

第2回セミナーの概要

村松健(東京都市大学)

趣旨

- 多数の論点につき包括的議論を行った第1回セミナーを踏まえ、2回目以後は対象プラントと論点を絞って議論を深める。
- 第2回は、1号機の事故経緯の解説を基に設計とAMの関係などを議論。

プログラム

1. 趣旨説明: 関村直人副部長

2. 事故の概要解説

- 福島第一原子力発電所事故について(1号機): 宮田浩一氏
- 福島第一原子力発電所1号機の安全設計と事故の教訓及び対策: 守屋公三明氏
- 安全確保とストレステストについて: 浦田茂氏

3. セミナー参加者による総合討論

- 論点解説: 阿部清治部長
- 討論

1. 福島第一原子力発電所事故について(1号機) (宮田浩一氏)

概要

- 震度 6 強の地震が発生したが、プラントパラメータの情報から 1 号機は正常に原子炉停止しており、外部電源は喪失したものの非常用 DG による給電に成功し、津波が来るまでは問題なかった。
- しかし想定以上の津波の到達によって、1 から 4 号機は全域が浸水し、電源盤の機能喪失したことなどから、全交流電源及び直流電源が喪失し、更に崩壊熱除去系も機能喪失するという厳しい状況に至った。

1号機の事故経緯のポイント

- **非常用復水器(IC)が殆ど機能しなかった要因**:直流(DC)電源喪失によりICインターロックの破断検知機能が喪失したことで、**フェイルセーフ設計**により IC 接続配管の格納容器(PCV)**隔離弁が閉鎖**したと推測。
- **原子炉圧力容器(RPV)の減圧**:核計装系配管のうち炉外に伸びるSRM/IRM及びTIPのドライブチューブの破損、又は逃し安全弁(SRV)フランジガスケット部の過温破損により RPV 気相リークが生じた可能性。
- **圧力抑制室(SC)ベント操作**:MO弁及びAO弁の手動操作を試みたがAO弁付近(トーラス室)の高線量により断念(**アクセス性に課題**)、仮設の空気圧縮機で開操作実施。
- **注水**: 電源不要のDD駆動消火ポンプが使用できず、消防車&AM整備ラインを用いて実施(高線量、水素爆発によるホース損傷によって注水中断)
- **コンクリート浸食**: DECOMPコードによる解析では70cm程度で止まると評価
- **モニタリング**: **SCベント**大弁開(3/12日 14時過ぎ)では正門モニタ反応せず、小弁開(12日10時過ぎ)ではモニタリングの指示が一時的に上昇したが、大きな汚染でないことから、小弁開時は希ガス支配の環境放出の可能性
- **水素爆発**: **PCVフランジ部の漏えいが主要因**(SGTS逆流では、FPはフィルタ除去されるはずなので建屋高線量の説明で不可)

2. 福島第一原子力発電所1号機の安全設計と事故の教訓及び対策（守屋公三明氏）

- 自然現象を含む設計基準を超える状況の考慮が必要とし、次の教訓を指摘。

教訓 1:電源設備などの重要設備の配置改善と重要設備の可搬と緊急時のアクセス手段。

教訓 2:重要機器の予備直流電源の常備。

教訓 3:AM 実施上必要な計装の信頼性・信憑性と対応操作。

教訓 4:注水系/冷却系の多様化。

教訓 5:AM 設備のアクセス性、操作性、実行性。

教訓 6:格納容器バウンダリー防護の多様化。（過温破損等）

- まとめ

- 設備の設計には想定が必要であり、想定外をなくすためにはプラント外の支援を想定したAM策が必要であることを痛感。
- これまでのように設計強化の繰り返しだけでなく、あらゆる事故に柔軟に対応できるよう意思決定を行える体制と設備が必要。

3. 安全確保とストレステストについて (浦田茂氏)

(1) 安全確保対策

- 福島第一事故の知見から、「電源確保」「水源確保」「浸水対策」が特に重要と考え、「多様化と多重化」を推進
 - 電源確保: 空冷式非常用発電装置と予備電源車を設置。
 - 水源確保: 多数の消防ポンプ、可搬式エンジン駆動海水ポンプ、大容量注水ポンプ(海水ポンプ代替)等
 - 浸水防止: 中央制御室の給電設備および蒸気発生器給水設備に対し、高さ11.4mまでの部分で扉、配管貫通部などにシール

(2) ストレステストについて

- ストレステストの位置づけ: 設計上の想定を超える事象に対する安全裕度を評価し、緊急安全対策の効果を定量的に評価する。
- 地震と津波を対象に設計想定からの余裕を評価。
- 大飯3号機の一次評価では、緊急安全対策によりクリフエッジが向上
(地震では基準地震動の1.75倍→1.80倍、想定津波の1.6倍→4.0倍)

4. 質疑応答及び総合討論

(司会: 関村副部長)

(1) 問題認識と論点: 阿部部長より次の論点を指摘

- 論点1: **設計とマネジメントの関係**を明確にし、また、外的事象や SA まで対象としての包括的な安全対策はどうあるべきか。深層防護の後段ほど、設計以上にマネジメントの役割が大きい。まずマネジメントのあり方を考え、しかる後に設計要件を考えるべきではないか。
- 論点2: **設計における「相反性」**をどう考えるか。
- 論点3: **実際に有用な AM 策**及びそのための設備の整備を図るべきではないか。
- 論点4: それぞれの**外的誘因**を考慮しての**安全対策と規制が必要**ではないか。
- 論点5: 外的誘因については、経験データでカバーされない**低頻度事象にも対策が必要**ではないか。
- 論点6: それぞれの外的誘因を考慮したとしても、目指すべき共通の安全レベルがあるのではないか。また、**確率論的安全評価と決定論的ルール**の関係を再確認して基準を策定するべきではないか。

論点1から3（想定外事象に対応するための設計とAMの関係等）に関する議論

主な議論を議事録を抜粋して示します。議論の全体は、部会HPの議事録を参照下さい。以下は、原子力安全部会の見解を示すものではありません。

設計とAMの関係について

- 設計強化の繰り返しただけでなく、あらゆる事故に柔軟に対応できるよう意思決定を行える体制と設備が必要。(説明者)

設計について

- ICの有効性に関する確認質問(参加者)→ある程度有効、しかし冷温停止にはRH Rが必要(説明者)
- 隔離弁の設計について(設計方針の相反性):設計基準内と外を分けて考えるべきではないか(説明者)
- 重要機器を高所配置すべきでは(参加者)→耐震性とのバランス、どの高さならよいか決めきれない、なども考慮必要(説明者)

AMの有効性を高めるための方策について

- 地震、津波、SAなどによる困難な状況がAMの実施を難しくした(説明者)
- 設備設計、訓練に不十分な面があった。米国の訓練状況には見習うべきことあった(説明者)

論点4から6（外的誘因事象の対策など） に関する議論の概要

阿部部会長指摘： 外的誘因事象について安全対策、規制、低頻度事象の扱い、安全目標、PSAと決定論的安全評価の関係などの議論が必要

PSAの必要性・役割について

- 外的誘因を包括的に考慮した PSA(IPEEE)がなされていない。至急にやらなければならない仕事。(説明者)
- ストレステストの経験から、決定論的評価には限界がある。しかしPSAをつかうときにも判断基準が必要(参加者)
- 地震は地震、津波は津波でPSA をやるのではなくて、両方をセットでやる必要がある。そこから得られる知見はすごく大きいと思う。(参加者)
- 「PSA でリスクを計算し低くなりました」だけでは不十分。その後のクリフエッジが地の果てまで落ちてしまうような崖ではいけない(説明者)
- PSAの結果には2種類ある。PSAの数値とシナリオの知見である。数値を使う時は不確実さの考慮が必要。シナリオの知見を安全向上使うべき。(参加者)

安全目標・性能目標について

- 次世代炉での外的事象での扱いとして、安全目標の適用を考えたが外的事象は不確実さが大きすぎて頻度では表し難くうまくいかなかった。(参加者)
- ハザードを評価する技術が十分か、検討すべき。(説明者)