

放射性廃棄物地層処分にに向けたモン・テリ岩盤研究所（スイス）における国際共同研究の動向

(株)大林組 正会員 ○丹生屋 純夫
Nagra 正会員 加来 謙一

1. 目的

スイスには放射性廃棄物の地層処分にに関する国際的な共同研究の場として、2006年に10周年を迎えたモン・テリ岩盤研究所がある。本研究所では、基礎的な知見と技術の集積とともに、調査・評価の技術開発、セーフティーケース構築に向けての各種試験が、国際共同研究として展開されている¹⁾。本報告では、モン・テリ岩盤研究所におけるこれまでの業績と現状を紹介する。

2. モン・テリ岩盤研究所

スイス北西部のフランス国境付近に位置するモン・テリ岩盤研究所で行なわれている国際共同研究プロジェクト「モン・テリプロジェクト」は、堆積岩を地層処分の候補岩盤として検討している国々が、1995年に集結しジュラ州の支援を受け開始された地下研究施設である（Fig-1）。

1996年、中生代ジュラ紀のオパリナス粘土層（Fig-2）を対象とした調査試験用坑道を高速道路の避難坑道内に掘削し、約50のボーリング孔を用いて15試験（調査機器の適用性を確認する試験）が開始された。その後、1997～1998年に研究専用の試験坑道（Gallery98、幅3.5m×高さ4m）が建設された。また、2004年度年より試験空洞の拡張工事が行われた（Gallery04）。試験場の主目的は以下のように整理される。

- ・粘土質堆積岩が有する水理的、地化学的、岩盤力学的な特性を把握する。
- ・地下トンネル掘削に伴う上記特性の変化を評価する。
- ・一連の調査研究を通して、適切な調査・評価技術を開発・確立する。

3. 代表的試験プログラムの紹介

2008年現在、モン・テリプロジェクトはスイス連邦地形測量庁（SwissTOPO）の責任の下、ジュラ州の認可に基づいて7カ国13機関が参加して実施されている（Fig-3）。試験の計画、承認、実施は1年を単位とする「フェーズ」で区分して行われており、参加機関による

試験提案と出資に基づいて実施されている。なお、EC試験プロジェクト（欧州委員会が共同出資する試験）の一部をモン・テリ試験として実施している試験もある。現在、フェーズ14（2008年7月～2009年6月）として合計36試験が実施されている。本章では、これまでの中で代表的な試験プログラムをいくつか紹介する。

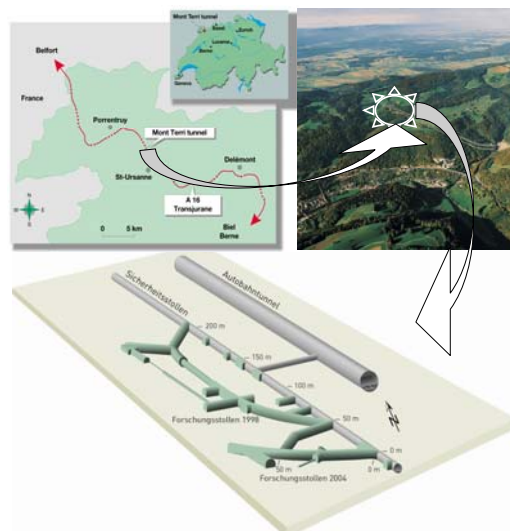


Fig-1 モン・テリ岩盤試験

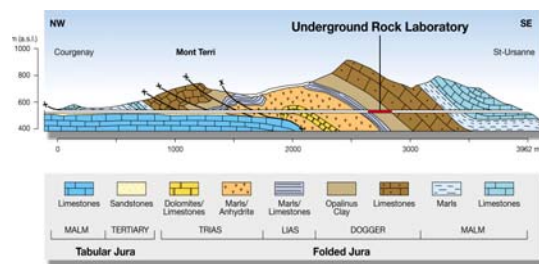


Fig-2 試験場周辺地質

国名	機関略称	機関名称	機関名称(日本語)
ジュラ州		République et Canton du Jura, Département de l'Environnement et de l'Équipement; responsible for Mont Terri highway tunnel; authorization	ジュラ州 (モン・テリ道路トンネル所有管理者)
スイス	SwissTOPO Nagra	Federal Office of Topography; project direction Nati Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen	スイス連邦地形測量庁 (国 TOPO) スイス連邦放射性廃棄物貯蔵施設 スイス連邦原子力安全局
フランス	ANDRA IRSN	Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire	フランス放射性廃棄物管理組合 フランス原子力防護安全研究所
ドイツ	BGR GRS	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Gesellschaft für Reaktorsicherheit und Strahlenschutz mbH	ドイツ連邦地質・資源研究所 ドイツ原子力研究安全会社
スペイン	ENRESA	Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.	スペイン放射性廃棄物管理公社
ベルギー	SCK-CEN	Studiecentrum voor Kernenergie (Mol)	ベルギー王立原子力研究センター
日本	JAEA ORAYASHI CRIEPI	Japan Atomic Energy Agency Obayashi Corporation Central Research Institute of Electric Power Industry	(独) 日本原子力研究開発機構 (株) 大林組 (財) 電力中央研究所
カナダ	NWMO	National Waste Management Organization	カナダ国立放射性廃棄物管理組合 (正式名称不詳)
EU	EU(EC)	Europäische Union	欧州連合

Fig-3 参加国と参画機関

キーワード 放射性廃棄物, 地層処分, 堆積岩, 地下研究施設, 共同研究

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1975

地下水化学に関する試験 (PC 試験 : Porewater Chemistry) : フェーズ 4(1998 年)～継続中。水の化学組成と同位体組成の特徴づけを目的に、ボーリング孔からの採水・分析を主体とした 8 種類の試験。採取試料の詳細な分析や試験の結果、オパリナス粘土は極めて低い透水性を有し、循環水の無いことなど確認された。

拡散に関する試験 (DI-A,B 試験 : Long term diffusion) : フェーズ 3(1997 年)～11(2006 年、DI-B)、継続中(DI-A)。ボーリング孔内に設置したパッカーにより隔離された試験区間にトリチウムとヨウ素を含む水を循環させ、岩盤中の拡散挙動を観測。試験後のオーバーコアリングによる分析の結果、トリチウムは岩盤中に約 20cm の深さまで拡散しており、計算結果とよく一致した。

実規模定置技術のデモンストレーション (EB 試験 : Engineered Barriers) : フェーズ 6(2000 年)～継続中。定置概念の技術的実現性を証明することを目的とする。直径 2.9m 坑道の中心に、廃棄体(模型)をベントナイトブロックで支持する形で定置し、周辺を粒状ベントナイトで埋め戻すことにより人工バリア (EBS)を構築し、注水による人工飽和を行う。

ガス経路に関する試験 (HG-A 試験 : Gas Path Hostrock & Seals) : フェーズ 11(2005 年)～継続中。

埋め戻され、シールされたトンネル坑道から母岩中へのガス移行挙動を再現することを目的に実施中。直径 1.0m のボーリング孔を埋め戻しあるいはシーリング材の飽和後、ガスの充填、充填前後の水理試験を実施し、母岩において段階的に変化する応力条件下でのガス移行を評価する。

微視的な熱-水-応力-化学連成試験 (TH-A 試験 : Microscale based THMC) : フェーズ 9(2003 年)～12(2007 年)。オパリナス粘土の微視的構造(変化)観察と MD(分子動力学)/HA(均質化解析)手法により、複雑な不飽和～飽和堆積岩の熱-水-応力-化学 (THMC)連成挙動を理解する。MD 計算により、種々の状態(温度、水分量、応力・圧力など)の微視的作用力や物性を評価し、HA により、例えば空洞掘削時の不飽和領域の発達と力学特性変化が連成する岩盤挙動のような巨視的な現象の理解を進めた。

坑道掘削に関する試験 (MB 試験 : Mine-by) : フェーズ 13(2007 年)～継続中。新規坑道である Gallery08 坑道掘削によって発生する周辺の掘削影響領域を、異方性を考慮した岩盤力学的な観点から 3 次元的に評価することを目的として実施する。本試験では、掘削に伴う、変状や割れ目の進展に関する長期計測や掘削影響に関する事前解析手法(モデリング)の検討を行う計画となっている。

4. おわりに

地下研究施設は特定の地下環境下に構築されるため、着目する現象そのものや、現象の程度に差異はあるものの、現象理解へのアプローチ、結果の解釈など地質環境条件に関わらず、共通する知見も多く存在する。また、地下研究所における活動は、今後本格化するセーフティーケース構築に必要なノウハウの蓄積や人材育成のために重要な役割を果たすと考えられる。今後も、モン・テリをはじめとした世界各国の地下研究施設の動向に注目したい。

参考文献

- ・ Vomvoris, Blechschmidt, Kaku, 河村, 山本, 丹生屋、スイスの地下研究所における国際共同研究の紹介一歩みと現状一、デコミッションング技法 第 36 号、P21～41
- ・ モン・テリプロジェクトホームページ : <http://www.mont-terri.ch/>

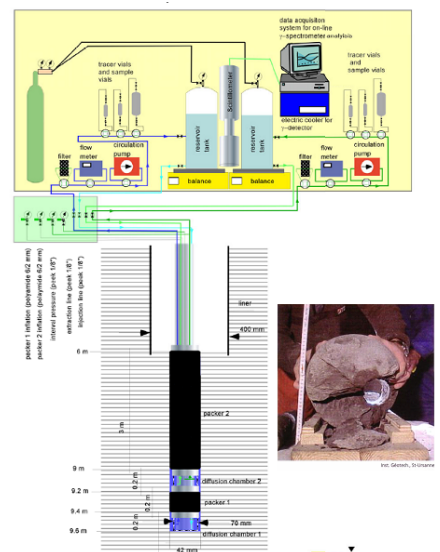


Fig-4 DI-A,B 試験

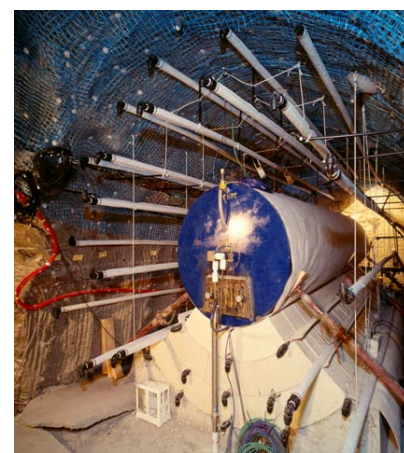


Fig-5 EB 試験