

1. 想定の意味と人の現実感

「自然は想定などできない」これは大学院講義の受講生修士 1 年生の、東日本大震災の惨状を見ての感想である。自然は想定できるのか？それともできないのか？実はこの受講生の一言はかねてから筆者が思っていたことそのものである。

ただしここでいう想定の意味は、自然現象の発生を予測しある限度以上のことは起こらないと決め（想定）それにしたがって建物や原発などの設計を行う、それで安全が保証されるという考え方である。

2007 年の中越地震で柏崎刈羽原発が予想外の被害を被ったとき、東電の技術者は「想定外の地震が来た」と発言した。今回も東電の清水社長は「想定外の地震」と言う意味の発言をしている。この時の「想定」とは上記の意味である。これ以上にはならない地震動を決め（想定）設計し建設したのだから、それを越える「想定外」の地震がきたので壊れた、と言っているのである。

さてこの意味の「想定」を論理的に進めれば、この想定は過去の自然の最大の振舞、それは約 6 千 5 百万年前におこった小惑星の地球への衝突であろう。この時全盛を誇っていた恐竜が絶滅したといわれる。しかしこの「想定」は、高々数千年の文明の歴史しかなく数百年の近代社会の経験しかなく数十年しか働かない現代の人間にとって現実的ではない。むしろ現代人はせいぜい数百年の過去の歴史をいどしか現実感を持たないのである。

そうであれば上記の意味の「想定」は、自然の振舞の限度とそれで安全が得られるという二つの観点から、もう破綻しているといえるであろう。それは自然の限度ではないし絶対安全であるわけでもない。この意味の想定は現実問題として成立しない。

この本質を理解せず、マスコミ、企業人、原子力委員会の識者・学者、また技術者さえも、上記の意味の「想定」を前提に設計し建設し議論を行っているのである。

2. 自然に対し構造物を設計するという工学的意味

構造物を設計するとき荷重を定めないと何ごともしまらない。それでは自然現象が「想定」できないとしたらどうやって設計したらよいの

だろうか。

その方法は次のとおりである。過去の自然の振舞から現在の社会にとって合理的なある大きさの荷重を設定する。これは上記の意味、最大限の自然のふるまい「想定」ではなく自然現象に関する理学的・工学的考察のほかに、経済性、リスクの大きさなどを総合的に勘案し「設定」するものである。これが設計基準における「設計荷重（例えば地震荷重）」である。ある意味での「割り切り」である設計荷重は、自然現象の限度ではないのでそれで設計すれば絶対に安全とすることはないが、社会においてある程度合理的とされ受容されると考えられている値である。このことは自動車の設計における衝突を考えて見ればわかりやすい。もし衝突荷重に起こり得る最大を「想定」すればすべての自動車は装甲車や戦車になってしまうであろう。

以上の考察から、基準における設計荷重は自然現象の最大限度を表すものではなく、とりあえず割り切って設定した値であり、原子力発電所の地震荷重は自然の振舞の最大を絶対的に表すものではないということが分かるであろう。

このことは、自ら考える人ならば技術者はもとより誰でも容易に分かることでありまた分かっているなければならないことであろう。

3. 原発の自然に対する設計と工学者の責務

これまでの考察から、原発の設計基準は自然の振舞の最大限度を表しているのではなく、とりあえず合理的と思われる値を割り切って設定したものであることが分かった。

したがって、設計基準で設計された原発は絶対的に安全とは言えない。自然はそれを越え得るのであるからである。さらに安全に対する別な対処が必要である。それが設計荷重を越えた事象（過酷事故）に対する対処である。

原発を建設する場合のこの過酷事故に対する対処を考え実行し得るものは誰であろうか。原子力安全委員会の識者は原発の安全設計の指針を作成し公表した。工学者、技術者は指針に基づいて原発を設計し建設する、果たしてそれで十分であろうか。いや原発の建設には過酷事故に対する対処が工学者、作り手に属することは自明であろう。

原子力委員会の斑目委員長は、指針の「割り切りの仕方が悪かった」と発言したが、実際割り切りをはるかに超えたM9.0の地震に対し原発は停止し大津波にも炉心、圧力容器は致命的な損傷を受けなかった

と思われる。地震の設計荷重の「割り切り方」はほどほどに適切であったように思われる。むしろ過酷事故への対処に不備があつて、津波による炉心冷却装置の全喪失と緊急事態に至つたのである。事実原子力委員会は事業者、製造者に対し、過去に大津波について十分な配慮をすべきとする注意を促している。たとえ委員会が津波高さ何mと基準を示しても所詮それは割り切りに過ぎないのであり、設計者や事業者の責任を逃れられるものではない。それを越える事象が起こらないとは言えないからである。

4. 東日本大震災で分かつたこと

M9.0以上の地震は過去に、2004年のスマトラ沖地震をはじめ、チリ、アラスカなどでも起こっており、世界で起こつたことは日本でも起こり得ること、100～1000年前に起こつたこと（明治三陸地震、869年貞観地震）はまた起こり得ることが、誰にでもはっきり認識できた。

原子力は安全性の観点から他のエネルギー施設（ガス、石油等）とは一線を隔していることを明確に認識した。この意味で原発がなかつた過去の明治三陸地震、他の昭和地震の被害と今回の原発事故とは異なつた意義が存在している。津波の死者1万8千人は、とりあえずは終わったことであるが、原発の被害は終わらない。今でも予断を許さず放射能の影響は将来にわたる。

これらの経験と事実・実感により、原子力は他のエネルギーとは異なつた安全認識により対応しなければならないことが明白になつた

5. 工学における耐震設計と津波

耐震設計は工学の体系であり歴史も研究も蓄積されている。設計地震力に対し材料の強度は一般に約2倍の安全率を持たせる。地震は震動エネルギーであり、構造物の材料の持つエネルギー吸収能力（変形による）は、一般的な設計値（弾性設計）の数十倍～100倍に達する。これは工夫をすれば設計荷重（とりあえず想定した自然の力）の数十倍のエネルギーをもつ自然の振舞に対し耐えうるということを示している。

すなわち、構造力学における耐震設計においては、設計荷重に対し相当の隠れた安全率、安全性を持っているのである。これが今日の、伝統的工学的設計体系である。

この概念は、1981年に発表された建築分野における新耐震設計法が

先進的、革新的な技術的役割を果たした（設計荷重に対しては鋼の弾性限界内—伸び約 0.2%—で設計し、それを越える荷重に対しては材料の変形能力—破断における鋼の伸び約 20%—で対応する。材料の変形は即エネルギーの吸収能力であり、設定を越える荷重に対しては約 100 倍の変形能力で対応するということ）。

一方津波は主に理学分野で扱われ、上に述べた工学的設計体系の中に積極的に取り入れることは十分にはされて来なかった。原子力安全委員会の指針による津波高さを考慮するだけで、そこには工学的な安全率の概念もない。

津波高さ 5m を設計値として設定すればその 1.5 倍、7.5m の津波が来れば確実に波は防波堤を越えて施設に被害を与える。すなわち津波は伝統的な工学的設計体系の安全率の概念の外にあった。今後は積極的に取り入れられるべきものであることがはっきりした。

耐震設計における設計荷重が、起こり得る最大荷重ではないことは、考え方ではなく事実である。技術者はこの技術的本質を常に念頭に入れて実務に携わることが必要である。

6. 構造設計と防災工学、リスクマネジメント

以上で、起こり得る最大の外力で構造設計はできないことが分かった。それでは設計荷重を越える荷重が発生した場合の対応はどうすればよいか？それは防災である。

まず、日常の人間の活動の中に潜在するリスクを明らかにし、それが顕在化すること（不測の事態の発生）を防止すること（リスクマネジメント）、さらにリスクが顕在化した時の対応をあらかじめ考え損害を最小限にする（危機管理）の考え方である。

これを真に有効にするためには、不測の事態は発生し得るとまず考えリアルに頭の中に描きそれに対応策を考えるという、想像力の問題でもある。原子力では、これをアクシデントマネジメントという。これは世界の原子力では今や常識となっている。

福島原発事故の直接的原因となった「長期間の全交流電源喪失は考えなくてよい」とする原子炉施設安全設計審査指針（原子力安全委員会）の規定は、安全神話とともに想像力の欠如の問題を浮き彫りにし、今後に象徴的な貴重な教訓を残した。

これからの日本では、絶対的な安全を感情で求めるのではなく、リスクを現実視して冷静に物事に対処する考えと姿勢が望まれる。

7. 想定問答

7.1 本論における「想定」

東電技術者、勝俣会長の「想定以上の地震、津波が来たので事故が起こった」における「想定」とは、「自然の振舞の最大限度と決めた値」の意味である。斑目原子力安全委斑目委員長の「割り切りが悪かった」も、「最大値と割り切った値」「最大と決めた値」という意味である。この論理は事故が起こった時点ですでに破綻していることは議論の余地がない。

本論では「想定」を「決定」の意味とするならば「自然は想定できない」と論じたのである。

この考え方は、論理的に考える多くの科学者、技術者が、事故以来繰り返し論じて来た概念である。

7.2 大前研一の「想定」

大前研一は、(大前研一ホームページ、45 独自調査分析 2012.9.25 現在)で次のように記している。

「福島第一原発事故の最大の教訓はなにかと言えはば“そもそも事故を想定してはいけないことだ”と結論付けた。(以下中略)なぜならジェット機が墜落したり、テロリスト、、、防波壁など役に立たないからだ」

この場合の「想定」とは、原子炉のメルトダウンの原因を、津波とか津波の高さとかに「限定する」「推定する」「決める」という意味でとらえ、この意味では「想定」してはいけないと言っている。これは上記の多くの科学者、技術者および本論、と同じことを言っている。

7.3 想定の本来的の意味

まず「想定」に対応する英語は「Assumption」である。その意味は「仮定」である。例えば、「台所から出火したと想定して防火訓練をおこなう」のように使われるのが本来である。「想定」は「決定」ではなくあくまでも「仮に定めたとりあえずのこと、値」である。

原発の設計時に、この意味で自然現象を「想定する」ことに何ら不都合がない。この値以上の場合があることを前提とし、さらに設計、検討を進めるからである。

日本語は奥が深く情緒豊かな言語であるが、それはまた曖昧でもあるということである。したがって、論理的、科学的、技術的な事項では言葉は注意して使う必要がある。原発事故における「想定問答」の結論は、「想定」の本来的の意味でない意味で「想定」を用いたことによる非論理的な議論ということになるであろう。