高レベル放射性廃棄物の地層処分における力学的安定性評価

摂南大学工学研究科　学会員　○脇中康太
摂南大学工学部　　正会員　　道廣一利

1. はじめに

現在，高レベル放射性廃棄物を処分するために，日本では地層処分の研究施設の建設をはじめ，地層処分の候補地の公募等が行われている．しかし，日本での処分サイトの特定，処分場の設計等，具体的な処分計画はまだ行われていない．

本研究では，廃棄物を処分坑道の両方向に定置し，処分坑道を効率的に利用できる利点を有している処分坑横置き方式に着目し解析を行った．処分孔離間距離が処分坑道及び処分孔に与える影響について検討した．処分施設周辺岩盤は，他の岩種と比較すると均一で異方性がほとんどなく，透水性は小さく，かつ強度が大きいといった天然バリアに適した性質を持つ岩盤であることが必要条件である．既存の研究[1]より，条件を満たしている花崗岩と，比較的柔らかく強度は低いが機械掘削に適している泥岩が適していることが判別されている．

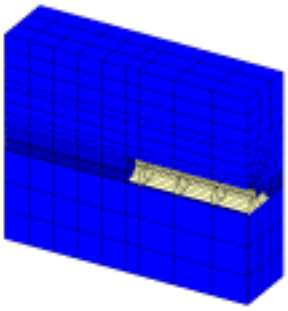

図 2.1 解析モデル

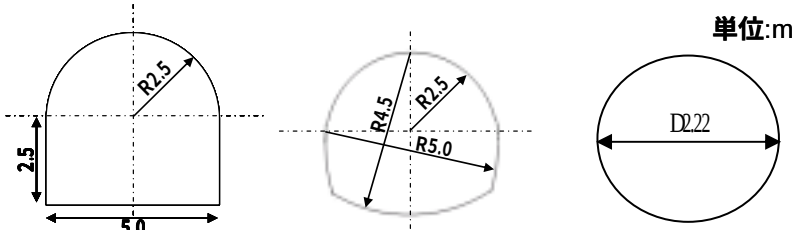

図 2.2 処分坑道および処分孔の断面形状

2. 解析概要

解析において，定置方式は処分坑道横置き方式とし，花崗岩では 1000m，泥岩では 500m の地下深部に埋設することを想定した．実際は多数の処分坑道，処分孔が掘削されるが，ここでは図 2.1 の様に処分坑道 1 本，奥行き 4m の処分孔 4 本に簡略化した．処分坑道及び処分孔の断面形状を図 2.2 に示す．花崗岩では，無支保で掘削されるものとし，泥岩では，表 2.2 で示される支保工・補助工を用いて解析を行った．処分孔離間距離を 1d～5d（d：処分孔径）の範囲で掘削による周辺岩盤の力学的安定性評価と，処分孔の離間距離が処分坑道及び処分孔に与える影響について検討した．

本研究で使用した岩盤の物性値を表 2.1 に示す．花崗岩は RMR61～80，泥岩では 41～60 と仮定し，鶴木らが提案[2]した地山分類により，花崗岩では B の上限値を用い，泥岩では C_1の下限値とし，泥岩が粘性土のため粘着力のみ上限値を用いた．

表 2.1 岩盤の物性値

岩種	花崗岩	泥岩
RMR	61～80	41～60
変形係数(kN/m^2)	1.0×10^7	2.0×10^6
粘着力(kN/m^2)	400	300
内部摩擦角(°)	45	25
ポアソン比	0.3	0.3

表 2.2 支保工・補助工の概要

吹付けコンクリート	
厚さ	30cm (処分坑道)
	20cm (処分孔)
ロックボルト (処分坑道)	
本数	8本 (1断面)
長さ	4m
打設ピッチ	2m
鏡止めボルト (処分坑道)	
本数	13本 (1断面)
長さ	4m
打設間隔	50cm
鏡吹付けコンクリート(処分坑道)	
厚さ	20cm

3. 力学的安定性評価

3.1 検討条件

処分坑道および処分孔周辺の岩盤の安定性評価を行うため，応力上と変形上の問題について着目し，応力上の問題に関しては連続する処分孔間の平均安全率が 1.5[3]を下回らないこととし，変形上の問題に関しては，処分坑道及び処分孔の断面変形率が 0.8%以下[4]であることとした．

3.2 力学的安定性評価

・花崗岩

無支保で掘削した場合の花崗岩の断面変形率と平均安全率をそれぞれ図 3.1，3.2 に示す．変形上の安全は処分坑道及び処

キーワード：高レベル放射性廃棄物，地層処分，FEM
〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8

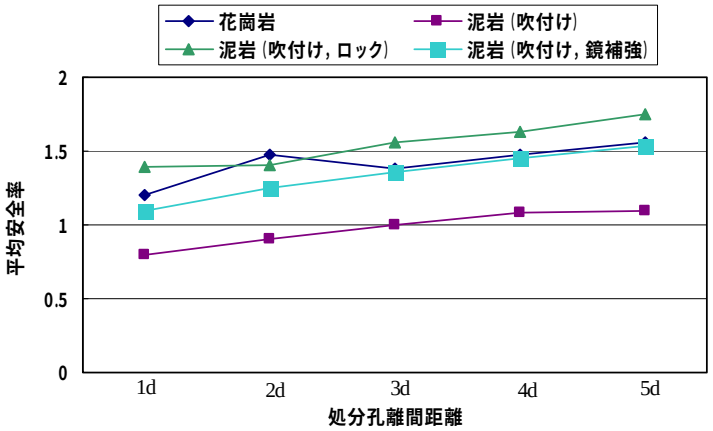

図 3.2 処分孔離間距離による平均安全率

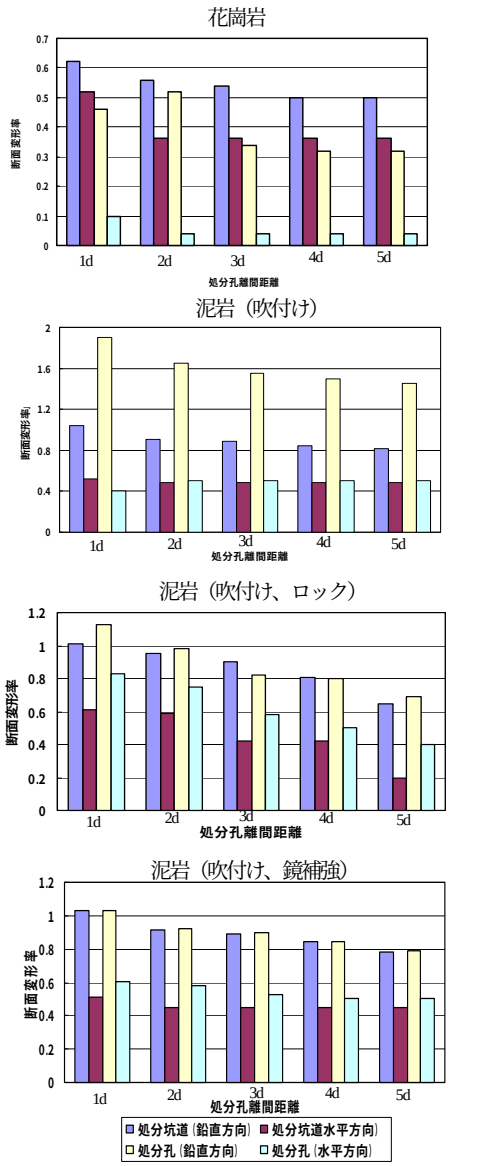

図 3.1 処分孔離間距離における断面変形率

分孔ともに，1d 以上の離間距離があれば断面変形率は 0.8%以下となり安全性を確保することができることが明らかである．応力上の安全においても，処分孔離間距離を 5d 設けると平均安全率が 1.5 を上回る．この事より，花崗岩の場合，5d 以上の離間距離を設けると安全性を確保することができる．

・泥岩

処分坑道と処分孔に吹付けコンクリートを施した場合の泥岩の断面変形率と平均安全率をそれぞれ図 3.1，3.2 に示す．泥岩の場合，処分坑道及び処分孔ともに断面変形率は処分孔離間距離に関わらず 0.8%を上回り，変形上の安全は確保することができず，平均安全率は離間距離を 4d 以上設けると 1.5 を上回った．そのため泥岩の場合は，吹付けコンクリートの施工のみでは施工が困難であると言える．

支保を吹付けコンクリートとロックボルトとした場合の泥岩の断面変形率と平均安全率をそれぞれ図 3.1，3.2 に示す．ロックボルトを併用して打設することによって処分坑道と処分孔の断面変形率は大きく低下していることがわかる．断面変形率は処分孔離間距離を 5d 設けると検討条件を満たすことができた．平均安全率は 3d 以上の離間距離を設けることによって検討条件を満たす結果となった．

吹付けコンクリートと鏡止めボルト・鏡吹付けコンクリートを併用した場合の断面変形率と平均安全率をそれぞれ図 3.1，3.2 に示す．鏡止めボルトと鏡吹付けコンクリートを併用した場合，処分坑道及び処分孔の断面変形率及び平均安全率を大きく抑制できていることがわかる．これより，5d 以上の離間距離を設けることで検討条件を満たすことができた．

5. 結論

・花崗岩の場合では，変形上の問題は 1d 以上，応力上問題は 5d 以上離間距離とると安全性が確保されることがわかった．

・泥岩の場合では，吹付けコンクリートの施工のみでは変形上の安全性が低い結果となった．今回の解析において，処分坑道にロックボルト・補助工法を採用することにより安全性が確保されることがわかった．

（参考文献）

1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第 2 次取りまとめ，分冊 2　地層処分の工学技術サイクル機構技術，JNC TN1400 99-022，1999.

2) 鶴来克俊，道廣一利，吉岡尚也：岩盤の工学的分類方法に対応した入力定数の提案，第 40 回地盤工学研究発会，pp. 1815～1816，2005.

3)森岡宏之ほか：幌延深地層研究計画における地下研究坑道の支保設計，第 35 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，pp.69-74，土木学会，2006.

4)谷本親伯，吉岡尚也：山岳トンネルにおけるコンバージェンス計測の意義，材料，第 40 巻第 452 号，pp.122-128，1991.