

高浜発電所第1, 2号機審査資料	
資料番号	2-2 改1
提出年月日	2023年4月19日

SFP 水位低下時における不確定性に関する補足説明

関西電力株式会社

目 次

1. はじめに
2. 水位低下時における解析コード適用の妥当性について
3. 計算コードの不確定性について
4. 製作公差による不確定性について
5. まとめ

1. はじめに

本資料は未臨界性評価において、SCALE ver6.0 を水位低下時においても使用することへの妥当性及び、未臨界性評価で考慮する「解析コードに係る不確定性」、「製作公差に基づく不確定性」の水位低下時の取扱いについて補足説明するものである。

2. 水位低下時における解析コード適用の妥当性について

本解析コードの妥当性確認に選定した臨界実験のうち、部分水位で臨界となった臨界実験を第1表に示す。臨界実験においては、水位を変化させて臨界を達成させる実験は一般的であり、水位調整により臨界調整された実験は部分水位条件であるとみなすことができる。ベンチマークした臨界実験には部分水位で臨界となったケースも相当数存在しており、その EALF と C/E の関係を第1図に示す。その平均 C/E (C:計算値と E:測定値の比) は 1.0 近傍であり、特異な傾向はみられない。

また、本評価体系における EALF (Energy corresponding to the Average neutron Lethargy causing Fission:核分裂に寄与する中性子平均エネルギー) と液相部高さの関係を第2図に、妥当性確認に選定したベンチマーク実験ケースの EALF と C/E の関係を第3図に示す。妥当性確認に使用した臨界実験は本評価体系の EALF を包含している。

以上より、SFP 水位低下時に生じる、部分水位状態を含む体系の評価に本解析コードを用いることは妥当である。

3. 計算コードの不確定性について

計算コードの不確定性は、計算コードの妥当性確認に用いた臨界ベンチマーク結果の平均誤差及びその不確かさより算出している。そのため、計算コードの不確定性はどの臨界実験ベンチマークを用いて算出するかに依存するものであり、評価体系の水位に依らず一定の値となる。

本評価において計算コードの不確定性の算出に用いる臨界実験ベンチマーク結果は、本評価体系の燃料要素である F P を含まないウラン燃料の ケースを選定している。

4. 製作公差による不確定性について

塩素を考慮しない評価結果に基づき記載予定。(※見え消しは 2023 年 4 月 4 日ヒアリング時の記載)

~~「②製作公差に基づく不確定性」は計算体系において入力項目別に算出しており、ノミナル値を入力値として算出した実効増倍率に対して、製作公差の範囲で入力値を変化させた際の最大となった実効増倍率との差をその入力項目の不確定性としたものであり、水位の変動により、入力値及び不確定性は変動しうるものである。~~

~~第3図に示す通り、気相部が存在しない冠水状態から水位 1,000mm 程度までは実効増倍率が横ばいであることから、実効増倍率への寄与は液相部が支配的であると考えられる。その場合は、ノミナル値と製造公差の差により決定される不確定性についても液相部の評価結果に依存し、気相部に起因する不確定性の変動は実効増倍率への寄与と同様にわずかであると考えられ、不確定性の変動に対して実効増倍率自体の低下幅の方が大きいため、不確定性を考慮した場合でも冠水時が最も高い実効増倍率となる。~~

なお、気相部の拡大により実効増倍率が大きく低下し始める水位 1,000mm 時点での基本ケース

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

における実効増倍率は第 6 表に示す通り 0.9316 であり、不確定性 0.0104 を考慮した場合でも 0.943 であり、判定基準を満足している。

上記のとおり、気相部の実効増倍率の不確定性に起因する体系の実効増倍率変動への影響はわずかであることから、本評価モデルにおいて水位低下時に不確定性が極端に大きくはならず、冠水時の不確定性を加えた実効増倍率 0.959 よりも大きくなることはない。

5. まとめ

塩素を考慮しない評価結果に基づき記載予定。(※見え消しは 2023 年 4 月 4 日ヒアリング時の記載)

以上の通り、ベンチマーク結果から水位低下時においても本解析コードを適用することは妥当であり、不確定性についても適切に評価できており、不確定性を考慮しても冠水状態で実効増倍率が最も大きくなるという本評価結果は妥当である。

なお、今回評価した冠水状態での不確定性 0.0115 を基に気相中には塩素が加わることも考慮し、従来の未臨界性評価の不確定と同様に保守的に 0.02 と仮定した場合でも、いかなる水位においても実効増倍率が 0.98 を超えることはない。

第3表 水位調整による臨界実験 (1/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約7eV*	
解析ケース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*SFP に流入した水が局所に集中した水が局所に集中した体系での EALF

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3表 水位調整による臨界実験 (2/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3表 水位調整による臨界実験 (3/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積/燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速	減速材	—	無/軽水
水位		mm	完全喪失/冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水/コンクリート	
	EALF	eV	0.2~約7eV*	
解析ケ-	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

*SFPに流入した水が局所に集中した体系でのEALF

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3表 水位調整による臨界実験 (4/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3表 水位調整による臨界実験 (5/6)

項目		単位	燃料貯蔵設備及び燃料仕様の パラメータ範囲	
			MIN	MAX
燃料	²³⁵ U濃縮度	wt%	1.6	4.8
	Pu含有率	wt%	5.5	10.9
	燃料材径	mm	8.19	9.29
	燃料体内の減速材 体積／燃料体積	—	1.88	2.00
	被覆管外径	mm	9.5	10.72
	被覆材材質	—	ジルコニウム合金	
	燃料要素ピッチ	mm	12.6	14.3
	燃料要素配列条件	—	正方配列	
	体系条件	—	燃料体配列体系	
	減速材	減速材	—	無／軽水
水位		mm	完全喪失／冠水	
反射体	反射体材質	—	軽水／コンクリート	
EALF		eV	0.2～約7eV*	
解析 ケ- ース	実験ケース数	—	—	
	解析ケース数	—	—	
	実験施設	—	—	

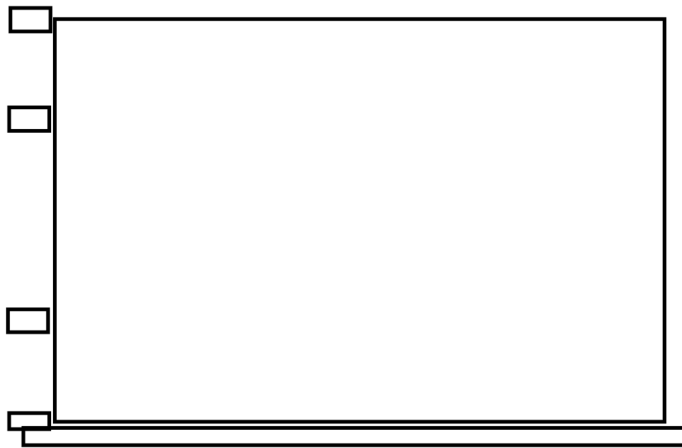
*SFPに流入した水が局所に集中した体系でのEALF

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第3表 水位調整による臨界実験 (6/6)

項目	
実験体系	
ベンチマーク 解析結果	SCALE Ver. 6.0による C/Eの平均、 σ

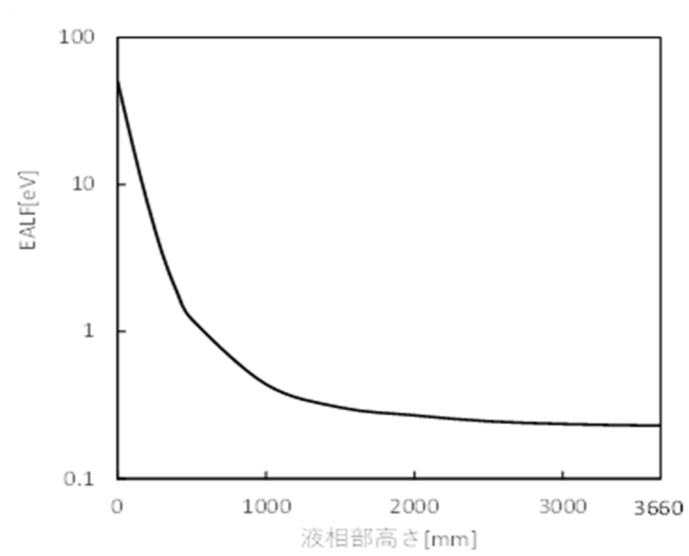
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



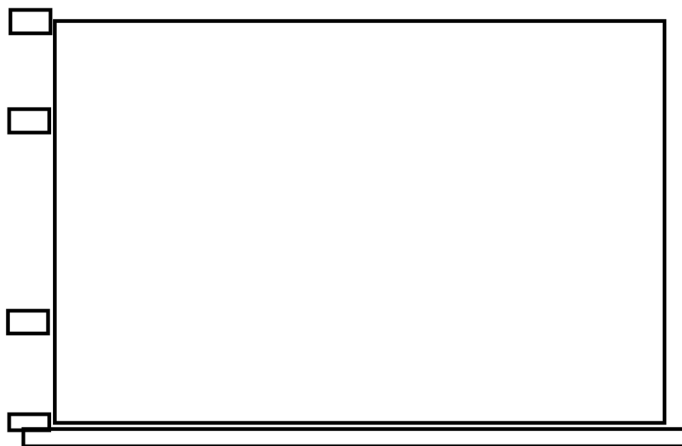
ケース数	
平均 C/E	
最大 C/E	
最小 C/E	

第1図 部分水位で臨界となったベンチマーク実験のEALFとC/Eの関係

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第2図 本評価体系における液相部高さとEALFの関係



ケース数	
平均 C/E	
最大 C/E	
最小 C/E	

※塩素を含む体系のベンチマーク ケースを除いて算出

第3図 妥当性確認に用いたベンチマーク実験のEALFとC/Eの関係

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。