

豊橋技術科学大学 学生員 関野 英 男

岡 上 学生員 〇 小 林 由 奈

岡 上 正 員 中 村 俊 六

1. 緒言 地震予知あるいは地震発生伝播のメカニズム求明のための地殻変動観測において、降雨現象に伴う地殻変動はノイズ成分として除去する必要があるが、ノイズ除去法は多くの研究^{1),2),3)}にも関わらず、いまだに必ずしも確立されたとは言えない状況のように思われる。

本研究は、ノイズ除去法の求明あるいは岩盤浸透流の諸問題に資するため愛知県犬山市山間部に設置された名古屋大学付属地殻変動観測所の観測用トンネル横坑近くの流域を試験地として、(1)降雨に伴う溪流流量、溪流水温、横坑湧水量などの変動と、(2)降雨に伴う地殻変動とを、ともに説明し得るモデルを開発しようとするものであるが、ここではまず、その第一歩として行なった、(1)タンクモデルによる流出解析、(2)2次元弾性FEMによるトンネル横坑変形量解析の結果を報告するものである。

2. 試験地および地殻変動観測用トンネル横坑の概要 試験地付近の地形の概要は図-1に示すようである。图中、太い実線はトンネル横坑を、破線はその横の谷間に設置した溪流流量観測用三角ゼキの流域を、矢印は溪流の流れの方向を、また、A-A'は渡辺らによる調査で明らかにされた破砕帯の位置を、それぞれ示している。トンネル横坑付近の地質は、古生層砂岩、頁岩、チャートなどから成り、その走向は東西方向、傾斜はほぼ鉛直でやや北落ちであり、表土の厚さは平均約50cm、その下部の風化帯の厚さは約10m程度である⁴⁾。また、破線で囲まれた三角ゼキ流域の流域面積は約6400m²であり、トンネル横坑の長さは北西-南東方向約75m、南北、東西方向約7m、トンネル断面積は高さ約2.5m、幅約2m、勾配はほぼ水平である。

3. 水文諸量の観測例とタンクモデルによる流出解析例 昭和57年9月中旬(台風18号)における観測結果を図-3に示す。同図には、(上から)降雨量、気温、溪流水温、雨水水温、湧水水温、溪流流量、トンネル湧水総量、風化帯湧水量および破砕帯湧水量とともに、後述するタンクモデルによる計算結果も併記した。ここで風化帯湧水量とは主としてトンネル入口付近からの湧水量、破砕帯湧水量とは主としてトンネル奥からの湧水量であり、また湧水水温は破砕帯湧水の水温である。これらは降雨量とともに地殻変動観測所によって計測されている¹⁾。

流量の計算(流出解析)には小葉竹⁵⁾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

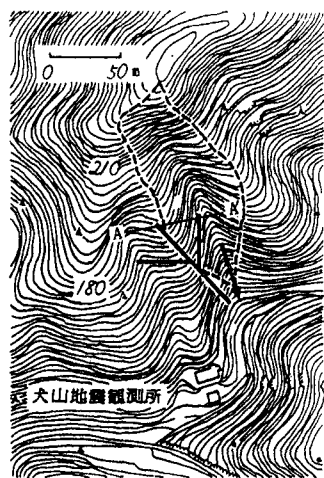
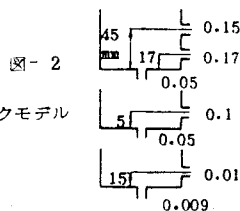


図-1 試験地の地形

の各初期水深を与えている。計算結果は、溪流流量に対応する全タンクからの流出量の和を太い実線で、湧水量に対応する2段目および3段目のタンクからの流出量の和を2点鎖線でそれぞれ示した。これを見ると、(1)溪流水温、雨水水温は降雨期間中かなり低下する、(2)溪流流量の流出解析結果は実測値と良く一致している、(3)湧水量の計算結果は実測値と変動傾向が良く類似しているといえよう。

4. FEM(2次元弾性解析)によるトンネル歪の試算

上記の計算と地殻変動との対応関係を検討するための準備として、まずどのような荷重を与れば現実のトンネル歪(0.3 μ strain程度)が生じるかを、FEM(2次元弾性解析)によって計算した。断面は南北方向トンネルを含む断面とし、要素分割は図-4のように行なった。材料定数は表-1に示す。また、計算結果の一例を図-5に示した。同図の計算は、風化帯および破砕帯への雨水の浸透に伴う水压上昇を想定したものであり、この結果から、タンクモデルの全タンクの貯留水深の合計として72mmの貯留水深(前述の流出解析における最大水深)があれば、0.12 μ strainの歪を生じることがわかった。

5. 結言 以上の結果、(1)溪流流量および湧水量については図-2のタンクモデルで十分解析可能、(2)タンクの貯留水深のみでは地殻変動を説明しきれない可能性がある(上記降雨時のトンネル歪量は目下整理中)、ことが明らかとなった。今後前述した水温の低下に着目して温度応力解析についても検討したいと考えている。なお本研究遂行にあたっては、観測所の志知龍一先生(資料提供および現地観測)、ならびに名古屋大学土木工学科川本研究室(FEMプログラム提供)に多大なる御援助を賜わった。末尾ながら感謝申し上げたい。

参考文献：1) 山内常生、志知龍一；地殻変動の連続記録に現れた降雨の影響について、測地学会誌第16巻4号(1970)、2) 山内常生、降雨に対する地殻歪に及ぼすのシミュレーション、測地学会誌第27巻1号(1981)、3) 中村佳重郎；山崎断層における伸縮変位と降雨の関係について、東大73研究年報第23号B-1、4) 渡辺邦夫、志知龍一；地；破砕帯流水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)、5) 小栗竹重機；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)

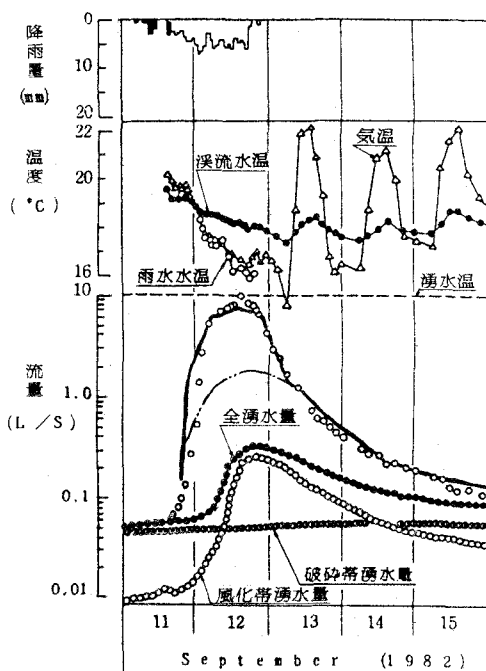


図-3 観測結果と流出解析計算結果

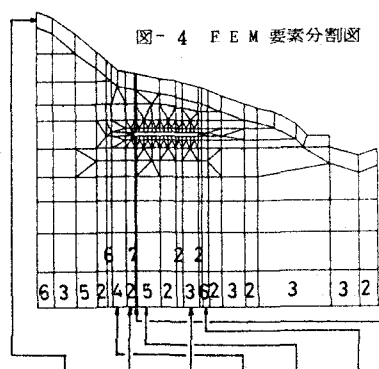


図-4 FEM要素分割図

材料番号	1	2	3	4	5	6	7
地質	風化帯	砂質頁岩	頁岩	硬質頁岩	花崗	花崗	破砕帯
ヤング率 (kg/cm^2)	0.3×10^4		0.3×10^4				0.3×10^4
ポアソン比	0.35		0.25				0.3×10^{-3}
変位 (mm)			2.5				0.0

表-1 材料定数

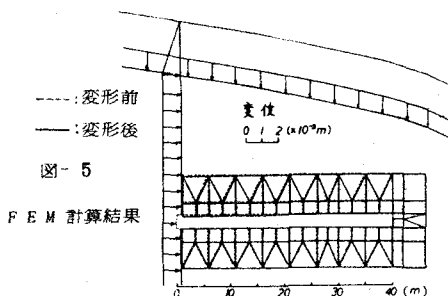


図-5

FEM計算結果