

安全部会 第7回福島事故セミナー 論点整理

平成24年11月2日

部会長 阿部清治

なぜ女川や東海第二、福島第二で 起きた事象を分析するのか

- 安全部会セミナーの目的は、「何が悪かったのか」(どうしてシビアアクシデント(SA)が起きてしまったのか)、「これからどうすべきか」(どういう改善策を採れば SAを防止できるか)を考えること。
- 程度の差こそあれ、同じように地震動と津波に襲われたサイトで、どうしてSAにならなかったのかを分析することはセミナーの目的そのもの。
- その際、「こうした対策を採っていたから必然の結果として」SAにならなかったのか、「偶然に助けられたこともあって」SAにならなかったのかの見きわめが大切。(多分、どちらの要素もある。)

分析の視点

- (1) まずは、各サイトで起きた事象そのものの確認と、問題点の同定。(もっぱら、地震動と津波、それが施設内のSSCにどういう故障・損傷をもたらしたかまでの比較。)
- (2) 次に、「機器が生き残った」、あるいは、「SAに至らなかった」からこそわかる事項の分析。
 - ・福島第一の5号機、6号機の損傷状況は、1～3号機での地震動による配管損傷の可能性などについての参考情報になるはず。
 - ・女川や福島第一、第二、あるいは、'07年7月16日の中越沖地震による柏崎刈羽の損傷状況は、原子力発電所構成機器の耐震性の実力を評価するにも有用なはず。

分析の視点(続き)

- (3) “What if study”。「当たり前前にあり得る偶然」を想定して何が起きるかを考えることにより、「どういう対策を施すことで確実にシビアアクシデントを防止できるか」を考えることにつなげる。たとえば、
- ① 津波が、20年前(AM未整備)にサイトを襲っていたらどうなったか？東海第二では、止水工事がなされていなかったら、終わっていたら、どうなったか？
 - ② 連動した各震源からの津波波形のフェイズ(位相)が、重なっていたら、ずれていたら、どうなったか？
 - ③ 福島第一で、1～3号機が停止中で、4～6号機が出力運転中だったらどうなったか？

福島第二での事象の確認

- 地震動の最大加速度は、福島第一よりも、また、基準地震動に対する応答加速度最大値よりも、ずっと小さかった。
- 外部電源は生き残った。
- 津波高さは、複数震源からの波の重なり具合が弱く、福島第一に比べて低かった。
- 直流電源は全機で生き残った。

福島第一5、6号機での事象の確認

- 地震動の最大加速度は、1～4号機と同レベルで、基準地震動に対する応答加速度最大値を越すものもあった。
- 外部電源は喪失した。
- 安全上重要な機器に地震動による損傷はなかった。
- 津波は、敷地高さ(13m)が1～4号機(10m)に比べて高かったため、浸水の度合いが小さかった。
- 6号機のEDGは、設置高さが高くかつ空冷だったため生き残り、AMにより5号機にも給電した。
- 直流電源は両機で生き残った。
- 原子炉は停止中であつた。(時間余裕があつた。)

第6回セミナーの特記事項 (1) 女川

- 地震応答は、設計基準地震動に対する応答と同レベルか、やや上回る程度。安全上重要な機器に損傷なし。
- 津波に対しては当初から十分な対策。その後も継続的な改善。
 - 寄せ波は敷地高さに達せず。
 - 引き波に対しても設計対応。
 - 更なる津波対策として2号機にあとから付けた潮位計が破損して、1系統の補機冷却系が喪失。

第6回セミナーの特記事項 (2) 東海第二

- 地震応答は設計基準地震動に対する応答以下。外部電源は喪失したが、安全上重要な機器に損傷なし。
- 津波については新知見が得られる毎に継続的対応。
 - 土木学会の評価式に対応しただけでなく、茨城県の津波防災基準にも対応
 - その工事の途中だったため、開孔部からの浸水で1系統のEDGが喪失。
- 事象進展中にその時点の施設状況に応じての適切な対応。

第6回セミナーからの教訓 (設置者に関わる問題)

- 安全確保の第一の責任は設置者にある。
- 継続的な改善(Continuous Improvement)が大事。
→ 新知見に対する遅滞ない対応がSAを防止した。
- あとからの施設改善には、一層慎重な検討が必要。
- 津波対処設計は防潮堤と水密扉だけでは済まない。

規制に関わる問題

- 規制側の「継続的改善」にも不十分なところがあった。
- 施設内外の個別誘因事象に対しての要求事項は必ずしも包括的でなく、新知見の反映も遅れていた。
- 津波に対する新知見の指針への反映はほとんどなされていなかった。
- 設計指針には施設内溢水について何の記述もない。
- SA対処策の規制要件化も進んでいなかった。
- (「指針体系化」の試みはあったが、)指針を包括的かつ継続的に見直す体制が欠けていた。
- 福島事故が実際にどう進展したかも、昨年6月のIAEA報告以降ほとんど見直されていない。

福島第一に限らず、全サイトについて、
もう一度考えてみよう。

(1) 外的誘因事象についての設計基準ハザード

- 設計での地震動・津波の想定、あるいは、想定した地震動・津波に対する設計に問題はなかったか？
- 現行設計指針の要求（「予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件」とは、「過去の記録の信頼性を考慮のうえ、
 - ①少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、
 - ②統計的に妥当とみなされるものをいう」とある。）
- 耐津波設計の妥当性判断基準は直ちに、耐震設計での基準地震動の想定は速やかに、見直しが必要。

もう一度考えてみよう。

(2) 外的誘因事象に対する安全設計のあり方

- 津波については、各発電所で十分な引き波対策が採られているか？
- 津波の「遡上」に関しての問題はなかったか？
- 地震動・津波に限らず、施設内部で生じる誘因も対象として、個々の誘因事象についての設計要求が必要。
- 個々の誘因事象についての設計では、確率論的ハザード評価のあり方や、設計基準決定時の不確実さの考慮も必要。

もう一度考えてみよう。

(3) 電源に係る設計及びその評価

- 電源系(交流・直流)に対する設計要求、交流電源全喪失事故(=発電所停電事故、SBO)の想定に問題がなかったか？
- 外部電源については、一部の機器類の耐震性向上を図ることで、系統全体の信頼性が向上することは考えられないか？
- 外部電源復旧過程で、問題点あるいは良好事例はなかったか？
- 電源系についての更なる信頼性向上のための、配置の多様性や可動性電源の具体化は？

もう一度考えてみよう。

(4) 設計と運転に関するその他の問題

- 施設の一部での浸水や火災が、想定以上に広がることはなかったか？（「独立性」は保たれていたか？）
- 地震や津波による、建屋やB,Cクラスの機器の損傷、がれきの発生等が、施設全体の安全や事故後対応に悪影響を及ぼすことはなかったか？
- シビアアクシデントには至らなくとも、厳しい事象が経験された。事故マネジメントの観点での問題点あるいは良好事例はなかったか？
 - 高圧スプレイ系注入弁の開度調整は必要か？
 - 冷温停止へのプロセスが複数ある場合の選択は？

もう一度考えてみよう。

(5) 事故時の情報伝達と人員・資機材補充

- シビアアクシデント時には、人員の確保、情報や資機材の流通の問題などを含め、広範な対策が必要。
- 事故時の関係者間情報伝達に問題はなかったか？
(第3回セミナーで議論)
- 事故時の資機材物流に問題はなかったか？
(今回セミナーで議論)

もう一度考えてみよう。

(6) 深層防護と多様性

- 「深層防護」では、「前段否定」だけでなく「後段否定」(何が何でもその段でくい止める)が大事。AMを準備したのは前段否定、確実なAM策を用意することは後段否定。(第2回セミナーで議論)
- 「多様性」は、「異なる性質の系統または機器が二つ以上あること」(設計指針の定義)だけでなく、機器の配置等、他の事項も考えるべし。また、「十分な多様性」の判断基準も検討すべし。(第2回セミナーで議論)

一般的結論 (1)

- 従来から重要とされてきたことはやっぱり大事。
 - 安全には設置者に第一義の責任
 - 深層防護、多様性
 - 継続的改善 (Continuous Improvement)
 - 産・学・官の協力
 - 規制の独立性
 - 科学的で合理的な規制
 - リスクインフォームド規制 (RIR)、性能規定化
 - 関係者の能力 (Competence)
- 「事故のあとでも守り続けるべきもの」と「事故の反省に立って変えるべきもの」を峻別しての対応が必要。

一般的結論 (2)

- 継続的改善、遅滞ない改善が必要
- 「鎖の強さは最も弱い環によって決まる。」
強いところを更に強くすることより、弱いところを見つけ出して強化することが大事。
- 安全改善のために有用とされる手法
 - PSA、
 - ストレステスト、
 - 運転経験分析、
 - What if study、等々を、単に解析してみたらこうなりましたではなく、具体的対策につなげることが大事。

懸念される状況 (1)

- 事故の発生には天災の要素が大きいですが、事故後の対応には人災の要素が大きいと思われる。
- 技術の現状を把握することなく、「安易な方向に走る」、「ものを考えようとしない」ことはなかったか？
 - 計算コードの結果があれば誰でも防災ができる？
 - RIRはリスクと安全目標を比べてマルバツをつける？
 - 高レベル放射性廃棄物は埋めたら忘れていい？
- それぞれの人の担当分野・専門分野は「全体の中の一部」であることを思い起こすべき。
- 経験していないことへの想像力が欠けていないか。

懸念される状況 (2)

- 用語の乱れは思考の乱れ。言葉の重みを考えよう。
- 不適切な言葉の例
 - 再冠水(炉心頂部まで冠水したということ?)
 - 残余のリスク(余っているリスクだって?)
 - 位置的分散("Diversity"のことじゃないでしょうか?)
- 一貫性なく使われている言葉の例
 - "Internal"と"External"(施設の内外のこと?)
- 意味を考えることなく使われている言葉の例
 - "Design Basis"(シビアアクシデントになってから必要になる設備の設計にもDBは必要なはずだけど?)