

平成16年6月11日

1. 現行指針の評価と新指針の位置付け

- 地震国である我が国において原子力炉施設の設置に係る安全性を審査する際には、当初から他の産業施設よりは格段に高い耐震性能が要求されてきたが、耐震性能に係る基本的な設計方針に対する具体的な要求を定めたものが現行指針である。
- 現行指針は、その後の兵庫県南部地震を踏まえた原子力施設耐震安全検討会においてその有効性が再確認されるとともに、現行指針の下に審査される原子炉施設に関しては、その後最新の探査技術や評価技術等が開発される中で、一層精度の高い審査が行われてきた。
- したがって、現行指針の下に設計・建設される~~施設~~設備は、原子炉等規制法の目的とする放射線災害の防止といった観点に照らし、必要な安全レベルを確保している。
- 一方、技術の進歩や新たな科学的知見の集積に対応し、これらを指針に反映することにより、原子炉施設の耐震性に対する要求の一層の明確化を図り、今後設計・建設される施設に反映することは、より科学的合理性を持った規制を実行していく上で望ましい。
- 今回の耐震設計審査指針の改定は、このような基本的考えに則り行うものである。
- したがって、改訂後の新指針は、本日以降に原子炉等規制法に基づく許可に際し原子力安全委員会に諮問がなされる原子炉施設及び本日時点において諮問中の原子炉施設に対し適用することとする。

2. 新指針における具体的事項に対する考え

2-1) 地震時における施設の安全確保の考え方について

- 新指針においては、新たに「地震時における施設の安全確保の考え方」を設け、原子炉施設に対する耐震安全性に関し、基本的な考え方を明確にした。
- このうち特に地震動の不確実性や施設の耐力の不確実性要素を考慮し、基準地震動に対する地震力に対し安全余裕を持つよう設計するとの考え方は、従来から事実上取られてきたことではあるが、新指針において施設に対する性能要求として明示するとともに、加えて安全余裕によって周辺公衆に対し著しい放射線被ばくのリスクを与えないとの考えを明確化した。

2-2) 放射線被ばくのリスクと確率論的安全評価について

- 地震時における施設の安全確保の考え方において求める安全余裕については、従来から具体的な詳細設計の審査が行われる段階において、個々の設備ごとに技術基準への適合性によって確認されてきたところであるが、一方、公衆の放射線被ばくに対するリスクの評価については、従来その手法が十分確立されておらず今後の課題となっている。

- 原子炉施設の公衆に対する放射線被ばくリスクを定量的に評価するとの考えは、耐震性に限らず原子力施設の安全評価に今後積極的に取り入れていくことが望ましいとの考えから、原子力安全委員会において現在「安全目標」の作業が進められているところである。
- 近年開発されつつある確率論的安全評価（P S A）手法は、このようなシステム全体のリスクを定量的に評価するとともに、リスクに対しより影響のある部位や機器の把握に有効な方法であり、将来的な規制への活用も念頭に置きつつ当面積極的な活用を図っていくことが望ましい。
- したがって、原子力安全委員会は、今後原子炉施設の設置者がP S A手法を用いたリスク評価を行いこれを規制庁においても確認していくことを奨励する。
- 具体的には、今後新指針が適用される原子炉施設について、当該施設の詳細設計の審査が終了する段階（工事計画が認可される段階）において、規制庁が原子炉施設の設置者に対し地震事象に対するP S A結果の提出を求め、その妥当性について確認を行い原子力安全委員会にこれを報告することを、規制庁及び原子炉施設の設置者に要望する。また、従来指針によって設計建設された既設原子炉施設についても、同様な評価及び確認を行い、結果を順次原子力安全委員会にすることを要望する。

### 2-3) 基準地震動の策定について

近年の地震記象、とりわけ内陸地殻内地震の規模と地表地震断層との関係の知見の集積並びに地質構造に係る探査技術及び断層モデルによる強震動計算法の進展を踏まえ、設計上考慮すべき地震動の評価をより科学的・工学的見地から合理的に行うべく、新指針においては以下の変更を行った。

#### ●鉛直地震力

従来指針において、鉛直地震力については、基準地震動の最大加速度振幅の 1/2 の値を鉛直震度として求めた準静的な地震力を動的な水平地震力と同時不利に作用させるものとしていた。このことは、構造物が本来的に自重を支えていることから、基本的には、鉛直方向の増幅とその影響がともに小さいことと併せ、ピーク加速度を重力加速度で除して 1/2 といえど震度として扱うことの保守性に立脚したものであった。

しかし、近年、地震応答解析技術の進歩等により鉛直震度に係る評価法と併せ水平・鉛直同時の応答解析が実用化の域に達したことから、従来手法に加え、この手法を新たに規定することとし、新指針においては、鉛直方向の基準地震動の新評価法について規定することとした。

#### ●直下地震

従来指針においては、一律「設計用限界地震」とは別に、基準地震動 S2 の対象として Mj6.5 の直下地震を活断層の有無にかかわらず考慮するものとし、地震動の強さとしては震源域内一定、すなわち X=10km の大崎スペクトルにより評価していたが、所要の調査を実施しても確認できない考慮すべき活断層が所在する可能性を考慮した地震動を基準地震動に加えるとの考えを明確化した。

直下地震による強震動については、最近の研究成果によれば、震源（アスペリティ）の深さと Mj の関係から、地表最大加速度をもたらすのは Mj6.5 の地震であることが指

摘されているが、内陸地殻内地震の規模が Mj6.5 を超える場合においても地表に地震断層が生じない場合があることが普遍的な事実として認識される<sup>し、加えて</sup>~~一方~~地表に地震断層を伴わない震源近傍の地震記象の集積度も増してきた。以上のことから、従来の Mj で表す直下地震に代えて、「最低限考慮すべき地震動」として、過去の地震断層を伴わない地震に係る岩盤上の記録を基に全国一律のスペクトルを規定することとした。

#### ●断層モデル

基準地震動の最大振幅については、従来から、適切な断層モデルに基づいた理論値を参照して定めることができるものとされており、既に<sup>伊予 島根</sup>一部の炉においては、断層モデルによる検討結果も踏まえ基準地震動の応答スペクトルが定められているが、近年の断層モデルによる強震動の評価法の進展は著しく、特に震源過程を表現する有力な解析法となっている。

新指針においては、従前の標準応答スペクトルによる地震動評価に加え、断層モデルに基づく地震動評価についても詳細に規定することとしたものである。従って、適切な震源パラメーター等に基づいて断層モデルによる計算がなされた場合は、重ねて標準応答スペクトルによる評価を実施することは要しない。

### 3. その他

今回の指針改定では取り入れなかったが今後検討していく課題を適宜記載。

## 上下動

- 背景 ・地震記象の集積 → 大崎スペクトル（金井式）の不適合性が顕在化
- 現行 ・最大水平加速度の1/2を震度として同時不利に考慮
- 改定案 ① 上下方向の増幅が顕著なものについて動的解析を要求、水平動と同時（耐専スペクトル\*2/3）に考慮
- ② 動的解析を行ったものについては静的解析を不要とする
- ③ ①以外のものについては、従前通りの取り扱いとする。
- 注) 「現行」の取り扱いが有する保守性について工作物の地震時挙動を理由に説明

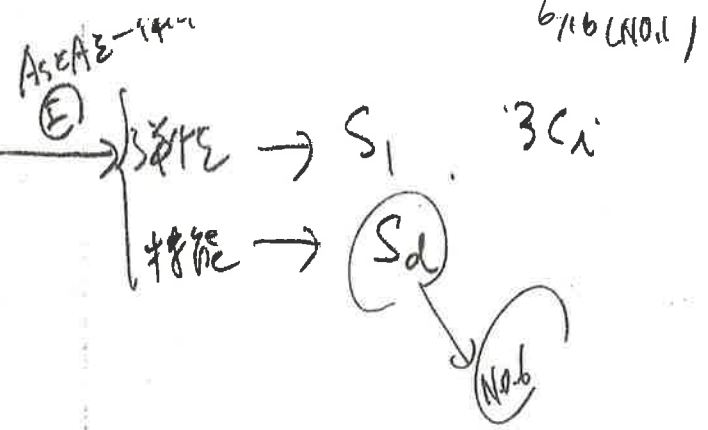
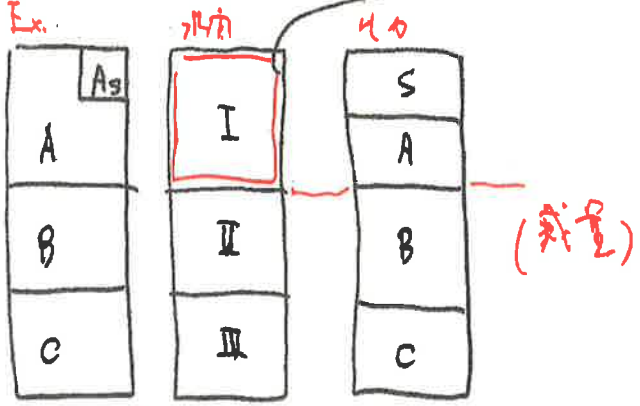
## 断層モデル

- 背景 ・地震動評価に係る知見の集積 → 点震源評価の限界
- ・断層モデルによる強震動評価の進展
- 現行 ・断層モデルの適用も示唆
- （浜岡、伊方、島根では「設計用地震動」に考慮・・・スペクトル）
- 改定案 ① 標準応答スペクトルによる評価法と同等に取扱う
- ② 断層モデルにより評価した地震については標準応答スペクトルによる評価を不要とする
- 注) ①適切な震源モデル、パラメーターによること（必要に応じパラスタを実施）
- ②直接時刻歴の地震動が求まるものについては「応答スペクトル」を用いず、直接解析に適用して良い

## 直下地震

- 背景 ・地震記象の集積 → Mj6.5以上の地震は必ず「地表地震断層」を生じる（殆ど否定的）
- ・ただし、震源（アスペリティ）深さとMjとの関係から、地表最大加速度をもたらすのはMj6.5の地震である（JNESの検討、土木学会の見解）。
- ・しかしながら、これを震源域内一定としてX=10kmの大崎スペクトルで評価するのは不適切
- 現行 ・基準地震動S2には、Mj6.5の直下地震を想定しこれに含める。
- 改定案 ・「最低限考慮すべき地震動（強さ）」として、過去の地震断層を伴わない地震に係る岩盤上の記録を基に、全国一律のスペクトルとして規定、バラツキについては「震源を特定できる地震」に係る地震力と同様、適切な安全余裕によりリスクを担保

$D_2 \rightarrow \text{check} \rightarrow D_1$   
 $S_1 \rightarrow \text{design}$



- ① B 共振  $\frac{1}{2} S_1 \dots$  重量
  - ② 檢測地震動  $S_1$  check
  - ③ A  $\rightarrow$  A2 格上 (筆完後) plant
- $\Delta 212+1$  (檢余表)

$S_d \propto S_2$   
 靜的地震力  $3 \times C_i (1.5 C_i, 1.0 C_i)$   
 $\times 1.2$  --- plant to

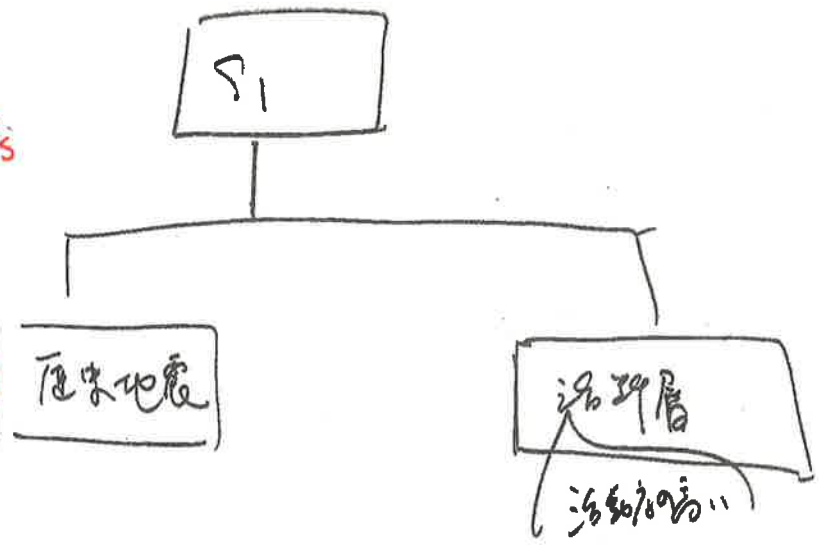
效果影響比 = 1  
 "Back check"  
 二次設計 / 保層耐久

(Alt 1) 特定地震動  $S_s$

$S_2$   $S_d$  性能維持  
符合確認地震動  $S_c (S_B) S_s$   
特定  $S_c$   $S_B$

$S_1$   $S_1$  基本地震動  $S_d$   
設計用地震動  $S_d$   $S_A$   $S_B$   
(設計用基本地震動)  $S_B$   $S_d$   
基準

OBE  $S_0$

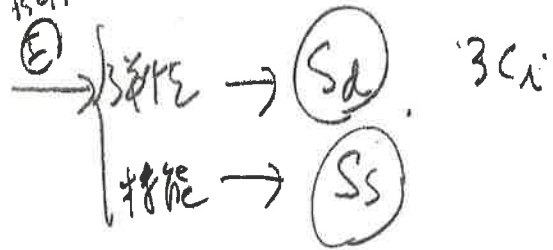


Y16  
(NO.2)

設計用地震動  
静的設計用地震動

静的設計用地震動  $S_1$  } 基礎的設備の耐力  
全口一律のレベル

ASCE-14



	IV	III	II	I	A <sub>g</sub>
C	—	—	—	—	1.0C <sub>i</sub>
B	英振 為弾	—	—	—	1.5C <sub>i</sub>
A	弾	弾	性能 維持	安全 余裕	3.0C <sub>i</sub>

木造構物

1.2倍

1/6

(NO.3)

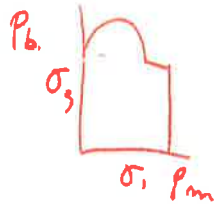
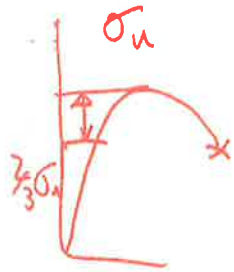
「評価」は後で...



$S_d$  = 供用期間中 (工学的見地から) 発生 ~~経験~~ した比を予期する比  
が「適切」と考へられた地震による地震動

この考慮が適切

$S_s$  = 供用期間中 極めてまれ に発生 (経験) した地震動



「この評価に余裕をもたせたい」

研究拓殖の足跡のポイント

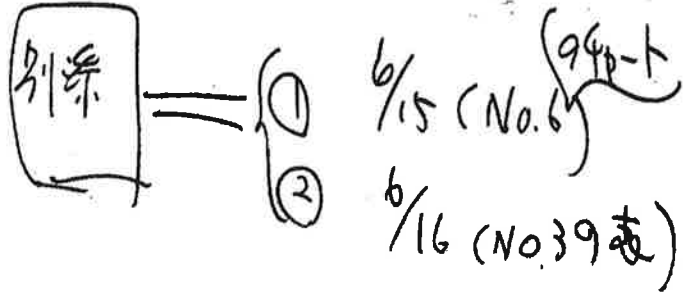
6/16  
(No.4)

② 地層学  
の知識

- 上下動
- 新層エッジ
- 定海エッジの地震

⇒ ① 順序分類

③ 順序分類(西)  
安全貯蔵



一  
二  
三  
地

(  
+



原子力発電所の耐震設計基準

H15.4.1現在

設置者名	施設名	S1 (gal)	S2 (gal)	スクラム設定値(gal)						
				水平方向	設置場所	鉛直方向	設置場所			
北海道電力	泊	226	360,370	390,280	原4F,補B1F	140	補B1F			
東北電力	女川	1号*	250	325,375	200,200	100	原1F,原B2F			
		2号			400,200		原B1F,原B3F			
		3号			350,200		原B1F,原B3F			
	東通	1号	230	320,375	※290,200	原B1F,原B3F	※90	原B3F		
東京電力	福島第一	1号*	176,(180)	265,(270)	135	100	原B1F			
		2号*					原B2F			
		3号*								
		4号*								
		5号*								
		6号*								
	福島第二	1号*	180	270	150,135	100		原2F,原B2F		
		2号*		370						
		3号								
		4号								
柏崎刈羽	1号*	300	450		185,120	100	原2F,原B5F			
	2号									
	3号									
	4号									
	5号			原3F,原B4F						
	6号			原3F,原B3F						
	7号									
中部電力	浜岡	1号*	300,(450)	450,(600)	150	150	原B2F			
		2号*								
		3号					280,150	原3F,原B2F		
		4号					450	600	250,150	原3F,原B2F
		5号					※230,150	原4F,原B2F	※150	原B2F
北陸電力	志賀	1号	375	490	505,190	165	原3F,原B2F			
		2号					※505,185	原4F,原B2F	※165	原B2F
関西電力	美浜	1号*	300,(270)	400,(405)	160	80	補B4F			
		2号*								
		3号*					270	405	補B1F	
	高浜	1号*	270	360	160	80	補B1F			
		2号*		360,370						
		3号					270,160			
		4号						外3F,補B1F		
	大飯	1号*	270		405	160		80	補B1F	
		2号*								
		3号		390,160						
4号		周3F,周B1F								
中国電力	島根	1号*	200,(320)		300,(398)	140	70	原B1F		
		2号	320		398	350,140	原3F,原B2F	原B2F		
四国電力	伊方	1号*	200,(221)	300,(473)	140	70	補B1F			
		2号*			320,180	格4F,補B1F	90	補B1F		
		3号			221	473	390,190	原3F,補B2F	90	補B2F
九州電力	玄海	1号*	180,(188)	270,(370)	140	70	補B5F			
		2号*								
		3号					310,170	80	補B1F,補B4F	
		4号							188	370
	川内	1号*	180,(189)	270,(372)	260,160	80			補B1F,補B5F	
		2号	189	372						
日本原子力発電	東海第二	*	180	270,(270,380)	300,250	120	原B2F			
	敦賀	1号*	245,(365)	368,(532)	300,160	80	原B1F			
		2号	365	532	500,160	80	原B2F			
サイクル機構	ふげん	*	運転終了のため削除							
	もんじゅ		280	466	160	補B4F	80	補B4F		
日本原燃	再処理	☆	230	375	-	-	-			
	廃棄物管理	☆	230	-	-	-	-			

○ 既設プラントのスクラム設定値は保安規定の記載に基づく

\* 耐震設計審査指針制定前のプラント（現行の指針の考え方に照らして安全性が確保されていることを確認済）

※ 建設中であり、保安規定が未申請のため工認に記載されている数値（未公開）、または該当部分の工認が未提出のもの

☆ 核燃料サイクル施設は、地震による異常発生時の過渡変化の進展が緩やかであることから、地震によるスクラム設定は行っていない

原：原子炉建屋，格：原子炉格納施設，補：原子炉補助建屋，外：外周建屋，周：原子炉周辺建屋，B：地下を表す。設置場所はその階の床ただし、S1、S2欄の( )は、耐震設計審査指針制定前のプラントにおいて、平成7年耐震安全性チェックのS1、S2加速度が設計時(S1、S2相当)と異なる場合の値を示す。