

# 熱風循環式路面ヒータ車を有効活用した 既設グースアスファルト混合物の撤去

田口 翔大・鈴木 泰・井垣 友孝

都市高速道路における舗装更新時には、近隣環境の制約から既設舗装撤去時の騒音が課題となることが多い。その対策として、鋼床版上舗装の撤去にはIH工法が適用されることも多く、その有効性が確認されているが、IH工法では国内保有台数の少ない特殊な専用機械が必要となるため、汎用的な工法とは言い難い。

そこで、IH工法の代替として、国内保有台数が多く、近年では活用の方が少なくなっている熱風循環式路面ヒータ車を用いた既設舗装の撤去について検討を行った。実現場における検証の結果、熱風循環式路面ヒータ車を活用した既設舗装撤去は、既存のIH工法と同様に有効であることがわかった。

キーワード：熱風循環式路面ヒータ車、舗装撤去、グースアスファルト混合物、低騒音、CO<sub>2</sub> 排出量

## 1. はじめに

都市高速道路の高架橋は、上部構造の軽量化のため鋼床版が多く採用されている。鋼床版には輪荷重が直接作用することから、疲労損傷が多く発生しており、鋼床版上に鋼繊維補強コンクリート舗装を適用することによって鋼床版を補強する上部補強工事が近年活発に実施されている<sup>1), 2)</sup>。ここで、都市高速道路は立地条件上、既設舗装の撤去時に発生する騒音が大きな課題となっており、騒音低減対策が求められている。

舗装撤去時の騒音低減対策として、IH (Induction Heating, 電磁誘導加熱) 機械を用いて、既設のグースアスファルト混合物 (以下、グース) を撤去する工法 (以下、IH工法) が適用されている。IH工法は、IHによって鋼床版を加熱し、既設グースと鋼床版との付着を弱めることができるため、舗装撤去時の騒音を低減する対策として非常に有効な工法である。しかしながら、IH工法は国内保有台数の少ない特殊な専用機械を必要とするため、汎用的な工法とは言い難い。

そこで、IH工法に替わる工法として、主に路上表層再生工法に使用されていた路面ヒータ車を用いた既設舗装撤去について検討を行った。路上表層再生工法は、1990年前半までは全国で多く適用されていた工法であったが、近年では施工実績がほとんどなく<sup>3)</sup>、路面ヒータ車の活躍する機会は少なくなっている。IH工法の代替工法として、路面ヒータ車を有効活用した低騒音な舗装撤去工法を確立できれば、今後の継続

的な舗装補修に大きく貢献できるものと考えられる。

本稿では、路面ヒータ車を用いた既設グースの撤去工法 (以下、ヒータ工法) の室内検討結果および実工事への適用性検証結果について紹介する。

## 2. 本検討で使用した路面ヒータ車

路面ヒータ車の加熱方式にはLPガスを熱源とした赤外線輻射方式と灯油を用いた熱風循環方式がある (図—1, 2)。

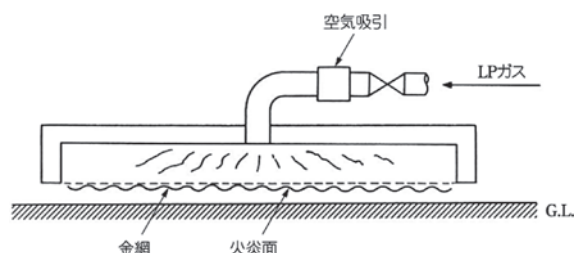


図-1 赤外線輻射方式ヒータの機構例

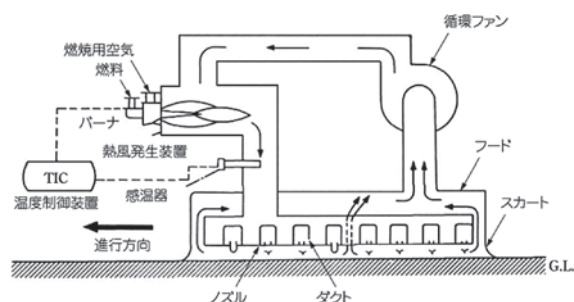


図-2 熱風循環式ヒータの機構

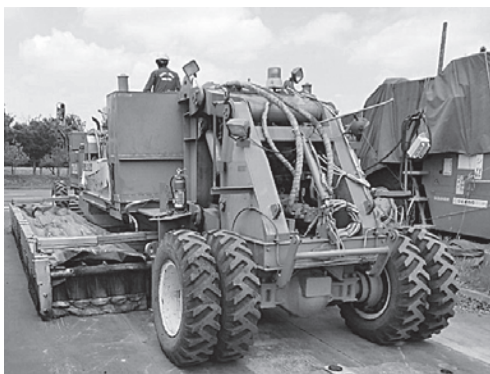
赤外線輻射方式は、LPガスを燃焼させ金網を加熱することにより金網の輻射熱で路面を加熱する方式である。構造はシンプルであるが、加熱温度調整範囲は比較的狭く、被加熱物との間隔（接近距離）を調節することによって温度調整を行うのが一般的である。

熱風循環方式は、灯油バーナによって発生した熱風を大型の送風機でヒータ本体の加熱面に設けた大量のノズルから路面に高速噴射して、既設舗装面を昇温させる。加熱後の熱風は送風機に戻され、温度降下した熱風は加熱バーナからの熱風とともに適正加熱温度で循環されるため、熱効率が高く、外気へ排出される熱風量も少ない。また低酸素の熱風を循環させるため、既設舗装のアスファルトの酸化劣化も抑制できる。熱風温度は熱風発生装置出口で検出し、これが一定となるようにバーナ燃焼量が自動的にコントロールされる。このため、設定可能な燃焼温度の調整範囲が広く、路面を過加熱することなく発煙量を抑えることができる。また、バーナ火炎が見えない構造となっているため、市街地での工事に適している。

本件では熱風循環式路面ヒータ車（以下、ヒータ車とする）を用いて各種検討を行った（写真－1、表－1）。

### 3. 室内における検討

ヒータ車を用いて既設グースの撤去を容易に行うことを想定した際、グースと接している鋼床版表面温度



写真－1 熱風循環式路面ヒータ車

表－1 熱風循環式路面ヒータ車諸元

| 項目 |        | 詳細               |
|----|--------|------------------|
| 仕様 | 総重量    | 15,100 kg        |
|    | エンジン出力 | 78.4 kW          |
| 性能 | 加熱幅員   | 2,480 ~ 4,000 mm |
|    | 作業速度   | 最大 7.0 m/min     |
|    | 加熱装置   | 熱風循環式            |
|    | 熱風温度   | 最大 750℃          |

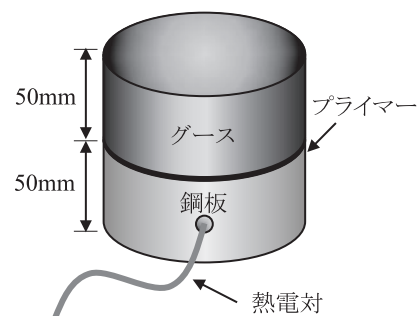
と、鋼床版－グース間の付着強度との関係性を予め把握しておくことが必要である。そこで、以下の室内試験を行った。

#### (1) 試験方法

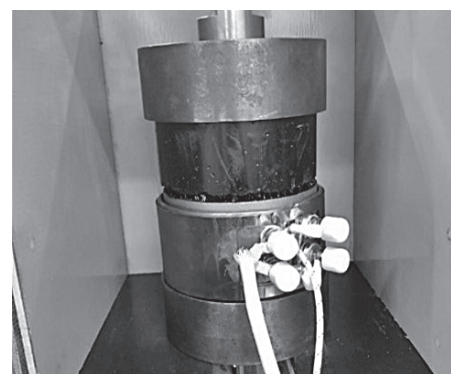
試験に用いる供試体は、鋼床版を模擬したショットブラスト処理後の鋼板（φ100 mm×50 mm，中心部に削孔処理）に、鋼床版用溶剤型プライマー（以下、プライマー）を塗布し、グースを厚さ 50 mm で舗設した。さらに、鋼板中心部の削孔箇所に熱電対を設置し、鋼板内部温度を測定できる機構とした（図－3）。供試体の上下面には引張試験用治具を接着した。なお、鋼板内部温度と鋼板－グース間の界面温度（鋼板表面温度）との整合性は、予め予備試験によって確認し、両者に大きな差異がないことを確認している。

試験ケースは、鋼板表面の目標温度を最大 100℃ に設定し、100℃ から 20℃ 毎に低減させた。また、常温（23℃）の水準においては、予め熱履歴（120℃ および 80℃）を与えた後に自然放冷させた水準も設けることで、熱履歴が付着強度へ与える影響も併せて確認した。

試験は、バンドヒータにて鋼板を加熱し、鋼板中心部の温度が所定の温度となった時点で、直ちに直接引張試験を（載荷速度 0.1 N/mm<sup>2</sup>/sec）で実施し、破壊後の鋼板表面温度と付着強度との関係を確認した（写真－2）。



図－3 試験用供試体概要図



写真－2 引張試験状況

(2) 試験結果

鋼板表面温度と鋼板-グース間の付着強度との関係から、鋼板表面温度が60℃を超えると付着強度はほぼゼロとなることを確認した(図-4)。また、常温(23℃)で試験を行ったケースと、予め熱履歴を与えて自然放冷させたケースとでは付着強度に大差がないことを確認した。

4. 実橋における検証

本線鋼床版上において試験施工を実施し、当該工法の適用を試みた。グースの供用年数(劣化状況)によって、施工性への影響があることも考えられたため、施工場所は首都高速道路で供用年数の異なるグースが設

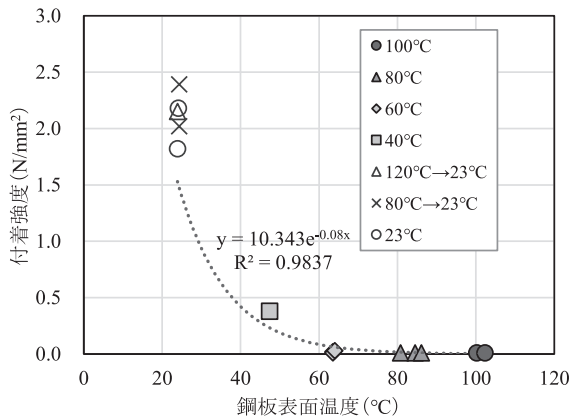


図-4 鋼板表面温度と鋼板-グース間の付着強度の関係

置されている2箇所を選定した(表-2)。施工縦断方向に計測点A~計測点Eの5箇所の計測点を設け、熱電対を設置しグースと鋼床版の温度と施工性との関係性を確認した。各計測点の熱電対は、ヒータ車の熱風と直接接するヒータ加熱範囲の側縁内部と、側縁内部から溢れた熱風が外気と触れる側縁外部を対象とし、それぞれ表層を切削した基層グース表面および鋼床版界面の温度が測定できる箇所に設置した(図-5, 6)。計測点Aはヒータ車の稼働起点部に該当し、熱風の暖気を含めた走行前からの熱履歴が加わる箇所であり、計測点Bと計測点Eは添接部、CとDは平滑部であり、それぞれ供用年数が異なった箇所を対象としている。試験施工の機械編成は、切削機の後にヒータ車を配置し、さらにはその後ろにグースを鋼床版から剥がすためのバックホウ(0.2m³級)、廃材運搬用ダンプ、廃材積込用のバックホウ(0.2m³級)の順に配置した(図-7)。

なお、ヒータ車によるグースの加熱の際の鋼床版界面の目標温度は、室内試験結果から得られた付着強度

表-2 試験施工箇所の概要および条件

| 項目     | 内容                         |
|--------|----------------------------|
| 施工箇所   | 湾岸線(西)連絡路 湾-420付近          |
| 施工規模   | 幅員: 3.7m 延長: 36m 面積: 130m² |
| 撤去対象   | 供用後24年および38年経過後のグース        |
| 目標界面温度 | 80℃(走行速度にて調整)              |

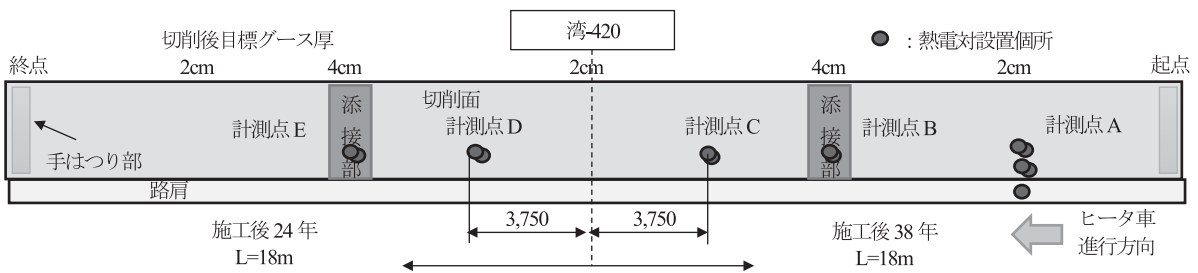


図-5 施工平面および熱電対設置箇所

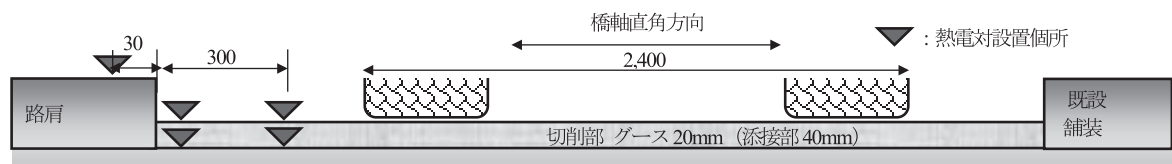


図-6 熱電対設置箇所(計測点A断面図)

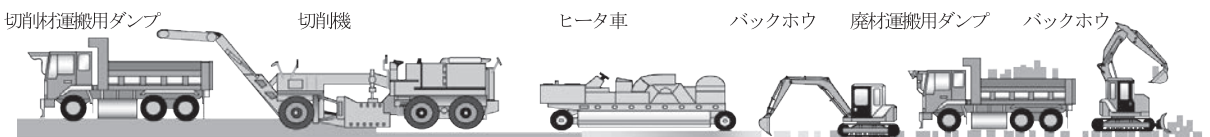


図-7 機械編成

がほぼゼロとなる温度60℃に対し、ヒータ車によるグースの加熱後からバックホウによる撤去までのタイムラグや、グースの面的な残存厚のばらつきを考慮し、80℃に設定した。

(1) 鋼床版温度とヒータ車走行温度

試験施工は、起点部（計測点A）の鋼床版の界面温度が80℃となった時点で、約0.5 m/min の速度でヒータ車の走行を開始した（写真一3）。走行開始後は、各計測点の温度データを確認しながら目標界面温度80℃に到達するようにヒータ車の速度を調整した。結果、起点部に近い計測点Bでは、速度調整がうまく行えず目標とする界面温度に達することはなかったが、計測点C～E通過時ではヒータ車の走行速度を約0.3 m/min とすることで、目標とする鋼床版の界面温度を満足することができた（表一3）。また、鋼床版の界面温度は、ヒータ車通過後直ちに低下することはなく、しばらくは緩やかに上昇する傾向を確認した（図一8）。

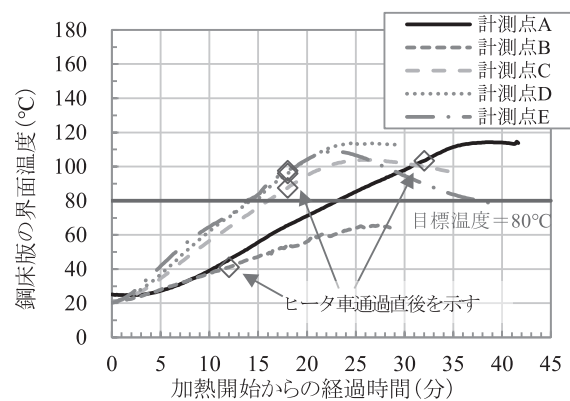
(2) グース撤去の施工性

ヒータ車によって加熱されたグースは、平滑部はバックホウにてグースを簡易に剥ぎ取ることが可能であった。一方で、添接部は平爪バケットがボルトに接触してしまうことにより、バックホウによるグースの

撤去は困難であったものの、バール等を用いた人力で撤去を行うことで、鋼床版表面温度が60℃程度であった計測点Bの添接部においても撤去することが可能であった（写真一4、5）。供用年数による施工性に差異はなく、いずれの供用年数においても良好な施工性であった。

(3) 既存の工法との比較

ヒータ工法とIH工法、さらに人力によるグースの撤去（以下、従来工法とする）の3つの工法に対して、施工時間、経済性（コスト）、施工時に発生する騒音値、およびCO<sub>2</sub>排出量の4項目について比較した。なお、



図一8 鋼床版の界面温度測定結果



写真一3 ヒータ車による既設グース加熱状況



写真一4 平滑部の既設グース撤去状況

表一3 鋼床版の界面温度とヒータ車走行速度

| 測点 | 加熱時間*1<br>(分) | 鋼床版の界面温度 (°C) |               | 走行速度<br>(m/min) | グース残存厚<br>(mm) | 備考  |
|----|---------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|-----|
|    |               | ヒータ車<br>通過直後  | 撤去時推定*2       |                 |                |     |
| A  | 32            | 103.3         | 103.3 ~ 114.6 | 0 → 0.53        | 32             | 起点部 |
| B  | 13            | 41.1          | 41.1 ~ 65.6   | 0.38            | 42             | 添接部 |
| C  | 18            | 87.5          | 87.5 ~ 103.9  | 0.28            | 34             | 平滑部 |
| D  | 18            | 95.9          | 95.9 ~ 114.4  | 0.28            | 31             | 平滑部 |
| E  | 18            | 97.6          | 79.5 ~ 108.9  | 0.28            | 32             | 添接部 |

\*1 ヒータ車の前方の加熱範囲直下に計測点が入り、後方から出てくるまでの時間

\*2 ヒータ車が計測点上を通過してから、バックホウによる撤去までの温度データから算出



写真—5 添接部の既設ゲース撤去状況

施工時間、コスト、CO<sub>2</sub>排出量は、IH工法とヒータ工法の場合は添接板の有無や気象条件等によって検証結果は異なってくると考えられるが、施工実績から得られた施工時間、費用および機械稼働時間を参考に、従来工法を1.0とした際のIH工法、ヒータ工法の各項目の比率を試算した。その結果、ヒータ工法は従来工法に比べ短時間で施工が可能であるほか、コストも優位であることがわかった。また、ヒータ工法の施工時に発生する騒音値は、従来工法に比べ小さい結果となり、IH工法と同程度の騒音低減効果があることが確認できた。一方で、CO<sub>2</sub>排出量は、ヒータ工法は従来工法に比べ大きくなる結果であったが、IH工法よりも低減できる可能性が確認できた（表—4）。

表—4 3工法の比較

| 項目                  | 従来工法 | IH工法* | ヒータ工法 |
|---------------------|------|-------|-------|
| 施工時間                | 1.0  | 1.5   | 0.9   |
| コスト                 | 1.0  | 1.5   | 0.7   |
| 騒音値                 | 1.0  | 0.8   | 0.8   |
| CO <sub>2</sub> 排出量 | 1.0  | 2.6   | 1.6   |

\* IH工法のみ、添接部有の条件で算出

## 5. おわりに

一連の検証により、本検討の範囲内においては、ヒータ工法は新たな既設舗装の撤去工法として、従来の撤去方法やIH工法と同等以上の施工能力、経済性を有

した汎用的な工法として有効であることを確認した。

本検証では実工事における鋼床版表面温度の管理手法の確立や、気象条件や現場条件の異なる場合における適用性までは確認ができていない。今後は、それらの課題についての検討を行っていき、本技術を汎用工法として確立していく所存である。本技術が普及することにより、より効率的な舗装の維持修繕が行っていくことが可能となることを望む。

## 謝 辞

本技術の適用性検討に伴い、多大なるご協力を頂きましたパシフィックコンサルタンツ(株)、首都高メンテナンス東京(株)の皆様には、謝意を表します。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 杉原他：首都高速神奈川管理局内の鋼床版 SFRC 補強の取り組み，第 33 回日本道路会議，2019.11.
- 2) 杉本：阪神高速道路フレッシュアップ工事における舗装補修工事，舗装，2017.3.
- 3) SR 工法技術振興会：路上表層再生工法平成 29 年度（平成 29 年～平成 30 年 3 月）施工実績，2018.
- 4) 社団法人日本道路協会：道路橋床版防水便覧，2007.3.

### 【筆者紹介】



田口 翔大（たぐち しょうた）  
鹿島道路(株)  
技術開発本部 技術研究所  
主任研究員



鈴木 泰（すずき やすし）  
鹿島道路(株)  
技術開発本部 機械部  
副部長



井垣 友孝（いがき ともたか）  
首都高速道路(株)  
東京東局 土木保全設計課