

1997年8月29日

海老沢 徹

SEO プログラムにおける想定事故と放出放射能量

原発事故による被害を考えると、最初に必要なデータはどんな事故によってどのくらいの放射能が放出されるかということである。

瀬尾の「原発事故」の本の中では、このことは原発の基礎知識及び重大事故の予備知識という2つの章の中で適切に描写されている。ここでは、それらを簡単に紹介して、本日のゼミの導入としたい。

原発の危険性の根源は、炉心部における莫大な放射能の蓄積と巨大な発熱、高温高压の冷却材、原子炉を停止しても常に存在する放射能の発熱である。

軽水炉では、破局的な大事故は、炉心溶融によって引き起こされる。一次系を構成するパイプ等に破断が生じると、高温高压の一次冷却水は急速に失われる（LOCA）。このような場合に備えて緊急炉心冷却装置（ECCS）が設置されているが、それは常に有効に機能するとは限らない。有効に機能しないとき炉心溶融は不可避となる。

炉心溶融事故が起これば、炉心部の放射能は格納容器に放出される。それがどれだけ環境中に放出されるかは、放射能を閉じこめるための安全防護設備としての、格納容器の機能に依存する。したがって、炉心溶融事故による環境への影響の大きさを、格納容器の機能喪失に応じて分類することは適切な方法である。「原発事故」では、WASH1400の分類にしたがって15のケースの格納容器の破損モード（ $PWR = 9 + BWR = 6$ ）を想定し、原発事故による放出放射能量を評価している。

今日の実習でわかるように、瀬尾の災害評価法は事故の様々なケースについて適用可能である。それを実行するために「原発事故」の中で述べられる様々な事故の概要について理解することが重要である。瀬尾は「原発事故」の主要な目的として、災害規模がどのくらいになるか具体的に示すことであると述べ、その中では、炉心溶融と同時に格納容器の機能が失われるPWR2およびBWR2の2つの事故ケースについて災害規模の具体的な評価を行い、原発事故の代表的として取り扱っている。これまでの原発事故の経験は、それらが事故の影響の大きさと現実性において原発事故の典型的なものであることを示している。

〈犠牲者の数〉

次に以上の計算結果にもとづいて、全体としてどれくらいの被害が発生するかをあたってみよう。日本の平均人口密度は一平方キロ当たり三二四人だから、これをもとに被災者数を計算する。そうすると、一〇〇キロまでの人口四二万八〇〇人中、四〇万二〇〇〇人、つまり九四％が急性障害のために死亡するという結果になる。一〇〇キロまでは、人口四二七五万人中、五六万人が急性障害で死亡する。晩発性のガン死についてはどうなるだろうか。四〇〇キロ以内では一〇〇％ガン死、その数六八四万人となる（この数には急性死者も含まれている）。さらに四〇〇キロ以遠、一〇〇〇キロまでの地域では一六七四万人となる。結局一〇〇〇キロ以内の急性死者とガン死者の合計は二三〇〇万人というすさまじい数になる。

この計算には実は、飲食による体内被曝の分が含まれていないから、実際にはこれより被害の規模は大きくなると考えなければならない。最初に

述べたように、この「仮想的最大事故」というのは、原子炉中の放射能が一〇〇％環境に出てきた場合のものであった。常識的にはそんなことはあり得ないので、いろいろな放射能についてそれぞれ環境に出てくる割合を一〇〇％より小さめに見積り、災害規模の計算をより現実近づける努力がなされている。そのためには実際の事故がどんなふうになり、どういう経過をたどるかにについてのシナリオを具体的に描き出す必要がある。

●安全防護設備

事故を具体的に考える際に、原発に備えられているいろんな安全防護設備がどの程度働くかが重要な因子となる。以下にこれらの安全防護設備を簡単に説明しておこう。次頁の第2図にPWRについての一般的な設備の概略を示してある。

〈緊急炉心冷却装置「ECCS」〉

この装置は、一次系のどこかが破損して大切な冷却水が流失し、炉心熔融の危機に直面したとき

に、緊急に水を注入して炉心の冷却を確保するためのものである。これには種々の違った状況に応じるためにいくつかのシステムが設置されている。

〔蓄圧注入システム〕(PWR) 一次系の大破断などによって急激に水がなくなってしまうときに、動力を使わないでもととの四〇―六〇気圧の圧力だけで大量の水を注入する。

〔高圧注入システム〕(PWR) 一次系の破損が割合小さくて、系の圧力がなかなか下がらず、にもかかわらず水が着実に失われていくような事故に対処するためのものである。

〔低圧注入システム〕(PWR) 一次系の圧力が一〇気圧程度以下になってはじめて作動するもので、長期間の冷却に対応するものである。

〔高圧炉心スプレイ(注水)システム〕(BWR) PWRの高圧注入システムに対応するもの。

〔低圧炉心スプレイシステム〕(BWR) PWRの低圧注入システムに対応するもの。

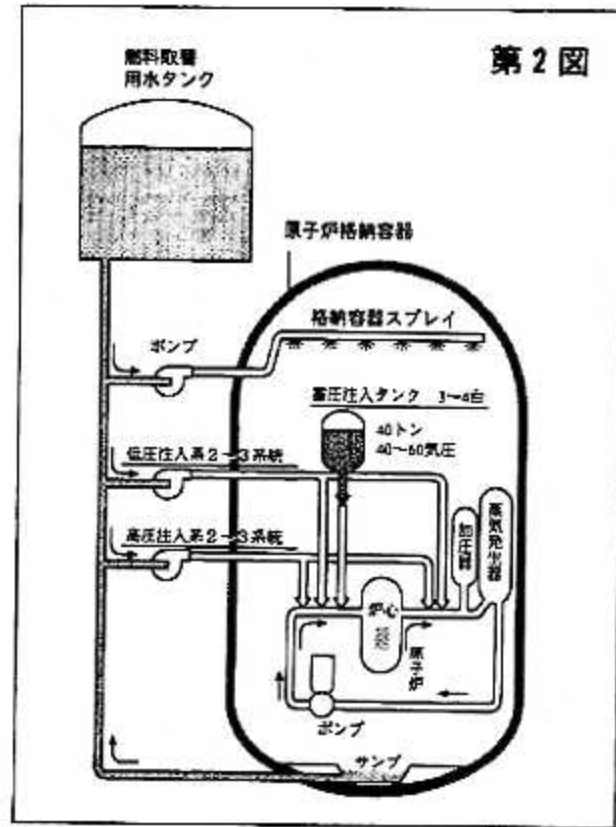
〔低圧注水システム〕(BWR) PWRの低圧注

入システムに対応するもの。

格納容器

直径二五ないし四〇数メートル、高さ三〇ないし九〇メートルにも及ぶ巨大な建造物で、中に原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、一次冷却材ポンプなどが格納されている。気密構造になっていて、事故で原子炉から放射能が漏れてきても、環境に出ていくのを防ぐ最後の砦としての任務がある。

第2図



耐圧性能としては数気圧程度のものが多いが、大飯原発1・2号基だけは特殊で、わずか〇・八一気圧しかない。

格納容器スプレيشステム

一次冷却材喪失事故が起こって炉心が崩壊すると、燃料から漏れ出した大量の放射能が格納容器内に充満する。だから放射能を外へ出さないためには、格納容器は絶対気密でなければならない。ところが格納容器はこれ以降、過酷な加圧の危機にさらされるのである。

格納容器内には一次系から噴き出したおよそ二〇〇トンの水が存在する。噴き出した三〇〇度の水はいったんは水蒸気になるが、すぐ冷やされて一部は液体（熱湯）に戻るだろう。だが、放射能から出る膨大な崩壊熱と、ジルコニウム・水反応で発生した熱、さらに熔融金属と水が反応して出た熱などが全部加わると、格納容器の内部は二〇〇度近い高温になり、液体の水は全部蒸発して水

蒸気になるだろう。こうして格納容器の内圧は設計圧力（およそ二気圧程度）の数倍にも達する。圧力が七、八気圧を突破するのに一時間もかからないと言われている。つまりこのまま放置すれば格納容器は破裂して、莫大な放射能放出を許すことになる。

これを防止するために設置されているのが、格納容器スプレィシステムである。格納容器の天井近くから大量の水をまき散らして水蒸気を凝縮させ、圧力を減らすのである。同時に格納容器内に浮遊している放射能も洗い落とす。うまく行けばこれで圧力を劇的に減らすことができる。けれども水をまいたただけではうっておいたのでは、温度が再び上昇してきて圧力も元に戻り、格納容器は破裂の危機にさらされるのである。

したがって、格納容器の底に溜った水を汲み出し、これを十分冷やした後に、再び格納容器スプレィに戻してやる必要がある。この循環システムを格納容器除熱系と呼んでいるが、このシステム