

BWR 水位計の機能不全

1. BWR 水位計の機能不全

BWR 型原発では、原子炉水位計の水位が極端に低下すると、基準面器内の水が蒸発して、正確な水位を示さなくなる。この現象によって、福島第一原発事故の際に、水位が TAF（燃料棒上端）以下になったにもかかわらず、TAF の上にあると誤解する事態が発生した。これは、以後の対処を誤らせる重大な欠陥であった¹。

現在、柏崎刈羽原発 6・7 号機の新規制基準適合性審査は合格したが、この欠陥を明確に解消する解決方法が示されていない。同じ炉型の東海第二原発も同じ欠陥を有している。そして、現在新規制基準適合性審査が進行中であるが、その結果は柏崎刈羽原発の適合性審査と同じ結論になることが予想されるので、この型式の水位計についての原子力規制委員会の見解を参照して、この水位計の欠陥が過酷事故対策において致命的な困難をもたらすことを説明する。

2. 福島第一原発事故における水位の誤解

東京電力が、マップ（MAAP）と呼ばれる計算プログラムで、地震発生初期の設備状態や運転操作等に関する情報をもとにシミュレーションを行ったところ、原子炉水位が燃料頂部（TAF）に到達したのは津波第一波が到達した 15 時 27 分から 2 時間 43 分が経過した 18 時 10 分ごろで、その 30 分後の 18 時 40 分ごろには燃料を覆うジルコニウム被覆管の損傷が始まったと推定している。さらに 19 時 40 分ごろには、水位は、燃料の底部に達したと見られている。しかし、水位計は 22 時 35 分の時点で「TAF+590mm」を示していると中央制御室から免震重要棟の吉田所長に報告され、一同は胸をなでおろしていた²。

3. BWR 水位計の欠陥

どうしてこのようなことが起こるのだろうか。

図 1 に示すように、メルトダウンが発生して原子炉内の温度が高温になり、水位計の基準面器内の水位が下がると、それとの水位差による差圧計で水位を判断している水位計が

¹ 東京電力「福島第一原子力発電所事故の経過と教訓および柏崎刈羽原子力発電所の安全対策について」2012年12月14日 第2回原子力改革監視委員会配布資料、p.別1-10 および p.別1-82
http://www.nrmc.jp/report/_icsFiles/afieldfile/2017/08/08/22_report_121214j0102.pdf

² NHK スペシャル『メルトダウン』取材班『メルトダウン連鎖の真相』講談社、2013年、pp.73-74

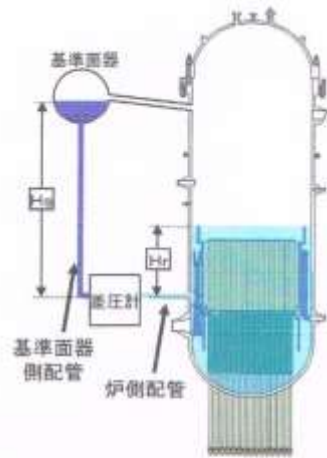


図 3.3-1 原子炉水位計の概略図

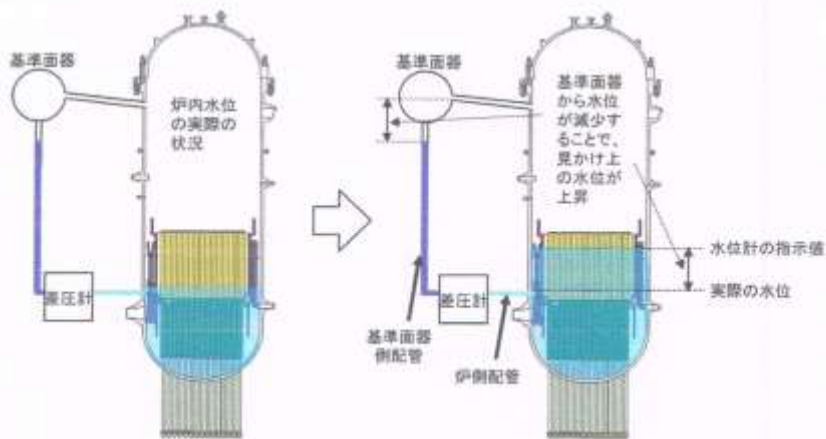


図 3.3-2 計装配管内の水位低下に伴う原子炉水位計の指示値について

図 1. 基準面器内の水位低下³

³ 「福島第一原子力発電所 1～3号機の炉心状態について」東京電力、2011年11月30日、p.18
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_09-j.pdf

実際よりも高い水位を表示してしまうのである。この現象は、原子炉内の水位が低下し、メルトダウンが始まって、水蒸気が過熱したときに発生する。つまり、水位計がもっとも必要な緊急時に生じる現象である。

この問題は当事者たちの間で深刻な問題として、代替手段の検討が行われてきた⁴。しかし、未だにそれを実装する動きはない。

4. 原子力規制委員会の態度

この問題について、原子力規制委員会は、新規制基準適合性審査が先行している柏崎刈羽原発6・7号機のパブリックコメントに対する回答「申請者の原子炉設置者としての適格性についての確認結果（案）に対する御意見への考え方（案）」（2017年12月27日）において、次のように述べている。

IV-4.15 計測機器及びその手順等（第58条及び重大事故等防止技術的能力基準1.15関係）

【御意見の概要】

原子炉水位は「差圧式水位計」を使用することとしている。このタイプは、福島原発事故の際に、基準水位面が蒸発して水位がTAF以下になっても、TAF以上と誤解させて、大災害への誘因のひとつとなった。水位計は改善が必要である。現在の水位計は冷却機能を失ったときに水位計測不能に陥り、重大事故対処を不能にするのではないのか。

【考え方】

原子炉水位は、計器故障の疑いがある場合には多重性を有する重要計器の他チャンネルによる計測を確認し、さらに、代替手段として原子炉圧力容器への注資料（高圧炉心注水系系統流量等）から原子炉水位を推定する手順を確認しています。

【御意見の概要】

原子炉圧力容器内の水位（計⁵）は多重化しているものの、福島第一原発事故時に差圧式液面計が基準面器側のサプレッションや密度変化で実際の液面と異なる指示を示したことを考慮すると多様性が必要である。超音波式、キャピラリ式、ヒーター感熱式等、他の方式を併用すべき。

【考え方】

同上。

⁴ 黒田英彦、岡崎幸基、磯田浩一郎「過酷事故用計装システム」『東芝レビュー』Vol.70 No.8 (2015), p.49
https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2015/08/70_08pdf/f05.pdf

「液面レベル計測装置、方法及びプログラム」WO2013100046 A1、黒田英彦、ほか

⁵ ()内は、引用者が補ったもの。

電力会社や原子力規制委員会の「考え方」は、福島第一原発事故の教訓をまったく無視して旧態依然の水位計を、単に個数のみ増やして「多重性」を増したと言っているに過ぎない。しかも、故障の可能性があるから、その時は、他の流量計などの数値から、圧力容器内の水位を推定するという。そのように、直接的に把握する水位計がなくて、間接的方法で推定するのは、信頼性が劣り、メルトダウン対策としては到底受け入れることはできない。これでは、福島第一の事故時の原発が持っていたリスクを何ら軽減していない。既設プラントの安全目標を重大な炉心損傷は1万炉年に一度、大規模な放射能放出は10万炉年に一度（福島の場合が該当）としたレベルに遠く及ばないと言わざるを得ない⁶。

5. まとめ

この問題は、事故直後から認識されていた過酷事故原因調査の中心的課題であった。そして、東電の報告書においても、新潟県の技術委員会でも、強い関心が寄せられていた⁷。同じ炉型の東海第二原発でも同じことである。しかも、事故発生後すでに満7年間の歳月が過ぎた時期になっても、水位計システム自体の改善がなされず、周辺設備の状況から読み取れる推測によって水位の判断で代替しようとしている姿勢は、本格的な欠陥を解決することにはならない。

もし、信頼できる水位計が開発不能であるとすれば、BWRの原子炉は水位計の信頼できない蒸発装置ということになり、そもそも健全な社会にはその存在を受け入れられない、と結論づける以外にはない。

⁶ 「安全目標・性能目標について（海外の主な制度の概要）」原子力規制庁、p.6。この設備に関する事故発生頻度についての要求は「性能目標」と呼ばれている。

<https://www.nsr.go.jp/data/000047324.pdf>

⁷ 東京電力「福島第一原子力発電所 1～3号機の炉心状態について」2011年11月30日、p.18

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_09-j.pdf

および、前掲注1および注2