

Ⅲ-405 高盛土造成地における地下水状態の数値解析

名古屋大学工学部 学生会員 向出 剛一
 名古屋大学工学部 正会員 植下 協
 名古屋大学工学部 正会員 大東 憲二

1. まえがき

近年各地で宅地造成工事が行われているが、山地部から平野部へ移行する場所において、周辺尾根部を掘削し谷部を盛土して宅地を造成する場合も多くなっている。このような造成工事では、しばしば高い盛土になる場合があり、盛土の安定性、施工法、施工管理などについて総合的に検討し、対策を立てることが必要となる。本研究では、岐阜市岩田坂東洞地区の高盛土を例にとり、高盛土の安定性に重要な影響を与える高盛土内の地下水位を、有限要素法を利用した2次元飽和・不飽和浸透解析¹⁾によって求めて、このような解析を行う上で注意すべき点を考察した。また、降雨条件や地盤状態の違いによって、高盛土完成後の地下水位がどのように変動するかも検討した。

2. 高盛土のモデル化

今回、安定上問題となった高盛土の断面を図1に示す。盛土は3層から成り、その間に集水ドレーンが設置される。盛土の基礎地盤である洪積砂礫層までを解析範囲とし、

表1 地盤モデルの透水係数

地盤区分	透水係数 (m/s)
洪積砂礫層	1.0×10^{-4} 5.0×10^{-5} 1.0×10^{-5}
盛土	1.0×10^{-6}
盛土斜面の表層	1.0×10^{-8}
集水ドレーン	1.0×10^{-2}

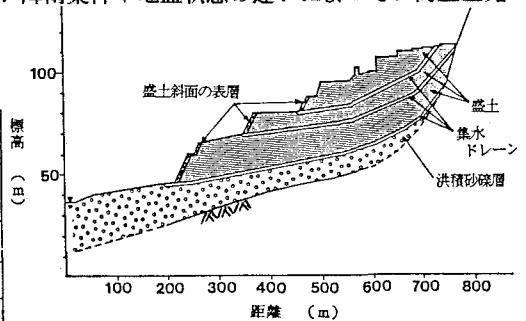


図1 高盛土の構造

節点総数924、要素総数880のメッシュに分割した。洪積砂礫層、盛土部、盛土斜面の表層部、および集水ドレーンの飽和透水係数は、表1に示す値を仮定した。ここで、洪積砂礫層の透水係数は、盛土の基礎地盤の透水係数の違いによる解析結果への影響を調べるために、原位置透水試験結果のばらつきも考慮して3種類の透水係数を仮定した。また、地盤および盛土材料の不飽和浸透特性を表すサクション (ψ) ~ 体積含水率 (θ) と、比透水係数 (K_r) ~ 体積含水率 (θ) の関係は、本来ならば実験によって、洪積砂礫層、盛土部、盛土斜面の表層部、および集水ドレーンのそれぞれについて求めるべきであるが、このような実験は容易ではないため、今回の解析では図2に示すような不飽和浸透特性を仮定した。

地表面からの最大降雨浸透量は、盛土の透水係数と等しい $1.0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ とした。今回解析に用いた降雨条件は、盛土完成後の定常水位を決定する場合には、昭和51年～昭和60年までの過去10年間の平均降水量(1932.1mm/年)を仮定し、表面流出量と蒸発散量を考慮してその1/3が地下に定常的に浸透するとした。また、その盛土完成後の定常水位を初期水位として、豪雨時の盛土内の最高水位を求める場合には、長良川の堤防が決壊した昭和51年9月7日～16日の集中豪雨(最大日降水量344mm/日)を与えた。

3. 解析結果

基礎地盤の透水性の違いにより解析ケースを表2に示すように分け、それらの結果を図3に示した。盛土完成後の定常水位をみると、Case 1～4の水位は洪積砂礫層の中にあり、左端にある古池の水位(境界条件)とほぼ等しい。これは、この解析で用いた程度の降雨では、水位はほとんど上昇しないことを示して

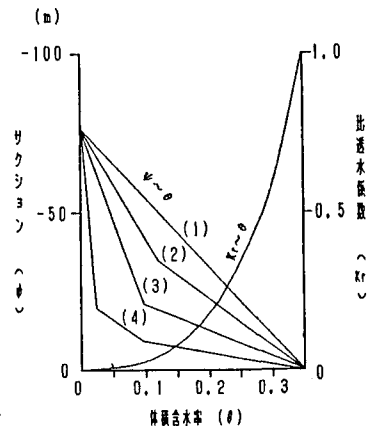


図2 解析に用いた不飽和浸透特性

いる。しかし、Case 5、Case 6の水位はかなり上昇しており、特に集水ドレーンを設置していないCase 5では、盛土内部まで水位は上昇している。これらの傾向は、盛土の透水係

数よりも洪積砂礫層の透水係数の方が大きいためと、不透水層の上に地下水が集まるためであると思われる。以上より、今回の盛土は、基礎地盤の洪積砂礫層の透水性が水位に大きな影響をおよぼすことがわかった。

また、洪積砂礫層の透水係数を $1.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ に仮定し、ドレーンを設置しない場合の豪雨時の非定常計算結果を図4に示す。このような事態となった場合には、一層目の盛土は安定上かなり危険な状態となる事が予想される。しかし、集水ドレーンを設置した場合の解析では、水位はあまり上昇しなかった。

ここまでの解析は、解の収束の良い $\psi \sim \theta$ の直線近似(1)を用いているが、不飽和浸透特性の影響を調べるために、今回の地盤に近いサンプルデータをもとに推定した(4)の近似²⁾や、その中間の(2)、(3)を用いて解析を行った。非線形の強い(3)、(4)の関係をを用いた解析では、今回のモデルのメッシュサイズが粗いためか解が発散してしまったが、(2)の関係をを用いた場合には解は収束した。図4の場合の不飽和浸透特性を(2)に変えた場合の結果を図5に示す。図4と図5を比べると、(2)の関係をを用いた場合が(1)の関係をを用いた場合よりも水位の上昇速度が小さくなっている。つまり、不飽和浸透特性は、非定常計算において降雨直後の解に大きな影響を及ぼすが、時間が経つにつれてその影響が小さくなっている。

4. まとめ

本研究を通して解ったことを、以下に述べる。

- 1) 対象とした高盛土では、基礎地盤の洪積砂礫層の透水係数が盛土内の水位をほぼ決定するので、その推定には十分な注意が必要である。また、高盛土における集水ドレーンの有効性も確認した。
- 2) 地下水状態の解析における不飽和浸透特性の影響は、非定常計算においては、特に降雨直後の段階で解に影響を大きく及ぼす。
- 3) 計算の収束状態に影響を与える要因と考えられるのは、不飽和浸透特性の強い非線形性とメッシュサイズである。

参考文献

- 1) 土質工学会・中国支部：浸透問題の数値解析法、講習会テキスト、1987。
- 2) 西垣 誠、楠見和紀：不飽和土の浸透特性の評価に関する考察、土質工学会 不飽和土の工学的研究の現状シンポジウム、1987、pp.179-186。

表2 解析ケース

降水条件	ドレーンの有無	洪積砂礫層の透水係数 (m/s) (盛土 = 1.0×10^{-6})		
		1.0×10^{-4}	5.0×10^{-5}	1.0×10^{-6}
10年間平均降水量の1/3の定常浸透	無有	Case 1 Case 2	Case 3 Case 4	Case 5 Case 6

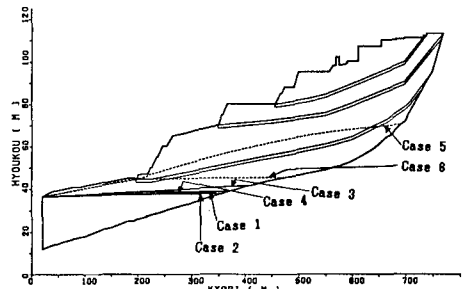


図3 定常計算解析結果

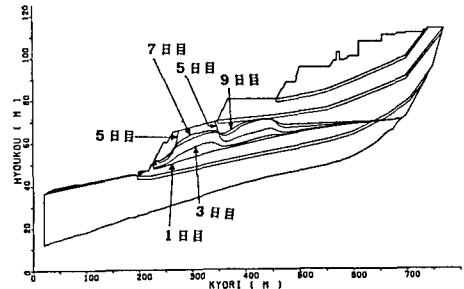


図4 非定常計算解析結果 (1)

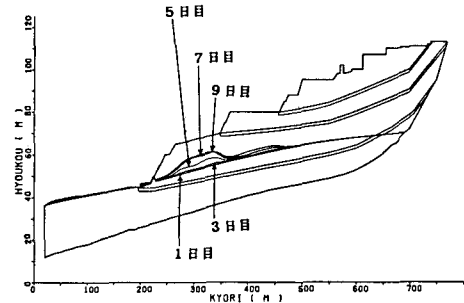


図5 非定常計算解析結果 (2)