



地層処分基盤研究施設の概要と 研究計画について

間野 正 石川 博久

東海事業所環境技術開発部

資料番号: 88-8

Outline of Geological Isolation Research Facility and Test
Program of R & D in this Facility

Tadashi Mano Hirohisa Ishikawa
(Waste Technology Development Division, Tokai Works)

現在進めている地層処分研究開発は、わが国で想定される幅広い地質環境条件下での、多重バリアシステムにおける様々な現象を支配する物理/化学法則を見出し、それら法則に基づき長期的挙動を正しく解析できることを実験等を通じて確認していくことを当面の課題としている。
このために、この度、東海事業所に完成した地層処分基盤研究施設では、深部地下で生じる様々な現象について、深い地下の環境条件を地上につくりだして、基礎試験から大型試験までを実施し、実験的に確かめていく。本施設における研究の概要を紹介する。

1. はじめに

動燃事業団は、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発における中核推進機関として、研究開発および地質環境調査の着実な推進を図ることを求められている。

現在進めている地層処分研究開発は、わが国で想定される幅広い地質環境条件下において、人工バリアと天然バリアからなる多重バリアシステムにおける様々な現象を支配する物理/化学法則を見出し、それらに基づいて長期的挙動を正しく解析できるということをいろいろな実験や長期におよぶ自然現象の研究（ナチュララアナログ研究という）によって確認することが当面の課題となる。

この課題に対しては、深部地下の環境下で生じる熱、応力、化学反応、水理、物質移動等の複合現象を理解し、それらの現象を長期にわたって予測するモデルを開発し、そのモデルの妥当性を確認する必要がある。

そのためには、個別現象に関する基礎試験や原位試験、ナチュララアナログ研究等に加えて、深部地下の環境条件を幅広く制御した試験系や個別現象を複合させた工学規模の試験等が不可欠である。

この度、東海事業所に建設された「地層処分基盤研究施設」は、人工バリアおよび性能評価に関する

研究をさらに進めるために実験室規模から工学規模までの諸設備を有するとともに、動燃事業団の各施設で行われている地層処分研究をとおして得られる成果を本施設に集約する機能を持つ施設である。

2. 地層処分基盤研究施設の概要

本施設は、東海事業所の南東地区に平成3年度から建設され、平成5年8月に竣工した。建屋は研究棟と試験棟の二棟からなり、研究棟では各種の分析設備を有し計算機を用いた解析業務が主として行われ、試験棟では、工学規模の試験業務が主として行われる。研究棟は地上4階の鉄筋コンクリート造で建築面積が約1350㎡、延べ床面積が約4500㎡であり、各種計算機、精密分析機器、シミュレーション設備等が設置されている。試験棟は地上1階の鉄骨造で建築面積は約1500㎡で工学規模の複合試験設備や重量物の取扱いが可能なようにクレーンが設置されている。

本施設の特徴は次のとおりである。

- ① 放射性物質を用いないコールドの施設である。
- ② 深い地下の環境条件を地上で作りだせる。
- ③ 基礎試験から大型試験まで一括して実施できる。
- ④ 様々な現象のシミュレーションができる。

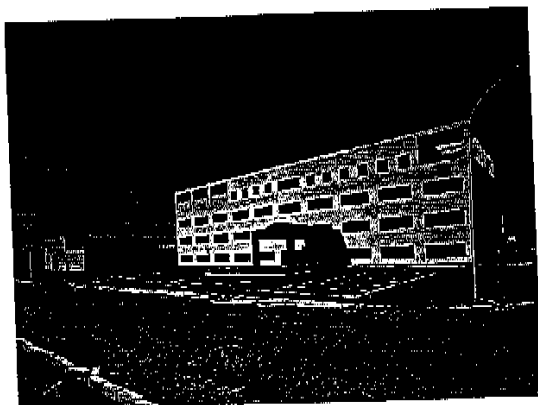


図1 地層処分基盤研究施設（右側：研究棟、左側：試験棟）

研究棟および試験棟に設置されている計算機システムは、地層処分研究のデータ・情報を画像処理し、地層処分で想定される様々な現象や多重バリアの性能を解析した結果を大型スクリーン等に表示させるビジュアライゼーション機能のための計算機システムのほか、試験設備から得られるデータを管理するプロセスデータ管理用計算機システム、一般的な情報処理を行う情報管理用計算機システム等で構成される。また、各部屋の端末や各試験設備の端末を介して本システムにアクセス可能であり、さらに画像データの伝送が可能な施設内LAN(LOCAL AREA NETWORK)が組まれている。

(図1に施設の外觀を示す)

3. 試験設備の概要と研究計画

本施設では、地層処分で想定される様々な現象のうち、地下水影響過程に着目し、地下水に対する多重バリアシステムのふるまいを試験し、解析、評価していく。

本施設の代表的な試験設備と研究内容を紹介する。

(1) ニアフィールド化学環境変化試験設備

人工バリアおよびその周辺の岩盤（合わせてニアフィールドと呼ぶ）と地下水との間で生じる化学反応や化学反応を伴う物質移動現象に関して以下の試験を行い対象となる場の化学特性の変化を解明する。

1) 化学平衡反応試験

地下水と人工バリア材（金属材料、粘土材料等）や天然バリア材（岩石、鉱物）との反応過程を調べるために、地下深部の環境である低酸素濃度および低二酸化炭素濃度で地下水と各バ



図2 化学平衡反応試験設備
(EDAS: Exploratory Data Acquisition System)

リア材との化学反応試験を行う。これらの試験の結果は、地球化学コードを用いた解析結果と比較し、地球化学コードの適用性を確認するとともに、不足しているデータの取得を実施していく。

(図2参照)

2) 地下水水質形成過程試験

深部地下水の水質は、雨水や海水が地下にしみ込んでいく過程で岩石と反応して決まると考えられる。この過程は地下水と岩石との化学反応と物質移動が組み合わさった現象である。この現象を解明するために、溶液の移動と固液間の化学反応が同時に進行するフローセルを用い、岩石等を充填したカラム中に模擬地下水を通水し、溶液組成の変化を測定する。この試験結果は、化学反応と物質移動を組み合わせた地球化学速度論モデルによる解析結果と照合することによってモデルの検証に役立てる。

(図3参照)

(2) ニアフィールド連成現象試験設備

深部地下における地下水の流れや廃棄物からの発熱、地圧等が相互に作用した複合現象等に関して、試験条件を様々な変化させて以下のような試験を行い、熱、水理、応力等が同時に関連する現象を調べる。

これらの試験は、原位置における試験と相互補完的に実施し、信頼性の高い解析手法の確立に役立てる。

1) 亀裂状媒体水理試験

カコウ岩のような固い岩の中の水や物質の移動は、岩の中の亀裂を通して起こると考えられ

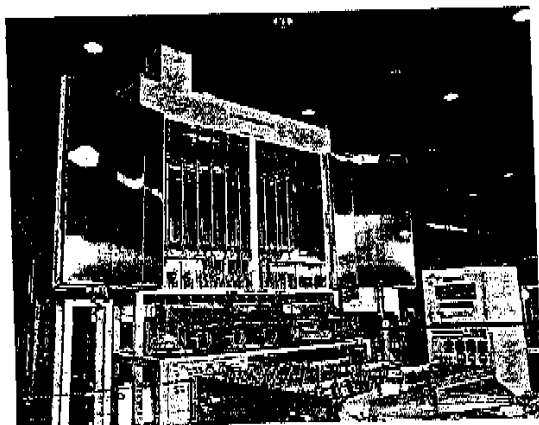


図3 地下水水質形成過程試験設備
(IMAGE-GEOCHEM: Integrated Simulation of
Mass-transport and Geochemistry)

る。しかし、地下深部では、地圧等の影響で亀裂は非常にすきまが狭く、水等が動きにくい状態になっていると考えられる。このような条件下での水や物質の動きを調べるために、深い地下での亀裂がある岩をそのままの状態で掘り出して、地上でその亀裂中の水等の動きを調べる。試験に用いる岩は、単一の亀裂を持つカウ岩で、試験中も地下と同じ条件の地圧を試験体へかけ、トレーサとして塩水等を用いて試験する。(図4参照)

2) 多孔質媒体水理試験

砂岩や泥岩のような堆積岩の中の水や物質の移動は、細かい粒子のすきまをとおることと考えられる。実際の岩は不均質な粒径の粒子の

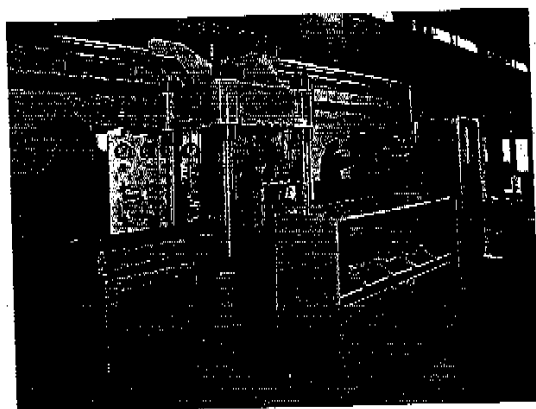


図4 亀裂状媒体水理試験設備
(LABROCK: Laboratory Test and Fractured Rock)

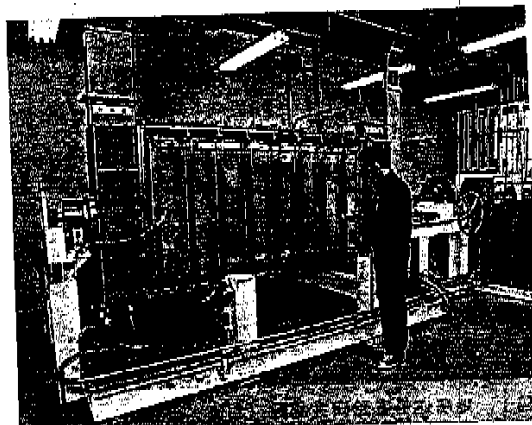


図5 多孔質媒体水理試験設備
(MACRO: Mass Transport Characterization
in Host Rock)

集まりでありその中の水の流れも一様ではない。この試験では、粒径を変えたガラスビーズで不均質な媒体を造り、その中の水の流れや広がり方を試験し実際の岩体中の水の移動の解析に用いるモデルの開発を行う。

(図5参照)

3) 熱-水-応力連成試験

人工バリアとその周辺の岩でおこる現象は、廃棄物からの熱と地下水の流れおよび地圧等の応力が組み合わさった現象である。本試験では、実際の岩の中に緩衝材を詰め、中心部にヒーターを置き、周囲から地圧に相当する圧力をかけて、温度変化や応力の変化等を試験する。この結果は、大型緩衝材試験設備(通称 Big Ben)等を用いて開発を行っている熱-水-応力連成コードによる解析結果と比較し、その正しさを確認する。

(図6参照)

(3) 人工バリア構造力学試験設備

地下水移行シナリオに影響を与える可能性のある人工バリアの構造力学的変化について実験的観察を行い、性能評価シナリオの同定を行う。

1) 水素ガス移行挙動試験

金属等の腐食に伴い水素ガスが発生する。そのガスが緩衝材の中でどのように挙動し、緩衝材の変形や水の動きにどのように影響するかを試験する。設備は防爆構造の中に設置されたコラム中に緩衝材を詰め、水素ガスを圧入しその挙動を調べる。

(図7参照)



図6 熱-水-応力連成試験設備
(COUPLE: Coupled Hydro-Thermal-Mechanical Process)

2) 緩衝材流出挙動試験

緩衝材が岩の亀裂等を通して流出する可能性とその程度について試験する。本設備は、アク

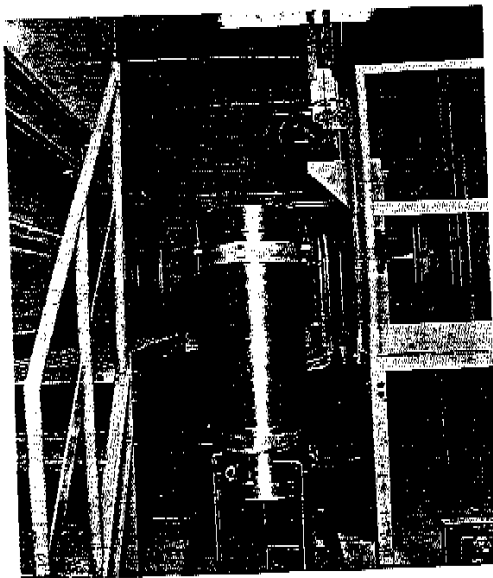


図7 水素ガス移行挙動試験設備
(HYDROGEN)

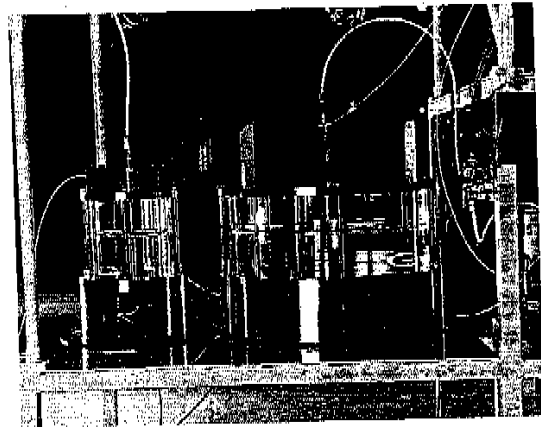


図8 緩衝材流出挙動試験設備
(BENTFLOW: Bentonite Flow Simulation)

リル製で内部が透視可能な人工的なすきまの中心部に圧縮したベントナイトを設置し、水をベントナイトまたは人工的なすきまに注水し、そのすきまで緩衝材がどのように挙動するかを試験する。

(図8参照)

(4) 試験データの処理方法

これらの試験設備で得られた試験結果は、プロセスデータ管理システムで集約していくとともに、高速計算機を用いて、解析結果を画像処理して大型スクリーンへ表示する等、わかりやすくしていくことを目指している。

4. おわりに

地層処分基礎研究施設は、地下深部でおこる様々な現象を地上で条件を変化させながら工学規模で試験できる施設として世界に類を見ないものである。これは、わが国が処分サイトを特定していないことから、ニアフィールドでおこる諸現象をその機構まで掘り下げて解明し、普遍的な研究結果を得るために必要なものであり、海外からも注目される施設である。したがって今後、国内外から多くの研究者が本施設を訪れ、活発な議論が展開されることを期待する。

最後に、本施設の建設および設備の製作に協力いただいた関係各位に深く感謝するとともに、地層処分研究開発に本施設の成果が大きく貢献することを願うものである。