

サブレーションプールの異物とECCSの機能喪失

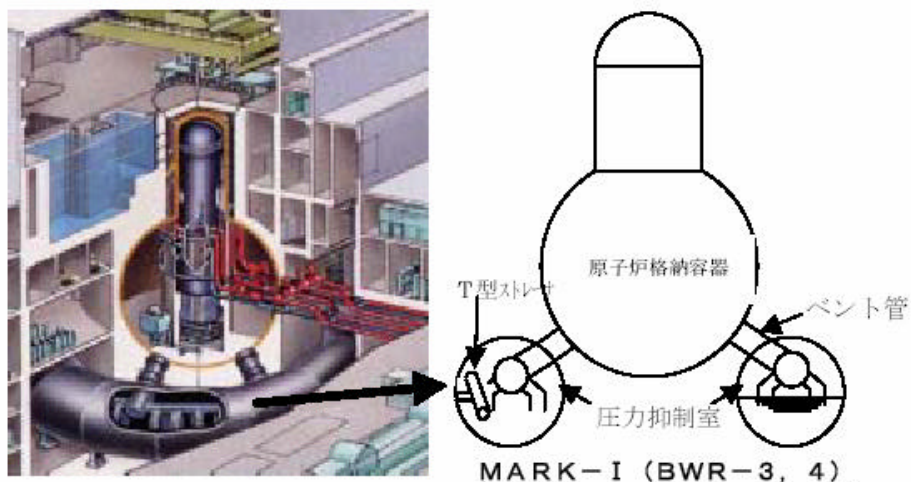
福島老朽原発を考える会

東電の原発で 1,000 を超える異物が発見されたのは、原発炉心直下のサブレーションプールです。ここは、配管破断等による冷却水喪失事故時に ECCS の水源となるのですが、事故の際、破断した配管の保温材等がプールに流入し、プールから ECCS に水を取り込むストレーナーが目詰まりを起こし、ECCS の機能が喪失してしまうおそれが指摘されています。炉心の空焚きが、最悪の炉心溶融を引き起こすことから、NRC は警告を発しています。しかし東電は、異物問題の安全評価において、プール内で発見された大物の異物だけを問題にし、流入する保温材やその袋の影響を加味していません。

サブレーションプールの異物

今年の 9 月以降、東電をはじめとした沸騰水型（BWR）原発において、あわせて 1,000 を超える異物が原発炉心直下のプール内で発見され、大問題になっています。BWR 原発の格納容器内、原子炉圧力容器の直下には、ドーナツの形状をした「圧力抑制室」という高さ約 9 メートルの部屋があります。部屋には深さ 6 メートルの水が張られ、プールになっていますが、これが「サブレーションプール」です。東電でいうと、福島第一 1～5 号機は断面が円形で、まさしくドーナツ形をしています。福島第一 6 号機と福島第二、柏崎刈羽原発 1～7 号機は断面が四角形で、「バームクーヘン形」とでもいうべき形状をしています。異物の多くが針金やビニール片などの小物ですが、中には、グラインダー、スパナ、靴、2 メートル四方のビニールシートといったものまで見つかっています。

< 東電の異物問題情報... <http://www.tepco.co.jp/cc/press/03110701-j.html> >



ドーナツ状の圧力抑制室とサブレーションプール

出典：東京電力 HP... http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu03_j/images/031107c.pdf

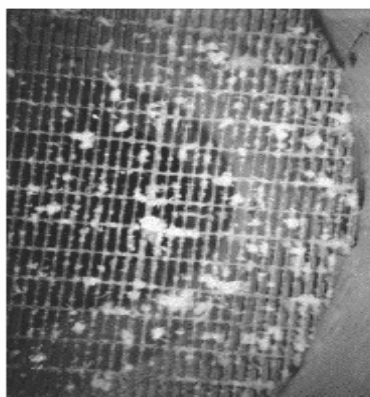
サプレッションプールの機能

サプレッションプールは、原発のどこかで配管が破断し、そこから冷却水が失われる「冷却水喪失事故」という重大事故が発生し、原子炉周辺が高温高圧の蒸気に満ちたときに、圧力で格納容器が損傷するのを防ぐために、蒸気をプールに導き、水に凝縮させて圧力を下げるはたらきをします。炉心周辺の蒸気をプールに導くための配管を「ベント管」といいます。

サプレッションプールにはもう一つ重要な機能があります。それは、冷却水喪失事故時に作動する緊急炉心冷却装置(ECCS)の水源となることです。ECCSは、炉心が空焚きになって溶融することを防ぐために水を注ぐ装置です。ECCSとして炉心に注水した水が破断口から流出すると、それがベント管からサプレッションプールに流れ、再びECCSとなって炉心に注水される、というふうになります。そのためサプレッションプールには、水をECCS系に送るための吸込口があります。異物が入らないように濾過してから吸引するようになっているのですが、その濾過装置のことを「ストレーナー」といいます。ストレーナーは各炉に概ね低圧ECCS系が4つ、高圧ECCS系が1つあります。

ストレーナー閉塞問題

BWR 原発において冷却水喪失事故が発生すると、破断箇所の近傍において、配管の保温材が破壊され、多くの破片が発生します。この破片は、主蒸気管破断事故の場合には高速の蒸気流に乗って運ばれ、再循環系配管破断事故の場合には蒸気と水の混合物によって運ばれます。破片の一部は、圧力容器下に張られた床から、ベント管を通過して、サプレッションプールに至ります。これが、ECCSのストレーナーに吸い込まれたときに、ECCSの水の流れを塞いでしまうおそれがあります。最終的にポンプが止まってしまうと、その系統のECCSの機能が失われてしまいます。冷却水喪失事故の際に、ECCSの機能が失われるというのは、大変深刻な事態で、炉心が空焚きとなり、「炉心溶融」となる可能性が高まります。この問題は、米国原子力規制委員会(NRC)によって以前から問題にされ、警告が発せられていました。これが「ストレーナー閉塞問題」です。



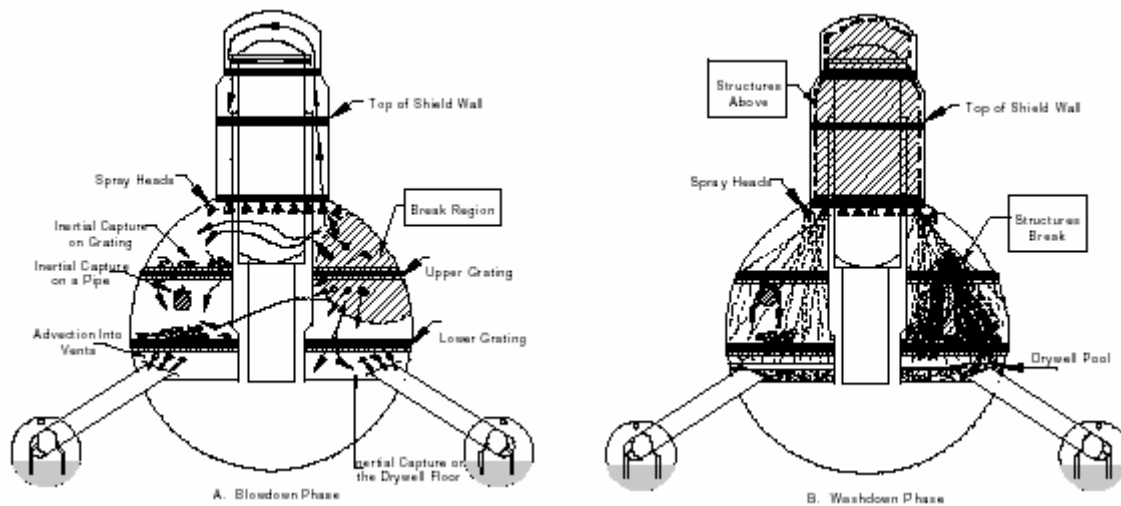
保温材による閉塞実験の様子 出典：BWR ECCS STRAINER BLOCKAGE ISSUE: SUMMARY OF RESEARCH AND RESOLUTION ACTIONS/Los Alamos National Laboratory

実際に事故が多発

NRC が最初に問題を取り上げたのは 1979 年のことでした。当時は ECCS 系に空気が混入することにより、ポンプの機能が低下してしまうことが問題となり、実験と分析が行われました。この調査・研究は 1985 年に終了したのですが、実験結果から、特に深刻なものではないと結論されたようです。

ところが 1992 年以降、いくつかの ECCS ストレーナーにおいて、異物による機能喪失が発生し、ストレーナー閉塞問題が再浮上しました。中でも最も注目されたのは、1992 年にスウェーデンのバルゼベック原発 2 号炉で発生したものです。事故は、蒸気を逃がすための逃し安全弁が、誤って開きっぱなしとなり、そこからの蒸気の放出に伴って保温材が大量に流出し、それがサプレッションプールに運ばれ、5 つあるストレーナーのうちの 2 つを部分的に塞いでしまうというものでした。弁が開いていた 1 時間の間に、2 つの格納容器スプレーの機能が失われてしまいました。運転員は、ストレーナーをうまく逆流させて洗い、原子炉を止めることができました。米国のペリー原発とリメリック原発 1 号炉でも同様な事故が発生しました。リメリック原発 1 号炉のストレーナーは 70% が保温材で塞がれていました。

一旦は解決した後になぜストレーナー閉塞事故が起きたのか。その後の調査で、これまではストレーナーに捉えられた繊維状の物質だけを問題にして実験していたのですが、実際には、ストレーナーに捉えられた繊維状の物質が層となり、これがフィルターの役割を果たして、今度は微粒子を捉え、ますます閉塞してしまうという現象が起きていたことが明らかになりました。



保温材の破片の移動のモデル図（左：破断時，右：格納容器スプレー作動時）

出典：BWR ECCS STRAINER BLOCKAGE ISSUE:SUMMARY OF RESEARCH AND RESOLUTION ACTIONS

Los Alamos National Laboratory

NRC は警告したが

事故を受けて 1995 年に NRC は、冷却水喪失事故時に ECCS がはたらかなくなることによって炉心溶融を引き起こす可能性があるとして、米国内 36 基の BWR 原発の運転者に対して全般的な警告を発しました。NRC は、ストレーナーを大型の

ものに変更するなどの対策をとるよう勧告しました。しかし、この措置は速やかに実行されず、未だに対策をしていない原発が多数存在しています。ストレナー閉塞問題は、現在進行形です。これは2004年2月にアメリカで開かれるワークショップのテーマになっていることから明らかです。

< Workshop on debris impact on emergency coolant recirculation... >

<http://www.nea.fr/html/nsd/workshops/debris/index.html> >

< ロスアラモス国立研究所から包括的な報告が出ています >

<http://www.nrc.gov/reading-rm/adams/web-based.html> の検索窓に ML012970246 を入力 >

同じ問題を加圧水型（PWR）原発も抱えており、米国 UCS（憂慮する科学者同盟）が指摘しています。PWR 原発にはサプレッションプールはないのですが、サンプと呼ばれる溝があり、そこに流入した水を ECCS 系に回すようになっています。 < 美浜の会 HP... <http://www.jca.apc.org/mihama/world/ucs030820.htm> >

ストレナー閉塞の可能性により、炉心溶融に至る確率を2桁も上がるという評価もなされています。

ストレナー閉塞問題の日本の現状

ストレナー閉塞問題の各国の対処についてまとめた2002年のOECDのレポートがあります。各国対応が遅れていることが分かるレポートです。日本の状況については、原子力発電技術機構（現基盤機構）の人が答えているのですが、日本ではストレナーの交換などの対策は一切行われていないことを前提にして、次のように述べています。

< OECD 報告... <http://www.nea.fr/html/nsd/docs/2002/csni-r2002-6.pdf> >

・ストレナー閉塞問題について、1994年に電力会社が当時の通産省に調査結果を報告したが、それによると、BWR 原発も PWR 原発も、95%以上の保温材を、アスベストやロックウールから金属やケイ酸カルシウムに既に変更していた。これは、作業環境改善策として行われていた。

・BWR 原発の電力事業者は、冷却水喪失事故時のストレナー閉塞の可能性について評価をしている。ケイ酸カルシウムがストレナーの機能低下をもたらす主要なものであり、圧力の低下を生じることが実験で確認された。評価によると、今あるストレナーに改良を加えなくても要求される安全上十分な機能が得られる。

・プールに異物がないことは、定期検査ごとの検査や、塗装時の検査によって確認されている。

保温材をアスベストやロックウールなどの繊維状物質から別のものに変えたので、対処の必要はないというのが基本姿勢のようです。しかし、100%全てを交換した訳ではありませんし、交換したケイ酸カルシウムも閉塞の原因となること、そしてそもそも交換は、閉塞対策ではなかったことがわかります。報告にある「評価」は公表されていません。最後の「プールに異物がない」点については、今回の異物騒動により事実によって否定されたといっていよいでしょう。

他方、原子力安全・保安院は、「原子炉格納容器圧力抑制室の塗装に関する申

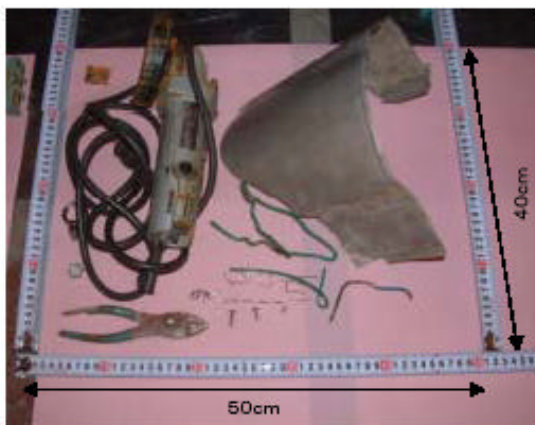
告について（平成 15 年 5 月 14 日）」において、「ECCS 系サクシヨンストレーナーの閉塞問題は、1992 年に発生した海外のトラブル事例をきっかけに米国等で問題の分析・評価が進められている問題であるが、我が国の電気事業者についても、原子炉格納容器内の保温材等の飛散、落下の可能性やその量・材質から ECCS 系サクシヨンストレーナーの閉塞を引き起こす可能性を分析・評価が行われている。我が国の原子力発電所ではゴミが水源（圧力抑制室等）に流入しにくい構造となっていることや保温材の材質が海外のプラントと異なる等により、特段の問題が確認されない一方、引き続き米国の対応状況を調査・分析している。」と述べています。これも「ゴミが流入しにくい構造」の点については、今となっては失笑をかうだけでしょう。

< 保安院文書...<http://www.nisa.meti.go.jp/00000005/pdf/05e/05e00310.pdf> 又は

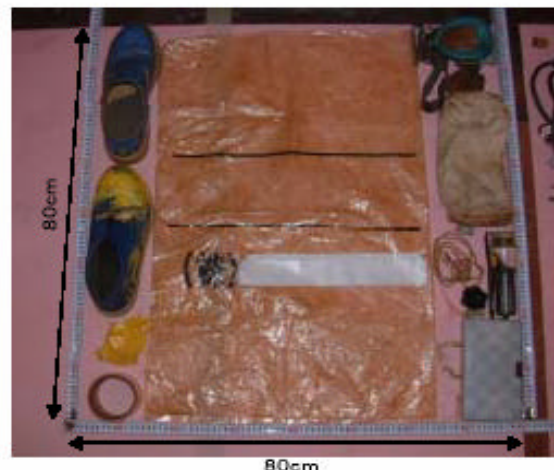
以下から 3 . の 10) <http://www.nisa.meti.go.jp/00000005/05e00000.htm> >

保安院の文書が、OECD のレポートと異なるのは、ストレーナー閉塞を引き起こす可能性の分析・評価結果がないことです。「プルサーマルを考える柏崎刈羽市民ネットワーク」が保安院原子力発電検査課に問い合わせた際にも、担当者は評価内容・結果を知りませんでした。東電柏崎刈羽原発の岩城副所長に問い合わせた際には、「評価はしていない」と答えています。いったいどうなっているのでしょうか。また、保温材の材料については、東電の副所長は、概ね 4 割が金属、6 割がケイ酸カルシウムで粒状のものを袋に入れて使っている。繊維状の保温材も残っていると回答しています。保安院は、繊維状の保温材がまだ残っていることについて、電力が大変気にしているようだ、と答えています。

< プルサーマルを考える柏崎刈羽市民ネットワークのメールニュース 36 号にこの問題の記事があります...<http://www.kisnet.or.jp/net/mm36.htm> >



金属類・その他



シート・テープ類（作業靴、ビデオテープ、懐中電灯は下記の分類）

柏崎刈羽原発 1 号機で見つかった異物

出典：東京電力 HP...http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu03_j/images/031107c.pdf

プール内の大物異物だけを問題にした東電の安全評価

今回の異物騒動の中で、柏崎刈羽原発1号機では、グラインダーや靴、ビデオテープ、懐中電灯に混ざって保温材（ケイ酸カルシウム）と保温材の袋が見つかっています。他の炉ではわたがしゴミが見つかっています。冷却水喪失事故時には、このような保温材や保温材の袋などが大量に流れ込む可能性があります。東電はその場合の影響を明らかにすべきでしょう。ところが、サプレッションプールの異物問題に際して、東電行っている安全評価では、検査の際に落下したとされる、現にプール内で見つかっている大物の異物の影響だけしか考慮していません。

< 東電の安全評価... http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu03_j/images/031107c.pdf >

安全評価のやり直しが必要

ECCS を使うのは、冷却水喪失事故が発生したときであり、どこかで配管が破断しているときです。安全評価を読むとわかるように、東電もそれを安全評価の前提にしています。であれば、破断口から流出し、サプレッションプールに流れ込む保温材やその袋などの異物についても考慮するのが当然です。すなわち、繊維状の保温材の状況と影響、ケイ酸カルシウムやその袋の影響などを明らかにしたうえで、それを現に見つかっている異物の影響に加味し、最悪の条件を想定した上で安全評価を行い、評価結果については、地元住民に丁寧に説明すべきです。小さい繊維状物質やプール水の汚れ、そこに含まれる粒子状物質による複合的な影響も考慮すべきでしょう。格納容器内の清掃状況も問題ですし、見えないゴミが流れ出す可能性もあるでしょう。また、プールの浄化装置の設置やストレーナーの改良、保温材の交換など、必要な措置については、措置が施されないうちは運転の再開をすべきではありません。

福島老朽原発を考える会 〒162-0825 新宿区神楽坂 2-19 銀嶺会館 405号 AIR 気付 TEL03-5225-7213 FAX03-5225-7214
