

III-534 盛土の締固め含水比がその後流出する土粒子総量に与える影響に関する実験的研究

フジタ (正) 林英雄 茶山和博

早稲田大学 (正) 森 麟

1. まえがき

軟弱な基礎地盤上に盛土をするとき、ジオテキスタイル排水材（以下、排水材）を水平（面内）方向の排水層として基礎地盤上に敷設する場合や盛土の法面付近の盛土からの排水のためのフィルター層として使用することがある。このとき、懸濁液として土粒子を排水材に鉛直に流入、水平に流下させて排水材に目詰りを発生させて透水性が低下する量を測定して、実験により長期の目詰りによる透水性の低下を予測する研究を行ってきた。これまでの実験では、懸濁液の設定は数種の土を用いて所定の条件のもとで透水させたとき、流出する懸濁液から土粒子の濃度、粒径、土粒子の総流出量を設定してきた。しかし、これまでの土粒子の流出試験では気乾状態の土を使用したか、盛土材からの土粒子の流出量は土の締固め含水比によってかなり影響を受けることが判かったので、今回の試験では数種の土質を用いて締固め含水比を変化させたときに流出する土粒子の総流出量、濃度、粒径を実験により確かめた。

2. 実験方法

前回までは直径10^{cm}、高さ20^{cm}の内径のモールドを使用して2.5kgのランマーを用いてJIS A1210 相当の締固めエネルギーで土を突固めて試料を作成し、動水勾配を10に設定して、定水位条件で透水試験を行なったときの時間と排水量、濃度を測定して土粒子の流出量を求めた。動水勾配は10以下では流出する土粒子の総量と濃度に殆ど影響を与えないことを確認しているので今回も動水勾配10に設定して試験を行なった。供試体の長さに関しては今回も20^{cm}としたが、これだけの長さがあれば実際の現場の条件をシュミレートできることがこれまでの報告で明らかにされているからである。実験に用いた締固め含水比は最適含水比の前後計3～5とした。流出懸濁水の濃度測定は光散乱式のポーターラボ濁度計16800型を使用した。試験で使用した土質は表-1に示す。

3. 試験結果と考察

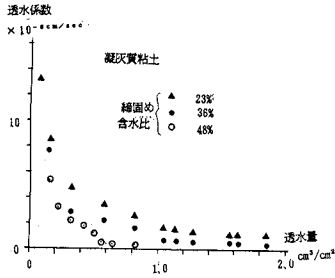
表-1 土性値

流出する土粒子の濃度は各土質でどの締固め含水比とも透水の開始とともに濃度は最大濃度の値から急激に低下するが、その後は逐次緩やかに低下し最小値に近づく。その後、土粒子の流出が殆ど止まる状態となる。このときまでの透水量を今回から“限界透水量”と呼ぶことにする。この限界透水量は締固め含水比によって変化し、シルト質砂4～8cm³/cm²、関東ローム1.5～6cm³/cm²、粘質土2～6cm³/cm²、凝灰質粘土0.3～1.6cm³/cm²になる。

浸透開始時の限界透水量に相当する間隙水の最上流の位置（高さ）を限界透水量と土の間隙率から求めると、シルト質砂8～20^{cm}、関東ローム3～15^{cm}、粘質土4～15^{cm}、凝灰質粘土1～4^{cm}となる。限界透水量はいずれの土質も締固め含水量が低いほど大きくなっている。バインダー分が多く、また、流路となる土の間隙が比較的小さくて土層内に目詰まりを起こし易い粘性土では下流端（排水層）からたかだか15^{cm}上方までの土層が、一方、バインダー分が少なく、流路となる土の間隙が比較的大きく土層内に目詰まりを起こしにくいシルト質砂では下流端からたかだか20^{cm}上方までの土層が土粒子の流出に影響するものと考えられる。水平方向に敷設した排水層上の盛土中から間隙水が排水層に浸透を始めると、上記の範囲の間隙水が懸濁液の状態で土層の上方から下方に流下するが、排水層に近い土層ほど、ここを通る流出土粒子の負荷量が多いので、その土の間隙中に目詰りを発生する

土 質	凝灰質 粘土	関東 ローム	シルト質 砂	粘質土
砂分 %	11	20	59	34
シルト分 %	38	55	31	40
粘土分 %	51	25	10	26
液性限界 %	96	156	—	40
塑性限界 %	24	86	—	24
塑性指数	72	70	—	16

図-1 透水量と土の透水係数



確率が高くなるものと考えられる。その結果、排水層付近の土中に“目詰りゾーン”が形成されるものと考えられ、上方からの土粒子の供給によって逐次濾過機能が発達し限界透水量に達するものと推察される。

図-1に凝灰質粘土の透水量と土自身の透水係数の変化を示す。透水量の増加とともに透水係数が減少している。この傾向は各土質とも同様の傾向が見られた。この現象は土粒子の流出によって土層内の下流端付近に“目詰りゾーン”が形成されることを裏付ける結果であると思われる。

図2-1～図2-4は締固め含水比と土粒子総流出量の関係を示す。各土質とも締固め含水比が増加すると土粒子総流出量は減少し、特に締固め含水比が最適含水比よりやや低い所からは、含水比が少し増加すると土粒子総流出量が急激に減少する傾向を示す。これは締固め土の透水性が最適含水比よりやや低い所から急激に減少するので、透水速度が低下することが大きな理由と考えられる。

今回の試験結果から、土粒子総流出量は各土質とも締固め含水比の増加とともに減少し、シルト質砂が $325 \sim 30 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 、凝灰質粘土 $177 \sim 6 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 、粘質土 $100 \sim 8 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 、関東ローム $8 \sim 4 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ となり、盛土から流出する最大土粒子総流出量としては $325 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 程度である。この値は既に報告した気乾土を用いた場合の値 $200 \sim 400 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ より小さいが、締固め含水比が最適含水比以上であれば土粒子総流出量は最大 $80 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ であるので、この2倍の $160 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ をとればよいと思われる。

流出した懸濁液の土粒子の平均濃度は約 20 ppm であり、土粒子の粒度は最大粒径 $100 \sim 110 \mu\text{m}$ 、通過率60%にあたる粒径 D_{60} は $18 \mu\text{m}$ (凝灰質粘土)から $38 \mu\text{m}$ (シルト質砂)の範囲にあることがわかった。

4. 結論

- ①粘性土では排水層からただかだか 15 cm 上方までの土層が、シルト質砂では排水層からただかだか 20 cm 上方までの土層が土粒子の流出に影響するものと考えられる。
- ②土粒子総流出量は各土質とも締固め含水比が増加すると減少し、特に締固め含水比が最適含水比よりやや低い所からは、含水比が少し増加すると土粒子総流出量が急激に減少する傾向を示す。
- ③盛土から流出する土粒子総流出量の最大値は今回の試験から $325 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 程度である。しかし、締固め含水比が最適含水比以上であれば土粒子総流出量は最大 $80 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ であるので、この2倍の $160 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2$ 程度をとればよいと思われる。
- ④流出した懸濁液の土粒子の平均濃度は約 20 ppm であり、土粒子の粒度は最大粒径 $100 \sim 110 \mu\text{m}$ 、通過率60%にあたる粒径 D_{60} は $18 \mu\text{m}$ (凝灰質粘土)から $38 \mu\text{m}$ (シルト質砂)の範囲にあることがわかった。

図2-1 締固め含水比と土粒子総流出量

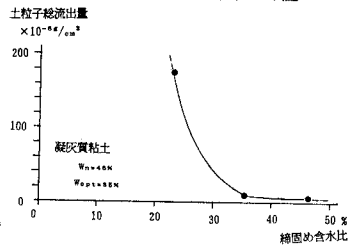


図2-2 締固め含水比と土粒子総流出量

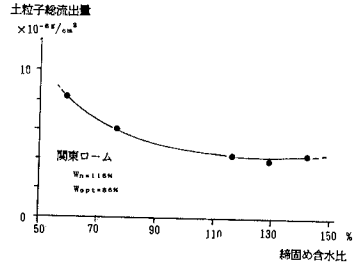


図2-3 締固め含水比と土粒子総流出量

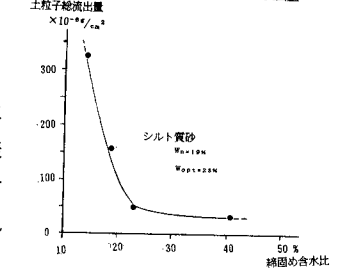


図2-4 締固め含水比と土粒子総流出量

