

平成26年（2014）8月15日（金曜日）第7118号

夏季特集号

『通常炉原子力発電所の廃止措置について』

エネルギー総合工学研究所

NUPERC（原子力工学センター）

参事 工学博士 石倉 武

- ▼通常炉発電炉の廃止措置に関するセミナー
- ▼廃止措置規則・技術の準備状況
- ▼福島第一原子力事故による
発電炉廃止措置への影響
- ▼海外の廃止措置動向の概要
- ▼わが国の廃止措置の今後の課題

▼通常炉発電炉の廃止措置に関するセミナー

わが国ではこれまで、約30年にわたる関係者の検討の積み重ねにより、発電炉廃止措置の順調な実施に向けた準備が進められてきた。先月11日、「21世紀における廃止措置のあり方に関する調査検討委員会」(委員長 石榑顕吉・東京大学名誉教授)による「原子力発電所廃止措置技術セミナー・わが国の30年間の蓄積」を事務局の弊研究所(エネ総研)が開催し、通常の発電炉廃止措置についてわが国がどのように準備し、またその成果を蓄積してきたのかを改めて見直す機会を提供した。セミナーには約100人が参加し、次の5つの講演が行われた。

講演1 〓「廃止措置に係るわが国の30年間の蓄積」石榑顕吉・前出、講演2 〓「国内外における発電炉原子炉の廃止措置の経験と最近の特徴」筆者(エネ総研 石倉)、講演3 〓「廃止措置とプロジェクト管理」柳原敏・福井大学附属国際原子力工学研究所客員教授、講演4 〓「廃止措置工事の実施計画」鳥居和敬・清水建設原子力・火力本部計画部副部长、講演5 〓「国内の発電炉廃止措置と最近の課題」山内豊明・日本原子力発電執行役員・廃止プロジェクト推進室室長。本稿では、同セミナーを概観しつつ、わが国の通常炉廃止措置の現状と課題について述べてみたい。

▼廃止措置規則・技術の準備状況

(1) 廃止措置の法規制

発電炉の廃止措置は、原子炉等規制法が策定された当初の97年から、廃止措置計画書を解体着手の30日前に提出する―と定められ、発電炉の廃止措置が本格化する直前の05

年と、福島第一原子力事故後の12年に同法が改正された。05年の改正では、廃止措置計画書の認可制度、炉心からの燃料体の取り出し後からの廃止措置の開始、クリアランス制度などが導入された。12年の改正では、運転期間の原則40年、規制庁の一本化、福一事故後の改正規制法の発電炉へのバックフィットなどの改正が行われた。

(2) 廃止措置技術の準備と廃止措置の実施状況

わが国では、98年に動力試験炉(JPDR)の廃止措置技術開発が開始され、その後経産省の総合資工調原子力部会廃止措置小委員会で廃止措置のあり方について検討が行われた。この検討により「商業用原子力発電施設の廃止措置のあり方について」として98年にわが国廃止措置の基本方針が集約された。これらと並行して、旧原子力発電技術機構(NUPEC)において実用発電用廃炉設備確認が行われ、切断・解体・除染など廃止措置工事に必要な主要設備の実規模の性能試験などが行われた。これらの成果は、その後のわが国における発電炉大型解体工事などの経験でさらに改善が進められた。一方でこの間、欧米では10例以上の廃止措置が実施され、廃止措置を実施するための技術は着実に確立されてきた。現在、わが国では、日本原子力発電・東海発電所、日本原子力研究開発機構の「ふげん」、中部電力・浜岡1、2号機の廃止措置が進捗中で、いずれも98年に示された廃止措置のあり方とその後への改正に準拠し、30年以内に解体撤去を完了すると計画されている。

▼福一事故による発電炉廃止措置への影響

(1) 再稼働へ向けた動き

現在、各電気事業者は改正された炉規法、省令の基準への適合性を検討し、運転中の各発電炉を再稼働するか最終停止するかを判断を行っている。今年7月現在で比較的運転年数が長い日本原電・東海第二(110万kW、運転後35年)を含む19基が再稼働の認可を申請しており、今後の原子力規制委員会による審査と電気事業者の対応が注目される。

(2) 廃止措置工程の前倒し

福一事故以前には、長い運転年数の発電炉は高経年化技術評価を実施し、その後の十数年は運転継続することを予定していた。このため、廃止措置の計画立案と実施を短期間のうちに準備することは想定されていなかった。福一事故以後は、実施済みの高経年化評価の見直しも再稼働要件とされており、現在、再稼働に向けた申請を行っていない発電炉について、もし、廃止措置が選択された場合は、廃止措置計画の立案に必要なデータ(廃止措置時の放射能インベントリーの把握など)、廃止措置計画立案・実施に必要な人材、使用済燃料の搬出先確保、放射性解体廃棄物処分計画の具体化などの早急な準備が必要になる。

▼国外の廃止措置動向

世界では、発電炉の150基がすでに最終停止しており、このうち、米国、英国、ドイツが各約30基、フランス、日本が各約10基である。以下、国ごとに現況を紹介する。

(1) 米国

米国では19基の発電炉が最終停止し、このうち12基がすでに廃止措置を終了し、敷地解放を完了している。これらの炉は、最終停止後早い段階で、燃料体取り出し、解

体、除染、廃棄物処理などが実施された。このように多くの発電炉が終了した経験は他にはドイツに小型炉3基があるが、大型炉を含む同様の経験は後続の廃止措置の先例になっっている。最近のザイオン1、2号機廃止措置に見られるように、解体技術には、原子炉と炉内構造物の切断への機械切断法の適用、系統除染には一次生成物が少ない酸化・還元溶解プロセスの適用など、世界の発電炉廃止措置の最近の方法が反映されている。

米国における廃止措置の1つの特徴として、燃料プールの隔離法がある。使用済燃料の取り扱いが安全上非常に重要であるため、プールの補給水、冷却設備、電源などを運転時と切り離し、廃止措置用の専用設備を追設する方式である。欧州や日本では、運転中の設備を継続して使用することが一般的だが、他の設備と独立させることで、他の廃止措置工事との干渉をなくすることができる特徴がある。

放射性廃棄物の処分については、低・中レベルの放射性廃棄物の処分場は整備され操業されているが、高レベル放射性廃棄物(使用済み燃料など)については所管のDOEが処分場を決定しておらず、サイト内や隣接地に設置した乾式の使用済燃料独立貯蔵施設に安全貯蔵されている。

(2) 欧州(仏、英、独)

フランスでは、事業者EDFが00年に第一世代発電炉9基を対象に、それまでの長期安全貯蔵方式から早期解体方式に方針変更した。EDF内にCIDEN(解体・環境工学センター)を設置し、廃止措置が行われている。廃止措置中発電炉の唯一の軽水炉ショーA(PWR)は蒸気発生器の一体撤去など順調に進捗している。ガス炉6基の廃止

措置は、減速材の黒鉛の処分法が未定などのため、進捗にやや遅れがみられる。一方、高レベル処分場を建設するC I G E O 計画では、国民の意見を聞くパブリックダイベイトが昨年行われ、当初は反対派による妨害で集会が中止された。しかし、並行して行われた国民へのアンケート調査の結果では、賛成が74%と多く、結果として、高レベル廃棄物処分場の建設計画がダイベイト局から承認された。

イギリスでは、英国廃止措置機関N D A がすべてのマグノックス炉(27基)に遅延解体方式を採用している。この方式は原子炉まわりの解体を60〜80年程度遅らせて廃棄物発生時期を後ろ倒しにし、解体作業者の被ばくと発生廃棄物を低減する狙いである。現在、最終停止したマグノックスは、長期安全貯蔵準備中または安全貯蔵中であり、低レベルの解体廃棄物の一部はサイト内に保管されている。

ドイツでは、福一事故直後に、運転中の古い発電炉8基が運転認可を取り消され、残りの9基も22年までに段階的に停止することを政府が決定した。また、高レベル最終処分場として準備中であったゴアレーベンでは工事が中断され、より適切な候補地を調査することを国が決定したため、高レベル廃棄物処分場計画は振り出しに戻った。

▼わが国の廃止措置の今後の課題

(1) 燃料体と廃棄物の貯蔵処分

当面の課題は、使用済燃料、解体廃棄物の貯蔵・処分先が確定していないことである。解体や除染で発生する廃棄物の処分先が具体化されてなければ、工事に着手できない。

まず、使用済燃料については、一部の電気事業者が中間

貯蔵設備を建設中だが、搬出先が確保できなければ、炉心外での貯蔵となる。同一サイトでの燃料プールの受け入れ容量が不十分な場合、米国で行われているような燃料プールを隔離することも含め、サイト内での貯蔵を検討する必要があると考えられる。

さらに、解体廃棄物の処分先の具体化が急務である。余裕深度処分(レベル1)は規制基準が未だなく、ピット処分(同2)は運転中商業炉廃棄物の埋設のみ実績があるが、廃止措置用の受け入れは決まっていない。トレンチ処分(同3)は研究炉用埋設設備の実績を踏まえた発電所敷地または隣接地にトレンチ処分場を建設する構想もあるが、大量に発生する廃棄物の処置の具体化がされていない。

(2) 人材

発電炉の廃止措置の実施には、運転時とは異なる相当な人数の従事者が長期間にわたり必要となり、教育研修などを経て、廃止措置を実施できる専門的な人材を確保することが必須である。これまでの経験から必要な人員を推定すると、解体期間中の所員は数百名(下請け含む)程度であり、これらの所員は、従来の運転時の知識とは異なった解体などの専門知識が必要である。さらに、作業者を統率する上級管理者は、実務知識以外に、例えばプロジェクト管理、環境科学、地元住民との対話などの知識が必要である。

(3) クリアランス物の扱ひ

わが国では、クリアランス制度は確立しているが、クリアランスされたものが、実態としてフリーリリースされず、サイトに滞っている。これは、クリアランス制度を定めた文書の中に「制度が社会に定着するまで事業者が把握・記

録するよう求める」の付言があるためであり、「社会に定着したかの判断」が明確でない。すでに一部がベンチなどとして、電気事業者の敷地内などで使われており、また、わが国のクリアランス検認は国際的にみても同じように放射能として扱う必要がない基準(年間 $10\mu\text{Sv}$)で確認されているので、ドイツなどのように、一般の物流に乗せてフリーリリースする必要があるのではないか。

(4) 敷地解放基準

廃止措置後の跡地を解放するための敷地解放基準は、福一事故の直前まで国(旧原子力安全・保安院)で検討が進められてきた。今後想定される廃止措置に対応できるよう、早急に基準値を設定する必要がある。

(5) 廃止措置費用の見直し

廃止措置に必要な費用については数百億円かかり、期間も数十年程度となることから、この負の遺産を次世代に先送りすることなく、受益者負担とする仕組みとして98年に制度化された。その後、00年の見直しでは、廃止措置の現状を取り巻く変化に照らし、制度の変化、経済状況の変化、技術などが変化した時点で見直すこととされた。このうち技術の変化については、特に当初から相当な進捗がみられており、福一事故以降の原子力を巡る社会的状況の変化なども踏まえ、引当金を見直す時期が来ているのではないか。

(おわり)

石倉 武 工学博士。エネルギー総合工学研究所参事、原子力安全推進協会テクニカルアドバイザー。東芝にてBWR水処理・水化学、旧原子力発電技術機構にて実用炉廃止措置技術開発に従事した。11年1月からIAEA「放射性廃棄物管理技術委員会」の日本代表(4年間)。