

次世代の廃炉と除染

米原子力学会2001年冬期会議(リノ)報告

現在廃炉作業中の発電所は、将来の発電所に何を提供できるだろうか。実に多くのものを提供できるのである。

商業用原子力発電業界は、現在興味深い状況にある。少数の発電所が廃炉過程にあり、建設されたほとんどの発電所が稼働中(今後も当分は稼働の予定)である。少数の長期立案者や楽観論者の間で、新規発電所が設計され始めており、さらに重要なことに、役員会でも議論されている。

それでは、現在廃炉作業中の発電所は、将来の発電所に何を提供できるだろうか。実に多くのものを提供できるのである。この話題は、2001年11月11日～15日にネバダ州リノで開かれた米原子力学会(ANS)冬期会議のあるセッションで取り上げられた。そのセッションのタイトルは「商業用原子炉の廃炉と除染から得た教訓の次世代原子炉システムへの反映」であり、ANSの廃炉・除染・再利用部門の後援を受け、アルゴン国立研究所のサム・バッタチャリヤ(Sam Bhattacharyya)氏が企画した。

将来の発電所のためにわれわれができる最善のことは、高レベル廃棄物と使用済み燃料の問題を解決することである。

大局的な立場からの見解

コネチカットヤンキー社とヤンキーアトミック社(いずれも所有する唯一の発電所を廃炉中)の会長兼CEOであるラス・メラー(Russ Mellor)氏は、次世代発電所のために詳細な助言を提供する前に、まず大局的な立場からの見解を述べた。将来の発電所のためにわれわれができる最善のことは、高レベル廃棄物(HLW)と使用済み燃料の問題を解決す

ることである。それは単に、ユッカマウンテンに処分場を建設するというのではない。同氏によると、「ユッカマウンテンは予約済みであり、ほかに空き室はない」という。したがって、産業界と政治家は、次世代のHLW問題を解決するために、ユッカマウンテン以外の選択肢を模索する必要がある。同氏は解決策として、新たな処分場、使用済み燃料再処理、核変換、国際処分場(ロシアがそのような施設の立地に関心があるかもしれないと指摘)などを挙げた。

次世代の原子炉を可能にするには、低レベル廃棄物(LLW)とクラスCを超える(GTCC)廃棄物の問題も解決する必要がある。GTCC問題(炉内構造物をどうするか)は、発電所にとって実にやっかいである。トロージャン発電所の原子炉容器は、例外的に炉内構造物に手を付けずにワシントン州リッチランドのLLW処分施設で処分できたが、通常は、原子炉容器を処分する前に炉内構造物を取り外す必要がある。炉内構造物の分離は放射線被ばくの危険が多く、電力会社にとって難しい作業である。「プロジェクトがうまくいったとしても、進んでやりたい仕事ではない」とメラー氏は言う。埋設という代案は、炉内構造物を取り外す前にその放射能を減衰させることができるが、単一の発電所のみ所有する電力会社(コネチカットヤンキー社やヤンキーアトミック社など)にとって現実的な選択肢ではない。

より詳細な助言として、メラー氏は、モジュール式の設計と浄化可能な耐放射線材料を用いた、「廃炉を行いやすい」発電所設計を奨励した。また、産業界の慣行を洗練しなければならないという。例えば、資材保管慣行を改善し、「廃材置き場を撤去しなければならない」という。また、汚染された表面部分は、「上塗りするのではなく」、除染する必要があるという。

メインヤンキー発電所における多量のコンクリートを州は「特別廃棄物」に分類し、コンクリート問題が重大となったため、同発電所は新たな規制を遵守せざるを得なくなった。

詳細設計

所有する唯一の発電所の廃炉を行っている別の電力会社であるメインヤンキー社のエンジニアリング部長であるウィリアム・ヘンリーズ (William Henries) 氏は、おもに設計問題に焦点を当てつつ、最後に一般的な提案をつけ加えた。

同氏は、発電所の設計において、まず独立の使用済み燃料貯蔵施設 (ISFSI) を計画・建設することを勧めている。多目的キャニスターを用いて、できるだけ早期に燃料を処分場に搬送する(この助言は、新規発電所が運転されてから十分に時間が経ち、搬出可能な燃料や処分場が存在することを想定している)。一方、電力会社は、燃料について複数の選択肢を持たなければならないという。したがって、「次世代発電所を実現するには」、国内で再処理を再開する必要がある、と同氏は述べている。

次に、使用済み燃料プールを、発電所の他の構成部から「容易に隔離できるように」計画・設計することを同氏は勧めた。独立の自給式冷却系と移動しやすい電源を配備することを検討し、隣接する制御室/中央警報所の設置を計画すべきであると述べている。これは、沸騰水型原子炉よりも、加圧水型原子炉について実施しやすいかもしれないという。

同氏は、ほかに次のような設計を提案した。使用済み燃料プールのクレーンは、単一故障が起きないようにし、乾式キャスクの載荷状況に対処する能力を持たせるようにすべきである。床排水と埋設管を排除し、代わりに管通路、溝、水ためを使用する。原子炉圧力容器内構造物の材質を改良し、GTCCの容量を減らす(メラー氏と同様に、ヘンリーズ氏は炉内構造物の切断がいかに「ひどい」作業かを指摘した)。垂直熱交換器の最上部にU字管を設け、排水できるようにする。複数ユニットのサイトは、システムの共用を避けるか、もしくはすべてのユニットが廃炉になるまで安全貯蔵の先行計画を立てる。機器の重量を標札に記し、機器に吊り上げ点を設ける。格納容器蓋のサイズを最大の機器に合わせるか、または蓋に合うように機器サイズを小さくする。空間的に余裕のある除染、廃棄物貯蔵、および処理施設を提供し、できるだけ早期に廃棄物を搬出して、蓄積と残留の問題を避ける。発電所の周囲に舗装領

域を広く設け、照明を設置し、建設支援活動のための電源を用意する。

ヘンリーズ氏は最後に、可能であれば鉄骨構造を用いて必要なコンクリートの量を減らし、解体を容易にすることを提案した。同氏によると、州はメインヤンキー発電所における多量のコンクリートを「特別廃棄物」に分類しているため、コンクリート問題が重大となり、同発電所は新たな規制を遵守せざるを得なくなったという。

同氏は、より基本的で現実的な提案として、あらゆるものを初日から写真・ビデオ撮影すること、こぼれた廃棄物を追跡し、できるだけ早期に除染すること、除染の終結を文書化すること、そして特別なことではないが貴重な助言として、新しいコピー機では原本と複写を区別しにくいので、すべての文書を青インクで署名することを挙げた。

初期の発電所建屋の設計は、解体はおろか保守にさえ適していなかった。

その他の提案

コンシューマーエナジー社のビッグロックポイント発電所のビル・トゥルビロウィッツ (Bill Trubilowicz) 氏もまた、新規発電所の設計にISFSIを含めることを奨励する発言を行った。それをしないのであれば、燃料再処理を再開するか、またはユッカマウンテンに新しい発電所を建設する必要がある、と同氏は皮肉っぽく語った。

同氏はほかの提案(既出の提案と重複するが繰り返す価値がある)として、モジュール式システムの使用、埋設管の排除、電気系統の隔離、コンクリート使用量の低減(遮へいの代案を検討すべき)、および不透水コーティングの使用を挙げた。

なかでも、建物を清浄に保つことが重要だという。ビッグロックポイント発電所では、建屋の検査に2週間かかったが、その解体に要したのは2日だけだったという。

トゥルビロウィッツ氏は最後に、無害の材料を使用し、特に石綿、水銀、PCB、鉛の使用を避けるよう付け加えた。そして、化学的除染が可能ないようにシステムを設計することを提言した。

旧式のサクソン発電所の廃炉作業を行っているファーストエナジー社のジム・バーン (Jim Byrne) 氏は、あらゆる構造物の下位に地下水監視システムを設けることを設計者に勧めた。廃棄物タンクと配管を埋設した場合、漏洩を念頭に置かなければならないという。同氏はほかに、汚染を防ぐために貯蔵プールのコンクリート裏打ちを二重にすること、す

すべてのコンクリート表面を上塗り・目張りすること、および埋設管を取り外しやすくすることを提案した。また同氏は、安全に建造できないものは、汚染環境下で取り外すことがいかに難しいかを考慮するよう警告した。

発表後の聴衆討論の場で、デトロイトエジソン社のリン・グッドマン (Lynne Goodman) 氏は、初期の発電所建屋の設計は、解体はおろか保守にさえ適さなかった、という的を射た見解を述べた。次世代発電所の設計者は、初期の誤りをすべて是正する機会が与えられるので、50～100年後には、産業界は今回のようなセッションを新たに開く必要はないと期待される。

—— 編集長、ナンシーJ.ザッカ (Nancy J. Zacha)