

亀の瀬地すべりの地下水賦存機構

Study of Groundwater Distribution at Kamenose Landslide

野口 隆, 大西民男 (国土交通省近畿地方整備局)

林 義隆*, 太田英将 (有限会社太田ジオリサーチ)

Takashi NOGUCHI, Tamio OHNISHI

(Kinki Regional Development Bureau

Ministry of Land Infrastructure and Transport)

Yoshitaka HAYASHI, Hidemasa OHTA

(Ohta-GeoResearch Co., Ltd.)

キーワード：地すべり，地下水，排水トンネル，流量観測，GIS，維持管理

Keywords: Landslide, Groundwater, Drainage tunnel,

Groundwater flow observation, GIS, Maintenance

1. はじめに

亀の瀬地すべり(国土交通省直轄地すべり対策事業,大阪府柏原市)では,地下水排除工として,集水井40基,排水トンネル7本等を施工している。

本研究は,排水トンネル内に40箇所の堰を設置し,渇水期と豪雨後の流量を比較して,地すべり地内に賦存する地下水の性状を明らかにしたものである。

観測を実施した排水トンネルに排出される地下水は,地すべり土塊内の自由地下水と,地すべり地外の深層水に大別でき,両者は降雨後の地下水排水状況に明瞭な差異がみられ,今後地すべり対策を進める上での基礎資料を得ることができた。

2. 亀の瀬地すべりの水文地質構造

亀の瀬地すべりの水文地質は図2-1に示すように,下位より,難透水層の堆積岩,裂力水型の不動層安山岩(一部花崗岩,被圧水),難透水性のすべり面付近粘土及び火山砕屑岩,透水性の地すべり土塊(安山岩岩塊,自由水)に大別できる。

地すべり素因としての地下水は,主たるものは地すべり土塊中の自由水であり,安山岩・花崗岩中の裂力水が一部関与していると考えられる。

3. 排水トンネル内流量観測

排水トンネル内に写真のような堰を設置し,トンネル内で流量観測を行った。流量観測位置と観測結果の例(7本のトンネルのうち2号排水トンネル)を図3-1,図3-2に示す。

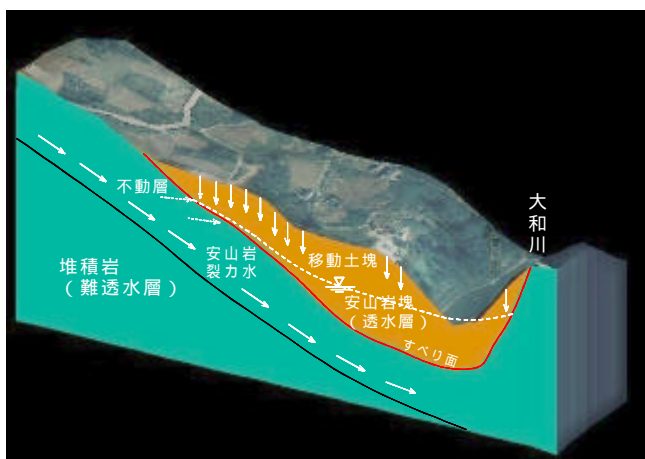


図2-1 亀の瀬地すべりの水文地質構造概念図



写真-1 排水トンネル内に設置した流量観測堰

豪雨時と直前の渇水期のトンネル内に排出された地下水の状況は大きく異なり、次のことが判明した。

図 3 - 1 は排水トンネル内に設置した堰と堰の間に排出された区間排水量を取りまとめたグラフである。堰 2-3 区間は地すべり土塊の安山岩塊の地下水を排除している区間である。この区間では、降雨前の流量は 4 ℓ/分と少なく、降雨直後(最大日雨量 128 mm 3 日間雨量 172.5 mm)は、72 ℓ/分に急増している。これは降雨が直接地すべり土塊に地下水として涵養され、地下水排除工によ

て排水されたことを示している。

一方堰 2-4 区間は地すべり土塊よりも下位の不動層安山岩中の裂力水を排水している区間である。この区間での排水量は、降雨前後を通して 14.5 ℓ/分~16.0 ℓ/分であり、ほとんど変化がない。これは降雨による直接的な涵養水ではないことを示しており、恒常的な被圧地下水であると考えられる。

これらの傾向は、その他の排水トンネルでも認められたため、亀の瀬地すべりで排除している地下水を下記の 2 パターンに分類した。

・地すべり土塊中に賦存する自由地下水

降雨との相関が非常によく、降雨後 1~2 日以内に地下水排除工に排出される地下水である。降雨による地すべりの安定度変化に直接影響する地下水。

・基盤岩の節理や亀裂に賦存する裂力水

地すべりより下位の安山岩や花崗岩の節理・亀裂に賦存する。降雨との相関は悪く、ほとんど反応しないか、降雨後数日かけて緩やかに流量が変化する。亀の瀬地すべりの場合は、短期的な降雨による安定度の変化にはほとんど関与していないと考えられる。

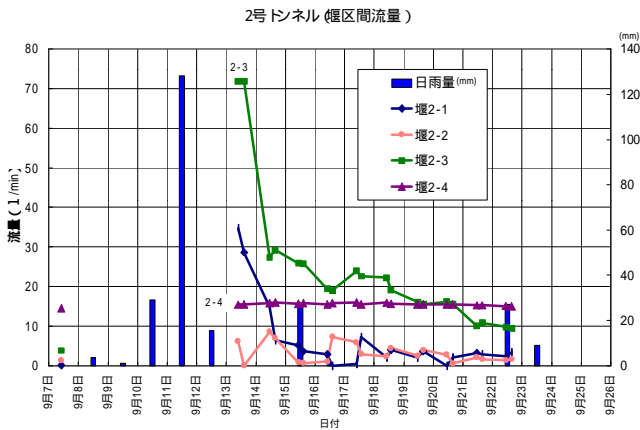


図 3 - 1 2号トンネル堰区間流量

2号排水トンネル本線

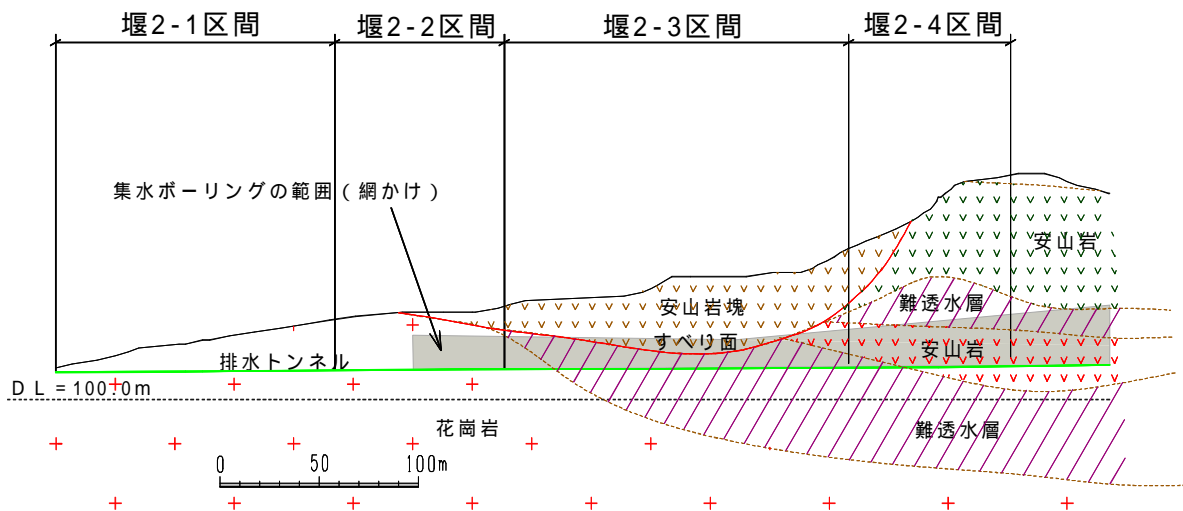


図 3 - 2 2号排水トンネル断面図と堰区間位置

4. 地下水賦存形態と対策への適用

前項で区分した2種類の地下水賦存形態と、降雨時の地下水排除量をまとめて示したのが図4-1である。なお、流量観測結果をとりまとめるにあたって、各施設からの流量をそのまま用いても、施設の延長やボーリングをしている範囲が違うため比較が行いにくい。このため、比流量という概念を用い、各施設に集水範囲（集水ボーリングが到達している平面上の範囲）を設け、排水量をこの集水範囲で割った集水範囲1㎡あたりの排水量で表現することにした。

$$\text{比流量} = (\text{各施設の排水量}) \div (\text{各施設の集水ボーリング範囲})$$

次に、図4-1の結果と地形・地質、すべり面形状などの因子とを比較した。比較に当たっては、排水トンネルからの集水ボーリング位置や方向、スライムの状態、湧水期、降雨期の湧水状況など、すべて電子化し、GISシステムとして検索・閲

覧できるように整備し、詳細な検討を可能にした。検討結果

全般的な状況

地すべりブロックの外よりも内側のほうが一般に比流量が大きい（滞水層の透水性の違い）。

比流量と地形・地質の関係

地すべりの西側には花崗岩が分布するが、この地域に近い集水ボーリングにはスライムが非常に多い。

地すべりブロック境界や地すべり地内の谷の部分での排水量が多い。

比流量とすべり面等高線の関係

すべり面等高線の谷部やすべり面を横断するような施設での排水効果が大きい（図4-2）。すなわち、すべり面が地すべり土塊の不透水基盤となっており、そこを流れる地下水を有効に排出できるような配置を行っている施設の効果が大きい。

すべり面と地質の関係（図3-1参照）

降雨時湧水量の多い集水ボーリングは、地すべり土塊内の降雨による地下水上昇分を排出してい

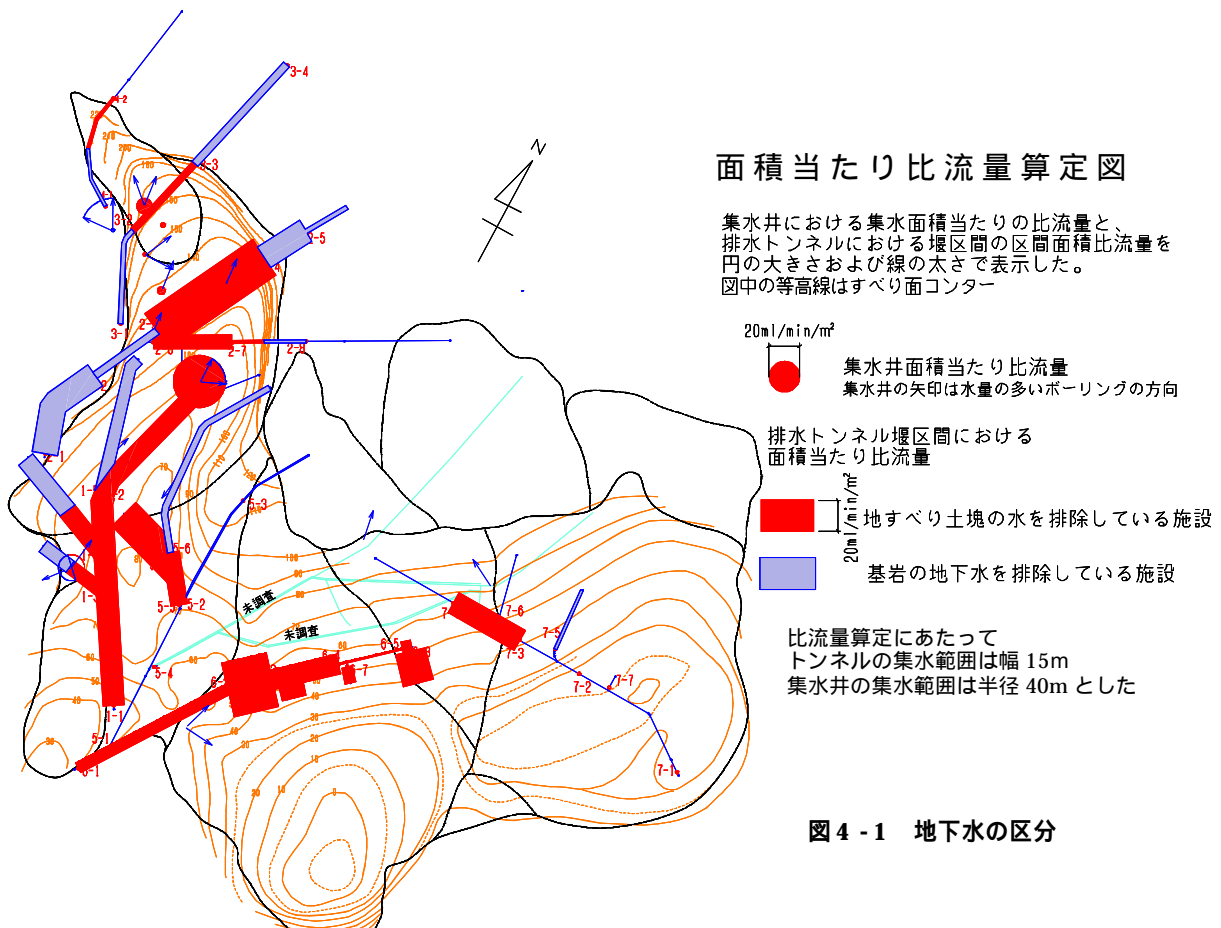


図4-1 地下水の区分

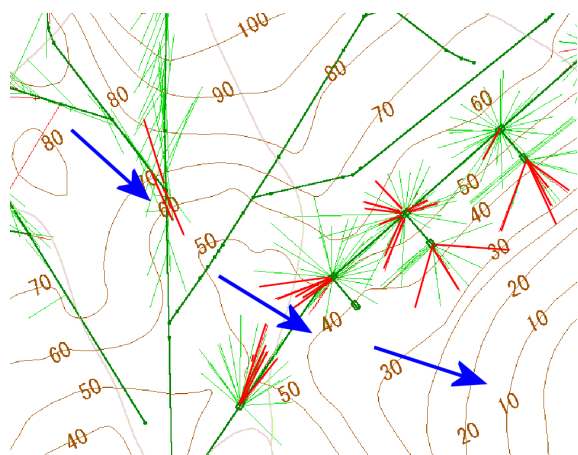


図 4 - 2 すべり面等高線が谷状になったところの集水ボーリングの排水量が多い

るものである。また、地すべり外の基盤からの集水ボーリングの水量は少なく、恒常的な地下水(岩盤中の深層水)を排出している可能性がある。

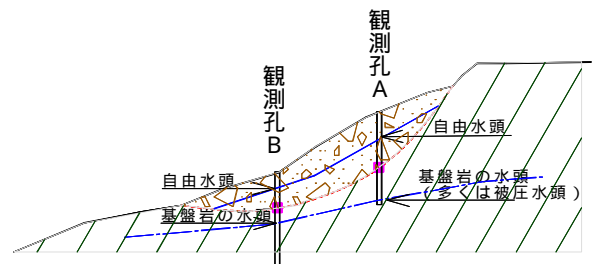
以上の結果と、地下水観測による水位変動結果を総合することによって、今後の効果的な地下水排除計画を立てる基礎資料とする事ができた。

5. 今後の課題

今回の検討では、地すべり地で排除している地下水の性状を場所毎に区分する事ができ、効果的な地下水排除工の位置選定などの基礎資料を得ることができた。これには排水トンネル内で流量観測を行うなどの基礎的な調査と、GISなどを用いた空間情報を処理する作業の双方を有機的に用いることが重要であることがわかった。

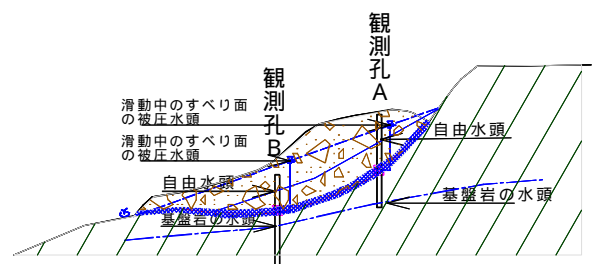
なお、今回の成果では、地すべり地に賦存する地下水を流量観測結果を基に2つに区分したが、一般に地すべり地の地下水は、地すべりが滑動し始めると図 5 - 1 のようにすべり面とその付近に発生した亀裂を通して、頭部付近の水頭がすべり面に作用し、すべりの不安定化を助長する役割をはたすと考えられ、地すべりの停止期と滑動期ではすべり面に作用する間隙水圧が異なる可能性も持っている(自由水的挙動から裂力水的挙動への変化)。

今後はこのような地下水挙動の質的变化についても注目して、対策計画に役立てていきたいと考えている。



■ 間隙水圧計；水頭は自由水頭より低い

地すべり休止期間 亀裂が閉塞し、すべり面付近の間隙水圧はあまり変化しない



■ 間隙水圧計の水頭は自由水頭より高い

地すべり活動期 亀裂が開口し、すべり面付近の間隙水圧はつながった亀裂を通る水頭に規定される

図 5 - 1 地すべりの活動度の違いによる間隙水圧の変化の模式図