

地層処分場 地下施設の換気システムの成立性検討（その1 全体概要）

原子力発電環境整備機構
清水建設（株）

正会員 ○窪田 茂 勝又 尚貴 野尻 慶介
正会員 矢萩 良二 竹内 伸光 戸栗 智仁

1. はじめに

原子力発電環境整備機構（NUMO）は、地層処分事業の安全確保に関する技術的信頼性を向上させるため、閉鎖後長期の安全確保のみならず事業期間中の安全確保を、セーフティケースで示すべき重要なテーマの一つと位置付けて検討を進めている。事業期間中の安全確保は、放射線防護の観点が必要であるが、労働安全衛生の観点も重要であり、主な安全対策を構成する要素として作業環境の維持、災害の発生・拡大の防止、災害時の避難経路確保の3つを挙げた¹⁾。地層処分場は、大深度地下において長大な坑道が複雑に展開されるため、換気システムの設計の難易度が高いことが想定されるので、その成立性を見通しを得ることが労働安全確保のために重要であると考えた。NUMOは、地層処分場の地下施設の設計例に対して、換気システムの成立性を確認するために平常時についてケーススタディを実施したので、その概要を紹介する。

2. 地下施設の概要と建設・操業の手順

(1) 検討対象とした地下施設の概要

地層処分場の地下施設は、4万本のガラス固化体を埋設処分できる容量を計画しており、6つの区画に分割して埋設する設計を検討している。1つの区画は、約600m×約800mの範囲に約50本の処分坑道を展開し、総延長は約30kmに及ぶ²⁾。本設計例では、地上と地下を結ぶアクセス坑道は、立坑が6本、斜坑が1本である。また、地質環境としては深成岩と新第三紀堆積岩の2種類を想定し、地下施設の深度は、深成岩の場合は1000m、新第三紀堆積岩の場合は500mと設定した。地表面の温度を15℃、地温勾配を3℃/100mと設定したので、地下施設の地温は深成岩の場合は45℃、新第三紀堆積岩の場合は30℃となる。更に、新第三紀堆積岩の場合はメタンガスが湧出する可能性があるとして想定し、ガス対策を換気システムの検討において考慮することとした。

(2) 建設・操業の手順

建設と操業は、全体工程の効率化を考慮し、分割した区画毎に独立した経路で並行して作業が可能ないように手順を設定した。建設の作業動線と換気経路を図-1に示す。建設工程を確保するために11切羽を同時に掘削する条件を設定したため、換気設備には相当な負荷がかかることが想定された。また、掘削が完了して貫通した坑道については、それぞれを並列で換気すると換気量が著しく増え、処分坑道とアクセス坑道をつなぐ連絡坑道の風速が制限値の目安である7.5m/sec（鉱山保安規則 第223条）を超えてしまうことが懸念されたため、直列で換気するように設定した。操業・埋め戻しの作業動線と換気経路を図-2に示す。廃棄体の定置が完了した処分坑道から順次埋め戻し作業を実施し、貫通した坑道が減少していく状態を設定した。

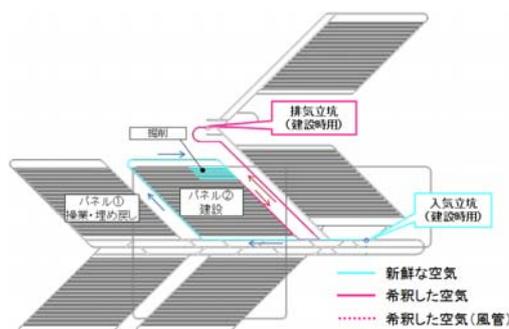


図-1 建設の作業動線と換気経路

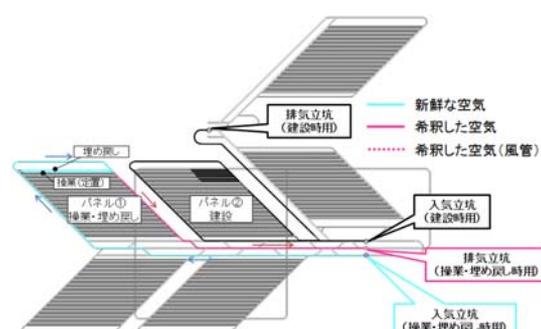


図-2 操業・埋め戻しの作業動線と換気経路

キーワード 高レベル放射性廃棄物、事業期間中の安全確保、換気システム、通気網解析

連絡先 〒108-0014 東京都港区芝4丁目1番23号 三田NNビル12階 原子力発電環境整備機構 TEL 03-6371-4004

3. 検討手順と検討概要

換気システムの平常時の設計要件は、作業環境の維持であり、この設計要件に適合させるためには、以下の対応が必要となる。

- a) 新鮮な空気を供給する。
- b) 坑内で発生するガスや粉塵等の有害物質を希釈して排除する。
- c) 地熱や機械熱等により熱せられた空気を冷却する。

地質環境条件に応じて施設設計例が異なること、作業内容に応じて区画内の換気の状態が異なることを踏まえた上で、上記 a) から c) への対応の見通しを得るために、図-3 に示す手順で検討を実施した。

検討ケースは、地下施設の設置深度の違いに伴う気圧差、メタンガスの有無、作業内容に応じた換気の状態の違いを考慮して、表-1 のように設定した。ここで、メタンガスの有無については、必要最低風速の違いとして考慮した（無しの場合；0.3m/sec 以上、有りの場合；0.5m/sec 以上）³⁾。

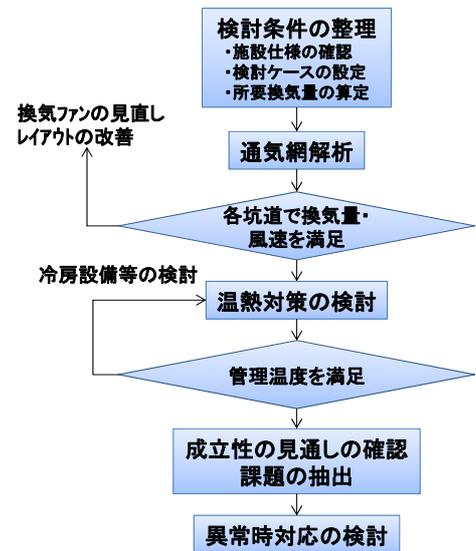


図-3 換気システムの成立性の検討手順

表-1 検討ケース一覧

検討ケース	地質環境	掘削方式	メタンガス	検討対象区画	備考
CASE-1	深成岩類 深度1,000m	発破掘削	無し	建設中パネル	基本ケース
CASE-2		—	無し	操業&埋め戻しパネル	操業&埋め戻し時 (建設時との比較)
CASE-3	新第三紀堆積岩 深度500m	発破掘削	無し	建設中パネル	深度の影響評価 (CASE-1との比較)
CASE-4		発破掘削	有り		ガス対策による影響評価 (CASE-3との比較)
CASE-5		—	有り	操業&埋め戻しパネル	操業&埋め戻し時 (建設時との比較)

次に、発破掘削の後ガス処理、粉塵の希釈、作業員の呼気に必要な風量や必要最低風速などを考慮して所要換気量を算定し、通気網解析を実施した。通気網解析では、必要な換気ファンの容量や配置の検討を行い、必要な場所で必要な量の空気が送気できていること、ならびに制限風速を超過していないことを確認することで換気システムの成立性を判断した。検討の詳細は、(その2)を参照されたい。

また、上記 c) に示したように、地熱や機械熱等によって坑内の気温が上昇するが、坑内の気温を 37℃以下にしなければならないので（労働安全衛生規則 第 611 条）、通気網解析から求まる換気量をもとに温熱計算を実施して坑内温度を確認した。そして、管理温度である 37℃を超える場合は、温熱対策として冷房設備の検討を行った。検討の詳細は、(その3)を参照されたい。

4. まとめ

地層処分場の地下施設の設計をする際には、事業期間中の安全確保も重要であることを述べ、地質環境条件に応じた換気システムの成立性を判断するための検討方法、異常時対応方策の検討のための方向性をまとめた。今後は、地下施設レイアウトへの要求事項も含めて効率的な換気システム設計方法の整備、火災等の異常時における災害拡大防止や避難経路確保の観点から通気制御方法の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 原子力発電環境整備機構：地層処分手業の安全確保（2010年度版）、NUMO-TR-11-01、2011年9月。
- 2) NUMO 技術開発成果報告会 2015 ～包括的技術報告書「わが国における安全な地層処分の実現性」(仮称) ～中間報告 http://www.numo.or.jp/technology/houkokukai/pdf/houkokukai20150706_03.pdf。
- 3) 建設労働災害防止協議会：新版 ずい道等建設工事における換気技術指針、2012年3月。