

## 25. 電気加熱式アスファルトクッカー車の開発と施工効果の検証

大成ロテック株式会社 ○ 島田 拓  
平野 晃  
成和リニューアルワークス(株) 左右田 泰裕

### 1. はじめに

鋼床版アスファルト舗装の防水層に用いられるグースアスファルト混合物の運搬、供給には、その流動性を保つために、加熱攪拌装置を搭載したアスファルトクッカー車が使用される。従来のアスファルトクッカー車の加熱装置は、液化石油ガス（以下、LPG とする）を燃料とするガスバーナを用いた直火による加熱方式が一般的である。しかしながら、グースアスファルト混合物及びLPG燃料への引火の危険性から、運搬時の加熱は極力控えなければならない。そのため、混合物の昇温のために、施工現場やアスファルトプラントでの加熱時間を十分に確保する必要があった。また、直火による局所加熱のため、アスファルト混合物の劣化による品質の低下も懸念される。これらの安全性および作業性の課題を解決するため、電気加熱式アスファルトクッカー車の開発を行い、現場施工での導入効果を検証した。

本文は、電気加熱式アスファルトクッカー車の概要および特徴を示し、現場施工へ導入事例とその効果の検証結果を報告するものである。

### 2. LPG 加熱式アスファルトクッカー車の課題

従来型のLPG加熱式アスファルトクッカー車の構造と課題について以下に示す。

#### 2.1 LPG 加熱式アスファルトクッカー車の構造

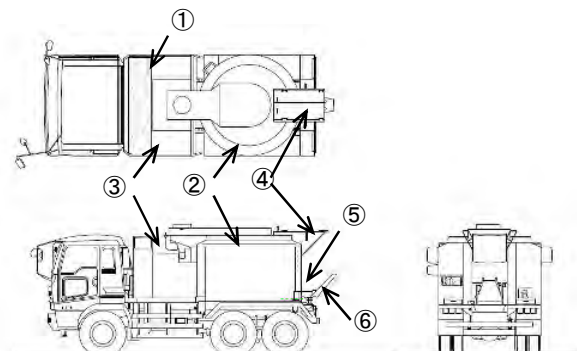
LPG 加熱式アスファルトクッカー車の構造を以下に示す。

- 1) 主要装置は、グースアスファルト混合物を加熱保温及び、攪拌混合するクッキング釜と攪拌装置用動力ユニット、加熱源となるLPGボンベ搭載ユニットから成り、車輛本体と一体になって構成されている。
- 2) 混合物加熱装置は、リング状のガスバーナをクッキング釜底部に設置し、底板を間接加熱することで、材料加熱を行う。点火方式は、運転席に設置した自動温調機能を備えた制御盤によ

る自動着火及び、直火による手動着火方式により行う。

- 3) 混合物の加熱温度制御は、クッキング釜に設置した接触式温度計を用いて、混合物温度を計測し、ガスバーナの開閉を自動制御することで、材料を所定温度に加熱及び保温する。
- 4) 攪拌装置は、クッキング釜の中央部に縦型攪拌羽根を備え、油圧駆動により、羽根を回転させることで、材料混合を行う。攪拌制御は、低速、高速の2段階切替が可能であり、羽根の正逆転機構も備える。油圧動力は、外付けの小型ディーゼルエンジンを駆動源とする。

標準的なLPG加熱式アスファルトクッカー車概要図を図-1、仕様を表-1に示す。



LPG 加熱式アスファルトクッカー車主要装置構成

- ① : LPG ボンベ 50kg × 4 本
- ② : クッキング釜
- ③ : 攪拌ユニット
- ④ : 材料投入口
- ⑤ : 材料排出ゲート
- ⑥ : 材料排出シュート

図-1 LPG 加熱式アスファルトクッカー車概要図

表-1 LPG 加熱式アスファルトクッカー車仕様

項目	仕様
最大積載量	7,500[kg]
車輛重量	12,040[kg]
車輛総重量	19,705[kg]
全長	7,130[mm]
全幅	2,490[mm]
全高	3,160[mm]
クッキング釜容量	4.0[m <sup>3</sup> ]
LPG 消費量	16[kg/h]
昇温性能	20~35[°C/h]

## 2.2 LPG 加熱式アスファルトクッカー車の課題

LPG 加熱式アスファルトクッカー車の課題を以下に示す。

- 1) 加熱装置のガスバーナ火気による車両燃料及び、加熱用燃料（LPG ボンベ）への引火。
- 2) 加熱装置の空焚きによるクッキング釜内残材への引火及び出火。
- 3) 混合物運搬走行時の振動・走行風等が起因するガスバーナ失火によるガス漏れ。
- 4) 高カロリーガスバーナの過加熱によるグースアスファルト混合物の品質劣化。
- 5) 化石燃料（LPG）使用による CO<sub>2</sub> 等の温室効果ガス排出による地球環境への負荷。
- 6) クッキング釜からの材料排出に時間を要す。また、材料の排出性が起因し、材料が釜内に残留することにより、メンテナンス性が悪い。
- 7) 加熱用燃料である LPG ボンベ（50kg×4 本）の人力による積み下ろし作業が必要であり、作業性が悪い。

これらの課題を解決するための手段として、加熱方式に着目し、化石燃料を熱源とせず、火気を使用しない地球環境に優しい電気加熱式アスファルトクッカー車の開発を行った。

## 3. 電気加熱式アスファルトクッカー車の開発目標

電気加熱式アスファルトクッカー車の開発コンセプトを以下に示す。

- 1) 混合物の品質確保  
材料運搬時に於いても、材料の加熱保温を継続し、品質安定した材料を現場へ供給する。
- 2) 加熱装置の安全性向上  
加熱装置の取り扱いを簡便化することで、人為的操作ミスによる火災事故等の発生を防止する。また、クッキング釜内容量の有無を監視することにより、過加熱による引火火災を防止す

る。

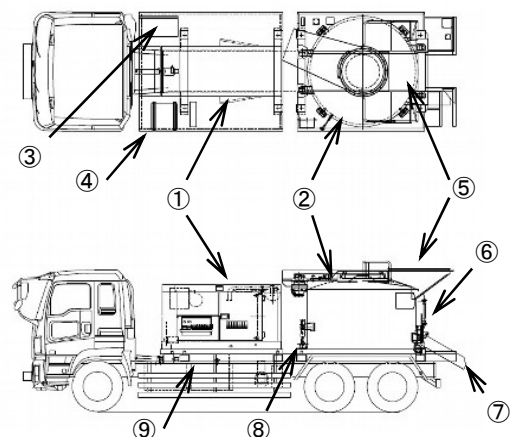
- 3) 混合物加熱性能の確保  
LPG 加熱式アスファルトクッカー車と同等の加熱性能（20°C/h 以上）を確保する。
- 4) アスファルト混合物運搬量の確保  
LPG 加熱式アスファルトクッカー車と同等の運搬能力（積載重量 6.0[t]以上）を確保する。
- 5) 環境負荷の低減  
CO<sub>2</sub> 等の温室効果ガス排出量を削減し、環境負荷低減を図る。
- 6) 施工性の向上  
クッキング釜を傾斜させるチルト機能を付加することで、材料の排出性を促進し、材料供給時間を短縮すると共に材料の完全排出により、材料ロスを軽減する。また、釜内の残留混合物を軽減することで、釜内部の清掃等のメンテナンス性を向上させる。

## 4. 開発結果

### 4.1 電気加熱式アスファルトクッカー車の概要

当該車両は、汎用の 22t トラックシャーシをベース車両とし、電気加熱ヒータを備えた混合物クッキングユニット及び、ヒータ電源用発電機ユニットを架装搭載する。

主要装置構成図を図-2、主要諸元を表-2 に示す。また、新旧アスファルトクッカー車の外観比較を写真-1 および写真-2 に示す。



- |               |             |
|---------------|-------------|
| ① 発電機（100kVA） | ② クッキング釜    |
| ③ 制御盤         | ④ 作動油タンク    |
| ⑤ 材料投入口       | ⑥ 材料排出ゲート   |
| ⑦ 材料排出シュート    | ⑧ チルト機構シリンダ |
| ⑨ 燃料タンク       |             |

図-2 電気加熱式アスファルトクッカー車装置構成図

表-2 電気加熱式アスファルトクッカー車仕様

項目	仕様
最大積載量	8,610[kg]
車輛重量	13,200[kg]
車輛総重量	21,920[kg]
全長	9,010[mm]
全幅	2,490[mm]
全高	3,150[mm]
クッキング釜容量	3.5[m <sup>3</sup> ]
ヒータ電力	75[kW]
発電機容量	100[kVA]
発電機燃料消費量	17[L/h]



写真-1 LPG 加熱式アスファルトクッカー車外観写真



写真-2 電気加熱式アスファルトクッカー車外観写真

## 4.2 主要装置の特徴

主要装置の特徴及び概要を以下に示す。

### ① ベース車両

ベース車両は、ポスト新長期排出ガス規制適合・平成 27 年度燃費基準適合・九都府市低公害指定制度適合の PTO 付き 22tトラックシャーシである。主要装置であるクッキング釜ユニット及び、ヒータ電源用発電機ユニットは、各ユ

ニット毎に脱着可能であり、ユニットを取り外せば、一般貨物トラックとして、運行可能である。

### ② 混合物加熱装置

加熱装置は、クッキング釜底板の裏面に、アルミ鋳込み式電気ヒータをセグメント化して設置し、それらを数ブロック回路に分け、輪番加熱制御する。

ヒータの加熱制御は、クッキング釜に設置した接触式温度計により、自動温調制御し、材料を所定温度に加熱及び保温する。制御操作は、車外及び車内運転席にて操作可能である。

ヒータ回路をブロック毎に輪番加熱制御することで、加熱時の瞬発的な起電力をセーブし、省電力化が図れる。また、ヒータ及び、回路配線の断線等により、いずれかのブロック回路に異常が生じた際も、それ以外のヒータ回路によって、均等加熱が可能であり、材料の加熱ムラが無い。

ヒータの安全保護措置として、過加熱検出回路を備え、ヒータの焼き付き等を防止する。

ヒータ用電源は、ヒータ専用 100[kVA]の汎用型発電機を搭載した。ベース車両の PTO 装置を介して、発電機の駆動源とする手段も考えられるが、発電出力に伴う負荷変動により、エンジン出力が不安定となり、走行性に影響を及ぼすこと等が懸念された。よって、走行性能を確保する上で、上述の装置構成とした。写真-3 に加熱装置を示す。



写真-3 加熱装置

### ③ クッキング釜

攪拌装置は、従来と同様に縦型攪拌羽根を採用し、ベース車両の PTO 装置を介して、油圧駆動する。攪拌作業は、低速、高速の 2 段階切替が可能であり、羽根の正逆転機構も備える。また、攪拌装置の油圧回路に圧力センサを設置し、材料攪拌時の油圧トルクの変化を検出することにより、クッキング釜内の材料の有無を認識し、加熱装置による空焚きを防止する。



油圧シリンダによるチルト機能により、クッキング釜を10°傾斜させて、ダンプアップすることが可能であり、材料の排出性を促進し、材料供給時間を短縮すると共に、材料の完全排出により、材料ロスを軽減する。また、釜内の残留混合物を軽減することで、釜内部の清掃等のメンテナンス性を向上させた。

写真-4 および、写真-5 にチルト装置を示す。



写真-4 クッキング釜チルト装置(傾斜前)



写真-5 クッキング釜チルト装置(傾斜後)

## 5. 実用性の検証

開発した電気加熱式アスファルトクッカー車を実際の施工現場に導入し、実用性の評価及び、その導入効果を検証した。

施工現場は、東京都江東区及び、山口県宇部市での鋼床版上グースアスファルト工事にて、同車両を導入し、検証を行った。

山口県宇部市での施工状況写真を写真-6 に示す。



写真-6 施工状況

## 5.1 昇温性能の確認

電気加熱式アスファルトクッカー車の昇温性能を確認するため、グースアスファルト混合物をクッキング釜に投入し、従来のLPG加熱式アスファルトクッカー車と昇温性能を比較した。

試験条件として、試験開始から60分経過後にプラントを出発し、現場へ移動した。電気加熱式アスファルトクッカー車は、移動運搬中も加熱混合を継続するものとした。温度測定方法は、試験開始から現場到着までについて、30分間隔で、材料加熱温度の変化を測定した。ここで、温度測定は、接触式温度計を使用し、クッキング釜の材料投入口近傍にて測定を行った。

昇温性能の比較結果を表-3及び、図-3に示す。表-3より、電気加熱式アスファルトクッカー車の昇温性能は、19[°C/h]であった。これは、LPG加熱式アスファルトクッカー車と比較して、平均20[%]低い結果となった。

表-3 グースアスファルト混合物加熱性能確認結果

試験車両	開発機 (電気式)	従来機1 (LPG式)	従来機2 (LPG式)	従来機3 (LPG式)
試験開始	209[°C]	205[°C]	207[°C]	204[°C]
30分後	217[°C]	217[°C]	221[°C]	215[°C]
60分後	227[°C]	229[°C]	232[°C]	226[°C]
120分後	247[°C]			
昇温性能	19[°C/h]	24[°C/h]	25[°C/h]	22[°C/h]
昇温性能比	1.00[-]	1.25[-]	1.31[-]	1.13[-]

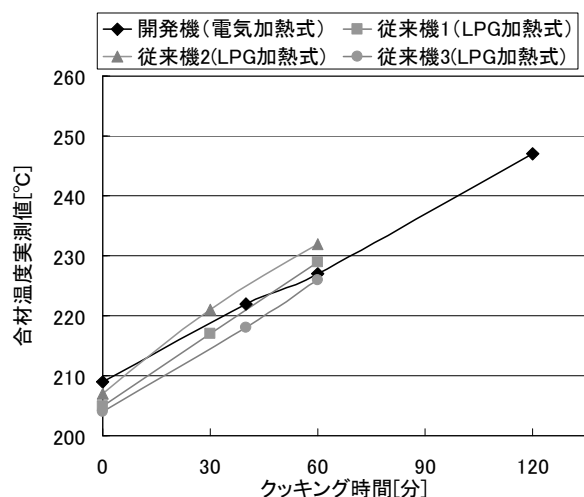


図-3 グースアスファルト混合物加熱性能確認結果

要因として、LPG 加熱式アスファルトクッカー車の発熱量は、700~800[MJ/h]に対し、電気加熱式アスファルトクッカー車の発熱量は、270[MJ/h]であり、発熱量で36[%]程度低いと推定される。

昇温性能の評価として、電気加熱式アスファルトクッカー車は、LPG 加熱式アスファルトクッカー車の昇温性能に対して、単位時間当たりの昇温性能は、20[%]低い結果となったが、運搬移動中も混合物の加熱昇温が可能であり、温度低下が無いため、現場到着後、直ちに施工を開始する事が可能であった。LPG 加熱式アスファルトクッカー車は、運搬移動中における加熱装置の停止により、現場到着時に混合物の温度が施工可能温度に到達していない場合が多く、再加熱に時間を要すことにより、遠距離な現場（長時間の運搬）ほど、電気加熱式アスファルトクッカー車の導入効果の優位性は高くなる。

## 5.2 グースアスファルト混合物性状確認試験

グースアスファルト混合物の加熱方式の違いによる材料性状に与える影響を確認するため、LPG 加熱方式と電気加熱方式による加熱混合後の材料性状を比較した。

実施した性状確認試験は、貫入試験<sup>1)</sup>、流動性試験<sup>1)</sup>、曲げ試験の3種類である。

各性状確認試験の結果を表-4、曲げ試験の状況を写真-7に示す。

性状試験を実施した結果は、どちらの加熱方式においても、規格値を満足し、加熱方式の違いによるグースアスファルト混合物の品質への影響はないと考えられる。

表-4 グースアスファルト混合物性状確認結果

試験名	規格値等	電気加熱式	LPG 加熱式
貫入試験 (40[°C])	貫入量 (40[°C],30[min] 52.5[kg]/5[cm <sup>2</sup> ])	1.87[mm]	1.90[mm]
	1~4[mm]		
流動性試験 (240[°C])	リュエル流動性 (240[°C]) 20[sec]以下	(236[°C]) 10.86[sec]	(235[°C]) 11.13[sec]
	破断ひずみ (-10[°C], 50[mm/min]) 8.0×10 <sup>-3</sup> 以上	10.5×10 <sup>-3</sup> [-]	10.7×10 <sup>-3</sup> [-]



写真-7 供試体曲げ試験状況

## 5.3 環境負荷低減効果

環境負荷低減効果を検証するため、現場における電気加熱式アスファルトクッカー車の燃料消費量、CO<sub>2</sub> 排出量を算出し、LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較した。

表-5 に CO<sub>2</sub> 排出量の比較結果を示す。

表-5 グースアスファルト混合物加熱による CO<sub>2</sub> 排出量

試験車輛	開発機 (電気加熱式)	従来機 (LPG 加熱式)
加熱装置燃料	軽油	LPG
加熱装置 燃料消費量	170[L]	150[kg]
攪拌装置燃料	軽油	軽油
攪拌装置 燃料消費量	15.4[L]	13.6[L]
ベースマシン 燃料消費量	69.1[L]	65.9[L]
燃料消費量合計	254.5[L]	軽油 79.5[L] LPG150[kg]
CO <sub>2</sub> 排出量合計	666.7[kg- CO <sub>2</sub> ]	683.3[kg- CO <sub>2</sub> ]
削減効果	2.43[%]	

※軽油の CO<sub>2</sub> 排出量換算係数には 2.62、LPG の CO<sub>2</sub> 排出量換算係数には 3.00 を用いた。<sup>2)</sup>

表-5 より、電気加熱式アスファルトクッカー車の CO<sub>2</sub> 排出量は、LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較して、約 16.6[kg-CO<sub>2</sub>]の削減効果があった。以上の算定結果より、CO<sub>2</sub> 排出量において、LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較して、2.43[%]の削減効果が得られた。

## 6. まとめ

電気加熱式アスファルトクッカー車の開発によって得られた所見を以下に示す。

- ① 加熱能力は、LPG 加熱式アスファルトクッカー車との発熱量比で、36[%]程度であるため、単位時間当たりの昇温性能は、LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較して、20[%]低い結果になった。
- ② 昇温性能の評価として、電気加熱式アスファルトクッカー車は、運搬移動中も混合物の加熱昇温が可能であり、温度低下が無いため、現場到着後、直ちに施工を開始する事が可能である。現場到着後に再加熱を必要とする LPG 加熱式アスファルトクッカー車に対して、遠距離である現場（長時間の運搬）ほど、電気加熱式アスファルトクッカー車の導入効果の優位性は高くなる。
- ③ LPG 加熱式アスファルトクッカー車に必要であった LPG ボンベの積み下ろし作業の必要が無く、給油による燃料の補給のみで、運用可能であるため、電気加熱式アスファルトクッカー車の取り扱い上での作業性が大きく改善された。
- ④ 加熱したグースアスファルト混合物は、性状規格値を満足しており、加熱方式の違いによる混合物の性状への影響はない。
- ⑤ グースアスファルト混合物加熱による CO<sub>2</sub> 排出量は、LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較して、2.43[%]の低減効果が確認された。

## 7. 今後の課題

今回開発した電気加熱式アスファルトクッカー車の今後の課題を以下に示す。

### 1)グースフィニッシャとの接合

22 t シャーシトラックをベースマシンとしたことにより、従来の LPG 加熱式アスファルトクッカー車に比べリアオーバーハングが延長し、施工時のグースアスファルトフィニッシャとの接合時に、施工機械との接触等が懸念される。車両後部装置の配置を検討する必要がある。

### 2)更なる環境負荷低減への対応

LPG 加熱式アスファルトクッカー車と比較して、CO<sub>2</sub> 排出量の低減効果は、2.43[%]であった。地球環境へ配慮し、施工における更なる CO<sub>2</sub> 排出量の削減を実現するために、発電機の燃費改善、BDF (Bio Diesel Fuel) 等のバイオマス燃料の使用などを検討する必要がある。

## 8. おわりに

開発した電気加熱式アスファルトクッカー車は、現場施工での導入効果を確認する事ができた。しかし、今回の現場施工で抽出された課題や改善点を解決し、機械の利便性を向上させる必要があり、今後は、想定される施工現場において、更なる施工の効率化、環境負荷の低減を推し進めていく所

存である。

また、この場を借りて、電気加熱式アスファルトクッカー車の現場導入に御協力いただいた現場およびプラント関係者の皆様に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 財団法人日本道路協会：舗装調査・試験法便覧、第3分冊、pp.315～323、平成19年6月
- 2) 環境省地球環境局：温室効果ガス総排出量算定ガイドライン、pp.9～11、平成19年3月