

# 高木基金委託研究

## 「地震と原発」 研究中間報告書 (第 1 分冊)

### 目次

- I. はじめに
- II. パブリックコメントを踏みにじった新指針
- III. いわゆるバックチェック・ルールの問題点
- IV. 原子力施設の火山対策

2006 年 12 月 28 日

「地震と原発」研究会

## I. はじめに

この9月に、「発電用原子炉施設に関する耐震設計指針」が25年ぶりに改訂された。この新指針は、検討委員会が5年あまりの長い年月をついやして議論を重ねたにもかかわらず、これで原発は地震にたいして大丈夫ということになったのか、おおいに疑わしい。1995年の兵庫県南部地震以来、日本の地震観測網は充実し、地震学をはじめ地球科学の進歩は著しい。それでも、わからないこと、あいまいなことが沢山ある。検討委員会の最終段階で、新潟県中越地震や宮城県沖地震が起こり、また、宍道断層についての新しい知見が得られた。今後もそういうことが起こるだろう。

日本列島は地震の活動期に入ったと言われることがある。全国各地で争われてきた原発裁判もその視点が従来にもまして重要になった。この3月の志賀原発2号炉の運転差止め訴訟では、複数の活断層が連動する恐れを裁判長は指摘し、原発の安全性に警鐘をならした。近々起こるだろうとされている東海地震を心配して、浜岡原発にたいして住民が起こした訴訟が進行している。

このような状況をふまえて、原子力資料情報室はこの夏、外部の専門家にも加わってもらい、「地震と原発」の研究会を発足させた。その場で、新耐震指針の検討は不可欠と考えた。

有難いことにこの研究会が高木基金から研究委託を受けることになった。当然のことながら、研究成果を早く世に出す必要が生じた。研究会のメンバーが十分な議論を重ね、各自が納得した上で報告書を出すのが理想ではあるが、現実が進んでいくので、分冊形式で中間報告書的に世に出していくことにした。3ないし4分冊がまとまっていく過程で、メンバーの意見を取り入れ、推敲し、研究が終わった段階で、一つの報告書にまとめて十全なものにしたいと考えている。

現在の研究会のメンバーは、石川徳春、石橋克彦、上澤千尋、澤井正子、武本和幸、立石雅昭、長沢啓行、伴英幸、山口幸夫（代表）、湯浅欽史の10名である。

この第1分冊では

- パブリックコメントを踏みにじった新指針（山口幸夫）
- いわゆるバックチェック・ルールの問題点—10.13 対政府交渉の内容（湯浅欽史）
- 原子力施設は地球科学の諸問題を軽視してはならない—原子力施設の火山対策（武本和幸）

を収録した。執筆者はメンバーのそれぞれの活動、研究成果を踏まえてはいるが、まだ十分に練られたものではない。研究会として推敲していきたいと思う。

2006年12月26日  
研究会を代表して 山口幸夫

## II. パブリックコメントを踏みにじった新指針

25年ぶりの改訂であり、5年あまりの歳月をかけた審議だったにもかかわらず、これまでより原発の安全性は向上するだろうとは期待できない内容である。30日間の意見公募期間で約700件のコメントが全国から寄せられたのに、その中身について検討委員会での審議はきわめて不十分であった。第48回(06.8.28)の検討会の席上、もっとも積極的に発言を重ねてきていた石橋克彦委員が、このままでは地震科学の専門家として社会に対する責任が果たせないと声明して委員を辞任するはめに至った。

本研究の目的の一つは、この点にかかわる。パブリックコメントの重要な主張をあらためて整理したうえで、検討委員会がそれらにどのように対応したか、しなかったのかを明らかにしたい。ここでは、およその流れを述べる。

(1) 石橋委員は辞任の理由を二つあげている<sup>(1)</sup>。

- ① 寄せられた多くの傾聴すべきコメントに真摯に対応しないのは、4月に施行された改正行政手続法をふみにじる行為である。
- ② 意見公募中に判明した島根原発近傍の活断層の長さの問題に対して、改訂原案の再検討を委員会は意図的にさけた。

委員会のなかに変動地形学の専門家がいないうえに、石橋委員の提言にもかかわらず、検討委員会は専門家を招いて意見を聴くこともしなかったのだ。活断層を把握することは原発の耐震設計に欠かせないのに、原発の世界に活断層の性状判断に必須である変動地形学の研究者がかかわっていないのはまちがいだ、というのが石橋委員の②の中身である。

(2) 改訂にあたって最も議論されたのは次の2点であった。

① 基準地震動の策定方法の変更

旧指針では、設計用最強地震動 **S1** と設計用限界地震動 **S2** とを定めていた。これを基準地振動 **Ss** に一本化した。ここで、(a)震源を特定して策定する地震動、(b)震源を特定せず策定する地震動の二つに分けて議論した。

② 「残余のリスク」の導入

地震学と工学の歩み寄りによって **Ss** に統一したことは、策定方法の高度化である、と検討委員会はいう。しかし、旧指針では、原発は絶対安全と語られ、住民を説得してきた。新指針では、そうではなく、**Ss** を超える地震動を否定しない。原発が重大な損傷をうける恐れがあり得ること、その結果、周辺の公衆が放射線被曝の災害をこうむる危険性があることを認めたことになった。

(3) 改訂された主なところを以下に列挙する<sup>(2)</sup><sup>(3)</sup>。

① 基準地震動の策定方法を高度化し、**Ss** に一本化する。

そして、活断層の活動歴を5万年前から13万年前までひろげる。また、震源を特

定して策定する地震動の評価には、従来の「応答スペクトル」による評価法に加えて「断層モデル」も採用する。

ただし、工学的観点から弾性設計用地震動  $S_d$  を設定し、その値は  $S_s$  の 0.5 を下回らないこととする。

- ②  $S_s$  を上回る地震動による「残余のリスク」を合理的に実行可能なかぎり小さくする。
- ③ 耐震重要度分類を、 $A_s$ 、 $A$ 、 $B$ 、 $C$  の 4 分類から、 $S$ 、 $B$ 、 $C$  の 3 分類に統一。
- ④ 建物・構造物は原則として「剛構造」の規定を廃止。
- ⑤ 建物・構造物は「岩盤支持」を要求されていたのが、「十分な支持性能を持つ基盤に設置」と変更。
- ⑥ 地震随件事象として施設周辺斜面の崩壊および津波によっても安全機能に重大な影響を受ける恐れがないように。
- ⑦ 確率論的安全評価の導入は今後の課題とする。

(4) この章の末尾に、参考のために付属資料として 3 つの耐震指針、あるいは耐震指針案をのせてある。

第 1 は、昭和 56 年 (1981) 7 月 20 日、原子力安全委員会決定 (一部改訂平成 13 年 3 月 29 日) の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」である。

第 2 は、今回改訂される前に意見公募にかけられた (案) である (平成 18 年 5 月 19 日付)。

第 3 は、新指針として決定されたものである (原子力安全委員会、平成 18 年 9 月 19 日)。

約 700 件ものパブリックコメントが寄せられたにもかかわらず、第 2 と第 3 とでは中身においてほとんど変わらない。第 2 のアンダーラインがついている箇所が第 3 でどうなったか、容易に見てとることができる。検討委員会は結局のところ、改正行政手続法を踏みにじり、全国からのコメントを無視したわけである。その詳細な批判は第 2 分冊で述べる予定であるが、ここでは非常に重要な 1 つを指摘するにとどめる。

「5. 基準地震動の策定」の解説の (4) は「震源として想定する断層の評価について」であるが、

- ① 活断層調査は、震源として想定する断層に関する評価を行うための基本となるものである。敷地からの距離に応じ、既存文献の調査、地形・リニアメント調査、地表地質調査、地球物理学的調査等を適切に組み合わせて十分な調査を実施することとする。

とある。この「地形・リニアメント調査」がパブリックコメントを受けての審議の結果、「変動地形学的調査」と変わった。実質的に唯一の変化である。島根原発近傍の活断層が

変動地形学の専門家たちの調査によって明らかになったことは、誰も否定できない事実だからだ。

文言の上では変化は見られないが、審議の過程でさまざまな意見の対立が見られた。これらをどのように解釈し、判断し、各サイトでの安全審査に活かしていくのかがこれからの課題である。

---

#### 文献

(1) 石橋克彦 “原発の耐震指針検討分科会をなぜ辞めたのか” 「科学」、Vol.76 No.10、p.963、2006

(2) 湯浅欽史 “異例の審議経過－耐震指針検討分科会” 「原子力資料情報室通信」、388号、p.6、2006年10月

(3) 壇 一男 “最近の地震から見た原子力発電所の耐震設計における地震動評価について” 「科学」、Vol.76 No.12、p.1194、2006

#### 付属資料

① 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（旧指針、1981年7月20日、原子力安全委員会決定）

② 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（案）」修正案（第48回、原子力安全基準・指針専門部会耐震指針検討分科会 配布資料）

③ 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（2006年9月19日、原子力安全委員会決定）

# 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

昭和 56 年 7 月 20 日  
原子力安全委員会決定

一部改訂 平成 13 年 3 月 29 日 原子力安全委員会

## 1. はしがき

本指針は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、その設計方針の妥当性を評価するため、昭和 53 年 9 月、当時の原子力委員会が、安全審査の経験をふまえ、地震学、地質学等の知見を工学的に判断して定めたものである。

このたびは、静的地震力の算定法等について、新たな知見により見直すことが妥当であると考えられたため、静的地震力の算定法等について見直しを行ったものである。

なお、本指針は、今後さらに新たな知見と経験の蓄積によって、必要に応じて見直される必要がある。

## 2. 適用範囲

本指針は陸上の発電用原子炉施設に適用される。

しかし、これ以外の原子炉施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。

なお、本指針に適合しない場合があってもその理由が妥当であればこれを排除するものではない。

## 3. 基本方針

発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない。また、建物・構築物は原則として剛構造にするとともに、重要な建物・構築物は岩盤に支持させなければならない。

## 4. 耐震設計上の重要度分類

原子炉施設の耐震設計上の施設別重要度を、地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から、次のように分類する。

### (1) 機能上の分類

- A クラ 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係して  
ス…… おり、その機能その失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの並びにこれらの事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響、効果の大きいもの
- B クラ 上記において、影響、効果が比較的小さいもの  
ス……
- C クラ A クラス、B クラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持す  
ス…… ればよいもの

## (2) クラス別施設

上記耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。

- ①A クラスの施設……
- i) 「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記載されている定義に同じ。)を構成する機器・配管系
  - ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設
  - iii) 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施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設
  - iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
  - 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施設
  - vi) 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施設
  - vii) 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施設で上記 vi)以外の施設

なお、上記 A クラスの施設中特に i)、ii)、iii)、iv)及び vi)に示す施設を限定して As クラスの施設と呼称する。

- ② B クラスの施設…… 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施設

ii) 放射性廃棄物を内蔵している施設、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線量限度に比べ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施設で、その破損により公衆及び従業員に過大な放射線被曝を与える可能性のある施設

iv) 使用済燃料を冷却するための施設

v) 放射性物質の放出を伴うような場合、その外部放散を抑制するための施設で A クラスに属さない施設

③ C クラスの施設…… 上記 A、B クラスに属さない施設

## 5. 耐震設計評価法

### (1) 方針

発電用原子炉施設は各クラス別に次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。

① A クラスの各施設は、以下に示す設計用最強地震による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。

さらに、As クラスの各施設は、以下に示す設計用限界地震による地震力に対してその安全機能が保持できること。

② B クラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。また共振のおそれのある施設については、その影響の検討も行うこと。

③ C クラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。

④ 上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。

### (2) 地震力の算定法

5.(1)で述べた設計用最強地震及び設計用限界地震による地震力並びに静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。

① 設計用最強地震及び設計用限界地震による地震力



設計用最強地震及び設計用限界地震による水平地震力は 5.(3)の「基準地震動の評価法」に定める基準地震動により算定するものとする。

なお、水平地震力は、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鉛直地震力と同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

## ② 静的地震力

### (i) 建物・構築物

水平地震力は、原子炉施設の重要度分類に応じて以下にのべる層せん断力係数に当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

A クラス	層せん断力係数	$3.0C_1$
B クラス	層せん断力係数	$1.5C_1$
C クラス	層せん断力係数	$1.0C_1$

ここに、層せん断力係数の  $C_1$  は、標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

A クラスの施設については、鉛直地震力をも考慮することとし、水平地震力と鉛直地震力は、同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

### (ii) 機器・配管系

各クラスの地震力は、上記(i)の層せん断力係数の値を水平震度とし、当該水平震度及び上記(i)の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。

なお、水平地震力と鉛直地震力とは同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

## (3) 基準地震動の評価法

原子炉施設の耐震設計に用いる地震動は、敷地の解放基盤表面における地震動に基づいて評価しなければならない。

敷地の解放基盤表面において考慮する地震動(以下「基準地震動」という。)は、次の各号に定める考え方により策定されていなければならない。

① 基準地震動は、その強さの程度に応じ 2 種類の地震動  $S_1$  及び  $S_2$  を選定するものとする。

(i) 上記基準地震動  $S_1$  をもたらす地震(「設計用最強地震」という。)としては、歴史的資料から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が再び起こり、敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれのある地震及び近い将来敷地

に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震のうちから最も影響の大きいものを想定する。

(ii) 上記基準地震動  $S_2$  をもたらす地震(「設計用限界地震」という。)としては、地震学的見地に立脚し設計用最強地震を上回る地震について、過去の地震の発生状況、敷地周辺の活断層の性質及び地震地体構造に基づき工学的見地からの検討を加え、最も影響の大きいものを想定する。

② 基準地震動、 $S_1$ 、 $S_2$ を生起する地震については、近距離及び遠距離地震を考慮するものとする。なお、基準地震動  $S_2$  には、直下地震によるものもこれに含む。

③ 基準地震動の策定に当っては以下の各項を十分に考慮するものとする。

(i) 敷地及びその周辺地域に影響を与えた過去の地震について、そのマグニチュード、震央、震源、余震域及びその時の地震動の最大強さ(またはその推定値)と震害状況(建造物の被害率、墓石の転倒等を含む。)

(ii) 過去の破壊的地震動の強さの統計的期待値

(iii) 地震のマグニチュード及びエネルギー放出の中心から敷地までの距離

(iv) 過去の観測例、敷地における観測結果及び基盤の岩質調査結果

④ 上記により、基準地震動は、次のそれぞれが適切であると評価できるものでなければならない。

(i) 地震動の最大振幅

(ii) 地震動の周波数特性

(iii) 地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化

## 6. 荷重の組合せと許容限界

耐震安全性の設計方針の妥当性を評価するに際して検討すべき耐震設計に関する荷重の組合せと許容限界の基本的考え方は以下によらなければならない。

### (1) 建物・構築物

#### ① As クラスの建物・構築物

##### (i) 基準地震動 $S_1$ 等との組合せと許容限界

常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と、基準地震動  $S_1$  による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

##### (ii) 基準地震動 $S_2$ との組合せと許容限界

常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と基準地震動  $S_2$  による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が建造物全体として十分変形能力(ねばり)の余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有しているこ

と。

② Aクラス(Asクラスを除く。)の建物・構築物

上記①、(i)「基準地震動  $S_1$  等との組合せと許容限界」を適用する。

③ B、Cクラスの建物・構築物

常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と、静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、上記①、(i)の許容応力度を許容限界とする。

(2) 機器・配管系

① Asクラスの機器・配管

(i) 基準地震動  $S_1$  等との組合せと許容限界

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動  $S_1$  による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。

(ii) 基準地震動  $S_2$  との組合せと許容限界

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動  $S_2$  による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないこと。

② Aクラス(Asクラスを除く。)の機器・配管

上記①(i)「基準地震動  $S_1$  等との組合せと許容限界」を適用する。

③ B、Cクラスの機器・配管

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。

## 解 説

動的解析に係る「基準地震動の評価」、「活断層の評価」、「静的地震力」及び「地震力と他の荷重との組合せと許容限界」について以下に説明する。

### I. 基準地震動の評価について

1. 基準地震動に関して使用する用語の意味解釈は次による。

(1) 「解放基盤表面」とは基盤(概ね第三紀層及びそれ以前の堅牢な岩盤であって、

著しい風化を受けていないもの)面上の表層や構造物がないものと仮定した上で、基盤面に著しい高低差がなく、ほぼ水平であって相当な拡がりのある基盤の表面をいう。

(2)「活断層」とは第四紀(約 180 万年前以降)に活動した断層であって、将来も活動する可能性のある断層をいう。活断層の認定は地形学的及び地質学的調査並びに地震観測資料等によって求めるものとする。

(3)「地震地体構造」とは地震規模、震源深さ、発震機構、地震発生頻度等に注目するとき、地震の発生の仕方に共通の性質をもっているある拡がりをもった一定の地域の地質構造をいう。

2. 基準地震動は、原子炉施設の建物・構築物及び機器・配管の重要度に相応した地震動として、その強さの程度に応じ  $S_1$ 、 $S_2$  の二種に区分することとした。

(1) 基準地震動  $S_1$  の決定に際して考慮すべき地震は、工学的見地から起こることを予期することが適切と考えられる地震である。すなわち、歴史的証拠から過去において敷地又はその近傍に影響を与えたと考えられる地震が、近い将来再び起こり敷地及びその周辺に同様の影響を与えるおそれがあると考えことは妥当であると思われる。また近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震を考慮することも必要である。これらのうち敷地の基盤に最大の地震動を与える地震を設計用最強地震といい、これが現実に起こることを仮定して建物・構築物及び機器・配管に基準地震動  $S_1$  を与えるものとしたのである。

(2) 基準地震動  $S_2$  の決定に際して考慮すべき地震は、地震学的見地に立てば設計用最強地震を超える地震の発生が否定できない場合があるので地震学上設計用最強地震を上回る地震が比較的近い時代に発生したことがあると判断される場合、さらに工学的見地からの検討を加えて、これが将来再び起こると仮定したものである。しかし地震地体構造の見地及び過去の地震の発生状況からすると、それぞれの地震発生区域ごとに地震の上限があるとみなすことができるのでそのような地震の規模と発生域を敷地周辺の活断層及び地震地体構造に基づいて考えることは可能である。これら地震のうち敷地の基盤に最大の地震動を与える地震を設計用限界地震とし、それが起こると仮定して建物・構築物及び機器・配管の基準地震動  $S_2$  を与えたのである。

また解放基盤表面における地震動の諸特性は震源距離によって異なるので、設計用最強地震及び設計用限界地震の策定において近距離及び遠距離の地震を考慮することとした。

3. 基準地震動を評価するに当たって考慮すべき事項を以下に示す。

(1) 評価に際して考慮すべき過去の地震の範囲は敷地の基盤の地震動を策定する上で考慮に含めることが望ましいと考えられる地震、たとえば敷地又はその周辺地域に気象庁震度階震度Ⅴ以上の地震動を与えたか又は与えたと推定される地震とする。過去の地震ではできる限り多くの資料について調査されなければならない。資料にマグニチュード、震央位置、震源深さ、余震域、被害状況等可能な限りの情報が網羅されていなければならない。また地震の被害状況と地形又は地盤との関係についても調査することが望ましい。なお、地域によっては歴史地震の空白地帯が存在することが認められている。このような場合には、周辺領域の地震について十分な調査を行うものとする。

(2) 「地震動の強さの統計的期待値」とは、たとえば河角マップあるいは金井マップのような統計的な研究成果に基づいて、敷地の基盤に起こると推定される震度、最大加速度又は速度をいう。これらの値は破壊的地震のマグニチュードと震源の見直しや、対象とする地震の範囲あるいは調査期間によって異なるので、最近までに得られた知見に基づき要すれば改めて統計的期待値を算出するものとする。

(3) 1) 設計用最強地震のマグニチュードは、敷地に影響を与えた過去の地震の生起状況を主体として、近距離に存在する活断層の状況などを考慮して定め、また、設計用限界地震のマグニチュードは、地震地体構造及び近距離に存在する活断層の規模等を考慮して定めなければならない。

大地震は一般に同一地域でくり返し起こると認められているので、基本的には設計用最強地震のマグニチュードは敷地あるいはその近傍に影響を与えた過去の地震によって定められるものと考えられる。なお古い地震資料には不備があるかもしれないことを考慮し、また、有史期間にはたまたま発生しなかつたくり返し期間の長い地震の生起を看過することがないよう、確実な地質学的証拠と工学的判断に基づいて近い将来敷地に影響を与えるおそれのある活動度の高い活断層による地震を考慮に入れることとする。

設計用限界地震のマグニチュードは、地震地体構造及び歴史地震の分布等を地域ごとに考慮して定めることができるが、近距離に存在する活断層にも着目することとしている。しかし活断層の性質(発生する地震の規模や頻度等)は断層ごとに著しい差異があり、すべての活断層を等しく考慮に入れることは実際的でない。たとえば今後活動する可能性があるとはいえ、大地震発生の可能性が極めて低い活断層に対して、再びそれが発生することを予期するのは、工学的見地からは必ずしも適切とはいえない。したがって活断層を考慮する場合には、その活動度を評価しその大小に応じた考慮を行うものとする。

2) 設計用最強地震あるいは設計用限界地震のエネルギー放出の中心から敷地までの距離は、過去の地震エネルギー放出の中心、近距離に存在する活断層の位置、及び地震地体構造を考慮して定めなければならない。

地震と敷地の相互関係は地震のエネルギー放出の中心から敷地までの距離で表わすものとする。ただし、地震のエネルギー放出中心が敷地から十分な距離だけ隔っている場合は震央距離をもってかえることができる。

3) なお、基準地震動の策定に当たって基準地震動  $S_2$  として考慮する近距離地震には  $M=6.5$  の直下地震を想定するものとする。

4) 地震動の最大振幅、周波数特性、継続時間、振幅包絡線の経時的変化等と、地震のマグニチュード、震源距離あるいは基盤の岩質等、それぞれの間には、過去の観測結果に基づいて相関関係を求めた研究成果がかなりあり、必要に応じて参考とすべきである。しかし、これらの成果を参照する場合には、基礎となった観測資料について十分吟味する必要がある。

敷地における観測結果は、有力な資料となる。しかし、微小な地震動の観測記録しか得られない場合が多く、このような記録を参照する場合には、強い地震動との諸性状の差異に十分留意することが必要である。

4. 基準地震動の策定は最大振幅、周波数特性、継続時間及び振幅包絡線の経時的変化の三要素に基づいて定めることとした。これは基準地震動がこの三要素によって適切に表現できることを踏まえたものである。

#### (1) 地震動の最大振幅

地震動の振幅は速度で表わすことを原則とする。しかし、一般に短周期領域においては加速度振幅が大となり、建物・構築物及び機器・配管の設計に支配的な影響を与える傾向があるので、この点に関して注意する必要がある。

解放基盤表面の地震動の水平方向における最大速度振幅は、地震動の実測結果に基づいた経験式あるいは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。なお、実測結果に基づいた経験式は、地震のマグニチュードに応じた震源域の外ではその適用性も実証されているが、一般に震源域内では大き目の値を与えることもあり、震源域内では震源近傍の地震動の諸特性を考慮して補正あるいは震害状況から地震の強さを推測する等の方法によることは差し支えない。

#### (2) 地震動の周波数特性

基盤における地震動の周波数特性は、地震のマグニチュード、エネルギー放出の中心からの距離及び基盤の振動特性等に支配されることから、これら因子について考察するほか、敷地の基盤における地震動、常時微動観測結果、又は類似の基盤における既往の測定資料等を参考として定めるものとする。

#### (3) 地震動の継続時間及び振幅包絡線の経時的変化

継続時間としては、地震動の開始からそれが実効上消滅するとみなされるまでの時間を考慮する。また地震動の継続時間及び振幅包絡線と地震のマグニチュードと

の間には密接な相関があると考えられるので、それぞれ設計用最強地震及び設計用限界地震のマグニチュードに応じて定めるものとする。

## II.活断層の評価について

活断層によって発生すると考える地震は活断層の活動度によって、基準地震動  $S_1$  又は基準地震動  $S_2$  を敷地基盤に与える地震に分類されるが、それぞれ活断層を評価するに際しての判断の基準のめやすは、以下による。

1. 基準地震動  $S_1$  の発生源としては、以下の事項を評価上考慮する。

- (i) 歴史資料により、過去に地震が発生したと推定されるもの
- (ii) A 級活断層に属し、10,000 年前以降活動したもの、又は地震の再来期間が 10,000 年未満のもの
- (iii) 微小地震の観測により、断層の現在の活動性が顕著に認められるもの

2. 基準地震動  $S_2$  の発生源としては、以下の事項を評価上考慮する。

- (1) 上記 1.(ii)を除き A 級活断層に属するもの
- (2) B 及び C 級活断層に属し、50,000 年前以降活動したもの、又は地震の再来期間が 50,000 年未満のもの

3.(1) 地震の再来期間(R 年)は、歴史資料及び地震地体構造的な考慮に基づいて推定するが、わが国の内陸における活断層については、

$$R = \frac{10^{(0.6M-1)}}{S}$$

R：再来期間（年）

M：マグニチュード

S：平均変位速度（mm/年）

によって推定することができる。

(2) 上記 A、B 及び C 級活断層の分類は、次の平均変位速度により判断する。

A 級	$1 \leq S$	S: 平均変位速度(mm/年)
B "	$0.1 \leq S < 1$	
C "	$S < 0.1$	

### III. 静的地震力について

静的地震力の算定は以下による。

#### 1. 水平地震力

(1) 水平地震力については、建物・構築物の各部分の高さに応じ、当該部分に作用する全体の地震力として算定するものとし、次の式による。

$$Q_i = n \cdot Z \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

この式において

$Q_i$ : 水平地震力

$n$ : 重要度に応じた係数(A クラス 3.0、B クラス 1.5、C クラス 1.0)

$Z$ : 地震地域係数(1.0 とする。)

$C_i$ : せん断力係数

$W_i$ : 当該部分が支える重量

$R_t$ : 振動特性係数で、次の表によって算出するものとする。

ただし、特別の調査又は研究の結果に基づき建物・構築物の振動特性を表す数値が同表の式によって算出した数値を下回ることが認められた場合においては、当該調査又は研究の結果に基づく値(0.7 を限度とする。)まで減じたものとすることができる。



$T < T_c$ の場合	$R_t = 1$												
$T_c \leq T < 2T_c$ の場合	$R_t = 1 - 0.2 \left( \frac{T}{T_c} - 1 \right)^2$												
$2T_c \leq T$ の場合	$R_t = \frac{1.6T_c}{T}$												
<p>この表において、<math>T</math> 及び <math>T_c</math> はそれぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p><math>T</math> : 次式により計算した建物・構築物の設計用1次固有周期 (単位 秒)</p> $T = h (0.02 + 0.01\alpha)$ <p>この式において、</p> <p><math>h</math> : 建物・構築物の高さ (単位 メートル)</p> <p><math>\alpha</math> : 当該建物・構築物のうち柱及びはりの大部分が鉄骨構造である層の高さの合計の <math>h</math> に対する比</p> <p><math>T_c</math> : 建物・構築物の基礎の底部 (鋼強な支持ぐいを使用する場合にあつては、当該支持ぐいの先端) の直下の地盤の種別に応じて次の表に掲げる数値 (単位 秒)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>地 盤 の 種 別</th> <th><math>T_c</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第1種</td> <td>岩盤、硬質砂れき層、その他主として第三紀以前の地層によつて構成されているもの又は地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき、これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>第2種</td> <td>第1種及び第3種以外のもの</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>第3種</td> <td>腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層 (盛土がある場合においてはこれを含む。) で、その深さがおおむね30メートル以上のもの、沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さがおおむね3メートル以上であり、かつ、これらで埋め立てられてからおおむね30年経過していないもの、又は地盤周期等について調査若しくは研究の結果に基づき、これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table>			地 盤 の 種 別	$T_c$	第1種	岩盤、硬質砂れき層、その他主として第三紀以前の地層によつて構成されているもの又は地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき、これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.4	第2種	第1種及び第3種以外のもの	0.6	第3種	腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層 (盛土がある場合においてはこれを含む。) で、その深さがおおむね30メートル以上のもの、沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さがおおむね3メートル以上であり、かつ、これらで埋め立てられてからおおむね30年経過していないもの、又は地盤周期等について調査若しくは研究の結果に基づき、これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.8
	地 盤 の 種 別	$T_c$											
第1種	岩盤、硬質砂れき層、その他主として第三紀以前の地層によつて構成されているもの又は地盤周期等についての調査若しくは研究の結果に基づき、これと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.4											
第2種	第1種及び第3種以外のもの	0.6											
第3種	腐植土、泥土その他これらに類するもので大部分が構成されている沖積層 (盛土がある場合においてはこれを含む。) で、その深さがおおむね30メートル以上のもの、沼沢、泥海等を埋め立てた地盤の深さがおおむね3メートル以上であり、かつ、これらで埋め立てられてからおおむね30年経過していないもの、又は地盤周期等について調査若しくは研究の結果に基づき、これらと同程度の地盤周期を有すると認められるもの	0.8											

$A_i$ : せん断力係数の高さ方向の分布係数で、次式によって算出する。

ただし、建物・構築物の振動特性について特別な調査又は研究の結果に基づいて算出する場合には、当該算出によることができる。

$$A_i = 1 + \left\{ \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right\} \frac{2 T}{1 + 3 T}$$

この式において、

$\alpha_i$ : 建物・構築物の  $A_i$  を計算しようとする高さの部分が支える部分の固定荷重と積載荷重との和を当該建物・構築物の固定荷重と積載荷重との和で除した数値

$T$ : 建物・構築物の設計用 1 次固有周期(単位 秒)

$C_0$ : 標準せん断力係数で 0.2 とする。

(2) 建物・構築物の地下部分に作用する地震力は、当該部分の固定荷重と積載荷重との和に、次式による水平震度を乗じて算定することができる。

ただし、建物・構築物の当該部分の外周側面の一部が、地盤と接していない場合にあつては、特別な調査又は研究に基づいて、当該地下部分の地震力算定の規定を適用できることの妥当性を示さなければならない。

$$K \geq 0.1 \cdot n \cdot (1 - H/40) \cdot Z$$

この式において、

$K$ : 水平震度

$n$ : 重要度に応じた係数(A クラス 3.0、B クラス 1.5、C クラス 1.0)

$H$ : 地下部分の各部分の地盤面からの深さ(20 を超えるときは 20 とする。)(単位 メートル)

$Z$ : 地震地域係数(1.0 とする。)

なお、地震時における建物・構築物の振動の性状を適切に評価して計算することができる場合には、当該計算によってもよい。

## 2. 鉛直地震力

A クラスの静的地震力算定における鉛直地震力は、次式による鉛直震度から算定する。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

この式において、

$C_v$ : 鉛直震度

$R_v$ : 鉛直方向振動特性係数で 1.0 とする。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、1.0 を下回ることが確められた場合には、当該調査又は研究の結果に基づく数値(0.7 を限度とする。)まで減じたものとする。

ができる。

3. なお、建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとする。

必要保有耐力を計算する場合には次の式による。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

この式において

$Q_{un}$  : 各層の必要保有水平耐力(単位 トン)

$D_s$  : 各層の構造特性係数

$F_{es}$  : 各層の形状特性係数

$Q_{ud}$  : 地震力によって各層に生ずる水平力(単位 トン)で、解説の III、1 水平地震力の算定方法による。ただし、この場合、重要度に応じた係数及び標準せん断力係数は 1.0 とする。

ここでは、 $D_s$  は当該建物・構築物の振動に関する減衰性及び当該層の靱性を適切に評価して算出する値とする。また、 $F_{es}$  は、当該層の剛性及び偏心率と形状特性との関係を適切に評価して算出する値とする。

#### IV.地震力と他の荷重との組合せと許容限界について

耐震安全性の設計方針の妥当性を評価するに際して考慮すべき荷重の組合せについては、「6. 荷重の組合せと許容限界」に示すとおりであるが、荷重の組合せ方等についての解釈は以下による。

(1) 「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、いずれも地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重について考察すればよいことを意味する。

また、「事故時に生じる荷重」であっても、その事故の発生事象が極めて稀であり、かつその事故事象が極めて短期に終結するものであれば、そのような事象によって発生する荷重までも地震力と組み合わせて考慮する必要はない。

上記にかかわらず、地震動によって引き起こされるおそれのない事象であっても、一たん事故が発生した場合は長時間事象が継続するものであれば、そのような事故事象によって発生する荷重は地震力と組み合わせて考慮しなければならない。

(2) 建物・構築物の基準地震動  $S_1$  等との組合せに対する許容限界については「安全上適切

と認められる規格及び基準による許容応力度」としたが、具体的には「建築基準法」等がこれに対応する。

(3) 建物・構築物の基準地震動  $S_2$  との組合せに対する項目中「終局耐力」とは構造物に対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形又は歪が著しく増加する状態を構造物の終局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷重負荷を意味する。

(4) 機器・配管系の許容限界については、「発生する応力に対して降伏応力又はこれと同等な安全性」を有することを基本的な考え方としたが、具体的には、電気事業法に定める「発電用原子力設備に関する技術基準」等がこれに対応する。

(参考)

昭和 56 年 7 月 20 日付け原子力安全委員会決定文

## 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針について

当委員会は、昭和 56 年 6 月 12 日付けで、原子炉安全基準専門部会から提出のあった標記指針に関する報告書について、その内容を検討した結果、別添のとおり、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を定める。

従来、当委員会は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、昭和 53 年 11 月 8 日の決定に基づき、昭和 53 年 9 月 29 日に原子力委員会が策定した「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を用いてきたところであるが、今後は、これに代えて、別添の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を用いることとする。

改訂指針案（修文前）		専門委員・事務局からの修文提案等を受けた改訂指針案	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p style="text-align: center;">「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂について</p> <p style="text-align: center;">（案）</p> <p style="text-align: right;">平成18年5月19日 原子力安全委員会 原子力安全基準・指針専門部会</p> <p>「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)」について、下記のとおり改訂を行うこととする。</p> <p style="text-align: center;">〔記〕</p> <p style="text-align: center;">発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針</p> <p>1. はしがき 本指針は、発電用軽水型原子炉の設置許可申請（変更許可申請を含む。以下同じ。）に係る安全審査のうち、耐震安全性の確保の観点から耐震設計の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。 従前の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂。以下、「旧指針」という。）」は、もともと昭和53年9月に当時の原子力委員会が定めたものに基づき、昭和56年7月に、原子力安全委員会が、<u>当時</u>における新たな知見に基づいて静的地震力の算定法等について見直して改訂を行い、さらに平成13年3月に一部改訂したものであった。 このたびは、昭和56年の旧指針策定以降現在までにおける地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、旧指針を全面的に見直したものである。 なお、本指針は、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直される必要がある。</p>		<p style="text-align: center;">「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂について</p> <p style="text-align: center;">（案）</p> <p style="text-align: right;">平成18年__月__日 原子力安全委員会 原子力安全基準・指針専門部会</p> <p>「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)」について、下記のとおり改訂を行うこととする。</p> <p style="text-align: center;">〔記〕</p> <p style="text-align: center;">発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針</p> <p>1. はしがき 本指針は、発電用軽水型原子炉の設置許可申請（変更許可申請を含む。以下同じ。）に係る安全審査のうち、耐震安全性の確保の観点から耐震設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。 従前の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂。以下、「旧指針」という。）」は、<del>もともと</del>昭和53年9月に当時の原子力委員会が定めたものに基づき、昭和56年7月に、原子力安全委員会が、<u>当時の知見</u>に基づいて静的地震力の算定法等について見直して改訂を行い、さらに平成13年3月に一部改訂したものであった。 このたびは、昭和56年の旧指針策定以降現在までにおける地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、旧指針を全面的に見直したものである。 なお、本指針は、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直される必要がある。</p>	1,2  1,2 1,2

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>2. 適用範囲 本指針は、発電用軽水型原子炉施設（以下、「施設」という。）に適用される。 しかし、これ以外の原子炉施設及びその他の原子力関係施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。 なお、許可申請の内容の一部が本指針に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進歩等を反映したものであって、本指針を満足した場合と同様又はそれを上回る耐震安全性が確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。</p> <p>3. 基本方針 耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないように設計されなければならない。さらに、施設は、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からなされる耐震設計上の区分ごとに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられるように設計されなければならない。 また、建物・構築物は、十分な支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。</p> <p>(解説) ・基本方針について (1) 耐震設計における地震動の策定について 耐震設計においては、「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。 これは、旧指針の「基本方針」における「発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」との規定が耐震設計に求めていたものと同等の考え方である。</p> <p>(2) 「残余のリスク」の存在について 地震学的見地からは、上記(1)のように策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できない。このことは、耐震設計用の地震動の策定において、「残余のリスク」(策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク)が存在することを意味する。したがって、施設の設計に当たっては、策定された地震動を上回る地震動が生起する可能性に対して適切な考慮を払い、基本設計の段階のみならず、それ以降の段階も含めて、この「残余のリスク」の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきである。</p>		<p>2. 適用範囲 本指針は、発電用軽水型原子炉施設（以下、「施設」という。）に適用される。 しかし、これ以外の原子炉施設及びその他の原子力関係施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。 なお、許可申請の内容の一部が本指針に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進歩等を反映したものであって、本指針を満足した場合と同様又はそれを上回る耐震安全性が確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。</p> <p>3. 基本方針 耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないように設計されなければならない。さらに、施設は、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からなされる耐震設計上の区分ごとに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられるように設計されなければならない。 また、建物・構築物は、十分な支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。</p> <p>(解説) ・基本方針について (1) 耐震設計における地震動の策定について 耐震設計においては、「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。 これは、旧指針の「基本方針」における「発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」との規定が耐震設計に求めていたものと同等の考え方である。</p> <p>(2) 「残余のリスク」の存在について 地震学的見地からは、上記(1)のように策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できない。このことは、耐震設計用の地震動の策定において、「残余のリスク」(策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク)が存在することを意味する。したがって、施設の設計に当たっては、策定された地震動を上回る地震動が生起する可能性に対して適切な考慮を払い、基本設計の段階のみならず、それ以降の段階も含めて、この「残余のリスク」の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努力が払われるべきである。</p>	

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>4. 耐震設計上の重要度分類 施設の耐震設計上の重要度を、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点から、施設の種別に応じて次のように分類する。</p> <p>(1) 機能上の分類</p> <p><u>耐震クラス</u> … 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能その失により放射性物質が外部に放散される可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生の際に原子炉を安全に停止させるため又は外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの</p> <p><u>耐震クラス</u> … 上記において、影響が比較的小さいもの</p> <p><u>耐震クラス</u> … <u>耐震クラス</u>、<u>耐震クラス</u> 以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの</p> <p>(2) クラス別施設 上記耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。</p> <p><u>耐震クラス</u> の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>) 「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おいて記載されている定義に同じ。)を構成する機器・配管系</li> <li>) 使用済燃料を貯蔵するための施設</li> <li>) 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施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設</li> <li>) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設</li> <li>) 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の施設</li> <li>) 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放散を直接防ぐための施設</li> <li>) 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施設で上記 ) 以外の施設</li> </ul> <p><u>耐震クラス</u> の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>) 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施設</li> <li>) 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。</li> <li>) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設</li> <li>) 使用済燃料を冷却するための施設</li> <li>) 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施設で、<u>耐震クラス</u> に属さない施設</li> </ul> <p><u>耐震クラス</u> の施設 上記<u>耐震クラス</u>、<u>耐震クラス</u> に属さない施設</p>		<p>4. 耐震設計上の重要度分類 施設の耐震設計上の重要度を、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点から、施設の種別に応じて次のように分類する。</p> <p>(1) 機能上の分類</p> <p><u>Sクラス</u> … 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能その失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生の際に<b>原子炉を安全に停止させるため又は</b>外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの</p> <p><u>Bクラス</u> … 上記において、影響が比較的小さいもの</p> <p><u>Cクラス</u> … <u>Sクラス</u>、<u>Bクラス</u> 以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの</p> <p>(2) クラス別施設 上記耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。</p> <p><u>Sクラス</u> の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>) 「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おいて記載されている定義に同じ。)を構成する機器・配管系</li> <li>) 使用済燃料を貯蔵するための施設</li> <li>) 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施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設</li> <li>) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設</li> <li>) 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の施設</li> <li>) 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放散を直接防ぐための施設</li> <li>) 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施設で上記 ) 以外の施設</li> </ul> <p><u>Bクラス</u> の施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>) 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施設</li> <li>) 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。</li> <li>) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設</li> <li>) 使用済燃料を冷却するための施設</li> <li>) 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施設で、<u>Sクラス</u> に属さない施設</li> </ul> <p><u>Cクラス</u> の施設 上記<u>Sクラス</u>、<u>Bクラス</u> に属さない施設</p>	<p>1,2 3,4</p>

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>5. 基準地震動の策定</p> <p>施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならない。(以下、この地震動を「基準地震動 Ss」という。)</p> <p>基準地震動 Ss は、以下の方針により策定することとする。</p> <p>(1) 基準地震動 Ss は、下記(2)の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び(3)の「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することとする。</p> <p>(2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、以下の方針により策定することとする。</p> <p>敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震発生状況等を考慮し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行ったうえで、敷地に大きな影響を与えると予想される地震(以下、「検討用地震」という。)を、複数選定すること。</p> <p>上記の「敷地周辺の活断層の性質」に関しては、次に示す事項を考慮すること。</p> <p>) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かによることができる。</p> <p>) 活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じて、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。</p> <p>上記で選定した検討用地震ごとに、次に示す)の応答スペクトルに基づく地震動評価及び)の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動 Ss を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性(その地域における特性を含む。)を十分に考慮することとする。</p> <p>)応答スペクトルに基づく地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。</p> <p>)断層モデルを用いた手法による地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。</p> <p>上記の基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)については、適切な手法を用いて考慮することとする。</p> <p>(3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 Ss を策定することとする。</p>		<p>5. 基準地震動の策定</p> <p>施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならない。(以下、この地震動を「基準地震動 Ss」という。)</p> <p>基準地震動 Ss は、以下の方針により策定することとする。</p> <p>(1) 基準地震動 Ss は、下記(2)の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び(3)の「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することとする。</p> <p>(2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、以下の方針により策定することとする。</p> <p>敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震発生状況等を考慮し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行ったうえで、敷地に大きな影響を与えると予想される地震(以下、「検討用地震」という。)を、複数選定すること。</p> <p>上記の「敷地周辺の活断層の性質」に関しては、次に示す事項を考慮すること。</p> <p>) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かによることができる。</p> <p>) 活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じて、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。</p> <p>上記で選定した検討用地震ごとに、次に示す)の応答スペクトルに基づく地震動評価及び)の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動 Ss を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性(その地域における特性を含む。)を十分に考慮することとする。</p> <p>)応答スペクトルに基づく地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。</p> <p>)断層モデルを用いた手法による地震動評価 検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。</p> <p>上記の基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)については、適切な手法を用いて考慮することとする。</p> <p>(3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的変化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動 Ss を策定することとする。</p>	(5,6) (7,8) (9,10)



改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>(解説) ・基準地震動 Ss の策定について</p> <p>(1) 基準地震動 Ss の性格について 旧指針においては、基準地震動に関して、地震動 S<sub>1</sub> 及び地震動 S<sub>2</sub> の2種類を策定することとしていたが、今次改訂においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動 Ss として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。 この基準地震動 Ss は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。</p> <p>(2) 基準地震動 Ss の策定に関して使用する用語の意味解釈は次による。 「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度 Vs=700m/s 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。 「活断層」とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。</p> <p>(3) 基準地震動 Ss の策定方針について 検討用地震の選定に当たっては、敷地周辺の活断層の性質や過去の地震の発生状況を精査し、さらに、敷地周辺の中・小・微小地震の分布、応力場、地震発生様式(プレートの形状・運動・相互作用を含む。)に関する既往の研究成果等を総合的に検討することとする。 検討用地震は、次に示す地震発生様式等に着目した分類により選定することとする。 )内陸地殻内地震 「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。 )プレート間地震 「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。 )海洋プレート内地震 「海洋プレート内地震」とは、沈み込む(沈み込んだ)海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震(スラブ内地震)」の2種類に分けられる。 震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えられられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。 「基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)」の考慮に当たっては、基準地震動 Ss の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさ(ばらつき)の要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いることとする。</p>		<p>(解説) ・基準地震動 Ss の策定について</p> <p>(1) 基準地震動 Ss の性格について 旧指針においては、基準地震動に関して、地震動 S<sub>1</sub> 及び地震動 S<sub>2</sub> の2種類を策定することとしていたが、今次改訂においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動 Ss として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。 この基準地震動 Ss は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない。</p> <p>(2) 基準地震動 Ss の策定に関して使用する用語の意味解釈は次による。 「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な広がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度 Vs=700m/s 以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。 「活断層」とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。</p> <p>(3) 基準地震動 Ss の策定方針について 検討用地震の選定に当たっては、敷地周辺の活断層の性質や過去の地震の発生状況を精査し、さらに、敷地周辺の中・小・微小地震の分布、応力場、地震発生様式(プレートの形状・運動・相互作用を含む。)に関する既往の研究成果等を総合的に検討することとする。 検討用地震は、次に示す地震発生様式等に着目した分類により選定することとする。 )内陸地殻内地震 「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。 )プレート間地震 「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。 )海洋プレート内地震 「海洋プレート内地震」とは、沈み込む(沈み込んだ)海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震(スラブ内地震)」の2種類に分けられる。 震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えられられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。 「基準地震動 Ss の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)」の考慮に当たっては、基準地震動 Ss の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさ(ばらつき)の要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いることとする。</p>	



改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ												
<p>6. 耐震設計方針</p> <p>(1) 基本的な方針</p> <p>施設は、耐震設計上のクラス別に、次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。</p> <p><u>耐震クラス</u>の各施設は、基準地震動 <math>S_s</math> による地震力に対してその安全機能が保持できること。また、以下に示す弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力又は以下に示す静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。</p> <p><u>耐震クラス</u>の各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。</p> <p><u>耐震クラス</u>の各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。</p> <p>上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。</p> <p>(2) 地震力の算定法</p> <p>施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p><b>基準地震動 <math>S_s</math> による地震力</b></p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> による地震力は、基準地震動 <math>S_s</math> を用いて、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p> <p><b>弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力</b></p> <p>弾性設計用地震動 <math>S_d</math> は、基準地震動 <math>S_s</math> に基づき、工学的判断により設定する。また、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力は、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p> <p><b>静的地震力</b></p> <p>静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p>) 建物・構築物</p> <p>水平地震力は、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に、次に示す施設の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。</p> <table border="1" data-bbox="371 1339 697 1459"> <tr> <td><u>耐震クラス</u></td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td><u>耐震クラス</u></td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td><u>耐震クラス</u></td> <td>1.0</td> </tr> </table> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_0</math> を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p><u>耐震クラス</u>の施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>) 機器・配管系</p> <p>各耐震クラスの地震力は、上記 ) に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に施設の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記 ) の鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求めるものとする。</p> <p>なお、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p>	<u>耐震クラス</u>	3.0	<u>耐震クラス</u>	1.5	<u>耐震クラス</u>	1.0		<p>6. 耐震設計方針</p> <p>(1) 基本的な方針</p> <p>施設は、耐震設計上のクラス別に、次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。</p> <p><b>Sクラス</b>の各施設は、基準地震動 <math>S_s</math> による地震力に対してその安全機能が保持できること。また、以下に示す弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力又は以下に示す静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。</p> <p><b>Bクラス</b>の各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。</p> <p><b>Cクラス</b>の各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。</p> <p>上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。</p> <p>(2) 地震力の算定法</p> <p>施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p><b>基準地震動 <math>S_s</math> による地震力</b></p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> による地震力は、基準地震動 <math>S_s</math> を用いて、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p> <p><b>弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力</b></p> <p>弾性設計用地震動 <math>S_d</math> は、基準地震動 <math>S_s</math> に基づき、工学的判断により設定する。また、弾性設計用地震動 <math>S_d</math> による地震力は、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。</p> <p><b>静的地震力</b></p> <p>静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。</p> <p>) 建物・構築物</p> <p>水平地震力は、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に、次に示す施設の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。</p> <table border="1" data-bbox="1774 1339 2101 1459"> <tr> <td><b>Sクラス</b></td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td><b>Bクラス</b></td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td><b>Cクラス</b></td> <td>1.0</td> </tr> </table> <p>ここで、地震層せん断力係数 <math>C_i</math> は、標準せん断力係数 <math>C_0</math> を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。</p> <p><b>Sクラス</b>の施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p> <p>) 機器・配管系</p> <p>各耐震クラスの地震力は、上記 ) に示す地震層せん断力係数 <math>C_i</math> に施設の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記 ) の鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求めるものとする。</p> <p>なお、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。</p>	<b>Sクラス</b>	3.0	<b>Bクラス</b>	1.5	<b>Cクラス</b>	1.0	
<u>耐震クラス</u>	3.0														
<u>耐震クラス</u>	1.5														
<u>耐震クラス</u>	1.0														
<b>Sクラス</b>	3.0														
<b>Bクラス</b>	1.5														
<b>Cクラス</b>	1.0														

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>(解説)</p> <p>・耐震設計方針について</p> <p>(1) 弾性設計用地震動 Sd の設定の必要性について</p> <p>旧指針においては、基準地震動について、施設の建物・構築物及び機器・配管系の重要度に相応し、地震動 S<sub>1</sub> 及び地震動 S<sub>2</sub> の2種類に区分して策定することとしていたが、今次改訂においては基準地震動 Ss のみを策定することとした。</p> <p>施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の考え方においては、この基準地震動 Ss による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持されることが基本である。さらに、この基準地震動 Ss に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動 Ss と密接に関連付けられる弾性設計用地震動 Sd の設定についても合わせて規定することとしたものである。</p> <p>(2) 弾性設計用地震動 Sd の設定について</p> <p>本指針の 6. の耐震設計方針で規定した「地震力に対して耐える」ということは、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲の設計がなされるということを意味する。この場合、弾性範囲の設計とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。なお、ここでいう許容限界とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体として概ね弾性範囲に留まり得ることで十分である。</p> <p><u>耐震クラス</u> の各施設は弾性設計用地震動 Sd による「地震力に耐える」ことを求めているが、この弾性設計用地震動 Sd は工学的判断に基づいて設定するものである。弾性限界状態は、地震動が施設に及ぼす影響及び施設の状態を明確に評価することが可能な状態であり、施設が全体的に弾性設計用地震動 Sd による地震力に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 Ss による地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとする。すなわち、弾性設計用地震動 Sd は、旧指針における基準地震動 S<sub>1</sub> が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うことになる。</p> <p>弾性設計用地震動 Sd は、施設、もしくはその構成単位ごとに安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動 Ss に乗じて設定することとする。ここで、当該係数の設定に当たっては、基準地震動 Ss の策定の際に参照した超過確率を参考とすることができる。</p> <p>この弾性設計用地震動 Sd の具体的な設定値及び設定根拠について、個別申請ごとに、十分に明らかにすることが必要である。</p> <p>なお、弾性設計用地震動 Sd と基準地震動 Ss の応答スペクトルの比率 (Sd / Ss) の値は、弾性設計用地震動 Sd に求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5 を下回らないような値で求められることが望ましい。</p> <p>また、弾性設計用地震動 Sd は、施設を構成する要素ごとに、それらの耐震設計上考慮すべき特性の差異を踏まえて個別に設定することができる。</p> <p>なお、<u>耐震クラス</u> の施設について、「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動 Sd</p>		<p>(解説)</p> <p>・耐震設計方針について</p> <p>(1) 弾性設計用地震動 Sd の設定の必要性について</p> <p>旧指針においては、基準地震動について、施設の建物・構築物及び機器・配管系の重要度に相応し、地震動 S<sub>1</sub> 及び地震動 S<sub>2</sub> の2種類に区分して策定することとしていたが、今次改訂においては基準地震動 Ss のみを策定することとした。</p> <p>施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の考え方においては、この基準地震動 Ss による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持されることが基本である。さらに、この基準地震動 Ss に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動 Ss と密接に関連付けられる弾性設計用地震動 Sd の設定についても合わせて規定することとしたものである。</p> <p>(2) 弾性設計用地震動 Sd の設定について</p> <p>本指針の 6. の耐震設計方針で規定した「地震力に対して耐える」ということは、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲の設計がなされるということを意味する。この場合、弾性範囲の設計とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。なお、ここでいう許容限界とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体として概ね弾性範囲に留まり得ることで十分である。</p> <p><u>Sクラス</u> の各施設は弾性設計用地震動 Sd による「地震力に耐える」ことを求めているが、この弾性設計用地震動 Sd は工学的判断に基づいて設定するものである。弾性限界状態は、地震動が施設に及ぼす影響及び施設の状態を明確に評価することが可能な状態であり、施設が全体的に弾性設計用地震動 Sd による地震力に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動 Ss による地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとする。すなわち、弾性設計用地震動 Sd は、旧指針における基準地震動 S<sub>1</sub> が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うことになる。</p> <p>弾性設計用地震動 Sd は、施設、もしくはその構成単位ごとに安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動 Ss に乗じて設定することとする。ここで、当該係数の設定に当たっては、基準地震動 Ss の策定の際に参照した超過確率を参考とすることができる。</p> <p>この弾性設計用地震動 Sd の具体的な設定値及び設定根拠について、個別申請ごとに、十分に明らかにすることが必要である。</p> <p>なお、弾性設計用地震動 Sd と基準地震動 Ss の応答スペクトルの比率 (Sd / Ss) の値は、弾性設計用地震動 Sd に求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5 を下回らないような値で求められることが望ましい。</p> <p>また、弾性設計用地震動 Sd は、施設を構成する要素ごとに、それらの耐震設計上考慮すべき特性の差異を踏まえて個別に設定することができる。</p> <p>なお、<u>Bクラス</u> の施設について、「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動 Sd</p>	

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>動 Sd に 2 分の 1 を乗じたものとするができる。</p> <p>( 3 ) 基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd による地震力の算定について  基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd による地震力を地震応答解析に基づいて算定する場合には、応答解析法の適用範囲、適用制限等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定することとする。  なお、解放基盤表面が施設を設置する地盤に比して相当に深い場合は、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅特性を十分に調査し、必要に応じて地震応答評価等に反映させることとする。</p> <p>( 4 ) 静的地震力について  建物・構築物についての静的地震力の算定は以下に示す 及び による。  また、建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して、施設の重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとし、必要保有水平耐力の算定は、以下に示す による。</p> <p>水平地震力</p> <p> ) 水平地震力を算定するうえでの基準面は原則として地表面とする。ただし、建物・構築物の構造や外周の地盤との関係等の特徴を考慮する必要がある場合は、適切に基準面を設定し、算定に反映させること。  ) 基準面より上の部分の水平地震力については、建物・構築物の各部分の高さに応じ、当該部分に作用する全体の地震力とし、次の式による。</p> $Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$ <p>この式において、  <math>Q_i</math> : 基準面より上の部分に作用する水平地震力  n : 施設の重要度分類に応じた係数 <u>耐震クラス</u> 3.0、<u>耐震クラス</u> 1.5、<u>耐震クラス</u> 1.0 )  <math>C_i</math> : 地震層せん断力係数であり、次の式による。</p> $C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$ <p><math>C_i</math> の算出式において、  Z : 地震地域係数 ( 地域による違いを考慮せず、1.0 とする。 )  <math>R_t</math> : 振動特性係数であり、安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。ただし、建物・構築物の構造上の特徴や地震時における応答特性、地盤の状況等を考慮して算定された振動特性を表す数値が、建築基準法等に掲げる方法で算出した数値を下回ることが確かめられた場合においては、当該算定による値 ( 0.7 を下限とする。 ) まで減じたものとする。 )  <math>A_i</math> : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数であり、<math>R_t</math> と同様に</p>		<p>に 2 分の 1 を乗じたものとするができる。</p> <p>( 3 ) 基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd による地震力の算定について  基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd による地震力を地震応答解析に基づいて算定する場合には、応答解析法の適用範囲、適用制限等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定することとする。  なお、解放基盤表面が施設を設置する地盤に比して相当に深い場合は、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅特性を十分に調査し、必要に応じて地震応答評価等に反映させることとする。</p> <p>( 4 ) 静的地震力について  建物・構築物についての静的地震力の算定は以下に示す 及び による。  また、建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して、施設の重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとし、必要保有水平耐力の算定は、以下に示す による。</p> <p>水平地震力</p> <p> ) 水平地震力を算定するうえでの基準面は原則として地表面とする。ただし、建物・構築物の構造や外周の地盤との関係等の特徴を考慮する必要がある場合は、適切に基準面を設定し、算定に反映させること。  ) 基準面より上の部分の水平地震力については、建物・構築物の各部分の高さに応じ、当該部分に作用する全体の地震力とし、次の式による。</p> $Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$ <p>この式において、  <math>Q_i</math> : 基準面より上の部分に作用する水平地震力  n : 施設の重要度分類に応じた係数 ( <u>Sクラス</u> 3.0、<u>Bクラス</u> 1.5、<u>Cクラス</u> 1.0 )  <math>C_i</math> : 地震層せん断力係数であり、次の式による。</p> $C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$ <p><math>C_i</math> の算出式において、  Z : 地震地域係数 ( 地域による違いを考慮せず、1.0 とする。 )  <math>R_t</math> : 振動特性係数であり、安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。ただし、建物・構築物の構造上の特徴や地震時における応答特性、地盤の状況等を考慮して算定された振動特性を表す数値が、建築基準法等に掲げる方法で算出した数値を下回ることが確かめられた場合においては、当該算定による値 ( 0.7 を下限とする。 ) まで減じたものとする。 )  <math>A_i</math> : 地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数であり、<math>R_t</math> と同様に</p>	15, 16

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。  <math>C_0</math> : 標準せん断力係数で0.2とする。  <math>W_i</math> : 当該部分の固定荷重と積載荷重の和</p> <p>) 建物・構築物の基準面より下の部分に作用する水平地震力は、次の式による。  <math>Q_k = n \cdot k \cdot W_k</math>  この式において、  <math>Q_k</math> : 基準面より下の部分の水平地震力  <math>n</math> : 施設の重要度分類に応じた係数( <u>耐震クラス</u> 3.0、<u>耐震クラス</u> 1.5、<u>耐震クラス</u> 1.0 )  <math>k</math> : 水平震度で次の式による。</p> $k = 0.1 \cdot \left( 1 - \frac{H}{40} \right) \cdot Z$ <p><math>k</math> の算出式において、  <math>H</math> : 基準面より下の各部分の基準面からの深さ (20 を超えるときは20とする。) (単位 メートル)  <math>Z</math> : 地震地域係数 (地域による違いを考慮せず、1.0とする。)  <math>W_k</math> : 当該部分の固定荷重と積載荷重の和</p> <p>なお、建物・構築物の構造上の特徴、地震時における応答特性、地盤の状況等を考慮して振動の性状を適切に評価して算出できる場合は、当該算出によることことができる。  鉛直地震力  <u>耐震クラス</u> の静的地震力算定における鉛直地震力は、次式による鉛直震度から算定する。  <math>C_v = R_v \cdot 0.3</math>  この式において、  <math>C_v</math> : 鉛直震度  <math>R_v</math> : 鉛直方向振動特性係数で1.0とする。ただし、特別の調査又は研究に基づき、1.0を下回ることが確かめられた場合においては、当該調査又は研究の結果に基づく数値(0.7を下限とする。)まで減じたものとしてすることができる。</p> <p>必要保有水平耐力  必要保有水平耐力は、安全上適切と認められる規格及び基準に基づく方法により算定するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。  なお、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数に乗じる施設の重要度分類に応じた係数は、<u>耐震クラス</u>、<u>耐震クラス</u>とも1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数<math>C_0</math>は1.0とする。</p>		<p>安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。  <math>C_0</math> : 標準せん断力係数で0.2とする。  <math>W_i</math> : <b>当該部分が支える固定荷重と積載荷重の和</b></p> <p>) 建物・構築物の基準面より下の部分に作用する水平地震力は、次の式による。  <math>P_k = n \cdot k \cdot W_k</math>  この式において、  <math>P_k</math> : <b>当該部分に作用する水平地震力</b>  <math>n</math> : 施設の重要度分類に応じた係数 ( <u>Sクラス</u> 3.0、<u>Bクラス</u> 1.5、<u>Cクラス</u> 1.0 )  <math>k</math> : 水平震度で次の式による。</p> $k = 0.1 \cdot \left( 1 - \frac{H}{40} \right) \cdot Z$ <p><math>k</math> の算出式において、  <math>H</math> : 基準面より下の各部分の基準面からの深さ (20 を超えるときは20とする。) (単位 メートル)  <math>Z</math> : 地震地域係数 (地域による違いを考慮せず、1.0とする。)  <math>W_k</math> : 当該部分の固定荷重と積載荷重の和</p> <p>なお、建物・構築物の構造上の特徴、地震時における応答特性、地盤の状況等を考慮して振動の性状を適切に評価して算出できる場合は、当該算出によることことができる。  鉛直地震力  <b>Sクラス</b>の静的地震力算定における鉛直地震力は、次式による鉛直震度から算定する。  <math>C_v = R_v \cdot 0.3</math>  この式において、  <math>C_v</math> : 鉛直震度  <math>R_v</math> : 鉛直方向振動特性係数で1.0とする。ただし、特別の調査又は研究に基づき、1.0を下回ることが確かめられた場合においては、当該調査又は研究の結果に基づく数値(0.7を下限とする。)まで減じたものとしてすることができる。</p> <p>必要保有水平耐力  必要保有水平耐力は、安全上適切と認められる規格及び基準に基づく方法により算定するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。  なお、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数に乗じる施設の重要度分類に応じた係数は、<u>Sクラス</u>、<u>Bクラス</u>、<u>Cクラス</u>とも1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数<math>C_0</math>は1.0とする。</p>	<p>15,16</p> <p>15,16</p> <p>15,16</p>

改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>7. 荷重の組合せと許容限界 耐震安全性に関する設計方針の妥当性の評価に当たって考慮すべき荷重の組合せと許容限界についての基本的考え方は、以下に示すとおりである。</p> <p>(1) 建物・構築物 耐震クラス 〃 の建物・構築物 ) 基準地震動 Ss との組合せと許容限界 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 Ss による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体として変形能力(ねばり)について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。</p> <p>) 弾性設計用地震動 Sd 等との組合せと許容限界 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動 Sd による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p>耐震クラス 〃 の建物・構築物 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、上記 ) の許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(2) 機器・配管系 耐震クラス 〃 の機器・配管系 ) 基準地震動 Ss との組合せと許容限界 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動 Ss による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないこと。なお、動的機器等については、基準地震動 Ss による応答に対して、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。</p> <p>) 弾性設計用地震動 Sd 等との組合せと許容限界 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動 Sd による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p>耐震クラス 〃 の機器・配管系 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p>		<p>7. 荷重の組合せと許容限界 耐震安全性に関する設計方針の妥当性の評価に当たって考慮すべき荷重の組合せと許容限界についての基本的考え方は、以下に示すとおりである。</p> <p>(1) 建物・構築物 <b>Sクラス</b>の建物・構築物 ) 基準地震動 Ss との組合せと許容限界 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動 Ss による地震力との組合せに対して、<b>当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有し</b>、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。</p> <p>) 弾性設計用地震動 Sd 等との組合せと許容限界 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動 Sd による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。</p> <p><b>Bクラス、Cクラス</b>の建物・構築物 常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、上記 ) の許容応力度を許容限界とする。</p> <p>(2) 機器・配管系 <b>Sクラス</b>の機器・配管系 ) 基準地震動 Ss との組合せと許容限界 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動 Ss による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないこと。なお、動的機器等については、基準地震動 Ss による応答に対して、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。</p> <p>) 弾性設計用地震動 Sd 等との組合せと許容限界 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動 Sd による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p> <p><b>Bクラス、Cクラス</b>の機器・配管系 通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。</p>	17, 18

改訂指針案	専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>(解説) ・荷重の組合せと許容限界について 荷重の組合せと許容限界についての解釈は以下による。</p> <p>(1)「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重、及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、一たん事故が発生した場合は長時間継続する事象による荷重は、地震力と組み合わせて考慮しなければならない。 ただし、「事故時に生じる荷重」であっても、その事故事象の発生確率と継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、両者が同時に発生する可能性が極めて小さい場合には、そのような事象によって発生する荷重を地震力と組み合わせて考慮する必要はない。</p> <p>(2)建物・構築物の弾性設計用地震動 Sd 等との組合せに対する許容限界については、「安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度」としたが、具体的には建築基準法等がこれに相当する。</p> <p>(3)建物・構築物の基準地震動 Ss との組合せに対する項目中の「終局耐力」とは、構造物に対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形又は歪みが著しく増加する状態を構造物の終局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷重負荷を意味する。</p> <p>(4)機器・配管系の許容限界については、「発生する応力に対して降伏応力又はこれと同等な安全性」を有することを基本的な考え方としたが、具体的には、電気事業法に定める「発電用原子力設備に関する技術基準」等がこれに相当する。</p>	<p>(解説) ・荷重の組合せと許容限界について 荷重の組合せと許容限界についての解釈は以下による。</p> <p>(1)「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重、及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、一たん事故が発生した場合は長時間継続する事象による荷重は、地震力と組み合わせて考慮しなければならない。 ただし、「事故時に生じる荷重」であっても、その事故事象の発生確率と継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、両者が同時に発生する可能性が極めて小さい場合には、そのような事象によって発生する荷重を地震力と組み合わせて考慮する必要はない。</p> <p>(2)建物・構築物の弾性設計用地震動 Sd 等との組合せに対する許容限界については、「安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度」としたが、具体的には建築基準法等がこれに相当する。</p> <p>(3)建物・構築物の基準地震動 Ss との組合せに対する項目中の「終局耐力」とは、構造物に対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形又は歪みが著しく増加する状態を構造物の終局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷重負荷を意味する。</p> <p>(4)機器・配管系の許容限界については、「発生する応力に対して降伏応力又はこれと同等な安全性」を有することを基本的な考え方としたが、具体的には、電気事業法に定める「発電用原子力設備に関する技術基準」等がこれに相当する。</p>	



改訂指針案		専門委員・事務局からの修文検討に関する提案等	震分第 48-3号 の対応 ページ
<p>8．地震随件事象に対する考慮 施設は、地震随件事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。</p> <p>(1) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。</p> <p>(2) 施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。</p>		<p>8．地震随件事象に対する考慮 施設は、地震随件事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。</p> <p>(1) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。</p> <p>(2) 施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。</p>	

# 発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針

〔平成18年9月19日  
原子力安全委員会決定〕

## 1. はしがき

本指針は、発電用軽水型原子炉の設置許可申請（変更許可申請を含む。以下同じ。）に係る安全審査のうち、耐震安全性の確保の観点から耐震設計方針の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。

従前の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂。以下、「旧指針」という。）」は、昭和53年9月に当時の原子力委員会が定めたものに基づき、昭和56年7月に、原子力安全委員会が、当時の知見に基づいて静的地震力の算定法等について見直して改訂を行い、さらに平成13年3月に一部改訂したものであった。

このたびは、昭和56年の旧指針策定以降現在までにおける地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに発電用軽水型原子炉施設の耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映し、旧指針を全面的に見直したものである。

なお、本指針は、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直される必要がある。

## 2. 適用範囲

本指針は、発電用軽水型原子炉施設（以下、「施設」という。）に適用される。

しかし、これ以外の原子炉施設及びその他の原子力関係施設にも本指針の基本的な考え方は参考となるものである。

なお、許可申請の内容の一部が本指針に適合しない場合であっても、それが技術的な改良、進歩等を反映したものであって、本指針を満足した場合と同様又はそれを上回る耐震安全性が確保し得ると判断される場合は、これを排除するものではない。

### 3. 基本方針

耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれることがないように設計されなければならない。さらに、施設は、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点からなされる耐震設計上の区分ごとに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられるように設計されなければならない。

また、建物・構築物は、十分な支持性能をもつ地盤に設置されなければならない。

#### (解説)

##### 基本方針について

#### (1) 耐震設計における地震動の策定について

耐震設計においては、「施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切な地震動」を適切に策定し、この地震動を前提とした耐震設計を行うことにより、地震に起因する外乱によって周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないようにすることを基本とすべきである。

これは、旧指針の「基本方針」における「発電用原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有していなければならない」との規定が耐震設計に求めているものと同等の考え方である。

#### (2) 「残余のリスク」の存在について

地震学的見地からは、上記(1)のように策定された地震動を上回る強さの地震動が生起する可能性は否定できない。このことは、耐震設計用の地震動の策定において、「残余のリスク」(策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生すること、施設から大量の放射性物質が放散される事象が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク)が存在することを意味する。したがって、施設の設計に当たっては、策定された地震動を上回る地震動が生起する可能性に対して適切な考慮を払い、基本設計の段階のみならず、それ以降の段階も含めて、この「残余のリスク」の存在を十分認識しつつ、それを合理的に実行可能な限り小さくするための努

力が払われるべきである。

#### 4. 耐震設計上の重要度分類

施設の耐震設計上の重要度を、地震により発生する可能性のある環境への放射線による影響の観点から、施設の種別に応じて次のように分類する。

##### (1) 機能上の分類

Sクラス・・・ 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能その失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの、並びにこれらの事故発生の際に外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの

Bクラス・・・ 上記において、影響が比較的小さいもの

Cクラス・・・ Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの

##### (2) クラス別施設

上記耐震設計上の重要度分類によるクラス別施設を以下に示す。

###### Sクラスの施設

- ) 「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おいて記載されている定義に同じ。)を構成する機器・配管系
- ) 使用済燃料を貯蔵するための施設
- ) 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施設、及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- ) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- ) 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の施設
- ) 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放散を直接防ぐための施設
- ) 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施設で上記 )以外の施設

###### Bクラスの施設

- ) 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施設

- ) 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。
- ) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設
- ) 使用済燃料を冷却するための施設
- ) 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施設で、Sクラスに属さない施設

Cクラスの施設

上記Sクラス、Bクラスに属さない施設

## 5. 基準地震動の策定

施設の耐震設計において基準とする地震動は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがあると想定することが適切なものとして策定しなければならない。(以下、この地震動を「基準地震動 Ss」という。)

基準地震動 Ss は、以下の方針により策定することとする。

- (1) 基準地震動 Ss は、下記(2)の「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び(3)の「震源を特定せず策定する地震動」について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することとする。
- (2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、以下の方針により策定することとする。

敷地周辺の活断層の性質、過去及び現在の地震発生状況等を考慮し、さらに地震発生様式等による地震の分類を行ったうえで、敷地に大きな影響を与えると予想される地震(以下、「検討用地震」という。)を、複数選定すること。

上記の「敷地周辺の活断層の性質」に関しては、次に示す事項を考慮すること。

- ) 耐震設計上考慮する活断層としては、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。なお、その認定に際しては最終間氷期の地層又は地形面に断層による変位・変形が認められるか否かに

よることができる。

）活断層の位置・形状・活動性等を明らかにするため、敷地からの距離に応じて、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を行うこと。

上記 で選定した検討用地震ごとに、次に示す )の応答スペクトルに基づく地震動評価及び )の断層モデルを用いた手法による地震動評価の双方を実施し、それぞれによる基準地震動  $S_s$  を策定する。なお、地震動評価に当たっては、地震発生様式、地震波伝播経路等に応じた諸特性(その地域における特性を含む。)を十分に考慮することとする。

）応答スペクトルに基づく地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて応答スペクトルを評価のうえ、それらを基に設計用応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切に考慮して地震動評価を行うこと。

）断層モデルを用いた手法による地震動評価

検討用地震ごとに、適切な手法を用いて震源特性パラメータを設定し、地震動評価を行うこと。

上記 の基準地震動  $S_s$  の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)については、適切な手法を用いて考慮することとする。

- (3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動  $S_s$  を策定することとする。

( 解説 )

・基準地震動  $S_s$  の策定について

(1) 基準地震動  $S_s$  の性格について

旧指針においては、基準地震動に関して、地震動  $S_1$  及び地震動  $S_2$  の2種類を策定することとしていたが、今次改訂においてはこの双方の策定方針を統合し、基準地震動  $S_s$  として、検討用地震の選定、地震動評価等について高度化を図ったものである。

この基準地震動  $S_s$  は、施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の前提となる地震動であり、その策定に当たっては、個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければな

らない。

( 2 ) 基準地震動  $S_s$  の策定に関して使用する用語の意味解釈は次による。

「解放基盤表面」とは、基準地震動を策定するために、基盤面上の表層や構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面であって、著しい高低差がなく、ほぼ水平で相当な拡がりを持って想定される基盤の表面をいう。ここでいう「基盤」とは、概ねせん断波速度  $V_s=700\text{m/s}$  以上の硬質地盤であって、著しい風化を受けていないものとする。

「活断層」とは、最近の地質時代に繰り返し活動し、将来も活動する可能性のある断層をいう。

( 3 ) 基準地震動  $S_s$  の策定方針について

検討用地震の選定に当たっては、敷地周辺の活断層の性質や過去の地震の発生状況を精査し、さらに、敷地周辺の中・小・微小地震の分布、応力場、地震発生様式(プレートの形状・運動・相互作用を含む。)に関する既往の研究成果等を総合的に検討することとする。

検討用地震は、次に示す地震発生様式等に着目した分類により選定することとする。

) 内陸地殻内地震

「内陸地殻内地震」とは、陸のプレートの上部地殻地震発生層に生じる地震をいい、海岸のやや沖合で起こるものを含む。

) プレート間地震

「プレート間地震」とは、相接する二つのプレートの境界面で発生する地震をいう。

) 海洋プレート内地震

「海洋プレート内地震」とは、沈み込む(沈み込んだ)海洋プレート内部で発生する地震をいい、海溝軸付近ないしそのやや沖合で発生する「沈み込む海洋プレート内の地震」と、海溝軸付近から陸側で発生する「沈み込んだ海洋プレート内の地震(スラブ内地震)」の2種類に分けられる。

震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動評価に大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視すべきである。

「基準地震動  $S_s$  の策定過程に伴う不確かさ(ばらつき)」の考慮に当たっては、基準地震動  $S_s$  の策定に及ぼす影響が大きいと考えられる不確かさ(ばらつき)の要因及びその大きさの程度を十分踏まえつつ、適切な手法を用いることとする。

「震源を特定せず策定する地震動」の策定方針については、敷地周辺の状況等を十分考慮した詳細な調査を実施しても、なお敷地近傍において発生する可能性のある内陸地殻内の地震の全てを事前に評価しうるとは言い切れないことから、敷地近傍における詳細な調査の結果にかかわらず、全ての申請において共通的に考慮すべき地震動であると意味付けたものである。

この考え方を具現化して策定された基準地震動  $S_s$  の妥当性については、申請時点における最新の知見に照らして個別に確認すべきである。なお、その際には、地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動について、確率論的な評価等を必要に応じて参考とすることが望ましい。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」については、それぞれ策定された地震動の応答スペクトルがどの程度の超過確率に相当するかを把握しておくことが望ましいとの観点から、それぞれが対応する超過確率を安全審査において参照することとする。

検討用地震の選定や基準地震動  $S_s$  の策定に当たって必要な調査や評価を行う際は、既往の資料等について、それらの精度に対する十分な考慮を行い、参照することとする。なお、既往の評価と異なる結果を得た場合には、その根拠を明示しなければならない。

施設の構造又は施設を支持する地盤において、地震応答に特徴的な周波数特性が認められる場合は、必要に応じて基準地震動  $S_s$  の策定に反映させることとする。

#### (4) 震源として想定する断層の評価について

活断層調査は、震源として想定する断層に関する評価を行うための基本となるものであるので、敷地からの距離に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地表地質調査、地球物理学的調査等を適切に組み合わせる十分な調査を実施することとする。特に、敷地近傍においては、精度の高い詳細な調査を行う必要がある。なお、敷地近傍の範囲は、「震源を特定せず策定する地震動」として策定される基準地震動  $S_s$  との関係等を十分考慮して、適切に設定することとする。

地震活動に関連した活褶曲、活撓曲等については、活断層と同様に上記の調査の対象とし、その性状に応じて震源として想定する断層の評価に考慮する。

断層の性状については、それぞれの地域に応じ、地下構造等を把握して適切に評価すべきである。なお、断層が不明瞭な地域において断層の性状から地震を想定する場合には、特段の留意が必要である。



経験式を用いて断層の長さ等から地震規模を想定する際には、その経験式の特徴等を踏まえ、地震規模を適切に評価することとする。

活断層調査によっても、震源として想定する断層の形状評価を含めた震源特性パラメータの設定に必要な情報が十分得られなかった場合には、その震源特性の設定に当たって不確かさの考慮を適切に行うこととする。

## 6. 耐震設計方針

### (1) 基本的な方針

施設は、耐震設計上のクラス別に、次に示す耐震設計に関する基本的な方針を満足していなければならない。

Sクラスの各施設は、基準地震動  $S_s$  による地震力に対してその安全機能が保持できること。また、以下に示す弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は以下に示す静的地震力のいずれか大きい方の地震力に耐えること。

Bクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。

Cクラスの各施設は、以下に示す静的地震力に耐えること。

上記各号において、上位の分類に属するものは、下位の分類に属するものの破損によって波及的破損が生じないこと。

### (2) 地震力の算定法

施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。

基準地震動  $S_s$  による地震力

基準地震動  $S_s$  による地震力は、基準地震動  $S_s$  を用いて、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。

弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力

弾性設計用地震動  $S_d$  は、基準地震動  $S_s$  に基づき、工学的判断により設定する。また、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力は、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定されなければならない。

静的地震力

静的地震力の算定は以下に示す方法によらなければならない。

) 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数  $C_i$  に、次に示す施設の重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Sクラス	3.0
Bクラス	1.5
Cクラス	1.0

ここで、地震層せん断力係数  $C_i$  は、標準せん断力係数  $C_0$  を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

) 機器・配管系

各耐震クラスの地震力は、上記 ) に示す地震層せん断力係数  $C_i$  に施設の重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び上記 ) の鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求めるものとする。

なお、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

( 解説 )

・耐震設計方針について

( 1 ) 弾性設計用地震動  $S_d$  の設定の必要性について

旧指針においては、基準地震動について、施設の建物・構築物及び機器・配管系の重要度に相応し、地震動  $S_1$  及び地震動  $S_2$  の 2 種類に区分して策定することとしていたが、今次改訂においては基準地震動  $S_s$  のみを策定することとした。

施設の耐震安全性を確保するための耐震設計の考え方においては、この基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、耐震安全上重要な施設の安全機能が保持されることが基本である。さらに、この基準地震動  $S_s$  に対する施設の安全機能の保持をより高い精度で確認するために、工学的な観点から基準地震動  $S_s$  と密接に関連付けられる弾性設計用地震動  $S_d$  の設定についても合わせて規定することとしたものである。

( 2 ) 弾性設計用地震動  $S_d$  の設定について

本指針の 6 . の耐震設計方針で規定した「地震力に対して耐える」ということは、ある地震力に対して施設全体として概ね弾性範囲の設計がなされるということを意味する。この場合、弾性範囲の設計とは、施設を弾性体とみなして応力解析を行い、施設各部の応力を許容限界以下に留めることをいう。なお、ここでいう許容限界とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体として概ね弾性範囲に留まり得ることで十分である。

Sクラスの各施設は弾性設計用地震動  $S_d$  による「地震力に耐える」ことを求めているが、この弾性設計用地震動  $S_d$  は工学的判断に基づいて設定するものである。弾性限界状態は、地震動が施設に及ぼす影響及び施設の状態を明確に評価することが可能な状態であり、施設が全体的に弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力に対して概ね弾性限界状態に留まることを把握することによって、基準地震動  $S_s$  による地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとする。すなわち、弾性設計用地震動  $S_d$  は、旧指針における基準地震動  $S_1$  が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うことになる。

弾性設計用地震動  $S_d$  は、施設、もしくはその構成単位ごとに安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率を考慮して、工学的判断から求められる係数を基準地震動  $S_s$  に乗じて設定することとする。ここで、当該係数の設定に当たっては、基準地震動  $S_s$  の策定の際に参照した超過確率を参考とすることができる。

この弾性設計用地震動  $S_d$  の具体的な設定値及び設定根拠について、個別申請ごとに、十分に明らかにすることが必要である。

なお、弾性設計用地震動  $S_d$  と基準地震動  $S_s$  の応答スペクトルの比率 ( $S_d / S_s$ ) の値は、弾性設計用地震動  $S_d$  に求められる性格上、ある程度以上の大きさであるべきであり、めやすとして、0.5 を下回らないような値で求められることが望ましい。

また、弾性設計用地震動  $S_d$  は、施設を構成する要素ごとに、それらの耐震設計上考慮すべき特性の差異を踏まえて個別に設定することができる。

なお、Bクラスの施設について、「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと」としたが、この検討に用いる地震動に関しては、弾性設計用地震動  $S_d$  に2分の1を乗じたものとすることができる。

### (3) 基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力の算定について

基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力を地震応答解析に基づいて算定する場合には、応答解析法の適用範囲、適用制限等を考

慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、十分な調査に基づく適切な解析条件を設定することとする。

なお、解放基盤表面が施設を設置する地盤に比して相当に深い場合は、解放基盤表面より上部の地盤における地震動の増幅特性を十分に調査し、必要に応じて地震応答評価等に反映させることとする。

#### (4) 静的地震力について

建物・構築物についての静的地震力の算定は以下に示す 及び による。

また、建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して、施設の重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認するものとし、必要保有水平耐力の算定は、以下に示す による。

##### 水平地震力

) 水平地震力を算定するうえでの基準面は原則として地表面とする。ただし、建物・構築物の構造や外周の地盤との関係等の特徴を考慮する必要がある場合は、適切に基準面を設定し、算定に反映させること。

) 基準面より上の部分の水平地震力については、建物・構築物の各部分の高さに応じ、当該部分に作用する全体の地震力とし、次の式による。

$$Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$$

この式において、

$Q_i$  : 基準面より上の部分に作用する水平地震力

$n$  : 施設の重要度分類に応じた係数 ( Sクラス 3.0、  
Bクラス 1.5、Cクラス 1.0 )

$C_i$  : 地震層せん断力係数であり、次の式による。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$$

$C_i$  の算出式において、

$Z$  : 地震地域係数( 地域による違いを考慮せず、  
1.0 とする。 )

$R_t$  : 振動特性係数であり、安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。ただし、建物・構築物の構造上の特徴や地震時にお

ける応答特性、地盤の状況等を考慮して算定された振動特性を表す数値が、建築基準法等に掲げる方法で算出した数値を下回ることが確かめられた場合においては、当該算定による値（0.7を下限とする。）まで減じたものとするができる。

$A_i$ ：地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数であり、 $R_t$ と同様に安全上適切と認められる規格及び基準その他適切な方法により算出するものとする。

$C_0$ ：標準せん断力係数で0.2とする。

$W_i$ ：当該部分が支える固定荷重と積載荷重の和

) 建物・構築物の基準面より下の部分に作用する水平地震力は、次の式による。

$$P_k = n \cdot k \cdot W_k$$

この式において、

$P_k$ ：当該部分に作用する水平地震力

$n$ ：施設の重要度分類に応じた係数（Sクラス 3.0、Bクラス 1.5、Cクラス 1.0）

$k$ ：水平震度で次の式による。

$$k = 0.1 \cdot \left( 1 - \frac{H}{40} \right) \cdot Z$$

$k$ の算出式において、

$H$ ：基準面より下の各部分の基準面からの深さ(20を超えるときは20とする。)(単位メートル)

$Z$ ：地震地域係数(地域による違いを考慮せず、1.0とする。)

$W_k$ ：当該部分の固定荷重と積載荷重の和

なお、建物・構築物の構造上の特徴、地震時における応答特性、地盤の状況等を考慮して振動の性状を適切に評価して算出できる場合は、当該算出によることができる。

鉛直地震力

Sクラスの静的地震力算定における鉛直地震力は、次式による鉛直震度から算定する。

$$C_v = R_v \cdot 0.3$$

この式において、

$C_v$ ：鉛直震度

$R_v$ ：鉛直方向振動特性係数で 1.0 とする。ただし、特別の調査又は研究に基づき、1.0 を下回ることが確かめられた場合においては、当該調査又は研究の結果に基づく数値（0.7 を下限とする。）まで減じたものとするができる。

#### 必要保有水平耐力

必要保有水平耐力は、安全上適切と認められる規格及び基準に基づく方法により算定するものとする。ここでいう「安全上適切と認められる規格及び基準」とは、建築基準法等がこれに相当する。

なお、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数に乗じる施設の重要度分類に応じた係数は、Sクラス、Bクラス、Cクラスともに 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数  $C_0$  は 1.0 とする。

## 7. 荷重の組合せと許容限界

耐震安全性に関する設計方針の妥当性の評価に当たって考慮すべき荷重の組合せと許容限界についての基本的考え方は、以下に示すとおりである。

### (1) 建物・構築物

#### Sクラスの建物・構築物

##### ) 基準地震動 $S_s$ との組合せと許容限界

常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動  $S_s$  による地震力との組合せに対して、当該建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していること。

##### ) 弾性設計用地震動 $S_d$ 等との組合せと許容限界

常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

#### Bクラス、Cクラスの建物・構築物

常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、上記 ) の許容応力度を許容限界とする。

## ( 2 ) 機器・配管系

### Sクラスの機器・配管系

#### ) 基準地震動 $S_s$ との組合せと許容限界

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動  $S_s$  による地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、構造物の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがないこと。なお、動的機器等については、基準地震動  $S_s$  による応答に対して、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。

#### ) 弾性設計用地震動 $S_d$ 等との組合せと許容限界

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。

### Bクラス、Cクラスの機器・配管系

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して、降伏応力又はこれと同等な安全性を有する応力を許容限界とする。

## ( 解説 )

### ・荷重の組合せと許容限界について

荷重の組合せと許容限界についての解釈は以下による。

( 1 ) 「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重、及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、一たん事故が発生した場合は長時間継続する事象による荷重は、地震力と組み合わせ考慮しなければならない。

ただし、「事故時に生じる荷重」であっても、その事故事象の発生確率と継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、両者が同時に発生する可能性が極めて小さい場合には、そのような事象によって発生する荷重を地震力と組み合わせ考慮する必要はない。

- ( 2 ) 建物・構築物の弾性設計用地震動  $S_d$  等との組合せに対する許容限界については、「安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度」としたが、具体的には建築基準法等がこれに相当する。
- ( 3 ) 建物・構築物の基準地震動  $S_s$  との組合せに対する項目中の「終局耐力」とは、構造物に対する荷重を漸次増大した際、構造物の変形又は歪みが著しく増加する状態を構造物の終局状態と考え、この状態に至る限界の最大荷重負荷を意味する。
- ( 4 ) 機器・配管系の許容限界については、「発生する応力に対して降伏応力又はこれと同等な安全性」を有することを基本的な考え方としたが、具体的には、電気事業法に定める「発電用原子力設備に関する技術基準」等がこれに相当する。

#### 8 . 地震随件事象に対する考慮

施設は、地震随件事象について、次に示す事項を十分考慮したうえで設計されなければならない。

- ( 1 ) 施設の周辺斜面で地震時に想定しうる崩壊等によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。
- ( 2 ) 施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があるとして想定することが適切な津波によっても、施設の安全機能が重大な影響を受けるおそれがないこと。



## II. いわゆるバックチェック・ルールの問題点－10.13対政府交渉の内容

2006.12.25 湯浅 欽史

「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(以下、「新耐震指針」)が9月19日、原子力安全委員会により改訂された。これに伴い、原子力安全・保安院は9月20日、新耐震指針に照らして運転・建設中の原発等の対震安全性を評価し報告するよう電力会社等に指示した。その際、「新耐震指針に照らした既設発電用原子炉施設等の耐震安全性の評価及び確認に当たっての基本的な考え方ならびに評価手法及び確認基準について」を添付し、①電力会社等が新耐震指針に照らして耐震安全性を評価するための基準的な手法(以下、「評価手法」)、および②電力会社等が行った評価結果の妥当性を原子力安全・保安院が確認するための基準(以下、「確認基準」)を示した。

これに対し、若狭連帯行動ネットワーク、原子力発電を考える石巻市民の会、みやぎ脱原発・風の会、原子力資料情報室、の4団体が呼び掛けて、予め公開質問状(78団体、190個人)を提出し、10月13日に市民30名の参加で対政府交渉が行われた。公開質問状の構成は、

1. 活断層の評価と基準地震動Ssについて
2. 「震源を特定せず策定する地震動」について
3. 耐震クラス分類と地震動Sdについて
4. 断層モデルについて
5. 「残余のリスク」について
6. 衝撃破壊について
7. 朽化と品質保証システムの欠陥について

となっている。ここでは、地震動の策定に関連する1~4に関して、原子力安全・保安院の9/20別添資料である「評価基準」および「確認基準」が記載する「項目」にしたがって、10.13対政府交渉での市民による批判を紹介する。(片括弧\*)は各項目にある解説の記述番号を示し、ゴシックは質問及び回答の略記である]

項目1. 耐震安全性評価の基本方針(略)

項目2. 基準地震動Ssの策定(1) 基準地震動Ssの策定方針

- 1) 「基準地震動Ssは、・ ・ 個別の安全審査時における最新の知見に照らして、その妥当性が十分確認されなければならない」とされている。・ ・ ここでいう「最新の知見」とは設置許可後、現在までに得られた知見のことである。
- 2) 「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、検討用地震ごとに応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施する。

応答スペクトルとしては大崎スペクトルではなく、データベースも豊富なので、(社)日本電気協会の「耐専スペクトル」を前提としていて、さらに、観測記録から求まっているサイトの地盤増幅特性を補正係数として導入したい(神戸等の事例を考慮して)、と回答した。

3) 「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層等を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定する。

サイト毎に違ったものになるかどうかは、事業者の評価結果をみてから検討する、と回答した。

4) 基準地震動 $S_s$ は、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。

5) 「解放基盤表面」の定義等

6) 既往の資料の調査目的、調査精度、評価方法について吟味するとともに、既往の資料の調査及び評価結果と異なる結果が得られた場合などには、その根拠を明確にしておくこととする。

政府の地震調査研究推進本部による評価と違う場合が争点になっている、との質問に対し、二つの活断層を一連のもののみならず「5kmルール」の評価を含め、耐震・構造設計小委員会ならびに地盤・耐震の先生方に意見を求める機会があるので、専門家の意見を聞いた上で判断する、と回答した。

項目2. 基準地震動 $S_s$ の策定 (2) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の検討のうち、「検討用地震」選定に当たっての地震の分類

1) 敷地周辺で発生する地震に関する調査

①敷地周辺の地震発生様式

②敷地及び敷地周辺の活断層

・敷地周辺の活断層、活褶曲、活撓曲等の分布を把握するため、文献調査、リニアメントを含む変動地形の調査、地表地質調査、海上音波探査等の結果に基づくとともに必要に応じトレンチ調査、物理探査等の実施結果も考慮して、1/20万程度の地質図、変動地形の分布図を作成する。

変動地形学的調査能力のある地質調査会社は現時点ではほとんど存在せず、耐震指針検討分科会のメンバーにも含まれなかった。地質会社の変動地形学的調査能力のレベルをどのように評価し、耐震安全性の評価・審査機関の科学的判断能力をどのように確保するのか、との質問に対し、調査結果を判断できる専門家に耐震・構造設計小委員会に加わって頂くことも考えているが、調査会社の能力を調べる立場にない、と回答した。

・敷地及び敷地近傍においては、不明瞭、もしくは小規模な変動地形までも含めて活断層等の分布を詳細に把握するため、敷地周辺における陸域及び海域の調査手法に加え、ボーリング調査、トレンチ調査、物理探査等による詳細な地質・地球物理的調査を適切に組み合わせて、精度の高い調査を実施し、この結果に基づき、1/25000程度の詳細な地質図、変動地形の分布図を作成する。

・活断層等との関連を否定する場合は明確な地形・地質学的根拠に基づくものとする。

・敷地、敷地近傍及び敷地周辺の地質図、変動地形の分布図、地質調査結果等から、検討用地震の選定に当たって考慮すべき活断層等の評価を行う。

・検討用地震の選定にあたって考慮すべき活断層等は、後期更新世以降の活動が否定できないものとする。

・活断層等の活動性評価に用いる地層や地形面の形成年代は、火山灰や段丘面の対比による手法等により評価する。

・活断層等の評価に当たっては、陸域と海域との整合性に留意する。

関西電力は大飯3号炉増設設置許可変更許可申請で言及していた小浜湾内海底断層の可能性を否定し、陸域にある熊川断層や大島半島中部断層との「整合性」を今回は調査しないとしており、このように最初から調査対象からはずことで「整合性」の判断を放棄している、との指摘に対し、原発は陸域と海域が半々で調査方法が違い、音波探査等で海域の方が精度が高いこともあり得るが、中間の沿岸部分では精度が落ちるので、連続性を考慮すべきかどうかは、海域についてはその専門家に陸域については活断層の専門家に意見を聞いて判断する、と回答した。

・活断層等の最新活動時期、長さ、単位変位量等については、変動地形の調査、地表地質調査、ボーリング調査、トレンチ調査、物理探査等の各種調査・探査結果により、後期更新世以降の地層または地形面の変位・変形等に基づいて評価する。

過去の最新知見等だけでは地下構造を明らかにできない場合が多いと考えられ、活断層の広がりや地下での連動の可能性が否定できない場合には震源断層を大きめにとるのか、それとも、可能性を積極的に肯定できない場合には震源断層を小さめにとるのか、との質問に対しては、一般的なルールはなく個別サイトごとに評価するが、微小地震の観測結果や周囲の地震活動状況を踏まえた上で評価するのであって、二者択一の判断ではない、と回答した。

・さらに、震源を想定する場合は、上記の評価結果を基に、断層の破壊過程、地震発生様式、地下構造等に関する地形学・地質学・地球物理学の最新知見等を考慮する。

150m程度の通常のボーリング調査では地盤の強度を知るのが目的であり、震源断層の地下構造を解明することが目的ではないと関西電力は回答しているが、どの調査法によればどのような精度で地下構造を明らかにできるのか、との質問に対し、微小地震観測によって震源分布の大まかな領域から震源断層をある程度明らかにし、地震観測からサイトに伝わる地震動の評価と合せて地下構造を推定する、と回答した。

③過去及び現在の地震発生状況

④プレート間及び海洋プレート内で発生する地震

⑤その他の知見

## 2) 検討用地震の分類

地震発生様式に着目し、「内陸地殻内地震」、「プレート間地震」、「海洋プレート内じしん」等に分類する。その際には、過去の地震活動、微小地震の活動、地球物理学的知見を参考に、震源として想定する断層の性状に付いて検討する。

### ①内陸地殻内地震

(地震の規模を)断層の長さまたは単位変位量から想定する際には、実績のある経験式を用いることができる。経験式の選定や適用にあたっては、経験式の特徴等に留意するとともに、最新の知見を参考とする。

「断層」とは「活断層ではなく、その地下に広がり周辺の活断層と地下で連動する可能性のある震源断層」であるにもかかわらず、従来の安全審査では、松田式を用いて活断層の長さだけから地震の規模を想定していたが、今後もそれを踏襲するのか、それとも、原子力安全委員会です承しているように、活断層の下に広がる震源断層を想定してその長さ等を松田式に適用して地震規模を想定するのか、との質問に対し、ここでは活断層を念頭に置いており、

松田式の適用については活断層の長さとするが、震源断層の長さの推定に活断層をそのまま落すということではない、と回答した。

- ②プレート間地震
- ③海洋プレート内地震
- ④その他の地震

### 3) 検討用地震の選定

項目2. 基準地震動 $S_s$ の策定 (3) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の検討のうち、応答スペクトルに基づいた地震動評価

- 1) 地震動評価
- 2) 応答スペクトルに基づいた地震動評価手法

項目2. 基準地震動 $S_s$ の策定 (4) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の検討のうち、断層モデルを用いた手法による地震動評価

- 1) 地震動評価
- 2) 断層モデルを用いた地震動評価手法

検討用地震に付いて地震動を評価する際、敷地において要素地震として適切な観測記録がある場合には経験的グリーン関数法によることとし、無い場合には統計的グリーン関数法によることを原則とする。

推本はこの方法で、想定宮城県沖地震の断層モデルを作成したが、05. 8. 16地震は応力降下量が想定値より大きく、女川原発における解放基盤表面相当ではざとりの波の応答スペクトルが過小評価になっていたことがわかっており、このように断層モデルでも、観測記録がなければ正確な評価を行えないこと、パラメータの不確かさを安全側に評価しなければ地震動の過小評価になる、との指摘に対し、下記の項目2. (6) 1) ③断層モデルを用いた手法による評価、と合せて回答した。

- 3) 震源のモデル化
- 4) 地下構造のモデル化
- 5) 地震動の妥当性確認

項目2. 基準地震動 $S_s$ の策定 (5) 震源を特定せず策定する地震動

- 1) 地震動評価
- 2) 震源を特定せず策定する地震動の評価手法

詳細な地質調査を実施しても震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震による震源近傍の観測記録を収集し、このうちの硬質地盤上の記録を用いて、最新知見を考慮した応答スペクトルを設定する。

全てのサイトで同一の観測記録を用いるのか、との質問に対し、事業者の評価結果を見て専門家の意見を聞いて判断するので、現段階ではわからない、また、具体的策定手順は、(社)日本電気協会原子力発電耐震設計専門部会で検討され、日本地震工学会論文集(2004)に発表

され、第17回耐震指針検討分科会で紹介された手法を前提としていて、これに各サイトの地盤物性値を加味する、と回答した。

### 3) 地震動の妥当性確認

応答スペクトルの妥当性の確認は、最新の知識に照らして行うこととする。その際には、既往の研究成果や最新知見を踏まえた確率論的な評価等を参考とする。この確率論的な評価の例としては、以下があげられる。

- ・地表に明瞭な痕跡を示さない震源断層に起因する震源近傍の地震動についての確率論的な研究成果を踏まえた評価

- ・陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震の地域ごとの最大マグニチュードに関する研究を踏まえた地震ハザード評価

確率論的な評価として超過確率スペクトルを求めている例がいくつかあるので、それと対照する、と回答した。

## 項目2. 基準地震動Ssの策定 (6) 基準地震動Ssの地震動評価

### 【敷地ごとに震源を特定して策定する地震動】

- ・検討用地震ごとに、応答スペクトルの基づく地震動評価及び断層モデルを用いた方法による地震動評価の双方を実施し、それらの結果を基に基準地震動Ssを策定する。

従来の大崎スペクトルによるのか、との質問には、耐専スペクトルを前提にする、と回答し、また、三種類の地震に対して応答スペクトルによる評価を必ず実施するのか、との質問には、西日本のように内陸地殻内地震が卓越するところでは、プレート間地震・海洋プレート内地震は距離減衰によって効果を失うので、応答スペクトルによる評価をしないこともありうる、と回答した。

- ・震源が敷地に近く、その破壊過程が地震動表かに大きな影響を与えると考えられる地震については、断層モデルを用いた手法を重視する。

応答スペクトルによる方法が断層モデルによる評価を越えた場合にも応答スペクトルによる評価を無視してよいのか、との質問に対し、応答スペクトルに基づく評価は“震央外縁距離の概念”を踏襲しているため震源の近くでは適用が難しく、地盤の卓越周期部分で断層モデルが応答スペクトルを超えることもあり得るから、活断層によって評価できる地震動については両方法で評価する、と回答した。

## 1) 敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動Ssの策定

### ①総論

### ②応答スペクトルに基づく手法による評価

- ・検討用地震ごとに、(4)により選定された手法を用いて地震動を評価する。

- ・震源の不確かさの考慮に当たっては、基本的な震源要素を基に地震学的知見に整合が取れる範囲で規模と位置を設定し、応答スペクトルを評価する。

活断層から震源断層の広がりまたは起りうる地震の規模を推定し、また、大崎スペクトルを求めるために必要な震源または解放基盤表面の地震動の最大速度を推定する際に、具体的にどのように不確かさを考慮するのか、との質問には、距離減衰式では基本的に確認できた活断層の中央に震源を置き、活断層の長さを安全側にとるとというのが不確かさへの一つの考慮

であり、あるいは、震源の位置も震央距離を移動して考えるとかも、応答スペクトルに基づく不確かさとして考慮する、との回答であった。

### ③断層モデルを用いた手法による評価

- ・ 検討用地震ごとに、(4)により選定された手法を用いて地震動を評価する。
- ・ 震源の不確かさの考慮に当たっては、敷地に大きな影響を与えると考えられる支配的なパラメータについて要因分析を行い、パラメータスタディを実施した上で地震動評価を実施する。その際には、基本的な震源要素を基に地震学的知見に整合が取れる範囲でパラメータを考慮し、各パラメータ間の関係式を満たすように留意する。

女川1～3号で行ったようにアスペリティの位置・大きさ・個数および破壊開始点を変えてシミュレーションすることとして、「支配的パラメータ」である応力降下量を現実の宮城県沖地震に合せて大きめにとってシミュレーションしなかった理由を問い質したのに対して、応力降下量だけでなくアスペリティの位置、大きさ、背景領域の大きさ、断層の走向・傾斜も関係してくるので、8.16地震のシミュレーション結果で出した応力降下量を想定宮城県沖地震に適用することはしなかった、と回答した。

### ④基準地震動Ssの策定

- ・ 基準地震動Ssは、②の評価結果を考慮し、少なくとも、最も大きな応答スペクトルを下回らないように設計用応答スペクトルを設定した上で策定する。
- ・ 基準地震動Ssの模擬地震波は、設計用応答スペクトルに適合するように作成する。その際の振幅包絡線は、地震動の継続時間に留意して設定する。
- ・ 断層モデルを用いた手法による基準地震動Ssは、施設に与える影響の観点から地震動の諸特性を考慮して、設計用応答スペクトルとの関係を踏まえつつ、③の評価結果から選定し、その地震波形を用いて策定する。
- ・ なお、長さが短い孤立した断層等による地震動評価については、最新の知見を踏まえて安全上の観点から震源を想定し、応答スペクトルに基づく手法、断層モデルを用いた主要等により地震動を評価し、基準地震動Ssの妥当性を確認する。

「震源」とは「震源断層」を指すとして、これは「5km以内で隣接している長さの短い活断層群」にも適用されるのか、また、「安全上の観点」について糾したところ、地表で5kmしか現れない場合、活断層の長さとしては5kmだが、震源断層としては断層の広がりを考慮する、と答えた。

## 2) 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ssの策定

### 項目2. 基準地震動Ssの策定 (7) 地震動の超過確率の参照

将来の確率論的評価の安全規制への本格導入の検討に役立つ情報として可能な限り活用していくとの観点から、基準地震動Ssがどの程度の超過確率に相当しているかを把握し、併せて、その算出手法や用いた設定条件についても示すこととする。

安全審査でどのように「参照」するのか、設計工事認可など詳細設計の段階では超過確率を「参照」した結果、IAEAの基準等(炉心損傷頻度、既設 $10^{-4}$ ・新設 $10^{-5}$ /炉・年)と比べて超過確率が大きい場合、または、小さすぎる場合、安全審査でどのように対応するのか、との質問に対し、事業者には既設原発の地震ハザードを求めており、加速度最大値の超過確率が出てくるので、そこから求まるスペクトルと基準地震動Ssのスペクトルを比較することで相当する

超過確率を見ることにして、値の大小ではなく将来の本格導入に向けての「参照とデータの蓄積」である、と回答した。

—以下略—

- 項目 3. 原子炉建屋基礎地盤の安定性評価
- 項目 4. 安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価
- 項目 5. 安全上重要な機器・配管系の耐震安全性評価
- 項目 6. 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価
- 項目 7. 地震随伴事象に対する考慮

なお、本稿を執筆するに当たっては本研究会メンバーの長沢啓行に多くを負っていることを付記する。

## IV. 原子力施設は地球科学の諸問題を軽視してはならない

### — 原子力施設の火山対策 —

武本和幸 (原発反対刈羽村を守る会)

はじめに

この報告は、原子力施設の火山対策がほとんどなされていないことを警告するためのものである。

こうした認識に至った経過は次のとおりである。

2006.3.23、大間原発が A・BWR のフル MOX 炉であることから函館での集会講師を担当、当日、金沢地裁で志賀原発 2 号の勝訴判決があり、集会ではもっぱら判決解説をした。

その後、6 月 16 日北海道の支笏湖・洞爺湖を回り、函館集会で大間原発と火山の問題を提起、大間原発現地を初めて訪問。十和田湖、田沢湖を回る。6 月 20 日、耐震設計審査指針パブコメに火山問題の意見を出す。7～8 月に青森の地質学に豊富な知識を持つ松山 力氏と意見交換や現地踏査を実施した。また、青森と北海道道南の現地調査・文献調査を重ね、電源開発大間原発、東北電力東通原発、東京電力東通原発の安全審査申請書を収集し読み込んで得た結論である。

調査手法

北海道・青森の地質論文の収集調査

火山問題の書籍・HP の収集

火山の巨大噴火が分明に与えた影響の文献調査

火山問題に対する推進派や事業者・行政の見解調査

調査結果

火山問題は軽視されている（事業者も国も反対運動も）

火山指針は存在せず、これまで、真剣に火山問題が議論されたことはない。

火山問題を深めれば、原子力施設を建設することはできない

火山の日本列島に原子力施設はなじまない。インドネシアで原発計画がある。インドネシアも火山列島であり、火山問題の提起は早急に実施しなければならない。

今後のこと

火山問題の関心を高めたい。

火山に対する指針を策定させる。

鹿児島川内原発や青森の原子力施設に火山問題を提起したい。

#### 1. 火山とは

プレートテクトニクスと地震・火山

気象庁は、プレートテクトニクスで地震も火山も説明している。基本的認識は、気象庁の HP 記載内容で理解できる。

火山フロント、活火山

プレートの沈み込み位置から一定の距離で火山が並んで存在する。

筆者が学生の頃、活火山・休火山・死火山の区分があったが、現在は休火山の名称はない。

活火山である恐山から 25km 地点に大間原発が計画されている。

大間原発近傍では厚さ数十センチの洞爺火山灰（10 万年前）が堆積している。



大間原発計画で火山問題はどのように評価されているのか、最初の関心事であった。

#### 広域火山灰

九州の火山灰が関東の富士山や箱根起源の火山灰中に存在することがわかり、広域火山灰が年代決定の有効な手法として注目されたのは1980年代である。町田洋著の「火山灰は語る」が1979年、「火山灰アトラス」は1992に初版が2003に「新編火山灰アトラス」が発行されている。

筆者は、柏崎原発の地層の年代論議で広域火山灰に注目し、関わってきたが、その供給源でどのような被害が発生するのかまでは想いが及ばなかった。

#### 巨大噴火

日本列島では、広域火山灰を噴出した巨大噴火が数千年間隔でしばしば起こっている。

こうした噴火があれば、周辺百キロ単位に火砕流が、千キロ単位で火山灰が襲うことになる。

こうした問題を警告したものは、2002.9の石黒曜『死都日本』である。

火山学者も原発反対運動も想像をたくましくして問題提起をする必要がある。

## 2. 火山と文明

火山の巨大噴火が文明を断絶した事例が報告されている。

考古学の分野からの報告が多い。

6300年前の鬼界カルデラの噴火が南九州の縄文文化を断絶させたり、1669年のアイヌ・シャクシャインの抵抗運動が火山噴火と関係するとの指摘である。

こうした情報はHPを添付した。

地層の年代を湖の堆積物の年縞で測定し決定するとの研究は、国際日本文化研究センター教授 安田喜憲等が開発した手法である。

## 3. 地球科学と工学・技術者 技術者倫理

#### 理学と工学

地球科学は理学である。理学は真相解明が目的である。一方、工学や技術は、建設目的の対策手法である。原子力施設の建設の場合、理学に属する地質調査なのに「不都合な事実は見なかったことにする」「問題ないことにできる事実のみ調査する」が横行している。柏崎原発の地質調査で痛感していることである。

調査に従事する技術者は発注者に不都合な事実は隠すことになる。

原子力施設の調査は、用地買収が終わってから行われるため、設置に不都合な事実は見なかったことにしてしまう。

工学は、支障のある事实在ないことで引き継ぎ、甘い対策をすることになる。

地球科学の諸問題は発展途上で、新しい知見が次々と生まれている。

古い工学では対応できないことから、耐震設計審査指針の改定議論があった。

議論の中で、工学関係者が、電力会社の意向で発言していた事実を注目したい。

#### 科学者・技術者、行政の社会的責任

現代社会では、高度に複雑で専門的課題の情報は、科学者・技術者が独占している。原子力問題はその典型である。火山問題でも同様である。

火山を研究対象とする者は、少数である。

大きな本屋の書棚で火山関係の書物を探した。火山関係の書物は地震関係書物に比べて少ない。

火山学の対象は噴火予知等から、防災のためのハザードマップや火山の恩恵－温泉や自然景観まで広い領域のようである。

原子力問題と火山の問題をつなげて考える者は見あたらなかった。

火山の周辺に多数の人が生活していることを考えれば、「火山が心配だ」とは言いにくいのかも知れないが、そうした地域に原子力施設が計画される場合は、話は別だと考える。

考古学関係者は、鬼界カルデラの噴火で九州の縄文文化が壊滅したと発言している。

火山関係者は、阿蘇4の火砕流が九州全域のみならず、山口県の秋吉台に及んでいる、火山灰は釧路平野に20cmの厚さで堆積していると発言している。

原子力と重ねて議論している書物は、2002に宮崎で医学を学んだ石黒 耀氏の小説『死都日本』が唯一のようである。

原子力行政は、火山問題を深刻にはとらえていない。

パプコメの筆者や北海道函館在住の太田正太郎氏の意見に対する事務局回答、2006.10.3の脱原発議連のヒアリング時の回答で判明した。

推進者の中でも、火山問題を気にしている気配はある。

耐震設計指針改定で第19回議事録(2005.5.27)の柴田委員の発言や藤井敏嗣(東京大学地震研究所教授)の「エネルギーレビュー」2006.7号への随筆である。

原子力推進派の火山認識として収集添付した。

運動は想像をたくましくして論争するなかで、世論形成するしかないだろう。

#### 4. 原子力施設に火山対策はない。

原子力施設の火山指針は存在しない

原子力施設の火山問題検討はどうなっているかは、パプコメ回答で判明した。

##### ①原子炉立地審査指針「1.1 原則的立地条件」の規定

「(1) 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。」

②発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針の「指針2. 自然現象に対する設計上の考慮」において、「2. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によっても原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。・・・」

これらを踏まえ、安全審査においては、個別設置許可申請に係る敷地の自然環境を基に考慮すべき自然現象の対象を選定することにしておりますが、火山の影響に対する考慮についても、個別の敷地の自然現象について調査を行い、必要に応じてその敷地への影響が考慮されることとなります。

とパプコメに答えている。

実際の審査では、「火砕流は到達しない」「降下火山灰でも原発の冷却機能は損なわれない」のみが検討結果だったと電源開発は答えている。

火山対策を考えれば原子力施設は立地できない

そもそも、原子力は存在すべきでないと考えるが、こうした主張は必ずしも多数意見ではない。

火山噴火や火砕流が原子力施設ことを前提に施設の安全を証明することはできない。設置許可は火山噴火や火砕流が起こらないことで下されている。

「現在は過去を解き明かす鍵である」という地質学の原典の考え方がある。「過去は未来の鍵」という考え方として受け継がれている。

こうした考え方から、「過去において、火砕流が堆積した地域に原子力施設を設置するな」と主張したい。

次に「過去」はどの程度の時間を言うかが議論になる。

耐震設計審査指針で活断層の評価対象期間は、従前は5万年だった。それが後期更新世となり12~13万年となった。

筆者は、この期間では短すぎると考えるが、この期間のみでも日本列島は何回も巨大噴火が発生しているのである。このことは、『火山灰アトラス』と『理科年表』から整理し、広域火山灰に添付した。

火山近傍で原子力を設置している無謀を大々的に宣伝しなければならない。

5. 繰り返される 電力会社のデータ改ざんは好機である。

2006.12、電力会社の海水温データ改ざんが報道されている。

2002 年のヒビ割れ隠し事件以降、「再発防止に取り組む」「しない風土・させない仕組み」「企業倫理委員会」等々と大宣伝している中での再度の不正発覚である。

最近の一連の出来事は、原子力部門のみならず、水力や火力にも関係し、東京電力だけでなく、全電力会社に共通するものとなっている。

利益目的の地域独占企業である電力会社の企業体質は容易に変わらないと考える。

世論は電力会社やその活動を支援・擁護する行政に厳しい。

世論を味方に、原子力問題に火山問題を提起しよう。

参考資料

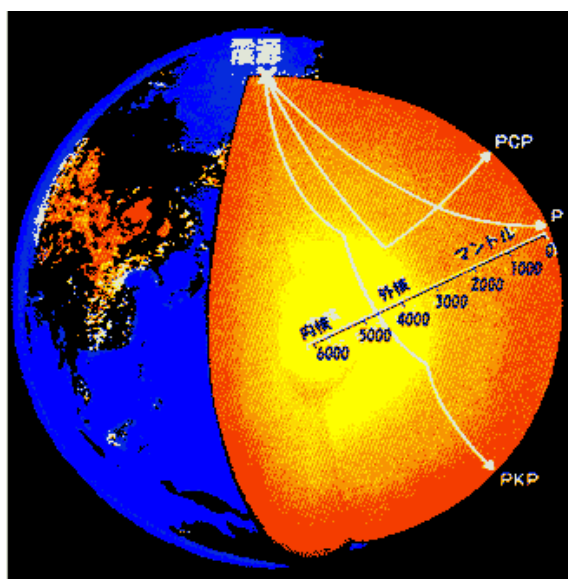
- ① 地震と火山
- ② プレートと地震、火山
- ③日本の火山帯
- ④現代都市への火山の危険
- ⑤推進側の火山対策認識

<http://www.kishou.go.jp/know/whitep/2-1.html>

## ① 地震と火山

地球は中心の部分を除いて岩石で構成されていますが、内部に行くに従って温度が高くなっているため、非常に長い時間の物さしで見ると、動いています。

地震波は光のように反射・屈折する。震源から直接届く波（P）もあれば、核の表面で反射してから届く波（PCP）や核内に屈折して届く波（PKP）もあります。

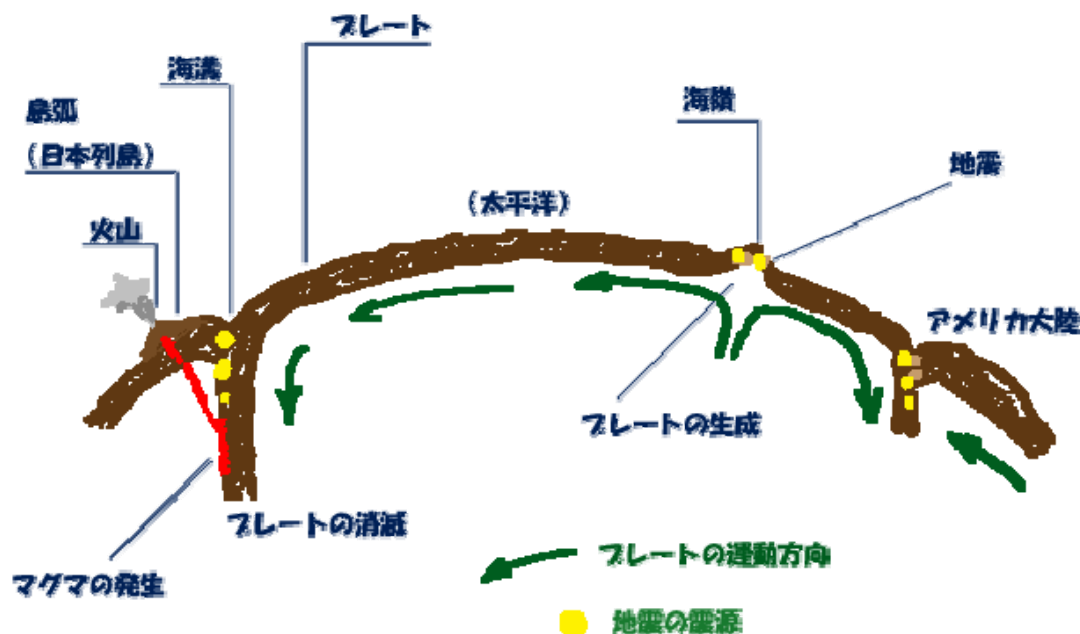


右図：地球の内部構造及び地震波の経路

内部の高温の物質が海底の海嶺（海底の山脈など）で地球の表面にわき出し、厚さ数10 km～100 kmの板状（プレートといいます）となり、1年間に数cmの速さで両側に広がっていきます。これが海底を形づくっている「海のプレート」です。

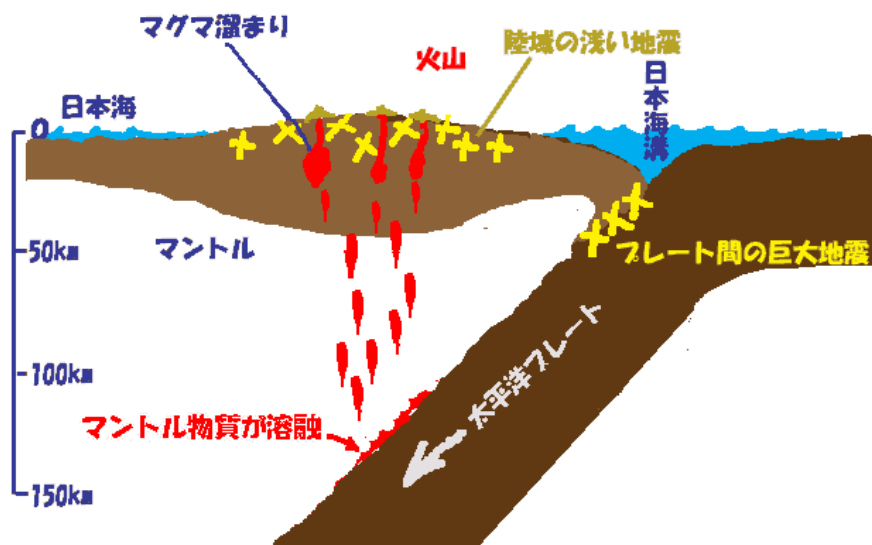
陸地を形づくっている陸のプレートと衝突すると海のプレートの方が密度が大きいため、陸のプレートの下に沈み込んでいきます。沈み込むところ海溝になります。

地球の表面は、いくつかのプレートでおおわれており、それぞれのプレートの境目が、海嶺や海溝などに相当します。海のプレートの沈み込みの地域（海溝沿いの地域）では巨大地震が起こります。



## ② プレートと地震、火山

地球の表面は厚さ数 10～200km 程度の固い岩石の層で覆われ、その層はいくつかのブロックに分割されている。この板状の固い岩石の層をプレートと呼ぶ。プレートの境界ではプレート同士の押し合う力が地震を発生させる（プレート間地震と呼ばれ、海溝付近で発生する海溝型地震と呼ばれるものもこのひとつ）。このタイプの地震の中にはマグニチュード 8 クラスの巨大地震も含まれる。プレート同士の押し合いの結果、プレートの内部にもひずみがたまり、地震を発生させる（プレート内地震と呼ばれ、活断層による内陸地震もこの種類）。また、陸と海のプレートの境界では、海のプレートが陸のプレートの下に沈み込んでいくことが多く、この沈み込んだ海のプレートの内部にも地震が発生する（深発地震）。また、プレートの沈み込みは、火山の原因となるマグマを発生させる。プレートの運動は、世界の地震・火山活動の源なのである。下図はこれらを模式的に表したものである。



<http://www.pref.shizuoka.jp/7000m/museum/008.html>

### ③ 日本の火山帯

●列島の南北にカーブをえがくように、86の活火山があります。

活火山（かつかざん）とは、現在もさかんに噴火を続けている火山のほか、過去に噴火（ふんか）したことがわかっていて、現在の火山活動は活発でなくても、将来噴火する可能性があると思われる火山のことをいいます。日本国内では、合計86の火山が活火山として指定されています（北方領土をふくむ）。

国内での火山の分布をおおまかにみてみますと、本州の中央部を境に西日本火山帯と東日本火山帯に分けられます。両火山帯における火山の密集地域を海溝側（かいこうがわ）のもっとも外の部分をたどれば、ほぼ一線をえがくことができ、これを火山フロントと呼んでいます。

火山フロントは千島（ちしま）ーカムチャツカ海溝、日本海溝、伊豆ー小笠原（おがさわら）海溝、そして琉球（りゅうきゅう）海溝とほとんど平行に走っています。西側から火山フロントに近づくほど火山の分布は密集し、また噴出する量も多くなります。

富士山も活火山の一つで、いまから300年ほど前に大噴火しましたが、現在表面上の活動はみられません。しかし、富士山の火山活動は終わったわけではなく、いつかまた眠りをさまし、噴火する時がくると考えられています。



日本列島に広がる火山帯

<http://www.edu.gunma-u.ac.jp/~hayakawa/paper/city.html>

### ④ 現代都市への火山の危険

噴火マグニチュード7.0を超える巨大噴火は、過去13万年間に日本で10回起こった。しかし日本に文字文化が移入されて以降の最近1500年間はひとつも起こっていない。つまり私たちの先祖はその記憶を私たちに申し送りしていない。極端な人口集中の場である現代の都市に住む人々にとって、この「未知の」巨大噴火の危険はいかほどであろうか。これを数量的に把握するため、同じ噴火がいま起こったときに失われる人命の概数をその噴火の破壊力とよび、破壊力を噴火の発生年代で割ったものを危険度とよんで以下に考察しよう。

たとえば、8万7000年前に阿蘇カルデラから発生して鹿児島県を除く九州全県と山口県を高温の熱風で飲み込んだ阿蘇4火砕流の噴火(M8.4)の破壊力は1100万であり、危険度は126である。2万8000年前に始良カルデラから発生して鹿児島県・宮崎県・熊本県に広いシラス台地をつくった入戸火砕流の噴火(M8.3)の破壊力は300万であり、危険度は107である。危険度は、破壊力で示される死者数を1年あたりにならしたものと考えてよい。

巨大噴火の発生頻度は日本全体で1万年に1回程度、全世界でも1000年に1回程度と低い。近くに都市をもつ火山でそれが発生すると数十万から数百万の人命が瞬時に失われる。火砕流に飲み込まれた被災地の住民はひとり残らず犠牲になる点が、被災地住民のふつう数%以下が犠牲になる地震動災害と大きく異なる。

火山による大災害は巨大噴火のときに発生する大規模火砕流だけによって引き起こされるわけではない。ひとつの大円錐火山の一生の中で一度か二度だけ起こる山体崩壊のときの岩なだれで都市が埋没する危険も大きい。数千年という短時間で一気に作られる（優美な）大円錐火山はそもそも重力的に不安定だから、きっか

けが与えられれば簡単に崩れる。また溶岩ドーム上昇にともなって発生する熱雲で都市が焼き払われる危険もある。このタイプの災害としては1902年のサンピエール市の事例が有名である。

危険度によって示される1年あたりの死者数は(地震動災害による死者数とくらべて)けっして小さくないから、次の大規模火砕流・山体崩壊・熱雲発生を恐れることは杞憂にすぎないと考えたり、その危険を評価したり監視することに投資するのは無意味だと考えるのは当たらない。

過去に起こった大規模火砕流や岩なだれの堆積物は火山麓に広い平坦面をつくって人々に生活の基盤を提供した。そうしてつくられた土地の上に建設された現代都市の生活者にとって、この火山の恵みは当たり前すぎて日々の生活では忘れがちだろう。しかしひとたび火山に異常が発生したら、自分たちの生活基盤がそもそも火山と不可分の関係にあったことをぜひ思い出してほしい。

## 現在の都市をかつて襲った火山事件の例

火山	事件	M	発生年代	破壊力	危険度	壊滅的打撃を受けた市・県
雲仙岳	眉山岩なだれ/津波	3.6	208年前(1792)	10万	481	島原市
樽前山	Ta-a 火砕流	5.2	261年前(1739)	5万	192	苫小牧市
樽前山	Ta-b 火砕流	5.4	333年前(1667)	5万	150	苫小牧市
十和田湖	毛馬内火砕流/泥流	5.7	1085年前(915)	5万	46	鹿角市
榛名山	渋川熱雲	4.8	1400年前	30万	201	渋川市・前橋市・高崎市
富士山	御殿場岩なだれ	-	2400年前	50万	208	御殿場市・裾野市・沼津市・小田原市
岩手山	平笠岩なだれ	3	6900年前	20万	29	盛岡市
鬼界カルデラ	幸屋火砕流	8.1	7300年前	20万	27	西之表市・指宿市・枕崎市・鹿屋市
妙高山	田口岩なだれ	-	1万年前	5万	5	新井市
始良カルデラ	薩摩火砕流	5.9	1万2000年前	60万	50	鹿児島市・国分市・垂水市
男体山	白崖火砕流	5.6	1万4900年前	10万	7	日光市・今市市
十和田カルデラ	八戸火砕流	6.7	1万5000年前	200万	133	青森県・秋田県・岩手県
浅間山	平原火砕流	6.0	1万5900年前	10万	6	小諸市・佐久市
浅間山	塚原岩なだれ	5.3	2万4300年前	50万	21	佐久市・小諸市・渋川市・前橋市・高崎市
始良カルデラ	入戸火砕流	8.3	2万8000年前	300万	107	鹿児島県・宮崎県・熊本県
十和田カルデラ	大不動火砕流	6.7	3万0000年前	200万	67	青森県・秋田県・岩手県
屈斜路カルデラ	第一火砕流	7	4万0000年前	10万	3	北見市・網走市
支笏カルデラ	第一火砕流	7.2	4万1000年前	200万	49	札幌市・千歳市・苫小牧市
箱根山	東京火砕流	6.1	5万2000年前	100万	19	神奈川県・静岡県
銭亀火口	女那川火砕流	6.6	5万3000年前	40万	8	函館市
阿蘇カルデラ	阿蘇4火砕流	8.4	8万7000年前	1100万	126	鹿児島県を除く九州全県・山口県

- Mは噴火マグニチュード
- 破壊力は、その事件が現在起こったら失われるであろう人命の概数
- 危険度は、破壊力を発生年代で割ったもの

都市への危険が考えられるが、調査不十分のため過去の事例がよくわかっていないもの：

- 福島市への吾妻山の危険
- 別府市への鶴見岳の危険

#### ⑤ 推進側の火山対策認識

[http://www.nsc.go.jp/siryo/siryo\\_f.htm](http://www.nsc.go.jp/siryo/siryo_f.htm)

■ 耐震設計指針改定で第19回議事録（2005. 5. 27）に下記議論があります。

柴田委員。

○柴田委員 不適切と大竹先生がおっしゃった意味に即しているかどうかわかりませんが、前にも同じ発言をしたかもしれない、ちょっと記憶にございませんのでもう一度皆さんの注意を喚起したいと思うことがある。

それは、5万年という数字を考えた場合に、日本の場合、私はこういう名称がはっきりしない面もあるのですけれども、ここで更新世と書いてある1万年より前というものをもし考えるとすると、日本では火山の活動が非常に激しい時期が更新世にはありまして、2万年程度をとりますと、火山活動によりますテフラの火山灰で現在のプラントのところで非常に大きな火山灰の蓄積があった地域があるということで、将来、もしこの数字が活きたまま火山の評価をするとすると、幾つもの現在の発電所についていろいろ検討しなければならないことが起きる、そういう数字であるということを改めてちょっとご指摘しておきます。

以上です。

○大竹主査代理 ありがとうございます。

活断層の活動ということ以外に、火山噴火の影響についても考えるべきであるという……

○柴田委員 考えるべきだと言っているわけでもありませんけれども、もし火山活動を考えるべきであるといった場合には5万年という数字は、現在の発電所や何かにも非常に大きな影響を及ぼす可能性のある数字であると。あるいは更新世と言った方がよろしいのかもしれませんが。

以上です。

#### ■ エネルギーレビュー2006. 7 随筆

##### 巨大噴火

昔、杞の国のある男が、天が落ちてくるのではないかと心配し、食事ものを通らず、夜も眠れずにいた。この故事にちなんで「杞憂」とは取り越し苦労をすることをいう。この例からわかるように、われわれ東洋人は低頻度の甚大自然災害について考えることを、取り越し苦労として片付ける習癖を持っていると思っていた。

ところが、最近そうでもないらしいことに気がついた。高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の建設に関しては、「将来数万年にわたりマグマの地殻追加区への貫入や地表への明確に判断される地域は含めない」と明記されていた。原子力災害を避けるために、数万年のタイムスケールで自然災害のことを考えようという決意が感じられる。

それほど長いタイムスケールで災害に対処する覚悟があるならば、これまで杞憂として切り捨てられた甚大な自然災害のことも考えたい。わが国では、1万年に一度は全国に大きな被害をもたらす巨大噴火が必ず起こる。

たとえば、南九州では日本全国に火山灰を降り積もらせるようなカルデラ噴火が6000年から1万年に1回は発生する。最後の噴火が鹿児島島の南の鬼界カルデラの噴火で、7300年前の出来事である。このときの火山灰は西風に乗って運ばれ、関東でも厚さ10センチメートル程度まで降り積もった。もし現代社会でこのような噴火が起これば、日本全国でとてつもない被害が予想される。

最後の巨大噴火から7000年以上が経過している今、南九州で同じような規模の噴火がいつ起こっても不思議はない。低頻度の巨大噴火にどのように対処していくのか、真剣に考えるべき時なのである。いつまでも杞憂とばかり片付けてはいられない。

藤井敏嗣(東京大学地震研究所教授)

## ■ 耐震設計審査指針 パブコメ 回答

整理番号 E111 武本和幸

意見及び理由（全文）

### 【意見】

火山に関する規定を設けなければならない

### 【理由】

日本は地震列島であり、火山列島である。耐震審査指針の改定に、火山問題が欠落している。気象庁の地震と火山の解説によると、日本の火山は、海のプレートが陸のプレートの下に沈み込むことに関係している。このため、日本の火山はプレート境界に平行な帯状の地域に密集している。火山フロントでは新たな火山の誕生・巨大噴火も考えられる。事実、北海道の支笏湖は4万年前に生じたカルデラ湖であり、東北の十和田湖は十和田火山の巨大噴火で生じたカルデラ湖であるが、巨大噴火は更新世に初めて噴火したとされている。（十和田湖のまわりには、奥入瀬火砕流（4万3000年前）、大不動火砕流（3万0000年前）、八戸火砕流（1万5000年前）の堆積物が分布している。大不動噴火や八戸噴火では、十和田湖から50kmの範囲が焦土となった。カルデラのできる前の十和田湖は北壁と西壁には第三紀のグリーンタフが露出していることから非火山性のごく普通の山地だった）南九州の鬼界カルデラの幸屋火砕流噴出は6300年前である。火山フロントの周辺や巨大噴火が繰り返されている地域では、地震対策－耐震審査とあわせて、火山対策の審査がなされなければならない、その指針が必要である。カルデラを生じるような巨大噴火は、南九州や東北・北海道では、活断層が対象とする後期更新世以降何回も起こっている。巨大噴火では噴火口から50～100kmの範囲で火砕流が襲っている。こうした自然現象に工学的対処は不可能であり、原子力施設は火山地域を回避するしかない。火山フロントから一定の範囲には、原子力施設を設置してはならないとする禁止規定が必要だと考える。

### 【対応方針案】

原子炉施設の安全設計に関し、火山の影響に関する考慮は、地震について考慮する耐震安全性とは別の自然現象に対する設計上の考慮として検討すべき事項であると考えられるため、今回の改訂指針案には火山に関する規定は含まれておりません。

なお、原子炉立地審査指針「1. 1原則的立地条件」には、次の規定が設けられています。

「(1) 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。

さらに、発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針の「指針2. 自然現象に対する設計上の考慮」において、「2. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によっても原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。・・・」との規定があります。

これらを踏まえ、安全審査においては、個別設置許可申請に係る敷地の自然環境を基に考慮すべき自然現象の対象を選定することにしておりますが、火山の影響に対する考慮についても、個別の敷地の自然現象について調査を行い、必要に応じてその敷地への影響が考慮されることとなります。

以上の点につきましては、意見公募後の耐震指針検討分科会においても確認されております。

整理番号 F093 太田 正太郎

意見及び理由（全文）

私は2005年10月19日、大間原子力発電所の原子炉の設置に係る公開ヒアリングに参加しました。意見の陳述では、先ず、発表されたばかりの原子力政策大綱が、核燃料サイクルが破綻しているにもかかわらず、無理矢理プルサーマル方式を推し進めようとしていることを批判し、特に大間原発が、フルMOXの世界初のプルサーマル発電所になることへの危惧を述べました。

その論点の一つに、気付いていない断層帯を指摘しました。スペースシャトル・エンディバーで毛利さんが撮影した渡島半島と下北半島の写真に、函館平野西縁断層帯の他に、北海道南西沖地震の震源地からNW-S



E方向に清水山－汐泊川沖合－大間－恐山と断層帯が写っている。と言うことを指摘しました。これが恐山から十和田湖まで続くとも言われ、火山帯の中に大間の原発が位置していることになり、まったく立地の条件はないのではないかと批判しました。

今回の耐震指針の見直しは、活断層、耐震にかぎって検討している。私が考えるには、もっと広げて、火山列島日本という見方が必要なのではないかと思えます。半減期が何百年何千年という放射性物質を扱うのですから、有史前の火山活動や地震・噴火についても考えをめぐらせる必要があります。

現代の数十年間を区切って考えるべきではない。永久に安全という尺度をもって計るようにはしなければならないと思えます。

人類の未来を見通して、原子力発電は、人類に負の遺産を残すことになると考えます。原子力政策はプルトニウムなどを発生させない方法で追及されるべきものと考えます。

#### 【対応方針案】

原子炉施設の安全設計に関し、火山の影響に関する考慮は、地震について考慮する耐震安全性とは別の自然現象に対する設計上の考慮として検討すべき事項であると考えられるため、今回の改訂指針案には火山に関する規定は含まれておりません。

なお、原子炉立地審査指針「1. 1 原則的立地条件」には、次の規定が設けられています。

「(1) 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。

さらに、発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針の「指針2. 自然現象に対する設計上の考慮」において、「2. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によっても原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。・・・」との規定があります。

これらを踏まえ、安全審査においては、個別設置許可申請に係る敷地の自然環境を基に考慮すべき自然現象の対象を選定することにしておりますが、火山の影響に対する考慮についても、個別の敷地の自然現象について調査を行い、必要に応じてその敷地への影響が考慮されることとなります。

以上の点につきましては、意見公募後の耐震指針検討分科会においても確認されております。

#### ■ 大間原発の火山論争

2006. 10. 3に脱原発議員（事務局近藤正道参議院議員）が大間原発の火山問題に対して事前に質問を送り、電源開発や保安院との間で議論した。

問 原子力施設の火山問題検討はどのようになされているのか。

1. S39策定の「原子炉立地審査指針」の原則的立地指針 “大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと” とある。

2. S45策定の「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」で“指針2. 自然現象に対する設計上の考慮の2で. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地震以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合わせた場合を考慮した設計であること” とある。

こうした指針から、火山の巨大噴火が最近の地質年代＝後期更新世＝12～13万年前以降に繰り返し発生した西日本と北日本の原子力施設は、立地不適となると考えるが、どのような検討がなされたのか。

<電源開発回答>

- ・30km圏内の地質図を作成した。
- ・陸奥や恐山の火砕流や溶岩流は大間敷地に至っていない。
- ・よって、火砕流や溶岩流が大間敷地に至ることはない。

Q：洞爺火山灰が堆積しているが、洞爺火山灰のような事態の評価はどうしたのか

A：冷却水の取水口に支障はないことを確認した。

火山は前兆把握が可能で停止できる？

<保安院回答>

Q：何を根拠に審査評価するのか

A：指針はない。個別の審査だ。

Q：火山灰の降灰に耐えられるのか

A：・建屋は積雪荷重に耐えられる。

・冷却水の取水口に支障はない。

Q：鬼界カルデラ噴火は6300年前、鹿児島川内原発は火砕流堆積物が堆積した範囲でないのか。8万年前の阿蘇4噴火は九州一帯と中国・四国に火砕流が到達している。九州や中国四国の西日本の原子力施設の火山対応はどのように審査評価したのか。

A：回答のために、調査して臨んでいないので即答できない。

<感想>

火山と地震はプレートテクトニクス理論では同根

気象庁HP 「気象等の知識」「地震と火山」参照

火山検討は30km圏の地質図のみから判断評価

近距離の場合は火砕流や溶岩流の評価が必要でないか。

西日本と北日本の原子力施設には巨大噴火対策の検討が必要でないか。

火山指針の策定が必要でないか。

地震学者・技術者はそれなりにいるが、火山関係者は少数。

火山問題は地震同様に原子力施設の弱点である

問 火山活動に関わる問題

青森県や北海道は活発な火山地域です。大間原発計画地は恐山火山から25km、陸奥燧岳から14kmの地点です。大間原発の敷地内外には溶岩の貫入や火山堆積物が厚く堆積しています。また、周辺の段丘堆積物の中からは厚さ20cmにも及ぶ洞爺火山灰が堆積しています（写真2参照）。十和田火山の大噴火は915年だと伝えられています。安全審査申請書には、海底に数多くの凹地地形が存在することが記載されています（申請書第3-2-29図参照）。こうした凹地地形の一つが銭亀・女那川火山灰の供給源だとされたのは最近の事です。

① 火山地域に原子力発電所を計画する場合、火山の影響を考慮しなければならないと考えますが、どのような検討をしたのですか。

遠方の火山が供給源であっても、過去に厚い火山灰が堆積した実績のある地域の原発計画では、厚い火山灰が堆積する事態を想定しなければならないと考えますが、どのような検討を実施したのですか。

<電源開発回答>

Q：洞爺火山灰が堆積しているが、洞爺火山灰のような事態の評価はどうしたのか

A：冷却水の取水口に支障はないことを確認した。

火山は前兆把握が可能で停止できる？

<保安院回答>

電源開発のオオムがえしの答弁。ほとんど準備なし。

火山は、原子力施設の大きな弱点だとよくわかりました。

Q：火山対応の審査基準は何か。

A：国際基準 IAEAの基準で対応している。日本が人材派遣したIAEAが基準をもっている。

<感想>

西日本。北日本の原子力施設の位置や巨大噴火の整理が必要

現行の火山に関する「審査指針」や火山に最も近い鹿児島川内原発の審査記録や電源開発大間原発の一次審査時の記録を入手する必要がある。

