

孤立系（単一ユニット）については、通常の輸送条件および特別の試験条件が課された後の輸送容器において、輸送物中に水の漏洩があることを仮定し、容器周囲に20cm以上の水反射体が付いた状態で未臨界でなければならないとしている。配列系（複数ユニット）については、中性子増倍率が最大になる配列および輸送物状態において、通常の輸送条件では輸送制限個数の5倍の個数、事故時の輸送条件下では2倍の個数の、それぞれ任意配列で周囲を20cmの水反射体で囲まれた状態で未臨界でなければならないとしている。

e) NUCLEAR CRITICALITY SAFETY CONTROL PRINCIPLES AND METHOD (DOE G 421.1-1⁶⁾ 5.6章)

DOE G 421.1-1" DOE Good Practices Guide : Criticality Safety Good Practices Program Guide for DOE Nonreactor Nuclear Facilities" は、臨界安全管理に係るDOE規則やANSI/ANS標準を適用して施設の臨界安全管理を実施する際の手引書として作成されたものであり、5.6章では、臨界安全の原則、運用及び管理方法が示されている。

臨界事故防止の基本原則は、二重偶発原理であるとし、その適用の考え方として、

- ① 2つ以上の独立した核的パラメータの管理、又は
- ② 1つの核的パラメータの多重化、多様化システムでの管理

を示している。ただし、極めて起こりにくい異常（発生頻度が $10^{-4}/y$ より小さい異常）については二重偶発原理の適用を要求していない。

また、臨界安全管理の原則と運用について以下のように示されている。

- ① 臨界安全が、経済性、生産性などの理由で損なわれてはならないこと
- ② 施設、設備の設計の初期段階において臨界事故の潜在的危険性について評価すること
- ③ 燃焼度クレジットは、燃焼度が技術的に実証できる場合等に限り適用すること
- ④ 核分裂性物質の貯蔵、特殊なアクチノイド核種の臨界安全管理、未臨界度の測定、臨界警報装置の設置に当たっては、それぞれ関連するANSI/ANS標準に適合すること
- ⑤ 工程、設備の設計に当たっては、誤操作が起こりにくい設計とすること
- ⑥ 運転開始前にプロセス解析を実施し、想定される異常時においても未臨界が維持できることを確認すること
- ⑦ 工程内の主要な条件について未臨界維持のための根拠を特定すること
- ⑧ 通常運転の制限値の設定に当たっては、プロセス変動の不確かさ等に対する安全裕度を考慮すること
- ⑨ 臨界安全評価及び臨界安全管理を不要とする核分裂性物質の量を明記すること

また、臨界安全管理において考慮すべき事項について以下のように示されている。

- ① 形状寸法管理においては、1) 形状寸法等の設定の信頼性、2) 形状寸法管理の機器から形状寸法管理されていない機器への核分裂性物質の誤移送及び逆流の防止、3) 腐食、変形、製作公差を考慮した形状寸法の設定、4) 形状寸法に影響する腐食等の監視、5) 機器の加熱/冷却用ジャケットへの核分裂性物質の漏洩、6) サ

ンプ、床ドレンの配管等への核分裂性物質の蓄積

- ② 複数ユニットの臨界安全管理においては、1)貯蔵、輸送時における設備、容器の配列及び相互間の距離、2)貯蔵ラックの地震時等の健全性
- ③ 中性子吸収材管理においては、1)中性子吸収材の効果の信頼性、2)ホウケイ酸ガラス製ラシヒリングのANSI/ANS標準への適合性、3)サンプルによる固定中性子吸収材の腐食等に対する健全性の実証、4) 異常時においても未臨界を維持できる可溶性中性子吸収材の濃度下限値の設定、5) 2つの独立した方法による可溶性中性子吸収材濃度の監視
- ④ 濃度管理においては、1)析出、相変化による反応度の上昇の可能性
- ⑤ 減速度管理においては、1)所定の減速度の範囲内であることの監視、2)物質の間隙中の減速材 (interstitial moderation) の影響、3) 水以外の減速材の影響、4) 消火設備の影響、5)所定の減速度範囲維持のための減速材侵入排除、6)消火活動時の水の影響
- ⑥ 反射条件管理においては、1)反射条件の想定の妥当性、2)人の近接を制限する反射条件管理を採用しないこと、3) 消火活動時の水の影響
- ⑦ 質量管理においては、1)過装荷、多重装荷の防止、2)二重装荷を考慮した裕度の確保、3) 物理形態、化学形態の変化による反応度の上昇の可能性
- ⑧ 容積管理においては、1)工程の運転条件、他工程との相互干渉等を考慮した容積制限値の設定
- ⑨ 濃縮度又は同位体組成管理においては、1) 設定した濃縮度又は同位体組成の運転上の根拠を明記すること

f) NUCLEAR CRITICALITY SAFETY DESIGN AND ANALYSIS GUIDELINES (DOE G 421.1-1⁶⁾ 5.7章)

DOE G 421.1-1の5.7章では、臨界安全管理に係る設計及び解析のガイドラインが示されており、この中で、臨界安全設計の基本的な目標 (objectives) として下記の6つが提示されている。

- (目標1) より望ましい手段を優先的に採用する。各種の臨界安全管理方法を実現するための設計／運転の手段としては、①静的かつ物的な手段 (passive-engineered)、②動的かつ物的な手段 (active-engineered) 及び③人的な手段(administrative)の3つがあり、①、②、③の順で望ましい。
- (目標2) 潜在的な事故に至るシナリオを特定する。
- (目標3) 可能な限り臨界事故に至るシナリオを排除する。
- (目標4) 臨界事故のリスクが受容できるような小さいものであることを示す。
- (目標5) 設定した臨界安全管理が実施可能であることを評価する。臨界事故防止のための「バリア」として特定した手段については、高い信頼性が維持できることを確認する。
- (目標6) 臨界安全管理に係る設計内容を文書化する。

参考文献

- 1) “臨界安全ハンドブック”，科学技術庁原子力安全局核燃料規制課編，につかん書房 (1988).
- 2) “臨界安全ハンドブック第2版”，JAERI-1340 (1999).

- 3) “核燃料の臨界安全”，(財)原子力安全研究協会 (1984).
- 4) “MOX取扱施設臨界安全ガイドブック”，動力炉・核燃料開発事業団，PNC TN1410 96-074 (1996).
- 5) “放射性物質安全輸送規則，1996年版解説（IAEA安全基準シリーズ No.ST-1）”，原子力安全技術センター (2000).
- 6) "DOE Good Practices Guide : Criticality Safety Good Practices Program Guide for DOE Nonreactor Nuclear Facilities", DOE G 421.1-1