

柏崎刈羽地震で原発2号機がスクラム後水位異常、 緊急冷却装置が作動した問題

市民エネルギー研所員 小泉 好延

柏崎刈羽地震（新潟県中越沖地震、マグニチュード6.8、地震発生2007年7月16日10時13分22秒。気象庁発表）により、柏崎刈羽原発では2007年8月初旬では7基の原発に1200件の異常（不適合事象）が見つかり、8月末には2000件を超え、現在ではそれをはるかに超えている。なお、原子力安全・保安院の定義によれば、不適合事象とは「本来あるべき状態とは異なる状態、もしくは本来行うべき行為（判断）とは異なる行為（判断）原子力安全・保安院」とされているが、わかりやすいいえば地震により原発に起こった原発の異常な状態、行為、判断である。使用済み燃料プールからの水漏れや変圧器火災、原子炉建屋の大型クレーン破損などである。3月現在でも中越沖地震で被災した7号機低圧タービンで金属製羽根（最大直径約5.3メートル）の付け根が2カ所で折れていたと東京電力は発表している。（新潟日報2008年3月4日）

地震が発生した時、柏崎刈羽原子力発電所では表-1に示したように7基の沸騰水型軽水原発（BWR）の内、4基の原発が運転されていた。残る3基は夏場の電気需要増大に備えて定期検査のため停止中であつた。運転されていた4基は正確に言うと3,4,7号炉の3基が定格運転中で、原子炉内の原子炉水温度約280℃、圧力約6.6メガパスカル Mpa（65気圧）であつた。2号機は地震発生の約2日前に原子炉が運転

表-1 柏崎刈羽原発 地震時運転状況 7基

1号炉	停止中	定期検査中	110万kW
2号炉	運転中	（起動中）	110万kW
3号炉	運転中		110万kW
4号炉	運転中		10万kW
5号炉	停止中	定期検査中	110万kW
6号炉	停止中	定期検査中	135.6万kW
7号炉	運転中		135.6万kW

に入つて、起動中であつたとされている。

停止中の原子炉も含め7基全ての原子炉建屋では地震による激しい振動のため燃料貯蔵プール水（冷却水）が激しく波立ち、飛散して床面に汚染した水が溢れた。6号機では階下の放射能非管理区域にまで放射能で汚染した水が流れ、海に放出された。3号機では変圧器が火災を起こした。また、1～4号機のサイトでは原子炉緊急停止に必要な所内のボイラーが1台しか運転できない状態になった。通常の原子炉緊急停止（スクラム）では原子炉内の蒸気を海水で冷却する復水器で冷却するが、そのために復水器内の真空を保つために原子炉の蒸気を使って式空気抽出系が運転されている。しかし、原子炉が停止して蒸気が使えなくなった時には所内のボイラーが1～4号機共用で4台準備されているが、2台が停止、検査中、残る2台の内1台が今回の地震で停止した。わずかに1台が運転されていたに過ぎない。そのため運転中の原子炉3,4号機の原子炉冷却を同時に行う操作が出来なかった。3号機の原子炉冷却停止

が先に行われ、その後4号機の原子炉冷却停止が行われた。

1号機は運転停止中で、2号機は後で詳細を述べるが、運転停止操作ミスと思われる強引な冷却停止を行ったためにこの装置は必要でなかった。4基が全てこの空気抽出系を必要としたら原子炉の冷却停止はどうなったかわからない。

2号機で何が起っていたか

東京電力は2007年8月10日、経済産業大臣に計算機の打ち出し、制御棒位置、中性子束、原子炉圧力、原子炉水位、炉水温度などを提出したが、その資料では原子炉停止から原子炉温度が沸騰の起こらない100℃に下がるまでの時間帯に2号機の水位異常（水位高）が起っている。また、同原子炉は緊急炉心冷却装置（ECCS）を作動させている。ここでは2号機で何が起っていたのかを検討することにする。

8月10日に提出された2号機の原子炉圧力、原子炉水位、炉水温度の公表記録計データを図-1に示したが、意図したように不鮮明ものであるため記録跡を上書きし強調した。変動の激しい時間の詳細は判断できないものであるが、地震が発生した時点では、原子炉水温度約240℃、原子炉圧力約3.34メガパスカル（MPa、約33気圧Kg/cm²）付近にあった。同資料によれば2号基は起動中（未臨界）とのみ記載され

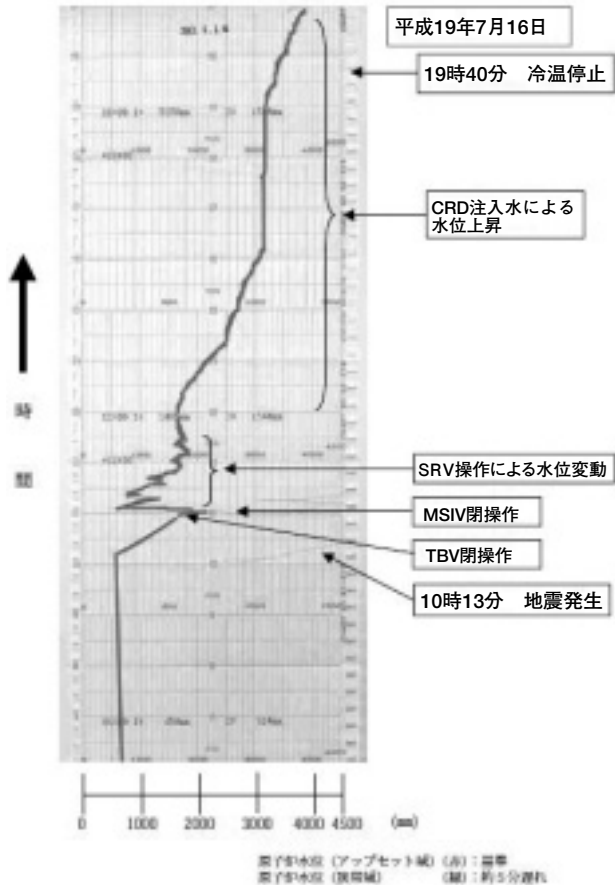
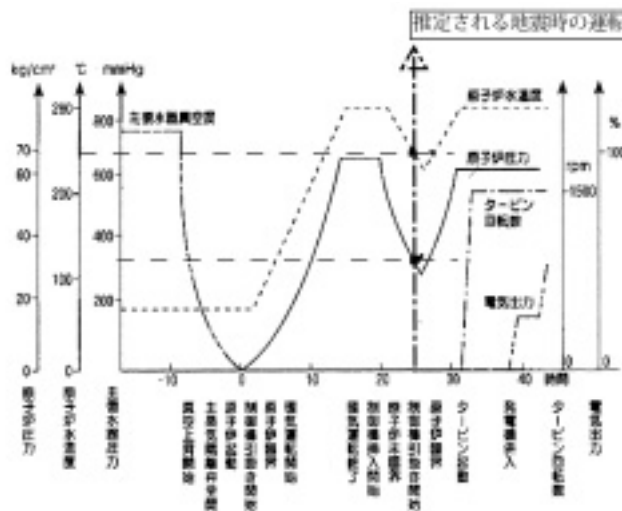


図 - 1

ている。また、2007年12月20日原子力安全・保安院の「東京電力柏崎刈羽原子力発電所における新潟県中越沖地震発生時の運営管理に係る評価結果」添付1(2～4/17)によれば、「制御棒148本が全挿入で、37本が引き抜かれた状態であった」とされている。これらの説明では地震発生時に2号機はどのような状態にあったのか判らない。

図-2に沸騰水型原発（BWR）の起動時の一般的な運転状況を示した。この図に地震時の2号機の原子炉水温度、圧力（240℃、3.34メガパスカル）に合致する条

件を矢印線で示すと原子炉の状態が推測出来る。おそらく地震の20時間以前に制御棒が引抜かれ、臨界の達した後、原子炉温度、圧力が定格の280℃、68メガパスカルに達する暖気運転が行われ、その後、制御棒が挿入され原子炉が未臨界になった時点で地震が起こったと思われる。つまり、2号機が地震に見舞われたのは、起動中、未臨界という言葉から想定されるはじめの制御棒の引抜き時ではない。暖気運転中に地震が起こったのであろう。原子力安全保安院は2007年12月20日、「運転中の原子炉施設（3、4機号機及び7号機）及び起動中の原子炉施設（2号機）においては、除熱のための各系統が正常に動作していること、原子炉スクラムから冷温停止に至るまでの原子炉の減圧等の運転操作が適切であることを確認した」と評価しているが、果たしてそうか、問題が山積していたのである。



BWRプラントの起動曲線
原子力発電視察1993年版 電力新報社 より引用

図 - 2

順次、その経過を見てみることにする。

2号機の経過 (図 - 1を参照)

- ①2007年7月16日 10時13分 (22秒) 地震発生
- ②2号機は地震発生の約2日前に原子炉が運転に入り、未臨界状態に入り、制御棒の引抜き操作に入った時に地震が発生したと思われる。
- ③起動中の2号機は地震発生時には未臨界であったが、原子炉水温度は約240℃、圧力3.34メガパスカルMPa (約33気圧Kg/cm²) で、温度、圧力とも上昇していた。
- ④地震直後、原子炉緊急停止 (スクラム) した。
- ⑤原子炉冷却材浄化ポンプが地震によると思われる影響で自動停止した。このポンプは原子炉内の水位を下げる機能もある。
- ⑥スクラムによりいったん減少した原子炉

水位が徐々に増加したため約17分後に1台の給水ポンプが自動停止した。

- ⑦地震発生から約46分後に、運転員は原子炉の冷却を行うためと思われる手動でタービンバイパス弁を開いた。
- ⑧そのために原子炉内の圧力が2メガパスカルまで急速に下がり、原子炉内で減圧沸騰が起こり、水位は急速にさらに上昇した。
- ⑨さらに水位が上昇することを恐れ、手動で主蒸気隔離

弁を閉じたことで原子炉内の気泡（ボイド）が圧力でつぶされ水位が急速に減少した。

⑩タービンバイパス弁を開くことは水位の急速な上昇をもたらす、主蒸気隔離弁を閉じることは水位の急速な減少を招くことであり、まったく矛盾した操作である。

⑪原子炉冷却材浄化ポンプが自動停止しているため、水位は次第に上昇したため、以降主蒸気逃し弁を開いたり閉じたりして水位を減少、上昇させることを3回にわたって繰り返し、その間2度にわたって緊急炉心冷却システム（ECCS）の1つである低圧炉心スプレー注入弁を手動で開き冷却水を注入した。

⑫地震発生から9.5時間後に、原子炉は冷温停止した。なお、制御棒駆動水から原子炉の注水が続き、水位は通常時より約3.5メートル上昇した状態に達した。

定格転の原子炉水温度が85%、圧力も53%に到達していたにもかかわらず、タービンバイパス弁を開いて水位を急速に上昇させたのであろうか。原子炉水位調整装置が地震の影響と思われる原因で停止し、水位が上昇していたにもかかわらず、さらに水位が上昇する操作を行ったのである。原子炉の冷却を急いで行った運転操作の誤りとしか思えない。そのために危険な水位急速減少を伴う主蒸気隔離弁を閉じ、圧力を逃すための主蒸気逃し安全弁を開いたり閉じたりせざるを得なかったのである。さらに、水位が十分なのに水位調整のためにECCSを運転させたのである。もし、主蒸気逃し安全弁が開いたまま閉じない事故が

起これば、水位が低下し他のECCSなどを運転させるなど極めて危険な状態に追い込まれていたろう。原子炉冷却を急いだと思われるタービンバイパス弁の操作について、原子力安全・保安院すらも2007年12月20日文書で指摘している。

なお、同原発の運転員のインタビューでは「非常に激しい揺れであったので、制御棒の引き抜き操作を実施していた主制御盤にしがみついた」、「水位が上がる一方だ、という考えがあり、主蒸気隔離弁を閉めないといけないと考えていた」などと答えているが、タービンバイパス弁を開いたことには何も触れていない。

さらに、2号炉は原子炉の運転・動作自動記録（アラームタイパ）のコンピュータが地震のために故障した。地元の市民団体（プルサーマルを考える柏崎刈羽市民ネットワーク）が行った質問に東京電力は次のように答えている。「計算機が地震による影響でビット化けがおこって初期化した。復帰に2分間かかった。」と地震の影響を受けて、重要な時間に運転・動作自動記録が欠落したことを認めた。

さらに重要なことを指摘したい。事故後の調査で運定員からの聞き取りで、運転者本人から不利になることを聞くことが出来ないことは当然である。現在、全ての原発に運転者の声の記録、ボイスレコーダが設置されていない。チェルノブイリ原発事故でも明らかのように原発大事故は甚大な被害を与える。飛行機の運転に義務付けられたと同様に、原発運転にもボイスレコーダが義務付けなければならない。