高レベル放射性廃棄物処分事業で重要となる環境要素に対する検討
（その１：地下水，掘削ズリに関する考察）

清水建設株式会社　正会員　○西川洋二，延藤　遵，櫻井英行
原子力発電環境整備機構　正会員　高橋美昭

1.　はじめに

高レベル放射性廃棄物処分事業（以下，最終処分事業）は，現行の環境影響評価法では対象事業に含まれていないが，事業の円滑な推進には環境保全に対する十分な配慮が不可欠である．事業の実施主体である原子力発電環境整備機構（以下，原環機構）は，応募地域の理解を得て処分事業を円滑に進めるために，環境影響を調査･評価できるよう準備しておくことが重要とし，処分事業の実施に伴いその影響を考慮しておく必要があると考えられる環境要素について調査研究を行ってきている．今回は，処分事業で特徴的な地下坑道建設に伴う地下湧水と掘削ズリが及ぼす環境影響に着目し，その予測・評価に基づく環境保全に対する基本的な考え方について検討した試案を紹介する．

2.　最終処分事業の概要

最終処分事業は，最終処分施設建設地の調査・選定，地上施設と地下施設からなる処分場の建設，操業，閉鎖，必要に応じた閉鎖後の管理と段階的に進められる．国の計画により最終処分施設建設地は，概要調査地区の選定，精密調査地区の選定，最終処分施設建設地の選定という三段階の手順を踏んで進められ，選定の最終段階では精密調査地区において地下での詳細な調査を行うため地下調査施設を建設する（図１の左側）．これに伴いアクセス坑道（立坑，斜坑）や地下調査坑道などの土木工事が開始される．次に最終処分施設建設地として選定されたのち（平成 30 年代後半を目途），最終処分施設の建設工事（図１の右側）に取り掛かり，高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を搬送・定置する操業段階へと進む．地下施設の建設，操業は，パネル単位で坑道掘削，廃棄体定置，処分坑道埋め戻しがそれぞれのパネルで並行して実施される．最終処分施設の構成要素と規模は以下が想定されるため，調査及び建設工事に伴う環境影響を適切に予測評価し，対策を講じることが重要である．

【地上施設】（図１右上）：面積 1km^2 程度（分割して配置することも可能）
掘削ズリの仮置き場　650m×650m程度（最大で約 810 万 m^3）

【地下施設】（図１右下）：設置深度　300m～1,000m程度，広さ　約 2～3km 四方程度（複数の処分パネル）
処分坑道の総延長　180～280km 程度以上（処分孔竪置き方式の場合）

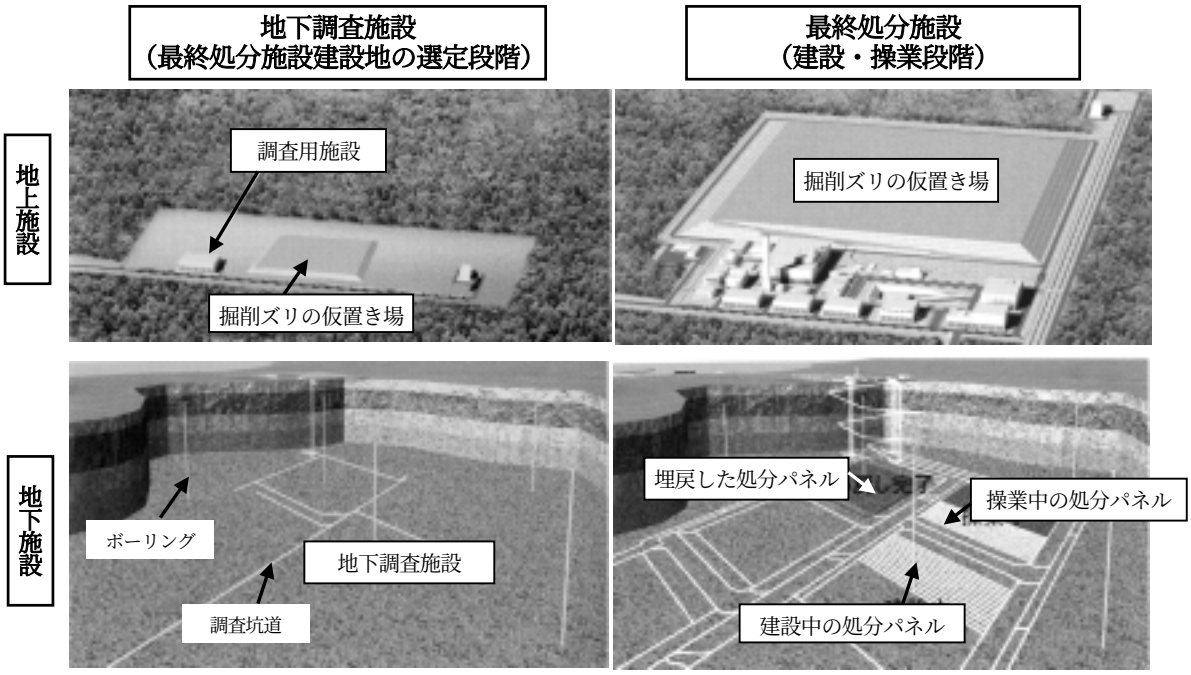

図１　地下調査施設と最終処分施設のイメージ図

キーワード：高レベル放射性廃棄物，最終処分施設，環境影響，地下水，掘削ズリ
連絡先:〒157-8007　東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館，TEL:03-5441-0594，FAX:03-5441-0515

3. 地下湧水と掘削ズリによる環境影響

地下湧水と掘削ズリによる環境影響としては，湧水による地下水位の低下，湧水の放流による周辺水環境への影響，仮置きした掘削ズリの飛散による大気環境への影響，掘削ズリへの雨水の浸入による地下水や周辺の河川，湖沼への浸出による影響が考えられる．これらに関し既往のトンネル工事（最大土被り 200m 以上を対象）及び岩盤空洞掘削工事における環境問題発生事例並びにその対策方法について調査し，最終処分事業における環境保全の基本的な考え方を検討した。その検討事例を表１に例示的に示す．

基本的な環境保全に対する取り組みは以下のような事例が参考になると考えられる。概略的な手順としては，各事業段階ごとに次段階で生じる環境影響について，調査･予測及び評価を実施し，必要に応じて適切な保全措置を準備する．さらに保全措置を考慮した環境への影響を予測・評価し，次段階でのモニタリング結果と対比して予測精度を検証するとともに，必要があれば保全措置の改善，追加措置を講ずる．また，予測手法は，事業の進展により蓄積されるデータを活用し，精度の向上と高度化を図る．特に，地下調査施設建設以降は，工事中に得られるデータを適切に次段階へ反映していくことが重要となる．

表１　地下湧水と掘削ズリによる環境保全の考え方の例

課題	地下水湧水・渇水	地下水放流 (放流先への水質影響)	掘削ズリ仮置き (大気への飛散，周辺水系の水質汚染)
類似施設・工事での事例	・深度が 300mを超えるトンネルでの渇水事例は極めて少ないが，断層破砕帯に遭遇した新丹那トンネル [1)]（渇水範囲の平均土被りが 360m）では渇水問題が発生している． ・断層破砕帯が極度に発達している場合では渇水範囲は 2,000m 程度にまで及ぶ [1)]． ・大深度トンネルでは，湧水対策としては排水工法（或いは止水工法との併用）を採用している場合が多い．	・一般的なトンネル工事では，主に SS と pH（油分，重金属類，BOD・COD についても事例有り）を濁水処理設備により処理 ・湧水の有効利用として，豪雪地域における融雪システムへの利用 [2)]，熱を回収し地域暖房に利用 [3)]等が実施されている．	・有害ズリについては，重金属類の含有（熱水変質岩）と酸性水の発生（熱水変質岩，海成泥岩）事例があり，封じ込め措置（例：八甲田トンネル [4)]），ﾌﾟﾗﾝﾄでの処理等が行われている． ・一般ズリについては，降雨時の表流水による濁水対策（沈砂池）が取られているが，飛散による大気汚染問題事例は公開文献では見当たらない．（浚渫汚泥処理場，鉱山，原燃料の野積み場では事例有り）
対策検討の基本的考え方	・事前調査（坑道内からの物理探査，先進ボーリング等）により断層破砕等が確認され大量湧水の恐れがある場合は，処分坑道のレイアウトを変更する事により極力回避する． ・トンネル構造は基本的には排水型とするが，高透水部については部分的にグラウト等により湧水量の低減を図る（ｳｫｰﾀｰﾀｲﾄﾄﾝﾈﾙについては現状では大深度トンネルへの適用は難しく，将来の技術開発が望まれる）．	・放流水及び放流先の水質をモニタリングし，必要に応じて排水処理方法を修正する． ・湧水の有効利用を図ることで，可能な限り放流量の低減を図る． ・可能な場合は，放流先を分散することで，放流先への影響低減を図る．	・掘削ズリの性状を調査し，ズリ自体が有害かどうかを早期に把握する． ・有害性の判断においては，有害ズリの見落としを防ぐために，土壌汚染対策法，既往事例を参考にした試験を実施し，土捨て場モデル試験等の実証試験を実施して判断する． ・可能な限り，仮置き土量を小さくする． ・ズリ置場において，裸地及び重機の稼動範囲が大面積にならないようにズリの仮置き手順を工夫する．
保全措置の例	・湧水対策：高圧湧水に遭遇した場合は排水工法（或いは止水工法との併用）により切羽の崩壊を防止 ・渇水対策（万一地表面に影響が及んだ場合）：補償（代替水道等），復水工法（地表近傍の地下水位の回復），スプリンクラー等による散水（地上灌水）	・放流水の調整：水質については濁水処理設備により，温度については調整池により調整 ・放流水の有効利用：融雪システムに利用（降雪地帯），熱を回収して地域暖房に利用，公共施設等での雑用水に利用	・有害ズリの場合：盛土措置（飛散防止），封じ込め措置（遮水型・遮断型処分），将来的には浄化技術（洗浄処理，ﾌｧｲﾄﾚﾒﾃﾞｨｴｰｼｮﾝ等）の適用も可能性有り ・一般ズリの場合：降雨時の表流水については沈砂池で対応，大気への飛散についてはモニタリングを実施しながら必要に応じて対策を実施/改善（散水，覆土，植栽，ズリ置き形状の工夫，飛散防止シート，表面固化材等）

4. おわりに

地下湧水及び掘削ズリの仮置きに伴う環境影響について既往の事例を調査し，最終処分事業において想定される課題を抽出し，それに対する対応の基本的考え方と保全措置の例を整理した．今後とも関連分野の動向に注視し，最新技術を取り入れながら適切な環境保全への対応方法を継続して検討していく必要がある．

参考文献

1) 日本トンネル技術協会（1983）：トンネル施工に伴う湧水・渇水に関する調査研究報告書（その２）（日本道路公団広島建設局委託）．2) 安立憲康他（1998）：トンネル湧水を利用したヒートパイプ式融雪システム，第 14 回寒地技術シンポジウム，pp.707-713．3) Meier A.（2000）：Tunnelwasser heizt Wohnsiedlung, Wasser Energ Luft, Vol.92, No.5/6, pp.159.　4) 服部修一，太田岳洋，蓼沼慶正（2003）：地盤環境　鉱山地帯を貫く八甲田トンネル掘削における環境対策，地質と調査，vol. 1，pp.13-18.