

### 3. フォームドアスファルトを使用した 現地再生路盤工法の導入

鹿島道路㈱：海老沢秀治，\*鈴木 泰

#### 1. はじめに

平成5年6月に建設省道路局から発表された道路技術5箇年計画では、7項目の主要技術テーマの一つとして「環境保全・省エネルギー・省資源への新たな挑戦」が取り上げられており、省エネルギー型道路資材の開発・利用技術やアスファルト・コンクリートの再生利用技術等の開発・導入計画が示されている。

今回紹介するフォームドアスファルトによる常温安定処理工法は、カナダ、イギリス、北欧、オーストラリア等の諸外国では低品位骨材や再生骨材を対象とした研究が進められ、省資源、省エネルギーの代表的な工法として注目されている。

今回、現地再生路盤工法のためフォームドシステムを供えたスタビライザーをカナダより導入したのでここに紹介する。

#### 2. フォームドアスファルトの概要

##### 2-1 フォームドアスファルトとは

フォームドアスファルトは、1957年アメリカのアイオワ州立大学サニー(Csanyi)教授によって提唱されたもので、高温(液状)のアスファルトに一定の条件下で水蒸気等を添加して微細な泡を生じさせ、アスファルトの容積を膨張(10~15倍程度)させることによりアスファルトの持つ粘性を減少させ、混合作業を容易にさせるというものである。その後、常温の水を用いてフォームドアスファルトを製造する方法が考案され、路上混合方式にも適用出来るようになり、フォームドアスファルトの用途が広がった。

当社がカナダ・ソーター社から導入したフォームドアスファルト装置も、常温の水を使用したものであるが、図-1に示すように噴霧ノズルとミックスチャンバを一体化し、それぞれ独立した噴霧ノズルの先端でフォームドアスファルトを造る点が他のフォームド装置との相違点である。これ

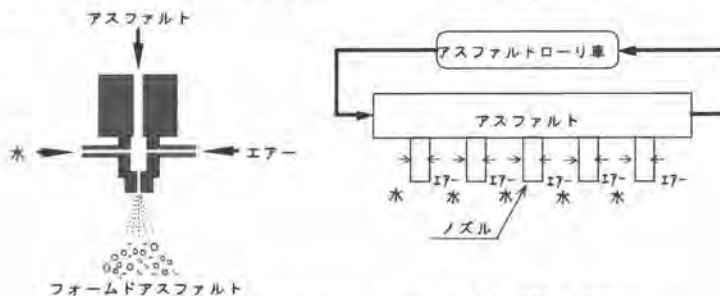


図-1 フォームドアスファルトの製造装置概略図

によって、噴霧ノズルのつまり等を解消するとともに、各噴霧ノズルから吐出するフォームドアスファルトの品質および量を均一に制御している。また、噴霧ノズルの先端でフォーム化が行われるため、使用するアスファルトの熱でノズルが加温でき、特別な保温装置が不要となった。

## 2-2 メカニズム

液体を泡にすると言うことは液体の表面張力を減少させることであり、他のものへの付着性が良好となる（例えば、洗剤は表面活性剤の一種であり、水の表面張力を減少させて繊維に浸透させ汚れを落とす仕組みがこれにあたる）。そのため、アスファルトをフォーム化することにより常温の骨材に付着させることが可能となる。

なお、フォーム化されたアスファルトは粗骨材を被覆することなく細粒分のみを被覆するため、常温混合されたフォームドアスファルト混合物は、締固めによりアスファルトで被覆されていない粗骨材をフィラーピッチューメンなどが固着することで強度を発揮する。フォームドアスファルトの機構を模式化したものを図-2に示す。

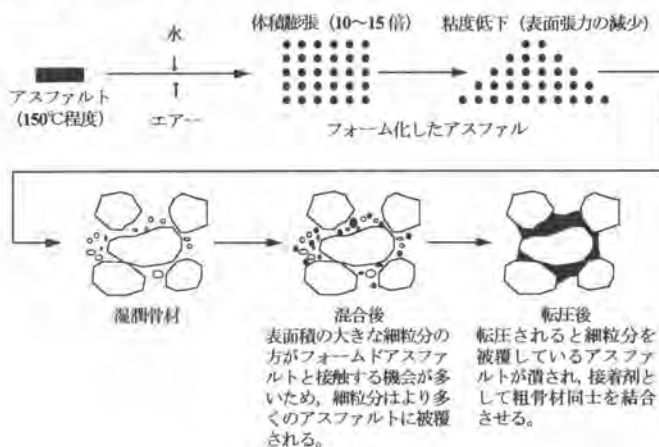


図-2 常温フォームド混合物の模式図

## 3、フォームドアスファルトによる常温混合工法の特徴

- ①常温混合であり、骨材を加熱する必要がないため、無公害、省エネルギーである。
- ②常温混合式安定処理路盤工法であり、フォームド化装置以外は既存の施工機械が使用でき、粒状路盤工法と同様の施工方法で耐久性に優れた高品位の路盤工となる。
- ③セメント・アスファルト乳剤を使用した常温混合工法あるいはセメント混合工法に比べ強度発現が早く、施工直後の交通解放が可能である。
- ④再生路盤としてたわみ性があり、アスファルト混合物層をオーバーレイしてもひび割れが生じにくく、耐久性に優れている。
- ⑤舗装発生材などの建設副産物の再利用や加熱混合物に利用できない低品位骨材の利用に有効である。また再生材を繰り返し再利用することが可能であり、コストパフォーマンスに優れた工法である。

る。

⑥それぞれのアスファルトスプレーノズル毎に独立したミックスチャンバーと称するフォームド化装置を取り付けているので、ノズルでのアスファルトの詰まりが少なく、フォームド化したアスファルトを路盤材と均一に混合、分散させることが出来る。

⑦混合後の貯蔵安定性に優れており、混合後5日間程度の貯蔵が可能であるため、部分的なマンホール回りとか狭小部など機械混合できない箇所にもフォームド式混合物を使用できる。

#### 4. 構造設計上の位置付け

フォームドアスファルトによる常温混合工法の等値換算係数については、開発後間もないこともあり、アスファルト舗装要綱に記載されている既存工法を参考として、表-1に示すように「フォームドアスファルトのみによる混合物」とフォームドアスファルトにセメントを併用した混合物」の2種類を区別して等値換算係数を設定している。

表-1 フォームドアスファルトによる常温混合工法の等値換算係数

使用する位置	工 法	適 用	等値換算係数 $\alpha_n$
上層路盤	フォームドアスファルトのみによる常温混合工法	簡易舗装要綱法によるマーシャル安定度(kg): 250以上	0.55
	フォームドアスファルトにセメントを併用した常温混合工法	一軸圧縮強さ(kg/cm <sup>2</sup> ): 15~30 一次変位量(1/100cm): 5~30 残留強度率(%): 65以上	0.65

なお、諸外国の例ではフォームドアスファルトのみによる混合物でも加熱アスファルト混合物の80%程度の評価がなされており、今後耐久性の評価が確立されれば、改めて等値換算係数の設定をする必要があると考えている。

#### 5. フォームドスタビライザの概要

フォームドアスファルトによる路上混合工法の場合、フォームドアスファルト装置を装着したスタビライザを使用して施工するが、その仕様を下記に示す。

##### 5-1 フォームドアスファルト製造装置

フォームドアスファルトの吐出は、施工速度や施工幅員に応じてコンピューター制御で行い、1㎡当たりのアスファルト吐出量を印字記録計により管理確認することが出来る。

フォームドアスファルト製造装置の仕様ならびに制御フローを表-2、図-3に示す。

表-2 フォームドアスファルト製造装置の主要諸元

噴霧ノズル数	16本
混合幅	1,824~2,438mm
アスファルトノズ容量	MAX 300ℓ

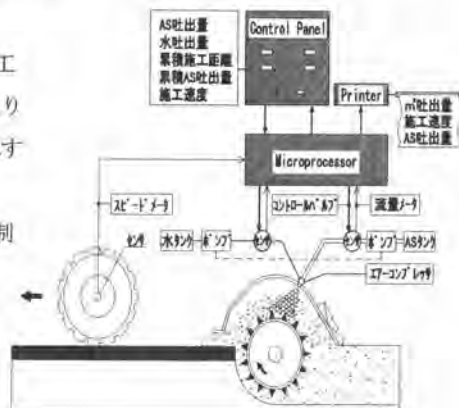


図-3 フォームドアスファルトの制御フロー

## 5-2 スタビライザ

フォームドアスファルト製造装置を搭載したスタビライザには、既設アスファルト舗装の破碎を考慮して破碎用ローターを装着した CAT 製 RR-250 を使用しその仕様を下記に示す。

表-3 スタビライザ (CAT RR-250)  
の主要諸元

エンジン出力	307 PS
走行駆動形式	HST 4 輪駆動
操行方式	前後輪独立ステアリング
ローター駆動形式	機械式
切削幅	2,438mm
最大切削深さ	330mm
ビット数	188本



写真-1 スタビライザのローター部

## 6. 施工方法

施工方法及び機械は、路上再生路盤工法と基本的には同じであるが、スタビライザは先に述べたようにフォームド化装置を装備したものを使用する。主要機械並びに施工手順を以下に示す。

表-4 主要機械リスト

機 械 名	仕 様	用 途
スタビライザ	フォームド化装置装着	一次破碎・混合
アスファルトローリ	1.1 KL	アスファルト供給
モーターグレーダ	3.1m	不陸整正
タイヤローラ	8.5t	転圧・加水調整
大型振動ローラ	10t	仕上げ転圧
散 水 車	-	加水調整

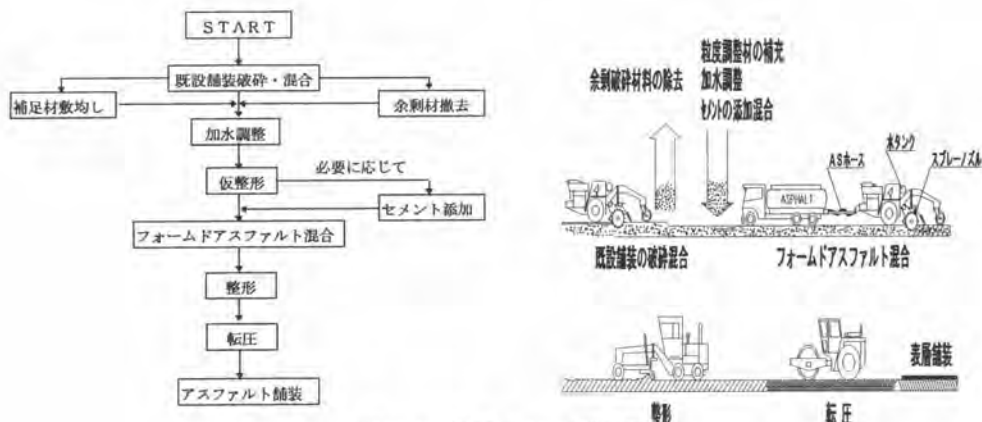


図-4 施工フローの模式図

6. 施工事例

6-1 カナダ モントリオール市における現況

モントリオール市の全舗装延長は約 2000km で、その内約 1600km がコンクリート舗装を基層としたコンポジット舗装である。市の管理している舗装は、供用後年月を経たものが多く、クラックによる破損が原因で改修の必要に迫られている舗装も少なくない。

そのため、市としては経済的で耐久性の高い補修工法として、フォームドアスファルトによる再生路盤工法を採用している。フォームドアスファルトを使用した再生路盤工法には、移動式プラントを使用した中央混合方式とスタビライザによる路上再生方式の 2 種類があり、表-5 に示した施工断面例のように既設舗装構造や交通量に応じた使い分けがなされている。表-6 は、両工法のモントリオール市周辺での施工実績をまとめたものであるが、1990 年に採用されて以来、工事量もほぼ安定しており、フォームドアスファルトによる再生路盤工法が高く評価されていることが窺える。

表-5 フォームドアスファルトによる再生路盤工法の施行断面例

工種	交通量	既設舗装	改修後	使用骨材
中央混合方式	中～大	<p>加熱アスファルト混合物 コンクリートベース 路床</p>	<p>加熱アスファルト混合物 フォーム再生路盤 粒状材 ジテキ</p>	As 再生骨材 : 新規骨材 =50:50  もしくは コンクリート 再生骨材 =100
		<p>加熱アスファルト混合物 粒状材 路床</p>	<p>加熱アスファルト混合物 フォーム再生路盤 粒状材</p>	表層材 + 既設路盤材を 1 次破砕後、余剰分を搬出し、フォーム安定処理を実施する

表-6 フォームドアスファルトによる施工実績

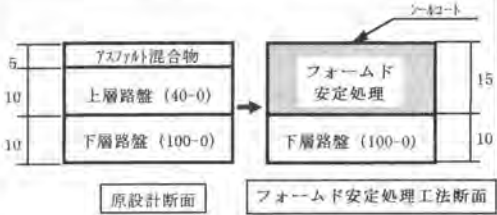
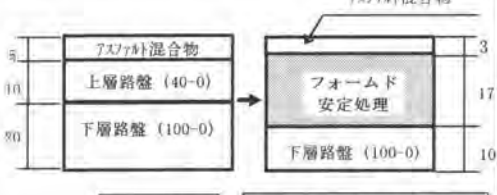
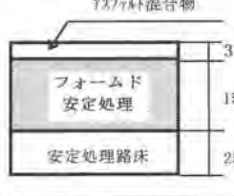
中央混合方式	年度	発注者	出荷量 (吨)
	1993	モントリオール市	40,000
	1994	モントリオール市	60,000
		モントリオール市	60,000
	1995	レオナルド市	20,000
		ケベック州交通局	50,000
		合計	230,000

路上再生方式	年度	発注者	面積 (m <sup>2</sup> )
	1990	モントリオール市他 4 市	271,000
	1991	モントリオール市他 6 市	327,000
		ケベック州交通局	35,000
	1992	モントリオール市他 7 市	190,000
		ケベック州交通局	150,000
	1993	モントリオール市他 9 市	226,000
		ケベック州交通局	45,000
	1994	モントリオール市他 5 市	165,000
		ケベック州交通局	45,000
	1995	モントリオール市他 8 市	185,000
		ケベック州交通局	20,000
		合計	1,659,000

6-2 国内における施工事例

フォームドアスファルトによる常温安定処理工法の国内に於ける代表的な施工事例を表-7に示す。

表-7 フォームドアスファルトによる常温安定処理工法の代表的な施工事例

施工断面 (cm)	施工目的等												
 <p>原設計断面      フォームド安定処理工法断面</p>	<p>工種：路盤の強化工法            施工箇所：工事用仮設道路</p> <p>配合：</p> <table border="1" data-bbox="836 608 1138 768"> <thead> <tr> <th>路盤材</th> <th>アスファルト</th> <th>セメント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-30</td> <td>4.0%</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>M-30</td> <td>3.0%</td> <td>2.0%</td> </tr> <tr> <td>現地発生材</td> <td>4.0%</td> <td>2.0%</td> </tr> </tbody> </table>	路盤材	アスファルト	セメント	M-30	4.0%	-	M-30	3.0%	2.0%	現地発生材	4.0%	2.0%
路盤材	アスファルト	セメント											
M-30	4.0%	-											
M-30	3.0%	2.0%											
現地発生材	4.0%	2.0%											
 <p>既設舗装断面      フォームド安定処理工法断面</p>	<p>工種：路上再生路盤工法            施工箇所：工事用仮設道路</p> <p>配合：</p> <table border="1" data-bbox="836 908 1138 981"> <thead> <tr> <th>路盤材</th> <th>アスファルト</th> <th>セメント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>路上再生骨材</td> <td>3.0%</td> <td>2.0%</td> </tr> </tbody> </table>	路盤材	アスファルト	セメント	路上再生骨材	3.0%	2.0%						
路盤材	アスファルト	セメント											
路上再生骨材	3.0%	2.0%											
 <p>フォームド安定処理工法断面</p>	<p>工種：再生骨材を使用した路盤の強化工法            施工箇所：大型車両置き場構内道路</p> <p>配合：</p> <table border="1" data-bbox="836 1197 1138 1271"> <thead> <tr> <th>路盤材</th> <th>アスファルト</th> <th>セメント</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>再生碎石</td> <td>3.0%</td> <td>2.0%</td> </tr> </tbody> </table>	路盤材	アスファルト	セメント	再生碎石	3.0%	2.0%						
路盤材	アスファルト	セメント											
再生碎石	3.0%	2.0%											

7. おわりに

以上、フォームドアスファルトによる常温安定処理工法について紹介させていただいたが、本工法は省資源、省エネルギーなどの面から、時代のニーズにあった工法といえる。

又、フォームドアスファルトを使用した工法は、地域や材料を選ばない特長を生かし、カナダ、イギリス、南アフリカ、オーストラリア、北欧などで施工されており、今後は世界各地で広く用いられる可能性を有した工法である。