

## 舗装分野におけるリサイクルの現状

加納 孝志

舗装分野では建設副産物や他産業再生資材を再生利用するために様々な技術開発が行われ、建設副産物である「アスファルト・コンクリート塊」や「コンクリート塊」の再資源化率は平成17年度には約98%以上に達している。また、舗装ではスラグ類をはじめとした他産業で発生する再生資材なども多量に受け入れるなど、舗装分野はリサイクル推進の“優等生”と言われている。しかしながら、現在の再資源化率を高い水準で維持し“優等生”であり続けるためには、さらなる検討が必要な状況となっている。本稿では、舗装に利用されている主な再生資材、再生利用技術について概要を紹介するとともに新たな課題に対する取り組み状況などを報告する。

キーワード：建設副産物, 他産業再生資材, プラント再生舗装工法, 路上表層再生工法, 路上路盤再生工法

### 1. はじめに

舗装分野では、建設副産物である「アスファルト・コンクリート塊」（以下、アスファルト塊）や「コンクリート塊」の再利用のための技術開発が昭和40年代後半から50年代にかけて活発に行われた。その成果として昭和59年には「舗装廃材再生利用技術指針（案）」が（社）日本道路協会によりまとめられ、以降、再生利用技術に関する種々の技術図書の発刊により舗装分野での再生利用技術の普及が図られてきた。その結果、アスファルト塊やコンクリート塊の再生利用は一般化し、平成17年度の再資源化率は約98%以上となっている<sup>1)</sup>。

また、建設副産物以外の再生資材（以下、他産業再生資材）としては、鉄鋼スラグ（JIS A 5015）が一般的な舗装用材料として利用されているほか、近年では、様々な産業分野から発生する再生資材を舗装で利用するための研究が再生資材の発生者を中心に活発に行われている。

このように、舗装では建設副産物や他産業再生資材の再生利用を積極的に行ってきた。しかしながら、近年新たな課題も発生しており、現在の高い再資源化率を維持しつつ、他産業再生資材の利用を積極的に行っていくためには、さらなる検討が必要となっている。本稿では、舗装に利用されている主な再生資材について現状の利用状況、再生利用技術および課題などを紹介する。

### 2. 舗装分野における再生資材の現状

#### (1) 建設副産物の再生利用

建設副産物は、建設工事に伴い副次的に得られる、建設廃棄物（コンクリート塊、建設発生木材など）および建設発生土（建設工事の際に搬出される土砂）の総称である。

建設副産物ごとの再資源化率の推移を図-1に示す。図に示す建設副産物のうち、アスファルト塊が再生碎石や再生アスファルト混合物（以下、再生混合物）用の骨材として、コンクリート塊が再生碎石として路盤材に再利用され、平成14年度以降の再資源化率98%以上の維持に舗装が大きく貢献している。

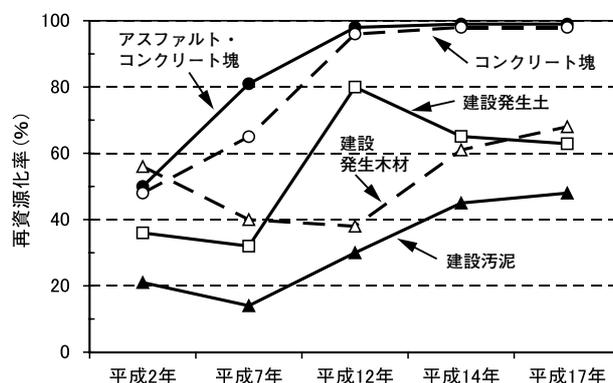


図-1 建設副産物の再資源化率の推移<sup>2)3)</sup>

(2) 他産業再生資材の再生利用

(a) 鉄鋼スラグ

鉄鋼スラグは、鉄鋼の製造過程で生成されるスラグを破碎したものである。製造方法などにより様々な種類があり(図-2)、セメント原料やコンクリート用骨材、舗装用の骨材などとして利用されている。

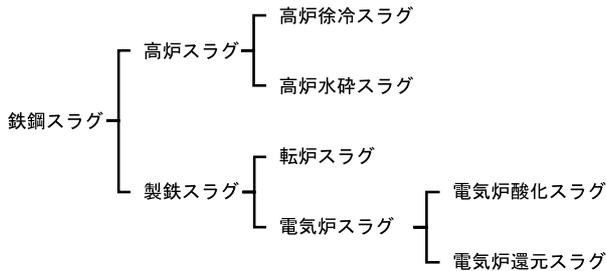


図-2 鉄鋼スラグの種類

鉄鋼スラグの舗装への利用は昭和40年代に始まり、昭和54年には「JIS A 5015 道路用鉄鋼スラグ」が制定された。舗装では主に加熱アスファルト混合物用の骨材や路盤材として利用され、鉄鋼スラグの全利用量3,500～4,000万tonに占める道路での利用量は概ね700～800万tonである(図-3)。

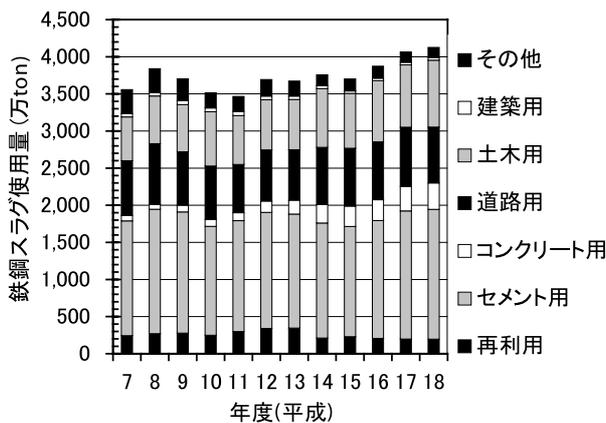


図-3 鉄鋼スラグの利用内訳<sup>4) 5)</sup>

(b) 石炭灰

石炭灰は、石炭をボイラで燃焼した後、集じん装置で集められた「フライアッシュ」とボイラ底部で回収される溶結状の石炭灰を砕いた「クリンカーアッシュ」に大別され、セメント分野、土木・建築分野、農林・水産分野などで利用されている(図-4)。舗装用としては、フライアッシュが加熱アスファルト混合物用のフィラーとして、クリンカーアッシュが砂として利

用されている。石炭灰の全利用量に占める舗装での利用量の割合は1～2%程度である。

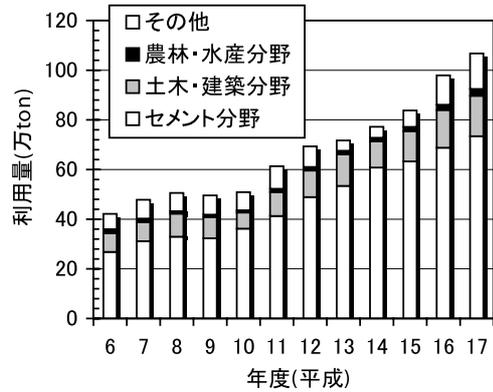


図-4 石炭灰の利用量の推移<sup>6)</sup>

(c) 一般廃棄物・下水汚泥溶融スラグ

一般廃棄物・下水汚泥溶融スラグ(以下、エコスラグ)は、一般廃棄物や下水汚泥およびその焼却灰を溶融し固化したもので、平成18年に「JIS A 5032 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」が制定された。近年では、一般廃棄物と下水汚泥の溶融施設の増加に伴いエコスラグの排出量が増加している(図-5)。また、平成17年

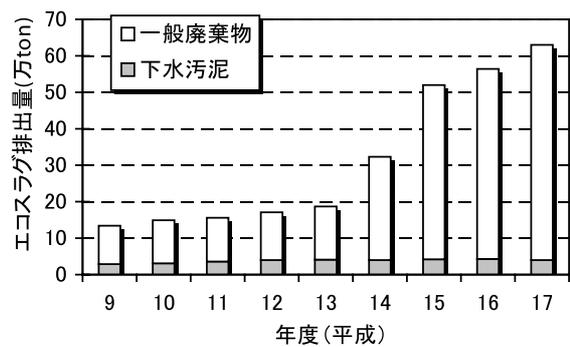


図-5 エコスラグ排出量の推移<sup>7)</sup>

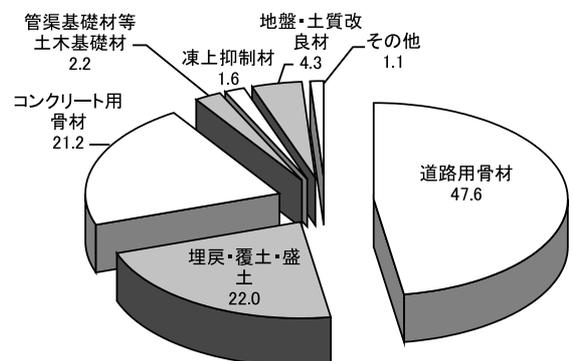


図-6 エコスラグの利用用途内訳(H17年度)<sup>8)</sup>

度に生産されたエコスラグのうち、約48%が道路用材料として再利用されている(図-6)。

(d) その他

その他の他産業再生資材としては、非鉄金属スラグ(銅、鉛、亜鉛、フェロニッケル)、廃タイヤや廃プラスチック、ガラスカレット、貝殻などが舗装用材料として検討されている<sup>9)~12)</sup>。これらの他産業再生資材は、品質や環境安全性、経済性および供給量などの条件が整っていないことなどから、その使用量は鉄鋼スラグなどに対して非常に少ないのが現状である。

### 3. 舗装における再生利用技術

#### (1) プラント再生舗装工法

プラント再生舗装工法は、舗装の補修工事などで発生する舗装発生材を適切に処理することのできる常設の再資源化施設(以下、再生混合所)で、アスファルト混合物や路盤材として再生利用を図る工法である<sup>13)</sup>。

再生混合所は、再生骨材や補足材(新規骨材)、新アスファルトの貯蔵設備、材料供給設備、再生アスファルトプラント等で構成されている。再生アスファルトプラントは、図-7~9に示す3種類の基本的な製造システムがあり、地域の状況に適合した製造システムが構築されている<sup>13)</sup>。

##### (a) ドラムドライヤ混合方式(図-7)

再生骨材と新規骨材を同一のドラムドライヤに投入し加熱混合する方式で、再生骨材配合率を60%以上に設定できる。首都圏を除いて設置例は少なく、再生混合所の1割強を占めている。

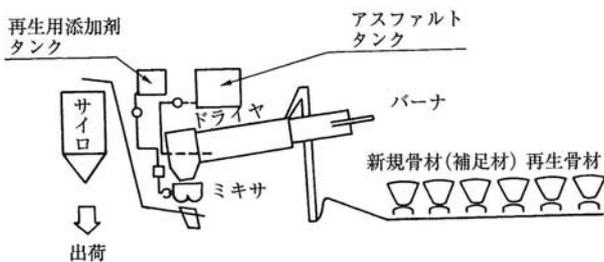


図-7 ドラムドライヤ混合方式<sup>13)</sup>

##### (b) 併設加熱混合方式(図-8)

新規骨材と再生骨材の加熱用ドライヤを併設した方式で、再生骨材配合率を30~60%程度の範囲で任意に調整することができる。全国的に最も普及しており、再生混合所の約6割を占める。

##### (c) 間接加熱混合方式(図-9)

高温に加熱した新規骨材の中に、常温の再生骨材を

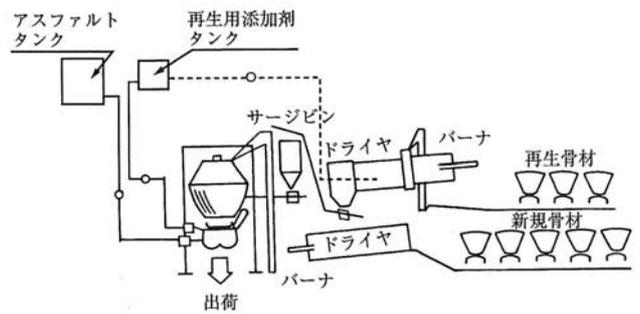


図-8 併設加熱混合方式<sup>13)</sup>

投入し、混合時に熱交換させる方式で、新規骨材の加熱温度に限界があることから再生骨材配合率は30%程度以下に制約される。近年、新規の設置例は少なく、再生混合所全体の2割強を占めている。

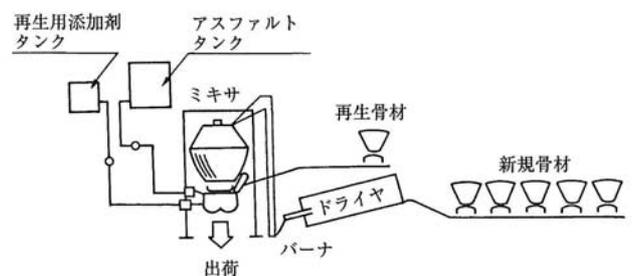


図-9 間接加熱混合方式<sup>13)</sup>

#### (2) 路上表層再生工法

路上表層再生工法は、現位置において表層の既設アスファルト舗装の加熱、かきほぐし、混合(攪拌)、敷きならし、締固め等の作業を連続して行い新しい表

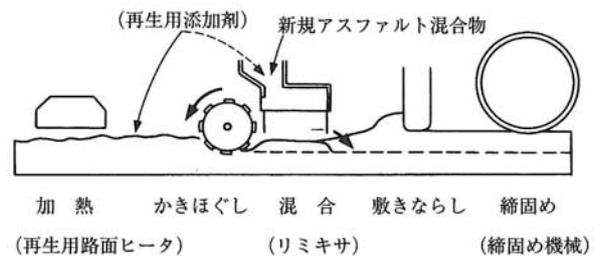


図-10 リミックス方式の概念<sup>13)</sup>

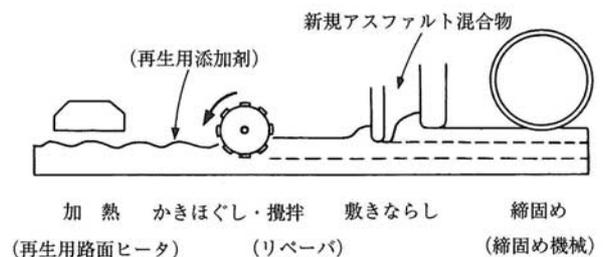


図-11 リペーパー方式の概念<sup>13)</sup>

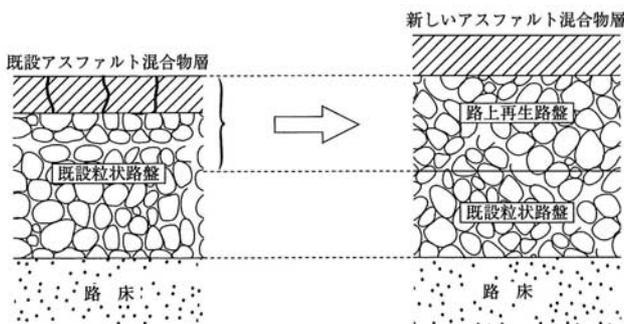
層として再生する工法である<sup>13)</sup>。

当工法は、既設アスファルト舗装を現位置で再生するため、舗装発生材や新規アスファルト混合物の輸送量が少なくプラント再生舗装工法に比べCO<sub>2</sub>排出量が少ない<sup>14)</sup>、既設舗装を加熱した状態でかきほぐすため振動・騒音が従来の切削工法に比較して小さいなどの特徴を有している。また、当工法には、既設のアスファルト混合物と新規アスファルト混合物を混合して敷きならす「リミックス方式」と既設のアスファルト混合物を攪拌し敷きならした上に新規アスファルト混合物層を構築する「リペーパー方式」がある(図—10, 11)。

### (3) 路上路盤再生工法

路上路盤再生工法は、現位置において表層の既設アスファルト混合物を破碎し、同時に既設の粒状路盤とセメントや瀝青材料等の安定材を混合、締固め等の作業を連続して行い新しい安定処理路盤として再生する工法である<sup>13)</sup>。

当工法は、既設舗装の路盤を現位置で再生するため、舗装発生材や新規材料の輸送量が少なく、既設路盤を撤去し再構築する場合に比べCO<sub>2</sub>排出量が少なくなると報告されている<sup>14)</sup>。図—12に路上路盤再生工法の概念の一例を示す。



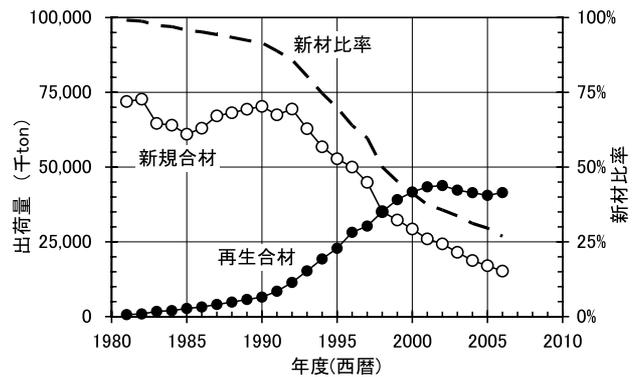
図—12 路上路盤再生工法の概念の一例<sup>13)</sup>

## 4. リサイクルにおける課題と取り組み

### (1) アスファルト塊

アスファルト舗装から発生するアスファルト塊は、中間処理施設にて破碎され再生骨材となる。この再生骨材は、再生混合物と路盤材として再利用されるものに大別される。再生骨材に含まれるアスファルト(以下、旧アス)が過度に劣化し硬い場合(針入度20未満)には、原則として再生混合物への再利用は行わず、路盤材などとして再利用している<sup>13)</sup>。

一方、舗装発生材から製造される再生骨材中の旧アスの針入度は近年低下傾向にあり、今後、再生混合物に利用できる舗装発生材が減少し、再生利用率も低下することが懸念されている。針入度低下の理由としては、図—13に示すようにアスファルト混合物の再生利用の普及により繰り返し再生される材料が増えていること、ポリマーを含む改質アスファルトの使用量の増加などが挙げられる。



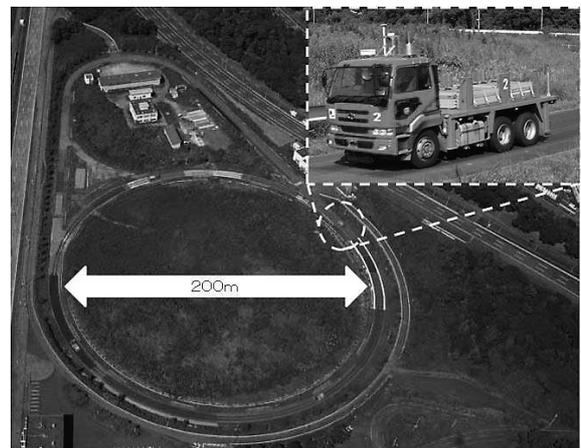
図—13 アスファルト混合物の出荷量の推移<sup>15)</sup>

これらのことから土木研究所では室内試験や試験施工などを通して、旧アスの劣化が進行した再生骨材や改質アスファルトを使用した再生骨材の利用技術の確立へ向けた検討を行っている<sup>16) 17)</sup>。

### (2) 他産業再生資材

近年、溶融スラグをはじめとした他産業再生資材の舗装での適用性に関する検討が多くなされている。土木研究所においても、一部の他産業再生資材について促進載荷実験施設(写真—1)で他産業再生資材を用いた舗装用材料の耐久性の確認を行っている。

一方、これら他産業再生資材は、舗装への適用性に



写真—1 促進載荷実験施設の全景

について検討されてから日が浅いものが多く、長期の耐久性や繰り返し再利用された場合の環境安全性などについて十分な検討がされていないのが現状である。アスファルト塊など舗装発生資材は原則としてリサイクルされること、路盤材に再利用された場合には雨水や地下水により環境汚染物質が溶質し、路床や現地盤へ拡散することなどが考えられることから、これら他産業再生資材の利用に当たっては、環境安全性を十分に確認した上で利用することが重要である。

## 5. おわりに

平成12年に制定された「循環型社会形成推進基本法」では、社会一般の廃棄物などを循環資源として適正に利用することが規定された。同法では、舗装から発生した再生資材だけでなく、他産業から発生した再生資材についても技術的、経済的に可能な範囲で利用することが求められている。また、平成13年6月に施行された「舗装の構造に関する技術基準」では、舗装の構造の決定に当たり舗装構造に起因する環境への負荷を軽減するよう努めるとともに、「舗装発生材及び他産業再生資材の使用等リサイクルの推進に努めるものとする」と記載されている。一方、リサイクルに当たっては、利用する全ての資材の製造から廃棄に至るまでの環境負荷を定量的に評価することが必要であるが、現状では評価方法が確立されていない。

今後、社会全体として循環型社会を構築するためには、コストや環境安全性、耐久性などを考慮しつつ、使用する資材の環境負荷の定量化手法などを確立した上で再生資材の利用促進を図る必要がある。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 国土交通省：平成17年度建設副産物実態調査結果について、2006年12月、[http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011208\\_2/01.pdf](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/01/011208_2/01.pdf)
- 2) 建設省：建設白書2000建設省編(2007.8)
- 3) 国土交通省：国土交通白書2007国土交通省編(2007.5)
- 4) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグ統計年報(平成15年度実績)(2004.8)
- 5) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグ統計年報(平成18年度実績)(2007.8)
- 6) 財団法人石炭利用総合センター：石炭灰全国実態調査報告書(平成17年度実績)
- 7) ㈱日本産業機械工業会エコスラグ普及センター：循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2005年度版)(2005.12)
- 8) ㈱日本産業機械工業会エコスラグ普及センター：エコスラグ統計データ、[http://www.jsim.or.jp/ecoslag/pdf/toukei\\_eachuse.pdf](http://www.jsim.or.jp/ecoslag/pdf/toukei_eachuse.pdf)
- 9) 加納陽輔・秋葉正一・栗谷川裕造・栗栖一之：非鉄金属スラグのアスファルト混合物用細骨材としての利用について、土木学会舗装工学論文集第12巻、pp.115-122(2007.12)
- 10) 八子貴之・村山雅人・向後憲一・小林昭昭：アスファルトラバーを用いた混合物の車道舗装への適用、舗装、41[10]、p.17-21(2006.10)
- 11) 吉井昭博・高橋守人・安倍隆二：ガラスカレット入りアスファルト混合物の一般舗装への適用に関する検討、土木学会第56回年次学術講演会概要集、論文番号V-188(2001.10)
- 12) 上野千草・田高淳・内山智幸：ホタテ貝殻粉末のアスファルト舗装材料への適用、第10回北陸道路舗装会議技術法文集、pp.294-297(2006.6)
- 13) ㈱日本道路協会：舗装再生便覧(2004.2)
- 14) 川上篤史・新田弘之・加納孝志・久保和幸：舗装工事における環境負荷量の試算について、土木学会第63回年次学術講演会概要集、論文番号5-065(2008.9)
- 15) ㈱日本アスファルト合材協会：アスファルト合材統計年報
- 16) 小長井彰祐・新田弘之・久保和幸・西崎到：排水性舗装発生材のリサイクル、土木技術資料(2006.7)
- 17) 佐々木敏・新田弘之・久保和幸・西崎到：排水性舗装発生材を再生利用した直轄国道試験舗装の路面性状変化、第27回日本道路会議論文集(2007.10)

### 【筆者紹介】

加納 孝志(かのう たかし)  
(独)土木研究所  
道路技術研究グループ(舗装)  
主任研究員

