

規制の耐震基準判断の論点 —原発の耐震における新規制基準—

A study on the Trial Case about OOI NPP
—New Regulatory Guide for Seismic Evaluation of Nuclear Power Plants—

元法政大学	宮野 廣	Hiroshi MIYANO	Member
大阪大学名誉教授	堀池 寛	Hiroshi HORIIKE	Member
日本保全学会	蛭沢勝三	Katsumi EBISAWA	Member
IAEA	高田毅士	Tsuyoshi Takada	Member

We have been investigating the issues of the nuclear power plant suspension trial. Many of the recent issues are related to the validity of seismic assessments. Our study group has clarified what is the technical issue, and is working to show appropriate responses to technical issues that have not been explained in the trial. This report outlines the latest concept of seismic evaluation and clarifies the issues regarding the uncertainty of evaluation.

Keywords: Case of lawsuits, Claiming to suspend the operation, Seismic Issue on NPP, Uncertainty Evaluation

はじめに

“原発運転差止仮処分裁判”における指摘のおおくは、地震動評価での技術論として、設計基準とそれを超える地震動の設定の妥当性や、充分性、保守性についての議論である。リスク論としての残余のリスクの適用の課題や議論してきた。本報告では、社会とのつながりの大きい外的事象への対応について検討する。

原子力発電所に求められる耐震性

1)地盤の問題

原子炉施設の耐震設計において、原子炉建屋等の基礎基盤や周辺の地盤の安定性は重要な課題である。すでに、地震による損傷防止設計は成されているが、十分な耐震性がなされていても、地盤が動けば原子炉施設の安全機能に重大な影響を及ぼす可能性がある。

第一に地盤が構造物を十分に支持すること、第二には地盤の変形、ひずみや沈下、傾斜にも安全機能が維持されること、第三には変位に対しても同様に安全機能を有していなければならない。

変位については、学术界ではすでに断層変位問題として、検討会を持ち、対応の方法について議論し、評価法を提案している。断層変位に対するプラントの変位、傾斜の試算を行い、健全性維持についても評価を行っている。

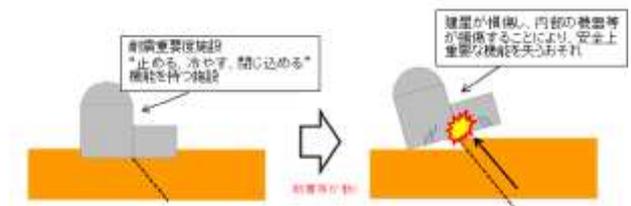


図1 断層活動による地盤のずれ

2)将来活動する可能性のある断層

「耐震受容施設は、変位が生じるおそれがない地盤に設けなければならない。」と定められている。「変位」とは、「将来活動する可能性のある断層等」が活動することにより、地盤に与えるずれをいう。この「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世以降（約12～13万年前以降）の活動が否定できない断層等を言う。

「震源として考慮する活断層」のほか、「地質活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、「支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面」も含まれる。この断層の活動性については、78万年前まで遡っての評価もあるが、可能性を否定する議論は難しい。

連絡先:

宮野 廣

日本保全学会（元法政大学）

〒110-0008 東京都台東区池之端 2-7-17、7F

miyano@jism.or.jp

3) 基準地震動

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動と震源を特定せず策定する地震動を定め、敷地の解放基盤表面に水平方向及び垂直方向の地震動として与えられる。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動は、検討用地震動を複数選定する。それぞれに不確かさを考慮して震源から解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して基準地震動を策定する。特に、この基準地震動の策定過程に伴う各種の不確かさについては、敷地における地震動評価に大きな影響を与えると考える支配的なパラメータについて分析した上で、必要に応じて偶発的不確かさと、認識論的不確かさを組み合わせるなど、適切な手法を用いて不確かさを考慮することが求められる。

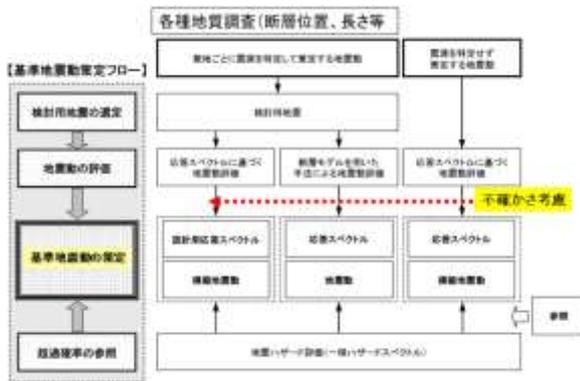


図2 基準地震動策定の手順

不確かさの考慮には、レシピと言われる評価の過程で用いられる様々な因子が挙げられる。この因子への取り組み方やデータのばらつきなどが不確かさの要因となる。



図3 地震動の大きさを決める因子(レシピ)の不確かさ

断層部での地震発生モデルにおける因子や、地震動の伝播における因子には不確かさが多々あり、これらをどのように考慮するかは、発電所のサイトごとに事情が異なるものである。

4) 耐震設計

設備の耐震設計は、設備の安全に対する位置づけにより、クラス分けされて行われる。最も厳しい要求がされる安全に係る設備については、地震力に対して、おおむね弾性範囲に留まるよう設計されるとともに、安全機能の維持が求められる。

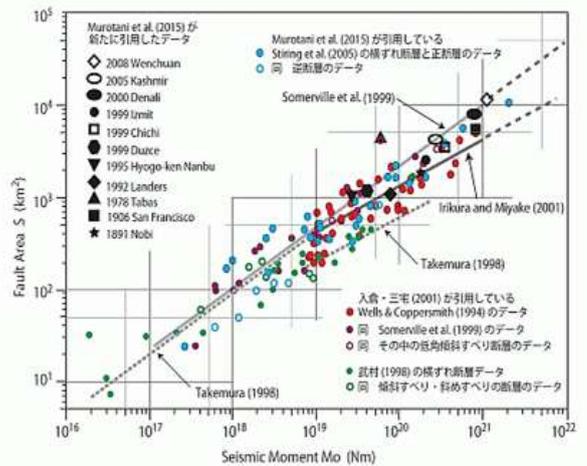
特に重大事故等対処設備に関しては、重大事故に至るおそれがある事故一事故の起因事象を特定して安全確保を求めるもの一に対処するために必要な機能が損なわれないことが求めている。

しかし、設計基準での安全機能の確保は、地震動の発生が明確に決められるものではないことも明らかであることを考慮すれば、リスクとして残された可能性(残余のリスク)を評価し、対策を取ることが適切と考える。

5) 基準地震動の策定過程

これまで、多くの裁判において停止を求める原告から、基準地震動の策定に意義が唱えられてきた。入倉・三宅の式での地震モーメント、地震動の大きさの推定は、基準地震動としては小さいと言うものである。議論にあるように、入倉・三宅式は平均値を予測するものであり、最大値を求めているものではない。

最新の入倉・三宅の式の評価を見ると、下図に示されている。データとともに見れば、中央値としてよく表されていると言える。



この図は、武村(1998、地震、51、211)、入倉・三宅(2001、地学雑誌、110、649)、および Murotani et al. (2015、Pageoph、172、1371)の図を統合したもの。

図4 入倉・三宅の式の位置づけ

地震動の大きさは、①震源の特性(断層ずれ発生の大きさ)、②地震波伝播の特性(震源からの距離や岩盤の状況)、③地盤増幅の特性(地盤の硬さ・柔らかさ)に

より決まると言われる。これらのデータを調査により明らかにすることで、より正確に予測することが可能となる。

6) 応答スペクトルに基づく地震動評価

この評価手法は、敷地に大きな影響を与えると予想される地震として選定された検討用地震の震源が活動したと仮定した場合に、評価地点において想定される地震動を経験的に算出するもので、基準地震動を策定する一つの方法である。震源での地震動の大きさ（マグニチュード）と震源（地震動が発生した断層）からの距離で、サイトの解放基盤での地震動を評価する手法である。多くの地震動から統計分析により距離減衰式が作成されている。応答スペクトルは敷地周辺の地下構造の特徴により選択的に伝播する。

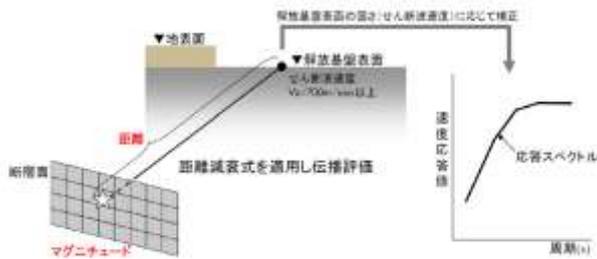


図5 応答スペクトルに基づく地震動評価

7) 断層モデルを用いた手法による地震動評価

断層は面であり、断層面は均質ではなく、更に地震の発生メカニズムも複雑である。断層面はある時に突然滑って地震波を発生する。この滑り量が大きく強い地震動をもたらす領域をアスペリティと言う。地震動はある領域が突然ずれて滑り、それが断層面を次々伝播し、ずれてアスペリティ領域では大きなずれとなり、大きな地震波が生み出される。これが重なり震源での地震動として振動波形が得られる。

8) 不確かさの評価

地震動の評価では、震源特性パラメータ、先に挙げたレシピと言われる因子のうち、活断層の存在、断層の長さ等、ほとんどの因子には、不確かさがある。それは、大きな地震動は、数百年、数千年、数万年に1回という発生頻度でしかない場合が多く、データ、情報を集めることに大きな困難を伴う。これらの因子、震源断層の長

さ、地震発生層の上端深さ・下端深さ、断層傾斜角、アスペリティの位置・大きさ、応力降下量、破壊開始点など不確かさ、およびこれらに関わる考え方や解釈の不確かさなどがある。サイトでの特徴に合わせて支配的なパラメータについての不確かさを組み合わせて、評価しなければならない。

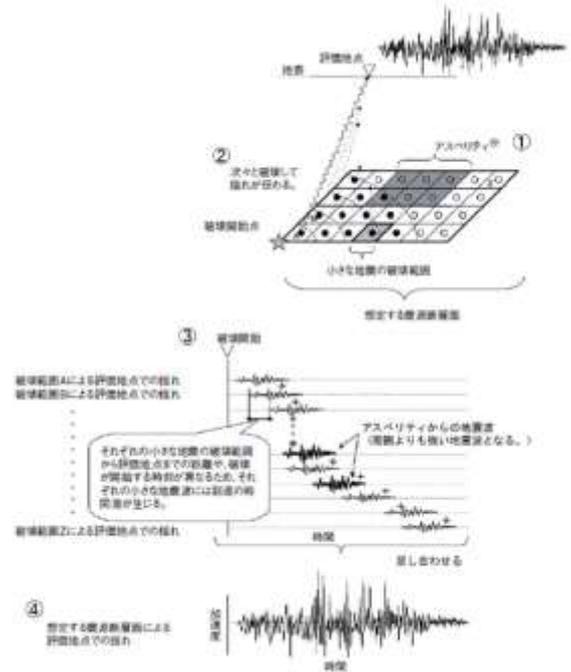


図6 断層モデルによる地震動評価

まとめ

我が国では地震動に対する安全確保が最も重要な課題となっている。新規基準が策定され、安全確保は格段に向上した。そこにある不確かさへの理解が十分ではなく、誤った判断があってはならない。正しく不確かさを捉えるとともに、リスク評価と合わせて、安全確保を評価することが望ましい。

(参考文献)

1. 実用発電用原子炉に係る新規基準の考え方について、原子力規制委員会、平成 28 年 6 月 29 日制定
2. 入倉・三宅の地震動評価式を大規模のデータで分析、井口豊、生物化学研究所、2018 年 11 月 16 日