

参考資料3-1

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

目次

.....	1
1. はじめに.....	1
2. 設計・建設規格 2020 等の技術評価に当たって.....	1
2.1 技術評価における視点.....	1
技術評価の範囲と手順.....	1
技術基準規則との対応.....	1
3. 設計・建設規格 2020 等の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.....	2
3.2.3 溶接規格 2020.....	2
3.2.4 事例規格 2020.....	2
4. 技術評価の内容.....	3
4.1 設計・建設規格 2020.....	3
4.1.● クラス 1 支持構造物の極限解析による評価.....	3
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.....	13
4.1.● クラス 2, 3 容器の上位クラス規定の適用.....	17
4.2 材料規格 2020.....	19
4.2.● JIS G 3136 「建築構造用圧延鋼材」の取り込み.....	19
4.2.● JIS G 4052 「焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM435H/ SCM440H/ SCM445H」の取込み.....	24
4.3 溶接規格 2020.....	28
4.4 応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮.....	28
4.5 以前の技術評価についての反映状況.....	28
5. 設計・建設規格 2020 等の適用に当たっての条件.....	28
5.1 設計・建設規格 2020.....	28
5.1.1 国内外の知見の反映等に関するもの.....	28
5.1.2 解説に関するもの.....	28
5.2 材料規格 2020.....	28
5.2.1 国内外の知見の反映等に関するもの.....	28

5. 2. 2 解説に関するもの.....	28
5. 3 溶接規格 2020.....	28
5. 3. 1 国内外の知見の反映等に関するもの	28
5. 3. 2 解説に関するもの.....	28
5. 4 事例規格 2020.....	28
5. 4. 1 国内外の知見の反映等に関するもの	28
5. 4. 2 解説に関するもの.....	28
6. 過去の技術評価における要望事項	28
7. 日本機械学会規格の策定に関する要望事項.....	29
添付資料－1 変更点一覧	30
1. 日本機械学会 設計・建設規格 2020 における設計・建設規格 2012 からの変更点一 覧.....	30
2. 日本機械学会 材料規格 2020 における材料規格 2012 からのからの変更点一覧..	34
3. 日本機械学会 溶接規格 2020 における溶接規格 2012(2013)からの変更点一覧...	35
4. 日本機械学会 事例規格 2020 における事例規格 2008 からの変更点一覧.....	35
添付資料－2 引用規格の変更に関する確認結果.....	36
1. 設計・建設規格 2020 における関連規格の設計・建設規格 2012 からの変更に関する 確認結果	36
2. 材料規格 2020 における関連規格の材料規格 2012 からの変更に関する確認結果..	36
3. 溶接規格 2020 における関連規格の溶接規格 2012(2013)からの変更に関する確認結 果	36
4. 事例規格 2020 における関連規格の事例規格 2008 からの変更に関する確認結果..	36

1. はじめに

追而

2. 設計・建設規格 2020 等の技術評価に当たって

2.1 技術評価における視点

追而

技術評価の範囲と手順

追而

技術基準規則との対応

追而

3. 設計・建設規格 2020 等の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
追而

3. 1. 2 材料規格 2020 の材料規格 2012 からの変更点
追而

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

3. 1. 4 事例規格 2020 の事例規格 2008 からの変更点
追而

3. 2 技術評価の対象となる規定の選定
追而

3. 2. 1 設計・建設規格 2020
追而

3. 2. 2 材料規格 2020
追而

3. 2. 3 溶接規格 2020
追而

3. 2. 4 事例規格 2020
追而

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
	(なし)

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 支持構造物の設計手法の選択肢を増やして設計者の便宜を図るために、「極限解析手法」の規定を導入した。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

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

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。

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值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、崩壊荷重の下限值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、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

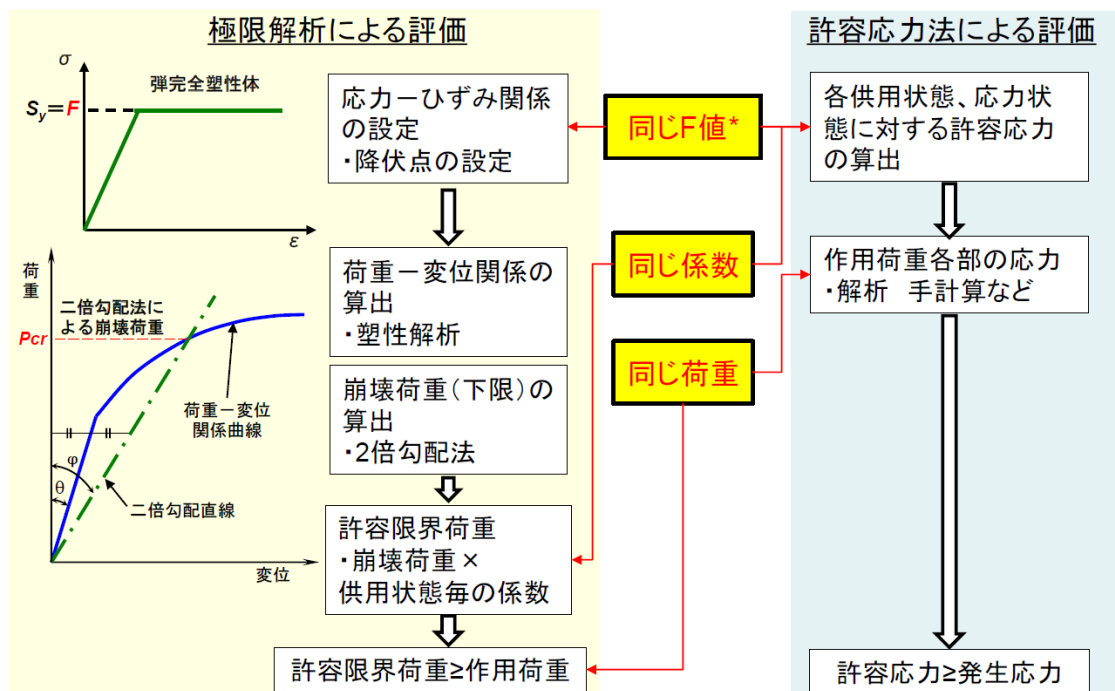
³ 技術基準規則解釈「別記-2 日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって」

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)

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、終局体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。
- ・ 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。



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

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)

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。

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、以下の様に説明している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

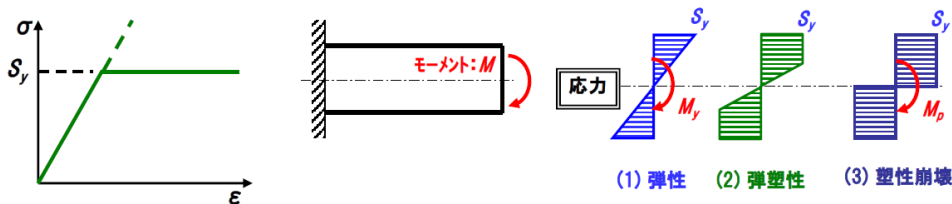
⁷ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (1) (c)

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)

です。今回追加した規定では、クラス1容器及び炉心支持構造物と同様に、2倍勾配法により崩壊荷重を算出する手法として取込んでいます。これは、原理的に適用性が構造・形状に依存するものではありません。

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



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

- 「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を説明してください。(参考資料3-1 2.(2)(a))

【追而】

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¹⁰。

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

¹⁰ 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)

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ません。クラス 1 支持構造物の溶接を行う場合、溶接規格によるのか、よる場合、どの規定か説明して下さい。(参考資料 3-1 2.(2)(e))**

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どのような形状を想定しているのか、継手形状毎の溶接設計はどのように行うのかについて、日本機械学会は、次のように説明している。

- **溶接部の継手形状としてどのような形状を想定しているのか、継手形状毎の溶接設計はどのように行うのか説明して下さい。(参考資料 3-1 2.(2)(d))**

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¹¹。

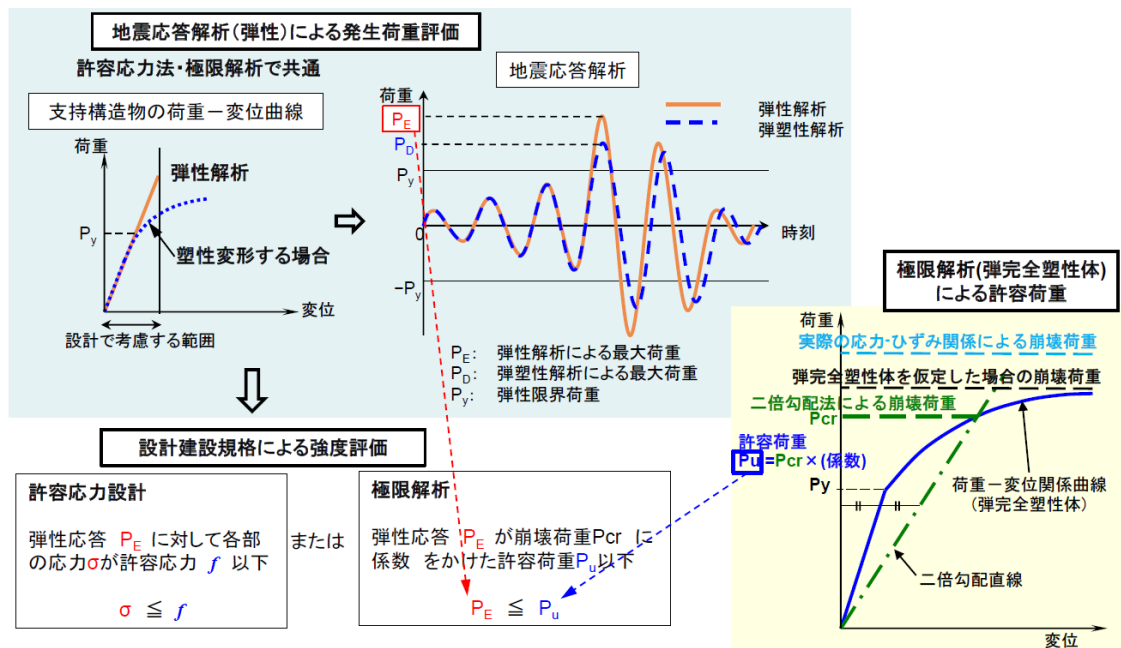
現行の JEAC4601 に基づく耐震解析では、支持構造物は、線形のバネ要素でモデル化されます。この解析により求められた支持反力が、支持構造物へ負荷される地震荷重となります。2 倍勾配法算出した崩壊荷重の下限値はほぼ降伏荷重相当であるため、極限解析を適用する場合と適用しない場合でこの方法に違いはありません。

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

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) (e)

本機械学会は、次のように説明している¹²。

- ・ 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ありません。
- ・ 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。

¹² 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)

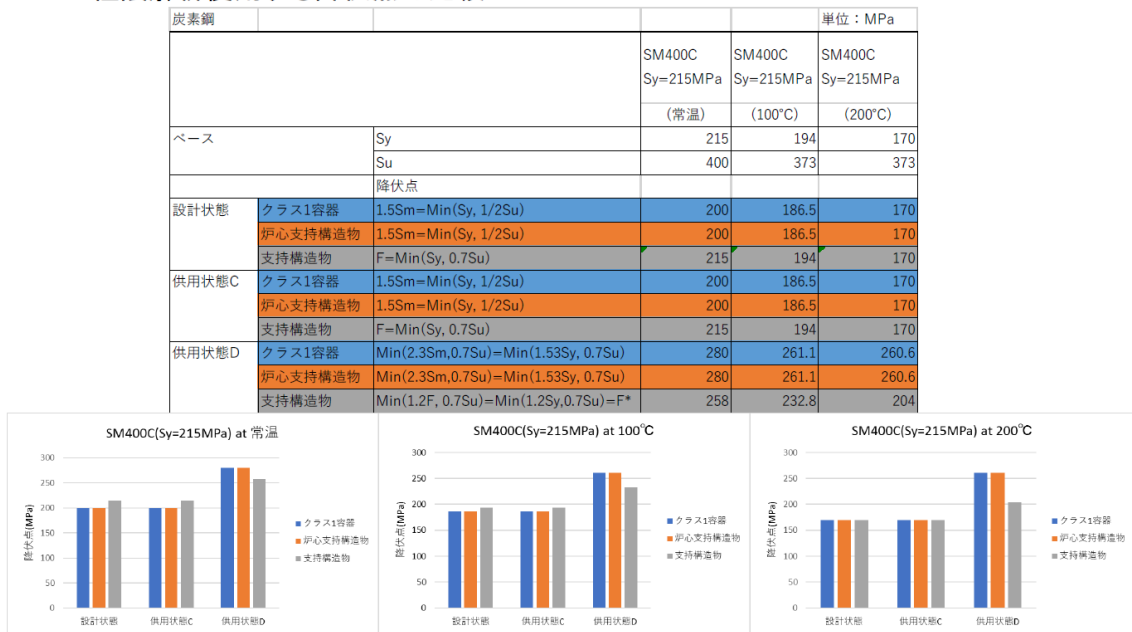
- 弾性解析による耐震解析で得られた応力あるいは荷重を用いて塑性崩壊に対する健全性を評価することが、どのような点で「保守的である」のか説明してください。(参考資料3-1 2.(2)(C))

【追而】

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(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¹³。

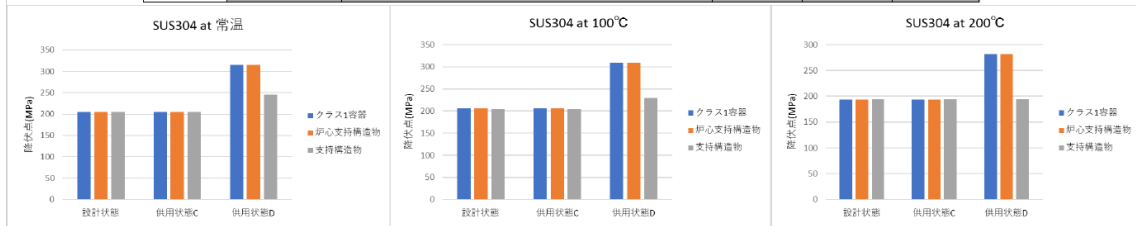
- ・ 支持構造物の許容応力設計では、F値を降伏点相当の値として採用しています。クラス1容器及び炉心支持構造物は、 S_m は $(2/3)S_y$ と $(1/3)S_u$ の小さい方なので、 $1.5S_m$ が降伏点相当になることから、降伏点相当して $1.5S_m$ を採用しています。したがって、考え方はクラス1容器、炉心支持構造物と同じです。
- ・ 代表的な材料について各機器での降伏点の比較を示します。上記の通り、許容応力の考え方は同等としており、整理した結果も各機器で概ね同等となっています(供用状態Dでは支持構造物の方が低め)。

・ 極限解析使用する降伏点の比較



¹³ 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)

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



また、クラス1容器、炉心支持構造物の供用状態Dの制限値 P_{cr} は、材料の降伏点を $\text{MIN}[2.3S_m, 0.7S_u]$ 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¹⁴。

- ・ 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 $2.3S_m$ 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¹⁵。

- ・ 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。

¹⁴ 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)

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)(c) 3)

- ・ 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℃		SM400C at 200℃	
		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℃		SUS304 at 200℃	
		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

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。

○ クラス1支持構造物の供用状態Dにおける制限値 P_{cr} の技術的妥当性を示してください。(参考資料3-1 2.(2)(b))

(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(「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 支持構造物(クラス1支持構造物)の許容曲げ応力は2012年版では、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。

(2) 日本機械学会による変更の理由

- ① 設計・建設規格の支持構造物の規定は日本建築学会「鋼構造設計規準」に基づいているが同規準2005年版での改訂において曲げ応力の内曲げ座屈に対する許容応力の算定式が見直された。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

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。

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¹⁶。

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¹⁷。

- ・ 曲げに対する許容応力の見直しに対する質問として回答します。
- ・ 今回の曲げ応力に対する許容応力の規定の改定は、鋼構造設計規準(現鋼構造許容応力度設計規準)に従い、本来の横座屈耐力式を基本としたものです。材質にかかわらず2軸対称断面に対して一般(中空矩形断面を除く)に適用できます。

¹⁶ 第1回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-3-1 (2)

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 (3) (a)

・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。

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

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

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

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

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

・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(v)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(v)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。

「SSB-3121 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。

○ 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を説明してください。(参考資料 3-1 (3)(b))

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。

- 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します。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を示してください。(参考資料 3-1 (3) (c))

【追而】

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¹⁸。

- ・ 鋼構造設計規準の疲労に規定は、1973 年版、2005 年版とも規準に記載の通り、繰返し回数が 1×10^4 回を超える高サイクル疲労に対するものであり、クレーンの支持架構や機械の支持部などを対象としています。
- ・ 実機では共振しないように機器は設置されており、振動による影響は軽微と考えられます。
- ・ 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返し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 ($2S_y$) 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。

- ASME 規格 NF の Linear type の支持構造物には高サイクル疲労の規定があ

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 (3) (b)

りますが、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を説明して下さい。(参考資料 3-1(3)(a))

【追而】

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

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 <u>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。</u></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¹⁹。

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。

(4) 適用に当たっての条件

なし

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参考資料 2-1 (3)

4. 2 材料規格 2020

4. 2. ● JIS G 3136 「建築構造用圧延鋼材」の取り込み

本規格は、JIS G 3136 「建築構造用圧延鋼材」について、「Part2 第1章表1 使用する材料の規格」等に規定している。

(1) 変更の内容（「別表 4.1. ● JIS G 3136 「建築構造用圧延鋼材」の取り込みに関する規定内容の変更点」参照）

- ① SS 材や SM 材の溶接性を向上させた SN 材を SS 材や SM 材が使用可能な部位へ適用できるように材料規格に取り込んだ。

(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 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以下のように説明している²⁰。

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以下のように説明している^{21,22}。

- ◆ 原子力専門委員会において SN 材の規格化に必要な諸データの確認を実施。
- ◆ 原子力専門委員会より上記諸データを材料専門委員会へ提示。
- ◆ 材料専門委員会において規格化に必要な高温の S_u 値、高温の S_y 値及び高温の S 値を設定。
- ◆ 材料規格への SN 材取込み改定案を原子力専門委員会、発電用設備規格委員会において審議。

・ S_y 値について

SN400B および C 材(板厚 100mm)の S_y 値は、室温から 350℃の温度域で SS400 や SM400(A, B, C)の S_y 値を下回った。一方、SN400B および C(板厚 40mm)の S_y 値は、SS400 や SM400(A, B, C)の S_y 値と同程度であった。SN490B および C 材(板厚 40mm, 100mm)の S_y 値は、室温から 350℃の温度域で、SM490(A,

²⁰ 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 1-3-2 2(5)(b)

²¹ 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 1-3-2 2(5)(b)

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

B、C)の Sy 値を下回った。

• Su 値について

SN400B および C 材(板厚 40mm、100mm)の Su 値は、室温から 350℃の温度域で、SS400 および SM400(A、B、C)の Su 値を下回った。一方、SN490B および C 材(板厚 40mm)の Su 値は、100℃以上の高温域で SM490(A、B、C)の Su 値を上回った。SN490B および C(板厚 100mm)の Su 値は、100℃以上の高温域で SM490(A、B、C)の Su 値を下回った。

• S 値について

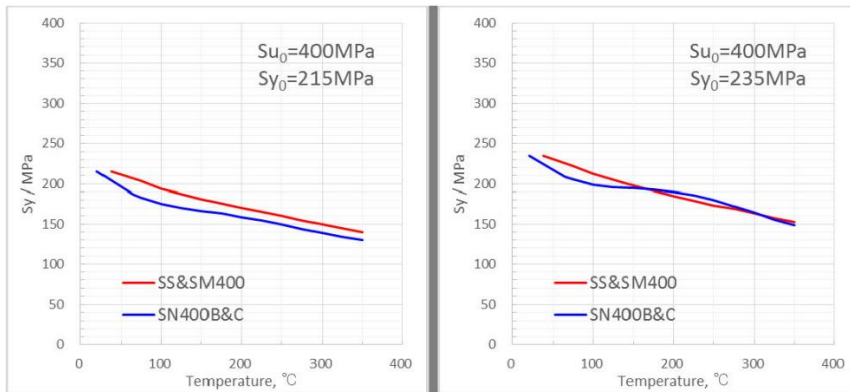
SN400B および C(板厚 100mm)の S 値は、250℃以下では SS400 および SM400(A、B、C)の S 値より高かったが、250℃を超える高温域では SS400 および SM400(A、B、C)よりも低かった。SN400B および C(板厚 40mm)の S 値は、室温から 350℃までの温度域で、SS400 および SM400(A、B、C)と同等以上であった。SN490B および C(板厚 100mm)の S 値は、350℃で SM490(A、B、C)の値を若干下回るが、325℃以下の温度域では、SM490(A、B、C)の値より高かった。SN490B および C(板厚 40mm)の S 値は、室温から 350℃までの温度域で、SM490(A、B、C)より高かった。

3 考察:SS, SM材とのSyの比較

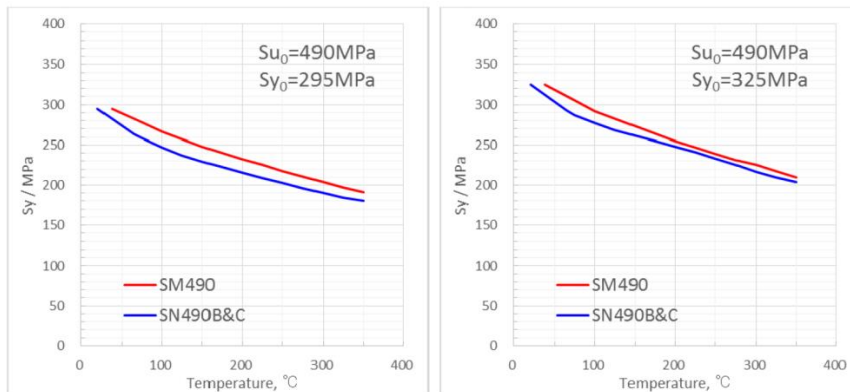
B材とC材一括解析による変更箇所

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215	215	-	203	194	-	181	-	170	165	160	155	150	145	140
SM400A		235	235	-	222	212	-	198	-	185	179	173	169	163	158	153
SM400B		245	245	-	231	221	-	207	-	193	187	181	176	170	165	159
SM400C		245	245	-	231	221	-	207	-	193	187	181	176	170	165	159
SM490A	490	295	295	-	278	266	-	248	-	232	225	218	211	204	197	191
SM490B		315	315	-	296	283	-	265	-	247	239	232	225	218	209	204
SM490C		325	325	-	305	292	-	273	-	255	247	239	231	225	218	210
SN400B	400	215	215	187	183	175	170	166	163	159	155	150	144	139	134	130
SN400C		235	235	208	205	199	196	195	193	190	186	180	172	164	156	149
SN490B	490	295	295	264	258	247	237	229	222	215	209	203	196	190	185	180
SN490C		325	325	292	287	277	269	262	255	248	241	233	225	217	210	204

3. 考察: SS, SM材とのSyの比較



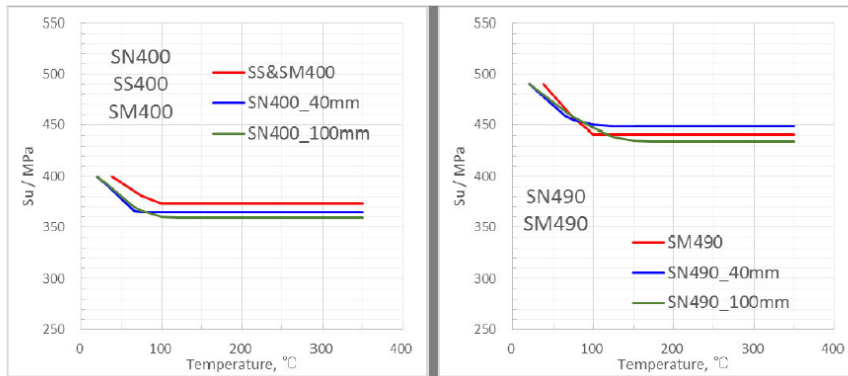
3 考察 SS, SM材とのSyの比較



3. 考察: SS, SM材とのSuの比較

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215														
SM400A		235	400	-	381	373	373	373	373	373	373	373	373	373	373	373
SM400B		245														
SM400C																
SM490A	490	295														
SM490B		315	490	-	457	441	441	441	441	441	441	441	441	441	441	441
SM490C		325														
SN400B	400	215	400	370	366	360	359	359	359	359	359	359	359	359	359	359
SN400C		235	400	366	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
SN490B	490	295	490	463	458	447	439	435	434	434	434	434	434	434	434	434
SN490C		325	490	459	455	450	449	449	449	449	449	449	449	449	449	449

3. 考察:SS, SM材とのSuの比較



3 考察:S値(SN490B, SN490C)

朱書き: B材とC材一括解析による変更箇所

SN490B, SN490C S _T : 490MPa S _y : 295MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
S _u /S _u (R _T)	1.000	0.946	0.935	0.912	0.895	0.887	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885	0.885
S _y /S _y (R _T)	1.000	0.893	0.875	0.836	0.804	0.777	0.753	0.730	0.709	0.687	0.666	0.645	0.626	0.610
1/3.5 × S _T	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
(1.1)/3.5 × S _T × R _T	154.0	145.6	144.0	140.4	137.9	136.6	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4	136.4
2/3 × S _y	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7	196.7
2/3 × S _y × R _T	196.7	175.7	172.1	164.4	158.2	152.8	148.1	143.6	139.4	135.1	130.9	126.9	123.2	120.0
S	140.0	140.0	140.0	140.0	137.9	136.6	136.4	136.4	136.4	135.1	130.9	126.9	123.2	120.0

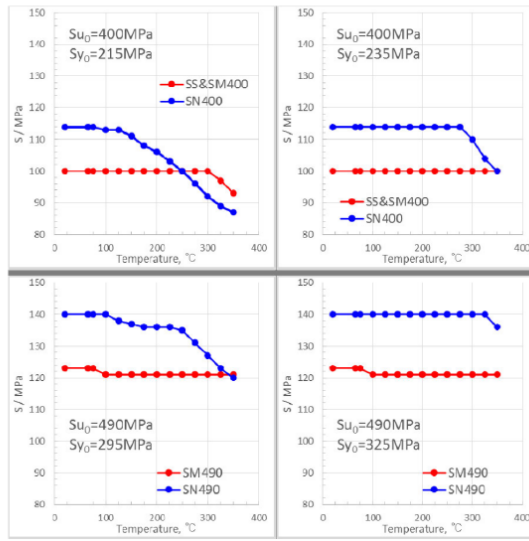
SN490B, SN490C S _T : 490MPa S _y : 325MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
S _u /S _u (R _T)	1.000	0.937	0.930	0.918	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916	0.916
S _y /S _y (R _T)	1.000	0.900	0.884	0.852	0.826	0.805	0.784	0.764	0.741	0.718	0.693	0.668	0.645	0.627
1/3.5 × S _T	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
(1.1)/3.5 × S _T × R _T	154.0	144.4	143.1	141.4	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1	141.1
2/3 × S _y	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7
2/3 × S _y × R _T	216.7	195.0	191.6	184.5	179.0	174.3	169.9	165.4	160.6	155.5	150.1	144.7	139.8	135.8
S	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	139.8	135.8

3. 考察:SS, SM材とのS値の比較

朱書き: B材とC材一括解析による変更箇所

記号	常温の 最小 引張強さ MPa	常温の 最小 降伏点 MPa	-30 ~ 40	65	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
SS400	400	215	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	93
SM400A		235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM400B SM400C		245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SM490A	490	295	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
SM490B		315	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
SM490C		325	123	123	123	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
SN400B	400	215	114	114	114	113	113	111	108	106	103	100	96.2	92.5	89.1	86.7
SN400C		235	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	110	104	100
SN490B	490	295	140	140	140	140	138	137	136	136	136	135	131	127	123	120
SN490C		325	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&SM400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&SM400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以下のように説明している²³。

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。

日本機械学会は、ASME BPVC Section II 2013 Part D 及び材料規格 新規材料採用ガイドラインを参考にし、新規に材料を取り込む際の要求事項について確認し、材料を取り入れたとしている。SN 材は SS 材及び SM 材と比較し化学成分が厳しく制限されており溶接性も考慮されている。また、機械的性質についても建築用途では使用されない高温側までデータが示された。

- SN 材は建築構造用圧延鋼材であるが、JIS G 3136 の解説（「3. 審議中に特に問題になった事項」(7)）には、建築用途への使用を限定していない。しかし、JIS 圧力容器規格に取り込まれていないことから、2020 年版においては耐圧部への使用は除くこととし、これを明確にするために S 値は適用除外としてはどうか。

(4) 適用に当たっての条件
(追而)

(5) 要望事項
(追而)

²³ 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

4. 2. ● JIS G 4052「焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM435H/ SCM440H/ SCM445H」の取込み

本規格は、焼入性を保証した構造用鋼鋼材 SCM435H/SCM440H/SCM445H について、「Part2 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. ● 焼入性を保証した構造用鋼鋼材に関する SCM435H/SCM440H/SCM445H の取込みに関する規定内容の変更点」参照）

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。

(2) 日本機械学会による変更の理由

①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。

(3) 検討の結果

①材料規格 2012 年版には、「JIS G 4053 機械構造用合金鋼鋼材クロムモリブデン鋼」の SCM435、SCM440 及び SCM445 (いずれもクロムモリブデン鋼) が規定されており、これらと同様のプロセスで製造され熱処理が行われている材料として JIS G 4052 焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H鋼) の SCM435H、SCM440H 及び SCM445H (いずれもクロムモリブデン鋼) を取り込んでおり、それらの機械強度等の規格値は、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無いが、規格値を設定した根拠について、日本機械学会は以下のように説明している²⁴。

機械構造用合金鋼鋼材 SCM435 (JIS G 4053) 並びに焼入性を保証した構造用鋼鋼材 (H鋼) SCM435H (JIS G 4052) はともに熱処理を行ったうえで使用される。

SCM435H は SCM435 と比べて化学成分 (表 1) に若干の違いはあるものの、SCM435H に対しては焼入性を保証するために硬さ (JIS G 4052 表 25*1) と結晶粒度 (JIS G 4052 表 3*2) 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

²⁴ 第1回設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合、資料 1-3-2

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。

*1 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。

*2 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。

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。

SCM440H 及び SCM445H の取込み方法

材料規格の“Part 2 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。

“Part 3 設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点、設計張強さ、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。

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 (JIS G 4052 表 26、27*1) と結晶粒度 (JIS G 4052 表 3*2) が規定されている。

そのため、SCM440H 及び SCM445H は質量効果が考慮された一定品質の機械的特性が確保されている。

このような状況を踏まえれば、SCM440H/SCM445H は材料特性上、SCM440/SCM445 と同等であり、材料品質上は SCM440/445 よりもむしろ良好と考えられる。

なお、JIS G 4053 から JIS G 4052 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。

*1 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。

*2 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。

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。

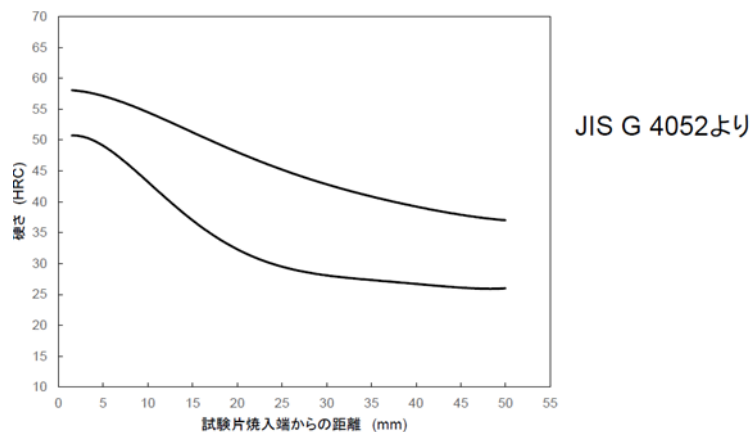
また、日本機械学会は規格値の設定の根拠について以下のように説明している²⁵。

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



焼入れ性の指定方法

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

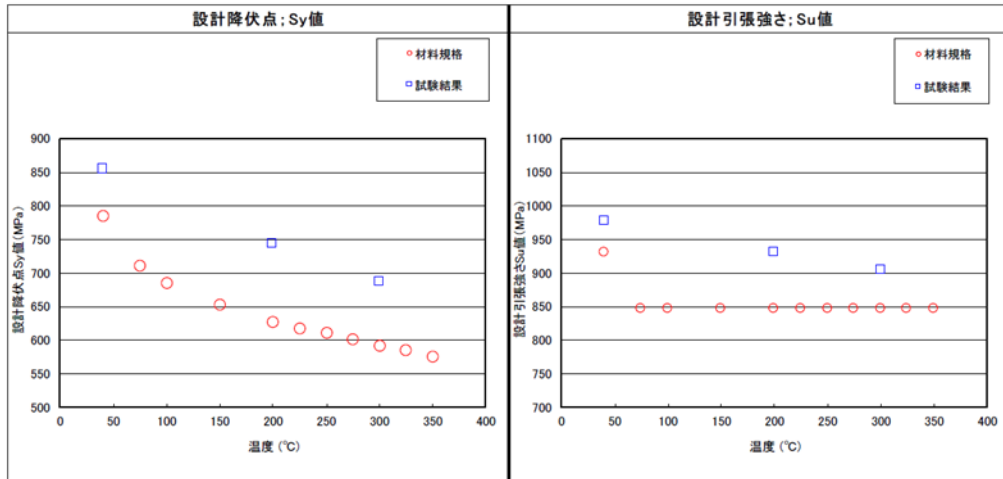
H鋼とH鋼でない材料の高温の S_y 値及び S_u 値のデータは持ち合わせてはいないが、材料規格では同一の常温最小引張強さ及び常温最小降伏点を要求しており、化学成分に若干の差異はあるものの焼入れ性の確認と平均粒度番号の規定により、H鋼はH鋼でない材料と同等以上の機械的性質が保証されていると考えている。

なお、マーケットニーズはSCM435、SCM440 及びSCM445 からSCM435H、SCM440H 及びSCM445 へ移っており、実際に市場に流通している材料は、焼入れ性が保証されたH鋼であり、H鋼でないものは注文生産であるとの報告もある。

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 2-2

また、H鋼とH鋼でない材料の同等性についてはJSMEに複数の質問が寄せられている。

試験結果(SCM435)*は材料規格(SCM435、SCM435H)の規定値を上回っている。
 (*:試験結果はNRIM FATIGUE DATA SHEET No.23より引用)



材料規格(SCM435、SCM435H)の規定値と試験結果(SCM435)

- 「化学成分に若干の差異はあるものの焼入れ性の確認と平均粒度番号の規定によりH鋼はH鋼でない材料と同等以上の機械的性質が保証されている」とした理由を説明して下さい。

(追而)

(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 における設計・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 における材料規格 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 における溶接規格 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 における事例規格 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 における関連規格の設計・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 における関連規格の材料規格 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 における関連規格の溶接規格 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 における関連規格の事例規格 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

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