

地中熱を利用した無散水式融雪工について

ゆきたけ むねのり
行武 宗軌

島根県 県央県土整備事務所 (〒696-8510 邑智郡川本町大字川本279)



島根県中央部において陰陽を結ぶ重要路線である一般国道261号の県境付近は、山地部特有の積雪寒冷地であり、冬期道路交通の確保が重要な課題となっていました。

そこで、島根県では、雪寒事業として地中熱直接循環工法という自然エネルギーを利用した融雪施設を設置する工事を実施しており、この度、一部区間が完成し、部分的ではあるものの整備効果が確認できたので、その事業概要を報告します。

キーワード 雪寒事業、冬期道路交通確保、地中熱利用、自然エネルギー、無散水式融雪工

1. はじめに

邑智郡邑南町は、広島県に接した島根県中南部の中山間地に位置し、オオサンショウウオなどの希少種が生息する清流等、豊かな自然に恵まれた農林業を基幹産業とする町です。南北を貫く一般国道261号は、島根県広島市を起点とし、邑南町及び川本町を經由して江津市に至る延長L=120.8 kmの陰陽を結ぶ重要路線です。県境付近は、中国山地を横断しており、山地部特有の積雪地帯ですが、中三坂トンネルを挟んで両県側に一定区間で縦断勾配3~4%程度の下りとなっていて、とくに島根県側は緩やかにSカーブしているうえ北面で日陰となる箇所もあり、冬期には通行危険な区間で、スリップによる事故も発生しやすい状況です。

広域的な経済活動や地域住民の生活を維持するためには、この区間での冬期道路交通の確保が不可欠であり、積雪寒冷地特有の道路維持管理が重要な課題となりました。

そこで、島根県では当該区間において、平成19年度から雪寒事業として、凍雪害防止のための融雪施設を施工することとしました。



写真-1 冬期積雪時の様子



図-1 邑南町位置図

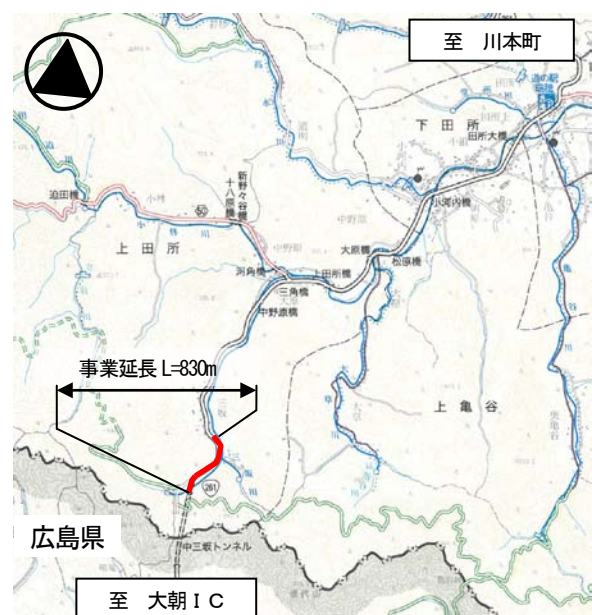


図-2 施行位置

2. 工法検討

(1) 消・融雪工の種類と特徴

消・融雪工には、大きく分けて「散水式」と「無散水式」があります。

前者は、河川水や地下水を汲み上げ、その水を配管を通して路面に設けた小さいノズルから散水することによって、雪を融かして除去する方式で、これまで最も多く用いられています。一方、後者は、路面の下に熱媒体（電熱線、不凍液、地下水等）を配管等を通して、そのパイプから路面に熱を間接的に与えることで路面の雪を融かして除去する方式です。この方式は、採用する熱媒体によって特徴がいくらか異なります。

両者の特徴を表-1に示しますが、近年はその利点から「無散水式」が増えつつあります。



写真-2 散水式消雪工の様子

表-1 消・融雪工の主な特徴

	「散水式」	「無散水式」
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・路面に直接水を散水するため消雪能力が高い ・設備が比較的容易で工事費が安い 	<ul style="list-style-type: none"> ・路面に散水しないため水はねや再凍結の恐れがない ・路面全体を暖めるため融け残りがほとんどない
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・利用水源確保の問題 ・散水した水の水はねによる歩行者の通行障害や再凍結による通行支障をきたす恐れがある ・設備のメンテナンスに手がかかり維持費がかさむ 	<ul style="list-style-type: none"> ・路面を暖める時間が必要のため運転時間が長くなる ・路面全体への配管の埋設が必要のため工事規模が大きくなり、工事費が高い

(2) 工法比較

本事業に用いる消・融雪工法の採用にあたっては、各種工法の長所・短所および施行位置における実現可能性などを検討し、最終的には「河川水散水式」と「地中熱直接循環工法による無散水式」で工法比較を行いました。その結果、経済性・施工性・機能性・維持管理・環境性・社会性等を総合的に判断し、「地中熱直接循環工法による無散水式」を採用することとなりました。

とくに、経済性について両者を比較した場合、工事費のみでは前者が安価となりますが、20年間のライフサイクルコストも含めて比較すると、後者が安価となりました。

(3) 工法のポイント

地中熱直接循環工法は、地下 100mの深さに設置した杭熱交換器に不凍液を循環させることにより地中熱（10～15℃程度）の供給を受け、そこで温められた不凍液を舗装版に埋設した放熱管を通して連続的に放熱することで、融雪・凍結防止を行う工法です。（循環は、一定温度以下で自動運転となります）

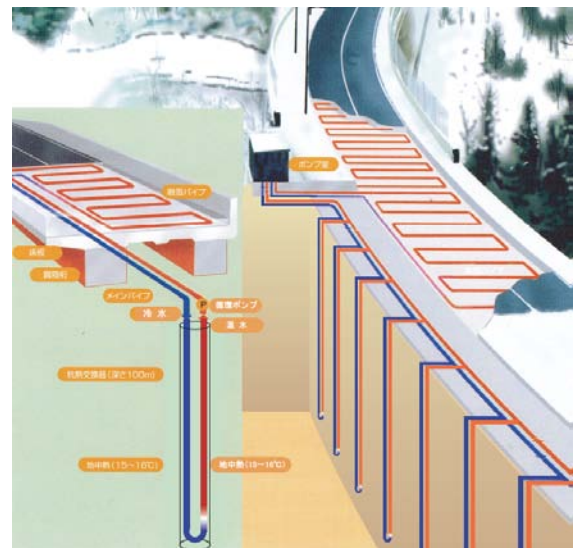


図-3 地中熱直接循環工法のイメージ

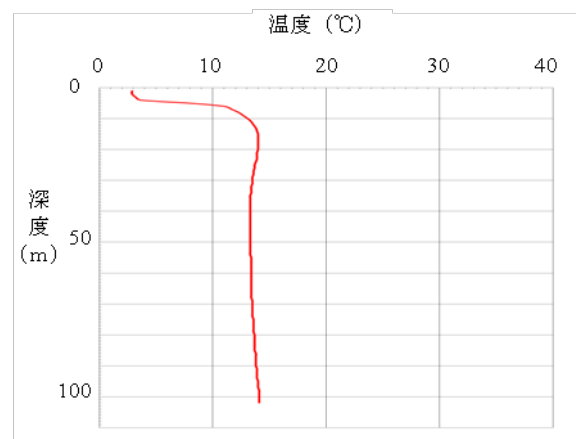


図-4 現地ボーリング孔における地中熱測定結果

この工法の特徴としては、とくに昨今意識の高まりつつある環境面において長所を有しており、①自然エネルギーを利用して省エネルギーであること、②不凍液を用いた密閉循環回路のため、水環境に変化を与えないことなど、環境に配慮した工法といえます。

施工実績も徐々に上がっていて、周辺では広島県布野町の国道 54 号横谷天狗トンネルや鳥取県大山町の(主)米子大山線(大山観光道路)で施工されていますが、島根県としては初めての施工となります。

なお、この工法における舗装は、熱伝導率が高く、配管保護の観点からコンクリート舗装が一般的ですが、今回の工法採用にあたっては、車の走行性や舗装の補修等を総合的に考慮して、両者の利点を活かしたコンポジット舗装を採用することとしました。ただし、通常のアスファルト舗装では熱効率が悪く、必要な性能の確保が困難なため、熱効率の高い珪石^{注1}を骨材に用いた珪石アスファルトを表層に用いています。

3. 事業概要及びこれまでの施工状況

(1) 事業概要

- a) 施行位置： 邑智郡邑南町上田所地内
- b) 事業期間： 平成 19 年度～平成 24 年度 (予定)
- c) 事業延長： L = 830m

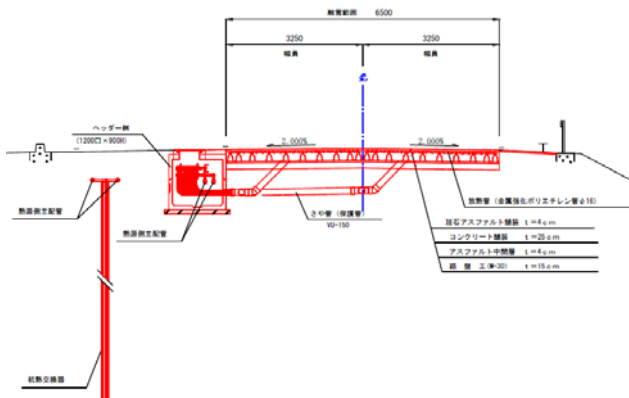


図-5 標準横断面図

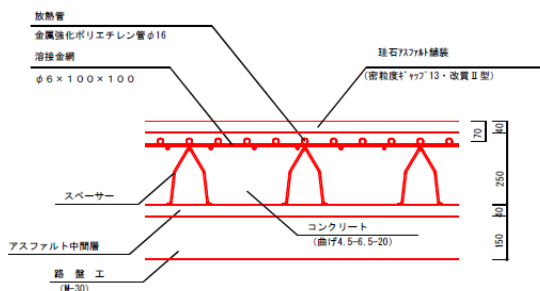


図-6 断面詳細図

d) 消雪面積、幅員： A=5,395m², W=6.5m(車道部)

e) 工事概要

- ・ 杭熱交換器 (L=100m/本) N=140 本
- ・ 放熱管 (φ 65mm) L=62,068m
- ・ 珪石アスファルト舗装 (t=4cm) A=5,395m²
- ・ 循環ポンプ (φ 80~65mm) N=16 基 (8 系統×2 基)
- ・ ポンプ室 N=3 箇所
- ・ 受配電・制御盤設備 N=3 箇所

f) 総事業費：約10億円

(2) これまでの施工状況 (一部区間完成後の状況)

図-7 に施工フローを示しますが、概ね 100m を 1 系統とし、8 系統を連ねることにより、事業区間全体を融雪することとなります。したがって、系統単位で施工を行えば、一部区間の完成でも施設を稼働することが可能となります。

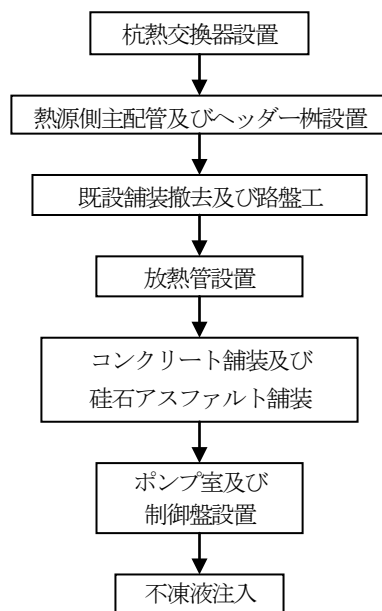


図-7 施工フロー



写真-3 施工状況 (放熱管敷設)

工事は、中三坂トンネル坑口側から順に施工していますが、これまでの工事によって420mが完成しました。

その後、何回か積雪がありましたが、無事に稼働し、当初計画どおりの整備効果が発揮されました。付近の住民からは通行しやすくなったので、残りの区間も早く完成してほしいという声も聞かれました。

4. おわりに

一般国道261号は、とくに広島方面から石見銀山や温泉津温泉等への最短経路であることから広域観光に欠かせないルートとなっています。また、仮に通行止めが発生した場合には迂回路の確保が困難であるうえ、県境付近の地域では県境を越えて北広島町へ救急搬送を行っている実態もあります。本事業をできるだけ早く完成させ、

安全・安心な冬期交通を確保し、少しでも「活力あるしまね」、「安心して暮らせるしまね」に寄与できればと思います。

付録

注1：ケイ酸質の鉱物（石英）や岩石（珪質砂岩、珪岩、石英片岩など）を資源として扱うときの鉱石名

参考文献

1) 路面消・融雪施設等設計要領編集委員会：路面消・融雪施設等設計要領（平成20年5月）



写真-4 一部完成区間の融雪状況