

Ⅱ－63 豊牧地すべり排水トンネルの計画と効果

建設省新庄工事事務所 正会員 原 義文

1. はじめに

豊牧地すべりは、昭和37年から建設省直轄で対策事業を行っている大規模地すべりである。その対策の主体を成す排水トンネルとこれに繋がる集水井の多くは完成し、近年地下水位低下の効果が徐々に現れてきている。そこで、排水トンネルを含めた地下水排除工の計画と地下水位の低下の実態、並びに地下水位低下による安全率の上昇効果について報告する。

2. 豊牧地すべりの概要

豊牧地すべりは山形県北部の大蔵村にあり、東北裏日本の第三紀層地すべりに属している。今回排水トンネルを施工したブロックは豊牧集落が存する約70haの区域であり、長さ950m、幅650m、すべり面深度20～40m、地表面傾斜は8～9°となっている。地質は新第三紀中新世の砂岩、泥岩を基盤とし、その上に第四紀洪積世の砂礫やシラスが覆う構造となっている。この地すべりには図1に示したように岩盤すべり、二次すべり、一次すべりが考えられている。

3. 排水トンネルの計画

この地すべりで排水トンネルを基幹とした地下水排除工が採択されたのは、すべり面が深く、地表面が緩傾斜であるという条件下で確実に排水を行うためであった。排水トンネルの位置と集水井の配置は、地すべり全体の安全率が当面の目標値 $F_s = 1.1$ になるように計画された。表1に $F_s = 1.1$ を確保するために必要な地下水位低下量を計算した結果を示した。この表より、少なくとも平均3.7mの地下水位低下が必要であることが分かる。また、地下水の流入方向の追跡調査結果より地すべり区域外から地すべり頭部への地下水の流入が激しいことが判明し、地すべり頭部での地下水排除が必要であることが分かった。そこで、これらの条件を満足する排水施設の規模と配置を、地下水の浸透及び流動を表現する数値シミュレーションを用いて検討した。その結果、図2に示した施設配置を得た。

表1 安全率と必要水位低下量

	HWLでの安全率(F_s)	安全率1.1 確保の為の地下水位低下量 (m)
岩盤すべり	1.009	3.61
一次すべり	0.982	3.70
二次すべり	1.001	2.85

頭部だけの排水ではブロック中部の地下水位が十分に低下しないので、中部にも排水トンネルと集水井を配置した。数値シミュレーションに用いた基礎方程式は水の連続式と、Darcy則に従った平面二次元、断面二次元の地下水流動の基礎方程式である。計算に用いた係数は表2の通りである。また、集水井の排水量は頭部シラス地域で1基当り $Q = 450\text{l/min}$ 、中部風化砂岩地帯で $Q = 100\text{l/min}$ とした。

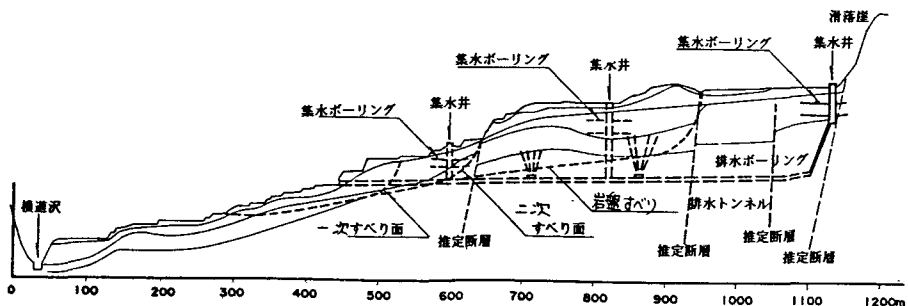


図1 豊牧地すべり縦断面

4、排水施設の効果

以上の施設配置計画にしたがって排水トンネル、集水井を順次整備してきており、昭和61年までに地すべり中部の集水井以外についてはほぼ完成した。そこでこれらの施設の効果を確認するために施設配置前のHWLと昭和61年5月のHWLとの水位差を水位低下等量線図（図3参照）で表した。この図より水位低下量は全体に計算値を上回っており、特にブロック上部での水位低下量が多いことが分かる。この結果を地すべりの主割線上での安全率で評価してみると表3のようになり、この段階で当面の安全率を達成していることが分かった。そこで、この段階以降の計画では相対的に地下水位低下量の小さかった中部、末端部の集水施設を充実させ、本来の目標安全率 $F_s=1.2$ をめざすこととした。

表2 地盤の透水係数と比貯留量

土 層	透水係数 (m/s)	比貯留量 (1/m)
シラス地帯	14.38×10^{-4}	1.50×10^{-1}
クッションゾーン	11.42×10^{-4}	5.00×10^{-2}
〃	4.58×10^{-4}	5.00×10^{-2}
風化砂岩地帯	1.48×10^{-4}	2.93×10^{-2}

5、まとめ

以上の結果から豊牧地すべりのような大規模な地すべりに対しても地下水排除工だけで十分安全率が確保され得ることが分かった。ただし、豊牧地すべりの場合は土壌の透水性が良いという条件も大きく影響していると思われる。また、数値シミュレーションより実際の地下水位の低下が大きく現れた原因としては、透水係数や比貯留量が実際の値と異なっていたことなどが考えられ、今後、詳しく検討したい。

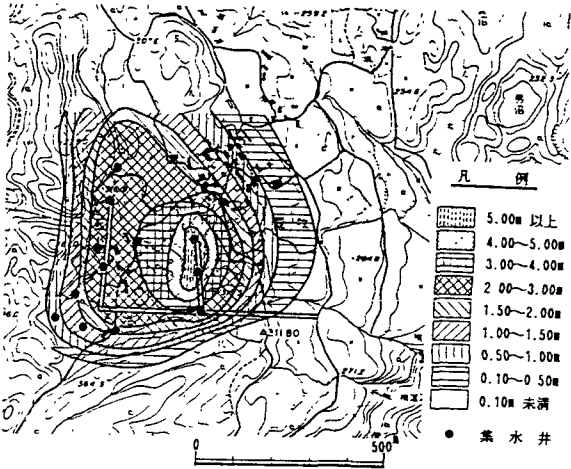


図2 施設配置計画と水位低下予測

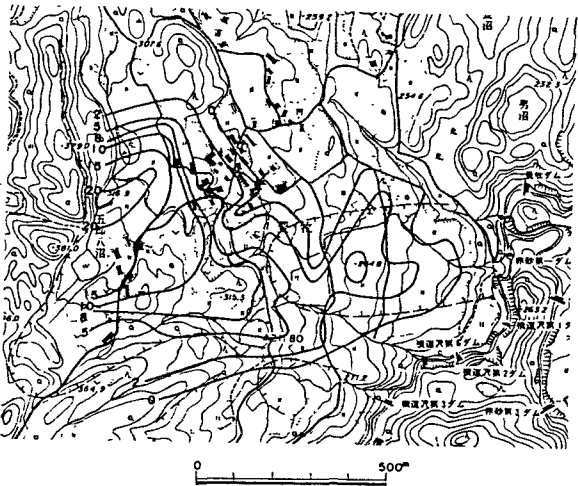


図3 地下水位低下等量線図

表3 安定計算結果

すべり区分	s54,5(Fs)	s61,5(Fs)
1次すべり	1.00	1.09
2次すべり	1.00	1.13
岩盤すべり	1.00	1.16