹²。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4. 2. 1 3. 1 3 図 17 アルミニウム青銅 (C6161 及び C6280)

(1) 変更の内容

- ① 図 17 の 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線を 65℃以下、205℃及び 315℃に変更
- ② 図 17 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14~138 から 12~120 に変更
- ③ 表 XVIIとしてデジタル値を追加

³⁹⁰ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (79) (b)

³⁹¹ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (79) (a)

³⁹² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (79) (c)

表 4.2.13.13 図 17 アルミニウム青銅 (C6161 及び C6280) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

(3) 検討の結果

- ① 図中 70°C以下、200°C及び 320°Cの曲線が 65°C以下、205°C及び 315°Cに、 $E=7.38 \times 104\text{MPa}$ が $E=74 \times 103\text{MPa}$ に変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁹³。

材料規格では、単位換算 $150^\circ F=65.5556^\circ C$ を $65^\circ C$ と、単位換算 $400^\circ F=204.4444^\circ C$ を $205^\circ C$ と、単位換算 $600^\circ F=315.5556^\circ C$ を $315^\circ C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ 70°Cから 65°Cに、200°Cから 205°Cに、320°Cから 315°Cに見直しております。

縦弾性係数の表記は、差替え元の ASME 規格の表記に合わせて見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 17 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFC-8) です。

(追而)

- ② 図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁴。

参考資料 4-1：参考資料 1 を参照願います。

(追而)

- ③ 「Part3 第 3 章 図 17 アルミニウム青銅 (C6161 及び C6280)」と「Part3 第 3 章 表 XVII アルミニウム青銅 (C6161 及び C6280)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁵。

参考資料 4-1：参考資料 2 を参照願います。

(追而)

4. 2. 1 3. 1 4 図 18 高ニッケル合金 (NW4400)

(1) 変更の内容

- ① 図 18 の 90°C、200°C及び 320°C以上 480°C以下の曲線を 95°C以下、205°C及び 315°C

³⁹³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (80) (b)

³⁹⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (80) (a)

³⁹⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II.1. (80) (c)

以上 480°C以下に変更

- ② 図 18 の縦軸 B 値の目盛範囲と目盛線を 14~138 から 12~120 に変更
- ③ 表 XVIIIとしてデジタル値を追加

表 4.2.13.14 図 18 高ニッケル合金(NW4400)の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

- (2) 日本機械学会による変更の理由
(追而)

- (3) 検討の結果

- ① 図中 90°C、200°C及び 320°Cの曲線(縦弾性係数の値における温度を含む)が 95°C、205°C及び 315°Cに変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁶。

材料規格では、単位換算 $200^{\circ} F=93.3333^{\circ} C$ を $95^{\circ} C$ と、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F=315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ $90^{\circ} C$ から $95^{\circ} C$ に、 $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に、 $320^{\circ} C$ から $315^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 18 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFN-3) です。

(追而)

- ② 図に示す B 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012 と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁷。

参考資料 4-1 : 参考資料 1 を参照願います。

(追而)

- ③ 「Part3 第 3 章 図 18 高ニッケル合金(NW4400)」と「Part3 第 3 章 表 XVIII 高ニッケル合金(NW4400)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁹⁸。

参考資料 4-1 : 参考資料 2 を参照願います。

(追而)

³⁹⁶ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (81) (b)

³⁹⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (81) (a)

³⁹⁸ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1 : II 1. (81) (c)

4. 2. 1 3. 1 5 図 21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)

(1) 変更の内容

- ① 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625) の外圧チャート図 21 及びデジタル値の表 XXI を追加

表 4. 2. 13. 15 図 21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625) の変更点

材料規格 2020	材料規格 2012

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

- ① 外圧チャートのうちいくつかについて、ASME 規格の変更に従って ASME 規格の図に整合させ、外圧チャートをデジタル値とし、補間式が設定された。また、各材料の係数 B^{399} を定める曲線のチャートのデジタル値が一部追加され、「Part3 第 3 章 図 21 耐食耐熱合金 (GNCF1、NCF625)」を追加された。同図の技術的根拠及び追加した考え方について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁰。

2014 年追補において JSME N12 「耐食耐熱合金」のうち GNCF1 について、告示第 501 号への取込み時に参照された ASME SB443 (UNS N06625) 等を対象に ASME 相当材を同定しました⁴⁰¹。

材料規格 2013 年追補には GNCF1 に対応する外圧チャートがないことから ASME 相当材 (SB-443 等 (UNS N06625)) の外圧チャートを新たに取り込みました。

NCF625 は、1991 年の JIS 改正で ASME SB 443 等を基に JIS G 4901~4904 に追加された材料で、GNCF1 と NCF625 が相当材であることを同定しました。

GNCF-1 に対応する外圧チャートと同じ外圧チャートを NCF625 に対しても適用させることとしました。

JSME-N12 GNCF1 見直し案	JIS 相当材 (NCF625)	ASME 相当材 (UNS N06625)
GNCF1-P (板)	NCF625 (JIS G 4902)	SB-443
GNCF1-TP (管)	NCF625TP (JISG4903)	SB-444
GNCF1-TB (管)	NCF625TB (JISG4904)	
GNCF1-B (棒)	NCF625-B (JIS G 4901)	SB-446

³⁹⁹ 外圧の計算を行う場合に使用するもので、外圧の評価及び板厚計算に用いる。

⁴⁰⁰ 参考資料 2-3 : 2. (1) (c)

⁴⁰¹ 【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 250 規格委員会書面投票用 資料、【引用資料】発電用設備規格委員会 書面投票 No. 294 第 73 回発電用設備規格委員会 資料番号 73-14-1

Part3 第3章 表1 外圧チャートリスト

番号	表番号	項 目
図1	表I	外圧チャート(形状に関するもの)
図2	—	炭素鋼(常温最小降伏点が160MPa以上310MPa未満のもの)
図3	表II	炭素鋼(常温最小降伏点が310MPa以上410MPa未満のもの)及びステンレス鋼(SUS410及びSUS410TiTB)
図4	—	炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が260MPa以上であって熱処理により特性を改善したもの)
図5	表V	炭素鋼及び合金鋼(それぞれ常温最小降伏点が410MPa以上のもの)
図6	表VI	低合金鋼(SQV1A, SQV2A, SQV2B, SFVQ1A, SFVQ1B及びSFVQ2A)
図7	—	高ニッケル合金(NCF600, NCF600TP, NCF600TB, GNCF600B, GNCF600P, GNCF690HL, GNCF690HM及びGNCF690CM)
図8	表III	高ニッケル合金(NCF800であって焼きなましを行ったもの)
図9	—	高ニッケル合金(NCF800であって固溶化熱処理を行ったもの)
図10	—	高ニッケル合金(GNCF690HY8H)
図11	表XI	ステンレス鋼(SUSF304, SUS304TKA, SUS304TP, SUS304TB, SUS304TPY, SUS304, GSUSF304, GSUS304TP, GSUS304TB, GSUS304B及びGSUS304HP)
図12	表XII	ステンレス鋼(SUSF304L, SUS304LTP, SUS304LTB, SUS304LTPY, SUS304L)
図13	表XIII	ステンレス鋼(SUSF316, SUSF321, SUSF347, SUSM16TKA, SUS321TKA, SUS347TKA, SUS316TP, SUS321TP, SUS347TP, SUS316TB, SUS321TB, SUS347TB, SUS316TPY, SUS321TPY, SUS347TPY, SUS316, SUS321, SUS347, GSUS316J4L, GSUSF316, GSUS316TP, GSUS316TB, GSUS316B及びGSUS316HP)
図14	表XIV	ステンレス鋼(SUSF316L, SUS316LTP, SUS316LTB, SUS316LTPY, SUS316L)
図15	表XV	白銅(C7150)
図16	表XVI	白銅(C7060)
図17	表XVII	アルミニウム青銅(C6161及びC6250)
図18	表XVIII	ニッケル銅合金(NiCu30)
図19	—	チタン(TP340, TR340, TTP340及びTTH340)
図20	—	チタン(TP480, TR480, TTP480及びTTH480)
図21	表XXI	耐食耐熱合金(GNCF1, NCF625)

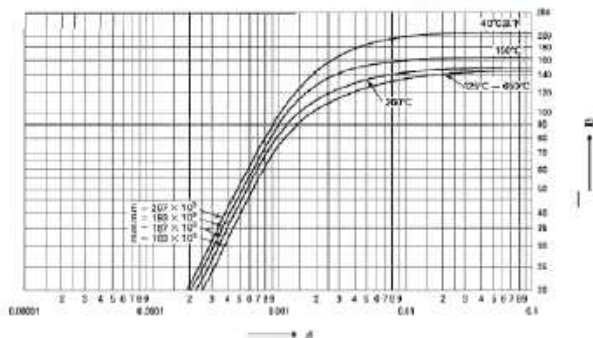
(追加)

Part3 第3章 表XXI 耐食耐熱合金(GNCF1, NCF625) (追加)

温度(°C)	A		B	
	σ	E (MPa)	σ	E (MPa)
40	2.00×10^2	2.07×10^4	2.20×10^2	2.07×10^4
	9.45×10^2	6.65×10^4	9.00×10^2	6.21×10^4
	1.90×10^3	1.10×10^5	1.80×10^3	1.08×10^5
	1.25×10^4	1.17×10^5	1.20×10^4	1.27×10^5
	1.25×10^4	1.24×10^5	9.50×10^3	1.02×10^5
	1.40×10^4	1.11×10^5	1.05×10^4	9.86×10^4
	1.80×10^4	1.28×10^5	1.12×10^4	1.01×10^5
	1.82×10^4	1.63×10^5	1.25×10^4	9.80×10^4
	2.05×10^4	1.52×10^5	1.39×10^4	1.00×10^5
	3.40×10^4	1.59×10^5	1.55×10^4	1.05×10^5
150	2.00×10^2	1.65×10^4	1.90×10^2	1.10×10^4
	3.25×10^2	1.75×10^4	3.20×10^2	1.17×10^4
	7.00×10^2	1.90×10^4	7.40×10^2	1.24×10^4
	3.00×10^3	2.05×10^4	3.00×10^3	1.11×10^4
	1.00×10^4	2.05×10^4	9.00×10^3	1.18×10^4
	2.25×10^4	2.05×10^4	1.20×10^4	1.14×10^4
	8.20×10^4	2.75×10^4	1.00×10^4	1.41×10^4
	9.20×10^4	3.06×10^4	3.25×10^4	2.97×10^4
	1.20×10^5	3.06×10^4	9.00×10^3	3.71×10^4
	1.25×10^5	1.03×10^5	1.05×10^4	7.28×10^4
300	1.42×10^3	1.10×10^4	1.35×10^3	5.77×10^3
	1.65×10^3	1.17×10^4	1.35×10^3	5.65×10^3
	1.90×10^3	1.24×10^4	1.40×10^3	5.90×10^3
	2.35×10^3	1.31×10^4	1.03×10^4	5.51×10^3
	3.00×10^3	1.38×10^4	1.80×10^3	9.05×10^3
	4.00×10^3	1.43×10^4	2.00×10^3	1.00×10^4
	3.20×10^3	1.52×10^4	2.25×10^3	1.03×10^4
	1.00×10^4	1.59×10^4	2.80×10^3	1.10×10^4
	4.00×10^3	1.63×10^4	3.20×10^3	1.17×10^4
	5.00×10^3	1.68×10^4	3.40×10^3	1.24×10^4
425-650	3.30×10^3	1.68×10^4	3.30×10^3	1.31×10^4
	1.65×10^4	1.68×10^4	1.65×10^4	1.38×10^4
	3.00×10^4	1.68×10^4	3.00×10^4	1.41×10^4
	1.00×10^5	1.68×10^4	1.00×10^5	1.41×10^4

【備考】Part3 第3章 表IIの備考と同様とする。

Part3 第3章 図21 耐食耐熱合金(GNCF1, NCF625) (追加)



【備考】Part3 第3章 図2の備考と同様とする。

(追) (追)

図に示すB 値(縦軸)の目盛区分が変更されている。変更された曲線が材料規格 2012

と同じものかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰²。

図 21 は 2012 年版では規定していません。

図中 70°C以下、200°C及び 320°Cの曲線が 65°C以下、205°C及び 315°Cに変更されている。その根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰³。

材料規格では、単位換算 $150^{\circ} F=65.5556^{\circ} C$ を $65^{\circ} C$ と、単位換算 $400^{\circ} F=204.4444^{\circ} C$ を $205^{\circ} C$ と、単位換算 $600^{\circ} F=315.5556^{\circ} C$ を $315^{\circ} C$ としておりますので、外圧チャートにおける表記をそれぞれ $70^{\circ} C$ から $65^{\circ} C$ に、 $200^{\circ} C$ から $205^{\circ} C$ に、 $320^{\circ} C$ から $315^{\circ} C$ に見直しております。

なお、線図自体に変更はありません。

図 21 は 2012 年版では規定していません。図 21 の根拠、出典は、ASME 2011a Sec. II Part D Subpart 3 (Metric) の外圧チャート (Fig. NFN-17) です。

「Part3 第 3 章 図 16 白銅 (C7060)」と「Part3 第 3 章 表 XVI 白銅 (C7060)」の値に基づく曲線が同じものであるかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁴。

質問の位置が誤りと思います。

⁴⁰² 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (82) (a)

⁴⁰³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (82) (b)

⁴⁰⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 4-1：II 1. (82) (c)

4. 3 溶接規格 2020

4. 3. 1 総則的要求事項

本規格は、溶接規格の総則的要求事項について、「第1章 総則」等に規定している。

(1) 変更の内容(「別表 4. 3. ● 溶接規格の総則的要求事項に関する規定内容の変更点」参照)

- ①溶接士を溶接技能者及び溶接オペレータに呼称変更し、溶接士技能認証標準を溶接技能確認試験に変更
- ②溶接士の資格有効期間に関する規定を削除(第3部 WQ-351 及び WQ-451 に移項)
- ③機器の溶接は、第3部に定める有資格者が行うことを明確化
- ④溶接規格とコンクリート製原子炉格納容器規格との関係を明確化
- ⑤コンクリート製原子炉格納容器及び炉心支持構造物の溶接は衝撃試験の対象であることを明記

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①(追而)
- ②(追而)
- ③(追而)
- ④事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」の内容を溶接規格で規定するように改定した。
- ⑤(追而)

(3) 検討の結果

- ①「溶接士」の名称を「JIS Z 3001-1(2018) 溶接用語(11928、11929)」等の用語に合わせるため、「手動溶接士/半自動溶接士」は「溶接技能者」、「自動溶接士」は「溶接オペレータ」に変更
- ②(追而)
- ③(追而)
- ④(追而)
- ⑤(追而)

(4) 変更点以外の評価

- ①コンクリート製原子炉格納容器の部位に関する用語、炉心支持構造物の溶接継手に関する用語を N-0020 定義と別に記載する理由について
(追而)
- ②「解説図 N-0020-7 誤解されやすい継手区分 C の例(その 4)」に示すハブなしフランジの溶接継手形状について
(追而)

- ③コンクリート製原子炉格納容器のクラス MC 容器の規定を準用する部分について
(追而)
- ④コンクリート製原子炉格納容器の溶接部の設計に適用する規格について
(追而)
- ⑤補助ボイラー及びその附属施設の発電用火力設備の技術基準の解釈の適用について

4. 3. 4 溶接部の表面仕上げ

本規格は、溶接部の表面仕上げについて、「N-1080 溶接部の表面」等及び「N-1081 溶接部の余盛」等に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.3. ● 溶接部の表面仕上げに関する規定内容」参照）

- ①溶接部の表面が滑らかで溶接のままで非破壊試験の実施に支障がない場合は、仕上げなくてもよい規定を追加
- ②アンダカットについて深さの許容値 0.8mm を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② (追而)

(3) 検討の結果

- ① (追而)
- ②アンダカットは、溶接部表面の形状不良であり補修可能なものであり、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る。「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ない。「(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。」との規定を追加し、アンダカットを許容する記載とした理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁵。

・ 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るってはならない」との記載があったが (2012 年版/2013 追補)、「有害なもの」

⁴⁰⁵ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(5) (a)

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。

「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。

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。

(追而)

4. 3. 10 溶接後熱処理の方法

本規格は、溶接後熱処理の方法について、表 N-X090-1 溶接後熱処理の方法に規定している。

(1) 変更の内容(「別表 4.3.●に関する規定内容」)

- ①項目「1. 溶接後熱処理の方法の種類」を追加し炉内加熱と局部加熱のいずれかと規定
- ②項目「2. 溶接後熱処理における厚さ」を追加し、2012年版「表 N-X0901 溶接後熱処理における温度範囲及び溶接部の厚さに応じた保持時間」の(注)1.の溶接後熱処理の保持時間を算定する厚さの規定を移項並びに2012年版「表 N-X090-2 溶接後熱処理の方法」の解説「(3)母材の厚さ」から「加熱速度及び冷却速度を算定する厚さ」を本文として規定
- ③2012年版「表 N-X090-2」の項目「加熱及び冷却の方法」を「4. 加熱及び冷却」に変更し、ただし書きの「温度差が 55℃未満の場合であって、容器又は管が著しい熱応力により損傷を受ける恐れのないときは、1時間につき温度差を 55℃とすることができる」を(1)において「55℃/hより遅くする必要はない」と規定し「容器又は管が著しい熱応力により損傷を受ける恐れのないとき」の条件を削除
- ④項目「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2 局部加熱(2)に、2012年版の「解説図 表 N-X090-2-1 局部熱処理における加熱範囲」(编者注: 図における加熱範囲とは均一温度領域を指す)を「図1 局部熱処理における均一温度領域」として規定
- ⑤項目「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2 局部加熱(3)に、2012年版の「解説図 表 N-X090-2-2 局部熱処理における保温範囲」を「図2 局部熱処理における保温範囲」として規

定

- ⑥項目「5. 溶接後熱処理の方法」の5.2 局部加熱(4)に、2012 年版「表 N-X090-2 溶接後熱処理の方法」の解説「(1)溶接後熱処理の方法 2)局部熱処理 d)温度測定」の測定点数に関する記載を規定化

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② (追而)
- ③ (追而)
- ④ (追而)
- ⑤ (追而)
- ⑥ (追而)

(3) 検討の結果

- ① (追而)
- ② (追而)
- ③ (追而)

- ④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、溶接規格 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ある。溶接規格 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た。本文規定を補足する技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁶。

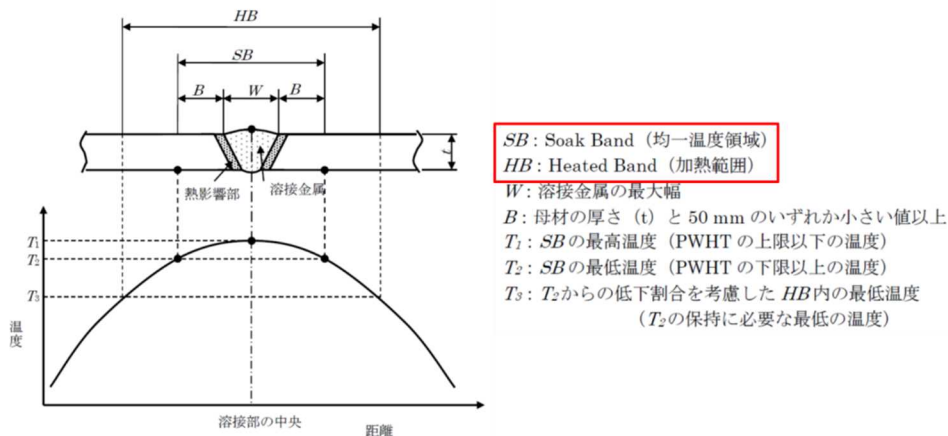
解説を充実させた理由

・ 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。

・ 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

⁴⁰⁶ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(5) (b)



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

・ 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

・ 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。

・ 「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。

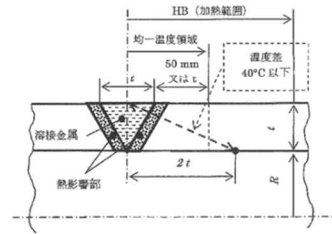
解説表 表 N-X090-1-1 FEM 計算により求めた加熱範囲（炭素鋼）(1/2)

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/mm³
(以上、300°C における炭素鋼の値)、及び管内面の熱伝導率：1×10⁸ 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）

・ 「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。

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。

(追而)

(4) 変更点以外

① 「6. 溶接後熱処理記録」に規定する記録項目について

(追而)

② 最低予熱温度という用語の適切性について

(追而)

③ 母材の区分が P-10H オーステナイト・フェライト系ステンレス鋼の場合及び P-15E
改良 9Cr-1Mo 鋼の場合の溶接後熱処理を要しない条件について

(追而)

④ 「N-1091 溶接後熱処理の方法」から「N-1097 曲げ加工後の溶接後熱処理」まで、細
区分して規定する必要性について

(追而)

⑤ 炉心支持構造物の溶接後熱処理における機器の区分について

(追而)

4. 3. 1 1 非破壊試験の方法

本規格は、非破壊試験の方法について、「表 N-X100-1 放射線透過試験」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.3. ●に関する規定内容」参照）

- ①放射線透過試験の方法において「放射線源と溶接部の線源側との距離」の「クラス MC 容器、クラス 2 容器、クラス 3 容器、クラス 3 相当容器、クラス 2 配管、クラス 3 配管、クラス 3 相当管、クラス 4 配管」の欄にコンクリート製原子炉格納容器及び炉心支持構造物を追加
- ②放射線透過試験の方法において「判定基準」における「クラス 1 容器、クラス MC 容器、クラス 2 容器、クラス 3 容器、クラス 3 相当容器、クラス 2 配管、クラス 3 配管、クラス 3 相当管、クラス 4 配管」の欄に「炉心支持構造物」を追加
- ③放射線透過試験の方法においてコンクリート製原子炉格納容器の「判定基準」（2 類以上）を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① (追而)
- ② (追而)
- ③ (追而)

(3) 検討の結果

- ① 事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」及び「炉心支持構造物」の取り込みに伴い、「表 N-X100-1 放射線透過試験」の「放射線透過試験の方法」において「放射線源と溶接部の線源側との距離」の対象機器にコンクリート製原子炉格納容器及び炉心支持構造物を追加
- ② 炉心支持構造物の追加に伴い、「表 N-X100-1 放射線透過試験」の「判定基準」において対象機器に炉心支持構造物を追加
- ③ 「表 WQ-554-1 放射線透過試験」において判定基準は、JIS Z 3104 , JIS Z 3105 及び JIS Z 3107 の附属書 4 の第 1 種及び第 4 種のきずは、2 類以上を合格としているが、「表 N-X100-1 放射線透過試験」では、コンクリート製原子炉格納容器を除き、溶接部の判定基準として JIS Z 3104 の附属書 4 の 1 類としている。2 類以上で合格してよいとした技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁷。

⁴⁰⁷ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(4) (c)

事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」の取り込みに伴い、「表 N-X100-1 放射線透過試験」の「判定基準」において事例規格の規定をそのまま取り込んだため、きずの分類を『2類以上』としている。

(4) 変更点以外

- ①放射線透過試験の方法において突合せ溶接以外の溶接部における材厚の計算に用いる溶接部の厚さについて
(追而)
- ②放射線透過試験の方法において透過度計を有孔形に限定することの適切性について
(追而)
- ③放射線透過試験の方法において材厚によって基準穴の径を変更する適切性について
(追而)
- ④超音波探傷試験の方法において「探傷面は、清浄で、かつ、滑らかであること」と「探傷面は、清浄で、かつ、滑らかにする」との同等性について
(追而)
- ⑤浸透探傷試験の方法においてワイプオフ法の適用可否及びワイプオフ法が規定する受渡当事者間の合意事項の運用方法について
(追而)

4. 3. 1.3 コンクリート製原子炉格納容器の溶接

本規格は、コンクリート製原子炉格納容器の溶接について、「第10章 コンクリート製原子炉格納容器」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.3. ● コンクリート製原子炉格納容器の溶接に関する規定内容の変更点」参照）

- ①事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」の規定内容を溶接規格に反映した

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①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。

(3) 検討の結果

- ①「第10章 コンクリート製原子炉格納容器」は、事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」の規定内容を溶接規格に反映したものである。事例規格「コンクリート製原子炉格納容器溶接規格」制定の経緯について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁸。

⁴⁰⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(1) (a)

- ・ 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。
- また、事例規格の概要について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁰⁹。

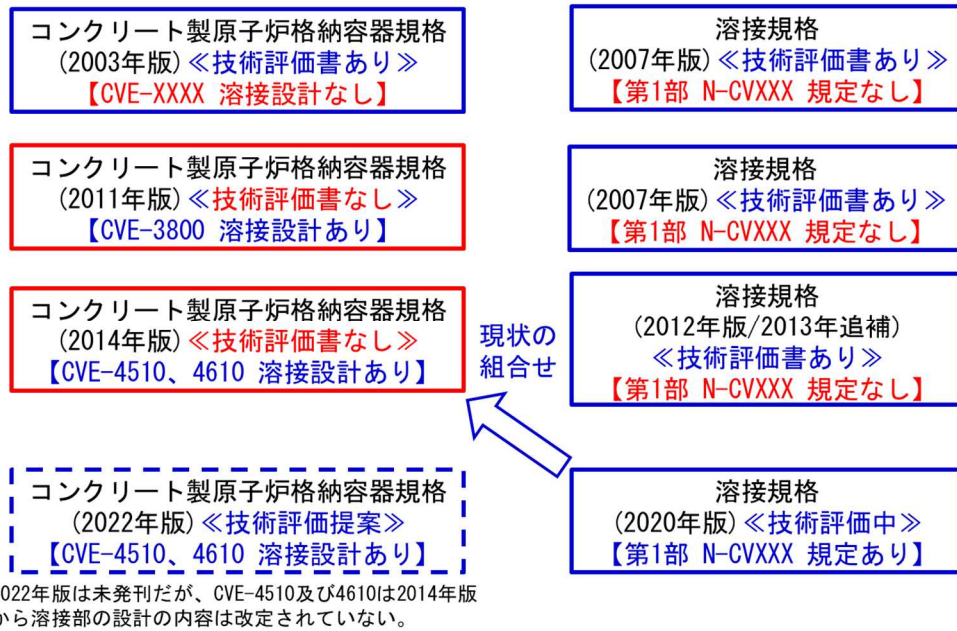
1. CCVの部位及び継手区分に関する用語の定義を規定した。
2. 規定の項目は、他クラスの機器と類似の構成としている。
溶接の制限、開先面、溶接部の強度等、非破壊試験、
機械試験、溶接後熱処理、耐圧試験など
3. 溶接施工法、溶接士は 溶接規格 第2部、第3部を引用。
4. コンクリートに内張りされる、ライナプレート及び貫通部スリーブの溶接部に対する漏えい試験の規定を設けている。
5. ライナプレートの溶接部の放射線透過試験の判定基準は、
JIS Z 3104「鋼溶接継手の放射線透過試験方法」の2類以上

「N-CV010 溶接部の設計」において、「溶接部の設計は、コンクリート製原子炉格納容器規格 CVE-4500 「溶接部の設計」の規定による。」としているが、「N-0015 引用規格」において、コンクリート製原子炉格納容器規格の適用年版は記載されていない。また、技術基準規則解釈に引用しているコンクリート製原子炉格納容器規格は、2003年版であるが、溶接部の設計が規定されていない。第10章コンクリート製原子炉格納容器の溶接部の設計（継手形状等）は、何を参照するのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁰。

- ・ 溶接規格では、引用するコンクリート製格納容器規格（CCV規格）の年版は指定していない。
- ・ 溶接規格2020年版における溶接部の設計では、コンクリート製原子炉格納容器規格2014年版の規定番号（CVE-4510及び4610）を記載している。（溶接規格2020年版における記載は誤っておりますので、正誤表による対応を検討いたします。）
- ・ 参考として次ページに、「コンクリート製原子炉格納容器規格」と「溶接規格」の年版の関係を示す。

⁴⁰⁹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(1) (a)

⁴¹⁰ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(1) (a)



コンクリート製原子炉格納容器規格の2014年版は技術評価を行っておらず、溶接部の設計の妥当性を確認していない。このため、「第10章 コンクリート製原子炉格納容器」は技術評価対象外とし、コンクリート製原子炉格納容器規格の技術評価を行う際に取り扱いについて検討する。

(4) 適用に当たっての条件

「第10章 コンクリート製原子炉格納容器」は技術評価対象外とする。

4.3.14 炉心支持構造物の溶接

本規格は、炉心支持構造物の溶接について、「第11章 炉心支持構造物」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表4.3.● 炉心支持構造物の溶接に関する規定内容の変更点」参照）

①炉心支持構造物の溶接の規定を追加した。

(2) 日本機械学会による変更の理由

①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、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。

(3) 検討の結果

①「第11章 炉心支持構造物」は、炉心支持構造物の溶接の規定制定の経緯について、

日本機械学会は、次のように説明している⁴¹¹。

- ・ 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

また、事例規格の概要について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹²。

- ・ 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。

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ことであるが、「表 N-0030-1 衝撃試験温度 (第 1 部-72)」には「炉心支持構造物」が規定されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹³。

- ・ 「表 N-0030-1 衝撃試験温度 (第 1 部-72)」は、「N-0030 溶接施工法 (第 1 部-5)」で引用されており、溶接部の機械試験 (本体付機械試験板) への要求ではなく、溶接施工法への要求である。
- ・ 設計・建設規格 (CSS-2300 破壊靱性試験要求) 参照) では、炉心支持構造物に靱性を要求していることから、溶接規格においても溶接施工法に衝撃試験を要求している。

技術基準規則第 1 7 条第 1 5 号は、「クラス 1 容器、クラス 1 管、クラス 2 容器、クラス 2 管、クラス 3 容器、クラス 3 管、クラス 4 管及び原子炉格納容器のうち主要な耐圧部の溶接部 (溶接金属部及び熱影響部をいう。) は、次に定めるところによること。」とし、炉心支持構造物の溶接部に対する具体的要求事項は規定されていない。しかし、技術基準規則第 1 7 条第 1 4 号において、炉心支持構造物の構造及び強度は、設計上定める条件 (最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態) において、全体的な変形を弾性域に抑えることが求められており、具体的には、設計・建設規格の「第 9 章 炉心支持構造物」によることとされている。また、亀裂解釈において、炉心支持構造物の溶接部は、非破壊試験を行い、検出された亀裂、孔その他の損傷 (以下「亀裂等」という。) については、進展するおそれのある場合、その形状及び大きさを特定し、評価を行うとされている。したがって、この要求を満た

⁴¹¹ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(1) (b)

⁴¹² 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(1) (b)

⁴¹³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(1) (b)

す上で、溶接部は適切に管理される対象であり、溶接規格 2020 の「第 11 章 炉心支持構造物」は、技術基準規則第 17 条第 14 号の要求に関連して炉心支持構造物の溶接部を適切に監視することを意図して制定されたものと考えられる。

- 以上を踏まえ、炉心支持構造物の溶接の管理の具体的内容について、事業者から説明を受けることとしてはどうか。

4. 3. 17 溶接施工法確認試験における確認項目

本規格は、溶接施工法確認試験における確認項目について、「WP-300 確認項目」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.3. ● 溶接施工法確認試験における確認項目に関する規定内容の変更点」参照）

- ①溶接方法の A₀、T_B、T_F、T_{FB}、M₀ を削除
- ②確認項目の欄に規定の項番号を記載し項番号順に入替、確認項目として「溶接方法」及び「裏当て」の欄を追加、「母材」を「母材の種類」に変更
- ③衝撃試験が要求される場合の欄に「層」を移動して溶接方法 A、T、M、PA を「－」から確認対象「○」に変更し、同欄に「溶接姿勢」、「パス間温度」、「溶接入熱」、「衝撃試験温度」の欄を追加するとともに溶接方法 G を除く全ての溶接方法を確認対象「○」に設定
- ④「裏面からのガス保護」の欄の溶接方法 EG を確認対象「○」から「－」に変更
- ⑤「裏当て」の欄を溶接方法 ES 及び EG を除く全ての溶接方法について確認対象「○」に追加
- ⑥衝撃試験が要求される場合の欄に「層」を移動して、確認項目欄（溶接姿勢、パス間温度、溶接入熱及び衝撃試験温度）の追加及び項番号変更に伴い確認要領の見直し
- ⑦衝撃試験が要求される場合の確認項目欄（層、溶接姿勢、パス間温度、溶接入熱及び衝撃試験温度）の追加及び項番号変更に伴い確認要領の見直し

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 溶接施工法確認試験の溶接方法の区分の A₀、T_B、T_F、T_{FB}、M₀ は溶接士技能に関する区分として廃止し、溶接方法の相違に基づいた区分に統合した。
- ② 溶接施工法確認試験の確認項目の記載順序を分類区分ごとに階層的に整理するため並び替えを行い、確認項目として「溶接方法」及び現状の「あて金」はエレクトロスラグ溶接及びエレクトロガス溶接のみに適用されるため JIS Z 3040 及び JIS B 8285 を参考に「裏当て」の欄を追加、「母材」を「母材の種類」に変更
- ③～⑦（追而）

(3) 検討の結果

- ①（追而）
- ②（追而）
- ③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、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、追加された。これらを追加した理由と背景について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁴。

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。

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ている。この技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁵。

- ・ 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違いはない。
- ・ 試験の方法について、単独の施工法と組合せ施工法の違いはない。
- ・ 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。

補足事項

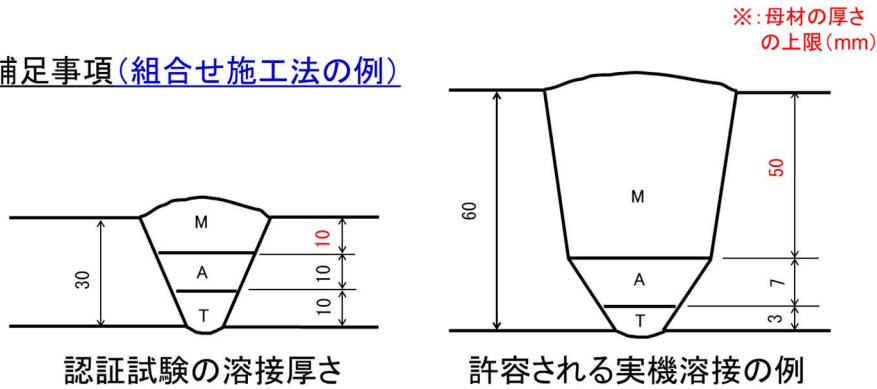
- ・ 組合せ施工法の場合、組み合わせた時の溶接厚さだけが制限され、各溶接方法の積層厚さについての制限はない。（各溶接方法の積層厚さは、試験において確認されない。）
- ・ 一方、単独の溶接方法を組み合わせる場合、各溶接方法の積層厚さは、確認試験によって保証される厚さに制限される。
- ・ したがって、積層厚さについては、単独の施工法の組合せの方が、より厳密に管理されるといえる（次ページ以降参照）。（組み合わせる他の溶接方法の厚さが限りなく薄くなっても、試験によって保証された厚さ以下に管理される。）

⁴¹⁴ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (a)

⁴¹⁵ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (a)

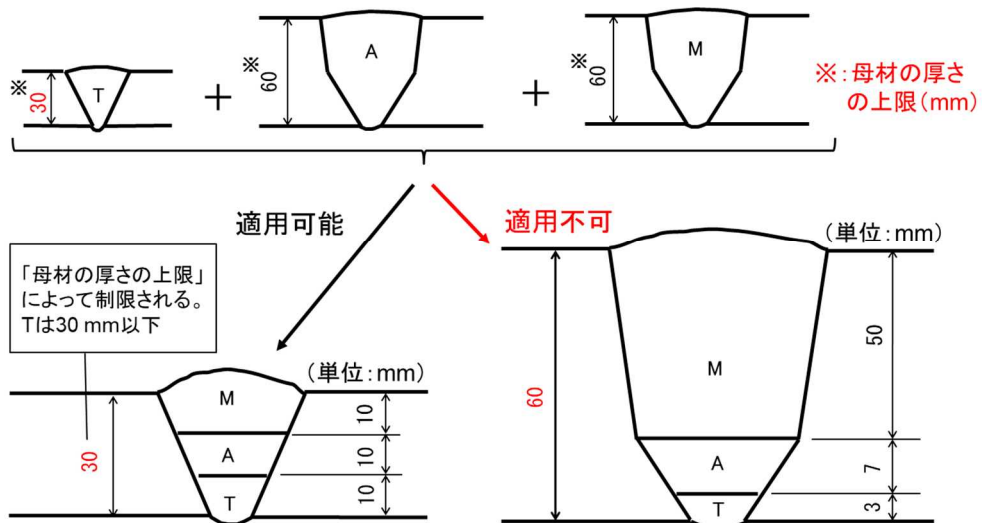
- ・ 組合せ施工法の場合、溶接方法の種類増加、組合せの多様化に伴い、同じ溶接方法の組合せでも複数の異なる表記が存在するなどの問題が多数あるが、改定によって解消される。

補足事項(組合せ施工法の例)



- ・ 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。)

補足事項(単独施工法の組合せの例)

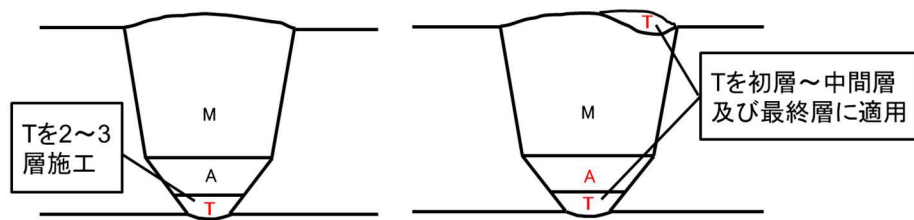


「組み合わせ施工法の場合、初層限定の溶接方法を除き、順番を問わない」とのことであるが、例えばT（ティグ溶接）の施工法における初層限定の施工法と組合せ施工法とはどのように識別をするのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁶。

- ・ 「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」とは、たとえばT+A+Mの場合、次のようにT、A及びMの組合せを満足しておれば、

⁴¹⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (b)

それらの施工順を問わないという意味である。(溶接規格では溶接方法の施工順は規定していない。)



- ・ 上図の例では、1層目から2~3層目まで施工したティグ溶接を多層溶接と見なしてTとなるが、これを初層溶接TFと見なした場合、2012年版溶接規格では左図はTF+A+M、右図はTF+A+M+TBとなる。2020年版では、組合せ施工法はT+A+Mに統一される。
- ・ 2020年版では、組合せ施工法における初層限定の溶接方法TF、TFBは、いずれもTと表示するが、計画書(溶接部詳細一覧表)において施工順、層数などを明記して区別する。
- ・ 溶接施工法から溶接士技能に係る区分はなくなるが、その他の確認項目に変更はなく、TB(裏面ガス保護なし)をTF(裏面ガス保護あり)として用いることはできない。
- ・ 単独の施工法を組み合わせる場合は、施工順を明記し、初層溶接に必要な溶接士技能を明確にする。(保有する溶接士が全て裏波形成の技能を有している場合は不要である。)
- ・ 組合せ施工法と単独の施工法の組合せの区別は、施工法番号が単一か複数かによって判別可能である。

「複数の異なる表記が存在するなどの問題が多数あるが、改定により解消される」とのことであるが、具体的にどのような問題があり、今後どのように改定されるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁷。

- ・ 「複数の異なる表記が存在するなどの問題」については、先に掲げた2例の他、別途配付した資料(※最終ページに記載)を参照のこと。
- ・ 問題を考慮し、次の改定が行われた。(今後の改定予定なし)
 - ①溶接施工法における溶接方法の区分について、溶接士技能に関する区分(TF、TFB、TB、AO、MO等)を廃止した。(技能以外に相違点はなく、自動溶接にこれら区分はない。)
 - ②単独の施工法を組み合わせ適用できるようにした。(単独の施工法は、一層盛りを除き、初層、中間層、最終層のいずれにも適用可能であることが確認されている。)

(追而)

⁴¹⁷ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (b)

破壊靱性が要求された母材同士のすみ肉溶接の施工法は、どのように適用するのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁸。

- ・ 溶接構造物（含：炉心支持構造物）の溶接部に対する靱性要求は、基本的に材料要求ではなく、設計要求によって決まる。
- ・ 設計上、靱性が要求される場合は、靱性が保証された材料を用いて製造し、それら部材を溶接で接合する場合には、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いて靱性を保証する。
- ・ したがって、「すみ肉溶接」（機械試験が要求されない溶接部）であっても、設計上靱性が要求される場合は、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いる。
- ・ 改定は、溶接部の性能が設計要求に従属することを明確化する目的で行った。

（参考）従来、機械試験が要求されない溶接継手については、「衝撃試験なし」の溶接施工法を適用しても良いと誤って解釈される傾向にあった。

片方のみに破壊靱性が要求された突合せ溶接とすみ肉溶接の施工法について、日本機械学会は、次のように説明している⁴¹⁹。

（突合せ溶接の場合）

- ・ 弁を境にして機器区分が変わり、一方の配管は靱性要求があり、弁には靱性要求のある材料が用いられ、他方の配管は靱性要求がない場合において、弁と靱性要求がない配管との溶接が質問の事例に該当すると考えられる。
- ・ このような例では、設計上、特に指定がない限り「衝撃試験が要求される場合」の施工法を用いる必要はない。

（理由）

- ・ 当該溶接部の靱性を保証する必要がないためであり、弁箱の健全性に影響するリスクが懸念される場合には、設計上、靱性要求が明記される。

（すみ肉溶接の場合）

- ・ 圧力容器又は配管（靱性要求あり）とその耐圧部分に直接取り付けるラグ等（靱性要求なし）の溶接が考えられる。
- ・ このような例では、「衝撃試験が要求される場合」の施工法を適用しなければならない。

（理由）

- ・ 耐圧部分（靱性要求あり）に直接溶接するため、継手形状に関係なく、耐圧部分に形成される熱影響部（HAZ）の靱性を保証する必要がある。

（追而）

⁴¹⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (a)

⁴¹⁹ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (a)

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について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁰。

- ・ 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。

【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

【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)

⁴²⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (b)

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)

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。

(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。」との説明に関し、既存の施工法に対してどのように確認の上、識別するのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴²¹。

(1) 2019 年追補以前の規格に従い認証した溶接施工法認証試験記録を用いる場合

- 過去の溶接施工法認証試験又は溶接構造物に用いたワイヤの銘柄 (溶接施工要領書又は指示書、施工記録等でもよい) において用いたワイヤの銘柄を確認し、「ソリッドワイヤ」か「フラックス入りワイヤ」か判断する。
- 上記により確認された心線 (「ソリッドワイヤ」か「フラックス入りワイヤ」) に対してのみ、当該の溶接施工法認証試験記録は有効とする。
- 溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の記載は不要とする。(過去の溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の追記は求めない。)
- 溶接施工要領書は、「フラックス入りワイヤ」を使用する場合、その区分の記載を要求する。(例: E-1 (FC)、E-8 (FC) 等)

(2) 2020 年版以降の規格に従い認証した溶接施工法試験記録を用いる場合

- 溶接施工法認証試験記録への「フラックス入りワイヤ」の区分の記載を要求する。(新たに作成する溶接施工法認証試験記録へは、「フラックス入りワイヤ」の区分の記載を求める。)
- 溶接施工法認証試験記録は、実際に試験で評価した心線 (「ソリッドワイヤ」あるいは「フラックス入りワイヤ」) に対してのみ有効とする。
- 溶接施工要領書は、「フラックス入りワイヤ」を使用する場合、その区分の記載を要求する。(例: E-1 (FC)、E-8 (FC) 等)

溶接施工法としてソリッドとフラックス入りを併用していた場合はないのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴²²。

⁴²¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (c)

⁴²² 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (c)

基本的には単独であるが、特殊なケースとして、化粧盛もしくは手直しだけ「フラックス入りワイヤ」、バタリングだけ「ソリッドワイヤ」、などに用いられる可能性はある。

フラックス入りワイヤを使用した溶接に関し、ソリッドとフラックス入りは『異なる溶接施工法になる』ため、『併用の区分』とする場合、組合せ施工法の扱いになると思われるが、施工法確認試験で使用しない心線の区分まで認めることになるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴²³。

(追而)

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、シールドガスに関する確認項目の規定を追加した理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁴。

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。

また、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について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁵。

- ・ 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、溶接部の変色程度の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。

「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」したとのことだが、米国の事業者はASME Sec. IXに基づき、どのようにトレーリングガス流量を確認項目としているのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁶。

- ・ ASME Sec. IX QW-408.10 では、「トレーリングガス流量の10%以上の減少で1区分」と規定されている。
- ・ 一般にトレーリングシールド治具は製品(溶接部)形状に合わせたものを使用する。治具の寸法形状を含むトレーリングガス流量の管理は米国の

⁴²³ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (c)

⁴²⁴ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (c)

⁴²⁵ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (d)

⁴²⁶ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (c)

事業者のノウハウであるため、詳細は不明であるが、以下の通りと推定する。

- ・ ASME Sec. IXに基づき、トレーリングガスを使用する際は、試験材形状に合った治具を使用し、色調等の溶接部の外観が良好となる流量での溶接施工法確認試験を実施する。
- ・ 溶接部（治具）形状の違い等により、良好な溶接を行うために試験時の流量から10%以上減少させなければならない場合は、新たな溶接施工法確認試験を実施する。

【以下は参考記載】

- ・ 溶接規格では、溶接部の色調によりトレーリングシールドの健全性が確認可能であることから、トレーリングガス流量は溶接施工法の確認項目とはしていない

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について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁷。

- ・ 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。

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について、日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁸。

- ・ 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。

「溶接部の変色程度を確認することにより適切なトレーリングシールドガスが流されたかどうか分かる」とした根拠（『トレーリングガス流量の減少が10%未満であること』が確認できる根拠）について日本機械学会は、次のように説明している⁴²⁹。

（追而）

⁴²⁷ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (c)

⁴²⁸ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (c)

⁴²⁹ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (c)

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」の規定を取り込み、試験材の厚さを母材の上限値とする規定を削除している。この理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁰。

- 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。

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	

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

⁴³⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(2) (d)

1993年以前

1993年

JIS Z 3040
溶接施工方法の確認試験方法

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

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

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。

2013年追補

2020年版

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-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……

母材の厚さはWP-322(1)に集約

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……

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。

表 WP-322-1 母材の厚さの区分^①

試験材の厚さ t (mm) ^②	認定される母材の厚さの区分 T (mm) ^③
1.5未満 ^②	t以上 2t以下 ^②
1.5以上 10未満 ^②	1.5以上 2t以下 ^②
10以上150未満 ^②	5以上 2t以下 ただし、最大200 ^②
150以上 ^②	5以上 1.33t以下又は200の大きい値以下 ^②

(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。 ^④
 ① いずれかのボイスの厚さが13mmを超える場合 ^⑤
 ② 片面1パスで溶接を行う場合^⑥

WP-411 試験材の厚さ

- 試験材の厚さは、次のとおりとする。
- (1) 試験材の厚さは、取得しようとする溶接施工法に応じて選定する。
ただし、「クラッド溶接」及び「管と管板の取付け溶接」の溶接施工法確認試
験の場合は、(2)及び(3)とする。
 - (2) 「クラッド溶接」の……
 - (3) 「管と管板の取付け溶接」の……
 - (4) 衝撃試験を……

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。

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)	
	片側バス溶接又は両側バス溶接	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) いずれかのバスの厚さが13mmを超える場合 b) 13mm以下の短絡移行溶接の場合 c) 片側バ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以下の場合は0.5t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	t < 19のとき 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(2)又は(3)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ぬ。

「WP-411 試験材の厚さ (2)」は「軽水炉では使用されない項目であり、削除した」とのことだが、「表 WP-321-1 母材の区分」に当該材料が規定されており、「P-1, P-3, P-11A-1, P-11A-2, P-11B」は軽水炉で使用されている材料と思われる。「軽水炉では使用されない項目」とは何を指すのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴³¹。

- ・ 「軽水炉では使用されない項目」とは、「2020年版では例外項目として規定しておく必要がなくなった項目」を指す。
- ・ (2)は40年以上前の「溶接方法の認可」(資源エネルギー庁長官通達)をもとに当時は溶接実績がないため特例として制定したものであるが、次ページ以降に示す理由により、必要ないことが明らかとなったため、削除した。

2013年追補の「WP-411 試験材の厚さ」の「(2)次に掲げる場合は、母材の厚さの上限値」の内容

- 1) 確認に用いる試験材が管である場合は、外径が140mm以下で、かつ、適用する母材の厚さの上限が19mmを超えるとき
- 2) 母材の区分が、表 WP-302-1 に掲げる P-1 及び P-3 であって、予熱温度の下限が100℃、溶接後熱処理を行わず、かつ、母材の厚さの上限が P-1 の場合は、32mm、P-3 の場合は、13mm を超えるとき
- 3) 母材の区分が、表 WP-302-1 に掲げる P-11A-1、P-11A-2 及び P-11B であるとき
- 4) ガス溶接、ティグ溶接、プラズマアーク溶接、半自動溶接又は自動溶接による場合であって、片側溶接として1層盛を行うとき
- 5) エレクトロスラグ溶接又はエレクトロガス溶接の場合は、母材の厚さの上限0.9倍から上限までの値

⁴³¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(2) (e)

6) 半自動溶接又は自動溶接による場合であって、両側溶接としてそれぞれの側に1層盛を行うとき(母材の厚さが、50 mmを超える場合に限る。)

- 1) 確認に用いる試験材が管である場合は、外径が140 mm以下で、かつ、適用する母材の厚さの上限が19 mmを超えるとき
 - ・ 当時、管の外径に比較して管厚が厚く、溶接施工条件の違いが大きくなることから特別条項としていた。
 - ・ 2020年版では、外径140mm以下で19mmを超えても、機械的性質が大きく変わるものではないとの判断から削除した。
 - ・ JIS規格配管材料では、125A(外径139.8mm)の場合の最大厚さは15.9mm(スケジュール160)であるため、規定の「外径外径が140mm以下で、厚さが19mmを超えるもの」に該当する配管材料はない。
- 2) 母材の区分が、表WP-302-1に掲げるP-1及びP-3であって、予熱温度の下限が100℃、溶接後熱処理を行わず、かつ、母材の厚さの上限がP-1の場合は、32 mm、P-3の場合は、13 mmを超えるとき
 - ・ 当時、溶接後熱処理を行わない溶接施工法の場合、適用できる板厚の上限値が決められていたことから、その上限の板厚を超えないようにするため、この規定が設けられた。
 - ・ 2020年版では、WP-322「母材の厚さ」(2)項で溶接後熱処理を行わない場合は、表N-X090-3で規定されている板厚の上限値の制限があることを規定するようにしたため、削除とした。
- 3) 母材の区分が、表WP-302-1に掲げるP-11A-1、P-11A-2及びP-11Bであるとき
 - ・ P-11A-1、P-11A-2及びP-11Bは、当時、割れ感受性が高いという理由から、試験材の厚さを認定される厚さの上限にした。
 - ・ 2020年版では、製品の溶接部に対して非破壊試験で割れの有無が確認されるため、特別扱いする必要がないとの判断から削除した。
 - ・ ASME Sec. IX、JIS規格の溶接施工法試験でも、P-11A-1、P-11A-2、P-11Bを特別扱いにする規定はない。
- 4) ガス溶接、ティグ溶接、プラズマアーク溶接、半自動溶接又は自動溶接による場合であって、片側溶接として1層盛を行うとき
 - ・ 当時、一層盛は多層盛と比較して靱性に乏しく機械的強度及び溶接金属の組織に差が現れ易いため区分した。
 - ・ 2020年版では、衝撃試験が要求される場合、「多層盛」「一層盛」を確認項目のように改定しているため、削除した。
- 5) エレクトロスラグ溶接又はエレクトロガス溶接の場合は、母材の厚さの上限0.9倍から上限までの値
 - ・ 2020年版でも、表WP-322-1「母材の厚さの区分」で「いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合は、(認定される母材の厚さTは、 $1.1t$ (t :試験材の厚さ)とする。)」と規定しており、包含されるため削除した。

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。 <u>1) いずれかのパスの厚さが13mmを超える場合</u> 2) 片面1パスで溶接を行う場合	

6) 半自動溶接又は自動溶接による場合であって、両側溶接としてそれぞれの側に1層盛を行うとき(母材の厚さが、50mmを超える場合に限る。)

- ・ 当時、一層盛は多層盛と比較して靱性に乏しく機械的強度及び溶接金属の組織に差が現れ易いため区分した。
- ・ 2020年版では、衝撃試験が要求される場合、「多層盛」「一層盛」を確認項目にするように改定しているため、削除した。
- ・ 50mm以上の板厚の母材を両側1層ずつの溶接(均等厚さの場合は片側25mm以上の厚さ)を行うことは、現実的にはできないと考えられるため削除した。

このうち、「1) 確認に用いる試験材が管である場合は、外径が140mm以下で、かつ、適用する母材の厚さの上限が19mmを超えるとき」について、「2020年版では、外径140mm以下で19mmを超えても、機械的性質が大きく変わるものではないとの判断から削除した。」としており、その判断根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³²。

(追而)

また、「JIS規格配管材料では、125A(外径139.8mm)の場合の最大厚さは15.9mm(スケジュール160)であるため、規定の「外径外径が140mm以下で、厚さが19mmを超えるもの」に該当する配管材料はない。」とあるが、溶接規格の対象がJIS規格の配管寸法に適合するものに限定される根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³³。

(追而)

「4) ガス溶接、ティグ溶接、プラズマアーク溶接、半自動溶接又は自動溶接による場合であって、片側溶接として1層盛を行うとき」及び「6) 半自動溶接又は自動溶接による場合であって、両側溶接としてそれぞれの側に1層盛を行うとき(母材の厚さが、50mmを超える場合に限る。)」に母材の厚さの上限値とした理由として、「当時、一層盛は多層盛と比較して靱性に乏しく機械的強度及び溶接金属の組織に差が現れ易いため」とされている。。一層盛の場合の「母材の厚さ」はどのように変更された

⁴³² 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (d)

⁴³³ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (d)

のかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁴。

(追而)

「5) エレクトロスラグ溶接又はエレクトロガス溶接の場合は、母材の厚さの上限 0.9 倍から上限までの値」については、「表 WP-322-1 母材の厚さの区分」で「いずれかのパスの厚さが 13mm を超える場合は、(認定される母材の厚さ T は、 $1.1t$ (t : 試験材の厚さ) とする。」とされている。「13 mm を超える場合」の根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁵。

(追而)

(4) 変更点以外

①確認項目の範囲を規定する表現について

(追而)

4. 3. 18 溶接施工法確認試験における溶接方法

本規格は、溶接施工法確認試験における溶接方法について、「WP-310 溶接方法」に規定している。

(1) 変更の内容(「別表 4. 3. ● 溶接施工法確認試験における溶接方法に関する規定内容」参照)

- ①項目番号を WP-301 から WP-310 に変更し、溶接方法の組合せについて「2 つ以上の異なる溶接方法を組合せて行う場合にあつては、その組合せごとに 1 区分」から「既に確認されている溶接施工法を組合せて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい」に変更
- ②溶接施工法確認試験のクラッド溶接の対象機器にクラス 1 配管及びクラス 2 配管を追加
- ③溶接方法の区分 Ao、TB、TF、TFB、Mo を削除し、種類の項の A を「被覆アーク溶接(両側溶接又は裏当て金を用いる片側溶接)」から「被覆アーク溶接」に、T は「ティグ溶接(裏当て金を用いない片側溶接)」から「ティグ溶接」に変更
- ④溶接方法の区分 M を「ミグ溶接(両側溶接又は裏当て金を用いる片側溶接)」から「ミグ溶接、マグ溶接」、「炭酸ガスアーク溶接」及び「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」に細区分
- ⑤2012 年版の注書き「2. 溶接方法の区分は、溶接方法ごとを 1 区分とする。ただし、2 つ以上の異なる溶接方法を組合せて行う場合にあつては、その組合せごとに、それぞれ 1 区分とする。」を「1. 溶接方法の種類ごと又はその組合せを 1 区分とする。2 つ以上の溶接方法の組合せとなる溶接において、既に確認されている溶接施工法を組合せて溶接を行う場合は、組合せの溶接施工法確認試験を省略してもよい。」に変更

⁴³⁴ 第 5 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (d)

⁴³⁵ 第 5 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (d)

⑥2012年版の注書き「3. ミグ溶接にはマグ溶接を含める。」を「2. ノンガスシールドアーク溶接（セルフシールドアーク溶接）は、Mに含まない。」に変更

(2) 日本機械学会による変更の理由

①～⑥（追而）

(3) 検討の結果

①「WP-310 溶接方法」の(1)において、確認済みの溶接施工法を組み合わせで使用することが認められた。その場合の母材の厚さの制限について解説「WP-310 溶接方法」の1.(2)に次の記載がある。

解説 WP-310 溶接方法（抜粋）

1. 溶接方法

(2)既に確認試験が行われている溶接方法を組み合わせで溶接施工を行う場合の溶接を行うことができる厚さは、その溶接方法で確認試験が行われた時に認定された母材の厚さ以下となる。

片側からの完全溶け込み溶接を行う初層溶接の溶接方法との組み合わせの溶接施工法での初層溶接に対しては、母材の厚さの制限は制限していない。

T(10mm以下)の施工法とST(20mm以下)の施工法をTF+STで使用する場合、溶接を行える厚さは20mm以下(Tについては、TFとして適用するため無制限となる)になるのかという点について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁶。

(追而)

その場合、当該溶接部(20mmの場合)の溶接部に対し手直し溶接を手動ティグで行おうとする場合は、T(20mm以下)の施工法が無いと施工できないことになるのかという点について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁷。

(追而)

片側からの裏当てを用いた溶接や隅肉溶接の場合の初層溶接(TFB)については、母材の厚さは制限されるのかという点について、日本機械学会は、次のように説明している⁴³⁸。

(追而)

②（追而）

③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るが、要求される溶接の技能は従来どおり別々である。どのように開先形

⁴³⁶ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3(2)(a)

⁴³⁷ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3(2)(a)

⁴³⁸ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3(2)(a)

状ごとに異なる溶接方法を識別するのか⁴³⁹、また溶接施工に必要な溶接士の技能の管理を行うのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁰。

今後運用が予定されているルールに関する現状の考えについて、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。

参考情報

- ・ 初層限定資格（TF、TFB）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（TF、TFB）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。

「（ティグ溶接は）初層以外の適用例が増加しており、初層限定資格（TF、TFB）のニーズはほとんどない」とあるが、現在TFの施工法がほとんど使われていないのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴¹。

- ・ ティグ溶接が、初層（TF、TFB）に用いられなくなった訳ではない。
→ 溶接士の技量に係る区分であるため、溶接施工法の区分から削除した。
- ・ 次の理由から、近年、初層限定の資格区分（TF、TFB）の新規受験者がほとんどおらず、資格保有者（元々少ない）も徐々に減少しているため、近い将来、廃止する考えである。
 - ①ティグ溶接は、初層以外、例えば最終層（仕上げ）に使用されることが多くなった。（TBが必要）
 - ②ティグ溶接は、手直し溶接、中間層の手入れなどにも使用されることが多くなった。（TBが必要）

⁴³⁹ 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

⁴⁴⁰ 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(3) (a)

⁴⁴¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(3) (a)

③比較的厚い構造物についても、ティグ溶接だけで施工する事例が多くなった。

(注意) JSME 溶接規格の範囲外となる内容です。

溶接規格 2012 年版において、T と TB の区分は「溶接方法」の項目での区分だったが、溶接規格 2020 年版において、「裏当て」の項目にて区分することとなり、裏当てなしの試験で合格となった施工法は、裏当てありの施工が可能となった。解説「WP-342 裏面からのガス保護」には、溶接部の補修又は手直し溶接を行う場合、「裏面からのガス保護：行う」の溶接施工法であっても必要な厚さが確保されているときは、裏面のガス保護は行わなくてよい、と記載されている。試験時に「裏当て：使用しない、裏面からのガス保護：行う」で取得した施工法は、裏当てを使用する溶接を行う際も、裏ガスは必要となるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴²。

(追而)

「今後運用が予定されているルールに関する現状の考え」に関し、溶接規格 2020 年版が技術基準規則解釈に引用された際に、運用ルールは何を参照するのか、運用ルールは今後溶接規格に規定されるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴³。

- ・ 「今後運用が予定されているルール」とは、2020 年版に規定されたルールのことであり、それらを運用するために、さらに別のルールを参照する考えはない。
- ・ 現時点で運用されているのは、2020 年版ではなくて 2012 年版及び 2013 年追補に規定されているルールであり、2020 年版はまだ運用されていないため、「今後運用が予定されているルール」と表現した。

(参考)

単独の施工法の組合せを認める改定、溶接方法の区分から溶接士技量に係る区分を削除する改定等を行った。

「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」を用意するとあり、これは製造者が溶接施工に先立ち用意することかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁴。

- ・ 施工手順（積層手順）、溶接士の選定要領などは、製造者が溶接施工に先立ち用意するのが原則である。
→ 提供の仕方は、製造者と事業者の間の取り決めによる。
- ・ 「妥当性の判断が困難な場合」は、使用前事業者検査（溶接）実施前に行う計画書審査だけでなく、検査開始後の溶接作業中検査でも発生することが想定される。

⁴⁴² 第 5 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(3) (a)

⁴⁴³ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(3) (a)

⁴⁴⁴ 第 4 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(3) (a)

- ・ 施工手順等が特殊で、溶接作業検査において使用前事業者検査員が判断できない場合は、製造者がより詳細な説明資料（手順書）やエビデンス等を提供する必要がある。

→ 提供の仕方は、製造者と事業者の間の取り決めによる。

（注意） JSME 溶接規格の範囲外となる内容です

溶接施工法確認試験の溶接方法の区分の A₀、T_B、T_F、T_{FB}、M₀ は溶接士技能に関する区分として廃止し、溶接方法の相違に基づいた区分に統合したことに伴い A は A₀ を、T は T_F 等を包含することになったため、種類の記載を変更している。なお、『(解説) WP-310』には『適用する溶接技能者の技能を管理する目的で（施工法に A₀、T_F などの区分を）使用することができる』との記載があるが運用方法が不明、『混乱が生じたため削除した』溶接方法の区分（A₀、T_F など）を一方で使用を認めることに問題はないのか検討が必要。

- ④ 溶接施工法確認試験の溶接方法の区分の A₀、T_B、T_F、T_{FB}、M₀ は溶接士技能に関する区分として廃止し、溶接方法の相違に基づいた区分に統合したことに伴い M はシールドガスや心線の種類により種類が細分化することを明確にするための変更であり、（追而）。
- ⑤ JIS B 8285(2010) 附属書 C 「溶接施工方法の確認試験の評価基準」の「C3 確認試験の省略」の規定を参考に記載を見直しているが、「JIS Z 3040(1995)「溶接施工法の確認試験方法」、JIS B 8285(2010)「圧力容器の溶接施工法の確認試験」の溶接施工法と同一扱いする根拠について確認が必要。
- ⑥ 従来の記載「ミグ溶接にはマグ溶接を含める。」については表 WP-310-1 に規定したため、注書きは不要となったが、ノンガスシールドアーク溶接については記載がないため追記したものであり、（追而）。

(4) 変更点以外

- ① クラスの区分により溶接施工法の確認項目を区別する必要性について（追而）
- ② 「JIS Z 3040(1995)「溶接施工法の確認試験方法」、JIS B 8285(2010)「圧力容器の溶接施工法の確認試験」の溶接施工法と同一扱いする根拠（追而）

4. 3. 1 9 溶接施工法確認試験における母材

本規格は、溶接施工法確認試験における母材について、「WP-321 母材の種類」及び「WP-322 母材の厚さ」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4. 3. ● 溶接施工法確認試験における母材に関する規定内容」参照）

- ① 「WP-321 母材の種類」(2)として、母材の区分にグループ番号が追加されたことにより、過去に確認されたグループ番号区分なしの溶接施工法を用いて破壊靱性試

験が要求されない溶接継手の溶接を行う場合の条件を規定

- ② 「WP-321 母材の種類」(3)に JSME 規格（材料規格、設計・建設規格第Ⅱ編高速炉規格、再処理設備の設計規格、金属キャスク構造規格、コンクリートキャスク、キャニスタ詰替装置およびクニスタ輸送キャスク構造規格）に規定する材料の種類ごとの標準合金成分と母材の区分（P-No、グループ番号）を「表 WP-321-2 各種材料の母材の区分」として追加
- ③ 「WP-322 母材の厚さ」(1)において、母材の厚さの区分と試験材の厚さの関係を規定
- ④ 「WP-322 母材の厚さ」(2)において、突合せ溶接の場合の母材の厚さの上限について具体化

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～④（追而）

(3) 検討の結果

- ① 過去に確認されたグループ番号区分なしの溶接施工法を用いて破壊靱性試験が要求されない溶接継手の溶接を行う場合の条件は、JIS B 8285(2010)附属書 C 及び ASME Sec. IX(2013)を参考に規定したとのことであり、（追而）
- ② 事例規格「母材の P-No. 区分」（JSME S NB-CC-004-1）の内容を溶接規格「表 WP-321-2 各種材料の母材の区分」として規定した。また、下記の規格で規定されている固有材料の母材区分を追加するよう改訂した。
 - ・ JSME S RA1 「再処理設備規格 設計規格」
 - ・ JSME S NC2 「設計・建設規格 第Ⅱ編 高速炉規格」
 - ・ JSME S FA1 「金属キャスク構造規格」
 - ・ JSME S FB1 「コンクリートキャスク、キャニスタ詰替装置及びキャニスタ輸送キャスク構造規格」（追而）
- ③ 試験材の厚さに基づく母材の厚さについて ASME Sec. IX(2017)に規定内容に近い JIS B 8285(2010)に整合させるため、表 WP-322-1 を追加し規定するなどの改訂を行っている。なお、JIS B 8285(2010)「4. 溶接施工方法の区分 c) 母材の厚さ 表 2」の母材の厚さの上限を試験材厚さの 1.1 倍に制限する規定のうち溶接規格で確認項目にしていない項目、及び ASME Sec. IX(2017)では削除されているものについては、表 WP-322-1 には反映していない。また、試験材厚さが 150 mm 以上の母材の厚さは JIS B 8285(2010)では 199.5 mm となり 150 mm 未満の場合の 200 mm と矛盾するため、(2)では 150 mm 以上の母材の厚さ下限値を 200 mm としている。（追而）
- ④ 溶接後熱処理を行わない場合、溶接施工ができる厚さは、表 N-X090-3 で上限が決められており、その上限の厚さは、試験を行った試験材の厚さの 2 倍より薄くなる場合があるため、母材の厚さの上限について具体的に規定したことから、（追而）。

(4) 変更点以外

(a) (1)に「表 WP-321-1 以外の母材については、母材の種類及び成分の組合せごとの区分とする。」と規定する母材の「種類」について

表 WP-321-1 に記載のない材料を溶接施工法確認試験に使用する場合、母材の区分は P-No. ではなく材料の種類ごとの区分となる。(追而)

(b) 母材の区分 P 番号の付番原則について確認

表 WP-321-1 に示す母材の区分は、化学成分、強度レベルを主体にして分類がされており、JIS B 8285 (2010)、JIS Z 3040 (1995) 及び ASME Sec. IX (2013) で規定されている母材の区分を参考にして規定しているとのことだが、(追而)

4. 3. 2 6 旧規定の溶接施工法の扱い

本規格は、旧規定の溶接施工法の扱いについて、「WP-602 溶接施工法の読替え」に規定している。

(1) 変更の内容(「別表 4.3. ● 旧規定の溶接施工法の扱いに関する規定内容」参照)

① 「WP-600 旧年版の規定等に基づいて確認された溶接施工法の扱い」として、「WP-601 確認試験の省略」及び「WP-602 溶接施工法の読替え」規定を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

① (追而)

(3) 検討の結果

① 「WP-602 溶接施工法の読替え」は、次のように規定されている。

WP-602 溶接施工法の読替え (抜粋)

2) 当該施工法を適用した溶接構造物(検査に合格したもの)の施工記録

3) (前略)ただし、溶接構造物(検査に合格したもの)に適用したことがわかるものに(中略)限る。

2)の「検査」は、「溶接規格や火技解釈の適用が法令上要求される検査」(溶接検査対象外の箇所)に適用し、社内自主検査等で合格となっても実績として認めない)を指すかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁵。

(追而)

2)及び 3)の規定は、溶接構造物の検査合格による実績をもとに、施工法の確認項目を読替えることができるものと理解できる。基本的な考え方として、実機の施工にて健全性が確認されたものは、今後も施工可能となることは理解できるが、衝撃試験の項目を読替えるためには、衝撃試験を行った溶接部の実績が必要と考えられる。衝撃試験を行っていない構造物の実績で読替えることの妥当性について、日本機械学会

⁴⁴⁵ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (e)

は、次のように説明している⁴⁴⁶。

(追而)

4. 3. 30 溶接技能確認試験における資格表示

本規格は、溶接技能確認試験における資格表示について、「WQ-330 作業範囲」に規定している。

(1) 変更の内容 (「別表 4.3. ● 「溶接技能確認試験における資格表示に関する規定内容」参照)

- ①溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の資格表示に関する溶接方法の区分、溶接棒の区分、溶加材の区分、心線の区分及び母材の区分を明記
- ②溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の試験材の区分及び溶接姿勢の区分から実際に溶接が可能な厚さ及び溶接姿勢を明記(编者注:2012年版の規定を(2)に移項し、2012年版の表 WQ-330-1 の記載内容を充実させ表 WQ-330-6 としたもの)
- ③溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の溶接姿勢の区分から実際に溶接が可能な傾斜角及び回転角の範囲を明記
- ④全ての「試験材の区分」について溶接姿勢の区分が立向、横向及び上向の場合に溶接が可能な溶接姿勢に下向を追記
- ⑤試験材の区分が W-0、W-1、W-2、W-10、W-11、及び W-12 であって溶接姿勢の区分が立向及び上向の場合のすみ肉溶接の溶接が可能な溶接姿勢に横向を追加
- ⑥試験材の区分が W-2 の試験材の厚さを 19mm から 25mm 以上に変更
- ⑦2012 年版の(注)3.において試験材の区分が W-0 又は W-10 の場合の溶接姿勢 f、v、h、o の全てについて確認を受けた場合、作業範囲に規定する溶接姿勢を「姿勢制限なし」としていた規定を削除
- ⑧試験材の区分が W-3-0、W-3、W-4、W-13、W-14、W-15、W-23 及び W-24 の作業範囲の項の溶接姿勢に「全姿勢」を追加し(注)4.に管軸が傾斜した配管の溶接に適用する旨を追加
- ⑨板材の溶接姿勢を配管溶接に適用可能な管径と厚さを(注)5.に追加
- ⑩溶接姿勢の区分に合格した溶接技能者が、溶接することができる突合せ溶接及びすみ肉溶接の各溶接姿勢の基準溶接姿勢からの傾斜角及び回転角の範囲について表 WQ-330-7 に追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

①～⑩ (追而)

(3) 検討の結果

⁴⁴⁶ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 5-3 3(2) (e)

- ① 「WQ-330 作業範囲」について、溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の資格表示に関する溶接方法の区分、溶接棒の区分、溶加材の区分、心線の区分及び母材の区分を明記している。

(追而)

- ② 「表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」の溶接士の作業範囲が、開先溶接とすみ肉溶接に分けて記載された。板を用いて試験を行った溶接士について、開先溶接の欄には「板」と記載されているが、すみ肉溶接には「板」の記載はない。すみ肉溶接の場合は、板状のもの以外の溶接も可能かについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁷。

(追而)

開先溶接とすみ肉溶接の組み合わせの場合は、どのように扱うのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁸。

(追而)

「板材で下向、立向、横向及び上向の4姿勢について確認試験が行われた場合、外径が610mmを超える配管に対しては、全姿勢の溶接を行うことができる。」と規定されているが、下向の確認試験は必須なのか。それとも、他の姿勢の確認試験と同様に下向の確認試験は不要となるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁴⁹。

(追而)

2012年版の規定を「WQ-330」(2)に移項し、2012年版の表WQ-330-1の記載内容を充実させ表WQ-330-6とした。

(追而)

- ③ 「表 WQ-330-6」について、溶接技能確認試験で合格した溶接技能者の溶接姿勢の区分から実際に溶接が可能な傾斜角及び回転角の範囲を明記したが、「作業範囲」について、「母材の厚さ」から「溶接金属の厚さ」に変更になっている。同等なのかについて、(追而)。
- ④ 「表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」の溶接姿勢について、v、h、oの欄はfも作業可能(○印)となっているが、fを受検せずv、h、o各々の試験に合格した場合にfも作業可能となるのかについて、(追而)。
- なお、「WES 8201(2021)手溶接技能者の資格認証基準 5. 受験資格 表3-受験資格」では原則「基本級(下向)」資格の現所有者が「専門級」を受験できることになっている。
- ⑤ 「表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」では立向または上向資格ですみ肉横向が実施可能とのことだが妥当性について、(追而)。

⁴⁴⁷ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料5-3 3(4)(a)

⁴⁴⁸ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料5-3 3(4)(a)

⁴⁴⁹ 第5回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料5-3 3(4)(a)

- ⑥ 「表 WQ-312-1 試験材及び溶接姿勢の区分」、「表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」及び「図 WQ-321-3 W-2 の試験材量の形状、寸法及び試験片採取位置」に記載の溶接士の試験材の区分 W-2（試験材：厚さ 25 mm以上の板）を JIS Z 3801(1997)の厚板（試験材：厚さ 19mm の板）と整合させるための改訂、W-1 の作業範囲（厚さ 19 mm未満）とは差がない試験材厚で厚さ制限の無い W-2 の作業を認めるのかについて、（追而）。

なお『火力設備の技術基準』『別表 17 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲』では JIS Z 3801(1997)を取り入れ W-2 の試験材厚を『厚さ 19 mmの板』としている。

- ⑦ 2012 年版の「表 WQ-330-1」（注）3. の「W-0 及び W-10 の場合」の作業範囲に関する規定はこの溶接士資格に限定する必要がないため削除したものを「表 WQ-330-6 試験材及び溶接姿勢の区分と作業範囲」（注）4. として記載

⑧ （追而）

⑨ （追而）

- ⑩ JIS Z 3011（2014）に基づき「表 WQ-330-7 各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲」を規定しているが、表のうち立向の S（横向）： $\pm 10^\circ$ 、R（回転）： $\pm 180^\circ$ は「解説表 WQ-330-1 実際の溶接施工における傾斜角及び回転角の例」にないがどのような姿勢か、（追而）。

例えば、「表 WQ-330-7 各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲(1/2)」のすみ肉横向の回転角は「 -10° 以上、 $+35^\circ$ 以下」だが、「 $+35^\circ$ 以下」の場合の回転方法は時計回りなのか（「表 WQ-330-7 各溶接姿勢の傾斜角及び回転角の範囲(2/2)」の角度の割り振りは時計回りだが、回転角は反時計回りに割り振らなければ他の溶接姿勢と重複する）、（追而）。

（4）変更点以外

- (a) 「溶接金属の厚さ」の項の（板）又は（板及び配管）の場合の（注）3. の意味について
（追而）

4. 3. 3.3 資格更新

本規格は、資格更新について、「WQ-500 溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新」に規定している。

（1）変更の内容（「別表 4.3. ●に関する規定内容」

- ①溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新規定を追加
- ②溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新方法、溶接技能者及び溶接オペレータの有効期間の延長並びに溶接技能者及び溶接オペレータ資格の延長開始の起算日についての規定を WQ-512、WQ-511 及び WQ-512 に追加
- ③溶接技能者の更新試験を、WQ-521 更新試験の確認項目、WQ-522 溶接方法の区分、WQ-523 試験材の区分、WQ-524 溶接姿勢の区分、WQ-525 溶接材料の区分、WQ-526 更新試

験の省略及び WQ-527 更新試験に区分して規定

- ④溶接オペレータの更新試験を WQ-531 更新試験の確認項目及び WQ-532 更新試験に区分して規定
- ⑤更新試験の順序を規定
- ⑥曲げ試験の代替として試験材の放射線透過試験を追加
- ⑦更新試験方法を WQ-551 溶接資格に応じた試験材の溶接、WQ-552 試験材の外観試験、WQ-553 曲げ試験又はのど厚測定試験及び WQ-554 試験材の放射線透過試験に区分して規定
- ⑧更新試験においては、溶接ビード始末端、層間、最終表面、余盛の手入れのグラインダによるビード成形は行ってもよく、溶接トーチの持ち方について左右の持ち替えあるいは両手を使用してもよいと明記
- ⑨溶接士（溶接技能者、溶接オペレータ）の更新試験が曲げ試験の代替として放射線透過試験が導入されたことにより放射線透過試験の規定を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①～⑨（追而）

(3) 検討の結果

- ① 「WQ-500」に溶接技能者及び溶接オペレータの資格更新規定を追加については、（追而）。
- ② 「(解説) WQ-510 溶接技能者の資格更新方法 (5)」で耐圧試験と同等なものとして「耐圧代替非破壊試験」と「ライナープレート等の溶接部の漏えい試験」が追加されているが、（追而）。
- ③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することができる規定であった。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おり、同等とする技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵⁰。

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）
- ・ 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。

⁴⁵⁰ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(4) (a)

- ・ 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。

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	

資格更新が機器の耐圧試験に合格した場合に加え、外観試験、曲げ試験又は放射線透過試験（管と管板の取り付け溶接の場合は浸透探傷試験及びのど厚測定試験、クラッド溶接の場合は側曲げ試験）でよいこととされた。外観試験、曲げ試験又は放射線透過試験が耐圧試験と同等である技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵¹。

技術的根拠

外観試験、曲げ試験、放射線透過試験は耐圧試験とは異なる試験である。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する点では同等とみなした。

- ・ 外観試験は、構造物では耐圧試験と同時期に外観検査として確認している。
- ・ 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、曲げ試験のように試験片で内部のきずを評価はしないが、溶接線全体が評価対象である。
- ・ 構造物では、耐圧試験の代替として放射線透過試験は認められている。
- ・ 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。

規定を制定した理由

⁴⁵¹ 第4回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 4-3 3(4) (a)

- ・ 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	

- ・ 「WQ-522 溶接方法の区分」 (4)の「ティグ溶接でクラッド溶接を行う場合は、TBで更新試験を行ってもよい。」とは、ティグ溶接によるクラッド溶接の更新はTBの更新試験方法でできるということか、クラッド溶接の資格では作業範囲(板厚)が決められていないため通常の溶接作業はできないのではないか
(追而)
- ・ 「WQ-522 溶接方法の区分」 (4)は「ティグ溶接でクラッド溶接を行う場合は、TBで更新試験を行ってもよい。」とのことだが、TBの更新試験方法を適用する場合の板厚はどのように決めるのか
(追而)
- ・ 「WQ-525 溶接材料の区分」では SUS と Ni 用溶接材料(例: R-8 及び R-41 から R-45)を同一区分にしているが、溶接士の施工範囲は各自が所有する溶接作業資格の溶接材料の区分(例: R-6 または R-40)に限定されるのか
(追而)
- ・ 「解説表 WQ-522-2」の J の欄に「帯状電極エレクトロスラグ溶接を含む。」の記載があるが、これは 12 年版の技術評価の追加要件で適用除外とされた事項である
(追而)
- ・ 「(解説) WQ-526 更新試験の省略 (1)」で「難易度が容易なもの」との記載があるがこれは W-6 のことか、また W-6 の難易度が容易という根拠はあるのか
(追而)
- ・ 「(解説) WQ-526 更新試験の省略 (2)」の「更新試験の省略による資格付与、資格管理については、溶接施工工場の責任」とは具体的にどうということか(事業者検査との関係はどうなるのか)
(追而)
- ④ 「WQ-531 更新試験の確認項目」に「J(サブマージアーク溶接)資格には帯状電極エレクトロスラグ溶接(Es)が含まれる」の記載があるが、これは 12 年版の技術評価の追加要件で適用除外とされた事項である
(追而)

- ⑤ 『WQ-540 更新試験の順序 (5)』にクラッド溶接試験材に『側曲げ試験』を適用する旨記載があるが、クラッド部に対し確認試験の際に実施する Pt (WQ-321(5)b) ②参照) も適用しない理由
(追而)
- ⑥ 『(解説) WQ-540 更新試験の順序 (3)』で Rt と曲げ試験の同等性について言及している。
Rt : 内部きずの有無やきずの種類を評価可能、溶接線全線を評価対象
曲げ試験 : 内部きずの有無やきずの種類を評価可能、溶接線の一部を試験片として切り出し
(追而)
- ⑦ 『(解説) WQ-550 更新試験方法 (4)2)a)』で試験材厚 12mm 以下の場合の余盛高さを機器の余盛高さ規定 (N-1081-1) の『1.5mm 以下』とせず『2mm 以下』とする理由として『実質的に透過厚さに影響がないこと並びに過度な余盛削除の防止及び母材の削り込みの防止』を記載している。
(追而)
- ⑧ 『表 WQ-554-1 放射線透過試験』『試験材の仕上げ等 (2)』では試験材の余盛に対し『必要に応じて試験材の仕上げを実施する。』との記載がある、また 『(解説) WQ-550 更新試験方法 (1)』で溶接中の層間手入れ及び最終溶接の表面の手入れにはグラインダ使用を認めているが外観検査の判定に及ぼす過度な余盛削除、溶接表面の仕上げは不合格としており、グラインダ使用可否の基準が不明確
(追而)
- ⑨ 溶接士 (溶接技能者、溶接オペレータ) の更新試験が曲げ試験の代替として放射線透過試験が導入されたことにより『表 WQ-554-1 放射線透過試験』に放射線透過試験の規定を追加 (第 4 回会合での Rt は 2 類以上で合格としてよいとした説明では不十分との認識)
(追而)

4. 3. 3 4 他規格の溶接技能者

本規格は、他規格の溶接技能者について、「WQ-600 他規格の溶接技能者」に規定している。

(1) 変更の内容 (「別表 4.3. 他規格の溶接技能者に関する規定内容」)

- ①他規格の溶接技能者について、WQ-610 JIS 規格の溶接技能者及び WQ-620 発電用火力設備の溶接士を規定
- ②JIS 規格の溶接技能者を本規格の資格区分と同等とする規定を追加
- ③JIS 溶接技能者資格の有効期間を規定
- ④発電用火力設備の溶接士を本規格の資格区分と同等とする規定を追加
- ⑤発電用火力設備の溶接士資格の有効期間を規定
- ⑥JIS 規格の溶接技能者を同等とみなす規定を追加したことにより、詳細規定を表とし

て追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

(追而)

(3) 検討の結果

②④JIS 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規定を設けられ。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るが、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る。この理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵²。

- ・ 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、J I S と溶接規格は同等である。
- ・ 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。

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-1O				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

⁴⁵² 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(4) (b)

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、スラグ巻込みなどが著しい場合
		裏曲げ 4個			裏曲げ 4個	
管炭素鋼						

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 (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。
	AO及びA		A, AO			
	G		G			
	T, TB, TF 及びTFB		手溶接 半自動溶接		T (注1.) TB, TF, TFB	
	M		M			
	MO及びM		M, MO			
	PA		手溶接 半自動溶接		PA (注1.)	
試験材の区分	アルミニウム	W-0	試験材の区分 (表 WQ-312-1) (表 WQ-330-6)	アルミニウム	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。
	ニウム	W-1		ニウム	W-1	
	又はアルミニウム合金以外	W-2		又はアルミニウム合金以外	W-2	
		W-3-0			W-3-0	
		W-3			W-3	
		W-4			W-4	
	アルミニウム	W-10		アルミニウム	W-10	
	ニウム	W-11		ニウム	W-11	
	又はアルミニウム	W-12		又はアルミニウム	W-12	

	ルミニウム合金	W-13 W-14 W-15		又はアルミニウム合金	W-13 W-14 W-15	
溶接姿勢の区分	W-0, W-1, W-2, W-10, W-11, W-12 W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	f v h o r e	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 W-3-0, W-3, W-4, W-13, W-14, W-15	f v h o — e	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。
溶接棒の区分	被覆アーク溶接棒 ガス溶接棒 被覆アーク溶接棒	F-0 F-0及びF-1 F-0からF-2 F-0からF-3 F-0からF-4 F-5 F-6-1 F-6-2 F-40X	溶接棒の区分 (表 WQ-313-1) (表 WQ-330-2)	被覆アーク溶接棒 ガス溶接棒 被覆アーク溶接棒	F-0 F-0及びF-1 F-0からF-2 F-0からF-3 F-0からF-4 F-5 F-6-1 F-6-2 F-40X(F-41～F-45)	溶接棒の区分は同じである。
溶加材の区分	R-1X R-5X R-20X R-40X R-51		溶加材の区分 (表 WQ-313-2) (表 WQ-330-3)	R-1X (R-1～R-5, R-10～R-12) R-6X (R-6～R-9) R-20X (R-21～R-23) R-40X (R-41～R-45) R-51		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。
心線の区分	E-1X E-5X E-20X E-40X E-51		心線の区分 (表 WQ-313-2) (表 WQ-330-4)	E-1X (E-1～E-5, E-10～E-12) E-6X (E-6～E-9) E-20X (E-21～E-23) E-40X (E-41～E-45) E-51		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。
試験の方法	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。 アルミニウム又はアルミニウム合金は、JIS Z 3811(2000)による。		試験方法 (WQ-321(4)) (WQ-322(4))	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、オーバーラップ、アンダカット及びピットの状況、変形曲げ試験 JIS Z 3122		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

判定基準		合 否 判 定 基 準 (WQ- 321(5)) (WQ- 322(5))	外観試験 各項目が著しく不良の ものは不合格 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、スラグ巻き込みな どが著しい場合	内容は溶接規 格と同等であ る。
------	--	--	--	------------------------

新たに追加となる資格区分（JIS 規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士）の作業範囲（板厚、姿勢など）は、JIS 規格の溶接技能者及び発電用火力設備の溶接士と同じかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵³。

JIS 溶接士について

- ・ JIS 規格では、溶接技能者の作業範囲は決められていない。そこで溶接規格では、表 WQ-610-1 で JIS と溶接規格との対応を示し、作業範囲は対応する溶接規格の資格区分と同じとしている。

発電用火力設備の溶接士について

- ・ 溶接規格の溶接技能者と発電用火力設備の溶接士の作業範囲では、試験材が板の場合に違いがある。
- ・ 2016 年版までは同じであったが、次の理由で 2018 年追補にて改定した。
- ・ 立向、横向、上向の技能があれば、下向の溶接ができるようにする。
- ・ 作業範囲を「板について」とする規定は、鍛造品等は作業できないと解釈されるおそれがある。
- ・ すみ肉溶接についての扱いを明確にする。

4. 4 応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮

(追而)

4. 5 以前の技術評価についての反映状況

(追而)

⁴⁵³ 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 3-3 3(4) (b)

5. 設計・建設規格 2020 等の適用に当たっての条件

5. 1 設計・建設規格 2020

5. 1. 1 国内外の知見の反映等に関するもの
(追而)

5. 1. 2 解説に関するもの
(追而)

5. 2 材料規格 2020

5. 2. 1 国内外の知見の反映等に関するもの
(追而)

5. 2. 2 解説に関するもの
(追而)

5. 3 溶接規格 2020

5. 3. 1 国内外の知見の反映等に関するもの
(追而)

5. 3. 2 解説に関するもの
(追而)

5. 4 事例規格 2020

5. 4. 1 国内外の知見の反映等に関するもの
(追而)

5. 4. 2 解説に関するもの
(追而)

6. 過去の技術評価における要望事項

過去の技術評価において要望事項となっていたものについて、未反映であるものを下表に示す。これらについては、今後規格に反映することを要望する。

7. 日本機械学会規格の策定に関する要望事項

(追而)

