

高レベル放射性廃棄物の地層処分のための
文献情報に基づく地下深部岩体の地質環境特性の評価について

原子力発電環境整備機構 正会員 ○羽鳥明満、土 宏之、小池章久
(財)電力中央研究所 非会員 井上大榮、鳥越祐司

1. はじめに

原子力発電環境整備機構が実施する高レベル放射性廃棄物の地層処分は、地下 300m以上の深さの地層に処分場を設置するため、この地下深部の地層の地質環境特性を評価する必要がある。この地質環境特性について、概要調査地区選定段階では「文献調査」から推定し評価する必要がある、精密調査地区選定段階では「ボーリング調査等」（横坑調査等による詳細情報は無い）により地下の様々な情報を推定した上で評価しなければならない。

本稿では、過去の地下構造物建設等の施工実績に係わる文献情報から地下深部の地質（岩石）分布、地質工学的な状況、透水性の状況等の地質環境特性評価の情報について、調査の進捗に伴う精度向上・情報把握の進捗等について検討し報告するものである。

2. 検討の方法

文献情報に基づき、比較的規模の大きい地下構造物 55 事例（国内：地下発電所 40、石油備蓄基地 3、長大山岳トンネル 6、海底トンネル 3、海外：ゴットアルトベーストンネル（スイス）、ユーロトンネル（英仏海峡）、エスポ島（スウェーデン））の地質調査結果について、統一的な基準に基づいて事前の各調査段階において判明した内容と実際の地質分布とを比較することにより、地下深部を対象とした際の各種調査手法の有効性について検討を行った。文献情報は、上記地下構造物に関する工事誌に加え、ダムやトンネルの建設に関する諸学会誌に発表された地質調査結果、施工性等に関する記載のある文献を主要な参考文献とした。

文献情報の整理に関しては、地下構造物建設の際の地質調査結果の地質図を基本として、物理探査、ボーリング調査、横坑調査等の各種調査手法による推定事項と判明事項を事例ごとに整理しまとめることにより調査手法の有効性や精度を明らかにした。

収集した情報については、各地下構造物の地質条件と地質調査状況を地形・地質・地質構造、工学的特性・水理学的特性および施工上掘削困難な地質要因の観点から事例ごとに整理した。さらに、整理された情報から各種調査手法ごとに調査結果より推定される事項および実際の地質との整合性について評価を行い問題点を分析した。

各種調査手法の評価のための検討項目ならびに基準を表－1、2に示す。

3. 検討結果

（1）地形及び地質条件

対象とした地下構造物の地形状況について、構造物直上の地表標高及び最大地山被りとの関係を整理した。地層処分を対象としている 300m以深に相当

キーワード：地層処分、文献情報、地下、地質環境特性

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

表- 1 各種調査手法の評価のための検討項目

検討項目	内 容
地質分布・地質構造	①岩体の規模、②岩体の厚さ及び均一性、③貫入岩の分布
断層・割れ目	①断層の分布頻度・位置、②割れ目の頻度・割れ目の性状
岩盤の工学的・水理学的特性	①強度特性（風化・変質、岩盤等級）、②岩盤の透水性（湧水帯、湧水量）、③その他岩盤特性（熱水帯、高熱帯、火山（有毒）、ガス、膨張性地山）

表-2 各種調査手法の評価のための基準

ランク	内 容
A	位置、頻度、規模、性状等を適切に把握することが可能
B	定量的な把握は困難だが、定性的には比較的正确な把握が可能
C	存在については大局的に把握が可能だが、位置、頻度、規模等の情報については一切の把握が困難
D	一切の把握が困難

する地山被り 300m以上の構造物は、国内地下発電所 8 箇所、国内山岳トンネル 5 箇所、海外山岳トンネル 1 箇所及び海外地下実験場 1 箇所の計 15 箇所、全 55 事例の 27%である。また、地下構造物が建設された地点の基盤地質について、地質時代及び岩種ごとに整理すると、古第三紀～中生代の花崗岩類が 20 箇所と最多で、次いで古第三紀～中生代の堆積岩類 16 箇所、第四紀更新世～新第三紀及び古第三紀～中生代の火山岩類・火山砕屑岩類 8 箇所となり、その他の岩種は 5 箇所未満となっている。

（２）各種調査手法の評価

a. 各地下構造物の事例ごとの評価 地下構造物ごとに、地山被り、地質時代、地質の特徴及び岩盤の特徴、ならびに地質・岩盤特性と各種調査手法の評価との対応関係について、調査段階で後の掘削により判明した地質環境特性と一致した想定をしていた事項、掘削前には異なった想定をしていた事項を整理した。55 事例のうち数事例の取りまとめ例を表－3 に示す。表－3 では、地質構造・地質分布（岩体の種類と分布形状、厚さ、均一性等）、断層破砕帯（分布位置、規模等）、貫入岩（分布位置、規模等）及び湧水（湧水位置、湧水量等）について、いずれの特性評価項目も、文献調査（文献地質図）→地表踏査→ボーリング調査→坑内調査と調査段階が進展するにしたがい、C～D→B～D→A～C→Aと評価が上がっていく傾向が読み取れる。

表- 3 各地下構造物の地質特性・岩盤特性に関する評価結果総括の例

No.	地下構造物	地山被り (m)	地質（岩盤）特性等					調査レベルごとの地質（岩盤）特性評価				
			地質時代	地質	断層破砕帯	貫入岩	湧水	調査内容	地質分布	破砕帯	貫入岩	湧水
1	新冠地下発電所	150以上	中生代ジュラ紀～白亜紀	輝緑凝灰岩	19本の断層確認。破砕幅はいずれも1m以下。	なし	断層の一部で少量、全体には少ない	文献地質図	B	D	—	D
								地表踏査	A	C	—	D
								ボーリング調査	A	B	—	C
								坑内調査	A	A	—	A
2	高見地下発電所	最大220	中生代ジュラ紀～白亜紀	輝緑凝灰岩	14本の断層確認。最大破砕幅は3.6m。	なし	岩盤の透水性は断層近傍除き1ルジオン以下	文献地質図	B	D	—	D
								地表踏査	A	C	—	D
								ボーリング調査	A	B	—	C
								坑内調査	A	A	—	A
3	東の沢地下発電所	最大70	中生代白亜紀	粘板岩	発電所付近に達する断層は確認されない。	なし	不明	文献地質図	B	D	—	D
								地表踏査	A	B	—	D
								ボーリング調査	A	A	—	C
								坑内調査	A	A	—	A
4	本道寺地下発電所	最大150	中生代白亜紀	花崗岩、花崗岩を貫く白亜紀のひん岩（貫入岩）	3本の断層確認。最大破砕幅は6m。	有り(幅10～30cm)	湧水がほとんど観測されなかった	文献地質図	B	D	—	D
								地表踏査	A	C	—	D
								ボーリング調査	ボーリング調査実施なし			
								坑内調査	A	A	A	A
5	第二沼沢地下発電所	最大160	新第三紀中新世	流紋岩	33本の断層確認。最大破砕幅は1m。	なし	掘削時の湧水量1400L/min、発電所完成時の総湧水量1200L/min	文献地質図	B	D	—	D
								地表踏査	A	D	—	D
								ボーリング調査	A	B	—	C
								坑内調査	A	A	—	A
6	今市地下発電所	最大450	中生代ジュラ紀	珪質砂岩及び角礫岩が主体、一部に新第三紀の石英斑岩・流紋岩の貫入岩が分布	21本の破砕帯及びシームを確認。破砕幅はいずれも0.5m以下と小規模。	有り(幅12m以下)	ほとんど無し	文献地質図	C	D	D	D
								地表踏査	C～B	D	D	D
								ボーリング調査	B	B	B	C
								坑内調査	A	A	A	A

b. 文献調査の段階における評価 各調査段階における地質・岩盤特性評価を整理すると、破砕帯、貫入岩、湧水については、文献調査の段階では評価Dが多く、地表踏査、ボーリング調査でB～Cが増え、坑内調査の段階でようやくほとんどの事例でAになるが、地質分布については文献調査の段階でも定性的に比較的正確な把握が可能（B）であるといえる。

4. まとめ

本検討により、地下構造物 55 事例を対象に各種調査手法による推定事項と判明事項を整理し、事前の地質調査結果と掘削後に判明した地質を比較した結果、地質分布については、一連の調査の初期の段階である文献調査や地質踏査の段階でも定性的に比較的正確な把握が可能であり、地層処分で行う概要調査地区選定段階の文献調査によっても地下深部岩体の地質環境特性について確度の高い評価を実施することができると判断される。

なお、地下深部の断層の分布、貫入岩の分布、湧水・透水特性等については、ボーリング調査及び坑内調査によりその存在・分布、概要等が明らかにされた例が多く、地層処分では、概要調査地区選定段階後の段階の調査により詳細を明らかにしていくものである。