

連載特集

アスファルト舗装の はなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

一般社団法人 全国土木施工管理技士会連合会

連載特集 「アスファルト舗装のはなし」

連載を始めるにあたり

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

1. 舗装概説	2
2. 舗装に用いる材料	4
3. アスファルト舗装の構造設計	6
4. アスファルト混合物の配合設計	8
5. アスファルト舗装の施工	10
6. アスファルト舗装の品質管理	12
7. アスファルト舗装の維持管理	14
8. 特殊舗装	16
9. アスファルト舗装のリサイクル	18
10. コンクリート舗装のはなし	20

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第1回 舗装概説

■わが国の道路舗装の現況

わが国の道路延長は約122万kmでその約83%が舗装済みとされています。道路の構造は上層から表層、基層、路盤、路床、路体で構成され、そのうち表層、基層、路盤部分を「舗装」と呼びます。道路舗装をその使用材料で大別すると、アスファルトコンクリート舗装（以下、アスファルト舗装）とセメントコンクリート舗装に分けられます。わが国の舗装済み道路延長の約95%はアスファルト舗装で占められています。

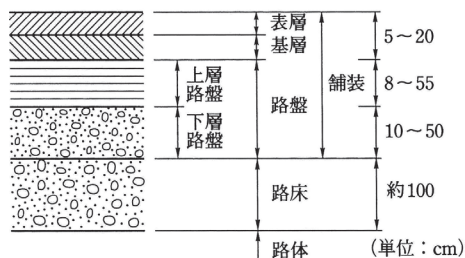


図-1 アスファルト舗装の一般的な構成

■舗装の歴史

道路舗装の歴史の中で、大がかりに築造したものとしては、BC2600年頃の古代エジプトにおけるピラミッド建造のための舗石道路があります。これは石切場から石を運ぶ道路で、ギゼーのピラミッドでは平均2.5トンの石塊を230万個運ぶために非常に頑丈な舗装道路として整備されました。

その後の近代舗装の先駆的な例として、BC1600年頃のクレタ島の道路が挙げられます。これは、舗装の基礎部分にセメントや石膏と火山灰土を混合したモルタルを用い、その上に表層として玄武岩の板石や碎石を敷き並べ、さらに端部に排水溝を備えたものです。

セメントや石膏の代わりに、舗装にアスファルトが用いられたのは、BC600年頃のバビロンの王の道で、これら古代の道路は主に軍事道路として利用されて

いました。^{(注) 1}

一方、わが国の道路の歴史には諸説ありますが、古墳時代から飛鳥時代にかけて畿内周辺の道路整備が本格的に始まったと考えられています。ただし「舗装」として整備され始めたのは江戸時代に入ってからとされ、1630年代には砂利と砂により路面を固めるなど一定の路面整備がなされました。また、1680年には箱根旧街道の箱根峠から三島宿に至る西坂のうち、約10kmを石畳の道としています^{(注) 2}。これは東海道の最大の難所とされる箱根八里を行き来する旅人の便宜を図るためにつくられたといわれています。



写真 箱根旧街道の石畳舗装^{(注) 2}

アスファルトが道路舗装に使われるようになったのは、1834年フランスのリオンでのロックアスファルトによる舗装^{(注) 3}で、これが天然アスファルトの道路への利用の最初とされ、以降舗装の技術開発が進められていきました。

わが国では、1878年に神田昌平橋で行われた橋面舗装が最初のアスファルト舗装として施工されました。

■舗装の役割と機能

アスファルト舗装は、前述のように表層、基層、路盤からなり、路床上に構築されます。通常、表層、基



層にはアスファルト混合物が用いられます。

表層はアスファルト舗装において最上部にある層のことです。表層の役割は交通荷重を分散し、交通の安全性、快適性など、路面の機能を確保することです。

基層は路盤（上層路盤）の上であって、路盤の不陸を整正し、表層に加わる荷重を均一に路盤に伝達する役割をもちます。

路盤は路床の上に設けられ、表層および基層に均一な支持基盤を与えるとともに、上層から伝えられた交通荷重を分散して路床に伝える役割を果たす層のことです。一般に、上層路盤と下層路盤の2層に分かれます。

路床は舗装と一体となって交通荷重を支持するとともに、舗装の施工基盤としての役割をもちます。

道路舗装の果たす機能は、大きく分けて3つあります。

- ①快適性：雨天時の路面の泥濘化や乾燥時の砂塵を防止し、快適性を保持すること。
- ②安全性：路面の平坦性を良好にし適度なすべり抵抗性を持たせることにより、車両通行時や歩行時の安全性を向上させること。
- ③環境性：周辺の環境に適合した舗装材料を使用することにより、良好な道路景観や沿道環境を創出すること。

表 舗装の機能と求められる路面の要件

路面の機能	具体的ニーズ	路面の要件
安全な交通の確保	視距内で制動停止できる	すべらない
	車両操縦性が良い	わだち掘れが小さい
	ハイドロプレーニング現象がない	
	水はねがない	明るい
	路面に視認性が良い	凍結しにくい
円滑な交通の確保	凍結等によるスリップ事故をなくす	ひび割れがない
	疲労破壊しない	
快適な交通の確保	乗り心地が良い	平坦である
	荷傷みしない	
	水はねがない	
環境の保全と改善	水はねがない（沿道等）	透水する
	地下水を涵養する	
	都市型洪水を減少（抑制）する	
	騒音が小さい	騒音が小さい
	振動が小さい	振動が小さい
	路面温度の上昇を抑制する	路面温度が低い
	CO ₂ 排出を抑制する	CO ₂ 排出が少ない

さらに、道路舗装が有するこれらの機能を交通の用に供しながら相当期間にわたり維持していくためには、交通荷重および降雨や日照など自然条件の作用に

対する耐久性を確保することが必要です。そのためには、舗装の基礎となる路床がこれらの荷重を十分支持できるように、適切な構造の舗装を構築し、表層からの交通荷重を分散するとともに、温度変化や降雨などの自然環境の作用に耐えることができるように舗設する必要があります。

舗装に関する技術基準

道路舗装の構築にあたっては、各種基準類が整備されています。これら基準類は、道路法や道路構造令といった法令に基づいて策定されています。

指針等は法令・通達を補完するものとして定められており、便覧類はより実務に沿った内容となっており現場技術者のバイブル的な図書をして利用されています。

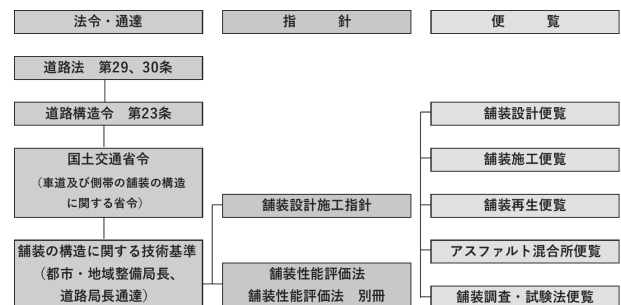


図-2 技術基準類の体系（新築改築）

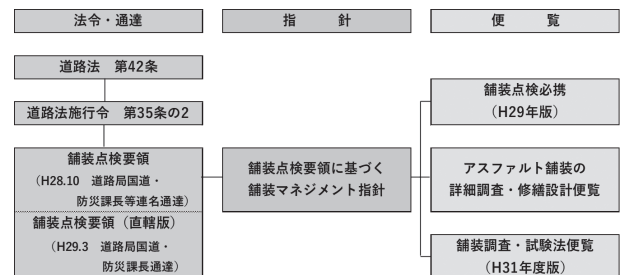


図-3 技術基準類の体系（維持修繕）

おわりに

今回は舗装の概要ということで、舗装の歴史や役割・機能などについて紹介しました。次回以降は材料や設計、施工、品質管理、維持管理などについてより詳しく紹介していきます。

（注）

1 （一社）日本道路建設業協会、舗装の歴史、<http://www.dohkenkyo.or.jp/techno/history.htm>

2 関東地方整備局 横浜国道事務所、東海道への誘い 街道について、https://www.ktr.mlit.go.jp/yokohama/tokaido/02_tokaido/04_qa/index3/answer5.htm

3 菅原輝雄、舗装の5000年、道路、1989.9、日本道路協会

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第2回 舗装に用いる材料

アスファルト舗装に用いる主な材料は、碎石、砂などの骨材とフィラー（石粉）、これら骨材などを結合させるためのアスファルト（瀝青材料）となります。

材料は、品質条件や設計条件を満足するもので、安全性、環境保全性、地域条件なども考慮し均質で経済的なものを選定します。

今回は、アスファルト舗装の材料について解説します。

■材料の区分

表層・基層用材料、路盤材料および構築路床用材料などアスファルト舗装を構成する材料例を表1に示す。

表1 舗装を構成する材料例

区分	主な舗装材料	舗装用素材など
表層・基層	アスファルト混合物	瀝青材料、骨材、フィラー
路盤	粒状路盤材料	クラッシュラン、粒度調整碎石など
	安定処理路盤材料	瀝青材料、固化材、碎石など
構築路床	盛土材料	盛土材(良質土など)
	安定処理材料	固化材(セメント・石灰など)
	凍上抑制層用材料	砂、切込砂利、クラッシュランなど

舗装用素材の多くは、骨材、フィラー、アスファルト（瀝青材料）などの主材料が使用されているが、特に骨材（粗骨材・細骨材・路盤材など）の使用比率が最も高い。

■構築路床用材料

一概に路床といっても、在来地盤をそのまま路床とする切土路床や所定の品質を満足した流用土や購入

土等を路床材料とした盛土路床および置換路床があります。

その他に、在来路床土やその地域で発生する土などに固化材（安定処理材）を添加混合したものをを用いる安定処理路床があります。

いずれの路床に使用される材料は、舗装を介して伝わる交通荷重に対して必要な支持力と均一性がなければなりません。また、舗装に対して悪影響を与えない、品質が良い材料で構成されなければなりません。

同時に各種施工機械の運行に対しても十分なトラフィカビリティーを備えていることが要求されます。

■路盤用材料

路盤は、表層から伝播してきた交通荷重を受け持ち、荷重の分散をはかって舗装体の支持層である路床への負担を緩和する役割を持つ重要な基礎の部分です。

アスファルト舗装の場合、一般に路盤の構成は上層と下層の2つの層からなり、下層には上層よりも低品質のものが使用されます。

表2 粒状路盤材料の種類例

主な適用層	粒状路盤材料の種類
上層路盤	粒度調整碎石
	再生粒度調整碎石
下層路盤	クラッシュラン
	再生クラッシュラン

路盤にはいくつかの種類があり、路床条件を含む自然環境条件や舗装の種別などによって使い分けされています。



一般的なものを挙げると、セメントやアスファルトなどを用いて安定処理したもの（セメントおよびアスファルト安定処理路盤）や粒度調整した粒状路盤などがあります。

わが国の道路で一般的な仕様としては、（公益社団法人）日本道路協会発刊図書である舗装施工便覧に示す品質規格や日本工業規格（JIS）の粒状材料の粒度規格（JIS A 5001-1995）があります。

表3 安定処理路盤材料の種類例

主な適用層	材料名
上層路盤	セメント安定処理材料
	石灰安定処理材料
	アスファルト安定処理材料
	セメント・As乳剤安定処理材料
下層路盤	セメント安定処理材料
	石灰安定処理材料

また、路盤の材料強度は、「修正CBR値」で規定され、適用する層（上層もしくは下層）によって値が異なります。

CBRはCalifornia Bearing Ratioの略で、支持力比を示す指数（インデックス）です。

その値の意味するところは、基準材料（クラッシャーラン：原石を割っただけの材料）の所定密度における標準荷重（強度）と、各種材料の荷重（強度）を比較し、その結果を百分率で表したものです。表4に路盤材料の品質規格を示します。

表4 路盤材料の品質規格

材料名	修正CBR(%)
粒度調整砕石	80以上
クラッシャーラン	20以上

■表層・基層用材料

舗装の最上部（層）にあって交通車両による摩耗、変形、せん断、飛散に抵抗し、耐水性に優れ、且つ平坦ですべりにくい性状を有していなければなりません。

表層が最上部に位置するが、基層の具備すべき機能は、表層に加わる荷重を分散して路盤に伝達するとともに、交通荷重によるせん断に抵抗する役割を持っていなければなりません。

したがって基層は、機能的に表層に準ずるものであり、使用材料も表層に準じて選定します。

表層・基層に用いられるアスファルト混合物には多くの種類があります。アスファルト混合物選定に際し、適用する層、一層の仕上がり厚さ、地域条件、交通条件、適用箇所の特異性および施工性を考慮します。

道路舗装に用いられる代表的なアスファルト混合物を表5に示します。

表5 アスファルト混合物の種類など

	混合物の種類	最大 粒径(mm)	仕上がり 厚(cm)	適用層
1	粗粒度As混合物(20)	20	4-6	基層
2	密粒度As混合物(20)	//	//	表層
3	密粒度As混合物(13)	13	3-5	//
4	細粒度As混合物(13)	//	//	//
5	密粒度ギャップAs混合物(13)	//	//	//
6	密粒度As混合物(20F)	20	4-6	//
7	密粒度As混合物(13F)	//	3-5	//
8	細粒度As混合物(13F)	//	//	//
9	密粒度ギャップAs混合物(13F)	//	//	//
10	開粒度As混合物(13)	//	//	//

混合物の種類に付記してある（）内の数字は骨材の最大粒径を、Fの記号はフィラーを多用していることを示し、一般に「F付き混合物」と呼ばれ積雪寒冷地域で使用されています。

この他に舗装の高耐久化を図るため、使用目的・気象条件に応じ使用するアスファルト種類を使い分けています。

表6 アスファルト種類

	アスファルト種類	種類	主たる使用目的
1	ストレートアスファルト	60/80	一般地域
2	ポリマー改質アスファルト	I型	耐摩耗性
3		II型	耐流動性
4		III型	耐流動性・耐水性
5		H型	排水性（透水性）

【参考文献】

- 1) 舗装施工便覧（平成18年版）公益社団法人 日本道路協会
- 2) アスファルト舗装の設計・施工上の問題点と対策 川島義昭・山之口 浩 昭和62年

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第3回 アスファルト舗装の構造設計

新設におけるアスファルト舗装の構造設計は、「経験に基づく設計方法」と「理論的設計方法」の2種類に大別されます。今回は一般的、かつ簡便な手法である「経験に基づく設計方法の“TA法”」について解説します。

■アスファルト舗装の構造

舗装とは、図1に示すように表層から下層路盤で構成される層構造の部分をいいます。舗装は一般に原地盤上に構築されますが、原地盤のうち、舗装の支持層として構造計算に用いる層を路床といい、その下部を路体といいます。また、現地盤を改良し、構造計算上、交通荷重の分散効果を期待する場合には、その改良した層を構築路床、その下部を路床（原地盤）といい、合わせて路床といいます。

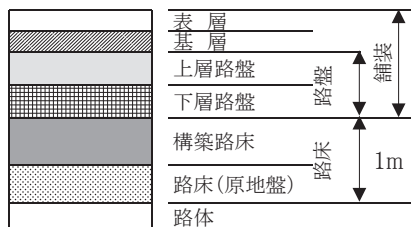


図1 アスファルト舗装各層の名称

■構造設計条件

(1) 交通条件

表1に示すように、舗装計画交通量（対象は大型車のみ）より、舗装の設計期間（一般的に10年）に応じた疲労破壊輪数が設定されます。交通量区分は、交通量によりN1～N7に分けられます。現道においては、交通センサスのデータを用いて舗装計画交通量を算出する場合もあります。

疲労破壊輪数とは、舗装路面に49kNの輪荷重を繰り返し加えた場合に、舗装にひび割れが生じるまでに要する回数です。舗装を構成する各層の厚さおよび材質が同一である区間ごとに定めます。

表1 舗装計画交通量と疲労破壊輪数
（普通道路、標準荷重49kN）

交通量区分	舗装計画交通量 (単位：台/日・方向)	疲労破壊輪数 (単位：輪/10年)
N7	3,000以上	35,000,000
N6	1,000以上3,000未満	7,000,000
N5	250以上1,000未満	1,000,000
N4	100以上250未満	150,000
N3	40以上100未満	30,000
N2	15以上40未満	7,000
N1	15未満	1,500

(2) 基盤条件

TA法における基盤条件には、構築路床（環境条件によっては凍上抑制層を含む）および路床（現地盤）の支持力があります。支持力の評価は設計CBRにより行います。以下に設計CBRの算出例を示します。

① 地点のCBR

対象となる区間で採取した路床土により、室内CBR試験を行い、各地点のCBRを求めます。試料の採取数は、統計分析の観点から道路延長上に3箇所以上とすることが望ましいとされています。

② 区間のCBR

区間のCBRは、式1により求めます。
区間のCBR=各地点のCBRの平均値－各地点のCBRの標準偏差（ σ_{n-1} ）・・・式1

（例）ある区間で7地点のCBRを求めたら、4.8、3.9、4.6、5.9、4.8、7.0、3.3であった。

平均値=4.9、標準偏差（ σ_{n-1} ）=1.2であることから、区間のCBR=4.9－1.2=3.7となります。

③ 設計CBR

設計CBRは、区間のCBRから表2により求めます。区間のCBR=3.7の場合、表2の“3以上4未満”に該当するため“設計CBR=3”となります。

表2 区間のCBRと設計CBRの関係

区間のCBR	設計CBR
(2以上 3未満)	(2)
3以上 4未満	3
4以上 6未満	4
6以上 8未満	6
8以上 12未満	8
12以上 20未満	12
20以上	20

（注）設計CBRは、既存の路床のCBRが2であるものの、路床を改良することが困難な場合に適用する。



(3) 環境条件

環境条件には気温、凍結深さ、降雨量などがあります。特に気温は構造設計上、凍結深さを算定するための第一条件となります。

■T_A法（経験に基づく設計方法）

(1) 信頼度

将来予測に伴うリスク等に対応する方法として、信頼性の考え方が導入されています。これは舗装が設定された設計期間中に、破壊しない確からしさを表しており、破壊しない確率を信頼度といいます。90%の信頼度とは、破壊を起こすまでの期間が設計期間を上回るものが全体の90%ということを示しています。信頼度は90%、75%、50%の3種類あり、路線の交通量や特性などから道路管理者が信頼度を定めています。

信頼度90% $T_A = 3.84N^{0.16} / CBR^{0.3}$ ……式2

ここにT_A:必要等値換算厚（必要T_A）

N:疲労破壊輪数、CBR:路床の設計CBR

(2) 等値換算係数

等値換算係数（表3）とは、舗装を構成するある層の厚さ1cmが、表層・基層用加熱アスファルト混合物の何cmに相当するかを示す値のことで、この係数を用いて「等値換算厚T_A′」を求めます。

なお補修の構造設計においては、既設舗装の等値換算係数T_{A0}を用いて舗装断面を検討します。

表3 舗装各層に用いる材料・工法の等値換算係数

使用する層	材料・工法	品質規格	等値換算係数a
表層	加熱アスファルト混合物	ストレートアスファルトを使用 混合物性状は表-5.2.12 ^② による。	1.00
上層路盤	瀝青安定処理	加熱混合:安定度 3.43kN以上 常温混合:安定度 2.45kN以上	0.80 0.55
	セメント・瀝青安定処理	一軸圧縮強さ[7日] 1.5 ~ 2.9MPa 一時変位量[7日] 5 ~ 30 1/100cm 残留強度率[7日] 65%以上	0.65
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ[7日] 2.9MPa	0.55
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ[10日] 0.98MPa	0.45
	粒度調整砕石・粒度調整鉄鋼スラグ	修正CBR 80以上	0.35
	水硬性粒度調整鉄鋼スラグ	修正CBR 80以上 一軸圧縮強さ[14日] 1.2MPa	0.55
	クラッシュラン、鉄鋼スラグ、砂など	修正CBR 30以上 修正CBR 20以上30未満	0.25 0.20
下層路盤	セメント安定処理	一軸圧縮強さ[7日] 0.98MPa	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ[10日] 0.7MPa	0.25

※舗装設計便覧 P80

(3) 構造設計例

表4に示した設計条件を基に、構造設計例について説明します。

表4 設計条件

項目	設計条件	備考
交通量区分	N5	
舗装の設計期間	10年	
疲労破壊輪数	1,000,000回	
舗装計画交通量	950台/日・方向	
信頼度	90%	
設計CBR	6	
必要T _A	21	表5または式2より

① 必要T_A

必要T_A（cm）とは、舗装計画交通量と設計CBRから求められる厚さのことです（式2からも求められます）。設定した舗装断面の等値換算厚T_A′が必要T_Aを下回らないように断面を設定します。

表5 As舗装の必要等値換算厚（必要T_A）

信頼度90%の場合		設計期間10年の例					
交通量区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)	設計CBR					
		3	4	6	8	12	20
N7	3,000以上	45	41	37	34	30	26
N6	1,000以上3,000未満	35	32	28	26	23	20
N5	250以上1,000未満	26	24	21	19	17	15
N4	100以上250未満	19	18	16	14	13	11
N3	40以上100未満	15	14	12	11	10	9
N2	15以上40未満	12	11	10	9	8	7
N1	15未満	9	9	8	7	6	6

② 設定した舗装構成の検討結果

図2で等値換算厚T_A′が必要T_A以上となるため、この舗装構成で“OK”という判定になります。

	等値換算係数 a	等値換算厚 T _A ′ (cm)
表層（再生密粒度As13）	5cm × 1.00	=5.0
基層（再生粗粒度As20）	5cm × 1.00	=5.0
上層路盤（再生As安定処理）	8cm × 0.80	=6.4
下層路盤（RC-40）	20cm × 0.25	=5.0
設計CBR=6		21.4
T_A′ = 21.4cm ≧ 必要T_A = 21cm ……OK		

図2 舗装構成および等値換算厚T_A′

以上、詳細については舗装設計便覧をご参照下さい。

【参考文献】

舗装設計便覧（平成18年版）公益社団法人 日本道路協会

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第4回 アスファルト混合物の配合設計

アスファルト舗装の表層や基層に用いられる加熱アスファルト混合物（以下、As混合物）は、安定性と耐久性に優れ、数均し、締固めなどの作業が行いやすいことなどが求められます。このようなAs混合物を構築するためには、所定の品質を有する材料を適切な配合で混合する必要があります。

今回は、As混合物の配合設計で最も一般的なマーシャル安定度試験による方法について解説します。

■マーシャル安定度試験

As混合物の配合設計に用いられるマーシャル安定度試験は、円柱状に締固めたAs混合物供試体を、特殊な載荷ヘッドにセットして荷重を加え、最大荷重（安定度）と変位量（フロー値）を求めるものです。マーシャル安定度試験機の一例を図-1に示します。As混合物は温度や荷重により高温において流動や変形を起こしやすいことから、安定度はこのような変形に対する抵抗性を表す指標として用いられ、試験は一般に60℃で行われます。マーシャル安定度試験は、As混合物の配合設計の他に、アスファルトプラントでの品質管理などにも広く用いられている最も一般的な試験の一つです。

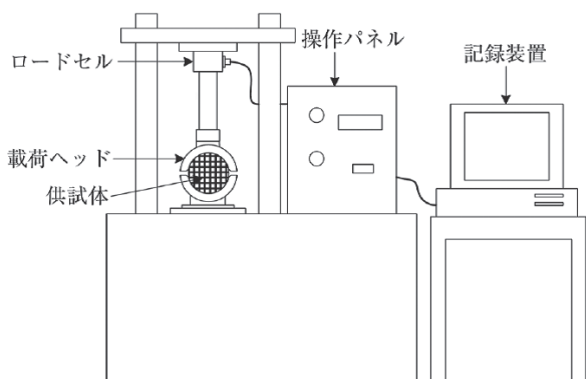


図-1 マーシャル安定度試験装置の一例¹⁾

■配合設計の手順

As混合物の配合設計は図-2に示す手順に従い実施します。まず、As混合物の種類（第2回：舗装に用いる材料、表-5参照）を選定します。次にAs混合物に使用する材料を選定し、それらの材料試験結果（粒度、密度など）から骨材の配合比を決定するとともに、使用するアスファルトの種類に応じてAs混合物の混合温度と締固め温度を決定します。選定された各骨材の配合比は、表-1の粒度範囲に入り、しかも適切な粒度曲線が得られるように決定します。その後、マーシャル安定度試験用供試体の作製を行います。供試体は、選定したAs混合物の予測される最適アスファルト量を中心に、0.5%きざみでアスファルト

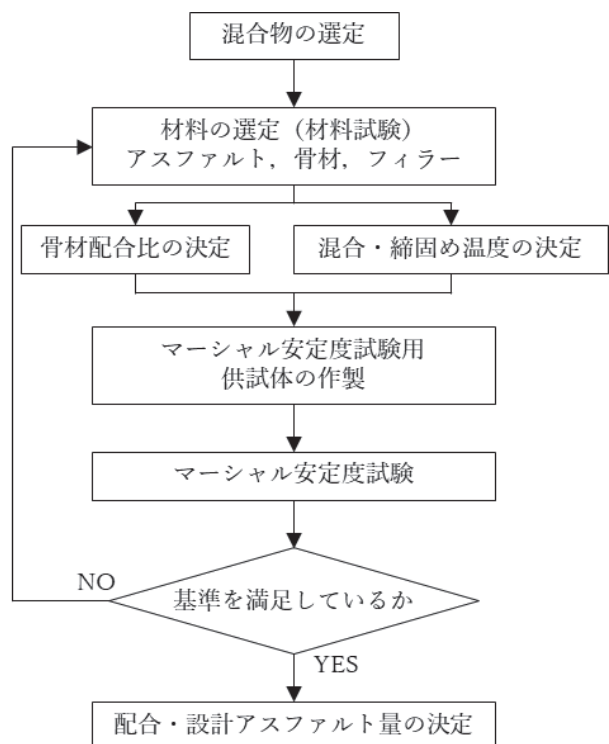


図-2 配合設計手順²⁾を引用、簡略化



表-1 As 混合物の種類と粒度範囲²⁾

混合物の種類		粗粒度 As 混合物	密粒度 As 混合物		細粒度 As 混合物	密粒度 ギャップ As 混合物	密粒度 As 混合物		細粒度 ギャップ As 混合物	細粒度 As 混合物	密粒度 ギャップ As 混合物	開粒度 As 混合物
		(20)	(20)	(13)	(13)	(13)	(20F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13)
仕上がり厚 cm		4～6	4～6	3～5	3～5	3～5	4～6	3～5	3～5	3～4	3～5	3～4
最大粒径 mm		20	20	13	13	13	20	13	13	13	13	13
通過質量百分率 %	26.5mm	100	100				100					
	19.0	95～100	95～100	100	100	100	95～100	100	100	100	100	100
	13.2	70～90	75～90	95～100	95～100	95～100	75～95	95～100	95～100	95～100	95～100	95～100
	4.75	35～55	45～65	55～70	65～80	35～55	52～72		60～80	75～90	45～65	23～45
	2.36	20～35	35～50		50～65	30～45	40～60		45～65	65～80	30～45	15～30
	0.6	11～23	18～30		25～40	20～40	25～45		40～60	40～65	25～40	8～20
	0.3	5～16	10～21		12～27	15～30	16～33		20～45	20～45	20～40	4～15
	0.15	4～12	6～16		8～20	5～15	8～21		10～25	15～30	10～25	4～10
アスファルト量 %		4.5～6	5～7		6～8	4.5～6.5	6～8		6～8	7.5～9.5	5.5～7.5	3.5～5.5

表-2 マーシャル安定度試験に対する基準値²⁾

混合物の種類		粗粒度 As 混合物	密粒度 As 混合物		細粒度 As 混合物	密粒度 ギャップ As 混合物	密粒度 As 混合物		細粒度 ギャップ As 混合物	細粒度 As 混合物	密粒度 ギャップ As 混合物	開粒度 As 混合物
		(20)	(20)	(13)	(13)	(13)	(20F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13)
突き固め 回数	1000 ≦ T	75					50					75
	T < 1000	50										50
空隙率 %		3 ～ 7	3 ～ 6			3 ～ 7	3 ～ 5			2 ～ 5	3 ～ 5	－
飽和度 %		65 ～ 85	70 ～ 85			65 ～ 85	75 ～ 85			75 ～ 90	75 ～ 85	－
安定度 kN		4.90 以上	4.90 (7.35) 以上			4.90 以上				3.43 以上	4.90 以上	3.43 以上
フロー値 1/100 cm		20 ～ 40								20 ～ 80	20 ～ 40	

【注1】 T：舗装計画交通量（台/日・方向）

【注2】 安定度の（ ）内は、1000 ≤ T で突き固め回数を75回とする場合の基準値を示す。

ト量を変化させた供試体を作製します。そして作製した供試体を用いてマーシャル安定度試験を行い、供試体の密度、安定度、フロー値、ならびに空隙率、飽和度を計算して求め、表- 2 に示す基準値を満足する範囲で最適アスファルト量を設定します。なお、図- 2 には示していませんが、マーシャル安定度試験では評価が不十分なAs混合物の塑性変形抵抗性やすり減り抵抗性、透水性など、特別な対策を必要とする場合には別途各種試験を実施してその物性を確認し、As混合物の配合を総合的に評価する場合があります。

■配合設計上の留意点

As混合物の配合設計上の留意点には、①配合設計に使用する材料は、実製造時に使用する材料と相違しな

いこと、②粒度曲線は一般に粒度範囲の中央値を結ぶ曲線を用いること、③はく離が懸念される骨材を用いる場合には別途はく離防止対策を講ずること、など様々な留意点があります。詳しくは舗装施工便覧²⁾を参照してください。さらに、表- 1 に示す以外の特種なAs混合物の配合設計は、それぞれの規定に則り実施する必要がありますので、各図書を参照してください。

【参考文献】

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（平成31年版）、2019.3.
- 2) 公益社団法人 日本道路協会：舗装施工便覧（平成18年版）、2006.2.

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第5回 アスファルト舗装の施工

舗装の施工は、発注者が提示した設計図書等にもとづき、構造設計、材料の選定、配合設計などで意図した舗装を所定の工期内に、安全かつ経済的に築造する必要があります。アスファルト舗装は一般的に図1のように下から順番に施工しますが、ここでは、アスファルト舗装の下地となる路盤の施工から解説します。

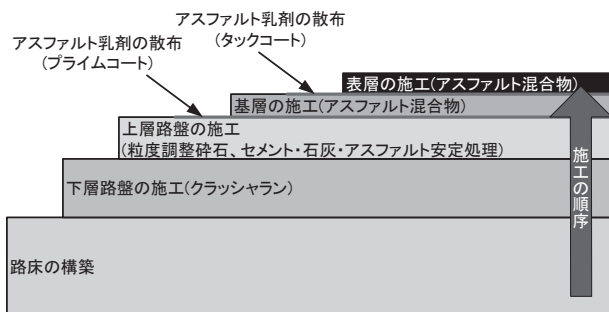


図1 一般的な舗装構成と施工の順序

■路盤の施工

アスファルト舗装は、通常は路床上に下層路盤と上層路盤からなる路盤の層を形成し、その上にアスファルト混合物層を施工します。

ダンプトラックから降ろされた路盤材料をブルドーザで粗ならしし、モーターグレーダで所定の仕上がり厚さが得られるよう均一に敷きならします。その後、一般に10～12tのロードローラおよび8～20tのタイヤローラなどの転圧機械により、所定の密度が得られるまで締固めます。

なお、写真1に示すモーターグレーダは、自走するホイール式の機械で、前後の車軸間にブレード（排土板）があり、前後車軸間にスカリファイヤ（掻き起し用爪）などを装着することができます。機械を前進することで路面の敷きならしや、かき起こしができ、ブルドーザに比べて、より滑らかに整形できます。

下層路盤材料は、一般に施工現場近くで経済的に入手できる、クラッシュランなどの粒状路盤材料などを用います。上層路盤材料には、良好な骨材粒度に調整した粒度調整碎石、碎石にセメントや石灰を混合した安定処理材料を用います。また、アスファルトを混合した加熱アスファルト安定処理路盤材を用いることもあります。この場合は表層や基層混合物と同様に施工を行います。



写真1 モーターグレーダ

■アスファルト乳剤の散布

形成された路盤に、プライムコートと呼ばれるアスファルト乳剤（液体）を、アスファルト混合物層を施工する前に散布します。

プライムコートは、路盤とアスファルト舗装の接着を良くするほか、路盤表面部に浸透してその部分を安定させる働きや降雨による洗掘および水の浸透防止、路盤からの水分蒸発を遮断する働きがあります。



■アスファルト混合物層の施工

①アスファルト混合物の敷きならし

アスファルト舗装の表層・基層は、アスファルト混合所において適切な温度管理および品質管理のもとで製造された加熱アスファルト混合物を用いて層を形成します。

アスファルト混合物の敷きならし方法には、人力施工と機械施工があります。これらの選択は工事規模、工種などによって決められますが、現在ではほとんど機械施工で行われており、アスファルトフィニッシャーという専用の機械が使用されています。

図2は、一般的なアスファルト混合物層の施工体制です。ダンプトラックで運搬されたアスファルト混合物を写真2に示すアスファルトフィニッシャーに供給し、所定の仕上がり幅、厚さが得られるように敷きならします。

また、基層のアスファルト混合物の上に表層のアスファルト混合物を施工する場合、層同士の付着を良くするために、タックコートと呼ばれるアスファルト乳剤をプライムコートと同様の手順で散布します。

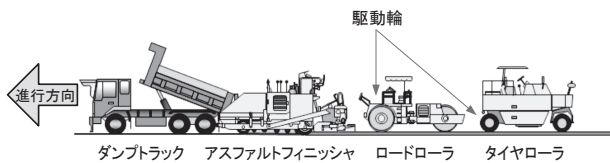


図2 アスファルト混合物層の施工

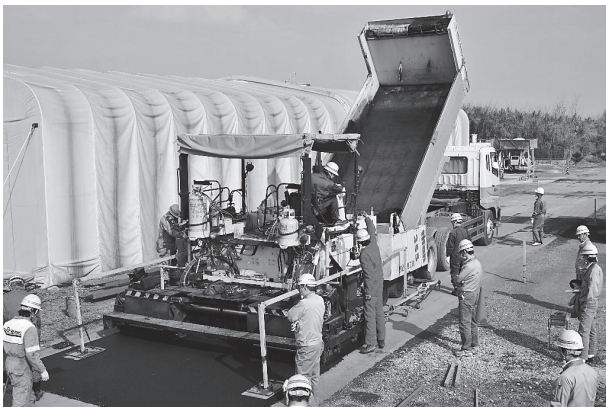


写真2 アスファルトフィニッシャー

ダンプトラックで運搬されたアスファルト混合物はアスファルトフィニッシャー前方にあるホッパに投入されます。後方に送られたアスファルト混合物は、スクリーンで左右に広げられ、スクリードという装置によって平滑に敷きならします。この時、スクリードの角度を変化させてアスファルト混合物の敷きならし厚さを調整します。

②アスファルト混合物の転圧

アスファルト混合物の敷きならし後、一般にロードローラやタイヤローラなどの転圧機械により、所定の密度が得られるまで締固め、所定の形状に平坦に仕上げます。締固め作業は、継目転圧、初期転圧、二次転圧および仕上げ転圧の順で行います。

初期転圧は、写真3のような鉄の車輪を持った10～12tのロードローラで踏み固めて安定させます。次の二次転圧は、ゴムのタイヤを持った8～20tのタイヤローラを用います。タイヤローラによってニーディング（こね返し）作用を与えて、混合物の粗骨材の配列を安定化し、その間隙に細かなアスファルトモルタル分を充填させ、緻密な表面を形成するとともに、層の均一な締固めができます。



写真3 ロードローラ



写真4 タイヤローラ

【参考文献】

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：舗装施工便覧（平成18年版），2006.2.

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第6回 アスファルト舗装の品質管理

アスファルト舗装の品質管理は、所定の品質を確保するために、施工の工程を管理し各工種における品質の管理を自主的に行うものとします。

■ 品質の管理手段

品質管理の項目、頻度、管理の限界は検査基準や過去の施工実績などを考慮し、最も能率的にかつ経済的に行えるように定めて行います。参考例として「舗装設計施工指針」に示されている合格判定値に対する管理の限界の例を表1に示します。

品質管理にあたっての留意事項は以下のとおりです。

(1) 各工程の初期においては、各項目に関する試験の頻度を適切に増し、その時点の作業員や施工機械などの組合せにおける作業工程をすみやかに把握しておきます。なお、作業の進行に伴い、管理限界を十分満足できることがわかれば、それ以降の試験頻度は減らしてもよいです。

(2) 管理結果を工程能力図にプロットし、その結果が管理の限界を外れた場合、あるいは一方に片寄っているなどの結果が生じた場合、直ちに試験頻度を増して異常の有無を確かめます。たとえば、アスファルトプラントでの混合物の製造管理が印字記録による場合、限界値を外れるものが5%以上の確率で現れるようになった時には、直ちに製造を中止してその原因を究明し、必要に応じて対策をとってから再開します。

(3) 作業員や施工機械などの組合せを変更する時も同様に試験頻度を増し、新たな組み合わせによる品質の確認を行います。

(4) 管理の合理化を図るためには、密度や含水比などを非破壊で測定する機器を用いる等、作業と同時に管理できる敷き均し機械や締固め機械などを活用することが望ましいです。

■ 構築路床の品質管理

構築路床の管理は、最大乾燥密度との密度比（締固め度）による方法、空気間隙率または飽和度による方法、強度特性などによる方法、締固め機械の機種と転圧回数による方法などがあるので、土質条件などを考慮して決定することが望ましいです。管理の限界の例を表2に示します。

■ 下層路盤の品質管理

締固め度の管理は、概ね1,000m²程度に1回の密度試験を行うのが一般的です。また、試験施工あるいは工程の初期におけるデータから、所定の締固め度を得るのに必要な転圧回数が求められた場合には、現場の作業を定常化して締固め回数による管理に切り換えるなど、ほかの管理手法に換えることも可能です。この場合には、密度試験を併用する必要はないです。一方、プルフローリングにより管理することも異常個所の発見に有効であり、この場合は、特に異常な沈下に注意して観察するとよいです。

粒度の管理は、通常目視によりますが、異常が認められた場合はふるい分け試験を行います。含水比の管理は、通常目視観察によります。またRI計器を利用して確認する方法もありますが、この場合は、計器のキャリブレーションを十分に行う必要があります。PI（塑性指数）の管理は、含水比などと同様に目視観察により行います。

■ 粒度調整路盤の品質管理

締固め度、含水比およびPIの管理は、下層路盤の場合に準じます。粒度の管理にはふるい分け試験を1～2回/日実施します。



アスファルト舗装のはなし

表1 品質管理項目と頻度および管理の限界の例

工種		工事規模別項目、 実施の有無		実施する場合の頻度例	管理の限界例	試験方法		
		中規模以上の工事	小規模の工事					
下層路盤	含水比、PI、粒度	△	—	観察により異常が認められたとき		舗装試験 法便覧		
	締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の93%以上			
	ブルフローリング	○	—	随時		目視観察		
上層路盤	粒度調整	含水比、PI	△	△	観察により異常が認められたとき			
			粒度	2.36mm	○	—	1～2回/日	±15%以内
		75μm	△	—	1～2回/日	±6%以内	舗装試験 法便覧	
		締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の93%以上		
		粒度	2.36mm	○	—	1～2回/日	±15%以内	
		75μm	△	—	1～2回/日	±6%以内		
	セメント石灰安定処理	セメント量、石灰量	定置試験	△	—	1～2回/日	±1.2%以内	
			使用量	○	○	随時		空気確認
		締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の93%以上		
	瀝青安定処理	含水比	△	△	観察により異常が認められたとき		舗装試験 法便覧	
		セメント量	○	○	1～2回/日		使用量確認	
		アスファルト乳剤量	○	○	1～2回/日			
		締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の93%以上	舗装試験 法便覧	
		含水比	○	○	1～2回/日		法便覧	
		温度	○	○	随時		温度計	
	瀝青安定処理	粒度	○	—	印字記録：全数 または 抽出・ふるい分け試験：1～2回/日	印字記録の場合骨材累計最終ビン計量値がその基準値の±6%以内であるとともに2.36mm：±0.01×Wa×(14.1-0.06S)以内 75μm：石粉量は±0.01×W×F×(0.37-0.013F)以内 ふるい分け試験の場合2.36mm±15%以内、75μm±6%以内	舗装試験 法便覧	
			7.75mm計量	○	△	印字記録：全数 または 抽出・ふるい分け試験：1～2回/日	印字記録の場合骨材累計最終ビン計量値がその基準値の±6%以内であるとともに±0.01×W×(1.27-0.06A)以内抽出試験の場合：±1.2%以内	
		締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の93%以上		
表層・基層	加熱アスファルト混合物	外観	○	○	随時		観察	
		温度	○	○	随時		温度計	
	粒度	○	△	印字記録：全数 または 抽出・ふるい分け試験：1～2回/日	印字記録の場合骨材累計最終ビン計量値がその基準値の±6%以内であるとともに2.36mm：±0.01×Wa×(11.3-0.06S)以内 75μm：石粉量は±0.01×W×F×(0.30-0.013F)以内 ふるい分け試験の場合2.36mm±12%以内、75μm±5%以内	舗装試験 法便覧		
							7.75mm計量	○
		締固め度	○	△	1,000㎡に1個	最大乾燥密度の94%以上		

- 凡例 ○：定期的または随時実施することが望ましいもの
△：異常が認められたとき、または、特に必要なとき実施するもの
—：省略が可能なもの
- (注1) 印字記録による場合、表層・基層用の加熱アスファルト混合物にあっては、100バッチにおいて限界値を外れるものが5バッチ以上の割合にならないように管理し、瀝青安定処理にあっては、100バッチにおいて限界値を外れるものが7バッチ以上の割合にならないように管理する。
- (注2) 連続質量計量による印字記録の場合の記録値は、原則として1分間毎の積算値で表し、管理することが望ましい。
- (注3) 表中に示された記号は、以下のとおりである。
W：1バッチの基準全計量値 (kg)
Wa：1バッチの基準骨材計量値 (kg)
F：現場配合における石粉配合率 (%)
A：現場配合におけるアスファルト配合率 (%)
S：(1バッチ当たり2.36mm直近ホットピンまでの基準骨材計量値/Wa) × 100 (%)
- (注4) ポーラスアスファルト混合物の空隙率は配合試験時に確認し、管理は締固め度で行う。

表2 構築路床の管理の限界の例

例	項目	頻度	管理限界値	備考
例1	締固め度	1,000㎡に1回	最大乾燥密度の85%以上	
	含水比		突固による土の締固め試験結果を参考	
例2	締固め度	500㎡に1回	最大乾燥密度の90%以上	土量が5,000m³未満の場合は、1工事当り3回以上、土量が1000m³未満の場合は1工事当り1回以上
	ブルフローリング	全幅全区間		
例3	締固め度	1ロット2,000㎡を標準として5回の割合で実施	最大乾燥密度の90%以上	土量が5,000m³未満の場合は、1工事当り3回以上、土量が1000m³未満の場合は1工事当り1回以上、法面、法肩部などの土量については省略
	ブルフローリング	全幅全区間		

■セメント、石灰安定処理路盤の品質管理

締固め度、粒度および含水比の管理は、粒度調整路盤の場合に準じます。セメント（石灰）量は定置試験または使用量により管理しますが、工程の初期においては混合性の確認のためカルシウム選択電極法を併用することもあります。

■表層、基層（加熱アスファルト混合物）および瀝青安定処理路盤の品質管理

- (1) アスファルトプラントに計量値の印字記録装置を有し、アスファルトプラントの定期点検を年1回以上実施している場合には、粒度およびアスファルト量の管理は、その印字記録を利用するとよいです。なお、この場合、定期的に印字記録とアスファルト抽出試験結果の照査を行うことにより、通常の品質管理において抽出試験を併用する必要はありません。なお、小規模以下工事において瀝青安定処理路盤を用いる場合には、粒度管理を省略することがあります。
- (2) 常設のアスファルトプラントにおいて、製造した混合物の種類ごとに毎日の品質管理を行っている場合には、それを利用します。
- (3) 混合物の温度は、基準試験において骨材温度と関連づけてその指示温度で管理します。
- (4) 締固め度の管理は、通常切り取りコアの密度を、測定して行います。コア採取の頻度は工程の初期は多めにして行います。なお、橋面舗装等でコア採取が床版面に損傷を与える恐れがある場合には非破壊の密度測定器などで行います。

【参考文献】
舗装施工便覧（平成18年版）公益社団法人日本道路協会

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第7回 アスファルト舗装の維持管理

アスファルト舗装は、供用開始直後から車両の走行、雨水、紫外線などの影響により性能が低下し、やがて円滑かつ安全な交通に支障をきたします。これを防ぐためには、常に路面の状態を把握し、適切な時期に適切な維持修繕を実施することが重要です。今回は、アスファルト舗装の維持管理について解説します。

■ 維持・修繕の考え方

(1) 維持・修繕の流れ

舗装の性能は供用に伴い経時的に低下するものであり、路面性状や舗装構造の強度がある一定レベルまで低下した段階で維持・修繕を実施します。維持・修繕の実施に際しては、舗装の状態を適時適切に調査し、正確に把握することが重要です。この調査結果に基づき破損原因を特定し、適切かつ効果的な維持修繕工法を選定し、実施します。この一連の流れを図1に示します。

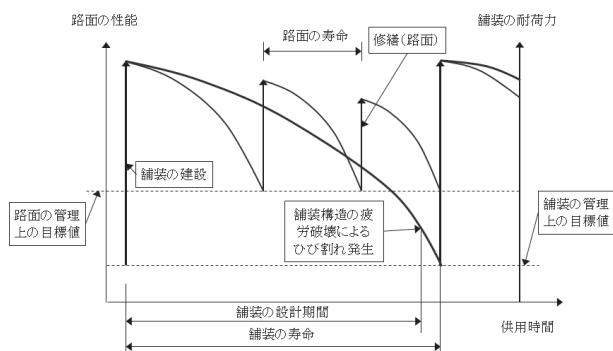


図1 性能の低下と修繕の関係

(2) 維持・修繕の方針

舗装の構造的強度が著しく低下していないと判断される場合、まず維持により路面性能の回復を図ることが経済的です。また、舗装の計画段階と同様に、ライフラインの管理方針などを考慮して舗装の維持修繕計画を立案することで、より効率的かつ合理的な社会資本整備の実施が期待できます。

■ 現況調査

現況調査では、路面および構造の状況を的確に調査

し、既設舗装の状態を把握します。また、舗装に破損が生じた場合には、その原因を調査します。

(1) 調査の種類

現況調査には、以下の調査があります。各調査の内容および目的を表1に示します。

表1 現況調査の内容および目的

現況調査	内容および目的
簡易調査 (日常点検)	日常的な巡回パトロール時の目視観察や道路利用者または沿道住民からの情報により、路面の状況などを把握する調査です。交通の安全性に係わる異常が発見された場合には、応急的な補修を行います。また、路面の破損が大きくなった場合などには、路面の定量調査を行います。
路面の定量調査	路面の定量調査は、定期的に路面の状況を調査し供用性能の経時的変化を把握する目的で行います。代表的な調査項目としては、わだち掘れ量、ひび割れ率、平坦性などがあります。
破損原因の調査	舗装の破損原因を特定するために行うもので、単独または路面の定量調査と同時にを行います。この調査では、調査水準により、コア採取の観察調査、コアからのアスファルト抽出および性状試験調査、FWDによるたわみ量測定などの舗装構造の非破壊調査や開削調査があります。
利用者等の意見調査	路面の状況などについて道路利用者や沿道住民から寄せられる日常的な情報を記録し、また、必要に応じてアンケートやヒアリングを実施して利用者等の意見を集集し、維持・修繕が必要な箇所などを把握することを目的に行います。

(2) 調査項目と試験方法

簡易調査、路面の定量調査および破損原因の調査における調査項目の例を表2に示します。測定方法の詳細は、「舗装性能評価法」、「舗装試験法便覧」、「舗装試験法便覧別冊」をご参照ください。

表2 アスファルト舗装における調査項目の例

調査項目	簡易調査	路面の定量調査	破損の原因調査[注]	
			調査水準1	調査水準2
ひび割れ (疲労抵抗、老化など)	・目視観察	・ひび割れ率 ・ひび割れ幅 ・ひび割れ深さ	・コア採取 ・抽出および性状試験	・非破壊調査 ・開削調査
わだち掘れ (塑性変形、摩耗など)	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・わだち掘れ量	・コア採取 ・抽出および性状試験	・切り取り供試体の物性試験 ・開削調査
平坦性	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・平坦性	・コア採取 ・抽出および性状試験	
	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・段差量		・開削調査
透水	・目視観察	・浸透水量	・コア採取 ・空隙率測定 ・透水係数測定	
すべり抵抗	・目視観察	・すべり抵抗量	・コア採取 ・抽出および性状試験	
騒音	・聴感	・騒音値(タイヤ/路面騒音、沿道環境調査)	・コア採取 ・空隙率測定	
ポットホール	・目視観察	・長径、短径、個数	・コア採取 ・抽出および性状試験	

[注] 調査水準1: 比較的簡単にできる調査であり、コア採取および採取コアを使用した試験などが含まれる。
調査水準2: より大掛かりな調査で、切り取り供試体のホイールトラック試験、非破壊試験、開削調査などが含まれる。



■ 評価方法と破損原因

(1) 評価方法

評価方法には、路面性能と舗装構造の評価があります。路面性能は、ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性、浸透水量などで評価します。代表的な評価式には、MCI（維持管理指数）があります。

舗装構造は、路面の破損状況、支持力、疲労破壊性などで評価します。評価方法には、路面の破損状況にもとづく残存等値換算厚、FWD試験などによる表面たわみ、疲労度などの指標を用いて行う方法があります。

(2) 破損原因

調査結果にもとづき、舗装の破損原因について検討します。路面の破損には表3に示すものがあり、どの層に原因があるかを追求します。

表3 路面に見られるアスファルト舗装の破損

破損の種類		主な原因等	原因と考えられる層	
			表層	基層以下
ひび割れ	亀甲状ひび割れ（主に走行軌跡部）	舗装厚さ不足、路床・路盤の支持力低下・沈下、計画以上の交通量履歴	○	○
	亀甲状ひび割れ（走行軌跡部～舗装面全体）	混合物の劣化・老化	○	○
	線状ひび割れ（走行軌跡部縦方向）	混合物の劣化・老化	◎	○
	線状ひび割れ（横方向）	温度応力	○	○
	線状ひび割れ（ジョイント部）	転圧不良、接着不良	◎	○
	リフレクションクラック	コンクリート版、セメント安定処理の目地・ひび割れ		◎
	ヘアークラック	混合物の品質不良、転圧温度不適	◎	
	構造物周辺のひび割れ	地盤の不等沈下		◎
	横面舗装のひび割れ	床版のたわみ	○	◎
わだち掘れ	わだち掘れ（沈下）	路床・路盤の沈下		◎
	わだち掘れ（塑性変形）	混合物の品質不良	◎	○
	わだち掘れ（摩耗）	タイヤチェーンの走行	◎	
平坦性の低下	平坦性	縦断方向の凹凸	◎	○
		コルゲーション、くぼみ、よじり	◎	
	段差	構造物周辺の段差		◎
浸透水量の低下	滯水、水はね	空隙づまり、空隙つぶれ	◎	
すべり抵抗値の低下	ポリッシング	混合物の品質不良（特に骨材）	◎	
	ブリージング（フラッシュ）	混合物の品質不良（特にアスファルト）	◎	
騒音値の増加	騒音の増加	路面の荒れ、空隙づまり、空隙つぶれ	◎	
ポットホール	混合物の剥奪飛散	混合物の品質不良、転圧不足	○	○
その他	噴泥	ポンピング作用による路盤の浸食		◎

[注] ◎：原因として可能性の大きいもの ○：原因として可能性のあるもの

■ 維持・修繕工法の選定

既設舗装の性能が、管理上の目標値を下回っている場合や近い将来下回ることが予想される場合などには、舗装の維持、修繕を計画します。

(1) 維持

維持とは、計画的に反復して行う軽度な修理を指

します。主に路面または表層を対象としており、日常的な維持と予防的維持があります。

日常的な維持は、巡回パトロール時の目視観察や、道路利用者、沿道住民からの情報にもとづき、変状が現れた箇所に対して行います。日常的な維持および工法を表4に示します。

表4 日常的な維持および工法の例

維持の種類	維持および工法の例
日常計画的・反復的に行う維持	路面の清掃など
局部的で軽度な修理	ポットホール、ジョイントの開き、ひび割れなど パッチング工法、シール材注入工法

予防的維持は、路面の性能を回復させることを目的とし、修繕までの期間の延長、舗装の供用性の向上、ライフサイクルコストの低減などにあります。予防的維持工法を表5に示します。

表5 予防的維持工法の例

破損の種類	予防的維持工法の例
ひび割れ	シール材注入工法
わだち掘れ	表面処理工法、薄層オーバーレイ工法
平坦性の低下	
すべり抵抗値の低下	

(2) 修繕

修繕は、路面の性能や舗装の性能が低下し、維持では不経済もしくは十分な回復効果が期待できない場合に実施します。主な破損の種類と修繕工法の例を表6に示します。

表6 主な破損の種類と修繕工法の例

破損の種類	修繕工法の例
ひび割れ	打換え工法、表層・基層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オーバーレイ工法、路上路盤再生工法
わだち掘れ	表層・基層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オーバーレイ工法、路上表層再生工法
平坦性の低下	
すべり抵抗値の低下	表層打換え工法、切削オーバーレイ工法、オーバーレイ工法、路上表層再生工法

【参考文献】

舗装設計施工指針（平成18年版）公益社団法人 日本道路協会

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第8回 特殊舗装

アスファルト舗装には、特殊な性能や機能を有する舗装があります。特殊な性能や機能とは、例えば、耐流動性、耐油性、明色性、景観性、排水機能、騒音低減機能、路面温度の上昇抑制機能などです。ここでは、代表的な特殊舗装として、半たわみ性舗装、排水性舗装、遮熱性舗装を紹介します。

■半たわみ性舗装

半たわみ性舗装は、空隙が多いアスファルト混合物（ポーラスアスファルト混合物）にセメントグラウトを浸透させた舗装です。1954年にフランスで開発され、日本には1961年末にサルビアシム舗装という名前で導入されました。

アスファルト舗装は、施工が比較的容易で、施工後、数時間で交通開放できますが、変形やわだち掘れが発生しやすいことが欠点です。コンクリート舗装は高い耐久性がありますが、施工後、交通開放までの養生時間が長いという課題があります。

半たわみ性舗装は、通常のアスファルト舗装に比べて変形しにくく、通常のコンクリート舗装に比べ、施工後、早く交通開放できます。

また、油類やアルカリ類に対する抵抗性や難燃性も持ち併せています。さらに、セメントグラウトが白色なので、通常のアスファルト舗装に比べて、路面が明るくなります。

これらの特長から、半たわみ性舗装は、重い車両が通行する構内道路や資機材の保管ヤード、バスターミナルやバス停などの他、明色性や景観が重視される公園や商店街などに、多く採用されています。特に、最近では、半たわみ性舗装にカット目地を入れて石畳風に仕上げた景観舗装が増えています（写真1）。



写真1 石畳風の半たわみ性舗装

■排水性舗装（低騒音舗装）

排水性舗装は、雨天時における車両の走行安全性の向上を目的に開発されました。我が国で最初に施工されたのは1987年の東京都の環状7号線です（写真2）。その後、1993年に（公社）日本道路協会から排水性舗装技術指針（案）が発刊され、1995年頃から普及しました。

排水性舗装は、表層にポーラスアスファルト混合物、基層に水を通さないアスファルト混合物を使った舗装のことです。通常のアスファルト舗装は、降った雨が舗装の表面を流れて路肩に排水されますが、排水性舗装は、降った雨が表層のポーラスアスファルト混合物の中を通過して路肩に排水されます。

このため、降雨時に舗装表面に水膜ができなくなるので、車両が水膜の上を滑るハイドロプレーニング現象が生じにくくなります。さらに、水膜による反射もなくなるので、ドライバー目線からの視界が向上します。これらの結果、雨天時における車両の走行安全性が向上します。

また、通常の舗装では、車両が走行する際、タイヤの前側で舗装の間に巻き込まれた空気が圧縮され、タイヤの後ろ側で開放されるときに騒音が発生します。



アスファルト舗装のはなし

が、排水性舗装では、タイヤと舗装の間に巻き込まれた空気が、ポーラスアスファルト混合物の空隙に逃げるため、圧縮されにくくなって騒音も小さくなります。この特徴から、排水性舗装は低騒音舗装と呼ばれることもあります。特に車両の走行安全性が重視される高速道路や騒音が気になる都市内道路などで多く使用されています。



写真2 都道環状7号線に適用された排水性舗装
(手前側：排水性舗装)

遮熱性舗装

アスファルト舗装は、太陽からの熱を吸収し、夏季の昼間には、表面温度が60℃を超えます。熱くなったアスファルト舗装は、その上の空気を温めます。このため、地方に比べ道路が多い都市部では、アスファルト舗装がヒートアイランド現象の原因の一つと言われています。そこで、2002年に、路面温度の上昇を抑えることを目的に、遮熱性舗装が開発されました。

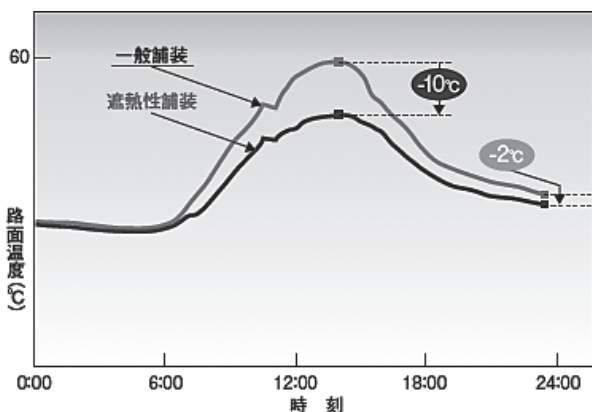


図1 路面温度測定例¹⁾

遮熱性舗装は、特殊な塗料をアスファルト舗装の表面に塗布することで、太陽光の反射率を高めて舗装への蓄熱を抑えた舗装です。夏季の路面温度の上昇を10℃程度抑制する効果があります(図1)。また、副次的には、舗装が熱くなりすぎないので、わだち掘れや変形が生じにくくなり、その結果、舗装が長持ちします。

特に都市内の道路、人が集まる公園や広場などで採用され、開発された2002年から現在までに、全国で約300万㎡の施工実績があります。写真3は、2003年と2004年に、国道15号銀座中央通りに適用された遮熱性舗装です。現在でも舗装を打換えることなく供用されています。



写真3 銀座中央通りに適用された遮熱性舗装

おわりに

今回は、特殊舗装として、半たわみ性舗装、排水性舗装、遮熱性舗装を紹介しました。これらの他にも、橋梁の鋼床版上に防水層を兼ねた基層として使用されるグースアスファルト舗装、降雪による路面凍結を抑制する凍結抑制舗装、製造時のCO₂排出量を低減した混合物を用いた中温化アスファルト舗装など、様々な舗装があります。今後も、社会が必要とする舗装を開発していきます。

【参考文献】

- 1) クール舗装研究会HP、遮熱性舗装の機能
<https://www.coolhosouken.com/solarheat-blocking/>

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第9回 アスファルト舗装のリサイクル

日本の道路舗装は、その快適性や補修のしやすさから約95%がアスファルト舗装です。アスファルト舗装の寿命は一般的に10年程度とされ、傷んだ部分は撤去して新しい舗装に敷き直します。この際、撤去した舗装（舗装発生材）はリサイクルされ、新たな舗装用材料として利用されています。今回は、アスファルト舗装のリサイクルについて解説します。

■リサイクルの現状

アスファルト舗装を撤去すると、アスファルトコンクリート発生材（以下、アスコン塊）などの舗装発生材が発生します。アスファルト舗装の普及にともない、舗装発生材の量も増加してきたため、昭和40年代から舗装発生材のリサイクル技術の研究が進められてきました。その結果、現在ではアスコン塊の約99%がリサイクルされています（図-1）。

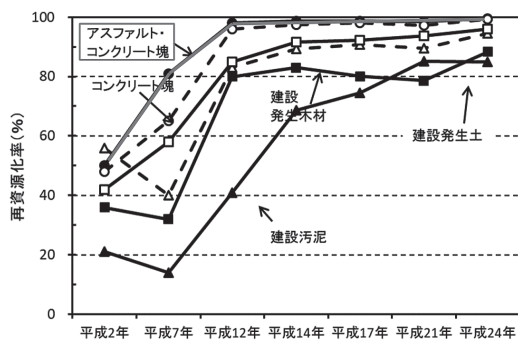


図-1 アスコン塊等の再資源化率の推移¹⁾

また、舗装にはアスコン塊だけでなく、セメントコンクリート発生材（以下、コンクリート塊）や鉄鋼スラグなど、他産業からの副産物も再利用されています。特にコンクリート塊は主に建築工事で発生し、路盤材として幅広く活用されています。

■リサイクルの流れ

道路工事で発生したアスコン塊やコンクリート塊、

路盤発生材は、アスファルトプラントなどの中間処理施設に運び込まれます。これらの発生材は、破碎や分級といった処理を経て再生骨材に加工されます（図-2）。この再生骨材は、再生路盤材や再生加熱アスファルト混合物（以下、再生混合物）の素材として再利用されます（図-3）。

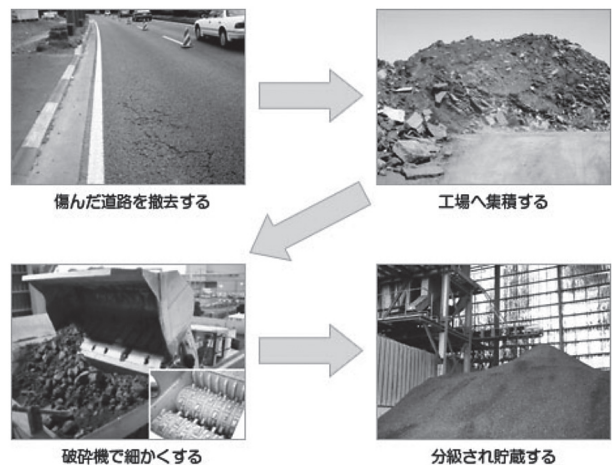


図-2 再生骨材の製造プロセス²⁾

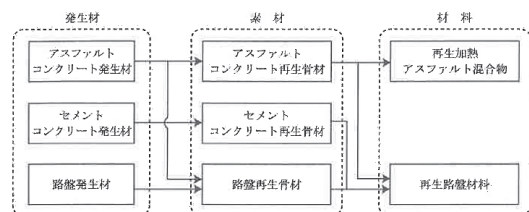


図-3 材料の流れ³⁾

■再生舗装用材料の種類

近年、舗装用材料の多様化にともない、再生骨材の種類と用途も広がっています（表-1）。再生舗装用材料は以下の2種類に分類され、所要の品質を満たせば新規材料のみを用いている場合と同等に扱われます。

（1）再生路盤材

再生路盤材は、路盤発生材、コンクリート塊、アスコン塊などから製造された再生骨材を単独もしくは



アスファルト舗装のはなし

混合し、必要に応じて新規骨材や安定剤を加えて品質を調整したものです。

(2) 再生混合物

再生混合物は、アスファルトコンクリート再生骨材に新規骨材やフィラー、新アスファルト、再生用添加剤などを加え、加熱混合して製造されます（図－4）。アスファルト再生骨材にはアスファルト（旧アスファルト）が付着していますが、長期供用により劣化して硬化しています。このため、再生用添加剤を用いて軟らかさを回復させ、品質を向上させます。

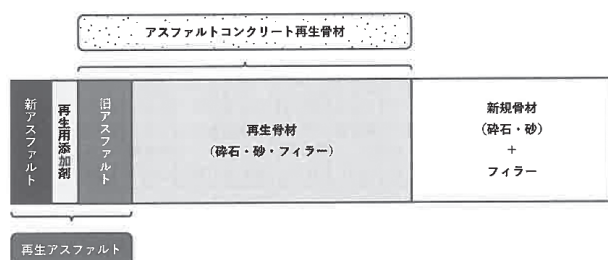
旧アスファルトが過度に劣化したアスファルト再生骨材については再生路盤材の素材として活用されます。

表－1 発生材と再生舗装用材料の種類³⁾

再生舗装用材料の種類 発生材の種類	再生舗装用材料の種類	再生加熱アスファルト混合物			再生路盤材料			
		再生加熱アスファルト混合物	再生改質アスファルト混合物	再生ポーラスアスファルト混合物	再生加熱アスファルト安定処理路盤材料	再生セメント安定処理路盤材料	再生セメント・瀝青安定処理路盤材料	再生粒度調整砕石、再生クラックラン
		ストレータアスファルト相当	ポリマー改質アスファルト相当 (E1)	ポリマー改質アスファルト相当 (E2)				
アスファルトコンクリート発生材	アスファルト混合物	○	□	△	○	○	—	○
	改質アスファルト混合物	○	□	△	○	○	—	○
	ポーラスアスファルト混合物	○	△	△	○	○	—	○
セメントコンクリート発生材	舗装発生材	—	—	—	—	○	○	○
	一般建設系発生材	—	—	—	—	○	○	○
路盤発生材	粒状路盤材	—	—	—	○	○	○	○

凡例 ○：本便覧で標準的な再生方法として示されているもの
□：一部の発注者において再生方法として示されているもの
△：試験施工等により再生方法の検討が進められているもの
—：適用が困難なもの

〔注1〕再生アスファルトをポリマー改質アスファルト相当に再生する場合は、旧アスファルトの性状を確認するとともに、再生改質アスファルトの性状や再生改質アスファルト混合物の動的安定度、疲労抵抗性などの各種混合物性状なども適宜確認した上で、適用性を判断するとよい。
〔注2〕ポリマー改質アスファルトが使用された再生骨材の使用上の留意点については、「2-7-5 再生加熱アスファルト混合物の製造」を参照するとよい。

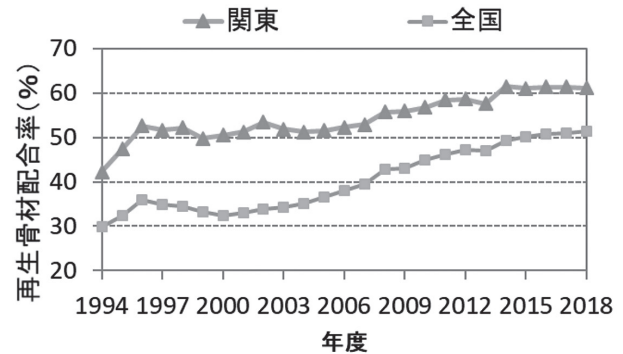


図－4 再生混合物の素材の概念³⁾

■アスファルトコンクリート再生骨材の配合率

再生混合物の製造では、リサイクル推進の観点から、アスファルトコンクリート再生骨材の配合率（骨材中に占める再生骨材の割合）を10%以上とすることが推奨されています。近年の全国平均配合率は約50%に達しており、再生骨材の利用が進んでいます

（図－5）。

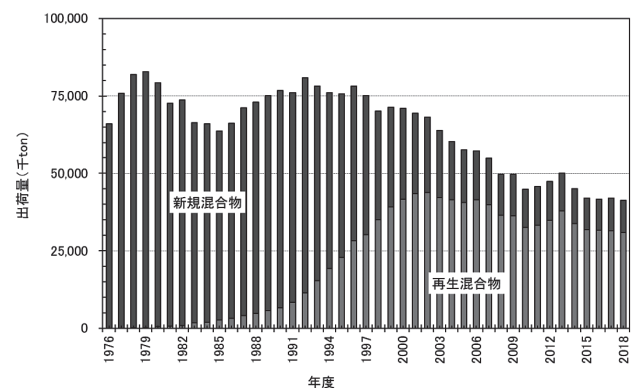


図－5 再生骨材配合率の推移¹⁾

■再生混合物の出荷量

図－6は再生混合物の出荷量の推移を示したものです。再生混合物の出荷量は1991年のリサイクル法施行を契機に増加し、1998年には新規アスファルト混合物の出荷量を上回りました。現在では再生混合物が全体の約75%を占めています。

これらの実績は、アスファルト舗装の持続可能性を高めるだけでなく、廃棄物削減や資源循環にも大きく寄与しています。今後も、さらなるリサイクル技術の進化が期待されます。



図－6 再生混合物の出荷量の推移¹⁾

【参考文献】

- (国研) 土木研究所、土木研究所講演会資料、
<https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/event/2019/1016/pdf/kouen9.pdf>
- (一社) 日本アスファルト協会、入門講座、<http://askyo.jp/knowledge/07-2.html>
- (公社) 日本道路協会、舗装再生便覧（令和6年版）

アスファルト舗装のはなし

一般社団法人 日本道路建設業協会
技術政策等情報部会

普段我々が何気なく利用している「道路」は様々な工学的知見に基づいて作られています。本連載ではこの道路のうち特に「アスファルト舗装」に着目し、掘り下げていきます。

第10回 コンクリート舗装のはなし

第1回～第9回までの連載でアスファルト舗装に関する知識が深まったと思います。最終回は、アスファルト舗装ではなく、コンクリート舗装を取り上げ、経験にもとづく設計方法を用いた連続鉄筋コンクリート舗装の構造設計について簡単に解説します。なお、設計期間は20年が原則となります。

■舗装の構成

一般的な舗装構成を図1に示します。路体上の現地盤と構築路床を合わせて路床と称し、下層路盤、上層路盤とアスファルト中間層を含めたものが路盤となります。コンクリート版は路盤上の表層材料になります。アスファルト舗装と同様にコンクリート舗装とは、コンクリート版（表層材料）と路盤を合わせた部分を言います。

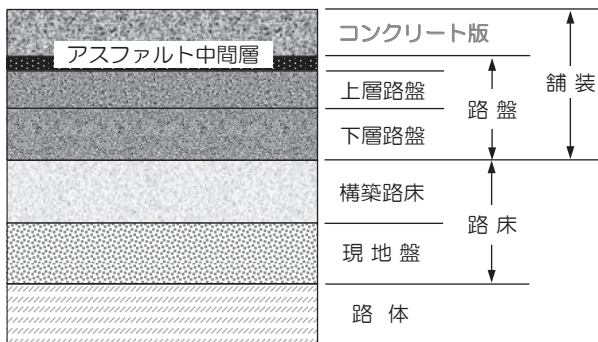


図1 一般的なコンクリート舗装の構成

■舗装各層の役割

各層の役割は、アスファルト舗装とほぼ同一です。ただし、アスファルト舗装が交通荷重に対して表層＋路盤＋路床全体で荷重分散させながら変形して受け持つのに対して、コンクリート舗装では交通荷重をコンクリート版自体の強度（曲げ強度）で受け持ちます。路盤は、コンクリート版に均一な支持基盤を与えると同時に、上の層から伝えられた交通荷重を分散して路床に伝達します。路床は、路盤と同様に交通荷重を均一に分散させて路体に伝えます。

■構造設計の手順

コンクリート舗装の構造設計は、図2に示す手順で行います。交通条件、基盤条件および環境条件を基にして、路盤およびコンクリート版のそれぞれについて厚さを設定します。アスファルト舗装の構造設計方法と同じような流れですが、コンクリート舗装では目地や鉄筋等の細目設計が必要となります。

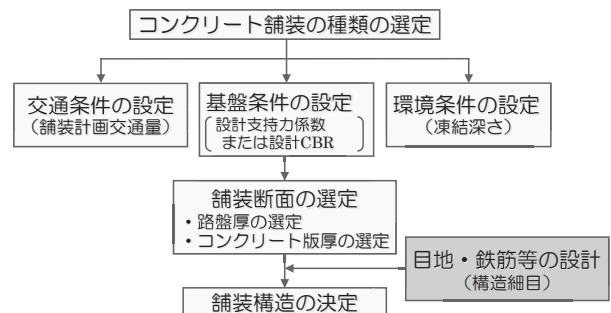


図2 コンクリート舗装の構造設計手順¹⁾

■連続鉄筋コンクリート舗装の舗装断面選定

①設計支持力係数による路盤厚の設計方法

路床の設計支持力係数を用いて路盤厚を求める方法は、路盤面の支持力係数が表1に示す値を満足するように、路盤厚の設計曲線（図3）を用いて行います。なお、路盤厚は5cm毎に切り上げて設計厚とし、15cm未満の場合は15cmとします。

表1 路盤の所要支持力係数¹⁾

項 目	路盤面における所要支持力係数 (K_{30})	
交通量区分	$N_1 \sim N_4$	$N_5 \sim N_7$
舗装計画交通量 (台/日・方向)	$T < 250$	$250 \leq T$
連続鉄筋コンクリート舗装 普通コンクリート舗装	150MPa/m以上	200MPa/m以上

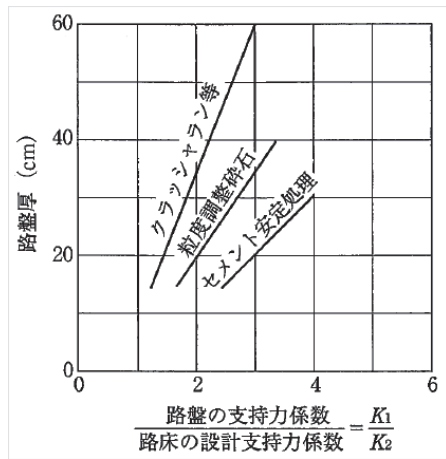


図3 路盤厚の設計曲線 (K₃₀の場合)¹⁾

例えば、路床調査により設計支持力係数が75MPa/mで、交通量区分がN 4であった場合、路盤面における必要な支持力係数は150MPa/m以上となります(表1参照)。K₁/K₂を計算すると2.0となるので、図3から粒度調整碎石で20cm以上、クラッシュランで35cm以上必要となります。

②設計CBRによる路盤厚の設計方法

路床の設計CBRによる路盤厚の設計方法は、我が国におけるこれまでの実績から、交通量区分と各設計CBRに対応した路盤構成を定めた表2を用いて行います。

例えば、交通量区分がN 6、路床の設計CBRが6であった場合、アスファルト中間層4cm、粒度調整碎石路盤15cmとなります。もし、セメント安定処理路盤を用いるのであれば、アスファルト中間層は必要なく、セメント安定処理路盤15cmだけとなります。

表2 連続鉄筋コンクリート舗装の路盤厚さ¹⁾

交通量区分	舗装計画交通量(台/日・方向)	路床の設計CBR	As中間層(cm)	粒度調整碎石(cm)	クラッシュラン(cm)
N ₁ ~N ₄	T<250	(2)	0	25 (20)	40 (30)
		3	0	20 (15)	25 (20)
		4	0	25 (15)	0
		6	0	20 (15)	0
		8	0	15 (15)	0
N ₅	250≤T<1000	12以上	0	15 (15)	0
		(2)	0	35 (20)	45 (45)
		3	0	30 (20)	30 (25)
		4	0	20 (20)	25 (0)
		6	0	25 (15)	0
N ₆ , N ₇	1000≤T	8	0	20 (15)	0
		12以上	0	15 (15)	0
		(2)	4 (0)	25 (20)	45 (45)
		3	4 (0)	20 (20)	30 (25)
		4	4 (0)	10 (20)	25 (0)
		6	4 (0)	15 (15)	0
		8	4 (0)	15 (15)	0
		12以上	4 (0)	15 (15)	0

・粒度調整碎石の()の値:セメント安定処理路盤の場合の厚さ
 ・クラッシュランの()の値:上層路盤にセメント安定処理路盤を用いた場合の厚さ

③コンクリート版厚の設定

連続鉄筋コンクリート舗装のコンクリート版厚の設定は、表3に示すように交通量区分によって、20cmまたは25cmを選定します。また、鉄筋も交通量区分によって径と間隔が決められています。

表3 連続鉄筋コンクリート舗装の版厚等¹⁾

交通量区分	舗装計画交通量(台/日・方向)	コンクリート版の設計		鉄筋			
		設計基準曲げ強度	版厚	縦方向		横方向	
				径	間隔(cm)	径	間隔(cm)
N ₁ ~N ₅	T<1000	4.4MPa	20cm	D16	15	D13	60
				D13	10	D10	30
N ₆ , N ₇	1000≤T	4.4MPa	25cm	D16	12.5	D13	60
				D13	8	D10	30

■連続鉄筋コンクリート舗装の設計断面例

前述の②および③をもとにした連続鉄筋コンクリート舗装の設計断面例を表4に示します。なお、施工者は、①を参考に設計図書に記載されている路盤面の支持力係数と路盤厚を用いて、路床に必要な支持力係数を算出・確認する等の設計照査が必須となります。

表より、交通量区分でコンクリート版厚は増減しますが、その一方、路床の設計CBRが異なると路盤厚は変化するものの、コンクリート版厚は変わらないことが分かります。

表4 連続鉄筋コンクリート舗装の設計断面例²⁾

路床の設計CBR(%)	舗装計画交通量(台/日・方向)	
	T<1000 (N ₁ ~N ₅)	1000≤T (N ₆ , N ₇)
4	縦方向鉄筋:D16, 間隔:15cm 横方向鉄筋:D13, 間隔:60cm	縦方向鉄筋:D16, 間隔:12.5cm 横方向鉄筋:D13, 間隔:60cm
	コンクリート版 20cm 粒度調整碎石 20cm クラッシュラン 25cm	コンクリート版 25cm アスファルト中間層 4cm 粒度調整碎石 10cm クラッシュラン 25cm
6	コンクリート版 20cm アスファルト中間層 4cm 粒度調整碎石 15cm	コンクリート版 25cm アスファルト中間層 4cm 粒度調整碎石 15cm
8	コンクリート版 20cm アスファルト中間層 4cm 粒度調整碎石 15cm	コンクリート版 25cm アスファルト中間層 4cm 粒度調整碎石 15cm

【参考文献】

- 公益社団法人 日本道路協会: 舗装設計便覧(平成18年度版)、2006.2
- 公益社団法人 日本道路協会: コンクリート舗装に関する技術資料、2009.8

【JCMレポート掲載号】

2024年3月号（2024年3月1日発刊）
～ 2025年9月号（2025年9月1日発刊）

連載特集 アスファルト舗装のはなし

令和8年1月1日 初版発行

発 行 一般社団法人 全国土木施工管理技士会連合会
〒102-0076
東京都千代田区五番町6-2
ホームッホライゾンビル1F
TEL03 (3262) 7421 FAX03 (3262) 7420
<https://www.ejcm.or.jp/>

印 刷 所 第一資料印刷株式会社
〒162-0818
東京都新宿区築地町8-7
TEL03 (3267) 8211 FAX03 (3267) 8222
<https://www.d-s-p.jp/>

本書の全部または一部を無断で複写複製（コピー）することは、著作権
法上での例外を除き、禁じられています。

