

# 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 1991・11 No. 11

### 遺跡とデコミッションング

清水建設株式会社  
原子力本部長

黒田 孝



今から10数年前、革命前のイランでペルセポリスの遺跡を訪れる機会がありました。紀元前、アレキサンダー大王に攻めこまれ炎上した宮殿後には、今なおペルシャの栄耀栄華を彷彿させるものがあり、その時の強烈な印象は今でも鮮明に残っております。ローマの遺跡にも同様な経験があります。ローマ市内は当然ですが、ヨーロッパの思いがけないところにローマの遺跡が残されており、「すべての道はローマに通ず」との諺どおり、当時のローマ帝国の強大さがうかがえて感慨もひとしおでした。

古今東西、建造物には為政者の権力の象徴として当時の最先端の土木建築技術を駆使した壮大なものも多く、いまだに多くの人々の夢とロマンをかきたてています。私もいつかはピラミッド、マチュピチュ、アンコールワット、秦始皇帝陵等の遺跡をじっくりとめぐってみたいと願っています。

ところで、これらの建造物は丈夫で長持ちするように考えられ、つくられたに違いありません。しかし現代の建造物は、昔と違ってその寿命には

限りがあると考えるのが普通です。いつかは新しいものにとって替えられるとすれば、その解体をいかにうまくやるか、解体廃棄物をどうするかが大事になってきます。最近では市街地の再開発が活発化するにともなって、これが大きな問題となってきております。

丈夫でありながらこわし易いようにする、この相反する条件を満足することは容易ではありません。現にこのテーマで原子力を対象に研究も進められていますが、難しいだけにチャレンジ甲斐はありそうです。「ナメクジに塩」みたいなウルトラCの解体技術がある筈もなく、やはり技術開発のブレークスルーは地道な研究の積上げで産まれてくるものと思います。

かねがね私は「デコミッションング」という言葉には何となく「役目を終わってご苦労様」という良い響きを感じられ、「解体」や「廃炉」とは異なった日本語には訳し難い語感があるように思っています。RANDECがこの分野のフロントランナーとして活躍されることを切に願ってやみません。

# RANDEC 欧州調査団印象記

団長 東京大学教授 宮 健 三

## 1. はじめに

今回の調査の目的は、ヨーロッパにおける原子力施設の解体に関する実情を調査し、併せてパリで開催された2つのセミナーに出席し、各国のデコミッションに関する政策と低レベル廃棄物の処理処分の考え方を調査することにあつた。

1991年9月22日に出発、10月6日に帰国した。参加者は原研・動燃からの各1名を含む総勢18名であつた。

訪問旅程は、北のロヴィーサ原子力発電所（フィンランド、9/23）を皮切りに、ノルト原子力発電所、カールスルーエ原子力研究所（再処理施設・WAK、多目的研究炉・MZFR）グンドレミンゲン原子力発電所と順次北から南へと移動し、最後はIAEAとANDRA他5社協賛によるツアーでオーブ放射性廃棄物処分・貯蔵センターを視察した。

参加した国際セミナーは以下のとおりである。

- ・低レベル放射性廃棄物の貯蔵と処理処分に関するセミナー（パリ、9/30～10/4）
- ・デコミッションの政策に関するセミナー（パリ、10/2～10/4）

## 2. 施設訪問

### (2-1) ロヴィーサ原子力発電所（フィンランド）

フィンランドの人口は500万人、その1割がヘルシンキ住民とのこと。国土は日本と同じ広さ従つて人口密度は1/24である。

ヘルシンキは戦後オリンピックが開催され、フジヤマの飛魚・古橋が初めて破れた所であり、そのラジオ放送を小学生の頃長崎・五島列島の田舎で聞いたことが今でも耳に残っている。いつかは訪問したい古都であつたが、受けた印象は想像していたようなストックホルム、コペンハーゲンを思わせる中規模の都市であつた。

訪問前から、デコミ計画の他に、当発電所が驚異的な稼働率を達成していることが良く知られており、その理由についても関心があつた。ソ連製のPWR（VVER 440/213）でありながら、多くの機器類はECから購入しており、言わば国際型原子炉であること。安全性、メンテナンスには可能な限りの配慮をしていること、点検期間も20日/年と相当短いことなどが分かつた。デコミについてはサイト内埋設を基本方針とすること、RPV、SG、加圧器など大型機器は一括撤去方式により処理され併せて保管容器として利用されることになっている。

### (2-2) ノルト原子力発電所（旧東独）

9月23日はとにかくハードスケジュールであつた。まず朝早くヘルシンキホテルを出てロヴィーサ発電所を訪問し、昼過ぎにはそこを出てベルリンへ向かつた。ハンブルグ乗換でベルリンに向かうことになっていたが予定の便に乗れず、結局ベルリンのホテルに着いたのは夜11時頃であつた。ベルリンからルビン迄300km近くあるとのことで、翌朝は6時頃出発した。こう忙しくては団員一同時差を感じる余裕などなくて、明日に備えて一生懸命であつた。

グライフスバルトでは、どうにもならない歴史の悲劇を見たような気がした。ここでは、ソ連型原子炉VVER 440が8基もあり、その内1号機～4号機は稼働中のところドイツ統一によって運転停止に追い込まれていた。5号機は現在運転開始を検討中、6～8号機は建設中という状態であつたが、ドイツのTUV基準に適合しないこと、安全上いくつかの欠陥が指摘されていることなどあつて、廃止措置がとられることになる。ホストのモイラー理事その他の幹部も意気消沈しているように見え、何ともお気の毒という印象を拭いえなかつた。全原子炉を解体撤去するには20年を要し、費用も100億マルクを越えそうとのことであつた。6000人の従業員が段階的に削減され最終的にはデコミ作業に必要な200人程度に落ち着くとのこと。我々の要望には全て応じてくれるといった感じであつたが、何しろ時間がなく、見学できたのは5号機の制御室とタービン建家だけであつた。タービン建家の屋上に出たが、その長さの長いのに驚いた（1km）。1号機から8号機まで全ての原子炉がその中に格納されていた。

その晩は、アパートをホテルに改造したというホテルに宿泊した。エレベーターもない質素なホテルにソ連や東欧諸国での宿泊を思い出した。夜モイラー理事以下数人の幹部をRANDEC側が招待して、親交を深めることが出来た。

### (2-3) カールスルーエ原子力研究所（独）

KfKは何度も訪問したことがあり懐かしいところだ。ここでもまず始めに会議室で理事のホーケンネンブッシュ博士より概況説明を受けた。KfKではデコミは幾つかあるプロジェクトの内の重要な柱の一つとのこと。140MDMの特許収入があることも驚きの一つ。調査対象は、再処理施設（WAK）と多目的研究炉（MZFR）であつた。

WAKは1971年から90年まで約18年間運転され、年間35トンの処理能力を有する施設である。昨年12月全面停止され、解体撤去作業は今世紀中に終了する予定だという。MZFRは重水減速冷却加圧水型の炉で、1984年まで20年近く出力50MWeで運転していた。デコミ計画は1987年にスタートし、全体計画を5段階に分け、現在はその第2段階に相当しており、今世紀末にすべての解体撤去作業が完了する予定という。

技術的内容の説明は、エンゲルハルト博士によって行われ、日本側の調査団に大変好意的で今後日本側との研究協力を強く望んでいることが表明された。日本もそれにちゃんと答えるべきであろう。彼は11月のICONE-1に招待されており来日するとのことで再会を約束した。また彼によれば、現在世界には150のデコミ計画がありデコミが1つの工業に成長しつつあるとのことで、これも1つの重要な状況認識かなと思った。

#### (2-4) グンドレミンゲン原子力発電所(独)

前日KfKを去りスツットガルトに泊まった。このホテルを含めてこれまでのホテルにサウナや室内プールがあったが、私を含めて殆どの参加者も全く利用しなかった。ハードスケジュールの所為だったのだろう。このホテルを朝早く出発し何時間かバスに揺られてグンドレミンゲンに午前中に到着した。一般住宅街が原子炉サイトに近接しているのに驚いた。この発電所には、3基の原子炉があり、解体中の炉はUnit-Aで出力250MWeのBWRである。1966年から1977年にかけて運転し、解体作業を1983年から開始している。原子炉圧力容器や生体遮蔽体の解体撤去は、許認可手続中で1994年から開始されるとのこと。解体に関する技術内容の説明は日本になじみのあるスタイナー博士がしてくれた。解体技術についても独自の工夫を凝らしており、熱交換機を冷凍して機械切断し、汚染拡大の防止策としていることなどが印象に残った。

我々の調査の方法として、各施設見学の責任者を複数指定し、その方々が中心となって質問書を作ったり、質問したりして最後に報告書を纏めることになっていたが、このことが次第に功を奏し始めたような印象を受けた。

この日はミュンヘン泊まりであり、夕食は各自自由行動であったので8人くらいの方々と町中に繰り出した。日本食が少し恋しくなっていたので手分けして探したりしたが結局駄目で、中華料理店になったが皆さん愉快な方々ばかりで、今までの苦勞を忘れて抱腹絶倒し、非常に楽しい一時を過ごすことが出来忘れられない思い出となった。

翌土曜日は出発以来初めての休日であり、有名なNeuschwanstein城への観光を行った。この日は天気にも恵まれ、バスの窓外の壮大な農村風景に接し、目と心の保養をさせてもらった。また運良く、かの有名なビール祭り(Oktober Fest)が始まっており、人の多さ、スケールの大きさに驚いた。大ジョッキ40万杯が飲まれるそうである。

#### 3. あとがき

この後パリに移り、2つの国際セミナーに分かれて参加したが、会議内容は別として特記すべきことはなく、詳細は割愛したい。但し、テクニカルツアーとして催されたAubeセンターへのツアーは、私を含めて4名しか出席出来なかったが、私には大変印象に残るものであった。このセンターは今年中に稼働し始め、フランスの原子炉、その他の施設から出る放射性廃棄物を総べて(30年間分)浅地埋設処分し、200~300年後には通常の敷地として利用するとのことであった。

この印象記の中では故意に個人名を省略したが、団長として2週間一緒に旅行したことで、メンバー全員と予想以上の親交を深めることができ大変有り難いと思った。このような機会を提供してくれたRANDEC関係者の方々に深く感謝したい。



ノルト原子力発電所タービン建屋視察中の調査団

# 人形峠ウラン製錬所の施設解体概要

動力炉・核燃料開発事業団

人形峠事業所 転換技術開発課 大塚 芳政

## 1. はじめに

昭和30年に日本で初めて本格的なウラン鉱床が人形峠において発見された。ここで採掘されたウラン鉱石からウランを取り出すために試験製錬所が38年10月より建設され、39年8月より試運転を開始し、43年まで鉱石から塩化ウラニル溶液を生産した。その後、44年～45年にイエローケーキが生産できるよう改造し、45年10月よりイエローケーキを生産した。また47年8月より電解還元、49年4月より四フッ化ウラン沈澱、51年8月より脱水の各工程を増設して試験を行い、製錬転換パイロットプラントの建設に伴い、56年11月で運転を終了した。

本施設の機器、装置は、約17年間もの長期に亘り使用してきたことから、他への転用も無理と判断し、解体処置を実施することとなった。

解体計画として、57年より汚染分布調査及び建家耐久調査等解体前の事前調査を実施し、その結果を基に解体ブロックを定め、58年から8年間に亘り(年間約3ヶ月工期)設備機器、装置等の解体を実施した。

## 2. プロセス概要

ウラン鉱石は、殆どが岩石や土であり、ウラン含有量が低いため、化学的物理的方法にてウラン純度、品位を高めるため、図-1のフローによる製錬処理が行われる。

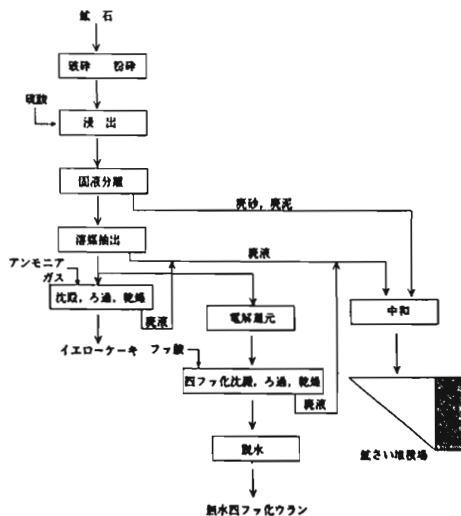


図-1 フローシート

- (1) ウラン鉱石は粉碎され、硫酸でウランが溶かし出される。大部分の岩石は硫酸に溶けず、鉱さいとして除去される。
- (2) ウランを含む硫酸溶液(浸出液)は、分級機で除砂後、溢流のみを固液分離し、加圧ろ過機によりろ過する。
- (3) 硫酸に溶かされたウランは有機溶媒に抽出され、不純物を取り除いた後、再び水溶液に逆抽出される。
- (4) 逆抽出されたウランはアンモニアガスでイエローケーキとして沈澱され、水溶液からろ過回収され乾燥後、製品としてドラム缶に詰られる。
- (5) また逆抽出されたウランはイエローケーキを経ないで直接電解還元で6価から4価に還元された後、フッ酸で四フッ化ウランの沈澱としてろ過乾燥された後、高温で脱水され、無水四フッ化ウラン製品とされる。

## 3. 処理実績

昭和39年より56年までの処理実績は、以下のとおりである。

(1) 受入		ウラン量
① 鉱石	29,952 t	53.3 tU
② ヒーリーチング液	約5,800 m <sup>3</sup>	9.6 tU
(2) 製品		
① イエローケーキ		37.5 tU
② 無水四フッ化ウラン、その他		13.8 tU

## 4. 解体実施内容

施設内の機器、装置等は、水洗浄を実施した後、解体減容し保管管理することとした。

また解体減容保管の作業に伴う汚染拡大防止を図ること、経済的に実施すること等を考慮し、解体物は建家の一部を一時保管庫として改造利用したものに保管し、年年徐々にブロック毎として解体を実施する計画とした。



試験製錬所

解体物は、1 m 程度の大きさになるよう細断し、汚染度の高いものについては、ビニール梱包及びペイントコーティング等により汚染を固定した。

解体物保管については、工程別・材質別・汚染別に区分し、内容が照合できるよう整理台帳を作成した。一時保管庫に保管した解体物は、設備容積比（空隙率を考慮に入れず）が約 40 % に減容されたことになる。

年度別の解体実施内容は以下のとおりであった。

- 昭和 57 年度 …… 処置に関する調査
- 昭和 58 年度 …… A ブロック
- 昭和 59 年度 …… B ブロック
- 昭和 60 年度 …… C ブロック
- 昭和 61 年度 …… D ブロック
- 昭和 62 年度 …… E ブロック
- 昭和 63 年度 …… 一時保管庫を除く床面はつり
- 平成 2 年度 …… 一時保管庫を除く建家解体
- 平成 3 年度 …… 一時保管庫を除く跡地整理

本計画に基づく、年度別解体ブロック及び貯蔵ブロックを図-2、図-3に示す。

設備の解体が終了した後は、老朽化していた建家部分の床のはつりを実施した後、管理区域を解除し、建家の解体を実施した。

現在、跡地整理を実施中であり、8月末完工をもって当初の処置計画を終了することになる。

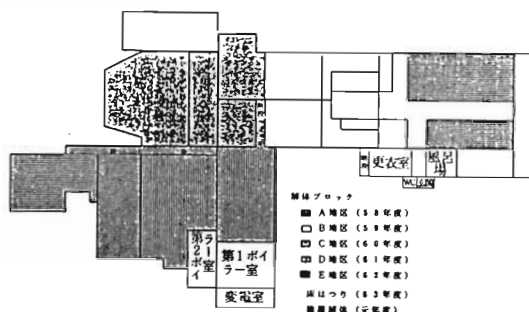


図-2 年度別解体ブロック

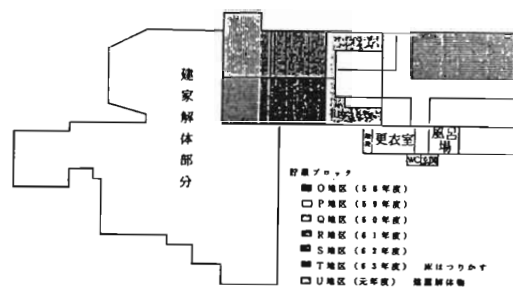


図-3 年度別解体ブロック

## 国際原子力機関 IAEA の技術委員会

### 「研究炉及びその他中小原子力施設廃止措置のための計画作成と管理」への参加報告

(RANDEC) 青山 功

#### 1. 技術委員会開催の背景

IAEA では、「研究炉及びその他中小原子力施設廃止措置のための計画作成と管理」と題するガイドラインを作成し、技術報告シリーズの一つとして 1991 年 12 月に刊行を予定している。このガイドラインを刊行する趣旨は、開発途上国にある研究炉も 20 年以上運転されてきたものが多数あるため、将来の廃止措置を考えるうえで「計画作成と管理」がいかに重要であるかをこれらの国の方々が理解し、いまから廃止措置への対応を検討する必要があり、その助けになるものとするところにある。

今回の委員会以前に 2 回のコンサルタント会合が開催されており、ガイドラインのドラフトが作成されていた。今回の委員会での検討用として、事前にドラフト (1991-05-22) 及び宿題の表の送付を受けていた。

#### 2. 事前準備

原研、動燃及び RANDEC から寄せられたドラ

フトへのコメントを整理し、科学技術庁の担当と検討のうえ最終案を作成した。このなかには、今後のガイダンスには「炉型別廃止措置方式」を加えるように、と言う提案を入れた。これは研究炉には、プール炉、タンク炉、トリガ炉、重水炉など約 10 種類の炉型があるので、各炉型についてのガイドラインが必要となるうとの認識に基づくもので、開発途上国に多く存在する炉型から作成にかかることが望ましいと考えられるからである。

今までに恒久的に停止した研究炉の現在の状態 (ステージ) と将来計画についての問い合わせが宿題として送付されたので、日本分について調査し、回答を作成した (Table 1)。またドラフトへのコメントとの関連で、世界の運転中研究炉を 20 年以上のものとして未満に分け、開発途上国とその他の国別に整理した。更に、日本の運転中研究炉を年齢順に整理した表を作成した (Table 2)。

以上の調査の結果、現在運転中の研究炉が世界に約 320 基 (日本: 19 基) あり、このうち 20 年

以上経っているものが三分の二（日本：四分の三弱）に達する。廃止措置への対応検討の問題は、開発途上国のみならず、先進国にも、特に日本についても共通の問題であることを痛感した。

### 3. 技術委員会の報告（7月29日～8月2日）

本技術委員会は7月29日から8月2日までIAEA本部にて開催され、14カ国、1国際機関（CEC）から22名（IAEAを除く）が参加した。我が国からは、科学技術庁の佐藤 肇氏と筆者が参加した。会議は核燃料サイクル・廃棄物管理部長 Mr. J. L. Zhu の開会の挨拶に始まり、続いて委員会の議長に Mr. G. J. Bauer（UK AEA Technology）が指名され、同氏の司会で議事が進められた。

#### 3.1 ドラフトの検討

参加者の紹介、各国の廃止措置経験、ドラフトに対する全般的なコメントを行ったのち、その後の検討を進めるため参加者を三つのワーキンググループ（WG）に組分けされた。

各WG別検討の他に、参加者全員が一室に集まり、各WGでの検討状況や問題になっている点の紹介・討論の機会が設けられた。なかでも、ドラフトが研究炉のみを対象として作成されていたので、「その他中小原子力施設」の記述を組入れるために、その定義をどうするかが大いに問題になったが、最終日になってやっと合意に達した。

最後に、各WGによる検討結果を修正・タイプした原稿を基に、参加者全員が一室に集まり検討を行った。この結果を反映して再度修正された最終版が、ドラフト（1991-08-02）として配付された。

この最終版は、IAEA側で章や節等の検討・修

正を行ったうえ、技術報告シリーズの一つとして後日刊行される予定である。

#### 3.2 提案の検討

第4日目午前は、その他の議題についてであった。一つは、“今後IAEAが採り上げると良いテーマについての提案”であり、日本からは「研究炉の炉型別廃止措置方式（指針）」を提案した。

この提案については、参加者3名から賛成意見が述べられ、特にトリガ炉とブル炉を早く作成すべきである、と付け加えられた。IAEA担当からは、文献が入手できるか危惧している、旨の発言があったが、他の参加者からは反対する発言はなかった。結局当委員会としては、日本の提案を採用するが、今後予算も含めてIAEA上部機構の決定を待つことになった。

他の提案としては、各国のデコミッションングの知識や経験をIAEAがそれを必要とする国へ供給することと、セミナーを開催（Proceedingsの発行も含む）するように、とのことであった。

#### 3.3 アジア・大太平洋地域セミナー案の検討

第4日目午前のもう一つの議題は、IAEA主催で1992年5月にタイのバンコクで開催する予定のアジア・大太平洋地域セミナー「研究炉の老齢化、廃止措置及び大更新」についての説明と積極的参加要請であった。これについては、USAでセミナーが開催できないのか、など一二の意見が出たのみであった。

#### 4. 感想

先進国及び開発途上国の関係者と親しく語りあえ、皆一様に各国の保有する研究炉の廃止措置に大きな関心と問題意識を持っている、と感じた。日本からの提案が採用されたのは、良かったと思う。

Table 1 Research Reactors Shutdown in JAPAN, Status as of July 1991

Reactor				Power output (MW(th))	Start-up	Final shut-down	Current status		Future plans		Comment
Country	Name	Location	Type				*Stage	Completion date	*Stage	Completion date	
JAPAN	AHCF	Tokai	AHCF	0	1961	1967	3	1979	NA	NA	#1
	BTR	Ozenji	PTR	0.1	1961	1975	1	1976	3	NS	
	JRR-1	Tokai	WBR	0.05	1957	1968	1	1970	3	NS	
	MCF	Omia	LWCF	0	1969	1973	3	1974	NA	NA	#2
	OCF	Ozenji	LWCF	0	1962	1973	2	1975	3	NS	
	SCF	Tokai	LWCF	0	1966	1970	3	1971	NA	NA	
	JRR-3	Tokai	HWR	10	1962	1983	2	1986	3	NS	

#1 ; The spent fuel remains in the reactor site.

#2 ; The waste arised from dismantling remains in the reactor site.

#3 ; An old reactor vessel and reactor components were removed ( the former was transported to store to an adjacent repository inside of the reactor site by "one-piece removal method", though the latters did the radioactive waste treatment plant outside of the reactor site). And then a new reactor pool and reactor components were installed in an old reactor building.

#### LEGEND

NA ; not applicable, NS ; not specified

Table 2 Operational Research Reactors in JAPAN, Status as of JULY 1991

No.	Reactor			Power output (MW (th))	Initial criticality	Age Years
	Name	Location	Type			
1	JRR-2	Tokai	HEAVY WATER	10	1960/10	30
2	UTR KINKI	H. Osaka	ARGONAUT	0	1961/11	29
3	TRIGA RIKKYO	Yokosuka	TRIGA MARK II	0.1	1961/12	29
4	TTR-1	Kawasaki	POOL	0.1	1962/03	29
5	TCA	Tokai	CRITICAL ASSEMB	0	1962/08	28
6	MITRR MUSASHI	Ozenji	TRIGA MARK II	0.1	1963/01	28
7	NAIG CRI. AS.	Ukishima	CRITICAL ASSEMB	0	1963/12	27
8	KUR	Kumatori	TANK	5	1964/06	26
9	JRR-4	Tokai	POOL	3.5	1965/01	26
10	JMTRC	Oarai	POOL	0	1965/10	25
11	FCA	Tokai	CRITICAL FAST	0	1967/04	24
12	JMTR	Oarai	TANK	50	1968/04	23
13	DCA	Oarai	CRITICAL ASSEMB	0	1969/12	21
14	YAYOI	Tokai	FAST	0	1971/04	20
15	KUCA	Kumatori	DUAL CORE CRIT	0	1974/08	16
16	NSRR	Tokai	TRIGA ACPR	0.3	1975/06	15
17	JOYO	Oarai	FAST BREEDER NA	100	1977/04	14
18	VHTRC *1	Tokai	CRITICAL ASSEMB	0	1985/05	6
19	JRR-3 *2	Tokai	POOL	20	1990/03	1

\*1 An assembly modified an old one, named as "SHE".

\*2 An upgraded reactor, modified an old one.

## IAEA の「原子力施設の除染及びデコミッショニング」に関する 協力研究計画 (PHASE-II) 第2回会議開催

日本原子力研究所 研究炉部 次長 星 蔦 雄

標記第2回会議がIAEA本部(ウィーン)で1991年6月10日～14日にわたり開催された。当計画は、今後増大する原子力施設のデコミッショニングにそなえて、IAEA加盟国間における情報交換を目的に1984年に開始されたもので、今回は第2次(PHASE-II)計画として1989年から1993年までの4年計画で進められているものである。参加国及び協力研究テーマは表1に示すとおりである。

今回の会議は各国の研究状況についての中間報告が主目的であり、各国の研究者から、成果の現状、課題等が報告された。なお、我が国は報告者が参加、英国及びソ連の出席はなかった。以下に除染、放射能評価、解体工法、デコミッショニングの実施に大別し、各国の報告の概要を紹介する。

〈除染〉本研究テーマの参加国は、カナダ、中国、チェコスロバキア、ハンガリー、インド、韓

国で、主として金属材料に対する化学除染(電解除染)法についての研究である。このうち、中国、韓国、インドは電解溶液の種類と電流条件等をパラメータにDF等を調べる基礎的研究を実施しているものである。他方、カナダにおいては特に炭素鋼のマグネタイトフィルムの溶解メカニズムの研究、チェコスロバキアにおいては、汚染金属材料の規制除外を目的に超音波を加えた高効率の電解除染法の研究等実用化を旨としたものである。また、ハンガリーは可動電極を用いた現場適用の電解除染法についての研究である。本研究は前期PHASE-Iの協力研究以来進められているもので、本方法はタンク、ポンプケーシングあるいは大口径配管等大型機器の現場除染に効力を発揮すると報告され興味あるものの一つであった。

〈放射能評価〉当テーマについて、前期PHASE-Iの時には、我が国のJPDRにおけるインベント



り評価技術が研究協力テーマとなっていたが、今回はフィンランドのみである。フィンランドでは Loviisa 炉 (PWR, 465 MWe) を対象に生体しゃへいコンクリートの放射能評価の中間報告があった。この中で解析においてはコンクリート組成及び水分量の評価が重要であるとの指摘がなされた。

〈解体工法〉当テーマについては、フランスにおける解体機器の開発とスウェーデンにおける原子炉圧力容器の一体撤去工法の検討が報告された。フランスの解体機器の開発は、プラズマアーク、レーザー、アークソー、水ジェット、爆破、機械的切断等各種工法について、切断特性、エアロゾル等の発生量、水中切断及び遠隔操作性等を評価するとともに、将来への適用のための技術の確立を図ることを目指したものである。現状では、プ

ラズマアーク、水ジェットの各工法が切断特性及び汎用性の面から優れていると報告された。一方、スウェーデンの原子炉圧力容器の一体撤去工法の検討は、軽水炉の圧力容器を対象に、一体撤去工法の検討と技術的課題、コスト評価等を行うものである。技術的に放射能の高い胴部についてしゃへい体を取り付ければ、一体撤去は廃棄場所 (花崗岩トンネル中への廃棄) への輸送も含めて放射線被曝の面で安全に実施できる見通しであるとの報告がなされた。

〈デコミッショニングの実施〉本テーマの参加国はイタリア、米国および日本である。イタリアについては、現在実施しているガリグリアーノ炉のデコミッショニング (1996年までに密閉管理状態まで実施) において、当面放射性廃棄物の

### 「原子力施設の除染及び廃止に関する IAEA 協力研究」参加プロジェクト一覧

参加国名	協力研究テーマ	内容
1. カナダ	有機酸によるマグネタイト溶解機構の研究	CAN-DECON 除染法適用におけるマグネタイトの表面状態の差異による溶解機構の解明
2. 中国	汚染金属の電解除染法の研究	各種電解除染液を用いた除染特性 (炭素鋼及びSUS) の基礎研究
3. チェコスロバキア	原子炉解体のための除染法の開発	NPP A-1 (ガス炉) の系統及び金属廃棄物を対象とした化学除染法 (除染液: EDTA) 及び電解除染法 (電解液: $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) の研究
4. フィンランド	生体遮蔽コンクリート中の放射化放射能の評価	コンクリート試験体の放射化分析による放射能の測定と解析による評価
5. フランス	解体工具の開発	取扱容易性、信頼性、遠隔操作適応性を考慮した解体工具 (プラズマトーチ、水ジェット、アークソー、シェアー等) の開発
6. ハンガリー	可動型電解除染装置の開発	大型機器、配管等の現場除染を対象としたブラシ型可動電極を用いた電解除染装置の開発
7. インド	解体除染の研究	CANDU 炉、軽水炉、再処理施設等を対象とした化学除染、電解除染技術の開発
8. イタリア	デコミッショニングプロジェクト管理	ガリグリアーノ炉、ラチナ炉の廃止措置の実地経験
9. 日本	デコミッショニングプロジェクト管理	JPDR の解体の実地経験、特に作業人工数、従事者被曝、解体工法の経験等
10. 韓国	除染技術の開発	PWR を対象としたクロム含有酸化物除染における化学的挙動の解明と除染技術の開発
11. スウェーデン	原子炉圧力容器の一体撤去方法の研究	原子炉圧力容器一体撤去についての解体、輸送、処分方法の検討 (花崗岩トンネル内へ処分)
12. ソ連	デコミッショニングプロジェクト管理 再利用のための除染技術 解体容易化技術	ノボボロネズ炉等のデコミッショニング及び除染の技術開発並びに設計・建設段階への技術的反映事項の研究
13. 英国	ガス炉及び軽水炉のための除染技術開発	汚染酸化物の特性評価と除染技術の開発
14. 米国	EBWR 炉のデコミッショニング	EBWR 炉の圧力容器解体の実地経験



サイト保管を実施できるようにすることが最重要課題であると報告された。米国ではEBWRデコミッション計画の現状について報告がなされ、とくに圧力容器の水ジェット切断の計画が紹介された。日本についてはJPDRのデコミッション計画の現状をVTR記録紹介も含めて報告したが、炉内構造物、圧力容器及びしゃへいコンクリー

トの遠隔解体が実際に行われたことから、解体工法適用における問題や作業者の被曝防護対策等について多くの質問があり、強い関心が示された。

当PHASE-II協力研究計画は1993年に完了する予定であり、同年開催予定の第3回会議において各国から最終成果報告が行われ、IAEAの技術報告書(TECDOC)として刊行される予定である。

## 原子力施設解体における切断技術

日本原子力研究所動力試験炉部

解体計画管理課 石川 広 範

OECD/NEA(経済協力開発機構/原子力機関)の「原子力施設デコミッション・プロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」には、JPDR解体プロジェクトを含め20のプロジェクトが参加している。プロジェクトの対象施設は、発電炉、再処理施設、核燃料施設等多岐にわたっており、協定参加各国は、これらプロジェクトから得られた技術情報や経験等を相互に交換しあうことにより、デコミッション技術の向上や解体計画の円滑化に役立てている。

原子力施設の解体にあてっては、作業者の放射線被ばくの低減化、汚染拡散の防止対策、解体により発生する二次廃棄物の有効な処理方法等を考慮し、解体機器の選定が行われている。本稿では情報交換を行っているデコミッション技術のうち、参加プロジェクトが開発もしくは適用している切断技術について、①一般機器の切断、②高放射化・高汚染鋼構造物の切断、③コンクリート構造物の解体の3つに区分し紹介する。また、表に、OECD/NEA「原子力施設デコミッション・プロジェクトに関する科学技術情報交換協力計画」に参加しているプロジェクトが使用している切断機器とその適用理由と適用性を示す。

### 1. 一般機器の切断

汚染程度が低く作業員が現場で直接、手作業で行える一般機器の切断作業では、各国が汚染拡大の防止対策を行った上で在来の切断機器を改良しながら適用している。

切断方式は、機械的切断方式と切断部を熱で溶融する熱的切断方式に大別される。ガス切断やエア・プラズマアーク切断等の熱的切断方式は作業効率もよく多用されているが、空気汚染を起し易いため、その使用に当っては換気装置が併用されている。鋼構造物の切断には、操作性の優れた切断速度も早いエア・プラズマアークが巾広く利用されている。

機械的切断方式は、配管やさほど厚肉でない鋼構造物の切断に用いられており、装置も小型で作

業効率も良く、空気汚染を起す恐れも熱的切断方式に比較し少ない。一般機器・配管の切断に使用されている機械的切断機器としては、レスプロソー、バンドソー、グラインダー、ニブラー、せん断機等が適用部位、切断環境等を考慮して適宜使用されている。

### 2. 高放射化・高汚染鋼構造物の切断

高放射化された炉内構造物、原子炉圧力容器等の切断や高 $\alpha$ 汚染を伴う再処理施設内の機器・配管の切断のように遠隔操作を必要とする切断作業では、既存技術の応用、状況に合せた機器の改良、新規の機器開発等がなされている。これらの機器の切断作業においては、被曝低減対策や二次廃棄物拡散防止対策を厳重に行うことが必要であることから、遠隔操作技術、水中切断技術、換気装置等も含めた総合的な切断システムの検討が進められている。

・炉内構造物の解体：JPDRの解体においては、炉内構造物の大部分がステンレス鋼材で、切断作業スペースも狭隘であるため、遠隔操作で水中でも使用できるプラズマアーク切断装置が開発された。炉内構造物は、原子炉圧力容器内で粗断され、燃料プールに移され細断された後、しゃへい付き収納容器に収納された。EBWRにおいてもJPDR同様、炉内構造物を炉内で粗断後、燃料プールに移し細断する計画で、切断機器としてプラズマアーク、アプレセブ・ウォータージェット、ギロチンソー等を解体対象物に応じて適宜使用することが計画されている。

・原子炉圧力容器の解体：WAGR(ガス冷却炉)における原子炉圧力容器の解体では、鉄粉やアルミ粉を混入した酸素プロパンガス・トーチを使用し予備実験が行われた。この実験では、切断時に発生するヒュームやダスト対策等も含めた総合的な実験が行われ、この工法の有効性が実証されたとしている。

JPDRの解体においては、分厚い鋼構造物を切断できるアークソー切断装置を開発し、原子

炉圧力容器を切断撤去した。この解体では、しゃへいコンクリートと原子炉圧力容器の間に水封用円筒を設置して、アークソー切断装置を用い遠隔操作により水中で原子炉圧力容器を切断した。また、原子炉圧力容器接続配管の切断には、接近し難く作業スペースの狭い場所でも使用できる成形爆薬工法やデスクカッター工法（切断部にカッターを圧着し塑性変形により切断する方法）が開発され、解体実地試験に適用された。

EBWRの解体では、原子炉圧力容器をジャッ

キアップし、アブレンシブ・ウォータージェット（研磨材としてガーネットを使用）を用いて外側から切断することが計画されている。

なお、 SHIPPINGポート原子力発電所の解体では、原子炉圧力容器は切断されないで外側の中性子しゃへいタンクと共に一体で撤去された。

・高α汚染機器の解体：AT-1再処理施設の解体では、燃料切断や溶解等を行ったホットセルを解体するため、移動用ロボット、遠隔マニピュレーター、先端部の工具等から構成される遠隔

### 原子炉施設のデコミッションングにおける切断技術

施設名	適用部位	切断工法	適用理由及び適用化
Eurochemich 再処理施設 (ベルギー)	配管  コンクリート	パイプカッター、グラインダー、バンドソー  ダイヤモンド・ワイヤースー	小口径の配管切断には、汚染拡大防止の点ですぐれているパイプカッターを使用、大口径配管や汚染をひき起す恐れのない配管の切断にはグラインダーやバンドソーを使用した。 任意の型にコンクリートを切断でき、切断面もなめらかであるがダイヤモンド・ワイヤの冷却方法の改良が必要である。
Rapsodie 高速増殖実験炉(仏)	配管	プラズマアーク・トーチ	準備、切断、片付け等を含め作業効率は2.5m/hであった。
G-2 ガス冷却炉(仏)	配管、容器等	酸素アセチレン・トーチ	局所換気装置を設置し、発生ヒュームを除去する必要がある。
AT-1 再処理施設(仏)	鉄板及びコンクリートの両方に対する切断試験セル内の配管	アブレンシブ・ウォータージェット  hydraulic Shear 及び Cutting disc	切断性能及び遠隔操作性の有効性が実証された。2次廃棄物として発生するコンクリートや研磨材を含む廃液処理方法を改良する必要がある。 熱的切断工法より空気汚染を起す恐れが少くないため機械的切断工法を採用。
JPDR 動力試験炉(日本)	原子炉圧力容器 接続配管  炉内構造物  原子炉圧力容器	成形爆薬工法、デスクカッター工法等  プラズマアーク切断装置  アークソー切断装置	成形爆薬工法及びデスクカッター工法とも作業スペースの狭い所で使用できる。デスクカッター工法は切粉等が生じないため2次汚染を起す恐れが少くない。 ステンレス鋼の切断に有効で、プラズマトーチ自体も小型・軽量であるため遠隔操作により水中で、狭い場所にも適用できる。 厚板鋼材の切断に適しており、遠隔操作により水中で使用することができる。
WAGR ガス冷却炉(英)	原子炉圧力容器(予備試験)上部生体しゃへい体	鉄粉やアルミ粉を混入した酸素プロパンガス・トーチ サーマル・ランサー	ヒュームやダスト対策等も含め試験を行い、ガス冷却炉のデコミッションングに有効であることが確認された。 スティールとコンクリートの同時切断に有効で切断速度も早い。多量のヒュームを発生するため換気に十分注意する必要がある。
BNFL 燃料製造施設(英)	ボールミル、バケット昇降機等汚染配管	糸鋸、レスプロソー、グラインダー、ニブラーせん断機等の在来の機械的切断工法	遊離汚染があるため熱的切断工法を使用せず、左記の機械的切断工法を適宜使用した。 大口径の配管には、汚染の拡大を防止するため泡を充填し切断した。
SHIPPINGポート 原子力発電所(米)	ステンレス鋼材、大口径配管 炭素鋼配管 小口径ステンレス配管 コンクリート構造物	プラズマアーク  バンドソー、レスプロソー、ギロチンソー等  大型油圧式プレカ、ダイヤモンドカッター	最初、機械的工法で行っていたが作業効率を上げるため、汚染拡大防止対策を施してプラズマアークを使用した。 直径2インチまでの配管にはバンドソー、直径3～6インチまではレスプロソー、直径6インチ以上の配管にはギロチンソーが有効であった。 コンクリート表面を除染した後、大型油圧式プレカを使用。残置する建家のコンクリート構造物の切断にダイヤモンドカッターを使用した。
EBWR BWRタイプの実験炉(米)	炉内構造物 原子炉圧力容器 生体しゃへい体	プラズマアーク、ギロチンソー、アブレンシブ・ウォータージェット アブレンシブ・ウォータージェット  アブレンシブ・ウォータージェット	状況に応じて左記の切断機を使用する予定である。 原子炉圧力容器をジャッキアップし外側から切断する予定である。 原子炉圧力容器切断に使用したアブレンシブ・ウォータージェットを使用する計画である。

## 当協会 村田 浩理事長 ウラン協会賞受賞

当協会の村田浩理事長（日本原子力産業会議副会長、日本原子力文化振興財団理事長）が9月6日ロンドンで開催されていたウラン協会のシンポジウムにおいてウラン協会賞を受賞しました。

本賞は、1985年から2年毎に原子力関係の功績を顕彰するため、ゴールドメダルを授与するもので、村田理事長の受賞理由は日本の原子力開発利用政策の樹立、推進に大きく貢献した功績が評価されたものであります。

過去の受賞者は、フランス電力庁ジャン・ブナ

（1985）、スウェーデンのエリック・スベンケ（1987）、アメリカのユーゲン・ウイリキンソン（1989）の3氏で、今回は4人目しかも欧米人以外では初めてです。

ウラン協会は、ウランの平和利用の促進を目的として世界の主要ウラン生産業者が発起人となって1975年に英国法人として設立した団体であり、ウラン生産者と消費者である電力会社を正会員、それ以外の関連企業・機関を準会員としており、現在の会員数は72で活発な活動を行なっています。



受賞式

（右；U協会長サー・アリステア・フレーム）



ゴールドメダル

操作機器 ATENA が開発された。この ATENA は、先端部の工具を取替えることにより種々の作業に適応できるもので、先端部の工具として、油圧式の金切りバサミ、ディスクソー及びプラズマアークが使用された。

### 3. コンクリート構造物の解体

原子力施設のコンクリート構造物の解体では、放射化された部分や汚染された部分が存在し、解体時に発生する塵埃の量も多いため、汚染拡大の防止対策を十分考慮して行う必要がある。

WAGR においては、上部生体しゃへい体はほとんど汚染していない上に、スティールとコンクリートの割合がほぼ同量であるため、スティールとコンクリートの同時切断に有効なサーマル・ランサーが使用された。サーマル・ランサーでの切断は、速度は早いが多量のヒュームを発生するため換気装置の改良が必要であった。

Eurochemich 再処理施設におけるコンクリートの切断には、ダイヤモンド・ワイヤーソーが使用された。ダイヤモンド・ワイヤーソーは、コンク

リートを任意の形に切断でき、切断面も滑らかであるが、ダイヤモンド・ワイヤーの冷却に使用する冷却水の処理や冷却水による汚染拡大防止対策などを考慮する必要があった。

EBWR の生体しゃへい体の解体においては、原子炉圧力容器の切断に用いられるアプレシブ・ウォータージェットを使用することが計画されている。

SHIPPINGPORT 原子力発電所における建家基礎等の鉄筋コンクリートの解体では、スキャブラーで表面除染を行った後、大型油圧ブレーカが使用された。また、残置する建家のコンクリート構造物の縁切には、ダイヤモンドカッターが使用された。

JPDR 生体しゃへい体の放射能レベルの高い部分は、円板状のダイヤモンドカッター及び円筒形ドリルを用いた機械的工法とアプレシブ・ウォータージェット工法により、遠隔操作でブロック状に切断された。放射能レベルの低い部分については、火薬でしゃへいコンクリートを爆破させ破砕する制御爆破工法を用いる計画である。

## 事務局から

### ◎ 人事

#### 〔新任〕

##### ○ 理事

遠藤 正明

株式会社 竹中工務店

専務取締役

##### ○ 評議員：金子 孝二

電気事業連合会 原子力部長

##### ○ 評議員：塚田 浩司

日本原子力発電株式会社 理事



#### 〔退任〕

○ 理事：梅田 健次郎

○ 評議員：鈴木 康夫

○ 評議員：下川 博

〔採用〕10月1日付

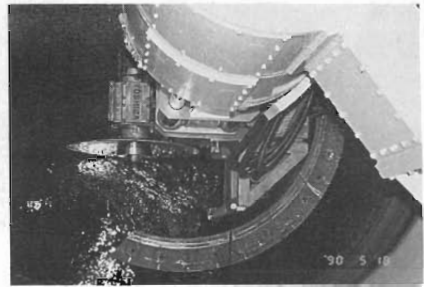
職員

○ 企画調査部 部長

鈴木 正啓（動燃から）



BNFL 燃料製造におけるせん断機による  
解体作業



JPDR におけるアークソーによる原子炉  
圧力容器の切断



WAGR におけるサーマル・ランサーによる  
上部生体しゃへい体の解体

© RANDEC ニュース 第10号

発行日：平成3年11月19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