

しらす地盤における飽和不飽和浸透流解析

鹿児島大学 学生員 田畑 賢児
 鹿児島大学 正会員 山本健太郎
 鹿児島大学 正会員 北村 良介

1. はじめに

しらすは、鹿児島県本土の 50% に及ぶ広範囲に分布している。大口市、鹿屋市周辺の河川沿いの低平地には、比較的浅所に N 値が 30 以上の良好なしらす支持層が見られる場合がある。この場合の基礎形式を直接基礎とするが、良好な支持層であっても掘削底面で地盤の軟弱化を生じる場合がある。そして、下部工高の変更、基礎形式の変更などの設計変更を生じる例が多く、実施計画上の難題となっている。本報告では、鹿児島県内での現場計測工が実施された矢板掘削に対して、飽和不飽和浸透流解析を実施している。そして、矢板背面及び基礎部の流速を把握するとともに、施工法の妥当性を確認するものである。

2. 現場計測¹⁾

現場計測の詳細は参考文献 1) にゆずる。本報告では、概要についてのみ述べる。対象地盤は、図-1 に示すように左端部から約 5.6 m の所に約 9 m の鋼矢板を使用している。細粒砂層は、標準貫入試験値 $N=3$ 程度の全体的に均一な細粒砂層で、含水比が高く軟質化している。砂礫層は、礫径 1~3 cm の垂円礫を含む砂礫~礫層で、礫混入率は 60~80% となっている。

3. 解析方法

解析手法としては、2次元飽和不飽和浸透流解析²⁾を用いた。今回の解析では、降雨や潮汐の影響を考慮しない非定常 2次元断面飽和不飽和浸透流解析を行った。飽和不飽和浸透流の基礎方程式は、不飽和領域において圧力水頭変化による間隙率の変化が生じないものと仮定し、連続の式とダルシー則より次式のよう表される。

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k(\varphi) \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k(\varphi) \frac{\partial \varphi}{\partial z} + k(\varphi) \right) = (C(\varphi) + \alpha S_s) \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad \alpha = \begin{cases} 0: \text{不飽和領域} \\ 1: \text{飽和領域} \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $S_s = dn/d\varphi$: 比貯留係数、 $C(\varphi) = d\theta/d\varphi$: 比水分容量、 n : 間隙率、 θ : 体積含水率、 φ : 圧力水頭である。 $C(\varphi)$ は圧力水頭の増分に対する、体積含水率 θ の変化を表し、浸透が進行して飽和状態になると $C(\varphi) = 0$ となる。その時、(1)式は飽和領域内の浸透の支配方程式となり、(1)式を適当な境界条件の元で解けば、飽和不飽和浸透流の挙動を知ることができる。また、本解析で用いた透水係数はしらす層と細粒砂層に対しては粒径がそろっており、粒径から求まる一般値³⁾を使用した。砂礫層については一義的に決定することは問題があると考えたの

で、しらすの透水係数を基準にし、鉛直・水平方向透水係数比 k_v/k_h を 1.0, 0.5, 0.1 と変化させた。また、砂礫層としらす層の透水係数比 k_{gh}/k_{sh} を 10, 100, 1000 倍と変化させた合計 9 ケースについて解析を行い、計算された水位低下量、湧水量が、実測値と近くなるケースから透水係数の推定を行った。

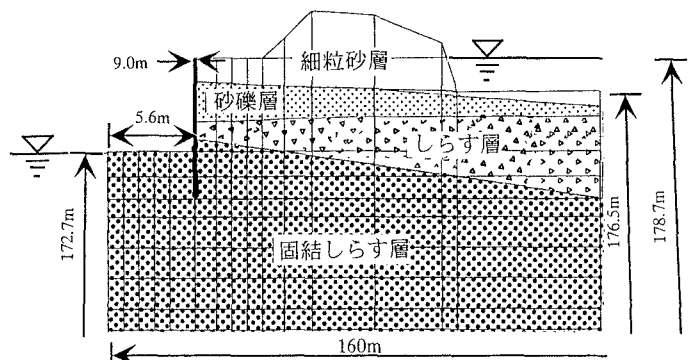


図-1 解析モデル

4. 結果と考察

透水係数比、及び砂礫層の透水係数を変化させて、解析を行った結果、実測値に最も近い解析ケースの組み合わせは、砂礫層としらす層の透水係数比 $k_{gh}/k_{sh}=100$ 、 $k_v/k_h=0.5$ であった。解析結果を図-2～6に示す。図-2, 4 はそれぞれ 15 分、24 時間後の流速ベクトル、図-3, 5 は対応する時間での圧力分布を示している。また、図-6 は全ケースの湧水量をプロットしたものである。流速ベクトルを見てみると砂礫層や、矢板下部で大きな流速が生じていることが分かる。24 時間以降のケースも解析してみたが、流速にはあまり変化は見られなかった。最大流速は矢板下部付近において、15 分後 5.42×10^{-4} cm/s、24 時間後 4.88×10^{-4} cm/s となり、時間の経過とともに落ち着いてきていることが分かる。よって、これまでの解析結果を見てみると比較的妥当なものが得られ、不明確な土質パラメータを推定することができたと考えられる。

5. 終わりに

本報告では、当該下部工工事における施工法の妥当性を検討するために、第一段階として飽和不飽和浸透流解析を実施した。今後は、これらの結果を用い、浸透力を考慮した応力変形解析または、支持力解析を行う予定である。

【参考文献】 1) 清水一成：浸透流を考慮した支持力解析に関する基礎的研究，平成 10 年度鹿児島大学大学院修士論文，1999.3. 2) 赤井他：有限要素法による飽和-不飽和浸透流の解析，土木学会論文報告集，No.264，pp.87-96，1997.8. 3) 地盤工学会九州支部：九州・沖縄の特殊土地盤の設計と施工，pp.123-136，1995.8.

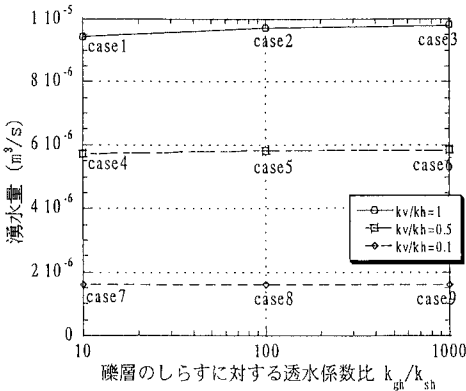


図-6 砂礫の透水係数と湧水量

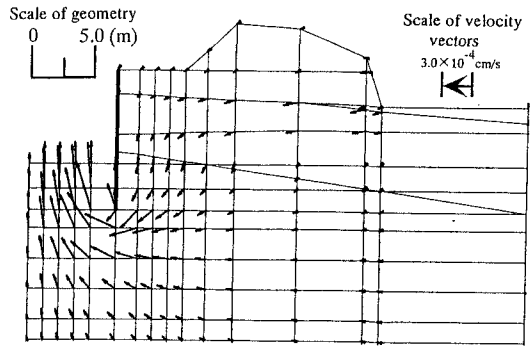


図-2 流速ベクトル (15 分後)

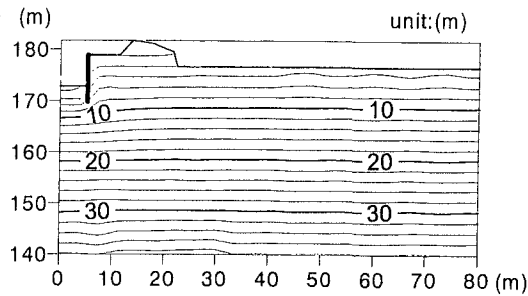


図-3 圧力分布図 (15 分後)

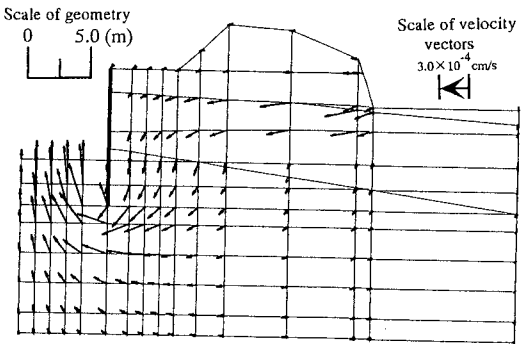


図-4 流速ベクトル (24 時間後)

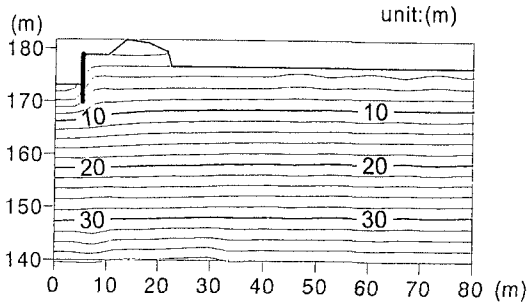


図-5 圧力分布図 (24 時間後)