

埼玉大学 工学部 正 ○ 渡辺邦夫
(株) 大林組 茂木君郎

はじめに

最近、岩盤中の地下水流れが、差分法、有限要素法などによって多く解析されるようになった^{1,2)}が、その多くは二次元的な取り扱いがなされている。しかし、地下水流れは当然三次元的な挙動を持つわけであるから、二次元的な取り扱いには、対象地域岩盤の水理地質構造を十分把握した上で行なわれなければ、誤った結論をひきだす危険性がある。こういった問題点をふまえて、今回一つの地域にフッて精度の高い地質調査をふこなひ、水理地質構造を明らかにした上で解析を行、てみた。その結果、良好な解析ができ、またその方法は、他の地域にも十分適用可能と考えられるのでここに報告する。

1 解析地域の地下水流の性質

今回対象とした地域は、愛知県犬山市の名古屋大学理学部犬山地震・地殻変動観測所の観測横坑周辺である。ここでは、横坑掘削後約1年後から、14年間にわたり坑内湧水が高精度で連続観測されている。観測によれば、湧水は掘削後約1年半後に定常に達したとこいう。横坑は図-1に示すように、途中三方向の枝坑に分かれている。以下これら枝坑を、N-S坑、NW-SE坑、E-W坑と略記する。横坑断面は、横2m、縦2.5mのほぼ長方形である。図-1に示す縦断面図から、最大土被りは約50mであることがわかる。

湧水の観測は、図中A、B两点でおこなわれ、Aでは三本の枝坑の総量を測定し、BではA-B間の総量を測定している。なお、従来の研究³⁾により、N-S坑、NW-SE坑最奥部に連続した破砕帯があり、A点での湧水 Q_A はこの破砕帯からの湧水、B点での湧水 Q_B は、

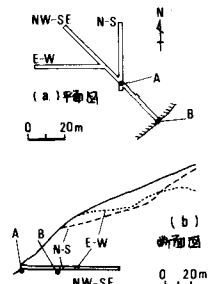


図-1 観測横坑

入口付近の風化帯からの湧水を測定している。測定された湧水記録の例を図-2に示す。これは Q_A 、 Q_B と降雨との関係をみたものであるが、 Q_B 、つまり風化帯からの湧水が降雨とよい応答関係にあるのに対し、破砕帯からの Q_A は、応答性が低く、その量は年間約40ccと安定している。これをさらに詳しく、

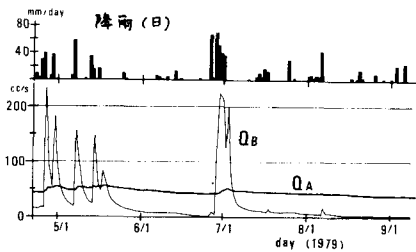


図-2 降雨と坑内湧水量との関係

とくと湧水の低減部とフッてみたものが、図-3である。図中横軸は、ピーク湧水量からの日数、縦軸は16日経過後湧水量の、ピーク湧水量に対する比である。ピーク湧水量は一般に降雨終了日とみられる。図中の記号は、この4年間の代表的降雨をみたもので、一致した低減特性を持つ。なお、実線は Q_B の低減を近似したものである。図-3からも、 Q_B に比べ Q_A の低減が小さいことがわかる。これは、岩盤における、風化帯湧水、破砕帯湧水の特徴を示す興味ある性質である。

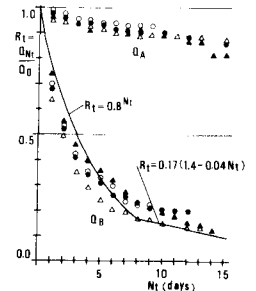


図-3 湧水量の低減

が、図-3である。図中横軸は、ピーク湧水量からの日数、縦軸は16日経過後湧水量の、ピーク湧水量に対する比である。ピーク湧水量は一般に降雨終了日とみられる。図中の記号は、この4年間の代表的降雨をみたもので、一致した低減特性を持つ。なお、実線は Q_B の低減を近似したものである。図-3からも、 Q_B に比べ Q_A の低減が小さいことがわかる。これは、岩盤における、風化帯湧水、破砕帯湧水の特徴を示す興味ある性質である。

今回この湧水を解析するが、解析の目的をフツの2点とする。①掘削後約1年半後に定常となることの解析、②図-3の降雨に対する Q_A 、 Q_B の応答の差を明らかにする。この2点が、水理地質構造の把握を通してうまく表現しうるかを考ふる。

2 水理地質構造の把握とそのモデル化

まず、1/100 マッピングによる地質調査から、図-4に示す地質図を作った。地質は古生層砂岩、頁岩、ホルトより成る。本地区はやや南方に位置する褶曲軸の北翼にあたり、走向は東西で鉛直やや北落ちの傾斜を示す。断層破砕帯は、褶曲時に層間をすべったものと考えられ、走向・傾斜は地層と同じで4チャートと他種岩石の境界に発達する。さらに今回、表土厚さ、風化岩盤部の割れ目系解析、およびそれらの諸水理定数の測定、推定を行った。これから調査により、図-5のように水理地質構造をモデル化した。

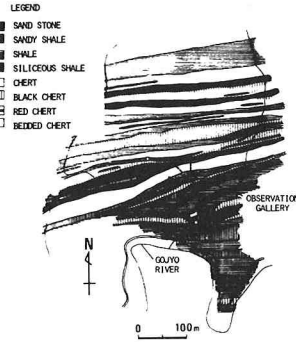


図-4 表層地質図

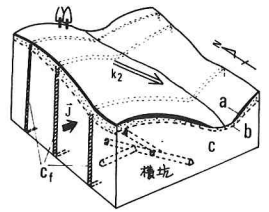


図-5 水理地質構造のモデル化

まず、走向東西、ほぼ鉛直の破砕帯(c₃)により深層の地下水流れが規定され、その上風化帯(b)、表土層(a)からの。図中の矢印は、割れ目解析から得られた透水主方向である。水理定数は、今回解析の対象とした深層において、透水係数；破砕帯=10⁻⁴cm/s、それ以外=10⁻⁶cm/s、平均的=2×10⁻⁶cm/sとした。間隙率は、破砕帯12%程度、それ以外=2~3%、平均的=5%程度である。さらに透水係数は、表土層、風化帯は若干大きく、浸透降雨はそれらの部分を主に流動すると考えられる。こういったモデル化により、深層部の地下水解析は、風化部から破砕帯への降雨浸透量が見積り得れば、断層破砕帯面に沿った断面で近似的に解析しうることになる。

3 解析とその結果

解析は、図-6に示す領域で従来よく用いられている式¹⁾を差分化して行った。境界条件は図に示すようであり、左右境界は尾根中心にとった。非定常変化をみるため、掘削前の地下水面形と風化帯位置を考慮して図のように定めた。この条件では、上から浸透蓄養された水は、すべて横断内に流出することになり、上流蓄養量は、現在の定常湧水量と与えれば良い。その与え方は、谷のあるA部で多くなるようにし、具体的な配分は、定常水面形状、現状と比べ納得しうるようにトライ・アンド・エラーで決めた。

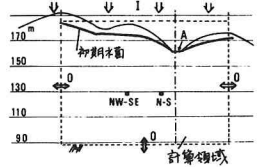


図-6 解析領域

解析結果であるが、図-7は横断内湧水の非定常変化をみたものである。実際は水理地質構造に基づき、断層内の水理定数を用いて計算したもので、破綻は、単に平均的な値により計算したものである。前者の場合が1年~1年半で定常となり、実測とよく合致していることと比べ、後者は、非定常変化がつづき、7年程度で定常となる。このことから、水理地質構造の把握が重要であるといえる。

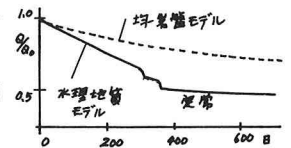


図-7 源水量の変化(計算)

つぎに、深層の破砕帯湧水の降雨応答性を調べてみる。解析にあたって、図-3に示した降雨停止以降をみることにする。ここで、破砕帯への蓄養は、風化帯を通しておこなわれるから、上流蓄養の低減が風化帯湧水Q_Bの低減と表現されると仮定し、具体的に、図-3実線が減少した時、破砕帯湧水がどう変わるかを計算した。もし、計算結果と実測のQ_Aの低減が一致すれば、こういった仮定の妥当性が検証しうることになる。結果を示したものが図-8であり、図中の記号は図-3と同じである。この図から、よく合致しているといえ、今回の水理地質構造のモデル化や蓄養モデルの妥当性が示し得たと考えられる。

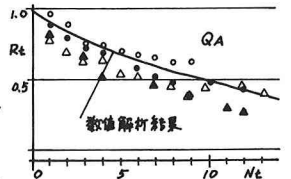


図-8 降雨停止後の湧水量低減の月別結果と実測

参考文献

- 1) 田中知朗、安藤周一(1979): 燃料地下タンクの技術開発に関する研究、電力中央研究所 報告、70, 371006, PPT-65
- 2) 野田也、中川加寿郎、北原義浩、林政(1980): 木村式燃料地下貯蔵用空洞周正岩盤の浸透流に関する設計、林業論文報告集、70, 300, PP. 64-70
- 3) 渡辺正樹、茂木龍男、志知龍一(1981): 石炭破砕帯中地下水流れの特徴とその数値シミュレーション、応用地質、Vol. 22, No. 1