

貯水槽季節蓄熱方式による路面温度制御 —第一報—

—道路融雪および凍結防止効果—

福井大学 学生員 渡辺 洋、正員 福原輝幸
建設省 川崎和来、黒田典之

1. はじめに 現在のエネルギー利用はその多くを化石燃料に依存しており、環境保護の観点からその改善が望まれている。また、エネルギーの需要と供給のアンバランスに伴う季節スケールでの Peak shaving の問題には長期的なエネルギー貯蔵の技術が不可欠であり、今後の効率的なエネルギー利用の達成には重要な課題である。そこで、筆者らは環境に優しい熱源のひとつである地熱に注目し、地下貯水槽季節蓄熱方式による自然エネルギー貯蔵技術を提案する。本方式は地下貯水槽（以下、貯水槽と称する）およびその周辺地盤を冷・温熱源を包有した蓄熱帯として、また循環パイプを埋設した舗装体を一種の熱交換器として捉える点に特徴がある。

2. 貯水槽季節蓄熱方式による路面温度制御 北陸以西の暖地積雪地域での一般的な気象特性として冬の多量の降雪と夏期の温暖な気候が挙げられる。しかし、年間を通して地表面下2～3mの深さでの地温は12℃から18℃と比較的安定している¹⁾。

Fig. 1 は本方式による夏期および冬期における路面温度制御および熱移動の概要を示しており、本方式は夏期にはアスファルト舗装体の流動化防止対策として、冬期には道路融雪対策として、それぞれ利用できる。

2.1 夏期の熱の流れ 地温が路温よりも相対的に低いことから、貯水槽より舗装体へ冷水が供給され、その熱エネルギーで舗装体の温度上昇を緩和する。ここで、循環水の温度は舗装体を通過する過程で上昇する。昇温した循環水は貯水槽へ貯留され、熱平衡状態へ向かうように貯水槽と周辺地盤との間で熱交換が行われる。

2.2 冬期の熱の流れ 夏期の熱エネルギーを貯留した温水が舗装体へ供給され、路面温度低下を緩和する。その際に循環水の温度は低下するが、相対的に高温な周辺地盤から貯水槽への熱供給により水温は上昇する。

3. 貯水槽季節蓄熱方式による道路融雪および凍結防止 ここでは、本方式による道路融雪および凍結防止の概要、さらに今冬に得られた実験結果の一部を紹介する。

3.1 実験装置 本実験は福井大学構内にて行われている。埋設された貯水槽は内径2.1m、高さ2.2mのPC製ヒューム管であり、その底部基礎コンクリート部には貯水槽と周辺地盤との間の熱交換を促進させるために、10本の金属板（長さ1m）が打ち込まれる²⁾。貯水槽の土被りは2mであり、地表面下0.5mには遮水用のビニールシートが敷設される。循環パイプ（φ13mm）は2m×2m×0.12mのコンクリート舗装体中に埋設され、配管ピッチは0.1m、被り厚は0.03mである。貯水槽と舗装体との間の距離は約5m、循環水量は5.0 l/minである。Fig. 1にも示すように冬期の循環水は貯水槽上部より舗装体へ供給され、その後再び貯水槽下部へ還元される。

3.2 実験結果 Photo. 1 は1995年2月21日午前9時30分の舗装体融雪状況を示す。積雪していない方は循環パイプ埋設舗装体であり、積雪している方は通常舗装体である。両者の融雪状況は明確に異なる。

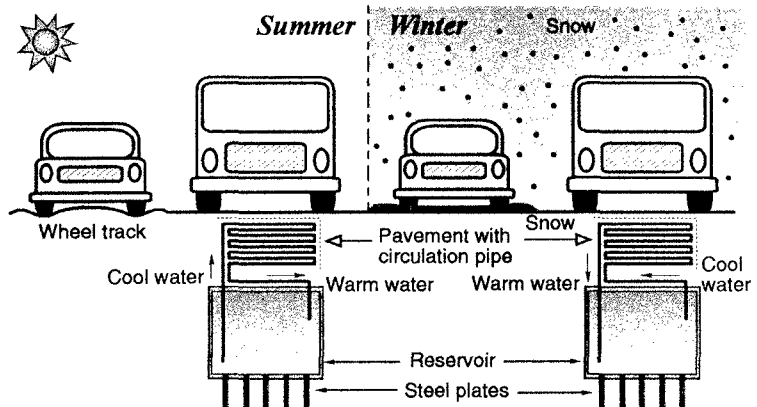


Fig. 1 路面温度制御における熱移動の概念図

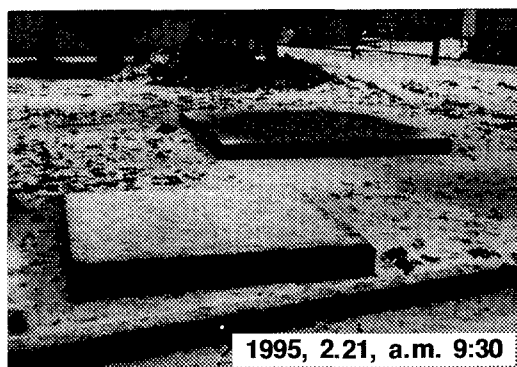


Photo. 1 両舗装体における融雪過程の比較

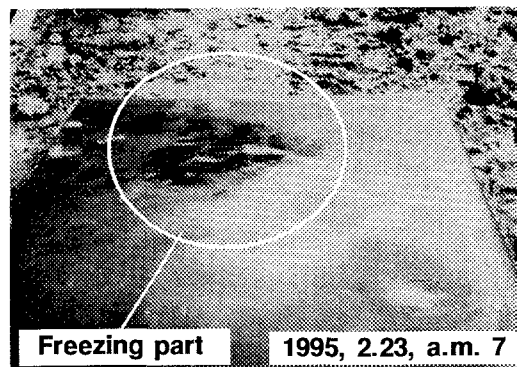


Photo. 2 通常舗装体における路面凍結現象

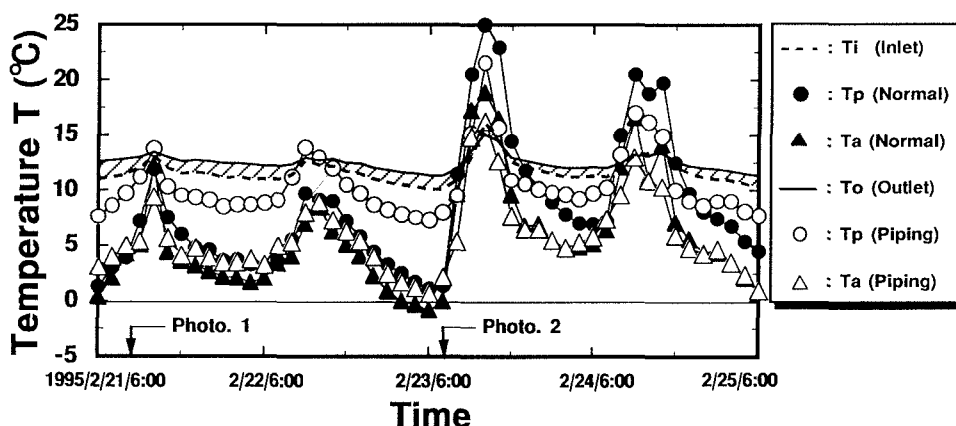


Fig. 2 貯水槽の出入口温度、気温（0.02 m）および舗装体内温度（0.01 m）の経時変化

Photo. 2 は 1995 年 2 月 23 日午前 7 時の通常舗装体上の凍結を示したものであり、丸で囲まれた光沢のある部分が凍結箇所である。しかし、循環パイプ埋設舗装体上では凍結現象は観察されなかった。

2つの写真にみられる現象を定量的に評価するために 2 月 21 から 25 日に渡る貯水槽の出口温度 T_o 、入口温度 T_i 、通常および循環パイプ埋設舗装体表面下 0.01 m の温度 T_p 、さらに両舗装体表面上 0.02 m の気温 T_a の経時変化がそれぞれ Fig. 2 に示される。同図には 2 つの写真の撮影時刻が矢印で示される。まず、出口温度 T_o および入口温度 T_i に着目すると、昼間の一時期を除いては T_o は T_i よりも高く（図中斜線部）、貯水槽から舗装体への熱エネルギー供給があり、循環パイプ埋設舗装体での路面温度低下の緩和が理解できる。また、2 月 21 日午前 9 時 30 分の T_p を比較すると循環パイプ埋設舗装体では 7.5°C であるのに対して、通常舗装体においては 1.6°C である。この明確な温度差は降雪前から生じており、この T_p の違いが Photo. 1 に示す融雪状況の違いを生む。さらに、2 月 23 日に注目すると、午前 7 時の通常舗装体の T_p は 0.9°C であるが、 T_a は -1.0°C までに低下しており、Photo. 2 に示す通常舗装体上での凍結現象が理解できる。一方、循環パイプ埋設舗装体上の T_a は 0.1°C 、 T_p に至っては 7.2°C もあり、同日の二つの舗装体の路面温度にも明確な違いが認められる。

4. おわりに 本方式による道路融雪および凍結防止は暖地積雪地域において有効であることが確認された。今後さらにデータを蓄積して、本システムが長期的な季節スケールにおいても安定的な熱供給が可能かどうか、さらには気象・地温条件、水槽の大きさと舗装体面積の関係について検討していく予定である。

最後に、システムの検討に当たって足立克巳氏（（株）大林組）から貴重なコメントを頂いた。記して謝意を表します。

参考文献 1) 笹谷・福原・宮本・田中：アルミ棒を利用した地熱エネルギー抽出による路面凍結緩和、土木学会第45回年次学術講演会、II-29、1991