# Ca型ベントナイト混合土の長期状態設定における変形挙動と透水係数 -伸びひずみ試験(長期状態、地震時状態)-

大成建設㈱	正会員	○森川義人,	正会員	木ノ村幸士
大成建設㈱	正会員	磯さち恵,		
日本原燃㈱	正会員	工藤 淳,	正会員	浪岡翔吾
東電設計㈱	正会員	矢込吉則,	正会員	田坂嘉章

#### 1. 目的

放射性廃棄物埋設施設である浅地中処分(L2)のコンクリートピットの周囲には低配合率のベントナイト 混合土を用いる計画である。ベントナイト混合土にはコンクリート中鉄筋の腐食膨張に伴う引張り変形あるい は長期状態の地震時等における急激な伸びひずみに伴う性能を評価する必要性が問われている.本研究では, 長期の緩やかな伸びひずみや地震を想定した急激な伸びひずみを対象とした状況を再現した試験<sup>1)</sup>を実施し, 変形モードの確認,変形挙動時の応力状態および透水係数の把握を行った.

### 2. 試験概要

## (1) 試験方法

供試体は MBC  $\geq$  120mmol/100g の Ca 型ベントナイト (クニボンド: クニミネエ 業製) および三沢産の砂を母材とした Bt 混合率 30%の Ca 型ベントナイト混合土 を 1 層圧縮成型にて乾燥密度  $\rho_d$ =1.65Mg/m<sup>3</sup> (最適含水比 W<sub>opt</sub>+4%, 締固め度 C 値 97%) で作製した.伸びひずみ試験は,長期状態では軸ひずみ  $\epsilon$ a=0.5%ごとに排 水条件にて間隙水圧を消散させた.一方,地震時状態では最終ひずみまで非排水 条件で軸方向荷重を除荷した.供試体は直径  $\varphi$ =50mm,高さ h=50mm とした.透 水試験はアクリル製剛性容器内に試験後の供試体を設置し,飽和度が B 値  $\geq$ 95% を確認して実施した.なお,供試体側面とアクリルリング壁面との隙間は短絡径 路とならないようエポキシ樹脂を充填した(写真 1).



写真 1 エポキシ樹脂充填

#### (2) 試験条件

伸びひずみ試験は、想定される概略土槽モデル<sup>2)</sup>における難透水性覆土上部の有効拘束圧( $\sigma_r^2 = 90$ kN/m<sup>2</sup>) について実施した.最終軸ひずみは長期状態設定の想定ひずみ量としてせん断透水試験で設定した値<sup>2)</sup>を参 考に、長期状態は軸ひずみ  $\epsilon_a = 15\%$ まで、地震時状態は軸ひずみ  $\epsilon_a = 30\%$ までとした.等方圧密(長期:背圧 200kN/m<sup>2</sup>、地震時:背圧 300kN/m<sup>2</sup>)後、長期状態では軸ひずみ速度 0.01%/min(非排水条件、 $\epsilon_a = 0.5\%$ 毎に排 水条件)、地震時状態では軸ひずみ速度 10%/min(非排水条件)にて実施した.

### 3. 試験結果

長期状態について, 軸差応力 q, 間隙水圧増分 ue および体積ひずみ  $\epsilon_v$  と軸ひずみ  $\epsilon_a$ の関係を図 1 に, 試験 後の供試体(透水試験前)を写真 2 に示す. 軸ひずみ  $\epsilon_a$  は伸張方向を正としている. 軸差応力 q は軸ひずみ  $\epsilon_a$ の初期段階( $\epsilon_a$ =0.5%)で最小値を示すが, 軸ひずみ  $\epsilon_a$ の進行とともに増加しており, 間隙水圧増分 ue は  $\epsilon_a$ =15% 付近で数パーセントの増分(負圧)に収束している. 一方, 体積ひずみ  $\epsilon_v$  は軸ひずみ  $\epsilon_a$ の増加に従い増加す るが、軸ひずみ  $\epsilon_a$  が 10%を越えたあたりから  $\epsilon_v$ =2.5~3.0%程度に収束する傾向にある. 一方, 地震時状態に ついて同様に軸差応力 q・間隙水圧増分 ue と軸ひずみ  $\epsilon_a$ の関係を図 2 に, 試験後の供試体(透水試験前)を 写真 3 に示す. 軸差応力 q は軸ひずみ  $\epsilon_a$ =10%までに最小値を示すが、軸ひずみ  $\epsilon_a$ =30%でピーク応力の約 50%

キーワード ベントナイト混合土,伸びひずみ試験,体積ひずみ,透水係数

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設株式会社 原子力本部 TEL 03-5381-531

程度まで増加する傾向にある. 局所的 断面減少部が供試体上部端面付近に集 中している(写真3)が, 脆性的破断は 見られず,間隙水圧増分 ue は一定値に 収束する傾向にある.また,長期状態 および地震時状態における透水試験結 果を図3,4に示す.伸びひずみ試験で は、ひずみの局所化(写真3)が見られ、 透水試験から得られた値は非伸長部の 影響が支配的である. そこで, 伸長部 と非伸長部について各々20mm に切断 したスライス試料(図5)の有効粘土密 度 pe を求め,既往の研究成果より透水 係数を推定した(図 6). 地震時状態に おける透水係数はともに k=10<sup>-10</sup>m/sec オーダーと推定されるが,長期状態に おける透水係数は k=10<sup>-9</sup>m/sec オーダー と推定された.長期状態では、伸びひ





写真2 試験後供試体(長期状態)



写真3 試験後供試体(地震時状態)



ずみの進行とともに体積ひずみが  $\epsilon_v=2.5\sim3.0\%$ 増加しており、有効粘土密度の低下の要因となり、 透水係数に影響したと考えられる.

# 4. まとめ

長期状態では間隙水圧 ue,体積ひずみ  $\varepsilon_v$ に収束 性が,地震時状態では間隙水圧 ue に収束性が見ら れた.また,供試体の局所的伸張部の透水係数 k は,有効粘土密度  $\rho$ e から長期状態では k=10<sup>-9</sup>m/sec オーダー,地震時状態では k=10<sup>-10</sup>m/sec オーダーと 推定された.





### 参考文献

1) Ca 型ベントナイトせん断透水試験及び伸びひずみ追随試験その1,土木学会第67回年次学術講演会,平成24年9月,工藤他 2) Ca 型ベントナイト混合土の長期状態設定における変形挙動と透水係数,土木学会第70回年次学術講演会,平成27年9月,森川他

3) 低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察,土木学会第65回年次学術講演会,平成22年9月,伊藤, 庭瀬他