

新安全基準（地震・津波）骨子案への意見について

1. 全体意見

<該当箇所>

新安全基準（地震・津波）骨子案全般

<意見とその理由>

新安全基準は原子力施設の設置（変更）許可に関する安全審査において、その客観性や合理性を高めることを目的として定められるものと思料している。このためには、安全基準に関連した工学分野における体系化された技術や、最新の知見を取り込むことが不可欠と考える。

公益社団法人土木学会 原子力土木委員会は、原子力利用についての土木技術に関する課題の調査研究を行い、学術、技術の進展に寄与することを目的に 1970 年に設立された。当委員会では、活断層、地盤、構造設計、津波などの課題について調査研究をしてきており、これらの成果を広く社会に公表し、電気事業の設計実務や民間技術基準類の策定に役立てられてきた。一方、東日本大震災における原子力発電所被害を反省として、当委員会においては、原子力発電所の安全性向上を図るには、従来のように個々の事象に対する施設の安全性を追求するだけでなく、敷地全体に関わるリスクを俯瞰した上でそれを低減することを目指している。

このような立場から骨子案を見ると、新たに施行される新安全基準（地震・津波）骨子案には信頼性を向上させるための技術開発とその積極的な適用を促す視点が見られず、原子力安全のための総合工学として以下の観点からの検討が不足していると思われる。

- (1) 原子力施設の安全性を総合的に高めるためには、工学的な対処が適切と考えられる観点
- (2) 原子力土木技術の最新の知見を反映することにより、安全性・信頼性がより一層高まると考えられる観点
- (3) 一般土木構造物（橋梁、ダム、トンネルなど）に採用されている最新の設計・施工技術の応用が可能と考えられる観点

個別具体的意見は以下に記載した。

2. 個別意見

(1) 個別意見その1

<要旨>

「1. 地震及び津波に対する設計の基本方針」の【基本的要求事項1】に、施設への影響に関する記述を加えること。

<該当箇所>

1. 1. 地震及び津波に対する設計の基本方針 【基本的要求事項】の第1項第一号

<意見>

・【基本的要求事項】の第1項第一号について、以下のように下線部を追加する。

一 重要な安全機能を有する施設は、将来活動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断層等の露頭がないことを確認した地盤に設置すること。

<理由>

本提案では、骨子案に対して、「施設に大きな影響を与えるおそれがある」を追加して記載することを主張する。これは、骨子案の基準地震動、基準津波の定義にもすでに記載されている表現であり、指針全体の整合性としても極めて重要である。

「将来活動する可能性のある断層等」の説明が骨子案【要求事項の詳細】に示されており、震源として考慮する活断層のほか、地震活動に伴って永久変位が生じる断層に加え、支持地盤を切る地滑り面が含まれるとしている。

土木工学的見地に立てば、これらの断層等により施設が受ける地震リスクは、当該断層の活動可能性の大小、断層変位の形態や変位量の大小、施設の構造形式や機能代替性の有無などに基づき、総合工学的視点にたつて判断すべきものである。この点から、骨子案は、施設への影響にまったく言及がなく、露頭の有無を単純に立地の判断に結び付けており、設計の安全基準として不適切である。

重要な安全機能を有する施設とはどのような施設で、それぞれどのような機能に影響あると困るのかを、まず明らかにする必要がある。その施設には原子炉建屋、それ以外の開閉所、海水管ダクトなどがある。旧基準でもその存在により設置ができない原子炉建屋を除き、影響度に応じて対策が可能なものがある。それに及ぼす「断層等」についても、地震作用により生じる地すべりについては仮に生じるとしても対策が可能なものと選別することが必要である。

断層が活動しうるか否かという理学的な面のみでなく、断層変位が構造物にどのような影響を与えるかという工学的な観点が不可欠である。ここで規定対象となる断層は、変動地形として明瞭に認められる活断層から地すべり等に起因した微小変位まで多種多様であり、断層規模や変位量の範囲も幅広い。活動性評価の不確かさや施設に及ぼす影響の大きさを考慮せず、全てを一括して判断することは、総合的な安全性の確保という点から不適切である。個別のリスクを正しく把握し、その大きさに応じた適切な対策を講ずることが、全体としてのリスク低減には効果的である。

実際に断層がどのくらいの変位を生じる可能性があるかは、地層中に見られる過去の変位量から類推できるほか、断層の長さからも経験的に算出できる¹⁾。また、震源断層の変位に伴って、その近傍に分布する小断層にどのような変位もたらされるかという解析的検討事例もある²⁾。さらには、IAEAがcapable faultに対して推奨している確率論的な断層変位ハザード解析³⁾について、我が国への適用性も検討されている⁴⁾。

一方で、断層変位直上の構造物安定性については、近年、土木学会と地盤工学会のタスクフォースとして精力的に研究が推進され、断層変位による被害事例調査、震源断層近傍の地盤変形予測ツールの開発、人命損失や多様な構造物への損傷を最小化するための方策などが包括的に検討されている⁵⁾。実際に、多様な重要土木構造物において、想定される断層変位への対策を設計で講じた事例が知られている^{6,7)}。たとえば、断層直上で滑りやすい基礎上の構造物が破壊を免れた事例もある。また現在進行中のUC Berkeleyのメモリアルスタジアムの大改修、ニュージーランドのクライドダムのように断層上から動かさない事情のある構造物への対応もある。断層変位による地盤・構造物への影響評価においては、これらの研究成果を積極的に参照していくべきである。

<参考文献>

1) Donald L. Wells and Kevin J. Coppersmith: New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement, BSSA, Vol. 84, No. 4, pp. 974-1002, August 1994.

2) Fälth, B., Hökmark, H. and Munier, R.: Effects of large earthquakes on a KBS-3 repository – Evaluation of modeling results and their implications for layout and design -, SKB Technical Report, TR-08-11, 2010.

3) Youngs, R.R., et al. : A methodology for probabilistic fault displacement hazard analysis (PFDHA),

Earthquake Spectra, Vol.19, No.1, 2003, pp.191-219.

4) 高尾 誠, 土山 滋郎, 安中 正, 栗田 哲史:確率論的断層変位ハザード解析手法の日本における適用, 日本地震工学会論文集 第13巻、第1号、2013, 17-36.

5) Konagai, K.: Data archives of seismic fault-induced damage, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 25, 559-570, 2005.

6) Bray. J. D. : Developing mitigation measures for the hazards associated with earthquake surface fault rupture, Seismic Fault Induced Failures, Workshop, JSPS (Konagai, K., Hori, M. and Meguro, K., eds.), 55-80, 2001.

7) Konagai, K. et al: "Fault Provisioned Design Examples", Chapter 7 in "Key Points for Rational Design for Civil-Infrastructures near Seismic Faults Reflecting Soil-Structure Interaction Features", Report of JSPS Research Project, 2007.

(2) 個別意見その2

<要旨>

「7. 津波に対する設計方針」の基本的要求事項一に、施設への影響に関する記述を加えること。

<該当箇所>

7. 津波に対する設計方針 基本的要求事項の第一号

<意見>

・【基本的要求事項】の第一号について、以下のように下線部を追加する。

一 重要な安全機能を有する施設等の設置された敷地において、基準津波による遡上波を直接到達、流入させないこと。また、取水路、排水路等の経路から流入した水が重要な安全機能を有する施設に影響を与えないこと。」

<理由>

骨子案では、「また、取水路、排水路等からの経路から直接流入させないこと」としており、ドライサイト条件を要求している。これは浸水に対する完全な防護措置で津波安全性を担保しようとする基本方針であると理解できる。しかし、土木工学的な見地に立てば、流入・流出経路を遮断することによる水理的影響も踏まえ、上記提案のように施設への影響に関する記述が必須である。

東北地方太平洋沖地震津波発生時に女川原子力発電所で起きたポンプ室への浸水現象は、発電所港湾で O.P.約 13m まで水位が上昇し、その水圧が取水路内に作用したことが第一の要因である。その時に周囲より水密性が弱かった場所（追加設置した水位計）が水圧に負けて浸水した。取水路内の圧力を逃がすことができないと、取水口で上昇した水位分による圧力がそのまま取水路内に作用するのである。

このことから得られる教訓は、津波による水位上昇により取水路内の圧力が上昇し、重要施設に影響を及ぼす場合があるということである。敷地内への浸水を許さないことが「安心」の観点からよいものとしても、この「安心」を追求するあまりにすべてのピット等を塞いで取水路内の圧力が高くなり、重要構造物への漏水リスクを増加させては本末転倒である。取水路の途中に取水槽のようなピットがあれば、取水路に大きな圧力が作用した場合、ピットから溢水することにより取水路内にかかる圧力は低減できる。

取水路、排水路等の経路から直接流入させないことにこだわるのではなく、柔軟な対策により、取水路、排水路等の経路から流入した水が重要な安全機能を有する施設に影響を与えないようにと要求すべきである。