

炉心溶融と炉心損傷

今まで「炉心溶融（メルトダウン）は起きていないし、今後も起きない」と書いてますが、「メルトダウン」自体の正式な定義はNRCにはないようです。しかし、TMI事故の際の炉心が溶融して、圧力容器の底に固まっていたことを指していることは間違いありません。つまり、3/14の最初の吉岡メモで書いているように、「炉心溶融（メルトダウン）＝2800度」と通常は理解されていると考えられます。（なお、TMIでこのメルトダウンが何度で起きたのかについては議論があります。）

	名称	温度	事象	冷却状態
①	炉心溶融 (Melt-down)	燃料ペレット 2800度以上	燃料ペレットの溶融 圧力容器底部への落下	冷却形状が維持できない
②	(狭義の)炉心損傷 (Core damage) (燃料損傷)	被覆管温度 1200度以上	酸化による被覆管の崩壊 水素発生 燃料ペレット（細粒化したペレット）の落下	冷却形状が維持できない
③	燃料破損 (Fuel failure)	燃料ペレット の過熱など	被覆管の破損（ピンホール やクラック）	冷却形状が維持できる

この内、**炉心損傷**に関しては「原子炉の炉心の冷却が不十分な状態が続き、あるいは炉心の異常な出力上昇により、炉心温度が上昇し、燃料被覆管が損傷する事故。炉心損傷には**炉心溶融**を含む」との定義が原子力安全保安院サイトにあります。つまり、炉心損傷には炉心が溶融するような大事故と、そこまでは行かない事故とがある、ということです。では、炉心損傷とは何か？というところ、燃料棒が崩壊して、その形状を保つことが出来ない状態、と理解されています。その結果、大量の水蒸気と水素が発生し、水素爆発の危険性が生じると共に、大量の放射能が流出する危険性がある訳です。

①と②は、そういう点での危険性は類似ですが、①は、TMI事故のように、高温の溶融物が圧力容器を突き破る危険性があるのに対し、②では、崩壊熱が少なくなっているため、個々の燃料ペレットや細粒化したペレットにはそういう危険性はありません。従って、圧力容器を突き破る危険性がないのに、「炉心溶融」という言葉を使うべきではない、というのが私の主張です。

なお、③**燃料破損**は、冷却形状が維持されていても、あるいは、通常運転時でも稀に起きることがありますが、燃料ペレットは、被覆管の中に留まっています。また、沃素等の一部の放射性気体が炉水に漏洩することがありますが、通常は微量です。

以上の分類は、日米の安全当局の共通の理解と思われそうですが、共通の用語定義がないのは困ったことです。そこで、私のメモでは、②番を「(狭義の)炉心損傷」または「燃料損傷」と呼ぶことにします。炉心溶融を含んでいない、という意味です。

「①番と③番の間に②番がある」ということは、3/14、3/17の吉岡メモが初めて指摘したことです。その後、4/5のニューヨークタイムズ誌がNRC情報として、これを認めた記事を発表しました。更に、4/19の原子力安全保安院の説明も、今回は中間の②番である、と読めます。

このことは、燃料を知っている人なら誰でも思いついたはずですが、教科書でTMI事故を学んだ人達には「冷却停止＝炉心溶融」という発想しか生まれなかったのでしょうか。

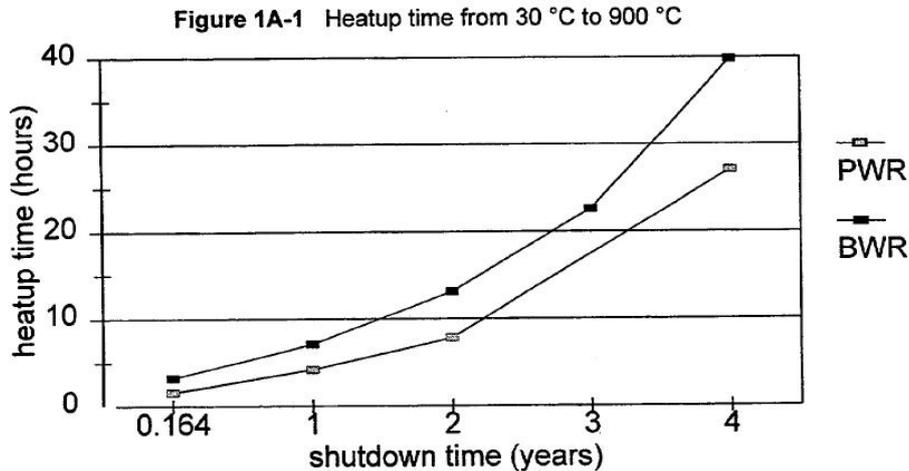
2011-4-25 記

燃料プールの冷却材喪失事故

米国NRCのサイトを検索していて、米国が2001年に、燃料プールのLOCA（冷却剤喪失事故）に関する370頁もの評価報告書（★）を出していたのには驚きました。

（★）NUREG-1738「Technical Study of Spent Fuel Pool Accident Risk at Decommissioning Nuclear Power Plants」

その中に「燃料プールの水がなくなって、空気冷却だけになると、何時間で炉心損傷が生じるか」というデータが出ていました。



横軸が原子炉を停止した時から事故までの時間（年数）で、縦軸が30度に冷却されていた燃料が900度になるまでの時間です。例えば、福島4号機のように、3ヶ月しか経っていない燃料だと、5時間程度で限界に達することが分かります。また、福島2号機のように、1年以上経っている燃料でも、10時間程度で限界に達します。被覆管が1200度以上になれば、燃料が損傷（狭義の炉心損傷）すると共に、水素が発生しますから、燃料プールの燃料も時間的余裕は余りないことが分かります。実際、これが福島原発4号機で起きたことで、NRCはこれを10年前に予測していたかのような報告書です。

2011-4-25 記

追記：再度「水棺」について。

水棺の危険性については、朝日新聞（4/25）、毎日新聞（4/23）も解説をしています。

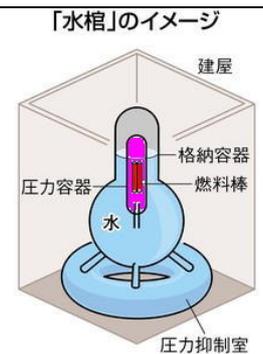
そもそも、こんな案を思いついたのは

①原子炉圧力容器内は熱い、

②外の格納容器は冷たい。

という思い込みから始まったのでしよう。

（右図は東京新聞4/8を筆者が着色）



前回のメモ（No. 30）で書いたように、原子炉内の温度分布を考えれば、①は「総体的には正しいが、局所的には間違っている」ということです。圧力容器内の壁付近の温度は、外の格納容器の温度より低く、冷却するどころか、意図に反して、圧力容器を暖めている訳です。1号機は破損が始まっていて、もう救えませんが、失敗は一度で十分です。

（2011-4-25 記）