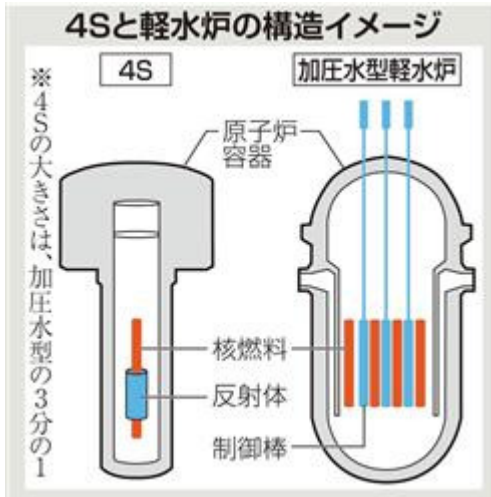


産経新聞「原発再考◆安全を極める◆」連載記事(2013. 4. 9-13)

(1)超小型高速炉 「燃料交換30年不要」に注目 2013.4.9



4Sと軽水炉の構造イメージ

トルコの首都アンカラから北へ約350キロ。黒海沿岸の港湾都市シノップで計画されている原子力発電所建設で、三菱重工業－仏アレバ連合の受注が確実になった。中国、韓国、カナダと受注を争った総事業費2兆円超の一大プロジェクト。建設する原発は4基で、1号機は平成35年までの稼働を目指す。

東京電力福島第1原発事故後、日本の原発への信頼は低下した。だが、「トルコに加え、リトアニアの原発建設も事実上受注しており、日本の原発技術は今も世界最高の水準」(電力関係者)にある。

□ □

世界が今、注目する次世代原子炉がある。東芝が開発する「4S」と呼ばれる超小型高速炉だ。発電出力100万キロワット級が標準の既存原発に比べ、4Sは1万～5万キロワットと低いが、燃料交換なしで10～30年間の連続運転が可能。燃料交換が不要になれば原子炉を収納する容器の密閉性は向上し、放射性物質の封じ込めに効果が期待できる。

福島の事故では冷却水の枯渇で原子炉の燃料が冷やせず、建屋の一部が吹き飛んだ。4Sは「低出力なので熱出力も低く、非常時の冷却や安全制御の確実性が高い」と東芝電力システム社の尾崎章・原子力事業部技監は強調する。

関西電力が採用している加圧水型軽水炉など既存炉は、核燃料全体が連鎖反応して熱を出し続ける状態をつくり、そのコントロールは反応を抑える制御棒の出し入れで行う。

これに対し、4Sで燃料の反応をコントロールするのは「反射体」という鋼鉄の筒。その中心を燃料が通っており、筒に覆われた部分の燃料だけが燃え、覆われていない部分は反応しない。反射体を外せば、燃料は反応しなくなるため、非常時の冷却を確実に行うことができる。

□ □

安全の追求とともに、使用済み燃料の処理が原発の重要課題だ。4Sでも使用済み燃料は発生するが、同炉を提案した元電力中央研究所理事の服部禎男氏は「既存炉の核燃料は3、4年で使用済みになるのに対し、4Sは30年近く使えるため、その時間を活用することができる」と話す。

4Sの導入が抜本解決につながるわけではないものの、時間的猶予をつくり出すだけでも有効な次世代炉だ。しかも、同じ設計で生産することが前提のため、「大量生産できれば、建設費用は一気に下がる」(関係者)という。

三菱重工も次世代炉の開発を急ぐ。最大のテーマは大きな事故の際に人間の操作を省くことだ。

燃料が高温になり、冷却水が蒸発などで無くなった場合、通常は反応を抑えるホウ酸水を流し込む。既存の原発はホウ酸水のプールを格納容器の外に設け、複雑な配管とポンプで中に引き込む設備が必要だった。

次世代炉は格納容器内にプールを取り込み、ポンプや配管を省略。「これによって人的な操作ミスは格段に減る」(加藤顕彦・安全高度化対策推進室長)

国内の不信感を払拭できない一方、日本の原発に対する海外の評価は揺らいでいない。「安全向上に終わりはない」。電力会社、原発プラントメーカーの技術者の決意は3・11の前も後も変わらない。

◇

政府の原子力規制委員会が月内にも公表し、7月に法制化する原発の新規制基準案は、安全確保を過度に重視し、「再稼働させないことを狙ったような必要以上に厳しい内容」との批判がある。日本の原発はそれほど危険なのか。現実的な視点で「安全」を極めようとする最前線取材した。

◇

【用語解説】4S 東芝が電力中央研究所と共同開発している高速ナトリウム炉で、発電出力1万～5万キロワット。炉心の直径0・68メートル、高さ2メートルとコンパクトで、理論上は燃料交換なしで30年間使用できる(1万キロワットタイプ)。熱出力が低く制御しやすいほか、船舶で輸送して設置できるのが特徴。

(2)フィルター付きベント設備 2013.4.10

電力会社	発電所	設置時期	
フィルター付きベント設備の対応状況	北海道	泊(P)	平成27年度めど
	東北	東通(B)	検討中
		女川(B)	検討中
	東京	福島第2(B)	未定
		柏崎刈羽(B)	1,7号機で着工済み
	中部	浜岡(B)	検討中
	北陸	志賀(B)	27年度めど
	関西	美浜(P)	数年後めど
		高浜(P)	数年後めど
	四国	大飯(P)	3,4号機は27年度、1,2号機は数年後めど
		伊方(P)	3号機は27年度まで、1,2号機は検討中
	中国	島根(B)	2,3号機は27年度、1号機は検討中
	九州	玄海(P)	28年度めど
		川内(P)	28年度めど
原電	東海第2(B)	検討中	
	敦賀(B,P)	検討中	

※Bは沸騰水型、Pは加圧水型、福島第1は除く

フィルター付きベント設備の対応状況

水素爆発防止へ導入義務化

家庭用冷蔵庫ほどの大きさの銀色の箱は、鈍く光っていた。

関西電力高浜原子力発電所(福井県高浜町)の原子炉格納容器内に、この金属製の箱が運びこまれたのは昨年末のこと。3、4号機に各5台ずつ計10台にのぼった。

「原発の安全性を高める大きな一歩だ」。納入元であるフランスの原子力大手アレバの首脳は強調した。箱の正体は「静的触媒式水素再結合装置」。格納容器内に水素が発生した際、触媒によって水素と酸素を反応させ、水に換えて水素を減らし、過酷事故での爆発を電源なしで防ぐ装置で、国内導入第1号となった。

アレバは原発大国フランスの国策企業。米スリーマイル島原発や旧ソ連のチェルノブイリ原発事故の後処理に携わり、東京電力福島第1原発事故後、高濃度汚染水処理の支援にもあたった。炉心の損傷で発生した水素が格納容器から原子炉建屋に漏れ出して引き起こした福島の爆発は世界中を震撼(しんかん)させた。関電がアレバと組むのも自然な流れだ。

水素は非常に燃えやすい気体。水素関連メーカーでは「漏れた水素はすぐに放出しろ」というのが鉄則。水素爆発が起きれば大惨事は免れない原発で、水素対策がおろそかになっていたのは安全神話の下、現実から目を背けていたからにほかならない。

□ □

日本の原発は沸騰水型軽水炉(BWR)と加圧水型軽水炉(PWR)に分類される。事故を起こした東電福島原発はBWRだが、関電の原発はすべてPWRで安全対策も同じではない。

PWRは、BWRに比べて格納容器の容積が大きいいため、大阪大の宮崎慶次名誉教授(原子力工学)は「水素などが発生しても、圧力が上昇して爆発事故が発生する恐れは小さい」と説明する。

それでも関電は、原子炉内から放射能が放出されるという最悪ケースを回避するため、アレバの水素再結合装置を導入。その上で水素が発生した際、「全電源を喪失しても、非常用発電装置から給電して排気設備を運転できるようにしている」(関電幹部)。

福島の事故では早期にベント(排気)すればよかった」。宮崎氏は強い口調でこう指摘する。

原子力規制委員会が月内にも条文案を公表する原発の新規制基準では、フィルター付きベント設備の導入が義務付けられる。事故当時はフィルターがなかったため、宮崎氏は「放射性物質放出の恐れからベントがためらわれた。それならば、蒸気に含まれた放射性物質を取り除くフィルター付きベント設備も必要になる」と、新基準に一定の理解を示す。

東電は、1月から柏崎刈羽原発7号機(新潟県柏崎市、刈羽村)、2月から同1号機でフィルター付きベント設備の基礎工事を開始。原子炉建屋の外に設けられたタンクには水が貯蔵され、これが「フィルター」の役割を担う。格納容器から出た蒸気をタンク内の水で濾過(ろか)すれば、放射性物質の量を千分の1まで減らせるという。

「福島事故の当事者として教訓を生かし、対策を進めている」。東電幹部はこう強調する。

とはいえ、日本でフィルター付きベント設備を導入している原発はゼロ。これに対し、27年前のチェルノブイリ事故で放射性物質が降り注いだ欧州各国では設置を義務付けたため、大半の原発が導入済みだ。

原発の安全神話を妄信していた日本は、リスクを前提にした新規制基準でようやくスタート地点に立ったことになる。



【用語解説】沸騰水型軽水炉(BWR)と加圧水型軽水炉(PWR)ともに蒸気を発生させて発電タービンを回すが、BWRは原子炉内の水を沸騰させて発生した蒸気を直接タービンに送る。一方、PWRは原子炉で圧力をかけて高温・高圧にした水を熱交換器に送り、別の水を蒸気にしてタービンを回す。BWRはPWRに比べ構造が簡単だが、タービンなども放射能を帯びた蒸気に直接接触するため、広範囲の安全管理が必要。

(3) 浜岡、国内最大級の防潮堤 2013.4.12

原発の安全対策費(億円)

電力事業者	実施済み・計画中	今後の見通し	注
北海道	300	2倍以上	現時点の見積額。福島第1、第2原発は除く
東北	1540	追加も	
東京	700	数百億円	
中部	1500	数百億円	
北陸	250	未定	
関西	2850	未定	
中国	500	未定	
四国	832	未定	
九州	2000	数百億円	
日本原子力発電	500	未定	
計	1兆972		

原発の安全対策費

“万里の長城” 悔しさ原点

『経済被害は約220兆円』—3月19日、新聞各紙朝刊1面にこんな衝撃的な見出しが並んだ。

内閣府の中央防災会議が試算した南海トラフ巨大地震による被害総額は、途方もない経済損失の規模に膨らんだ。この“220兆円”に原子力発電所の事故は含まれないが、それでも東京電力福島第1原発事故を想起し、その再来に不安を感じた人は多かったはずだ。

静岡県御前崎市。中部電力浜岡原発では今、そんな不安をかき消すための安全対策が猛烈な勢いで進められている。

福島事故から約2カ月後の平成23年5月、当時の菅直人首相が津波の危険性から運転停止を要請した原発だ。

あれから約2年。津波対策として沿岸に建設が進められていた防潮堤がその全容を現した。年の瀬も押し迫った昨年末のことだ。

「まるで万里の長城のようだ」。関係者がこう評した国内最大級の防潮堤は海拔18メートル、長さ1.6キロ。津波の巨大な波力に対応するため、地中数十メートルの深さの岩盤部にまで高強度の支柱を打ち込んだ。

中部電は、防潮堤の建設にあたって2組のJV(共同企業体)に発注し、異例ともいえるべき24時間態勢で作業を進め、工期の短縮を実現した。そこまで同社を突き動かしたのは、突然の停止要請に対して「従業員が味わった悔しさが安全対策を徹底させる、という原点になった」(幹部)と打ち明ける。

福島を教訓に、浜岡原発の防潮堤は当初、海拔18メートルで工事が行われていた。しかし、南海トラフ巨大地震に関する試算で、浜岡原発を襲う津波の高さが最大19メートルと弾き出された。

これを受け、中部電は巨大津波が防潮堤にぶつかる際の遡上高(そじょうこう)(津波がかけ上がる高さ)を21.4メートルと算出。4メートルの鉄板を追加設置することを決め、高さは最終的に22メートルに達することになり、今年12月にも完成する。

高さが急遽(きゅうきょ)変更となっても社内に戸惑いがなかったのは「世界で最も安全な原発を目指す」(水野明久社長)との方向性が決まっていたからだ。防潮堤以外にも二重三重の津波対策を進めており、投資額は最大1500億円にのぼる。

□ □

「全国に万里の長城を造ることができるのか」

浜岡原発の巨大防潮堤は津波対策の象徴のひとつだが、一方で電力関係者の間からはこんな声も漏れる。

日本の原発に対する信頼が低下する中、電力各社はリスクゼロを目指し、安全対策費を際限なく積み上げている。原発を保有する電力10社の津波や地震への安全対策費は計1兆972億円で達する見通しだ。

これに対し、京都大学原子炉実験所の山名元(はじむ)教授は「安全は本来、事業者に第一義的な責任がある」と強調する。その上で、「ただ、お金をかければいいという話ではない。極限の状況で求められるのは“対応力”」。

安全を守るべき人材や技術力などのソフトとハードの両面が機能しなければいけない」と指摘する。

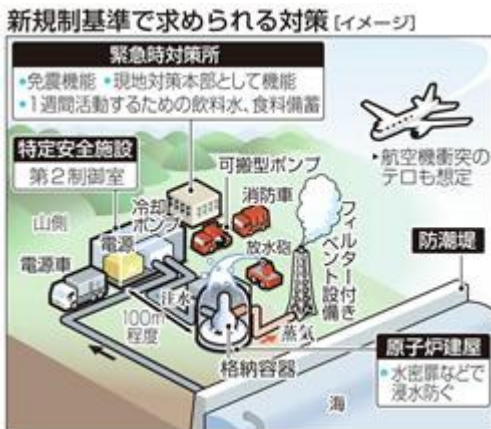
そのひとつの試みとして昨年11月、ある組織が産声を上げた。電力会社や原発プラントメーカーなどが参加する「原子力安全推進協会」。民間の技術力を結集し、日本の原発の安全性を世界最高の水準にまで高める目的で作られた。

最大の特徴は、母体(参加企業)からの不介入が確保され、客観的な立場から電力会社を評価し、提言や勧告を行えること。「“安全”の2文字だけを追求して電力各社にモノを言える組織を、電力会社が自ら作った意味は大きい」(関係者)

具体的な活動内容は、専門家が第三者の立場で原発の運営状況や設備の状態などを確認。最良事例と比べ個々の原発で行われている安全対策を一段と引き上げるための改善策を示す。また、今後は海外の専門家との意見交換も行い、技術評価の独立性も高めていくという。

「かつての常識は、もはや常識ではない」(電力関係者)。あらゆる知恵を働かせ、同業他社、さらには自治体と手を組みながら日本の電力会社、プラントメーカーは最高水準の安全を模索している。

(4) 危機意識 電力会社に必要な「想像力」2013.4.12



新規制基準で求められる対策

原子力規制委員会が今月10日、7月に施行される原子力発電所の新たな規制基準の条文案を了承した。これで規制委の発足以来、最大の懸案事項だった原発再稼働の判断基準はほぼ示されたことになる。

「再稼働させるためではなく、再稼働させないための基準ではないのか」

1月末、新基準の骨子案が公表されると、国内外の電力関係者からはこんな声が上がった。

米原子力規制委員会(NRC)のウィリアム・マグウッド委員は2日、フィルター付きベント(排気)設備の導入について「原子炉ごとに有効性が異なり、検証が必要だ」と発言。一律に義務化することに対して疑問を呈した。

活断層の有無では13万～12万年前以降の地層で判断できない場合、40万年前以降にまでさかのぼるという内容だが、「全原発で40万年前の地層を調べることは無理だ」(大学関係者)。

過度の安全確保を重視した結果、硬直化した基準に陥っており、京都大学原子炉実験所の山名元(はじめ)教授は「ハード対策に対し体力的に耐えられない電力会社もある。あまりに負荷を与えると、総合的な取り組みを損なってしまう」と指摘する。新基準への疑問、批判があがる一方、重要になってくるのが電力会社の安全に対する「想像力」だ。

福井県高浜町。関西電力高浜原発の敷地内には、いたるところに「海拔」を示す数字が表示されている。

色は青と赤。数字が10・8メートルを超えれば青、超えなければ赤だ。なぜ、10・8メートルを境に色が変わるのか。

海拔3・5メートルの低地に建つ高浜原発だが、国に提出したストレステスト(耐性検査)1次評価の報告書によると、津波の高さが10・8メートルまでは核燃料が損傷せずに耐えられるとしている。

つまり、「10・8」は高浜原発の“生死”を分ける数字。東京電力福島第1原発の事故以降、「注意を徹底するため海拔を表示している」と西山昇副所長は説明する。

巨大な地震や津波で、原発敷地内の建物などが倒壊したり、がれきが発生したりすれば、どうなるのか…。原子炉の給水や電源確保をしたくても道がふさがれて作業が遅れ、福島原発のような炉心溶融や放射性物質の流出が起きかねない。

高浜原発では、こうした事態を防ぐため、倉庫などを高台に移転。夜間や休日に非常事態が起きることを想定した訓練を繰り返すとともに、初動対応の人員を約50人と倍増させた。

これらの取り組みにも想像力が生かされているはずだが、電力会社以外の企業は「当たり前の対策ではないのか」(家電メーカー幹部)と批判する。実は電力会社側も「想像力を生かした」と自負する安全対策が未熟だと痛感せざるを得ない場面に遭遇している。

昨年9月3日。経済産業省原子力安全・保安院(当時)が高浜3、4号機のストレステストの1次評価の報告書についてまとめた審査結果に、同原発の所員らは愕然(がくぜん)とした。

『過酷事故対策に確認すべき点が残っている』

約1カ月半前、保安院の職員らが行った現地調査では、がれきなどの漂流物が流れた事態を想定し、重機でドラム缶を除去する訓練を披露。それでも、保安院は『津波の際の漂流物対策などについて、引き続き確認が必要』とこの時点で高浜原発の安全対策を“不合格”としたのだ。

原発のリスク管理について、大阪大大学院の山口彰教授(環境・エネルギー工学)は「電力会社は規制委の指示にただ従うのでは不十分。想像力を働かせ、リスクに対応する方法を考えねばならない」と訴える。

原発の「安全神話」の崩壊で見えてきたのは電力各社の安全に対する認識がきわめて低かったことだ。今の想像力は、危機意識を安全対策に反映させてきた一般企業に比べると、まだ甘いと言わざるを得ない。

(5) 中韓ヘッドハンティングで消える「世界一の日本の原発技術者」2013.4.10

原子力関係学科(学部・修士・博士)の
志願者数と入学者数の推移



原子力関係学科の志願者数と入学者数の推移

足りぬ人材 滞る技術継承

2月9日。大阪・梅田の超高層ビル「梅田スカイビル」のイベントホールは就職説明会の初日とは思えないほど閑散としていた。

電力会社など原子力関連企業による「合同企業説明会」。参加した学生は前年に比べ半減の約120人と過去最低を記録した。電力会社の人事担当者も手持ちぶさたな様子で「厳しい結果」と肩を落とす。

世界では今、約420基の原子力発電所が稼働し、70基以上の建設が計画されている。1980年代以降、原発のプラントメーカーは寡占化が進み、世界で原発を建設できるのは仏アレバと、日本の三菱重工業、東芝、日立製作所の計4社のみ。団塊の世代といわれる熟練技術者の退職が相次ぎ、その上、若者が集まらず日本の原発技術者が減少の一途をたどれば、「既存原発の維持・管理に影響を及ぼすほか、今後40年といわれる東京電力福島第1原発の廃炉作業を進められるのか」(関係者)。

人材育成ノウハウは“日本の宝”

JR敦賀駅から西へ車で約15分走ると、白を基調とした2階建ての建物が姿を現す。「原子力発電訓練センター」(NTC)。昭和47年に設立された加圧水型原子力発電所(PWR)の運転員の教育・訓練を行う研修施設だ。

施設内には関西電力、北海道電力などの5つの原発をモデルとしたシミュレーター(模擬装置)が導入され、実際に原発を運転している状況に近い環境を作り出すことができる。こうした先端装置を活用し、これまでに1万人以上におよぶ第一線の原発運転員を世に送り出してきた。

「約40年間にわたって運転員の訓練方法・評価の高度化につとめてきた」(臼田英人・NTC社長)。
この人材育成ノウハウも世界最高水準といわれる原発技術のひとつであり、原発の新規導入国
から頼りにされる“日本の宝”でもある。

世界で1000基以上が廃炉対象

ここにA4サイズで2枚の短い提言がある。

タイトルは「原子力人材育成の課題と対応」。電力会社やプラントメーカーなど約480社・団体で
作る日本原子力産業協会が福島事故から約1年4カ月後の平成24年7月に発表したものだ。

原発は寿命が来れば、廃炉もしくはリプレース(同じ敷地内での解体・新規着工)となるが、その
過程でも重要なのは人材である。提言の中で、こんな記述がある。

《将来的に世界全体でいずれ1000基を超える原子炉の廃炉を安全に実施していく必要がある
が、恐らく福島の場合は想定されるどのケースよりも過酷で困難な課題であり、多くの研究開発
テーマがあると考えられる》

日本の原子力産業を支える人材は電力会社やプラントメーカー、大学など約8万3800人。しか
し、2月の就職説明会が象徴するように福島事故以降、原子力の世界で働きたい、原子力工学
を学びたいという若者は減少。韓国、中国などによる優秀な技術者の海外のヘッドハンティングも
行われ、日本から原発技術者が消えつつある。

再稼働にしろ停止にしろ原発の維持・管理、廃炉作業には技術者がいることが大前提となる。日
本総合研究所創発戦略センターの井熊均所長は「人材がいなければ、今後のエネルギー政策の
議論自体が意味をなさなくなる」と指摘する。

「負のイメージ」払拭に向けて

政府は、25年度予算案で「原子力事故からの再生と原子力安全を担う人材・技術の強化」とし
て250億円を計上。日本にとって原発が引き続き重要な主要電源であることを鮮明にした。すで
に高度な技術者を育てる枠組みはNTCなどで確立しており、電力関係者は「今後は原発の安全
を極めるとともに、負のイメージを払拭し、若者に夢を感じてもらおう世界にできるかどうかだ」と説
く。

福島事故以降、「原発を動かす」「止める」の二者択一で結論を出そうとする風潮が広がりつつあ
る。しかし、原発政策については1億2千万人の日本国民が豊かな生活を送るため「安全」と「リス
ク」のバランスをとりながら、現実的な視点で安全を確保していくかが重要となる。＝この項おわり

この企画は内海俊彦、平岡康彦、香西広豊、宇野貴文、中村智隆が担当しました。