

63 地下水位シミュレーションによる地下水排除工の効果の予測

京都府立大学農学部 日浦啓全

京都大学防災研究所 佐々恭二

まえがき 地すべり地における地下水排除工事は杭工、切取・盛土工等の直接的な抑止工に比して工費的にも安価であるばかりでなく、どのような潜在的なすべりに対しても防止効果があり、安全な対策と考えられる。この研究ではこれまで行ってきた排水効果の定量的な評価に対する試み⁽¹⁾⁽²⁾をさらに進めたものである。対象とした地すべり地は大阪府柏原市の亀ノ瀬地すべり地(図1)である。

1. タンクモデルによる地下水位のシミュレーション

タンクモデルの構造を決定するために、地表面に降った雨はその一部が地表、川、表面排水路を流下し、他は各地層内を流下して斜面の地下水を涵養するものと基岩内に浸透するものよりなると考え図2(1)のように地盤内の様子をイメージし、数個の流出孔をもつタンクを考えた。図2(2)の上部タンクに日雨量を入れ日蒸発量を差し引く。上部タンクの流出孔より与えられる下部タンクの水位が観測孔の水位ともっともよく合致するように最小自乗法により次式の定数A,Bを決定した。ただし、上部タンクの最上段の流出孔より出る水は大部分が表面流出となり $\frac{1}{5}$ が地下水成分となると考える。計算水位 $=A \times (\text{下部タンクの水位}) + B$ シミュレーションを実施した観測孔の番号は4622、4712、4713、5709、5710、5310の6つである(図1)が、それぞれの観測孔についてA,Bを決定した。計算は深基工等の工事の影響のない期間(ほぼ一年)を選んで実施し、排水工事等による多量の湧水により水位変動が生じなかったと仮定した場合の水位を算出した。表1には各観測孔ごとのA,B値およびシミュレーションの期間を示す。

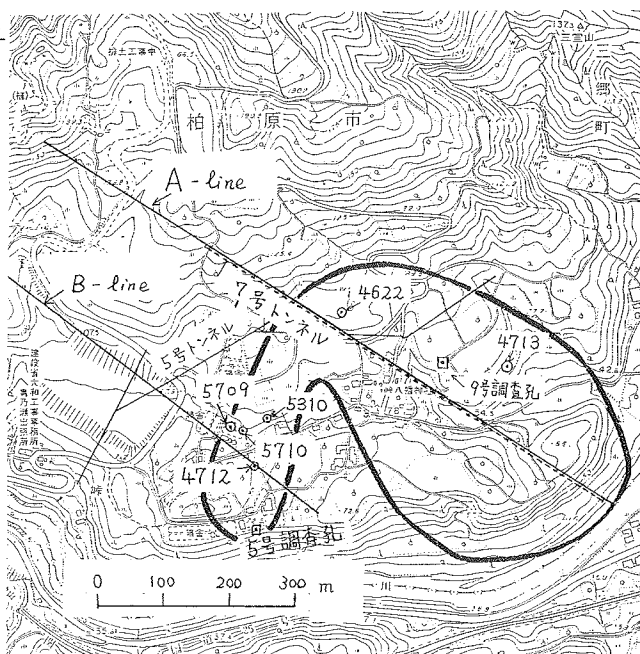


図1 亀ノ瀬地すべり地における地下水位低下ゾーン

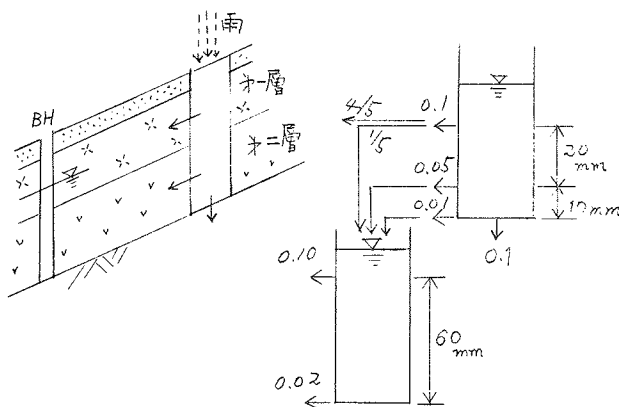


図2 タンクモデルのイメージ(1)と用いたモデル(2)

ろ. 地下水排除工の効果について 図3(1)~(3)には

No.4622, 4712, 4713 についてのシミュレーションの結果を示す。いずれについても相対的な水位の差(Bの差)や水位の変化の様子(Aの差)は異なるが排除工による湧水による水位低下(※)、その後のグラウトによる水みちの閉塞に伴う水位の上昇(※)等について類似の動きが示され

表1 A,B値およびシミュレーションの期間

観測孔	A	B	シミュレーションの期間
4622	-0.111	62.98	1973.5.1 ~ 1981.12.31
4712	-0.067	41.18	1973.5.1 ~ 1983.11.12
4713	-0.121	34.61	1973.5.1 ~ 1983.11.12
5709	-0.205	24.35	1983.5.1 ~ 1983.11.12
5710	-0.083	55.79	1983.5.1 ~ 1983.11.12
5310	-0.075	34.06	1982.1.1 ~ 1983.11.12

ている。また、4622において1976年1月~76年2月にかけての期間にみられる水位の急減は9号排水トンネルの工事によるものと考えられる。次に図3(4)~(5)にはNo.5709, 5710についての結果を示すが図中には1983年度における5号調査孔よりの湧水(1500 ℓ /min.)による水位の変化が示されている。5709と5710とはほぼ同一地点における深度の異なる観測孔(5710はすべり面より孔底が深く、5709は直上

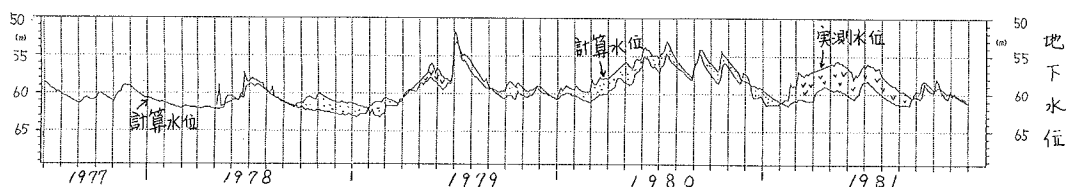
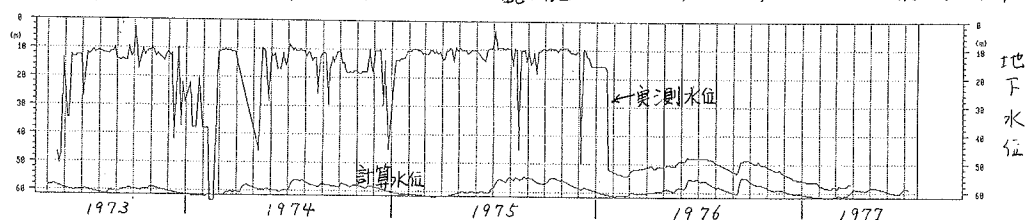


図3(1) No.4622の結果

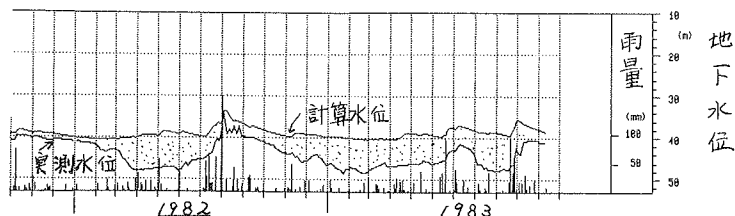
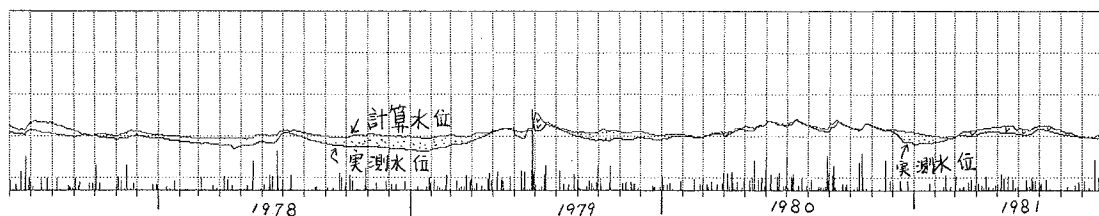
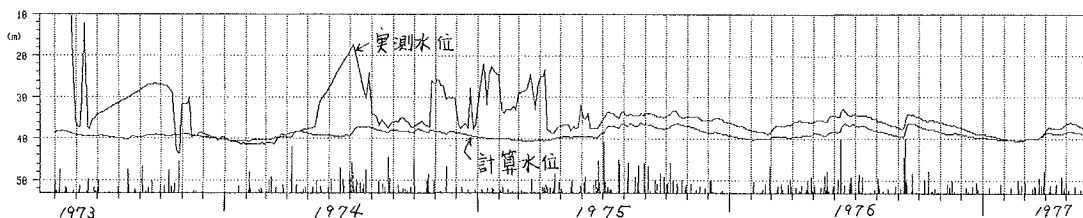


図3(2) No.4712の結果

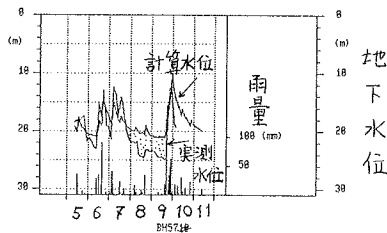
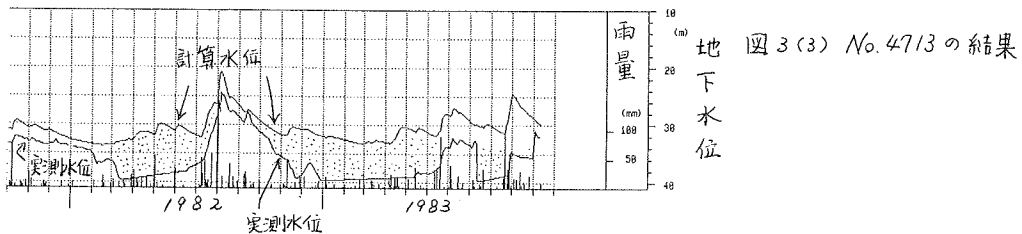
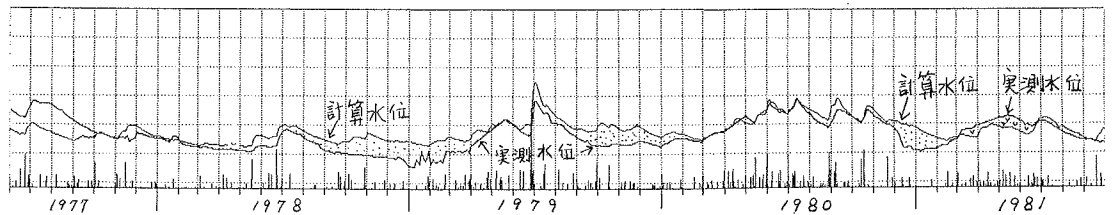
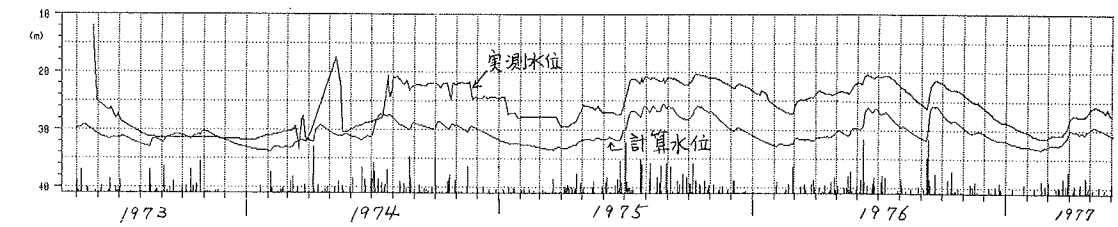


図3(4) No.5709の結果
(8~9月の水位低下は5号調査孔よりの湧水)

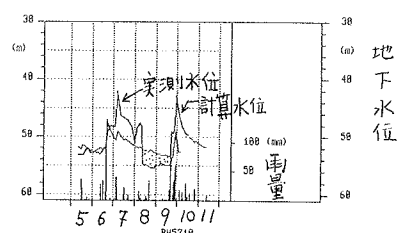


図3(5) No.5710の結果
(8~9月の水位低下は5号調査孔よりの湧水)

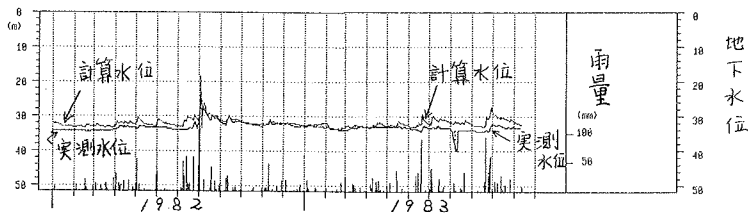
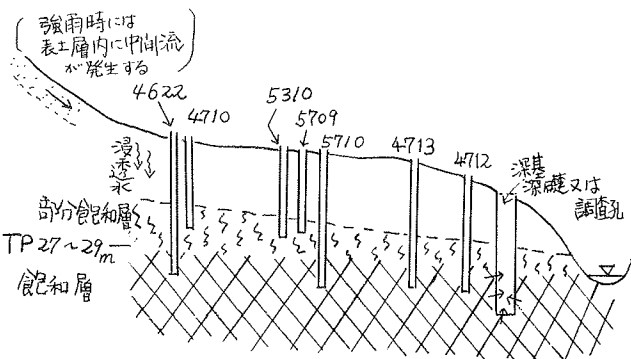


図3(6) No.5310の結果 (1983年8月の水位減少は9号調査孔よりの湧水による)

にある)である。図3(6)にはNo.5310の結果を示すが9号調査孔よりの湧水(1200ℓ/min.)による水位の減少が認められる。以上のべてきたように深基工等の工事にとりまう湧水や排水トンネルの工事によって生じる地下水の変化がタンクモデルによるシミュレーションによって定量的に把握できることが明確となったと思われる。したがって他の地下水調査等の結果を総合し、工事等による水位変化の影

3. 地盤内の地下水の挙動 これまでに実施されてきた地下水調査やシミュレーションを実施した各観測孔における水位の変動の考察をもとにして亀ノ瀬地すべり地峠地区の地下水の挙動について図4の模式図に従ってのべる。本地すべり地内には大和川断層に共役な方向(図1のA、B-line)の割断断面が存在し、地盤が破碎され多数のクラックが存在する。大和川の平水位は0点高さ、TP=27.2mであるが、この高度以下の地層は広範にわたって飽和されていると考えられる。クラック群の透水性に比べて動水勾配は小さく応力は常に連続しているためにある場所での水圧変化は速かに他の部分へ伝達される。しかしこの層内の地下水の量は豊富なため飽和層上面(TP=27~29m)の水位を下げることは困難である。したがってこの層にまで入っている観測孔の水位の変化に類似性が強くなる。例えばNo.4622、4712、4713については1980年の4号深基工の湧水の際には、いずれの観測孔もTP=27.0~28.5mまで水位が低下している。またNo.5709、5710、5310等はTP=27~29mの飽和層までは達していないが、飽和層の水圧低下と排水によって孔底近くまで水位は低下している。このように水圧および水位の低下は峠地区全体に伝播されるために、破断面の発達しているところではボーリングが深い場合も浅い場合もその影響が出ている。一方、飽和層の上方部は部分的に飽和しているため、一部の破断面を水が流動しておりクラック群の透水性に比べて動水勾配が大きく応力の伝達は相対

図4 峠地区地下水模式図



的に悪い。シミュレーションを実施した各観測孔は図1中の地下水位低下ゾーンに含まれていてA、Bラインに沿っていることもあり、いずれも湧水等による水位の変化の様子が明確に表現されている。

引用文献 (1) 佐々他：タンクモデルによる地下水排除の影響評価、昭和58年度沁防学会発表講演集 (2) 佐々他：地すべり地における地下水排除とその効果の評価法について、昭和58年度地すべり学会発表講演集 (3) 佐々、陵田：弾性波変振器を用いた岩盤内の地下水流速の測定、第5回 岩の力学国際シンポジウム講演集(1977年)