

補足説明資料 17-1

17 条

材料及び構造

クラス 3 容器の材料及び構造に関する説明資料

枠囲みの範囲は、商業機密のため、非公開とします。

目 次

1. 要求事項	1
2. 要求事項への適合性	5

別紙 1 技術基準規則第 17 条及び第 26 条における強度評価の評価部位について

1. 要求事項

型式設計特定機器の型式指定申請において、特定兼用キャスクの材料及び構造に対する要求事項は、以下のとおりである。

(1) 技術基準規則要求事項

MSF-24P(S)型は、技術基準規則第2条第2項第34号に規定されるクラス3容器として設計される。したがって、技術基準規則第17条の要求事項のうち、クラス3容器の要求事項となる第1項第3号、同第40号及び同第15号に適合することを示す。

ii. 技術基準規則第17条第1項

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、次に定めるところによらなければならない。この場合において、第一号から第七号まで及び第十五号の規定については、法第四十三条の三の十一第二項に定める使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する。

h. 技術基準規則第17条第1項第3号

クラス3機器（クラス3容器又はクラス3管をいう。以下同じ。）に使用する材料は、次に定めるところによること。

イ クラス3機器が、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的成分を有すること。

ロ 工学的安全施設に属するクラス3機器に使用する材料にあつては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。

c. 技術基準規則第17条第1項第10号

クラス3機器の構造及び強度は、次に定めるところによること。

イ 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。

ロ クラス3機器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、疲労破壊が生じないこと。

ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。

d. 技術基準規則第17条第1項第15号

クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3容器、クラス3管、クラス4管及び原子炉格納容器のうち主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。）は、次に定めるところによること。

イ 不連続で特異な形状でないものであること。

ロ 溶接による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したものであること。

ハ 適切な強度を有するものであること。

ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

(2) 技術基準規則解釈

a. 技術基準規則解釈第17条第1項

第8号から第14号までの構造強度は、原子炉等規制法第43条の3の14に基づき維持段階にも適用される。

b. 技術基準規則解釈第17条第2項

第一項に規定する「法第四十三条の三の十一第二項に定める使用前事業者検査の確認を行うまでの間適用する」とは、設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の使用前に適用することをいう。

c. 技術基準規則解釈第17条第6項

第3号ロの「工学的安全施設に属するクラス3機器」には非常用ディーゼル発電機の冷却系が含まれる。

（「安全設計分野及び放射線管理分野における日本電気協会規格に関する技術評価書」（平成17年12月原子力安全・保安院、原子力安全基盤機構取りまとめ）

d. 技術基準規則解釈第17条第11項

第1号から第5号まで、第7号から第12号まで及び第14号の規定に適合する材料及び構造とは、「設計・建設規格2005(2007)」又は「設計・建設規格2012」及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格(2012年版)(JSME S NJ1-2012)」(以下「材料規格2012」という。)の規定に、「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって(別記-2)」の要件を付したものであること。

(後略)

e. 技術基準規則解釈第17条第16項

第15号に規定する「主要な耐圧部の溶接部」とは、以下に掲げるものの溶接部をいう。

- (1) ① 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設、原子炉冷却系統施設(蒸気タービンを除く。以下同じ。)、計測制御系統施設、放射性廃棄物の廃棄施設(排気筒を除く。以下同じ。)又は放射線管理施設に属する容器((2) ①に規定する容器を除く。)又はこれらの設備に属する外径150mm以上の管((3) 及び(4)に規定するものを除く。)であって、その内包する放射性物質の濃度が、 37 mBq/cm^3 (その内包する放射性物質が液体にある場合は、 37 kBq/cm^3)未満のものうち、次に定める圧力以上の圧力を加えられる部分(以下「耐圧部」)について溶接を必要とするもの

イ 水用の容器又は管であって、最高使用温度 100°C 未満のものについては、最高使用圧力 1960 kPa

ロ 液化ガス(通常の使用状態での温度における飽和圧力が 196 kPa 以上であって現に液体の状態であるもの又は圧力が 196 kPa における飽和温度が 35°C 以下であって現に液体の状態であるものをいう。以下同じ。)用の容器又は管については、最高使用圧力 0 kPa

ハ イ又はロに規定する容器以外の容器については、最高使用圧力 98 kPa

ニ イ又はロに規定する管以外の管については、最高使用圧力 980 kPa (長手継手の部分にあっては、 490 kPa)

(中略)

- (5) 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設、原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設、放射性廃棄物の廃棄施設若しくは放射線管理施設に属する容器((2) ②に規定するものを除く。)又はこれらの施設に属する外径61mm(最高使用圧力 98 kPa 未満の管にあっては、 100 mm)を超える管((3) (4)に規定するものを除く。)であって、その内包する放射性物質の濃度が 37 mBq/cm^3 (その内包する放射性物質が液体中にある場合は、 37 kBq/cm^3)以上のもの

- (6) 上記(1)～(5)に規定する容器又は管の耐圧部に取付く溶接部(非耐圧部である場合を含む。)

(例) ・キャノピーシールの溶接部

・管と管板との溶接部

・耐圧部材に直接溶接されるラグ、ブラケット等であって地震、熱膨張、反力、重量、振動等による過度の変位を防止するために施設されるもの

f. 技術基準規則解釈第17条第17項

第15号イに規定する「不連続で特異な形状でないもの」とは、溶接部の設計において、溶接部の開先等の形状に配慮し、鋭い切欠き等の不連続で特異な形状でないものをいう。

g. 技術基準規則解釈第17条第18項

第15号ロに規定する「溶接による割れが生ずるおそれがなく」とは、溶接後の非破壊試験において割れがないことに加え、溶接時の有害な欠陥により割れが生じるおそれがないことをいい、「健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないこと」とは、溶接部の設計及び形状が溶込み不足を生じがたいものであり、溶接部の表面及び内部に有害な欠陥がないことをいう。

h. 技術基準規則解釈第17条第19項

第15号ロに規定する「非破壊試験」は、放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験、浸透探傷試験、目視試験等をいう。

i. 技術基準規則解釈第17条第20項

第15号ハに規定する「適切な強度を有する」とは、母材と同等以上の機械的強度を有するものであることをいう。

l. 技術基準規則解釈第17条第21項

第15号の規定に適合する溶接部は、次の(1)又は(2)のいずれかに適合したものをいう。

(1) 日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格(2007年版)(JSME S NB1-2007)」(以下「溶接規格2007」という。)及び「設計・建設規格2005(2007)」の規定に「日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって(別記-5)」の要件を付したもの

(2) 日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格(2012年版(2013年追補を含む。))」(JSME S NB1-2012/2013)」(以下「溶接規格2012(2013)」という。)及び「設計・建設規格2012」の規定に「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって(別記-2)」及び「日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって(別記-5)」の要件を付したもの

(「日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格」(2007年版)に関する技術評価書」(平成20年10月原子力安全・保安院、原子力安全基盤機構取りまとめ。以下「溶接規格2007 技術評価書」という。))、「日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格2012年版/2013年追補」(JSME S NB1-2012/2013)に関する技術評価書」(原規技発1502041号(平成27年2月4日原子力規制委員会決定。以下「溶接規格2012(2013)技術評価書」という。))、「設計・建設規格2007 技術評価書」及び「設計・建設規格2012 技術評価書」)

なお、ウェルドオーバーレイ工法を適用する場合は、「ウェルドオーバーレイ工法の適用に当たって(別記-3)」によること。

2. 要求事項への適合性

MSF-24P(S)型の材料及び構造に関する設計は、以下のとおり技術基準規則に適合している。

a. 技術基準規則第17条第1項第3号

クラス3機器（クラス3容器又はクラス3管をいう。以下同じ。）に使用する材料は、次に定めるところによること。

イ クラス3機器が、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的成分を有すること。

ロ 工学的安全施設に属するクラス3機器に使用する材料にあつては、当該機器の最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有することを機械試験その他の評価方法により確認したものであること。

b. 技術基準規則解釈第17条第11項

第1号から第5号まで、第7号から第12号まで及び第14号の規定に適合する材料及び構造とは、「設計・建設規格2005(2007)」又は「設計・建設規格2012」及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格(2012年版)(JSME S NJ1-2012)」(以下「材料規格2012」という。)の規定に、「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって(別記-2)」の要件を付したものであること。

(後略)

クラス3容器^(注1)であるMSF-24P(S)型の材料及び構造は、(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格<第1編 軽水炉規格> JSME S NC1-2012」(以下「設計・建設規格」という。)に基づき設計する。

MSF-24P(S)型の容器に使用する材料は、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材料^(注2)を使用する。

なお、MSF-24P(S)型は工学的安全施設に属さないため、第1項第3号ロは適合対象外である。

(注1) MSF-24P型は、技術基準規則第2条第2項第34号に規定される、クラス3容器(クラス1機器、クラス2機器、原子炉格納容器及び放射線管理施設若しくは原子炉格納施設に属するダクト以外の設計基準対象施設に属する容器)に該当する。

MSF-24P(S)型の構成部材(強度部材)のうち、クラス3容器として、技術基準規則第17条への適合を示す構成部材を第1表に示す。

(注2) 設計・建設規格のPVD-2110規定のとおり、(一社)日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 材料規格 JSME S NJ1-2012」(以下「材料規格」という。)に規定される材料。

第1表 MSF-24P(S)型構成部材の技術基準規則第17条への適合を示す範囲

構成部材（強度部材）	17条への適合を示す範囲 （クラス3容器）	左記の理由
胴	○	圧力容器として 圧力が加わる 構造強度部材
胴（底板）	○	
胴（フランジ）	○	
一次蓋	○	
一次蓋ボルト	○	
カバープレート	○	
カバープレートボルト	○	

c. 技術基準規則第 17 条第 1 項第 10 号

クラス 3 機器の構造及び強度は、次に定めるところによること。

イ 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。

ロ クラス 3 機器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、疲労破壊が生じないこと。

ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。

d. 技術基準規則解釈第 17 条第 11 項

第 1 号から第 5 号まで、第 7 号から第 12 号まで及び第 14 号の規定に適合する材料及び構造とは、「設計・建設規格 2005(2007)」又は「設計・建設規格 2012」及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 材料規格 (2012 年版) (JSME S NJ1-2012)」(以下「材料規格 2012」という。)の規定に、「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって (別記-2)」の要件を付したものであること。

(後略)

クラス 3 容器である MSF-24P(S) 型の材料及び構造は、設計・建設規格に基づき設計する。

MSF-24P(S) 型の容器は、貯蔵時及び取扱時において、全体的な変形を弾性域に抑えるとともに座屈が生じない設計とする。

技術基準規則解釈別記 2 『日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって』の別表-1-3 に示される技術基準規則第 17 条の規定と「設計・建設規格 2012」との対応関係に基づき、技術基準規則第 17 条第 1 項 10 号イ及びロの規定は、第 2 表に示す設計・建設規格のクラス 3 容器の規定を満足することにより適合性を判断する。

なお、MSF-24P(S) 型には、伸縮継手は使用しないため、第 1 項 10 号ロは適合対象外である。

MSF-24P 型の容器が設計・建設規格に基づき、十分な強度を有することについては、型式指定申請書添付書類 5-2 「クラス 3 容器の強度に関する説明書」に示しており、第 3 表に示すとおり、クラス 3 容器となる胴、胴 (底板)、胴 (フランジ)、一次蓋、一次蓋ボルト、カバープレート及びカバープレートボルトの構造及び強度が設計・建設規格の規定を満足することを確認している。

第2表 技術基準規則第17条第1項10号の規定と設計・建設規格との対応関係

技術基準規則第17条	設計・建設規格2012		MSF-24P(S)型に適用する規定 ^(注)
	第4章 容器(PV)		
第10号 クラス3機器の構造及び強度は、次に定めるところによること。	PVD-3010		(下欄の規定を適用)
イ 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。	PVD-3010 (PVC-3110, 3120, 3140, 3160, 3170, 3210, 3220, 3410~3720, 3910~3930, 3950~3990, 4110), PVD-3110~3320, 3510~3610		PVC-3110 (PVC-3111, 3112) PVC-3120 (PVC-3121, 3122) PVC-3710 PVD-3310 PVD-3320 (PVD-3321, 3322)
ハ 設計上定める条件において、座屈が生じないこと。	PVD-3010 (PVC-3120 (3122, 3123, 3124.2), 3180, 3610, 4120)		PVC-3120 (PVC-3122)

(注) MSF-24P(S)型に適用する規定は、容器の構造に対応するもの(胴[外圧を受ける円筒形]、平板及びフランジ)である。

第3表 MSF-24P(S)型の構造及び強度の設計・建設規格への適合確認結果

構成部材	設計・建設規格2012		適合確認結果 ^(注1)
	番号	区分	
胴	PVC-3111	胴 (外圧を受ける円筒形)	容器の胴の形状はPVC-3111に適合する円筒形とする。
	PVC-3112		容器の継手は溶接継手を使用する。
	PVC-3121		胴の厚さは、制限最小厚さ以上であり、強度に対する要求に適合する。
	PVC-3122		胴の厚さは、計算上必要な厚さ以上であり、強度に対する要求に適合する。
胴(底板) 一次蓋 カバープレート	PVD-3310	平板	容器の平板の厚さは、計算上必要な厚さであり、強度に対する要求に適合する。
	PVD-3321		穴は、PVD-3321に適合する円形または円形とする。
	PVD-3322		穴をあける場合の板厚は、平板の厚さが計算上必要な厚さ以上であり、強度に対する要求に適合する。
胴(フランジ)	PVC-3710	フランジ (一体形フランジ)	フランジは、PVC-3710の規定に基づき、応力計算 ^(注2) により必要な強度を有することを確認しており、強度に対する要求に適合する。
一次蓋ボルト			
カバープレートボルト			

(注1) 適合確認結果の詳細は、型式指定申請書添付書類5-2「クラス3容器の強度に関する説明書」に示す。

(注2) フランジの強度は、「圧力容器の構造—一般事項」(日本産業規格 JIS B 8265-2003) 附属書3(規定) 圧力容器のボルト締めフランジに準じて評価する。

e. 技術基準規則第17条第1項第15号

クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3容器、クラス3管、クラス4管及び原子炉格納容器のうち主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部をいう。）は、次に定めるところによること。

イ 不連続で特異な形状でないものであること。

ロ 溶接による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したものであること。

ハ 適切な強度を有するものであること。

ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接したものであること。

f. 技術基準規則解釈第17条第21項

第15号の規定に適合する溶接部は、次の(1)又は(2)のいずれかに適合したものをいう。

(1) 日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格(2007年版)(JSME S NB1-2007)」(以下「溶接規格2007」という。)及び「設計・建設規格2005(2007)」の規定に「日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって(別記-5)」の要件を付したもの

(2) 日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格(2012年版(2013年追補を含む。)) (JSME S NB1-2012/2013)」(以下「溶接規格2012(2013)」という。)及び「設計・建設規格2012」の規定に「日本機械学会「設計・建設規格」及び「材料規格」の適用に当たって(別記-2)」及び「日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって(別記-5)」の要件を付したもの

(後略)

クラス3容器であるMSF-24P(S)型の材料及び構造は、設計・建設規格に基づき設計する。

MSF-24P(S)型の容器の主要な耐圧部の溶接部は、次のとおりとし、各種検査により、適用基準及び適用規格に適合していることを確認する。

- ・不連続で特異な形状でない設計とする。
- ・溶接による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込み不良その他の欠陥がないことを非破壊検査により確認する。
- ・適切な強度を有する設計とする。
- ・機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることをあらかじめ確認したものにより溶接する。

MSF-24P(S)型の容器の主要な耐圧部の溶接部は、技術基準規則解釈別記5『日本機械学会「溶接規格」等の適用に当たって』の別表6-1に示される技術基準規則第17条の規定と「溶接規格2012(2013)」との

対応関係に基づき、クラス3容器として、第4表に示すとおり、（一社）日本機械学会「発電用原子力設備規格 溶接規格 JSME S NB-2012/2013」（以下「溶接規格」という。）に適合することを使用前事業者検査で確認する。

第4表 技術基準規則第17表第1項15号の規定と溶接規格との対応表

技術基準規則第17条	溶接規格2012(2013)(N番号) 及び 設計建設規格2012(PV番号)
	クラス3容器
第15号 クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、 クラス3容器、クラス3管、クラス4管及び原子炉格納容 器のうち主要な耐圧部の溶接部（溶接金属部及び熱影響部 をいう。）は、次に定めるところによること。	—
イ 不連続で特異な形状でないものであること。	N-4010 PVD-4100 N-4060 N-4070
ロ 溶接による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したものであること。	N-4010 PVD-4100 N-4020 N-4030 N-4040(2) N-4050(1) N-4080 N-4090 N-4100
ハ 適切な強度を有するものであること。	N-4040(1) N-4050(2) N-4110 N-4120 N-4130
ニ 機械試験その他の評価方法により適切な溶接施工法、 溶接設備及び技能を有する溶接士であることをあらか じめ確認したものにより溶接したものであること。	N-0030 N-0040 N-0050 第2部 溶接施工法認証標準 第3部 溶接士技能認証標準

技術基準規則第17条及び第26条における強度評価の評価部位について

型式指定申請書において、技術基準規則第17条に適合するための強度評価は、添付書類5-2「クラス3容器の強度に関する説明書」に、技術基準規則第26条に適合するための強度評価は、添付書類5-3「特定兼用キャスクの強度に関する説明書」に示しており、それぞれ十分な構造及び強度を有することを確認している。

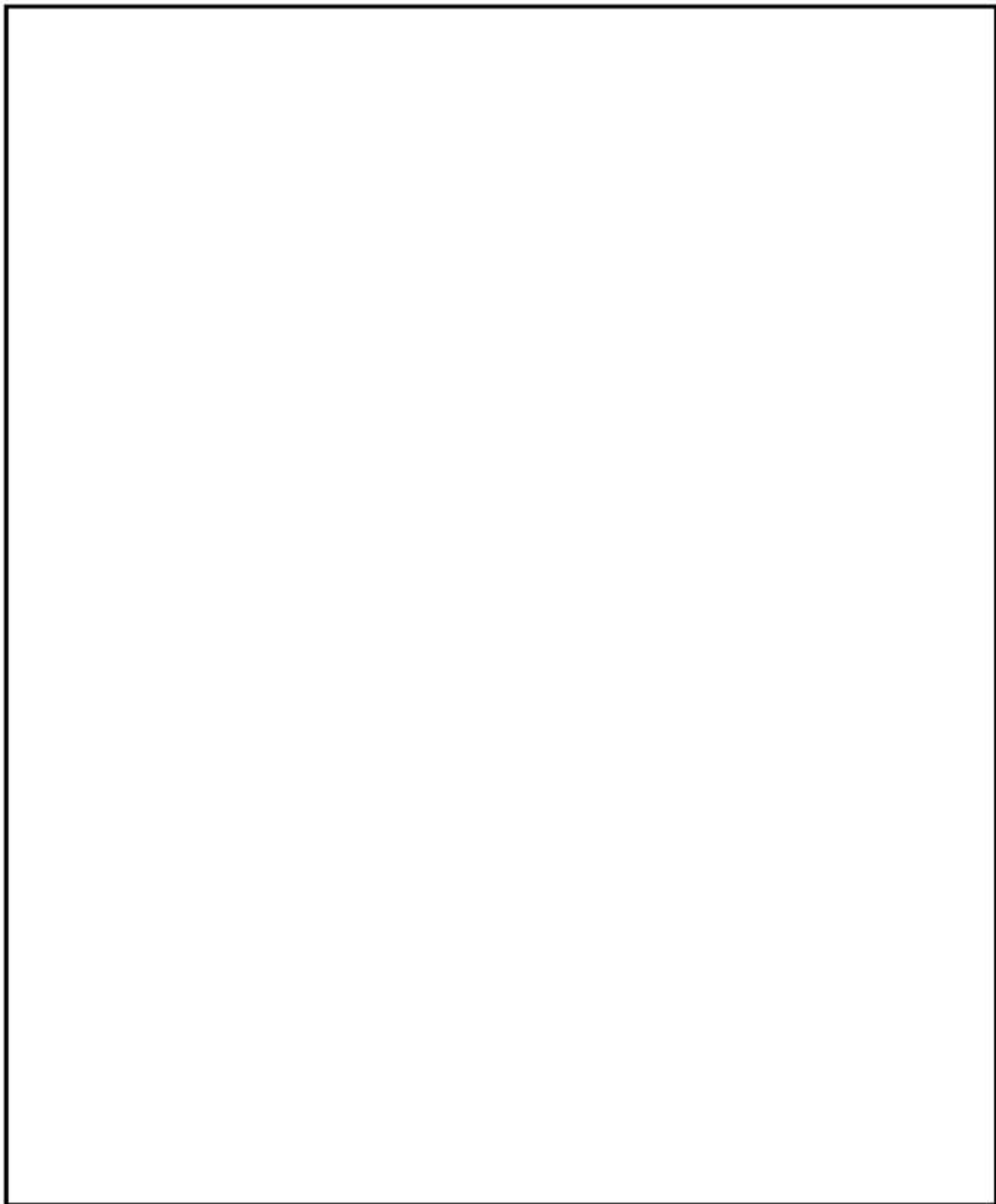
特定兼用キャスクの構成部位（強度部材）と技術基準規則第17条及び26条の適合を示す範囲を別紙1-1表に示す。

別紙1-1表 MSF-24P(S)型構成部材の適合範囲

金属キャスク 構造規格 ^(注1) の分類	構成部材 (強度部材)	17条への適合を示す範囲		26条への適合を示す範囲	
		クラス3容器 として評価	左記の 理由	金属キャスク 構造規格 ^(注1) に基づく評価	左記の 理由
密封容器	胴	○	圧力容器として圧力が加わる構造強度部材 ^(注2)	○	4つの安全機能を確保するための構造強度部材
	胴(底板)	○		○	
	胴(フランジ)	○		○	
	一次蓋	○		○	
	一次蓋ボルト	○		○	
	カバープレート	○		○	
	カバープレートボルト	○		○	
	二次蓋	—	—	○	
	二次蓋ボルト	—		○	
中間胴	外筒	—	—	○	
	下部端板	—		○	
	蓋部中性子遮蔽材カバー	—		○	
	底部中性子遮蔽材カバー	—		○	
バスケット	バスケットプレート	—		○	
トラニオン	トラニオン	—		○	

(注1) (一社)日本機械学会「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格 JSME S FA1-2007」

(注2) 構造図を別紙1-1図に示す。



別紙 1 - 1 図 MSF-24P(S)型の構造図