

耐震設計審査指針に「想定外」をなくす決意を ～中越沖地震と原子力発電所を考える

防災ジャーナリスト 牧野 恒一

新潟県でまた大きな地震が起きた。今回の地震は震源が陸域近くの海底下だったため、原発が予想外の大きな被害を受けた。特に、構内で火災が発生したのに消火できず、公設消防(柏崎市消防本部)が来るまで2時間もなすすべがなかったことは、近隣住民に大きな不安を与えた。住民の不安を受けた柏崎市の会田洋市長は、消防法に基づき構内の危険物施設に対する使用停止命令に踏み切ったほどだ。

本稿では、中越沖地震と原発火災および原発の耐震性について考えてみたい。

原発被害で電力抑制

7月16日(月＝祝)午前10時13分、新潟県上中越沖の地下約17kmの地点を震源とする新潟県中越沖地震(M6.8)が発生。最大震度は新潟県長岡市、柏崎市、刈羽村、飯綱町(長野県)などで「6強」を記録し、死者11人などの大きな被害を出した。

今回の地震で特筆されるのが、東京電力柏崎刈羽原子力発電所の被害だ。地震直後に変圧器から出火し、公設消防が地震後の出動要請殺到を押して出動し消火するまで、2時間近く黒煙を上げて燃え続けて、住民に不安を与えた。

また、構内は地面が波うち、至る所に地盤沈下、陥没、段差ができ、配管は破断し、建物や施設は歪んだり亀裂が入ったりして惨憺たる状況になった。

建物の亀裂から雨水が浸入して30tの水が溜まったとか、消火配管が破断して水が漏れ、建物と配管やケーブルとの間にできた隙間から浸入して、地下5階部分に2000tの水が溜まっている、などとの報道もあった。

6号機の使用済み燃料プールからあふれた水の一部が非管理区域に漏れ出し、最終的に微量の放射性物質が海に流出したほか、7号機の排気筒から原子炉の緊急停止操作手順ミスで微量の放射性物質が放出されるなど、微量とはいえ放射性物質が原発の外部に漏れ出すという事態も2件発生した。

重さが310tもある6号機の鉄製の天井クレーンが破損したことも大きい。このクレーンは、耐震強度のクラス分けがA、B、Cの3分類のうちBクラスに位置づけられており、建築基準法の規定などと比べてはるかに高い強度が要求されていたからだ。

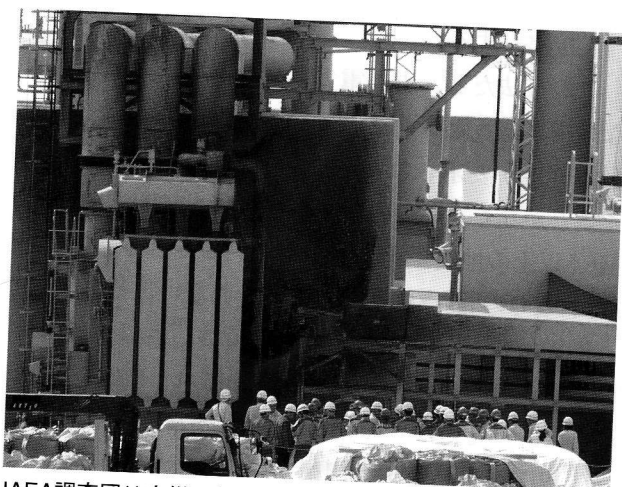
圧力容器など原子炉本体の調査はまず8月21日から23日まで1号機原子炉上部で実施された(フェーズ1*)。1号機は定期点検中で、原子炉が起動されていなかったせいか、損傷・変形・脱落などの異常は確認されなかった。10月中に運転中だった7号機で炉内点検が始まる予定だ。これには国際エネルギー機関(IAEA)をはじめ、世界中の関係者が注目している。そのとき、もっと深刻な被害が見つかる可能性もあるかもしれない。

あれやこれやで、発電を再開するまでに2年以上かかるのではないかと、という見方もある。おかげで、首都圏では猛暑の中、電力事情に不安をかかえるようになり、火力発電所の再開で二酸化炭素(CO₂)の排出量が急増するなど、日本全体が様々な影響を受けることとなった。

生かせなかったIAEAの指摘

今回の変圧器の火災で問題なのは、公設消防に頼

*東電の定義によるフェーズ1は原子炉上部点検、フェーズ2は原子炉中間部(炉心部)点検、フェーズ3は原子炉底部点検。



IAEA調査団は火災の起きた3号機所内変圧器3Bも調べた(8月6日)

らなければ消火できなかったことだ。地震時でなければ、自衛消防隊も動員でき屋外消火栓も使えるので、自前で消火できた可能性はある。だが、地震でその前提が崩れたため、消火できなくなってしまったのだ。

火災発生時に構内には職員や関連会社職員など相当数の人がいたが、それぞれ地震に伴って発生した他の事象の対応に追われ、火災対応のために動員できたのは、消火訓練を受けていない4人とどまった。

報道によれば、この点については、2年前の2005年6月にIAEA(国際原子力機関)の運転管理評価チームの評価報告書で「火災対策を専門に担当する組織が存在しない」などと指摘されており、「火災対策の組織や火災訓練を強化する必要がある」などの改善が求められていた。東電では評価後に改善に着手し、消防署の指導で消火訓練などを行って昨年5月の再評価で「課題は解決した」との評価を受けていたということだが、地震による原発施設の損傷と火災との同時発生の場合の体制としては十分ではなかったことになる。

一方、公設消防は、出動要請の殺到で出払ってしまっていた。その消防に、普通の電話で119番通報しても、輻輳でなかなか通じなかったというが、当たり前だ。消防へのホットラインのある部屋の扉が地震で開かなくなってしまったからということだが、それらの結果、消火までに2時間も要してしまった。

今回は、建屋の外にある変圧器が燃えたので、他への延焼のおそれもなく、結果的には「騒ぎ」と「不安感

の助長」だけで収まったが、日本で原発を運転するなら、大地震対策と同時に、大地震に伴って発生する火災に対する対策を講じておくのは当然のことだろう。

「原子力災害」以外への備えも

消火配管などの消防用設備等を大地震に遭っても使えるよう耐震対策を徹底しておくこと、大地震時に他の役割がない専任の自衛消防隊を昼夜を問わず一定程度確保しておくこと、消火配管が破損しても一定の活動ができるタンク付き消防車を配備しておくこと、危険物を貯蔵したり取り扱ったりしているなら、泡消火設備など危険物火災への対応も怠らないこと、万一に備えて消防機関へのホットラインを整備し地震時にも使えるようにしておくこと、などは、「原発」という施設の特性と大地震時の被害の特性を考え合わせれば、いまさら「こうすべきだ」と指摘するのも恥ずかしいような基本的なことだ。東電としては、原発が大地震に遭遇した場合に備えて万全の対策を講じていたつもりだったのかもしれないが、「原子力災害」に直結しないと考えられる部分については、想像力が不足していた、ということだろうか。

柏崎刈羽原発以外でも、これらの整備は十分ではないようだ。原発関係者に、「原子力災害」に比べて火災を軽視する気持ちはなかったか、良く反省して十分な対策を講じるようにしてもらいたいものだ。

自主保安か規制か

建築物などには、その火災危険性に応じ、消防法で消防用設備等や自衛消防隊の設置などの防火安全対策や使用する危険物の保安対策について様々な規制がかかっている。原発も当然その対象だ。だが、これまでは、一般の事務所などと同じ扱いで、原発だからといって特別な規制はなかった。工場や作業場などと同様、法令上は一般的な最低限の規制に止め、事業所に特別な事情があるならその対策は自主的に考えるべき、という考え方だったのだ。

一方、原発には原子炉等規制法や電気事業法の規制もかかっている。これらの規制においても、当然、

火災は大きなリスク要因の一つだ。だが、その規制内容は「火災が原子力災害に結びつかないようにする」というのが主眼となっている。今回の変圧器の火災は原子力災害に結びつくようなものではなかった。原子炉等規制法や電気事業法の規制では軽視してきた火災に属する。

今回のような火災に対する対策は、どちらの規制体系から見ても「自主保安」の範疇に入る。「自主保安」は産業界が要望する「規制改革」のキーワードだ。電力会社は、日本の企業の中でも有数の大企業だ。そこが、電力の安定供給のために全力で「自主的に」安全対策を考えて来たはずだ。それでもこの程度なのか。やはり規制が必要なのか。「自主保安」の真価が問われているのだと思う。

M6.5では低すぎる

今度の地震で柏崎刈羽原発が惨憺たる有様になったのは、「地震が想定外だったから」ということだ。

しかし、M6.8の地震というのはありふれた地震だ。日本では近海も含めれば年に数回は発生している。そんな地震が「想定外」だというのは、想定方法自体が間違っている、ということではないか。

原発の耐震性は、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」で定められている。技術の進歩などを踏まえて原子力安全委員会が昨年(2006年)新指針を出したが、柏崎刈羽原発を含め、ほとんどの原発は旧指針に基づいて建設されている。

旧指針の考え方については、拙稿「原発の耐震性と耐震基準の見直し(地水火風第16回2001/8/25 <http://www.secu354.co.jp/joren/joren.htm>)」で整理しているが、簡単にまとめると以下ようになる。

- ①その原発が遭遇すると考えられる最大の地震動にも耐えられるように設計する。
- ②「考えられる最大の地震動」は、その地域の過去の地震のデータ、活断層からの距離、地質構造などから想定する。
- ③それらのデータからは大きな地震が想定されなくても、原発から10kmの距離で起きるM6.5の地震には耐えるように設計する。
- ④地震力に対抗できる堅固な構造で固い岩盤の上に

直接建設する。

この方法だと、中部電力浜岡原発のように、大きな地震に遭うと予想されている地域の原発は大きな耐震性能が要求されるが、過去に大きな地震に遭ったことがなく、周辺の地下構造的にも10km以内ではM6.5以上の地震が発生しないと判断される原発には「それなりの」耐震性能しか要求されないことになる。

旧指針に基づく柏崎刈羽原発では、近海にあった断層を見逃したため、結局「10km離れたM6.5に耐える」という「それなりの」耐震性能しかなかった。それが、専門家が連発する「想定外」の意味だろう。

だが、断層は地表からわかるものだけではない。近くにあった断層を見逃してしまうことは当然想定しておかなければならない。見逃した場合の押さえが「M6.5」だというのは、普通の人が不安を覚えるのは当然だろう。地震学者にも、せめて兵庫県南部地震のM7.3くらいは考えておくべき、という人はたくさんいる。

想定地震動の見直しは必要ないか

今回、M6.8深さ17km程度の地震なのに、原発構内では地下5階の岩盤上で680ガル(想定値273ガルの2.5倍)、地上1階で2058ガル(想定値834ガルの2.5倍)という最大加速度を記録した。それでも「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の基本機能が確実に作動したことはもっと評価されてよいと思う。だが、「想定外でも事実上大丈夫だった」というのと、「想定内だったので当然大丈夫だった」というのとでは全然違う。

岩盤上に設置されている本来的に「固い」構造物の耐震余裕度は事実上極めて大きい、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の3機能に直接関係する部分(原子炉压力容器、制御棒、原子炉格納容器、非常炉心冷却システムなど)の中にも、本来「固くない」ものを無理やり「固く」作っているものもあるのではないか。そういうものが今回のように想定の2.5倍以上の加速度を受けたとき、まだ余裕があったのだろうか。よく調査して明らかにしてもらいたいものだ。

新指針では旧指針の「M6.5」の考え方は、「震源を事前に特定できない地震による震源近傍の地震動」という考え方に変更された。「10km離れたM6.5」という

表1 耐震設計審査指針(旧)(1981年)

クラス	機能	クラス別施設の例	地震力	許容限界	編集部注
As (Aのうち)	放射能を内蔵し、機能喪失すると放射能外部放散の可能性あり	原子炉容器、1次系配管など 使用済み燃料貯蔵施設 原子炉停止施設 崩壊熱除去施設 原子炉格納容器	設計用限界地震S2 設計用最強地震S1 静的地震力3 Ci	安全機能(放射能閉込)維持 ＜終局耐力に余裕 耐える＜許容応力(降伏応力など)	・塑性変形しても過大な変形、亀裂、破損などがなく、放射能閉じ込め機能は確保される。 ・地震時の変形は弾性範囲にとどまる。地震後、元形に回復し、使用継続の可能性。
A	同上	非常用炉心冷却施設 放射能放出事故抑制施設	設計用最強地震S1	耐える＜許容応力(降伏応力など)	
B	同上であるが影響が比較的小さい	1次系接続配管 放射性廃棄物貯蔵施設 放射性物質内蔵施設 使用済み燃料冷却施設 放射能放出抑制施設	静的地震力3 Ci 静的地震力1.5 Ci 共振の影響を検討	耐える＜許容応力(降伏応力など)	たとえ破損しても、上位分類施設に及ばない。
C	上記以外。一般産業施設と同等の安全性	発電・送電施設(タービン、発電機、変圧器など)など	静的地震力1 Ci (Ci=建築基準法相当)	耐える＜許容応力(降伏応力など)	たとえ破損しても、上位分類施設に及ばない。

表2 耐震設計審査指針(新)(2006年)

クラス	機能	クラス別施設の例	地震力	許容限界	編集部注
S	・放射能を内蔵し、機能喪失すると放射能外部放散の可能性あり ・事故時の原子炉安全停止系	原子炉容器、1次系配管など使用済み燃料貯蔵施設 原子炉停止施設 崩壊熱除去施設 原子炉格納容器 非常用炉心冷却施設 放射能放出事故抑制施設	基準地震動Ss 弾性設計用地震動Sd 静的地震力3 Ci	安全機能(放射能閉込)保持 ＜終局耐力に余裕 耐える＜許容応力(弾性範囲つまり降伏応力未満)	・塑性変形しても、過大な変形、亀裂、破損などがなく、放射能閉じ込め機能に影響ない。 ・施設全体として地震時の変形は概ね弾性範囲に留まる。Ssに対する安全機能維持の確認。地震後、元形に回復し、強度維持の可能性。
B	同上だが、影響が比較的小さい	1次系接続配管 放射性廃棄物貯蔵施設 放射性物質内蔵施設 使用済み燃料冷却施設 放射能放出抑制施設	静的地震力1.5 Ci 共振の影響を検討	耐える＜許容応力(降伏応力など)	たとえ破損しても、上位分類施設に及ばない。
C	上記以外。一般産業施設と同等の安全性	発電・送電施設(タービン、発電機、変圧器など)など	静的地震力1 Ci (Ci:建築基準法相当)	耐える＜許容応力(降伏応力など)	たとえ破損しても、上位分類施設に及ばない。

表3 新旧耐震設計審査指針の地震動比較

旧耐震設計審査指針(1981年)	新耐震設計審査指針(2006年)	編集部による比較
設計用最強地震S1 ・歴史的にみて最大の影響を与えた地震 ・活動度の高い活断層-1万年以内に活動 ・微小地震観測により活動性が顕著な断層	弾性設計用地震動Sd ・旧指針のS1の役割の一部(弾性限度内に維持)を踏襲。Ss時の安全性確保(放射能放出の防止)をより確実にする。	「 $S_d \geq 0.5S_s$ であることが望ましい」 つまりSdはSsの半分以上。金属材料の降伏応力(弾性限度)と終局耐力との関係が念頭にあるのだろう。
設計用限界地震S2 ・上記に加え更に地震地盤構造を考慮一地震発生区域で上限の地震 ・A級活断層(1000年当たり1m以上のずれ)-日本には全部で約100本有り ・B,C級活断層(1000年当たり1m未満のずれ)で5万年以内に活動したもの ・直下型地震:マグニチュードM6.5 未知の活断層が原発直下にあると想定	基準地震動Ss ・「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」:活断層～現在および過去の地震発生状況、地質調査 ・「震源を特定せず策定する地震動」:共通的に考慮すべき地震動として、直下型地震に対する特定のMの値は明記されていない。	旧指針のS1とS2を一本化。 大勢の意見:「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定に最大限努力し、「震源を特定せず策定する地震動」はそれでも評価し損なう敷地近傍の地震に対する備えとして補完的に規定。近傍の地震のすべてを対象とする必要はない。 (審議の過程では、「最近のM6.8～7.3程度の内陸地震の記録に基づき敷地地盤に応じた地震動として設定することを基本とする」という意見もあった。

「モデル地震」を想定するのでなく、これまでに記録された様々な直下型地震の地震動を包括してその敷地の地盤特性に応じたモデル的な地震動を想定し、この「モデル地震動」に耐えられるようにする、という考え方だ。ちょっとわかりにくくなったが、考え

方は妥当だろう。ただ、この「様々な地震動」としてどのような地震を選ぶのかということが問題で、結局旧指針の「M6.5」を超える地震は選ばれていないようなのが気になるところだ。

今回の地震が新指針のモデル地震動を超えている



想定地震動の見直しも予想されている(写真は柏崎刈羽原発6号機の中央制御室)

のであれば、その理由を検証してモデル地震動に反映していく作業が必要になるだろう。

また、今回の地震を契機にもう一度最新の地震理論をおさらいし、「基準地震動Ss」の妥当性についても検証する必要があると思う。地震学者の中には、新指針の基準地震動についても、最新の地震理論を踏まえていないと懸念している人もいるからだ。

耐震基準のクラス分けは今のままでよい

耐震強度のA、B、Cのクラス分けについても、この際、一から見直して見る必要があるだろう。

原発の専門家ほど、「今回『止める』、『冷やす』、『閉じ込める』の基本機能が確実に作動したのだから、このクラス分けで問題はない」と思っているかもしれない。しかし、今回の柏崎刈羽原発の被害の状況は一時世界中でチェルノブイリ並みに大げさに報道されたところがあるし、あんな微量の放射性物質が海に漏れたと報道されただけで、海水浴や臨海学校の予約の取り消しが殺到するという事態も発生した。

これが原発を取り巻く現実なのだ。それを「何も知らない素人はしょうがないものだ」、「マスコミの報道ぶりは困ったものだ」とだけ思ってしまったのでは、今回の教訓から何も学ばなかったことになる。

火災にしても、「原子炉本体の安全性を確保し原子力災害を防止する」という観点からすれば、あの場所では変圧器が燃えて2時間消火できなかったことは大したことではないのかもしれない。だが、そういう、「原子力災害を防止することに比べれば大したことではないのに騒ぐ方がおかしい」という思いの積み重ね

が、今日の原発に対する一般の不信感を助長してきた可能性があることを、虚心坦懐、よく考えてみる必要があるだろう。

その意味で、今回の地震の経験を踏まえ、「原子力災害」に直結しない部分についても、社会的な影響度などを考えて耐震基準のクラスを上げる必要はないか、もう一度検討してみる必要があるのではなかろうか。

結論から入ってはならない耐震基準

耐震基準を検討するにあたって大事なのは、結論から入らないことだ。原発に関しては、「これ以上耐震改修しなければならなくなると、経済上、電力の安定供給上、……、無理だ」という結論を先に考えて、実施可能なレベルに線を引き、そこに合わせて理屈を作る、というアプローチをしてはならない、ということだ。

「あの程度の地震でもあの程度またはそれ以上の強烈な地震動が出ることがある」、「巨大地震でも理論上新指針の想定よりさらに強烈な地震動が出ることがある」、というのが地震学者の意見の大勢なら、新指針や耐震基準のクラス分けなどをもう一度見直し、必要な作業をリストアップして、計画的に耐震改修を始める必要がある。

経済や電力供給の論理であるべき地震対策を歪め、「想定外だがまだ潜在的余裕度の範囲内」ということを続けると、潜在的余裕度を超える地震に襲われたとき「原子力災害」が現実のものになってしまうかもしれない。たとえそれが原子力災害としては大したものでもなくとも、展開次第では将来、日本から原発が失われる方向に向かう可能性だってある。

少なくとも今世紀の間は、日本には原発が必要だろう。そのために、今回の「想定外の地震」の経験をしっかりと生かしていく必要がある。また、得られた知見や講じた対策を世界に向けて積極的に発信していくことも、原子力の平和利用や地球温暖化対策にわが国として貢献する途でもあると思う。