

# RANDEC

## ニュース

財原子力施設デコミッションング研究協会会報 1989・11 No.3

### 環境問題とデコミッションング技術開発

動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所

所長 山之内 種彦



最近、炭酸ガス、フロンガス等による地球規模の環境汚染、広域の酸性雨問題等が大きな社会的・国際的問題としてとりあげられ、先進工業国、開発途上国を含む国際的協調のもとに、その技術的解決にむけての努力が開始されているところである。工業技術の大規模な利用と開発の推進に当たっては、環境問題は常に念頭に置くべきであるという認識が益々深まってきている今日である。

我国の原子力開発では、スタートの時点から放射性物質の環境放出をALARAの考え方に従ってより少なくするよう、たゆまない努力が関係者により続けられてきている。

この中でも、原子力施設から発生する放射性廃棄物の処理・処分技術は、環境への影響を最小限に抑えながら原子力の利用を促進するという観点で、今後とも重要な技術開発課題であると考えている。同様に、老朽化した原子力施設のデコミッションングにより大量に発生する廃棄物についても、将来にわたって管理すべき放射性廃棄物を少しでも減らすという観点から、発生量の低減をは

かってゆくための最大限の努力が必要である。現在ある原子力施設がデコミッションングを必要とする時期を考えても、今後、より一層技術開発の推進強化が期待されるであろう。

デコミッションング技術にかかわる放射性廃棄物発生量の低減化の実績として、東海事業所再処理工場では三度にわたり酸回収蒸発缶の交換を行っているが、交換の都度、除染方法・解体工法及び安全管理方法を改良し、3回目には解体廃棄物を含む不燃性廃棄物の発生量を、容積で1回目と比べて約3分の2に減少させることができている。核燃料サイクル施設のデコミッションング技術についてのこれら技術開発成果は、現在まだ原子炉のそれほどには世界的に注目されるようになっていないが、今後、成果の発表や意見交換を活発に行い、適切な研究開発計画のもとに着実な技術の開発と蓄積を目指していく必要があると考えている。RANDECの活動により、デコミッションング技術開発の情報交流や成果の蓄積や活用が進むことを大きく期待しているものである。

# 原子炉の解体工法・解体機器

日本原子力研究所・動力試験炉部 解体計画管理課

清 木 義 弘

## 1. はじめに

運転を終了した原子炉施設には、燃料を搬出した後にも大量の放射能が残留している。JPDRの場合、残留放射能の約99パーセントは、原子炉本体の鋼構造物に集中しており(炉内構造物に約98パーセント、圧力容器に約1パーセント)、ごく一部の放射能は、一次冷却系を通して、系統内の広範囲に分布している。これらの鋼構造物は、高度に放射化されており、解体に際しては作業者の接近は被ばく管理上困難である。このため、原子炉本体の解体には遠隔操作による水中切断が必要となる。

日本原子力研究所では、原子炉施設の解体に必要と考えられる全分野にわたる技術開発(8項目)を進めてきた。本稿では、原子炉本体部を解体するための解体工法・解体機器のうち、炉内構造物等の鋼構造物の解体に適用する技術について、その概要を紹介する。表1にJPDRの原子炉本体の解体に適用する解体工法と切断能力を示す。

表1 JPDRの原子炉本体の解体に適用する解体工法と切断能力

| 解体対象             | 工 法        | 切 断 能 力   |
|------------------|------------|---|
| (1)原子炉圧力容器       | アーケター切断    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○厚さ200mm, 切断速度4cm/min</li> <li>○厚さ250mm, 切断速度6cm/min</li> <li>(12~30cm/min×4ヶ所)</li> </ul> |
| (2)炉内構造物         | プラズマアーク切断  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○厚さ230mm, 切断速度5cm/min(気中)</li> <li>○厚さ130mm, 切断速度7.5cm/min(水中)</li> </ul>                  |
| (3)原子炉圧力容器との接続配管 | ディスクカッター切断 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○配管12B(肉厚33.3mm), 切断時間28min</li> </ul>   |
|                  | 成型薬液切断     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○配管1.5B(肉厚5.1mm), 爆薬量10g</li> <li>○配管3B(肉厚7.6mm), 爆薬量50g</li> </ul>                        |

## 2. 解体の手順

原子炉本体の解体は、炉内構造物、圧力容器接続配管、圧力容器の順に進められる。

炉内構造物の解体は、圧力容器内が狭隘であるため、圧力容器内で大きく粗断(1次切断)し、これをチャネルを通して隣接する使用済燃料プールに移動して細断(2次切断)する。細断された切断片は、水中で専用の遮蔽容器に収納して搬出する。図1に炉内構造物切断の概念を示す。

圧力容器接続配管の解体は、圧力容器内の炉水

を一旦抜いたあとに気中切断で圧力容器と配管を分離し、圧力容器と生体遮蔽体の間に円筒状の水槽を取り付ける。

圧力容器の解体は、接続配管を取り除いた圧力容器及び前述で取り付けられた円筒状水槽に水を張り、水中で垂直切断をした後、切断片把持機で縦切りされた圧力容器を把持した状態で水平切断を行って気中に吊り上げ容器に収納して搬出する。

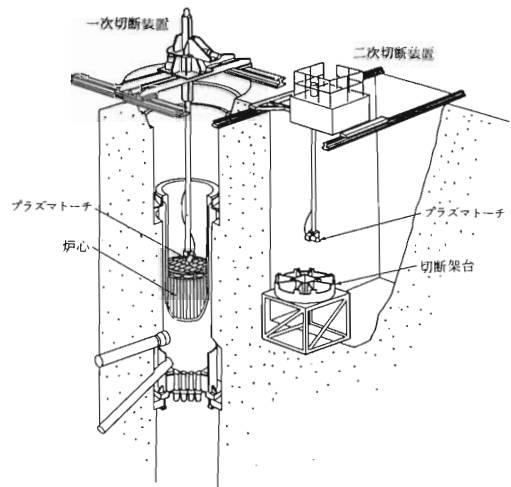


図1 炉内構造物切断の概念

## 3. プラズマアーク切断工法

炉内構造物の切断には、プラズマアーク切断工法を適用する。プラズマアーク切断の原理は、トーチと呼ばれる物の中に設置されている電極と切断対象物の間に電気アークを発生させるとともに、このアークの周辺に動作ガス(アルゴンガスと水素ガスの混合ガス)を流してアークを絞って電流密度を上げることにより得られる高温のアーク熱と動作ガスの電離熱及び解離熱を利用して切断対象物を溶融し、この溶融金属をガス流によって吹き飛ばして切断するものである。トーチは、小型で軽量であるため狭隘な場所での使用や遠隔操作性にすぐれている。JPDRの解体用に製作した切断装置は、切断電流が250Aごとに1000Aまで4段階に

切り換えることができ、切断対象物の厚さにより使い分けができる。また、トーチの駆動はマストの先端にトーチを取り付け、走行、横行、昇降、旋回の4動作が独立にできるマストにより行なわれる。マストの制御には、数値制御方式を採用している。図2にプラズマアークの原理を示す。

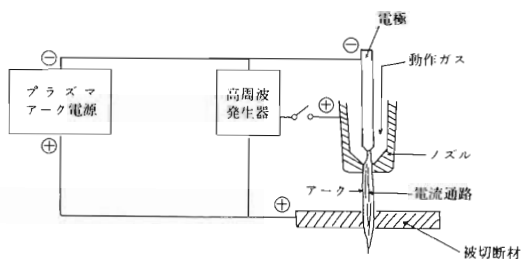


図2 プラズマアークの原理

#### 4. ディスクカッター切断工法及び成型爆薬切断技術

JPDRの圧力容器には、小口径の配管から大きい配管は12インチまで種々の配管が接続されている。

ディスクカッター切断装置は、図3に示すように円盤状のカッター刃及び中央に溝を有した2個の反力ローラを有し、油圧シリンダーで伸縮するピストンロッドによりカッター刃を配管内壁に押し付けながら回転させ、塑性変形で配管を切断するものである。この切断の特徴は、①切断で切り粉が発生しないこと、②生体遮蔽体の外側から作業するため作業者の被ばくが低減できること、③構造が簡単で切断速度が速いことである。しかし、小型化が困難なためJPDRでは、直径12インチ(肉厚17.3ミリ)と直径4インチ(肉厚8.6ミリ)の配管切断に適用することとしている。一方、成型爆薬切断技術は、直径4インチ未満の配管切断に使用する。成型爆薬は、爆薬を鼓形に成型し、銅製ライナーで内張りしたものである。爆薬の径の厚みと鼓形のV字形の角度を調整することにより爆発エネルギーを集中して配管を切断するものである。爆発時には、概念図4に示す金属性ライナーが、高速メタル粒子のジェットとなって配管の一定の円周上に集中され配管が切断される。爆薬のセットには、専用の持具でセットする方法及び作業フロアからアクリル製の案内管を配管に接続し、通

称ネズミロボットと呼んでいる開発した装置でセットする2方法を採用する。

#### 5. アークソー切断工法

圧力容器は、厚肉の炭素鋼製で、その内面にはステンレス鋼が内張りされ円筒の先端が半円状になった形状をしている。JPDRの圧力容器は、胴部が73ミリと薄い、商業炉の場合には胴部で230ミリの厚さがある。この圧力容器は、炉内構造物ほどではないがやはり放射化されているため遠隔操作による水中切断が必要である。この圧力容器の切断にはアークソー切断工法を適用する。切断原理は、高速回転する円板電極(ブレード)と切断対象物との間に直流の大電流(20,000アンペア)を流しアークを発生させ、このアーク熱により対象物を溶融し、溶融金属を回転するブレードで除去するものである。この切断工法は、①電極の径を大きくすれば厚肉鋼材が切断できる。②切断速度が非常に早い、③電極は炭素鋼であるため安価であるなどの特長を有している。

#### 6. 今後の予定

本年9月末でプラズマアーク切断工法による炉内構造物の切断は成功裡に終了した。今年度後半には、ディスクカッター切断工法及び成型爆薬切断技術による圧力容器接続配管の切断を行うこととしている。

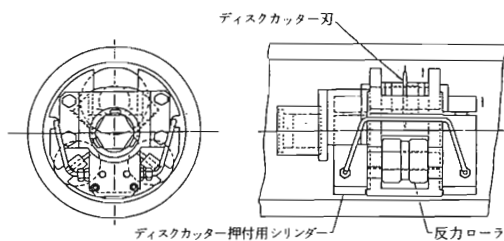


図3 ディスクカッター切断装置のヘッド部の詳細

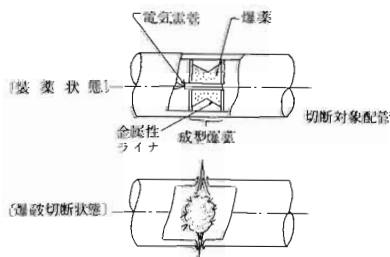


図4 成型爆薬による配管切断の概念

# 団体廃棄物前処理施設(WDF)における 大型固体廃棄物の除染・解体

動燃事業団大洗工学センタ管理部環境技術課

宮崎 仁

## 1. はじめに

核燃料取扱い施設のデコミッションングにおいては、施設全体の撤去よりは内装設備のみの解体、撤去の場合が多くあり、施設の有効利用の観点からは解体・撤去作業期間の短縮が重要な課題となる。また、作業における安全性・経済性の観点からも同様である。そのためには現場解体は必要最小限の粗解体に抑え、その後は専用の施設にて解体・容器収納することが効果的なデコミッションングにつながる。

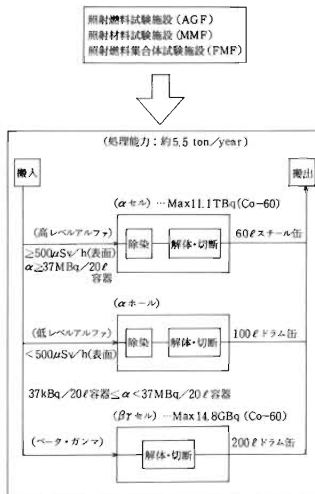
動燃大洗工学センタの団体廃棄物前処理施設(WDF: Waste Dismantling Facility)は、工学センタ内の照射後試験施設での内装設備更新等で発生する試験設備機器等の大型の固体廃棄物を対象に、その後の取扱いを容易にするため除染・解体等の前処理を行うとともに、大型固体廃棄物の除染・解体処理技術の開発・実証を行う施設として建設された。

ここでは、上記に示すデコミッションングで発生する大型廃棄物の専用解体施設の一例としてWDFを紹介する。

## 2. 処理工程

WDFにおける廃棄物の受入条件は、重量で2ton、形状で2m<sup>3</sup>が最大制限量となっている。

受入れた固体廃棄物は図1に示すようα核種による汚染の有無や廃棄物の線量当量率によって高レベルα廃棄物、低レベルα廃棄物、βγ廃棄物の3種に区分し、



除染・解体処理を行っている。高レベルα廃棄物及びβγ廃棄物の処理はセル内にてマニプレータによる遠隔操作で実施している。また、低レベルα廃棄物の処理はフロッグマンスーツと呼ぶ気密型防護服を着用した作業員がαホール内で実施している。

除染はα廃棄物に適用し、当初は温圧水のスプレー除染により実施していたが、現在はアイスブラスト除染を中心に実施している。解体はプラズマ溶断を主体とし、ハクソー、プレスカッタ、治工具等により実施している。

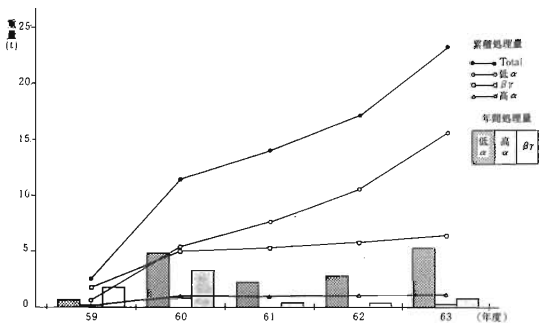
## 3. 運転実績

### 3.1 処理廃棄物

平成元年3月迄に解体処理した主な大型固体廃棄物を表1に示す。累積処理量としては、図2に示すごとく63年度末現在で低α廃棄物を中心に約23tonに達している。また、61年度末からは、大型固体廃棄物とは別に高放射線量当量下のセル内から発生する～数Sv/hの高線量雑固体廃棄物約2tonの減溶処理を行っている。

表1 主な処理廃棄物

| 区分      | 名称             | 概略寸法(mm)       | 重量kg | 構成材料         | 表面線量率μSv/h        |
|---------|----------------|----------------|------|--------------|-------------------|
| セ<br>βγ | 引張試験機本体        | 1400×500×2000  | 660  | SS41(鋼物)     | 3                 |
|         | ダイヤモンドカッター     | 500×400×300    | 164  | SS41(鋼物)     | 4×10 <sup>4</sup> |
|         | 部材切断機架台        | 950×400×1000   | 150  | SS41         | 4×10 <sup>3</sup> |
| 高<br>α  | 部材切断機ベース       | 1200×1200×1030 | 523  | SS41         | 8×10 <sup>3</sup> |
|         | グローブボックス       | 1000×1000×700  | 118  | PVC, アクリル    | 10                |
| 低<br>α  | グローブボックス       | 1600×1000×1000 | 540  | SUS304, アクリル | 30                |
|         | M.Sスルーウォールチューブ | 300φ×1500      | 250  | SS41, 鉛      | 200               |
|         | M.Sスレープアーム     | 2000×200×400   | 50   | A.F. SUS304  | 0.6               |



### 3.2 除 染

高レベル廃棄物については、解体処理工程や貯蔵時の廃棄物取扱いを大幅に軽減させるため除染を徹底して実施し低レベル廃棄物にすることを基本とした。その結果、表面線量当量率が最高0.1 Sv/h以上のものを含む約1tonの高レベル $\alpha$ 廃棄物を除染により、その90%を低レベルにすることができた。

### 3.3 解体処理

セル内における解体は気中プラズマ溶断法を中心技術としてマニプレータ操作により実施したが、溶断時に発生するヒュームを回収する専用の電気集塵装置及び溶融金属を回収するドロス回収設備を併用することにより粗解体から10cm<sup>□</sup>程度迄の細断を遠隔で十分行えるとともに被処理物の材質変化に高い適応性があることが実証できた。一方、 $\alpha$ ホールではフロッグマンスーツに対する安全性向上及び解体の遠隔自動化を図ることを目的に昭和59年度にティーチングプレイバック型多関節ロボットを導入し、治工具との併用で解体を実施してきた。処理対象物の形状によりティーチングの難易はあるものの大部分の廃棄物をロボットにより解体できることを確認した。

### 4. 除染・解体技術の開発・実証

WDFでは、定常的な大型固体廃棄物の除染・解体処理の他、それらの処理を通じ、核燃料施設のデコミッションング技術開発の一環として実施している除染・解体技術の実証に努めてきた。

除染技術としては、二次廃棄物発生量を極端に抑制できる技術としてドライアイスペレットをブラスト材としたアイスプラス除染法を従来の温圧水スプレー除染に替え、セル内での高レベル $\alpha$ 廃棄物の除染に適用した。その結果、除染性能は従来技術と大差は無いものの除染廃水等の二次廃棄物発生量を大巾

に低減できることを確認した。

また、廃棄物を極低レベル領域迄除染する技術として希薄硫酸による電解研磨除染法について実廃棄物での除染試験を実施し、比較的低レベルの廃棄物についてはバックグランドレベル迄除染できることを確認した。この他、施設内の除染試験用フードで小規模ではあるが、電解液の再利用のための電着回収技術や硝酸セリウムを用いたレドックス除染法についてもホットで試験を実施している。

一方、解体技術としては、複雑形状の廃棄物を効率よく解体するため解体ロボットの制御方式や各種センシング技術の開発を行ってきており、開発成果を実廃棄物での解体で検証するため $\alpha$ 解体ホールに設置してあるプラズマ溶断ロボットにその都度改良・付加してきた。これらに伴ないティーチング時間が大巾に短縮され解体効率の向上につながった。更には、被処理物の形状、厚みに呼応して変化するプラズマ溶断時の電圧値の変化をロボットの制御にフィードバックする強い制御方式についても現在検証中である。

### 5. おわりに

ホットイン以降5年間、大型重量物から各種の形状、材質の固体廃棄物を遠隔あるいはフロッグマン作業により除染・解体処理してきた。この間、トラブルもなく約23tonもの固体廃棄物を処理できたことは、気中プラズマ溶断を中心とした一連の処理工程が安全かつ効果的なものであることを実証できたといえる。また、デコミッションング技術開発としての各種除染技術や遠隔解体技術の実廃棄物の処理を通しての検証の場としても有効であったといえる。

今後共、WDFでは大型固体廃棄物の解体処理を継続し、運転経験から得られる技術の蓄積に努めるとともにデコミッションング技術開発の実証の場として活用していく予定である。



写真2 プラズマ溶断ロボット

# ヨーロッパの原子力施設廃止措置に関する 調査結果の概要

財団法人 原子力施設デコミッションング研究協会

小松純治

(財)原子力施設デコミッションング研究協会(RANDEC)は、新しい財団の方向や方針の策定、国際協力等を進めて行く上で、海外の動向や実態を調査しておく必要があり、昨年12月末設立されて間もないが、1989年5月21日から2週間に亘り、ヨーロッパ各国の技術調査を行った。企業や研究機関等のご協力を仰ぎ、東京大学の石樽先生を団長に、科学技術庁からも長官官房の新総務課長(当時、原子力局政策課長)にご参加いただき、団長をはじめ団員皆さんの御協力と御支援により、当初の目的を達成することができた。

訪問した国は、イギリス、フランス、西ドイツ、ベルギー、オーストリアの5カ国で、訪問機関と施設は、UKAEA(イギリス原子力公社)、CEGB(イギリス中央電力庁)、WAGR(ウインズケール改良型ガス冷却炉)、BNFL(イギリス原子燃料会社)、CEA(フランス原子力庁)、G-2(フランスガス冷却炉)、KKN(西ドイツ、ニューグライヒバハ原子力発電所)、BR-3(ベルギー加圧水型炉)、OECD/NEA(経済協力開発機構/原子力機関)、IAEA(国際原子力機関)である。

調査の結果はすでに8月に報告書としてまとめさせていただいた。詳細はそちらの報告書をご覧いただくと、ここでは調査結果の概要について紹介したい。

## 1. 原子力事情

ヨーロッパ諸国の中で、フランスは非常に積極的に原子力を発展させてきた。その動向が、ヨーロッパ諸国に少なからぬ影響を与えている。然し、フランスのこれまでのプログラムは成熟し、終りに近づいている。現在、原子力発電は全電力量の7割余を占めるに至り、電力は過剰気味で、西ドイツ、スイス、イタリア、スペイン等に輸出している。また原子力予算も平坦化し、内容も政府助成が減少して、産業界からの収入が増大している。この傾向が更に徹底しているのがイギリスの場合

で、民営化政策が積極的に進められている。これまで国営の原子力開発機関であったUKAEAは、民間からの受託研究等を大幅に取り入れ、原子力にとらわれず、一般産業の技術開発、コンサルティング等も行っている。代表的なハウエル研究所の研究資金源についてみると、政府出資分は約1/3になっている。また、CEGBは1990年1月1日付で民営化され、原子力を含めて現有設備の70%を引き継ぐ発電会社(National Power)と30%を引き継ぐ普通の発電会社、それに送電会社の3つに分割される。西ドイツの事情も似た状況にあり、原子力発電所の新規の建設計画はない。バックカースドルフ再処理工場の建設中止の理由の一つに、再処理費の安いフランスに委託した方がよいということをあげている。研究開発面でも西ドイツの動きは変わってきており、一例として、西ドイツ国立研究所の中で最も大きいものの一つである、カールスルーエ国立研究所の最近のR&D推移を見ると、図1のようである。新しい分野への推移は、フランスやイギリスの場合も同様である。

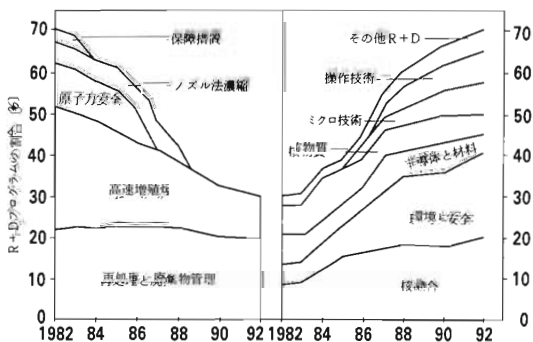


図1 KfKのR&Dプログラムの推移

## 2. 廃止措置政策

原子力開発に歴史のあるヨーロッパ諸国は、寿命のきたまた研究開発で当初の目的を果たした施設や設備の廃止措置が早くから話題にのぼり、1970年代初頭には、IAEA主催による国際会議が開か

れている。最近の IAEA の調査によると 1990～2000 年にかけて、稼働期間 30 年を越える世界の原子力発電所の累積数は、表 1 のようである。現在、世界で稼働している 423 基の発電炉を考えると来世紀には設計寿命を越える施設は、かなりの数に達することになる。

廃止措置にあたってどういう政策や方式をとるかは、勿論、その国の原子力政策や社会的、経済的な面から、また技術的にもその国情に適した策がとられることになる。今回訪問した国の中で、イギリスの場合は密閉管理を基本にしている。CEGB では原子炉施設の場合は、解体撤去までに約 100 年間の安全貯蔵を経てから解体を行なう方針で、放射能の十分な冷却期間をおいてから作業員による直接解体を考えている。再処理施設等の核燃料施設は、約 50 年間の安全貯蔵をしてから解体撤去する方針である。フランスの場合はイギリスのような遅延解体に批判的である。密閉管理期間中の点検監視等維持管理を考えると、遅延解体が必ずしも得策であると考えていない。現在実施している廃止措置の経験や技術の蓄積をした上で、明確な策を決めたいとしている。西ドイツの場合もほぼ同様である。

一方、廃炉に関する安全規制については、イギリス、フランス、西ドイツとも特別な法令をもってだけでなく、設置許可時と同じ法令および関連した既存の安全規制等に従って廃炉の許可を受けている。西ドイツの場合は、設置許可申請時に廃止措置についての資料提出が義務づけられている。

表 1 稼働期間 30 年を越える原子力発電所の基数

| (1990 - 2000) |    |
|---------------|----|
| 1990          | 14 |
| 1992          | 20 |
| 1994          | 25 |
| 1996          | 37 |
| 1998          | 47 |
| 2000          | 64 |

### 3. 廃止措置費用

廃止措置に要する費用は、廃止措置の方式によって異なってくる。大型炉の廃止措置の経験がない現段階では、精度の高い評価は期待できない。現

在、OECD/NEA では、燃料サイクル委員会の協力を得て、世界各国からのデータを基に、コスト評価作業を行なっている。1986 年の報告に最新の調査を加え、1989 年末には新しい報告が出される予定である。現在、各国のデータを見ると廃炉費用は、建設費の 6～18% になるという。全発電コストに対する割合は、2% 以下である。廃炉の費用は、各国とも引当金積立方式で受益者負担になっている。

### 4. 研究開発

現在、ヨーロッパ各国は小規模施設での廃止措置を計画的に実行しており、将来の大型商業施設の解体に向けてコスト低減や被曝低減の技術開発と経験を蓄積している。解体技術のほか、除染、遠隔、廃棄物の処理、処分さらに再利用等の技術それに廃止措置容易化設計等の開発が課題になっている。ロボットや遠隔操作技術の開発も重点課題の一つになっているが、図 2 に WAGR の解体で開発している立体 TV を搭載したオキシプロパンガス切断装置の概要を示した。

解体廃棄物については、大部分が放射性廃棄物として取り扱う必要のないもので、僅か数%が放射性で低レベル廃棄物になる。これらの廃棄物の減容化や再利用技術の開発が各国の課題になっている。再利用にあたっての基準作りも、IAEA や OECD/NEA 等の国際機関が中心に、各国の協力を得ながら進められている。

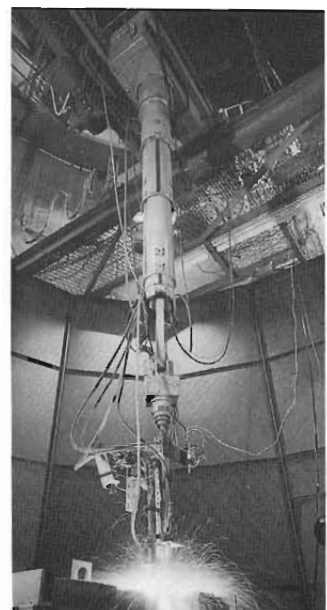


図 2 WAGR 用オキシプロパン切断装置

低レベル廃棄物の処分について、イギリスはこれまでの浅地層処分から深地層処分に切替え、NIREX が新しい処分場の調査をしている。一方、フランスは浅地層処分の方針でラマンシエの処分場の他

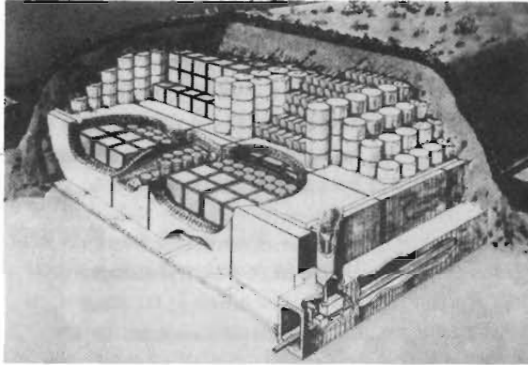


図3 フランスにおける短寿命核種の低・中レベル廃棄物貯蔵庫の概念図(コンクリートセル内は中レベル廃棄物)

は、新しく100万 $m^3$ の貯蔵能力を有するSoulaines-Dhuys処分場の開発を始め、1991年から稼働の予定である。フランスの場合は古墳型の貯蔵方式が採られ、地下水をモニターする排水溝が設けてある。築山の上には草を植え300年間の監視後は通常利用に開放される(図3)。

以上、今回の調査結果の概要について紹介した。ヨーロッパ各国はやがて迎えるであろう大型商業施設の廃止措置に向けて、綿密に戦略を構築し、プログラムを用意してR&Dを進め、小規模施設での経験と技術の蓄積を図っている。また、1992年の統一ヨーロッパに向けて、各国その在り方が問われており、国際協力の重要性が増している。訪問先々で、廃止措置専門の機関が出来たことに強い関心がよせられ、国際協力の話がもちかけられた。

最後に、今回RANDECとして初めての海外調査で、行き届かない点が多かったにも拘わらず、大変なご協力とご支援をいただいた大学、科学技術庁をはじめ賛助会の皆さまに深く感謝の意を表したい。

## 核燃料施設等デコミッション調査団 元気に無事帰国

核燃料施設等のデコミッション技術に関するヨーロッパの実状調査のため、当協会が派遣した調査団が10月22日から2週間の日程を終え、鈴木弘茂団長(東工大名誉教授)以下20名、2週間のハードスケジュールを消化して、11月5日無事帰国しました。

一行は先ずブラッセルで10月24日から27日まで開催されたECのデコミッションに関する国際会議に参加するとともに、会議終了後A・B二班に別れてヨーロッパ各地の施設を視察調査したものであります。

調査の成果は、近日中に報告書として纏められますので御期待下さい。

調査団のメンバー及び訪問先は下記の通りであります。

◎メンバー (順不同)

- 団 長：鈴木弘茂(東工大名誉教授)
- 副団長：横田光雄(原研)
- ”：藤野統于(KK竹中工務店)
- ”：菱沼頌夫(三菱重工KK)
- 団 員：池田雅俊(住友重機械工業KK)
- ”：加美山徹(日本原子力発電KK)
- ”：見満好則(日揮KK)
- ”：斉藤正雄(京葉プラントエンジニアリングKK)
- ”：柴山哲男(三菱原子力工業KK)
- ”：高岡浩一(京葉プラントエンジニアリングKK)
- ”：立岩正明(大成建設KK)
- ”：寺門淳一(KK原子力代行)
- ”：長尾昭博(動燃団)
- ”：中神秀俊(千代田化工建設KK)
- ”：宮島和俊(原研)
- ”：森高 勇(KK大林組)
- ”：山本幹彦(東洋エンジニアリングKK)
- ”：江連秀夫(RANDEC事務局)
- ”：棚沢行雄(RANDEC事務局)
- ”：渡辺千里(近畿日本ツーリストKK)

◎訪問先

ベルギー：ユーロケミック再処理工場, BR-3.

オランダ：ペテン研究所

スウェーデン：SFR. 原子炉廃棄物処分場

西ドイツ：カールスルーエ研究所

ゴアレーベン高レベル廃棄物処分場

フランス：ラプソディ炉, AT-1再処理工場

ラマンシュ廃棄物貯蔵センター



## 第1回「報告と講演の会」を開催

平成元年 9月21日 13:30～16:30

当協会が主催する『第1回報告と講演の会』が9月21日午後1時30分から東京都内の富国生命ビル28階大会議室で開催されました。

この催しは賛助会員を対象に協会の事業活動、今後のデコミッションング技術開発の動向と具体的計画について一層理解を深めて頂くために企画致したものであります。

当日は多数の方々に参加され、受付で確認した総数は196名であった。

会は冒頭に専務理事新谷英友が主催者挨拶を行い協会の事業運営に関して、①デコミッションング技術開発の推進と成果の活用。②国際協力の推進。③原子力P Aの確立。の3点に重点をおいて事業を展開したいと述べ、更に今後のデコミッションングの推進の課題として、①核燃料施設とR I施設のデコミッションングについて、早急な対応が必要であること、②デコミッションングを効率的に進めるためには、廃棄物の処理・処分体制の整備と再利用技術の推進が欠かせないこと、③デコ

ミッションングの成果を新施設の設計に反映させることの必要性、などが今後の重要課題であるとの認識を披瀝した。

続いて、常務理事小松純治が協会の63年度の事業報告と平成元年度の事業内容についての説明があった。

今年度の事業の新規、特記事項としては、①核燃料取扱施設の解体技術と廃棄物対策に関する総合調査が3ヶ年計画でスタートしたこと、②原子力船「むつ」の解役準備の一環として、むつ原子炉のデコミッションングの技術調査が開始されたことが説明された。

特に原子力船「むつ」は、協会として取組む具体的なデコミッションング計画の最初のケースとして、会員の積極的な協力のもとに、本腰を入れて対応するとの決意が述べられた。

その後5人の講師により、それぞれの立場からデコミッションングについての講演があり、予定通り14時30分盛會裡に終了した。



来場者でいっぱいの会場

## 広瀬原子力バックエンド推進室長講演要旨



デコミッションングに関しては1988年6月原子力委員会の策定した「原子力開発利用長期計画」にその基本方針が定められている。即ち“原子炉施設は運転終了後出来るだけ速やかに解体撤去する”というものである。

国としても、原子力バックエンド推進室においてデコミッションング対策を、放射性廃棄物対策と合わせて本格的に取り組んでいる。

デコミ対策の本格的取組みには、いくつかの背景が考えられる。

①原子力開発において重要なデコミ対策及びデコミ廃棄物を含む放射性廃棄物対策につき、今後更に具体的な方策を示す必要がある。

②施設のデコミの時期が次第に迫ってきている。研究用施設のみならず、商業用施設でも遠からず廃止措置に取り組むことになる。

③デコミ技術開発は、先端的技术を含めた総合的な技術分野であり、廃棄物対策をも含めて相当な時間をとって進める必要がある。

この様な背景の下に、研究用施設が商業用施設に一步先んじて解体の時期を迎えているので、解体技術の開発に供されるのが、研究用施設の最後

の役割と言えよう。

このため国として施策を立てているが、それを科学技術庁の予算要求の面から見ると次の通りである。

◎（平成2年度概算要求）

◦総額 約30億円 前年比約13%増

このうち主要な項目は

- JPDR 解体関係
  - 原子炉解体高度化技術開発
  - 核燃料サイクル施設解体技術開発
- 等である。

今後高度化技術の開発を含め、解体技術の蓄積を進め、RANDECを中心にして、将来各施設それぞれに適切な技術を適用して安全かつ確実な解体を行なえることを目標に、国としても積極的に施策を推進していく考えである。

## 秋山教授講演要旨



デコミッションングの技術的推移は次の様に考えられる。

研究／実験レベル施設→原型／実証レベル施設  
→実用施設→特殊施設（適用対象の多様化）

これにともなう技術の流れは：在来技術の適用と改良→システムエンジニアリング、固有技術の

開発→工法・設備の高度化→デコミッショニングの最適化→他分野への波及・活用、となる。エルクリバー炉はこの流れのうち、最初の段階であり、JPDR, WAGR, シッピングポート等は第2, 第3の段階と言える。また、発電炉については在来技術の適用を検討始めている段階である。

現在デコミッショニングに関して、技術への要請は次の通りである。

デコミッショニングの技術的フィージビリティの実証→作業時被曝線量・放射性廃棄物量・コストの低減要請への対応→システム化, トータル最適化→実用施設対応(大型化, 高速化, 高度化)→先端科学技術の発信。

これを受けて、・システムエンジニアリング、  
・放射能インベントリ評価、・除染、・鋼構造物の解体、  
・廃棄物処理等の各分野で大きな技術的広がりを見せている。

近年の技術トピックスを見ると、計画管理・インベントリ評価等の関係では原研、動燃の開発した技術が世界的にも高い評価を受けている。除染技術では、ゲル除染、電解研磨、再生式除染等。切断技術では、アークガウジング・ガス切断、レーザ、爆薬等、コンクリート表層剥離、切断では、マイクロ波、水ジェット等。又遠隔操作、廃棄物処理の面でも種々の発展が有った事が挙げられる。

技術開発の実際への適用を行う場合の留意点は“放射線環境への対応・設備、機器の選択・マニュアルか自動化か・状況に応じた技術の弾力性の確保及び多様化と標準化の適切な摺合せ・高信頼性の実現・頑丈で信頼のおける反面 fine technic の要求されると言う単純化と高度化の二面性・経済性向上への配慮・広い視野をもって直接的、間接的効用を評価し、将来の発展への布石とする”などであろう。

デコミッショニング技術開発の促進について、

◎我が国においては、

- \* JAERI, PNC etc.: SE, 技術 R & D
- \* NUPEC: 実用炉向け技術確認
- \* RANDEC: 技術情報管理等

海外では、

◎米国: \* NRC: ENFDP を支援

- \* DOE: NDTTP & RAPIC を支援

◎ヨーロッパ: EC の主導で 1979 年より研究プログラムを実施

◎国際機関: OECD/NEA, IAEA.

となっている。

我が国のソフト面の充実を重要視する立場から今後 RANDEC の活動に期待するものである。

## 横田講師(原研)講演要旨



原子炉の寿命は一般に 30~40 年と見込まれており、恒久的に運転を終了した後の廃止措置は「原子力開発利用長期計画」にその基本方針が示されている。

この方針を受けて原研が進めている技術開発計画の特徴は、原子炉解体のためのトータルシステムとしての技術の確立を目指していること、及び開発した成果を、小型・試験研究用出であるが、発電用原子炉施設である JPDR 解体に応用して有効性を確認することにある。また、単に開発技術の実証だけでなく、将来の原子力発電所の解体に有用な知見とデータを提供することを目的としている。

技術開発の成果を受けて実施されている JPDR 解体実地試験は、計画の通り進捗中で、その状況は以下に示すとおりである。

◎解体工事の進捗状況(平成元年7月まで)

1. 昭和 61 年度(S. 61. 12 ~ 62. 3)

- ① 準備工事
- ② 炉まわり機器の撤去(2F, 3F)
- ③ ダンプコンデンサ建屋内機器の撤去

(1F, 2F)

## 坪谷講師(動燃団)講演要旨



### 2. 昭和 62 年度 (S. 62. 4 ~ 63. 3)

- ① 炉まわり機器の撤去 (B2F, B1F, 2F, 3F)
- ② ダンプコンデンサ建屋内機器の撤去  
(B1F, 1F, 2F)

#### ③ 炉内構造物の撤去開始 :

炉心スプレーブロック, 給水スパージャー,  
上部グリッドスタビライザ

### 3. 昭和 63 年度 (S. 63. 4 ~ H. 1. 3)

- ① 格納容器内燃料貯蔵プール内機器の撤去  
炉内構造物の一部; 制御棒, ライザー中枠  
等プール内構造物
- ② 燃料貯蔵建屋プール内機器の撤去  
燃料チャンネルボックス (75 体) プール内構  
造物

### 4. 平成元年度 (H. 1. 4 ~ H. 2. 3)

- ① 炉内構造物の撤去 (ほぼ終了)  
(以降の予定)
- ② 圧力容器接続配管の切断
- ③ 圧力容器解体の切断準備 (切断装置設置)

原子力施設のコミッショニング技術開発の重要性に鑑み, 原子力先進国間の技術開発の重複を避け開発の効率化を計るため国際協力が活発に行われている。現在行われているものは, 下記の通りである。

#### 1. OECD/NEA「原子力施設 Decommissioning Project に関する科学技術情報交換協力計画」1985 年締結

- \* 参加国 10ヶ国 (現在 15 Project が登録)
- \* 特別取決めに基づく二国間協力  
日-英, 日-加, 日-佛

#### 2. 日米協力協定 1987 年締結 対象施設 :

JAERI: JPDR, JRR-3.  
DOE : Shippingport, West Valley.  
EBWR.

#### 3. IAEA 協力協定

原子炉施設の除染及び解体に関する IAEA  
CRP 1989 年~1992 年計画

原研は, これらの国際協力によって入手した情報を有効に活用するとの認識のもとに, 電力, 建設等の各業界, 研究機関などで構成する国内委員会を組織している。

動燃団では, プルトニウム燃料リサイクルを基本とする原子力開発利用計画に沿って, 高速増殖炉, 再処理技術, MOX 加工技術等の技術開発を行っている。燃料サイクル施設のコミッショニング技術については, その特徴を踏まえて開発を進めている。即ち,

- \* プルトニウム等の超ウラン (TRU) 核種の機器・設備等に付着
- \* 付着物質の化学形態等が多種多様
- \* 放射化されていない等 である。

核燃料サイクル施設では多くの場合, 供用期間中に半定期的に大形設備機器の更新等の必要な事態が発生し, 上記の様な特徴に対応する技術が要求される。この様な更新作業を含めてコミッショニング技術開発を進めるのが合理的と考える。

動燃団では, 東海再処理工場, Pu 燃料施設等で更新, 廃棄を含めて実作業を行うと共に, 大洗の WDF において, 各種技術開発とその実証を行っている。このうち除染, 解体, 測定等の基盤技術の開発状況を報告する。

除染技術は, 目的及びメカニズムにより, 一次除染と徹底除染とに区別し, 一次除染としては「アイスブラスト法」, 徹底除染では「電解研磨法」, 「レドックス法」の開発を行っている。

「アイスブラスト法は, 氷粒, ドライアイス粒, 又はその混合粒を圧縮空気等で被除染物に投射し表面汚染を除去するもので, 二次廃棄物の発生量

の少ない、効率的な除染法として、実用に耐える技術を確立した。

電解研磨法は、金属の表面処理技術を除染法に応用したもので、WDFの実廃棄物での試験結果では、本法の高い除染効果を確認した。

レドックス法は、電気化学的除染法で硝酸に強酸化剤の4価セリウム塩を添加して、金属表面と汚染物質の溶解を促進し、この時還元された3価のCeイオンを電解により4価に酸化するものであり、除染法として有効性が確認されている。

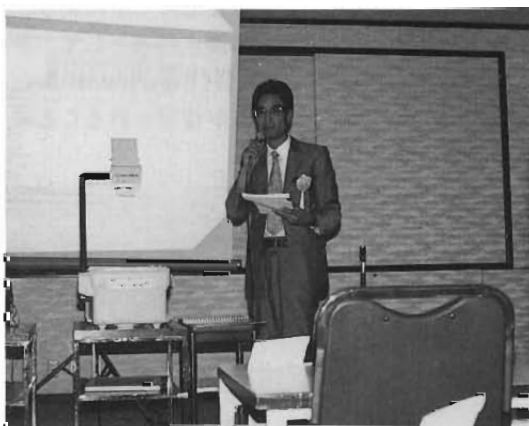
解体技術では、大形機器等の解体ロボット(プラズマ切断トーチ用)の開発が進められており、また小型可搬設置デコミッション用ロボットの評価設計を行っている。

レーザ切断では、一酸化炭素(CO)レーザの実用開発が進められ、各種レーザの中でも高い切断特性を持つこと及びガラスファイバーでの伝送特性等が確認されている。

測定技術では、放射線映像化装置(RID)の開発が行われ、既にセル内大型機器等の汚染部位の評価に用いられている。

この様に動燃団での技術開発は、二次廃棄物の発生を極力抑えた、安全かつ経済的なデコミッション技術を念頭にして進められて来たが、今後はこれをシステム化し、各施設の廃止、改修、更新等に適用してゆく考えである。

## 富井講師(原研)講演要旨



原研は、創設以来、我が国の原子力開発利用の先導的役割を担って、数多くの研究・試験施設を

次々に建設し時代の要請に答えてきた。

これ等の施設の多くは、すでに25~30年乃至はそれ以上の経年施設であり、新たなニーズに対応した研究の展開のため、早晩、解体または改造を計らねばならないが、その際、国内外を展望し、関連施設の廃止措置の技術的指標になるよう有効に活用する考えである。

現在進めているJPDRのデコミッションはこの考えに沿ったものであるが、今後を展望して、以下のような技術開発の展開が考えられる。

1. 原子炉解体技術の高度化：JPDRの経験、知見を、将来の発電炉の解体につなげるため、約10年をめぐり、技術の高度化をはかる。

主要開発項目は以下の通りである。

①汎用遠隔解体技、②高性能除染技術、③高効率放射線測定技術、④解体システムエンジニアリング

2. 再処理特研における解体技術開発：我が国初の核燃料再処理に成功した施設で、S45年に一応の使命を終えたものである。工学規模の施設設備が存在しており、平成2年度から10年程度の期間で施設の解体を実施する予定である。即ち核燃料施設デコミッションの初の本格的な計画として、来年度より技術調査を開始し、平成8年度末までに残存廃液の処理を進める一方、解体技術の開発を進め、平成7年度頃から施設の解体に着手する計画である。

これは、今後 post JPDR計画として、OECD/NEAの国際協力のテーマとしたいと考えている。

3. その他の経年施設：原研で近い将来何らかの措置をとる必要が有るとして検討を進めている施設は次の通りである。

①α汚染施設(Pu研究1.2棟、再処理試験室、フッ素特研、大洗研燃料研究棟)

②トリウム汚染施設(JRR-2)

③ウラン加工施設(冶金特研、セラミック特研)

④RI施設等(RI製造棟、廃棄物処理施設、FNS)

⑤高FP汚染施設(燃料破壊試験ループ等)

⑥船用原子炉(むつ)

これ等の経年施設について、それぞれに解体技術上の課題があり、今後着実にこれ等を解決していく考えである。

## OECD/NEA第7回TAG 日本で開催

OECD/NEAの「デコミッショニング・プロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」に基づく第7回技術諮問グループ会議(TAG・Technical Advisory Group)が10月18~20日原研・東海研究所で開催された。

この会議は、Liaison Committee(LC)の諮問に応じて技術的提言を行う組織であり、これまで本協定参加プロジェクトの進捗状況に合わせて加盟国で順次開催してきているものである。今回は原研JPDRの炉内構造物解体スケジュールに合わせて日本で開催されたもので、日本(星薫雄・原研)を含め8ヶ国11名のメンバーが参加した。

会議はTAGメンバーによる討議のほか、原研JPDRプロジェクトのメンバー及び国内関係者を含むオブザーバも参加して、各国のプロジェクトの進捗状況と技術的経験等の報告があった。

今回討議された議題のうちコストの問題は、年内に検討を終えLCに報告される予定で、明年1月には公表されると思われる。

その他今回のトピックスとしては、新たにプロジェクトに参加した西ドイツのMZFR・多目的研究炉(Mehrzweckforschungsreaktor)の計画の紹介があり、また再利用を中心に金属廃棄物の熔融に関して西ドイツ、スエーデン及び日本から、低レベル測定法についてフランスから報告された。

また、 SHIPPINGポートのデコミッショニング作業は本年9月にすべて完了し、緑地化された旨報告がなされた。

なお、TAGメンバーは会議期間中にJPDRの解体状況を視察したほか、動燃団、東芝、日立を訪問、それぞれのデコミッショニング技術開発の状況を調査した。

(協会事務局もオブザーバとして参加しており、資料を入手しております。興味のある方は事務局にお問合わせ下さい)

## SHIPPINGポート原子力発電所の 廃止措置終了間近

石川 広範

米国SHIPPINGポート原子力発電所(PWR, 72 MWe)デコミッショニング・プロジェクトにおける解体工事は、1989年8月の低レベル廃棄物収容容器の輸送終了をもって事実上終了した。解体跡地は、完全に埋戻しが行われ、芝貼りも終了しており、DOEの承認を受けた後、年内にも一般解放される見通しである。これにより、大型原子力発電所を安全かつ経済的に解体出来ることを実証するという所期の目的が達成された。この廃止措置の主な特徴は、

- (1) 解体の為の技術開発を行わないで現状の技術を使用して解体を行う。
- (2) 原子炉圧力容器を細断せず、炉内構造物を入れたまま外側の中性子遮蔽タンクと一体で撤去する。
- (3) 水上輸送等によりハンフォードの廃棄物処分場へ長距離輸送し、埋設処分する。

等であった。

解体工事に要した期間は、4年8ヶ月、総被曝線量当量は、1.52man・Svであった。また、総費用は、98.3M\$の予算範囲内で済みそうである。解体工事を通して得られたデータ、経験等は、今後の原子力発電所の廃止措置に大いに役立てられる。同発電所の廃止措置が終了したことにより、今後は、米国の原子炉施設の廃止措置として、アルゴンヌ国立研究所のEBWR(Experimental Boiling Water Reactor)の解体が注目されることになるであろう。



バージでオハイオ川を下る原子炉圧力容器

## 世界最大規模の原子炉 デコミッションング

WH社 W.ハイネ, G.ジャクソン  
(Nuclear Engineering International)

米国ハンフォードには1943～1955年に建設された8基のPu生産炉(Graphite 減速軽水炉)がある。エネルギー省(DOE)と炉の運転契約者のWHハンフォード社により、今世紀最大規模の廃止措置が行われている。

8基の原子炉はいずれも類似型炉で1944～71年運転、炉停止後は燃料を抜き取り厳重な監視の下に管理されてきた。1976年廃止措置開始以来25以上の給排気施設、排気塔等を含む付属建屋が解体撤去され、燃料貯蔵プールの除染、炉建屋のアスベスト材の剥離を行ってきた。

原子炉主建屋は鉄筋コンクリート構造で約76mL×70mW×29mH、炉本体と燃料貯蔵プール(SFプール)の2ブロックに分かれている。SFプールの殆どが排水済みで、廃水とスラッジは放射性廃棄物としてサイト内の処分場に処分済みである。

炉本体は鑄鉄製熱遮蔽体に包まれた黒鉛減速材と鉄、メソナイト、コンクリートの生体遮蔽からなり、14mH×14mW×12mD、重量900トンである。

主要部は2.7mの深さまで鉄筋コンクリート基礎で固められている。SFプールは原子炉の裏側に位置し、使用済燃料の移動、貯蔵設備がある。

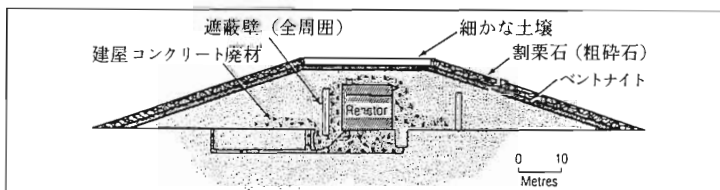
8基の原子炉の残存放射性核種の中、作業者の被曝防止の観点からはCo-60、Cs-137が主で、C-14(5730y)、CI-36(30万年)、U-238(45億年)は長寿命核種として重要である。またH-3(12.3年)は短半減期核種ではあるが、量的に多く問題である。

8基原子炉の廃止措置に係る Environmental Impact Statement: EIS(環境影響評価声明書)

はこの廃止措置、環境への影響及びコスト等についてDOEが判断するため、Pacific Northwest Laboratories: PNLが原案を作成し、本年4月に公表された。

これによると、原子炉の廃止措置には幾つかの手段が考えられている。第一は75年間の貯蔵期間の後、一体構造のまま撤去する。第二の手段は炉停止後直ちに、又は最長75年間の貯蔵期間後に解体撤去する。この場合炉体各部を移設用トラクターで廃棄物処分場(サイト内)に運搬する。SFプールは汚染部分を剥離解体して処分場に運び、非汚染機器設備等はDOEの関連施設で再利用する。第三の手段は作業者の被曝が十分低くなる様な適切な冷却期間経過後に解体に入り、解体廃棄物は処分場に、非汚染機材等は一般廃棄か再利用を考える。万一75年経過後も依然として放射線量が高い場合は一体構造のまま撤去する。第4の手段は“*In-situ Disposal*”である、これは原子炉下部、周辺にコンクリート等で遮蔽体を構築し埋戻すもので、最終的な姿としては図に示すような構造である。埋め戻された炉本体とSFプールは、最低5mの深さに覆土され、丘が形成される。この丘の側面はRiprap(捨石 or 割栗)で固められ、長期間の構造安定性を確保している。以上述べてきた各手段の中での作業者被曝線量、コストを考えると“*In-situ*”による方法が有利である。被曝線量の少ないのは解体撤去に於ける被曝が皆無に等しいためである。コストは廃止措置を開始する時期や、その作業期間との関係で変化するので“*In-situ*”法では8基の原子炉を6年計画で措置した場合約180M\$ (1986年現在)と他のいずれの手段より廉価である。

今回の8基の原子炉はほぼ同じ形態であることから、最初の作業経験、技術を次々に適用改善することにより、全体の廃止措置はより適切な最短の期間で行われるだろう。



In-situ法によるバイヤーの形状

# デコミッションング Q & A

## Q.2 原子力発電所の使用期間寿命とは、その実績は？

原子力発電所は、原子炉容器や1次冷却材ポンプのように寿命期間中使用するものと、バルブのパッキングのように交換を前提に設計された機器、部品等から構成されています。従って、発電所の寿命は主に寿命期間中使用する大型機器によって決まると考えられますが、これらは、少なくとも30年程度は、運転することが可能なようにいろいろ配慮されています。

これらの機器のうち、特に使用条件の厳しい原子炉容器は、炉内の核分裂で発生する中性子を受けるために、材料の劣化がある程度想定されます。

また、発電所の起動・停止に伴い温度や圧力が変化するので、これらによっても原子炉材料が疲労したり、あるいは劣化することも考えられます。

原子力発電所は、使用中に受ける中性子の量や圧力、温度の変化幅、それらの変化回数などを厳しく想定しており、寿命の末期においても材料の健全性が十分に保たれるようになっています。

なお、原子炉容器と同じ材料で出来た監視試験片を炉内に置いて、それを運転開始後、定期的に取り出してテストし(サーベランス・テスト)、これらのテスト結果か

ら、原子炉容器がどの程度影響を受けているか評価、確認しています。

以上、原子炉容器を例にとりましたが、主要な機器の全てについて、使用期間中の放射線量、温度、圧力等に耐えるよう十分配慮していることから、一般に言われている原子力発電所の寿命は30年よりも十分余裕があると考えられます。

一方、経済性の面からは、老朽化部品の交換とか、あるいは整備のための費用が年々増えていくため、そのような補修費用の発電コストへの寄与の評価から、新しく発電所を作った方が安いと言うような時期が寿命のめどとして考えられます。

しかし、原子力発電所の場合は、燃料費が安く建設費の割合が高いと言う特徴があるので経済性の観点から、原子力発電所の運転を取り止めるのは相当先のことと考えられます。

また、原子力発電所の使用期間については、今までに廃止措置がとられた原子炉の殆どが実験炉や実証炉であり、商業用発電炉の使用期間、寿命についての実績は未だ無い事から、結論はもう少し先のことと考えられます。

### 会報：投稿のお願い

会報第2号への投稿を募集いたします。内容は特に指定は有りませんが、当協会の業務に関係あるものを主体とします。会員の皆様のデコミ関係の業務状況の紹介、協会に対する提言、注文など何でも結構です。採用させて頂いたものに就いては、薄謝を呈上致します。お問合わせは事務局編集担当まで。

### 原子力施設廃止措置に関する 海外調査報告書

団長 石樽 顕吉(東京大学教授)  
第1回調査団の報告、英国、仏国、西独、ベルギー等ヨーロッパに於けるデコミ技術の最新情報満載。

(\*事務局に若干の余部が有ります、ご希望の向きはお問合わせ下さい。)

### 編集後記

RANDECニュース第三号の編集を終えての反省として、今までは技術開発を進めているうえ、編集に当たる事務局が、その内容をある程度理解している原研、動燃に原稿を依頼する形で編集を行って来ましたが、既に第三号まで発行したので次号からは、そろそろ会員の皆様に投稿をお願いしても良いのではと考えております。

今後は極力会員の皆様に原稿をお願いして、会員によ

る、会員のための良き紙面作りに努力致しますので御協力お願い致します。

発行日：平成元年11月10日

編集 発行者：

財 原子力施設デコミッションング研究協会  
〒319-11 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100  
Tel. 0292-83-3010, 3011. FAX. 0292-87-0022.