## 断層ずれによる人工バリアのせん断挙動に関する縮小模型試験

核燃料サイクル開発機構 正会員 平井 卓 非会員 棚井憲治

検査開発 正会員 菊池広人

竹中工務店 正会員 高治一彦 竹中土木 正会員 大沼 敏

## 1.<u>はじめに</u>

わが国の高レベル放射性廃棄物の地層処分においては,主な断層帯を避けることにより重大な影響を回避することを原則としている<sup>1)</sup>。しかし,影響が小さく派生的なC級断層の存在や将来的な挙動に関して完全に把握することは現状では困難である<sup>2)</sup>。したがって,このような断層が人工バリアを直撃した場合を想定し,人工バリアの安全裕度の幅を確認することは意義がある。そこで,C級断層に相当する断層ずれを模擬した縮小模型試験を実施し,断層直撃時の人工バリアの挙動を検討した。

## 2.<u>試験概要</u>

模型試験装置の概略を図-1 に示す。試験体は,実規模人工バリアの約 1/20 に相当し,人工バリアの中央を横断し て断層ずれが発生する場合を模擬して,試験体の左半分が鉛直下向きに載荷装置によりせん断される。試験体は鋼 製模擬オーバーパックと緩衝材で構成され,緩衝材は硅砂を質量比 30%混合したベントナイト(クニゲル V1)で 乾燥密度 1.6Mg/m<sup>3</sup>となるよう円形及びドーナッツ型に成型された9つのブロックで構成される。

本試験の計測機器の配置を図-2 に示す。計測は,試験体の外周のせん断容器に作用する土圧,間隙水圧と模擬オ ーバーパックに作用する土圧,およびせん断変位と載荷されるせん断荷重である。

試験手順は,飽和膨潤過程の後にせん断過程を実施した。飽和膨潤過程では試験体を設置したせん断容器を真空 脱気した後に, 0.2MPa で加圧注水し,有効応力が安定した時点で飽和膨潤完了と判定した。せん断過程では,せ ん断容器外部との水の出入りを遮断した非排水条件で,載荷装置によりせん断を実施した。載荷条件は,せん断変 位 40mm (緩衝材厚さの 80%), せん断変位速度 100mm/sec とした。



## 3.試験結果及び考察

図-3 は、飽和膨潤過程における間隙水圧の時間変化を示したものである。図より,700時間と1200時間に急激な 変動が見られるもののおおむね1600時間付近でピークを向かえ,その後緩やかに低下し,5100時間でほぼ一定と みなして飽和膨潤過程を終了した。急激な有効応力の変動は,停電により供給水圧が一時的に低下した影響と考え られる。図-4 は,せん断過程におけるせん断荷重とせん断変位の関係を示したものである。せん断荷重は約7mm と小さな変位で最大荷重に達し,ほぼ一定に推移する。図-5 はせん断容器及び模擬オーバーパックに作用する土圧

キーワード:放射性廃棄物、ベントナイト、断層、せん断、模型試験 連絡先:〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33 TEL:029-287-0928 FAX:028-282-9295

とせん断変位の関係であるが,容器がオーバーパックに接近する受動側の模擬オーバーパックの O/P-2 及び容器の 土圧計 8 では,荷重が最大値となる 7mm 程度までは急激に土圧が増加した後,増加傾向はゆるやかになり,最大 変位 40mm 付近で最大となる。また,最大値は模擬オーバーパックで 2.6MPa せん断容器で 2.3MPa と飽和膨潤過程 終了時のせん断容器に作用する平均土圧 0.85MPa の約3倍程度となった。せん断容器がオーバーパックから遠ざか る主働領域における O/P-1 及び土圧計9 では,土圧が変位約 7mm まで一旦低下した後ゆるやかに増加し,最大変位 40mm 付近で最大値を示す。主働領域における土圧の最大値は,受動領域の土圧の 60~70%程度となった。このよ うな主働領域と受動領域の土圧挙動は,せん断荷重が最大となる変位 7mm 付近までの挙動とそれ以降の挙動に分 けることができ,後者の挙動は主働領域と受動領域でほぼ同じ傾向を示している。せん断変位 7mm までの挙動は, せん断荷重が最大値となる以前の挙動で弾性的挙動と考えられ,それ以後の挙動は,せん断面近傍での緩衝材の塑 性化が生じ,模擬オーバーパックの回転変形と緩衝材の相互作用にともなう挙動が支配的となると推定される。一 方,側面の O/P-3 の土圧は,その他の土圧挙動と異なり,せん断変位 10mm 程度まではほぼ一定で推移した後緩や かに低下し変位 20mm 付近で再び一定となる。これは,せん断面から離れた位置にある O/P-3 では,オーバーパック の状況である。模擬オーバーパックは 27度回転しており,オーバーパック自身には 変形や損傷がみられなかった。



図-3 飽和膨潤過程における有効応力の時間変化







写真-1 試験終了後の模擬オーバーパック





4.おわりに

実規模人工バリアの縮小模型試験により,緩衝材厚さの80%に相当する断層ずれに対する人工バリアの挙動を概略把握できた。しかし,緩衝材の塑性化にともなう複雑な挙動メカニズムに関しては,試験のみでは把握できず, 今後,解析により検討を行う予定である。また,実規模に対する予測と限界状態の把握も併せて行っていきたい。 【参考文献】

1)核燃料サイクル開発機構:地層処分研究開発第2次取りまとめ-総論レポート,1999.11

2) 池田俊雄,岡田勝也,池田研一,長谷川達也:活断層調査から耐震設計まで,鹿島出版会, pp.56~57,2000.