



特集 建設リサイクル技術の現状と展望

アスファルト塊のリサイクル

岡本紀海夫・鈴木 権一

アスファルト塊は道路工事等により、アスファルト舗装体を解体することにより発生するもので、国内の全発生量は正確に把握されていないが、日本アスファルト合材協会の調査等から推測すると約3,300万トン/年と推定される。

アスファルト塊は約90%再利用されており、その利用方法は、「再生加熱アスファルト混合物」と「再生路盤材」である。

本報文ではアスファルト塊の発生及び再利用状況、再生アスファルトプラントの種類と特徴、臭気対策型プラントの紹介、問題点と今後の展望等について述べる。

キーワード：再生加熱アスファルト混合物、再生路盤、再生アスファルトプラント

1. アスファルト塊の発生状況

(1) アスファルト塊の発生源

アスファルト塊は道路工事等で発生するものであるが、アスファルト舗装は10年程度の寿命と言われているものの、交通量等によりその寿命が大きく左右される。

車の荷重に耐えられなくなった道路は、路面に亀甲状の亀裂が出来、道路の打替えが必要になる。この場合は大きなアスファルト塊が発生し、現場で50cm程度まで破碎し処理施設に搬入する。電気、ガス、水道等の地下埋設工事で発生するアスファルト塊も同様である。

また路面の摩耗、わだち掘れ等の場合は路面の表面を5cm程度機械で切削し、表面だけを再度舗装する。この場合は、5cm以下程度のアスファルト切削廃材が発生する。最近はこの切削廃材の割合が多くなり全体の2割程度になってきている。

(2) アスファルト塊の発生量

アスファルト塊の発生量は正確に把握されていないが、日本アスファルト合材協会がアスファルト合材製造プラントで受入れた量を平成8年度から調査している(表-1参照)。この数量には砕石プラントや路盤材専用プラントに搬入された分が含まれていないため、全体では3,300万トン程度と考えられる。この中には工事現場でダンプに

表-1 アスファルト塊のアスファルト混合物への利用状況(全国値)

(万トン・%)

年度	アスファルト塊 受入れ量 (a)	再生骨材 生産量 (b)	再生骨材 生産比率 (b/a×100)	アスファルト混合物生産量		再生混合物 比率 d/(b+d)×100	再生骨材 配合率 b/d×100	アスファルト塊 受入れ比率 a/(b+d)×100
				新規 (c)	再生 (d)			
平成6	—	577.6	—	5,676.2	1,926.5	25.3	30.0	—
平成7	—	738.5	—	5,279.6	2,284.3	30.2	32.3	—
平成8	1,775.7	1,011.5	57.0	5,000.8	2,818.6	36.0	35.9	22.7
平成9	1,898.4	1,057.5	55.7	4,488.2	3,026.4	40.3	34.9	25.3
平成10	2,098.6	1,206.2	57.5	3,507.5	3,506.2	50.0	34.4	29.9
平成11	2,229.3	1,302.8	58.4	3,229.3	3,910.7	54.8	33.3	31.2

※データは日本アスファルト合材協会発行の「アスファルト合材統計年報」より

積込む際に、路盤材が混入するが、その分も含めた数量である。

表一を経年の見ると、毎年1割程度増加傾向にある。その原因は再生混合物の設計採用が多くなったこと、再生設備が増加したため、アスファルトプラントに搬入する割合が増加したもので、発生量が増加したものではないと思われる。

2. リサイクルの状況

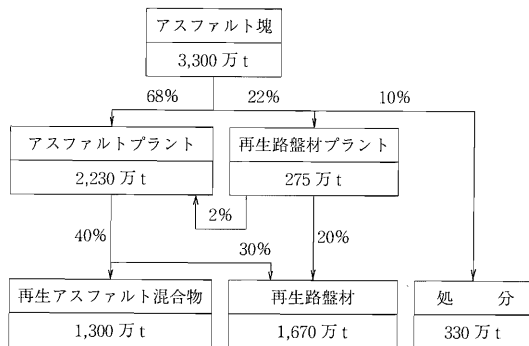
(1) 再生加熱アスファルト混合物

再生加熱アスファルト混合物に関する基準については「プラント再生舗装技術指針」(社)日本道路協会)が平成4年に策定されており、品質管理を適正に行って施工された舗装であれば、重交通道路(D交通区分)を含めたすべての道路舗装に適用できることとしている。

現在のアスファルト塊リサイクルの全体フローは、図一に示すように約40%が再生加熱アスファルト混合物にリサイクルされている。

再生加熱アスファルト混合物への利用状況について表一に示す。アスファルト塊には路盤材・土砂が混入しており、アスファルト混合物の品質に悪影響を及ぼすため、第1段階で路盤材・土砂を除去する。第2段階で13~0mmに粉碎し、再生骨材として再生加熱アスファルト混合物の原料となる。温水または水蒸気で解砕する場合もあるが、効率が悪くコストが大きいため、あまり行われていない。

表一で再生骨材生産量は路盤材・土砂を除去するため、アスファルト塊受入れ量に対し約57%前後となっている。



図一 アスファルト塊再生フロー図



写真一 工事現場から搬入されたアスファルト塊



写真二 破碎処理された再生骨材

再生加熱アスファルト混合物の生産量は増加を続け、平成11年度は新規のアスファルト混合物を追抜き再生が逆転した。

再生加熱アスファルト混合物に再生材が配合されている割合を示すのが、再生骨材配合率で約33%となっている(写真一、写真二参照)。

(2) 再生路盤材

アスファルト塊から生産される路盤材はアスファルト系再生路盤材といわれ、セメントコンクリート塊から生産されるセメント系再生路盤材とは性状が異なる。

路盤材の強度を示す修正 CBR (Coefficient of bending rupture) 値がアスファルト系再生路盤材は規格値を下回ることが多く、そのため、碎石路盤材またはセメント系再生路盤材と混合して使用することが多い。ただし大きな強度を必要としない農道、生活用道路、民間駐車場に使用されているが、下層路盤への設計採用の増加が望まれる。

3. 再生アスファルトプラントの種類と特徴

前述のとおり、実用的には新規骨材から生産される新規アスファルト混合物と再生骨材を混合して再生加熱アスファルト混合物とされている。

これは再生材の発生量のバランスの問題と今後再々生等の問題を考えたときに、新規骨材(合材)を加えたほうが品質上の問題からみても良いと考えられるからである。

一般的には再生骨材の新規アスファルト混合物に対する配合率は、工事ごとに、また県市町村単位で異なっており、その範囲は10~100%となっている。以下再生アスファルトプラントの種類と配合率・特徴について述べる。

(1) 常温投入方式(間接加熱方式)

通常の新規アスファルト混合物生産プラント(以下、バージンプラントと言う)に、常温の再生骨材をバージンプラントのミキサに投入し新規骨材からの熱伝導で間接的に加熱する方式で配合率は20%が限度とされている(図-2参照)。

(2) 併設型リサイクルドライヤ方式(併設加熱混合方式)

この方式は、現在国内では最も多く採用されている方式であり、再生骨材加熱専用ドライヤにて、再生骨材を150~160℃に加熱し、再生加熱アスファルト混合物をサージビンに一時貯蔵し、個別に計量しミキサで混合し再生加熱アスファルト混合物を生産する方式である。

この方式の重要な点は、加熱した時の熱劣化をいかに少なくするかということであり、アスファルトが燃焼する事によって、その機能が失われるだけでなく、ドライヤドラム内にCO₂、SO_x、ブルースモーク、臭気が発生し公害問題を引起こすことである。このため、ドライヤドラム内の熱ガスと材料の流

れが平行な並流式ドライヤを採用し、直火が直接触れないように、リサイクルドライヤバーナから熱風に変換し再生骨材を加熱昇温する構造を採用している(写真-3参照)。

このフローシートを図-3に示す。

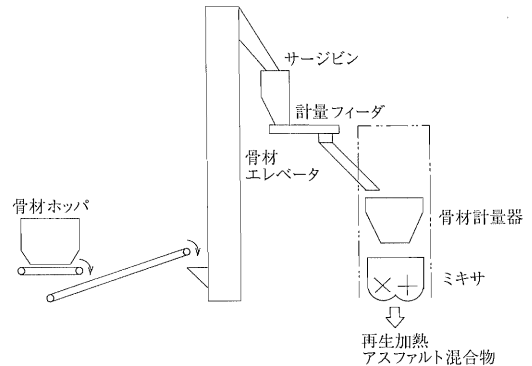


図-2 常温投入方式フローシート

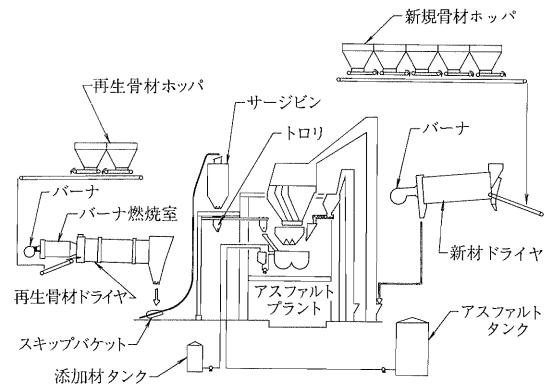


図-3 併設型リサイクルドライヤフローシート

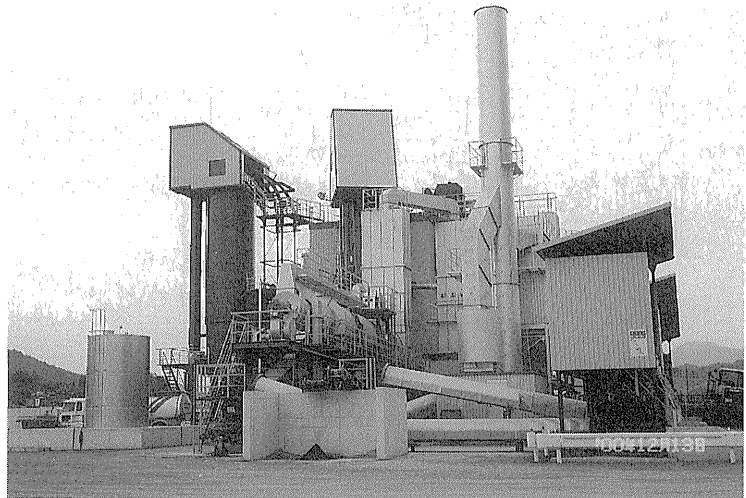


写真-3 再生アスファルトプラント(併設型リサイクルドライヤ方式)

この併設方式は、新規アスファルト混合物と再生加熱アスファルト混合物を混合することが基本であり、バージンプラントミキサの能力に合わせて、40～50%程度の配合率で出荷されるケースが多い。

しかし近年再利用率のアップから60～70%の逆比率の混合も増えている。

(3) 再生専用プラント（ドラムドライヤ混合方式）

(2) 節の併設方式の再生材専用ドライヤを切離して独立した装置とし、ミキサ、合材サイロ、集塵機等を組合わせて再生加熱アスファルト混合物のみを生産するプラントである。

再生骨材の性状によって、追加アスファルト、粒度調整用の新骨材、フィラーも追加できるような装置を装備している。

通常100%再生加熱アスファルト混合物と言っているが、補足材として新規骨材を10～20%程度使用されている。

集塵装置としては、最近ではほとんどバッグフィルタが採用されている。

新規アスファルト混合物との混合は行わないので、所定の温度まで加熱する必要があり、特別なドラムやバーナ制御が採用されている。それだけ併設方式に比べて、技術的に配慮が行われている。

図-4 にフローシートを示す。

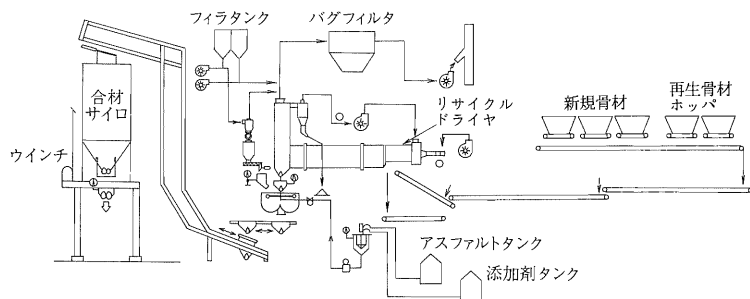


図-4 専用再生合材プラントフローシート

(4) 二重ドラムドライヤ方式 (Double Mode Dryer; DMD 方式)

再生骨材、新規骨材の各々が熱ガスと対向して流れ、熱効率を重視した向流式のドライヤで、そ

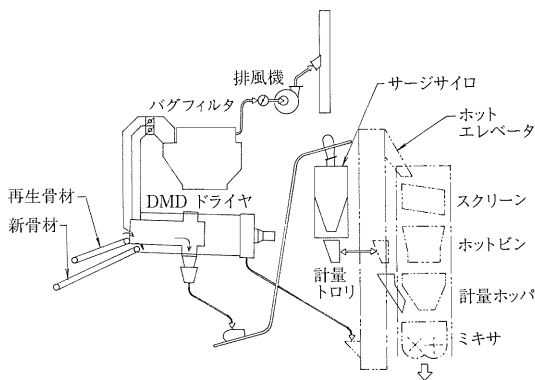


図-5 二重ドラムドライヤ方式フローシート

の構造は、ドラムを二重にし、外筒に新規骨材、内筒に再生骨材を投入し、1本のドラム（二重ドラム）で再生骨材と新規骨材を同時に乾燥加熱する方式である（図-5参照）。

この方式では再生骨材は新規骨材と熱交換をした後の熱ガスと接触するために、向流式であっても熱劣化は少ない。

また新骨材のみのドライヤとしても単独運転使用できる構造となっている。

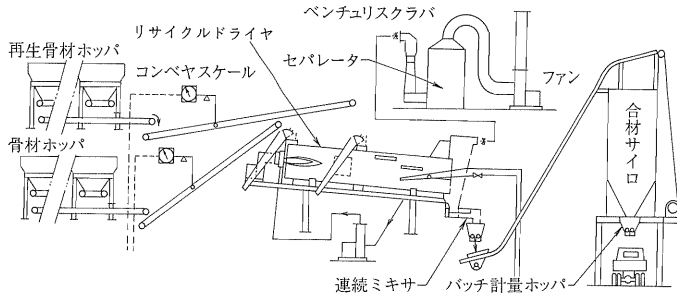
1ドラム方式のため当然省スペース、高効率ドライヤと言うことが大きな特徴であるが、再生加熱アスファルト混合物と新規アスファルト混合物の切替え時にロスが出ることが難点である。

(5) その他の方式

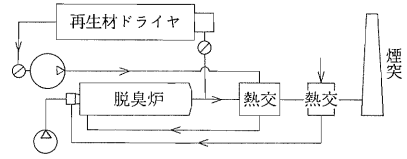
上記の他に国内では、並流式ドライヤドラムの中央部から再生骨材を投入し、後部バーナ側より投入された新規骨材ドライヤドラム内でミックスして、加熱混合し、再生加熱アスファルト混合物を生産する中間投入方式も使用されている。

再生骨材と新規骨材があらかじめ決められた比率に応じて供給するために、ロードセル式コンベヤスケールによるコンピュータ管理により、連続重量計量システムが採用されている。

ガスは熱風に変換し再生骨材を加熱昇温する構造を採用している。



図—6 中間投入方式フローシート



図—7 排気循環処理形脱臭フロー

このフローシートを図—6に示す。

この中間投入方式も含めてコンティニュアスのドラムミックスプラントの数は少ないので詳細はここでは省略する。

4. 臭気対策型再生アスファルトプラント

前述のとおり、最近再生加熱アスファルト混合物を製造する際に発生するブルースモーク、ドライヤ排気の臭気の問題がクローズアップされてきている。

臭気については、アスファルト塊の発生は都市部が圧倒的に多く、したがって再利用される数量も都市部が多くなり、臭気が問題になるケースが増加している。一般的には臭気濃度1,000以下が求められている。

脱臭方式としては、排ガス燃焼方式による脱臭が一般に行われている。この燃焼方式による脱臭は、通常炉内温度750℃以上で通過時間が0.3秒以上で脱臭される。脱臭処理後のガス温度は700℃前後で、このまま大気へ排出すれば、熱ロスが多く、熱効率が悪くなるので、熱回収して再び有効利用されている。

(1) 排気循環処理形脱臭

初期の脱臭は、既設のプラントに対応するため、排気処理形が採用されてきた。しかし前述のごとく、排気ガスをそのまま大気に放出するのは熱ロスが多く、最近では熱回収して再生材ドライヤの熱源に有効利用する、排気循環処理形脱臭が多く採用されている。

そのフローを図—7に示す。

この場合熱交換器の費用もかさみ、装置も大が

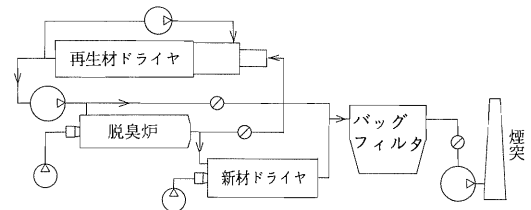
かりとなり、また煙突からの排気ガス温度も250℃前後熱効率が悪くなり、燃費が多くなる。

(2) 循環処理排気還元形脱臭

この方式は、並流方式の再生ドライヤの排ガス循環ラインを利用し、再生ドライヤの熱源を脱臭炉からの発生熱でまかない、余剰熱は新規骨材ドライヤの補助熱源として利用する方式である。

これによって、煙突から排気ガス温度も通常のバージンプラントと同様となり熱ロスを無くする事が出来る。即ち新規骨材ドライヤが熱交換器の役目をはたしていると言える。

図—8にそのフローを示す。



図—8 循環処理排気還元形脱臭フロー

(3) バージン・リサイクル兼用1ドラムドライヤ (ECOVARD) の紹介

最近、(株)新鴻鐵工所では、(2)節の循環処理排気還元形をベースに、さらに省スペース、短時間での立上げ、高効率なバージン・リサイクル兼用のECOVARD (Ecology-Economy Virgin and Recycle Dryer) ドライヤの開発に成功している。

このドライヤの特徴は、一つのドライヤドラムの中央を仕切って、再生骨材加熱ゾーンと新規骨材加熱ゾーンの二つの機能を持たせたものであ

る。また立上がり時間の短縮, より正確な温度制御を可能にするために, バージンドライヤ側に専用バーナを設けている事である。即ち2バーナ1ドラムのドライヤシステムである。

すでに脱臭炉の排気熱で, 再生骨材ドライヤと新規骨材ドライヤの入熱もまかなう1バーナ2ドラム方式も開発されているが, ECOVARDの方が, 新規骨材ドライヤの熱効率, 立上がり時間, 新規骨材の含水比や供給量の変化に対する追従性を考えた場合, 有利であると言える。

また短筒ドラムではあるが, 骨材の滞留時間, 再生ゾーンにおける付着対策等の配慮もなされている。脱臭機能付きのリサイクルドライヤの今後の考え方の方向性を示すシステムの一例と考えられる。

図-9にそのフローを示す。

外形を写真-4に示す。

以下 ECOVARD の特徴を纏めると次のとおりとなる。

- ① 再生骨材の加熱及び新規骨材の加熱は, 各々単独及び同時運転が可能。
- ② 短胴ドラムのバージンリサイクル一体形ドラムのため, 省スペースである。
- ③ 標準で脱臭性能は臭気濃度1,000以下である。
- ④ 循環処理排気還元形脱臭システムにより省エネルギー化を図っている。
- ⑤ 再生骨材加熱ゾーンには, 付着レス・スターフライトが採用されている。
- ⑥ 再生骨材混入率50%以上の運転可能。
- ⑦ 見やすい液晶画面のハロータッチII制御盤により, イージーオペレーションが可能である(写真-5参照)。

以上のように, 今後は環境問題(特に脱臭)を考慮した, 省エネルギー化を図った省スペースなアスファルト・リサイクルプラントに変わっていくと考えられる。

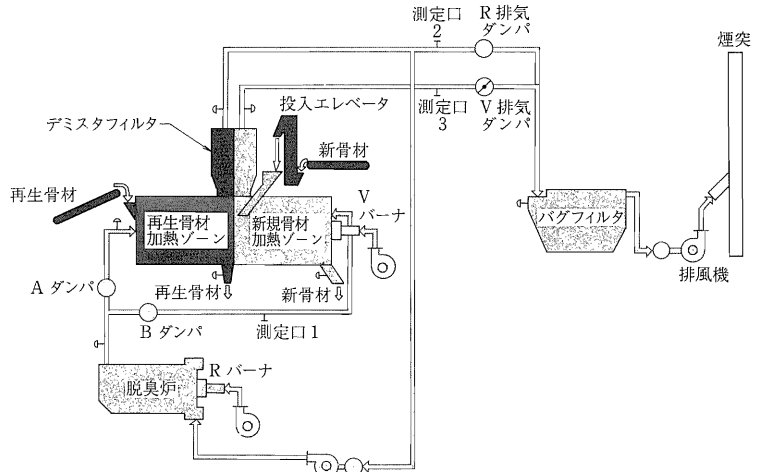


図-9 ECOVARD フローシート

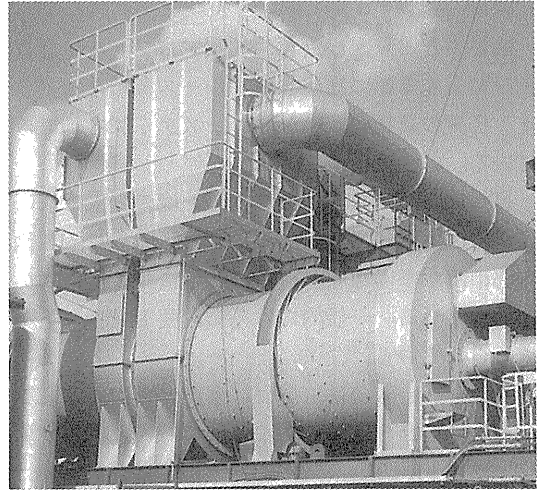


写真-4 ECOVARD 外観

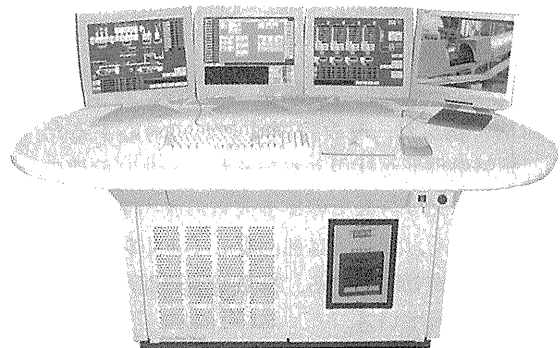


写真-5 ハロータッチII制御盤

5. 現状の問題点と今後の展望

(1) 現状の問題点

(a) 再生加熱アスファルト混合物

再生加熱アスファルト混合物で舗装された道路から発生したアスファルト塊には、再生されたアスファルトが含まれており、今後再生を繰返して使用されることになる。

アスファルト混合物の砕石には老化現象が見られないが、接着剤の役目をしているアスファルトに老化現象が現れ、脆い性状に変化する。再生加熱アスファルト混合物の製造時は、アスファルトが若返るための添加剤を加えているが、繰返し使用した場合、供用性に影響がでることが懸念される。

(b) 改質再生アスファルト混合物の再生

近年は重交通または交通騒音対策のため改質アスファルトを使用するケースが多くなっている。改質アスファルトにはゴム系または樹脂系の添加剤を含有しており、アスファルトの製造メーカーにより添加剤が異なり、その成分は明確にされていない。

改質アスファルト混合物の再生は、各地で試験施工および追跡調査が行われている。現在も改質アスファルトを使用したアスファルト塊が発生しているが、再生改質アスファルトの混入による供用性能に対するトラブルは報告されていない。

一方、最近急激に増加してきている排水性合材の再生化に関する調査、研究が急がれる。

(c) 再生アスファルトプラントの臭気公害

再生加熱アスファルト混合物の製造時、再生骨材を150～160℃に乾燥加熱するのであるが、その加熱工程でアスファルトが焼けることで臭気が発生すると考えられる。この臭気は合材からも発

生するが、乾燥ドライヤの排気として煙突から排出されるものが多い。

種々の脱臭装置が考えられるが、排気量が膨大なため排ガス燃焼方式が有効で、一部のプラントで使用されはじめている。しかし排ガス燃焼は多くの燃料を消費するため、CO₂の増加とコストアップを招く恐れがある。

前記のように省エネルギー脱臭対策型プラントの開発が行われており、今後のさらなる発展が期待される。

(2) 今後の展望

アスファルト塊はすばらしい資源であり、この資源を無駄にすることなく活用しなければならない。アスファルト系再生路盤材はアスファルトの機能を失っており、アスファルトのすばらしい特性を有効に活用し、価値の高い再生加熱アスファルト混合物に再生するのが、省資源・省エネルギーの観点から推進すべきである。

今後、再生技術がさらに高度に発展し、前記の問題も解消し、貴重なアスファルトが100%再生できる時代が近いと確信する。

[筆者紹介]

岡本 紀海夫 (おかもと きみお)

日本舗道株式会社

本社合材部

合材次長



鈴木 権一 (すずき けんいち)

株式会社新潟鐵工所

構機システムカンパニー

建設機営業部

部長

