

常 温 瀝 青 安 定 処 理 工 法
(フォームドアスファルト方式)

技術資料

平成 21 年 7 月

C F A 工法技術研究会

目 次

1. 概 説	1
2. 設計・施工方式	2
3. 事前調査	3
4. 適用箇所	4
5. 構造設計	5
6. 材 料	6
7. 配合設計	9
8. 施 工	10
9. 施工管理	12
付録1 マーシャル安定度試験法による配合設計方法	13

1. 総説

フォームドアスファルトによる路上路盤再生工法には、**図-1**に示すようにフォームドアスファルトのみで安定処理するF A (常温瀝青安定処理)工法とフォームドアスファルトにセメントを併用するC F A (セメント・瀝青安定処理) 工法とがある。

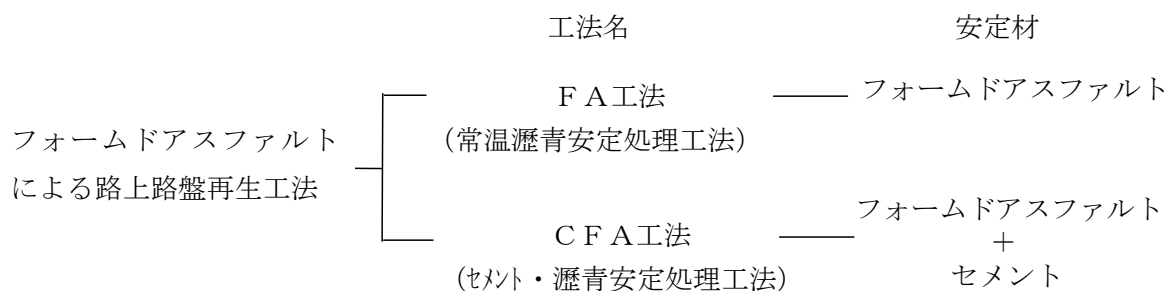


図-1 フォームドアスファルトによる路上路盤再生工法の分類

本資料では、フォームドアスファルトによる路上路盤再生工法のうちF A工法 (常温瀝青安定処理工法) を取り扱っている。

1-1. 特徴

F A工法は、セメント系の安定材を使用しないため以下のような特徴がある。

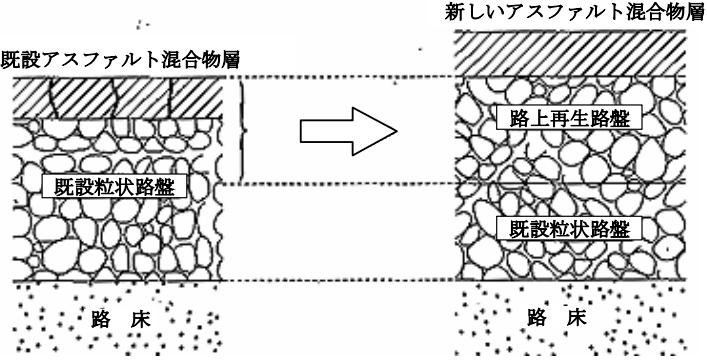
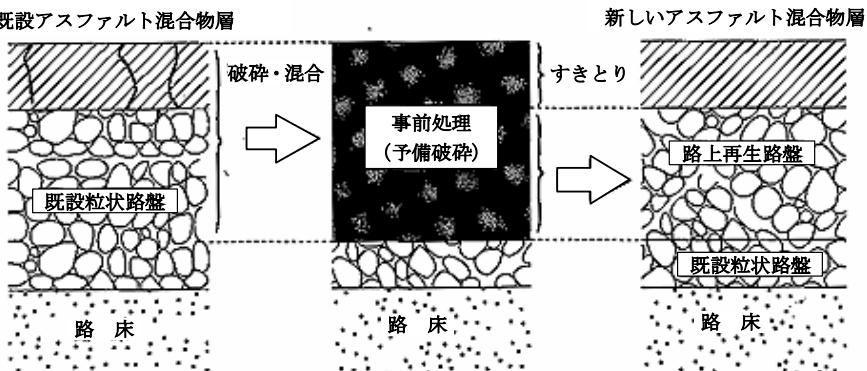
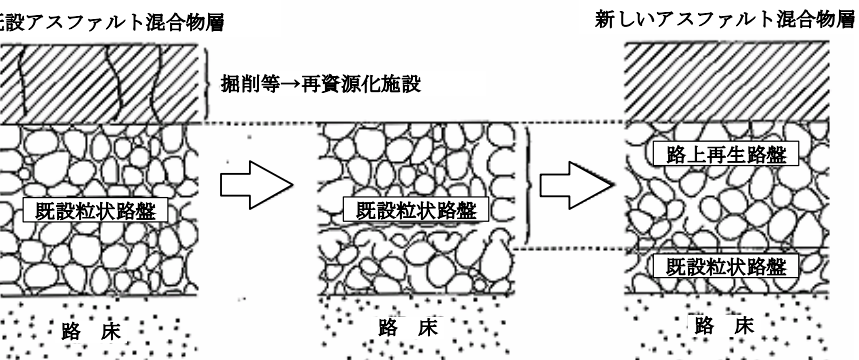
- ① 施工時に粉塵が発生しないため、周辺環境に配慮した工法といえる。また、六価クロム等に関する有効である。
- ② 安定材にアスファルトを使用しているため、たわみ性に優れる。
- ③ セメントによる硬化作用を伴わないため、収縮クラックの抑制が可能である。

なお、C F A工法 (セメント・瀝青安定処理工法) についてはセメント・瀝青安定処理工法 (フォームドアスファルト方式) 技術資料を参照のこと。

2. 設計・施工方式

F A工法の設計・施工方式を表-1に示す。

表-1 FA工法の方式 (CFA工法に準拠)

方 式	摘 要
<p>① 既設舗装をそのまま安定処理する方式</p> 	<p>舗装計画交通量 T < 1,000(台/日・ 方向) に適用</p>
<p>② かさ上げが困難な場合に事前処理を行ってから安定処理する方式</p> 	<p>舗装計画交通量 T < 3,000(台/日・ 方向) に適用</p>
<p>③ 既設の粒状路盤材のみを安定処理する方式</p> 	<p>舗装計画交通量 区分にとらわれ ることなく適用</p>

3. 事前調査

F A工法の主な事前調査項目を表－2に示す。

表－2 事前調査チェックリストの例 (CFA 工法に準拠)

条 件	調 査 項 目	結果の利用			
		構造設計	工法選択	施工計画	配合設計
交通条件	<input type="checkbox"/> 交通量（特に大型車交通量）	○	－	－	－
現場条件	<input type="checkbox"/> 道路幅員 <input type="checkbox"/> 平面線形 <input type="checkbox"/> 縦横断勾配				
	<input type="checkbox"/> 交差点の有無 <input type="checkbox"/> 通行止の可否 <input type="checkbox"/> 迂回路の有無 <input type="checkbox"/> 周辺環境 <input type="checkbox"/> 機械置場の有無 <input type="checkbox"/> 埋設物の有無と深さ等	－	○	○	－
	<input type="checkbox"/> かさ上げの可否		○		
既設舗装の性状等	<input type="checkbox"/> 路面性状 （ひびわれ率、わだち掘れ量等）	○	○	－	－
	<input type="checkbox"/> 既設アスファルト混合物の厚さ <input type="checkbox"/> 既設粒状路盤材の厚さ、 <input type="checkbox"/> " 最大粒径 <input type="checkbox"/> " 材質	○	－	○	○
	<input type="checkbox"/> 路床土の設計C B R	○	－	－	－

4. 適用範囲

交通条件による適用範囲については、表-1の摘要欄を参照。

F A工法によって構築される路上再生路盤は、舗装設計施工指針（以下「指針」）で規定される上層路盤と同等に扱われるので、適用箇所は原則として、路上再生路盤と路床との間に、下層路盤に相当する既設粒状路盤を 10cm 程度以上確保する。（図-2）

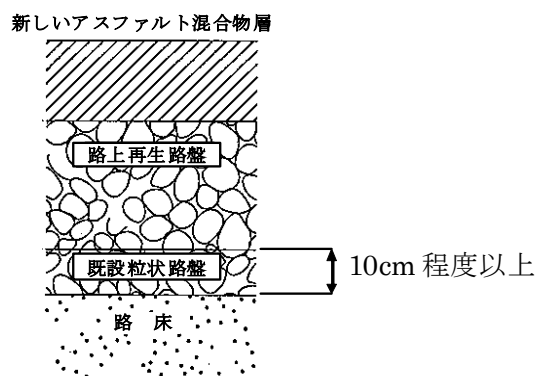


図-2 既設粒状路盤材の残存厚さ

既設舗装を予備破碎しないでそのまま安定処理する方式での既設アスファルト混合物の厚さは、10cm 以下が望ましく、既設アスファルト混合物の厚さが 10cm を超える場合は、路面切削機による事前処理を行う。

予備破碎は、既設アスファルト混合物の厚さが 15cm 以下までとし、15cm を超える場合は、路面切削機により既設アスファルト混合物の厚さを減じる事前処理を行う。

【注】 F A工法におけるフォームドアスファルト添加量の確保は、C F A工法と同様に①スタビライザを一定速度で走行させながら、②フォームドアスファルトを定量吐出するという方法で行われる。

ところが、通常の場合既設アスファルト混合物の厚さが 10cm を超えるとスタビライザに負荷がかかり、一定の作業速度を保つことが困難となる。このため、F A工法で既設舗装をそのまま安定処理する場合の既設舗装の厚さは 10cm 以下とすることとし、これを超える場合には、路面切削機による事前処理を行うこととした。

瀝青材を使用しない路上セメント安定処理については、スタビライザの一定速度の走行は特に必要ではないため 15cm までそのまま安定処理することが可能である。

なお、「既設アスファルト混合物の厚さが厚い場合は、路上破碎混合機の施工能率が低下するため、または、再生路盤中の既設アスファルト混合物の混入率が高くなり過ぎないようにするため、あらかじめ、既設アスファルト混合物の厚さを 15cm 以下とするように切削しておく」ことが肝要である。

5. 構造設計

FA工法を適用する舗装の構造設計は、舗装設計施工指針のCFA工法の設計方法に準じて決定する。FA工法の厚さは、原則として表-3に示すとおりとする。T_Aの算定に用いる等値換算係数は、表-4、表-5による。

表-3 FA工法の厚さ(CFA工法に準拠)

工 種	最大厚さ (cm)	最小厚さ (cm)
FA工法 (路上再生瀝青安定処理)	30	10
(注) 厚さが20cmを超える場合は、締固め効果の大きい振動ローラを使用する。		

表-4 FA工法の等値換算係数(指針 付表 8.1.39)

適用層	工 法 材 料	摘 要	等値換算係数
上層路盤	FA工法 (瀝青安定処理；常温混合)	安定度 2.45kN 以上 フロー値 10~40 (1/100cm) 空隙率 3~12%	0.55

表-5 T_Aの算定に用いる既設舗装の等値換算係数 (便覧 資表-4.4)

適用層	在来舗装の構成材料	等値換算係数	摘要
上層路盤	粒度調整碎石	0.35~0.2	新設時と同程度の強度をもつと認められるものを最大値にとり、破損の状況に応じて係数を定める。
下層路盤	切込砂利およびクラッシュラン	0.25~0.15	
	セメント安定処理および石灰安定処理	0.25~0.15	

6. 材料

F A工法による路上路盤再生工に使用する材料には、安定材として用いる「ストレートアスファルト」と既設アスファルト混合物および既設粒状路盤材を破碎・混合して得られる「路上再生骨材」とがある。

6-1. アスファルト

C F A工法に使用するフォームドアスファルトは、JIS K 2207 に規定された舗装用石油アスファルトを発泡させたものを用いる。表-6 に舗装用石油アスファルトの品質規格を示す。

表-6 舗装用石油アスファルトの品質規格（舗装設計施工指針 付表-9.1.9）

種類	40～60	60～80	80～100	100～120
針入度(25℃) 1/100mm	40を超え 60以下	60を超え 80以下	80を超え 100以下	100を超え 120以下
軟化点 ℃	47.0～55.0	44.0～52.0	42.0～50.0	40.0～50.0
伸度(15℃) cm	10以上		100以上	
トルエン可溶分 %	99.0以上			
引火点 ℃	260以上			
薄膜加熱質量変化率 %	0.6以下			
薄膜加熱針入度残留率%	58以上	55以上	50以上	
蒸発後の針入度比 %	110以下			
密度(15℃) g/cm ³	1.000以上			

6-2. 路上再生路盤用骨材

(1) 路上再生路盤用骨材の品質

路上再生路盤用骨材とは、既設舗装を現位置で破碎混合した路上再生骨材や、これに必要な応じ補足材（クラッシュラン等）を加えたものをいう。路上再生路盤用骨材の品質を表-7、表-8に示す。

表-7 路上再生路盤用骨材の品質（便覧 資表-4.6）

項目	路上再生路盤用骨材
修正 CBR	20以上
PI (425 μ m ふるい通過分)	9以下

表-8 路上再生路盤用骨材の望ましい粒度範囲 (便覧 資表-4.7)

項目	ふるい目	路上再生路盤用骨材
通過質量百分率 (%)	53.0mm	100
	37.5mm	95~100
	19.0mm	50~100
	2.36mm	20~60
	0.075mm	0~15

(2) 路上再生路盤用骨材の調整方法

品質、粒度の確認、および配合設計に用いる路上再生路盤用骨材は、以下のように調整する。

- ① 破砕した既設アスファルト混合物は、室内で破砕したのか、再生アスファルトプラントのアスファルトコンクリート再生骨材を用い、その粒度は、表-9のように調整する。
- ② 既設粒状路盤材は、現地から採取したものをを用いる。
- ③ ①、②を合成して路上再生路盤用骨材とする。

表-9 破砕したアスファルト混合物の見かけの骨材粒度 (便覧 表-4.6.1)

項目	ふるい目	見かけの骨材粒度
通過質量百分率 (%)	37.5mm	100
	26.5mm	75
	19.0mm	65
	13.2mm	50
	4.75mm	25
	2.36mm	15
	0.075mm	0

(3) 既設アスファルト混合物の混入率

既設アスファルト混合物の混入率は、式-1により算出する（便覧 式4.7.1）。

$$\text{既設アスファルト混合物の混入率} = \frac{\text{既設アスファルト混合物厚} \times a}{\text{既設アスファルト混合物厚} \times a + (\text{処理厚} - \text{既設アスファルト混合物厚}) \times b} \times 100\% \quad \dots(\text{式-1})$$

ここに、 a :既設アスファルト混合物の単位体積質量(一般には 2.4g/cm^3 とする)

b :既設粒状路盤材の単位体積質量(一般には 2.1g/cm^3 とする)

[注] FA工法における既設アスファルト混合物の混入率は、修正 CBR=20%以上という路上再生路盤用骨材の品質を確保するため、図-3に示すように 50%以下となるように設計することが望ましい。

既設アスファルト混合物の混入率が 50%を越える場合や供用時に路上再生路盤が高温になることが予想される場合には、事前に試験して修正 CBR を確認しておく必要がある。

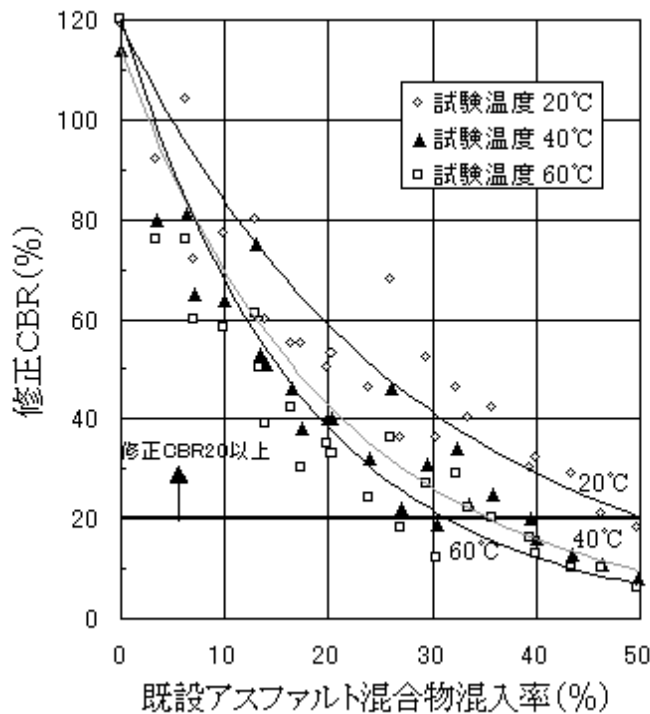


図-3 既設アスファルト混合物の混入率と修正CBRとの関係
 (「路上再生路盤工法の問題点とその対策」道路建設 1986.5)

7.配合設計

7-1. 配合設計のフロー

FA混合物の配合設計は、**図-4**に示すフローに従って実施する。なお、付録にはマーシャル安定度法による配合設計方法を示す。

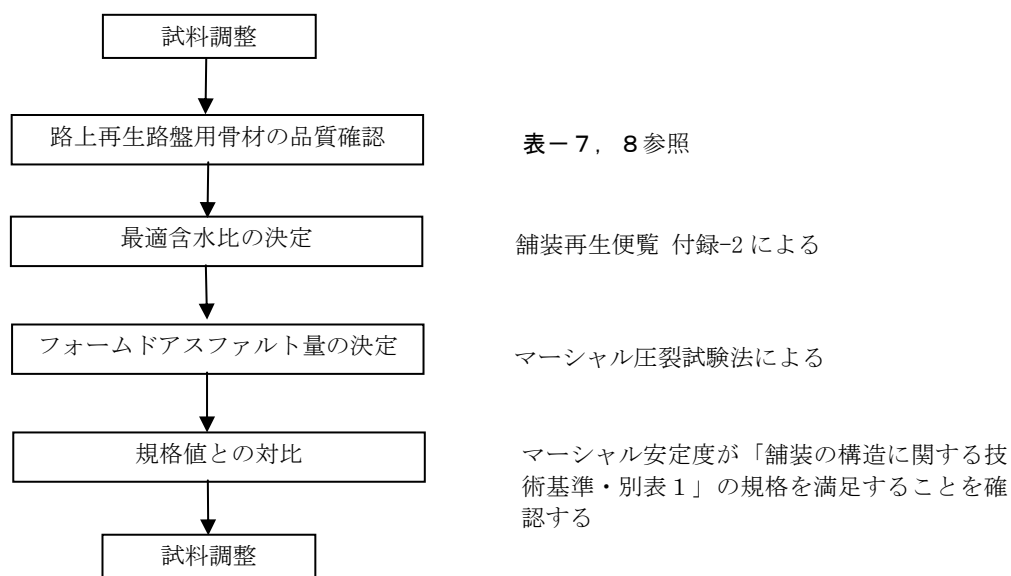


図-4 FA混合物の配合試験手順

7-2. 最適フォームドアスファルト量の決定(マーシャル圧裂試験法)

最適フォームドアスファルト量は、「マーシャル圧裂試験法」により求める。具体的な試験方法は、後述するとおりである。

- ① マーシャル圧裂試験に用いる試料の最大粒径は **26.5mm** とし、**26.5mm** を超える部分は取り除いて試料を準備する。
- ② 突固め試験で求めた最適含水比に調整した試料に、1～5%程度の間で1%刻みで変化したフォームドアスファルトを添加・混合する。
- ③ 混合終了後、直ちに混合物をマーシャル安定度試験用モールドに入れ、両面50回ずつ突き固めた供試体を3個作製し、モールドに入れたまま60℃の乾燥炉に入れ3日間養生する。
- ④ 養生終了後、モールドから供試体を脱型し、直ちに20℃の水中で4日間水浸する。
- ⑤ 水浸終了後、舗装調査・試験法便覧「B006 圧裂試験方法」に準拠して圧裂(引張り)強度を測定する。
- ⑥ 圧裂(引張り)強度が最大となるアスファルト量を最適フォームドアスファルト量とする。

7-3. 規格値との対比

7-1で決定した最適フォームドアスファルト量のFA混合物について、後述するマーシャル試験方法に準拠して試験を実施し、「舗装の構造に関する技術基準・別表1」に示されている品質規格を満足していることを確認する。

- ① 7-1で決定した最適フォームドアスファルト量で混合された試料をマーシャル安定度試験用モールドに入れ、両面50回ずつ突固め、モールドに入れたまま110±5℃の恒温乾燥炉にて24時間養生する。
- ② 24時間養生後、恒温乾燥炉から取り出し、直ちに両面25回ずつ突固め室温で一昼夜放置し養生終了後脱型する。
- ③ 供試体の密度を、舗装調査・試験法便覧「B008 アスファルト混合物の密度試験方法」に準拠して測定する。測定した密度と理論密度から供試体の空隙率を算出する。
- ④ 60℃の水中に30分間浸漬してマーシャル安定度試験を実施し、安定度を測定する。
- ⑤ 得られたマーシャル特性値が、表-10に示す品質規格を満足していることを確認する。

表-10 瀝青安定処理(常温混合)の品質規格

特性値	空隙率 (%)	安定度(kN)	フロー値 (1/100cm)
規格	3～12%	2.45以上	10～40

8. 施工

8-1. 施工機械

FA工法に用いる主な機械を、表-11に示す。

表-11 CFAで使用する施工機械の例

機 械 名	摘 要
スタビライザ(フォームド添加装置付) 施工幅 2.0m 混合深さ 0.4m	破砕・混合
モータグレーダ 3.1m	整形
タイヤローラ 15t	締固め
ロードローラ マカダム	締固め
振動ローラ 7t	締固め(処理厚 20cm を超える場合)
アスファルト供給車 10,000ℓ	スタビライザに連結
給水車	含水比調整
ディストリビュータ	プライムコート
路面切削機	既設アスファルト混合物の一部を 除去する場合
積込機(バックホウ等)	

路上での既設舗装材等の破碎混合には、フォームドアスファルトの発生装置を装着したスタビライザ（リクレイマ、リサイクラなどともいう）を使用する。

スタビライザには、アスファルトをアスファルト供給車から供給しながら施工するタイプ（写真－１）と、装備したアスファルトタンクにアスファルト供給車から逐次供給し、施工は単独で行うタイプ（写真－２）の２種類がある。いずれもホイール型であり、現場内の移動は容易に行うことができる。



写真－１ 路上破碎混合機（供給車併走タイプ）



写真－２ 路上破碎混合機（単独施工タイプ）

8-2. 施工フロー

F A工法の施工手順のフローを図-5に示す。

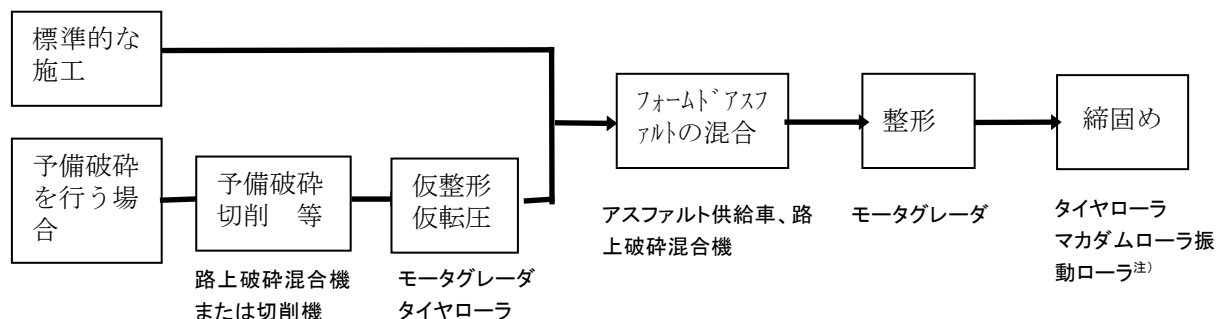


図-5 路上混合の標準的な施工手順

9. 施工管理

施工管理基準は、舗装再生便覧に準拠し、表-12に示すとおりとする。

表-12 施工管理基準

管理	項目	試験方法	頻度	管理の限界値
出来形	厚さ	—	20m ごと	-3cm
	幅	—	40m ごと	-5cm
品質管理	アスファルト量	使用量で管理	1~2 回/日	—
	密度	JIS A 1214	1,000 m ² に 1 回	93%以上
	含水量	JIS A 1203	1~2 回/日	—

本設計資料は、C F A工法技術研究会を構成する鹿島道路株式会社、日本道路株式会社、株式会社 NIPPO コーポレーション、前田道路株式会社およびワールド開発工業株式会社の5社でフォームドアスファルトによる路上再生路盤工法（F A工法およびC F A工法）の現状技術を整理したものである。

付録1 マーシャル安定度試験法による配合設計方法

マーシャル安定度試験法によるFA混合物の配合設計(最適アスファルト量の決定)は、
 図-6に示すフローに従って実施する。「舗装の構造に関する技術基準・別表1」

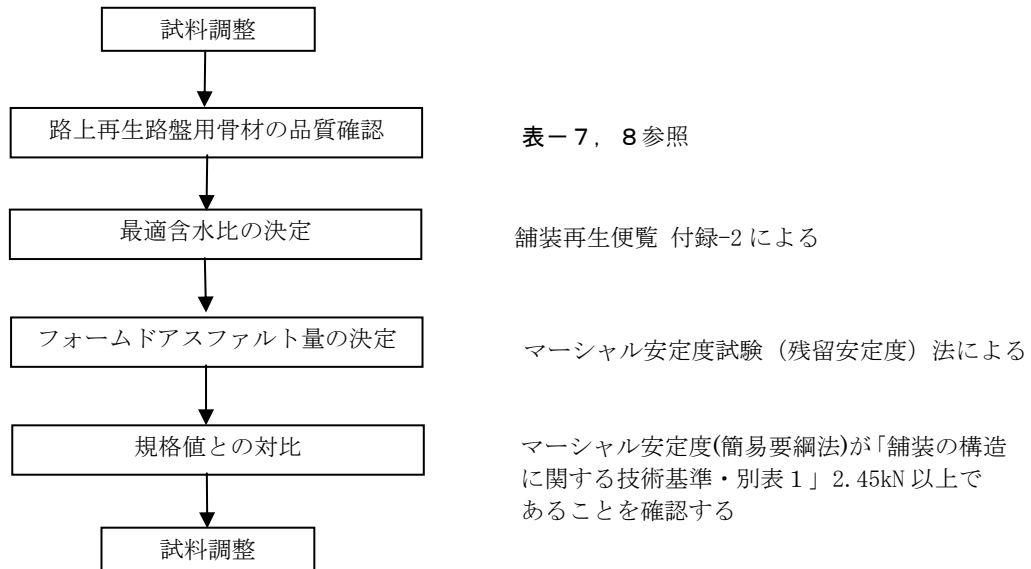


図-2 FA混合物の配合試験手順

最適フォームドアスファルト量の決定(マーシャル安定度試験(残留安定度)法)

- ① マーシャル安定度試験に用いる試料の最大粒径は 26.5mm とし、26.5mm を超える部分は取り除いて試験する。
- ② 突固め試験で求めた最適含水比に調整した路盤材に、1～5%の間で1%刻みで変化させたフォームドアスファルトを添加・混合する。
- ③ 混合終了後、直ちに混合物をマーシャル安定度試験用モールドに入れ、両面 50 回ずつ突き固めた供試体を 6 個作製し、モールドに入れたまま室温で 16 時間養生する。
- ④ 16 時間養生終了後、モールドから脱型し、60℃の乾燥炉に入れ 24 時間養生する。
- ⑤ 6 個の供試体のうち 3 個は、舗装調査・試験法便覧「B001 マーシャル安定度試験方法」に準拠して、室温のまま水浸せずに常温マーシャル安定度を測定する。残りの 3 個の供試体は、100mmHg に減圧した 20℃の水中に 1 時間浸漬した後、マーシャル安定度を測定する。
- ⑥ (式-2) より求めた残留安定度が 65%以上で、かつ最大となるアスファルト量を最適フォームドアスファルト量とする。

$$\text{残留安定度 (\%)} = (\text{水浸マーシャル安定度 (kN)} / \text{常温マーシャル安定度 (kN)}) \times 100$$

・・・ (式-2)

常温瀝青安定処理工法(フォームドアスファルト方式)

技術資料(平成 21 年 7 月)

■CFA工法技術研究会

鹿島道路株式会社	東京都文京区後楽 1-7-27	Tel. 0424(83)0541 (技術研究所)
日本道路株式会社	東京都港区新橋 1-6-5	Tel. 03(3571)4896 (技術部)
株式会社NIPPO	東京都中央区京橋 1-19-11	Tel. 03(3563)6727 (生産技術機械部)
前田道路株式会社	東京都品川区大崎 1-11-3	Tel. 03(5487)0030 (技術本部)
ワールド開発工業株式会社	長野県長野市若穂綿内 7484	Tel. 026(282)3671 (技術部)
