

Ⅲ-110

融雪による斜面の地下水位変化と水抜きボーリングの評価

東京電力(株) 送変電建設本部 正会員 矢野康明
清水建設(株) 和泉研究室 正会員 ○鈴木 誠

1. はじめに

新潟県の風化凝灰岩からなる魚沼層斜面では、鉄塔基礎周辺に地すべり防止工を施工し、地下水や地盤変位などの計測管理を行っている。対象とする斜面では、水抜きボーリングを設置しており、融雪等による期間も含め地下水位の変動や排水量の経時変化が観測されている。昨年度は、単純な斜面における地下水位変動を考慮した浸透・応力の連成解析を実施し、地盤変位を予測するための基礎的な検討を行った¹⁾。本研究では、現状での地下水位変動を実測データとシミュレーション結果を比較することにより、境界条件と水抜きボーリングのモデル化を検討する。さらに、長期の供用期間中に発生する可能性がある水抜きボーリングの目詰まり等の影響を検討するため、地下水位の変動をシミュレートする。

2. 解析モデルと解析条件

解析は、図-1に示すような鉛直2次元の有限要素モデルを用い、飽和・不飽和浸透流解析により行う。対象としている土層は、表層土を含む厚さ6mの風化凝灰岩層であるが、ここでは下部の砂岩層6mもモデル化している。斜面に埋め込まれた法尻方向への水抜きボーリングは、マニング式により求められる滴水状態と等価な流量を流出できる2次元要素の透水係数 $1.5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ としてモデル化する。風化凝灰岩層の透水係数は、注水法と室内変水位試験からは $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{ m/s}$ の結果が得られている。そこで、 10^{-6} m/s と設定し、常時の水抜きボーリングからの実測排水量をシミュレーション結果と比較することにより、妥当性を検証する。また、砂岩層も注入法から同様の透水係数が得られているので、その結果より風化凝灰岩層の透水係数と同様とする。融雪による涵養量は、融雪量 27.0 mm/day の20%が表面流失したとして地表面からの流入境界とする^{2),3)}。また、斜面上部は鉄塔基礎上部の水抜きボーリングが機能していることから集水井内の実測水位を境界水位とし、斜面下部は地表面から1mの深さの位置に境界水位を仮定する。

水抜きボーリングに目詰まりが生じた状態は、ここでは等価透水係数を1オーダー低い $1.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ と仮定する。また、このときには鉄塔基礎上部の集水井の排水管に目詰まりが発生し、水位が地表面まで達した状態を想定する。

3. 計測結果との比較

融雪がない常時の定常解析から、水抜きボーリングからの排水量は $1.06 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s/m}$ と算定された。水抜きボーリングが6mピッチに設置されたことを考慮すると、 $2.8 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s/m}$ の実測データとシミュレーション結果とはほぼ同等の排水量となっている

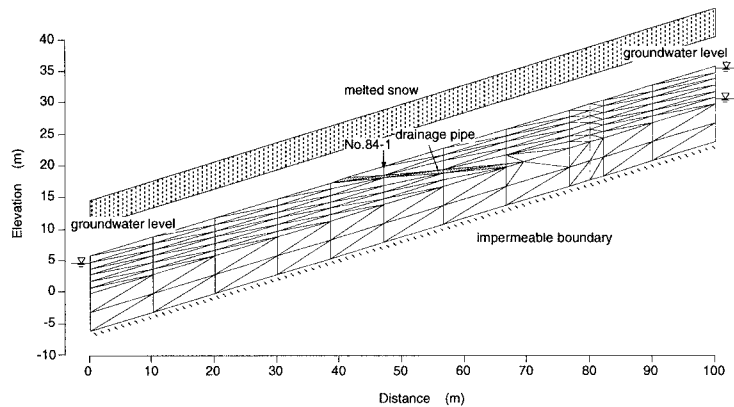


図-1 解析モデル

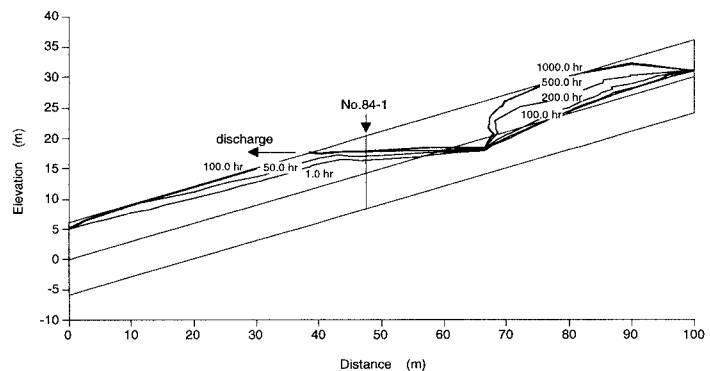


図-2 融雪による地下水位の経時変化

ことから、風化凝灰岩層の透水係数や水抜きボーリングのモデル化が妥当であると考えられる。融雪期の非定常解析では実際の涵養期間が不明なため、とりあえず定常状態に至るまで一定の涵養量が持続すると仮定している。図-2に地下水位の変化と図-3の実線に排水量の変化を示す。約100時間後には水抜きボーリングより下部地盤は飽和状態に至り、約500時間後に上部地盤も飽和状態となり定常となる。さらに排水量も約500時間後に一定値となり、定常となっていることがわかる。実測データとの比較のために、図-5に1991年5月から1993年7月までのNo.84-1の観測孔水位を示す。1991年9月に水抜きボーリングが設置されて以降、地下水位は常時GL-4.0mくらいであり、1992年と1993年の融雪期にはGL-2.0mくらいまで上昇している。また、水抜きボーリングが設置により融雪による地下水位の上昇が抑えられ、水位降下も早くなっていることがわかる。解析結果では地下水位の上昇に着目しており、100時間後にGL-2.5m位まで上昇していることから実測データとの対応もよいと考えられる。次に、水抜きボーリングに目詰まりが生じた場合の地下水位の変化を図-4に、排水量の変化を図-3の破線に示す。約50時間後には水抜きボーリングより下部地盤は飽和状態に至り、約100時間後に上部地盤も飽和状態となる。また、排水量は約300時間後に一定値となっているが、水抜きボーリング近傍の地盤は約1000時間後まで地下水位が上昇し、No.84-1の観測孔水位はGL-1.0mまで上昇することがわかった。

4. まとめと今後の展開

水抜きボーリングが設置された斜面において、融雪に伴う地下水位変動のシミュレーションを実施し、実測データから涵養量や涵養期間などのモデル化がほぼ妥当であることがわかった。さらに、水抜きボーリングの目詰まり等の影響による地下水位変動を検討した。今後は、地下水位の降下も検討するとともに、これらの地下水の変化を考慮した浸透・応力の連成解析を実施し、斜面の計測管理に役立てていく予定である。

参考文献

- 1) 福島・矢野・鈴木・本多：融雪に伴う変形解析に関する基礎的研究，土木学会第49回年次学術講演会，III-443，pp.876-877，1994.
- 2) 石川・小島・本山：熱収支法，及び単純な気象要素による表面融雪量の予測について，低温科学 物理編，No.44，pp.63-75，1985.
- 3) 小川・和田・岩部・平松：濁沢地すべり地での融雪水量と地中への浸透水量との関係，地すべり学会研究発表講演集，Vol.27，pp.100-103，1988.

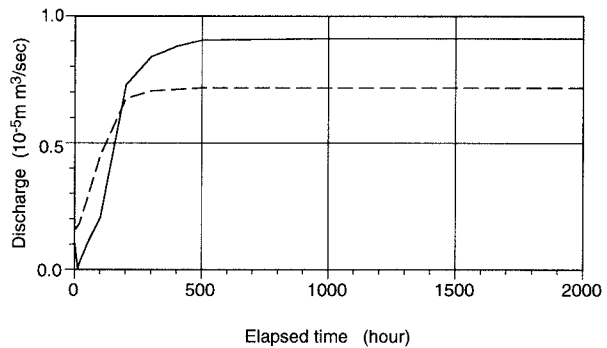


図-3 融雪による排水量の経時変化

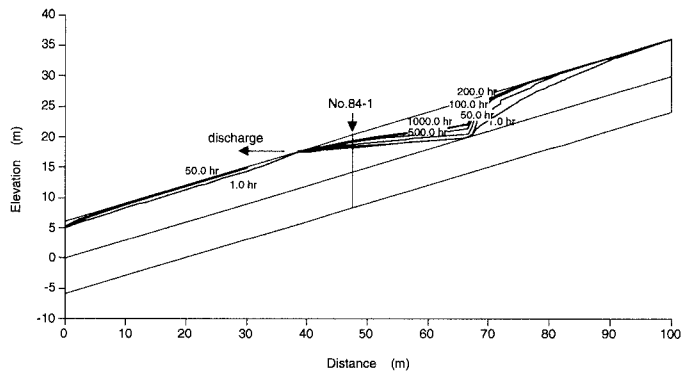


図-4 目詰まり時の地下水位の経時変化

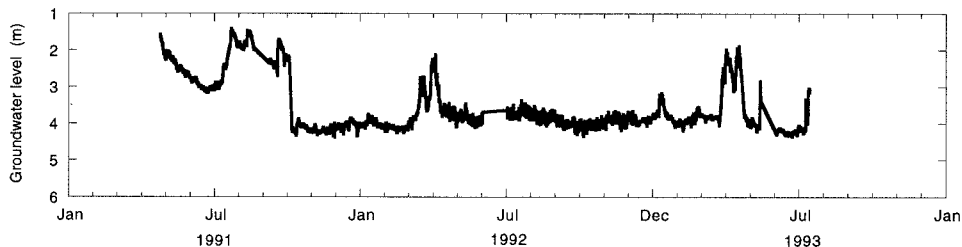


図-5 観測孔水位の経時変化