

ドレーン材の目づまり特性

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
岡山大学大学院 学生員 ○森脇 和司
戸田建設(株) 正会員 上山 一彦
岡山大学工学部 正会員 河野伊一郎

1. はじめに

ゆるい砂質地盤に地震が発生した場合、液状化が起こり、地盤上の構造物に被害を及ぼす。この対策として用いられるものの一つにグラベルドレーン工法がある。この工法は、グラベルドレーン杭を造成することで、地盤の透水性を高め、過剰間隙水圧を早期に消散させて、地盤の安定化を図ろうとするものである。しかし、ドレーン材中に原土が流入すると目づまりを起こし、ドレーン材の透水性が低下して、その機能を失ってしまう恐れがある。そこで、本研究では、ドレーン材の目づまりに関する実験を行い、間隙水圧の変化により目づまり機構を解明するとともに、ドレーン材の間隙を固化させた供試体を切断し、実際に原土が流入する間隙の分布状態を調査する。

2. 実験概要

実験で用いた試料は、原土として木更津の山砂、ドレーン材として5号砕石、6号砕石、7号砕石及び5号砕石と7号砕石の混合砕石の4種類であり、各々の粒径加積曲線を図-1に示す。

(1) 繰り返し目づまり実験

試験モールドに一定水圧をツインタイマと電磁弁を用いて断続的に与え、透水時の試料内部の間隙水圧と流量を測定することにより、試料各部分における透水性の変化を調べた。実験装置の全体図は図-2に示す通りで、試験モールドは内径24cm、長さ50cmの亚克力円筒である。

(2) 目づまり透水試験

原土として用いた山砂を定量的にドレーン材内に数種の割合で均一に目づまりさせ、透水性の変化を調べた。各ドレーン材の全間隙に対する間隙比0.9の山砂の体積百分率を目づまり率とし、定水位透水試験装置を用いて実験を行った。

(3) 間隙分布の測定

原土が流入するドレーン材の間隙を調べることによって各ドレーン材の目づまりに対する効果を示そうとした。実験装置の全体図は図-3に示す通りで、ドレーン材の間隙を白色ポルトランドセメントで固化させ、切断し、その切断面の間隙の分布状態を調査した。試験モールドは、上下二段になっており、ドレーン材を詰める下部モールドは内径10cm、長さ20cmであり、白色ポルトランドセメントを投入する上部モールドは内径10cm、長さ12cmである。

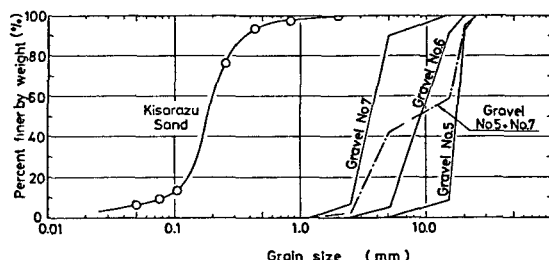


図-1 粒径加積曲線

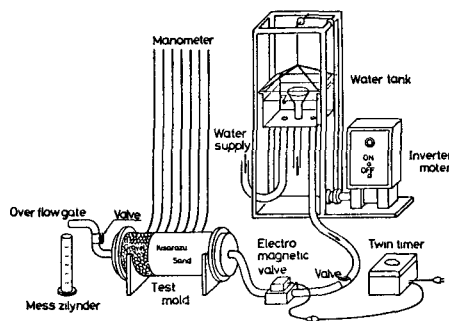


図-2 実験装置全体図

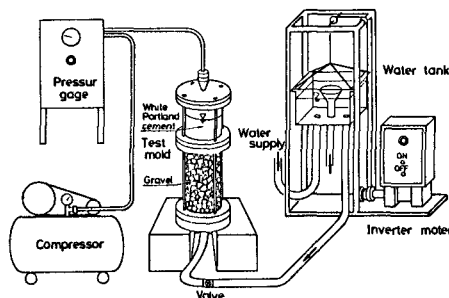


図-3 実験装置全体図

3. 結果及び考察

(1) 繰り返し目づまり実験

この実験で求めた目づまり長は、間隙水圧の変化によるものであり、従来からの供試体側面を目により観察する目づまり長に一致してはいないが、試料内部の目づまり状態を知ることができる点で、その信頼性は高いと考えられる。

各ドレーン材の目づまり状況は次のようである。5号砕石は山砂が流亡してしまい、ドレーン材としての機能を果たさなかった。6号砕石は目づまり長が2～3cmであった。7号砕石と混合砕石は目づまりがほとんどなかった。

(2) 目づまり透水試験

実験結果を図-4に示す。この図から、5号砕石と7号砕石は目づまり率40%から、6号砕石と混合砕石は目づまり率60%から透水係数が急低下する。したがって、6号砕石と混合砕石の方が透水性を維持するのに適していると考えられる。

(3) 間隙分布の測定

切断面の各間隙面積を10mm²毎に階級に分割し、その頻度を測定した。この階級を等価円内径の階級に修正した頻度分布とその累積相対度数の領域及び各粒径加積曲線を図-5に示す。この図から、各分布のモード値における累積相対度数の領域がドレーン材のD₁₀～D₂₅に対応していることがわかり、従来からフィルター基準に用いられてきたD₁₅をドレーン材の間隙の大きさを代表する指標として用いることができる。

また、原土の目づまりに関係する代表粒径の決定を次のような実験で行った。プレートに内径1mm～5mmの穴を開け、その上に山砂を置き、水を浸透させた後、目づまりを起こすかどうかを調べた。その結果、D₈₅の粒径を基準として、その10倍程度の内径があれば目づまりが生じることが確認された。

4. まとめ

フィルター材の選定基準には、次の2つの条件がある。

- (1) 土粒子が流出してしまうほどに粗すぎない粒径
- (2) 透水性を確保できるほどの粗い粒径

これらを考慮し、実験結果より判断すれば、原土が山砂の場合では、ドレーン材として混合砕石が最適である。

また、間隙分布の測定から、原土及びドレーン材の代表粒径を用いて、次式がえられた。

$$\frac{D_{F15}}{D_{B85}} < 1.0$$

D_{F15}：通過百分率が15%のフィルターの粒径

D_{B85}：通過百分率が85%の原土の粒径

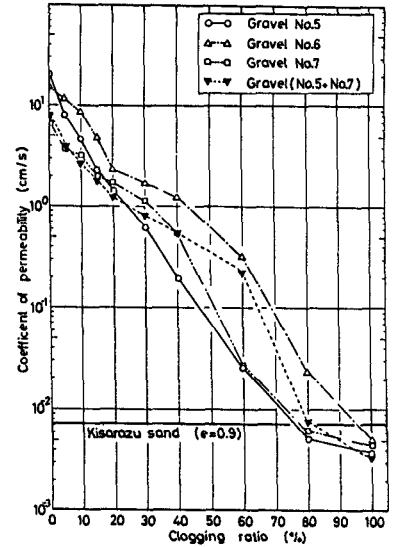


図-4 透水係数の変化

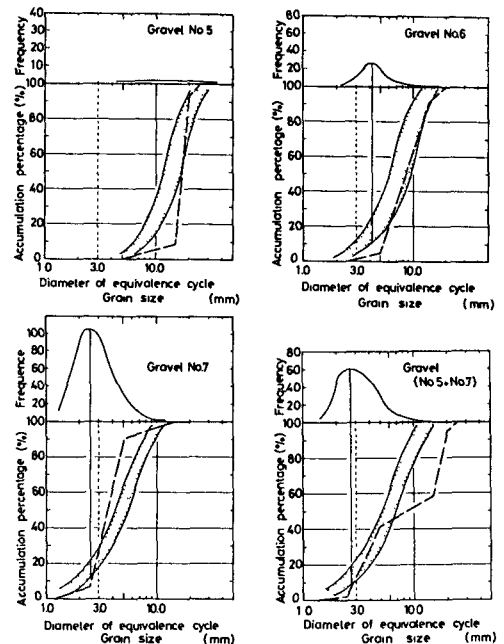


図-5 粒径と間隙の関係