

資料 1

Doc No. GK04-SC-Z01 Rev.0

2022年10月11日

日立造船株式会社

補足説明資料 16-1

16 条

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

目 次

1. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性	1
2. Hitz-B69 型の構造	12
3. Hitz-B69 型の収納条件	25
4. 貯蔵施設の前提条件	32
5. Hitz-B69 型の設計貯蔵期間	34
6. Hitz-B69 型の安全設計	36
7. Hitz-B69 型の蓋間圧力等の監視について	37

別紙 1 Hitz-B69 型のハンドリングフロー例

別紙 2 バスケットの構造について

別紙 3 バスケット材料（JIS G 3116 SG295）の適用について

別紙 4 使用済燃料収納配置の考え方について

1. 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

(1) 特定機器型式証明申請に係る要求事項に対する適合性

Hitz-B69型は、使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の工場等外への運搬に用いる輸送容器としての機能を併せ持つ特定兼用キャスク（以下「キャスク」という。）である。

発電用原子炉施設に使用する特定機器の設計の型式証明申請に係る安全設計の方針について、設計基準対象施設である Hitz-B69 型の実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則に対する適合性を以下に示す。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）の取扱施設（安全施設に係るものに限る。）を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。
- 四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設（安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。）を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。
 - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設（キャスクを除く。）にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
 - イ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであつて、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする。
 - ハ 使用済燃料貯蔵槽（安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。）から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであつて、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れいした場合において水の漏れいを検知することができるものとする。

- ニ 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。
- 3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。
- 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。
 - 二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を監視することができるものとする。
- 4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。
- 一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - 二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。
 - 三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。

適合のための設計方針

1 について

型式証明申請の範囲外とする。

2 について

一 Hitz-B69 型は、以下のように設計する。

イ 型式証明申請の範囲外とする。

ロ 型式証明申請の範囲外とする。

ハ Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

(1) キャスク単体として臨界を防止するための設計方針

Hitz-B69 型は、次の a. から d. により、キャスク単体として、使用済燃料を収納した条件下で、技術的に想定されるいかなる場合においても、核燃料物質が臨界に達するおそれのない設計とする。

a. Hitz-B69 型は、内部に格子状のバスケットを設け、バスケットの格子の中に使用済燃料集合体を収納することにより、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持する設計とする。

b. Hitz-B69 型は、中性子吸収能力を有するほう素を偏在することなく添加した材料をバスケットの構成部材に使用する設計とする。

c. Hitz-B69 型のバスケットは、設計貯蔵期間 60 年間の経年変化に対して十

分な信頼性を有する材料を選定することで、必要とされる強度及び性能が設計貯蔵期間 60 年間を通じて維持され、臨界防止上有意な変形を起こさず、構造健全性が保たれる設計とする。

- d. Hitz-B69 型の臨界評価において、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。この際、未臨界性に有意な影響を与える因子については以下のとおりとする。

- ①乾燥状態及び冠水状態で臨界評価を実施する。
- ②バスケット格子内の使用済燃料集合体は、中性子実効増倍率が最大となる配置とする。
- ③キャスク周囲を完全反射条件（無限配列）とする。
- ④バスケット格子の板厚、格子内のり等の寸法公差や中性子吸収材の製造公差を考慮する。
- ⑤使用済燃料集合体の燃焼に伴う反応度低下は考慮しない。なお、冠水状態の解析では、可燃性毒物による反応度抑制効果を適切に考慮する。

- (2) キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止のための設計方針

Hitz-B69 型は、キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止について、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。上記(1)キャスク単体として臨界を防止するための設計方針において、キャスクの周囲を完全反射条件（無限配列）として臨界評価することから、キャスク相互の中性子干渉による影響は考慮され、複数のキャスクが接近する等の技術的に想定されるいかなる場合でも核燃料物質が臨界に達するおそれがない設計となる。

なお、Hitz-B69 型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、キャスクの臨界防止機能に関する評価で考慮した因子についての条件又は範囲を逸脱しないような措置が講じられることについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

二 型式証明申請の範囲外とする。

3 について

型式証明申請の範囲外とする。

4 について

一 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体から放出される放射線をキャスクの本体胴及び蓋部により遮蔽する設計とし、ガンマ線遮蔽材には十分な厚みを有する鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には樹脂（レジン）を用いる。設計貯蔵期間 60 年間における

中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても、キャスク表面及びキャスク表面から 1m の位置における線量当量率は、それぞれ 2mSv/h 以下及び 100 μ Sv/h 以下となる設計とする。

Hitz-B69 型の遮蔽機能に関する評価は、収納する使用済燃料集合体の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、遮蔽評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで、線源強度を求める。キャスクの実形状を二次元でモデル化し、キャスク表面及びキャスク表面から 1m の位置における線量当量率を求め、上記に示す線量当量率の基準を満足することを確認する。

なお、Hitz-B69 型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、キャスクの遮蔽機能に関する評価で考慮した使用済燃料集合体の種類、燃焼度及び冷却期間に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないような措置が講じられること、及び貯蔵施設の損傷によりその遮蔽機能が著しく低下した場合においても、工場等周辺の実効線量は周辺監視区域外における線量限度を超えないことについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

二 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

Hitz-B69 型は、キャスクについて動力を用いないで使用済燃料等の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料集合体の崩壊熱をキャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる設計とする。

Hitz-B69 型は、以下のとおり使用済燃料集合体の温度及びキャスクの温度を制限される値以下に維持する方針とする。

(1) 使用済燃料集合体の温度を制限される値以下に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、キャスクに収納する使用済燃料集合体の燃料被覆管の温度においては、使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体の崩壊熱量及び使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮した除熱評価を行い、当該燃料被覆管の温度について、燃料被覆管の累積クリープ歪みが 1%を超えない温度、照射硬化の回復により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向により燃料被覆管の機械的特性が低下しない温度以下となるようにキャスクを設計する。

(2) キャスクの温度を制限される値以下に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、キャスクの安全機能を維持する観点から、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体の崩壊熱量及び使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮した除熱評価を行い、キャスクの温度を構成

部材の健全性が保たれる温度以下となる設計とする。

また、Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体及びキャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために、キャスク外表面の温度を測定できる設計とする。

なお、Hitz-B69 型に使用済燃料集合体を収納するに当たっては、キャスクの除熱機能に関する評価で考慮した使用済燃料集合体の種類、燃焼度及び冷却期間に応じた使用済燃料集合体の配置の条件又は範囲を逸脱しないような措置が講じられること、並びに Hitz-B69 型を貯蔵する貯蔵施設は、キャスクの除熱機能を阻害しない設計であり、貯蔵施設の給排気口は、積雪等により閉塞しない設計であること、Hitz-B69 型を含めたキャスク周囲温度及び貯蔵区域における貯蔵施設の壁面温度が、2.5 に示したそれぞれの最高温度以下であること、さらに、貯蔵施設内の周囲温度が異常に上昇しないことを監視できることについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

三 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

(1) 使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、キャスクの蓋及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間 60 年間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できる設計とする。

(2) 使用済燃料集合体を内封する空間を容器外部から隔離するための設計方針

Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体を内封する空間をキャスク外部から隔離する設計として、キャスクの蓋部を一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、その蓋間を正圧に維持することにより圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間をキャスク外部から隔離する設計とする。

(3) キャスクの閉じ込め機能の修復性に関する考慮

Hitz-B69 型は、万一のキャスクの閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋の閉じ込め機能の異常が認められた場合には、使用済燃料集合体を内封する空間が負圧に維持されていること及び一次蓋が健全であることを確認のうえ、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復できる設計とする。また、一次蓋の閉じ込め機能に異常があると考えられる場合には、三次蓋を取り付け、貯蔵施設の外へ搬出できる設計とする。

(4) キャスクの閉じ込め機能を監視するための設計方針

Hitz-B69 型は、蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視できる設計とする。

なお、Hitz-B69 型の万一の閉じ込め機能の異常に対する修復性の考慮がなされていることについては、設置（変更）許可申請時に別途確認されるものとする。

(2) 特定機器を使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響

Hitz-B69 型は、Hitz-B69 型を発電用原子炉施設において使用した場合に発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさない設計とする。以下、Hitz-B69 型を発電用原子炉施設において使用した場合に発電用原子炉施設の安全性を損なうような影響を及ぼさないことを、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則に沿って確認する。

(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)

第十六条 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、通常運転時に使用する燃料体又は使用済燃料（以下この条において「燃料体等」という。）の取扱施設（安全施設に係るものに限る。）を設けなければならない。

- 一 燃料体等を取り扱う能力を有するものとする。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 三 崩壊熱により燃料体等が溶融しないものとする。
- 四 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
- 五 燃料体等の取扱中における燃料体等の落下を防止できるものとする。

2 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、燃料体等の貯蔵施設（安全施設に属するものに限る。以下この項において同じ。）を設けなければならない。

- 一 燃料体等の貯蔵施設は、次に掲げるものであること。
 - イ 燃料体等の落下により燃料体等が破損して放射性物質の放出により公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合において、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとする。
 - ロ 燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有するものとする。
 - ハ 燃料体等が臨界に達するおそれがないものとする。
- 二 使用済燃料の貯蔵施設（キャスクを除く。）にあつては、前号に掲げるもののほか、次に掲げるものであること。
 - イ 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - ロ 貯蔵された使用済燃料が崩壊熱により溶融しないものであつて、最終ヒートシンクへ熱を輸送できる設備及びその浄化系を有するものとする。
 - ハ 使用済燃料貯蔵槽（安全施設に属するものに限る。以下この項及び次項において同じ。）から放射性物質を含む水があふれ、又は漏れないものであつて、使用済燃料貯蔵槽から水が漏れいした場合において水の漏れいを検知することができるものとする。
 - ニ 燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時及び重量物の落下時においてもその機能が損なわれないものとする。

- 3 発電用原子炉施設には、次に掲げるところにより、使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量を測定できる設備を設けなければならない。
- 一 使用済燃料貯蔵槽の水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量の異常を検知し、それを原子炉制御室に伝え、又は異常が生じた水位及び水温を自動的に制御し、並びに放射線量を自動的に抑制することができるものとする。
 - 二 外部電源が利用できない場合においても温度、水位その他の発電用原子炉施設の状態を示す事項（以下「パラメータ」という。）を監視することができるものとする。
- 4 キャスクを設ける場合には、そのキャスクは、第二項第一号に定めるもののほか、次に掲げるものでなければならない。
- 一 使用済燃料からの放射線に対して適切な遮蔽能力を有するものとする。
 - 二 使用済燃料の崩壊熱を適切に除去することができるものとする。
 - 三 使用済燃料が内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。

兼用キャスクを使用することにより発電用原子炉施設に及ぼす影響の確認

1 について

Hitz-B69 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

2 について

- 一 Hitz-B69 型は、以下のように設計する。

イ及びロ

Hitz-B69 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

- ハ Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

(1) 特定兼用キャスク単体として臨界を防止するための設計方針

Hitz-B69 型は、次の a. から d. により、特定兼用キャスク単体として、使用済燃料を収納した条件下で、技術的に想定されるいかなる場合においても、核燃料物質が臨界に達するおそれのない設計とする。

- a. Hitz-B69 型は、内部に格子状のバスケットを設け、バスケットの格子の中に使用済燃料集合体を収納することにより、使用済燃料集合体を所定の幾何学的配置に維持できる設計とする。
- b. Hitz-B69 型は、中性子吸収能力を有するほう素を偏在することなく添加した材料をバスケットの構成部材に使用する設計とする。
- c. Hitz-B69 型のバスケットは、設計貯蔵期間 60 年間の経年変化に対して十分な信頼性を有する材料を選定することで、必要とされる強度及び性能が

設計貯蔵期間 60 年間を通じて維持され、臨界防止上有意な変形を起こさず、構造健全性が保たれる設計とする。

- d. Hitz-B69 型の臨界評価において、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。この際、未臨界性に有意な影響を与える因子については以下のとおりとする。

- ①乾燥状態及び冠水状態で臨界評価を実施する。
- ②バスケット格子内の使用済燃料集合体は、中性子実効増倍率が最大となる配置とする。
- ③特定兼用キャスク周囲を完全反射条件（無限配列）とする。
- ④バスケット格子の板厚、格子内のり等の寸法公差や中性子吸収材の製造公差を考慮する。
- ⑤使用済燃料集合体の燃焼に伴う反応度低下は考慮しない。なお、冠水状態の解析では、可燃性毒物による反応度抑制効果を適切に考慮する。

- (2) 特定兼用キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止のための設計方針

Hitz-B69 型は、特定兼用キャスク相互の中性子干渉を考慮した臨界防止について、中性子実効増倍率が 0.95 以下となるように設計する。上記(1)特定兼用キャスク単体として臨界を防止するための設計方針において、特定兼用キャスクの周囲を完全反射条件（無限配列）として臨界評価することから、特定兼用キャスク相互の中性子干渉による影響は考慮され、複数の特定兼用キャスクが接近する等の技術的に想定されるいかなる場合でも核燃料物質が臨界に達するおそれがない設計となる。

以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

- 二 Hitz-B69 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

3 について

Hitz-B69 型が発電用原子炉施設に与える影響評価の範囲外とする。

4 について

- 一 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体から放出される放射線を特定兼用キャスクの本体胴及び蓋部により遮蔽する設計とし、ガンマ線遮蔽材には十分な厚みを有する鋼製の材料を用い、中性子遮蔽材には樹脂（レジン）を用いる。設計貯蔵期間 60 年間における中性子遮蔽材の熱による遮蔽機能の低下を考慮しても、特定兼用キャスク表面及び特定兼用キャスク表面から 1m の位置における線量当量率は、それぞれ 2mSv/h 以下及び 100 μ Sv/h 以下となる設計とする。

Hitz-B69 型の遮蔽機能に関する評価は、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、遮蔽評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで、線源強度を求める。特定兼用キャスクの実形状を二次元でモデル化し、特定兼用キャスク表面及び特定兼用キャスク表面から 1m の位置における線量当量率を求め、上記に示す線量当量率の基準を満足することを確認する。

以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

二 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

Hitz-B69 型は、特定兼用キャスクについて動力を用いずに使用済燃料等の崩壊熱を適切に除去するため、使用済燃料集合体の崩壊熱を特定兼用キャスク表面に伝え、周囲空気等に伝達することにより除去できる設計とする。

Hitz-B69 型は、以下のとおり使用済燃料集合体の温度及び特定兼用キャスクの温度を制限される値以下に維持する方針とする。

(1) 使用済燃料集合体の温度を制限される値以下に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、特定兼用キャスクに収納する使用済燃料集合体の燃料被覆管の温度においては、使用済燃料集合体の健全性を維持する観点から、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体の崩壊熱量及び使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮した除熱評価を行い、当該燃料被覆管の温度について、燃料被覆管の累積クリープ歪みが 1%を超えない温度、照射硬化の回復により燃料被覆管の機械的特性が著しく低下しない温度及び水素化物の再配向により燃料被覆管の機械的特性が低下しない温度以下となるように特定兼用キャスクを設計する。

(2) 特定兼用キャスクの温度を制限される値以下に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、特定兼用キャスクの安全機能を維持する観点から、収納する使用済燃料の種類、燃焼度、冷却期間等の条件から、除熱評価の結果が厳しくなる入力条件を設定したうえで求めた使用済燃料集合体の崩壊熱量及び使用済燃料集合体の燃焼度に応じた収納配置を考慮した除熱評価を行い、特定兼用キャスクの温度を構成部材の健全性が保たれる温度以下となる設計とする。

また、Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体及び特定兼用キャスクの温度が制限される値以下に維持されていることを評価するために、特定兼用キャスク外表面の温度を測定できる設計とする。

以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

三 Hitz-B69 型は、次の方針に基づき安全設計を行う。

(1) 使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持するための設計方針

Hitz-B69 型は、長期にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、特定兼用キャスクの蓋及び蓋貫通孔のシール部に金属ガスケットを用いることにより、設計貯蔵期間 60 年間を通じて、使用済燃料集合体を内封する空間を負圧に維持できる設計とする。

(2) 使用済燃料集合体を内封する空間を容器外部から隔離するための設計方針

Hitz-B69 型は、使用済燃料集合体を内封する空間を特定兼用キャスク外部から隔離する設計として、特定兼用キャスクの蓋部を一次蓋及び二次蓋による二重の閉じ込め構造とし、その蓋間を正圧に維持することにより圧力障壁を形成し、使用済燃料集合体を内封する空間を特定兼用キャスク外部から隔離する設計とする。

(3) 特定兼用キャスクの閉じ込め機能の修復性に関する考慮

Hitz-B69 型は、万一の特定兼用キャスクの閉じ込め機能の異常に対して、二次蓋の閉じ込め機能の異常が認められた場合には、使用済燃料集合体を内封する空間が負圧に維持されていること及び一次蓋が健全であることを確認のうえ、二次蓋の金属ガスケットを交換し、閉じ込め機能を修復できる設計とする。また、一次蓋の閉じ込め機能に異常があると考えられる場合には、三次蓋を取り付け、貯蔵施設の外へ搬出できる設計とする。

(4) 特定兼用キャスクの閉じ込め機能を監視するための設計方針

Hitz-B69 型は、蓋間の圧力を測定することにより閉じ込め機能を監視できる設計とする。

以上より、発電用原子炉施設の安全性に影響を及ぼさない。

2. Hitz-B69 型の構造

2.1 主要設備

Hitz-B69 型は、軽水減速、軽水冷却、沸騰水型原子炉（以下「BWR」という。）で発生した使用済燃料を貯蔵する機能を有するとともに、使用済燃料の工場等外への運搬に用いる輸送容器としての機能を併せ持つキャスクである。

Hitz-B69 型を用いることにより、発電用原子炉施設内のキャスクを用いた使用済燃料の貯蔵施設（以下「貯蔵施設」という。）へ搬入して貯蔵を行うとともに、貯蔵期間中及び貯蔵終了後において、Hitz-B69 型の蓋等を開放することなく工場等外へ運搬することができる。

Hitz-B69 型は、キャスク本体、蓋部、バスケット等で構成され、貯蔵施設内において貯蔵架台を介して床面に設置される。

Hitz-B69 型の構造及び仕様をそれぞれ図 1～図 8 及び表 1 に示す。

(1) キャスク本体

キャスク本体の主要部は、胴、底板、中性子遮蔽材及び外筒等で構成されている。

胴及び底板は炭素鋼製であり、密封容器として設計されている。また、胴と外筒の間には主要な中性子遮蔽材として樹脂（レジン）が充填されており、また、胴及び底板の炭素鋼は、主要なガンマ線遮蔽材となっている。

キャスク本体の取扱い及び貯蔵中の固定のために、上部（蓋部側）及び下部（底部側）にそれぞれ 2 対のトラニオンが取付けられている。

本体のシール部は、シール面の防食を目的としてステンレス鋼の肉盛溶接を行っている。

(2) 蓋部

蓋部は、一次蓋及び二次蓋で構成されている。

一次蓋はステンレス鋼製の円板状であり、キャスク本体上面にボルトで取付けられ、閉じ込め境界が形成される。一次蓋には主要な中性子遮蔽材として樹脂（レジン）を充填し、また、一次蓋のステンレス鋼は主要なガンマ線遮蔽材となっている。

二次蓋は炭素鋼製の円板状であり、ボルトでキャスク本体上面に取付けられる。

一次蓋及び二次蓋のシール部には、長期にわたって閉じ込め機能を維持するために金属ガスケットが取り付けられている。二次蓋は炭素鋼であるため、シール部は防食を目的としてステンレス鋼の肉盛溶接を行っている。

(3) バスケット

バスケットは、炭素鋼製の角管状の部材（コンパートメント）を束ねた格子構造であり、炭素鋼又はステンレス鋼製の部材で構成され、キャスク本体内部に挿入される。個々の使用済燃料集合体はキャスク本体内部でバスケットの所定の格子内に収納される。

また、使用済燃料の未臨界性を維持するために、中性子吸収能力を有するほう素を偏

在することなく添加した材料である中性子吸収材を併せて配置している。また、伝熱性を向上するために、アルミニウム合金製の伝熱ブロックを配置している。

2.2 その他設備等

(1) 貯蔵関連部品及び設備

貯蔵時にキャスクに取り付けられる部品として、貯蔵用緩衝体、貯蔵用緩衝体アダプター、モニタリングポートカバープレート（貯蔵用）、圧力検出器、温度検出器がある。また、キャスクは貯蔵時に貯蔵架台上に設置して貯蔵される。

a. 貯蔵用緩衝体

貯蔵用緩衝体は、貯蔵時においてキャスクに加わる衝撃を吸収するために取り付けられるものであり、キャスク本体上部（蓋部）及び下部（底部）にボルトで取り付けられる。

b. 貯蔵用緩衝体アダプター

貯蔵用緩衝体アダプターは、貯蔵用緩衝体とキャスクの間に設置され、キャスク本体上部にボルトで取り付けられる。

c. モニタリングポートカバープレート（貯蔵用）

二次蓋には、一次蓋と二次蓋で形成される空間の圧力を監視するための圧力検出器を取り付けるための窪みが設けられており、この窪みを塞ぐためにモニタリングポートカバープレート（貯蔵用）が設置される。

d. 圧力検出器

圧力検出器は、貯蔵中の一次蓋と二次蓋の間の空間部の圧力を監視するために、二次蓋外面に設置される。

e. 温度検出器

温度検出器は、貯蔵中のキャスク表面温度を監視するために、キャスク外表面に設置される。

f. 貯蔵架台

貯蔵架台は、貯蔵中にキャスクを横置き状態に保持するために、キャスクと床面の間に設置される。貯蔵中は、キャスクの上部及び下部トラニオンの一対ずつを用いてキャスクは貯蔵架台に固定される。

(2) 輸送関連部品及び設備

輸送時にキャスクに取り付けられる部品として、輸送用緩衝体、三次蓋、モニタリングポートカバープレート（輸送用）がある。また、キャスクは輸送時に輸送架台上に設置して輸送される。

a. 輸送用緩衝体

輸送用緩衝体は、輸送中にキャスクに加わる落下時等の衝撃を吸収するために取り付けられるものであり、キャスク本体上部及び下部にボルトで取り付けられる。

b. 三次蓋

三次蓋は、キャスク本体上面にボルトで取り付けられる。三次蓋は、輸送時の閉じ込め機能を維持するために、シール部にゴム製の O リングが取り付けられる。

c. モニタリングポートカバープレート（輸送用）

モニタリングポートカバープレート（輸送用）は、二次蓋の窪みを塞ぐために設置される。モニタリングポートカバープレート（輸送用）は、シール部に O リングが取り付けられる。

d. 輸送架台

輸送架台は、輸送中にキャスクを横置き状態に保持し、輸送車両等に固定するために用いられる。輸送中のキャスクは、キャスクの上部及び下部トラニオンの一対ずつを用いて、輸送架台に固定される。

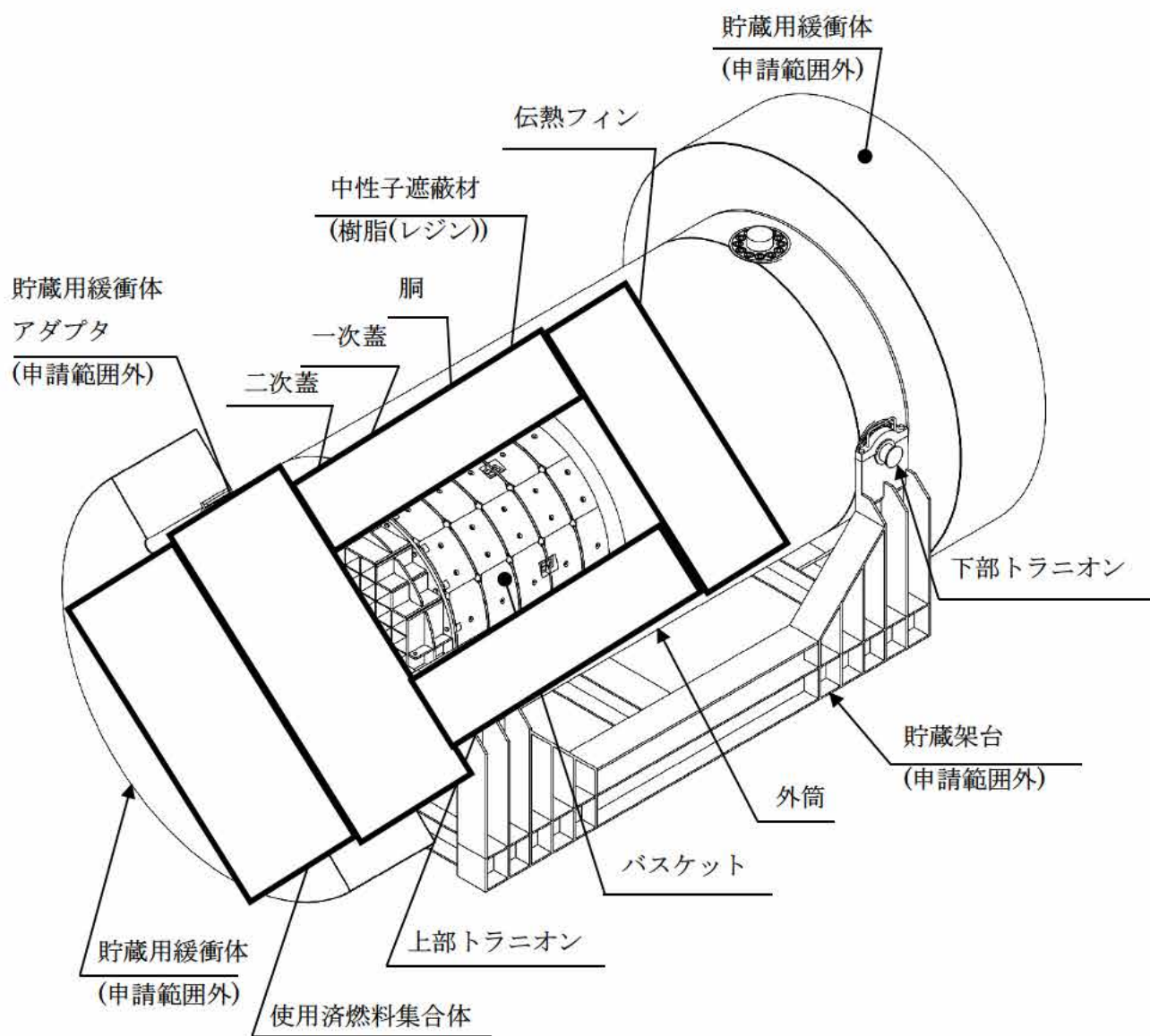


図1 Hitz-B69型構造図
 (蓋部が金属部へ衝突しない設置方法の例 (横置き))



内は商業機密のため、非公開とします。

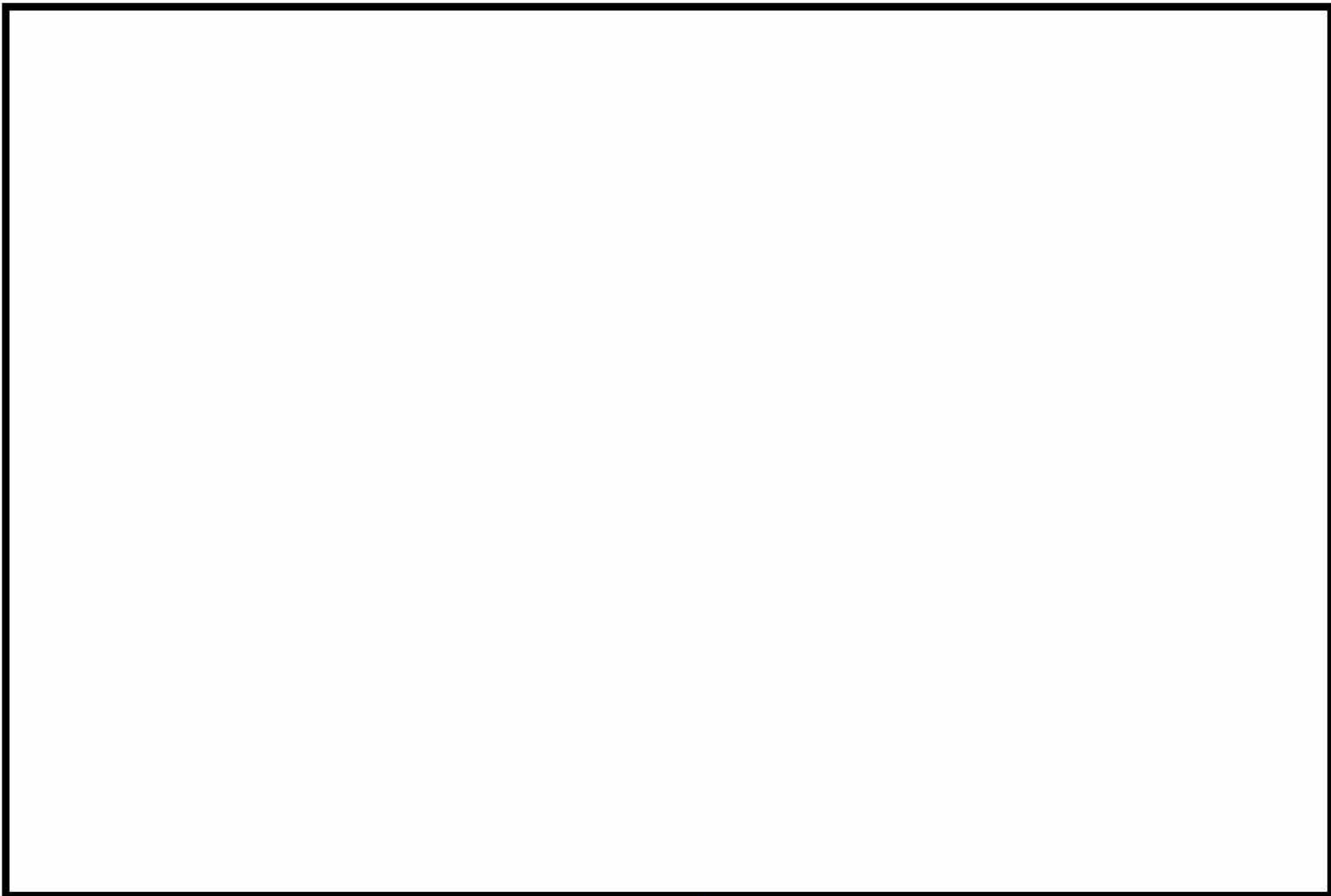


図 2 本体縦断面図

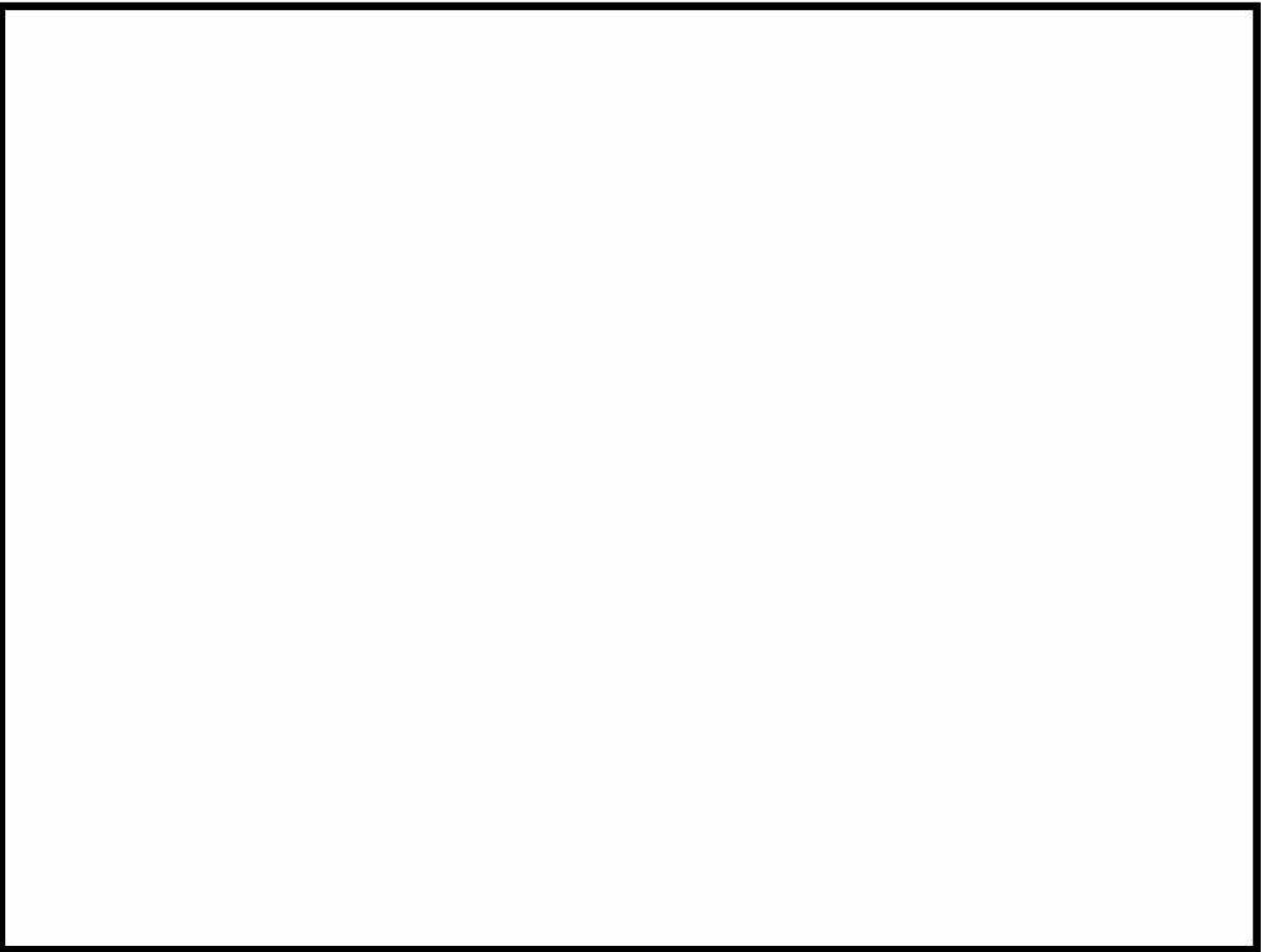


図3 本体横断面図



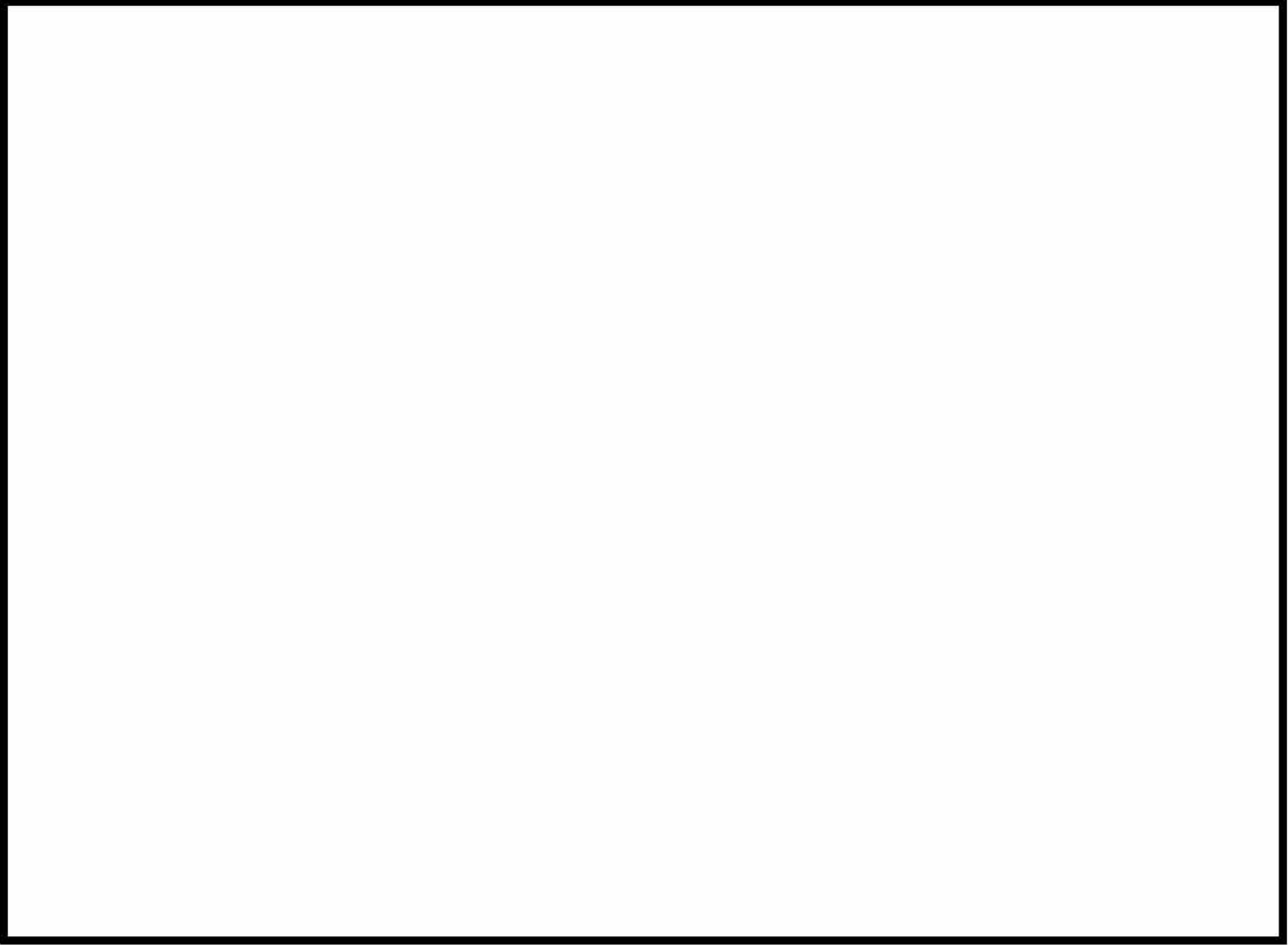


図 4 一次蓋





内は商業機密のため、非公開とします。

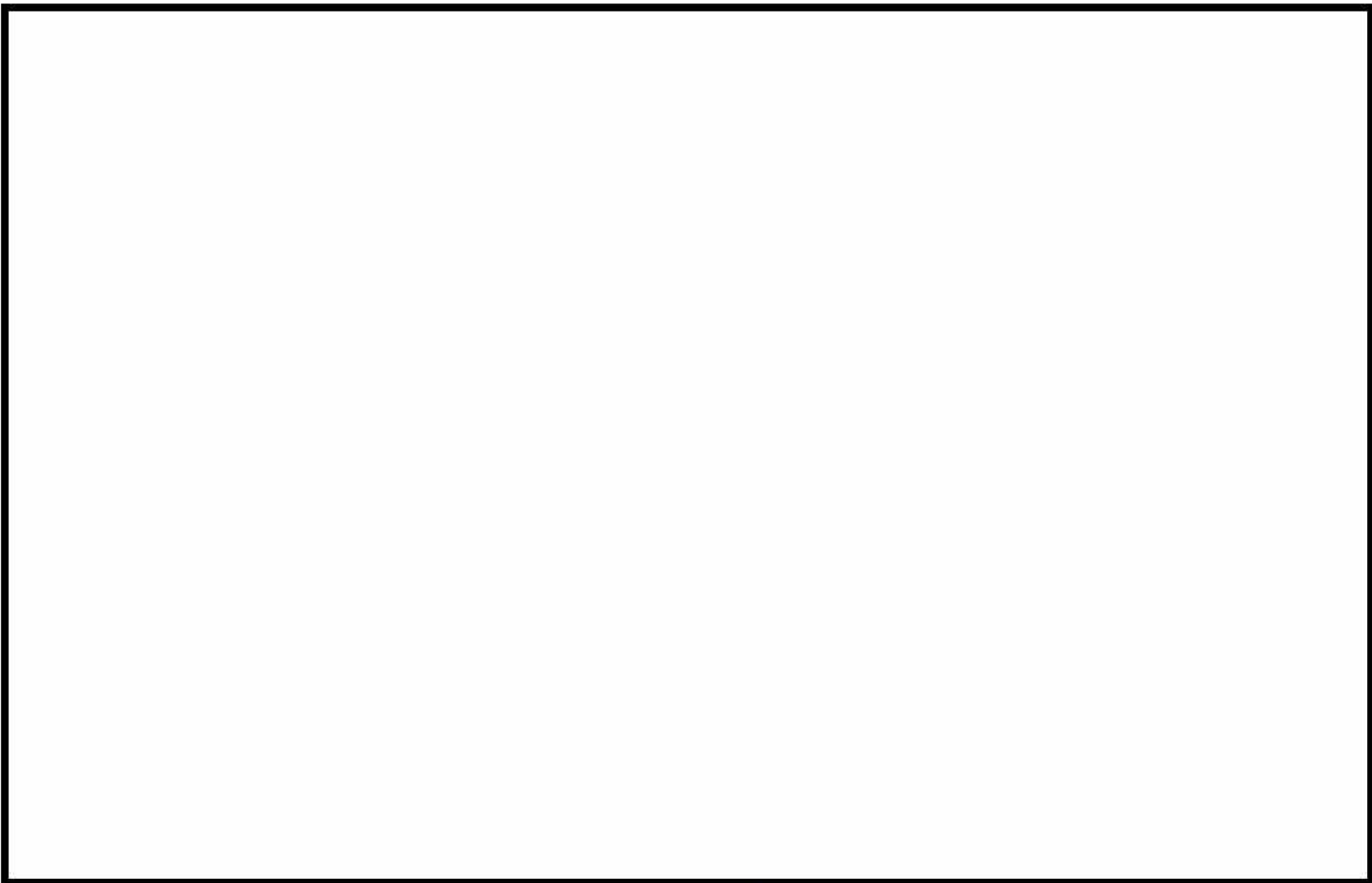


図5 一次蓋貫通孔

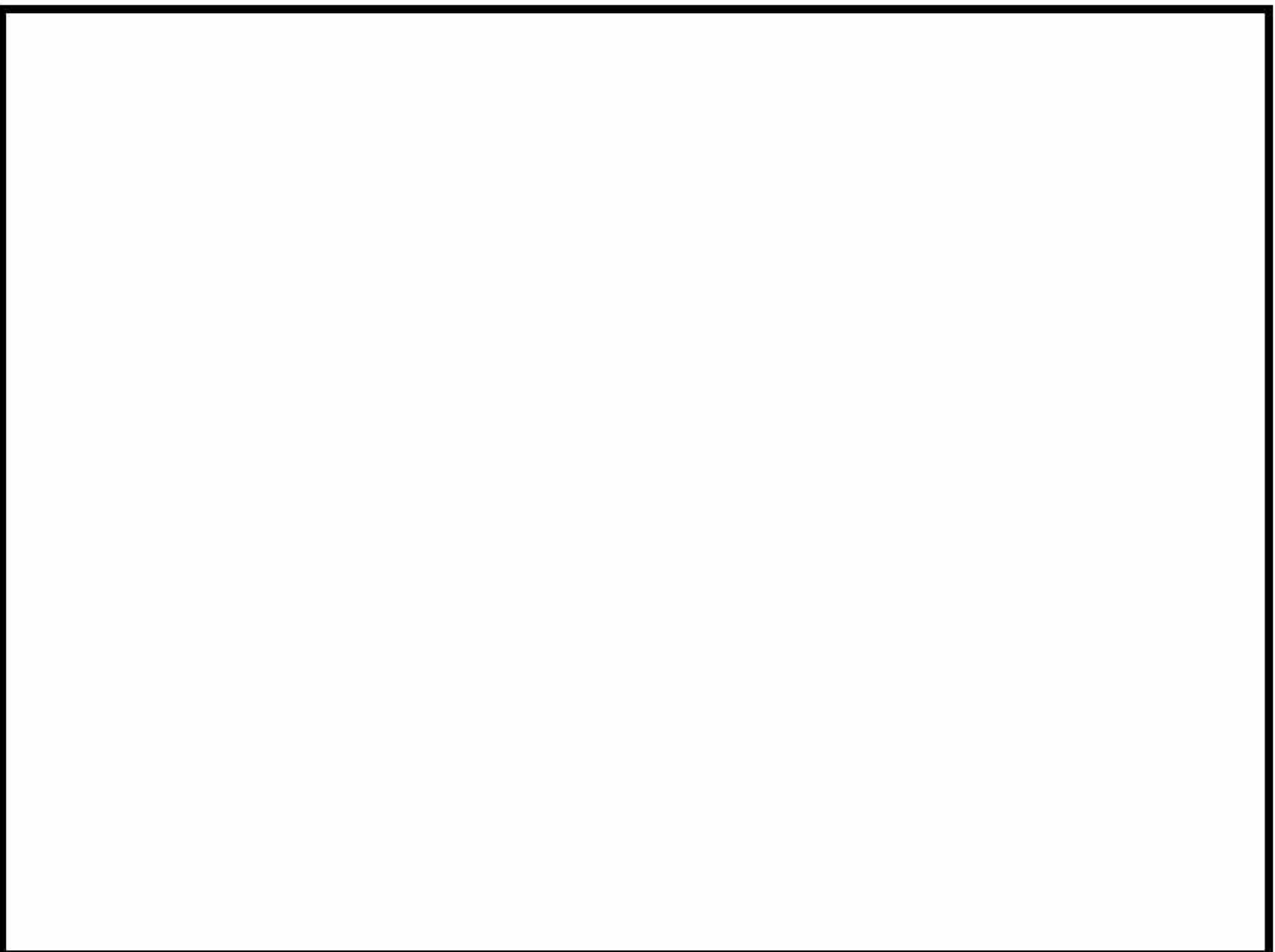


図 6 二次蓋



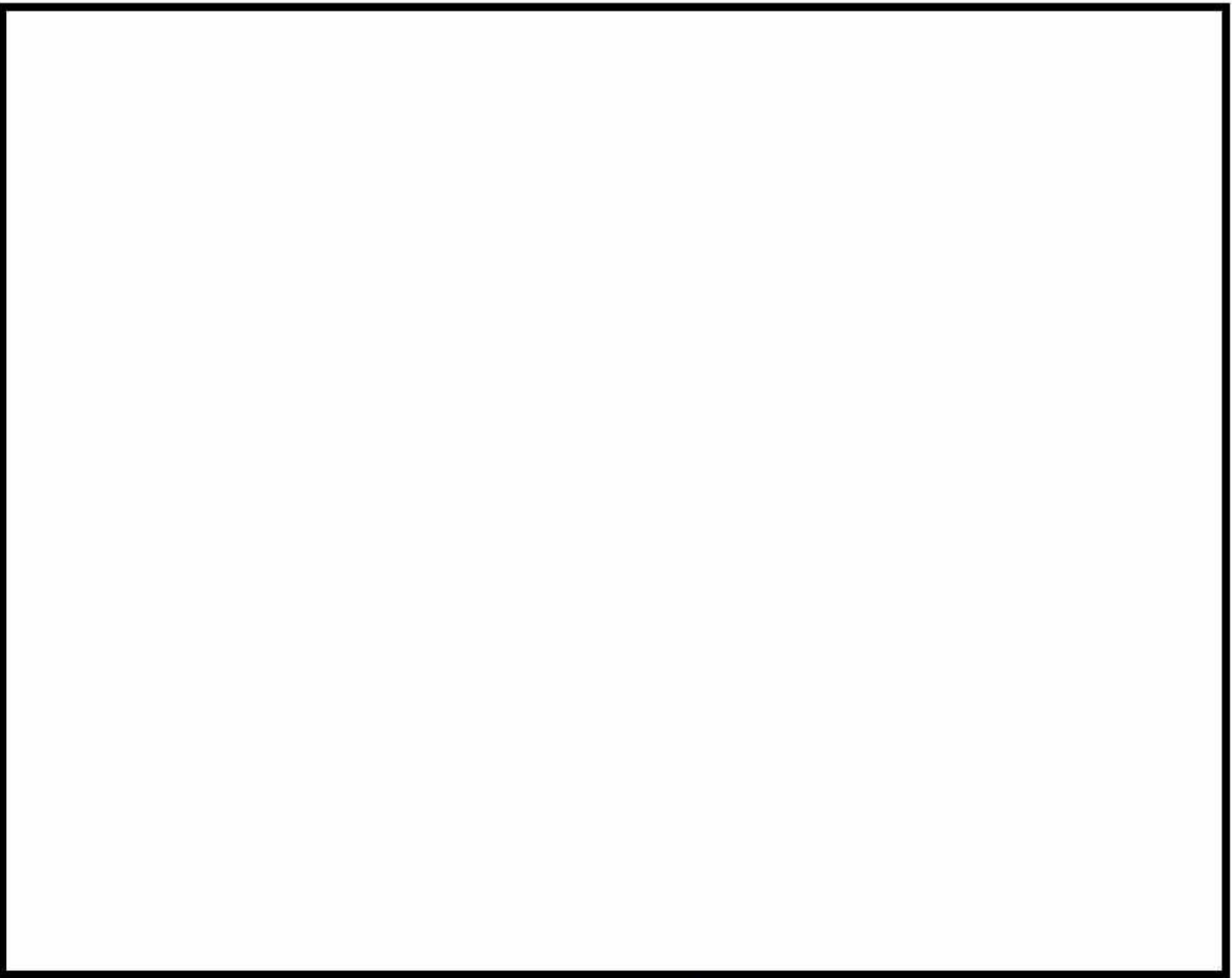


図 7 二次蓋貫通孔



内は商業機密のため、非公開とします。



内は商業機密のため、非公開とします。

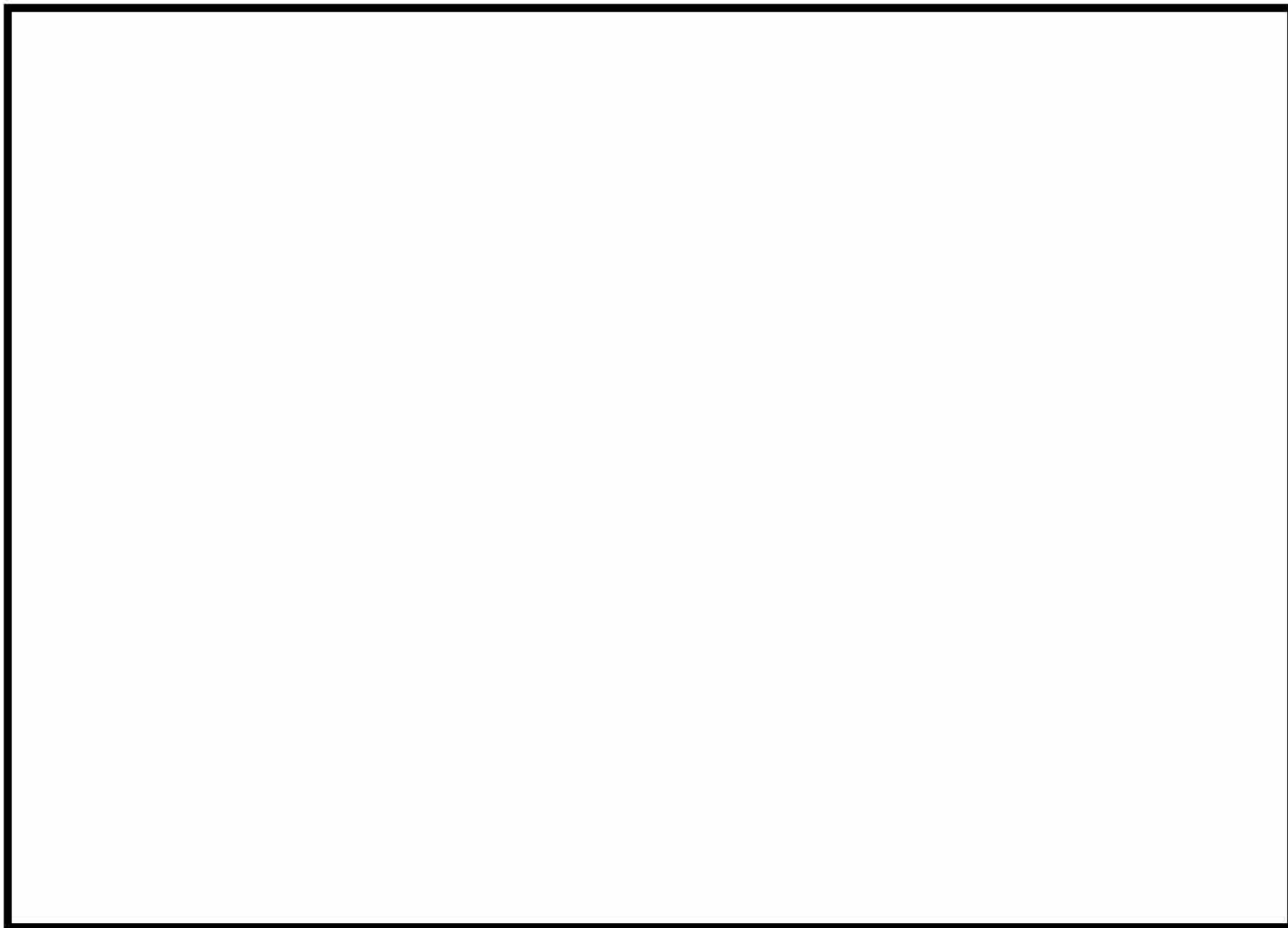


図 8 (1/2) バスケット (1/2)

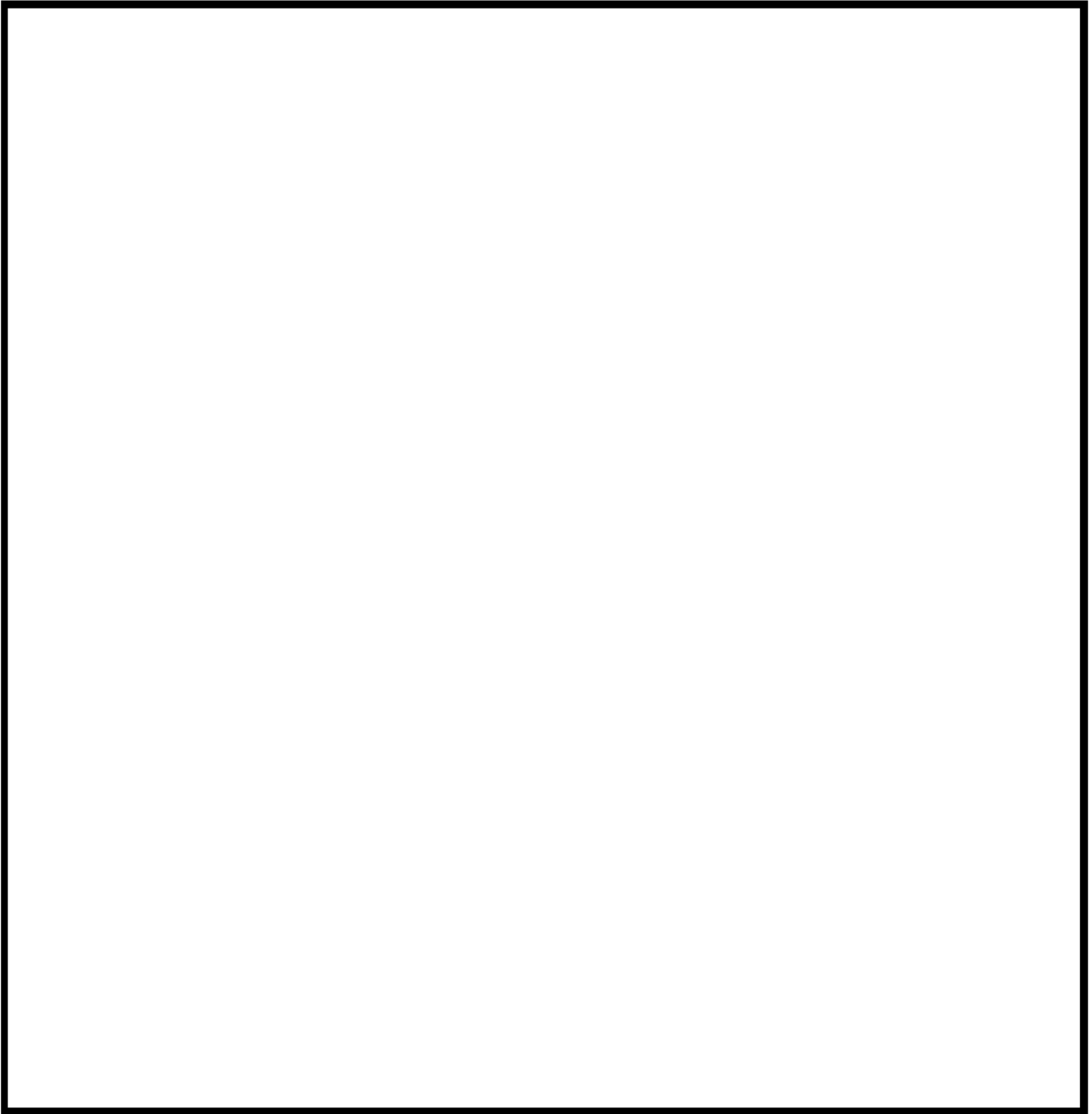


図 8 (2/2) バスケット (2/2)

表 1 Hitz-B69 型の仕様

項 目		仕 様
全質量（使用済燃料集合体を含む）		約 119 t
寸 法	全 長	約 5.4 m
	外 径	約 2.5 m
収 納 体 数		69 体
最 大 崩 壊 熱 量		約 12.8 kW
主 要 材 質	特定兼用キャスク本体	
	胴／底板（ガンマ線遮蔽材） 外筒（ガンマ線遮蔽材） ト ラ ニ オ ン 中 性 子 遮 蔽 材 伝 熱 フ ィ ン	炭素鋼（GLF1） 炭素鋼（SGV480） 析出硬化系ステンレス鋼（SUS630-H1150） 樹脂（NS-4-FR） 銅（C1020P）
	蓋 部（注1）	
	一 次 蓋 二 次 蓋 蓋 ボ ル ト	ステンレス鋼（SUS304） 炭素鋼（SGV480） 合金鋼（SNB23-2）
	バ ス ケ ッ ト	炭素鋼（SG295）、 ステンレス鋼（SUS304） （中性子吸収材を配置）
内 部 充 填 ガ ス		ヘリウムガス
シ ー ル 材		金属ガスケット
閉 じ 込 め 監 視 方 式		圧力検出器による蓋間圧力監視

（注 1）工場等外への搬出時には、ゴム O リングをシール材とした三次蓋を装着する。

3. Hitz-B69 型の収納条件

(1) 使用済燃料集合体の仕様及び収納位置条件

Hitz-B69 型に収納する使用済燃料集合体の仕様を表 2 に示す。また、Hitz-B69 型の使用済燃料集合体の収納位置条件は図 9-1 から図 9-4 に示すいずれかの条件に適合するものとする。また、図 9-2 及び図 9-4 の収納位置条件においては、使用済燃料集合体の種類及びその収納位置によって、軸方向燃焼度が図 9-5 に示す軸方向燃焼度の条件を満たすことを発電用原子炉設置者により確認された使用済燃料を収納可能とする。

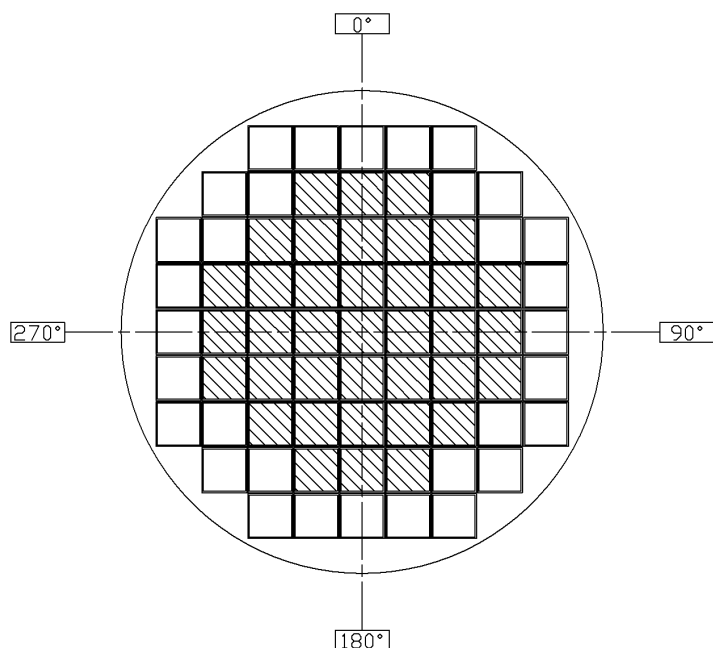
表 2 使用済燃料集合体の仕様（収納条件）


項 目		仕 様			
使用済燃料 集合体の種類		8×8 燃料	新型 8×8 燃料	新型 8×8 ジルコニウムライ 燃料	高燃焼度 8×8 燃料
形 状	集 合 体 幅	約 134 mm	約 134 mm	約 134 mm	約 134 mm
	全 長	約 4,470 mm	約 4,470 mm	約 4,470 mm	約 4,470 mm
質 量		約 280 kg	約 270 kg	約 270 kg	約 270 kg
初期濃縮度 (注 1)		約 2.8 wt%	約 3.1 wt%	約 3.1wt%	約 3.7 wt%
最高燃焼度 (注 2)		30,000 MWd/t	38,000 MWd/t	40,000 MWd/t	48,000 MWd/t
最短冷却期間 (注 3)		34 年	34 年	28 年	20 年

(注 1) 代表的な仕様を示す。

(注 2) 収納する使用済燃料集合体 1 体の燃焼度の平均値の最大値を示す。

(注 3) 収納する使用済燃料集合体の最短の冷却期間を示す。




 燃料種類 : 新型 8×8 燃料

収納体数 : 37 体

燃焼度 : 38,000MWd/t 以下

冷却期間 : 34 年以上


 燃料種類 : 8×8 燃料又は新型 8×8 燃料

収納体数 : 32 体

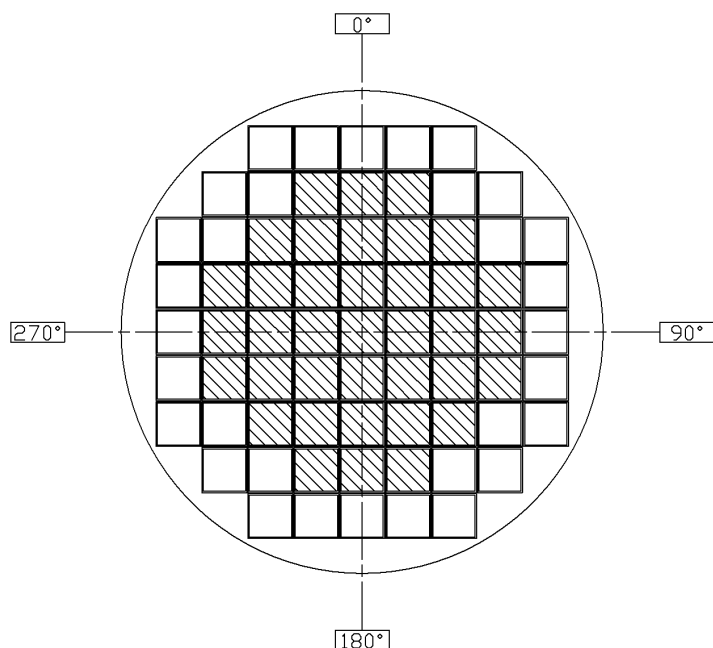
燃焼度 : 30,000MWd/t 以下

冷却期間 : 34 年以上

特定兼用キャスクー基当たりの平均燃焼度 : 35,000MWd/t 以下

特定兼用キャスクー基当たりの崩壊熱量 : 9.5kW 以下

図 9-1 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(1))
 (8×8 燃料及び新型 8×8 燃料を収納する場合)

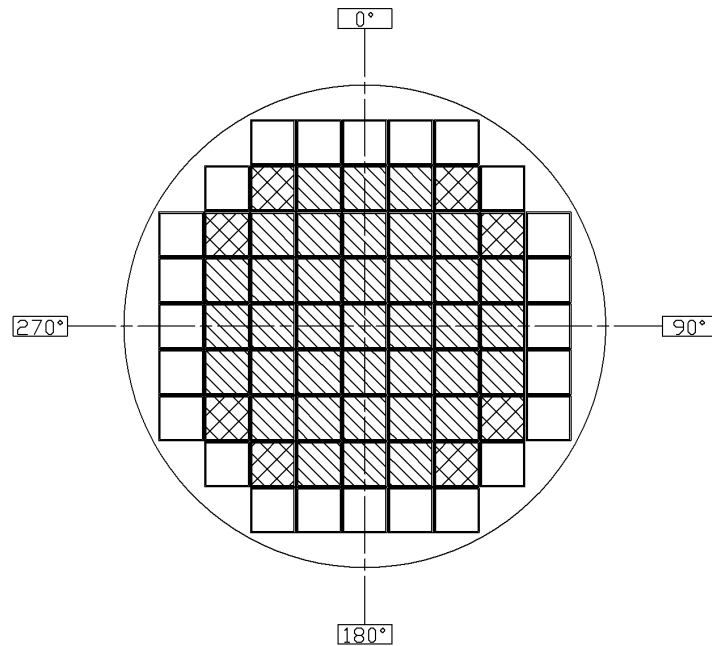





- 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上
- 燃料種類 : 新型 8×8 燃料又は新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上 (新型 8×8 燃料)
 30 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)

特定兼用キャスク一基当たりの平均燃焼度 : 35,000MWd/t 以下

特定兼用キャスク一基当たりの崩壊熱量 : 10.5kW 以下

図 9-2 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(2))
 (新型 8×8 燃料及び新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合)

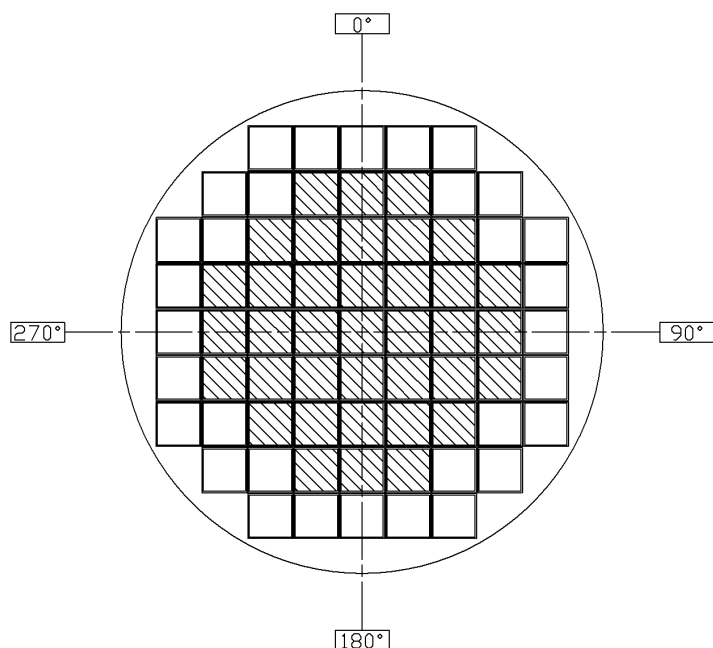




- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
 冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 8 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 30 年以上
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 24 体
 燃焼度 : 30,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上

特定兼用キャスク一基当たりの平均燃焼度 : 38,000MWd/t 以下
 (高燃焼度 8×8 燃料の平均燃焼度を 44,000MWd/t 以下とする。)

特定兼用キャスク一基当たりの崩壊熱量 : 12.4kW 以下

図 9-3 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(3))
 (新型 8×8 燃料、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する
 場合)



- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
 冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 30 年以上

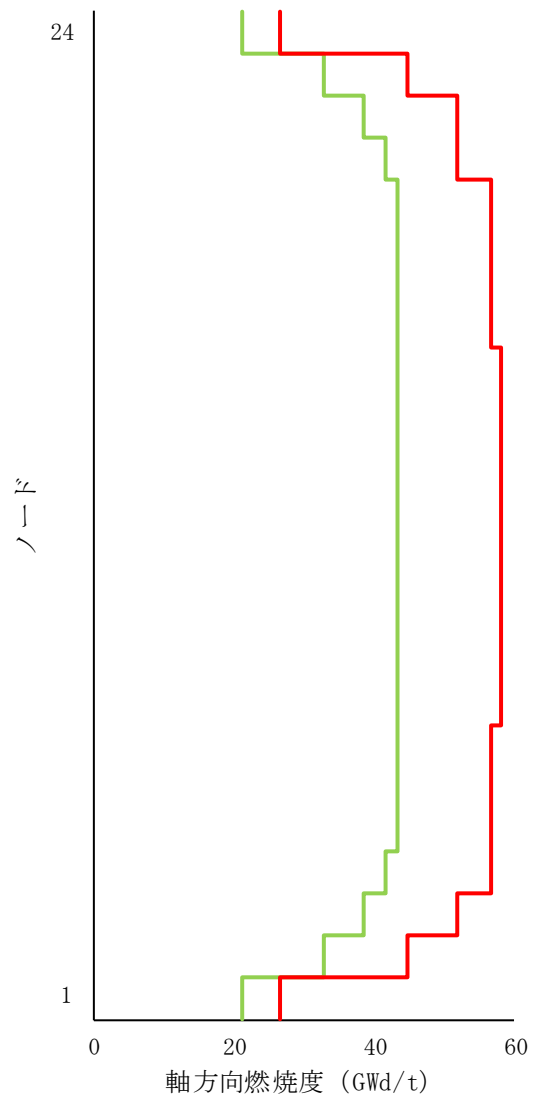
特定兼用キャスク一基当たりの平均燃焼度 : 39,000MWd/t 以下
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の平均燃焼度を 33,000MWd/t 以下、
 高燃焼度 8×8 燃料の平均燃焼度を 44,000MWd/t 以下とする。)

特定兼用キャスク一基当たりの崩壊熱量 : 12.8kW 以下

図 9-4 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(4))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合)

燃料種類		新型 8×8 ジルコニウムライ 燃料	高燃焼度 8×8 燃料
燃焼度		35GWd/t 以下	48GWd/t 以下
ノード		軸方向燃焼度※ (GWd/t)	
(上部)	24	21.00	26.40
	23	32.90	44.64
	22	38.50	51.84
	21	41.65	51.84
	20	43.40	56.64
	19	43.40	56.64
	18	43.40	56.64
	17	43.40	56.64
	16	43.40	58.08
	15	43.40	58.08
	14	43.40	58.08
	13	43.40	58.08
	12	43.40	58.08
	11	43.40	58.08
	10	43.40	58.08
	9	43.40	58.08
	8	43.40	58.08
	7	43.40	56.64
	6	43.40	56.64
5	43.40	56.64	
4	41.65	56.64	
3	38.50	51.84	
2	32.90	44.64	
(下部)	1	21.00	26.40

— 新型8×8ジルコニウムライ燃料 35GWd/t以下
— 高燃焼度8×8燃料 48GWd/t以下



※：配置(2)又は配置(4)の条件で外周部 32 体の位置に収納する新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び配置(4)の条件で中央部 37 体の位置に収納する高燃焼度 8×8 燃料は、軸方向燃焼度が本図の条件に包含される。

図 9-5 使用済燃料集合体の軸方向燃焼度の条件 (配置(2)又は配置(4)の条件で、
 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合)

4. 貯蔵施設の前提条件

Hitz-B69 型を使用することができる貯蔵施設の概要図（例）を図 10 に示す。貯蔵施設は、キャスク、キャスクを床面に設置するための貯蔵架台及びキャスクの受入れに使用する設備等からなる。

次に、Hitz-B69 型を貯蔵施設で使用するための前提条件を表 3 に示す。

また、燃料取扱棟内及び貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例を別紙 1 に示す。

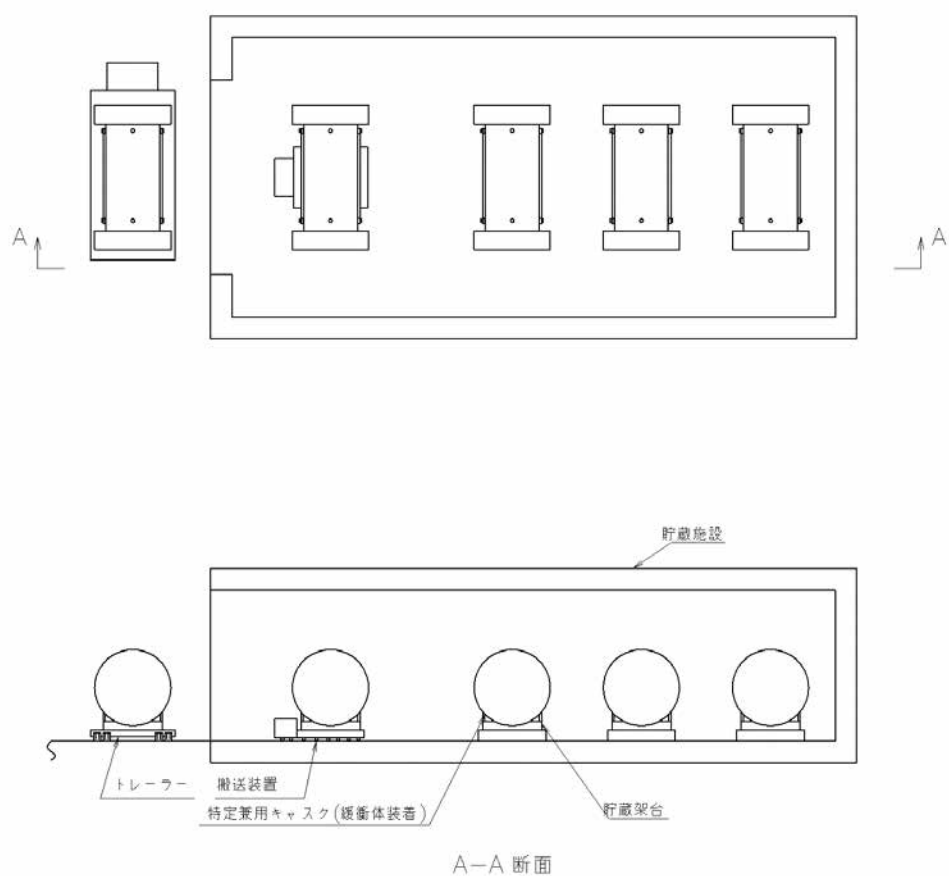


図 10 貯蔵施設概要図（例）

表 3 Hitz-B69 型を貯蔵施設で使用するための前提条件

前提条件		蓋部が金属部に衝突しない設置方法（横置き）
		貯蔵施設内貯蔵
周囲温度	最高	50℃
	最低	-22.4℃
貯蔵施設壁面温度	最高	65℃
貯蔵施設の材質 (屋根・壁・床)		コンクリート（塗装） (放射率 0.8 以上)

5. Hitz-B69 型の設計貯蔵期間

5.1 要求事項

特定機器の設計の型式証明申請において、特定兼用キャスクの設計貯蔵期間に関する要求事項は、以下のとおりである。

(1) 設置許可基準規則要求事項

a. 設置許可基準規則解釈別記 4 第 16 条第 5 項

- ・第 16 条第 2 項第 1 号ハ及び同条第 4 項各号を満たすため、兼用キャスクは、当該兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計とすること。ここで、「兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計」とは、以下を満たす設計をいう。
 - ・設計貯蔵期間を明確にしていること。
 - ・設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であること。

(2) 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド確認事項

「4.6 設計貯蔵期間」には、以下のように記載されている。

【審査における確認事項】

設計貯蔵期間は、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。

【確認内容】

設計貯蔵期間は、当該設計貯蔵期間中の兼用キャスクの安全機能を評価するに当たり、材料及び構造の経年変化の考慮を行うための前提条件となるため、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。

5.2 要求事項への適合性

(1) 設置許可基準規則への適合性

Hitz-B69 型の設計貯蔵期間については、以下のとおり設置許可基準規則に適合している。

a. 設置許可基準規則解釈別記 4 第 16 条第 5 項

第 16 条第 2 項第 1 号ハ及び同条第 4 項各号を満たすため、兼用キャスクは、当該兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計とすること。ここで、「兼用キャスクを構成する部材及び使用済燃料の経年変化を考慮した上で、使用済燃料の健全性を確保する設計」とは、以下を満たす設計をいう。

- ・ 設計貯蔵期間を明確にしていること。
- ・ 設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境条件下での経年変化を考慮した材料及び構造であること。

Hitz-B69 型の設計貯蔵期間は 60 年として、型式証明申請書で明確にされている。

(2) 審査ガイドへの適合性

Hitz-B69 型の設計貯蔵期間については、以下のとおり審査ガイドの確認内容に適合している。

[確認内容]

設計貯蔵期間は、当該設計貯蔵期間中の兼用キャスクの安全機能を評価するに当たり、材料及び構造の経年変化の考慮を行うための前提条件となるため、設置（変更）許可申請書で明確にされていること。

Hitz-B69 型の設計貯蔵期間は 60 年として、型式証明申請書で明確にされている。また、設計貯蔵期間中の Hitz-B69 型の材料及び構造の健全性については、6. (5) で説明する。

6. Hitz-B69 型の安全設計

3.項の使用済燃料の収納条件を踏まえ、設計貯蔵期間（60年）において、Hitz-B69型が有する安全機能（臨界防止、遮蔽、除熱、閉じ込め）を維持できる設計とする。

また、Hitz-B69型は、特定兼用キャスクの構成部材について、設計貯蔵期間中の温度、放射線等の環境及び当該環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年変化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、その必要とされる強度、性能を維持することで使用済燃料の健全性を確保する設計とする。

各安全機能及び長期健全性に対する要求事項への適合性（安全評価）について、以下に示す。

(1) Hitz-B69 型の臨界防止機能

補足説明資料 16-2「臨界防止機能に関する説明資料(Doc. No. GK04-SC-E01)」に示す。

(2) Hitz-B69 型の遮蔽機能

補足説明資料 16-3「遮蔽機能に関する説明資料(Doc. No. GK04-SC-D01)」に示す。

(3) Hitz-B69 型の除熱機能

補足説明資料 16-4「除熱機能に関する説明資料(Doc. No. GK04-SC-B01)」に示す。

(4) Hitz-B69 型の閉じ込め機能

補足説明資料 16-5「閉じ込め機能に関する説明資料(Doc. No. GK04-SC-C01)」に示す。

(5) Hitz-B69 型の長期健全性

補足説明資料 16-6「材料・構造健全性に関する説明資料(Doc. No. GK04-SC-F01)」に示す。

7. Hitz-B69 型の蓋間圧力等の監視について

7.1 要求事項

特定機器の設計の型式証明申請において、Hitz-B69 型の蓋間圧力等の監視に関する要求事項は、以下のとおりである。

(1) 設置許可基準規則要求事項

a. 設置許可基準規則第 16 条第 4 項第三号

- ・使用済燃料が内包する放射性物質を閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができるものとする。

b. 設置許可基準規則解釈別記 4 第 16 条第 4 項

- ・第 16 条第 4 項第 3 号に規定する「放射性物質を適切に閉じ込めることができ、かつ、その機能を適切に監視することができる」とは、次項に規定するもののほか、貯蔵事業許可基準規則解釈第 5 条第 1 項第 1 号及び第 2 号並びに第 17 条第 1 項第 1 号に規定する金属キャスクの設計に関する基準を満たすことをいう。
- ・貯蔵事業許可基準規則解釈第 17 条第 1 項第 1 項に規定する「適切に監視することができる」とは、以下の設計をいう。
 - 一 蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。

(2) 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド確認事項

「2.安全機能の確保 2.4 閉じ込め機能」には、以下のように記載されている。

【審査における確認事項】

- (1) 設計上想定される状態において、兼用キャスクが内包する放射性物質を適切に閉じ込めることができること。

【確認内容】

- (1) 長期間にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、耐熱性、耐食性等を有し耐久性の高い金属ガスケット等のシールを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、一次蓋と二次蓋との間の圧力（以下「蓋間圧力」という。）を監視することにより、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。

また、「4.自然現象等に対する兼用キャスクの設計 4.4 監視機能」には、以下のよう

【審査における確認事項】

蓋間圧力及び兼用キャスク表面温度について、適切な頻度での監視をすること。

【確認内容】

- (1) 蓋間圧力を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、閉じ込め機能が低下しても、FP ガス等の放出に至る前に、密封シール部の異常を検知できる頻度をいう。頻度の設定に当たっては、設計貯蔵期間中の兼用キャスク発熱量の低下、周囲環境の温度変化及び蓋間圧力の変化を考慮する。
- (2) 兼用キャスク表面温度を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、除熱機能が低下しても、兼用キャスクや燃料被覆管が健全であるうちに異常を検知できる頻度をいう。

7.2 要求事項への適合性

Hitz-B69 型の蓋間圧力等の監視については、以下のとおり審査ガイドの確認内容に適合している。

〔確認内容〕

- (1) 長期間にわたって閉じ込め機能を維持する観点から、耐熱性、耐食性等を有し耐久性の高い金属ガスケット等のシールを採用するとともに、蓋部を一次蓋と二次蓋の二重とし、一次蓋と二次蓋との間の圧力（以下「蓋間圧力」という。）を監視することにより、蓋部が有する閉じ込め機能を監視できること。

上記の内容への適合性については、6. (4) で説明する。

〔確認内容〕

- (1) 蓋間圧力を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、閉じ込め機能が低下しても、FP ガス等の放出に至る前に、密封シールの異常を検知できる頻度をいう。頻度の設定に当たっては、設計貯蔵期間中の兼用キャスク発熱量の低下、周囲環境の温度変化及び蓋間圧力の変化を考慮する。
- (2) 兼用キャスク表面温度を適切な頻度で監視すること。ここで、適切な頻度とは、除熱機能が低下しても、兼用キャスクや燃料被覆管が健全であるうちに異常を検知できる頻度をいう。

上記の内容については、型式証明の申請範囲外（設置（変更）許可時の別途確認事項）とする。

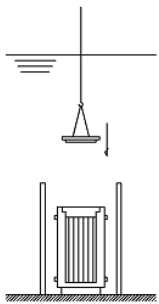
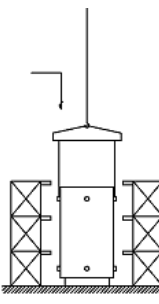
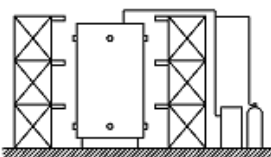
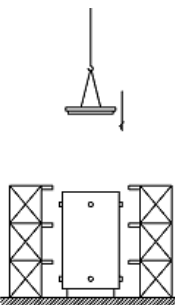
Hitz-B69 型のハンドリングフロー例

1. 概要

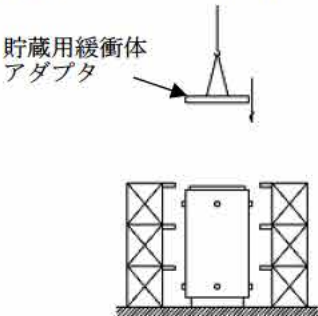
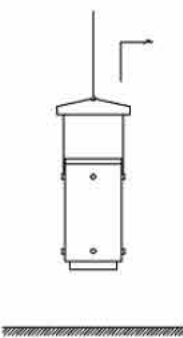
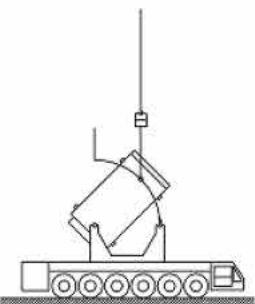
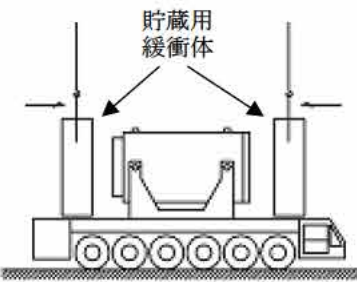
燃料取扱棟内及び貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例を以下に示す。

- ・燃料取扱棟内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例（別紙 1-1 図参照）
- ・貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例（別紙 1-2 図参照）

＜燃料取扱棟における燃料装荷～貯蔵用緩衝体取付け＞

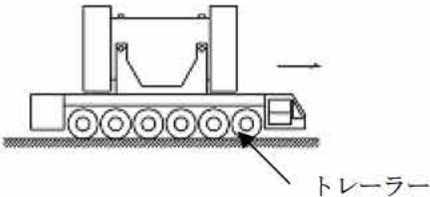
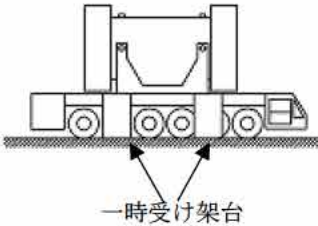
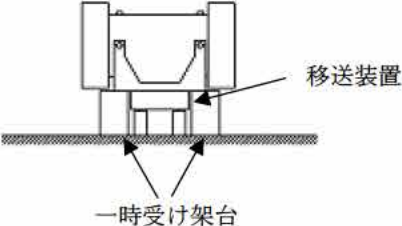
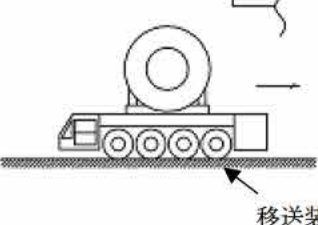
No.	取扱いモード
1-1	<ul style="list-style-type: none"> 燃料装荷、一次蓋取付け 
1-2	<ul style="list-style-type: none"> 容器吊上げ、移動、吊降し 
1-3	<ul style="list-style-type: none"> 排水、真空乾燥、不活性ガス充填、一次蓋密封確認 
1-4	<ul style="list-style-type: none"> 二次蓋取付け、蓋間圧力調整、二次蓋密封確認 

別紙 1-1 図 燃料取扱棟内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (1/2)

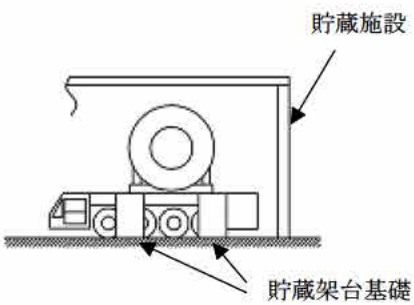
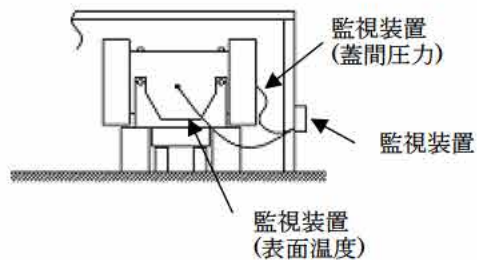
No.	取扱いモード
1-5	<p>・貯蔵用緩衝体アダプタ取付け</p> 
1-6	<p>・容器移動</p> 
1-7	<p>・横倒し</p> 
1-8	<p>・貯蔵用緩衝体取付け</p> 

別紙 1-1 図 燃料取扱棟内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (2/2)

＜貯蔵施設への搬送～貯蔵＞

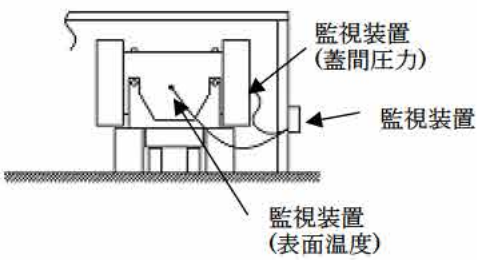
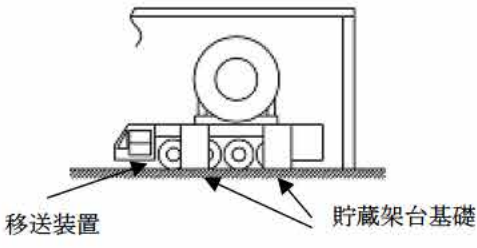
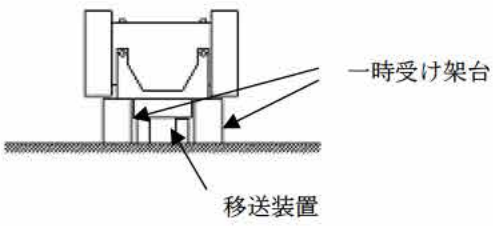
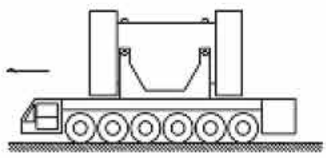
No.	取扱いモード
2-1	<p>• トレーラーで搬送</p> 
2-2	<p>• 一次受け架台へ移送</p> 
2-3	<p>• 移送装置へ載せ替え</p> 
2-4	<p>• 移送装置での移送</p> 

別紙 1-2 図 貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (1/5)

No.	取扱いモード
2-5	<ul style="list-style-type: none"> ・貯蔵架台基礎への設置 
2-6	<ul style="list-style-type: none"> ・監視装置取り付け 

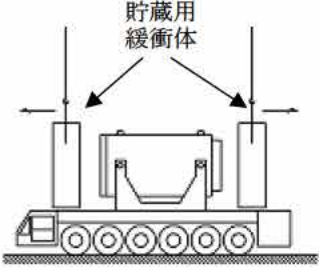
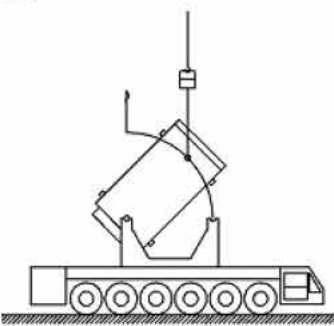

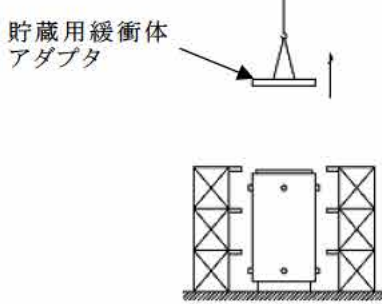
別紙 1-2 図 貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (2/5)

＜貯蔵施設における貯蔵～保管建屋へ移送＞

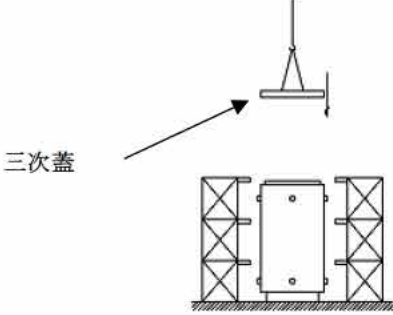

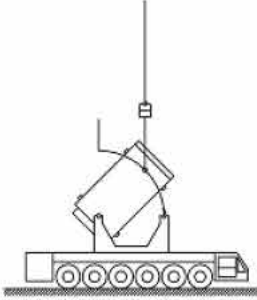
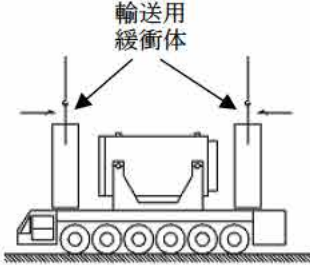
No.	取扱いモード
3-1	<p>・監視装置の取外し</p> 
3-2	<p>・貯蔵架台基礎からの移送</p> 
3-3	<p>・一時受け架台に移送</p> 
3-4	<p>・トレーラーへの載せ替え、保管建屋に移送</p> 

別紙 1-2 図 貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (3/5)

<保管建屋へ移送～輸送用緩衝体取付け>

No.	取扱いモード
3-5	<p>・貯蔵用緩衝体の取り外し</p> 
3-6	<p>・立て起こし</p> 
3-7	<p>・容器移動</p> 
3-8	<p>・貯蔵用緩衝体アダプタの取り外し</p> 

別紙 1-2 図 貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (4/5)

No.	取扱いモード
3-9	<ul style="list-style-type: none"> ・三次蓋の取り付け、三次蓋密封確認 
3-10	<ul style="list-style-type: none"> ・容器移動 
3-11	<ul style="list-style-type: none"> ・横倒し 
3-12	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送用緩衝体の取り付け、搬出 

別紙 1-2 図 貯蔵施設内における Hitz-B69 型のハンドリングフロー例 (5/5)

バスケットの構造について

1. 概要

Hitz-B69 型のバスケットの構造について説明する。

2. 構造の概要

Hitz-B69 型のバスケットは、燃料集合体を収納する炭素鋼製のコンパートメント（以下、角チューブと同義）、臨界防止のためにコンパートメント間に配置する中性子吸収材、コンパートメント間の隙間を保持するスペーサー、これらを束ね径方向の荷重を支持するためのサポートプレート、並びに上部格子枠及び底部プレートで構成される。

Hitz-B52 型との違いとしては次のとおりである。

Hitz-B52 型は、バスケットの全長にわたり、コンパートメントで構成されており、その上部及び下部は上部プレート及び底部プレートが配置されている。一方で、Hitz-B69 型のバスケット上部構造は、全長をコンパートメントとするのではなく、コンパートメントと上部格子枠の組み合わせに変更している。Hitz-B69 型においては、キャスク重量は使用済燃料の収納体数の増加分だけ（52 体→69 体）増加することになるが、一方でキャスクの取扱制限重量は Hitz-B52 型と Hitz-B69 型で大きく変わらないことから、バスケットの重量低減を図る必要がある。そのため、全長をコンパートメントとする構造から、上部格子枠に変更することとした。上部格子枠は、燃料領域より上部に位置する使用済燃料のハンドル部及び上部構造体部分には中性子吸収材を配置する必要がないことから、主に支持機能を持つための構造に見直すことで、部材重量の低減を図ることとした。このバスケットと使用済燃料集合体との位置関係を図 別 2-1 に示す。

バスケットの全体構成は、外周のコンパートメントをサポートプレート等で結合し、上端は上部格子枠を配置し、下端は底部プレートとボルトで締結することで全体の構造を成している。サポートプレートは、分割し、クランプ及び という連結部材で サポートプレートを締結している。（以下、クランプと による締結構造をクランプ構造とする。）クランプ構造は、サポートプレートの表裏（上下）一組で、締結構造を有している。サポートプレートは 分割しているので、クランプ構造がない場合は、コンパートメント等はキャスク本体胴内のごく限定された範囲で径方向に広がる方向に変位する可能性があるが、クランプ構造を設けることによって通常取扱時の変位を拘束し、例えば 9m 落下のような大きな衝撃加速度が発生する場合には、コンパートメント等の変位を制限することにより、コンパートメント、スペーサー及び中性子吸収材の幾何学的配置が損なわれない構造としている。

バスケットの構造を図 別 2-2 に示す。

別紙 2-1

内は商業機密のため、非公開とします。

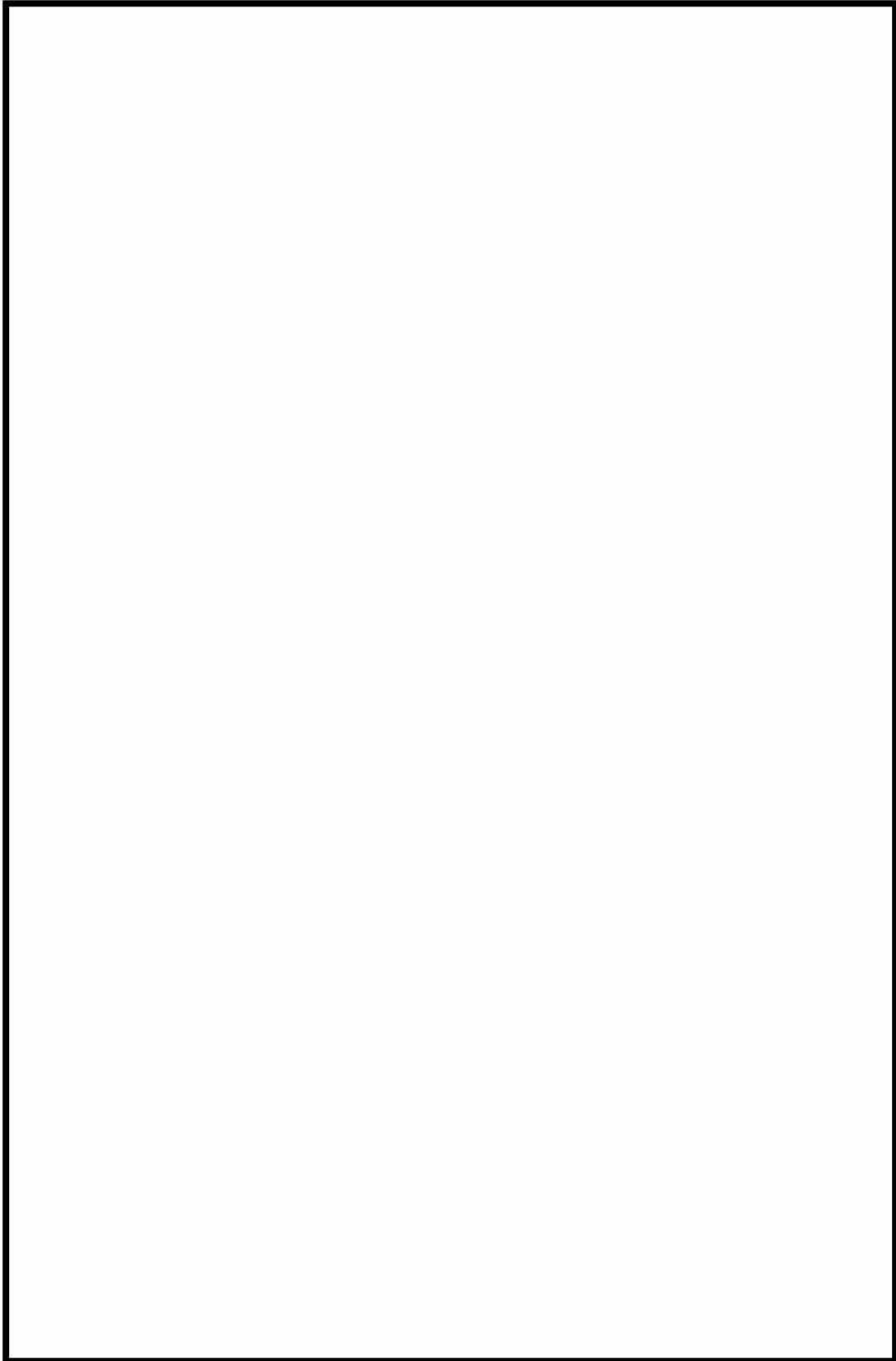



図 別 2-1 バスケットと燃料集合体関係図

別紙 2-2

 内は商業機密のため、非公開とします。

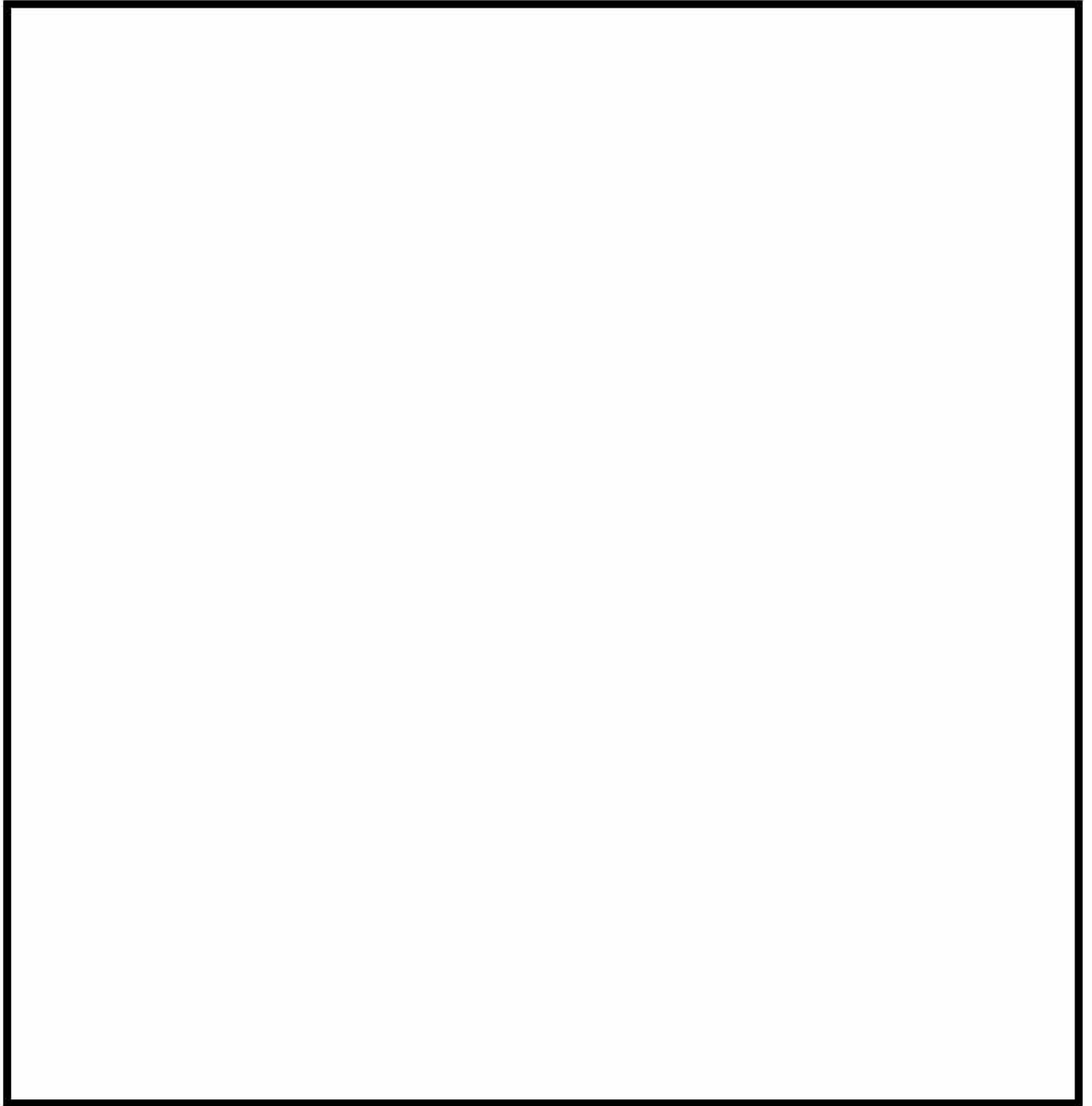


図 別 2-2 (1/2) バスケットの構造

別紙 2-3



内は商業機密のため、非公開とします。

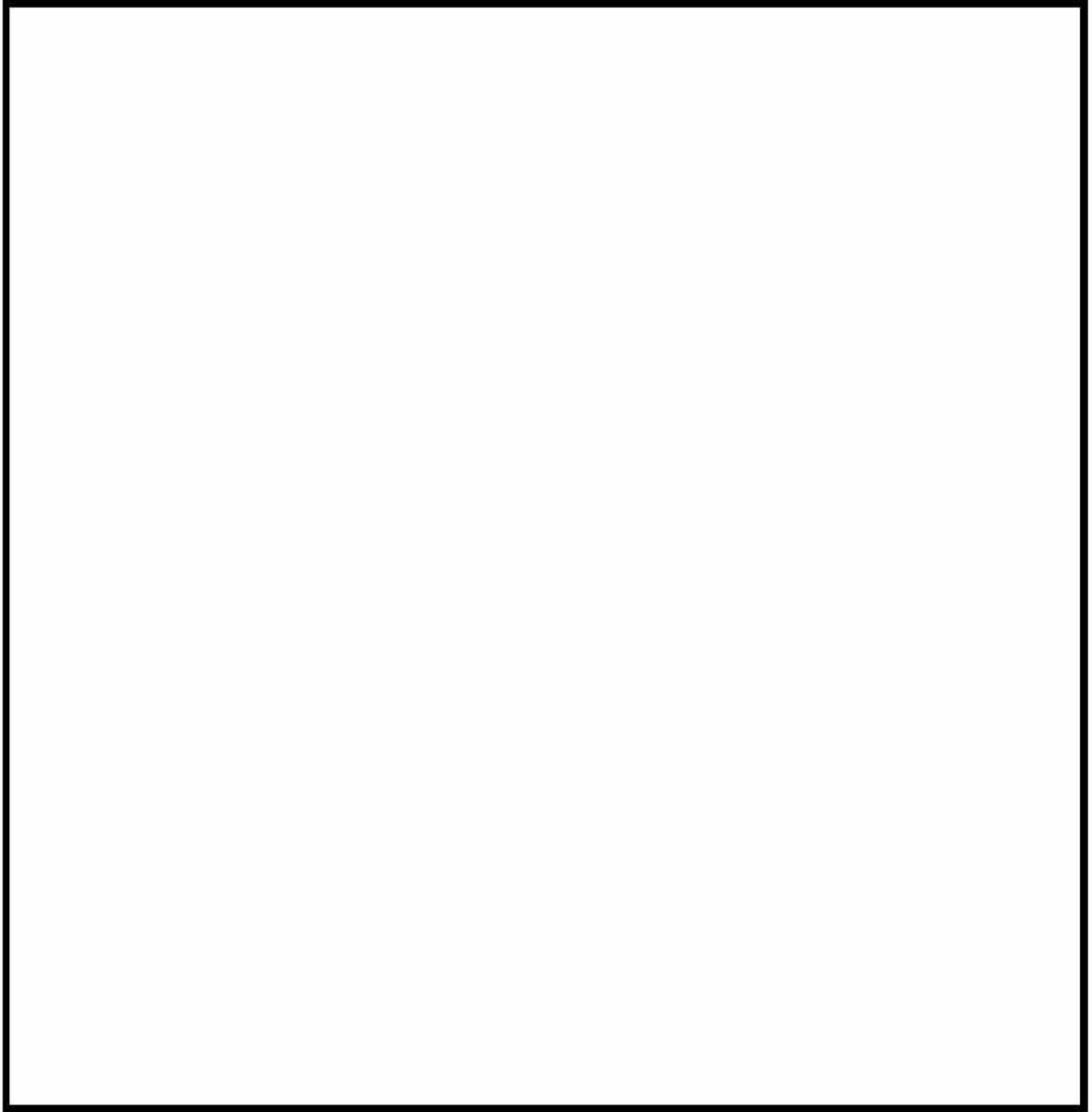


図 別 2-2 (2/2) バスケットの構造

別紙 2-4



内は商業機密のため、非公開とします。

3. クランプ構造について

クランプ構造は、分割したサポートプレートを締結するための構造体であり、及びクランプの各部品により構成される。は、分割されたサポートプレートの一対がサポートプレートを上下に貫通した構造で、サポートプレートはクランプは一対の

クランプ自体はボルトによりに固定される構造である。

このクランプ構造部は、バスケットの構造強度解析ではサポートプレートを締結する要素として、解析モデルでは、でモデル化している。これは、Hitz-B52型と同様の設計方針であり、「Doc No. MA035A-RD-X04 Rev.0、Hitz-B52型のバスケットの概要」で説明している。

Hitz-B52型では、クランプはバスケット外側から挟み込む方式であるが、Hitz-B69型ではバスケット上部側及び下部側から挟み込む方式としている。これは、Hitz-B69型の燃料体数の増加によるバスケット外径や重量の増加に対し、バスケット外径や重量の低減を図るため、クランプの取付方向を見直すこととした。クランプの取付方向に違いはあるが、クランプ構造の機能や評価方法としてはHitz-B52型と同様である。

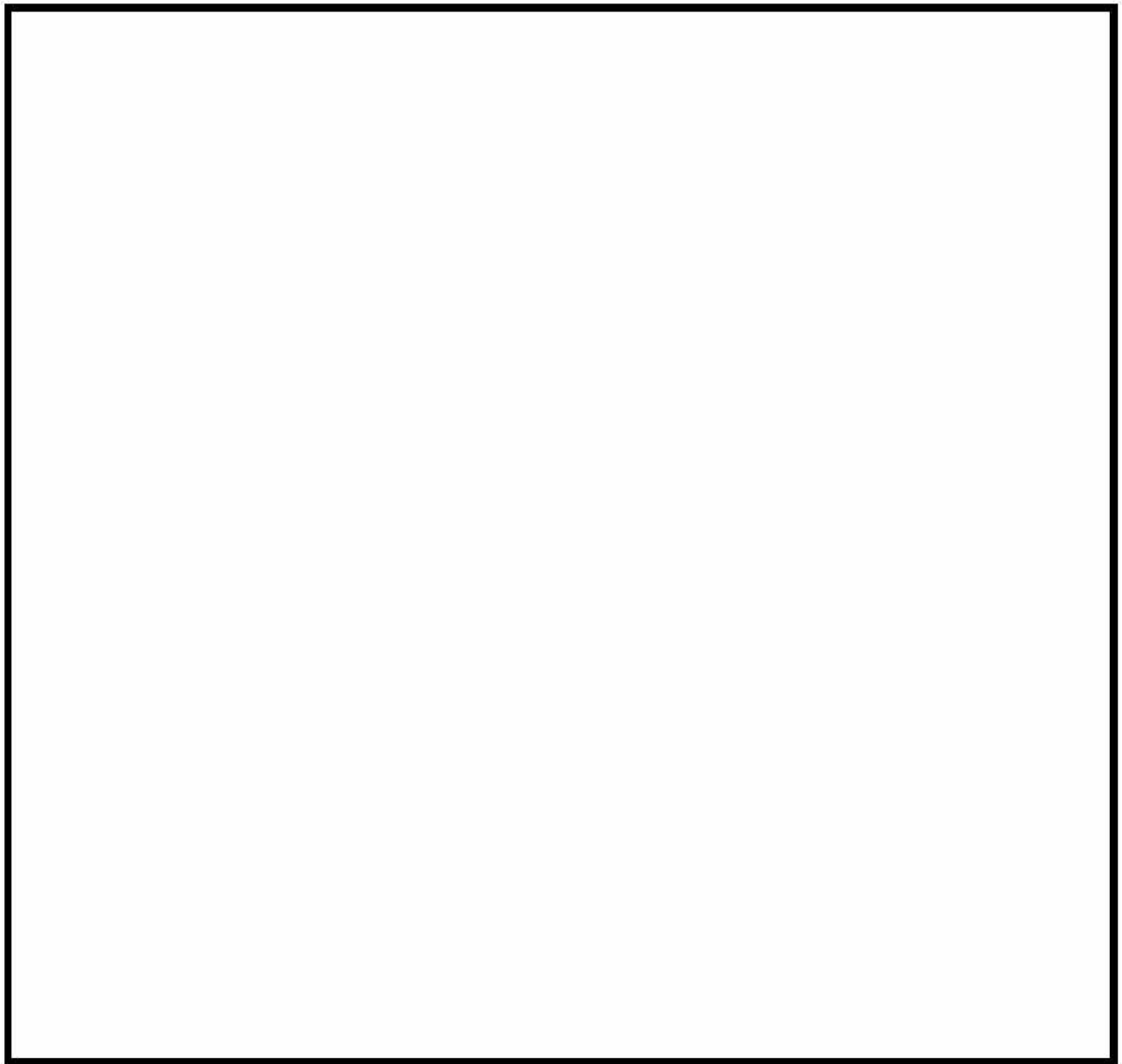



図 別 2-3 クランプ部の概要

別紙 2-6

 内は商業機密のため、非公開とします。

バスケット材料 (JIS G 3116 SG295) の適用について

1. 概要

Hitz-B69 型のバスケットの格子部に使用する材料 (JIS G 3116 SG295) について説明する。

JSME S FA1-2007 金属キャスク構造規格 (2007 年版) では、バスケット材として使用できる炭素鋼としては JIS G 3118 が規定されていることから、Hitz-B52 型は同材料を適用している。Hitz-B69 型においては、キャスク重量は使用済燃料の収納体数の増加 (52 体→69 体) に伴い増加することになるが、一方でキャスクの取扱制限重量は Hitz-B52 型と Hitz-B69 型で大きく変わらないことから、バスケット格子に使用する材料として、JIS G 3118 の板厚制限 6mm 以下となる JIS G 3116 (板厚は 1.6mm 以上、6mm 以下) を使用することで、バスケットの重量低減を図ることとした。

ここで、JSME S NJ1-2012 材料規格 (2012 年版) では、同規格 Part 2 第 1 章表 1 「使用する材料の規格」に規定されていない材料に対して、同規格添付 1 「新規材料ガイドライン」に従いデータを整備することで、本規格に登録する方法が規定されていることから、この「新規材料ガイドライン」に従って評価することで、バスケット材として使用できることを確認した。

2. SG295 のバスケット材料への適用性

Hitz-B69 型キャスクに用いるバスケット材料 (JIS G 3116 SG295) は、JSME S FA1-2007 金属キャスク構造規格 (2007 年版) に規定されていない材料であるが、JSME S NJ1-2012 材料規格 (2012 年版) の新規材料採用ガイドラインに基づいた手法で、SG295 の高温引張特性を取得し、材料規定を定めることとした。

バスケット材料への適用性としては、JSME S FA1-2007 にバスケット材料として記載のある JIS G 3118 SGV410、SGV450、SGV480 と化学成分が同等といえる熱間圧延鋼材であることから、クリープや長期健全性の観点では問題がなく、新規材料採用ガイドラインに基づいて高温引張特性を取得し、使用温度における設計降伏点等の材料規定を定めることで使用できると考えている。

同等であることを確認するため、JIS G 3118 SGV410、SGV450、SGV480 と JIS G 3116 SG295 の化学成分の比較を表 別 3-1 に示す。また、機械的特性の比較を表 別 3-2 に示す。

なお、材料規格の鋼材への共通要求事項を考慮し、Hitz-B69 型に使用する SG295 はキルド鋼から製造したものとしている。

表 別 3-1 JIS G 3118 と JIS G 3116 の化学成分の比較

規格	種類の記号	化学成分(%)				
		C	Si	Mn	P	S
JIS G 3116	SG295	≦0.20	≦0.35	≦1.00	≦0.020	≦0.020
JIS G 3118 (12.5mm 以下)	SGV410	≦0.21	0.15~0.40	0.85~1.20	≦0.020	≦0.020
	SGV450	≦0.24	0.15~0.40	0.85~1.20	≦0.020	≦0.020
	SGV480	≦0.27	0.15~0.40	0.85~1.20	≦0.020	≦0.020

表 別 3-2 JIS G 3118 と JIS G 3116 の機械的特性の比較

規格	種類の記号	降伏点又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	曲げ性	
					曲げ角度	内側半径
JIS G 3116	SG295	≧295	≧440	≧26	180°	厚さの 1.5 倍
JIS G 3118	SGV410	≧225	410~490	≧19	180°	厚さの 0.5 倍
	SGV450	≧245	450~540	≧17	180°	厚さの 0.75 倍
	SGV480	≧265	480~590	≧15	180°	厚さの 105 倍

3. 基本的安全機能への影響

SG295 は JIS G 3118 と化学成分が同等であることから、臨界防止機能、遮蔽機能及び除熱機能の評価においては同様の物性値にて評価することができる。さらに、構造評価においては、新規材料採用ガイドラインに従って適切に設定された材料規定を使用することで、JIS G 3118 を使用した場合と同様に評価をすることができる。

したがって、各解析により適切に基本的安全機能を評価ができれば、SG295 を用いることは問題ない。

4. 適用範囲

本材料を Hitz-B69 型のバスケットに適用するにあたり、本材料及びこれを使用するバスケットは以下の事項に適合すること。

- (1) 設計貯蔵期間（供用期間）は 60 年以下であること。
- (2) バスケットが収納されるキャスク本体内部には、設計期間中ヘリウムガスを封入し、不活性ガス雰囲気は維持されていること。
- (3) バスケットは耐圧構造でないこと。
- (4) 本材料はボルト材として使用しないこと。

5. 材料規定

設計貯蔵期間における設計評価に適用する材料規定を以下に示す。

JSME S NJ1-2012 材料規格（2012 年版）の新規材料採用ガイドラインに基づき、SG295 の高温引張特性を取得し、Hitz-B69 型の設計に適用するために定めた材料規定は次のとおり。

なお、 S_y 値および S_u 値については、JIS G 3116 に定められた常温の値を基準とし、各温度における強度を常温の強度で基準化したトレンド曲線による方法を用いている。

5.1 使用する材料規格

使用する材料規格は表 別 3-3 に示すものであること。

5.2 設計応力強さ

設計応力強さは表 別 3-4 の規定によること。

5.3 許容引張応力

許容引張応力は表 別 3-5 の規定によること。

5.4 設計降伏点

設計降伏点は表 別 3-6 の規定によること。

5.5 設計引張強さ

設計引張強さは表 別 3-7 の規定によること。

表 別 3-3 使用する材料規格

使用する規格		
材料の規格		記号
JIS G 3116 (2020)	高圧ガス容器用鋼板及び鋼帯	SG295

表 別 3-4 材料の各温度における設計応力強さ S_m (注 1)

単位：MPa

記号	温度 (°C)												
	-30 ~40	65	75	100	125	150	200	225	250	275	300	325	350
SG295	146	146	146	146	144	143	143	143	143	143	143	143	143

(注 1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

表 別 3-5 材料の各温度における許容引張応力 S (注 1)

単位：MPa

記号	温度 (°C)												
	-30 ~40	65	75	100	125	150	200	225	250	275	300	325	350
SG295	125	125	125	125	123	123	123	123	123	123	123	123	123

(注 1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

表 別 3-6 材料の各温度における設計降伏点 S_y (注 1)

単位：MPa

記号	温度 (°C)												
	-30 ~40	65	75	100	125	150	200	225	250	275	300	325	350
SG295	295	283	280	273	268	266	266	266	266	266	266	266	260

(注 1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

表 別 3-7 材料の各温度における設計引張強さ S_u (注 1)

単位：MPa

記号	温度 (°C)												
	-30 ~40	65	75	100	125	150	200	225	250	275	300	325	350
SG295	440	416	410	399	393	391	391	391	391	391	391	391	391

(注 1) 温度の中間における値は、比例法によって計算する。

使用済燃料収納配置の考え方について

1. 概要

Hitz-B69型はキャスクの基本的安全機能を維持するための遮蔽や除熱等の制限に対して、2項で示す収納対象燃料を適切に収納する必要があることから、使用済燃料の収納配置に制限を設けることとする。

2. 対象燃料

貯蔵の対象となる BWR 使用済燃料の種類は表 別 4-1 のとおりである。

表 別 4-1 使用済燃料の種類

使用済燃料の種類		最高燃焼度	冷却期間	燃料被覆管制限温度
a.	8×8 燃料	30,000MWd/t 以下	34 年以上	200℃
b.	新型 8×8 燃料	38,000MWd/t 以下	34 年以上	200℃
c.	新型 8×8 ジルコニウム ライナ燃料	40,000MWd/t 以下	28 年以上	300℃
d.	高燃焼度 8×8 燃料	48,000MWd/t 以下	20 年以上	300℃

3. 収納配置の方針

使用済燃料を収納するにあたり、キャスクの基本的安全機能を満足するため、そして種類の異なる燃料の効率的な運用を行うため、各使用済燃料の混載を行う。さらに対象となる使用済燃料は、組み合わせによっては中央部と外周部に燃料被覆管制限温度が異なるものを配置することから、次の基本方針に従って配置を決定している。

- ・高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合、遮蔽評価で制限値を満足するために、外周部に線源強度が低くなる燃料を混載することとする。(配置(3)及び配置(4))
- ・燃料の種類によって燃料被覆管制限温度が異なるため、燃料被覆管制限温度が低い新型 8×8 燃料もしくは 8×8 燃料を、外周部に配置する。(配置(2)及び配置(3))
- ・効率的な運用のため、燃料被覆管制限温度が低い新型 8×8 燃料及び 8×8 燃料のみ収納できる配置を準備する。(配置(1))
- ・新型 8×8 燃料もしくは 8×8 燃料を外周部に配置する場合において、除熱解析の結果、部分的に燃料被覆管温度が制限値を超えるものは、燃料被覆管制限温度が高い新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料に置き換える。(配置(3))

上記をふまえて、次の4つの配置制限を考慮する。それぞれの収納配置を図 別 4-1 から別 4-4 に示す。配置(1)から配置(4)までの、それぞれの収納配置の方針を以下に示す。

<配置(1)>

燃料被覆管制限温度が低い新型 8×8 燃料及び 8×8 燃料のみを収納するための配置である。この収納配置を図 別 4-1 に示す。

新型 8×8 燃料及び 8×8 燃料は燃料被覆管制限温度が同じであることから、収納対象となる燃料のうち、発熱量が高くなる新型 8×8 燃料で 38,000MWd/t 以下のものを中央に配置し、その他を外周部に配置することとする。

なお、外周部は、新型 8×8 燃料と 8×8 燃料のどちらでも収納できるものとする。

<配置(2)>

新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び新型 8×8 燃料を収納するための配置である。この収納配置を図 別 4-2 に示す。

一般的に、キャスク中央部のほうがキャスク周辺部に比べて温度が高くなるため、燃料被覆管制限温度が高い新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を中央部に収納し、燃料被覆管制限温度が低い新型 8×8 燃料を外周部に配置する。

なお、外周部は、新型 8×8 燃料と新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料のどちらでも収納できるものとする。

<配置(3)>

高燃焼度 8×8 燃料、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び新型 8×8 燃料を収納するための配置である。この収納配置を図 別 4-3 に示す。

配置(2)と同様に、キャスク中央部に燃料被覆管制限温度が高い高燃焼度 8×8 燃料（または新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料）を収納し、外周部に新型 8×8 燃料を収納する配置であるが、除熱解析の結果、配置(2)と比べて燃料全体の温度が高くなり、中間部（配置(2)の外周部の、最も内側の格子部分）では燃料被覆管温度が 200℃を超えることから、中間部には新型 8×8 燃料ではなく、燃料被覆管制限温度が高い新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を収納することとする。

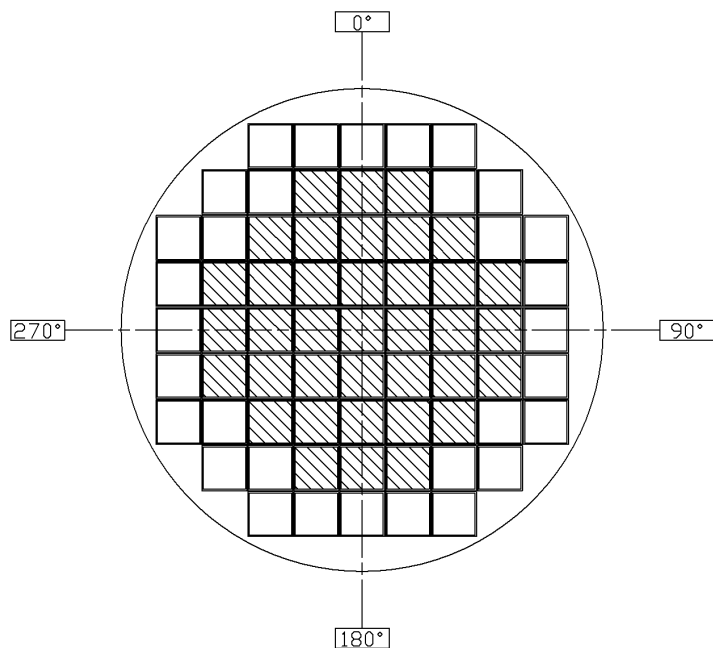
なお、中央部は、高燃焼度 8×8 燃料と新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料のどちらでも収納できるものとする。



<配置(4)>

新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納するための配置である。この収納配置を図 別 4-4 に示す。

高燃焼度 8×8 燃料の収納を考えた場合、遮蔽や除熱の制限から、収納する 69 体全数を高燃焼度 8×8 燃料とするのが難しいため、外周部には線源強度や発熱量の低くなる新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を収納する。配置(3)との違いは、外周部にも燃料被覆管制限温度が高い燃料を配置することである。

なお、中央部は、高燃焼度 8×8 燃料と新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料のどちらでも収納できるものとする。

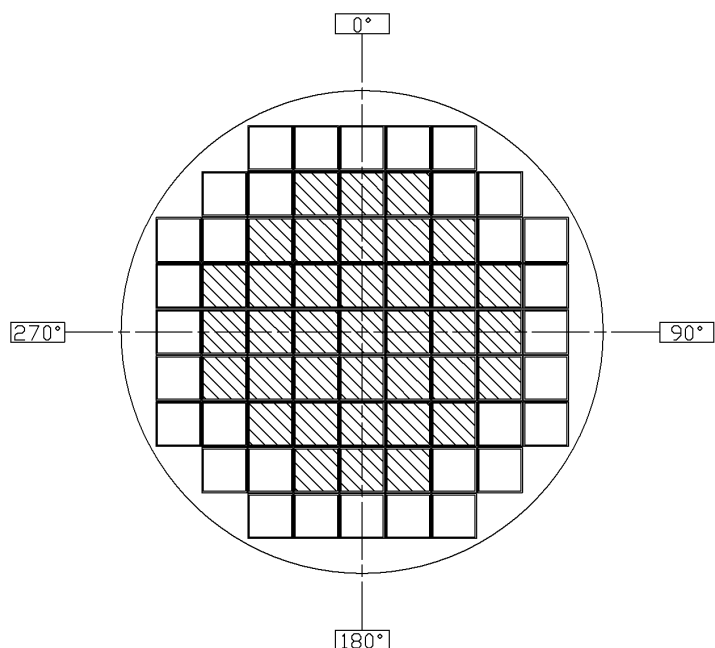


-  燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 38,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上
-  燃料種類 : 8×8 燃料又は新型 8×8 燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 30,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上

特定兼用キャスクー基当たりの平均燃焼度 : 35,000MWd/t 以下

特定兼用キャスクー基当たりの崩壊熱量 : 9.5kW 以下

図 別 4-1 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(1))
(8×8 燃料及び新型 8×8 燃料を収納する場合)

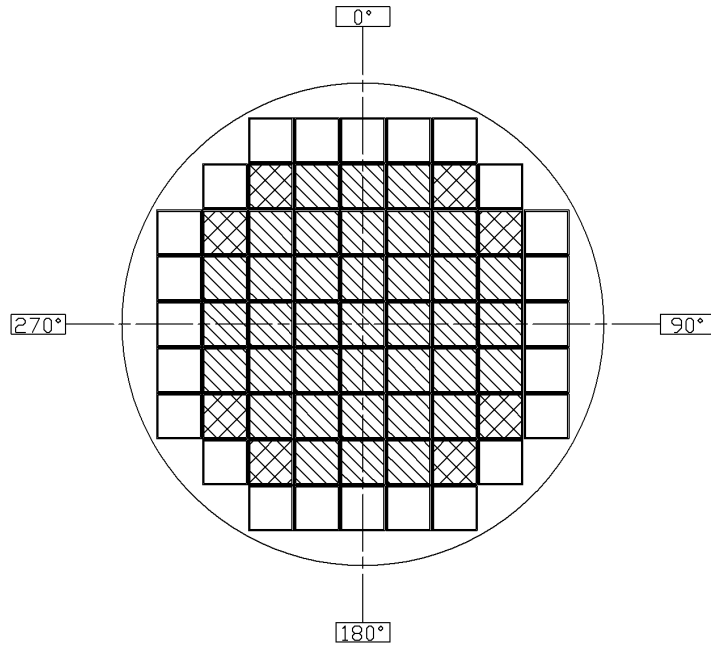





- 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 28 年以上
- 燃料種類 : 新型 8×8 燃料又は新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上 (新型 8×8 燃料)
 30 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)

特定兼用キャスク一基当たりの平均燃焼度 : 35,000MWd/t 以下

特定兼用キャスク一基当たりの崩壊熱量 : 10.5kW 以下

図 別 4-2 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(2))
 (新型 8×8 燃料及び新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料を収納する場合)

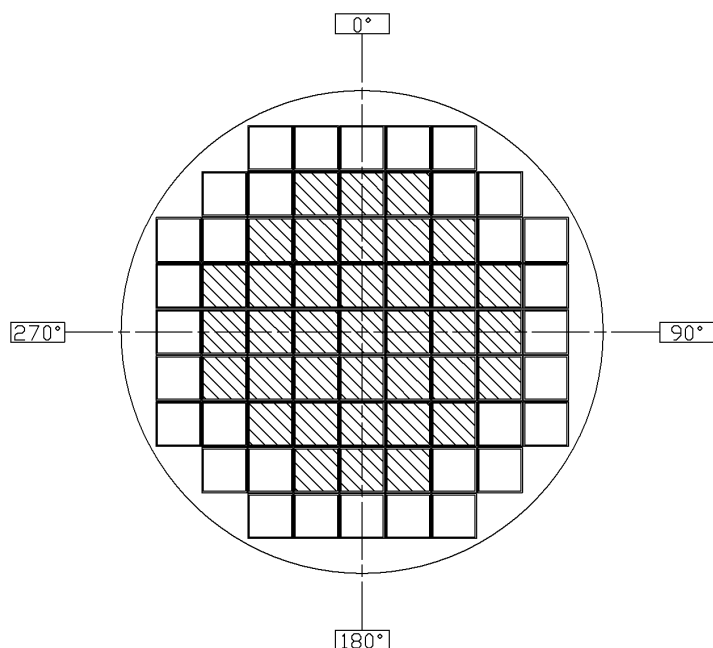




- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
 冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 8 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 30 年以上
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 燃料
 収納体数 : 24 体
 燃焼度 : 30,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 34 年以上

特定兼用キャスク一基当たりの平均燃焼度 : 38,000MWd/t 以下
 (高燃焼度 8×8 燃料の平均燃焼度を 44,000MWd/t 以下とする。)

特定兼用キャスク一基当たりの崩壊熱量 : 12.4kW 以下

図 別 4-3 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(3))
 (新型 8×8 燃料、新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合)



- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料又は高燃焼度 8×8 燃料
 収納体数 : 37 体
 燃焼度 : 40,000MWd/t 以下 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 48,000MWd/t 以下 (高燃焼度 8×8 燃料)
 冷却期間 : 28 年以上 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料)
 20 年以上 (高燃焼度 8×8 燃料)
- 
 燃料種類 : 新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料
 収納体数 : 32 体
 燃焼度 : 35,000MWd/t 以下
 冷却期間 : 30 年以上

特定兼用キャスクー基当たりの平均燃焼度 : 39,000MWd/t 以下
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の平均燃焼度を 33,000MWd/t 以下、
 高燃焼度 8×8 燃料の平均燃焼度を 44,000MWd/t 以下とする。)

特定兼用キャスクー基当たりの崩壊熱量 : 12.8kW 以下

図 別 4-4 使用済燃料集合体の収納位置条件 (配置(4))
 (新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料及び高燃焼度 8×8 燃料を収納する場合)

4. 評価の方針

各配置に対するキャスクの基本的安全機能の評価方針を表 別 4-2 に示す。

表 別 4-2 基本的安全機能の評価方針

項目	配置(1)	配置(2)	配置(3)	配置(4)
臨界防止	全数 69 体を初期濃縮度が高い高燃焼度 8×8 燃料とした保守的な条件で評価を実施			
遮蔽	配置(4)で代表	配置(4)で代表	配置(4)で代表	線源強度が最高となることから評価条件とする
除熱 (構成部材)	配置(4)で代表	配置(4)で代表	配置(4)で代表	発熱量が最大となることから評価条件とする
除熱 (燃料被覆管) ^(注 1)	評価を実施	評価を実施	評価を実施 新型 8×8 燃料が最高温度となったため、結果を記載	評価を実施 高燃焼度 8×8 燃料が最高温度となったため、結果を記載
閉じ込め	配置(4)で代表	配置(4)で代表	配置(4)で代表	構成部材温度が最高となることから、評価条件とする