

# バイオマス燃料による 低炭素アスファルト混合物の製造

守安 弘周・傳田 喜八郎・蓬 葉 秀 人

低炭素アスファルト混合物の製造とは、アスファルトプラントでアスファルト混合物を製造するときに使用しているエネルギーを削減することであり、CO<sub>2</sub>排出量を削減することでもある。大幅に削減するには、化石燃料から代替燃料に切り換える必要がある。都市ガス化も一つの方法ではあるが、ここではカーボンニュートラルな燃料としてのバイオマス燃料、木タールと廃グリセリンに着目した。このバイオマス燃料は、普段は廃棄物処理をされていたもので、不安定で燃えにくい厄介なものであったが、これを燃焼させるため、アスファルトプラント専用燃焼バーナを開発し、低炭素アスファルト混合物を製造するに至ったのでここに報告するものである。

キーワード：低炭素アスファルト混合物, バイオマス燃料, カーボンニュートラル, 木タール, 廃グリセリン, 2流体噴霧方式

## 1. はじめに

道路業界ではアスファルトプラントでアスファルト混合物を製造する時に、骨材乾燥加熱として大量の化石燃料エネルギー（石油燃料としてA重油を使用しているのが一般的である）、動力源として電気エネルギーを使用している。CO<sub>2</sub>排出量を比較すると化石エネルギーが約85%で、電気エネルギーが約15%であるといわれている。低炭素アスファルト混合物を製造するには、このエネルギーの内、特に化石燃料を減少させ、CO<sub>2</sub>排出量を減らすことが必要となる。

この低炭素アスファルト混合物としては、製造温度を通常の160℃より30～60℃に低減した中温化混合物があるが、2009年度時点では、まだ全アスファルト混合物製造の0.2%にとどまっている。一方、運用面、装置面での改善、改修で削減することができるが多くは望めない。大幅な削減をするには、化石燃料に代わるCO<sub>2</sub>排出量の少ない代替燃料を使うことが望まれる。

そこで筆者らは、普段は廃棄物として処理されていた、森林の間伐材、剪定材等を原料とした木質バイオマスコージェネレーションから副産物として生成されている木タール及び廃食用油を原料とするバイオディーゼル燃料化プラントから製造過程で生成される廃グリセリンに着目し代替燃料とすることを試みた。

粘度が高く、水分を含んでいる燃えにくい燃料ではあったが、安全性、ハンドリング性及び経済性等の評

価を行い、実用化に至り、現在6工場で実機稼働しているの、ここに報告するものである。

## 2. アスファルト混合物の現状

我が国のアスファルト混合物の製造数量は1990年度は約7,680万トンその内、新規混合物が92%、再生混合物が8%となっていた。この2年後にピークをむかえ、あとは減少し続け、2009年度には、約4,970万トンになった。但し、新規混合物27%、再生混合物が73%と再生混合物は増加している。

次に図-1のように1990年度と2009年度の各数値の変動を比較してみると、混合物製造数量では35%減少しているが、CO<sub>2</sub>排出量は230万トンから163万トンの29%の削減になっている。これは、1トン当たりの原

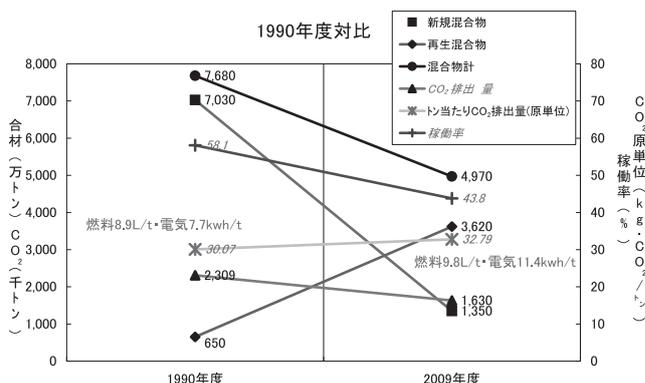
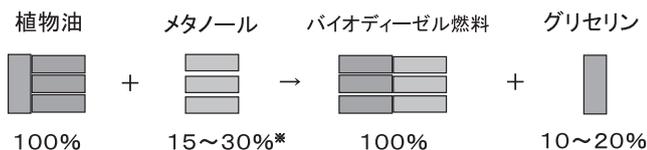


図-1 アスファルト混合物の各数値の比較<sup>1)</sup>



(2) 廃グリセリン

廃食用油は主にグリセリンと脂肪酸とでできており、不純物及び水分を取り除いた状態で、メタノールを加え、水酸化カリウム等によるアルカリ触媒法でのエステル交換反応で、バイオディーゼル燃料とグリセリンを生成する。下層に滞留しているのが廃グリセリンでバイオディーゼル燃料の約10～20%の割合で生成される。生成反応と製造方法を図-4、製造工程の状況を写真-1に示す。



製造方法:アルカリ触媒法(NaOH, KOH) 1.5~2.0%

※メタノール理論必要量は油に対して10%程度であるが、一般的には反応を促進するため過剰に投入する。そのため、反応終了後に未反応メタノールも残存する。

図-4 バイオディーゼル燃料生成反応



写真-1 バイオディーゼル製造工程の状況

(3) 木タールと廃グリセリンの物理性状

木タール、廃グリセリンの代表的な物理性状を表-1に、木タールの温度と粘度の関係を図-5に示す。

木タールと廃グリセリンはほぼ同一の粘度である。従って、両燃料ともA重油と比較して同一温度における粘度は相対的に高いことがわかる。木タールは、木タール中に木酢液が溶け込んでおり、お互いの比重差が小さいことから比重分離が速やかに進行しないため、水分を含んでいる。この水分が多くなると発熱量は低くなる。

発熱量はA重油と比較して木タールが約90%、廃グリセリンが約70%である。しかしながら、温度と粘度のバラツキがあり、安定性のない燃料であるため、

表-1 木タール、廃グリセリンの物理性状

品名	比重 (15℃)	動粘度 (50℃) mm <sup>2</sup> /s	水分 (%)	総発熱量		真発熱量	
				MJ/kg kcal/kg	MJ/kg kcal/kg	MJ/kg kcal/kg	MJ/kg kcal/kg
木タール	1.1270	36.4	7.05			27.62 6600	31.13 7438
廃グリセリン	1.0065	33.9	1.12	27.94 6676	28.12 6719	24.79 5924	24.95 5963
A重油	0.8419	2.12	0.0	45.66 10910	38.44 9185	42.81 10230	36.04 8613

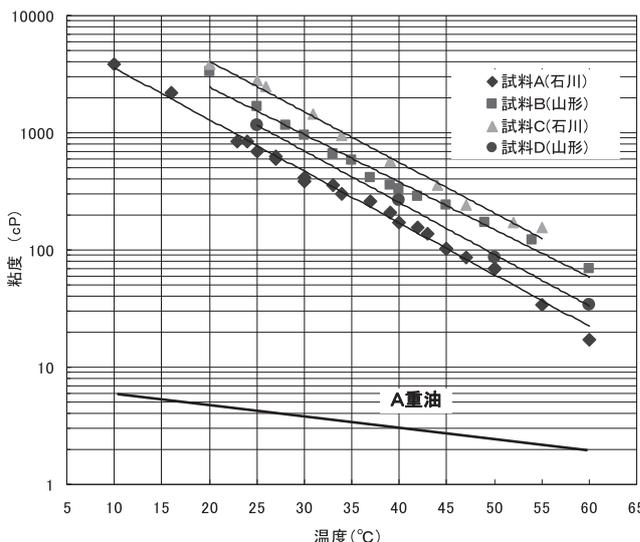


図-5 木タールの温度と粘度の関係

従来のアスファルトプラントで使用する燃焼バーナとは異なるバーナの開発が必要となった。

5. バイオマス燃料専用バーナ

(1) 従来バーナの燃焼システム

アスファルトプラントで一般的に採用されているバーナは拡散燃焼方式である。液体燃料を細かくノズルから高圧噴霧し、ガス化をはかって燃焼空気と混合を促進する。バーナ火口先端にプレミックスチャンバーを取り付け、このチャンバー内で形成されるファイアーボールにより、ガス化がさらに促進されることにより安定的な燃焼をする。ファイアーボールは、ディフューザ(保炎器)とプレミックスチャンバーとの位置関係により、燃焼空気の流れに伴ってディフューザ全面に負圧領域が発生し、この負圧領域にガス化した燃料が巻き込まれて形成される。ディフューザは、このファイアーボールを安定して形成させるためのものであり、ススの付着や熱歪みの影響を受けがたい形状としている。プレミックスチャンバーは、ファイアーボールを通過してガス化した燃料と燃焼空気とを混合させるためのもので、断面形状の工夫により、アスファルトプラントに適した火炎となる。

制御方式は連続制御とし、熱負荷に応じて連続で燃焼量を変えることが可能である。

従来の燃焼バーナの外観を写真-2に、燃焼システムを図-6に示す。

(2) バイオマス燃料専用バーナ

バイオマス燃料はA重油と比較して粘度が高く、燃料中の水分があることにより、従来のバーナでは噴霧

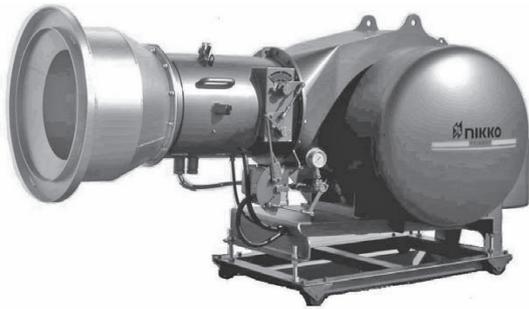


写真-2 従来の燃焼バーナ

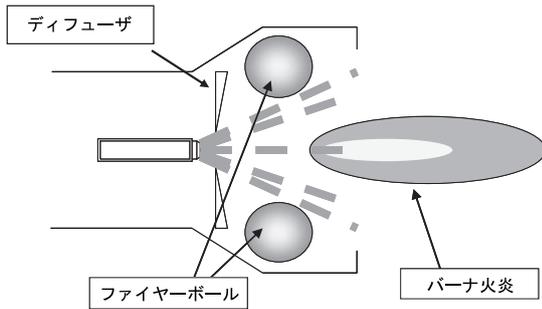


図-6 従来のバーナの燃焼システム

状態が悪くなり、失火するトラブルが頻繁に起こったため、燃料噴霧ノズルを1流体噴霧方式から2流体噴霧方式に変更した。すなわち、バイオマス燃料と圧縮空気をともに供給し霧状にする方式であり、圧縮空気の動力を多く消費するものの、燃料の霧化に関しては1流体噴霧方式よりは優れている。この方式により、バイオマス燃料の水分、高粘度等の不安定性に影響されることなく安定した燃焼が可能となった。

バイオマス燃料専用バーナの外観を写真-3に、燃焼システムを図-7に示す。

さらに安定した燃焼を得るため、バイオマス燃料を噴霧する2流体噴霧方式ノズルとA重油を噴霧する1流体噴霧方式ノズルの2本のノズルを取り付け、混焼方式としたシステムを採用した。

これによって、各燃料の供給量を任意に調整できる制御方式を採用することができるので、バイオマス燃



写真-3 バイオマス燃料専用バーナ

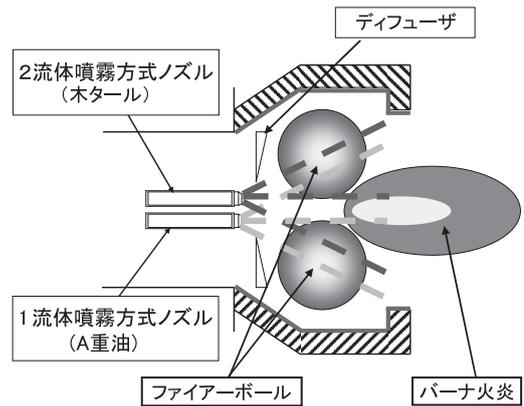


図-7 バイオマス燃料専用バーナ燃焼システム

料の供給状態や品質に影響されず、安定した燃焼システムになった。また、耐火断熱構造のプレミックスチャンバーとすることでファイヤーボールを大きく高温に保つように工夫した。混焼状態を写真-4に示す。

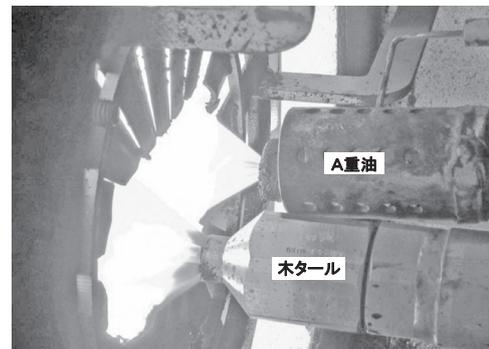


写真-4 バイオマス燃料専用バーナ混焼状態

このようにバイオマス燃料とA重油との配管回路を含めたノズルを完全に独立させることにより、バイオマス燃料とA重油との混合による凝結現象を回避するとともに、不安定なバイオマス燃料側配管回路でトラブルが生じてもA重油のみでの運用を可能とした。さらにアスファルトプラントの特徴である、間欠稼働、瞬発力、臭気対策（完全燃焼）及び少量燃焼に対応することができた。

また、バイオマス燃料100%での燃焼も可能であるが、木タールに関しては、A重油をカロリー比10%以上で燃焼させることで、木タールの燃焼が安定することがわかった。

## 6. 環境負荷

バイオマス燃料でアスファルト混合物を製造した時の排ガス測定を行い、従来のA重油を燃料とした場合の排ガス測定値と比較した結果を表-2に示す。

A重油を燃料にした場合の排ガスと比較しても大差

表一 2 排ガス測定結果

使用燃料		木タール		廃グリセリン		A重油		
計量項目	単位	計量結果	規制値	計量結果	規制値	計量結果	規制値	
排ガス量	湿り	m <sup>3</sup> N/h	39,600	—	23,300	—	38,900	—
	乾き	m <sup>3</sup> N/h	38,300	—	22,600	—	37,700	—
ダスト又はばいじん量	濃度	g/m <sup>3</sup> N	0.112	—	0.003	—	0.148	—
	On=Os	g/m <sup>3</sup> N	0.112	0.5	0.003	0.5	0.148	0.5
	濃度	ppm	34	—	—	—	32	—
窒素酸化物	On=16%	ppm	52	230	18	230	51	230
	On=0%	ppm	219	—	214	—	214	—
硫黄酸化物	濃度	ppm	2	—	4	—	2	—
	排出量	m <sup>3</sup> N/h	0.061	9.16	0.120	5.20	0.058	8.68
塩化水素	濃度	mg/m <sup>3</sup> N	4	(80)	1	(80)	3	(80)

はなく、いずれの項目も大気汚染防止法の規制値を満足するものであった。

また、木タールには、タール特有の臭気があるが、燃料として燃焼した場合においては、燃焼排ガスからは臭気が感じられなかった。これは、木タールが完全燃焼しているためである。

## 7. 稼働状況

現在、木タールを燃料としている工場は高速道路の仮設プラントを含め3工場、廃グリセリンを燃料としている工場は高速道路の仮設プラントを含め3工場の計6工場稼働しているが、大きなトラブルは発生していない。CO<sub>2</sub>排出量については、A重油を単独で燃焼した時と比較して約30%の削減になっている。

また、安定したバイオマス燃料の供給がない時もあるが、燃料消費量からみた燃焼効率、A重油単独時と比較しても同等の効率を得ている。これは、不安定で燃えにくい燃料であるバイオマス燃料に2流体噴霧方式のノズルを採用し、従来のA重油燃焼の1流体噴霧方式のノズルを付加し、2本ノズルタイプにしたことと、耐火断熱構造のプレミックスチャンバーにしたことで各々の燃料のファイアーボールがさらに大きく高温になったことで、バイオマス燃料が完全燃焼をしていることを意味している。

## 8. まとめ

低炭素アスファルト混合物の製造とは、この混合物を製造する時に使用するエネルギーを削減すること、すなわち、CO<sub>2</sub>排出量を削減することである。

製造温度を低減する中温化混合物は、まだ全国的に広まってはいない。また、運用面での改善、装置面での改修では、大幅なCO<sub>2</sub>排出量の削減は期待できない。これらの状況から、CO<sub>2</sub>を大幅に削減できる代替燃料は注目され、特にいままで廃棄物処理をされていたカーボンニュートラルな燃料としてのバイオマス燃料の活用は急務であると思われる。

バイオマス燃料ではあるが、木質バイオマスコージェネレーションのガス化炉における厄介な副産物としての木タール、及び、バイオディーゼル製造過程で副産物として使用用途がない廃グリセリンは、粘度が高く水分を含んでいるので、燃えにくい性質を持っているが、アスファルトプラントの燃焼バーナとして、間欠運転、瞬発力、省エネ化、燃焼範囲が広い及び排ガス規制に適応しなければならない、これらの厳しい要求に対応できたことは大きな成果といえる。

そして、このバイオマス燃料の燃焼ガスが環境負荷にも影響を及ぼさないことも確認できた。

また、このバイオマス燃料が安定的に供給できることで、さらに低炭素アスファルト混合物の製造に貢献できるものと思われる。その上、地球温暖化防止対策にも当然貢献できる。

## 9. おわりに

このバイオマス燃料の活用には地域差があるが、廃グリセリンに関しては廃食用油が大量に消費される都市部で多く生産される可能性はある。これは、大都市におけるバイオマスエネルギーの「地産地消」を目指した取組にもなる。

最後に、このバイオマス燃料専用バーナの開発に当たり関係各位に感謝の意を表す。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) (株)日本アスファルト合材協会アスファルト合材統計年報1990年版、2009年版
- 2) 日本バイオマス開発ホームページ <http://www.jbmd.co.jp/>

### 【筆者紹介】

守安 弘周 (もりやす ひろちか)  
前田道路㈱  
技術本部 技術部  
副部長



傳田 喜八郎 (でんだ きはちろう)  
前田道路㈱  
製品事業本部 機械部  
部長



蓬萊 秀人 (ほうらい ひでと)  
日工(株)  
研究開発センター  
センター長

