

Ⅲ-A272

京都高速道路稲荷山トンネル水文解析

阪神高速道路公団 正会員 岡本 信也

阪神高速道路公団 正会員 雪本 雄彦

阪神高速道路公団 正会員 八木 良二

1.はじめに

京都市道高速道路 1 号線（以下新十条通）は、京都市山科区と伏見区を結ぶ東山連峰を横断する延長約 2.8km の自動車専用道路で計画されている。新十条通はトンネル部 2.5km、土工部 0.3km の構成となっており、そのうち稲荷山トンネルは山岳部が主となる東側約 1.5km の上下線分離の 2 車線トンネルで、山科側から NATM（一部明かり巻を含む）による片押し施工にて掘削を行っている。

しかし、周辺には稲荷山を流域とする河川、沢、池等が存在するほか、稲荷山に井戸や信仰の場としての行者の滝等も存在している。そのため、トンネル掘削に伴う周辺地下水への影響が懸念されている。

本稿では、稲荷山トンネル掘削に伴う周辺地下水への影響を検討するために実施している水文調査及びタンクモデル法を用いて現況を再現し、沢水への影響水量を FEM を用いた浸透流解析により算定を行っているのである。

2.流域の現況、及び解析条件

2-1)地質状況

稲荷山のトンネル計画ルートの地質は古生代二疊紀～中生代ジュラ紀の堆積岩類（丹波層群）が主体であり、粘板岩・砂岩・チャートの互層よりなる。弾性波探査等の結果からは比較的良好な地質ではあるが、随所に破碎帯や低速度帯を挟在しており、切羽を含む地山の安定性に留意する必要がある。また、地下水頭は高く、破碎帯通過時には突発湧水も予想されるため、湧水処理にも留意する必要がある。

2-2)降水量

最近 10 年間における降水状況は、平均降水量およそ 1,500mm/year であった。平成 5 年度は比較的降雨の多い年に相当し、反面平成 6 年度は最も降雨の少ない年であった。

2-3)実測流量

平成 5 年 11 月以降、三の橋川流域を中心に沢水流量観測が行われている。測定頻度は月 1 回であり、平成 6 年 11 月以降に 2 箇所の自記流量計が設置されている。

3.タンクモデル法による沢水流量の再現

タンクモデル法は、沢水流量などの河川流量を容器の側面に幾つかの流出孔を持つタンクで置き換えて計算する流出解析法である。

3-1)検討条件

検討方法：直列 4 段貯留型タンクモデル

検討地点：三の橋川流域（自記観測地点の 2 地点）

検討期間：同定期間 平成 6 年 1 月～平成 7 年 12 月

計算期間 平成 5 年度 ～平成 7 年 12 月

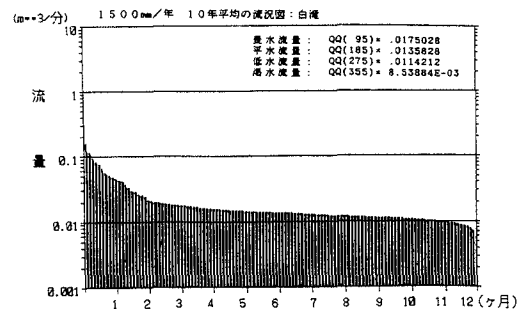


図-1 白滝流況図

3-2)滝の流況図

白滝の流況図を図-1 に示す。

キーワード：タンクモデル、3次元浸透流解析、FEM 解析

連絡先：京都市中京区烏丸通錦小路 烏丸中央ビル 6F 阪神高速道路公団京都建設事務所 075-223-1770

4.3次元非定常浸透流解析

三の橋川流域を FEM 解析を用いて 3 次元の浸透流解析を行う。また、弾性波探査等の結果により流域に破碎帯が示唆されたため破碎帯を考慮に入れたモデルにより解析を行った。また、解析範囲は水文学的手法（高橋の式）による。

4-1)解析条件

透水係数：地表面より深さ 2m までは 10^{-4} cm/sec (崖錐、強風化帯を想定)、その他は 10^{-5} cm/sec
比貯留係数：崖錐・強風化帯、その他とも 10^{-4}
有効間隙率：崖錐・強風化帯は 35%、その他は 5%
降雨強度：1,500mm/year、950mm/year 浸透率：0.1
トンネル形状：高さ 10m、幅 20m の長方形断面
トンネル壁面：浸出条件（完全漏出）
解析領域：トンネル中心より北側 400m、南側 700m
トンネル掘削速度：月進 50m、解析範囲を掘削する期間は 480 日間となる。

掘削開始から計 1,000 日間の非定常解析を行う。

4-2)解析結果

湧出量はトンネル切羽が三の橋川直下通過後から急激に減少する。

降雨強度が 1,500mm/year の場合、引水量は 162 [L/min]となる。しかし、これは 1,000 日後の引水量であり、トンネル切羽が三の橋川流域を越えた時点での引水量はおよそ 140 [L/min]となる。同様に降雨強度 950mm/year の場合でトンネル切羽が三の橋川流域を越えた時点での引水量はおよそ 113 [L/min]となった。

5.沢水量減少に伴う対応策

沢水量減少に対する策としてトンネル坑内からは、Ⅰ.集中湧水部の部分葉注による止水、Ⅱ.完全防水型トンネルの施工が考えられる。しかしこれらは費用が高くつくため現実的ではない。また地表面からは、Ⅰ.現存給水施設の改良、増強、Ⅱ.植林等による地下水涵養量の増強、Ⅲ.代替水源の確保、Ⅳ.地表部貯水施設の構築、Ⅴ.水源構造の改良、Ⅵ.トンネル湧水のポンプアップが考えられる。しかし、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴについては十分な水量が確保できない。トンネル施工中とトンネル供用後と別々に対策を行う必要があると考えられる。また、補償についてはどの程度を補償水量とするのかまた 12 時間もしくは 24 時間補償するのか等様々なケースが考えられる。

6.まとめ

トンネル掘削に伴う減少沢水量は施工中はおよそ 140L/min、また供用後はおよそ 160L/min となることが分かった。また対策方法としては、主に現存給水施設の改良とトンネル湧水のポンプアップが考えられる。



図-2 解析範囲

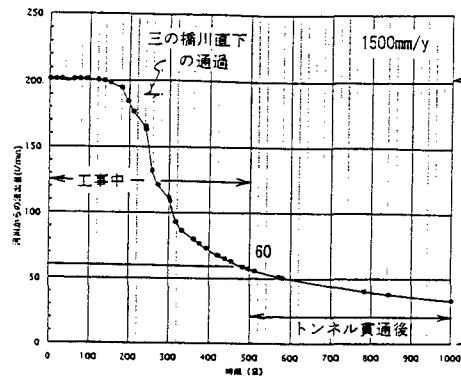


図-3 降雨強度 1,500mm/year の場合

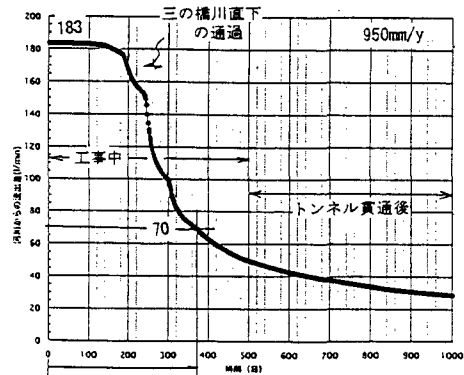


図-4 降雨強度 950mm/year の場合