

## 礫質土からなる成層地盤の密度と透水特性

芝浦工業大学 学生会員 ○野口真早仁 村仲広大 岡本敏郎

## 1. 背景と目的

河川堤防やフィルダムなどの盛土施工では敷均し、撒き出し、転圧という施工過程をたどり、一層毎に盛土をしていく。このため、盛土が多層により形成されている。各層の密度分布をみると、転圧を特に受ける表面ほど密度が高く、深部ほど密度は低くなっており、均一な密度分布となっていないと予想される。このような密度分布であるとする、水平方向の透水性が鉛直方向よりも大きくなる可能性がある。河川堤防やフィルダムのように貯水や湛水を行う必要がある構造物は勿論のこと、多くの土構造物において浸透問題を検討する場合には透水係数を正確に把握する必要がある。実際、原位置透水試験と室内透水試験による透水係数の差が大きい場合が散見されている。そこで、本研究では礫質土からなる成層地盤における密度勾配を求め、透水異方性の影響を室内透水試験により明らかにすることを目的とした。

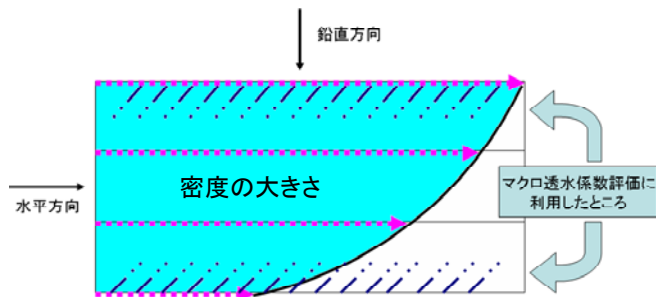


図-1 成層地盤の密度分布

## 2. 実験方法

今回実験に用いた試料は以下の通りである(図-2)。またその粒度を図3に示す。実験手順について以下に示す。

| 試料名   | 礫  | 砂  | 細粒分 |
|-------|----|----|-----|
| 割合(%) | 35 | 49 | 16  |

図-2 試料名とその割合

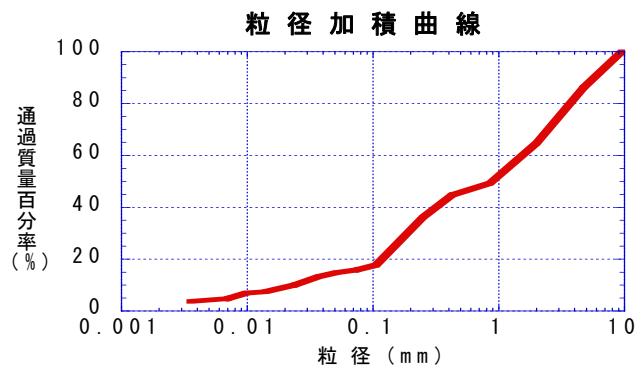


図-3 礫質土の粒度分布

①まずモールド内に均等になるように礫質土を投入した。この際、礫質土を落下させるには 10mm ふるいを通過させてからモールドに注がれるようにした。これは均質な供試体を形成するためである。

②その後、下部に鉄板を剛結したコンクリート締固め用振動機を地盤の上部に置き、最大 2 分間振動させた。

③続いてモールドを取り外し、露出した地盤中にシンウォールチューブを挿入して乱さない供試体を採取した。この際、深度方向の密度を把握すると共に、鉛直および水平方向の透水試験に供するため、シンウォールチューブを鉛直方向だけではなく水平方向にも挿入して供試体を採取した。

④密度を測定して深度方向の分布を求めると共に、変水位透水試験により、鉛直・水平方向の透水係数を測定した。この場合、透水係数は以下の数式を用いて算出した。

$$k = 2.303 \frac{aL}{A(t_2 - t_1)} \log \frac{h_1}{h_2}$$

a: スタンドパイプの断面積(cm<sup>2</sup>)

L: 供試体の長さ(cm)

A: 供試体の断面積 (cm<sup>2</sup>)(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>): 測定時間(s)h<sub>1</sub>: 時刻t<sub>1</sub>における水位差(cm)h<sub>2</sub>: 時刻t<sub>2</sub>における水位差(cm)

キーワード: 透水 密度 異方性 礫質土 成層地盤

芝浦工業大学 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL(03)5859-8360 FAX(03)5859-8401

### 3. 実験結果

#### ①密度と深度の関係(図-4)

図を細かく観察すると、表面より底部の密度が高くなってしまった結果もあるが、全体的には右上がりのグラフになっている。このことから全体的に見ると表面の方が密度が高く、底部に近づくにつれて密度が低くなっていくことが分かる。このグラフに関して、供試体採取方向の影響は見られなかった。

#### ②透水係数と深度の関係(図-5)

全体的に見ると、左上がりの傾向が見られた。これは表面の方が透水係数は小さく、深度が増すにつれて透水係数が大きくなることを表している。これも供試体採取方向の影響は見られなかった。

#### ③透水係数と密度の関係(図-6)

全体的に見ると、左上がりの傾向が見られた。これは密度が高くなると透水係数が小さくなり、密度が低くなると透水係数が大きくなっていくことを表している。これも供試体採取方向の影響は見られなかった。

したがって①～③より、供試体レベルの透水係数は密度によって支配され、要素レベルの透水係数(マイクロ透水係数)に異方性はないといえる。

### 4. ミクロ透水係数とマクロ透水係数

以上より、室内試験から得られる透水係数は、深度に依存しているが、その依存している理由は密度が深度方向に不均質に分布しているからである。実地盤は多層により形成されているため、密度の不均質性が透水性に与える影響があると考えられる。よって実地盤では透水方向と密度の分布の仕方が重要であると考えられる。

そこで図-1 のような層状地盤では、鉛直方向は密度の大きいところの透水係数、水平方向は密度の小さいところの透水係数が支配すると考え、実地盤の透水係数をマクロ透水係数として考察した。その結果を図-7 に示す。右上の円で囲まれた三点が今回の実験値で、左の各点は現場において測定された値である。対角線が  $k_v = k_h$  を表しているため、今回プロットしてある全ての値がそれより上部にあることから、層状地盤としてのマクロ透水係数では透水異方性が確認できた。

### 5. まとめ

廃棄物処分場に使用される遮水層造成工事などにおいて、マクロ透水係数を知る必要性が向上している。そのためには、今回の研究のように、地盤統計学を駆使して、マイクロ透水係数の値とその分布を詳細にすることが基本である。

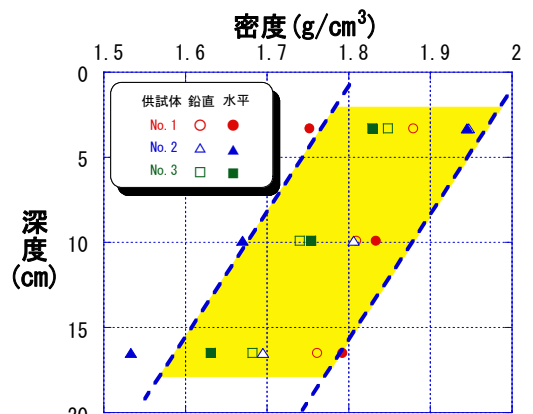


図-4 密度と深度の関係

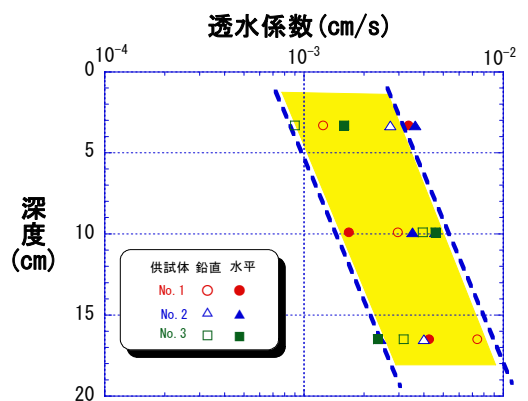


図-5 透水係数と深度の関係

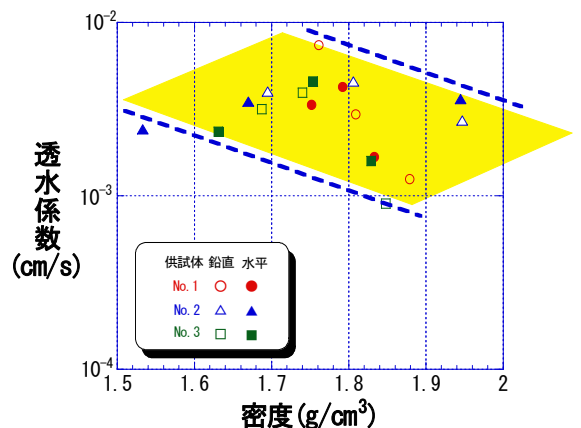


図-6 密度と透水係数の関係

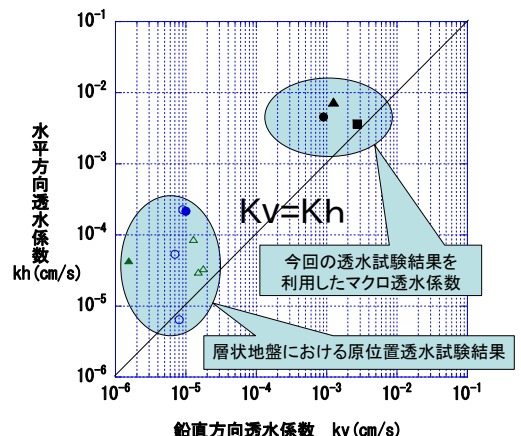


図-7 既往データ(現場)との比較