

【災害対応・エネルギー】

「ユーザー企業の技術者は安全確保のキーマン」

後藤貞雄（中央大学 理工学研究科 客員教授）

——今回の災害を踏まえ、今後の災害に対応するために考え直すべき点は何でしょうか。

後藤 私の専門分野は工学と防災学ですが、これまで企業の

技術者としてエネルギー設備の計画・設計から施工管理・維持管理まで携わってきました。実務家ですので、大きな戦略についての話をするよりも、現場の立場を踏まえて具体的な話をできればと思います。今回の災害の後に特に強く感じましたのは、実務の本質をよく理解しないで行われている議論が非常に多いということです。例えば、原子力安全委員会で原子力発電所の設計を考える時に全電源喪失のことは考えなくてもよいと決まっていたということですが、それは実務的には理解し難い話でした。また、仮に指針としてそう決まっ

たとしても、後でも説明しますが、設備を造る者が安全について自ら判断して造っていくのが本当の技術というものです。指針の段階で話が止まっているのでは、現場が思考していないということになります。

考え直すべき点ということですが、防災の意識が日本社会では曖昧であり重要視されていないことや、危機管理に対する根拠のない安心があるなどがあると思います。要は、これまでの日本の社会の平和ボケ的な状態を脱するためには、まず安全の問題を真剣にとらえそのためには何をしたらよいのかを考えること、それにはしっかりと現状認識をすることが必要です。安全について考える際には、具体的に溶接が現場でどのように行われているのかという本質まで理解していないと本当の安全は確保できません。国のトップとして

の大きな戦略は必要ですが、それも、現状をきちつと認識した上で考えられたものであることが必要です。

福島の原発事故について想定できたことであるという指摘もあるようですがそれは事故が起きたから言えることです。問題が起きて初めて明らかになることが多いのです。例えばそのことは、畑村洋太郎先生が「三大失敗」と呼んでいる事故について考えてみれば分かることです。三大失敗とは、ジェット旅客機コメットの連続墜落事故、多数の戦時標準溶接船の沈没、吊り橋のタコマ橋落橋のことを言いいずれも事故により真実が見え技術的に大きな進歩がありました。初のジェット旅客機コメットの墜落事故では、気圧変化による機体の金属疲労が起こることが初めて分かったわけです。したがって、原発事故も人的・技術的な原因究明をきちんとすることが不可欠です。

——「想定」ということが今回の原発事故の後にキーワードになりましたが、そもそも地震・津波などの自然を想定することはできないと考えた方がいいということですか。

後藤 2007年に起きた新潟県中越地震の際には、柏崎・刈羽原子力発電所で被害があり、その時、技術者は想定外の地震と発言しました。この想定の意味は、自然現象のうちで発生が考えられる最大のものを考えて設計した。それを越えたので被害を受けたのだ、というニュアンスです。東京電力から最近出た福島原子力発電所の事故の中間報告書でもそのような考え方が繰り返されています。これ以上の地震・津波は来ないと思って設計したらそれ以上が来たので仕方がないという理屈です。しかし、実務の立場からは想定を越えた時にどうするかという視点がなければなりません。災害が起きてしまったのですから、原因や間違いを明らかにし再発防止を図ることにより責任を果たすべきです。

自然現象の限度、あるいは最大値は分かりません。これはどんなに科学技術が発展しても変わるといことはありません。そこで設計においては、現実的に予想される最大級の値を設計値として定め設計を進めますが、その値を越える地震・津波がきた場合の対応を別途考えるところが不可欠です。そのためには防災工学や災害工学の考え方が必要になるのですが、例えば、避難や住民への啓蒙・教育、居住制限、

都市計画などのソフト、原発の重要設備を高い位置に設置すること、防波堤を余裕をもって建設することなどのハードの対応を取ることで、設計と防災、これがあるべき計画・設計の姿です。

——「想定」が過小になった原因は、科学と技術の知識と思考の限界以外にはないのでしょうか。

後藤 人の特性の問題もあるでしょう。人間は時間と共に経験を忘れていき、自分が直接経験していない事態に対して現実感を持って対応することはなかなか困難です。しかし今回の災害が示すように、過去に起こったことは再び起こり得、世界で起こったことは日本でも起こり得るのです。

次に日本社会の特性の問題があります。安全に対する意識が曖昧であって、マスコミや国民を含め安全に絶対を求めます。このため、原子力発電所などの立地に際し絶対に安全だと説明しないと納得してもらえません、人間の生存にはリスクがあり、現実にはリスクのない技術というものはありません。そのため、安全神話というものができてきてしまうの

です。恐いのは、計画を推進し説明する者自身が安全神話を信じ込み、説明のための絶対安全を疑わなくなってきたということです。

——技術者もそのような安全神話を信じるようになるのでしょうか。

後藤 技術者と言っても、様々な立場があります。大学・研究機関などの学識者、また、官庁にいる行政官にも技術者はいますし、民間企業では、電力会社などのユーザー企業の技術者、また、重工業や建設会社などのメーカー企業の技術者がいます。このうち、学識者や行政官は、研究や政策などを主に担当する技術者ですが、実務の本質と詳細については、詳しく分かっていない場合がおおいのです。実務においては、直接ものを見て、触ってみることで、技術の本質を具体的にイメージできるようになるのですが、そのような機会はこれらの技術者にとっては多くありません。他方、メーカーの実務の技術者は、技術の詳細は分かっていますが、政策や全体計画には疎いことが多いのです。また、これらすべての技術者

の中で、政策・計画系の技術者の方が実務系の技術者よりも力を持っています。そのため、実務の本質を十分に理解していない政策技術者が実務技術者の意見をよく聞かないで計画を進めることが起こりがちですし、実務技術者の方も、全体の安全を考えたり意見を言ったりしないという傾向があります。

——ユーザー企業の技術者とメーカー企業の技術者はどのような関係なのか。

後藤 ユーザー企業とメーカー企業の間では、事故の社会的責任は設備の所有者であるユーザー企業が取るのが普通です。学識者、行政官、ユーザー、メーカーの技術者の中で、政策から実務までの本質を理解できる技術者、キーマンとなることが可能なのは、実際に費用を提供し建設・重工業に発注し、建設の管理をし、運転する、ユーザー技術者です。ユーザー技術者は、より詳細な技術の具体的な内容を見て、知った上で、政策・安全・経済性・環境などを総合的に考察、判断出来る立場にあるからです。ユーザー技術者は、政策・

安全等の全体を具体的に考察し知った上で、技術の詳細を見て、その必要な信頼性を判断しメーカーに指示を出せます。全体を見渡せ理解できる立場にあるユーザー技術者には大きな役割があり、そのような責務を負うと認識し、決断することが必要になります。

その意味で、原発事故におけるユーザー企業には大きな責任があると思います。行政や原子力安全委員会の決めた通りに設計し建設したと言って責任を逃れることはできません。それは、自らは考えずひとに言われた通りにしただけだと言っていることになり、ただ作業を行った者と同じであると自ら吐露していることになります。それでは、社会に対して責任を果たしていることになりません。

——原子力技術について「原子力村」の閉じられた世界の中で原子力安全などについての施策が進められてきたことが問題視されています。原子力発電においてユーザー企業の技術者が責任を果たしてこなかったのではないかということですが、原子力以外の技術分野ではそのような側面はないのでしょうか。

後藤 「原子力村」ということが言われていますが、そのような閉じられた体質は、原子力分野に、より顕著であったのではないでしょうか。開かれた技術者社会では技術の前では皆平等で、新入社員でも自由に発言ができるものです。原子力ではそういうことではなかったのではないのでしょうか。異論を排していく村意識というのが、立地を進めるために、

反対者を如何に説得していくかということから生まれてくるし、安全ではないとはまず言いたくないのです。また、原子力は工学として特殊な分野です。他の工学分野はニュートン力学等の世界で比較的分かりやすいのですが、原子力では放射能と云うことで経営者、トップにも分かりにくい話になります。このような背景と、行政、ユーザー、メーカーが皆原子力工学の関係者であることもあって、同一思考、仲間意識、異論排除に陥ったのではないかと思えます。もともと、原子力の専門家の中にも異論をとなえていた人もいます。

ガス業界においては、私の経験を踏まえて言えば、同様な事故が起こったときガス事業者は自ら責任を持って判断し原因究明・再発防止にあたると思います。ガス事業者は設備の

危険性を自ら研究・考察していますし、安全の確保は自らの責任との意識を持って、設備を建設し運転しています。ガス事業者は行政や建設会社・重工会社にまかせず主体的に安全に取り組んでいるということです。

——原発事故について原因の究明が現在行われています。

後藤 今後のポイントは事故調査委員会が中立的な立場で原因を究明し、電力会社を始め関係者全部がそれを前向きにとらえ再発防止を図ることです。ただ、それは責任ある者を見つけ出すこととは違います。事故調査には2つの立場があります。1つ目の立場は、原因究明をし、再発防止を図るもので、誰の責任であるかということとは別の話です。2つ目の立場は、責任追及であり、悪者を特定して糾弾し排除することにより再発防止を図るといふもので、責任の所在を中心に究明します。原発事故の調査委員会では、畑村洋太郎委員長が1つ目の立場で事故調査を行うことを宣言しています。マスコミや一般社会では、2つ目の責任追及型の事故調査を行うことが期待されているようですが、それでは、事故の関係

者は責任を逃れるために「自分は十分にやった」「問題はなかった」と答えがちになるものであり、真の原因が何であるかは捻じ曲げられ、再び同じ過ちをおかすこととなります。

——そもそも建物や発電所が今回の震災の津波に対して対応できなかったのはなぜだと考えますか。

後藤 津波に対応するための設計は、構造設計、力学(的)

設計とは違います。耐震設計は工学の体系であり、歴史もあって研究も蓄積されています。設計地震力に対して材料の弾性範囲内で設計し、さらに大きな地震力に対しては材料の塑性変形に対抗します。地震は振動エネルギーであり、構造物の材料の持つ変形によるエネルギー吸収能力は、弾性設計値の数十倍に達します。このため、想定した地震力すなわち設計荷重の数十倍のエネルギーに対しても耐えることができることとなります。1981年の建築分野の新耐震設計法はこの考え方の導入に革新的な役割を果たしました。この設計法では、設計荷重に対して、鋼の弾性限界内(伸び約0.2%)で設計し、それを超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は約20%)で対応します。

このように、構造力学における耐震設計においては、設計荷重に対して、見えない安全率があるのですが、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つたのです。つまり、津波の高さ5メートルを設計値として想定した際に、それより大きな津波が来れば確実に波は防波堤を超えて施設に被害を与えてしまい、隠れた安全率というものはありません。今後は、このようなことを念頭に入れて津波に対応するための計画・設計をするべきです。

——今回の災害を経て、社会の新たな潮流として、期待されるものはどのようなものがありますか。

後藤 今回の震災を経て、リスクについて日本の国民がきちんと理解するきっかけになることを期待します。絶対の安全というものはこの世にはないのです。危険を避けるために家に閉じこもっていたとしても、火事で焼死する人は年に約千人不慮の事故死は年に約1万人います。日本人全体で考えれば個人のリスクはそれぞれ、10万分の1、1万分の1の確

率であつて、絶対の安全というものはありません。そのようにリスクを定量的に理解するようになることが必要です。このような冷静な思考で真実が見えて来るのです。また、リスクを低減し安全を高めるためには、費用や生活の不便などの対価を必ず払わなければならないという意識がこれからは求められるでしょう。

——今回の災害の経験を踏まえ、LNG貯槽やガス供給設備などのガス設備について、どのような課題が見出されましたか。

後藤 今回の大震災では、原子力とガスとでは危険性の大きさのレベルが全く違うことが分かりました。放射能は目に見えず影響が非常に長期になりますが、ガスは燃えることに容易に消滅します。ガス設備はこのように原子力とはそもそも一線を隔するエネルギー設備なのですが、設備についても大きな問題はないと考えています。地震動に対しての設備の強度は問題ないですし、万一被害があつたとしても、原発とは大きく異なり被害は一過性のものです。津波については過大波

高に対する対策が必要ですが、それについては、個別の基地、設備について対策を考えているところです。

LNGは、天然ガスをマイナス162度に冷やして600分の1の体積にしたものでタンクの中に持つてきます。地続きの欧米では液化せずにパイプラインで輸送していますが。液化するとエネルギー密度は600倍になり運搬貯蔵が容易になります。LNG地下タンクでは、タンク本体が地震動で壊れることはありません。LNGは地下に入っていて、タンク内では常に沸騰してガス化しており、マイナス162度以上にはなりません。万が一漏れがあつてもガスは、空気よりも比重が軽いために、大気中に放散されてしまいます。止まつたら安全というものがフェイルセーフの設計思想ですが、LNG地下タンクはフェイルセーフです。原子力発電は全電源停止になつた場合には安全ではないのでフェイルセーフとは言えないのです。LNG基地やガス工場の立地では、地元の理解は比較的好意的に得られています。

——地震による被害はどのようなものになりますか。

後藤 ガス工場の地震の被害については、ローディングアー

ムなどの LNG 揚荷設備が被害を受ければ長期間の供給停止

となるが十分な耐震設計により可能性は低いでしょう。ガスの供給設備は地中埋設管なので地震被害は免れないと思いません。これに対しては日本ガス協会を中心として全国的な復旧協力体制・対策が整備されています。今回の震災においても、東京ガス日立支社のおよそ3万軒は8日間で、仙台ガスおよび30万軒は数千人の協力体制を取り約一か月で復旧されました。阪神大震災の際には、およそ70万軒をおよそ三か月で復旧しました。

（平成23年12月12日談 銀座二丁目喫茶ルノワールにて）

—— 今後の脱原発の流れは、ガス事業にどのような影響を与

（聞き手 依田達郎）

「『発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針』（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）では、『電源喪失に対する設計上の考慮』（指針27）において、『長期間にわたる全交流動力電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復が期待できるので考慮する必要はない。』『非常用交流電源設備の信頼度が、系統構成又は運用（常に稼働状態にしておくことなど）により、十分高い場合においては、設計上全交流動力電源喪失を想定しなくてもよい。』とされていた。」

畑村洋太郎、失敗学のすすめ、講談社文庫、2005年

事故調査の進め方について、畑村委員長は以下の原則を説明している。「①畑村の考えで進める②子孫のことを考え100年後の評価に耐えられるものにする③国民が持っている疑問に答える④世界の人々が持っている疑問に答える⑤責任追及は目的とし

ない⑥起こった事象そのものを正しくとらえる⑦起こった事象の背景を把握する⑧再現実験と動態保存が必要である。」(2011年6月22日、事故調査・検証委員会委員長 畑村洋太郎氏会見メモ、日本記者クラブ)

1981年に建築基準法と同施行令が改正され、新しい耐震基準が定められた。