

中国地方の山岳トンネルにおける地熱および湧水温度

(株)エイトコンサルタント 正会員 永井 泉治 山口大学 正会員 吉武 勇
山口大学大学院 学生員 仁尾彰一郎 山口大学 正会員 浜田 純夫

1 はじめに

本研究は、山岳道路トンネル出口部を対象に、積雪・路面凍結による車輛のスリップ防止機能を付加した舗装の開発を目的とするものである。ここで中国地方のような比較的温暖な地域においては、地山そのものの地熱・トンネル湧水といった自然熱エネルギーが比較的豊富であることが予想される。そこで、著者らはこれらの熱エネルギーを直接的あるいは間接的に利用したパイプヒーティングシステムを考案し、これまで幾つかの基礎的検討^{1),2)}を行ってきた。本報は、中国地方における山岳トンネルの保有熱量、すなわち地熱・トンネル湧水温度の測定調査結果を報告するものである。

2 地熱・トンネル湧水温度計測結果

本研究では、図-1に示される大水峠トンネル(山口県三隅町)、美郷トンネル(山口県本郷村)、平成トンネル(島根県掛合町)および丑の河トンネル(広島県西城町)において、トンネル内地熱や湧水温度、湧水量の計測を行った。これらのトンネルのほとんどは、中国地方の中でも、冬季において比較的頻繁に積雪・路面凍結が発生する場所である。

(1) 大水峠トンネル

大水峠トンネルにおける温度計測方法を図-2に示す。大水峠トンネルでは、トンネル断面方向の温度分布を把握する目的から、熱電対(T.type)を取り付けた4.0m長の塩化ビニールパイプ(図-2参照)を、岩盤内のロックボルト孔にセメントミルクで固定し、経月変化に伴う温度計測を試みた。図-3に温度計測結果を示す。同結果より、トンネル横断方向では深さ2m程度までは深さに応じて温度分布が生じているものの、以深はほぼ一定値に収斂していることが分かる。

(2) 美郷トンネル

図-4に美郷トンネルにおける地熱および湧水温度・湧水量の経月変化を示す。なお、美郷トンネルにおける温度計測は、一定間隔に設けられた調査用側壁孔内に白金測温体を挿入して行ったものである。図-4のA)より、トンネル坑口部は、坑外の温度変動の影響を受けて地熱が変動するが、トンネル中心に近づくにつれ恒温状態に近づいていることが分かる。また、図-4のB)に示される結果より、トンネル湧水は冬季においても約10℃以上と比較的高い温度であるとともに、最低でも5(l/sec)程度の湧水量があったことから、このようなトンネルでは、パイプヒーティングシステムの構築に対して比較的安定した水源(熱源)となる可能性が伺えた。

(3) 平成トンネル

平成トンネルでは、トンネル軸方向に対して一定間隔に埋設された熱電対に対し、携帯型データロガーを用い



図-1 温度計測対象トンネル

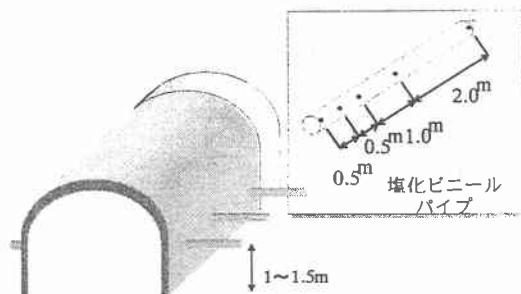


図-2 大水峠トンネルの計測方法

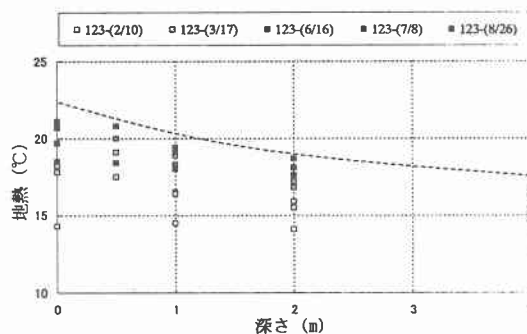
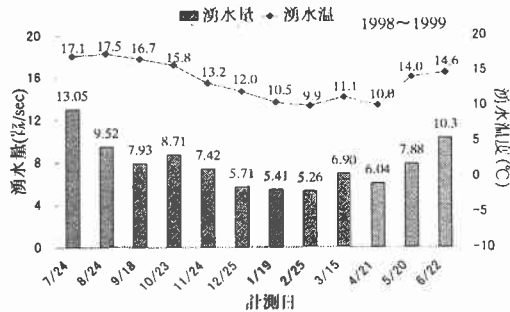


図-3 大水峠トンネルにおける温度計測結果



A) 地熱温度分布



B) 湧水量・湧水温度

図-4 美郷トンネルの温度計測結果

て温度計測を行った。なお、これらの熱電対は、図-5に示すように舗装部から深さ0.5~1.0mの範囲内に埋設されており、比較的路面近傍の温度計測を行ったこととなる。これは、パイプヒーティング導入用水水路としてトンネル坑内の配水管を想定する意図があったことによる。平成トンネルにおいて得られた温度計測結果を図-6に示す。同結果より、美郷トンネル同様に坑口近傍では季節に応じて変動が認められるが、内部ほど比較的溫度が安定していることが伺える。

(4) 丑の河トンネル

丑ノ河トンネルでは、中央配水管内の水温分布(=湧水温)を計測するとともに、排水側の東坑口にて、自記式温度計測器を設置して湧水温の計測を行った。さらに、冬季において2回/月のペースでその湧水量の測定も行った。同結果から、先の美郷トンネル同様平均湧水温度は冬季においても約10℃程度は確保されている。しかしながら、湧水量は美郷トンネルほど多くはないことから、このようなトンネルにてパイプヒーティングを行うには、外部からの水供給が必要になるものと考えられる。

3 まとめ

本研究で温度計測を行った中国地方の各トンネルでは、坑外の温度変動の影響を受けて坑口部の地熱は変動するが、トンネル中心ほど恒温状態に近づく傾向にあることが分かった。また、各温度は冬季においても約10℃程度あることから、パイプヒーティングシステムに対して安定した熱源となりうるものと考えられる。

参考文献

- 1) 吉武 勇, 浜田純夫, 永井泉治ほか: 山岳トンネル内の恒温地熱および湧水の融雪施設への適用性に関する研究, 自然・未利用エネルギーによる雪寒対策シンポジウム, pp.21~26, 1999.12.
- 2) 永井泉治, 吉武 勇, 中村秀明, 浜田純夫: 山岳トンネルにおける湧水を利用した橋梁融雪実験とその適用性, 土木学会論文集 No.665/VI-49, pp.183~188, 2000.12.

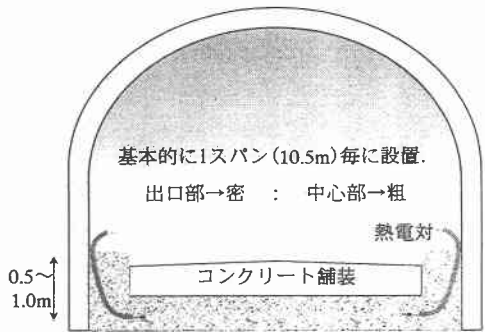


図-5 平成トンネルにおける温度計測方法

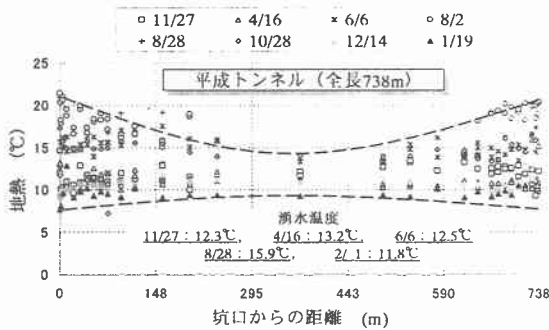


図-6 平成トンネルにおける地熱計測結果

表-1 丑の河トンネルの湧水量および湧水温度

計測期間		平均湧水温度℃	湧水量※1 m ³ /min
年	月 日 ~ 日		
2000	11 16 ~ 30	-----	0.145 (27)
	12 1 ~ 15	13.23	0.135 (8)
	12 16 ~ 31	12.64	0.131 (25)
2001	1 1 ~ 15	9.54	-----
	1 16 ~ 31	4.49※2	0.032 (16)※2
	2 1 ~ 15	10.95	0.137 (1)
	2 16 ~ 22	10.84	0.109 (22)

※1 ()内は計測日を表す

※2 坑外水路の工事中データ