

フライアッシュを混和した無散水融雪舗装の融雪性能に関する実験的検討

福井大学大学院	学生会員	○鈴木 遥介
福井大学	正会員	寺崎 寛章
株式会社ホクコン	非会員	谷口 晴紀
株式会社ホクコン	正会員	橘 紗代子
株式会社エコ・プランナー	非会員	草間 政寛

1. はじめに

無散水融雪パネル(融雪平板)は、コンクリートに埋設した管に温水を通水することで融雪を行う。散水とは異なり、足元を濡らすことなく雪を融かすことが可能なため、福井をはじめとする暖地積雪地域の人通りの多い駅前などで数多く採用されている。特に地中熱(熱源)と融雪平板を組み合わせた無散水融雪システムは実用化され、現在では永平寺大野道路や北近畿豊岡自動車など、冬期のスリップ事故防止のために幅広く利用されている^{1),2)}。

一方、福井県では敦賀火力発電所から排出される副産物であるフライアッシュの利用促進に産官学共同で取り組んでいる。筆者らも県内企業と協力して、フライアッシュの積極的な利用に取り組んで研究開発を進めている。しかしながら、フライアッシュ利用時における融雪平板の融雪性能および伝熱性能に関する知見は不足している。

そこで本研究では、フライアッシュを混和した融雪平板の基礎的な伝熱特性を調べるとともに、それを実際に施工し、野外融雪実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 地中熱利用無散水融雪システムの概要

本研究で導入した無散水融雪システムは大別して放熱部(融雪平板)、送水部および採熱部から構成さ

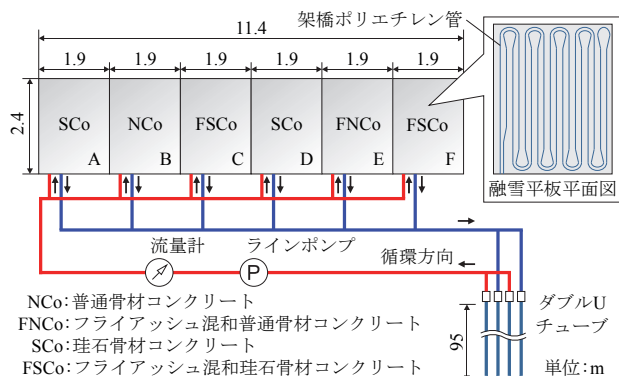


図-1 無散水融雪システムの概要

れる(図-1を参照)。融雪平板(幅1.9×長さ2.4×厚さ0.1m)は骨材と混和材の組み合わせにより、4種類(NCo: 普通骨材コンクリート, FNCo: フライアッシュ混和骨材コンクリート, SCo: 珪石骨材コンクリートおよびFSCo: フライアッシュ混和珪石骨材コンクリート)で、合計6枚作製した。採熱部は長さ95mのポリエチレン管(外径: 42mm)を2条埋設したダブルUチューブを地中熱交換器として利用した。

次に、本無散水融雪システムの施工について説明する(図-2を参照)。まず福井大学構内の普通舗装を開削し、送水管を埋設した。次に、砕石を敷き均し、基礎コンクリートを打設した。硬化後、上述した6枚の融雪平板を据え付け、融雪平板の配管と採熱部を送水管で接続した。また排水溝を設けた後、融雪平板上にアスファルト乳剤(タックコート)を散布し、上部をアスファルト舗装で仕上げた。最後に、送水部にラインポンプを設置した後、耐圧試験を実施し、漏水がない事を確認した。なお、本システムは外気温が3℃以下になると稼働し、その後5℃以上になると停止するように自動制御される。

3. 野外融雪実験

本融雪実験は2020年2月5日～3月5日に行われた。実験期間中は熱電対により、外気温(℃)、表面下10mm地点の融雪平板内部温度 T_p (℃、以後、下添

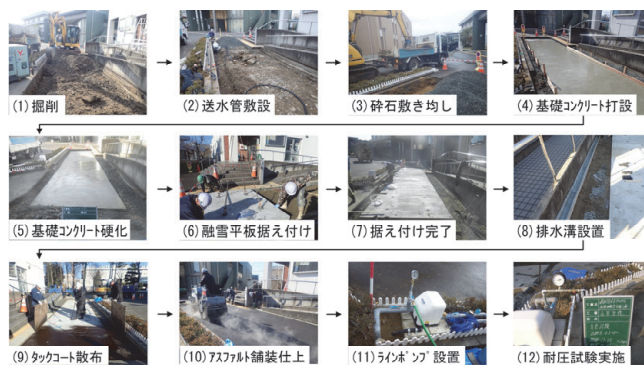


図-2 施工フロー

キーワード: 無散水融雪, 融雪舗装, フライアッシュ, 地中熱

連絡先: 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築・都市環境工学科 環境水工学研究室 TEL0776-27-8595

え字に4種類の融雪平板の略号を付記)および循環水の地中熱交換器出入口部温度(°C)をそれぞれ計測した。また、降雪時のシステム稼働前後の舗装表面温度の経時変化を調べるため、赤外線サーモグラフィを用いて熱分布画像を撮影した。

4. 各融雪平板の物性値および野外融雪実験結果

図-3は各融雪平板供試体の熱伝導率(W/m/K)および圧縮強度(N/mm²)を示す。NCoおよびSCoの熱伝導率はフライアッシュを混和することによって3.7および7.7%低下した。また、NCoおよびFNCoの圧縮強度は珪石骨材を入れることによって47.0および46.6%増加した。

図-4は代表例として、2月6日18:00～2月7日6:00の T_p (図-1中の融雪平板B, C, DおよびE)および外気温の経時変化を示す。外気温が氷点下(0°C以下)の場合でも、各 T_p は7°C以上を推移した。実験期間中の最低気温(-2.2°C)を記録した2月7日2:20の T_{p-SCo} および T_{p-FSCo} は T_{p-NCo} および T_{p-FNCo} より約1°C高く、フライアッシュの有無による温度差は0.2°C以下であった。また短期的に降雪が生じた2月10日において、各融雪平板の融雪状況に差異はなく、良好に融雪が行われていることが可視画像および熱分布画像からも明瞭に分かる(図-5および図-6を参照)。したがって、フライアッシュを混和した場合においても融雪性能に大きな差は生じないと考えられる。

なお、福井気象台のデータに基づけば、2019年度冬季の福井市における降雪量の合計は僅か7cmであり、過去20年間に於いて最も少雪であった。今後も引き続きデータ取得を行い、異なる降雪条件下における融雪状況を調べる予定である。また詳細な計算条件は紙面の都合上割愛するが、フライアッシュを利用することで融雪平板の材料費は6%程度削減された。

5. おわりに

本研究ではフライアッシュの利用促進と低コストかつ高効率融雪平板の開発を最終目標として、各融雪平板の伝熱特性を調査するとともに、野外融雪実験を行い、融雪状況を比較した。その結果、フライアッシュを混和した融雪平板の熱的特性に関する基礎的な知見が得られた。

謝辞

本研究は2019年度の近畿建設協会からの研究助成を受けて行われた。また福日機電株式会社から多大なご協力を受

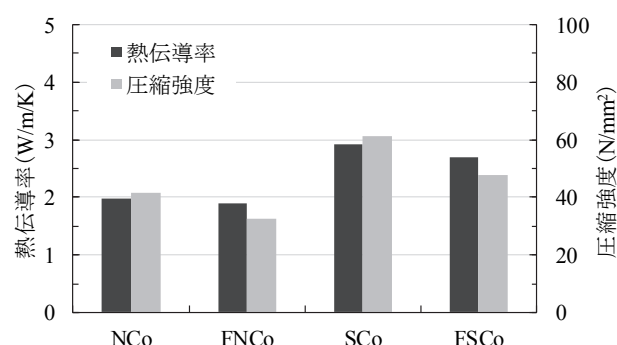


図-3 各融雪平板供試体の熱伝導率および圧縮強度

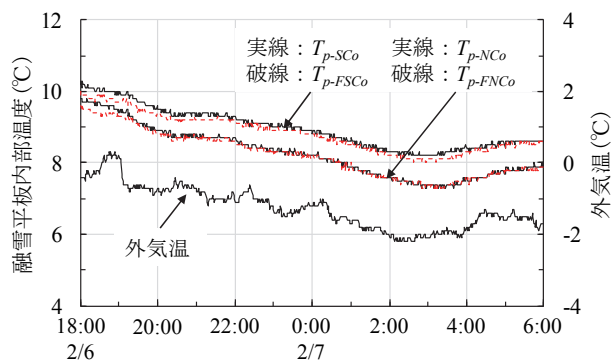


図-4 各融雪平板内部温度および外気温の経時変化

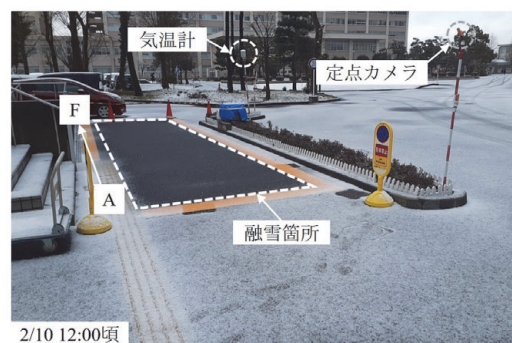


図-5 降雪後の融雪状況

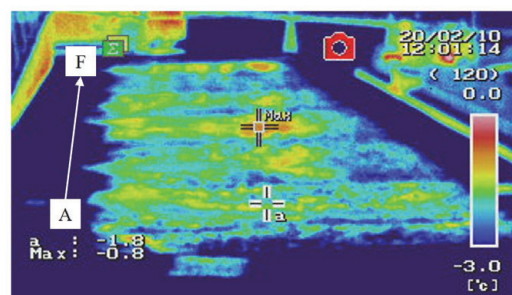


図-6 融雪時の熱分布画像

けた。ここに深甚の謝意を表する。

参考文献

- 1) 宮川昌樹, 松島健朗: 地中熱を利用したトンネル坑口融雪設備の性能調査について, 国土交通省平成26年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 新技術・新工法部門, No.10, 2014.
- 2) 星田慎一: 無散水融雪設備のコスト削減について, 国土交通省平成30年度近畿地方整備局研究発表会論文集, イノベーション部門II, No.07, 2018.