

# システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネル

谷口晴紀・田中義人

冬季の円滑な交通確保やバリアフリー化の推進および除雪作業の効率化を図るために、消融雪設備は重要な役割を担っているが、消雪における地下水の低下、地盤沈下やロードヒーティングにおけるCO<sub>2</sub>排出削減など環境問題があり、その対策が課題である。これらの課題の解決するためにシステム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルを開発した。

本報では、システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルのシステム概要や特徴および施工事例について報告する。

キーワード：道路維持、コンクリート舗装、融雪、高熱伝導率、地中熱利用

## 1. はじめに

冬季の円滑な交通確保やバリアフリー化の推進が叫ばれる中、道路凍結による事故は増加し続けている。コンクリート舗装内部に配管を埋め込み温水を流すことで凍結防止・融雪を行うシステムは、散水と比べて凍結の心配がなく、水跳ねがないことから全国で広がりを見せている。

一方、地下水などの限られた熱源を使用する場合、高効率化とコスト削減が大きな課題である。

加えて、配管の設置・配管の接続・バルブ調整機器設置など現場煩雑施工の簡易化および漏水事故に対する復旧など維持管理性の向上が課題である。

これらの課題を解決するために、熱効率の大幅な向上、配管内蔵型プレキャストパネル化による施工性の向上、バルブや流量計のパネル収納による施工性および維持管理性の向上を行ったシステム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルを開発した。

## 2. 開発の経緯とシステムの概要

### (1) 歩道の融雪

放熱管を内蔵した無散水融雪パネルは、昭和60年頃から福井県雪対策・建設技術研究所と共同で、熱伝導率の高い珪石を骨材に使用した高伝導率コンクリート平板の開発としてスタートした。

各種の実験を行い、熱伝導率が3.2 W/m・Kと普通コンクリートの2.5倍の熱伝導性を有する珪石コンク

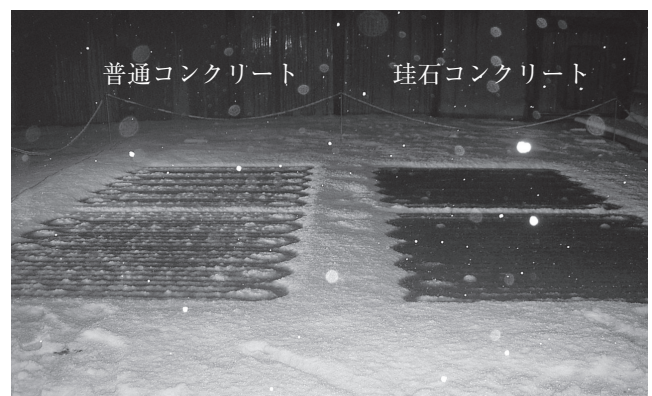
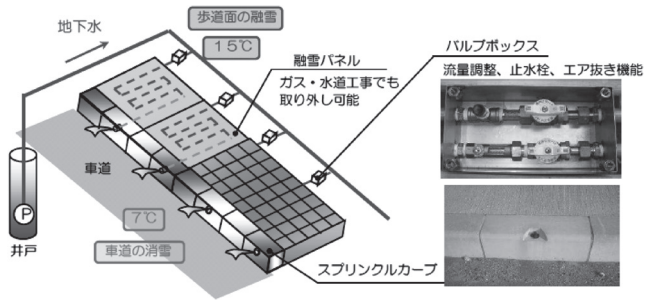


図-1 珪石コンクリートの融雪の比較

リートを開発すると共に内蔵する放熱管についても検討を行い、図-1に示す高い融雪効果を有する無散水融雪パネルが開発できた。

無散水融雪パネルは、福井県雪対策・建設技術研究所構内での試験施工を皮切りに、主に福井県内の歩道に施工され、地下水の限られた熱源を有効に利用する冬季のバリアフリー対策として効果的であることが実証された。

現在は、15℃程度の地下水を無散水融雪パネルに内蔵した放熱管内を通して歩道上を融雪した後、歩車道境界から車道に散水して道路上を消雪するセット融雪工法として、地下水の熱をムダなく使うことが出来ると共に少量の地下水で融雪が可能な工法との評価を受け、冬季のバリアフリー対策工法として実績を積み重ねている。図-2にセット融雪工法の概要を、図-3にセット融雪工法の融雪状況を示す。



図一 2 セット融雪工法概要図



図一 3 セット融雪工法の融雪状況

## (2) 駐車場（車道部）の融雪

福井県雪対策・建設技術研究所と共同で開発したセット融雪工法の実績を踏まえ、平成11～12年近畿地方整備局豊岡河川国道事務所発注の国道9号の八井谷チェーン着脱場（後に『道の駅 ハチ北』兵庫県美方郡村岡町）の無散水融雪設備工事で車道部の無散水融雪パネルとして採用された。

八井谷チェーン着脱場の無散水融雪設備は、「人と車に優しい」をテーマに環境負荷の軽減とライフサイクルコストの削減を考慮したもので、貯水槽集熱システムと無散水融雪パネルを組み合わせ、水を媒体に自然熱源である地中熱を貯水槽集熱システムで採熱し、無散水融雪パネルに循環することにより冬期の凍結防止および降雪時の融雪を行う施設である。高熱伝導率無散水融雪パネルの採用により、貯水槽集熱システムへの負荷を低減すると共に融雪効果の向上を図っている。図一4に示す融雪状況のとおり、駐車場内および歩行通路の融雪が可能となり、利用者から好評を得ている。

また、夏期に水を循環することにより、舗装の熱を地中に還元するとともにパネルの冷却効果により駐車場舗装面の温度を下げて、利用者の快適性が向上した駐車場ともなっている。

しかし、一方で車道部への適用に対して以下に示す対策が求められた。

①パネル間の継手の一体性確保による舗装割れ防止



図一 4 道の駅「ハチ北」の融雪状況

②維持管理性の向上

③現場施工が煩雑な配管工の省力化

## (3) システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルの開発

道の駅「ハチ北」における駐車場での実績を踏まえ、本格的な車道部への適用に向けて求められた対策に対して無散水融雪パネルの改良が不可欠と考え、システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルの開発に着手した。主たる改良点は、以下の通りである。

①図一5に示すT25車両走行実験を実施し、パネル間の継手のズレを防止するために、パネル間の継手に高強度モルタルを充填したせん断キーを設けた。



図一 5 車両走行によるせん断キーの効果確認実験状況

②図一6に示す通り、製品設置と配管工を同時施工するために、送水管および集水管をパネル内に内蔵させると共に特殊配管継手で接合する構造とした。

③図一6に示す特殊配管継手によって、異常が発生したパネルの両側目地をコンクリートカッターで切断すれば、パネル単位の取替が可能であることを確認した。

④図一7に示す通り、漏水検査・流量確認・試運転時のエア抜きがパネル単位で実施出来るようにする

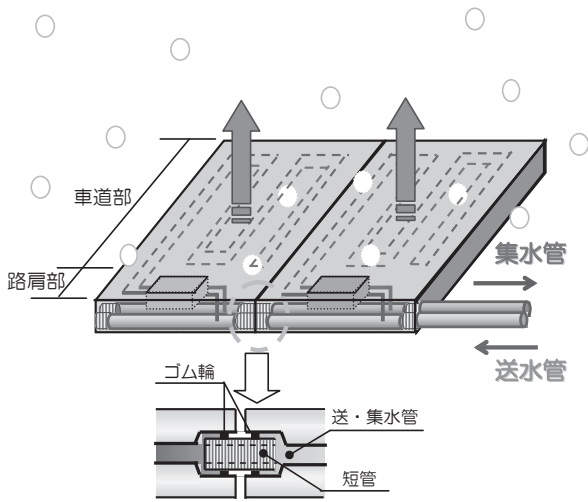


図-6 パネルの配管内蔵部の構造

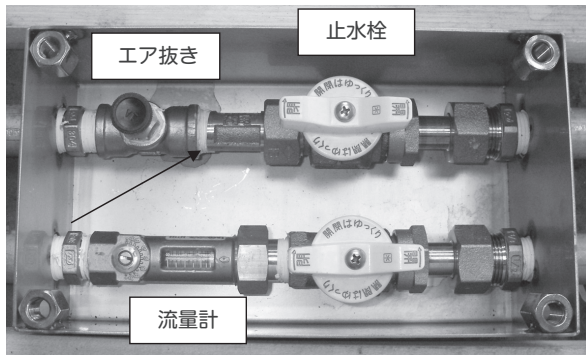


図-7 バルブボックス内部の構造

ために、各パネルに止水栓・流量計・エア抜き機能を有するバルブボックスを内蔵させると共に、送水管・集水管と放熱管との接続部に組み込む構造とした。

- ⑤ 図-8 に示す通り、コストUPを最小限に抑えながら管の強度UPと放熱管の熱伝導率を向上するために、パネルに内蔵する放熱管に金属強化ポリエチレン管を採用した。

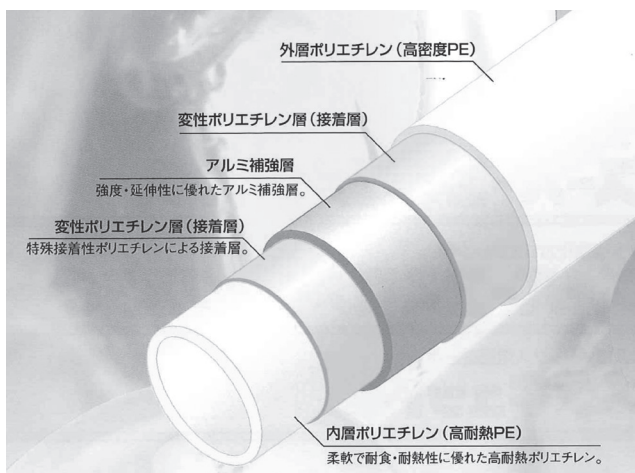


図-8 放熱管(金属強化ポリエチレン管)

上記の改良の結果、システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルは、以下の効果が生まれた。

- ① 配管工とパネル設置工事が同時に行えるため、施工速度が約1.5倍に向上した。
- ② 現場での配管工やバルブボックス設置工が省力化でき、50%の省人化も図れた。
- ③ 放熱管の熱伝導率向上により、管の熱効率が40%向上した。
- ④ 施工速度の向上、配管工の省力化およびパネルの熱効率の向上により、5~10%経済性が向上した。
- ⑤ 漏水検査や放熱管を流れる水量確認がパネル単位で実施可能で、維持管理作業を効率化できた。
- ⑥ 万が一のパネル破損に対してパネル単位での取替えが可能となり、維持管理性が向上した。

システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルの製品を図-9に、従来の無散水融雪パネルとの比較を図-10に示す。

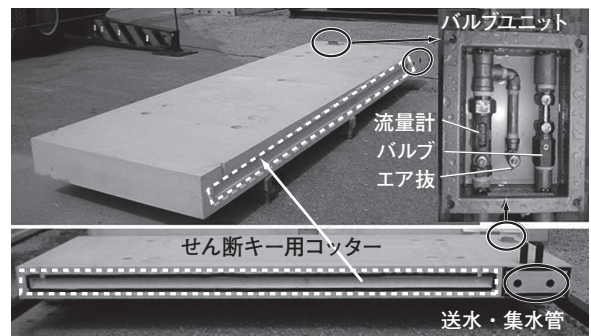


図-9 システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルの製品(融雪面積7m<sup>2</sup>/枚)

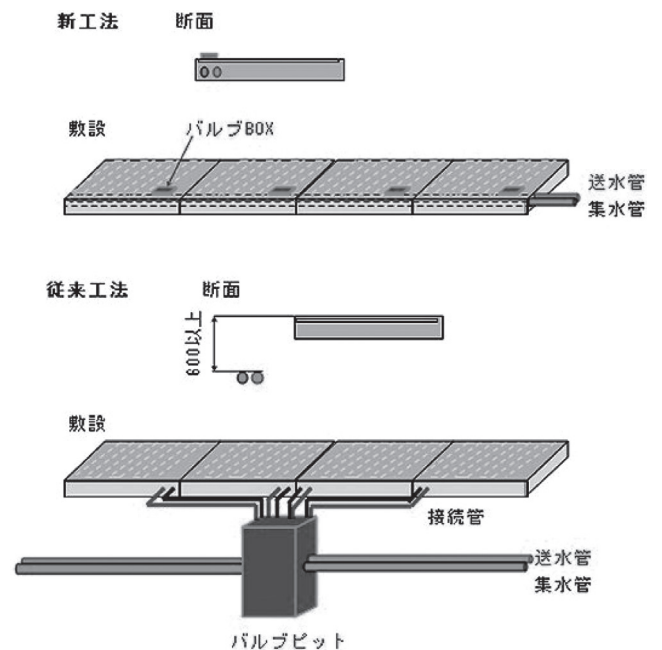


図-10 新工法と従来工法との比較図

### 3. 導入事例

上記の実績と開発・改良を行った結果、システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルは近畿地方整備局豊岡河川工事事務所管内の下記の2つの工事で採用された。

- ①工事1：平成17年春日和田山道路 山東IC 融雪設備設置工事  
融雪面積：7,260 m<sup>2</sup>（熱源：深層地中熱）
- ②工事2：平成17年春日和田山道路 山東PA 出入口路融雪設備設置工事  
融雪面積：5,444 m<sup>2</sup>（熱源：浅層地中熱）

本工事は、融雪面積が広く施工期間も限られていたため、吊り上げ範囲の限られるトラッククレーンのみの施工では効率が悪く、図-11に示す通り、据付を終えた無散水融雪パネル上にリフトを走らせて運搬するリフト施工方法を主体に施工を行った。

また、改良したシステム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルが採用され、配管、バルブボックス設置および無散水融雪平板の設置を同時に施工できる構造とすると共に、施工完了したパネルの漏水試験を平行して行ったことで、日当たり160 m<sup>2</sup>のスピードで施工を進めることができた。

パネル設置完了時点の状況を図-12に、融雪状況を図-13に示す。

施工後約6年を経過するが、大きな問題も発生することなく融雪機能を発揮している。

### 4. おわりに

システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネルは、現場で個別に取り付けていた機能を全て工場製品に内蔵することで施工のコストを削減すると共に、高い熱効率を実現することで熱源コストを削減出来るシステムである。更に、維持管理の省力化にも配慮したシステムである。

以上から、冬季の円滑な交通確保やバリアフリー化の求められる場所での利用が期待されると共に、夏期使用による駐車路面冷却（ヒートアイランド対策）にも期待できる技術である。

今後は、FEM解析を利用した最適なパネル厚さの選定、配管設備周辺の更なる改良および耐久性向上などLCCを見据えたコストの削減を課題として取り組んで行く所存である。



図-11 リフトによる運搬・据付作業状況



図-12 無散水融雪パネルの据付完了時の状況



図-13 山東ICにおける無散水融雪パネルの融雪状況

J C M A

#### 【筆者紹介】

谷口 晴紀（たにぐち はるき）  
（株）ホクコン  
技術本部 設計技術チーム 道路グループ  
チーフ



田中 義人（たなか よしひと）  
（株）ホクコン  
技術本部  
本部長

