

— 製品紹介 —

アスファルト合材製造に関わる、 省エネ・燃費削減技術について

日工株式会社
エンジニアリング部 東京技術室 中浦 孝明

1. はじめに

道路資材であるアスファルト合材を製造する設備であるアスファルト合材プラントは、時代と共に変革が求められている。

まずアスファルト合材プラントとは、骨材(碎石、砂等)を乾燥加熱し、粒度毎に篩い分け、配合通りに計量を行い、石粉、アスファルトと共に混練し、アスファルト合材を製造する設備である。これは国産アスファルト合材プラントができた昭和の時代から大きく変化していない。

しかしながら、アスファルト合材プラントを取り巻く環境の変化に伴い、アスファルト合材プラントも合材サイロやリサイクルユ

ニット等の付帯設備、脱臭装置等の環境設備が増設され、図1に示すようなアスファルト合材プラントのシステムフローとなった。

今回は、近年もっとも需要が高まってきている、省エネ・燃費削減技術について、説明をする。

まずは、設備更新をせずに、普段の運転で気を付けて頂きたい点を紹介したい。

その後、新しい技術を使った、設備更新を伴う省エネ・燃費削減について紹介する。

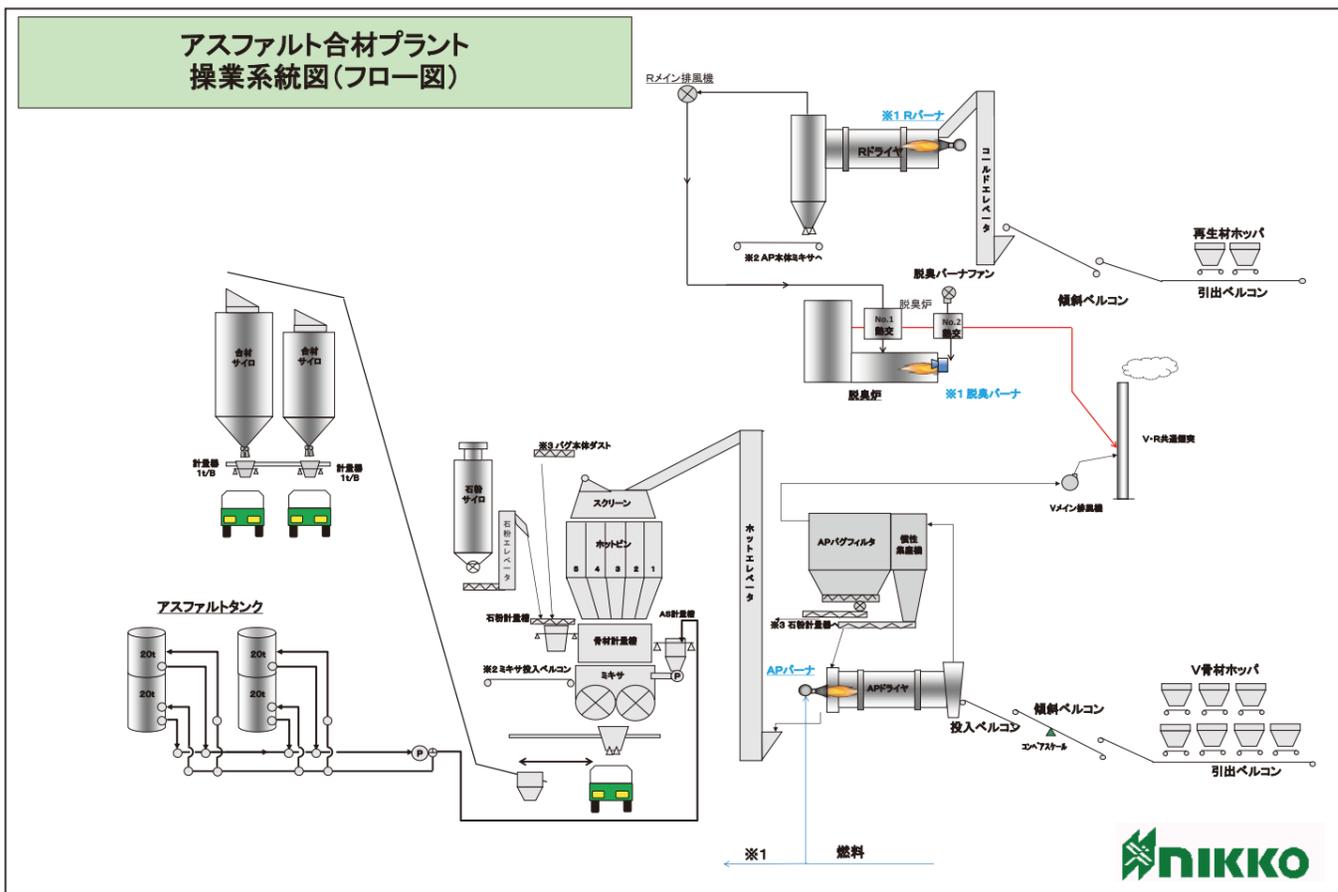


図1 アスファルト合材プラント フローシート

2. アスファルト合材プラントの熱使用について

全国のアスファルト合材プラントの90%以上が、化石燃料であるA重油もしくは灯油を用いて、骨材を乾燥させている。この燃料の使用量の内訳とその低減方法を下記に記す。

2.1. 燃料使用の内訳

1tあたりの合材製造には、約8.5LのA重油を使用している。(含水比6%、160℃昇温の場合)

その合材製造における熱量割合は、表2-1の通り、ドライヤ効率はI・IIを合わせた85%と、高効率なドライヤとなっている。

表2-1 燃料の熱量使用内訳

No.	項目	割合(%)
I	骨材の昇温に要する熱量	39%
II	水分の昇温、蒸発に必要な熱量	46%
III	排ガス損失熱量	12%
IV	放散熱	3%

表2-1を見ると、熱量割合で水分の割合が一番多いことが分かる。含水比が高くなると、燃費も比例して増加するため、使用する骨材の含水比については、しっかり管理することが重要となる。(図2-2参照)

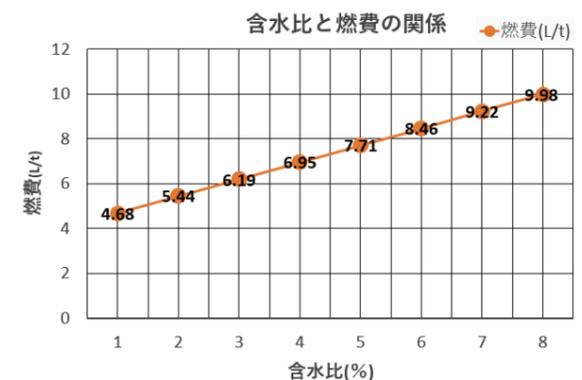


図2-2 含水比と燃費の関係

3. 燃費の低減方法

燃料の内訳として、表2-1内のI~IVがあり、以下3.1~3.3にて、燃費の低減方法の一例を記載する。

3.1. 水分の除去

水分は機械的に抜くことが難しく、保管の管理で対応頂きたい。

3.1.1. スtockヤードでの管理

Stockヤードに屋根を設け雨水を防ぐ事は一般的である。さらに受入時が含水比の高い状態なので、受入場所と使用場

所を分ける事で、含水比が比較的低い状態での使用が出来る。

3.1.2. ヤードでの骨材のすくい方

ヤードに置いてある骨材は、底付近にあるものは、含水比が非常に高くなっている。

そのため、ショベルですくう場合、底から20~30cmぐらいくすくうようにし、底付近の含水比の高い骨材は、なるべくすくわないようにすることにより、使用する骨材の含水比を下げることが出来る。

3.1.3. 骨材発注タイミング

骨材の受け入れ前日や当日が雨であれば、持ち込まれる骨材が雨に濡れ、含水比が高くなっているものと思われる。

そのため、なるべく晴れが続いた日に骨材を受け入れるようにすれば、持ち込まれた骨材の含水比を、低い状態にすることが出来る。

3.2 排ガス損失の低減

排ガスは水分が入っており、結露防止で100℃以上の温度が必要である為、排ガスを低減することが必要である。

その排ガスの発生割合として、表3-1の通りとしている。

表3-1 排ガスの発生割合

No.	項目	割合(%)
1	燃料燃焼に伴い発生する排ガス	40%
2	骨材の水分が蒸発した水蒸気	26%
3	各機器の隙間から吸われるリークエア	34%

1に関しては、低空気比バーナ採用等で低減が可能である。
2に関しては、前述の水分除去を行うことで低減を行って頂きたい。

3に関して、常に最適なプラントの運転を行うために、設備の保全・維持が非常に重要となるので、一例を下記に記載する。

3.2.1. ドライヤの気密・シール、煙道の状態確認

ドライヤの気密が悪くなると、外気を吸い込み、骨材加熱やドライヤ静圧に悪影響を及ぼすため、定期的に確認する必要がある。特にドライヤ回転部のシールの摩耗が挙げられる。

同様に、煙道に穴が空いている場合も、骨材加熱やドライヤ静圧に悪影響を及ぼすため、煙道に穴が空いている箇所はないか、点検口のパッキンの破れがないか等、日々確認することが大切である。

3.3.放散熱について

放散熱を削減する一例を紹介する。

3.3.1.ドライヤ・煙道保温(写真3-2、写真3-3)

ドライヤ・煙道を保温することにより、放散熱を低減することが出来る。



写真3-2 ドライヤ保温



写真3-3 煙道保温

3.3.2.ホットピンの保温(写真3-4)

ホットピンを保温することにより、材料の抜取回数を減らし、無駄な断続運転を減らすことが出来る。



写真3-4 ホットピン保温

4.新技術を利用した省エネ・燃費削減技術

以降については、新しい技術を使用した、設備更新を伴う省エネ・燃費削減技術について、説明する。

4.1.バイオマス燃料の利用

重油や天然ガスなどの化石燃料ではなく、再生可能な有機性資源で化石燃料を除いた燃料、「バイオマス燃料」を使用し、バーナにて燃焼させる取り組みを行っている。

バイオマス燃料は、カーボンニュートラルと位置づけされている。カーボンニュートラルとは、植物由来燃料・原料の燃焼・分解に伴って排出される二酸化炭素の量を基準(排出量)にし、元となる植物が成長過程で吸収した二酸化炭素の量(吸収量)がそれと同じ量となることを指す。

バイオマス燃料の今までのアスファルト合材プラント利用として、液体燃料としては木質タール、廃グリセリン、パーム油、ココナッツ油、廃食油を燃焼することができるバーナ(写真4-1)をラインナップしている。

固体燃料としても、RPF、木材チップ、生活ごみ炭化燃料等を燃焼することができるシステムも構築している。



写真4-1 バイオマスバーナ

4.2.脱臭排熱回収システム

脱臭炉の排熱を再利用することで省エネにつながる。

現状でも第一熱交換器で脱臭炉に入ってくる排ガスと脱臭炉から出ていく排ガスで熱交換しており、第二熱交換器で脱臭炉バーナの燃焼に使用する空気と脱臭炉から出ていく排ガスで熱交換を行い、燃費低減を図っている。

この現状の装置から更に脱臭炉から排出される排ガスとRバーナの燃焼に使用する空気も熱交換を行い、Rバーナ側の燃費削減を行う。(Rバーナで予熱空気として利用した場合、計算上総合燃費を0.8t/h削減可能)

4.2.1.機械装置フロー(図4-2参照)

従来の脱臭装置は、前述の図1に示される通りだが、図4-2に赤線で着色した部分を追加する。これにより、Rバーナ側の燃費を低減することが出来る。

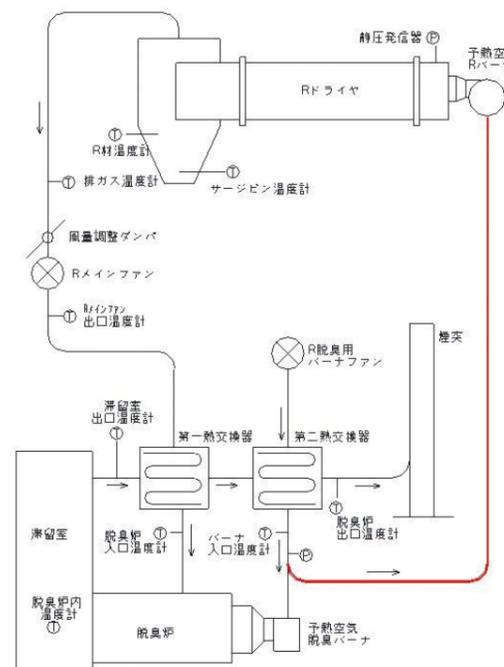


図4-2 排熱回収フロー

4.3.アクティブドライヤ

ドライヤをインバータ化し、ドライヤ回転数を制御する。

機械的な改造として、適正な材料の滞留を促すオプティマムリング(図4-3)を追加したドライヤに入れ替え、アクティブドライヤ制御用に、第一煙道に温度計を追加する。



図4-3 オプティマムリング付ドライヤ

4.3.1.よくある問題点と、アクティブドライヤ制御によるメリット

よくある問題点と、アクティブドライヤ導入によって発生するメリットを、以下にて説明する。

・問題点1: 排ガス温度が高い

熱風と材料の熱交換が十分に行われていないため、排ガス温度が高温となってしまっている。排ガス損失が大きい、ムダの多い運転となっている。

(アクティブドライヤ制御)

ドライヤ回転数を上げ、熱風と材料の熱交換回数を増加させて排ガス温度を下げ、排ガス損失を低減する。

・問題点2: 排ガス温度が低い

凝縮が発生し、煙道・バグ内で水分が発生し、煙道の腐食や、バグ内のダストが詰まる可能性が高い。

(アクティブドライヤ制御)

ドライヤ回転数を下げ、熱風と材料の熱交換回数を減少させて排ガス温度を上げ、バグ内での凝縮を発生しにくくする。

・問題点3: バーナ消火後のクーリング

熱の偏りによるドライヤの変形を防ぐため、ドライヤが冷めるまで空運転する必要がある。

(アクティブドライヤ制御)

クーリング時はアイドリング周波数の15Hzで起動するため、電力削減が期待できる。

4.3.2.動作

動作については、タイムチャート(図4-4)を参照頂きたい。

また、アイドリング周波数以外の項目については、操作盤の設定にて、変更可能としている。

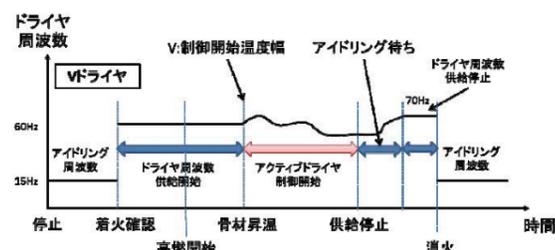


図4-4 タイムチャート

5. 操作盤による新技術

従来のPC操作盤から、IoTの発達により、多様な制御方法が操作盤で可能となっている。

- ・5-1. 新バーナツイン制御
- ・5-2. AS配管ヒータ温度調節制御

については、「Command-ARVO(コマンド-アルボ)」操作盤(図5-1)にて実装可能な技術としている。

各紹介資料の中には、開発当時のものも含まれており、一部現在の仕様とは必ずしも合致しない点があるため、了承頂きたい。



写真5-1 Command-ARVO操作盤



写真5-2 Command-ARVO付属のタブレット端末

5.1. 新バーナツイン制御

Command-ARVO操作盤で標準搭載している、新バーナツイン制御は、学習型燃焼理論制御(以下、燃焼理論制御)と、PID制御を混合したバーナの制御方法となる。

新バーナツイン制御をうまく調整することにより、ムダな燃料の使用を抑え、省エネ化を実現する。

5.1.1. 燃焼理論制御

燃焼理論制御は、各フィーダの送り量から燃焼量を計算し、バーナを制御する方法となる。

詳しく述べると、各フィーダの送り量(測定値)・ホッパ内材料含水比(あらかじめ設定)を元に、ドライヤ効率を加味して設定温度にするための燃焼量を理論値で求める。その燃焼量と骨材温度誤差(骨材予測温度-骨材設定温度)から目標燃焼量を演算し、バーナを制御する。

これによって、送り量を変えた時点で適切なバーナ開度に調整する先読みの制御が可能になり、骨材温度の安定化が図れる。

なお、演算結果が実際の状況(ドライヤ効率・含水比の変化など)と異なる場合は、学習補正して適切な燃焼量に変更する。操作盤納入時の最初の運転時にはまだ学習補正が完了していないため、

- ・設定温度を変更(高め/低めに設定)する
- ・手動で一定の開度で運転する

を行い、学習させることが必要となる。その際にはなるべく供給量を変化させないようにすることが重要である。(PLCに「この送り量の場合はこの燃焼量が必要」と覚えさせる。)

5.1.2. PID制御

PID制御は、設定温度と骨材温度の上がり具合から燃焼量を計算し、バーナ開度を決定する制御方法となる。

PID制御を行うために、操作盤には「P(%)」、「I(s)」、「D(s)」を設定する箇所がある。それぞれの項目は数値を変化させると以下のような働きをする。

・P(%)

大きくすると立ち上がり時間が長くなるが、オーバーシュートしにくくなる。

小さくするとオーバーシュートもハンチングもするが、設定値に早く到達する。

・I(s)

大きくすると設定値になるまでの時間が長くなるが、ハンチングやオーバーシュートが小さくなる。

小さくすると、オーバーシュートやハンチングが起こるが早く立ち上がる。

・D(s)

大きくするとオーバー・アンダー安定時期ともに小さくなるが、細かいハンチングを生じる。小さくすると、オーバー、アンダーが大きくなり、設定値に戻るまで時間がかかる。

5.1.3. 新バーナツイン制御

Command-ARVO操作盤では、燃焼理論制御とPID制御を混合したバーナ制御を行う。

バーナ制御の混合割合は、「制御定数」を変更することで変化し、0~19の20段階で設定が可能。「制御定数」は、数字が小さいほど燃焼理論制御を重視し、大きいほどPID制御を重視する。

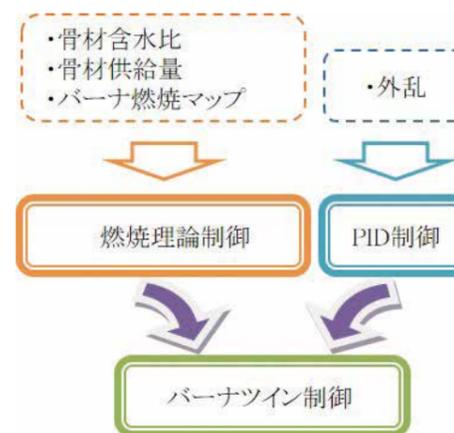


図5-3 新バーナツイン制御のイメージ図

5.1.4. 立上パターン制御

Command-ARVO操作盤では、初期燃焼を「立上パターン制御」により制御することも可能。4段階の開度と時間を設定することでバーナの立ち上げ制御を行い、「立上パス」SWを押すか、設定温度に到達すると、新バーナツイン制御に移行する。

5.2. AS配管ヒータ温度調節制御

今まで動力盤で行っていた、AS配管ヒータ(ASタンク周り~AS計量器まで)の温度調節を、操作盤にて設定する。

操作盤でAS配管ヒータの温度を設定するだけでなく、多様な機能を追加している。

以下の各項目にて、操作盤の画面を交えながら、説明する。

5.2.1. AS配管ヒータ設定画面(図5-4)

AS配管のヒータ制御で使用する、「待機温度」「予熱温度」「運転温度」の温度設定を行う。

また、AS配管ヒータをウィークリタイマで制御する「ウィークリ」、運転温度のみで制御する「通常」の選択が可能。

AS配管ヒータ番号	ウィークリタイマ	現在温度(℃)	設定温度(℃)	待機温度(℃)	予熱温度(℃)	運転温度(℃)
1 AS配管ヒータ(1)	通常	33	155	120	140	155
2 AS配管ヒータ(2)	通常	33	155	120	140	155
3 AS配管ヒータ(3-1)	通常	33	155	120	140	155
4 AS配管ヒータ(3-2)	通常	33	155	120	140	155
5 AS配管ヒータ(4)	通常	33	145	100	120	145
6 AS配管ヒータ(5)	通常	33	156	120	140	156
7 AS配管ヒータ(6)	通常	33	155	120	140	155
8 AS配管ヒータ(7)	通常	33	155	120	140	155
9 AS配管ヒータ(8-1)	通常	33	155	120	140	155
10 AS配管ヒータ(8-2)	通常	33	155	120	140	155

図5-4 AS配管ヒータ設定画面

5.2.2. ウィークリタイマ画面(図5-5)

日曜日~土曜日までの一週間のAS配管温度の設定温度を、24時間30分単位で管理・設定することが出来る。

- ・青:ヒータ切
- ・緑:待機温度で制御
- ・黄:予熱温度で制御
- ・ピンク:運転温度で制御

例えば、プラントの運転が無い日曜日は、全て「待機温度」に設定、月曜日の朝出荷4時間前には「予熱温度」、出荷2時間前には「運転温度」等、出荷の予定に合わせたAS配管ヒータの温度設定が可能。

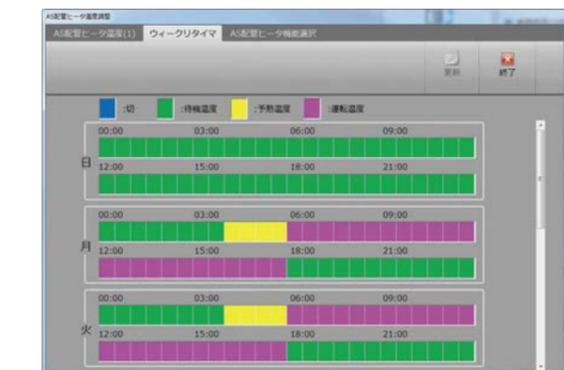


図5-5 ウィークリタイマ画面

5.2.3.AS配管ヒータ機能選択画面(図5-6)

AS供給ポンプのメカニカルシール設定温度や、インターロックの切入などが設定を行う。

また、1つのAS配管ヒータに2つ以上の温度設定がある場合、この画面にて設定変更などを行う。



図5-6 AS配管ヒータ機能選択画面

5.2.4.本機能を実装するにあたって

本機能を実装するにあたり、操作盤改造以外に、以下の改造が必要となる。

- ・AS配管ヒータ温調をk熱電対方式に変更
- ・AS配管ヒータを制御している動力盤に、k熱電対からの信号を操作盤に取り込むための、温度入力ユニット追加

6.今後の展望

現在、アスファルト合材製造をとりまく状況ひいては我が国を取り巻く状況が大きな変動期を迎えている。

この中で、キーワードとなるのは、

- ・安心、安全
- ・地球温暖化ガスの低減

であるとする。

本稿では多くの内容を割けなかったが、アスファルト合材プラントを利用される方々の安心、安全は最優先事項であり、これらの方々が健康で安心して働ける環境をつくることは、我々アスファルト合材プラントメーカーの使命でもあると考えているので、合材工場での事故ゼロに向け、引き続き取り組みを進める。

本稿の主題と関連が深い、温暖化ガスの低減については、昨年末にわが国政府にて掲げられた“2050年カーボンニュートラル”宣言に基づいて、経済産業省を中心に“2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略”が策定された。これは、

カーボンニュートラルへの挑戦を経済の好循環に繋げる政府の政策である。

現状、我々の試算では、アスファルト合材の製造に関わるCO₂排出量は、我が国の総CO₂排出量の0.1%を占めている。この“0.1%”を多いと見るか、少ないとみるかは意見の分かれるところであるが、上記政府の方針に基づき、我々アスファルト合材プラントメーカーとしてこの“0.1%”をいかに“0%”に近づけるかの技術開発、製品開発を進めていく。

2050年にCO₂排出実質ゼロを達成するためには、少なくとも2030年の段階でCO₂排出量を半減することが当面の目標であると考えている。この目標を達成するためには従来の発想の延長線上では困難であり、

1) 熱源の見直し

バイオマス利用促進、水素・アンモニア混焼、エレクトロヒート利用、再生エネルギー利用等をミックスして効率的かつ経済的な熱源の再構成を行う。

2) 合材製造工程の見直し

プラント前後の工程(材料の製造、保管～プラントでの合材製造～舗設現場への搬送)を含めたCO₂低減策を提案する。

3) 中温化技術等の利用

合材搬送距離の拡大によりもたらされるプラントの役割を見直し、より効率的な合材製造ができるシステムを構築する。などの施策が必要である。

ただし注意が必要なのは、必ずしも CO₂削減=省エネルギーではなく、またCO₂削減を求めることにより、合材の製造コストが増大するケースもあるので、“CO₂削減”、“省エネルギー”、“経済合理性”の3つバランスがとれた製品、システム、サービスの開発、提供が必要であるとする。

最後に、これらのアスファルト合材プラント全般における課題を解決していくためには、プラントメーカー単独では困難であり、同じ志をもつ、合材工場を運営されている皆様、道路舗装材料を製造されている皆様、道路舗装に関わる皆様、ステークホルダーの皆様と一体となってこの業界および社会全体の課題解決に貢献していきたい。

出典

「アスファルト合材製造に関わる、省エネ・燃費削減技術について」

アスファルト合材、No.138、P12-20、2021/04

(一社)日本アスファルト合材協会より許諾を得て掲載。

筆者紹介



NAKAURA Takaaki

中浦 孝明

2010年入社

技術統括部・東京技術室