

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2011.12.NO.100

目次

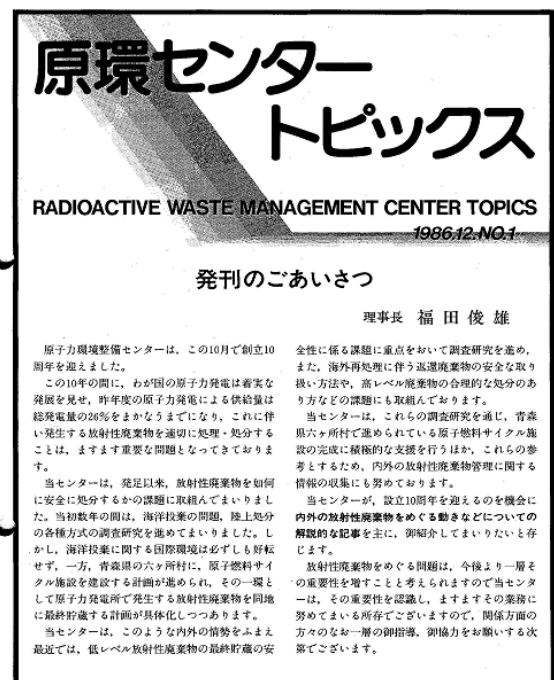
原環センタートピックス100号刊行にあたって.....	①
センターの活動状況.....	②
フランスAndra（放射性廃棄物管理機関）における放射性廃棄物処分研究の状況.....	④
原環センタートピックス1号から99号までの主要記事一覧.....	⑩

原環センタートピックス100号刊行にあたって

理事長 並木 育朗

原環センタートピックスは、当財団の設立10周年にあたる1986年(昭和61年)12月に1号が発刊されました。内外の放射性廃棄物をめぐる動きなどについての解説的な記事を主に紹介することを目的としていました。その後のインターネットの急速な発展により、新しいニュースを伝える役割はやや減じましたが、情報などを分かり易く伝えるという役割に変化はありません。1号から99号までの主要な記事一覧を巻末に示しますが、そのなかで時代の流れを見ることができます。

今後も、原環センタートピックスから放射性廃棄物の処理処分に関する幅広い情報を分かり易く発信することを目指したいと思いますので、関係方面の方々のお一層の御指導、御協力をお願いします。



創刊号巻頭ページ(1986年12月)

センターの活動状況

I ニュース

日本機械学会動力エネルギーシステム部門優秀講演表彰をうけました

ICEM2010（米国機械学会第13回環境修復及び放射性廃棄物管理に関する国際会議：平成23年10月、つくば市）での発表“DESIGN OPTIONS FOR HLW REPOSITORY OPERATION TECHNOLOGY, (IV) SHOTCLAY TECHNIQUE FOR SEAMLESS CONSTRUCTION OF EBS”(Ichizo KOBAYASHI, Soh FUJISAWA, Makoto NAKAJIMA, Masaru TOIDA, Hitoshi NAKASHIMA, Hidekazu ASANO)が日本機械学会動力エネルギーシステム部門の優秀講演表彰を受けました。



II 成果等普及活動の実施状況

平成23年度 第2回原環センター講演会の開催

2009年～2011年の2年間に亘り、フランスの放射性廃棄物管理機関(ANDRA)に当センターから派遣され、研究開発に従事した佐原史浩による第2回原環センター講演会「フランスANDRAにおける放射性廃棄物処分研究の状況について」を開催しました。派遣中の経験を含めて、今後の公開討論、設置許可申請など地層処分計画実現に向けたANDRAの最新の研究概況を紹介しました。

開催日時：平成23年10月7日(金) 15:00～17:00
会場：公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター 第1,2会議室
講師：佐原 史浩（企画部）



講演の状況

平成23年度 第3回原環センター講演会の開催

寿楽浩太東京大学大学院特任助教を講師に迎え、第3回原環センター講演会「**科学技術に関する社会的意思決定と技術者に求められるものー福島第一原子力発電所事故を受けてー**」を開催しました。本講演では、科学技術を担う専門家のあり方、とりわけ、科学技術についての社会的な意思決定における専門家の役割についての講演後、聴講者と意見交換を行いました。

開催日時：平成23年11月18日(金) 15:00～17:00
会場：公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター
第1,2会議室
講師：東京大学大学院 工学系研究科 原子力国際専攻
特任助教 寿楽 浩太 氏



会場との意見交換

平成23年度 第2回原環センターセミナーの開催

大江俊昭東海大学教授を講師として、原環センターセミナー「**放射性廃棄物最終処分の安全評価の基礎Ⅱ**」を以下のとおり開催しました。本セミナーは、安全評価の基礎的知識を持つ技術者・研究者を対象に、簡単な安全評価解析演習を通じて、安全評価から見た放射性廃棄物最終処分の全体像をより深く理解していただくことを目標としています。今回は、受講者のニーズが大きい「原子力発電所事故による汚染廃棄物の評価」の講義を追加して行いました。講義後には、受講者と講師との質疑応答を行い、理解を深めました。

開催日時：平成23年12月2日(金) 9:30～17:00
会場：東海大学高輪キャンパス1号館2階 第2会議室
講師：東海大学 工学部 原子力工学科 教授 大江 俊昭 氏
講義：

- 課題1 放射性廃棄物処分の安全評価解析の基礎
 - Ⅰ. 浅地中ピット処分の事例分析（低レベル放射性廃棄物埋設事業）
 - Ⅱ. 地層処分の事例分析（JNC2000年レポート）
- 課題2 放射性廃棄物処分の安全評価解析の演習
 - Ⅰ. 有限差分法による放射性核種移行解析
 - Ⅱ. 地層処分の総合安全評価（多孔質媒体のケース）
- 講義3 原子力発電所事故による汚染廃棄物の評価



講義の状況

フランスAndra（放射性廃棄物管理機関）における放射性廃棄物処分研究の状況

1. まえがき

フランスでは、高～中レベル長寿命放射性廃棄物（以下、HA-MAVL廃棄物と記す）の地層処分を2025年から実施する予定で、2013年に公開討論、2014年末までに設置許可申請を行い、2017年から処分場の建設を開始すべく、フランスの放射性廃棄物管理機関（Andra: L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs）では必要な最終フェーズの研究開発を進めている。

筆者は、2009年9月から2011年8月までの2年間、原環センターからの派遣技術者としてAndraの業務に従事した。その間、Andraではより機能的な組織が求められ、2度の組織再編成を経験した。

本稿では、著者が携わった業務を含めて、地層処分プロジェクトの実現に向けたAndraの活動内容や最近の状況などについて報告する。

2. Andraの概要

Andra はフランス国内で発生する全ての放射性物質を管理、処分する国の機関であり、主なミッションは以下のとおりである。

- ・フランスにおける放射性物質・廃棄物のインベントリの実施
- ・フランス国内の放射性物質の収集
- ・商用原子炉、病院、研究所および大学から発生する放射性廃棄物の管理
- ・すべての放射性廃棄物の処分場の実現に向けた研究
- ・人類、環境に対し安全な処分場の操業、調査
- ・放射能に汚染された場所の状態回復
- ・Andraの使命および抱える問題点の一般への公開および科学知識の普及
- ・Andraの技術情報の海外への普及

前述のとおり、筆者のAndra在籍中に2度の組織再編があった。これらの再編は基本的に旧「プロジェクト部」のみが対象となっており、HA-MAVL廃棄物の地層処分プロジェクトの実現に向けた、組織の機能性の向上を目的としている。

2010年10月に実施された再編では、4章で述べる「最適化研究」を効率的に行なうことに重点が置かれた。しかし、地層処分プロジェクトに関する研究・設計業務発注準備作業の重要度の増加に伴い、再度2011年2月に再編が行なわれた。筆者はHA-MAVL廃棄物処分プロジェクトに関する技術的検討を行う「地層処分プロジェクト部」に所属することとなった。

Andraの職員数は現在約500名で、プロジェクトの進行に伴い、この3年間で100名程度増員しており、また今後も増加する見込みである。

Andraの所有施設としては、Andra本部、ムーズ/オートマルヌセンター（以下、CMHMと記す）、ラマンシュ処分場、ローブ処分場がある。それぞれの位置関係は図-1のとおりである。



図-1 Andraの所有施設

Andra本部はパリから南に約15km離れた緑豊かな郊外に位置する。付近には12km²以上ある広大なソー公園があり、またシャルル・ド・ゴール空港やオルリー空港への交通の便にも恵まれている。

CMHMには図-2に示す地下研究所があり、HA-MAVL廃棄物の処分対象土層として考えられているカルボオクスフォディアン粘土層の水理/力学/化学特性、施工性、想定している処分システムの実現可能性などを確認するための様々な試験が行なわれている。近傍には、実物大の模擬廃棄体や模擬搬送・定置装置などが展示されている技術PRセンター（ETe）がある。また、今後実施する自然環境モニタリング結果を提供するエコテックと称する新たな施設も建設準備が進められている。

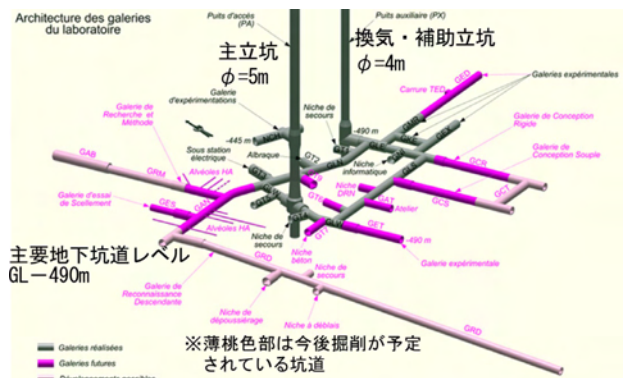


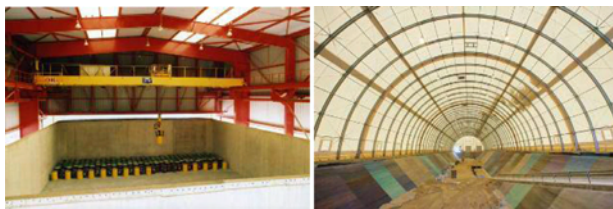
図-2 地下研究所鳥瞰図

表-1にフランスの放射性廃棄物の区分を示す。廃棄物はその半減期と放射能レベルで分類されているが、表中の黄色の部分については既に処分が開始されている。ラマンシュ処分場は1997年に閉鎖が完了し、現在はモニタリングが行われている。またロープ処分場には、中低レベル短寿命放射性廃棄物処分場（CSFMA）と極低レベル放射性廃棄物処分場（CSTFA）がある（図-3）。

表-1 フランスの放射性廃棄物区分と処分状況

	短寿命 (VC) (半減期<30年)	長寿命 (VL) (半減期≥30年)
極低レベル(TFA) 1~100 Bq/g	ロープ処分場 (TFA) にて操業中 (2003~)	
低レベル(FA) ~10 ³ Bq/g	・ラマンシュ処分場 (1997閉鎖)	黒鉛・ラジウム廃棄物 (FAVL: 処分計画未定)
中レベル(MA) ~10 ⁶ Bq/g	・ロープ処分場 (FMA) にて操業中 (1992~)	中レベル長寿命廃棄物 (MAVL廃棄物)
高レベル(HA) 10 ⁹ ~ Bq/g	高レベル廃棄物(HA廃棄物) (MAVL廃棄物と併せて2025操業開始予定)	

※半減期が100日未満の廃棄物は通常廃棄物と同様に処分



CSFMA

CSTFA

図-3 ロープ処分場

3. 地層処分プロジェクト

3.1 プロジェクト概要

HA-MAVL廃棄物の地層処分プロジェクトの概略工程は次のとおりであり、当面は公開討論、設置許可申請が重要なマイルストーンとなる。

- ・2009年：Andraが候補サイト(30km²)を提案
- ・2013年：公開討論
- ・2014年末：設置許可申請
- ・2017年頃：処分場建設開始
- ・2025年：操業開始（建設作業も併行して実施）

Andraの2009年レポート（非公開）で示された処分場の概要を以下に、2005年レポートからの主な変更点を表-2に示す。ただし本概念は未だ流動的で、今後大きく変わる可能性がある。

【全体】

- ・地上/地下施設は4本の立坑（人員用1、資材搬送用1、排気用2）と2本の斜坑（廃棄物搬送用1、作業用1）で連結される。
- ・2本の斜坑は並列で直線のため、地上施設は立坑坑口部と斜坑坑口部の2箇所に分かれる。
- ・各処分坑道群を連結している連絡坑道は、避難経路確保のため、基本的に2本が対となった坑道（双設坑道）からなり、また互いが連結されている。
- ・建設と操業を同時に行なう概念に基づいており、

双設坑道の片方は廃棄物搬送用、もう片方が建設作業用として用いられる。

- ・地山応力の異方性を考慮し、全ての処分坑道が水平最大主応力方向に向いている。

表-2 2005年レポートからの主な変更点

	2005レポート	2009レポート
地上-地下のアクセス	立坑	立坑+斜坑（勾配10~12%）
地上施設エリア	1箇所	2箇所（立坑坑口部+斜坑坑口部）
地下連絡坑道	4~5本1組が基本	・換気方法の見直し等による坑道本数の削減（2本1組を基本） ・坑道勾配（坑道の立体交差）を考慮した配置
MAVL処分坑道	・片側坑道 ・馬蹄形断面（10m×12m） ・長さ250m	・換気専用の坑道を設け、処分坑道を通する換気ルートを確認 ・円形断面（7~9m） ・長さ400m
HAVL処分坑道	・閉鎖時にプラグ部鋼管は撤去	・プラグ部鋼管は残置

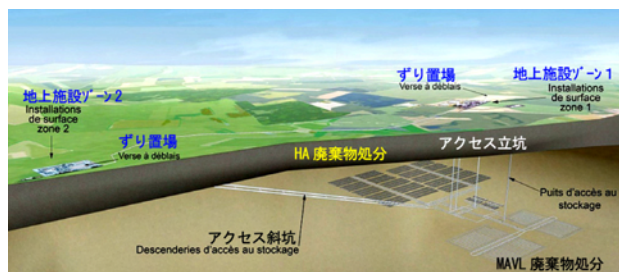


図-4 地層処分場(案)の鳥瞰図

【HA廃棄物処分】

- ・アクセストンネルから長さ約40m、直径0.7mの小径坑道を推進工法によって構築し、前方30mの部分に廃棄体を定置する。坑口側10mの区間は鋼製プラグ（放射線防護プラグ）、粘土プラグ（閉鎖時）、コンクリートプラグ（閉鎖時）を設置する。
- ・廃棄体にはセラミック製のライナーが付いており、アクセストンネルからの廃棄体の挿入・定置、或いは再取出し時の摩擦を低減している。

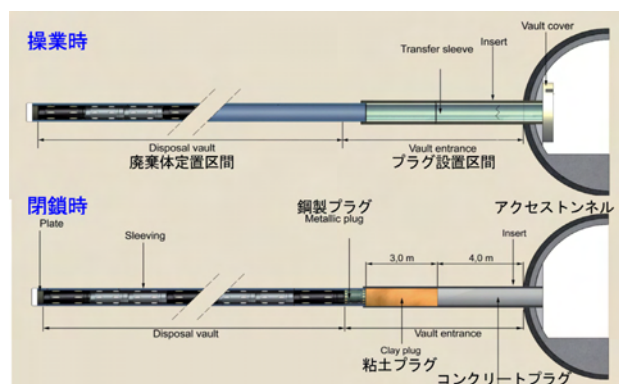


図-5 HA廃棄物処分坑道

【MAVL廃棄物処分】

- ・MAVL廃棄物処分坑道はアクセス部、エントランス部、廃棄体定置部、排気坑道部に分かれており、用途に応じ掘削径が異なる。

- ・廃棄体キャスクは、連絡坑からアクセス部に搬入され、エントランス部で積み下ろされる。その後、廃棄体ハンドリング部にて、廃棄体定置部に搬送・定置するための設備に積み替えられ、放射線防護扉を開けて搬送・定置する。
- ・「貫通型」の処分坑道になっており、可逆性担保期間における坑内の水素濃度の上昇、及びそれに起因する水素爆発を防止するため、**図-6**（操業時）の右から左に常時換気を行なう。

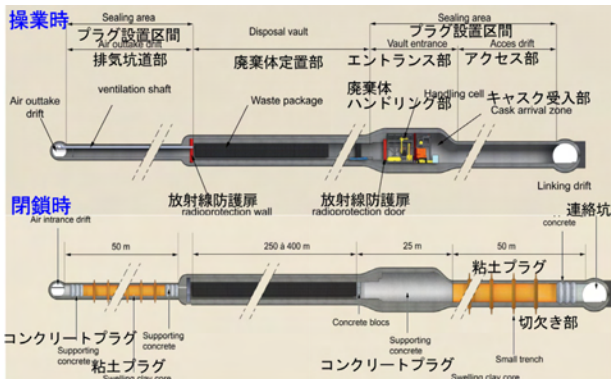


図-6 MAVL廃棄物処分坑道

3.2 今後の事業工程と実施体制

Andraでは、今後の事業段階を、建設を開始する2017年の前後で「研究段階」と「実施段階」に大きく分けている。また「研究段階」は、主に2013年の公開討論用の草案の策定、及び必要な資料を取りまとめる「草案段階」と、それ以後より具体的な検討を実施する「実施計画段階」に分けられる。さらにこの「実施計画段階」は、主に2014年末の設置許可申請用の事業計画、及びそれらの申請図書を取りまとめる「基本計画段階」と最終事業案を確定させる「最終計画段階」に分けられる（**図-7**）。

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	...
マイルストーン			★ 公開討論	☆ 設置許可申請			☆ 建設開始	
検討段階	草案段階 (対公開討論)		研究段階			実施計画段階		実施段階
			基本計画段階 (対設置許可申請)		最終計画段階 (対建設開始)			

図-7 今後の事業段階

現在は草案段階にあり、2012年以降の検討実施体制は、実施主体、即ちAndraが、1つの研究・設計企業グループ（以下、一次委託企業体と記す）と契約をし、その一次委託企業体に検討実作業を委託する方向で準備が進められている。

Andraでは、この一次委託企業体の入札に向けた準備を進め、2011年5月にWeb上の公告サイトで入札告示を行なった。これに対し、それぞれが2~4社で構成される7つの企業体から応札の申し出があり、提出された各企業体の業務実績をベースに一次審査が行なわれた。この一次審査では、プロジェクトマネ

ジメント、原子力エンジニアリング、機械、地下作業、電気・水処理、建築・環境、地上作業・配水配電などに関する各企業体の業務実績に対し得点をつけ、その合計点の高低で5つの企業体が選定された。

その後、一次審査に合格した5つの企業体には、入札仕様書、特記仕様書、Andraの今までの研究報告書等の入札関連書類が送付され、7月下旬に各企業体とAndraとの間で契約内容説明会が実施された。各企業体は、2012年からの研究・試験の内容、及びそれに要する費用等をAndraに提示し、2011年内に一次委託企業体として1つの企業体が選定、契約される予定になっている。

実施計画段階においては、この一次委託企業体とは別に、より詳細な検討を行なうための3つの研究・設計企業グループ（以下、二次委託企業体と記す）と契約することが予定されている。これら3つの二次委託企業体は、それぞれ地上原子力施設、地上一般施設、及び地下施設の詳細な検討・設計を担当することになり、契約はAndraと締結されるが、事実上は全体を統括する一次委託企業体の指示・調整のもとに業務を遂行する。

二次委託企業体との契約は2013年に締結される予定で、この契約の入札準備、および企業体の選考は一次委託企業体が主体となって実施される見込みである。最終的な判断は実施主体であるAndraによってなされるが、一次委託企業体は処分場の全体設計、公開討論資料や設置許可申請図書の作成のほか、最終事業計画を決定するための諸契約の準備、評価、及び各二次委託企業体間の調整も担うことになり、本プロジェクトにおいて非常に重要な役割を担っている。

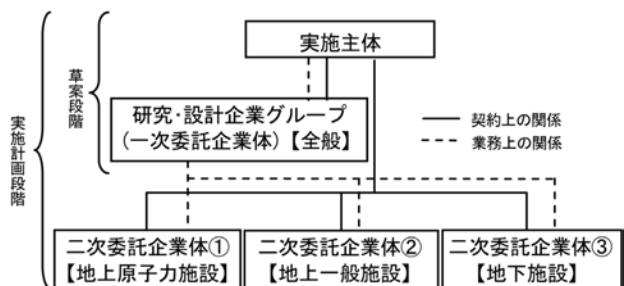


図-8 実施体制（案）

なお、2017年以降の実施段階における研究・設計企業体については、再度入札が行なわれる予定である。2017年までには各企業の業務実績の優劣が変化する可能性があり、より適切は企業体を選定し直すという主旨であるが、業務の引継ぎや責任の所在等に問題があるため、研究段階と同じ企業体が再契約する可能性が高いように思われる。

3.3 FAVLプロジェクト

表-1に示したフランスの放射性廃棄物の中で、最も先行きが不透明なのが低レベル長寿命放射性廃棄物（以下、FAVL廃棄物と記す）の処分プロジェクトである。対象となる主な廃棄物としては、ラジウム、グラファイト、一部アスファルトを含む廃棄物があり、現状ではピット処分か地層処分のいずれかになるとされている。

2008年6月、AndraはFAVL廃棄物の処分地公募を開始し、同年10月に約40の地方自治体から受け入れの回答を得、その中からより適した地域を10箇所に絞り、政府にその情報を提供した。そして2009年6月、政府は処分場候補地として2自治体3箇所の地域を選定し公表したが、その後両自治体とも受け入れを撤回し、白紙に戻った状況にある。

2010年の「放射性物質及び放射性廃棄物管理国家計画（PNGMDR）」において、フランス政府は、想定しうるFAVL廃棄物の管理に関する複数のシナリオを示した報告書を2012年までに提出するようAndraに要請している。しかし現状では、FAVL廃棄物に関する特別な検討は実施されておらず、HA-MAVL廃棄物と同じサイトに処分することになるのでは、との意見も少なくない。

4. 最適化研究

2009年レポートが完成した後、筆者の所属部署では最適化研究と称する検討が実施された。本研究の主な目的は、2014年の設置許可申請に向けて、

- ・2009年レポートでAndraが提示した処分システム案の妥当性、正当性を示す
- ・合理性、経済性を追求するため、想定しうるオプションの概略費用を評価する
- ・上記に必要な試験計画を提示する
- ・前述の一次委託企業体への設計・検討業務の発注仕様を明確にする

ことなどであった。検討項目は建設・操業安全関連、坑道仕様関連、長期安全性関連、可逆性関連、プラグ関連など多岐に亘り、全部で70項目程度になる。

ここでは、筆者が携わった土木関連の最適化研究項目の概要を数例紹介する。

4.1 HA廃棄物の処分坑道の長距離化

前章で示したとおり、2009年レポートにおいてAndraは約40m（処分区間は約30m）の処分坑道を想定している。この長さはCMHM地下研究所で実施した施工実証試験結果に基づいているが、実際は40mの掘進でも施工精度等に課題が残っている。

HA廃棄物処分坑道は推進工法による施工が想定されてい



図-9 掘進機

る。施工実証試験では図-9に示す掘進機を用いており、日本の一般的な掘進機に比べるとシンプルな構造になっている。今までの試験結果では、40mの施工でも掘進中に坑壁が局所的に変形、または崩壊し、推進管が拘束されることによって推進抵抗が急増し、掘進を中止するといったトラブルが起きている。現状は、各推進管の端部に凹凸の加工を施し、簡易的に推力を伝達させており、推進管同士は完全には接合されていないため、施工精度にさらなる悪影響を与えている。このことに起因する施工精度の問題は今後解決される見込みであるが、それでも必要な施工精度を確保できるか否かは不透明な状況にある。

これに対し、本地層処分プロジェクトの費用を負担する廃棄体発生者（フランス電力会社、AREVA社など）は、合理性、経済性の追求のため、100m以上の処分坑道を提案してきている。最適化研究の中で、処分坑道の延長に必要な推力、施工精度の確保に関する要点、および費用への影響度が整理されたが、最適な処分坑道長を再設定するまでには至っていない。これに対し、現在、100m以上の処分坑道の施工実証試験が計画されている。必要な施工精度を確保するために、より小径な先行ボーリングを行い、そのボーリングロッドをガイドレールにして掘進機を推進させる方法や、処分坑道を貫通型（アクセス坑道間に処分坑道を設置）にする案なども検討されている。

4.2 可縮性要素適用の実現性

2009年レポートにおいてHA廃棄物処分坑道と接続しているアクセス坑道には可縮性のコンクリート要素を支保工として使用する案が提示されている。本材料の適用の目的は大きく二つある。

一つは「鋼製材料の使用量の低減」で、廃棄体の発熱による支保工の温度応力の上昇や岩盤のクリープ変形を可縮性要素によって吸収し、他の支保工（吹付けコンクリートなど）への負荷を低減させることで、鋼製支保工を使わずにトンネルの安定性を確保することである。2009年レポートにおけるアクセス坑道の仕様はこの目的に対応するものである。

もう一つは坑道の覆工にプレキャストセグメントを適用し、施工の高速化を図る際のセグメント厚の合理化である。本件については次節4.3で述べる。

前者については、2010年の半ばからその施工性も含めた実証試験がCMHM地下研究所で実施されている。坑道形状は掘削径5.2mの円形で、自由断面掘削機によって施工された。支保工としてはロックボルト（3m）、吹付けコンクリート（厚さ21cm）、金網、及び可縮性コンクリート要素（厚さ18cm）を使用しており、いわゆる鋼製支保工は使用していない。可縮性要素の配置イメージとこの可縮性材料の応力-ひずみ関係を図-10に示す。可縮性要素の圧縮歪みが50%程度に至るまではその応力は吹付けコンクリートの24時間強度以下となっており、これは当材料が

圧縮することによって吹付けコンクリートの応力増加が抑制されることを意味している。

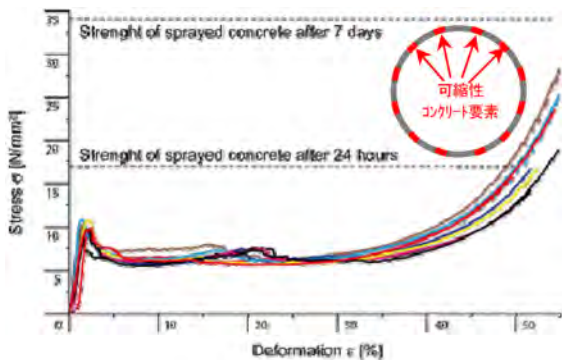


図-10 可縮性要素の配置と応力-ひずみ関係

本試験で現在までに得られている知見は以下のとおりである。

【施工性】既知のことであるが、自由断面掘削機による円形坑道インバート部の掘削には多大な時間を要する。可縮性要素の設置の手間も含め、掘進速度は1.2m/週（1サイクル）程度。

【安全性】トンネル全体としての安定性は確保されているものの、1年程度経過した段階で、吹付けコンクリートと可縮性要素との境界部の肌落ちが目立ち、増し吹きも実施している。

施工後わずか1年で肌落ちが目立つという結果から、当試験で採用した可縮性要素の利用方法は、見直すべき点が少なからずあると言える。

4.3 シールド掘進機による坑道構築の実現性

2009年レポートでは、HA廃棄物処分坑道を除いては、CMHM地下研究所で施工実績のある自由断面掘削機を用いた坑道の建設を基本としているが、シールド掘進機を利用することによって、建設工期・工費を削減できる可能性がある。しかしながら、CMHM地下研究所では長期に亘る岩盤のクリープ変形が観察されており、この変形に耐えうるプレキャストセグメントの必要厚さは1.5m以上となるため、プレキャストセグメントによる覆工の早期設置は非現実的とされてきた。

本件について、筆者の赴任以前に、既にコンサルタント会社2社が別々に検討を実施していたが、両者の見解は異なっていた。そこで、両者の検討内容・評価方法の比較や可縮性要素の使用実績の調査を行い、シールド掘進機を用いた早期覆工設置の実現可能性について考察した。その結果、可縮性要素を用いることにより、早期覆工設置を実現できる可能性があり、今後の技術の進展に応じた判断が必要である、という結論に至った。

プレキャストセグメントと併用できる可縮性要素は、図-11に示す二つのタイプが考えられる。

(a)はセグメント背面に可縮性の裏込め材を設置

するタイプで、可縮性のある裏込め材としてベントナイトペレットを用いた実績はあるが、直径3～4mの小径トンネルのみで、またトンネル上部の充填が困難等の問題が指摘されている。モルタル性の可縮性裏込め材は現在開発が進められているが、圧送等の施工性に課題があり、施工実績はまだない。

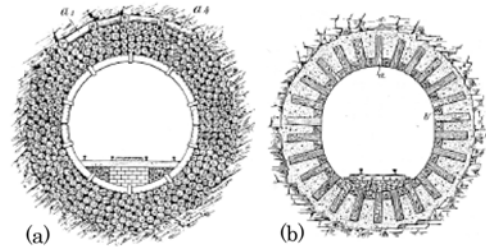


図-11 可縮性支保工のタイプの概念

(b)はセグメント間に可縮性セグメントを組み込むタイプで、4.2で示した実証試験の概念に近い。本タイプは小坑径のみであるが実績があり、ベルギーのHADES地下研究所でも鋼製の可縮性セグメントを使用した実績がある。

それぞれのタイプで利用しうる可縮性材料の例を図-12に示す。CMHM地下研究所において、今後両タイプの可縮性要素を用いたプレキャストセグメントによる施工実証試験（掘削径6m）が計画されており、可縮性要素によるセグメント厚の合理化を実証する予定である。

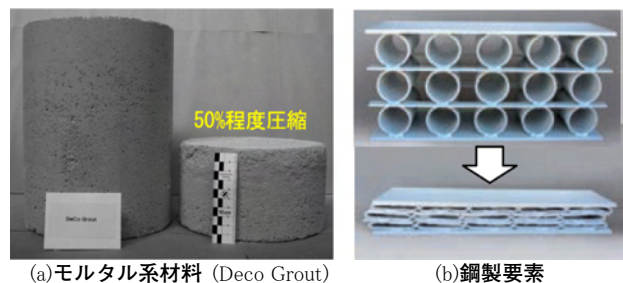


図-12 可縮性材料の事例

5. 無線通信共同研究

地中無線通信技術は、処分場の閉じ込め性能を低下させることなく実施可能なモニタリング技術の一つとして、当センターでその適用性検討や必要な技術開発が進められている。

共同研究の経緯としては、まず2005年に、当時のAndraの処分コンセプトに対応する予備的な試験検討業務をAndraより受託し、2006年に地中無線通信の共同研究に関する個別協定を締結した。共同研究開始当初に計画した研究プログラムは、CMHM地下研究所での適用性確認試験から、最終的には実際に使用可能な放射性廃棄物処分モニタリング用機器の設計・製作まで行なう幅広いものであったが、その後のAndraの処分孔コンセプトの変更によって共同研究は中断されることとなった。その後、当センタ

ーとAndraで両者の関心に合致する研究項目を再考し、2010年5月に、2年間の共同研究に関する個別協定を新たに締結した。本個別協定では、次の3つのワークパッケージ（WP）が盛り込まれた。

- WP1：中距離無線通信（～100m）
- WP2：小型化無線装置を用いた通信
- WP3：ボアホールタイプの受信機を用いたボアホール間通信

このうちWP1とWP2については2010年度に研究を終えており、その研究内容、成果概要を以下に示す。

5.1 中距離無線通信（WP1）

本WPでは、50m～100m程度の地中無線通信をターゲットとした発信機的设计・製作、及びCMHM地下研究所における通信試験を行なった。この通信距離は、無線通信方法の選択の幅を広げることを目的に設定されたものである。

この中距離通信のために、事前に地下研究所内の電磁波ノイズを計測し、その結果を考慮して図-13に示す発信機を設計、製作した。この発信機を使って、図-14に示すように、CMHM地下研究所のGL-445mの坑道とGL-490mの坑道間で通信試験を実施し、また通信結果をより詳細に分析するために、電磁波伝播挙動解析を行なった。

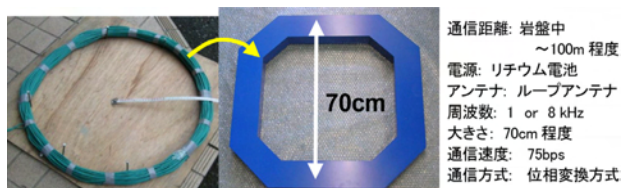


図-13 中距離通信用発信機

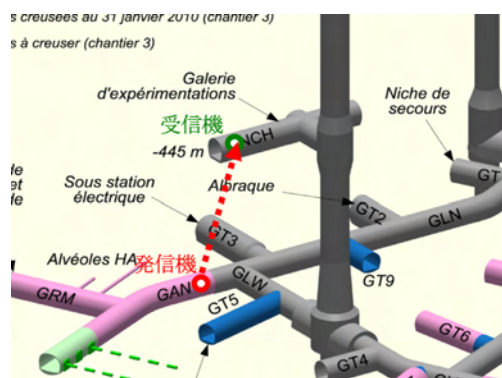


図-14 中距離通信試験通信位置図

中距離通信試験は、設計段階では100m以上無線通信が可能と考えていたが、通信可能距離は50m程度に留まった。その理由は、ノイズを計測した時点（2010年5月）から地下研究坑道内に新たな鋼製要素（換気ファン等）が設置されていたことなどが考えられる。この鋼製要素による電磁波の減衰特性は数値解析によって十分評価でき、今後の通信機器の設計に対する数値解析の有用性が再確認された。

5.2 小型化無線装置を用いた通信（WP2）

Andraとの本共同研究の開始以前に、図-15の小型発信機が当センターによって開発された。WP2では、この発信機の通信実証試験をCMHM地下研究所で実施した。WP2の試験箇所ではノイズレベルも低く、良好なデータ通信を実証できた。



図-15 小型無線装置

5.3 今後の予定

本共同研究は2011年も継続しており、オランダ、ドイツ、フィンランドなどでも関心がもたれているので、今後はAndra以外の諸機関も交えた共同研究へと発展する可能性も期待できる。

6. さいごに

Andra に在職した2年間は、二度の組織変更があり、今後の実作業を担う研究・設計企業体の入札対応など、地層処分事業の実現に向けた動きが非常に活発な時期であった。そのような時期を経験できた意味でも筆者にとって非常に有意義であった。また、目的の一つである幅広い人脈形成についても、Andra職員のみならず在任関係者等、多くの方々と知り合うことができ、この人脈は貴重な財産となった。

フランスでは2012年に大統領選挙が控えており、その結果は今後のフランスの処分事業の進捗に大きな影響を与えるといわれている。日本の原子力事情も大きく変動している中、Andraで得た知識、経験、人脈等を生かし、我が国の処分事業の進展に貢献できるように努力したいと思う。

(企画部 佐原 史浩)

【現在の所属は鹿島建設（株）】

参考資料

- (1) AndraHP : <http://www.andra.fr/>
- (2) 原環センターHP : <http://www.rwmc.or.jp/>
- (3) B. Billig et. al. 2007. Deco Grout - Innovative Grout to cope with rock deformations in TBM tunneling. Underground Space - the 4th Dimension of Metropolises, ISBN 978-0-415-40807-3
- (4) Bochumer Eisenhutte Heintzmann社HP : <http://www.heintzmann.eu/index.php?id=26&L=1>

原環センタートピックス1号から99号までの主要記事一覧

時代の動きを振り返るため1986年（昭和61年）12月刊行の1号から2011年9月刊行の99号までの主要な記事をまとめました。本文は原環センターホームページのライブラリーからご覧いただけます。

<http://www.rwmc.or.jp/library/topix/list/>

No.	題 名	発刊年月
1	米国の放射性廃棄物処分に関する状況	1986.12
	ICRP-Pub.46について	
2	英国における低中レベル放射性廃棄物の処分	1987.03
	英国における放射性廃棄物の近海低下処分の検討	
3	フランスにおける放射性廃棄物の処分－主として低レベル廃棄物について	1987.06
4	ドイツにおける放射性廃棄物の処分－主として低レベル廃棄物について	1987.09
5	南アフリカにおける放射性廃棄物対策	1988.12
	台湾における放射性廃棄物の管理	
6	ベルギーにおける放射性廃棄物の処分	1988.03
7	スウェーデンにおける放射性廃棄物の処分	1988.06
8	スイスにおける放射性廃棄物の処分	1988.09
9	カナダにおける放射性廃棄物の管理	1988.12
10	フィンランドにおける放射性廃棄物の管理	1989.03
11	インドにおける放射性廃棄物の管理	1989.06
12	スペインにおける放射性廃棄物の管理	1989.09
13	韓国における放射性廃棄物の管理	1989.12
14	アルゼンチンにおける放射性廃棄物の管理	1990.03
15	米国における放射性廃棄物の管理	1990.06
16	イタリアにおける放射性廃棄物の管理	1990.09
	各国の政策と計画	
17	オランダにおける放射性廃棄物の管理	1990.12
	各国の政策と計画	
18	ソビエト連邦における放射性廃棄物の管理	1991.03
	廃棄物処分の長期放射線防護基準	
19	各国における低レベル放射性廃棄物の処分	1991.06
20	各国における高レベル放射性廃棄物の管理	1991.09
	各国の政策と計画	
21	放射性廃棄物処分システムの安全評価	1991.12
22	発電用原子炉運転廃棄物の発生と処理の変遷	1992.03
	IAEA放射性廃棄物安全基準(RADWASS)策定計画について	
23	安全実証と現実的な線量評価をめざして－環境パラメータについて－	1992.06
	各国の政策と計画	
24	原子力発電施設の廃止処置に伴う廃棄物の処理・処分方策	1992.09
25	再処理廃棄物の処理・貯蔵・処分技術の現状	1993.01
26	ウラン廃棄物の処理・処分研究の現状	1993.06
	各国の政策と計画	
27	海外における低レベル放射性廃棄物処分施設(フィンランド VLJ 処分場、スウェーデン SFR1)	1993.09
	RADWASS安全実施細目「原子力施設からの物資のリサイクル及び再利用の際の規制除外原則の適用」について	
28	海外における低レベル放射性廃棄物処分施設(フランス:オーブ処分場、スペイン:エルカプリル処分場)	1993.12
29	放射性廃棄物処分の課題についての国際的取組み－北欧5ヶ国－	1994.06
	各国の政策と計画	

No.	題 名	発行年月
30	放射性廃棄物処分の課題についての国際的取組み－IAEA－	1994.09
31	放射性廃棄物処分の課題についての国際的取組み－OECD/NEA－活動概要と原子力のコスト評価	1994.12
	<RADWASS Safety Series紹介>「放射性廃棄物の区分」及び「地層処分施設のサイト選定」	
32	放射性廃棄物処分の課題についての国際的取組み－CEC－活動の概要とナチュラルアナログ研究	1995.03
33	放射性廃棄物処分の課題についての国際的取組み－国際会議－各会議の特徴と地層処分の基準	1995.06
	各国の政策と計画	
34	TRU廃棄物の処理の現状	1995.10
	<RADWASS Safety Series紹介>「浅地中処分施設のサイト選定」	
35	地中処分政策と研究開発の現状－英国	1995.12
36	地中処分政策と研究開発の現状－スイス、カナダ、スウェーデン	1996.03
37	地中処分政策と研究開発の現状－フランス	1996.06
	各国の政策と計画	
38	地中処分政策と研究開発の現状－米国、ドイツ	1996.09
	<RADWASS Safety Series紹介>「放射性廃棄物管理の原則」及び「国の放射性廃棄物管理システムの確立」	
39	各国における低レベル固体状廃棄物の浅地中処分における廃棄体形態	1996.12
40	地殻の力学的安定性評価	1997.03
41	放射性廃棄物の規制除外(クリアランス)レベルについて	1997.06
	各国の政策と計画	
42	英国における岩盤特性調査施設について	1997.09
43	地層処分の安全論議の枠組みについて	1997.12
44	諸外国の返還廃棄物輸入確認について	1998.03
45	英国における岩盤特性調査施設計画のその後	1998.06
	各国の政策と計画	
46	米国旧ウラン燃料製造サイトの汚染と環境修復	1998.09
47	放射性金属の再利用について	1998.12
48	米国における原子力施設廃止後開放のためのサーベイマニュアルについて	1999.03
49	スイス・グリムゼル試験場におけるガス移行挙動試験の概要	1999.06
	各国の政策と計画	
50	英国における岩盤特性調査施設計画のその後(Ⅱ)	1999.09
51	国際科学技術センター(ISTC)プロジェクトの岩石物理化学特性研究について	1999.12
52	長期地質変動シミュレーションの研究	2000.03
53	極低レベル放射性コンクリート廃棄物の埋設処分の安全性について	2000.06
54	高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する諸外国の動向	2000.09
55	炭素鋼の腐食による水素ガス発生の実験的検討について	2000.12
56	フランスにおける地下研究所のサイト選定経緯とその後の状況	2001.03
57	欧州のコンクリートの耐久性に関する研究動向	2001.06
	今後の業務と中期的な経営目標について	
58	フィンランドの高レベル放射性廃棄物処分予定地におけるサイト調査について	2001.09
59	日常生活用品等の放射性核種濃度データの収集	2001.12
60	インセクト・ワールドの冒険	2002.03
61	人工バリアの長期性能評価	2002.06
62	スイス・グリムゼル試験場におけるガス移行挙動試験(その2)－人工バリアシステムの構築と飽和－	2002.09
63	欧米における低レベル放射性廃棄物輸送の現状	2002.12
64	リスク管理技法の実装	2003.03
65	最近のリモートセンシング技術の動向－地質環境調査への適用性－	2003.06
66	ANDRA(フランス放射性廃棄物管理機関)における放射性廃棄物研究の状況について	2003.09
67	ウラン廃棄物のフッ素化除染技術開発	2003.12

No.	題 名	発刊年月
68	センター研究発表会 Slaying The NIMBY Dragon -NIMBY問題の解決方法	2004.01
69	地下研究施設と関連施設を利用した廃棄物処分技術のトレーニングと実証のためのプログラム -IAEAの拠点ネットワーク-について	2004.03
	放射性廃棄物に含有する炭素14の移行挙動等に関する国際ワークショップについて	
70	HADES地下研究施設の実験プログラムに関する会議・ワークショップ	2004.06
71	欧州調査団に参加して～放射性廃棄物処理処分の動向～	2004.09
72	地層処分モニタリングにおける地中無線通信技術の開発動向	2004.12
73	第3回 TRU-Workshop	2005.03
	クリアランスレベル制度化への歩み	
74	経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)における最近の検討状況 -放射性廃棄物管理に関する2004年出版物を中心として-	2005.06
75	国際原子力機関(IAEA)・放射性廃棄物処理処分技術委員会(WATEC)について	2005.09
	2005 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants(ICAPP'05)に参加して	
76	欧州調査団に参加して～放射性廃棄物処理・処分の動向～	2005.12
77	中国、韓国の放射性廃棄物処分に関する状況	2006.03
78	放射性廃棄物処分に於けるセメント系材料の役割	2006.06
79	米国放射性廃棄物処理処分調査団に参加して	2006.09
80	原環センター創立30周年記念行事	2006.12
81	北海道幌延町で実施した高精度物理探査技術の信頼性確認試験	2007.03
82	高レベル放射性廃棄物処分事業に関する効果的な広報活動にむけて	2007.06
83	低レベル放射性廃棄物埋設濃度上限値の検討経緯	2007.09
84	仏国Andra(放射性廃棄物管理機関)における放射性廃棄物処分研究の状況について	2007.12
85	地下空洞型処分施設性能確認試験の実施状況について	2008.03
86	オーバーバック溶接部の長期健全性-工学的対策の確かさについて-	2008.06
87	ナチュラルアナログの再評価 -ベントナイトの長期健全性へのアプローチ-	2008.09
88	ITC(最終処分国際研修センター)研修コース「高レベル放射性廃棄物の地層処分」を受講して	2008.12
89	中国産ベントナイトの放射性廃棄物分野への利用可能性調査について	2009.03
90	最終処分国際研修センター(ITC)の活動状況について	2009.06
91	フランスAndra(放射性廃棄物管理機関)における放射性廃棄物処分の状況について	2009.09
92	ITC(最終処分国際研修センター)研修コース「堆積岩環境での地層処分の基礎」を受講して	2009.12
93	対談:地層処分事業を進めるために考えておくこと	2010.03
94	「地層処分実規模試験施設」の整備について	2010.07
95	欧州モニタリング共同研究MoDeRnにおける原環センターの取り組み	2010.09
96	地層処分サイト選定作業の加速と研究開発 -失敗例と良例に学ぶ-	2011.01
97	地層処分のモニタリングに関する調査研究	2011.03
98	セメント-ベントナイト相互作用のナチュラルアナログ調査	2011.07
99	一般廃棄物等処分場モニタリングの手法 -放射性廃棄物処分への適用性-	2011.10

編集発行

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 (バシフィックマークス月島8階)

TEL 03-3534-4511 (代表) FAX 03-3534-4567

ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>