

珪砂の粒径を変化させたベントナイト緩衝材の強度特性に関する実験的検討

福島工業高等専門学校 学生会員 ○鈴木 梨恵
 福島工業高等専門学校 正会員 金澤 伸一
 福島工業高等専門学校 学生会員 武藤 尚樹
 福島工業高等専門学校 学生会員 市川 希
 福島工業高等専門学校 学生会員 柳井 正樹
 西松建設(株)技術研究所 正会員 石山 宏二

1. 目的

原子力発電により発生した使用済み核燃料の再処理に伴い発生する高レベル放射性廃棄物の処分方法として、地下 300m 以深への地層処分が選定されている。地層処分とは、ガラス固化体、炭素鋼製オーバーパック、ベントナイト緩衝材からなる人工バリアと、地下深くの安定した岩盤からなる天然バリアを組み合わせた多重バリアシステムによって超長期にわたって放射性物質を人間環境から隔離し、閉じ込める処分方法である。廃棄体と岩盤との間に充填する緩衝材の主原料はベントナイトであり、著しい吸水膨潤性と低透水性を有する。これまでに、ベントナイトの力学特性の把握に向けて様々な条件で実験的検討がなされてきたが、ベントナイトと異なる粒径の珪砂を配合した緩衝材の特性に関する詳細は十分には把握されていない。そこで、本研究では、ベントナイトと珪砂を配合した供試体において、珪砂の粒径を変化させて一軸圧縮試験を行い、結果を比較することで、配合する珪砂の粒径がベントナイト緩衝材の強度に及ぼす影響を調査した。

2. 試験方法

2-1. 一軸圧縮試験

供試体を養生後、圧縮試験用器具を取り付け、一軸圧縮試験を行い、応力-ひずみ関係を求めた。載荷速度は 0.4mm/min 一定とした。試験機には、高圧載荷、温度変化に対応できる機構を備えた容量 10kN の電動スクリージャッキ方式のものを採用した。試験機の概略図を図-1 に示す。本研究では、ベントナイトと珪砂を配合した供試体の珪砂の粒径を変化させ、一軸圧縮試験を行った。以下に、使用した試料の物性値と試験条件を示す。

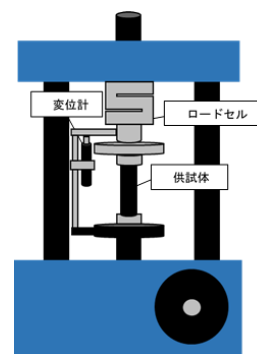


図-1 一軸圧縮試験機の概略図

表-1 試験条件

試料	珪砂配合率	飽和度	温度	乾燥密度
珪砂 3 号	30%	30%	30 度	1.6Mg/m ³
珪砂 5 号				
珪砂 8 号				

表-2 試料物性値

試料	密度 ρ_s (Mg/m ³)	粒径(mm)
クニゲルVI	2.606	~0.05
珪砂 3 号	2.691	1.2~2.4
珪砂 5 号	2.620	0.8~0.3
珪砂 8 号	2.702	0.08~0.2

キーワード ベントナイト, 珪砂, 一軸圧縮強度

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-8034

2-2. 試験手順

以下に、試験手順を示す。

- ①ベントナイトと珪砂を7:3の割合で配合した。
- ②霧吹きとハンドミキサーを用いて含水比調整を行った。含水比の測定には電子レンジ法を用いた。
- ③油圧ジャッキを用いた静的締固めにより、直径35mm、高さ80mmの円柱供試体を作製した。
- ④供試体の温度をすべての条件で一定にそろえるため、温水養生によって供試体を温めた。その際、水との接触を避けるため、供試体に遮水シートを取り付け、30度に保った水槽内で24時間養生した。
- ⑤供試体を水槽から取り出し、載荷速度0.4mm/minで一軸圧縮試験を行った。載荷速度を0.4mm/minに設定した理由として、今回の試験に使用したベントナイト・珪砂混合供試体は、極めて脆性的な破壊形態を示すため、破壊までの微小な変形を詳細に把握するためである。

3. 試験結果および考察

図-2に珪砂の粒径と最大圧縮強度の関係を示す。図-2より、珪砂8号の強度が3、5号よりも高いことがみてとれる。この結果の一因として、締固め後のリバウンド率が影響していると考えられる。

図-3に珪砂の粒径と、締固め後のリバウンド率の

関係を示す。締固め後のリバウンド率は、除荷後の供試体高さを圧縮成形時の供試体高さで除し、百分率で表したものである。図-3より、粒径が大きくなるにつれてリバウンド率は線形的に減少している傾向がみられた。これは、供試体の圧縮成形時における砂粒子の粒子破碎が影響していると考えられる。供試体の圧縮成形時に粒子破碎による構造の変形を生じた砂粒子は、除荷後に変形の回復が生じにくいと考えられる。粒径の大きい珪砂ほど粒子破碎が生じやすいため、配合する珪砂の粒径が大きくなるほど、リバウンド率は減少したと考えられる。また、粒径の小さい珪砂を配合した条件ほど、粒子破碎が生じにくく、除荷後に弾性変形が回復しやすい。さらに、粒径が小さいほど、供試体の透気性が低下し、供試体の圧縮成形時に封入空気の閉塞および圧縮が生じ、除荷後に封入空気のリバウンドが生じたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、各種珪砂を配合したベントナイト・珪砂混合供試体を用いた一軸圧縮試験を実施し、珪砂の粒径が小さいほど高い強度を発現する試験結果が得られた。この原因として、配合した珪砂の粒子破碎と供試体のリバウンド率が影響していると考えた。今後は、圧縮成形前後の試料の粒度分布の測定を行い、粒子破碎とそれに伴う粒度変化の影響を把握する。さらに、珪砂配合率に変化を与えた同様の試験を実施し、各種配合条件におけるベントナイト・珪砂混合緩衝材の力学特性の把握に資するデータベースを構築していきたい。

参考文献

- 1)武藤尚樹, 金澤伸一, 林久資, 星達也, 石山宏二: 種々の条件を考慮したベントナイト緩衝材の力学特性に関する実験的検討, 平成30年度土木学会全国大会, 第73回年次学術講演会, pp.-35,36 2018.

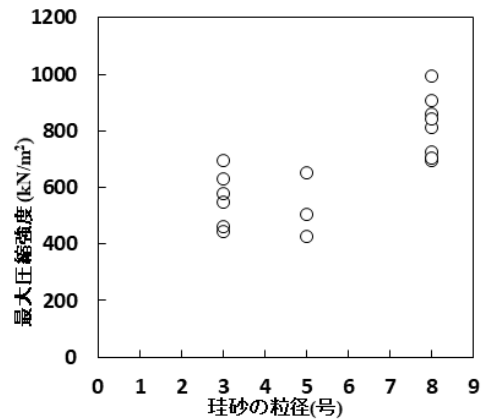


図-2 最大圧縮強度と粒径の関係

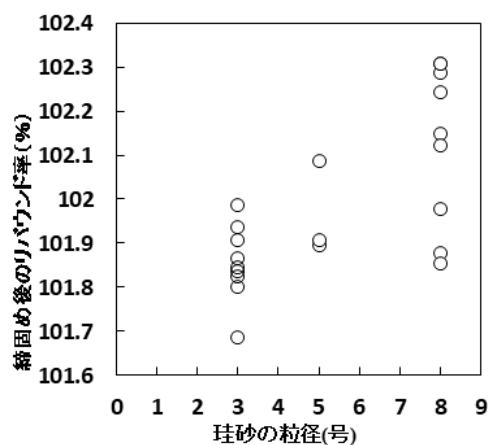


図-3 締固め前後の割合と粒径の関係