

高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る 地下施設の建設可能性に関する軟質岩の岩盤評価法の構築

原子力発電環境整備機構 正会員 ○畑元浩樹、土宏之、羽鳥明満、小池章久
（財）電力中央研究所 正会員 志田原巧、新孝一、澤田昌孝、秦野輝儀、
清水建設（株） 正会員 石井卓、熊坂博夫

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の最終処分施設建設地は、3段階の過程を経て選定される。このうち、第1段階である概要調査地区選定の目的は、公開された文献その他の資料による調査（文献調査）でわかる範囲で、最終処分施設建設地としての適性が明らかに劣る地域を含まないように、概要調査を行う地区を選定することである。地下施設の建設可能性について着目した場合、地下300m以上の深さに第四紀の未固結堆積物が広範囲に厚く分布する地層は強度が小さく、地下施設の建設に支障をきたす恐れがある。

したがって、概要調査地区選定上の考慮事項の「法定要件に関する事項」において、最終処分を行おうとする地層が、第四紀の未固結堆積物層にならないように、概要調査地区を選定することとしている。また、地下施設の建設・操業の段階まで見通した「付加的に評価する事項」の中では、地層の物性・性状に関する事項として、岩盤の強度が低いこと、変形が小さいこと等を総合的に評価する事項として挙げている。

本稿は、「付加的に評価する事項」による総合評価の指標の一つとなる、岩盤評価法〔第四紀の未固結堆積物以外の地層で、主に軟質岩（一軸圧縮強度20MPa以下の岩盤）を対象〕について報告するものである。

2. 岩盤評価法の構築の流れ

既設の岩盤構造物（岩盤中に建設された構造物）における地質特性および岩石・岩盤物性についてのデータを収集・整理し、取りまとめるとともに、既往の岩盤評価の手法を踏まえて、岩盤の良好度を評価するための手法と指標について検討した。また、収集したデータから、岩盤の良好度に対応した物性データセットを設定し、このデータセットに基づく地下空洞の安定解析により、地下施設を設置できる目安となる深度（設置可能深度）の検討を行った。各検討内容の概要を以下に述べる。

（1）既設の岩盤構造物に関するデータの収集

軟質岩における既設の岩盤構造物（トンネル、ダム、発電所等）を対象にデータを収集し、地質特性および岩石・岩盤物性（地域、地層、地質年代、地質記述、岩種、土被り、弾性波速度、一軸圧縮強度、三軸特性等）について取りまとめた。

（2）岩盤の良好度の指標の検討

文献調査で得られる地質情報から推定できる岩盤の良好度として、一軸圧縮強度、弾性波速度、単位体積重量等やこれらを包含した概念としての岩盤の硬さを考え、岩盤の良好度を表す有効な指標を選ぶため、既往の岩盤評価手法を参考に検討した。

応募区域によっては、文献調査で岩石・岩盤物性に関するデータが得られない場合が想定される。そこで、文献調査において比較的容易に入手できる地層の地質年代と岩盤の良好度を表す指標との相関を把握することとした。

（3）安定解析による設置可能深度の目安の検討

最終処分法では、地下300m以上の深さの地層に高レベル放射性廃棄物を埋設することになっており、文献調査データによって地下施設の設置可能深度を推定できる岩盤評価法が構築できれば、概要調査地区選定

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、文献調査、岩盤評価

連絡先：東京都港区芝 4-1-23 Tel. 03-4513-1114 Fax. 03-4513-1599

の評価に役立つと考えられる。また、坑道の支保パターンに応じた設置可能深度の目安を把握しておけば、地下施設の建設コストを概略推定できる。

したがって、力学特性（変形特性・強度特性および限界ひずみ等）のデータを用い、二次元平面ひずみモデルによる安定解析により、支保パターンを変えて地下施設の設置可能深度を算出した。なお、地下施設は、直径5mの円形断面の坑道とし、支保パターンは支保a（吹付コンクリート：厚さ10cm、設計圧縮強度：40MPa）および支保b（高剛性コンクリートセグメント：厚さ15cm、設計圧縮強度：54MPa）とした。

3. 検討結果

（1）岩盤の良好度の指標

岩盤の良好度を表す物性値として、一軸圧縮強度、弾性波速度、単位体積重量等が挙げられる。既往の岩盤評価手法（J Rの地山分類、J Hの地山分類、電研式岩盤分類、菊池・斉藤の岩盤分類、星野の圧密物性指数等）を参考に検討した結果、岩盤の良好度の評価にあたっては、軟質岩の場合に前述の岩盤の硬さをよく表すと考えられる一軸圧縮強度を指標とすることとした。図-1に、今回収集したデータによる一軸圧縮強度と地質年代との関係を示しており、一軸圧縮強度と地質年代は大局的に相関性があることを把握した。なお、一軸圧縮強度については、代表値が与えられている場合はその値を、試験値が幅で示されている場合は中間値と上限値・下限値の幅を、多数のデータから平均値と標準偏差が得られている場合には平均値と標準偏差を示した。一方、地層の地質年代については、地層毎に年代の幅があるが中間値を用いた。

（2）安定解析による設置可能深度の目安

収集した岩盤物性データのうち、三軸圧縮試験結果等を有する実在する9種類の岩盤物性データセットを用い、安定解析によって算出した地下施設の設置可能深度と一軸圧縮強度との関係を図-2に示す。この設置可能深度と一軸圧縮強度とは相関性を有しており、一軸圧縮強度から設置可能深度の目安を得ることができる。なお、これまでのトンネル建設による経験を踏まえると一軸圧縮強度が小さい場合でも、300m以深に地下施設を設置することも可能と考えられる。

4. まとめ

応募区域およびその周辺地域の文献情報は限られていることが予想され、概要調査地区選定における評価にあたっては、多くの指標を持っておく必要があり、地下施設の建設可能性の観点から岩盤評価法について軟質岩を中心に検討した。その結果、文献調査において比較的容易に入手できる地層の地質年代から一軸圧縮強度を概略推定することが可能と考えられる。また、文献調査により三軸圧縮試験データが得られない場合でも、一軸圧縮強度から地下施設の設置可能深度の目安を概略推定することが可能と考えられる。

今後は、軟質岩を対象とした岩盤評価法の検討にあたって、他の岩種のデータも追加して評価法の精度を高めるとともに、硬質岩を対象とした岩盤評価法についても検討を進めていく予定である。

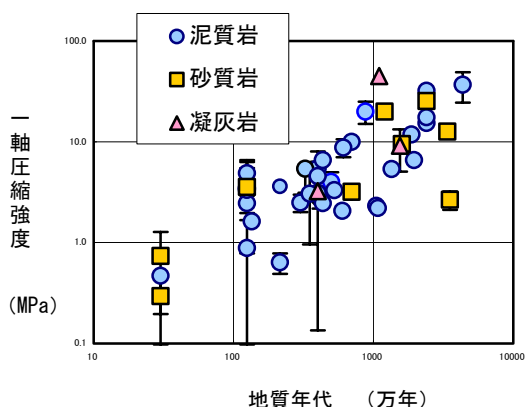


図-1 一軸圧縮強度と地質年代との関係

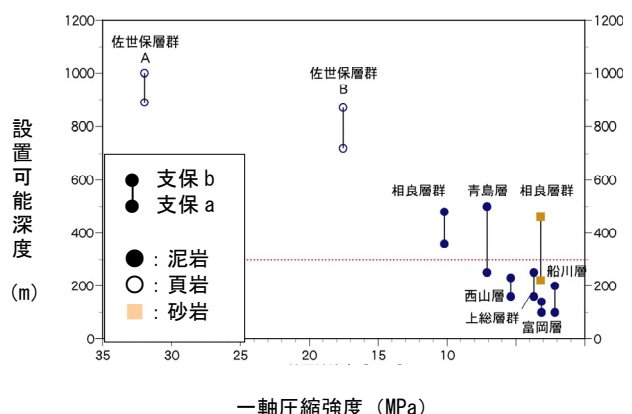


図-2 設置可能深度と一軸圧縮強度との関係