

平成23年(ワ)第886号 浜岡原子力発電所運転終了・廃止等請求事件

原 告 石 垣 清 水 外33名

被 告 中 部 電 力 株 式 会 社

準 備 書 面 (15)

平成27年1月19日

静岡地方裁判所民事第2部合議B係 御中

被告訴訟代理人弁護士

奥 村 敕 軌



外12名

略語例

本件原子力発電所	浜岡原子力発電所 3 ないし 5 号機 (なお, 特定の号機を示すときには, 例えば「本件原子力発電所 3 号機」と表す。)
BWR	<u>B</u> oiling <u>W</u> ater <u>R</u> eactor 沸騰水型原子炉
A BWR	<u>A</u> dvanced <u>B</u> oiling <u>W</u> ater <u>R</u> eactor 改良型沸騰水型原子炉
圧力バウンダリ	原子炉冷却材圧力バウンダリ
格納容器	原子炉格納容器
E C C S	<u>E</u> mergency <u>C</u> ore <u>C</u> ooling <u>S</u> ystem 非常用炉心冷却系
福島第一原子力発電所 事故	東京電力株式会社福島第一原子力発電所において発生 した平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震に 起因する事故

はじめに

原告らは、平成26年5月2日付け原告ら準備書面17「第2」及び同年7月22日付け原告ら準備書面21において、本件原子力発電所では、全交流電源喪失という事象の発生可能性の想定は当然のことながら、これに起因する炉心損傷、ひいては水蒸気爆発の発生可能性についても当然検討すべきであるなどと主張する。そして、同発電所では、全交流電源喪失及びこれに起因する炉心の著しい損傷が生じ、同発電所の格納容器で「メルトスルーしたデブリ」とドライウエル（ABWRでは下部ドライウエル）に流入したサプレッションプール水とが接触することで直ちに水蒸気爆発が発生する具体的危険性があり、特にABWRである同5号機の格納容器は、サプレッション・チェンバが、上部ドライウエルの真下、下部ドライウエルのすぐ外側に位置していることから、BWRで採用しているMark-I型及び同改良型の格納容器と比べ、殊更その危険性が高いかのよう

に主張する。

しかしながら、水蒸気爆発の発生機序は、高温の液体が水などに接触すれば直ちに生ずるという単純なものではなく、原子力発電所では水蒸気爆発が起こりにくいことが指摘されている。また、本件原子力発電所では全交流電源喪失及びこれに起因する炉心の著しい損傷を防止する対策が講じられている。本書面では、同発電所の格納容器において水蒸気爆発が発生する具体的危険性があるかのよう

にいう原告らの主張は、これらのことを考慮せずになされたものであり、理由がないことを明らかにする。

1 原子力発電所における水蒸気爆発の発生機序等を考慮しない誤り

原告らは、本件原子力発電所において、炉心の著しい損傷が生じた場合、燃料ペレットと燃料被覆管等とが溶融して混合し高温の液体状態となった「メルトスルーしたデブリ」が、サプレッション・チェンバとドライウエル（ABWRでは下部ドライウエル）との間の隔壁を破壊し、圧力容器底部に流入したサプレッ

シヨンプル水と接触することで、直ちに水蒸気爆発が発生する危険性があるかのように主張する（原告ら準備書面21 5頁）。

しかしながら、水蒸気爆発とは、高温液体と水などの低温液体とが接触すれば直ちに発生するような現象ではなく、以下に述べるように、種々の条件がそろった場合に、複雑な過程を経て初めて発生する現象であると考えられている。すなわち、①溶融金属などの高温液体が水などの低温液体と接触し、低温液体中で細かく分裂し、分裂した各高温液体の周囲に安定した蒸気膜が形成される、②分裂した各高温液体が高温の液体状態を継続している間にその安定した蒸気膜が何らかのトリガーで崩壊する、③蒸気膜の崩壊で高温液体が低温液体と再び直接接触し、高温液体が更に分裂し、低温液体と直接接触する面積が激増することにより大量の蒸気が発生し、低温液体を押しわけ圧力波が生じる、④この圧力波が低温液体中を伝播することで周りに存在する高温液体を覆う蒸気膜を更に破壊するといった、②ないし④の現象が、瞬時に伝播・拡大することで初めて衝撃的な圧力波が発生するという機序をたどる現象であると考えられている。これら機序を出現させる条件は、容易にそろうわけではなく、また、原子力発電所において炉心の著しい損傷が発生した場合に想定される二酸化ウラン及び二酸化ジルコニウムなどが溶融して混合した高温液体を前提とする限り、外部からの強制的なトリガーを与えない場合には水蒸気爆発は発生せず、外部からの強制的なトリガーを与えた場合でも水蒸気爆発に至らなかったケースが複数確認されるなど、水蒸気爆発に至る複雑な過程の進行を阻害する要因が加わるため、水蒸気爆発が起こりにくいことが種々の試験の結果から指摘されている。加えて、外部からの強制的なトリガーを与えることで水蒸気爆発が発生した数少ない場合においても、機械的エネルギーへの変換効率は小さく大規模な水蒸気爆発には至らなかったことも確認されている。（以上につき別表）福島第一原子力発電所事故を調査した各種委員会等においても、同事故において水蒸気爆発が発生したとの報告はなされていない。

したがって、本件原子力発電所において、炉心の著しい損傷が生じた場合、「メルトスルーしたデブリ」と下部ドライウェルに流入したサプレッションプール水とが接触することで直ちに水蒸気爆発が発生する危険性があるかのようにいう原告らの主張は、「メルトスルーしたデブリ」による水蒸気爆発の発生機序等を考慮することなくなされたものであり、合理性がない。

なお、原告らは、特にABWRで採用している鉄筋コンクリート製格納容器においては、「水蒸気爆発を防ぐことを優先させ、圧力抑制室を、原子炉圧力容器ドライウェル部よりもさらに外側に設置した」BWRで採用しているMark-I型及び同改良型の格納容器と比べ、サプレッション・チェンバが、上部ドライウェルの真下、下部ドライウェルのすぐ外側に位置していることから、炉心の著しい損傷によって生じた「メルトスルーしたデブリ」の落下状況如何によっては、圧力抑制室隔壁を破壊し、圧力抑制室内に存在した水が下部ドライウェルに流入したとしてもなんら不思議ではなく、「炉心損傷に至ってしまった場合における水蒸気爆発発生」の危険性は、Mark-I型に比べABWRは相当程度高い」などとして、サプレッション・チェンバと圧力容器底部との平面的な距離の差だけをもって、水蒸気爆発が発生する危険性が高いと主張するが（原告ら準備書面176, 7頁, 同215頁）、この平面的な距離の差だけをもって水蒸気爆発が発生する危険性に差があるとする自体誤っている。この点に関しては、平成25年3月14日付け被告準備書面（4）「第1の3（1）」で述べたとおり、鉄筋コンクリート製格納容器並びにMark-I型及び同改良型の格納容器のいずれにおいてもサプレッション・チェンバと圧力容器底部との間には隔壁があるという点では変わりがなく、また、本件原子力発電所5号機のサプレッション・チェンバは、ドライウェルから見て側面の厚さ約2mの鋼板とコンクリートとからなる壁の外側に位置している。

2 本件原子力発電所における全交流電源喪失及びこれに起因する炉心の著しい損傷を防止する対策を考慮しない誤り

原告らは、原子力規制「委員会における検討においては、シビアアクシデント対策として、炉心損傷回避フェーズの後の段階として、格納容器損傷回避フェーズを想定すべきことを当然の前提とし、格納容器破損防止対策検討として炉心損傷に起因する各種物理現象に言及している」ため、「本件原子力発電所においても、全交流電源喪失という事象の発生可能性の想定は当然のことながら、これに起因する炉心損傷、ひいては水蒸気爆発の発生可能性についても当然検討すべきであり（原告ら準備書面17 7, 8頁）、また、「国内外を通じ、シビアアクシデント対策として、被告の主張する緊急安全対策及びその強化策はもちろんのこと、「炉心損傷」を想定すべき事象として、その対策が求められていることは明らかである」（同12頁）ことから、本件原子力発電所では、全交流電源喪失及びこれに起因して直ちに炉心の著しい損傷が生ずる具体的危険性があるのかのように主張する。

しかしながら、被告は、平成24年2月29日付け被告準備書面(1)、同(4)、平成25年3月14日付け同(5)、同年8月22日付け「原告ら求釈明申立に対する回答」、同月27日付け被告準備書面(6)、平成26年7月17日付け同(10)、同年8月29日付け同(11)及び同年11月20日付け同(12)で述べてきたとおり、本件原子力発電所では、外部電源及び非常用ディーゼル発電機が使用できなくなる事態（全交流電源喪失）の発生を防止し、かつ、万一、全交流電源喪失に至った場合にも備え、非常用ディーゼル発電機以外でも交流電源を確保できる態勢を整えるなど、更なる電源確保手段を用意して炉心の著しい損傷を防止することができるようにすることとしている。また、併せて、炉心冷却機能に係る注水機能を担う施設及び除熱機能を担う施設についても多重性・多様性を持たせることとしている。

すなわち、本件原子力発電所では、外部電源を喪失した場合、炉心冷却機能を

担う施設に供給される電源について、原子炉ごとにそれぞれ3台の水冷式の非常用ディーゼル発電機を独立に設けることで非常用交流電源を確保できるようにしている。外部電源については、異なる変電所に接続される複数の回線（3系統・6回線）から受電することができ、うち2系統・4回線については発電所敷地内の高台に設置してある受電用変圧器によっても受電できる構成とすることとしており、更に発電所敷地外の高台に配備している移動式変圧器を使用することにより、1系統・2回線を増補することができる体制等を整えている。

また、上記で述べたような対策にかかわらず、全交流電源喪失に至った場合にも備え、非常用ディーゼル発電機以外でも、敷地内の高台に合計6台配備することとしている空冷式のガスタービン発電機、敷地内の異なる2つの高台に合計4台配備することとしている交流電源車、各原子炉間で電源を融通することができる電源融通設備、原子炉建屋中間屋上に合計13台設置した空冷式の災害対策用発電機により、手厚く交流電源を確保できる態勢を整えることとしている。更に、原子炉隔離冷却系等を制御するために必要となる直流電源を8時間確保できるように直流電源設備を設置していることに加え、その容量を増強し24時間確保できるようにするとともに、上記交流電源の施設により直流電源設備を充電するのみならず、敷地内の異なる2つの高台に合計3台の直流電源車を配備することで継続的に直流電源も確保できるようにすることとしている。

そして、炉心冷却機能のうち、注水機能については、原子炉隔離冷却系（なお、本件原子力発電所5号機では、原子炉隔離冷却系はECCSの一部として構成されている。）、ECCSに加え、各原子炉建屋中間屋上に空冷式熱交換器を設置し注水機能を強化することとしている高圧炉心スプレイ系、補給水系、敷地内の異なる2つの高台に合計4セット配備することとしている可搬型注水設備、消火系、敷地内の高台に合計12台配備した空冷式の可搬式動力ポンプ等により多重化・多様化することとしている。注水に要する水源については、サプレッション・チェンバのプール水、復水タンク（3号機）、復水貯蔵槽（4、5号機）に加え、

復水サージタンク、敷地内の高台に設置することとしている大容量の淡水タンク、海水、清水タンク、新野川により確保することで多重化・多様化することとしている。除熱機能については、余熱除去系、原子炉機器冷却海水系に加え、同3ないし5号機ごとにそれぞれ設置することとしている防水構造建屋の緊急時海水取水設備（EWS）及びフィルタベント設備、格納容器ベント設備、敷地内の高台に配備することとしている可搬型の熱交換器車により多重化・多様化することとしている。

このように、本件原子力発電所においては、電源設備について、信頼性を高めることにより、全交流電源喪失の発生を防止し、かつ、万一、全交流電源喪失に至った場合でも、交流電源を確保できる態勢を整えるなど、更なる電源確保手段を用意して炉心の著しい損傷をより確実に防止できるようにすることとしている。また、併せて、炉心冷却機能に係る注水機能を担う施設及び除熱機能を担う施設についても多重性・多様性を持たせることとしているのであって、全交流電源喪失が発生し、また、これに起因して直ちに炉心の著しい損傷が生ずる具体的危険性があるかのようにいう原告らの主張は、これらの対策を考慮することなくなされたものであり、理由がない。

3 結語

以上のとおり、水蒸気爆発は、高温の液体と水などの低温の液体とが接触すれば直ちに発生するような現象ではなく、種々の条件がそろった場合に、複雑な過程を経て発生する現象であると考えられており、原子力発電所では水蒸気爆発が起りにくいことが指摘されている。また、本件原子力発電所では全交流電源喪失及びこれに起因する炉心の著しい損傷を防止する対策が講じられている。同発電所の格納容器において水蒸気爆発が発生する具体的危険性があるかのようにいう原告らの主張は、これらのことを考慮せずになされたものであり、理由がない。

以 上

別表 二酸化ウラン及び二酸化ジルコニウムの混合物を用いた水蒸気爆発に係る試験

試験	試験概要
FARO試験	○FARO試験は、欧州JRC (Joint Research Center) のイスプラ研究所における試験である。 ○同試験では、圧力容器内を対象に溶融物が水プールに落下した場合の水蒸気爆発の発生の有無を調べることを主目的とした高圧条件での試験（外部トリガーなし）が行われるとともに、一部において圧力容器外を対象に低圧条件での試験（外部トリガーなし・外部トリガーあり）も行われている。 ○同試験では、二酸化ウラン及び二酸化ジルコニウムの混合物が模擬溶融物として用いられるとともに、一部の試験では、同溶融物に金属ジルコニウムを混合させている。 ○同試験の結果、外部トリガーなし・外部トリガーありのいずれの試験ケースでも、水蒸気爆発は発生していない。
KROTOS試験	○KROTOS試験は、FARO試験の一環として行われた試験である。 ○同試験では、圧力容器外を対象に溶融物が水プールに落下した場合の水蒸気爆発の発生の有無を調べることを目的とした低圧条件での試験（外部トリガーなし・外部トリガーあり）が行われている。 ○同試験では、二酸化ウラン及び二酸化ジルコニウムの混合物が模擬溶融物として用いられている。 ○同試験の結果、外部トリガーなしの試験ケースでは、水蒸気爆発は発生していない。また、外部トリガーありの試験ケースでは、水蒸気爆発は発生していないか、発生した試験ケースであっても水蒸気爆発のエネルギーマ換効率は低く、大規模な水蒸気爆発は発生していない。
COTEL S試験	○COTEL S試験は、財団法人原子力発電技術機構（当時）がカザフスタン国立原子力センターの施設を用いて行った試験である。 ○同試験では、圧力容器外を対象に溶融物が水プールに落下した場合の水蒸気爆発の発生の有無を調べることを目的とした低圧条件での試験（外部トリガーなし）が行われている。 ○同試験では、二酸化ウラン及び二酸化ジルコニウムの混合物に、金属ジルコニウム及び炉内構造物等を模擬したステンレス鋼を混合させた混合物が模擬溶融物として用いられている。 ○同試験の結果、すべての試験ケースで水蒸気爆発は発生していない。

