

Ⅲ-24 トンネル湧水における 2, 3 の問題点

鉄道技術研究所 正 高橋孝治

トンネル湧水の問題は事前にこれを推定する問題に他ならないが、従来この問題が本格的にとりあげられなかったことは次のような理由がある。

- (1) トンネルに流出する水はすべて地下水であり、それが均等透水路(地層水)によるよりも亀裂などの岩層間隙を通る裂隙水によるものが多いこと。
- (2) 本問題に対する要請度が低かったこと、すなわち工期の短縮、工法の近代化に伴い坑内環境の整備と安全に対する要求が今日のように強くなかった。
- (3) 地下水に関する知識の不足のうえに、坑内湧水の解析が行われなかったことが重なり、理解困難であるとする先入主がもつたこと。

しかし河川流出の本質を理解することによってトンネル湧水をかなり定量的に推定する方法がある。
 古くから、河川における湧水量流出とトンネルの湧水との間には因果関係があることがいわれてきた。すなわち無降雨時における河川流出は当然地下水流に他ならないからである。

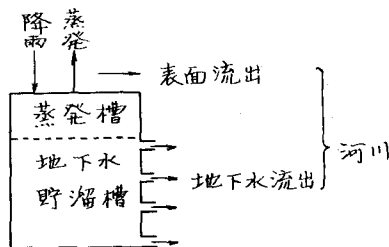


図-1 河川の水理模型

河川流出は流域の形状、大さ、支川流域の接続様式、河川密度など複雑な要素によって変化があるばかりでなく、流域ごとに地質条件を異にするために、その様相は単純一様でない。この地質的な流域の条件を酒井氏は図-1のような水理模型によって示された⁽²⁾。このような小槽を高さと平面上の位置を変えて多数配列したものが、実際の流域であり、そのときこの小槽はそれぞれ究極の水源を代表し、単位流域とも呼ばれるものである。トンネル湧水においてはこの単位流域の減衰曲線(あるいは基底流曲線)に注目するのである。地下水への流出となつてから、かなり安定した状態における流出が得られるときまでの時間と、流出量が求められれば、(1)式によって単位流域の滞水層の平均的な透水性(k/λ)^{(3), (4)}が得られる。

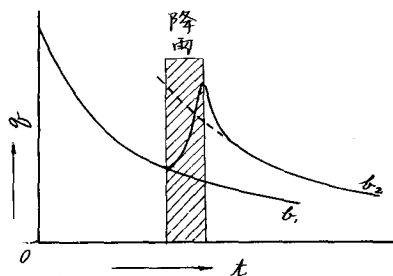


図-2 河川流出の減衰曲線

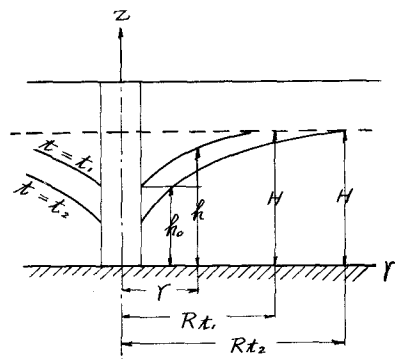


図-3 地下水の非定常流

$$R = 60 \sqrt{6(k/\lambda)Ht} \dots \dots \dots (1)$$

ここで R , H は単位流域について河床と分水界に關して平均値とする。 t は時間(分), k は透水性

数, α は上げき率である。

k/λ は k と λ とに分解することなく, そのまま求められるのが適当である。それは, $v = k \cdot i$, $v_0 = k \cdot i/\lambda$ において動水勾配 i が 1 であるときの上げき内を流れる水の速度に他ならない。透水上げきが比較的均等に配分され, 連続性のある地層と異なり, 裂口水に因してはボーホールテスト, テストピットなど実測によって個々の上げきごとに透水係数なり, 流速を求めても, 全体の代表とすることはできない。地層水も含めて山内部分においてはとくに流域全体の平均的な透水性を求めることの方が適当である。

k/λ が上げきを流れる水の速度を表わすことから, 流出によって影響をうける範囲を(1)式によって求めることが出来る。その範囲内にある地下水面が, 低下した部分の含水量に相当する流出を見ると考えるのであるから, その流出範囲をおめることは極めて重要なことである。流出範囲 R は H と k/λ と α に関係し, とくに α の経過にともない拡大する。 α を与えれば R が定まる。 α は減衰曲線において地下水流出がほぼ安定した状態が流出する点をとる。

結局トンネルの湧水量は, 河川流量の地下水流出による比流量 q_e を求め, 次の式によって求めることが出来る。

$$Q_1 = \sum q_{ei} \cdot A_{si} \dots \dots \dots (2)$$

A_{si} は単位流域ごとの透水性 (k/λ) によって求めた流出範囲を, トンネルの關係区間ごとに分割した面積である。

- 1) 阿部謙夫, 水文学
- 2) 酒井一郎
- 3) 石井, 本間; 応用水理学, pp. 206 ~ 207, 1957
- 4) 物部長徳; 水理学 pp. 421 ~ 422, 1951