

前橋泥流堆積物からなる地盤の透水性に関する研究

(株)黒岩測量設計事務所 ○正会員 設楽 信昭
 群馬大学工学部建設工学科 フェロー 鶴飼 恵三
 (株)黒岩測量設計事務所 正会員 樋口 邦弘
 (財)群馬県建設技術センター 正会員 武井 上巳

1. まえがき

群馬県は中央部に榛名山や赤城山が、また、西北部の長野県境には浅間山や白根山が聳えるなど活火山の多い県である。特に浅間山は、現在も噴煙が認められるなど活発な火山活動を続けている。この浅間山は今から2万1千年ほど前に大規模な火砕流や泥流が発生し、吾妻川から利根川に流下したことが知られている。

利根川沿いに広く堆積したこの泥流は前橋泥流堆積物と呼ばれており、その露頭を利根川沿いの急崖でよく観察することができる。この地盤はN値 10 前後の粘性土の土質特性を示すことから、その特異性が考えられ、地盤調査および、研究を行ってきた。今回、現場透水試験と室内透水試験を併せて実施し、これらから得られる透水係数の検証を行った。これらの結果をまとめて報告する。

2. 前橋泥流堆積物の粒度組成より推定される透水係数 k

前橋泥流堆積物の粒度特性を把握するため、標準貫入試験の試料およびブロックサンプリングの試料を用いて粒度試験を行った。この結果は図-1 の粒径加積曲線に示すように粒径 0.075mm 以下の細粒分を 30%程度混入する土であり、前橋泥流堆積物はその成因を併せ分類すると火山灰質砂と言える。20% 粒径(D₂₀)は図-1 から D₂₀ = 0.02 ~ 0.04mm で、Creager の図表を用いて透水係数を求めると、透水係数は $k = 4.0 \times 10^{-5} \sim 1.75 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ となる。

このように粒度組成からは、透水性の低い土質と言える。

3. 現場試験および室内試験による透水係数 k

深度 3.5m、深度 5.0m、および深度 10.0m の 3 箇所のボーリング孔において、現場透水試験を行った。孔内水を汲み上げ、その水位回復と時間の関係を図-2 に示す。各深度で得られた透水係数はそれぞれ、3.5m 孔で $k = 6.13 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 、5.0m 孔で $k = 1.03 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 、10.0m 孔で $9.07 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ が得られた。

汲み上げによる水位低下の小さい 3.5m 孔と 5.0m 孔の透水係数は、おおよそ $k \approx 1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ と非常に低い透水性を示した。また、10.0m 孔においては水位低下を約 6m と大きな水位差を与えたためか $k \approx 1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ と深度の浅い 2 孔に比べ約 10 倍大きな透水性を示している。

以上、ボーリング孔を用いた現場透水試験では、シルトまたは砂-シルト-粘土混合土に対比される非常に低い透水性を示す土質に相当する。

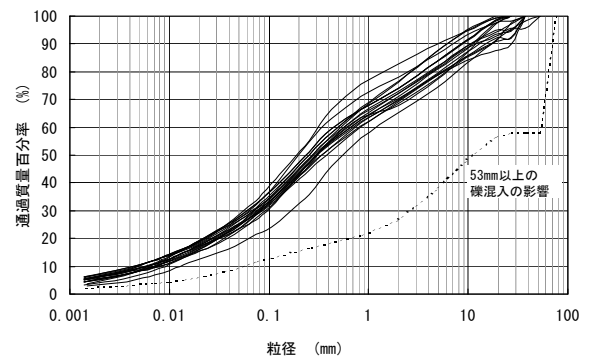


図-1 粒度試験結果一覧図

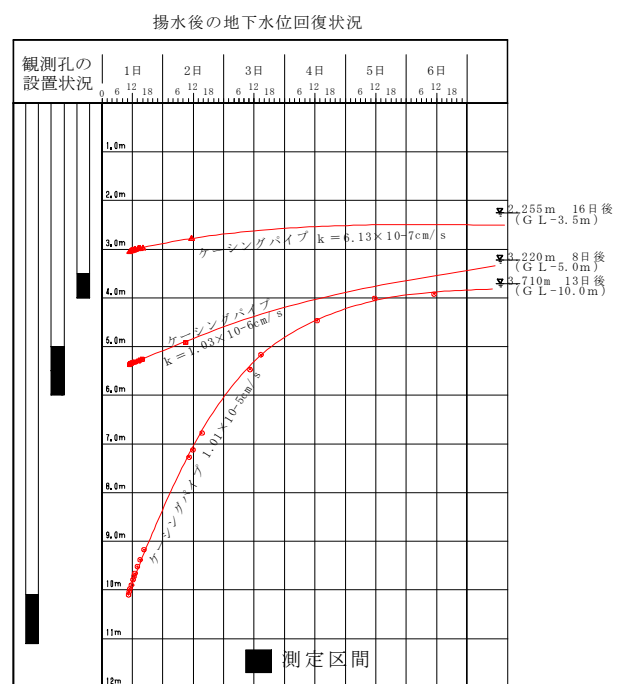


図-2 現場透水試験結果

キーワード：前橋泥流堆積物,透水係数,粒度特性,現場透水試験,室内透水試験

連絡先：〒371-0044 群馬県前橋市荒牧町 547 (株)黒岩測量設計事務所

現場透水試験を行った3孔の平衡水位は、3.5m孔で深度2.255m、5.0m孔で深度3.220m、10.0m孔で深度3.710mを示している。これら3孔から15mほど離れた地点で、深度5.5m、底面8m×13mのテストピットを掘削した。

掘削深度はこれらの平衡水位よりも低くなるものの、本地盤からの湧水はなく、三週間の放置期間において、3孔とも地下水位の変化はほとんど認められなかった。

一方、深度5.5mで採取した供試体を用いた変水位法による室内透水試験結果を図-3に示す。この図に示す透水係数は三軸圧縮試験の供試体を用いた各圧密圧力段階での結果を基に15°Cにおける校正を行った値である。この図から、平均圧密圧力Pを20kN/m²から150kN/m²に変化させた場合の透水係数はPが大きくなるに従い、 $k=3 \times 10^{-5}$ cm/secから $k=1 \times 10^{-6}$ cm/secに低下していく傾向を示す。

P≒100kN/m²では、 $k=1 \sim 2 \times 10^{-6}$ cm/secに集中するようになる。

このように、P≒100kN/m²では室内透水試験は現場透水試験とよく一致する結果が得られた。以上のことから、前橋泥流堆積物は、実質上、不透水層と見なせるほど透水性の低い地盤と言える。

4. 前橋泥流堆積物の特性

前橋泥流堆積物は電子顕微鏡写真の観察結果0.1μm前後の丸みのある微粒子が化学的結合(いわゆるセメンテーション)し、大きな団粒状構造をなす固結した地盤の特性を持っている。このことは、現地調査や室内土質試験で得られる次の現象をよく説明しているものと考えられる。

- ① テストピット内でのブロック試料採取時において、礫を取り除いた時に礫と土塊の間から水が滲みだしてくるのみで、周辺の土粒子内では間隙水の浸出が認められなかったこと
- ② ブロック試料採取時に供試体の作成が容易なほど固結していること
- ③ 三軸CU試験時に明瞭なせん断面が確認できたこと
- ④ 圧密試験から圧密降伏応力が認められたこと

また、同じ電子顕微鏡写真から、間隙は幅1μm前後と極めて微細な状態を呈している。

このような特徴を有する本層の乱さない地盤や試料を基に実施した現場透水試験や、室内透水試験においては、微細な間隙に含まれる間隙水の移動が極めて悪く、その結果として透水係数が $k \approx 1 \times 10^{-6}$ cm/secと非常に低い透水性を示したものと考えられる。

一方、粒度特性から透水係数は $k=1 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-5}$ cm/secとなる。これは、未固結な状態の粒子の構造に加え、粒度分布の良い土としての評価から出たものである。

5. まとめ

前橋泥流堆積物は電子顕微鏡写真から0.1μm前後の丸みのある微粒子が化学的結合(いわゆるセメンテーション)と1μm程度の間隙の集合体としてできた固結地盤と判断される。このため、現地盤は透水係数が $k \approx 1 \times 10^{-6}$ cm/secと非常に低い特徴を示す。このような地盤において粒度特性から求まる透水係数は $k=1 \times 10^{-4} \sim 4 \times 10^{-5}$ cm/secとやや高い透水性を示した。これは、電子顕微鏡写真からみられる固結した地盤の構造と、未固結な粒子の構造には差異があり、未固結な粒子の場合は透水性が大きくなることを示していると考えられる。

以上から、本層のように固結した地盤に対し、粒度特性からのみ透水性を考える場合には、地盤の微細な構造を考慮し、さらに周辺の既存の透水係数を加味し、総合的に判断していく必要がある。

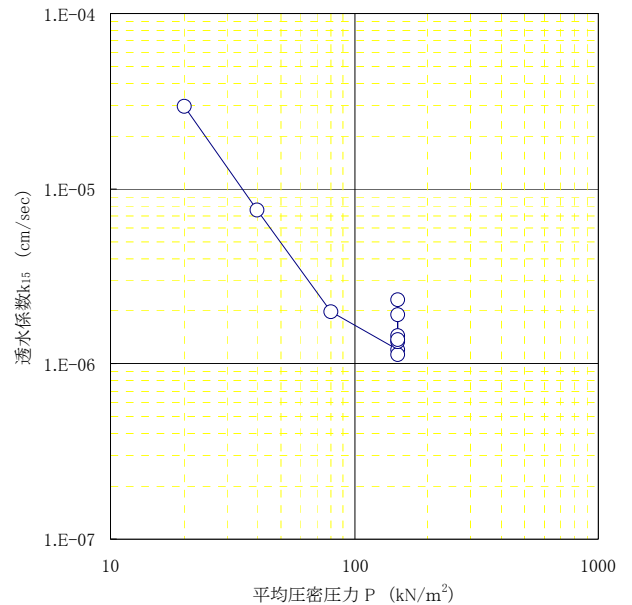


図-3 室内透水試験結果