

舗装分野における カーボンニュートラルについて

一般社団法人日本道路建設業協会 技術委員会 新技術開発部会

1. はじめに

2020年10月、我が国は、2050年までにCO₂などの温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と、森林等の吸収源による除去量との間の均衡を達成する、実質排出量ゼロを目標とした「2050年カーボンニュートラル」を宣言した¹⁾。また、2021年6月には、2030年度の新たな温室効果ガス削減目標として、2013年度から46%削減することを目指し、さらに50%に向けて挑戦を続けるとの新たな方針²⁾も示されている。

道路分野においては、2021年2月の社会資本整備審議会・道路分科会の基本政策部会で「カーボンニュートラルに向けた道路分野の貢献について」³⁾として議論がなされ、今後の取組み等についての検討が始まっている。

道路分野におけるCO₂排出は、①道路の利用(通行車両が排出)、②道路整備・管理(整備・管理におけるエネルギー消費で排出)、③道路緑化(道路空間の緑化による吸収)が挙げられており、2050年カーボンニュートラルに向けては、道路分野でもCO₂の排出量を大きく削減させるとともに、吸収量を増加させるなど、取組みを加速させる必要がある。また、自動車からのCO₂排出については、電動化することで低減が期待できる

が、道路緑化の整備には時間的な限界もあり、道路分野としては、道路整備・管理に関わるCO₂の低減に向けた取組み(道路インフラの省エネ化、グリーン化)の一層の推進が求められている。

昨年度から当協会では、2050年カーボンニュートラルに向けた「舗装分野における成長戦略」の策定を最終目標とした検討を進めている。本稿では、これまでに情報収集できたもののうち、ある程度整理・提示できる状態のものを選別し、これまでの検討の経緯も含めて紹介する。

2. 現在の取組み状況

舗装分野におけるカーボンニュートラルの方向性や取組みなどを取りまとめる際、所属会社が保有する技術・工法の中で、脱炭素社会に役立つと考えられるものを表-1に収集した。また、備考欄に示したA~Dの記号は、エネルギーの観点から次のように分類したものである。

- A: 「エネルギー消費量の削減技術」(可能な限りエネルギー需要を削減、機器のエネルギー効率を改善する等、エネルギー消費量の削減を図る技術)
- B: 「使用するエネルギーの低炭素化技術」(再生可能エネルギー等の低炭素電源の利用を拡大し、エネルギーの低炭素化を図る技術)

C：「利用エネルギーの転換技術」（ガソリン自動車から電気自動車へ、暖房・給湯のヒートポンプ利用等、利用エネルギーの転換を図る技術）

D：「その他・大気中のCO₂を吸着（吸収・固定化）させる技術」

これらの技術・工法の中で、比較的CO₂排出量に関する検討が進んでいる「アスファルト混合物」と「アスファルトプラント」の技術について、それぞれの特徴や取組み内容等について紹介する。

(1) アスファルト混合物の製造温度に関する取組み

アスファルト混合物の製造時に、従来の混合温度よりも30℃程度低く設定し、CO₂排出量を削減する技術（中温化技術）の取組みを紹介する（低炭素アスファルト混合物）。

① 低炭素（中温化）アスファルト混合物⁴⁾

中温化技術とは、アスファルト混合物を製造する際に、アスファルトバインダーの粘度を一時的に低下させる特殊添加剤（中温化剤）等の効果に

よって、通常のアスファルト混合物の製造温度および施工温度を30℃程度低減させることのできる技術である。低炭素アスファルト混合物に用いられる中温化剤には、発泡系、粘弾性調整系、滑剤系などがある。

1) 発泡系⁴⁾

発泡系の中温化剤は、アスファルトモルタル内に微細泡を発生・分散させるもので、発泡系の低炭素アスファルト混合物は、発生・分散させた細かな泡の働きによって見掛け上のアスファルト容積が増加するため、製造時の混合性が向上するとともに、舗設時にはベアリング効果によって締固め性を向上させることができる。舗設後の時間経過に伴って温度が低下すれば微細泡の影響はなくなり、混合物の品質は確保される。

現在、低炭素アスファルト混合物として発泡系の技術を使ったものが多く、特に水を添加剤として使用する「フォームドアスファルト混合物」が顕著となっている。この混合物は、加熱

表ー1 脱炭素社会に役立つ現段階での主な舗装関連の技術・工法

分類	対象技術	CO ₂ 排出抑制量 (概算)	備考
アスファルト混合物	低炭素（中温化）アスファルト混合物（プラントミックス、フォームド、プレミックス等）	5～10%	A
	常温アスファルト混合物（全天候型、再生骨材使用等）	22～50%	A
	乳剤系舗装（チップシール、マイクロサーフェイシング等）	—	A
アスファルトプラント	骨材加熱用バーナ燃料（都市ガス、バイオマス燃料、エマルジョン燃料等）	15～28%	B
	脱臭炉のエネルギー転換（蓄熱式）	59%	C
	重機燃料（GLT燃料）	8.5%	B
コンクリート・その他舗装材	防草・シールコンクリート	26%	A
	CO ₂ 吸着透水性コンクリート	—	D
	低炭素型半たわみ性舗装用浸透ミルク	13～48%	B
	土舗装材	—	B
	木質系舗装材	—	B
	バイオアスファルト（木材由来のクラフトリグニン）	約21%	B
施工技術	ICT施工技術（3D-MC等）	約20～30%	A
	低燃費舗装（転がり抵抗低減）	2.0～2.8%	A
	薄層舗装（長寿命、予防保全等）	30～67%	A
リサイクル技術	路上路盤再生工法（CAE、CFA）	23～38%	A
	簡易な路上表層再生工法	30%	A
	プラント再生路盤（CAE、CFA）	50～100%	A
	CO ₂ 固定化舗装	—	D
施工機械	電化、ハイブリッド化	—	C
運搬車両	ロードセル搭載型ダンブトラック	約19%	A
	電気加熱式クッカー	約2.4%	C
施工管理	遠隔現場	—	A
舗装の長寿命化	高耐久性アスファルト混合物、コンポジット舗装	—	A
	プレキャストコンクリート舗装版	—	A
	ブロック舗装	—	A
太陽光発電	ソーラーパネル埋込	—	C

したアスファルトを発泡させ、見掛け上の粘度を低くしたアスファルト（フォームドアスファルト）を、加熱骨材に混合して製造するものである（図-1）。また、高压で「マイクロバブル」という微細な泡の形成を可能とした技術も活用されており、泡の持続性が向上することによって、従来の技術の欠点であった貯蔵安定性の向上も図られている（図-2）。

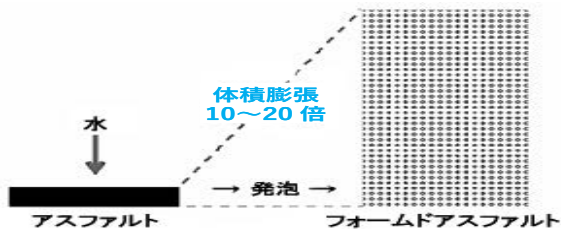


図-1 アスファルトのフォームド化⁵⁾

種別	噴射直後	数分後	数きならし時
従来型 フォームド アスファルト			
LEAB フォームド アスファルト			

図-2 マイクロバブルの特徴⁶⁾

2) 粘弾性調整系⁴⁾

粘弾性調整系の中温化剤には、常温においては固体的性状を示し、一定の温度以上になると急激に液体となって骨材を被覆しているアスファルトの表面部分の粘弾性を低下させるもの（粘弾性調整系 A）や、アスファルトの組成と分子量分布を調整して、高温域でのアスファルト混合物のコンシステンシを調整するもの（粘弾性調整系 B）がある。

3) 滑剤系⁴⁾

滑剤系（界面活性剤系）の中温化剤は、アスファルトのコンシステンシへの影響が少なく、アスファルトおよび骨材界面における潤滑性を高められるものである（図-3）。

上記の技術は、通常アスファルトプラントで使用されているバインダーに中温剤を用いて低炭素アスファルト混合物を製造するものである

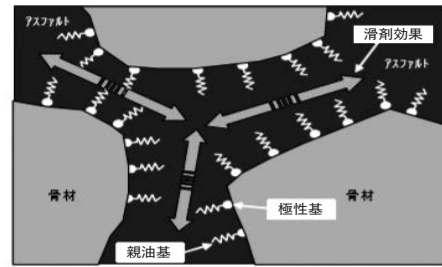


図-3 滑剤系の概念⁴⁾

が、近年では、「中温化バインダー」という特殊添加剤が事前にプレミックスされた、利便性の良いバインダーも使用されている。

② 常温アスファルト混合物

常温で取り扱うことができる常温アスファルト混合物は、各社から製造・販売されている⁷⁾。図-4に一例として、常温再生（再生 30%）、中温化密粒 13（30℃低減）、再生密粒 13（再生 60%）、密粒 13 混合物の CO₂ 原単位を比較したものを示す。

アスファルト乳剤を用いた常温再生（再生 30%）混合物の CO₂ 原単位が最も小さい結果（24.44 kg・CO₂/t）となっている⁸⁾。

現有の常温技術においても通常のアスファルト混合物に比べて CO₂ 排出を抑制できることから、カーボンニュートラルに寄与できる技術であると言える。

(2) アスファルト混合物の製造数量と CO₂ 排出量の推移

一般社団法人日本アスファルト合材協会（日合協）が公表しているアスファルト混合物の製造量や CO₂ 排出量に関するデータをもとに試算した結果を図-5に示す。この CO₂ 排出量には、合材、再生骨材および再生路盤材の製造時における重油、電力、重機の軽油の他、合材および再生路盤材の運搬ダンプの軽油が含まれるが、資材および資材輸送の CO₂ 排出量は含まれていない。

(3) アスファルトプラントの設備や燃料に関する取組み

骨材の含水比等、資材関係を除き、現有技術から大別すると、骨材加熱用バーナ、脱臭炉、使用

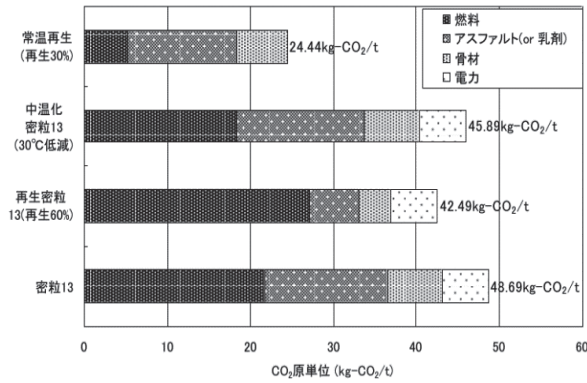
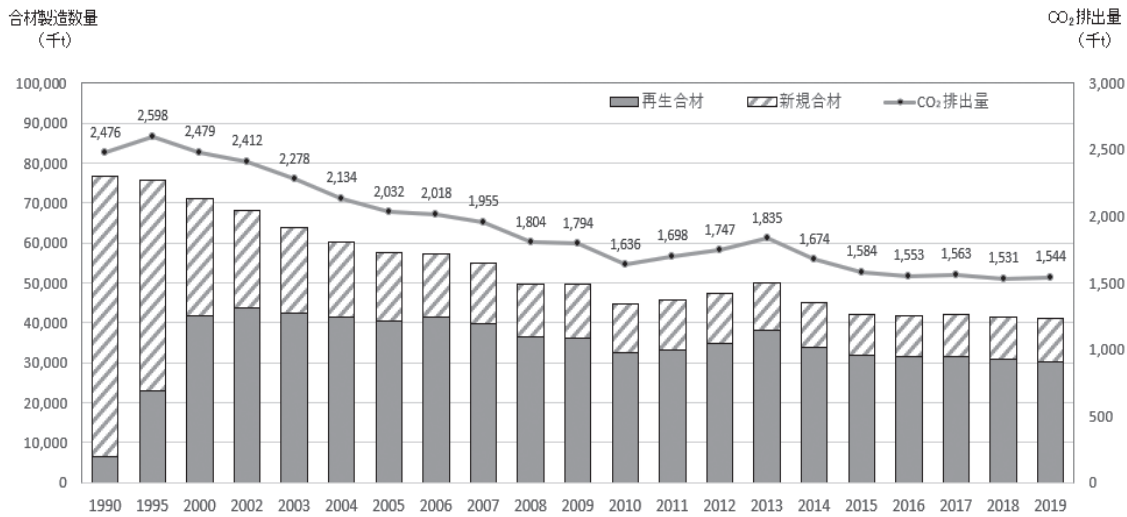


図-4 各種混合物のCO₂原単位算定結果⁸⁾

重機の三つに分けることができ、該当する主な技術の特徴を以下に示す。

① 骨材加熱用バーナ (ドライヤ)

- ・重油を都市ガス (LNG) に替えることでCO₂排出量を削減する技術【CO₂削減率24～28%】
- ・重油の一部をバイオマス燃料 (木質タールやグリセリン等) に替える, あるいは重油全量をバイオマス燃料と都市ガス (LNG) に替えて, 二流体同時噴射可能なバーナを使って燃焼させることでCO₂排出量を削減する技術【CO₂削減率25%】 (図-6)
- ・重油をインラインで乳化させ, エマルジョン燃料として燃焼させることでCO₂排出量を削減する技術【CO₂削減率15%】 (図-7)



年度	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
新規合材	70,277	52,796	29,292	24,301	21,503	18,764	17,030	15,745	15,084	13,366	13,454	12,236	12,454	12,629	12,063	11,424	10,130	9,992	10,524	10,366	10,869
再生合材	6,519	22,843	41,671	43,800	42,280	41,442	40,554	41,473	39,813	36,393	36,234	32,573	33,253	34,781	37,992	33,725	31,858	31,648	31,527	30,971	30,238
CO ₂ 排出量	2,476	2,598	2,479	2,412	2,278	2,134	2,032	2,018	1,955	1,804	1,794	1,636	1,698	1,747	1,835	1,674	1,584	1,553	1,563	1,531	1,544
kg-CO ₂ /t	32.2	34.4	34.9	35.4	35.7	35.4	35.3	35.3	35.6	36.3	36.1	36.5	37.1	36.8	36.7	37.1	37.7	37.3	37.2	37.0	37.6

注) 表および図は、日合協の「アスファルト合材統計年報」および、「合材製造業におけるBaU二酸化炭素排出量推計調査概要」より作成

図-5 合材製造数量 (新規・再生) とCO₂排出量の推移⁹⁾

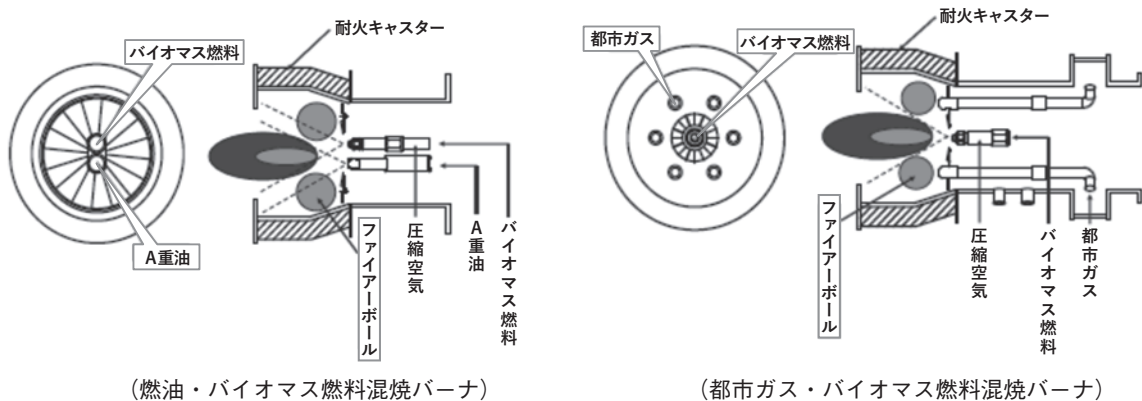


図-6 二流体混焼バーナの概念図¹⁰⁾

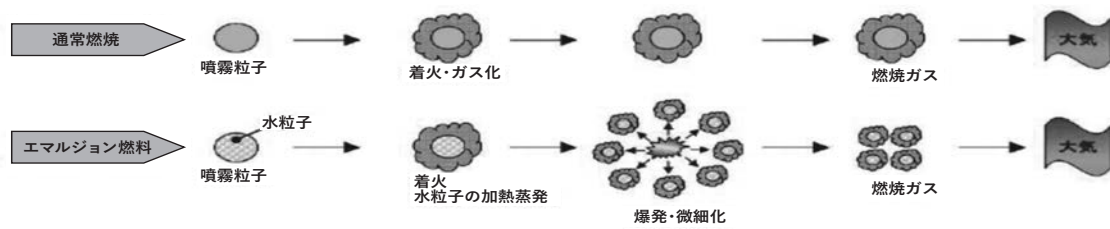


図-7 エマルジョン燃料の概念図¹¹⁾

② 脱臭炉

- ・排ガスの臭気を低減させるために使用している直接燃焼式の脱臭炉を、排ガスの熱エネルギーを利活用した蓄熱式脱臭炉に替えることでCO₂排出量を削減する技術【CO₂削減率59%】

③ 重機

- ・プラントで使用する重機の燃料を軽油から代替燃料（GTL 燃料*）に替えることでCO₂排出量を削減する技術【CO₂削減量8.5%】

※ GTL (Gas to Liquids)：ガスから石油製品を合成する技術のこと。GTL 燃料は天然ガス由来で、CO₂排出量の削減およびNO_x、PM（粒子状物質）の削減が可能な製品である。

将来の技術に関しては、燃料の転換、使用電力の削減に加えて、設備の電化が挙げられており、これまでの省力化や製造効率アップといった生産性を上げる取組みだけでなく、カーボンニュートラルに向けた技術開発も進められている。

3. おわりに

情報化社会に関する最新の研究事例としては、ロボット・AI・自動運転・MaaS・パーソナルモビリティ・スマートホームといった先端技術を、人々のリアルな生活環境の中に導入・検証できる実験都市を新たに作り上げることを目的としたトヨタ自動車株式会社の「ウーブン・シティ」(TOYOTA WOVEN CITY；トヨタの未来都市)が広く知られている。このような巨大プロジェクトにおいても、カーボンニュートラルは達成すべき大きな目標とされており、当該プロジェクトから得られる成果は、これからの社会全体としての

低炭素化のあり方を考える上で、大いに寄与するものと考えられる。また、今までの道路舗装等のインフラ整備にも大きく影響するものと考えられ、自動車業界が動力として活用するエネルギーをガソリンから電気にシフトしているように、道路業界も足元から大きな変革が必要となる。

今後、当部会では、引き続き舗装関連技術のCO₂削減能力の整理に努めるとともに、他部門の情報収集・整理等にも注力し、「成長戦略」等の策定に向けた活動を鋭意推進していく。

【参考文献】

- 1) 第203回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説, 2020.10 https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statatement/2020/1026shoshinhyomei.html
- 2) 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」, 内閣官房他, 2020.12
- 3) 「カーボンニュートラルに向けた道路分野の貢献について」, 社会資本整備審議会 道路分科会 第75回基本政策部会, 2021.2
- 4) 一般社団法人日本道路建設業協会：中温化（低炭素）アスファルト舗装の手引き, 平成24年4月
- 5) CFA 工法技術研究会ホームページ <http://www.cfastabi.com>
- 6) 前田道路株式会社ホームページ <https://ssl.maedaroad.co.jp/>
- 7) 上地, 東本, 山原, 峯, 松田：硬化機構に着目した全天候型常温混合物の開発, 舗装, pp.31-35, 2019年7月
- 8) 川口, 吉武：常温で製造する再生アスファルト混合物の開発とその施工例, 一般社団法人日本道路建設業協会, 第17回懸賞論文, 2011
- 9) 一般社団法人日本アスファルト合材協会ホームページ <http://www.jam-a.or.jp/>
- 10) 傳田, 今田：アスファルトプラント用ガス・バイオマス燃料混焼バーナの開発, 平成27年度「建設施工と建設機械シンポジウム」論文集 pp.195-196, 2015
- 11) 三井住建道路株式会社パンフレット