

# 低炭素社会に貢献する舗装技術

川上篤史\* 新田弘之\*\* 久保和幸\*\*\*

## 1. はじめに

わが国のCO<sub>2</sub>排出量は、2008年時点で12億8,000万トン(二酸化炭素換算)であり、京都議定書の基準年である1990年の12億6,100万トンに比べ、実際には1.6%増加している<sup>1)</sup>。したがって、わが国においては低炭素社会に向けた様々な取組み・技術開発が一層求められており、舗装分野においても例外なく低炭素社会に向けた取組みがますます重要となってくる。

「環境に配慮した舗装技術に関するガイドブック」<sup>2)</sup>では、CO<sub>2</sub>排出抑制機能を有する舗装技術として、加熱アスファルト混合物(以下、HMA)の製造温度低下技術、常温製造技術、リサイクル技術、長寿命化技術等が挙げられている(表-1)。なお、本稿ではこれらを低炭素社会に貢献する舗装技術(以下、低炭素舗装技術)とする。

今後、これら低炭素舗装技術の新開発や更なる高度化を行うとともに、既存技術を低炭素舗装技術として可能性を見いだすためには、CO<sub>2</sub>排出削減効果の定量的評価が重要になってくる。

本稿では、低炭素舗装技術のうち、HMA製造温度の低下技術に位置づけられている中温化技術およびリサイクル技術である舗装再生工法について概要を紹介するとともに、筆者らがこれまでに行ってきた低炭素舗装技術の評価として、ライフサイクルを通じたCO<sub>2</sub>排出量の定量評価に関する研究結果について紹介する。

## 2. 低炭素舗装技術の概要とその効果

### 2.1 舗装工事とCO<sub>2</sub>排出の関係

舗装工事のCO<sub>2</sub>は、舗装工事のライフサイクル(材料製造、材料輸送、施工、廃棄)において排出される。「舗装性能評価法 別冊—必要に応じて定める性能指標の評価法編—」<sup>3)</sup>においても、CO<sub>2</sub>排出量の評価を行う際にはライフサイクルを考慮することが求められている。

表-1 低炭素舗装技術(一部抜粋)<sup>1)</sup>

技術の種類	具体的技術		
舗装技術	加熱アスファルト混合物の製造温度低下技術	中温化技術 弱加熱技術	
	常温製造技術	チップシール マイクロサーフェシング	
		リサイクル技術	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
	長寿命化技術		コンポジット舗装 改質アスファルトの適用
			製造技術
	施工技術	施工の効率化技術	

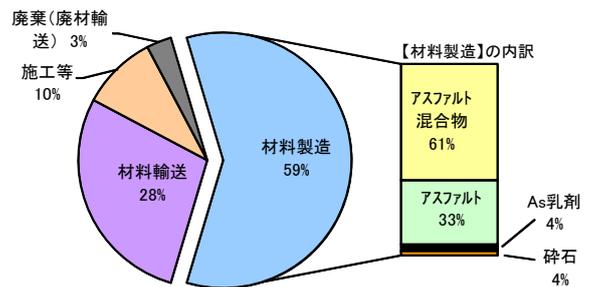


図-1 表層切削オーバーレイ工事におけるCO<sub>2</sub>排出割合<sup>4)</sup>

舗装工事のCO<sub>2</sub>排出量は、このライフサイクルを通じて使用した資材や機器等の燃料消費量にCO<sub>2</sub>排出量原単位を乗ずることによって算出することができる。一般的な舗装補修工事(表層切削オーバーレイ工事)におけるCO<sub>2</sub>排出量の試算例<sup>4)</sup>を図-1に示す。この図によれば、材料製造、材料輸送、施工、廃棄の各サイクル(ここでは1サイクル)において排出されるCO<sub>2</sub>は、材料製造段階が全体の約6割、材料輸送段階が3割、施工段階が1割を占めていた。また、材料製造段階のうち、HMAの製造に係るCO<sub>2</sub>排出量が最も多く材料製造の約6割、次いでアスファルト製造分が約3割であった。

これに対して、先に挙げた低炭素舗装技術を採用することによって、どの程度のCO<sub>2</sub>排出量が削減されるか定量的に把握することでCO<sub>2</sub>排出量削減効果の評価が可能となる。

## 2.2 HMAの製造温度低下技術

HMAの製造温度低下技術は、中温化技術と弱加熱技術が挙げられる。中温化技術は、中温化剤(写真-1)等を用いることによって、通常のアスファルト混合物よりも製造温度を30℃程度低くし、骨材の加熱・乾燥に要する燃料などの消費を低減させることができる技術である。日本では1997年には実道で本格的な施工が行われており、ヨーロッパが同時期、アメリカでは2004年に試験施工が行われていたことから、世界的に比較的早い時期から適用が進められてきた<sup>5)</sup>。一方、弱加熱技術は混合物製造時に水を添加し、これを潤滑剤とすることで混合物の製造温度を100℃以下としたものである。日本においては、耐久性等の観点から現状は試験施工段階である。

これらHMAの製造温度低下技術は、骨材の加熱温度が低いことからアスファルトプラントにおける骨材の加熱・乾燥に係る燃料消費量を低減させることができ、図-1で示した「HMA製造」に係るCO<sub>2</sub>を削減することができる。ここで、HMA製造に係る重油消費量と製造温度の関係(通常温度で製造した時に対する増減比率)を図-2に示す。重油消費量は骨材温度や骨材含水比によっても変化するが、ここでは、骨材温度20℃、含水比2.5%を基本ケース(ケース1)とし、重油消費量が増加する場合(ケース2:骨材温度10℃、含水比4%)、減少する場合(ケース3:骨材温度30℃、含水比1%)についても示している。例えば、重油消費量は、骨材含水比の増加・骨材温度の低下と共に増加し、骨材含水比の低下・骨材温度の上昇と共に減少する。中温化技術の適用を想定した場合、加熱温度を30℃低減させることにより84%、50℃低減させることにより73%の重油燃料が削減されることが分かる。

中温化技術のCO<sub>2</sub>排出量削減効果を明らかにするにはHMA製造温度の低下によるCO<sub>2</sub>削減分の他に、中温化剤自体の製造に係るCO<sub>2</sub>排出量の増加分も考慮に入れる必要がある。中温化剤の製造に係るCO<sub>2</sub>排出量原単位については、メーカー等にヒアリングを行い、発泡剤3技術(2技術は30℃低



写真-1 中温化剤(発泡剤の例)

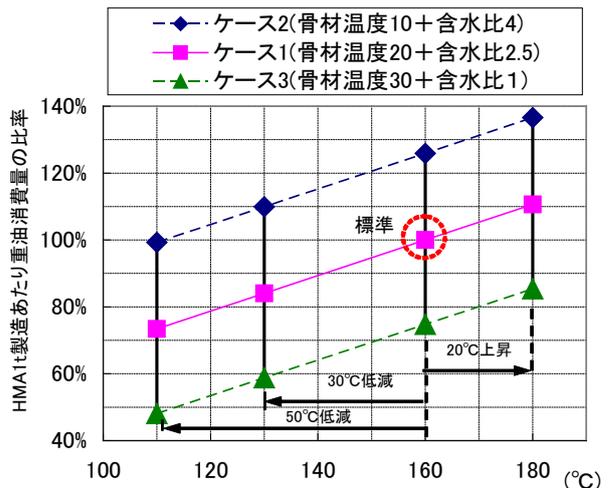


図-2 骨材温度、骨材含水率、混合物温度の組み合わせによる重油消費量の比率<sup>4)</sup>

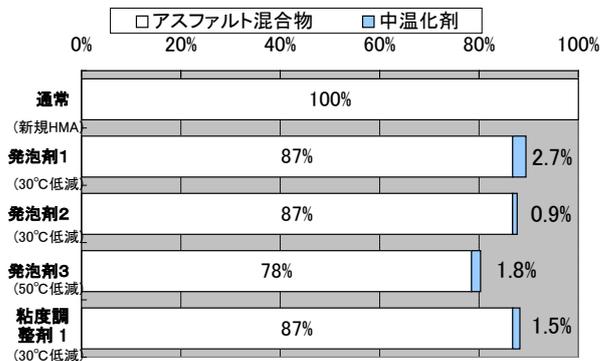


図-3 中温化技術の適用によるCO<sub>2</sub>削減効果<sup>4)</sup>

減タイプ、1技術は50℃低減タイプ)について明らかにした。粘度調整タイプについては、材料組成、CO<sub>2</sub>排出量原単位いずれも明確なデータが得られなかったため、石油精製による製品は全て同等としてアスファルトの値を代用した。通常HMAの製造に係るCO<sub>2</sub>排出量および中温化技術の適用によるCO<sub>2</sub>排出量を図-3に示す(通常HMAを基準(100%)としてその比率とした)。

中温化技術を適用した際には、いずれの技術も製造温度の低下、つまり燃料消費量の削減によるCO<sub>2</sub>排出量削減効果が示されている。それとともに、中温化剤の製造に係るCO<sub>2</sub>排出量の増加分が0.9%から2.7%であった。これにより、中温化技術を適用した場合、HMA混合物の製造に係るCO<sub>2</sub>排出量は全体として10~20%削減することが明らかとなった。

### 2.3 リサイクル技術

リサイクル技術は、舗装再生工法としてプラント再生舗装工法、路上再生舗装工法（路上表層再生工法、路上路盤再生工法）がある<sup>6)</sup>。プラント再生舗装工法は、図-4に示すような常設の再生混合所において、再生骨材と新規骨材を混合して再生HMAを製造する技術であり、路上表層再生工法（写真-2）、路上路盤再生工法は、現位置において舗装を再生させる技術である。これら舗装再生工法によって、舗装発生材であるアスファルトコンクリート塊の再資源化率はほぼ100%であり（図-5）<sup>6)</sup>、リサイクル技術としての役割を十分果たし

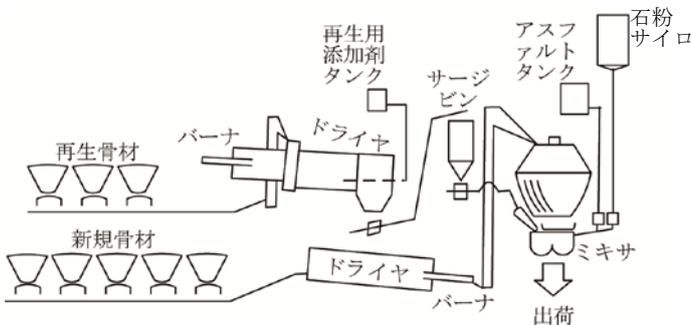


図-4 プラント再生の例  
(併設加熱混合方式) <sup>6)</sup>



写真-2 路上表層再生工法

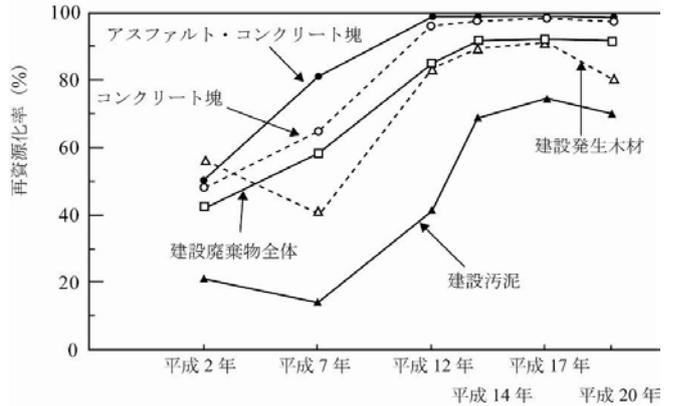


図-5 建設発生材の再資源化率<sup>6)</sup>

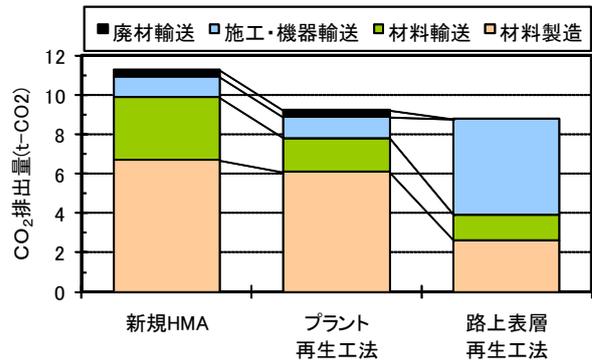


図-6 リサイクル技術ごとのCO<sub>2</sub>排出量の試算例<sup>7)</sup>

ていると言える。この舗装のリサイクルはほとんどがプラント再生舗装工法によるものであるが、路上再生舗装工法も含め、ライフサイクルを通じたCO<sub>2</sub>排出量の観点からの評価はあまり行われていなかった。

そこで、筆者らは、舗装再生工法のCO<sub>2</sub>排出量の試算も行った。試算は、表層の補修工事（切削オーバーレイ工法）を対象とし、新規HMAを用いた場合とプラント再生舗装工法により再資源化された再生骨材を用いた場合、路上表層再生工法（リミックス工法）の3ケースとした。なお、工事規模は、道路の幅員3.25m、2車線、延長200m(施工面積1,300m<sup>2</sup>)とし、既存の舗装面を3cm切削、5cmオーバーレイを行うこととした。

CO<sub>2</sub>排出量を試算した結果を図-6に示し、その概要を以下にまとめる。

- 1) 新規HMAを使用した切削オーバーレイ工法とプラント再生工法で再生された再生骨材を使用した切削オーバーレイ工法のCO<sub>2</sub>排出量を比較すると、施工や廃材輸送は変わらないが、材料製造で約10%、材料輸送で45%の削減となり、全体として約20%のCO<sub>2</sub>排出量の削減となる。

2) 路上表層再生工法と新規HMAを用いた切削オーバーレイ工法のCO<sub>2</sub>排出量を比較すると、路上表層再生工法は現位置で舗装発生材を再資源化するため、施工時のCO<sub>2</sub>排出量が多いが、全体として約20%のCO<sub>2</sub>排出量の削減となる。

3) 路上表層再生工法とプラント再生舗装工法で再資源化された再生骨材を用いた切削オーバーレイ工法のCO<sub>2</sub>排出量を比較すると、前者の施工時等のCO<sub>2</sub>排出量は多くなる一方、材料輸送時のCO<sub>2</sub>排出量は少なく、廃材輸送量がないこともあって全体のCO<sub>2</sub>排出量は若干少なくなる(ただし、CO<sub>2</sub>排出量が少ない路上表層再生工法でも、路上表層再生機の輸送距離によって環境負荷が大きくなる場合もあることも試算結果として得られている)。

### 3. おわりに

以上のように、中温化技術および舗装再生工法について、ライフサイクルを通じたCO<sub>2</sub>排出量を定量的に試算することによって、低炭素舗装技術としてのCO<sub>2</sub>削減効果の評価を行うことができた。舗装再生工法は、舗装工事により発生するアスファルトコンクリート塊のリサイクル率を約100%に達成させていることから、今後も高いリサイクル率を維持していくことで、CO<sub>2</sub>排出量を削減していくと考えられる。

一方、中温化技術については、コストが普通のHMAに対して10~20%高くなることから、採用数が少なかったのが現状である。しかし、「国等による環境物品等の推進等に関する法律」(グリーン購入法)において、今年度(平成22年度)より、中温化アスファルト混合物(資材)として調達品目に指定されている。よって、今後、普及されていくものと予想される。なお、中温化技術は、グ

リーン購入法において新材を使用することとしているが、今後の課題として、再生骨材を用いた場合や排水性舗装に適用した場合の耐久性を明らかにする必要がある。

そこで、土木研究所では、「低炭素舗装技術の高度化に関する研究(平成22~24年度)」と題して民間会社、9社・グループ(大林道路(株)、常温舗装技術研究会、世紀東急工業(株)、大成ロテック(株)、東亜道路工業(株)、(株)NIPPO、日本道路(株)、ニチレキ(株)、前田道路(株))と共同研究を開始している。本共同研究では、中温化技術を始め、路上再生工法や常温舗装技術など低炭素舗装技術について、既存技術の高度化を図るとともに、新たな技術開発を行っていく予定である。

### 参考文献

- 1) 環境省：2008年度(平成20年度)の温室効果ガス排出量(確定値)について、平成22年4月15日報道発表
- 2) (社)日本道路協会：環境に配慮した舗装技術に関するガイドブック、2009.6
- 3) (社)日本道路協会：舗装性能評価法 別冊一必要に応じて求める性能指標の評価法編一、2008.3.
- 4) 川上篤史、新田弘之、加納孝志、久保和幸：加熱アスファルト混合物製造に係るCO<sub>2</sub>排出量とその影響要因について、土木学会舗装工学論文集、第14巻、2009.12
- 5) 吉中保：アスファルト舗装の低炭素化技術(中温化)の動向、2010年石油製品討論会、(社)石油学会、2010.11
- 6) (社)日本道路協会：舗装再生便覧(平成22年版)、2010.11
- 7) 川上篤史、新田弘之、加納孝志、久保和幸：舗装再生工法の環境負荷評価について、土木学会舗装工学論文集、第13巻、2008.12

川上篤史\*



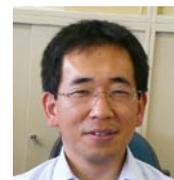
独立行政法人国土交通省 近づくば  
中央研究所道路技術研究グループ  
舗装チーム 研究員  
Atsushi KAWAKAMI

新田弘之\*\*



独立行政法人国土交通省 近づくば  
中央研究所材料地盤研究グループ  
新材料チーム 主任研究員  
博士(工学)  
Dr. Hiroyuki NITTA

久保和幸\*\*\*



独立行政法人国土交通省 近づくば  
中央研究所道路技術研究グループ  
舗装チーム 上席研究員  
Kazuyuki KUBO