

講演 2 :

『 新規制基準があれば福島事故の影響は低減されたのか 』

2014 年 12 月 13 日 東北大学 流体科学研究所公開講座

東北大学 大学院工学研究科教授 橋爪 秀利

新規制基準があれば 福島事故の影響は低減されたのか？

東北大学 大学院工学研究科・工学部
 量子エネルギー工学専攻
 橋爪 秀利

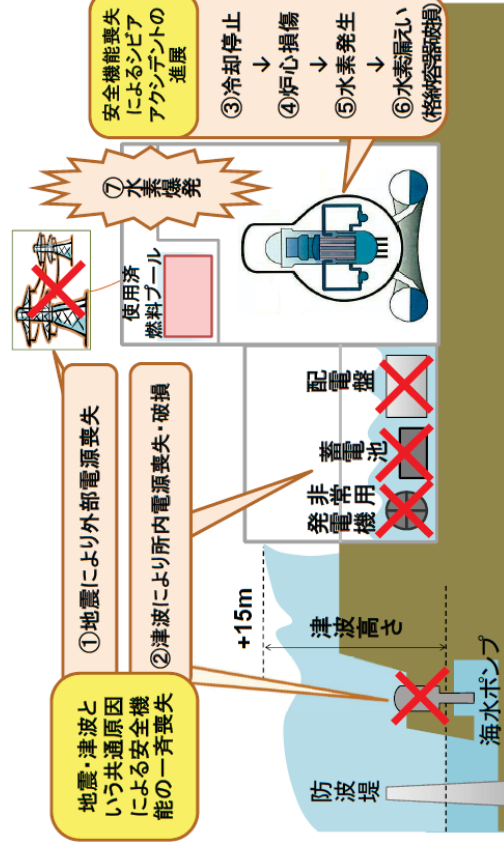
目次

1. 原子力発電所に対する新規性基準の概要
2. 福島事故後の電気事業者の対応
3. 日本保全学会「仮想的バックフィット検討会」による原子力発電所の津波対策の妥当性評価
4. 全体まとめ

1. 原子力発電所に対する 新規制基準の概要

福島第一原発における教訓

➤ 福島原発事故では地震や津波などの共通要因により安全機能が一斉に喪失。さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった。

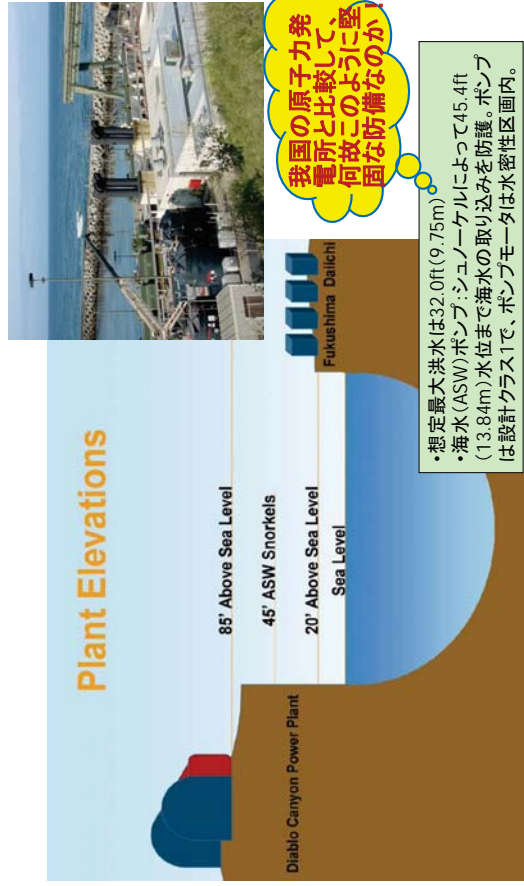


どうすれば、原子力発電所の安全性をチエックできるか？

- ① 規制基準への適合性チエック
- ② 海外の安全標準や規制基準と比較
- ③ 最新知見に基づく安全性チエック
- ④ 先進諸外国のプラントで採用されているハード、ソフトとの比較

しかし、①②③は専門家でないと難しい。
④であれば、ある程度、可能。

米国(ディアブロ・キャニオン発電所) にもかかわらず、実際の現場の津波対策には大きな違いがあった。



我国の原子力発電所と比較して、何故このように堅固な防備なのか？

諸外国の技術基準調査結果

基準上の表現を比較すると、先進諸外国と我が国で大きな差は認められない。

国名	技術基準(津波・洪水)
米国	一般設計指針(GDC)(1971年)に規定され、その審査基準が関連のSRPやReg. Guideに示されている。サイトとその周辺で記録される最も厳しい自然現象を考慮し、十分な余裕を持たせると、とされている。
フランス	基本安全原則(RFS)で、洪水に対する安全余裕レベルが規定されているが(最大計算潮位と1,000年高潮の組み合わせ)、1999年12月にルブレレイ工発電所で暴風雨による外部洪水を経験したため、洪水防護対策が見直し・強化された。
ドイツ	KTAスタンダード2207に規定され、設計基準洪水の水位は10 ⁻⁴ /年の確率から算出されている。なお、十分な事前警告などがある場合、10 ⁻² /年の確率の洪水と設計基準水位の間の洪水に対しては可搬式の洪水防護策の利用も許容される。
IAEA	IAEA NS-R-3「原子力施設のサイト評価」(2003年)で、津波について有史以前と歴史上のデータを収集すること、また、地盤活動が活発な地域では活断層の評価には数万年の期間が適切 ¹⁰ としている。

最新知見の活用1

- 安全情報の分析・評価に関する報告書 * (pp.3-7~3-9)

国内外の事故・故障例のASP**評価

- * フランス ルブレレイ原発での外部溢水(洪水)1999年12月発生
 - 近くを流れるジロンド川の水位上昇で洪水発生
 - 原子炉補機冷却系ポンプモータ浸水、低圧注入系等の機能喪失、電気検討の機能喪失など
- * 上記事故から国内BWFRの浸水を想定したASP評価を実施
 - 外部電源喪失、原子炉建屋最地下階の浸水、その他を仮定
 - 解析結果:条件付き炉心損傷確率2.4 × 10⁻²
 - 事故シナリオは、外部電源喪失、SRV開閉成功、事象発生後30分以内の外部電源復旧に失敗でSBO、HPCS-DG機能喪失、RCIC起動成功、事象発生後8時間以内の外部電源復旧に失敗で炉心損傷

* JNES/SAE07-058 07解部報-0058

** 前兆事象Accident Sequence Precursor

最新知見の活用2

- 平成19年度 原子力安全意識機構年報 (pp.232)

“津波溯上による全交流電源喪失が発生する場合は炉心損傷に至るまでの事故シナケンスを検討した例では30分から1時間程度以内の速やかな電源復旧が行われなければ炉心損傷に至る可能性があったことが予想されました。”

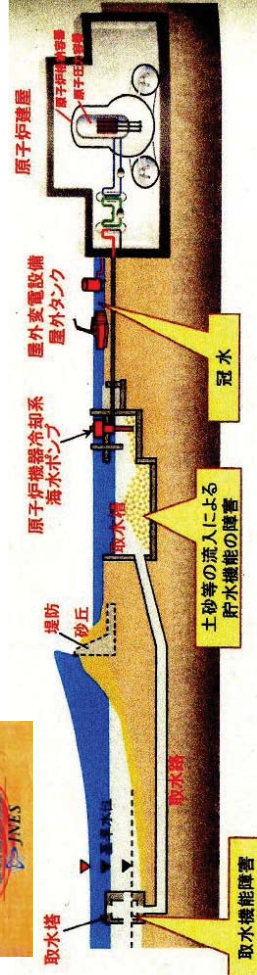
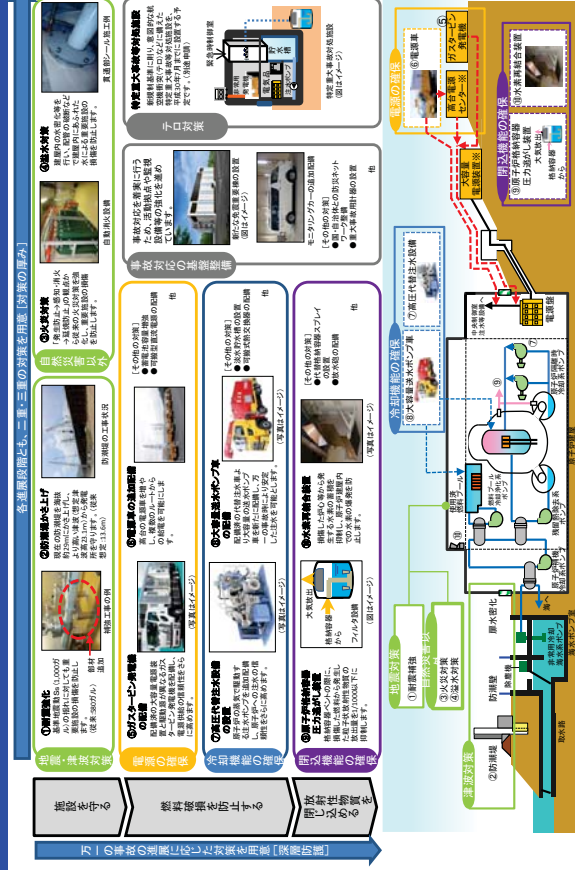


図1 津波溯上が原子炉施設へ与える影響を表す概念図

2. 福島事故後の電気事業者の対応

女川原子力発電所における主な安全対策事例



3. 日本保全学会「仮想的バックフィット検討会」による原子力発電所の津波対策の妥当性評価

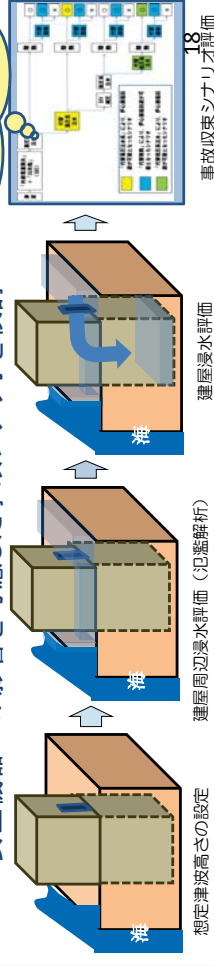
(1)はじめに

- ① 3.11震災と福島事故後、従来に増して原子力発電所の安全性が強く問われるようになった。
- ② 昨年の改正炉規制法の施行により、世界最高水準とされる新規制基準の運用が開始。
- ③ 「事故後、講じられた安全対策で本場に原子力発電所の安全性が向上したのか」との疑問があり、これに答える必要あり。
- ④ 津波対策に着目して原子力発電所の安全性について検討することとした。
- ⑤ ここでは、女川原子力発電所2号機の検討例について紹介。

17

(2)検討内容および検討方法

- ① 想定入力津波の設定
3.11震災時の知見を踏まえて想定津波高さを設定。それを超える巨大津波も検討。
- ② 氾濫解析の実施
津波がどの程度発電所構内へ浸入するか、浸入する場合建屋周辺の浸水深さを評価
- ③ 建屋浸水評価
建屋外壁扉等から津波がどのように浸入するか、浸入経路と安全機器への影響を評価
- ④ 事故収束シナリオの検討評価
安全機器への影響を考慮した事故シナリオを検討



(3)検討ケース

検討対象：女川2号

評価ケース	津波高さ	防潮堤	越流高さ	安全対策	建屋開口部条件
ケース1	23.8m (想定入力津波①)	無 (敷地高さ O.P. + 13.8m)	敷地越流 10m	無 (3.11震災時の状態)	①外壁扉 ・全閉 ・1箇所開 ②換気用ルーバー
ケース2	23.8m (想定入力津波①)	無 (敷地高さ O.P. + 13.8m)	敷地越流 10m	有	
※1	23.8m (想定入力津波①)	有 (防潮堤高さ O.P. + 29m)	0m	有	
ケース3	29m (想定入力津波②) (防潮堤高さと同等の高さを設定)	有 (防潮堤高さ O.P. + 29m)	防潮堤越流 なし (湧上り想定)	有	
ケース4	34m (想定入力津波③) (想定入力津波①の約1.5倍の津波を設定)	有 (防潮堤高さ O.P. + 29m)	防潮堤越流 5m	有	

※1 O.P.+29mの防潮堤等により、23.8m想定入力津波①に対しサイトが運成される。 19

(4)検討結果

- (4)-1 発電所構内の氾濫解析
- (4)-2 建屋内浸水評価
- (4)-3 安全機能維持状況の評価
- (4)-4 事故収束シナリオの評価
- (4)-5 まとめ

事故収束シナリオの評価結果

評価ケース	外壁扉条件	電源復旧	建屋内浸水量※1	冷温停止までの期間※2	炉心損傷回避の可否※3
ケース1 (想定津波高さ 23.8m) (防潮壁無) (安全対策有)	全閉	-	少 (ルーバー+閉鎖間隙)	-	X (約8.5時間 で炉心損傷)
	1個閉鎖	-	多 (ルーバー+閉鎖間隙+開放扉)	-	X (約0.5時間 で炉心損傷)
ケース2 (想定津波高さ 23.8m) (防潮壁無) (安全対策有)	全閉	成功	少 (ルーバー)	短期 (海水系の復旧+原子炉補機代替冷却系熱交換機ユニットで除熱)	○
		失敗	少 (同上)	長期 (上記の除熱を行うために、交流電源の復旧が必要)	
ケース3 (想定津波高さ 29m) (防潮壁2.9m) (安全対策有)	全閉	-	なし	短期 (海水系の復旧+原子炉補機代替冷却系熱交換機ユニット+蒸気熱除去システムの復旧が必要)	○
	1個閉鎖	-	多 (同上)	長期 (上記に加え、交流電源の復旧が必要)	
ケース4 (想定津波高さ 34m) (防潮壁2.9m) (安全対策有)	全閉	成功	なし	短期 (海水系の復旧+原子炉補機代替冷却系熱交換機ユニットで除熱)	○
	1個閉鎖	成功	少 (開放扉)	短期 (海水系の復旧+原子炉補機代替冷却系熱交換機ユニットで除熱)	
		失敗	多 (開放扉)	長期 (上記に加え、交流電源の復旧が必要)	

※1 「建屋内浸水量の評価結果」参照
 ※2 「事故収束シナリオの評価結果」参照
 ※3 建屋内浸水がないに外壁扉からの流入なし

(4)-5 まとめ

- ◆ 想定入力津波①(高さ23.8m=3.11津波+10m)が来襲した場合、**3.11後に実施した安全対策があれば、防潮堤がなくなっても、炉心損傷を回避できる。(ケース2)**
 - ◆ 想定入力津波①を超える想定入力津波②(高さ29m=3.11津波の約2倍)が来襲した場合でも、**防潮堤等の対策により、構内への浸水がほぼ発生せず、建屋への津波浸入を防止できるので、安全機能への影響はなく、炉心損傷を回避できる。(ケース3)**
 - ◆ 想定入力津波①を超える想定入力津波③(高さ34m=3.11津波の約2.5倍)が来襲した場合でも、**構内へ津波は浸入するものの、防潮堤や水密扉、安全対策により、炉心損傷を回避できる。(ケース4)**
- 以上より下記が言える。
- ◆ 防潮堤や3.11以降実施した安全対策により、巨大津波が来襲した場合においても、炉心損傷を回避できる。
 - ◆ 早期の冷温停止を可能とするには、交流電源の確保および建屋外壁扉管理等による建屋内への浸水抑制対策が極めて有効である。

5. 全体まとめ

- ◆ 日本保全学会の仮想的バックフィット検討会で実施した「津波対策の妥当性評価」のように、
 - ① 対策の効果を確認するために、対策以前の状態ではどうなるかを検討評価すること
 - ② 想定を上回る事象が生じた場合、どのような影響があるかを評価すること
 は極めて重要である。このような検討評価を、津波以外の事象も含めて、継続的に実施することを電気事業者に推奨する。
- ◆ 規制当局は、上記のような活動を電気事業者が実施することとを奨励するような規制を行うことを要望する。
- ◆ また、国民の健康と財産を守るために、原子力発電所のリスクの主体はどこにあるか、電気事業者の自主的安全性向上活動に大きな間違いがないか等、最重要事項にフォーカスし、効率的効果的な規制を行うよう、規制当局に要望する。

ご清聴ありがとうございました。