

# ガス移行挙動評価のための人工バリア原位置試験施工

(株)大林組

正会員 新村 亮 山本修一 志村友行

Nagra

Stratis Vomvoris Wolfgang Kickmaier

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター

正会員 安藤賢一 安達哲也 藤原 愛

## 1.はじめに

スイスグリムゼル岩盤試験場はスイス南部のグリムゼル峠に位置する揚水式地下発電所のアクセス・トンネルに隣接して作られた花崗閃緑岩質の地下施設であり、種々の国際的な研究プロジェクトに利用されている。現在、試験場ではフェーズV試験と称していくつかの実験が進行中であり、ガス移行挙動試験（Gas Migration Test :GMT）はその一環として、平成9年度より開始された<sup>1)</sup>。GMTの基本的概念は、現実的な地質条件下においてTRU放射性廃棄物のサイロ型処分場を建設する場合を模擬して、人工バリアと天然バリア中のガスの移行挙動を実験、評価することである。このために、図-1に示すように試験場内に高さ約4.5m、直径約4mのサイロ空洞を掘削し、周囲にベントナイト系充填材を充填したコンクリートサイロを建設、サイロ内にガスを充満させ、その移行挙動を評価するための実証試験を予定している。試験の全体スケジュールを表-1に示す。

本報文では、グリムゼル実験場で実施したコンクリートサイロ、ベントナイト系充填材等の人工バリアの原位置試験施工、及び、計測システムの設置について報告する。

## 2. コンクリートサイロの建設

サイロコンクリートの要求性能を次の様に設定した。

設計基準強度 30MPa（材令 28 日） 透水係数  $10^{-10}$ m/s 以下（材令 28 日） ひび割れ発生を防ぐため低発熱であること、・ブリーディング率 2% 以下、ワーカビリティを必要な時間保持すること（目標スランプ 12cm）

要求性能を満足する配合は試験練りにより決定した（表-2）。コンクリートは上下2ロットに分けて施工し、コンクリートの製造は市中プラントで行った。小断面トンネル内での長距離運搬のため、製造から打設までに6~7時間を要したが、遅延剤を添加したため、品質は良好であった。

## 3. ベントナイト充填材の施工

使用した材料は、ベントナイトが日本産 Na 型ベントナイト、砂がスイス産珪砂である。ベントナイトと砂の乾燥重量比を 1:4 とし、含水

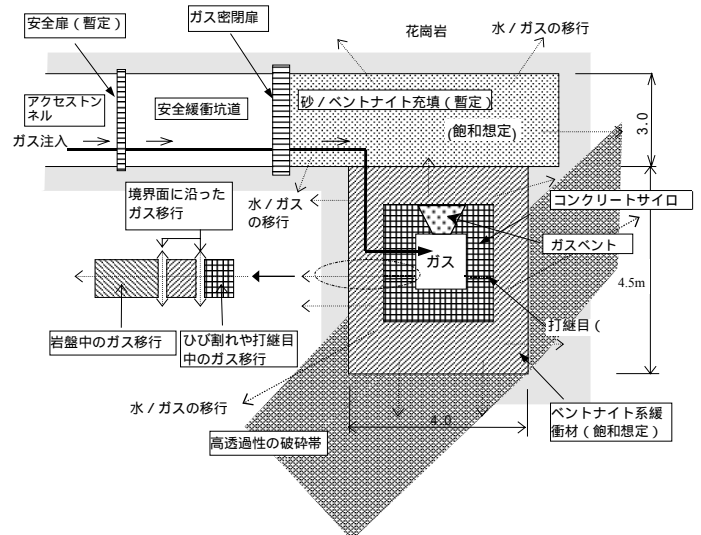


図-1 ガス移行挙動試験の概念図

表-1 試験スケジュール

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
試験計画							
試験空洞掘削							
室内試験							
周辺岩盤調査							
人工バリア建設							
人工飽和							
ガス注入試験							
試験施設撤去							
事後解析							

表-2 サイロコンクリートの配合

W/P	G <sub>max</sub> mm	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
		セメント	フライアッシュ	シリカフューム	水	骨材	高性能減水剤	遅延剤
0.51	32	253	70	27	178	1919	15-2.1	1.5

キーワード：放射性廃棄物、ガス移行、人工バリア、ベントナイト混合土

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:03-5769-1309，FAX:03-5769-1972

比を 11%とした。ベントナイト充填材の製造にはドイツアイリッヒ社製容量 1m<sup>3</sup> のミキサーを使用し、締固めには電動式転圧機を使用した。練混ぜ時間は 1 バッチ 4 分、締固め時間は 5 分/m<sup>2</sup> とした。

ベントナイト充填材の施工フローを図-2 に示す。昨年度実施した予備試験から、撤出し厚 15cm 以下であれば、所定の密度が得られるとの結果が得られている<sup>1)</sup>。今回の施工直前に行った試験結果から締固め率は 2.0 と求められたので、締固め後の層厚を 7.5cm で計画を行った。最も狭隘なサイロ側部の充填材の施工状況を図-3 に示す。

充填材の品質管理のために、30～76cm 毎に規定されている計測器設置レベルにおいて、4 または 5 箇所 JIS A 1214 砂置換法による現位置密度試験を行った。密度試験の結果を図-4 に示す。湿潤密度は 1.8～2.0 の範囲にあって管理値 1.75 を全て上回っており、目標品質を十分に満足した。

3. 計測システム設置

岩盤、ベントナイト充填材、コンクリート内に表-3 に示す計測器を設置した。このうち TDR (Time Domain Reflectometry sensor) は充填材の飽和度を計測することが可能で、人工飽和時の飽和度やガス移行の確認のために設置した。また、全応力計はベントナイトの膨潤圧の計測に使われる。さらに、空洞上・下部、サイロ内、岩盤内には人工飽和用の注水配管、サイロ内にはガス注入用の配管を設置した。また、解体時に水・ガスの移行経路を確認するために、水トレーサー、ガストレーサーを充填材内に埋設・混入した。



図-3 充填材の締固め状況

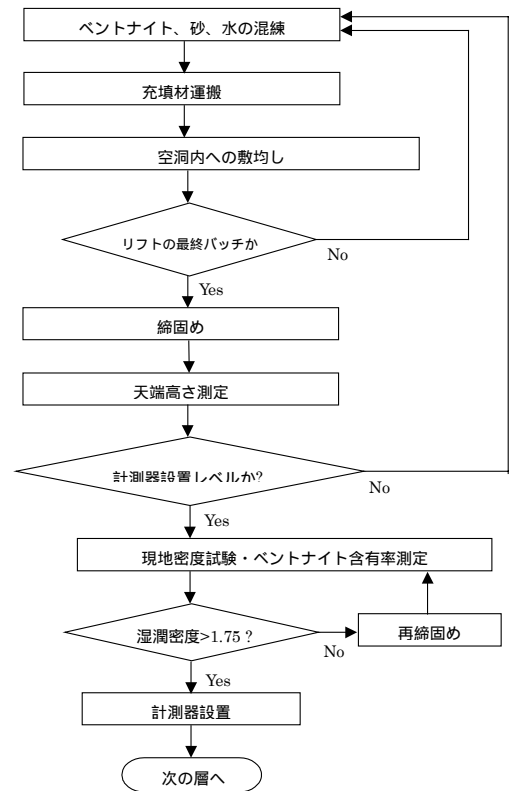


図-2 ベントナイト充填材の施工フロー

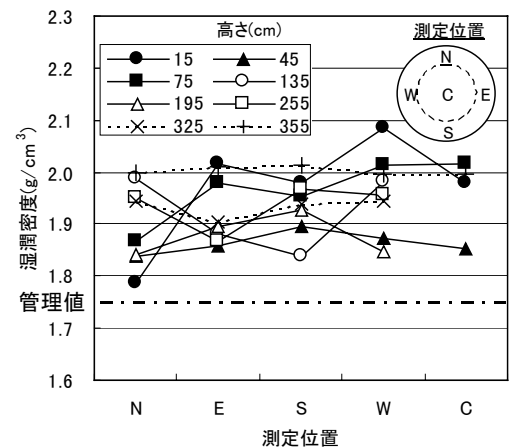


図-4 ベントナイト充填材原位置密度試験結果

4. まとめ

人工バリア・天然バリアのガス移行挙動の評価のために、岩盤空洞内の原位置においてベントナイト充填材、コンクリートの実規模の施工を行った。地下の狭隘な空間での施工であったが、目標とする品質の人工バリアを施工できることが確認できた。

参考文献

スイス・グリムゼル岩盤実験場におけるガス移行挙動評価試験(1)・(2)、土木学会第 55 回年次講演会、2000 年

表-3 計測器一覧表

測定器具	数量	場所	測定項目
圧力計	90	充填材	間隙圧力
	5	ボーリング孔	
TDR 測定装置	50	充填材	含水率・ガス移行
一芯タイプ	4	岩盤	
二芯タイプ	8	コンクリート打継ぎ	ガス移行
表面	12	サイロ表面	ガス移行経路
全圧力計	12	充填材	全圧力
温度計	8	サイロ内部、充填材	センサーの補正
ガス/水制御計	6	注入装置	ガス/水注入量
ガスサンプリングシステム	8	充填材、コンクリート、岩盤	ガス組成
水トレーサ	30	充填材	水みちの可視化
ガストレーサ	1% 硝酸鉛	サイロ上部充填材	ガス経路可視化