

大阪工業大学 正会員 ○長谷川昌弘
 (株) テス 正会員 白井 勝
 飛島建設(株) 上野 光

はじめに

地盤の温度(地温)を測定してその熱的異常から地下水の賦存状態や地盤構造を予測する手法は、温泉源・探鉱・地熱開発・地すべり地の浅層地下水・および旧河道調査などに応用されている。本文では中央構造線を横断するトンネル工事の掘削時において、切羽鏡面で測定された地温変化により切羽前方の滞水層の存在を予測できた事例について報告する。

1. 切羽地温測定によるトンネル切羽前方の滞水層の予測手法の原理

岩盤内の地下水の賦存状態は、岩盤の割れ目状態に大きく依存している。渡辺は、降雨によって岩盤に供給された地下水は割れ目系を流れて、各割れ目が卓越・集中した部分に給水と排水のバランスによってポケット状に分布するとしている。一方、竹内は、地すべりの発生・活動の主誘因となる間隙水圧の挙動に大きく影響を及ぼす浅層地下水の存在状態の把握方法として「1m深地温測定による地下水調査法」を提案し、多くの地すべり地で地表から10～20m深さに脈状に流れる浅層地下水の存在を探索し、その有効性を検証している。岩盤内でも地下水は渡辺が示したように浅層地下水と同様に流脈的部分(割れ目が卓越・集中した部分)に賦存するため岩盤内の地温を測定して地温分布の異常な場所を探り出すことによって滞水層の存在位置を予測できることになる。竹内によれば、地中の平常地温分布状況は恒温層を境として異なり、恒温層より深い所では一定の割合で深くなるほど増加する。平常地温を便宜的に理論地温と表現すると、地温増温率などを用いて求められるトンネル深さにおける理論地温と切羽での実測地温とを比較することで、滞水層にちかづくにしたがって、切羽での実測地温が理論地温よりも低くなることから、滞水層の接近状況を予測できる。

2. 測定実施位置の概要

切羽地温の測定が実施されたトンネルは、中央構造線を横断する道路トンネルで地質縦断面を示すと図-1のようになる。トンネル付近の地質は南北にのびる帯状構造をなし、西方より内帯の領家変成帯に属するホルンフェルスと花崗岩類・マイロナイト、そして外帯の水窪層・秩父帯・四万十帯で、それぞれ南南西～北北東方向の中央構造

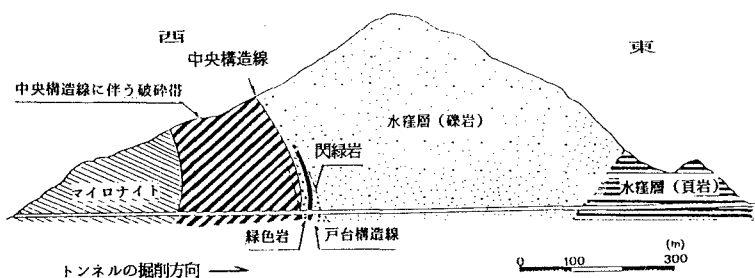


図-1 地質縦断面図

線およびそれと平行する断層破砕帯で接している。トンネル掘削工事は西側より行われた。中央構造線に伴う破砕帯は幅約200mで透水性が低く、これが不透水層を形成し、透水性の高い水窪層(礫岩)の地下水を遮断する状態となっている。

なお、図-1の地質縦断面図は、トンネル掘削時に確認された結果により作成したものであり、事前調査データのみでは、これらの層境界の位置は不明であった。

Masahiro Hasegawa, Masaru Usui, Hikaru Ueno

3. 測定方法

地温測定には測定範囲 $-20 \sim +100^{\circ}\text{C}$ 、分解能 0.1°C のT型熱電対温度計(型式TC-IK)を用いた。理論地温分布を求める基礎データを得るための地温測定作業は、事前調査用のボーリング孔中で深さ方向に5m間隔にて実施され、切羽での実測地温は切羽鏡面に削孔した測定孔で掘削の進行に伴って逐次測定された。

4. 理論地温分布

2本の事前調査用のボーリング孔での測定結果から恒温層の深度は15mであり、恒温層以下の平均温度勾配(増温率)は $0.0182^{\circ}\text{C}/\text{m}$ となった。図-2は、平均温度勾配から地形断面図にもとづいて求めた理論温度分布図である。

5. 切羽での実測地温

切羽での実測地温測定は、直径44mm、深さ2m程度の地温測定孔を鏡面に削孔し、温度計を測定孔の孔底に挿入して実施した。表示温度の値が落ち着いた後の温度を切羽での実測地温とした。

温度計挿入後の表示値の経時変化は、図-3のようである。挿入後5分程度で温度計の読みは充分に安定する。

図-2の理論温度分布図から求められるトンネル深度における理論地温と切羽での実測地温を比較すると図-4のようになる。同図には、掘削結果から求められた滞水層の位置を示したが滞水層に近づくにしたがい実測地温値は理論地温値より低くなることが認められる。滞水層より20mほど手前の位置での両者の差は $1.0 \sim 1.5^{\circ}\text{C}$ になったため、竹内らが実施した地すべり地での地温調査結果などを参考として、滞水層が近いと判断し、水抜き用の水平ボーリングが行われた。

6. おわりに

切羽地温測定によるトンネル切羽前方の滞水層の予測法は、事前に地山内の理論地温分布を精度よく求めておくことが必要であるが、測定機材類や測定作業が簡便で測定時間も短く、掘削作業サイクルへの影響も少ないため日常の施工管理手法としての適正を有するものと考えられる。

(参考文献)

- 1) 渡辺邦夫(1988); 岩盤の地下水調査、地質と調査、No38、pp26~32.
- 2) 竹内篤雄(1983); 地すべり 地温測定による地下水脈探査法、吉井書店、196p.

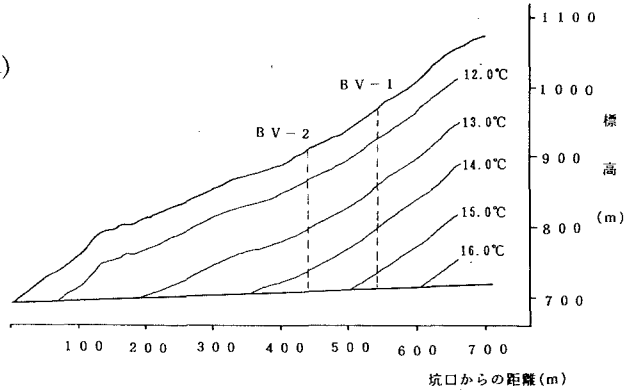


図-2 理論地温分布図

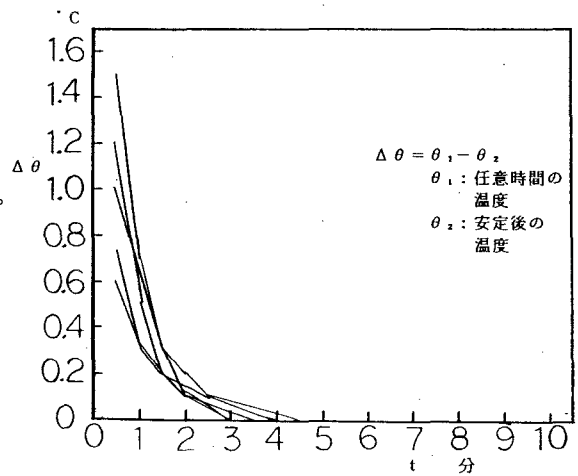


図-3 測定孔中の温度の経時変化

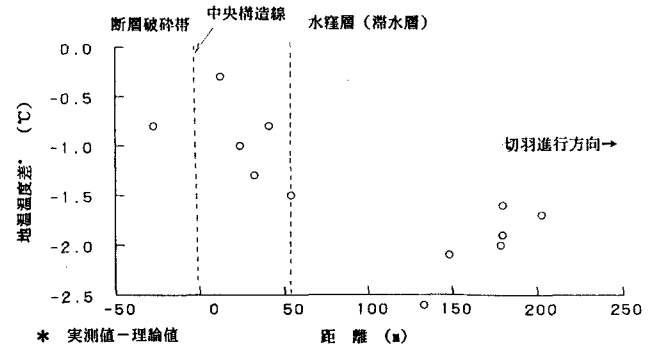


図-4 切羽での実測地温と理論地温の比較