

平成24年(ワ)第430号 川内原発差止等請求事件
平成24年(ワ)第811号 川内原発差止等請求事件
平成25年(ワ)第180号 川内原発差止等請求事件
平成25年(ワ)第521号 川内原発差止等請求事件
平成26年(ワ)第163号 川内原発差止等請求事件
平成26年(ワ)第605号 川内原発差止等請求事件
平成27年(ワ)第638号 川内原発差止等請求事件
平成27年(ワ)第847号 川内原発差止等請求事件
平成28年(ワ)第456号 川内原発差止等請求事件

原告ら準備書面35

(新規制基準の過酷事故対策は労働安全衛生規則に違反していること)

2017年1月20日

鹿児島地方裁判所民事第1部合議係 御中

原告ら訴訟代理人弁護士	森	雅	美	
同	板	井	優	
同	後	藤	好	成
同	白	鳥	努	外

1 新規制基準が求める過酷事故対策について

原子力規制委員会は、過酷事故時に炉心溶融が発生し、溶融した炉心が原子炉圧力容器の底部を貫通(メルトダウン)して、原子炉格納容器下部に落下した後における原子炉格納容器の破損防止対策に関連して、次の規定を設けている。

- ① 溶融炉心を冷却するために、原子炉格納容器下部注水設備を設置すること（設置許可基準規則の解釈第5 1条1 a・103頁。甲A 9 1）
- ② 水素爆発を防止するために、水素濃度制御設備を設置すること（設置許可基準規則の解釈第5 2条1 b・104頁。甲A 9 1）

本書面では、元内閣府原子力安全委員会事務局技術参与であった滝谷紘一氏の意見書（甲B 1 8 4）に基づいて、原子炉格納容器内の水蒸気爆発の危険性と、上記規定が要求する過酷事故対策が労働安全衛生規則に違反していることについて論じる。

2 原子炉格納容器とその下部注水設備について

(1) 設備の概要について

ア 原子炉の冷却能力が失われて核燃料が溶融し、原子炉圧力容器の下部に移動して堆積すると、その高熱により原子炉圧力容器の底部が破損し、溶融炉心は、原子炉格納容器下部（本件川内原発では、「原子炉下部キャビティ」と呼ぶ。）内に落下する（下記図1(a)参照）。

そして、格納容器床コンクリート上に堆積する溶融炉心は、コンクリートと相互作用して、コンクリートを分解、侵食しながら、水素や一酸化炭素の可燃性ガスを発生させる（下記図1(b)参照）。

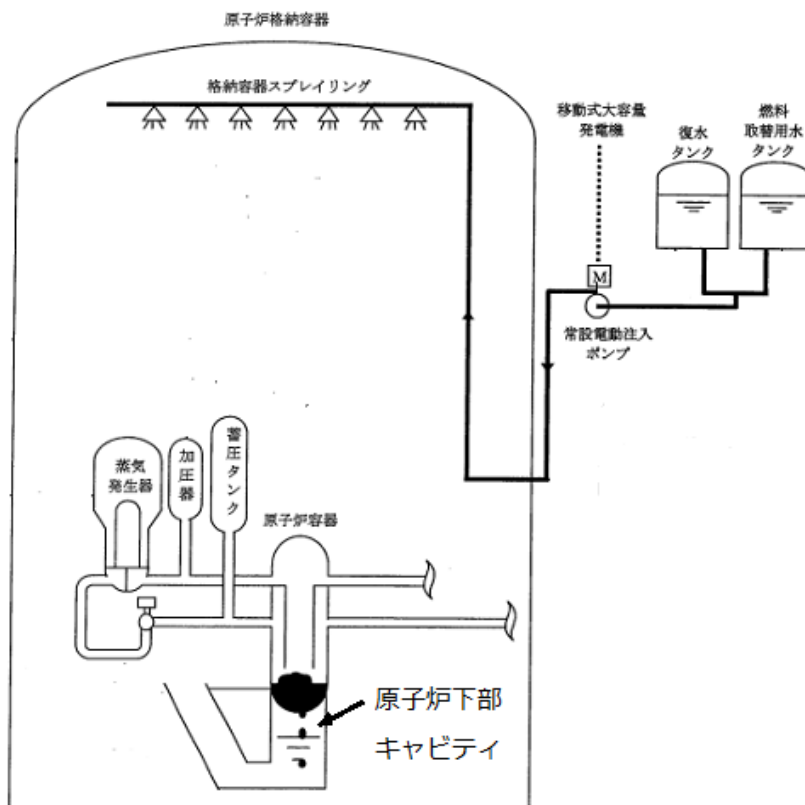


図1(a) 原子炉格納容器下部注水設備の説明図(甲B184・3頁から引用)

(燃料取替用水タンクと復水タンクを水源として、常設電動注入ポンプで格納容器スプレイを行う。スプレイ水は最下部の原子炉下部キャビティに流れ込んで溜まる。)

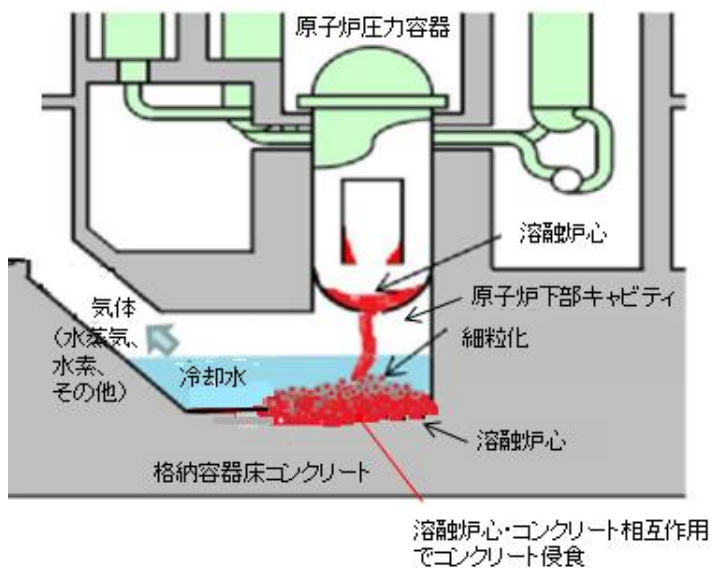


図 1 (b) 水張りされた原子炉下部キャビティに流出した溶融炉心の様相
(甲 B 1 8 4 ・ 4 頁から引用)

イ そこで、被告九州電力としては、この溶融炉心とコンクリートの相互作用の進行を抑制する目的で、炉心溶融に至ったと判断した時点から、常設電動注入ポンプにより格納容器スプレイを作動させて、スプレイ水を原子炉下部キャビティ内に溜めて、原子炉压力容器の底部が破損する時点までに、1mを超える深さの水張りを行い、落下する溶融炉心を冠水・冷却しなければならないことになる。

(2) 原子炉格納容器下部注水設備による対策の問題点について

しかし、上に述べた被告九州電力の対策の重大な問題点は、高温の熔融金属が大量の水に接して、強烈な破壊力のある「水蒸気爆発」の危険が生じることである(甲 B 1 8 4 ・ 3 頁)。

そこで、以下では、まず、原子炉格納容器内の水蒸気爆発の危険性について説明する。

3 原子炉格納容器内の水蒸気爆発の危険性について

(1) 水蒸気爆発とは何か

水蒸気爆発は、燃焼のような化学反応ではなく、高温熔融物と接した液体の水が瞬時に蒸発する物理現象である。

この現象は、例えば、金属工場において、水溜まりに熔融金属を落とすと爆発する非常に危険な現象として、昔から恐れられている。

また、火山のマグマが地下水と接触すると、大規模なマグマ水蒸気爆発を起こすことも、よく知られている。

液体の水が大気圧下で蒸発すると、その体積は、理論上、1600倍にもなる。

この体積の急膨張が、水蒸気爆発といわれる現象である。

ただし、実験を繰り返してみると、条件によって、発生したり、発生しなかったりする複雑な現象であることも分かっている（以上、甲A92・「水蒸気爆発とは何か」0897～0898頁参照）。

(2) 水蒸気爆発発生のメカニズム

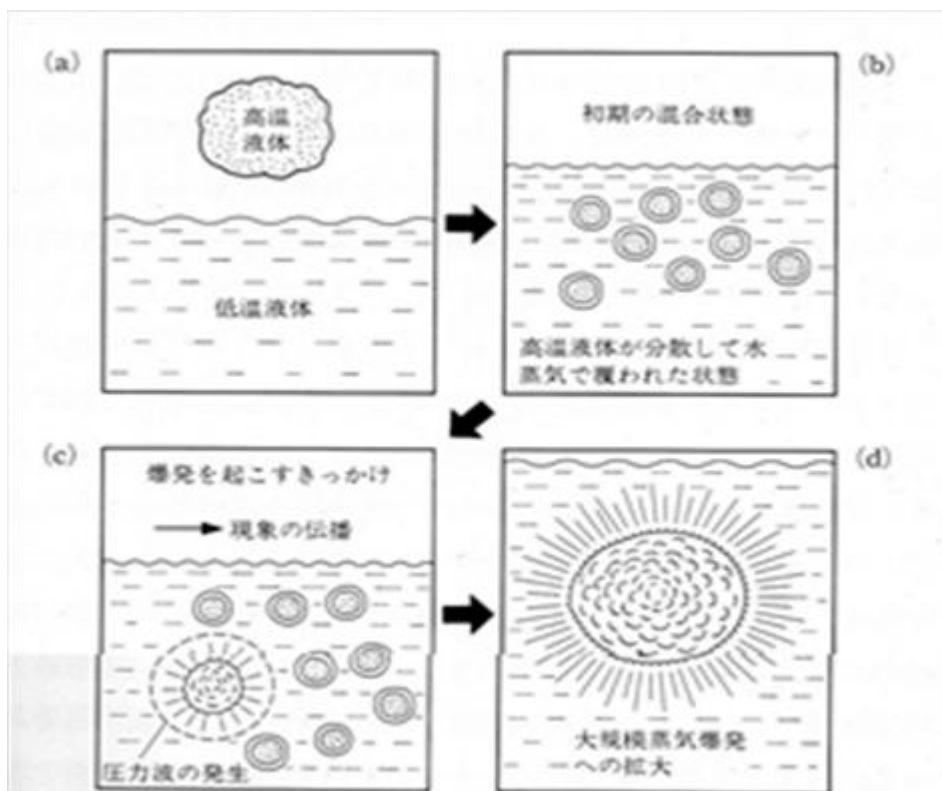
水蒸気爆発は、温度の異なる2種類の液体が接触したときに瞬時に起きる現象であるが、熔融した金属などの高温液体が水（低温液体）に接触した場合、高速度写真による観察などから、以下の4つのステージを経て発生することが明らかになっている（次頁の図参照）。

すなわち、まず、次頁の図の(a)の状態から、高温液体が水（低温液体）に接触すると、最初に、水中で高温液体が分散して、水蒸気の膜（膜沸騰）で覆われる初期の混合状態（粗混合状態）が生じる（図の(b)の状態）。

次に、膜沸騰を破壊する要因（トリガー）が存在すると、これにより膜沸騰が破壊されて、液-液直接接触が生じる（図の(c)の状態）。

さらに、膜沸騰を破壊する現象が、周囲の分散した熔融液の固まりにも伝播する（図の(c)の状態）。

そして、高温の溶融液の固まりが水中で微粒子化して大規模蒸気爆発へと拡大する（図の(d)の状態）（甲A92・0898頁参照）。



(3) 川内原発1・2号機設置変更許可審査書の内容について

川内原発1・2号機の設置変更許可審査書（以下、単に「審査書」という。）には、「原子炉压力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用」の箇所において、過酷事故時に、原子炉压力容器外で、溶融燃料と水などの冷却材とが接触した場合の相互作用（「溶融炉心・冷却材相互作用」FCI:Fuel Coolant Interaction。以下、「FCI」という。）について、以下の内容の記述がある（以下の内容については、甲A92・0900頁～0902頁参照）。

ア 申請内容

原子力压力容器外のFCIには、衝撃を伴う水蒸気爆発と、溶融炉心から冷

却材への伝熱による水蒸気発生に伴う急激な圧力上昇（以下「圧力スパイク」という。）があるが、水蒸気爆発の発生の可能性が極めて低いと考えられるため、圧力スパイクについて考慮する（審査書・189頁。下線は原告ら訴訟代理人）。

イ 審査結果

原子力規制委員会は、上述のように、被告九州電力が、水蒸気爆発の可能性が極めて低いとしていることを、妥当であると判断した（審査書・191頁）。

ウ 審査過程における主な論点と結果

原子力規制委員会の指示により、被告九州電力は、実機（実際の事故の際の機序を指す。）において想定される溶融物（二酸化ウランとジルコニウムの混合溶融物）を用いた大規模実験として、COTELS、FARO 及び KROTOS を挙げ、このうち、KROTOS の一部実験においてのみ水蒸気爆発が発生していることを示した。

それと共に、被告九州電力は、この水蒸気爆発が発生した実験では、外乱を与えて、液-液直接接触が生じやすくして水蒸気爆発を誘発しているが、実機では、液-液直接接触が生じるような外乱となり得るような要素が考えにくく、これらの（水蒸気爆発が発生した実験での）想定評価が実機と異なることを示した。

そこで、原子力規制委員会は、論文「JAEA-Research 2007-072」（以下、「JAEA 報告書」という。）を提示して、被告九州電力の見解を求めたところ、被告九州電力は、この論文（JAEA 報告書）における評価想定は、実機での想定と異なることを示した。

この被告九州電力の指摘を受けて、原子力規制委員会も、原子炉圧力容器外の FCI で生じる事象として、水蒸気爆発を除外し、圧力スパイクを考慮すべきことを確認し、申請内容を追認した（審査書・192～193頁）。

(4) 審査書が根拠とした JAEA 報告書は、水蒸気爆発の可能性を否定していないこと

しかしながら、審査書が根拠とした JAEA 報告書は、以下のように、過酷事故の際に、原子炉圧力容器外において、水蒸気爆発が発生する可能性を否定していない。

ア JAEA 報告書の内容（水蒸気爆発が発生する可能性を否定していないこと）

JAEA 報告書には、概ね、以下の内容が記載されている。

「原子炉内水蒸気爆発は発生しにくい、炉容器外での溶融炉心が比較的低下で高サブクール度の大量の冷却水と接触する可能性があり」、(原子炉圧力容器外での)「強い水蒸気爆発の可能性を除外できない」、「また、炉容器外水蒸気爆発による格納容器破損のシナリオは炉容器内の場合に比較して炉型に強く依存するため一般的な結論を導き難く、個別評価の必要性が高い」(JAEA 報告書 1 頁。甲 A 9 2・0 9 0 1 頁)。

「検証に用いた実験の規模に対し、実機現象は融体質量で約 1 0 0 倍の外挿となっていることから、規模の拡大による予期しない影響が存在する可能性は否定できない。」(同報告書 4 3 頁。甲 A 9 2・0 9 0 1 頁)。

イ JAEA 報告書の評価について

以上のように、JAEA 報告書は、過酷事故の際に、原子炉圧力容器外において、強い水蒸気爆発が発生する可能性を、一切、否定していない。

のみならず、実験では、2 k g から約 1 8 0 k g の溶融物で実施されているが、実機では、少なくとも数百 k g ないし百トン程度までの溶融物が生じる可能性を考える必要がある。

ここで、重要な事実は、実験において、水蒸気爆発は落下する溶融物の量が多いほど発生しやすい、とされていることである。

そうすると、他の条件が同じ場合、規模の小さい実験の場合よりも、溶融物の量がより多い実機の場合の方が、水蒸気爆発を起こしやすいことになる。

さらに、JAEA 報告書は、実機の場合には、プールの底に滞留した溶融物が巻き上げられて爆発に関与する可能性や、爆発が複数回発生する可能性がある、とも述べている。

従って、JAEA 報告書は、過酷事故の際に、原子炉圧力容器外において、水蒸気爆発が発生する可能性を肯定こそすれ、否定など一切していないことは明らかである。

なお、水蒸気爆発は、似たような条件下にあっても、発生したり、発生しなかったりする確率現象である（甲A92・0897頁）。

そこで、水蒸気爆発を確実に防ぐには、「溶融物と水などの冷却材とを接触させない」という極めて当たり前の結論以外にはない（甲A92・0901頁～0902頁の「JAEA 報告書の適用範囲」参照）。

(5) 水蒸気爆発の実験結果と川内原発の適合性審査について

ア 申請の際に、6回のうち4回も激しい水蒸気爆発が発生した TROI 装置の実験データが無視されていること

高温の溶融物を水プールに落下させて、水蒸気爆発の発生を調査するための実験装置としては、日本の旧原子力発電技術機構の COTELS 計画、イタリアのイスパラ研究所の FARO 及び KROTOS 装置、さらに、韓国原子力研究所の TROI 装置などがある。

被告九州電力は、新規制基準のもとで、原子力規制委員会に対する設置変更許可申請に際して、これら各実験装置による実験データのうち、COTELS 計画、FARO 及び KROTOS 装置のものは挙げているが、なぜか、TROI 装置の実験データには言及していない。

ところが、TROI 装置による実験では、6回のうち4回も激しい水蒸気爆発が発生しており、しかも、いずれも膜沸騰の蒸気膜を破壊する外部トリガー（要因）なしの自発的な水蒸気爆発の発生が確認されているのである。

イ TROI の実験の方が KROTOS の実験よりも規模がより大きく、しかも、最近

実施されていること

原子力規制委員会による審査の過程において、被告九州電力が大規模実験としてあげた実験の規模は、COTELS の実験装置では約 60 kg、KROTOS 装置では約 3 kg の試料を使用している。

他方、申請で無視された TROI 装置では 10～20 kg の試料が使用されており、KROTOS 装置の実験よりも規模が大きい。

即ち、実験規模の大きさから言って、KROTOS 装置よりも TROI 装置の方がより実機に近い。

しかも、TROI 装置による実験は、KROTOS 装置の実験よりも最近に行われている。

従って、実験の規模からいっても、また、実施された時期からいっても、TROI 装置の実験結果を評価しない理由は全く理解できない。

ウ TROI の実験結果を評価しない原子力規制委員会の「考え方」について

原子力規制委員会は、TROI 装置による実験結果を評価しない理由について、「TROI 装置による実験のうち、自発的な水蒸気爆発が生じた実験においては、溶融物に対して融点を大きく上回る加熱を実施するなどの条件で実施しており、この条件は実機の条件とは異なっています。国際協力の下で実施された OECD SERENA 計画では、TROI 装置を用いて溶融物の温度を現実的な条件とした実験も行われ、その結果、本実験においては自発的な水蒸気爆発は生じていないことを確認しています」という「考え方」を示している（甲 A 9 2 ・ 0 9 0 3 頁）。

エ 過酷事故の際には様々な状況が外部トリガー（誘因）になり得ること

しかし、原子力規制委員会が言及している OECD SERENA 計画の結果を記した資料によると、実は、TROI 装置、KROTOS 装置を使用した実験では、12回実施したうち8回の実験で水蒸気爆発の発生が確認されている（甲 A 9 2 ・ 0 9 0 3 頁）。

しかも、これらの実験のうち、TROI 装置の実験番号 TS-6 と、KROTOS 装置の実験番号 KS-4 では、熔融物が現実的な温度と思われる 2910K (TROI 装置) と 2958K (KROTOS 装置) で、それぞれ、水蒸気爆発が発生している。

確かに、これらの実験では、外部トリガー (誘因) を加えて実施されたと考えられ、その意味では、原子力規制委員会の言うように、「自発的な水蒸気爆発」ではない。

一般に、熔融温度の低い錫や鉛を除いて、熔融銑鉄やアルミニウム、マグマなどを水プールに投入する実験室規模での実験では、自発的な水蒸気爆発が発生することはほとんど報告されていない。

高速の水流を吹き付けるとか、外部圧力パルスを加えるなどの外部トリガーなしに、水蒸気爆発を実験的に再現することは困難である。

しかしながら、過酷事故の際に、100t に及ぶ熔融物が水プールに落下した場合には、①少量の水を熔融物と水プール底部や壁との間に囲い込んだり、②水を含む固形物を囲い込んだりする可能性がある。

これらの場合には、囲い込まれた水が急蒸発して、水蒸気泡が急膨張することで、水蒸気爆発のトリガーとなる可能性がある。

また、外部から流入する水流の発生や、水温の急変 (水温低下) や水素爆発による圧力パルスなどもトリガーになりうる (以上は、甲 A 9 2 ・ 0 9 0 4 頁)。

オ 被告九州電力の申請書は、水蒸気爆発の引き起こす深刻な事態に対する適切な認識を欠いていること

原子力規制委員会が「考え方」で示したように、「実験では (外部トリガーなしの) 自発的な水蒸気爆発が起こっていないから、過酷事故時の水蒸気爆発発生可能性を考慮する必要がない」というのであれば、火山におけるマグマ水蒸気爆発も、金属工場での鉄やアルミニウムなどによる水蒸気爆発事故も起こらないことになってしまう。

ところが、過去には、これら水蒸気爆発事故は、現実には発生している。

実際に、2015年8月1日、北九州市のアルミメッキ加工会社でアルミニウムの溶解作業中に漏出したアルミニウムと、付近にたまっていた水とが接触し、水蒸気爆発が起きたとみられており、これを受けて、北九州消防局は、溶解炉のある市内の全23事業所（計95施設）への一斉指導を始め、溶解炉周辺に水気や可燃物がないかを点検していると報道されている（2015年9月8日付け西日本新聞朝刊）。

過酷事故の際には、既に述べたように、様々な状況が外部トリガーになりうる以上、水蒸気爆発が発生する蓋然性は高いと言わざるを得ない。

にもかかわらず、水蒸気爆発発生の可能性を一切考慮せず、その対策をしない被告九州電力の申請書や、この申請書を適切とした原子力規制委員会の審査書は、水蒸気爆発の引き起こす深刻な事態に対する適切な認識を欠いている（以上は、甲A92・0902頁～0904頁の「核燃料物質を使用した水蒸気爆発実験結果と適合性審査」参照）。

4 川内原発で設置されている原子炉格納容器下部注水設備は労働安全衛生法及び労働安全衛生規則に違反していること

(1) 原発施設にも労働安全衛生法及び労働安全衛生規則の適用があること

労働安全衛生法と労働安全衛生規則は、職場の労働者の安全と健康を確保するためのものであり、当然のことながら、原子力施設もその適用対象になっている。

即ち、同法37条に「特に危険な作業を必要とする機械等」として別表第1が掲げられ、同表中に「第1種圧力容器」（政令で定めるもの）がある。

その政令（労働安全衛生法施行令）の第1条五に「第1種圧力容器」の定義があり、そこに「容器内の化学反応、原子核反応、その他の反応によって蒸気が発生する容器で容器内の圧力が大気圧を超えるもの」が含まれており、「原

子核反応」が明記されていることから、原発施設が適用対象になっていることは明らかである。

また、労働安全衛生規則の36条の28-3項には、「発電用原子炉施設の管理区域内において、核燃料物質若しくは使用済燃料又はこれらによって汚染された物を取り扱う業務における業務」が明記されているところ、本書面で問題としている水蒸気爆発の防止と水素爆発の防止に関する条項について、原発施設を適用除外とする規定はない。

以上の点から、労働安全衛生法と労働安全衛生規則は、一般産業施設のみならず、原発施設をも対象にしていることは明らかである。

そして、労働安全衛生法は、まず1条で、「この法律は、労働基準法と相まって、(中略)職場における労働者の安全と健康を確保するとともに、快適な職場環境の形成を促進することを目的とする。」と定めており、それを受けた20条は、「事業者は、次の危険を防止するため必要な措置を講じなければならない。」として、次の3つを定めているが、これらの条項が原発施設にも適用があることは当然である。

- 1 機械、器具その他の設備（以下「機械等」という。）による危険
- 2 爆発性の物、発火性の物、引火性の物等による危険
- 3 電気、熱その他のエネルギーによる危険

(2) 「水蒸気爆発の防止」に関する労働安全衛生規則の規定

次に、労働安全衛生規則（厚生労働省令）は、その「第4章 爆発、火災等の防止」の「第1節 熔融高熱物等による爆発、火災等の防止」において、次の通り、水蒸気爆発の防止について定めている。

(熔融高熱物を取り扱うピット)

第249条 事業者は、水蒸気爆発を防止するため、熔融した高熱の鉍物（以下「熔融高熱物」という。）を取り扱うピット（高熱の鉍さいを水で処理するものを除く。）については、次の措置を講じなければならない。

- 1 地下水が内部に浸入することを防止できる構造とすること。ただし、内部に滞留した地下水を排出できる設備を設けたときは、この限りでない。
- 2 作業用水又は雨水が内部に浸入することを防止できる隔壁その他の設備を周囲に設けること。

(建築物の構造)

第250条 事業者は、水蒸気爆発を防止するため、熔融高熱物を取り扱う設備を内部に有する建築物については、次の措置を講じなければならない。

- 1 床面は、水が滞留しない構造とすること。
- 2 屋根、壁、窓等は、雨水が浸入することを防止できる構造とすること。

(3) 「水蒸気爆発の防止」に関する労働安全衛生規則及び労働安全衛生法に違反していること

上記(2)のように、労働安全衛生規則の249条と250条は、「熔融高熱物は水蒸気爆発を生じさせないために、熔融高熱物を取り扱うピットの内部には水を浸入させないこと」と、「そのピットが存在する構築物の床面には水が滞留しないこと」とを定めている。

即ち、上記労働安全衛生規則は、熔融高熱物が水に触れることを厳しく禁じている。

ところが、新規制基準で設置を求めている原子炉格納容器下部注水設備は、上記2(1)で述べたように、原子炉下部キャビティの内部に注水、水張りをして、その中に熔融炉心を落下させ、熔融高熱物(熔融炉心)を大量の水に触れさせるものである。

したがって、川内原発で設置されている原子炉格納容器下部注水設備は、上記労働安全衛生規則及び労働安全衛生法20条に違反していることは明らかである(甲B184・7頁)。

5 川内原発で設置されている水素燃焼用イグナイタの設置、使用は、労働安全衛生法及び労働安全衛生規則に違反していること

(1) 川内原発が使用している水素濃度制御設備「イグナイタ」について

過酷事故時には、原子炉圧力容器内での「ジルコニウム-水反応」と、原子炉圧力容器外での「溶融炉心・コンクリート相互作用」により、大量の水素が発生し、原子炉格納容器内に蓄積する。

新規制基準では、水素濃度が13%を超えると、水素爆轟（爆轟とは、爆発の最も厳しい形態で、衝撃波が発生するものをいう。）が生じるおそれがあるとし、水素爆轟の発生防止を求めるために、水素濃度制御装置の設置を求めている（なお、「水素爆発の危険性」については、既に原告ら準備書面28において詳述している。）。

被告九州電力は、その水素濃度制御装置の一つとして、川内原発において、原子炉格納容器内に蓄積する水素ガスの処理のために、「イグナイタ」（ヒーティングコイルに通電して約900℃まで加熱し、水素を燃焼させる装置）という装置を使用している。

その数は11個で、格納容器内に分散させて設置されている。

(2) 「水素爆発の防止」に関する労働安全衛生規則の規定

労働安全衛生規則の279条は、「危険物が存在して爆発が生じるおそれのある場所においては、高温となって点火源となるおそれのある機械を使用してはならないこと」を定めている。

また、同280条は、「可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある個所においては、電気機械器具を使用するときは、防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならないこと」を定めている。

(3) イグナイタは、労働安全衛生規則に違反していること

ア 規則279条に違反していること

イグナイタは、過酷事故時において、水素ガスを意図して燃焼させようと

する設備であり、まさに、労働安全衛生規則 279 条でいう「高温の点火源」となるものである(甲 B 184・7 頁)。

よって、イグナイタは、労働安全衛生規則の 279 条に違反している。

イ 規則 280 条に違反していること

また、イグナイタは、防爆構造とは対極にある、起爆、誘爆のおそれがあるものであることから、これを過酷事故時において使用することは、「防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない」ことを定めている労働安全衛生規則の 280 条にも違反していることが明らかである(甲 B 184・7 頁)。

6 まとめ

労働安全衛生法と労働安全衛生規則は、職場の労働者の安全と健康を確保するために定められたものであり、当然のことながら、原発施設も適用対象になっている。

ところが、上述したように、水張りして、熔融炉心を冷却するための原子炉格納容器下部注水設備は、熔融高熱物が水と接触することを禁じた労働安全衛生規則における水蒸気爆発防止の規定に違反している。

また、水素燃焼用点火機器であるイグナイタは、同規則における可燃性ガスの爆発防止の規定に違反している。

従って、法規に違反していることを過酷事故対策として要求している新規制基準に基づく川内原発の設置変更許可は取り消されるべきであり、また、川内原発 1・2 号機の稼働を認めてはならず、即刻、差し止めるべきである。

以上