

JAEA-Research 2007-072 報告書について

2017年7月4日

中西正之

1. はじめに

2014年11月7日、伊藤祐一郎前鹿児島県知事が記者会見で、

「今回は100万年に一回の事故をも想定し、例え福島原発事故と同様の事故が川内原発で起こったとしても、100テラベクレル(TBq)よりはるかに少ない5.6TBqであり、原子炉から5.5kmでは5 μ Sv/hに過ぎないほど厳しい規制基準なので全く《命》を心配するようなレベルにはなりえない。」

との衝撃的な見解を発表しました。

しかし、九州電力は、この見解発表の1年以上前から、2013年(平成25年)7月8日に川内原発の設置変更許可申請書を提出した際に、既にこの見解を密かに組み入れていました。

また、原子力規制委員会も、加圧水型原発を保有する4電力会社の意向を汲んで、その主張を承認できるように、100万年に一回の100TBq以下に抑える目標値の提言などを目立たない様に行ってきました。

こうした動きを受けるなかで、川内原発の再稼働をめざす伊藤前鹿児島県知事が、上記の記者会見を行い、早くに再稼働するための突破口を開く役割を果たしました。それを受けて、九州電力も、「川内原発で万一事故が有っても、放射性物質の放出量は福島第一原発事故の2000分の1」にすぎないとの大キャンペーンを始めました。

これらの根拠となったのが、平成25(2013)年12月17日の第58回適合性審査会に関西電力、九州電力、四国電力、北海道電力が共同で作成した「資料2-2-6 重大事故等対策の有効性に係るシビアアクシデント解析コードについて(MAAP)添付2 熔融炉心と冷却水の相互作用について」[注1]と思われます。

その経緯は、以下のようであったと推測しています。

4電力会社は、玄海原発3・4号炉の適合性審査で、加圧水型原発でメルトダウンが発生したとき、MCCI(コア・コンクリート反応)対策のために、2600 $^{\circ}$ Cにもなる100トンものデブリをキャビティに貯めた大量の冷却水で冷却するシナリオでは、水蒸気爆発の危険があると指摘されました。そこで、日本の原発の製造メーカーの三菱重工業、日立製作所、東芝が常時使用していたシビアアクシデント解析コード(MAAP)を使用して、安全性を証明する資料を作成しました。そして、MAAPの信頼性を証明するために、FCI(熔融炉心と冷却水の相互作用)実験報告を集めました。FCIには水蒸気爆発と圧力スパイク(熔融炉心から冷却材への伝熱による水蒸気発生に伴う急激な圧力上昇)が有るのですが、水蒸気爆発は千分の1秒単位の現象で、圧力スパイクは秒単位の現象です。MAAPは秒単位のプログラムですから、千分の1秒単位の水蒸気爆発の計算はできません。従って、MAAPで安全性

を証明するために、圧カスパイクは起きるが、水蒸気爆発は起きないとの条件を無理やりでっち上げたのではないかと思われます。水蒸気爆発の計算ができるのは、日本で開発されたプログラムのなかでは「水蒸気爆発シミュレーションコード JASNINE」だけです。

したがって、上記根拠となった資料[注 1]は初めから、

「加圧水型原発にメルトダウンが発生し、2600℃にもなった 100 トンものデブリをキャビティ（原子炉圧力容器下部空洞）内の大量に貯水した冷却水に落とし込んでも、水蒸気爆発は起こらないとの結論が先にあり、圧カスパイクは起きるが、圧カスパイクを（MAAP）でシミュレーションしても、格納容器は破損しない。そこで、玄海原発で万一事故が有っても、放射性物質の放出量は少ない。」

と説明しています。

このため、平成 25（2013）年 12 月 17 日の第 58 回適合性審査会での審議では、この見解には疑問があると指摘されます。

そこで、4 電力会社は、改めて、平成 26（2014）年 4 月 3 日の第 102 回適合性審査会に「資料 1-2-7」の改定資料[注 2]を提出しました。新たな資料では、3.2-10 ページ、3.2.11 ページに JASMINE コードを用いた報告書の結果が追加説明されています。

後者の 3.2.11 ページの下欄には、[2 JAEA-Research 2007-072「軽水炉シビアアクシデント時の炉外水蒸気爆発による格納容器破損確率の評価」2007 年 8 月]の参考文献が表示されています。[注 3]

[JAEA-Research 2007-072 報告書]は、日本原子力研究開発機構（JAEA）が OECD の SERENA Project に参加して開発した JASMINE コード（水蒸気爆発シミュレーションコード）を使用して、沸騰水型原発と加圧水型原発の格納容器の破損確率を試算したものです。

そして、[JAEA-Research 2007-072 報告書]は、日本国内の論文では、国際的な OECD の SERENA Project の知見を良く反映したものと考えられます。

ただ、この報告書は、日本の沸騰水型原発と加圧水型原発のメルトダウンの発生確率はゼロに近いという 2007 年頃の安全神話を前提にして、それでも万一メルトダウンの発生を仮定して、格納容器の破損確率を試算しています。

[JAEA-Research 2007-072 報告書]は、沸騰水型原発と加圧水型原発の実炉では、内部トリガーも外部トリガーも有り得るとの「OECD の SERENA Project の見解」を基本としており、前文（補足）の見解を否定するものですが、4 電力会社は、その事は隠して、報告書の中の都合の良い部分だけを抜き出して、1 ページ程度の説明にまとめています。

引用された[JAEA-Research 2007-072 報告書]は極めて重要な報告書であり、その正確な内容の理解が必要と思われますので、以下のページで紹介していきたいと思います。

（補足）前文とは「平成 26（2014）年 4 月 3 日の第 102 回適合性審査会に「資料 1-2-7」

の改定資料[注2]が4電力会社によって提出されました。この資料では、3.2-10 ページ、3.2.11 ページに JASMINE コードを用いた報告書の1 ページから10 ページ」までです。

2. 水蒸気爆発発生による格納容器発生確率の検討

日本原子力開発機構 (JAEA) の森山清史氏等は、合併前の日本原子力研究所の時代から水蒸気爆発の実験的研究を続けており、水蒸気爆発シミュレーションコード JASNINE の開発も進めていたようです。OECD が SERENA Project を始めると、この Project に参加し、この Project で行われた実験結果に基づき、JASMINE コードの改良も行ったようです。

そして、JASMINE コードを使用して、沸騰水型原発と加圧水型原発の格納容器のメルトダウン発生時の格納容器破損確率の評価を行っています。

ただ、この報告書は、試算と思われ、いくつもの条件が付いています。

原子炉格納容器内に水蒸気爆発が起きた時、その爆風で直接破壊が起きるのはキャビティ (原子炉圧力容器下部空洞) なので、キャビティが破損した時には、炉容器や配管系が変位して格納容器の貫通部が破損するとの仮定を設けています。

閉じ込められたキャビティ空間に大水蒸気爆発が起きて、キャビティのコンクリートが破裂飛散して、コンクリート塊が格納容器をぶち破るようなシナリオについては、検討されていません。

キャビティのコンクリートの破損条件は、キャビティのコンクリート壁の外側への変位が壁厚みの20%に達した時を損傷とすると設定しています。

水蒸気爆発条件は、OECD の SERENA Project の見解のように、実炉には内部トリガーや外部トリガーが存在する可能性が大きいとの見解を使用しており、外部トリガーを与えた条件で、JASMINE コードのシミュレーションを行っています。

沸騰水型原発と加圧水型原発は基本設計が異なっており、構造もかなり違います。したがって、沸騰水型原発と加圧水型原発をそれぞれ別に取り扱って、代表的な構造を仮定して、別々にシミュレーションを行っています。

加圧水型原発の原子炉容器は、キャビティ側壁を貫通している直径70cmほどの8本の1次冷却水配管で荷重が支えられているようですが、キャビティ内に大水蒸気爆発が起きた時、500トン程の原子炉圧力容器が飛び上がって、1次冷却水配管がキャビティのコンクリート壁の鉄筋を破断させる可能性が一番大きいようです。

詳しい事はまだ良く分からないのですが、百分の一から千分の一くらいの確率でキャビティのコンクリート壁の鉄筋が破断するようです。

この報告書では、実機 (玄海原発3・4号炉等) は試験実験の100倍ほどの規模が有り、それらを試験実験から外装しているだけなので、実機が破損するかどうかを判定しているのではなく、あくまで試算で有る事、実機ではプールの底にも溶融デブリが大量に蓄積されるが、それらが無い場合を仮定したシミュレーションで有る事を説明しています。

ただ、加圧水型原発にメルトダウンが発生した時、キャビティに蓄えられた大量の冷却水に大量の溶融デブリが落下すると、キャビティコンクリートが破裂して、格納容器が損傷し、大量の放射性物質が大気中に飛散する可能性が有る事を警告しています。

加圧水型原発を保有する 4 電力会社や原子力規制委員会の考え方とは全く見解の違う報告書です。

3. 水蒸気爆発によるソースタームに関する検討

この報告書では、水蒸気爆発が起きた時の、発生デブリダストの大気中への飛散状態が詳しく検討されています。

『水蒸気爆発現象のソースターム[注4]に及ぼす影響としては、以下のような側面を考慮すべきであると考えられる。

- ・ 水蒸気爆発では非常に細かい粒子（以下細粒と称する、直径数 μm から数十 μm ）が生成され、これはわずかな気流によって運ばれる可能性が有る。
- ・ 水蒸気爆発で生じる細粒には、溶融炉心のほぼ全ての成分が含まれると考えられる。すなわち、水蒸気爆発で格納容器が破損する場合に溶融炉心の一部が細粒となって環境に放出される場合、難揮発成分も含むすべての核種が一定の割合で放出されると考えられ、これが従来のソースタームに有意な影響を及ぼす可能性がある。これについて検討をおこなった。』

と説明されています。

そして、これまでの試験データより、かなり詳しく説明されています。

TROIの実験報告でも、水蒸気爆発発生時の細粒の発生率の測定報告が行われています。この報告でも、FARO試験、KROTOS試験、ALPHA試験でのデブリ粒径分布が報告されています。水蒸気爆発が発生すると0.1mm以下のものが10~45%存在すると有ります。

また、この報告では、デブリ粒子直径とデブリ粒子が浮遊するのに必要な蒸気流速の関係が報告されています。粒径が0.1mm以下の微粒子は1~2m/s程度の気流で浮遊すると報告されています。

この報告書は、原発の安全神話を守るために、水蒸気爆発により格納容器が破損した場合でも、大気中に放出される直径数 μm から数十 μm のデブリは少なめに報告されているようです。

しかし、この試算により説明されたように、水蒸気爆発が起きた時の、発生デブリダストの大気中への飛散は、福島第一原発の放射性物質の大気中への放散量に比べると、比較にならないほど深刻になる可能性が有る事を示しています。

この報告書から良く分かるように、未使用の核燃料は別ですが、既に原発の運転に使用された核燃料や、プルサーマル発電用のMOX燃料には、大量のプルトニウムが含まれています。

水蒸気爆発が起きて、発生デブリダストが大気中へ飛散すると、住民はプルトニウムを

含むデブリダストを肺の中に吸い込むことに成ると思われます。

茨城県大洗町の日本原子力研究開発機構（JAEA）大洗研究開発センターの5人の作業員のプルトニウム吸引事故は、技術の伝承ができなかった関係者の専門知識の不足から起きたと思われます。今の玄海原発3・4号機の再稼働に当たっても全く同じ状態にあると思われ、同じ事が大規模に繰り返される可能性が有ると思われます。

電力会社の関係者や地方自治体の関係者が「JAEA-Research 2007-072 報告書」を知らなかったから、住民がプルトニウムのデブリダストを吸い込んでしまうという事は許されない事だと思われます。

参考文献

[注1] 「資料 2-2-6 重大事故等対策の有効性に係わるシビアアクシデント解析コードについて（MAAP）添付2 溶融炉心と冷却水の相互作用について」第58回適合性審査配布資料

<https://www.nsr.go.jp/data/000034932.pdf>

[注2] 「資料 1-2-7 重大事故等対策の有効性に係わるシビアアクシデント解析コードについて（第3部 MAAP）添付2 溶融炉心と冷却水の相互作用について」第102回適合性審査配布資料

<https://www.nsr.go.jp/data/000035678.pdf>

[注3] JAEA-Research 2007-072「軽水炉シビアアクシデント時の炉外水蒸気爆発による格納容器破損確率の評価」2007年8月

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2007-072.pdf>

[注4] 実用日本語表現辞典：原子炉損傷により放射能をもつ核種が放出される際の被曝解析に必要な条件や要素のこと。環境への影響を調査するための放射量や核分裂後の生成物質の総称。