

“統計的安全評価の実施基準：202x” 公衆審査

金子 大二郎 様ご意見への回答

2021.6.4

一般社団法人 日本原子力学会
標準委員会

頂きましたご意見についての回答を以下に示します。

<p>ご指摘の箇所： P256*, 95%信頼水準/95%累積確率 (附属書 I.2 原子炉施設の安全評価における確信度の取扱いに関する背景及び現状 * PDF ファイルの 256 枚目 (標準中のページ番号では 228 ページ)</p>	<p>コメントに対する回答</p>
<p>ご意見の内容 (黒字がコメント及び追加の説明)</p>	
<p>1) 5%の事故確率がある。津波について、その5%を0%にすることが可能な海岸堤防の型式を提案した。 意見者の論文： 土木学会全国大会，第76回年次学術講演会。原子力土木部門，原発用の想定外津波に耐える防御要件を備えた堤体断面形の基本設計 — 確率論的リスク評価法から基本設計への簡明化による原発の安全化 —，2 p，2021.03.20. 投稿済。 **</p> <p>2) 残る問題は，隠れた延長上に活断層があった場合に，想定以上の加速度による原子炉の損傷・破壊という事故だけを確率的に考慮すれば良いと考えられる。</p> <p>3) 但し，テロは別問題である。ロケット砲やミサイルは別格の対処が必要である。</p> <p>** 頂いたご意見では“第75回年次学術講演会”とされていたが，誤記と判断されたため，第76回年次学術講演会に修正</p>	<p>コメント頂き，有難うございます。以下に頂いたコメントに対する対応を示しますが，<u>標準に対する修正などの変更は行わず，現状のままとします。</u></p> <p>“統計的安全評価の実施基準：20xx の原案（公衆審査時）”（以下，“この標準”という。）では，95%累積確率／95%信頼水準（以下，“95/95”という。）のレベルを要求として規定しておらず，実施例又はよく使用される例として挙げています。しかし，今後の安全評価においては95/95を主として用いることが想定されるため，以下では95/95を念頭に説明します。</p> <p>ご指摘頂いた箇所では，統計的安全評価値の累積確率の水準及び信頼水準としての95/95について，米国の安全規則（10CFR50.46）などで容認され，その下で同国内の安全評価で用いられた実績についてまとめ，さらに欧州各国の状況を示し，95/95が一般的に用いられる水準であることを述べています。さらに，国内についても燃料被覆管の設計に係る指針で要求された例，地震起因のリスクに係る確率論的リスク評価に関する実施基準で高信頼水準低損傷確率の例を示し破損の可能性を工学的に無視し得る条件に対する判断基準としていることを記載しています。</p>

その後、上記コメントの内容確認の問合せに対し、追加の説明が次のとおりありました。

1. 土木学会原子力土木部門に投稿しました文献を添付ファイルで送ります。

その中に、崩壊しない津波海岸堤防の設計の考え方が記載してあります。

統計論的設計法ではなく、決定論的設計にすることが可能なのです。

(中略。投稿状況に係る説明箇所のため)

2. 現在の原発工事済みの津波海岸堤防についても、同じ発想の補強によって強化された構造体にする方法が可能であろうと考えています。

しかし、検討はしていますが現場の施工断面を詳しく把握しないと対策が取りにくいのです。

当該の箇所では、これらの状況を踏まえ、国内で実績のある事象カテゴリの区分などの下で実施する統計的安全評価においては 95/95 が“判断基準を超えないことを高い確率をもって示す”ことの具体的設定値として採用することは、これまでの安全評価の考え方と相反しないものと考えられる”としています。

また、95/95 を用いることで統計的安全評価値を超える安全評価パラメータの値が 5%の確率で存在し得ます。しかし、このことは当該の安全評価を通じて設計の妥当性が確認される機器などによって確保される燃料被覆管の安全機能が5%の確率で喪失することにつながるものではありません。

以下、上記中の“燃料被覆管の安全機能が 5%の確率で喪失することにつながるものではない”ことについて説明します。

まず、安全評価の実施目的を述べます。

この標準が規定する統計的安全評価の適用対象となる事象は内的事象である運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故です。これらに対し、燃料被覆管の閉込め機能、冷却機能などの安全機能の維持を図るため、

- ・ 運転時の異常な過渡変化に対しては燃料被覆管の健全性
- ・ 設計基準事故に対しては燃料被覆管の損傷後の冷却可能形状

をそれぞれ確保することを目的として、原子炉施設に設置される原子炉停止系、非常用炉心冷却系などの安全保護系、原子炉保護設備、工学的安全施設などの構成、機能・性能、動作条件などの設計の基本方針の妥当性を安全評価によって確認しています。

このように、統計的安全評価は、(頂いたご意見にある頑健な堤体の設計と同じ方向の対策につながる) 燃料被覆管の構造上の頑健化を目指すために実施するのではなく、安全保護系、原子炉保護設備、工学的安全施設などの設計の妥当性を、燃料被覆管の安全機能の

確保の観点から確認するために実施するものです。

続いて、図を用いて、95/95の統計的安全評価値を用いることが、燃料被覆管の安全機能が5%の確率で喪失することにつながるものでないことを説明します。

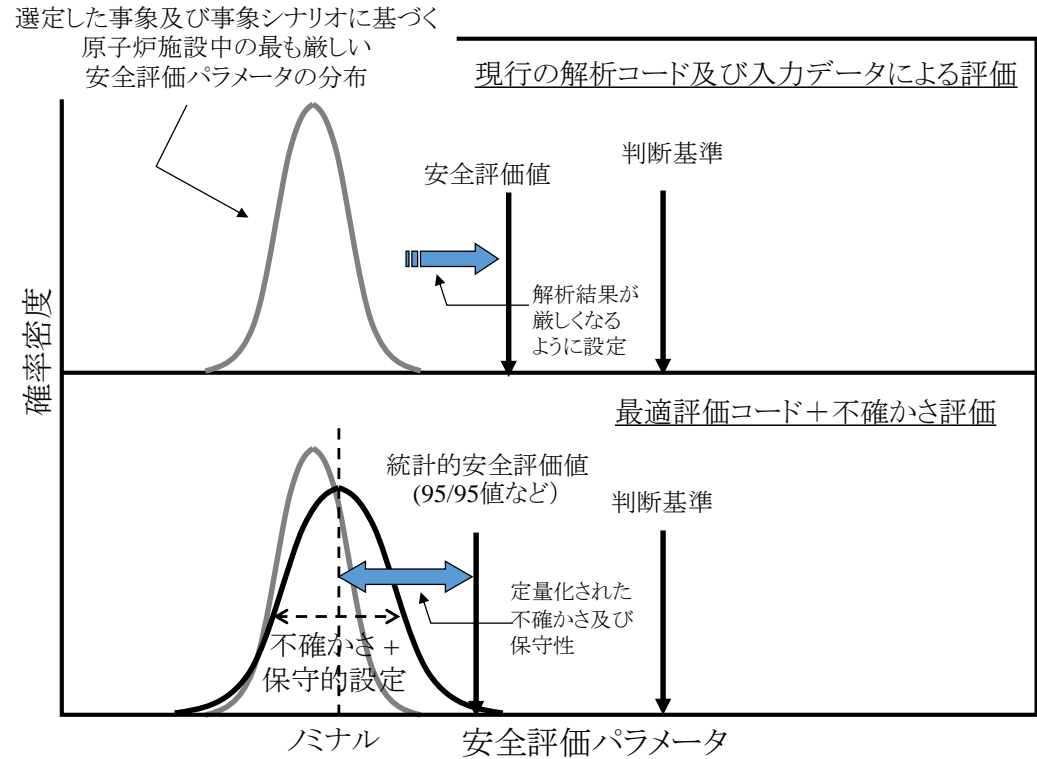


図 H.1 現行の解析手法と（最適評価コード+不確かさ評価）の保守的な設定の方法の比較

図 H.1 は、この標準の附属書 H に掲げた図であり、従来の安全評価（頂いたコメントで

基本設計又は決定論的設計としているものに相当と統計的安全評価（構造計算における信頼性設計又は頂いたコメントで統計論的設計法としているものに相当）との間で、原子炉施設で実際に生じ得る安全評価パラメータの値の分布（グレーの分布）と安全評価値との関係、及び安全評価値と燃料被覆管の許容限界に関わる判断基準との関係（両者の差が安全余裕に相当）を示したものです。

統計的安全評価においては、**図 H.1** の下の図に示されるように、安全評価値の値が従来の安全評価の結果よりも安全余裕を増す方向に、通例、変更されますが、一方で、5%の確率で統計的安全評価値を超える安全評価値が、統計的には、あり得る状況となります。しかし、実運転で生じ得る安全評価パラメータの分布（**図 H.1** 中のグレーの分布）を考慮すると、この5%は問題とならないといえます。これは、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対する安全評価においては、実運転時に異常な過渡変化又は事故が生じるときの安全評価パラメータが取り得る分布と比較して必ず厳しい側の値を安全評価値として得るようにすること（以下、“保守性の確保”という。）が要求されており、この要求に従って安全評価を実施しているためです。この保守性の確保は次によってなされます。

- ・ 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故において厳しい側で包絡する事象を選定
- ・ 選定した事象に対し、更に事象を厳しくする付加的な要求条件の設定
- ・ 実際の運転条件を超えた厳しい側の評価条件の設定

したがって、95/95 値を統計的安全評価値とすることによって、より厳しい側の安全評価結果の存在が5%の確率で想定されるとしても、運転時の異常な過渡変化、設計基準事故のそれぞれにおいて、統計的安全評価値に基づいて妥当性を確認したそれぞれの安全保護系、原子炉保護設備、工学的安全施設などの使用の下で、現実に生じる事象によって燃料被覆管の安全機能の喪失をもたらす可能性は5%を大きく下回るといえます。このため、

95/95 の統計的安全評価値を用いることで、安全機能の設計の妥当性が担保できるとしてよいと判断しています。

なお、燃料被覆管の健全性の維持、冷却可能形状の確保のどちらに対しても、安全評価において対比される判断基準は、模擬した試験の結果に基づいて得られる限界条件よりも大きく緩和された条件、すなわち安全評価結果の安全余裕を狭める方向の条件が設定されています。(この標準の**附属書 H**の**図 H.5**中の許容限界の分布をご参照願います) このため、これらの判断基準はそれぞれ大きな保守性をもつものとなっており、現実に燃料被覆管に係る(当該の安全評価で対象とする)安全機能の喪失が生じる可能性は更に小さくなります。