「6号機・7号機格納容器、ベントフィルター装置の問題点」　後藤政志

１.　柏崎刈羽６、7号機の位置づけと格納容器

　　柏崎刈羽原発６、７号機は、事故を起こした福島第一原発と仕組みが同じ沸騰水型（BWR型）原発であり、中でもマークⅠ（福島第一、浜岡、女川等）、マークⅡ（福島第二、柏崎刈羽、東海第二等）に続いて日本（ＧE含む）で開発された改良型ＢＷＲ（ABWR型）という最新鋭のBWR型原発である。はじめに、原子炉格納容器（以下格納容器という）とは、原子炉や再循環ポンプ等の機器、配管、ダクト、ケーブル等を覆う鋼鉄製または鉄筋コンクリート製の大きな容器（柏崎刈羽６、７号は後者）で、事故が発生した時に、放射性物質を閉じ込めるための安全装置であることを説明した。その上で、原子炉は開発の初期には格納容器はなかったが、都市近郊に設置する為、格納容器を設置することにした。日本の原子炉は、加圧水型（PWRという）は直径約45m、高さ約70ｍといった大型のドライ型格納容器であるが、沸騰水型（BWRという）は、圧力抑制プール（S/Pという）を備え、配管破断等の事故の時に、流出した蒸気をS/Pの中で冷やして水にもどすことで、格納容器内の圧力が上がらないように設計されている。したがって,PWRに比べて格納容器の大きさがはるかに小さい。とこで、格納容器の一番の特徴は「安全弁がなかったこと」（1990年台前半まで）である。通常、水を沸かして動力を作るボイラーのような圧力容器は、誤って圧力が上がり過ぎた時に蒸気を外に逃がす「安全弁」がいくつも着いている。しかし、原子炉格納容器には安全弁がなかった。なぜなら、放射性物質を閉じ込めることが使命であるから、事故があっても格納容器は耐えねばならないからである。

2.シビアアクシデント対策としての「耐圧強化ベント」

　こうした背景の下1992年に、それまでは発生しないとされていたシビアアクシデントが日本でも起こり得るということを原子力安全委員会（共通問題懇談会が起草）が認め、多重故障（複数の機器・配管等が同時に故障）により炉心溶融を起こすと、格納容器の設計圧力（最高使用圧力という）0.31MPa（Gage）、設計温度（最高使用温度）171℃を超える可能性があること、また、そのような場合には、格納容器から圧力を逃がす「格納容器ベント(フィルタなしでダクトの強度を上げたものを『耐圧強化ベント』という）」等を電力事業者に自主的に設置するよう求めた。世界の趨勢は、シビアアクシデント対策の重要性が強調されていたが、日本は原発の装置の信頼性は高く、工学的にはシビアアクシデントはほとんど起こらないと位置づけ、シビアアクシデント対策を推奨しつつも義務化しなかった。2011年3月11日以降、福島第一原発では、地震と津波が元で1号機から3号機まで、原子炉の冷却ができなくなり、同時に格納容器の圧力が設計圧力の2倍に近い状況になり、格納容器ベントが実施された。格納容器ベントは、放射性物質を閉じ込めるはずの格納容器から圧力抑制プールを介して出す（エウットウェルベント）ことになっていたが、必ずしも圧力抑制プールが十分機能したとは言えない状態だった。しかも、一部では、圧力抑制プールを介さないドライウェル（格納容器の本体の気中部）から直接ベントするドライウェウベントをする事態になった。1990年台に予測できていた格納容器ベントをフィルター無しで設置したことは、明らかな間違いだった。ただ、その格納容器耐圧ベントですら、福島事故でまともに機能しなかったことは、十分に反省・検討する必要がある

３．フィルターベント装置の問題点

格納容器フィルターベントシステム（FV）の仕組みとその機能喪失限界および格納容器隔離弁の動作とフェールセーフ設計の基本的な矛盾を検討課題と考える。安全系の設計は（a）水位、温度や圧力、放射線量など把握する計測系が機能すること、(b) 原発を動かすのに必要な機器（例えば隔離弁）の構成と動作が確実にできること、(c)作動した機器の状態が確認できること,（d）動作した機器は、その状態を維持できること等が保証されなければならない。そして、それぞれの段階で、機器の故障や人為的ミスが起きても安全上必要な機能を喪失しないような構成にすることが求められる。格納容器FVの問題は、原発事故の根幹に関わる問題であるから、次のように整理して考えたい。

①原子炉格納容器は冷却材喪失事故が起きても放射能を外部へ放散させない安全上最後の砦として設計された。②しかし、炉心溶融を起こすと、原子炉の冷却を続けても様々な事故の進展が防ぎきれないため、1992年以降、格納容器の圧力・温度が上昇してしまうことが明確になり、格納容器耐圧ベントを設置した。③福島事故で1号機から3号機まで運転中の全機すべてが炉心溶融を起こしてしまい、格納容器耐圧ベントが必要になったが、実際には格納容器ベントに失敗し格納容器のフランジ等のガスケット等から放射性物質が大量にもれた。④そのため、福島事故以降、フィルターベントをつけて格納容器の破壊を防ぎ同時に放射性物質を低減する対策をとった。⑤しかし、フィルターベントは、元々ある格納容器圧力抑制プールを小型にした装置をつけただけで、BWR型格納容器の潜在的欠陥を持っている。⑥大量に発生する水素の処理が困難で、失敗すれば水素爆発を起こす。⑦いずれかで漏えいすれば、FVは使用できず、格納容器から直接大量の放射性物質を撒き散らすことになる。⑧フィルターベントは複雑で信頼性が乏しいため故障やバルブ等の漏えいによりフィルターベントが使用できず、耐圧ベントからの大規模な放射性物質の漏えいは防げない。⑨また、炉心溶融を起こすと、一気に格納容器が破壊するシナリオがある。具体的には（a）原子炉が高圧で破壊することで高温の溶融物が格納容器内の雰囲気温度を一気に上昇させ格納容器を破壊する格納容器雰囲気直接加熱（DCH）や、（b）炉心溶融に伴い必然的に出る水素による爆発、（c）溶融デブリと水との接触で起こる水蒸気爆発、（d）溶融デブリの冷却に失敗して起こるコアコンクリート反応など『格納容器早期破損』が起きる可能性が高く、福島事故よりもはるかに大規模な放射能の大量放出が有り得ることが議論されるべきだ。つまり、フィルターベントは、徐々に格納容器の圧力が上がる準静的な事故に対して意味があるが、上記のような様々な爆発的な荷重により原子炉だけでなく、格納容器も同時に破壊してしまう事故シナリオが存在することを忘れてはならない。