

差出人: 西之園真一
送信日時: 2002年4月18日木曜日 15:55
宛先: 仲嶺信英; 黒村晋三; 真野善雄; 松田耕作; 名倉繁樹; 今野孝昭; 博田忠邦; 松川文彦
件名: 保安院打ち合わせメモ
4月18日 耐震検討分科会 保安院との打ち合わせメモ
時間: 10時半～11時45分

当方
真野、松田、名倉、西之園
先方
入佐、花村、野田

○次回施設WG資料について
先方コメント

・「現行の重要度分類の考え方」資料について
このように現行指針策定時資料を出すことについて、
他の事項(例えば大崎スペクトル等)についても、当時どのように考えていたか?の資料提出を要求されることとならないか?と多少心配する。
→今後資料の中身を事務局、保安院と相談する。

・安全機能の重要度分類と耐震重要度分類の対応
当方、電協会へ説明を打診との説明に対し、
むしろ、電力から説明してもらう方がいいのではとのこと。
→東電、関電の部会協力者に説明依頼することとする。

・再処理施設の耐震需要度分類の考え方
・地震によって起きたプラントのトラブル
保安院は、国内における地震に起因するような発電所のトラブルはないと考えている。
→飛岡安全委員と内容を相談する。方針が決まったら保安院へ連絡する。

○保安院での資料作成状況について
提出可能リストと資料をもらう。
特に、地震動WGで3回分くらいの資料はできています。
(といっても、今後の方針を決定しうる(直下地震の評価にかかる)資料はまだ)
できた資料について、今後勉強会を担当者レベルでしましょうとのこと。

○基本、地震動WGについて
保安院でできた資料を使っての開催可能。
両WG、とりあえず、5月末～6月上旬でOK。
入倉先生のところに、事前説明に行く必要があるので、一緒に行きましょうとのこと。

○専門委員の追加について
地震動WGに、
活断層の専門家として、産業技術総合研究所(佃or杉山)
地震PSAの専門家として京大亀田先生を
追加して欲しいというような要望がある。

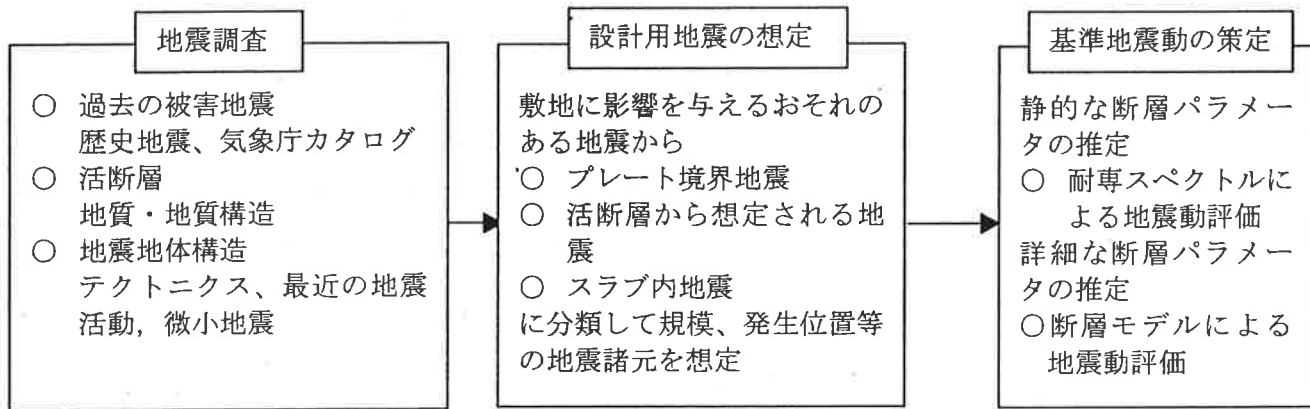
> -----
> 西之園 真一(にしのその しんいち)
>
> 原子力安全委員会事務局
> 審査指針課
> 〒100-8970
> 千代田区霞が関3-1-1
> 中央合同庁舎第4号館6階
> 電話5253-2111(内44753)
> FAX3581-9836

耐震設計審査指針 (基本設計の内容を規定)

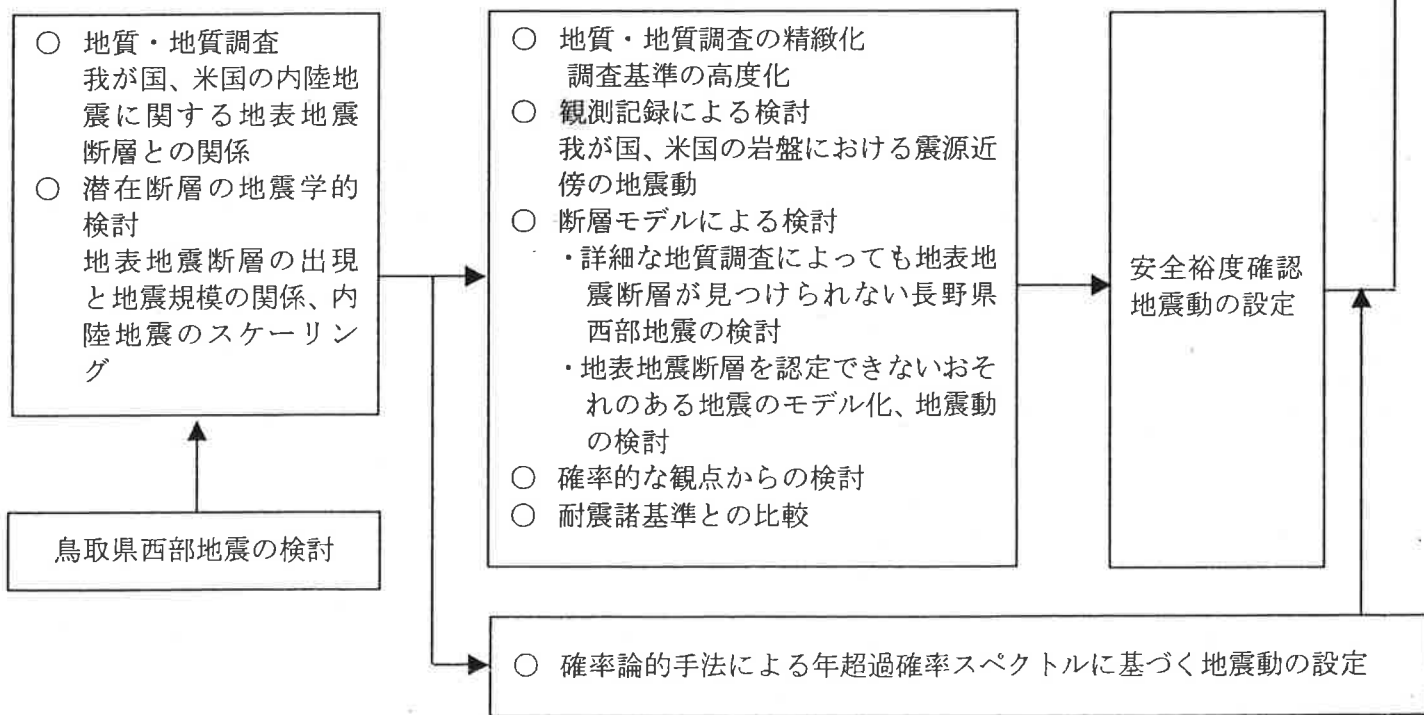
基本事項

- 安全目標との関連
- 確率論的手法の導入：範囲、位置づけ
- 立地指針、安全設計・評価指針との関連

震源を特定できる地震による地震動評価



震源を特定できない地震による地震動評価



耐震重要度分類

○耐震重要度分類の基本的考え方

As, A, B, C の4分類 (Aクラスの中で特に重要な設備がAsクラス)

- ・炉心燃料、使用済燃料からの環境への大量のFP放出の防止(事故の発展性防止) →Asクラス
- ・事故時に必要な設備 (LOCA後の地震) →Aクラス
- ・インベントリー少なく破損仮定した場合周辺への放射線の影響少ない(影響限定的) →Bクラス
- ・その他 →Cクラス
- ・BCクラス設備破損の場合の放射線の周辺公衆への影響

○安全重要度分類との関連

設計用地震力

地震動の種類数、位置付け、大きさに拠るが当面、地震動1種類の場合基準地震動S2のみ (Sbと呼ぶ)、2種類の場合、基準地震動S2, S1 (S1, S2と呼ぶ) と仮定 (例えば、所謂S3の場合は別途検討)

○動的地震力

- ・地震動2種類の場合従来通り
- ・地震動1種類の場合
◇Aクラス → $\beta A \cdot S_b$
◇共振Bクラス → $\beta B \cdot S_b$ (水平のみ)

○静的地震力

従来通り

- ・最低規程
- ・クラス別係数、2割増しの根拠 (従来規程との連続性)
- ・改正建築基準法との関連

○水平+上下の組合せ

- ・動的：係数法、SRSS
- ・静的：絶対値和 (同時に不利な方向)

地震荷重と他の荷重との組合せ

○地震と組合せすべき事象の選定

○地震荷重と他の荷重の組合せ

- ・地震荷重と、地震とは独立の事象による荷重の組合せ
→各々の発生確率、継続時間により、重なる確率が高いものは組合せる
- ・地震荷重と、地震の従属事象による荷重の組合せ
→組合せる

許容限界

○要求機能・性能の整理

○動的機能とそれ以外の機能 (静的機能：仮称)

- ・動的機能
機能の特性により主に加速度、変位制限
- ・静的機能
機能の特性により、応力制限、歪み制限、変位制限など

地震の随伴事象

- 津波
- 地盤の安定性

指針高度化、地震・地震動関連の整理

平成14年 3月29日

地震の評価

過去の地震評価法

- ・ 評価方法の整理 資料1

活断層の評価法

- ・ 最新のトレンチ調査結果等 資料2
から5万年の妥当性検証

地震地体構造

- ・ 最新の知見を反映した 資料3-1
評価方法
- ・ スラブ内地震の整理 資料3-2

地震動評価

基準地震動の評価法

- ・ 最新の地震動評価法 資料4-1
(概説)
- ・ 耐震スペクトル 資料4-2
- ・ 断層モデルによる 資料4-3
地震動評価
- ・ スラブ内地震による 資料4-4
地震動評価

地震随件事象

- ・ 津波に対する安全 資料7-1
性評価
- ・ 基礎地盤及び周辺 資料7-2
斜面の安定性評価

直下地震による地震動

直下地震

- ・ 直下地震の検討 資料5-1
- ・ 活断層の評価 資料5-1
- ・ 伏在断層による地震の評価 資料5-2
- ・ 鳥取県西部地震の評価 資料5-3
- ・ 地震発生上下限層の評価 資料5-4

安全裕度確認地震動の設定

- ・ 伏在断層を考慮に入れた 資料6
耐震設計上、最低限考慮
する地震動の設定

確率論的手法による年超過確率スペクトルに
基づく地震動の設定

- ・ 確率論的手法を用いた震 資料6'
源源を特定しにくい地震
による地震動の検討

耐震設計

鉛直地震動の評価法

- ・ 鉛直地震力における上下 資料8
地震動の適用について

指針高度化、確率論的手法関連の整理

平成14年 3月29日

安全目標

- ・ 諸外国における安全目標と …… 資料9-1
検討課題
- ・ 各国の安全目標

地震 PSA

海外の地震 PSA の動向

- ・ 米国の IPEEE(概説) …… 資料9-2
- ・ 韓国等

国内の地震 PSA の動向

- ・ 原研の地震 PSA …… 資料9-3
- ・ NUPEC の地震 PSA

性能設計

- ・ 原子力発電所屋外 …… 資料9-4
重要土木構造物耐
震性能照査指針
- ・ 鉄道構造物等設計
標準

構造信頼性の確率論的評価

- ・ ISO 関連情報 …… 資料10

提出資料概要

	原安委 2 3 項目との対応	提示時期 H 1 4 年	担 当	資料の概要	備 考
基本 W G	① 安全目標	2月	原安委		
	③ 国内外の耐震設計の動向	2月	原安委	・ 第4回原安委提出資料のコメント反映版 (各指針類の比較表)	
	④ 確率論的手法と決定論的 手法の関係 (その1)	2月	原機構	以下についての概要紹介 (1)海外の動向 1) 一般的内容—IAEA 2) PSA 関連—米国、韓国等 (2)国内の動向 1) 一般的内容—建築学会、土木学会、 ライフライン機関 2) PSA 関連—原研、NUPEC、サイクル機構等	
	④ 確率論的手法と決定論的 手法の関係 (その2)	3月	原機構	(1)海外の動向 1) IAEA (詳細) 2) 米国の地震 PSA (詳細) (2)性能設計の動向 1) 原子力発電所屋外重要土木構造物耐震性能照査 指針 2) 鉄道構造物等設計標準	
	② 耐震重要度分類の考え方	5月	原機構/電事連	・ 現行の耐震設計重要度分類の実情紹介	
	③ 確率論的手法と決定論的 手法の関係 (その3)	5月	原機構	(1) 国内の地震 PSA の動向 1) 原研の地震 PSA (詳細) 2) サイクル機構の地震 PSA (詳細) 3) NUPEC の地震 PSA (概要)	

	原安委23項目との対応	提示時期 H14年	担 当	資料の概要	備 考
施設 WG	⑤ 静的地震力の動向	2月	電事連	・ 現行の建築基準法の動向紹介 ・ 現行の原子力発電所耐震設計審査指針の紹介	資料としては「③ 国内外の耐震設計の動向」と合本か
	⑥ 構造信頼性の確率論的評価	3月	原機構	・ ISO関連情報の紹介	

必要に応じて基本WG①～④の項目を追加

	原安委23項目との対応	提示時期 H14年	担 当	資料の概要	備 考
地震・ 地震動WG	⑱、(22) 活断層評価法* ¹⁾	2-5月* ²⁾	原機構／電事連	<ul style="list-style-type: none"> ・活断層の評価期間に関する検討 ・活動度(A～C級)によるS1・S2分類の意義 ・長大活断層のセグメンテーション ・地質調査手引きの改訂の方向性 ・鳥取県西部地震関連検討結果 	
	⑲ 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価	5月	電事連	<ul style="list-style-type: none"> ・現行の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価手法の概要 ・土木学会原子力土木委員会地盤安定性評価部会での検討内容 	
	⑳ 津波評価法	3月	電事連	土木学会原子力土木委員会津波評価部会の津波評価手法	
	⑰ 基準地震動の考え方	2月	電事連	(1)過去の地震の評価方法 1)現行指針の記載事項 2)地震諸元の検討方法 (2)地震地体構造の評価方法 1)現行指針の記載事項 2)最近の知見(スラブ内地震、地球物理学データ) 3)地震地体構造マップ	
	㉑ 地震発生の確率論的評価	2月	原機構	・推本の評価方法の紹介	
	⑰ 基準地震動の算定法	3月 5月	電事連	(1)主な地震動評価法の紹介 (2)耐専スペクトルの紹介 (3)断層モデルによる地震動評価法 (4)スラブ内地震の評価	

* 1) 原安委主要23項目には「活断層評価法」はない。

* 2) 鳥取県西部地震関係の検討結果は5月

必要に応じて基本WG①～④の項目を追加

耐震指針検討分科会における当面の準備資料（案）

	資料内容	作成要領
基本WG	<ul style="list-style-type: none"> ○内の事象の安全水準について ○重要度分類について ○S3の必要性 [原子炉安全確保の立場から] 	<ul style="list-style-type: none"> ・博田参与作成 ・施設WGの資料と一部ダブっても可
施設WG	<ul style="list-style-type: none"> ○現行指針の耐震重要度分類の考え方（放射線との関係を含む） ○安全機能の重要度分類と耐震重要度分類との対応 ○再処理施設の耐震重要度分類の考え方 ○地震によって起きたプラントのトラブルに関するデータベース ○原子力以外の分野の耐震関連指針類比較表 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行指針策定当時の検討資料を調査 ・JEAG4601-1991を活用 ・「再処理施設安全審査指針」策定時の資料（当時の基準部会資料？） ・NUPEC等のデータベースを調査 ・震分第4-6号の見直し版
地震・地震動WG	<ul style="list-style-type: none"> ○現行S1, S2の考え方の明確化 <ul style="list-style-type: none"> ・定義、果たして来た役割 ・S3の必要性 [地震学の立場から] ・原子力以外の分野及び海外との比較 等 ○B, Cクラス施設の地震力設定の考え方の整理 ○設計用地震動の設定位置の考え方の整理 <ul style="list-style-type: none"> ・解放基盤表面の定義 ・海外との比較 ○活断層は最新知見で評価するとどの程度分かっているのかを具体的に整理 <ul style="list-style-type: none"> ・地表に見えない断層による地震とそれによる地震動の大きさ ・断層から発生する地震の発生確率 ○地質調査と「地盤安定性評価」「地震動評価」との関係の整理 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行指針策定当時の検討資料を調査 ・「設計地震動を超える地震動に関する討議のまとめ」（博田参与作成）を活用 ・NUPEC委託調査報告書等を活用 ・伊部委員等と相談 ・伊部委員等と相談 ・衣笠委員等と相談 ・NUPEC耐震検討会資料等を活用
分科会	<ul style="list-style-type: none"> ○各WGでの審議結果 ○安全目標専門部会での検討状況 ○指針体系化分科会での検討状況（審査指針と民間指針との関連等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・「安全目標専門部会の調査審議状況」を活用 ・中間報告書（現在とりまとめ中）を活用？

一

資料 2/18

(案)

原子力安全基準専門部会

耐震指針検討分科会施設WG 第2回議事次第

1. 日時：平成14年5月7日(火)13時30分～17時00分

2. 場所：虎ノ門三井ビル2階原子力安全委員会会議室

3. 議題： (1) 各種知見等の整理について
(2) その他

4. 配布資料

震施W第2-1号 耐震設計上の重要度分類の考え方とその適用性について
(昭和57年第16回耐震設計小委員会) — 3

震施W第2-2号 安全機能の重要度分類と耐震重要度分類の対応について
(JEAG4601-1991について) …………… (作成中)

震施W第2-3号 再処理施設の耐震重要度分類の考え方…………… (作成中)

震施W第2-4号 地震によって起きたプラントのトラブルについて — 13

震施W第2-5号 施設WGへのコメント 神田委員 — 19

本資料は、耐震設計審査指針策定当時の第 16 回耐震設計小委員会 (S52.7.20) に出された手書き資料を打ち直したものである。

耐震 16-1

耐震設計上の重要度分類の考え方とその適用性について

原子力発電所がその供用期間中に地震に遭遇した場合でも、周辺公衆が放射線障害を受けることのないように必要な設備について耐震設計を行わなければならない。

この場合、地震の発生機構、地震エネルギーの大きさ、震源との距離、敷地の地盤条件等の諸条件により発電所は種々の異なる地震動をうけるが、耐震設計に考慮すべき地震動を整理すると、次の 4 種類に分類する。

ただし、耐震設計の手法として動的解析と静的解析があり、下記の①～③の場合は、両方の手法を考慮することとするので、各々の地震動と対応する静的震度も与えるが、④の場合は静的震度のみで与える。

- ①「原子炉施設の耐震設計用地震動の策定に関する指針」の S_2 地震動、及び建築基準法に定める静的基準震度を適切に割増しした震度。(例えば $3C_0$)
- ②「同上」の S_1 地震動、及び建築基準法に定める静的基準震度を適切に割増しした震度。(例えば $3C_0$)
- ③「同上」の S_1 地震動の振幅の大きさを適切に割引いた (例えば $1/2$) 地震動 (ここでは仮に S_B と呼ぶ) 及び建築基準法に定める静的基準震度を適切に割増しした震度。(例えば $1.5C_0$)
- ④建築基準法に定める静的基準震度 C_0 。

ここで S_2 地震動 (及びこれに対応する静的震度) は考慮すべき地震動の大きさの限界と考えられ、上記①～④はそれぞれ次の範囲をカバーすることになる。

- ・ S_2 地震動 (及びこれに対応する静的震度) は、考慮すべきすべての範囲
- ・ S_1 地震動 (及びこれに対応する静的震度) は、これ以下のすべての範囲
- ・ S_B 地震動 (及びこれに対応する静的震度) は、これ以下のすべての範囲
- ・ C_0 は静的基準震度以下のすべての範囲

原子力発電所が上記の地震動を受けた場合、要求される安全機能をもつ設備は多数あるが、これら個々の設備に要求される安全機能の重要性は必ずしも一様に同程度のものではない。例えば、一次冷却材圧力バウンダリの機器・配管と、微量の放射性物質を限られた量しか保有していない容器として要求される安全機能の差のごときものである。

したがって、これらの諸設備に対して同様な耐震設計を行うことは不合理で、また、ある場合には意味をなさなくなる。したがって、発電所が前述の各種の地震動をうけた時、その設備の安全機能が失われた場合の周辺公衆への影響の程度を評価するとともに、その地震の起りにくさ (起る確率のようなもの) を併せて考慮して、発電所全体としてどのような状態にあるべきかを以下に述べる。

この場合、当然であるが、要求される安全機能の重大性が大なるものは、より大きな地震動と対応して考え、重要性の小なるものは、より小さな地震動と対応して考えることになる。

1. S₂地振動（又はこれに対応する静的震度）をうけた場合

①原子力発電所は、例え限界的な地震発生による地震動、すなわち S₂ 地振動をうけた場合でも、周辺公衆に重大な影響を及ぼすような大事故を起さないか、又はそのような事故へ発展させないために直接的に必要とする次のような安全機能を保持するよう耐震設計をしなければならない。

i) 冷却材喪失事故を起さない。

ii) 緊急に原子炉を停止する。

iii) 冷却材喪失事故後に S₂ 地震動をうけた場合であっても、格納容器の機能を失わない。

②上述の状態を保持できたとしても

i) S₂地震動をうけ、原子炉が緊急停止したとしても、その後、炉心から崩壊熱を除去する機能が全く失われたとすると最終的には燃料の溶融に至る危険があり、炉内の健全性（安全停止状態）を保持できなくなる可能性がある。

ii) 使用済燃料の崩壊熱は燃料が原子炉内にある場合に比べて小さいとは言え、プールの一部が破損してプール水が流出し、これを補う手段が無いと、この場合でも崩壊熱によって燃料溶融の可能性がある。また、使用済燃料ラックの破損の仕方によっては、燃料の未臨界性を維持できなくなる可能性がある。

以上のような可能性がある事を考慮し、S₂ 地震動をうけた場合でも関連設備について上述の状態にならない事の保証が与えられる必要がある。

③「耐震設計に関する審査指針（耐震設計上の重要度分類）」適用にあたっての留意事項 A に記載の上記①、②の設備の補助系としては、「冷却材圧力バウンダリ」、「格納容器バウンダリ」の隔離弁を閉とするのに必要な電気計装設備、冷却系の非常用電源の電気計装設備及び海水系、炉内構造物のうちスクラム状態に直接影響するもの等があるが、これらの安全機能は①②と同等であり、S₂ 地震動をうけた場合でも、その安全機能を失わない事の保証が与えられる必要がある。

④「耐震設計に関する審査指針（耐震設計上の重要度分類）」適用にあたっての留意事項 B および C に記載の指示構造物、重要度の異なる設備の相互関係については、

i) 例えば BWR 原子炉容器のスタビライザ、格納容器のスタビライザ、原子炉容器ペDESTAL のような①～③の設備を直接支持する構造物は無論のこと、原子炉建屋、PWR 補助建屋のような間接的な支持構造物であっても、破損の程度によっては、その支持する設備の安全機能に重大な影響を与えるおそれがある。

ii) 例えば、BWR 熱遮へい壁、PWR ポークレーン等①～③の設備との位置関係などで、その破損の状態によっては、①～③の安全機能を阻害する可能性がある。

これらは、上述の③の場合とはその機能が本質的に異なるものであるが、やはり、i) については完全にその支持機能を失わないこと、ii) については両者の相互の関連を考慮して必要な部分の強度の確認をするなど、S₂ 地震動をうけた場合でもその機能に支障ないことの保証が与えられる必要がある。

- ⑤ ①に記述した事項については、発電所が S₂地震動をうけたとしても冷却材喪失事故は起らない状態であるが、事故後 S₂地振動をうける可能性はある。この場合、S₂地震動のような非常に稀な事象を非常用炉心冷却系のような短時間にその必要機能が終了するものとの同時性は考えないのが合理的である。ただし、格納容器の機能はある程度長期間必要とされるもので、これと S₂地震動との同時性は考慮しなければならないものとする。
- また、②に述べた冷却系については、スクラムにより反応を停止した後、相当長期にわたり、その機能を必要とする。この場合、冷却材喪失事故が発生していても、いなくとも必要性は同じであるが、S₂地振動との同時性は考慮する必要がある。

2. S₁地震動（又はこれに対応する静的震度）をうけた場合

①原子力発電所が S₁地震動をうけた場合には、やはり周辺公衆に重大な影響を及ぼすような重大事故を起さないか、又は、そのような事故へ発展させないことが重要であることは無論、さらに周辺公衆に有意な影響を及ぼさない状態に完全に保持するために必要な直接的、間接的な安全機能を失わないように耐震設計を行わなければならない。そのためには1.①～④に述べてきたものを含めて、次の安全機能をもつ設備が対象となる。

- i) 1.①.i)～iii)の状態を保持する。
- ii) 1.②～③、④.i)で述べたような設備に要求される機能を保持する。
- iii) 周辺公衆に影響を及ぼす程度の放射性物質を放散する事故を起さない。
- iv) 冷却材喪失事故後に S₁地震動をうけた場合、緊急に炉心から崩壊熱を除去し、原子炉の健全性を失わない。
- v) 冷却材喪失事故後に S₁地震動をうけた場合、放射性物質の外部放散を低減する機能は失わない。
- vi) 上記 i)～v)の補助系はその要求される機能を失わない。

②「耐震設計に関する審査指針（耐震設計上の重要度分類）」適用にあたっての留意事項B及びCに記載の支持構造物、重要度の異なる設備の相互関係については、

- i) 例えば、BWRタービン建屋など、その破損の程度によっては、①の安全機能に重大な影響を与えるおそれがある。
- ii) 例えば、原子炉建屋クレーン、燃料取扱設備、補助建屋クレーン等、その破損の状態によっては①の安全機能を阻害する可能性がある。

したがって、i)については完全にその支持機能を失わないこと、ii)については両者の相互関係を考慮して必要な部分の強度の確保をするなど、S₁地震動をうけた場合でもその機能に支障ないことの保証が与えられる必要がある。

③ 1.⑤に述べたように S₂地震動と非常用炉心冷却系のような短時間の機能を要求されるものとの同時性は考えないが、S₁地震動は S₂地振動に比べて起りやすい事象であり、この場合、S₁地震動との同時性を考えるのが妥当である。

3. S_B地震動（又はこれに対応する静的震度）をうけた場合

①S₂地震動、S₁地震動のような非常に大きな地震動をうけた場合には、それぞれ上述の1.及

び2.に記載した状態を保持出来れば問題はないが、これに比べて S_B 地震動はある程度小さく、また発生の可能性も高いと考えられる。

したがって、その設備が含有する放射性物質の放散を仮定した時、周辺公衆の被曝がある安全側の目安線量（例えば全身0.5レム、甲状腺1.5レム）を十分下回るように設備に要求された安全機能を保持するための耐震設計がなされていなければならない。すなわち、

- i) 周辺公衆の被曝が、上記の目安線量を超える程度の放射性物質を拡散する事故を起さない。
- ii) i)に関連する補助設備、支持構造物等の安全機能を失わない。

4. 建築基準法に定める静的基準震度をうけた場合

原子力発電所の全てに設備はそれぞれ何らの地震による損傷をうける事なく通常運転を続けることが出来るように耐震設計がなされる必要がある。

5. 耐震重要度分類について

- ① 1.①に記載の安全機能を要求される設備を耐震クラス A_2 とし、 S_2 地震動（又はこれに対応する静的震度）に対して耐震設計を行う。
- ② 2.①に記載の安全機能を要求される設備を耐震クラス A_1 とし、 S_1 地震動（又はこれに対応する静的震度）に対して耐震設計を行う。
- ③ 3.①に記載の安全機能を要求される設備を耐震クラス B とし、 S_B 地震動（又はこれに対応する静的震度）に対して耐震設計を行う。

なお、1.②及び③、④に記載の機能を要求される設備については、上記5.①～④とは別に S_2 地震動（又はこれに対応する静的震度）に対して、その機能を損わないことを保証しなければならない。

また、2.③に記載の機能を要求される設備については、上記5.①～④とは別に S_1 地震動（又はこれに相当する静的震度）に対して、その機能を損わないことを保証しなければならない。各耐震クラスに適用される主要な設備を次表に示す。

原子力発電設備の機能別分類と耐震重要度分類 (BWR) (案)

安全 クラス	機能別分類		主設備		適用にあたっての留意事項						
	大分類	小分類	説明	適用範囲	耐震クラス	A		B		C	
						適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
I	1A	1A-α	「原子炉冷却材圧力バウンダリ」(「軽水炉 についての安全設計に関する審査指針につい て」に記載されている定義と同じ)を構成す る配管及び機器:ただし原子炉冷却材圧力バ ウンダリが破断しても流出流量が通常の補給 水系でおきなえる程度の小配管及びこれに付 属する機器は除く。	①原子炉圧力容器 ②原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・ 配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径配管・機器は除 く)	A ₂	1)隔離弁を閉とするに必 要な電気及び計装設備	A ₁ *1	1)原子炉圧力容器スタビ ライザ・原子炉格納容 器スタビライザ 2)原子炉圧力容器ベデス タル	A ₁ *1 A ₁ *1	1)熱しゅへい壁 2)主蒸気安全逃し弁の排 気管	
		1A-β	安全クラスIで除かれた原子炉冷却材圧力バ ウンダリを構成する配管及び機器 (ii)使用済燃料を貯蔵するための設備	①計装配管等の小口径管及びこれに付属する 機器 ①使用済燃料プール ②使用済燃料貯蔵ラック	A ₁ A ₁ *1 A ₁ *1		1)燃料プール水補給設備 (非常用)(残留熱除 去系等)	A ₁	1)原子炉建屋	A ₁ *1	1)原子炉建屋クレーン 2)燃料取扱い設備
II	2	2-α	(i)原子炉緊急停止のために急激に負の反応度 を付加するための設備および原子炉の停止 状態を維持する設備	①制御棒および制御棒駆動機構 (スクラム機能に関する部分)	A ₂	1)炉内構造物のうちスク ラム機能に直接影響す るものすなわちシラ ウド(下部、中央部) 制御棒案内管、下部炉 心支持板、上部格子板 および燃料チャンネル ボックス	A ₁ *1	1)原子炉圧力容器	A ₂		
				②ほう酸水注入系	A ₁	1)非常用電源及び計装設 備	A ₁	1)原子炉建屋	A ₁		
		(ii)急激な正の反応度付加を制限するための設 備	①制御棒落下防止装置	A ₁			1)原子炉圧力容器	A ₂			
		(iii)原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去する ための設備	①原子炉隔離時冷却系 高圧炉心スプレイ系 ②残留熱除去系(停止時冷却モード運転に必 要な設備)	A ₁ *1 A ₁	1)非常用電源及び計装設 備 2)残留熱除去海水系 3)炉内構造物のうち、原 子炉冷却に直接影響す るもの 4)冷却水源としての圧力 抑制室	A ₁ *1 A ₁ *1 A ₁ *1 A ₂	1)原子炉建屋 2)海水ポンプ基礎等の海 水系を支持する構造物 (非常用)	A ₁ *1 A ₁ *1			

安全 クラス	機能別分類			主設備		適用にあたっての留意事項					
	大分類	小分類	説明	適用範囲	耐震クラス	A		B		C	
						適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
II	2	2-α	(V)原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心からの崩壊熱を除去するために必要な設備	①非常用炉心冷却系 1) 低圧炉心スプレイ系 2) 残留熱除去系（低圧炉心注水モード運転に必要な設備） 3) 自動減圧系	A ₁	1) 非常用電源及び計装設備 2) 残留熱除去海水系 3) 冷却水源としての圧力抑制室 4) 中央制御室のしゃへいと空調設備	A ₁ A ₁ A ₂ A ₁	1) 原子炉建屋 2) 海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物（非常用）	A ₁ A ₁		
			3	3-α	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に圧力降壁となり、放射性物質の拡散を直接防ぐための設備 (ii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための設備で上記(i)以外の設備	① 原子炉格納容器 ② 原子炉格納容器バウンダリに属する・配管・弁 ③ 残留熱除去系（格納容器冷却およびスプレイモード運転に必要な設備） ④ 可燃性ガス濃度制御系 ⑤ 原子炉建屋 ⑥ 非常用ガス処理系およびその排気口 ⑦ 原子炉格納容器圧力抑制装置（ダイヤフラムフロア、ベント管） ⑧ 主蒸気隔離弁漏洩制御系	A ₂ A ₁	1) 隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備 1) 非常用電源及び計装設備 2) 残留熱除去海水系	A ₁ *1 A ₁ A ₁	1) 原子炉建屋	A ₁ *1 A ₁
	1B	1B-α	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる設備 (ii) 放射性廃棄物を内蔵している設備、ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式によりその破損によって公衆に与える放射線の影響が年間の周辺監視区域外の許容被ばく線量に比ベ十分小さいものは除く。 (iii) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により公衆及び従業員に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備	① 主蒸気系および給水系（外側主蒸気隔離弁よりタービン主塞止弁まで） ② 原子炉冷却材浄化系 ① 廃棄物処理設備、但し1B-βに属するものを除く ① 蒸気タービン、復水器、給水加熱器およびその主要配管 ② 復水脱塩装置 ③ 復水貯蔵タンク ④ 燃料プールの浄化系 ⑤ 放射能低減効果の大きい遮へい ⑥ 制御棒駆動水圧系（放射性流体を内蔵する部分） ⑦ 原子炉建屋クレーン ⑧ 燃料取扱い設備	B B*2 B B			1) 原子炉建屋 2) タービン建屋（外側主蒸気隔離弁より主塞止弁までの配管弁を支持する部分） 1) 廃棄物処理建屋 1) タービン建屋 2) 原子炉建屋	A ₁ B*2 B B A ₁		

安全 クラス	機能別分類		主 設 備	適用にあたっての留意事項								
	大分類	小分類		説 明	適用範囲	耐震クラス	A		B		C	
							適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
Ⅱ	2	2-β	(i)原子炉の反応度を制御するための設備で、安全クラスⅡに属さない設備	①再循環流量制御装置 ②制御棒駆動装置 (スクラム機能に関する部分を除く)	C							
			(ii)使用済燃料を冷却するための設備	①燃料プール冷却系	B			1)原子炉建屋	A ₁			
	3	3-β	(i)放射性物質の放出を伴うような場合にその外部放散を抑制するための設備で安全クラスⅡに属さない設備	①タービン建屋 ②廃棄物処理建屋	B							
IV	1 B	1 B-β	(i)放射性物質を内蔵しているか、又はこれに関連した設備で安全クラスⅢに属さない設備	①試料採取系 ②床・ドレン系 ③シャフトドレン系、オイルドレン系、ストームドレン系 ④洗たく廃液処理系 ⑤固化処理装置より下流の固体廃棄物取扱い設備(貯蔵庫を含む) ⑥雑固体・減容・圧縮設備(ペイリಂಗマシン) ⑦放射性廃棄物処理系のうち廃液濃縮装置蒸留水側 ⑧その他	C							
			(i)原子炉施設ではあるが、放射線安全に関係しない設備	①循環水系 ②補機冷却系 ③補助ボイラおよび所内蒸気系 ④消火設備 ⑤主発電機・変圧器 ⑥空調設備 ⑦新燃料貯蔵設備 ⑧タービン建屋クレーン ⑨所内用空気系、計装用空気系 ⑩その他	C							

- ※1 耐震クラスはA₁であるが、S₂地震動でその設備に要求される安全機能を失わない事を保証する必要があるもの。
- ※2 耐震クラスはBであるが、S₁地震動でその設備に要求される安全機能を失わない事を保証する必要があるもの。
- ※3 本来その設備に要求される機能とは別に落下するとか、破損することによって他の重要な安全機能を阻害しない事の確認がなされるべきものである。特別、耐震クラスを設けた必要はない。

原子力発電設備の機能別分類と耐震重要度分類（PWR）（案）

安全 クラス	機能別分類		説明	主設備		適用にあたっての留意事項					
	大分類	小分類		適用範囲	耐震クラス	A		B		C	
						適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
I	1 A	1A-α	「原子炉冷却材圧力バウンダリ」（「軽水炉についての安全設計に関する審査指針について」に記載されている定義と同じ）を構成する配管及び機器；ただし原子炉冷却材圧力バウンダリが破断しても流出流量が通常の補給水系でおきなえる程度の小配管およびこれに付属する機器は除く。	①原子炉圧力容器 ②原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 （ただし計装等の小口径配管・機器は除く）	A ₂	1) 隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	A ₁ *1	1) 原子炉圧力容器・蒸気発生器・一次冷却材ポンプ・加圧器の支持構造物 2) 内部コンクリート	A ₁ *1 A ₁ *1	1) 格納容器 ポーラクレーン 2) 加圧器安全逃し弁の排気管	
		1A-β	(i) 安全クラス I で除かれた原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管及び機器	① 計装配管等の小口径配管及びこれに付属する機器	A ₁						
		(ii) 使用済燃料を貯蔵するための設備	① 使用済燃料ピット ② 使用済燃料貯蔵ラック	A ₁ *1 A ₁ *1	1) 使用済燃料ピット水補給設備（非常用）	A ₁	1) 補助建屋	A ₁ *1	1) 補助建屋クレーン 2) 使用済燃料ピットクレーン		
	2	2-α	(i) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための設備および原子炉の停止状態を維持する設備	① 制御棒クラスク及び制御棒駆動装置（スクラム機能に関する部分） ② ほう酸注入系	A ₂ A ₁ *1	1) 炉内構造物のうちスクラム機能に直接影響するもの、すなわち炉心そり、制御棒クラスク案内管、下部炉心板、下部炉心支持板、上部炉心板、上部炉心支持板、および案内シンプル 1) 非常用電源および計装設備	A ₁ *1 A ₁ *1	1) 原子炉圧力容器 1) 補助建屋	A ₂ A ₁ *1		
		(ii) 急激な正の反応度付加を制限するための設備	当該設備なし								
		(iii) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための設備	① 主蒸気・主給水系（主給水逆止弁より蒸気発生器 2 次側を経て、主蒸気隔離弁まで） ② 余熱除去系	A ₁ *1	1) 非常用電源および計装設備 2) 原子炉補機冷却水系（工学的安全設備に係わるもの） 3) 原子炉補機冷却海水系	A ₁ *1	1) 補助建屋 2) 内部コンクリート 3) 海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	A ₁ *1 A ₁ *1 A ₁ *1			

安全 クラス	機能別分類		主 設 備		適用にあたっての留意事項						
					A		B		C		
	大分類	小分類	説 明	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
Ⅱ	2	2-α	(ⅴ)原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な設備	①安全注入系 ②余熱除去系（再循環用）	A ₁	4)炉内構造物のうち原子炉冷却に直接影響するもの 5)補助給水系 6)復水タンク					
				①原子炉格納容器 ②原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	A ₂	1)非常用電源および計装設備 2)原子炉補機冷却水系 3)原子炉補機冷却海水系 4)中央制御室のシャベルと空調設備	A ₁	1)補助建屋 2)海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	A ₁ A ₁		
	3	3-α	(ⅰ)原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に圧力障壁となり、放射性物質の拡散を直接防ぐための設備 (ⅱ)放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための設備で上記(ⅰ)以外の設備	①格納容器スプレイ系 ②外部遮へい ③エアラス空気浄化設備 ④格納容器排気筒	A ₁	1)非常用電源及び計装設備 2)原子炉補機冷却水系 3)原子炉補機冷却海水系	A ₁	1)補助建屋	A ₁		
Ⅲ	1 B	1 B-α	(ⅰ)原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる設備	①化学体積制御系のうち抽出系と余剰抽出系	B			1)補助建屋 2)内部コンクリート	B		
			(ⅱ)放射性廃棄物を内蔵している設備、ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式によりその破損によって公衆に与える放射線の影響が年間の周辺監視区域外の許容被ばく線量に比べ十分小さいものは除く。	①廃棄物処理設備、但し、1 B-βに属するものは除く。	B			1)補助建屋	B		
			(ⅲ)放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により公衆及び従業員に過大な放射線被ばくを与える可能性のある設備	①使用済燃料ピット水浄化系 ②化学体積制御系のうち1 B-α-(ⅰ)及び1 B-β-(ⅰ)に属する以外のもの。 ③放射線低減効果の大きい遮へい。 ④補助建屋クレーン ⑤使用済燃料ピットクレーン ⑥燃料取替クレーン ⑦燃料移送装置	B			1)補助建屋 2)内部コンクリート	B		

安全 クラス	機能別分類			主 設 備		適用にあたっての留意事項					
	大分類	小分類	説 明	適用範囲	耐震クラス	A		B		C	
						適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス
Ⅱ	2	2-β	(i)原子炉の反応度を制御するための設備で安全クラスⅡに属さない設備	①制御棒駆動装置 (スクラム機能に関する部分を除く)	C						
			(ii)使用済燃料を冷却するための設備	①使用済燃料ピット水冷却系	B			1)補助建屋	B		
	3	3-β	(i)放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための設備で安全クラスⅡに属さない設備。	①補助建屋	B						
Ⅳ	1 B	1B-β	(i)放射性物質を内蔵しているが、又はこれに関連した設備で安全クラスⅢに属さない設備	①試料採取系 ②床・ドレン系 ③洗淨排水処理系 ④固化処理装置より下流の固体廃棄物取扱い設備(貯蔵庫を含む) ⑤ペイラ ⑥化学体積制御系のうちほう酸回収装置蒸留水側およびほう酸補給タンク廻り。 ⑦放射性廃棄物処理系のうち、廃液蒸発装置蒸留水側 ⑧原子炉補給水系 ⑨その他	C			1)補助建屋	C		
			(ii)原子炉施設ではあるが、放射線安全に関係しない設備	①タービン設備 ②補機冷却系(安全クラスⅡ、Ⅲ以外の設備に関するもの) ③補助ボイラおよび補助蒸気系 ④消火設備 ⑤主送電機・変圧器 ⑥空調設備 ⑦新燃料貯蔵設備 ⑧蒸気発生器ブローダウン系 ⑨所内用空気系 ⑩その他	C			1)タービン建屋 2)補助建屋	C		

*1 } BWRと同じ。
*3 }

地震に関連する発電所のトラブル一覧表

国名	年月日	地震	施設名	事象	国際原子力事象 評価尺度	備考
日本	1987年4月23日	仙台付近?	福島第一 1号機	「中性子束高」の信号が発信し自動停止。		データベースで 検索できず
			同 3号機	同 上		同上
			同 5号機	同 上		同上
	1993年11月27日	仙台付近	女川 1号機	「中性子束高」の信号が発信し自動停止。	0+	保安院 データベース
2000年7月21日	茨城県沖	福島第一 6号機	地震後の点検で、気体廃棄物処理系の流量の増加が確認され、詳細調査のため手動停止。 調査の結果、クロスアラウンド管逃し弁1台の付属小口径配管取付ネジ部に割れがあることを確認。	0-	保安院 データベース	
ブルガリア	1992年1月29日	—	Kozloduy 3号機	火災により、地震の場合に原子炉を自動トリップさせるセンサー用電源ケーブルが損傷。	0	原研 データベース
フランス	1996年5月13日	—	Chinon B 1号機	燃料取替停止中の点検で、原子炉ピットの耐震用振れ止めの劣化が判明。	2	原研 データベース
インド	2001年1月26日	グジャラト州 (M6.9)	Kakrapar 1号機 2号機	地震後も運転を継続。 点検による不具合の発見なし。	0	原研 データベース

13

たむ2-49

[戻る]

評価尺度

原子力発電所の事象に対する国際評価尺度（INES）の適用について

平成5年12月21日
資源エネルギー庁

本日、（財）原子力発電技術機構（理事長＝井上 力）において原子力発電所事故・故障等評価委員会（委員長＝近藤 駿介東京大学工学部教授）が開催され、その結果について、同機構から当庁に対し別添のとおり報告があった。
評価結果は下記のとおりである。

記

発生日	発電所名	件名	評価結果
平成5年 11月27日	東北電力（株） 女川原子力発電所 1号機	地震に伴う原子炉自動停止	レベル0+

別 添

原子力発電所の故障・トラブル等の評価について

1. 発電所（電力会社）
東北電力（株）女川原子力発電所1号機
2. 発生日月
平成5年11月27日
3. 件名
「地震に伴う原子炉自動停止」
4. 事象内容
東北電力（株）女川原子力発電所1号機（沸騰水型、定格出力52.4万キロワット）は、定格出力で運転中のところ、11月27日午後3時10分頃発生した地震に伴い原子炉が自動停止した。
調査の結果、地震に伴い、炉心内のポイド（蒸気泡）の状態が変化し中性子束が増加したため、「中性子束高高」の信号が発信し原子炉が自動停止したものと推定された。
なお、発電所外及び発電所内における放射性物質の影響はなかった。
5. 評価結果及び判断根拠
 - (1) 基準1：－
(判断根拠：発電所外における放射性物質の影響はなく評価に関係しない。)
 - (2) 基準2：－
(判断根拠：発電所内における放射性物質の影響はなく評価に関係しない。)
 - (3) 基準3：レベル0+
(判断根拠：本事象は地震に伴い炉心内のポイドの状態が変化し中性子束が増加した結果、「中性子束高高」の信号により安全保護系が正動作して原子炉が自動停止したものであり、原子炉施設の安全性に影響を与えうる事象であるので、レベル0+と評価される。)
 - (4) 評価結果
[基準1：－、基準2：－、基準3：レベル0+]
の結果として、レベル0+

東京電力（株）福島第一原子力発電所6号機の手動停止の原因と対策について

平成12年 8月2日

資源エネルギー庁

1. 平成12年7月21日の発表内容

東京電力（株）福島第一原子力発電所6号機（沸騰水型、定格出力110万キロワット）は、定格出力運転中のところ、7月21日3時39分に茨城県沖で発生した地震後の点検で、気体廃棄物処理系の流量の増加が確認された。その後、原因調査とともに監視強化を行い運転を継続してきたところであるが、詳細調査を行うため、本日15時から出力降下を開始し、原子炉を停止することとした。

なお、外部に対する放射能の影響はない。

2. 原因と対策

調査の結果、クロスアラウンド管（高圧タービンと低圧タービンをつなぐ蒸気配管）逃し弁1台の付属小口径配管取付ネジ部に割ればあることが確認された。当該ネジ部を調査した結果、プラントの起動・停止に伴う配管の熱膨張・収縮によりクロスアラウンド管が変位することによって、取付ネジ谷部に応力が繰り返し加わった結果、割れが発生・進展し、ほぼ全周にわたって貫通していたところ、地震力によって最終的に開口したものと推定される。

当該小口径配管は、撤去しても逃し弁の機能上問題となるものでないことから、対策としては当該小口径配管を撤去し、当該部位を止栓することとした。

（注）

※クロスアラウンド管逃し弁

クロスアラウンド管内の圧力が何らかの原因により異常に上昇した場合に、蒸気を復水器へ排気し、系統の圧力を低下させるために設置されているもの。

※クロスアラウンド管逃し弁付属小口径配管

逃し弁の作動を安定させるため、流路側とボンネット側を均圧させる目的で念のため設置しているもので、逃し弁本体ボンネット側と復水器の間を接続している管。

（INESによる暫定評価）

基準1	基準2	基準3	評価レベル
—	—	0—	0—

0065-00.DOC [○ログアウト](#) [○検索方法へ](#)

[○フリーワード検索へ](#) [○項目別検索へ](#) [○検索情報へ](#) [○検索結果リストへ](#)

上位階層 / [施設別/NPD\(原子力発電プラント\)/PWR\(加圧水型原子炉\)](#)

●[ハイライト箇所へ](#)

(1/ 1) テキスト :5720バイト [Windows](#) [Macintosh](#) [UNIX\(EUC\)](#) [UNIX\(SJIS\)](#) [WORD](#) :2

事例整理番号 : 0065-00

INES番号 : 0122-00

事象タイトル:Kozloduyにおける補助建物No.2の火災による計装・制御系機器の損傷

事象発生日:1992/01/29

国名:ブルガリア

施設名・炉型:Kozloduy-3, PWR(440MWe)

評価結果:暫定

評価日:1992/01/29

尺度:0

安全上の特性:

深層防護の劣化

事故の特徴:通常からの逸脱

放射性物質の所外への放出:なし

放射性物質の所内への放出:なし

従事者の放射線被ばく:なし

従事者の負傷:なし

施設の安全性の確保:あり

試験・点検による不具合の発見:なし

報道機関への通知:あり

事故の概要

1月29日5時20分、3、4号機用の補助建屋No.2で火災が発生したが、所内消防隊によって消し止められた。火災の原因は、電源パネル盤からの発火であった。この火災は、同建屋内設備の一部の電源を喪失させたが、通常のプラント運転に直接影響することはなかった。所内、所外への放射能の放出はなかった。地震の場合に原子炉を自動トリップさせるセンサー用電源ケーブルは損傷したが、安全運転条件の違反はなかった。

(INES評価)

使用手引の4.4.Cとの補遺の表A1に基づきレベル0とする。

0376-02.DOC ○ログアウト ○検索方法へ

○フリーワード検索へ ○項目別検索へ ○検索情報へ ○検索結果リストへ

上位階層 /施設別/NPD(原子力発電プラント)/PWR(加圧水型原子炉)

●ハイライト箇所へ

(1/ 1) テキスト :6176バイト Windows Macintosh UNIX(EUC) UNIX(SJIS) WORD :4

事例整理番号 : 0376-02

INES番号 : 0453-03

事象タイトル:原子炉ピットの耐震用振れ止めの劣化

事象発生日:1996/05/13

国名:フランス

施設名・炉型:Chinon B-1, PWR(919MWe)

評価結果:最終

評価日://

尺度:2

安全上の特性:

深層防護の劣化

事故の特徴:尺度以下

放射性物質の所外への放出:なし

放射性物質の所内への放出:なし

従事者の放射線被ばく:なし

従事者の負傷:なし

施設の安全性の確保:あり

試験・点検による不具合の発見:なし

報道機関への通知:あり

事故の概要

1996年5月13日、燃料取替停止中、土木工事を点検したところ、原子炉ピットの耐震用振れ止めの固定棒が腐食し、ナットが緩んでいたことが判明した。原子炉ピットは、原子炉容器を支持するコンクリート構造でベースマット上に設置されており、ベースマットを覆うコンクリートに18個の振れ止めで固定されている。各振れ止めは、8本のプレストレスト・アンカー棒によりコンクリートに固定されており、地震時に生ずる水平荷重を吸収して原子炉容器を保護するようになっている。アンカー棒の幾つかに緩みと腐食が認められ、耐震性を損なう恐れが生じていた。

規制当局である原子力安全検査局(DSIN)の要求に従い、(1996年7月15日までに)他の8基の900MWeプラントで同様の検査が行われた。その結果、これら全基で同種の不具合が見つかり、全体として24基のプラントにその可能性があった。フランス電力公社(EDF)は、原因究明と補修手順策定のための解析を開始し、現在継続中である。また、EDFは、上記8基のプラントを再起動させる前に暫定的な補修を行ったことで、安全上容認できるものと考えている。

なお、本事象後、DSINは、EDFに対して、(1)原因究明、安全解析、試験及び対策のためのプログラム計画の提出、(2)原子炉ピットの耐震に関するストラテジーの明確化、(3)可能性のあるプラント全基に対する次回停止時の検査、(4)夏の期間におけるTricastin-1、号機の検査を行うよう要求した。

(INES評価)

本事象のスケールは当初レベル1とされたが、安全解析書の耐震性に関する要求を満たさない恐れのある設備劣化であり、サーベランスプログラムの欠陥にも関連することからレベル2に格上げされた。

(訳者注:本INESは、事例整理番号0376-01の改訂版である)

0689-00.DOC [○ログアウト](#) [○検索方法へ](#)[○フリーワード検索へ](#) [○項目別検索へ](#) [○検索情報へ](#) [○検索結果リストへ](#)上位階層 / [施設別/NPD\(原子力発電プラント\)/PHWR\(加圧重水型原子炉\)](#)●[ハイライト箇所へ](#)(1/ 1) テキスト : 1387バイト [Windows](#) [Macintosh](#) [UNIX\(EUC\)](#) [UNIX\(SJIS\)](#) [WORD](#) :

事例整理番号 : 0689-00

INES番号 :

事象タイトル: インド・グジャラト(Gujarat)州における地震

事象発生日: 2001/01/26

国名: インド

施設名・炉型: Kakrapar, PHWR(235MWe)

評価結果: 最終

評価日: 2001/01/26

尺度: 0

安全上の特性:

事故の特徴: 尺度以下

放射性物質の所外への放出: なし

放射性物質の所内への放出: なし

従事者の放射線被ばく: なし

従事者の負傷: なし

施設の安全性の確保:

試験・点検による不具合の発見: なし

報道機関への通知: なし

事故の概要

インド・グジャラト州のブジ(Bhuj)近郊でマグニチュード6.9 (Richter scale) の大地震が発生した。揺れは、ほぼインド全土で感じられた。Kakrapar原子力発電所(KAPS)が源に最も近いサイトであった。2001年1月26日、地震が発生する前、KAPS-1号機及び2号機は、220MWe出力で運転中であった。8時50分頃、KAPSにおいて揺れを感じたが、両機とも20MWe出力で運転を継続した。両機において、原子炉建家、補助建家、ポンプ室、開閉及び冷却塔(NDCTとIDCT)に関する詳細な調査が行われた。

土木建築物、配管とその支持、ケーブルトレイ、及び、安全関連設備の物理障壁にはなかつた。安全系を含むプラントシステムは全て正常な機能を維持した。地震トリップ・チャンネルは、大地震時に自動的に原子炉を停止させるよう設計されているが、このチャンネル3系統全てについて試験を行い正常に機能することが確認された。

Rawatbhatts, Tarapur, Narora, Kalpakkam及びKaigalにある他の原子力発電所でも地による揺れを観測したが、プラント設備の損傷はなかつた。

(INES評価)

本事象は、レベル0と評価される。

施設WGへのコメント

神田 順

検討項目1.

考える、いくつかの不具合の生じるシナリオに対して、その発生を適切と考えられる目標確率以下に設定する。その目標確率は、特定の専門家の判断のみで決めるのではなく、シナリオと事故時の波及効果を明らかにした上で、地震学、構造工学、機械工学、医学などの幅広い知見に、経済的影響、政治的判断などを加味した総合的な検討の上で決められるべきものである。すべての施設にたいして共通であるとは限らない。例えば、地震危険度の少ない地域ではより高い耐震安全性を要求するとか、施設の個数が多くなった時はより高い安全性を要求するなど。

炉心損傷事故と原子力建屋の耐力喪失などは代表的シナリオと考えられるが、原則としてシナリオの数に応じた安全評価が必要となる。しかし、具体的な設計計算は2-3のケースに整理することが必要で、また可能であろう。

安全目標を確率的に表現することは、社会的な合意形成にとっても、必要とされる透明性、説明責任の点からも欠かせないと考える。一般の構造物との対比が、定量的に見えるということも大切。

検討項目2.

設計において安全の条件を満足するかどうかの検定は、材料の破断強度や変形能力をもとに算定される設計耐力が、設計用基準地震動によって生ずる荷重効果を上回ることの確認という形でなされる。設計耐力や設計荷重効果は、原則的には耐力や荷重効果の予測平均値や予測標準偏差に基づき、どの程度の目標確率とするかによって決められる。上記の設計の枠組は限界状態設計法に整合するものである。具体的な統計値の評価や超過確率の決定については、モデル化や単純化を必要とするが、このような枠組にすることによって、国際的に安全性水準に関する比較が見えることで説明性が高くなる。統計データが十分でないという議論があるが、枠組を設定し、現時点での工学的に適切なモデルを規定することで、十分に透明性を保持した上で、設計手法としても機能しうる。参考文献としては、ISO2394 : General Principles of Reliability for Structures)

検討項目3.

設計耐力の設定にあたり、超過確率に基づいた形でなされることにより、目標安全性を達成するための設計という位置付けが明確になる。解析としてのPSAはそのままのかたちで設計に組み込むことは難しいと考えられるが、一方で、設計されたものに対して地震PSAを実施することを、積極的に考えると良いことは指摘できる。安全性評価のために、可能な手法をさまざまな形で利用することを推進することは、国の安全に対する

政策として必要。

検討項目 4.

材料の破断強度や変形能力をもとに算定される設計耐力が、設計用基準地震動によって生ずる荷重効果を上回ることを確認というかたちでの検定は、確率論的手法でも決定論的手法でも変わらない。限界状態設計法は、両者を組み合わせたものという見方も可能。安全性を決める判断がどの時点でなされるかという点が大きな違いと考えることが出来る。すなわち、特定の断層の特定の地震を決めると、その段階で安全性に対する判断が明示されない形ながらほぼ決定しまう。確率に応じた基準地震動の設定という方法では、経済的影響、政治的判断などを加味した判断が可能である。それは、構造物の側の耐力設定にたいしても同じことが言える。

検討項目 5.

炉心損傷を中心に、事故のシナリオを整理し、設計条件としての可能性を検討する。

検討項目 6.

上記のシナリオに対応する形で、個々の部位、部材の事故に影響する度合いを整理したうえで、事故による波及効果の評価をもとに必要な要求安全性の設定を行い、それに基づいて2-3のケースに整理し、異なるレベルの基準地震動を設定することとなる。従来の分類とのキャリブレーションにより、煩雑にならないクラス分けを行う。

検討項目 7.

岩盤立地に限定する必要はまったくないが、今後10年—20年の原子力発電の方向性に関して、政府の立場を明確にすべき。

検討項目 8.

確率の高い地震に対して、機器系の挙動の検討が必要。

検討項目 9.

安全目標に基づく地震力の位置付けを示すこと。参考文献として、日本建築学会・荷重指針(1993)

検討項目 10.

地震動時刻歴応答解析が基本。振動系については、弾塑性解析とし、必要な部分に関してFEM解析を行うことが望ましい。

検討項目 1 1 .

動的応答の最大値を静的外力に置き換えて、応力評価する。必要な部分に関して FEM 解析を行うことが望ましい。

検討項目 1 2 .

卓越する荷重（主の荷重）とその他の荷重（従の荷重）を区別して扱い、従の荷重に関しては、通常時の大きさを採用。（Turkstra 則）参考文献として、日本建築学会・荷重指針（1993）

検討項目 1 3 .

強度的には、バラツキの確率モデルを設定して定めることを原則とする。データのない場合も、条件を明記すれば良い。

検討項目 1 4 .

信頼性指標 β の値として、評価期間 50 年に対して、終局限界で 4 程度か、使用（機能）限界で 2 程度か。ただし、値そのものは、基準の運営にあたって可変とする。PSA や従来の設計結果を参考に、安全目標と整合する形で設定する。参考文献としては、ISO2394 : General Principles of Reliability for Structures)

検討項目 1 5 .

特に問題ない。

検討項目 1 6 .

前向きに扱う。

検討項目 1 7 .

検討項目 9 参照。

検討項目 1 8 .

検討項目 9 参照。地震ハザードから設計用スペクトルで設定できる。M、 Δ を決める方が便利であるが、必ずしも地図上の特定の断層にする必要はなく、たとえば、M を 2 種類にするなどして、継続時間を定めれば、時刻歴は作成可能。（建築基準法における時刻歴応答計算を必要とする時の告示（2000）参照）

検討項目 1 9 .

検討項目 1 8 参照。限界状態の応じて、地震動の大きさの超過確率が異なるので、それ

に応じて区分する。

検討項目 20.

限定された活断層に関しては、地震学的にも明解に与えられている。それを生かす形で用いること。

検討項目 21.

これが耐震設計の基本となる。現時点で、十分評価可能。地震ハザードに関して、全国的に予め一律の設定をしても良いが、設計者（申請者）がサイトごとに確率論的ハザード評価を行っても良い。

検討項目 22.

伝播特性評価に反映させることで、ハザード評価にも反映する。活断層の地震発生間隔に新しい知見が得られたら、それも反映する。

検討項目 23.

考えられる範囲で、いろいろなシナリオを検討しておく。すでに劣化していたり、通常運転で損傷が発生する確率と地震発生との組み合わせの検討も含む。