

甲
B
第
117
号
証
書
第
281
号
証
書

伊方原発3号機運転差止訴訟意見書

2016年1月15日

滝谷紘一

(元原子力安全委員会事務局技術参与、工学博士)

滝谷紘一

水素爆発はないとする四国電力の主張への反論

〔目次〕

1. 四国電力の主張
2. 四国電力の主張への反論
3. 結語

文献
表・図
付録

筆者略歴

四国電力は準備書面（11）で、水素爆発の危険性があることを述べた筆者の意見書（甲231）に対して「第4 原告らの新規制基準に関する主張等への反論」の「8 本件3号炉に係る原子力規制委員会による審査に対する批判について」において反論を述べている。その反論の内容を精査すると、水素爆発の具体的危険性があることを否定する科学的、技術的論証には何らなっていないものであり、水素爆発防止対策は新規制基準に不適合である。以下にその論拠を述べる。

1. 四国電力の主張

筆者が意見書（甲231）で、「伊方3号機の水素爆発防止対策は新規制基準それ自体に適合しておらず、格納容器内での水素爆発の具体的危険性がある」ことを科学的・技術的見地から詳細に指摘したことに対して、四国電力は準備書面（11）（47～48頁）で以下に転記のとおり反論主張を行っている。（3分割、番号付けは、本意見書での論述を明確にするために筆者による。）

主張1：本件3号炉についての原子炉設置変更許可処分は、2年以上に及ぶ慎重な審査を経た上でなされたものであり、決して不十分な審査に基づくものではない。本件3号炉に係る原子力規制委員会による審査の過程においては、福島第一事故の反省等を踏まえ、地震動評価、重大事故等対処設備を用いた対策の有効性評価等における不確かさの考慮が十分なものであるかが厳しく審査された結果、多種多様な不確かさを考慮することとした。

主張2：また、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備を用いた対策の有効性評価における格納容器内の水素発生量の算定については、まず、原子力規制委員会の審査ガイド（別紙の（21））に、「原子炉容器の下部が破損するまでに全炉心内ジルコニウム量の75%が水と反応する」と想定するように定められていることを踏まえ、解析から得られる反応割合を多めに補正して75%とする保守的な評価をした上で、原子炉容器の下部に十分な水量が確保されている状況では一般的に発生しないと考えられている「熔融炉心・コンクリート相互作用」（MCCI）に伴う水素の発生をも考慮して評価を行うこととするなどした（原文のまま）。これらは、原子力規制委員会による本件3号炉に係る審査が安全側に厳しくなされたことの証左である。

主張3：ちなみに、水素爆発対策に関連して、原告らは、MCCIによるジルコニウムと水の反応量を原子力規制委員会による審査よりもさらに厳しく見

積もるべきとし、100%のジルコニウムが水と反応して水素を発生させると仮定するべきと主張するが(原告ら準備書面(45))、仮に100%のジルコニウムが水と反応することを仮定したとしても、イグナイタの効果が見込まれることから、格納容器内の水素濃度を13%未満に抑えることが可能であり、本件3号炉において水素爆発が発生することはない(乙C70(10(3))-7-2-144)。

2. 四国電力の主張への反論

(1) 四国電力の主張1について

「原子力規制委員会が2年以上に及ぶ慎重な審査を経た上でなされたものであり、決して不十分な審査に基づくものではない。」として、あたかも2年以上に及んだことを慎重な審査の証の一つとしているが、これは論理的ではない。なぜならば、全体の審査が2年以上に及んだことは、新規制基準で定めた審査項目が多々あること、及び重大事故等とその対処設備を用いた対策に関する審査は今回が原発安全審査の上で初めてであることに依っており、慎重な審査の証になるものではない。

続いて、四国電力が「重大事故等対処設備を用いた対策の有効性評価等における不確かさの考慮が十分なものであるかが厳しく審査された結果、多種多様な不確かさを考慮することとした。」と述べていることについては、原告らが問題にしているのは、まさにこの不確かさの考慮の仕方において新規制基準の判断基準を満たすために非安全側に緩和した評価を行い、それを原子力規制委員会が追認したことである。従って「不確かさの考慮が十分なものであるかが厳しく審査された」との主張は当を得ていない。

(2) 四国電力の主張2について

この主張では、筆者が指摘した「熔融炉心・コンクリート相互作用による水素発生(MCCI)の不確かさの影響評価に関して、先行した川内1・2号機の審査と同じ評価条件のもとでは、伊方3号機は水素爆轟防止判断基準を超える。」ということへの反論はまったくなされていない。すなわち、次の本件において重要な二つの評価条件

①水素除去対策として静的触媒式水素再結合装置を考慮し、水素濃度の観点で厳しくなるようにイグナイタの効果は期待しない。

②MCCIに伴う水素の発生量について、解析コードに依拠せず全炉心内のジルコニウムが水と反応すると仮定する。

のもとでは、格納容器内の水素濃度最大値は約14.5%であり、水素爆轟防

止の判断基準13%を上回ることを、すなわち新規制基準に不適合であることを四国電力は認めていることが明らかになった。

しかし、主張文の中に見過ごすことのできない誤りの言辭がある。それは、『原子炉容器の下部に十分な水量が確保されている状況では一般的に発生しないと考えられている「熔融炉心・コンクリート相互作用」(MCCI)に伴う水素の発生をも考慮して・・・』における「一般的に発生しないと考えられている」という言辭である。筆者が調査したかぎりでは、水中でのMCCIとそれに伴う水素の発生は国際的にも専門家の間での関心事の一つになっており(文献1)¹、「十分な水量が確保されている状況ではMCCIは発生しない」とする論述を目にしたことはない。また、川内1・2号機の審査終了後の記者会見で更田豊志原子力規制委員長代理は、「解析コードの成熟度がMCCIを取り扱うようなレベルに達しているという判断にはありません」と明言している(文献2)。水の有無にかかわらず、MCCIの現象把握と解析評価には大きな不確かさが伴っているのが科学技術の現状である。

さらに、四国電力自ら設置変更許可申請書添付書類十の中で、「熔融炉心とコンクリートの相互作用(MCCI)に関しては、国内外において現象の解明や評価に関する多くの活動が行われてきているが、現在においても研究段階にあり、また、実機規模での現象についてほとんど経験がなく、有効なデータが得られていないのが現状であり、不確かさが大きい現象であると言える。」と記載している(文献3)。これは、筆者が記したMCCIの現象把握とその解析評価には大きな不確かさが伴っているとの指摘とも符合している。

以上より、四国電力が反論主張の中で『原子炉容器の下部に十分な水量が確保されている状況では一般的に発生しないと考えられているMCCIに伴う水素の発生』と述べている文中の「一般的に発生しないと考えられている」という言辭は事実と反するものである。もし「一般的に発生しないと考えている」と主張するならば、それを記した公開資料の提示を求める。

次に、水中でのMCCIに伴う水素発生量の不確かさ評価に言及すると、意見書(甲231、10～11頁)に詳述したとおり、四国電力が採用した解析コードMAAPに依拠した評価は、過小評価の可能性が高い。それ故にこそ、川内1・2号機の審査では九州電力は解析コードに依拠しないで全炉心内のジルコニウム100%が水と反応すると仮定した保守的な評価を行い、原子力規制委

¹ 例示として、海外の専門家達が集まって作成した国際原子力機関IAEAの過酷事故解析手法に関する報告書(文献1)の中では、水中でのMCCIは着目すべき解析対象の一つであり、その予測には解析コード間で「驚くほどの違い」がある旨記述されている。(文献1)

員会はそれを承認したのである。それと同じ評価をすると、原子炉格納容器の体積が川内1・2号機に比べて小さい伊方3号機では、水素濃度最大値が約14.5%になり、爆轟防止基準13%を超えることになる。それゆえ、四国電力は恣意的にその評価を回避して、解析コードに依拠した水素発生量にもとづく非保守的、非安全側の評価にとどめ、原子力規制委員会はそれを追認する甘い審査をしたと推認する。従って、四国電力の主張2の文末にある「原子力規制委員会による本件3号炉に係る審査が安全側に厳しくなされたことの証左である。」との主張は失当である。

(3) 四国電力の主張3について

原告らによる「不確かさの影響評価として、川内1・2号機の審査と同じく100%のジルコニウムが水と反応することを仮定すべきである」との主張に関して、四国電力は「仮に100%のジルコニウムが水と反応することを仮定したとしても、イグナイタの効果が見込まれることから、格納容器内の水素濃度を13%未満に抑えることが可能であり、本件3号炉において水素爆発が発生することはない。」と述べていることには、安全評価を厳しく行う上で考慮に入れるべき設備についての問題がある。

設置変更許可申請書添付書類十の「7.2.4.2 格納容器破損防止対策の有効性評価」の「(2)有効性評価の条件 b. 重大事故等対策に関連する機器条件」には、水素濃度低減対策として、「静的触媒式水素再結合装置のみを考慮する。イグナイタは、水素濃度の観点で厳しくなるようにその効果は期待しないものとする。」と記載されている(文献4)。このような考慮する機器条件の設定は、安全評価を厳しく行う上できわめて妥当なものである。何故ならば、静的触媒式水素再結合装置は運転員操作及び電源がまったく不要であるために作動の信頼性が高いのに対して、イグナイタは運転員による起動操作及び電源が不可欠であるために運転員の対応ミスや全動力電源喪失等の影響を受けて作動の信頼性が劣るからである。この考慮する機器条件の設定は、ジルコニウムのどれだけが水と反応するかによらず守られなければならない。

それにもかかわらず、四国電力は100%のジルコニウムが水と反応する場合の評価においてはイグナイタの効果を見込む評価を行っている。それは自ら設定した厳しい安全評価の前提条件を逸脱するものであり、不合理である。

さらにイグナイタ機能に依拠した水素濃度の解析自体に関わる問題として、イグナイタの効果を見込む水素濃度低減の評価には解析コードGOTHICが用いられているが、その解析コードの検証が公開されていないのである。その証

左を表 1 に示す（文献 5 にある GOTHIC コードの説明書から転載）。同表では解析解による水素燃焼モデルの検証結果は「機密に属する」として白抜きにされ、第三者に対する透明性と説明性を欠いている。評価結果の信憑性を示す上で不可欠である解析コードの検証の中身を「機密」として公開しないことは、まったく不可解である。表のすぐ上にある文中にあるように水素燃焼時の温度と圧力に関して何らかの検証をしていたとしても、その情報が公開されないかぎり第三者にとっては検証がなされていないと評せざるを得ない。また、同資料中には、水素爆轟発生の有無の判断上最も肝心である格納容器内の水素濃度とその空間分布の検証の実施については何も述べられていない。従って、イグナイタの効果に関する解析結果の信憑性の裏付けはないのである。

以上の精査から、「イグナイタの効果が見込まれることから、格納容器内の水素濃度を 13%未満に抑えることが可能である。」とする四国電力の主張は、厳しい安全評価の上からは失当である。

3. 結語

筆者の意見書で「伊方 3 号機は、川内原発 1・2 号機の審査における溶融炉心・コンクリート相互作用による水素発生の不確かさの影響評価と同じ様に、全炉心内のジルコニウム量の 100%が水と反応するとした場合、格納容器内水素濃度が最大約 14.5%であり、爆轟防止基準である 13%を超え、新規制基準に適合していない」と指摘したことに対して、四国電力は「イグナイタの効果が見込まれることから、13%未満に抑えることが可能である。」と反論の主張をしたが、その主張は失当である。

以上

文献

- (1) IAEA Safety Reports Series No.56, Approaches and Tools for Severe Accident Analysis for Nuclear Power Plants, pp.90-91(2008)
- (2) 原子力規制委員会記者会見録(平成 26 年 9 月 24 日)
- (3) 四国電力株式会社「伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請書（3 号原子炉施設の
変更）、一部補正(13)」3.3-3 頁（平成 27 年 4 月 14 日）
- (4) 同上、一部補正(9)、10(3)-7-2-144 頁（平成 27 年 4 月 14 日）
- (5) 同上、一部補正(13)、4-99 頁（平成 27 年 4 月 14 日）

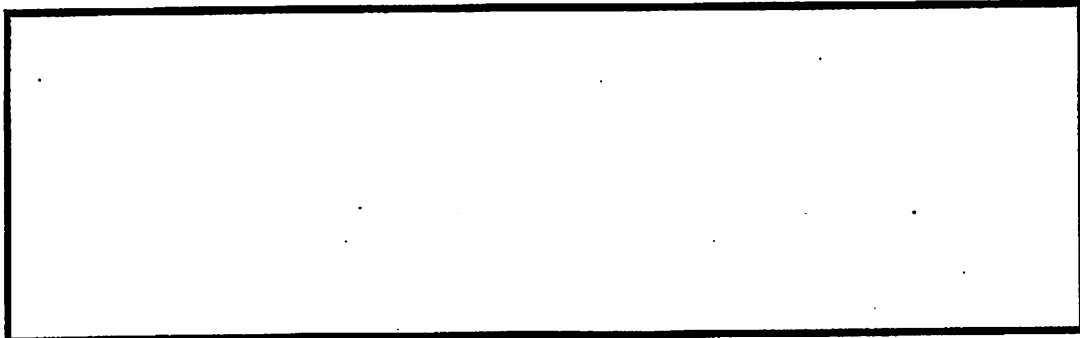
表1 GOTHICコードのイグナイタによる水素燃焼モデルの検証
(文献5より転載)

4.7 イグナイタによる水素燃焼モデルの検証

水素処理設備となるイグナイタについて、コード開発元が供給する水素処理に係る燃焼モデルが適切に組み込まれていることを以下に検証する。

GOTHICコードに具備されている燃焼モデルは、コード開発元となるNAIにより水素燃焼に関して熱バランス考慮することで得られる解析解と比較することで検証されている。表 4-7に解析解とコードの予測の結果を比較して示す。GOTHICコードに組み込まれている3つの燃焼モデルは、解析解と比べ温度に対し最大約1%、圧力に対し最大約0.5%の差であり適切にモデル化されていることが分かる。

表 4-7 解析解とGOTHICコード予測の結果比較



枠囲いの内容は、機密に属しますので公開できません。

筆者略歴

1942年 生まれ

1965年 京都大学工学部原子核工学科卒業

1967年 京都大学工学研究科原子核工学専攻修士課程修了。

川崎重工業（株）入社。原子力研究開発部門に配属。

1978年 高速炉エンジニアリング事務所（後に、（株）高速炉エンジニアリングに改組）に出向

1979年 京都大学工学博士学位取得

1982年 （株）高速炉エンジニアリングを出向解除、川崎重工業（株）に復帰

2000年 （財）原子力安全技術センターに出向、総理府原子力安全室（2001年内閣府原子力安全委員会事務局に改組）技術参与に採用される。

2002年 （財）原子力安全技術センターを出向解除、川崎重工業（株）を定年退職。
内閣府原子力安全委員会事務局技術参与として、原子力安全規制に従事。

2008年 同上を退職。

2013年 原子力市民委員会に規制部会メンバーとして参加。

専門： 原子力工学、原子力安全