

囲い部分は機微情報を含むため公開できません。

「第3図(5)第3核燃料倉庫 台車及び電動リフト使用エリア図」について

2021.11.26 MNF

保安規定「第3図(5)第3核燃料倉庫 台車及び電動リフト使用エリア図」から、ロードチャンネル用台車(5)に係る制限についての注釈(粉末輸送物に関する制限)を削除する根拠は以下のとおりです。なお、事業許可においては、第3核燃料倉庫における粉末輸送物については「Ⅱ 加工の方法」で記載されているのみ(添付1参照)で粉末輸送物に関する制限・評価は記載されていません。

第3核燃料倉庫の貯蔵室(1)には、NPC型輸送物又はTNF-XI型輸送物が一時的に置かれるが、ウラン量が多く臨界上厳しいNPC型輸送物について、7次設工認においては内容容器に75kgUO₂を設定するのではなく、理論密度10.96g/cm³のUO₂を仮定したモデルで臨界計算をしており、輸送容器の内容容器の質量制限の記載は不要となったため、削除しました。

また、設工認においては、輸送物はお互いに密着させたモデルで臨界計算しており、壁からの距離を30.5cmより小さく配置した場合には、輸送物間に隙間ができ、中性子実効増倍率が小さくなるので、壁からの距離30.5cm以上の記載は不要なので削除しました。

輸送物配列(10行14列以下)については置場の物理的スペース(7次設工認では物理的スペースに基づき10行8列で評価)から、また2段以下はクレーンの構造から担保できることから記載を削除しました。

(従前の設工認申請書(平成21年3月31日付平成21・03・05原第8号)を添付2に、7次設工認申請書を添付3に示す。)

以上

添付1 (事業許可)

た、篩分機から篩い分けされた粗粉はオーバーサイズ粉用の容器に充填し、混合工程のサンプリング台で SUS 容器に移し替え、貯蔵工程へ搬送する。篩分機から篩い分けされた微粉はアンダーサイズ粉受用の金属容器（粉末）に充填し、貯蔵工程へ搬送する。粗成型用プレスの排気中に含まれる酸化ウラン粉末は粉末集塵装置で固気分離し、金属容器（粉末）に回収し、貯蔵工程へ搬送する。金属容器（粉末）、の搬送には金属容器（粉末）台車を用いる。

(3) ウラン粉末入荷・貯蔵・出荷工程

(3-1) ウラン粉末の入荷工程

ウラン粉末の入荷工程は、以下の工程から構成される。

1) 輸送容器による酸化ウラン粉末の入荷及び輸送容器の貯蔵

事業所外から入荷する酸化ウラン粉末は輸送容器に収納して入荷し、第3核燃料倉庫又は原料貯蔵所に搬入する。第3核燃料倉庫に搬入した輸送容器は、輸送容器保管エリアへ運搬し、貯蔵する。原料貯蔵所に搬入した輸送容器は、天井走行クレーンを使用して輸送容器貯蔵枠内まで運搬し、貯蔵する。

2) 輸送容器の開梱及び SUS 容器への粉末明け替え、貯蔵

輸送容器の開梱は、第3核燃料倉庫の輸送容器保管エリアで行う。輸送容器を原料貯蔵所に貯蔵している場合は、原料貯蔵所から第3核燃料倉庫に輸送容器を運搬して開梱を行う。なお、原料貯蔵所内の輸送容器は天井走行クレーンで運搬する。輸送容器は上蓋を開梱し、取り出した輸送容器内部の収納容器を粉末容器ハンドリング装置内に搬入し、当該の収納容器の酸化ウラン粉末を SUS 容器に明け替える。SUS 容器は、粉末容器ハンドリング装置から取り出し、秤量後、スクラップ貯蔵棚（粉末用）に貯蔵する。

(3-2) ウラン粉末の貯蔵工程

ウラン粉末貯蔵工程は、以下の工程から構成される。

1) 工場棟におけるウラン粉末の貯蔵

大型粉末容器に収納した酸化ウラン粉末は、工場棟転換加工室の大型粉末容器貯蔵架台に貯蔵する。大型粉末容器の運搬には大型粉末容器用台車を使用する。転換加工工程で製造又は回収し、SUS 容器に収納したウラン粉末は、秤量後、転換加工室に設置する仕掛品貯蔵棚、スクラップ貯蔵棚（粉末用）、又は運搬台車に貯蔵する。金属容器（粉末）に収納したウラン粉末は、秤量後、転換加工室の中間仕掛品一時

4) 第2核燃料倉庫におけるウラン粉末の貯蔵

第2核燃料倉庫以外のウラン粉末貯蔵工程又は敷地内の使用施設から SUS 容器に収納した酸化ウラン粉末を受入れ、秤量後、第2核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚（粉末用）に貯蔵する。また逆に、第2核燃料倉庫から各貯蔵施設又は敷地内の使用施設へ払い出す。第2核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚（粉末用）の搬出入に伴う SUS 容器の運搬には、SUS 容器用台車を使用する。なお、スクラップ貯蔵棚（粉末用）の高所での SUS 容器の搬出入には、第2核燃料倉庫用電動リフトを使用する。なお、ウラン粉末を収納した SUS 容器の事業所内運搬を行う場合は、SUS 容器を粉末容器構内運搬車に収納して行う。

5) 第3核燃料倉庫におけるウラン粉末の貯蔵

第3核燃料倉庫以外のウラン粉末貯蔵工程又は敷地内の使用施設から SUS 容器に収納した酸化ウラン粉末を受入れ、秤量後、第3核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚（粉末用）に貯蔵する。また逆に、第3核燃料倉庫から各貯蔵施設又は敷地内の使用施設へ払い出す。第3核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚（粉末用）の搬出入に伴う SUS 容器の運搬には、SUS 容器用台車、スクラップ貯蔵棚（粉末用）のリフトを使用する。第3核燃料倉庫で貯蔵している酸化ウラン粉末をサンプリング等により非密封で取り扱う際は、粉末回収・ペレット取扱ボックスを使用する。なお、ウラン粉末を収納した SUS 容器の事業所内運搬を行う場合は、SUS 容器を粉末容器構内運搬車に収納して行う。

6) 劣化・天然ウラン倉庫におけるウラン粉末の貯蔵

劣化・天然ウラン倉庫以外のウラン粉末貯蔵工程又は敷地内の使用施設から保管容器（劣化・天然ウラン用）内に収納された劣化及び天然ウランのウラン粉末を受入れ、劣化・天然ウラン倉庫内に貯蔵する。また逆に、劣化・天然ウラン倉庫から各ウラン粉末貯蔵施設又は敷地内の使用施設へ払い出す。

(3-3) ウラン粉末の出荷工程

ウラン粉末の出荷工程は、以下の工程から構成される。

1) SUS 容器から輸送容器への梱包

第3核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚（粉末用）から酸化ウラン粉末を収納した SUS 容器を取り出し、SUS 容器用台車を使用して粉末容器ハンドリング装置まで運搬する。粉末容器ハンドリング装置に SUS 容器を搬入し、粉末容器ハンドリング装置内で SUS 容器内の酸化ウラン

粉末を輸送容器内部の収納容器に明け替え、秤量後、当該の収納容器を粉末容器ハンドリング装置から取り出し、輸送容器内に収納して梱包する。

梱包した輸送容器は出荷まで第3核燃料倉庫又は原料貯蔵所で貯蔵する。なお、事業所外から入荷した輸送容器を開梱し取り出した輸送容器内部の収納容器を、粉末容器ハンドリング装置を使用して別の輸送容器内部の収納容器に明け替える場合がある。

2) 梱包済み輸送容器の出荷

梱包済み輸送容器は第3核燃料倉庫又は原料貯蔵所から事業所外に出荷する。また、梱包済み輸送容器を、原料貯蔵所から出荷する場合は梱包済み輸送容器を原料貯蔵所へ運搬する。原料貯蔵所内は、天井走行クレーンで輸送容器を運搬し、規定の輸送容器貯蔵枠内に出荷まで貯蔵する。

(4) 成型加工工程

(4-1) 混合工程

第1系列では、酸化工程より酸化ウラン粉末を繰返し粉搬送装置(ホッパ)で運搬し、繰返し粉搬送装置に接続し、繰返し粉輸送ホッパ(1)へ気流輸送する。次に、繰返し粉輸送ホッパ(1)から繰返し粉輸送ホッパ(2)へ気流輸送する。粉末一時貯蔵棚に貯蔵されているSUS容器又は金属容器(粉末)の酸化ウラン粉末を繰返し粉輸送ホッパ(2)に供給する場合は、酸化ウラン粉末を明替えボックスから繰返し粉輸送ホッパ(2)へ気流輸送する。添加剤を繰返し粉輸送ホッパ(2)に供給する場合は、繰返し粉輸送ホッパ(2)から大型粉末容器へ直接投入するか、酸化ウラン粉末に添加剤を添加したSUS容器又は金属容器(粉末)を明替えボックスの粉末投入口に投入し、繰返し粉輸送ホッパ(2)へ気流輸送する。大型粉末容器貯蔵架台より、酸化ウラン粉末を収納した大型粉末容器又は空の大型粉末容器を、大型粉末容器用台車を使用してペレット加工室に搬入し、大型混合装置に装荷し、粉末投入するため繰返し粉輸送ホッパ(2)と接続し、酸化ウラン粉末を大型粉末容器に投入する。酸化ウラン粉末を投入した大型粉末容器を繰返し粉輸送ホッパ(2)から脱着し、蓋締め後、大型混合装置にて均一化混合を行う。繰返し粉輸送ホッパ(1)に残った酸化ウラン粉末は、繰返し粉小分けボックス内に設置したSUS容器又は金属容器(粉末)に抜き出し、秤量後、SUS容器用台車又は金属容器(粉末)用台車を使用して粉末一時貯蔵棚へ運搬し貯蔵する。

3) 第3核燃料倉庫におけるペレットの貯蔵

第3核燃料倉庫以外の貯蔵施設から金属缶に収納されたペレットを受入れ、第3核燃料倉庫に設置するペレット貯蔵棚に貯蔵する。また逆に、各貯蔵施設又は敷地内の使用施設へ払い出す。第3燃料倉庫のペレット貯蔵棚への金属缶の搬出入に伴う運搬には、金属缶用台車を使用する。また、第3核燃料倉庫での貯蔵及び払出しに伴う金属缶の事業所内運搬にはペレット構内運搬容器を使用する。

4) 劣化・天然ウラン倉庫におけるペレットの貯蔵

劣化・天然ウラン倉庫以外の貯蔵施設から搬出された劣化及び天然ウランのペレットを収納した容器を保管容器(劣化・天然ウラン用)に収納して受入れ、貯蔵する。また逆に、各貯蔵施設又は敷地内の使用施設へ払い出す。

(6-2) ペレットの出荷工程

ペレットの出荷工程は、以下の工程から構成される。

1) 金属缶から輸送容器への梱包

第3核燃料倉庫のペレット貯蔵棚で貯蔵中のペレットを収納した金属缶は、金属缶用台車に積載して粉末容器ハンドリング装置まで運搬する。粉末容器ハンドリング装置に金属缶を搬入し、金属缶内のペレットを輸送容器内部の収納容器に明け替え、秤量後、当該の収納容器を粉末容器ハンドリング装置から取り出し、輸送容器内に収納して梱包する。

2) 梱包済み輸送容器の出荷

ペレットを梱包した輸送容器は第3核燃料倉庫から事業所外へ、又は原料貯蔵所を経由して出荷する。輸送容器を原料貯蔵所経由で出荷する場合、第3核燃料倉庫から原料貯蔵所へ輸送容器を運搬し、事業所外に出荷する。なお、原料貯蔵所内は、天井走行クレーンで輸送容器を運搬し、規定の輸送容器貯蔵枠内に貯蔵する。

(7) 被覆工程

(7-1) 燃料棒組立・端栓溶接工程

燃料棒組立・端栓溶接工程は、以下の工程から構成される。

1) 燃料棒の組立

ペレットを積載したペレットトレイを仕上りペレット貯蔵棚から仕上りペレット貯蔵棚用台車あるいは運転員が必要に応じ乾燥機に

添付2
(平成21年設工認)

臨界計算番号	部屋名
2	第3核燃料倉庫 貯蔵室(1)
<p>1. 計算目的</p> <p>貯蔵室(1)内の単一ユニット間の相互干渉作用を臨界計算コードを用いて計算を行い、貯蔵室(1)内が核的に安全な配置であることを確認する。貯蔵室(1)は加工施設の変更に係る設計及び工事の方法の認可(平成16年8月5日付平成16・06・01原第8号)の添付I臨界計算番号2で既に評価しているが、スクラップ貯蔵棚(粉末用)と輸送物の中性子相互作用を保守側に評価するために、輸送物がスクラップ貯蔵棚に隣接していると仮想して再評価した。なお、より保守側の評価条件にするために、空閑水密度100℃飽和水蒸気とした。</p> <p>2. 計算モデル</p> <p>NPC型輸送物単体の計算モデルを図1に、NPC型輸送物を置いたときの貯蔵室(1)の計算モデルを図2に示す。また、TNF-XI型輸送物単体の計算モデルを図3に、TNF-XI型輸送物を置いたときの貯蔵室(1)の計算モデルを図4に示す。以下に計算モデルの設定根拠を示す。</p> <p>(1) スクラップ貯蔵棚(粉末用)(既設)</p> <p>スクラップ貯蔵棚(粉末用)は長さ2100cmで、SUS容器(直径25.1cm以下、核的制限値16.0kgU/容器)が横置き14段12列で保管されている。SUS容器の各列の容器表面間距離は30.5cm以上である。</p> <p>燃料領域は粉末容器列を包絡する直方体形状で設定した。すなわち縦横25.1cm×25.1cm、長さは2100cmとした。スクラップ貯蔵棚は14段12列であるが、粉末容器の移動を考慮して保守側に評価を行うために、14段18列とした。燃料領域各列の間隔はスクラップ貯蔵棚(粉末用)の構造を基に30.5cmとした。収納するウラン粉末の減速度は$H/U=0.5$とした。スクラップ貯蔵棚(粉末用)の計算モデルを図2に示す。(図4のスクラップ貯蔵棚(粉末用)の計算モデルは図2と同じでもある。)</p> <p>(2) 輸送物</p> <p>a) NPC型輸送物(既設)</p> <p>NPC型輸送物の鳥瞰図を図1に示す。NPC型輸送物は縦横: 高さ: の直方体であり、輸送容器内部には内容物が9本入る構造である。輸送容器内部には、内容物の緩衝材及び中性子吸収材が存在するため、容器内での燃料の位置が固定される。内容物の内部には他社粉末容器Aが3個収納される。各内容物の核燃料輸送物設計承認書(SAR)に記載された内容物の制限値は60kgUO₂である。当社では、NPC型輸送物を用いて粉末を他社に出荷する場合には、粉末容器ハンドリング装置を用いて、上述のSUS容器1缶(核的制限値16.0kgU/容器)に入った袋詰め粉末を他社粉末容器Aに袋ごと明け替えるため、内容物のウラン量はSUS容器3缶分の48.0kgU(=55kgUO₂)以下で管理さ</p>	

れている。また、発送前検査の受検データ作成のために、明替作業時に他社粉末容器 A のウラン量を全数秤量している。これにより、内容器のウラン量が制限値以下であることを確認している。

NPC 型輸送物単体の計算モデルは図 1 に示すように、各内容器間の中性子相互干渉作用を保守側に評価するために、緩衝材を考慮して上記の容器寸法よりも小さい縦横 [] 高さ [] の直方体とした。輸送物の燃料部の寸法及び配置は、SAR の記載のとおりとした。各内容器については保守側に輸送物設計承認書の [] kgUO₂ のウラン粉末を収納しているものとした。

b) TNF-XI 型輸送物 (既設)

TNF-XI 型輸送物の鳥瞰図を図 3 に示す。TNF-XI 型輸送物は縦横 [] 高さ [] の直方体であり、輸送容器内部には内容器が 4 本入る構造である。輸送容器内部には、内容器の位置固定と臨界防止のために緩衝材及び中性子吸収材が存在する。内容器の内部には他社粉末容器 B が 3 個収納される。各内容器の核燃料輸送物設計承認書(SAR)に記載された内容器の制限値は 75kgUO₂ である。当社では、TNF-XI 型輸送物を用いて粉末を他社に出荷する場合には、粉末容器ハンドリング装置を用いて、上述の SUS 容器 1 缶 (核的制限値 16.0kgU/容器) に入った袋詰め粉末を他社粉末容器 B に袋ごと明け替えるため、内容器のウラン量は SUS 容器 3 缶分の 48.0kgU (=55kgUO₂) 以下で管理されている。

また、発送前検査の受検データ作成のために、明替作業時に他社粉末容器 B のウラン量を全数秤量している。これにより、内容器のウラン量が制限値以下であることを確認している。

TNF-XI 型輸送物単体の計算モデルは図 3 に示すように、各内容器間の中性子相互干渉作用を保守側に評価するために、緩衝材を考慮して上記の容器寸法よりも小さい縦横 [] 高さ [] の直方体とした。

輸送物の燃料部の寸法及び配置は、SAR の記載のとおりとした。各内容器については保守側に輸送物設計承認書の [] UO₂ のウラン粉末を収納しているものとした。

c) 輸送物の配置

輸送物は、出荷前に貯蔵室(1)内で一時保管されている。

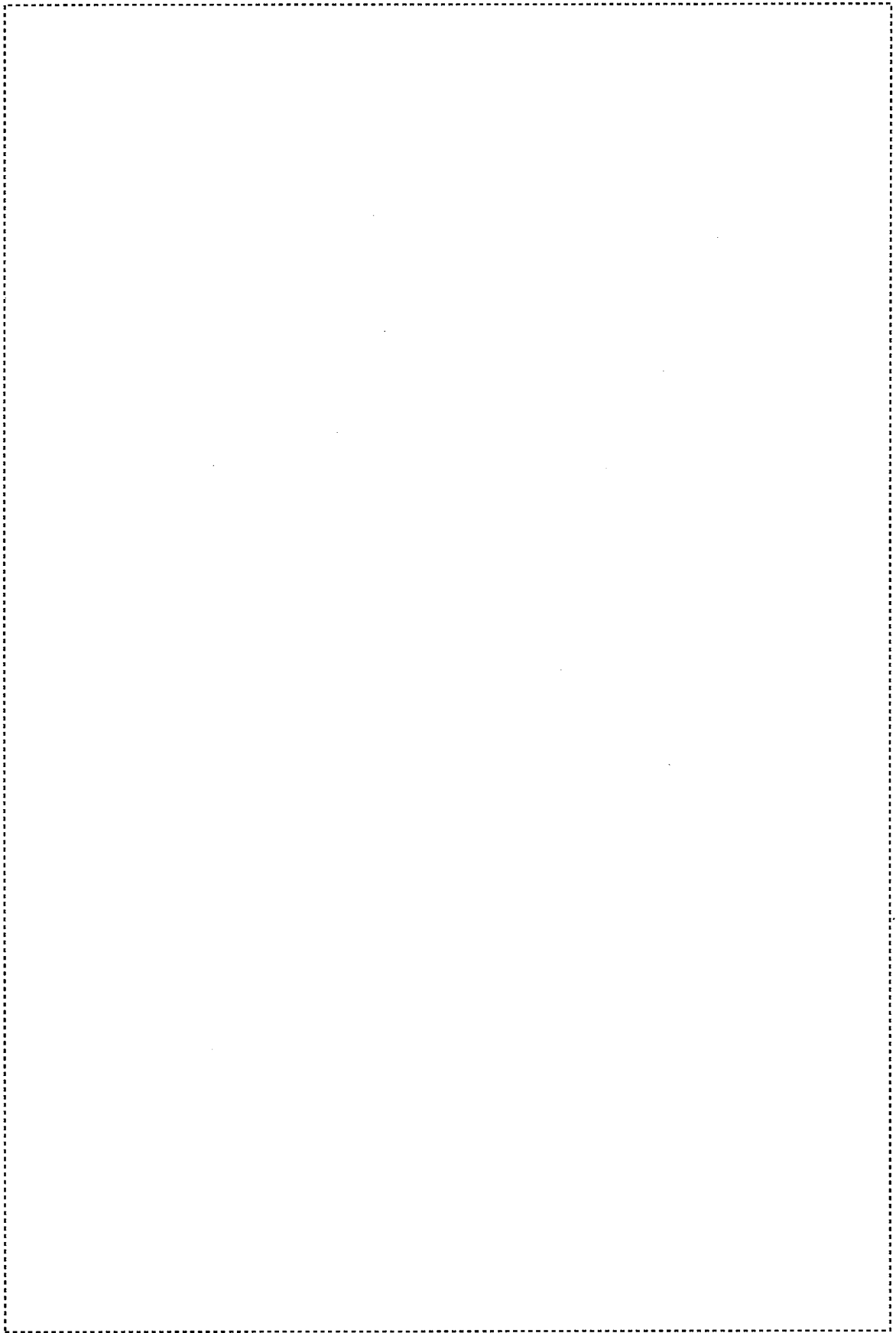
輸送物の配置の計算モデル説明図を図 5 に示す。スクラップ貯蔵棚 (粉末用) と輸送物の間の中性子相互作用を保守側に評価するために、輸送物がスクラップ貯蔵棚 (粉末用) に隣接しているものと仮想して 10 行 14 列 2 段積みで評価を行った。

(4)その他

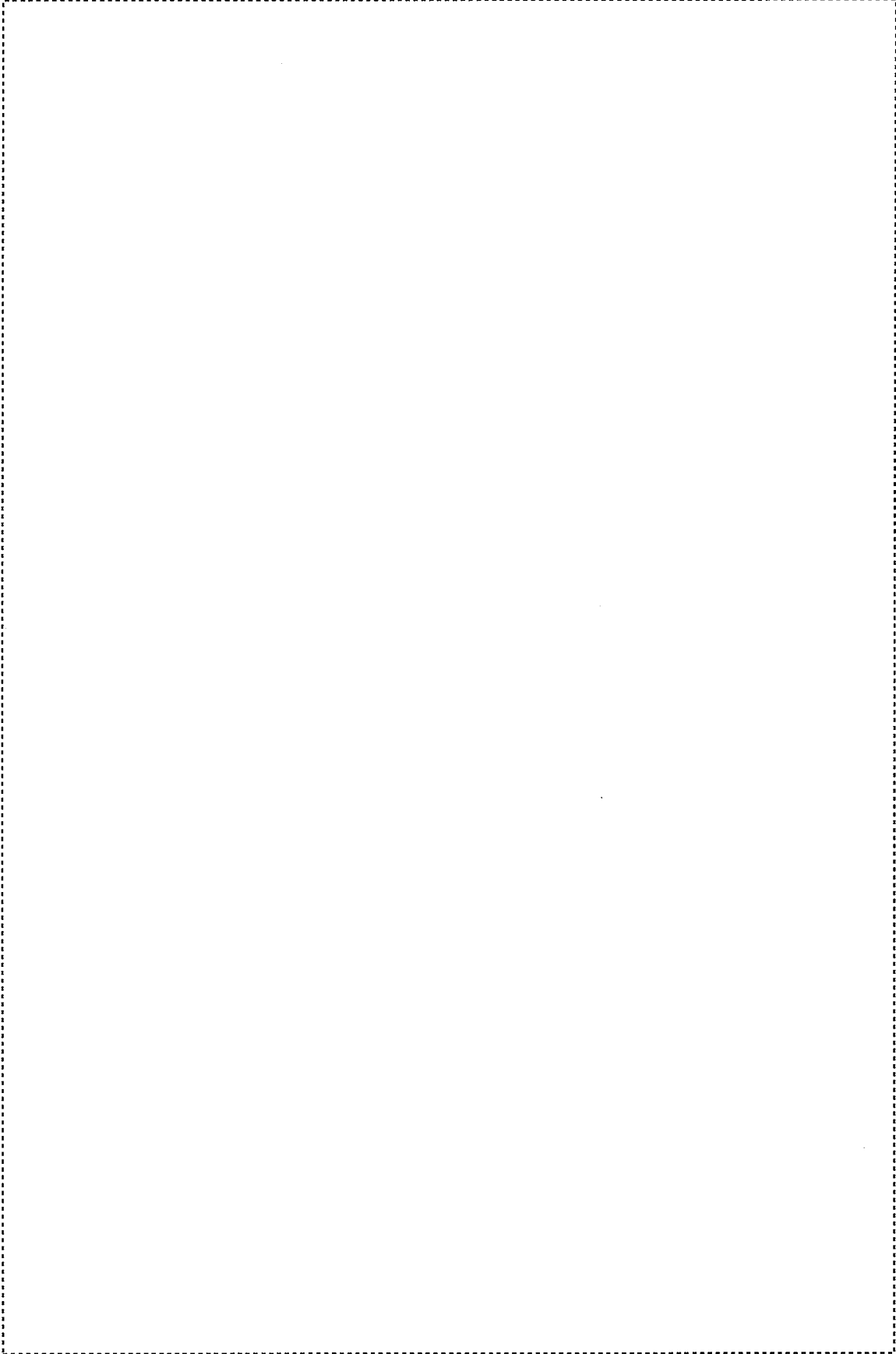
中性子の反射条件として、建屋外壁、貯蔵室(1)と作業室(1)・貯蔵室(2)を隔てる壁、貯蔵室(1)と前室を隔てる壁、天井及び床をそれぞれ考慮した。建屋外壁による中性子の反射条件を保守側に評価するために、図5に示すように貯蔵室(1)の外壁はモデル上輸送物に近接させて30.5cmの位置で評価した。

3. 計算結果

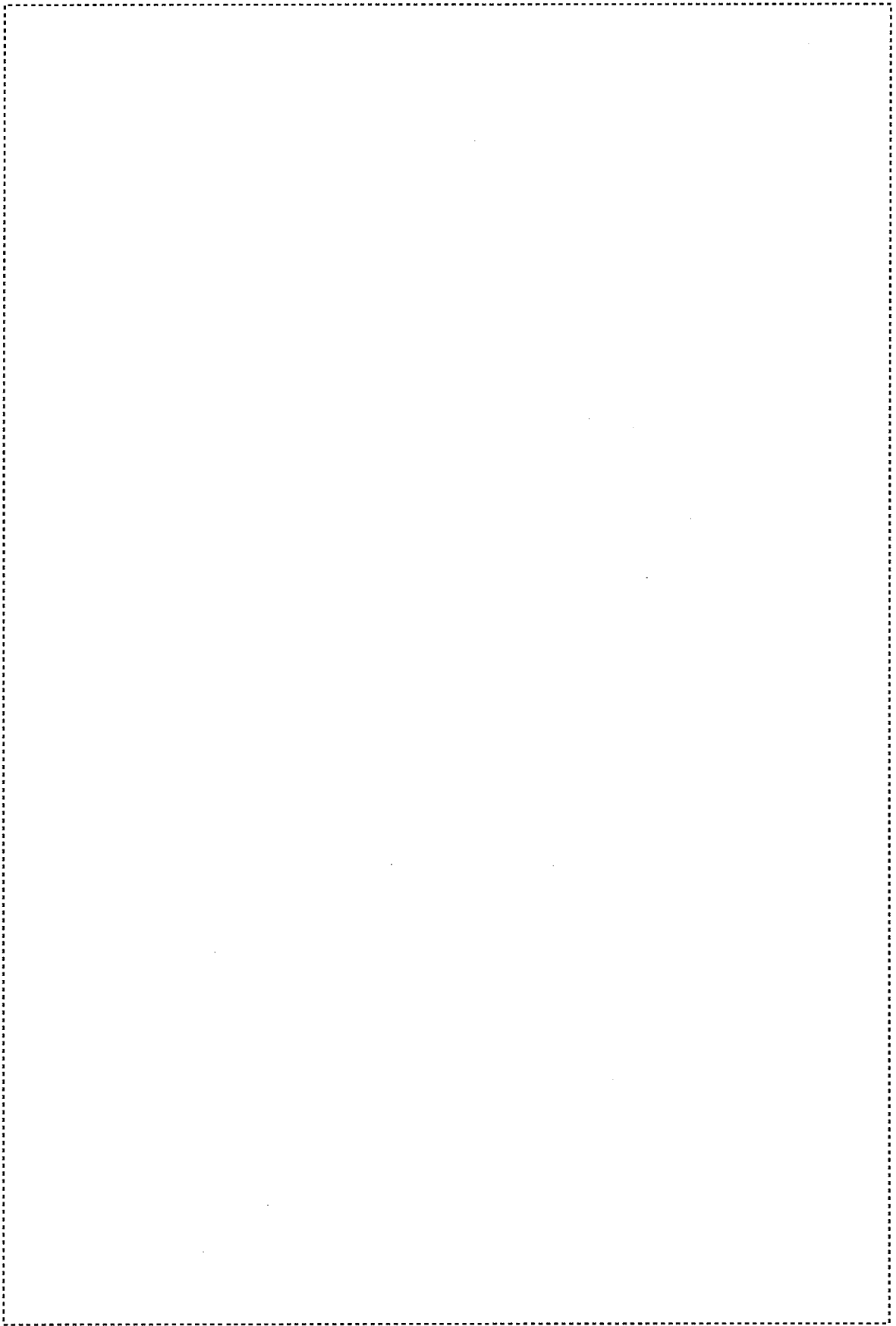
臨界計算コード(JACS コードシステム)を使用して解析を行った結果、中性子実効増倍率はNPC型輸送物では「」TNF-XI型輸送物では「」となり、中性子実効増倍率は「」を下回るので核的に安全であることが確認された。



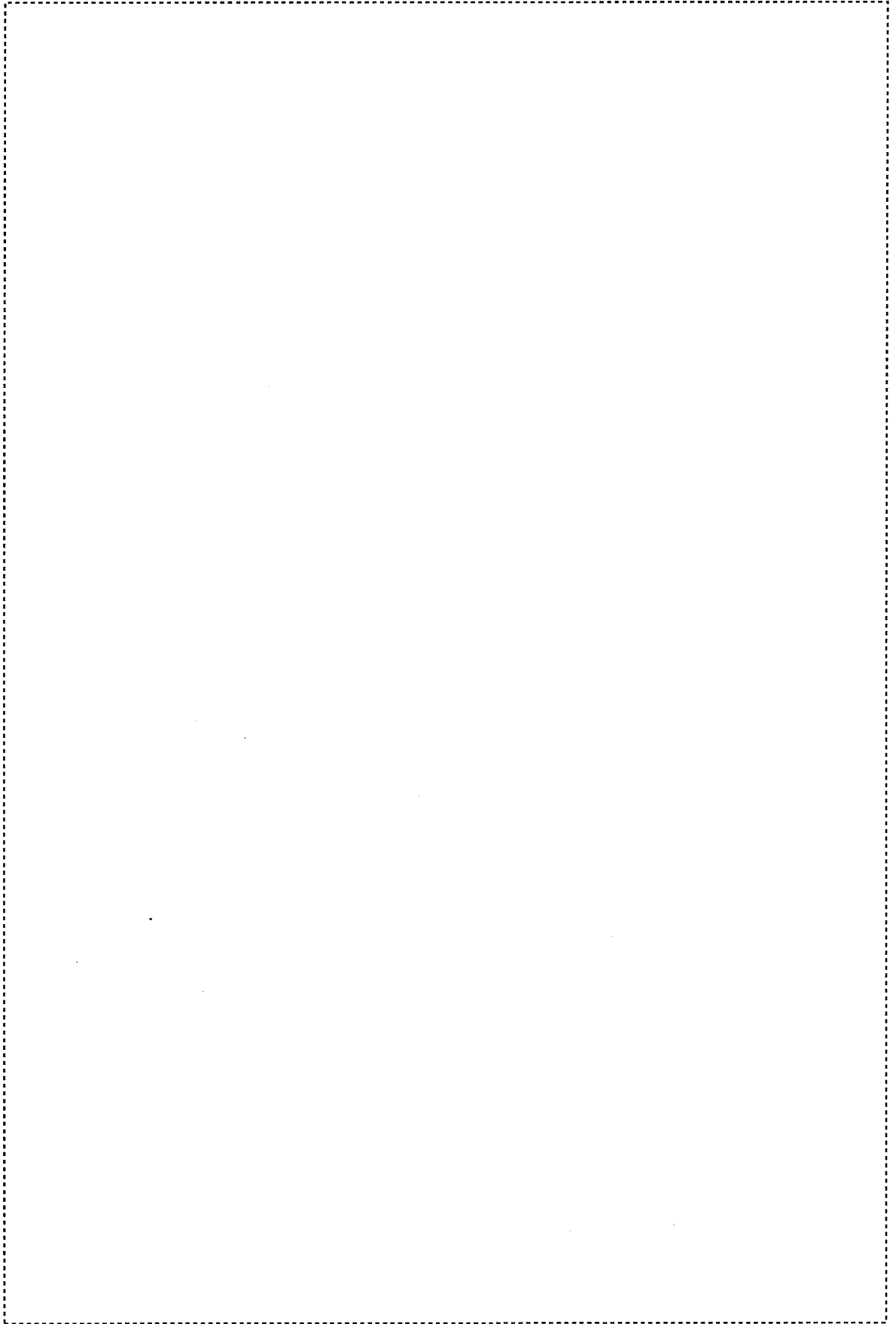
(添 I)-14



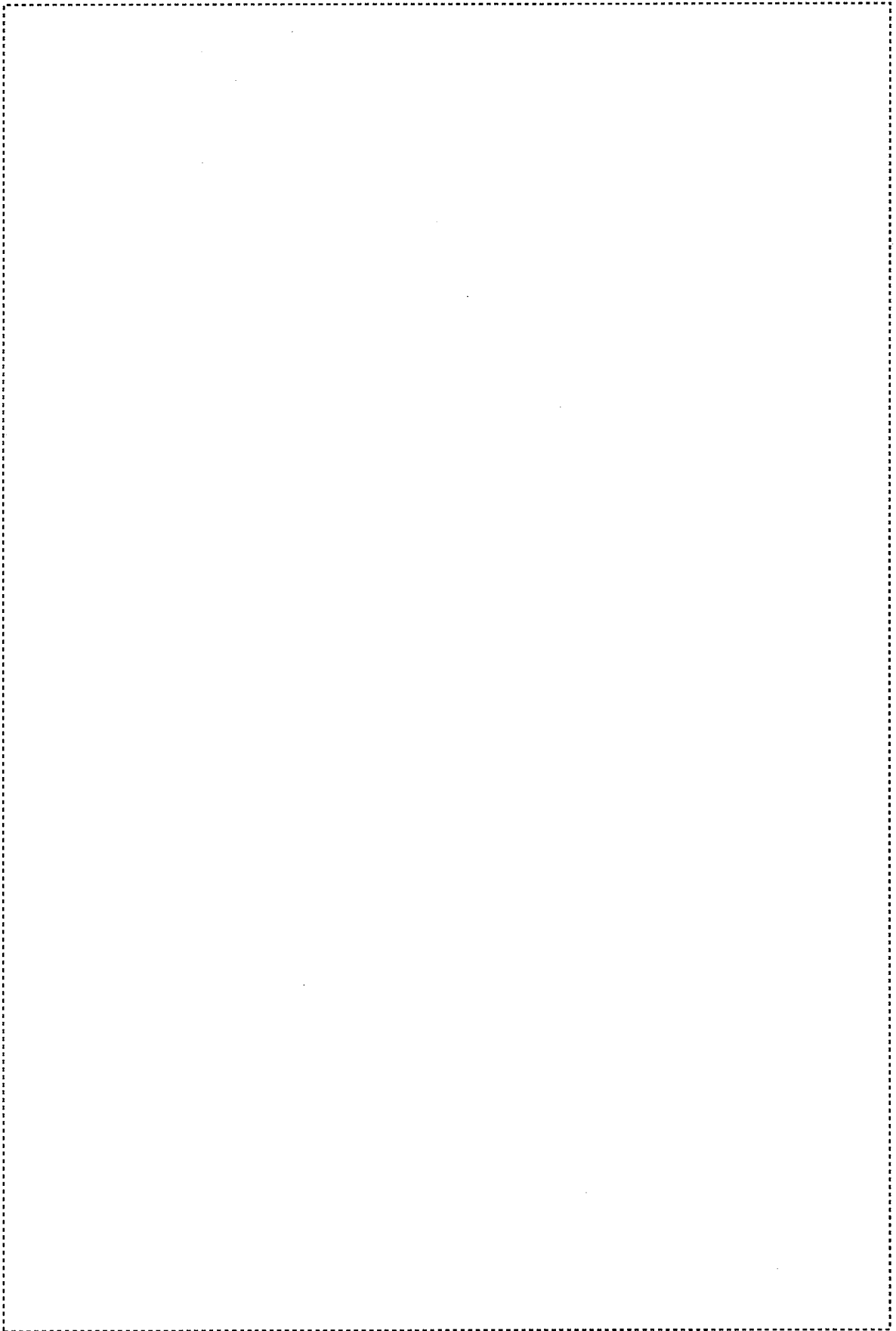
(添 I)-15



(添 I)-16



(添 I)-17



(添 I)-18

臨界計算番号 5	輸送容器内燃料の非均質状態を考慮した第 3 核燃料倉庫領域 (1)の臨界安全評価
----------	---

第 3 核燃料倉庫(1)領域における UO₂ ペレットを収納した輸送容器(NPC 型輸送容器)が保管された場合での臨界評価のモデルの確認を行う。また、第 3 核燃料倉庫(1)領域を保守的なモデルで臨界評価した場合の確認を行う。なお、TNF-XI 型輸送容器は UO₂ 粉末のみの取扱いで、既認可設工認(平成 21 年 3 月 31 日付平成 21・03・05 原第 8 号)から変更がないことから評価対象としない。

1. 計算方法

臨界計算は JACS コードシステム (MAIL、ANISN、MULTI-KENO コード*1)及び MGCL137 群ライブラリ)により実施し、中性子実効増倍率を算出した。

*1) 内藤他「MULTI-KENO:臨界安全解析用モンテカルロコード」(JAERI-M 83-049)

JAEA により開発された MULTI-KENO コードは KENO-IV コードと同等の精度を持つ。

2. 計算モデル

(1) NPC 型輸送容器内のモデル

NPC 型輸送容器のペレットの取り扱いについて、非均質体系でペレット径及びピッチをパラメータとした減速比でサーベイ評価を行うとともに、均質体系で密度に関するサーベイ計算を行い、核的に厳しいモデルを設定する。図 1 にペレット半径及びピッチを示す。

図 2 に NPC 型輸送容器のモデル図を示す。図 3 に第 3 核燃料倉庫で NPC 型輸送容器が 10 行 8 列 2 段で配置され周囲を 10cm 厚のコンクリートで囲まれた保守的なモデル図を示す。なお、NPC 型輸送容器のモデル化は容器承認での情報に基づき設定した。

$$\text{減速比} = \frac{\text{燃料領域体積} + \text{減速材領域体積}}{\text{燃料領域体積}}$$

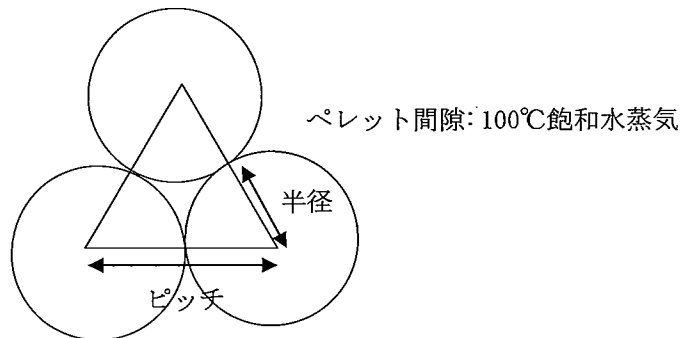


図 1 ペレット半径及びピッチ

(2) サーベイパラメータの設定

NPC 型輸送容器の非均質状態でのペレット配置は稠密格子とし、減速比 1.1、1.5 及び 2.0 とした。均質状態は、減速比 1.1、1.5 及び 2.0 での均質状態及び UO₂ が充填率 100%で存在する 4 ケースを設定した。

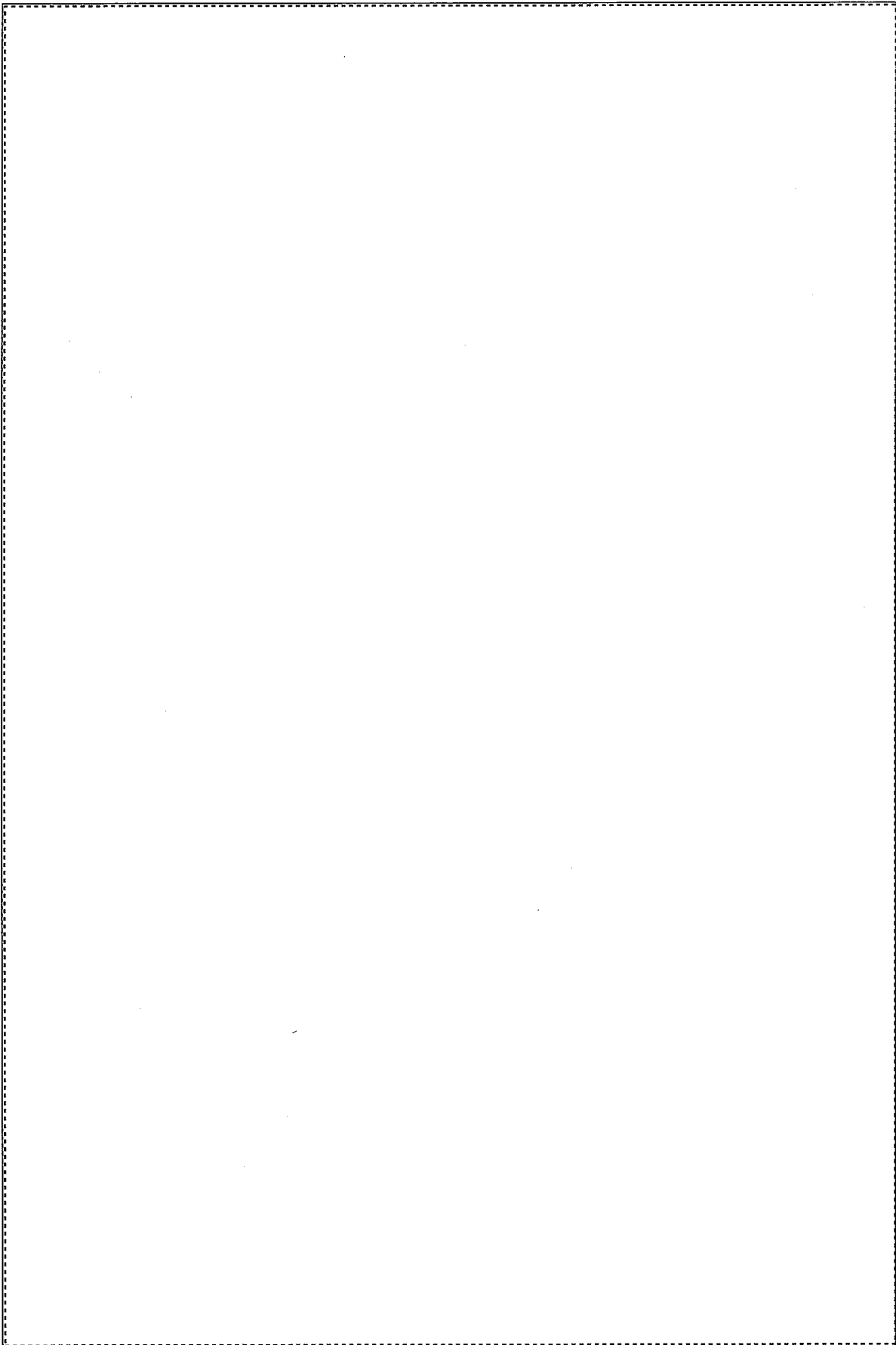
(3) 第 3 核燃料倉庫(1)領域の臨界安全評価

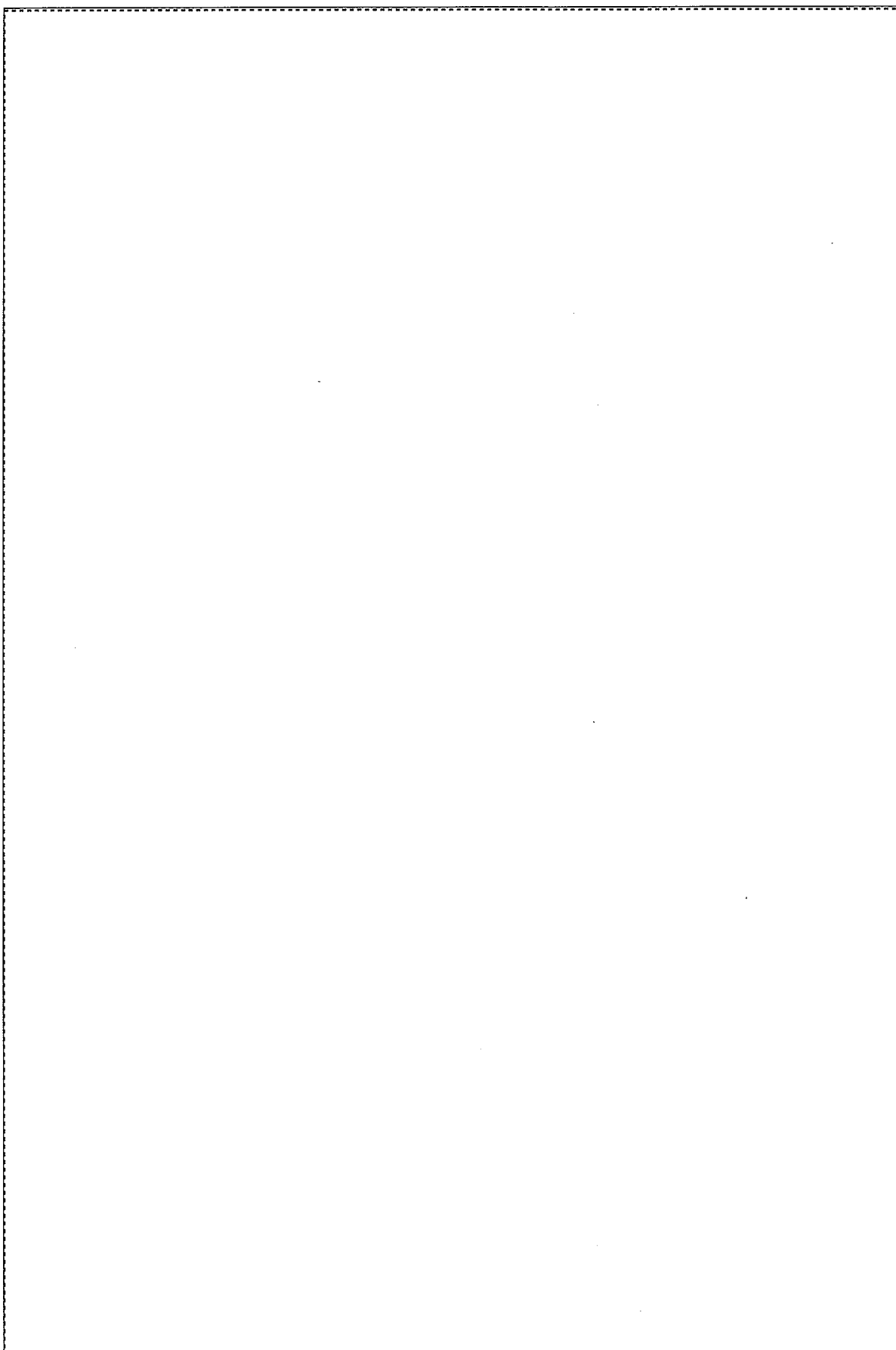
(2)項で決定した NPC 型輸送容器内のモデルを用いて、第 3 核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚

に UO_2 粉末 (H/U=0.5 含水率 1.6%) を考慮し、NPC 型輸送容器が 10 行 8 列 2 段で配置され周囲を [] 厚のコンクリートで囲まれた保守的なモデルで臨界評価をする。

また、第 3 核燃料倉庫のスクラップ貯蔵棚は水平方向に 12 列で構成される。貯蔵棚は 2 列、4 列、4 列、2 列で構成され、それぞれの間に容器を移動させるためのリフト部が 2 列分の空間を占めている。リフト部は SUS 容器が移動する空間であるが、この移動範囲を保守的に貯蔵棚と等価とみなして、全部で 18 列にウランが存在すると設定した。また、鉛直方向に 14 段の棚のうち、最下段からリフトが水平に突き出して容器を受け入れ、棚に引き込む構造となっている。このリフトの水平方向の移動範囲についても、ウランが常時存在するとみなした保守的なモデルとした。

また、モデル上はウランが集中的に存在する方が厳しいこととなる。クレーンにより内容物を NPC 型輸送容器から抜き出したり、入れたりする作業は、ウランが分散されることとなるため、ウランが集中的に存在する評価モデルに包含される。図 4 にモデル図を示す。





3. 計算結果

中性子実効増倍率の計算結果を図5に示す。減速比1.0、 UO_2 密度 $10.96g/cm^3$ の均質状態で、中性子実効増倍率($k_{eff}+3\sigma$) []を確認した。NPC型輸送容器を用いた評価モデルでは、非均質状態及び均質状態にかかわらず中性子実効増倍率は大きく変動しないこと、また、容器内の UO_2 充填量に中性子実効増倍率が依存することから、 UO_2 密度 $10.96g/cm^3$ の均質状態で評価することが保守的なモデルであることを確認した。

第3核燃料倉庫(1)領域のスクラップ貯蔵棚に UO_2 粉末(H/U=0.5 含水率=1.6%)を考慮し、NPC型輸送容器の内部を均質状態にしたNPC型輸送容器が10行8列2段で配置され、周囲を []厚のコンクリートで囲まれたモデルで臨界評価をした結果、中性子実効増倍率($k_{eff}+3\sigma$) []であり、臨界安全であることを確認した。

なお、図4に示した計算モデルでのNPC型輸送容器の合計ウラン量は約 []Uであり、事業許可申請で許可された第3核燃料倉庫(1)領域の最大貯蔵能力(163tonU)及び第3核燃料倉庫(2)領域の最大貯蔵能力(20tonU+3tonU)を包含している。



