

平成26年（ヨ）第31号 大飯原発3，4号機及び高浜原発3，4号機運転差止
仮処分命令申立事件，平成27年（モ）第38号 保全異議申立事件

債権者 松田正 ほか8名

債務者 関西電力株式会社

第 1 2 準備書面

平成27年7月21日

福井地方裁判所 御中

債権者ら代理人弁護士 河 合 弘 之

ほか

債権者らは，債務者異議審主張書面(1)第3・2「『閉じ込めるという構造について（使用済み核燃料の危険性）』に対して」に対し，反論する。

目次

第1 使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの危険性.....	3
1 はじめに.....	3
2 使用済み核燃料の危険性.....	4
(1) 使用済み核燃料の発生・保管.....	4
(2) 使用済み核燃料の性質・危険性.....	5
3 使用済み核燃料プールの危険性.....	6
4 使用済み核燃料プールの安全性を喪失させる事故とその原因等.....	7
(1) 安全性維持の要件.....	7
(2) ホウ酸水の喪失を招く出来事.....	7
(3) 臨界事故や即発臨界を招く出来事.....	9
(4) 使用済み核燃料プールの稠密化の危険性.....	9
第2 原決定の認定はその多くが福島原発事故において実際に生じた事実ないしは	

生じるおそれがあった事実を基礎に置くものである	11
1 債務者の主張「原決定の認定は具体的な蓋然性の検討をしていない」 ...	11
2 原決定の認定はその多くが福島原発事故において実際に生じた事実ないし は生じるおそれがあった事実を基礎に置くものである	12
3 冷却水喪失の原因は配管破断等に限られない	15
第3 使用済み核燃料も炉心部分と同様に外部からの不測の事態に対して原子炉格 納容器のような堅固な施設によって防御を固められる必要がある	21
1 債務者の主張「原子炉格納容器の主たる役割は外部からの事象に対する防 御機能ではない」	21
2 原決定は原子炉格納容器の主たる役割を判断している訳ではない	21
3 債務者も原子炉格納容器の外部からの事象に対する防御機能を認めている	21
4 欧州では外部からの不測の事態に対応するため格納容器を強化している .	22
5 使用済み核燃料プール襲う外部事象	23
(1) 竜巻による危険性	23
(2) テロによる危険性	24
(3) 航空機衝突の危険性	30
第4 使用済み核燃料プールの冷却設備の耐震脆弱性	38
第5 あまりにも楽観的な債務者の安全対策	38

第1 使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの危険性

1 はじめに

使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの危険性は、福島原発事故以前は、原子炉の危険性に比して、十分に語られてこなかったといえよう。

しかし、我々は、福島原発事故において、4号機の使用済み核燃料プールの冷却機能が喪失し、水素爆発により建屋が大破し、むき出しになった使用済み核燃料プールを見て、使用済み核燃料プールには、制御棒や圧力容器・格納容器もなく、簡単に壊れる建屋にしか守られていないことを知り、そして、その中には、極めて危険な使用済み核燃料が大量に、狭い空間の中に密集して貯蔵されていることを知った。

この4号機の使用済み核燃料プールは、多くの専門家の間で最も危険なものと認識され、米国NRCは、在日米国人に対して50マイル圏内からの脱出を呼び掛け、国内においても、避難範囲が首都圏にまで及ぶ可能性があるとの内部資料がまとめられた（甲1・160頁，甲31）。

結果的には、使用済み核燃料プールに十分な水が残存していたことなどによって、最悪の事態は避けられたが、これは、原決定が指摘するとおり、僥倖というほかない、偶然が重なったものであり（甲1・160～161頁）、上記のような危険認識が決して杞憂でなかったことが明らかになっている。

このように、福島原発事故でまざまざと見せつけられた使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの危険性に対し、債務者が講じた対策は、可搬式の消防ポンプの設置という、何とも心許ないものでしかない。

使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの本質的な危険性を指摘した原決定に対し、債務者は、異議審主張書面(1)において縷々批判するが、いずれもあたかも福島原発事故などなかったかのような形式論に終始するものであり、福島原発事故において実際に生じた事実ないしは生じるおそれがあった事実を無視するものである。

本書面においては、原決定が指摘する、使用済み核燃料が少なくとも原子炉格納容器のような堅固な施設に守られる必要があること、使用済み核燃料プールの冷却設備が少なくとも基準地震動 S_s に対する耐震安全性を有しなければならないことを確認しながら¹、債務者異議審主張書面(1)に対する反論を行うが、その前提として、使用済み核燃料ないし使用済み核燃料プールの危険性について振り返ることとする。

2 使用済み核燃料の危険性

(1) 使用済み核燃料の発生・保管

原子力発電は、ウラン235やプルトニウム239を含む放射性物質を原料とする核燃料を原子炉内で核分裂させて熱を得ている。

核分裂が進むと、多種類の核分裂生成物、いわゆる死の灰が蓄積する。

死の灰が熱中性子を横取りする等して核分裂反応に悪影響を与えることから、定期点検の際、核燃料の約3分の1が新しい核燃料と交換される。

この原子炉から取り出される核燃料が「使用済み核燃料」である。

本件原発で発生する使用済み核燃料は、1基当たり平均して年間約40トンである。使用済み核燃料は、燃料集合体のまま一体毎にクレーンで吊って原子炉から取り出され、水中を移送して補助建屋内の使用済み核燃料プールのラックに立てて貯蔵されている。

高浜原発及び大飯原発の使用済み核燃料プールに貯蔵されている使用済み核燃料集合体の総数は、次頁の表のとおり、平成26年度末で、それぞれ2551体、3118体もの数に及んでいる（甲254「原子力発電所での使用済燃料の貯蔵状況」）。

¹ 使用済み核燃料プールの計測装置が少なくとも基準地震動 S_s に対する耐震安全性を有しなければならないことについては、債務者異議審主張書面(1)の構成に合わせて、債権者ら第12準備書面で主張する。

単位：燃料集合体数（体）

発電所	貯 蔵 量					貯蔵容量
	平成 22年度末 (2010年)	平成 23年度末 (2011年)	平成 24年度末 (2012年)	平成 25年度末 (2013年)	平成 26年度末 (2014年)	
美 浜	903	943	943	943	943	1,961
高 浜	2,649	2,551	2,551	2,551	2,551	4,386
大 飯	3,026	3,146	3,132	3,132	3,118	4,962
合 計	6,578	6,640	6,626	6,626	6,612	11,309

(2) 使用済み核燃料の性質・危険性

上記のとおり、核燃料は原子炉内で中性子をあてて核分裂させるとウラン 235 の原子核が分裂して死の灰が発生するが、一方、非核分裂性のウラン 238 の原子核が中性子を捕獲（吸収）してウラン 239 になり、それが β 崩壊等の壊変を繰り返し、数日後には核分裂性のプルトニウム 239 やその同位体のプルトニウム 241 等へと変化する。

使用済み核燃料中の死の灰は、核種毎に定まった時間や歳月の経過とともに壊変を繰り返し、異なる原子の状態を何度か経て、最後に安定した原子に変化するまで放射線を放出し、崩壊熱を発生し続ける。死の灰やプルトニウムの同位体の中には、比較的強い自発核分裂能を有している核種が多いことから、新しいウラン燃料とは異なり、使用済み核燃料はかなり多量の中性子線も同時に放出し続ける。

このように、使用済み核燃料は、強い放射線や中性子線を大量に発生させる有毒物質であることから、人が近付けば即死することになる。仮に、1 トンの使用済み核燃料の放射能毒を含む水を人が飲める程度に無害化しようとする、1000 年後に琵琶湖の全水量をもって希釈してもなお足りないという凄まじく悲惨な結論が導かれるのである。また、崩壊熱も凄まじく、使用済み核燃料プールに貯蔵して冷却を続けても、1 年後においてさえ、なお 1 トン当たり 1 万ワット以上もの大きな発熱量を有しているのである。

（甲 1・131 頁）

このような性質のため、使用済み核燃料の取出方法や貯蔵方法は、下記のように制約されており、作業には困難と危険とが常に付きまとうことになる。

原子炉から取り出す際は、作業員の被ばくや衝撃等による臨界事故を防ぐため、原子炉、移送路、及び使用済み核燃料プールの全てに水を張り、使用済み核燃料集合体を水中に保持して一連の作業が行われる。

本件原発では、原子炉容器からクレーンで縦に吊って取り出し、途中で一度横倒しにして移動し、その後再度立てて使用済み核燃料プールへ移動するという方法が採られている。

この方法は、沸騰水型原発において圧力容器からクレーンで吊り出して使用済み核燃料プールへ下ろすという単純な方法であるのに比べると、作業工程が多く複雑なため、より危険性が高くなる。

しかも、原子炉から取り出した直後の使用済み核燃料（ホット燃料）は、崩壊熱、放射線量ともに凄まじく膨大であるため、乾式キャスクは使えず、メルトダウンや臨界事故を防ぐため、最低でも数年は使用済み核燃料プールで保管して放射能の減衰を待ち、除熱をする以外には有効な貯蔵方法が無いのが現状である。

3 使用済み核燃料プールの危険性

上記2で述べた使用済み核燃料の危険性から自ずと明らかなように、それを数千体も狭い場所に密集して、長期間貯蔵する使用済み核燃料プールの危険性は、単体の使用済み核燃料の危険性とは質的に異なる、遥かに凄まじいものである。

使用済み核燃料プールは、使用済み核燃料を約40度のホウ酸水で冠水すると共に循環させて冷やしている。

このホウ酸水を喪失する等して除熱に失敗すれば、使用済み核燃料は、崩壊熱で発熱を続ける。1000度前後になるとジルコニウム合金の燃料被覆管が酸化を始め、さらに高温になると燃料被覆管が溶けて燃えるジルコニウム火災

が生じる。この火災の高熱で使用済み核燃料が細かく砕け、熔融してミクロン単位の微粒子になる。これらが火災による強い上昇気流に乗って空中高く吹き上げられ飛散して、降雨等で落下して広範囲の生活圏に深刻な放射能汚染をもたらすことになる。

また、高温のジルコニウムがコンクリートの水分等と反応して発生した水素による水素爆発、水蒸気爆発及び即発臨界による核爆発等も同時に生じることがある。こうなると、近接する他の原発の使用済み核燃料も、順次破壊熔融することになり、さらに大量の放射性物質が生活圏へと広域拡散し、300km圏を遥かに超えて数千km圏の各地にも高濃度のホットスポットが出現し、汚染が北半球全体にも及ぶ地球規模の大災害へと進展する。

また、即発臨界にまでいかなくとも、自発核分裂の中性子によって臨界事故が生じた場合、つまり連鎖反応が生じた場合、原子炉のように制御棒による臨界停止は不可能であるから、臨界の規模が拡大して使用済み核燃料棒の多数の破壊や高熱によるホウ酸水の急激な蒸発が生じた場合には、やはりジルコニウム火災へと進展することになるが、その場合も、もはや何らなすすべもなく、一気に破局へと突き進むことになる。

4 使用済み核燃料プールの安全性を喪失させる事故とその原因等

(1) 安全性維持の要件

上記3で述べた使用済み核燃料プールの危険性から自ずと明らかなように、使用済み核燃料プールの過酷事故を招く原因の主なものは、次の2点である。

① ホウ酸水の喪失による発熱

② 使用済み核燃料の連鎖反応

(2) ホウ酸水の喪失を招く出来事

ホウ酸水の喪失は、「蒸発」、「プールの損壊」、「瓦礫、土砂、漂流物等の流入」、「吸い上げ」等によって生じる。

ア ホウ酸水の蒸発の原因

ホウ酸水の蒸発を招く原因となる出来事の主なものは、電源の喪失、冷却系及び補給水系の設備の損壊と故障である。

電源の喪失や機器の損壊等を招く出来事には、「大地震」、「大津波」、「大型台風」、「大規模な火山活動」、「大型竜巻」、「斜面の表層崩壊」、「山体の深層崩壊」、「隕石の落下」、「大規模な太陽フレアによる磁気嵐の襲来」等の自然災害によるもの、「サイバー攻撃」、「ミサイル攻撃」、「テロ攻撃」、「航空機の墜落」、「作業員の誤操作」等の人為によるもの、さらに「設備の老朽化」、「機能不全」、「誤作動」等の経年劣化や構造上の瑕疵によるもの等と様々である。

これらの出来事によって、本件原発の送電鉄塔、送電線、変圧器、配電盤、配線、各種の電子制御機器及び補助装置、冷却設備等が破壊され、あるいは容易に修復出来ない規模の損傷が生じる。

その場合、長期間、使用済み核燃料プールの冷却系、補給水系の設備が機能しなくなる。

使用済み核燃料プールのホウ酸水は、冷却系と補給水系の設備が同時に停止した場合、約2日で危険水域まで減少するから、その後は上記3で述べた深刻な事態へと突き進むことになる。

イ 使用済み核燃料プールの損壊の原因

使用済み核燃料プールの損壊を招く原因となる出来事の主なものは、「大地震」、「大規模な火山活動」、「山体の深層崩壊」、「隕石の落下」、「テロ攻撃」、「ミサイル攻撃」等である。こうした起因事象に加えて後に述べるような「潜在的欠陥」や「人為ミス」も関係する。

本件使用済み核燃料プールは、補助建屋内の地上に設置してあるというものの、大地震、大規模な火山活動、深層崩壊等に襲われれば、その衝撃等によって、大規模な場合は補助建屋ごと崩壊する。また、使用済み核

燃料プールの基礎地盤が上下左右等に引き裂かれた場合、プールのコンクリート構造体に亀裂や割損が生じることになる。コンクリートの内側には鋼製のライナーが張られており、そのライナーがコンクリートの亀裂や割損が大きくなり追従しきれなくなると、ライナーが切れてホウ酸水が漏えいすることになる。

さらに、ホウ酸水を失うと、放射線量が膨大なため人が近付くことが出来なから大規模な破損の場合、修理は不可能である。

また、大地震等の衝撃によって使用済み核燃料プールのラックが壊れたり変形したりして使用済み核燃料が接触する事態になれば、臨界事故や即発臨界による一種の核爆発が生じて大惨事になる。

ウ 瓦礫、土砂及び漂流物等の流入の原因

瓦礫、土砂及び漂流物等の流入を招く原因となる出来事の主なものは、「大地震」、「大津波」、「大規模な火山活動」、「深層崩壊」等である。

瓦礫や土砂等が大量に流入すれば、ホウ酸水があふれ出して失われるだけでなく、衝撃が大きいと使用済み核燃料プールのラックが壊れたり変形したりして接触し、臨界事故や即発臨界による一種の核爆発が生じて大惨事になる。

エ ホウ酸水の吸い上げを招く原因

ホウ酸水の吸い上げを招く原因となる出来事の主なものは、「大型台風」や「大型竜巻」であるが、この場合も同様に衝撃等で使用済み核燃料プールのラックの破壊、変形による惨事が生じる。

(3) 臨界事故や即発臨界を招く出来事

臨界事故や即発臨界は、上記(2)で述べたような自然災害、ミサイル攻撃等の際の衝撃等による使用済み核燃料相互の接触によって生じる。

(4) 使用済み核燃料プールの稠密化の危険性

上記のような使用済み核燃料プールの危険性に加え、本件使用済み核燃料

プールは、稠密化によってさらに危険性が増している。

本件高浜原発の使用済み核燃料プールのAエリアは、平成16年（2004年）にリラッキングにより、ぎゅうぎゅう詰めにする（稠密化）ための変更措置がとられている。この変更によって、債務者は、それまで約365mmあった貯蔵用ラックのピッチ間隔（相互の中心間の距離）を約280mmに狭め、貯蔵能力を約663体から約1240体へと9割近くも引き上げている。

その結果、同プールのAエリアは、核分裂に実際に寄与する中性子数の時間的増減を示す指標である中性子増倍率（1のときが増減なく一定で臨界、1を超えると核暴走であるから、安全余裕や不確定性を考慮して安全基準値は1より小さく設定される。）が以前よりも増加した、より危険な状態になっている。

債務者は、変更申請にあたり、それまで使用していた0.95という安全基準値を捨てて0.98へと0.03安全余裕を切り詰めた上で、Aエリアについては0.977という安全基準値と極々僅か（0.003）しか余裕のない評価値をひねり出している。債務者は、0.98という安全基準値を定める際、米国ANSI/ANS 57.2の基準を参考にしたと主張しているが、Aエリアの評価値算出に同基準をそのまま適用すれば安全基準を超えた数値が出てしまって審査に不合格になることから、合理的な根拠の乏しい詐術的な独自の計算手法を駆使してかろうじて審査をすり抜けていたのである。

Aエリアよりは若干ましではあるが、Bエリアやその他の使用済み核燃料プールの中性子増倍率も同様に安全余裕の少ない評価値である。

このようなリラッキングは、本件大飯原発においても行われている。

しかも、債務者は、米国科学アカデミーの勧告により米国では当然のこととして実施されている、臨界事故の抑制効果の高いホット燃料の市松模様の

配列という比較的簡単な保管方法さえ行っていないという無謀さである。

したがって、本件使用済み燃料プールは、上記で述べた大災害等に遭遇しなくとも、通常の使用状況においてさえ、臨界事故等の発生する可能性の高い危険な代物なのである。

本件高浜原発については、このようにただでさえ危険な使用済み核燃料プールに、さらに使用済みウラン燃料や使用済みMOX燃料を追加することになるのであるから、その危険性はさらに増大することになる。

第2 原決定の認定はその多くが福島原発事故において実際に生じた事実ないしは生じるおそれがあった事実を基礎に置くものである

1 債務者の主張「原決定の認定は具体的な蓋然性の検討をしていない」

債務者は、①「使用済み核燃料においても破損により冷却水が失われれば債務者のいう冠水状態が保てなくなり、危険である」という原決定の認定に対し、どのような場合に冷却水が失われ冠水状態が保てなくなるのか、当該事態が生じる蓋然性があるのか、という、そもそもの前提を一切検討していない（債務者異議審主張書面(1)第3・2(3)ア）、③「使用済み核燃料も原子炉格納容器の中の炉心部分と同様に外部からの不測の事態に対して堅固な施設によって防御を固められる必要がある」という原決定の認定に対し、原決定は「不測の事態」と述べるだけで、具体的にどのような事態を問題とするのか明言しておらず、そのような事態が生じる蓋然性についての検討も行っていない（同ウ）、⑤「使用済み核燃料プールが地震によって危機的状态に陥る場合には、隣接する原子炉も危機的状态に陥っていることが多いことを念頭に置かなければならず、このような状況下で確実に給水ができるとは認め難い」という原決定の認定に対し、具体的にどのような状況なのか、発生 of 蓋然性はどうか等といった点を検討、明示していない（同オ）などと、原決定の認定は具体的な蓋然性の検討をしていない旨縷々主張する。

2 原決定の認定はその多くが福島原発事故において実際に生じた事実ないしは生じるおそれがあった事実を基礎に置くものである

- (1) 原決定が判示するとおり、原決定の認定はその多くが福島原発事故において実際に生じた事実ないしは生じるおそれがあった事実を基礎に置くものであり（原決定43頁）、債務者の上記主張は当を得ない。

ア 上記①「使用済み核燃料においても破損により冷却水が失われれば債務者のいう冠水状態が保てなくなり、危険である」という原決定の認定に関し、福島原発事故では、下記のような事態が生じた。

平成23年（2011年）3月11日当時4号機は計画停止期間中であつたことから使用済み核燃料プールに隣接する原子炉ウエルと呼ばれる場所に普段は張られていない水が入れられており、同月15日以前に全電源喪失による使用済み核燃料の温度上昇に伴って水が蒸発し水位が低下した使用済み核燃料プールに原子炉ウエルから水圧の差で両方のプールを遮る防壁がずれることによって、期せずして水が流れ込んだ。また、4号機に水素爆発が起きたにもかかわらず使用済み核燃料プールの保水機能が維持されたこと、かえって水素爆発によって原子炉建屋の屋根が吹き飛んだためそこから水の注入が容易となったということが重なった。（甲1・159～161頁，甲19・215～240頁）

このように、原子炉ウエルと機器貯蔵ピット（DSピット）からの水が、使用済み核燃料プールへと流れ込んで4号機プール核燃料棒の損傷を免れたといっても、そもそも原子炉ウエルと機器貯蔵ピットが使用済み核燃料プールと同じ水位に保たれているという状況は、通常、燃料交換が実施される計画停止期間中だけに限られているものであり、そのような期間は運転サイクルの10～20%にすぎないのであって、4号機プールの核燃料棒損傷が回避されたのは、結局のところ偶然と評価されるべきものである（甲1・160～161頁）。「4号機の使用済み核燃料の過熱・崩壊は、

震災直前の工事の不手際と、意図しない仕切り壁のずれという二つの偶然もあって救われた」との下記報道（甲255「平成24年3月8日付け朝日新聞記事」）にもあるように、いわば二重の偶然によって回避されたものである。

工事不手際 4号機救う

震災当日の4号機の水の状況

震災4日前に抜き取る予定だった水

DSピット 760m³ 仕切り 原子炉ウエル 680m³ 仕切り 貯蔵プール 1425m³

原子炉圧力容器 500m³ 原子炉格納容器 使用済み核燃料

東京電力福島第一原発の事故で日米両政府が最悪の事態の引き金になると心配した4号機の使用済み核燃料の過熱・崩壊は、震災直前の工事の不手際と、意図しない仕切り壁のずれという二つの偶然もあって救われていたことが分かった。4号機は一昨年11月から定期点検に入り、シュラウドと呼ばれる炉内の大型構造物の取り換え工事をして、1978年の営業運転開始以来初めての大工事だった。工事は、原子炉真上の原子炉ウエルと呼ばれる部分と、放射能に汚染された機器を水中に仮置きするDSピットに計1440立方メートルの水を張り、進められた。いずれもふだんは水がない部分だ。

当初のスケジュールでは3月7日までに原子炉ウエルから水を抜く予定だった。ところが、シュラウドを切断する工具を炉内に入れようとしたところ、工具を炉内に導く補助器具の寸法違いが判明。この器具の改造で工事が遅れ、震災のあった3月11日時点で水を張ったままにしていた。

水抜き作業できず→燃料プールへ流れ込み冷却

（奥山俊宏）

4号機の使用済み核燃料プールは津波で電源が失われ、冷やせない事態に陥った。プールの中の水は燃料の崩壊熱で蒸発していた。水が減り続け、核燃料が露出して過熱すると、大量の放射線と放射性物質を放出。人は近づけなくなり、福島第一原発だけでなく福島第二など近くの原発も次々と放棄。首都圏の住民まで避難対象となる最悪の事態につながると恐れられていた。

しかし、実際には、燃料プールと隣の原子炉ウエルとの仕切り壁がずれて隙間ができ、ウエル側からプールに約1千トンの水が流れ込んだとみられることが後に分かった。さらに、3月20日からは外部からの放水でプールに水が入り、燃料はほぼ無事だった。

東電によると、この水の流れ込みがなく、放水もなかった場合、3月下旬に燃料の外気露出が始まると計算していたという。

原決定が判示するとおり、4号機の使用済み核燃料プールが破滅的事態を免れ、原子力委員会委員長が想定した、福島第一原発から250km以遠に及ぶ避難計画（甲31）が現実のものにならなかったのは、僥倖というしかない。

このように、福島原発事故では、全電源喪失により、使用済み核燃料プールの冠水状態が保てなくなるおそれのある事態が生じたが、このような事態は、全電源喪失に限らず、地震、津波、竜巻、テロ等による、冷却設

備の損壊、補給設備の損壊、使用済み核燃料プールの損壊等、枚挙にいとまがない。特に、原子炉格納容器のような堅固な施設によって囲い込まれていない使用済み核燃料プールの脆弱性、使用済み核燃料プールの冷却設備の耐震脆弱性については、後述する。

イ 上記③「使用済み核燃料も原子炉格納容器の中の炉心部分と同様に外部からの不測の事態に対して堅固な施設によって防御を固められる必要がある」という原決定の認定に関し、福島原発事故では、4号機の原子炉建屋内で水素爆発が生じ、建屋が大破している。原決定が判示するとおり、福島原発事故において原子炉格納容器のような堅固な施設に囲まれていなかったにもかかわらず4号機の使用済み核燃料プールが建屋内の水素爆発に耐えて破断等による冷却水喪失に至らなかったこと、あるいは瓦礫がなだれ込むなどによって使用済み核燃料が大きな損傷を被ることがなかったことは誠に幸運と言うしかない。

ウ 上記⑤「使用済み核燃料プールが地震によって危機的状态に陥る場合には、隣接する原子炉も危機的状态に陥っていることが多いことを念頭に置かなければならず、このような状況下で確実に給水ができるとは認め難い」という原決定の認定に関し、福島原発事故では、地震によって4号機使用済み核燃料プールと隣接する1ないし3号機の原子炉が危機的状态に陥ったことによって、地震等の一つの要因により同時に多数の施設が損傷・故障することがあること、その結果として深刻な事故に至ることが事実として明らかになっている。

(2) これに対し、債務者は、福島第一原発と本件高浜原発とでは、使用済み核燃料プールの位置も構造も異なるのであり、このような相違や、具体的な事態の想定及びその事態発生 of 蓋然性を捨象して、抽象的なレベルで危険性を認定しているに過ぎないと主張する（債務者異議審主張書面(1)第3・2(3)ウ）。

しかし、上記のとおり、福島原発事故では、使用済み核燃料プールの冠水

状態が維持できなくなり、大量の放射性物質が放出されるという事態が現実のものにならなかったのは僥倖ともいえる以上、本件原発ではこのような事態は万が一にも起こらないということが立証されなければ、具体的危険性を否定することはできないというべきである。

また、福島第一原発と本件原発とでは、使用済み核燃料プールの位置や構造が異なる面があるが、原決定が問題としている、使用済み核燃料が原子炉格納容器のような堅固な施設に囲われていないこと、使用済み核燃料プールの冷却設備が基準地震動 S_s に対する耐震安全性を有しているとは認められないことは、福島第一原発だけでなく、本件原発にもあてはまる問題であるから、使用済み核燃料プールの位置や構造の異同は、原決定の判断を左右しない。

3 冷却水喪失の原因は配管破断等に限られない

- (1) 債務者は、「使用済燃料ピット水位は約 12 m であり、使用済燃料の長さは約 4 m であるため、使用済燃料の上端から水面までは約 8 m の水位がある。なお、使用済燃料ピットに接続されている全ての配管（給排水配管）は、使用済燃料の上端よりも高い位置で接続されており、万一これらの配管が破断等しても、使用済燃料ピット水位が配管の接続位置よりも低下することはない、使用済燃料の冠水が維持される構造となっている。」と主張するが（債務者異議審主張書面(1)72頁）、前記のとおり、使用済み核燃料プールの冷却水喪失の原因は、配管破断等に限られない。ここでは、その一例としてライナーからの漏えいに関して述べる。

債務者異議審主張書面(1)74頁の図表5のとおり、本件使用済み核燃料プールは、壁面及び底部を厚さ約2～3mの鉄筋コンクリート造とし、その内面にステンレス鋼板を内張り（ライニング）した構造物であるところ、漏えいの可能性は、このステンレス鋼板の内張りライニング（ライナー）のコンクリートとの定着部及び溶接部が懸念される。

- (2) 以下、ライナーの構造と想定される漏えいに関して述べる。債務者は、その詳細を示していないから、あくまでコンクリート製プールの構造として一般的な構造を想定するが、起こり得る現象はほぼ同様である。

プール壁とプール底は、鉄筋コンクリートとして深さ約12mの水圧を受け、地震時には動的な地震力、プール水のスロッシングによるも荷重も同時にかかる。大きな地震で、コンクリートが面外曲げ変形及び面内のせん断変形をすると、厚さ約3mmから6mm程度のステンレス製ライナーは、コンクリートに追従して変形する。通常の構造では、このライナーの裏面にはスタッドアンカーという棒状の突起物が溶接されており、コンクリート躯体に定着されている。構造によっては、このスタッドが長い梁状の部材（ライナーアンカー）でライナーの裏面に溶接される場合もある。いずれの構造であっても、ライナーは漏えい防止のためであり、強度を負担するためのものではない。コンクリートは引張荷重がかかると亀裂が生じ、鉄筋が引張荷重を負担するので直ぐに構造破壊は起こさないが、漏えいすることになる。したがって、ライナーが漏えい防止上必要になる。設計上はライナーが降伏しないようにひずみを制限している。また、ライナーにはこの他に温度変化による熱応力が発生する。

地震で構造変形が生じ、亀裂が入るようになると、数十センチ間隔で配置されているスタッドアンカーあるいはライナーアンカーがコンクリートに引きずられてひずみが生じるが、周囲の補強用厚板と薄い板の継ぎ目、形状が変化するコーナー部等では、大きなひずみ集中を生じる。債務者は、こうした構造詳細や強度評価を示していないから、一定の仮定の下に検討してみる。

一般的にコンクリートの熱膨張率は炭素鋼に近いが、ステンレス鋼のそれはコンクリートの1.5倍近くあるので、ライナーがコンクリートと同じ温度変化をした時、ステンレス製ライナーは1.5倍の伸びあるいは縮みを発

生ずる。しかも、急激な温度上昇または温度降下を生じるとステンレス鋼板は伸びたり縮んだりするが、コンクリート躯体は厚さ2～3mと熱容量が大きいため、躯体全体の温度が変化するのに相当時間がかかる。例えば、コンクリートとライナーの一体構造の温度が約50℃上がると、ライナーの温度は降伏応力の60%近くまで上がる。これは、コンクリート躯体全体が伸びるまでに数十分・数時間かかるが、ステンレスの薄い鋼板は周囲の水の温度とほぼ同時に上がるからである。こうして、一般部で降伏強度の半分程度しか上がらなくても、外力及び温度変化によるひずみが集中する部分では、局部的に降伏応力を越えることも否定できない。

ライナーは強度部材ではないが、周囲の温度が上がると、降伏応力よりもはるかに小さい力で、スタッド間のライナーが面外へ張り出す座屈を生じる。

ライナーが座屈すると大きく変形するため、アンカーが外れたり場合によってはライナーに亀裂を生じたりすることがある。

つまり、漏えい防止機能を担うライナー及びライナーアンカー構造は、温度変化に伴うひずみが集中することが想定され、無理な力がかかると、ライナーアンカーがコンクリート躯体から外れるか、あるいはライナー自身が損傷することになる。

- (3) ライナー及びライナーアンカー系の実構造では、6mm程度あるいはそれ以下の薄い板厚なので、溶接部を裏当て金をして溶接する場合もあると思われる。裏当て金溶接は片側だけから溶接するために裏側に小さな金具を予め溶接しておく工法であり、施工準備が悪いと溶接部に欠陥が生じやすい。また、溶接後のグラnder仕上げでライナー表面に小さな傷をつけてしまうと思われ強度低下になることが、1990年代に米国サンディア研究所で行われた日米共同研究の中で明らかにされている。

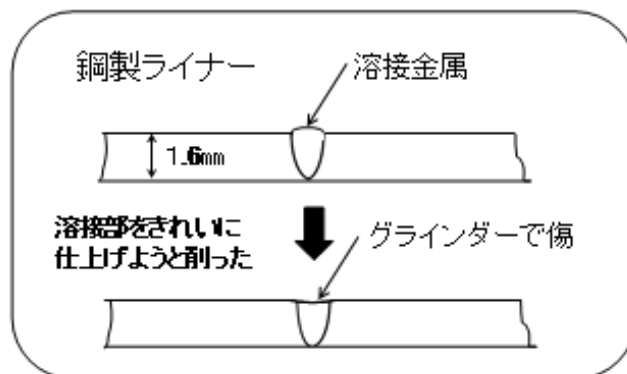
欠陥は、非破壊検査等で事前に見つけることができれば、補修することで事なきを得る。しかし、溶接部の小さな欠陥、例えば減肉などは見落とすこ

とがある。具体的事例として、1990年代に米国サンディア研究所で実施した経産省NUPECとDOEの共同研究で、PWR型原発の大飯3, 4号機PCCV（プレストレストコンクリート製格納容器）の1/4モデル（図1）を用いた加圧による限界挙動試験で、加圧中、想定した圧力よりも30%近く低い圧力で漏れたことなどが挙げられる。厚さ1.6mm（実機6.4mm）のライナーの溶接部をグラインダーで仕上げた際、少し削りすぎたことが原因とされた。予測解析では、設計圧力（最高使用圧力）の3.0～3.5倍程度まで漏えいしないとしていたが、実際には設計圧力の2.3～2.4倍で漏えいした。漏えい箇所は非常に多数にのぼり、少なくとも一部で施工ミスをしたことによるものではない。



図1 PCCV 1/4試験体

ライナーにグラインダーの傷



想定よりはるかに低い圧力で漏えい(次ページ参照)

5

図2 グラインダーの傷

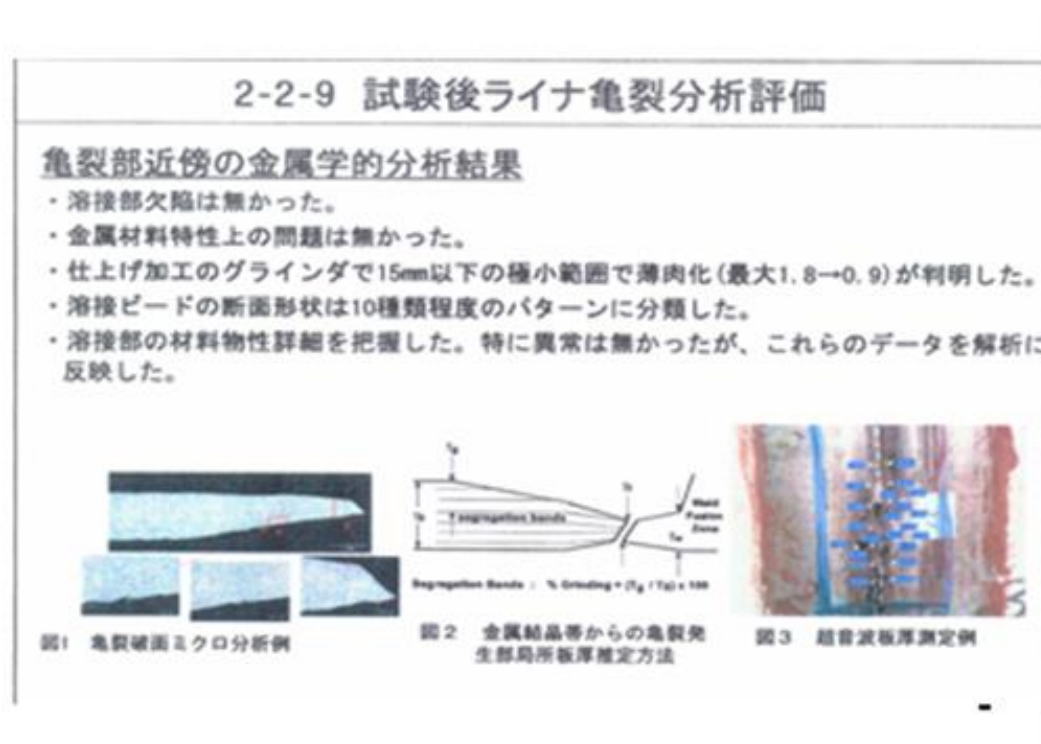


図3 ライナー破断箇所の分析

漏えい個所を調査した結果、図2及び図3のようにグラインダーで幅15mm程度にわたって板厚が減少していることがわかった。

その結果を元に、実験と解析で板厚に対する板厚削込み比率と破断ひずみ

の減少率を求めたのが図4である。実機のライナー板厚6.4mmで考えると、板厚削込み0.32mm（比率5%）で破断ひずみは約75%に減少、板厚削込み0.8mm（比率13%）で破断ひずみは約50%まで減少する。板厚削込み1.28mm（比率20%）で破断ひずみは約35%にまで落ちてしまう。なお、ライナーは応力ではなくひずみで評価する設計なので、こうした極小さな欠陥であっても、重大事故時に降伏ひずみ以上の変形をうければ、小さなひずみでライナーが破断することになる。

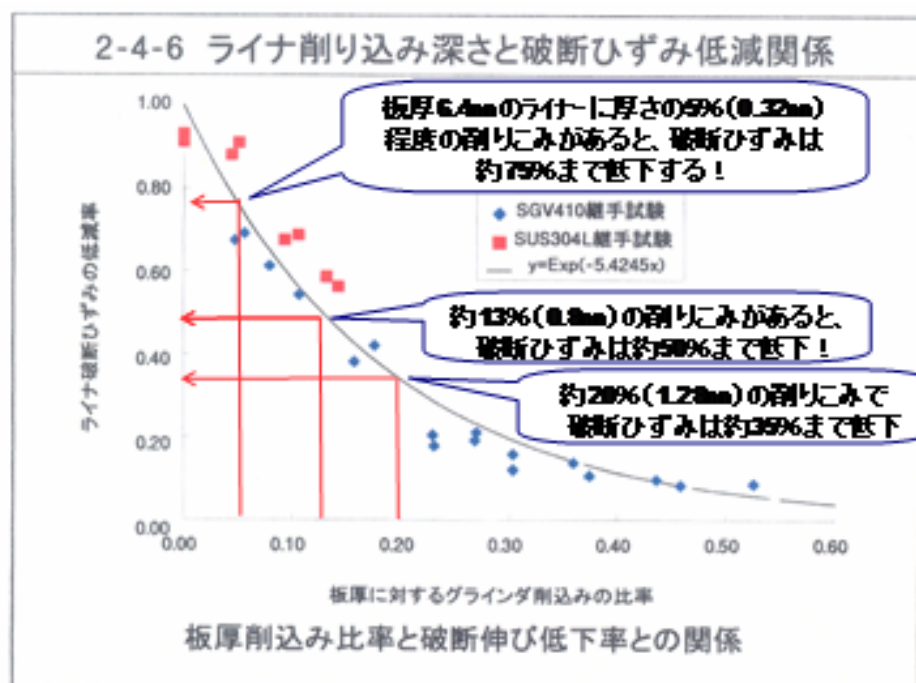


図4 板厚削込み比率と破断ひずみ低減率

- (4) 通常こうしたライナーに亀裂が発生しても、プールが大きいことと、そもそも水中にある鋼板ライナーの亀裂はよほど大きな穴でも開かない限り見えない。水位が下がり続け、漏えい検知用のトレイに水が溜まることになるが、たとえ漏えいが発生したと分かっても、亀裂を見つけることは極めて困難である。運よく漏えい箇所を見つけても、ライナーには水深に応じた高い水压（水深10mで1気圧：1平方cm当たり1kgの力）がかかっているため、補修工事は簡単にはできない。したがって、地震等でライナーが破損

した場合は、水を抜いて補修作業を実施するまで漏えいを止める手立てはないとして対策をすべきである。

第3 使用済み核燃料も炉心部分と同様に外部からの不測の事態に対して原子炉格納容器のような堅固な施設によって防御を固められる必要がある

1 債務者の主張「原子炉格納容器の主たる役割は外部からの事象に対する防御機能ではない」

債務者は、②「原子炉格納容器は、放射性物質を外部に漏らさないと言う目的のほかに、原子炉格納容器の外部からの事故から燃料を守るという側面もあり、この役割を軽視することはできない」、③「使用済み核燃料も、炉心部分と同様に、外部からの不測の事態に対して、原子炉格納容器のような堅固な施設によって防御を固められる必要がある」という原決定の認定に対し、原子炉格納容器は、外部からの不測の事態に備えた炉心の防護をその目的として設計されているものではないと主張する（債務者異議審主張書面第3・2(3)イ（ア））。

2 原決定は原子炉格納容器の主たる役割を判断している訳ではない

原決定は、原子炉格納容器の主たる役割が何であるかについて判断している訳ではなく、上記のとおり、福島原発事故において実際に生じた事実ないしは生じるおそれがあった事実などにより、使用済み核燃料（プール）がより堅固な施設によって防御を固められていなければ、外部からの不測の事態に対する防御が十分でなく、人格権を侵害する具体的危険性があると判断しているのであるから、債務者は、上記のような形式的な主張に終始するのではなく、当該判断に対する実質的な主張及び疎明を行うべきである。

3 債務者も原子炉格納容器の外部からの事象に対する防御機能を認めている

原決定は、債務者が、原子炉格納容器が竜巻防御施設の外殻となる施設であると位置づけていること（甲68）を指摘している（原決定42頁）。

これに対し、債務者は、原子炉格納容器が外部からの事象に対しても防御機

能を果たし得ることを述べたものに過ぎず、原子炉格納容器の主たる役割が内部からの放射性物質の外部への放出を防御するものであることを左右するものではないと主張する（債務者異議審主張書面第3・2(3)イ（イ））。

しかし、繰り返しになるが、原決定は、原子炉格納容器の主たる役割が何であるかについて判断している訳ではなく、使用済み核燃料（プール）がより堅固な施設によって防御を固められる必要があると判断しているのであり、債務者の主張は当を得ていない。

むしろ、債務者も「原子炉格納容器が外部からの事象に対しても防御機能を果たし得る」として、原子炉格納容器の外部からの事象に対する防御機能を認めていると言える。

現に、使用済み核燃料プールを覆っている燃料取扱建屋の外壁及び屋根は、竜巻による飛来物の衝突によって貫通が生じ、鋼製材等の飛来物が使用済み核燃料プールに侵入するが、原子炉格納容器がある原子炉には、このような竜巻による飛来物が侵入するおそれはないと評価されていること（甲68）からしても、原子炉格納容器が事実上果たしている外部からの事象に対する防御機能を軽視することはできない。

4 欧州では外部からの不測の事態に対応するため格納容器を強化している

原子力安全・保安院は、平成24年（2012年）7月12日、航空機衝突等に関する欧米の規制動向等を下記のとおりまとめている（甲114）。

英国のサイズウェルB原発は、航空機衝突・テロ対策として、格納容器（鉄ライナー＋1.3mプレストレスコンクリート）を半球殻（1m）で覆っている（甲114・3頁）。

フランスやフィンランドの加圧水型炉（EPR）は、航空機衝突対策として、内側格納容器（金属ライナー＋プレストレスコンクリート）と外側格納容器（鉄筋コンクリート）の二重格納容器を設置している（甲114・4，6頁）。

このように、欧州では、航空機衝突等の対策として、格納容器を二重にする

などの対策を行っていることからしても、原子炉格納容器が事実上果たしている外部からの事象に対する防御機能を軽視することはできない。

5 使用済み核燃料プール襲う外部事象

使用済み核燃料プールを襲う外部事象は、枚挙にいとまがないが、ここでは、竜巻、テロ及び航空機衝突の危険性について主張する。

(1) 竜巻による危険性

ア 債務者の本件原発の竜巻影響評価（甲 6 8，甲 2 5 6 「高浜 3 号炉及び 4 号炉竜巻影響評価について」）によれば、原子炉周辺建屋のうち本件使用済み核燃料プールを覆っている燃料取扱建屋は、鉄骨造であり、その外壁及び屋根は、竜巻による飛来物の衝突によって貫通が生じるため、本件使用済み核燃料プールに飛来物が侵入した場合の影響評価を実施している（同 4 3 頁）。

まず、本件使用済み核燃料プールに飛来物が衝突した場合、ライナーが損傷しプール水の漏洩が生じることが明らかになっているが、債務者は、大量のプール水の漏洩が生じることはなく、冷却機能及び遮へい機能は維持される旨評価している（同 9 0 頁）。

次に、使用済み核燃料に飛来物が衝突した場合、燃料集合体被覆管に歪みが生じることが明らかになっているが、債務者は、この歪みは許容値を下回っており、被覆管は破損しない旨評価している（同 9 0 頁）。

しかし、鋼製材等の飛来物が建屋の外壁及び屋根を貫通して、使用済み核燃料プールに侵入し、使用済み核燃料プールに衝突してプール水の漏洩が生じる事態又は使用済み核燃料に衝突して被覆管に歪みが生じる事態は、使用済み核燃料の危険性からすれば、極めて深刻な事態であり、このような事態を想定した上で「安全」と言うことは到底できない。例えば、債務者は、複数の飛来物の衝突を想定していないが、竜巻により多くの物が吹き飛ばされる事態は当然考えられる事態であり、複数の飛来物が衝突する

可能性を否定することはできない。

また、債務者は、竜巻による鋼製材等の飛来物により燃料取扱建屋の屋根の一部が損壊する可能性があるが、屋根全てが無くならず、竜巻による使用済み核燃料プール水の吸い上げは生じないとしているが、屋根の損傷状況の予測は極めて困難が伴うものであるにもかかわらず、損傷した屋根からプール水の吸い上げは生じないなどという主張の具体的な根拠は明らかにされておらず（同106頁）、プール水の吸い上げの可能性を否定することはできない。むしろ、大規模な竜巻では、屋根が部分的に損壊するだけであるとするの方が不自然である。

イ 上記のような竜巻による危険性を低減するためにも、使用済み核燃料も少なくとも原子炉格納容器のような堅固な施設によって防御を固められる必要がある。また、本件原発にはトルネード・リリーフ・ベントが取り付けられていないが、上記のような竜巻の危険性からすれば、建屋の内外圧力差により建屋が破壊される可能性があるから、少なくともトルネード・リリーフ・ベントの設置が必要である。

このように本件使用済み核燃料プールは、原子炉格納容器のような堅牢な容器に囲われておらず、また、トルネード・リリーフ・ベントが設置されていないことから、竜巻による飛来物の衝突によって使用済み核燃料が破損し、又は、飛来物の衝突による使用済み核燃料プールの破損若しくは竜巻によるプール水の吸い上げによって使用済み核燃料の冷却に失敗するなどして使用済み核燃料の放射性物質が環境中に放出される危険性がある。特に、使用済み核燃料プールは、原子炉のように事故時に大量の放射性物質の放出を防止する原子炉格納容器がないため、放射性物質が漏えいした場合そのまま環境に放出されることになる。

(2) テロによる危険性

ア 本件原発では、使用済み核燃料プールに対するテロ攻撃対策は何らなさ

れておらず、建屋にしか守られていない使用済み核燃料プールがテロリストにより狙われた場合に、事故を回避できる保証は全くない。

イ 新規制基準は、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応を要求事項としている。新規制基準は、テロをシビアアクシデントの単なる一要因のように扱っている点、要求事項がシビアアクシデント対策にとどまるもので不十分である点等の問題はあるが、これまで国内の規制に全く反映されてこなかったテロへの対応が明示されたこと自体は評価に値する。

原発を標的としたテロ事件は、世界中で数多く起こっており、また、9・11テロの計画立案者が航空機衝突の標的の一つに原発も入れていたことが明らかになっている。また、原発を標的とするテロが可能であることは、グリーンピース等による重要施設への侵入、模擬爆弾の投下等によっても明らかになっている。(甲71・556～559頁)

そして、福島原発事故によって、原発に対して著しい損害を与えることがより一層可能であると潜在的テロリストが学んだものと考えなければならない。特に、上記のとおり福島原発事故においては、4号機建屋が爆発して使用済み核燃料プールが非常に危険な状態になったことから、使用済み核燃料プールの脆弱性が明らかになり、テロの具体的な標的になったと考えるべきである。

ウ 使用済み核燃料プールに関する米国における研究

使用済み核燃料プールの安全性・セキュリティについては、米国においても研究がなされている。ここでは、安全・保安に関する委員会（以下「委員会」という。）による「SAFETY AND SECURITY OF COMMERCIAL SPENT NUCLEAR FUEL STORAGE」という研究報告書（Public Report）を検討する。

平成13年（2001年）の9・11後、米国議会から米国国立アカデミーに対して使用済み核燃料の安全と保安に関してアドバイスを求めた

(委員会は、米国国立アカデミーの部会である。)。この研究報告書は、それに対する回答ということで提出されている(同報告書2頁)。この研究は、米国の科学アカデミーと米国原子力規制委員会のサポートのもとで行われた。

本書面では、この研究報告書の内容を取り上げる。

(ア)「背景事情」

平成14年(2002年)国立研究調査諮問委員会報告は、テロに対抗する場合に 関して次のように論じた。「テロ攻撃に対する原子力発電所(NPPs)の潜在的脆弱性は公衆とメディアの想像力をかき立てているようである。それは多分に、攻撃が成功した場合には、人々に害をもたらし、深刻な経済的環境的影響をもたらすからであろう。しかし、同じく攻撃に対する潜在的に脆弱な多くの大型産業設備、例えば、石油精製施設、化学プラント、石油液化ガスの大型タンクのようなものも存在する。これらの施設には頑丈な建造物も存在せず、NPPsが有するようなセキュリティも有しない。しかも人口の多い郊外に位置する。」

以上のような問題意識から、テロ攻撃に対する使用済み核燃料の保管施設の脆弱性と攻撃の際の影響を軽減するためにとられるべき措置に関する質的判断(qualitative judgments)のために委員会が研究し、その結果を研究報告書として提出した。

(イ) テロのシナリオ

委員会は、テロ攻撃のシナリオとして、4つの場合を挙げる。

- ① 大型民間航空機又は爆発物を載せた小型航空機による空中からの攻撃
- ② 武装・訓練された者による地上攻撃
- ③ 空中攻撃と地上攻撃とを組合せた攻撃
- ④ RDDを造るための使用済み核燃料の奪取

① 空中からの攻撃

平成13年（2001年）9・11事件は、テロリストによる大型航空機による攻撃が可能であることを証明した。ボーイング757やエアバス等は日常的に世界中を就航している。そして、核施設での航空機の墜落による破壊の結果は種々の要因によって異なるが、その要因として、航空機の種類、航空機の手度、航空機が搭載した燃料と衝撃の強さ、攻撃の角度と施設の衝撃地点、施設の構造、地上の高さ等の位置、建物の周囲の障害物等々を挙げることができる。したがって、同研究報告は、一般的に、航空機による攻撃の被害状況を具体的に特定することは困難であるとする。

② 地上攻撃

核施設に対する地上での襲撃には3つの形態がある。

- i 武装集団による核施設に対するダイレクトな襲撃
- ii 遠距離からの誘導攻撃
- iii 空中と地上の双方からなる襲撃

上記iの場合には、訓練された襲撃グループが、おそらく内部にいる協力者からの支援を受けて襲撃することになる。襲撃の目的は、放射性機器の破壊であろう。襲撃者は、使用済み核施設の配置、使用済み核燃料の作業等について知悉している必要がある。

③ ハイブリッド攻撃

空中と地上からの攻撃の組み合わせによるテロリストによる攻撃も可能性がある。

④ RDD製造のために使用済み燃料の奪取

RDDとは、いわゆる「汚い爆弾」(dirty bomb)と呼ばれているもので、放射性物質を帯びた物をばら撒く目的で作られる爆弾である。

放射性物質がばら撒かれた場合、短時間での死亡という事態にはな

らないとしても、除染の費用は莫大となり、民衆に与える心理的効果も極めて重大である。

ただし、このような爆弾を製造するために、多量の使用済み核燃料をテロリストが奪取することは、テロリスト自身も被曝する危険性が高いので實際上実行は難しいであろう。むしろ、テロリストは、同じような物質を他から金銭で購入することもできるので、使用済み核燃料の奪取という目的のための襲撃の可能性は結論的には低いと考えられる。

(ウ) 調査結果と勧告

① 調査結果 2 A

使用済み核燃料保管場所に対するテロリストの攻撃の確率は、計量的、比較的に評価することは困難である。しかし、テロリストの行動や動機を予測することができないということは、使用済み核燃料施設が攻撃目標にはならないということを意味しない。そして、公衆に対して放射能に対する恐怖心を与えることができる攻撃目標として、使用済み核燃料はテロリストにとって魅力的である。結論として、攻撃目標とならないとは言えない。

② 調査結果 2 B

委員会は、RDD爆弾を製造するに十分な量の使用済み核燃料を奪取する可能性は小さいと判断する。

③ 勧告

原子力規制委員会は、必要な場合 (where necessary)、部品に組込まれていない使用済み燃料棒 (特に個々の燃料棒又は燃料棒の一部がプールで保管されている場合) を施設の内部者からの協力による (by knowledgeable insiders) 奪取から守るためのセキュリティ条件を再検討しアップグレードするべきである (should review and upgrade)。」

(エ) 研究報告書の結論

以上が研究報告書の概要である。

上記の勧告において委員会も認めているが、使用済燃料施設がテロリストの攻撃目標にならないと断言できないこと、放射能に対する恐怖心を公衆に与えるという目標として使用済み核燃料はテロリストにとって格好の魅力的対象であることから、結論として攻撃目標にならないとは言えないとしている。とりわけ、大型航空機をハイジャックしてそのまま自爆テロで原子力プラント、特に使用済み核燃料を保管するプールに突っ込む方法については、その可能性を決して否定しない。

エ 小括

福島原発事故においては、4号機建屋が爆発して使用済み核燃料プールが非常に危険な状態になったことから、使用済み燃料プールの脆弱性が明らかになり、テロの具体的な標的になる危険性が格段に高まったとも考えられる。特に911のような航空機による自爆テロの場合には、標的を外した時のために、第1標的、第2標的、・・・，というように標的を何重にも定めて攻撃することが考えられる。とすると、必然、標的が近接して集中しているところが攻撃地点として選択されるということが当然に予想される。若狭湾、特に大飯、高浜、美浜の各原発は集中して存在するので格好の標的となること明らかである。各原発に近接して、関西空港をはじめとする国際空港、国内空港が存在することにも留意すべきである。

使用済み核燃料プールは、原子炉格納容器のような堅牢な容器がなく、燃料取扱建屋のみによってしか囲われていないため、外部からの衝撃等に弱く、特に、屋根及び区画壁が弱いため、竜巻による飛来物が貫通し、飛来物が使用済み核燃料プールに侵入してしまう程である。

したがって、使用済み核燃料プールが故意による大型航空機のハイジャックによる自爆テロ等の航空機落下、ミサイル等爆弾テロの標的になった

ときは、大規模火災が発生し、使用済み核燃料が破損し、または、冷却設備等の破壊によって使用済み核燃料の冷却に失敗するなどして使用済み核燃料の放射性物質が環境中に放出される危険性が極めて高い。

(3) 航空機衝突の危険性

ア 債務者は、原子炉格納容器や使用済み核燃料プールに航空機が落下する蓋然性について、机上の航空機落下確率が 10^{-7} 炉年以下であるから無視するとして、強度の検討すらしていない。

しかし、六ヶ所再処理工場に対する航空機事故の解析事例（甲257「原告2012年11月30日付け準備書面（114）」、甲258「後藤政志2012年11月30日付け鑑定意見書」、甲259「2012年11月20日付け計算結果報告書」）から見ると、一定速度以上で小型戦闘機あるいは大型旅客機が1.2m程度の壁厚の原子炉建屋に衝突すると建屋、格納容器が破壊し、ジェット燃料による火災がプラント内部で起こる可能性が高い。

取り上げた解析は、構造対象や条件等様々だが、コンクリートの壁厚さと航空機の重量、速度などから、構造壁を貫通する可能性が高く、貫通後の残存速度で格納容器が破壊する可能性を否定しきれない。また、過去の航空機事故を見ると、航空機落下が制御不能な形で起こることが何回も起きている。テロも無視できない。それにも関わらず、強度評価を全くしないまま、航空機落下確率が 10^{-7} 炉年以下であるから、評価不要とすることは、格納容器破壊という事故の深刻さを考えると許されない。同時に、使用済み核燃料施設の建物は、航空機落下に対して十分な強度を有しているとは到底思えない。

世界中で航空機落下事故が多発する中、原子力規制委員会が旧基準を基にした確率評価でよしとし、それをそのまま踏襲している債務者の判断は国際的にも著しく妥当性を欠く。

以下、具体的な主張を述べる。

イ 航空機による火災の設定について「航空機落下事故の発生状況や機種による飛行形態の違いに関する最新の知見を基に、航空機を種類別に分類し、その種類ごとに燃料積載量が最大の航空機を選定している。その航空機ごとの落下確率に関する知見を基に、敷地内において航空機落下確率が 10^{-7} 回/炉年以上となる区域を選定し、その中で安全施設までの距離を基に、輻射強度が最大となる航空機の種類を特定し、その落下による火災を設計方針の策定のために設定しる。」としている。一見、機種別に選定し詳細に航空機落下による火災で安全施設が輻射熱でどの程度の火災が起きるかを丁寧に検討しているかのように見えるが、「敷地内において 10^{-7} 回/炉年以上となる区域を選定」とは当該安全施設から一定の距離（数百m程度か）離れた場所への墜落による火災を想定するもので、それより近く、あるいは当該安全施設へ直接落下することを想定しようとしていない。施設近傍に落下する確率と直接施設の落下することとの間に何か物理的条件の違いでもあるのであろうか。こうした航空機落下に関する確率を適用する手法は、福島原発事故以前に策定した「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価において（平成14・07・29原院第4号）」によっている。このような発生してしまったら防ぐことが困難な航空機落下のような事故を、確率が小さいと無視することは、福島原発事故で「想定外」として切り捨ててきた津波や過酷事故に通じる危険な考え方である。日々増加している航空機の存在と、種々の航空機事故の在り様を考えた場合、もはや航空機が原発に衝突する事故あるいは意図的航空機衝突を、その可能性が少ないと評価をしないことは、明らかに妥当性に欠ける。

平成13年（2001年）米国同時多発テロや国内外の思わぬ航空機事故の事例を見れば、航空機落下を確率で切り捨てることの妥当性が失われていることは明らかである。

使用済み核燃料プールを覆う鉄筋コンクリート製の壁や天井がどの程度あるか不明だが、仮に壁の厚さがせいぜい1 m台であるとする、大きな衝撃荷重には耐えられないため、どの程度の航空機の衝突に耐えられるか工学的評価をするべきである。航空機落下に対する懸念を払拭するつもりがあるなら、落下確率などという姑息な逃げ口上はやめて、最も厳しい航空機の衝撃荷重に対する構造強度を直接評価するべきである。この項目に関する評価を福島原発事故以前の非現実的な確率の評価だけでよしとすることは、福島原発事故の影響の大きさからみて、原子力施設の安全性を確保するための規制を意図的に緩めたと見なさざるを得ない。これでは、福島原発事故の以前と酷似した極めて甘い規制であり、形式的な仮定に基づく曖昧な確率による評価で、起きた場合の周辺住民、地域全般あるいは国レベルの深刻な被害を理解し考えようとししない非科学的でかつ非人道的な態度であると言わざるを得ない。

ウ 墜落事故発生確率も過去何年間かにおける事故の発生件数に基づいて平均値を採用していると思われるが、平均値に意味があるかどうか分からない。下記の例から考察する。日本で起こった昭和44年（1966年）2月～3月の航空機事故は、きわめて教訓的である。3件の大事故が1か月ほどの間に次々に起こった。

- ① 2月4日 全日空B727機、東京湾に墜落、133人全員死亡
- ② 3月4日 カナダ航空DC8機、羽田空港で着陸失敗、64人死亡
- ③ 3月5日 BOACのB707機、富士山麓2合目上空で空中分解、124人全員死亡

なお、1966年は、さらに、

- ④ 11月13日 全日空YS11機・松山空港で海上に墜落、50人全員死亡

という航空機事故も発生している。

連続した3件の事故を、1フライトあたり、1時間あたりで平均した事故率は、無視できる小さな値になる。航空機が頻繁に空を飛ぶようになって、半世紀以上の時間が経過しているからだ。予め連続して事故が起こることは、到底想定できることではない。航空機のシステムは非常に複雑であり、ネジ1本にいたるまでの膨大な部品について、材質の均質性と同一性、性能などの健全性に依存している。ハードの機能が確認出来たとしてもなお、気象条件、パイロットの判断が関係する事故が起こり得る。

エ 現実の問題として、事故へと至った航空機は飛行パターン一つをとっても、実に多様である。機体を構成する膨大な数の部品、部材の健全性は厳密に確認されていたか。またそれらは航空機ごとに異なっている。運航中の、ある条件の下でのパイロットの判断も一律というわけにはいかない。ごく基本的なこのようなことだけからも、そもそも、確率論として考察・議論の対象となりうる問題なのか否かの検討が必要である。仮定に仮定を重ねたこの種の議論は、「物理数学」の演習問題の一例の域を出ず、現実にかかる事故を論ずることとはほど遠い。以下、具体例をいくつか示す。

① 日本航空123便（日航ジャンボ機）操縦不能になり御巣鷹山に墜落
昭和60年（1985年）8月1日、羽田空港を離陸し、大阪へ向かったB747型ジェット機は、4系統ある油圧配管をすべてと垂直尾翼を損傷し、操縦不能に陥って、伊豆半島上空から30分間の迷走飛行の末、群馬県御巣鷹山に墜落した。乗員乗客524名中520名が死亡した。

この事故から、最重要施設が航路・空域から近いかどうかは問題ではないことが解る。高速で運航する航空機では、事故の形態によっては航路から100km以上も離れて墜落することがある、という事実である。

② オランダでジャンボ貨物機が離陸直後操縦不能になり高層アパートに墜落

平成4年（1992年）10月4日、オランダのアムステルダム・スキポール空港を離陸したジャンボ貨物機が、エンジンを支えるヒューズピンの疲労破壊から2機のエンジンが脱落し、機体の制御できなくなり、空港から10km離れた11階建て高層アパートに墜落した。住民43名を含め47名が死亡し、11名が重傷を負った。

この例は、航空機が異常状態に陥ったとき、民家などを避けて海へ向かう等の規則になっているが、緊急時にはそのような対応が出来ないことがあることを物語っている。シナリオ通りには到底ならない。

③ 離陸しようとした支援戦闘機が墜落

平成19年（2007年）10月31日、名古屋空港で航空自衛隊の支援戦闘機が離陸に失敗し、乗員2名が重軽症を負った事故は、機体の姿勢変化を検知する装置の配線が逆に接続されていたことが原因であった。通常では考えにくいミスも現場で起こることは、もはや避けられない。

④ 空中衝突で垂直落下した米戦闘機

平成21年（2009年）10月15日、大西洋上で、空中衝突後、地上へ激突した戦闘機の速度は、 343 m/s という高速であった。このことから、事故時の衝突速度は音速レベルに達することもあると考えられるべきである。

以上のとおり、航空機は思わぬ形態の事故を起こすことがあり、事故の形態によっては操縦不能になって使用済み核燃料プール等の重要施設に墜落することを否定しえない。

オ 航空機落下について実際に行われた解析事例をみる。

① 六ヶ所再処理工場のコンクリート建屋強度解析

六ヶ所再処理工場の小型航空機落下時の強度評価（事業者が実施）を元に、有限要素法による動的解析とコンクリートの局部貫通評価式を用

いて、小型機が高速で衝突した場合と大型旅客機が衝突した場合の速度及び重量のパラメータ評価を行った。この結果は再処理工場の評価のために実施したが、原発の格納容器や建屋の強度評価に対しても一定の評価が可能である。

航空機落下時の機種や速度を考慮して、厚さ125cm程度の壁が破壊する条件を見ると、全体破壊で20トンの戦闘機で187.5m/s程度で、局部破壊は約200m/sで生じる結果となった。大型航空機（ジャンボジェット機）では、標準的な重量325トンの場合150m/s程度で強度の限界に達すると推測された。使用済み核燃料プールの燃料取扱建屋の場合には再処理建屋と構造の違いはあるが、局部強度破壊はほぼ同等であり、物の大きさからみて少なくとも航空機落下に対して十分強度があるとは到底言えない。実際の構造をモデル化して強度評価する必要があるのは明らかである。

② PWR格納容器へのジャンボ機衝突の解析事例

原子炉建屋（コンクリート製）厚さ80cmにボーイング777型ジェット機（重量230トン）が486km/hで衝突した場合の衝撃破壊解析を実施した結果、コンクリート（外部遮蔽）壁は貫通し、内部の鋼製格納容器も大きく変形するとの結果であった。この解析事例からも航空機落下の評価が不可欠であることがわかる。

PWR型格納容器への大型ジェット機衝突解析の例

丹羽一邦：鋼板コンクリート板の飛翔体による破壊強度解析, LS-DYNA Users Conference 2006 講演論文集, 日本総研ソリューションズ (2006)

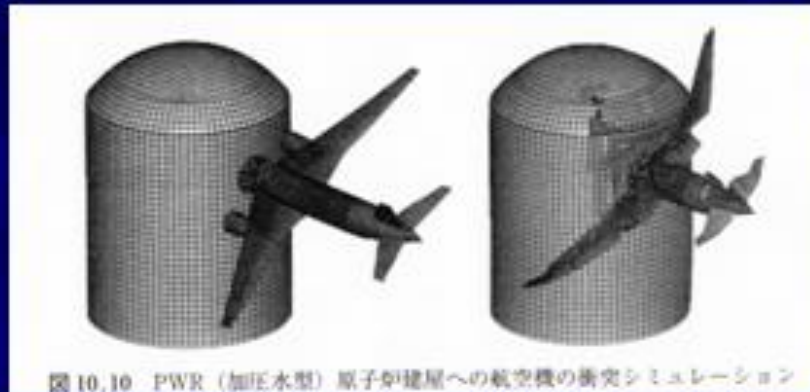


図 10.10 PWR（加圧水型）原子炉建屋への航空機の衝突シミュレーション

原子炉建屋 厚さ**800mm** **RC**高強度コンクリート製
内部に鋼製格納容器（記載がないが厚さ**30～40mm**程度か）

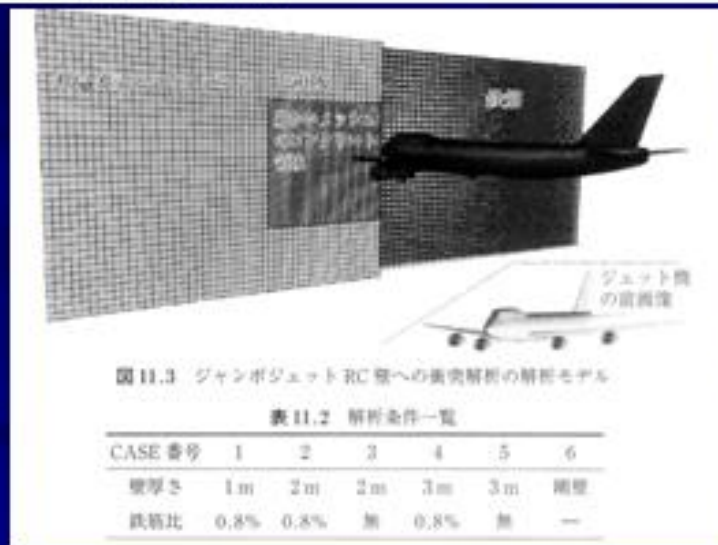
資料:「衝撃工学の基礎と応用」横山隆編著 共立出版 2014年5月より

③ 再処理施設へのジャンボ機衝突解析

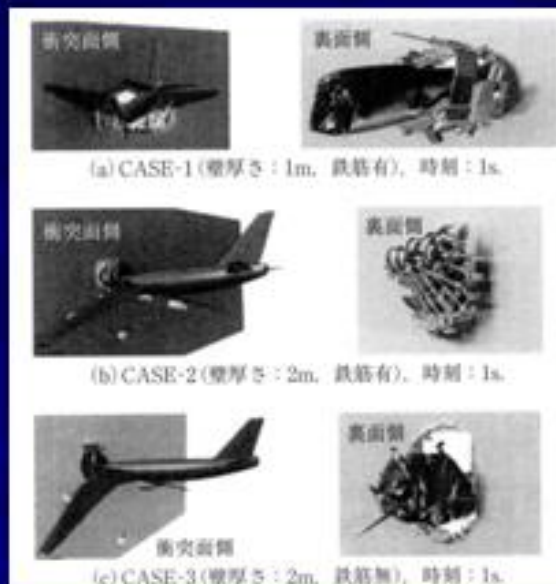
コンクリートの壁厚さを1～3m と変化させて衝突解析を実施したものである。

再処理施設ジャンボ機衝突解析事例

M. Katayama et al.: The 2nd Asian Conference on High Pressure Research (ACHPR-2), Nara, Japan (2004)



解析結果 その1



- CASE-1 1m 壁厚 鉄筋有
- ◆機首がRC壁貫通
 - ◆貫通口部分に切断された鉄筋
 - ◆主翼、エンジン破損

- CASE-2 2m 壁厚 鉄筋有
- ◆機首押しつぶされ貫通
 - ◆鉄筋が辛うじて残る

- CASE-3 2m 壁厚 鉄筋無し
- ◆機首押しつぶされ貫通
 - ◆CASE 2に近い

解析結果 その2



- CASE-4 壁厚さ3m 鉄筋有
- ◆機首はつぶれるが主翼とエンジンは衝突していない
 - ◆コンクリート表面わずかな損傷。顕著なクレーター無し

- CASE-5 壁厚さ3m 鉄筋無し
- ◆CASE-5とほぼ同等
 - ◆大きな破壊なし

- CASE-6 剛壁
- ◆壁厚3mのCASEと類似

結果として、壁厚さ1mでは、貫通してしまう。2mでも穴が開く。3mになるとほとんど大きな破損は生じないとの結論であった。この結果からしても、建屋に航空機が衝突する場合の、事故の影響を評価すべきであるとの結論は揺るがない。

第4 使用済み核燃料プールの冷却設備の耐震脆弱性

- 1 債務者は、使用済み核燃料プールの冷却設備の耐震重要度分類がBクラスに分類されていることから、基準地震動を超える地震動でなくとも、使用済み核燃料プールの冷却設備が損壊する具体的危険性があるとする原決定に対し、使用済み核燃料プールの冷却設備は、耐震重要度分類はBクラスであるが、基準地震動に対して耐震安全性を有していると反論する（債務者異議審主張書面(1)第3・2(3)エ）。
- 2 しかし、債務者は、上記のように主張するのみで、使用済み核燃料プールの冷却設備が基準地震動 S_s に対して耐震安全性を有していることについて、何ら疎明を行っていない。

第5 あまりにも楽観的な債務者の安全対策

- 1 債務者は、「本件使用済み核燃料プールにおいては全交流電源喪失から2日余で冠水状態が維持できなくなる」という原決定の判示に対し、消防ポンプによって給水できる旨主張する（債務者異議審主張書面(1)第3・2(3)カ）。
- 2 債務者の安全対策の最大の問題点は、福島原発事故を経験したにしては、あまりにも楽観的かつ皮相的であって、大災害や大事故の実態を殊更に無視して自己完結してしまっているという点にある。

何故、楽観的かというと、消防車の高台設置という仮設的な安全対策が機能する為には、少なくとも以下の要件が全て満たされることが必要であるが、全て満たされる確率は著しく低いからである。大災害や大事故が債務者の想定したように都合よく限定的に推移することは極めて稀であって、想定や予測を遥かに上回る困難で過酷な事態が次から次へと連鎖・複合して発生・進展し、短時間で壊滅的な事態に陥って人間の手に負えなくなることは多くの歴史の示すところだからである。

- ① 使用済み核燃料プールに損傷が無いが、あったとしても極軽微な損傷であって消防車の給水能力の範囲内での冠水維持が可能であること

大地震等による大規模な損壊によって消防車の給水能力を上回る漏水が生じた場合、もはや一切の対応は不可能である。

- ② 使用済み核燃料プールの吸水口の接続装置が無事であること

損傷していると消防車の給水ホースが接続できないからである。

- ③ 通路や補助建屋に大規模な損壊がなく、消防車が辿り着けること

大地震等で通路や敷地に消防車の踏破能力を超える損壊が生じると移動が不可能になるからである。

- ④ 消防車が正常に機能すること

大地震、大津波、大型台風、大型竜巻、テロ等の場合、消防車が破壊されることがあるからである。

- ⑤ 必要な数の作業員を必要な時期に投入できること

災害等によって陸の孤島となった場合、必要な人員の輸送や交代要員の輸送が不可能となることがあるからである。

- ⑥ 作業員が無事であること

大規模な自然災害やテロ等は、作業員の死亡や負傷を招くことがあるからである。

- ⑦ 作業員が活動出来る環境であること

大規模な余震、大風、竜巻、溶岩流、噴石、火砕流、火砕サージ、テロ活動、航空機燃料の燃焼あるいは隣接の原子炉から高温高圧の水蒸気や高濃度の放射性物質が漏れ出してくる等の危険な環境下では、身を守ることが優先されて作業どころではなくなるからである。

- 3 例えば、ある公共の建物で十分な防火対策がなされていなかった時に、「性能の良い化学消防車を用意した」とか、「消防車の数を増やした」とか、さらに「自衛消防団の人数を増やして何回も訓練をした」といってその建物の火災

に対する安全性が保障されるわけではない。むしろ、不燃材を使用せず燃えやすい材料使っていたり、スプリンクラーを設置せずに、人手による対策をしたりすることで火災を抑え込み、確実に人命を救えると考えるのは安全神話にすぎない。

本件使用済み核燃料プールにおいても、債務者は、可搬式の消防ポンプを高台に配備するとしているが、こうした可搬式対策はあくまで、人の手に依存するもので、緊急時にどれだけ確実にできるか当てにならない。多重防護としての位置づけとされているが、あくまで他にやりようがないので、それでもやらないよりやった方がましであるという程度のものである。確実にない対策をいくら積み重ねても、それらが次々と破綻して、すべての装置が機能しなくなった時には事故がそのまま進展し破局に至る原発のシステムでは、役に立たない。

福島原発事故の最重要な教訓のひとつは、“働くべき時に働かなかった対策があまりにも多いこと”であり、その背景に“過酷事故（重大事故）に至る状態あるいはなってしまった状態では、もはやその対策が確実にできる保証がされていない”ことである。債務者の重大事故対策は、こうした全く当てにならない精神論によっていると言える。

以上