

資料 4 - 4

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

はじめに	1
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
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	2
3. 2. 1 設計・建設規格 2020	2
3. 2. 2 材料規格 2020	4
3. 2. 3 溶接規格 2020	21
3. 2. 4 事例規格 2020	22
4. 技術評価の内容	24
4. 1 設計・建設規格 2020	24
4. 1. ● クラス 1 支持構造物の極限解析による評価	24
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	40
4. 1. ● クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用	44
4. 2 材料規格 2020	47
4. 2. 1 「使用する材料の規格」の見直し	47
4. 2. 2 縦弾性係数の区分	56
4. 2. 3 線弾性係数の区分	56
4. 2. 4 外圧チャートの区分	57
4. 2. 5 使用可能材料の特別要求事項	57
4. 2. 6 原子力発電用規格の材料仕様	58
4. 2. 7 ボルト材を除く材料の設計応力強さ	59
4. 2. 8 ボルト材の設計応力強さ	64
4. 2. 9 ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力	68
4. 2. 10 非鉄金属材料の許容引張応力	84
4. 2. 11 ボルト材の許容引張応力	85
4. 2. 12 材料の設計降伏点	85
4. 2. 13 材料の設計引張強さ	93
4. 2. 14 材料の縦弾性係数	95

4. 2. 1 5	材料の線膨張係数.....	95
4. 2. 1 6	材料の外圧線図.....	96
4. 3	溶接規格 2020.....	98
4. 4	応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮.....	98
4. 5	以前の技術評価についての反映状況.....	98
5.	設計・建設規格 2020 等の適用に当たっての条件.....	98
5. 1	設計・建設規格 2020.....	98
5. 1. 1	国内外の知見の反映等に関するもの.....	98
5. 1. 2	解説に関するもの.....	98
5. 2	材料規格 2020.....	98
5. 2. 1	国内外の知見の反映等に関するもの.....	98
5. 2. 2	解説に関するもの.....	98
5. 3	溶接規格 2020.....	98
5. 3. 1	国内外の知見の反映等に関するもの.....	98
5. 3. 2	解説に関するもの.....	98
5. 4	事例規格 2020.....	98
5. 4. 1	国内外の知見の反映等に関するもの.....	98
5. 4. 2	解説に関するもの.....	98
6.	過去の技術評価における要望事項.....	98
7.	日本機械学会規格の策定に関する要望事項.....	99
添付資料-1	変更点一覧.....	100
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.....	100
2.	日本機械学会 材料規格 2020 の材料規格 2012 からのからの変更点一覧.....	104
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.....	105
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.....	105
添付資料-2	引用規格の変更に関する確認結果.....	106
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.....	106
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.....	106
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.....	106
4.	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.....	106
添付資料-3	別表.....	107

はじめに

追而

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

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
①	記載の適正化のための変更	・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
②	関連規格の引用年版等の変更	・関連規格の年版改正の反映 ・新たな関連規格の反映
③	国内外の知見の反映等	・国内外における試験研究成果の反映等
④	技術評価の対象外	・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. 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	記載箇所
	クラス 1 支持構造物の極限解析による評価	・ クラス 1 支持構造物に極限解析による評価を追加した。	
	クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し	・	
	クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用	・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	

No.	件名	主な変更内容	記載箇所
		.	

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関する事項

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ブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	2007年版→2019年版	
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 熔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一板及び帯	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 ニッケル合金板及び条	2000年版→(廃止して 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	使用可能材料の機器等の区分	<ul style="list-style-type: none"> ・「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 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 ・「JIS G 3115(2010)圧力容器用鋼板」の SPV235、SPV315、SPV355、SPV450 及び SPV490 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「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 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」の 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。) (「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」の材料規格への取り入れについて確認) ・「JIS G 3201(1988+2008 追補 1)炭素鋼鍛鋼品」のうち SF490A をクラス MC 容器に使用可に変更 ・「JIS G 3203(1988+2008 追補 1)高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」の 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 ・「JIS G 3214(1991+2009 追補 1)圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」のうち 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 ・「JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管」のうち STPT410 及び STPT480 をクラス 1 配管に使用可に変更 ・「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の STPY400 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管」の STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 を 	Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格

		<p>クラス 4 配管に使用可に変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管」の STPL380 及び STPL450 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS G 3461(2019)ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」の 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 ・「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 ・「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 ・「JIS G 3468(2017)配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」の 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 ・「JIS G 4052(2016)焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」の 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。） ・「JIS G 4053(2018)機械構造用合金鋼鋼材」の SNC236、SNC631、SNC836、SCr430、SCr435、SCr440 及び SCr445 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「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」について、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 ・「JIS G 4304(2015)熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 を削除 ・「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 を削除 ・「JIS G 4317(2018)熱間成形ステンレス鋼形鋼」について、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L、SUS321 及び SUS347 をクラス 2～4 配管に使用可に変更 ・「JIS G 4901(1999+2008 追補 1)耐食耐熱超合金棒」について、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 	
--	--	---	--

		<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「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」について、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 G 4903(2017)配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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 ・「JIS G 4904(2017)熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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 ・「JIS G 5102(1991)溶接構造用鋳鋼品」について、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 ・「JIS G 5151(1991)高温高圧用鋳鋼品」について、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 ・「JIS G 5152(1991)低温高圧用鋳鋼品」について、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 ・「JIS G 5202(1991)高温高圧用遠心力鋳鋼管」に 	
--	--	--	--

		<p>ついて、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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 5502(2001+2007 追補 1)球状黒鉛鋳鉄品」について、FCD400 及び FCD450 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N3 合金鋼鍛鋼品」について、GSTH をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品」について、GLF1、GLF2 及び GLF3 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管」について、GSTPL をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品」について、GSC1、GSC2 及び GSC3 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒」について、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 ・「JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材」について、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 ・「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 ・「JSME-N20 耐食耐熱超合金棒」について、GNCF600B をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JSME-N21 耐食耐熱超合金板」について、GNCF600P をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS H 3250(2015)銅及び銅合金の棒」の C1020BD-0 の記号を C1020BD(V)-0 に変更 ・「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」の 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 ・「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」の 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 ・「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」の 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 	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> ・「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 A1100P-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 ・「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 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 ・「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 A1100TE-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 ・「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 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」の TP270、TR270、TP340、TR340、TP480 及び TR480 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」の TTP270、TTP340、TTP480 材をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」から 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 ・「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 をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管」の TTP270W、TTP270WC、TTP340W 及び TTP340WC をクラス 4 配管に使用可に変更 ・「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」の TB270H、TB270C、TB340H、TB340C、TB480H 及び TB480C をクラス 4 配管に使用可に変更 ・他規格等の材料を取り込む際の考え方について 	
--	--	---	--

		確認	
2	縦弾性係数の区分	<ul style="list-style-type: none"> 「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」の 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 「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」の 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 「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」の 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 「JIS H 4632(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管」の 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 「JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管」の 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 「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」の 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 	
3	線膨張係数の区分	<ul style="list-style-type: none"> 「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 について、線膨張係数の分類番号を TE2 から TE1 に変更 「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」の 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 	
4	外圧チャートの区分	<ul style="list-style-type: none"> 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 χ から 21 に変更 	
5	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-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-棒」を追加 JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」の特別要求事項 	第2章表1 特別要求事項がある材料のリスト

		を追加 <ul style="list-style-type: none"> ・ 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」の特別要求事項を追加 ・ JIS G 4903「配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の特別要求事項を追加 ・ JIS G 4904「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の特別要求事項を追加 ・ 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 ・ 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 ・ JIS H 4650「チタン及びチタン合金一棒」の特別要求事項を追加 	
6	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 	JSME-N2 原子力発電用規格「高温高圧用合金鋼ナット材」
		<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 	JSME-N9 原子力発電

		<p>鋼分析方法」に明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	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」
7	ボルト材を除く材料の設計応力強さ	<ul style="list-style-type: none"> 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における Sm 値(MPa)を 205 から 202 に変更 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sm 値を削除 「JIS G 3203 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」について SFVAF2 の Sm 値を確認 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 	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)
8	ボルト材の設計応力強さ	<ul style="list-style-type: none"> 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」について、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。】 	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)
9	ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力	<ul style="list-style-type: none"> 「JIS G 3115 圧力容器用鋼板」について、SPV490 の S 値を「153～150」から「174～171」に変更 (設計係数 4 → 3.5) 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における S 値(MPa)を 176 から 173 に変更 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 	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)

		<p>鋼)」について、SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の S 値と寸法区分に対する注書き S19)、S21) 及び S26) を追記 (JIS 番号の異なる材料値の適用について確認)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値を削除 ・「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 の各温度における S 値を削除 ・「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、NCF625 を追加し各温度 (175℃を除く) における S 値及び寸法区分に対する注書き S27)、S28) を追記 ・「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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 値を規定し、熱処理区分に対する注書き HT3)、HT4) を追記 ・「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度 (175℃を除く) における S 値を追記 ・「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度 (175℃を除く) における S 値を追記 ・「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 ・「JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」について、SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値を変更 ・JIS G 3459 の題目を「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 ・「JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」について、SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値を変更 ・「JIS G 3468 配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除(略) ・「JIS G 4303 ステンレス鋼棒」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更 ・「JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更 ・「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」 	
--	--	---	--

		<p>について、SUS304 及び SUS316 の 450°C以上の S 値を変更</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 4317 熱間成形ステンレス鋼形鋼」について、SUS304 及び SUS316 の 450°C以上の S 値を削除 ・「JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」について、GSUSF304 及び GSUSF316 の 450°C以上の S 値を変更 ・「JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管」について、GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450°C以上の S 値を変更 ・「JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管」について、GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450°C以上の S 値を変更 ・「JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒」について、GSUS304B 及び GSUS316B の 450°C以上の S 値を変更 ・JSME-N19 の題目を「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°C以上の S 値を変更 <p>・ASME 相当材と同定した材料の設定の考え方について確認</p>	
10	非鉄金属材料の許容引張応力	<ul style="list-style-type: none"> ・「JIS H 3100 銅及び銅合金の板及び条」の種別 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） ・「JIS H 3250 銅及び銅合金の棒」について、記号 C1020BD-0 を C1020BD(V)-0 表示に変更 ・「JIS H 4631 チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」から溶接後冷間加工の TTH270WC 及び TTH340WC の S 値を削除 	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)
11	ボルト材の許容引張応力	<ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」について、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 ・「JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品」について、GSUS317J4L の各温度における S 値を変更 ・「JIS G 4303 ステンレス鋼棒」について、SUS304 及び SUS316 の 450°C以上の S 値を変更 ・「JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒」について、GSUS304B 及び GSUS316B の 450°C以上の S 値を変更 	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)
12	材料の設計降伏点	<ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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 ・「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」について、SCM435H、SCM440H 及び SCM445H 	Part3 第1章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値 (MPa)

		<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃ 及び 425℃ における Sy 値を削除 ・「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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 ・「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」について、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 ・「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度 (75℃ を除く) における Sy 値を追記 ・「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度 (75℃ を除く) における Sy 値を追記 ・「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 ・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 	
13	材料の設計引張強さ	<ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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 ・「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃ における Su 値 (MPa) を 559 から 550 に変更 ・「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)」について、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 ・「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃ 及び 425℃ における Su 値を削除 ・「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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 ・「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」について、NCF625 を追加し各温度 (75℃、225℃ 及び 275℃ を除く) にお 	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)

		<p>る Su 値及び寸法区分に対する注書き S35)、S36)を追記</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度 (75°C、225°C及び 275°Cを除く) における Su 値を追記 ・「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度 (75°C、225°C及び 275°Cを除く) における Su 値を追記 ・「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 ・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 	
14	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(3種)」に変更 	Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数(×103MPa)
15	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(×10 ⁻⁶ (1/°C))
16	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 	第 3 章 外圧チャート

	<ul style="list-style-type: none"> 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 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・図 3 の 430℃の曲線を 425℃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 ・表Ⅴとしてデジタル値を追加 	Part3 第 3 章 図 5
	<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Ⅹ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Ⅺ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 ・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 	Part3 第 3 章 図 17
	<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該当する変更事項

No.	件名	主な変更内容	記載箇所
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	
		.	

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	記載箇所
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	
		・	

4. 技術評価の内容

4. 1 設計・建設規格 2020

4. 1. ● 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を追加した。

表 4.1. ● 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>(3) 供用状態 D における荷重：P_c</p> $P_c \leq P_{cr} \quad (\text{SSB-1.35})$ <p>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>	<p>(なし)</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¹。

(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²。

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³。

(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⁴。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⁵。

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值、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

¹ 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

² 日本機械学会 機械工学事典電子版

³ 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」

⁴ 設計・建設規格 2020 年版「(解説 SSB-3010) 許容応力」

⁵ 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)

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。

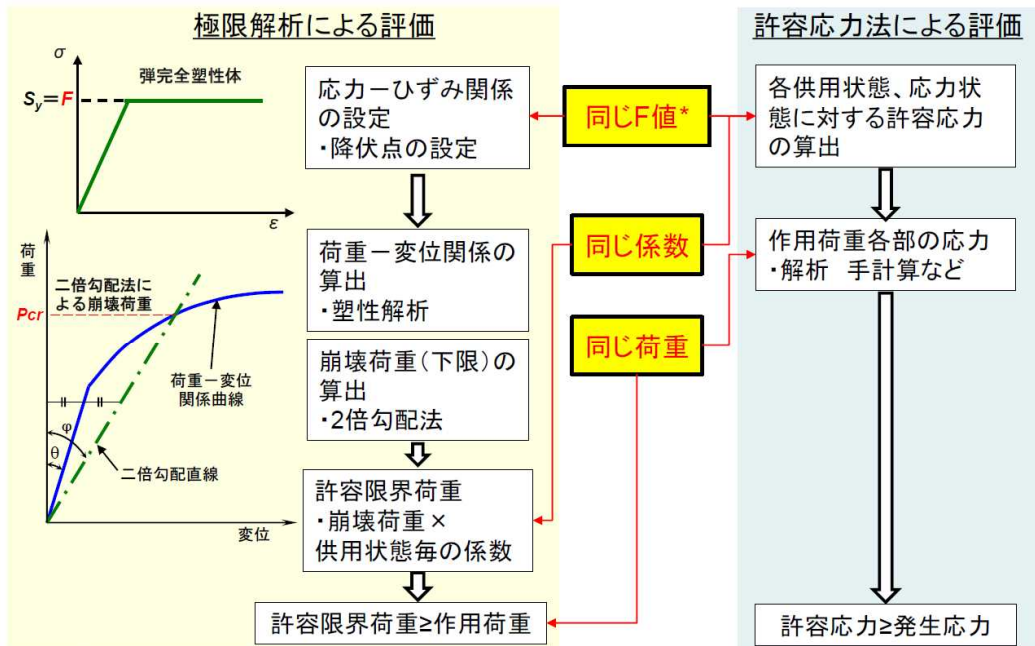
支持構造物の極限解析による評価の規定は、参照としている基準の違いによりクラス1 容器、炉心支持構造物と相違していますが、各供用状態での S_y を超えない値を降伏点とした弾塑性解析を行い評価しており、妥当性が認知された手法と考えます。

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⁶。

- ・ 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。

⁶ 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)

- ・ 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。(次葉参照)

	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	$\text{Min}(1.2F, 0.7S_u)^{**}$	1.0

*: Fを設定する S_y は $1.2S_y$ に読み替える (40°C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 $1.35S_y$ は1.2倍しない)

** : Fを設定する40°C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 $1.35S_y$ 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⁷。

⁷ 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)

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⁸。

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。

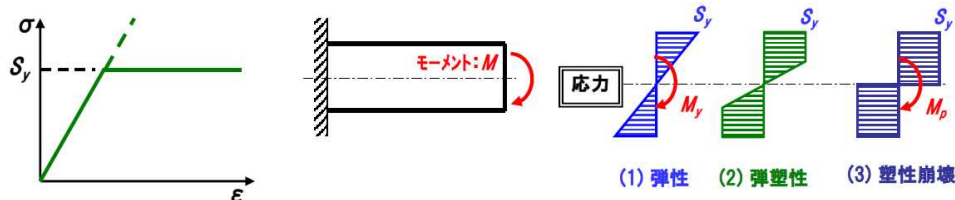
しかし、ASME Section III のNF-3340 Limit Analysis for Class 1には具体的な構造・形状の例が示され、適用できる範囲が示されている。「極限解析による評価」が構造・形状に依存するものではないとする技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している⁹。

- ・ 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。

⁸ 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)

⁹ 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)

- ・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¹⁰。

- ・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。
- ・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。その比は従来より压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。

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資料 3-1 (2) (a)

- ・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、全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。

追而

(以下、第4回会合資料によって記載を変更)

「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¹¹。

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る、全塑性に達する接合部ではその

¹¹ 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)

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¹²。

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¹³。

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。
- 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

¹² 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)

¹³ 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)

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¹⁴。

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。

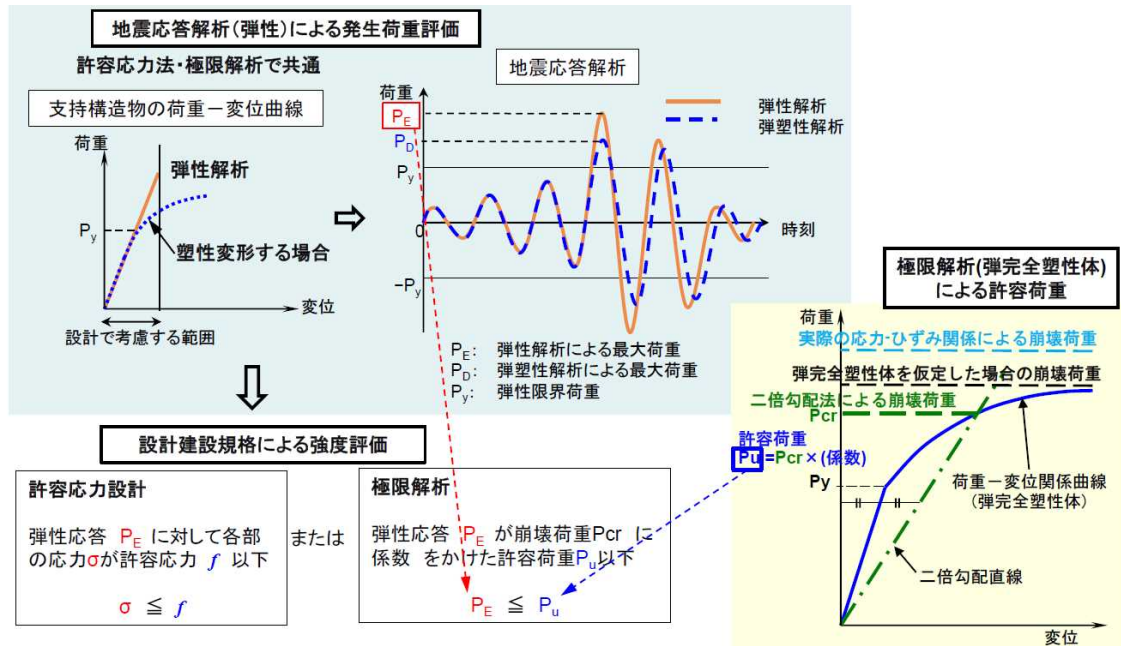
日本機械学会によれば、2 倍勾配法で算出した崩壊荷重の下限値は、ほぼ降伏荷重相当であるため、極限解析を適用する場合と適用しない場合でこの方法（耐震解析の方法）に違いはないとのことである。これはいずれの場合でも「極限解析を用いた場合でも弾性限度に収まる」ということか、よい場合、弾性限度に収まるという根拠について、日本機械学会は、次のように説明している¹⁵。

- ・ 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も、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

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資料 1-3-1 (1) (e)

¹⁵ 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)

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¹⁶。

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

¹⁶ 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)

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。

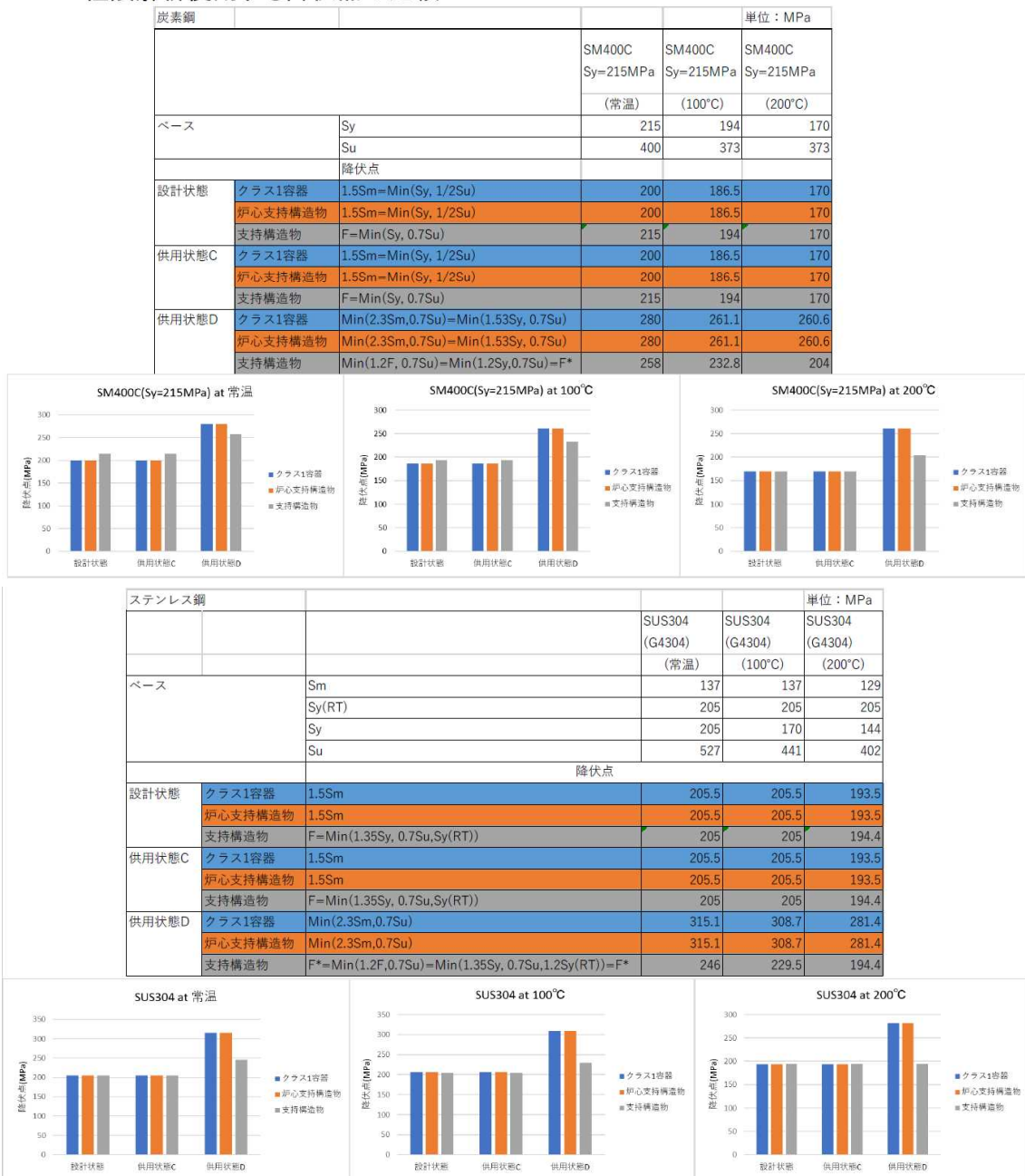
(e) 制限値 P_{cr} の定義

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¹⁷。

- ・ 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。
- ・ 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）。

¹⁷ 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)

• 極限解析使用する降伏点の比較



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 $\text{MIN}[2.3S_m, 0.7S_u]$ 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 $\text{MIN}[1.2F, 0.7S_u]$ 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¹⁸。

18 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)

- ・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¹⁹。

- ・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。

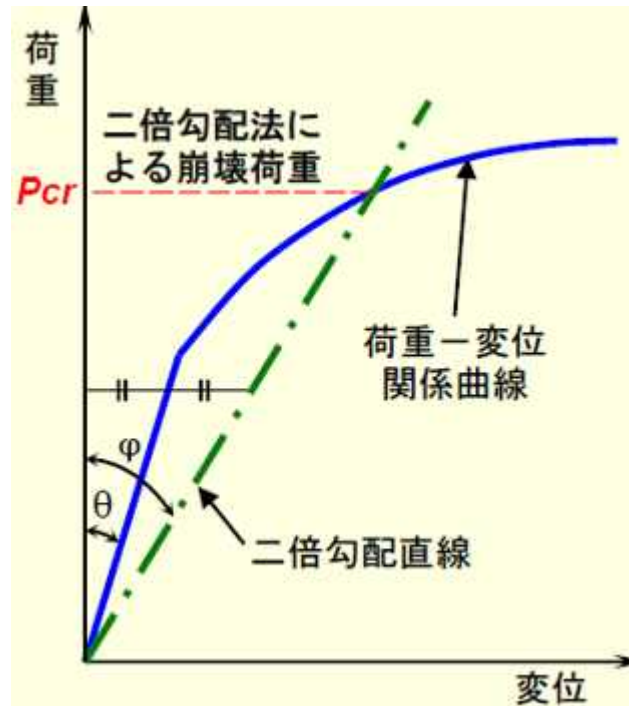
支持構造物 供用状態D 許容荷重の係数・降伏点の比較

	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

¹⁹ 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²⁰。

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

²⁰ 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)

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) 適用に当たっての条件

① 追而

(5) 要望事項

(追而)

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

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。

(3) 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。

(a) 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²¹。

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。

曲げ座屈評価における許容応力F (SSB-3121.1) は、40℃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²²。

- ・ 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

²¹ 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)

²² 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)

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 f_b 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、 f_b は部材形状が決まればF値に支配されます。

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

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

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

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

[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]

- ・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。

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

- ・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。

追而

(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

計規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²³。

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規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「圧延型鋼及び溶接組立鋼」に限定していました。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²⁴。

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。

追而

(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存在していたことから、鋼構造設計規準 2005年版では疲労設計が規定されていると理解している。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²⁵。

- ・ 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

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資料 3-1 (3) (b)

²⁴ 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)

²⁵ 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)

考えられます。

- ・ 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²⁶。

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。

追而

高サイクル疲労については鋼構造設計基準を引用するように読み替える

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

²⁶ 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)

4. 1. ● 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. ● 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
<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-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>PVC-1200 クラス 2 容器の材料および構造の特例</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>

(2) 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。

(3) 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²⁷。

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、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。

²⁷ 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)

(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. 2 材料規格 2020

4. 2. 1 「使用する材料の規格」の見直し

本規格は、使用する材料の規格について、「Part 2 第1章表1 使用する材料の規格」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.2.● 「Part 2 第1章表1 使用する材料の規格」に関する規定内容の変更点」参照）

上位の機器等の区分で使用を可としている材料について、下位の機器等の区分においても使用を可とした。ASME 相当材については使用の可否を ASME 規格と整合させた。

- 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 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
- ② 「JIS G 3115(2010)圧力容器用鋼板」の SPV235、SPV315、SPV355、SPV450 及び SPV490 をクラス 4 配管に使用可に変更
- 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 SBV1A、SBV1B、SBV2 及び SBV3 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ④ 「JIS G 3126(2015)低温圧力容器用炭素鋼鋼板」の SLA235A、SLA235B、SLA325A、SLA325B 及び SLA365 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ⑤ 「JIS G 3136(2012)建築構造用圧延鋼材」の 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。）（「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」の材料規格への取り入れについて確認）
- ⑥ 「JIS G 3201(1988+2008 追補 1)炭素鋼鍛鋼品」のうち SF490A をクラス MC 容器に使用可に変更
- ⑦ 「JIS G 3203(1988+2008 追補 1)高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」の 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
- ⑧ 「JIS G 3214(1991+2009 追補 1)圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」のうち 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
- ⑨ 「JIS G 3456(2019)高温配管用炭素鋼鋼管」のうち STPT410 及び STPT480 をクラス 1 配管に使用可に変更
- ⑩ 「JIS G 3457(2016)配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」の STPY400 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ⑪ 「JIS G 3458(2018)配管用合金鋼鋼管」の STPA12、STPA22、STPA23、STPA24、STPA25 及び STPA26 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ⑫ 「JIS G 3460(2018)低温配管用鋼管」の STPL380 及び STPL450 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ⑬ 「JIS G 3461(2019)ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」の 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
- ⑭ 「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
- ⑮ 「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
- ⑯ 「JIS G 3468(2017)配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」の 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
- ⑰ 「JIS G 4052(2016)焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」の 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。）
- ⑱ 「JIS G 4053(2018)機械構造用合金鋼鋼材」の SNC236、SNC631、SNC836、SCr430、SCr435、SCr440 及び SCr445 をクラス 4 配管に使用可に変更
- ⑲ 「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」について、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
- ⑳ 「JIS G 4304(2015)熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 を削除
- 21 「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 を削除
- 22 「JIS G 4317(2018)熱間成形ステンレス鋼形鋼」について、SUS304、SUS304L、SUS316、SUS316L、SUS321 及び SUS347 をクラス 2~4 配管に使用可に変更
- 23 「JIS G 4901(1999+2008 追補 1)耐食耐熱超合金棒」について、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
- 24 「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」について、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
- 25 「JIS G 4903 (2017)配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
- 26 「JIS G 4904 (2017)熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
- 27 「JIS G 5102 (1991)溶接構造用鋳鋼品」について、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
- 28 「JIS G 5151 (1991)高温高压用鋳鋼品」について、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
- 29 「JIS G 5152 (1991)低温高压用鋳鋼品」について、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
- 30 「JIS G 5202 (1991)高温高压用遠心力鋳鋼管」について、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
- 31 「JIS G 5502 (2001+2007 追補 1)球状黒鉛鋳鉄品」について、FCD400 及び FCD450 をクラス 4 配管に使用可に変更
- 32 「JSME-N3 合金鋼鍛鋼品」について、GSTH をクラス 4 配管に使用可に変更
- 33 「JSME-N4 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品」について、GLF1、GLF2 及び GLF3 をクラス 4 配管に使用可に変更
- 34 「JSME-N5 低温配管用炭素鋼鋼管」について、GSTPL をクラス 4 配管に使用可に変更
- 35 「JSME-N6 炭素鋼鋳鋼品」について、GSC1、GSC2 及び GSC3 をクラス 4 配管に使用可に変更
- 36 「JSME-N7 13 クロム鋼鍛鋼品及び 13 クロム鋼棒」について、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
- 37 「JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材」について、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
- 38 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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
- 39 「JSME-N20 耐食耐熱超合金棒」について、GNCF600B をクラス 4 配管に使用可に変更
- 40 「JSME-N21 耐食耐熱超合金板」について、GNCF600P をクラス 4 配管に使用可に変更
- 41 「JIS H 3250 (2015)銅及び銅合金の棒」の C1020BD-0 の記号を C1020BD(V)-0 に変更
- 42 「JIS H 3300 (2018)銅及び銅合金の継目無管」の 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
- 43「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」の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
- 44「JIS H 3300(2018)銅及び銅合金の継目無管」の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
- 45「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A1100P-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
- 46「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
- 47「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A1100TE-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
- 48「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)
- 49「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」のTP270、TR270、TP340、TR340、TP480及びTR480をクラス4配管に使用可に変更
- 50「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」のTTP270、TTP340、TTP480材をクラス4配管に使用可に変更
- 51「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」から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
- 52「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をクラス4配管に使用可に変更
- 53「JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管」のTTP270W、TTP270WC、TTP340W及びTTP340WCをクラス4配管に使用可に変更
- 54「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」のTB270H、TB270C、TB340H、TB340C、TB480H及びTB480Cをクラス4配管に使用可に変更
- 55他規格等の材料を取り込む際の考え方について確認

(2) 日本機械学会による変更の理由

①材料選定の自由度が広がる。

(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²⁸。

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。

「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」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²⁹。

相当する ASME 材は、ASME 規格において Sy 値、Su 値に加えて設計係数3ベースの Sm 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

材料の規格			JSME規格													ASME規格							
種類	種別 / 質別	記号	機器等の区分													ASME規格 (相当材)	適用機器						
			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	クラス2支持構造	クラス3支持構造	クラスM C支持構造	炉心支持構造物
JSME-N7 13クロム鋼鍛鋼品 及び13クロム鋼棒	1種	G13CR1	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	ASME Code Case N-4-13 Annealed	Class 1, Core Support
	2種	G13CR2	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	ASME Code Case N-4-13 Condition 1	Class 1, Core Support
JSME-N8 高温用ステンレス鋼棒材	1種	G316CW1	-	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	ASME SA-193 Gr.B8M cl.2 ASME Code Case N-60-6	Core Support
	2種	G316CW2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(相当材なし)	-

材料規格の Sm 値、Sy 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配管及び支持構造物で

²⁸ 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(1) (a)

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資料 3-2 2(2) (a)

の使用を可とした。クラス 1 配管での使用を可としたことからクラス 2 配管及びこれよりクラスの低い配管への使用を可とした。

なお、現状材料規格では S 値が設定されていないため、今後、S 値の設定について検討していく。

また、日本機械学会は、JSME-N7（1 種、2 種）及び JSME-N8（1 種）以外の材料で上位の機器等の区分で使用可としている材料で下位の機器等の区分においても使用を可としたものはないとしている。³⁰

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、日本機械学会は、次のように説明している³¹。

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。

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の趣旨について、日本機械学会は、次のように説明している³²。

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。

a. JIS G 3203「高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」SFVAF2

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。

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資料 3-2 2(2) (b)

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資料 1-3-2 2(1) (b)

³² 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(1) (c)

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		-	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-6		
	SFVAF11A		-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-7		
	SFVAF22B SFVAF5B		-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	TE3		

注：朱記部=2014年追補変更箇所

b. JIS G 3461「ボイラ・熱交換機用合金鋼鋼管」STB340

表2に2014年追補におけるJIS G 3461の「使用する機器等の区分」を示す。STB340はSTB410と異なり、クラス1~3のポンプなどに使用できないことになっている。

- ✓ STB340とSTB410の化学成分の要求は同等である。
- ✓ どちらもキルド鋼で製造されるものである。

2014年追補の「使用する機器等の区分」においてSTB340をクラス2容器などで使用可としていることに鑑み、クラス2、3ポンプ及びクラス2弁への使用を可とすることは妥当であるとした。

表2 2014年追補におけるJIS G 3461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 3461(2012) ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	STB340		-	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-1	TE1	X
	STB410		-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E1-2		

注：朱記部=2014年追補変更箇所

c. JIS G 3462「ボイラ熱交換器用合金鋼鋼管」STBA22

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。

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														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 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

d. 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

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などの鋼種に合わせて整合化することが妥当であるとした。

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														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 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 E1-6 E1-7	TE1	X
		SCMV1-2																									
		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

e. 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

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。

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 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	TE20	8
	NCF800H	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E4-8		9	

注：朱記部＝2014年追補変更箇所

追而

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 2 縦弾性係数の区分

本規格は、縦弾性係数の区分について、「Part 3 第2章表1 材料の各温度における縦弾性係数 ($\times 10^3\text{MPa}$)」に規定している。

(1) 変更の内容 (「別表 4.2. ● 縦弾性係数の区分に関する規定内容の変更点」参照)

- ① 「JIS H 4600(2012)チタン及びチタン合金-板及び条」の 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
- ② 「JIS H 4630(2012)チタン及びチタン合金-継目無管」の 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
- ③ 「JIS H 4631(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」の 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
- ④ 「JIS H 4632(2018)チタン及びチタン合金-熱交換器用継目無管」の 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
- ⑤ 「JIS H 4635(2012)チタン及びチタン合金-溶接管」の 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
- ⑥ 「JIS H 4650(2016)チタン及びチタン合金-棒」の 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 3 線弾性係数の区分

本規格は、線弾性係数の区分について、「Part 3 第2章表 材料の各温度における線膨張係数 ($\times 10^{-6}(1/^\circ\text{C})$)」に規定している。

(1) 変更の内容 (「別表 4.2. に関する規定内容の変更点」参照)

- 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 について、線膨張係数の

分類番号を TE2 から TE1 に変更

- ② 「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」の 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 4 外圧チャートの区分

本規格は、外圧チャートの区分について、「Part 3 第 3 章 外圧チャート」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4. 2. ● 外圧チャートの区分に関する規定内容の変更点」参照）

- ① 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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 χ から 21 に変更した。

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 5 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 材料への特別要求事項」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4. 2. ● 使用可能材料の特別要求事項に関する規定内容の変更点」

参照)

- 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
- ③ JIS G 4901「耐食耐熱超合金棒」の特別要求事項を追加
- ④ 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」の特別要求事項を追加
- ⑤ JIS G 4903「配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の特別要求事項を追加
- ⑥ JIS G 4904「熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」の特別要求事項を追加
- ⑦ 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
- ⑧ 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
- ⑨ JIS H 4650「チタン及びチタン合金一棒」の特別要求事項を追加

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 6 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。

(1) 変更の内容(「別表 4.2. ● 原子力発電用規格の材料仕様に関する規定内容の変更点」参照)

- 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
- ③ 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
- ④ 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

- ⑤ 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
- ⑥ 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
- ⑦ 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
- ⑧ 引張試験の 1A 号試験片を削除
- ⑨ 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
- ⑩ 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
- ⑪ 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
- ⑫ 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
- ⑬ 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
- ⑭ 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
- ⑮ 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
- ⑯ 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
- ⑰ 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
- ⑱ 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
- ⑲ 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
- ⑳ 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
- 21 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
- 22 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 7 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。

(1) 変更の内容(「別表 4.2. ● ボルト材を除く材料の設計応力強さに関する規定内容の変更点」参照)

- ① 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における S_m 値(MPa)を 205 から 202 に変更
- ② 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S_m 値を削除

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における S_m 値(MPa)を 205 から 202 に変更
追而
- ② 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S_m 値を削除
追而

(4) 変更点以外の評価

変更点ではないが、以下について検討を行った。

- ① 「JIS G 3203 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」について SFVAF2 の S_m 値
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、 S_u 値及び S_m 値が規定されていない。その理由等について、日本機械学会は、次のように説明している³³。なお、STBA22、SCMV1-2 及び NCF750 は、 S_m 値、 S 値、 S_y 値及び S_u 値がいずれも設定されており、同じ JIS G 3203 の SFVA2 を除く SFVA1～SFVA 5B もクラス 1 機器に使用できるとしてはいますが、 S_m 値が規定されていない。さらに、同様にクラス 1 機器に使用できるとしている JIS G 4109 の SCMV-1 の常温最小引張強さが 480MPa の S_m 値が規定されていない。

設計・建設規格における強度設計

- ◆ 解析による設計 (Design by Analysis) : S_m 値を使用
 - ・ 解析モデルから算出される応力に基づく応力強さを評価
 - ・ 対象はクラス 1 機器、クラス MC 容器(一部)、炉心支持構造物
- ◆ 公式による設計 (Design by Rule) : S 値を使用・材料力学の公式ベースで必要厚さを評価
 - ・ 対象は上記以外の機器
- クラス 1 機器・支持構造物の設計において S_m 値、 S_y 値及び S_u 値を使用し

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資料 2-2 2(3) (a)

ない設計の例外について以下に示す。

- ✓ 設計・建設規格（2020年版）におけるクラス1機器の設計（管）の「PPB-3413 平板」（S値を使用する。）
- ✓ 設計・建設規格（2020年版）におけるクラス1機器の設計（ポンプ）の「PMB-3310 ケーシングの厚さの規定」（S値を使用する。）
- ✓ 設計・建設規格（2020年版）におけるクラス1機器の設計（弁）の「VVB-3220 管台」（S値を使用する。）
- ✓ 設計・建設規格（2020年版）におけるクラス1支持構造物の設計の「SSB-3351 ハンガーロッド」及び「SSB-3352 ばねを用いる支持構造物」（許容値を用いないで設計する。）

クラス1機器・支持構造物の設計の例外と材料規格との関係について「解説」することを今後の規格改定の中で検討していく。

Su 値及び Sm 値が規定されていないので、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³⁴。

Sm 値が規定されていないため、管（直管／曲げ管）には使用できないが平板、フランジ、管接手（レジューサ／鏡板）、穴と補強には使用可能である。

設計・建設規格（2020年版）におけるクラス1配管の規定

設計・建設規格	対象機器	Sm	S
PPB3411 / 3412	管（直管／曲げ管）	○	
PPB3413	平板		○
PPB3414	フランジ		○
PPB3415	管接手（レジューサ／鏡板）		○
PPB3420	穴と補強		○

○：設計・建設規格において必要な許容値

現状材料規格では、ASME 相当材（SA-182 F1）が同定されている SFVAF1 に対しても Sm 値が設定されていない。（SA-182 F1 に対しては Sm 値が設定されている。）

JIS G 3203「高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品」において QA/QC の観点で SFVAF1 と SFVAF2 との差異はない。

このような状況を踏まえ、今後 Sm 値の設定（ASME 規格との整合）について検討していく。

また、Sm 値、Sy 値及び Su 値を使用しないクラス1機器・支持構造物の設計の例外について、日本機械学会は、次のように説明している³⁵。

クラス1配管

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資料 3-2 2(3) (a)

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資料 3-2 2(3) (b)

設計・建設規格	対象機器	Sm	S
PPB3411 / 3412	管（直管／曲げ管）	○	
PPB3413	平板		○
PPB3414	フランジ		○
PPB3415	管接手（レジューサ／鏡板）		○
PPB3420	穴と補強		○

○：設計・建設規格において必要な許容値

クラス1 ポンプ

設計・建設規格	対象機器	Sm	S
PMB3300	ケーシング		○
PPB3400	ケーシングカバー		○

○：設計・建設規格において必要な許容値

クラス1 弁

設計・建設規格	対象機器	Sm	S
VVB3210	弁箱または弁ふた	○	
VVB3220	管台		○

○：設計・建設規格において必要な許容値

クラス1 支持構造物

設計・建設規格	対象機器	Sm	Sy
SSB3120	ボルト以外の支持構造物		○

○：設計・建設規格において必要な許容値

追而

- ②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

材料規格 2012 の技術評価書において、「フランジ等の変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性がある部位に対する応力の制限について、JIS 規格及び ASME 規格等の規定と材料規格の規定に差異が存在している。（中略）今後の材料規格の改訂に際し、これらの規格と整合させることの要否が検討されることを期待する。」としたことへの対応として、日本機械学会は、「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。」とし、解説に記載するにとどめている³⁶。ASME Sec. II や「JIS B 8267 圧力容器の設計」においても、ひずみ制限は許容値の設定の要件になっており、材料規格 2020 年版においても、いくつかの材料については新規に許容値が規定されている。ひずみ制限を規定することについての課題について、日本機械学会は、次のよう

³⁶ 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 資料 1-1-3

に説明している³⁷。

「オーステナイト系ステンレス鋼、高ニッケル合金の永久ひずみを制限する係数」を設定することは、ASME 規格を参照すれば可能であると考えており、特に課題意識を持っている訳ではない。

しかしながら、告示 501 号の時代から現在まで、この規定がないことによる漏れ等のトラブルが発生したという運転経験はなく、必要性を感じていないことから解説での紹介に留めている。

日本機械学会は、告示 501 号の時代から現在まで、この規定がないことによる漏れ等のトラブルが発生したという運転経験はないとしているが、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のかについて、日本機械学会は、次のように説明している³⁸。

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。

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

調査の結果、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。

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。

「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) フランジその他ひず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、ひず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。

(5) 適用に当たっての条件

³⁷ 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(7)

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資料 3-2 2(7) (a)

(追而)

(6) 要望事項

(追而)

4. 2. 8 ボルト材の設計応力強さ

本規格は、ボルト材の設計応力強さについて、「Part3 第1章 表2 ボルト材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。

(1) 変更の内容 (「別表 4.2. ● ボルト材の設計応力強さに関する規定内容の変更点」参照)

①「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」について、SCM435Hの S_m 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。】

(2) 日本機械学会による変更の理由

①SCM435/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)」を使用できるとしたことにより、材料調達が容易となる。

(1) 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、次のように説明している³⁹。

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

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資料 1-3-2 2(4) (a)

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 25⁴⁰)と結晶粒度(JISG4052 表 3⁴¹)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。

- 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、27⁴²)と結晶粒度(JISG4052 表 3⁴³)が規定されている。

⁴⁰ 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。

⁴¹ 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。

⁴² SCM440H/445H 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。

⁴³ 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。

- 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⁴⁴。

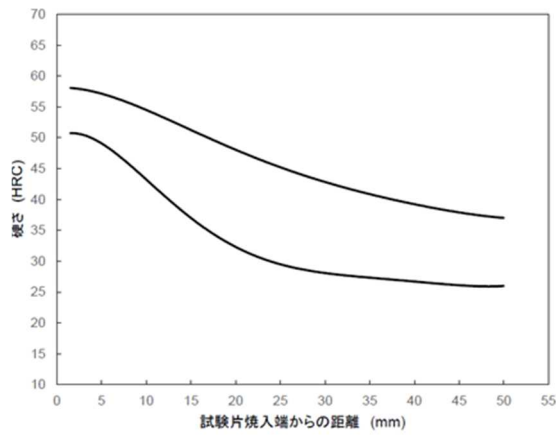
JIS G 4052(SCM435H、SCM440H 及び SCM445H)と JIS G 4053(SCM435、SCM440 及び SCM445)を比較すると、JIS G 4052 には次の要求が付加されている。

- ・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

⁴⁴ 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(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(5)(a)



JIS G 4052より

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

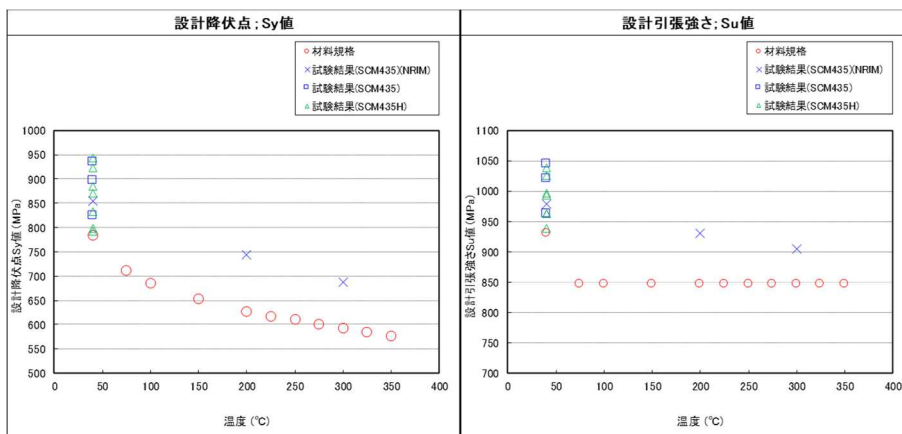
種類の記号	オーステナイト結晶粒度
SCM435H SCM440H SCM445H	熱処理粒度試験によって求めた平均粒度番号5.0以上

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、鋼材メーカーでは、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)



追而

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

4. 2. 9 ボルト材を除く鉄鋼材料の許容引張応力

本規格は、鉄鋼材料（ボルトを除く）の各温度における許容引張応力（S 値）について、「Part3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルトを除く）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) 変更の内容（「別表 4.2. に関する規定内容の変更点」参照）

- ① 「JIS G 3115 圧力容器用鋼板」について、SPV490 の S 値を「153～150」から「174～171」に変更（設計係数 4 → 3.5）
- ② 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における S 値 (MPa) を 176 から 173 に変更
- ③ 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」について、SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の S 値と寸法区分に対する注書き S19)、S21) 及び S26) を追記（JIS 番号の異なる材料値の適用について確認）
- ④ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値を削除
- ⑤ 「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 の各温度における S 値を削除
- ⑥ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、NCF625 を追加し各温度（175℃を除く）における S 値及び寸法区分に対する注書き S27)、S28) を追記
- ⑦ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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 値を規定し、熱処理区分に対する注書き HT3)、HT4) を追記
- ⑧ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を追記
- ⑨ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度（175℃を除く）における S 値を追記
- ⑩ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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
- ⑪ 「JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」について、SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値を変更
- ⑫ JIS G 3459 の題目を「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
- ⑬ 「JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」について、SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値を変更

- ⑭ 「JIS G 3468 配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除(略)
- ⑮ 「JIS G 4303 ステンレス鋼棒」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
- ⑯ 「JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
- ⑰ 「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更
- ⑱ 「JIS G 4317 熱間成形ステンレス鋼形鋼」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除
- ⑲ 「JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」について、GSUSF304 及び GSUSF316 の 450℃以上の S 値を変更
- ⑳ 「JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管」について、GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450℃以上の S 値を変更
- 21 「JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管」について、GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450℃以上の S 値を変更
- 22 「JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒」について、GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更
- 23 JSME-N19 の題目を「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

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3115 圧力容器用鋼板」について、SPV490 の S 値を「153～150」から「174～171」に変更（設計係数 4 → 3.5）

材料規格 2012 年版の技術評価においては、「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。ASME 規格相当材ではない「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 に見直した際の考え方について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁵。

以下の項目において同等性を評価

（下表は日本機械学会の回答を元に原子力規制庁において要約したもの。）

	JIS G 3115 (2010) 圧力容器用鋼板:SPV490	JIS G 3118 (2010) 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板:SGV480							
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するものを除く。)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。	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。							
種類の記号及び適用厚さ	単位 mm								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>種類の記号</th> <th>適用厚さ</th> </tr> <tr> <td>SPV490</td> <td>6 以上 150 以下</td> </tr> </table>	種類の記号	適用厚さ	SPV490	6 以上 150 以下	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>種類の記号</th> <th>適用厚さ</th> </tr> <tr> <td>SGV480</td> <td>6 以上 200 以下</td> </tr> </table>	種類の記号	適用厚さ	SGV480
種類の記号	適用厚さ								
SPV490	6 以上 150 以下								
種類の記号	適用厚さ								
SGV480	6 以上 200 以下								
製造方法	鋼板は、キルド鋼から製造する。	鋼板は、細粒キルド鋼から製造する。							
熱処理(抜粋)	焼き入れ焼き戻し。	a) 厚さ 38mm 以下の鋼板は、圧延のままとする。							

⁴⁵ 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(2) (a)

		b) 厚さ 38mm を超える鋼板は、焼きならしを行う。																																								
化学成分	単位%	単位%																																								
	<table border="1"> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> <tr> <td>0.18 以下</td> <td>0.75 以下</td> <td>1.60 以下</td> <td>0.030 以下</td> <td>0.030 以下</td> </tr> </table>	C	Si	Mn	P	S	0.18 以下	0.75 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下	<table border="1"> <tr> <th>厚さ</th> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> </tr> <tr> <td>12.5 以下</td> <td>0.27 以下</td> <td>0.15</td> <td>0.85</td> <td>0.03</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>12.5 を超え 50 以下</td> <td>0.28 以下</td> <td>~</td> <td>~</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>50 を超え 100 以下</td> <td>0.30 以下</td> <td>40</td> <td>20</td> <td>下</td> <td>下</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> </table>	厚さ	C	Si	Mn	P	S	12.5 以下	0.27 以下	0.15	0.85	0.03	0.03	12.5 を超え 50 以下	0.28 以下	~	~	0	0	50 を超え 100 以下	0.30 以下	40	20	下	下	100 を超え 200 以下	0.31 以下				
C	Si	Mn	P	S																																						
0.18 以下	0.75 以下	1.60 以下	0.030 以下	0.030 以下																																						
厚さ	C	Si	Mn	P	S																																					
12.5 以下	0.27 以下	0.15	0.85	0.03	0.03																																					
12.5 を超え 50 以下	0.28 以下	~	~	0	0																																					
50 を超え 100 以下	0.30 以下	40	20	下	下																																					
100 を超え 200 以下	0.31 以下																																									
炭素当量	単位%	単位%																																								
	<table border="1"> <tr> <th colspan="5">厚さ</th> </tr> <tr> <td>50mm 以下</td> <td>50mm を超え 75mm 以下</td> <td>75mm を超え 100mm 以下</td> <td>100mm を超え 125mm 以下</td> <td>125mm を超え 150mm 以下</td> </tr> <tr> <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> </table>	厚さ					50mm 以下	50mm を超え 75mm 以下	75mm を超え 100mm 以下	100mm を超え 125mm 以下	125mm を超え 150mm 以下	0.45 以下	0.47 以下	0.50 以下	0.53 以下	0.55 以下	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <td>50mm 以下</td> <td>50mm を超え 100mm 以下</td> </tr> <tr> <td>0.39 以下</td> <td>0.41 以下</td> </tr> </table>	厚さ		50mm 以下	50mm を超え 100mm 以下	0.39 以下	0.41 以下																			
厚さ																																										
50mm 以下	50mm を超え 75mm 以下	75mm を超え 100mm 以下	100mm を超え 125mm 以下	125mm を超え 150mm 以下																																						
0.45 以下	0.47 以下	0.50 以下	0.53 以下	0.55 以下																																						
厚さ																																										
50mm 以下	50mm を超え 100mm 以下																																									
0.39 以下	0.41 以下																																									
溶接割れ感受性組成	単位%	単位%																																								
	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <td>50mm 以下</td> <td>50mm を超え 150mm 以下</td> </tr> <tr> <td>0.28 以下</td> <td>0.30 以下</td> </tr> </table>	厚さ		50mm 以下	50mm を超え 150mm 以下	0.28 以下	0.30 以下	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">厚さ</th> </tr> <tr> <td>50mm 以下</td> <td>50mm を超え 100mm 以下</td> </tr> <tr> <td>0.24 以下</td> <td>0.26 以下</td> </tr> </table>	厚さ		50mm 以下	50mm を超え 100mm 以下	0.24 以下	0.26 以下																												
厚さ																																										
50mm 以下	50mm を超え 150mm 以下																																									
0.28 以下	0.30 以下																																									
厚さ																																										
50mm 以下	50mm を超え 100mm 以下																																									
0.24 以下	0.26 以下																																									
機械的性質	降伏点又は耐力 N/mm ²	降伏点又は耐力 N/mm ²																																								
	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">厚さ mm</th> </tr> <tr> <td>6 以上 50 以下</td> <td>50 超え 100 以下</td> <td>100 を超え 200 以下</td> </tr> <tr> <td>490 以上</td> <td>470 以上</td> <td>450 以上</td> </tr> </table>	厚さ mm			6 以上 50 以下	50 超え 100 以下	100 を超え 200 以下	490 以上	470 以上	450 以上	265 以上																															
厚さ mm																																										
6 以上 50 以下	50 超え 100 以下	100 を超え 200 以下																																								
490 以上	470 以上	450 以上																																								
	引張強さ、伸び	引張強さ、伸び																																								
	<table border="1"> <tr> <th>引張強さ N/mm²</th> <th>厚さ mm</th> <th>試験片</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td rowspan="3">610 ~ 740</td> <td>16 以下</td> <td>5 号</td> <td>18 以上</td> </tr> <tr> <td>16 を超えるもの</td> <td>5 号</td> <td>25 以上</td> </tr> <tr> <td>20 を超えるもの</td> <td>4 号</td> <td>19 以上</td> </tr> </table>	引張強さ N/mm ²	厚さ mm	試験片	%	610 ~ 740	16 以下	5 号	18 以上	16 を超えるもの	5 号	25 以上	20 を超えるもの	4 号	19 以上	<table border="1"> <tr> <th>引張強さ N/mm²</th> <th>伸び %</th> <th>引張試験片</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">480~590</td> <td>17 以上</td> <td>1A 号</td> </tr> <tr> <td>21 以上</td> <td>10 号</td> </tr> </table>	引張強さ N/mm ²	伸び %	引張試験片	480~590	17 以上	1A 号	21 以上	10 号																		
引張強さ N/mm ²	厚さ mm	試験片	%																																							
610 ~ 740	16 以下	5 号	18 以上																																							
	16 を超えるもの	5 号	25 以上																																							
	20 を超えるもの	4 号	19 以上																																							
引張強さ N/mm ²	伸び %	引張試験片																																								
480~590	17 以上	1A 号																																								
	21 以上	10 号																																								
	曲げ性	曲げ性																																								
	<table border="1"> <tr> <th>曲げ角度</th> <th>内径半径</th> <th>試験片</th> </tr> <tr> <td>180°</td> <td>厚さの 1.5 倍</td> <td>1 号</td> </tr> </table>	曲げ角度	内径半径	試験片	180°	厚さの 1.5 倍	1 号	<table border="1"> <tr> <th>曲げ角度</th> <th>厚さ mm</th> <th>内径半径</th> </tr> <tr> <td rowspan="4">180°</td> <td>25 以下</td> <td>厚さの 1.0 倍</td> </tr> <tr> <td>25 を超え 50 以下</td> <td>厚さの 1.0 倍</td> </tr> <tr> <td>50 を超え 100 以下</td> <td>厚さの 1.25 倍</td> </tr> <tr> <td>100 を超え 200 以下</td> <td>厚さの 1.5 倍</td> </tr> </table>	曲げ角度	厚さ mm	内径半径	180°	25 以下	厚さの 1.0 倍	25 を超え 50 以下	厚さの 1.0 倍	50 を超え 100 以下	厚さの 1.25 倍	100 を超え 200 以下	厚さの 1.5 倍																						
曲げ角度	内径半径	試験片																																								
180°	厚さの 1.5 倍	1 号																																								
曲げ角度	厚さ mm	内径半径																																								
180°	25 以下	厚さの 1.0 倍																																								
	25 を超え 50 以下	厚さの 1.0 倍																																								
	50 を超え 100 以下	厚さの 1.25 倍																																								
	100 を超え 200 以下	厚さの 1.5 倍																																								

	シャルピー吸収エネルギー			シャルピー吸収エネルギー なし
	試験 温度 ℃	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	
	-10	47 以上	27 以上	V ノッチ 圧延方向
オーステナ イト結晶粒 度	なし			5 以上とする
形状、寸法、質量及びその許容差：同じ 外観：同じ 検査：以下を除き同じ SPV490 には、衝撃試験検査規定がある。SGV480 には、オーステナイト結晶粒度規定がある。				

まとめ：

- ✓ 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。
- ✓ 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。

一方で、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⁴⁶。

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。

また、Sy 値は 200℃まで、Su 値は 375℃まで規定されているのに対し、S 値は 350℃まで設定されている。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⁴⁷。

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。

$$S=1.1/3.5*Su(\text{常温}) \text{ または } S=1.1/3.5*Su(\text{高温})$$

通商産業省告示第 501 号含め、SPV490 の Su 値は、-30～40℃、75℃、100～200℃ (50℃間隔)、200～375℃ (25℃間隔) で規定されている。

許容引張応力 S 値は、Sy 値から以下の小さい方の値を S 値として評価。

$$S=2/3*Sy(\text{常温}) \text{ または } S=2/3*Sy(\text{高温})$$

SPV490 の場合は Sy 値で評価した S 値が Su 値で評価した値よりも大きな値になるため、Su 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 Su 値、Sy 値それぞれから評価した S 値の結果を示す。

(下表は日本機械学会の回答を元に原子力規制庁において要約したもの。)

	温度 ℃				
	40	75	100	150	200
Su 値	610	577	563	554	545

⁴⁶ 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(2) (b)

⁴⁷ 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(2) (b)

現行 S 値 (設計係数 4)	153	153	153	152	150
改訂 S 値 (設計係数 4)	174	174	174	174	171
Sy 値	490	476	461	438	417
Sy ベース 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 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における S 値 (MPa) を 176 から 173 に変更

追而

- ③ 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H 鋼)」について、SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の S 値と寸法区分に対する注書き S19)、S21) 及び S26) を追記 (JIS 番号の異なる材料値の適用について確認)

「4. 2. 8 ボルト材の設計応力強さ」参照。

- ④ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における S 値を削除

追而

- ⑤ 「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS403 及び SUS410 の各温度における S 値を削除

追而

- ⑥ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、NCF625 を追加し各温度 (175℃を除く) における S 値及び寸法区分に対する注書き S27)、S28) を追記

追而

- ⑦ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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 値を規定し、熱処理区分に対する注書き HT3)、HT4) を追記

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 以下に対し、X750 (板材) は 0.6mm 以上 6mm 以下とされている。薄板の材料強度に係わる許容値を厚板に適用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⁴⁸。

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	161
	NCF750	960	615	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
	NCF800H	1170	795	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
	NCF800	450	175	117	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	113	110	108	105	104
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	1170	795	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	389
	NCF800	450	175	117	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	113	110	108	105	104	

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)	-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	245	226	—	220	217	215	213	212	211	209	208	207	206	204	202	201	198	198
	NCF750	960	615	615	—	610	604	—	595	—	588	586	583	581	580	579	579	578	578	577	
	NCF800H	1170	795	795	783	—	771	765	760	756	752	749	746	744	742	741	739	738	737	737	
	NCF800	450	175	175	164	—	157	153	149	145	141	138	134	131	128	125	123	120	118	115	
JIS G 4902(1991) 耐食耐熱超合金板	NCF600	550	245	245	226	—	220	217	215	213	212	211	209	208	207	206	204	202	201	198	
	NCF750	960	615	615	—	610	604	—	595	—	588	586	583	582	581	580	579	578	578	577	
	NCF800H	1170	795	795	—	780	771	—	760	—	752	749	746	743	742	740	738	737	737		
	NCF800	450	175	175	164	—	157	153	149	145	141	138	134	131	128	125	123	120	118	115	

⁴⁸ 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) (b)

高温での機械特性について、日本機械学会は、次のように説明している⁴⁹。

一般的に、化学成分の規定と常温の規格値（ S_y 値及び S_u 値）が同じであればクリープ温度領域未満での高温強度は同等であると判断している。

NCF750（棒材）の常温及び高温の S_y 値及び S_u 値は規定されており NCF750（板材）の S_y 値及び S_u 値と同等であり S 値は同等である。

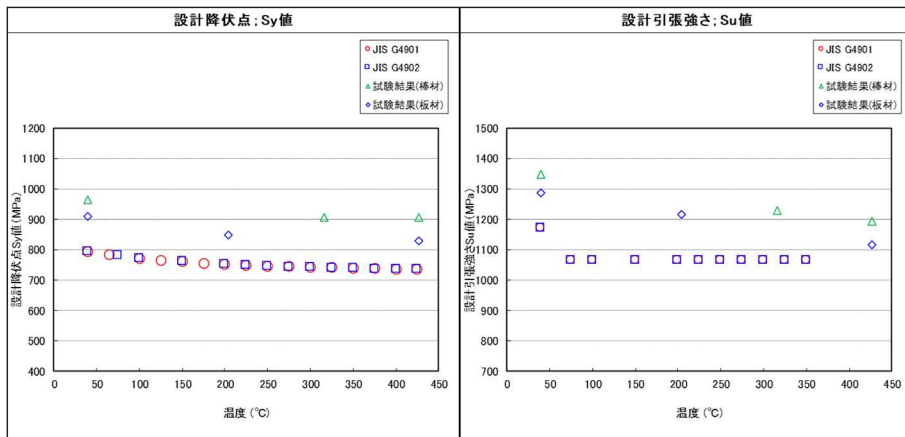
なお、棒材及び板材の規格値（ S_y 値及び S_u 値）と試験結果の比較を以下に示す。

試験結果（棒材、板材）* は同程度であり、また材料規格(JIS G 4901(棒材)、4902(板材))の規定値を上回っている。

(*：試験結果は材料メーカーのカタログより引用)

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)

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 ~ 40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	
					JIS G 4901 (1999+2008追補1) 耐食耐熱超合金棒	NCF600	550	245	550	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501
NCF750	960	615	960	878		878	878	878	878	878	878	878	878	878	878				
NCF800H	450	175	450	407		407	401	397	395	393	392	390	389	388	388	388	388	388	
NCF800	520	205	520	470		470	470	470	470	470	470	470	470	470	469				
JIS G 4902(1991) 耐食耐熱超合金板	NCF600	550	245	550	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501	501				
	NCF750	960	615	960	878	878	878	878	878	878	878	878	878	878	878				
	NCF800H	450	175	450	407	407	401	397	395	393	392	390	389	388	388	388	388	388	
	NCF800	520	205	520	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	469				



追而

- ⑧ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度（175°Cを除く）における S 値を追記

追而

- ⑨ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度（175°Cを除く）における S 値を追記

追而

- ⑩ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、1 種の GNCF1 を GNCF1-P、GNCF1-TP、GNCF1-TB 及

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資料 3-2 2(5) (b)

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

追而

⑪「JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品」について、SUSF304 及び SUSF316 の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑫JIS G 3459 の題目を「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

追而

⑬「JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」について、SUS304TB 及び SUS316TB の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑭「JIS G 3468 配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除(略)

追而

⑮「JIS G 4303 ステンレス鋼棒」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑯「JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑰「JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑱「JIS G 4317 熱間成形ステンレス鋼形鋼」について、SUS304 及び SUS316 の 450℃以上の S 値を削除

追而

⑲「JSME-N15 圧力容器用耐食ステンレス鋼鍛鋼品」について、GSUSF304 及び GSUSF316 の 450℃以上の S 値を変更

追而

⑳「JSME-N16 配管用耐食ステンレス鋼管」について、GSUS304TP 及び GSUS316TP の 450℃以上の S 値を変更

追而

21「JSME-N17 ボイラ・熱交換器用耐食ステンレス鋼鋼管」について、GSUS304TB 及び GSUS316TB の 450℃以上の S 値を変更

追而

22「JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒」について、GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更

追而

23 JSME-N19 の題目を「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
追而

(4) 変更点以外の評価

変更点ではないが、ASME 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⁵⁰。

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。

「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、海外規格もこれに準じている)。

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。

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)

訂正版を使う

【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 Sy 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 Sy 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

⁵⁰ 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)

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。

「図 ASME 規格相当材同定フロー」において、「常温の S_u , S_y の差異が 10MPa」となるかどうかで選定した理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁵¹。

10 MPa は工学単位系では、1.0197 kgf/mm² 程度となり、同等と判断することとしている。

10MPa を工学的には十分小さい差異であると判断した技術的な理由について、日本機械学会は、次のように説明している⁵²。

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。

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)

- 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。
- 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。

「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。」とあるが、「保守性等」には何が含まれるのかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁵³。

⁵¹ 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(4) (a) 1)

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資料 3-2 2(4) (a)

⁵³ 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(4) (a) 2)

高温の Sy 値の差異が 10MPa を超えたものについて相当材か否か評価した観点を以下に示す。

- ◆ 10MPa を超える温度範囲を確認
- ◆ 差分の最大割合 (%) を確認

【判断根拠とした内容】

- ・付録材料図表の値が ASME 規格値を上回っている。
- ・試験データが ASME 規格値を上回っている。
- ・化学成分、製造方法が同種の材料の Sy 値をグラフ化し傾向を比較。
- ・付録材料図表の Sy 値及び Su 値と ASME 規格の Sy 値及び Su 値をグラフ化し傾向を比較。

また、どのような材料が上記に該当したかについて、日本機械学会は、次のように説明している⁵⁴。

高温の Sy 値の差異が 10MPa を超えるもので相当材と評価した材料

JIS 規格番号	記号	10MPa を超える温度範囲	差分の最大割合 (%)	判断根拠	評価結果
G 3119	SBV1B	300°C~375°C	+5.7%	付録材料図表の値が上回っている。	相当材
	SBV2				
	SBV3				
G 3120	SQV1A	300°C~375°C	+5.7%		
	SQV2A				
	SQV3A				
	SQV1B	250°C~375°C	+5.9%		
	SQV2B				
SQV3B					
G 3203	SFVAF12	350°C~375°C	-7.9%		
	SFVAF22B	40°C~375°C	-12.4%		
G 3204	SFVQ1A	300°C~375°C	+5.7%		
G 3462	STBA25	250°C~425°C	-11.0%	同種材と比較。	
	STBA26				
G 4109	SCMV-1(480)	100°C~375°C	-14.1%	Sy 値及び Su 値のトレンドを比較。	
G 4901	NCF600	275°C~425°C	-10.0%		
G 4902	(550,245)				
G 4903	NCF600TP				
G 4904	NCF600TB				

材料規格 2012 年版の技術評価において、ASME 規格相当材以外の Sm 値を有する材料については、「その理由が Su 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 (Sm 値) を有する ASME 相当材ではない材料の S 値を 4 から 3.5 に見直したものの技術的根拠について、日本機

⁵⁴ 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(4) (a) 3)

械学会は、次のように説明している⁵⁵。

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。

また、 S 値を 4 から 3.5 に見直さなかったものについて、その理由を日本機械学会は、次のように説明している⁵⁶。

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について

◆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。

日本機械学会は、「JIS B 8267 圧力容器の設計」及び「JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項」を参考にして「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。」としているが、これらの規格は設計圧力が原則 30MPa 未満の圧力容器の設計についての規定であり、原子力分野への適用は除外している。これらの規格を参考にする場合、設計圧力が 30MPa 未満とする等の適用制限が必要と考えられるが、ここでいう「JIS 圧力容器規格 (*Design by Rule*) の考え方」とは何かについて、日本機械学会は、

⁵⁵ 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)

⁵⁶ 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)

次のように説明している⁵⁷。

ASME B&PV規格と国内規格 (JSME/JIS) の関係について

ASME B&PV規格 Section	国内規格	備考
II. Materials	JSME 材料規格 設計係数: 3、3.5、4	
III. Rules for Construction of Nuclear Facility Components	JSME 設計・建設規格	
V. Nondestructive Examination		
VIII. Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1 (Design by Rule)	JIS B 8267 (圧力容器の設計)	非原子力 設計係数3.5
Division 2 — Alternative Rules	JIS B 8266 (圧力容器の構造—特定規格)	非原子力 設計係数3
IX. Welding, Brazing, and Fusing Qualifications	JSME 溶接規格	
XI. Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components	JSME 維持規格	

基本的に材料規格ではASME相当材に同定された材料について「Design by Rule」に基づく設計係数を3.5としており、JIS B8265にのみ記載のある材料に対して設計係数3.5は与えていない。

また、ASME相当材と同定した材料の S_y 値、 S_u 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⁵⁸。

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、 S_y 値及び S_u 値を追加した。

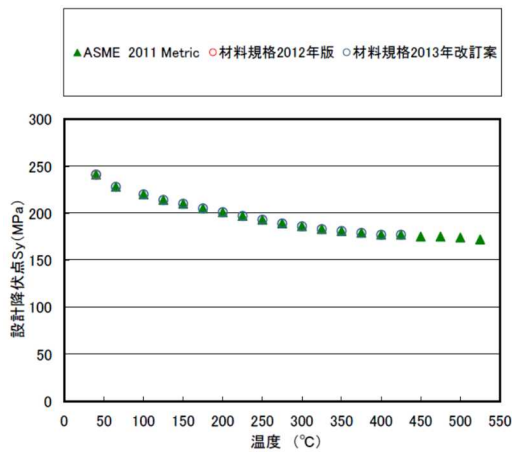
設定方法は以下のとおり

- ✓ S_y : JSME材の規格値と相当ASME材の小さい方の値
- ✓ S_u : 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 : $S_u/3.5$ と $0.9S_y$ の小さい方の値 (新規材料採用ガイドライン)

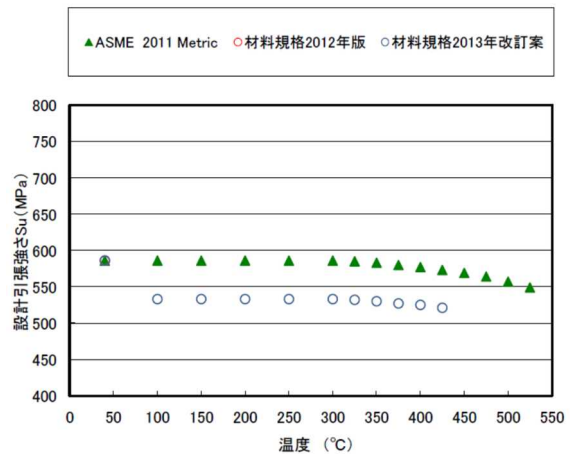
下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。

⁵⁷ 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(4) (b)

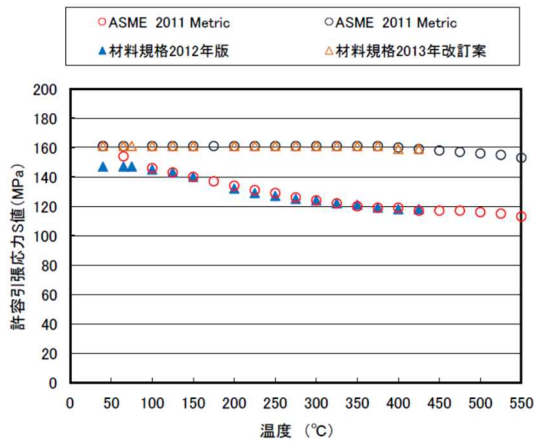
⁵⁸ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-2 2(3) (c)



Sy 値



Su 値



S 値

ASME 規格には $0.9S_y$ ベースの S 値と $2/3S_y$ ベースの S 値がある。

- ✓ 材料規格 2012 年版の S 値は $2/3S_y$ 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、 $0.9S_y$ 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 S_y 値及び S_u 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

- ①GNCF1 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
- ②NCF625 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

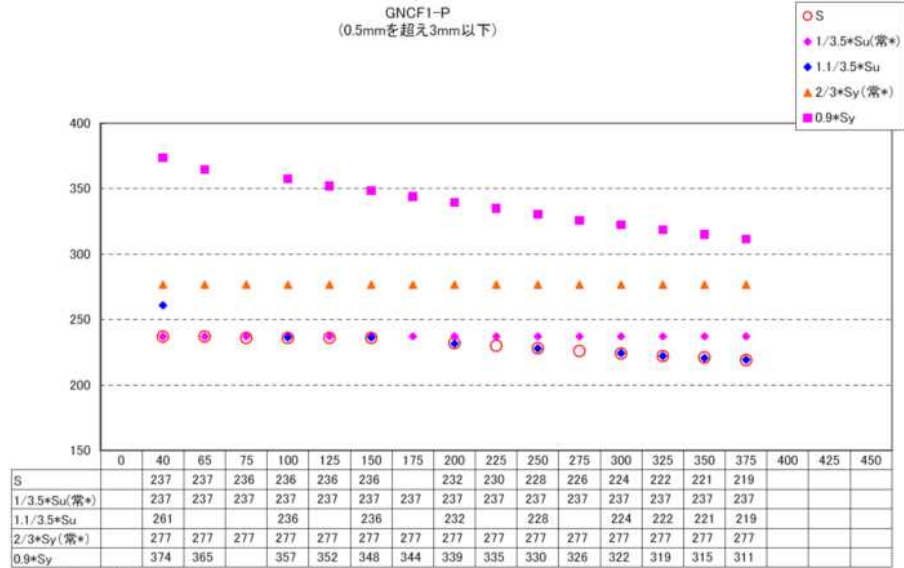
許容値の設定方法は以下のとおり

S_y : JSME 規格の常温の S_y と ASME 相当材の S_y の小さい方の値

S_u : JSME 規格の常温の S_u と ASME 相当材の S_u を 1.1 で除した値の小さい方の値

S : $S_u/3.5$ と $0.9S_y$ の小さい方の値 (新規材料採用ガイドライン)

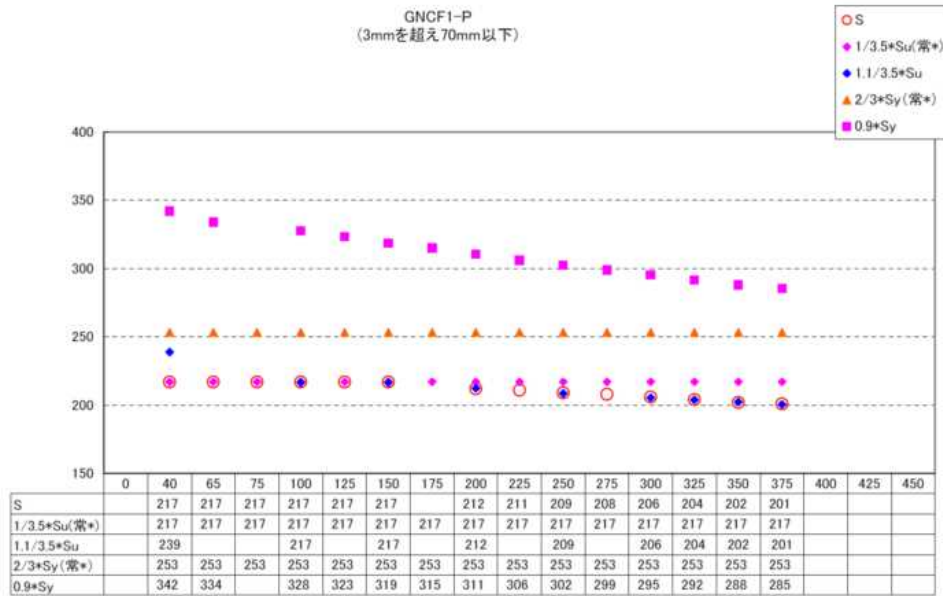
下図に示すとおりグラフ化をし値の妥当性確認を行っている。



* : 常温での値は、JIS規格値による

温度(°C)

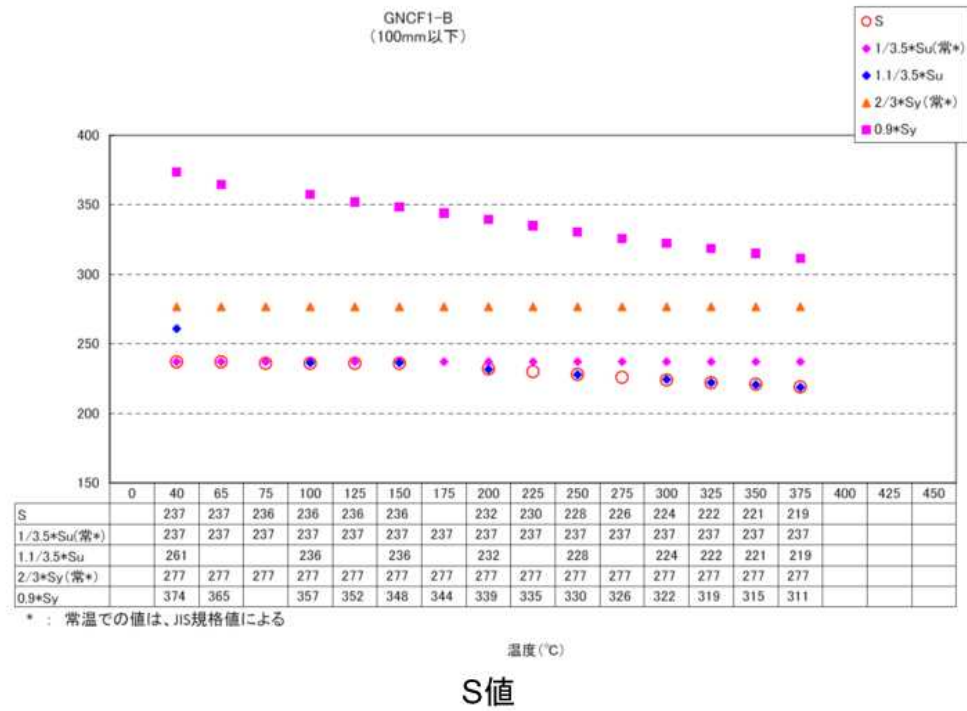
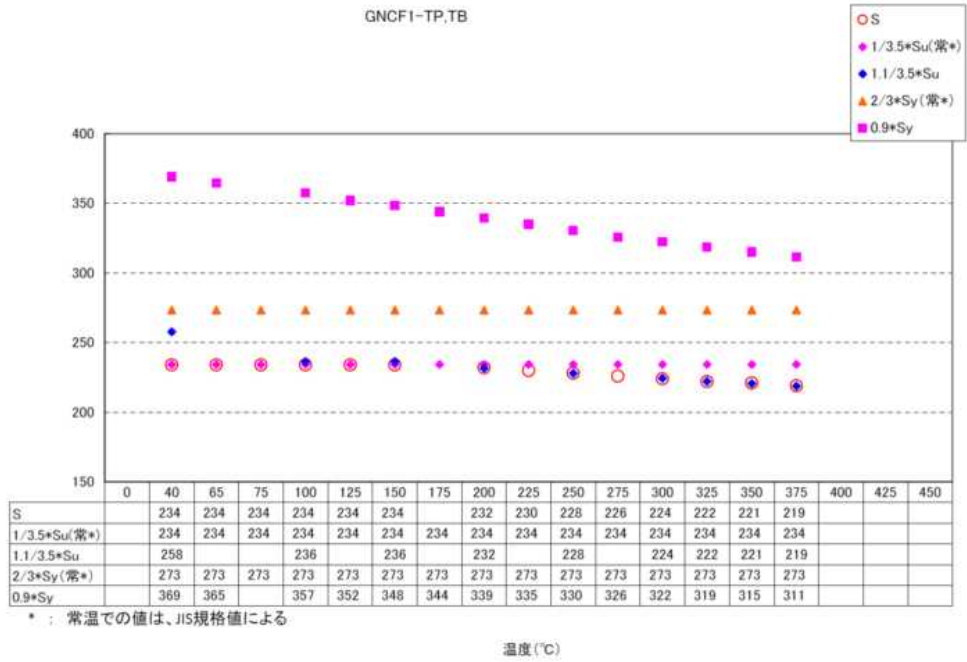
S値

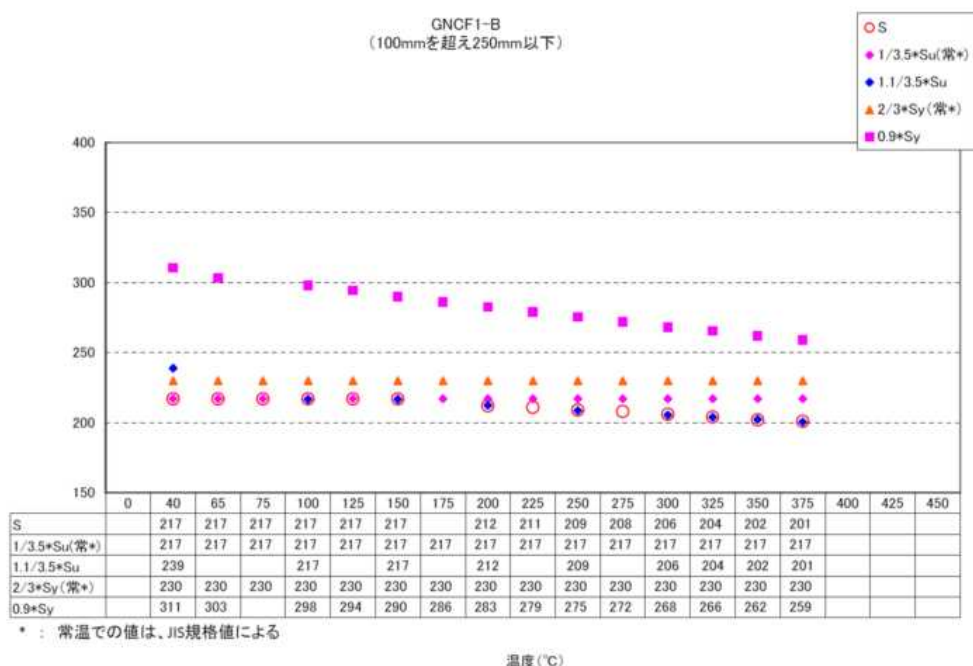


* : 常温での値は、JIS規格値による

温度(°C)

S値





S値

追而

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 10 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) 変更の内容（「別表 4. 2. ● 非鉄金属材料の許容引張応力に関する規定内容の変更点」参照）

- ① 「JIS H 3100 銅及び銅合金の板及び条」の種別 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)
- ② 「JIS H 3250 銅及び銅合金の棒」について、記号 C1020BD-0 を C1020BD(V)-0 表示に変更
- ③ 「JIS H 4631 チタン及びチタン合金-熱交換器用溶接管」から溶接後冷間加工の TTH270WC 及び TTH340WC の S 値を削除

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

4. 2. 1 1 ボルト材の許容引張応力

本規格は、ボルト材の許容引張応力について、「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)」に規定している。

(1) 変更の内容 (「別表 4. 2. に関する規定内容の変更点」参照)

- ① 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」について、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
- ② 「JSME-N11 耐食ステンレス鋼鍛鋼品」について、GSUS317J4L の各温度における S 値を変更
- 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 値を変更
- ④ 「JSME-N18 耐食ステンレス鋼棒」について、GSUS304B 及び GSUS316B の 450℃以上の S 値を変更

(2) 日本機械学会による変更の理由

(3) 検討の結果

- ① 「4. 2. 8 」参照

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

4. 2. 1 2 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許容降伏点 Sy 値 (MPa)」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.2. に関する規定内容の変更点」参照）

- ① 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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
- ② 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」について、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
- ③ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Sy 値を削除
- ④ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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
- ⑤ 「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」について、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
- ⑥ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記
- ⑦ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度（75℃を除く）における Sy 値を追記
- ⑧ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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
- ⑨ 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 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、JIS G 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。

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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
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⁵⁹。

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

⁵⁹ 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)

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⁶⁰。

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⁶¹。

- ◆ 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Su値、高温のSy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。

・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。

⁶⁰ 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)

⁶¹ 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

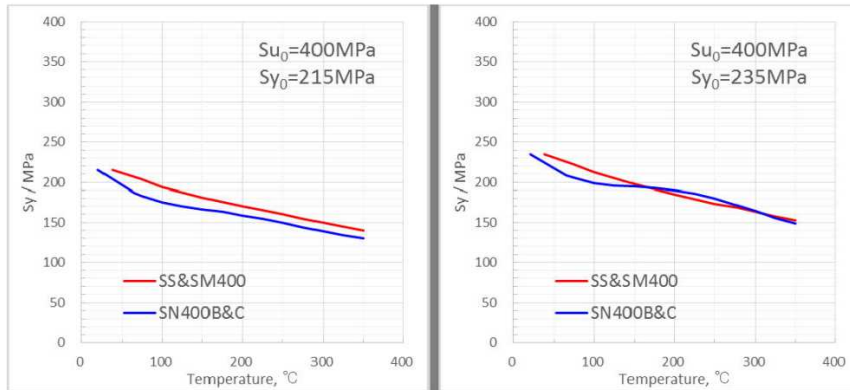
3 考察:SS, SM材とのSyの比較

B材とC材一括解析による変更箇所

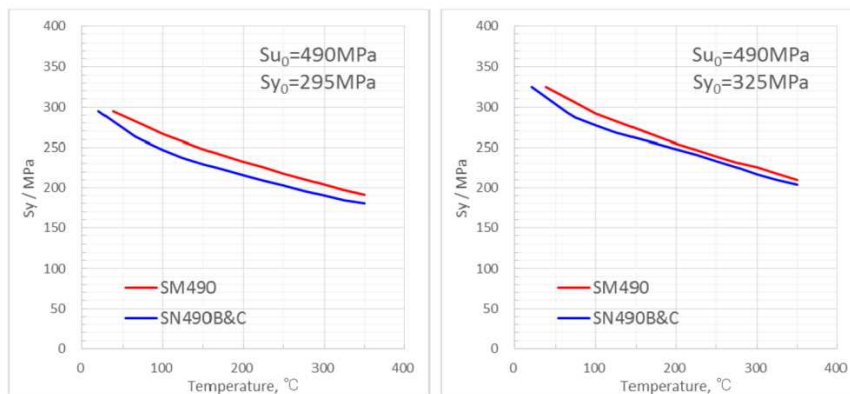
記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215	215	-	203	194	-	181	-	170	165	160	155	150	145	140
SM400A		235	235	-	222	212	-	198	-	185	179	173	169	163	158	153
SM400B		245	245	-	231	221	-	207	-	193	187	181	176	170	165	159
SM400C		295	295	-	278	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																

資料30-7-1

3. 考察:SS, SM材とのSyの比較



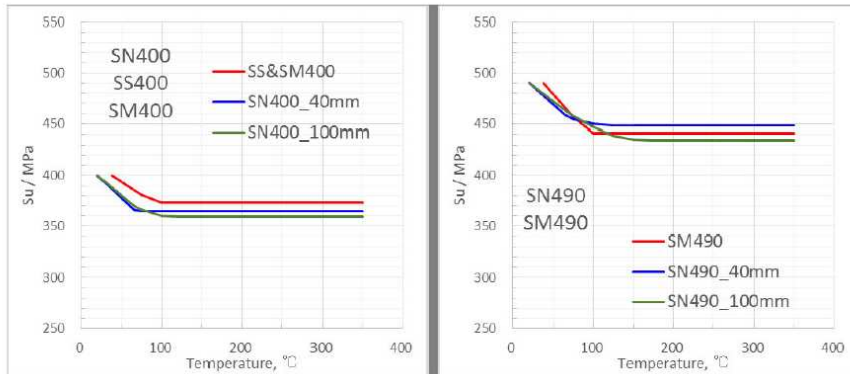
3 考察 SS, SM材とのSyの比較



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 SM400C		245														
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 _{ut} /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 _{yt} /S _y (R _Y)	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 _Y	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

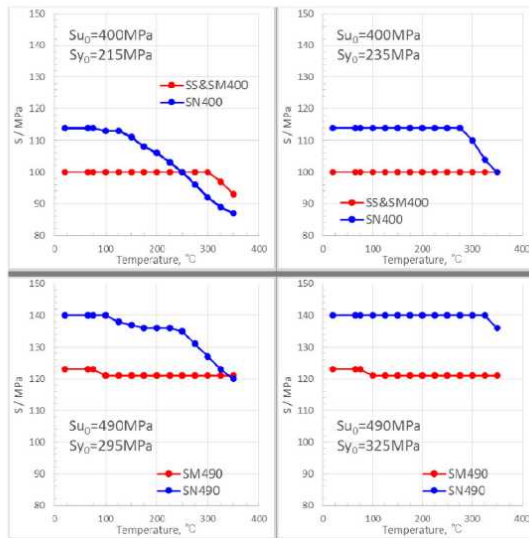
SN490B, SN490C S _T : 490MPa S _Y : 325MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
S _{ut} /S _u (R _T)	1.000	0.937	0.930	0.918	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916
S _{yt} /S _y (R _Y)	1.000	0.900	0.884	0.852	0.826	0.805	0.784	0.764	0.741	0.718	0.693	0.668	0.645	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 _Y	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	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⁶²。

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⁶³。

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。

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。

⁶² 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)

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資料 3-2 2(6) (a)

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。

② 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」について、SCM435H、SCM440H 及び SCM445H の各温度における S_y 値と寸法区分に対する注書き S16)、S18) 及び S22) を追記

「4. 2. 8 ボルト材の設計応力強さ」参照

③ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃ 及び 425℃ における S_y 値を削除

追而

④ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、NCF625 を追加し各温度 (75℃ を除く) における S_y 値及び寸法区分に対する注書き S32)、S33) を追記

追而

⑤ 「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」について、NCF625 を追加し各温度 (75℃ を除く) における S_y 値及び寸法区分に対する注書き S34)、S35) を追記

追而

⑥ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TP を追加し各温度 (75℃ を除く) における S_y 値を追記

追而

⑦ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、NCF625TB を追加し各温度 (75℃ を除く) における S_y 値を追記

追而

⑧ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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

追而

⑨ 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

追而

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

4. 2. 13 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6 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 (「別表 4. 2. ● 材料の設計引張強さに関する規定内容の変更点」参照)

- ① 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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
- ② 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における Su 値(MPa)を 559 から 550 に変更
- ③ 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」について、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
- ④ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Su 値を削除
- ⑤ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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
- ⑥ 「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」について、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
- ⑦ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
- ⑧ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
- ⑨ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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℃、225℃及び 275℃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
- ⑩ 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ①

(3) 検討の結果

- ① 「JIS G 3136 建築構造用圧延鋼材」について、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
- ② 「JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品」について、SFVQ1B の 375℃における Su 値(MPa)を 559 から 550 に変更
- ③ 「JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H鋼)」について、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
「4. 2. 8 ボルト材の設計応力強さ」参照
- ④ 「JIS G 4303 ステンレス棒鋼」について、SUS403 及び SUS410 の 400℃及び 425℃における Su 値を削除
追而
- ⑤ 「JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒」について、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
追而
- ⑥ 「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」について、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
追而
- ⑦ 「JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
追而
- ⑧ 「JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管」について、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
追而
- ⑨ 「JSME-N12 耐食耐熱合金」について、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℃、225℃及び 275℃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
追而
- ⑩ 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
追而

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 1 4 材料の縦弾性係数

本規格は、材料の縦弾性係数について、「Part 3 第2章表1 材料の各温度における縦弾性係数 ($\times 10^3$ MPa)」に規定している。

- (1) 変更の内容 (「別表 4. 2. ● 材料の縦弾性係数に関する規定内容の変更点」参照)
- 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 2. 1 5 材料の線膨張係数

本規格は、材料の線膨張係数について、「Part 3 第2章表 材料の各温度における線膨張係数 ($\times 10^{-6}$ (1/°C))」に規定している。

- (1) 変更の内容 (「別表 4. 2. ● 材料の線膨張係数に関する規定内容の変更点」参照)
- 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

4. 2. 1 6 材料の外圧線図

本規格は、材料の外圧線図について、「第3章 外圧チャート」に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4. 2. ● 材料の外圧線図に関する規定内容の変更点」参照）

- 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
- ⑤ 図 3 の 430℃の曲線を 425℃に変更
- ⑥ 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
- ⑦ 表Ⅲとしてデジタル値を追加
- ⑧ 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
- ⑨ 表Ⅴとしてデジタル値を追加
- ⑩ 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
- ⑪ 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
- ⑫ 表Ⅵとしてデジタル値を追加
- ⑬ 図 8 の 200℃、320℃、430℃及び 600℃の曲線を 205℃、315℃、425℃及び 595℃に変更
- ⑭ 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
- ⑮ 表Ⅷとしてデジタル値を追加
- ⑯ 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
- ⑰ 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
- ⑱ 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
- ⑲ 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
- ⑳ 表Ⅺとしてデジタル値を追加
- ㉑ 図 12 の 200℃、320℃及び 430℃の曲線を 205℃、315℃及び 425℃に変更

- 22 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
- 23 表 XII としてデジタル値を追加
- 24 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
- 25 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
- 26 表 XIII としてデジタル値を追加
- 27 図 14 の 200℃、320℃及び 430℃の曲線を 205℃、315℃及び 425℃に変更
- 28 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
- 29 表 XIV としてデジタル値を追加
- 30 図 15 の 70℃以下及び 200℃の曲線を 65℃以下及び 205℃に変更
- 31 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
- 32 表 XV としてデジタル値を追加
- 33 図 16 の 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線を 65℃以下、205℃及び 315℃に変更
- 34 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
- 35 表 XVI としてデジタル値を追加
- 36 図 17 の 70℃以下、200℃及び 320℃の曲線を 65℃以下、205℃及び 315℃に変更
- 37 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
- 38 表 XVII としてデジタル値を追加
- 39 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
- 40 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
- 41 表 XVIII としてデジタル値を追加
- 42 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

(2) 日本機械学会による変更の理由

①

(3) 検討の結果

(4) 適用に当たっての条件

(追而)

(5) 要望事項

(追而)

4. 3 溶接規格 2020

(追而)

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)

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)

添付資料－1 変更点一覧

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

変更点の分類：

- ① 記載の適正化のための変更（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）
- ② 引用されている法令、規格の引用年版等の変更（年版改正の反映、新たな規格の反映）
- ③ 国内外の知見の反映等（国内外における試験研究成果の反映等）
- ④ 技術評価対象外

No.	頁	規定番号	変更内容	分類
1	I-1-1	GNR-1122(1)	・ JIS 規格の年版読み替えの一般化	②
2	I-1-2	GNR-1122(2)	・ JSME S NB-1 の年版の最新化 (2012→2012 (2013 年追補含む))	③
3	I-1-2	GNR-1122(3)	・ JSME S NJ-1 の年版の最新化 (2011→2012 (2013 年追補含む))	②
4	I-1-2	表 GNR-1131-1	・ 設計・建設規格の年版の最新化 (2012 年版→2013 年追補)	①
5	I-3-1	GTN-1120	・ JIS Z 2300(2003)→JIS Z 2300(2009)	②
6	I-3-1	GTN-2120	・ 各機器毎→機器毎	①
7	I-3-3	GTN-2212	・ JIS Z 2352(1992)→JIS Z 2352(2010) ・ 「4.2 時間軸直線性」 → 「6.1 時間軸にかかわる性能測定」 ・ 2%以内→±1%以内	② ① ③
8	I-3-3	GTN-2213	・ JIS Z 2352(1992)→JIS Z 2352(2010) ・ 「4.1 増幅直線性」 → 「6.2 垂直軸にかかわる性能測定」	② ①
9	I-3-6	図 GTN-2253-3	・ 図のタイトル中の DAC→DAC(字体変更)	①
10	I-3-7	GTN-2255(2)	・ (図 GTN-2253-3)→(図 GTN-2255-2)	①
11	I-3-9	GTN-3120	・ 各機器毎→機器毎	①
12	I-3-10	GTN-3211	・ 探傷器→超音波探傷器	①
13	I-3-10	GTN-3212	・ 探傷器→超音波探傷器 ・ JIS Z 2352(1992)→JIS Z 2352(2010)	① ②

No.	頁	規定番号	変更内容	分類
			<ul style="list-style-type: none"> ・「4.2 時間軸直線性」→「6.1 時間軸にかかわる性能測定」 	①
			<ul style="list-style-type: none"> ・<u>2%以内</u>→<u>±1%以内</u> 	③
14	I-3-10	GTN-3213	<ul style="list-style-type: none"> ・探傷器→<u>超音波探傷器</u> ・JIS Z 2352(1992)→JIS Z 2352(2010) ・「4.1 増幅直線性」→「6.2 垂直軸にかかわる性能測定」 ・6%以下<u>未満</u>→6%<u>以下</u> 	① ② ① ①
15	I-3-11	GTN-3241(3)	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>2倍以上</u>→<u>2倍以上</u>(字体変更) 	①
16	I-3-12	図 GTN-3242-1	<ul style="list-style-type: none"> ・備考(c)を“寸法の単位はmmとする”に変更 ・図のタイトルを、“図 GTN-3242-1 鑄造品の場合の標準試験片形状 (接触部の<u>半径が254mmを超える</u>場合)”に変更 	① ①
17	I-3-13	図 GTN-3242-2	<ul style="list-style-type: none"> ・備考(d) <u>2点鎖線</u>→<u>2点鎖線</u>(字体変更) ・図のタイトルを、“図 GTN-3242-2 鑄造品の場合の標準試験片形状(接触部の半径が <u>254 mm以下</u>の場合)”に変更 	① ①
18	I-3-16	GTN-3253(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・…8分の3スキップであってエコー高さのうち最も高いものをの反射体からのエコー高さを波形表示器の全目盛…。(表現の適正化) 	①
19	I-3-16	図 GTN-3253-1	<ul style="list-style-type: none"> ・「②厚さが25mmを超える場合の1/8Sエコー線」を、実線から点線に変更 	①
20	I-3-16	図 GTN-3253-2	<ul style="list-style-type: none"> ・図のタイトル中のDAC→DAC(字体変更) 	①
21	I-3-17	GTN-3261	<ul style="list-style-type: none"> ・走査→<u>走査速度</u> …で行わなければならない。 	①
22	I-3-17	GTN-4130	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>各機器毎</u>→<u>機器毎</u> 	①
23	I-3-18	GTN-4140	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線装置→<u>放射線透過試験装置</u> 	①
24	I-3-18	GTN-4141	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線装置→<u>放射線透過試験用装置</u> 	①
25	I-3-18	GTN-4143(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・「<u>3. 透過度計の・・・</u>」→「<u>5. 透過度計の・・・</u>」 	①
26	I-3-19	GTN-4153(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>4. 試験方法</u>→<u>6. 試験方法</u> ・<u>3. 透過度計の・・・</u>→<u>5. 透過度計の・・・</u> 	①
27	I-3-19	GTN-4161 (4)a.	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線透過装置名→<u>放射線透過試験用装置名</u> 	①

No.	頁	規定番号	変更内容	分類
28	I-3-21	GTN-4230	・ 3. 透過度計の・・・→5. 透過度計の・・・	①
29	I-3-22	GTN-4232(3)	・ 板厚→透過厚さ	①
30	I-3-22	GTN-4233(2)	・ 板厚→透過厚さ	①
31	I-3-24	GTN-4330(1)	・ から逸脱した→を満足しない 削除した透過写真を無効とし、是正処置を施した後→削除	①
32	I-3-24	GTN-4330(2)	・ 各機器毎→機器毎	①
33	I-3-25	GTN-4510	・ 各機器毎→機器毎	①
34	I-3-26	GTN-5152	・ 〈表現を他の試験と整合〉	①
35	I-3-28	GTN-5270(2)a.	・ SN比→SN比	①
36	I-3-28	GTN-5310	・ 各機器毎→機器毎	①
37	I-3-28	GTN-6120	・ 各機器毎→機器毎	①
38	I-3-30	GTN-6210	・ JIS G 0565 (1992) 「鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様分類」(以下 JIS G 0565 (1992)) →JIS Z 2320-1(2007) 「非破壊試験-磁粉探傷試験-第1部：一般通則」(以下 JIS Z2320-1(2007))	①
39	I-3-30	GTN-6230	・ JIS G 0565 (1992) 「6. 標準試験片及び対比試験片」→ JIS Z 2320-1 (2007) 「9.3 標準試験片及び対比試験片」	②
40	I-3-30	GTN-6240	・ JIS G 0565 (1992) の「6.1 A 形標準試験片」→JIS Z 2320-1 (2007) の「9.3.1 A 形標準試験片」傷→きず	②
41	I-3-31	GTN-6320	・ 各機器毎→機器毎	①
42	I-3-31	GTN-7120	・ 各機器毎→機器毎	①
43	I-3-34	GTN-7320	・ 各機器毎→機器毎	①
44	I-3-34	GTN-8120	・ 各機器毎→機器毎	①
45	I-3-35	GTN-8152	・ 〈表現を他の試験と整合〉	①
46	I-3-37	GTN-8310	・ 各機器毎→機器毎	①
47	I-4-102	表 PVC-3310-1(3/5)	・ (h)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
48	I-4-125	図 PVC-4212-2(2/3)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
49	I-4-151	表 PVD-3310-1(3/5)	・ (i)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③

No.	頁	規定番号	変更内容	分類
50	I-4-163	図 PVD-4112-2 (2/3)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
51	I-4-178	PVE-1220	・ JSME S NE-1 の年版の最新化 (2003→2011) (正誤表の反映)	②
52	I-4-212	表 PVE-3410- 1(2/4)	・ (f)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
53	I-4-231	図 PVE-4213- 2(2/3)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
54	I-4-261	図 添付 4-A-2	・ 図の引用元の適用年版を ASME Sec. III div.1 Appendices (2001)から ASME Sec. III div.1 Appendices (2008)に変更する。	③
55	I-5-65	表 PPC-3413- 1(2/4)	・ (h)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
56	I-5-98	図 PPC-4010- 3(2/2)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
57	I-5-115	表 PPD-3413- 1(2/4)	・ (h)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
58	I-5-140	図 PPD-4010- 3(2/3)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
59	I-5-165	図 PPH-4010- 3(2/3)	・ (8)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更し、「溶接部よりの出張りは任意」を「溶接部よりの出張りの有無は任意」に見直し	③
60	I-6-14	表 PMB-3410- 1(3/3)	・ (f)の単位の誤記訂正 (全圧力(MPa)→全圧力(N)) (正誤表の反映)	①
61	I-6-28	表 PMC-3410- 1(2/4)	・ (h)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
62	I-6-30	表 PMC-3410- 1(4/4)	・ (m)の単位の誤記訂正 (全圧力(MPa)→全圧力(N)) (正誤表の反映)	①
63	I-6-49	表 PMD-3410- 1(2/4)	・ (h)の開先角度を示す寸法線の位置を溶接端からルート部に変更	③
64	I-6-51	表 PMD-3410- 1(4/4)	・ (m)の単位の誤記訂正 (全圧力(MPa)→全圧力(N)) (正誤表の反映)	①

No.	頁	規定番号	変更内容	分類
65	I-9-1	CSS-1110	・CSS は、炉心支持構造物の材料、設計、製造および検査について規定する。(正誤表の反映)	①
66	I-9-3, 4	表 CSS-1400-1	・ピーク圧力応力 全断面について平均した一般膜応力、断面に垂直な応力成分 (正誤表の反映)	①
67	I-9-10	CSS-3114(2) (3)	・ $\tau \leq 1.5 (0.6) S_m \rightarrow \tau \leq 1.5 (0.6 S_m)$ ・ $\tau \leq 2 (0.6) S_m \rightarrow \tau \leq 2 (0.6 S_m)$ (正誤表の反映)	① ①
68	I-9-11	CSS-3115(2) (3)	・ $\sigma_b \leq 1.5 (1.5) S_y \rightarrow \sigma_b \leq 1.5 (1.5 S_y)$ ・ $\sigma_b \leq 2 (1.5) S_y \rightarrow \sigma_b \leq 2 (1.5 S_y)$ (正誤表の反映)	① ①
69	I-9-12	CSS-3117(2) (3)	・ $\tau \leq 1.5 (0.8 S_m)$ $\tau \leq 2 (0.8 S_m)$ (正誤表の反映)	①
70	I-9-13	表 CSS-3120-1	・疲れ疲労解析 (正誤表の反映)	①
71	I-9-14	CSS- 3121.2(2)a	・ $\dots \text{MIN}[1.2 S_y, (8/9) S_u]$ ここで、 \dots (正誤表の反映)	①
72	I-9-22	図 CSS-3210-2	・真円に対する偏差を決めるための最大弧長(Arc) (正誤表の反映)	①
73	I-9-25	CSS-3311	・材料規格 Part3 第1章 表1に規定する当該部分の材料 \dots (正誤表の反映)	①
74	I-9-26	CSS-3320	・PVB-3315.1(1)から(3) (正誤表の反映)	①

2. 日本機械学会 材料規格 2020 の材料規格 2012 からのからの変更点一覧

変更点の分類：

- ① 記載の適正化のための変更 (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)
- ② 引用されている法令、規格の引用年版等の変更 (年版改正の反映、新たな規格の反映)
- ③ 国内外の知見の反映等 (国内外における試験研究成果の反映等)
- ④ 技術評価対象外

No.	頁	規定番号	変更内容	分類

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

変更点の分類：

- ① 記載の適正化のための変更（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）
- ② 引用されている法令、規格の引用年版等の変更（年版改正の反映、新たな規格の反映）
- ③ 国内外の知見の反映等（国内外における試験研究成果の反映等）
- ④ 技術評価対象外

No.	頁	規定番号	変更内容	分類

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

変更点の分類：

- ① 記載の適正化のための変更（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）
- ② 引用されている法令、規格の引用年版等の変更（年版改正の反映、新たな規格の反映）
- ③ 国内外の知見の反映等（国内外における試験研究成果の反映等）
- ④ 技術評価対象外

No.	頁	規定番号	変更内容	分類

添付資料－ 2 引用規格の変更に関する確認結果

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

No.	関連規格の名称	規定番号	変更内容	確認結果

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

No.	関連規格の名称	規定番号	変更内容	確認結果

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

No.	関連規格の名称	規定番号	変更内容	確認結果

4. 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

No.	関連規格の名称	規定番号	変更内容	確認結果

添付資料－3 別表

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

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
<p>SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力</p> <p>(4) 曲げ応力 一次曲げ応力については、次の値 ただし、SSB-3310 に示す幅厚比を満足すること。</p> <p>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）については、<u>次の計算式により計算した値</u></p> <p>(a) $\lambda_b \leq \lambda_{b,p}$ のとき</p> $f_b = \frac{F}{v} \quad (\text{SSB-1.9})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) F : (1) に定めるところによる。 v : 次の計算式により計算した値</p> $v = 1.5 + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda_b}{e\lambda_b} \right)^2 \quad (\text{SSB-1.10})$ <p>λ_b : 曲げ材の細長比で次の計算式により計算した値</p> $\lambda_b = \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \quad (\text{SSB-1.11})$ <p>$e\lambda_b$: 弾性限界細長比で次の計算式により計算した値</p> $e\lambda_b = \frac{1}{\sqrt{0.6}} \quad (\text{SSB-1.12})$	<p>SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力</p> <p>(4) 曲げ応力 一次曲げ応力については、次の値 ただし、SSB-3310 に示す幅厚比を満足すること。</p> <p>a. <u>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）については、次の 2 つの計算式により計算した値のうちいずれか大きい方の値または(1)に定める値のいずれか小さい方の値</u></p> $f_b = \left\{ 1 - 0.4 \frac{\ell_b^2}{CA^2i^2} \right\} f_t \quad (\text{SSB-1.9})$ $f_b = \frac{0.433EA_f}{\ell_b h} \quad (\text{SSB-1.10})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) ℓ_b : 圧縮フランジの支点間距離 (mm) h : はりのせい (mm) A_f : 圧縮フランジの断面積 (mm²) i : 圧縮フランジとはりのせいの 6 分の 1 とからなる T 型断面のウェブ軸まわりの断面二次半径 (mm) C : 次の計算式により計算した値または 2.3 のうちいずれか小さい値（座屈区間中間の強軸まわりの曲げモーメントが MI より大きい場合は、1 とする）</p>

M_y : 降伏モーメントで次の計算式により計算した値

$$M_y = F \cdot Z \quad (\text{SSB-1.13})$$

Z : 断面係数 (mm³)

M_e : 弾性横座屈モーメントで次の計算式により計算した値

$$M_e = C \sqrt{\frac{\pi^4 EI_y \cdot EI_w}{\ell_b^4} + \frac{\pi^2 EI_y \cdot GJ}{\ell_b^2}} \quad (\text{SSB-1.14})$$

C : 補正係数で次の計算式により計算した値又は2.3のうちいずれか小さい値 (補剛区間で曲げモーメントが最大となる場合は、1とする)

$$C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 \quad (\text{SSB-1.15})$$

M_1, M_2 : それぞれ座屈区間端部における大きいほう、小さいほうの強軸まわりの曲げモーメント。 (M_2/M_1) は、複曲率の場合正、単曲率の場合負とする。

${}_p\lambda_b$: 塑性限界細長比で次の計算式により計算した値 (補剛区間で曲げモーメントが最大となる場合は、0.3とする。)

$${}_p\lambda_b = 0.6 + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) \quad (\text{SSB-1.16})$$

E : (3)a. に定めるところによる。

I_y : 弱軸まわりの断面二次モーメント (mm⁴)

I_w : 曲げねじり定数 (mm⁶)

$$C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 \quad (\text{SSB-1.11})$$

M_1, M_2 : それぞれ座屈区間端部における大きいほう、小さいほうの強軸まわりの曲げモーメント。 (M_2/M_1) は、複曲率の場合正、単曲率の場合負とする。

f_t : (1)に定めるところによる。

Δ および E : それぞれ(3)a.に定めるところによる。

ℓ_b : 圧縮フランジの支点間距離 (mm)

G : せん断弾性係数 (MPa)

J : サンプナンのねじり定数 (mm⁴)

(b) $p\lambda_b < \lambda_b \leq e\lambda_b$ のとき

$$f_b = \frac{\left(1 - 0.4 \frac{\lambda_b - p\lambda_b}{e\lambda_b - p\lambda_b}\right) F}{\nu} \quad (\text{SSB-1.17})$$

f_b : 許容曲げ応力 (MPa)

$F, \nu, \lambda_b, e\lambda_b, p\lambda_b$: (a) に定めるところによる。

(c) $e\lambda_b < \lambda_b$ のとき

$$f_b = \frac{1}{\lambda_b^2} \frac{F}{2.17} \quad (\text{SSB-1.18})$$

f_b : 許容曲げ応力 (MPa)

F, λ_b : (a) に定めるところによる。

b. 荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼及び溶接組立鋼であって弱軸まわりに曲げを受けるもの、面内に曲げを受けるガセットプレート、曲げを受ける鋼管及び矩形中空断面の場合には、(1)に定める値

b. 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弱軸まわりに曲げを受けるもの、面内に曲げを受けるガセットプレート、曲げを受ける鋼管および箱形断面の場合には、(1)に定める値

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場合には、次の計算式により計算した値または(1)に定める値のいずれか小さい方の値

$$f_b = \frac{0.433EA_f}{\ell_b h} \quad (\text{SSB-1.12})$$

f_b : 許容曲げ応力 (MPa)

<p>c. 面外に曲げを受ける板の場合には、次の計算式により計算した値</p> $f_b = \frac{F}{1.3} \quad (\text{SSB-1. 19})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) F : (1)に定めるところによる。</p> <p>d. 曲げを受けるピンについては、次の計算式により計算した値</p> $f_b = \frac{F}{1.1} \quad (\text{SSB-1. 20})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) F : (1)に定めるところによる。</p>	<p>A_f, ℓ_b および h : それぞれ(4)a.に定めるところによる。 E : (3)a.に定めるところによる。</p> <p>d. 面外に曲げを受ける板の場合には、次の計算式により計算した値</p> $f_b = \frac{F}{1.3} \quad (\text{SSB-1. 13})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) F : (1)に定めるところによる。</p> <p>e. 曲げを受けるピンについては、次の計算式により計算した値</p> $f_b = \frac{F}{1.1} \quad (\text{SSB-1. 14})$ <p>f_b : 許容曲げ応力 (MPa) F : (1)に定めるところによる。</p>
---	--