

熱赤外線カメラを用いたパイプヒーティングシステムの点検方法

山口大学大学院 学生会員 ○志賀亮子 山口県 正会員 安村成史 前田建設工業(株) 正会員 東 克樹
(株)エイトコンサルタント 正会員 菖蒲迫正之 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

近年、地熱などの自然未利用エネルギーを使用した冬期路面管理に関する研究・開発が活発に行われており、地熱を利用した路面融雪施設も増加している状況にある。本研究では、地熱を利用した融雪施設の一方策として、「地中熱地下備蓄タンク方式パイプヒーティングシステム」を開発し、研究を進めている(図-1 参照)。本研究では、夏期に実施した逆熱交換実験において、熱赤外線カメラを用いた通水状況の観察を行った。そして、パイプヒーティング舗装の点検・管理における同カメラの適用性について検討した。

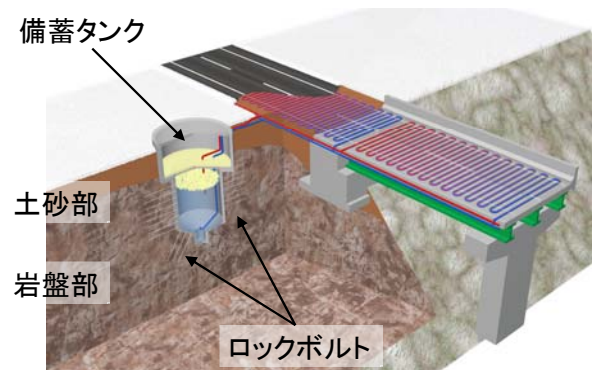


図-1 地中熱地下備蓄タンクの概念図

2. 地中熱地下備蓄タンク方式パイプヒーティングシステム

2.1 システムの概要

本システムの設置箇所は、山口県周南市葉の内地区の標高約570mの山間部にある一般国道315号の葉の内3号橋から同4号橋(橋梁部430m², 土工部265m²)である。図-2に示すように、計画地はS字カーブ区間にあり、道路線形は縦断勾配4.2%である。

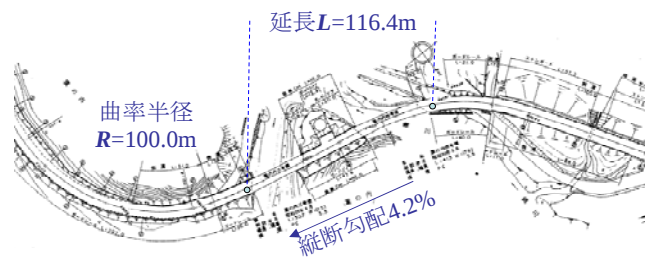


図-2 計画地平面図

一般に地表から深さ10m程度までは外気温変動の影響を受けるため、季節変化する層(変温層)がある。一方、地下10m以深では外気温変動の影響をほとんど受けず一定(恒温層)となり、その地熱は、ほぼ年平均気温と一致する。このシステムでは、地下10m程度の浅い恒温層に構築した備蓄タンク(230m³)内に、路面融雪に必要な熱量(水)を備蓄保温し、路面融雪・凍結防止が必要な場合にのみ水中ポンプを稼働させ、コンクリート路面中に埋設したパイプ内に循環することで路面融雪を行う。



写真-1 通常運転時の路面状況

2.2 路面融雪効果

地中熱地下備蓄タンク方式によるパイプヒーティングシステムについて、2005年冬期より実験的運転を開始した。本システムの供用開始後における冬期通常運転時の路面状況を写真-1に示す。この写真に示すように、一般路面と同様に、パイプヒーティングを設置した橋梁上にはほとんど残雪はなく、十分に融雪できていた。

3. 夏期の点検・管理方法

3.1 逆熱交換実験

中国地方の気象特性を活かした本システムは、昼間時に地中熱備蓄、夜間時に路面放熱を基本としている。

このため、長期間の連続降雪に対し、地中熱だけでは採熱が間に合わず、タンク内水温が低下した場合、路面融雪・凍結防止効果が得られない可能性がある。

そこで本研究では、継続的な融雪・凍結防止効果を得るため、タンク内に比べ比較的温度的の高い路面内のパイプに通水することで、低下したタンク内水温を上昇させる方法について検討した（逆熱交換実験）。本実験では、夏期（9/5）の路面温度が最も高くなる時間帯（10：30～15：00）に、システムを稼働させる逆熱交換実験を行った。図-3 はその時の温度変化を表したグラフである。図-3 からわかるように、稼働前のタンク内水温が 9.8℃であるのに対し、逆熱交換後の同水温は 14.8℃となり、5.0℃のタンク内水温の上昇があった。さらに、ロックボルトに取り付けた熱電対より、タンク周辺の地熱温度においても若干の温度上昇が確認された。

3.2 通水状況の観察

通水状況を確認するため、逆熱交換時に熱赤外線カメラを用いて路面の撮影を行った（写真-2、写真-3）。

写真-2 からわかるようにパイプの形状が青く浮かび上がっており、路面温度に比べて冷えたタンク内水が放熱管内を流れていることが確認できる。

また、本システムは複数のコンクリートパネルから構成されており、写真-3 から、そのうちの 1 カ所のパネルのみが赤く写し出されていることが確認できる。周囲のパネルの路面温度が 33℃前後であるのに対し、赤く写し出されているパネルの路面温度は 40℃近くあった。これはこのパネルに通水されていないために、逆熱交換実験を行っても路面温度が下がらなかったものと考えられた。なお現在においては、この結果を基に同パネルの補修工事を行っている。

以上のことから、熱赤外線カメラによる撮影により、夏期においてパイプの通水状況の確認ができることがわかり、パイプを用いた融雪施設の点検に有効であることが窺えた。

4. まとめ

- (1) 夏期に逆熱交換実験を行ったところ、稼働前のタンク内水温が 9.8℃であったのに対し、4.5 時間後には同水温が 14.8℃となり、5.0℃のタンク内水温の上昇がみられた。
- (2) 通水状況を確認するため、熱赤外線カメラを用いて路面の撮影を行い、特定のコンクリートパネルに通水されていない状態を発見することができた。これより、熱赤外線カメラを用いることで、通水状況を確認することができ、パイプヒーティングシステムの点検に有効であることが窺えた。

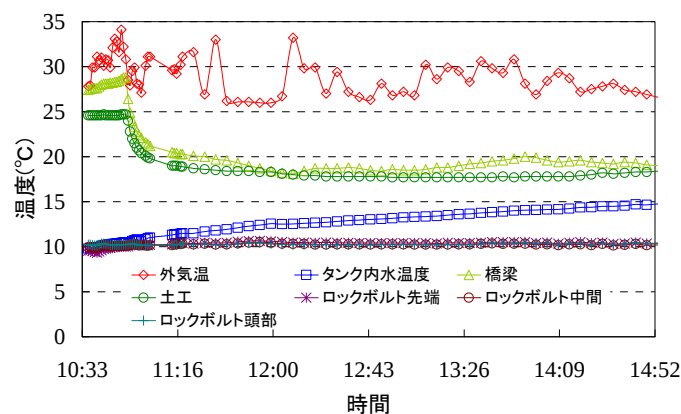


図-3 逆熱交換実験中の温度変化

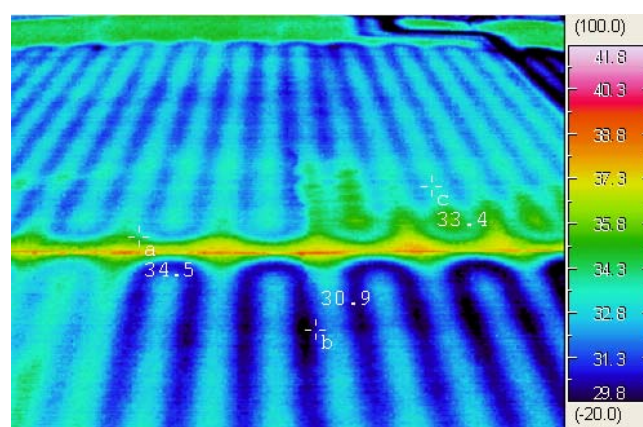


写真-2 健全なパネルにおける通水状況

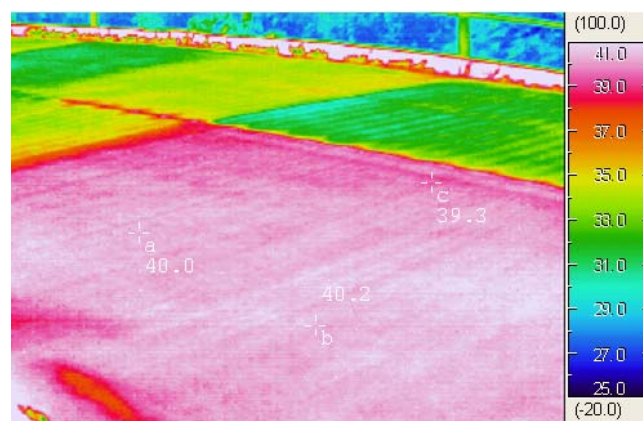


写真-3 路面全体の熱赤外線写真