

1. はじめに 豪雨時に発生する自然斜面内の崩壊のうちいくつかは地下水に起因していると考えられるものがある。しかしながら山地地下水、とくに花崗岩で構成されている山地の地下水はその賦存状態および降雨時における挙動は、ほとんど調査されておらず、いくつかの推定がなされているのみである。このため、研究者らは、山地内においてボーリング調査を実施し、地質構造を調査するとともに、この孔を利用した孔内水位の測定を昭和49年より実施している。本稿では、この測定結果より得られた孔内水位変動の諸特性を組み込んだ孔内水位モデルを作成し、入力を降雨量、出力を孔内水位とした数値計算を実施し、実測値との比較により、ボーリング孔内水位として示される山地地下水の降雨に対する特性を明らかにしようとするものである。

2. 調査地の概要 本調査地は図-1に示す神戸市灘区青谷地区である。本調査地におけるボーリング孔位置を図-2に示す。地質構造その他については、すでに別の機会で発表済であるため、ここでは省略するが、その概要は以下に述べる通りである。(1)地質は花崗閃緑岩からなり、岩盤のほとんどが軟岩である。(2)断層、および破碎帯が発達している。(3)ボーリング調査地点では、軟岩および酸化亀裂の発達した硬岩が存在し、これらの地点は大きな破碎帯の一部に相当すると考えられる。(4)深さ2mまでの表層部は岩盤も含めて非常に脆弱である。

3. 孔内水位測定結果 図-2に示した各鉛直ボーリング孔において自記記録計により孔内水位を測定した。昭和52年2月までの記録を

図-3に示す。図-3にみられる本地区の孔内水位変動の一般的な特徴としては、(1)降雨との対応がよいこと、(2)水位上昇速度は急速でしかも非常に大きな上昇量が認められることなどであろう。以下においてはこれらの測定結果のうち、No.3孔のみをとりあげてその変動特性および数値計算結果について述べる。

4. No.3孔における水位変動特性

本孔における水位変動特性に関してはずでに別の機会²⁾で詳しく検討した²⁾が、その主なものは(1)降雨継続中または降雨停止後に急激な上昇を示すこと、(2)この上昇過程は1段階のみで終了しピークにいたるものと、一度中休み状態があった後、その後降雨がないにもかかわらず、ゆるやかな上昇を示したのちピークに至る2段階の上昇過程をもつものの2種類があること、(3)同じ水位にありながらピークの違いにより、水位下降速度が異なること、などである。詳しくは別の報告²⁾を参照していただきたい。



図-1 調査地位置図

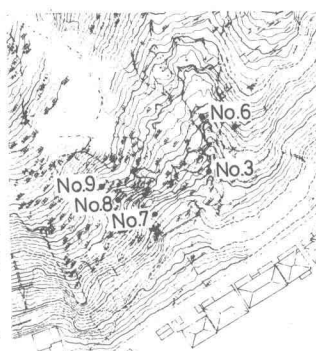


図-2 ボーリング孔位置図

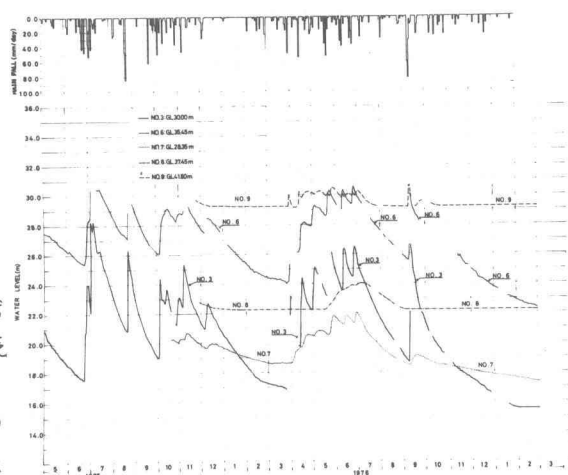


図-3 孔内水位測定結果

5. No.3ボーリング孔水位数値計算モデル

数値計算用のモデル

ルとしては、流出解析用に使用されているタンクモデルを採用し、水位はタンク内水位で表わされるものとした。

5-1 CASE I モデル

このモデルは図-4に示すタンクの

うち①～④までのタンクを使用し、孔内水位は④の水位で表わした。このモデルの特徴は、(1) 4. の特性(1)を表現させるために、①、③のタンクにおいて流出孔A11、

A31. にバルブをとりつけた。このバルブはH1、H3以上に水位が上昇した場合のみバルブが開く構造としたこと、(2) 4. の特性(3)を表わすために、④タンクにおいて、やはりバルブ構造を考え、ピーク水位がH62以上の場合はA62が開き、下

降時に水位がH62以下になればA62が開じるようにした。またピーク水位がH62以下H61以上の場合では、A61が開き、水位がH61以下になれば、A61を開じる構造とした。ことなどである。また①、③と並列にしたのは、2段階上昇を表わそうとしたためである。このモデルに表-1に示した数値を与えて

計算した結果を図-5に示す。10月上旬までは、良好な再現状態を示し、上述したタンクの配置およびバルブ操作の仮定が正しかったことを示しているものと言えよう。しかし、

10月中旬以降は、実測値と異った結果を示していること、④タンクにおけるバルブ操作方式は、その後の実測結果より汎用性のないことが判明したため、このモデルは水位の上昇、

下降特性を再現させる基本的なモデルの設定には成功したが、必ずしも、No.3孔における長期間にわたる孔内水位変動を表わし得ないことも判明した。

5-2 CASE II モデル CASE I の構造を生かすとともに、年間を通した汎用性をもたし、かつ10月中旬以降の修正を行うために、新たに⑦タンクを設置した。このタンクは、孔内水位を示す④タンクには関係はないが、土中の水分量を表わすものと仮定し、バルブ操作用のコントロールタンクとした。すなわち、H1、H3の代りにH72、H71をそれぞれ設

定し、かつ④タンクにおける下降用バルブの開閉は⑦タンクのピーク水位出現前における水位によって操作することにした。これは、土中水分量が下降速度に影響をおよぼすものと仮定したものである。図-4に示すタンク配置に表-1の数値を写えて計算した結果を図-5に示す。10月中旬以降はCASE I に比して良好な再現を示していることがわかる。ただし、秋期におけるH71、H72の値は夏期の値とは異なった値を採用した。このことは、本孔においては夏期と秋期では降雨量に対する反応特性が異なっていることを示すものであろう。今後はこのような計算過程を通じて(1)年間を通した降雨に対する孔内水位の反応特性、(2)現地における水位上昇、下降機構とこれらのモデルで示される機構との関連について考察を進める予定である。

図-4 タンクモデル

	CASE I	CASE II
A10	0.01	0.01
A11	0.50	0.50
A20	0.01	0.01
A21	0.485	0.485
A30	0.01	0.01
A31	0.50	0.40
A40	0.005	0.005
A41	0.30	0.35
A50	0.005	0.005
A51	0.85	0.30
A60	0.0001	0.0001
A61	0.0012	0.0012
A62	0.002	0.0015
A70	—	0.01
H1	85.2	—
H2	10.0	74.0
H3	470.0	—
H4	200.0	200.0
H5	0.0	50.0
H61	830.0	760.0
H62	1,300.0	1,150.0
H71	—	436.0 (400.0)
H72	—	44.0 (40.0)
α	1.45	3.15
β	0.01	0.31

()は1925以降

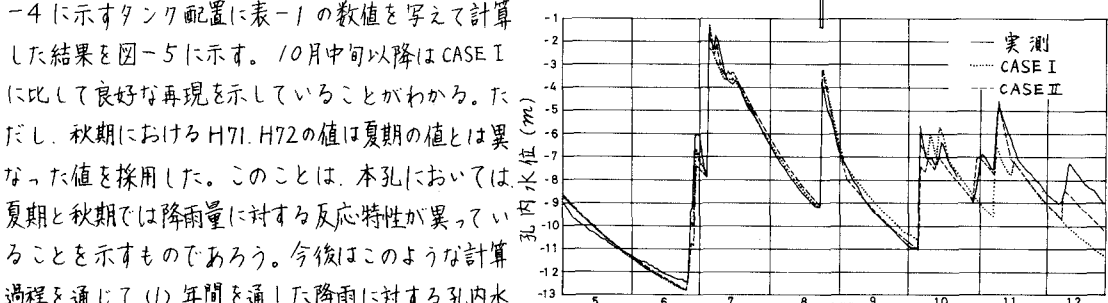
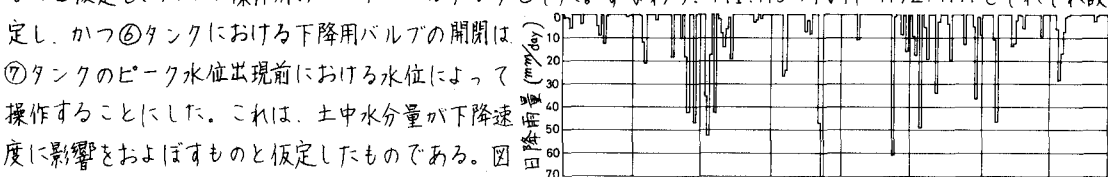


図-5 孔内水位実測値と計算結果(青谷No.3)

参考文献

- 1) 田中茂他：山くずれと地質・地形構造との関連性に関する研究、文部省科学研究費特別研究成果、No. A-51-4、昭和52年4月
- 2) 田中茂他：山地における孔内水位の変動特性、第14回自然災害科学総合シンポジウム、昭和52年8月