

岩石利用セグメントによる処分坑道支保のセメント使用量の低減効果

清水建設 技術研究所
清水建設 技術研究所

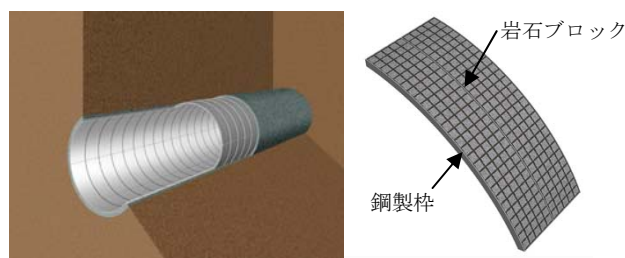
正会員 ○多田 浩幸 熊坂 博夫 斉藤 亮
正会員 中谷 篤史 郷家 光男 石井 卓

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設における支保材料あるいはグラウトに用いられるセメントは、地下水と反応して高アルカリ環境を生じさせる。この高アルカリ環境下においては、緩衝材や埋め戻し材に使用されるベントナイトおよび周辺岩盤が変質劣化する知見が得られている^{例え1)}。そのため、セメント系材料はベントナイトや周辺岩盤のバリア性能に悪影響を及ぼすことが懸念されている。著者らは、このセメントの影響によるバリア材の性能劣化という課題に対して、セメントの使用を極力抑えた坑道の構築方法について提案し、いくつかの案についてその実現可能性の検討を行っている。本報では、この中の一つの案である岩石利用セグメントの概要と高レベル放射性廃棄物処分施設の処分坑道に適用した場合のセメント使用量の低減効果について検討したので報告する。

2. 岩石利用セグメントの概要

岩石利用セグメントは図1に示すように鋼製枠と花崗岩等の岩石ブロックを組み合わせた複合セグメントであり、以下のような特徴を有している。(1)岩石ブロックを利用することによりセメント使用量を低減することが可能である。(2)高剛性のセグメントであることから設置直後から大きな支保効果が期待でき、軟岩系岩盤における大深度の坑道建設に有効である。(3)セグメントの厚さを薄くすることが可能なため掘削量の低減および施工速度の向上が期待できる。(4)一般に流通している安価な岩石材料を使用することによりコストの縮減が期待できる。



(a) 全体図 (b) セグメント部
図1 岩石利用セグメントの概要図

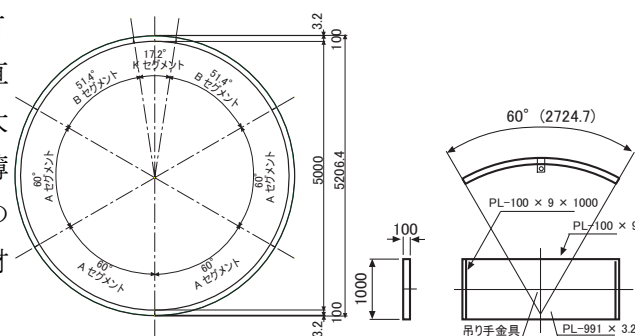


図2 岩石利用セグメントの断面仕様

セグメントは、図2に示す主桁高さ100mm、主桁厚3.2mm、幅1000mmのセグメントの断面仕様を想定した。このセグメントの断面仕様に対して、特性曲線法によって坑道の安定解析を行った。解析条件は「第二次取りまとめ」¹⁾の軟岩系岩盤のSR-Cの地山条件を設定した。解析モデルを図3に示す。深度は500mとし、地山を弾塑性材料でモデル化した。解析結果を図4に示す。セグメント物性として岩石とモルタルの等価弾性係数を10GPaとして、支保工曲線と地山特性曲線との交点からセグメントに発生する支保反力を求めた。その結果、セグメントの強度として21.5MPaが地山の安定性確保に必要であることがわかった。

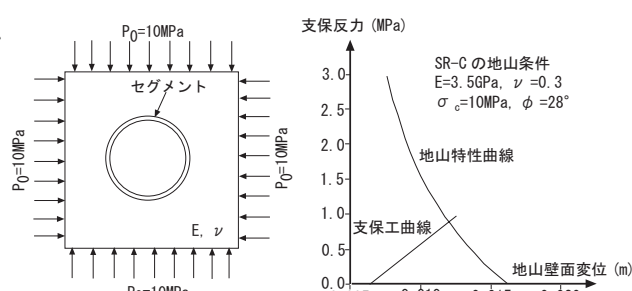


図3 解析モデル

図4 解析結果

4. 岩石モルタルの複合材料試験

岩石利用セグメントは、鋼製枠にレンガ状の岩石ブロッ

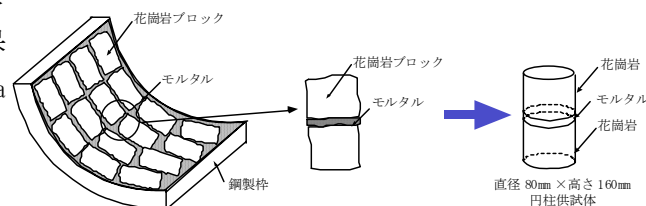


図5 岩石モルタルの供試体

キーワード 高レベル放射性廃棄物、坑道、支保工、セメント、セグメント、材料試験

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-8467 FAX 03-3820-5959

クを充填し、岩石ブロックの間に形成される隙間にはセメントモルタルを充填することでセグメントとして一体化を図る構造となっている。これに関して、モルタルを介在した岩石ブロックが上記の安定解析で得られた所要の強度（21.5MPa）と等価弾性係数（10GPa）を有することを明らかにする必要がある。そこで、図5に示すような岩石ブロック間の連結部を対象として、モルタルを挟んだ花崗岩ブロックの円柱供試体（直径 80mm、高さ 100mm）を作成し、岩石とモルタルの複合材料の一軸圧縮試験を実施した。岩石ブロックについては、写真1に示す市販の花崗岩ブロック（9cm×9cm×9cm または 9cm×9cm×18cm）を使用した。試験ケースはモルタルの配合（セメントと砂の比）をパラメータとして表1に示す3ケースを設定した。また、モルタルおよび花崗岩の一軸圧縮試験を行い、各材料の強度・変形特性を求めた。写真2に複合材料の試験状況を示す。図6に複合材料の一軸圧縮強度とモルタルの一軸圧縮強度の関係および複合材料の弾性係数とモルタルの弾性係数の関係の試験結果を示す。複合材料の一軸圧縮強度は 72 ～144MPa、弾性係数は 21～48GPa の範囲にあり、モルタルの配合 1：4 のケース1においても所要の強度・変形特性があることを確認した。なお、花崗岩の一軸圧縮強度は 171MPa、弾性係数は 64GPa であった。

5. セメント使用量の算定

図7に示す現在検討されている吹付けコンクリートとロックボルトによる支保工と岩石利用セグメントのセメント使用量を算定した。軟岩系岩盤の堅置きを対象として、「第二次取りまとめ」¹⁾に示された処分坑道の断面仕様およびレイアウトを参考にしてコンクリート使用量を算出し、吹付けコンクリートの単位セメント量を 350kg/m³、モルタルの配合 1：4 のケースの単位セメント量を 365 kg/m³として、各支保工のセメント使用量に換算した。表2にセメント使用量の比較を示す。同表より、現在検討されている支保工のセメント使用量に対して、岩石利用セグメントのセメント使用量は 1/20（5%）となることからわかる。

6. まとめ

岩石利用セグメントの部材仕様の検討および複合材料の一軸圧縮試験を行った。その結果、深度 500m、軟岩系岩盤の地山条件に対して、主桁高さ 100mm のセグメントの断面仕様で地山の安定性が確保できることを確認した。また、現在検討されている吹付けコンクリートを主体とした支保工に対して、セメント使用量を大幅に低減できる可能性を示した。本案の実現性と有効性について、今後さらに検討を進めてゆきたい。

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，JNC TN1400 99-022，1999。

表 1 試験ケース	
ケース	セメント：砂
1	1：4
2	1：3
3	1：1



写真 1 花崗岩ブロックの外観

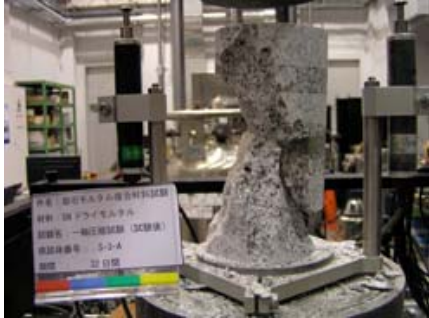


写真 2 試験状況

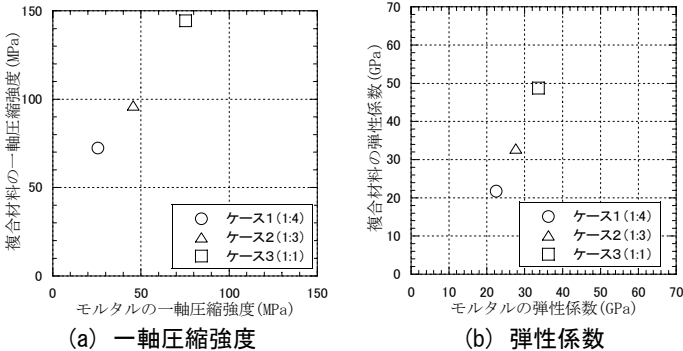


図 6 試験結果

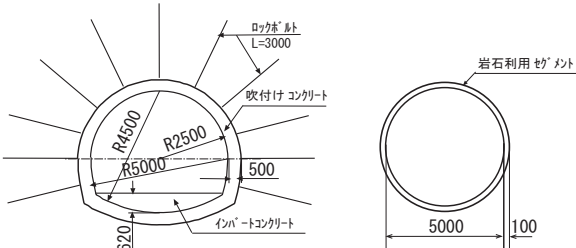


図 7 軟岩系岩盤堅置きの処分坑道断面

表 2 セメント使用量の比較		
支保形式	コンクリート使用量(m ³)	セメント使用量(ton)
吹付け+ロックボルト	2,861,059	1,001,371
岩石利用セグメント	132,822	48,480