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

（第２分冊）

令和７年９月

原子力規制委員会

目次

４．技術評価の内容 57

４．１　設計・建設規格 2020 57
４．１．１　総則的事項 57
４．１．１．１　準用する規格の発行年 57
４．１．１．２　機器等の耐震クラス区分 65
４．１．１．３　設計に関する用語 68
４．１．２　非破壊試験技術者 69
４．１．３　非破壊試験 71
４．１．３．１　超音波探傷試験 71
４．１．３．２　放射線透過試験 79
４．１．３．３　目視試験 83
４．１．４　許容応力に対する特別な要求 84
４．１．５　使用する材料 85
４．１．５．１　ボルト材の機械試験 89
４．１．５．２　非破壊試験の特例 92
４．１．６　クラス 2、3 容器の上位クラス規定の適用 94
４．１．７　応力強さの制限・継手効率 97
４．１．８　平板の取付方法 103
４．１．９　継手区分 C 及び D の構造 138
４．１．１０　クラス MC 容器の特例 151
４．１．１１　管の一次応力の制限 152
４．１．１２　伸縮継手 154
４．１．１３　弁の形状 161
４．１．１３．１　本体 161
４．１．１３．２　付属物 171
４．１．１４　支持構造物 173
４．１．１４．１　支持構造物に使用可能な材料の規定 173
４．１．１４．２　クラス 1 支持構造物の曲げ応力 175
４．１．１４．３　支持構造物のボルト 181
４．１．１４．４　クラス 1 支持構造物の極限解析 187
４．１．１５　炉心支持構造物 206
４．１．１６　安全弁等 211
４．１．１７　耐圧試験 213
４．１．１８　弁又はフランジの許容圧力 215
４．１．１９　応力拡大係数の計算方法 224

４．１．２０　JIS 規格の引用年版変更 226
４．１．２０．１　JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」..... 226
４．１．２０．２　JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」..... 227
４．１．２０．３　JIS B 2312「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」..... 230
４．１．２０．４　JIS G 3443-2(2014)「水輸送用塗覆装鋼管－第 2 部：異形管」
..... 230
４．１．２０．５　JIS K 6250(2006)「ゴム－物理試験方法通則」..... 231
４．１．２０．６　JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」..... 231
４．１．２０．７　JIS Z 2320-1「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」
..... 232
４．１．２０．８　JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」 234
４．１．２１ 以前の技術評価についての反映状況..... 235
４．１．２２　設計・建設規格の適用に当たっての条件..... 239
４．１．２３　過去の技術評価における要望事項..... 253
４．１．２４ 設計・建設規格の策定に関し望まれる事項..... 254
別添　JIS B 2220 解説表 8 のオーステナイト系ステンレス鋼のフランジ許容応力表と材料規格との比較に関する調査..... 258

４．技術評価の内容

４．１　設計・建設規格 2020

４．１．１　総則的事項

４．１．１．１　準用する規格の発行年

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

（１）変更の内容

①設計・建設規格から材料の JIS 規格年版を削除し、材料について適用する JIS 規格の年版を「本規格中で指定された年版（指定のない場合は最新版)」から「材料の JIS 規格は材料規格による」に変更

②本規格で指定する JIS 規格年版と同等と判断される年版は使用可能と追加

③発電用原子力設備規格 溶接規格、材料規格及び原子力発電所耐震設計技術規程の引用年版を変更

表 4.1.1.1　準用する規格の発行年の変更点

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

（２）日本機械学会による変更の理由[1]

①、②JSME 規格で引用している JIS 規格を最新年版に読み替えることが可能となるような規定を設けることにより、JSME 規格発行後に JIS 規格が改定になった際に最新

[1] 変更の理由に出典がないものは、審議資料等から推定した

JIS 規格を速やかに適用できるようにする[2]。

③引用している材料規格及び溶接規格の年版を改定する[3]。

（３）検討の結果

①、②旧原子力安全・保安院は事例規格の技術評価[4]において、「JIS 年度版の読み替えは、今後も予想されることから、使用者の利便性及びエンドース手続きの効率化を考慮し、その都度、事例規格を作成する必要がないよう、JIS 年版読み替えの一般化（読み替えの考え方等）を規定するよう要望する。」としていた。これを踏まえて、日本機械学会が現状引用している JIS 規格を最新年版に読み替える際に実施している作業（新旧比較表）の考え方を規格本文に規定したものであり、変更は妥当と判断する。

③「GNR-1122 準用する規格の発行年」において、「(2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016（2019 年追補まで含む)」、「(3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016（2019 年追補まで含む)」とされているが、今回の技術評価の対象は両規格とも 2020 年版である。両規格の 2019 年追補と 2020 年版の差について、設計・建設規格としての適用性の点から、日本機械学会は、次のように説明している[5]。

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

日本機械学会によれば、今後引用年版を統一するとのことであるが、技術評価は、設計・建設規格の 2020 年版を対象としたことから、材料規格、溶接規格においても 2020 年版を適用することとし、「発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016(2019年追補まで含む)」は「発電用原子力設備規格 材料規格JSME S NJ1-2020」、「発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016(2019 年追補まで含む)」は「発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2020」と読み替える。

設計・建設規格、材料規格及び溶接規格は一体として用いられる規格である。異なる年版の規格を引用することの妥当性について検討することが望まれる。

---

[2] 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 23 頁

[3] 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 67 頁

[4] 「日本機械学会「発電用原子力設備規格設計・建設規格」(2007 年追補版）並びに【事例規格】「設計・建設規格 2005 年版「管の設計」(管継手、フランジ）の JIS 規格年版の読替規定（NC-CC-003)」及び【事例規格】「設計・建設規格 2005 年版付録材料図表 JIS 規格年版の読替規定（NC-CC-004)」に関する技術評価書」(平成 20 年 10 月 原子力安全・保安院 独立行政法人原子力安全基盤機構）の「6.3 日本機械学会への要望事項」(3)JIS 年度版読替事例規格

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

また、JEAC 4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」については、今後技術評価を行う予定[6]であり、現時点では妥当性を確認していないことから、削る。

これに関連して、「添付 4-1 RT_{NDT}要求値の決定方法」の「3.2.2 RT_{NDT}要求値の決定方法」に JEAC4201-2007（2010 年追補版及び 2013 年追補版を含む。）「原子炉構造材の監視試験方法」（以下「監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）」という。）が、「4.燃料装荷後の非延性破壊防止評価」に JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」（以下「監視試験方法（JEAC4201-2016）」という。）が引用されている。

監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）については、技術基準規則解釈第 14 条において引用されている年版と同じであることから、変更は妥当と判断する。

「3.2.2 RT_{NDT}要求値の決定方法」には、「RT_{NDT} 要求値を算出する場合」監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）によるとあるが、これらの規格には「RT_{NDT}要求値」という規定はないので、この場合の「RT_{NDT}要求値」が監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）の何を指すのかを明確にすることを要望する。

JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」は、令和 2 年に技術評価が行われ、「現時点において規制における適用性を判断することは、時期尚早であることから、技術基準規則解釈への引用を見送る」とされた[7]。このため、技術基準規則解釈には 2007 年版が引用されていることから、「4.燃料装荷後の非延性破壊防止評価」の「原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価は、JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」RF-4110 に従うこと。」は「原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価は、JEAC4206-2007「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法」RB-4110 に従うこと。」に読み替える。

JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」は技術評価において「現時点において規制における適用性を判断することは、時期尚早である」とされた規格である。このような位置付けの規格を引用することの妥当性について検討することが望まれる。

（４）変更点以外の評価

(a) 設計・建設規格の対象とする規定に係る知見の収集方法と技術評価における要望事項への対応

日本機械学会発電用設備規格委員会は「対象規格の改定は以下の目的で継続的に実施」とし、その一つとして「新知見の取り込み」を掲げている[8]。設計・建設規格の章ごとに対象とする知見の収集方法について、日本機械学会は、次のように説明して

---

6 民間規格の技術評価の実施に係る計画（令和６、７年度）https://www.nra.go.jp/data/000473481.pdf

7 令和 2 年度第 23 回原子力規制委員会「資料４日本電気協会の「原子炉圧力容器に対する供用期間中の破壊靭性の確認方法」及び「フェライト鋼の破壊靭性参照温度Ｔo 決定のための試験方法」に係る技術評価の結果について」（令和 2 年 9 月 9 日）

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 1-1-1：「対象規格改定の主な方針」

いる[9]（例：容器の管板、平板、鏡板等の規定についての新知見）。

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

ASME Code Sec.Ⅲ[10]に規定のない部材（例：管板、伸縮継手、クラス 4 配管等）の知見収集方法について、日本機械学会は、次のように説明している[11]。

上記回答に記載の通り、ASME 以外にも国内外の規格・基準の動向、国内外の研究動向（ASME PVP Conference, ICONE 等）、国内外の規制動向（NRA 新規制基準審査会合、規格類協議会等）、国内外のプラント運転経験（NUCIA、NRA 指示文書等）を調査し知見を収集しています。

ASME Code Sec.Ⅲに規定のない部材（例：管板、伸縮継手、クラス 4 配管等）の知見収集方法については、調査対象とする規格・団体等を明確にして収集活動をすることが望まれる。

正誤表の技術評価書[12]における気付き・要望事項に対する対応状況について、日本機械学会は、次のように説明している[13]。（材料規格、溶接規格についても同じ）

日本機械学会 設計・建設規格（JSME S NC1）正誤表（令和元年 7 月 1 日付け）等及び日本電気協会 原子炉格納容器の漏えい率試験規程（JEAC4203-2008）正誤表（平成 28 年 12 月 13 日付け）等に関する技術評価書において、日本機械学会が発行する正誤表に対する技術評価が行なわれ、その妥当性を評価されたことを確認しました。

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

正誤表の技術評価書における気付き・要望事項についても、規格の技術評価書と同様に対応することが望まれる。

(b)引用規格の最新版の取り入れ

「GTM-1130 機械試験の種類」において、JIS Z 2242(2005)「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」を適用しているが、同規格は 2018 年版が発行されている。2018 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[14]

---

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

10 Rules for Construction of Nuclear Facility Components

11 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅰ 1.(1)-1

12 例えば、日本機械学会「JSME　発電用原子力設備規格　設計・建設規格（2012 年版（2013 年追補含む））〈第Ⅰ編　軽水炉規格〉（JSME S NC1-2012/2013）正誤表」（平成 26 年 12 月 5 日付け）に関する技術評価書

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参考資料 3-6：Ⅰ 1.(2)(c)

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

(「RST-1120 監視試験片の種類」(2)についても同じ。)。

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

溶接規格 2020 は、JIS Z 2242(2018)「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」を適用している。「(３) 検討の結果」の③において、日本機械学会は「溶接規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版の 2019 年版からの変更分については、設計･建設規格 2022 年版の改定の際に、問題がないことを確認した」としており、JIS Z 2242(2018)「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」についても問題がないことを確認したかについて、次のように回答している[15]。

そのご理解で結構です。

「GTN-4141 放射線透過試験用装置」において、JIS Z 4560(1991)「工業用γ線装置」を適用しているが、同規格は 2018 年版が発行されている。2018 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[16]。

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

「GTN-7210 一般事項」において、2020 年版に JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」が適用されているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[17]。

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

溶接規格 2020 では JIS Z 2343-1(2017) 「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」が適用されている。2001 年版を確認し、2017 年版で問題がないことを確認したかについて、日本機械学会は、次のように説明している[18]。

そのご理解で結構です。

「PPB-3414 フランジ」(2)及び「VVB-3390 弁箱と弁ふたのフランジの応力評価」において、JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造－一般事項」を適用しているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[19]。

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

---

[15] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(4)-1

[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参考資料 3-3：Ⅱ 1.(10)

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

[18] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(13)-1

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

JIS B 8267「圧力容器の設計」のフランジ設計と JIS B8265「圧力容器の構造－一般事項」のフランジ設計は同じであるので、JIS B 8267「圧力容器の設計」の 2017 年版を取り込んだとの説明である。

「PPD-3415 管継手」において、JIS B 2316(2007)「配管用鋼製差込み溶接式管継手」を適用しているが、同規格は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[20]。

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

「SRV-2010 一般要求」において引用する、JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」は 2017 年に改定されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[21]。

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

当該 JIS 規格の 1994 年版から 2009 年版、2017 年版への技術的変更点とその影響について、日本機械学会は、次のように説明している[22]。

「SRV-2010 一般要求」において引用している JIS B 8210 の材料に関して、1994 年版から 2009 年版、2017 年版への技術的変更点とその影響について確認しています。

各年版の変更点を確認したところ、一部参照 JIS 番号が変更になっているものの、JIS の統廃合に関するものであり、内容については影響がないことを確認しました。(JIS B 8270（圧力容器（基盤規格)）は JIS B 8265（圧力容器の構造－一般事項）へ移行している等)

また、2017 年版では“耐圧部”が“耐圧外殻構造部”という表現になっているものの、技術的に影響がないことを確認しました。

以上から、当該項目に関する JIS 年版の影響はないことを確認しました。

JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」適用については「４．１．１６安全弁等」で検討する。

「SRV-3113 破裂板の容量計算」において引用する JIS B 8226 (2000)「破裂板式安全装置」は 2011 年に改定され JIS B 8226-1、2、3 に分割されている。2011 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は、次のように説明している[23]。

---

[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参考資料 3-3：Ⅱ 1.(49)

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

[22] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(81)-1

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

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

JIS B 8226(2000)「破裂板式安全装置」の2000年版と2011年版との技術的変更点とその影響について、日本機械学会は、次のように説明している[24]。

「SRV-3113破裂板の容量計算」において引用しているJIS B 8226の吹出し量に関して、2000年版と2011年版の変更点を確認しました。

各年版の変更点を確認したところ、蒸気用と液体用の吹出し量で用いる式の係数が以下の表の通り異なっています。いずれも2011年版で参照しているISO規格に準じて、小数点以下第二位表記で統一しているもので、技術的に変更があったわけではありません。また、ガス用に関しては2011年版の方が係数が小さくなり吹出し量が小さくなりますが、その差は1%未満であり、実用的に問題はないものと判断されます。

尚、下記の係数以外に変更点はありませんでした。

	2000年版	2011年版
蒸気用	5.246	5.25
ガス用	5.1	5.09

改定に際しては、引用する規格の最新年版の取り入れを検討することが望まれる。

最新版を評価した結果、技術的変更がなかったとしても、引用規格に規定する規格の内容が変更されている場合もある。確認した年版を引用することで評価したことを明確にすることができることから、年版を変更して明確にすることが望まれる。

(c)「安全弁等」及び「真空破壊弁」の機器区分

「GNR-1210機器等の区分」において、設計・建設規格（第Ⅰ編）で規定する機器等の区分は、(1)から(6)までに定めるとおりとするとして、下記が規定されている。

(1) 容器（クラス1 容器、クラス2容器、クラス3容器及びクラスMC容器）
(2) 管（クラス1 配管、クラス2配管、クラス3配管及びクラス4配管）
(3) ポンプ（クラス1ポンプ、クラス2ポンプ及びクラス3ポンプ）
(4) 弁（クラス1弁、クラス2弁及びクラス3弁）
(5) 支持構造物（クラス1支持構造物、クラス2支持構造物、クラス3支持構造物及びクラスMC支持構造物）
(6) 炉心支持構造物

「安全弁等」及び「真空破壊弁」については記載がなく、機器区分が明確でないことから、「安全弁等」及び「真空破壊弁」の機器区分とクラスを明確にするよう要望する。

(d) セーフエンドの必要厚さや最小長さなどの設計規定

「(解説 GNR-1230) 機器等の範囲」(3)において、「容器又はポンプに溶接されるセーフエンドは、それぞれ容器又はポンプに含める。」と記載されているが、セーフエンドに関する設計規定が容器又はポンプの項に記載されていない。機器のクラス別

[24] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(82)-1

のセーフエンドの必要厚さや最小長さなどの設計規定について、日本機械学会は、次のように説明している[25]。

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

また、ポンプの管台の規定ではケーシングの吸込口部分及び吐出口部分を除くとしており、管台の規定をセーフエンドに適用できない。ポンプの場合のセーフエンドを適用する条項について、日本機械学会は、次のように説明している[26]。

PMB-3000 にて容器(PVB-3000 番台)を準用しています。

「(解説 GNR-1230) 機器等の範囲」(3)の「容器又はポンプに溶接されるセーフエンドは、それぞれ容器又はポンプに含める。」は規定事項であるので本文に移し、セーフエンドの適用規定を明確にすることを要望する。

(5)適用に当たっての条件

変更点

①、②なし

③

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
GNR-1122 準用する規格の発行年	JIS 規格、溶接規格、材料規格及び原子力発電所耐震設計技術規程の適用年は以下によること。 (1) JIS 規格 (略) (2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016 (2019 年追補まで含む) (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016 (2019 年追補まで含む) (4) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2015 日本電気協会	JIS 規格、溶接規格、材料規格及び原子力発電所耐震設計技術規程の適用年は以下によること。 (1) JIS 規格 (略) (2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2020 (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2020
添付 4-1 RT_{NDT} 要求値の決定方法」の「3.2.2 RT_{NDT} 要求値の決定方法	4.燃料装荷後の非延性破壊防止評価 原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価	4.燃料装荷後の非延性破壊防止評価 原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価

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

[26] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1:Ⅱ 1.(2)-1

	は、JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」RF-4110に従うこと	は、JEAC4206-2007「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法」RB-4110 に従うこと。

変更点以外

なし

（６）要望事項

○　「添付 4-1 RT_{NDT}要求値の決定方法」の「3.2.2 RT_{NDT}要求値の決定方法」には、「RT_{NDT} 要求値を算出する場合」原子炉構造材の監視試験方法監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）によるとあるが、この場合の「RT_{NDT}要求値」が監視試験方法（JEAC4201-2007/2010/2013）の何を指すのかを明確にすることを要望する。

○　「安全弁等」及び「真空破壊弁」については記載がなく、機器区分が明確でないことから、「安全弁等」及び「真空破壊弁」の機器区分とクラスを明確にするよう要望する。

○　「(解説 GNR-1230) 機器等の範囲」(3)の「容器又はポンプに溶接されるセーフエンドは、それぞれ容器又はポンプに含める。」は規定事項であるので本文に移し、セーフエンドの適用規定を明確にすることを要望する。

４．１．１．２　機器等の耐震クラス区分

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

（１）変更の内容

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

表 4.1.1.2　機器等の耐震クラス区分に関する規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GNR-1250 機器等の耐震クラス区分 機器等の設計においては JEAC 4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。 （削る）	GNR-1250 機器等の耐震クラス区分 （新設） GNR-1251 耐震クラスの設定 機器等の設計においては GNR-1252 の耐震重要度分類の区分に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。

（削る）	GNR-1252 耐震重要度分類 耐震クラスは対象となる機器の施設の機能に応じ、次の(1)から(4)の耐震重要度分類により規定する (1)As クラス その機器の破損により冷却材喪失を引き起こす恐れのあるもの、原子炉を緊急停止させかつ安全停止状態に維持するために必要な機器、使用済み燃料を貯蔵するための施設および原子炉格納容器 (2)A クラス 原子炉事故の際に放射線障害から公衆を守るために必要なものおよびその機能喪失が公衆に放射線障害を及ぼす恐れのあるもので耐震 As クラスに属さないもの。 (3)B クラス 高放射性物質に関連するものであって、耐震 As および A クラスに属する以外のもの。 (4)C クラス 放射性物質に関する施設で、上記耐震クラスに属さないものおよび放射線安全に関係しない施設

（２）日本機械学会による変更の理由

①JEAC4601「原子力発電所耐震設計技術規程」の 2008 年版が改定され、2015 年版が発行された 。そこで、2015 年版(JEAC4601-2015)を取り込む 。また、機器等の耐震クラス区分(GNR-1250)は JEAC4601 の耐震重要度分類と重複するため、耐震重要度分類は JEAC4601 に従うことを規定し、本文から耐震重要度分類の規定は削除する[27]。

（３）検討の結果

①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（以下「設置許可基準規則」という。）の解釈の別記 2 第 4 条 2 において、「設計基準対象施設は、耐震重要度に応じて、次に掲げるクラスへの分類（以下「耐震重要度分類」という。）をするものとする」として、S クラス、B クラス及び C クラスを規定している。

「４．１．１．１　準用する規格の発行年」（３）③で述べたとおり、原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2015 の妥当性は確認していないことから、以下のとおり読み替える。

・　「GNR-1250 機器等の耐震クラス区分」の「JEAC 4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」で定める」は「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の解釈（以下「設置許可基準規則解釈」とい

[27] 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 1-1-2：50～52 頁

う。）の別記２第４条２に規定する」

・　「GNR-2231　地震動と運転状態の組合せ」の「運転状態と組合せる地震動はJEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」において規定される」は、「設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の」

・　「GNR-2232 地震荷重と他の荷重の組合せ」の「JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」」は「設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の組合せ」

・　「GNR-2233 地震荷重に対する許容基準」の「JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計規程」に従わなければならない。地震荷重の評価に対する供用状態は供用状態Ｃ及びＤとする。この場合、供用状態Ｃでは、JEAC4601-2015　の供用状態 CS を、供用状態Ｄでは、JEAC4601-2015 の供用状態 DS の」は「設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する」

（４）適用に当たっての条件

変更点

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
GNR-1250　機器等の耐震クラス区分	機器等の設計においてはJEAC 4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。	機器等の設計においては、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の解釈（以下「設置許可基準規則解釈」という。）の別記２第４条２に規定する耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。
GNR-2231　地震動と運転状態の組合せ	運転状態と組合せる地震動はJEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」において規定される組合せに従わなければならない。 ・	運転状態と組合せる地震動は、設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の組合せに従わなければならない。
GNR-2232　地震荷重と他の荷重の組合せ	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器に供用状態 A において負荷される荷重とし、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」に従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重を含むものとする。	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器に供用状態 A において負荷される荷重とし、設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の組合せに従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重

		を含むものとする。
GNR-2233　地震荷重に対する許容基準	地震荷重に対する許容基準は、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計規程」に従わなければならない。地震荷重の評価に対する供用状態は供用状態 C 及び D とする。この場合、供用状態 C では、JEAC4601-2015 の供用状態 CS を、供用状態 D では、JEAC4601-2015 の供用状態 DS の許容基準を用いる。	地震荷重に対する許容基準は、設置許可基準規則解釈の別記 2 第 4 条 3 及び 6 に規定する許容基準を用いる。

４．１．１．３　設計に関する用語

本規格は機器等の設計に関する用語について、「PVC-211 設計に関する用語」に規定している。

（１）変更の内容

①継手区分 A、B、C、D の継手について、定義から具体的記載に変更

表 4.1.1.3　機器等の設計に関する用語の規定内容の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GNR-2120 設計に関する用語	GNR-2120 設計に関する用語
(1)～(6)（略）	(1)～(6)（略）
(7)「継手区分 A」とは、次の継手をいう。	(7)「継手区分 A」とは、容器の胴、管または管台の長手継手、球形容器、鏡板または平板の継手および半球形鏡板と容器の胴、管または管台との周継手をいう。
1）容器の胴の長手継手	（新設）
2）管又は管台の長手継手	（新設）
3）球形容器の継手	（新設）
4）鏡板又は平板の継手	（新設）
5）容器の胴に全半球形鏡板を接続する周継手	（新設）
6）管又は管台に全半球形鏡板を接続する周継手	（新設）
(8)「継手区分 B」とは、次の継手をいう。	(8)「継手区分 B」とは、容器の胴、管または管台の周継手および半球形鏡板以外の鏡板と容器の胴、管または管台との周継手をいう。
1）容器の胴の周継手	
2）管又は管台の周継手	
3）容器の胴に全半球形鏡板以外の鏡板を接続する周継手	
4）管又は管台に全半球形鏡板以外の鏡板を接続する周継手	
(9)「継手区分 C」とは、次の継手をいう。	(9)「継手区分 C」とは、機器のフランジ、平板または管板と容器の胴、管または管台との継手をいう。
1）容器の胴にフランジを接続する継手	
2）容器の胴に平板又は管板を接続する継手	

3）管又は管台にフランジを接続する継手 4）管又は管台に平板又は管板を接続する継手 5）鏡板にフランジを接続する継手 (10)「継手区分D」とは、次の継手をいう。 1）容器の胴に管台を取り付ける継手 2）管又は管台に管台を取り付ける継手 3）鏡板又は平板に管台を取り付ける継手	(10)「継手区分D」とは、機器の管台と容器の胴、管、管台、鏡板または平板との継手をいう。

（２）日本機械学会による変更の理由

①継手区分の定義は、溶接規格と設計・建設規格にそれぞれ記載があるが、表現が異なる。ユーザの利便性を考え、溶接規格の継手区分に関する記載は削除し設計・建設規格を引用する。設計・建設規格に記載する継手区分の表現は、溶接規格の表現に倣う[28]。

（３）検討の結果

①継手区分の定義を溶接規格2020に合わせて改定し、表現が同じになるようにしたものであり、変更は妥当と判断する。

これに関し、伸縮継手との溶接部の区分が不明確である。伸縮継手との溶接部はGNR-2120(7)～(10)に記載されていないため、その他の継手区分として扱われることになるが、当該継手は重要な耐圧部の継手であり、継手区分としてはB又はCに相当すると考えられる。JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書N（規定）圧力容器の伸縮継手」の「N.7 伸縮継手の溶接継手」においても、完全溶込み溶接に限ると規定されすみ肉溶接は許容されていない。一方、「図PPC-4010-6 クラス2配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」にあっては、すみ肉溶接も許容されている。

伸縮継手との溶接部の継手区分を検討し、明確にするよう要望する。

（４）適用に当たっての条件

なし

（５）要望事項

○　伸縮継手との溶接部の継手区分を検討し、明確にするよう要望する。

４．１．２　非破壊試験技術者

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

[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 1-1-2：58～66頁

（1）変更の内容

①超音波探傷試験及び渦流探傷試験を行う技術者に対する要求事項に「十分な技量」を追加

②放射線透過試験を行う技術者に対する要求事項を追加

表 4.1.2　非破壊試験技術者に求める技量の要求に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GTN-2000　垂直法による超音波探傷試験 GTN-2130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な技量、知識及び経験を持っていなければならない。	GTN-2000　垂直法による超音波探傷試験 GTN-2130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な知識と経験を持っていなければならない。
GTN-3000　斜角法による超音波探傷試験 GTN-3130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な技量、知識及び経験を持っていなければならない。	GTN-3000　斜角法による超音波探傷試験 GTN-3130 試験技術者 超音波探傷試験を行う技術者は、超音波探傷試験について十分な知識と経験を持っていなければならない。
GTN-4000 放射線透過試験 GTN-4111 試験技術者 放射線透過試験を行う技術者は、放射線透過試験について十分な技量、知識及び経験を持っていなければならない。	GTN-4000 放射線透過試験 （新設）
GTN-5000 渦流探傷試験 GTN-5140 試験技術者 渦流探傷試験を行う技術者は、渦流探傷試験について十分な技量、知識及び経験を持っていなければならない。	GTN-5000 渦流探傷試験 GTN-5140 試験技術者 渦流探傷試験を行う技術者は、渦流探傷試験について十分な知識と経験を持っていなければならない。

（2）日本機械学会による変更の理由

①非破壊試験技術者に「技量、知識及び経験」を有することを要求し、JIS Z 2305 「非破壊試験技術者の資格及び認証」の改定を反映する[29]。

②GTN-4000 放射線透過試験において、放射線透過試験を実施する試験技術者の要求を明確にするため、規定を追加する[30]。

（3）検討の結果

①②非破壊試験を実施する試験技術者の要求を明確にするため、超音波探傷試験及び渦流探傷試験を行う試験技術者の規定の記載に知識と経験に加え、新たに「技量」を

[29] 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 1-1-2：70 頁

[30] 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 1-1-2：33 頁

追加したこと、及び放射線透過試験を行う試験技術者の要求事項を新設し、十分な技量、知識及び経験を有することと規定したことは要求事項の明確化であり、変更は妥当と判断する。

非破壊試験技術者については、評価を行うことができる技術者のレベルを明確にすることを要望する。

（４）適用に当たっての条件

なし

（５）要望事項

○　非破壊試験技術者については、評価を行うことができる技術者のレベルを明確にすることを要望する。

４．１．３　非破壊試験

４．１．３．１　超音波探傷試験

本規格は超音波探傷試験について「GTN-2000 垂直法による超音波探傷試験」、「GTN-3000 斜角法による超音波探傷試験」に規定している。

（１）変更の内容

①超音波探傷試験の時間軸直線性誤差を「2%以内」から「±1%以内」に変更（GTN-2212、GTN-3212）

②超音波探傷試験片の標準穴の径及びＴ（軸方向探傷を行う際の探触子接触面から標準穴の底までの距離）の寸法許容差は±5%とする規定を追加（GTN-2241、GTN-2242）

③超音波探傷試験に用いる管の対比試験片は、内径が 15mm 未満の場合には内面の反射体を設けなくてよいとの規定を追加（GTN-3241）

④超音波探傷試験に用いる管、鋳造品及び鍛造品の対比試験片反射体の寸法許容差を追加（GTN-3242、GTN-3243）

⑤DAC 回路を使用しない厚さが 25mm を超える対比試験片の感度校正の調整を「8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いもの」から「8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さ」に変更（GTN-3253）

表 4.1.3.1　超音波探傷試験に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GTN-2000 垂直法による超音波探傷試験 **GTN-2212 時間軸直線性** 使用する超音波探傷器は、日本産業規格 JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.1.1 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が±1%以内であることが、使用する期日の 12 ヶ月以内に確認されたものでなければならな	**GTN-2000 垂直法による超音波探傷試験** **GTN-2212 時間軸直線性** 使用する超音波探傷器は、日本工業規格 JIS Z 2352(1992)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「4.2 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が 2%以内であることが、使用する期日の 12 ヶ月以内に確認されたものでなければならない。

い。 GTN-3000 斜角法による超音波探傷試験 GTN-3212 時間軸直線性 使用する超音波探傷器は、日本産業規格 JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.1.1 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が±1%以内であることが、使用する期日の 12 ヶ月以内に確認されたものでなければならない。	GTN-3000 斜角法による超音波探傷試験 GTN-3212 時間軸直線性 使用する探傷器は、日本工業規格 JIS Z 2352(1992)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「4.2 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が 2%以内であることが、使用する期日の 12 ヶ月以内に確認されたものでなければならない。
GTN-2000 垂直法による超音波探傷試験 GTN-2241 棒又はボルト等 (略) (1) (略) (2) 形状及び寸法は、図 GTN-2241-1 によること。 (図略) (備考) 寸法の単位は mm とする。 対比試験片は 3 種類とし、T はそれぞれ 75mm、試験される材料長さの 4 分の 1 及び試験される材料の長さの 2 分の 1 とする。 試験片の標準穴の径及び T の寸法許容公差は±5%とする。 図 GTN-2241-1 棒又はボルト等の場合の対比試験片 GTN-2242 鋳造品 (略) (1)(略) (2) 形状及び寸法は、図 GTN-2242-1 によること。 (図略) (備考) 寸法の単位は mm とし、T 及び D はそれぞれ表 GTN-2242-1 のとおりとする。 対比試験片の標準穴の径及び T の寸法許容公差は±5%とする。 図 GTN-2242-1 鋳造品の場合の対比試験片 (略)	GTN-2000 垂直法による超音波探傷試験 GTN-2241 棒またはボルト等 (略) (1)(略) (2) 形状および寸法は、図 GTN-2241-1 によること。 (図略) (備考) 寸法の単位は mm とする。 T はそれぞれ 75mm、試験される材料長さの 4 分の 1 及び試験される材料の長さの 2 分の 1 とする。 図 GTN-2241-1 棒またはボルト等の場合の標準試験片 GTN-2242 鋳造品 (略) (1)(略) (2) 形状および寸法は、図 GTN-2242-2 によること。 (図略) (備考) 寸法の単位は mm とし、*T* および *D* はそれぞれ表 GTN-2242-1 のとおりとする。 図 GTN-2242-2 鋳造品の場合の標準試験片 (略)
GTN-3241 管 (略) (1)、(2)(略) (3) 内面及び外面には、長さが 25 mm、幅が 1.5 mm、深さが管の厚さの 5%(管の厚さの 5%が 0.1 mm 未満の場合には 0.1 mm)の角形溝又はこれと同等の反射効果を有する反射体を設けること。この場合において内面及び外面の溝相互の距離は、長手方向又は円周方向に探触子の径の 2 倍以上でなければならない。また、管の内径	GTN-3241 管 (略) (1)、(2)(略) (3) 内面及び外面には、長さが 25 mm、幅が 1.5 mm、深さが管の厚さの 5%(管の厚さの 5%が 0.1 mm 未満の場合には 0.1 mm)の角形溝又はこれと同等の反射効果を有する反射体を設けること。この場合において内面及び外面の溝相互の距離は、長手方向又は円周方向に探触子の径の 2 倍以上でなければならない。

が 15mm 未満の場合には、内面の反射体を設けなくてよい。 (4) 反射体の長さは 25mm 以上、幅は 1.5mm 以下とし、反射体深さの寸法許容公差は±15%（最小値は±0.03mm）とする。 GTN-3242 鋳造品 (略) (1)(略) (2) 形状及び寸法は以下によること。 a. 接触部の半径が 254mm を超える場合 （図　略） （備考） (a)～(c)（略） (d) 標準穴の寸法許容公差は、穴径は±0.5mm、加工位置は±3mm とする （略） b. 接触部の半径が 254mm 以下の場合 （図　略） （備考） (a) ～(e)（略） (f) 標準穴の寸法許容公差は、穴径は±0.5mm、加工位置は±3mm とする (3)(略) GTN-3243 鍛造品 (略) (1)、(2)、(3)(略) (4) 反射体の長さは 25mm 以上、幅は 1.5mm 以下とし、反射体深さの寸法許容公差は±15%（最小値は±0.03mm）とする。	（新設） GTN-3242 鋳造品 (略) (1)(略) (2) 形状および寸法は以下によること。 a. 接触部の半径が 254mm を超える場合 （図　略） （備考） (a)～(c)（略） （略） b. 接触部の半径が 254mm 以下の場合 （図　略） （備考） (a) ～(e)（略） （新設） (3)(略) GTN-3243 鍛造品 (略) (1)、(2)、(3)（略） （新設）
GTN-3253 鋳造品 (1) DAC 回路を使用しない場合 対比試験片の反射体からのエコーの伝ぱ距離が接触部の厚さが 25mm 以下のものについては 4 分の 3 スキップ、25mm を超えるものについては 8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さを波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように試験装置を調整し、そのままの感度で対比試験片の他の反射体からのエコー高さを求める。それぞれのエコー高さを線で結び、必要な時間軸範囲にわたって延長し、DAC 曲線とする。 （図　略） (2)（略）	GTN-3253 鋳造品 (1) DAC 回路を使用しない場合 標準試験片の反射体からのエコーの伝ぱ距離が接触部の厚さが 25mm 以下のものについては 4 分の 3 スキップ、25mm を超えるものについては 8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いものを波形表示器の全目盛の 80%(75%以上 90%以下)になるように試験装置を調整し、そのままの感度で標準試験片の他の反射体からのエコー高さを求める。それぞれのエコー高さを線で結び、必要な時間軸範囲にわたって延長し、DAC 曲線とする。 （図　略） (2)（略）

（２）日本機械学会による変更の理由

①JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の規定に合わせて、「2%以内」を（＋）偏差と（－）偏差を規定した「±1%以内」に変更する。

②規格ユーザの利便性向上を図るため、超音波探傷試験に使用する UT 試験片の寸法許容差を本文規定へ取り込む。また、解説に根拠を記載する改訂の処置を行う[31]。

③管の場合で内径が 15 mm 未満の場合には、内面に反射体の加工を行うことが困難であるため、内面の反射体を設けなくてよいとする。

④規格ユーザの利便性向上を図るため、超音波探傷試験に使用する UT 試験片の寸法許容差を本文規定へ取り込む。また、解説に根拠を記載する改訂の処置を行う[32]。

⑤非破壊試験規定の表現見直しに伴う誤記訂正を行う。

（３）検討の結果

①「GTN-3212 時間軸直線性」において、「使用する超音波探傷器は、日本産業規格 JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.1.1 時間軸直線性」に従って測定し、時間軸直線性誤差(Δx)が±1%以内であることが、使用する期日の 12 ヶ月以内に確認されたものでなければならない。」と規定されている。JEAC 4207-2016「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程」では、「2410 超音波探傷器」（以下「超音波探傷試験規程 2016」という。）の「(2)時間軸直線性」において、「探傷器の時間軸直線性は、JIS Z 2352 の 6.1.1 に従って測定し、±1% fs 以内とする。」と規定し、JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」では「%fs」としている。「fs」付記の要否について、日本機械学会は、次のように説明している[33]。(「GTN-2212 時間軸直線性」についても同じ。)

「fs」はフルスクリーンの略で探傷器の横軸（時間軸）の全幅となります。

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

引用する JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」では「%fs」としているため、「fs」を付記することについて、日本機械学会は、次のように説明している[34] 。

「fs」の付記については、今後の規格の改定として検討します。

JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」において、「6.1.1.3 データの記録」c)で、時間軸直線性誤差を正の最大誤差(+)と負の最大誤差(-)を記録するよう改訂されたため、「2%以内」から「±1%以内」に変更したものであり、変更は妥当と判断する。

---

[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 1-1-2：36～39 頁

[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 1-1-2：36～39 頁

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

[34] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(7)

「GTN-3213 増幅直線性」において、JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.2.2 増幅直線性（測定方法 A)」に従って測定」し、「(1) 正の最大偏差(+h)と負の最大偏差(-h)の絶対値の和が、6%以下であること。」と規定している。超音波探傷試験規程 2016 では、「2410 超音波探傷器」の「(1) 増幅直線性」において、「探傷器の増幅直線性は、JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の 6.2.2 に従って測定し、±3%fs 以内とする。」と規定している。「正の最大偏差(+h)と負の最大偏差(-h)の絶対値の和が 6%以下」とすると、偏った増幅直線性も許容される可能性があるが、規定内容の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[35]。

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

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

JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」の「6.2.2 増幅直線性（測定方法 A)」は正の最大誤差と負の最大誤差を求めると規定しており、正と負の和を求めるとは規定していない。JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」及び超音波探傷試験規程 2016 とは異なり、偏った増幅直線性も許容される可能性がある規定にした理由について、日本機械学会は、次のように説明している[36]。

上記のとおり，増幅直線性とは，エコーの高さのレベルが直線的に比例して表示できることの性能確認であり，「目標値に対して±3%」と比べて「正と負の和が 6%以下」は性能上偏った増幅直線性とはなりません。溶接継手の UT(JEAC4207)ではなく，ユーザの利便性を考えて，従来から素材の UT で使用されている JIS G 0801(2008)，JIS G 0802(1998)の判定値を採用しています。

最新の JIS G 0801(2023)「圧力容器用鋼板の超音波探傷検査方法」及び JIS G 0802(2024)「ステンレス鋼板の超音波探傷検査方法」は、JIS Z 2352(2010)「超音波探傷装置の性能測定方法」とは異なり、正と負の和を求めると規定していることを確認した。

②寸法許容差を±5%とする規定を追加したことについては、「(解説 GTN-2241-2) 棒又はボルト等の対比試験片寸法許容公差」及び「(解説 GTN-2242) 鋳造品の対比試験片寸法許容公差」によれば、ASME Code Sec. V「Nondestructive Examination」で規定される精度を参考に寸法許容公差を規定し、寸法許容公差による感度差が再試験を

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

[36] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(8)-1

要求されない範囲内(「GTN-2251 感度校正の頻度」及び「GTN-3251 感度校正の頻度」)であることを確認していることから、変更は妥当と判断する。

「GTN-2241 棒又はボルト等」において記載する「寸法許容公差」について、日本機械学会は、次のように説明している[37]。

試験片の標準穴の径及びT の寸法に対する公差(許容差)です。

JIS の用語には「寸法許容公差」はなく、「寸法許容差」とされていることから、「寸法許容公差」を「寸法許容差」に改訂することについて、日本機械学会は、次のように説明している [38]。

ご指摘の「寸法許容差」については，用語適正化の変更となるため，正誤表ではなく、今後の規格の改定として検討します。

「寸法許容公差」は「寸法許容差」とすることを要望する。

③「(解説 GTN-3241-2) 小径管の場合の反射体の例外」によれば、JIS G 0582 (2012)「鋼管の自動超音波探傷検査方法」における管の対比試験片は、鋼管の内径が 15 mm 未満の場合には、内面の人工きずを使用しなくてもよいと規定されたことを参考に、対比試験片の内径が 15mm 未満の場合には内面の反射体を設けなくてよいとの規定を追加したとのことであり、変更は妥当と判断する。

④「(解説 GTN-3241-1) 管の対比試験片」、「(解説 GTN-3242) 鋳造品の対比試験片寸法許容公差」及び「(解説 GTN-3243) 鍛造品の対比試験片寸法許容公差」によれば、UT 試験片の寸法許容公差は JIS G 0582 (2012)「鋼管の自動超音波探傷検査方法」、ASME Code Sec.Ⅴを参考にしているとされている。また、一般的な UT 探傷条件に基づいて、最大公差寸法が欠陥評価に影響しないか UT 反射能率 (感度±2dB) を用いて検証したものであり、変更は妥当と判断する。

⑤「GTN-3253 鋳造品」において、DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線は次のように規定されている。

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

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

[38] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(5)

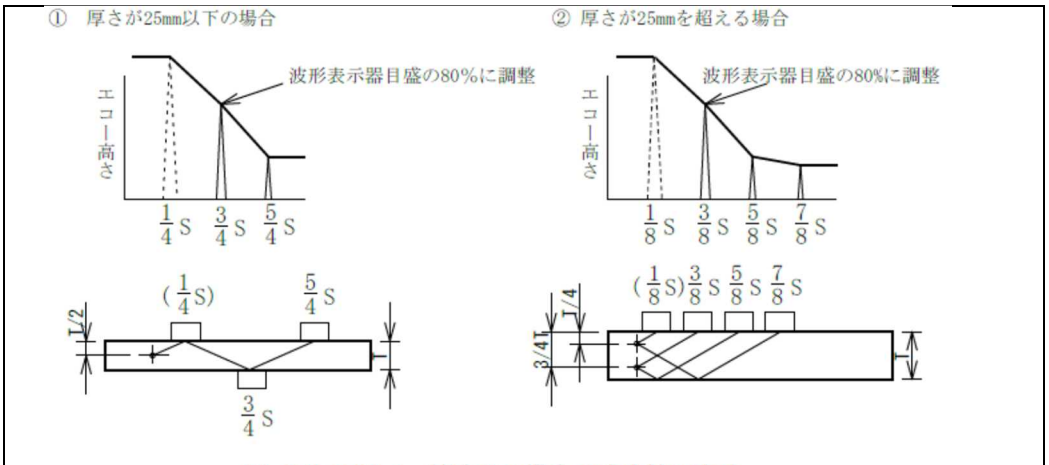


図 GTN-3253-1 鋳造品の場合の感度校正方法
(DAC回路を使用しない場合)

超音波探傷試験規程 2016 では、DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線は「図-3200-6 突合せ溶接継手の基準感度の設定（斜角法で試験部の厚さが 25mm 以下の場合）」及び「図-3200-4 突合せ溶接継手の基準感度の設定（斜角法で試験部の厚さが 25mm を超え 51mm 以下の場合）」に示されている。「GTN-3253 鋳造品」の図では、表示器の全目盛の 80%に設定した 3/4 スキップ又は 3/8 スキップの点から左側はエコー高さに沿って実線で描かれていたが、超音波探傷試験規程 2016 の図では上記の点から左側を水平（JEAC 4207-2008「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程」では「GTN-3253 鋳造品」の図と同様）に実線で表示している。

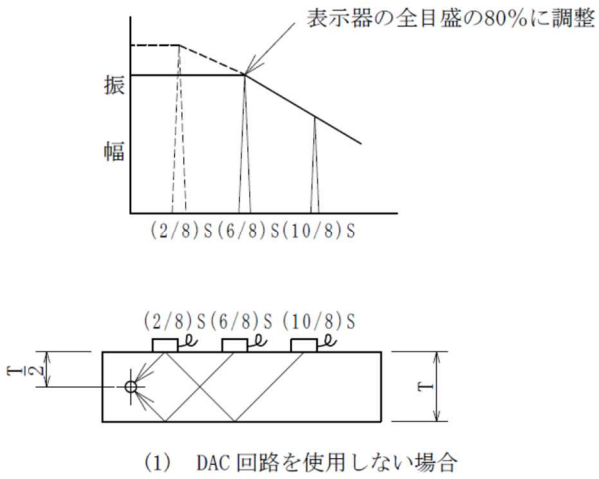


図-3200-6 突合せ溶接継手の基準感度の設定
（斜角法で試験部の厚さが 25mm 以下の場合）

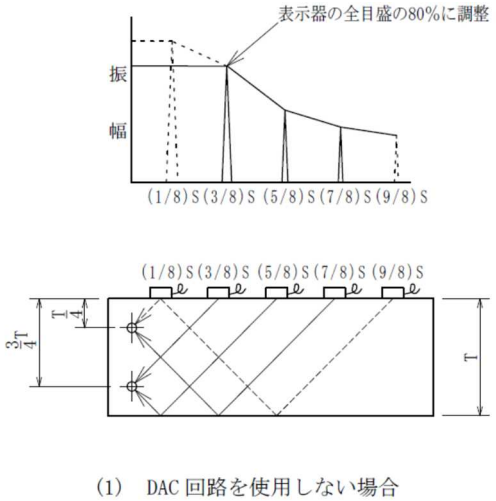


図-3200-4 突合せ溶接継手の基準感度の設定
（斜角法で試験部の厚さが 25mm を超え 51mm 以下の場合）

超音波探傷試験規程 2016 の DAC 回路を使用しない場合の DAC 曲線例

超音波探傷試験規程 2016 を取り込んでいない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[39]。

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

JEAC4207 を取り込んでいない理由は後述の（４）(a)の回答[40]を参照ください。

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

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

また、「図 GTN-3253-1 鋳造品の場合の感度校正方法(DAC 回路を使用しない場合)」の「①厚さが 25mm 以下の場合」における 1/4S 及び「②厚さが 25mm を超える場合」における 1/8S のエコーを実線ではなく破線で表示している意味について、日本機械学会は、次のように説明している[41]。

1/4S, 1/8S 位置からのエコーは，板厚／探触子によって近距離音場の不感領域となり，エコーを捉えられない場合があるため，破線で表示しています。

対比試験片の感度校正の調整を「8 分の 3 スキップであってエコーの高さのうち最も高いもの」を「8 分の 3 スキップの反射体からのエコー高さ」したことは、超音波探傷試験規程 2016 と整合させたものであり、変更は妥当と判断する。

「図 GTN-3253-1 鋳造品の場合の感度校正方法(DAC 回路を使用しない場合)」のエコーと DAC 曲線の引き方を見直すよう要望する。

（４）変更点以外の評価

(a) 超音波探傷試験の感度校正の頻度

「GTN-2251 感度校正の頻度」は次のように規定されている。

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

「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」(以下「亀裂解釈」という。)の別紙６においては、超音波探傷試験規程 2016 の適用に当たっての条件として、超音波探傷試験規程 2016 の「2520 調整方法(2)基準感度の調整 b.」の「DAC 曲線上のいずれかの点が振幅の 20%又は 2dB を超える変動があった場合」を「DAC 曲線上のいずれかの点が振幅の 20%又は 2dB 以上下がっていた場合、あるいは 20%又は 2dB を超えて上がっていた場合」と読み替えている。

「GTN-2251 感度校正の頻度」は「20%又は 2dB を超えて上がっていた場合」に相当する規定がなく、超音波探傷試験規程 2016 の「2520 調整方法(1)時間軸の調整」において、「b. 2510(2)及び(3)項による時間軸の確認の結果、DAC 曲線上のいずれかの点が、時間軸の全幅の 3%を超えてずれていた場合、最後に 2510(2)項及び(3)項で確

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

[41] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(9)-1

認された時点以降の試験は無効とする。この場合は、新たな調整を行い、無効となった試験の範囲を再試験すること。」と規定しているが、「GTN-2251 感度校正の頻度」は「時間軸の全幅の 3%以上変動していた場合」としており、整合していない。超音波探傷試験規程 2016 を取り込んでいない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[42]。

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

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

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

亀裂解釈において引用している超音波探傷試験規程 2016 は維持段階における検査手法ではあるが、超音波探傷試験の技術としては差異がないことから、超音波探傷試験規程 2016 と整合するよう整理することを要望する。

（５）適用に当たっての条件

なし

（６）要望事項

○ 「寸法許容公差」は「寸法許容差」とすることを要望する。

○ 「図 GTN-3253-1 鋳造品の場合の感度校正方法(DAC 回路を使用しない場合)」のエコーと DAC 曲線の引き方を見直すよう要望する。

○ 亀裂解釈において引用している超音波探傷試験規程 2016 は維持段階における検査手法ではあるが、超音波探傷試験の技術としては差異がないことから、超音波探傷試験規程 2016 と整合するよう整理することを要望する。

４．１．３．２ 放射線透過試験

本規格は放射線透過試験について、「GTN-4000 放射線透過試験」に規定している。

（１）変更の内容

①放射線透過試験用フィルムの濃度計校正に用いるステップ濃度の値を 0.30、3.00 及

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

び 3.90 から 0.8、2.0、3.0 及び 4.0 に変更（GTN-4152）

②透過写真を 2 枚重ねて観察する場合の「最高濃度 4.0 以下」は重ねた場合の規定である旨追加（GTN-4312）

③透過写真が GTN-4200 及び GTN-4300 の規定を満足しない場合の是正処置の手順を削除（GTN-4330）

④放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用（機器、クラス毎に規定されている非破壊試験の要求で認められている場合）が可能との規定を追加（GTN-4180）

⑤透過度計に関連する「材厚」を「透過厚さ」に変更（GTN-4232、GTN-4233）

表 4.1.3.2　放射線透過試験の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GTN-4152 濃度計の校正 （略） (1)ステップタブレット又はステップウエッジフィルム上の 0.8、2.0、3.0 及び 4.0 に最も近い濃度部分を測定し、測定値とステップタブレット又はステップウエッジフィルムに記してある値と比較した結果、± 0.05 以内であること。 (2)、(3)(略)	GTN-4152 濃度計の校正 （略） (1)　ステップタブレットまたはステップウエッジフィルム上の 0.30、3.00 および 3.90 に最も近い濃度部分を測定し、測定値とステップタブレットまたはステップウエッジフィルムに記してある値と比較した結果、±0.05 以内であること。 (2)、(3)(略)
GTN-4312 試験部の写真濃度 (1)　試験部のきずの像以外の部分における透過写真濃度は、日本産業規格 JIS G0581(1999)「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の「表 4 写真濃度範囲」の規定を満足しなければならない。 (2)　複合フィルム撮影方法により撮影した場合で透過写真を 2 枚重ねて観察する場合、それぞれの透過写真の最低濃度は 0.8 以上、2 枚重ねた場合の最高濃度は 4.0 以下でなければならない。 (3)(略)	GTN-4312 試験部の写真濃度 (1)　試験部の欠陥部以外の部分における透過写真濃度は、日本工業規格 JIS G0581(1999)「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の「表 4 写真濃度範囲」の規定を満足しなければならない。 (2)　複合フィルム撮影方法により撮影した場合で透過写真を 2 枚重ねて観察する場合、それぞれの透過写真の最低濃度は 0.8 以上、最高濃度は 4.0 以下でなければならない。 (3)(略)
GTN-4330 再試験 （略） (1) GTN-4200 及び GTN-4300 の規定を満足しない場合は、再度透過写真を撮影すること。 (2)機器毎に定める材料に関する放射線透過試験の判定基準で不適合となり、補修溶接を施した場合の補修溶接後。 (3)(略)	GTN-4330 再試験 （略） (1) GTN-4200 および GTN-4300 の規定から逸脱した場合は、撮影した透過写真を無効とし、是正処置を施した後、再度透過写真を撮影すること。 (2)各機器毎に定める材料に関する放射線透過試験の判定基準で不適合となり、補修溶接を施した場合の補修溶接後。 (3)(略)
GTN-4180 代替試験 (1)(略) (2)　フェライト系鋳造品のような場合で、	GTN-4180 代替試験 (1)(略) (2)　フェライト系鋳造品のような場合で、

放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用が可能と判断される部位は、機器、クラス毎に規定されている非破壊試験の要求で認められていれば、GTN-2000 又は GTN-3000 で規定する超音波探傷試験を代わりに用いてもよい。	放射線透過試験に代えて超音波探傷試験の適用が可能と判断される部位は、GTN-2000 または GTN-3000 で規定する超音波探傷試験を代わりに用いてもよい。
GTN-4232 透過度計の設置方法 (1)、(2)(略) (3) 透過度計は、試験部の透過厚さの変化が少ない場合、その透過厚さを代表する部位に配置しなければならない。試験部の透過厚さの変化が大きい場合は、厚い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が低い部位）及び薄い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が高い部位）に透過厚さ区分に応じた透過度計をそれぞれ配置しなければならない。 **GTN-4233 透過度計の個数** (1)(略) (2) 1 枚の透過写真上で試験部の透過厚さの変化が大きい場合は、GTN-4232(3)に従い、2 個以上の透過度計が写るようにしなければならない。 (3)(略)	**GTN-4232 透過度計の設置方法** (1)、(2)(略) (3) 透過度計は、試験部の材厚の変化が少ない場合、その材厚を代表する部位に配置しなければならない。試験部の材厚の変化が大きい場合は、厚い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が低い部位）および薄い部分を代表する部位（最も透過写真の濃度が高い部位）に材厚区分に応じた透過度計をそれぞれ配置しなければならない。 **GTN-4233 透過度計の個数** (1)(略) (2) 1 枚の透過写真上で試験部の材厚の変化が大きい場合は、GTN-4232(3)に従い、2 個以上の透過度計が写るようにしなければならない。 (3)(略)

（２）日本機械学会による変更の理由

①濃度計の校正値について、実用範囲を踏まえ、JIS G 0581「鋳鋼品の放射線透過試験方法」及び ASME Sec. Ⅴの規定内容を参考に、濃度計の校正値を見直す[43]。

②JIS G 0581(1999)の規定に合わせ、記載内容の適正化を行った。

③非破壊試験に係る規定文の適正化及び表現の見直しにより変更した[44]。

④誤解しないように GTN 4180 代替試験で、機器、クラス毎に規定される非破壊試験要求で認めている場合であることを追加する[45]。

⑤非破壊試験に係る規定文の適正化により JIS 規格の用語に整合させた[46]。

（３）検討の結果

①「GTN-4152 濃度計の校正」において、「ステップタブレット又はステップウエッジフィルム上の 0.8、2.0、3.0 及び 4.0 に最も近い濃度部分を測定」と規定している。

[43] 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 1-1-2：69 頁の 15-2

[44] 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 1-1-2：67 頁の 13-4

[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 1-1-2：69 頁の 15-3

[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 1-1-2：67 頁の 13-4

JIS G 0581「鋳鋼品の放射線透過試験方法」及びASME Code Sec.Ⅴの規定内容を参考にしたとあるが、どの規定を参考にしたのか、上記数値が「0.30、3.00および3.90」から「0.8、2.0、3.0及び4.0」に変更されている理由について、日本機械学会は、次のように説明している[47]。

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

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

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

従前の数値「0.30、3.00および3.90」の出典について、日本機械学会は、次のように説明している[48]。

出典は、ASME Sec.Ⅴの1998年版のT-262項SE-1079です。

「解説GNT-4152 濃度計の校正値について」には、濃度計の校正値について実用範囲を踏まえ以下のとおり変更したものとあり、変更は妥当と判断する。

・校正値の下限値(0.8)：JIS G 0581(1999)「鋳鋼品の放射線透過試験方法」を参考に規定

・校正値の上限値(4.0)：JIS G 0581(1999)「鋳鋼品の放射線透過試験方法」及びASME Code Sec.Ⅴ(2013) を参考に規定

・校正値の中間値(2.0、3.0)：ASME Code Sec.Ⅴ(2013) を参考に規定

②JIS G 0581(1999)の規定に合わせ、2枚重ねで観察する場合の濃度規定を明確にするため「2枚重ねた場合の最高濃度は4.0以下」を追加したものであり、変更は妥当と判断する。

③手順に当たる文章を削除したものであり、「再度透過写真を撮影すること。」という規定内容に変更はなく、変更は妥当と判断する。

④代替試験を適用する場合、機器毎に規定している非破壊試験の要求が「GTN-4180 代替試験」を優先する事を明確にするため、適用条件として「機器毎に規定されている非破壊試験の要求で認められていれば、」を追加したものであり、変更は妥当と判断する。

⑤JISとの整合化を図るため、透過度計に関連する用語「材厚」を「透過厚さ」としたものであり、変更は妥当と判断する。

（4）適用に当たっての条件

なし

[47] 参考資料3-6：Ⅱ 1.(11)

[48] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(11)-1

４．１．３．３　目視試験

本規格は目視試験について、「GTN-8000 目視試験」に規定している。

（１）変更の内容

①目視試験の「欠陥識別度」を「きずの判別能力」に変更

表 4.1.3.3　目視試験の方法に関する規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
GTN-8000 目視試験 GTN-8140 使用機材 (1)(略) (2) 視覚及びきずの判別能力を改善させるために、鏡又は拡大鏡を用いてもよい。 (3)(略)	GTN-8000 目視試験 GTN-8140 使用機材 (1)(略) (2) 視覚および欠陥識別度を改善させるために、鏡または拡大鏡を用いてもよい。 (3)(略)

（２）日本機械学会による変更の理由

①JIS Z 2300(2009)「非破壊試験用語」に基づき、「きず」、「指示」、「欠陥」の用語を統一した[49]。

参考：JIS Z 2300(2020)における“きず”及び“欠陥”の定義

きず：非破壊試験の結果から判断される不完全部又は不連続部。

注記 きずには合格となるものと、不合格となるものがある。

欠陥：規格、仕様書などで規定された合格基準を満たさず、不合格となるきず。

注記 総合した大きさ、形状、方向性、位置又は特性が規定された合格基準を満足しない、一つ以上のきずを指し、不合格とみなされる。

（３）検討の結果

①目視試験に係る「GTN-8140 使用機材」において、「欠陥識別度」が「きずの判別能力」に変更されている。「欠陥識別度」とは何かについて、日本機械学会は、次のように説明している[50]。

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

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

「欠陥識別度」について、「各機器で定められる判定基準を超えるきず指示であり、それを識別するための度合」と定義している出典について、日本機械学会は、次のよ

[49] 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 1-1-2：71 頁の 16-8

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

うに説明している[51]。

ご指摘のところについて,設計･建設規格において明確に定義している箇所(出典）がなかったことから,「きず」,「欠陥」の定義は JIS Z 2300「非破壊試験用語」に基づき，規格ユーザが理解しやすい表現として「きずの判別能力」を採用しました。

有意な「欠陥」に至らない「きず」まで含め目視試験の検出対象とすることを明確にするために、目視試験の「欠陥識別度」を「きずの判別能力」に変更したことは、表現の明確化であり、変更は妥当と判断する。

（４）適用に当たっての条件

なし

４．１．４　許容応力に対する特別な要求

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

（１）変更点以外の評価

(a) JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」、JIS G 4052「焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」及び JIS G4053「機械構造用合金鋼鋼材」の引張試験及び高温引張試験

「PVA-4100 許容応力に対する特別な要求」において、JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」、JIS G 4052「焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」及び JIS G 4053「機械構造用合金鋼鋼材」については引張試験と高温引張試験を特別要求している。

PVA-4100 許容応力に対する特別な要求（正誤表を含む。）

日本産業規格 JIS G4051「機械構造用炭素鋼鋼材」、JIS G 4052「焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」及び JIS G4053「機械構造用合金鋼鋼材」については、材料規格 Part3 第 1 章を用いる条件として、以下の(1)、(2)の条件を満足すること。

(1) 日本産業規格 JIS Z 2241(2011)「金属材料引張試験方法」により引張試験を行い、材料規格 Part3 第 1 章 表 7 に示す常温最小引張強さ及び常温最小降伏点を満足すること。

(2) 材料規格 Part3 第 1 章の表中の寸法制限を超える場合の設計応力強さ、許容引張応力、設計降伏点又は設計引張強さは、以下を満足した場合、材料規格 Part3 第 1 章の値を用いることができる。

a. 最高使用温度で 1 溶解 1 熱処理につき 2 本の引張試験を行い、それぞれの降伏点の値及び引張強さの値が、最高使用温度における材料規格 Part3 第 1 章 表 6 の設計降伏点の値以上及び材料規格 Part3 第 1 章 表 7 の設計引張強さの値以上。

b. a.の引張試験は、次によること。

(a) 試験片の採取位置は、PVB-2220 の規定に準じること。

(b) 引張試験片及び引張試験方法は、日本産業規格 JIS G 0567(2012)「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」によること。

これらの材料はボルト材等に用いられると想定されるが、ボルトには切削ねじと

[51] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(14)-1

転造ねじがある。転造ねじの材料の試験時期と試験方法について、また、頭付きボルトの頭部は圧造されることも考えられ、その場合の材料の試験時期と試験方法について、日本機械学会は、次のように説明している[52]。

引張試験については、PVA-4100 に記載の通り JIS Z 2241(2011)「金属材料引張試験方法」、JIS G 0567(2012)「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」に従い実施する必要があります。

転造ねじと圧造された頭付きボルトは JIS Z 2241(2011)「金属材料引張試験方法」及び JIS G 0567(2012)「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」では想定されていないので、使用不可と理解してよいかについて、日本機械学会は、次のように説明している[53]。

JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」及び JIS G 4053「機械構造用合金鋼鋼材」については、PVA-4100 に記載の条件を満足しない場合は、材料規格 Part3 第 1 章を用いることはできず、使用できません[54]。

破壊靭性が求められる機器に、転造ねじと圧造された頭付きボルトは使用されないことが確実となるよう規定することを要望する。

（２）適用に当たっての条件

なし

（３）要望事項

○　破壊靭性が求められる機器に、転造ねじと圧造された頭付きボルトは使用されないことが確実となるよう規定することを要望する。

４．１．５　使用する材料

本規格は使用する材料について「PVB-2000 クラス 1 容器に使用する材料」等に規定している。

（１）変更の内容

①クラス 1 ポンプの材料のみ、熱処理規定を「代えることができる」から「としてもよい」に変更

表 4.1.5　使用する材料の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
PMB-2120 熱処理 PMB-2110 の規定にかかわらず、材料の規定のうち熱処理に係る部分については、必	**PMB-2120 熱処理** PMB-2110 の規定にかかわらず、材料の規定のうち熱処理に係る部分については、必

[52] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ1.(15)

[53] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(15)-1

[54] 日本機械学会の回答は、正誤表発行（2023 年 10 月 3 日付け）前の質問と回答であるので、JIS G 4052「焼入性を保証した構造用鋼鋼材(H 鋼)」が回答に反映されていない。

要に応じ、オーステナイト化温度からの焼ならし又は焼入れ焼戻しによる熱処理としてもよい。	要に応じ、オーステナイト化温度からの焼ならし又は焼入れ焼戻しによる熱処理に代えることができる。

（２）日本機械学会による変更の理由

①設計･建設規格 2020 年版（完本版）の発行に対して、「日本工業規格」→「日本産業規格」、「および」→「及び」等、全面的に表現の編集上の見直しを行う[55]。

（３）検討の結果

①「PMB-2120 熱処理」において、「熱処理に代えることができる。」としていたものを「熱処理としてもよい。」と変更している。この変更は他の容器、配管規定にはない。変更理由について、日本機械学会は、次のように説明している[56]。

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

表記の見直しは容器、配管規定でも行われているが、「熱処理に代えることができる」という規定は従前のままとなっている。容器、配管規定で変更しなかった理由について日本機械学会は、次のように説明している[57] 。

表現の適正化は順次進めており、今後検討します。

日本機械学会の審議資料によると、「指示又は要求を示す場合の表記の見直しについては、単純な変換は意味をかえる可能性があることがわかったので、今回の対象外」としており、他の容器、配管規定にはこの変更は反映されていない。「必要に応じ、オーステナイト化温度からの焼ならし又は焼入れ焼戻しによる熱処理としてもよい」であると、規定の熱処理を行った上で、更に焼ならし又は焼入れ焼戻しをしてもよいようにも読める。従前の規定は「変えることができる」であるため、規定の熱処理は行われない。しかし、日本機械学会は、記載の適正化に当たる内容であり、要求内容の改訂ではないということである。規定の熱処理を行った上で、さらに焼ならし又は焼入れ焼戻しを行った場合でも、焼ならし又は焼入れ焼戻しにより機械的性質が決まり、規定の変更による影響はないと想定されることから、変更は妥当と判断する。

一つの規格内で容器、配管、ポンプ、弁、支持構造物等の材料の熱処理に関する表現が異なることから、全体で平仄がとれるように検討することが望まれる。

（４）変更点以外の評価

(a) 耐圧部に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材等の材料の要求事項

「PVC-2110 クラス 2 容器に使用可能な材料の規定」等各機器の使用可能な材料について、「ここで、容器に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材、控え及び強

[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 1-1-2：75 頁の 20-8

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

[57] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(58)-1

め輪等であって、重要なものは容器に含む。」と規定している。

PVC-2110 クラス 2 容器に使用可能な材料の規定 クラス 2 容器に使用する材料は、材料規格 Part2 第 1 章 表 1 のクラス 2 容器の欄に示す材料の規格（寸法の許容差に係る部分を除く）に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。 ここで、容器に直接溶接されるラグ、ブラケット、強め材、控え及び強め輪等であって、重要なものは容器に含む。

この「控え」とは何か（「控え」は JIS B 0190(2010)「圧力容器の構造に関する共通用語」にも記載されていない。同 JIS の「ステー」のことか。）について、並びに「控え」に関する同様の規定が PVE-2110、SSB-2110、SSC-2110、SSD-2110 及び SSE-2110 にあり、クラス 3 容器にはないことについて、日本機械学会は、次のように説明している。[58]

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

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

機器と支持構造物又は付属機器との設計上の境界は GNR-1230 に定める通りですが、境界が部材の途中となる場合があることから、各クラスの支持構造物の規定（SSB-2110、SSC-2110、SSD-2110、SSE-2110）において、機器に直接溶接する部材の材料については接合する機器の規定に従うことを明記しています。

従って、各機器にて個別に規定を要するものではありません。

「控え」とは何かの定義を明確にすること（容器等に直接溶接される非耐圧部材はその容器等に区分されるということを、明確にしてはどうか）について、日本機械学会は、次のように説明している[59]。

機器（GNR-1220 にて定義）に溶接接続される付属機器（非耐圧部材）の区分は、GNR-1230(2)にて下記の通り明確に境界を定めています。

・溶接金属と支持構造物又は付属機器との境界を当該機器の境界とする。

・この境界が機器の外表面から機器の公称厚さｔの２倍を超えた距離にある場合は、機器の外表面から２ｔの位置を境界とする。

「控え」とは何か明確にすることを要望する。

また、「PMC-1000 クラス 2 ポンプ」の「PMC-1110 適用範囲」において、「耐圧部分等及びこれに直接溶接されるラグ及びブラケット等であって重要なもの」とあるが、「及び」が重複しているので「耐圧部分等並びにこれに直接溶接されるラグ及びブラケット等であって重要なもの」ではないか（「PMD-1110 適用範囲」も同じ。）。

---

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

[59] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(23)-1

なお、クラス1ポンプの「PMB-1110 適用範囲」においては、「耐圧部分等及びこれに直接溶接されるラグ、ブラケット等であって重要なもの」とされており、整合しない、との指摘について、日本機械学会は、次のように説明している[60]。

今後改定を検討します。

容器、配管、弁等の耐圧部に取り付く重要なものは、「PVE-2110 クラスMC容器に使用可能な材料の規定」のように各2000番台の使用可能な材料の規定に規定されているが、ポンプについては1000番台の適用範囲に規定されている。規定の記載条項の適否を含めて、本体に直接溶接されるものの規定内容を見直すことが望まれる。

(b) クラスMC容器の衝撃試験の判定値

クラスMC容器のボルト材以外で厚さが63 mmを超える材料については、容器の最低使用温度より 17℃低い温度以下の温度で衝撃試験を行ったときの判定基準は「表PVE-2333.2-2 で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B、SM400C、SLA325A、SLA325B及びSCPH61は材料の最小降伏点にかかわらず、3個の平均値は27J以上、最小値は21J以上とする。」と規定されている。

PVE-2333.2 衝撃試験

衝撃試験の場合は、ボルト材については表PVE-2333.2-1、ボルト材以外で厚さが63mm を超える材料については、表PVE-2333.2-2で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B、SM400C、SLA325A、SLA325B及びSCPH61は材料の最小降伏点にかかわらず、3個の平均値は27J以上、最小値は21J以上とする。

表PVE-2333.2-2 ボルト材以外で厚さが63mm を超える材料の吸収エネルギーの判定基準

材料の最小降伏点Sy (MPa)	吸収エネルギー (J)	
	3 個の平均	最小値
175 ≦ Sy ＜ 240	≧21	≧14
240 ≦ Sy ＜ 290	≧27	≧21
290 ≦ Sy ＜ 515	≧40	≧33
515 ≦ Sy	≧47	≧40

SCPH61は常温最小降伏点が410MPaの高降伏点材料である。上記表によると、SCPH61の吸収エネルギーの判定基準は、3個の平均値が40J以上、最小値が33J以上とされている。また、SLA325A及びSLA325B材（常温最小降伏点：325MPa）の場合は、上記表によると、吸収エネルギーの判定基準は、3個の平均値が40J以上、最小値が33J以上とされている。

SM400B及びSM400C材は、常温最小降伏点が厚さにより215MPa～245MPaに区分されているので、吸収エネルギーの判定基準について、3 個の平均値を 21J 以上から27J以上、最小値を14J以上から21J以上とすることは、保守的であり適切である。しかし、SLA325A、SLA325B及びSCPH61の吸収エネルギーの判定基準について、3個の平均値を40J以上から27J以上、最小値を33J以上から21J以上とすることは、非保守的であり妥当とは判断できない。

[60] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 2.(7)

したがって、PVE-2333.2 衝撃試験の「ただし、SM400B、SM400C、SLA325A、SLA325B 及び SCPH61 は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、最小値は 21J 以上とする。」は「ただし、SM400B 及び SM400C は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、最小値は 21J 以上とする。」に読み替える。

（５）適用に当たっての条件

変更点

なし

変更点以外

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVE-2333.2 衝撃試験	衝撃試験の場合は、ボルト材については表 PVE-2333.2-1、ボルト材以外で厚さが 63mm を超える材料については、表 PVE-2333.2-2 で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B、SM400C、SLA325A 、 SLA325B 及び SCPH61 は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、最小値は 21J 以上とする。	衝撃試験の場合は、ボルト材については表 PVE-2333.2-1、ボルト材以外で厚さが 63mm を超える材料については、表 PVE-2333.2-2 で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B 及び SM400C は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、最小値は 21J 以上とする。

（６）要望事項

○　「控え」とは何か明確にすることを要望する。

４．１．５．１　ボルト材の機械試験

（１）変更の内容

①中空で熱処理されるボルト材の試験片採取位置の規定を追加（PVB-2221）

②中空で熱処理されるボルト材の破壊靭性試験不要となる厚さの規定を追加(PVB-2311)

③ボルト材の衝撃試験(再試験を含む)について中空で熱処理される厚さの採り方と熱処理時の厚さが 16mm 以上かつ 25mm 未満の場合の判定基準の規定を追加（再試験を含む）(PVB-2331、PVB-2331.1)

表 4.1.5.1　使用する材料(ボルト材の機械試験)の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
PVB-2221 試験片の採取位置に対する要求 (略) (1) (略) (2) 棒、ボルト等 棒、ボルト等の場合、試験片の長手中心軸が外面から 1/4d 以上又は 1/4a 以上、試	**PVB-2221 試験片の採取位置に対する要求** (略) (1) (略) (2) 棒およびボルト等 棒およびボルト等の場合、試験片の長手中心軸が外面から 1/4d 以上または 1/4a 以

験片の長手方向の中央部が熱処理端から d 又は a 以上離れた位置から試験片を採取する。（d：直径、a：対辺距離） ボルト材の場合、衝撃試験片の長手中心軸は、ボルト材の表面から 1/4d 又は 25mm 内側のいずれか小さい方にボルト材の機械加工仕上げ代を加えた位置としてもよい。 なお、中空で熱処理されるボルト材の場合、熱処理時の厚さを棒及びボルト材の d 又は a としてもよい。ここで、中空で熱処理されるボルト材の熱処理時の厚さとは、熱処理時の形状における半径方向厚さと軸方向厚さの小さい方である。	上、試験片の長手方向の中央部が熱処理端から d または a 以上離れた位置から試験片を採取する。（d：直径、a：対辺距離）但し、ボルト材の衝撃試験片の長手中心軸は、ボルト材の表面から 1/4d または 25mm 内側のいずれか小さい方にボルト材の機械加工仕上げ代を加えた位置としてもよい。
(3) （略） (4) 鋳造品 a.、b. （略） c. 熱処理前に仕上り形状に鋳造又は機械加工し、余長部又は余肉部から試験片を採取する場合は、a. 及び b. の規定にかかわらず、試験片の長手中心軸が t 以上離れ、試験片の長手方向の中央部が熱処理端から 2t 以上離れた位置。この場合、試験片の長手中心軸は熱処理面から 19mm 以上、試験片の長手方向の中央部は熱処理端から 38mm 以上離れていなければならない。（t：熱処理面から高引張応力面との最大距離） d. （略） (5) 鍛造品 a. （略） b. 熱処理前に仕上り形状に成形又は機械加工し、余長部又は余肉部から試験片を採取する場合は、a. の規定にかかわらず、試験片の長手中心軸が t 以上離れ、試験片の長手方向の中央部が熱処理端から 2t 以上離れた位置。この場合、試験片の長手中心軸は熱処理面から 19mm 以上、試験片の長手方向の中央部は熱処理端から 38mm 以上離れていなければならない。（t：熱処理面から高引張応力面との最大距離） c. （略）	(3) （略） (4) 鋳造品 a.、b. （略） c. 熱処理前に仕上り形状に鋳造または機械加工し、余長部または余肉部から試験片を採取する場合は、a. および b. の規定にかかわらず、試験片の長手中心軸が t 以上離れ、試験片の長手方向が熱処理端から 2t 以上離れた位置。この場合、試験片の長手中心軸は熱処理面から 19mm 以上、試験片の長手方向の中央部は熱処理端から 38mm 以上離れていなければならない。（t：熱処理面から高引張応力面との最大距離） d. （略） (5) 鍛造品 a. （略） b. 熱処理前に仕上り形状に成形または機械加工し、余長部または余肉部から試験片を採取する場合は、a. の規定にかかわらず、試験片の長手中心軸が t 以上離れ、試験片の長手方向が熱処理端から 2t 以上離れた位置。この場合、試験片の長手中心軸は熱処理面から 19mm 以上、試験片の長手方向の中央部は熱処理端から 38mm 以上離れていなければならない。（t：熱処理面から高引張応力面との最大距離） c. （略）
PVB-2311 破壊靭性試験不要となる材料の規定 次に掲げる材料は、PVB-2310 の破壊靭性要求は適用しない。 (1)、(2) （略）	**PVB-2311 破壊靭性試験不要となる材料の規定** 次に掲げる材料は、PVB-2310 の破壊靭性要求は適用しない。 (1)、(2)、(4)、(5)、(6)（略）

(3) a.呼び径が 25mm 未満のボルト材。
b.中空で熱処理され、かつ熱処理時の厚さが 16mm 未満のボルト材。ここで、中空で熱処理されるボルト材の熱処理時の厚さとは、熱処理時の形状における半径方向厚さと軸方向厚さの小さい方である。
(4)～(6) (略)

PVB-2331 ボルト材（マルテンサイト系ステンレス鋼を除く）

最低使用温度以下の温度で GTM-3200 に従って衝撃試験を行い、3 個の試験片の各々の横膨出量及び吸収エネルギーが表 PVB-2331-1 で定める判定基準を満足すること。
なお、中空で熱処理されるボルト材の場合は熱処理時の厚さを表 PVB-2331-1 の直径 d とみなしてよい。ここで、中空で熱処理されるボルト材の熱処理時の厚さとは、熱処理時の形状における半径方向厚さと軸方向厚さの小さい方である。

表 PVB-2331-1 ボルト材の判定基準

直径 d (mm) 注)	吸収エネルギー (J)	吸収エネルギー (J)
25≦d≦100	≧0.65	―
100＜d	≧0.65	≧60

注) 中空で熱処理されるボルト材の場合、熱処理時の厚さが 16mm 以上かつ 25mm 未満の判定基準は、直径 d が 25mm 以上かつ 100mm 以下の場合の判定基準を準用してよい。

PVB-2331.1 再試験

(略)
(1)(略)
(2)表 PVB-2331-1 で定める判定基準を満足しない試験片が 1 個であり、かつ、当該試験片が表 PVB-2331.1-1 を満足するとき。なお、中空で熱処理されるボルト材の場合は熱処理時の厚さを表 PVB-2331.1-1 の直径 d とみなしてよい。ここで、中空で熱処理されるボルト材の熱処理時の厚さとは、熱処理時の形状における半径方向厚さと軸方向厚さの小さい方である。

表 PVB-2331.1-1 ボルト材の再試験可能な判定基準

(3)呼び径が 25mm 未満のボルト材。
(新設)
(4)～(6) (略)

PVB-2331 ボルト材（マルテンサイト系ステンレス鋼を除く）

最低使用温度以下の温度で GTM-3200 に従って衝撃試験を行い、3 個の試験片の各々の横膨出量および吸収エネルギーが表 PVB-2331-1 で定める判定基準を満足すること。

表 PVB-2331-1 ボルト材の判定基準

直径 d(mm)	吸収エネルギー (J)	吸収エネルギー (J)
25≦d≦100	≧0.65	―
100＜d	≧0.65	≧60

(新設)

PVB-2331.1 再試験

(略)
(1)(略)
(2)表 PVB-2331-1 で定める判定基準を満足しない試験片が 1 個であり、かつ、当該試験片が表 PVB-2331.1-1 を満足するとき。

表 PVB-2331.1-1 ボルト材の再試験可能な判定基準

直径 d(mm)注)	横膨出量(mm)	吸収エネルギー(J)
25≦d≦100	(略)	(略)
100＜d	(略)	(略)

注)中空で熱処理されるボルト材の場合、熱処理時の厚さが 16mm 以上かつ 25mm 未満の判定基準は、直径 d が 25mm 以上かつ 100mm 以下の場合の判定基準を準用してよい。

直径 d(mm)	横膨出量(mm)	吸収エネルギー(J)
25≦d≦100	(略)	(略)
100＜d	(略)	(略)

(新設)

（２）日本機械学会による変更の理由

①～③　中空ナット材の破壊靭性規定に関して、質疑応答「破壊靭性試験不要となる材料の規定(QNC2005-118)」の回答は、規格本文から導くことが困難であるため 、PVB-2221、PVB-2311、PVB-2331、及び（解説 PVB- 2221）に、同質問の回答に沿った規定及び解釈を追加する[61]。

（３）検討の結果

①～③　中空で熱処理されたボルト材は、平板の場合と同様に厚みが 16mm 以下の場合に破壊靭性試験が不要であることを「PVB-2311 破壊靭性試験不要となる材料の規定」において明確化し、併せて厚みは熱処理時の厚さであること、及び熱処理時の厚さの算出方法を関連する規定（PVB-2221、PVB-2311、PVB-2331）に明示したものである。ナット材のような中空のボルト材は、ボルトの要求事項ではなく板の要求事項を満足する必要があることを明確化したものであり、変更は妥当と判断する。

（４）適用に当たっての条件

なし

４．１．５．２　非破壊試験の特例

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

（１）変更の内容

①ボルト材を除く棒材の非破壊試験を鍛造品の区分で実施できる規定を追加

表 4.1.5.2　使用する材料（非破壊試験の特例）の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定 次の(1)及び(2)の場合、PVB-2411.1(2)の棒材（ボルト材は除く）については、JIS の材料規格の区分に関わらず鍛造品と分類し	(新設)

[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考資料 1-1-2：52 頁の 19-1

てもよい。その場合、鍛造品に対する非破壊試験を適用しなければならない。 (1) JIS の材料規格で要求されている鍛錬成形比を満足する。ただし、受渡当事者間の協定によって、JIS 材料規格で要求される鍛錬成形比未満となる場合を除く。 (2) JIS G 0306(2009)「鍛鋼品の製造，試験及び検査の通則」の 3.2.(2)(a)項の鍛錬成形比を満足する。	

（２）日本機械学会による変更の理由

①2013 年版設計・建設規格 解説 PVB-2411(7) に従うと、告示 501 号の質疑応答集 2-24 の回答に矛盾することが判明した。すなわち棒材（ボルト材は除く）を鍛造品として取り扱う場合の規定が明確になっていないことが分かった。PVB-2411 の記述に、鍛鋼品の定義である鍛錬成形比の条件を追加することで、棒材（ボルト材は除く）については、JIS の材料規格において鍛造品に区分されなくても、製品製造方法に着目した特例規定により、鍛造品の非破壊試験が適用できるように変更する[62]。

（３）検討の結果

①追加された「PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定」において記載する「JIS の材料規格の区分」とは何かについて、及び「次の(1)及び(2)の場合」とは、(1)の場合又は(2)の場合という意味か、あるいは(1)と(2)の両方を満足する場合という意味か等について、さらに、(1)のただし書「受渡当事者間の協定によって、JIS 材料規格で要求される鍛錬成形比未満となる場合を除く」は、JIS の材料規格に同様な規定があるもの（JIS G 4053「機械構造用合金鋼鋼材」）とないもの（JIS G 4303「ステンレス鋼棒」）が存在するが、ただし書は何を意図しているのかについて[63]、日本機械学会は、次のように説明している[64]。

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

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

[63] 棒状のものに対する非破壊試験として斜角法による超音波探傷試験を要求することになるが、別項を設けて特例規定とする理由が不明である。

[64] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(16)

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

「JIS の材料規格の区分」について本文で明確にしない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[65]。

本項の「JIS の材料規格の区分に関わらず」という記載は「各素材形状に関わらず」という意味で用いています。したがって本文中に「JIS の材料規格の区分」の説明がなくとも誤解は生じないと考えています。

ご指摘いただいたようにより明確な記載とするため、今後、記載の見直しを行うことを検討します。

「PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定」は、告示 501 号の質疑応答集を取り込み、棒材(ボルト材は除く)を鍛造品として取り扱う場合の規定を明確にしたものである。「次の(1)及び(2)の場合」とあるが、(1)と(2)の両方を満たすことを求めているものではないことから、「次の(1)及び(2)の場合」は「次の(1)又は(2)の場合」に読み替える。

「JIS の材料規格の区分」と記載されると JIS に材料規格の区分が規定されているような誤解を与える可能性がある。「JIS の材料規格の区分」と記載することの要否を含めて見直すことが望まれる。

（4）適用に当たっての条件

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定	次の(1)及び(2)の場合、PVB-2411.1(2)の棒材(ボルト材は除く)については、JIS の材料規格の区分にかかわらず鍛造品と分類してもよい。	次の(1)又は(2)の場合、PVB-2411.1(2)の棒材(ボルト材は除く)については、JIS の材料規格の区分にかかわらず鍛造品と分類してもよい。

4．1．6　クラス 2、3 容器の上位クラス規定の適用

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

---

65 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(16)-1

（1）変更の内容

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変更

表 4.1.6　クラス 2、3 容器の上位クラス規定の適用に関する変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
PVC-1200 クラス 2 容器の規定の特例 クラス 2 容器は、PVC-1210 又は PVC-1220 の規定に従うことができる 。 **PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例** 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 。 **PVC-1220 クラス 2 容器の材料及び構造の特例** PVC-2000 から PVC-2400、PVC-3100 から PVC-3800 及び PVC-4100 までの規定にかかわらず、クラス 2 容器の材料及び構造の規格は、PVB-2000 から PVB-2400 及び PVB-3100 から PVB-4100 までの規定に準ずることができる 。	**PVC-1200 クラス 2 容器の材料および構造の特例** （新設） （新設） **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 。
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 規定又は PVC 規定に従ってもよい 。	（新設） （新設）

（1）日本機械学会による変更の理由

①ASME 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、材料及び構造に、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[66]。

（2）検討の結果

①クラス 2 容器については、設計・建設規格 2012 において上位クラスの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、破壊靭性、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。

[66] 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 1-1-2：7 頁

ASME Code Sec. 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[67]。

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。

告示 501 号には、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。したがって、「PVC-1210 クラス 2 容器の規定の特例」と「PVC-1220 クラス 2 容器の材料及び構造の特例」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、変更は妥当と判断する。「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、変更は妥当と判断する。

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

（4）適用に当たっての条件

[67] 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)

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容器の材料及び構造の特例」の規定内容は同じであることから、いずれかに整理することを要望する。

４．１．７　応力強さの制限・継手効率

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

（１）変更点以外の評価

(a) 設計条件における一次応力強さの制限の考え方

「PVB-3111 各供用状態における一次応力評価」(1)の設計条件における一次局部膜応力強さ：PL 及び一次膜＋一次曲げ応力強さ：PL＋Pb は次のように規定されている[68]。

PVB-3111 各供用状態における一次応力評価（抜粋）
(1) b. 一次局部膜応力強さ：PL PL ≦ 1.5Sm　　(PVB-4) c. 一次膜＋一次曲げ応力強さ：PL＋Pb PL＋Pb ≦ αSm　(PVB-5) α：純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は 1.5 のいずれか小さい方の値

しかし、技術基準規則は第 17 条第 8 号イにおいて、設計条件において全体的な変形を弾性域に抑えることを求めており、技術基準規則解釈第 17 条 8(1)において「構造不連続部にあっても塑性変形を許容しないこと」としている。その要求は次のように表すことができる。

PL＋Pb ≦ Sy＝1.5Sm

設計条件において「純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比」を適用する理由について、日本機械学会は、次のように説明している[69,70]。

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

PVB-3111 で「純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比又は 1.5 のいずれか小さいほうの値」としてαを適用しているのは、全断面塑性が生じる崩壊

[68] Sm：設計応力強さ(MPa)

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

[70] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(17)-1

応力に対して、設計条件における許容応力を安全側に定めるために、α を適用しています。解説 PVB-3111 1.(3)の解説図 PVB-3111-2 で崩壊応力と設計限界との関係を示す通り、α(この図では単純な矩形断面梁の例としてα＝1.5 で図示している)が小さくなる場合、崩壊応力(縦軸方向)も小さくなるため、これに対応して設計限界(縦軸方向)を下げるという考え方です。なお、ここにおけるαは、歪み硬化のない弾完全塑性体を想定して設定されていることから、そもそもの崩壊応力の設定に保守性が含まれています。

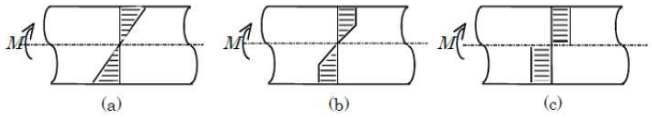
一次膜＋一次曲げ応力強さに対して（PVB-5）式を適用することは設計の約束事項であると理解する。

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

（解説 PVB-3111）各供用状態における一次応力評価（抜粋）

1.(3)

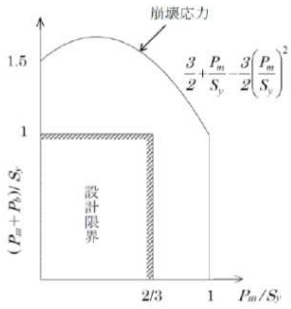
材料の引張試験における状態を考えると、引張荷重が作用した場合、全断面における応力が降伏点 Sy に達したときに崩壊する。また、曲げ荷重が作用した場合について考えると、その応力分布は、解説図 PVB-3111-1 のようになる。すなわち、(a)の場合は、応力は中心軸からの距離及び曲げモーメントの大きさに比例して増大していく。(b)の場合は、材料の表面が降伏点に達し、塑性領域が断面の内部へと進行してくる。(c)の場合は、塑性領域が全断面に発達し、崩壊に至る。



解説図 PVB-3111-1

一方、技術基準規則及び技術基準規則解釈の設計条件における一次応力強さは上図の(a)に示す応力分布であり、(b)及び(c)の応力分布は設計条件以外でのものと考えられる。解説の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[71]。

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



解説図 PVB-3111-2 引張り及び曲げによる崩壊応力及び設計限界

解説の記載を設計条件の場合とそれ以外の場合が分かるよう明確にしていない理

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

由について、日本機械学会は、次のように説明している[72]。

解説図 PVB-3111-1 は「設計条件」の許容応力強さを示した図ではなく、Sy と崩壊応力との関係を示しており、解説図 PVB-3111-1 に対し、ご指摘の「設計条件の場合とそれ以外の場合」等に分けて記載するというものではありません。

(1)は、(解説 PVB-3111) 1.「～実際的には次のことも考慮して設計条件を定めている。」と記載しているとおり、設計条件における応力強さの限界を定めるにあたり考慮した内容として、あくまで設計限界に対する安全マージンと崩壊応力の考え方を示したものです。

解説図 PVB-3111-1 は、設計条件の場合とそれ以外の場合が分かるよう、解説の記載を充実させることが望まれる。

「(解説 PVB-3111)各供用状態における一次応力評価」の 3.において、「究極強さ」の記載があるが、本文には記載がない。「究極強さ」とは何か、また、これに関連して、「(解説 PPB-3552) 配管の解析」及び「(解説 PPB-3562) 配管の解析」における「Su 値から計算する限界荷重 (終局荷重)」並びに「解説図 SSB-3121-5 (出典:「鋼構造設計規準(2005)」(社) 日本建築学会)」(I-解説 8-14 頁) における「終局限界設計」について、日本機械学会は、次のように説明している[73]。

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

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

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

設計・建設規格には、「究極強さ」、「限界荷重 (終局荷重)」及び「終局限界設計」という類似した用語があるが、それぞれの定義について、日本機械学会は、次のように説明している[74]。

「究極強さ」とは、応力―ひずみ関係を降伏点 Sy から引張強さ Su まで直線関係で仮定した場合に、膜応力と曲げ応力の組合せに対して崩壊するときの応力

---

[72] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(18)-1

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

[74] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(19)-1

状態(強さ)になり、後段の「極限強さ」と同義です。これらの用語の統一については、今後検討します。

(解説 PPB-3552)及び(解説 PPB-3562)においては、上記の究極強さになったときの配管に生じる荷重を限界荷重(終局荷重)と呼んでいます。

解説図 SSB-3121-5 の「終局限界設計」は、形鋼を対象とした横座屈に対する限界の曲げモーメントを示しています。「鋼構造塑性設計指針」で定義されている設計法で、「究極強さ」、「極限強さ」と異なり、転載部分であるため元の用語のままとしています。

「究極強さ」、「限界荷重（終局荷重)」及び「終局限界設計」の定義を明確にし、用語を統一することを要望する。

(b) 継手区分 A 及び B の溶接部に規定されていない継手の継手効率

「PVD-3100 容器の胴の規定」の「表 PVD-3110-1 継手効率の値」において、「継手の種類」が「両側全厚すみ肉重ね溶接」、「プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接」及び「プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接」である場合の継手効率の値が規定されている。

表 PVD-3110-1 継手効率の値

継 手 の 種 類	効 率	
	溶接規格 N-4100(1)1)項の規定に準じて放射線透過試験を行い、同規格(2)1)項の規定に適合するもの	その他のもの
突合せ両側溶接、裏当て金を使用した突合せ片側溶接（溶接後裏当て金を取り除いたものに限る）及びこれらと同等以上の効果が得られる方法による溶接	1.00	0.70
裏当て金を使用した突合せ片側溶接（溶接後裏当て金を取り除いたものを除く）	0.90	0.65
裏当て金を使用しない突合せ片側溶接	0.60	0.60
両側全厚すみ肉重ね溶接	0.55	0.55
プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接	0.50	0.50
プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接	0.45	0.45

しかし、「PVD-4100 溶接部の設計」の「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」には上記の溶接継手の方法は規定されていない。「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」に規定されていない継手を「表 PVD-3110-1 継手効率の値」に規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している。[75]

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

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

「PVD-4112 その他の継手」に規定する継手形状は母材厚さに基づく溶接部の寸法が規定されており、「厚さの算定式に含まれている継手効率の値」が関係しているとは読めない。「PVD-4112 その他の継手」に示す溶接部について、いずれが「プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接」及び「プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接」に該当するかについて、日本機械学会は、次のように説明している[76]。

PVD-4112 に記載のあるすみ肉溶接を行う場合で、それが「プラグ溶接を行う片側全厚すみ肉重ね溶接」及び「プラグ溶接を行わない片側全厚すみ肉重ね溶接」に該当する場合です。PVD-4112 と「厚さの算定式に含まれている継手効率の値」との関係がわかるような規定の改定については今後検討します。

「PVD-4112 その他の継手」に規定する継手形状は母材厚さに基づく溶接部の寸法が規定されており、「厚さの算定式に含まれている継手効率の値」が関係しているとは読めないため、「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」及び「PVD-4112 その他の継手」と「表 PVD-3110-1 継手効率の値」の関係について整理することを要望する。

(c) 突合せ溶接式管継手を胴に用いる場合の制限

「PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定」において、JIS B2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」は容器の胴として使用できる管継手と規定しているが、「附属書 JB を除く」としている。「附属書 JB（規定）特殊な形状管継手」はネック付きの管継手を規定しているが、これを除く理由について、日本機械学会は、次のように説明している[77]。

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

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

JIS B 2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」の「附属書 JE(参考)JIS と対応国際規格の対比表」において、「附属書 JB（規定）特殊な形状管継手」は「JIS として必要。ISO 規格の見直しの際、提案を検討する。」との記載がある。また、管と管継手の溶接部に対して供用期間中検査として超音波探傷試験を行う場合に、管継手側にネック部があれば探傷不可範囲が減少することが期待される。引用 JIS 年版見直しの際にこの追補 1 の内容を除くものとした技術的根拠について、日本機械学会は、次のように説明している[78]。

同 JIS が PPB-3415 他でも引用されている点も考慮し、附属書 JB の取り込みは、今後検討します。

「PPB-3415 管継手」、「PPC-3415 管継手」、「PPD-3415 管継手」及び「PPH-3045 管

[76] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(43)-1

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

[78] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(45)-1

継手」においては、「附属書 JB（規定）特殊な形状管継手」も含めて JIS B 2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」によることとしており、クラス 3 容器のみ「附属書 JB（規定）特殊な形状管継手」を除外する理由はないことから、「PVD-3610　容器の胴として使用できる管継手の規定」の「JIS B 2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」（附属書 JB を除く）」は、「JIS B 2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」」に読み替える。

「PVB-3114.1　繰返しピーク応力強さに対する制限」において、「添付 4-2　3.1 又は 3.2 における 10 回の許容繰返し回数」とあるが、「添付 4-2 設計疲労線図」の 3.1 及び 3.2 に 10 回の許容繰返し回数は記載していないので、「添付 4-2 3.1 又は 3.2 に規定する設計疲労線図における 10 回の許容繰返し回数」ではないか（「PVB-3122.1 繰返しピーク応力強さに対する制限」及び「PVB-3314 繰返しピーク応力強さに対する制限」についても同じ。）との指摘について、日本機械学会は、次のように説明している[79]。

ご指摘の記載の方がより適切ですが、現状の記載でも誤解を招く表現ではないため、今後検討致します。

規定が不明確であるため、「PVB-3114.1 繰返しピーク応力強さに対する制限」、「PVB-3122.1 繰返しピーク応力強さに対する制限」及び「PVB-3314 繰返しピーク応力強さに対する制限」の「添付 4-2 3.1 又は 3.2 における 10 回の許容繰返し回数」は「添付 4-2 3.1 又は 3.2 に規定する設計疲労線図における 10 回の許容繰返し回数」に読み替える。

設計・建設規格 2020 では「裏当金」及び「裏あて金」が「裏当て金」に変更されているが、「表 PVE-3240-1 継手効率の値」及び「表 PVE-3410-1 K の値 (3/4)」の「裏当金」が未変更の個所（6 個所）があるとの指摘について、日本機械学会は、次のように説明している[80]。

JSME 原子力設備規格に対して推奨表記集を整備しており、それに倣い表現の適正化を進めており、誤りではなく、今後反映します。

設計・建設規格内及び関連規格間で用語の統一を検討することが望まれる。

（２）適用に当たっての条件

(a)、(b)

なし

(c)

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVB-3114.1　繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付 4-2 3.1	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付 4-2 3.1

[79] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 2.(3)

[80] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 2.(5)

	又は3.2における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。	又は 3.2 に規定する設計疲労線図における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。
PVB-3122.1 繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、材料の最小引張強さが690MPa以下の場合は添付4-2 3.1又は3.2、材料の最小引張強さが690MPa を超える場合は、添付4-2 3.1又は3.2における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、材料の最小引張強さが690MPa以下の場合は添付4-2 3.1又は3.2、材料の最小引張強さが690MPa を超える場合は、添付4-2 3.1又は3.2に規定する設計疲労線図における10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。
PVB-3314 繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は3.2における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。	供用状態 A 及び供用状態 B において生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は 3.2 に規定する設計疲労線図における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。

（３）要望事項

○ 「究極強さ」、「限界荷重（終局荷重)」及び「終局限界設計」の定義を明確にし、用語を統一することを要望する。

○ 「PVD-4111 継手区分A及びBの溶接部」及び「PVD-4112 その他の継手」と「表 PVD-3110-1 継手効率の値」の関係について整理することを要望する。

○ 「PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定」の「JIS B 2312(2015)「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」(附属書JB を除く)」については、「附属書JB（規定）特殊な形状管継手」の取り込みの要否について検討することを要望する。

４．１．８ 平板の取付方法

本規格は平板の取付方法について、「表PVC-3310-1 Kの値」、「図PVC-4212-1 クラス2容器継手区分Cの構造」、「表PVD-3310-1 Kの値」、「図PVD-4112-2 クラス3容器 継手区分Cの構造」、「図PVE-4213-2 クラスMC容器 継手区分Cの構造」、「図PPC-4010-3 クラス2配管 継手区分Cの構造」、「表PPD-3413-1 平板の取付け方法によるd及びK」、「図PPD-4010-3 クラス3配管 継手区分Cの構造」、「図PPH-4010-3 クラス4配管 継手区分Cの構造」、「表PMB-3410-1 Kの値」、「PMC-3300 ケーシングの構造強

度」、「PMC-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度」、「PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」、「表 PMC-3410-1 K の値」、「PMD-3300 ケーシングの構造強度」、「PMD-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定」、「表 PMD-3410-1 K の値」及び「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」に規定している。

（1）変更の内容

①完全差込みレ形継手の平板の溶接部表面から 45° 以下の傾きを開先角度 45° 以下に変更（表 PVC-3310-1、図 PVC-4212-2(8)、表 PVD-3310-1(i)、図 PVD-4112-2(8)、表 PVE-3410-1(f)、図 PVE-4213-2(8)、表 PPC-3413-1(h)、図 PPC-4010-3(8)、表 PPD-3413-1(h)、図 PPD-4010-3(8)、図 PPH-4010-3(8)、表 PMC-3410-1(h)、表 PMD-3410-1(h)）

②クラス 1 ポンプの平板取付方法から(b)曲げ出しハブ付き平板、(c)絞り出しハブ付き平板、(d)削り出しハブ付き平板及び(e)曲げ出し勾配ハブ付き平板を削除(表 PMB-3410-1)

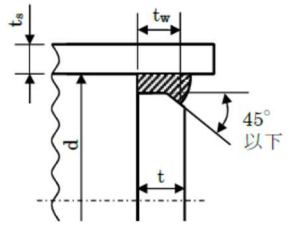
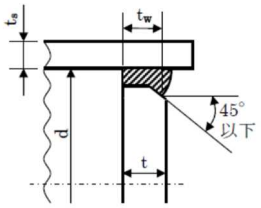
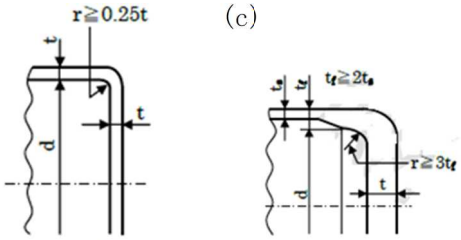
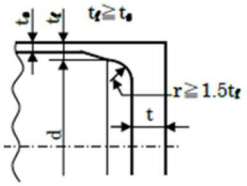
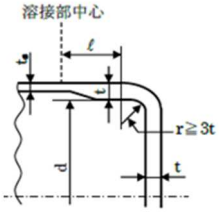
③クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプのケーシング平板部はケーシングカバー平板部の規定による旨を追記（PMC-3300、PMD-3300）

④クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプのケーシングカバーの構造強度の規定にケーシングの平板部の規定を追加（PMC-3410、PMD-3410）

⑤クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプ平板部の取付け方法において一部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更（(b)曲げ出しハブ付き平板、(c)絞り出しハブ付き平板、(d)削り出しハブ付き平板、(e) 曲げ出し勾配ハブ付き平板、(h)完全差込みレ形継手平板、(i)部分差込み裏当て継手平板、(j)すみ肉有り完全溶込み継手平板、差込み K 形継手平板及び隔離式完全溶込み継手平板、(k)隔離式差込み K 形継手平板並びに(l)座ぐり付き K 形継手平板）（表 PMC-3410-1、表 PMD-3410-1）

表 4.1.8　平板の取付方法の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
表 PVC-3310-1 K の値（h） 図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造(8) 表 PVD-3310-1 K の値（i） 図 PVD-4112-2 クラス 3 容器 継手区分 C の構造（8） 表 PVE-3410-1 K の値（f） 図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造（8） 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K（h） 図 PPC-4010-3 クラス 2 配管 継手区分 C の構造（8） 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d	表 PVC-3310-1 K の値（h） 図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造(8) 表 PVD-3310-1 K の値（i） 図 PVD-4112-2 クラス 3 容器 継手区分 C の構造（8） 表 PVE-3410-1 K の値（f） 図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造（8） 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K（h） 図 PPC-4010-3 クラス 2 配管 継手区分 C の構造（8） 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d

及びK（h） 図 PPD-4010-3 クラス 3 配管 継手区分 C の構造（8） 図 PPH-4010-3 クラス 4 配管継手区分 C の構造（8） 表 PMC-3410-1 K の値（h） 表 PMD-3410-1 K の値（h） 	及びK（h） 図 PPD-4010-3 クラス 3 配管 継手区分 C の構造（8） 図 PPH-4010-3 クラス 4 配管継手区分 C の構造（8） 表 PMC-3410-1 K の値（h） 表 PMD-3410-1 K の値（h） 
表 PMB-3410-1 K の値 （削る）　　（削る） （削る） （削る）	表 PMB-3410-1 K の値 (b)　r≧0.25t　(c)  (d)  (e) 
PMC-3300 ケーシングの構造強度 ケーシングの構造強度については、PMC-3300 の規定によらなければならない。また、ケーシングのうち、平板部については PMC-3400 の規定によらなければならない。	PMC-3300 ケーシングの構造強度 （新設）
PMD-3300 ケーシングの構造強度 ケーシングの構造強度については、PMD-3300 の規定によらなければならない。また、ケーシングのうち、平板部については PMD-3400 の規定によらなければならない。	PMD-3300 ケーシングの構造強度 （新設）
PMC-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度 PMC-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定 耐圧部分等のうちケーシングカバー（軸封部を除く）（往復ポンプについては、リキッドシリンダーカバー又はマニホール	PMC-3400 ケーシングカバーの構造強度 PMC-3410 ケーシングカバーの構造強度の規定 耐圧部分等のうちケーシングカバー（軸封部を除く）（往復ポンプについては、リキッドシリンダーカバーまたはマニホー

ドカバー。以下 PMC-3410 及び PMC-3720 において同じ）及びケーシングの平板部に関するものの厚さは、次の(1)又は(2)のいずれかによらなければならない。 (1) 平板形のケーシングカバー及びケーシングの平板部の厚さは、式 PMC-10 によって計算した値以上であること。 (略) t：ケーシングカバー又はケーシングの平板部の計算上必要な厚さ（mm） d：表 PMC-3410-1 の左欄に掲げるケーシングカバー又はケーシングの平板部の取付け方法に応じ、同欄の図に示す当該ケーシングカバー若しくはケーシングの平板部の径又は最小内のり（mm） K：ケーシングカバー又はケーシングの平板部の取付け方法による係数で、表 PMC-3410-1 の左欄に掲げる取付け方法に応じ、同表の右欄に掲げる値 P 及び S：PMC-3310 に定めるところによる (2) (略)	ルドカバー。以下 PMC-3410 および PMC-3720 において同じ）に関するものの厚さは、次の(1)または(2)のいずれかによらなければならない。 (1) 平板形のケーシングカバーの厚さは、式 PMC-10 により計算した値以上であること。 (略) t：ケーシングカバーの計算上必要な厚さ（mm） d：表 PMC-3410-1 の左欄に掲げるケーシングカバーの取付け方法に応じ、それぞれ同欄の図に示す当該ケーシングカバーの径または最小内のり（mm） K：ケーシングカバーの取付け方法による係数で、表 PMC-3410-1 の左欄に掲げる取付け方法に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値 P 及び S：PMC-3310 に定めるところによる (2) (略)
PMD-3400 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度 **PMD-3410 ケーシングカバー及びケーシングの平板部の構造強度の規定** 耐圧部分等のうちケーシングカバー（軸封部を除く）（往復ポンプについては、リキッドシリンダーカバー又はマニホールドカバー。以下 PMD-3410 及び PMD-3720 において同じ）及びケーシングの平板部に関するものの厚さは、次の(1)又は(2)のいずれかによらなければならない。 (1)平板形のケーシングカバー及びケーシングの平板部の厚さは、式 PMD-11 によって計算した値以上であること。 (略) t：ケーシングカバー又はケーシングの平板部の計算上必要な厚さ（mm） d：表 PMD-3410-1 の左欄に掲げるケーシングカバー又はケーシングの平板部の取付け方法に応じ、同欄の図に示す当該ケーシングカバー若しくはケーシングの平板部の径又は最小内のり（mm） K：ケーシングカバー又はケーシングの平板部の取付け方法による係数で、表 PMD-3410-1 の左欄に掲げる取付け	**PMD-3400 ケーシングカバーの構造強度** **PMD-3410 ケーシングカバーの構造強度の規定** 耐圧部分等のうちケーシングカバー（軸封部を除く）（往復ポンプについては、リキッドシリンダーカバーまたはマニホールドカバー。以下 PMD-3410 および PMD-3720 において同じ）に関するものの厚さは、次の(1)または(2)のいずれかによらなければならない。 (1)平板形のケーシングカバーの厚さは、式 PMD-11 により計算した値以上であること。 (略) t：ケーシングカバーの計算上必要な厚さ（mm） d：表 PMD-3410-1 の左欄に掲げるケーシングカバーの取付け方法に応じ、それぞれ同欄の図に示す当該ケーシングカバーの径または最小内のり（mm） K：ケーシングカバーの取付け方法による係数で、表 PMD-3410-1 の左欄に掲げる取付け方法に応じ、それぞれ同

方法に応じ、同表の右欄に掲げる値 P 及び S:PMD-3310 に定めるところによる (2) (略)	表の右欄に掲げる値 P 及び S:PMD-3310 に定めるところによる (2) (略)
表 PMC-3410-1　K の値 「取付け方法」 (a) (略) (b) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、d が 600mm 以下で、ケーシングの平板部の厚さが d の 20 分の 1 以上 4 分の 1 未満で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの 4 分の 1 以上の場合。 (c) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、フランジ部の厚さがケーシングの厚さの 2 倍以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの 3 倍以上の場合。 (d) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、フランジ部の厚さがケーシングの厚さ以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの 1.5 倍以上の場合。 (e) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部の厚さの 3 倍以上の場合。 (f)、(g) (略) (h) ケーシングの平板部がケーシングの内側に溶接される場合であって、のど厚 tw がケーシングの計算上必要な厚さの 2 倍以上で、かつ、ケーシングの厚さの 1.25 倍以上であるとき。 (i) ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1 と tw2 の和がケーシング厚さの 2 倍以上、tw1 がケーシング厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。	**表 PMC-3410-1　ケーシングカバーの取付け方法による d および K** 「取付け方法」 (a) (略) (b) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、d が 600mm 以下で、ケーシングカバーの厚さが d の 20 分の 1 以上 4 分の 1 未満で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの 4 分の 1 以上の場合。 (c) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、フランジ部の厚さがケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さの 2 倍以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの 3 倍以上の場合。 (d) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、フランジ部の厚さがケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さ以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの 1.5 倍以上の場合。 (e) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーの厚さの 3 倍以上の場合。 (f)、(g) (略) (h) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーの内側に溶接される場合であって、のど厚 tw がケーシングまたは他のケーシングカバーの計算上必要な厚さの 2 倍以上で、かつ、ケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さの 1.25 倍以上であるとき。 (i) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーの端に突合せ溶接され、ケーシングまたは他のケーシングカバーの一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1 と tw2 の和がケーシングまたは他のケーシングカバー厚さの 2 倍以上、tw1 がケーシングまたは他のケーシン

(j) (1) ケーシングの平板部が鍛造品で、かつ、ケーシングの平板部の面からの開先角度が 45 度未満の場合。 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合。 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (k) ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (l) ケーシングが内外からケーシングの平板部に溶接され、かつ、溶接部の長さと深さの和の値がケーシングの厚さの 2 倍以上の場合（ケーシングの平板部への肉盛溶接がない場合（tw2 が零の場合）を含む）。	グカバーの厚さ以上で、かつ、ケーシングまたは他のケーシングカバーの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。 (j) (1) ケーシングカバーが鍛造品で、かつ、ケーシングカバーの面からの開先角度が 45 度未満の場合。 ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合。 ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (k) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (l) ケーシングまたは他のケーシングカバーが内外からケーシングカバーに溶接され、かつ、溶接部の長さと深さの和の値がケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さの 2 倍以上の場合（ケーシングカバーへの肉盛り溶接がない場合（tw2 が零の場合）を含む）
表 PMD-3410-1　K の値 「取付け方法」 (a) （略） (b) ケーシングの平板部（ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る）において、d が 600mm 以下で、ケーシングの平板部の厚さが d の 20 分の 1 以上 4 分の 1 未満で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの 4 分の 1 以上の場合。 (c) ケーシングの平板部（ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る）において、フランジ部の厚さがケーシングの厚	表 PMD-3410-1　ケーシングカバーの取付け方法による d および K 「取付け方法」 (a) （略） (b) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、d が 600mm 以下で、ケーシングカバーの厚さが d の 20 分の 1 以上 4 分の 1 未満で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの 4 分の 1 以上の場合。 (c) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、フランジ部の厚さがケーシング

さの2倍以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの3倍以上の場合。	または他のケーシングカバーの厚さの2倍以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの3倍以上の場合。
(d) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、フランジ部の厚さがケーシングの厚さ以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部のフランジ部の厚さの1.5倍以上の場合。	(d) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、フランジ部の厚さがケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さ以上で、かつ、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーのフランジ部の厚さの1.5倍以上の場合。
(e) ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、そのすみの丸みの内半径がケーシングの平板部の厚さの3倍以上の場合。	(e) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに突合せ溶接され、そのすみの丸みの内半径がケーシングカバーの厚さの3倍以上の場合。
(f)、(g) (略)	(f)、(g) (略)
(h) ケーシングの平板部がケーシングの内側に溶接される場合であって、のど厚twがケーシングの計算上必要な厚さの2倍以上で、かつ、ケーシングの厚さの1.25倍以上であるとき。	(h) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーの内側に溶接される場合であって、のど厚twがケーシングまたは他のケーシングカバーの計算上必要な厚さの2倍以上で、かつ、ケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さの1.25倍以上であるとき。
(i) ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1とtw2の和がケーシング厚さの2倍以上、tw1がケーシング厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの1.25倍以上であるとき。	(i) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーの端に突合せ溶接され、ケーシングまたは他のケーシングカバーの一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1とtw2の和がケーシングまたは他のケーシングカバー厚さの2倍以上、tw1がケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さ以上で、かつ、ケーシングまたは他のケーシングカバーの計算上必要な厚さの1.25倍以上であるとき。
(j) (1) ケーシングの平板部が鍛造品で、かつ、ケーシングの平板部の面からの開先角度が45度未満の場合。 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、twがtsの0.5倍又はtの0.25倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がtsの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合。 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、tw	(j) (1) ケーシングカバーが鍛造品で、かつ、ケーシングカバーの面からの開先角度が45度未満の場合。 ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶接される場合であって、twがtsの0.5倍又はtの0.25倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がtsの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合。 ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶

が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (k) ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (l) ケーシングが内外からケーシングの平板部に溶接され、かつ、溶接部の長さと深さの和の値がケーシングの厚さの 2 倍以上の場合（ケーシングの平板部への肉盛溶接がない場合（tw2 が零の場合）を含む）。	接される場合であって、tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (k) ケーシングカバーがケーシングまたは他のケーシングカバーに全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (l) ケーシングまたは他のケーシングカバーが内外からケーシングカバーに溶接され、かつ、溶接部の長さと深さの和の値がケーシングまたは他のケーシングカバーの厚さの 2 倍以上の場合（ケーシングカバーへの肉盛り溶接がない場合（tw2 が零の場合）を含む）

（２）日本機械学会による変更の理由

①継手区分 C の図の寸法の記載方法を適正化する[81]。

②現在採用されているクラス 1 ポンプでは、突き合わせ溶接型のケーシングカバーは採用されていない。また、クラス 1 ポンプのケーシングカバーは回転体など内部構成品の組込み及び取出しのため、ボルト等でケーシングに取り付けるものに限定するのが適切であることから、PMB-3410 ケーシングカバーの構造強度の規定における K 値から突き合わせ溶接型の K 値の規定を削除した[82]。

③～⑤ポンプの「ケーシングカバー」を、「ケーシングの平板部」との呼称で対象部を明確にする[83]。

（３）検討の結果

①完全差込みレ形継手の平板の溶接部表面からの傾きを 45° 以下としていたものを開先角度(ベベル角)45° 以下に変更している。「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」等に示す溶接部は強度確保の観点から寸法を規定しているが開先の角度等は規定していない。開先角度は溶接方法によって最適な値が決められるものであり、溶接方法を規定していない設計・建設規格において、開先角度を規定することが妥当とは判断できない。

したがって、設計・建設規格 2020 の次の図は、設計・建設規格 2012 の図に読み替える。

表 PVC-3310-1 K の値の(h)

[81] 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 67 頁

[82] 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 1-1-2：40～42 頁

[83] 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 1-1-2：71 頁の 16-15

図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造の(8)
表 PVD-3310-1 K の値の(i)
図 PVD-4112-2 クラス 3 容器 継手区分 C の構造の(8)
表 PVE-3410-1 K の値の(f)
図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造の(8)
表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(h)
図 PPC-4010-3 クラス 2 配管 継手区分 C の構造の(8)
表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(h)
図 PPD-4010-3 クラス 3 配管 継手区分 C の構造の(8)
図 PPH-4010-3 クラス 4 配管 継手区分 C の構造の(8)
表 PMC-3410-1 K の値の(h)
表 PMD-3410-1 K の値の(h)

②クラス 1 ポンプのケーシングカバーは回転体など内部構成品の組み込み及び取り出しのため、ボルト等でケーシングに取り付けるものに限定することが適切であるとのことから、ケーシングカバーの K 値の規定を削除したとの説明は技術的に適切であり、削除は妥当と判断する。

③クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプのケーシング平板部は、ケーシングカバー平板部の規定によることを明確にしたものであり、変更は妥当と判断する。

④ケーシング平板部の構造強度の設計における厚さについて、ケーシングカバーと同様に計算することを規定したものであり、追加は妥当と判断する。

⑤「表 PMC-3410-1 K の値」及び「表 PMD-3410-1 K の値」において、クラス 2 ポンプ及びクラス 3 ポンプ平板部の取付け方法において一部を「ケーシングカバー」から「ケーシング」に変更されている。ケーシングの平板部の構造強度は、「PMC-3400 ケーシングカバーの構造強度」又は「PMD-3400 ケーシングカバーの構造強度」によることを明確にしたもので、変更は妥当と判断する。

「表 PMC-3410-1 K の値」及び「表 PMD-3410-1 K の値」の取付け方法(b)の形状は「ケーシングの平板部(ただし、溶接の場合は、突合せ溶接に限る)において、d が 600mm 以下」とある。当該厚さの計算式は円筒形の胴又は管に取り付ける場合の K の値を 0.13 としたものであるが、ケーシングへの適用性と d 寸法の採り方及び取付け方法(c)～(l)のケーシングへの適用性と d 寸法の採り方について、日本機械学会は、次のように説明している[84]。

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

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

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

取付け方法(b)～(l)のケーシングへの適用性に関する事例について、日本機械学会は、次のように説明している[85] 。

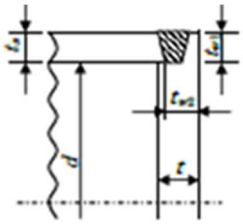
確認出来た範囲では、解説図 PMC-1110-4 のポンプ形式では（h）が使われた事例があり、解説図 PMC-1110-5 のポンプ形式では、（j）の 1 番上の図の形状が使われた事例があります。

その他の平板取付形状の事例は確認できていませんが、それら構造を将来的に使用する可能性は否定できません。

クラス 2、3 ポンプの取付方法(b)～(l)については、該当するポンプのケーシングに適用するとのことである。

「(m)はガスケット幅の 1/2 となる位置の直径」と説明しているが、(m)にはガスケット座が溝形（グルーブ座）で金属接触形の場合と平面座の場合が図示されており、平面座の場合はガスケット幅が大きくなるので d をガスケット幅の 1/2 となる位置の直径とするのは適切ではない。この点は JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 G(規定)圧力容器のボルト締めフランジ」において明確である。

取付け方法(i)の形状は「ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合」とされているが、下図の溶接部を突合せ溶接とすることの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[86]。



$t_{w1} + t_{w2} \geq 2t_r$

$t_{w1} \geq t_r$

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

「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(i)の図の溶接部は突合せ溶接ではなく、誤解を招く可能性があり、妥当とは判断できない。

したがって、「表 PMC-3410-1 K の値」の取付け方法(i)の「ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され」は「ケーシングの平板部がケーシングの端に全厚溶接され」に読み替える。

「表 PMC-3410-1 K の値」の d 寸法の採り方を明確にすることを要望する。

容器、配管を含めて「突合せ溶接」の記載の見直しについて、日本機械学会は、次

[85] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(63)-1

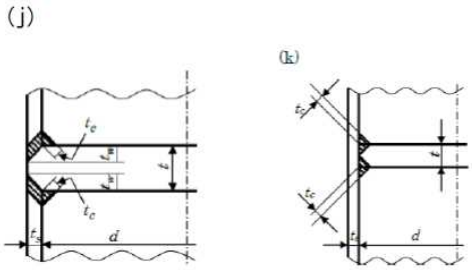
[86] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(64)

のように説明している[87] 。

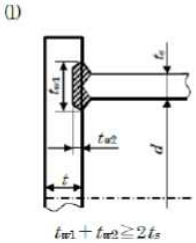
用語の統一について、今後検討します。

突合せ溶接と完全溶込み溶接の区別を明確にすることを要望する。

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



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



ポンプの構造として事例とどのような形状の構造を指すのかについて、日本機械学会は、次のように説明している[88]。

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

「ケーシングの平板部」と「ケーシングカバー」が同じものを指すのであれば、用語を統一することを要望する。

一般産業向けのポンプにおける(k)や(l)に相当する溶接が適用される場合の例、また、(j)の事例の有無について、日本機械学会は、次のように説明している[89] 。

一般産業向けのピットバレル型ポンプの吐出ヘッド部において、(k)や(l) に相当する構造が採用される事例はあります。

---

[87] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(64)

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

[89] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(65) (66)-1

(j)の形状のうち上記質問にある形状については、クラスポンプでの事例が確認できておりませんが、当該構造を将来的に使用する可能性は否定できません。

原子力で適用事例を把握していない一般産業向けのポンプのケーシングカバー及びケーシングの平板の溶接部を規定することの必要性について整理することが望まれる。

「PMD-3720 さら形ケーシングカバー取付けフランジ」において、(3)の「M、B、C 及びＰ ：PMD-3720(2)ａ 及びｂ に定めるところによる」は下線部が「PMD-3720(2)」ではないか、との指摘について、日本機械学会は、次のように説明している[90] 。

誤記ではありませんが、(2)の中でａ 及びｂと限定する理由がないことから、今後改定を検討します。

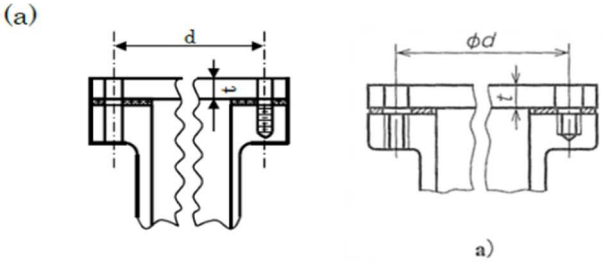
「PMD-3720(2)ａ及びｂに定めるところによる」は「PMD-3720(2)に定めるところによる」に修正することを要望する。

（４）変更点以外の評価

(a)「表 PVC-3310-1 K の値」等におけるボルト締め平ふた板の係数 K の値ほか

(a-1)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(a)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(a)の形状（下図（左）：ボルト締め全面座平板）は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 L（規定）圧力容器のふた板」の「図 L.1 ボルト締め平ふた板の構造」a）に示す図(下図（右）)に該当する。計算厚さを求める係数Ｋの値が「表 PVC-3310-1 K の値」等では 0.17、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」では 0.25（円形平ふた板の場合）であり、異なる値となっている。



どのように係数を決めたのかについて、日本機械学会は、次のように説明している[91]。

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

係数 K の相違については、曲げ応力に対する許容応力として許容引張応力の 1.5 倍を考慮していることによります。平板に発生するのは曲げ応力であるため許容応力として許容引張応力の 1.5 倍を考慮できますが、JIS ではガスケット部

[90] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 2.(8)

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

の気密性を考慮して1.5 倍を採用していないと考えられ、係数Kに1.5 倍の相違が発生しております。

「(解説 PVE-3410) 平板の厚さの規定」において、円板に圧力が作用する場合の最大応力を周辺固定と周辺単純支持の場合で示し、曲げ応力のため許容応力を通常の許容引張応力 S 値の 1.5 倍としたと記載しているが、これは平板に対する垂直荷重のみの場合の応力である。容器又は管等に接続する平板の場合は内圧力により円筒部が半径方向に変形するが、平板との剛性差により接合部には半径方向剪断力 V と局部曲げモーメント M が生じて、その V と M による平板の変形と円筒の変形が釣り合うような変形に収まり、平板には半径方向剪断力 V による膜応力が生ずる。平板の接続には溶接構造、フランジによるボルト締め及びねじ込み輪等による機械的構造の場合があるが、接続の方式によっては剛性の違いにより平板の半径方向剪断力 V による膜応力の存在を無視できない場合もあると考えられる。したがって、平板の形状の係数 K の値は、平板の曲げ応力のみでなく膜応力の存在を考慮した値に見直す必要がないか形状ごとに検討することを要望する。

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 L (規定) 圧力容器のふた板」(係数 K は 0.25) と異なりガスケット部の気密性を考慮していない理由(ASME Code Sec.Ⅲ 2021 年版では係数 K が 0.20 に変更されている。) について、日本機械学会は、次のように説明している[92]。

PVC-3310 は強度上の必要最小厚さを規定するものであるため、ガスケット部の気密性は考慮しておりません。解説 PVC-3310 にて「PVC-3310 は、容器の平板の必要最小厚さについて定めている。」と記載しております。

また、ASME 2021 年版の係数 K=0.20 との整合については、今後検討いたします。

しかし、技術基準規則第 21 条において、「耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない」と規定しており、日本機械学会の「ガスケット部の気密性は考慮していない」との説明は適切ではない。

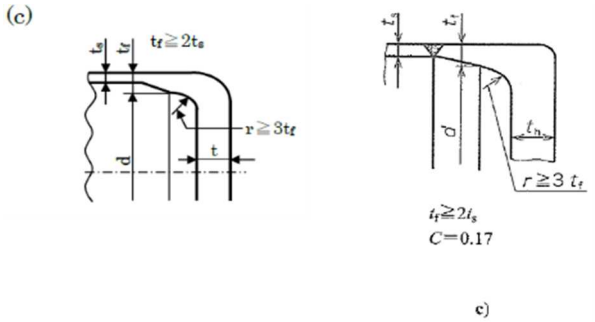
次に示す形状の係数 K の値は、他規格等の知見を踏まえ、適切な値に修正することを要望する。

表 PVC-3310-1 K の値の(a)
表 PVD-3310-1 K の値の(a)
表 PVE-3410-1 K の値の(a)
表 PPB-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(a)
表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(a)
表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(a)
表 PMB-3410-1 K の値の(a)
表 PMC-3410-1 K の値の(a)
表 PMD-3410-1 K の値の(a)

[92] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(24)-1

(a-2)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(c)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(c) の形状（下図（左）：絞り出しハブ付き平板）は内径 d の部分の勾配線と半径 r の曲線の間に厚さ tf の平行部が存在する形で示されているが、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」c)に示す図(下図（右））は当該平行部が連続している。



この形状の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[93]。

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

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

ASME Code Sec.Ⅲ Figure NC-4243.1-1 は、ハブ付き平板の周溶接における引張試験片の採取方向を示したものであり、平板外径側の角部に丸みがない形状であるので、JIS B 8265「圧力容器の構造－一般事項」の図 E.8 c)とは異なる。平板の厚さに関しては、Figure NC-3325-1(b-1)が相当するが、同図では Figure NC-3325-1(a)に示すような Tangent line が記載されておらず、すみの丸みの半径 r の曲線とテーパの線が連続している。「表 PVC-3310-1 K の値」等の(c)の形状は ASME に規定されていないことから、連続することを要求しないのであれば不要ではないかという点について、日本機械学会は、次のように説明している[94]。

当該形状は ASME B&PV Code Section III Figure NC-4243.1-1 の規定と整合をとったものであり、形状に関する厚さの規定はご指摘の通り「表 PVC-3310-1 K の値」(c)の厚さの規定は ASME Sec.Ⅲ Fig. NC-3325-1(b-1)が相当します。JIS だと JIS B 8265:2017 図 E.8- c)が相当します。現状の規定で問題ないと考えます。

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(c)、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」c)に示す図及び ASME Code Sec. Ⅲ Figure NC-4243.1-1 の図は、同じ内容を示しているが、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(c)は傾斜がなめらかでないことを示しているともとれることから、「表 PVC-

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

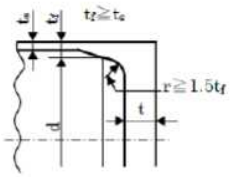
[94] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 6-1-1：Ⅱ 1.(25)-1

3310-1 K の値」等の(c)の図を修正することを要望する。

(a-3) 「表 PVC-3310-1 K の値」等の(d)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(d)の形状（削り出しハブ付き平板）は JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」に規定されていない。

(d)



（JIS B 8265：なし）

形状と式の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[95]。

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

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

ASME Code Sec.Ⅲ（2011a）の NC-3325 及び Fig.NC-3325-1(b-2)に規定されている形状は、平板外径の角部が丸みを有しているが、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(d)の形状は同部が直角であり、異なっている。形状と式の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[96]。

(PVC-34) 式では平板外径の角部の形状を規定しておりません。表 PVC-3310-1(d)の図示として適切な記載については、今後検討します。

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(d)の形状は、平板外径の角部が直角であり、応力が集中することになるため、図としては適切ではない。ASME Code Sec.Ⅲ Fig.NC-3325-1(b-2)に規定されている形状を参考に、平板外径の角部が丸くなるよう図を修正することを要望する。

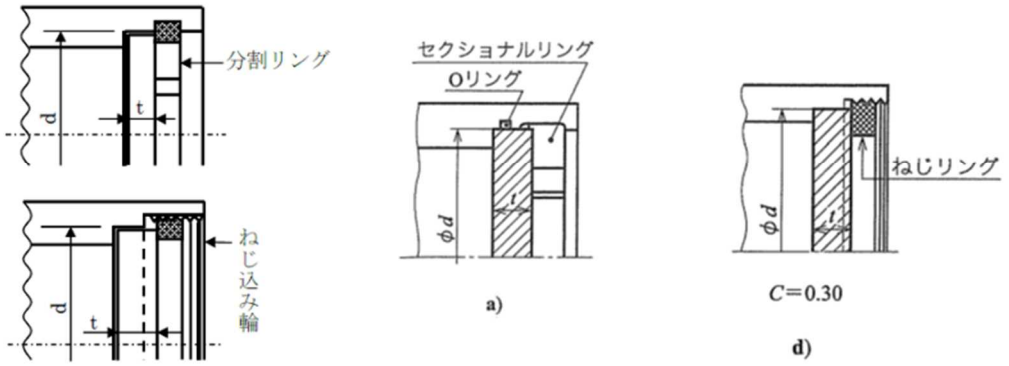
(a-4)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(f)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(f)の形状（分割リング式平板、ねじ込み輪式平板）は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 L（規定）圧力容器のふた板」の「L.4 はめ込み形円形平ふた板」の「図 L.2－はめ込み形円形平ふた板の構造の例」a)及び d)に相当するが、平板の取付け方法による係数 K の値が「表 PVC-3310-1 K の値」等では 0.20、同 JIS では 0.30 となっている。

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

[96] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(26)-1

(f)



その理由 及び(f)の形状は平板に作用する力によって生じるねじ込み輪、分割リング等機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下と規定しているが、機械的装置には曲げ応力、せん断応力及び支圧応力が発生ことに対して一律に許容引張応力の 0.8 倍とする理由について、日本機械学会は、次のように説明している[97]。

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

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

ねじ込み輪、分割リング等の機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下との規定については、せん断応力に対する許容応力を許容引張応力の 0.8 倍とし（JIS B 8265：2017 4.3.2 と同様）、安全側にせん断応力を含む発生応力に対して一律に許容引張応力の 0.8 倍としているものと考えられます。

上記説明の「Fig. NC-3325-1(f),(g)に規定」は「Fig. NC-3325-1(m),(n),(o)に規定」の誤りではないかという点について、日本機械学会は、次のように説明している[98]。

設計･建設規格 2020 年版の当該の図は 2001 ASME/BPVC を参照しており、2019 ASME/BPVC 以前では Fig. NC-3325-1(f),(g)に、2021 ASME/BPVC 以降では Fig. NCD-3325-1(m),(n)に規定されており、回答の記載で問題ありません。

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」（係数は 0.30）と異なりガスケット部の気密性を考慮していない理由及びねじ込み輪、分割リング等の機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下との規定に関する説明について、「～しているものと考えられます。」とあり、規格策定者としてどのように考えるかについて、日本

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

[98] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(27)-1

機械学会は、次のように説明している[99]。

PVC-3310 は強度上の必要最小厚さを規定するものであるため、ガスケット部の気密性は考慮しておりません。解説 PVC-3310 にて「PVC-3310 は、容器の平板の必要最小厚さについて定めている。」と記載しております。

ねじ込み輪、分割リング等の機械的装置の応力が許容引張応力の 0.8 倍以下との規定については、せん断応力に対する許容応力を許容引張応力の 0.8 倍とし（JIS B 8265：2017 4.3.2 と同様）、安全側にせん断応力を含む発生応力に対して一律に許容引張応力の 0.8 倍としております。

技術基準規則第 21 条において、「耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない」と規定しており、日本機械学会の「ガスケット部の気密性は考慮していない」との説明は適切ではない。

次に示す形状の係数 K の値は、他規格等の知見を踏まえ、適切な値に修正することを要望する。

表 PVC-3310-1 K の値の(f)、(g)

表 PVD-3310-1 K の値の(g)、(h)

表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(f)、(g)

表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(f)、(g)

表 PMC-3410-1 K の値の(f)、(g)

表 PMD-3410-1 K の値の(f)、(g)

「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の図は重ね溶接継手であるが、溶接部の設計を規定した「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」には重ね溶接継手については規定されていない。「表 PVD-3310-1 K の値」に(f)の図を規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している[100]。

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

「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の図の重ね溶接継手は継手区分 B に該当すると思われるが、「PVD-4111 継手区分 A 及び B の溶接部」に規定する設計と同等以上の効果が得られることを、日本機械学会は、次のように説明している[101]。

GNR-2120(9)にて 2)容器の胴に平板を接続する接手および 4)管に平板を接続する継手は継手区分 C と規定しております。「表 PVD-3310-1 K の値」(f)は平板が胴又は管に取り付けられる構造であり、継手区分 C に該当します。

「表 PVD-3310-1 K の値」(f)の重ね継手部における「PVD-4110 クラス 3 容器の溶接部の設計」の「これと同等以上の効果が得られる溶接方法」（完全溶込み溶接による突合せ両側溶接又は突合せ片側溶接）とは何かを明確にすることを要望する。

---

[99] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(27)-1

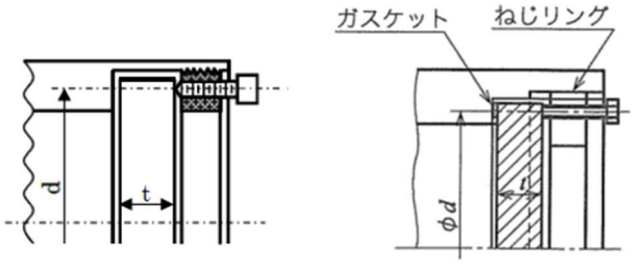
[100] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(44)

[101] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(44)-1

(a-5)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(g)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(g) の形状(下図 (左)：ねじ込み輪式ボルト押さえ平板)は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 L (規定) 圧力容器のふた板」の「L.4 はめ込み形円形平ふた板」の「図 L.2－はめ込み形円形平ふた板の構造の例」b)の形状 (下図 (右)) に相当する。平板の取付け方法による係数 K の値が「表 PVC-3310-1 K の値」等では 0.20、同 JIS では 0.30 となっている。

(g)



b)

その理由及び「表 PVC-3310-1 K の値」等の (g)の形状は平板に作用する力によって生じる締付ボルトの応力が許容引張応力の 0.8 倍以下と規定しているが、ねじリングにはせん断応力が発生することに対して制限を規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[102]。

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

JIS (係数は 0.30) と異なりガスケット部の気密性を考慮していない理由及びねじリングに発生するせん断応力に対する制限を規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[103] 。

PVC-3310 は強度上の必要最小厚さを規定するものであるため、ガスケット部の気密性は考慮しておりません。解説 PVC-3310 にて「PVC-3310 は、容器の平板の必要最小厚さについて定めている。」と記載しております。

ねじリングに発生するせん断応力に対する制限については、今後検討します。

技術基準規則第 21 条において、「耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない」と規定しており、日本機械学会の「ガスケット部の気密性は考慮していない」との説明は適切ではない。

次に示す形状の係数 K の値は、他規格等の知見を踏まえ、適切な値に修正することを要望する。

表 PVC-3310-1 K の値の(g)

表 PVD-3310-1 K の値の(h)

表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(g)

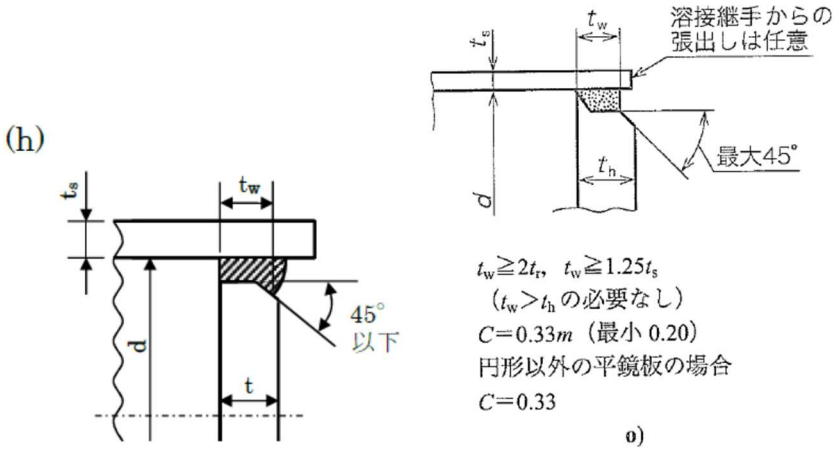
---

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

[103] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(28)-1

表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(g)
表 PMC-3410-1 K の値の(g)
表 PMD-3410-1 K の値の(g)
(a-6)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(h)

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の図（下図（右））には、胴又は管の先端部について「溶接継手からの張出しは任意」の記載があり「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」(8)にも「溶接部よりの出張りの有無は任意」とあるが、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(h)の図（下図（左）：完全差込みレ形継手平板）にはない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[104]。



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

ASME Code Sec.Ⅲに示す図（Fig. NCD-3325-1(g)）は、クラス 3 機器に限定しており、平板をのど厚 tw の溶接部表面から最大 45° の勾配を設けてもよいと読める一方で、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(h)の溶接部は溶接の開先角度（ベベル角）を 45° 以下としていることから整合していない。開先角度の引き出し線位置を修正しない理由及び「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器継手区分 C の構造」(8)に合わせて図の整合を図る点について、日本機械学会は、次のように説明している[105] 。

開先角度（ベベル角）の設け方については、ASME および JSME いずれも同様の内容と考えるため、整合しており問題ないと考えます。また、溶接継手からの張出しについては、「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器継手区分 C の構造」(8)と整合を図るように、今後検討します。

開先角度については（３）①において評価したとおりである。

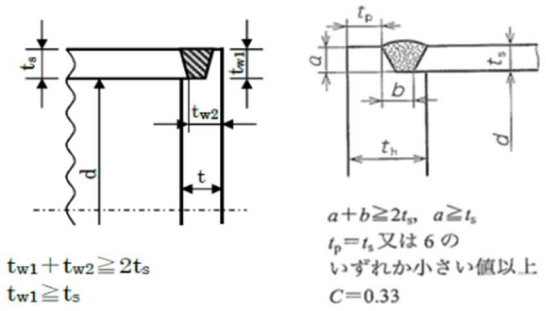
「溶接継手からの張出しは任意」の記載については、規格内で整合を図るように検討することを要望する。

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

(a-7)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)の形状(下図（左）：部分差込み裏当て継手平板)は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」n)に示す図(下図（右）)に相当する。

(i)



n)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)の溶接部 tw2 寸法は平板から胴又は管にはまり込む深さを除いた厚さであるのに対して、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」に示す n)の図は平板の厚さ方向に溶接金属が接する長さになっている。また、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」に示す n) の図は平板の外径部分の母材残部厚さ tp を胴若しくは管の厚さ又は 6mm のいずれか小さい値以上と制限しているが、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)については制限がない。これらの相違について、日本機械学会は、次のように説明している（「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の(7)の図も同じ。）[106]。

ご指摘のところは、JIS との整合を含め、今後検討します。

ASME Code Sec.Ⅲでは「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)の図は、クラス 3 機器に限定しているので、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(i)と併せて検討することについて、日本機械学会は、次のように説明している[107] 。

ASME の規定も参考に、今後検討します。

日本機械学会は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」を踏まえて規定内容を見直すこと、機器のクラスに関する ASME の限定についても今後検討するとしており、規定の妥当性が確認できないことから、次に示す形状は適用除外とする。

表 PVC-3310-1 K の値の(i)
表 PVD-3310-1 K の値の(j)
表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(i)
表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(i)
表 PMC-3410-1 K の値の(i)
表 PMD-3410-1 K の値の(i)

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

(a-8)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の形状（上から順に、すみ肉有り完全溶込み継手平板、差込み K 形継手平板、隔離式完全溶込み継手平板）における取付け方法において、「(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。」と規定されているが、「平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合」を規定する必要性について、及びこの場合の開先角度の採り方について、日本機械学会は、次のように説明している[108]。

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

ASME Code Sec. Ⅲ NC-3358.4 Flat Heads and Tubesheets with Hubs.は、ハブ付き平板であり、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の形状とは異なる。ASME Code Sec. Ⅲ NC-3358 と整合が取れているとしていることについて、日本機械学会は、次のように説明している[109]。

NC-3358.3(e)(1)(-a)が対応します。ここでの開先角度はベベル角となります。

NC-3358.3(e)(1)でベベル角によって tw 寸法の規定が場合分けされている図は Sketches (a), (b), and (c)であり、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の 2 つ目の図に対応する Sketches (e)には、ベベル角による場合分け及び t_w 寸法の制限が規定されていない。また、「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の 2 つ目の図中には、t_w 寸法が定義されていない。

ベベル角及び t_w 寸法の規定とは関係の無い「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の 2 つ目の図には、新しく分類番号を割り振ることを要望する。

NC-3358.3(e)(1)(-a)は、ベベル角が 45 度以下の場合であり[110]、NC-3358.3(e)(1)(-b)は、ベベル角が 45 度を超える場合である。(j)の形状における規定の(1)と(2)の違いは、（平板が鍛造品であるかないかを除けば）ベベル角が 45 度未満の場合の tw 寸法（平板の開先深さに相当）が、ベベル角が 45 度以上の場合の寸法の 1/2 としている点である。必要な tw 寸法が開先のベベル角によって変わるというのは論理的でないことから、見直しを要望する。

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j) の形状(下図（左）の 3 種類：上から順に、ハブなし完全溶込み継手平板、差込み K 形継手平板、隔離式ハブなし完全溶込み継手平板)は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」f)、g)、j)に示す図(下図（右）)に相当する。

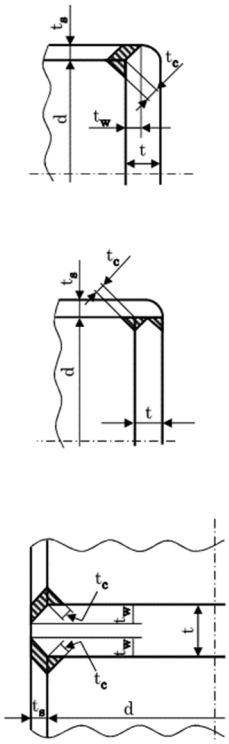
---

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

[109] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(31)-1

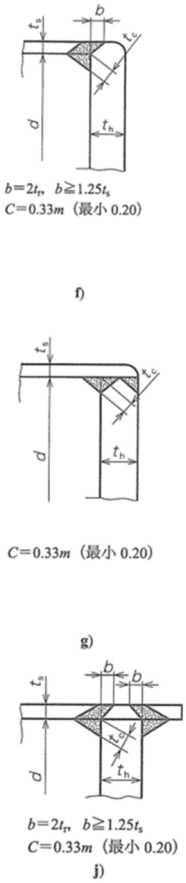
[110] “the weld preparation bevel angle not greater than 45 deg measured from the face”と規定されている。

(j)



(1) 平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6 mm のうちいずれか小さい値以上である場合。

(2) (1)以外の場合
平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6 mm のうちいずれか小さい値以上である場合。



「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の(1)の場合に tw が ts の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上、(2)の場合に tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上であるのに対して、同 JIS に示す f)及び j)の図は tw (b 寸法) が胴又は管の計算上必要な厚さの 2 倍で胴又は管の厚さの 1.25 倍以上とされている。また、「表 PVC-3310-1 K の値」等の (j) の図はすみ肉ののど厚 tc を ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上と規定されているが、同 JIS の f)、g)、j) については平板の厚さに関係なく、胴又は管の計算上必要な厚さの 1.4 倍、0.7ts 又は 6mm のいずれか小さい値以上と規定されている。

これらの相違について、日本機械学会は、次のように説明している(「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の(1)、(2)、(3)の図も同じ。)[111]。

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

ASME Code Sec.Ⅲ Figure NC-4243-1 に示す図と比較するとクラス 2 機器に該当する図は存在するが、クラス 3 機器の規格である ASME Code Sec.Ⅲ Class ND に該当する図はない。

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」f)、g)、j)に示す図との相違の適切性について、日本機械学会は、次

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

のように説明している[112] [113]。

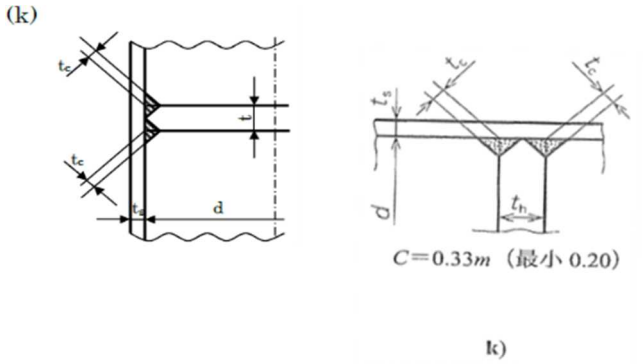
JSME は基本的に ASME と整合をとっており、JIS とは必ずしも整合しないところはあります。

ベベル角及び t_w 寸法の規定とは関係の無い「表 PVC-3310-1 K の値」等の(j)の 2 つ目の図には、新しく分類番号を割り振ることを要望する。

溶接部の強度を確保するのに必要な tw 寸法が開先のベベル角によって変わることは論理的でないので、見直すことを要望する。

(a-9)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(k)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(k) の形状(下図 (左)：隔離式差込み K 形継手平板)は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」k) に示す図(下図 (右))に相当する。「表 PVC-3310-1 K の値」等の(k)の図はすみ肉ののど厚 tc を ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上と規定しているが、IS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の k)については胴又は管の計算上必要な厚さの 1.4 倍、0.7ts 又は 6mm のいずれか小さい値以上と規定している。



これらの相違の理由について、日本機械学会は、次のように説明している[114] (「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の(4)の図も同じ。)。

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

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(k)の形状について JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」と比較すると、設計・建設規格 2020 の規定は胴又は管の最小厚さが 8.6mm 以下の場合にすみ肉ののど厚 tc が 6mm 以下になるが、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」において、胴又は管の計算上必要な厚さが 4.3mm 以下の場合にすみ肉ののど厚 tc が 6mm 以下になる。胴又は管の計算上必要な厚さが 4.3mm 以上で最小厚さが 8.6mm 未満の場合は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の方が保守的といえる。「表 PVC-3310-1 K の値」等の(k)の形状について、すみ

[112] When using eq.(6), the thickness t shall be calculated for both service loadings and gasket seating, and the greater of the two values shall be used.

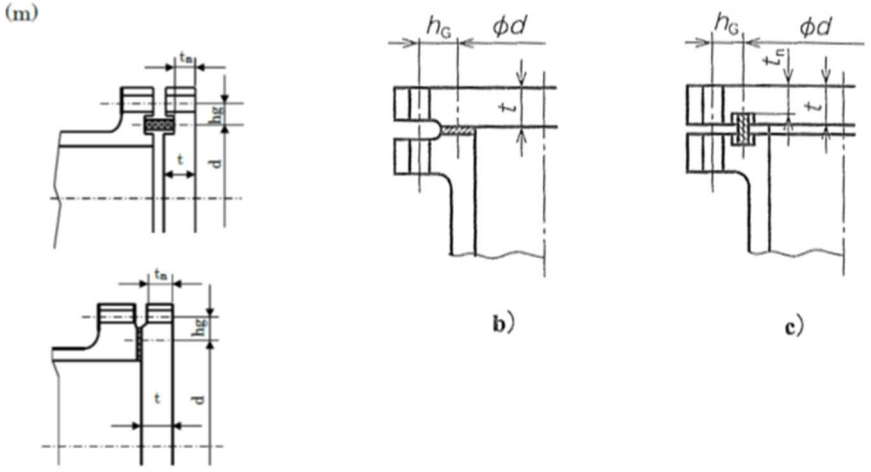
[113] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 6-1-1：Ⅱ 1.(32)-1

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

肉ののど厚を決める際に胴又は管の計算上必要な厚さに基づくのど厚確保の要否について検討することを要望する。

(a-10)「表 PVC-3310-1 K の値」等の(m)

「表 PVC-3310-1 K の値」等の(m) の形状(下図 (左) : ボルト締め RF 座平板、ボルト締め TG 座平板))は、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 L (規定) 圧力容器のふた板」の「図 L.1 ボルト締め平ふた板の構造」b)及び c) に示す図(下図 (右))に該当するが、計算厚さを求める式が異なっている。



設計・建設規格の計算式

$$t = d\sqrt{\frac{KP}{S}} \qquad K = 0.20 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$$

JIS B 8265 の計算式(円形平ふた板の場合)

$$t = d\sqrt{\frac{0.3P}{\sigma_a \eta} + \frac{1.9Wh_G}{d^3 \sigma_a \eta}}$$

計算厚さを求める式が異なる理由及び「表 PVC-3310-1 K の値」等は使用状態での計算式であるが、ガスケット締付時の計算を求めない理由について、日本機械学会は、次のように説明している (JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」では、使用状態とガスケット締付時の両方の場合について計算を行い、いずれか大きい値を計算厚さとしている。) [115]。

当該形状は ASME B&PV Code 2017 年版の Section Ⅲ NC-3325.2 及び Fig.NC-3325-1(d)、(e)と整合をとっており、NC-3325.2(6)式に示される計算式および係数 K=0.20 と整合しております。ただし、NC-3325.2(6)式では式中のシンボルが異なっており、全体のボルトに作用する力 F は ASME では W、係数 K は ASME では C が用いられており、パッキンの外径又は平板の接触面に作用する圧力による力 W を W=Pd2π/4 とすると式が一致します。

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

ASME Code Sec.Ⅲ NC-3325.2 には、(6)式を適用する場合は、使用状態とガスケッ

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

ト締付時の両方の場合について計算を行い、大きい方を用いると規定されている[116]。算出の必要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[117]。

ご指摘の通り、JIS、ASME ともに使用状態とガスケット締付時の両方の場合について計算を行うと規定されており、回答（３４）[118]の“別途算出不要”の回答を撤回し、今後検討します。

技術基準規則第 21 条において、「耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないものでなければならない」と規定しており、ガスケットによりシールする部位に対して、ガスケット締め付け時を計算において考慮していないことは、妥当とは判断できない。

したがって、次に示すボルト締め RF 座平板及びボルト締め TG 座平板については、使用状態とガスケット締付時の両方の場合について下式により計算を行い、いずれか大きい値を計算厚さとすることとする。

表 PVC-3310-1 K の値の(m)
表 PVD-3310-1 K の値の(n)
表 PVE-3410-1 K の値の(k)
表 PPB-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(f)
表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(m)
表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(m)
表 PMB-3410-1 K の値の(b)
表 PMC-3410-1 K の値の(m)
表 PMD-3410-1 K の値の(m)

ガスケット締付時の必要な厚さは次式による。

$$t = d\sqrt{\frac{1.27W_g h_g}{Sd^3}}$$

$$W_g = \frac{A_m + A_b}{2}\sigma_a$$

A_mはボルトの必要総有効断面積であって、使用状態又はガスケット締付時の必要ボルト荷重より求めた値のいずれか大きい値（mm^2）

A_bは使用するボルトの総有効断面積（mm^2）

σ_aはガスケット締付時における材料規格 2020「Part 3 第 1 章 表 5 に規定するボルトの許容引張応力（MPa)」

S はガスケット締付時における材料規格 2020「Part 3 第 1 章 表 3 及び表 4 に規定する材料の許容引張応力（MPa)」

---

[116] When using eq. (6), the thickness t shall be calculated for both service loadings and gasket seating, and the greater of the two values shall be used.

[117] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(34)-1

[118] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(34)

(a-11)「表 PVC-3310-1 K の値」等の「(o)その他の場合」

「表 PVC-3310-1 K の値」等の「(o)その他の場合」は、係数 K＝0.50 とのみ規定しているが、その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[119]。

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

「(o)その他の場合」は、係数 K＝0.50 としている点について、適切性を検討するとしており、技術的根拠が不明確であることから、「表 PVC-3310-1 K の値」等の「(o)その他の場合」は、適用除外とする。

「表 PVC-3310-1 K の値」(PVD、PVE、PPC、PPD、PMC、PMD も同じ) においては「平板が胴または管に全貫通溶接される場合」のように、「完全溶込み溶接」と思える溶接部を「全貫通溶接」としているが、この用語が使用されているのは平板の取付方法に係る部分のみである。「PVC-4200 溶接部の設計」では「完全溶込み溶接」としており用語が異なる理由及び「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の図においては、「全貫通溶接」に相当する規定がない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[120]。

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

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

「図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」の図においては、「全貫通溶接」に相当しない図も記載されていることから、「全貫通溶接」又は「完全溶込み溶接」を記載する基準が明確でない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[121] 。

用語の統一について、今後検討します。

「全貫通溶接」の定義が不明であることから、「全貫通溶接」は「完全溶込み溶接」に読み替える。

(b)ポンプケーシングの計算上必要な厚さを求める際の図に示す A 寸法

「PMC-3320 ケーシングの厚さの規定」において、(PMC-3) 式に規定する寸法 A は「図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 までに示す寸法」と規定され、各図に寸法の採り方が図示されているが、どのような位置とすべきかについては規定されていない

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

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

[121] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(36)

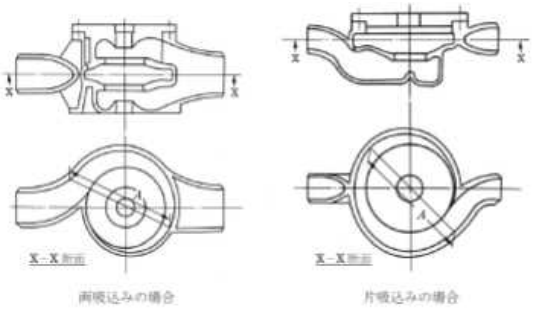


図 PMC-3320-1　1重うず巻ポンプであって、ケーシングが軸垂直割りであるもの

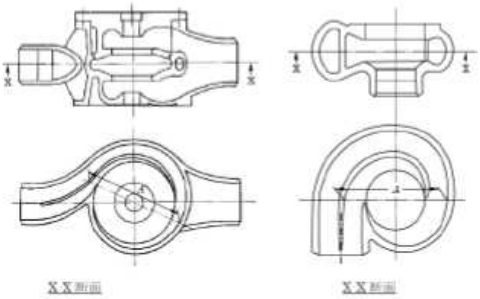


図 PMC-3320-2　2重うず巻ポンプであって、ケーシングが軸垂直割りであるもの

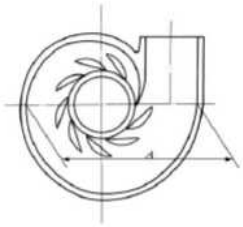


図 PMC-3320-3　うず巻ポンプであって、ケーシングが軸垂直割りで案内羽根を有するもの

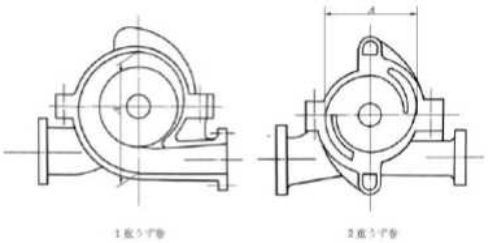


図 PMC-3320-4　1重うず巻ポンプ又は2重うず巻ポンプであって、ケーシングが軸平行割りであるもの　20

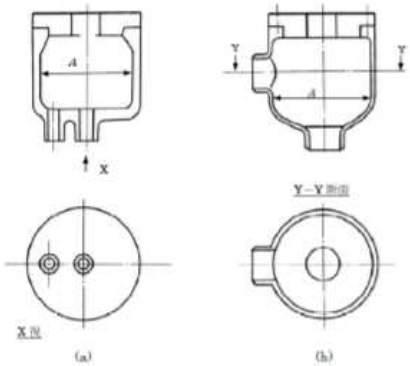


図 PMC-3320-5　ターボポンプであって、ケーシングが軸垂直割りで軸対称であるもの

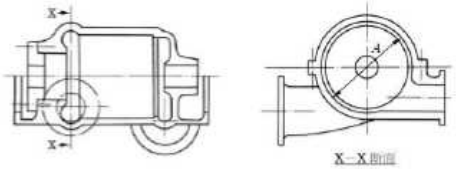


図 PMC-3320-6　ターボポンプであって、ケーシングが軸平行割りであるもの

各図の寸法Aの採り方は、その位置が「圧力が作用する内のりの最大値」であることが必要であると思われるが、寸法Aの採り方を規定していない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[122]。

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

本文で「寸法Aは圧力が作用する内のりの最大値」と記載しない理由について、

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

日本機械学会は、次のように説明している[123]。

図示無しで種々ポンプ形式における A 寸法の判断はユーザーにとって分かり難いと考えて、具体例をポンプ形式毎に図示しています。PMC-3320 本文の A 寸法定義については、今後検討します。

「図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 までに示す寸法」の寸法 A の採り方は、その位置が「圧力が作用する内のりの最大値」であることが分かるように、本文に規定することを要望する。

(c) ポンプケーシングの吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲において、当該部分が管台である場合

「PMC-3330 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」において、「ただし、当該部分が管台である場合であって、PVC-3150 及び PVC-3160 の規定に準ずるときは、この限りでない。」と規定されているが、「PVC-3150 胴に穴を設ける場合の規定および補強を要しない穴の規定」及び「PVC-3160 穴の補強についての規定」は容器の規定である。吸込み及び吐出口部分は配管との取合部であるので管台であることは自明であるが、ポンプケーシングの形状を考慮した場合の適用性について、日本機械学会は、次のように説明している[124]。

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

「当該部分が管台である場合」のポンプの図例を示して欲しいとの要望に対して、日本機械学会は、次のように説明している[125]。

解説図 PMC-1110-4 や解説図 PMC-1110-5 の吸込口や吐出口は管台と見なすことができると考えますが、これらのケースでは PVC-3150 または PVC-3160 の規定を適用した事例はなく、ℓ 寸法による評価を行っております。よって、PVC-3150 または PVC-3160 を適用した図例として示せるものはありません。

容器の規定を配管に準用する規定であり、適用性についても十分に検討されているとはいえず、適用事例についても把握していないとのことから、当該規定が妥当とは判断できない。

したがって、「PMC-3330 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」の「ただし、当該部分が管台である場合であって、PVC-3150 及び PVC-3160 の規定に準ずるときは、この限りでない。」は削る。

(d) ポンプケーシングのクロッチの丸みの半径

「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」において、「r は必要最小

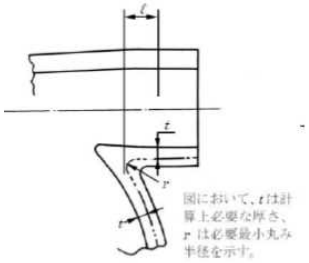
---

[123] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(60)-1

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

[125] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(61)-1

丸み半径を示す」とある。



ｒの決め方について、日本機械学会は、次のように説明している[126]。

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

ｒが不明確であることから、「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」の「r は必要最小丸み半径を示す。」は「r（0.3t 以上）は必要最小丸み半径を示す。」と読み替える。

「図 PMC-3340-1 ケーシングの各部形状」に示す「クロッチの丸みの半径」はポンプケーシング外面での丸みの半径であるが、「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」に示す ｒ 寸法の決め方は計算上必要な厚さｔの二点鎖線の交点部の丸みである。

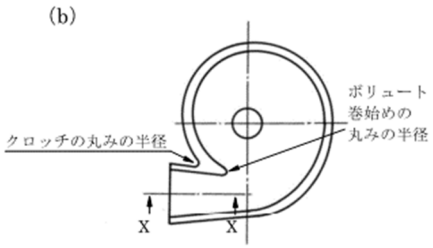


図 PMC-3340-1 ケーシングの各部形状（一部）

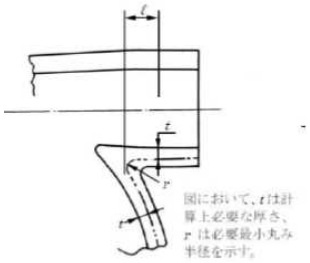


図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲(一部)

「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」の外表面における丸みも同じ寸法ということなのか（「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」の外表面における丸みは、計算上必要な厚さｔに余肉が付いているので、クロッチの丸みの半径＋ケーシングの余肉とすることが適切ではないか）について、日本機械学会は、次のように説明している[127] 。

図 PMC-3330-1 のｒと図 PMC-3340-1(b)のクロッチの丸みの半径は関連ありません。図 PMC-3330-1 のｒは「クロッチの丸みの半径に余肉を考慮したもの」の考え方で設計はせず、ℓ 寸法の起点として計算上必要な厚さｔから設定します。

「図 PVB-3555-1　遷移部分の形状」に示す胴と管台のすみの丸みの半径 r2 は規格

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

[127] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(62)-1

の(PVB-120)式に示すように、穴の直径と管台の一次一般膜応力強さに基づいて要求される厚さの積の平方根の値と胴の厚さの 1/2 のいずれか大きい方と規定され、最低でも胴の厚さの 1/2 が確保されている。また、一体型フランジのハブ付け根部における丸みの半径 r においても、規格の「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」(1)及び(2)に示すように、0.25tn（tn は容器又は管の厚さ）又は 4.5mm のうちいずれか大きい方以上と規定され、最低でも tn の 1/4 が確保されている。上記事例で示すように、一般的にすみの丸みの半径は計算上必要な厚さではなく計算上必要な厚さに基づき定めた最小厚さを基に規定されている。ASME Code Sec.Ⅲの ND-3441.1(a)においても、ケーシングの計算上必要な厚さに t が使用され、「Figure ND-3441.1(a)-1 Type A Pump」において、ケーシングの $t_{minimum}$（最小厚さ）を基にクロッチの丸みの半径が規定されている。

「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」に示す r 寸法及び「図 PMC-3340-1 ケーシングの各部形状」に示す「クロッチの丸みの半径」は見直すことを要望する。

(e)「ケーシングの平板部」における厚さ t の採り方

「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」に示す「ケーシングの平板部」における厚さ t の採り方及び、下図の質問事項について、日本機械学会は、次のように説明している[128]。

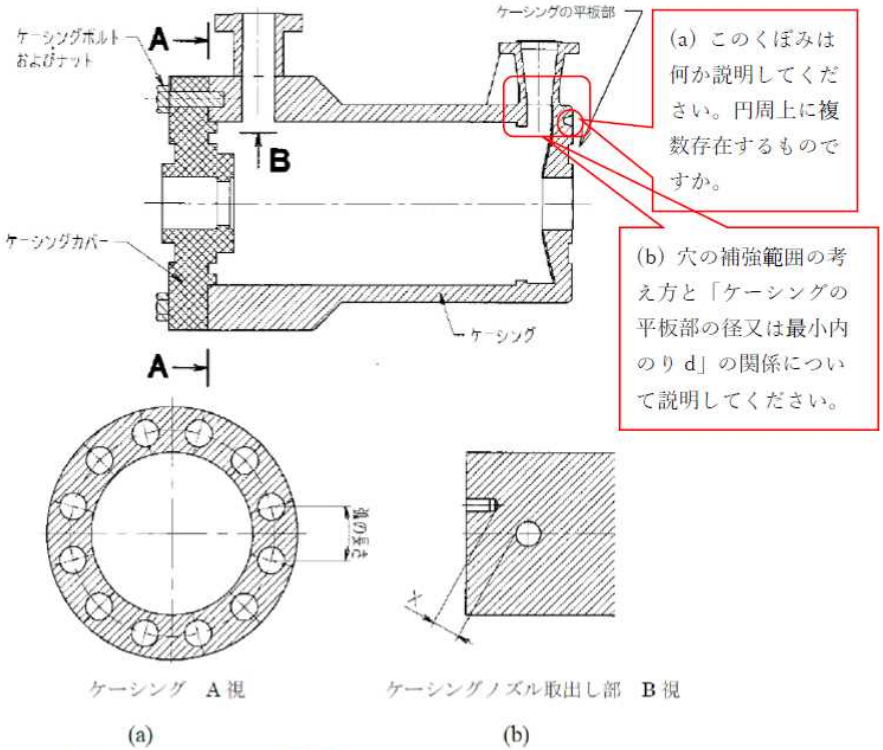


図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状

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

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

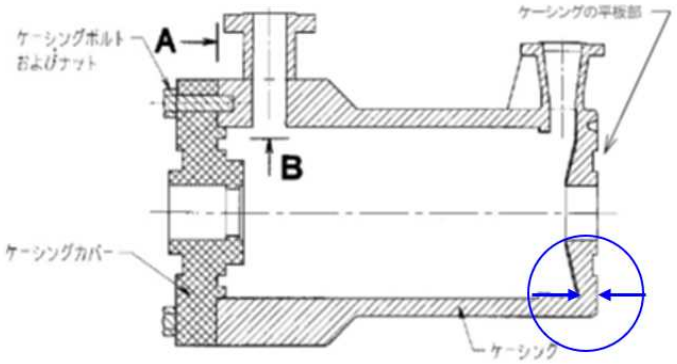
図 PMC-3340-3 の質問に対する回答は以下の通りです。

(a)くぼみの様に見えるのはケーシングと平板の溶接部です。ハッチングを施していないため、くぼみに見えていますが、溶着金属で埋められています。

(b) 平板とノズル肉厚は独立して評価をしています。ポンプでは穴の補強範囲についての規定はありませんが、同様の補強を吸込口、吐出口の厚さの規定（PMC-3330）により補っています。平板については、PMC-3410 に規定している通りです。

「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」において、「ケーシングの平板部」の中で最も薄い箇所の肉厚とはどこか、及び寸法の採り方について、日本機械学会は、次のように説明している[129] 。

図 PMC-3340-3 のケースにおいては以下の青の矢印で示した場所になります 。



「くぼみの様に見えるケーシングと平板の溶接部」について、完全溶込み溶接のようには見えない。溶接部のこの部分の形状について、日本機械学会は、次のように説明している[130]。

ケーシングと平板の溶接部は表 PMC-3410-1 に示されている複数の取付け方法が許されており個々の形状を図 PMC-3340-3 内で説明は困難ですが、溶着金属が吸込口、吐出口の穴内面に露出する事例は確認されていません。図 PMC-3340-3 は、ケーシングボルト穴について説明している図で、ケーシングと平板の溶接部は適切な形状を例示していませんので、規定に影響しない部分で誤解を招かない様に図の修正を今後検討します。

日本機械学会は、「同様の補強を吸込口、吐出口の厚さの規定（PMC-3330）により補っている」としているが、吸込口及び吐出口の厚さはケーシングの A 寸法（最大内のり）で決めているということか[131]について、日本機械学会は、次のように説明して

---

[129] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(59)-1

[130] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(59)-2(a)

[131] 「PMC-3330 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」は、ただし、当該部分が管台である場合であって、「PVC-3150 胴に穴を設ける場合の規定及び補強を要しない穴の規定」及び「PVC-3160 穴の補強について

いる[132]。

PMC-3330 の吸込口、吐出口の規定の範囲ℓの厚さは、ケーシングの A 寸法（最大内のり）で決めることが前提の規定です（告示 501 号では A 寸法によって決める方法しか規定されていませんでした）。設計・建設規格では、圧力容器でもあるので PVC-3150,PVC-3160 の穴の補強の規定によっても良いことを追加していますが、適用した事例は確認されていません。

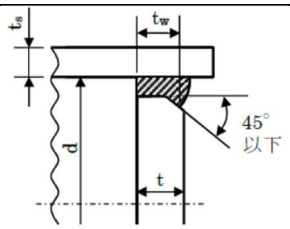
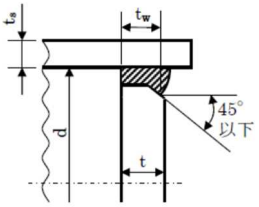
厚さｔの取り方は計算上重要であるため、「PMC-3340 ケーシング各部形状の規定」に「(10)「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」の「ケーシングの平板部」の厚さは、平板部の中で最も薄い箇所の肉厚とすること。」を加える。

同図の「ケーシングの平板部」のくぼみは溶接金属部であることが分かるように、修正することを要望する。また、穴の補強範囲とケーシングの平板部の径又は最小内のり d との関係について整理することを要望する。

（５）適用に当たっての条件

変更点

①、④

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
表 PVC-3310-1 K の値(h) 図 PVC-4212-2 クラス 2 容器継手区分Ｃの構造(8) 表 PVD-3310-1 K の値(i) 図 PVD-4112-2 クラス 3 容器継手区分Ｃの構造(8) 表 PVE-3410-1 K の値(f) 図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造(8) 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K(h) 図 PPC-4010-3 クラス 2 配管継手区分 C の構造(8) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K(h) 図 PPD-4010-3 クラス 3 配管継手区分 C の構造(8) 図 PPH-4010-3 クラス 4 配管継手区分 C の構造(8) 表 PMC-3410-1 K の値(h) 表 PMD-3410-1 K の値(h)		

の規定」の規定に準ずるときは、この限りでないと規定しているので、穴の補強をすることは許容されている。

[132] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(59)-2(b)

表 PMC-3410-1 K の値 「取り付け方法」(i)	ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1 と tw2 の和がケーシングの厚さの 2 倍以上、tw1 がケーシングの厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。	ケーシングの平板部がケーシングの端に全厚溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、tw1 と tw2 の和がケーシングの厚さの 2 倍以上、tw1 がケーシングの厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。

②、③、⑤　なし

変更点以外

(a-10)、(c)、(e)

概要を以下に示す。詳細は「４．１．２２　設計・建設規格の適用に当たっての条件」参照。

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
表 PVC-3310-1 K の値 「取付け方法」(j) 表 PVD-3310-1 K の値 「取付け方法」(k) 表 PVE-3310-1 K の値 「取付け方法」(h) 表 PPC-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K 「取付け方法」(j) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K 「取付け方法」(j) 表 PMC-3410-1 K の値 「取付け方法」(j) 表 PMD-3410-1 K の値 「取付け方法」(j)	(2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。	(2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、tw が ts の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。
表 PVC-3310-1 K の値 「取付け方法」(k) 表 PVD-3310-1 K の値 「取付け方法」(l) 表 PVE-3310-1 K の値 「取付け方法」(i) 表 PPC-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K 「取付け方法」(k) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K 「取付け方法」(k) 表 PMC-3410-1 K の値	平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。	平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が ts の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。

「取付け方法」(k) 表 PMD-3410-1 K の値 「取付け方法」(k)		
表 PVC-3310-1 K の値 「取付け方法」(m) 表 PVD-3310-1 K の値 「取付け方法」(n) 表 PVE-3410-1 K の値 「取付け方法」(k) 表 PPB-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K 「取付け方法」(f) 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K 「取付け方法」(m) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K 「取付け方法」(m) 表 PMB-3410-1 K の値 「取付け方法」(b) 表 PMC-3410-1 K の値 「取付け方法」(m) 表 PMD-3410-1 K の値 「取付け方法」(m)	$K = 0.2 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$ F は、全体のボルトに作用する力 (N) hg は、ボルトのピッチ円の直径と d との差の 1/2 (mm) W は、パッキンの外径又は平板の接触面の外径内の面積に作用する圧力による力 (N) ただし、tn の厚さについては次式で求まる値を K の値とする。 $\frac{1.0Fhg}{Wd}$	使用状態とガスケット締付時の両方の場合について計算を行い、いずれか大きい値を計算厚さとする。 使用状態の K の値は次式による。 $K = 0.2 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$ F は、全体のボルトに作用する力 (N) hg は、ボルトのピッチ円の直径と d との差の 1/2 (mm) W は、パッキンの外径又は平板の接触面の外径内の面積に作用する圧力による力 (N) ただし、tn の厚さについては次式で求まる値を K の値とする。 $\frac{1.0Fhg}{Wd}$ ガスケット締付時の必要な厚さは次式による。 $t = d\sqrt{\frac{1.27W_g h_g}{Sd^3}}$ $W_g = \frac{A_m + A_b}{2}\sigma_a$ A_mはボルトの必要総有効断面積であって、使用状態又はガスケット締付時の必要ボルト荷重より求めた値のいずれか大きい値 (mm²) A_bは使用するボルトの総有効断面積 (mm²) σ_aはガスケット締付時における材料規格 Part 3 第 1 章表 5 に規定するボルトの許容引張応力 (MPa) S はガスケット締付時における材料規格 Part 3 第 1 章表 3 及び表 4 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)
PMC-3330 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲	ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分のうち図 PMC-3330-1 の ℓ で示す範囲の厚さは、式 PMC-3 又は式	ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分のうち図 PMC-3330-1 の ℓ で示す範囲の厚さは、式 PMC-3 又は式

	PMC-4 によって計算した値以上でなければならない。この場合において、ℓ は、式 PMC-5 によって計算した値とする。ただし、当該部分が管台である場合であって、PVC-3150 及び PVC-3160 の規定に準ずるときは、この限りでない。	PMC-4 によって計算した値以上でなければならない。この場合において、ℓ は、式 PMC-5 によって計算した値とする。
図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲	r は必要最小丸み半径を示す。	r (0.3t 以上) は必要最小丸み半径を示す。
PMC-3340 ケーシング各部形状の規定	(新設)	(10)「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」の「ケーシングの平板部」の厚さは、平板部の中で最も薄い箇所の肉厚とすること。

○ 「表 PVC-3310-1 K の値」の「(o)その他の場合」は、適用除外とする。

(a-1)～(a-9)、(b)、(d)

なし

（６）要望事項

○ 「表 PMC-3410-1 K の値」の d 寸法の採り方を明確にすることを要望する。

○ 突合せ溶接と完全溶込み溶接の区別を明確にすることを要望する。

○ 「ケーシングの平板部」と「ケーシングカバー」が同じものを指すのであれば、用語を統一することを要望する。

○ 「PMD-3720(2)a 及び b に定めるところによる」は「PMD-3720(2) に定めるところによる」に修正することを要望する。

○ 次に示す形状の係数 K の値は、他規格等の知見を踏まえ、適切な値に修正することを要望する。

- ✓ 表 PVC-3310-1 K の値の(a)
- ✓ 表 PVD-3310-1 K の値の(a)
- ✓ 表 PVE-3410-1 K の値の(a)
- ✓ 表 PPB-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(a)
- ✓ 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K の(a)
- ✓ 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法による d 及び K の(a)
- ✓ 表 PMB-3410-1 K の値の(a)
- ✓ 表 PMC-3410-1 K の値の(a)
- ✓ 表 PMD-3410-1 K の値の(a)

○ 平板の形状の係数 K の値は、平板の曲げ応力のみでなく膜応力の存在を考慮した

値に見直す必要がないか形状ごとに検討することを要望する。

○ 「表 PVC-3310-1 K の値」(c)、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造－一般事項」の「附属書 E.3.6 平鏡板及び平板の計算厚さ」c)に示す図及び ASME Code Sec.Ⅲ Figure NC-4243.1-1 の図は、同じ内容を示しているが、「表 PVC-3310-1 K の値」(c)は傾斜がなめらかでないことを示しているともとれることから、図を修正することを要望する。

○ 「表 PVC-3310-1 K の値」(d)の形状は、平板外径の角部が直角であり、応力が集中することになるため、図としては適切ではない。ASME Code Sec.III Fig. NC-3325-1(b-2)に規定されている形状を参考に、平板外径の角部が丸くなるよう図を修正することを要望する。

○ 「溶接継手からの張出しは任意」の記載については、規格内で整合を図るように検討することを要望する

○ ベベル角及び tw 寸法の規定とは関係の無い「表 PVC-3310-1 K の値」(j)の 2 つ目の図には、新しく分類番号を割り振ることを要望する。

○ 必要な tw 寸法が開先のベベル角によって変わることは論理的でないことから、見直しを要望する。

○ 「表 PVC-3310-1 K の値」(k)の形状について、すみ肉ののど厚を決める際に胴又は管の計算上必要な厚さに基づくのど厚確保の要否について検討することを要望する。

○ 「図 PMC-3320-1 から図 PMC-3320-6 までに示す寸法」の寸法 A の採り方は、その位置が「圧力が作用する内のりの最大値」であることが分かるように、本文に規定することを要望する。

○ 「図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲」に示す r 寸法及び「図 PMC-3340-1 ケーシングの各部形状」に示す「クロッチの丸みの半径」は見直すことを要望する。

○ 「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」の「ケーシングの平板部」のくぼみは溶接金属部であることが分かるように、修正することを要望する。

○ 「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」の穴の補強範囲とケーシングの平板部の径又は最小内のり d との関係について整理することを要望する。

４．１．９ 継手区分 C 及び D の構造

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

（１）変更の内容

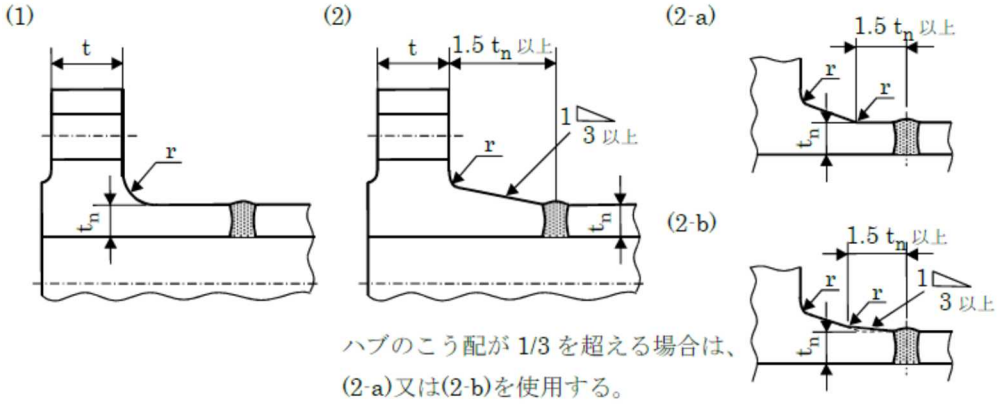
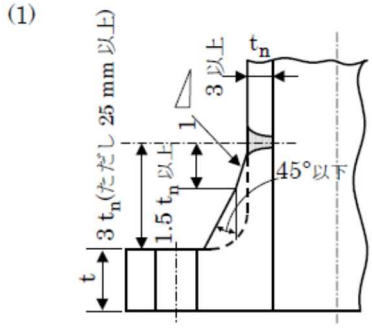
①継手区分 C の溶接部としてハブ部勾配なしの一体型フランジを追加し、ハブの勾配の有無で(1)と(2)に分け、溶接部の勾配の有無で(2-a)と(2-b)に区分（図 PVC-4212-

1、図 PVD-4112-1、図 PVE-4213-1、図 PPC-4010-2、図 PPD-4010-2）

②一体型フランジのハブの勾配が 1/3 より大きい部分がある場合のハブ長さ「3tn（ただし 25mm 以上)」を削除（同上）

③備考欄に一体型フランジのハブのすみの丸み r 寸法規定を追加(同上)

表 4.1.9　継手区分 C 及び D の構造の変更点

設計・建設規格 2020
図 PVC-4212-1 クラス 2 容器　継手区分 C の構造 図 PVD-4112-1 クラス 3 容器　継手区分 C の構造 図 PVE-4213-1 クラス MC 容器　継手区分 C の構造 図 PPC-4010-2 クラス 2 配管　継手区分 C の構造 図 PPD-4010-2 クラス 3 配管　継手区分 C の構造    ［備考］r：すみの丸み（mm）。0.25tn 又は 4.5mm のうちいずれか大きい方以上
設計・建設規格 2012
図 PVC-4212-1 クラス 2 容器　継手区分 C の構造 図 PVD-4112-1 クラス 3 容器　継手区分 C の構造 図 PVE-4213-1 クラス MC 容器　継手区分 C の構造 図 PPC-4010-2 クラス 2 配管　継手区分 C の構造 図 PPD-4010-2 クラス 3 配管　継手区分 C の構造 

（２）日本機械学会による変更の理由

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

を参照)

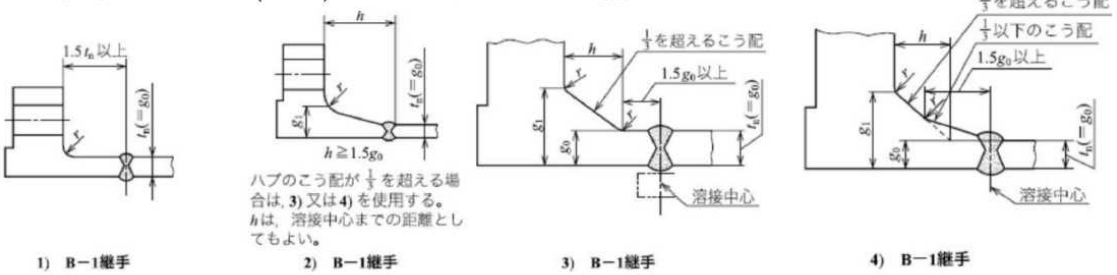
また、図 PVD-4112-1(1) はハブの勾配なしですみの丸みを設ける構造を許容しているが、このすみの丸みについては具体的な寸法が規定されていない。一方、最新の JIS 規格及び ASME 規格の形状では、ハブとフランジを結ぶ輪郭線に丸みを設けてその半径の値を規定している。

以上のような規定の状況に鑑み、JIS や ASME との規格の整合性をとるため、PVD-4112-1 「クラス 3 容器 継手区分 C の構造」(1)を含め、クラス 2、3、MC 容器、クラス 2、3 配管のそれぞれ次に掲げる図を、最新の JIS 規格及び ASME 規格と同様の図に置き換えた[133]。

＜対象図＞

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

＜参考:JIS B 8265(2010)におけるフランジハブの規定＞



（３）検討の結果

①～③ 継手区分 C の溶接部としてハブ部勾配なしの一体型フランジを追加し、形状を規定したことは、関連する JIS 規格、ASME 規格の規定と整合させたものであり、変更は妥当と判断する。

ただし、「図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」等において(1)のテーパなし一体型フランジの図が追加されたが、(2-a)では勾配のないハブ部分の長さを 1.5tn 以上としている。(1)の場合にフランジ背面から溶接部までのハブ長さを 1.5tn 以上としなかった理由[134]について、日本機械学会は、次のように説明している[135]。

[133] 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 1-1-2：30～32 頁

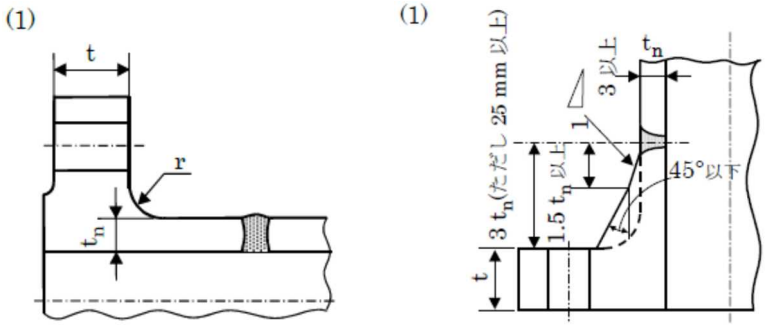
[134] 第 1 回検討チーム資料 1-1-2 の 31 頁の図では JIS B 8265(2010) 「圧力容器の構造－一般事項」の同じハブ形状の「1) B-1 継手」において 1.5tn 以上と規定されている。

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

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

テーパなし一体型フランジにおいてもフランジ背面から溶接部までの長さを 1.5tn 以上とすることが明確ではないことから、図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造」等の(1)のフランジ背面から溶接部までのハブ長さに「1.5tn 以上」を加える。

上記に関連して「図 PPH-4010-2 クラス 4 配管 継手区分 C の構造（その 1）(1/3)」においては、上記「テーパなし一体型フランジの図」（下図（左））がなく、2012 年版から変更されていない（下図（右））。



その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[136]。

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

「図 PPH-4010-2 クラス 4 配管 継手区分 C の構造（その 1)」(1)のフランジハブ部を破線で示す図は「テーパなし一体型フランジの図」に該当するので、溶接部までの長さが「3tn 以上(ただし 25 mm 以上)」であれば適用可能であるかについて、日本機械学会は、次のように説明している[137]。

図 PPH-4010-2 の破線で示す「テーパなし一体型フランジ」においては、溶接部までの長さが「3tn 以上(ただし 25mm 以上)」であれば適用可能です。

図 PPH-4010-2 を含めた規格間の図の整理については今後検討致します。

「図 PPH-4010-2 クラス 4 配管 継手区分 C の構造（その 1)」を含め、規格間の図の整合について見直すことを要望する。

（4）変更点以外の評価

(a) 輪形パッキンを用いるフランジの厚さ

---

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

[137] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(40)-1

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

$$T=\sqrt{\frac{M}{SB}\left(\frac{A+B}{A-B}\right)} \qquad \text{(PVC-42)}$$

圧力又はボルト荷重の定義について、日本機械学会は、次のように説明している[138]。

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

規格本文としてはMの算出方法を限定していませんが、解説 PVE-3720 において、「曲げモーメントMは、フランジ計算法によって求められる」としており、また解説 PVE-3710 において、フランジの応力計算の方法の例として JIS B 8265 及び ASME B&PV Code Sec.Ⅲ Appendix Ⅺを参照しております。

しかし、解説は規定ではない。解説ではなく本文に「曲げモーメントMは、フランジ計算法によって求められる」と記載しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[139]。

本規定は、曲げモーメントMの算出方法を限定しているものではないため、解説にて「曲げモーメントMは、フランジ計算法によって求められるが、…」と算出方法の例を記載しております。

曲げモーメント M は、フランジ計算法によって求められることを本文に規定することを要望する。

(b) JISの管フランジ規格の適用範囲

「PVC-3710 フランジの規格」において、「日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(材料に関する部分を除く) 又は JIS B 2239 (2013)「鋳鉄製管フランジ」(材料に関する部分を除く) に適合するもの」と規定されているが、これらの JIS には材料に関するもの以外に製造方法及び試験方法も規定されている。適用可能とする範囲について、日本機械学会は、次のように説明している[140]。

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

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

製造方法及び試験方法についても適用しないのであれば、フランジの構造に関する部分が適用範囲であることが分かるよう「材料に関する部分を除く」の記載を見直

---

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

139 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(37)-1

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

すことについて、日本機械学会は、次のように説明している[141] 。

今後、見直しを検討します。

JIS 規格を引用する際には、適用部分が明確になるよう規定することが望まれる。

JIS B 2220「鋼製管フランジ」は 2004 年版から 2012 年版に改定されている。「7.1 機械的性質」が新設され、「JIS G 4051 の S20C は，引張強さが 400N/mm^2 以上，S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上でなければならない。」と規定された。

材料規格 2020 において JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」の S20C 及び S25C はクラス 1 容器及びクラス 1 配管を除く機器等に使用可能であるが、その引張強さは次のように規定されている。

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)

材料の規格						温度
種類	種別	記号	常温最小引張強さ(MPa)	常温最小降伏点(MPa)	注	(略)
JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材		S20C	373	(略)	S18)	(略)
			400	(略)	S17)	(略)
		S25C	412	(略)	S18)	(略)
			440	(略)	S17)	(略)

S17) 鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが 100mm 以下の材料に適用。

S18) 鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが 100mm を超え 200mm 以下の材料に適用。

Part3　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
種類	種別	記号	常温最小引張強さ(MPa)	常温最小降伏点(MPa)	注	(略)
JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材		S20C	373	(略)	S14)	(略)
			400	(略)	S13)	(略)
		S25C	412	(略)	S14)	(略)
			440	(略)	S13)	(略)

S13) 鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが 100mm 以下の材料に適用。

S14) 鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが 100mm を超え 200mm 以下の材料に適用。

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)

材料の規格						温度
種類	種別	記号	常温最小引張強さ(MPa)	常温最小降伏点(MPa)	注	(略)
JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材		S20C	373	(略)	S14)	(略)
			400	(略)	S13)	(略)
		S25C	412	(略)	S14)	(略)
			440	(略)	S13)	(略)

[141] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(38)

S13）鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが 100㎜ 以下の材料に適用。
S14）鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが100㎜を超え200㎜以下の材料に適用。

このため、管フランジについては、外径に関わらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とする制限を加える必要がある（同様の規定が、「PVE-3710 フランジの規格」、「PPC-3414 フランジ」、「PPD-3414 フランジ」及び「PPH-3040 継手の構造」にもある。）。

したがって、材料規格 2020 の「【備考】Part3　第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」に「７．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を、「【備考】Part3　第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」に「５．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を、「【備考】Part3　第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」に「６．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を加える。

また、原子力規制委員会は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格（2012 年版）」（JSME S NJ1-2012）に関する技術評価書の「５．日本機械学会に対する指摘事項」（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 Su 値若しくはこれらに対するひずみ制限について」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。この点については、本技術評価書に関し実施したパブリックコメントにおいても指摘があったところであり、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」と記載している。

JIS B 2220「鋼製管フランジ」の「解説表 8－フランジの許容応力」にステンレス鋼の値が記載されている。解説では、「ステンレス鋼(材料グループ 021a, 021b, 022a, 022b, 023a 及び 023b）の許容応力は,”フランジ継手やわずかの量の変形が漏れや機能障害を起こす部品”に対する,より安全側の規定によっている。」と記載されている。「解説表 8－フランジの許容応力」の値と材料規格 2020 の値とを比較したものを「別添 JIS B 2220 解説表 8 のオーステナイト系ステンレス鋼のフランジ許容応力表と材料規格との比較に関する調査」に示す。

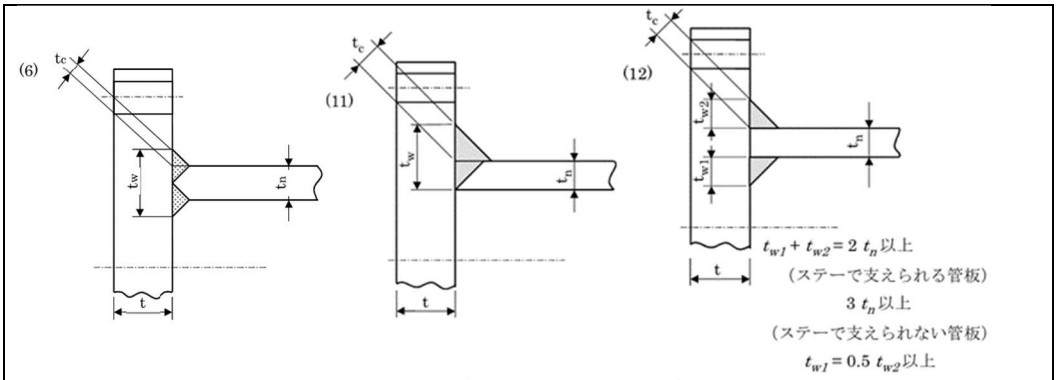
JIS B 2220「鋼製管フランジ」のステンレス鋼フランジの許容応力は、耐力の 2/3 の値を基に設定されている。JIS 等の規格フランジを使用する場合には低減された許容応力値が適用されるが、独自にフランジを設計する場合には低減しない許容応力値が適用され、この場合、十分な剛性が確保されない懸念がある。

したがって、オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金をフランジ等の

変形が耐漏えい性に影響を及ぼす可能性がある部位に使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とする条件を付すこととし、「PVC-3710　フランジの規格」、「PVE-3710 フランジの規格」及び「PPC-3414 フランジ」の(1)a.、「PPD-3414 フランジ」の(1)a.並びに「PPH-3040 継手の構造」の(2)a.の末尾に「オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。」を加える。

(c) ステーで支えられるものの構造

「図 PVC-4212-2　クラス 2 容器 継手区分 C の構造」(6)、(11)、(12)においては、「ステーで支えられるもの」、「ステーで支えられないもの」によって、溶接部の寸法が異なっている。「ステー」という用語は継手区分 C の溶接部の図(12)に記載されているものの規定されておらず、図示もされていない。「ステー」について規定する必要性について、日本機械学会は、次のように説明している[142]。



tc ：(6)、(11)及び(12)のステーで支えられるもの（管板に限る）については、0.7 tn 又は 1.4tF のうちいずれか小さい方以上

(6)、(11)及び(12)のステーで支えられないものについては、tn 又は $2t_F$ のうちいずれか小さい方以上

tw：(6)及び(11)のステーで支えられるもの（管板に限る）、(5)及び(9)については 2tn 以上

(6)及び(11)のステーで支えられないものについては、3tn 以上

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

胴と管板の溶接部の構造は図において明確であるが、ステーの有無により溶接部の寸法が異なることから、ステーの役割も関連する。ステー有りの場合のステー取付方法と必要な強度について、日本機械学会は、次のように説明している[143]。

ステーの強度に対する規定については、今後検討します。

---

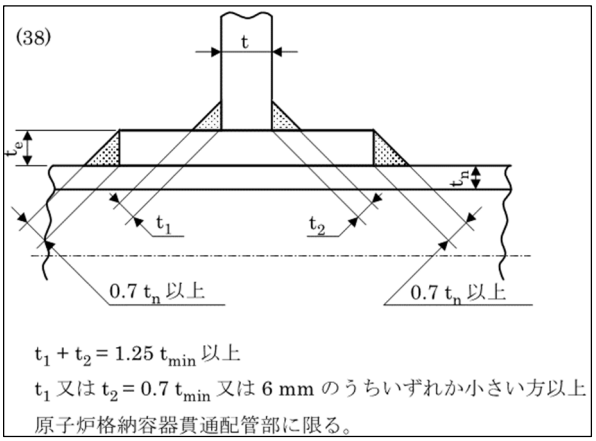
[142] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(41)

[143] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(41)-1

ステーの定義及び強度について規定することを要望する。

(d) クラス 2 容器の継手区分 D の範囲

「図 PVC-4212-3　クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)の図において「原子炉格納容器貫通配管部に限る。」と記載しているが、当該配管部をクラス MC 容器ではなくクラス 2 容器の管台に含めている理由について、日本機械学会は、次のように説明している[144]。



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

原子炉格納容器貫通配管部の図は、「図 PVE-4214-1 クラス MC 容器　継手区分 D の構造」(32)に同じものがあり、「図 PVC-4212-3　クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)はクラス 2 容器の継手ではないことから、「図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)は適用除外とする。

(e)「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」の適用範囲

「PPH-1210　クラス 4 配管の材料および構造の特例」において、「クラス 4 配管は PPH 規定に従う代わりに PPD 規定に従ってもよい。」と規定されている。「PPH-3000 管の設計」には、管の鏡板や平板、フランジ等の構造が規定されていないので、管の鏡板や平板、フランジ等の構造を使用する場合は「PPD-3000 管の設計」に従うこととなる。一方、当該部の溶接部の設計は「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」に規定されており、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」には「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」にはないものも規定されている。クラス 4 配管の管の設計に規定されていないものを、クラス 4 配管の溶接部の設計に規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している[145]。

PPH-1210 に従う場合、溶接部の設計に関しても PPD 規定に従うこととなります。すなわち、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」の代わりに「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」に従うこととなり、クラス 4 配管の管の設計に規

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

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

定していないものをクラス 4 配管の溶接部の設計に規定している訳ではありません。

日本機械学会は、「クラス 4 配管の管の設計に規定していないものをクラス 4 配管の溶接部の設計に規定している訳ではありません。」としているが、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」に平板や管台、ベローの溶接部の形状が規定されているものの、管の鏡板や平板、穴の補強、ベローの構造規定は PPH 項に規定されていない。

また、「PPH-4010 クラス 4 配管の溶接部の設計」(1) の継手区分 A の溶接部が「b. 全厚すみ肉重ね継手溶接」の場合の継手区分 B 及び継手区分 C の溶接部の形状が規定されていないが、規定しなくてもよい根拠について、日本機械学会は、次のように説明している[146] 。

クラス 4 配管の管の設計に規定されておらずクラス 4 配管の溶接部の設計で規定されているものはあります。管の設計に規定されていないものであっても、クラス 4 配管の他の規定(材料や溶接部の設計)を満足すれば許容されるものとなります。これらは旧法令(告示 501 号と電気工作物の溶接の技術基準)を踏襲したものです。

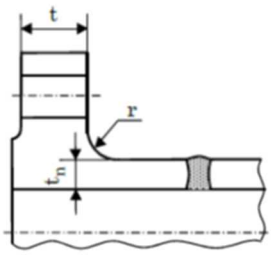
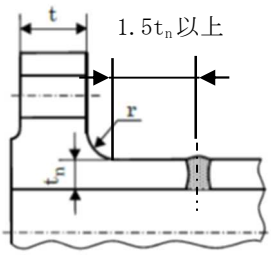
全厚すみ肉重ね継手溶接に関しては、クラス 4 配管の継手区分 A 及び継手区分 B の溶接部で許容していますが、許容される全ての溶接部形状を図示しているわけではありません。これは旧法令（電気工作物の溶接の技術基準）を踏襲したものです。

「PPH-1210 クラス 4 配管の材料および構造の特例」に従う場合には、設計も「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」に従うことが分かるよう、規定を明確にすることを要望する。

（５）適用に当たっての条件

変更点

①～③

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
図 PVC-4212-1 クラス 2 容器 継手区分 C の構造 図 PVD-4112-1 クラス 3 容器 継手区分 C の構造 図 PVE-4213-1 クラス MC 容器 継手区分 C の構造（その 1） 図 PPC-4010-2 クラス 2 配管 継手区分 C の構造 図 PPD-4010-2 クラス 3 配管 継手区分 C の構造（その 1）	(1)  	(1) 

変更点以外

[146] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(57)-1

(a)、(d)、(e)

なし

(b)、(c)

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVC-3710 フランジの規格	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVE-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVE-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PVE-3710 フランジの規格	フランジ（PVE-3510 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVC-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが	フランジ（PVE-3510 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVC-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが

	明らかである場合は、この限りでない。	明らかである場合は、この限りでない。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PPC-3414 フランジ	(1)（略） a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPC-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	(1)（略） a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPC-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PPD-3414 フランジ	(1)（略） a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPD-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	(1)（略） a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPD-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PPH-3040 継手の構造	(2) (略) a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	(2) (略) a. 日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。

○ 材料規格 2020 の「【備考】Part3 第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」に「７．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を加える。

○ 材料規格 2020 の「【備考】Part3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)」に「５．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を加える。

○ 材料規格 2020 の「【備考】Part3 第 1 章 表 7 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)」に「６．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^2 以上とすること。」を加える。

○ 「図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)は適用除外とする。

（６）要望事項

○ 「図 PPH-4010-2 クラス 4 配管 継手区分 C の構造（その 1)」を含め、規格間の図の整合について見直すことを要望する。

○ 曲げモーメント M は、フランジ計算法によって求められることを本文に規定することを要望する。

○　ステーの定義及び強度について規定することを要望する。

○　「PPH-1210 クラス 4 配管の材料および構造の特例」に従う場合には、設計も「PPD-4010 クラス 3 配管の溶接部の設計」に従うことが分かるよう、規定を明確にすることを要望する。

４．１．１０　クラス MC 容器の特例

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

（１）変更の内容

①コンクリート製原子炉格納容器について適用除外とする項番号と規定を削除

表 4.1.10　クラス MC 容器の特例の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
（削る）	PVE-1220 適用除外 コンクリート製原子炉格納容器のうち、コンクリート製原子炉格納容器規格（JSME SNE1-2011）の適用を受けるものについては、PVE-2000 から PVE-3800 までの規定は、適用しない。

（２）日本機械学会による変更の理由

①GNR-1110 では、CCV は適用除外としているが、PVE-1220 でも除外規定があり、不整合を防ぐために PVE-1220 を削除する[147]。

（３）検討の結果

①「GNR-1110 適用」において、コンクリート製原子炉格納容器規格（JSME SNE1-2014）は適用除外とされていることから、重複する規定を削除したとのことである。しかし、技術基準規則解釈に引用されている年版は 2003 年版であり、「GNR-1110 適用」の規定では、2003 年版の適用関係が規定されていないことから、変更は妥当とは判断できない。

したがって、設計・建設規格 2012 の「PVE-1220 適用除外」を設計・建設規格 2020 に加える。

（４）適用に当たっての条件

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVE-1220 適用除外	（新設）	コンクリート製原子炉格納容器のうち、コンクリー

[147] 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 69 頁

		ト製原子炉格納容器規格（JSME SNE1-2003）の適用を受けるものについては、PVE-2000 から PVE-3800 までの規定は、適用しない。

４．１．１１　管の一次応力の制限

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

（１）変更の内容

①設計条件における一次応力の制限規定(1)及び(2)を(1)設計条件における一次応力の制限と(2)供用状態 A 及び B における一次応力制限に区分

②(2)における許容引張応力の値を求める際の温度を「最高使用温度」から「供用状態 A 及び B において材料に生じる最高の温度」に、圧力を「内面に受ける最高の圧力」から「供用状態 A 及び B において内面に受ける最高の圧力」に変更

表 4.1.11　管の一次応力の制限の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
PPC-3520 設計条件並びに供用状態 A 及び B における一次応力制限 一次応力は、次の(1)、(2)の要求を満たさなければならない。 (1) 設計条件における一次応力は次の a.、b.の要求を満たすこと。 (略) (2)供用状態 A 及び B における一次応力は次の a.、b.の要求を満たすこと。 a. 管台及び突合せ溶接式ティー (略) Pm：供用状態 A 及び B において内面に受ける最高の圧力（MPa） (略) Sh：供用状態 A 及び B において材料に生じる最高の温度における材料規格 Part 3 第 1 章 表 3 に定める値 b. a.以外の管 (略) Sh：供用状態 A 及び B において材料に生じる最高の温度における材料規格 Part 3 第 1 章 表 3 に定める値	PPC-3520 設計条件における一次応力制限 設計条件による一次応力は、次の(1)、(2)の要求を満たさなければならない。 (1) 一次応力は次の a.、b.の要求を満たすこと。 (略) (2)一次応力は次の a.、b.の要求を満たすこと。 a. 管台および突合せ溶接式ティー (略) Pm：内面に受ける最高の圧力（MPa） (略) Sh:最高使用温度における材料規格 Part3 第 1 章 表 3 に定める値 b. a.以外の管 (略) Sh:最高使用温度における材料規格 Part3 第 1 章 表 3 に定める値

（２）日本機械学会による変更の理由

①、②PPC-3520「設計条件における一次応力制限」において、(1)は長期荷重に対する一次応力制限、(2)は短期荷重を含む場合の一次応力制限を規定している。(1)及び

(2)はそれぞれ ASME Code Sec.Ⅲ NC-3652(設計条件における一次応力制限)と NC-3653(供用状態 A 及び B における一次応力制限)に相当するが、供用状態 A および B において内面に受ける圧力は、設計条件である最高使用圧力を超えるケースも想定される。したがって、PPC-3520 のタイトル「設計条件における一次応力制限」は適切ではなく、「設計条件ならびに供用状態 A および B における一次応力制限」に変更した。さらに、(1)にあっては設計条件、(2)にあっては供用状態 A および B における規定として適用条件を明確化した[148]。

（３）検討の結果

①「PPC-3520 設計条件並びに供用状態 A 及び B における一次応力制限」の(1)は設計における一次応力、(2)は供用状態 A 及び B における一次応力であることを明確にしたものであり、変更は妥当と判断する。

②「GNR-2120 設計に関する用語」(1)には、「「最高使用圧力」とは、供用状態 A を定義する運転状態において、機器が受ける最高の圧力以上の圧力（内外面に圧力を受ける場合はその差圧の最大値）であって、設計上定めるものをいう。」と規定され、設置許可基準規則第 2 条第 2 項第 38 号には、「「最高使用圧力」とは、対象とする機器又は炉心支持構造物がその主たる機能を果たすべき運転状態において受ける最高の圧力以上の圧力であって、設計上定めるものをいう。」と規定されている。ここで、「供用状態 A」とは、「対象とする機器等がその主たる機能を果たすべき運転状態において設計仕様書等で規定された圧力及び機械的荷重が負荷された条件下にある状態をいう。」とされている。「GNR-2120 設計に関する用語」の「最高使用圧力」と設置許可基準規則第 2 条第 2 項第 38 号の「最高使用圧力」は同義であり、変更は妥当と判断する。

（４）変更点以外の評価

(a)一次応力評価における制限

「PPC-3520 設計条件並びに供用状態 A 及び B における一次応力制限」(2)に規定された PPC-4.3 式（Sprm ≦ 1.8Sh）と同様の式が ASME Code Sec. III NC-3653.1 には 9a 式として規定されており、「but not greater than 1.5Sy」という制限があるが、PPC-4.3 式にはこの制限はない。その理由について日本機械学会は、次のように説明している[149]。

クラス 2 配管の一次応力評価は、設計条件に対しては、クラス 1 配管と同様に、崩壊防止を目的としており、発生応力の計算体系もクラス 1 配管とクラス 2 配管とで統一的に扱うのが合理的であるとの判断によって、クラス 2 配管の一次応力の計算式を応力係数 B を用いたクラス 1 配管に合わせています。供用状態 A 及び B に対しては、自重（死荷重）等の長期荷重に加え逃し弁又は安全弁の

[148] 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 46～49 頁

[149] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(96)

吹出し反力等の短期荷重を考慮して S_{prm}≦1.8S_h としており、この制限で崩壊防止の目的に対して妥当と考えています。1.5S_y の制限については取り込んでおらず、代表的な配管材料において概ね 1.8S_h＜1.5S_y となっていますが、ASME の 1.5S_y 制限の取り込みの必要性は今後検討します。

ASME Code Sec.Ⅲの規定を踏まえ、1.5Sy を超えない旨の制限の必要性について検討することを要望する。

（５）適用に当たっての条件

なし

（６）要望事項

○　ASME Code Sec.Ⅲの規定を踏まえ、1.5Sy を超えない旨の制限の必要性について検討することを要望する。

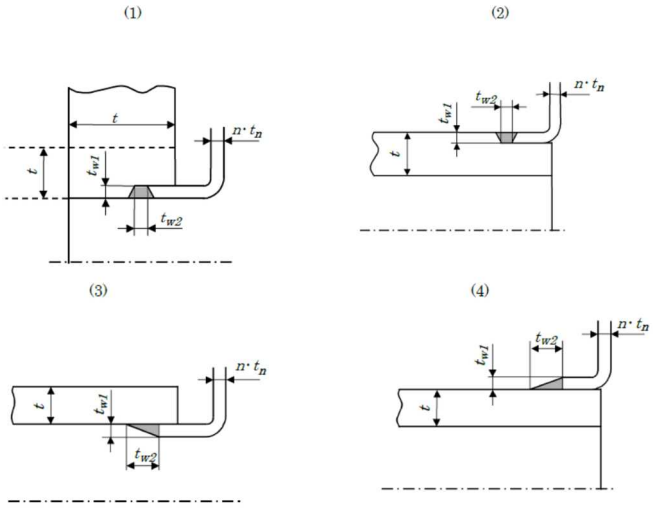
４．１．１２　伸縮継手

本規格は、伸縮継手について「PPC-4010 クラス２配管の溶接部の設計」及び「PPH-4010 クラス４配管の溶接部の設計」に規定している。

（１）変更の内容

①管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部を継手区分 A～D 以外の継手に分類し、「図 PPC-4010-6 クラス２配管の溶接部の設計」及び「図 PPH-4010-6 クラス４配管の溶接部の設計」として追加

表 4.1.12　伸縮継手の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
図 PPC-4010-6 クラス２配管の溶接部の設計 図 PPH-4010-6 クラス４配管の溶接部の設計  （注）t は、管又はネックリングの厚さ（mm）	（新設） （新設）

tn は、ベローの厚さ（mm） n は、ベローズの層数 tw_1＋tw_2 は、(1)及び(2)については 2n･tn 以上、(3)及び(4)については 3n･tn 以上	

（２）日本機械学会による変更の理由

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

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

以上のような規定の状況に鑑み、クラス３配管の「管またはネックリングにベローを取り付ける継ぎ手の溶接部」の図と同様の図をクラス 2 配管の規定として追加した。

また、クラス４配管においても伸縮継手の溶接部の図の規定が無いことから、クラス３配管（上位クラス）に倣い伸縮継手の溶接部の図を追加した[150]。

（３）検討の結果

①「PPC-4010 クラス２配管の溶接部の設計」において、管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部は「継手区分 A、継手区分 B、継手区分 C、及び継手区分 D 以外の継手」に区分されており、「図 PPC-4010-6 クラス２配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」には、完全溶込み溶接以外の溶接も規定されている。これに対し、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造―一般事項」の「附属書 N(規定)圧力容器の伸縮継手」の「図 N.3－伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例」では、完全溶込み溶接に限定されている。完全溶込み溶接以外の溶接の技術的根拠について、及び溶接部の非破壊試験について、日本機械学会は、次のように説明している[151]。

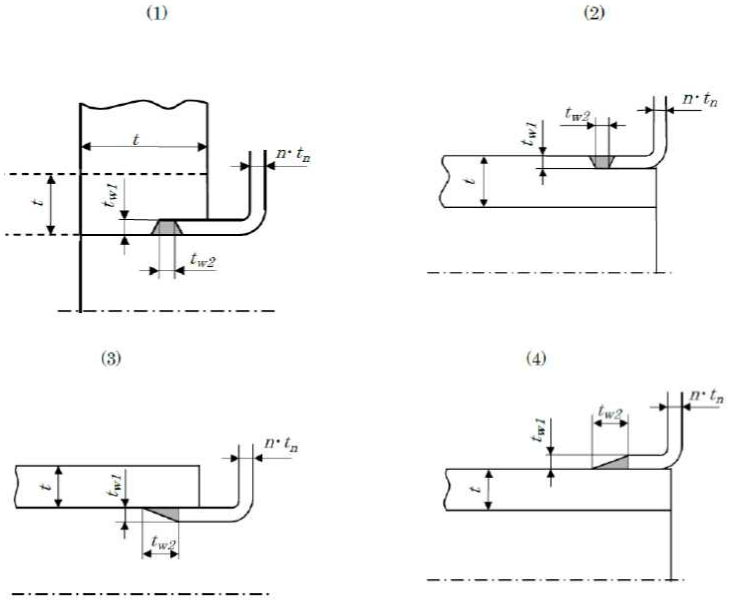
図 PPC-4010-6 は図 PPD-4010-6 に示す溶接構造をクラス 2 に適用できるよう追加したものです。すみ肉溶接継手そのものはクラス 2 配管においても従来から許容されており、特殊な構造ではないと考えております。

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

[151] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(54)

溶接部の非破壊検査に関しては、継手区分 A,B,C,D 以外の耐圧部の溶接部として、溶接規格に従い非破壊試験を実施するものとなります。

「図 PPC-4010-6　クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(2)及び(4)の図は、管又はネックリングの外側にベローが取り付けられる構造のため、内圧力により接合部を引き裂くような力が作用する。



(注)

t は、管又はネックリングの厚さ (mm)

tn は、ベローの厚さ (mm)

n は、ベローズの層数

tw1＋tw2 は、(1)及び(2)については 2n･tn 以上、(3)及び(4)については 3n･tn 以上

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

この部分をすみ肉溶接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[152]。

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

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造― 一般事項」の「附属書 N(規定)圧力容器の伸縮継手」の「図 N.3－伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例」では、「図 PPC-4010-6

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

クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(3)及び(4)のすみ肉溶接継手の図は規定されておらず、突合せ溶接又は差込み形グルーブ溶接（完全溶込み溶接に限る）としている。また、同(2)の図の場合は押さえリングで拘束している。

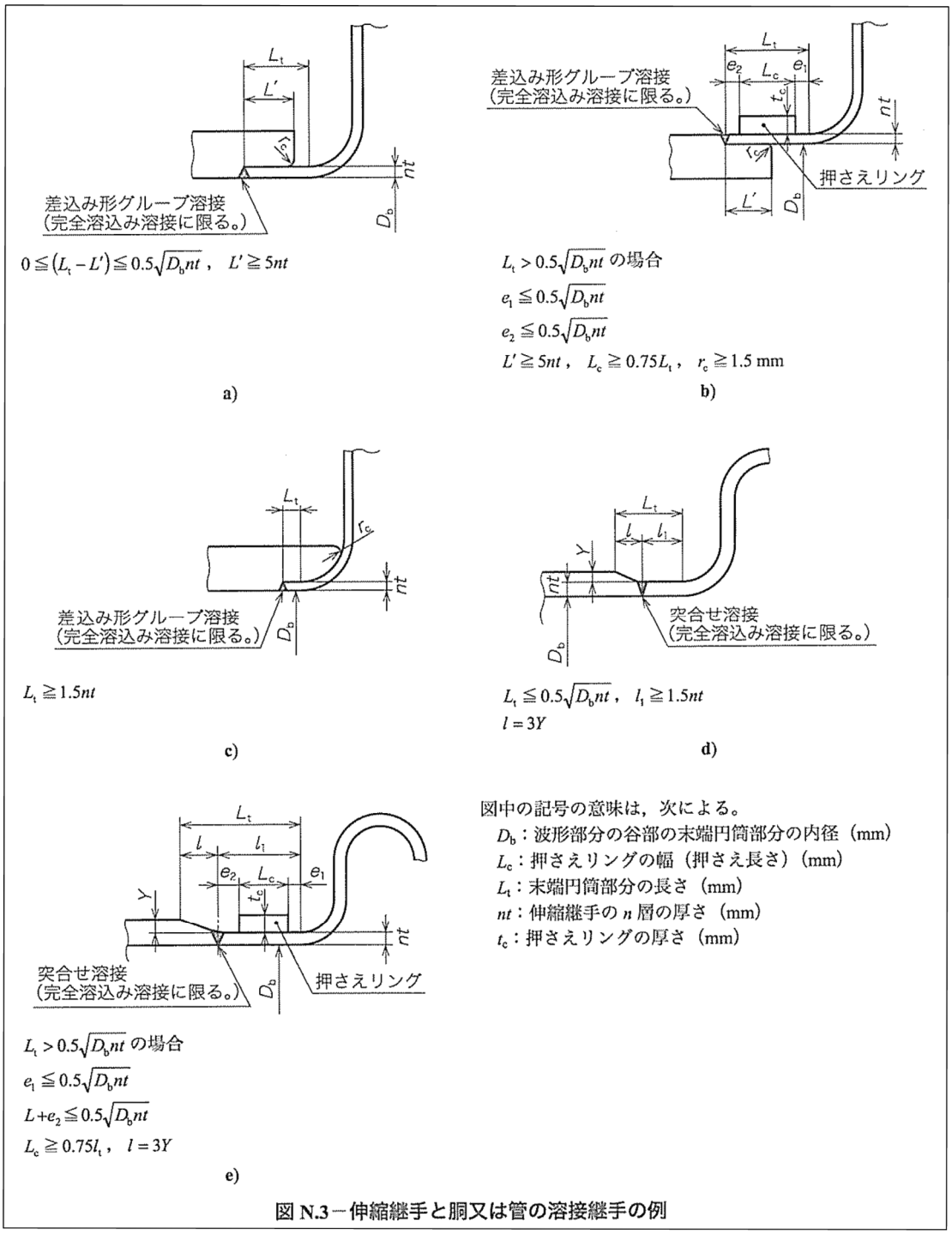


図 N.3－伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例

JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造― 一般事項」の図と「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」の図の記載が異なる

理由について、日本機械学会は、次のように説明している[153]。

図 PPC-4010-6 は図 PPD-4010-6 に示す溶接構造をクラス 2 に適用できるよう追加したものです。すみ肉溶接継手そのものはクラス 2 配管においても従来から許容されており、特殊な構造ではないと考えております。

また、図 PPC-4010-6(2)に押さえリングの記載はありませんが、これは ASME B&PV Code Sec.Ⅲ Fig.NC-4810(c)-1 でも同様であり、ASME 規格と整合しているものと考えています。

すみ肉溶接継手はクラス 2 配管においても「図 PPC-4010-1 クラス 2 配管 管継手の溶接部」(2)にあるとおり許容されているが、同図はソケット継手のすみ肉溶接継手であり、その場合のソケットの厚さは最高使用圧力に対して十分な強度を有するものとなっている。「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(1)～(4)の図は、ベロー谷部の直管部分の長さに制限がないが、JIS B 8265(2017)「圧力容器の構造―一般事項」の「附属書 N(規定)圧力容器の伸縮継手」の「図 N.3－伸縮継手と胴又は管の溶接継手の例」では、長さに制限（押さえリングの有無で適用式が異なる。）がある。これは、ベローの直管部が最高使用圧力に対して十分な厚さが確保されていないためであり、ソケット溶接継手のすみ肉溶接と同等とはいえない。

継手の溶接形状の制限事項として、ベロー谷部の直管部分の長さを規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[154]。

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

伸縮継手の範囲は、管又はネックリングに取り付ける継手までの部分になる。波部と円筒部の存在を想定したベロー谷部の円筒部分の長さを規定しない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[155]。

ベローの製作方法にもよることから、現時点では図 PPC-4010-6 にベロー谷部の円筒部分の長さは規定しておりません。

今後検討します。

「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」の(1)～(4)は、日本機械学会が意図する口径による使い分けが読み取れないこと、及びベローズ谷部の直管部長さは制限されるべきであることから、妥当とは判断できない。

したがって、「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」は適用除外とする。

---

[153] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(55)-1

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

[155] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(56)-1

（４）変更点以外の評価

(a) クラス２容器の伸縮継手の溶接部形状

クラス２容器の伸縮継手は「PVC-3800 伸縮継手における疲労評価」において疲労評価を要求しているが、「PVC-4200 溶接部の設計」には伸縮継手の溶接部に関する形状の規定がない。伸縮継手の溶接部の設計について、日本機械学会は、次のように説明している[156]。

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

伸縮継手の溶接部の設計について、規定することを要望する。

(b) 伸縮継手の許容繰返し回数の計算式

「PPC-3416 伸縮継手」において、許容繰返し回数Ｎの計算式を $N=(11031/\sigma)^{3.5}$ と規定しているが、JIS B 2352(2013)「ベローズ形伸縮継手」の「附属書 JB（規定）ベローズ形管継手の強度評価基準」では、(JB.62) 式で上記計算式の右辺の分子の値を 11033 と規定している。Ｎの計算式の妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[157]。

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

新たな知見の収集活動において JIS B 2352(2013)「ベローズ形伸縮継手」は確認対象だったか、及び確認対象でなかった場合その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[158]。

JIS B 2352 は新知見収集活動を開始した 2020 年以降に改定されていないため、本活動の確認対象にはしておりません。また、JIS B 2352:2013 の発行当時においては、委員個々で調査をした可能性はありますが、設計・建設規格で参照している JIS ではないことから設計・建設規格としての調査対象にはしておらず、今後検討します。

最新知見を踏まえ、許容繰返し回数の計算式の妥当性を確認することを要望する。

(c) 伸縮継手の強度評価基準とばね定数

「PPC-3416 伸縮継手」において、伸縮継手の応力計算に KELLOGG の式（式 PPC-1-20 及び式 PPC-1-21）が規定されているが、JIS B 2352(2013)「ベローズ形伸縮継手」の「附属書 JB（規定）ベローズ形管継手の強度評価基準」には、ASME ANSI B31.3 APPENDIX X に準拠した強度計算式Ⅰと KELLOGG 式の強度計算式Ⅱが併記されている。強度計算式Ⅰの取り込みについて検討したのか、及び強度計算式Ⅰの取り込みにつ

---

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

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

[158] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(51)-1

いて検討している場合又は検討していない場合のその理由について、日本機械学会は、次のように説明している[159]。

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

最新知見を踏まえ、伸縮継手の強度計算式 I の取り入れの検討を行うことを要望する。

伸縮継手を配管の一部として使用するには、ばね定数が必要である。「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」に示す(1)～(4)の図の伸縮継手のばね定数（6 成分）の算出方法について、及び過度の変形による座屈の防止が必要であるが疲労評価のみとする規定の適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[160]。

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

伸縮継手に関する「新知見の取り込み」活動の具体的内容と、ばね定数について「規格使用者の判断にて定めることとしている」としている理由について、日本機械学会は、次のように説明している[161]。

伸縮継手に特化した調査活動は特段しておりません。国内外の規格・基準、研究、規制の動向及び国内外のプラント運転経験を調査した上で、設計・建設規格に対する改定要否を検討しております。

また、ばね定数について「規格使用者の判断にて定める」とは、配管系の評価モデルにおける伸縮継手のばね定数の考え方(算出・設定方法等)は、評価を実施する各社で技術的妥当性を加味して定め、評価しているということを回答したものです。

告示 501 号には当時唯一の疲労評価式である Kellogg 社の式(1964)が採用されていた。その後、合理的なベローズ設計式が米国で Expansion Joint Manufactures Association により開発されており、通称 EJIMA 式(1980)と呼ばれ、ASME ANSI B31.3、JIS B 2352(2013)「ベローズ形伸縮継手」に採用されている。EJIMA 式には、ばね定数、座屈評価式が含まれているので、これらの知見を踏まえ適切なばね定数の計算式と座屈評価式を規定することを要望する。

（５）適用に当たっての条件

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

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

[161] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(53)-1

①

○　「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」は適用除外とする。

（６）要望事項

○　伸縮継手の溶接部の設計について、規定することを要望する。

○　最新知見を踏まえ、許容繰返し回数の計算式の妥当性を確認することを要望する。

○　最新知見を踏まえ、伸縮継手の強度計算式Ｉの取り入れの検討を行うことを要望する。

○　EJIMA 式には、ばね定数、座屈評価式が含まれているので、これらの知見を踏まえ適切なばね定数の計算式と座屈評価式を規定することを要望する。

４．１．１３　弁の形状

４．１．１３．１　本体

本規格は、弁の形状について「VVB-3400 弁の形状」に規定している。

（１）変更の内容

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

表 4.1.13.1　弁の形状の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部 (1) 図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さｔの 0.3 倍の値以上であること。 (2) 図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さｔの 0.05 倍の値又は弁座挿入部の高さｈの 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。 （図　略）	**VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部** (1)図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.3 倍の値以上であること。 (2)図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.05 倍の値または弁座挿入部の高さの 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。 （図　略）

（２）日本機械学会による変更の理由

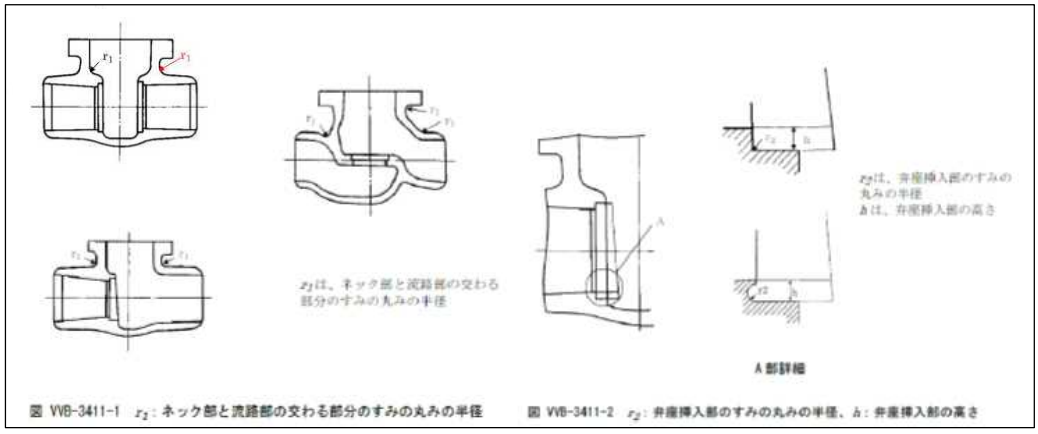
①2020 年版（完本版）の発行に際して、全面的に表現の編集上の見直しを行う[162]。

（３）検討の結果

①「VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部」において、弁箱のネック部と流路部の交わ

[162] 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2：75 頁 20-8

る部分のすみの丸みの半径（図 VVB-3411-1 r1：ネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径）を求める際の「厚さ」が弁箱の「厚さ」から「計算上必要な厚さ」に変更され、弁箱の弁座挿入部のすみの丸みの半径（図 VVB-3411-2 r2：弁座挿入部のすみの丸みの半径、h：弁座挿入部の高さ）を求める際の「厚さ」が「弁箱の厚さ」から「計算上必要な厚さ」に変更された。変更理由について、日本機械学会は、次のように説明している[163]。



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

告示 501 号第 82 条第 1 項は、弁箱又は弁ふたに係るものの厚さを規定している。計算上必要な厚さ以上であることを規定しており、同条第 2 項にて規定する「前項に規定する厚さ」は計算上必要な厚さではなく、計算上必要な厚さ以上にするために定めた厚さ（通常は最小厚さと呼ぶ。）である。告示 501 号の規定から、技術的な変更を行った妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[164]。

この変更は、技術的によるものではありません。VVB-3411 の変更経緯として、2001 年版から 2019 年追補までの丸みの半径の算出の元となる厚さについては、「VVB-3210 に規定する厚さ」と規定しており、2020 年度の改定で「VVB-3210 に規定する厚さ t」と記号 t を追加しました。

これは丸みの半径の算出の元となる厚さを変更する意図はなく、VVB-3210 の(VVB-1)式の記号 t を引用したものです。

ここで、VVB-3411 の元とした ASME Sec.Ⅲにおいては、r2＞0.3tm と規定されており、tm＝t1+(pd-p1)/(p2-p1)｝×(t2－t1)となっています。

これは VVB-3210 の(VVB-1)式と同じ計算式であり、記号は JSME“t”に対し、ASME では”tm”と表現しています。

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

[164] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(70)-1

今回の改定も、弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径を求める際に、実際の厚さではなく、計算式にて算出される厚さを引用して欲しいため、表現を変更しているものであります。

上記より、ASME においては計算上必要な厚さをもとに丸みの半径を算出することが明確に表現されており、2001 年版より「VVB-3210 に規定する厚さ」すなわち、告示 501 号第 82 条第 2 項にて規定する「前項に規定する厚さ」とは計算上必要な厚さを意図しています。

ご質問に「計算上必要な厚さ」に変更とありますが、技術的に変更したものと誤解を与えないような表現に見直すかは、今後検討したいと考えます。

すみの丸みの半径については、「４．１．８平板の取付方法」（４）(d)に記載しているように、一般的にすみの丸みの半径は計算上必要な厚さではなく計算上必要な厚さに基づき定めた最小厚さを基に規定されている。規定は「VVB-3210 に規定する厚さ」から「VVB-3210 に規定する厚さ t」（計算上必要な厚さ）に変更したものであるが、「VVB-3210 弁箱又は弁ふた」には、弁箱又は弁ふたの厚さは以下によることとして、t の式を使った値以上と規定されている。「厚さ」は「厚さ t 以上」を指すことは自明であり、変更は妥当とは判断できない。

したがって、「VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部」の「(1)図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さ t の 0.3 倍の値以上であること。」は「(1)図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.3 倍の値以上であること。」に読み替え、「(2)図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さ t の 0.05 倍の値又は弁座挿入部の高さ h の 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。」は「(2) 図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.05 倍の値又は弁座挿入部の高さ h の 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。」に読み替える。

（４）変更点以外の評価

(a) 弁に管台を取り付ける溶接部及び弁と弁を接続する溶接部の規定

「第 7 章 弁」には管台の厚さ規定があるが、溶接部についての規定がない。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[165]。

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

管台があれば耐圧部に穴が生ずるので穴の補強規定が必要であり、管台接続部の形状（溶接で取り付ける場合もある）も規定される必要があることから、溶接部について規定することを要望する。

「第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることを要求」について、及び均圧管等の溶

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

接部についても第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることを要求しているのかについて、日本機械学会は、次のように説明している 。

なお「発電用原子炉施設の溶接事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド」の「１．溶接事業者検査を行うべき発電用原子炉施設の定義等（規則第 35 条関係）」（４）弁等と管の範囲において次のように規定している。「⑤弁等の均圧管等（規則第 35 条第 1 号から第 5 号に規定する原子炉格納施設等に属する管は除く。）については、弁等と一体として取り扱う場合は、弁等に含めるものとする。(略)」[166]

弁に管台を設ける場合、管台閉止用治具等で管台を止栓し、弁本体と一体で規定の耐圧試験圧力で耐圧試験を実施することとしています。尚、均圧管等で管台に配管を溶接し弁等と一体として取り扱う場合は、均圧管等は弁の耐圧部分等に含まれるため、第 11 章の「PHT-1121 継手部の扱い」で「溶接継手を含む全ての継手部は、耐圧試験を受検すること。」と規定があることから、耐圧試験要求は理解できると考えております。

また、「第 7 章 弁」に関連して、「発電用原子炉施設の溶接事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド」においては、「同一工場で製作された２個以上の弁と弁を直接溶接し一体とすることで、要求された機能を発揮する弁の場合は、その溶接継手は弁に含める」とされている。この場合に適用する規定はどれかについて、日本機械学会は、次のように説明している[167]。

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

「第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることを要求」について、規定の記載場所、非破壊試験を要求しているか、及び非破壊試験を要求している場合又は要求していない場合のその理由について、日本機械学会は、次のように説明している[168] 。

同一工場で製作された２個以上の弁と弁を直接溶接し一体とする場合の具体的な耐圧試験の規定は現状記載がありませんが、第 11 章の「PHT-1121　継手部の扱い」で「溶接継手を含む全ての継手部は、耐圧試験を受検すること。」と規定があることから、弁と弁を直接溶接した場合の溶接継手においても、耐圧試験を実施することは理解できると考えています。

また、前述のご質問（６７）の管台と同様、弁と弁を直接溶接し一体とする場合の溶接継手は弁の耐圧部分等に含まれるとみなし、弁の規定の第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることで溶接部の担保ができていると考えられるため、非破壊試験の要求はしておりません。

同一工場で製作された 2 個以上の弁と弁を直接溶接し一体とすることで、要求さ

---

[166] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(67)-1

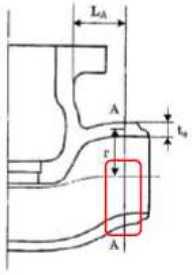
[167] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(68)

[168] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(68)-1

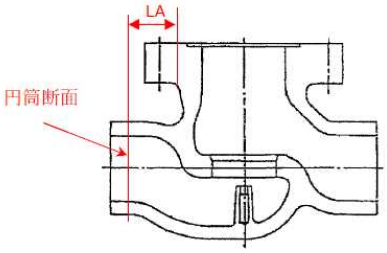
れた機能を発揮する弁の場合は、第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることが明確になるよう規定することを要望する。

(b) 弁において極断面係数を適用する部位

「図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数」において、弁の 5 断面の一つ(下図)の A-A 断面は下半分が円筒形の一様断面形状に作図されていない。このような断面に極断面係数を適用する妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[169]。



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



利用者に誤解を与えないよう「図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数」を適切なものに修正することについて、日本機械学会は、次のように説明している[170] 。

今後検討します。

円筒形の一様断面形状に作図されていない「図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数」については、修正することを要望する。

(c) 非金属製のダイヤフラムを使用する弁の設計規定

「VVC-3010 一般要求」(3)において、「非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、(中略)グランド部等を設け、以下を満足すること。」とし、c.にダイヤフラムの材料について規定されているが、「ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。」とされており、c.の規定も従う必要がないと読める。

「VVC-3010 一般要求」(抜粋) (3)非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグランド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは本規定

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

[170] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(69)

に従った設計をする必要はない。 a. 設計温度は179℃以下であること。 b. 呼び圧力1.03MPaで外径319mm以下の管に接続する[171]弁及び呼び圧力2.07MPaで外径115mm以下の管に接続する注弁であること。 c. ダイヤフラムは加硫ゴムとし、日本産業規格JIS K 6250(2006)に従うこと。

ただし書の意味について、日本機械学会は、次のように説明している[172,173]。

「非金属製のダイヤフラムを使用する弁に対する要求は、a.、b.及びc.を満足することを規定しています。「ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。」は、a.、b.、c.以外のVVCクラス2弁に対する規定は要求外であることを示しております。」

また、ただし書は、「JSME設計・建設規格の規定に従った設計をする必要はない。」という意味であり、具体的にはクラス2弁に対する規定（VVC-1000から5000まで）は要求外であることを示しております。

誤解が生じないよう、「VVC-3010 一般要求」(3)の「ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。」は「ただし、ダイヤフラムはa.～c.以外については本規定に従った設計をする必要はない。」に読み替える。

また、c.に規定するJIS K 6250(2006)「ゴム－物理試験方法通則」の「1.適用範囲」には「この規格は，ゴムの物理試験方法にかかわる試験片の，保管，状態調節及び試験条件（温度，湿度，時間）並びに識別方法，作製方法及び寸法測定方法について規定する。特定の試験又は試料に対する特別な試験条件，特定の環境条件を追尾・再現（シミュレート）する条件及び製品全体を試験するための特別な要求条件は含まない。」と規定されている。しかし、試験方法についてはJIS K 6250(2006)「ゴム－物理試験方法通則」の「附属書2(参考) ゴムの物理試験の概要」に各JIS規格名称を記載するのみであり、具体的にどの物理試験が必要であるかについて規定されていない。設計・建設規格2012まではJIS K 6301(1995)「加硫ゴム物理試験方法」に従うと規定され、引張試験、永久伸び試験等全ての試験が一つの規格に記載されていた。必要な物理試験の種類について、日本機械学会は、次のように説明している[174]。

JSME設計・建設規格の2012年版まではJIS K 6301(1995)「加硫ゴム物理試験方法」に従うと規定しておりましたが、JIS K 6301(1995)に記載の全ての試験を実施しているわけではなく、メーカ側で必要と判断する試験を実施しております。JIS K 6301(1995)は廃番になり、JIS K 6250(2006)他に引き継がれましたが、JIS K 6250(2006)を呼込むことで実施する試験の概要については把握可能で、必要に応じ呼込み先のJISを参照することで問題ないと考えております。

尚、現在のJSMEの規定「c. ダイヤフラムは加硫ゴムとし、日本産業規格JIS K 6250 (2006)に従うこと。」では、「附属書2(参考) ゴムの物理試験の概要」に

---

[171] VVD-3010は「接続される」と規定

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

[173] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(71)-1

[174] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(95)

記載の全ての物理試験を実施する必要があると勘違いする可能性があることから、規定については今後検討します。

JIS K 6250(2006)「ゴムー物理試験方法通則」の「附属書2(参考) ゴムの物理試験の概要」に記載するゴムの物理試験の種類とJIS K 6301(1995)の試験項目の比較を下表に示す。

JIS K 6250(2006)ゴムー物理試験方法通則 附属書2(参考)ゴムの物理試験の概要			JIS K 6301(1995)加硫ゴム物理試験方法
試験項目	試験の種類	適用試験規格	
硬さ試験	国際ゴム硬さ試験、デュロメータ硬さ試験、IRHDポケット硬さ試験	JIS K 6253	5.硬さ試験
引張試験	ー	JIS K 6251	3.引張試験
低変形における応力・ひずみ試験	低変形圧縮試験、低変形引張試験	JIS K 6254	13.低伸長応力試験 17.圧縮試験
動的性質試験	強制振動非共振方法、自由振動方法	JIS K 6394	ー
反発弾性試験	リュプケ式試験、トリプソ式試験	JIS K 6255	11.反ぱつ弾性試験
引張永久ひずみ試験	定伸張引張永久ひずみ試験、定付加力引張永久ひずみ試験	JIS K 6273	ー
応力緩和試験	圧縮応力緩和試験、引張応力緩和試験	JIS K 6263	18.応力緩和試験
圧縮永久ひずみ試験	圧縮永久ひずみ試験、低温圧縮永久ひずみ試験	JIS K 6262	10.圧縮永久歪み試験 20.低温圧縮永久歪試験
引裂試験	ー	JIS K 6252	9.引裂試験
摩耗試験	摩耗試験ガイド、DIN摩耗試験、ウイリアムス摩耗試験、アクロン摩耗試験、改良ランボーン摩耗試験、ピコ摩耗試験、テーパー摩耗試験	JIS K 6264-1 JIS K 6264-2	ー
屈曲き裂試験	屈曲き裂発生試験、屈曲き裂成長試験	JIS K 6260	15.屈曲試験
フレクソメータ試験	圧縮形フレクソメータ試験	JIS K 6265	ー
引張疲労試験	定ひずみ方法	JIS K 6270	ー
浸せき試験	浸せき試験、片面浸試験	JIS K 6258	12.浸せき試験
熱老化試験	促進老化試験、熱抵抗性試験	JIS K 6257	6.老化試験
低温試験	低温衝撃ぜい化試験、低温ねじり試験（ゲー	JIS K 6262	14.低温衝撃ぜい性試験 19.低温ねじり試験

	マンねじり試験）、低温弾性回復試験（TR 試験）		
オゾン劣化試験	静的オゾン劣化試験、動的オゾン劣化試験	JIS K 6259	16.オゾン劣化試験
耐候性試験	屋外暴露試験、人工光源暴露試験	JIS K 6266	－
接着試験（はく離試験）	布との剥離試験、剛板との 90 度はく離試験、2 枚の金属板間の接着試験	JIS K 6256-1 JIS K 6256-2 JIS K 6256-3	7.はく離試験 8.金属との接着試験
密度測定	－	JIS K 6268	－
電気抵抗試験	平行端子電極法、二重リング電極法	JIS K 6271	－
汚染試験	接触及び移行汚染試験、溶出汚染試験、浸透汚染試験	JIS K 6267	－
燃焼性試験	－	JIS K 6269	－
ムーニー粘度試験、ムーニースコーチタイム試験	－	JIS K 6300-1	－
加硫試験	ディスク加硫試験、ダイ加硫試験 A 法、ダイ加硫試験 B 法、ダイ加硫試験 C 法	JIS K 6300-2	－
可塑度及び可塑性残留指数試験	ラピッドプラストメータによる可塑度試験、天然ゴムの可塑度残留試験	JIS K 6300-3	－
（廃止）[175]			4.永久伸び試験

JIS K 6250「ゴム－物理試験方法通則」の最新版(2019 年版)によると、附属書 2 は附属書 JA.1 に変更され、新たに「ブローポイント試験」、「試験機の仕様」及び「解析方法」の JIS 規格が記載されている。JIS K 6250(2006)「ゴム－物理試験方法通則」に従う」では、要求される試験を特定することは困難であることから、ダイヤフラム材としての加硫ゴムに対する試験を明確にするよう要望する。

(d) ポンプ及び弁の非鉄金属材料を用いた管台の許容引張応力

「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力（クラス 3 弁）(1/5)」において、材料グループ GR2-15 及び GR2-16 には JIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」の CAC406 及び CAC407 が記載されている（材料規格 2020 の「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」において、同材料はクラス 3 配管、クラス 4 配管、クラス 3 弁及びクラス 3 支持構造物に使用可と規定されている。)。「VVD-3230 耐圧部に取り付く管台の必要最小厚さ」に

[175] 「加硫ゴムの物理試験法 新 JIS のポイントと ISO 規格との対比」日本ゴム協会誌 第 68 巻 第 1 号 (1995)

おける許容引張応力Sは「最高使用温度における材料規格 Part3 第1章 表3に規定する材料の許容引張応力（MPa)」とし、材料規格「Part3 第1章 表4非鉄金属（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力S値(MPa)」に規定する非鉄金属材料の許容引張応力は除外されている。

VVD-3230 耐圧部に取り付く管台の必要最小厚さ（抜粋）

耐圧部分等のうち管台に関するものの厚さは、次の計算式により計算した値以上でなければならない。

$$t = \frac{PD_0}{2S\eta + 0.8P} \qquad \text{(VVD-8)}$$

（略）

S：最高使用温度における材料規格 Part3 第1章 表3に規定する材料の許容引張応力（MPa)

設計・建設規格の弁の許容引張応力に関する規定に材料規格 2020「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)」を引用しない理由について、日本機械学会は次のように説明している[176]。

ご指摘いただいた通り、CAC406及びCAC407の材料で管台を設ける必要が生じた場合は、材料規格 Part3 第1章 表4に規定する非鉄金属材料の許容引張応力を参照する必要があります。従って、「VVD-3230 耐圧部に取り付く管台の必要最小厚さ」における許容引張応力Sの説明は「最高使用温度における材料規格 Part3 第1章 表3または表4に規定する材料の許容引張応力（MPa)」に修正することについて、今後検討します。

材料規格「Part3 第1章 表3鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力S値(MPa)」に記載されている材料は鉄鋼材料（ボルト材を除く。）であり、非鉄金属材料は除外されている。非鉄金属材料のポンプ及び弁も存在することから、非鉄金属材料の管台にも適用できるように規定を見直すことを要望する。

(e)青銅製弁の最小厚さ

「別表3 鉄鋼製弁の最小厚さ」には「鉄鋼製弁の最小厚さ(1/5)～(4/5)」と「青銅製弁の最小厚さ（5/5)」が混在している。「(解説 別表3) 鉄鋼製弁の最小厚さ」において、「弁の最小厚さについては、ASME B16.34に掲げている値を別表3として定めたものである。」と記載されているが、B16.34には青銅材は規定されていない。「別表3 青銅製弁の最小厚さ（5/5)」に規定する最小厚さの根拠について、日本機械学会は次のように説明している[177]。

別表３－１　鉄鋼製弁の最小厚さ(1/4)～(4/4)、別表３－２　青銅製弁の最小厚さ(1/1)等のように混在しないような章立てを、今後検討します。また、「別表３ 青銅製弁の最小厚さ（5/5)」はASME B16.24-2001に従い設定していますが、ASME B16.24-2001はinch表記であったため、ASME B16.24-2001の元となって

[176] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(91)

[177] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(93)

いるANSI B16.24-1979のmm表記を参照しています。

また、「(解説 別表3) 鉄鋼製弁の最小厚さ」にASME B16.24を追記することを、今後検討します。

「別表3 青銅製弁の最小厚さ (5/5)」に規定する最小厚さの根拠について、解説に追記することを要望する。

(f)青銅製弁の耐圧試験圧力

「別表5-2 弁の耐圧試験の圧力 (クラス3弁)」については、「(解説 別表5-1、5-2) 弁の耐圧試験の圧力」(2)において、「弁(標準圧力温度基準弁)の水圧試験は、ASME B16.34が基となっている」と記載されているが、同表の材料グループ№. GR2-15及びGR2-16の青銅材 (JIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」のCAC406及びCAC407) はB16.34に規定されていない。「別表5-2 弁の耐圧試験の圧力 (クラス3弁)」に規定する材料グループ№. GR2-15及びGR2-16の耐圧試験圧力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[178]。

「別表５－２ 弁の耐圧試験の圧力 (クラス3弁)」の材料グループ№. GR2-15及びGR2-16の青銅材 (「JIS H 5120 銅及び銅合金鋳物」のCAC406及びCAC407) の耐圧試験圧力はASME B16.24-2001に従い設定しておりますが、ASME B16.24-2001はpsi表記であったため、ASME B16.24-2001の元となっているANSI B16.24-1979のbar表記を参照しています。

また、「(解説 別表5-1、5-2) 弁の耐圧試験の圧力」(2)において、ASME B16.24を引用先として記載していないことから、記載の追加を検討します。

「別表5-2 弁の耐圧試験の圧力 (クラス3弁)」に規定する材料グループ№. GR2-15及びGR2-16の耐圧試験圧力の根拠について明確にすることを要望する。

(５) 適用に当たっての条件

変更点

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
VVB-3411 外部、内部の交差面の隅部	(1)図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さｔの 0.3 倍の値以上であること。 (2) 図VVB-3411-2に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さｔの0.05倍の値又は弁座挿入部の高さ h の0.1倍の値のうち、いずれか大きい値以上である	(1)図 VVB-3411-1 に示す弁箱のネック部と流路部の交わる部分のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.3 倍の値以上であること。 (2) 図VVB-3411-2に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの0.05倍の値又は弁座挿入部の高さ h の0.1倍の値のうち、いずれか大きい値以上であるこ

[178] 第6回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(94)

	こと。	と。

変更点以外

(a)、(b)、(d)～(f)

なし

(c)

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
VVC-3010 一般要求 (3)	非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグランド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。	非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグランド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは a.～c.以外については本規定に従った設計をする必要はない。

（６）要望事項

○　管台があれば耐圧部に穴が生ずるので穴の補強規定が必要であり、管台接続部の形状（溶接で取り付ける場合もある）も規定される必要があることから、溶接部について規定することを要望する。

○　同一工場で製作された２個以上の弁と弁を直接溶接し一体とすることで要求された機能を発揮する弁の場合は、第 11 章の弁の耐圧試験圧力に耐えることが明確になるよう規定することを要望する。

○　円筒形の一様断面形状に作図されていない「図 VVB-3330-1 応力評価における金属部の厚さ、断面係数及び極断面係数」については、修正することを要望する。

○　JIS K 6250「「ゴムー物理試験方法通則」の最新版(2019)によると、附属書 2 は附属書 JA.1 に変更され、新たに「ブローポイント試験」、「試験機の仕様」及び「解析方法」の JIS 規格が記載されている。「JIS K 6250(2006)「ゴムー物理試験方法通則」に従う」では、要求される試験を特定するのは困難であることから、ダイヤフラム材としての加硫ゴムに対する試験を明確にするよう要望する。

○　材料規格「Part3 第１章 表３鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)」に記載されている材料は鉄鋼材料（ボルト材を除く）であり、非鉄金属材料は除外されている。非鉄金属材料のポンプ及び弁も存在することから、非鉄金属材料の管台にも適用できるように規定を見直すことを要望する。

○　「別表３ 青銅製弁の最小厚さ (5/5)」に規定する最小厚さの根拠について、解説に追記することを要望する。

○　「別表５－２ 弁の耐圧試験の圧力(クラス３弁)」に規定する材料グループ№. GR2-15 及び GR2-16 の耐圧試験圧力の根拠について明確にすることを要望する。

４．１．１３．２　付属物

本規格は、弁の形状（付属物）について「VVB-3413 付属物」に規定している。

（1）変更の内容

①弁の耐圧部の「ラグや突起物」を「ラグ及び突起物」に変更

表 4.1.13.2　弁の形状（付属物）の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
VVB-3413 付属物 耐圧部のラグ及び突起物は、不連続点での応力を最小にするよう勾配をつけ、鋭角とならないようにすること。(図 VVB-3413-1 は略)	VVB-3413 付属物 耐圧部のラグや突起物は、不連続点での応力を最小にするよう勾配をつけ、鋭角とならないようにすること。（図 VVB-3413-1 は略）

（2）日本機械学会による変更の理由

①設計･建設規格 2020 年版（完本版）の発行に対して、「日本工業規格」→「日本産業規格」、「および」→「及び」等、全面的に表現の編集上の見直しを行う[179]。

（3）検討の結果

①「VVB-3413 付属物」において、弁の耐圧部の「ラグや突起物」を「ラグ及び突起物」に変更し対象物を限定しているが、日本機械学会によれば表現の見直しとのことであり、技術的な変更ではないことから変更は妥当と判断する。

用語「突起物」は「VVB-3413 付属物」でのみ使用されている。JIS B 8266(2003)「圧力容器の構造－特定規格」においては、非耐圧取付物で本質的に荷重を伝える役目をしないものとして伝熱用の突起物を挙げている。弁の振動を抑制するための突起物であれば荷重を伝えるので重要なものに該当するが、「VVB-2110 一般要求」においては、「ラグ、ブラケット等について重要なもの」と規定しており、突起物については何が該当するのか判断に迷うため、具体を明確にすることを要望する。

（4）適用に当たっての条件

なし

（5）要望事項

○　用語「突起物」は「VVB-3413 付属物」でのみ使用されている。弁の振動を抑制するための突起物であれば荷重を伝えるので重要なものに該当するが、「VVB-2110 一般要求」においては、「ラグ、ブラケット等について重要なもの」と規定しており、突起物については何が該当するのか判断に迷うため、具体を明確にすることを要望する。

[179] 第 1 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 1-1-2：75 頁の 20-8

４．１．１４　支持構造物

４．１．１４．１　支持構造物に使用可能な材料の規定

本規格は、クラス 1、クラス 2 及びクラス 3 支持構造物に使用可能な材料の対象範囲について「SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定」、「SSC-2110 クラス 2 支持構造物に使用可能な材料の規定」、「SSD-2110 クラス 3 支持構造物に使用可能な材料の規定」に規定している。

（1）変更の内容

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

表 4.1.14.1　支持構造物に使用可能な材料の規定の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
SSB-2110　クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定 クラス 1 支持構造物に使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス 1 支持構造物の欄に示す材料の規格に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。 ただし、ガスケット、シール、ばね、圧縮ばね用端板、軸受、座金、摩擦板及びその他これらに類するものであって、支持することを主たる目的としないものについては適合することを要しない。また、クラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等であって重要なものに使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス 1 機器の欄に示す材料の規格に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。	**SSB-2110　クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定** クラス 1 支持構造物に使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス 1 支持構造物の欄に示す材料の規格に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。 ただし、ガスケット、シール、ばね、圧縮ばね用端板、軸受、座金、摩擦板及びその他これらに類するものであって、支持することを主たる目的としないものについては適合することを要しない。また、クラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケットまたは控えであって重要なものに使用する材料は、材料規格 Part 2 第 1 章 表 1 のクラス 1 機器の欄に示す材料の規格に適合するもの、またはこれと同等以上の化学的成分および機械的強度を有するものとする。

（2）日本機械学会による変更の理由

①支持構造物規定の用語等の適正化を行う[180]。(2005/2007 追補版全文チェック結果において、改定が必要と考えられる項目(用語等の適正化)について選定し、反映する。)

（3）検討の結果

①「SSB-2110 クラス 1 支持構造物に使用可能な材料の規定」において、「また、クラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等であって重要なものに使用する材料は、材料規格 Part2 第 1 章 表 1 のクラス 1 機器の欄に示す材料の規格に適合するもの、又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。」と規

[180] 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 1-1-2：74 頁の 19-5

定しているが、技術基準規則第 17 条第 1 号ではクラス 1 機器とクラス 1 支持構造物は明確に区分されている。支持構造物に関する規定 SSB-2110 にクラス 1 機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等を規定する理由について、日本機械学会は、次のように説明している[181]。

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

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

容器、管等の機器に使用可能な材料と支持構造物に使用可能な材料とは異なる。支持構造物の章に「機器に直接溶接されるラグ、ブラケット、控え等にあって重要なもの」と記載する理由について、日本機械学会は、次のように説明している[182] 。

クラス 1 容器の重要性を顧慮して、溶接によって取り付けられている支持構造物のうち重要な部分は、SSB-3010 の応力解析の要求と同様に、材料についてもクラス 1 容器の規定に従うように規定したものです。

「ラグ、ブラケット、控え等」の「等」は何を指すのか、及び「SSD-2110 クラス 3 支持構造物に使用可能な材料の規定」には「等」がないが「等」の要否について、日本機械学会は、次のように説明している[183]。

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

溶接によって取り付けられている支持構造物のうち重要な部分は、「SSB-3010 許容応力及び許容荷重」の応力解析の要求と同様に、材料についてもクラス 1 容器の規定に従うように規定したとのことであり、変更は妥当と判断する。

「ラグ、ブラケット、控え等」の「等」はどのようなものを指すかについて、明確にすることを要望する。

（4）適用に当たっての条件

なし

（5）要望事項

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

[182] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(72)-1

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

○　支持構造物における「ラグ、ブラケット、控え等」の「等」はどのようなものを指すかについて、明確にすることを要望する。

４．１．１４．２　クラス１支持構造物の曲げ応力

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、一次応力に対する許容応力を「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」、「SSB-3121.2 供用状態 C での許容応力」及び「SSB-3121.3 供用状態 D での許容応力」に、一次＋二次応力に対する許容応力を「SSB-3122.1 供用状態 A 及び B での許容応力」に規定している。

（１）変更の内容（「添付資料－３　別表」の「表 4.1.14.2　クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価式の見直し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（SSB-3121.1）

②供用状態 D の許容応力を供用状態 C の許容応力算出における降伏点の値の 1.2 倍とすることについて、ただし書において、使用温度が 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材料の規定値のうち、1.35Sy（使用温度）に対しては本割増しを適用しない旨を追加（SSB-3121.3）

③上記①の一次応力に対する許容曲げ応力の評価式が細長比 λ_b によって場合分けされたことに伴い、一次＋二次応力に対する許容応力も同様に場合分けするように変更（SSB-3122.1）

（２）日本機械学会による変更の理由

①、③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、2005 年版の同規準において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 本変更を取り込んだ[184]。

②供用状態 D の許容応力について、解説で規定されていた要求を本文に取り込む[185]。

（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

[184] 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 1-1-2：9 頁

[185] 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 1-1-2：69 頁の 15-4

された。鋼構造設計規準の取り入れ改訂前の算定式と改訂後の算定式の差異について、日本機械学会は、次のように説明している[186]。

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。

①-1 ステンレス鋼に対する鋼構造設計規準の許容曲げ応力の算定式の適用

「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」において、曲げ座屈評価における許容応力 F 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℃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[187]。

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

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

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

$$M_e = C\sqrt{\frac{\pi^4 EI_y{}^{\bullet} EI_w}{\ell_b{}^4} + \frac{\pi^2 EI_y{}^{\bullet} GJ}{\ell_b{}^2}},\ C = 1.75 + 1.05\left(\frac{M_2}{M_1}\right) + 0.3\left(\frac{M_2}{M_1}\right)^2$$

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

$[M_1, M_2$: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（eλb＜λb）では、fbは次式となり、展開すると F 値には無関係で、縦弾性係数 E と部材形状で決定する式になります。*

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

- *非線形座屈が起こる中間長さ（pλb＜λb≦eλb)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*

[186] 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)

[187] 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)

る範囲であり、(2)(b)に記載のステンレス鋼の F 値の設定の考え方及び塑性変形特性によって支配されることから、F 値を適用することは妥当と考えます。

- *ステンレス鋼を座屈モーメントが低い範囲に適用する場合は、材質の違いによる要素は縦弾性係数だけであり、ステンレス鋼の縦弾性係数を使用することで妥当であると考えます。*
- *中間の非弾性座屈の起こる範囲では、両側を滑らかに結んでいるため、同様に妥当と考えます。*
- *鋼構造設計規準（2005）図 5.1.5、図 5.1.6 に示されている通り、安全率（ν）を乗じる前でも、材質の影響が大きいと考えられる実験値を保守側に評価しており、材質の影響が小さいと考えられる解析値は安全率（ν）を乗じることで保守側に評価されていることから、鋼構造設計規準の評価式をステンレス鋼に適用することは妥当と考えます。*

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

また、許容曲げ応力 f_b は許容応力 F 値に安全率 ν を乗じて計算されており、保守性を持たせている。

したがって、ステンレス鋼に対しても、鋼構造設計規準の許容曲げ応力の算定式を用いる変更は妥当と判断する。

①-2 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[188]。

> *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。

[188] 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)

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[189]。

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

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

圧延形鋼及び溶接組立鋼は、鋼構造設計基準で対象としている構造材料の形状に含まれるものである。

したがって、圧延形鋼及び溶接組立鋼を許容曲げ応力の算定式が適用可能な形状として規定する変更は妥当と判断する。

①-3 疲労の考慮

鋼構造設計規準 1973 年版では、疲労の繰返し数と応力比から定められる疲れ係数γを応力幅振幅の上下限での絶対値が大きいほうの値に乗じた値が長期許容応力以下とするものとされていた。実際の構造物において許容応力度以下の応力で疲労損傷が生じた事例や、変動応力に対する疲労の検討ができないことなどの問題点が明らかになったことから、鋼構造設計規準 2005 年版では疲労設計が規定されたと理解される。設計・建設規格のクラス 1 支持構造物の規定に疲労に対する規定を盛り込まない理由について、日本機械学会は、次のように説明している[190]。

- *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取り入れている。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

[189] 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)

[190] 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)

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[191]。

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、今日まで、高サイクル疲労で支持構造物が損傷し問題となるようなことはありませんでした。

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

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

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

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

以上より、クラス 1 支持構造物に対する曲げ座屈評価において、疲労評価を行っていないことが、妥当とは判断できない。

したがって、材料規格「Part2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」のクラス 1 支持構造物の欄に示す材料のうち、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「4 章 材料」に規定する「4.1 材質」及び「4.2 形状及び寸法」に該当する支持構造物の疲労評価は、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「7 章 疲労」に規定する疲労評価を「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」に適用し、これ以外の支持構造物については、「PVB-3114 疲労評価（供用状態 A、B)」に規定するボルト以外の疲労評価を、「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」に適用することとし、「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」の「ボルト材以外の許容応力は、SSB-3121 及び SSB-3122 の規定によるものである。」

[191] 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)

は「ボルト材以外の許容応力は、引張応力及び曲げ応力評価については、SSB-3121 によること。疲労評価については、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「4 章 材料」に規定する「4.1 材質」、「4.2 形状及び寸法」に該当する支持構造物は、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「7 章 疲労」又は、「PVB-3114 疲労評価（供用状態 A、B）」によること。」に読み替える。

「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」の疲労評価について、見直すことを要望する。

②供用状態 D での許容応力について、供用状態 C の許容応力算出における降伏点の値を 1.2 倍とすることは、使用温度が 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材料の規定値のうち、1.35Sy（使用温度）に対しては本割増しを適用しないことを明記するためのものであり、妥当と判断する。

③「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」(4)a. で定義する一次応力に対する許容曲げ応力が、曲げ材の細長比によって(a)、(b)及び(c)に分類されたことに伴って、「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）」の場合、「SSB-3122 一次＋二次応力に対する許容応力」の一次＋二次応力に対する許容応力も同分類に対応して変更するものである。係数 ν を除いた横座屈応力度と、細長比 λ_b の関係を図に例示する。

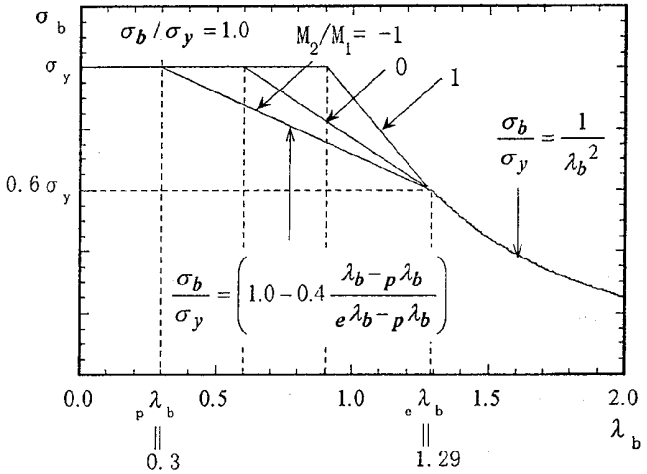


図　梁の細長比と横座屈応力度の関係[192]

本変更により、「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」(4) a. (a)の場合、一次＋二次応力に対する許容曲げ応力が一次応力に対する許容曲げ応力の 3 倍とされている。これは下図の通り、細長比 λ_b が塑性限界細長比 $_p\lambda_b$ 以下の領域では、一次応力に対する許容応力が横座屈耐力ではなく、降伏応力で規定されるため、一次＋二次応力の制限も横座屈耐力ではなくシェイクダウン特性を考慮して設定したものと考えられる。一次＋二次応力に対する許容曲げ応力を一次応力に対する許容曲げ応力の 3 倍とすることは、降伏応力の 2 倍の範囲に収まるため、シェイクダウン特性を考慮した応力制限として妥当と判断する。

[192] 里村陽子他、「新しい許容曲げ応力度と安全率の検討」、日本建築学会東海支部研究報告集、第 43 号、2005 年

また、「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」(4) a.(b)及び(c)の場合、一次＋二次応力に対する許容曲げ応力が一次応力に対する許容曲げ応力の 1.5 倍とされている。この領域の一次＋二次応力に対する許容曲げ応力を許容一次曲げ応力の 1.5 倍と設定することは、設計・建設規格 2012 で当該許容曲げ応力を、許容一次引張応力の 3 倍又は許容一次曲げ応力の 1.5 倍のいずれか小さい方と設定していることと対応するものであることから、変更は妥当と判断する。

（４）適用に当たっての条件

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
SSB-3120　ボルト材以外の許容応力	ボルト材以外の許容応力は、SSB-3121 及び SSB-3122 の規定によるものである。	ボルト材以外の許容応力は、引張応力及び曲げ応力評価については、SSB-3121 によること。疲労評価については、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「4 章 材料」に規定する「4.1 材質」、「4.2 形状及び寸法」に該当する支持構造物は、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版「7 章 疲労」に、これ以外の材料については、「PVB-3114 疲労評価（供用状態 A、B）」によること。

②、③

なし

（５）要望事項

○　「SSB-3120 ボルト材以外の許容応力」の疲労評価について、見直すことを要望する。

４．１．１４．３　支持構造物のボルト

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

（１）変更の内容

①ボルトのネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75％を用いてもよい規定を M12 以上に制限（SSB-3131、SSB-3132、SSB-3133）

②ボルトの穴の径の決め方を「ボルトの呼び径」から「ボルトのせん断力を受ける部分の径」に変更し、ボルトのせん断力を受ける部分の径が 20㎜ 以下の場合と 20㎜ を超

える場合に分割（SSB-3342）

③ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の 2.5 倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径（ネジ部の場合は呼び径）」の 2.5 倍以上に変更（SSB-3343）

表 4.1.14.3　支持構造物のボルトの変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力 供用状態 A 及び B においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、次の値を超えないこと。なお、M12 以上のボルトでは、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)	SSB-3131 供用状態 A 及び B での許容応力 供用状態 A および供用状態 B においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、次の値を超えないこと。なお、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)
SSB-3132 供用状態 C での許容応力 供用状態 C においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、SSB-3131(1)及び(2)に定める許容応力 ft、fs の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める fts の式において、ft0 を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。なお、M12 以上のボルトでは、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)	SSB-3132 供用状態 C での許容応力 供用状態 C においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、SSB-3131(1)および(2)に定める許容応力 ft、fs の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める fts の式において、ft0 を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。なお、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)
SSB-3133 供用状態 D での許容応力 供用状態 D においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、SSB-3131(1)及び(2)に定める許容応力 ft、fs の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める fts の式において、ft0 を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。この場合において、SSB-3121.1(1)a.の本文中 Sy 及び Sy(RT)は、1.2Sy 及び 1.2Sy(RT)と読み替えるものとする。なお、M12 以上のボルトでは、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)	SSB-3133 供用状態 D での許容応力 供用状態 D においてボルトネジ部の有効断面積に基づき算定される応力は、SSB-3131(1)および(2)に定める許容応力 ft、fs の 1.5 倍の値を超えないこと。また、SSB-3131(3)に定める fts の式において、ft0 を 1.5 倍として求めた値を超えないこと。この場合において、SSB-3121.1(1)a.本文中 Sy および Sy (RT)は、1.2Sy および 1.2Sy (RT)と読み替えるものとする。なお、ネジ部の有効断面積の代わりに軸部断面積の 75%を用いてもよい。(略)
SSB-3342 ボルト穴の寸法 ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法は、以下によること。ただし、基礎ボルトについては、この限りでない。 (1)ボルトのせん断力を受ける部分の径が 20mm 以下の場合 ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径（ネジ部の場合は呼び径）より 1mm 以上大きくないこと。 (2)ボルトのせん断力を受ける部分の径が	SSB-3342 ボルト穴の寸法 ボルトのせん断応力により荷重を支える場合は、ボルトの穴の径はボルトの呼び径より 1mm（ボルト呼び径が 20mm を超える場合は、1.5mm）以上大きくないこと。ただし、基礎ボルトについては、この限りでない。 （新設） （新設）

20mm を超える場合 ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径(ネジ部の場合は呼び径)より 1.5mm 以上大きくないこと。	
SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ 隣接するボルト穴の中心間の距離は、ボルトのボルト穴を貫通する部分の径（ネジ部の場合は呼び径）の 2.5 倍以上でなければならない。	SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ 隣接するボルトの穴中心間の距離は、ボルトの呼び径の 2.5 倍以上でなければならない。

（２）日本機械学会による変更の理由

①2012 年版改訂時にボルト有効断面積を用いた応力評価が規定された。その際、軸部断面積の 75%を有効断面積の代わりに用いても良いとの記載があるが、M12 より小さいボルトでは、75%よりも小さくなる。そのため軸径による断面積の 0.75 倍を用いることができるのは M12 以上であることを規定する[193]。

②ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の径については、ボルトの呼び径を基準として規定していたが、せん断力を受ける部分の径が呼び径と異なる場合があることから、せん断力を受ける部分の径を基準とすることを明確にした[194]。

③SSB-3342 と同様に、SSB-3343 のボルト穴の最小ピッチの規定についても、呼び径とボルト穴を貫通する部分の径に差がある場合に適用できるようにするため、記載を見直した[195]。

（３）検討の結果

①ボルト有効断面積を用いた応力評価において、軸部断面積の 75%を有効断面積の代わりに用いても良いと規定した。軸径の小さいボルトの場合、有効断面積が軸部断面積の 75%より小さくなるため、保守的に軸部断面積の 75%を有効断面積の代わりに用いてもよい範囲を M12 としたものであり、変更は妥当と判断する。

②ボルト穴の径の決め方を、「ボルトの呼び径」から「ボルトのせん断力を受ける部分の径」に変更したことは、より正確な記載に変更したものである。また、ボルトのせん断力を受ける部分の径が 20mm 以下の場合と 20mm を超える場合に分割したことは、「ボルトの呼び径より 1mm（ボルト呼び径が 20mm を超える場合は、1.5mm）以上大きくないこと」との規定を(1)と(2)に分割したものであり、変更は妥当と判断する。

③「SSB-3343 ボルト穴の最小ピッチ」において、ボルト穴の最小ピッチを「ボルトの呼び径」の 2.5 倍以上から「ボルトのボルト穴を貫通する部分の径（ネジ部の場合は呼び径)」の 2.5 倍以上に変更している。建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338

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

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

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

号）第 68 条第 1 項には「高力ボルト、ボルト又はリベットの相互間の中心距離は、その径の二・五倍以上としなければならない」と規定されている。ボルト相互の中心間距離はナットを締め付ける際の工具等の関係から 2.5 倍以上が一般的であるが、呼び径ではなくボルト穴を貫通する部分のボルトの径とすることの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[196]。

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

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

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

（４）変更点以外の評価

(a)ネジ部にせん断力が作用する構造

「SSB-3342 ボルト穴の寸法」において、ボルト穴の径はせん断力を受ける部分の径（ネジ部の場合は呼び径）より 1 mm（M20 を超える場合は 1.5mm）以上大きくないことと規定し、ネジ部にせん断力が作用する構造を許容している。その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[197]。

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

建築基準法施行令第 68 条第 4 項に下記の規定が設けられている。構造耐力上支障がない保有水平耐力の確認とは、大地震時の水平力に対して、柱や梁の曲げ降伏、せん断破壊を確認し、建物の「保有する耐力」と、「必要とされる耐力」を比較し、保有する耐力が上回っていることを確認することである。

建築基準法施行令第 68 条
４　ボルト孔の径は、ボルトの径より一ミリメートルを超えて大きくしてはならない。ただし、ボルトの径が二十ミリメートル以上であり、かつ、構造耐力上支障がない場合においては、ボルト孔の径をボルトの径より一・五ミリメートルまで大きくすることができる。

なお、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版は次のとおりボルト径に対して 0.5mm と規定している。

鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版

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

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

15 章　ボルトおよび高力ボルト 15.2 孔径 ボルトの孔径は，ボルトのねじの呼び径に 0.5㎜ 以下の値を加えたものとする。 高力ボルトの孔径は，高力ボルトのねじの呼び径が 27㎜ 未満の場合はねじの呼び径に 2.0㎜ 以下の値を加えたものとし，ねじの呼び径が 27㎜ 以上の場合にはねじの呼び径に 3.0㎜ 以下の値を加えたものとする。 アンカーボルトの孔径は，アンカーボルトのねじの呼び径に 5㎜ 以下の値を加えたものとする。

M20 を超える場合に 1.5㎜ を許容することは、構造耐力上支障がない場合という条件付きであるが、この条件を除外している根拠について、日本機械学会は、次のように説明している[198] 。

支持構造物の設計は、個別の各部材の許容応力（度）であり、建築物で適用している保有水平耐力の確認よりも手前の範囲の弾性範囲設計となっていることから「構造物耐力上支障がない場合」の確認は不要と考えます。また、支持構造物は、建築物に比べて構成される部材の数が少ないため各接合部のボルト孔のクリアランスの累積による変形も小さく、機器の支持機能に支障が生じることはないと考えられます。

鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版では、「ボルト孔の径はボルトの公称軸径に 0.5㎜ 以下の値を加えたもの」としており、その理由を同規準の解説では「0.5㎜ のクリアランスであっても、そのずれ変形による構造体の変形はかなり大きなものとなる。したがって、ボルトの使用にあたっては、建築基準法施行令の規定値とは関係なく、ボルト孔のクリアランスの上限として 0.5㎜ を守るべきである。」と説明している。同規準を参照して、ボルトと基礎ボルト（アンカーボルト）に対する要求を区別するのであれば、ボルト穴の寸法に係る規定について、規格間の整合を考慮して規定の要否を検討することを要望する。

(b) ボルト穴の寸法の規定からの基礎ボルトの除外

「(解説 SSB-3342) ボルトの穴の寸法」には、「コンクリートに埋め込むアンカボルトには適用しない」と記載されているが、建築基準法施行令第 68 条第 4 項には、「ボルトの径が 20㎜ 以上であり、かつ、構造耐力上支障がない場合においてはボルト穴の径をボルトの径より 1.5㎜ まで大きくすることができる。」と規定されており、構造耐力上の制限がある。基礎ボルトについて除外している理由について、日本機械学会は、次のように説明している[199]。

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

「SSB-3342 ボルト穴の寸法」において、ボルトのせん断応力により荷重を支える場合のボルト穴の寸法規定は基礎ボルトを除外しているが、建築基準法施行令第 66

[198] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(74)-1

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

条において「構造耐力上主要な部分である柱の脚部は、国土交通大臣が定める基準に従ったアンカーボルトによる緊結その他の構造方法により基礎に緊結しなければならない。ただし、滑節構造である場合においては、この限りでない。」と規定されている。国土交通大臣が定める基準は、「鉄骨造の柱の脚部を基礎に緊結する構造方法の基準を定める件」（平成 12 年建設省告示第 1456 号）第 1 号において、次のように規定している[200]。

一　露出形式柱脚にあっては、次に適合するものであること。

イ　アンカーボルトが、当該柱の中心に対して均等に配置されていること。

ロ　アンカーボルトには座金を用い、ナット部分の溶接、ナットの二重使用その他これらと同等以上の効力を有する戻り止めを施したものであること。

ハ　アンカーボルトの基礎に対する定着長さがアンカーボルトの径の 20 倍以上であり、かつ、その先端をかぎ状に折り曲げるか又は定着金物を設けたものであること。ただし、アンカーボルトの付着力を考慮してアンカーボルトの抜け出し及びコンクリートの破壊が生じないことが確かめられた場合においては、この限りでない。

ニ　柱の最下端の断面積に対するアンカーボルトの全断面積の割合が 20%以上であること。

ホ　鉄骨柱のベースプレートの厚さをアンカーボルトの径の 1.3 倍以上としたものであること。

ヘ　アンカーボルト孔の径を当該アンカーボルトの径に 5㎜を加えた数値以下の数値とし、かつ、縁端距離（当該アンカーボルトの中心軸からベースプレートの縁端部までの距離のうち最短のものをいう。以下同じ。）を次の表に掲げるアンカーボルトの径及びベースプレートの縁端部の種類に応じてそれぞれ次の表に定める数値以上の数値としたものであること。

アンカーボルトの径（単位 ㎜）	縁端距離（単位 ㎜）	
	せん断縁又は手動ガス切断縁	圧延縁、自動ガス切断縁、のこ引き縁又は機械仕上げ縁等
10 以下の場合	18	16
10 を超え 12 以下の場合	22	18
12 を超え 16 以下の場合	28	22
16 を超え 20 以下の場合	34	26
20 を超え 22 以下の場合	38	28
22 を超え 24 以下の場合	44	32
24 を超え 17 以下の場合	49	36
27 を超え 30 以下の場合	54	40
30 を超える場合	9d/5	4d/3
この表において、d は、アンカーボルトの径（単位 ミリメートル）を表すものとする。		

同告示ではアンカーボルトの孔径を＋5㎜まで許容しているが、これらを含む基礎部の構造・強度について規定から除外している理由について、日本機械学会は、次の

[200] ただし、令第 82 条（保有水平耐力計算）第 1 号から第 3 号までに規定する構造計算を行った場合においては、適用しないとの除外規定あり。

ように説明している[201]。

支持構造物の定着部は、支持する機器により形状、機能が異なるため、一律に規定をせず、各状況に応じて設計されるべきものである考えます。

呼び径よりもせん断力を受ける部分の径の方が大きいボルトの場合、ボルトの穴の寸法をせん断力を受ける部分の径に基づいて制限することは適切であるといえる。鋼構造設計規準（現鋼構造許容応力度設計規準）に従って基礎ボルト（アンカーボルト）を除外するのであれば、同規準のアンカーボルトに対する制限「アンカーボルトの孔径は、アンカーボルトの公称軸径に5㎜以下の値を加えたものとする。」について、規定の要否を検討することを要望する。

ボルト穴の径の上限値に、最新の鋼構造許容応力度設計規準の知見を反映することを要望する。

（５）適用に当たっての条件

なし

（６）要望事項

○　鋼構造許容応力度設計規準を参照して、ボルトと基礎ボルト（アンカーボルト）に対する要求を区別するのであれば、ボルト穴の寸法に係る規定について、規格間の整合を考慮して規定の要否を検討することを要望する。

○　鋼構造設計規準（現鋼構造許容応力度設計規準）に従って基礎ボルト（アンカーボルト）を除外するのであれば、同規準のアンカーボルトに対する制限「アンカーボルトの孔径は、アンカーボルトの公称軸径に 5㎜ 以下の値を加えたものとする。」について、規定の要否を検討することを要望する。

○　ボルト穴の径の上限値に、最新の鋼構造許容応力度設計規準の知見を反映することを要望する。

４．１．１４．４　クラス１支持構造物の極限解析

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

（１）変更の内容

①クラス１支持構造物に極限解析による評価方法を追加

表 4.1.14.4　クラス１支持構造物の極限解析の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
SSB-3140 極限解析による評価 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	（新設）

[201] 第６回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(75)-1

る場合には、別途、座屈の評価を実施すること。 (1) 供用状態 A 及び B における荷重：Pc $Pc \leqq \frac{2}{3} Pcr$ (SSB-1.33) Pcr：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) (2) 供用状態 C における荷重：Pc $Pc \leqq Pcr$ (SSB-1.34) Pcr：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 (3) 供用状態 D における荷重：Pc $Pc \leqq Pcr$ (SSB-1.35) Pcr：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。	

（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[202]。

（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及び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[203]。

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[204]。ただし、炉心支持構造物の極限解析については「表 CSS-3110-1 応力強さの限界(ボルト等を除く)」及び「表 CSS-3120-1 ボルト等の応力強さの限界」に記載があるものの本文には規定されていない。

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

[203] 日本機械学会　機械工学事典電子版

[204] 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」ただし、クラス１容器の運転状態Ⅳに限定

①-1 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 Code Sec.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[205]。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 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[206]。

極限解析による評価では 、降伏点を弾性の上限とした弾完全塑性体の応力ひずみ曲線を仮定して極限解析を行い、荷重と変位の関係から崩壊荷重の下限値、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 Pcr）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（Pc）が超えないことを評価します。ASME B&PV Code Section Ⅲ Subsection NF においても支持構造物に対する極限解析適用の規定がありますが、設計・建設規格の支持構造物に対する規定は、設計・建設規格のクラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定を参考に新たに定めたものです。鋼構造許容応力度設計規準には極限解析の規定はありませんが、許容応力設計と同様に同規準を参考に降伏点の基準として F 値を取り入れ、各供用状態での許容限界荷重の安全係数を許容応力設計と合わせました。（＊鋼構造設計規準より名称が変更）構造物の崩壊荷重の下限値を求める解析の手法については、クラス 1 容器及び炉心支持構造物の規定と同じ手法を用います。

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

設計・建設規格のクラス 1 容器、炉心支持構造物との比較は下表のとおりです。支持構造物と同じ非耐圧構造の炉心支持構造物と比較すると、強度の基準値（Sm 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ます。供用状態 D については炉心支持構造物では Pcr 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 Sy 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。

---

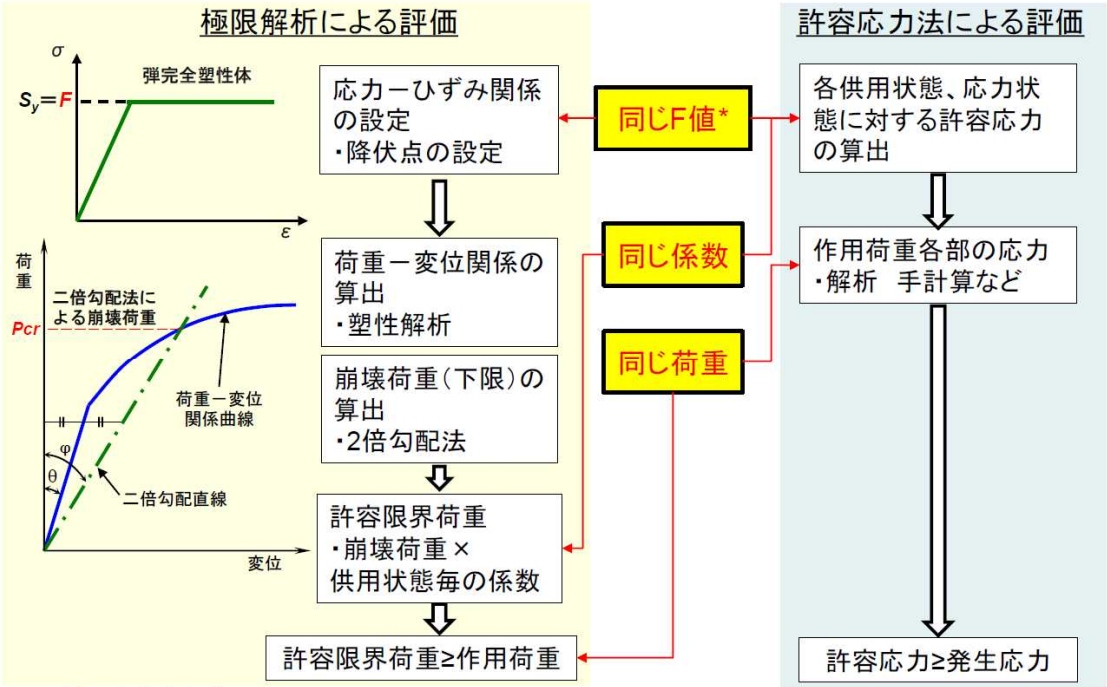
[205] 設計・建設規格 2020 年版「(解説 SSB-3010) 許容応力」

[206] 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)

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あり、ステンレス鋼は対象となっていない。ASME Code 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、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[207]。

- *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 Sy と引張強さの 70%(0.7Su)のうち小さい方の値としました。*
- *ただし、供用状態 D は、ASME Sec.Ⅲの考え方に基づき、事故時の衝撃荷重が主でひずみ速度が大であること及び通常材料の実降伏点は設計値に対し余裕があることを考慮し、許容応力における Sy を 1.2Sy 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。*

[207] 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)



(*) 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 Sy を 1.2Sy 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 Sm は(2/3)Sy、ステンレス鋼は 0.9Sy としていることに準じて、炭素鋼の F 値が Sy なので、ステンレス鋼は Sy ／(2/3)×0.9 ＝ 1.35Sy としました。*

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

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

日本建築学会の「鋼構造塑性設計指針」は 設計 ・建設規格に引用された規格ではないが、「鋼構造設計規準」と関連する規格であり、極限解析手法が規定されている。クラス 1 支持構造物の極限解析手法の規定と鋼構造塑性設計指針の極限解析手法の

規定との差異について、日本機械学会は、次のように説明している[208]。

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る。

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る。

①-2 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[209]。

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 Code Sec.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[210]。

- *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。*

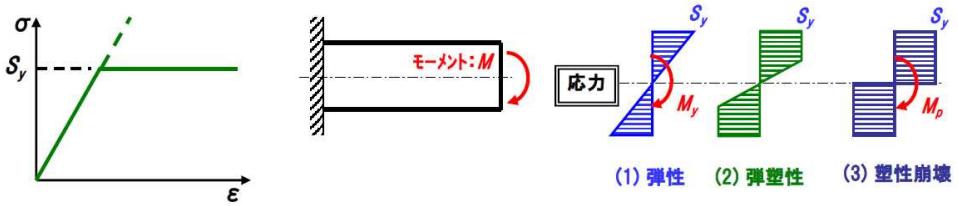
---

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

[209] 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)

[210] 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(My)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(Mp)は、矩形梁の場合は My 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 Mp は許容応力ベースの規定では 1.5My 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[211]。

・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。その比は従来より圧力容器の設計規準で考慮されている形状係数に相当し､例として､梁形状部材の矩形断面では 1.5、H 型断面のように応力が外縁部に集中する断面では 1.0 に近い値になります。
・さらに複雑な構造では､全塑性モーメントが複数の断面で生じて崩壊 荷重、又は 2 倍勾配法により保守的近似的に崩壊荷重とみなされる荷重に達するまで許容されます。

[211] 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)

・*上述の通り対象としている設計状態は同じですが、極限解析による評価は、許容応力による評価では考慮されていない断面、構造の違いによりその構造が本来有する塑性崩壊に対する抵抗力を、合理的に考慮する方法です。*

・*3 次元性を含んだ複雑な形状に対する許容応力ベースでの評価を行う場合に必要で、結果にも影響を及ぼす応力評価断面の選定が不要なことなどにより、より確実に塑性崩壊に対する裕度を評価できるという利点もあると考えられます。*

・*実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則（以下技術基準規則）の第 17 条第 8 号に規定されているクラス 1 支持構造物の構造に関する規定と、設計・建設規格での支持構造物に対する許容応力による評価、及び、極限解析による評価の比較を次葉に示します。*

技術基準規則*1) 第17条第8号 （要求のみ抜粋）		設計･建設規格 許容応力による評価	設計･建設規格 極限解析による評価
運転状態 Ⅰ、Ⅱ	（ロ）全体的な変形を弾性域に抑えること	断面の発生応力が、F値*2)を基準として安全率を2/3とした許容値以下	作用荷重が、降伏点をF値として算出した崩壊荷重の2/3以下
運転状態Ⅲ	（ハ）全体的な塑性変形が生じないこと。ただし、構造上の不連続部における局部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[212]。

［運転状態Ⅰ，Ⅱに対して］

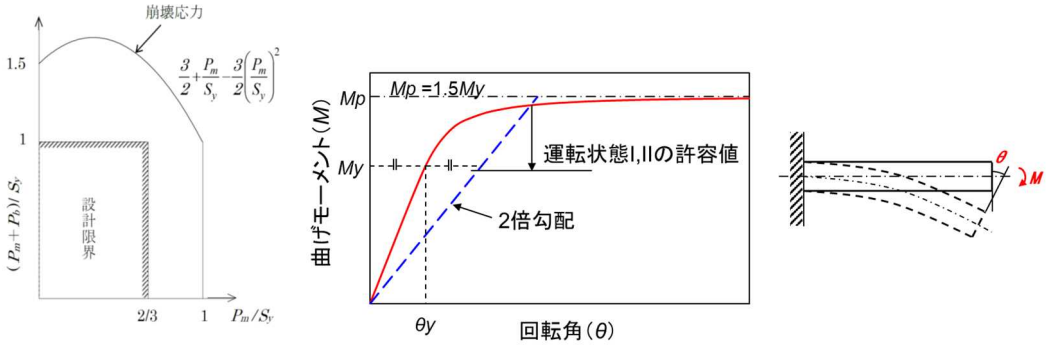
・ *単純梁の曲げの場合、降伏点を F 値として求めた極限解析による崩壊荷重は、全断面が降伏し塑性崩壊するときのモーメント(Mp)を算出することとなります。表面が降伏点に達するときのモーメント(My)は、この Mp よりも小さく、矩形断面で 1/1.5、支持構造物で一般的に用いられる H 型鋼では 1/1.1 程度となります（次ページ以降参照）。*

・ *従って、2 倍勾配法で求めた崩壊荷重を 1.5 で除して求めた値(崩壊荷重の 3 分の 2)を許容荷重とし制限することで、弾完全塑性体の崩壊応力に対し*

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

て、膜＋曲げ応力に対しては安全率は一定ではないものの、十分安全側に設計限界を定めています。

- 一般的な部材では、構造上の不連続部があればそこに応力集中が生じ一般部より先に構造不連続部に降伏が生じることになりますが、これは局部的で部材全体の挙動には影響を及ぼさないため、個別に確認するまでもなく、全体的な変形は弾性範囲内に抑えられることになります。
- 矩形梁の曲げに対して、2 倍勾配法も合わせて示したものが下図になります。
- Mp=1.5My ですが、保守的に 2 倍勾配法で推定した Mp に対して 1/1.5 倍したものを許容荷重とするため、表面降伏時の荷重である My よりも低く評価され、表面でも塑性は生じません。
- これにより、「変形を弾性域に抑える」ことができます。



解説図 PVB-3111-2　引張り及び曲げによる崩壊応力及び設計限界

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

（注）［矩形断面］Mp/My = Zp/Z = (BH2/4)/(BH2/6) =1.5

［中実円形断面］Mp/My = Zp/Z = (D3/6)/(πD3/32) =1.70

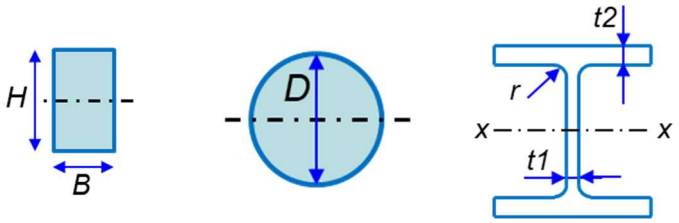
［管状断面］Mp/My = Zp/Z = [32(1－Y3)]/[6π(1-Y4)]

Y = di（管の内径)/do（管の外径）⇒ Y = 0.65 で

Mp/My =1.5

薄肉(Y→ 1)で Mp/My ≒1.27

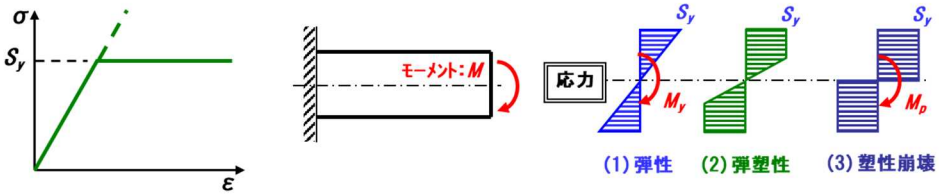
［H 型鋼：JIS G 3192-2021］

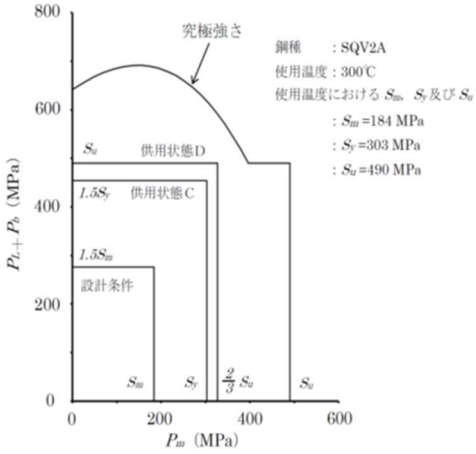


シリーズ	HxB	t1	t2	r	Z	Zp	(Zp/Z)
100x100	100x100	6	8	8	75.6	86.4	1.14
200x200	200x200	8	12	13	472	525	1.11
300x300	300x300	10	15	13	1350	1480	1.10

［運転状態Ⅲに対して］

- *技術基準規則が要求する“全体的な塑性変形が生じないこと“はその後の「ただし、構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りではない」とは独立した、構造不連続部ではない部分（一般部）に対する要求であって、以前より一般部の板厚内に弾性域が残れば全体的な塑性変形が生じないとして許容されてきているものです。極限解析による評価では、降伏点を F 値として求めた崩壊荷重を許容荷重とし制限すれば板厚内に弾性域が残るため、”全体的な塑性変形が生じない”ことになります。*
- *一方、「構造上の不連続部における局部的な塑性変形はこの限りではない」というのは、拡がりが限定された構造不連続部では、仮にある断面で見た場合に全体が降伏するような状態になっても周辺部分からの拘束によって変形量が制限されることから、限られた範囲では断面全体での塑性変形が生じることも許すことを意味していると考えられます。例えば炉容器の胴部と鏡板の接合部分などに適用される「一次局部膜応力」が運転状態Ⅲでは降伏応力を越えてもよいというのはこれに対応しているものと考えられます。*
- *極限解析法には「局部性」などが自動的に評価できるというメリットがあると考えられます。*
- *一次応力に対する許容値体系は、極限解析に基づいています。簡単な梁を例にとると、Sy を降伏点とする弾完全塑性を考えた場合、表面が降伏点に達するときのモーメント(My)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(Mp)は、矩形梁の場合は My の 1.5 倍になります。*
- *矩形梁を対象に許容値体系を図示したものが、例えば設計･建設規格の解説図 PVB-3111-5 です。*
- *供用状態 C（運転状態Ⅲ）では、Sy を降伏点とする弾完全塑性体を想定した上で、右上の(3)の状態に至る前の(2)の状態を許容しており、これが「全体的な塑性変形が生じないこと」に対応していると考えられます。*





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

［参考：技術基準解釈との対応］

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

「SSB-3140 極限解析による評価」は、「SSB-3121 一次応力に対する許容応力」の代替であるものの、「SSB-3140 極限解析による評価」は 2 倍勾配法から算出される崩壊荷重に基づいて評価を行うため、荷重負荷形態、断面形状又は構造によっては「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、各運転状態に対して「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」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荷重が、技術基準規則第 17 条第 8 号ロの「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

析の適用に当たっては、運転状態Ⅰ及びⅡに対して、技術基準規則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「作用荷重が、降伏点をＦ値として算出した崩壊荷重以下」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部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、技術基準規則解釈では、「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、技術基準規則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である。

以上より、極限解析が構造・形状によらずに、運転状態Ⅰ、Ⅱ及びⅢに対して技術基準規則の要求を満足することの技術的根拠が必要であるため、極限解析の適用に当たっては、その妥当性を個別に確認する必要があり、変更が妥当とは判断できない。

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、技術基準規則解釈において「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。

①-3 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[213]。

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

[213] 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)

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[214]。

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 の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 Code Sec.Ⅲの NF（支持構造物）は、突合せ溶接継手、部分溶込み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。鋼構造設計規準（建築工事標準仕様書　JASS6　鉄骨工事も含む）には極限荷重法は規定されていないが、突合せ溶接継手、部分溶込み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」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。」とされている。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[215]。

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、板材または型鋼であるため、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 接合」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 Pcr 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問題ない。

「SSB-3340 接合」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する。

「SSB-3140 極限解析による評価」(1)で Pcr 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かかわらず、「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。」と規定されているため、「SSB-3121.1 供用状態

[214] 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)

[215] 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)

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確である。

したがって、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。」に読み替える。

①-4 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[216]。

> *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。*

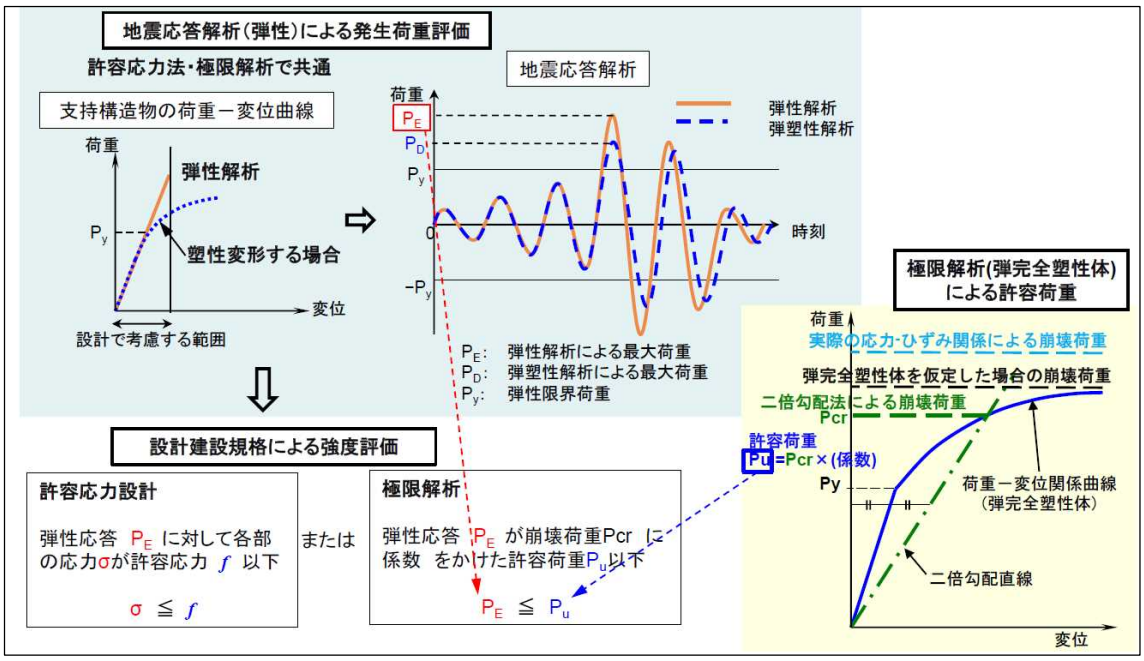
日本機械学会によれば、2 倍勾配法で算出した崩壊荷重の下限値は、ほぼ降伏荷重相当であるため、極限解析を適用する場合と適用しない場合でこの方法（耐震解析の方法）に違いはないとのことである。これはいずれの場合でも「極限解析を用いた場合でも弾性限度に収まる」ということか、及びその場合弾性限度に収まるという根拠について、日本機械学会は、次のように説明している[217]。

- *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。*

---

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

[217] 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」のかについて、日本機械学会は、次のように説明している[218]。

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が、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。

設置許可基準規則解釈の別記 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荷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であり、支持構造物が全体的に弾性状態にとどまるとい

[218] 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)

うことの説明ではない。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 条第 8 号においても、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部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、上記①－２において述べたとおり、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(3)に規定する許容応力制限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。

①-5 制限値 Pcr の定義

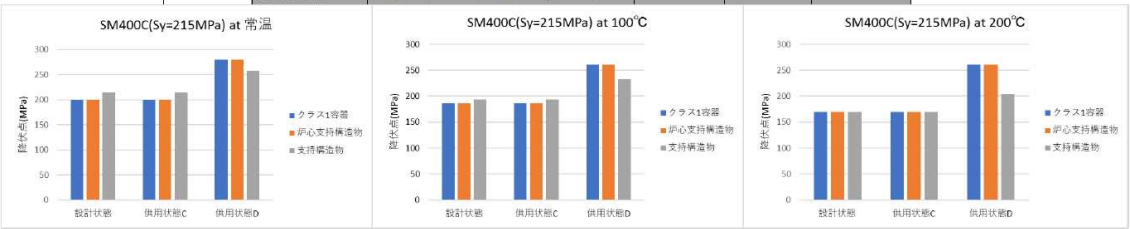
クラス 1 容器及び炉心支持構造物の供用状態 A、B、C の制限値 Pcr は、材料の降伏点を最高使用温度における 1.5Sm の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限とされているが、クラス 1 支持構造物の制限値 Pcr は、材料の降伏点を最高使用温度における「SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力」(1)に示す F 値の弾完全塑性体として極限解析により求めた崩壊荷重の下限とされている。クラス 1 支持構造物の制限値 Pcr をどのように定めたのか、及びその技術的妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[219]。

- *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、Sm は(2/3)Sy と(1/3)Su の小さい方なので、1.5Sm が降伏点相当になることから、降伏点相当して 1.5Sm 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）。*

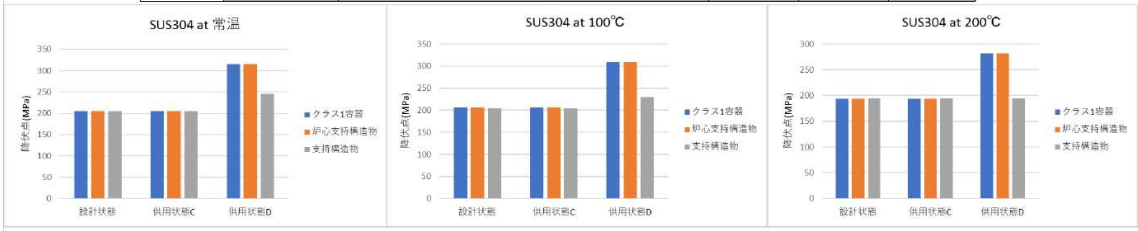
[219] 第 2 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合資料 2-1 (2)(c) 1)

- 極限解析使用する降伏点の比較

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



ステンレス鋼					単位：MPa
			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=Min(1.35Sy, 0.7Su,Sy(RT))	205	205	194.4
供用状態C	クラス1容器	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	炉心支持構造物	1.5Sm	205.5	205.5	193.5
	支持構造物	F=Min(1.35Sy, 0.7Su,Sy(RT))	205	205	194.4
供用状態D	クラス1容器	Min(2.3Sm,0.7Su)	315.1	308.7	281.4
	炉心支持構造物	Min(2.3Sm,0.7Su)	315.1	308.7	281.4
	支持構造物	F*=Min(1.2F,0.7Su)=Min(1.35Sy, 0.7Su,1.2Sy(RT))=F*	246	229.5	194.4



また、クラス 1 容器及び炉心支持構造物の供用状態 D の制限値 Pcr は、材料の降伏点を MIN[2.3Sm,0.7Su]の弾完全塑性体として極限解析によって求めた崩壊荷重の下限とされているが、クラス 1 支持構造物の制限値 Pcr は、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とされている。クラス 1 支持構造物の制限値 Pcr 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[220]。

[220] 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 容器及び炉心支持構造物の供用状態 D における荷重 Pc は、0.9Pcr 以下とされているが、クラス 1 支持構造物の荷重 Pc は Pcr 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 Pc 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[221]。

・ *クラス 1 支持構造物では、許容荷重の算出で Pcr 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。*

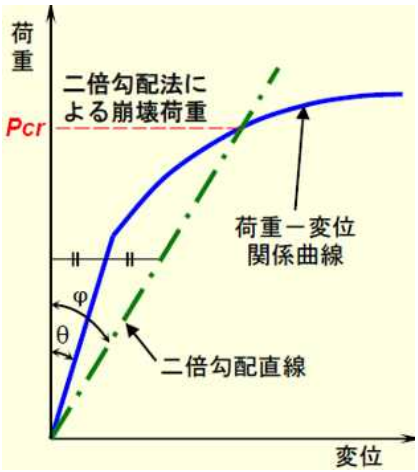
支持構造物　供用状態D　許容荷重の係数・降伏点の比較

	係数	SM400C 常温		SM400C at 100℃		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

[221] 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であるが、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 Pcr 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[222]。

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圧力容器の設計規準での設計応力強さ Sm に基づき定められていることから、上記の許容応力とは違いが生じています。このように想定される部材の形状や荷重が違うことなどから、必ずしも同一にする必然性はないものと考えます。

日本機械学会は(降伏点×係数)の値を最終的な許容荷重に比例する値であるとして、クラス 1 容器、炉心支持構造物、及びクラス 1 支持構造物の(降伏点×係数)の比較を行っている。最終的な許容荷重(Pcr×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

[222] 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)

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。

したがって、供用状態 D におけるクラス 1 支持構造物の許容荷重 Pcr は、保守性が確保されるものと考えられ、妥当と判断する。

（４）適用に当たっての条件

①

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
SSB-3140 極限解析による評価	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。	供用状態 D において(3)に規定する許容応力制限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。
SSB-3121.1 供用状態 A 及び B での許容応力	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。	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。

（５）要望事項

○　「SSB-3340　接合」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する。

４．１．１５　炉心支持構造物

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

（１）変更点以外の評価

(a) 炉心支持構造物の動的許容外圧力の考え方と評価方法

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

（解説　CSS-3220(2)）　円筒形又は円すい形の胴の供用状態 C における許容外圧（抜粋）

CSS-3220(2)の規定の考え方は、次のとおりである。

(1) 動的座屈圧力とは、円筒形の胴に加わる外圧の時間変動による動的効果を考慮して決められる座屈圧力である。ここで、座屈圧力は胴の形状（振動特性）、外圧力の空間分布及び時間変化により定まるものである。動的座屈圧力を求める方法は、実験的又は解析的にも種々試みられているが、設計計算式として整

理された形の一般式はない。なお、CSS-3220(2)のただし書きの規定の適用方法として次の 2 つの方法がある。
(a) 動的座屈圧力が求められた場合には、その圧力を 0.5 倍する。
(b) 実際にかかる差圧の 1/0.5 倍の差圧に対して動的座屈評価法により座屈しないことを確認する。

(b)の規定は動的荷重の場合に変形量が静的荷重の場合の 2 倍になることから規定されたものと思われる。(a)の動的座屈圧力を 0.5 倍することの意味と本文ただし書の関係について、日本機械学会は、次のように説明している[223]。

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

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

「(解説 CSS-3220(2)) 円筒形又は円すい形の胴の供用状態 C における許容外圧」に記載する「動的座屈評価法」について、日本機械学会は、次のように説明している[224]。

円筒形の胴の動的座屈を評価する一つの方法として、告示 501 号の第 96 条解説に薄肉円筒の座屈評価方法の説明があります。

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

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

ここに、

[223] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(77)
[224] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(78)

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

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

a	：	半　径
h	：	厚　さ
ρ	：	密　度
w	：	半径方向変位
w_i	：	半径方向初期変位
N_x, N_θ, $N_{x\theta}$	：	各方向の力
P^*	：	差　圧
E	：	縦弾性係数
ν	：	ポアソン比

ここで、以下の無次元量を導入する。

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

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

ここに、$c^2 = \frac{E}{\rho}$

これらを用いて無次元変位u、uiを級数展開する。

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

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

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

上の関係を式(1)に代入して整理すると、次の関係が求まる。

$$\ddot{u}_0 + u_0 = P_0 \tag{7}$$

$$\ddot{u}_0 + \left[\alpha^2 \left(n^2 + \frac{\pi^2}{\ell^2}\right)^2 + \frac{(1-\nu^2)(\pi/\ell)^4}{[n^2 + (\pi^2/\ell^2)]^2} - n^2 u_0\right] u_n = n^2 u_0 \delta_n \ \ (n = 1, 2, 3, \cdots) \tag{8}$$

ここに、$\alpha^2 = \frac{h^2}{12a^2}$

式(7)は一様フープ応答を表し、式(8)は高次モードの応答を表す。

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

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

「動的座屈評価法」が広く知られていれば記載する必要はないが、限定利用されているのであれば最新知見に基づく方法を解説等で示すこと（Donnell の方程式は高次式が簡略化されていると理解）の可否について、日本機械学会は、次のように説明している[225]。

今後、知見を調査したうえで反映について検討します。

動的座屈評価法については、最新知見を調査し高次式を簡略化しない評価法について、解説等で記載することを要望する。

(b) 炉心支持構造物の溶接部の検査要求と溶接規格の関係

「CSS-4222 非破壊試験」(1)において、炉心支持構造物の溶接部は設計上定めた継手効率に応じた非破壊試験の方法のうち、放射線透過試験、超音波探傷試験及び浸透探傷試験は溶接規格に準ずると規定しているが、目視試験に関する「CSS-3150 溶接部継手効率」(2)は溶接規格を引用していない。

CSS-4222 非破壊試験 (1)非破壊試験は CSS-3150 の規定に基づき、表 CSS-3150-1 に従って設計上定めた継手効率に応じた非破壊試験を実施し、これに適合すること。 (2) CSS-3150 の規定に従って目視検査を行う場合、割れ又はアンダカット、オーバラップ、クレータ、スラグ巻込み、ブローホール等で有害なものがないこと。

その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[226]。

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

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

溶接規格 2020 では第 11 章に炉心支持構造物に関する規定が追加されているが、「CSS-4000 炉心支持構造物の製造」に溶接規格 2020 を適用した場合の問題点について、日本機械学会は、次のように説明している[227]。

ご指摘の点の他に、溶接規格では目視検査の判定基準が定められていないこと、溶接規格「N-CSS030 開先面」の(3)の規定と、設計・建設規格「CSS-4221 開先面」の規定が一致していない（溶接規格を適用した場合、溶込みの程度に依らず継手区分 A から D の開先面に MT 又は PT が要求され、一方で継手区分 E は対象外となる）ことがあります。なお、「CSS-4222 非破壊試験」(2)は、「CSS-3150 溶接部継手効率」に着目した規定であることから、「GTN-8210 目視試験の適用」

[225] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(78)

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

[227] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(79)-1

の規定とは異なっています。

溶接規格の第 11 章の取り込みについては今後、溶接規格側とも調整し検討します。

「CSS-4222 非破壊試験」(2)の場合は、「割れ又はアンダカット、オーバラップ、クレータ、スラグ巻込み、ブローホール等で有害なものがないこと。」とし、有害でない割れを許容するような記載になっているが、溶接規格 2020 の「N-CSS040 溶接部の強度等」(2)においては、「割れがなく、かつ有害なアンダカット、オーバラップ、クレータ、スラグ巻込み、ブローホールなどがない」とし、割れは全て許容していない。また、「GTN-8210 目視試験の適用」には、「目視試験は、試験部の表面状態（きず、変形及び変色等の有無)、合わせ面の食違い、形状又は取付け位置の図面との相違又は漏えいの有無等を確認するために用いる。」と規定されているが、「CSS-4222 非破壊試験」(2)には、「変形及び変色等の有無」の要求はない。

これらを踏まえ、「GTN-8000 目視試験」を準用し「CSS-4222 非破壊試験」(2)を判定基準とすることを明確にすることを要望する。

(c)炉心支持構造物のラグ、ブラケット、控え等であって重要なものの材料

容器（クラス 3 を除く)、管（クラス 3 を除く)、ポンプ、弁及び支持構造物にはラグ、ブラケット、控え等であって重要なものの材料についての規定があるが、「CSS-2110 炉心支持構造物に使用可能な材料の規定」においては、ラグ、ブラケット、控え等であって重要なものの材料について規定されていない。

CSS-2110 炉心支持構造物に使用可能な材料の規定 炉心支持構造物に使用する材料は、材料規格 Part2 第 1 章表 1 の炉心支持構造物の欄に示す材料の規格（寸法の許容差及び非破壊検査に係る部分を除く）に適合するもの又はこれと同等以上の化学的成分及び機械的強度を有するものとする。

炉心支持構造物の「表 CSS-3150-1 溶接部継手効率」にはラグ、ブラケット等との溶接継手が明記されているので、ラグ、ブラケット、控え等であって重要なものの材料についての要求を明確にすることを要望する。

（２）適用に当たっての条件

なし

（３）要望事項

○ 炉心支持構造物の動的座屈評価法については、最新知見を調査し高次式を簡略化しない評価法について、解説等で記載することを要望する。

○ 炉心支持構造物の目視試験は「GTN-8000 目視試験」を準用し「CSS-4222 非破壊試験」(2)を判定基準とすることを明確にすることを要望する。

○ 炉心支持構造物の「表 CSS-3150-1 溶接部継手効率」にはラグ、ブラケット等との溶接継手が明記されているので、ラグ、ブラケット、控え等であって重要なものの材料についての要求を明確にすることを要望する。

４．１．１６　安全弁等

本規格は、クラス 1、2、3 機器の安全弁等及び真空破壊弁に使用する材料について「SRV-2000 安全弁等に使用する材料」及び「VBV-2000 真空破壊弁に使用する材料」に規定している。

（１）変更点以外の評価

(a)「クラス 3 機器に設置する安全弁等及び真空破壊弁に使用する材料と材料規格との関係

「SRV-2010　一般要求」において、「(3)　クラス 3 機器に設置する安全弁等に使用する材料」は「クラス 3 容器又はクラス 3 配管に取り付けられる安全弁等については、日本産業規格 JIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8.材料」によること。」と規定され、材料規格 2020 の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」のクラス 3 弁が引用されていない。その適切性について、日本機械学会は、次のように説明している（「VBV-2010 一般要求」の(3)の真空破壊弁に使用する材料についても同じ。）[228]。

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

材料規格に規定がなく、JIS B 8210 (1994) 「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に規定する材料の、許容引張応力 S 値の扱いについて日本機械学会は次のように説明している[229]。

材料規格にない材料を採用する場合は、JIS B 8210 で参照先になっている JIS B 8201（陸用鋼製ボイラー構造）等の規格に記載の許容引張り応力を設計に採用しています。

JIS B 8210(1994) 「蒸気用及びガス用ばね安全弁」は、材料について次のように規定している。

8.材料 8.1 材料一般　安全弁に使用する材料は，使用条件に対し，十分に耐久性のあるものでなければならない。 8.2 材料の使用制限　材料の使用制限は次による。 (1)蒸気用安全弁に対する材料の使用制限 (1.1) JIS G 5501，JIS G 5702，JIS G 5704 及び JIS B 8270 の附属書 5 によるマレアブル鉄鋳造品及びダクタイル鉄鋳造品は，次の安全弁の耐圧部に使用してはならない。 (a) 設定圧力が 1.6MPa(16kgf/cm^2)を超える安全弁。ただし，黒心可鍛鋳鉄品，マレアブル鉄鋳造品及びダクタイル鉄鋳造品は，2.4MPa(24kgf/cm^2)を超える安全弁。

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

[229] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(80)-1

(b) 流体の温度が230℃を超える安全弁。ただし，黒心可鍛鋳鉄品，マレアブル鉄鋳造品及びダクタイル鉄鋳造品は，350℃を超える安全弁。

(1.2) JIS H 5111に規定する2種，3種，6種及び7種は温度が225℃を超える安全弁に使用してはならない。その他の銅合金はその材質に応じ，これに準じて使用の可否を考慮しなければならない。

(1.3) その他の材料の温度制限は，JIS B 8201による。

(2) ガス用安全弁に対する材料の使用制限

(a) JIS G 5501による材料は，ガスが毒性ガス又は可燃性ガスに使用される安全弁及び設定圧力が 0.2MPa(2kgf/cm^2)以上の安全弁並びに温度が 0℃未満又は250℃を超える安全弁の耐圧部に使用してはならない。

(b) JIS G 5502，JIS G 5702，JIS G 5703及びJIS G 5704による材料は，毒性ガス又は可燃性ガスに使用される弁であって設定圧力が 0.2MPa(2kgf/cm^2)以上の安全弁及び設定圧力が 1.6MPa(16kgf/cm^2)を超える安全弁並びに流体の温度が0℃未満又は250℃を超える安全弁の耐圧部に使用してはならない。

(c) JIS B 8270の附属書5に規定するマレアブル鉄鋳造品及びダクタイル鉄鋳造品は，ガス名がホスゲン，シアン化水素など毒性の強いガスに使用される安全弁及びこれ以外のガスであって設定圧力が 2.4MPa(24kgf/cm^2)を超える安全弁，並びに流体の温度が-5℃未満又は 350℃を超える安全弁の耐圧部に使用してはならない。

(d) その他の材料の温度制限は，JIS B 8270による。

8.3 材料の許容引張応力　材料の許容引張応力は，次による。

(1) 材料の許容引張応力は，蒸気用安全弁に対してはJIS B 8201，ガス用安全弁に対してはJIS B 8270に規定する値による。ただし，冷凍装置用と指定されたばね安全弁に対しては，JIS B 8240に規定する値による。

(2) (1)に規定されていない材料の許容引張応力は，用途に応じて他の適当な規格によって定めてもよい。

また、JIS B 8210(1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の付表1引用規格にはJIS G 5501「ねずみ鋳鉄品」、JIS G 5502「球状黒鉛鋳鉄品」、JIS G 5702「黒心可鍛鋳鉄品」、JIS G 5703「白心可鍛鋳鉄品」、JIS G 5704「パーライト可鍛鋳鉄品」及びJIS H 5111「青銅鋳物」の6種類の材料が記載されているが、JIS G 5702(1988)「黒心可鍛鋳鉄品」、JIS G 5703(1988)「白心可鍛鋳鉄品」及びJIS G 5704(1988)「パーライト可鍛鋳鉄品」は廃止され、JIS G 5705(2018)「可鍛鋳鉄品」に統合されている。また、JIS H 5111(1988)「青銅鋳物」は廃止され、JIS H 5120(1997)「銅及び銅合金鋳物」に移行し、JIS H 5121(1997)「銅合金連続鋳造鋳物」が追加されている。JIS B 8270(1993)「圧力容器（基盤規格)」の附属書5に規定されていたマレアブル鉄鋳造品及びダクタイル鉄鋳造品は、同規格がJIS B 8265「圧力容器の構造－一般事項」とJIS B 8266「圧力容器の構造－特定規格」に分割された際に削除され、現在はJIS B 8240(2015)「冷凍用圧力容器の構造」の「附属書B（規定）マレアブル鉄鋳造品」及び「附属書A（規定）ダクタイル鉄鋳造品」に規定されている。最新のJIS B 8210(2017)「安全弁」の「2 引用規格」に記載されている材料はJIS G 5501「ねずみ鋳鉄品」、JIS G 5502「球場黒鉛鋳鉄品」、JIS G 5705「可鍛鋳鉄品」及びJIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」の4種類であるが、材料規格2020にはJIS G 5502「球場黒鉛鋳鉄品」及びJIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」が使用可と規定されている。JIS G 5705「可鍛鋳鉄品」は解説において「本材料は適切な品質管理が行われない場合、片状の黒鉛が析出する」等の理由で削除したと記載されている。JIS G 5501「ねずみ

鋳鉄品」についても同様に片状の黒鉛が析出する。これらを総合するとJIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」に規定された材料は材料規格2020に規定する材料で十分といえる。

したがって、「SRV-2010 一般要求」の「クラス3容器又はクラス3配管に取り付けられる安全弁等については、日本産業規格JIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8.材料」によること。」との記載は見直すことを要望する。また、上記規定以外の海水腐食対策等を考慮した材料を選定する必要があれば、材料規格にも規定することを要望する。

（２）適用に当たっての条件

なし

（３）要望事項

○ 「SRV-2010 一般要求」の「クラス3容器又はクラス3配管に取り付けられる安全弁等については、日本産業規格JIS B 8210 (1994)「蒸気用及びガス用ばね安全弁」の「8.材料」によること。」との記載は見直すことを要望する。

○ 「SRV-2010 一般要求」以外の海水腐食対策等を考慮した材料を選定する必要があれば、材料規格にも規定することを要望する。

４．１．１７　耐圧試験

本規格は水圧による耐圧試験を行う場合の試験圧力について「PHT-2000 内圧を受ける機器の耐圧試験圧力」に規定している。

（１）変更の内容

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

表4.1.17　水圧による耐圧試験を行う場合の規定についての変更点

設計・建設規格2020	設計・建設規格2012
PHT-2120　原子炉圧力容器以外のクラス1機器 **PHT-2121 水圧による耐圧試験を行う場合** (1)、(2)(略) (3)弁では、別表5-1の呼び圧力（最高使用温度における別表1-1に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう）の項のうち当該材料に対応する圧力を試験圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の1.25倍とするこ	**PHT-2120　原子炉圧力容器以外のクラス1機器** **PHT-2121 水圧による耐圧試験を行う場合** (1)、(2)(略) (3)弁では、別表5-1の呼び圧力（最高使用温度における別表1-1に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう）の項のうち当該材料に対応する圧力を試験圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力に基づいて行うこと。

とができる。	
PHT-2200 クラス 2 機器 PHT-2211 水圧による耐圧試験を行う場合 (1)～(4)(略) (5)弁の場合にあっては、別表 5-1 の呼び圧力（最高使用温度における別表 1-1 に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう。）の項のうち当該材料に対応する圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍とすることができる。	PHT-2200 クラス 2 機器 PHT-2211 水圧による耐圧試験を行う場合 (1)～(4)(略) (5)弁の場合にあっては、別表 5-1 の呼び圧力（最高使用温度における別表 1-1 に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう。）の項のうち当該材料に対応する圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力に基づいて行うこと。
PHT-2300 クラス 3 機器 PHT-2311 水圧による耐圧試験を行う場合 (1)～(3)（略） (4)弁の場合は、別表 5-2 の呼び圧力（最高使用温度における別表 1-2 に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう）の項のうち当該材料に対応する圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍とすることができる。	PHT-2300 クラス 3 機器 PHT-2311 水圧による耐圧試験を行う場合 (1)～(3)（略） (4)弁の場合は、別表 5-2 の呼び圧力（最高使用温度における別表 1-2 に規定する許容圧力が最高使用圧力以上となる呼び圧力をいう）の項のうち当該材料に対応する圧力とすることができる。ただし、圧力境界を構成する弁の弁体の耐圧試験は、それぞれの側における最高使用圧力に基づいて行うこと。

（２）日本機械学会による変更の理由

①弁の耐圧試験は最高使用圧力の 1.25 倍又は弁の標準圧力温度基準から算出した別表 1-1（又は別表 1-2）の試験圧力で実施することができると規定されている。

それに加え圧力境界を構成する弁については弁体の耐圧試験要求があるが、その試験圧力については、それぞれの側（入口及び出口側）の最高使用圧力に基づいて行うこととされており、限定的な記載となっている。弁体の耐圧試験についても別表 1-1（又は別表 1-2）の試験圧力である別表 5-1（又は別表 5-2）を適用できるようにする。また、最高使用圧力に基づき試験する場合、PHT-2121（2）、PHT-2211（4）及び PHT-2311（4）の規定に従い、最高使用圧力の 1.25 倍とすることを明記した[230]。

（３）検討の結果

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

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

説明している（「PHT-2221 水圧による耐圧試験を行う場合」(5)及び「PHT-2321 水圧による耐圧試験を行う場合」(4)も同じ。）[231,232] 。

弁体の耐圧試験の規定は、具体的な試験圧力が明記されていなかったことから、「それぞれの側における最高使用圧力に基づいて」から「それぞれの側における最高使用圧力の高い方の圧力の 1.25 倍」と試験圧力を明記した変更です。それぞれの側からの試験は必要であり、低い方の圧力側からの試験を省略してもいいという変更ではありません。

低い方の圧力側からの試験を省略できるという趣旨ではないとのことであり、妥当と判断する。

耐圧試験方法が明確になるよう、「PHT-2121 水圧による耐圧試験を行う場合」の耐圧試験における加圧方法等について、規定することを要望する。

（４）適用に当たっての条件

なし

（５）要望事項

○　耐圧試験方法が明確になるよう、「PHT-2121　水圧による耐圧試験を行う場合」の耐圧試験における加圧方法等について、規定することを要望する。

４．１．１８　弁又はフランジの許容圧力

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

（１）変更の内容

①材料グループ GR 1-1 の JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB450 及び SB480 を削除（別表 1-1(1/6)）

②材料グループ GR 1-2 の JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」の記号 SCPL21 及び SCPL31 を削除（別表 1-1（1/6））

③材料グループ GR 1-4 の JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB410 を削除（別表 1-1（1/6））

④備考 4.に掲げる表中の「JIS G 3103 の記号 SB450」及び「JIS G 4109 の記号 SCMV3」に関する記載を削除(別表 1-1（6/6））

表 4.1.18　弁又はフランジの許容圧力の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012
別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)	別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)

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

[232] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(83)-1

材料グループNo.	規格	名称
GR 1-1	（削る） （略） 原子力発電用規格 JSME-N4 （略） 原子力発電用規格 JSME-N6 （略）	（削る） （略） 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品のGLF2 （略） 炭素鋼鋳鋼品のGSC2 （略）
GR 1-2	原子力発電用規格 JSME-N4 （略） （削る） 原子力発電用規格 JSME-N6 （略）	低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品のGLF3 （略） （削る） 炭素鋼鋳鋼品のGSC3 （略）
GR 1-4	（削る） （略） 原子力発電用規格 JSME-N4 （略）	（削る） （略） 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品のGLF1 （略）
GR 1-7	日本産業規格 JIS G 4109 （略）	ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板のSCMV3-1及びSCMV3-2 （略）

材料グループNo.	規格	名称
GR 1-1	日本工業規格 JIS G 3103 （略） 原子力発電用規格 JSME-N4 （略） 原子力発電用規格 JSME-N6 （略）	ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板のSB450およびSB480 （略） 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品の2種 （略） 炭素鋼鋳鋼品の2種 （略）
GR 1-2	原子力発電用規格 JSME-N4 （略） 日本工業規格 JIS G 5152 原子力発電用規格 JSME-N6 （略）	低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品の3種 （略） 低温高圧用鋳鋼品のSCPL21およびSCPL31 炭素鋼鋳鋼品の3種 （略）
GR 1-4	日本工業規格 JIS G 3103 （略） 原子力発電用規格 JSME-N4 （略）	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 （略） 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品の1種 （略）
GR 1-7	日本工業規格 JIS G 4109 （略）	ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板のSCMV3 （略）

別表１－１弁又はフランジの許容圧力（クラス１弁及びクラス２弁）（6/6） （備考）		
材料の種類	機械的強度	
	引張強さ（MPa）	降伏点（MPa）
（削る）	（削る）	（削る）
（削る）	（削る）	（削る）

別表１－１弁又はフランジの許容圧力（クラス１弁及びクラス２弁）（6/6） （備考）		
材料の種類	機械的強度	
	引張強さ（MPa）	降伏点（MPa）
日本工業規格JISG3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の SB450 および炭素鋼であってこれと同等以上の機械的強度を有する材料	481 以上	246 以上
日本工業規格JISG4109「ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板」の SCMV3 および合金鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料	481 以上	275 以上

（２）日本機械学会による変更の理由

①～④材料規格 Part2 第１章 表１「使用する材料の規格」と別表 1-1 及び別表 1-2 を整合させる[233]。

（３）検討の結果

①、③「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス１弁及びクラス２弁）(1/6)」において、材料グループ No.GR 1-1 の JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB450 及び SB480 が削除され、材料グループ No.GR 1-5 の SB450M 及び SB480M は削除されていない。また、「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力（クラス 3）(1/5)」においては、同材料は材料グループ No.GR 2-1 及び GR 2-5 に併記されている。これらの適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[234]。

別表 1-1 の材料グループは ASME B16.34 の RATING FOR GROUP に整合性をはかっており、SB450 及び SB480 相当材は ASTM A515 Gr.65/70 に対し、SB450M 及び

[233] 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 68 頁

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

SB480M は ASTM A204 Gr.A/B と相違しており、各相当材に対応する材料グループとしております。

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

「SB450M 及び SB480M は ASTM A204 Gr.A/B と相違」とあるが、材料規格 2020 の「解説表 ASME 規格相当材対応表」には ASME 規格相当材として記載されている。材料規格の記載は適切であるかについて、日本機械学会は、次のように説明している[235]。

設計・建設規格の別表 1-1 はクラス 1、2 弁に使用可能な材料の許容圧力を、別表 1-2 はクラス 3 弁に使用可能な材料の許容圧力を示しており、別表中の材料グループは ASME B16.34 の RATING FOR GROUP と整合性をはかっております。

SB450 及び SB480 は材料規格 Part.2 第 1 章 表 1「使用する材料の規格」においてクラス 1、2 弁では使用できず、クラス 3 弁のみ使用可能なため、別表 1-1 から削除し、別表 1-2 に記載しております。SB450M 及び SB480M はクラス 2 弁に使用可能なことから別表 1-1 に記載を残しております。従って、別表 1-1 には SB450M 及び SB480M を、別表 1-2 には SB450、SB480、SB450M 及び SB480M を記載しております。

なお、ASTM A515 Gr.65/70 の相当材が SB450/SB480 で、ASTM A204 Gr.A/B の相当材が SB450M/SB480M であり、ご指摘の通り、SB450M 及び SB480M は、材料規格 2020 年版の「解説表 ASME 規格相当材対応表」に相当材として記載されています。先の回答の「SB450M 及び SB480M は ASTM A204 Gr.A/B と相違しており」という記載は「SB450M 及び SB480M は ASTM A204 Gr.A/B で ASTM A515 Gr.65/70 と相違しており」というのが適切な表現です。

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)」において、材料グループ GR 1-4 の JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の記号 SB410 が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[236]。

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

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」は、設計・建設規格 2005[237]の「付録材料図表 Part 1 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」では、単に SB とされ、クラス 1 及び 2 弁に適用できない材料とされていたが、「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）)」には、SB450 及び SB480 が規定されていた。その後、材料規格 2012 の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規

[235] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(86)-1

[236] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6 Ⅱ 1.(89)

[237] 日本機械学会発電用原子力設備規格「設計・建設規格」2005 年版

格」において、SB410、SB450(t≦25)、SB450(25＜t≦200)、SB480、SB450M、SB480Mに細分化され、クラス1及び2弁には適用不可であることが明記された[238]が、「別表1-1 弁又はフランジの許容圧力(クラス1弁及びクラス2弁)」には、SB450及びSB480が使用可とされていた。材料グループNo.GR 1-1のSB450及びSB480については、「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」に整合させて削除し、材料グループNo.GR 1-5のSB450M及びSB480Mは、機器等に対する使用制限のないASTM A204[239] Gr.A/Bに対応し、「GR 1-5のSB450M及びSB480Mはクラス2弁で使用可のため」残したとしている。

材料規格2020において使用できないとされている材料を削除したものであり、変更は妥当と判断する。

JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」のSB450M及びSB480Mはクラス2弁で使用可とのことだが、材料規格の「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」ではクラス2弁には使用不可とされている。これを踏まえ、材料規格の「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」を見直すことを要望する。

②「別表1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス1弁及びクラス2弁）(1/6)」において、材料グループGR 1-2のJIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」の記号SCPL21及びSCPL31が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[240]。

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

JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」は、設計・建設規格2005の「付録材料図表 Part 1 第1章 表1 使用する材料の規格」では、SCPL1及びSCPL2とされ、クラス1弁及び2弁に使用可とされていたが、「別表1-1弁又はフランジの許容圧力（クラス1弁及びクラス2弁)」には、SPCL21及びSPCL31が規定されていた。その後、材料規格2012の「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」において、SCPL1及びSCPL11に変更され、材料規格2020の「Part 2 第1章 表1 使用する材料の規格」において、SCPL1、SCPL11、SCPH1-CF、SCPH2-CF、SCPH11-CF及びSCPH12-CFに細分化された。SCPL21及びSCPL31は材料規格2020に規定されていない材料記号であることから削除したものであり、変更は妥当と判断する。

④「別表1-1弁又はフランジの許容圧力（クラス1弁及びクラス2弁）(6/6)」において、備考欄の備考4.に掲げる表中の「JIS G 3103 の記号SB450」及び「JIS G 4109の記号SCMV3」に関する記載が削除されている。その理由について、日本機械学会は、次のように説明している[241]。

---

[238] 設計・建設規格の付録材料図表は、2008年版において材料規格2008年版として設計・建設規格から分離された。

[239] Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, Molybdenum

[240] 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-6 Ⅱ 1.(88)

[241] 第3回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料3-6 Ⅱ 1.(90)

材料規格 Part 2 第 1 章 表 1「使用する材料の規格」と別表 1-1 の整合を図るため、「JIS G 3103 の記号 SB450」は別表 1-1 から削除したため、備考欄の記載も削除しております。「JIS G 4109 の記号 SCMV3」は、材料規格で SCMV3-1, SCMV3-2 に記号が変更になったため、別表 1-1 に反映しております。ここで、SCMV3-1 はクラス 1 機器、SCMV3-2 はクラス 2 機器として機械的性質も個別に規定されたことから、備考欄への強度要求は削除しております。

備考欄の備考 2.に掲げる JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」の SCPL21 及び SCPL31 は材料規格 2020 に規定されていない。削除してはどうかとの指摘について、日本機械学会は、次のように説明している [242]。

材料規格 2020 年版の JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」では SCPL21 及び SCPL31 が規定されておりませんが、ASME B16.34 では GR1.2 に SCPL21 及び SCPL31（ASTM A352 相当）が規定されておりますので、材料規格に SCPL21 及び SCPL31 を追加するか、ご指摘いただいた通り備考 2 から SCPL21 及び SCPL31 を削除するかは今後検討します。

「JIS G 3103 の記号 SB450」については、上記①と同じ理由により削除したものであり、変更は妥当と判断する。

「JIS G 4109 の記号 SCMV3」については、設計・建設規格 2005 の「付録材料図表 Part 1 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」において、クラス 1 弁及び 2 弁に使用不可とされていたが、「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）」には SCMV3 が規定されていた。材料規格 2020 に規定されていない材料であることから削除したものであり、変更は妥当と判断する。

JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」の SCPL21 及び SCPL31 は ASME Code Sec.Ⅱでは、SA-352 LC2 及び SA-352 LC3 に相当するが、ASME Code Sec.Ⅱ Part D ではクラス 2、3 機器に対して最高使用温度を 38℃としている。材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」には、JIS G 5152「低温高圧用鋳鋼品」はあるが、SCPL21 及び SCPL31 は規定されていない。材料規格において使用する材料として規定されていない材料を規定する妥当性について、ASME Code Sec.Ⅱ Part D を踏まえ検討することを要望する。

（4）変更点以外の評価

(a)クラス 1 弁に使用できない材料の記載

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)」の次に示す材料は材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」において、クラス 1 弁には使用不可となっているが、表中に記載されている。

材料グループ№	種類	記号
GR 1-5	JIS G 3103 ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB450M 及び SB480M

[242] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(90)

その適切性について、日本機械学会は、次のように説明している[243]。

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

材料グループ GR 1-5、記号 SB450M 及び SB480M が誤ってクラス 1 弁に使用されることがないよう、上記（３）①で述べたとおり、注釈を入れる等注意喚起することを要望する。

(b)同等以上の機械的強度を有する材料

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)」において、名称欄に「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料」と記載されている。同等以上の機械的強度があれば使用可能とすることの妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[244]。

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

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

材料規格には「この表に示された材料と同等以上の化学成分及び機械的性質を有する材料についても各機器等に使用することが可能である。同等以上か否かの判断については、日本機械学会発電用設備規格委員会へ問合せを行うこと。」と規定しており、利用者が判断することはできない。上記名称欄に「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料」と記載する妥当性について、日本機械学会は、次のように説明している[245] 。

材料規格と同様の記載に見直すことを、今後検討します。

名称欄に規定された「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料」の「同等」は機械的強度を指しているが、材料規格の「同等」は、化学成分及び機械的性質であり、これと異なることから、妥当とは判断できない。

したがって、材料規格の定義の規定に合わせて、「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)」の名称欄に規定された「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料」は「並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の化学成分及び機械的性質を有する材料」に読み替える。

(c)青銅製弁又はフランジの許容圧力の数値の根拠

---

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

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

[245] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(85)-1

「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力（クラス 3 弁）(1/5)」において、JIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」の CAC406 及び CAC407 は材料グループ№がそれぞれ GR 2-15 及び GR 2-16 と規定され、同表(4/5)に呼び圧力 1.03MPa 及び 2.07MPa の各温度に対応する許容圧力が記載されている。

別表 1-2　弁又はフランジの許容圧力（クラス 3 弁）(4/5)（抜粋）

材料グループ No.	区分	温度 (℃)	呼び圧力　MPa	
			1.03	2.07
GR 2-15	フランジ、フランジ付弁	-30～66	1.55	3.44
		100	1.43	3.12
		125	1.34	2.90
GR 2-16	フランジ、フランジ付弁	-30～66	1.55	3.44
		100	1.46	3.23
		125	1.39	3.08

「(解説 別表 1-1、1-2) 弁又はフランジの許容圧力」(1)において、「許容圧力の設定（標準温度基準表）の考え方は ASME B&PV Code Section Ⅲの標準圧力温度基準弁については ASME B16.34 と同一である。」と記載されているが、B16.34 には青銅材についての許容圧力は規定されていない。「ASME B16.24-2001 Cast Copper Alloy Pipe Flanges and Flanged Fittings; Classes 150, 300, 600, 900, 1500, and 2500」には、青銅材についての許容圧力が規定されている。また、材料規格 2020 に規定する JIS H 5120「銅及び銅合金鋳物」の材料 CAC406（旧 BC6）及び CAC407（旧 BC7）の ASME 相当材は「解説表 ASME 規格相当材対応表」に記載されていない。参考であるが、JIS B 2240(2006)「銅合金製フランジ」には、「表 3 材料」において「材料規格（参考)」として次のように記載されている。

材料規格		材料規格（参考）	
規格番号	材料記号（旧記号）	規格番号	材料記号
JIS H 5120	CAC406(BC6)	ASTM B 62 ASTM B 271 ASTM B 584	UNS No.C83600
JIS H 5120	CAC407(BC7)	ASTM B 61 ASTM B 271 ASTM B 584	UNS No.C92200

しかし、機械的性質は下表に示すように異なっている。

材料	引張強さ(MPa)	伸び(%)	0.2%耐力(MPa)	硬さ HBW
CAC406	195 以上	15 以上	90 以上	60 以上
B62 C83600	205 以上	20 以上	95 以上	―
B271 C83600	207 以上	20 以上	97 以上	―
B584 C83600	207 以上	20 以上	97 以上	―
CAC407	215 以上	18 以上	―	―
B61 C92200	235 以上	24 以上	110 以上	―
B271 C92200	234 以上	22 以上	110 以上	―
B584 C92200	234 以上	22 以上	110 以上	―

B16.24 の許容圧力値を用いたとしても、JIS 青銅材と ASTM(ASME)青銅材では JIS の方が強度が低いため、JIS 材で同じ圧力―温度基準値を用いることについては妥当

性の説明が必要である。

許容圧力の数値の根拠について日本機械学会は次のように説明している[246]。

CAC406 は C83600 相当、CAC407 は C92200 相当として業界では取り扱っていたことから、CAC406 及び CAC407 の許容圧力は ASME B16.24-2001 に従い設定していますが、ASME B16.24-2001 は psi 表記であったため、ASME B16.24-2001 の元となっている ANSI B16.24-1979 の bar 表記を参照しています。尚、材料規格には相当材の記載がありませんので、今後追加することを検討します。

また、「(解説 別表 1-1、1-2) 弁又はフランジの許容圧力」(1)において、ASME B16.24 を引用先として記載していないことから、記載を追加することを今後検討します。

JIS の青銅材と ASTM(ASME)の青銅材では JIS の方が強度が低いことから、JIS の圧力―温度基準値を踏まえ、許容圧力を設定することを要望する。

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁)」(6/6) の備考において、4.は「次の表の左側に掲げる材料に適合する材料であって、(略)」と記載されているが、表は 5.の下に記載されている。5.の前に移動させる（「別表 1-2 弁又はフランジの許容圧力（クラス 3 弁)」(5/5) の備考も同じ。）ことについて、日本機械学会は、次のように説明している[247] 。

今後検討します。

「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁)」(6/6) の備考 4.の「次の表」が 5.の下に記載されていることは単なる誤りであると思われることから、見直すことを要望する。

（５）適用に当たっての条件

変更点

なし

変更点以外

(a)、(c)

なし

(b)

読み替える規定	読み替えられる字句			読み替える字句		
別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁）(1/6)	材料グループ No.	名称		材料グループ No.	名称	
	GR 1-1 ～ GR 1-14	(略)	並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を	GR 1-1 ～ GR 1-14	(略)	並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の化学成分及び

[246] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 1.(92)

[247] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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 6-1-1：Ⅱ 2.(11)

			有する材料			機械的性質を有する材料

（６）要望事項

○ JIS G 3103「ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板」の SB450M 及び SB480M はクラス 2 弁で使用可とのことであるが、材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」ではクラス 2 弁には使用不可とされている。これを踏まえ、材料規格の「Part 2 第 1 章 表 1 使用する材料の規格」を見直すことを要望する。

○ 材料規格において使用する材料として規定されていない材料を規定する妥当性について、ASME Code Sec.Ⅱ Part D を踏まえ検討することを要望する。

○ 材料グループ GR 1-5、記号 SB450M 及び SB480M が誤ってクラス 1 弁に使用されることがないよう、注釈を入れる等注意喚起することを要望する。

○ JIS の青銅材と ASTM(ASME)の青銅材では JIS の方が強度が低いことから、JIS の圧力―温度基準値を踏まえ、許容圧力を設定することを要望する。

○ 「別表 1-1 弁又はフランジの許容圧力（クラス 1 弁及びクラス 2 弁)」(6/6) の備考 4.の「次の表」が 5.の下に記載されていることは単なる誤りであると思われることから、見直すことを要望する。

４．１．１９　応力拡大係数の計算方法

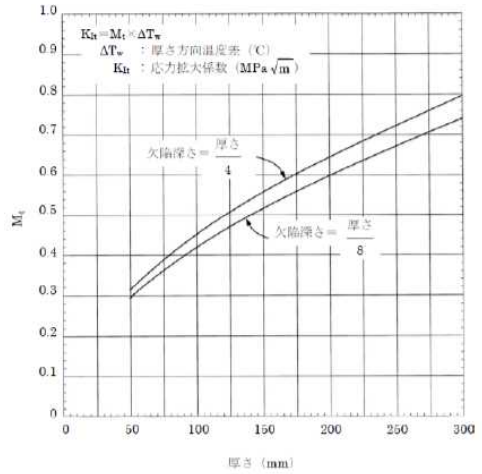
本規格は、応力拡大係数の計算方法について「添付 4-A 応力拡大係数（K_I）の計算方法」に規定している。

（１）変更の内容

①「添付 4-A 応力拡大係数（K_I）の計算方法 」の「図添付 4-A-2 Mt と厚さの関係」の「欠陥深さ＝厚さ/4」の曲線を変更

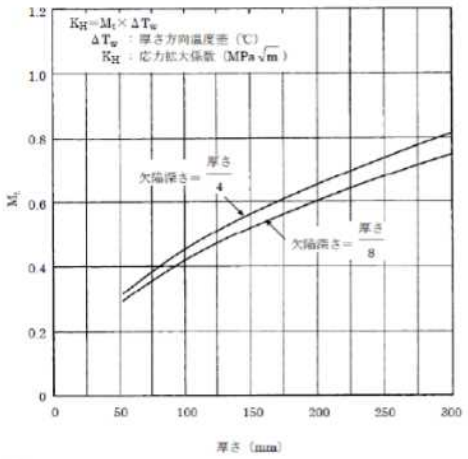
表 4.1.19　応力拡大係数の計算方法の変更点

設計・建設規格 2020	設計・建設規格 2012



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

図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係



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

図 添付 4-A-2 M_t と厚さの関係

（２）日本機械学会による変更の理由

①K 値式の係数 Mt の線図を引用元の ASME Sec.Ⅲ及び JEC4206-2007 に合わせる[248]。

（３）検討の結果

①設計・建設規格 2012 の図は「欠陥深さ＝厚さ/4」の曲線が厚さ 300mm のときに Mt≒0.81 を示しているが、設計・建設規格 2020 の図では Mt≒0.80 を示しており、変更されている。また、（備考）に設計・建設規格 2012 は $E = 2.0 \times 10^5$N／mm^2、設計・建設規格 2020 は $E = 2.01 \times 10^5$MPa と記載されているが、主たる対象である原子炉圧力容器の鋼材はモリブデン鋼又はニッケル合金鋼であり、材料規格 2012 の「Part3 第 2 章 表 1 材料の各温度における縦弾性係数（$\times 10^3$MPa）」によると、分類番号 E1-3 又は E1-4 に該当するので、その値は 25℃以上で 200 以下である。設計・建設規格 2020 で $E = 2.01 \times 10^5$ MPa としたことが曲線変更の原因であれば、その数値を採用した理由について、日本機械学会は、次のように説明している[249]。

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

縦弾性係数の E も単位換算に起因するものです。

ASME が FPS（foot-pound-second system）単位系から、SI 単位系に換算する際に発生したものであるとのことであり、図の変更は妥当と判断する。

---

[248] 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 67 頁

[249] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅰ1.(2)(a)

（４）適用に当たっての条件

なし

４．１．２０　JIS 規格の引用年版変更

４．１．２０．１　JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」

引用年版を 2004 年版から 2012 年版に変更（引用箇所は、「PVC-3710 フランジの規格」PVE-3710 フランジの規格」、「PPB-3414 フランジ」、「PPC-3414 フランジ」、「PPD-3414 フランジ」及び「PPH-3040 継手の構造」。）

（１）JIS 規格の改定の内容

①呼び圧力 40K 及び 63K を追加

②フランジ材料の区分として S20C 及び S25C を圧延材のほかに鍛造材として追加

③圧力－温度基準の呼び圧力 20K 及び 30K の場合の閉止フランジの最高使用圧力区分の一部をⅢ→Ⅱ、Ⅱ→Ⅰに変更

④呼び圧力 10K の呼び径 150A 及び 300A のはめ込み形及び溝形ガスケット座寸法を変更

⑤呼び圧力 20K の閉止フランジの厚さを 56㎜から 54㎜に変更

（２）検討の結果

①呼び圧力 40K 及び 63K の追加に際して行った強度計算は、旧規格で行ったものと実質的に同じであると解説に記載されており、引用に問題ないことを確認した。

②「４．１．９　継手区分 C 及び D の構造」(4)(b)参照。

③圧力－温度基準における最高使用圧力の区分をⅢ→Ⅱ、Ⅱ→Ⅰに変更したことは使用制限の緩和であるが、閉止板は設計・建設規格において強度計算が要求されており、引用に問題ないことを確認した。

④ボルト穴とフランジのガスケット溝が干渉するものが存在していたので見直したものであり、引用に問題ないことを確認した。

⑤閉止板は設計・建設規格において強度計算が要求されており、引用に問題ないことを確認した。

（３）変更点以外

(a)白フランジ（溶融亜鉛めっき又は電気亜鉛めっきのフランジ）の使用温度が 300℃以下であること

JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」の「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は 300℃以下とする。」と規定されている。「6 亜鉛めっきの呼び方」において、白フランジとは「溶融亜鉛めっき又は電気亜鉛めっきを施したフランジ」を意味するとしている。材料規格 2020 の「第 2 章 材料への特別要求事項」においては、亜鉛めっきが規定されている複数の材料について「最高使用温度が 110℃を超える機器等には、溶融亜鉛めっきを施したものを使用してはならない。」と

規定している。したがって、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは、「白フランジの使用温度は300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は110℃以下）とする。」と読み替える。

（４）適用に当たっての条件

変更点

なし

変更点以外

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVC-3710 フランジの規格	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239（2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は110℃以下）とする。」と読み替える。以下同じ。）（材料に関する部分を除く。）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。

４．１．２０．２　JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」

引用年版を2004年版から2013年版に変更（引用箇所は、「PVC-3710フランジの規格」、「PVD-3010クラス2容器の規定を準用する項の規定」、「PVE-3710フランジの規格」、「PPB-3414フランジ」、「PPC-3414フランジ」、「PPD-3414フランジ」、「PPH-3040継手の構造」。）

（１）変更の内容

①溶融亜鉛めっき品を追加

（２）検討の結果

①JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」の引用規格に記載されている材料は、JIS G 5501「ねずみ鋳鉄品」、JIS G 5502「球状黒鉛鋳鉄品」及びJIS G 5705「可鍛鋳鉄品」の3種類であるが、材料規格2020において使用可とされているものはJIS G 5502

「球状黒鉛鋳鉄品」のみである。最高使用温度は同規格の「Part 3 第1章 表3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力S値(MPa)」により、225℃に制限される。JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」にはJIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」に規定されているような溶融亜鉛めっきを施した白フランジの追加温度制限は規定されていない。しかし、溶融亜鉛めっきは材料規格において配管材の使用温度制限が付されており、フランジへの適用はその条件の延長であることから、「溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は110℃以下」を加える。

（３）適用に当たっての条件

変更点

①

概要を以下に示す。詳細は「４．１．２２　設計・建設規格の適用に当たっての条件」参照。

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
PVC-3710 フランジの規格	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又はJIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。	フランジ（PVC-3410 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は110℃以下）とする。」と読み替える。）（材料に関する部分を除く。）又はJIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は110℃以下）（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表2-1若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。
PVE-3710 フランジの規格	フランジ（PVE-3510 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又はJIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 もしくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。	フランジ（PVE-3510 のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は110℃以下）とする。」と読み替える。）（材料に関する部分を除

		く）又は JIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は 110℃以下）（材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 もしくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。
PPB-3414 フランジ PPC-3414 フランジ PPD-3414 フランジ	(1) a. 日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。	(1) a. 日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は 300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。）（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は 110℃以下）（材料に関する部分を除く）に適合するもの。
PPH-3040 継手の構造(2)a.	日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」又は JIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」ただし、JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	日本産業規格 JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は 300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。）又は JIS B 2239（2013）「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は 110℃以下）ただし、JIS B 2220（2012）「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。

４．１．２０．３　JIS B 2312「配管用鋼製突合せ溶接式管継手」

引用年版を 2009 年版から 2015 年版に変更（引用箇所は、「GNR-1131 準用する JIS 規格の適用年に関する経過措置」、「PVD-3610 容器の胴として使用できる管継手の規定」、「PPB-3415 管継手」、「PPC-3415 管継手」、「PPD-3415 管継手」、「PPH-3045 管継手」。）

（１）変更の内容

①45°ショートエルボを追加

②ネック付き管継手を削除

（３）検討の結果

①45°ショートエルボは、「受渡当事者間の協定によって，その一部又は全部を指定することができる」として 2009 年版「附属書 JB（規定）特殊な形状の管継手」に記載されていたものが本文表１に移動されたものであり、引用に問題ないことを確認した。

②「４．１．７　応力強さの制限・継手効率」(1)(c)参照

４．１．２０．４　JIS G 3443-2(2014)「水輸送用塗覆装鋼管－第 2 部：異形管」

引用年版を 2007 年版から 2014 年版に変更（引用箇所は、「PPD-3415 管継手」。）

（１）変更の内容

①引用規格に JIS G 3445「機械構造用炭素鋼鋼管」（STKM）及び JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材（SxxC）を追加

②ダクタイル鋳鉄管接続用短管の挿し口に STKM13A の材料を用いる原管の製造方法を追加

（２）検討の結果

①JIS G 3445「機械構造用炭素鋼鋼管」（STKM13A）は、以下の②の評価を参照。

JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」（S20C 又は S25C）は、材料規格 2020 においてクラス 3 配管に使用可能と規定されており、管フランジ材として使用することは引用に問題ないことを確認した。

②JIS G 5526「ダクタイル鋳鉄管」は材料規格 2020 において規定されていないが、JIS G 3443-2(2014)「水輸送用塗覆装鋼管－第 2 部：異形管」のダクタイル鋳鉄管接続用短管の挿し口は、SS400、SM400 又は JIS G 3445「機械構造用炭素鋼鋼管」の STKM13A の材料を用いるとしている。材料規格 2020 は STKM13A をクラス 3 配管に使用可能とは規定しておらず、「PPD-3415 管継手」(1)において管継手の規格は「形状及び寸法に関する部分に限る」としている。材料については材料規格 2020 が適用されることから、引用に問題ないことを確認した。

４．１．２０．５　JIS K 6250(2006)「ゴム－物理試験方法通則」

引用年版をJIS K 6301「加硫ゴム物理試験方法」1995年版（1998年8月20日廃止）からJIS K 6250「ゴム-物理試験方法通則」2006年版に変更（引用箇所は、「VVC-3010一般要求」及び「VVD-3010一般要求」。）

（１）変更の内容

①JIS K 6301「加硫ゴム物理試験方法」を対応ISO規格との整合性から試験方法ごとに分割し、独立したJIS K 6250「ゴム-物理試験方法通則」に変更（以下の規格を「附属書JA(参考) ゴムの物理試験の概要」に記載）

- ✓・JIS K 6251:2004 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－引張特性の求め方
- ✓・JIS K 6252:2001 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－引裂強さの求め方
- ✓・JIS K 6253:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－硬さの求め方
- ✓・JIS K 6254:2003 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－低変形における応力・ひずみ特性の求め方
- ✓・JIS K 6255:1996 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの反発弾性試験方法
- ✓・JIS K 6256:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの接着試験方法（3部に分割）
- ✓・JIS K 6257:2003 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－熱老化特性の求め方
- ✓・JIS K 6258:2003 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－耐液性の求め方
- ✓・JIS K 6259:2004 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－耐オゾン性の求め方
- ✓・JIS K 6260:1998 加硫ゴム及び熱可塑性ゴムのデマチャ屈曲き裂試験方法
- ✓・JIS K 6261:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－低温特性の求め方
- ✓・JIS K 6262:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－常温，高温及び低温における圧縮永久ひずみの求め方
- ✓・JIS K 6263:2004 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－応力緩和の求め方
- ✓・JIS K 6264:1993 加硫ゴムの摩耗試験方法
- ✓・JIS K 6273:2006 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－引張永久ひずみ，伸び率及びクリープ率の求め方

（２）検討の結果

①４．１．１３．１（４）(c)の評価を参照。

４．１．２０．６　JIS Z 2352「超音波探傷装置の性能測定方法」

引用年版を1992年版から2010年版に変更(引用箇所は、「GTN-2212時間軸直線性」、「GTN-2213増幅直線性」、「GTN-3212時間軸直線性」及び「GTN-3213増幅直線性」。)

（１）変更の内容

①性能測定時の接触媒質をマシン油と指定していたものを削除

②デジタル探傷器を用いる場合でエコー高さなどが数値として表示される場合はそれを用いてもよい規定を追加

③測定者の資格を追加

④時間軸直線性に関し、試験片あるいは信号源について、「測定範囲(50mm,125mm,350mm及び必要とする測定範囲)の 1/5 の厚さを持つ試験片」を「測定範囲の約 1/5 の厚さ若しくは約 1/10 の厚さをもつ平板試験片」に変更

⑤「調整方法１」(従来と同等)に「調整方法 2」(従来と比べて測定点が約２倍)を追加

（２）検討の結果

①～⑤「日本電気協会「原子力発電所用機器における渦電流探傷試験指針（JEAG 4217-2018)、軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程（JEAC 4207-2016）及び原子炉格納容器の漏えい率試験規程（JEAC 4203-2017)」に関する技術評価書」において、2010 年版への変更は問題ないことを評価済みである[250]。

４．１．２０．７　JIS Z 2320-1「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」

JIS G 0565「鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様の分類」1992 年版から JIS Z 2320-1「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」2007 年版に変更（引用箇所は、「GTN-6210 一般事項」、「GTN-6230 標準試験片」及び「GTN-6240 磁場の強さ」。）

（１）変更の内容

①標準試験片に関する規定を追加

②引用規格を JIS C 2503「電磁軟鉄棒」、JIS C 2504「電磁軟鉄板」及び JIS K 2203「灯油」から、JIS Z 2504「電磁軟鉄」、JIS G 0431「鉄鋼製品の非破壊試験技術者の資格及び認証」、JIS K 2203「灯油」、 JIS W 0905「航空宇宙用非破壊検査員の技量認定基準」、 JIS Z 2300「非破壊試験用語」、 JIS Z 2305「非破壊試験-技術者の資格及び認証」、 JIS Z 2320-2「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 2 部：検出媒体」、 JIS Z 2320-3「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 3 部：装置」及び JIS Z 2323「非破壊試験-浸透探傷試験及び磁粉探傷試験-観察条件」に変更

③磁粉探傷試験の検査性能の確認方式を工程確認方式と標準試験片確認方式に分割して規定

④磁粉模様の分類を追加

（２）検討の結果

①～④磁粉探傷試験の方法を詳細に規定する変更であり、引用に問題ないことを確認した。

（３）変更点以外の評価

(a)非破壊試験方法に関する JIS 規格の引用年版

JIS Z 2320-1(2007)「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」は 2017 年版が発行されている。2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は次

[250]「４．２．１９ 国内外の知見の反映等（関連規格)」参照

のように説明している[251]。

設計･建設規格 2022 年版で JIS Z 2320-1 の 2017 年版を取り込むこととしました。

日本機械学会は 2017 年版でも問題ないとしていることから、JIS Z 2320-1(2017)「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」を取り込むことを要望する。

また、「GTN-7210 一般事項」において、JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」が適用されている。同規格は 2017 年版が発行されているが、2017 年版を採用しなかった理由について、日本機械学会は次のように説明している[252]。

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

JIS Z 2343-1(2017)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」は､溶接規格 2020 において引用規格とされており、ワイプオフ法の適用を除き引用に問題ないことを確認している（４．３．３３．３ JIS Z 2343-1「非破壊試験－浸透探傷試験－第 1 部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」参照）ことから、JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」は JIS Z 2343-1(2017)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」と読み替える。

（３）適用に当たっての条件

変更点

なし

変更点以外

(a)

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
GTN-7210 一般事項	試験方法は、以下に定める事項を除き、日本産業規格 JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」によらなければならない。	試験方法は、以下に定める事項を除き、日本産業規格 JIS Z 2343-1(2017)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部：一般通則：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」によらなければならない。ワイプオフ法を適用（1 回限り）する場合があるときは、本技法の正確な手順について当事者間の合意がなされていること。

[251] 第 3 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日本機械学会の規格の技術評価に関する検討チーム会合参考資料 3-6：Ⅱ 1.(12)

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

（４）要望事項

○　JIS Z 2320-1(2017)「非破壊試験-磁粉探傷試験-第 1 部：一般通則」を取り込むことを要望する。

４．１．２０．８　JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」

JIS Z 8203「国際単位系(SI)及びその使い方」2000 年版を JIS Z 8000-1「量及び単位－第 1 部：一般」2014 年版に変更（引用箇所は、「GNR-1260 単位系」。）

（１）変更の内容

①「表 3 人の健康保護のために認められる固有の名称及び記号を持つ SI 組立単位」に「酵素活性」を追加

②「表 5 SI 単位と併用してよい単位」に、「レベル」を追加

③「表 6 SI 単位と併用してよい単位で、その SI 単位による値は実験的に得られる単位」において、「質量」の名称を「(統一) 原子質量単位」から「ダルトン」に変更し、「長さ」を追加

（２）検討の結果

①「酵素活性」は設計・建設規格で用いられる単位ではなく、引用に問題ないことを確認した。

②「レベル」の単位として、「ネーパ」及び「ベル」が追加されたが、「ネーパ」は利得、損失などの比率を表す単位であり、「ベル」は音のレベルを表す単位である。いずれも設計・建設規格で用いられる単位ではなく、引用に問題ないことを確認した。

なお、「GNR-1260 単位系」において、JIS Z 8203(2000)「国際単位系(SI)およびその使い方」から JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」に変更されているが、JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」は JIS Z 8203(2000)「国際単位系(SI)およびその使い方」にあった組立単位が具体的に規定されていない。JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」のみを引用する理由について日本機械学会は次のように説明している[253]。

> *JIS Z 8203(2000)は 2014 年に廃止され、JIS Z 8000-1(2014)に置き換えられています。置き換えによる影響評価について、SI 単位系の記載について 7 つの SI 基本単位に変更がないこと、SI 組立単位について技術的な変更がないことから、引用 JIS の変更は設計・建設規格の記載に影響を及ぼすものではないことを確認しております。*

JIS Z 8203(2000)「国際単位系(SI)およびその使い方」は JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」から JIS Z 8000-8(2014)「量及び単位－第 8 部：音」（JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」制定時点）に置き換えられて

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

いる。組立単位を規定しているJIS Z 8000-4「量及び単位－第４部：力学」等も記載することについて、日本機械学会は次のように説明している[254]。

一般的に用いられる組立単位に関してはJIS Z 8000-1に記載があり、JIS Z 8203(2000)の廃止による改定として現状の記載で過不足なしと考えています。

一方でご指摘のJIS Z 8000-4は廃止されたJIS Z 8202-3(2000)「量及び単位－第３部：力学」の詳細な組立単位に関する規定を含んでおり、本項解説に参考引用等の形で記載することを今後検討します。

JIS Z 8000-1(2014)「量及び単位－第 1 部：一般」の「1 適用範囲」には、「この規格は，広く科学及び技術の分野での使用並びにJIS Z 8000規格群の手引きとすることを意図している。」と規定しているものの、本文にJIS Z 8000-4「量及び単位－第４部:力学」等の記載はない。設計・建設規格における組立単位をJIS Z 8203(2000)「国際単位系(SI)およびその使い方」での組立単位から移行する場合は、具体的に組立単位を規定しているJIS Z 8000-4「量及び単位－第４部：力学」等を規定することを要望する。

（３）要望事項

○　設計・建設規格における組立単位をJIS Z 8203(2000)「国際単位系(SI)およびその使い方」での組立単位から移行する場合は、具体的に組立単位を規定しているJIS Z 8000-4「量及び単位－第４部：力学」等を規定することを要望する。

４．１．２１ 以前の技術評価についての反映状況

設計・建設規格2012についての技術評価が平成26年に行われている。その際に付した適用に当たっての条件について、設計・建設規格2020への反映状況を確認した結果を「表4.1.21-1　設計・建設規格に係る技術評価」に示す。

表 4. 1.21-1 設計・建設規格に係る技術評価

対象年版	読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句	反映状況
2005(2007) 2012	PVC-3150 胴に穴を設ける場合の規定及び補強を要しない穴の規定	(2)（略） a.穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が64mm以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。	(2)（略） a.穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が61mm以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。	未反映
2005(2007) 2012	PVC-3230 鏡板に穴を設ける場合の規定及び補強	(2)（略） a.（略） (a)64mm以下で、かつ、鏡板のフランジ部	(2)（略） a.（略） (a)61mm以下で、かつ、鏡板のフランジ部	未反映

[254] 第 6 回 設計・建設、材料及び溶接に係る日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6-1-1：Ⅱ 1.(3)

	を要しない穴の規定	の内径の 1/4 以下であること。	の内径の 1/4 以下であること。	
2005(2007) 2012	PVD-3122 補強を要しない穴の規定	(1)穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が 64mm 以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。	(1)穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が 61mm 以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。	未反映
2005(2007) 2012	PVD-3212 補強を要しない穴の規定	(1)（略） a.64mm 以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の 1/4 以下であること。	(1)（略） a.61mm 以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の 1/4 以下であること。	未反映
2005(2007) 2012	PVE-3260 穴を設ける場合の規定	(5)円筒形又は休憩の胴に設けられる円形の穴の場合で、その直径が 64mm をこえないものは、(1)及び(2)の規定に適合することを要しない。	(5)円筒形又は休憩の胴に設けられる円形の穴の場合で、その直径が 61mm をこえないものは、(1)及び(2)の規定に適合することを要しない。	未反映
2005(2007) 2012	PPC-3422 穴の補強の適用条件	(1)平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 64mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。	(1)平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 61mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。	未反映
2005(2007) 2012	PPD-3422 穴の補強の適用条件	(1)平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 64mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。	(1)平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 61mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。	未反映
2012	GNR-1122 準用する規格の発行年	(2)発電用原子力設備規格　溶接規格 JSME S NB1-2016（2019 年追補まで含む）	(2)発電用原子力設備規格　溶接規格 JSME S NB1-2020	未反映

		(3)発電用原子力設備規格　材料規格 JSME S NJ1-2016（2019 年追補まで含む） (4) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2015 日本電気協会	(3)発電用原子力設備規格　材料規格 JSME S NJ1-2020 (4)JEAG4601・補-1984「原子力発電所耐震設計技術指針」（「昭和 55 年通商産業省告示第 501 号」は、「設計・建設規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版」に読み替える。）及び設置許可基準規則解釈別記２	
2012	GNR-1250 機器等の耐震クラス区分	機器等の設計においては JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。	機器等の設計においては JEAG4601・補-1984「原子力発電所耐震設計技術指針」（「昭和 55 年通商産業省告示第 501 号」は、「設計・建設規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版」に読み替える。）及び設置許可基準規則解釈別記２で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書等において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。	未反映
2012	GNR-2231 地震動と運転状態の組合せ	運転状態と組合せる地震動は JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」において規定される組合せに従わなければならない。	運転状態と組合せる地震動は JEAG4601・補-1984「原子力発電所耐震設計技術指針」（「昭和 55 年通商産業省告示第 501 号」は、「設計・建設規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版」に読み替える。）及び設置許可基準規則解釈別記 2 において規定される組合せに従わなければならない。	未反映
2012	GNR-2232 地震荷重と他の	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器	未反映

	荷重の組合せ	に供用状態 A において負荷される荷重とし、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」に従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重を含むものとする。	に供用状態 A において負荷される荷重とし、JEAG4601・補-1984「原子力発電所耐震設計技術指針」（「昭和 55 年通商産業省告示第 501 号」は、「設計・建設規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版」に読み替える。）及び設置許可基準規則解釈別記 2 に従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重を含むものとする。	
2012	GNR-2233 地震荷重に対する許容基準	地震荷重に対する許容基準は、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計規程」に従わなければならない。地震荷重の評価に対する供用状態は供用状態 C 及び D とする。この場合、供用状態 C では、JEAC4601-2015 の供用状態 CS を、供用状態 D では、JEAC4601-2015 の供用状態 DS の許容基準を用いる。	地震荷重に対する許容基準は、JEAG4601・補-1984「原子力発電所耐震設計技術指針」（「昭和 55 年通商産業省告示第 501 号」は、「設計・建設規格 2020 年版及び材料規格 2020 年版」に読み替える。）及び設置許可基準規則解釈別記 2 に従わなければならない。地震荷重の評価に対する供用状態は供用状態 C 及び D とする。	未反映
2012	PVD-2310 破壊靭性試験不要となる材料の規定	安全設備に属するクラス 3 容器に使用する材料は、PVD-2330 に規定する方法による破壊靭性試験を行い、PVD-2330 に規定する判定基準に適合するものでなければならない。 ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連	安全設備に属するクラス 3 容器に使用する材料は、PVD-2330 に規定する方法による破壊靭性試験を行い、PVD-2330 に規定する判定基準に適合するものでなければならない。 ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連	未反映

		施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。	施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。この場合において、非常用ディーゼル発電機の冷却系を工学的安全施設の一部として含むこと。	
2012	PPD-2310 破壊靭性試験不要となる材料の規定	安全設備に属するクラス 3 配管に使用する材料は、PPD-2330 に規定する方法による破壊靭性試験を行い、判定基準に適合するものでなければならない。ただし、次の(1)から(7)に示す材料についてはこの限りではない。 ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。	安全設備に属するクラス 3 配管に使用する材料は、PPD-2330 に規定する方法による破壊靭性試験を行い、判定基準に適合するものでなければならない。ただし、次の(1)から(7)に示す材料についてはこの限りではない。 ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。この場合において、非常用ディーゼル発電機の冷却系を工学的安全施設の一部として含むこと。	未反映

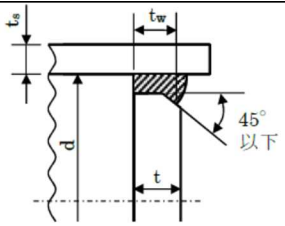
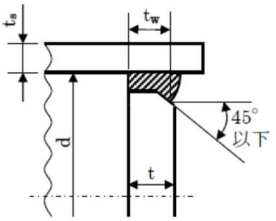
４．１．２２　設計・建設規格の適用に当たっての条件

設計・建設規格 2020 の適用に当たっての条件を以下に示す。

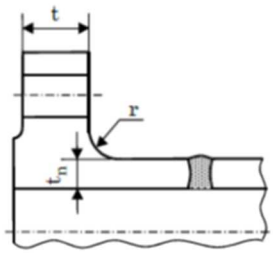
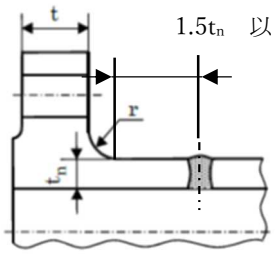
読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
GNR-1122　準用する規格の発行年	(2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2016 (2019 年追補まで含む) (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2016 (2019 年追補まで含む) (4) 原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC 4601-2015 日本電気協会	(2) 発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB1-2020 (3) 発電用原子力設備規格 材料規格 JSME S NJ1-2020
GNR-1250　機器等の耐震クラス区	機器等の設計においては JEAC 4601-2015「原子力発電所耐震設	機器等の設計においては、実用発電用原子炉及びその附属施設

分	計技術規程」で定める耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。	の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号。以下「設置許可基準規則解釈」という。）の別記２第４条２に規定する耐震重要度分類に従い、機器設計仕様書において当該機器等の耐震クラスを規定しなければならない。
GNR-2231　地震動と運転状態の組合せ	運転状態と組合せる地震動はJEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」において規定される組合せに従わなければならない。	運転状態と組合せる地震動は、設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の組合せに従わなければならない。
GNR-2232　地震荷重と他の荷重の組合せ	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器に供用状態Ａにおいて負荷される荷重とし、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計技術規程」に従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重を含むものとする。	地震荷重と組合せる他の荷重は、当該機器に供用状態Ａにおいて負荷される荷重とし、設置許可基準規則解釈の別記２第４条３及び６に規定する荷重と地震力の組合せに従い、地震動の従属事象及び独立事象について重畳する確率の観点から組合せるべき事象の荷重を含むものとする。
GNR-2233　地震荷重に対する許容基準	地震荷重に対する許容基準は、JEAC4601-2015「原子力発電所耐震設計規程」に従わなければならない。地震荷重の評価に対する供用状態は供用状態Ｃ及びＤとする。この場合、供用状態Ｃでは、JEAC4601-2015 の供用状態 CS を、供用状態Ｄでは、JEAC4601-2015 の供用状態 DS の許容基準を用いる。	地震荷重に対しては、設置許可基準規則解釈別記２第４条３及び６に適合するものであること。
GTN-7210　一般事項	試験方法は、以下に定める事項を除き、日本産業規格 JIS Z 2343-1(2001)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部:一般通則:浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」によらなければならない。	試験方法は、以下に定める事項を除き、日本産業規格 JIS Z 2343-1(2017)「非破壊試験－浸透探傷試験－第１部:一般通則:浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類」によらなければならない。ワイプオフ法を適用する（1回に限る。）場合は、当該技法の正確な手順について当事者間の合意がなされていること。
PVB-2411.2　非破壊試験の特例規定	次の(1)及び(2)の場合、PVB-2411.1(2)の棒材(ボルト材は除く)については、JIS の材料規格の区分にかかわらず鍛造品と分類してもよい。	次の(1)又は(2)の場合、PVB-2411.1(2)の棒材(ボルト材は除く)については、JIS の材料規格の区分にかかわらず鍛造品と分類してもよい。

PVB-3114.1　繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は3.2における 10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、次の計算式によって計算した値とする。	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は3.2に規定する設計疲労線図における 10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、次の計算式によって計算した値とする。
PVB-3122.1　繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、材料の最小引張強さが690MPa 以下の場合は添付 4-2 3.1又は3.2、材料の最小引張強さが690MPaを超える場合は、添付4-2 3.4における10回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、次の計算式によって計算した値とする。	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、材料の最小引張強さが690MPa 以下の場合は添付 4-2 3.1又は3.2、材料の最小引張強さが690MPaを超える場合は、添付4-2 3.1又は3.2に規定する設計疲労線図における 10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、次の計算式によって計算した値とする。
PVB-3314　繰返しピーク応力強さに対する制限	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は3.2における 10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、PVB-3315.1 によって計算した値とする。	供用状態A及び供用状態Bにおいて生じる応力の疲労解析に用いる繰り返しピーク応力強さは、添付4-2 3.1又は3.2に規定する設計疲労線図における 10 回の許容繰返し回数に対応する許容繰り返しピーク応力強さの値を超えないこと。ここで、繰返しピーク応力強さは、PVB-3315.1 によって計算した値とする。
PVC-3150　胴に穴を設ける場合の規定及び補強を要しない穴の規定	穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が64mm以下で、かつ、胴の内径の1/4以下の穴。	穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が61mm以下で、かつ、胴の内径の1/4以下の穴。
PVC-3230　鏡板に穴を設ける場合の規定及び補強を要しない穴の規定	64mm以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の1/4以下であること。	61mm以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の1/4以下であること。
PVC-3710　フランジの規格	フランジ（PVC-3410のフランジを除く）は、日本産業規格JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」	フランジ（PVC-3410のフランジを除く）は、日本産業規格JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」

	（材料に関する部分を除く）又はJIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」(材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表2-1若しくは別表2-2に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVE-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。	（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。以下同じ。）（材料に関する部分を除く。）又はJIS B 2239 (2013)「鋳鉄製管フランジ」(溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は110℃以下。以下同じ。）（材料に関する部分を除く。）に適合するもの、又は別表2-1若しくは別表2-2に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVE-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を、耐力の2/3を超えない値以下とすること。
表 PVC-3310-1 K の値 (h) 図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造(8) 表 PVD-3310-1 K の値 (i) 図 PVD-4112-2 クラス 3 容器 継手区分 C の構造 (8) 表 PVE-3410-1 K の値 (f) 図 PVE-4213-2 クラス MC 容器 継手区分 C の構造 (8) 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法による d 及び K (h) 図 PPC-4010-3 クラ		

ス 2 配管 継手区分Cの構造 (8) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法によるd及びK (h) 図 PPD-4010-3 クラス 3 配管 継手区分Cの構造 (8) 図 PPH-4010-3 クラス4配管継手区分Cの構造 (8) 表 PMC-3410-1 Kの値 (h) 表 PMD-3410-1 Kの値 (h)		
表 PVC-3310-1 Kの値 「取付け方法」(j)	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。
表 PVC-3310-1 Kの値 「取付け方法」(k) 表 PVD-3310-1 Kの値 「取付け方法」(l)	平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。	平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。
表 PVC-3310-1 Kの値 「取付け方法」(m) 表 PVD-3310-1 Kの値 「取付け方法」(n) 表 PVE-3410-1 Kの値 「取付け方法」(k) 表 PPB-3413-1 平板	$K = 0.2 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$ F は、全体のボルトに作用する力 (N) hg は、ボルトのピッチ円の直径と d との差の 1/2 (mm) W は、パッキンの外径又は平板の接触面の外径内の面積に作用する圧力による力 (N) ただし、tn の厚さについては次	使用状態とガスケット締付時の両方の場合について計算を行い、いずれか大きい値を計算厚さとする。 使用状態の K の値は次式による。 $K = 0.2 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$ F は、全体のボルトに作用する力 (N)

の取り付け方法によるｄ及びＫ 「取付け方法」(f) 表 PPC-3413-1 平板の取り付け方法によるｄ及びＫ 「取付け方法」(m) 表 PPD-3413-1 平板の取付け方法によるｄ及びＫ 「取付け方法」(m) 表 PMB-3410-1 Ｋの値 「取付け方法」(b) 表 PMC-3410-1 Ｋの値 「取付け方法」(m) 表 PMD-3410-1 Ｋの値 「取付け方法」(m)	式で求まる値をＫの値とする。 $\frac{1.0Fhg}{Wd}$	hg は、ボルトのピッチ円の直径とｄとの差の 1/2（mm） W は、パッキンの外径又は平板の接触面の外径内の面積に作用する圧力による力（N） ただし、tn の厚さについては次式で求まる値をＫの値とする。 $\frac{1.0Fhg}{Wd}$ ガスケット締付時の必要な厚さは次式による。 $t = d\sqrt{\frac{1.27W_g h_g}{Sd^3}}$ $W_g = \frac{A_m + A_b}{2}\sigma_a$ A_mはボルトの必要総有効断面積であって、使用状態又はガスケット締付時の必要ボルト荷重より求めた値のいずれか大きい値（mm²） A_bは使用するボルトの総有効断面積（mm²） σ_aはガスケット締付時における材料規格 Part 3 第１章 表５に規定するボルトの許容引張応力（MPa） S はガスケット締付時における材料規格 Part 3 第１章 表３及び表４に規定する材料の許容引張応力（MPa）
図 PVC-4212-1 クラス２容器 継手区分Ｃの構造 図 PVD-4112-1 「クラス３容器 継手区分Ｃの構造」 図 PVE-4213-1 「クラス MC 容器 継手区分Ｃの構造（その１）」 図 PPC-4010-2 「クラス２配管 継手区分Ｃの構造」 図 PPD-4010-2 「クラス３配管 継手区分Ｃの構造（その１）」	(1)  	(1) 
PVD-2310 破壊靭性試験不要とな	ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術	ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術

る材料の規定	規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。	規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。この場合においては、非常用ディーゼル発電機の冷却系を工学的安全施設の一部として含むこと。
PVD-3122 補強を要しない穴の規定	穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が 64mm 以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。	穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう）が 61mm 以下で、かつ、胴の内径の 1/4 以下の穴。
PVD-3212 補強を要しない穴の規定	64mm 以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の 1/4 以下であること。	61mm 以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の 1/4 以下であること。
表 PVD-3310-1 K の値 「取付け方法」(k)	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合、平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつすみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上である場合。
（新設）	**PVE-1210 材料及び構造の特例**	**PVE-1220 適用除外** コンクリート製原子炉格納容器のうち、コンクリート製原子炉格納容器規格（JSME SNE1-2011）の適用を受けるものについては、PVE-2000 から PVE-3800 までの規定は、適用しない。
PVE-2333.2 衝撃試験	衝撃試験の場合は、ボルト材については表 PVE-2333.2-1、ボルト材以外で厚さが 63mm を超える材料については、表 PVE-2333.2-2 で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B、SM400C、SLA325A、SLA325B 及び SCPH61 は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、	衝撃試験の場合は、ボルト材については表 PVE-2333.2-1、ボルト材以外で厚さが 63mm を超える材料については、表 PVE-2333.2-2 で定める吸収エネルギーの欄に掲げる値以上であること。ただし、SM400B 及び SM400C は材料の最小降伏点にかかわらず、3 個の平均値は 27J 以上、最小値は 21J 以上とする。

	最小値は21J以上とする。	
PVE-3260　穴を設ける場合の規定	(5)　円筒形又は球形の胴に設けられる円形の穴の場合で、その直径が 64mm を超えないものは、(1)及び(2)の規定に適合することを要しない。	(5)　円筒形又は球形の胴に設けられる円形の穴の場合で、その直径が 61mm を超えないものは、(1)及び(2)の規定に適合することを要しない。
PVE-3710　フランジの規格	フランジ（PVE-3510のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」(材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVC-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。	フランジ（PVE-3510のフランジを除く）は、日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（「9　流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。）(材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は110℃以下）(材料に関する部分を除く）に適合するもの、又は別表 2-1 若しくは別表 2-2 に掲げるものでなければならない。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PVC-4210 の溶接部の設計を満足するものに限る。 なお、応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を、耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
表 PVE-3410-1 K の値 「取付け方法」(h)	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2)　(1)以外の場合 平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板面からの開先角度が 45 度未満の場合平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2)　(1)以外の場合 平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s

	倍又はｔの 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。	の 1.0 倍又はｔの 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。
表 PVE-3410-1 K の値 「取付け方法」(i)	平板が胴又は管に全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。	平板が胴又は管に完全溶込み溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。
「添付 4-1 RT_{NDT} 要求値の決定方法」の「4. 燃料装荷後の非延性破壊防止評価」	原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価は，JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」RF-4110 に従うこと。	原子炉圧力容器の燃料装荷後の非延性破壊防止評価は，JEAC4206-2007「原子力発電所用機器に対する破壊靭性の確認試験方法」RB-4110 に従うこと。
PPC-3422 穴の補強の適用条件	平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 64mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。	平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 61mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合。
PPC-3414 フランジ	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPC-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は 300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。）（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」(溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は 110℃以下）（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPC-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を、耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
表 PPC-3413-1 平板の取付け方法	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板の面からの開先角度が 45 度未	(1)平板が鍛造品で、かつ、平板の面からの開先角度が 45 度未

によるｄ及びＫ「取付け方法」(j) 表　PPD-3413-1　平板の取付け方法によるｄ及びＫ「取付け方法」(j)	満の場合 平板が管に全貫通溶接される場合であって、t_wがt_sの0.5倍又はｔの0.25倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が管に全貫通溶接される場合であって、t_wがt_sの1.0倍又はｔの0.5倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上である場合。	満の場合 平板が管に完全溶込み溶接される場合であって、t_wがt_sの0.5倍又はｔの0.25倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上である場合。 (2) (1)以外の場合 平板が管に完全溶込み溶接される場合であって、t_wがt_sの1.0倍又はｔの0.5倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのうちいずれか小さい値以上である場合。
表　PPC-3413-1　平板の取付け方法によるｄ及びＫ「取付け方法」(k) 表　PPD-3413-1　平板の取付け方法によるｄ及びＫ「取付け方法」(k)	平板が管に全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのいずれか小さい値以上である場合。	平板が管に完全溶込み溶接される場合であって、すみ肉ののど厚がt_sの0.7倍又は6mmのいずれか小さい値以上である場合。
PPD-2310　破壊靭性試験不要となる材料の規定	ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。	ここで、安全設備に該当する設備とは、日本電気協会電気技術規程 JEAC4605-2004「原子力発電所工学的安全施設及びその関連施設の範囲を定める規程」による工学的安全施設の間接系とする。この場合においては、非常用ディーゼル発電機の冷却系を工学的安全施設の一部として含むこと。
PPD-3414　フランジ	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPD-4010の溶接部の設計を満足するものに限る。	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」(「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は300℃以下(溶融亜鉛めっきの場合は110℃以下）とする。」と読み替える。）（材料に関する部分を除く）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」(溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は110℃以下）（材料に関する部分を除く）に適合するもの。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管

		フランジ」については、PPD-4010の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を、耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PPD-3422　穴の補強の適用条件	平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 64mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合	平板以外の管に設ける穴であって、穴の径（円形の穴については直径、だ円形の穴については長径をいう。以下この条件において同じ）が 61mm 以下で、かつ、管の内径の 1/4 以下の穴を設ける場合
PPH-3040　継手の構造	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。	日本産業規格 JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」（「9 流体と最高使用温度の関係」において、「白フランジの使用温度は 300℃以下とする。」とあるのは「白フランジの使用温度は 300℃以下（溶融亜鉛めっきの場合は 110℃以下）とする。」と読み替える。）又は JIS B 2239(2013)「鋳鉄製管フランジ」（溶融亜鉛めっきの場合、使用温度は 110℃以下）。ただし、JIS B 2220(2012)「鋼製管フランジ」については、PPH-4010 の溶接部の設計を満足するものに限る。 オーステナイト系ステンレス鋼又は高ニッケル合金を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使用する場合は、その許容応力を、耐力の 2/3 を超えない値以下とすること。
PMC-3330　吸込み及び吐出口部分の厚さの規定範囲	ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分のうち図 PMC-3330-1 の ℓ で示す範囲の厚さは、式 PMC-3 又は式 PMC-4 によって計算した値以上でなければならない。この場合において、ℓは、式 PMC-5 によって計算した値とする。ただし、当該部分が管台である場合であって、PVC-3150 及び PVC-3160 の規定に準ずると	ケーシングの吸込口部分及び吐出口部分のうち図 PMC-3330-1 の ℓ で示す範囲の厚さは、式 PMC-3 又は式 PMC-4 によって計算した値以上でなければならない。この場合において、ℓは、式 PMC-5 によって計算した値とする。

	きは、この限りでない。	
PMC-3340　ケーシング各部形状の規定	(9)　(略)	(9)　(略) (10)「図 PMC-3340-3 軸垂直割り軸対称ケーシングをもつ多段ポンプのケーシングボルト回りの形状」の「ケーシングの平板部」の厚さは、平板部の中で最も薄い箇所の肉厚とすること。
表 PMC-3410-1 K の値 「取り付け方法」(i)	ケーシングの平板部がケーシングの端に突合せ溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、t_{w1} と t_{w2} の和がケーシングの厚さの 2 倍以上、t_{w1} がケーシングの厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。	ケーシングの平板部がケーシングの端に全厚溶接され、ケーシングの平板部の一部がケーシングにはまり込んで溶接の裏当て金の作用をする場合であって、t_{w1} と t_{w2} の和がケーシングの厚さの 2 倍以上、t_{w1} がケーシングの厚さ以上で、かつ、ケーシングの計算上必要な厚さの 1.25 倍以上であるとき。
表 PMC-3410-1 K の値 「取付け方法」(j) 表 PMD-3410-1 K の値 「取付け方法」(j)	(1) ケーシングの平板部が鍛造品で、かつ、ケーシングの平板部の面からの開先角度が 45 度未満の場合 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合 ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。	(1) ケーシングの平板部が鍛造品で、かつ、ケーシングの平板部の面からの開先角度が 45 度未満の場合 ケーシングの平板部がケーシングに完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 0.5 倍又は t の 0.25 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。 (2) (1)以外の場合 ケーシングの平板部がケーシングに完全溶込み溶接される場合であって、t_w が t_s の 1.0 倍又は t の 0.5 倍のいずれか小さい値以上で、かつ、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のうちいずれか小さい値以上であるとき。
表 PMC-3410-1 K の値 「取付け方法」(k) 表 PMD-3410-1 K の値 「取付け方法」(k)	ケーシングの平板部がケーシングに全貫通溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のいずれか小さい値以上であるとき。	ケーシングの平板部がケーシングに完全溶込み溶接される場合であって、すみ肉ののど厚が t_s の 0.7 倍又は 6mm のいずれか小さい値以上であるとき。
図 PMC-3330-1 吸込み及び吐出口部分の厚さの規	図において、t は計算上必要な厚さ、r は必要最小丸み半径を示す。	図において、t は計算上必要な厚さ、r (0.3t 以上) は必要最小丸み半径を示す。

定範囲		
VVB-3411　外部、内部の交差面の隅部	図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さ t の 0.05 倍の値又は弁座挿入部の高さ h の 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。	図 VVB-3411-2 に示す弁座挿入部のすみの丸みの半径は、VVB-3210 に規定する厚さの 0.05 倍の値又は弁座挿入部の高さ h の 0.1 倍の値のうち、いずれか大きい値以上であること。
VVC-3010　一般要求	非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグランド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは本規定に従った設計をする必要はない。	非金属製のダイヤフラムを使用する弁は、ダイヤフラムが破損した場合を考慮してグランド部等を設け、以下を満足すること。ただし、ダイヤフラムは、a.～c.以外については本規定に従った設計をする必要はない。
SSB-3120　ボルト材以外の許容応力	ボルト材以外の許容応力は、SSB-3121 及び SSB-3122 の規定によるものである。	ボルト材以外の許容応力は、引張応力及び曲げ応力評価については、SSB-3121 によること。疲労評価については、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版の「4 章 材料」に規定する「4.1 材質」及び「4.2 形状及び寸法」に該当する支持構造物は、鋼構造許容応力度設計規準 2019 年版の「7 章 疲労」に、これ以外の材料については、「PVB-3114 疲労評価（供用状態 A、B）」によること。
SSB-3140　極限解析による評価	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。 (1)供用状態A 及びB における荷重：Pc $Pc \leqq \frac{2}{3}Pcr$　(SSB-1.33) Pcr：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)	供用状態 D において次の(3)の規定を満足する場合は、SSB-3121 に規定する許容応力制限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。 (3) 供用状態 D における荷重：Pc $Pc \leqq Pcr$　(SSB-1.35) Pcr： 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。

	(2) 供用状態C における荷重：Pc Pc ≦ Pcr　(SSB-1.34) Pcr： 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 (3) 供用状態 D における荷重：Pc Pc ≦Pcr　(SSB-1.35) Pcr： 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。	
別表 1-1　弁又はフランジの許容圧力（クラス1弁及びクラス 2 弁）(1/6) 材料グループ No.GR1-1～GR1-4	並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の機械的強度を有する材料	並びに炭素鋼であってこれらと同等以上の化学成分及び機械的強度を有する材料

(注)
1.「図 PVC-4212-3 クラス 2 容器 継手区分 D の構造」(38)は適用除外とする。
2.「表 PVC-3310-1 K の値」の「(o)その他の場合」は適用除外とする。
3.「図 PPC-4010-6 クラス 2 配管 管又はネックリングにベローを取り付ける継手の溶接部」は適用除外とする。

材料規格 2020

読み替える規定	読み替えられる字句	読み替える字句
【備考】Part3　第 1 章 表 3 鉄鋼材料（ボルト材を除く）の各温度における許容引張応力 S 値(MPa)	６．表 3 の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　(略)	６．表 3 の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　(略) ７．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、

		S25C は引張強さが 440N/mm^{2}以上とすること。
【備考】Part3　第１章 表６ 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値(MPa)	４．表６の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　　(略)	４．表６の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　　(略) ５．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^{2}以上とすること。
【備考】Part3　第１章 表７ 材料の各温度における設計引張強さ Su 値(MPa)	５．表７の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　　(略)	５．表７の注に示す記号は、材料の寸法、熱処理及び強度に係る適用範囲などを示す。 イ．～ハ．　　(略) ６．JIS G 4051「機械構造用炭素鋼鋼材」を JIS B 2220「鋼製管フランジ」に適用するに当たっては、外径によらず S20C は、引張強さが 400N/mm^2 以上、S25C は引張強さが 440N/mm^{2}以上とすること。

４．１．２３　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、反映状況を「表 4.1.23-1 設計･建設規格に関する技術評価書の要望事項と反映状況」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。

表 4.1.23-1 設計・建設規格に関する技術評価書の要望事項と反映状況

要望事項	反映状況
PHT-5000 耐圧保持後の検査 「・・PHT-4000 で定めた時間保持後，耐圧部の溶接部，（中略）については，表 PHT-5010-1 に示す圧力で漏えいの確認をしなければならない。」と「なお，溶接部にあっては，溶接規格で規定する検査による。」との記載があり、溶接部の検査が PHT-5010 で規定されるのか、溶接規格で規定されるのか不明確な表現となっている。耐圧保持後の検査に関し、2005 年版の技術評価において溶接規格への反映を要望したが、溶接規格（2007 年版）でも当該規定がないことから、2007 年追補版の、「なお、溶接部にあっては、溶接規格で規定する検査による。」の規定	反映済み 「なお，溶接部にあっては，溶接規格で規定する検査による。」を削除し、接部についても表 PHT-5010-1 に示す圧力で漏えいの確認をしなければならないことを明確にした。

は空文となっているため、溶接部についても表 PHT-5010-1 に示す圧力で漏えいの確認をしなければならないことを要求しているものと理解する。今後、溶接部の検査規定を明確化するよう、日本機械学会に要望する	
溶接部の設計における突合せ完全溶込み溶接の規定について（PVB-4200, PVE-4200） クラス 1 容器及びクラス MC 容器の溶接部の継手形状は「設計・建設規格 2001 年版」における継手区分 A 及び継手区分 B の規定が、「電気工作物の溶接の技術基準の解釈」から一部変更されている。 溶接規格 2001 年版技術評価書では、設計・建設規格 2001 年版でクラス 1 容器及びクラス MC 容器の継手区分 A 及び継手区分 B の規定において、「電気工作物の溶接の技術基準の解釈」では、「突合せ両側溶接」とされていたものを「突合せ完全溶込み溶接」に変更されたことについて、前者の「両側溶接」が「母材がほぼ同じ面内の継手の溶接において、表及び裏の両側から行う溶接」と溶接方法を意味するのに対して、後者の「完全溶込み溶接」は「溶込みが継手の母材の厚さの全域にわたっている溶接」と状態を意味することから対応する関係にはないこと及び突合せ片側溶接については、裏あて金の使用又は十分な裏波を要求していることから、溶接規格における「突合せ完全溶込み溶接」は、「突合せ両側溶接」による「完全溶込み溶接」と考えるのが論理的に適切であるとして、設計・建設規格で規定する「突合せ完全溶込み溶接」を「突合せ完全溶込み両側溶接」に限定することを求めている。 また、同じ継手の規定で、「初層イナート(不活性)ガスアーク溶接」を「溶込み不良がなく十分な裏波が得られる溶接」へ変更したことについては、突合せ片側溶接の場合、完全溶込み溶接を行うために特に初層溶接方法を規定したものであり、初層イナートガスアーク溶接以外の方法も有効であることから、技術的には問題ないと判断したが、仕様規格には具体的な手法の明確化が望ましいことから、日本機械学会として「初層イナートガスアーク溶接」のほか対応する溶接手法を解説等で例示することを要望している。 以上の２点の要望については、設計・建設規格 2005 年版及び 2007 年追補版おいても反映されていないことから、日本機械学会に対し、引き続き、適切な見直しを行うことを要望する。	反映済み 「突合せ完全溶込み溶接」は「完全溶込み溶接による突合せ両側溶接」に変更されている。 具体的な溶接手法として「片側溶接による場合は、裏当て金を使用する片側溶接又は初層イナートガスアーク溶接によって行うこと。」と規定し（図 PVC-4212-2 クラス 2 容器 継手区分 C の構造、等）、「（解説 PVE-3240） 継手効率の値」に「PVE-3240 は、ASME B&PV Code Section Ⅷを参考にしてクラス MC 容器に用いる継手効率を定めたものである。表 PVE-3240-1 において左欄の「これらと同等以上の効果が得られる方法」には初層イナートガスアーク溶接等がある。初層イナートガスアーク溶接は、突合せ両側溶接と同等以上と認められている。」を加えた。

４．１．２４ 設計・建設規格の策定に関し望まれる事項

（１）最新知見の取り込みに関すること

（ａ）ASME Code に規定のない部材に関する知見収集方法

○ASME Code Sec.III に規定のない部材（例：管板、伸縮継手、クラス 4 配管等）の知見収集方法については、調査対象とする規格・団体等を明確にして収集活動をすることが望まれる。

（ｂ）他規格の引用

○設計・建設規格が引用する材料規格及び溶接規格との関係において、共通する JIS 規格等を引用する場合の年版は整合させる仕組みを検討することが望まれる。

○JEAC4206-2016「原子炉圧力容器に対する破壊靭性の確認試験方法」は技術評価において「現時点において規制における適用性を判断することは、時期尚早である」とされた規格であるが、このような位置付けの規格を引用することの妥当性について検討することが望まれる。

○規格に引用する JIS 規格等の年版には古いものが散見された。最新版を評価した結果、技術的変更がなかったとしても、その引用規格に規定する規格の内容が変更されている場合がある。確認した年版を引用することで評価したことを明確にすることができることから、年版変更として明確にすることが望まれる。

○規格の年版改定に際しては、複数の改定案件のうち発電用設備規格委員会の審議が終了した案件を反映したものが編集されているようであり、全体の整合性が確保されているのか疑問な点も見られた。年版改定においては、規格としての品質目標を立てて、引用する規格の最新年版の取り入れを含む全体の整合性が確保される仕組みを構築することが望まれる。

○JIS 規格を引用する際には、適用部分が明確になるよう規定することが望まれる。

（２）技術的検討に関すること

（ａ）フランジの応力計算方法

○クラス 2 容器、クラス 3 容器及びクラス MC 容器のフランジ（例：PVC-3710 フランジの規格）については、JIS 等の規格フランジのほかに「応力計算を行って必要な強度を有することが明らかである場合は、この限りでない」との規定を設けているが、その方法については規定しておらず、「(解説 PVE-3710) フランジの規格」に次のようなものがあると記載している。

(1) 日本産業規格 JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造-一般事項」
附属書 G(規定)圧力容器のボルト締めフランジ
附属書 H(規定)全面形非金属ガスケットを用いる全面座フランジ
附属書 I(規定)金属面接触フランジ
附属書 J(規定)リバースフランジ

(2) ASME B&PV Code Section III APPENDICES APPENDIX XI の規定

また、クラス 1 配管、クラス 2 配管及びクラス 3 配管のフランジ（例：PPC-3414 フランジ）については、JIS 等の規格フランジのほかに応力制限規定を設けて、その「応力は JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造－一般事項」によって算出する」と規定している。

上記の容器及び配管のフランジの強度はいずれも JIS B 8265(2010)「圧力容器の構造－一般事項」を適用としているが、JIS には上記のほかに JIS B 2206(2006)「アルミニウム合金製管フランジの計算基準」及び JIS B 2207(2006)「全面形ガスケットを用いるアルミニウム合金製全面座管フランジの計算基準」

がある。両規格はフランジリングの回転が考慮されており、JIS B 2207(2006)「全面形ガスケットを用いるアルミニウム合金製全面座管フランジの計算基準」には1.適用範囲の備考3.において「この規格は,内径,外径及びボルト穴中心の直径が同一寸法をもつものであれば，材質及び板厚のいかなる組合せのフランジについても使用できる。」と記載されている。JIS B 8265(最新は2024年版)「圧力容器の構造－一般事項」の附属書に規定するものだけでなく、JIS B 2206(2006)「アルミニウム合金製管フランジの計算基準」及びJIS B 2207(2006)「全面形ガスケットを用いるアルミニウム合金製全面座管フランジの計算基準」も適用可能とすることが望まれる。

（b）設計条件と各供用状態との応力の分類

○「(解説 PVB-3111) 各供用状態における一次応力評価」は、設計条件の場合とそれ以外の場合が分かるよう解説の記載を充実させることが望まれる。

（3）その他

○2020 年版は全面的編集上の修正[255]が行われたとしているが、下記解説にあるように記述が適切でないものもある。規格全体を俯瞰して不整合等がないか再確認することが望まれる。

例：

(解説 PVD-2410) 非破壊検査要求

クラス3容器に使用する材料に対して、非破壊検査を要求していないのは、重要度分類からみて安全確保上それほど重要でないこと、規格計算で安全率を 4 としていること及び耐圧試験を定めていることから、非破壊試験を定めなくともクラス 3 容器の材料の健全性を保証できると判断されていることによる。

(解説 PVE－2400)

クラスMC容器に使用する材料に対して非破壊試験を除外しているのは、過大な応力が発生するのは寿命中に起こりえないこと、規格計算で安全率として 4 をとっているため塑性破壊は起こりえないこと、及び最終的に耐圧試験を行なうことから、非破壊試験を規定しなくとも材料の健全性は得られると判断したからである。

○正誤表の技術評価書における気付き・要望事項についても、規格の技術評価書と同様に対応することが望まれる。

○一つの規格内で容器、配管、ポンプ、弁、支持構造物等の材料の熱処理に関する表現が異なることから、全体で平仄がとれるように検討することが望まれる。

○容器、配管、弁等の耐圧部に取り付く重要なものは、「PVE-2110 クラスMC容器に使用可能な材料の規定」のように各2000番台の使用可能な材料の規定に規定されているが、ポンプについては1000番台の適用範囲に規定されている。規定

[255] 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 1-1-2：75頁の 20-8

の記載条項の適否を含めて、本体に直接溶接されるものの規定内容を見直すことが望まれる。

○「PVB-2411.2 非破壊試験の特例規定」における「JIS の材料規格の区分」は JIS に材料規格の区分が規定されているような誤解を与える可能性がある。「JIS の材料規格の区分」と記載することの要否を含めて見直すことが望まれる。

○2020 年版では「裏当金」、「裏あて金」を「裏当て金」に変更されているが、「裏当金」のまま未変更のものも確認された。規格内及び関連規格間で用語の統一を検討することが望まれる。

別添　JIS B 2220 解説表 8 のオーステナイト系ステンレス鋼のフランジ許容応力表と材料規格との比較に関する調査

1．JIS B 2220 にはステンレス鋼製フランジの許容応力表が記載され、ステンレス鋼（材料グループ 021a、021b、022ba、022b、023a 及び 023b）の許容応力は”フランジ継手やわずかの量の変形が漏れや機能障害を起こす部品”に対するより安全側の規定によっている。」としている。

解説表 8－フランジの許容応力(抜粋)　　単位 MPa

材料グループ番号	温度（℃）									
	常温	120	220	300	350	400	425	450	475	490
021a, 021b, 022a, 022b	137	110	94	85	83	79	77	76	75	74
023a, 023b	117	93	79	73	69	67	66	65	－	－

ここで、材料グループ 021a、021b、022a、022b、023a 及び 023b は「表 5－材料」において次のように区分されており、いずれも材料規格 2020 年版では使用可能とされているものである。

圧延材		鍛造材		鋳造材		材料グループ番号
規格番号	材料記号	規格番号	材料記号	規格番号	材料記号	
JIS G 4304 JIS G 4305	SUS304 SUS304	JIS G 3214	SUSF304	JIS G 5121	SCS13A	021a
－	－	－	－	JIS G 5121	SCS19A	021b
JIS G 4304 JIS G 4305	SUS316 SUS316	JIS G 3214	SUSF316	JIS G 5121	SCS14A	022a
－	－	－	－	JIS G 5121	SCS16A	022b
JIS G 4304 JIS G 4305	SUS304L SUS304L	JIS G 3214	SUSF304L	－	－	023a
JIS G 4304 JIS G 4305	SUS316L SUS316L	JIS G 3214	SUSF316L	－	－	023b

注：ステンレス鋼のフランジの許容応力と材料グループ番号の区分(低炭素系とそれ以外)は下記に示すように共通する耐力の値で区分されている。(設計係数の値は引張強さからの許容応力に影響するが、耐力からの許容応力には関係しない。)

規格番号	材料記号	引張強さ MPa	耐　力 MPa	制限事項
JIS G 4304	SUS304	520	205	
JIS G 4305	SUS304	520	205	
JIS G 3214	SUSF304	480	205	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 以上 200mm 以下
		520	205	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 未満
JIS G 5121	SCS13A	480	205	
JIS G 5121	SCS19A	480	205	
JIS G 4304	SUS316	520	205	

JIS G 4305	SUS316	520	205	
JIS G 3214	SUSF316	480	205	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 以上 200mm 以下
		520	205	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 未満
JIS G 5121	SCS14A	480	205	
JIS G 5121	SCS16A	480	205	
JIS G 4304	SUS304L	480	175	
JIS G 4305	SUS304L	480	175	
JIS G 3214	SUSF304L	450	175	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 以上 200mm 以下
		480	175	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 未満
JIS G 4304	SUS316L	480	175	
JIS G 4305	SUS316L	480	175	
JIS G 3214	SUSF316L	450	175	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 以上 200mm 以下
		480	175	熱処理時の直径又は厚さが 130mm 未満

２．解説表 8－フランジの許容応力と降伏点の関係

JIS B 2220「解説表 8－フランジの許容応力」に規定する値と材料規格 2020 年版「Part 3 第 1 章 表 6 材料の各温度における設計降伏点 Sy 値」に規定する値から、耐力に対する比率の変動範囲を下記に示す。

比率は 0.631～0.676 であり、ステンレス鋼のフランジの許容応力は耐力の 2/3 の値を基本としている。

解説表 8－フランジの許容応力と耐力の比較（低炭素系以外）　　単位 MPa

適用規格	温度（℃）									
	常温	120	220	300	350	400	425	450	475	490
JIS B 2220 021a, 021b, 022a, 022b	137	110	94	85	83	79	77	76	75	74
SUS304, SUSF304, SCS13A, SCS19A	205	162.8	140	129	123	118	117			
SUS316, SUSF316	205	169.6	144.8	132	127	123	122			
SCS14A, SCS16A	205	169.6	144	131	126	123	121			
比率の変動範囲（上限）	0.668	0.676	0.671	0.659	0.675	0.669	0.658			
比率の変動範囲（下限）	－	0.649	0.649	0.644	0.654	0.642	0.631			

解説表 8－フランジの許容応力と耐力の比較（低炭素系）　　単位 MPa

適用規格	温度（℃）									
	常温	120	220	300	350	400	425	450	475	490
JIS B 2220 023a, 023b	117	93	79	73	69	67	66	65		
SUS304L, SUSF304L	175	139.6	117.8	108	104	101	100			
SUS316L, SUSF316L	175	138.6	118.6	109	105	101	99.4			
比率の変動範囲（上限）	0.669	0.671	0.671	0.676	0.663	0.663	0.664			
比率の変動範囲（下限）	－	0.666	0.666	0.670	0.657	－	0.660			