

安全への取り組みに終わりは無い——高浜発電所を訪ねて



高浜発電所 向かって右手前から1・2号機、左手前から3・4号機

2015年2月13日、雪が舞う早朝、協力会社の人々が出勤する高浜発電所北門前では、関西電力の発電所長以下幹部たちが1枚の紙を配りながら挨拶を交わしていた。手渡されていたのは、高浜発電所が地域の方々に発電所を身近に感じていただくとうと1995年より高浜町内向けに定期発行している「高浜発電所だより」の臨時号——2月12日、原子力規制委員会から高浜発電所3・4号機が再稼働に向けて必要な原子炉設置変更許可を得たことが記されていた。2013年7月8日の新規規制基準への適合申請から1年7カ月。ようやく許可が得られたことを知らせるもので、「一緒に頑張っている協力会社さんに感謝し、共有したい」と、翌朝、早朝からの北門前での配布に至ったようだ。

海に囲まれ山懐に抱かれた発電所

若狭湾の最西端、「若狭富士」と呼ばれる秀峰・青葉山を擁し、海側に回ると日本海の荒波が削った「音海の断崖」、巨石にぽっかり空いた「明鏡洞」など、風光明媚という言葉がしっくりくる若狭高浜。駅から内浦半島に向けて海沿いの道を車で走る。半島の付け根にあたる場所、美しい海に囲まれ山懐に抱かれた位置に高浜発電所はある。

2月下旬、高浜発電所を訪ねた。甲子園球場60個分という235万㎡の敷地に4

基のプラントが並び、3・4号機（PWR=加圧水型軽水炉;各87万kW;1985年1月・6月運転開始）は先の臨時号にあったとおり再稼働への準備を推進。1・2号機（同;各82.6万kW;74年11月・75年11月運開）は特別点検を実施中だった。

安全性向上への取り組みはどう進んでいるのか、現場の人々の思いはどうか——それを確かめてみたかった。

海側を守る

東京電力福島第一原子力発電所は、津波で重大事故に至った。同じ津波に遭いながら敷地高により乗り切った東北電力女川原子力発電所の例もある。高浜の場合はどうか？

原子力発電には、タービンを回し終えた蒸気を冷やすために大量の水が必要だ。高浜発電所では、若狭湾側から取水して内浦湾側に放水。いわば東西の海に向かって口が開いているわけで、仮に大津波が発生するとそこから遡上・浸水する懸念も無くはない。

取材当日、あいにくの雨のなか、安全・防災室長の高橋誠二さんが案内してくれた。取水口側には津波の浸水を防ぐべく、高さ海拔8.5mの防潮ゲートを設置。津波時にはゲートを閉じる。放水口側には、その周りを囲むように、ほぼ2.5m間隔で鋼管杭を打設。地上に見えるのは2.5mだが、地下20～30mまで杭を打ち込み強度を高めているというから驚きだ。この放水口側の防潮堤は海拔8.0mへの嵩上げ工事中で、放水口をぐるりと囲んでいるので、そばに立つと海は見えない。

高橋さんによれば「日本海側はもともと津波の発生は少ないと言われ、高浜も当初想定していた最大の津波高さは2.6m。それを6.7mへと引き上げ、さらに余裕を持たせて

新規規制基準の全体像

従来の規制基準	新規規制基準
重大事故(シビアアクシデント)を防止するための基準	重大事故(シビアアクシデント)を防止するための設計基準を強化するとともに、万が一、重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設
自然現象に対する考慮	意図的な航空機衝突への対応
火災に対する考慮	放射線物質の拡散抑制対策
電源の信頼性	格納容器破損防止対策
その他の設備の性能	炉心損傷防止対策(複数の機器の故障を想定)
耐震・耐津波性能	内部溢水に対する考慮(新設)
	自然現象に対する考慮(火山・竜巻・森林火災を新設)
	火災に対する考慮
	電源の信頼性
	その他の設備の性能
	耐震・耐津波性能

原子力規制委員会資料(2013.7.3)をもとに作成

放水口側の防潮堤について説明を受ける



構内の津波対策として非常用ディーゼル発電機室の吸排気口を10mほど嵩上げ



高さを決めました」とのこと。

発電所では、それでも津波が防潮堤を乗り越えた場合を想定し、構内にある非常用ディーゼル発電機室の吸排気口の嵩上げや、主要設備の建屋外壁扉37カ所を水密扉に取り替えるなど、さまざまな対策が取られていた。

山側の備えと地震・竜巻対策

海側が津波襲来に備えているのに対し、発電所敷地の山側には、3・4号機背面に地滑り対策が講じられるとともに、森林火災の延焼を食い止めるために4基が並ぶ発電所敷地周囲の森林を伐採し、周囲約2km、幅18mの防火帯が設けられていた。

もちろん地震に対しても従来以上に厳しく見積もったという。これまで連動するはずがないとされていた断層も敢えて連動して動く想定、最大加速度を550ガルから700ガルに引き上げて、配管など必要箇所には耐震補強を施している。

海水の取水設備が頑丈な鋼材ですっぱり覆われていた。側面は厚さ40mmの鋼板で、上面は硬鋼線材の金網——風速100m/sで135kgの鋼材が飛んできてでも耐えられるという竜巻飛来物対策設備だ。

雨のなかでも人影があちこちに見える。「大規模な土木工事はほとんど終わりましたが、まだ細かな部分の調整などが残っていますから」と高橋さん。工事のピーク時には所員・協力会社員合わせて約3,500人が働いていたが、今は2,500人ほどだそう。

冷やし閉じ込めるための多重の策

原子力発電所の安全の基本は「止める」「冷やす」「閉じ込める」。福島第一でも地震を感知して原子炉は自動的に停止。非常用ディーゼル発電機が自動で起動したが、



重い水密扉を開けると警報が鳴り続け、中央制御室で確認できるようになっている



空冷式非常用発電装置。万一の事故が起きたとき、収束に必要な機器の電力を賄う

大容量ポンプ。海水ポンプのバックアップ用と放水砲の水源にも活用。3・4号機用に5台設置

その後の津波で全電源を喪失、「冷やす」ことができないまま燃料の重大な損傷や格納容器破壊という深刻な事態に陥り、放射性物質を「閉じ込める」ことができなかった。

これを教訓とし、高浜発電所では「冷やす」ための電源を多重・多様に設置した。従来から外部電源を5回線、非常用ディーゼル発電機を各ユニットに2台ずつ備えている

ことに加え、さらに海拔32mの高台には、中央制御室から遠隔操作できる空冷式非常用発電装置を各ユニット2台と、電源車を5台(3・4号機用)配備している。

また、仮に全電源を失っても冷却機能を確保するため、炉心や蒸気発生器など重要設備への給水手段を複数準備するとともに、海水ポンプの代替として大容量ポンプも配備されていた。

高橋さんは言う。「一つ目がダメなら二つ目三つ目……さらに別の方法、また別の方法……と、多重化・多様化は安全対策の基本です」



竜巻による飛来物防護対策として重要設備を頑丈な鋼材で覆っている

万々に備える

とはいえ、重大事故が絶対に起きないとは限らない。PWRプラントは、BWR(沸騰水型)の福島第一と異なり、原子炉格納容器が大きく、炉心が損傷しても水素爆発の可能性は極めて小さい。しかし万々に備えて格納容器の破損防止・水素爆発防止のために、格納容器内に、水素濃度を下げる静的触媒式水素再結合装置なども設置。確実に「閉じ込める」ため安全裕度の向上を図っている。

さらに仮に格納容器が破損しても、発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための放水砲、海への拡散を防ぐシルトフェンス(垂下型汚濁水拡散防止膜)も配備されている。

放水砲など、まるで機動隊並みの装備だが、構内には消防車も2台停まっていた。聞けば、火災対策として以前から配備しているもので、所内には24時間出動可能な自

幅18mの防火帯

電源車





内部火災対策としての消火水バックアップタンク。
700ガルの地震に耐えられる100tタンクを3・4号機用に6基設置



代替設備による冷却訓練

衛の消防隊員もいるという。

海側から高台まで発電所構内を巡り、広いはずの構内が手狭に感じられるほど、幾重にも対策が講じられており、心強く感じた。

重大事故への対応能力を磨く

ハード面の安全対策に加えて重要なソフト面の対策だ。新しい機器や設備を扱うのは人間であり、一人ひとりがどう対応するかが重要になる。

高浜発電所では万一に備え、土日祝や夜間を問わず構内に初動対応要員として70人が24時間常駐することになっているという。加えて48人の所員が6時間以内に参集し、事故対応にあたる。こ

これらの体制を確実なものにするため、斜面の崩落等を想定した徒歩による参集訓練も頻繁に実施。また、空路、海路からの参集もできるような体制を整えている。さらに、24時間を目処に協力会社の支援要員約150人、同じくプラントメーカーの技術支援要員が約400～500人と、計700人以上が解析等による事故状況の把握や、故障設備の復旧等の支援を行う体制を構築している。

もちろん訓練は参集だけではない。空冷式非常用発電装置や大容量ポンプ等の操作訓練や、事故を想定したプラントの運転訓練、指揮者や通報連絡員の演習など、年間約800回も訓練を繰り返している。昨年夏には「高浜発電所で多重故障により炉心が損傷、放射性物質が放出された」との想定で、福井県と協力して全社原子力総合防災訓練も実施した。

「日々の訓練を通じて、より効率的な動きができるようになった」と高橋さん。常に緊張感を持って訓練に臨み、重大事故への対応能力を磨いているという。3・4号機の再稼働に向けて安全対策はハード・ソフト両面から着実に進んでいるのが見て取れた。



全社原子力総合防災訓練で現場の指揮を執る高浜発電所長（奥側右から2人目）



コンクリート構造物の強度確認のためのサンプリング



遠隔操作で炉心領域の欠陥の有無を調べる検査ロボット

特別な点検

一方、高浜1・2号機は2014年12月1日から、40年を超えて運転する場合に必要な「特別点検」を行っている。特別点検は、格納容器銅板の塗膜状態の確認、コンクリート構造物の強度や遮へい能力の確認、原子炉容器の欠陥の有無の確認を行うというものだ。

2号機の点検現場を見せていただいた。防護服に着替え、放射線管理区域である原子炉建屋の格納容器内に入る。高さ約80m、直径約40mと、さすがに広い。手前の左右と前方壁際に計3基据えられている蒸気発生器は既に1994年に新しいタイプに取り替え済み。

「運転開始後40年経ったからといって老朽化しているわけではありません。蒸気発生器や原子炉容器上蓋など、より安全性を高めるため既に取り替えています」という高橋さんの説明を聞きながら中心部近くまで歩く。蒸気発生器の上部足場にのぼり、下を見ると、原子炉容器の上蓋が開き、コバルトブルー色に見える水を湛えた炉内が目に入る。検査ロボットが炉心領域の欠陥の有無をチェックしていた。

原子炉保守課の担当者によれば、3～4カ月かけて行うというこの特別点検は「順調に進んでいる」そうだ。

原子炉建屋を出て、通常の作業服に着替え、タービン建屋に入る。運転中であれば大きな機械音が響いているタービン建屋だが、この日はさほどでもない。発電所が停止中であることを改めて感じた。

実機を動かすことで実力がつく

高橋さんは入社後、最初に配属されたのがここ高浜発電所。まだ3・4号機の建設が

高浜2号機格納容器内。原子炉容器の上蓋が開き、炉内が見える

特別点検の作業状況を確認



決まったばかりで、1・2号機の運転員として経験を積んだ。これまでの会社員人生のうち約3分の2にあたる20年を高浜発電所で過ごしたという高橋さんは、「発電所が動いていない状況は辛い」と言う。1号機は福島第一の事故前の2011年1月から定期検査に入っていて、それから止まったまま。4号機、2号機も順次定検に入り、高浜で最後まで動いていた3号機も既に止まって3年が経つ。

「シミュレータでの訓練も重要ですが、やっぱり実機を動かすことで実力はぐんと上がります。今や現場でも、動いている発電所を知らない世代が出てきている。もっとOJTで技能を継承していきたい」と。

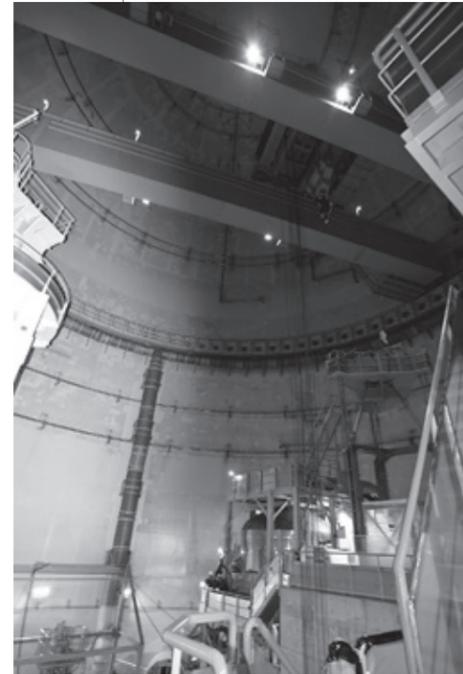
動かない発電所に毎日出勤する人々は一体モチベーションをどう維持しているのか。「発電所が止まっているため、よく『何もすることがないので?』と言われる」と、高浜発電所で地域とのコミュニケーションを担当する青野力也さんは話す。しかし実際は「保守員は重大事故等対処設備の設置・据付、運転員は重大事故を想定した操作手順書の整備を行い、それらを用いた訓練の実施、そして我々は地元のみならずご理解をいただくための活動を行うなど、それぞれの持ち場でやるべきことが山積。所員の意識、モチベーションは総じて高い」という。

一歩前進

先が見えないと閉塞感が増すかもしれないが、高浜発電所は3・4号機も1・2号機も、福島第一の事故後の新しい状況のなかで新たな動きを進めている。

高橋さんに「いよいよ再稼動が近づきましたね」と水を向けてみた。「まだゴールが見えた訳ではない、一歩前に進んだだけです」と抑えた答えが返ってきた。

3・4号機は1年7カ月かかってようやく原子炉設置変更許可が得られたが、再稼動に向けては、機器などの設計内容を記した「工事計画認可」と運転管理体制や保安教育の実施方針などを確認する「保安規定変更認可」の審査、そして機器の性能などを確認



高さ約80m、直径約40mと広い原子炉格納容器内



整然としたタービン建屋内。タービン発電機が出番を待っている



これからも安全性を高め続ける、と決意を語る高橋さん

する使用前検査が控えている。気を緩めるわけにはいかない状況であることは確かだ。

国の認可だけではない。再稼動には地元の理解も不可欠だ。

「地元地区には、国の原子力規制委員会の許可を得ると速やかに各戸訪問を行い、『一歩前進したね』と励ましの声をいただいた」と、青野さん。高橋さんも「所員たち、そして協力会社のみならずにも希望が出て、やる気が増したことは確かです」と少し笑顔になった。

地元出身の所員や協力会社員も多いそうで、再稼動を機に地元が一段と活気づけばと願う。

マイプラント・高浜

高浜で原子力安全と向き合い続けて20年、高橋さんは高浜発電所には愛着があるという。

「例えば自分の家にゴミが落ちていけば拾うし、汚れていたら掃除をする。別に誰かに言われたからじゃなく、愛着があるから自ら動く。発電所も同じ。自分たちの手で安全を守りながら電気をつくりだしているプラントは、いわばマイプラントです。それだけに国や周囲から言われたことだけでなく、世界にも目を向けて自ら安全性を高めようと努めています」と。

これまで世界に目を向けた安全対策ができていたかという反省点もある、と言う高橋さんは「規制基準への適合だけでなく自主的・継続的に、今できる精一杯の安全対策を講じ、安定して発電することで社会の役に立ちたい。そのために、これからも協力会社と一体となって、地元の理解を得ながら再稼動に向けて全力を尽くしたい。そして1・2号機も日本で初めて特別点検に踏み切ったプラントなので、引き続き40年超プラントの先駆けとしてリードしていける発電所でありたい」。マイプラントを見つめながら、そう結んだ。

取材・編集 / 田窪由美子

構内では至る所で金属探知器によるチェックを受ける

より安全性を高めるため、1994年に取り替え済みの蒸気発生器

