

技術名称 高熱伝導コンクリート

NETIS番号 HR-230007-A



設計熱伝導率という新しい考え方

ロードヒーティングのコスト縮減に寄与する高熱伝導舗装について

令和5年度 第35回 日本道路会議 論文発表

日時：2023.11.2

場所：都市センターホテル

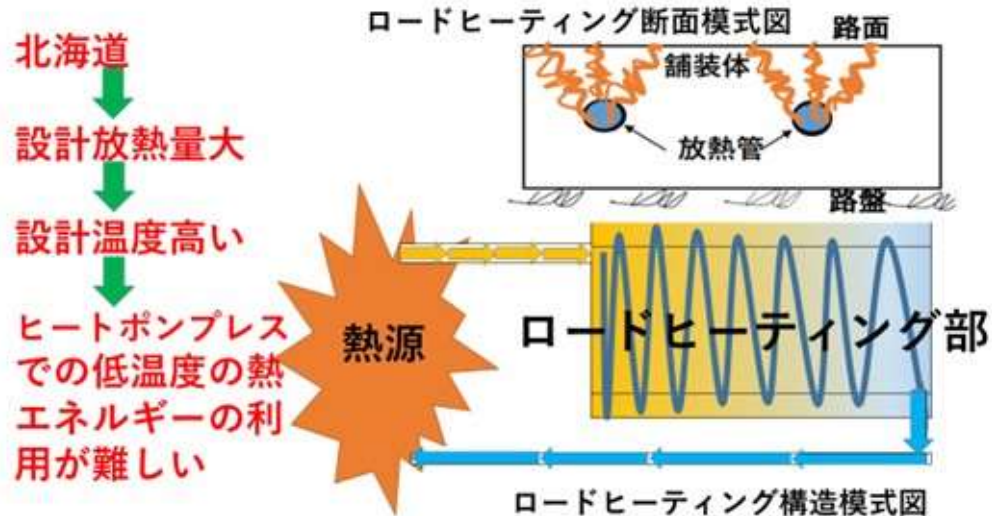
発表者： 東邦産業株式会社

新潟太平洋生コン株式会社

○美寺 寿人

浅野 宏

高熱伝導コンクリートの概要



高熱伝導コンクリート：
「コンクリート骨材に酸化アルミニウムを使用したコンクリート」

通常のコンクリートの熱伝導率を約3倍まで向上することができ、
任意の熱伝導率の値を設定することができます。

- ロードヒーティングの舗装体を使用することで、
- ①低温度の未利用熱（再生可能エネルギー）の活用がしやすくなります。
 - ②これまで「定数」として設計に用いていた熱伝導率を「変数」として用いることができ、施設設計の自由度が広がり、全体最適な設計が可能となります。

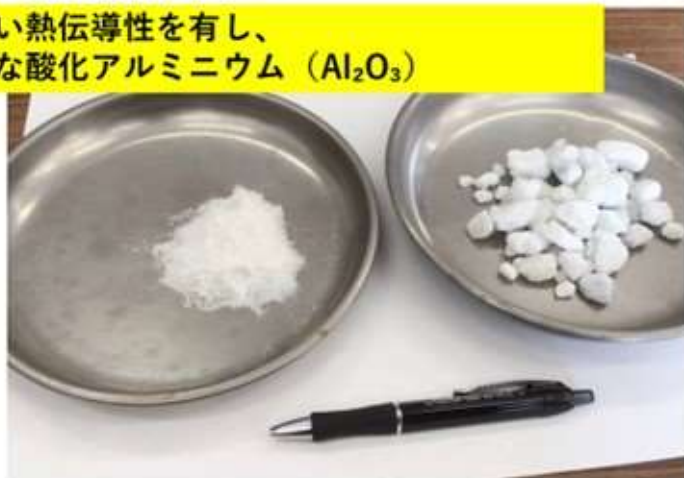
コンクリート骨材の材質に着目し、選んだのがアルミナ

化学的に安定かつ高い熱伝導性を有し、
他の金属よりも安価な酸化アルミニウム (Al_2O_3)

(試験結果より)
新潟県新潟市の
コンクリート
2.0 (W/m・k)

北海道札幌市付近の
コンクリート
1.6 (W/m・k)

骨材の熱伝導率の違い



使用した日本軽金属株式会社製のアルミナ「36 W/m・K (25°C)」



化石エネルギーから再生可能エネルギーへの転換に寄与する基礎技術としての使用が可能となります。

これまでの課題

北海道や多積雪地では、設計放熱量が大



低温度の下水熱などの再生可能エネルギーだけでは、
ロードヒーティングの舗装体を設計温度に加熱できない



このため、ヒートポンプや化石エネルギーによる加熱が必要
また、ロードヒーティングは、投資コストが高い

これらの課題を解消する方法として、本技術は次のようなメリットにつながる可能性があります。

①北海道や多積雪地域において、低温度の未利用熱を

ヒートポンプレス等で活用することが可能となります。

②無散水融雪施設の全体最適な設計を行うことで

コスト縮減が可能となります。

高熱伝導性

：熱伝導率は、従来のコンクリートの約3倍まで向上

任意の値に熱伝導率をコントロール

：アルミナ骨材の置換割合により熱伝導率が比例する

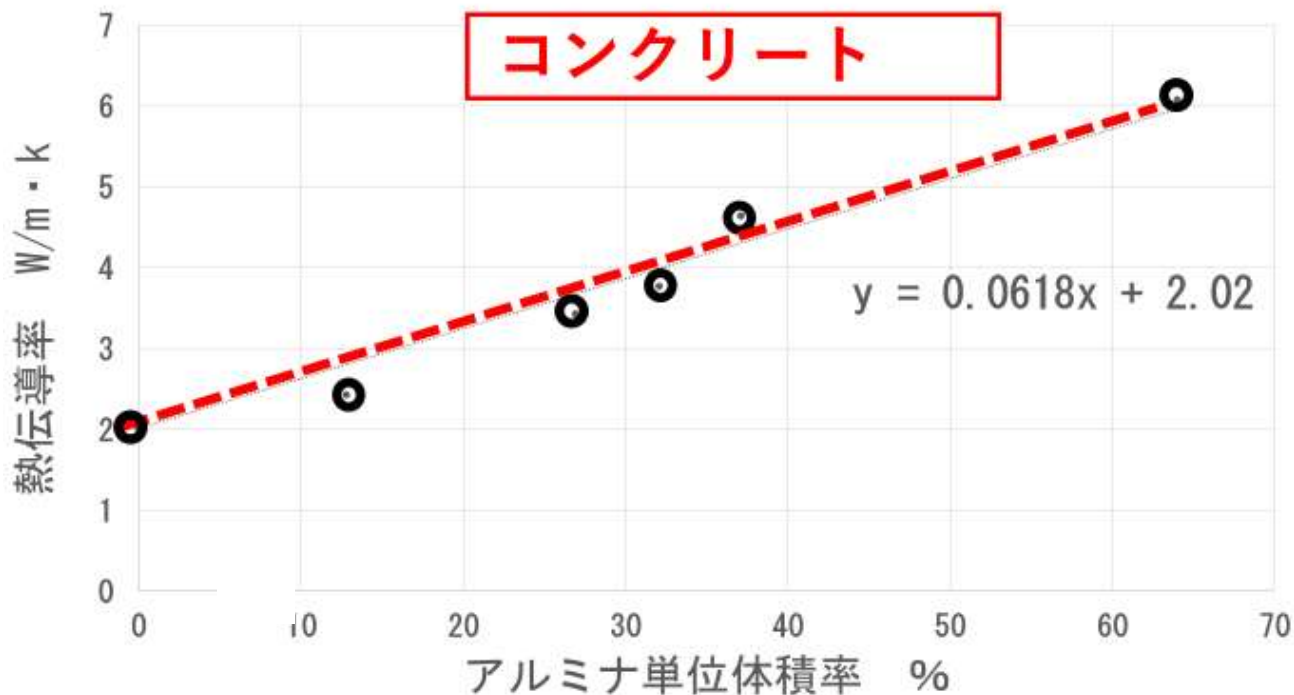


図1 アルミナ体積率と熱伝導率の関係図

熱伝導率の違いによる融解状況の観察実験

「熱伝導率の大小による放熱能力の違い」

「熱伝導率の大小により、同じ温度の熱エネルギーを加えた場合の放熱能力に違いがあることを実証試験により確認しました。」

実験開始時

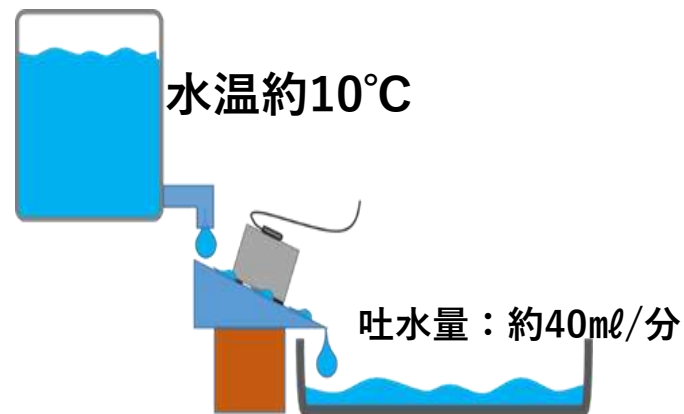
- 1-2：普通コンクリート
(熱伝導率 $2.0 \text{ w/m} \cdot \text{ k}$)
- 2-2：高熱伝導
コンクリート
(熱伝導率 $6.1 \text{ w/m} \cdot \text{ k}$)
- 3-2：高熱伝導
コンクリート
(熱伝導率 $3.4 \text{ w/m} \cdot \text{ k}$)



- マイナス1℃に設定した恒温槽において、マイナス1℃に冷やした3種類の熱伝導率の異なるサンプル（10cm×10cm×5cmの直方体）の上に、氷を置き、サンプルの底面に同流量の水温約10℃の水を流して、氷の融解する状況を観察する。



恒温槽 マイナス1℃設定
協力：株式会社スノーテック新潟



実験ポンチ絵



試験動画QRコード

供給水温度約10℃のケースの動画（16倍速：1分27秒）

23秒表示 サンプル2-2に兆候 約25秒表示 サンプル3-2に兆候。

約1分表示 サンプル1-2に兆候。

左側の普通コンクリートはほとんど融解していません。
このことから、熱伝導率を向上することで、放熱能力が大きくなることが定性的にわかります。

実験終了時 開始から24分後

1-2：普通コンクリート
(熱伝導率 $2.0 \text{ w/m} \cdot \text{k}$)

2-2：高熱伝導
コンクリート
(熱伝導率 $6.1 \text{ w/m} \cdot \text{k}$)

3-2：高熱伝導
コンクリート
(熱伝導率 $3.4 \text{ w/m} \cdot \text{k}$)



① 厳寒地区や多積雪地区で、未利用となっている 低温度熱エネルギー(下水熱や地中熱等)の活用が可能となります。

机上計算の結果によって、低温度の熱エネルギーを活用できることを示します。

熱伝導率 λ (W/m°C)	放熱管行き温度 T_a (°C)	放熱管還り温度 T_b (°C)
1.6	16.84	11.92
2.4	12.1	7.18
2.5	11.72	6.81
2.75	10.9	5.98
3	10.21	5.29
4	8.32	3.4
5	7.18	2.26
6	6.42	1.5

×

○

10°C低下

利用する下水温度が
12°Cの場合



加熱なしで12°C以上
に温めることは不可能

設計上必要な不凍
液の放熱管入口温
度を低くすること
ができ、

低温度の未利用熱
をヒートポンプレ
スで活用すること
が可能となります。

②熱伝導率を変数として扱うことで、
「施設の全体最適な設計（コスト縮減など）をすることが可能」

従来方式

革新的方式

設計条件（設計熱量等）

放熱部の設計

放熱部の設計

熱源部の設計

熱源部の設計

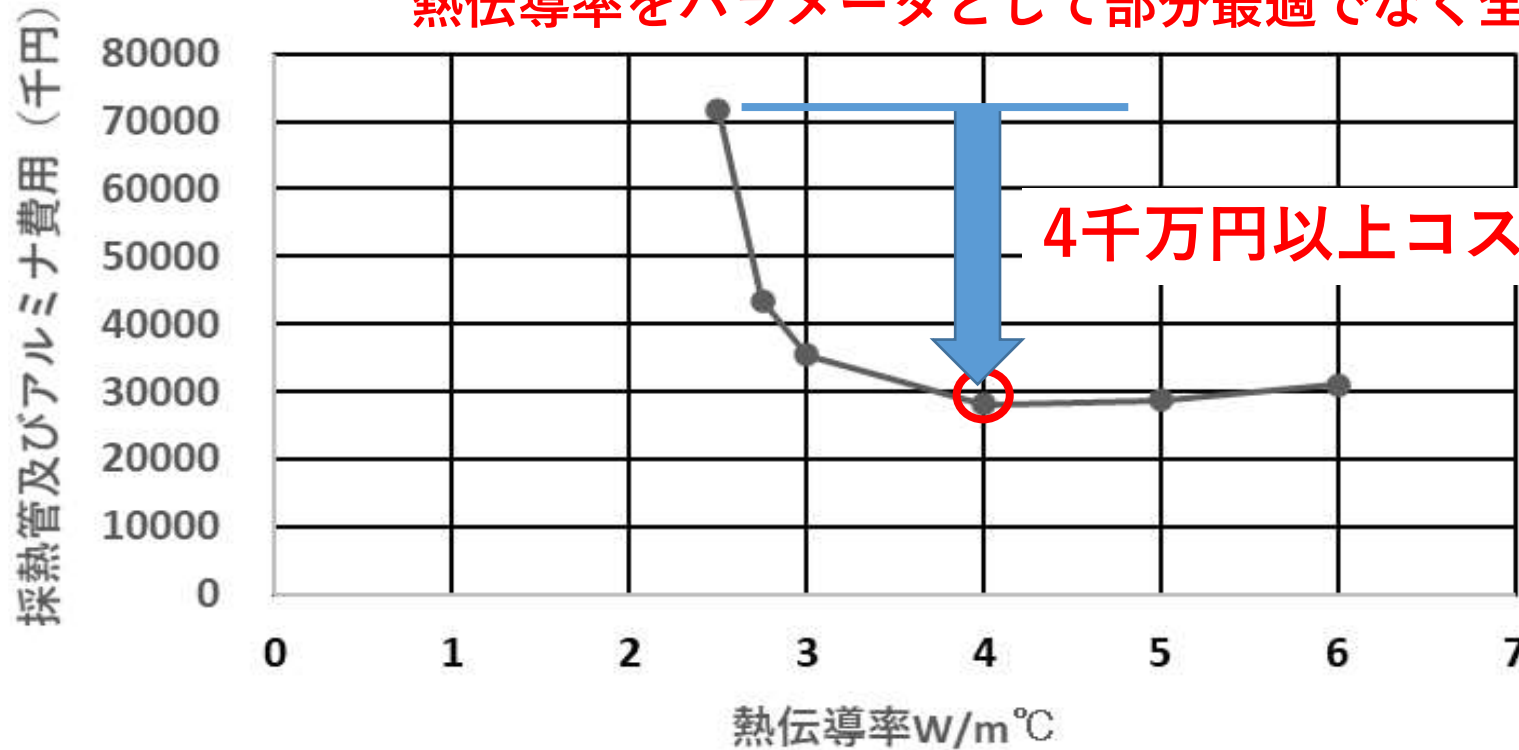
設計完了

新たなパラメータとしての舗装体の熱伝導率

舗装体の熱伝導率を【定数】として
取扱って放熱部の設計

計算事例：北海道（道央地区）

熱伝導率をパラメータとして部分最適でなく全体最適な設計を行う。



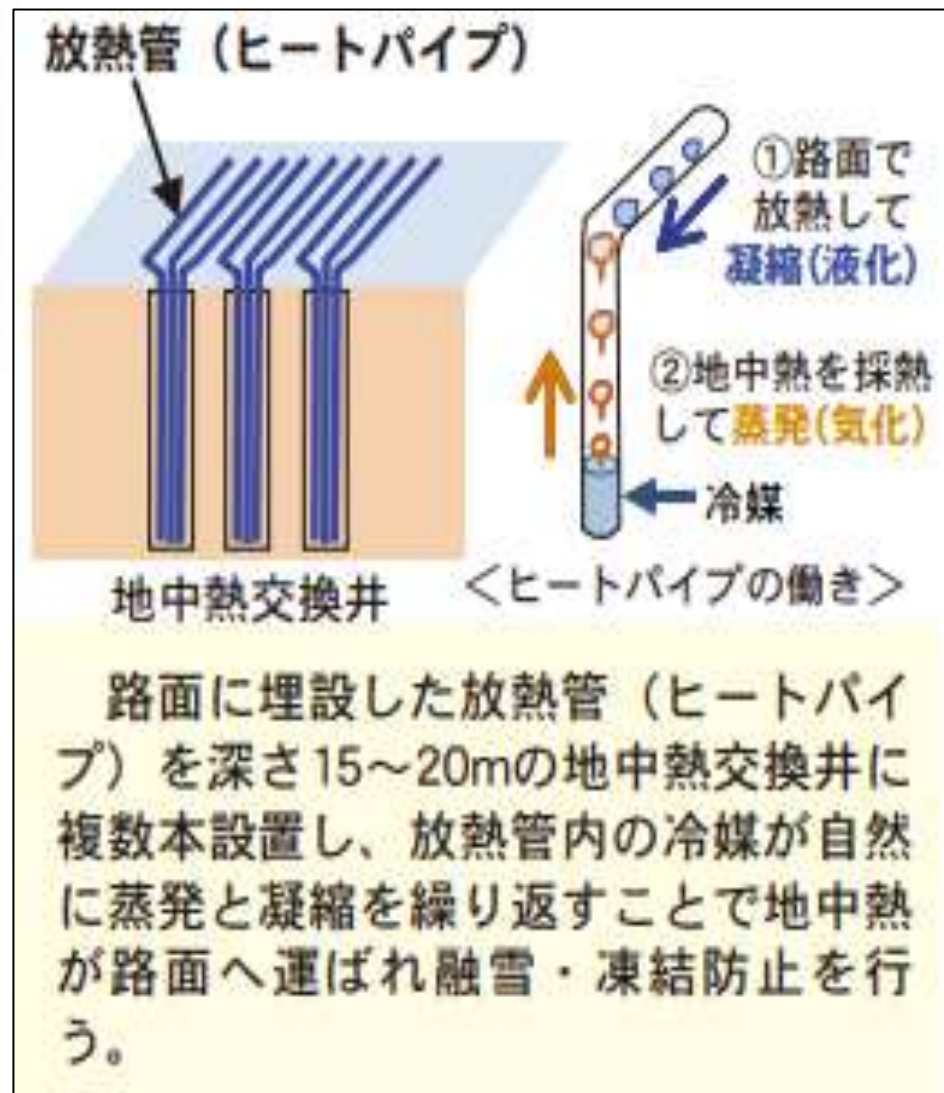
4千万円以上コスト削減

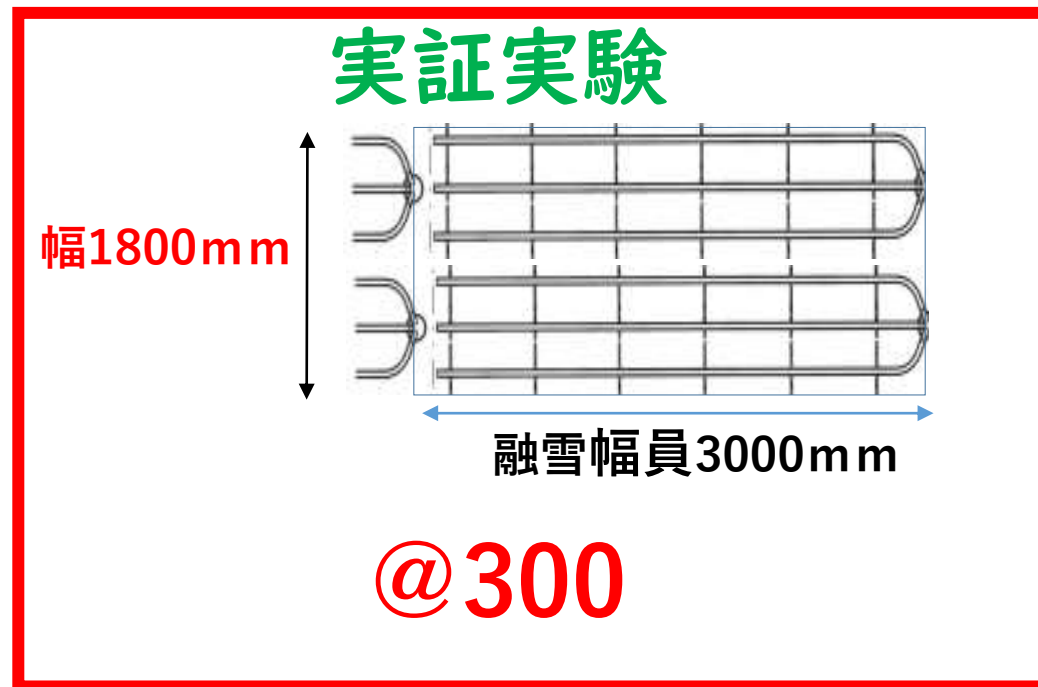
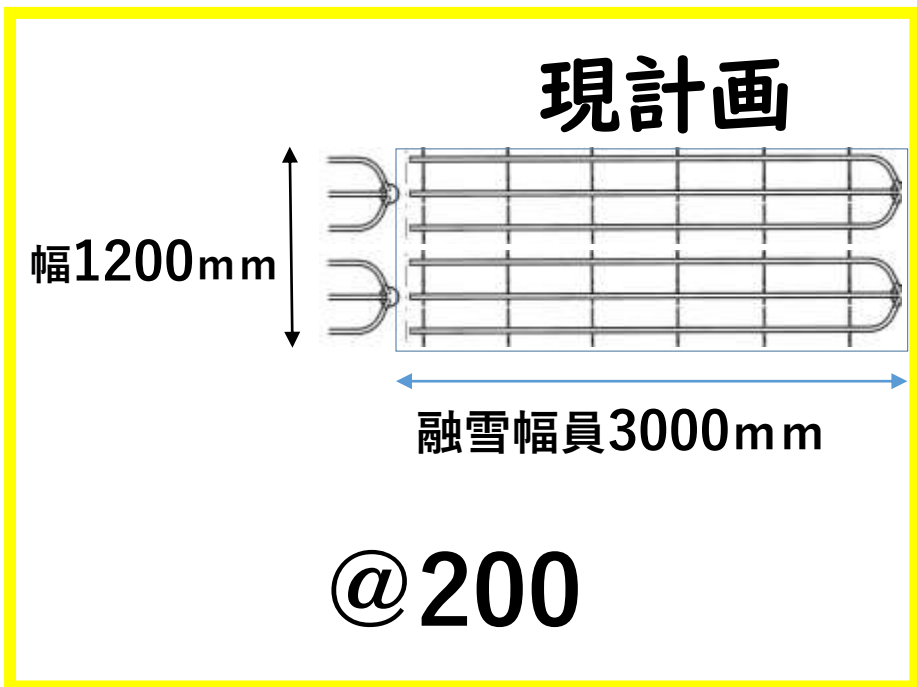
4 $W/m^{\circ}C$ 付近において
建設費が最小値となる。

熱伝導率と採熱管費用+アルミナ費用

新たに熱伝導率を変数として施設設計を行うことができ、
無散水融雪施設の全体最適な設計（建設コスト削減等）が可能となります。

今冬に向けた事例：見附駅東口駅前広場における無散水融雪施設への導入





放熱管拡幅イメージ図

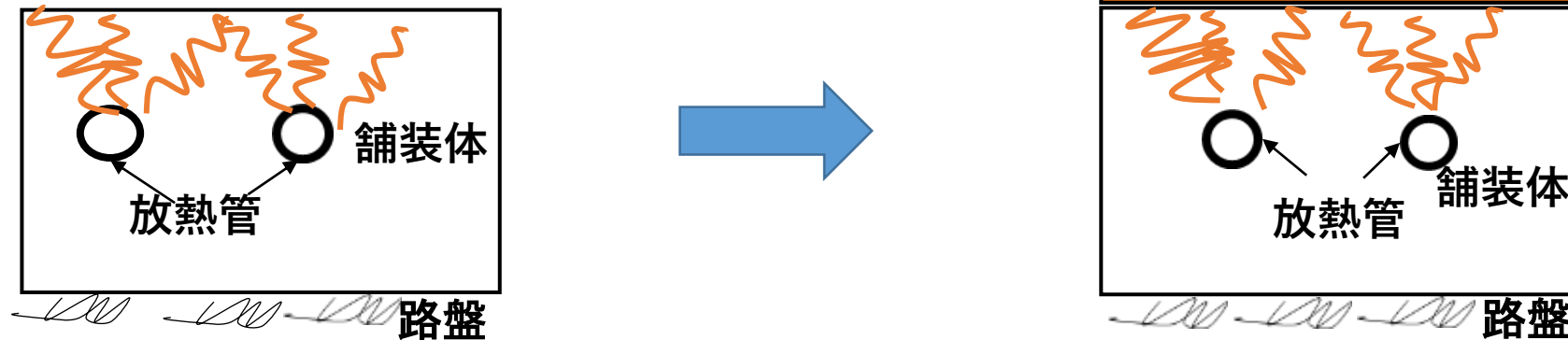
そこで、設置費用を安価にする方法として、放熱部の舗装体の熱伝導率を大きくすることで、地中熱交換井1本あたりの放熱面積を大きくすることが設計上、可能となります。

今冬、両タイプを比較して高熱伝導コンクリートの実証実験を行い、来年度に工事を行う歩道部に、その成果を生かすこととしています。

歩道部の地中熱活用ヒートパイプによるロードヒーティング計画区域において、全体最適な設計を行い既存技術の建設費のコスト縮減を図る実証実験を予定

その他

課題：意匠上、路面に着色を予定



着色方法として、従来技術では次の通り

樹脂系薄層舗装：カラー碎石を樹脂により接着する舗装

カラーブロックの設置：舗装体表面にブロックの設置

課題：意匠上、路面に着色を予定

設計における舗装体の熱伝導率の位置づけ

ロードヒーティングの設計図書である「路面消・融雪施設等設計要領H20.5」を参照

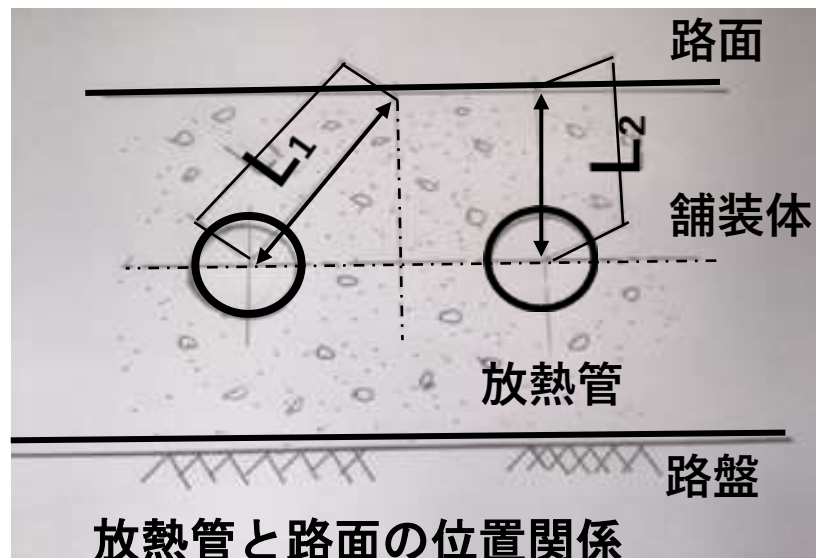
路面で設計必要熱量を放熱するのに適切な放熱管入口温度は次式により算定するものとする。

$$T_1 = \bar{T} + 1/2 \cdot \Delta T_1$$

T_1 ：放熱管入口温度（℃）、 \bar{T} ：放熱管平均通水温度（℃）、 ΔT_1 ：放熱による温度低下（℃）

また、 $\bar{T} = \boxed{qu \cdot \frac{L_1 + L_2}{2\lambda}} + q \cdot \frac{a'}{2\pi \cdot \lambda_p \cdot L} \cdot \ln \frac{d_0}{d_1} + T_m$ -----式 (2.12)

$$\boxed{qu \cdot \frac{L_1 + L_2}{2\lambda}}$$



舗装体の熱伝導率が関係する第1項の変数

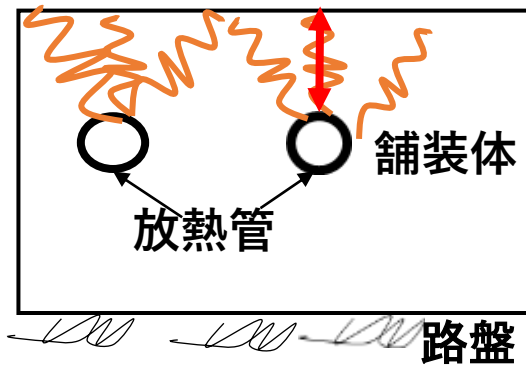
qu ：上部放熱量： W/m^2)

L_1 ：放熱管中心から路面までの最長距離 (m)

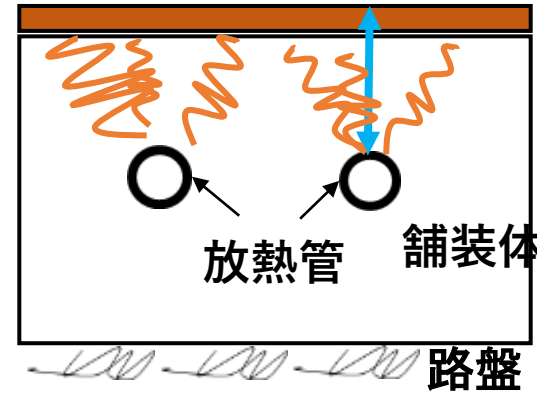
L_2 ：放熱管中心から路面までの最短距離 (m)

λ ：舗装体の熱伝導率 ($W/m/k$)

課題対応策：以下の対応策として、着色コンクリートの使用



舗装面に樹脂系の薄層舗装等を行うと



熱伝導率の低下

樹脂系薄層舗装：熱伝導率の小さい樹脂による舗装体の

$$\lambda = t / (t_1/\lambda_1 + t_2/\lambda_2)$$

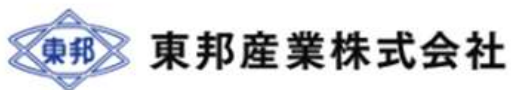
合成熱伝導率の低下による放熱能力の低下

カラーブロックの設置：放熱管と路面間の距離が

長くなることによる放熱能力の低下

$$qu \cdot \frac{L_1 + L_2}{2\lambda}$$

未利用熱エネルギーの普及拡大に繋がり、
GX(グリーントランスフォーメーション)の実現に寄与し、
質の高い道路空間の形成にも資することを期待します。



このまちを、100年先も
「安心」で支える。

建設業界の総合商社 東邦産業



東邦産業は、安心・安全な豊かさを、次世代に残すために、
未利用熱エネルギーの普及拡大に寄与する
高熱伝導コンクリートの導入支援を行っています。
代表取締役社長 五十嵐悠介

Special thanks

新潟県見附市 (株)スノーテック新潟
新潟大学工学部 佐伯教授、日本軽金属(株)、
日軽産業(株)、太平洋セメント(株)



当社ホームページ
<https://www.tohos.co.jp>



技術名称: 高熱伝導コンクリート
NETIS登録番号: HR-230007-A

本論文に関する問い合わせ先
東邦産業株式会社 副社長 美寺寿人 (MITERA HISATO)
〒951-8124 新潟市中央区医学町通2番町10番地1
TEL 025-228-0168 e-mail: hisato@tohos.co.jp
高熱伝導コンクリートに関する記事は、当社ホームページの【お知らせ】に掲載しています。