

## V 強度及び耐食性に関する説明書

## 目 次

- V-1 強度及び耐食性に関する基本方針
- V-2 強度評価書
- V-3 計算機プログラム(解析コード)の概要

## V - 1

# 強度及び耐食性に関する基本方針

## 目 次

- V-1-1 強度及び耐食性に関する設計の基本方針
  - V-1-1 別紙 容器等の材料及び構造に関する設計方針
- V-1-2 強度評価方針
- V-1-3 強度評価書作成の基本方針
  - V-1-3-1 評価条件整理表及び評価項目整理表作成の基本方針
  - V-1-3-2 公式による強度評価書作成の基本方針
    - V-1-3-2 別紙1 TBP等の錯体の急激な分解反応発生時の圧力について
    - V-1-3-2 別紙2 水素爆発の圧力波による機器の応答について
  - V-1-3-3 解析による強度評価書作成の基本方針
    - V-1-3-3 別紙 水素爆発時の圧力波の設定について
  - V-1-3-4 完成品に対する強度評価書作成の基本方針

V-1-1

強度及び耐食性に関する設計の基本  
方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 材料及び構造設計の基本方針 .....	2
2.1 材料設計 .....	3
2.2 構造設計 .....	6
2.2.1 安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等 .....	6
2.2.2 可搬型重大事故等対処設備の容器等 .....	12
2.3 主要な溶接部の設計 .....	13
3. 耐圧試験等に係る設計の基本方針 .....	14

## 1. 概要

本資料は、「再処理施設の技術基準に関する規則」(令和2年3月17日 原子力規制委員会規則第九号)(以下「技術基準規則」という。)第十七条に規定されている安全機能を有する施設又は第三十七条に規定されている重大事故等対処設備に属する容器, 管, ポンプ, 弁若しくはこれらの支持構造物又は内燃機関のうち, 再処理施設の安全性を確保する上で重要なものの材料及び構造について, 適切な材料を使用し, 適切な構造とすることを説明するものである。

なお, 安全機能を有する施設のうち材料及び構造の要求事項に変更がなく, 改造を実施しない機器については, 平成5年12月27日付け5安(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」(以下「既認可強度及び耐食性に関する基本方針」という。)に基づき, 同添付書類における「別添-1 容器・管等の材料及び構造に関する設計の基本方針」(以下「既認可構造等に関する設計方針」という。)に従い設計し, 既に認可を受けた強度評価結果があることから, 今回の申請において変更は行わない。

また, 再処理施設における材料及び構造に係る経年劣化事象に関する事項については, 「核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(昭和32年6月10日法律第166号)第四十八条第1項の規定に基づく再処理施設の経年劣化に関する技術的な評価にて確認を実施することから, 設工認申請書の対象外とする。

## 2. 材料及び構造設計の基本方針

安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備における材料及び構造にあつては、安全機能を有する施設又は重大事故等対処設備に属するもののうち以下のいずれかに該当するものを再処理施設の安全性を確保する上で重要なもの(以下、安全機能を有する施設にあつては「安全機能を有する施設の容器等」、重大事故等対処設備にあつては「重大事故等対処設備の容器等」という。)として材料及び構造の対象とする。

- a. その機能喪失によって放射性物質等による災害又は内部エネルギーの解放による災害を及ぼすおそれがある機器区分(再処理第1種機器から再処理第5種機器)に属する容器及び管  
具体的には、「再処理施設の技術基準に関する規則の解釈」(令和2年2月5日原規規発第2002054号-4)(以下「技術基準規則の解釈」という。)第17条2に規定される「容器等の主要な溶接部」に該当する機器区分(再処理第1種機器から再処理第5種機器)に属する容器及び管
- b. 公衆若しくは従事者の放射線障害を及ぼすおそれがあるもの及び放射線障害を防止する機能を有する安全上重要な施設又は重大事故等対処設備に属する容器及び管
- c. 上記a又はbに接続するポンプ及び弁(安全上重要な施設又は重大事故等対処設備を防護するために必要な緊急遮断弁を含む。)
- d. 上記a, b又はcに直接溶接される支持構造物であり、その破損により当該機器の損壊を生じさせるおそれのあるもの
- e. 安全上重要な施設又は重大事故等対処設備に属する内燃機関

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の材料及び構造(主要な溶接部を含む。)は、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版含む。))<第I編軽水炉規格> J S M E S N C 1 - 2005/2007」(日本機械学会)(以下「設計・建設規格」という。)等に準拠し設計する。



## 2.1 材料設計

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の材料設計は、次のとおりとする。

- ・安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等のうち常設のもの(以下「常設重大事故等対処設備の容器等」という。)は、「VI-1-1-4 安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」(以下「健全性に関する説明書」という。)の要求事項を踏まえ、その使用される圧力、温度、荷重、腐食環境その他の使用条件に対して、適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する設計とする。

なお、使用される圧力、温度については、仕様表における最高使用圧力、最高使用温度を考慮し、荷重については、機械的荷重としてボルトの締付荷重を考慮する。

腐食環境については、硝酸濃度、仕様表における最高使用温度を考慮する。硝酸濃度については平成7年9月26日付け7安(核規)第710号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-5 腐食代に関する設計の基本方針」(以下「腐食代設計方針」という。)に各腐食性流体における硝酸濃度を示している。

その他の使用条件については、保守性として設置場所であるセル・グローブボックス内・外を考慮する。各機器の設置場所については「VI-2-4 配置図」に示している。

- ・重大事故等対処設備の容器等のうち可搬型のもの(以下「可搬型重大事故等対処設備の容器等」という。)は、健全性に関する説明書の要求事項を踏まえ、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して、日本産業規格等に適合した適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する設計とする。

上記の安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の材料設計にあつては、材料選定及び腐食代の設定を実施する。

### (1) 材料選定

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等は、最高使用圧力、最高使用温度、機械的荷重、腐食環境その他の使用条件を考慮しても強度及び耐食性を確保するため、基本的には硝酸溶液に対して優れた耐食性を有し豊富な使用実績のあるオーステナイト系ステンレス鋼を採用するなど、使用条件に対して適切な金属材料(鉄鋼材料、非鉄材料)を使用する設計とし、既認可強度及び耐食性に関する基本方針に基づき、取り扱う放射性物質の濃度、腐食環境(硝酸濃度、使用温度)等の条

件を考慮して定めた既認可構造等に関する設計方針の「別表第1 六ヶ所再処理施設の材料選定フロー」(以下「材料選定フロー」という。)により選定した材料を使用する設計とする。

また、使用する材料の規格は、安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等にあつては「V-1-1 別紙 容器等の材料及び構造に関する設計方針」(以下「構造等に関する設計方針」という。)に掲げる規格に適合するもの又はこれと同等以上の材料特性を有するものを使用する設計とするが、新規基準以前に既に認可を受けた設工認申請書における「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」(以下「既設工認」という。)にて使用条件に対して十分な強度を有することを確認した安全機能を有する施設の容器等(以下「既設の安全機能を有する施設の容器等」という。)にあつては既認可構造等に関する設計方針に掲げる規格に適合するもの又はこれと同等以上の材料特性を有するものを使用する設計とする。

なお、材料選定フローでステンレス鋼が指定される場合で、304系、316系ステンレス以外のステンレス鋼種あるいは耐食・耐熱合金鋼等を使用する場合に当たっては、以下の「材料選定理由に関する説明書」にて材料選定理由及び材料物性値を説明している。

- ・平成9年5月27日付け9安(核規)第245号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-7 材料選定理由に関する説明書」
- ・平成10年6月9日付け9安(核規)第596号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-7 材料選定理由に関する説明書」
- ・平成11年6月22日付け11安(核規)第334号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-7 材料選定理由に関する説明書」
- ・平成11年6月22日付け11安(核規)第334号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-7 材料選定理由に関する説明書」
- ・平成11年7月5日付け11安(核規)第135号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-7 材料選定理由に関する説明書」

ただし、重大事故等対処設備の容器等のうち高圧ガス保安法の規制を受ける緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)にあつては、高圧ガス保安法に適合するものを使用する設計とする。

可搬型重大事故等対処設備の容器等にあつては、設計・建設規格におけるクラス3機器の規定を参考にした適切な材料又は完成品として一般産業用工業品の規格及び基準に適合するものを使用する設計とする。

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の内燃機関(燃料系を含む。)にあつては、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の規定を満足するものを使用する設計とする。

## (2) 腐食代の設定

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管に使用する材料の板厚(公称厚さ)については、最高使用圧力、最高使用温度、腐食環境等の使用条件を考慮しても強度及び耐食性を確保するため、耐圧強度計算から求まる板厚に素材の負の公差、曲げ加工公差及び腐食代を加えた値以上になるように選定する。

また、材料の腐食代については、腐食代設計方針に基づき、腐食性流体(0.2mol/l以上の硝酸溶液)を内包する安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管を対象に、新規基準以前の事業指定(変更許可)申請書で参照した文献等を参考に使用環境を考慮して腐食速度を定め、運転年数に基づく腐食量に設計余裕を加味して設定する。

なお、腐食代設計方針によらない場合に当たっては、以下の「腐食代設定に関する説明書」にて設定の考え方を説明している。

- ・平成9年5月27日付け9安(核規)第245号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-8 腐食代設定に関する説明書」
- ・平成10年6月9日付け9安(核規)第596号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-8 腐食代設定に関する説明書」
- ・平成11年1月29日付け10安(核規)第538号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-8 腐食代設定に関する説明書」

ただし、常時腐食性流体に接液しない常設重大事故等対処設備の容器等にあつては、重大事故等時における腐食環境を考慮してもその影響は十分小さいため腐食代は設定しない。

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等のポンプ及び弁にあつては、接続する管の板厚(公称厚さ)を踏まえた厚さを有するものを使用する設計とする。

なお、既設工認にて適用した既認可構造等に関する設計方針に掲げる材料の規格は、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年 10 月 30 日通商産業省告示第 501 号）（以下「告示第 501 号」という。）に掲げられた第 4 種機器及び第 5 種管で使用可能な材料の規格又は「加工施設及び再処理施設の溶接の方法の認可について」（科学技術庁原子力安全局長通達）に掲げられた再処理特有の材料の規格であり、また、材料の板厚（公称厚さ）においては内包する腐食性流体に応じた材料の腐食代を適切に考慮していることから、使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する設計とする基本設計方針に対して、適切な設計方針であることを確認している。

## 2.2 構造設計

### 2.2.1 安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等

#### (1) 容器及び管

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計は、次のとおりとする。

- ・安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管(ダクトは除く。)は、健全性に関する説明書の要求事項を踏まえ、設計上定めた最高使用圧力、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「設計条件」という。)において、全体的な変形を弾性域に抑える及び座屈が生じない設計とする。

なお、最高使用圧力、最高使用温度については、仕様表における最高使用圧力(水素又はTBPによる爆発発生時の瞬間圧力は除く。)、最高使用温度を考慮し、機械的荷重については、ボルトの締付荷重を考慮する(以下、設計条件において同様)。

- ・ただし、常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管(形状管理による臨界防止が必要な容器は除く。)は、健全性に関する説明書の要求事項を踏まえ、設計上定めた水素爆発等の瞬間的な荷重が負荷される状態(以下「設計過渡条件」という。)において、経路の破断や開口に至る塑性変形が生じない設計とする。

なお、水素爆発等の瞬間的な荷重については、仕様表における最高使用圧力のうち水素又はTBPによる爆発発生時の瞬間圧力、最高使用温度を考慮し、機械的荷重については、ボルトの締付荷重を考慮する(以下、設計過渡条件において同様)。

- ・常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管であって形状管理による臨界防止が必要な容器は、設計過渡条件において、全体的な塑性変形が生じない又は塑性変形が生じたとしても臨界が発生しない設計とする。

- ・安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等のダクトは、設計条件において、延性破断に至る塑性変形を生じない設計とする。
- ・安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の伸縮継手は、設計条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。

上記の安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計にあつては、材料及び構造に係る細目の設計方針として準拠する設計・建設規格におけるクラス3機器及びクラス4管の規定、圧力容器構造規格(平成15年4月30日厚生労働省告示第196号)、再処理施設用ステンレス鋼規格等を取りまとめた構造等に関する設計方針に従い、設計条件に対して設計・建設規格におけるクラス3機器の規定を基本とした公式による評価又は解析による評価を適用し、評価にて十分な強度を有することを確認することにより、全体的な変形を弾性域に抑える及び座屈が生じないように設計する。

既設の安全機能を有する施設の容器等の容器及び管については、既設工認にて適用した既認可構造等に関する設計方針によるものとする。

ただし、常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管の構造設計にあつては、設計過渡条件に対して設計・建設規格におけるクラス1機器の規定を参考とした公式による評価又は解析による評価を適用し、経路の破断や開口に至る塑性変形が生じない又は全体的な塑性変形が生じない若しくは塑性変形が生じたとしても臨界が発生しない設計とする。

なお、既設工認にて適用した既認可構造等に関する設計方針は、安全機能を有する施設の容器等の容器及び管が告示第501号における第4種機器相当の考え方を採用し、設計していることを踏まえ、発電炉にて実績のある告示第501号における第4種機器及び第5種管の規定等に基づく設計方針を取りまとめたものであることから、使用条件に対して弾性設計を基本とした構造設計とする基本設計方針に対して、適切な設計方針であることを確認している。

常設重大事故等対処設備の容器等のうち高压ガス保安法の規制を受ける緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)については、技術基準規則第三十七条第1項第1号及び第2号における重大事故等対処設備の容器等の材料及び構造の要求に照らして十分な保安水準の確保ができることを確認した上で、高压ガス保安法に適合したものを使用する設計とする。

a. 技術基準規則第三十七条第1項第1号及び第2号の要求事項

(a) 材料及び構造

- ・容器等がその設計上要求される強度及び耐食性が確保できるものであること

常設重大事故等対処設備の容器等については上記要求に対して、技術基準規則第十七条に規定される安全機能を有する施設の容器等と同様の性能水準を確保する設計方針としている。

以下に、技術基準規則第十七条第1項第1号及び第2号の要求事項を示す。

#### イ 材料

・容器等に使用する材料は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学成分を有すること。

#### ロ 構造及び強度

- ・設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑えること。
- ・容器等に属する伸縮継手にあつては、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊を生じないこと。(緊急時対策建屋加压ユニット(空気ボンベ)に対して伸縮継手を使用していないため対象外)
- ・設計上定める条件において、座屈が生じないこと。(緊急時対策建屋加压ユニット(空気ボンベ)の外面には圧力が加わらないことから対象外)

#### (b) 主要な溶接部

容器等の主要な溶接部について、不連続で特異な形状でないものであること等が規定されている。(容器等の主要な耐圧部の溶接部は、機器のうち容器及び管を対象とし、放射性物質の濃度、施設の安全上の重要度、圧力、口径等から技術基準規則の解釈に定められており、緊急時対策建屋加压ユニット(空気ボンベ)については、放射性物質を内包しておらず対象外)

#### b. 技術基準規則第三十七条と高圧ガス保安法の規定の比較

##### (a) 材料及び構造

技術基準規則第三十七条では、設計上要求される強度及び耐食性が確保できるものであることが要求されているのに対して、常設重大事故等対処設備の容器等は技術基準規則第十七条に規定される安全機能を有する施設の容器等と同等の性能水準を確保する設計方針としている。

技術基準規則第十七条の規定を踏まえた高圧ガス保安法の規定との比較を以下に示す。

#### イ 材料

常設重大事故等対処設備の容器等は、圧力、温度、荷重その他使用条件に応じて適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する設計としている。

一方、高圧ガス保安法では、容器について、充てんする高圧ガスの種類、

充てん圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料を使用して製造することが要求されており、考慮する使用条件は以下のとおり同等であることから、材料に対して要求する保安水準は確保されている。

#### (圧力)

常設重大事故等対処設備の容器等の材料設計にあつては、圧力として「最高使用圧力」を考慮することとしており、高圧ガス保安法における、ボンベ内部に受ける最高の圧力である「充てん圧力」と同等である。

#### (温度)

常設重大事故等対処設備の容器等の材料設計にあつては、温度として「最高使用温度」を考慮することとしており、高圧ガス保安法における「使用温度」として規定している温度の上限値と同等である。

#### (荷重)

常設重大事故等対処設備の容器等の材料設計にあつては、荷重としてボルトの締付荷重を考慮することとしているが、緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)の耐圧部にボルトは使用していないことから考慮不要である。

また、常設重大事故等対処設備の容器等の材料及び構造設計において準拠する設計・建設規格のクラス3容器の規定において、ボルトの締付荷重以外の具体的な荷重は規定されていない。緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)に対する荷重は最高使用圧力に包絡されており、高圧ガス保安法も充てん圧力を規定していることから、想定する荷重は同等である。

#### (その他の使用条件)

技術基準規則第三十七条では、設計上要求される耐食性を確保することが要求されており、常設重大事故等対処設備の容器等の材料設計にあつては腐食環境等を考慮した材料選定フローに基づき具体的な使用可能材料を選定しており、緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)のように放射性物質を内包しない容器については一般用材を用いることとしている。また、緊急時対策建屋加圧ユニット(空気ボンベ)のように腐食性流体を内包しない容器等にあつては、腐食代の設定は考慮不要としている。

一方、高圧ガス保安法では、ボンベの材料選定として、充てんする高圧ガスの種類等、使用される環境に応じた適切な材料を選定するよう規定していることから、技術基準規則第三十七条において考慮すべき設計上要求される耐食性の確保と同等である。



## ロ 構造及び強度

常設重大事故等対処設備の容器等の構造設計にあつては、設計条件において全体的な変形を弾性域に抑える設計としている。

一方、高圧ガス保安法では、「一般継目なし容器(緊急時対策建屋加圧ユニット)の必要肉厚を材料の許容応力より算出すること」が要求されており、材料の降伏点を超えることのないよう許容応力を規定していることから、要求する保安水準は確保されている。

上述の(a)項より、技術基準規則第三十七条の要求を受けた常設重大事故等対処設備の容器等の材料及び構造設計と高圧ガス保安法の材料及び構造の規定の水準は同等であることから、緊急時対策建屋加圧ユニットについては、高圧ガス保安法の材料及び構造に関する要求に適合することにより、技術基準規則第三十七条の要求に照らして十分な保安水準の確保ができる技術的根拠があることから、高圧ガス保安法に適合したものを使用する設計とする。

また、安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管のうち、内燃機関の燃料系にあつては、内燃機関を含め発電用火力設備に関する技術基準を定める省令に基づく設計を実施していることから、後述する「(2)ポンプ及び弁並びに内燃機関」による。

### (2) ポンプ及び弁並びに内燃機関

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等のポンプ及び弁並びに内燃機関の構造設計は、次のとおりとする。

- ・安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等のポンプ及び弁並びに内燃機関は、設計条件において、全体的な変形を弾性域に抑える及び座屈が生じない設計とする。

上記の安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等のポンプ及び弁の構造設計にあつては、構造等に関する設計方針及び既認可構造等に関する設計方針に掲げるものの他、以下に示すとおり、接続する管が十分な強度を有することを確認することで、ポンプ及び弁も十分な強度を有することが確認できる。

- ・材料については、材料選定フローに基づき選定することとしており、接続する管と同種の使用環境に対して適切な材料を選定している。
- ・構造については、ポンプ及び弁は使用条件(最高使用圧力、最高使用温度)に

対して適切な型式のものを選定しており、耐圧試験、試運転による機能及び性能試験(以下「運転性能試験」という。)等により使用条件に対して十分な強度を有することを確認している。また、ポンプ及び弁は一般的に鋳造品であり、その板厚は接続する管より厚肉である。

- ・溶接部については、ポンプ及び弁の溶接部は接続する管との溶接部が該当し、それら溶接部は接続する管の溶接部として適切な溶接設計を実施している。

また、安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の内燃機関(燃料系を含む。)の構造設計にあつては、発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の規定を満足するものを使用する設計とする。

### (3) 支持構造物

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の支持構造物の構造設計は、次のとおりとする。

- ・安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の支持構造物は、設計条件において、延性破断及び座屈が生じない設計とする。

上記の安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の支持構造物の構造設計にあつては、計算方法が耐震評価と同じであり、地震荷重が支配的であることから「IV 耐震性に関する説明書」にて説明する。

なお、耐震評価では通常運転時の荷重に加えて地震荷重を組み合わせた構造強度評価を実施するものであり、支持構造物の構造設計においては地震荷重が支配的であるため、耐震評価を確認することで支持構造物が十分な強度を有することが確認できる。

## 2.2.2 可搬型重大事故等対処設備の容器等

可搬型重大事故等対処設備の容器等の構造設計は、次のとおりとする。

- ・可搬型重大事故等対処設備の容器等(完成品は除く。)は、設計条件において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- ・可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品は、消防法に基づく技術上の規格等一般産業用工業品の規格及び基準に適合していることを確認し、使用環境及び使用条件に対して、要求される強度を確保できる設計とする。
- ・ただし、可搬型重大事故等対処設備の容器等のうち内燃機関は、完成品として一般産業用工業品の規格及び基準で規定される温度試験等を実施し、定格負荷状態において、要求される強度を確保できる設計とする。

上記の可搬型重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計にあつては、構造等に関する設計方針に従い、設計条件に対して設計・建設規格におけるクラス3機器の規定を基本とした公式による評価を適用し、評価にて十分な強度を有することを確認することにより、全体的な変形を弾性域に抑える設計する。

可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品の容器及び管の構造設計にあつては、完成品に対する評価を適用し、一般産業用工業品の規格及び基準に適合することを確認することで、要求される強度を確保できる設計とする。

また、可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品のポンプ及び内燃機関(燃料系を含む。)の構造設計にあつては、一般産業用工業品の規格及び基準に適合するものを使用する設計とする。

### 2.3 主要な溶接部の設計

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の主要な溶接部(溶接金属部及び熱影響部をいう。)は、次のとおりとする。

- ・溶接部の形状は、継手面の食い違いや厚さの異なる母材の突合せを行う場合の勾配が、安全な形状の範囲内で、不連続で特異な形状でない設計とする。
- ・溶接部は、溶接によって割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶け込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認する。
- ・溶接部は、健全な溶接部の確保のために適切な強度を有する設計とする。また、その溶接部の強度は機械試験等により母材と同等以上であることをあらかじめ確認したものとする。
- ・適切な溶接施工法及び溶接設備並びに適切な技能を有する溶接士であることを機械試験その他の評価方法によりあらかじめ確認する。

なお、上記の主要な溶接部は、使用前事業者検査により技術基準規則の解釈の「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」に適合していることを確認する。

常設重大事故等対処設備の容器等の主要な溶接部の耐圧試験は、母材と同等の方法及び同じ試験圧力にて実施する。

また、使用前事業者検査を実施するにあたっては、「工事の方法」に示す工事の手順、使用前事業者検査の方法及び工事上の留意事項に従って実施する。

### 3. 耐圧試験等に係る設計の基本方針

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等(支持構造物は除く。)の耐圧試験等は、次のとおりとする。

- (1) 安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等(支持構造物は除く。)は、施設時において、次に定めるところによる圧力で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ことを確認する。

また、安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の主要な溶接部のうち再処理第1種容器及びライニング型貯槽の溶接部は、技術基準規則の解釈の「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」における「表1-13 機器と漏えい試験の種類」に規定された漏えい試験の種類に応じた圧力で漏えい試験を行ったとき、著しい漏えいがないことを確認する。

なお、上記の耐圧試験又は漏えい試験は、技術基準規則の解釈の「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」，設計・建設規格，発電用火力設備の技術基準の解釈等に準拠し実施する。

- a. 内圧を受ける機器に係る耐圧試験の圧力は、機器の最高使用圧力を超え、かつ、機器に生ずる全体的な変形が弾性域の範囲内となる圧力とする。
- b. 内部が大気圧未満になることにより、大気圧による外圧を受ける機器の耐圧試験の圧力は、大気圧と内圧との最大の差を上回る圧力とする。この場合において、耐圧試験の圧力は機器の内面から加えることができる。

ただし、気圧により耐圧試験を行う場合(最高使用圧力が98kPa未満の場合を除く。)であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。

最高使用圧力が98kPa未満の場合であって、気圧により耐圧試験を行う場合の試験圧力は、水圧による耐圧試験の場合と同じ圧力とする。

重大事故等対処設備の容器等であって、規定の圧力で耐圧試験又は漏えい試験を行うことが困難な場合は、試運転による機能及び性能試験(以下「運転性能試験」という。)結果を用いた評価等により確認する。

可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品は、上記によらず、運転性能試験、目視等による有害な欠陥がないことの確認とすることもできるものとする。

また、使用前事業者検査を実施するにあたっては、「工事の方法」に示す工事の手順、使用前事業者検査の方法及び工事上の留意事項に従って実施する。

- (2) 安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等(支持構造物は除く。)は、維持段階において、通常運転時における圧力で漏えい試験を行ったとき、著しい漏えいがないことを確認する。

なお、漏えい試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格」等に準拠し実施する。

ただし、重大事故等対処設備の容器等(支持構造物は除く。)は、使用時における圧力で漏えい試験を行うことが困難な場合は、運転性能試験結果を用いた評価等により確認する。

可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品は、上記によらず、運転性能試験、目視等による有害な欠陥がないことの確認とすることもできるものとする。

また、定期事業者検査を実施するにあたっては、保安規定に従って実施する。

V-1-1 別紙  
容器等の材料及び構造に関する設計  
方針

## 目 次

	ページ
まえがき .....	1
第1章 総則 .....	2
第1条 適用範囲 .....	2
第2条 定義 .....	2
第3条 特殊な方法による設計 .....	2
第2章 材料 .....	2
第4条 材料 .....	2
第5条 機器の構造の規格 .....	2
第3章 容器の構造 .....	3
第6条 容器の構造の規格 .....	3
第6条の2 開放タンク .....	4
第7条 容器の胴 .....	7
第8条 容器の鏡板 .....	27
第8条の2 容器の平板 .....	33
第9条 容器のフランジ付きさら形ふた板 .....	50
第10条 容器の管板 .....	51
第11条 容器の管台 .....	53
第12条 容器のフランジ .....	55
第12条の2 伸縮継手 .....	57
第4章 管の構造 .....	58
第13条 管の構造の規格 .....	58
第14条 管の形状 .....	59
第15条 管の接続 .....	68
第15条の2 穴と捕強 .....	70
第15条の3 管継手 .....	77
第16条 ダクトの構造の規格 .....	78
第16条の2 ダクトの形状 .....	79
第16条の3 ダクトの接続 .....	79
第5章 支持構造物 .....	81



第 17 条 支持構造物の規格 ..... 81

## まえがき

本資料は、技術基準規則第十七条に規定されている安全機能を有する施設又は第三十七条に規定されている重大事故等対処設備に属する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管並びにこれらを支持する構造物の材料及び構造に係る細目の設計方針として定めるものである。

## 第1章 総 則

### (適用範囲)

第1条 本設計方針は、技術基準規則の第十七条及び第三十七条(材料及び構造)における安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管並びにこれらを支持する支持構造物(以下、これに該当する容器、管を「機器」、これらを支持する構造物を「支持構造物」という。)の材料及び構造に適用する。

### (定 義)

第2条 この設計方針において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるとおりとする。

- 一 「最高使用圧力」とは、通常時に運転使用される機器にあつては、通常時の使用状態を想定して設計上定めた値とし、重大事故時に使用される機器にあつては重大事故時の使用状態を想定して設計上定めた値を評価圧力とする。
- 二 「最高使用温度」とは、通常時に運転使用される機器にあつては、通常時の使用状態を想定して設計上定めた値とし、重大事故時に使用される機器にあつては重大事故時の使用状態を想定して設計上定めた値を評価温度とする。
- 三 「閉じ込め部」とは、内包する液体又は気体の閉じ込め障壁を構成する部分をいう。

### (特殊な方法による設計)

第3条 本設計方針と同等以上の安全性を確保し得ると判断される場合にあつては、本設計方針によらないで設計することができる。

## 第2章 材 料

### (材 料)

第4条 再処理施設に属する機器の閉じ込め部又は耐圧部に使用する材料は基本的には別表第1の材料選定フローにより選定する。また、使用する材料は別表第2、第3に掲げる規格(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材料特性を有するものとする。

### (機器の構造の規格)

第5条 容器の構造の規格は、第6条から第12条の2までの規定によらなければならない。また、管又はダクトの構造の規格は、第13条から第16条の3までの規定によらなければならない。

### 第3章 容器の構造

#### (容器の構造の規格)

第6条 再処理施設に属する容器(開放部により内気と外気が通じている容器(以下開放タンクという)を除く。)の構造の規格は、次条から第12条の2までの規定によらなければならない。

- 2 開放タンクの構造の規格は、第6条の2の規定によらなければならない。
- 3 第1項及び第2項により難い容器については、応力評価により、必要な強度を有することが明らかな場合にはこの限りでない。応力評価に当たっての許容応力値は別表第4又は別表第5によるものとするが、詳細な応力計算を実施する場合においては、適切な規格・基準類によるものとする。また、形状、穴の位置等によりこれにより難い閉じ込め部又は耐圧部分であって、その最高使用圧力が次の各号に掲げる検定水圧試験方法のうち、いずれかにより試験を行って求めた検定圧力以下であるものについては、この限りでない。

- 一 水圧力を除々に加え、最も弱い箇所が降伏点に達した時の水圧力の値を求め、これに基づいて次の計算式により検定圧力を計算すること。この場合において、あらかじめ最も弱いと推定した箇所を選定した数個の点について、水圧力を除々に加えた場合の変形量を測定し、その変形量の変化の状態から推定した当該箇所が、降伏点に達する時の水圧力又は当該箇所の外面にあらかじめ石灰乳を塗って乾燥させておき、水圧力を除々に加えて石灰乳膜が点状にはがれ落ちた時の水圧力をもって、当該箇所が降伏点に達した時の水圧力とみなすことができる。

$$P = \frac{P_0 S}{\sigma}$$

Pは、検定圧力(MPa)

P<sub>0</sub>は、最も弱い箇所が降伏点に達した時の水圧力(MPa)

Sは、使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

σは、材料の実際の降伏点(MPa)

- 二 あらかじめ最も弱いと推定した箇所を選定した数個の点に抵抗線ひずみ計をはり付け、当該耐圧部分の予定する最高使用圧力に相当する水圧力を加えて生ずるひずみを、応力に換算して求めた値のうち絶対値による最大の値に基づいて、次の計算式により検定圧力を計算すること。

$$P = \frac{P_0 S}{\sigma_0}$$

P<sub>0</sub>は、予定する最高使用圧力に相当する水圧力(MPa)

σ<sub>0</sub>は、最も弱いと推定される箇所に生じた応力の値(MPa)

P及びSは、それぞれ前号に定めるところによる。

- 4 容器に使用する板の成形後の実際厚さは、本章に規定する値の腐食が予想される容器の部分に対して考慮する腐食代を加えた値を下まわらないこと。ただし、容器の部分によって腐食の度合いが異なることが予想される場合には容器のすべての部分に同じ腐食代をとらなくてもよい。

(開放タンク)

第6条の2 円筒形の開放タンクの胴の厚さは、次の各号に掲げる値のうちいずれか大きいもの(内張り用のものにあつては第一号に掲げる値)以上でなければならない。

一 炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm、その他の材料で作られた場合は1.5mm

二 次の計算式により計算した値

イ 内面に液圧を受ける円筒形の開放タンク

$$t = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

t は、胴の計算上必要な厚さ(mm)

$D_i$  は、胴の内径(m)

H は、水頭(m)

$\rho$  は、液体の比重又は固体(粉体を含む)のかさ比重。ただし、1未満の場合は、1とする。

S は、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

$\eta$  は、長手継手の効率で、第7条第4項に定めるところによる。

ロ 外面に液圧又は圧力を受ける円筒形の胴

胴の厚さは、第7条第3項第二号ハ又は二の規定に準じなければならない。この場合において、 $P_e$ は、次に定めるところによる。

(イ)環状形槽の場合

$$P_e = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及び $\rho$ は、それぞれイに定めるところによる。

(ロ)ジャケット付の場合

$P_e$ は、外面に受ける最高の圧力(MPa)

<備考>

胴の計算上必要な計算に当たっては、容器を複数に区分し、各区分毎に必要なHの値を用いて値を求めてもよい。

三 次の表の左欄に掲げる胴の内径の区分に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

胴の内径の区分 (m)	胴の厚さ (mm)
5 を超え 16 以下	4.5
16 を超え 35 以下	6
35 を超え 60 以下	8
60 を超えるもの	10

2 円筒形以外の開放タンクの胴の厚さは次の各号(内張り用のものにあつては第一号に掲げる値)以上でなければならない。この場合においてPは次の計算式により計算した値とし、P<sub>0</sub>は、第1項第二号ロに定めるところによる。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及びρは、それぞれ第1項第二号イに定めるところによる。

- 一 炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm, その他の材料で作られた場合は1.5mm
- 二 球形の胴にあつては第7条第3項第二号ホ、へ又はトに定めるところによる。
- 三 円すい形の胴にあつては第7条第3項第二号チ又はリに定めるところによる。
- 四 平板形の胴にあつては第8条の2に定めるところによる。

3 屋根がない開放タンクの胴の上部には、次の表の左欄に掲げる胴の内径の区分に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる寸法以上の山形鋼又はこれと同等以上の強度を有する形鋼を連続溶接により溶接しなければならない。ただし、内張り用のものにあつては、この限りでない。

胴の内径の区分 (m)	山形鋼の寸法 (mm)
3 を超え 10 以下	65×65×6
10 を超え 18 以下	65×65×8
18 を超えるもの	75×75×9

4 開放タンクの胴に穴を設ける場合は、次の各号によらなければならない。ただし、内張り用のものにあつては、この限りでない。

- 一 穴は、円形又はだ円形であること。ただし、容器内の流体等の監視用のために設ける穴で長方形の両端が凸形に半円形状であるものにあつては、この限りでない。
- 二 穴を補強すること。ただし、穴の径(円形の穴にあつては直径、だ円形の穴にあつては長径をいう。)が85mm以下の場合、この限りでない。

5 前項第二号の規定により穴を補強する場合は、第7条第7項の規定(平板に設けた穴にあつては第8条の2第14項第二号)に準じなければならない。この場合において、Pは、次の計算式により計算した値とする。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及び $\rho$ は、それぞれ第1項第二号イに定めるところによる。

6 開放タンクの底板は、次の各号に掲げるもののうちいずれかでなければならない。ただし、内張り用のものにあつては、この限りでない。

- 一 平板
- 二 第8条第1項に掲げるもの

7 前項の底板の厚さは、次の各号に掲げる値以上でなければならない。ただし、内張り用のものにあつては、この限りでない。

- 一 地面、基礎等に直接接触するものにあつては、3mm
- 二 前号に掲げるもの以外のものにあつては、第8条第2項、第8条の2第1項、第8条の2第5項、第8条の2第6項又は第8条の2第7項に規定する値。この場合において、ジャケット部以外のPは、次の計算式により計算した値とする。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及び $\rho$ は、それぞれ第1項第二号イに定めるところによる。

なお、開放タンク(角形)の平板部でリブによって補強されたもののPの値は、第8条の2第10項の計算式により求めた最高許容圧力の小さい方の値以下でなければならない。

8 開放タンクの管台の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

- 一 第1項第二号の規定に準じて計算した値
- 二 炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、次の表の左欄に掲げる管台の外径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

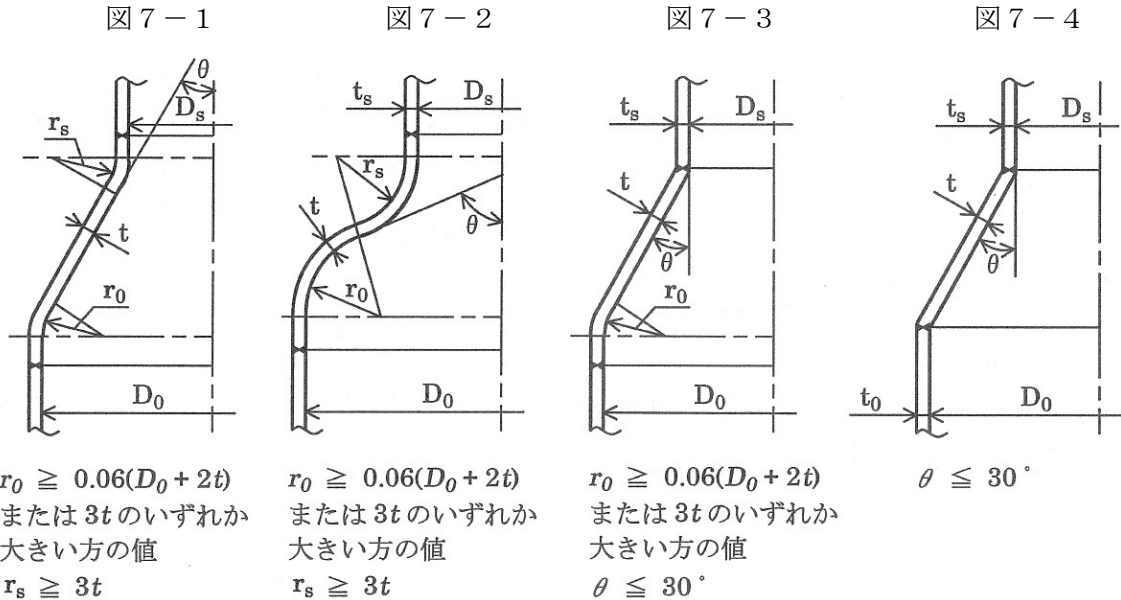
管台の外径(mm)	管台の厚さ(mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上	3.5

9 第12条第1項の規定は、フランジに準用する。

(容器の胴)

第7条 容器の胴の形は、次の各号によらなければならない。

- 一 円筒形，球形，図7-1から図7-4までに示す円すい形，平板形又は本条第10項に示す管継手であること。



- 二 円筒形若しくは円すい形の胴の軸に垂直な同一断面又は球形の胴の中心を通る同一断面における最大内径と最小内径との差は、当該断面の呼び内径の1パーセント以下であること。ただし、断面が胴に設けられた穴を通る場合は、その断面における呼び内径の1パーセントにその穴の内径の2パーセントを加えた値を超えてはならない。
- 三 外面に圧力を受ける胴は、円筒形又は円すい形のものにあつては軸に垂直な断面、球形のものにあつては中心を通る断面における真円に対する最大偏差が図7-5に示すeの値以下のものであること。この場合において、真円に対する偏差は、図7-6に示す弧の長さの2倍の長さの弦を有する弓形に対する胴の内側又は外側の半径方向の偏差とする。



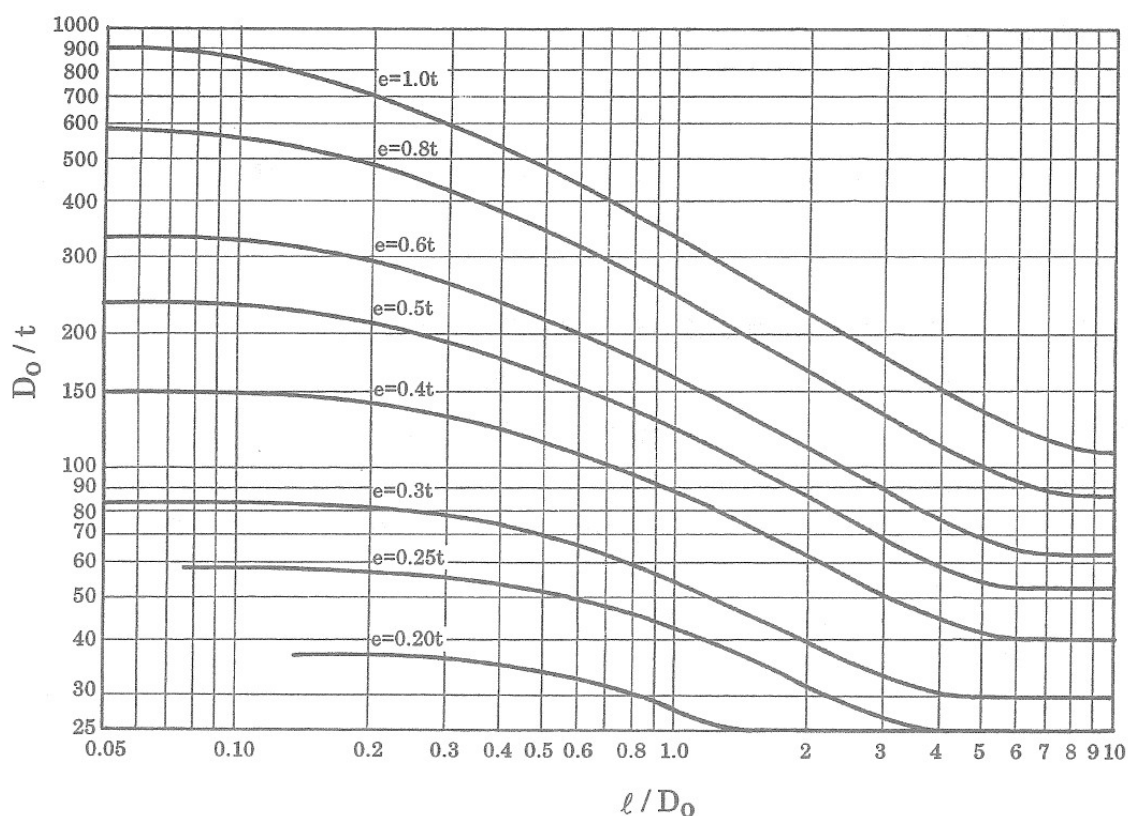


図 7-5

<備考>

- (1) 中間の値は，比例法によって計算する。
- (2)  $D_0$  は，胴の外径 (mm)
- (3)  $t$  は，胴の厚さ (mm)
- (4)  $l$  は，球形の胴にあつては外径の 2 分の 1，球形以外の胴にあつては胴の軸方向の長さであつて鏡板取付部間の距離，強め輪の中心間の距離，胴の端に最も近い強め輪の中心と胴の端との距離又は胴の端に最も近い強め輪の中心から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さにその鏡板の深さの 3 分の 1 を加えた長さ (mm)

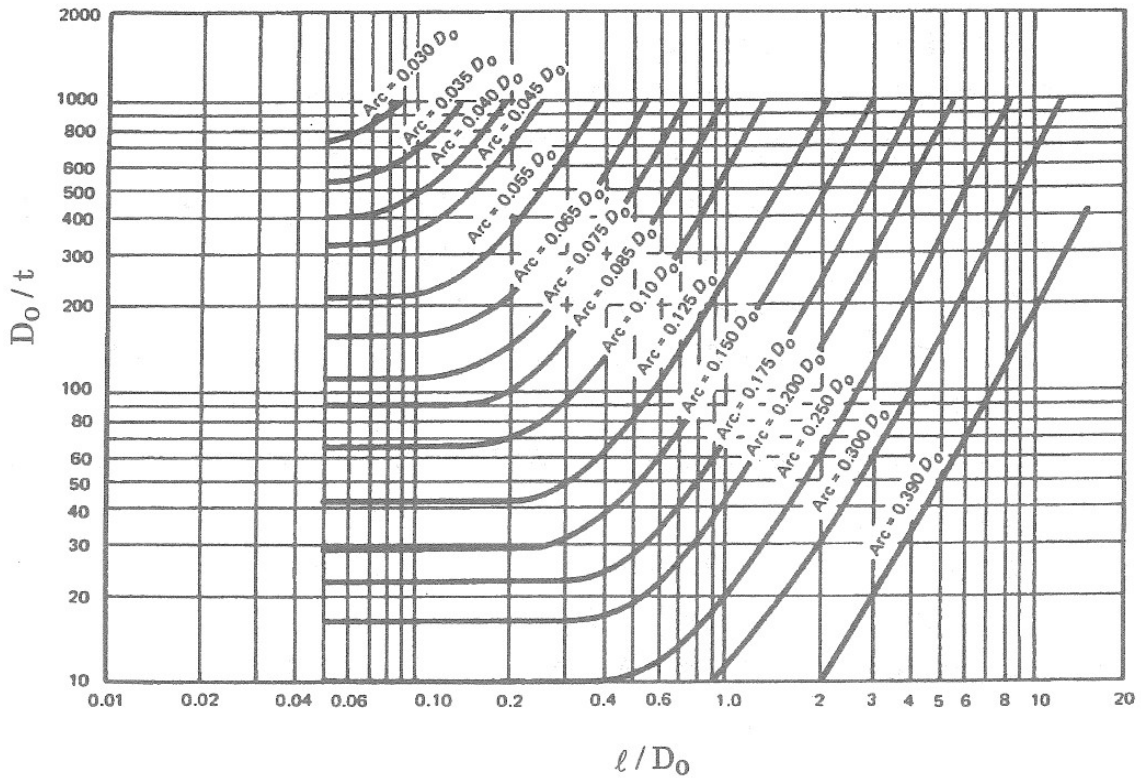


図 7-6

<備考>図 7-5 の備考と同様とする。

- 2 容器の継手は、溶接継手又はフランジ継手としなければならない。ただし、これと同等以上の機能を有することが明らかな継手についてはこの限りでない。
- 3 容器の胴の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。
  - 一 炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあつては 3mm，その他の材料で作られたものにあつては 1.5mm
  - 二 次の計算式により計算した値
    - イ 内面に圧力を受ける円筒形の胴であつて，その厚さが内半径の 2 分の 1 以下のもの

$$t = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

t は、胴の計算上必要な厚さ (mm)

P は、最高使用圧力 (MPa)

$D_i$  は、胴の内径 (mm)

S は、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

$\eta$  は、長手継手の効率又は連続した穴がある場合における当該部分の効率。ただし、穴と長手継手の溶接部の溶着金属との距離が 6mm 以下の場合又は穴が長手継手を通る場合は、当該長手継手の効率と当該穴がある部分の効率との積とする。

ロ 内面に圧力を受ける円筒形の胴であって、その厚さが内半径の 2 分の 1 を超えるもの

$$t = R_i(\sqrt{Z}-1)$$

$R_i$  は、胴の内半径(mm)

$Z$  は、次の計算式により計算した値

$$Z = \frac{S\eta + P}{S\eta - P}$$

$t$ 、 $P$ 、 $S$  及び  $\eta$  は、それぞれイに定めるところによる。

ハ 外面に圧力を受ける円筒形の胴であって、その厚さが外径の 0.1 倍以下のもの

$$t = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

$P_e$  は、外面に受ける最高の圧力(MPa)

$D_o$  は、胴の外径(mm)

$B$  は、別図第 4 から別図第 22 までにより求めた値

$t$  は、イに定めるところによる。

<備考>

$P_e$  は、運転状態で外面に受ける圧力をいい、試験状態における圧力は含まない。

ニ 外面に圧力を受ける円筒形の胴であって、その厚さが外径の 0.1 倍を超えるもの  
次の 2 つの計算式により計算した値のいずれか大きい方の値

$$t = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S}} \right)$$

$S$  は、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に定める値の 2 倍の値又は別表第 7 に定める値の 0.9 倍の値のいずれか小さい方の値(MPa)

$t$  はイに、 $P_e$ 、 $D_o$  及び  $B$  は、それぞれハに定めるところによる。

ホ 内面に圧力を受ける球形の胴であって、その厚さが内半径の 0.356 倍以下のもの

$$t = \frac{PD_i}{4S\eta - 0.4P}$$

$D_i$ は、胴の内径(mm)

$t$ 、 $P$ 、 $S$ 及び $\eta$ は、それぞれに定めるところによる。

へ 内面に圧力を受ける球形の胴であって、その厚さが内半径の0.356倍を超えるもの

$$t = R_i (\sqrt[3]{Y} - 1)$$

$Y$ は、次の計算式により計算した値

$$Y = \frac{2(S\eta + P)}{2S\eta - P}$$

$t$ 、 $P$ 、 $S$ 及び $\eta$ は、それぞれに、 $R_i$ は口に定めるところによる。

ト 外面に圧力を受ける球形の胴

$$t = \frac{P_e R_o}{B}$$

$R_o$ は、胴の外半径(mm)

$t$ はに、 $P_e$ 及び $B$ はそれぞれに定めるところによる。

チ 内面に圧力を受ける円すい形の胴

(イ) 円すいの部分

$$t = \frac{PD_i}{2 \cos \theta (S\eta - 0.6P)}$$

$D_i$ は、円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径(mm)

$\theta$ は、円すいの頂角の2分の1

$t$ 、 $P$ 、 $S$ 及び $\eta$ は、それぞれに定めるところによる。

<備考>

偏心形円すい胴の場合は図7-7のように $D_i$ 及び $\theta$ をとること。

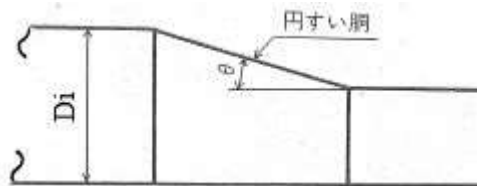


図7-7

(ロ) 大径端のすその丸みの部分

$$t = \frac{PD_i W}{4 \cos \theta (S\eta - 0.1P)}$$

$W$ は、円すいの形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{D_i}{2r_o \cos \theta}} \right)$$

$r_o$ は、円すいのすその丸みの部分の内半径(mm)

$t$ ,  $P$ ,  $S$ 及び $\eta$ は、それぞれイに、 $D_i$ 及び $\theta$ はそれぞれ(イ)に定めるところによる。

(ハ)小径端のすその丸みの部分

(イ)により得られる計算上必要な厚さ

リ 外面に圧力を受ける円すい形の胴

(イ)円すいの頂角の2分の1が22.5度以下のものにあつては、その軸方向の長さ(強め輪を設けている胴にあつては強め輪のその中心間の距離)を長さとし、軸に垂直な断面の外径の最大のもの(強め輪を設けている胴にあつてはその取付けられている部分の外径の最大のもの)を外径とする円筒形の胴について、ハ又は二の計算式により計算した値

(ロ)円すいの頂角の2分の1が22.5度を超え60度以下のものにあつては、その軸に垂直な断面の内径の最大のもの(強め輪を設けている胴にあつてはその取付けられている部分の内径の最大のもの)を長さ及び外径とする円筒形の胴について、ハ又は二の計算式により計算した値

(ハ)円すいの頂角の2分の1が60度を超えるものにあつては、その軸に垂直な断面の内径の最大ものを直径とする平板について、第8条の2第1項の計算式により計算した値

ヌ 平板形であつては、第8条の2に規定する値

4 前項第二号イに規定する継手の効率は、次の表の左欄に掲げる継手の種類に応じそれぞれ同表の右欄に掲げる値とする。

継手の種類	効 率	
	技術基準規則の解釈に規定された「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」における「別紙-1 再処理施設の溶接の方法」の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い、同規定に適合するもの	
突合せ両側溶接，裏当金を使用した突合せ片側溶接(溶接後裏当金を取除いたものに限る。)並びに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
裏当金を使用しない突合せ片側溶接	0.60	0.60

5 第3項第二号イに規定する連続した穴がある場合における当該部分の効率は、当該部分を第7項の規定に準じて捕強する場合は1、その他の場合は次の各号に掲げる値とする。

一 大きさの同じ穴が胴の長手方向の一直線上に同一のピッチで配置されている場合は、次の計算式により計算した値

$$\eta = \frac{p - d}{p}$$

$\eta$ は、穴のある部分の効率

$p$ は、穴の長手方向のピッチ(mm)

$d$ は、穴の径(mm)

二 数群の大きさの同じ穴が胴の長手方向に一直線上に規則的に配置され、かつ、各群における穴の配置が同一である場合は、次の計算式により計算した値

$$\eta = \frac{\ell - nd}{\ell}$$

$\ell$ は、各群の長さ(mm)

$n$ は、各群の穴の数

$\eta$ 及び $d$ は、それぞれ前号に定めるところによる。

三 大きさの同じ穴が胴の長手方向の一直線上に不規則に配置されている場合は、次に掲げる値のうちいずれか小さいもの

イ 次の計算式により計算した値のうち最小のもの

$$\eta = \frac{a + b + c + \dots}{l_1}$$

a, b, c……は、それぞれ穴の間の帯の幅(mm)

$l_1$ は、胴の内径に等しい長さ(mm)。ただし、内径が1,500mmを超える場合は、1,500mmとする。

$\eta$ は、第一号に定めるところによる。

ロ 次の計算式により計算した値のうち最小のもの

$$\eta = \frac{a + b + c + \dots}{l_2} \times 1.25$$

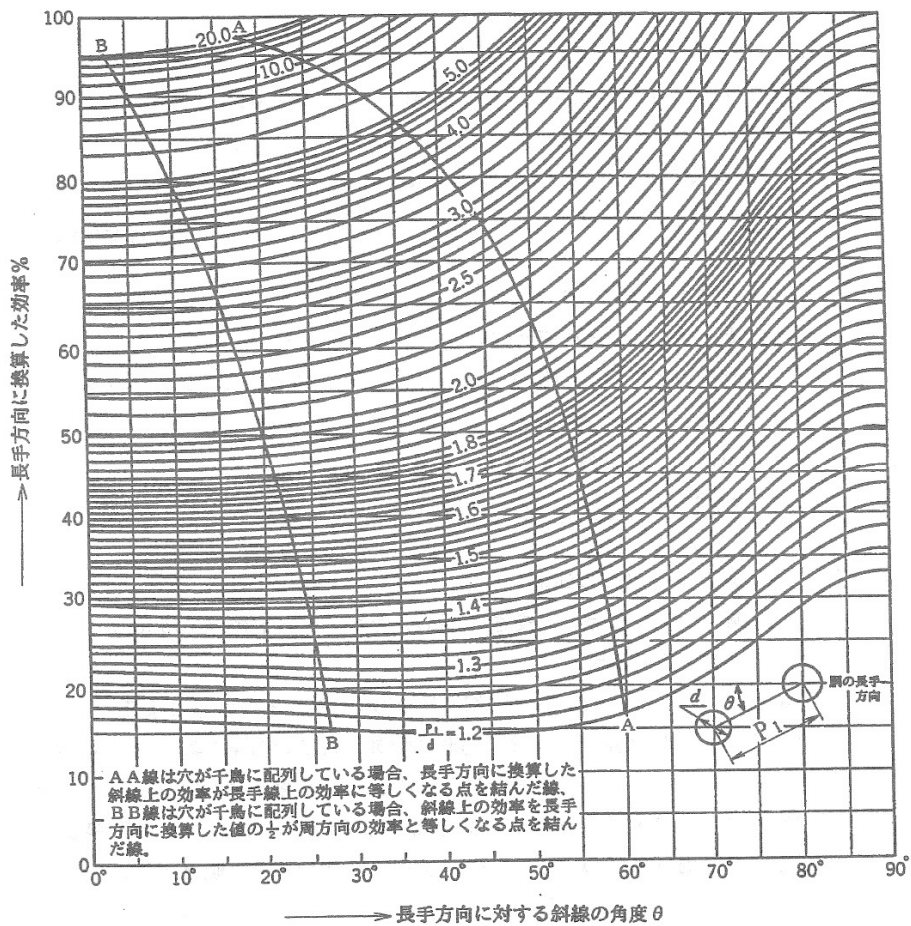
$l_2$ は、胴の内半径に等しい長さ(mm)。ただし、内半径が750mmを超える場合は、750mmとする。

$\eta$ は、第一号に、a, b, c……はそれぞれイに定めるところによる。

四 大きさの同じ穴が斜線上又は千鳥形に配置されている場合は、次の図により求めた値。ただし、千鳥形に配置されている場合において、同図において効率を示す点がAA線より右側にあるときは長手方向について、BB線より左側にあるときは周方向について、次の計算式により計算した値とする。

$$\eta = \frac{p - d}{p}$$

$\eta$ , p及びdは、それぞれ第一号に定めるところによる。



6 容器の胴(平板形を除く。)に穴を設ける場合は、次の各号によらなければならない。

- 一 穴は、円形又はだ円形であること。ただし、容器内の液体等の監視用のために設ける穴で長方形の両端が凸形に半円形状であるものにあつては、この限りでない。

<備考>

図7-8のような管台取付けによって生じる穴は近似だ円となるので、だ円形に含める。

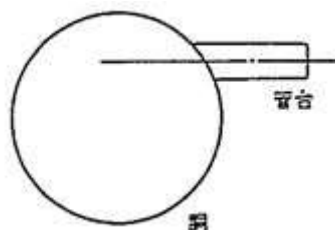
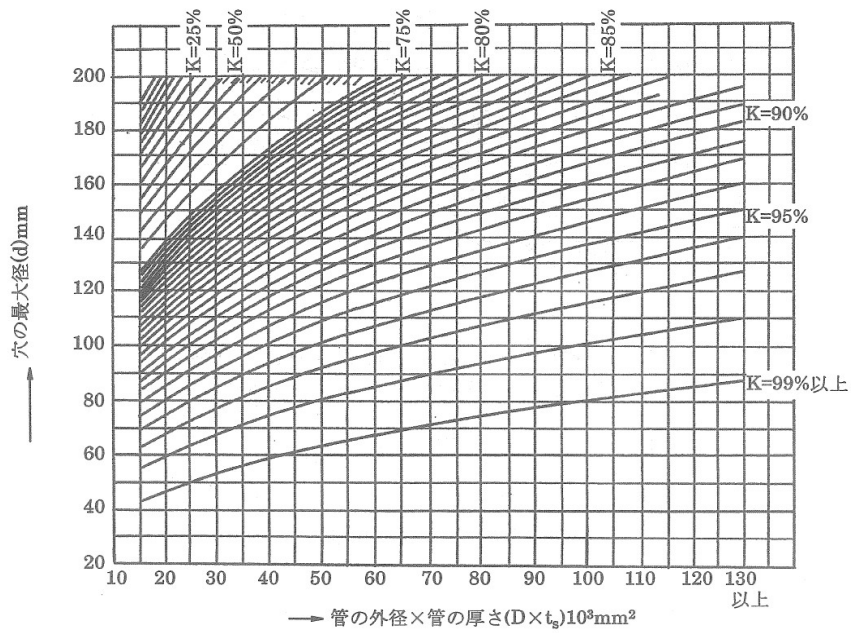
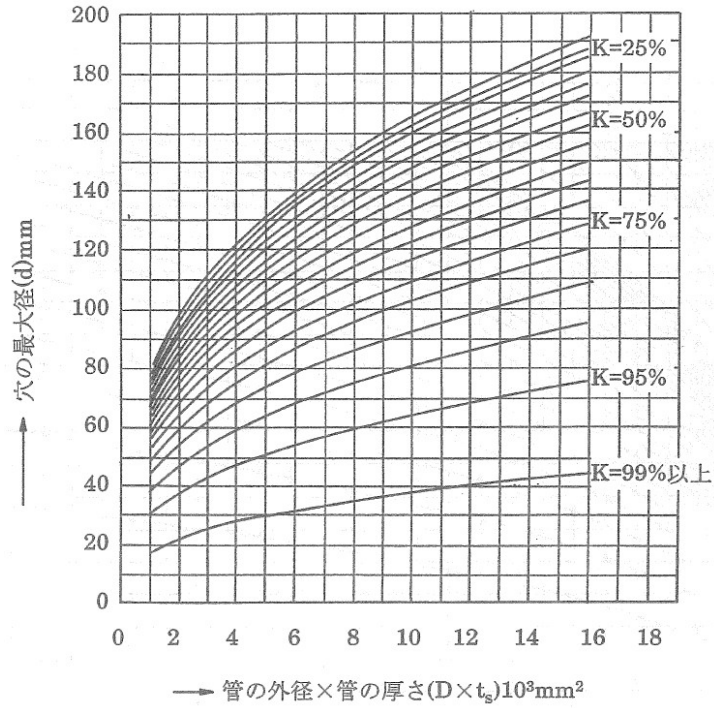


図7-8

- 二 穴を補強すること。ただし、次に掲げる穴を容器の胴に設ける場合は、この限りでない。



イ 穴の径(円形の穴にあっては直径，だ円形の穴にあっては長径をいう。以下この条において同じ。)が 61mm 以下で，かつ，胴の内径の 4分の1 以下の穴  
 ロ イに掲げるものを除き，穴の径が 200mm 以下で，かつ，次の図により求めた d の値以下の穴



<備考>

(1) d は，穴の径(mm)

(2) Dは、胴の外径(円すい形の胴の場合にあつては、穴の中心における胴の外径) (mm)

(3) Kは、次の計算式により計算した値

イ 円筒形の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s}$$

ロ 球形の場合

$$K = \frac{PD}{3.64S \eta t_s}$$

ハ 円すい形の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s \cos \theta}$$

(4)  $t_s$ は、胴板の厚さ (mm)

(5)  $\theta$ は、円すいの頂角の2分の1

(6)  $\eta$ は、穴が長手継手又は胴と全半球形鏡板との接合部の周継手を通る場合は第4項に規定する効率、その他の場合は1

(7) P及びSは、それぞれ第3項第二号イに定めるところによる。

(8) Kが25パーセント以下の場合の補強を要さない穴の径は、下式によって求める。

$$d = 8.05 \sqrt[3]{Dt_s(1 - K)}$$

7 前項第二号の規定により補強する場合は、次の各号によらなければならない。

一 補強は、穴の中心を含み、かつ、胴板の面に垂直な任意の平面に現れる断面について、イの補強に有効な範囲内にあるロの補強に有効な面積がハの補強に必要な面積より大きくなるように行うこと。

イ 補強に有効な範囲 穴の中心を含み、かつ、胴板の面に垂直な平面上において、(イ)に掲げる穴の中心線に平行な2つの直線及び(ロ)に掲げる胴板の面に沿う2つの線によって囲まれる範囲

(イ)穴の中心線に平行な直線 穴の中心線からその両側に胴板の中心線に沿ってそれぞれ各断面に現れる穴の径又は各断面に現れる穴の径の2分の1と胴板の厚さと管台がある場合における管合壁の厚さとの和のうちいずれか大きいものに等しい距離にある直線

(ロ)胴板の面に沿う線 胴板の面からその両側にそれぞれ胴板の厚さの2.5倍又は強め材の厚さと管台がある場合における管台壁の厚さの2.5倍との和のうちいずれか小さいものに等しい距離にある線

ロ 補強に有効な面積 次に規定する断面積の和

(イ) 次の2つの計算式により求めた断面積のうちいずれか大きいもの

$$A = (\eta t_s - Ft_{sr})d$$

$$A = 2(\eta t_s - Ft_{sr})(t_s + t_n)$$

Aは、補強に有効な断面積(mm<sup>2</sup>)

$\eta$ は、穴が長手継手又は胴と全半球形鏡板との接合部の周継手を通る場合は第4項に規定する効率、その他の場合は1

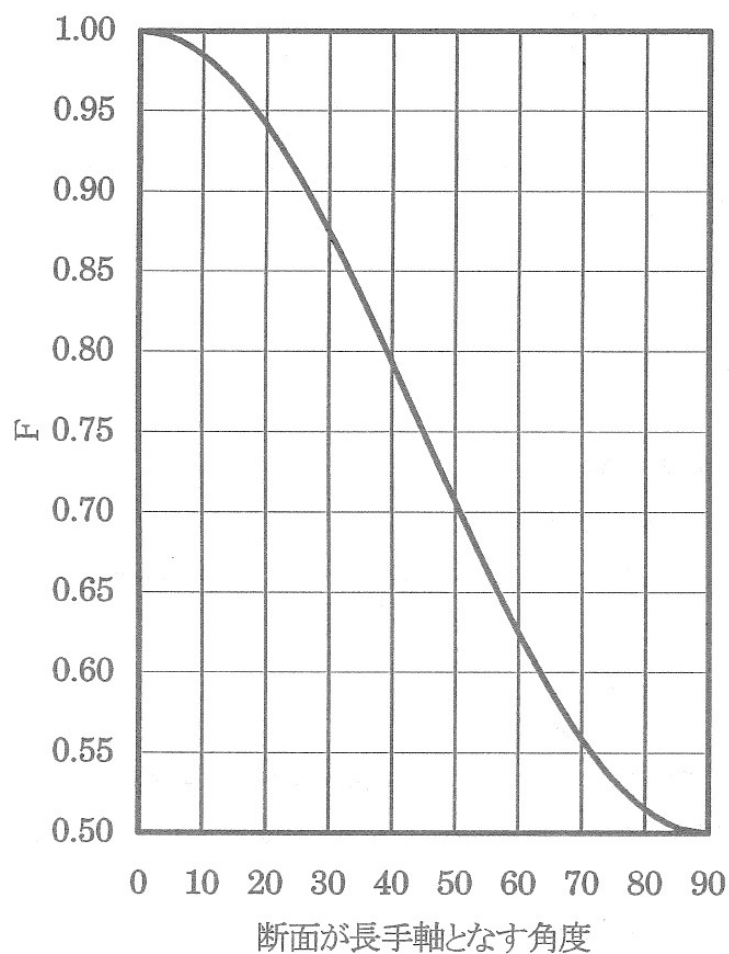
$t_s$ は、胴の厚さ(mm)

$t_{sr}$ は、継目のない胴の計算上必要な厚さ(mm)

$t_n$ は、管台を取り付ける場合における当該管台壁の厚さ(mm)

dは、断面に現れる穴の径(mm)

Fは、次の図により求めた値



(ロ) 管台がある場合は、管台のうち次の計算式により計算した値を超える部分の断面

積及び当該管台のフランジ又は強め材の断面積

$$t_{nr} = \frac{PD_i}{2S - 1.2P}$$

$t_{nr}$  は、管台の計算上必要な厚さ(mm)

$D_i$  は、管台の内径(mm)

P及びSは、それぞれ第3項第二号イに定めるところによる。

(ハ) 管台、管台のフランジ又は強め材を溶接により取付ける場合におけるすみ肉部の断面積

ハ 補強に必要な面積 次の計算式により計算した値に等しい断面積

(イ) 内圧を受ける円筒形又は円すい形の胴の場合

$$A_r = dt_{sr}F$$

$A_r$  は、補強に必要な断面積(mm<sup>2</sup>)

d,  $t_{sr}$  及びFは、それぞれロ(イ)に定めるところによる。

(ロ) 内圧を受ける球形の胴の場合

$$A_r = dt_{sr}$$

$A_r$  は(イ)に、d及び $t_{sr}$ はそれぞれロ(イ)に定めるところによる。

(ハ) 外圧を受ける円筒形又は円すい形の胴の場合

(イ)で算定した補強に必要な面積の50パーセント以上とすることができる。

(ニ) 外圧を受ける球形の胴の場合

(ロ)で算定した補強に必要な面積の50パーセント以上とすることができる。

二 前号の場合において、2以上の穴が接近しているためそれぞれの同号イの補強に有効な範囲が重なり合うときは、次によること。

イ 重なり合う部分の面積は、2以上の穴の補強に有効な面積としないこと。

ロ 隣接する2つの穴の中心間の距離は、これらの穴の径の平均値の1.5倍以上であり、かつ、これらの穴の間にある補強に有効な範囲の面積は、これらの穴の補強に必要な面積の50パーセント以上であること。

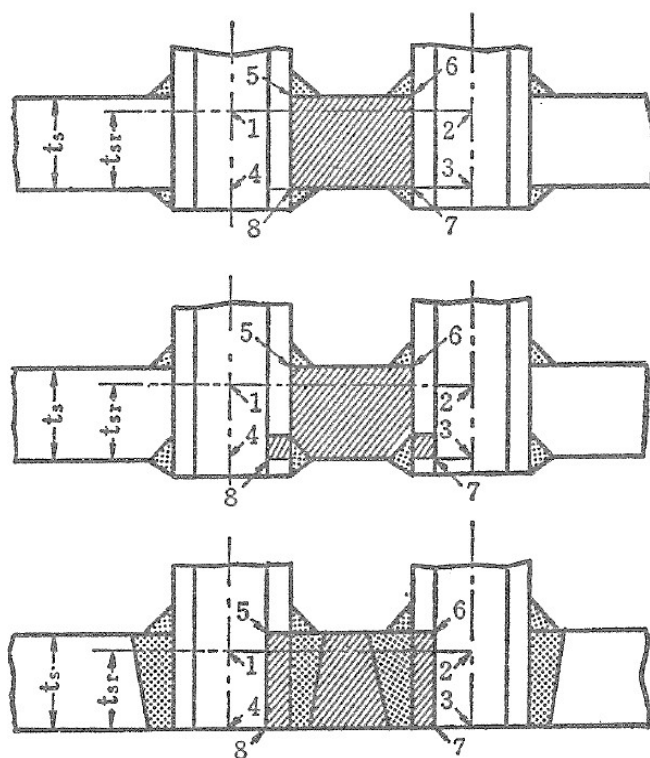
ハ 2つ以上の穴を次の図に示すように溶接により取付けた強め材で補強する場合は、隣接する2つの穴の間の胴の断面積(胴板内に溶着された管壁を含む。)は次の計算式により計算した値以上であること。

$$A_s = 0.7\ell t_{sr}F$$

$A_s$  は、2つの穴の間の胴の断面積(mm<sup>2</sup>)

$\ell$  は、2つの穴の中心間の距離(mm)

$t_{sr}$  及びFは、それぞれ前号ロ(イ)に定めるところによる。



胴の断面積は、5.6.7.8で囲まれる面積

- 三 別表第 10 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の熱膨張係数は，容器の胴の材料のその 0.85 倍以上 1.15 倍以下であること。
- 四 内径が，1,500mm 以下の胴に設ける穴の径が胴の内径の 2 分の 1(500mm を超える場合は，500mm) を超える場合及び内径が 1,500mm を超える胴に設ける穴の径が胴の内径の 3 分の 1(1,000mm を超える場合は，1,000mm) を超える場合は，第一号のハの補強に必要な面積の 3 分の 2 以上の補強に有効な面積が穴の周囲から穴の径の 4 分の 1 の範囲内にあること。
- 五 補強に必要な面積の 2 分の 1 以上の補強に有効な面積は，穴の中心線の両側にあること。
- 六 別表第 4 又は別表第 5 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の許容引張応力がこれらの表に規定する胴の材料の許容引張応力より大きい場合は，これらの材料の許容引張応力を胴の材料の許容引張応力と同等として計算に用いること。
- 七 別表第 4 又は別表第 5 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の許容引張応力がこれらの表に規定する胴の材料の許容引張応力より小さい場合は，これらの材料の許容引張応力と胴の材料の許容引張応力との比に反比例してこれらの材料の断面積を増加すること。
- 八 強め材を溶接により取付ける強さは，次に掲げる値のうちいずれか小さいもの以上であること。

イ 強さを要求される部分の強め材の断面積と別表第 4 又は別表第 5 に規定する許容引張応力との積

ロ 次の(イ)の値から(ク)の値を引いた値

(イ)穴の径と胴に穴がないものとして求めた計算上必要な厚さと別表第 4 又は別表第 5 に規定する胴の材料の許容引張応力との積

(ク)第一号ロ(イ)の断面積と別表第 4 又は別表第 5 に規定する胴の材料の許容引張応力との積

九 前号の強め材を取り付ける強さは、別表第 4 又は別表第 5 に規定する胴の材料の許容引張応力と次の表に掲げる数値と溶接部が切断する面の断面積との積とする。この場合において、溶接部が切断する面の断面積は、第一号本文に規定する断面の片側をとるものとする。

応力除去の有無	管台壁のせん断	突合せ溶接部		すみ肉溶接部のせん断
		引張	せん断	
行った場合	0.70	0.74	0.60	0.49
行わない場合	0.70	0.70	0.56	0.46

8 容器の内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴とを接続する場合は、次の各号によらなければならない。

一 円すい形の胴と円筒形の胴との接続は、第 1 項第一号の図 7-1 から図 7-4 までに示すように行うこと。

二 第 1 項第一号の図 7-4 の場合において、円すい形の頂角の 2 分の 1 が次の表の上欄に掲げる値に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値より大きいときは、円すい形の胴の大径端と円筒形の胴との接続部に強め輪を設けること。

100P/Sη	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
角 度	11	15	18	21	23	25	27	28.5	30

<備考>

(1) 表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。

(2) P、S 及び η は、それぞれ第 3 項第二号イに定めるところによる。

三 前号の強め輪は、次により設けること。

イ 強め輪のうち円すい形の胴と円筒形の胴との接続部からそれぞれの胴の板厚の中心に沿って(イ)の計算式により計算した距離の範囲内にある強め輪の断面積(以

下この号において「強め輪の有効断面積」という。)は、(ロ)の計算式により計算した値以上であること。

$$(イ) a = \sqrt{\frac{D_o t_o}{2}}$$

$$(ロ) A = \frac{PD_o^2}{8S\eta} \left(1 - \frac{\theta_1}{\theta}\right) \tan \theta$$

a は、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部からそれぞれの胴の板厚の中心に沿った距離(mm)

D<sub>o</sub> は、円すい形の胴の大径端に接続する円筒形の胴の内径(mm)

t<sub>o</sub> は、円すい形の胴の大径端に接続する円筒形の胴の厚さ(mm)

A は、強め輪に必要な断面積(mm<sup>2</sup>)

θ<sub>1</sub> は、前号の表の下欄に掲げる角度

P, S 及び η は、それぞれ第3項第二号イに、θ は同号チ(イ)に定めるところによる。

ロ 強め輪の断面の重心は、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部からそれぞれ胴の板厚の中心に沿ってイ(イ)の計算式により計算した値の2分の1の距離の範囲内にあること。

ハ イの場合において、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部における円すい形の胴及び円筒形の胴の厚さがそれぞれの計算上必要な厚さより大きいときは、次の計算式により計算した値以下の面積を強め輪の有効断面積に算入することができる。

$$A_e = 4t_e \sqrt{\frac{D_o t_o}{2}}$$

A<sub>e</sub> は、胴板の断面積のうち強め輪の有効断面積に算入することができる最大断面積(mm<sup>2</sup>)

t<sub>e</sub> は、次の2つの計算式により計算した値のいずれか小さい方の値(mm)

$$t_e = t_o - t'$$

$$t_e = t - \frac{t'}{\cos \theta}$$

t' は、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部における円筒形の胴の計算上必要な厚さ(mm)

t は、円すい形の胴の厚さ(mm)

D<sub>o</sub> 及び t<sub>o</sub> はそれぞれイに、θ は第3項第二号チ(イ)に定めるところによる。

四 第1項第一号の図7-3及び図7-4の場合において、円すいの頂角の2分の1が次の表の上欄に掲げる値に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値より大きいときは、

円すい形の胴の小径端と円筒形の胴との接続部に強め輪を設けること。

100P / S η	0.2	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	10.0	12.5
角 度	4	6	9	12.5	17.5	24	27	30

<備考>

(1) 表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。

(2) P, S 及び η は、それぞれ第3項第二号イに定めるところによる。

五 前号の強め輪は、次により設けること。

イ 強め輪のうち円すい形の胴と円筒形の胴との接続部から、それぞれの胴の板厚の中心に沿って(イ)の計算式により計算した距離の範囲内にある強め輪の断面積(以下この号において「強め輪の有効断面積」という。)は、(ロ)の計算式により計算した値以上であること。

$$(イ) a = \sqrt{\frac{D_s t_s}{2}}$$

$$(ロ) A = \frac{PD_s^2}{8S\eta} \left(1 - \frac{\theta_2}{\theta}\right) \tan \theta$$

$D_s$  は、円すい形の胴の小径端に接続する円筒形の胴の内径(mm)

$t_s$  は、円すい形の胴の小径端に接続する円筒形の胴の厚さ(mm)

$\theta_2$  は、前号の表の下欄に掲げる角度

$a$  及び  $A$  はそれぞれ第三号イに、 $P$ 、 $S$  及び  $\eta$  はそれぞれ第3項第二号イに、 $\theta$  は同号チ(イ)に定めるところによる。

ロ 強め輪の断面の重心は、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部からそれぞれの胴の板厚の中心に沿ってイ(イ)の計算式により計算した値の2分の1の距離の範囲内にあること。

ハ イの場合において、円すい形の胴と円筒形の胴との接続部における円すい形の胴及び円筒形の胴の厚さがそれぞれの計算上必要な厚さより大きいときは、次の計算式により計算した値以下の面積を強め輪の有効断面積に算入することができる。

$$A_c = m \sqrt{\frac{D_s t_s}{2}} \left\{ \left( t - \frac{t'}{\cos \theta} \right) + (t_s - t') \right\}$$

$m$  は、次の2つの計算式により計算した値のいずれか小さい方の値

$$m = \frac{t_s}{t'} \cos(\theta - \theta_2)$$

$$m = \frac{t \cos \theta \cos(\theta - \theta_2)}{t'}$$



$A_e$ ,  $t'$  及び  $t$  はそれぞれ第三号ハに,  $\theta$  は第3項第二号チ(イ)に,  $\theta_2$ ,  $D_s$  及び  $t_s$  はそれぞれイに定めるところによる。

9 容器の外面に圧力を受ける胴に強め輪を設ける場合は, 次の各号によらなければならない。

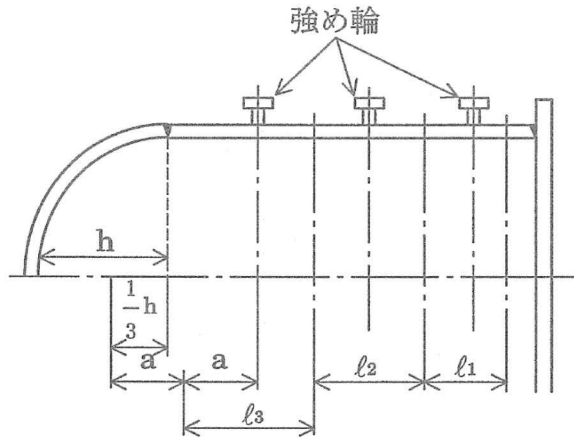
一 強め輪の断面の重心を通り, 胴の中心線に平行な軸についての強め輪の慣性モーメントは, 次の計算式により計算した値以上であること。

$$I = \frac{D_o^2 \ell \left( t + \frac{a}{\ell} \right) A}{14}$$

$I$  は, 強め輪に必要な慣性モーメント ( $\text{mm}^4$ )

$D_o$  は, 胴の外径 ( $\text{mm}$ )

$\ell$  は, 胴の軸方向の長さであって, 次の図に示す  $l_1$ ,  $l_2$  又は  $l_3$  ( $\text{mm}$ )



$t$  は, 胴の厚さ ( $\text{mm}$ )

$a$  は, 強め輪の断面積 ( $\text{mm}^2$ )

$A$  は, 別図第4から別図第22までにより求めた値。この場合において,  $B$  は, 次の計算式により計算した値とする。

$$B = \frac{3P_e D_o}{4 \left( t + \frac{a}{\ell} \right)}$$

$P_e$  は, 外面に受ける最高の圧力 ( $\text{MPa}$ )

<備考>

胴と強め輪の材料の異なる場合の  $A$  の値は, 別図第4から別図第22までにより求めた各々の材料の値のうち, 大きい方の値を用いること。また, 外面に受ける最高の圧力  $P_e$  は, 第3項第二号ハに定めるところによる。

二 前号の場合において, 次に適合するときは, 胴板の慣性モーメントを強め輪の慣性



四 強め輪の切欠き部の弧の長さは、図7-9により求めた値以下であること。ただし、当該部分に強め材が取付けられている場合又は次に適合する場合は、この限りでない。

イ 強め輪の切欠き部の弧の中心角は、90度以下であること。

ロ 隣接する強め輪の切欠き部は、180度の角度をもって配置されていること。

ハ 強め輪の断面の重心を通り、胴の中心線に平行な軸についての強め輪の慣性モーメントは、 $l$ を図7-10に示す $l_1$ 、 $l_2$ 又は $l_3$ (mm)として第一号の計算式により計算した値以上であること。

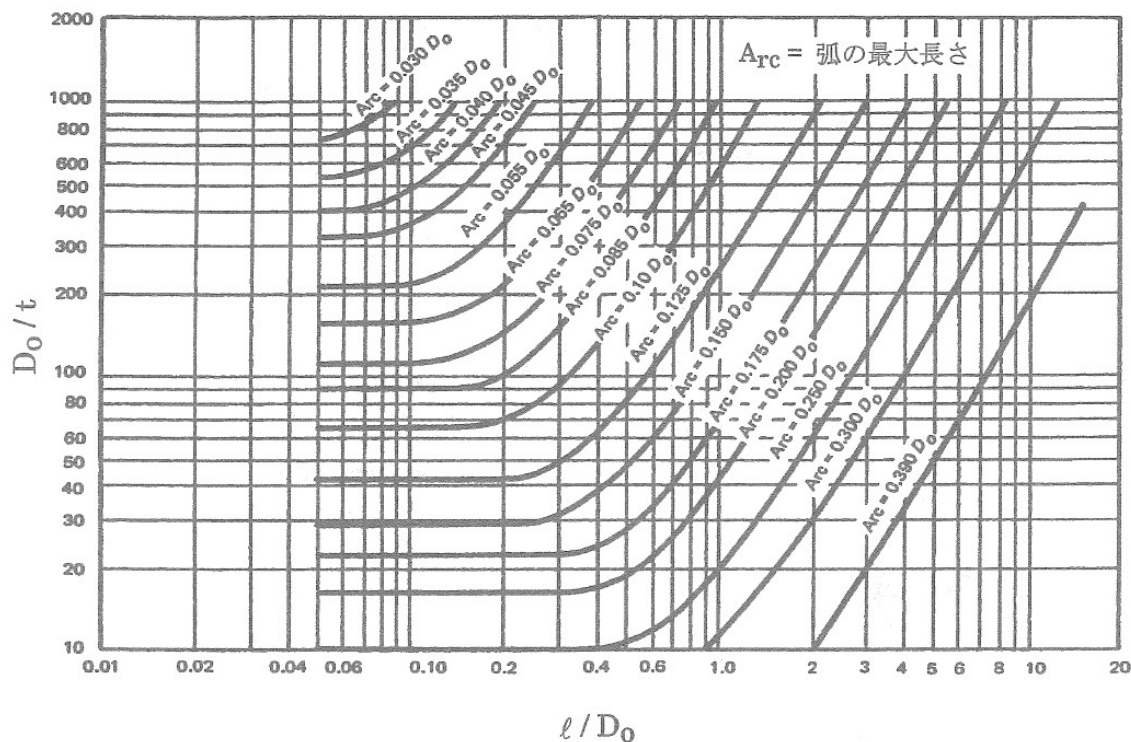


図7-9

<備考>

- (1) 中間の値は、比例法によって計算する。
- (2)  $l$ は、一つおきの強め輪の中心間の距離、胴の端から2番目の強め輪の中心と胴の端との距離又は胴の端から2番目の強め輪の中心から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さとその鏡板の深さの3分の1の長さを加えた長さのうちいずれか大きいもの(mm)
- (3)  $A_{rc}$ は、許容できる弧の長さ(mm)
- (4)  $D_o$ 及び $t$ は、それぞれ第一号に定めるところによる。

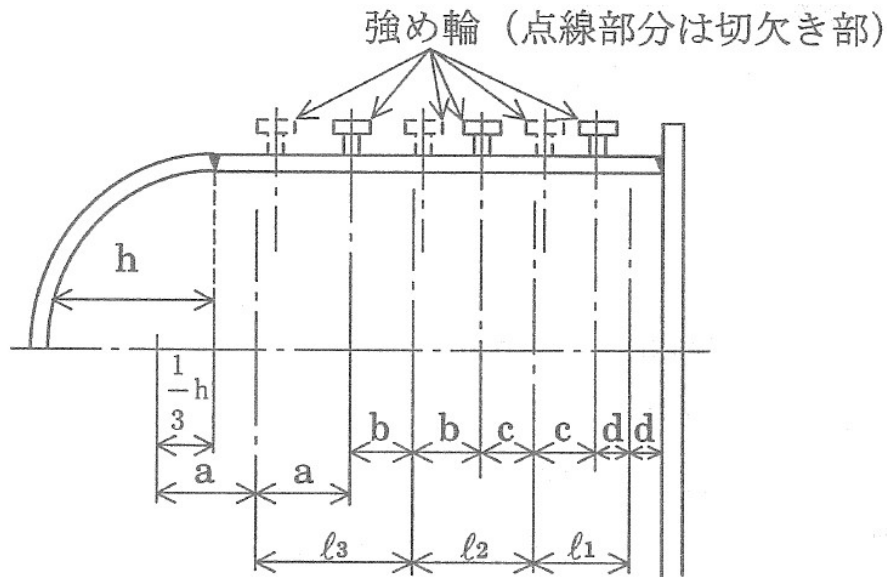


図 7-10

五 強め輪の接合は、次によること。

イ 容器の全周に沿って完全に連続するようにすること。

ロ 強め輪の端部の継手部は、強め輪に必要な慣性モーメントを有すること。

10 容器の胴として使用できる管継手は、以下の各号に掲げる規格(形状及び寸法に係る部分に限る。)のいずれかに適合するものでなければならない。この場合において、管継手の厚さは第 6 条の 2 第 1 項第一号から第三号までの規定、又は第 7 条第 3 項第一号及び第二号イからニまでの規定により求められる厚さ以上でなければならない。

一 日本産業規格 JIS B 2312(2001, 2009, 2015)又は JIS B 2313(2001, 2009, 2015)

のうち、レジャーサ及びティ

二 別表第 12 に掲げるもののうち、レジャーサ

#### (容器の鏡板)

第 8 条 容器の鏡板の形は、次の各号に掲げるもののうちいずれかでなければならない。

一 さら形であって、次に適合するもの

イ 外径が中央部における内面の半径以上であること。

ロ すみの丸みの内半径が厚さの 3 倍以上であり、かつ、外径の 0.06 倍(50mm 未満の場合は 50mm)以上であること。

二 全半球形

三 半だ円形であって、内面における長径と短径との比が 3 以下であるもの

四 円すい形であって、次に適合するもの

イ 円すいの頂角の2分の1が30度より大きい円すい形であって、すその丸みの内半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍以上であるもの

ロ 円すいの頂角の2分の1が30度以下のものであって、内半径に制限がないすその丸みがあるもの

ハ 円すいの頂角の2分の1が30度以下のものであって、すその丸みのないもの

2 容器の鏡板の厚さは、次の各号に掲げる値以上でなければならない。この場合において、フランジ部にあつては、鏡板が取り付けられる胴について前条第3項の規定に準じて求めた計算上必要な厚さ以上とする。

一 前項第一号に掲げる形の鏡板(以下この条において「さら形鏡板」という。)であつて中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$

t は、鏡板の計算上必要な厚さ(mm)

P は、最高使用圧力(MPa)

R は、鏡板の中央部における内面の半径(mm)

W は、さら形鏡板の形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

r は、さら形鏡板のすみの丸みの内半径(mm)

η は、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率。この場合において、継手の効率については、前条第4項の規定を準用する。

S は、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

二 さら形鏡板であつて中高面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{P_e R}{B}$$

P<sub>e</sub> は、外面に受ける最高の圧力(MPa)

R は、鏡板の中央部の外半径(mm)

B は、別図第4から別図第22までにより求めた値

t は、前号に定めるところによる。

<備考>

P<sub>e</sub> は、運転状態で外面に受ける最高の圧力をいい、試験における圧力は含まない。

三 前項第二号に掲げる形の鏡板(以下この条において「全半球形の鏡板」という。)で

あつて中低面に圧力を受けるものにあつては、次の値

イ 厚さが内半径の 0.356 倍以下のものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PR}{2S\eta - 0.2P}$$

R は、鏡板の内半径 (mm)

$\eta$  は、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率又は鏡板を胴に取付ける場合の継手の効率のうちいずれか小さいもの。この場合において、継手の効率については、前条第 4 項の規定に準用する。

t, P 及び S は、それぞれ第一号に定めるところによる。

ロ 厚さが内半径の 0.356 倍を超えるものにあつては、前条第 3 項第二号へに準じて計算した値

四 全半球形鏡板であつて中高面に圧力を受けるものにあつては、前条第 3 項第二号トに準じて計算した値

五 前項第三号に掲げる形の鏡板(以下この条において「半だ円形鏡板」という。)であつて中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PDK}{2S\eta - 0.2P}$$

D は、鏡板の内面における長径 (mm)

K は、半だ円形鏡板の形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$K = \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right\}$$

h は、鏡板の内面における短径の 2 分の 1 (mm)

t, P, S 及び  $\eta$  は、それぞれ第一号に定めるところによる。

六 半だ円形鏡板であつて中高面に圧力を受けるものにあつては、第二号の規定に準じて計算した値。この場合において、同号中 R は外面で測った長径の K 倍とし、K は次の表の上欄に掲げる鏡板の長径と短径との比に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値とする。

鏡板の長径と短径との比	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
K	1.36	1.27	1.18	1.08	0.99	0.90	0.81	0.73	0.65	0.57	0.50

<備考> 表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。

七 前項第四号に掲げる形の鏡板(以下この条において「円すい形鏡板」という。)であ

って中低面に圧力を受けるものにあつては、前条第3項第二号チの規定に準じて計算した値

八 円すい形鏡板であつて中高面に圧力を受けるものにあつては、次の規定により計算した値。

イ 円すいの頂角の2分の1が30度を超えるものにあつては、前条第3項第二号リ  
の規定に準じて計算した値

ロ 円すいの頂角の2分の1が30度以下で、かつ次の式の  $t \cos \theta$  が円すい胴大径  
端部の外径の10分の1以下のものにあつては、次の式により得られる  $P_a$  が設計圧  
力以上となるときの当該  $P_a$  を求めるために仮定された最小厚さ

$$P_a = \frac{4Bt \cos \theta}{3D_L}$$

$P_a$  は、最高許容外圧 (MPa)

$B$  は、別図第4から別図第22までにより求めた値

$t$  は、仮定された最小厚さ (mm)

$\theta$  は、円すいの頂角の2分の1

$D_L$  は、円すい胴の大径端部の外径 (mm)

ハ 円すいの頂角の2分の1が30度以下で、かつ次の式の  $t \cos \theta$  が円すい胴大径  
端部の外径の10分の1を超えるものにあつては、次の2つの式により得られる  
 $P_{a1}$  又は  $P_{a2}$  のいずれか小さい方の値が設計圧力以上となるときの当該  $P_{a1}$  又は  
 $P_{a2}$  を求めるために仮定された最小厚さ

$$P_{a1} = \left( \frac{2.167t \cos \theta}{D_L} - 0.0833 \right) B$$

$$P_{a2} = \frac{2St \cos \theta}{D_L} \left( 1 - \frac{t \cos \theta}{D_L} \right)$$

$P_{a1}$ ,  $P_{a2}$  は、最高許容外圧 (MPa)

$S$  は、最高使用温度における別表第4又は別表第5に定める値の2倍の値又は別  
表第7に定める値の0.9倍の値のいずれか小さい方の値 (MPa)

$t$ ,  $\theta$ ,  $D_L$  及び  $B$  は、それぞれロに定めるところによる。

3 容器の鏡板に穴を設ける場合は、次の各号によらなければならない。

一 穴は、円形又はだ円形であること。

二 穴を補強すること。ただし、次に適合する場合は、この限りでない。

イ 穴の径(円形の穴にあつては直径、だ円形の穴にあつては長径をいう。以下こ  
の項において同じ。)は、次のいずれかによること。

(イ) 61mm 以下で、かつ、鏡板のフランジ部の内径の4分の1以下であること。

(ロ) (イ)に規定するものを除き、200mm 以下で、かつ、前条第6項第二号ロの図によ  
り求めた  $d$  の値以下であること。この場合において、さら形鏡板及び半だ円形鏡

板にあつては、同号ロの図の備考 3 イの式を適用するものとし、Dは鏡板のフランジ部の外径(mm)、 $t_s$ は鏡板の厚さ(mm)、 $\eta$ は鏡板の継手の効率であつて穴が継手を通る場合は前条第 4 項に規定する値、その他の場合は 1 とする。

ロ 鏡板にフランジを折り込んだ穴を設ける場合には、当該穴のフランジの縁曲げの始まる部分と他の穴の縁との距離は、鏡板の厚さ以上であること。

ハ さらに形鏡板にあつてはすみの曲り部に、半だ円形鏡板にあつては鏡板の中心を中心とし、鏡板のフランジ部の内径 0.8 倍を直径とする円外に、円すい形鏡板にあつてはすその丸みの部分にないこと。ただし、監視計器、薬品注入管、連続吹出し管等を設けるための穴であつて、穴の径が 20mm 以下のものにあつては、この限りでない。

ニ 2 以上の穴がある場合は、その中心間の距離が次の計算式により計算した値以上であること。

$$(イ) L = \frac{d_1 + d_2}{2(1 - K)}$$

Lは、鏡板の外面に沿った 2 つの穴の中心間の距離 (mm)

$d_1$  及び  $d_2$  は、それぞれ穴の径 (mm)

Kは、次の計算式により計算した値

(1) さらに形鏡板又は内面における長径と短径との比が 2 以下の半だ円形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_1}{1.82S\eta t_s}$$

(2) 全半球形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_1}{3.64S\eta t_s}$$

(3) 円すい形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_2}{1.82S\eta t_s \cos \theta}$$

$D_1$  は、鏡板の外径 (mm)

$D_2$  は、円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の外径 (mm)

$t_s$  は、鏡板の厚さ (mm)

$\theta$  は、円すいの頂角の 2 分の 1

$\eta$  は、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率。この場合において、継手の効率については、前条第 4 項の規定に準用する。

P 及び S は、それぞれ前項第一号に定めるところによる。



(ロ)内面における長径と短径との比が2を超える半だ円形鏡板の場合

$$L = 2.5(d_1 + d_2)$$

L,  $d_1$ 及び $d_2$ は, それぞれ(イ)に定めるところによる。

4 前項第二号の規定により補強する場合は, 次の各号のいずれかによらなければならない。

一 前条第7項の規定に準じて補強すること。この場合において, Fは1,  $t_{sr}$ は次によるものとする。

イ さらに形鏡板であって中低面に圧力を受けるものにあつては, W及び $\eta$ を1として第2項第一号の計算式により計算した値

ロ 半だ円形鏡板であって中低面に圧力を受けるものにあつては, その内面における長径の $K_1$ 倍を半径とする全半球形鏡板について第2項第三号の計算式により計算した値。この場合において,  $K_1$ は, 次の表の上欄に掲げる鏡板の長径と短径との比に応じ, それぞれ同表の下欄に掲げる値とすること。

鏡板の長径と短径との比	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
$K_1$	1.36	1.27	1.18	1.08	0.99	0.90	0.81	0.73	0.65	0.57	0.50

<備考> 表中の値の中間の値は, 比例法によって計算する。

ハ 円すい形鏡板であって中低面に圧力を受けるものにあつては, 第2項第七号の規定に準ずる値。この場合において,  $D_1$ は, 穴の中心を通り鏡板の軸に垂直な断面の内径とする。

ニ その他の鏡板にあつては, その計算上必要な厚さ

二 穴の周囲に強め材を取付けて補強する場合は, 前号の規定によるほか, 次によること。

イ さらに形鏡板にあつては, 穴及び強め材は, 鏡板の球形の部分にあること。

ロ 半だ円形鏡板にあつては, 穴及び強め材は, 鏡板の中心を中心とし, 鏡板のフランジ部の内径の0.8倍を直径とする円内にあること。

ハ 円すい形鏡板にあつては, 穴及び強め材は, 鏡板の円すい部分にあること。

三 穴の周囲にフランジを折り込んで補強する場合は, 次によること。

イ フランジの高さは, 次の計算式により計算した値以上であること。

$$h = 0.96\sqrt{tr} + 0.5t$$

hは, 穴の長径に沿って鏡板の外面に当てた平板面からのフランジの高さ(mm)

t は、鏡板の計算上必要な厚さ(mm)

r は、次の計算式により計算した値(mm)

$$r = \frac{a + b + t}{2}$$

a 及び b は、穴がだ円形である場合はその長半径及び短半径、穴が円形である場合は半径(mm)

ロ 鏡板の厚さは、次の値に鏡板の厚さの 0.15 倍(3mm 未満の場合は 3mm)の値を加えた値以上であること。

(イ) さら形鏡板にあつては、鏡板の中央部における内面の半径がフランジ部の内径の 0.8 倍未満の場合は鏡板の中央部における内径の半径をフランジ部の内径の 0.8 倍として第 2 項第一号の計算式により計算した値、その他の場合は計算上必要な厚さ

(ロ) 全半球鏡板にあつては、鏡板の中央部の内面の半径をフランジ部の内径の 0.8 倍として第 2 項第三号の計算式により計算した値

(ハ) 半だ円形鏡板にあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{1.77PR}{2S\eta - 0.2P}$$

R は、鏡板のフランジ部の内径の 0.8 倍の値(mm)

t, P 及び S はそれぞれ第 2 項第一号に、 $\eta$  は前条第 4 項に定めるところによる。

#### (容器の平板)

第 8 条の 2 容器の平板で、ステーによってささえられないものの、計算上必要な厚さは、次の算式により算定するものとする。

$$t = d \sqrt{\frac{ZCP}{S}}$$

t は、平板の計算上必要な厚さ(mm)

P は、最高使用圧力(MPa)

d は、次の表に示すように測った直径又は最小スパン(mm)

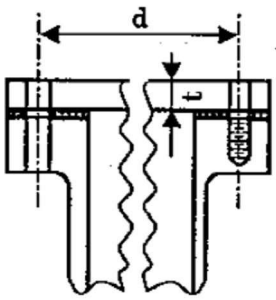
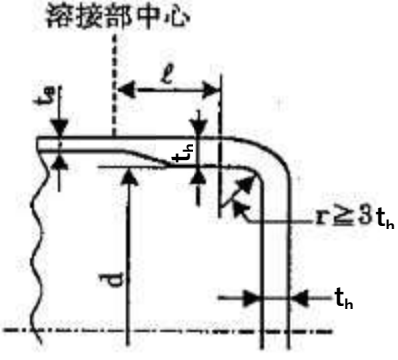
S は、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力(MPa)

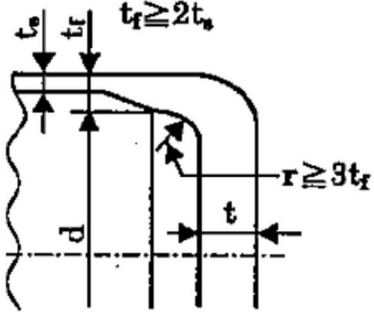
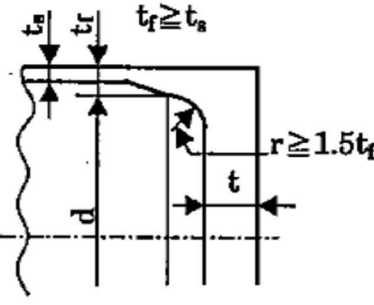
Z は、平板の形状によって定まる定数で、円形平板にあつては 1 とし、円形以外の平板にあつては、次の計算式により計算するものとする。ただし、その値が 2.5 を超えるときは、2.5 とする。

$$Z = 3.4 - \frac{2.4d}{D}$$

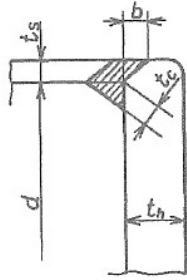
この式において、Dは、最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)を表わすものとする。

Cは、平板の取付け方法によって定まる定数で、次の表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。

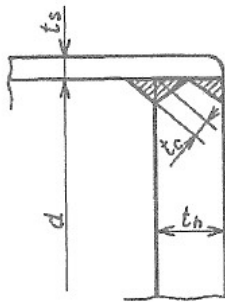
取 付 け 方 法	C の 値
<p>イ</p> 	<p>平板が胴又はフランジ部にボルトにより固定される場合。 ただし、ボルトを締付けることにより平板に曲げモーメントが作用しない場合に限る。</p> <p>0.25</p>
<p>ロ</p> 	<p>平板が胴又は管と一体又は突合せ溶接され、そのすみの丸みの内半径が平板のフランジ部の厚さの 3 倍以上の場合。</p> <p>0.17</p> <p>ただし、平板が円形で <math>t</math> から <math>t_s</math> へ移行するテーパは 1 対 4 又はそれより緩かであり、かつ、下記のいずれかに適合する場合、0.10 とすることができる。</p> <p>(1) フランジの長さ <math>l</math> が次に適合すること。</p> $l \geq \left( 1.1 - 0.8 \frac{t_s^2}{t^2} \right) \sqrt{dt}$ <p>(2) 胴板の厚さ <math>t_s</math> が <math>2\sqrt{dt_s}</math> 以上の長さになわって次に適合すること。</p> $t_s \geq 1.12t \sqrt{1.1 - l / \sqrt{dt}}$

<p>ハ</p> 	<p>平板が胴又は管と一体又は突合せ溶接され，フランジ部の厚さが胴又は管の厚さの 2 倍以上で，かつそのすみの丸みの内半径が平板のフランジ部の厚さの 3 倍以上の場合。</p>	<p>0.17</p>
<p>ニ</p> 	<p>平板が胴又は管と一体又は突合せ溶接され，フランジ部の厚さが胴又は管の厚さ以上で，かつそのすみの丸みの内半径が平板のフランジ部の厚さの 1.5 倍以上の場合。</p>	<p>0.5m ただし， 0.3 以上 <math display="block">m = \frac{t_r}{t_s}</math> <math>t_r</math> は継目のない胴又は管の計算上必要な厚さ</p>

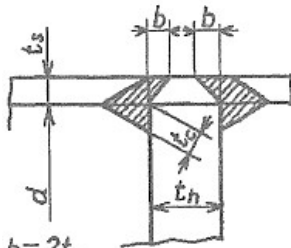
ホ



$b = 2t_r, b \geq 1.25t_s$   
 $t_c = 0.7t_s$  又は 6 mm の  
 うちいずれか小さい値以上  
 $C = 0.33m$  (最小 0.20)



$t_c = 0.7t_s$  又は 6 mm の  
 うちいずれか小さい値以上  
 $C = 0.33m$  (最小 0.20)



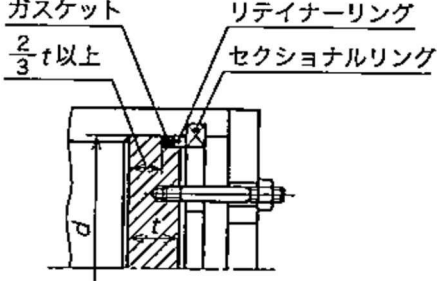
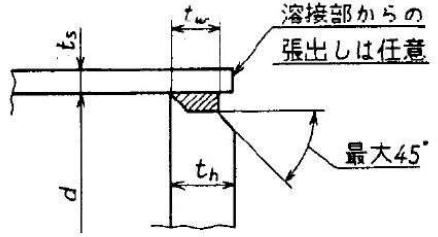
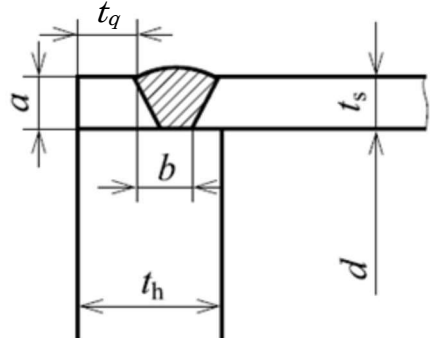
$b = 2t_r$   
 $b \geq 1.25t_s$   
 $t_c = 0.7t_s$  又は 6 mm のうち  
 いずれか小さい値以上  
 $C = 0.33m$  (最小 0.20)

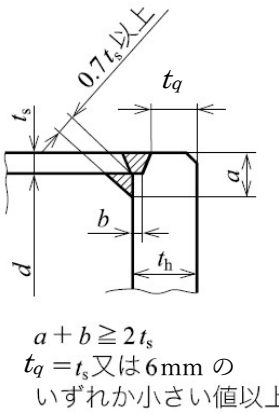
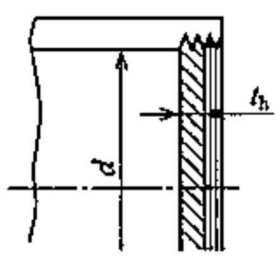
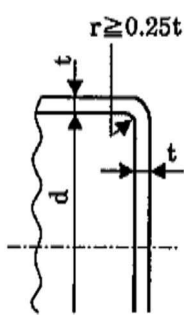
平板を胴、管等の端部に完全溶け込み溶接したもの。

$0.33m$   
 ただし、  
 $0.2$  以上

$$m = \frac{t_r}{t_s}$$

$t_r$  は継目のない胴又は管の計算上必要な厚さ

<p>へ</p>  <p>ガスケット <math>\frac{2}{3}t</math>以上</p> <p>リテイナーリング セクショナルリング</p>	<p>円形平ふた板を胴又は管にはめ込み、セクショナルリング、ねじリング、リテイナーリング等と適切なガスケットを用いて固定する構造の場合。</p>	<p>0.30</p>
<p>ト</p>  <p>溶接部からの張出しは任意</p> <p>最大45°</p> <p><math>t_w \geq 2t_r, t_w \geq 1.25t_s</math> ただし、<math>t_h</math>より大きくする必要はない</p>	<p>平板が胴又は管の内側に溶接される場合であって、のど厚<math>t_w</math>が継目のない胴又は管の計算上必要な厚さの2倍以上で、かつ胴又は管の厚さの1.25倍以上である場合。</p> <p>(1) 円形平板のとき。</p>	<p>0.33 <math>m</math></p> <p>ただし、0.2以上</p> $m = \frac{t_r}{t_s}$ <p><math>t_r</math>は継目のない胴又は管の計算上必要な厚さ</p>
<p>チ</p>  <p><math>a + b \geq 2t_s, a \geq t_s</math> <math>t_q = t_s</math> 又は 6のいずれか小さい値以上</p>	<p>(2) 円形平板以外の平板のとき。</p> <p>円形の平板を胴、管などの端部に溶接したもの。</p>	<p>0.33</p>

<p>リ</p>  <p><math>a + b \geq 2t_s</math>  <math>t_q = t_s</math>又は6mmの  いづれか小さい値以上</p>	<p>円形の平鏡板を胴、管等の端部に溶接する場合。</p>	<p>0.33 <math>m</math>  ただし、  0.2 以上  <math>m = \frac{t_r}{t_s}</math></p>
<p>ヌ</p> 	<p>内径 <math>d</math> が 305mm 以下の胴又は管の内側にねじ込みによって取り付ける円形平板で、ねじ継手が圧力及び熱膨張差によって生じるせん断、引張り、圧縮、半径方向変位などの基準強度に対して安全係数 4 以上で設計する場合。</p>	<p>0.75</p>
<p>ル</p> 	<p>平板が胴又は管と一体又は突合せ溶接され、<math>d</math> が 600mm 以下で、平板の厚さが <math>d</math> の 1/20 以上 1/4 未満で、かつそのすみの丸みの内半径が平板のフランジ部の厚さの 1/4 以上の場合。</p>	<p>0.13</p>
<p>ヲ その他の場合</p>		<p>0.50</p>

2 前項の平板のうち次の図(イ)及び(ロ)に示すように胴、管等にフランジにボルトで取付けられるものであって、当該平板にモーメントが作用する場合、平板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。

(1) 円形平板の場合

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{\frac{CP}{S} + \frac{1.9W_1 h_G}{Sd^3}}$$



$$t_2 = d \sqrt{\frac{1.9W_2 h_G}{S_1 d^3}}$$

(2) 円形平板以外の平板の場合

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{\frac{ZCP}{S} + \frac{6W_1 h_G}{SLd^2}}$$

$$t_2 = d \sqrt{\frac{6W_2 h_G}{S_1 Ld^2}}$$

これらの式において、 $S$ 、 $P$ 及び $Z$ は前項に定める値と同じ値を表わし、 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $d$ 、 $C$ 、 $S_1$ 、 $W_1$ 、 $W_2$ 、 $h_G$ 、 $L$ は、それぞれ次の値を示すものとする。

$t_1$ は、使用状態における平板の計算上必要な厚さ(mm)

$t_2$ は、ガスケット締付時における平板の計算上必要な厚さ(mm)

$d$ は、次の図(イ)及び(ロ)に示すガスケット反力のかかる位置を通る円の直径又は最小スパン(mm)

$C$ は、定数で0.30

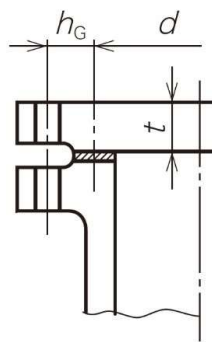
$S_1$ は、別表第4又は別表第5に規定する常温における材料の許容引張応力(MPa)

$W_1$ は、使用状態における全体のボルトに作用する力(N)

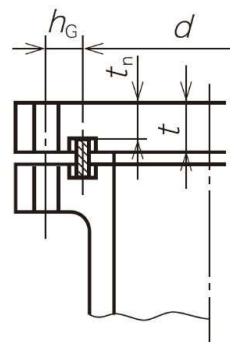
$W_2$ は、ガスケット締付時における全体のボルトに作用する力(N)

$h_G$ は、ガスケットによるモーメントアームで、ボルトのピッチ円と $d$ との差の2分の1(mm)

$L$ は、ボルト穴の中心にそって測った円の周長(mm)



(イ)  $C=0.30$



(ロ)  $C=0.30$

3 前項の図(ロ)に示すように平板にガスケットみぞを設ける場合は、みぞの深さを差し引いた平板の厚さは、次の算式により算定する値以上でなければならない。

(1) 円形平板の場合

$$t_n = \sqrt{\frac{1.9Wh_G}{Sd}}$$

(2) 円形平板以外の平板の場合

$$t_n = \sqrt{\frac{6Wh_G}{SL}}$$

$h_G$ ,  $S$ ,  $d$  及び  $L$  は前項に定める値と同じ値を表わし,  $W$ ,  $S$ ,  $t_n$  は, それぞれ次の値を表わすものとする。

$W$  は, 前項に定める  $W_1$  又は  $W_2$  の値

$S$  は, 前項に定める  $S$  又は  $S_1$  の値

$t_n$  は, ガスケットみぞの深さを差し引いた平板等の厚さ (mm)

4 ジャケットを溶接によって胴に取付ける場合のジャケット閉鎖部(以下この項において「ジャケット閉鎖部」という。)の形状は, 図 8-2-1 に示すところによるものとし, 当該ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さは, 接続するジャケットの計算上必要な厚さとする。ただし, 次の各号に掲げるジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さは, 当該各号に定める値とする。

一 図 8-2-1(ロ)に示す平面形ジャケット閉鎖部 次の算式より算定した値のうちいづれか大きい値

$$t_c' = 2t_j'$$

$$t_c' = 0.707j \sqrt{\frac{P}{S\eta}}$$

これらの式において,  $t_c'$ ,  $t_j'$ ,  $j$ ,  $P$ ,  $S$  及び  $\eta$  は, それぞれ次の値を表わすものとする。

$t_c'$  は, 平面形ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ (mm)

$t_j'$  は, ジャケットの計算上必要な厚さ (mm)。ただし,  $t_j'$  は, 第 7 条第 3 項 第二号イにより求めた値。

$j$  は, ジャケット部の間隔  $R_j - R_s$  (mm)

この式において,  $R_j$  はジャケットの内半径 (mm) を,  $R_s$  は本体胴の外半径 (mm) を表わすものとする。

$P$  は, ジャケット部の最高使用圧力 (MPa)

$S$  は, 最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

$\eta$  は, ジャケット閉鎖部の溶接継手効率

二 図 8-2-1(ハ)に示す平面形ジャケット閉鎖部

$$t_c' = 1.414 \sqrt{\frac{PR_s j}{S \eta}}$$

この式において、 $t_c'$ 、 $j$ 、 $P$ 、 $R_s$ 、 $S$ 及び $\eta$ は、それぞれ次の値を表わすものとする。

$j$ は、前号に定めるジャケット部の間隔(mm)で、次の算式で求める値を超えてはならない。

$$j = \frac{2S \eta t_s^2}{PR_j} - 0.5(t_s + t_j)$$

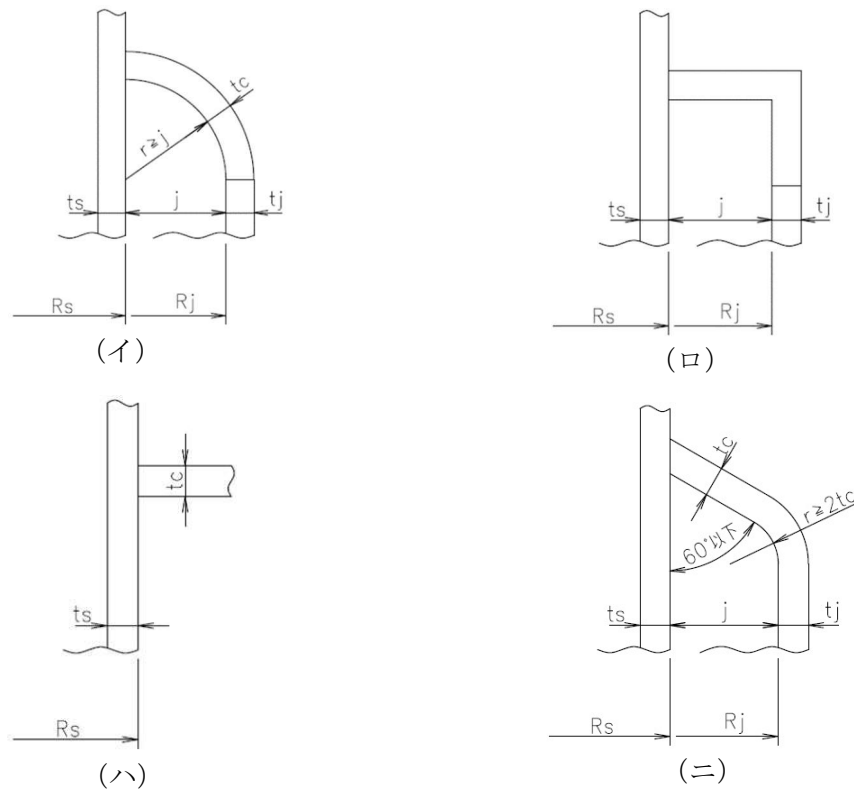
この式において、 $R_j$ は前号に定める値を表わし、 $t_s$ 及び $t_j$ は次の値を表わすものとする。

$t_s$ は、本体胴の実際厚さ(mm)

$t_j$ は、ジャケットの実際厚さ(mm)

$t_c'$ 、 $P$ 、 $R_s$ 、 $S$ 及び $\eta$ は、それぞれ前号に定める値

三 図8-2-1(ニ)に示す円すい形ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さは、第7条第3項第二号チ(イ)に定めるところによる。



注) (ロ)のジャケット円筒胴の軸方向長さのうち、平行部の一部のみ覆うものとする。

図8-2-1

5 容器に半割コイルジャケットを設ける場合は、次によること。

- 一 半割コイルジャケットの半円部の厚さは、第7条第3項第二号イに規定する算式により算定した値以上であること。ただし、半割コイルジャケット内の最高使用温度は350°Cを超えないこと。
- 二 本体胴又は鏡板の厚さは、次の外圧に対する算式により算定した値以上であること。

$$t = d \sqrt{\frac{1.25P}{S}}$$

t は、本体胴又は鏡板の計算上必要な厚さ (mm)

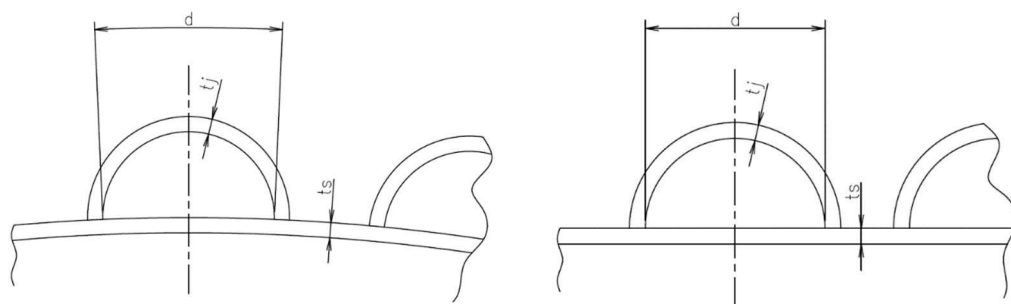
d は、次の図に示す長さ (mm)

P は、ジャケット部の最高使用圧力 (MPa)

S は、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

t<sub>s</sub> は、次の図に示す本体胴又は鏡板の実際厚さ (mm)

t<sub>j</sub> は、次の図に示すジャケット部の実際厚さ (mm)



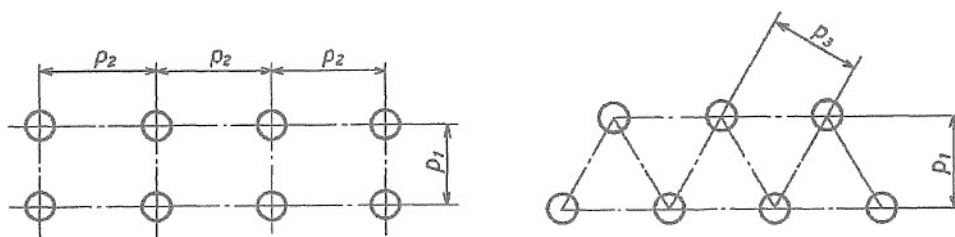
6 規則的に配置されたステーによってささえられる平板の厚さは、次の計算式により計算した値以上でなければならない。

$$t = p \sqrt{\frac{P}{CS}}$$

t は、平板の計算上必要な厚さ (mm)

P は、最高使用圧力 (MPa)

p は、ステーのピッチで、次の図に示すようにステーの中心を通る水平な平行線の間隔 p<sub>1</sub>、垂直な平行線の間隔 p<sub>2</sub> 及び斜めの平行線の間隔 p<sub>3</sub> のうち最大のもの (mm)



Cは、定数で次の表による。

ステーの取付方法	C
厚さ 11mm 以下の板に溶接によって取り付ける棒ステー又はガセットステー	2.1
厚さ 11mm を超える板に溶接によって取り付ける棒ステー又はガセットステー	2.2
板に溶接された座金，条板又は添え板にステーの端部をねじ込んだもの	1.9

Sは、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

7 前項の規定は、不規則に配置されたステーによってささえられる平板の厚さを計算する場合について準用する。この場合においては、p及びCは、それぞれ次の各号に掲げるところによる。

- 一 pは、3つ又は2つの支点を通り、内部ステーを含まない最大円の径を $\sqrt{2}$ で除して得た値
- 二 Cは、次の表の左欄に掲げる最大円が通る支点の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値(当該値が2以上求められる場合にあっては、それらの平均値)

支点の種類	C
鏡板の曲がりの始まる線上にある支点	3.2
管列の中心線上にある支点	1.9
管ステーの中心	2.6
管板外周の固定線上にある支点	3.2
その他の支点	前項の表に掲げる値

8 ステーがささえる荷重のとり方は、次の各号によらなければならない。

- 一 規則的に配置された棒ステー，ステーボルト又は管のステー(以下この条において「ステー」という。)が支える荷重は、ステーの中心を結ぶ線が作る面積から当該ステーが占める面積(管ステーにあっては、管ステーが支える面積内における管穴の面

積)を減じた面積に最高使用圧力を乗じて得た値とする。

二 前項の規定は、不規則に配置されたステーが支える荷重について準用する。この場合において、同項中「ステーの中心を結ぶ線が作る面積」とあるのは、「ステーが受けもつとみなされる面積」と読み替えるものとする。

9 前項に定める荷重により発生する応力は、第17条第1項第一号に定める計算式により計算した値を超えないこと。

10 角形容器の平板部で、リブによって補強されたものの最高許容圧力は、次の2つの計算式によるPの値のうち、小さい方の値をとることとして差しつかえない。

$$(1) P_A = P_1 + P_2 \text{ (MPa)}$$

$P_1$ は、リブがないものとみなして式  $P = \frac{St^2}{ZCd^2}$  により求めた平板部の最

高許容圧力(MPa)

S, Z, C及びdは、それぞれ第1項に定めるところによる。

tは、使用する容器の実際厚さから腐食代を差し引いた厚さ(mm)

$P_2$ は、リブの強さのみを考慮して求めた最高許容圧力(MPa)で、次による。

① リブが一方向のみに設けられた場合

$$P_2 = \frac{8ZS_R}{bl^2} \dots\dots\dots \text{自由支持の場合}$$

$$P_2 = \frac{12ZS_R}{bl^2} \dots\dots\dots \text{周縁固定の場合}$$

② リブが交叉して設けられた場合

$$P_2 = 8 \left( \frac{Z_1 S_{R1} \eta_1}{b_1 l_1^2} + \frac{Z_2 S_{R2} \eta_2}{b_2 l_2^2} \right) \dots\dots\dots \text{自由支持の場合}$$

$$P_2 = 12 \left( \frac{Z_1 S_{R1} \eta_1}{b_1 l_1^2} + \frac{Z_2 S_{R2} \eta_2}{b_2 l_2^2} \right) \dots\dots\dots \text{周縁固定の場合}$$

上式において

Z,  $Z_1$ ,  $Z_2$ は、リブの断面係数(mm<sup>3</sup>)

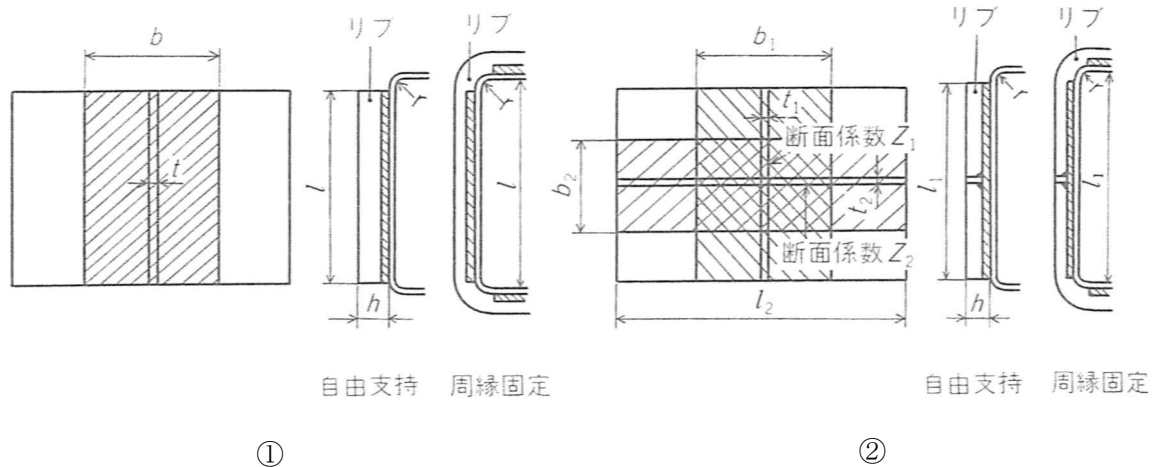
$S_R$ ,  $S_{R1}$ ,  $S_{R2}$ は、リブの許容引張応力で最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

$\eta_1$ ,  $\eta_2$ は、リブの交叉部における継手効率(一方は1となる。)

b,  $b_1$ ,  $b_2$ は、1本のリブが荷重を受持つ幅(mm)

l,  $l_1$ ,  $l_2$ は、1本のリブが荷重を受持つ長さ(mm)で自由支持の場合にはリブの長さ、周縁固定の場合には、胴の内径をそれぞれとる。

[注1] 板に継手(周縁における取付継手を除く。)がある場合には、 $P_1$ の計算において、その効率を考えるものとする。



① ②  
リブを設けた平板

[注2] リブの交叉部の溶接は、K形突合せ溶接とするのが原則である。

(2)  $P_B$  = リブで仕切られた平板部(最も面積の広い部分を取るものとする。)の最高許容圧力(MPa)

① 規則的に配置されたリブによってささえられる場合

$$P_B = \frac{C_1 S t^2}{p^2} \text{ による。}$$

$C_1$  は、定数で 2.6 とする。

$p$  は、リブの水平及び垂直方向の中心間の距離の平均値(mm)

$S$  は、第1項に定めるところによる。

$t$  は、使用する容器の実際厚さから腐食代を差し引いた厚さ(mm)

② リブの水平方向の中心間距離と垂直方向の中心間距離が大きく異なる場合

( $d/D \leq 1/1.4$ )

$$P_B = \frac{S t^2}{Z C_2 d^2} \text{ による。}$$

$C_2$  は、定数で 0.33 とする。

$S$  及び  $Z$  は、それぞれ第1項に定めるところによる。

$d$  は、リブで仕切られた平板部の最小スパン(mm)

$D$  は、最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)

$t$  は、使用する容器の実際厚さから腐食代を差し引いた厚さ(mm)

11 前項までの規定により定まる容器の構造において運転状態において発生する変形量は、次の各号に掲げる変形量の合計が臨界管理上支障がないものでなければならない。

一 内圧による平板の変形量にあつては、次の計算式により計算した値

$$\delta_1 = \alpha \frac{P a^4}{E t^3}$$

$\delta_1$  は、変形量(mm)

Pは、最高使用圧力(MPa)ただし、第6条の2に規定する開放タンクにあっては、次の計算式により計算した値(MPa)

$$P=9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及び $\rho$ は、それぞれ第6条の2第1項第二号イに定めるところによる。

aは、変形量の計算を行う部分の平板の短辺の長さ(mm)

Eは、別表第9に規定する材料の縦弾性係数(MPa)

tは、使用する容器の実際厚さから腐食代を差し引いた厚さ(mm)

$\alpha$ は、図8-2-2に示すたわみ係数

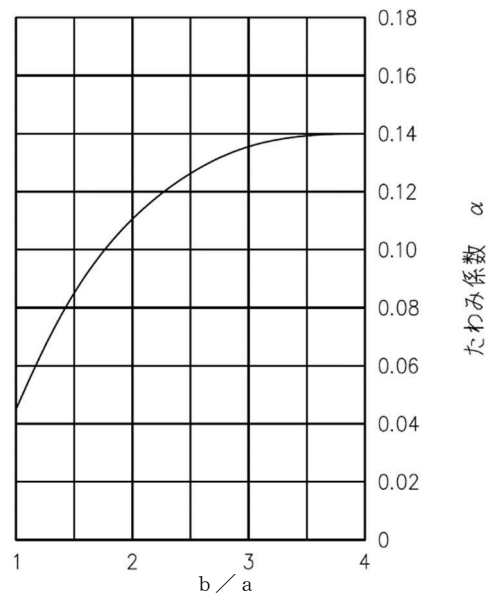


図8-2-2

<備考>

bは、変形量の計算を行う部分の平板の長辺の長さ(mm)

二 リブ付平板の場合にあっては、内圧によるリブの変形量

$$\delta_2 = \frac{5PL\ell^4}{384EI}$$

$\delta_2$ は、変形量(mm)

Pは、最高使用圧力(MPa)。ただし、第6条の2に規定する開放タンクにあっては、次の計算式により計算した値(MPa)

$$P=9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

H及び $\rho$ は、それぞれ第6条の2第1項第二号イに定めるところによる。

Lは、リブが荷重を受け持つ幅(mm)

$\ell$ は、リブの長さ(mm)

Eは、別表第9に規定する材料の縦弾性係数(MPa)



I は、計算対象部分の断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

12 実際の設計に応じて適切な計算式等により変形量の評価が行える場合は、前項の規定によることを要しない。

13 実際の設計において著しく変形量が発生する等、その作用回数によって疲れ解析を要する場合、あるいは座屈のおそれのあるような場合は、それぞれ実際の設計条件に基づいて当該容器の健全性を評価しなければならない。

14 容器の平板に穴を設ける場合は、次の各号によらなければならない。

一 穴は、円形又はだ円形であること。

二 穴を次により補強すること。

イ 穴の径(円形の穴にあつては直径、だ円形の穴にあつては長径をいう。以下この項において同じ。)が第1項又は第2項の d の値、又は第6項の p の値の2分の1以下である場合は、次のいずれかによること。

(イ)第7条第7項の規定に準じて補強すること。この場合において、 $t_{s,r}$  は、平板の計算上必要な厚さ(mm)とし、かつ、補強に有効な面積は、補強に必要な面積の2分の1まで減ずることができる。

(ロ)平板で、ステーによってささえられないものの厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。

(1)第1項の平板の場合

$$t = d \sqrt{\frac{2ZCP}{S}}$$

t, d, Z, P, S 及び C は、それぞれ第1項に定めるところによる。ただし、C は、0.375 以上とすることを要しない。

(2)第2項の平板の場合

a)円形平板

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{2 \left( \frac{CP}{S} + \frac{1.9W_1 h_G}{Sd^3} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2 \left( \frac{1.9W_2 h_G}{S_1 d^3} \right)}$$

b)円形平板以外の平板

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{2 \left( \frac{ZCP}{S} + \frac{6W_1 h_G}{SLd^2} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2 \left( \frac{6W_2 h_G}{S_1 L d^2} \right)}$$

$t_1$ ,  $t_2$ ,  $d$ ,  $C$ ,  $S$ ,  $S_1$ ,  $P$ ,  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $h_G$ ,  $L$ 及び $Z$ は、それぞれ第2項に定めるところによる。

(ハ) ステーによってささえられる平板の厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。

$$t = p \sqrt{\frac{2P}{CS}}$$

$t$ ,  $p$ ,  $P$ ,  $C$ 及び $S$ は、それぞれ第6項に定めるところによる。

ロ 穴の径が第1項又は第2項の $d$ の値、又は第6項の $p$ の値の2分の1を超える場合は、次のいずれかによること。

(イ) 平板であってステーによってささえられないものの厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。

(1) 第1項の平板の場合

$$t = d \sqrt{\frac{2.25ZCP}{S}}$$

$t$ ,  $d$ ,  $Z$ ,  $P$ ,  $S$ 及び $C$ は、それぞれ第1項に定めるところによる。

(2) 第2項の平板の場合

a) 円形平板

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{CP}{S} + \frac{1.9W_1 h_G}{S d^3} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{1.9W_2 h_G}{S_1 d^3} \right)}$$

b) 円形平板以外の平板

次の2つの算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_1 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{ZCP}{S} + \frac{6W_1 h_G}{S L d^2} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{6W_2 h_G}{S_1 L d^2} \right)}$$

$S$ ,  $P$ 及び $Z$ は、それぞれ第1項に定めるところによる。

$t_1$ ,  $t_2$ ,  $d$ ,  $C$ ,  $S_1$ ,  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $h_G$ 及び $L$ は、第2項に定

めるところによる。

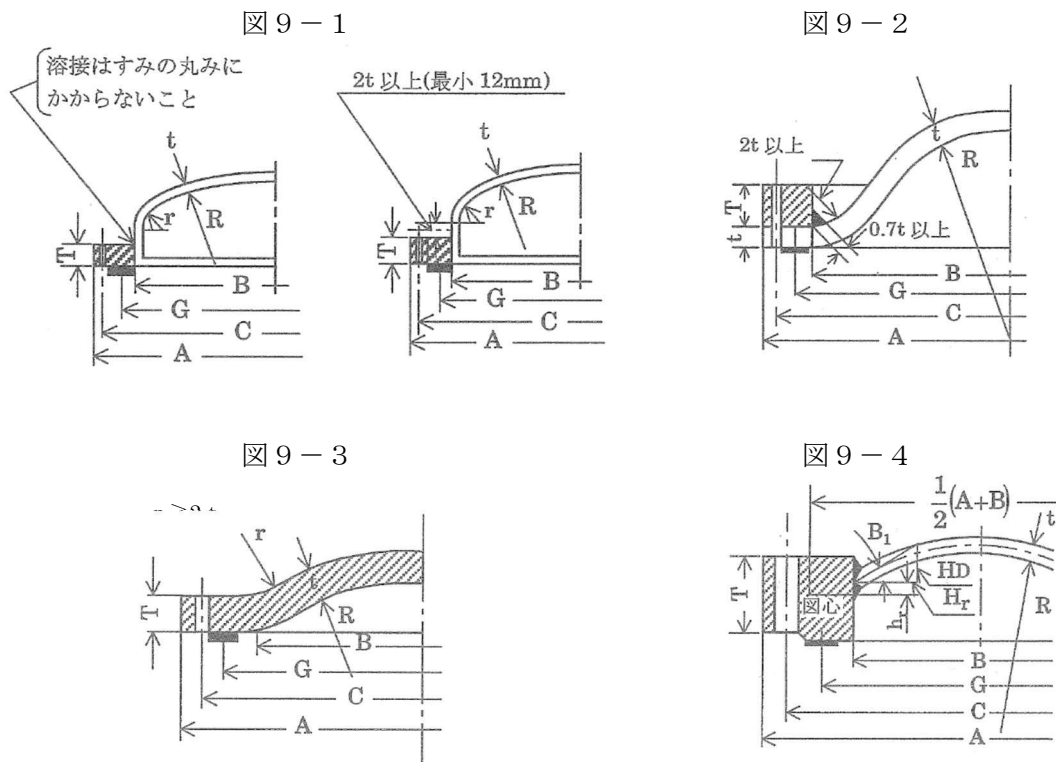
(ロ) ステーによってささえられる平板の厚さは、次の計算式により計算した値以上であること。

$$t = p \sqrt{\frac{2.25P}{CS}}$$

t, p, P, C及びSは、それぞれ第6項に定めるところによる。

(容器のフランジ付きさら形ふた板)

第9条 容器のふた板であって、締付けボルトで取付けるフランジをもつもので中低面に圧力を受けるものは、その形が次の図9-1から図9-4までに示すさら形でなければならない。



2 前項のふた板(フランジを除く。)の厚さは、次の各号に掲げる値以上でなければならない。

一 前項の図9-1に示すふた板にあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$

tは、ふた板の計算上必要な厚さ(mm)

Pは、最高使用圧力(MPa)

Rは、ふた板の中央部の内面の半径(mm)

Sは、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

$\eta$ は、ふた板を継ぎ合わせて作る場合における当該継手の効率。この場合において、継手の効率については、第7条第4項の規定を準用する。

Wは、さら形ふた板の形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

rは、さら形ふた板のすみの丸みの内半径(mm)

二 前項の図9-2から図9-4までに示すふた板にあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PR}{1.2S\eta}$$

$\eta$ は、継手の効率。この場合において、継手の効率については、第7条第4項の規定を準用する。

t, P, R及びSは、それぞれ前号に定めるところによる。

3 第8条第3項及び第4項の規定のうちさら形鏡板に係る部分の規定は、第1項のふた板について準用する。

#### (容器の管板)

第10条 容器の管板は、次の各号によらなければならない。

一 管穴の中心間の距離は、管の外径にその0.25倍を加えた値以上であること。

二 円形管板の厚さは、次の計算式により計算した値のうちいずれか大きいもの(10mm未満の場合は、10mm)以上であること。

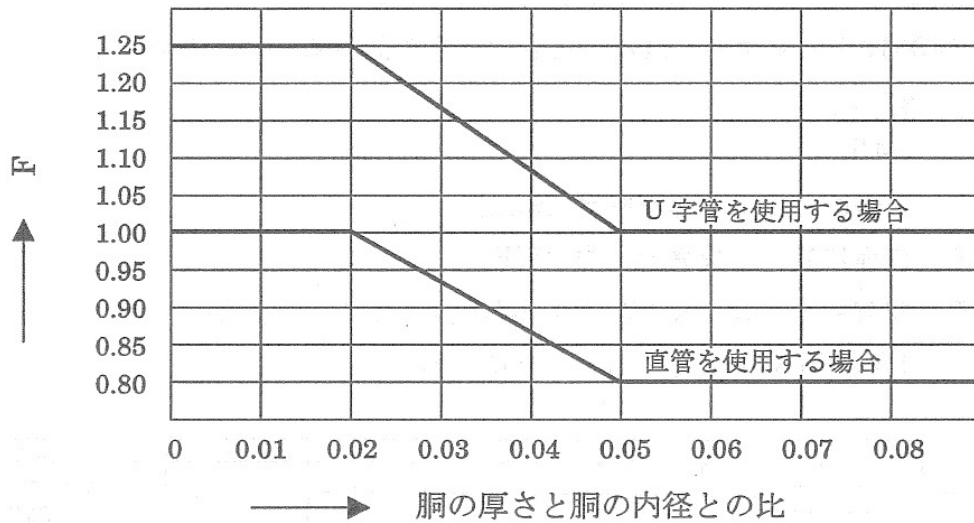
$$\text{イ} \quad t = \frac{FD}{2} \sqrt{\frac{P}{S}}$$

$$\text{ロ} \quad t = \frac{P}{0.85S} \left( \frac{A}{L} \right)_{\max}$$

tは、管板の計算上必要な厚さ(mm)

Dは、パッキンの中心円の径(胴と一体となった管板にあつては、胴の内径)(mm)

Fは、管及び管板の支え方による係数で、管板が胴と一体となっていない場合において管に直管を使用するときは1.0、U字管を使用するときは1.25、管板が胴と一体となっている場合は次の図により求めた値



Pは、最高使用圧力(MPa)

Sは、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

$\left(\frac{A}{L}\right)_{\max}$  は、 $\frac{A}{L}$ の最大値

Aは、管板に取付けられる任意の管の中心が囲む面積(mm<sup>2</sup>)

Lは、面積Aの周のうち穴の径以外の部分の長さ(mm)

三 角形管板(管板が胴と一体でかつ、管に直管を使用している場合に限る)の厚さは、次の計算式により計算した値のうちいずれか大きいもの(10mm未満の場合は、10mm)以上であること。

$$\text{イ } t = \frac{Fd}{2} \sqrt{\frac{ZP}{S}}$$

$$\text{ロ } t = \frac{P}{0.85S} \left(\frac{A}{L}\right)_{\max}$$

t, P, S, A及びLは、それぞれ前号に定めるところによる。

dは、最小スパン(mm)

Fは、管及び管板の支え方による計数で、1とする。

Zは、平板の形状によって定まる定数で、8条の2第1項に定めるところによる。

#### (容器の管台)

第11条 容器の管台及び温度計さや管の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。また、熱交換器の伝熱管にあつては、管台として取扱い、本条の規定による。なお、温度計さや管のキャップは、温度計さや管の管の部分に必要とされる厚さ以上のものを使用し、かつ同種材料のものを使用することとする。

一 内面に圧力を受ける管台にあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PD_o}{2S\eta + 0.8P}$$

t は、管台の計算上必要な厚さ (mm)

P は、最高使用圧力 (MPa)

D<sub>o</sub> は、管台の外径 (mm)

S は、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力 (MPa)

η は、第 7 条第 3 項第二号イに定めるところによる。

二 外面に圧力を受ける管台にあつては、次の図により求めた値。ただし、次の図から求められない場合は、次の計算式により計算した値。

$$t = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

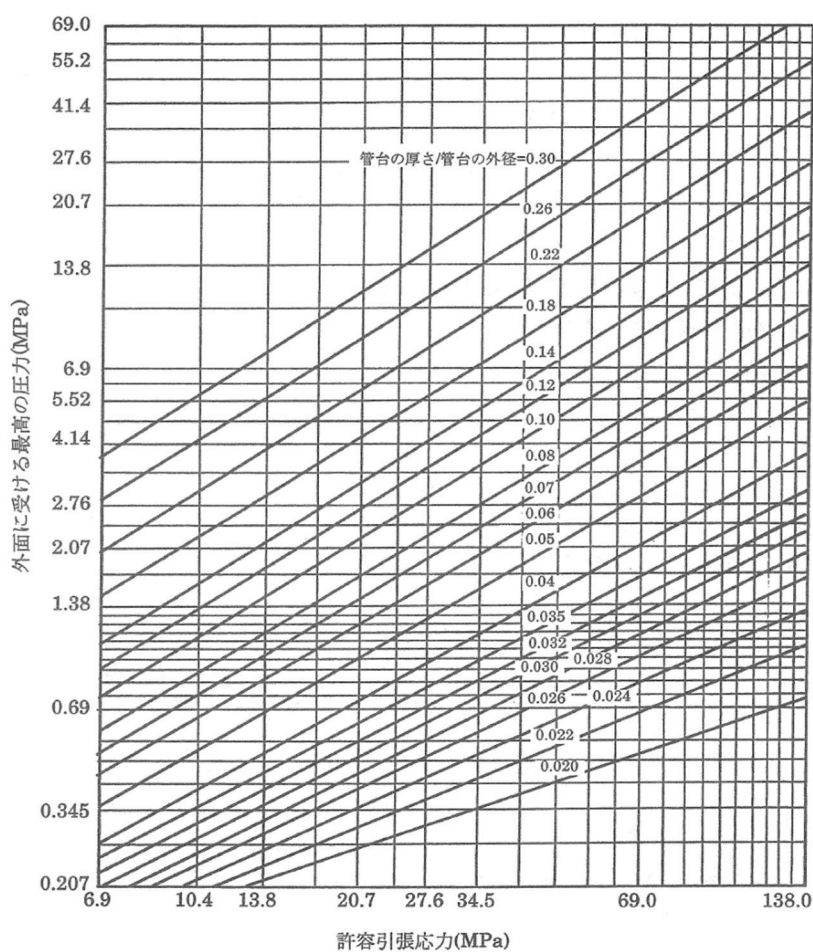
P<sub>e</sub> は、外面に受ける最高の圧力 (MPa)

B は、別図第 4 から別図第 22 までにより求めた値

t 及び D<sub>o</sub> は、それぞれ前号に定めるところによる。

<備考>

ここで B を求める場合の、座屈長さ ℓ は、管台の容器取付部から管台に取付けた強め輪 (フランジや平板等の強め輪とみなせるものを含む。) までの距離、若しくは管台の容器取付部から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さとその鏡板の深さの 3 分の 1 を加えた長さのうちいずれか大きいもの又は別図第 4 から別図第 22 までにおいて管台を無限円筒 (ℓ/D<sub>o</sub> = 50 とする) と考えた場合の長さとする。



<備考> 中間の値は、比例法によって計算する。

三 炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、次の表の左欄に掲げる管台の外径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

管台の外径 (mm)	管台の厚さ (mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

(容器のフランジ)

第 12 条 フランジ(第 9 条第 1 項のフランジを除く。)は、次に掲げる規格(材料に係る部分を除く。)に適合するもの又は別表第 11 に掲げるものでなければならない。ただし、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。

日本産業規格 JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」

日本産業規格 JIS B 2238(1996)「鋼製管フランジ通則」

日本産業規格 JIS B 2239(1996, 2004, 2013)「鋳鉄製管フランジ」

ただし、JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」については、別表第 14 を満足するものに限る。

2 第 9 条第 1 項のフランジの厚さは、次の各号によらなければならない。

一 第 9 条第 1 項の図 9-1 に示す形のフランジにあつては、前項に規定するフランジの規格に準ずること。

二 第 9 条第 1 項の図 9-2 に示す形のフランジにあつては、次によること。

イ 輪形パッキンを用いるものにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。

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

Tは、フランジの厚さ(mm)

Mは、フランジに作用するモーメントで、次の合計値(N・mm)

(イ)さら形ふた板の中低面に加わる荷重によるモーメント

(ロ)さら形ふた板の内面に加わる全荷重とさら形ふた板の中低面に加わる荷重との差によるモーメント

(ハ)フランジのボルト荷重とさら形ふた板の内部に加わる全荷重との差によるモーメント

Aは、フランジの外径(mm)

Bは、フランジの内径(mm)

Sは、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力(MPa)

ロ 平パッキンを用いるものにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。

$$T = 0.6 \sqrt{\frac{P}{S} \left( \frac{B(A+B)(C-B)}{A-B} \right)}$$

Cは、ボルト穴の中心円の直径(mm)

Pは、さら形ふた板を取付ける胴の最高使用圧力(MPa)

T, A, B及びSは、それぞれイに定めるところによる。

三 第 9 条第 1 項の図 9-3 に示す形のフランジにあつては、次によること。



イ 輪形パッキンを用いるものにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。

$$T = Q \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{7.5M}{PQBR}} \right)$$

Qは、次の計算式により計算した値

(イ)鏡板の端にスロットを設ける場合

$$Q = \frac{PR}{4S} \left( \frac{C+B}{3C-B} \right)$$

(ロ)(イ)以外の場合

$$Q = \frac{PR}{4S} \left( \frac{C+B}{7C-5B} \right)$$

Rは、さら形ふた板の中央部における内面の半径(mm)

T, M, B, C, P及びSは、それぞれ前号に定めるところによる。

ロ 平パッキンを用いるものにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。

$$T = Q \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{3(C-B)B}{QR}} \right)$$

T, B及びCはそれぞれ前号に、Q及びRはそれぞれイに定めるところによる。

四 第9条第1項の図9-4に示す形のフランジにあつては、次の計算式により計算した値以上であること。

$$T = F \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{J}{F^2}} \right)$$

Fは、次の計算式により計算した値

$$F = \frac{PB\sqrt{4R^2-B^2}}{8S(A-B)}$$

Jは、次の計算式により計算した値

$$J = \left( \frac{M}{SB} \right) \left( \frac{A+B}{A-B} \right)$$

T, M, A, B, P及びSはそれぞれ第二号に、Rは前号に定めるところによる。

(伸縮継手)

第 12 条の 2 伸縮継手にあつては、次の計算式により計算した繰返し応力を繰返しピーク応力強さとし、別図第 1 又は別図第 2 においてこれに対応する許容繰返し回数が実際の繰返し回数以上でなければならない。この場合において、実際の繰返し回数が 2 種類以上あるときは、実際の繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値は、1 以下でなければならない。

$$\sigma_p = \frac{\sigma}{2}$$

$\sigma_p$  は、繰返し応力 (MPa)

$\sigma$  は、次の計算式により計算した値

一 調整リングが付いていない場合

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph^2}{2t^2c}$$

二 調整リングが付いている場合

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph}{tc}$$

E は、別表第 9 に規定する材料の縦弾性係数 (MPa)

t は、継手部の板の厚さ (mm)

$\delta$  は、全伸縮量 (mm)

n は、継手部の波数の 2 倍の値

b は、継手部の波のピッチの 2 分の 1 (mm)

h は、継手部の波の高さ (mm)

c は、継手部の層数

P は、第 8 条の 2 第 1 項に定めるところによる。

## 第4章 管の構造

### (管の構造の規格)

第13条 再処理施設に属する管(ダクトを除く)の構造の規格は、次条から第15条の3までの規定によらなければならない。ただし、本条により難い管については、応力評価により、必要な強度を有することが明らかな場合にはこの限りではない。応力評価に当たっての許容応力値は別表第4又は別表第5によるものとするが、詳細な応力計算を実施する場合においては適切な規格・基準類によるものとする。また、形状、穴の位置等によりこれにより難い閉じ込め部分又は耐圧部分であって、その最高使用圧力が次の各号に掲げる検定水圧試験方法のうちいずれかにより試験を行って求めた検定圧力以下であるものについては、この限りではない。

- 一 水圧力を徐々に加え、最も弱い箇所が降伏点に達した時の水圧力の値を求め、これに基づいて次の計算式により検定圧力を計算すること。この場合において、あらかじめ最も弱いと推定した箇所に選定した数個の点について水圧力を徐々に加えた場合の変形量を測定し、その変形量の変化の状態から推定した当該箇所が降伏点に達する時の水圧力又は当該箇所の外面にあらかじめ石灰乳を塗って乾燥させておき、水圧力を徐々に加えて石灰乳膜が点状にはがれ落ちた時の水圧力をもって当該箇所が降伏点に達した時の水圧力とみなすことができる。

$$P = \frac{P_0 S}{\sigma}$$

Pは、検定圧力(MPa)

P<sub>0</sub>は、最も弱い箇所が降伏点に達した時の水圧力(MPa)

Sは、使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力(MPa)

σは、材料の実際の降伏点(MPa)

- 二 あらかじめ最も弱いと推定した箇所に選定した数個の点に抵抗線ひずみ計をはり付け、当該耐圧部分の予定する最高使用圧力に相当する水圧力を加えて生ずるひずみを応力に換算して求めた値のうち絶対値による最大の値に基づいて次の計算式により検定圧力を計算すること。

$$P = \frac{P_0 S}{\sigma_0}$$

P<sub>0</sub>は、予定する最高使用圧力に相当する水圧力(MPa)

σ<sub>0</sub>は、最も弱いと推定される箇所に生じた応力の値(MPa)

P及びSは、それぞれ前号に定めるところによる。

- 2 管の実際厚さは、第14条に規定する値に腐食が予想される管の部分に対して考慮する腐食代を加えた値を下まわらないこと。ただし、管の部分によって腐食の度合が異なることが予想される場合には管のすべての部分に同じ腐食代をとらなくてもよい。

- 3 再処理施設に属するダクトの構造の規格は、第 16 条の規定によらなければならない。  
なお、ここでいう再処理施設に属するダクトとは、プルトニウム又は放射性物質を内包する気体の閉じ込め機能を要求されるダクトであって、かつ安全上重要な施設に含まれるダクトをいう。

(管の形状)

第 14 条 管(鏡板, 平板, フランジ及び管継手を除く。)の厚さは、次の各号に掲げる値のいずれか大きい方の値以上でなければならない。

- 一 内面に圧力を受ける管にあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PD_o}{2S\eta + 0.8P}$$

t は、管の計算上必要な厚さ(mm)

P は、最高使用圧力(MPa)

D<sub>o</sub> は、管の外径(mm)

S は、最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に規定する材料の許容引張応力(MPa)

η は、長手継手の効率で、第 7 条第 4 項に定めるところによる。

<備考>

ただし、JIS 規格の溶接管を用いる場合にあつては、別表第 4 の備考によりすでに許容応力を低減させているため、継目無し管として取扱うものとし、η=1 とする。なお、次条以降の管の継手効率 η に対しては上記と同様の取扱いとする。また、管台等に JIS 規格の溶接管を用いる場合の計算(第 11 条関係)にあつても同様の取扱いとする。

- 二 外面に圧力を受ける管にあつては、次の図により求めた値。ただし、次の図から求められない場合は、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

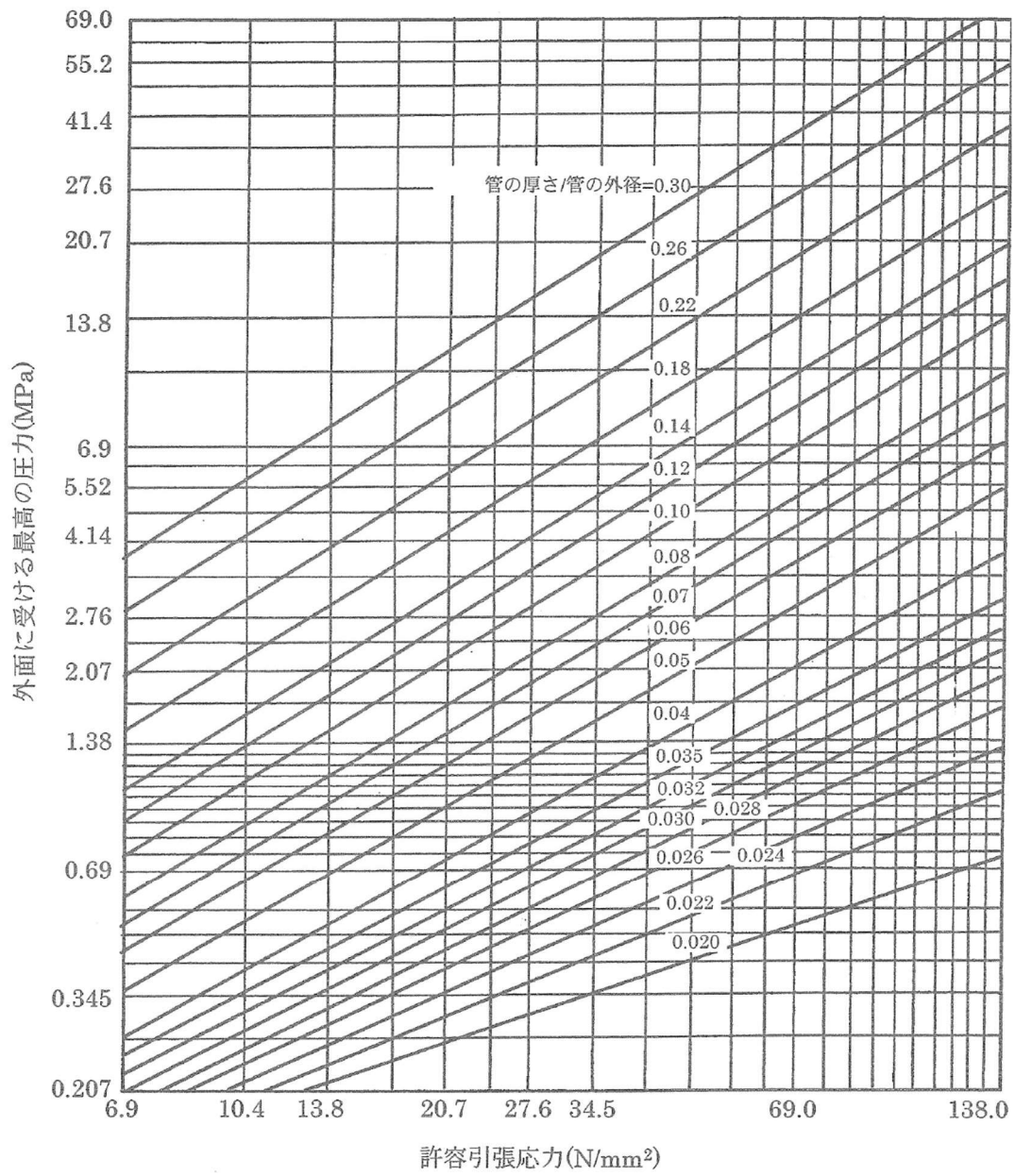
P<sub>e</sub> は、外面に受ける最高の圧力(MPa)

B は、別図第 4 から別図第 22 までにより求めた値

t 及び D<sub>o</sub> は、それぞれ前号に定めるところによる。

<備考>

ここで、D<sub>o</sub>/t < 10 となる場合には、第 7 条第 3 項第二号ニに規定する計算式を適用する。



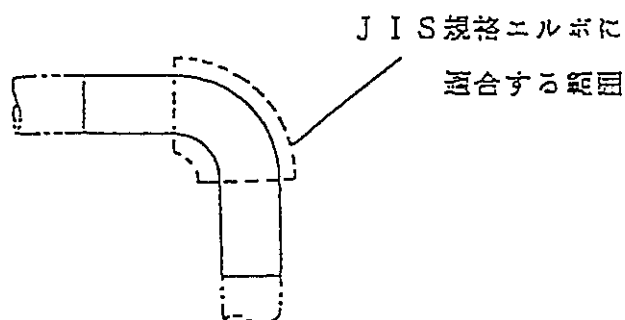
<備考> 中間の値は、比例法によって計算する。

三 熱交換器用の管以外の管で炭素鋼鋼管を使用するものにあつては、次の表の左欄に掲げる管の外径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

管の外径(mm)	管の厚さ(mm)
25 未満	1.4
25 以上 38 未満	1.7
38 以上 45 未満	1.9
45 以上 57 未満	2.2
57 以上 64 未満	2.4
64 以上 82 未満	2.7
82 以上 101 未満	3.0
101 以上 127 未満	3.4
127 以上	3.8

<備考>

本条第1項は、直管、曲管、テーパを有する管等の管(鏡板、平板、フランジ及び管継手を除く。)の必要な最小厚さについて定めたものである。なお、下図に示すように管継手と直管部を一体で製造したような形状のものの場合についても適用してよい。



2 管の鏡板は、次の各号によらなければならない。

一 形は、次のいずれかであること。

イ さら形であって、次に適合するもの

(イ) 外径が中央部における内面の半径以上であること。

(ロ) すみの丸みの内半径が厚さの3倍以上であり、かつ、外径の0.06倍(50mm未満の場合には、50mm)以上であること。

ロ 全半球形

ハ 半だ円形であって、内面における長径と短径との比が3以下であるもの

二 厚さは、次に掲げる値以上であること。この場合において、フランジ部にあつては、当該鏡板が取付けられる管について前項の規定により求めた計算上必要な厚さ以上とする。

イ 前号イに掲げる形の鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$

t は、鏡板の計算上必要な厚さ(mm)

R は、鏡板の中央部における内面の半径(mm)

W は、さら形鏡板の形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

r は、さら形鏡板のすみの丸みの内半径(mm)

$\eta$  は、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率で、第7条第4項に定めるところによる。

P及びSは、それぞれ前項第一号に定めるところによる。

ロ 前号イに掲げる形の鏡板で中高面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{P_e R}{B}$$

R は、鏡板の中央部の外半径(mm)

t はイに、 $P_e$ 及びBはそれぞれ前項第二号に定めるところによる。

ハ 前号ロに掲げる形の鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PR}{2S\eta - 0.2P}$$

R は、鏡板の内半径(mm)

$\eta$  は、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率又は鏡板を管に取付ける

場合は継手の効率のいずれか小さい方の値。この場合において、継手の効率については、第7条第4項に定めるところによる。

tはイに、P及びSはそれぞれ前項第一号に定めるところによる。

ニ 前号ロに掲げる形の鏡板で中高面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{P_c R}{B}$$

Rは、鏡板の外半径(mm)

tはイに、P<sub>c</sub>及びBはそれぞれ前項第二号に定めるところによる。

ホ 前号ハに掲げる形の鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、次の計算式により計算した値

$$t = \frac{PDK}{2S\eta - 0.2P}$$

Dは、鏡板の内面における長径(mm)

Kは、半だ円形鏡板の形状による係数で、次の計算式により計算した値

$$K = \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left( \frac{D}{2h} \right)^2 \right\}$$

hは、鏡板の内面における短径の2分の1(mm)

t及びηはそれぞれイに、P及びSはそれぞれ前項第一号に定めるところによる。

へ 前号ハに掲げる形の鏡板で中高面に圧力を受けるものにあつては、ロの規定に準じて計算した値。この場合において、ロ中Rは外面で測った長径のK倍とし、Kは次の表の上欄に掲げる鏡板の長径と短径との比に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値とする。

鏡板の長径と短径との比	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
K	1.36	1.27	1.18	1.08	0.99	0.90	0.81	0.73	0.65	0.57	0.50

3 管の平板の厚さは、次の計算式により計算した値以上でなければならない。

$$t = d \sqrt{\frac{KP}{S}}$$

tは、平板の計算上必要な厚さ(mm)

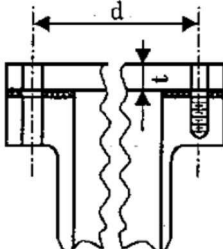
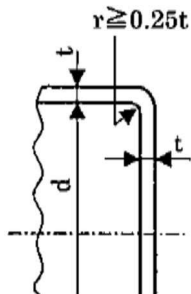
dは、次の表の左欄に掲げる平板の取付け方法に応じ、それぞれ同欄の図に示す当

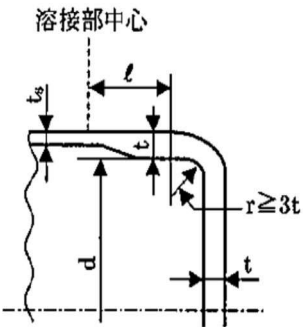
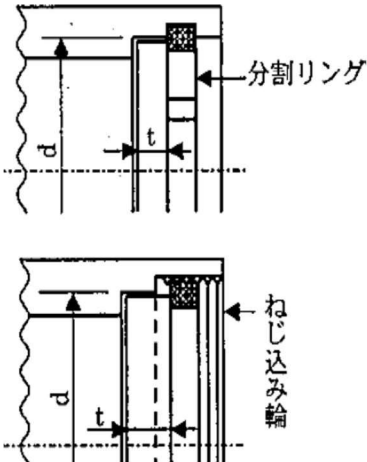


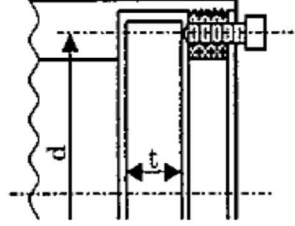
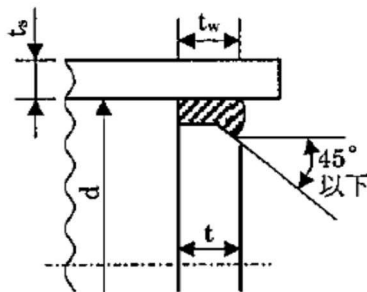
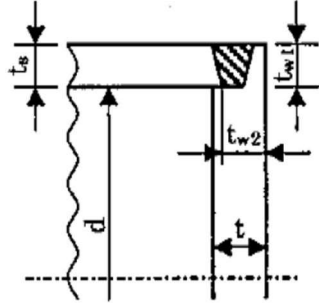
該平板の径又は最小内のり (mm)

Kは、平板の取付け方法による係数で、次の表の左欄に掲げる平板の取付け方法に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値

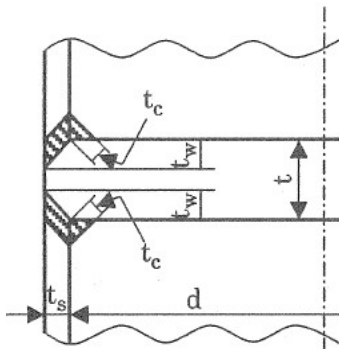
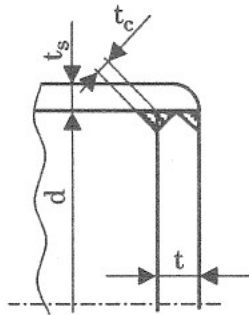
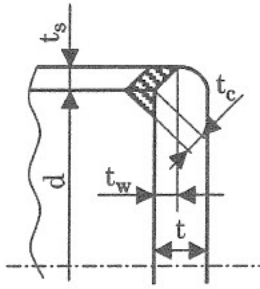
P及びSはそれぞれ第1項第一号に定めるところによる。

取 付 け 方 法	K の 値
<p>(a)</p>  <p>平板が管又はフランジ部にボルトにより固定される場合 ただし、ボルトを締付けることにより平板に曲げモーメントが作用しない場合に限る。</p>	0.17
<p>(b)</p>  <p>平板が管と一体又は突合せ溶接され、<math>d</math> が 600mm 以下で、平板の厚さが <math>d</math> 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平板のフランジ部の厚さの 4 分の 1 以上の場合。</p>	0.13

<p>(c)</p> 	<p>平板が管と一体又は突合せ溶接され、そのすみの丸みの内半径が平板のフランジ部の厚さの3倍以上の場合。</p>	<p>0.17</p> <p>ただし、<math>t</math>から<math>t_s</math>へ移行するテーパは1対4又はそれより緩かであり、かつ、下記のいずれかに適合する場合、0.10とすることができる。</p> <p>(1) フランジの長さ<math>l</math>が次に適合すること。</p> $l \geq \left( 1.1 - 0.8 \frac{t_s^2}{t^2} \right) \sqrt{dt}$ <p>(2) 管の厚さ<math>t_s</math>が、<math>2\sqrt{dt_s}</math>以上の長さにならなければ次に適合すること。</p> $t_s \geq 1.12t\sqrt{1.1 - l/\sqrt{dt}}$
<p>(d)</p> 	<p>平板が管の端にはめ込まれ、かつ、ねじ込み輪、分割リング等の機械的装置で取り付けられ、平板に作用する力によって生ずる機械的装置の応力が別表第4又は別表第5に定める値の0.8倍以下である場合(漏れ止め溶接を行う場合を含む)</p>	<p>0.20</p>

<p>(e)</p> 	<p>平板が管にパッキンをはさんで締付けボルトで取り付けられ、かつ、平板に作用する力によって生ずる締付けボルトの応力が別表第6に定める値の0.8倍以下である場合(漏れ止め溶接を行う場合を含む)</p>	<p>0.20</p>
<p>(f)</p> 	<p>平板が管の内側に溶接される場合であって、      のど厚 <math>t_w</math> が継目のない管の計算上必要な厚さの2倍以上で、かつ、管の厚さの1.25倍以上である場合。</p>	<p>0.33 <math>m</math>          ただし、0.2以上  <math display="block">m = \frac{t_r}{t_s}</math>  <math>t_r</math> : 継目のない胴又は管の計算上必要な厚さ (mm)</p>
<p>(g)</p>  <p><math>t_{w1} + t_{w2} \geq 2t_s</math>  <math>t_{w1} \geq t_s</math></p>	<p>平板が管の端に突合せ溶接され、平板の一部が管にはまり込んで溶接の裏当金の作用をする場合であって、<math>t_{w1}</math>と<math>t_{w2}</math>の和が管の厚さの2倍以上、<math>t_{w1}</math>が管の厚さ以上で、かつ、管の厚さが継目のない管の計算上必要な厚さの1.25倍以上である場合。</p>	<p>0.33</p>

(h)



(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

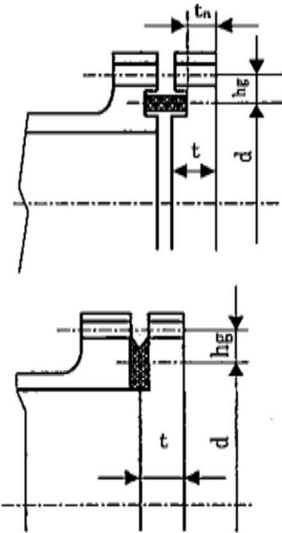
6mmのうちいずれか小さい値以上である場合。

$$0.33m$$

ただし、0.2以上

$$m = \frac{t_r}{t_s}$$

$t_r$  : 継目のない管の計算上必要な厚さ (mm)

<p>(i)</p> 	<p>平板が管又はフランジにボルトで締め付けられた場合であって、ボルトを締め付けることによって平板がさら形になる傾向を生じ、圧力が平板を取り付けるフランジ側から平板に作用する場合。</p>	$0.20 + \frac{1.0Fhg}{Wd}$ <p><math>F</math> : 全体のボルトに作用する力(N)  <math>hg</math> : ボルトのピッチ円の直径と <math>d</math> との差の 2 分の 1 (mm)  <math>W</math> : 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全圧力(N)</p> <p>ただし、<math>t_n</math> の厚さを算出する場合は次式で求まる値を <math>K</math> の値とする。</p> $\frac{1.0Fhg}{Wd}$
<p>(j) その他の場合</p>		<p>0.50</p>

(管の接続)

第 15 条 管と管とを接続する場合は、溶接継手、フランジ継手、ねじ込み継手又は機械的継手(メカニカルジョイント、ビクトリックジョイント等であって当該継手が十分な強度を有する機械的な締付けにより行われ、かつ、漏えいを防止する方法によるものに限る。以下この条において同じ。)によらなければならない。

2 溶接継手による場合は、次の場合を除き、管の軸に垂直な断面で溶接しなければならない。

一 管の中心線の交角が 30 度以下で、かつ、管の厚さが前条第 1 項の規定により必要とされる厚さに次の計算式により計算した係数を乗じた値以上である場合

$$K = \frac{R - 0.5r}{R - r}$$

$K$  は、係数

$R$  は、管の中心線の曲率半径 (mm)

$r$  は、管の内半径 (mm)

二 主管に穴を設けて管台又は分岐管を取付ける場合

3 フランジ継手による場合は、当該フランジは、次の各号のいずれかに適合するもの又

は別表第 11 に掲げるものでなければならない。

一 次に掲げる規格(材料に係る部分を除く。)のいずれかに適合するもの

イ 日本産業規格 JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」

ロ 日本産業規格 JIS B 2238(1996)「鋼製管フランジ通則」

ハ 日本産業規格 JIS B 2239(1996, 2004, 2013)「鋳鉄製管フランジ」

ただし, JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」については, 別表第 15 を満足するものに限る。

二 次に適合するもの

イ フランジ(ボルト等を除く。)の最高使用圧力及び機械的荷重により生ずる周方向, 半径方向及び軸方向の応力は, それぞれ最高使用温度における別表第 4 又は別表第 5 に定める値の 1.5 倍の値を超えないこと。

ロ ボルト等の最高使用圧力における荷重及びガスケット締付時のボルト荷重により生ずる平均引張応力は, それぞれ最高使用温度における別表第 6 に定める値を超えないこと。

ハ 上記イ, ロの応力は日本産業規格 JIS B 8265(2003)「圧力容器の構造—一般事項」により算出すること。なお, 応力算定にあたり, 圧力として次の計算式により計算した値を用いること。

$$P_{FD} = P + P_{eq}$$

$P_{FD}$ は, フランジ応力算定用圧力(MPa)

$P$ は, 最高使用圧力(MPa)

$P_{eq}$ は, 管の自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力(MPa)

三 フランジに加わる管の機械的荷重により生じる応力を求めるための等価応力は, 次の計算式により算出すること。

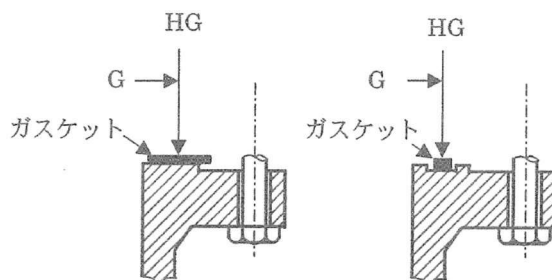
$$P_{eq} = \frac{16M}{\pi G^3}$$

$P_{eq}$ は, 管の自重及びその他機械的荷重によりフランジ部に作用する曲げモーメントを圧力に換算した等価圧力(MPa)

$M$ は, フランジ部に作用するモーメント(N・mm)

$G$ は, ガスケット反力のかかる位置を通る円の直径(mm)

(下図参照)



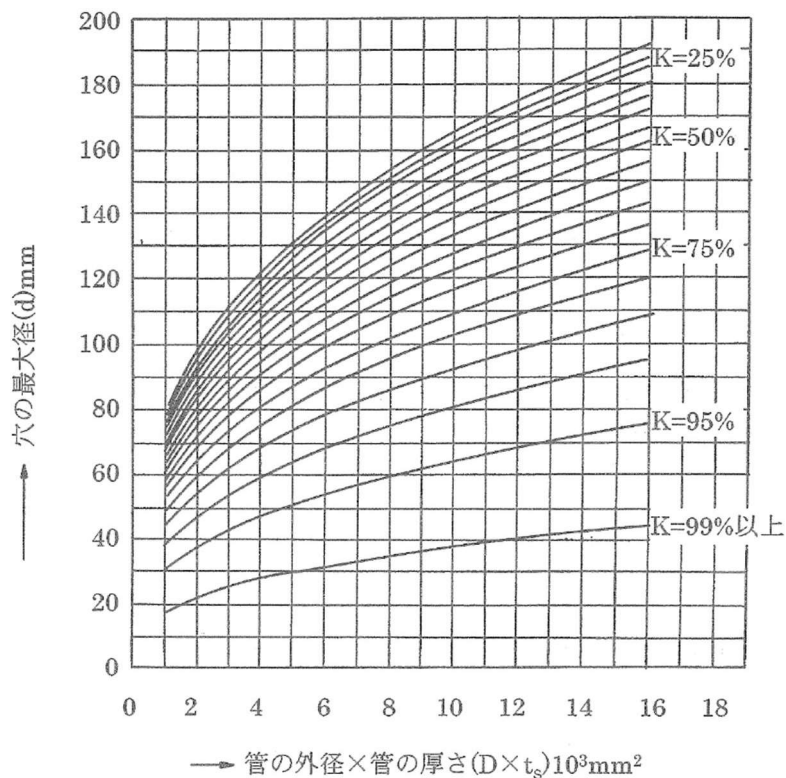
HG : ガスケット反力

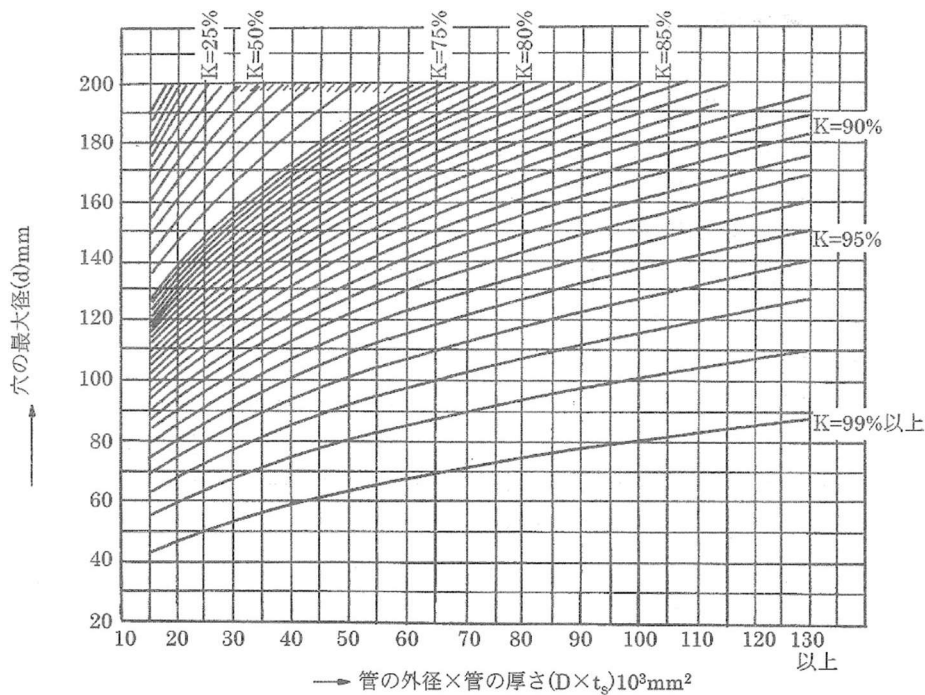
4 継手部に著しい配管反力が生ずる場合は、ねじ込み継手又は機械的継手によってはならない。

(穴と補強)

第 15 条の 2 管に穴を設ける場合は、次の各号によらなければならない。

- 一 穴は、円形又はだ円形であること。
- 二 穴を補強すること。ただし、次に掲げる穴を管(管台及びフランジを除く。以下この号において同じ。)に設ける場合は、この限りではない。
  - イ 平板以外の管に設ける穴であって、穴の径(円形の穴にあつては直径、だ円形の穴にあつては長径をいう。以下この条において同じ。)が 61mm 以下で、かつ、管の内径の 4 分の 1 以下の穴
  - ロ 平板以外の管に設ける穴であって、イに掲げるものを除き、穴の径が 200mm 以下で、かつ、次の図により求めた d の値以下の穴





<備考>

- 1 dは、穴の径 (mm)
- 2 Dは、管の外径 (mm)
- 3 Kは、次の計算式により計算した値

イ 直管，曲管，さら形鏡板又は半だ円形鏡板の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s}$$

ロ 全半球形鏡板の場合

$$K = \frac{PD}{3.64S \eta t_s}$$

- 4  $t_s$ は、管の厚さ (mm)
- 5 Pは、最高使用圧力 (MPa)
- 6 Sは、最高使用温度における別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力 (MPa)
- 7  $\eta$ は、穴が管の長手継手，鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手又は管と全半球形鏡板との接合部の周継手を通る場合は第7条第4項に規定する効率，その他の場合は1
- 8 Kが25パーセント以下の場合の補強を要さない穴の径は，下式によって求める。

$$d = 8.05 \sqrt[3]{Dt_s(1-K)}$$



ハ 平板に穴を設ける場合であって、次に適合する場合

(イ) 穴の径が第 14 条第 3 項の  $d$  の値の 2 分の 1 以下である場合は、平板の厚さが次の計算式により計算した値以上であること。

$$t = d \sqrt{\frac{2KP}{S}}$$

$t$ 、 $d$ 、 $K$ 、 $P$  及び  $S$  は、それぞれ第 14 条第 3 項に定めるところによる。ただし、 $K$  は、同項の図中 (i) の場合を除き、0.375 以上とすることを要しない。

(ロ) 穴の径が第 14 条第 3 項の  $d$  の値の 2 分の 1 を超える場合は、平板の厚さが次の計算式により計算した値以上であること。

$$t = d \sqrt{\frac{2.25KP}{S}}$$

$t$ 、 $d$ 、 $K$ 、 $P$  及び  $S$  は、それぞれ第 14 条第 3 項に定めるところによる。

三 さらに形鏡板にあつてはすみの曲り部に、半だ円形鏡板にあつては鏡板の中心を中心とし、鏡板のフランジ部の内径の 0.8 倍を直径とする円外にないこと。ただし、監視計器、薬品注入管、連続吹出し管等を設けるための穴であつて、穴の径が 20mm 以下のものにあつては、この限りではない。

2 前項第二号の規定により補強する場合は、次の各号によらなければならない。

一 補強は、穴の中心を含み、かつ、主管の面に垂直な任意の平面に現われる断面について、イの補強に有効な範囲内にある口の補強に有効な面積がハの補強に必要な面積より大きくなるように行うこと。

イ 補強に有効な範囲 穴の中心を含み、かつ、主管の面に垂直な平面上において、(イ)に掲げる穴の中心線に平行な 2 つの直線及び(ロ)に掲げる主管の面に沿う 2 つの線によって囲まれる範囲

(イ) 穴の中心線に平行な直線 穴の中心線からその両側に、主管の中心線に沿って、それぞれ各断面に現われる穴の径又は各断面に現われる穴の径の 2 分の 1 と主管の厚さと管台がある場合における管台壁の厚さとの和のうちいずれか大きいものに等しい距離にある直線

(ロ) 主管の面に沿う線 主管の面から両側にそれぞれ主管の厚さの 2.5 倍又は強め材の厚さと管台がある場合における管台壁の厚さの 2.5 倍との和のうちいずれか小さいものに等しい距離にある線

ロ 補強に有効な面積 次に規定する断面積の和

(イ) 次の 2 つの計算式により求めた断面積のうちいずれか大きいもの

$$A = (\eta t_s - Ft_{sr})d$$

$$A = 2(\eta t_s - Ft_{sr})(t_s + t_n)$$

Aは、補強に有効な断面積(mm<sup>2</sup>)

$\eta$ は、穴が管の長手継手、鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手又は管と全半球形鏡板との接合部の周継手を通る場合は第7条第4項に規定する効率、その他の場合は1

$t_s$ は、管の厚さ(mm)

$t_{s,r}$ は、次に定めるところによる。

(1) 鏡板の場合

(一)さら形鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、W及び $\eta$ を1として第14条第2項第二号イの計算式により計算した値

(二)半だ円形鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、その内面における長径の $K_1$ 倍を半径とする全半球形鏡板について第14条第2項第二号ハの計算式により計算した値。この場合において、 $K_1$ は、次の表の上欄に掲げる鏡板の長径と短径との比に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値とする。

鏡板の長径と短径との比	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
$K_1$	1.36	1.27	1.18	1.08	0.99	0.90	0.81	0.73	0.65	0.57	0.50

<備考> 表中の値の中間の値は、比例法によって計算する。

(三)その他の鏡板にあつては、その計算上必要な厚さ

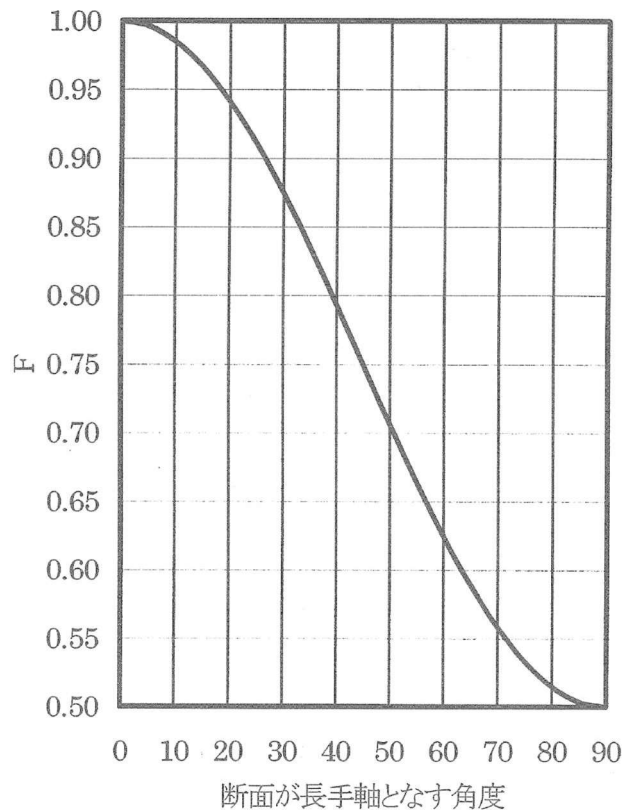
(2)平板の場合 第14条第3項の計算式により計算した値

(3)(1)及び(2)以外の場合  $\eta$ を1として第14条第1項の規定により必要とされる厚さ

$t_n$ は、管台を取付ける場合における当該管台壁の厚さ(mm)

dは、断面に現われる穴の径(mm)

Fは、次の図により求めた値。鏡板の場合は1とする。



(ロ) 管台がある場合は、管台のうち次の計算式により計算した値を超える部分の断面積及び当該管台のフランジ又は強め材の断面積

$$t_{nr} = \frac{PD_i}{2S - 1.2P}$$

$t_{nr}$  は、管台の計算上必要な厚さ (mm)

$D_i$  は、管台の内径 (mm)

P 及び S は、それぞれ前項第二号ロの図の備考に定めるところによる。

(ハ) 管台、管台のフランジ又は強め材を溶接により取付ける場合におけるすみ肉部の断面積

ハ 補強に必要な面積 次の計算式により計算した値に等しい断面積

(イ) 鏡板の場合

$$A_r = dt_{r1}$$

$A_r$  は、補強に必要な断面積 (mm<sup>2</sup>)

d は、穴の径 (mm)

$t_{r1}$  は、次に定めるところによる。

(1) さらに形鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、W 及び  $\eta$  を 1 とし  
て第 14 条第 2 項第二号イの計算式により計算した値

(2) 半だ円形鏡板で中低面に圧力を受けるものにあつては、その内面における長径の $K_1$ 倍を半径とする全半球形鏡板について第14条第2項第二号ハの計算式により計算した値。この場合において、 $K_1$ は、次の表の上欄に掲げる鏡板の長径と短径との比に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる値とする。

鏡板の長径と短径との比	3.0	2.8	2.6	2.4	2.2	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
$K_1$	1.36	1.27	1.18	1.08	0.99	0.90	0.81	0.73	0.65	0.57	0.50

<備考> 表中の値の中間の値は、比例法によつて計算する。

(3) その他の鏡板にあつては、その計算上必要な厚さ

(ロ) 平板の場合

$$A_r = 0.5dt_{r2}$$

$t_{r2}$ は、第14条第3項の規定により必要とされる平板の厚さ(mm)

$A_r$ 及び $d$ は、それぞれ(イ)に定めるところによる。

(ハ) (イ)及び(ロ)以外の場合

$$A_r = 1.07dt_{r3}(2 - \sin\theta)$$

$t_{r3}$ は、第14条第1項の規定により必要とされる厚さ(mm)

$\theta$ は、分岐管の中心線と主管の中心線との交角(°)

$A_r$ 及び $d$ は、それぞれ(イ)に定めるところによる。

二 前号の場合において、2以上の穴が接近しているためそれぞれの同号イの補強に有効な範囲が重なり合うときは、次によること。

イ 重なり合う部分の面積は、2以上の穴の補強に有効な面積としないこと。

ロ 隣接する2つの穴の中心間の距離は、これらの穴の径の平均値の1.5倍以上であり、かつ、これらの穴の間にある補強に有効な範囲の面積は、これらの穴の補強に必要な面積の50パーセント以上であること。

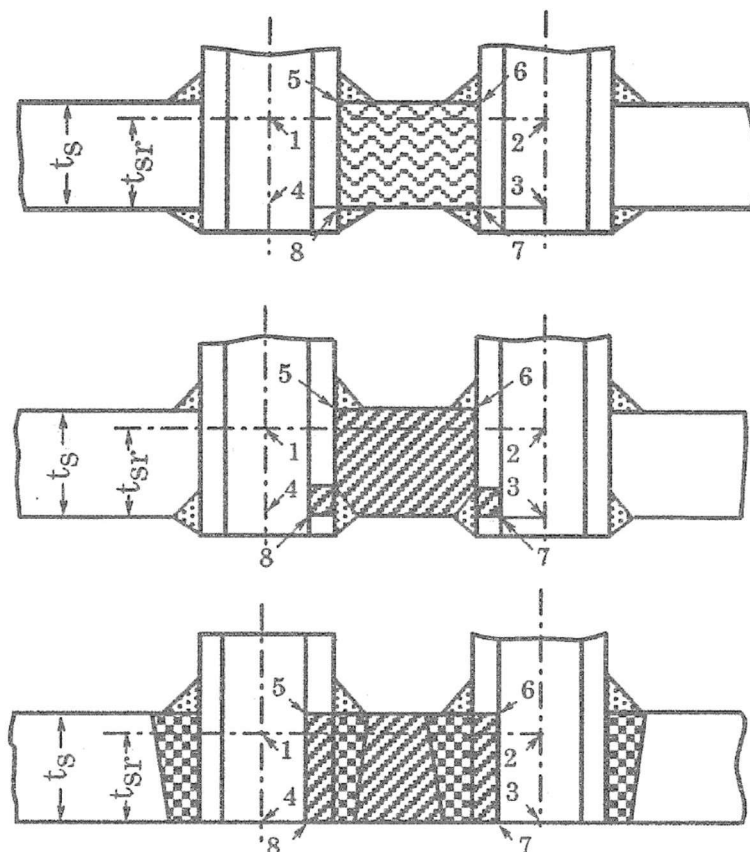
ハ 2以上の穴を次の図に示すように溶接により取付けた強め材で補強する場合は、隣接する2つの穴の間の主管の断面積(主管内に溶着された管壁を含む。)は次の計算式により計算した値以上であること。

$$A_s = 0.7\ell t_{sr} F$$

$A_s$ は、2つの穴の間の主管の断面積(mm<sup>2</sup>)

$\ell$ は、2つの穴の中心間の距離(mm)

$t_{sr}$  及び  $F$  は、それぞれ前号ロ(イ)に定めるところによる。



主管の断面積は 5. 6. 7. 8 で囲まれる面積

- 三 別表第 10 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の熱膨張係数は，主管の材料のその 0.85 倍以上 1.15 倍以下であること。
- 四 内径が 1,500mm 以下の主管に設ける穴の径が主管の内径の 2 分の 1 (500mm を超える場合は，500mm) を超える場合及び内径が 1,500mm を超える主管に設ける穴の径が主管の内径の 3 分の 1 (1,000mm を超える場合は，1,000mm) を超える場合は，第一号ハの補強に必要な面積の 3 分の 2 以上が穴の周囲から穴の径の 4 分の 1 の範囲内にあること。
- 五 補強に必要な面積の 2 分の 1 以上の補強に有効な面積は，穴の中心線の両側にあること。
- 六 別表第 4 又は別表第 5 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の許容引張応力が同表に規定する主管の材料の許容引張応力より大きい場合は，これらの材料の許容引張応力を主管の材料の許容引張応力と同等として計算に用いること。
- 七 別表第 4 又は別表第 5 に規定する管台，強め材又は溶着金属の材料の許容引張応力

が同表に規定する主管の材料の許容引張応力より小さい場合は、これらの材料の許容引張応力と主管の材料の許容引張応力との比に反比例してこれらの材料の断面積を増加すること。

八 強め材を溶接で取付ける強さは、次に掲げる値のいずれか小さい方の値以上であること。

イ 強さを要求される部分の強め材の断面積と別表第4又は別表第5に規定する許容引張応力との積

ロ 次の(イ)の値から(ロ)の値を引いた値

(イ) 穴の径と主管の計算上必要な厚さと別表第4又は別表第5に規定する主管の材料の許容引張応力との積

(ロ) 第一号ロ(イ)の断面積と別表第4又は別表第5に規定する主管の材料の許容引張応力との積

九 前号の強め材を取付ける強さは、別表第4又は別表第5に規定する主管の材料の許容引張応力と次の表に掲げる数値と溶接部が切断する面の断面積との積とする。この場合において、溶接部が切断する面の断面積は、第一号本文に規定する断面の片側をとるものとする。

応力除去の有無	管台壁のせん断	突合せ溶接部		すみ肉溶接部のせん断
		引張	せん断	
行った場合	0.70	0.74	0.60	0.49
行わない場合	0.70	0.70	0.56	0.46

### (管継手)

第15条の3 管継手は、次の各号のいずれかに適合するもの又は別表第12に掲げるものでなければならない。この場合において、伸縮継手以外の管継手の厚さは、当該管継手に接続される管の第14条第1項の規定により必要とされる厚さ以上でなければならない。ただし、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。

一 次に掲げる規格(形状及び寸法に係る部分に限る。)のいずれかに適合するもの。

イ 日本産業規格 JIS B 2301(2001)ねじ込み式可鍛鉄製管継手

ロ 日本産業規格 JIS B 2302(1998)ねじ込み式鋼管製管継手

ハ 日本産業規格 JIS B 2303(1995)ねじ込み式排水管継手

ニ 日本産業規格 JIS B 2311(2001)一般配管用鋼製突合せ溶接式管継手

ホ 日本産業規格 JIS B 2312(2001, 2009, 2015)配管用鋼製突合せ溶接式管継手

ヘ 日本産業規格 JIS B 2313(2001, 2009, 2015)配管用鋼板製突合せ溶接式管継手

- ト 日本産業規格 JIS B 2316(1997)配管用鋼製差込み溶接式管継手
- チ 日本産業規格 JIS G 3451(1987)水輸送用塗覆装鋼管の異形管
- リ 日本産業規格 JIS G 5527(1998)ダクタイル鋳鉄異形管

二 伸縮継手(材料がステンレス鋼及び高ニッケル合金のものに限る。)にあつては、次の計算式により計算した許容繰返し回数が実際の繰返し回数以上のもの。この場合において、実際の繰返し回数が2種類以上あるときは、実際の繰返し回数と許容繰返し回数との比をそれぞれ加えた値は、1以下であること。

$$N = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

Nは、許容繰返し回数

σは、次の計算式により計算した値

イ 調整リングが付いていない場合

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph^2}{2t^2c}$$

ロ 調整リングが付いている場合

$$\sigma = \frac{1.5Et\delta}{n\sqrt{bh^3}} + \frac{Ph}{tc}$$

Eは、別表第9に規定する材料の縦弾性係数(MPa)

tは、継手部の板の厚さ(mm)

δは、全伸縮量(mm)

nは、継手部の波数の2倍の値

bは、継手部の波のピッチの2分の1(mm)

hは、継手部の波の高さ(mm)

Pは、最高使用圧力(MPa)

cは、継手部の層数

三 爆着接合管継手又は熱間圧延接合管継手(材料の組合せは別表第13による)による場合は、異材接合部分の強度が当該管継手に接続される配管部に要求される強度と同等若しくはそれ以上であること。

#### (ダクトの構造の規格)

第16条 再処理施設に属するダクトについては、次条から第16条の3までの規定によるものとする。なお、ここでいう再処理施設に属するダクトとは、プルトニウム又は放射性物質を内包する気体の閉じ込め機能を要求されるダクトであつて、かつ安全上重要な施設に含まれるダクトをいう。

#### (ダクトの形状)

第 16 条の 2 ダクトの軸に垂直な断面は、円形又は長方形でなければならない。ただし、ダクトの軸に垂直な断面が円形のダクト(以下「円形のダクト」という。)とダクトの軸に垂直な断面が長方形のダクト(以下「長方形のダクト」という。)とを接続する継手部分にあっては、この限りではない。

2 ダクトの厚さは、次の各号によらなければならない。

一 円形のダクトにあっては、次の表の左欄に掲げるダクトの径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値以上であること。

ダクトの径(mm)	ダクトの厚さ(mm)
200 以下	0.5
200 を超え 560 以下	0.6
560 を超え 800 以下	0.8
800 を超え 1000 以下	1.0
1000 を超えるもの	1.2

二 長方形のダクトにあっては、次の表の左欄に掲げるダクトの長径に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値以上であること。

ダクトの長径(mm)	ダクトの厚さ(mm)
450 以下	0.8
450 を超え 1200 以下	1.0
1200 を超えるもの	1.2

(ダクトの接続)

第 16 条の 3 ダクトとダクトとを接続する場合は、非常用の排気ダクトの継手であって、フィルターより下流までのものにあつては、溶接継手又はフランジ継手、フィルターから上流のものにあつては、溶接継手、フランジ継手又ははぜ継手によらなければならない。

2 フランジ継手による場合は、当該フランジは、次の各号のいずれかに適合するもの又は別表第 11 に掲げるものでなければならない。

一 25mm×25mm×3mm 以上の形鋼又はこれと同等以上の断面積を有するもの。

<備考>



本号の代表例は、次のとおりである。

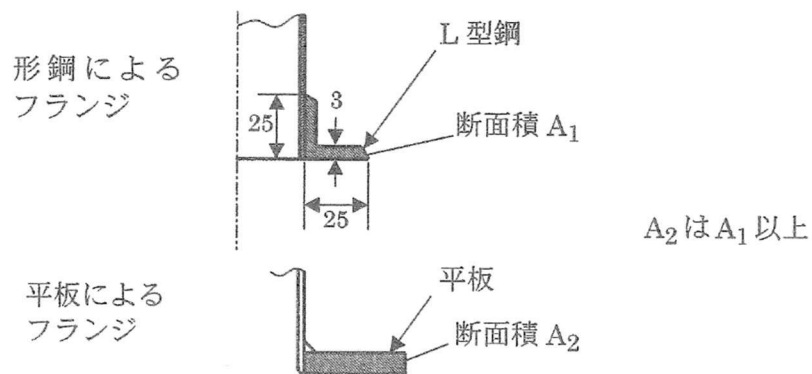


図 16-3-1

二 次に掲げる規格(材料に係る部分を除く。)のいずれかに適合するもの

イ 日本産業規格 JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」

ロ 日本産業規格 JIS B 2238(1996)「鋼製管フランジ通則」

ハ 日本産業規格 JIS B 2239(1996, 2004, 2013)「鋳鉄製管フランジ」

ニ 日本産業規格 JIS B 2240(1996)「銅合金製管フランジ」

ただし、JIS B 2220(2004, 2012)「鋼製管フランジ」については、別表第 16 を満足するものに限る。

## 第5章 支持構造物

### (支持構造物の規格)

第17条 機器に直接溶接により取付けられる支持構造物(ガスケット, シール, ばね, 圧縮ばね用端板, 軸受, 座金, 摩擦板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を除く。)であって, その破損により機器の損壊を生じさせるおそれのあるものの構造の規格は, 次の各号のいずれかによること。

一 材料に生じる一次応力は次の値を超えないこと。

イ 一次引張応力については, 次の計算式により計算した値

$$f_t = \frac{F}{1.5}$$

$f_t$ は, 許容引張応力(MPa)

Fは, 次に定める値

(1) 溶接部であって, 技術基準規則の解釈に規定された「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」における「別紙-1 再処理施設の溶接の方法」の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じてそれぞれ磁粉探傷試験, 浸透探傷試験, 放射線透過試験, 超音波探傷試験を行った場合に合格する部分又は溶接部以外の部分 別表第7に定める値又は別表第8に定める値の0.7倍の値のいずれか小さい方の値。ただし, 使用温度が40度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にあつては, 別表第7に定める値の1.35倍の値, 別表第8に定める値の0.7倍の値又は室温における別表第7に定める値のいずれか小さい方の値(MPa)

(2) 溶接部であって, (1)に掲げる部分以外の部分 (1)に定める値の0.45倍の値

ロ 一次せん断応力については, 次の計算式により計算した値

$$f_s = \frac{F}{1.5\sqrt{3}}$$

$f_s$ は, 許容せん断応力(MPa)

Fは, イに定めるところによる

ハ 一次圧縮応力については, 次の値

(イ)圧縮材の有効細長比が限界細長比以下のものにあつては, 全断面積に対する一次圧縮応力については, 次の計算式により計算した値

$$f_c = \left\{ 1 - 0.4 \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \frac{F}{v}$$

$f_c$ は, 許容圧縮応力(MPa)

$\lambda$ は, 圧縮材の有効細長比で, 次の計算式により計算した値

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

$l_k$  は、座屈長さ (mm)

$i$  は、座屈軸についての断面二次半径 (mm)

$\Lambda$  は、限界細長比で、次の計算式により計算した値

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6F}}$$

$E$  は、別表第 9 に規定する材料の縦弾性係数 (MPa)

$F$  は、イに定めるところによる

$\nu$  は、次の計算式により計算した値

$$\nu = 1.5 + \frac{2}{3} \left( \frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2$$

(ロ) 圧縮材の有効細長比が限界細長比を超えるものにあつては、全断面積に対する一次圧縮応力については、次の計算式により計算した値

$$f_c = 0.277 F \left( \frac{\Lambda}{\lambda} \right)^2$$

$f_c$ 、 $\lambda$  及び  $\Lambda$  は、それぞれ(イ)に、 $F$  は、イに定めるところによる。

(ハ) 圧延形鋼又は溶接 I 型鋼の断面のウェブフィレットの先端部における一次圧縮応力については、次の計算式により計算した値

$$f_c = \frac{F}{1.3}$$

$f_c$  は、(イ)に、 $F$  は、イに定めるところによる。

ニ 一次曲げ応力については、次の値

(イ) 荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼又は溶接組立鋼であつて、強軸まわりに曲げを受けるもの(箱形断面のものを除く。)にあつては、次の 2 つの計算式により計算した値のうちいずれか大きい値又はイに定める値のいずれか小さい方の値

$$f_b = \left\{ 1 - 0.4 \frac{l_b^2}{C \Lambda^2 i^2} \right\} f_t$$

$$f_b = \frac{0.433 E A_f}{l_b h}$$

$f_b$  は、許容曲げ応力 (MPa)

$l_b$  は、圧縮フランジの支点間距離 (mm)

h は、はりのせい(mm)

$A_f$  は、圧縮フランジの断面積(mm<sup>2</sup>)

i は、圧縮フランジとはりのせいの6分の1とからなるT形断面のウェブ軸まわりの断面二次半径(mm)

C は、次の計算式により計算した値又は2.3のうちいずれか小さいもの(座屈区間中間の強軸まわりの曲げモーメントが $M_1$ より大きい場合は、1とする。)

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

$M_2$ 及び $M_1$ は、それぞれ座屈区間端部における強軸まわり曲げモーメント。この場合において、 $M_2$ と $M_1$ との比は、1より小さいものとし、単曲率の場合を正に、復曲率の場合を負とする。

$f_t$ はイに、 $\Lambda$ 及びEはそれぞれハ(イ)に定めるところによる。

(ロ)荷重面内に対称軸を有する圧延形鋼又は溶接組立鋼であって弱軸まわりに曲げを受けるもの、面内に曲げを受けるガセットプレート並びに曲げを受ける鋼管及び箱形断面のものにあつては、イに定める値

(ハ)みぞ形断面のもの並びに荷重面内に対称軸を有しない圧延形鋼及び溶接組立鋼にあつては、次の計算式により計算した値又はイに定める値のいずれか小さい方の値

$$f_b = \frac{0.433EA_f}{l_b h}$$

$f_b$ 、 $A_f$ 、 $l_b$ 及びhはそれぞれ(イ)に、Eは、ハ(イ)に定めるところによる。

(ニ)面外に曲げを受ける板にあつては、次の計算式により計算した値

$$f_b = \frac{F}{1.3}$$

$f_b$ は、(イ)に、Fは、イに定めるところによる。

(ホ)曲げを受けるピンにあつては、次の計算式により計算した値

$$f_b = \frac{F}{1.1}$$

$f_b$ は、(イ)に、Fは、イに定めるところによる。

ホ 一次支圧応力については、次の値

(イ)ピン、荷重点補強板等(すべり支承、ローラ支承及びボルト締めを除外する。の)の接触部の支圧面にあつては、次の計算式により計算した値

$$f_p = \frac{F}{1.1}$$

$f_p$  は、許容支圧応力 (MPa)

$F$  は、イに定めるところによる。ただし、接触する材料の材質が異なる場合は、いずれか小さい方の値とする。

(ロ) すべり支承及びローラ支承の支圧部にあつては、次の計算式により計算した値

$$f_p = 1.9F$$

$f_p$  及び  $F$  は、それぞれ(イ)に定めるところによる。

(ハ) ボルト締め板の接触部の支圧面にあつては、次の計算式により計算した値

$$f_p = 1.25F$$

$f_p$  は、(イ)に、 $F$  は、イに定めるところによる。

二 材料の許容荷重は、次に掲げるとおりとする。この場合において、計算に用いる材料の設計降伏点は、当該支持構造物に使用する材料のうち最高使用温度における別表第7に定める値と試験温度における別表第7に定める値との比が最小となる材料の値としなければならない。

イ 材料の許容荷重については、次の計算式により計算した値を超えないこと。この場合において、当該支持構造物と同一の材質及び形状を有する支持構造物がある場合は、その支持構造物で求めた値を使用することができる。

$$A_L = \frac{T_L S_{yd}}{3S_{yt}}$$

$A_L$  は、許容荷重 (N)

$T_L$  は、荷重試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重 (N)

$S_{yd}$  は、最高使用温度における別表第7に規定する材料の設計降伏点 (MPa)

$S_{yt}$  は、試験温度における別表第7に規定する材料の設計降伏点 (MPa)

ロ イの荷重試験における供試体の個数は、同一の材質及び形状を有する支持構造物ごとに3個とし、供試体によって得られた値のうち最小の値を用いてイの計算を行うこと。ただし、イの計算を行って得られた許容荷重の0.9倍の値を許容荷重とする場合は、同一の材質及び形状を有する支持構造物ごとに1個の供試体により得られた値を用いることができる。

## 別表第1 再処理施設の材料選定フロー

別表第1 再処理施設の材料選定フローについては、平成5年12月27日付け5安(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「別添-1 容器・管等の材料及び構造に関する設計の基本方針」の「別表第1 六ヶ所再処理施設の材料選定フロー」による。

別表第2 使用する鉄鋼材料の規格

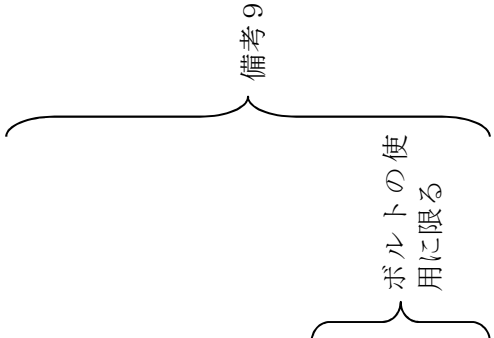
材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 4304 (1999) 熱間圧延ステンレス鋼板及び 鋼帯	S U S 304 S U S 304 L S U S 316 S U S 316 L S U S 310 S S U S 321 S U S 347	
J I S G 4305 (1999) 冷間圧延ステンレス鋼板及び 鋼帯		
J I S G 3459 (2004) 配管用ステンレス鋼管	S U S 304 T P S U S 304 L T P S U S 316 T P S U S 316 L T P S U S 310 S T P S U S 321 T P S U S 347 T P	
J I S G 3463 (1994) ボイラ・熱交換器用ステンレ ス鋼管	S U S 304 T B S U S 304 L T B S U S 316 T B S U S 316 L T B S U S 310 S T B S U S 321 T B S U S 347 T B	
J I S G 3214 (1991) 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼 品	S U S F 304 S U S F 304 L S U S F 316 S U S F 316 L S U S F 310 S U S F 321 S U S F 347	

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 4303 (1998) ステンレス鋼棒	S U S 304 S U S 304 L S U S 316 S U S 316 L S U S 310 S S U S 321 S U S 347 S U S 630	ボルトの使用に限る
J I S G 5121 (2003) ステンレス鋼鋳鋼品	S C S 13 S C S 13 A S C S 14 S C S 14 A S C S 16 S C S 16 A S C S 19 S C S 19 A S C S 21	
J I S G 3468 (2004) 配管用溶接大径ステンレス鋼 鋼管	S U S 304 T P Y S U S 304 L T P Y S U S 316 T P Y S U S 316 L T P Y S U S 321 T P Y S U S 347 T P Y	
J I S G 3446 (1994) 機械構造用ステンレス鋼管	S U S 304 T K A S U S 316 T K A S U S 321 T K A S U S 347 T K A	



材 料 の 規 格	記 号	摘 要
再処理施設用ステンレス鋼規格	R-SUS304ULC R-SUS316ULC R-SUS310ULC R-SUS310Nb	化学成分及び機械的性質は備考1による
再処理施設用高クロム高モリブデン系ステンレス鋼規格	R-NCF320	化学成分及び機械的性質は備考2による
原子力発電用規格 耐熱ステンレス鋼	GXM	化学成分及び機械的性質は備考3による
JIS G 4901 (1999) 耐食耐熱超合金棒	NC F 600	
JIS G 4902 (1991) 耐食耐熱超合金板	NC F 750 NC F 800 NC F 800H	
JIS G 4903 (1991) 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NC F 600TP NC F 800TP NC F 800HTP	
JIS G 4904 (1991) 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NC F 600TB NC F 800TB NC F 800HTB	
原子力発電用規格 耐食耐熱合金鋼	GNC F1 GNC F2 GNC F3	化学成分及び機械的性質は備考4による
JIS G 4317 (1999) 熱間圧延ステンレス鋼等辺山形鋼	SUS304 SUS304L SUS316 SUS316L SUS321 SUS347	


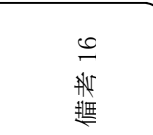
材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 3101 (2004) 一般構造用圧延鋼材	S S 400	備考 5
J I S G 3103 (2003) ボイラ及び圧力容器用炭素鋼 及びモリブデン鋼板	S B 410 S B 450 S B 480	
J I S G 3444 (2004) 一般構造用炭素鋼鋼管	S T K 290 S T K 400 S T K 500	
J I S G 3445 (1988) 機械構造用炭素鋼鋼管	S T K M 13 A S T K M 13 B S T K M 13 C	
J I S G 3106 (2004) 溶接構造用圧延鋼材	S M 400 A S M 400 B S M 400 C S M 490 A S M 490 B S M 490 C S M 490 Y A S M 490 Y B S M 520 B S M 520 C S M 570	備考 6 備考 7
J I S G 3115 (2000) 圧力容器用鋼板	S P V 235 S P V 315 S P V 355 S P V 450 S P V 490	備考 8

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 3118 (2000) 中・常温压力容器用炭素鋼板	S G V 410 S G V 450 S G V 480	
J I S G 3126 (2004) 低温压力容器用炭素鋼板	S L A 235 A S L A 235 B S L A 325 A S L A 325 B S L A 365	
J I S G 4051 (1979) 機械構造用炭素鋼材	S 10 C S 12 C S 15 C S 17 C S 20 C S 22 C S 25 C S 28 C S 30 C S 33 C S 35 C S 38 C S 40 C S 43 C S 45 C	
J I S G 3201 (1988) 炭素鋼鍛製品	S F 340 A S F 390 A S F 440 A S F 490 A	
J I S G 3202 (1988) 压力容器用炭素鋼鍛製品	S F V C 2 B	

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 3205 (1988) 低温压力容器用鍛鋼品	S F L 1 S F L 2 S F L 3	
原子力発電用規格 低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温 合金鋼鍛鋼品	G L F 1 G L F 2	備考 10
J I S G 3452 (2004) 配管用炭素鋼管	S G P	備考 5
J I S G 3454 (1988) 圧力配管用炭素鋼管	S T P G 370 S T P G 410	
J I S G 3455 (1988) 高圧配管用炭素鋼管	S T S 370 S T S 410 S T S 480	
J I S G 3456 (2004) 高温配管用炭素鋼管	S T P T 370 S T P T 410 S T P T 480	
J I S G 3457 (1988) 配管用アーク溶接炭素鋼管	S T P Y 400	備考 5
J I S G 3460 (1988) 低温配管用鋼管	S T P L 380 S T P L 450	
J I S G 3461 (1988) ボイラ・熱交換器用炭素鋼 管	S T B 340 S T B 410	
J I S G 3464 (1988) 低温熱交換器用鋼管	S T B L 380 S T B L 450	
原子力発電用規格 低温配管用炭素鋼管	G S T P L	備考 11

材 料 規 格	記 号	摘 要
J I S G 5101 (1991) 炭素鋼鑄鋼品	SC360 SC410 SC450 SC480	
J I S G 5102 (1991) 溶接構造用鑄鋼品	SCW410 SCW480	
J I S G 5151 (1991) 高温高压用鑄鋼品	SCPH1 SCPH2	
J I S G 5152 (1991) 低温高压用鑄鋼品	SCPL1	
J I S G 5202 (1991) 高温高压用遠心力鑄鋼管	SCPH1-CF SCPH2-CF	
原子力発電用規格 炭素鋼鑄鋼品	GSC1 GSC2 GSC3	} 備考12
J I S G 3601 (2002) ステンレスクラッド鋼		備考13
J I S G 3302 (1998) 溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯	SGH340 SGH400 SGH440 SGH490 SGH540 SGCD1 SGCD2 SGCD3 SGC340 SGC400 SGC440 SGC490 SGC570	備考15

材 料 規 格	記 号	摘 要
J I S G 4311 (1991) 耐熱鋼棒	S U H660	ボルトの使用に限る
J I S G 4053 (2003) 機械構造用合金鋼鋼材 (ニッケルクロム鋼)	S N C236 S N C631 S N C836	} ボルトの使用に限る
J I S G 4053 (2003) 機械構造用合金鋼鋼材 (ニッケルクロムモリブデン 鋼)	S N C M240 S N C M431 S N C M439 S N C M447 S N C M625 S N C M630	
J I S G 4053 (2003) 機械構造用合金鋼鋼材 (クロム鋼)	S C r 430 S C r 435 S C r 440 S C r 445	
J I S G 4053 (2003) 機械構造用合金鋼鋼材 (クロムモリブデン鋼)	S C M430 S C M432 S C M435 S C M440 S C M445	
J I S G 4107 (1994) 高温用合金鋼ボルト材	S N B5 S N B7 S N B16	

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S G 4108 (1994) 特殊用途合金鋼ボルト用棒鋼	S N B 21 - 1 S N B 21 - 2 S N B 21 - 3 S N B 21 - 4 S N B 21 - 5 S N B 22 - 1 S N B 22 - 2 S N B 22 - 3 S N B 22 - 4 S N B 22 - 5 S N B 23 - 1 S N B 23 - 2 S N B 23 - 3 S N B 23 - 4 S N B 23 - 5 S N B 24 - 1 S N B 24 - 2 S N B 24 - 3 S N B 24 - 4 S N B 24 - 5	 ボルトの使 用に限る
原子力発電用規格 低温用合金鋼ボルト材	G B L 1 G B L 2 G B L 3 G B L 4 G B L 5	 備考 16

備考-1 再処理施設用ステンレス鋼に関する規格は、次によること。

イ 以下の当該JIS規格による。ただし、化学成分及び機械的性質は、ロの表によること。

- (イ) 鋼 棒：JIS G 4303 (1998)
- (ロ) 鋼 板：JIS G 4304 (1999), G 4305 (1999)
- (ハ) 鋼 帯：JIS G 4305 (1999)
- (ニ) 鋼 管：JIS G 3459 (2004), G 3463 (1994)
- (ホ) 鍛造品：JIS G 3214 (1991)

なお、当該JIS規格による場合、化学成分及び機械的性質を除く部分については

- R-SUS304ULCは、SUS304L系に
- R-SUS310ULCは、SUS310系またはSUS310S系に
- R-SUS316ULCは、SUS316L系に
- R-SUS310Nbは、SUS310系またはSUS310S系に

それぞれ読みかえる。

ロ 化学成分及び機械的性質は次の表によること。

種類の記号	化 学 成 分 (%)							機械的性質*			鋼 管 に お け る 伸 び (%)										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他	耐力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (管を除く) (%)	ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管伸び		配管用ステンレス鋼鋼管伸び						
	0.020以下	1.00以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	9.00～13.00	18.00～20.00	—	—	177以上 177以上	481以上 451以上	40以上 29以上	11号試験片 12号試験片	外径20mm以上	外径20mm未満 10mm以上	11号試験片 12号試験片	11号試験片 12号試験片	縦方向 横方向	縦方向 横方向	縦方向 横方向	
R-SUS304ULC	0.020以下	1.00以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	9.00～13.00	18.00～20.00	—	—	177以上 177以上	481以上 451以上	40以上 29以上	11号試験片 12号試験片	35以上	30以上	27以上	35以上	25以上	30以上	22以上	22以上
R-SUS310LC	0.020以下	1.50以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—	—	177以上 177以上	481以上 451以上	40以上 29以上	11号試験片 12号試験片	35以上	30以上	27以上	35以上	25以上	30以上	22以上	22以上
R-SUS316LC	0.020以下	1.00以下	2.00以下	0.045以下	0.030以下	12.00～15.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	177以上 177以上	481以上 451以上	40以上 29以上	11号試験片 12号試験片	35以上	30以上	27以上	35以上	25以上	30以上	22以上	22以上
R-SUS310Nb	0.020以下	0.30以下	1.00以下	0.020以下	0.020以下	19.00～22.00	24.00～26.00	—	Nb 0.15～0.30	216以上 196以上	490以上 490以上	35以上 30以上	11号試験片 12号試験片	35以上	30以上	27以上	35以上	25以上	30以上	22以上	22以上

(注\*：機械的性質の中で、上欄に掲げる値は鋼棒、鋼板、鋼帯及び鋼管、下欄に掲げる値は鍛造品の値である。)



- 2 再処理施設用高クロム高モリブデン系ステンレス鋼に関する規格は、次によること。
- イ 板及び棒は鍛造又は圧延により製造し、管は継目なく製造するか、溶接により製造したものであること。
- ロ 固溶化熱処理を行ったものであること。
- ハ 化学成分は、次の表の百分率の値の範囲内であること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

種類の記号	化 学 成 分 (%)									
	Ni	Fe	Cr	Mo	Mn	C	Ti	Si	P	S
R-NCF320	25.0 ～ 27.0	残	21.0 ～ 23.0	4.0 ～ 6.0	2.5 以下	0.05 以下	4× C 以上	1.0 以下	0.04 以下	0.03 以下

- ニ 機械的性質は、次の表に掲げる値に適合すること。

機 械 的 性 質		
引張強さ (MP a)	耐 力 (MP a)	伸び (%)
517 以上	193 以上	35 以上

- ホ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。
- ヘ 引張試験片は、板又は棒にあつては日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の4号試験片、5号試験片又は10号試験片、管にあつては日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の11号試験片、12A号試験片、12B号試験片又は12C号試験片によること。
- ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。
- チ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4.4再試験」によること。

- 3 原子力発電用規格「耐熱ステンレス鋼」に関する規格は、次によること。

- イ 板及び棒は鍛造又は圧延により製造し、管は継目なく製造するか又は自動アーク溶接若しくは電気抵抗溶接により製造したものであること。
- ロ 固溶化熱処理を行ったものであること。

ハ 化学成分は、次の表の百分率の値の範囲内にあること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

鋼材の種類	化 学 成 分										
	炭素	汎素	マンガン	りん	硫黄	ニッケル	クロム	モリブデン	バナジウム	ニオブ	窒素
1種 (板、棒又は管)	0.06 以下	1.00 以下	4.00 以上	0.04 以下	0.03 以下	11.50 以上	20.50 以上	1.50 以上	0.10 以上	0.10 以上	0.20 以上
			6.00 以下			13.50 以下	23.50 以下	3.00 以下	0.30 以下	0.30 以下	0.40 以下
2種 (鍛造品)	0.06 以下	1.00 以下	4.00 以上	0.04 以下	0.03 以下	11.55 以上	20.50 以上	1.50 以上	0.10 以上	0.10 以上	0.20 以上
			6.00 以下			13.50 以下	23.50 以下	3.00 以下	0.30 以下	0.30 以下	0.40 以下

ニ 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鋼材の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合すること。

鋼材の種類	機 械 的 性 質		
	引張強さ(MPa)	降伏点(MPa)	伸 び (%)
板、棒又は管	689 以上	380 以上	35 以上
鍛造品	758 以上	414 以上	35 以上

ホ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。

へ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の4号試験片、5号試験片又は10号試験片によること。

ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

チ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4.4 再試験」によること。

4 原子力発電用規格「耐食耐熱合金鋼」に関する規格は、次によること。

イ 板及び棒は鍛造又は圧延により製造し、管は継目なく製造するか又はイナータガスアーク溶接により製造したものであること。

ロ 焼なましを行ったものであること。

ハ 化学成分は、次の表の左欄に掲げる鋼材の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる百分率の値の範囲内にあること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

鋼材の 種類	化 学 成 分 (%)													
	炭素	けい素	マンガン	りん	硫 黄	ニッケル	クロム	モリブデン	銅	コバルト	鉄	アルミニウム	チタン	ニオブ
1 種	0.10 以下	0.50 以下	0.50 以下	0.015 以下	0.015 以下	58.0 以上	20.0 以上 23.0 以下	8.0 以上 10.0 以下	—	1.0 以下	5.0 以下	0.40 以下	0.40 以下	3.15 以上 4.15 以下
2 種	0.05 以下	0.50 以下	1.00 以下	—	0.030 以下	38.0 以上 46.0 以下	19.5 以上 23.5 以下	2.5 以上 3.5 以下	1.5 以上 3.0 以下	—	22.0 以上	0.20 以下	0.60 以上 1.20 以下	—
3 種	0.07 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.035 以下	32.0 以上 38.0 以下	19.0 以上 21.0 以下	2.0 以上 3.0 以下	3.0 以上 4.0 以下	—	残部	—	—	c%×8 以上 1.00 以下

二 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鋼材の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合すること。

鋼材の種類	機 械 的 性 質		
	引張強さ(MP a)	降伏点(MP a)	伸 び (%)
1 種	758 以上	414 以上	30 以上
2 種	586 以上	241 以上	30 以上
3 種	551 以上	241 以上	30 以上

ホ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。

へ 引張試験片は、板又は棒にあつては日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の4号試験片、5号試験片、10号試験片、13B号試験片、14A号試験片又は14B号試験片、管については日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の11号試験片、12A号試験片、12B号試験片又は12C号試験片によること。

ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

チ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4. 4 再試験」によること。

5 最高使用圧力が 1.0MPa を超える機器には、次に掲げる材料を使用してはならない。

イ 日本工業規格 J I S G 3101 (2004)「一般構造用圧延鋼材」

ロ 日本工業規格 J I S G 3452 (2004)「配管用炭素鋼鋼管」

ハ 日本工業規格 J I S G 3457 (1988)「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」

6 最高使用圧力が 2.9MPa を超える機器には、日本工業規格 J I S G 3106 (2004)「溶接構造用圧延鋼材」を使用してはならない。

- 7 日本工業規格 J I S G 3106 (2004)「溶接構造用圧延鋼材」で次の表の左欄に掲げる板厚の場合にあつては、それぞれ同表の右欄に掲げる機械的性質に適合すること。

板 厚	機 械 的 性 質			
	鋼 種	引張強さ (MP a)	降伏点 (MP a)	伸び (%)
100 mmを超 えるもの	SM400A SM400B	400～510	205 以上	24 以上
	SM490A SM490B	490～610	285 以上	23 以上
75mm を超 えるもの	SM490YA SM490YB	490～610	325 以上	21 以上
	SM520B SM520C	520～640	325 以上	21 以上
	SM570	570～720	420 以上	20 以上

- 8 日本工業規格 J I S G 3115 (2000)「圧力容器用鋼板」で次の表の左欄に掲げる板厚の場合にあつては、それぞれ同表の右欄に掲げる機械的性質に適合すること。

板 厚	機 械 的 性 質			
	鋼 種	引張強さ (MP a)	降伏点 (MP a)	伸び (%)
100 mmを超 えるもの	SPV235	400～510	195 以上	24 以上
50 mmを超え るもの	SPV490	610～740	470 以上	19 以上

- 9 日本工業規格 J I S G 4051 (1979)「機械構造用炭素鋼鋼材」にあつては、ボルト等に使用する場合はS20CからS45Cまでに係る部分，支持構造物に使用する場合はS10CからS45Cまでに係る部分，それら以外に使用する場合はS10CからS30Cまでに係る部分に限り，かつ，次の表の左欄に掲げる鋼材の種類に応じ，それぞれ同表の右欄に掲げる範囲の温度で熱処理を行ったものであること。

鋼材の種類	熱 処 理 温 度		
	焼ならし温度	焼入れ焼もどし	
		焼入れ温度	焼もどし温度
S10C	900℃以上 950℃以下	—	—
S12C 及び S15C	880℃以上 930℃以下	—	—
S17C 及び S20C	870℃以上 920℃以下	—	—
S22C 及び S25C	860℃以上 910℃以下	—	—
S28C 及び S30C	850℃以上 900℃以下	850℃以上 900℃以下	550℃以上 650℃以下
S33C 及び S35C	840℃以上 890℃以下	840℃以上 890℃以下	550℃以上 650℃以下
S38C 及び S40C	830℃以上 880℃以下	830℃以上 880℃以下	550℃以上 650℃以下
S43C 及び S45C	820℃以上 870℃以下	820℃以上 870℃以下	550℃以上 650℃以下

- 10 原子力発電用規格「低温用炭素鋼鍛鋼品及び低温用合金鋼鍛鋼品」に関する規格は，次によること。

イ 鍛造又は圧延により製造したものであること。

ロ 焼ならし，焼ならし焼もどし又は焼入れ焼もどしを行ったものであること。

ハ 化学成分は，次の表の左欄に掲げる鍛鋼品の種類に応じ，それぞれ同表の右欄に掲げる百分率の値の範囲内にあること。この場合において，化学成分の分析は，溶鋼分析によらなければならない。

鍛鋼品 の種類	化 学 成 分					
	炭 素	けい素	マンガン	り ん	硫 黄	ニッケル
1 種	0.30 以下	0.15 以上 0.30 以下	1.35 以下	0.035 以下	0.040 以下	—
2 種	0.30 以下	0.15 以上 0.30 以下	1.35 以下	0.035 以下	0.040 以下	—

ニ 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鍛鋼品の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合するものであること。

鍛鋼品の種類	機械的性質			
	引張強さ (MPa)	降伏点 (MPa)	伸び (%)	絞り (%)
1 種	414 以上 586 以下	207 以上	25 以上	38 以上
2 種	482 以上 655 以下	248 以上	22 以上	30 以上

ホ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。

へ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の10号試験片によること。

ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

チ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4.4 再試験」によること。

11 原子力発電用規格「低温配管用炭素鋼鋼管」に関する規格は、次によること。

イ 継目なく製造したものであること。

ロ 焼ならしを行ったものであること。

ハ 化学成分は、次の表の百分率の値の範囲内であること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

炭素	けい素	マンガン	りん	硫黄
0.30 以下	0.10 以上	0.29 以上 1.06 以下	0.048 以下	0.058 以下

(注) 必要に応じ、炭素量が0.01%減ずるごとにマンガン量を0.05%加えた値(1.35%を超える場合は1.35%)とすることができる。

ニ 機械的性質は、次の表に掲げる値に適合すること。

引張強さ (MPa)	降伏点又は耐力 (MPa)	伸び (%)			
		11号試験片 又は 12号試験片 たて方向	5号試験片 横方向	4号試験片 たて方向	4号試験片 横方向
414 以上	241 以上	30 以上	17 以上	22 以上	12 以上

ホ 外径が 49 mmを超える管は、管の端から長さ 50 mm以上を切り取り、常温のまま 2 枚の平板間にはさみ、平板の距離が次の計算式により計算した値になるまで圧縮し、へん平したとき、管の壁に傷又は割れが生じないこと。

$$H = \frac{1.08t}{0.08 + \frac{t}{D}}$$

Hは、平板の距離（mmを単位とする。）

tは、管の厚さ（mmを単位とする。）

Dは、管の外径（mmを単位とする。）

へ 外径が 49mm 以下の管は、管の端から適当な長さを切り取り、管の外径の 6 倍の内側半径をもつ円筒のまわりに 180 度曲げたとき、管の壁に傷又は割れが生じないこと。

ト 試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに 1 個とすること。

チ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の 4 号試験片、5 号試験片、1A 号試験片、11 号試験片、12A 号試験片、12B 号試験片又は 12C 号試験片によること。

リ 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

ヌ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4. 4 再試験」によること。



12 原子力発電用規格「炭素鋼鋳鋼品」に関する規格は、次によること。

イ 焼なまし、焼ならし又は焼ならし焼もどしを行ったものであること。

ロ 化学成分は、次の表の左欄に掲げる鋳鋼品の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる百分率の値の範囲内にあること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

鋳鋼品の種類	化 学 成 分										
	炭素	けい素	マンガン	りん	硫黄	ニッケル	クロム	モリブデン	銅	バナジウム	ニッケル、クロム、モリブデン、銅及びバナジウムの合計
1種	0.25以下	0.60以下	0.70以下	0.04以下	0.04以下	0.50以下	0.50以下	0.20以下	0.30以下	0.03以下	1.00以下
2種	0.30以下	0.60以下	1.00以下	0.04以下	0.04以下	0.50以下	0.50以下	0.20以下	0.30以下	0.03以下	1.00以下
3種	0.25以下	0.60以下	1.20以下	0.04以下	0.04以下	0.50以下	0.50以下	0.20以下	0.30以下	0.03以下	1.00以下

(注)

1 1種のものにあつては、必要に応じ、炭素量が0.01%減ずるごとにマンガンを0.04%加えた値(1.10%を超える場合は、1.10%)とすることができる。

2 2種のものにあつては、必要に応じ、炭素量が0.01%減ずるごとにマンガンを0.04%加えた値(1.28%を超える場合は、1.28%)とすることができる。

3 3種のものにあつては、必要に応じ、炭素量を0.01%減ずるごとにマンガンを0.04%加えた値(1.40%を超える場合は、1.40%)とすることができる。

ハ 機械的性質は、次の表の左欄に掲げる鋳鋼品の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値に適合すること。

鋳鋼品の種類	機 械 的 性 質			
	引張強さ(MPa)	降伏点(MPa)	伸び(%)	絞り(%)
1種	414以上	207以上	24以上	35以上
2種	482以上	248以上	22以上	35以上
3種	482以上	276以上	22以上	35以上

ニ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であつて、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。

ホ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の10号試験片によること。

ヘ 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

ト 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4.4再試験」によること。

- 13 日本工業規格 J I S G 3601 (2002)「ステンレスクラッド鋼」の使用にあつては、次によること。
- イ 母材及び合わせ材に使用する材料は、それぞれの容器に使用することができる材料に限る。
  - ロ 合わせ材は、強度計算時においては、強度部材として取り扱わないものとする。
- 14 最高使用温度が 350℃を超える機器、支持構造物には、次に掲げる材料を使用してはならない。
- イ けい素量が 0.1%未満の鉄鋼材料。ただし、けい素量が 0.1%以上であるものと機械的性質が同等以上となるものにあつては、この限りでない。
  - ロ 粗粒キルドでない炭素鋼鋼材
- 15 日本工業規格 J I S G 3302 (1998)「溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯」は、セル外に設置されるダクトへの使用に限る。
- 16 原子力発電用規格「低温用合金鋼ボルト材」に関する規格は、次によること。
- イ 鍛造又は圧延により製造したものであること。
  - ロ 焼入れ焼もどしを行ったものであること。

ハ 化学成分は、次の表の左欄に掲げるボルト材の種類に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる百分率の値の範囲内にあること。この場合において、化学成分の分析は、溶鋼分析によらなければならない。

ボルト 材 の種 類	化 学 成 分							
	炭素	けい素	マンガン	りん	硫黄	ニッケル	クロム	モリブデン
1 種	0.38 以上	0.15 以上	0.75 以上	0.035 以下	0.040 以下	—	0.80 以上	0.15 以上
	0.48 以下	0.35 以下	1.00 以下				1.10 以下	0.25 以下
2 種	0.35 以上	0.15 以上	0.70 以上	0.035 以下	0.040 以下	—	—	0.20 以上
	0.40 以下	0.35 以下	0.90 以下					0.30 以下
3 種	0.35 以上	0.15 以上	0.70 以上	0.035 以下	0.040 以下	—	0.80 以上	0.15 以上
	0.40 以下	0.35 以下	0.90 以下				1.10 以下	0.25 以下
4 種	0.38 以上	0.15 以上	0.75 以上	0.035 以下	0.040 以下	0.40 以上	0.40 以上	0.20 以上
	0.43 以下	0.35 以下	1.00 以下			0.70 以下	0.60 以下	0.30 以下
5 種	0.33 以上	0.15 以上	0.60 以上	0.035 以下	0.040 以下	1.65 以上	0.70 以上	0.20 以上
	0.43 以下	0.35 以下	0.85 以下			2.00 以下	0.90 以下	0.30 以下

ニ 機械的性質は、次に掲げる値に適合すること。

引張強さ(MPa)	耐力(MPa)	伸び(%)	絞り(%)
862 以上	724 以上	16 以上	50 以上

(注) ボルト材の直径が、1種から4種までは63.5mm以下、5種は100mm以下のものに適用する。

ホ 引張試験片の数は、同一溶解の鋼であって、同一熱処理を行ったものごとに1個とすること。

ヘ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」の10号試験片によること。

ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」によること。

チ 再試験は、日本工業規格 J I S G 0303 (2000)「鋼材の検査通則」の「4.4再試験」によること。

別表第3 使用する非鉄材料の規格

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S H 4600 (2001) チタン及びチタン合金の板及び条	T P 270 T R 270 T P 340 T R 340 T P 480 T R 480	
J I S H 4630 (2001) チタン及びチタン合金の継目無管	T T P 270 T T P 340 T T P 480	
J I S H 4631 (2001) 熱交換器用チタン管及びチタン合金管	T T H 270 T T H 340 T T H 480	
J I S H 4650 (2001) チタン及びチタン合金の棒	T B 270 T B 340 T B 480	
再処理施設用チタン合金規格	R - T i - 5 T a	化学成分及び機械的性質は備考1による
再処理施設用ジルコニウム規格	R - Z r	化学成分及び機械的性質は備考2による
J I S H 4551 (2000) ニッケル及びニッケル合金板及び条	N i C u 30	
J I S H 4552 (2000) ニッケル及びニッケル合金継目無管	N i C u 30	

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S H 4000 (1999) アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条	A1100P-O A1100P-H12 A1100P-H14 A3003P-O A3003P-H12 A3003P-H14 A5052P-O A5052P-H32 A5052P-H34 A5154P-O A5154P-H34	備考3
J I S H 4040 (1999) アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	A1100BE-H112 A1100BES-H112 A2024BE-T4 A2024BES-T4 A2024BD-T4 A2024BDS-T4 A2024W-T4 A2024WS-T4 A3003BE-H112 A3003BES-H112 A6061BE-T6 A6061BES-T6	備考3
J I S H 4080 (1999) アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A1100TE-H112 A1100TES-H112 A3003TE-H112 A3003TES-H112 A3003TD-O A3003TDS-O A3003TD-H14	備考3

材 料 の 規 格	記 号	摘 要
J I S H 4080 (1999) アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A 3003 T D S - H 14 A 3003 T D - H 18 A 3003 T D S - H 18 A 5052 T E - O A 5052 T E S - O A 5052 T D S - O A 5052 T D - O A 5052 T D - H 34 A 5052 T D S - H 34 A 6061 T E - T 4 A 6061 T E S - T 4 A 6061 T D - T 4 A 6061 T D S - T 4 A 6061 T E - T 6 A 6061 T E S - T 6 A 6061 T D - T 6 A 6061 T D S - T 6 A 6063 T E - T 5 A 6063 T E S - T 5 A 6063 T E - T 6 A 6063 T E S - T 6 A 6063 T D - T 6 A 6063 T D S - T 6	

備考-1 再処理施設用チタン合金に関する規格は、次によること。

イ 化学成分及び機械的性質は次の表によること。

種類の 記号	化 学 成 分 (%)						機 械 的 性 質			
	T a	F e	O	N	H	T i	引張 強さ (MPa)	耐 力 (MPa)	伸 び (%)	絞 り (%)
R-Ti-5Ta	4.0 ～ 6.0	0.15 以下	0.15 以下	0.03 以下	0.010 以下	残り	343～ 481	216～ 441	25 以上	40 以上

ロ イに示す以外の事項については、以下の当該 J I S 規格による。

- (イ) 板, 条: J I S H 4600 (2001)
- (ロ) 管 : J I S H 4630 (2001), H 4631 (2001)
- (ハ) 棒 : J I S H 4650 (2001)

2 再処理施設用ジルコニウムに関する規格は、次によること。

イ 板及び棒は鍛造又は圧延により製造し、管は継目なく製造するか、溶接により製造したものであること。

ロ 焼なましを行ったものであること。

ハ 化学成分は、次の表の百分率の値の範囲内であること。水素、窒素は製品分析、他の元素はインゴット分析によること。

種類の記号	化 学 成 分 (%)						
	Zr+Hf	H f	Fe+Cr	H	N	C	O
R - Z r	99.2 以上	4.5 以下	0.2 以下	0.005 以下	0.025 以下	0.05 以下	0.16 以下

ニ 機械的性質は、次の表に掲げる値に適合すること。

機 械 的 性 質		
引張強さ (MP a)	耐 力 (MP a)	伸 び (%)
379以上	207以上	16以上

ホ 引張試験片の数は、同一溶解、同一熱処理ごとに1個とする。

ヘ 引張試験片は、日本工業規格 J I S Z 2201 (1998)「金属材料引張試験片」によること。

ト 引張試験は、日本工業規格 J I S Z 2241 (1998)「金属材料引張試験方法」及び J I S H 4571 (1981)「ジルコニウム合金管」の方法によること。

チ 再試験は、日本工業規格 J I S H 0321 (1973)「非鉄金属材料の検査通則」の「7. 再試験」によること。

3 日本工業規格 J I S H 4000 (1999)「アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条」、J I S H 4040 (1999)「アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線」、J I S H 4080 (1999)「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」は、セル外に設置される機器のうちダクトを除くものへの使用に限る。



別表第4 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（MP a）

種類	種別	記号	最小引張強さ (MP a)	最小降伏点 (MP a)	温度 (°C)																																			
					-30	-40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800						
一般構造用圧延鋼材 J I S G 3101(2004)		SS400	400	245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
		SS400	400	235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
		SS400	400	215	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
ボイラ及び压力容器用炭素鋼 及びモリブデン鋼板 J I S G 3103(2003)		SB410	410	225	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103			
		SB450	450	245	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113		
		SB480	480	265	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
		SB450M	450	255	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	
		SB480M	480	275	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	
溶接構造用圧延鋼材 J I S G 3106(2004)		SM400A	400	245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
		SM400A	400	235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
		SM400A	400	215	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		SM400B	400	245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		SM400B	400	235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		SM400C	400	215	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		SM400C	400	245	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		SM400C	400	235	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		SM490A	490	325	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490A	490	315	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490A	490	295	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490B	490	325	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490B	490	315	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490B	490	295	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490C	490	325	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490C	490	315	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490C	490	295	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
		SM490Y A	490	365	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490Y A	490	355	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490Y A	490	335	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490Y B	490	365	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490Y B	490	355	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM490Y B	490	335	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
		SM520B	520	365	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	
		SM520B	520	355	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	
		SM520C	520	335	129	129	129																																	







種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)																																
					-30	-40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800			
冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 J I S G 4305 (1999)		SUS304	520	205	129	126	122	115	111	110	110	110	110	110	110	110	110	109	108	105	103	102	100	97	90	78	64	52	41	33	26	22	18	14	11		
		SUS304L	480	175	111	108	105	102	101	100	98	97	96	94	93	91	90																				
		SUS310S	520	205	129	122	118	113	109	108	107	107	106	105	104	103	103	101	97	89	80	64	44	31	24	17											
		SUS316	520	205	129	129	129	127	127	125	125	123	119	117	115	112	111	110	109	107	103	95	81	66	50	38	29	24	18	14	11						
		SUS316L	480	175	111	108	108	107	104	101	98	95	92	90	88	87	85	83																			
		SUS321	520	205	129	127	126	120	118	118	118	117	115	113	111	109	108	107																			
		SUS347	520	205	129	126	123	113	107	105	104	102	102	101	101	101	101	101																			
		SUS403	440	205	110	107	105	102	99	97	96	93	92	91	89																						
SUS410	440	205	110	107	105	102	99	97	96	93	92	91	89																								
熱間圧延ステンレス鋼等辺山形鋼 J I S G 4317 (1999)		SUS304	520	205	129	126	122	115	111	110	110	110	110	110	110	110	110	109	108	105	103	102	100	97	90	78	64	52	41	33	26	22	18	14	11		
		SUS304L	480	175	111	108	105	102	101	100	98	97	96	94	93	91	90																				
		SUS316	520	205	129	129	129	127	127	125	125	123	119	117	115	112	111	110	109	107	103	95	81	66	50	38	29	24	18	14	11						
		SUS316L	480	175	111	108	108	107	104	101	98	95	92	90	88	87	85	83																			
		SUS321	520	205	129	127	126	120	118	118	118	117	115	113	111	109	108	107																			
		SUS347	520	205	129	126	123	113	107	105	104	102	102	101	101	101	101	101																			
		NCF600	550	245	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	125	111	83	59	40	26	18	13								
		NCF800H	450	175	111	111	111	111	111	111	111	110	110	110	110	110	110	108	106	106	106	63	62	61	60	59	58	57	56	49	39	30	25	20	15	12	
耐食耐熱超合金棒 J I S G 4901 (1999)		NCF800	520	205	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	127	127	98	97	96	95	94	90	78	60	40	27	15	10	8	6	5		
		NCF750(H1)	960	615	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	
		NCF750(H2)	1170	795	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292
		NCF600	550	245	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	125	111	83	59	40	26	18	13								
		NCF800H	450	175	111	111	111	111	111	111	111	110	110	110	110	110	108	106	106	106	63	62	61	60	59	58	57	56	49	39	30	25	20	15	12		
		NCF800	520	205	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	127	127	98	97	96	95	94	90	78	60	40	27	15	10	8	6	5	
		NCF750(H1)	960	615	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
		NCF750(H2)	1170	795	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292	292
配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管 J I S G 4903 (1991)		NCF600TP	550	205	128	128	128	126	121	119	117	115	113	110	109	108	107	106	104	103	84	60	41	27	19	15											
		NCF600TP	520	175	111	109	105	100	97	95	94	93	92	91	90	89	89	87	84	82	76	60	41	27	19	15											
		NCF600TP	550	245	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	125	111	83	59	40	26	18	13									
		NCF800TP	450	175	111	111	111	111	111	111	111	110	110	110	110	110	108	106	106	63	62	61	60	59	58	57	56	50	44	38	32	26	23	19	7	6	
		NCF800TP	520	205	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	127	127	98	97	96	95	94	90	78	60	40	27	15	12	9	7	6		
		NCF800HTP	450	175	111	111	111	111	111	111	111	111	110	110	110	110	108	106	106	63	62	61	60	59	58	57	56	50	44	38	32	26	23	19	7	6	
		NCF600TB	550	245	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137	125	111	83	59	40	26	18	13									
		NCF800TB	520	205	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	127	127	98	97	96	95	94	90	78	60	40	27	15	10	8	6	5			
熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管 J I S G 4904 (1991)		NCF800HTB	450	175	111	111	111	111	111	111	111	110	110	110	110	108	106	106	63	62	61	60	59	58	57	56	50	44	38	32	26	23	19	7	6		
		SC360	360	175	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90																	
		SC410	410	205	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103																	
		SC450	450	225	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113																	
		SC480	480	245	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120																	
炭素鋼鋳鋼品 J I S G 5101 (1991)																																					





(備考)

- 1 日本工業規格 J I S G 3452 (2004) 「配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3454 (1988) 「圧力配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3456 (2004) 「高温配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3459 (2004) 「配管用ステンレス鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3460 (1988) 「低温配管用鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3461 (1988) 「ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3463 (1994) 「ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3468 (2004) 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」, 原子力発電用規格「耐熱ステンレス鋼」及び原子力発電用規格「耐食耐熱合金鋼」に適合する電気抵抗溶接鋼管, 自動アーク溶接鋼管 (手動イナートガスアーク溶接鋼管を含む。以下この備考において同じ。) 又は鍛接鋼管の許容引張応力は, 表中の値に係わらず, 次によること。
  - イ 電気抵抗溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して技術基準規則の解釈に規定された「再処理施設の溶接の方法等について(別記)」における「別紙-1 再処理施設の溶接の方法」(以下「別記の別紙-1」という。)の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.85 倍の値
  - ロ 自動アーク溶接鋼管にあつては, 次によること。
    - (イ) 突合せ片側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1 の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.8 倍の値
    - (ロ) 突合せ両側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1 の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.9 倍の値
  - ハ 鍛接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1 の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.65 倍の値
- 2 日本工業規格 J I S G 3457 (1988) 「配管用アーク溶接炭素鋼鋼管」に適合する許容引張応力は, 表中の値に係わらず, 次によること。
  - イ 突合せ片側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1 の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値の 0.9 倍の値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.6 倍の値
  - ロ 突合せ両側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1 の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の 0.7 倍の値



- 3 鋳鋼品の許容引張応力は、表中の値に係わらず、次によること。
- イ 日本工業規格 J I S G 0581 (1999) 「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の「8. 透過写真の撮影方法」に準じて放射線透過試験を行い、割れ、ケレン、鋳ぐるみ又は不完全な溶け込みがなくブローホール、砂かみ、介在物及び引け巣の程度は、同規格「附属書（規定） 透過試験によるきずの像の分類方法」に定める1級又は2級である場合はこの表に示す値
  - ロ 別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値の0.85倍の値
  - ハ イ及びロ以外の場合はこの表に示す値の0.8倍の値
- 4 この表において、温度の中間における許容引張応力の値は、比例法によって計算する。
- 5 日本工業規格 J I S G 4051 (1979) 「機械構造用炭素鋼鋼材」において、その許容引張応力の値は、この表に示す値のうち、鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが100mm以下の場合には当該各欄の上段に掲げるもの、鋼材径、対辺距離又は主体部の厚さが100mmを超え200mm以下の場合には当該各欄の下段に掲げるものを適用する。
- 6 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達しない温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のもの（鋳鉄品にあつては、その値の3分の2倍）とする。
- イ フェライト系材料
    - (イ) 室温での最小引張強さの0.25倍の値
    - (ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値
    - (ハ) 室温での最小降伏点の0.625倍の値
    - (ニ) 各温度での降伏点の0.625倍の値
  - ロ オーステナイト系材料及び高ニッケル合金
    - (イ) 室温での最小引張強さの0.25倍の値
    - (ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値
    - (ハ) 室温での最小降伏点の0.625倍の値
    - (ニ) 各温度での降伏点の0.9倍の値
- 7 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達する温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のもの（鋳鉄品にあつては、その値の3分の2倍）とする。

イ フェライト系材料

- (イ) 室温での最小引張強さの0.25倍の値
- (ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値
- (ハ) 室温での最小降伏点の0.625倍の値
- (ニ) 各温度での降伏点の0.625倍の値
- (ホ) 1000時間に0.01パーセントのクリープを生ずる応力の平均値
- (ヘ) 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力の最小値の0.8倍  
又は平均値の0.6倍の値

ロ オーステナイト系材料及び高ニッケル合金

- (イ) 室温での最小引張強さの0.25倍の値
- (ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値
- (ハ) 室温での最小降伏点の0.625倍の値
- (ニ) 各温度での降伏点の0.9倍の値
- (ホ) 1000時間に0.01パーセントのクリープを生ずる応力の平均値
- (ヘ) 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力の最小値の0.8倍  
又は平均値の0.6倍の値

8 再処理施設用ステンレス鋼規格において、上欄に掲げる値は管材及び板材、下欄に掲げる値は鍛造材の値である。

別表第5 非鉄材料（ボルト材を除く。）の各温度における許容引張応力（MPa）

種類	種別	質別	記号	最引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)															
						-30 ~40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
						アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び棒 J I S H 4000(1999)	1100 1100 1100 3003 3003 3003 5052 5052 5052 5154 5154	O H12 H14 O H12 H14 O H32 H34 O H34	A1100P-O A1100P-H12 A1100P-H14 A3003P-O A3003P-H12 A3003P-H14 A5052P-O A5052P-H32 A5052P-H34 A5154P-O A5154P-H34	75 95 120 95 120 135 175 215 235 205 275	25 75 95 35 85 120 65 155 175 75 205	17 24 29 24 24 29 42 54 59 51 68	17 24 29 24 24 29 42 54 59 51 67	17 23 28 23 23 34 42 54 59 50 65	16 21 26 21 21 34 41 51 56 45 46	12 18 25 18 18 29 37 41 41 45	9 13 21 13 13 21 28 29 29 29 41	7 8 17 8 8 17 16 18 18 18 18			
アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線 J I S H 4040(1999)	1100 2024 3003 6061 6061	H112 H112 T4 H112 H112 T6 T6	A1100BE-H112 A1100BES-H112 A2024BE-T4 A2024BE-T4 A2024BE-T4 A2024BE-T4 A2024BE-T4 A2024BES-T4 A2024BES-T4 A2024BES-T4 A2024BES-T4 A2024BES-T4 A2024BD-T4 A2024BD-T4 A2024BD-T4 A2024BDS-T4 A2024BDS-T4 A2024W-T4 A2024W-T4 A2024W-T4 A2024WS-T4 A2024WS-T4 A2024WS-T4 A3003BE-H112 A3003BES-H112 A6061BE-T6 A6061BES-T6	75 75 390 410 450 470 480 390 410 450 470 480 430 430 430 430 430 430 430 430 430 430 430 95 95 265	20 20 295 305 315 335 365 295 305 315 335 365 315 295 315 295 315 295 315 315 315 315 315 35 35 245	13 13 98 103 113 118 118 98 103 113 118 118 108 108 108 108 108 108 108 108 108 108 108 23 23 67	13 13 98 103 113 118 118 98 103 113 118 118 108 108 108 108 108 108 108 108 108 108 108 23 23 65	13 13 95 100 110 114 114 95 100 110 114 114 105 105 105 105 105 105 105 105 105 105 105 23 23 63	12 12 83 88 96 99 99 83 88 96 99 99 91 91 91 91 91 91 91 91 91 91 21 21 59	11 11 65 68 75 76 76 65 68 75 76 76 71 71 71 71 71 71 71 71 71 71 17 17 51	8 8 42 46 48 51 51 42 46 48 51 46 46 46 46 46 46 46 46 46 46 46 13 13 39	7 7 30 32 34 36 36 30 32 34 36 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 10 10 29									



種類	種別	質別	記号	最引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)																
						-30	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	
						~40																
チタン及びチタン合金の板及び条 J I S H 4600(2001)	1種		TP270H	270	165	69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	1種		TP270C	270	165	69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	1種		TR270H	270	165	69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	1種		TR270C	270	165	69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	2種		TP340H	340	215	86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	2種		TP340C	340	215	86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	2種		TR340H	340	215	86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	2種		TR340C	340	215	86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	3種		TP480H	480	345	120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	3種		TP480C	480	345	120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	3種		TR480H	480	345	120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	3種		TR480C	480	345	120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
チタン及びチタン合金の継目無管 J I S H 4630(2001)	1種		TP270H	270		69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	1種		TP270C	270		69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	2種		TP340H	340		86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	2種		TP340C	340		86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	3種		TP480H	480		120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	3種		TP480C	480		120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	熱交換器用チタン管及びチタン合金管 J I S H 4631(2001)	1種		TH270C	270		69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27					
		1種		TH270W	270		59	53	48	43	40	36	32	30	29	25	24					
		2種		TH340C	340		86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32					
		2種		TH340W	340		74	61	55	51	47	41	38	34	31	29	27					
		2種		TH340WC	340		74	61	55	51	47	41	38	34	31	29	27					
		3種		TH480C	480		120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50					
チタン及びチタン合金の棒 J I S H 4650(2001)	1種		B270H	270		69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	1種		B270C	270		69	63	57	51	47	42	38	36	34	30	27						
	2種		B340H	340		86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	2種		B340C	340		86	72	65	60	55	49	45	40	37	34	32						
	3種		B480H	480		120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
	3種		B480C	480		120	103	94	87	80	75	68	63	58	54	50						
再処理施設用 シルニコウム規格			R-Zr	380	207	89	80	75	69	64	57	49	46	43								

(備考)

- 1 この表において、温度の中間における許容引張応力の値は、比例法によって計算する。
- 2 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達しない温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のもの（鋳造品にあつては、その値の3分の2倍）とする。
  - イ 室温での最小引張強さの0.25倍の値
  - ロ 各温度での引張強さの0.25倍の値
  - ハ 室温での最小降伏点の0.625倍の値
  - ニ 各温度での降伏点の0.9倍の値
- 3 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達する温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のもの（鋳造品にあつては、その値の3分の2倍）とする。
  - イ 室温での最小引張強さの0.25倍の値
  - ロ 各温度での引張強さの0.25倍の値
  - ハ 室温での最小降伏点の0.625倍の値
  - ニ 各温度での降伏点の0.9倍の値
  - ホ 10000時間に0.1パーセントのクリープを生ずる応力の平均値
  - ヘ 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力
- 4 日本工業規格 J I S H 4000 (1999) 「アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条」に適合する次に掲げる材料の許容引張応力は、表中の値に係わらず、次によること。
  - イ A1100P-H12及びA1100P-H14を溶接構造材として用いる場合は、A1100P-Oの値
  - ロ A3003P-H12及びA3003P-H14を溶接構造材として用いる場合は、A3003P-Oの値
  - ハ A5052P-H32及びA5052P-H34を溶接構造材として用いる場合は、A5052P-Oの値
  - ニ A5154P-H34を溶接構造材として用いる場合は、A5154P-Oの値
- 5 日本工業規格 J I S H 4040 (1999) 「アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線」に適合するA2024BE-T4, A2024BES-T4, A2024BD-T4, A2024BDS-T4, A2024W-T4, A2024WS-T4, A6061BE-T6及びA6061

B E S - T 6を溶接構造材として用いる場合は、この表に示す許容引張応力を適用できない。

6 日本工業規格 J I S H 4080 (1999) 「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」に適合する次に掲げる材料の許容引張応力は、表中の値に係わらず、次によること。

イ A3003 T D - H14, A3003 T D S - H14, A3003 T D - H18及びA3003 T D S - H18を溶接構造材として用いる場合は、A3003 T D - Oの値

ロ A5052 T D - H34及びA5052 T D S - H34を溶接構造材として用いる場合は、A5052 T D - Oの値

7 日本工業規格 J I S H 4080 (1999) 「アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管」に適合するA6061 T E - T4, A6061 T E S - T4, A6061 T D - T4, A6061 T D S - T4, A6061 T E - T6, A6061 T E S - T6, A6061 T D - T6, A6061 T D S - T6, A6063 T E - T5, A6063 T E S - T5, A6063 T E - T6, A6063 T E S - T6, A6063 T D - T6及びA6063 T D S - T6を溶接構造材として用いる場合は、この表に示す許容引張応力を適用できない。

別表第6 ボルト材の各温度における許容引張応力 (MPa)

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)																																	
					-30	-40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800				
一般構造用圧延鋼材 J I S G 3101(2004)	S S 400	S S 400	400	245	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61		
		S S 400	400	235	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59		
		S S 400	400	215	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54		
	機械構造用炭素鋼材 J I S G 4051(1979)	S 20C	S 20C	400 (直径 10mm以下)	245	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61	
			S 22C	440 (直径 10mm以下)	265	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
		S 25C	S 25C	440 (直径 10mm以下)	265	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
			S 28C	470 (直径 10mm以下)	285	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
		S 28C	S 28C	540 (直径 40mm以下)	335	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
			S 30C	470 (直径 10mm以下)	285	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
		S 30C	S 30C	540 (直径 40mm以下)	335	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
			S 33C	570 (直径 40mm以下)	390	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
		S 35C	S 35C	570 (直径 40mm以下)	390	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
			S 38C	610 (直径 40mm以下)	440	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
		S 40C	S 40C	610 (直径 40mm以下)	440	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
			S 43C	680 (直径 40mm以下)	490	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
S 45C	S 45C	680 (直径 40mm以下)	490	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123		
	S N C 236	740 (直径 50mm以下)	590	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147			
機械構造用合金鋼材 J I S G 4053(2003) ニッケルクロム鋼	S N C 631	S N C 631	830 (直径 70mm以下)	685	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167		
		S N C 836	930 (直径 80mm以下)	785	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186			







(備考)

1 この表において、温度の中間における許容引張応力の値は、比例法によって計算する。

2 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達しない温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のものとする。

イ フェライト系材料

(イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値

(ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値

(ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値

(ニ) 各温度での降伏点の0.625倍の値

ロ オーステナイト系材料及び高ニッケル合金

(イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値

(ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値

(ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値

(ニ) 各温度での降伏点の0.9倍の値

ハ 非鉄金属

(イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値

(ロ) 各温度での引張強さの0.2倍の値

(ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値

(ニ) 各温度での降伏点の0.25倍の値

3 この表に規定されていない材料であって、クリープ領域に達する温度で使用する材料の各温度における許容引張応力の値は、当該材料について次に掲げる値のうち最小のものとする。

イ フェライト系材料

(イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値

(ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値

(ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値

(ニ) 各温度での降伏点の0.625倍の値

(ホ) 1000時間に0.01パーセントのクリープを生ずる応力の平均値

(ヘ) 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力の最小値の0.8倍又は平均値の0.6倍の値

ロ オーステナイト系材料及び高ニッケル合金

- (イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値
- (ロ) 各温度での引張強さの0.25倍の値
- (ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値
- (ニ) 各温度での降伏点の0.9倍の値
- (ホ) 1000時間に0.01パーセントのクリープを生ずる応力の平均値
- (ヘ) 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力の最小値の0.8倍又は平均値の0.6倍の値

ハ 非鉄金属

- (イ) 室温での最小引張強さの0.2倍の値
- (ロ) 各温度での引張強さの0.2倍の値
- (ハ) 室温での最小降伏点の0.25倍の値
- (ニ) 各温度での降伏点の0.25倍の値
- (ホ) 10000時間に0.1パーセントのクリープを生ずる応力の平均値
- (ヘ) 100000時間でラプチャーを生ずる応力又はこれに相当する応力

別表第7 材料の各温度における設計降伏点 (MP a)

種類	種別	記号	最小引張強さ (MP a)	最小降伏点 (MP a)	温度 (°C)													
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
一般構造用圧延鋼材 J I S G 3101(2004)		S S 400	400	245	245	231	221	207	193	187	181	176	170	165	159			
		S S 400	400	235	222	212	198	185	179	173	169	163	158	153				
		S S 400	400	215	203	194	181	170	165	160	155	150	145	140				
ボイラ及び压力容器用炭素鋼 及びモリブデン鋼板 J I S G 3103(2003)		S B 410	410	225	208	201	195	189	185	180	175	170	167	162	160	158	154	
		S B 450	450	245	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161	
		S B 480	480	265	246	238	232	226	220	214	207	200	193	188	182	175		
		S B 450M	450	255	245	239	230	228	225	219	218	213	210	206	203	198		
		S B 480M	480	275	265	259	249	246	242	239	236	233	230	228	224	220	214	
		S M 400A	400	245	231	221	207	193	187	181	176	170	165	159				
溶接構造用圧延鋼材 J I S G 3106(2004)		S M 400A	400	235	222	212	198	185	179	173	169	163	158	153				
		S M 400A	400	215	203	194	181	170	165	160	155	150	145	140				
		S M 400A	400	245	231	221	207	193	187	181	176	170	165	159				
		S M 400B	400	235	222	212	198	185	179	173	169	163	158	153				
		S M 400B	400	215	203	194	181	170	165	160	155	150	145	140				
		S M 400C	400	245	231	221	207	193	187	181	176	170	165	159				
		S M 400C	400	235	222	212	198	185	179	173	169	163	158	153				
		S M 400C	400	215	203	194	181	170	165	160	155	150	145	140				
		S M 490A	490	325	305	292	273	255	247	239	232	225	218	210	204			
		S M 490A	490	315	296	283	265	247	239	232	225	218	211	204	197	191	204	
		S M 490A	490	295	278	266	248	232	225	218	211	204	197	191	204			
		S M 490B	490	325	305	292	273	255	247	239	232	225	218	210	204			
		S M 490B	490	315	296	283	265	247	239	232	225	218	211	204	197	191	204	
		S M 490B	490	295	278	266	248	232	225	218	211	204	197	191	204			
		S M 490C	490	325	305	292	273	255	247	239	232	225	218	210	204			
		S M 490C	490	315	296	283	265	247	239	232	225	218	211	204	197	191	204	
		S M 490C	490	295	278	266	248	232	225	218	211	204	197	191	204			
		S M 490Y A	490	365	342	328	306	286	278	268	260	251	243	235	229	229	229	229
		S M 490Y A	490	355	332	319	297	279	270	261	253	245	237	229	229	229	229	229
		S M 490Y A	490	335	315	301	280	263	255	246	239	231	224	217	210	204		
		S M 490Y B	490	365	342	328	306	286	278	268	260	251	243	235	229	229	229	229
		S M 490Y B	490	355	332	319	297	279	270	261	253	245	237	229	229	229	229	229
		S M 490Y B	490	335	315	301	280	263	255	246	239	231	224	217	210	204		
		S M 520B	520	520	365	342	328	306	286	278	268	260	251	243	235	229	229	229
		S M 520B	520	520	355	332	319	297	279	270	261	253	245	237	229	229	229	229
		S M 520C	520	520	365	342	328	306	286	278	268	260	251	243	235	229	229	229
		S M 520C	520	520	355	332	319	297	279	270	261	253	245	237	229	229	229	229
S M 520C	520	520	335	315	301	280	263	255	246	239	231	224	217	210	204			
S M 570	570	570	570	460	441	428	416	407	403	400	395	391	385	380	378	372		
S M 570	570	570	570	450	432	419	407	398	395	391	387	383	378	372	361	355		
S M 570	570	570	570	430	414	401	389	381	378	375	371	367	361	355				

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)														
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	
圧力容器用鋼板 JIS G 3115(2000)		SPV490	610	490	490	476	461	438	417										
中・常温圧力容器用炭素鋼板 JIS G 3118(2000)		SGV410	410	225	208	201	195	189	185	180	175	167	162	160					
		SGV450	450	245	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175					
		SGV480	480	265	246	238	232	226	220	214	207	199	192	190					
		SF340A	340	175	168	162	158	154	149	146	141	136	130	128	127	125	120	120	
炭素鋼鍛鋼品 JIS G 3201(1988)		SF390A	390	195	186	180	176	171	167	165	157	151	146	143	142	138	132	132	
		SF440A	440	225	215	208	202	196	191	186	180	174	168	165	164	159	152	152	
		SF490A	490	245	233	226	220	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166	166	
		SFVC2B	490	245	233	226	220	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166	166	
圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品 JIS G 3214(1991)		SUSF304	480	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116	116	
		SUSF304	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116	116	
		SUSF304L	450	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99	99	
		SUSF316	480	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122	
		SUSF316	520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122	
		SUSF316L	450	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	94	
		SUSF321	480	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119	
		SUSF321	520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119	
		SUSF347	480	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140	
		SUSF347	520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140	
	一般構造用炭素鋼管 JIS G 3444(2004)		STK400	400	235	198	188	176	162	156	150	145	139	134	129				
			STK500	500	355	297	283	263	243	234	226	217	210	202	193				
	機械構造用炭素鋼管 JIS G 3445(1988)	13種A	STKM13A	370	215	181	173	161	148	143	138	133	128	124	119				
		SUS304TKA	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116	116	
機械構造用ステンレス鋼管 JIS G 3446(1994)		SUS316TKA	520	205	187	176	161	147	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122	
		SUS321TKA	520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119	
		SUS347TKA	520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140	
配管用炭素鋼管 JIS G 3452(2004)		SGP	290	147	138	133	130	126											
		STPG370	370	215	181	173	161	148	143	138	133	128	124	119					
配管用炭素鋼管 JIS G 3454(1988)		STPG410	410	245	207	196	182	169	163	157	151	145	140	134					
		STS370	370	215	194	187	183	178	175	171	165	158	152	150					
高圧配管用炭素鋼管 JIS G 3455(1988)		STS410	410	245	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175					
		STS480	480	275	260	251	244	237	231	226	218	210	203	200	198	192	184	184	

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)												
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400
高温配管用炭素鋼管 JIS G 3456(2004)		STPT370	370	215	194	187	183	178	175	171	165	158	152	150	148	144	137
		STPT410	410	245	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161
		STPT480	480	275	260	251	244	237	231	226	218	210	203	200	198	192	184
配管用ステンレス鋼管 JIS G 3459(2004)		SUS304TP	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116
		SUS304LTP	480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99
		SUS316TP	520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122
		SUS316LTP	480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94
		SUS321TP	520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119
		SUS347TP	520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140
低温配管用鋼管 JIS G 3460(1988)		STPL380	380	205	194	187	183	178	175	171	165	158					
		STB410	410	255	240	231	226	220	214	209	201	193	187	185	182	178	170
ボイラ・熱交換器用炭素鋼管 JIS G 3461(1988)		SUS304TB	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116
		SUS304LTB	480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99
		SUS316TB	520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122
		SUS316LTB	480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94
		SUS321TB	520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119
		SUS347TB	520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140
配管用溶接大径ステンレス鋼管 JIS G 3468(2004)		SUS304TPY	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116
		SUS304LTPY	480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99
		SUS316TPY	520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122
		SUS316LTPY	480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94
		SUS321TPY	520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119
		SUS347TPY	520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140







種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)																			
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425						
ステンレス鋼棒 J I S G 4303(1998)		S U S304 S U S304L S U S316 S U S316L S U S321 S U S347 S U S403 S U S410 S U S630 S U S630	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116							
			480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99							
			520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122						
			480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	94						
			520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119						
			520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140						
			590	390	267	262	254	246	243	240	237	233	230	228	227	226	223	223						
			540	345	267	262	254	246	243	240	237	233	230	228	227	226	223	223						
			1000	860	819	793	763	739	729	718	709	701	692	685	678	666	666	655						
			930	725	687	666	640	621	612	603	595	588	582	575	568	559	559	550						
			熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 J I S G 4304(1999)		S U S304 S U S304L S U S316 S U S316L S U S321 S U S347 S U S405	520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116				
						480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99				
						520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122			
						480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	94			
520	205	185				173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119						
520	205	195				188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140						
410	175	163				158	153	150	149	148	147	146	144	142	138	135	130	130						
冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 J I S G 4305(1999)		S U S304 S U S304L S U S316 S U S316L S U S321 S U S347				520	205	183	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	119	116				
						480	175	155	145	131	122	118	114	111	109	106	104	103	101	99				
						520	205	187	176	161	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	122			
						480	175	154	143	130	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	94			
						520	205	185	173	156	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	119			
						520	205	195	188	177	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	140			
						410	175	163	158	153	150	149	148	147	146	144	142	138	135	130	130			
			耐熱鋼棒 J I S G 4311(1991)		S U H660	900	590	575	565	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558	558				
						耐食耐熱超合金棒 J I S G 4901(1999)	550	245	230	224	214	206	203	200	197	194	191	188	185	182	180			
							450	175	159	154	145	138	135	132	129	127	125	122	121	119	118			
							520	205	196	189	179	173	170	168	166	165	165	163	162	161	159			
							960	615	610	604	595	588	586	583	581	580	579	579	578	578	577			
							1170	795	780	771	760	752	749	746	743	742	742	738	737	737	736			
							耐食耐熱超合金板 J I S G 4902(1991)		NCF600 NCF800H NCF800 NCF750(H1) NCF750(H2)	550	245	230	224	214	206	203	200	197	194	191	188	185	182	
450	175	159								154	145	138	135	132	129	127	125	122	121	119	118			
520	205	196								189	179	173	170	168	166	165	165	163	162	161	159			
960	615	610								604	595	588	586	583	581	580	579	579	578	578	577			
1170	795	780								771	760	752	749	746	743	742	742	738	737	737	736			
耐食耐熱超合金板 J I S G 4902(1991)		NCF600 NCF800H NCF800 NCF750(H1) NCF750(H2)								550	245	230	224	214	206	203	200	197	194	191	188	185	182	
										450	175	159	154	145	138	135	132	129	127	125	122	121	119	118
										520	205	196	189	179	173	170	168	166	165	165	163	162	161	159
			960	615	610					604	595	588	586	583	581	580	579	579	578	578	577			
			1170	795	780	771				760	752	749	746	743	742	742	738	737	737	736				

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)																	
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425				
配管用継目無ニッケルクロム 鉄合金管 J I S G 4903(1991)		NCF600TP	550	205	198	192	183	178	175	169	167	164	162	160	157	155						
					175	158	151	145	143	138	137	136	136	136	135	131						
					245	224	214	206	203	200	197	194	191	188	185	182	180					
					175	159	145	138	135	132	129	127	125	122	121	119	118					
					205	189	179	173	170	168	166	165	165	163	162	161	159					
熱交換器用継目無ニッケル クロム鉄合金管 J I S G 4904(1991)		NCF600TB	550	245	245	224	214	206	203	197	194	191	188	185	182	180						
					205	189	179	173	170	168	166	165	165	163	162	161	159					
					175	154	145	138	135	132	129	127	125	122	121	119	118					
ステンレス鋼鑄鋼品 J I S G 5121(2003)		S C S 13	440	185	185	154	140	130	127	123	119	116	113	112	110							
					205	171	155	144	139	135	131	127	125	124	122	121						
					185	159	145	135	131	127	124	121	117	115	112	112	111					
					205	176	161	150	145	140	136	133	129	127	124	124	124					
					390	161	150	138	128	125	121	117	115	111	109	106	106					
					480	176	161	150	145	140	136	133	129	127	124	124	124					
					390	157	136	124	119	116	112	109	107	106	105	105	105					
					480	171	155	144	139	135	131	127	125	123	122	122	122	119	116			
					480	188	177	166	161	157	153	150	146	144	142	142	142	141	140			
					高温高圧用鑄鋼品 J I S G 5151(1991)		S C P H 1	410	205	194	187	183	178	175	171	165	158	152	150	148	144	137
										480	226	220	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166
450	228	222	212	204						201	197	194	191	188	185	181	178	174				
480	253	242	233	229						226	222	219	215	212	208	204	199	199				
480	262	254	247	242						240	238	236	233	231	229	227	224	220	220			
620	372	361	355	354						353	352	349	346	346	341	336	328	320	320			
低温高圧用鑄鋼品 J I S G 5152(1991)		S C P L 1	450	245	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175								
					450	222	212	204	201	197	194	191	188	185	181	178	174					
低温用合金鋼ボルト材 原子力発電用規格	1種 2種 3種 4種 5種	G B L 1	862	724	696	680	659	635	625	614	602	589	576	561	543	526	502					
					724	680	659	635	625	614	602	589	576	561	543	526	502					
					724	696	680	659	635	625	614	602	589	576	561	543	526	502				
					724	696	680	659	635	625	614	602	589	576	561	543	526	502				
					724	696	680	659	635	625	614	602	589	576	561	543	526	502				
低温用炭素鋼鑄鋼品及び低温用合金鋼鑄鋼 品 原子力発電用規格	1種 2種	G L F 1	414	207	194	187	183	178	175	171	165	158	152	148	144	137						
					248	226	220	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166					
低温配管用炭素鋼管 原子力発電用規格		G S T P L	414	241	227	220	214	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161					

種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)													
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
炭素鋼鋳鋼品 原子力発電用規格	1種	G S C 1	414	207	207	194	187	183	178	175	171	165	158	152	150	148	144	137
	2種	G S C 2	482	248	248	248	236	220	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166
	3種	G S C 3	482	276	276	260	251	244	237	231	226	218	210	203	200	198	192	184
耐熱ステンレス鋼 原子力発電用規格	1種	G X M 1	689	380	380	342	321	298	282	276	270	265	260	256	252	249	246	243
	2種	G X M 2	758	414	414	373	343	326	308	301	294	288	283	279	276	272	269	266
再処理施設用 高クロム高モリブデン系 ステンレス鋼規格		R-N C F 320	517	193	193	180	172	160	151	148	145	141	137	136	135	135	134	
		R-SU S304ULC	481	177	177	151	134	127	119	115	112	105	98	98	98	96	93	91
		R-SU S304ULC	451	177	177	151	134	127	119	115	112	105	98	98	98	96	93	91
		R-SU S316ULC	481	177	177	146	126	118	107	103	100	96	93	93	93	93		
		R-SU S316ULC	451	177	177	146	126	118	107	103	100	96	93	93	93			
		R-SU S300ULC	481	177	177	142	118	111	104	100	97	97	97	97	97			
		R-SU S300ULC	451	177	177	142	118	111	104	100	97	97	97	97	97			
		R-SU S30N b	490	216	216	181	157	149	133	127	122	116	110	110	110			
		R-SU S30N b	490	196	196	164	142	135	121	115	110	104	99	99				
	再処理施設用 ジルコニウム規格		R-Zr	380	207	207	162	143	117	80	65	49						

(備考)

1 日本工業規格 J I S G 3444 (2004) 「一般構造用炭素鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3445 (1988) 「機械構造用炭素鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3446 (1994) 「機械構造用ステンレス鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3454 (1988) 「圧力配管用炭素鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3456 (2004) 「高温配管用炭素鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3459 (2004) 「配管用ステンレス鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3460 (1988) 「低温配管用鋼管」、日本工業規格 J I S G 3461 (1988) 「ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3463 (1994) 「ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」、日本工業規格 J I S G 3468 (2004) 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」及び原子力発電用規格「耐熱ステンレス鋼」に適合する電気抵抗溶接鋼管、自動アーク溶接鋼管又は鍛接鋼管の設計降伏点は、表中の値に係わらず、次によること。

イ 電気抵抗溶接鋼管にあつては、その溶接部に対して別記の別紙－1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値、それ以外の場合はこの表に示す値の0.85倍の値

ロ 自動アーク溶接鋼管にあつては、次によること。

(イ) 突合せ片側溶接鋼管にあつては、その溶接部に対して別記の別紙－1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値、それ以外の場合はこの表に示す値の0.8倍の値

(ロ) 突合せ両側溶接鋼管にあつては、その溶接部に対して別記の別紙－1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値、それ以外の場合はこの表に示す値の0.9倍の値

ハ 鍛接鋼管にあつては、その溶接部に対して別記の別紙－1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値、それ以外の場合はこの表に示す値の0.65倍の値

2 鋳鋼品の設計降伏点は、表中の値に係わらず、次によること。

イ 日本工業規格 J I S G 0581 (1999) 「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の「8. 透過写真の撮影方法」に準じて放射線透過試験を行い、割れ、ケレン、鋳ぐるみ又は不完全な溶け込みがなくブローホール、砂かみ、介在物及び引け巣の程度は、同規格「附属書(規定) 透過試験によるきずの像の分類方法」に定める1級又は2級である場合はこの表に示す値

ロ 別記の別紙－1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、これに合格する場合はこの表に示す値の0.85倍の値

ハ イ及びロ以外の場合はこの表に示す値の0.8倍の値

- 3 この表において、温度の中間における設計降伏点の値は、比例法によって計算する。
- 4 この表に規定されていない材料の各温度における設計降伏点の値は、備考1及び2の規定に係わらず、次に掲げる当該材料の設計降伏点曲線上の値とする。
- イ 室温から当該材料の最高使用温度までの温度において、室温及び最高使用温度を含み少なくとも50℃おきの温度で1溶解1熱処理につきそれぞれ1本ずつ引張試験を行い、それぞれの降伏点又は耐力の値に次の値を乗じた値を結んだ曲線。この場合において、高温側の降伏点又は耐力の値が、低温側の降伏点又は耐力の値を超える場合は、低温側の極小値を超えない値を結んだ曲線とする。
- (イ) ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、0.885
- (ロ) (イ) 以外の材料にあつては、0.856
- ロ 当該材料について信頼度のある設計降伏点曲線が得られている場合にあつては、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、それぞれの降伏点又は耐力の値が最高使用温度における当該設計降伏点曲線上の値以上の時は当該設計降伏点曲線。
- ハ イ及びロの引張試験は、次によること。
- (イ) 試験片の採取位置は、当該 J I S 規格の規定に準じること。
- (ロ) 引張試験片及び引張試験方法は、日本工業規格 J I S G 0567 (1998) 「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」によること。
- 5 再処理施設用ステンレス鋼規格において、上欄に掲げる値は管材及び板材、下欄に掲げる値は鍛造材の値である。



種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)														
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	
圧力容器用鋼板 JIS G 3115(2000)		SPV490	610	490	577	563	554	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545	
			410	225	376	373	368	362	362	361	361	361	361	361	361	361	361	361	
			450	245	407	407	402	396	396	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
			480	265	449	431	424	422	422	421	421	421	420	416	412	397			
中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板 JIS G 3118(2000)		SGV410 SGV450 SGV480	340	175	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	
			390	195	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	
			440	225	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401	401
			490	245	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438
炭素鋼鍛鋼品 JIS G 3201(1988)		SF340A SF390A SF440A SF490A	490	245	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	
			480	205	425	412	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372	372	
			520	205	466	441	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372	372	372
			450	175	404	383	367	349	347	344	342	342	339	339	339	339	339	339	339
圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品 JIS G 3214(1991)		SUSF304 SUSF304 SUSF304L SUSF316 SUSF316 SUSF316 SUSF316L SUSF321 SUSF321 SUSF347 SUSF347	480	205	425	412	385	377	377	377	377	377	377	377	377	377	377		
			520	205	466	441	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372	372	
			480	205	425	413	398	382	379	376	364	351	350	350	350	350	350	350	
			450	175	404	385	364	349	345	344	344	344	344	344	344	344	344	344	
			520	205	469	446	430	412	408	404	404	404	404	404	404	404	404	404	
			480	205	427	416	385	364	359	354	351	349	345	344	344	344	344	344	
			520	205	486	474	444	429	423	417	415	415	412	407	403	398	393		
			520	205	466	441	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372	372	
			520	205	489	476	442	440	436	432	430	427	427	427	427	427	427	427	
			520	205	469	446	430	412	408	404	404	404	404	404	404	404	404	404	
			520	205	488	474	444	429	423	417	415	415	412	407	403	398	393		
			機械構造用ステンレス鋼鋼管 JIS G 3446(1994)		SUS304TKA SUS316TKA SUS321TKA SUS347TKA	290	215	279	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273
520	205	466				441	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372		
520	205	489				476	442	440	436	432	430	427	427	427	427	427	427		
520	205	469				446	430	412	408	404	404	404	404	404	404	404			
配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3452(2004)		SGP	290	215	279	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	273		
			520	205	466	441	422	402	400	397	375	373	372	372	372	372	372		
			520	205	489	476	442	440	436	432	430	427	427	427	427	427	427		
			520	205	469	446	430	412	408	404	404	404	404	404	404	404			
圧力配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3454(1988)		STPG370 STPG410	370	215	353	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345		
			410	245	390	381	381	381	381	381	381	381	381	381	381	381			
			370	215	357	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350				
			410	245	407	405	404	404	404	404	404	404	404	404	404				
高圧配管用炭素鋼鋼管 JIS G 3455(1988)		STS370 STS410 STS480	480	275	460	450	436	423	423	423	423	423	423	423	423	423	423		
			370	215	357	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350				
			410	245	407	405	404	404	404	404	404	404	404	404	404				
			480	275	460	450	436	423	423	423	423	423	423	423	423				













種類	種別	記号	最小引張強さ (MPa)	最小降伏点 (MPa)	温度 (°C)												
					-30 ~40	75	100	150	200	225	250	275	300	325	350	375	400
耐熱ステンレス鋼 原子力発電用規格	1種	GXM1	689	380	625	620	590	571	565	560	556	549	545	541	537	532	
	2種	GXM2	758	414	686	682	650	628	618	616	611	604	598	595	590	586	
再処理施設用 高クロム高モリブデン系 ステンレス鋼規格		R-NCF320	517	193	493	482	463	450	444	438	438	434	430	430	430		
再処理施設用 ステンレス鋼規格		R-SUS304ULC	481	177	432	398	380	357	353	349	340	330	330	330	330	327	
		R-SUS304ULC	451	177	405	374	356	334	330	328	319	311	311	310	310	306	
		R-SUS316ULC	481	177	433	401	391	366	358	350	344	339	331	311	310		
		R-SUS316ULC	451	177	407	376	367	343	335	329	323	318	318				
		R-SUS310ULC	481	177	451	429	409	388	384	380	375	370	370				
		R-SUS310ULC	451	177	424	404	383	364	360	357	351	346	346				
		R-SUS310Nb	490	216	460	439	422	401	396	391	384	379	384				
		R-SUS310Nb	490	196	460	439	422	401	396	391	384	379	384				
			R-Zr	380	207	327	300	241	185	170	154						
再処理施設用 ジルコニウム規格			380	207	327	300	241	185	170	154							

(備考)

- 1 日本工業規格 J I S G 3446 (1994) 「機械構造用ステンレス鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3452 (2004) 「配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3454 (1988) 「圧力配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3456 (2004) 「高温配管用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3459 (2004) 「配管用ステンレス鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3460 (1988) 「低温配管用鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3461 (1988) 「ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3463 (1994) 「ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管」, 日本工業規格 J I S G 3468 (2004) 「配管用溶接大径ステンレス鋼鋼管」及び原子力発電用規格「耐熱ステンレス鋼」に適合する電気抵抗溶接鋼管, 自動アーク溶接鋼管又は鍛接鋼管の設計引張強さは, 表中の値に係わらず, 次によること。
  - イ 電気抵抗溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の0.85倍の値
  - ロ 自動アーク溶接鋼管にあつては, 次によること。
    - (イ) 突合せ片側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の0.8倍の値
    - (ロ) 突合せ両側溶接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の0.9倍の値
  - ハ 鍛接鋼管にあつては, その溶接部に対して別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて放射線透過試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値, それ以外の場合はこの表に示す値の0.65倍の値
- 2 鋳鋼品の設計引張強さは, 表中の値に係わらず, 次によること。
  - イ 日本工業規格 J I S G 0581 (1999) 「鋳鋼品の放射線透過試験方法」の「8. 透過写真の撮影方法」に準じて放射線透過試験を行い, 割れ, ケレン, 鋳ぐるみ又は不完全な溶け込みがなくブローホール, 砂かみ, 介在物及び引け巣の程度は, 同規格「附属書(規定) 透過試験によるきずの像の分類方法」に定める1級又は2級である場合はこの表に示す値
  - ロ 別記の別紙-1の「11. 非破壊試験の方法と判定基準」の規定に準じて磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い, これに合格する場合はこの表に示す値の0.85倍の値
  - ハ イ及びロ以外の場合はこの表に示す値の0.8倍の値

- 3 この表において、温度の中間における設計引張強さの値は、比例法によって計算する。
- 4 この表に規定されていない材料の各温度における設計引張強さの値は、備考1及び2の規定に係わらず、次に掲げる当該材料の設計引張強さ曲線上の値とする。
- イ 室温から当該材料の最高使用温度までの温度において、室温及び最高使用温度を含み少なくとも50℃おきの温度で1溶解1熱処理につきそれぞれ1本ずつ引張試験を行い、それぞれの引張強さの値に次の値を乗じた値を結んだ曲線。この場合において、高温側の引張強さの値が低温側の引張強さの値を超える場合は、低温側の極小値を超えない値を結んだ曲線とする。
- (イ) ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、0.885
- (ロ) (イ) 以外の材料にあつては、0.856
- ロ 当該材料について信頼度のある設計引張強さ曲線が得られている場合にあつては、最高使用温度で溶解熱処理につき2本の引張試験を行い、それぞれの引張強さの値が最高使用温度における当該設計引張強さ曲線上の値以上のときは当該設計引張強さ曲線。
- ハ イ及びロの引張試験は、次によること。
- (イ) 試験片の採取位置は、当該 J I S 規格の規定に準じること。
- (ロ) 引張試験片及び引張試験方法は、日本工業規格 J I S G 0567 (1998) 「鉄鋼材料及び耐熱合金の高温引張試験方法」によること。
- 5 再処理施設用ステンレス鋼規格において、上欄に掲げる値は管材及び板材、下欄に掲げる値は鍛造材の値である。



別表第9 材料の各温度における縦弾性係数 (MP a)

種 類	温 度 (°C)																
	20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
炭素量が0.3%以下の炭素鋼	203000	201000	200000	198000	196000	195000	193000	191000	190000	188000	187000	185000	182000	178000	176000	172000	167000
炭素量が0.3%を超える炭素鋼	202000	200000	198000	197000	195000	193000	192000	190000	188000	187000	185000	183000	181000	178000	174000	170000	166000
モリブデン鋼	201000	199000	198000	196000	194000	193000	191000	189000	188000	186000	185000	183000	180000	178000	174000	170000	165000
ニッケル合金鋼	192000	189000	188000	186000	185000	184000	182000	180000	178000	178000	177000	175000	173000	172000	169000	164000	159000
クロム含有量が0.5%以上, 2%以下の合金鋼	205000	203000	201000	199000	198000	196000	194000	192000	191000	190000	188000	186000	184000	183000	181000	178000	176000
クロム含有量が2.25%以上, 3%以下の合金鋼	211000	209000	207000	205000	204000	203000	201000	199000	197000	196000	194000	192000	190000	188000	186000	184000	181000
クロム含有量が5%以上, 9%以下の合金鋼	213000	211000	209000	207000	206000	205000	203000	200000	199000	198000	196000	194000	192000	190000	187000	184000	180000
クロム合金鋼	201000	199000	198000	196000	194000	192000	190000	188000	186000	184000	183000	181000	179000	178000	177000	174000	171000
オーステナイト系ステンレス鋼, 析出硬化ステンレス鋼, その他高合金鋼	195000	193000	191000	190000	188000	186000	184000	183000	180000	178000	177000	176000	174000	173000	171000	169000	167000
ニッケル・クロム・鉄合金690 原子力発電用規格	206000	206000	205000	204000	202000	200000	199000	197000	196000	194000	192000	191000	189000	188000	186000	185000	184000
高ニッケル合金 (区分1)	214000	212000	210000	208000	207000	205000	205000	204000	202000	201000	199000	198000	197000	196000	194000	192000	190000
高ニッケル合金 (区分2)	200000	198000	196000	195000	193000	191000	191000	190000	189000	187000	186000	185000	184000	183000	181000	179000	178000
高ニッケル合金 (区分3)	214000	212000	210000	208000	207000	206000	205000	204000	202000	201000	199000	198000	197000	196000	194000	192000	190000
高ニッケル合金 (区分4)	207000	205000	203000	202000	200000	198000	197000	197000	195000	194000	193000	192000	191000	189000	188000	186000	184000
高ニッケル合金 (区分5)	193000	191000	189000	188000	186000	185000	184000	183000	182000	181000	180000	179000	178000	177000	176000	174000	172000
高ニッケル合金 (区分6)	196000	194000	193000	191000	190000	189000	188000	187000	185000	184000	183000	182000	181000	179000	178000	177000	176000
高ニッケル合金 (区分7)	193000	191000	189000	188000	186000	185000	184000	183000	182000	181000	180000	179000	178000	177000	176000	174000	172000
高クロム高モリブデン系ステンレス鋼	193000	191000	189000	188000	187000	185000	184000	183000	182000	181000	180000	179000	178000	178000	176000	174000	172000
ジルコニウム	99000	98000	97000	95000	94000	92000	89000	86000	83000	80000							

(備考)

各材料の区分は、下記に示す。

1 高ニッケル合金 (区分 1)

N i - C r ( N C F 750)

2 高ニッケル合金 (区分 2)

N i - C r - M o - C b ( N C F 718)

3 高ニッケル合金 (区分 3)

N i - C r - F e ( N C F 600)

4 高ニッケル合金 (区分 4)

N i - C r - M o - H g ( N C F 625 および G N C F 1 種)

5 高ニッケル合金 (区分 5)

C r - N i - F e - M o - C u - C b ( G N C F 3 種)

6 高ニッケル合金 (区分 6)

N i - F e - C r ( N C F 800 および N C F 800 H)

7 高ニッケル合金 (区分 7)

N i - F e - C r - M o - C u ( N C F 825 および G N C F 2 種)

別表第10 材料の各温度における熱膨張係数 (×10<sup>-6</sup>mm/mm/°C)

種 類	区分	温 度 (°C)																
		20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
炭素鋼, 合金鋼 (区分1)	A	11.52	11.91	12.24	12.56	12.86	13.15	13.46	13.74	14.03	14.33	14.63	14.89	15.13	15.37	15.59	15.81	16.01
	B	11.52	11.76	11.89	12.05	12.21	12.37	12.55	12.70	12.83	12.99	13.14	13.28	13.42	13.57	13.68	13.83	13.96
炭素鋼, 合金鋼 (区分2)	A	10.05	10.79	11.37	11.93	12.46	12.94	13.41	13.84	14.23	14.59	14.92	15.22	15.48	15.72	15.92	16.10	16.23
	B	10.05	10.46	10.75	11.04	11.33	11.59	11.84	12.09	12.33	12.60	12.82	13.00	13.18	13.37	13.54	13.71	13.87
炭素鋼, 合金鋼 (区分3)	A	9.73	10.47	11.07	11.65	12.19	12.69	13.16	13.60	14.01	14.38	14.73	15.05	15.33	15.57	15.78	15.97	16.12
	B	9.73	10.10	10.39	10.69	11.00	11.28	11.56	11.85	12.11	12.35	12.58	12.80	12.99	13.19	13.36	13.51	13.65
炭素鋼, 合金鋼 (区分4)	A	12.62	12.96	13.22	13.47	13.72	13.94	14.17	14.38	14.58	14.77	14.96	15.13	15.28	15.42	15.55	15.68	15.80
	B	12.62	12.79	12.94	13.09	13.23	13.38	13.49	13.62	13.71	13.81	13.93	14.03	14.14	14.24	14.31	14.40	14.48
炭素鋼, 合金鋼 (区分5)	A	11.14	11.66	12.06	12.42	12.74	13.06	13.35	13.62	13.88	14.12	14.36	14.57	14.76	14.95	15.13	15.29	15.42
	B	11.14	11.40	11.62	11.82	12.00	12.21	12.37	12.54	12.68	12.83	12.97	13.10	13.23	13.36	13.47	13.59	13.69
クロム含有量が2.25%, モリブデン含有量が1%の合金鋼	A	11.59	12.04	12.30	12.53	12.94	13.24	13.45	13.72	13.92	14.13	14.31	14.47	14.62	14.74	14.87	14.98	15.11
	B	11.59	11.78	11.94	12.10	12.27	12.43	12.56	12.70	12.83	12.96	13.09	13.21	13.33	13.43	13.52	13.61	13.71
クロム含有量が5%, モリブデン含有量が0.5%の合金鋼	A	11.73	11.96	12.15	12.34	12.52	12.68	12.86	13.02	13.18	13.33	13.48	13.63	13.77	13.91	14.04	14.17	14.30
	B	11.73	11.82	12.02	12.14	12.26	12.37	12.47	12.53	12.59	12.66	12.74	12.82	12.89	12.96	13.04	13.11	13.17
クロム含有量が7%, モリブデン含有量が0.5%, およびクロム含有量が9%, モリブデン含有量が1%の合金鋼	A	10.47	10.72	10.93	11.14	11.35	11.55	11.74	11.92	12.10	12.29	12.46	12.63	12.79	12.95	13.11	13.25	13.38
	B	10.47	10.59	10.73	10.87	10.99	11.08	11.21	11.30	11.39	11.48	11.58	11.67	11.75	11.85	11.93	11.99	12.07
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分1)	A	15.14	15.66	16.07	16.47	16.85	17.22	17.55	17.86	18.11	18.35	18.58	18.79	19.00	19.20	19.40	19.57	19.75
	B	15.14	15.45	15.63	15.82	16.01	16.16	16.38	16.55	16.72	16.89	17.03	17.18	17.34	17.47	17.58	17.66	17.81
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分2)	A	10.60	10.60	10.61	10.62	10.62	10.62	10.64	10.64	10.64	10.64	10.66	10.70	10.75	10.80	10.87	10.95	11.05
	B	10.60	10.60	10.61	10.62	10.62	10.62	10.64	10.64	10.64	10.64	10.66	10.67	10.67	10.68	10.69	10.71	10.73
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分3)	A	14.28	14.67	14.97	15.25	15.54	15.82	16.07	16.32	16.56	16.79	17.02	17.23	17.43	17.62	17.79	17.98	18.30
	B	14.28	14.56	14.75	14.89	15.06	15.22	15.36	15.48	15.60	15.72	15.84	15.95	16.06	16.18	16.29	16.38	16.48
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分4)	A	15.21	15.72	16.09	16.43	16.73	17.04	17.33	17.59	17.84	18.08	18.33	18.55	18.76	18.94	19.11	19.27	19.41
	B	15.21	15.49	15.68	15.87	16.05	16.21	16.37	16.52	16.66	16.81	16.94	17.07	17.20	17.33	17.46	17.57	17.67
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分5)	A	16.14	16.33	16.50	16.66	16.81	16.94	17.07	17.20	17.32	17.44	17.55	17.66	17.77	17.88	17.98	18.08	18.17
	B	16.14	16.30	16.42	16.51	16.61	16.67	16.74	16.80	16.87	16.93	16.99	17.03	17.09	17.15	17.20	17.25	17.29
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分6)	A	15.33	15.90	16.38	16.83	17.25	17.62	17.94	18.24	18.47	18.70	18.90	19.08	19.25	19.41	19.57	19.73	19.88
	B	15.33	15.62	15.85	16.12	16.36	16.60	16.77	16.97	17.14	17.31	17.47	17.61	17.74	17.85	17.96	18.06	18.14
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分7)	A	16.37	16.71	16.98	17.24	17.50	17.74	17.97	18.19	18.41	18.61	18.80	18.99	19.17	19.33	19.48	19.64	19.77
	B	16.37	16.59	16.75	16.90	17.05	17.18	17.32	17.42	17.54	17.65	17.75	17.85	17.95	18.04	18.14	18.24	18.32
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分8)	A	14.82	15.16	15.42	15.67	15.89	16.12	16.33	16.54	16.74	16.92	17.09	17.25	17.41	17.55	17.69	17.81	17.94
	B	14.82	15.02	15.17	15.30	15.45	15.58	15.71	15.80	15.92	16.02	16.11	16.20	16.29	16.39	16.48	16.56	16.64
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分9)	A	15.85	16.08	16.22	16.33	16.41	16.51	16.59	16.67	16.71	16.77	16.83	16.88	16.93	17.00	17.06	17.14	17.20
	B	15.85	16.03	16.15	16.25	16.32	16.38	16.41	16.45	16.48	16.51	16.54	16.57	16.60	16.62	16.66	16.69	16.70
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分10)	A	14.79	15.08	15.32	15.56	15.79	16.01	16.22	16.42	16.61	16.79	16.97	17.14	17.31	17.46	17.61	17.74	17.87
	B	14.79	14.90	15.02	15.14	15.26	15.38	15.51	15.62	15.74	15.84	15.93	16.03	16.13	16.23	16.32	16.40	16.50

種 類	区分	温 度 (°C)																
		20	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
オーステナイト系ステンレス鋼 (区分1)	A	15.68	15.98	16.13	16.27	16.42	16.57	16.71	16.86	17.02	17.17	17.31	17.47	17.63	17.79	17.93	18.08	18.24
	B	15.68	15.83	15.96	16.06	16.19	16.28	16.36	16.44	16.51	16.57	16.63	16.70	16.77	16.85	16.91	16.99	17.06
オーステナイト系ステンレス鋼以外のステンレス鋼 (区分1)	A	10.64	10.97	11.20	11.39	11.56	11.71	11.85	11.97	12.07	12.15	12.24	12.33	12.42	12.51	12.60	12.69	12.79
	B	10.64	10.84	10.99	11.10	11.23	11.34	11.42	11.51	11.57	11.64	11.69	11.73	11.78	11.84	11.89	11.95	12.00
オーステナイト系ステンレス鋼以外のステンレス鋼 (区分2)	A	9.58	9.84	10.05	10.24	10.41	10.57	10.77	10.93	11.10	11.25	11.39	11.54	11.68	11.81	11.94	12.07	12.18
	B	9.58	9.73	9.85	10.01	10.08	10.17	10.25	10.34	10.42	10.50	10.58	10.66	10.74	10.82	10.90	10.96	11.03
オーステナイト系ステンレス鋼以外のステンレス鋼 (区分3)	A	9.03	9.18	9.30	9.43	9.54	9.65	9.78	9.90	10.01	10.14	10.26	10.37	10.49	10.61	10.71	10.84	10.95
	B	9.03	9.16	9.23	9.29	9.37	9.42	9.46	9.53	9.58	9.64	9.70	9.74	9.80	9.86	9.91	9.97	10.02
高ニッケル合金 (区分1)	A	12.15	12.73	13.19	13.60	13.94	14.23	14.49	14.69	14.88	15.06	15.19	15.30	15.41	15.51	15.60	15.70	15.76
	B	12.15	12.55	12.81	13.01	13.18	13.33	13.49	13.61	13.72	13.82	13.93	14.03	14.11	14.21	14.30	14.39	14.47
高ニッケル合金 (区分2)	A	13.91	14.72	15.13	15.42	15.65	15.85	16.01	16.14	16.27	16.38	16.45	16.52	16.60	16.69	16.80	16.96	17.13
	B	13.91	14.49	14.82	15.07	15.29	15.49	15.65	15.78	15.90	16.01	16.09	16.16	16.24	16.33	16.41	16.49	16.56
高ニッケル合金 (区分3)	A	13.45	13.70	13.90	14.08	14.25	14.41	14.57	14.73	14.89	15.06	15.21	15.35	15.48	15.62	15.75	15.88	16.01
	B	13.45	13.63	13.77	13.91	14.02	14.13	14.23	14.33	14.43	14.52	14.61	14.77	14.80	14.89	14.96	15.05	15.12
高ニッケル合金 (区分4)	A	12.05	12.41	12.75	12.97	13.02	13.05	13.10	13.18	13.23	13.29	13.40	13.50	13.58	13.74	13.94	14.14	14.38
	B	12.05	12.26	12.61	12.83	12.90	12.96	13.04	13.13	13.17	13.21	13.28	13.36	13.44	13.51	13.55	13.61	13.68
高ニッケル合金 (区分5)	A	12.68	12.93	13.15	13.35	13.55	13.72	13.92	14.08	14.25	14.41	14.55	14.68	14.82	14.96	15.10	15.23	15.38
	B	12.68	12.80	12.91	13.02	13.12	13.20	13.30	13.39	13.49	13.59	13.67	13.76	13.84	13.92	14.00	14.08	14.14
高ニッケル合金 (区分6)	A	12.06	12.52	12.78	12.99	13.17	13.33	13.51	13.65	13.76	13.83	13.86	13.87	13.90	13.98	14.12	14.32	14.56
	B	12.06	12.30	12.48	12.64	12.81	12.97	13.13	13.29	13.41	13.48	13.50	13.51	13.54	13.59	13.68	13.79	13.91
ニッケル・クロム・鉄合金690 原子力発電用規格	A	13.45	13.58	13.87	13.93	14.23	14.65	14.82	14.97	15.07	15.07	15.08	15.12	15.23	15.35	15.47	15.60	15.72
	B	13.45	13.57	13.68	13.73	13.82	13.97	14.11	14.20	14.30	14.35	14.43	14.48	14.53	14.63	14.68	14.73	14.77
高クロム高モリブデン系ステンレス鋼	A	14.56	14.87	15.17	15.50	15.62	15.89	16.13	16.38	16.60	16.81	16.99	17.17	17.33	17.48	17.60	17.71	17.82
	B	14.56	14.72	14.85	14.98	15.08	15.21	15.34	15.46	15.59	15.70	15.82	15.93	16.04	16.13	16.24	16.31	16.38
ジルコニウム	A	5.36	5.50	5.62	5.74	5.86	5.98	6.10	6.22	6.34	6.46	-	-	-	-	-	-	-
	B	5.36	5.42	5.49	5.55	5.62	5.68	5.75	5.81	5.88	5.95	-	-	-	-	-	-	-

(備考)

1 Aは、瞬時熱膨張係数

2 Bは、室温からその温度までの平均熱膨張係数

3 各材料の区分は下記に示す。

イ) 炭素鋼、合金鋼 (区分1)

- ・炭素鋼
- ・ $3/4\text{Ni}-1/2\text{Mo}-\text{Cr}-\text{V}$
- ・ $3/4\text{Ni}-1\text{Mo}-3/4\text{Cr}$
- ・カーボン・マンガン鋼
- ・ $3/4\text{Ni}-1/2\text{Mo}-1/3\text{Cr}-\text{V}$
- ・ $1\text{Ni}-1/2\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $1/2\text{Ni}-1/2\text{Mo}-\text{V}$
- ・ $3/4\text{Ni}-1/2\text{Cr}-\text{Mo}-\text{V}$

ロ) 炭素鋼、合金鋼 (区分2)

- ・カーボン・シリコン鋼
- ・ $1/2\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $1\text{Cr}-1/5\text{Mo}-\text{Si}$
- ・ $1/2\text{Mo}$
- ・ $1/2\text{Cr}-1/5\text{Mo}-\text{V}$
- ・ $1\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $1\text{Cr}-1\text{Mn}-1/4\text{Mo}$
- ・ $1\text{Cr}-1/5\text{Mo}$
- ・ $1\cdot3/4\text{Cr}-1/2\text{Mo}-\text{Cu}$

ハ) 炭素鋼、合金鋼 (区分3)

- ・カーボン・マンガン・シリコン鋼
- ・ $1\cdot1/4\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $2\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $1/2\text{Cr}-1/4\text{Mo}-\text{Si}$
- ・ $1\cdot1/4\text{Cr}-2\text{Mo}-\text{Si}$
- ・ $3\text{Cr}-1\text{Mo}$
- ・ $1\text{Cr}-1/2\text{Mo}-\text{V}$

ニ) 炭素鋼、合金鋼 (区分4)

- ・ $\text{Mn}-1/2\text{Mo}$
- ・ $\text{Mn}-1/2\text{Mo}-1/2\text{Ni}$
- ・ $\text{Mn}-1/2\text{Mo}-1/4\text{Ni}$
- ・ $\text{Mn}-1/2\text{Mo}-3/4\text{Ni}$

ホ) 炭素鋼、合金鋼 (区分5)

- ・ $1\cdot1/4\text{Ni}-1\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $2\text{Ni}-3/4\text{Cr}-1/4\text{Mo}$
- ・ $3\cdot1/2\text{Ni}$
- ・ $1\cdot3/4\text{Ni}-3/4\text{Cr}-1/4\text{Mo}$
- ・ $2\text{Ni}-3/4\text{Cr}-1/2\text{Mo}$
- ・ $1/2\text{Ni}-1\cdot3/4\text{Cr}-1/2\text{Mo}-\text{V}$
- ・ $2\text{Ni}-1\text{Cu}$
- ・ $2\cdot1/2\text{Ni}$
- ・ $1\text{Cr}-1/2\text{Mo}-\text{V}$

ヘ) オーステナイト系ステンレス鋼 (区分1)

- ・ $18\text{Cr}-13\text{Ni}-3\text{Mo}$
- ・ $16\text{Cr}-12\text{Ni}-2\text{Mo}$

ト) オーステナイト系ステンレス鋼 (区分2)

- ・ $17\text{Cr}-4\text{Ni}-\text{Cu}$

チ) オーステナイト系ステンレス鋼 (区分3)

- ・ $18\text{Cr}-5\text{Ni}-3\text{Mo}$



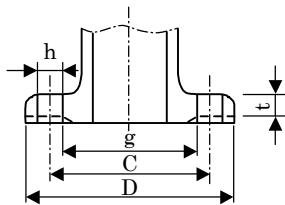
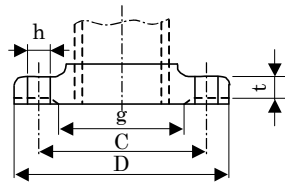
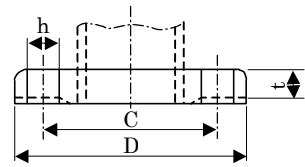
別表第 11 鉄鋼製管フランジの寸法

フランジの種類	適用する 鋼管の外 径(mm)	フランジ の外径D (mm)	フラン ジの最 小厚さ t (mm)	ボルト穴			ボルト のねじ の呼び
				中心円 の径C (mm)	数	径 h (mm)	
1. 03MP a 鉄鋼製管フランジの 基準寸法	21.7	89	11.1	60.5	4	15	M12
	27.2	99	12.7	69.9	4	15	M12
	34.0	108	14.2	79.2	4	15	M12
	42.7	117	15.7	88.9	4	15	M12
	48.6	127	17.5	98.6	4	15	M12
	60.5	152	19.0	120.7	4	19	M16
	76.3	178	22.3	139.7	4	19	M16
	89.1	191	23.8	152.4	4	19	M16
	101.6	216	23.8	177.8	8	19	M16
	114.3	229	23.8	190.5	8	19	M16
	139.8	254	23.8	215.9	8	23	M20
	165.2	279	25.4	241.3	8	23	M20
	216.3	343	28.4	298.5	8	23	M20
	267.4	406	30.2	362.0	12	25	M22
	318.5	483	31.7	431.8	12	25	M22
	355.6	533	35.0	476.3	12	27	M24
	406.4	597	36.5	539.8	16	27	M24
	457.2	635	39.6	577.9	16	33	M30
	508.0	699	42.9	635.0	20	33	M30
	609.6	813	47.7	749.3	20	33	M30

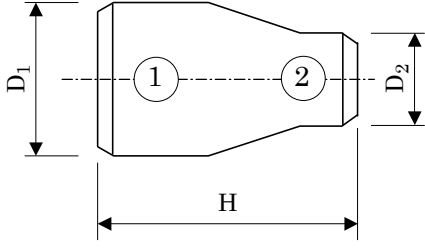
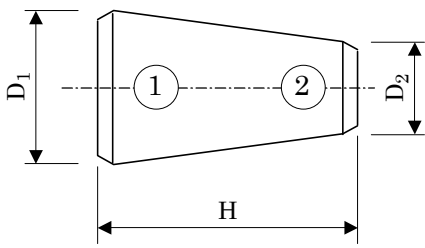
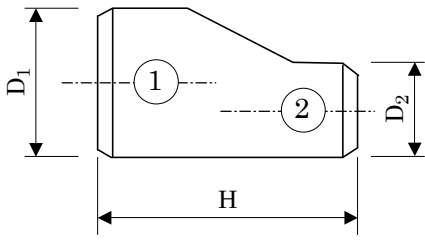
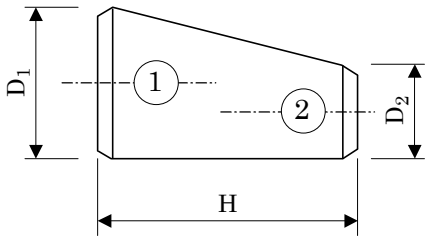
フランジの種類	適用する 鋼管の外 径(mm)	フランジ の外径D (mm)	フラン ジの最 小厚さ t (mm)	ボルト穴			ボルト のねじ の呼び
				中心円 の径C (mm)	数	径 h (mm)	
2.08MP a 鉄鋼製管フランジの 基準寸法	21.7	95	14.2	66.5	4	15	M12
	27.2	117	15.7	82.6	4	19	M16
	34.0	124	17.5	88.9	4	19	M16
	42.7	133	19.0	98.6	4	19	M16
	48.6	155	20.5	114.3	4	23	M20
	60.5	165	22.3	127.0	8	19	M16
	76.3	191	25.4	149.4	8	23	M20
	89.1	210	28.4	168.1	8	23	M20
	101.6	229	30.2	184.2	8	23	M20
	114.3	254	31.7	200.2	8	23	M20
	139.8	279	35.0	235.0	8	23	M20
	165.2	318	36.5	269.7	12	23	M20
	216.3	381	41.1	330.2	12	25	M22
	267.4	445	47.7	387.4	16	27	M24
	318.5	521	50.8	450.9	16	33	M30
	355.6	584	53.8	514.4	20	33	M30
	406.4	648	57.1	571.5	20	33	M30
	457.2	711	60.4	628.7	24	33	M30
	508.0	775	63.5	685.8	24	33	M30
	609.6	914	69.8	812.8	24	39	M36



フランジの種類	適用する 鋼管の外 径(mm)	フランジ の外径D (mm)	フラン ジの最 小厚さ t (mm)	ボルト穴			ボルト のねじ の呼び
				中心円 の径C (mm)	数	径 h (mm)	
2. 78MP a 鉄鋼製管フランジの 基準寸法	21.7	95	14.2	66.5	4	15	M12
	27.2	117	15.7	82.6	4	19	M16
	34.0	124	17.5	88.9	4	19	M16
	42.7	133	20.5	98.6	4	19	M16
	48.6	155	22.3	114.3	4	23	M20
	60.5	165	25.4	127.0	8	19	M16
	76.3	191	28.4	149.4	8	23	M20
	89.1	210	31.7	168.1	8	23	M20
	101.6	229	35.0	184.2	8	25	M22
	114.3	254	35.0	200.2	8	25	M22
	139.8	279	38.1	235.0	8	25	M22
	165.2	318	41.1	269.7	12	25	M22
	216.3	381	47.7	330.2	12	27	M24
	267.4	445	53.8	387.4	16	33	M30
	318.5	521	57.1	450.9	16	33	M30
	355.6	584	60.4	514.4	20	33	M30
	406.4	648	63.5	571.5	20	39	M36
	457.2	711	66.5	628.7	24	39	M36
508.0	775	69.8	685.8	24	39	M36	
609.6	914	76.2	812.8	24	45	M42	



別表第 12 管継手の寸法

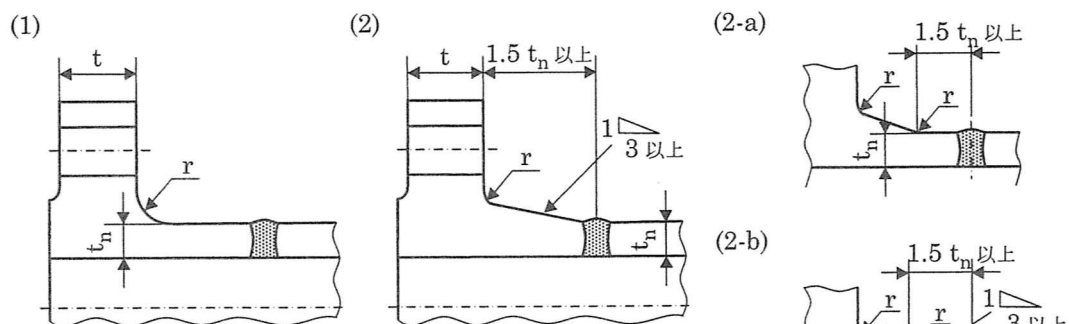
管継手（レジューサ）の種類	径の呼び ①×②	外径（mm）		端面から 端面まで の距離H (mm)
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	
	28×18	711	457	610
同心 1 形 	30×20	762	508	610
	34×24	864	610	610
	同心 2 形 	36×26	914	660
	36×24	914	610	610
偏心 1 形 	38×28	965	711	610
	38×26	965	660	610
	偏心 2 形 	40×30	1016	762
	42×32	1067	813	610
	42×30	1067	762	610

別表第13 爆着接合管継手又は熱間圧延接合継手の材料の組合せ

接合法	材料の組合せ
爆着接合法	ジルコニウム／ステンレス鋼
熱間圧延接合法	チタン／ステンレス鋼 チタン合金／ステンレス鋼 ジルコニウム／ステンレス鋼

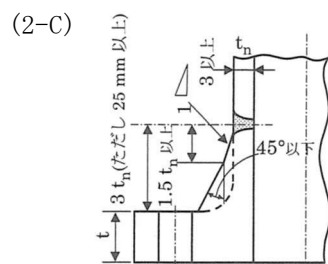
(備考) 本組合せには、タンタル等のインサート材を含むことができる。

別表第14 フランジと容器の胴または管台の継手の構造

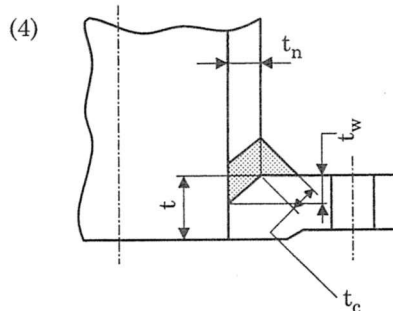
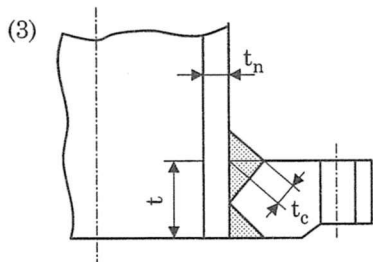


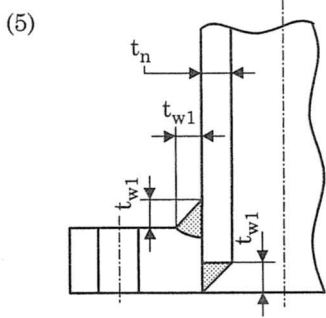
ハブのこう配が 1/3 を超える場合は、  
(2-a)または(2-b)を使用する。

(1), (2), (2-a)および(2-b)は JIS B 2220(2012)に限る。

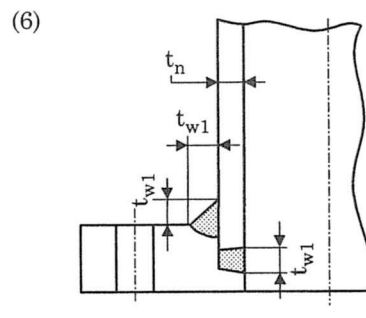


(2-c)は JIS B 8220(2004)に限る。

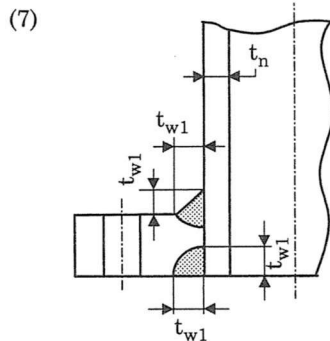




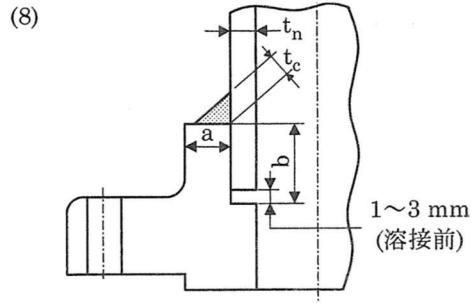
圧力 1570 kPa 以下で温度 350°C までに使用できる。



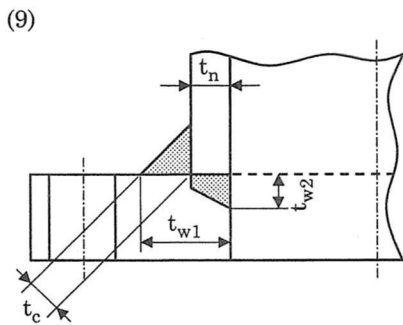
圧力に制限なく温度 450°C までに使用できる。



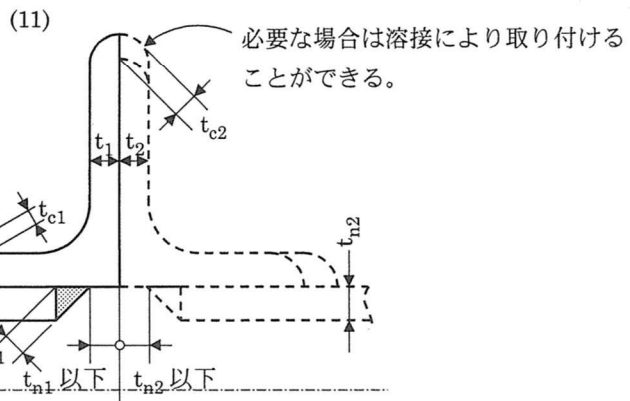
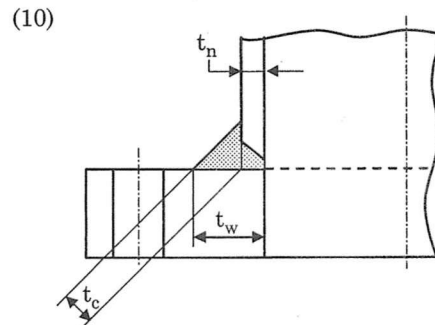
圧力に制限なく温度 450°C までに使用できる。



差し込まれる部分の外径が 90mm 以下のものに限る。  
 $a = 1.4 t_n$  以上  
 $b = 9.5 \text{ mm}$  以上



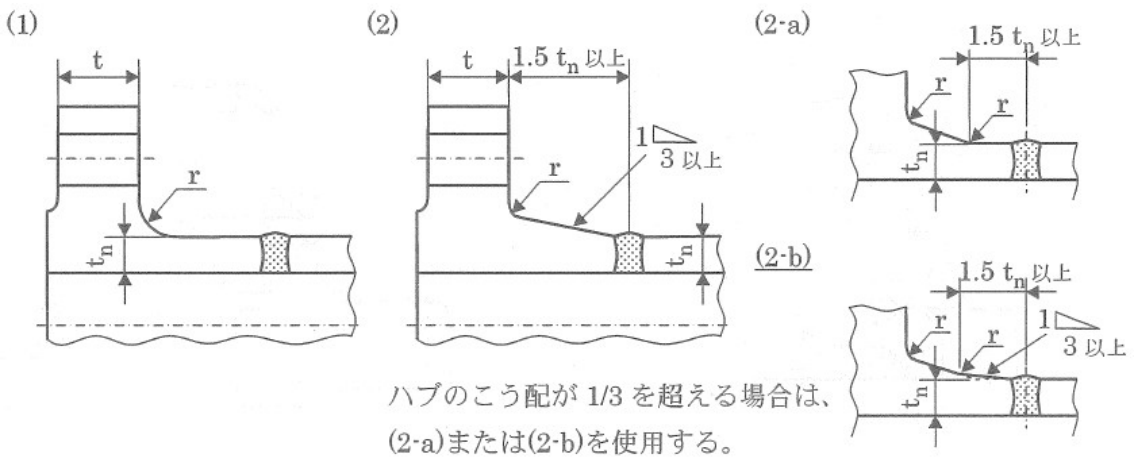
$t_{w1} + t_{w2} = 3 t_n$  以上



開放容器に限る。

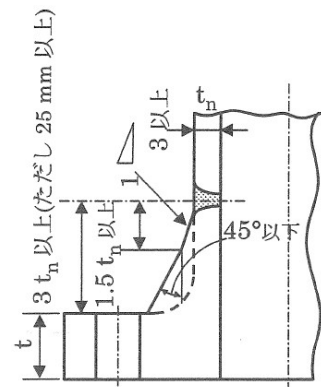
- [備考]  $r$ : すみの丸み (mm)。0.25  $t_n$  または 4.5mm のうちいずれか大きい方以上  
 $t, t_1$  および  $t_2$ : フランジの厚さ (mm)  
 $t_n, t_{n1}$  および  $t_{n2}$ : 容器または管の厚さ (mm)  
 $t_F$ : 継目のない容器または管の計算上必要な厚さ (mm)  
 $t_c$ : (2)については、0.25  $t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上  
(3)については、0.7  $t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上  
(7)および(8)については、 $t_n$  以上  
(9)については、 $t_n$  または 2  $t_F$  のうちいずれか小さい方以上  
 $t_{c1}$ : (10)については、 $t_1$  または  $t_{n1}$  のうちいずれか小さい方の厚さの 0.7 倍以上  
 $t_{c2}$ : (10)については、 $t_1$  または  $t_2$  のうちいずれか小さい方の厚さの 0.7 倍以上  
 $t_w$ : (3)の鍛造品の場合は、0.5  $t_n$  または 0.25  $t$  のうちいずれか小さい方以上  
(3)の鍛造品以外の場合、 $t_n$  または 0.5  $t$  のうちいずれか小さい方以上  
(9)については、3  $t_n$  以上  
 $t_{w1}$ : (4)から(6)までについては、 $t_n$  以上

別表第 15 フランジと管の継手の構造

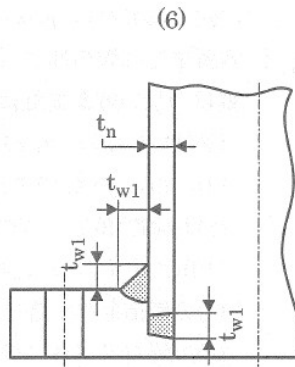
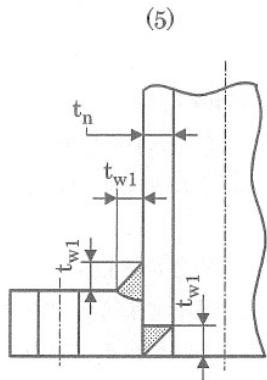
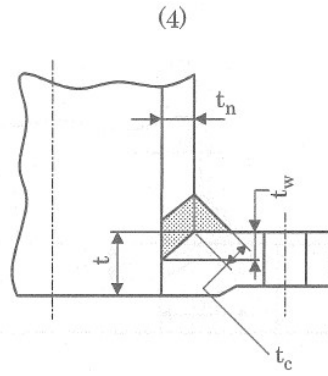
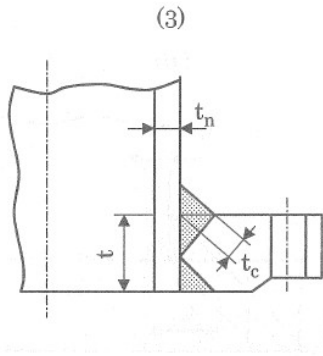


(1), (2), (2-a)および(2-b)は JIS B 2220(2012)に限る。

(2-c)



(2-c)は JIS B 8220(2004)に限る。

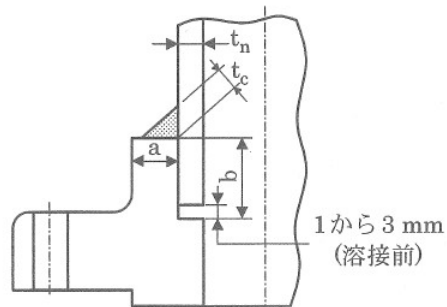
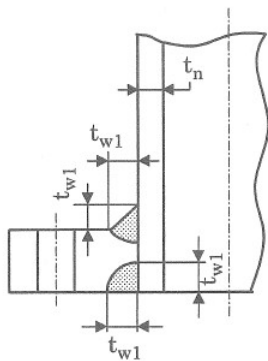


圧力 1570kPa 以下で温度 350℃ までに使用できる。

圧力に制限なく温度 450℃ までに使用できる。

(7)

(8)



圧力に制限なく温度 450℃ までに使用できる。

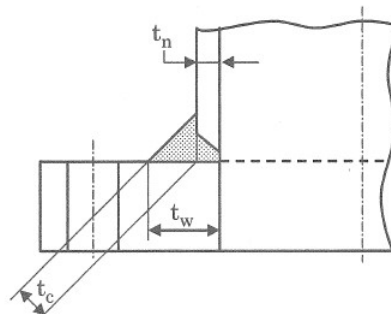
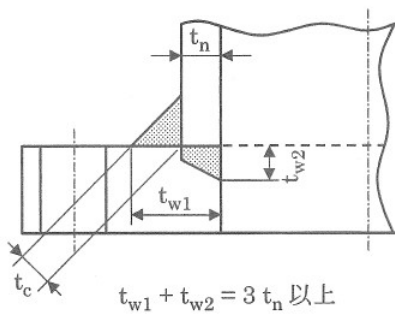
管の外径が 90mm 以下のものに限る。

$a = 1.4 t_n$  以上

$b = 9.5 \text{ mm}$  以上

(9)

(10)



[備考]  $r$ : すみの丸み (mm)。0.25  $t_n$  または 4.5mm のうちいずれか大きい方以上

$t$ : フランジの厚さ (mm)

$t_n$ : 容器または管の厚さ (mm)

$t_F$ : 継目のない容器または管の計算上必要な厚さ (mm)

$t_c$ : (3)については、0.25  $t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上

(4)については、0.7  $t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上

(8)および(9)については、 $t_n$  以上

(10)については、 $t_n$  または 2  $t_F$  のうちいずれか小さい方以上

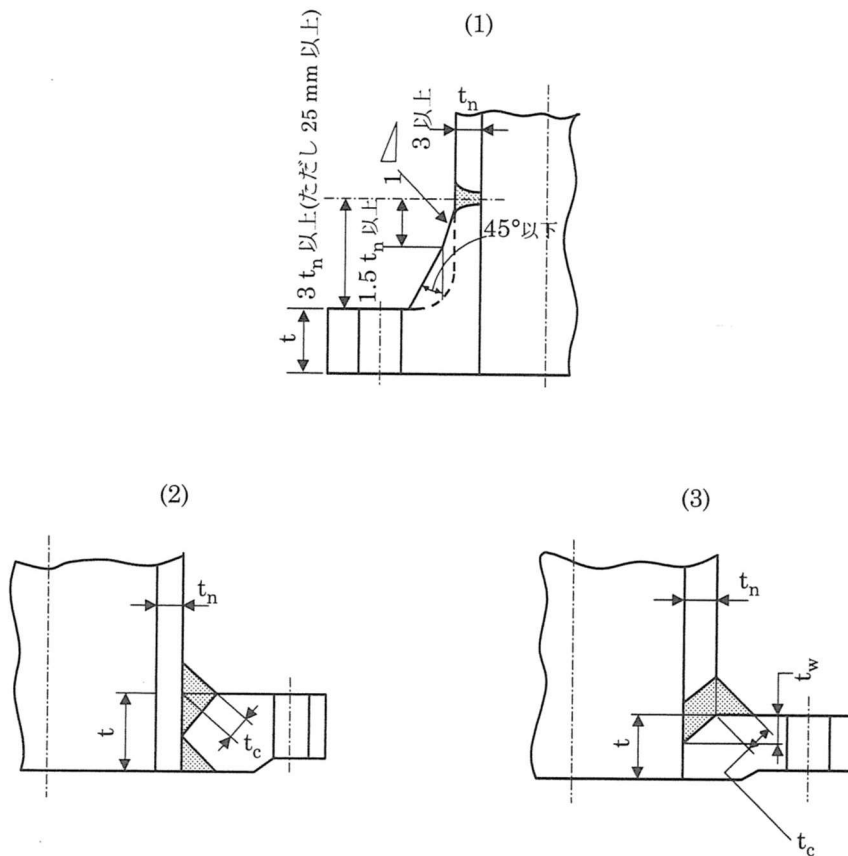
$t_w$ : (4)の鍛造品の場合は、0.5  $t_n$  または 0.25  $t$  のうちいずれか小さい方以上

(4)の鍛造品以外の場合、 $t_n$  または 0.5  $t$  のうちいずれか小さい方以上

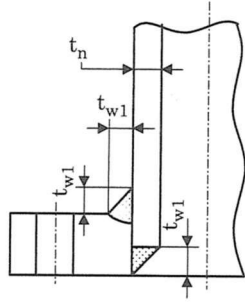
(10)については、3  $t_n$  以上

$t_{w1}$ : (5)から(7)までについては、 $t_n$  以上

別表第 16 フランジとダクトの継手の構造

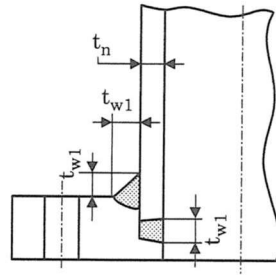


(4)

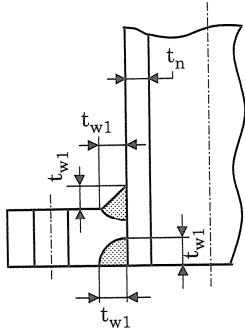


圧力 1570kPa 以下で温度  
350℃ までに使用できる。  
(6)

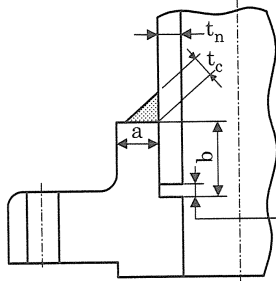
(5)



圧力に制限なく温度 450℃  
までに使用できる。  
(7)



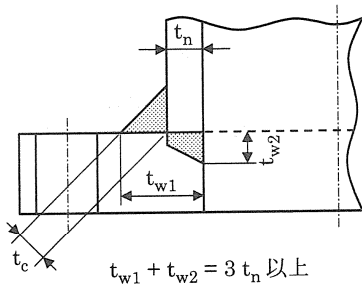
圧力に制限なく温度 450℃  
までに使用できる。



1 から 3 mm  
(溶接前)

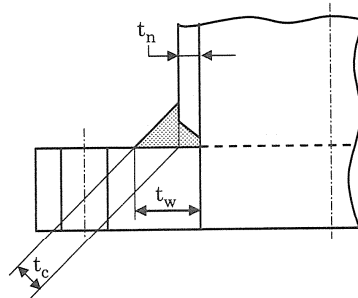
ダクトの外径が 90mm 以下のものに限る。  
 $a = 1.4 t_n$  以上  
 $b = 9.5 \text{ mm}$  以上

(8)

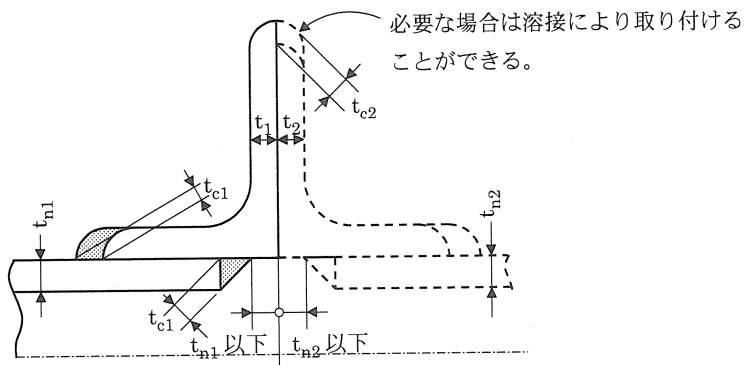


$t_{w1} + t_{w2} = 3 t_n$  以上

(9)



(10)

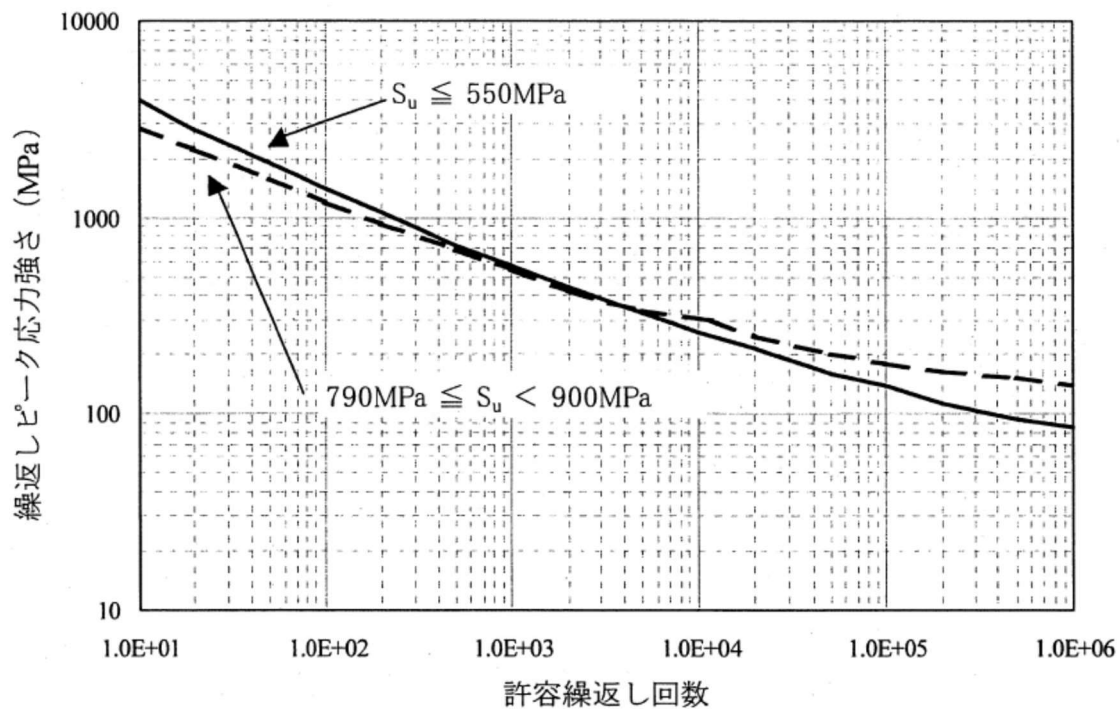


必要な場合は溶接により取り付ける  
ことができる。



- [備考]  $t$  ,  $t_1$  および  $t_2$  : フランジの厚さ (mm)
- $t_n$  ,  $t_{n1}$  および  $t_{n2}$  : 容器または管の厚さ (mm)
- $t_F$  : 継目のない容器または管の計算上必要な厚さ (mm)
- $t_c$  : (2)については、 $0.25 t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上  
 (3)については、 $0.7 t_n$  または 6 mm のうちいずれか小さい方以上  
 (7)および(8)については、 $t_n$  以上  
 (9)については、 $t_n$  または  $2 t_F$  のうちいずれか小さい方以上
- $t_{c1}$  : (10)については、 $t_1$  または  $t_{n1}$  のうちいずれか小さい方の厚さの 0.7 倍以上
- $t_{c2}$  : (10)については、 $t_1$  または  $t_2$  のうちいずれか小さい方の厚さの 0.7 倍以上
- $t_w$  : (3)の鍛造品の場合は、 $0.5 t_n$  または  $0.25 t$  のうちいずれか小さい方以上  
 (3)の鍛造品以外の場合、 $t_n$  または  $0.5 t$  のうちいずれか小さい方以上  
 (9)については、 $3 t_n$  以上
- $t_{w1}$  : (4)から(6)までについては、 $t_n$  以上

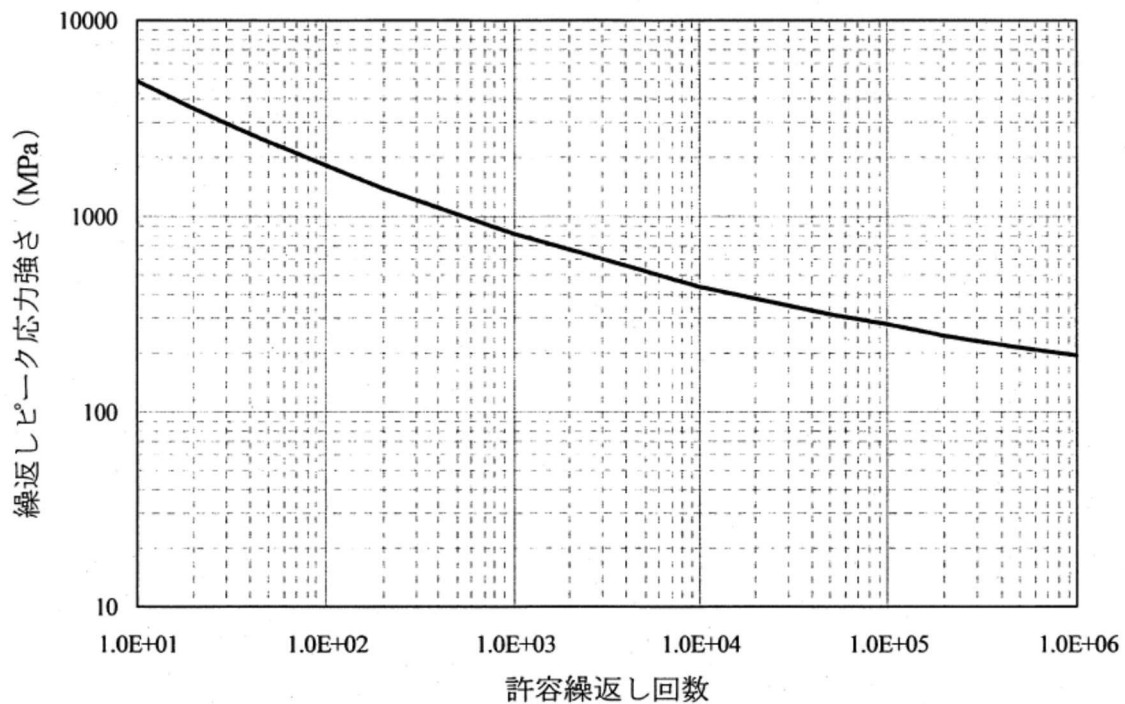
別図第1 設計疲れ線図（炭素鋼，低合金鋼及び高張力鋼）



(備考)

- 1 材料の最小引張強さ ( $S_u$ ) が550MPaを超え，790MPa未満の場合にあつては、比例法により算出すること。
- 2 この図における繰返しピーク応力強さは、疲労解析による繰返し応力強さに ( $2.07 \times 10^5 /$ 材料の使用温度における縦弾性係数 (MPa)) を乗じた値とする。
- 3 温度が370°Cを超える場合には、この図は使用できない。

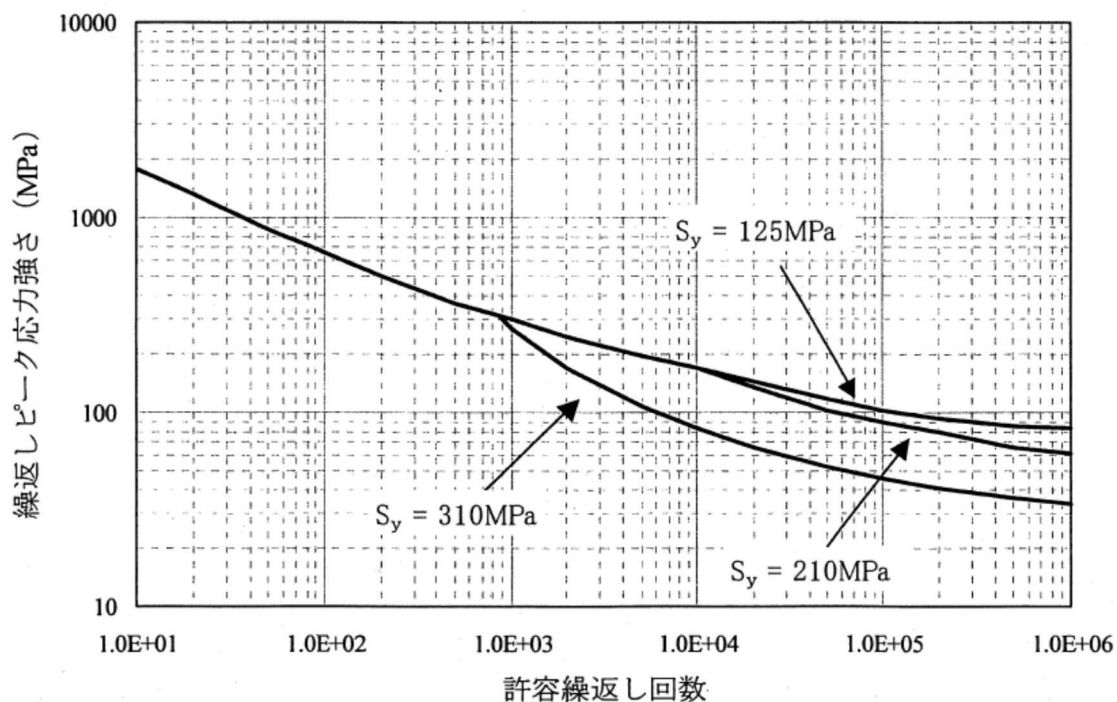
別図第2 設計疲れ線図（オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金）



(備考)

- 1 この図における繰返しピーク応力強さは、疲労解析による繰返し応力強さに  
 $(1.95 \times 10^5 / \text{材料の使用温度における縦弾性係数 (MPa)})$  を乗じた値とする。
- 2 温度が430℃を超える場合には、この図は使用できない。

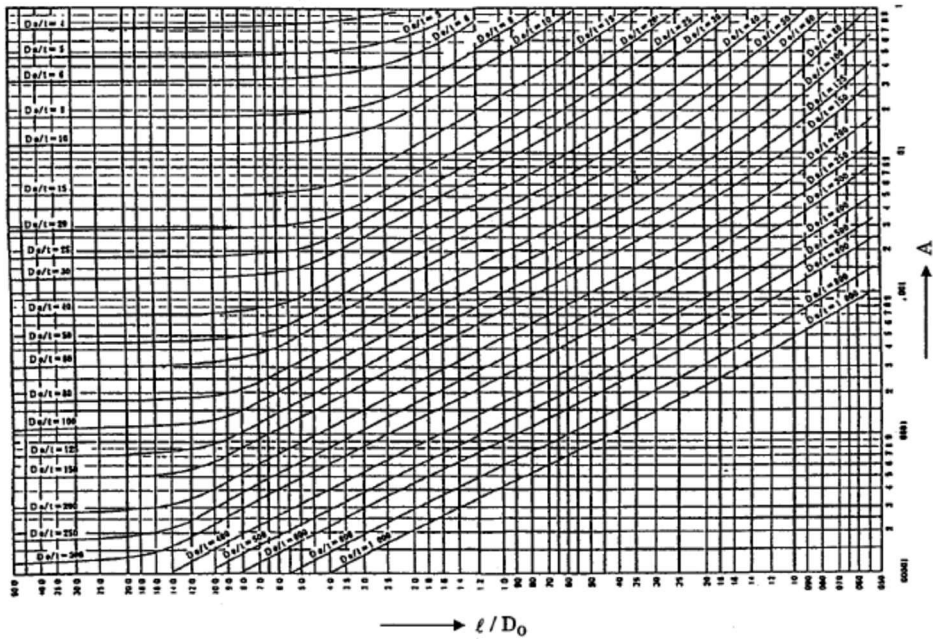
別図第3 設計疲れ線図 (ニッケル銅合金)



(備考)

- 1 この図における繰返しピーク応力強さは、疲労解析による繰返し応力強さに ( $1.38 \times 10^5 / \text{材料の使用温度における縦弾性係数 (MPa)}$ ) を乗じた値とする。
- 2 材料の最小降伏点 ( $S_y$ ) がこの図に示す中間にある場合にあつては、比例法により算出すること。
- 3 温度が $430^\circ\text{C}$ を超える場合には、この図は使用できない。

別図第4 外圧チャート (形状に関するもの)



(備考)

- 1 中間の値は、比例法によって計算する。
- 2 この図の使用方法は、次のとおりとする。
  - イ 外面に圧力を受ける円筒形の場合
    - (イ) 横軸に  $l/D_0$  の値をとる。 $l/D_0 > 50$  の場合は、 $l/D_0 = 50$  とする。また、 $l/D_0 < 0.05$  の場合は、 $l/D_0 = 0.05$  とする。
    - (ロ) 使用する板の厚さ  $t$  を仮定して  $D_0/t$  の値を算定する。
    - (ハ)  $l/D_0$  の点から垂直線を引き、 $D_0/t$  に対応する曲線との交点を求める。
    - (ニ) (ハ) により求めた交点を通る水平線を引き、これに対応する  $A$  点の値を求める。
  - ロ 外面に圧力を受ける円筒形以外の場合または軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の場合
    - 使用する板の厚さ  $t$  を仮定し、次式により  $A$  を求める。

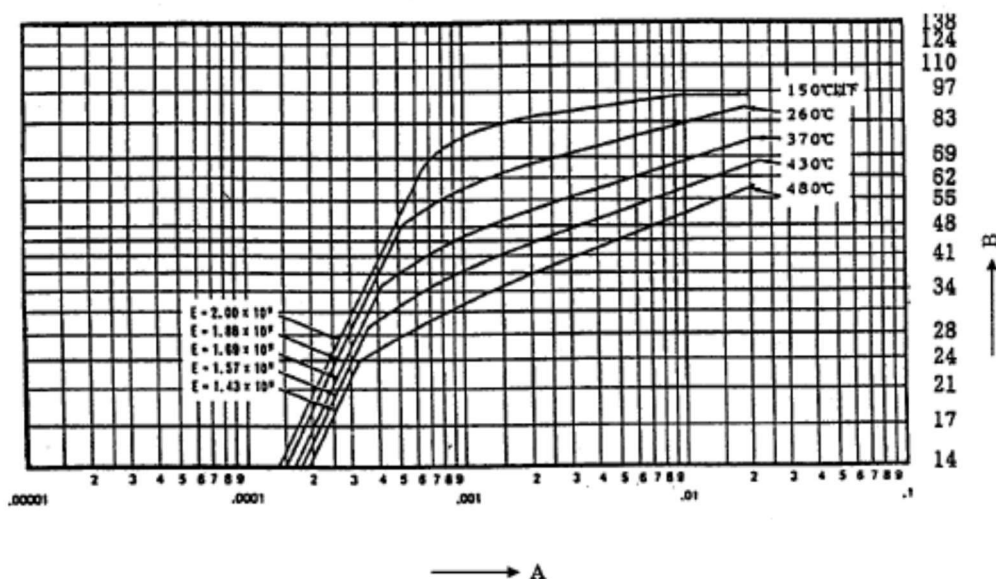
$$A = \frac{0.125}{R/t}$$

- 3  $A$  の値が図の範囲外となる場合は、(1)式または(2)式により  $A$  の値を求める。この場合、 $A$  の値は、 $D_0/t < 4$  の場合は、(1)式、 $D_0/t > 1000$  の場合は(2)式により求める。

$$A = 1.1(D_0/t)^{-2} \quad \dots (1)$$

$$A = \frac{1.30(D_0/t)^{-1.5}}{l/D_0 - 0.45(D_0/t)^{-0.5}} \quad \dots (2)$$

別図第5 炭素鋼（最小降伏点が165MP a 以上，210MP a 未満のもの）



(備考)

- 1 中間の値は，比例法によって計算する。
- 2 この図の使用方法は，次のとおりとする。
  - イ 外面に圧力を受ける場合または軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の場合
    - (イ) 別図第4により求めたAの値を横軸にとる。
    - (ロ) A点から垂直線を引き，これと使用温度または縦弾性係数に対応する曲線との交点を求める。
    - (ハ) (ロ)により求めた交点から水平線を引き，縦軸との交点としてBを求める。
  - (ニ) Aの値に対し，使用温度に対応する曲線との交点が図中より得られない場合については，Bの値を次式により求める。

$$B = AE / 2$$

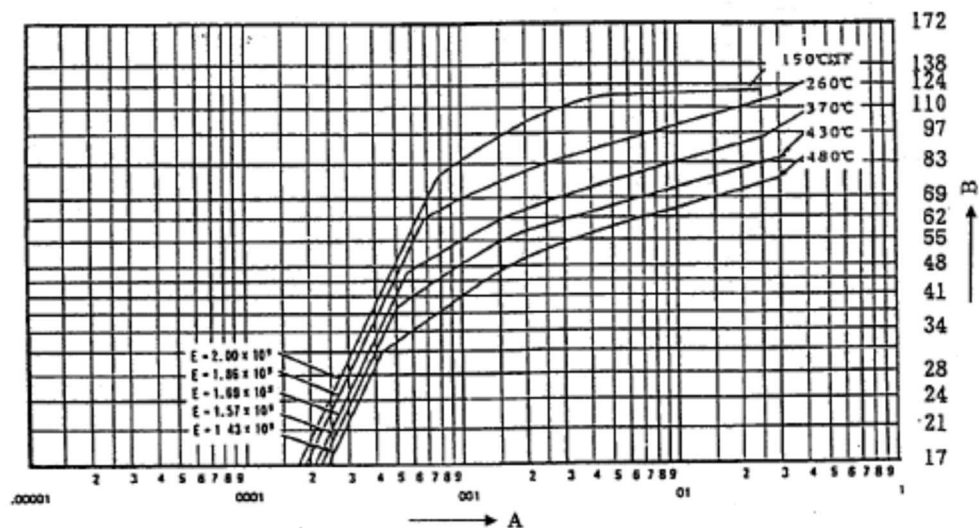
ロ 強め輪の慣性モーメントの場合

- (イ) 縦軸にBの値をとる。
- (ロ) Bの点から水平線を引き，使用温度または縦弾性係数に対応する曲線との交点を求める。
- (ハ) (ロ)により求めた交点から垂直線を引き，横軸との交点としてAを求める。
- (ニ) Bの値に対し，使用温度に対応する曲線との交点が図中より得られない場合については，Aの値を次式により求める。

$$A = 2B / E$$

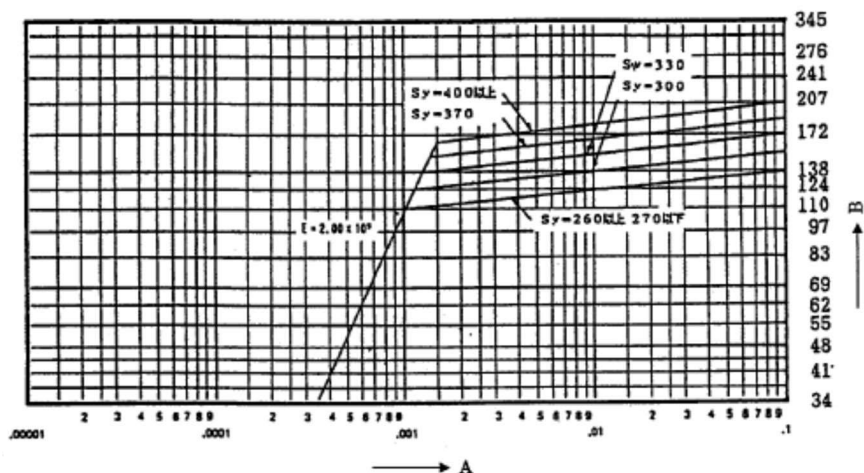
- 3 Eは，材料の縦弾性係数 (MP a)

別図第6 炭素鋼（最小降伏点が210MP a 以上410MP a 未満のもの）及びステンレス鋼（S U S 405, S U S 410及びS U S 410TiB）



(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第7 炭素鋼及び合金鋼（それぞれ最小降伏点が260MP a 以上であって、熱処理により特性を改善したものの）



(備考)

- 1 中間の値は、比例法によって計算する。
- 2 この図の使用方法は、次のとおりとする。
  - イ 外面に圧力を受ける場合又は軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の場合
    - (イ) 別図第4により求めたAの値を横軸にとる。
    - (ロ) A点から垂直線を引き、これと材料の最小降伏点に対応する曲線との交点を求める。
    - (ハ) (ロ)により求めた交点から水平線を引き、縦軸との交点としてBを求める。
  - (ニ) Aの値に対し、使用温度に対応する曲線との交点が図中より得られない場合については、Bの値を次式により求める。

$$B = A E / 2$$

ロ 強め輪の慣性モーメントの場合

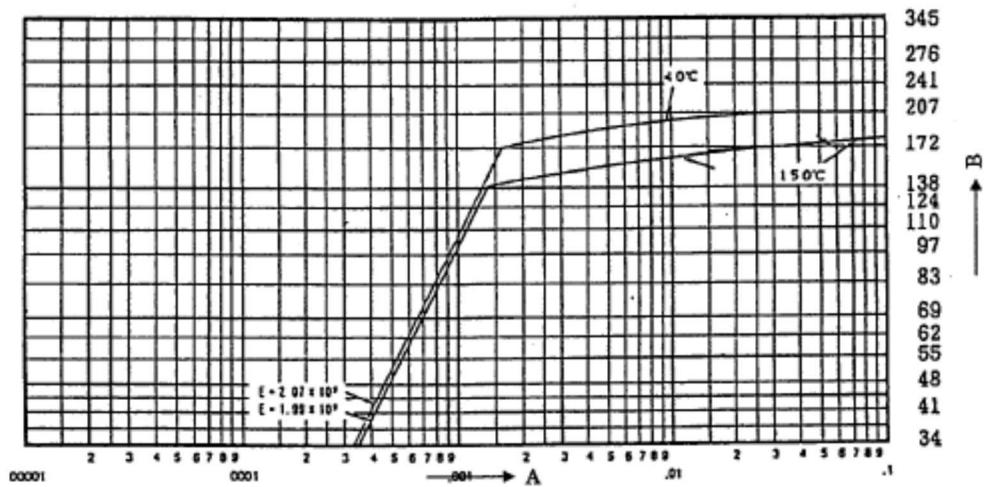
- (イ) 縦軸にBの値をとる。
- (ロ) Bの点から水平線を引き、材料の最小降伏点に対応する曲線との交点を求める。
- (ハ) (ロ)により求めた交点から垂直線を引き、横軸との交点としてAを求める。
- (ニ) Bの値に対し、使用温度に対応する曲線との交点が図中より得られない場合については、Aの値を次式により求める。

$$A = 2 B / E$$

- 3  $S_y$ は、材料の最小降伏点 (MP a)
- 4 Eは、材料の縦弾性係数 (MP a)
- 5 最高使用温度が150度を超える場合は、この図を使用できない。

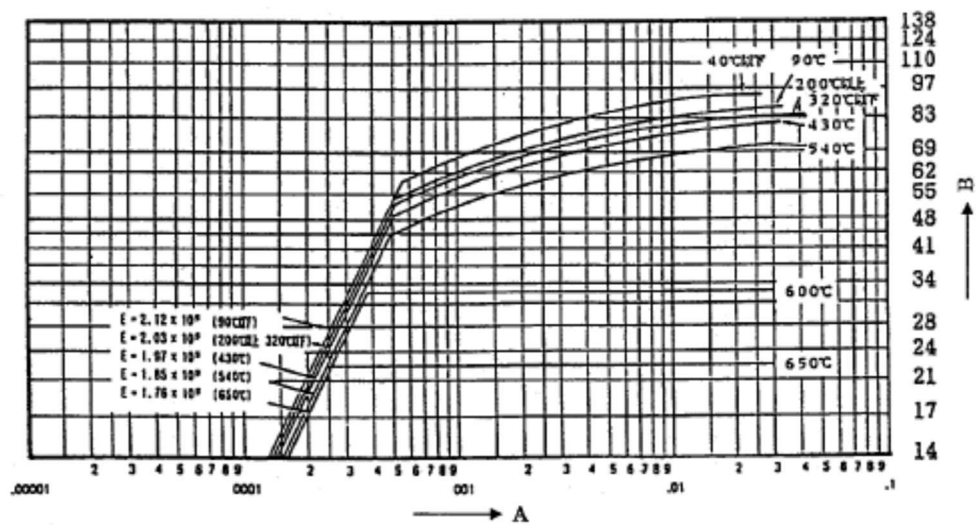


別図第8 炭素鋼及び合金鋼（それぞれ降伏点が410MP a 以上のもの）



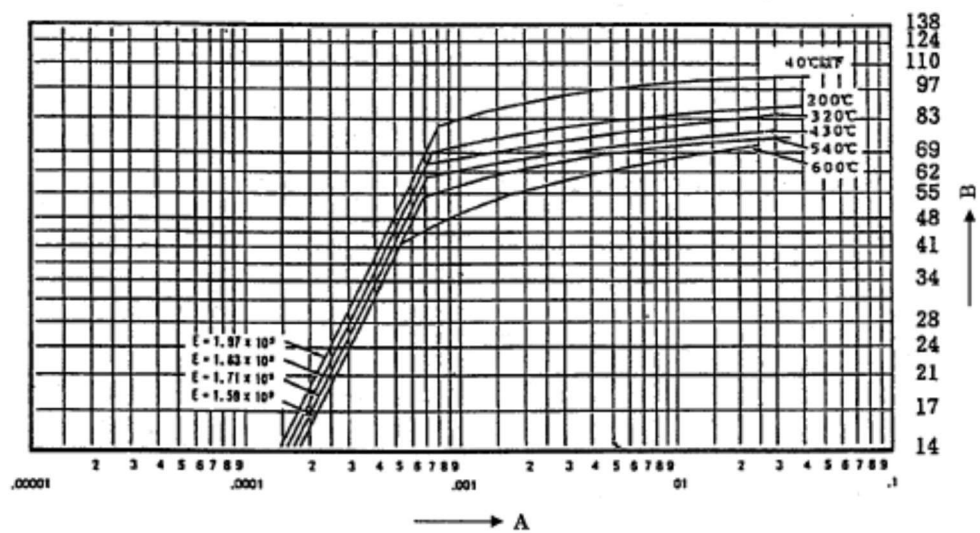
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第9 高ニッケル合金 (N C F 600, G N C F 690H及びG N C F 690C)



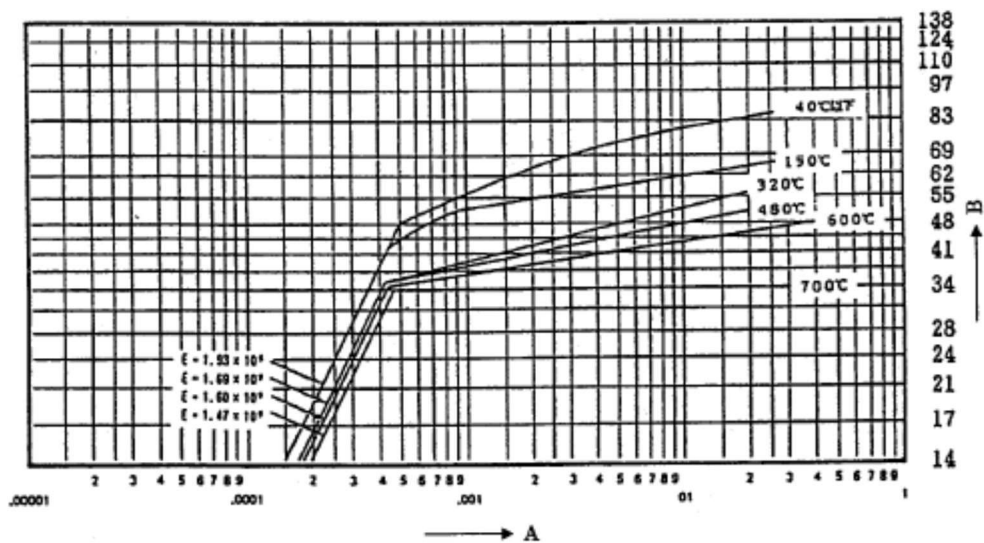
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第10 高ニッケル合金（NCF800であって、焼きなましを行ったもの）



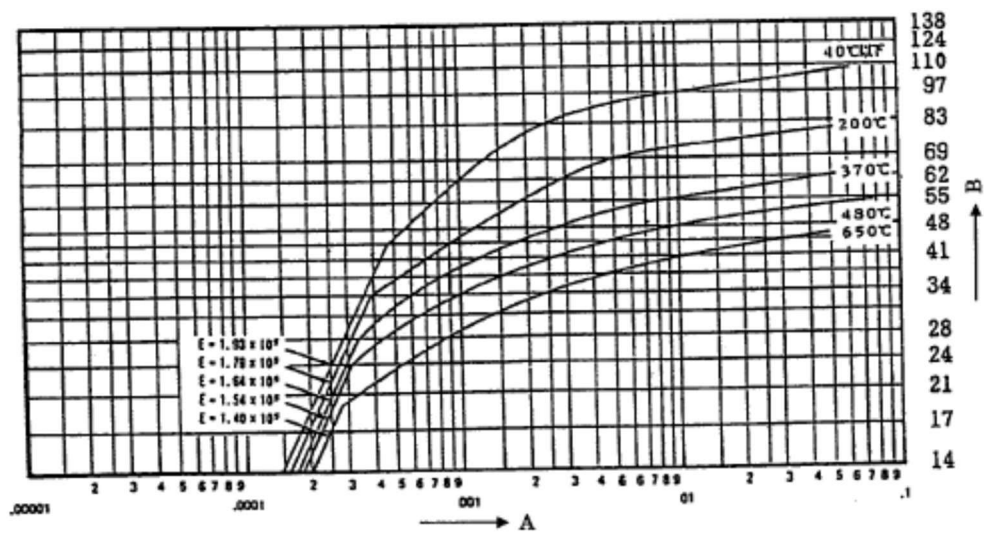
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第11 高ニッケル合金（NCF800であって、固溶化熱処理を行ったもの）



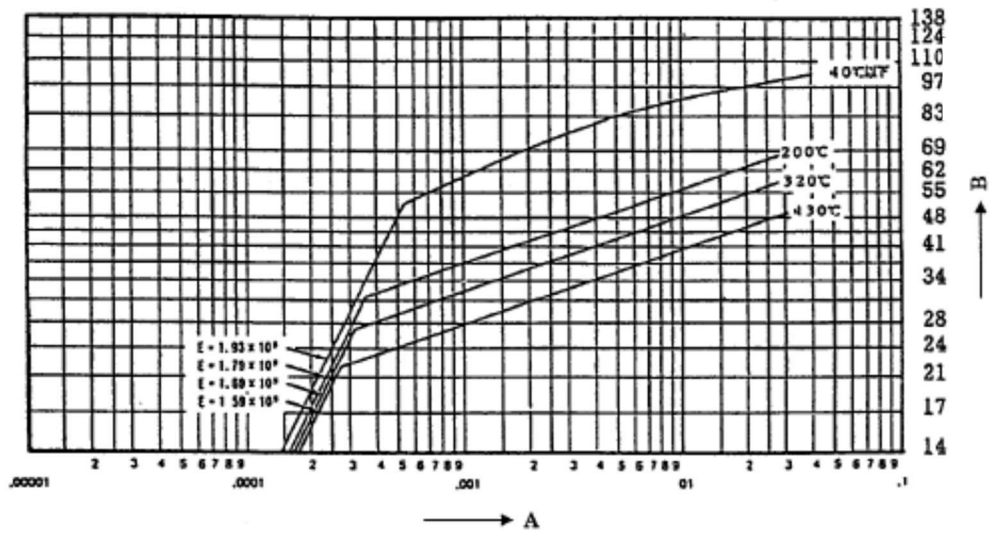
備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第12 ステンレス鋼 (SUS304)



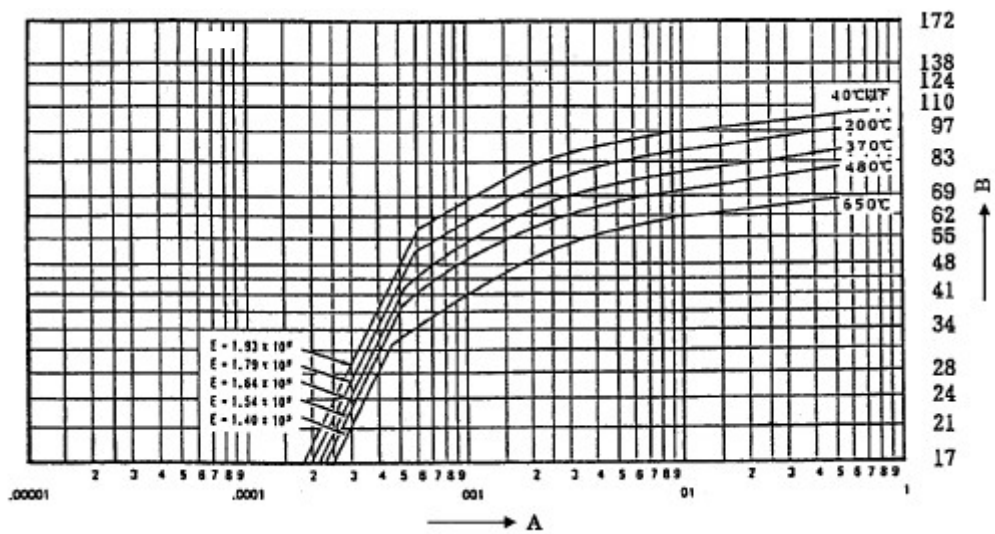
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第13 ステンレス鋼 (SUS304L及びR-SUS304ULC)



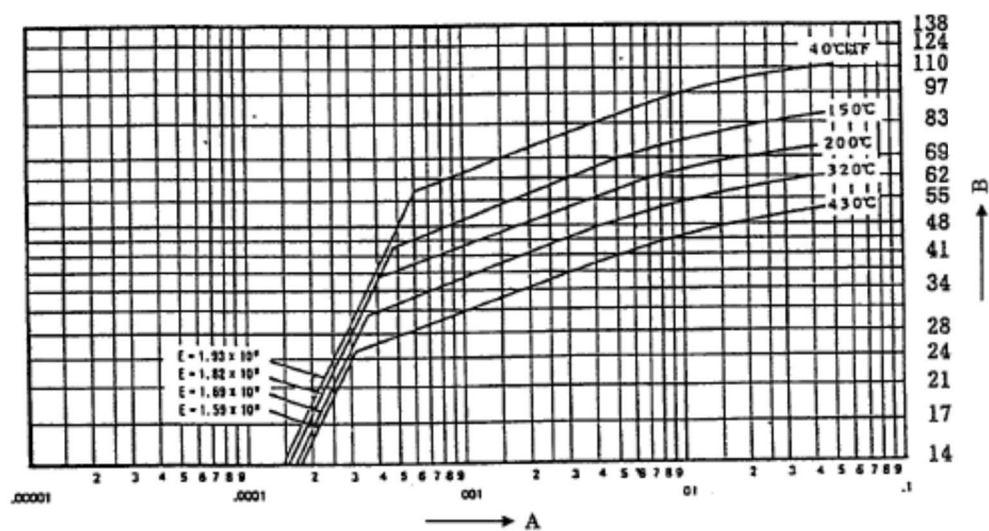
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第14 ステンレス鋼 (SUS316, SUS321, SUS347及びGSUS317J4L)



(備考) 別図第5の備考と同様とする。

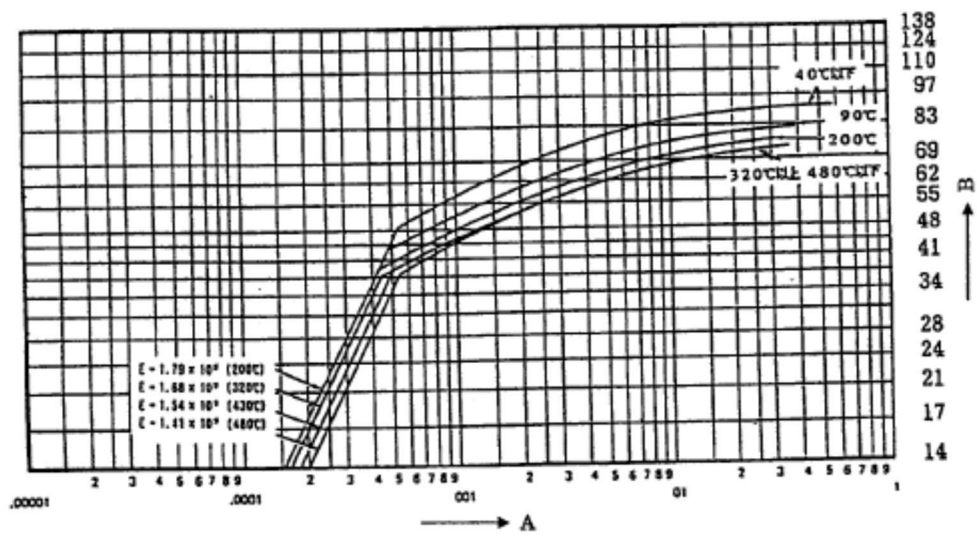
別図第15 ステンレス鋼 (SUS316L及びR-SUS316ULC (300°Cまで))



(備考) 別図第5の備考と同様とする。

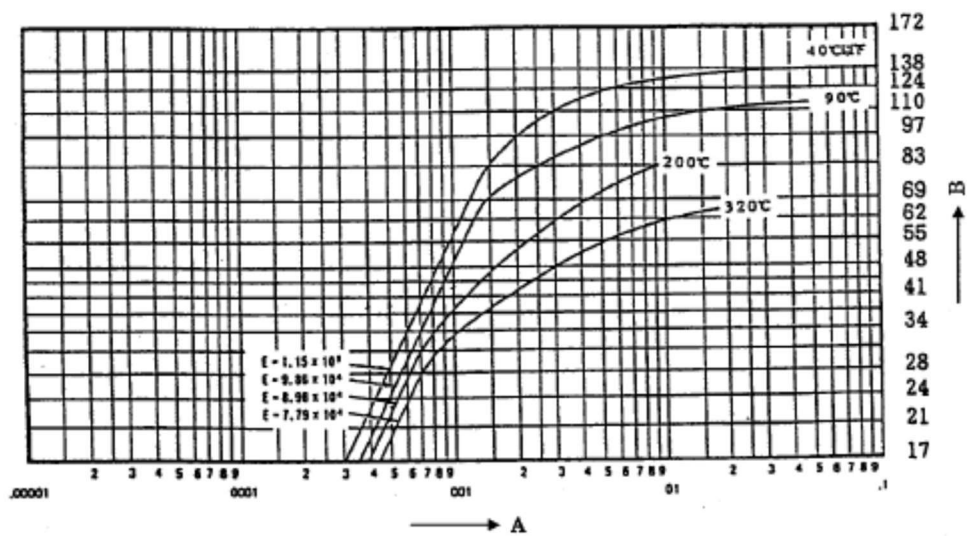


別図第16 ニッケル銅合金 (NiCu30)



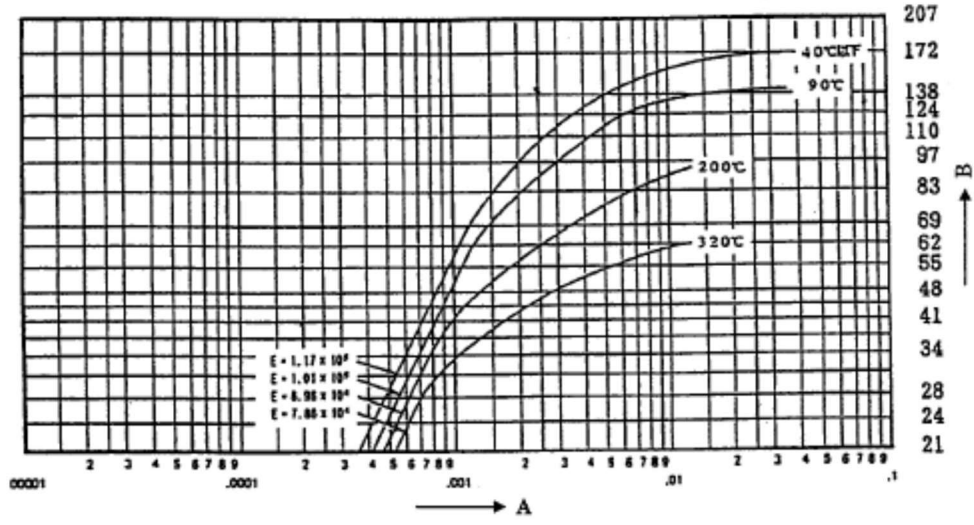
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第17 チタン (T P 340, T R 340, T T P 340及びT T H 340)



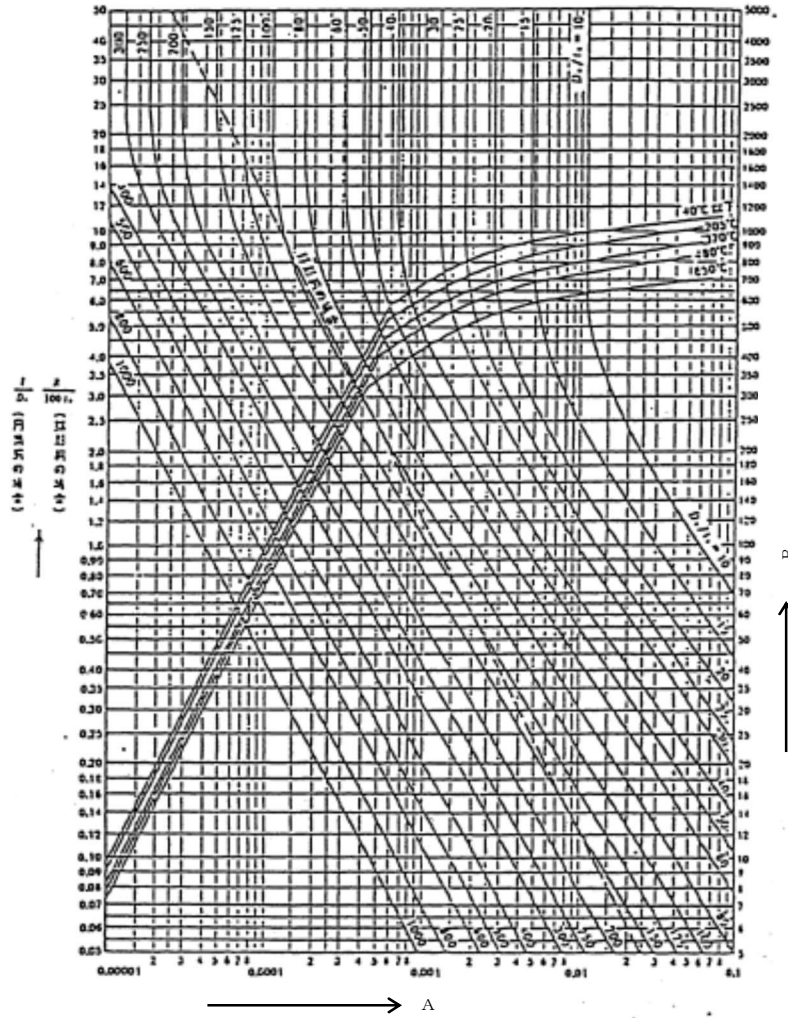
(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第18 チタン (TP480, TR480, TTP480及びTTH480)



(備考) 別図第5の備考と同様とする。

別図第19 ステンレス鋼 ( SUS 310 S ( 370°Cまで ) , R - SUS 310 U L C , R - S U S 310 N b ( 300°Cまで ) )

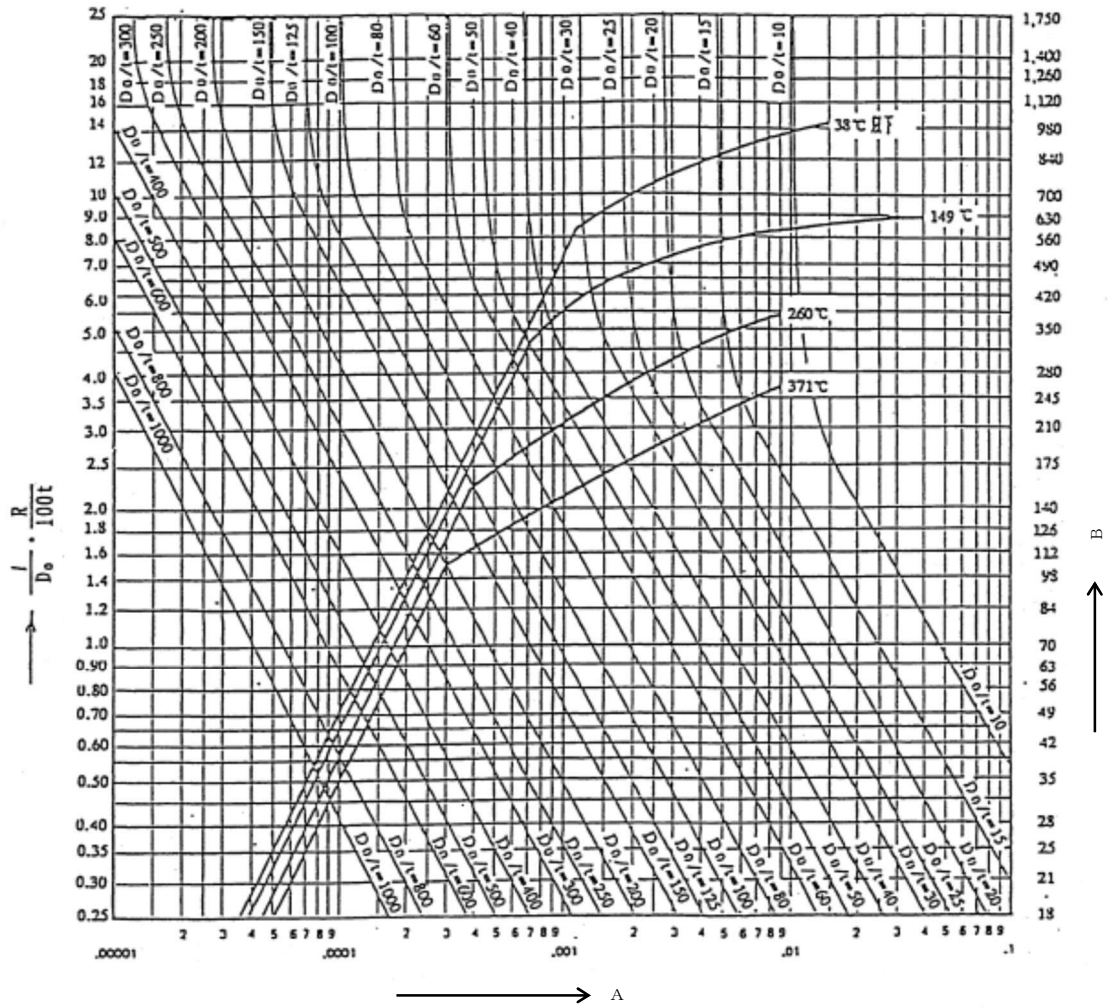


(備考)

- 1 別図第4, 第5の備考と同様とする。
- 2 本図のBは, 材質ごとに次の係数を乗じて用いるものとする。ただし, 強め輪の慣性モーメントの場合は除しているものとする。

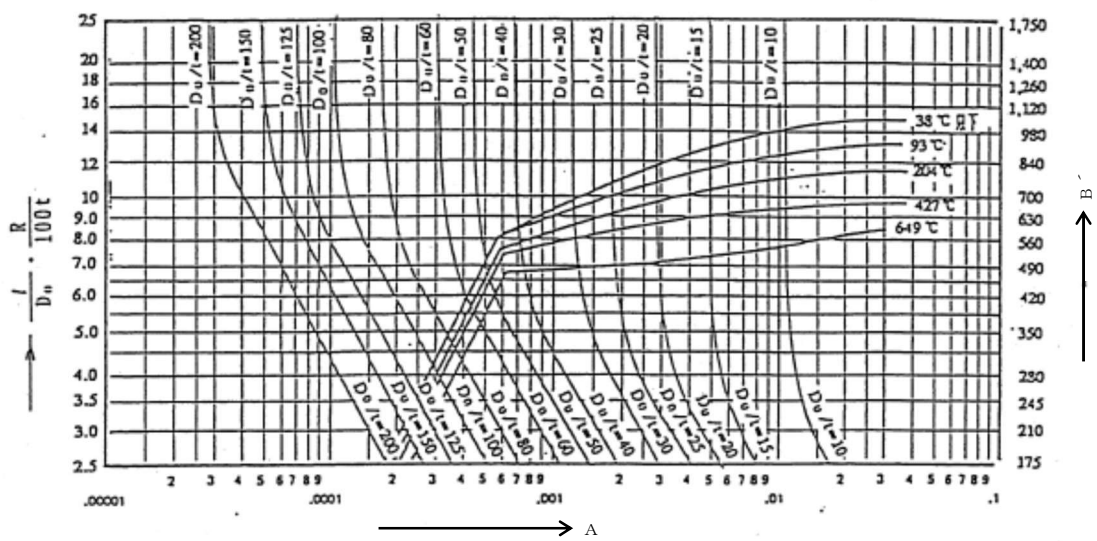
イ	SUS 310 S	1.0
ロ	R - SUS 310 U L C	0.7
ハ	R - SUS 310 N b	0.8

別図第20 ジルコニウム (250°Cまで)



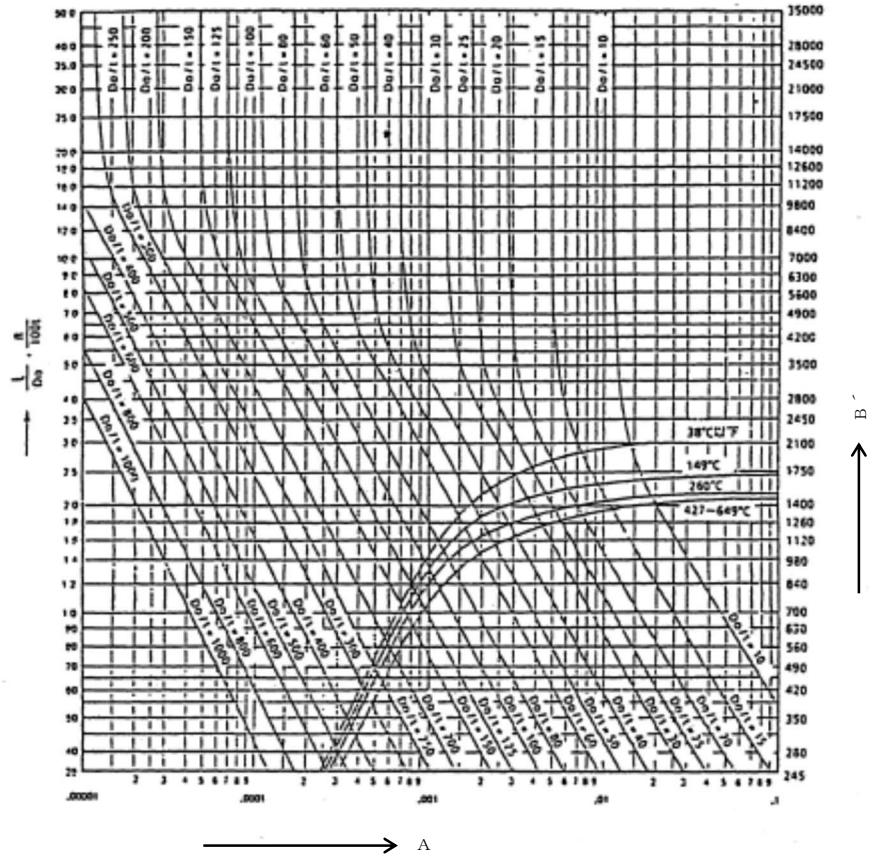
(備考) 別図第4, 第5の備考と同様とする。

別図第21 高クロム高モリブデン系ステンレス鋼 (425°Cまで)



(備考) 別図第4, 第5の備考と同様とする。

別図第22 耐食耐熱合金鋼 (G N C F 1)



(備考) 別図第4, 第5の備考と同様とする。

# V - 1 - 2 強度評価方針



## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 強度評価方針 .....	2
2.1 強度評価手法の選定 .....	2
2.2 強度評価フロー .....	3

## 1. 概要

本資料は、「V-1-1 強度及び耐食性に関する設計の基本方針」に基づき、安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の材料及び構造設計のうち評価を実施する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計について、十分な強度を有することを確認するための評価方針について説明するものである。

## 2. 強度評価方針

### 2.1 強度評価手法の選定

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計にあつては、基本的に公式による評価を適用し、準拠規格に基づく規格計算式等による強度評価を実施することにより十分な強度を有することを確認する。

公式による評価について、安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管については、設計・建設規格におけるクラス3機器の規定を基本とした構造等に関する設計方針に従い、許容引張応力S値を基準とした厚さ計算等による評価を実施する。

既設の安全機能を有する施設の容器等の容器及び管については、既設工認にて適用した告示第501号における第4種機器の規定を基本とした既認可構造等に関する設計方針に従い、許容引張応力S値を基準とした厚さ計算等による評価を実施する。

ただし、常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管の公式による評価については、設計・建設規格におけるクラス1機器の供用状態Dの規定を参考とした設計降伏点 $S_y$ 値又は設計引張強さ $S_u$ 値を基準とした厚さ計算等による評価を実施する。

なお、公式による評価を適用した厚さ計算等による評価を実施するにあたっては、腐食代を適切に考慮した上で評価を実施する。

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等のうち容器(ライニング型)はコンクリートの躯体に鋼製のライニングを設けたものであるが、容器内の水頭等による荷重は、内張りの下のコンクリートで強度を保持していることから、コンクリート構造物としての構造強度については「IV 耐震性に関する説明書」にて説明し、本資料では鋼製の内張り用のものであるライニングについて必要な厚さ以上の厚さを有することを確認する。

また、安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計にあたって、構造が複雑で準拠規格である構造等に関する設計方針又は既認可構造等に関する設計方針に構造強度に関する規格計算式等の規定がないもの又は評価条件の変更により精緻な評価が必要なものについては、解析による評価を適用し、ASME BOILER & PRESSURE VESSEL CODE(以下「ASME」という。)その他の規格及び基準に基づく適切な応力評価を実施することにより十分な強度を有することを確認する。

解析による評価については、ASME Sec. III Division 1 Subsection ND – Class 3 Componentsの規定等に基づき、許容引張応力S値を基準とした応力計算による評価を実施する。

ただし、常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管の解析による評価については、設計・建設規格におけるクラス1機器の供用状態

Dの規定を参考とした設計降伏点 $S_y$ 値又は設計引張強さ $S_u$ 値を基準とした応力計算又はひずみ計算による評価を実施する。

公式による評価又は解析による評価を実施するにあたっては、安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備としての使用条件等を踏まえ、既設工認にて、使用条件に対して十分な強度を有していることが確認できるものにあつては、既設工認における当該強度計算書による。

それ以外のものにあつては、使用条件に応じた強度評価を実施する。

また、可搬型重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の構造設計にあたって、一般産業用工業品については、完成品に対する評価を適用し、一般産業用工業品の規格及び基準への適合性を確認することにより十分な強度を有することを確認する。

## 2.2 強度評価フロー

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の公式による評価、解析による評価については、それぞれ以下に示す評価フローに従い実施する。

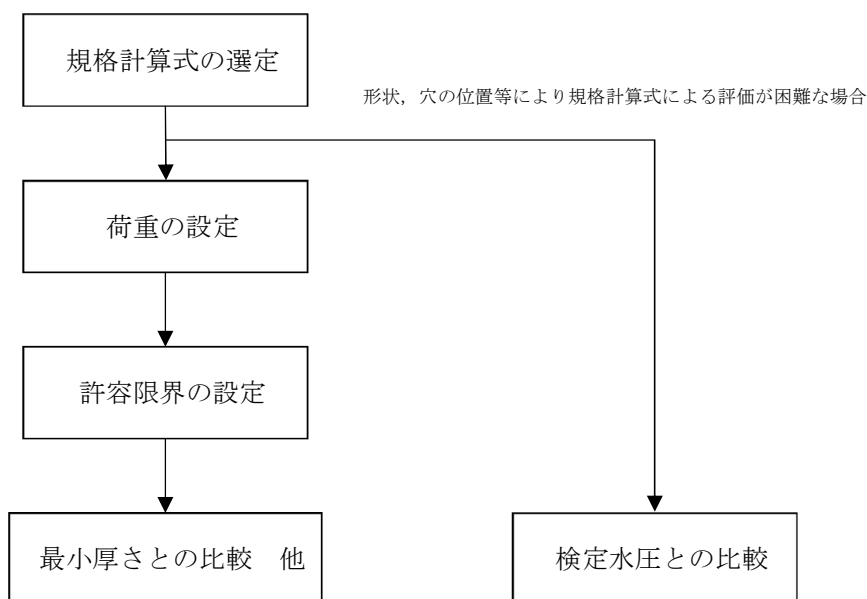
### (1) 公式による評価

公式による評価における評価フローを第2.2-1図に示す。

公式による評価では、容器の胴、鏡板、フランジ等の評価部位、その形状、寸法に応じて規格計算式等が規定されていることから、評価部位に応じた適切な規格計算式を選定する。

規格計算式を選定したうえで、考慮する荷重、許容限界を設定し、規格計算式により必要な厚さを算出し、算出した必要な厚さが最小厚さ以下であること(穴の補強計算等を含む。)を確認する。

また、形状、穴の位置等により規格計算式による評価が困難な場合であって、検定水圧による評価を実施する場合には、最高使用圧力が検定水圧以下であることを確認する。

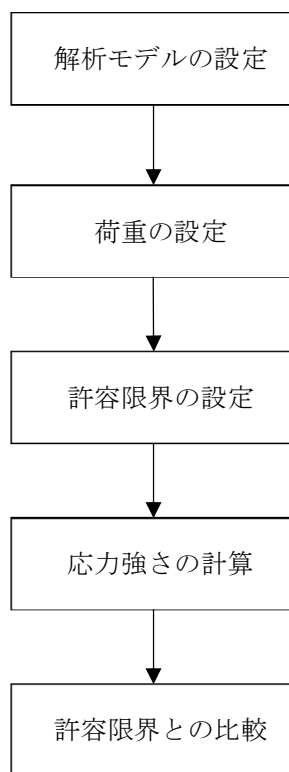


第2.2-1図 公式による評価における評価フロー

(2) 解析による評価

解析による評価における評価フローを第2.2-2図に示す。

解析による評価では、解析モデルを設定したうえで、考慮する荷重、許容限界を設定し、解析プログラムを用いて応力を算出し、算出した応力が設定した許容限界以下であることを確認する。



第2.2-2図 解析による評価における評価フロー

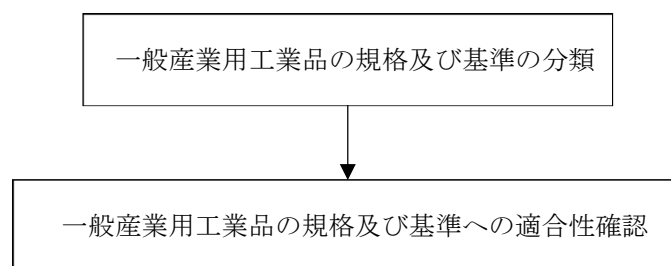
(3) 完成品に対する評価

完成品に対する評価における評価フローを第2.2-3図に示す。

完成品に対する評価では、一般産業用工業品の規格及び基準を「法令\*<sup>1</sup>又は公的な規格\*<sup>2</sup>」, 「メーカー規格及び基準」の2つの区分に分類したうえで、一般産業用工業品の規格及び基準への適合性確認として、適用される規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度を有することを確認する。

注記 \*1: 例えば、高圧ガス保安法に基づく容器保安規則及び一般高圧ガス保安規則等

\*2: 例えば、日本産業規格等



第2.2-3図 完成品に対する評価における評価フロー

# V - 1 - 3

## 強度評価書作成の基本方針



# V - 1 - 3 - 1

## 評価条件整理表及び評価項目整理表 作成の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 強度評価書作成の基本方針 .....	2
3. 評価条件整理表 .....	4
4. 評価項目整理表 .....	10

## 1. 概要

本資料は、「V-1-2 強度評価方針」に基づき強度評価を実施する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管について、使用条件に対して十分な強度を有していることを確認するための強度評価書の作成の基本方針について説明するものである。

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の強度評価については、公式による評価を基本とし、構造が複雑なもの又はより精緻な評価が必要なものにあつては解析による評価、一般産業用工業品にあつては完成品に対する評価を実施する。

公式による強度評価書及び解析による強度評価書を作成するにあつては、各強度評価書への導入として、安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備としての使用条件等を評価条件整理表として整理したうえで、既設工認にて、使用条件に対して十分な強度を有していることが確認できるものにあつては、既設工認における当該強度計算書によるものとする。それ以外のものにあつては、今回新たに強度評価書を作成するものとする。

完成品に対する強度評価書を作成するにあつて、一般産業用工業品については今回新たに配備するものであることから、新たに強度評価書を作成するものとする。

また、今回新たに強度評価書を作成するにあつては、各強度評価書への導入として、それぞれの評価項目を評価項目整理表として整理する。

なお、既設工認における強度計算書作成の基本方針については、平成5年12月27日付け5安(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」における「V-1-1 容器の耐圧強度計算書作成の基本方針」及び「V-1-2 管の耐圧強度計算書作成の基本方針」(以下「既認可強度計算書作成の基本方針」という。)による。

## 2. 強度評価書作成の基本方針

安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の強度評価については、公式による評価、解析による評価又は完成品に対する評価を実施するが、各強度評価書の作成にあたっては、安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備における使用条件等を整理する。

使用条件等の整理としては、「申請区分」として既設／新設／改造の区分、「評価条件」として仕様表における安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備としての使用条件(圧力、温度)並びにその条件変更の有無を整理する。

なお、強度評価においては圧力、温度のほか機械的荷重としてボルトの締付荷重を考慮するが、ボルトの締付荷重に関してはボルトが耐圧機能を確保できるよう適切に締付けるものであり、安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備としての状態に応じて締付力を変更するものではないことから、仕様表における安全機能を有する施設及び重大事故等対処設備としての圧力、温度を整理することで条件変更の有無を整理する。

上記の使用条件等の整理を踏まえ、以下のとおり強度評価書の作成区分を整理したうえで作成するものとする。

既設の安全機能を有する施設の容器等の容器及び管であって重大事故等対処設備としての機能を兼用するものではなく、改造を実施しないものにあつては、安全機能を有する施設の容器等としての既に認可を受けた強度評価結果があることから、既設工認における当該強度計算書の添付書類番号及び添付書類名称を示す。(区分①)

既設の安全機能を有する施設の容器等の容器及び管であつて、重大事故等対処設備としての機能を兼用するもののうち、安全機能を有する施設としての使用条件に、重大事故等対処設備としての使用条件が包絡されるものにあつては、重大事故等対処設備の容器等としての評価は安全機能を有する施設の容器等としての評価に包絡されることから、既設工認における当該強度計算書の添付書類番号及び添付書類名称を示す。(区分①)

重大事故等対処設備としての使用条件が包絡されないもの又は新たに設置する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等(可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品を除く。)の容器及び管にあつては、構造等に関する設計方針に基づく公式による強度評価書を今回新たに作成する。(区分②)

ただし、区分②に該当するものであつて、構造が複雑で構造等に関する設計方針に規格計算式等が規定されていないもの又は評価条件の変更に伴いより精緻な評価が必要なものにあつては、ASME 等に基づく解析による強度評価書を今回新たに作成する。(区分③)

可搬型重大事故等対処設備の容器等の完成品にあつては、完成品に対する強度評価書

を今回新たに作成する。(区分④)

上記の使用条件等，それらを踏まえた強度評価書の作成区分並びに既設工認における当該強度計算書の添付書類番号及び添付書類名称については，各強度評価書への導入として，評価条件整理表としてまとめたものを示す。

また，公式による評価，解析による評価及び完成品に対する評価として今回新たに強度評価書を作成するものにあつては，各強度評価書への導入として，各評価において適用する評価項目等を整理し評価項目整理表としてまとめたものを示す。

なお，公式による評価及び解析による評価のうち既設工認における当該強度計算書によるもの(区分①)にあつては，既認可強度計算書作成方針に基づき作成した強度計算書によるものであり今回新たに強度評価書を作成するものではないことから，評価項目整理表の対象外とする。

公式による評価，解析による評価及び完成品に対する評価における具体的な強度評価書作成の基本方針については，それぞれ「V-1-3-2 公式による強度評価書作成の基本方針」，「V-1-3-3 解析による強度評価書作成の基本方針」及び「V-1-3-4 完成品に対する強度評価書作成の基本方針」に示す。

### 3. 評価条件整理表

本項では、評価条件整理表で整理する項目について説明する。

#### (1) 申請区分

区分	説明
既設	既存の機器であって、改造に該当しないもの
改造	既存の機器であって、機器の仕様又は構造を変更するもの
新設	機器を新たに設置するもの

#### (2) 評価条件

##### ・DB条件：

仕様表における安全機能を有する施設としての最高使用圧力及び最高使用温度。安全機能を有する施設としての機能を有していないものにあつては「－」を記載する。

##### ・SA条件：

仕様表における重大事故等対処設備としての使用時における圧力及び温度。重大事故等対処設備としての機能を有していないものにあつては「－」を記載する。

##### ・条件変更の有無

区分	説明
有	・DB条件にSA条件が包絡されない機器 ・新設する機器(重大事故等対処設備のうち安全機能を有する施設として使用しない機器を含む。)
無	上記以外の機器

#### (3) 強度評価書の作成区分

区分	説明
①	既設工認における評価結果の確認による評価として、当該強度計算書の添付書類番号及び添付書類名称を示す
②	構造等に関する設計方針に基づく公式による強度評価書を今回新たに作成する
③	ASME、設計・建設規格等に基づく解析による強度評価書を今回新たに作成する
④	一般産業用工業品の規格及び基準への適合性を示す完成品に対する強度評価書を今回新たに作成する

(4) 既設工認における申請回次並びに添付書類番号及び添付書類名称

区分①に該当する機器にあつては、当該機器の既設工認の申請回次及び当該強度計算書の添付書類番号及び添付書類名称を示す。

区分①以外に該当する機器にあつては、「－」を記載する。

申請回次	申請回次の詳細
第2回	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成5年12月27日付け5安(核規)第534号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>
第3回	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成6年7月22日付け6安(核規)第220号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成19年12月27日付け平成19・10・31原第2号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>
第4回	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成7年9月26日付け7安(核規)第710号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成10年4月7日付け10安(核規)第148号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成10年8月31日付け10安(核規)第639号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成11年3月29日付け11安(核規)第163号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成11年9月9日付け11安(核規)第849号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成12年3月17日付け11安(核規)第1269号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成12年10月24日付け12安(核規)第556号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>平成12年12月13日付け12安(核規)第917号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>

申請回次	申請回次の詳細
第5回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成9年5月27日付け9安(核規)第245号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成10年4月7日付け10安(核規)第148号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年3月29日付け11安(核規)第163号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年9月9日付け11安(核規)第849号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年3月17日付け11安(核規)第1269号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年10月24日付け12安(核規)第556号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年12月13日付け12安(核規)第917号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成13年7月2日付け平成13・05・18原第2号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成24年8月6日付け20120710原第10号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>



申請回次	申請回次の詳細
第6回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成10年6月9日付け9安(核規)第596号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成10年12月1日付け10安(核規)第814号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年3月29日付け11安(核規)第163号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年6月22日付け11安(核規)第334号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年9月9日付け11安(核規)第849号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年3月17日付け11安(核規)第1269号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年10月24日付け12安(核規)第556号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成13年4月18日付け平成13・03・02原第8号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成13年7月2日付け平成13・05・18原第2号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成14年3月11日付け平成14・01・28原第13号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成14年11月29日付け平成14・08・06原第12号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成15年4月15日付け平成14・12・06原第10号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成16年3月4日付け平成16・01・27原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成16年9月28日付け平成16・07・09原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成17年4月8日付け平成17・03・15原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成17年11月29日付け平成17・11・16原第4号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成23年1月18日付け平成22・11・30原第29号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>

申請回次	申請回次の詳細
第7回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成11年1月29日付け10安(核規)第538号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年3月29日付け11安(核規)第163号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成11年9月9日付け11安(核規)第849号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年3月17日付け11安(核規)第1269号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年10月24日付け12安(核規)第556号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年12月13日付け12安(核規)第917号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成13年4月18日付け平成13・03・02原第8号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成13年7月2日付け平成13・05・18原第2号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成14年3月11日付け平成14・01・28原第13号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成14年6月20日付け平成14・04・30原第13号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成15年4月15日付け平成14・12・06原第10号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成16年1月26日付け平成15・05・29原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成16年3月4日付け平成16・01・27原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成17年4月8日付け平成17・03・15原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成17年11月29日付け平成17・11・16原第4号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成19年1月19日付け平成18・12・25原第29号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成21年3月17日付け平成21・02・18原第1号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>

申請回次	申請回次の詳細
第8回	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成11年7月5日付け11安(核規)第135号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年3月17日付け11安(核規)第1269号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> <li>・平成12年10月24日付け12安(核規)第556号にて認可を受けた設工認申請書の「V 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する説明書」</li> </ul>

#### 4. 評価項目整理表

評価項目整理表では、公式による評価、解析による評価又は完成品に対する評価を適用し今回新たに強度評価書を作成する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管を対象に、「V-1-3-2 公式による強度評価書作成の基本方針」、「V-1-3-3 解析による強度評価書作成の基本方針」及び「V-1-3-4 完成品に対する強度評価書作成の基本方針」に示す各評価項目に対して、当該容器及び管において適用する評価項目を示す。

V-1-3-2

公式による強度評価書作成の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 規格計算式等の選定	2
2.1 一般事項	2
2.1.1 準拠規格及び基準との適合性	2
2.1.2 計算精度と数値のまるめ方	8
2.1.3 使用材料の表示方法	9
2.1.4 最小厚さについて	10
2.2 容器に関する規格計算式等	11
2.2.1 共通記号	11
2.2.2 円筒形の胴の計算	12
2.2.3 球形の胴の計算	14
2.2.4 円すい形の胴の計算	14
2.2.5 平板形の胴の計算	18
2.2.6 容器の胴として使用できる管継手の計算	18
2.2.7 容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	18
2.2.8 さら形鏡板の計算	20
2.2.9 全半球形鏡板の計算	22
2.2.10 半だ円形鏡板の計算	22
2.2.11 円すい形鏡板の計算	24
2.2.12 容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	28
2.2.13 容器の鏡板の2以上の穴の中心間距離	30
2.2.14 容器の管板の計算	32
2.2.15 容器の管台の計算	34
2.2.16 外面に圧力を受ける胴の強め輪の計算	36
2.2.17 内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との 接続による強め輪の計算	36
2.2.18 容器のフランジ付きさら形ふた板の計算	36
2.2.19 開放タンクの胴の計算	36
2.2.20 開放タンクの補強を要しない穴の最大径	40
2.2.21 開放タンクの底板の計算	40
2.2.22 開放タンクの管台の計算	42
2.2.23 熱交換器の管の計算	43

2.2.24	容器の穴の補強計算	44
2.2.24.1	容器の穴の補強計算の記号説明	44
2.2.24.2	容器の胴の穴の補強計算	48
2.2.24.3	容器の鏡板の穴の補強計算	57
2.2.24.4	容器の平板の穴の補強計算	67
2.2.24.5	開放タンクの胴の穴の補強計算	76
2.2.24.6	管の穴の補強計算の記号説明	76
2.2.24.7	管の穴の補強計算	76
2.2.24.8	2以上の穴が接近しているときの補強計算	76
2.2.25	フランジの強度計算	95
2.2.25.1	記号の説明	98
2.2.25.2	フランジの計算	94
2.2.26	容器の平板の計算	111
2.2.26.1	ステーによってささえられない容器の平板の厚さの計算	111
2.2.26.2	輪形ガスケットを用いて平板を取付ける場合の平板の厚さの計算	115
2.2.26.3	ステーによってささえられる平板の厚さの計算	118
2.2.26.4	平板のステーに作用する応力の計算	118
2.2.26.5	角形容器の平板部でリブによって補強されたものの 最高許容圧力の計算	118
2.2.26.6	平板の変形量の計算	120
2.2.26.7	容器の平板に穴をあける場合に 補強を要しない計算上必要な厚さの計算	120
2.2.27	伸縮継手の強度計算	124
2.2.28	ジャケット閉鎖部の厚さの計算	124
2.2.29	半割コイルジャケットの計算	126
2.3	管に関する規格計算式等	127
2.3.1	共通記号	127
2.3.2	管の強度計算	128
2.3.3	平板の強度計算	130
2.3.4	鏡板の強度計算	130
2.3.5	レジューサの強度計算	130
2.3.6	管の穴と補強計算	130
2.3.7	フランジの強度計算	130
2.3.8	伸縮継手の強度計算	131

3. 荷重の設定	133
4. 許容限界の設定	133
5. 公式による強度評価書のフォーマット	134



## 1. 概要

本資料は、「V-1-2 強度評価方針」に基づき公式による評価を適用する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管について、使用条件に対して十分な強度を有していることを確認するための公式による強度評価書の作成の基本方針について説明するものである。

## 2. 規格計算式等の選定

公式による評価では、容器の胴、鏡板、フランジ等の評価部位、その形状、寸法に応じて規格計算式等が規定されていることから、評価部位に応じた適切な規格計算式を選定する。

### 2.1 一般事項

#### 2.1.1 準拠規格及び基準との適合性

- (1) 公式による評価は、構造等に関する設計方針を適用する。構造等に関する設計方針に規格計算式の規定がないもの及び構造等に関する設計方針の規定によりがたいものについては、他の規格及び基準等を適用して行う。

構造等に関する設計方針の項目と容器の規格計算式との対応は、第2.1.1-1表に示すとおりである。また、構造等に関する設計方針の項目と管の規格計算式との対応は、第2.1.1-2表に示すとおりである。

- (2) 容器の強度計算書記載範囲内に使用するフランジのうち「V-2 強度評価書」で評価するもの以外のフランジは、構造等に関する設計方針第12条第1項又は別表第11に掲げるものを使用する。
- (3) 管の強度計算書記載範囲内に使用するフランジのうち「V-2 強度評価書」で評価するもの以外のフランジは、構造等に関する設計方針第12条第1項又は別表第11に掲げるものを使用する。

第2.1.1-1表(1/3) 容器の規格計算式と構造等に関する設計方針との対応

計算項目	規格計算式	構造等に関する設計方針の条項号					
		条項	号	一	一		
円筒形の胴の計算	2.2.2項	7	3	容器の胴			
球形の胴の計算	2.2.3項			一	二	イ	ハ
円すい形の胴の計算	2.2.4項			一	二	ホ	ト
平板形の胴の計算	2.2.5項	7	3	一	二	チ	リ
容器の胴として使用できる管継手の計算	2.2.6項			一	二	ヌ	
容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算	2.2.7項			一	二		
さら形鏡板の計算	2.2.8項	8	1	容器の鏡板			
全半球形鏡板の計算	2.2.9項			二	一	二	三
半だ円形鏡板の計算	2.2.10項			一	二	三	四
円すい形鏡板の計算	2.2.11項			一	二	三	四
容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算	2.2.12項			一	二	三	四
容器の鏡板の2以上の穴の中心間距離	2.2.13項			一	二	三	四
容器の管板の計算	2.2.14項			10	1	一	二
容器の管台の計算	2.2.15項	一	二			三	

第2.1.1-1表(2/3) 容器の規格計算式と構造等に関する設計方針との対応

計算項目	強度計算書の 計算式	構造等に関する設計方針の 条項号			
		条項	号	—	—
外面に圧力を受ける胴の強め輪の 計算	2.2.16項	7	9	—	—
内面に圧力を受ける円すい形の胴と 円筒形の胴との接続による強め輪の計算	2.2.17項	7	8	—	—
容器のフランジ付きさら形ふた板の計算	2.2.18項	9	1	—	—
		12	2	—	—
開放タンクの胴の計算	2.2.19項	6条の2	1	—	—
開放タンクの補強を要しない穴の最大径	2.2.20項	6条の2	4	—	—
開放タンクの底板の計算	2.2.21項	6条の2	6	—	—
開放タンクの管台の計算	2.2.22項	6条の2	8	—	—
熱交換器の管の計算	2.2.23項	11	1	—	—
容器の穴の補強計算	2.2.24.2項	7	7	—	—
容器の胴の穴の補強計算		8	—	—	—
容器の鏡板の穴の補強計算	2.2.24.3項	4	4	—	—
容器の平板の穴の補強計算	2.2.24.4項	8条の2	14	—	—
開放タンクの胴の穴の補強計算	2.2.24.5項	6条の2	5	—	—

第2.1.1-1表(3/3) 容器の規格計算式と構造等に関する設計方針との対応

計算項目	強度計算書の 計算式	構造等に関する設計方針の 条項号			
		条項	号	—	—
管の穴の補強計算	2.2.24.7項	15条の2	2	穴と補強	
2以上の穴が接近しているときの 補強計算	2.2.24.8項	7	7	容器の胴	
フランジの計算	2.2.25.2項	容器のフランジ 第12条第1項 JIS B 8265(2003)「圧力容 器の構造—一般事項附属書3 (規定) 圧力容器のボルト 締めフランジ」を適用			
ステーによってささえられない 容器の平板の厚さの計算	2.2.26.1項	8条の2	1	容器の平板	
輪形ガasketを用いて平板を 取付ける場合の平板の厚さの計算	2.2.26.2項	8条の2	2		
ステーによってささえられる平板の厚さ の計算	2.2.26.3項	8条の2	3		
平板のステーに作用する応力の計算	2.2.26.4項	8条の2	6		
角形容器の平板部でリブによって補強 されたものの最高使用圧力の計算	2.2.26.5項	8条の2	7		
平板の変形量の計算	2.2.26.6項	8条の2	8		
容器の平板に穴をあける場合に、補強を 要しない計算上必要な厚さの計算	2.2.26.7項	8条の2	9		
		8条の2	10		
		8条の2	11		
		8条の2	14	二	
伸縮継手の強度計算	2.2.27項	12条の2	1	伸縮継手	
				一	
				二	
ジャケット閉鎖部の厚さの計算	2.2.28項	8条の2	4	容器の平板	
半割コイルジャケットの計算	2.2.29項	8条の2	5		

第2.1.1-2表(1/2) 管の規格計算式と構造等に関する設計方針との対応

計算項目	規格計算式	構造等に関する設計方針の 条項号			
		条項	号	—	—
管の強度計算	2.3.2項	14	管の形状		
			1	一	
				二	
				三	
平板の強度計算	2.3.3項	14	管の形状		
平板に穴を設けない場合			3	一	
平板に穴を設ける場合		15条の2	1	二	ハ (イ) (ロ)
鏡板の強度計算	2.3.4項	14	管の形状		
さら形鏡板鏡部			2	二	イ ロ
全半球形鏡板鏡部			2	二	ハ ニ
半だ円形鏡板鏡部			2	二	ホ へ
鏡板のフランジ部			1		
レジャーサの強度計算	2.3.5項	7	容器の胴		
円すい部分 (内面に圧力を受けるもの)			3	二	チ (イ)
すその丸みの部分 (内面に圧力を受けるもの)			3	二	チ (ロ) (ハ)
円すい及びすその丸みの部分 (外面に圧力を受けるもの)			3	二	リ
レジャーサのフランジ部		14	管の形状		
			1	一	
				二	
				三	

第2.1.1-2表(2/2) 管の規格計算式と構造等に関する設計方針との対応

計算項目	計算式	構造等に関する設計方針との対応				
		条項	号	—	—	
管の穴と補強計算 穴の補強の要・不要 穴の補強に有効な範囲 主管の厚さの計算 分岐管の厚さの計算 穴の補強計算 大穴の補強の要・不要 大穴の補強に有効な範囲 大穴の補強計算 二つの穴の補強計算  溶接部の強度計算	2.3.6項	15条の2	穴と補強			
			1	二		
			2	一	イ	
			2	一	ロ	(イ)
			2	一	ロ	(ロ)
			2	一		
			2	四		
			2	四		
			2	四		
			2	二	イ	
					ロ	
					ハ	
			2	八		
				九		
フランジの強度計算	2.3.7項	15	管の接続			
			3			
			JIS B 8265(2003)			
			「圧力容器の構造—			
			一般事項の附属書 3			
			圧力容器のボルト締めフランジ」等を適			
			用			
伸縮継手の強度計算	2.3.8項	15条の3	管継手			
			1	二		

## 2.1.2 計算精度と数値のまるめ方

計算の精度は原則として、6ケタ以上を確保することとする。表示する数値のまるめ方は、第2.1.2-1表に従うが、原則として、計算結果を導くための計算過程の数値は数値の種類に関わらず、数値処理する前の値を使用する。

第2.1.2-1表 表示する数値のまるめ方

数値の種類		単位	処理桁	処理法	表示最小桁
圧力	最高使用圧力	MPa	小数点以下第3位 (有効数字3桁目*1)	四捨五入	小数点以下第2位 (有効数字2桁*1)
	外面に受ける 最高の圧力	MPa	小数点以下第3位 (有効数字3桁目*1)	四捨五入	小数点以下第2位 (有効数字2桁*1)
温度		℃	—	—	整数位
許容応力		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
降伏点		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm m*2	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
	計算上必要な厚さ	mm	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
	最小厚さ	mm	小数点以下第3位	切捨て	小数点以下第2位
	管の外径	mm	—	—	小数点以下第1位
	管の公称厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
	ボルト谷径	mm	—	—	小数点以下第3位
	開放タンクの水頭 及び管台の内径	m	小数点以下第5位	四捨五入	小数点以下第4位
	ガスケット厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*3
角度		°	小数点以下第2位(小 数点以下第1位)*4	四捨五入	小数点以下第1位 (整数位)*4
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
慣性モーメント		mm <sup>4</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁



- 注記 \* 1 : 0.1MPa未満の場合、有効数字2桁まで表示する。また、0.01MPa未満の場合は、べき数表示とする。(例) 0.098MPa, 0.0098MPa→ $9.8 \times 10^{-3}$ MPa
- \* 2 : 開放タンクの胴内径
- \* 3 : 絶対値が1,000以上のときは、べき数表示とする。
- \* 4 : 管の穴と補強計算の主管と分岐管とのなす角度に用いる。

### 2.1.3 使用材料の表示方法

材料は、次に従い表示するものとする。

- (1) JISに定める材料記号による表示とする。JISに材料記号のないものは、構造等に関する設計方針の記号を表示する。JIS及び構造等に関する設計方針に材料記号のないものについては、材料名称及び種類を呼び名等で表示する。JIS及び構造等に関する設計方針に材料記号がないものでJIS又は構造等に関する設計方針に相当材が記載されている場合は次のように表示する。

相当材記号 相当 (当該材記号)

(例) SM400 A相当 (SMA 400 AP)

- (2) 管の許容引張応力の値が継目無管、電気抵抗溶接管及び鍛接管等、製造方法により異なる場合は、材料記号の後に“—”を入れ、その製法による記号を付記して表示する。

(例) STPT410-S (継目無管の場合)

なお、R-SUS304ULC材において、耐食グレードがA級又はSA級の材料を使用する場合には、その耐食グレードを( )内に記載しておく。

(例) R-SUS304ULCの管材で、耐食グレードがSA級の継目無管を使用する場合には、R-SUS304ULCTP-S(SA)と記載する。

- (3) 使用する厚さ、径等によって許容引張応力の値が異なる場合、材料記号の後に該当する厚さ、径等の範囲を付記して表示する。

(例) S45C 直径40mm以下

- (4) 熱処理によって許容引張応力の値が異なる場合、材料記号の後にJISに定める熱処理記号を付記して表示する。

(例) SUS 630H1075 (析出硬化処理の場合)

- (5) 海外規格の材料を使用する場合で、JIS等に相当材がある場合は、海外規格材記号を“正”として使用材料欄に記載し、相当するJIS等の規格記号を“従”として括弧書きにて記載又は注記を付して欄外に記載する。

(6) 再処理用ステンレス鋼鍛造品，管，チューブの表示は下記による。

(例)R-SUSF304ULC, R-SUS304ULCTP, R-SUS304ULCTB

#### 2.1.4 最小厚さについて

強度計算書に記載する最小厚さは，公称厚さから素材の公差，曲げ加工公差及び腐食代を差し引いた値とする。

最小厚さ = 公称厚さ - 素材の負の公差 - 曲げ加工公差\* - 腐食代

なお，内包する液の硝酸濃度が0.2mol/l未満の場合は腐食代は考慮しない。

注記 \*：管の強度計算においては，厚さの負の許容差として考慮するものとする。

## 2.2 容器に関する規格計算式等

容器の公式による評価に用いる計算式と記号を以下に定める。

### 2.2.1 共通記号

特定の計算に限定せず、一般的に使用する共通記号及び略称を次に掲げる。

構造等に関する 設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
P	P	最高使用圧力(内圧)	MPa
$P_e$	$P_e$	最高使用圧力(外圧)	MPa
—	$S_y$	材料の降伏点	MPa
$\eta$	$\eta$	継手の効率	—
—	$\pi$	円周率	—

計算書の表示	表示内容
継手の種類	
突合せ両側溶接	突合せ両側溶接
突合せ片側溶接 (裏当金取り除く)	裏当金を使用した突合せ片側溶接 (溶接後裏当金を取り除いたものに限る) 並びにこれと同等以上の効果が得られる方法による溶接
継手なし	継手なし
突合せ片側溶接 放射線検査の有無	裏当金を使用しない突合せ片側溶接
有	有：「技術基準」の規定に従い放射線透過試験を 行いこれに合格するもの
無	無：その他のもの

### 2.2.2 円筒形の胴の計算

容器の胴の計算には、構造等に関する設計方針第7条第3項第一号、第二号イ、ハ及びニを適用する。

注記：胴板の厚さが胴の内半径の1/2を超える場合については該当する容器がないので記載しない。

#### (1) 算式

円筒形の胴に必要な厚さは次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

- a. 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_1$

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあつては3mm、その他の材料で作られたものにあつては1.5mmとする。

- b. 次の計算式により計算した値。

- (a) 内面に圧力を受ける胴： $t_2$

$$t_2 = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

- (b) 外面に圧力を受ける胴： $t_3$

ア. 厚さが外径の0.1倍以下のものの計算上必要な厚さは次の式による値とする。

$$t_3 = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

イ. 厚さが外径の0.1倍を超えるものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい方の値とする。

$$t_{31} = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{32} = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までに より求めた値	—
$D_i$	$D_i$	胴の内径	mm
$D_o$	$D_o$	胴の外径	mm
L, $\ell$	$\ell$	強め輪間の有効長さ	mm
S	$S(S_1)$ *	内圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力 外圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力の 2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか 小さい方の値	MPa
S	$S_2$	2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか 小さい方の値	MPa
—	t	胴に必要な厚さ	mm
—	$t_s$	胴の最小厚さ	mm
—	$t_{s0}$	胴の呼び厚さ	mm
—	$t_1$	胴の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm
t	$t_2$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_3$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_{31}$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_{32}$	胴の計算上必要な厚さ	mm

注記 \* :  $S(S_1)$  は、内圧時の計算のみの場合はSを、内圧時及び外圧時の計算の場合には $S_1$ を用いる(以下同様)

(3) 評価

胴の最小厚さ( $t_s$ )  $\geq$  胴に必要な厚さ(t)ならば十分である。

### 2.2.3 球形の胴の計算

球形の胴の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

### 2.2.4 円すい形の胴の計算

容器の胴の計算には、構造等に関する設計方針第7条第1項第一号、第3項第一号、第二号チ及びリを適用する。

#### (1) 形状の制限

- a. 図7-1, 2の形状にあつては $r_o \geq \max(r_1, r_2)$

$r_s \geq \max(r_2, r_3)$  であること。

ここで $r_1 = 0.06(D_o + 2t_{s0})$

$r_2 = 3t_{s0}$

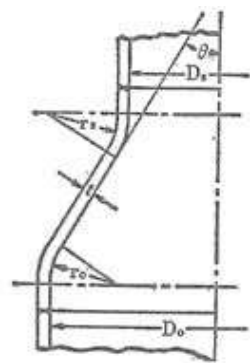
$r_3 = 0.06(D_s + 2t_{s0})$

- b. 図7-3の形状にあつては $r_o \geq \max(r_1, r_2)$ 及び $\theta \leq 30^\circ$  であること。

ここで $r_1 = 0.06(D_o + 2t_{s0})$

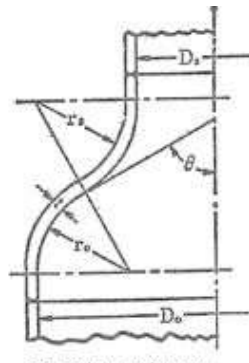
$r_2 = 3t_{s0}$

- c. 図7-4の形状にあつては $\theta \leq 30^\circ$  であること。



$r_o \geq 0.06(D_o + 2t)$  又は  $3t$   
のいずれか大きい方の値  
 $r_s \geq 3t$

図7-1



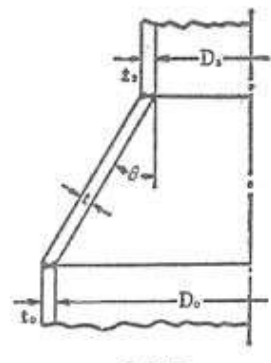
$r_o \geq 0.06(D_o + 2t)$  又は  $3t$   
のいずれか大きい方の値  
 $r_s \geq 3t$

図7-2



$r_o \geq 0.06(D_o + 2t)$  又は  $3t$   
のいずれか大きい方の値  
 $\theta \leq 30^\circ$

図7-3



$\theta \leq 30^\circ$

図7-4

(2) 算式

円すい形の胴に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

- a. 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_1$

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られたものにあつては3mm，その他の材料で作られたものにあつては1.5mmとする。

- b. 次の計算式により計算した値。

- (a) 内面に圧力を受ける胴

ア. 図7-1, 2, 3の形状にあつては、次に掲げる式による値とする。

- (ア) 円すい部： $t_2$

$$t_2 = \frac{PD_i}{2\cos\theta(S\eta - 0.6P)}$$

- (イ) すその丸みの部分： $t_3$

大径端側(図7-1, 2, 3)

$$t_3 = \frac{PD_i W}{4\cos\theta(S\eta - 0.1P)}$$

$$\text{ただし, } W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{D_i}{2r_o \cos\theta}} \right)$$

小径端側(図7-1, 2)

$$t_3 = \frac{PD_i}{2\cos\theta(S\eta - 0.6P)}$$

イ. 図7-4の形状にあつては、次に掲げる式による値とする。

- (ア) 円すい部： $t_2$

$$t_2 = \frac{PD_i}{2\cos\theta(S\eta - 0.6P)}$$

- (b) 外面に圧力を受ける胴： $t_4$

ア. 厚さが外径の0.1倍以下で、かつ、円すいの頂角の2分の1が $60^\circ$ 以下のものの計算上必要な厚さは次の式による値とする。

$$t_4 = \frac{3P_e D_{os}}{4B}$$

イ. 厚さが外径の0.1倍を超え、かつ、円すいの頂角の2分の1が60° 以下のものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$t_{41} = \frac{D_{os} \left( \frac{P_e}{B} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{42} = \frac{D_{os}}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

ウ. 円すいの頂角の2分の1が60° を超えるものの計算上必要な厚さは、構造等に関する設計方針第8条の2第1項による値とする。

$$t_4 = D_{os} \sqrt{\frac{ZCP_e}{S_3}}$$

(3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径	mm
D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub>	胴の大径端側の内径	mm
D <sub>o</sub> , d	D <sub>os</sub>	円すいの頂角の2分の1が22.5° 以下のものにあつてはその軸に垂直な断面の外径の最大のもの(強め輪を設けている胴にあつてはその取り付けられている部分の外径の最大のもの) 円すいの頂角の2分の1が22.5° を超え60° 以下のものにあつては、その軸の垂直な断面の内径の最大のもの(強め輪を設けている胴にあつてはその取り付けられている部分の内径の最大のもの) 円すいの頂角の2分の1が60° を超えるのものにあつてはその軸に垂直な断面の内径の最大のもの	mm
D <sub>i</sub>	D <sub>s</sub>	胴の小径端側の内径	mm
Z	Z	平板の形状によって定まる定数(Z=1)	—
C	C	平板の取付け方法によって定まる定数(C=0.75)	—



構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$\varnothing$	$\varnothing$	円すいの頂角の2分の1が $22.5^\circ$ 以下のものにあつてはその軸方向の長さ(強め輪を設けている胴にあつては強め輪のその中心間の距離) $22.5^\circ$ を超え $60^\circ$ 以下のものにあつてはその軸に垂直な断面の内径の最大のもの(強め輪を設けている胴にあつてはその取り付けられている部分の内径のもの)	mm
$r_o$	$r_o$	胴の大径端側のすその丸みの部分の内半径	mm
$r_s$	$r_s$	胴の小径端側のすその丸みの部分の内半径	mm
S	S( $S_1$ )	内圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
S	$S_2$	外圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力の2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか小さい方の値	MPa
S	$S_3$	外圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	胴に必要な厚さ	mm
—	$t_s$	胴の最小厚さ	mm
—	$t_{so}$	胴の呼び厚さ	mm
—	$t_1$	胴の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm
t	$t_2$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_3$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_4$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_{41}$	胴の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_{42}$	胴の計算上必要な厚さ	mm
W	W	円すいの形状による係数	—
$\theta$	$\theta$	円すい頂角の2分の1	°

(4) 評価

胴の最小厚さ( $t_s$ )  $\geq$  胴に必要な厚さ(t)ならば十分である。

### 2.2.5 平板形の胴の計算

平板形にあつては、構造等に関する設計方針第8条の2に規定する値を適用する。

### 2.2.6 容器の胴として使用できる管継手の計算

容器の胴として使用できる管継手の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

### 2.2.7 容器の胴の補強を要しない穴の最大径の計算

平板形を除く容器の胴については、構造等に関する設計方針第7条第6項を適用する。

#### (1) 算式

胴の補強を要しない穴の最大径は、次のa.、b.で計算した値のいずれか大きい値とする。

- a. 穴の径が61mm以下で、かつ、次の計算式により計算した値以下の穴

$$d_{r1} = \frac{D - 2t_s}{4}$$

- b. a.に掲げるものを除き穴の径が200mm以下で、かつ、構造等に関する設計方針の図(次の計算式)により求めた値以下の穴

$$d_{r2} = 8.05 \sqrt[3]{Dt_s(1-K)}$$

Kは、次の計算式により計算した値で、 $K > 0.99$ のときは、 $K = 0.99$ とする。

(a) 円筒形の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s}$$

(b) 球形の場合

$$K = \frac{PD}{3.64S \eta t_s}$$

(c) 円すい形の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s \cos \theta}$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
D	D	胴の外径，ただし，円すい形の胴の場合にあつては， 穴の中心における胴の外径	mm
d	d <sub>r1</sub>	補強を要しない穴の最大径	mm
d	d <sub>r2</sub>	補強を要しない穴の最大径	mm
K	K	係数，ただし， $K \leq 0.99$	—
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
t <sub>s</sub>	t <sub>s</sub>	胴の最小厚さ	mm
η	η	穴が長手継手を通る場合はその継手の効率， その他の場合は1	—
θ	θ	円すい頂角の2分の1	°

(3) 評価

穴の径 ≤ 補強を要しない穴の最大径 (d<sub>r1</sub> と d<sub>r2</sub> のうちいずれかの値) ならば，穴の補強計算及び溶接部の強度計算を省略する。

### 2.2.8 さら形鏡板の計算

容器のさら形鏡板の計算には、構造等に関する設計方針第8条第1項第一号、第2項第一号及び第二号を適用する。

#### (1) 形状の制限

$D_{oc} \geq R$ ,  $r \geq 3 \cdot t_{co}$ ,  $r \geq 0.06 \cdot D_{oc}$ ,  $r \geq 50$ であること。

#### (2) 算式

さら形鏡板に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

##### a. 中低面に圧力を受ける鏡板： $t_1$ , $t_2$

###### (a) フランジ部： $t_1$

$$t_1 = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

###### (b) 鏡板部： $t_2$

$$t_2 = \frac{PRW}{2S\eta - 0.2P}$$

$$\text{ただし, } W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right)$$

##### b. 中高面に圧力を受ける鏡板： $t_3$ , $t_4$

###### (a) フランジ部： $t_3$

ア. 厚さが外径の0.1倍以下のものの計算上必要な厚さは、次の式による値とする。

$$t_3 = \frac{3P_e D_o}{4B_1}$$

イ. 厚さが外径の0.1倍を超えるものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$t_{31} = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B_1} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{32} = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

###### (b) 鏡板部： $t_4$

$$t_4 = \frac{P_e R_o}{B_2}$$

## (3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B <sub>1</sub>	鏡板が取り付けられる胴について構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
B	B <sub>2</sub>	鏡板について構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	鏡板が取り付けられる胴の内径	mm
D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub>	鏡板が取り付けられる胴の外径	mm
D <sub>o</sub>	D <sub>oc</sub>	鏡板の外径	mm
ℓ	ℓ	鏡板のフランジ部の外径	mm
R	R	鏡板の中央部における内面の半径	mm
R	R <sub>o</sub>	鏡板の中央部の外半径	mm
r	r	鏡板のすみの丸みの内半径	mm
S	S(S <sub>1</sub> )	内圧時(中低面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
S	S <sub>2</sub>	外圧時(中高面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力の2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか小さい方の値	MPa
—	t	鏡板に必要な厚さ	mm
—	t <sub>c</sub>	鏡板の最小厚さ	mm
—	t <sub>co</sub>	鏡板の呼び厚さ	mm
t	t <sub>1</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>2</sub>	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>3</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>31</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>32</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>4</sub>	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
W	W	さら形鏡板の形状による係数	—

## (4) 評価

鏡板の最小厚さ(t<sub>c</sub>) ≥ 鏡板に必要な厚さ(t)ならば十分である。

### 2.2.9 全半球形鏡板の計算

全半球形鏡板の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

### 2.2.10 半だ円形鏡板の計算

容器の半だ円形鏡板の計算には、構造等に関する設計方針第8条第1項第三号、第2項第五号及び第六号を適用する。

#### (1) 形状の制限

$$\frac{D_{iL}}{2h} \leq 3$$

であること。

#### (2) 算式

半だ円形鏡板に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

##### a. 中低面に圧力を受ける鏡板： $t_1$ , $t_2$

###### (a) フランジ部： $t_1$

$$t_1 = \frac{PD_i}{2S\eta - 1.2P}$$

###### (b) 鏡板部： $t_2$

$$t_2 = \frac{PD_{iL}K}{2S\eta - 0.2P}$$

$$K = \frac{1}{6} \left\{ 2 + \left( \frac{D_{iL}}{2h} \right)^2 \right\}$$

##### b. 中高面に圧力を受ける鏡板： $t_3$ , $t_4$

###### (a) フランジ部： $t_3$

ア. 厚さが外径の0.1倍以下のものの計算上必要な厚さは、次の式による値とする。

$$t_3 = \frac{3P_e D_o}{4B_1}$$

イ. 厚さが外径の0.1倍を超えるものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$t_{31} = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B_1} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{32} = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

(b) 鏡板部： $t_4$

$$t_4 = \frac{P_e R_o}{B_2}$$

(3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	$B_1$	鏡板が取り付けられる胴について構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
B	$B_2$	鏡板について構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
$D_i$	$D_i$	鏡板が取り付けられる胴の内径	mm
D	$D_{iL}$	鏡板の内面における長径	mm
$D_o$	$D_o$	鏡板が取り付けられる胴の外径	mm
—	$D_{oL}$	鏡板の外面における長径	mm
—	$D_{os}$	鏡板の外面における短径	mm
h	h	鏡板の内面における短径の2分の1	mm
K	K	半だ円形鏡板の形状による係数	—
K	$K_o$	$D_{oL}/D_{os}$ で決まる係数	—
$\ell$	$\ell$	鏡板のフランジ部の外径	mm
R	$R_o$	鏡板の外面で測った長径の $K_o$ 倍 ( $R_o = D_{oL} \cdot K_o$ )	mm
S	S ( $S_1$ )	内圧時(中低面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
S	$S_2$	外圧時(中高面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力の2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか小さい方の値	MPa
—	t	鏡板に必要な厚さ	mm
—	$t_c$	鏡板の最小厚さ	mm
—	$t_{co}$	鏡板の呼び厚さ	mm
t	$t_1$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_2$	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_3$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
t	t <sub>31</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>32</sub>	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>4</sub>	鏡板の計算上必要な厚さ	mm

(4) 評価

鏡板の最小厚さ(t<sub>c</sub>) ≥ 鏡板に必要な厚さ(t)ならば十分である。

2.2.11 円すい形鏡板の計算

容器の円すい形鏡板の計算には、構造等に関する設計方針第8条第1項第四号、第2項第七号及び第八号を適用する。なお、円すいの頂部に内径が1/3D<sub>i</sub>あるいは、300mm以上の管台が取付く場合は円すい胴として計算する。

(1) 形状の制限

$\theta > 30^\circ$  の場合は、以下の条件を満たすこと。

$$r \geq 3 \cdot t_{co}, \quad r \geq 0.06 \cdot D_{oc}$$

$\theta \leq 30^\circ$  の場合は、制限なし。

(2) 算式

円すい形鏡板に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

a. 中低面に圧力を受ける鏡板：t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>

(a) フランジ部：t<sub>1</sub>

$$t_1 = \frac{PD_s}{2S\eta - 1.2P}$$

(b) 鏡板部：t<sub>2</sub>

$$t_2 = \frac{PD_i}{2\cos\theta(S\eta - 0.6P)}$$

(c) すその丸み部：t<sub>3</sub>

$$t_3 = \frac{PD_i W}{4\cos\theta(S\eta - 0.1P)}$$

$$\text{ただし, } W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{D_i}{2r_o \cos\theta}} \right)$$



b. 中高面に圧力を受ける鏡板： $t_4$ ,  $t_5$

(a) フランジ部であって、その厚さが外径の0.1倍以下のものの計算上必要な厚さは、次の式による値とする。

$$t_4 = \frac{3P_e D_{oc}}{4B_1}$$

(b) フランジ部であって、その厚さが外径の0.1倍を超えるものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$t_{41} = \frac{D_{oc} \left( \frac{P_e}{B_1} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{42} = \frac{D_{oc}}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

(c) 鏡板部であって、その厚さが外径の0.1倍以下であり、かつ、円すい頂角の2分の1が $30^\circ$  を超え $60^\circ$  以下のものの計算上必要な厚さは、次の式による値とする。

$$t_5 = \frac{3P_e D_o}{4B_2}$$

(d) 鏡板部であって、その厚さが外径の0.1倍を超え、かつ、円すい頂角の2分の1が $30^\circ$  を超え $60^\circ$  以下のものの計算上必要な厚さは、次の二つの計算式により計算したいずれか大きい値とする。

$$t_{51} = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B_2} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{52} = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

(e) 円すい頂角の2分の1が $60^\circ$  を超えるものの計算上必要な厚さは、構造等に関する設計方針第8条の2第1項による値とする。

$$t_5 = D_o \sqrt{\frac{ZCP_e}{S_3}}$$

(f) 円すいの頂角の2分の1が $30^\circ$  以下で、かつ次の式の $t_{53} \cos \theta$  が円すい胴大径端部の外径の0.1倍以下のものにあつては、次の式により得られる $P_a$ が設計圧力以上となるときに当該 $P_a$ を求めるために仮定された最小厚さ

$$P_a = \frac{4B_2 t_{53} \cos \theta}{3D_L}$$

(g) 円すいの頂角の2分の1が30°以下で、かつ次の式の $t_{53}\cos\theta$ が円すい胴大径端部の外径の0.1倍を超えるものにあつては、次の2つの式により得られる $P_{a1}$ 又は $P_{a2}$ のいずれか小さい方の値が設計圧力以上となるときの当該 $P_{a1}$ 又は $P_{a2}$ を求めるために仮定された最小厚さ

$$P_{a1} = \left( \frac{2.167t_{53}\cos\theta}{D_L} - 0.0833 \right) B_2$$

$$P_{a2} = \frac{2S_2t_{53}\cos\theta}{D_L} \left( 1 - \frac{t_{53}\cos\theta}{D_L} \right)$$

(3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B <sub>1</sub>	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた $\ell_1$ に対する値	—
B	B <sub>2</sub>	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた $\ell_2$ に対する値	—
D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径	mm
D <sub>L</sub>	D <sub>L</sub>	円すい胴の大径端部の外径	mm
D <sub>o</sub> , d	D <sub>o</sub>	円すいの頂角の2分の1が22.5°以下のものにあつてはその軸に垂直な断面の外径の最大のもの 円すいの頂角の2分の1が22.5°を超えるものにあつては、軸に垂直な断面の内径の最大のもの又は強め輪が取付く部分の内径の最大のもの	mm
D <sub>o</sub>	D <sub>oc</sub>	鏡板の外径	mm
D <sub>i</sub>	D <sub>s</sub>	鏡板の内径	mm
C	C	平板の取り付け方法によって定まる定数(C=0.75)	—
Z	Z	平板の形状によって定まる定数(Z=1)	—
$\ell$	$\ell_1$	鏡板のフランジ部の外径	mm
$\ell$	$\ell_2$	円すいの頂角の2分の1が22.5°以下のものにあつてはその軸方向の長さ又は強め輪の間隔, 22.5°を超え60°以下のものにあつてはその軸に垂直な断面の内径の最大のもの又は、強め輪が取付く部分の内径の最大のもの	mm

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$P_a$	$P_a$	最高許容外圧	MPa
$P_{a1}$	$P_{a1}$	最高許容外圧	MPa
$P_{a2}$	$P_{a2}$	最高許容外圧	MPa
$r_o$	$r_o$	すその丸みの部分の内半径	mm
$S$	$S(S_1)$	内圧時(中低面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
$S$	$S_2$	外圧時(中高面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力の2倍の値又は材料の降伏点の0.9倍の値のいずれか小さい方の値	MPa
$S$	$S_3$	外圧時(中高面に圧力を受ける時)の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	$t$	鏡板に必要な厚さ	mm
$t$	$t_1$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_2$	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_3$	鏡板のすその丸み部の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_c$	鏡板の最小厚さ	mm
—	$t_{co}$	鏡板の呼び厚さ	mm
$t$	$t_4$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_{41}$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_{42}$	鏡板のフランジ部の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_5$	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_{51}$	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_{52}$	鏡板の計算上必要な厚さ	mm
$t$	$t_{53}$	仮定された最小厚さ	mm
$W$	$W$	円すいの形状による係数	—
$\theta$	$\theta$	円すいの頂角の2分の1	°

(4) 評価

鏡板の最小厚さ( $t_c$ ) $\geq$ 鏡板に必要な厚さ( $t$ )ならば十分である。

2.2.12 容器の鏡板の補強を要しない穴の最大径の計算

容器の鏡板については、構造等に関する設計方針第8条第3項第二号を適用する。

注記：鏡板にフランジを折り込んだ穴を設ける場合は該当するものがないので記載しない。

(1) 算式

鏡板の補強を要しない穴の最大径は、次のa., b. で計算された値のうちいずれか大きい値とする。

a. 穴の径が61mm以下で、かつ、次の計算式により計算した値以下の穴

$$d_{r1} = \frac{D - 2t_s}{4}$$

b. a. に掲げるものを除き、穴の径が200mm以下で、かつ、構造等に関する設計方針の図(次の計算式)より求めた値以下の穴

$$d_{r2} = 8.05 \sqrt[3]{Dt_s(1-K)}$$

Kは次の計算式により計算した値でK>0.99のときは、K=0.99とする。

(a) さらに形鏡板及び半だ円形鏡板の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s}$$

(b) 全半球形鏡板の場合

$$K = \frac{PD}{3.64S \eta t_s}$$

(c) 円すい形鏡板の場合

$$K = \frac{PD}{1.82S \eta t_s \cos \theta}$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
D <sub>1</sub>	D	鏡板のフランジ部の外径、ただし円すい	mm
D <sub>2</sub>		形鏡板にあつては、穴の中心における鏡板の外径	
d	d <sub>r1</sub>	補強を要しない穴の最大径	mm
d	d <sub>r2</sub>	補強を要しない穴の最大径	mm
K	K	係数、ただし、K ≤ 0.99	—
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$t_s$	$t_s$	鏡板の最小厚さ	mm
$\eta$	$\eta$	穴が長手継手を通る場合はその継手の効率, その他の場合は1	—
$\theta$	$\theta$	円すいの頂角の2分の1	°

(3) 評価

穴の径 $\leq$ 補強を要しない穴の最大径( $d_{r1}$ と $d_{r2}$ のうちいずれかの値)ならば, 穴の補強計算及び溶接部の強度計算を省略する。

### 2.2.13 容器の鏡板の2以上の穴の中心間距離

容器の鏡板については、構造等に関する設計方針第8条第3項第二号を適用する。

#### (1) 算式

容器の鏡板に2以上の穴がある場合は、その中心間の距離が次の計算式により計算した値以上であること。

a. 
$$L = \frac{d_1 + d_2}{2(1-K)}$$

Kは、次の計算式により計算した値

- (a) さら形鏡板及び内面における長径と短径との比が2以下の半だ円形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_1}{1.82S \eta t_s}$$

- (b) 全半球形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_1}{3.64S \eta t_s}$$

- (c) 円すい形鏡板の場合

$$K = \frac{PD_2}{1.82S \eta t_s \cos \theta}$$

- b. 内面における長径と短径との比が2を超える半だ円形鏡板の場合

$$L = 2.5(d_1 + d_2)$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$d_1$	$d_1$	穴の径	mm
$d_2$	$d_2$	穴の径	mm
$D_1$	$D_1$	鏡板の外径	mm
$D_2$	$D_2$	円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の外径	mm
$K$	$K$	係数	—
$L$	$L$	鏡板の外面に沿った2つの穴の中心間の距離	mm
—	$\ell$	2つの穴の中心間距離	mm
$P$	$P$	最高使用圧力	MPa
$S$	$S$	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
$t_s$	$t_s$	鏡板の厚さ	mm
—		最高使用温度	°C
$\eta$	$\eta$	鏡板を継ぎ合わせて作る場合の当該継手の効率	—
$\theta$	$\theta$	円すいの頂角の2分の1	°

(3) 評価

2つの穴の中心間距離( $\ell$ )  $\geq$  鏡板の外面に沿った2つの穴の中心間の距離( $L$ )ならば、穴の補強計算及び溶接部の強度計算を省略する。

#### 2.2.14 容器の管板の計算

容器の管板には、構造等に関する設計方針第10条第1項第一号、第二号及び第三号を適用する。

(1) 形状の制限

$$P_t \geq Z, \quad Z = d_t + 0.25 d_t$$

であること。

(2) 算式

- a. 円形管板の計算上必要な厚さは、次の計算式により計算した値のうち、いずれか大きい値(10mm未満の場合は10mm)とする。

$$t_1 = \frac{FD}{2} \sqrt{\frac{P}{S}}$$

$$t_2 = \frac{P}{0.85S} \left( \frac{A}{L} \right)_{\max}$$

角形管板(管板が胴と一体でかつ、管に直管を使用している場合)の計算上必要な厚さは、次の計算式により計算した値のうち、いずれか大きい値(10mm未満の場合は10mm)とする。

$$t_1 = \frac{Fd}{2} \sqrt{\frac{Z' P}{S}}$$

$$t_2 = \frac{P}{0.85S} \left( \frac{A}{L} \right)_{\max}$$

$$Z' = \min \left( 2.5, 3.4 - \frac{2.4d}{D_1} \right)$$



## (3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
A	A	管板の取付けられる任意の管の中心が囲む面積	mm <sup>2</sup>
D	D <sub>1</sub>	最小スパンに直角に測った最大スパン	mm
D	D	パッキンの中心円の径 (胴と一体となった管板にあつては、胴の内径)	mm
d	d	最小スパン	mm
—	d <sub>t</sub>	管の外径	mm
F	F	管及び管板の支え方による係数	—
L	L	面積Aの周りのうち穴の径以外の部分の長さ	mm
P	P	最高使用圧力	MPa
—	P <sub>t</sub>	管穴の中心間の距離	mm
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	管板に必要な厚さ	mm
—	t <sub>b</sub>	管板の最小厚さ	mm
—	t <sub>bo</sub>	管板の呼び厚さ	mm
—	t <sub>s</sub>	胴と管板が一体となっている場合の胴の最小厚さ	mm
t	t <sub>1</sub>	計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>2</sub>	計算上必要な厚さ	mm
Z	Z'	形状によって定まる定数	—
—	Z	管穴の中心間に必要な距離	mm

## (4) 評価

管板の最小厚さ(t<sub>b</sub>) ≥ 管板に必要な厚さ(t)ならば十分である。

## 2.2.15 容器の管台の計算

容器の管台の計算には、構造等に関する設計方針第11条第1項第一号、第二号及び第三号を適用する。

### (1) 算式

管台に必要な厚さは、次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

#### a. 次の計算式により計算した値。

##### (a) 内面に圧力を受ける管台： $t_1$

$$t_1 = \frac{PD_o}{2S\eta + 0.8P}$$

##### (b) 外面に圧力を受ける管台： $t_2$

構造等に関する設計方針の図より求めた厚さ。ただし、図より求められない場合は次の式による値とする。

$$t_2 = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

#### b. 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_3$

炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、管台の外径に応じて構造等に関する設計方針の表より求めた管台の厚さとする。炭素鋼鋼管以外の材料にあつては“—”と表示する。

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
$D_o$	$D_o$	管台の外径	mm
S	$S(S_1)$	内圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
S	$S_2$	外圧時の最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	管台に必要な厚さ	mm
t	$t_1$	内面に圧力を受ける管台の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_n$	管台の最小厚さ	mm
—	$t_{no}$	管台の呼び厚さ	mm
t	$t_2$	外面に圧力を受ける管台の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_3$	管台の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm

(3) 評価

管台の最小厚さ( $t_n$ ) $\geq$ 管台に必要な厚さ(t)ならば十分である。

2.2.16 外面に圧力を受ける胴の強め輪の計算

外面に圧力を受ける胴の強め輪の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

2.2.17 内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による強め輪の計算

内面に圧力を受ける円すい形の胴と円筒形の胴との接続による強め輪の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

2.2.18 容器のフランジ付きさら形ふた板の計算

容器のフランジ付きさら形ふた板の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

2.2.19 開放タンクの胴の計算

開放タンクの胴の計算には、構造等に関する設計方針第6条の2第1項及び第2項を適用する。

(1) 算式

a. 円筒形の開放タンクの胴に必要な厚さは次に掲げる値のいずれか大きい値とする。

(a) 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_1$

炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm，その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。

(b) 内面に液圧を受ける胴の計算上必要な厚さ： $t_2$

$$t_2 = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

(c) 胴の内径に応じて必要な厚さ： $t_3$

胴の内径が5mを超えるものについては、胴の内径の区分に応じ構造等に関する設計方針の表より求めた胴の厚さとする。

(d) 外面に液圧又は圧力を受ける胴の計算上必要な厚さ： $t_4$

ア. 厚さが外径の0.1倍以下のものの計算上必要な厚さは次の式による値とする。

$$t_4 = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

イ. 厚さが外径の0.1倍を超えるものの計算上必要な厚さは、次の二つの式により計算したいずれか大きい方の値とする。

$$t_{41} = \frac{D_o \left( \frac{P_e}{B} + 0.0833 \right)}{2.167}$$

$$t_{42} = \frac{D_o}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2P_e}{S_2}} \right)$$

この場合、圧力 $P_e$ は外面に受ける最高の圧力で、環状形槽の場合にあつては下記計算式により計算した値とする。

$$P_e = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

b. 円筒形以外の開放タンクの胴に必要な厚さは次に掲げる値とする。

この場合、圧力 $P$ は下記計算式により計算した値とする。

$$P = 9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

- (a) 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_1$   
炭素鋼鋼板又は低合金鋼鋼板で作られた場合は3mm，その他の材料で作られた場合は1.5mmとする。
- (b) 内面に液圧を受ける球形の胴の計算上必要な厚さ： $t_2$   
第7条第3項第二号ホ又はへに定めるところにより求めた胴の厚さとする。
- (c) 内面に液圧を受ける円すい形の胴の計算上必要な厚さ： $t_2$   
第7条第3項第二号チに定めるところにより求めた胴の厚さとする。
- (d) 外面に圧力を受ける球形の計算上必要な厚さ： $t_3$   
第7条第3項第二号トに定めるところにより求めた胴の厚さとする。
- (e) 外面に圧力を受ける円すい形の胴の計算上必要な厚さ： $t_4$   
第7条第3項第二号リに定めるところにより求めた胴の厚さとする。
- (f) 平板形の胴の計算上必要な厚さ： $t_2$   
第8条の2に定めるところにより求めた胴の厚さとする。

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$D_i$	$D_i$	胴の内径	m
H	H	水頭	m
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	胴に必要な厚さ	mm
—	$t_s$	胴の最小厚さ	mm
—	$t_{so}$	胴の呼び厚さ	mm
—	$t_1$	胴の構造等に関する設計方針上必要な最小厚さ	mm
t	$t_2$	胴の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_3$	胴の内径に応じた必要厚さ	mm
$\eta$	$\eta$	長手継手の効率	—
$\rho$	$\rho$	液体の比重，又は固体(粉体を含む)のかさ比重 ただし，1未満の場合は1とする	—

注記：内面に液圧を受ける円筒形の胴については，上記の記号とし，外面に液圧又は圧力を受ける円筒形の胴については，2.2円筒形の胴の計算を参照のこと。

ただし，この場合，外面に圧力を受ける円筒形の胴の計算上必要な厚さ $t_3$ は $t_4$ に， $t_3$ はそれぞれ $t_{41}$ ， $t_{42}$ に読み替えるものとする。

なお，その他の記号については，2.3球形胴，2.4円すい胴及び2.5平板の項を参照のこと。

(3) 評価

胴の最小厚さ( $t_s$ ) $\geq$ 胴に必要な厚さ(t)ならば十分である。

2.2.20 開放タンクの補強を要しない穴の最大径

構造等に関する設計方針第6条の2第4項第二号を適用する。

2.2.21 開放タンクの底板の計算

開放タンクの底板の計算には、構造等に関する設計方針第6条の2第6項及び第7項を適用する。

(1) 形状の制限

次のいずれかであること。

- a. 平板
- b. 構造等に関する設計方針第8条第1項に規定されている鏡板であること。

(2) 算式

開放タンクの底板に必要な厚さは次によるものとする。

- a. 地面、基礎等に直接接触するものの厚さ： $t_{bm}$

開放タンクの底板の厚さは、構造等に関する設計方針第6条の2第7項第一号により3mm以上とする。

- b. 上記以外のものの底板に必要な暑さ： $t$

構造等に関する設計方針第6条の2第7項第二号を適用する。

ここで、最高使用圧力 $P$ は次式による。

$$P=9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

(a) 鏡板

構造等に関する設計方針第8条第2項の規定による厚さとする。

(b) 平板

構造等に関する設計方針第8条の2第1項、第6項及び第7項の規定による厚さとする。



(3) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
H	H	水頭	m
P	P	最高使用圧力(静水頭圧)	MPa
—	$t_{bm}$	底板の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm
$\rho$	$\rho$	液体の比重, 又は固体(粉体を含む)のかさ比重 ただし, 1未満の場合は1とする	—
t	t	底板の計算上必要な厚さ	mm

注記：その他の記号については，2.8～2.11鏡板の項及び5.1，5.3平板の項を参照のこと。

(4) 評価

底板の最小厚さ( $t_c$ 又は $t_p$ )  $\geq$  底板の計算上必要な厚さ( $t$ 又は $t_{bm}$ )ならば十分である。

### 2.2.22 開放タンクの管台の計算

開放タンクの管台の計算には、構造等に関する設計方針第6条の2第8項を適用する。

#### (1) 算式

開放タンクの管台に必要な厚さは次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

- a. 管台の計算上必要な厚さ： $t_1$

$$t_1 = \frac{D_i H \rho}{0.204 S \eta}$$

- b. 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_2$

炭素鋼鋼管を使用する管台にあつては、管台の外径に応じ構造等に関する設計方針の表より求めた管台の厚さとする。炭素鋼鋼管以外の材料にあつては“—”と表示する。

#### (2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$D_i$	$D_i$	管台の内径	m
H	H	水頭	m
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	管台に必要な厚さ	mm
—	$t_n$	管台の最小厚さ	mm
—	$t_{no}$	管台の呼び厚さ	mm
t	$t_1$	管台の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_2$	管台の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm
$\rho$	$\rho$	液体の比重、又は固体(粉体を含む)のかさ比重 ただし、1未満の場合は1とする	—

#### (3) 評価

管台の最小厚さ( $t_n$ ) $\geq$ 管台に必要な厚さ(t)ならば十分である。

### 2.2.23 熱交換器の管の計算

熱交換器の管の厚さについては、構造等に関する設計方針第11条第1項第一号、第二号及び第三号を適用する。

#### (1) 算式

管に必要な厚さは次に掲げる値のうちいずれか大きい値とする。

- a. 内面に圧力を受ける管： $t_1$

$$t_1 = \frac{PD_o}{2S\eta + 0.8P}$$

- b. 外面に圧力を受ける管： $t_2$

構造等に関する設計方針の図より求めた厚さ、ただし図から求められない場合は、次の計算式により計算した値。

$$t_2 = \frac{3P_e D_o}{4B}$$

- c. 構造等に関する設計方針上必要な厚さ： $t_3$

炭素鋼鋼管を使用する管にあつては、管の外径に応じて構造等に関する設計方針の表より求めた管の厚さとする。

#### (2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
B	B	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までに より求めた値	—
$D_o$	$D_o$	管の外径	mm
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	t	管に必要な厚さ	mm
—	$t_t$	管の最小厚さ	mm
—	$t_{to}$	管の呼び厚さ	mm
t	$t_1$	内圧時の管の計算上必要な厚さ	mm
t	$t_2$	外圧時の管の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_3$	管の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm

#### (3) 評価

管の最小厚さ ( $t_t$ )  $\geq$  管に必要な厚さ ( $t$ ) ならば十分である。

## 2.2.24 穴の補強計算

### 2.2.24.1 容器の穴の補強計算の記号説明

胴、鏡板及び平板(面積計算を行う場合)の穴の補強計算に用いる記号は下記とする。

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
—	$A_{jr}$	大きい穴の補強に必要な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{j0}$	大きい穴の補強に有効な総面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{j1}$	大きい穴の胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{j2}$	大きい穴の管台の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{j3}$	大きい穴のすみ肉溶接の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{j4}$	大きい穴の強め板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
$A_r$	$A_r$	穴の補強に必要な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{rD}$	片側断面についての穴の補強に必要な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_0$	補強に有効な総面積	$\text{mm}^2$
$A$	$A_1$	胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_2$	管台の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_3$	すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_4$	強め板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{0D}$	$X_1 \neq X_2$ の場合の片側断面についての補強に有効な総面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{1D}$	$X_1 \neq X_2$ 場合の片側断面についての胴、鏡板又は平板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{2D}$	$X_1 \neq X_2$ の場合の片側断面についての管台の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{3D}$	$X_1 \neq X_2$ の場合の片側断面についてのすみ肉溶接の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$A_{4D}$	$X_1 \neq X_2$ の場合の片側断面についての強め板の部分の補強に有効な面積	$\text{mm}^2$
—	$B_e$	強め板の外径	mm
$d$	$d$	断面に現われる穴の径	mm

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
D <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	円筒形胴及び球形胴にあつては胴の内径 円すい形胴にあつては、穴の中心を通り軸に垂直な断面の内径 さら形及び半だ円形鏡板にあつては鏡板のフランジ部の内径 全半球形鏡板にあつては鏡板の内径 円すい形鏡板にあつては穴の中心を通り軸に垂直な断面の内径 平板にあつては、第8条の2で規定する直径又は最小スパン	mm
D	D <sub>iL</sub>	半だ円形鏡板の内面における長径	mm
—	D <sub>iS</sub>	半だ円形鏡板の内面における短径	mm
—	D <sub>on</sub>	管台の外径	mm
—	d <sub>e</sub>	断面に現れる補正穴の径	mm
—	d <sub>h</sub>	平板の穴の径	mm
—	d <sub>j</sub>	大きい穴の補正を要する限界径	mm
—	d <sub>w</sub>	図-3.1～図-3.17参照	mm
F	F	係数	—
—	F <sub>1</sub>	すみ肉溶接の許容せん断応力の係数	—
—	F <sub>2</sub>	突合せ溶接の許容せん断応力の係数	—
—	F <sub>3</sub>	突合せ溶接の許容引張応力の係数	—
—	F <sub>4</sub>	管台壁の許容せん断応力の係数	—
K <sub>1</sub>	K <sub>1</sub>	半だ円形鏡板の長径と短径との比による係数	—
—	L <sub>1</sub>	溶接の脚長	mm
—	L <sub>2</sub>	溶接の脚長	mm
—	L <sub>3</sub>	溶接の脚長	mm
—	L <sub>4</sub>	溶接の脚長	mm
—	L <sub>5</sub>	溶接の脚長	mm
—	R	さら形鏡板にあつては鏡板の中央部における内面の半径 半だ円形鏡板にあつては(D <sub>iL</sub> ・K <sub>1</sub> ) 全半球形鏡板にあつては鏡板の内半径	mm

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
—	$R_i$	一体形管台のコーナー部半径	mm
—	$S_e$	強め板材の許容引張応力	MPa
S	$S_n$	管台材の許容引張応力	MPa
S	$S_s$	胴板材，鏡板材又は平板の許容引張応力	MPa
—	$S_{w1}$	すみ肉溶接部の許容せん断応力	MPa
—	$S_{w2}$	突合せ溶接部の許容せん断応力	MPa
—	$S_{w3}$	突合せ溶接部の許容引張応力	MPa
—	$S_{w4}$	管台壁の許容せん断応力	MPa
$t_e$	$t_e$	強め板の最小厚さ	mm
$t_n$	$t_n$	管台の最小厚さ	mm
—	$t_{no}$	管台の呼び厚さ	mm
$t_{nr}$	$t_{nr}$	管台の計算上必要な厚さ	mm
$t_s$	$t_s$	胴，鏡板又は平板の最小厚さ	mm
$t_{sr}$	$t_{sr}$	胴，鏡板又は平板の継目がない場合の計算上必要な厚さ	mm
—	$W_{ebp1}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	$W_{ebp2}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	$W_{ebp3}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	$W_{ebp4}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	$W_{ebp5}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	$W_{ebp6}$	予想される破断箇所の強さ	N
—	WELD-	管台溶接形式コード 図-3.1～図-3.17参照	—
—	$W_{e1}$	すみ肉溶接部のせん断力 (管台取付部胴，鏡板又は平板の外側)	N
—	$W_{e2}$	すみ肉溶接部のせん断力 (管台取付部胴，鏡板又は平板の内側)	N
—	$W_{e3}$	すみ肉溶接部のせん断力(強め板取付部)	N
—	$W_{e4}$	突合せ溶接部のせん断力 (胴，鏡板又は平板と強め板との突合せ部)	N
—	$W_{e5}$	突合せ溶接部のせん断力(管台取付部)	N

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
—	$W_{e6}$	突合せ溶接部の引張力 (胴, 鏡板又は平板の部分径 $D_{on}$ において)	N
—	$W_{e7}$	突合せ溶接部の引張力 (胴, 鏡板又は平板の部分径 $d_w$ において)	N
—	$W_{e8}$	突合せ溶接部の引張力 (強め板の部分径 $D_{on}$ において)	N
—	$W_{e9}$	突合せ溶接部の引張力 (強め板の部分径 $d_w$ において)	N
—	$W_{e10}$	管台のせん断力	N
—	$W_{e11}$	すみ肉溶接部のせん断力 (胴, 鏡板又は平板の部分径 $d_w$ において)	N
—	$W_1, W_2$	溶接部にかかる荷重	N
—	$W$	溶接部の負うべき荷重	N
—	$X$	補強の有効範囲。ただし, 構造上計算した有効範囲がとれない場合は, 構造上とりうる範囲	mm
—	$X_1$	補強の有効範囲	mm
—	$X_2$	補強の有効範囲	mm
—	$X_j$	大きい穴の補強に有効な範囲	mm
—	$X_{j1}$	大きい穴の補強に有効な範囲	mm
—	$X_{j2}$	大きい穴の補強に有効な範囲	mm
—	$Y_1$	補強の有効範囲	mm
—	$Y_2$	補強の有効範囲	mm
—	$\alpha$	胴板, 鏡板及び平板と管台の交角	°
$\theta$	$\theta$	円すい形鏡板における円すいの頂角の2分の1	°
$\eta$	$\eta$	穴が長手継手又は胴と全半球形鏡板との接合部の周継手を通る場合はその継手の効率, その他の場合は1	—

## 2.2.24.2 容器の胴の穴の補強計算

容器の胴の穴の補強計算には、構造等に関する設計方針第7条第7項を適用する。

管台形式及び各部の記号については図-3.1～図-3.17を参照のこと。

容器の胴に穴を設ける場合は以下の手順により穴の補強計算を行う。

### (1) 穴の補強

#### a. 補強に必要な面積

補強に必要な面積については、構造等に関する設計方針第7条第7項第一号を適用する。ただし、外圧を受ける場合は補強に必要な面積を50パーセントとすることができる。

#### (a) 円筒形又は円すい形の場合

ア. 管台の一部分が胴の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 55, 57, 58の場合

$$A_r = dt_{sr}F$$

イ. 管台の一部分が胴の部分となっている場合

$$A_r = dt_{sr}F + 2(1 - S_n/S_s) t_{sr}Ft_n$$

( $S_n/S_s > 1$ の場合は $S_n/S_s = 1$ とする。以下同じ)

#### (b) 球形の場合

ア. 管台の一部分が胴の部分となっていない場合及びWELD-38, 52の場合

$$A_r = d_e t_{sr}$$

管台の一部分が胴の部分となっている場合

$$A_r = d_e t_{sr} + 2(1 - S_n/S_s) t_{sr}t_n$$

#### b. 補強に有効な範囲

補強に有効な範囲については、構造等に関する設計方針第7条第7項第一号イを適用する。

#### (a) 円筒形、円すい形及び球形の場合

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \max(d, d/2 + t_s + t_n)$$

$$Y_1 = \min(2.5t_s, 2.5t_n + t_e)$$

$$Y_2 = \min(2.5t_s, 2.5t_n)$$

ただし、構造上計算した有効範囲がとれない場合は、構造上とりうる



範囲。

c. 補強に有効な面積

補強に有効な面積については、構造等に関する設計方針第7条第7項第一号ロを適用する。

(a) 胴の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が胴の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X - d)$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr}) (t_s + t_n)$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、胴からの突出部でない補強に有効な面積を $A_1$ とし、 $A_1$ の算出に当たっては、 $S_n/S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部が胴の部分となっている場合、次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X - d) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) \cdot 2 t_n$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr}) (t_s + t_n) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) \cdot 2 t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台が胴の内側に突出していない場合及びWELD-8, 38の場合

$$A_2 = 2(t_n - t_{nr}) Y_1 S_n/S_s$$

イ. 管台が胴の内部に突出している場合

$$A_2 = 2 \{ (t_n - t_{nr}) Y_1 + t_n Y_2 \} S_n/S_s$$

ウ. WELD-51, 52の場合

$$A_2 = 2(t_n - t_{nr}) Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、補強の有効範囲内でないコーナーR部の面積は除く。また、WELD-53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、胴からの突出部の補強に有効な面積を $A_2$ とする。

ただし、

$$t_{nr} = \frac{Pd}{2S_n - 1.2P}$$

ここで、胴板の面に対し、管台が垂直に取り付けられない場合は、

$$t_{nr} = \frac{P d \sin \alpha}{2S_n - 1.2P}$$

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_3 = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、補強の有効範囲にないすみ肉溶接の部分は除く。

(d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_4 = \{ \min(B_e, X) - D_{on} \} t_e \cdot S_e / S_s$$

( $S_e / S_s > 1$ の場合は $S_e / S_s = 1$ とする。以下同じ)

(e) 補強に有効な総面積

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 補強に有効な範囲 $X_1 \neq X_2$ の場合の補強に有効な面積の確認

補強に有効な面積の確認については、構造等に関する設計方針第7条第7項第五号を適用する。

補強に必要な面積の2分の1以上の補強に有効な面積は穴の中心線の両側にあることが必要である。

ただし、補強に有効な範囲 $X_1 = X_2$ の場合は上記条件を満足することが明らかであるので確認することを省略する。

(a) 補強に必要な面積の2分の1

$$A_{rD} = A_r / 2$$

(b)  $X_1$ 又は $X_2$ いずれか小さいほうの断面における補強に有効な面積

ア. 胴の部分の補強に有効な面積

(ア) 管台の一部が胴の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d/2 \}$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、胴からの突出部でない補強に有効な面積を $A_{1D}$ とする。

(イ) 管台の一部が胴の部分となっている場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d/2 \} - (1 - S_n / S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) \cdot t_n$$

イ. 管台の部分の補強に有効な面積

$$A_{2D} = A_2 / 2$$

ウ. すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{3D} = A_3 / 2$$

エ. 強め板部分の補強に有効な面積

$$A_{4D} = A_4 / 2$$

オ. 補強に有効な総面積

$$A_{0D} = A_{1D} + A_{2D} + A_{3D} + A_{4D}$$

(2) 大きい穴の補強

大きい穴の補強については、構造等に係る設計方針第7条第7項第四号を適用する。

a. 大きい穴の補強を要する限界径

(a)  $D_i$ が1500mm以下の場合

$$d_j = D_i / 2$$

ただし、500mmを超える場合は500mmとする。

(b)  $D_i$ が1500mmを超える場合

$$d_j = D_i / 3$$

ただし1000mmを超える場合は1000mmとする。

よって、 $d > d_j$ の場合は補強に必要な面積の3分の2以上の補強に有効な面積が穴の周囲から穴の径の4分の1の範囲内にある必要がある。

b. 大きい穴の補強に必要な面積

$$A_{jr} = 2 / 3 \cdot A_r$$

c. 大きい穴の補強に有効な範囲

$$X_j = X_{j1} + X_{j2}$$

$$X_{j1} = X_{j2} = d / 2 + d / 4$$

ただし、構造上計算した有効範囲がとれない場合は構造上とりうる範囲とする。

d. 大きい穴の補強に有効な面積

(a) 胴の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が胴の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d)$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、胴から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_{j1}$ とし、 $A_{j1}$ の算出に当たっては、 $S_n / S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部分が胴の部分となっている場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) \cdot 2t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台が胴の内側に突出していない場合及びWELD-8, 38の場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ \min(X_j, D_{on}) - d \} / 2 - t_{nr} ] Y_1 \cdot S_n/S_s$$

イ. 管台が胴の内側に突出している場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ (\min(X_j, D_{on}) - d) / 2 - t_{nr} \} Y_1 + t_n Y_2 ] \cdot S_n/S_s$$

ウ. WELD-51, 52の場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ (\min(X_j, D_{on}) - d) / 2 - t_{nr} \} Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、大きい穴の補強の有効範囲内にないコーナーR部の面積は除く。

また、WELD-53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、胴から突出している部分の補強に有効な面積を $A_{j2}$ とする。

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{j3} = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、大きい穴の補強の有効範囲内にないすみ肉溶接の部分は除く。

(d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_{j4} = \{ \min(B_e, X_j) - D_{on} \} t_e S_e / S_s$$

(e) 大きい穴の補強に有効な総面積

$$A_{j0} = A_{j1} + A_{j2} + A_{j3} + A_{j4}$$

(3) 溶接部の強度

溶接部の強度については、構造等に関する設計方針第7条第7項第八号及び第九号を適用する。

a. 溶接部の負うべき荷重

(a) 次の2つの計算式( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = (A_0 - A_1) S_s$$

(b) 管台の一部分が胴の部分となっていない場合及びWELD-8, 38の場合

$$W_2 = (d_{sr} - A_1) S_s$$

(c) 管台の一部分が胴の部分となっている場合

$$W_2 = (d_w t_{sr} - A_1) S_s$$

$$\text{よって, } W = \min(W_1, W_2)$$

ただし, WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合は次の2つの計算式( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = \{A_0 - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} S_s$$

$$W_2 = \{d_w t_{sr} - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} S_s$$

$$\text{よって, } W = \min(W_1, W_2)$$

b. 溶接部の単位面積当たりの強さ

$$S_{w1} = S_s F_1$$

$$S_{w2} = S_s F_2$$

$$S_{w3} = S_s F_3$$

$$S_{w4} = \min(S_s, S_n) F_4$$

c. 継手部の強さ

$$W_{e1} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_1 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_3 \cdot S_{w1} \text{ (WELD-17以外の場合)}$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot (d - 2 \cdot L_2) \cdot L_2 \cdot S_{w1} \text{ (WELD-17の場合)}$$

$$W_{e3} = \pi \cdot 1/2 \cdot B_e \cdot L_2 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e4} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot \left( \frac{d_w - D_{on}}{2} \right) \cdot S_{w2}$$

$$W_{e5} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left( \frac{D_{on} + d}{2} \right) \cdot t_n \cdot S_{w2}$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_s \cdot S_{w3} \text{ (WELD-5, 6, 14, 35, 36, 44以外の場合)}$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_4 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-5, 6, 14, 35, 36, 44の場合)}$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_s \cdot S_{w3} \text{ (WELD-6, 36以外の場合)}$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot L_4 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-6, 36の場合)}$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_e \cdot S_{w3} \text{ (WELD-14, 44以外の場合)}$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_5 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-14, 44の場合)}$$

$$W_{e9} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_e \cdot S_{w3}$$

$$W_{e10} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left(\frac{D_{on} + d}{2}\right) \cdot t_n \cdot S_{w4}$$

$$W_{e11} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot \left(\frac{D_{on} - d_w}{2} + L_1\right) \cdot S_{w1}$$

d. 予想される破断箇所の強さ

(a) WELD-1, 31の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e5D}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e5}$$

(b) WELD-2, 32の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(c) WELD-3, 33の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(d) WELD-4, 34の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e11}} \textcircled{W_{e7}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e11} + W_{e7}$$

ただし、 $D_{on} = d_w$ の場合は $W_{ebp1} = W_{ebp3}$ となるため $W_{ebp3}$ を省略する。

(e) WELD-5, 35の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(f) WELD-6, 36の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e7}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e7}$$

(g) WELD-8, 38の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}} \quad \text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(h) WELD-9, 39の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(i) WELD-11, 41の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e2}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(j) WELD-12, 42の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(k) WELD-13, 43の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e5}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e5}$$

(l) WELD-14, 44の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e10}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(m) WELD-15, 16, 45, 46の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e7}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(n) WELD-17の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

(o) WELD-18, 48の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(p) WELD-19, 49の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e7}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(q) WELD-51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(r) WELD-56の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

(4) 評価

胴の穴の補強は、下記の条件を満足すれば十分である。

$$A_0 > A_r$$

$$A_{0D} > A_{rD} \text{ (ただし, } X_1 \neq X_2 \text{ の場合のみ)}$$

$$A_{j0} > A_{jr} \text{ (ただし, 大きい穴の補強を要する場合のみ)}$$

すべて予想される破断箇所の強さ  $\geq W$



### 2.2.24.3 容器の鏡板の穴の補強計算

容器の鏡板の穴の補強計算については、構造等に関する設計方針第8条第4項を適用する。

管台形式及び各部の記号については図-3.1～図-3.17を参照のこと。

容器の鏡板に穴を設ける場合は以下の手順による穴の補強計算を行う。

#### (1) 穴の補強

##### a. 補強に必要な面積

補強に必要な面積については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。

##### (a) 円すい形の場合

ア. 管台の一部分が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 57, 58の場合

$$A_r = dt_{sr}F \quad (F=1とする。以下同じ)$$

イ. 管台の一部分が鏡板の部分となっている場合

$$A_r = dt_{sr}F + 2(1 - S_n/S_s)t_{sr}Ft_n$$

( $S_n/S_s > 1$ の場合は $S_n/S_s = 1$ とする。以下同じ)

##### (b) 半だ円形, さら形, 全半球形の場合

ア. 管台の一部分が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-38, 52の場合

$$A_r = d_e t_{sr} F$$

イ. 管台の一部分が鏡板の部分となっている場合

$$A_r = d_e t_{sr} F + 2(1 - S_n/S_s)t_{sr}Ft_n$$

(ア) さら形鏡板にあつて、中低面に圧力を受けるものは

$$t_{sr} = \frac{PRW}{2S_s \eta - 0.2P} \quad (W=1, \eta=1とする)$$

(イ) 半だ円形鏡板にあつて、中低面に圧力を受けるものは

$$t_{sr} = \frac{PR}{2S_s \eta - 0.2P}$$

(ウ) 全半球鏡板にあつて(厚さが $0.356R$ 以下のもの)、中低面に圧力を受けるものは

$$t_{sr} = \frac{PR}{2S_s \eta - 0.2P}$$

(エ) 円すい形鏡板にあって、中低面に圧力を受けるものは

$$t_{sr} = \frac{PD_i}{2 \cos \theta (S_s \eta - 0.6P)}$$

b. 補強に有効な範囲

補強に有効な面積については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \max(d, d/2 + t_s + t_n)$$

$$Y_1 = \min(2.5t_s, 2.5t_n + t_e)$$

$$Y_2 = \min(2.5t_s, 2.5t_n)$$

c. 補強に有効な面積

補強に有効な面積については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。

(a) 鏡板の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d)$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr})(t_s + t_n)$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、鏡板が突出していない部分の補強に有効な面積を $A_1$ とし、 $A_1$ の算出に当たっては $S_n/S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部が鏡板の部分となっている場合、次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d) - (1 - S_n/S_s)(\eta t_s - Ft_{sr})2t_n$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr})(t_s + t_n) - (1 - S_n/S_s)(\eta t_s - Ft_{sr})2t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台が鏡板の内側に突出していない場合及びWELD-8, 38の場合

$$A_2 = 2(t_n - t_{nr})Y_1 \cdot S_n/S_s$$

イ. 管台が鏡板の内側に突出している場合

$$A_2 = 2 \{ (t_n - t_{nr}) Y_1 + t_n Y_2 \} \cdot S_n / S_s$$

ウ. WELD-51, 52の場合

$$A_2 = 2 (t_n - t_{nr}) Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、補強の有効範囲内がないコーナーR部の面積は除く。また、WELD-53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、鏡板から突出している部分の補強に有効な面積を $A_2$ とする。

ただし、

$$t_{nr} = \frac{Pd}{2S_n - 1.2P}$$

ここで、鏡板の面に対し、管台が垂直に取り付けられない場合は、

$$t_{nr} = \frac{Pd \sin \alpha}{2S_n - 1.2P}$$

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_3 = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、補強の有効範囲にないすみ肉溶接の部分は除く。

(d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_4 = \{ \min(B_e, X) - D_{on} \} t_e \cdot S_e / S_s$$

( $S_e / S_s > 1$ の場合は $S_e / S_s = 1$ とする。以下同じ)

(e) 補強に有効な総面積

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

d. 補強の有効範囲 $X_1 \neq X_2$ の場合の補強に有効な面積の確認

補強の有効な面積の確認については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。補強に必要な面積の2分の1以上の補強に有効な面積は穴の中心線の両側にあることが必要である。

ただし、補強の有効範囲 $X_1 = X_2$ の場合は上記条件を満足することがあきらかであるので確認することを省略する。

(a) 補強に必要な面積の2分の1

$$A_{rD} = A_r / 2$$

(b)  $X_1$ または $X_2$ いずれか小さい方の断面における補強に有効な面積

ア. 鏡板の部分の補強に有効な面積

- (ア) 管台の一部が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 58, 60の場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d/2 \}$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、鏡板から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_{1D}$ とする。

- (イ) 管台の一部が鏡板の部分となっている場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d/2 \} - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) t_n$$

- イ. 管台の部分の補強に有効な面積

$$A_{2D} = A_2 / 2$$

- ウ. すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{3D} = A_3 / 2$$

- エ. 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_{4D} = A_4 / 2$$

- オ. 補強に有効な総面積

$$A_{0D} = A_{1D} + A_{2D} + A_{3D} + A_{4D}$$

(2) 大きい穴の補強

大きい穴の補強については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。

- a. 大きい穴の補強を要する穴の限界径

- (a)  $D_i$ が1500mm以下の場合

$$d_j = D_i / 2$$

ただし、500mmを超える場合は500mmとする。

- (b)  $D_i$ が1500mmを超える場合

$$d_j = D_i / 3$$

ただし、1000mmを超える場合は1000mmとする。

よって、 $d > d_j$ の場合は補強に必要な面積の3分の2以上の補強に有効な面積が穴の周囲から穴の径の4分の1の範囲内に有る必要がある。

- b. 大きい穴の補強に必要な面積

$$A_{jR} = 2/3 \cdot A_r$$

c. 大きい穴の補強に有効な範囲

$$X_j = X_{j1} + X_{j2}$$

$$X_{j1} = X_{j2} = d/2 + d/4$$

d. 大きい穴の補強に有効な面積

(a) 鏡板の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-8, 38, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d)$$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合、鏡板から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_{j1}$ とし、 $A_{j1}$ の算出に当たっては、 $S_n/S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部が鏡板の部分となっている場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) 2t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の鏡板の内側に突出していない場合及びWELD-8, 38の場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ \min(X_j, D_{on}) - d \} / 2 - t_{nr} ] Y_1 \cdot S_n/S_s$$

イ. 管台が鏡板の内側に突出している場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ \min(X_j, D_{on}) - d \} / 2 - t_{nr} ] Y_1 + t_n Y_2 \cdot S_n/S_s$$

ウ. WELD-51, 52の場合

$$A_{j2} = 2 [ \{ \min(X_j, D_{on}) - d \} / 2 - t_{nr} ] Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、大きい穴の補強の範囲内にないコーナーR部の面積は除く。

また、WELD-53, 54, 57, 58, 59, 60の場合は、鏡板から突出している部分の補強に有効な面積を $A_{j2}$ とする。

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{j3} = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、大きい穴の補強の有効範囲内にないすみ肉溶接の部分は除く。

(d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_{j4} = \{ \min(B_e, X_j) - D_{on} \} t_e \cdot S_e/S_s$$

(e) 大きい穴の補強に有効な総面積

$$A_{j0} = A_{j1} + A_{j2} + A_{j3} + A_{j4}$$

(3) 溶接部の強度

溶接部の強度については、構造等に関する設計方針第8条第4項第一号を適用する。

a. 溶接部の負うべき荷重

(a) 次の2つの計算式( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = (A_0 - A_1) S_s$$

(b) 管台の一部が鏡板の部分となっていない場合及びWELD-8, 38の場合

$$W_2 = (d_w t_{sr} - A_1) S_s$$

(c) 管台の一部が鏡板の部分となっている場合

$$W_2 = (d_w t_{sr} - A_1) S_s$$

よって、 $W = \min(W_1, W_2)$

ただし、WELD-51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60の場合は次の2つの計算式

( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = \{A_0 - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} \cdot S_s$$

$$W_2 = \{d_w t_{sr} - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} \cdot S_s$$

よって、 $W = \min(W_1, W_2)$

b. 溶接部の単位面積当たりの強さ

$$S_{w1} = S_s F_1$$

$$S_{w2} = S_s F_2$$

$$S_{w3} = S_s F_3$$

$$S_{w4} = \min(S_s, S_n) F_4$$

c. 継ぎ手部の強さ

$$W_{e1} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_1 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_3 \cdot S_{w1} \quad (\text{WELD-17以外の場合})$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot (d - 2 \cdot L_2) \cdot L_2 \cdot S_{w1} \quad (\text{WELD-17の場合})$$

$$W_{e3} = \pi \cdot 1/2 \cdot B_e \cdot L_2 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e4} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot \left( \frac{d_w - D_{on}}{2} \right) \cdot S_{w2}$$

$$W_{e5} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left( \frac{D_{on} + d}{2} \right) \cdot t_n \cdot S_{w2}$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_s \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-5, 6, 14, 35, 36, 44以外の場合})$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_4 \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-5, 6, 14, 35, 36, 44の場合})$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_s \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-6, 36以外の場合})$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot L_4 \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-6, 36の場合})$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_e \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-14, 44以外の場合})$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_5 \cdot S_{w3} \quad (\text{WELD-14, 44の場合})$$

$$W_{e9} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_e \cdot S_{w3}$$

$$W_{e10} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left( \frac{D_{on} + d}{2} \right) \cdot t_n \cdot S_{w4}$$

$$W_{e11} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot \left( \frac{D_{on} - d_w}{2} + L_1 \right) \cdot S_{w1}$$

d. 予想される破断箇所の強さ

(a) WELD-1, 31の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e5D}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e5}$$

(b) WELD-2, 32の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(c) WELD-3, 33の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(d) WELD-4, 34の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e11}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e11} + W_{e7}$$

ただし、 $D_{ow} = d_w$ の場合は  $W_{ebp1} = W_{ebp3}$  となるため  $W_{ebp3}$  を省略する。

(e) WELD-5, 35の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(f) WELD-6, 36の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e7}$$

(g) WELD-8, 38の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(h) WELD-9, 39の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$



(i) WELD-11, 41の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e2}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(j) WELD-12, 42の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(k) WELD-13, 43の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5D}}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e5}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e5}$$

(l) WELD-14, 44の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e10}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(m) WELD-15, 16, 45, 46の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(n) WELD-17の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

(o) WELD-18, 48の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(p) WELD-19, 49の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e7}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(q) WELD-51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 60の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(4) 評価

鏡板の穴の補強は下記の条件を満足すれば十分である。

$$A_0 > A_r$$

$$A_{0D} > A_{rD} \quad (\text{ただし, } X_1 \neq X_2 \text{ の場合のみ})$$

$$A_{j0} > A_{jr} \quad (\text{ただし, 大きい穴の補強を要する場合のみ})$$

すべての予想される破断箇所の強さ  $\geq W$

#### 2.2.24.4 容器の平板の穴の補強計算

容器の平板の穴の補強計算については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

管台形式及び各部の記号については図-3.1～図-3.17を参照のこと。

容器の平板に穴を設ける場合は以下の手順による穴の補強計算を行う。

なお、図中において、 $d$ を $d_h$ と読みかえる。

##### (1) 穴の補強

###### a. 補強に必要な面積

補強に必要な面積については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

- (a) 管台の一部が平板の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 55, 57, 58の場合

$$A_r = d_h t_{sr}$$

- (b) 管台の一部が平板の部分となっている場合

$$A_r = d_h t_{sr} F + 2(1 - S_n / S_s) t_{sr} F t_n$$

( $S_n / S_s > 1$ の場合は $S_n / S_s = 1$ とする。以下同じ)

###### b. 補強に有効な範囲

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = X_2 = \max(d_h, d_h / 2 + t_s + t_n)$$

$$Y_1 = \min(2.5 t_s, 2.5 t_n + t_e)$$

$$Y_2 = \min(2.5 t_s, 2.5 t_n)$$

ただし、構造上計算した有効範囲がとれない場合は構造上とりうる範囲とする。

c. 補強に有効な面積

補強に有効な面積については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

(a) 平板の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が平板の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 57, 58の場合、次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X - d_h)$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr}) (t_s + t_n)$$

ただし、WELD-51, 53, 54, 57, 58の場合、平板から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_1$ とし、 $A_1$ の算出に当たっては、 $S_n/S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部が平板の部分となっている場合

次の2つの式により計算したいずれか大きい値とする。

$$A_1 = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X - d_h) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) 2t_n$$

$$A_1 = 2(\eta t_s - Ft_{sr}) (t_s + t_n) - (1 - S_n/S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) 2t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台が平板の内側に突出していない場合及びWELD-8の場合

$$A_2 = 2(t_n - t_{nr}) Y_1 \cdot S_n/S_s$$

イ. 管台が平板の内側に突出している場合

$$A_2 = 2 \{ (t_n - t_{nr}) Y_1 + t_n Y_2 \} \cdot S_n/S_s$$

ウ. WELD-51の場合

$$A_2 = 2(t_n - t_{nr}) Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、補強の有効範囲内でないコーナーR部の面積は除く。また、WELD-53, 54, 57, 58の場合、平板から突出している部分に有効な面積を $A_2$ とする。

ただし、

$$t_{nr} = \frac{Pd}{2S_n - 1.2P}$$

ここで、平板の面に対し、管台が垂直に取り付けられない場合は、

$$t_{nr} = \frac{Pd \sin \alpha}{2S_n - 1.2P}$$

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_3 = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、補強の有効範囲内にないすみ肉溶接の部分は除く。

- (d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_4 = \{ \min(B_e, X) - D_{on} \} t_e \cdot S_e / S_s$$

( $S_e / S_s > 1$ の場合は $S_e / S_s = 1$ とする。以下同じ)

- (e) 補強に有効な総面積

$$A_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

- d. 補強に有効な範囲 $X_1 \neq X_2$ の場合の補強に有効な面積の確認

補強に有効な面積の確認については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

補強に必要な面積の2分の1以上の補強に有効な面積は穴の中心線の両側にあることが必要である。

ただし、補強の有効範囲 $X_1 = X_2$ の場合は上記条件を満足することがあきらかであるので確認することを省略する。

- (a) 補強に有効な面積の2分の1

$$A_{rD} = A_r / 2$$

- (b)  $X_1$ 又は $X_2$ はいずれか小さい方の断面における補強に有効な面積

ア. 平板の部分の補強に有効な面積

- (ア) 管台の一部が平板の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 57, 58の場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d_h / 2 \}$$

ただし、WELD-51, 53, 54, 57, 58の場合、平板から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_{1D}$ とする。

- (イ) 管台の一部が平板の部分となっている場合

$$A_{1D} = (\eta t_s - Ft_{sr}) \{ \min(X_1, X_2) - d_h / 2 \} - (1 - S_n / S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) t_n$$

イ. 管台の部分の補強に有効な面積

$$A_{2D} = A_2 / 2$$

ウ. すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{3D} = A_3 / 2$$

エ. 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_{4D} = A_4 / 2$$

オ. 補強に有効な総面積

$$A_{0D} = A_{1D} + A_{2D} + A_{3D} + A_{4D}$$

(2) 大きい穴の補強

大きい穴の補強については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

a. 大きい穴の補強を要する穴の限界径

(a)  $D_i$ が1500mm以下の場合

$$d_j = D_i / 2$$

ただし、500mmを超える場合は500mmとする。

(b)  $D_i$ が1500mmを超える場合

$$d_j = D_i / 3$$

ただし、1000mmを超える場合は1000mmとする。

よって、 $d_h > d_j$ の場合は補強に必要な面積の3分の2以上の補強に有効な面積が穴の周囲から穴の径の4分の1の範囲内に有る必要がある。

b. 大きい穴の補強に必要な面積

$$A_{jF} = 2 / 3 \cdot A_r$$

c. 大きい穴の補強に有効な範囲

$$X_j = X_{j1} + X_{j2}$$

$$X_{j1} = X_{j2} = d_h / 2 + d_h / 4$$

ただし、構造上計算した有効範囲がとれない場合は構造上とりうる範囲とする。

d. 大きい穴の補強に有効な面積

(a) 平板の部分の補強に有効な面積

ア. 管台の一部が平板の部分となっていない場合及びWELD-8, 51, 53, 54, 57, 58の場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d_h)$$

ただし、WELD-51, 53, 54, 57, 58の場合、平板から突出していない部分の補強に有効な面積を $A_{j1}$ とし、 $A_{j1}$ の算出にあたっては、 $S_n / S_s$ にて補正する。

イ. 管台の一部が平板の部分となっている場合

$$A_{j1} = (\eta t_s - Ft_{sr}) (X_j - d_h) - (1 - S_n / S_s) (\eta t_s - Ft_{sr}) 2t_n$$

(b) 管台の部分の補強に有効な面積

ア. 管台が平板の内側に突出していない場合及びWELD-8の場合

$$A_{j2} = 2 \left[ \frac{\{\min(X_j, D_{on}) - d_h\}}{2 - t_{nr}} \right] Y_1 \cdot S_n / S_s$$

イ. 管台が平板の内側に突出している場合

$$A_{j2} = 2 \left[ \frac{\{\min(X_j, D_{on}) - d_h\}}{2 - t_{nr}} \right] Y_1 + t_n Y_2 \cdot S_n / S_s$$

ウ. WELD-51の場合

$$A_{j2} = 2 \left[ \frac{\{\min(X_j, D_{on}) - d_h\}}{2 - t_{nr}} \right] Y_1 + 2 \left( 1 - \frac{\pi}{4} \right) R_i^2$$

ただし、大きい穴の補強の範囲内にないコーナーR部の面積は除く。

また、WELD-53, 54, 57, 58の場合は、平板から突出している部分の補強に有効な面積を $A_{j2}$ とする。

(c) すみ肉溶接の部分の補強に有効な面積

$$A_{j3} = L_1 \cdot L_1 + L_2 \cdot L_2 + L_3 \cdot L_3$$

ただし、大きい穴の補強の有効範囲内にないすみ肉溶接の部分は除く。

(d) 強め板の部分の補強に有効な面積

$$A_{j4} = \{\min(B_e, X_j) - D_{on}\} t_e \cdot S_e / S_s$$

(e) 大きい穴の補強に有効な総面積

$$A_{j0} = A_{j1} + A_{j2} + A_{j3} + A_{j4}$$

(3) 溶接部の強度

溶接部の強度については、構造等に関する設計方針第8条の2第14項を適用する。

a. 溶接部の負うべき荷重

(a) 次の2つの計算式( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = (A_0 - A_1) S_s$$

(b) 管台の一部が平板の部分となっていない場合及びWELD-8の場合

$$W_2 = (d_h t_{sr} - A_1) S_s$$

(c) 管台の一部が平板の部分となっている場合

$$W_2 = (d_w t_{sr} - A_1) S_s$$

よって、 $W = \min(W_1, W_2)$

ただし、WELD-51, 53, 54, 57, 58の場合は、次の2つの計算式( $W_1$ 及び $W_2$ )により求めた荷重のうちいずれか小さい方

$$W_1 = \{A_0 - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} \cdot S_s$$

$$W_2 = \{d_w t_{sr} - (\eta t_s - Ft_{sr})(X - d_w)\} \cdot S_s$$

よって、 $W = \min(W_1, W_2)$

b. 溶接部の単位面積当たりの強さ

$$S_{w1} = S_s F_1$$

$$S_{w2} = S_s F_2$$

$$S_{w3} = S_s F_3$$

$$S_{w4} = \min(S_s, S_n) F_4$$

c. 継ぎ手部の強さ

$$W_{e1} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_1 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_3 \cdot S_{w1} \text{ (WELD-17以外の場合)}$$

$$W_{e2} = \pi \cdot 1/2 \cdot (d_h - 2 \cdot L_2) \cdot L_2 \cdot S_{w1} \text{ (WELD-17の場合)}$$

$$W_{e3} = \pi \cdot 1/2 \cdot B_e \cdot L_2 \cdot S_{w1}$$

$$W_{e4} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot \left( \frac{d_w - D_{on}}{2} \right) \cdot S_{w2}$$

$$W_{e5} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left( \frac{D_{on} + d_h}{2} \right) \cdot t_n \cdot S_{w2}$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_s \cdot S_{w3} \text{ (WELD-5, 6, 14以外の場合)}$$

$$W_{e6} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_4 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-5, 6, 14の場合)}$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_s \cdot S_{w3} \text{ (WELD-6以外の場合)}$$

$$W_{e7} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot L_4 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-6の場合)}$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot t_e \cdot S_{w3} \text{ (WELD-14以外の場合)}$$

$$W_{e8} = \pi \cdot 1/2 \cdot D_{on} \cdot L_5 \cdot S_{w3} \text{ (WELD-14の場合)}$$

$$W_{e9} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot t_e \cdot S_{w3}$$

$$W_{e10} = \pi \cdot 1/2 \cdot \left( \frac{D_{on} + d_h}{2} \right) \cdot t_n \cdot S_{w4}$$

$$W_{e11} = \pi \cdot 1/2 \cdot d_w \cdot \left( \frac{D_{on} - d_w}{2} + L_1 \right) \cdot S_{w1}$$



d. 予想される破断箇所の強さ

(a) WELD-1の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e5}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e5D}}$$

を通る強さ =  $W_{e5}$

(b) WELD-2の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e2}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

(c) WELD-3の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e6}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}}$$

を通る強さ =  $W_{e7}$

(d) WELD-4の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e6}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e11}} \textcircled{W_{e7}}$$

を通る強さ =  $W_{e11} + W_{e7}$

ただし、 $D_{on} = d_w$ の場合は  $W_{ebp1} = W_{ebp3}$  となるため  $W_{ebp3}$  を省略する。

(e) WELD-5の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e6}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

(f) WELD-6の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e7}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e7}$

(g) WELD-8の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e2}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

(h) WELD-9の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

を通る強さ =  $W_{e1} + W_{e10}$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e7}}$$

を通る強さ =  $W_{e7}$

(i) WELD-11の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e2}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e4} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(j) WELD-12の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(k) WELD-13の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e5D}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e5}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e5}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e5}$$

(l) WELD-14の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e10}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(m) WELD-15, 16の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e7}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(n) WELD-17の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e2}$$

(o) WELD-18の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(p) WELD-19の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e7}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

$$W_{ebp5} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e7}$$

$$W_{ebp6} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e10}$$

(q) WELD-51, 53, 54, 55, 57, 58の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e7}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e7}$$

(r) WELD-56の場合

$$W_{ebp1} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp2} = \textcircled{W_{e1}} \textcircled{W_{e8}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e1} + W_{e8} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp3} = \textcircled{W_{e9}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e6}} \textcircled{W_{e2}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e9} + W_{e4} + W_{e6} + W_{e2}$$

$$W_{ebp4} = \textcircled{W_{e3}} \textcircled{W_{e4}} \textcircled{W_{e10}}$$

$$\text{を通る強さ} = W_{e3} + W_{e4} + W_{e10}$$

(4) 評価

平板の穴の補強は下記の条件を満足すれば十分である。

$$A_0 > A_r / 2$$

$$A_{0D} > A_{rD} / 2 \text{ (ただし, } X_1 \neq X_2 \text{ の場合のみ)}$$

$$A_{j0} > A_{jr} / 2 \text{ (ただし, 大きい穴の補強を要する場合のみ)}$$

すべての予想される破断箇所の強さ  $\geq W$

#### 2.2.24.5 開放タンクの胴の穴の補強計算

開放タンクの胴の穴の補強計算には、構造等に関する設計方針第6条の2第5項を適用する。

ただし、穴の径が85mm以下の場合は補強を要しない。

開放タンクの胴の穴を設ける場合は、「3.2 容器の胴の穴の補強計算」を適用する。

ここで、最高使用圧力Pは次式による。

$$P=9.80665 \times 10^{-3} H \rho$$

上式で使用する記号説明は以下のとおりである。

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
H	H	水頭	m
$\rho$	$\rho$	液体の比重又は固体(粉体を含む)のかさ比重、 ただし、1未満の場合は1とする	—

#### 2.2.24.6 管の穴の補強計算の記号説明

管の穴の補強計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

#### 2.2.24.7 管の穴の補強計算

管の穴の補強計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

#### 2.2.24.8 2以上の穴が接近しているときの補強計算

本強度計算には、構造等に関する設計方針第7条第7項第二号を適用する。

##### (1) 算式

2つ以上の穴が近接しているためそれぞれの補強に有効な範囲が重なり合うときは次による。

重なり合う部分の面積は、2つ以上の穴の補強に有効な面積としない。

$$d=1.2 \left( \frac{d_1+d_2}{2} \right)$$

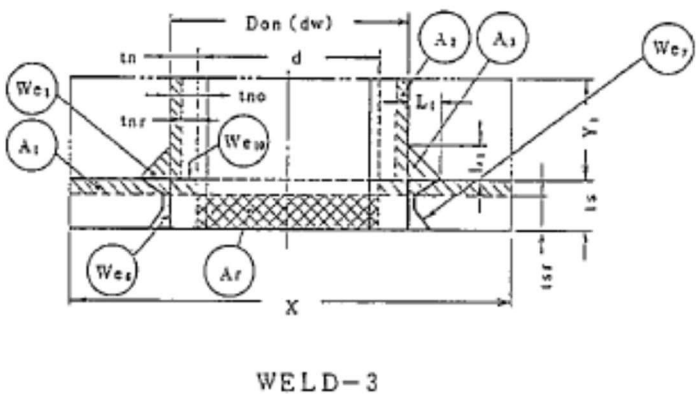
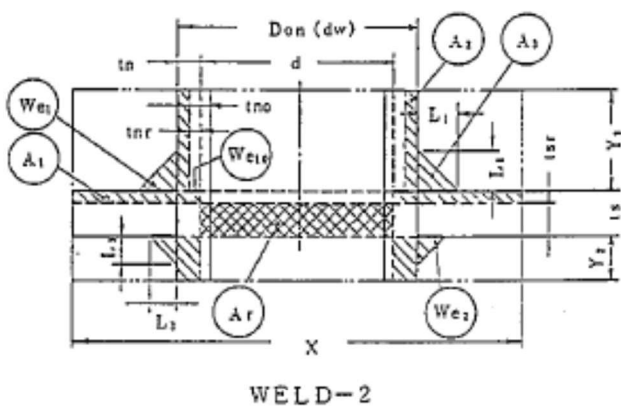
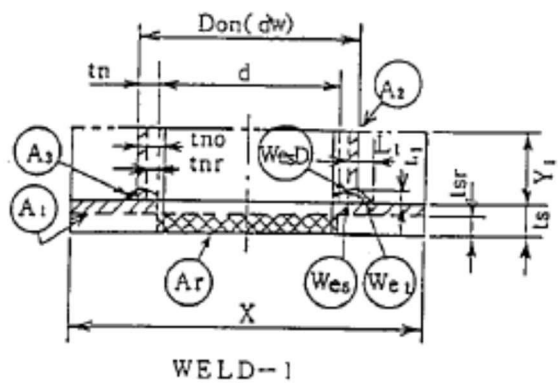
$$A_r=0.5(A_{r1}+A_{r2})$$

$$A_s=0.7\theta t_{sr}F$$

$$A_d=A_1 + A_2$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
A <sub>s</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>1</sub> とA <sub>2</sub> の和	mm <sup>2</sup>
	A <sub>r</sub>	A <sub>r1</sub> とA <sub>r2</sub> の和の1/2	mm <sup>2</sup>
	A <sub>rs</sub>	2つの穴の間の強め材の断面積	mm <sup>2</sup>
	A <sub>r1</sub>	2つの穴のそれぞれの補強に必要な断面積	mm <sup>2</sup>
	A <sub>r2</sub>		
	A <sub>s</sub>	2つの穴の間に必要な胴の断面積 (胴板内に溶着された管壁を含む)	mm <sup>2</sup>
	A <sub>1</sub>	2つの穴の間及び強め板の断面積の和	mm <sup>2</sup>
	A <sub>2</sub>	2つの穴の間の胴板内に溶着された管壁の断面積	mm <sup>2</sup>
	D	2つの穴の中心間に必要な距離	mm
	d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub>	2つの穴のそれぞれの直径	mm
F	F	係数	—
ℓ	ℓ	2つの穴の中心間の距離	mm
t <sub>sr</sub>	t <sub>sr</sub>	胴, 鏡板又は平板の継ぎ目がない場合の計算上必要な厚さ	mm





 補強に有効な面積  

 補強に必要な面積

図-3.1



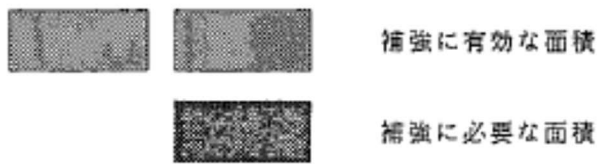
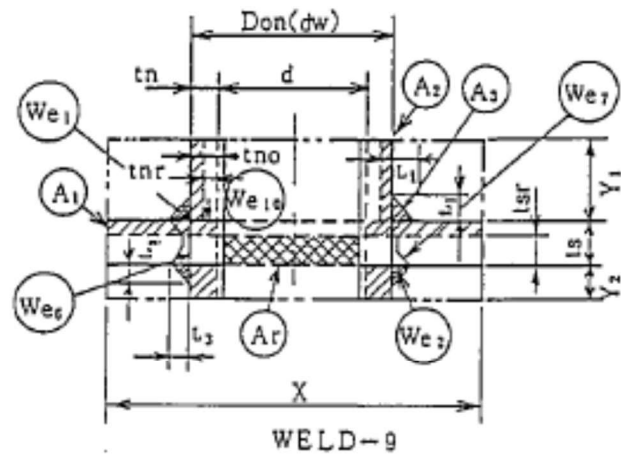
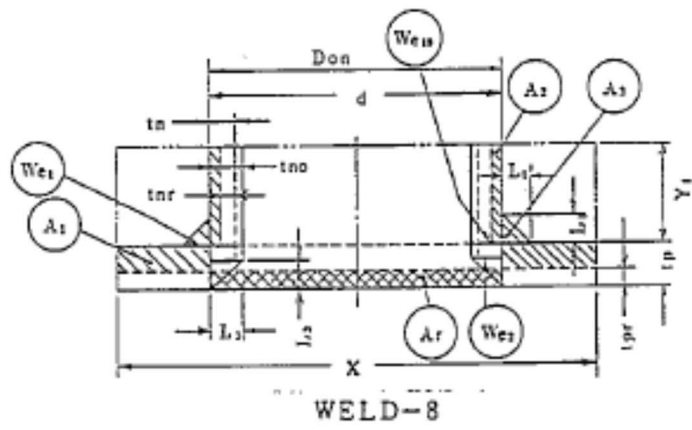


図-3.3



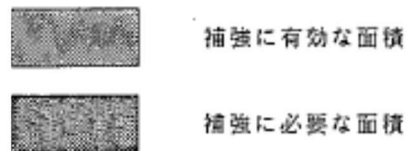
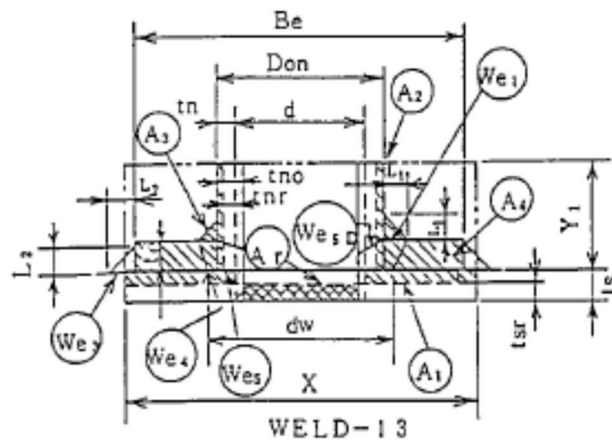
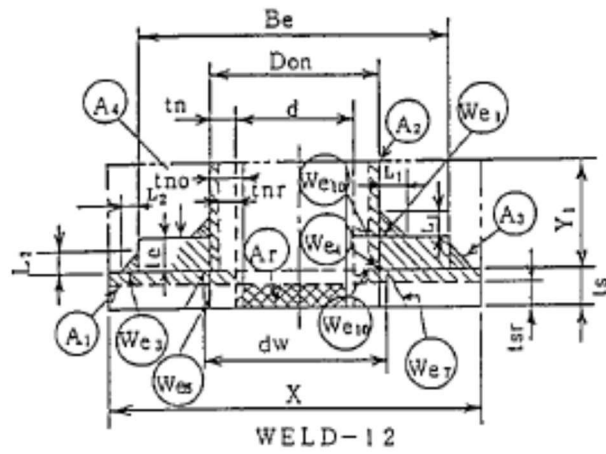
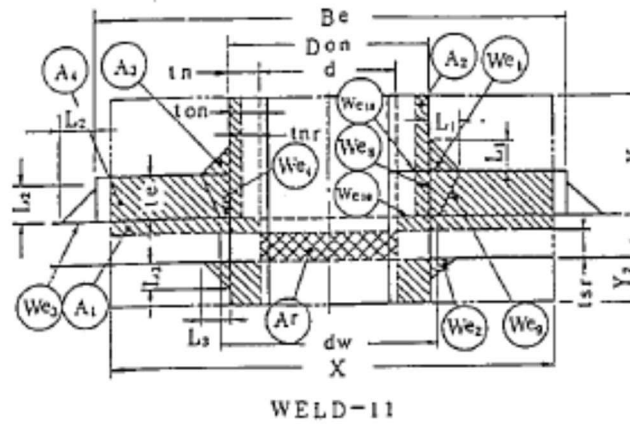
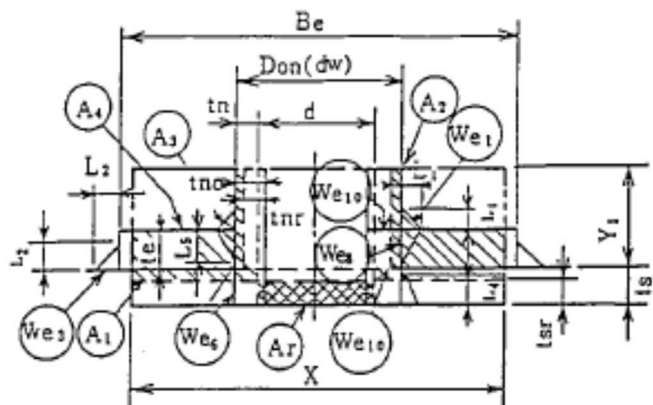
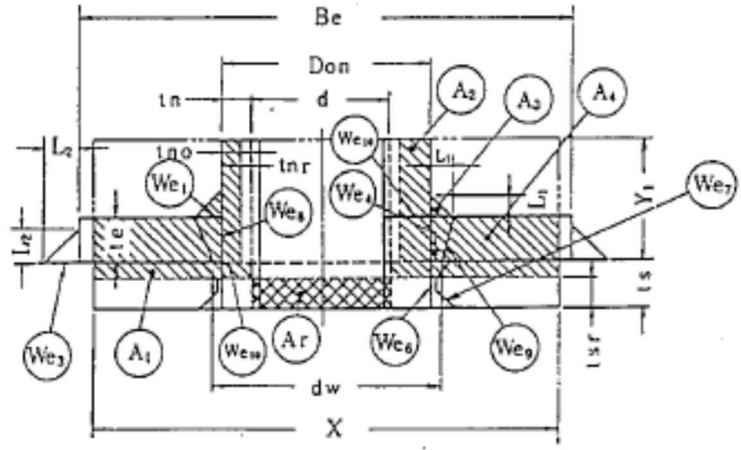


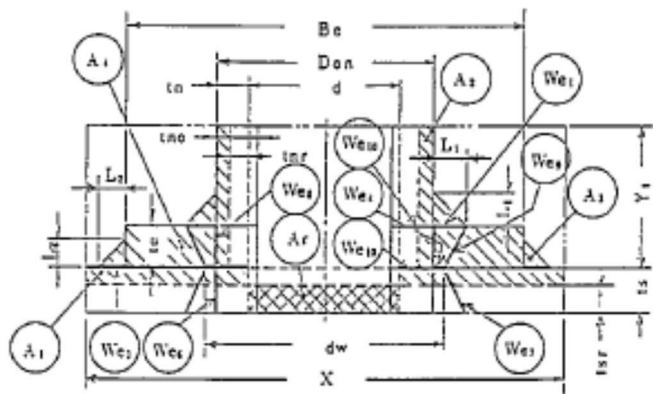
図-3.4



WELD-14



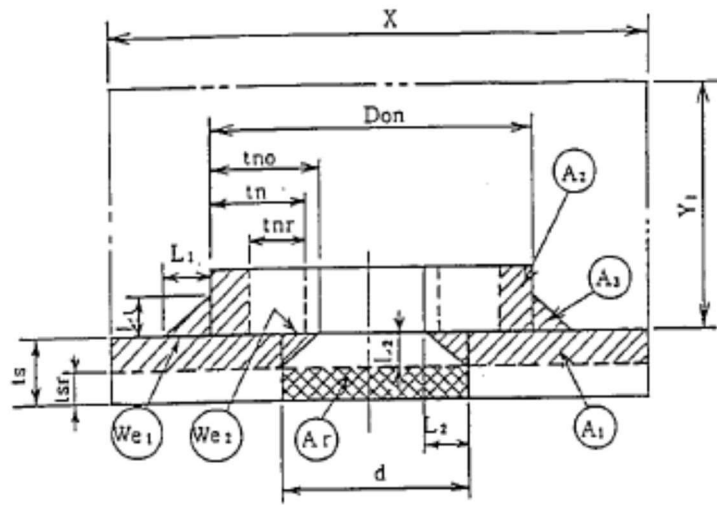
WELD-15



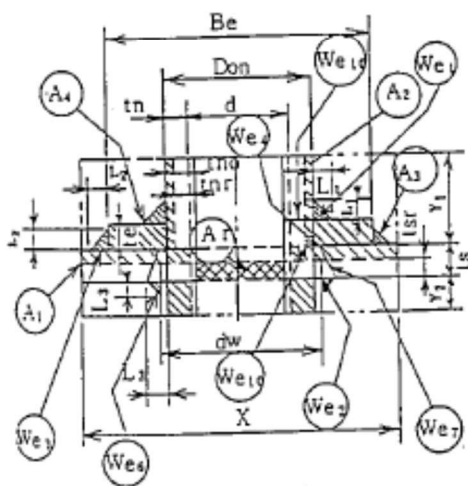
WELD-16

-  補強に有効な面積
-  補強に必要な面積

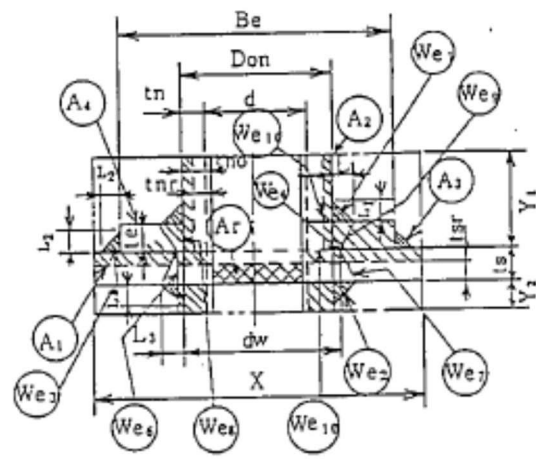
図-3.5



WELD-17



WELD-18



WELD-19

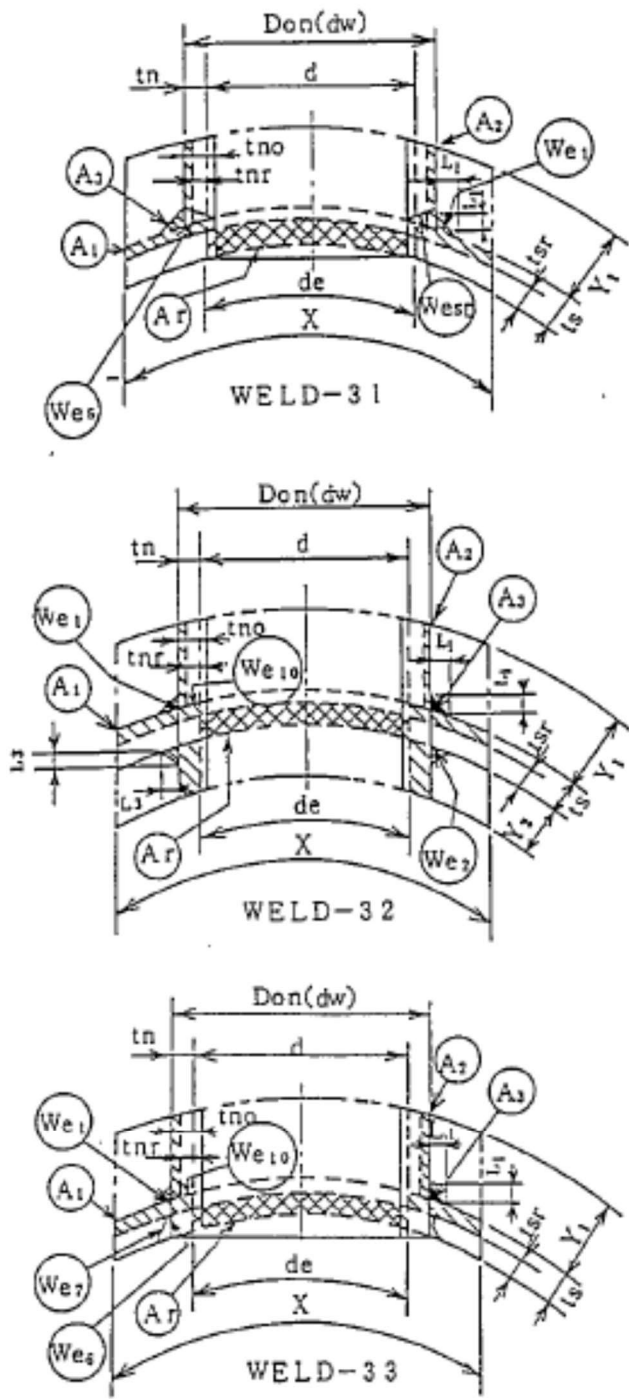


補強に有効な面積



補強に必要な面積

図-3.6



 補強に有効な面積  
 補強に必要な面積

図-3.7

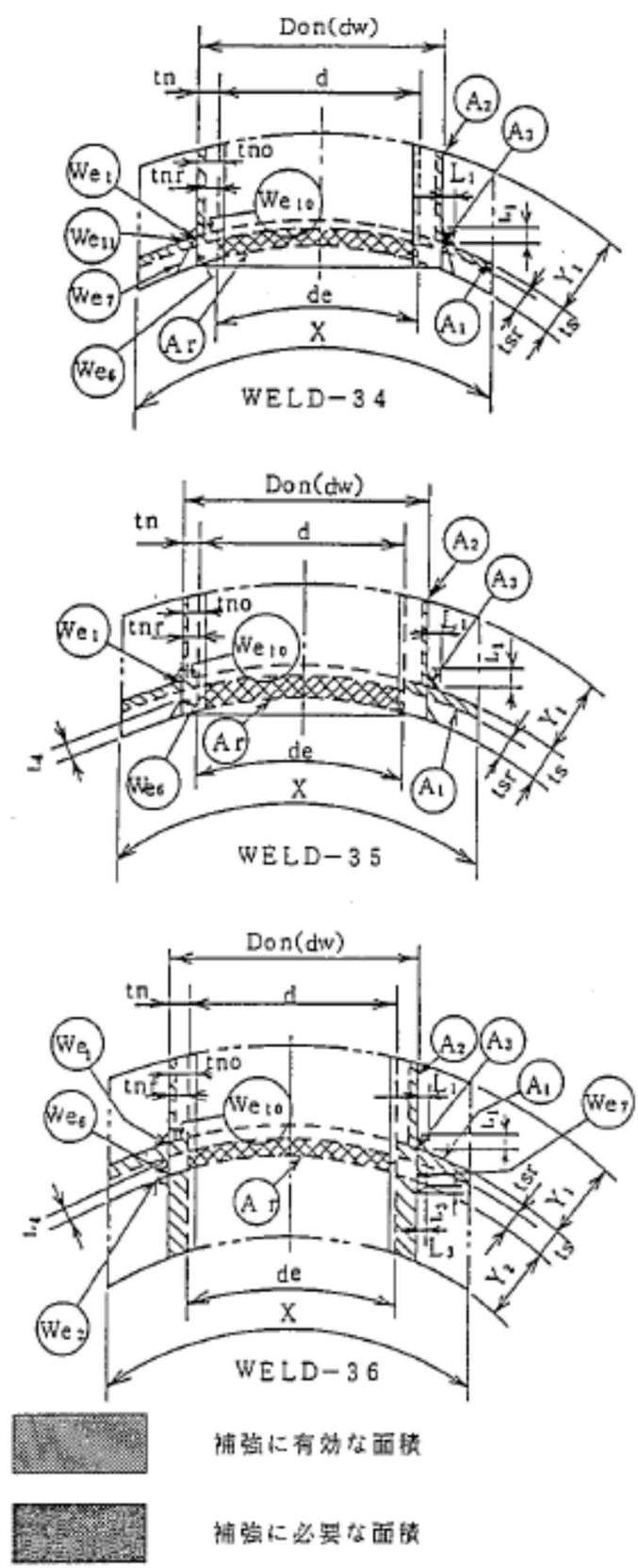
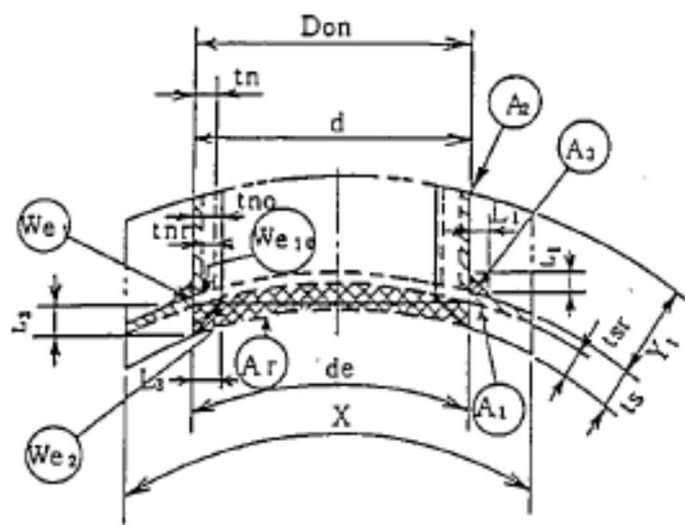
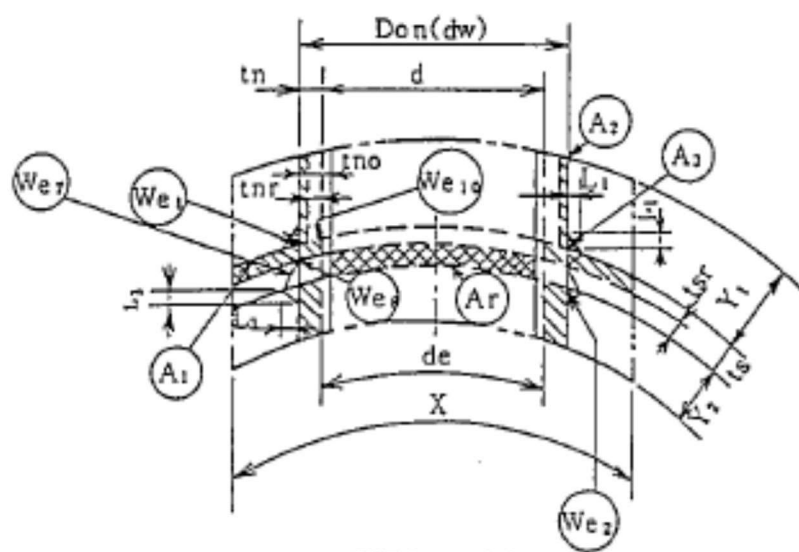


図-3.8



WELD-38



WELD-39

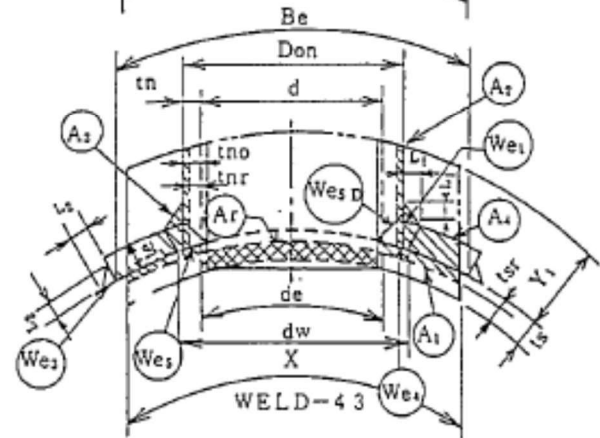
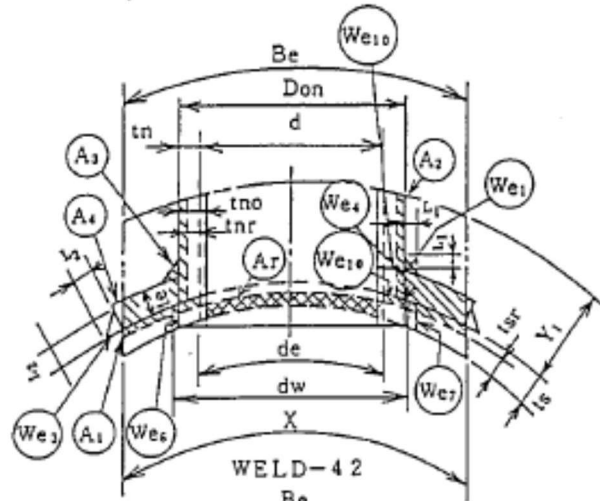
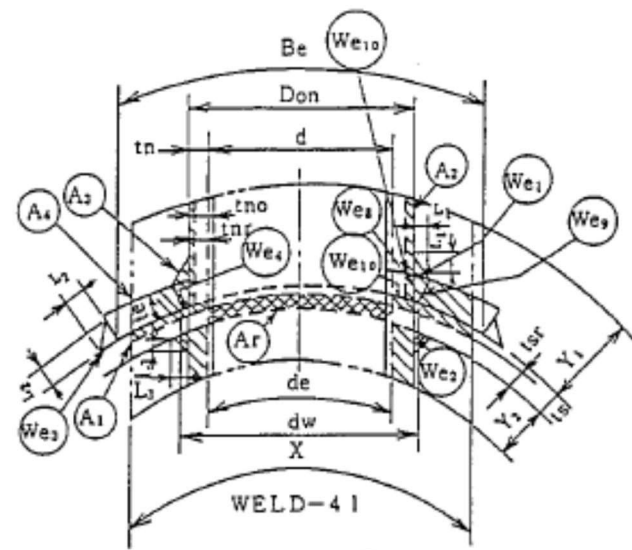


補強に有効な面積



補強に必要な面積

図-3.9





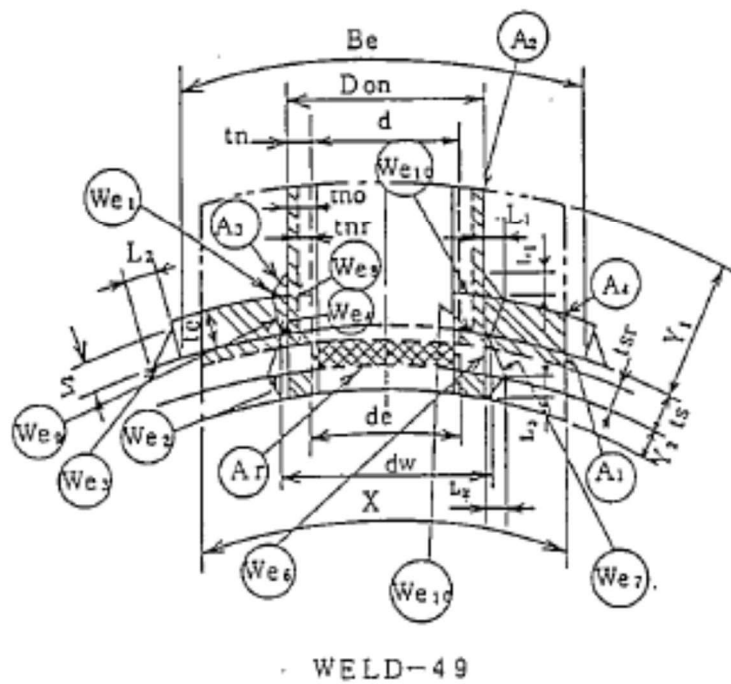
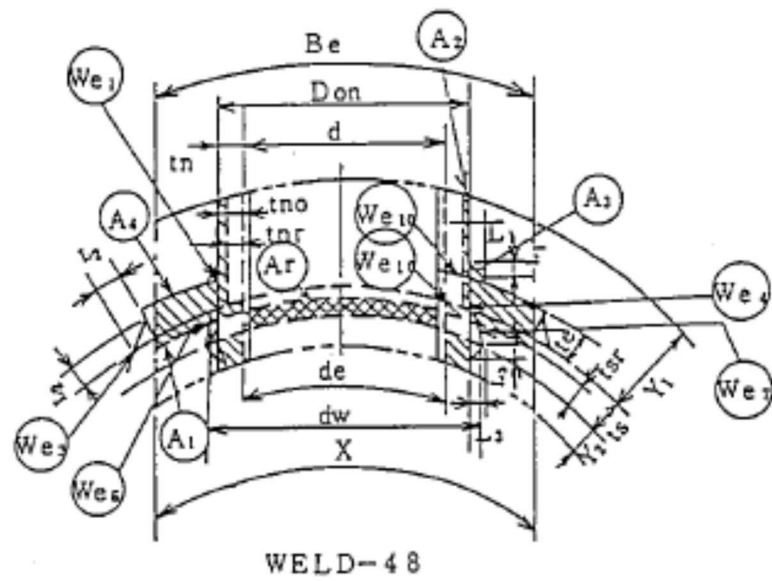
-  補強に有効な面積
-  補強に必要な面積

図-3.10





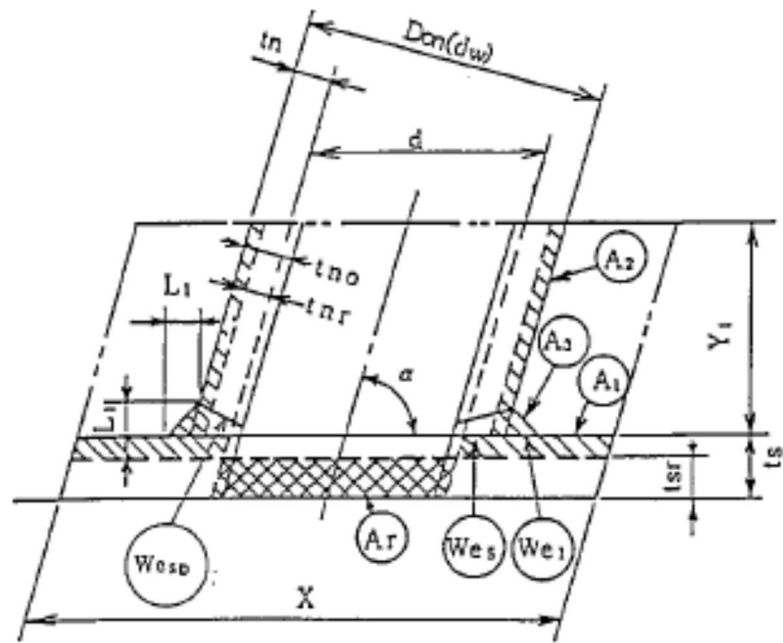


補強に有効な面積

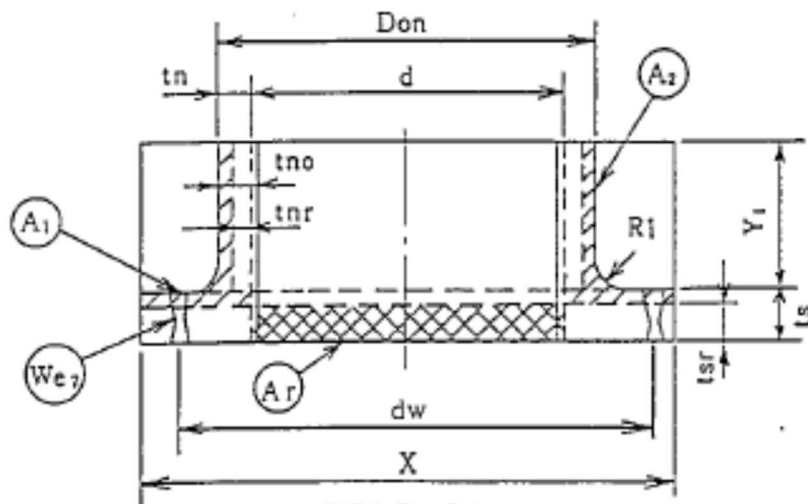


補強に必要な面積

図-3.12



WELD-50



WELD-51

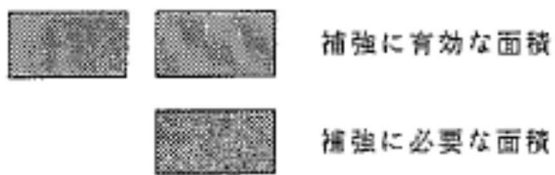


図-3.13



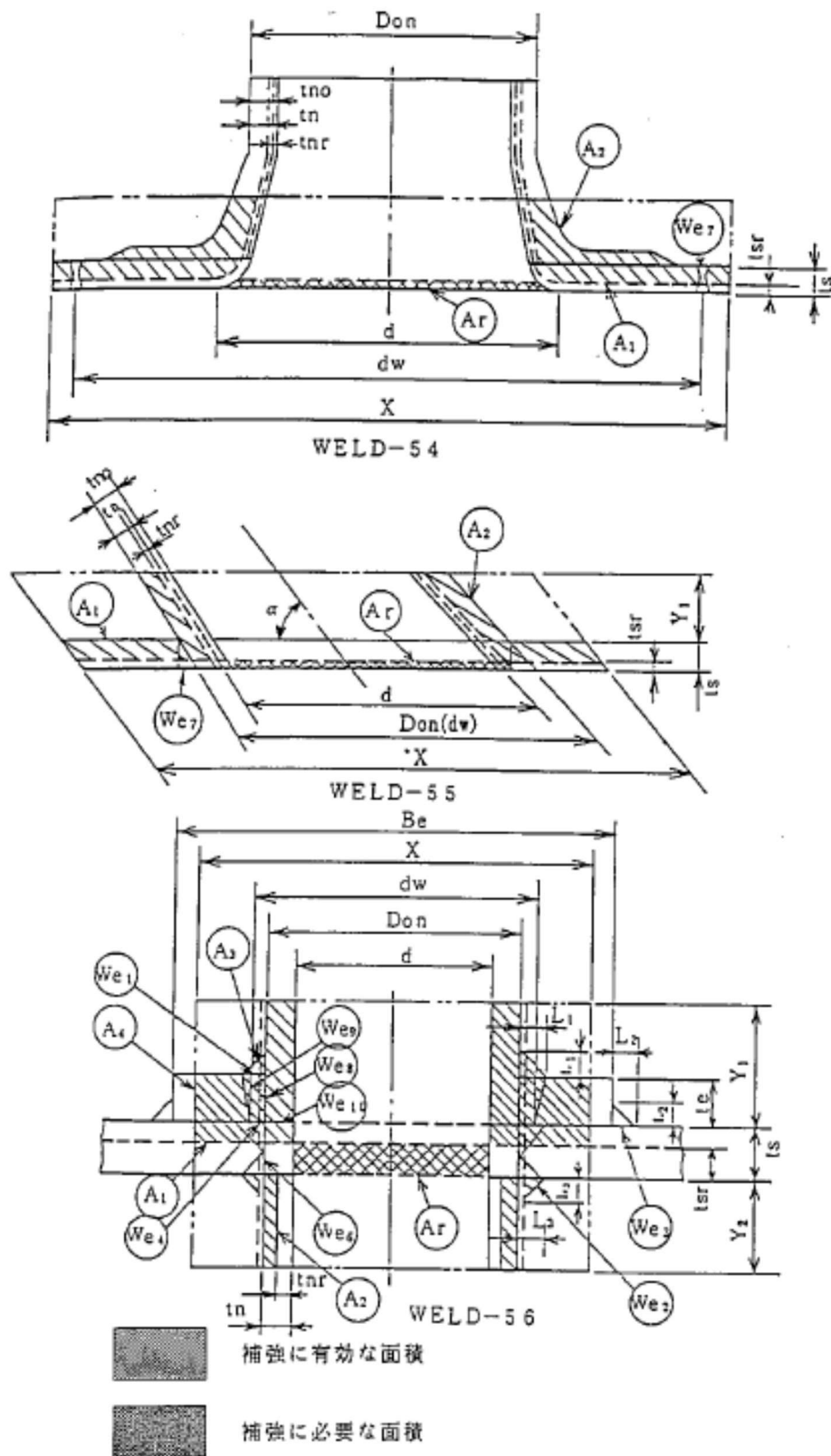


図-3.15

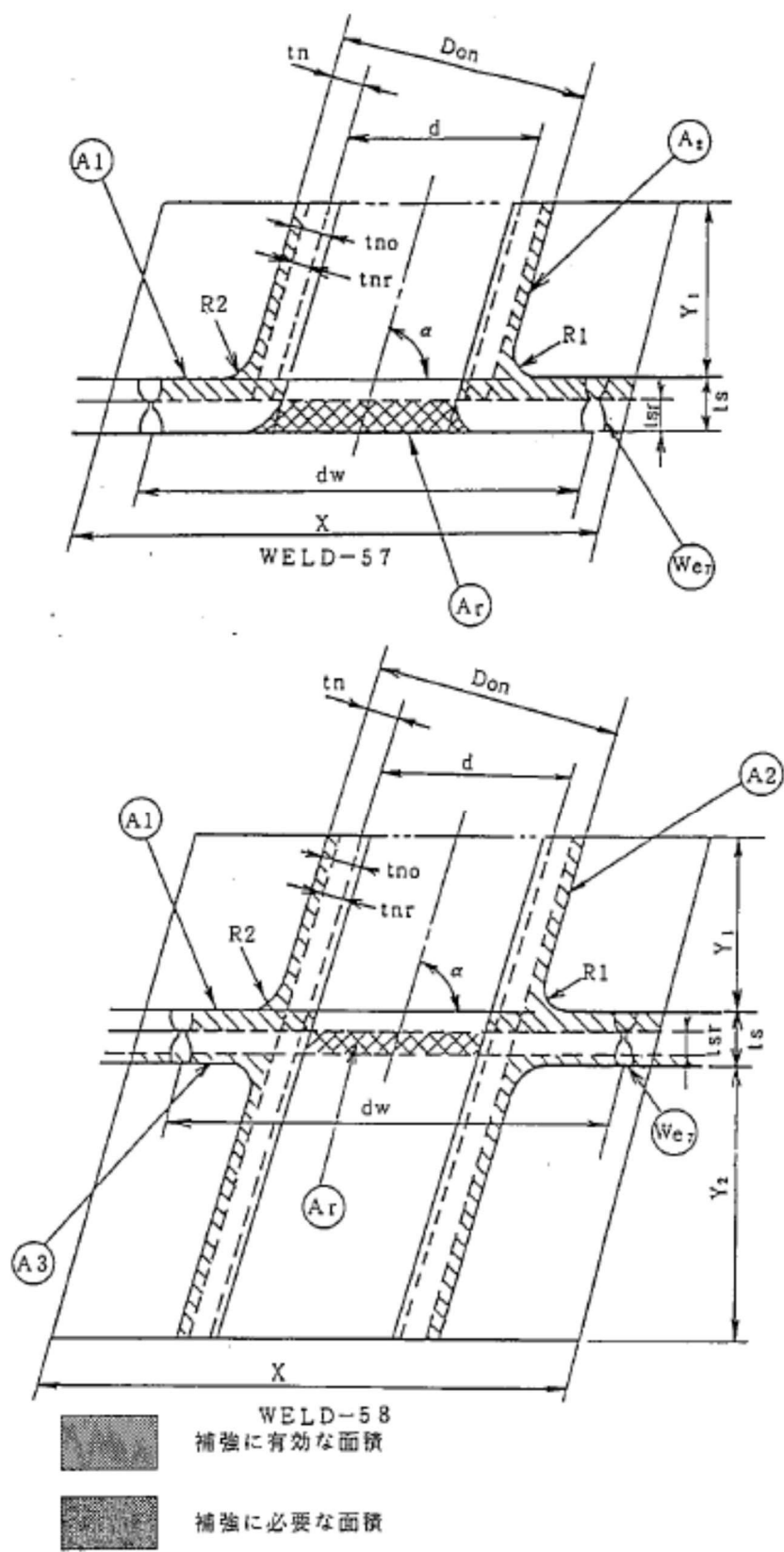


図-3.16

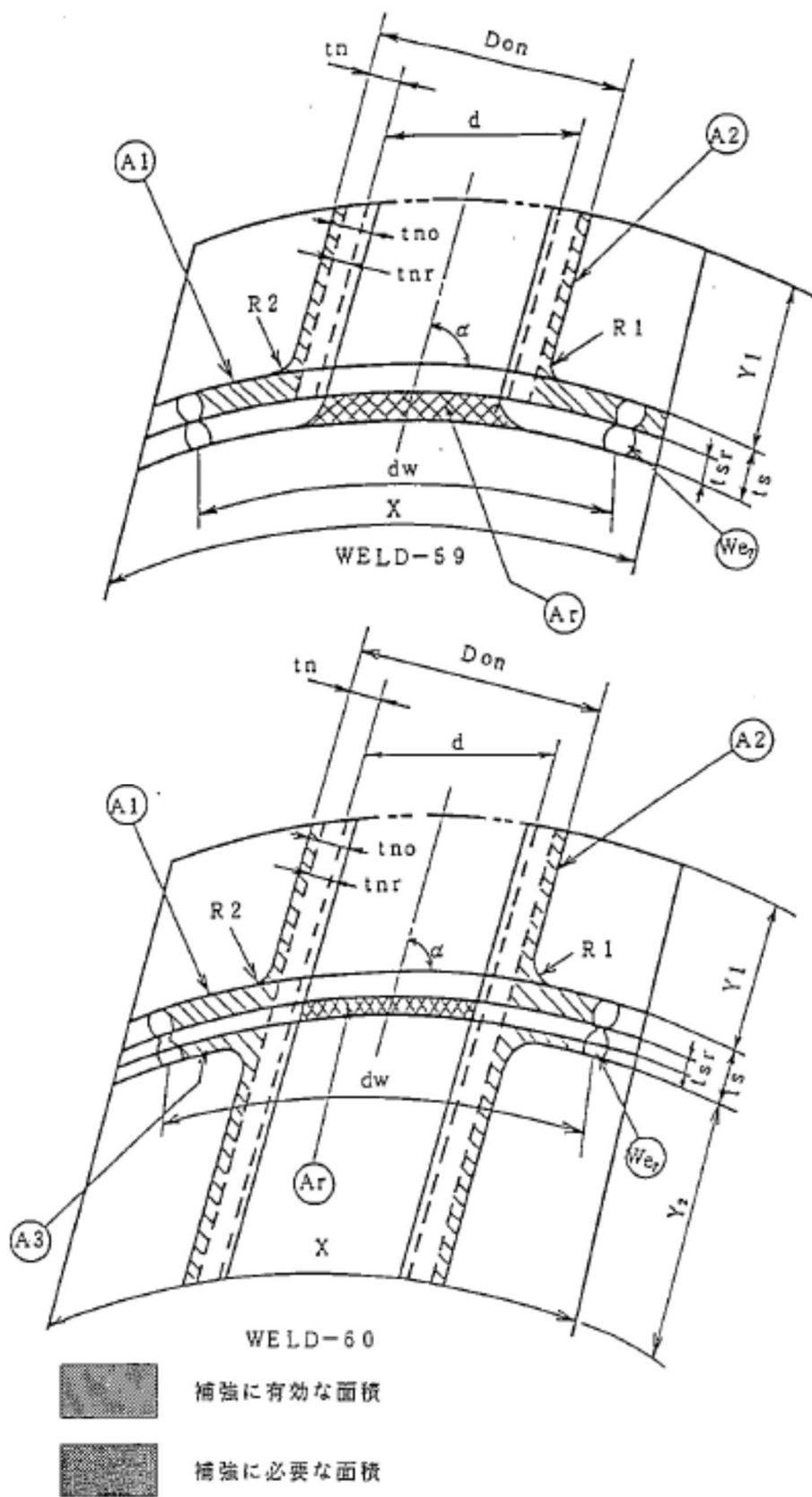


図-3.17

## 2.2.25 フランジの強度計算

構造等に関する設計方針第12条第1項を適用する。

JIS B 8265(2003)「圧力容器の構造—一般事項附属書3（規定）圧力容器のボルト締めフランジ」等を適用する。

フランジ形式及び各部の記号は図-4.1～図-4.4を参照のこと。

なお、設計圧力及び設計温度は構造等に関する設計方針における最高使用圧力及び最高使用温度とする。

### 2.2.25.1 記号の説明

JISの 記号	計算書 の記号	表示内容	単位
A	A	フランジの外径	mm
A <sub>b</sub>	A <sub>b</sub>	実際に使用するボルトの総断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>m</sub>	A <sub>m</sub>	ボルトの所要総断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>m1</sub>	A <sub>m1</sub>	使用状態でのボルトの所要総断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>m2</sub>	A <sub>m2</sub>	ガスケット締付時のボルトの所要総断面積	mm <sup>2</sup>
B	B	フランジの内径	mm
b	b	ガスケット座の有効幅	mm
b <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	ガスケット座の基本幅	mm
C	C	ボルト中心円の直径	mm
d	d	係数	—
D <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	セルフシーリングガスケットの外径	mm
—	d <sub>b</sub>	ボルトのねじの谷径又は最小径	mm
e	e	係数	—
F	F	一体形フランジの係数 (JIS B 8265(2003) 附属書3図5による)	—
f	f	ハブ応力修正係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図4による)	—
F <sub>L</sub>	F <sub>L</sub>	ハブ付差し込みフランジの係数 (JIS B 8265(2003) 附属書3図6による)	—
G	G	ガスケット反力のかかる位置を通る円の直径	mm
—	G <sub>s</sub>	ガスケット接触面の外径	mm
g <sub>0</sub>	g <sub>0</sub>	ハブの先端の厚さ	mm
g <sub>1</sub>	g <sub>1</sub>	フランジ背面のハブの厚さ	mm
H	H	フランジに加わる圧力による全荷重	N

JISの 記号	計算書 の記号	表示内容	単位
h	h	ハブの長さ	mm
H <sub>b</sub>	H <sub>b</sub>	フランジの内径面に加わる荷重	N
H <sub>G</sub>	H <sub>G</sub>	ガスケット荷重	N
H <sub>P</sub>	H <sub>P</sub>	ガスケット又は継手接触面における圧縮力	N
H <sub>T</sub>	H <sub>T</sub>	フランジに加わる圧力による全荷重とフランジの内径面 に加わる荷重との差	N
h <sub>D</sub>	h <sub>D</sub>	モーメントアーム	mm
h <sub>G</sub>	h <sub>G</sub>	モーメントアーム	mm
—	h <sub>E</sub>	モーメントアーム	mm
h <sub>0</sub>	h <sub>0</sub>	係数	mm
h <sub>T</sub>	h <sub>T</sub>	モーメントアーム	mm
—	J	単位長当たりのガスケット設計締付荷重	N/mm
K	K	フランジの外径/内径比	—
L	L	係数	—
m	m	ガスケット係数(JIS B 8265(2003) 附属書3表2による)	—
M <sub>D</sub>	M <sub>D</sub>	フランジの内径面に加わる荷重によるモーメント	N・mm
M <sub>G</sub>	M <sub>G</sub>	ガスケット荷重によるモーメント	N・mm
M <sub>G</sub>	M <sub>G</sub>	ガスケット締付時にフランジに作用するモーメント	N・mm
M <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	使用状態でフランジに作用する全モーメント	N・mm
M <sub>T</sub>	M <sub>T</sub>	フランジに加わる圧力による全荷重とフランジの内径面 に加わる荷重との差によるモーメント	N・mm
N	N	ガスケット幅(ガスケット座基本幅の算出に使用する)	mm
—	n	ボルト本数	—
P	P	設計内圧力	MPa
P <sub>e</sub>	P <sub>e</sub>	設計外圧力	MPa
R	R	ボルトの中心円からハブとフランジ背面の交点までの 半径方向の距離	mm
T	T	係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図7による)	—
—	t	遊動フランジの計算上必要な厚さ	mm
—	t, t <sub>s</sub>	フランジの厚さ	mm
—	t <sub>so</sub>	遊動フランジの呼び厚さ	mm
t	t <sub>1</sub>	使用状態の遊動フランジの計算上必要な厚さ	mm
t	t <sub>2</sub>	ガスケット締付時の遊動フランジの計算上必要な厚さ	mm



JISの記号	計算書の記号	表示内容	単位
U	U	係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図7による)	—
V	V	一体形フランジの係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図8による)	—
V <sub>L</sub>	V <sub>L</sub>	ハブ付差し込みフランジの係数 (JIS B 8265(2003) 附属書3図9による)	—
$\omega$	w	ガスケット座面の幅 (ガスケット座基本幅の算出に使用する)	mm
W <sub>g</sub>	W <sub>g</sub>	ガスケット締付時のボルト荷重	N
W <sub>o</sub>	W <sub>o</sub>	使用状態でのボルト荷重	N
W <sub>m1</sub>	W <sub>m1</sub>	使用状態での必要な最小ボルト荷重	N
W <sub>m2</sub>	W <sub>m2</sub>	ガスケット締付けに必要なボルト荷重	N
Y	Y	係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図7による)	—
y	y	ガスケット又は継手接触面の最小設計締付け圧力 (JIS B 8265(2003) 附属書3表2による)	MPa
Z	Z	係数(JIS B 8265(2003) 附属書3図7による)	—
$\sigma_a$	$\sigma_a$	常温における別表第6に規定するボルトの許容引張応力	MPa
$\sigma_b$	$\sigma_b$	設計温度における別表第6に規定するボルトの許容引張応力	MPa
$\sigma_f$	$\sigma_f$	フランジ材料の設計温度における別表第4又は別表第5に規定する許容引張応力	MPa
$\sigma_f$	$\sigma_{fa}$	フランジ材料の常温における別表第4又は別表第5に規定する許容引張応力	MPa
$\sigma_n$	$\sigma_n$	管台壁又は胴の材料の設計温度における別表第4又は別表第5に規定する許容引張応力	MPa
$\sigma_{nA}$	$\sigma_{na}$	管台壁又は胴の材料の常温における別表第4又は別表第5に規定する許容引張応力	MPa
$\sigma_H$	$\sigma_H$	ハブの軸方向応力	MPa
$\sigma_R$	$\sigma_R$	フランジの半径方向応力	MPa
$\sigma_T$	$\sigma_T$	フランジの周方向応力	MPa

## 2.2.25.2 フランジの計算

### (1) フランジの内圧計算

任意形フランジは、一体形フランジとして計算する。

ただし、下記条件をすべて満足する場合には、遊動フランジとして計算してもよい。

$$g_0 \leq 16 \text{ mm}$$

$$B/g_0 \leq 300$$

$$P \leq 2 \text{ MPa}$$

$$\text{設計温度} \leq 370 \text{ }^\circ\text{C}$$

#### a. ガasket座の有効幅

$$b = b_0$$

$$(b_0 \leq 6.35 \text{ mm})$$

$$b = 2.52\sqrt{b_0}$$

$$(b_0 > 6.35 \text{ mm})$$

$b_0$ はJIS B 8265(2003) 附属書3表3による。

#### b. 計算上必要なボルト荷重

##### (a) 使用状態でのボルト荷重

$$W_{m1} = H + H_p$$

$$H = \frac{\pi}{4} G^2 P$$

$$H_p = 2 \pi b G m P$$

ただし、ガスケットとして、メタルOリングを用いる場合は、次式による。

$$H_p = J \pi G$$

##### (b) ガスケット締付時のボルト荷重

$$W_{m2} = \pi b G y$$

ただし、ガスケットとして、メタルOリングを用いる場合は、次式による。

$$W_{m2} = J \pi G$$

また、セルフシーリングガスケットを用いる場合は、

$$W_{m1} (=H) = \frac{\pi}{4} D_g^2 P$$

$$W_{m2} = 0$$

とする。

熱交換器の管板をはさむ一对のフランジのように、フランジ又はガスケットが同一でない場合は、 $W_{m1}$ 及び $W_{m2}$ の値は、それぞれフランジ又はガスケットについて計算した値のうち大きい方とし、その値を両方のフランジの計算に用いる。

c. ボルトの所要総断面積及び実際のボルト総断面積

$$A_{m1} = W_{m1} / \sigma_b \text{ (使用状態)}$$

$$A_{m2} = W_{m2} / \sigma_a \text{ (ガスケット締付時)}$$

$$A_m = \max(A_{m1}, A_{m2})$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} d_b^2 n$$

d. フランジの計算に用いるボルト荷重

$$W_o = W_{m1} \text{ (使用状態)}$$

$$W_g = (A_m + A_b) \sigma_a / 2 \text{ (ガスケット締付時)}$$

e. 使用状態でフランジにかかる荷重

$$H_D = \frac{\pi}{4} B^2 P$$

$$H_G = W_o - H$$

$$H_T = H - H_D$$

f. 使用状態でのフランジ荷重に対するモーメントアーム

フランジの形式	$h_D$	$h_G$	$h_T$
一体形フランジ，任意形フランジで一体形として計算するもの	$R + 0.5g_1$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{R+g_1+h_G}{2}$
ハブ付差し込みフランジ，任意形フランジで遊動形として計算するもの	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{h_D+h_G}{2}$
遊動フランジ	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{C-G}{2}$
リバー型フランジ	$\frac{C+g_1-2g_0-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{1}{2} \left( C - \frac{B+G}{2} \right)$
ハブ無しリバー型フランジ	$\frac{G-g_0-B}{2}$	0	$\frac{G-B}{4}$

ただし,  $R = \left(\frac{C-B}{2}\right) - g_1$

g. 使用状態でのフランジに作用するモーメント

$$M_D = H_D h_D$$

$$M_G = H_G h_G$$

$$M_T = H_T h_T$$

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$M_o = W_g h_E \text{ (ハブ無しリバース型フランジ)}$$

h. ガasket縮付時にフランジに作用するモーメント

$$M_g = W_g \left(\frac{C-G}{2}\right)$$

$$M_g = W_g h_E \text{ (ハブ無しリバース型フランジ)}$$

i. 一体形フランジ, ハブ付差し込みフランジ, リバース型フランジ及びハブ無しリバース型フランジの応力

(a) 使用状態のフランジ応力

$$\sigma_H = \frac{fM_o}{Lg_1^2 B}$$

$$\sigma_R = \frac{(1.33te + 1)M_o}{Lt^2 B}$$

$$\sigma_T = \frac{YM_o}{t^2 B} - Z \sigma_R$$

(b) ガasket縮付時のフランジの応力

$$\sigma_H = \frac{fM_g}{Lg_1^2 B}$$

$$\sigma_R = \frac{(1.33te + 1)M_g}{Lt^2 B}$$

$$\sigma_T = \frac{YM_g}{t^2 B} - Z \sigma_R$$

ここに

$$L = \frac{te+1}{T} + \frac{t^3}{d}$$

$$h_o = \sqrt{Bg_0}$$

$$d = \frac{U}{V} h_o g_0^2 \quad (\text{一体形フランジ, リバース型フランジ及びハブ無しリバース型フランジの場合})$$

$$d = \frac{U}{V_L} h_o g_0^2 \quad (\text{ハブ付差し込みフランジの場合})$$

$$e = \frac{F}{h_o} \quad (\text{一体形フランジ, リバース型フランジ及びハブ無しリバース型フランジの場合})$$

$$e = \frac{F_L}{h_o} \quad (\text{ハブ付差し込みフランジの場合})$$

j. 遊動フランジの計算厚さ

フランジの計算上必要な厚さは、次のいずれか大きい方の値とする。

(a) 使用状態のフランジの計算上必要な厚さ

$$t_1 = \sqrt{\frac{YM_o}{\sigma_f B}}$$

(b) ガスケット締付時のフランジの計算上必要な厚さ

$$t_2 = \sqrt{\frac{YM_g}{\sigma_{fa} B}}$$

k. 評価

内圧を受けるフランジは、下記の条件を満足すれば十分である。

(a) 一体形フランジ、ハブ付差し込みフランジ、リバース型フランジ及びハブ無しリバースフランジ

ア. ボルトの総面積  $A_b > A_m$

イ. ハブの軸方向応力

一体形フランジとして計算するもの

使用状態にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5 \sigma_f, 1.5 \sigma_n)$$

ガスケット締付時にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5 \sigma_{fa}, 1.5 \sigma_{na})$$

図-4.1 FLANGE-2に示すハブ付一体形フランジ，図-4.4 FLANGE-7に示すリ  
 バース型フランジ及びFLANGE-8に示すハブ無しリバース型フランジの場合，  
 使用状態にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5\sigma_f, 1.5\sigma_n)$$

ガスケット締付時にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5\sigma_{fa}, 1.5\sigma_{na})$$

上記以外で鋳鉄以外の材料の場合

使用状態にあつては  $\sigma_H \leq 1.5\sigma_f$

ガスケット締付時にあつては

$$\sigma_H \leq 1.5\sigma_{fa}$$

ウ. フランジの半径方向応力

使用状態にあつては  $\sigma_R \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\sigma_R \leq \sigma_{fa}$

エ. フランジの周方向応力

使用状態にあつては  $\sigma_T \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\sigma_T \leq \sigma_{fa}$

オ. 軸方向と半径方向応力の平均

使用状態にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2} \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2} \leq \sigma_{fa}$

カ. 軸方向と周方向応力の平均

使用状態にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2} \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2} \leq \sigma_{fa}$

(b) 遊動フランジとして計算するもの

ア. ボルト総断面積  $A_b > A_m$

イ. フランジの厚さ  $t_s \geq t$

(2) フランジの外圧計算

任意形フランジは、一体形フランジとして計算する。

ただし、下記条件をすべて満足する場合には、遊動フランジとして計算してもよい。

$$g_0 \leq 16 \text{ mm}$$

$$B/g_0 \leq 300$$

$$P_e \leq 2 \text{ MPa}$$

$$\text{設計温度} \leq 370 \text{ }^\circ\text{C}$$

a. ガスケット座の有効幅

$$b = b_0$$

$$(b_0 \leq 6.35 \text{ mm})$$

$$b = 2.52\sqrt{b_0}$$

$$(b_0 > 6.35 \text{ mm})$$

$b_0$ はJIS B 8265(2003)附属書3表3による。

b. 計算上必要なボルト荷重

$$W_{m2} = \pi b G y$$

ただし、ガスケットとして、メタルOリングを用いる場合は、次式による。

$$W_{m2} = J \pi G$$

熱交換器の管板をはさむ一对のフランジのように、フランジ又はガスケットが同一でない場合は、 $W_{m2}$ の値は、それぞれフランジ又はガスケットについて計算した値のうち大きい方とし、その値を両方のフランジの計算に用いる。

また、セルフシーリングガスケットを用いる場合は、

$$W_{m2} = 0$$

とする。

c. ボルトの所要総断面積及び実際のボルト総断面積

$$A_{m2} = W_{m2} / \sigma_a$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} d_b^2 n$$

d. フランジの計算に用いるボルト荷重

$$W_g = (A_{m2} + A_b) \sigma_a / 2$$

e. 使用状態でフランジにかかる荷重

$$H = \frac{\pi}{4} G^2 P_e$$

$$H_D = \frac{\pi}{4} B^2 P_e$$

$$H_T = H - H_D$$

f. 使用状態でのフランジ荷重に対するモーメントアーム

フランジの形式	$h_D$	$h_G$	$h_T$
一体形フランジ，任意形フランジで一体形として計算するもの	$R + 0.5g_1$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{R+g_1+h_G}{2}$
ハブ付差し込みフランジ，任意形フランジで遊動形として計算するもの	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{h_D+h_G}{2}$
遊動フランジ	$\frac{C-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{C-G}{2}$
リバース型フランジ	$\frac{C+g_1-2g_0-B}{2}$	$\frac{C-G}{2}$	$\frac{1}{2} \left( C - \frac{B+G}{2} \right)$
ハブ無しリバース型フランジ	$\frac{G-g_0-B}{2}$	0	$\frac{G-B}{4}$

ただし，  $R = \left( \frac{C-B}{2} \right) - g_1$

g. 使用状態でのフランジに作用するモーメント

$$M_o = H_D (h_D - h_G) + H_T (h_T - h_G)$$

h. ガasket縮付時でのフランジに作用するモーメント

$$M_g = W_g h_G$$

$$M_g = W_g h_E \text{ (ハブ無しリバース型フランジ)}$$

i. 一体形フランジ，ハブ付差し込みフランジ，リバース型フランジ及びハブ無しリバース型フランジの応力

(a) 使用状態のフランジ応力

$$\sigma_H = \frac{fM_o}{Lg_1^2 B}$$

$$\sigma_R = \frac{(1.33te + 1)M_o}{Lt^2 B}$$

$$\sigma_T = \frac{YM_o}{t^2 B} - Z \sigma_R$$

(b) ガasket縮付時のフランジの応力

$$\sigma_H = \frac{fM_g}{Lg_1^2 B}$$



$$\sigma_R = \frac{(1.33te + 1)M_g}{Lt^2B}$$

$$\sigma_T = \frac{YM_g}{t^2B} - Z\sigma_R$$

ここに

$$L = \frac{te + 1}{T} - \frac{t^3}{d}$$

$$h_o = \sqrt{Bg_o}$$

$$d = \frac{U}{V} h_o g_o^2 \quad \begin{array}{l} \text{(一体形フランジ, リバース型フランジ及びハブ無し} \\ \text{リバース型フランジの場合)} \end{array}$$

$$d = \frac{U}{V_L} h_o g_o^2 \quad \text{(ハブ付差し込みフランジの場合)}$$

$$e = \frac{F}{h_o} \quad \begin{array}{l} \text{(一体形フランジ, リバース型フランジ及びハブ無し} \\ \text{リバース型フランジの場合)} \end{array}$$

$$e = \frac{F_L}{h_o} \quad \text{(ハブ付差し込みフランジの場合)}$$

j. 遊動フランジの計算厚さ

フランジの計算上必要な厚さは、次のいずれか大きい方の値とする。

(a) 使用状態のフランジの計算上必要な厚さ

$$t_1 = \sqrt{\frac{YM_o}{\sigma_f B}}$$

(b) ガスケット締付時のフランジの計算上必要な厚さ

$$t_2 = \sqrt{\frac{YM_g}{\sigma_{fa} B}}$$

k. 評価

外圧を受けるフランジは、下記の条件を満足すれば十分である。

(a) 一体形フランジ, ハブ付差し込みフランジ, リバース型フランジ及びハブ無し  
リバース型フランジ

ア. ボルトの総面積  $A_b > A_{m2}$

イ. ハブの軸方向応力

一体形フランジとして計算するもの

使用状態にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5\sigma_f, 1.5\sigma_n)$$

ガスケット締付時にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5 \sigma_{fa}, 1.5 \sigma_{na})$$

図-4.1 FLANGE-2に示すハブ付一体形フランジ, 図-4.4 FLANGE-7に示すリバー型フランジ, FLANGE-8に示すハブ無しリバー型フランジの場合, 使用状態にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5 \sigma_f, 1.5 \sigma_n)$$

ガスケット締付時にあつては

$$\sigma_H \leq \min(1.5 \sigma_{fa}, 1.5 \sigma_{na})$$

上記以外で鋳鉄以外の材料の場合

使用状態にあつては  $\sigma_H \leq 1.5 \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\sigma_H \leq 1.5 \sigma_{fa}$

ウ. フランジの半径方向応力

使用状態にあつては  $\sigma_R \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\sigma_R \leq \sigma_{fa}$

エ. フランジの周方向応力

使用状態にあつては  $\sigma_T \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\sigma_T \leq \sigma_{fa}$

オ. 軸方向と半径方向応力の平均

使用状態にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2} \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_R}{2} \leq \sigma_{fa}$

カ. 軸方向と周方向応力の平均

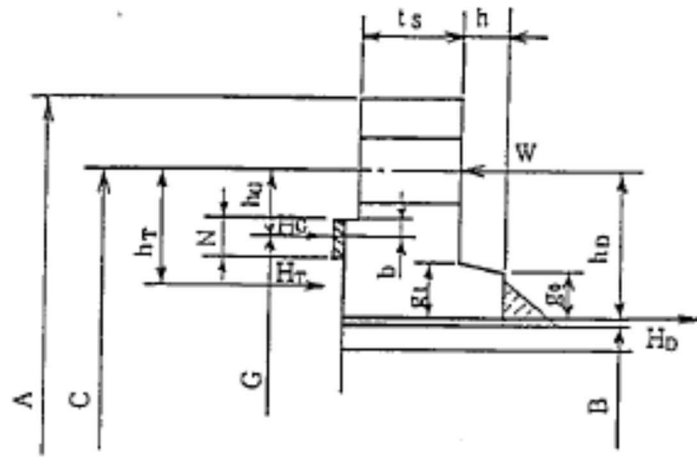
使用状態にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2} \leq \sigma_f$

ガスケット締付時にあつては  $\frac{\sigma_H + \sigma_T}{2} \leq \sigma_{fa}$

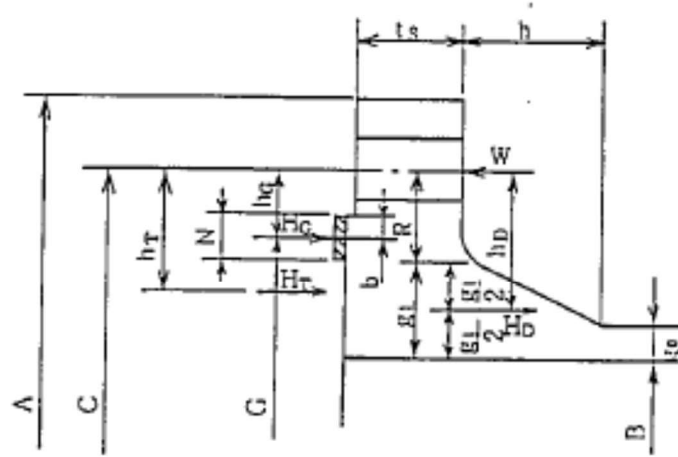
(b) 遊動フランジとして計算するもの

ア. ボルト総断面積  $A_b > A_{m2}$

イ. フランジの厚さ  $t_s \geq t$



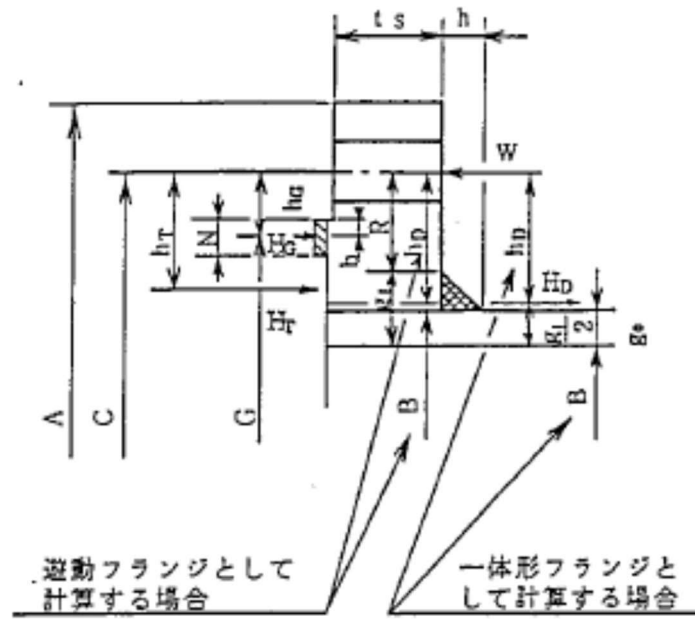
FLANGE-1



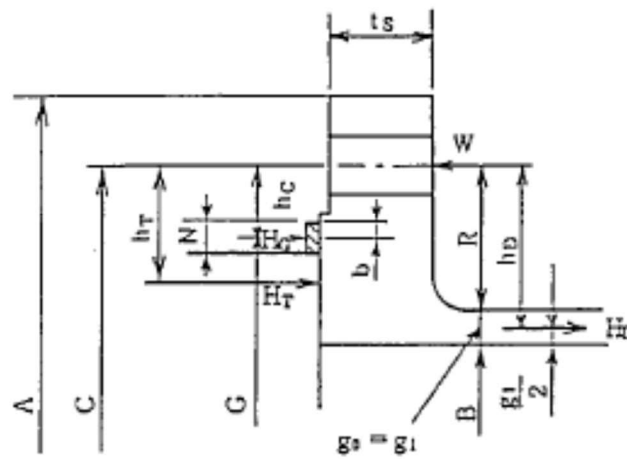
FLANGE-2

注記：ここに示すフランジ形状は基本形状とする。

図-4.1



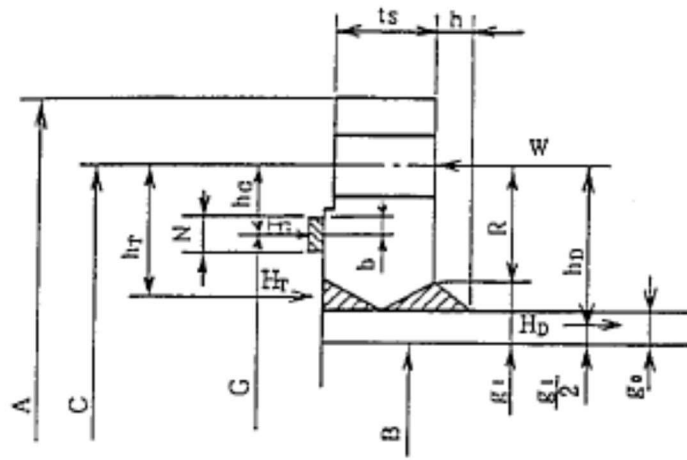
FLANGE - 3



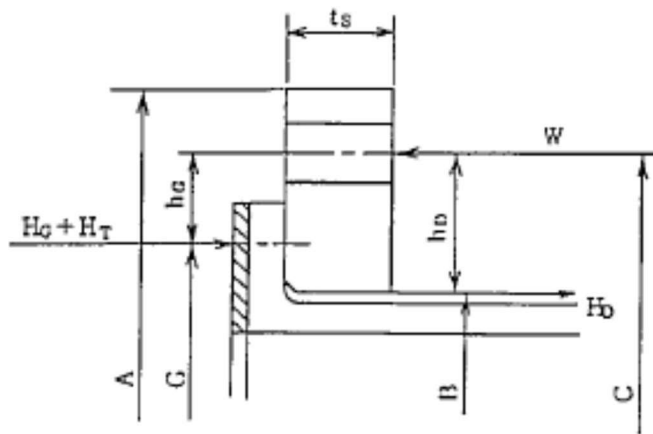
FLANGE - 4

注記：ここに示すフランジ形状は基本形状とする。

図 - 4.2



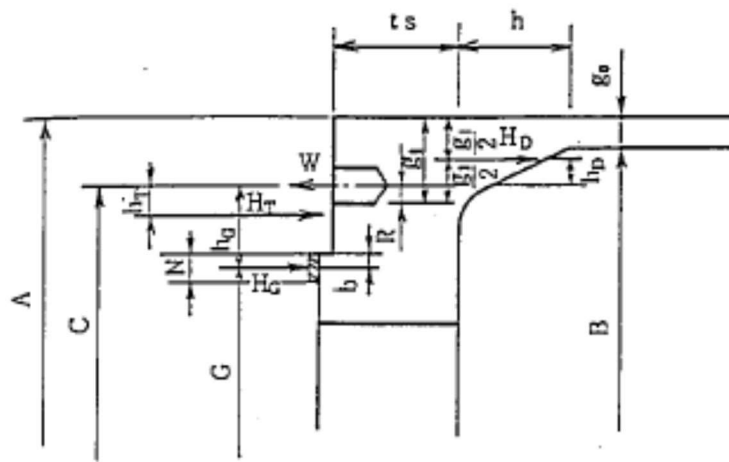
FLANGE-5



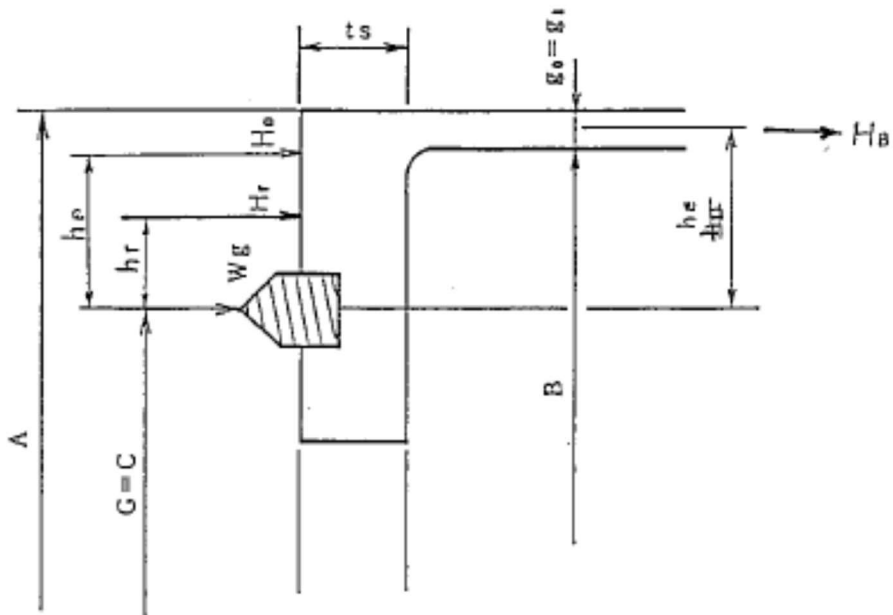
FLANGE-6

注記：ここに示すフランジ形状は基本形状とする。

図-4.3



FLANGE-7



FLANGE-8

注記：ここに示すフランジ形状は基本形状とする。

図-4.4

## 2.2.26 容器の平板の計算

平板形の容器の厚さの計算には、構造等に関する設計方針第8条の2に規定する値を適用する。

### 2.2.26.1 ステーによってささえられない容器の平板の厚さの計算

ステーによってささえられない平板の厚さの計算には、構造等に関する設計方針第8条の2第1項を適用する。

#### (1) 算式

a. 次の計算式により計算した値

(a) 円形平板の板厚：t

$$t = d \sqrt{\frac{ZCP}{S}} \quad (\text{円形平板の場合 } Z=1)$$

(b) 円形平板以外の平板の板厚：t

$$t = d \sqrt{\frac{ZCP}{S}}$$

$$Z = \min\left(2.5, 3.4 - \frac{2.4d}{D}\right)$$

取付方法	形状の制限	Cの値
イ	なし	0.25
ロ	$l_f \geq (1.1 - 0.8t_s^2/t_h^2)(dt_h)^{1/2}$ かつ、フランジ部のこう配が1/4以下の 円形平板又は、 $t_s \geq 1.12t_h \sqrt{1.1 - \frac{l_f}{(dt_h)^{1/2}}}$	0.10
	上記以外	0.17
ハ	$t_r \geq 2t_s$ $r \geq 3t_f$	0.17
ニ	$t_r \geq t_s$ $r \geq 1.5t_f$	$\max\left(0.3, 0.5 \frac{t_r}{t_s}\right)$

取付方法	形状の制限	Cの値
ホ	$b=2t_r$ $b \geq 1.25t_s$ $t_c \geq \min(0.7t_s, 6)$	$\max\left(0.2, 0.33\frac{t_r}{t_s}\right)$
へ	(応力確認のみ)	0.30
ト	$t_w \geq 2t_r$ $t_w \geq 1.25t_s$	(1) 円形平板のとき $\max\left(0.2, 0.33\frac{t_r}{t_s}\right)$
		(2) 円形平板以外の平板のとき 0.33
チ*	$a+b \geq 2t_s$ $a \geq t_s$ $t_q = t_s$ 又は 6 のいずれか小さい値以上	0.33
リ	$a+b \geq 2t_s$ $t_q \geq \min(t_s, 6)$	$\max\left(0.2, 0.33\frac{t_r}{t_s}\right)$
ヌ	$d \leq 305$ (及びねじ部の応力確認)	0.75
ル	$d \leq 600$ $\frac{1}{4}d > t_h \geq \frac{1}{20}d$	0.13
ヲ その他 の場合	—	0.50

注記 \* : チは再処理施設の技術基準に関する規則の解釈において、腐食性の強い硝酸液を扱う機器の接液部には認められていない。





(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
Z	Z	平板の形状によって定まる定数	—
C	C	平板の取付け方法によって定まる定数	—
S	S	最高使用温度における構造等に関する設計方針 別表第4又は、別表第5に規定する材料の許容引張応力	MPa
d	d	イ～ヲに示すように測った直径又は最小スパン	mm
D	D	最小スパンに直角に測った最大スパン	mm
t	t	平板の計算上必要な厚さ	mm
t <sub>s</sub>	t <sub>s</sub>	胴板の実際厚さ	mm
t <sub>w</sub>	t <sub>w</sub>	トに示す値	mm
t <sub>q</sub>	t <sub>q</sub>	チ、リに示す値	mm
t <sub>c</sub>	t <sub>c</sub>	平板のすみ肉ののど厚	mm
t <sub>h</sub>	t <sub>h</sub>	平板の実際厚さ	mm
t <sub>r</sub>	t <sub>r</sub>	継目なし胴、管等の計算上必要厚さ	mm
t <sub>f</sub>	t <sub>f</sub>	平板のフランジ部の厚さ	mm
ℓ	ℓ <sub>f</sub>	フランジ部の長さ	mm
r	r	すみの丸みの内半径	mm
—	t <sub>p</sub>	平板の最小厚さ	mm
—	t <sub>po</sub>	平板の呼び厚さ	mm

(3) 評価

平板の最小厚さ(t<sub>p</sub>) ≧ 平板の計算上必要な厚さ(t)ならば十分である。

## 2.2.26.2 輪形ガスケットを用いて平板を取付ける場合の平板の厚さの計算

図-5.2の(イ)，(ロ)に示す様に，胴，管等のフランジにボルトで取付けられることによりモーメントの作用する平板の厚さの計算には，構造等に関する設計方針第8条の2第2項及び第3項を適用する。

### (1) 算式

a. 次の計算式により計算した値

(a) 円形平板の板厚：t（ガスケットみぞを設けない場合）

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{\frac{CP}{S} + \frac{1.9W_1h_G}{Sd^3}}$$

$$t_2 = d \sqrt{\frac{1.9W_2h_G}{S_1d^3}}$$

(b) 円形平板の板厚：t（ガスケットみぞを設ける場合）

$$t = \max(t_{G1}, t_{G2})$$

$$t_{G1} = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{\frac{CP}{S} + \frac{1.9W_1h_G}{Sd^3}}$$

$$t_2 = d \sqrt{\frac{1.9W_2h_G}{S_1d^3}}$$

$$t_{G2} = t_G + t_n$$

$$t_n = \max(t_{n1}, t_{n2})$$

$$t_{n1} = \sqrt{\frac{1.9W_1h_G}{Sd}}$$

$$t_{n2} = \sqrt{\frac{1.9W_2h_G}{S_1d}}$$

(c) 円形平板以外の平板の板厚：t（ガスケットみぞを設けない場合）

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{\frac{ZCP}{S} + \frac{6W_1h_G}{SLd^2}}$$

$$t_2 = d \sqrt{\frac{6W_2h_G}{S_1Ld^2}}$$

$$Z = \min\left(2.5, 3.4 - \frac{2.4d}{D}\right)$$

(d) 円形平板以外の平板の板厚：t（ガスケットみぞを設ける場合）

$$t = \max(t_{G1}, t_{G2})$$

$$t_{G1} = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{\frac{ZCP}{S} + \frac{6W_1h_G}{SLd^2}}$$

$$t_2 = d \sqrt{\frac{6W_2h_G}{S_1Ld^2}}$$

$$Z = \min\left(2.5, 3.4 - \frac{2.4d}{D}\right)$$

$$t_{G2} = t_G + t_n$$

$$t_n = \max(t_{n1}, t_{n2})$$

$$t_{n1} = \sqrt{\frac{6W_1h_G}{SL}}$$

$$t_{n2} = \sqrt{\frac{6W_2h_G}{S_1L}}$$

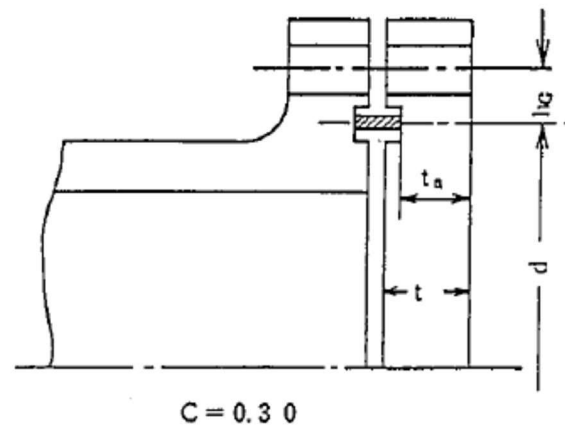
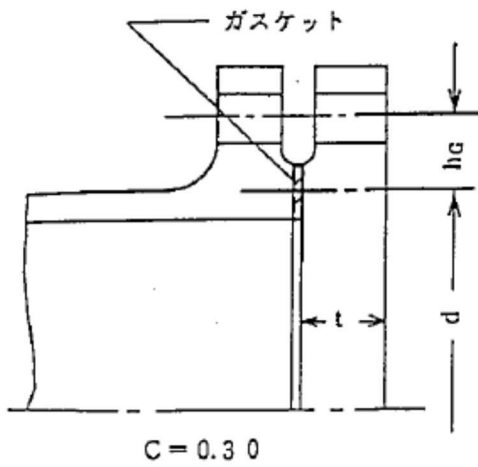


図 - 5.2

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
S	S	最高使用温度における構造等に関する設計方針	MPa
—	S <sub>1</sub>	常温における構造等に関する設計方針	MPa
C	C	別表第4又は、別表第5に規定する材料の許容引張応力	—
W <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	定数(C=0.30)	N
W <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>	使用状態における全体のボルトに作用する力	N
d	d	ガスケット締付時における全体のボルトに作用する力	mm
D	D	図-5.2の(イ)、(ロ)に示すように測った直径又は、最小スパン	mm
Z	Z	最小スパンに直角に測った最大スパン	—
t <sub>n</sub>	t <sub>n</sub>	平板の形状によって定まる定数	mm
h <sub>G</sub>	h <sub>G</sub>	ガスケットみぞの深さを差し引いた平板の計算上必要な厚さ	mm
L	L	ガスケットによるモーメントアームでボルトのピッチ	mm
—	t	円とdとの差の1/2	mm
t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	ボルト穴の中心にそって測った円の周長	mm
t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>G1</sub>	使用状態における平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>G2</sub>	ガスケット締付時における平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>n1</sub>	ガスケットみぞを設けない場合の平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>n2</sub>	ガスケットみぞを設ける場合の平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>G</sub>	使用状態におけるガスケットみぞを設ける場合の平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>p</sub>	ガスケット締付時におけるガスケットみぞを設ける場合の平板の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>po</sub>	ガスケットみぞの深さ	mm
		平板の最小厚さ	mm
		平板の呼び厚さ	mm

(3) 評価

平板の最小厚さ( $t_p$ ) $\geq$ 平板の計算上必要な厚さ( $t$ )ならば十分である。

2.2.26.3 ステーによってささえられる平板の厚さの計算

ステーによってささえられる平板の厚さの計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

2.2.26.4 平板のステーに作用する応力の計算

平板のステーに作用する応力の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

2.2.26.5 角形容器の平板部でリブによって補強されたものの最高許容圧力の計算

角形容器の平板部でリブによって補強されたものの最高許容圧力の計算には構造等に関する設計方針第8条の2第10項を適用する。

(1) 算式

最高許容圧力は、次の2つの算式による値のうち小さい方の値とする。

a.  $P_A = P_1 + P_2$

$$P_1 = \frac{St_p^2}{ZCd^2} \quad (\text{板に継手がない場合})$$

(a) リブを一方向にのみ設ける場合

$$P_2 = \frac{8Z_o S_R}{b\ell^2} \quad \dots\dots\dots \text{自由支持の場合}$$

$$P_2 = \frac{12Z_o S_R}{b\ell^2} \quad \dots\dots\dots \text{周縁固定の場合}$$

(b) リブを交叉して設ける場合

$$P_2 = 8 \left( \frac{Z_1 S_{R1} \eta_1}{b_1 \ell_1^2} + \frac{Z_2 S_{R2} \eta_2}{b_2 \ell_2^2} \right) \quad \dots \text{自由支持の場合}$$

$$P_2 = 12 \left( \frac{Z_1 S_{R1} \eta_1}{b_1 \ell_1^2} + \frac{Z_2 S_{R2} \eta_2}{b_2 \ell_2^2} \right) \quad \dots \text{周縁固定の場合}$$

b.

(a) 規則的に配置されたリブによってささえられる場合

$$P_B = \frac{C_R S t_P^2}{p^2}$$

(b) リブの水平方向の中心間距離と垂直方向の中心間距離が大きく異なる場合

$$(d_1 / D_1 \leq 1 / 1.4)$$

$$P_B = \frac{S t_P^2}{Z C_2 d_1^2}$$

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
S	S	最高使用温度における構造等に関する設計方針別表第4又は別表第5に規定する材料の許容引張応力	MPa
C	C	平板の取付方法によって定まる定数	—
Z	Z	平板の形状によって定まる定数	—
d	d	構造等に関する設計方針の図に示す直径又は最小スパン	mm
Z, Z <sub>1</sub> , Z <sub>2</sub>	Z <sub>0</sub> , Z <sub>1</sub> , Z <sub>2</sub>	リブの断面係数	mm <sup>3</sup>
S <sub>R</sub> , S <sub>R1</sub> , S <sub>R2</sub>	S <sub>R</sub> , S <sub>R1</sub> , S <sub>R2</sub>	リブの許容引張応力	MPa
η <sub>1</sub> , η <sub>2</sub>	η <sub>1</sub> , η <sub>2</sub>	リブの交叉部における継手効率 (一方は1とする)	—
ℓ, ℓ <sub>1</sub> , ℓ <sub>2</sub>	ℓ, ℓ <sub>1</sub> , ℓ <sub>2</sub>	一本のリブが荷重を受持つ長さ [ 自由支持の場合 …… リブの長さ ] [ 周縁固定の場合 …… 胴の内り ]	mm
b, b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	b, b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	リブが荷重を受け持つ幅	mm

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
$C_1$	$C_R$	定数(2.6)	—
$C_2$	$C_2$	定数(0.33)	—
$d$	$d_1$	リブで仕切られた平板部の最小スパン	mm
$D$	$D$	最小スパンに直角に測った最大スパン	mm
$D$	$D_1$	リブで仕切られた平板部の最小スパンに直角に測った最大スパン	mm
$P_1$	$P_1$	平板部の最高許容圧力	MPa
$P_2$	$P_2$	リブの強さのみを考慮して求めた最高許容圧力	MPa
$P_A, P_B$	$P_A, P_B$	リブで仕切られた平板部の最高許容圧力	MPa
$t$	$t_p$	平板の最小厚さ	mm
—	$t_{po}$	平板の呼び厚さ	mm
$p$	$p$	リブの水平及び垂直方向の中心間の距離の 平均値	mm

### (3) 評価

リブで仕切られた平板部の最高許容圧力 ( $P_A, P_B$ )  $\geq$  平板の最高使用圧力 ( $P$ ) ならば十分である。

#### 2.2.26.6 平板の変形量の計算

平板の変形量の計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

#### 2.2.26.7 容器の平板に穴をあける場合に、補強を要しない計算上必要な厚さの計算

計算上必要な厚さの計算には、構造等に関する設計方針第8条の2第14項第二号を適用する。

##### (1) 算式

容器の平板に穴をあける場合に、補強を要しない計算上必要な厚さは次のa.、b.で計算された値のうちいずれかの値をとる。

a.  $d_h \leq d/2$  又は  $d_h \leq p/2$  の場合

(a) ステーによってささえられない平板の厚さ： $t$

ア. 構造等に関する設計方針第8条の2第1項に示す平板の場合



$$t = d \sqrt{\frac{2ZCP}{S}}$$

$$C < 0.375$$

イ. 構造等に関する設計方針第8条の2第2項に示す平板の場合

(ア) 円形平板の場合

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{2 \left( \frac{C_1 P}{S} + \frac{1.9W_1 h_G}{Sd^3} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2 \left( \frac{1.9W_2 h_G}{S_1 d^3} \right)}$$

(イ) 円形平板以外の平板の場合

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{2 \left( \frac{ZC_1 P}{S} + \frac{6W_1 h_G}{SLd^2} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2 \left( \frac{6W_2 h_G}{S_1 Ld^2} \right)}$$

(b) ステーによってささえられる平板の厚さ : t

$$t = p \sqrt{\frac{2P}{C_2 S}}$$

b.  $d_h > d/2$  又は  $d_h > p/2$  の場合

(a) ステーによってささえられない平板の厚さ :  $t$

ア. 構造等に関する設計方針第8条の2第1項に示す平板の場合

$$t = d \sqrt{\frac{2.25ZCP}{S}}$$

イ. 構造等に関する設計方針第8条の2第2項に示す平板の場合

(ア) 円形平板の場合

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{C_1 P}{S} + \frac{1.9W_1 h_G}{S d^3} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{1.9W_2 h_G}{S_1 d^3} \right)}$$

(イ) 円形平板以外の平板の場合

$$t = \max(t_1, t_2)$$

$$t_1 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{ZC_1 P}{S} + \frac{6W_1 h_G}{S L d^2} \right)}$$

$$t_2 = d \sqrt{2.25 \left( \frac{6W_2 h_G}{S_1 L d^2} \right)}$$

(b) ステーによってささえられる平板の厚さ :  $t$

$$t = p \sqrt{\frac{2.25P}{C_2 S}}$$

## (2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
d	d	構造等に関する設計方針の図に示すように測った直径 又は、最小スパン	mm
d	d <sub>h</sub>	穴の径	mm
D	D	最小スパンに直角に測った最大スパン	mm
Z	Z	平板の形状によって定まる定数	—
C	C	平板の取付方法によって定まる定数	—
C	C <sub>1</sub>	定数(0.30)	—
C	C <sub>2</sub>	ステーの取付方法によって定まる定数	—
S	S	最高使用温度における構造等に関する設計方針 別表第4又は、別表第5に規定する材料の許容引張応力	MPa
S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	常温における構造等に関する設計方針別表第4又は、 別表第5に規定する材料の許容引張応力	MPa
P	P	最高使用圧力	MPa
W <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	使用状態における全体のボルトに作用する力	N
W <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>	ガスケット締付時における全体のボルトに作用する力	N
h <sub>G</sub>	h <sub>G</sub>	ガスケットによるモーメントアームでボルトのピッチ 円とdとの差の1/2	mm
L	L	ボルト穴の中心にそって測った円の周長	mm
p	p	ステーの平均ピッチ	mm
t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub>	平板の補強を要しない計算上必要な厚さ	mm
t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	平板の補強を要しない計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>p</sub>	平板の最小厚さ	mm
—	t <sub>po</sub>	平板の呼び厚さ	mm
—	t	平板の計算上必要な厚さ	mm

## (3) 評価

平板の最小厚さ( $t_p$ )  $\geq$  平板の計算上必要な厚さ( $t$ )ならば、補強は不要である。

## 2.2.27 伸縮継手の強度計算

伸縮継手の強度計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

## 2.2.28 ジャケット閉鎖部の厚さの計算

ジャケット閉鎖部の厚さの計算には、構造等に関する設計方針第8条の2第4項を適用する。

### (1) 算式

ジャケット閉鎖部に必要な厚さは、図-7.1(イ)の場合はaに、図-7.1(ロ)～(ニ)の場合はbによる。

a. 接続するジャケットの計算上必要な厚さ： $t_{c1}$

b. 次の計算式により計算した値

(a) 図-7.1(ロ)に示す平面形ジャケット閉鎖部の場合

次の算式により算定した値のうちいずれか大きい値

$$t_{c21} = \frac{4PR_j}{2S\eta_2 - 1.2P}$$

$$t_{c22} = 0.707j \sqrt{\frac{P}{S\eta_1}}$$

(b) 図-7.1(ハ)に示す平面形ジャケット閉鎖部の場合

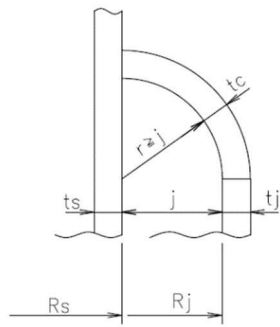
$$t_{c2} = 1.414 \sqrt{\frac{PR_s j}{S\eta_1}}$$

ただし、jは次の式で求める値を超えてはならない。

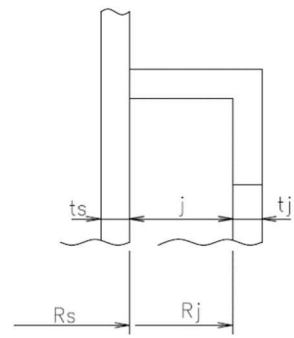
$$j_e = \frac{2S\eta_1 t_s^2}{PR_j} - 0.5(t_s + t_j)$$

(c) 図-7.1(ニ)に示す円すい形ジャケット閉鎖部の場合

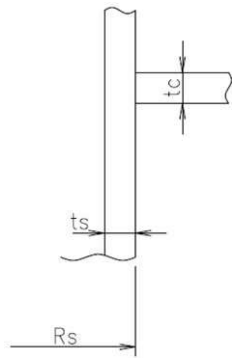
$$t_{c2} = \frac{2PR_j}{2\cos\theta(S\eta_1 - 0.6P)}$$



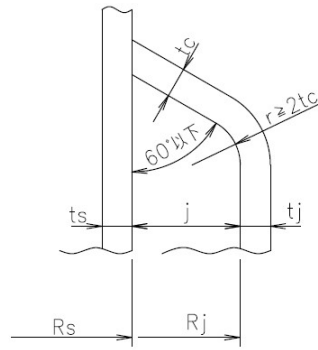
(イ)



(ロ)



(ハ)



(ニ)

注) (ロ) のジャケット円筒胴の軸方向長さのうち、平行部の一部のみ覆うものとする。

図-7.1

(2) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の記号	表示内容	単位
j	j	ジャケット部の間隔( $R_j - R_s$ )	mm
j	$j_c$	ジャケット部の許容最大間隔	mm
P	P	ジャケット部の最高使用圧力	MPa
$R_j$	$R_j$	ジャケットの内半径	mm
$R_s$	$R_s$	本体胴の外半径	mm
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
—	$T_c$	ジャケット閉鎖部の最小厚さ	mm
—	$T_{co}$	ジャケット閉鎖部の呼び厚さ	mm
—	$t_c$	ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ	mm
—	$t_{c1}$	接続するジャケットの計算上必要な厚さ	mm
$t_c$	$t_{c2}$	ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ	mm
$t_c$	$t_{c21}$	ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ	mm
$t_c$	$t_{c22}$	ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ	mm
$t_j$	$t_j$	ジャケットの実際厚さ	mm
$t_s$	$t_s$	本体胴の実際厚さ	mm
$\theta$	$\theta$	円すいの頂角の2分の1	°
$\eta$	$\eta_1$	ジャケット閉鎖部の溶接継手効率	—
$\eta$	$\eta_2$	接続するジャケットの溶接継手効率	—

(3) 評価

ジャケット閉鎖部の最小厚さ( $T_c$ )  $\geq$  ジャケット閉鎖部の計算上必要な厚さ( $t_c$ )ならば十分である。

2.2.29 半割コイルジャケットの計算

半割コイルジャケットの計算を用いる容器は存在しないため、記載を省略する。

## 2.3 管に関する規格計算式等

管の強度計算書に用いる計算式と記号を以下に定める。

### 2.3.1 共通記号

特定の計算に限定せず、一般的に使用する共通記号及び略称を次に掲げる。

構造等に関する 設計方針の記号	計算書の表示	表 示 内 容	単 位
—	No	管, 平板, 鏡板, レジューサ, 管の 穴, フランジ, 伸縮継手の番号	—
P	P	最高使用圧力(内圧)	MPa
P <sub>e</sub>	P <sub>e</sub>	外面に受ける最高の圧力	MPa
—	最高使用温度	—	°C
—	材 料	—	—
—	公称厚さ	—	mm
—	Q	厚さの負の許容差	%, mm
η	η	長手継手の効率	—
—	π	円周率	—

### 2.3.2 管の強度計算

管の強度計算には、構造等に関する設計方針第14条第1項を適用する。

#### (1) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の表示	表示内容	単位
D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub>	管の外径	mm
S	S	最高使用温度における材料の許容引張応力	MPa
B	B	構造等に関する設計方針別図第4から別図第22までにより求めた値	—
—	t <sub>s</sub>	管の最小厚さ(腐食後)	mm
—	t	(2)a.にて計算した管の計算上必要な厚さ	mm
—	算式	t <sub>r</sub> として用いる値の算式	—
—	t <sub>r</sub>	管の構造等に関する設計方針上必要な厚さ	mm
—	t <sub>op</sub>	(2)b.にて計算した管の計算上必要な厚さ	mm
—	t <sub>t</sub>	(2)c.による炭素鋼鋼管の制限厚さ	mm
—	製法	管の製法 S：継目無鋼管 W：溶接鋼管	—



(2) 算式

管の構造等に関する設計方針上必要な厚さは、次に掲げる値のいずれか大きい方の値とする。

a. 内面に圧力を受ける管

構造等に関する設計方針第14条第1項第一号の式より求めた値

$$t = \frac{P D_o}{2 S \eta + 0.8 P} \quad A$$

b. 外面に圧力を受ける管

構造等に関する設計方針第14条第1項二号の式より求めた値

$$t_{op} = \frac{3 P_e D_o}{4 B} \quad B$$

c. 炭素鋼鋼管の制限厚さ

構造等に関する設計方針第14条第1項第三号の表より求めた値

C

(3) 評価

$t$ 、 $t_{op}$ 又は $t_t$ のいずれか大きい方の値を $t_r$ とする。

管の最小厚さ( $t_s$ ) $\geq$ 管の構造等に関する設計方針上必要な厚さ( $t_r$ )ならば強度は十分である。

### 2.3.3 平板の強度計算

平板の強度計算を用いる設備は存在しないため、記載を省略する。

### 2.3.4 鏡板の強度計算

鏡板の強度計算を用いる設備は存在しないため、記載を省略する。

### 2.3.5 レジューサの強度計算

レジューサの強度計算を用いる設備は存在しないため、記載を省略する。

### 2.3.6 管の穴と補強計算

管の穴と補強計算を用いる設備は存在しないため、記載を省略する。

### 2.3.7 フランジの強度計算

フランジの強度計算を用いる設備は存在しないため、記載を省略する。

### 2.3.8 伸縮継手の強度計算

伸縮継手の強度計算には、構造等に関する設計方針第15条の3第1項第二号を適用する。

#### (1) 記号の説明

構造等に関する設計方針の記号	計算書の表示	表示内容	単位
E	E	材料の縦弾性係数	MPa
t	t	継手部の板の厚さ	mm
$\delta$	$\delta$	全伸縮量	mm
b	b	継手部の波のピッチの2分の1	mm
h	h	継手部の波の高さ	mm
n	n	継手部の波数の2倍の値 (nは波の1ピッチで2に相当)	-
c	c	継手部の層数	-
-	算式	伸縮継手の形式 A：調整リング無し B：調整リング付き	-
$\sigma$	$\sigma$	継手部応力	MPa
N	N	許容繰返し回数	-
-	$N_r$	実際の繰返し回数 (設計繰返し回数)	-
-	U	実際の繰返し/許容繰返し 回数( $N_r$ ) 回数(N)	-

(2) 算式

伸縮継手の許容繰返し回数は

$$N = \left( \frac{11031}{\sigma} \right)^{3.5}$$

ただし、材料がステンレス鋼及び高ニッケル合金のものに限る。

ここで、 $\sigma$  (継手部応力)は以下の計算式により計算した値

- a. 調整リングが付いていない場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 E t \delta}{n \sqrt{b h^3}} + \frac{P h^2}{2 t^2 c}$$

- b. 調整リングが付いている場合の継手部応力

$$\sigma = \frac{1.5 E t \delta}{n \sqrt{b h^3}} + \frac{P h}{t c}$$

(3) 評価

実際の繰返し回数 ( $N_r$ ) と許容繰返し回数 ( $N$ ) の比 ( $U = N_r / N$ ) が1.0以下であれば伸縮継手の強度は十分である。実際の繰返し回数が2種類以上の場合は、実際の繰返し回数と許容繰返し回数の比を加えた値 ( $U = \sum N_{r_i} / N_i$ ) が1.0以下であれば伸縮継手の強度は十分である。

### 3. 荷重の設定

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の公式による評価に当たっては、圧力荷重及び機械的荷重を必要により組み合わせた評価を実施する。

圧力荷重は、設計条件における評価については、仕様表における最高使用圧力(水素爆発又は TBP 等の錯体の急激な分解反応時の瞬間圧力を除く。)を定常的な荷重として考慮するものとし、「2.2 容器に関する規格計算式等」及び「2.3 管に関する規格計算式等」に示す最高使用圧力 P 値を仕様表における最高使用圧力(水素爆発又は TBP 等の錯体の急激な分解反応時の瞬間圧力を除く。)とする。

また、設計過渡条件における評価については、仕様表における最高使用圧力のうち水素爆発又は TBP 等の錯体の急激な分解反応時の瞬間圧力を保守的に定常的な荷重として考慮するものとし、「2.2 容器に関する規格計算式等」及び「2.3 管に関する規格計算式等」に示す最高使用圧力 P 値を仕様表における最高使用圧力のうち水素爆発又は TBP 等の錯体の急激な分解反応時の瞬間圧力とする。水素爆発時の瞬間圧力は、「Ⅲ－2 放射線分解により発生する水素による爆発に対処するための設備に関する説明書」に記載のとおり、気相部において 0.5MPa とする。TBP 等の急激な分解反応時の瞬間圧力は、「Ⅲ－3 有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備に関する説明書」に記載のとおりプルトニウム濃縮缶において 0.84MPa とし、プルトニウム濃縮缶に接続する塔槽類廃ガス処理設備に設置する容器の瞬間圧力は、容器ごとに設定する。詳細を「V－1－3－2 別紙 1 TBP 等の錯体の急激な分解反応発生時の圧力について」に示す。

また、機械的荷重としてボルトの締付荷重を考慮する。

### 4. 許容限界の設定

設計条件における評価については、設計条件に対して弾性域に抑える及び座屈が生じないよう材料の降伏点及び引張強さに対して適切な裕度を有した許容引張応力 S 値を許容限界とし、「2.2 容器に関する規格計算式等」及び「2.3 管に関する規格計算式等」に示すとおり、各評価部位における規格計算式等において許容引張応力 S 値を用いた評価を実施する。

また、設計過渡条件における評価については、設計過渡条件に対して健全性を維持できるよう材料の究極的な強さに対して余裕を有した設計応力強さ  $S_u$  値を許容限界とする。ただし、形状管理による臨界防止が必要な容器にあつては、設計降伏点  $S_y$  値を許容限界とする。そのため、設計過渡条件における評価にあたっては「2.2 容器に関する規格計算式等」及び「2.3 管に関する規格計算式等」に示す許容引張応力 S 値をそれぞれ設計応力強さ  $S_u$  値又は設計降伏点  $S_y$  値に置き換えたうえで評価を実施する。

なお、2.2.2(1)b.(b)アに示す円筒胴の外面に圧力を受ける場合の評価式は、座屈荷重の 1/4 を最高使用圧力として定義していることから、瞬間的な過圧に対して大きく余裕

を有している。そのため、設計過渡条件における評価にあたっては、機器の現実的な強度を評価するために、必要に応じて安全余裕を考慮しない場合の計算上必要な板の厚さも評価する。

5. 公式による強度評価書のフォーマット

公式による評価における強度評価書のフォーマットを示す。

1.要目					
機器名	項目	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	液体の比重	腐食代(mm)

2.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円筒形の胴) 【第7条第3項第一号、第二号イ】												
機器名	項目	使用材料	胴の内径 D <sub>i</sub> (mm)	許容引張応力 S(MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)
評価 t <sub>1</sub> は、よって十分である。												

3.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円筒形の胴、外面に圧力を受ける円筒形の胴) 【第7条第3項第一号、第二号イ、ハ】																				
機器名	項目	使用材料	胴の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の外径 D <sub>o</sub> (mm)	強め輪間の有効長さ ℓ (mm)	許容引張応力 S(MPa)	降伏点 S <sub>y</sub> (MPa)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	ℓ / D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub> / t <sub>l</sub>	B	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)	
評価 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																				

4.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-1) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ】																															
機器名	項目	胴の大径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の大径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の小径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の小径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	使用材料	円すいの頂角の1/2 θ (°)	許容引張応力 S(MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	胴の有効内径 D <sub>i</sub> 、D <sub>o</sub> (mm)		すその丸みの内半径 r <sub>i</sub> 、r <sub>o</sub> (mm)		円すいの形状による係数 W		必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)		t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)			
																	大径端	小径端	大径端	小径端	大径端	小径端		大径端	小径端						
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																															

5.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴、外面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-1) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ、第二号リ】																																				
機器名	項目	胴の大径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の大径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の小径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の小径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	使用材料	外圧計算に用いる胴の内径 D <sub>o</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	強め輪間の有効長さ ℓ (mm)	許容引張応力 S <sub>i</sub> (MPa)	降伏点 S <sub>y</sub> (MPa)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	胴の有効内径		すその丸みの内半径		円すいの形状による係数		必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ		ℓ / D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub> / t <sub>l</sub>	B	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)	
																						大径端	小径端	大径端	小径端	大径端	小径端		大径端	小径端						大径端
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																																				

6.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-3) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ】																						
機器名	項目	胴の大径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の大径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	使用材料	胴の有効内径 D <sub>i</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	許容引張応力 S(MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	すその丸みの内半径 r <sub>o</sub> (mm)	円すいの形状による係数 W	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																						

7.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴、外面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-3) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ、第二号リ】																														
機器名	項目	胴の大径端側の内径 D <sub>i</sub> (mm)	胴の大径端側のすその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	胴の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	0.06(D <sub>i</sub> +2t <sub>n</sub> ) (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	使用材料	胴の有効内径 D <sub>i</sub> (mm)	外圧計算に用いる胴の内径 D <sub>o</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	強め輪間の有効長さ ℓ (mm)	許容引張応力 S <sub>i</sub> (MPa)	降伏点 S <sub>y</sub> (MPa)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	すその丸みの内半径 r <sub>i</sub> (mm)	円すいの形状による係数 W	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	ℓ / D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub> / t <sub>l</sub>	B	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)	
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																														

8.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-4) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ】														
機器名	項目	円すいの頂角の1/2 θ (°)	使用材料	胴の有効内径 D <sub>i</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	許容引張応力 S(MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。														

9.容器の胴の厚さの計算 (内面に圧力を受ける円すい形の胴、外面に圧力を受ける円すい形の胴) (形状：図7-4) 【第7条第1項第一号、第7条第3項第一号、第二号ナ、第二号リ】																					
機器名	項目	円すいの頂角の1/2 θ (°)	使用材料	胴の有効内径 D <sub>i</sub> (mm)	外圧計算に用いる胴の内径 D <sub>o</sub> (mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	強め輪間の有効長さ ℓ (mm)	許容引張応力 S(MPa)	降伏点 S <sub>y</sub> (MPa)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	ℓ / D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub> / t <sub>l</sub>	B	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)
評価 よって円すい形の胴である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																					

10.容器の罐板の厚さの計算、開放タンクの底板の厚さの計算 (中低面に圧力を受けるさら形罐板) 【第8条第1項第一号、第8条第2項第一号、第6条の2第6項第二号(第8条第1項準用)第一号、第6条の2第7項第二号(第8条第2項準用)第一号】																				
機器名	項目	罐板の外径 D <sub>o</sub> (mm)	罐板の中央部における内面の半径 R(mm)	罐板すみの丸みの内半径 r(mm)	罐板の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	0.06 D <sub>o</sub> (mm)	使用材料	胴の内径 D <sub>i</sub> (mm)	さら形罐板の形状による係数 W	許容引張応力 S(MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	
評価 よってさら形罐板である。 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																				

11.容器の罐板の厚さの計算、開放タンクの底板の厚さの計算 (中低面に圧力を受けるさら形罐板、中高面に圧力を受けるさら形罐板) 【第8条第1項第一号、第8条第2項第一号、第二号、第6条の2第6項第二号(第8条第1項準用)第一号、第6条の2第7項第二号(第8条第2項準用)第一号、第二号】																														
機器名	項目	罐板の外径 D <sub>o</sub> (mm)	罐板の中央部における内面の半径 R(mm)	罐板すみの丸みの内半径 r(mm)	罐板の呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	3t <sub>n</sub> (mm)	0.06 D <sub>o</sub> (mm)	使用材料	罐板の外半径 R <sub>o</sub> (mm)	さら形罐板の形状による係数 W	罐板のフランジ部の外径 ℓ (mm)	許容引張応力 S <sub>i</sub> (MPa)	降伏点 S <sub>y</sub> (MPa)	呼び厚さ t <sub>n</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>l</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	ℓ / D <sub>o</sub>	D <sub>o</sub> / t <sub>l</sub>	B <sub>1</sub>	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	R <sub>o</sub> / (100t <sub>1</sub> )	B <sub>2</sub>	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>l</sub> の大きい値 t(mm)		
評価 t <sub>2</sub> は、よって十分である。																														



12. 容器の壁板の厚さの計算、開放タンクの底板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける半円形壁板）【第8条第1項第三号、第8条第2項第五号、第6条の2第6項第二号(第8条第1項準用)第三号、第6条の2第7項第二号(第8条第2項準用)第五号】

機器名	項目	壁板の内面における長さ $D_i$ (mm)	壁板の内面における長さの1/2 $h$ (mm)	長さ $h$ と半径の比 $D_i/(2h)$	使用材料	胴の内径 $D$ (mm)	半円形壁板の形状による係数 $K$	許容引張応力 $S$ (MPa)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_{2min}$	$t_1, t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)
	評価	よって半円形壁板である。										$t \geq t_c$ 、よって十分である。				

13. 容器の壁板の厚さの計算、開放タンクの底板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける半円形壁板、中高面に圧力を受ける半円形壁板）【第8条第1項第三号、第8条第2項第五号、第六号、第6条の2第6項第二号(第8条第1項準用)第三号、第6条の2第7項第二号(第8条第2項準用)第五号、第六号】

機器名	項目	壁板の内面における長さ $D_i$ (mm)	壁板の内面における長さの1/2 $h$ (mm)	長さ $h$ と半径の比 $D_i/(2h)$
	評価	よって半円形壁板である。		

機器名	項目	使用材料	胴の内径 $D$ (mm)	胴の外径 $D_o$ (mm)	壁板の外表面における長さ	壁板の内表面における長さ	半円形壁板の形状による係数	壁板のフランジ部の外径	許容引張応力 $S$ (MPa)	降伏点 $S_y$ (MPa)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_{2min}$	必要厚さ $t_3$ (mm)	$\ell / D_o$	$D_o / t_c$	$B_1$	必要厚さ $t_4$ (mm)	$D_{in} / D_{out}$	$K_s$	$R_1 = D_{in} K_s$	$R_2 / (100t_1)$	$B_2$	必要厚さ $t_5$ (mm)	$t_1, t_2, t_3, t_4$ の大きい値 $t$ (mm)
	評価	$t \geq t_c$ 、よって十分である。																											

14. 容器の壁板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける円すい形壁板）( $\theta > 30^\circ$ )【第8条第1項第四号、第8条第2項第七号】

機器名	項目	壁板の外径 $D_o$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の呼び厚さ $t_n$ (mm)	$3t_n$ (mm)	$0.06 D_{in}$ (mm)	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	使用材料	壁板の有効内径 $D_i$ (mm)	壁板の内径 $D_i$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_o$ (mm)	円すいの形状による係数 $W$	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	許容引張応力 $S$ (MPa)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_{2min}$	必要厚さ $t_3$ (mm)	$t_1, t_2, t_3$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)			
	評価	よって円すい形壁板である。																							$t \geq t_c$ 、よって十分である。	

15. 容器の壁板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける円すい形壁板）( $\theta \leq 30^\circ$ )【第8条第1項第四号、第8条第2項第七号】

機器名	項目	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	使用材料	壁板の有効内径 $D_i$ (mm)	壁板の内径 $D_i$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	円すいの形状による係数 $W$	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	許容引張応力 $S$ (MPa)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_{2min}$	必要厚さ $t_3$ (mm)	$t_1, t_2, t_3$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)		
	評価	よって円すい形壁板である。																	$t \geq t_c$ 、よって十分である。	

16. 容器の壁板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける円すい形壁板、中高面に圧力を受ける円すい形壁板）( $\theta > 30^\circ$ )【第8条第1項第四号、第8条第2項第七号、第八号】

機器名	項目	壁板の外径 $D_o$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の呼び厚さ $t_n$ (mm)	$3t_n$ (mm)	$0.06 D_{in}$ (mm)	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	
	評価	よって円すい形壁板である。						

機器名	項目	使用材料	壁板の有効内径 $D_i$ (mm)	壁板の内径 $D_i$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の外径 $D_o$ (mm)	外圧計算に用いる胴の内径 $D$ (mm)	円すいの形状による係数 $W$	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	壁板のフランジ部の外径 $\ell_1$ (mm)	強め輪の有効長さ $\ell_2$ (mm)	許容引張応力 $S_1$ (MPa)	降伏点 $S_y$ (MPa)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	必要厚さ $t_{3min}$	$\ell_1 / D_{in}$	$D_{in} / t_c$	$B_1$	必要厚さ $t_4$ (mm)	$\ell_2 / D_o$	$D_o / t_c$	$B_2$	必要厚さ $t_5$ (mm)	$t_1, t_2, t_4, t_5$ の大きい値 $t$ (mm)
	評価	$t \geq t_c$ 、よって十分である。																												

17. 容器の壁板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける円すい形壁板、中高面に圧力を受ける円すい形壁板）( $\theta > 60^\circ$ )【第8条第1項第四号、第8条第2項第七号、第八号】

機器名	項目	壁板の外径 $D_o$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の呼び厚さ $t_n$ (mm)	$3t_n$ (mm)	$0.06 D_{in}$ (mm)	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	
	評価	よって円すい形壁板である。						

機器名	項目	使用材料	壁板の有効内径 $D_i$ (mm)	壁板の内径 $D_i$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の外径 $D_o$ (mm)	外圧計算に用いる胴の内径 $D$ (mm)	円すいの形状による係数 $W$	壁板のフランジ部の外径 $\ell$ (mm)	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	許容引張応力 $S_1$ (MPa)	許容引張応力 $S_2$ (MPa)	降伏点 $S_y$ (MPa)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	必要厚さ $t_{3min}$	$\ell_1 / D_{in}$	$D_{in} / t_c$	$B_1$	必要厚さ $t_4$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	取付方法によって定まる定数 $C$	必要厚さ $t_5$ (mm)	$t_1, t_2, t_4, t_5$ の大きい値 $t$ (mm)
	評価	$t \geq t_c$ 、よって十分である。																											

18. 容器の壁板の厚さの計算（中低面に圧力を受ける円すい形壁板、中高面に圧力を受ける円すい形壁板）( $\theta \leq 30^\circ$ )【第8条第1項第四号、第8条第2項第七号、第八号】

機器名	項目	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )
	評価	よって円すい形壁板である。

機器名	項目	使用材料	壁板の有効内径 $D_i$ (mm)	円すい壁板の大径端部の外径 $D$ (mm)	壁板の内径 $D_i$ (mm)	壁板のすその丸み部分の内半径 $r_i$ (mm)	壁板の外径 $D_o$ (mm)	外圧計算に用いる胴の内径 $D$ (mm)	円すいの形状による係数 $W$	円すいの頂角の1/2 $\theta$ ( $^\circ$ )	壁板のフランジ部の外径 $\ell_1$ (mm)	強め輪の有効長さ $\ell_2$ (mm)	許容引張応力 $S_1$ (MPa)	降伏点 $S_y$ (MPa)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	必要厚さ $t_{3min}$	$\ell_1 / D_{in}$	$D_{in} / t_c$	$B_1$	必要厚さ $t_4$ (mm)	$\ell_2 / D_o$	$D_o / t_c$	$B_2$	規定された最小厚さ $t_{32}$ (mm)	最高許容外圧 $P_1$ (MPa)	最高許容外圧 $P_{s1}$ (MPa)	最高許容外圧 $P_{s2}$ (MPa)	$t_1, t_2, t_4, t_5$ の大きい値 $t$ (mm)				
	評価	$t \geq t_c$ 、よって十分である。																																				

19. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：イ、平板の穴の有無：無し)【第8条の2第1項】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 $S$ (MPa)	取付け方法によって定まる定数 $C$	直径又は最小スパン $d$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	必要厚さ $t$ (mm)	呼び厚さ $t_n$ (mm)	最小厚さ $t_c$ (mm)	
	評価	$t \geq t_c$ 、よって十分である。									





42. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：チ、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号イ(ロ)】

機器名	項目	鋼板の実際厚さ	設計方針箇中に示す値	設計方針箇中に示す値	a+b (mm)	2t <sub>1</sub> (mm)	設計方針箇中に示す値	直径又は最小スパン	穴の径 d <sub>0</sub> (mm)	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	形状によって定まる定数 Z	取付け方法によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		t <sub>1</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)			t <sub>2</sub> (mm)	d (mm)			S(MPa)	d (mm)		C			
評価																	
d <sub>0</sub> ≤ d/2、よって第14項第二号イ(ロ)による																	
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																	

43. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：チ、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号ロイ】

機器名	項目	鋼板の実際厚さ	設計方針箇中に示す値	設計方針箇中に示す値	a+b (mm)	2t <sub>1</sub> (mm)	設計方針箇中に示す値	直径又は最小スパン	穴の径 d <sub>0</sub> (mm)	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	形状によって定まる定数 Z	取付け方法によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		t <sub>1</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)			t <sub>2</sub> (mm)	d (mm)			S(MPa)	d (mm)		C			
評価																	
d <sub>0</sub> > d/2、よって第14項第二号ロイによる																	
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																	

44. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：リ、平板の穴の有無：無し)【第8条の2第1項】

機器名	項目	継目なし鋼、管等の必要厚さ	鋼板の実際厚さ	平板のすみ肉のど厚	設計方針箇中に示す値	設計方針箇中に示す値	a+b (mm)	2t <sub>1</sub> (mm)	設計方針箇中に示す値	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	鋼板の実際厚さ	継目なし鋼、管等の必要厚さ	形状によって定まる定数	取付け方法によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		t (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)			t <sub>2</sub> (mm)		d (mm)	D (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	Z	C				
評価																				
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																				

45. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：リ、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号イ(ロ)】

機器名	項目	継目なし鋼、管等の必要厚さ	鋼板の実際厚さ	平板のすみ肉のど厚	設計方針箇中に示す値	設計方針箇中に示す値	a+b (mm)	2t <sub>1</sub> (mm)	設計方針箇中に示す値	直径又は最小スパン	穴の径 d <sub>0</sub> (mm)	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	鋼板の実際厚さ	継目なし鋼、管等の必要厚さ	形状によって定まる定数	取付け方法によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		t (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)			t <sub>2</sub> (mm)	d (mm)			D (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	Z	C					
評価																						
d <sub>0</sub> ≤ d/2、よって第14項第二号イ(ロ)による																						
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																						

46. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：リ、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号ロイ】

機器名	項目	継目なし鋼、管等の必要厚さ	鋼板の実際厚さ	平板のすみ肉のど厚	設計方針箇中に示す値	設計方針箇中に示す値	a+b (mm)	2t <sub>1</sub> (mm)	設計方針箇中に示す値	直径又は最小スパン	穴の径 d <sub>0</sub> (mm)	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	鋼板の実際厚さ	継目なし鋼、管等の必要厚さ	形状によって定まる定数	取付け方法によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		t (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	a (mm)	b (mm)			t <sub>2</sub> (mm)	d (mm)			D (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	Z	C					
評価																						
d <sub>0</sub> > d/2、よって第14項第二号ロイによる																						
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																						

47. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：ル、平板の穴の有無：無し)【第8条の2第1項】

機器名	項目	直径又は最小スパン	d/4 (mm)	d/20 (mm)	平板の実際厚さ	平板のすみ肉の内の内半径	t <sub>1</sub> /4 (mm)	使用材料	許容引張応力	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	形状によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		d (mm)			t <sub>1</sub> (mm)	r (mm)			S(MPa)	d (mm)	D (mm)	Z			
評価															
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。															

48. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：ル、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号イ(ロ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン	d/4 (mm)	d/20 (mm)	平板の実際厚さ	穴の径	平板のすみ肉の内の内半径	t <sub>1</sub> /4 (mm)	使用材料	許容引張応力	取付け方法によって定まる定数	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	形状によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		d (mm)			t <sub>1</sub> (mm)	d <sub>0</sub> (mm)	r (mm)			S(MPa)	C	d (mm)	D (mm)	Z			
評価																	
d <sub>0</sub> ≤ d/2、よって第14項第二号イ(ロ)による																	
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																	

49. 容器の平板の厚さの計算(平板の取付方法：ル、平板の穴の有無：有り)【第8条の2第1項及び第14項第二号ロイ】

機器名	項目	直径又は最小スパン	d/4 (mm)	d/20 (mm)	平板の実際厚さ	穴の径	平板のすみ肉の内の内半径	t <sub>1</sub> /4 (mm)	使用材料	許容引張応力	取付け方法によって定まる定数	直径又は最小スパン	最小スパンに直角に測った最大スパン	形状によって定まる定数	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
		d (mm)			t <sub>1</sub> (mm)	d <sub>0</sub> (mm)	r (mm)			S(MPa)	C	d (mm)	D (mm)	Z			
評価																	
d > d/2、よって第14項第二号ロイによる																	
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																	

50. 容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：無し、円形平板の場合)【第8条の2第2項】

機器名	項目	平板使用材料	許容引張応力		定数 C	最小スパンに直角に測った最大スパン D (mm)	形状によって定まる定数 Z	ボルト穴中心円周長 L (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重		モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
			平板							使用状態 W <sub>1</sub> (N)	ガスケット締付時 W <sub>2</sub> (N)						
			最高使用温度 S (MPa)	常温 S <sub>0</sub> (MPa)													
評価																	
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																	

51. 容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：無し、円形平板以外の平板の場合)【第8条の2第2項】

機器名	項目	平板使用材料	許容引張応力		定数 C	最小スパンに直角に測った最大スパン D (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重		モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>ps</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>ps</sub> (mm)
			平板					使用状態 W <sub>1</sub> (N)	ガスケット締付時 W <sub>2</sub> (N)						
			最高使用温度 S (MPa)	常温 S <sub>0</sub> (MPa)											
評価															
t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。															

52.容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：有り、内圧計算、外圧計算)【第8条の2第2項及び第14項第二号イ(ロ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン d (mm)	穴の径 d <sub>1</sub> (mm)	平板使用材料	許容引張応力				定数 C	最小スパンに直角に測った最大スパン D (mm)	形状によって定まる定数 Z	ボルト穴中心円周長 L (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重				モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)		必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)		t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)		呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
					平板									使用状態 W <sub>1</sub> (N)		ガスケット挿付時 W <sub>2</sub> (N)			内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算		
					最高使用温度 S (MPa)		常温 S <sub>1</sub> (MPa)							内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算									
					内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算																		
評価	d <sub>1</sub> ≤ d/2、よって第14項第二号イ(ロ)による				t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。																					

53.容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：有り、内圧計算、外圧計算)【第8条の2第2項及び第14項第二号ロ(イ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン d (mm)	穴の径 d <sub>1</sub> (mm)	平板使用材料	定数 C	最小スパンに直角に測った最大スパン D (mm)	形状によって定まる定数 Z	ボルト穴中心円周長 L (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重				モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)		必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)		t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)		呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
										使用状態 W <sub>1</sub> (N)		ガスケット挿付時 W <sub>2</sub> (N)			内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算		
										内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算									
評価	d <sub>1</sub> > d/2、よって第14項第二号ロ(イ)による				t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。																	

54.容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：有り、内圧計算、外圧計算)【第8条の2第2項及び第14項第二号イ(ロ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン d (mm)	穴の径 d <sub>1</sub> (mm)	平板使用材料	定数 C	直径又は最小スパン d (mm)	形状によって定まる定数 Z	ボルト穴中心円周長 L (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重				モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)		必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)		t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)		呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
										使用状態 W <sub>1</sub> (N)		ガスケット挿付時 W <sub>2</sub> (N)			内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算		
										内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算									
評価	d <sub>1</sub> ≤ d/2、よって第14項第二号イ(ロ)による				t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。																	

55.容器の平板の厚さの計算(平板の穴の有無：有り、内圧計算、外圧計算)【第8条の2第2項及び第14項第二号ロ(イ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン d (mm)	穴の径 d <sub>1</sub> (mm)	平板使用材料	定数 C	直径又は最小スパン d (mm)	形状によって定まる定数 Z	ボルト穴中心円周長 L (mm)	直径又は最小スパン d (mm)	ボルト荷重				モーメントアーム h <sub>0</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)		必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)		t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)		呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
										使用状態 W <sub>1</sub> (N)		ガスケット挿付時 W <sub>2</sub> (N)			内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算		
										内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算									
評価	d <sub>1</sub> > d/2、よって第14項第二号ロ(イ)による				t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。																	

56.容器の管板の厚さの計算(円形管板)【第10条第1項第一号、第二号】

機器名	項目	管の外径 d <sub>1</sub> (mm)	必要な距離 Z (mm)	管穴の中心間の距離 P <sub>1</sub> (mm)	使用材料	パッキンの中心円の径又は胴の内径 D (mm)	胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	管及び管板の支え方による係数 F	管板の支え方	任意の管の中心が囲む面積 A (mm <sup>2</sup> )	面積Aの周りのうち穴の径以外の部分の長さ L (mm)	許容引張応力 S (MPa)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> , 10の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	P <sub>1</sub> ≥ Z、よって十分である。		t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。														

57.容器の管板の厚さの計算(角形管板)【第10条第1項第一号、第三号】

機器名	項目	管の外径 d <sub>1</sub> (mm)	必要な距離 Z (mm)	管穴の中心間の距離 P <sub>1</sub> (mm)	使用材料	最小スパン d (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン D <sub>1</sub> (mm)	管及び管板の支え方による係数 F	形状によって定まる定数 Z	任意の管の中心が囲む面積 A (mm <sup>2</sup> )	面積Aの周りのうち穴の径以外の部分の長さ L (mm)	許容引張応力 S (MPa)	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> , 10の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	P <sub>1</sub> ≥ Z、よって十分である。		t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。														

58.容器の管台の厚さの計算(伝熱管(内面に圧力を受ける管台の厚さ))【第11条第1項第一号】

機器名	項目	使用材料	伝熱管の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	t <sub>1</sub> ≥ t、よって十分である。									

59.容器の管台の厚さの計算(伝熱管(内面に圧力を受ける管台の厚さ))(原素鋼)【第11条第1項第一号、第三号】

機器名	項目	使用材料	伝熱管の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。											

60.容器の管台の厚さの計算(伝熱管(内面に圧力を受ける管台の厚さ、外面に圧力を受ける管台の厚さ))(2: 図より求めた値)【第11条第1項第一号、第二号】

機器名	項目	使用材料	伝熱管の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。											

61.容器の管台の厚さの計算(伝熱管(内面に圧力を受ける管台の厚さ、外面に圧力を受ける管台の厚さ))(2: 式より求めた値)【第11条第1項第一号、第二号】

機器名	項目	使用材料	伝熱管の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S (MPa)	脆化点 S <sub>1</sub> (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	B	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)	
評価	t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。														

62.容器の管台の厚さの計算(内面に圧力を受ける管台の厚さ)(原素鋼)【第11条第1項第一号、第三号】

機器名	項目	使用材料	管台の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> の大きい値 t (mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価	t <sub>2</sub> ≥ t、よって十分である。											

63. 容器の管台の厚さの計算（内面に圧力を受ける管台の厚さ、外面に圧力を受ける管台の厚さ）（圧力鋼）（t2：図より求めた値）【第11条第1項第一号、第二号、第三号】

機器名	項目	使用材料	管台の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S <sub>1</sub> (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>3</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>3</sub> の 大きい値	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価		t <sub>1</sub> ≧t <sub>2</sub> 、よって十分である。											

64. 容器の管台の厚さの計算（内面に圧力を受ける管台の厚さ、外面に圧力を受ける管台の厚さ）（圧力鋼）（t2：式より求めた値）【第11条第1項第一号、第二号、第三号】

機器名	項目	使用材料	管台の外径 D <sub>1</sub> (mm)	許容引張応力 S <sub>1</sub> (MPa)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	必要厚さ t <sub>1</sub> (mm)	B	必要厚さ t <sub>2</sub> (mm)	必要厚さ t <sub>3</sub> (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>3</sub> の 大きい値 t(mm)	呼び厚さ t <sub>nom</sub> (mm)	最小厚さ t <sub>min</sub> (mm)
評価		t <sub>1</sub> ≧t <sub>2</sub> 、よって十分である。												

65. 容器の補強を要しない穴の最大径(円筒形の胴、球形の胴)【第7条第6項第二号】

機器名	項目	使用材料	胴の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)	胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K	Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求め た値 (mm)	200、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	容器の補強を要 しない穴の最大 径 (mm)
評価		補強の計算を要する穴は である。													

66. 容器の補強を要しない穴の最大径(円すい形の胴)【第7条第6項第二号】

機器名	項目	使用材料	胴の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)	胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	円すい頂内の1/2 θ(°)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K	Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求め た値 (mm)	200、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	容器の補強を要 しない穴の最大 径 (mm)
評価		補強の計算を要する穴は である。														

67. 容器の補強を要しない穴の最大径(球形殻板、半球形殻板、半円形殻板)【第8条第3項第二号】

機器名	項目	使用材料	殻板フランジ部 の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)	殻板の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K	Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求め た値 (mm)	200、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	補強を要しない 穴の最大径 (mm)
評価		補強の計算を要する穴は である。													

68. 容器の補強を要しない穴の最大径(円すい形殻板)【第8条第3項第二号】

機器名	項目	使用材料	殻板フランジ部 の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)	殻板の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	円すい頂内の1/2 θ(°)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K	Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求め た値 (mm)	200、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	補強を要しない 穴の最大径 (mm)
評価		補強の計算を要する穴は である。														

69. 容器の補強を要しない穴の最大径(円筒形の胴、球形の胴)（内圧計算、外圧計算）【第7条第6項第二号】

機器名	項目	使用材料	胴の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)		胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K		Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求めた値 (mm)		200、d <sub>2</sub> の小さい値 (mm)		補強を要しない穴の最大径 (mm)		
				内圧計算	外圧計算							内圧計算	外圧計算		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	
評価		補強の計算を要する穴は である。																			

70. 容器の補強を要しない穴の最大径(殻板のすみの丸みの穴)【第8条第3項第二号】

機器名	項目	穴の径が20mm以下の穴
評価		よって、補強の計算を要する穴は である。

71. 容器の補強を要しない穴の最大径(円すい形殻板)（内圧計算、外圧計算）【第7条第6項第二号】

機器名	項目	使用材料	胴の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)		胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	円すい頂内の1/2 θ(°)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K		Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求めた値 (mm)		200、d <sub>2</sub> の小さい値 (mm)		補強を要しない穴の最大径 (mm)	
				内圧計算	外圧計算								内圧計算	外圧計算		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算
評価		補強の計算を要する穴は である。																			

72. 容器の補強を要しない穴の最大径(球形殻板、半球形殻板、半円形殻板)（内圧計算、外圧計算）【第8条第3項第二号】

機器名	項目	使用材料	殻板フランジ部 の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)		殻板の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K		Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求めた値 (mm)		200、d <sub>2</sub> の小さい値 (mm)		補強を要しない穴の最大径 (mm)		
				内圧計算	外圧計算							内圧計算	外圧計算		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	
評価		補強の計算を要する穴は である。																			

73. 容器の補強を要しない穴の最大径(円すい形殻板)（内圧計算、外圧計算）【第8条第3項第二号】

機器名	項目	使用材料	殻板フランジ部 の外径 D(mm)	許容引張応力 S(MPa)		胴の最小厚さ t <sub>1</sub> (mm)	円すい頂内の1/2 θ(°)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有 無	d <sub>1</sub> =(D-2t <sub>1</sub> )/4 (mm)	61、d <sub>2</sub> の小さい 値 (mm)	K		Dt <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> ：図より求めた値 (mm)		200、d <sub>2</sub> の小さい値 (mm)		補強を要しない穴の最大径 (mm)	
				内圧計算	外圧計算								内圧計算	外圧計算		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算
評価		補強の計算を要する穴は である。																			









82.穴の補強計算（平板の穴）（内圧計算、外圧計算）【第8条第4項第一号及び第二号】

機器名	項目	平板使用材料	管台使用材料	強め板使用材料	平板の許容引張応力		管台の許容引張応力		強め板の許容引張応力		穴の径 d(mm)	平板no.穴の径 d <sub>h</sub> (mm)	平板と管台の交角 α(°)	平板の最小厚さ t <sub>h</sub> (mm)	管台の最小厚さ t <sub>h</sub> (mm)	平板の継手効率 η	係数 F
					内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算							

機器名	項目	平板の直径又は最小スパン Q <sub>0</sub>	平板の計算上必要な厚さ t <sub>h</sub> (mm)		管台の計算上必要な厚さ t <sub>h</sub> (mm)		穴の補強に必要な面積 A <sub>h</sub> (mm <sup>2</sup> )	補強の有効範囲 X <sub>1</sub> (mm)	補強の有効範囲 X <sub>2</sub> (mm)	補強の有効範囲 X <sub>3</sub> (mm)	補強の有効範囲 Y <sub>1</sub> (mm)	補強の有効範囲 Y <sub>2</sub> (mm)	強め板の最小厚さ t <sub>h</sub> (mm)	強め板の外径 B <sub>1</sub> (mm)	管台の外径 D <sub>0</sub> (mm)	一体型管台のコーナー部半径 R <sub>1</sub> (mm)	溶接寸法 L <sub>1</sub> (mm)	溶接寸法 L <sub>2</sub> (mm)	溶接寸法 L <sub>3</sub> (mm)	溶接寸法 L <sub>4</sub> (mm)
			内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算														

機器名	項目	小さい穴の補強										X <sub>1</sub> =X <sub>2</sub> でない場合の確認											
		平板の有効補強面積 A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )		管台の有効補強面積 A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )		すみ肉溶接部の有効補強面積 A <sub>3</sub> (mm <sup>2</sup> )		強め板の有効補強面積 A <sub>4</sub> (mm <sup>2</sup> )		補強に有効な総面積 A <sub>5</sub> (mm <sup>2</sup> )		穴の補強に有効な面積 A <sub>10</sub> (mm <sup>2</sup> )		平板の有効補強面積 A <sub>11</sub> (mm <sup>2</sup> )		管台の有効補強面積 A <sub>12</sub> (mm <sup>2</sup> )		すみ肉溶接部の有効補強面積 A <sub>13</sub> (mm <sup>2</sup> )		強め板の有効補強面積 A <sub>14</sub> (mm <sup>2</sup> )		補強に有効な総面積 A <sub>15</sub> (mm <sup>2</sup> )	
		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算

機器名	項目	大きい穴の補強															
		補強を要する穴の径 d <sub>h</sub> (mm)	補強の有効範囲 X <sub>1</sub> (mm)	補強の有効範囲 X <sub>2</sub> (mm)	補強の有効範囲 X <sub>3</sub> (mm)	穴の補強に必要な面積 A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )		平板の有効補強面積 A <sub>11</sub> (mm <sup>2</sup> )		管台の有効補強面積 A <sub>12</sub> (mm <sup>2</sup> )		すみ肉溶接部の有効補強面積 A <sub>13</sub> (mm <sup>2</sup> )		強め板の有効補強面積 A <sub>14</sub> (mm <sup>2</sup> )		補強に有効な総面積 A <sub>15</sub> (mm <sup>2</sup> )	
						内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算

機器名	項目	溶接部にかかる荷重 W(N)		溶接部にかかる荷重 W <sub>1</sub> (N)		溶接部の食うべき荷重 W(N)		すみ肉溶接部の許容せん断応力 S <sub>wt</sub> (MPa)		突合せ溶接部の許容せん断応力 S <sub>wt</sub> (MPa)		突合せ溶接部の許容引張断応力 S <sub>wt</sub> (MPa)		管台壁の許容せん断応力 S <sub>wt</sub> (MPa)		応力除去の有無	すみ肉溶接部の許容せん断応力係数	突合せ溶接部の許容せん断応力係数	突合せ溶接部の許容せん断応力係数 F <sub>3</sub>	管台壁の許容せん断応力係数 F <sub>4</sub>	管台が取り付く穴の径 d <sub>h</sub> (mm)
		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算								

機器名	項目	すみ肉溶接部のせん断力 W <sub>g</sub> (N)		すみ肉溶接部のせん断力 W <sub>g1</sub> (N)		すみ肉溶接部のせん断力 W <sub>g2</sub> (N)		突合せ溶接部のせん断力 W <sub>gt</sub> (N)		突合せ溶接部のせん断力 W <sub>gt1</sub> (N)		突合せ溶接部の引張力 W <sub>gt</sub> (N)		突合せ溶接部の引張力 W <sub>gt1</sub> (N)		突合せ溶接部の引張力 W <sub>gt</sub> (N)		突合せ溶接部の引張力 W <sub>gt1</sub> (N)		管台壁のせん断力 W <sub>gt</sub> (N)		すみ肉溶接部のせん断力 W <sub>gt1</sub> (N)	
		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算

機器名	項目	予想される破断箇所 W <sub>h1</sub> (N)		予想される破断箇所 W <sub>h2</sub> (N)		予想される破断箇所 W <sub>h3</sub> (N)		予想される破断箇所 W <sub>h4</sub> (N)		予想される破断箇所 W <sub>h5</sub> (N)		予想される破断箇所 W <sub>h6</sub> (N)	
		内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算	内圧計算	外圧計算
	評価	A <sub>1</sub> > A <sub>2</sub> /2、W <sub>gt1</sub> 、W <sub>gt2</sub> 、W <sub>gt3</sub> 、W <sub>gt4</sub> 、W <sub>gt5</sub> 、W <sub>gt6</sub> ≧ W によって十分である。											

83.フランジの計算（内圧を受ける一休形フランジ、内圧を受ける任意形フランジ）【第12条第1項】

機器名	項目	フランジ使用材料	鋼又は管台壁使用材料	ボルト使用材料	ガスケット使用材料	ガスケット厚さ (mm)	ガスケット座の形状	許容引張応力				フランジの外径 A(mm)	フランジの内径 B(mm)	ボルト中心円の直径 C(mm)	ガスケットの外径 D <sub>2</sub> (mm)	ガスケットの有効径 G(mm)	ハブ先端の厚さ E <sub>0</sub> (mm)	フランジ背面のハブの厚さ E <sub>1</sub> (mm)	ハブの長さ h(mm)
								設計温度(°C)		常温(°C)									
								ボルト	フランジ	鋼又は管台壁	ボルト								
								σ <sub>h</sub> (MPa)	σ <sub>l</sub> (MPa)	σ <sub>h</sub> (MPa)	σ <sub>l</sub> (MPa)								

機器名	項目	ボルト呼び	ボルト本数 n	ボルト径 d(mm)	単位長さ当りガスケット締付荷重 J(N/mm)	ガスケット締付面の外径 G <sub>2</sub> (mm)	ガスケット接触面の幅 N(mm)	ガスケット座の幅 w(mm)	ガスケット係数 m	鋼小設計締付力 y(MPa)	ガスケット座の基本幅 b <sub>1</sub> (mm)	ガスケット座の有効幅 b(mm)	内圧による全荷重 H(N)	ガスケットにかける圧縮力 H <sub>h</sub> (N)	使用状態での最小ボルト荷重 W <sub>h1</sub> (N)	ガスケット締付最小荷重 W <sub>h2</sub> (N)	ボルトの所要断面積			実際のボルト断面積 A <sub>h</sub> (mm <sup>2</sup> )
																	使用状態 A <sub>h1</sub> (mm <sup>2</sup> )	ガスケット締付時 A <sub>h2</sub> (mm <sup>2</sup> )	いづれか大きい値 A <sub>h3</sub> (mm <sup>2</sup> )	
	評価	A <sub>h</sub> > A <sub>h1</sub> によって十分である。																		

機器名	項目	ボルト荷重		距離 R(mm)	荷重(N)			モーメントアーム(mm)			モーメント(N・mm)			フランジに作用するモーメント		フランジ内外径の比 K	形状係数 h/h <sub>0</sub> (mm)	係数 h/h <sub>0</sub>	係数 E <sub>0</sub> /E <sub>1</sub>	ハブ応力修正係数 f	係数 F	係数 T	係数 U	係数 V	係数 Y	係数 Z	係数 d	係数 e	フランジの厚さ t(mm)	係数 L	
		使用状態 W <sub>h</sub> (N)	ガスケット締付時 W <sub>h</sub> (N)		H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	h <sub>0</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	使用状態 M <sub>h</sub> (N・mm)	ガスケット締付時 M <sub>h</sub> (N・mm)																

機器名	項目	使用状態におけるフランジの強さ										ガスケット締付時のフランジの強さ																			
		応力の計算値(MPa)		許容引張応力(MPa)		応力の計算値(MPa)		許容引張応力(MPa)		組合せ応力		応力の計算値(MPa)		許容引張応力(MPa)		応力の計算値(MPa)		許容引張応力(MPa)		組合せ応力											
		σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>	σ <sub>h</sub>	σ <sub>l</sub>										
	ハブの軸方向応力 σ <sub>h</sub>	≦ 1.5σ <sub>h</sub>	≦ 1.5σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>	≦ σ <sub>h</sub>
	フランジの周方向応力 σ <sub>l</sub>	≦ 1.5σ <sub>l</sub>	≦ 1.5σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>	≦ σ <sub>l</sub>
	評価	よって十分である。																													

84.フランジの計算(外圧を受ける一休形フランジ)【第12条第1項】

機器名	項目	フランジ使用材料	胴又は管台壁使用材料	ボルト使用材料	ガスケット使用材料	ガスケット厚さ(m) 座面の形状	許容引張応力						フランジの外径 A(mm)	フランジの内径 B(mm)	ボルト中心円の直径 C(mm)	ガスケットの外径 D <sub>2</sub> (mm)	ガスケットの有効径 G(mm)	ハブ先端の厚さ g <sub>2</sub> (mm)	フランジ背面のハブの厚さ g <sub>1</sub> (mm)	ハブの長さ h(mm)
							設計温度(℃)			常温(℃)										
							ボルト	フランジ	胴又は管台壁	ボルト	フランジ	胴又は管台壁								
							σ <sub>1</sub> (MPa)	σ <sub>2</sub> (MPa)	σ <sub>3</sub> (MPa)	σ <sub>4</sub> (MPa)	σ <sub>5</sub> (MPa)									

機器名	項目	ボルト呼び	ボルト本数 n	ボルト径 d (mm)	単位長さ当りガスケット締付荷重 J (N/mm)	ガスケット接触面の外径 G <sub>1</sub> (mm)	ガスケット接触面の幅 N (mm)	最小設計締付圧力 y (MPa)	ガスケット座の基本幅 b <sub>1</sub> (mm)	ガスケット座の有効幅 b (mm)	外圧による全荷重 H (N)	ガスケット締付最小荷重 W <sub>act</sub> (N)	δ-stitch締付時のδ-stitch所要総断面積 A <sub>δ</sub> (mm <sup>2</sup> )	実際のボルト総断面積 A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
評価		A <sub>b</sub> > A <sub>δ</sub> 、よって十分である。												

機器名	項目	ガスケット締付時のボルト荷重 W (N)	距離 R (mm)	荷重 (N)			モーメントアーム(m)			フランジに作用するモーメント		フランジ内外径の比 K	形状係数 h <sub>1</sub> (mm)	係数 h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub>	係数 g <sub>1</sub> /g <sub>2</sub>	ハブ応力修正係数 f	係数 F	係数 T	係数 U	係数 V	係数 Y	係数 Z	係数 d	係数 e	フランジの厚さ t (mm)	係数 L		
				H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	h <sub>0</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	使用状態 M <sub>0</sub> (N・mm)	ガスケット締付時 M <sub>1</sub> (N・mm)																	

機器名	項目	使用状態におけるフランジの強さ										ガスケット締付時のフランジの強さ									
		応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	組合せ応力				応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	組合せ応力			
								応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)							応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)
		ハブの軸方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ 1.5 σ <sub>u</sub> =	フランジの半径方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ σ <sub>u</sub> =	フランジの周方向応力 σ <sub>t</sub> =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	ハブの軸方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ 1.5 σ <sub>u</sub> =	フランジの半径方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ σ <sub>u</sub> =	フランジの周方向応力 σ <sub>t</sub> =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =
評価		よって十分である。																			

85.フランジの計算(内圧を受けるハブ差し込みフランジ)【第12条第1項】

機器名	項目	フランジ使用材料	ボルト使用材料	ガスケット使用材料	ガスケット厚さ(m) 座面の形状	設計圧力 P (MPa)	許容引張応力				フランジの外径 A(mm)	フランジの内径 B(mm)	ボルト中心円の直径 C(mm)	ガスケットの外径 D <sub>2</sub> (mm)	ガスケットの有効径 G(mm)	ハブ先端の厚さ g <sub>1</sub> (mm)	フランジ背面のハブの厚さ g <sub>2</sub> (mm)	ハブの長さ h(mm)
							設計温度(℃)		常温(℃)									
							ボルト	フランジ	ボルト	フランジ								
							σ <sub>1</sub> (MPa)	σ <sub>2</sub> (MPa)	σ <sub>3</sub> (MPa)	σ <sub>4</sub> (MPa)								

機器名	項目	ボルト呼び	ボルト本数 n	ボルト径 d (mm)	単位長さ当りガスケット締付荷重 J (N/mm)	ガスケット接触面の外径 G <sub>1</sub> (mm)	ガスケット接触面の幅 N (mm)	ガスケット座の幅 w (mm)	ガスケット係数 m	最小設計締付圧力 y (MPa)	ガスケット座の基本幅 b <sub>1</sub> (mm)	ガスケット座の有効幅 b (mm)	内圧による全荷重 H (N)	ガスケットにかける圧縮力 H <sub>1</sub> (N)	使用状態での最小ボルト荷重 W <sub>act</sub> (N)	ガスケット締付最小荷重 W <sub>act</sub> (N)	使用状態 A <sub>act</sub> (mm <sup>2</sup> )	ボルトのガスケット締付時 A <sub>act</sub> (mm <sup>2</sup> )	いずれか大きい値 A <sub>u</sub> (mm <sup>2</sup> )	実際のボルト総断面積 A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )
評価		A <sub>b</sub> > A <sub>u</sub> 、よって十分である。																		

機器名	項目	ボルト荷重		荷重 (N)			モーメントアーム(m)			モーメント (N・mm)			フランジに作用するモーメント		フランジ内外径の比 K	形状係数 h <sub>1</sub> (mm)	係数 h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub>	係数 g <sub>1</sub> /g <sub>2</sub>	ハブ応力修正係数 f	係数 F <sub>L</sub>	係数 T	係数 U	係数 V <sub>L</sub>	係数 Y	係数 Z	係数 d	係数 e	フランジの厚さ t (mm)	係数 L	
		使用状態 W (N)	ガスケット締付時 W <sub>1</sub> (N)	H <sub>0</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	h <sub>0</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	使用状態 M <sub>0</sub> (N・mm)	ガスケット締付時 M <sub>1</sub> (N・mm)																

機器名	項目	使用状態におけるフランジの強さ										ガスケット締付時のフランジの強さ									
		応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	組合せ応力				応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	組合せ応力			
								応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)							応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)
		ハブの軸方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ 1.5 σ <sub>u</sub> =	フランジの半径方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ σ <sub>u</sub> =	フランジの周方向応力 σ <sub>t</sub> =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	ハブの軸方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ 1.5 σ <sub>u</sub> =	フランジの半径方向応力 σ <sub>u</sub> =	≦ σ <sub>u</sub> =	フランジの周方向応力 σ <sub>t</sub> =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =	(σ <sub>u</sub> + σ <sub>t</sub> )/2 =	≦ σ <sub>t</sub> =
評価		よって十分である。																			

86.フランジの計算(外圧を受けるハブ差し込みフランジ)【第12条第1項】

機器名	項目	フランジ使用材料	ボルト使用材料	ガスケット使用材料	ガスケット厚さ (mm) 産面の形状	設計圧力 $P_d$ (MPa)	許容引張応力				フランジの外径 A (mm)	フランジの内径 B (mm)	ボルト中心円の直径 C (mm)	ガスケットの有効径 G (mm)	ハブ先端の厚さ $e_s$ (mm)	フランジ背面のハブの厚さ $e_f$ (mm)	ハブの長さ h (mm)
							設計温度(℃)		常温(℃)								
							ボルト	フランジ	ボルト	フランジ							
							$\sigma_b$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma_b$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)							

機器名	項目	ボルト呼び	ボルト本数 n	ボルト径 $d$ (mm)	単位長さ当りガスケット締付荷重 J (N/mm)	ガスケット接触面の外径 $G_s$ (mm)	ガスケット接触面の幅 N (mm)	ガスケット産面の幅 w (mm)	最小設計締付圧力 y (MPa)	ガスケット産の基本幅 $b_s$ (mm)	ガスケット産の有効幅 b (mm)	外圧による全荷重 H (N)	ガスケット締付最小荷重 $W_{set}$ (N)	$\delta$ での締付時の $\delta$ の所要総断面積 $A_{req}$ (mm <sup>2</sup> )	実際のボルト総断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> )
評価		$A_b > A_{req}$ よって十分である。													

機器名	項目	ガスケット締付時のボルト荷重 $W$ (N)	荷重 (N)			モーメントアーム (mm)			フランジに作用するモーメント		フランジ内外径の比 K	形状係数 $h_1$ (mm)	係数 $h/h_1$	係数 $e_s/e_f$	ハブ応力修正係数 f	係数 $F$	係数 T	係数 U	係数 $V_L$	係数 Y	係数 Z	係数 d	係数 e	フランジの厚さ t (mm)	係数 L	
			$H_1$	-	$H_2$	$h_0$	$h_0$	$h_1$	使用状態 $M_u$ (N・mm)	ガスケット締付時 $M_s$ (N・mm)																

機器名	項目	使用状態におけるフランジの強さ										ガスケット締付時のフランジの強さ									
		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)	
		応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)
評価		よって十分である。																			

87.フランジの計算(外圧を受ける任意形フランジ)【第12条第1項】

機器名	項目	フランジ使用材料	胴又は管台壁使用材料	ボルト使用材料	ガスケット使用材料	ガスケット厚さ (mm) 産面の形状	設計圧力 $P_d$ (MPa)	許容引張応力						フランジの外径 A (mm)	フランジの内径 B (mm)	ボルト中心円の直径 C (mm)	ガスケットの有効径 G (mm)	ハブ先端の厚さ $e_s$ (mm)	フランジ背面のハブの厚さ $e_f$ (mm)	ハブの長さ h (mm)
								設計温度(℃)			常温(℃)									
								ボルト	フランジ	胴又は管台壁	ボルト	フランジ	胴又は管台壁							
								$\sigma_b$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma_w$ (MPa)	$\sigma_b$ (MPa)	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma_w$ (MPa)							

機器名	項目	ボルト呼び	ボルト本数 n	ボルト径 $d$ (mm)	単位長さ当りガスケット締付荷重 J (N/mm)	ガスケット接触面の外径 $G_s$ (mm)	ガスケット接触面の幅 N (mm)	ガスケット産面の幅 w (mm)	最小設計締付圧力 y (MPa)	ガスケット産の基本幅 $b_s$ (mm)	ガスケット産の有効幅 b (mm)	外圧による全荷重 H (N)	ガスケット締付最小荷重 $W_{set}$ (N)	$\delta$ での締付時の $\delta$ の所要総断面積 $A_{req}$ (mm <sup>2</sup> )	実際のボルト総断面積 $A_b$ (mm <sup>2</sup> )
評価		$A_b > A_{req}$ よって十分である。													

機器名	項目	ガスケット締付時のボルト荷重 $W$ (N)	距離 R (mm)	荷重 (N)			モーメントアーム (mm)			フランジに作用するモーメント		フランジ内外径の比 K	形状係数 $h_1$ (mm)	係数 $h/h_1$	係数 $e_s/e_f$	ハブ応力修正係数 f	係数 F	係数 T	係数 U	係数 V	係数 Y	係数 Z	係数 d	係数 e	フランジの厚さ t (mm)	係数 L
				$H_1$	-	$H_2$	$h_0$	$h_0$	$h_1$	使用状態 $M_u$ (N・mm)	ガスケット締付時 $M_s$ (N・mm)															

機器名	項目	使用状態におけるフランジの強さ										ガスケット締付時のフランジの強さ									
		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)		応力の計算値 (MPa)		許容引張応力 (MPa)	
		応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)	応力の計算値 (MPa)	許容引張応力 (MPa)
評価		よって十分である。																			



93.平板の厚さの計算(リブが一方向のみに設けられた場合、自由支持の場合、両端固定の場合、リブの水平方向の中心間距離と垂直方向の中心間距離が大きく異なる場合)【第8条の2第10項】

機器名	項目	共通		平板										リブ									
		使用材料		直径又は最小スパン $d$ (mm)	許容引張応力 $S$ (MPa)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	取付け方法によって定まる定数 $C$	リブで仕切られた平板部の最小スパン $d_1$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D_1$ (mm)	呼び厚さ $t_1$ (mm)	最小厚さ $t_2$ (mm)	断面係数 $Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	許容引張応力 $S_1$ (MPa)	リブが荷重を受け持つ幅 $b$ (mm)	リブが荷重を受け持つ長さ $l$ (mm)	定数 $C_1$	リブがないものとして計算した平板の最高許容圧力 $P_1$ (MPa)	リブの強さのみを考慮して計算した最高許容圧力 $P_2$ (MPa)	リブで補強された平板の最高許容圧力 $P_3$ (MPa)	リブで仕切られた平板の最高許容圧力 $P_4$ (MPa)		
		平板	リブ																				
評価		P≦P <sub>1</sub> かつP≦P <sub>3</sub> 、よって十分である。																					

94.平板の厚さの計算(リブが又又は設けられた場合、自由支持の場合、両端固定の場合、規則的に配置されたリブによって支えられる場合)【第8条の2第10項】

機器名	項目	共通		平板										リブ															
		使用材料		直径又は最小スパン $d$ (mm)	許容引張応力 $S$ (MPa)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	取付け方法によって定まる定数 $C$	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)	断面係数		許容引張応力		リブ交叉部における継手効率		リブが荷重を受け持つ幅		リブが荷重を受け持つ長さ		定数 $C_1$	リブの水平及び垂直方向の中心間の距離の平均値 $p$ (mm)	リブがないものとして計算した平板の最高許容圧力 $P_1$ (MPa)	リブの強さのみを考慮して計算した最高許容圧力 $P_2$ (MPa)	リブで補強された平板の最高許容圧力 $P_3$ (MPa)	リブで仕切られた平板の最高許容圧力 $P_4$ (MPa)			
		平板	リブ								(一方) $Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	(他方) $Z_2$ (mm <sup>3</sup> )	(一方) $S_{11}$ (MPa)	(他方) $S_{21(MPa)}$	(一方) $\eta_1$ (MPa)	(他方) $\eta_{2(MPa)}$	(一方) $b_1$ (MPa)	(他方) $b_{2(MPa)}$	(一方) $l_1$ (mm)	(他方) $l_2$ (mm)									
評価		P≦P <sub>1</sub> かつP≦P <sub>3</sub> 、よって十分である。																											

95.平板の厚さの計算(リブが又又は設けられた場合、自由支持の場合、リブの水平方向の中心間距離と垂直方向の中心間距離が大きく異なる場合)【第8条の2第10項】

機器名	項目	共通		平板										リブ															
		使用材料		直径又は最小スパン $d$ (mm)	許容引張応力 $S$ (MPa)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	取付け方法によって定まる定数 $C$	リブで仕切られた平板部の最小スパン $d_1$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D_1$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)	断面係数		許容引張応力		リブ交叉部における継手効率		リブが荷重を受け持つ幅		リブが荷重を受け持つ長さ		定数 $C_1$	リブの水平及び垂直方向の中心間の距離の平均値 $p$ (mm)	リブがないものとして計算した平板の最高許容圧力 $P_1$ (MPa)	リブの強さのみを考慮して計算した最高許容圧力 $P_2$ (MPa)	リブで補強された平板の最高許容圧力 $P_3$ (MPa)	リブで仕切られた平板の最高許容圧力 $P_4$ (MPa)	
		平板	リブ										(一方) $Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	(他方) $Z_2$ (mm <sup>3</sup> )	(一方) $S_{11}$ (MPa)	(他方) $S_{21}$ (MPa)	(一方) $\eta_1$ (MPa)	(他方) $\eta_2$ (MPa)	(一方) $b_1$ (MPa)	(他方) $b_2$ (MPa)	(一方) $l_1$ (mm)	(他方) $l_2$ (mm)							
評価		P≦P <sub>1</sub> かつP≦P <sub>3</sub> 、よって十分である。																											

96.平板の厚さの計算(リブが又又は設けられた場合、両端固定の場合、リブの水平方向の中心間距離と垂直方向の中心間距離が大きく異なる場合)【第8条の2第10項】

機器名	項目	共通		平板										リブ															
		使用材料		直径又は最小スパン $d$ (mm)	許容引張応力 $S$ (MPa)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	取付け方法によって定まる定数 $C$	リブで仕切られた平板部の最小スパン $d_1$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D_1$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)	断面係数		許容引張応力		リブ交叉部における継手効率		リブが荷重を受け持つ幅		リブが荷重を受け持つ長さ		定数 $C_1$	リブがないものとして計算した平板の最高許容圧力 $P_1$ (MPa)	リブの強さのみを考慮して計算した最高許容圧力 $P_2$ (MPa)	リブで補強された平板の最高許容圧力 $P_3$ (MPa)	リブで仕切られた平板の最高許容圧力 $P_4$ (MPa)		
		平板	リブ										(一方) $Z_1$ (mm <sup>3</sup> )	(他方) $Z_2$ (mm <sup>3</sup> )	(一方) $S_{11}$ (MPa)	(他方) $S_{21}$ (MPa)	(一方) $\eta_1$ (MPa)	(他方) $\eta_2$ (MPa)	(一方) $b_1$ (MPa)	(他方) $b_2$ (MPa)	(一方) $l_1$ (mm)	(他方) $l_2$ (mm)							
評価		P≦P <sub>1</sub> かつP≦P <sub>3</sub> 、よって十分である。																											

97.開放タンクの胴の厚さの計算(円筒形の胴)【第6条の2第1項第一号、第二号、第三号】

機器名	項目	使用材料	水深 $H$ (m)	胴の内径 $D$ (m)	許容引張応力 $S$ (MPa)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	必要厚さ $t_{10}$ (mm)	$t_1$ 、 $t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
評価														
$t_1 \geq t$ 、よって十分である。														

98.開放タンクの胴の厚さの計算(平板形の胴、平板の取付け方法：ア、平板の穴の有無：無し)【第6条の2第2項第一号、第四号】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 $S$ (MPa)	取付け方法によって定まる定数 $C$	直径又は最小スパン $d$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	$t_1$ 、 $t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
評価												
$t_1 \geq t$ 、よって十分である。												

99.開放タンクの胴の厚さの計算(平板形の胴、平板の取付け方法：ア、平板の穴の有無：有り)【第6条の2第2項第一号、第四号、第8条の2第14項第二号ロ(イ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン $d$ (mm)	穴の径 $d_1$ (mm)	使用材料	許容引張応力 $S$ (MPa)		取付け方法によって定まる定数 $C$	直径又は最小スパン $d$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	$t_1$ 、 $t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
					内圧計算	外圧計算									
評価															
$d \leq d/2$ 、よって第8条の2 $t_2 \geq t$ 、よって十分である。															

100.開放タンクの胴の厚さの計算(平板形の胴、平板の取付け方法：ア、平板の穴の有無：有り)【第6条の2第2項第一号、第四号、第8条の2第14項第二号ロ(イ)】

機器名	項目	直径又は最小スパン $d$ (mm)	穴の径 $d_1$ (mm)	使用材料	許容引張応力 $S$ (MPa)		取付け方法によって定まる定数 $C$	直径又は最小スパン $d$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_2$ (mm)	$t_1$ 、 $t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
					内圧計算	外圧計算									
評価															
$d > d/2$ 、よって第8条の2 $t_2 \geq t$ 、よって十分である。															

101.開放タンクの底版の厚さの計算(平板)【第6条の2第7項第二号(第8条の2第1項準用)】

機器名	項目	使用材料	取付け方法によって定まる定数 $C$	直径又は最小スパン $d$ (mm)	最小スパンに直角に測った最大スパン $D$ (mm)	形状によって定まる定数 $Z$	必要厚さ $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
評価									
$t_1 \geq t$ 、よって十分である。									

102.開放タンクの底版の厚さの計算(平板、地面、基礎等に直接接するもの)【第6条の2第7項第一号】

機器名	項目	必要厚さ $t_{10}$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
評価				
$t_1 \geq t_{10}$ 、よって十分である。				

103.開放タンクの管台の厚さの計算【第6条の2第8項第一号、第二号】

機器名	項目	使用材料	水深 $H$ (m)	管台の内径 $D_1$ (m)	許容引張応力 $S$ (MPa)	継手効率 $\eta$	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_1$ (mm)	必要厚さ $t_{10}$ (mm)	$t_1$ 、 $t_2$ の大きい値 $t$ (mm)	呼び厚さ $t_{10}$ (mm)	最小厚さ $t_1$ (mm)
評価													
$t_1 \geq t$ 、よって十分である。													

104.開放タンクの補強を要しない穴の最大径【6条の2第4項第二号】

機器名	項目	穴の径が85mm以下の穴
	評価	よって、補強の計算を要する穴はである。

105.環状形容器の底板の厚さの計算【第6条の2第6項及び第7項(第8条の2第1項準用)】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 S(MPa)	取付け方法によって定まる定数 C	直径又は最小パン d (mm)	最小スパンに臨角に測った最大スパン D (mm)	形状によって定まる定数 Z	必要厚さ t(mm)	呼び厚さ $t_{叫}$ (mm)	最小厚さ $t_{小}$ (mm)
	評価									$t_{叫} \geq t$ 、よって十分である。

106.外圍に任力を受ける開放タンクの胴の厚さの計算【第6条の2第1項第一号、第二号イ、第二号ロ(第7条第3項準用)、第三号】

機器名	項目	使用材料	水頭 H(m)	胴の内径 D <sub>1</sub> (mm)	胴の外径 D <sub>2</sub> (mm)	液体の比重又は固体のかさ比重 ρ	強め輪郭の有効長さ ℓ (mm)	許容引張応力 S <sub>1</sub> (MPa)	降伏点 S <sub>2</sub> (MPa)	呼び厚さ $t_{叫}$ (mm)	最小厚さ $t_{小}$ (mm)	継手効率 η	継手の種類	放射線検査の有無	必要厚さ $t_{1}$ (mm)	必要厚さ $t_{2}$ (mm)	ℓ / D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> / t <sub>1</sub>	B	必要厚さ $t_{容}$	必要厚さ $t_{1}$ (mm)	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> 、t <sub>3</sub> 、t <sub>4</sub> の大きい値 t(mm)	
	評価																						$t_{叫} \geq t$ 、よって十分である。

107.ジャケット閉鎖部の厚さの計算(形状：図8-2-1 (ロ))【第8条の2第4項第一号】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 S(MPa)	ジャケットの内半径 R(mm)	ジャケット部の間隔 j (mm)	呼び厚さ $T_{叫}$ (mm)	最小厚さ $T_{小}$ (mm)	ジャケット閉鎖部の継手効率 η <sub>1</sub>	ジャケット閉鎖部の放射線検査の有無	必要厚さ $t_{1}$ (mm)	必要厚さ $t_{2}(容)$	t <sub>1</sub> 、t <sub>2</sub> の大きい値 t <sub>1</sub> (mm)
	評価											$T_{叫} \geq t$ 、よって十分である。

108.ジャケット閉鎖部の厚さの計算(形状：図8-2-1 (ハ))【第8条の2第4項第二号】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 S(MPa)	ジャケットの内半径 R <sub>1</sub> (mm)	本体胴の外半径 R <sub>2</sub> (mm)	ジャケット部の間隔 j (mm)	ジャケット部の許容最大間隔 j <sub>1</sub> (mm)	ジャケットの実際の厚さ t <sub>1</sub> (mm)	本体胴の実際の厚さ t <sub>2</sub> (mm)	呼び厚さ $T_{叫}$ (mm)	最小厚さ $T_{小}$ (mm)	ジャケット閉鎖部の継手効率 η <sub>1</sub>	ジャケット閉鎖部の放射線検査の有無	必要厚さ $t_{1}$ (mm)
	評価													$T_{叫} \geq t_{1}$ 、よって十分である。

109.ジャケット閉鎖部の厚さの計算(形状：図8-2-1 (ニ))【第8条の2第4項第三号】

機器名	項目	使用材料	許容引張応力 S(MPa)	ジャケットの内半径 R(mm)	円すいの頂角の1/2 θ (°)	呼び厚さ $T_{叫}$ (mm)	最小厚さ $T_{小}$ (mm)	ジャケット閉鎖部の継手効率 η <sub>1</sub>	ジャケット閉鎖部の放射線検査の有無	必要厚さ $t_{1}$ (mm)
	評価									$T_{叫} \geq t_{1}$ 、よって十分である。

110.弱負圧時の耐圧強度評価

機器名	項目	部品名称*					
		胴板			底板		
		呼び厚さ t(mm)	最小厚さ $t_{小}$ (mm)	必要厚さ $t_{1}$ (mm)	呼び厚さ t(mm)	最小厚さ $t_{小}$ (mm)	必要厚さ $t_{1}$ (mm)
	評価						$t_{叫} \geq t_{1}$ 、よって十分である。

\*：該当容器に該当する部品名称を記載する。

V-1-3-2 別紙1  
TBP 等の錯体の急激な分解反応発生  
時の圧力について



## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 圧力の設定方針 .....	1
2.1 評価対象設備 .....	1
2.2 圧力 .....	2
2.2.1 圧力の設定 .....	2
2.2.2 圧力設定の考え方 .....	2

## 1. 概要

本資料は、「再処理施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第三十六条「重大事故等対処設備」及び第三十七条「材料及び構造」に適合し、TBP等の錯体の急激な分解反応発生時の影響を考慮する施設が、TBP等の錯体の急激な分解反応に対して要求される強度を有することを確認するための圧力の設定について説明するものである。

## 2. 圧力の設定方針

精製建屋のプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶において、TBP等の錯体の急激な分解反応が発生することを想定する。TBP等の錯体の急激な分解反応に伴う圧力は、機器内から塔槽類廃ガス処理設備及び廃ガス貯留設備に伝播する。本事象が発生したとしても放射性物質を経路内に閉じ込める機能の健全性が維持される必要がある。

TBP等の錯体の急激な分解反応を仮定するプルトニウム濃縮缶の圧力は、「Ⅲ－3 有機溶媒等による火災又は爆発に対処するための設備に関する説明書」に記載のとおりプルトニウム濃縮缶において0.84MPaであるが、プルトニウム濃縮缶に接続する塔槽類廃ガス処理設備に設置する容器の瞬間圧力は、圧力の減衰を考慮し容器ごとに設定する。

### 2.1 評価対象設備

TBP等の錯体の急激な分解反応に伴う圧力の主な伝播経路に設置する機器を耐圧強度評価実施の対象設備とし、評価対象設備を第2.1-1表のとおり分類することとした。

第2.1-1表 評価対象設備

評価対象の分類	名称	機器番号
(1) 配管	プルトニウム精製設備 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備(プルトニウム系)	-
(2) TBP等の錯体の急激な分解反応の発生を仮定する機器	プルトニウム濃縮缶	
(3) 塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系(プルトニウム系)の機器	凝縮器	
	凝縮液中間ポット	
	凝縮器エアジェットポンプ	
	廃ガス洗浄塔	
	廃ガスポット	
	凝縮器	
	デミスタ	
	高性能フィルタ第1、第2加熱器	
	第1、第2高性能粒子フィルタA、B、C	

## 2.2 圧力

### 2.2.1 圧力の設定

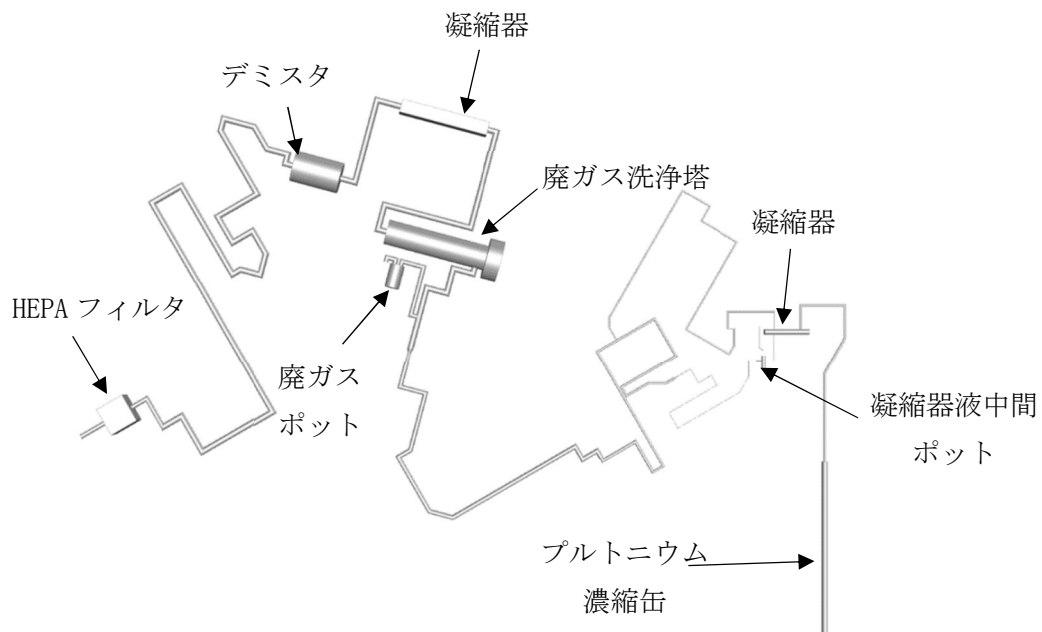
実際の TBP 等の錯体の急激な分解反応では、瞬間的な昇圧後、すみやかに圧力は常圧に戻るが、公式による強度評価では、TBP 等の錯体の急激な分解反応により生じた圧力は持続的な静荷重として安全側に仮定する。

プルトニウム濃縮缶に接続する塔槽類廃ガス処理系の設備の圧力については、解析結果をもとに設定する。設定の方法は「2.2.2 圧力設定の考え方」に記載する。

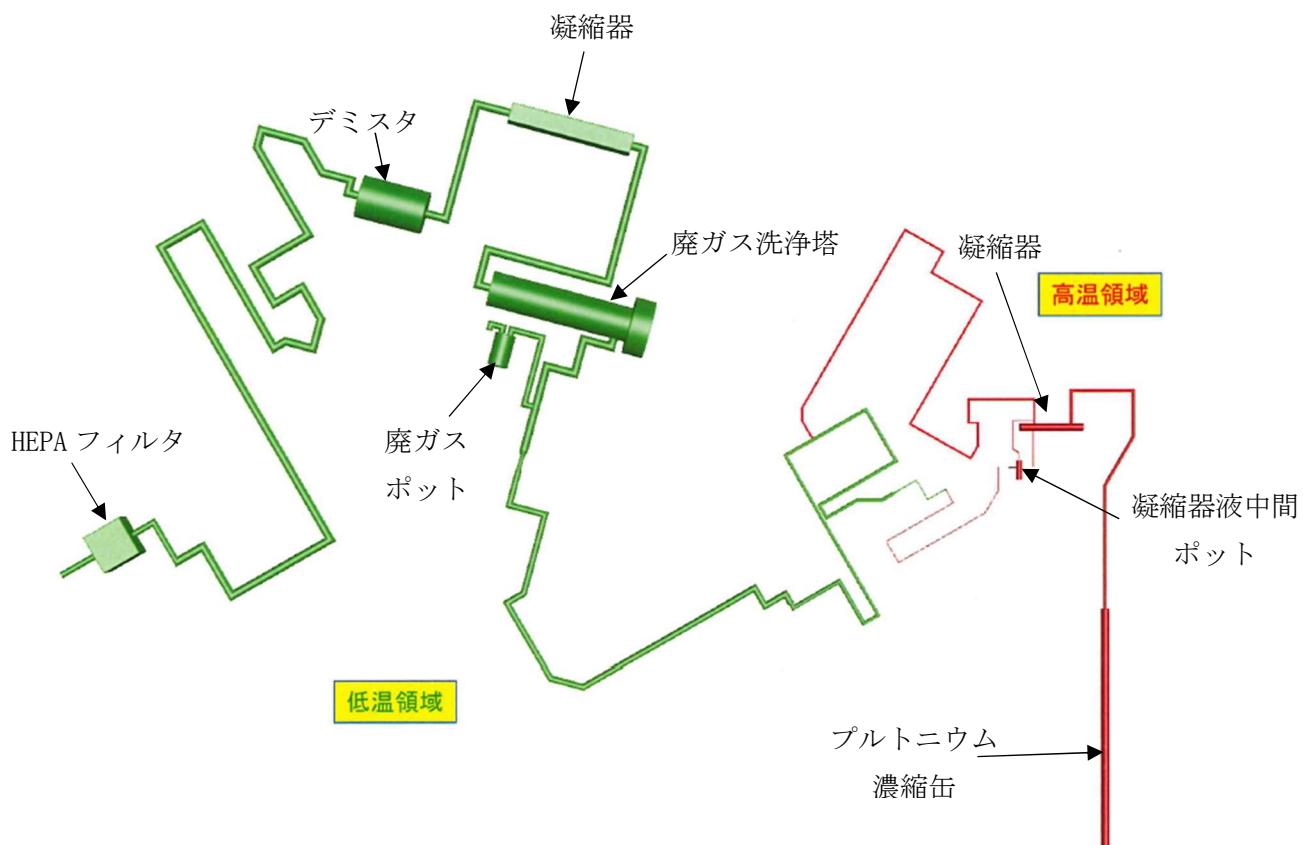
### 2.2.2 圧力設定の考え方

TBP 等の錯体の急激な分解反応が発生した際の圧力状態については、プルトニウム濃縮缶から高性能粒子フィルタ（以下、HEPA フィルタ）までの機器及び配管の健全性を確認することを目的として、解析コード Fluent を用いた解析を行った。なお、濃縮缶内 TBP 量は 208 g が想定シナリオの評価量であるが、圧力が高く厳しい結果になるように Fluent 解析では 240 g をインプットした。

プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶から HEPA フィルタまでの解析モデルを第 2.2.2-1 図に示す。これらの各部位については第 2.2.2-2 図に示すように高温領域と低温領域に区分した。各領域における圧力の出力位置は第 2.2.2-1 表に示す。



第2.2.2-1図 プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶周りの解析モデル

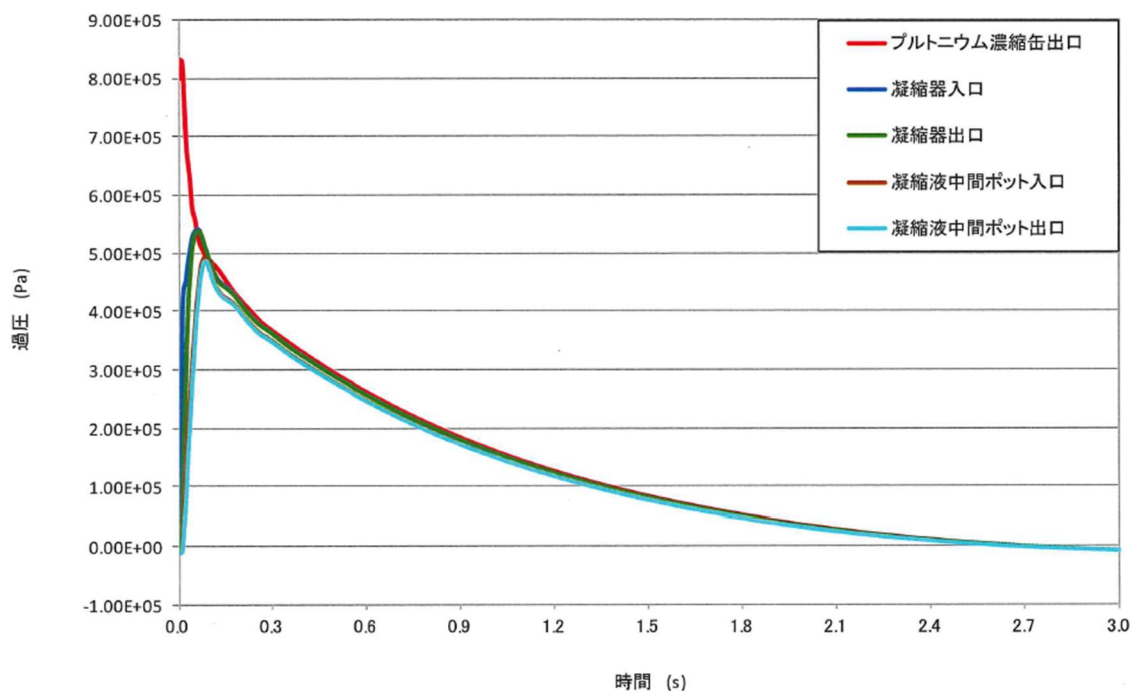


第 2.2.2-2 図 高温領域と低温領域

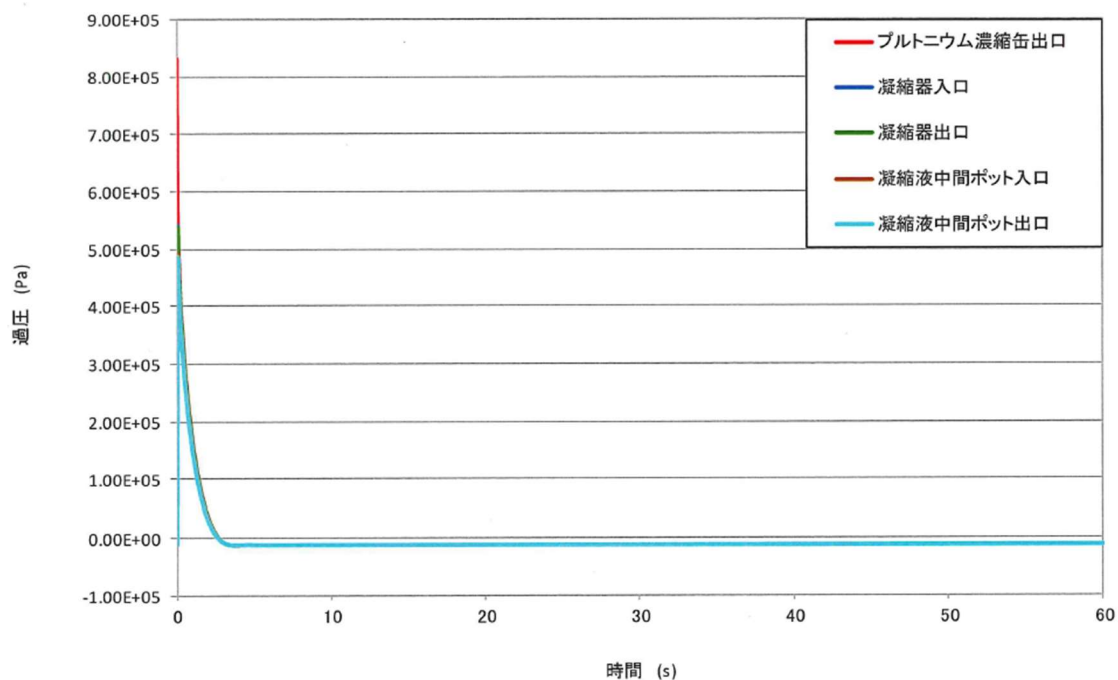
第 2.2.2-1 表 圧力出力位置一覧

	出力位置
高温領域	プルトニウム濃縮缶出口
	凝縮器入口
	凝縮器出口
	凝縮液中間ポット入口
	凝縮液中間ポット出口
低温領域	廃ガスポット入口
	廃ガス洗浄塔入口
	廃ガス洗浄塔出口
	凝縮器入口
	凝縮器出口
	デミスタ入口
	デミスタ出口
HEPA フィルタ	HEPA フィルタ入口
	HEPA フィルタ出口

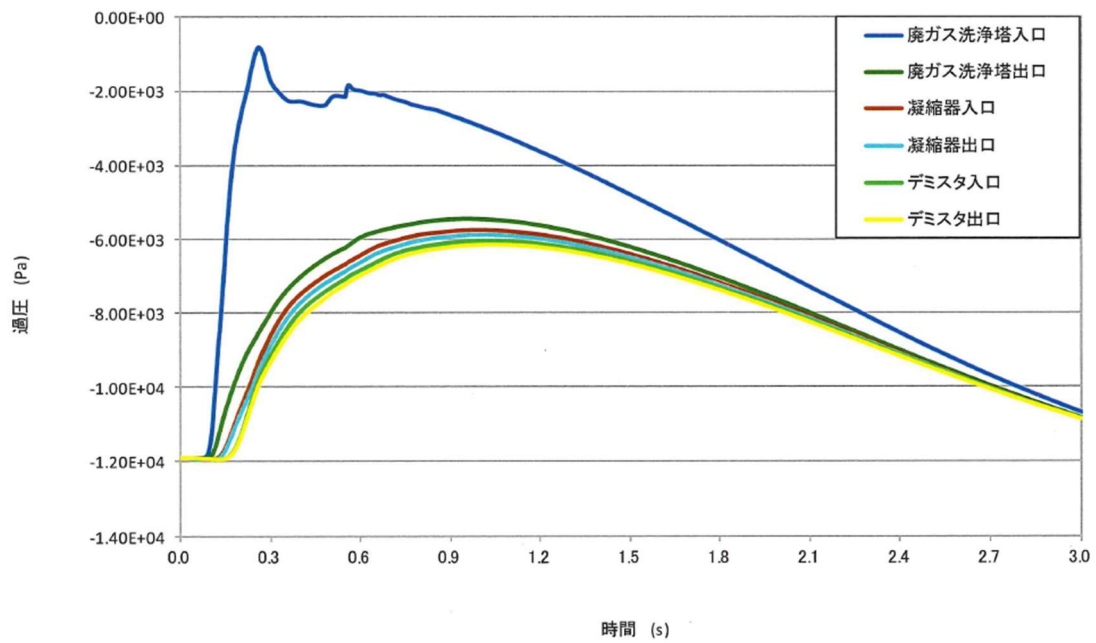
これらの各部位における圧力の経時変化の解析結果を第 2. 2. 2-3 図から第 2. 2. 2-3 図に示す。なお、TBP 等の錯体の急激な分解反応発生後の廃ガス及び系統内の空気は全て HEPA フィルタへ到達し、廃ガスポットからセルへは導出しないモデルとして本解析を実施した。



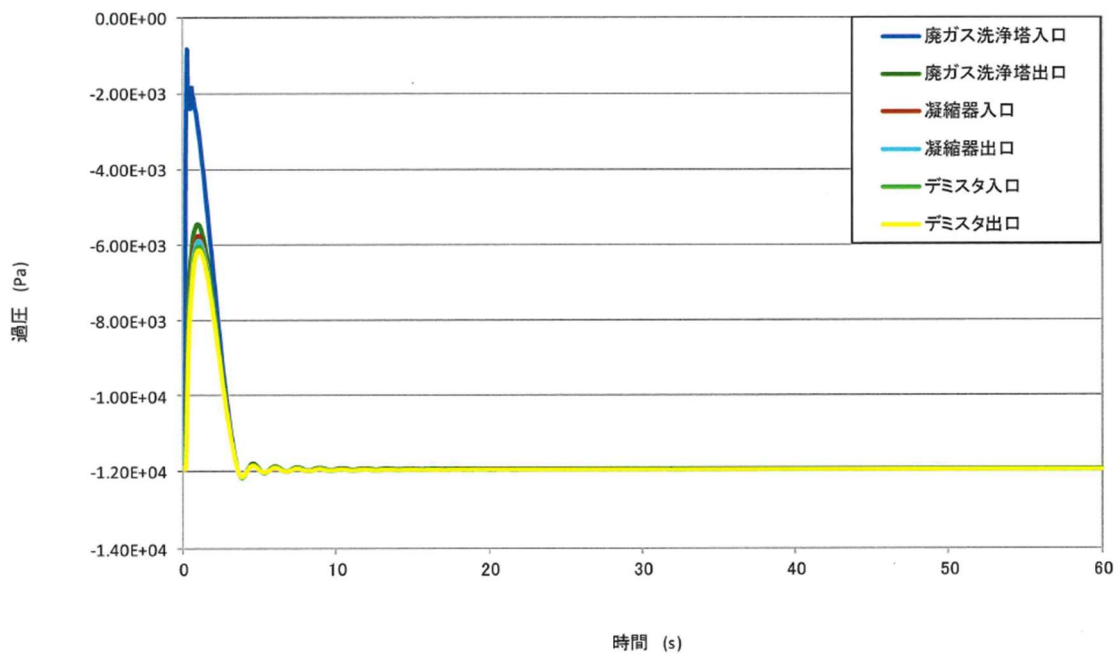
第 2. 2. 2-3 図 高温領域の爆発発生後 3 秒間の圧力変化時刻歴



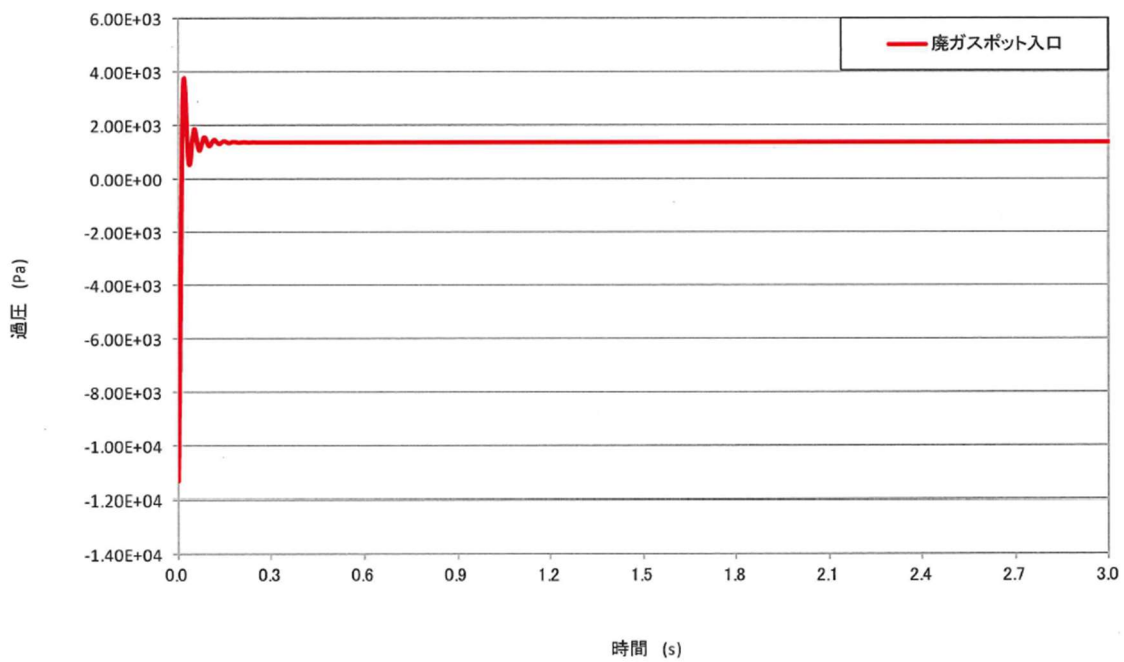
第 2. 2. 2-4 図 高温領域の爆発発生後 60 秒間の圧力変化時刻歴



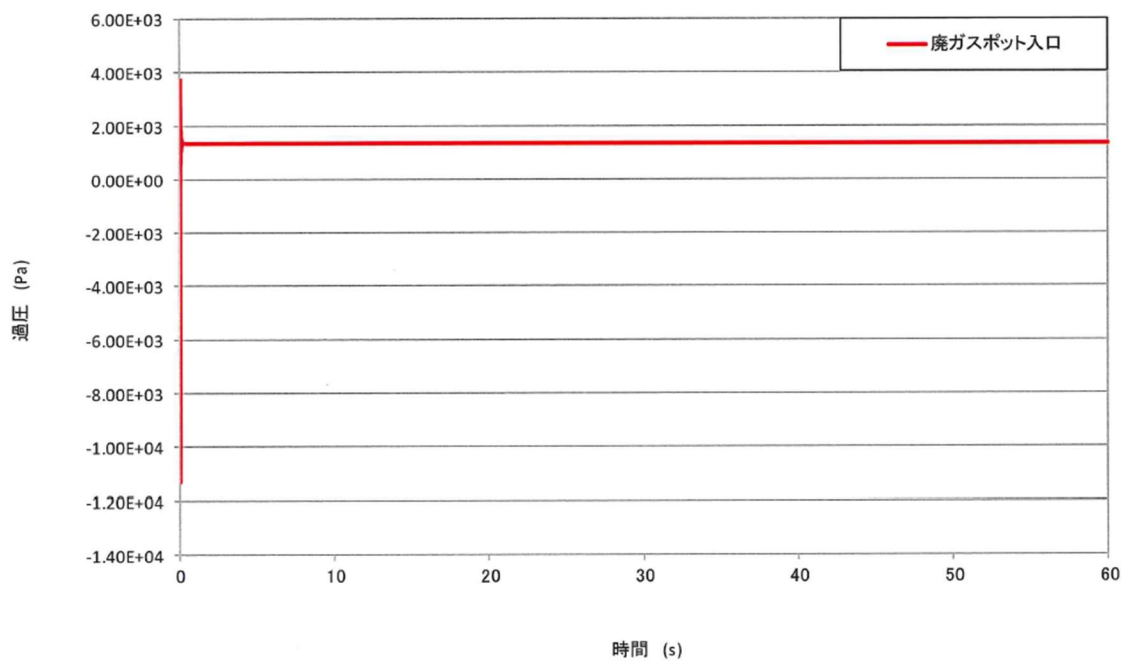
第 2. 2. 2-5 図 低温領域の爆発発生後 3 秒間の圧力変化時刻歴



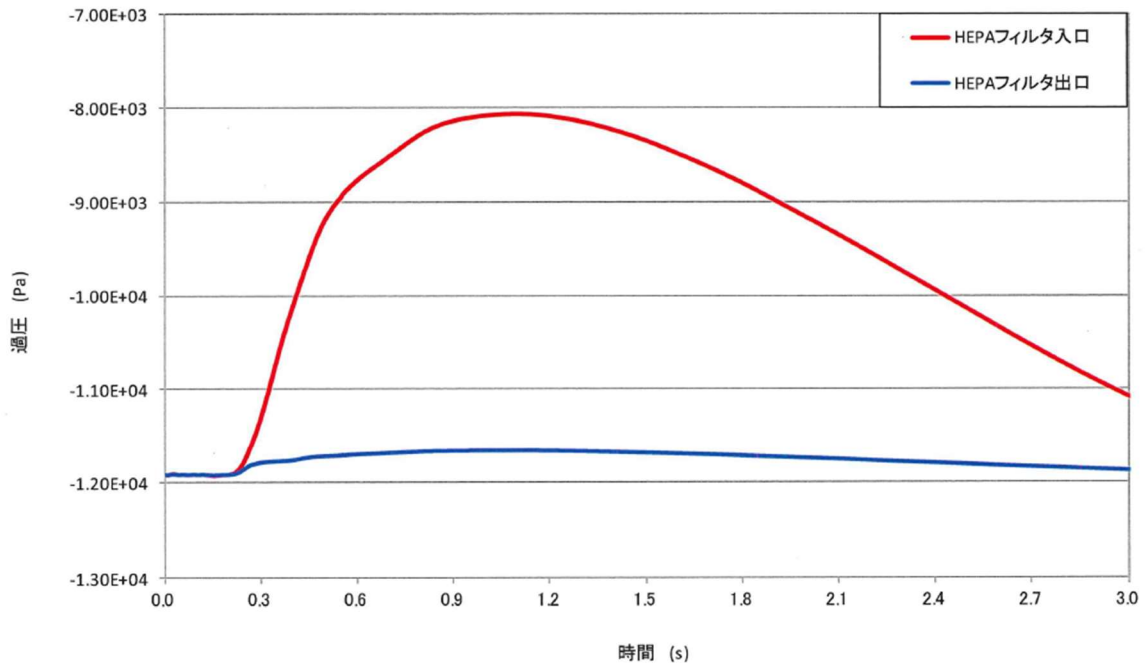
第 2. 2. 2-6 図 低温領域の爆発発生後 60 秒間の圧力変化時刻歴



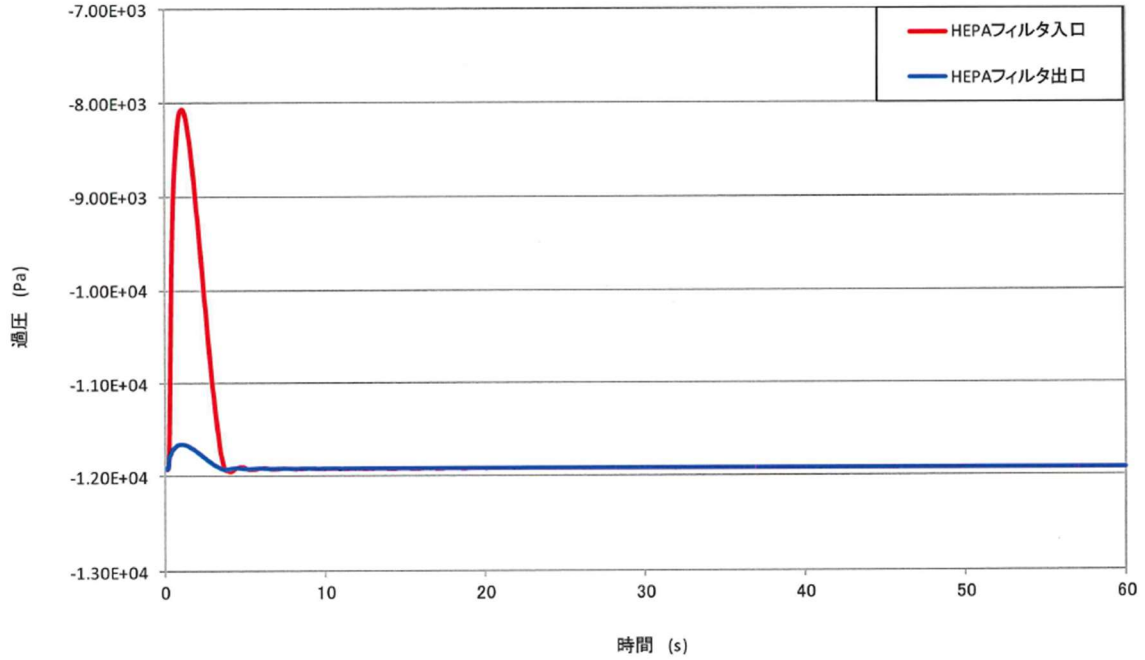
第 2. 2. 2-7 図 廃ガスボット入口の爆発発生後 3 秒間の圧力変化時刻歴



第 2. 2. 2-8 図 廃ガスボット入口の爆発発生後 60 秒間の圧力変化時刻歴

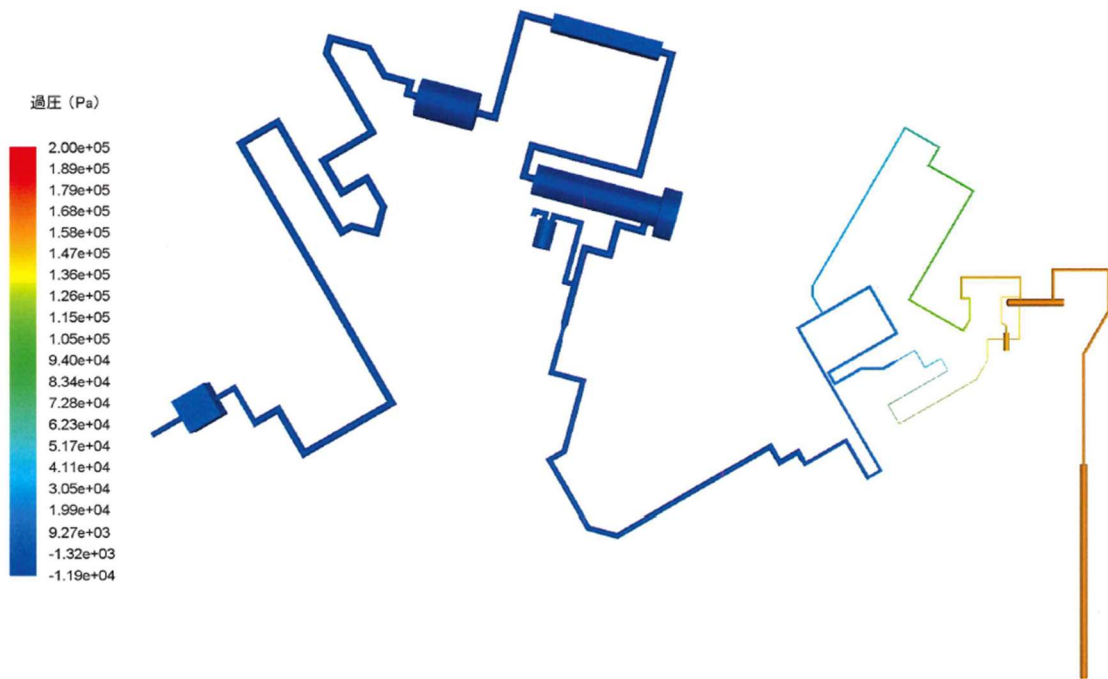


第 2. 2. 2-9 図 HEPA フィルタ出入口の爆発発生後 3 秒間の圧力変化時刻歴

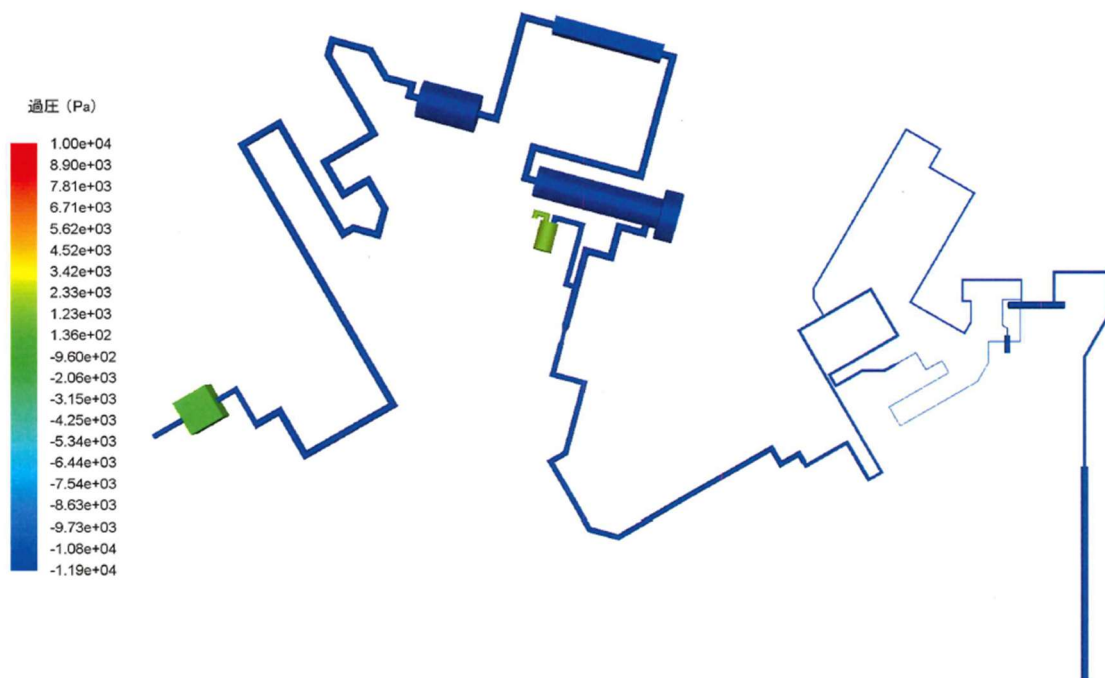


第 2. 2. 2-10 図 HEPA フィルタ出入口の爆発発生後 60 秒間の圧力変化時刻歴

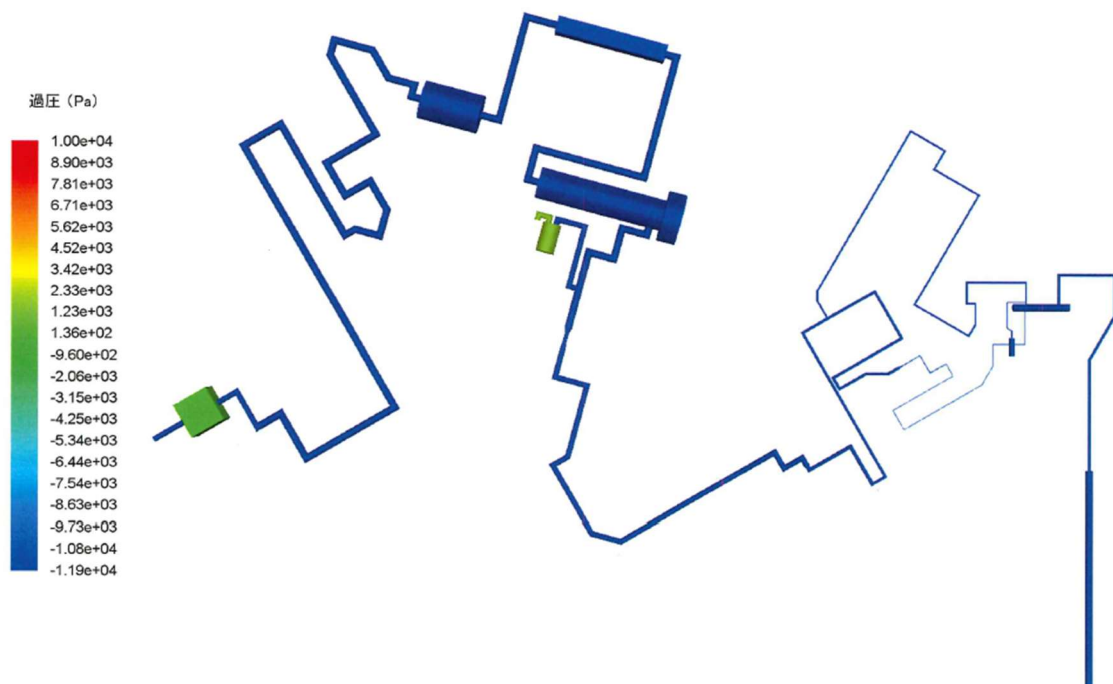




第 2. 2. 2-11 図 爆発発生後 1 秒経過時の全系統の圧力分布



第 2. 2. 2-12 図 爆発発生後 10 秒経過時の全系統の圧力分布



第 2.2.2-13 図 爆発発生後 60 秒経過時の全系統の圧力分布

TBP 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合、プルトニウム濃縮缶気相部から高性能粒子フィルタまで、圧力は数秒のオーダーで伝播していく結果となった。なお、最高圧力は 0.90 MPa を超えることはなかった。

プルトニウム濃縮缶から HEPA フィルタまでの経路上の各機器への最高圧力は以下の第 2.2.2-2 表に示すとおりとする。

第 2.2.2-2 表 各機器の最高圧力及び評価に用いる圧力条件

機器名	試験開始時(t=0)の圧力と最高圧力の差 $\Delta P$ (MPa)	評価に用いる圧力条件 (MPa)
プルトニウム濃縮缶	0.84	0.84
凝縮器 (高温領域)	0.54	0.60
凝縮液中間ポット	0.50	0.60
廃ガス洗浄塔	$1.20 \times 10^{-2}$	0.02
凝縮器 (低温領域)	$1.20 \times 10^{-2}$	0.02
廃ガスポット	$1.57 \times 10^{-2}$	0.02
デミスタ	$1.20 \times 10^{-2}$	0.02
高性能粒子フィルタ第 1, 第 2 加熱器 <sup>※1</sup>	$1.20 \times 10^{-2}$	0.02
第 1, 第 2 高性能粒子フィルタ A, B, C <sup>※2</sup>	$3.80 \times 10^{-3}$	0.02

※1: デミスタと HEPA フィルタの間に設置されており、デミスタの圧力を参照する。

※2: 本文中の HEPA フィルタに相当する。

V-1-3-2 別紙2  
水素爆発の圧力波による機器の応答  
について

## 目 次

	ページ
1 概要 .....	1
2 円筒型貯槽試験 .....	1
2.1 試験装置概要.....	1
2.2 試験結果.....	3
2.3 水素爆発による圧力波の入力に対しての応答圧力の設定値の妥当性評価.....	6
2.4 結論 .....	8
3 環状型槽試験.....	8
3.1 試験装置概要.....	8
3.2 試験結果.....	10
3.3 水素爆発による圧力波の入力に対しての応答圧力の設定値の妥当性評価.....	12
3.4 結論 .....	12
4 まとめ.....	12
5 参考文献 .....	13

## 1 概要

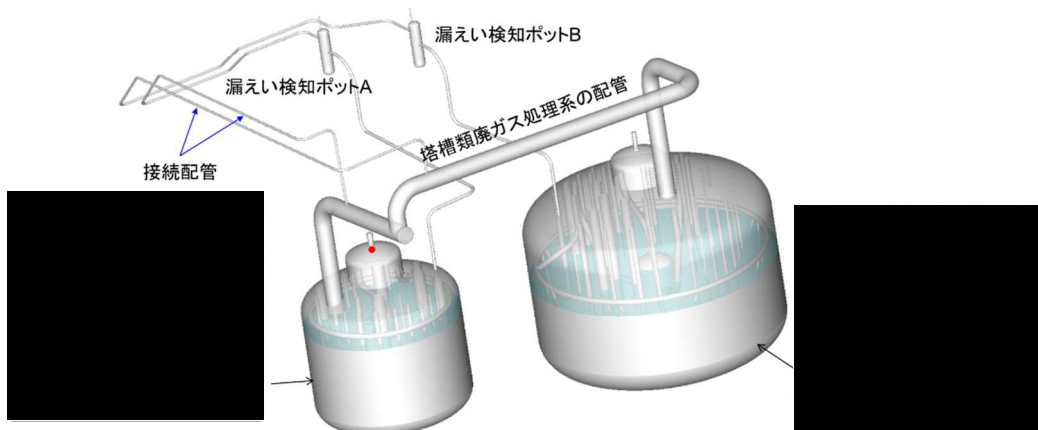
本資料は、気相部の水素濃度と水素爆発時の圧力を、水素濃度 12vol%において 0.5 MPa と設定したことについて、水素爆発が発生した際に生じる圧力波が機器に及ぼす影響は、応答倍率を考慮しても 0.5 MPa 以下であることを示す。

## 2 円筒型貯槽試験

水素爆発の発生を想定する容器の形状は円筒型貯槽、環状型槽の 2 つに分類される。そこで、これらの円筒型貯槽（前処理建屋のリサイクル槽 B）及び環状型槽（プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮液受槽を模擬した試験装置について水素爆発試験を行い、水素爆発が発生した際の圧力波が機器に及ぼす影響について評価を行った。本章では円筒型貯槽について、次章では環状型槽の評価について記載する。

### 2.1 試験装置概要

円筒型貯槽の実験にあたり試験装置を作成した。容器の全体概要図を第 2.1-1 図に、主要な設計条件を第 2.1-1 表に示す。試験容器には実機を想定し液深を 1 m として水を張った。また、試験容器には第 2.1-2 図の圧力センサを第 2.1-3 図のように取り付けた。なお、第 2.1-1 図にはリサイクル槽 B に加えて不溶解残渣回収槽 B を模擬した部分も記載されているが、本資料では水素に着火する容器である前者に対して行った試験の結果のみを示す。



第 2.1-1 図 試験容器全体概要図

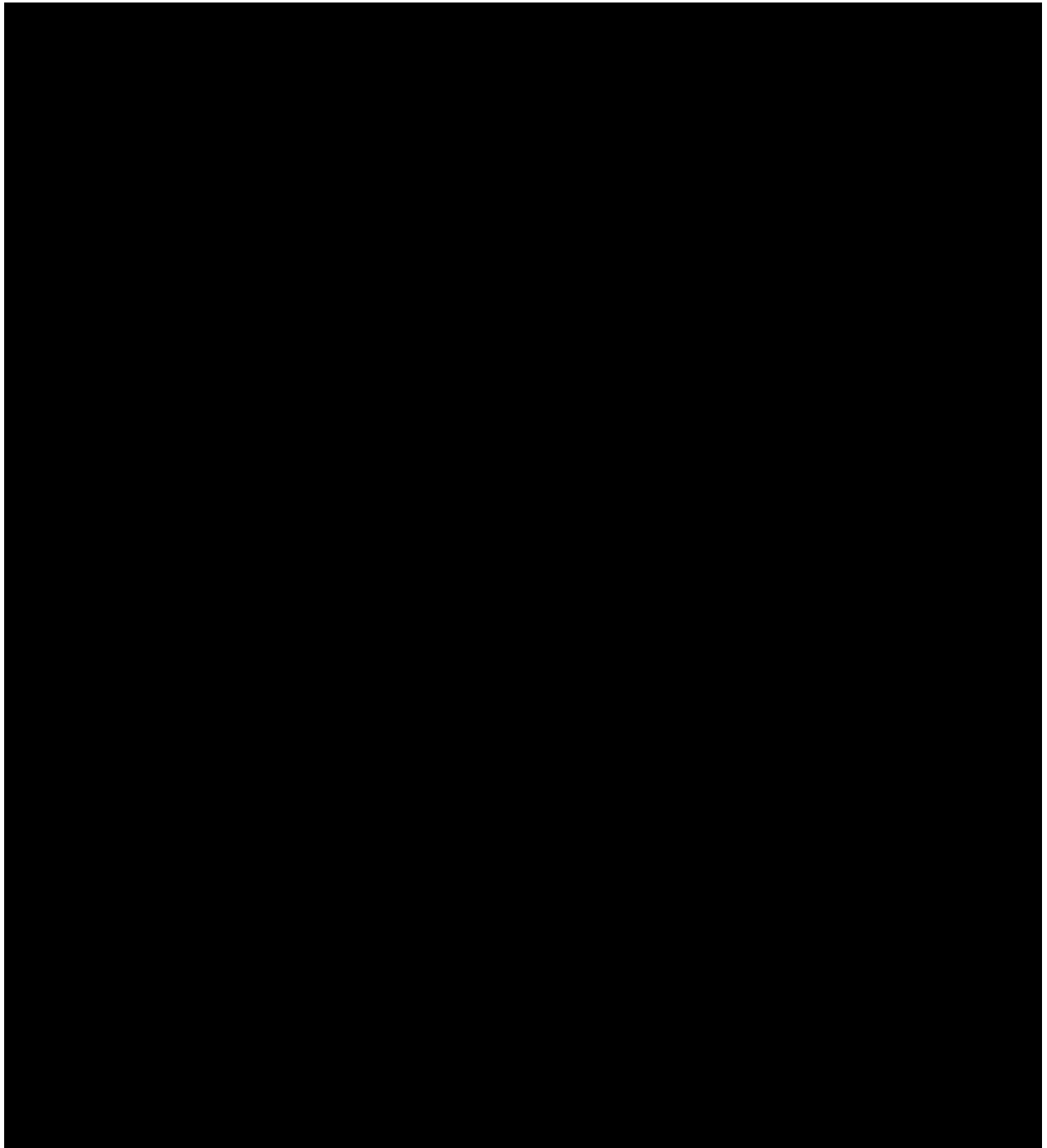
第 2.1-1 表 試験容器設計条件

模擬対象機器		リサイクル槽 B
容積	全容量 (ℓ)	
	有効容量 (液相部) (ℓ)	
	気相部体積 (ℓ)	
質量	空質量 (kg)	
	運転質量 (kg)	



- ・ PCB 社圧力センサ (113B26)
- ・ 最大測定圧力 : 3.45 MPa
- ・ 分解能 : 0.014 kPa
- ・ 立ち上がり時間 : 1.0 μs
- ・ サンプルング間隔 : 10 μs

第 2.1-2 図 圧力センサ外観および諸元



第 2.1-3 図 圧力センサ配置図

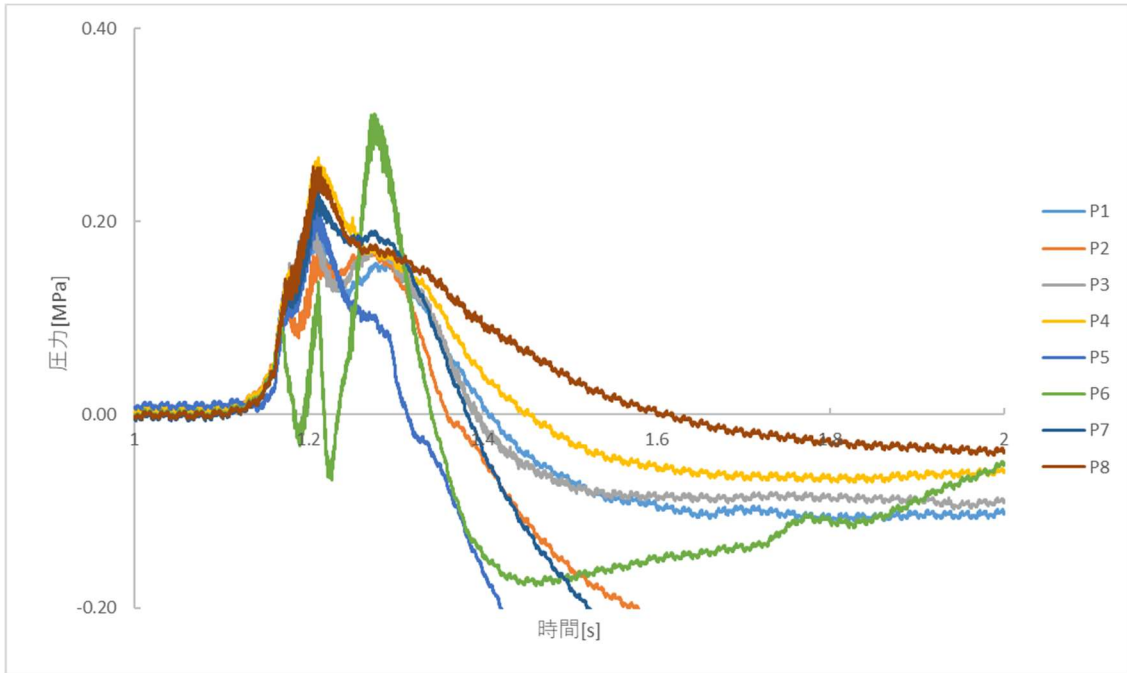
## 2.2 試験結果

試験容器内の水素濃度を 12vol%とし第 2.1-3 図における着火点において放電型着火装置を用い水素爆発を発生させ、P1～P8 の圧力センサで壁面にかかる圧力波形を計測した。その結果を第 2.2-1 図、計測された最大の圧力を第 2.2-1 表に示す。また、側面に配置された各計測点及び鏡板に配置された各計測点のデータにおけるピーク部の拡大図 ( $t=1.1\sim 1.5$  s) を各々第 2.2-2 図および第 2.2-3 図に示



す。なお、この際の着火エネルギーは 100 mJ であった。

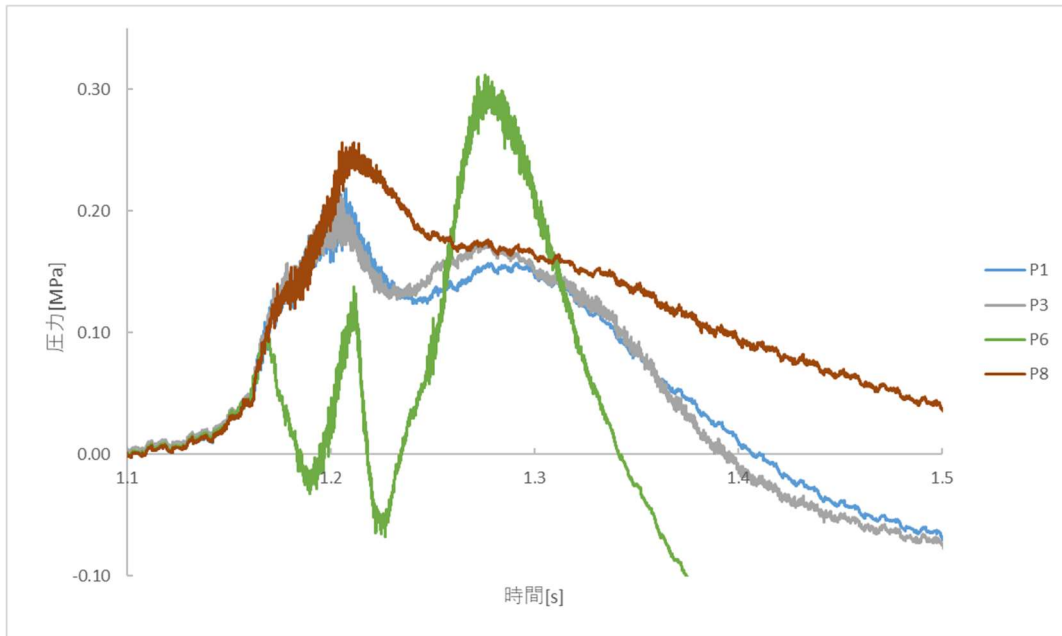
結果については、添付資料Vにおいて水素爆発時の圧力は 0.5 MPa と想定されているのに対し、試験において最大圧力はこれを超えることはなかった。なお、熱衝撃により圧電素子の周辺が拡張したため、第 2.2-1 図、第 2.2-2 図及び第 2.2-3 図の圧力波形の後半は負圧になっているが、ピーク圧力への影響はない。



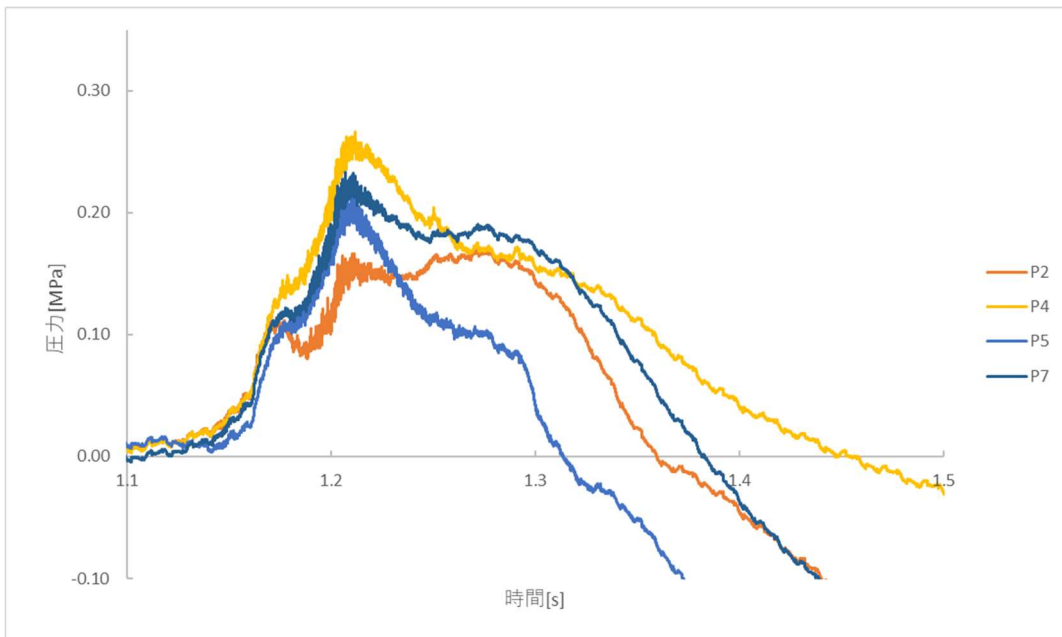
第 2.2-1 図 圧力波形

第 2.2-1 表 各センサで計測された最大圧力 (MPa)

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0.220	0.169	0.210	0.267	0.220	0.311	0.234	0.256



第 2. 2-2 図 側面に配置された各計測点 (P1, 3, 6, 8) における圧力波形 (t=1.1~1.5 s)



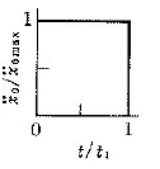
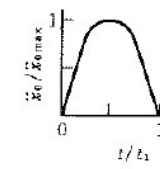
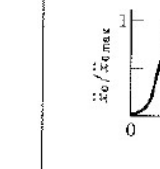
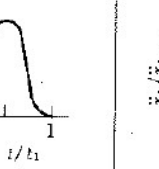
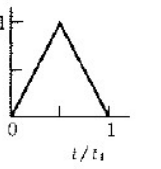
第 2. 2-3 図 鏡板に配置された各計測点 (P2, 4, 5, 7) における圧力波形 (t=1.1~1.5 s)

2.3 水素爆発による圧力波の入力に対する応答圧力の設定値の妥当性評価

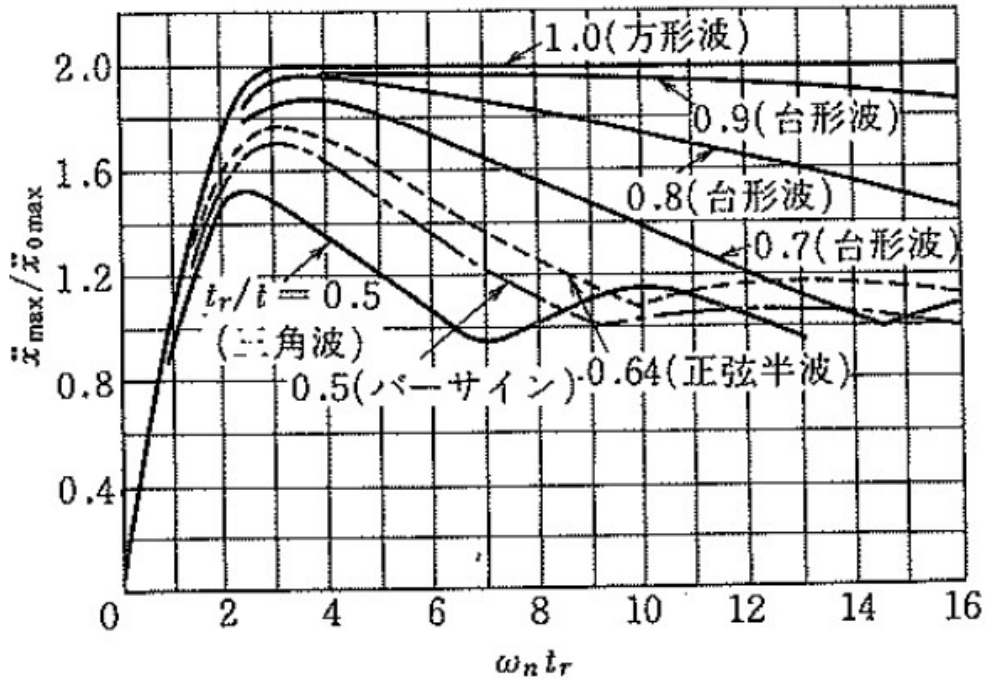
2.2 の結果より水素爆発時の圧力は添付書類Vで想定された 0.5 MPa 以下となったが、この入力に対する応答の圧力波の評価を本項では行う。

評価にあたっては、入力パルスについては第 2.2-2 図より P6 の圧力の最大値を観測した波形を第 2.3-1 図内の適切な理想パルスに置き換え、そのパルス作用時間とその半分値 (各々以下,  $t_1$ ,  $t_r$  ( $t_r = t_1/2$ )) を算出する。算出した  $t_r$  と円筒型貯槽の固有円振動数 (以下,  $\omega_n$ ) の積と置き換えたパルス波に対応する第 2.3-2 図の衝撃スペクトル曲線との交点から入力パルスの最大値 (以下,  $\ddot{x}_0 \max$ ) と最大応答値 (以下,  $\ddot{x}_{\max}$ ) の比を算出し,  $\ddot{x}_{\max}$  が 0.5 MPa 以下となるか否かの評価を行う。

表 35 代表的な理想衝撃加速度波パルス<sup>13)</sup>

方形波パルス	正弦半波パルス	パーサインパルス	三角波パルス	台形波パルス
$\ddot{x}_0 = \ddot{x}_{0\max}$ $(0 \leq t \leq t_1)$	$\ddot{x}_0 = \ddot{x}_{0\max} \sin \frac{\pi t}{t_1}$ $(0 \leq t \leq t_1)$	$\ddot{x}_0 = \frac{\ddot{x}_{0\max}}{2} \left( 1 - \cos \frac{2\pi t}{t_1} \right)$ $(0 \leq t \leq t_1)$	$\ddot{x}_0 = 2\ddot{x}_{0\max} t/t_1$ $(0 \leq t < t_1/2)$ $\ddot{x}_0 = 2\ddot{x}_{0\max} (1-t/t_1)$ $(t_1/2 \leq t \leq t_1)$	$\ddot{x}_0 = \ddot{x}_{0\max} t/\tau_1$ $(0 \leq t < \tau_1)$ $\ddot{x}_0 = \ddot{x}_{0\max}$ $(\tau_1 \leq t < t_1 - \tau_1)$ $\ddot{x}_0 = \ddot{x}_{0\max} (t_1 - t)/\tau_1$ $(t_1 - \tau_1 \leq t \leq t_1)$
$v_0 = \ddot{x}_{0\max} t_1$ $t_r = t_1$	$v_0 = 2\ddot{x}_{0\max} t_1/\pi$ $t_r = 2t_1/\pi$	$v_0 = \ddot{x}_{0\max} t_1/2$ $(t_r = t_1/2)$	$v_0 = \ddot{x}_{0\max} t_1/2$ $t_r = t_1/2$	$v_0 = \ddot{x}_{0\max} (t_1 - \tau_1)$ $t_r = t_1 - \tau_1$
				

第 2.3-1 図 代表的な理想衝撃加速度波パルス



第 2.3-2 図 代表的理想衝撃パルスによる加速度衝撃スペクトル

パルスの置き換えについては、第 2.3-3 図のように三角波に近似したパルス 1 を設定した（なお、第 2.3-3 図は熱衝撃により圧電素子の周辺が拡張したため、圧力波形の後半は負圧になっているが、ピーク圧力への影響はない。）。パルス 1 の  $\ddot{x}_{0max}$  は表 2 より 0.311 MPa である。一方、圧力が 0 と観測された部分は  $t=1.34134, 1.23454$  s であり、ここからパルス作用時間は 0.1068 s と算出されるので、

$$t_r = 0.0534$$

とした。■■■■ の固有周期は 0.010 s であることから、 $\omega_n$  は 628.3 rad/s であり、

$$\omega_n \cdot t_r = 33.55$$

となる。結果より  $\omega_n \cdot t_r$  が十分大きい（13 以上である）ため、応答倍率は 1 となる。なお、第 2.3-1 図のバーサインパルスに近似しても同様の結果が得られた。正弦波形パルスに近似すると  $t_r$  は 0.0680 s となり、 $\omega_n \cdot t_r$  もより大きくなり同様の結果となる。

また、この結果よりパルス作用時間が短くなるほど  $\omega_n \cdot t_r$  は小さくなるため、観測されたパルスの中で最も作用時間の短かったパルス 2 ( $t_r: 0.00967, \ddot{x}_{0max}: 0.132$  MPa) について同様の検討を行った。このとき、

$$\omega_n \cdot t_r = 1.025$$

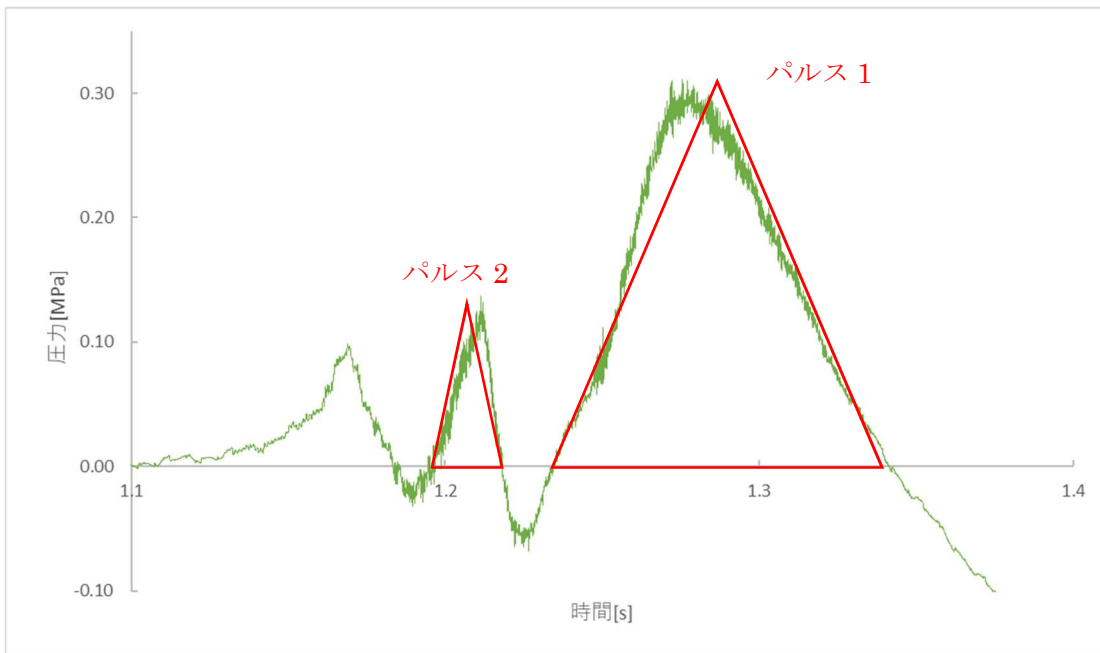
に対し第 2.3-2 図より、

$$\ddot{x}_{max}/\ddot{x}_{0\ max} \cong 1.1$$

となりここから、

$$\ddot{x}_{max} = 0.1452 \text{ MPa}$$

と算出され、想定された 0.5 MPa を超えることはなかった。また、仮にパルス 1 とパルス 2 の作用時間の中間となるパルスが存在していたとしても、 $\ddot{x}_{0\ max}$  に対して第 2.3-2 図より最大 1.55 であるから最大圧力は 0.2046 MPa であり、想定される 0.5 MPa を超えることはない。



第 2.3-3 図 P6 の圧力波形と近似三角パルス

## 2.4 結論

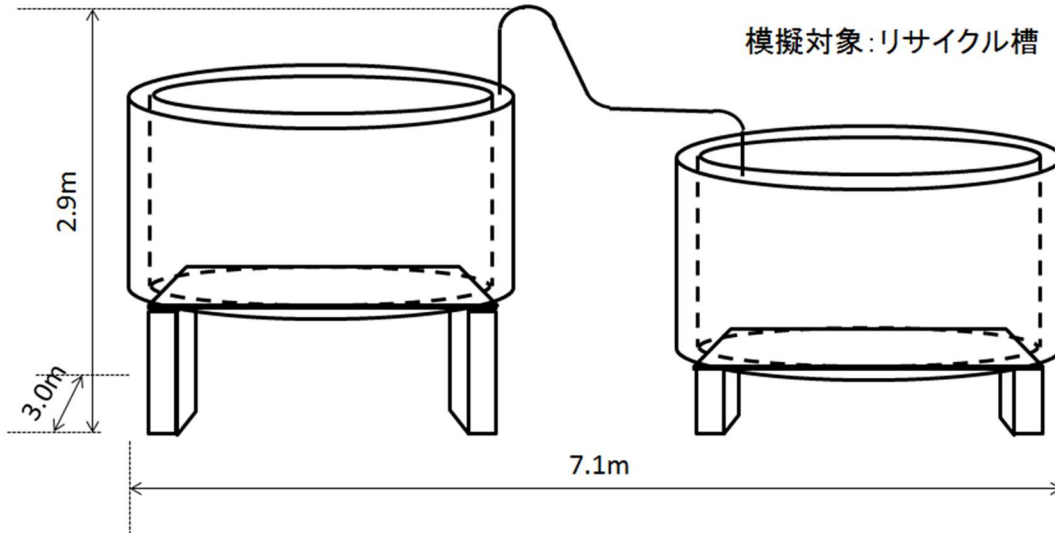
2.3 より、円筒型貯槽については水素爆発による爆圧に対する応答波の最大値は想定されている値 (0.5 MPa) 以下となる。

## 3 環状型槽試験

### 3.1 試験装置概要

環状型槽の実験にあたり試験装置を作成し、容器の全体概要図を第 3.1-1 図、主要な設計条件を第 3.1-1 表に示す。試験容器には実機を想定し液深を 1 m として水を張った。また、試験容器には第 2.1-2 図の圧力センサを第 3.1-2 図のように取り付けた。なお、第 3.1-1 図にはプルトニウム濃縮液受槽に加えてリサイクル槽を模擬した部分も記載されているが本資料では水素に着火する容器である前者に対して行った試験の結果のみを示す。

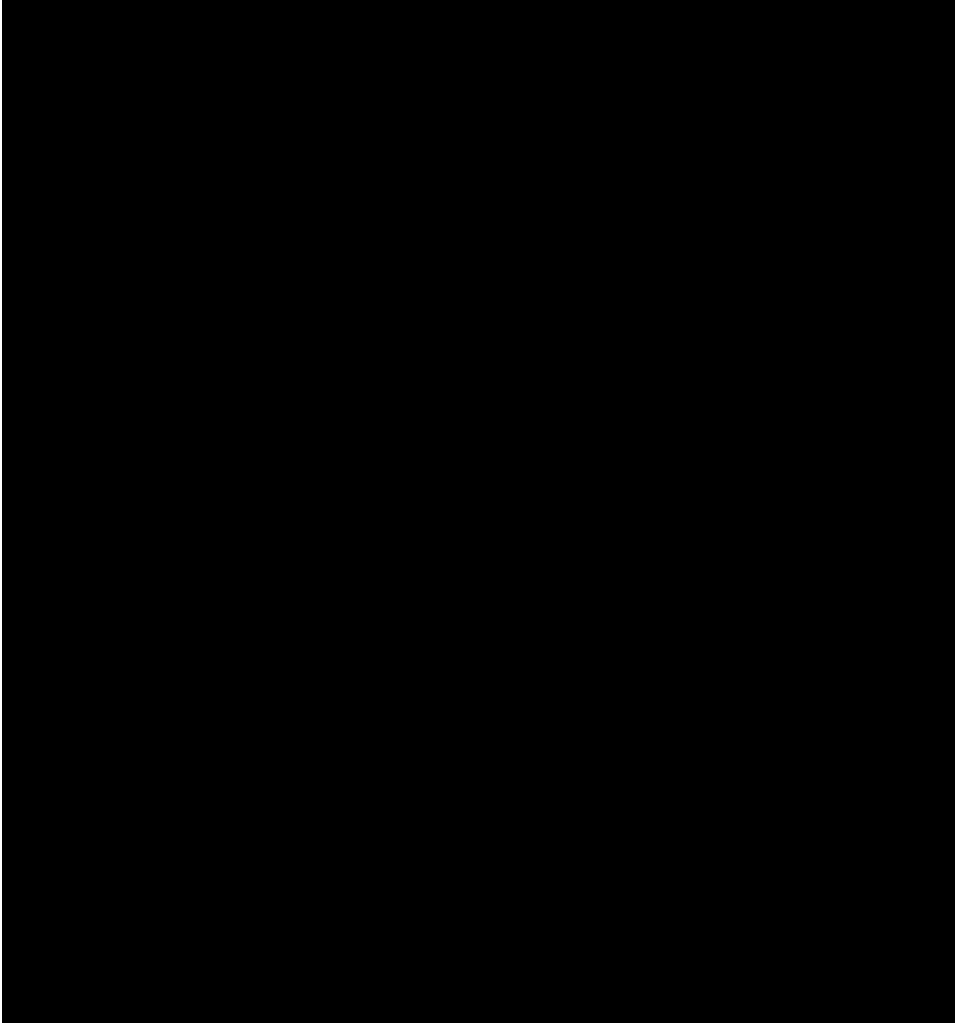
模擬対象:プルトニウム濃縮液受槽



第 3.1-1 図 試験容器全体概要図

第 3.1-1 表 試験容器設計条件

模擬対象機器		プルトニウム濃縮液受槽
容積	全容量 (ℓ)	
	有効容量 (水相部) (ℓ)	
	気相部体積 (ℓ)	
質量	空質量 (kg)	
	運転質量 (kg)	

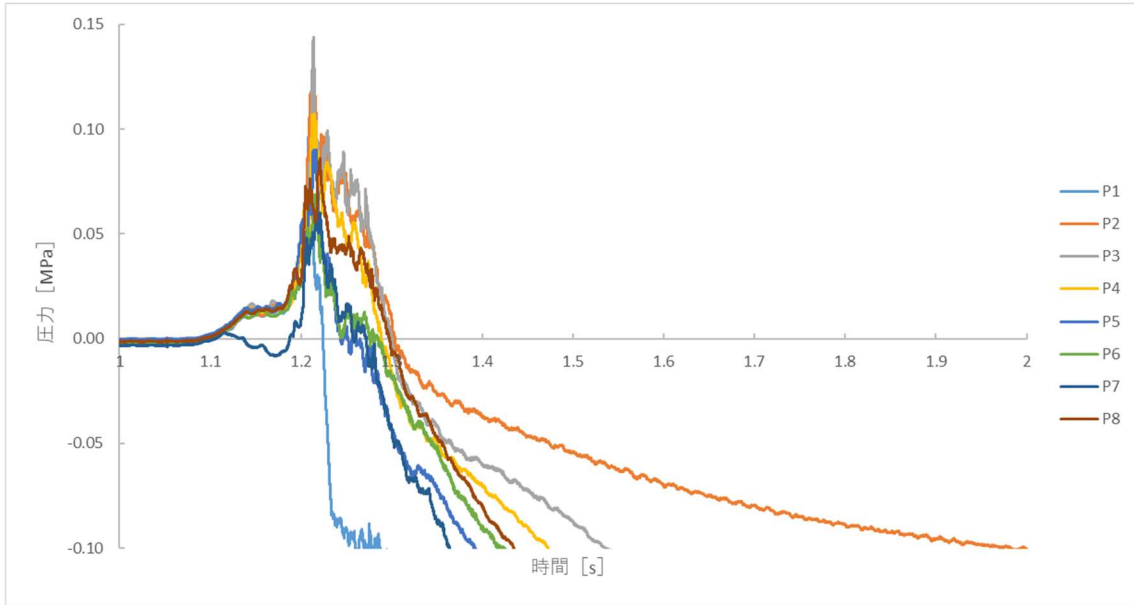


第 3.1-2 図 圧力センサ配置図

### 3.2 試験結果

試験容器内の水素濃度を 12vol%とし第 3.1, -2 図における着火点において放電型着火装置を用い水素爆発を発生させ、P1~P8 の圧力センサで壁面にかかる圧力波形を計測した。その結果を第 3.2-1 図, 計測された最大の圧力を第 3.2-1 表に示す。また、着火点から時計回り, 反時計回りの各計測点におけるピーク部の拡大図 (t=1.1~1.35) を各々第 3.2-2 及び第 3.2-3 図に示す。なお、この際の着火エネルギーは 100 mJ であった (第 3.2-1 図, 第 3.2-2 及び第 3.2-3 図において熱衝撃により圧電素子の周辺が拡張したため、圧力波形の後半は負圧になっているが、ピーク圧力への影響はない。)

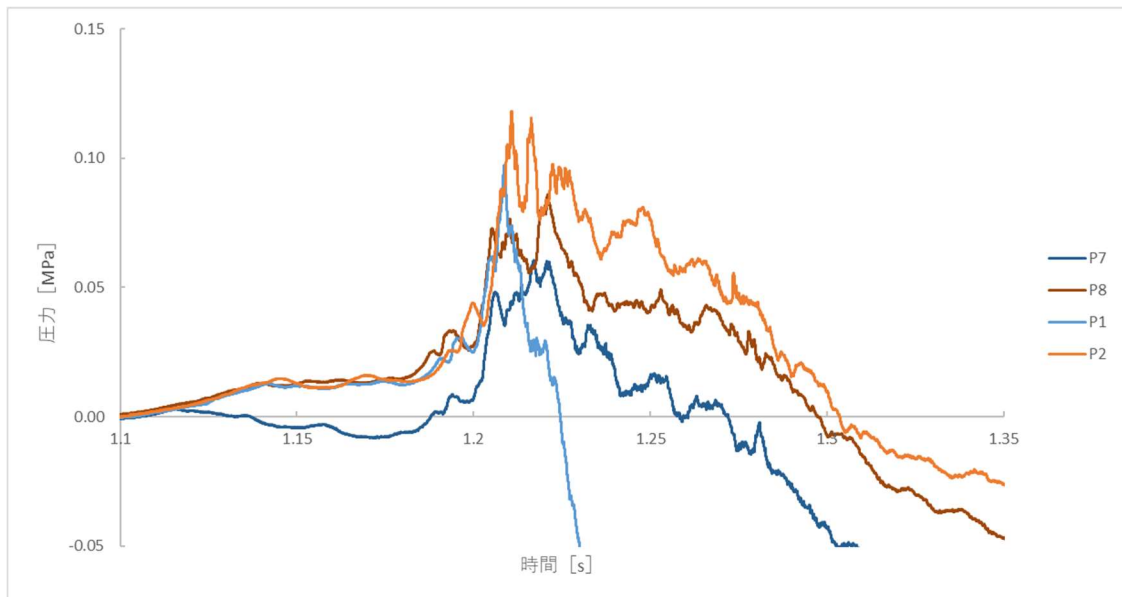
結果については、添付書類 V において水素爆発時の圧力は 0.5 MPa と想定されているのに対し、試験において最大・最低圧力の絶対値は共にこれを超えることはなかった。



第 3.2-1 図 圧力波形

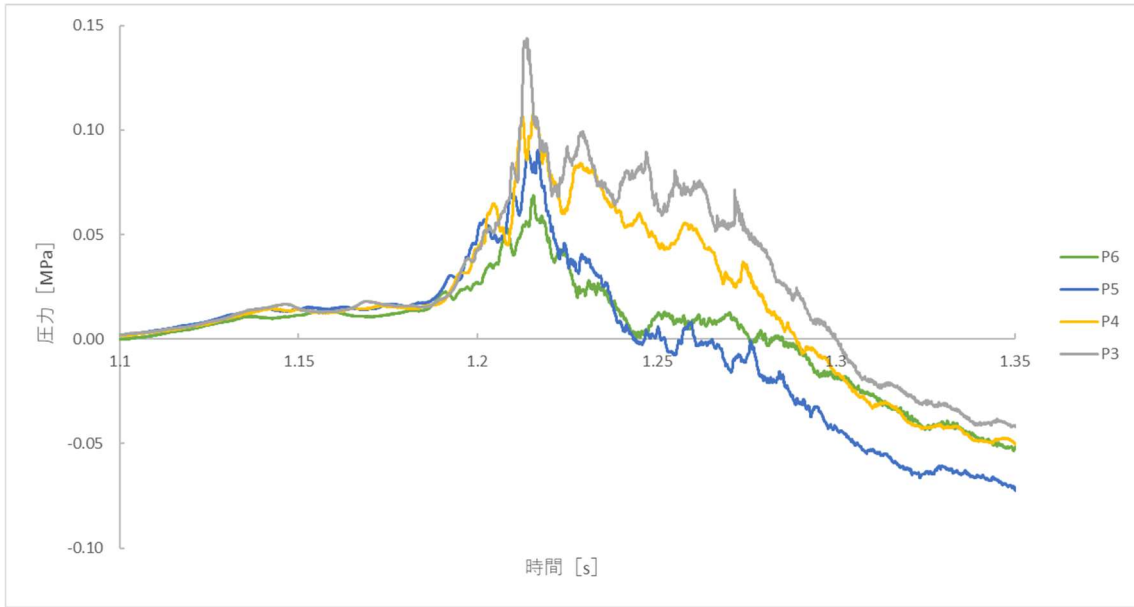
第 3.2-1 表 各センサで計測された最大圧力 (MPa)

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0.097	0.118	0.144	0.107	0.090	0.069	0.061	0.086



第 3.2-2 図 着火点から時計回りの各計測点 (P7, 8, 1, 2) における圧力波形 (t=1.1~1.35s)





第 3.2-3 図 着火点から反時計回りの各計測点 (P6, 5, 4, 3) における圧力波形 (t=1.1～1.35s)

### 3.3 水素爆発による圧力波の入力に対しての応答圧力の設定値の妥当性評価

3.2 の結果より水素爆発時の圧力は添付書類 V で想定された 0.5 MPa を超えることはなかったが、この入力に対する応答の圧力波が 0.5 MPa 以下となるか否かの検討を 2.3 と同様に行う。

第 3.2-1 表より入力圧力の最大値は P3 で観測された 0.144 MPa であった。第 2.3-2 図より応答倍率は最大 2 であるため、 $0.144 \times 2$  MPa 以上になることはない。

### 3.4 結論

3.3 より、環状型槽については水素爆発による爆圧に対する応答波の最大値は想定されている値 (0.5 MPa) 以下となる。

## 4 まとめ

2, 3 より円筒型貯槽及び環状型槽について実際の設備を模擬し、水素爆発時に生じる圧力波を計測した。その結果、最大圧力は円筒型貯槽で 0.311 MPa、環状型槽で 0.144 MPa であり、添付書類 V で想定した圧力である 0.5 MPa を下回る結果となった。また、この圧力波を入力波とし応答波の評価を行った結果についても円筒型貯槽及び環状型槽共に応答倍率を考慮しても最大圧力は 0.5 MPa 以下であることが確認された。

5 参考文献

機械工学便覧 基礎編 応用編, 2001 年, 日本機械学会.

# V-1-3-3

## 解析による強度評価書作成の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 解析方法の選定及び解析モデルの作成	2
3. 荷重の設定	2
4. 許容限界の設定	3
5. 応力強さの計算	4
6. 解析による強度評価書のフォーマット	8

## 1. 概要

本資料は、「V-1-2 強度評価方針」に基づき解析による評価を適用する安全機能を有する施設の容器等及び重大事故等対処設備の容器等の容器及び管について、使用条件に対して十分な強度を有していることを確認するための解析による強度評価書の作成の基本方針について説明するものである。

## 2. 解析方法の選定及び解析モデルの作成

### (1) 解析方法の選定

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の解析による評価に当たっては、応力評価にて考慮する負荷荷重の状態に応じて適切な解析方法を選定することとし、最高使用圧力が定常的に負荷された定常状態を考慮する設計条件における評価にあつては、有限要素法による静的弾性解析を選定する。

常設重大事故等対処設備の容器等のうち水素爆発等の影響を受ける容器及び管については、水素爆発等の短期的な圧力が負荷された非定常状態を考慮する設計過渡条件における評価を実施することから、有限要素法による動的弾塑性解析(時刻歴応答解析)を選定する。

### (2) 解析モデルの作成

静的弾性解析及び動的弾塑性解析に使用する解析モデルにあつては、解析しようとする構造物の形状、構造、支持状態を考慮し、評価部位の発生応力が適切に表現できるよう適切にモデル化する。また、構造物の形状、構造、負荷荷重の対称性を考慮して2次元軸対称モデル又は3次元面対称モデルを適用する。

静的弾性解析モデル及び動的弾塑性解析モデルの入力条件として、寸法については、仕様表又は構造図等に記載の値を用いる。材料物性値については、仕様表に記載の最高使用温度における縦弾性係数を設定する。なお、ポアソン比については、0.3とする。

各解析モデルの境界条件については、解析しようとする構造物の構造等を適切に考慮した固定条件を設定する。

また、作成した解析モデルに対して、解析の目的に応じた適切な解析プログラムを用いて応力の算出を行う。なお、使用する解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、「V-3 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

## 3. 荷重の設定

安全機能を有する施設の容器等及び常設重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の解析による評価に当たっては、圧力荷重及び機械的荷重を必要により組み合わせた評価を実施する。

圧力荷重は、設計条件における評価にあつては仕様表における最高使用圧力(水素爆発又はTBP等の急激な分解反応時の瞬間圧力を除く。)を定常的な荷重として考慮する。

設計過渡条件における評価にあつては仕様表における最高使用圧力のうち水素爆発又はTBP等の急激な分解反応時の瞬間圧力を考慮することとし、圧力波は仕様表における気相部の瞬間圧力をピークとした三角波を考慮する。水素爆発時の圧力波の設定の詳細は、「V-1-3-3 別紙 水素爆発時の圧力波の設定について」に示す。

#### 4. 許容限界の設定

設計条件における評価に適用する許容限界を第 4-1 表に示す。

設計条件に対して弾性域に抑える及び座屈が生じないよう材料の降伏点及び引張強さに対して適切な裕度を有した許容引張応力  $S$  値を基準とした許容限界を設定する。

第 4-1 表 設計条件における評価に適用する許容限界

一次一般膜応力強さ $\sigma_m$	一次膜＋一次曲げ応力強さ $\sigma_m$ (又は $\sigma_L$ ) + $\sigma_b$
$S$	$1.5S$

設計過渡条件における評価に適用する許容限界を第 4-2 表に示す。

設計過渡条件については、設計過渡条件に対して健全性を維持できるよう材料の究極的な強さに対して余裕を有した設計応力強さ  $S_u$  値を許容限界とする。ただし、形状管理による臨界防止が必要な容器にあつては、設計降伏点  $S_y$  値を許容限界とする。

第 4-2 表 設計過渡条件における評価に適用する許容限界

一次応力＋二次応力 (形状管理による臨界防止が必要な容器)	一次応力＋二次応力 (左記以外)
$S_y$	$S_u$

5. 応力強さの計算

機器に発生する応力は、その応力の発生の原因及び場所により、一次応力、二次応力等に分類し、各々に対して許容限界と比較評価を実施する。

(1) 応力の分類

容器に発生する応力は、一次応力（一次一般膜応力、一次局部膜応力、一次曲げ応力）、二次応力等に分類されるが、具体的には第 5-1 表に示す。

第 5-1 表 設計条件における評価に適用する許容限界

容器の要素	位置	荷重の種類	応力の分類	
円筒胴, 上鏡又 は下鏡	不連続部 から離れ た部分	内圧	膜応力（板厚平均応力） 曲げ応力（板厚方向勾配成分）	Pm Q
		熱	膜応力+曲げ応力の等価直線成分 曲げ応力の非直線成分	Q F
		外荷重	膜応力+曲げ応力	Pm
フランジ及び ボルト	フランジ	内圧又はボ ルト締付力	膜応力（全断面平均応力） 膜応力（板厚平均応力） 曲げ応力（板厚方向勾配成分）	Pm PL 又は Pb Q
		熱	形状不連続による熱応力 自由変形による熱応力	Q F
	フランジ一 般結合 部	内圧又はボ ルト締付力	膜応力（板厚平均応力） 曲げ応力（板厚方向勾配成分） 応力集中による応力増加分	PL Q F
		熱	膜応力+曲げ応力の等価直線成分 曲げ応力の非直線成分 応力集中による応力増加分	Q F F
	シール面	内 圧 ボルト締付力 熱	支圧応力	支圧応力
	ボルト	内圧, ボルト 締付力又は 熱	断面平均応力 曲げ応力 ねじ部の応力集中による応力増加分	平均引張応力 曲げ応力 F

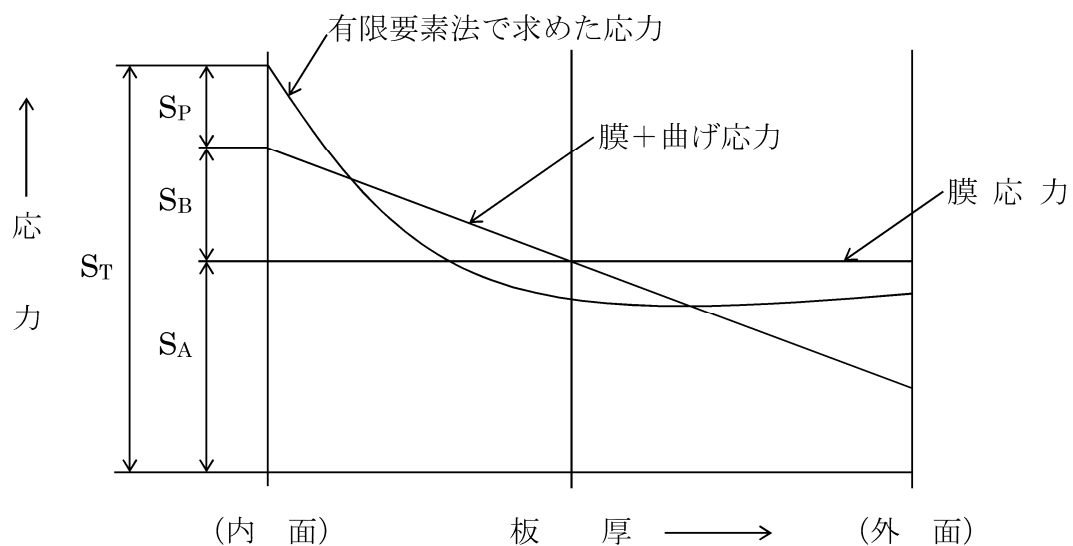


第 5-1 表 設計条件における評価に適用する許容限界

容器の要素	位置	荷重の種類	応力の分類	
管台	円筒胴又は鏡板との接合部(胴側)	内圧又は外荷重	膜応力	PL
			曲げ応力(板厚方向勾配成分)	Q
			応力集中による応力増加分	F
		熱	膜応力+曲げ応力の等価直線成分	Q
			曲げ応力の非直線成分	F
			応力集中による応力増加分	F
	補強の有効範囲内(補強部分)	内圧	膜応力(全断面平均応力)	Pm
			曲げ応力(板厚方向勾配成分)	Q
			応力集中による応力増加分	F
		機械的外荷重	膜応力+曲げ応力	Pm
			応力集中による応力増加分	F
		熱的外荷重又は熱	形状不連続による熱応力	Q
			自由変形による熱応力	F
			応力集中による応力増加分	F
補強の有効範囲外(ノズルエンド, セーフエンド)	内圧	膜応力(形状不連続を無視)	Pm	
		膜応力(形状不連続を考慮)	PL	
		曲げ応力(板厚方向勾配成分)	Q	
		応力集中による応力増加分	F	
	機械的外荷重	膜応力(全断面平均応力)	Pm	
		曲げ応力(モーメントによる応力)	Pb	
		応力集中による応力増加分	F	
	熱的外荷重	膜応力+曲げ応力	Q	
		応力集中による応力増加分	F	
	熱	膜応力+曲げ応力の等価直線成分	Q	
		曲げ応力の非直線成分	F	
		応力集中による応力増加分	F	

(2) 応力分類

有限要素法で計算した応力は、膜+曲げ+ピーク応力（全応力）であり、応力評価を行うためには、この応力を下図に示すように、膜応力、曲げ応力及びピーク応力に分類する必要がある。



$S_T$  : 膜+曲げ+ピーク応力（内面における全応力）

$S_P$  : ピーク応力（内面における）

$S_B$  : 曲げ応力（内面における）

$S_A$  : 膜応力

(3) 応力強さの計算

解析により算定された応力は、第5-1表に従って、応力成分ごとに一次応力、二次応力、ピーク応力に分類される。

この分類された応力は、一般に $\sigma_x, \sigma_\theta, \sigma_r, \tau_{x\theta}, \tau_{\theta r}, \tau_{rx}$ の6成分をもつが、応力評価を実施するにあたっては、考慮する負荷荷重の状態に応じて適切な応力強さに合成する。

主応力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ はこの6成分より次式を満足する3根として計算される。

$$\sigma_3 - (\sigma_x + \sigma_\theta + \sigma_r)\sigma_2 + (\sigma_\theta \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_x + \sigma_x \cdot \sigma_\theta - \tau_{x\theta}^2 - \tau_{\theta r}^2 - \tau_{rx}^2)\sigma - \sigma_x \cdot \sigma_\theta \cdot \sigma_r + \sigma_x \cdot \tau_{\theta r}^2 + \sigma_\theta \cdot \tau_{rx}^2 + \sigma_r \cdot \tau_{x\theta}^2 - 2\tau_{x\theta} \cdot \tau_{rx} \cdot \tau_{\theta r} = 0$$

応力成分が $\sigma_x, \sigma_\theta, \sigma_r, \tau_{x\theta}$ だけのときは、次式で得られる。

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_\theta}{2} \pm \left( \left( \frac{\sigma_x - \sigma_\theta}{2} \right)^2 + \tau_{x\theta}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$
$$\sigma_3 = \sigma_r$$

設計条件における評価にあつては、最大せん断応力説を適用し、主応力の代数的な最大値と最小値の差として、次式により計算した値のうち最大絶対値の応力強さに対して設定した許容限界との比較評価を実施する。

$$S_{12} = |\sigma_1 - \sigma_2|$$

$$S_{23} = |\sigma_2 - \sigma_3|$$

$$S_{31} = |\sigma_3 - \sigma_1|$$

設計過渡条件における評価にあつては、ひずみエネルギー説を適用し、次式により計算した応力強さに対して設定した許容限界との比較評価を実施する。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{2}\{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2\}}$$

6. 解析による強度評価書のフォーマット

解析による評価における強度評価書のフォーマットを示す。

1.評価条件

機器名	項目	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度(°C)	液体の比重	腐食代(mm)

2.構造図

3. 解析モデル

4. 解析モデル諸元表

部位	項目	使用材料	温度 T (°C)	縦断性係数 E (MPa)	ポアソン比 $\nu$	要素数 (個)	節点数 (個)

5. 評価結果

評価部位	一次一般膜応力強さ $P_m$		一次膜+一次曲げ応力強さ $P_m$ (又は $P_L$ )+ $P_b$	
	発生値 (MPa)	許容値 S (MPa)	発生値 (MPa)	許容値 1.5 S (MPa)

V-1-3-3 別紙  
水素爆発時の圧力波の設定について

## 目 次

ページ

1. 概要 .....	1
2. 圧力波設定の基本方針 .....	1
2.1 評価対象施設 .....	1
2.3 圧力波形の設定.....	7
2.3.1 再処理工場の機器を模擬した容器を用いた水素爆発試験.....	7
2.3.2 RUT 施設における水素爆発試験.....	18
2.4 包絡波の設定 .....	19
2.4.2 環状型槽の包絡時刻歴 .....	20
2.4.3 円筒型貯槽の包絡時刻歴.....	20
3. 参考文献.....	21

## 1. 概要

本資料は、「再処理施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第三十六条「重大事故等対処設備」及び第三十七条「材料及び構造」に適合し、水素爆発の影響を考慮する施設が、水素爆発に対して要求される強度を有することを確認するための動的弾塑性解析に用いる圧力波の設定について説明するものである。

おり、仮に爆燃が発生した場合でも機器及びセル導出設備の「放射性物質を放出経路内に閉じ込める機能」を確保する必要がある。「放射性物質を放出経路内に閉じ込める機能」は、経路の破断や開口の発生を防止し、放射性物質をセル導出設備の外側へ放出しないことであり、水素爆発の発生を仮定する機器及びセル導出設備の構造材の変形は許容する。

## 2. 圧力波設定の基本方針

水素爆発に伴い発生する圧力波は、水素爆発の発生を仮定する機器の形状に依存して変化する。水素爆発の発生を仮定する機器の形状は、大きく円筒型、環状型に分類できることから、円筒型及び環状型の模擬容器を用いた水素爆発試験結果を参考に、圧力波を設定する。

### 2.1 評価対象施設

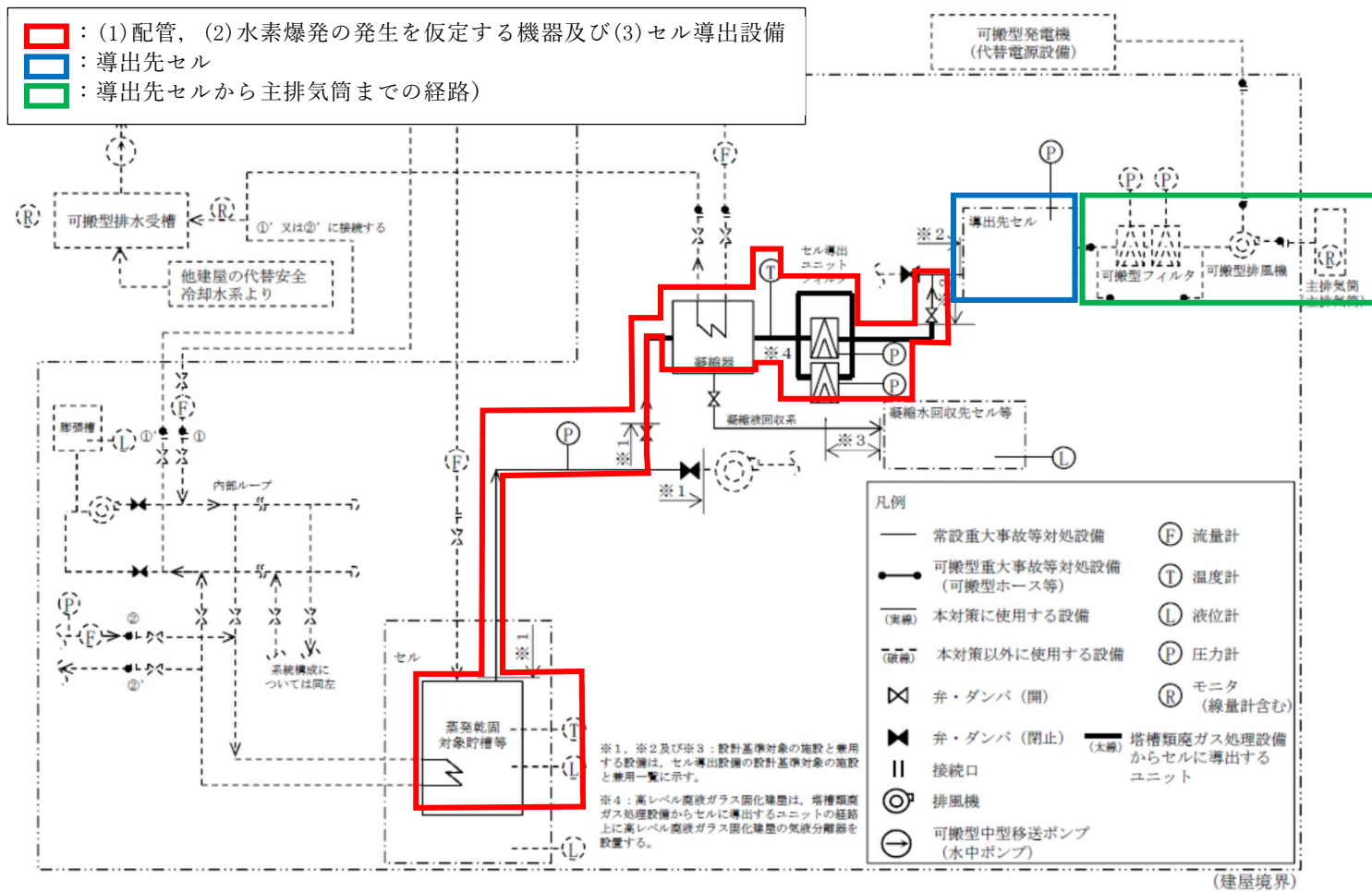
重大事故時に水素爆発の発生を仮定する機器は、水素爆発未然防止濃度である 8vol%を超えないように設計している。一方、万一水素爆発が発生した場合に備え、「代替安全冷却水系／代替安全圧縮空気系／セル導出設備の常設重大事故等対備は、放射線分解により発生する水素による爆発の発生を仮定する機器の気相部における水素濃度ドライ換算 12vol%で爆燃が発生した場合による瞬間的に上昇する温度及び圧力の影響を考慮しても、機能を損なわない設計とする。」こととしている。

水素爆発の発生を仮定する機器の気相部において水素爆発が発生した場合、機器内で発生した圧力は当該機器に接続する配管へ伝播するが、配管の圧力損失によって圧力は減衰する。このため、水素爆発の発生を仮定する機器の健全性を主として評価することとなるが、セル導出設備を介して導出先セル（第 2.1-1 図中の青枠）にも僅かな圧力上昇が伝播する。

導出先セルに伝わった圧力は大容量のセルの空間により緩和される。加えて、セル内は可搬型排風機により常時負圧に維持されているため、導出先セルは、水素爆発時の過渡的な過圧発生時の影響を考慮する必要はない。なお、導出先セルから主排気筒までの経路（第 2.1-1 図中の緑枠）も、導出先セルと同様に水素爆発時の過渡的な過圧発生時の影響を考慮する必要はない。

水素爆発の発生を仮定する機器から導出先セルまでの間には、複数の分岐が存在するが、上述のとおり圧力は配管内で減衰し、影響を与えることは考え難い。このため、評価対象範囲は、主な圧力の伝播経路である第 2.1-1 図の赤枠内に示す(1)配管、(2)水素爆発の発生を仮定する機器及び(3)セル導出設備とする。対象設備の一覧を第 2.1-1 表に示す。





第 2.1-1 図 セル導出設備の経路の区分説明例 (ADRB 添付書類六 第 7.2-37 図(1)に加筆)

第 2.2-1 表. 評価対象設備一覧

評価対象の分類	建屋※ 1	名称	機器番号
(1) 配管	AA	安全冷却水系 安全圧縮空気系 溶解設備 清澄・計量設備 計測制御設備 前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備 代替安全冷却水系 セル導出設備	-
(1) 配管	AB	安全冷却水系 安全圧縮空気系 分離設備 分配設備 分離建屋一時貯留処理設備 高レベル廃液濃縮設備 高レベル廃液濃縮系 計測制御設備 分離建屋塔槽類廃ガス処理設備 代替安全冷却水系 セル導出設備	-
(1) 配管	AC	安全冷却水系 安全圧縮空気系 プルトニウム精製設備 精製建屋一時貯留処理設備 精製建屋塔槽類廃ガス処理設備塔槽類 廃ガス処理系（プルトニウム系） 計測制御設備 代替安全冷却水系 セル導出設備	-
(1) 配管	CA	安全圧縮空気系 ウラン・プルトニウム混合脱硝設備 溶液系 計測制御設備 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋塔槽類廃ガス処理設備 代替安全冷却水系 セル導出設備	-
(1) 配管	KA	安全冷却水系 安全圧縮空気系 高レベル廃液貯蔵設備 高レベル濃縮廃液貯蔵系 高レベル廃液貯蔵設備 共用貯蔵系 高レベル廃液ガラス固化設備 計測制御設備 高レベル濃縮廃液廃ガス処理系 代替安全冷却水系 セル導出設備	-
(2) 水素爆発の発生を仮定する機器	AA	中継槽 A	
(2) 水素爆発の発生を仮定する機器	AA	中継槽 B	
(2) 水素爆発の発生を仮定する機器	AA	計量前中間貯槽 A	
(2) 水素爆発の発生を仮定する機器	AA	計量前中間貯槽 B	

評価対象の分類	建屋※ 1	名称	機器番号
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AA	計量・調整槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AA	計量後中間貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AA	計量補助槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	プルトニウム溶液受槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	プルトニウム溶液中間貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	第2一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	第3一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	第4一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	高レベル廃液濃縮缶A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	溶解液中間貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	溶解液供給槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	抽出廃液受槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	抽出廃液中間貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	抽出廃液供給槽A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AB	抽出廃液供給槽B	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム溶液供給槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム溶液受槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	油水分離槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム溶液一時貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮缶	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮液受槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮液計量槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	リサイクル槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	希釈槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	第2一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	第3一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	AC	第7一時貯留処理槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	CA	硝酸プルトニウム貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	CA	混合槽A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	CA	混合槽B	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	CA	一時貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	第1高レベル濃縮廃液貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	第2高レベル濃縮廃液貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	高レベル廃液混合槽A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	高レベル廃液混合槽B	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	供給液槽A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	供給液槽B	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	供給槽A	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	供給槽B	
(2)水素爆発の発生を仮定する機器	KA	高レベル廃液共用貯槽	
(3)セル導出設備	AA	計量前中間貯槽 A, B デミスタ	
(3)セル導出設備	AA	計量後中間貯槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AA	計量補助槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AA	廃ガス洗浄塔シールポット	

評価対象の分類	建屋※ 1	名称	機器番号
(3)セル導出設備	AA	セル導出ユニットフィルタ	
(3)セル導出設備	AA	凝縮器	
(3)セル導出設備	AA	予備凝縮器	
(3)セル導出設備	AB	廃ガスリリーフポット	
(3)セル導出設備	AB	溶解液中間貯槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	溶解液供給槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	プルトニウム溶液受槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	抽出廃液受槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	抽出廃液供給槽Aデミスタ	
(3)セル導出設備	AB	第2一時貯留処理槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	第3一時貯留処理槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	高レベル廃液濃縮缶A凝縮器A	
(3)セル導出設備	AB	第1エジェクタ凝縮器	
(3)セル導出設備	AB	第2エジェクタ凝縮器	
(3)セル導出設備	AB	高レベル廃液濃縮缶凝縮器デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	第2エジェクタ凝縮器デミスタ	
(3)セル導出設備	AB	第1エジェクタ	
(3)セル導出設備	AB	第2エジェクタ	
(3)セル導出設備	AB	セル導出ユニットフィルタ	
(3)セル導出設備	AB	凝縮器	
(3)セル導出設備	AC	第2一時貯留処理槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	第3一時貯留処理槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム溶液供給槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム溶液受槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム濃縮缶供給槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム溶液一時貯槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム濃縮液受槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	リサイクル槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	希釈槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム濃縮液計量槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽デミスタ	
(3)セル導出設備	AC	廃ガスポット	
(3)セル導出設備	AC	セル導出ユニットフィルタ	
(3)セル導出設備	AC	凝縮器	
(3)セル導出設備	AC	予備凝縮器	
(3)セル導出設備	CA	第1廃ガス洗浄塔	
(3)セル導出設備	CA	第2廃ガス洗浄塔	
(3)セル導出設備	CA	第3廃ガス洗浄塔	
(3)セル導出設備	CA	第1廃ガス洗浄塔デミスタ	
(3)セル導出設備	CA	第2廃ガス洗浄塔デミスタ	
(3)セル導出設備	CA	廃ガス第1冷却器デミスタ	
(3)セル導出設備	CA	廃ガス第1冷却器	
(3)セル導出設備	CA	第1高性能粒子フィルタA, B, C	
(3)セル導出設備	CA	混合廃ガス凝縮器	
(3)セル導出設備	CA	混合廃ガスデミスタ	
(3)セル導出設備	CA	セル導出ユニットフィルタ	
(3)セル導出設備	CA	凝縮器	
(3)セル導出設備	CA	予備凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	高レベル廃液混合槽A凝縮器	

評価対象の分類	建屋※ 1	名称	機器番号
(3)セル導出設備	KA	高レベル廃液混合槽 B 凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	供給液槽 A 凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	供給液槽 B 凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	廃ガスシールポット	
(3)セル導出設備	KA	セル導出ユニットフィルタ	
(3)セル導出設備	KA	凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	予備凝縮器	
(3)セル導出設備	KA	気液分離器	

※1 AA:前処理建屋、AB:分離建屋、AC:精製建屋、CA:ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、  
KA:高レベル廃液ガラス固化建屋

### 2.3 圧力波形の設定

水素爆発時の瞬間的な圧力上昇の波形は、水素爆発試験により得られた圧力波形を参考にした三角波（以下、「包絡波」という。）として設定する。以下に、水素爆発試験結果を示す。

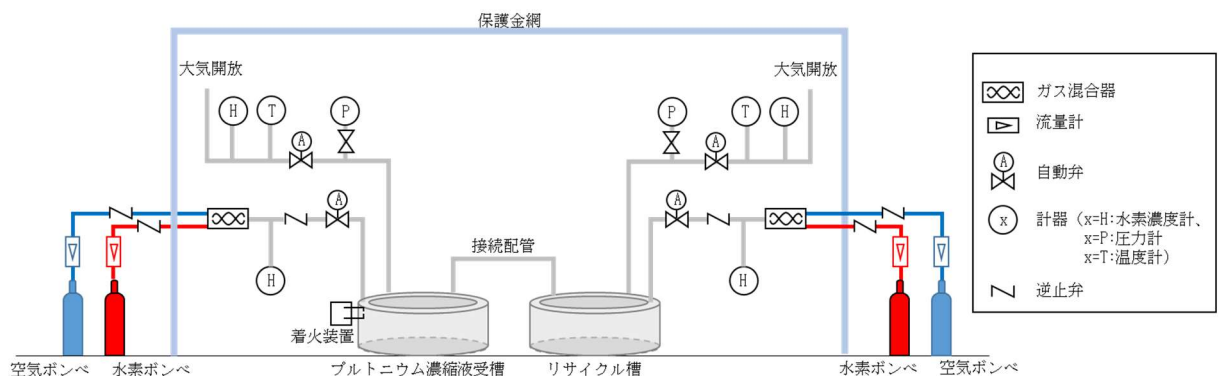
#### 2.3.1 再処理工場の機器を模擬した容器を用いた水素爆発試験

水素爆発の発生を仮定する機器は、形状の特徴から環状型槽、円筒型貯槽に分類できる。それぞれについて実機規模の水素爆発実験を行い、水素濃度 12vol%空気混合気が着火した場合の圧力を測定した。

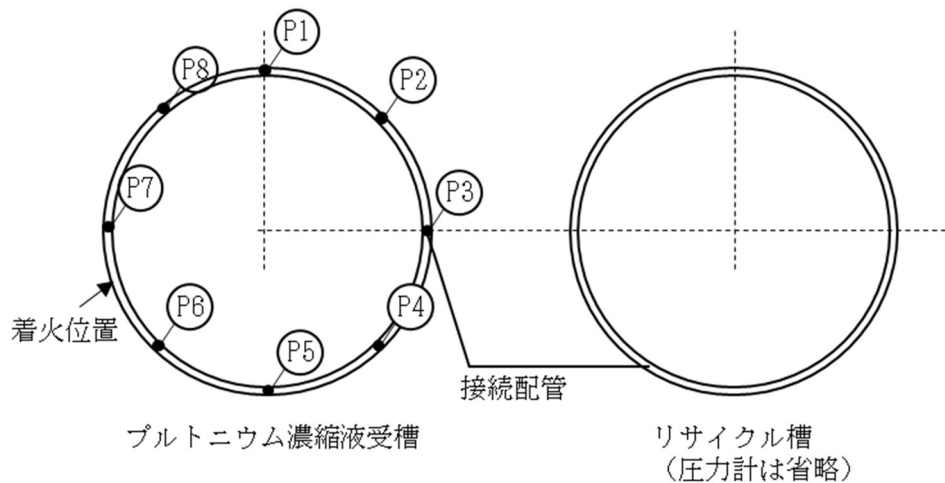
##### 2.3.1.1 環状型槽の水素爆発試験

プルトニウム濃縮液受槽（直径■■■m）及びリサイクル槽（直径■■■m）を塔槽類廃ガス処理設備にて接続した試験装置を、実機構造図に基づき製作した。水素が蓄積する可能性のある機器上部空間の配管を実機と同様に再現し、水素燃焼時の障害物による燃焼波の変化を模擬できるようにした。

試験装置の具体的イメージを第 2.3.1.1-1 図に示す。水素ボンベ及び空気ボンベからそれぞれ水素及び空気を供給し、混合器により均一にし、機器内に導入する。流量を調整することにより水素濃度を 12vol%にする。一定時間ガスの供給を継続し、水素濃度計の指示値が安定したのち、自動弁を締め切り、密封系の空間とする。その後、着火装置により水素の燃焼を開始し、貯槽及び接続配管に設置した圧力計により機器内の圧力の変動を記録する。機器への圧力計の設置位置を第 2.3.1.1-2 図に示す。また、試験条件及び結果概要を第 2.3.2-1 表に示す。水素爆発の発生する機器内の圧力を観測するために着火した機器内での圧力に着目するため、リサイクル槽の圧力計については、図を省略している。また、着火エネルギーにより最大圧力に影響を与えるか否かを確認するために、着火エネルギーは 100mJ 及び 500mJ としている。なお、再処理工場の機器は接地しており着火源を排除しているため、着火源は存在しない。また、また、考えられる着火源として静電放電があるが、静電放電によるエネルギーは数 mJ～数十 mJ であり今回の試験条件は本値に対して十分大きいことから厳しい試験条件と考えられる。



第 2.3.1.1-1 図 試験装置概要図



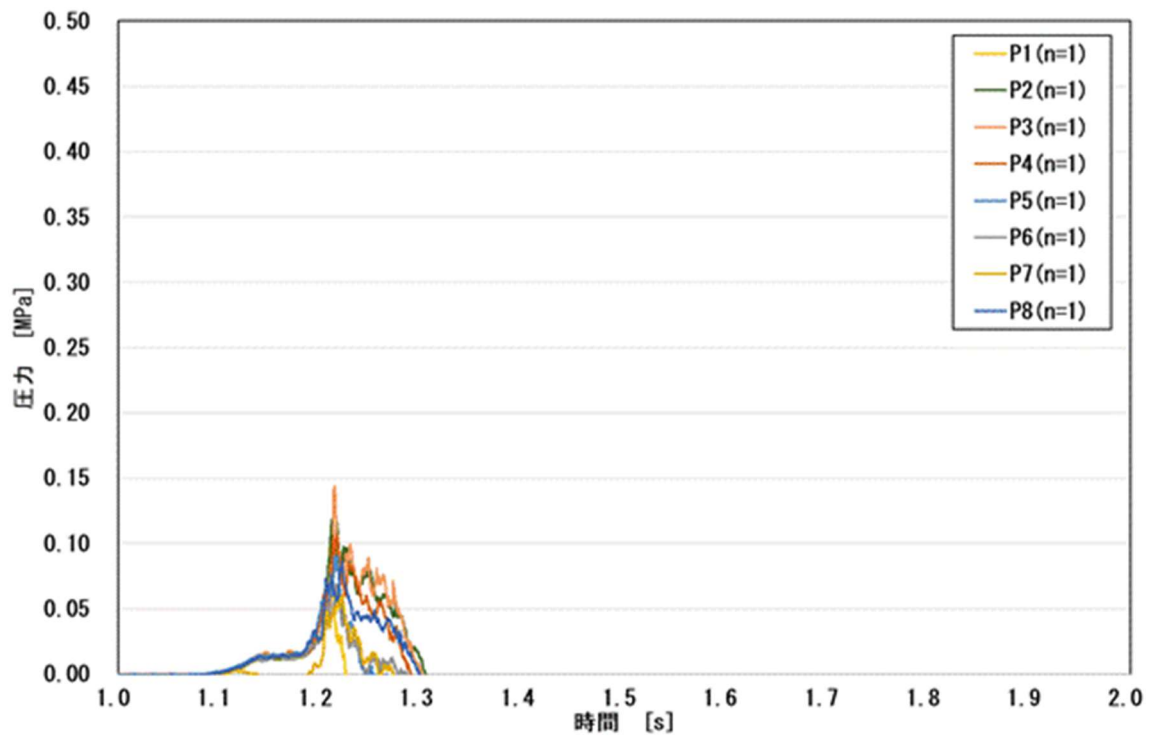
第 2.3.1.1-2 図 圧力計設置位置（上方からの断面図）

第 2.3.1.1-1 表 試験条件及び結果概要

No.	水素濃度 (vol%)	液位 (%)	着火 エネルギー (m J)	プルトニウム濃縮液受 槽における最大圧力 (MP a)	着火貯槽の燃焼状態
1	12	100	100	0.2 未満	燃焼反応は途中で停止
2	12	100	500	0.2 未満	燃焼反応は途中で停止

圧力の測定結果を第 2.3.1.1-3 図に示す。最大圧力は 0.15MPa 程度である。この条件では、着火エネルギーと最大圧力の依存関係を確認することはできなかった。

環状槽では空間部の形状が配管状であり、かつ底面が溶液である。このため、水素濃度 12vol% の場合、溶液の蒸発により燃焼が継続せず、完全燃焼しない。リサイクル槽の気相部の水素も残存する。



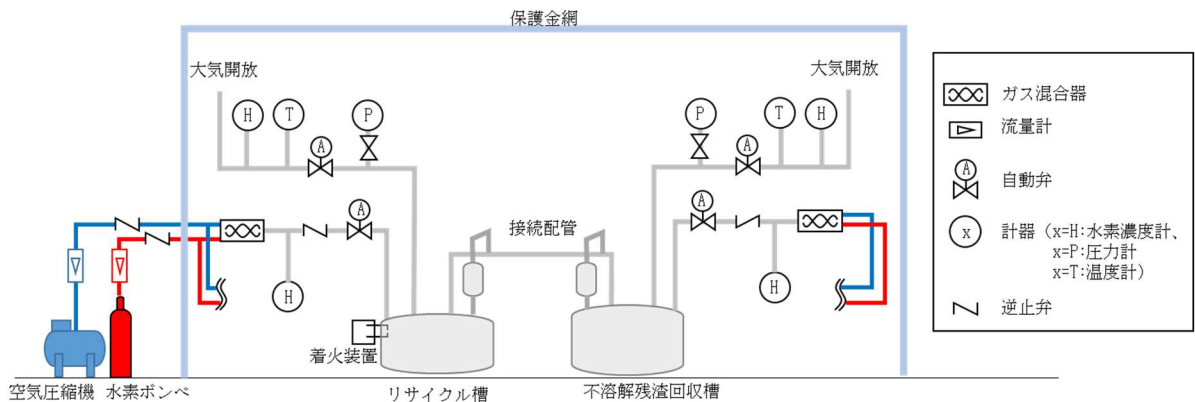
第 2.3.1.1-3 図 圧力時刻歴 プルトニウム濃縮液受槽  
(P1～8 は第 2.3.1.1-2 図に示した圧力計である。n は試験の繰り返し番号である。)



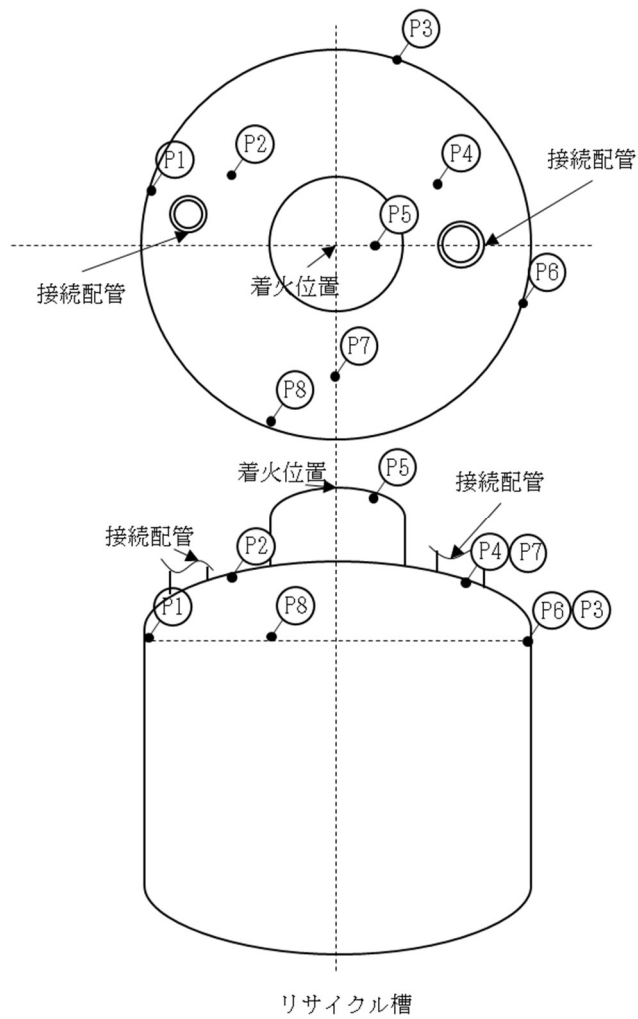
### 2.3.1.2 換気系統で接続された円筒型貯槽の水素爆発試験

不溶解残渣回収槽（直径  $\blacksquare$  m）及びリサイクル槽（直径  $\blacksquare$  m）を塔槽類廃ガス処理設備にて接続した試験装置を、実機構造図に基づき製作した。水素が蓄積する可能性のある機器上部空間の配管及び構造物を実機と同様に再現し、水素燃焼時の障害物による燃焼波の変化を模擬できるようにした。

試験装置の具体的イメージを第 2.3.1.2-1 図に示す。水素ポンベ及び空気圧縮機からそれぞれ水素及び空気を供給し、混合器により均一にし、機器内に導入する。流量を調整することにより水素濃度を 12vol%にする。一定時間ガスの供給を継続し、水素濃度計の指示値が安定したのち、自動弁を締め切り、密封系の空間とする。その後、着火装置により水素の燃焼を開始し、貯槽及び接続配管に設置した圧力計により機器内の圧力の変動を記録する。機器への圧力計の設置位置を第 2.3.1.2-2 図に示す。また、試験条件及び結果概要を第 2.3.1.2-1 表に示す。水素爆発の発生する機器内の圧力を観測するために着火した機器内での圧力に着目するため、不溶解残渣回収槽の圧力計については、図を省略している。また、着火エネルギーにより最大圧力に影響を与えるか否かを確認するために、着火エネルギーは 100mJ 及び 500mJ としている。なお、再処理工場の機器は接地しており着火源を排除しているため、着火源は存在しない。また、考えられる着火源として静電放電があるが、静電放電によるエネルギーは数 mJ～数十 mJ であり今回の試験条件は本値に対して十分大きいことから厳しい試験条件と考えられる。



第 2.3.1.2-1 図 試験装置概要図



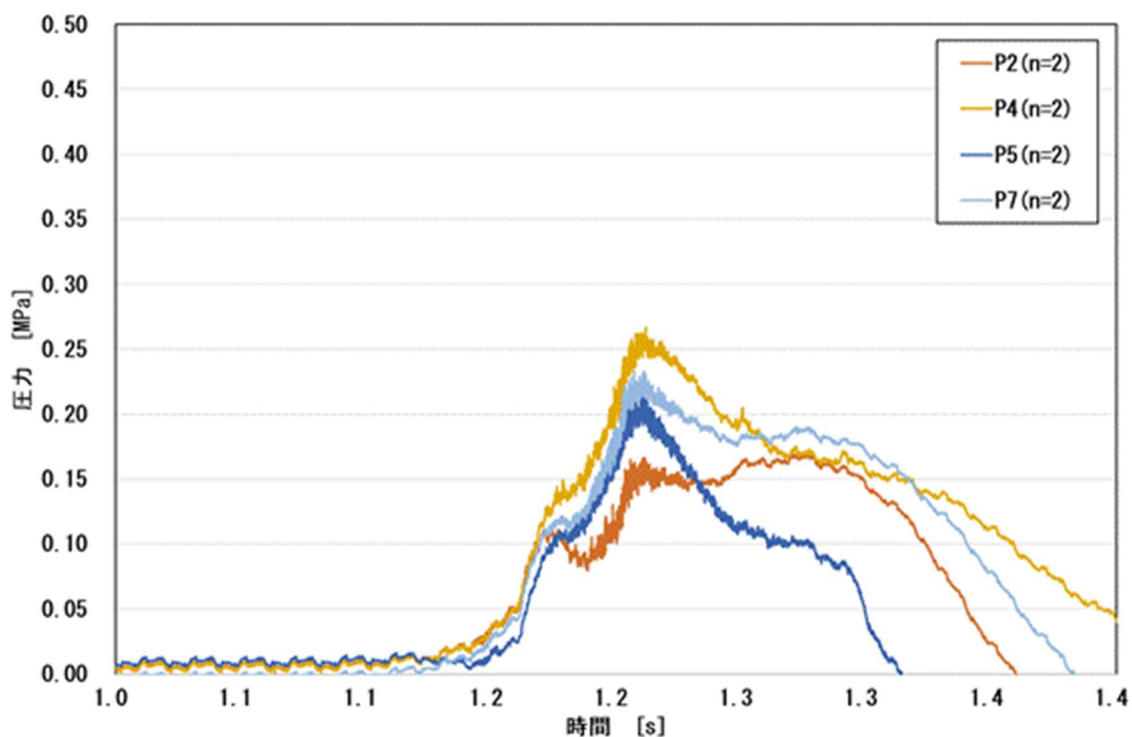
第 2.3.1.2-2 図 圧力計設置位置

第 2.3.1.2-1 表 試験条件及び結果概要

No.	水素濃度 (vol%)	液位 (%)	着火エネルギー (m J)	最大圧力 (MP a)	着火貯槽の燃焼状態
1	12	100	100	0.5 未満	爆燃
2	12	100	500	0.5 未満	爆燃

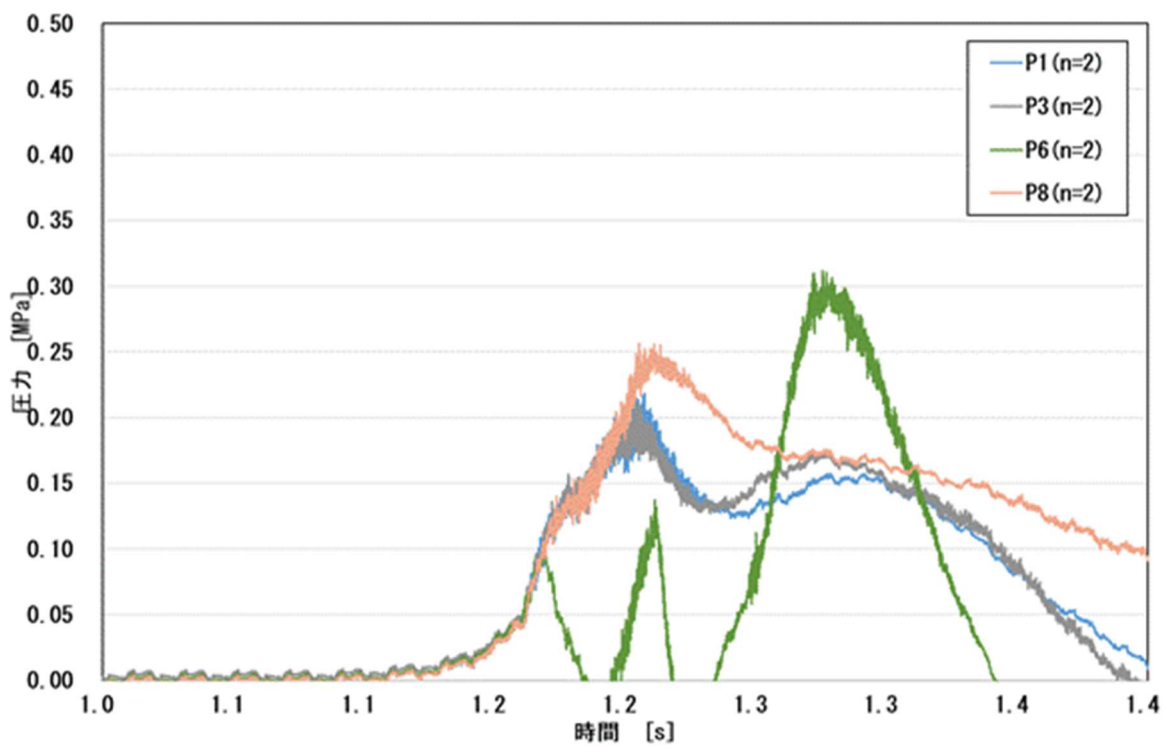
圧力の測定結果を第 2.3.1.2-3, 4 図に示す。最大圧力は 0.33MPa 程度である。この条件では、着火エネルギーと最大圧力の依存関係を確認することはできなかった。

最大圧力が低いこと、爆轟時に観測される鋭い圧力ピークも観測されていないことから爆轟には至っておらず、機器内の燃焼状態は爆燃である。



第 2.3.1.2-3 図 圧力時刻歴\_リサイクル槽 鏡板

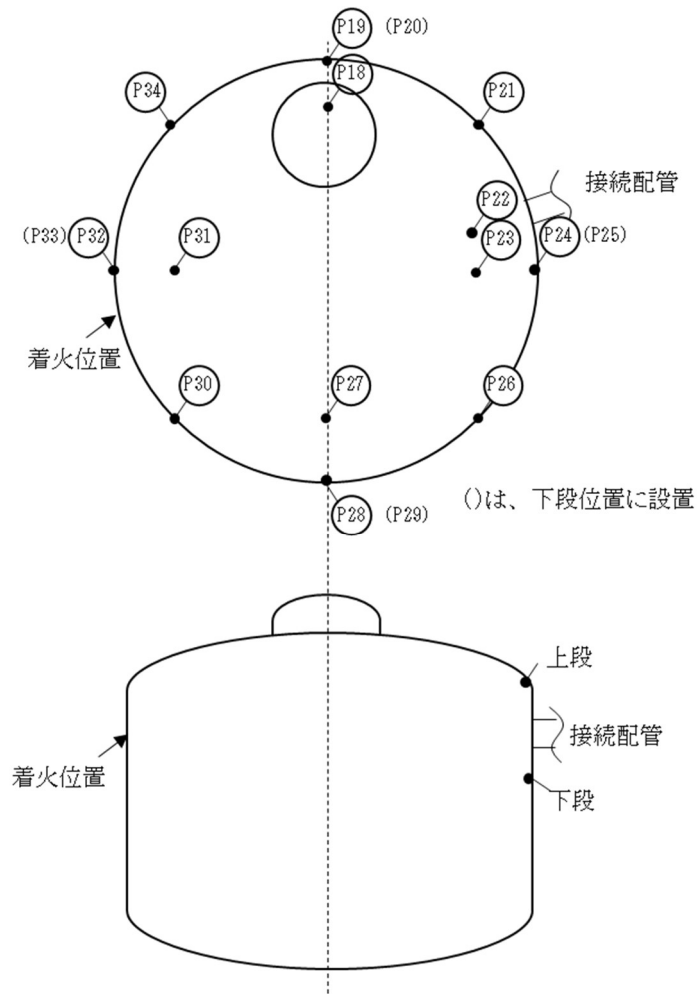
(P2, 4, 5, 7 は第 2.3.1.2-2 図に示した圧力計である。n は試験の繰り返し番号である。)



第 2.3.1.2-4 図 圧力時刻歴\_リサイクル槽 側面

(P1, 3, 6, 8 は第 2.3.1.2-2 図に示した圧力計である。n は試験の繰り返し番号である。)





第2不溶解残渣一時貯槽

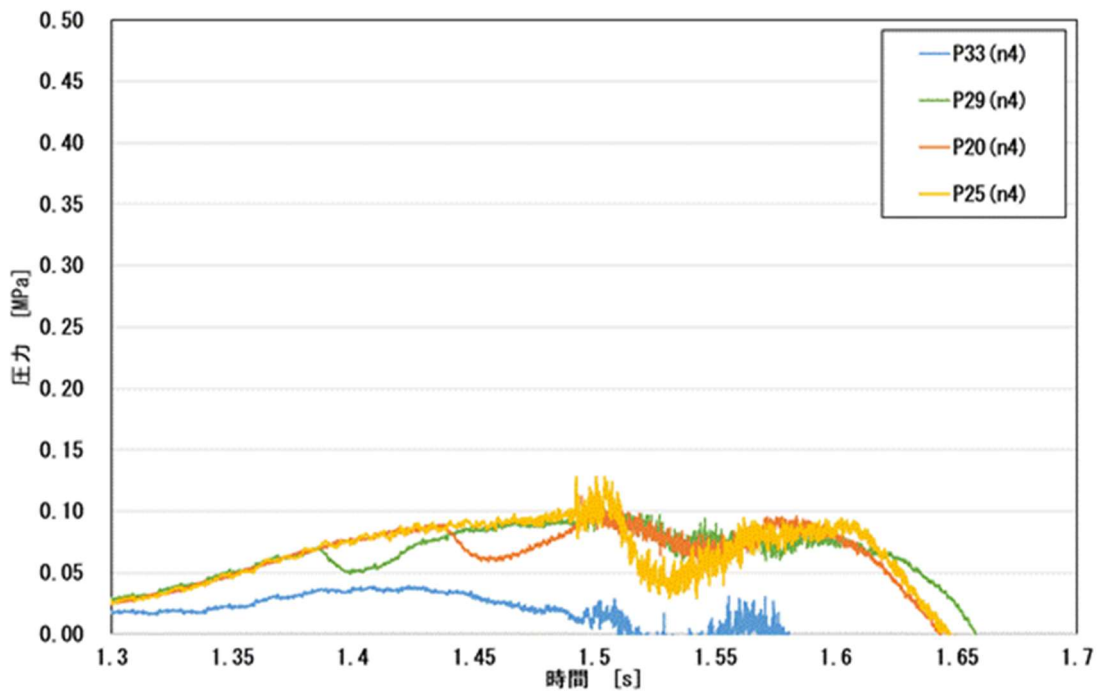
第 2.3.1.3-2 図 圧力計設置位置

第 2.3.1.3-1 表 試験条件及び結果概要

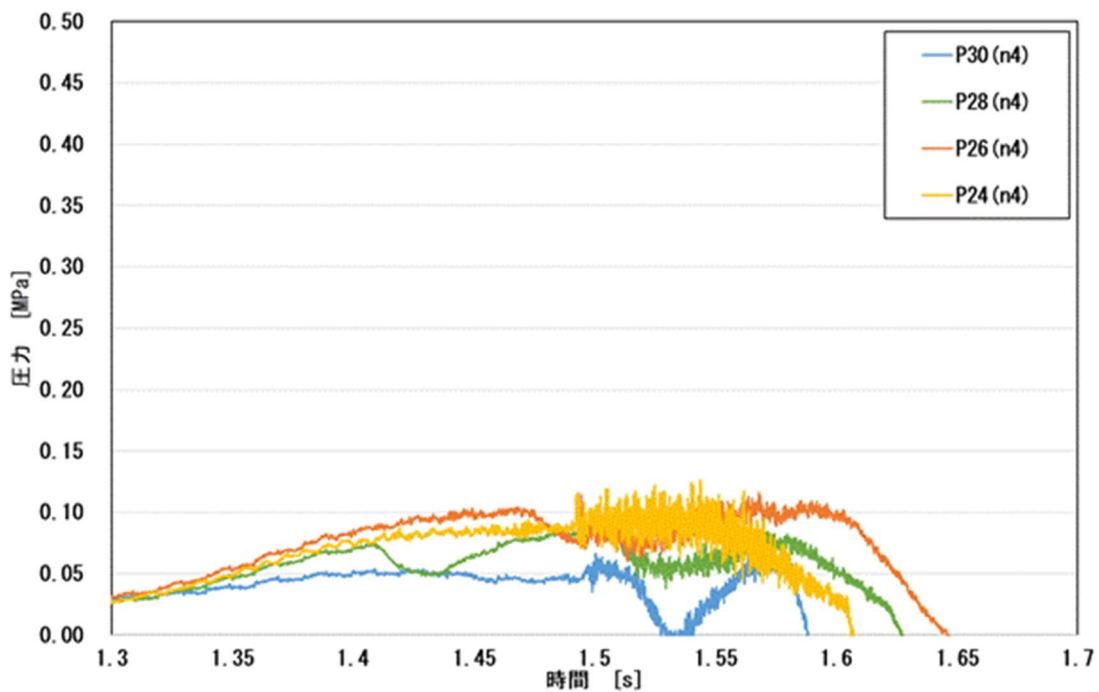
No.	水素濃度 (vol%)	液位 (%)	着火エネルギー (m J)	最大圧力 (MP a)	着火貯槽の燃焼状態
1	12	100	100	0.5 未満	爆燃
2	12	100	500	0.5 未満	爆燃

圧力の測定結果を第 2.3.1.3-3～7 図に示す。最大圧力は 0.2MPa 程度である。この条件では、着火エネルギーと最大圧力の依存関係を確認することはできなかった。

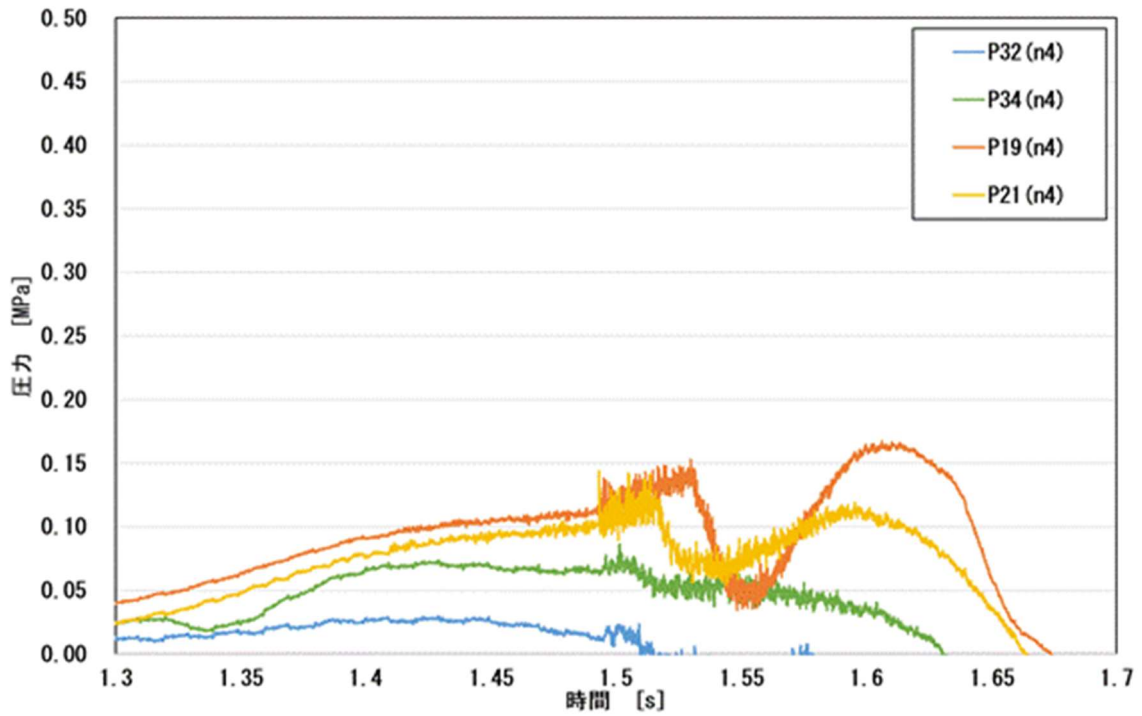
最大圧力が低いこと、爆轟時に観測される鋭い圧力ピークも観測されていないことから爆轟には至っておらず、機器内の燃焼状態は爆燃である。



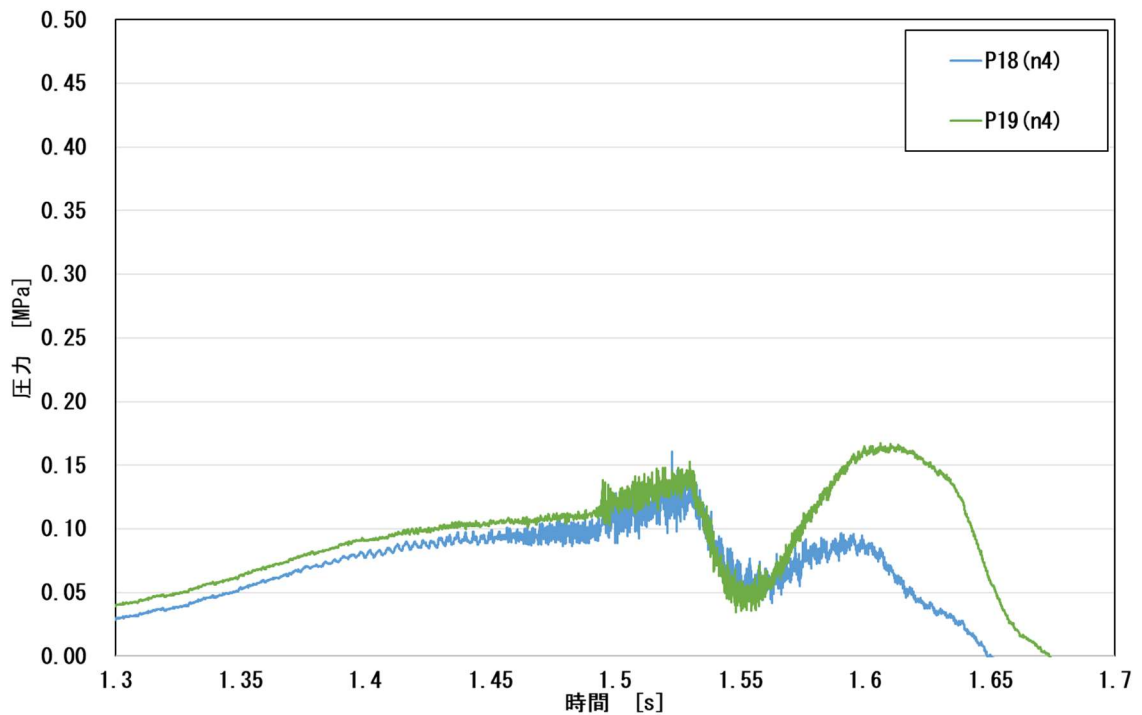
第 2. 3. 1. 3-3 図 圧力時刻歴\_第 2 不溶解残渣一時貯槽／側面下部  
 (P20, 25, 29, 33 は第 2. 3. 1. 3-2 図に示した圧力計である。  
 n は試験の繰り返し番号である。)



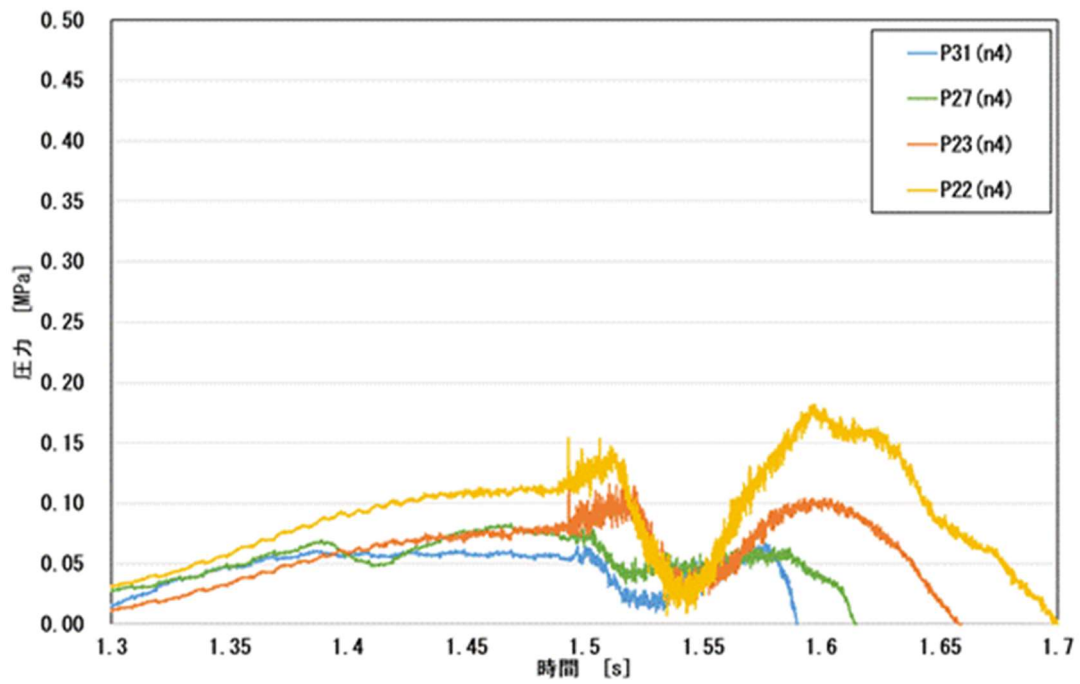
第 2. 3. 1. 3-4 図 圧力時刻歴\_第 2 不溶解残渣一時貯槽／側面中部①  
 (P24, 26, 28, 30 は第 2. 3. 1. 3-2 図に示した圧力計である。  
 n は試験の繰り返し番号である。)



第 2.3.1.3-5 図 圧力時刻歴\_第 2 不溶解残渣一時貯槽／側面中部②  
 (P19, 21, 32, 34 は第 2.3.1.3-2 図に示した圧力計である。  
 n は試験の繰り返し番号である。)



第 2.3.1.3-6 図 圧力時刻歴\_第 2 不溶解残渣一時貯槽／頂上部  
 (P18, 19 は第 2.3.1.3-2 図に示した圧力計である。n は試験の繰り返し番号である。)



第 2.3.1.3-7 図 圧力時刻歴\_第 2 不溶解残渣一時貯槽／鏡板  
(P22, 23, 27, 31 は第 2.3.1.3-2 図に示した圧力計である。  
n は試験の繰り返し番号である。)



### 2.3.2 RUT 施設における水素爆発試験

Drofeev らが  $310\text{m}^3$  の空間において水素爆発試験を実施している。試験体系を第 2.3.2-1 図<sup>2)</sup>に、試験結果を第 2.3.2-2 図<sup>3)</sup>に示す。

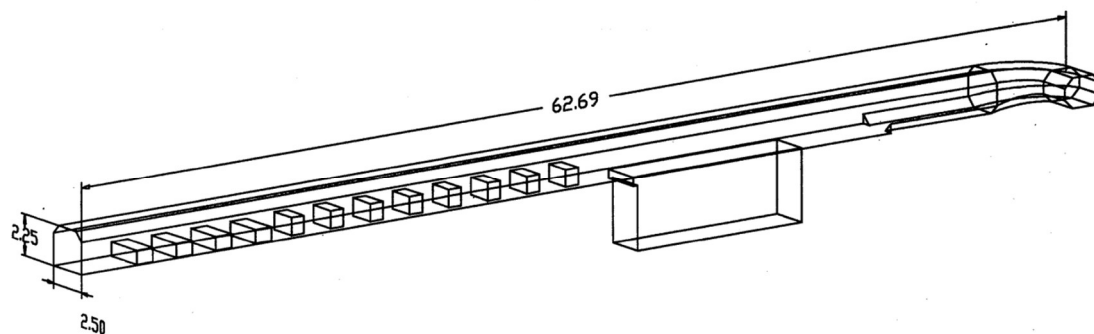
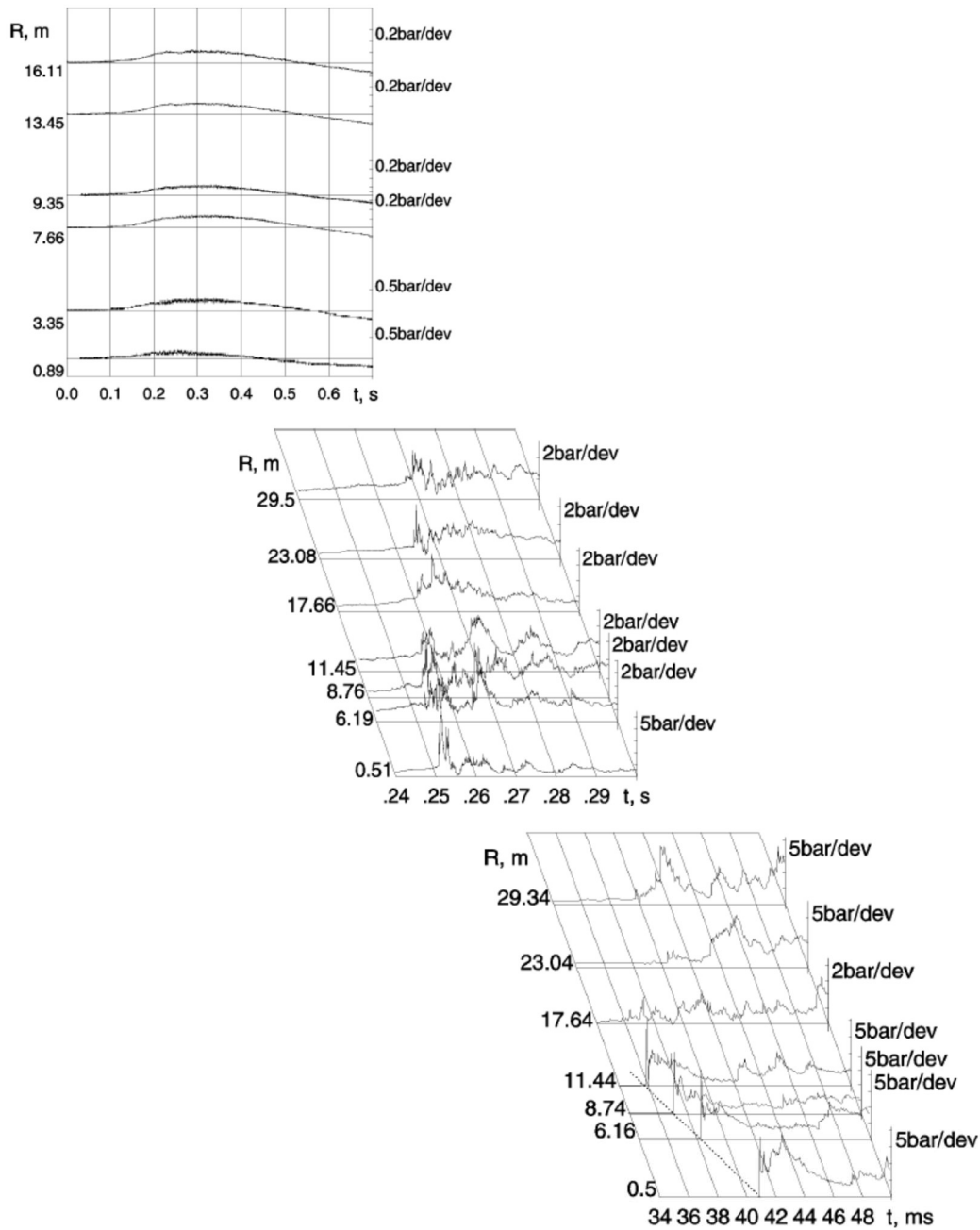


Figure 1. Isometric view of the RUT facility

#### 第 2.3.2-1 図 RUT facility

第 2.3.2-2 図では、中央のグラフは水素濃度 19vol%での圧力時刻歴である。圧力波の伝搬時間は 29.5m 地点でも 0.1sec 程度であり、最大圧力も 5bar (0.5MPa 程度)である。

本結果は、再処理施設における水素爆発の発生を仮定する機器の最大空間容量である約  $32\text{m}^3$  以上の空間における爆発であり、水素濃度が 19vol%と高いにもかかわらず、最大圧力が 0.5MPa を超過することはないことを示している。また、ピークが観測されている時間も 0.1 秒未満 (0.24~0.3 秒のタイムウィンドウ) である。



**Figure 2.6-1 Pressure histories obtained in RUT Facility. Top: Slow deflagration, 8% H<sub>2</sub> in air. Middle: Fast turbulent deflagration, 19% H<sub>2</sub> in air. Bottom: DDT, 42% H<sub>2</sub> in air. Concentrations correspond to average values within the 310 m<sup>3</sup> vented enclosure.**

第 2.3.2-2 図 RUT Facility における水素爆発試験結果

#### 2.4 包絡波の設定

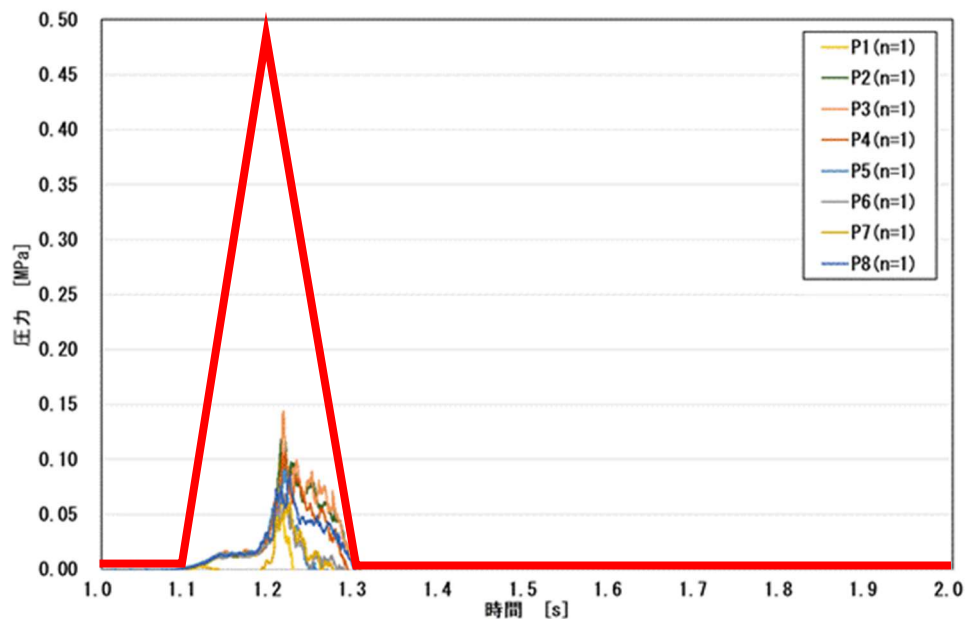
再処理施設における水素爆発の発生を仮定する機器は、様々な空間容積を持つが、2.3に

示したとおり、さまざまな形状における水素爆発であっても、爆燃の範囲においては空間容積とピーク圧力の依存性は無く、ピーク継続時間も限られる。

このため、再処理工場の実機を模擬した試験をベースとして、包絡波を設定する。

#### 2.4.2 環状型槽の包絡時刻歴

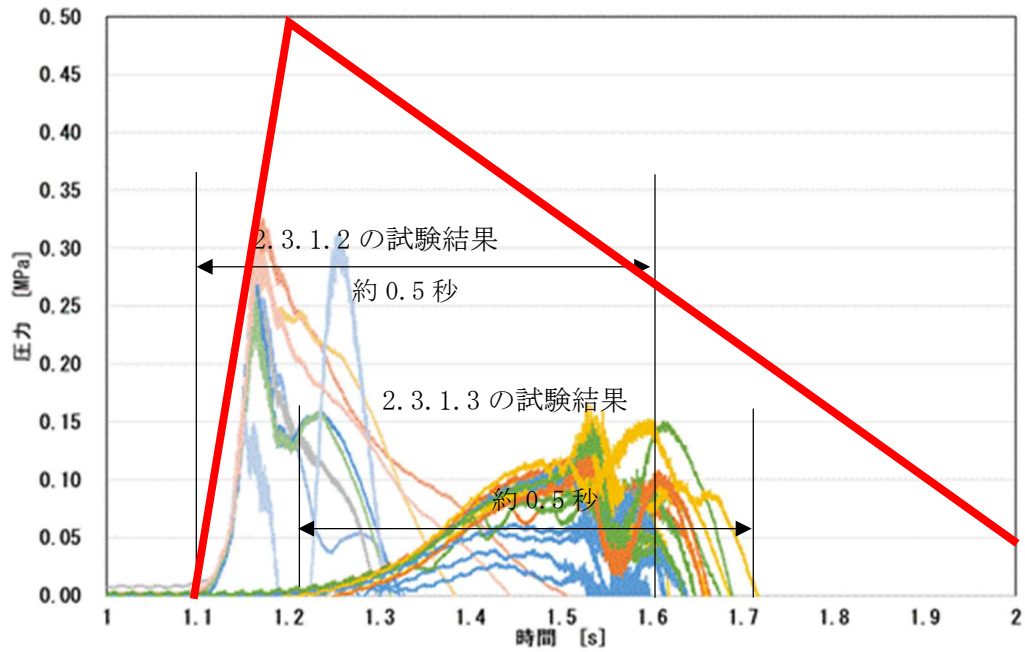
試験結果から、包絡圧力時刻歴は、試験結果から得られた圧力上昇期間について、0.5MPaのピークを持つ三角波とする（第2.4.2-1図参照）。



第2.4.2-1図 包絡圧力時刻歴（環状槽）

#### 2.4.3 円筒型貯槽の包絡時刻歴

2.3.1.2及び2.3.1.3に示した円筒型貯槽の圧力時刻歴をまとめて第2.4.3-1図に示す。これらを包含する0.5MPa、1秒間の三角波を包絡波として設定する。



第 2.4.3-1 図 円筒型貯槽の時刻歴及び包絡波（赤線で示す）

### 3. 参考文献

- 1) S.B.Drofeev, et. al., Large scale combustion tests in the RUT facility: Experimental study, numerical simulations and analysis on turbulent deflagrations and DDT, SMiRT 14, Lyon, France, August 17-22, 1997.
- 2) W. Breitung, C. Chan, et al., “Flame Acceleration and Deflagration-to-Detonation Transition in Nuclear Safety”, OECD NEA/CSNI (2000)

V-1-3-4

完成品に対する強度評価書作成の基本方針

## 目 次

	ページ
1. 概要 .....	1
2. 完成品の強度評価 .....	2
2.1 法令又は公的な規格への適合性確認 .....	2
2.2 メーカー規格及び基準への適合性確認 .....	3
3. 完成品に対する強度評価書のフォーマット .....	8

## 1. 概要

本資料は、「V-1-2 強度評価方針」に基づき完成品に対する評価を適用する重大事故等対処設備の容器等の容器及び管について、使用条件に対して十分な強度を有していることを確認するための完成品に対する強度評価書の作成の基本方針について説明するものである。

## 2. 完成品の強度評価

重大事故等対処設備の容器等の容器及び管の一般産業用工業品については、適用される一般産業用工業品の規格及び基準を「法令又は公的な規格」、「メーカー規格及び基準」の2つの区分に分類した上で、完成品に対する評価として、適用される一般産業用工業品の規格及び基準が妥当であること、対象とする機器の材料が適切であること及び使用条件に対する強度を有していることの確認より行う。

### 2.1 法令又は公的な規格への適合性確認

- (a) 対象とする機器の使用目的、使用環境と法令又は公的な規格の使用目的、想定している使用環境を比較し、適用される規格及び基準が妥当であることを確認する。
- (b) 法令又は公的な規格に基づく機器に適切な材料が使用され、十分な強度を有する設計であることを、以下の項目により確認する。
  - イ. 対象とする機器の材料が、適用される法令又は公的な規格に基づいた材料であること。
  - ロ. 対象とする機器の最高使用圧力及び最高使用温度がメーカー仕様の範囲内であること。
  - ハ. 適用される法令又は公的な規格で定められている試験に合格していること。

### 2.2 メーカー規格及び基準への適合性確認

- (a) 対象とする機器の使用目的、使用環境とメーカー規格及び基準の使用目的、想定している使用環境を比較し、適用される規格及び基準が妥当であることを確認する。
- (b) メーカー規格及び基準に基づく機器に適切な材料が使用され、十分な強度を有する設計であることを、設計・建設規格にて定められている耐圧試験条件と同等の試験に合格したものを使用する設計であることを踏まえ、以下の項目により確認する。
  - イ. 対象とする機器の材料が、以下のいずれかに該当すること。
    - ・設計・建設規格のクラス 3 機器に使用可能とされている材料と同種類であること。
    - ・機器と同様の用途の機器について規定している法令又は公的な規格で使用可能とされている材料と同種類であること。
    - ・日本産業規格等に規定されている材料と同種類であって、対象とする機器の使用環境を踏まえた強度が確保できる材料であること。
  - ロ. 対象とする機器の最高使用圧力及び最高使用温度がメーカー仕様の範囲内であること。



6. 完成品に対する強度評価書のフォーマット  
完成品に対する評価における強度評価書のフォーマットを示す。

FORMAT－I 法令又は公的な規格への適合性確認結果

FORMAT－II メーカー規格及び基準への適合性確認結果

FORMAT- I

法令又は公的な規格への適合性確認結果

I. 可搬型重大事故等対処設備の使用目的及び使用環境, 材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (°C)

II. 法令又は公的な規格に規定されている事項

規格及び基準					
機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験

III. メーカー仕様

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (°C)	規格及び基準に基づく試験

IV. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認 ( I と II の使用目的及び使用環境の比較)

(b-1) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認 ( II と III の材料及び試験条件の比較, I と III の使用条件の比較)

V. 評価結果

FORMAT- II

一般産業品の規格及び基準への適合性確認結果（メーカー規格及び基準）

I. 可搬型重大事故等対処設備の使用目的及び使用環境，材料及び使用条件

種類	使用目的及び使用環境	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (°C)

II. メーカー規格及び基準に規定されている事項（メーカー仕様）

機器名	使用目的及び想定している使用環境	材料	最高使用圧力(MPa)	最高使用温度 (°C)

III. 確認項目

(a) : 規格及び基準が妥当であることの確認（I と II の使用目的及び使用環境の比較）

(b-2) : 材料が適切であること及び使用条件に対する強度の確認（II と公的な規格等の材料の比較，I と II の使用条件の比較）

IV. 評価結果