

豊橋技術科学大学 学生員 関野 英男
(株) 戸田建設 正員 小林 由委
豊橋技術科学大学 正員 中村 俊六

1. 緒言 本研究は、岩盤浸透流に関連する工学的課題のひとつとして、降雨に伴う地殻変動機構をとりあげたものである。降雨に伴う地殻変動は、地震予知あるいは地震発生伝播機構解明のための地殻変動連続観測においてノイズ成分となるため、この除去法の開発が急がれている。

既存資料および観測資料の豊富な地震観測所を中心とする流域を試験地として設定し、新たに主として渓流水に関する観測を付加した。その結果得られた資料に基づいて、まず雨水の表面流出量と地下水流出量との分離形成過程を説明し得るモデルとしてのタンクモデルの妥当性を吟味したのち、降雨時の地殻歪量が、タンク内貯留水深に比例する外力によってもたらされるとの仮定に立ってFEM弾性解析から地殻歪量を解析することの可能性を検討した。

2. 試験地の概要 試験地として設定した流域は、濃尾平野北東端山間部に位置し、図-1に破線で示す名古屋大学理学部付属大山地震観測所の地殻変動観測用トンネル横坑図中の太い実線に隣接する小流域である。流域面積は約6400㎡であって渡辺らの調査によれば、流域内の主な地質構成は古生層砂岩、頁岩、チャート層などから成り、同図のA-A'には破碎帯の存在が確認されている。

3. 水文諸量の観測例とタンクモデルによる流出解析²⁾ 昭和57年9月降雨時における観測結果を図-3に示す。同図には、降雨量・気温・渓流水温・雨水水温・(トンネル湧水温)・渓流流量・(トンネル湧水流量)・(風化帯湧水量)・(破碎帯湧水量)・(N-S方向トンネル内地殻歪量)とともに、後述するタンクモデルによる計算結果も併記した。(1)に付したものは地震観測所による観測値) 同図から、

(i) 渓流水温は、流量の大きい時期にかなり急激に低下する。

(ii) 降雨中、気温は低下するが、雨水水温も著しく低下する。

(iii) トンネル奥からの破碎帯湧水量は、降雨によってほとんど変化しないが、トンネル入口付近からの風化帯湧水量は渓流流量の変化よりも小さいながらもかなり変化する。

ことが注目される。

流量の流出解析には小葉竹のタンクモデルを参考にして若干の修正を加えた図-2のタンクモデルを用いた。初期損失は図-3の降雨中、黒く塗りつぶした部分であり、この算出は小葉

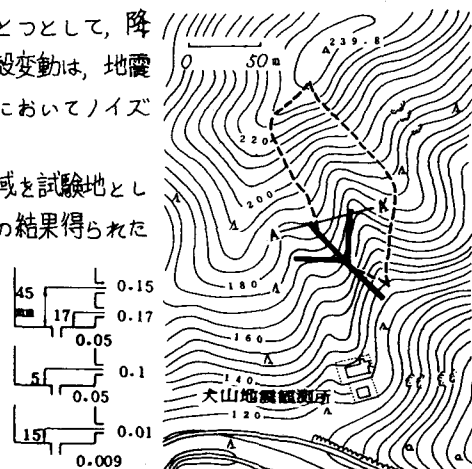


図-2 タンクモデル 図-1 試験地の地形

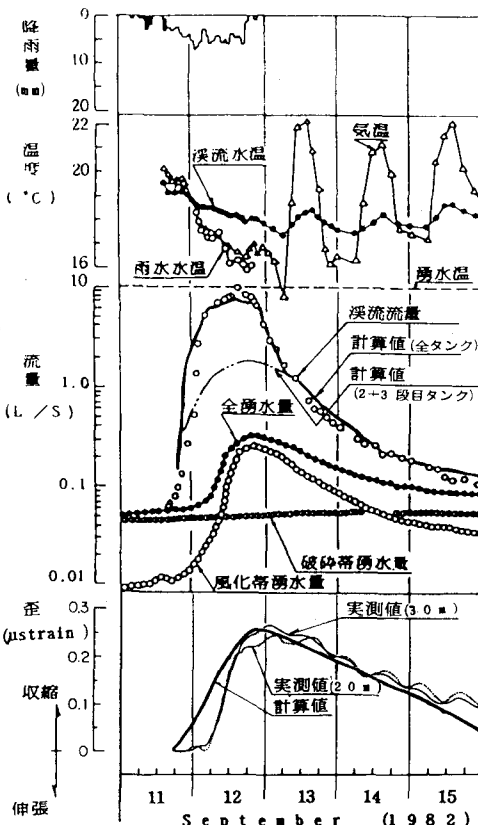


図-3 観測結果と解析計算結果

竹の方法によっている。また、タンクには、1段目15mm、2段目5mm、3段目15mmの各初期水深を与えた。計算結果を見ると、(i)各タンク横断からの流出量の合計として与えられる全流量は、溪流流量の実測値と良く一致している。(ii)タンクの2段目、3段目からの流出量の合計量の変動傾向は、若干の時間的ずれはあるが、風化帯湧水量の変動傾向と良く類似している。このことから、上記タンクモデルの三段構造は、単に溪流流量形成機構のみではなく地下水量の形成機構にもある程度対応しているものと言えよう。

4. 降雨時における地殻変動 図-3最下段に示したN-S方向トンネル横坑内地殻歪伸縮計の配置は図-5に示すの時間変化を見ると、風化帯湧水量の変化と類似していかかなりの相関があるので、未知数が試みているように湧水量から歪量を推定することが可能である。しかし、その方法では地震現象に伴う湧水量変化に基づく地殻歪量もノイズとして除去してしまう可能性があり、解析の目的が、降雨によるノイズ除去にあるので好ましくない。ここでは、上述したように、タンクの構造が地下水量の形成機構にも対応しているように見うけられることに着目して、貯留水深に相当した水压を図-5のように分布させて与え、図-4に示したFEM要素分割の後、表-1の材料定数を用いて、弾性解析を試みた。計算された歪量は小さすぎるが、30m伸縮計の歪量に対応する計算結果を7.8倍すれば図-3中の太い実線で示したようになり、実測値と大体一致する。このことは、荷重としての水压を7.8倍すれば計算値と実測値が一致することを意味し、現実には地下水が岩盤空隙中に分布していることを考えれば、作用する水压の変化はタンク内貯留水深の変化の数倍になるものと推定されるから、上記の計算の大筋には特に無理が無いように思われる。しかしながら、たとえば9月12日14時の時点での計算値と実測値とをトンネル方向での歪量分布として比較すれば、図-5のようであり、歪量の分布状態は計算値とかなり異なっている。また、図-3に示したように30m伸縮計での歪量と20m伸縮計でのそれとは、ある特定の期間のみ異なる値を示しているのであって、この点においても図-5の荷重分布では解析できない。これは、荷重を単に風化帯および破碎帯への雨水の浸透に伴う水压上昇によるものとした点に問題があると思われ、前述した降雨水温の急激な低下を考慮した温度応力解析など、今後さらに検討を要するところである。

5. 謝辞 FEM応力解析を御指導いただいた名古屋大学工学部土圧研究施設の助手市川康明先生、地震観測所での観測に絶大なる御援助を賜った名古屋大学理学部の助教松本知龍一先生に末尾ながら深く感謝しあげます。

参考文献：1)渡辺邦夫・志知龍一他；破碎帯流れの特徴とその数値シミュレーション，応用地質，22巻1号(1981)
2)宮本良平・小林由委他；出水時における河川水温の変動，水理講演会論文集，(1982)
3)小葉竹重機；河川流域における洪水の形成過程に関する研究，京都大学学位論文(1979)
4)山内常生・志知龍一；地殻変動の連続記録に現れる降雨ノイズについて，測地学会誌16巻4号(1970)

図-4 FEM要素分割図

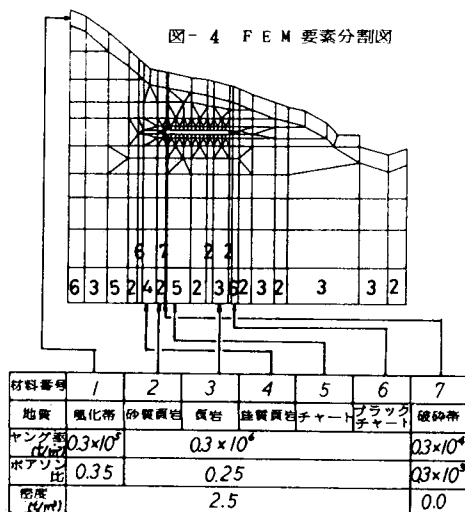


表-1 材料定数

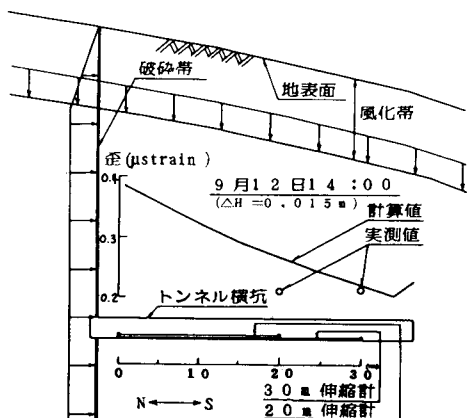


図-5 設定した荷重分布・トンネル内伸縮計配置・歪量