

ジオネットを用いたベントナイト混合土の亀裂発生抑制実験

宇都宮大学工学部 学生会員○金子 浩之  
宇都宮大学大学院工学研究科 正会員 今泉 繁良  
日本アドックス㈱ 正会員 工藤 賢悟

1.はじめに

最終処分場の遮水工構造の1つである粘性土系遮工としてベントナイト混合土層が用いられているが、基礎地盤の局所沈下などにより混合土層が変形すると、亀裂が発生する恐れがある。篠崎ら<sup>1)</sup>は、亀裂が発生、貫通までの沈下量や亀裂部を持つ混合土の透水性について研究している。本報告は、ジオネットをベントナイト混合土層の下に敷設することによって亀裂発生を抑制することが可能かを、落し戸実験によって検討した結果を述べるものである。

2. 使用した材料

ベントナイト混合土の母材として、表-1と図-1に示す2種類の砕石砂(OとB)を用いた。2つの砕石砂の最大粒径は等しいが、均等係数は砕石砂Oが33.2であるのに対して砕石砂Bは1.94であり、砕石砂Bは細粒分が少なく粒度4.8mm~2.0mmの範囲に74.8%が存在する粒度分布の悪い砂である。

表-1 砕石砂の特性

| 特性                                        | 砕石砂O  | 砕石砂B  |
|-------------------------------------------|-------|-------|
| 土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )       | 2.689 | 2.66  |
| 最大粒径(mm)                                  | 9.5   | 9.5   |
| 均等係数 $U_c$                                | 33.2  | 1.94  |
| 曲率係数 $U_c'$                               | 1.6   | 1.53  |
| 細粒分(%)                                    | 14.0  | 1.3   |
| 液性限界 $W_L$ (%)                            | 19.5  | 19.9  |
| 塑性限界 $W_p$ (%)                            | 16.7  | NP    |
| 最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.072 | 1.735 |
| 最適含水比 $w_{opt}$ (%)                       | 8.8   | 4.6   |

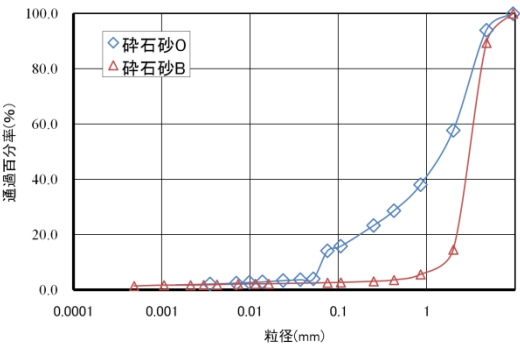


図-1 砕石砂の粒度分布

表-2は、ベントナイト混合土への亀裂発生抑制のために使用した目の開きが10mmのジオネット(トリカルネット)の特性<sup>2)</sup>を示したものである。このネットは地盤補強や防風防砂などに使用されている。

表-2 ジオネットの特性

| 材質   | 網目の大きさ(mm) | 遮蔽率(%) | 引張強度(N/m) |
|------|------------|--------|-----------|
| HDPE | 10         | 45     | 7840      |

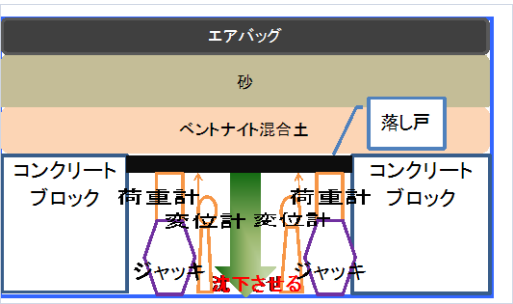


図-2 実験装置の組立て図

3. 試験方法と実験ケース

図-2は用いた実験装置の概要を示したものである。土槽は鋼製で幅80cm、高さ10cm、奥行き20cmのサイズであり、その前面は供試体の挙動がわかるようにアクリル板となっている。固定された左右のコンクリートブロックの間に幅50cmの鋼製底盤があり、これが2台のジャッキによって沈降できる落し戸構造になっている。また、落し戸下部には、容量5kNの荷重計と容量50mmの変位計を各2台ずつ設置している。

まず、砕石砂にベントナイトを10%加えて空練りした後、最適含水比となるように加水し、1時間静置した。その後、この混合土を土槽内に入れ、容量9.8kNの油圧ジャッキを用いて、幅80cm、厚さ10cm、奥行き20cmとなるように静的に締固めた。このとき、混合土層厚さを4cm、3cm、3cmの3層に分けて目標締固め度を95%とした。なお、ジオネットを用いる場合、ベントナイト混合土を締固める前に底盤上に敷設した。次に、砂、エアバッグ、鋼製の上蓋をした後、エアバッグに空気圧を送り、砂層上に118kN/m<sup>2</sup>の圧力をかけた。

【キーワード】 ベントナイト混合土、せん断、局所沈下、遮水工

【連絡先】 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7丁目1番2号 宇都宮大学大学院工学研究科 TEL028-689-6218

その後、0.5mm/minの速さで、落し戸を沈下させた。

今回、表-3に示すように、2種類の砕石砂母材のそれぞれについて、ジオネット敷設の有無を変えた4ケースの実験を行った。

表-3 実験ケース

| No | 砕石砂の種類 | ネットの有無 | 載荷圧力(kN/m <sup>2</sup> ) |
|----|--------|--------|--------------------------|
| 1  | O      | 無      | 118                      |
| 2  | O      | 有      | 118                      |
| 3  | B      | 無      | 118                      |
| 4  | B      | 有      | 118                      |

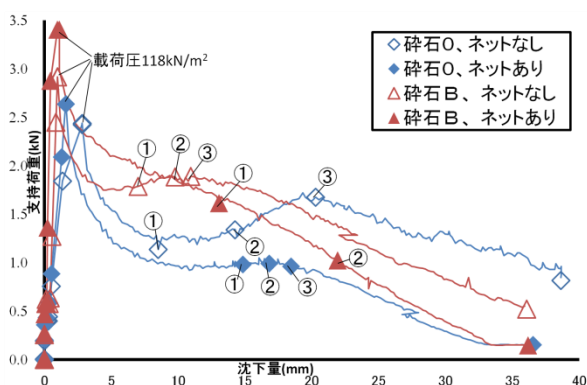


図-3 落し戸の沈下量と支持荷重の関係

表-4 亀裂の状況と沈下量の関係

| 砕石 | ネット | 記号①    | 記号②                   | 記号③               |
|----|-----|--------|-----------------------|-------------------|
|    |     | 亀裂発生   | 亀裂50%進行 <sup>注)</sup> | 亀裂貫通              |
| O  | 無   | 8.5mm  | 14.3mm                | 20.3mm            |
|    | 有   | 14.8mm | 16.8mm                | 18.4mm            |
| B  | 無   | 7.0mm  | 9.8mm                 | 11.0mm            |
|    | 有   | 13.1mm | 21.9mm                | 発生せず <sup>※</sup> |

注)B、有は30%進行

#### 4. 結果と考察

図-4は、横軸に2台の変位計の平均値としての落し戸沈下量、縦軸に2台の荷重計の合計値としての落し戸支持荷重をとり、両者の関係を示したものである。また、表-4は、亀裂の発生、進行時の沈下量をまとめて示したものである。図-3において、落し戸支持荷重は全てのケースで118kN/m<sup>2</sup>の載荷圧をかけた直後に最大値を示し、落し戸沈下量の増加とともに減少している。この減少は混合土供試体(もしくはジオネット)の抵抗力が徐々に発揮されるためである。その後、沈下量が7～8mmになるとジオネット無のケースでは支持荷重がほぼ一定となり、亀裂が発生し始める。これは混合土の抵抗力が限界値に達したためであると考えられる。沈下がさらに進むと支持荷重が増加していくが、そのピーク付近で亀裂が貫通し、その後は支持荷重が減少していく。これは亀裂の貫通に

より、落し戸上の混合土が上載荷重の伝達を受けなくなったため(図-4参照)と考えた。



図-4 混合土層の分離の模式図

他方、ジオネット有のケースでは、砕石砂Oの場合に支持荷重がほぼ一定となる部分が見られるが、沈下量の増加とともに支持荷重は減少している。そして、沈下量が13～14mm程度になると亀裂が発生し始める。このようにジオネットを敷設することにより、亀裂発生までの沈下量が増大することが確認されるとともに、砕石砂Bの場合では亀裂の貫通が見られなかった。さらに落し戸の沈下を進めると、支持荷重はほぼゼロとなり、混合土がジオネットによってハンモック状に保たれた状態になった。

次に、砕石OとBの違いについてみると、砕石砂Oでは支持荷重が最大値を示した後、ジオネット有の方がジオネット無の場合より常に小さい値となっているのに対し、砕石砂Bでは亀裂が50%程度進行するまではジオネット有の支持荷重がジオネット無の支持荷重よりも大きい。砕石砂Bでは、ジオネットを敷設することで混合土を均一に変形させ、混合土と落し戸の接触面積を保ちやすくしたためと考えられ、その結果、応力が分散して亀裂が貫通しなかったのではないかと考えられる。

#### 5. まとめ

ベントナイト混合土下部にジオネットを敷設することにより、沈下による亀裂発生を遅らせることができることがわかった。これはジオネットが混合土を均一に変形させているためと考えられる。また、その効果は砕石Oよりも砕石Bの方が大きいこともわかった。

#### 参考文献

- 1) 篠崎康人, 今泉繁良, 吉直卓也, 工藤賢悟: ベントナイト混合土遮水工の変形挙動と遮水性評価に関する研究, 第36回土木学会関東支部発表会, VII-11, 2009
- 2) 大日本プラスチック(株): トリカルネット, 土木資材カタログGEO, pp.7-8, 2009

謝辞: 本研究は、平成21年度宇都宮大学重点推進研究基金の支援により実施してものである。記して感謝申し上げます。