

アスファルト

第40巻 第192号 平成9年8月発行

192

特集・アスファルトの利用技術

第2節 アスファルトの道路舗装への利用

第1章 アスファルトと舗装	安 崎 裕	1
第2章 道路の種類と舗装構造	阿 部 忠 行	8
第3章 アスファルト混合物の種類と工法	小 島 逸 平	15
第4章 アスファルト混合物の製造と施工	田 井 文 夫・西 村 拓 治	29
第5章 舗装の破損と補修	姫 野 賢 治・帆 苅 浩 三	57

<新刊書紹介>

「アスファルト舗装修繕技術」	原 富 男	70
<統計資料>石油アスファルト需給統計資料		71
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		73

ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

第76回アスファルトゼミナール開催のお知らせ

平成9年度に行われます第76回アスファルトゼミナールが平成10年2月に那覇市において開催することが決定いたしました。

11月初旬には案内書が皆様のお手許に届くと思いますので、大勢の方々の参加をお待ち申し上げております。

なお、那覇市内の宿泊や交通（飛行機）等については、日本交通公社公務営業本部において特別価格で対応できるように準備をしておりますので、案内書に同封されるパンフレットをご参照ください。

日 時 平成10年2月12日（木）10時00分～16時40分
2月13日（金）9時30分～12時40分

場 所 那覇市「沖縄県立郷土劇場」
那覇市東町1-1 東町会館

<会場案内図>



第 9 回 論 文 賞 論 文 募 集

主催 (社)日本アスファルト協会

アスファルトは、道路舗装材料や建築防水用などの公共資材を初めとしてインクの原料・産業廃棄物の固化等の広い範囲に利用され、各分野における重要性はますます高まっております。

このため、アスファルトの利用・製造・品質・流通等の技術的進歩改善を目指した技術についての論文を広く募集いたします。

〔 応 募 要 項 〕

●テーマ

「アスファルトの利用・製造・品質・流通」に関するもの

アスファルト利用技術、アスファルトの製造技術、アスファルト品質技術（改質アスファルトを含む）、アスファルトを用いた舗装技術、アスファルトを用いた防水技術等

●応募条件

- (1) 論文は20,000字程度（図表、写真等を含む）とし、A4版用紙に1ページ40行、1行45字で取りまとめる。（ワープロ可）
- (2) 提出に際して論文要旨（300字以内）を添付する。
- (3) 応募論文は返却しない。
- (4) 入選論文の著作権は、当協会に帰属する。

●応募資格

資格は問わない

●賞金

入選1席 …… 賞金 30万円 1編
入選2席 …… 賞金 10万円 2編
佳作 …… 賞金 5万円 4編

●締切り

平成9年12月31日（水）必着

●発 表

アスファルト誌第196号（平成10年7月）にて発表

●選考委員

委員長

多田 宏行 (財)道路保全技術センター理事長

委 員

阿部 頼政 日本大学理工学部土木工学科教授

飯島 尚 積水樹脂(株) 常務取締役

河野 宏 (社)土木学会専務理事

千葉 博敏 グリーンコンサルタント(株)

取締役社長

南雲 貞夫 (株)ガイアートクマガイ

常務取締役 技術研究所長

長谷川 宏 日本石油(株) 中央技術研究所
トライボロジー研究室主管研究員

真柴 和昌 パシフィック石油商事(株)

取締役社長

森永 教夫 建設省河川局河川環境課

都市河川室長

●送り先

〒105 東京都港区虎の門1-21-8 秀和第3虎ノ門ビル
社団法人 日本アスファルト協会

TEL 03-3502-3956

FAX 03-3502-3376

第2節 アスファルトの道路舗装への利用

第1章 アスファルトと舗装

1. はじめに

道路用語辞典¹⁾によると舗装とは、「人や車両の通行に便利ように、道路面をれんが、石片、アスファルト、セメントなどで固めたもの。広い意味では、砂利道や防塵処理・表面処理などを施した路面を含めるが、一般には路盤及び2～3cm以上の表層を持つアスファルト舗装またはコンクリート版を持つセメントコンクリート舗装をさす。」と定義している。ちなみに舗(舗)装という言葉が公文書に使われたのは大正8年に施行された街路構造令(内務省令)の第7条に、「主要ナル街路の路面ハ……適当なる材料をモッテ之ヲ舗装スベシ」とあるのが初めて、内務省土木試験所長だった牧彦七博士の造語とされる²⁾。

一方、道路舗装の果たす役割としてアスファルト舗装要綱³⁾では、①路面に緻密な層を設けることにより、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路面の平坦性をよくするとともに適度の滑り抵抗性を持たせることによって、車両走行時や歩行時の快適性や安全性を向上させること、③周辺の環境に適合した舗装材料を使用することにより、良好な道路景観や道路環境を創出することなどをあげている。

現在、我が国の道路舗装の殆どをアスファルト系の舗装が占めているが、過去においてはセメント系の舗

装が主であった時代もあった。これらは、道路舗装が供される用途(道路の対象とするものが馬車なのか、自動車か、あるいは人か)や、道路が建設される時代の背景によって変遷していった。(図-2.1.1)

ここでは、アスファルト舗装の発展の歴史とその背景、およびアスファルト舗装の構造設計の基本的な考え方について簡単に述べることにする。

2. アスファルト舗装の歴史

2.1 アスファルト舗装の始まり

道路が人工的に造られるようになったのは、車両の出現によってであり、BC3000年頃のカルディア帝国(新バビロニア)の古代都市で四輪の荷車とともに改良された道路の存在があったことが明らかにされている⁴⁾。その後、BC400年からAD200年頃にかけて繁栄したローマ帝国は領国支配の手段として「すべての道はローマに通ず」といわれるほどの丸石や碎石を用いた舗装やそれを石灰モルタルを用いて固めた舗石舗装による壮大な道路網を建設した。その後、中世における長い低迷期を経て本格的な道路技術の花が開くようになったのは、18世紀から19世紀にかけてであった。すなわち、フランスでは18世紀後半にP. Tresagutが蒲鉾型の横断勾配をつけた路床の上に砂利層による舗装を構築するトレサゲ工法を発明し、イギリスでは19世紀になってテルフォード工法やマカダム工法が考案され、盛んに施工されるようになった。(図-2.1.2)

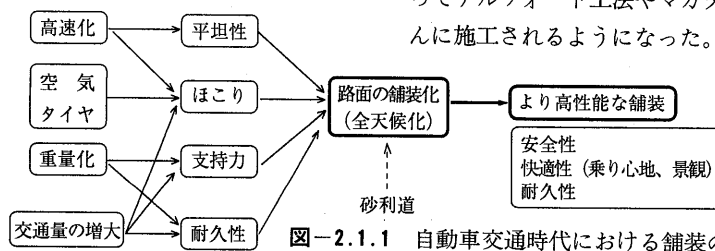


図-2.1.1 自動車交通時代における舗装の進展

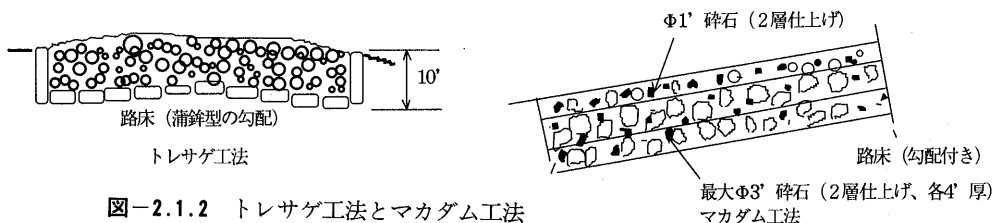


図-2.1.2 トレサゲ工法とマカダム工法

盤」,「ロックアスファルト工法」,「セメントコンクリート舗装」などが刊行された。これらは主に米国技術の紹介が主であったが,その後の「アスファルト舗装要綱」や各種指針類の刊行のもととなり,我が国の舗装技術発展の礎ともなったものである。

その後,揮発油税の道路整備特定財源化や有料道路が制度化されるとともに,昭和29年より道路整備計画が始まると我が国の道路整備は急速に進展していった。その中で,アスファルト舗装は自動車交通の急速な進展によりアスファルトの供給に余裕が出るに連れ,コンクリート舗装を凌駕するようになった。

我が国の道路舗装でアスファルト舗装の割合が100%近くまでなった理由として,舗装の量的拡大が急務であった時代の道路管理者側の認識では,①アスファルト舗装の方がコンクリート舗装よりイニシャルコストが1~2割ほど低く,それだけ延長を伸ばすことが出来たこと,②コンクリート舗装は人力作業では手間がかかり,一方,機械化施工では大型すぎて中小規模の舗装にとって施工しづらい,③現道の拡幅や修繕ではアスファルト舗装の場合,コンクリート舗装と違って,養生の必要がないので施工期間も短く沿道交通への影響が相対的に小さいことなどがあげられよう。また,そのほかの理由として,④アスファルト舗装は目地がないので平坦性に優れ走行性もよく,管理しやすいこと,⑤工種が多様で種々の用途に対応が可能なこと,⑥維持修繕の際も種々の工法があるので,状況に応じて段階的な対応が可能であることも大きな理由となっているよう。

3. 構造設計

3.1 構造設計の考え方

3.1.1 構造設計の原理

舗装の構造設計において考慮すべき条件として,材料入手の容易さなど材料選択に関する条件は別にすると,交通条件と環境条件とがある。アスファルト舗装の破損には,舗装の支持力の低下もしくは不足に起因する構造的破損と,舗装の支持力不足に起因せず,表層・基層のアスファルト混合物層のみに生じ,路面性状が低下する機能的破損とがある。構造的破損が路床・路盤にまで及び円滑な交通の用に供せなくなった状態が舗装の破壊である。この供用開始から破壊に至ると予想される時点までの期間が設計期間である。

舗装の役割は,気象作用などの季節変動をも考慮した上で,設計期間内は交通荷重を舗装自体が破壊する

ことなく,路床に損傷を与えない程度に分散・軽減させて路床に伝達することにある(図-2.1.4)。すなわち,舗装の構造は交通荷重の大きさ,作用回数と路床の支持力に応じて,気象作用の影響をも加味して設計される。

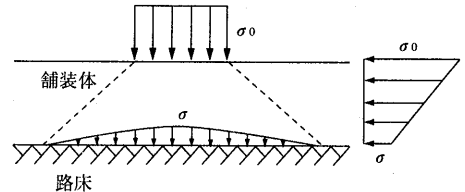


図-2.1.4 舗装の効果

アスファルト舗装の構造設計で考慮すべき主要因として次のものがある。

- ① 供用期間中の路床の支持力をどのようにして判定するか。
- ② トラック,乗用車など種々の交通荷重を如何に定量化するか。
- ③ 舗装を構成する各層の厚さ及び品質をいかに規定するか。

我が国の舗装設計のよりどころとなっているアスファルト舗装要綱ではこの問題について,AASHO道路試験の成果を取り入れたTa法による設計方法を昭和42年に採用することより一応は回答を示している。しかし,Ta法による設計法は経験的な要素を多分に取り入れた設計手法であり,新しい材料や新しい工法について,取り入れることは出来るものの,導入に時間がかかることも事実である。このため,アスファルト舗装要綱ではTa法とともに,多様な設計を可能とする,多層弾性理論に基づく設計法についても,その道筋を示している。

なお,AASHO道路試験以前のアスファルト舗装の設計法として,古くから種々のものが提案されてきたが,それを大別すると以下ようになる。

- ① 特定の試験法を基礎においた純経験的な設計手法
- ② 土の分類に基礎をおいた純経験的な設計手法
- ③ 層構造の解析に基づく理論的解析手法
- ④ 舗装供用性の総合的評価に基づく設計方法
- ⑤ 上記の方法の組み合わせによる方法

これらの中で,AASHO道路試験の成果が発表されるまでの時期における実用的な設計法として用いられたものは,1928年米国カリフォルニア道路局で開発されたCBR試験法を用い,米国陸軍工兵隊により飛行場の

舗装設計のために開発されたCBR設計曲線で、①の範疇に入る。このCBR設計曲線は、我が国の道路舗装にも大きな影響を与えている。すなわち、昭和63年に舗装要綱が改訂されるまでは、舗装厚の設計にTaの他に、CBR設計曲線に基づいた舗装合計厚Hも設計要件としていた。しかし、我が国の通常用いられる道路舗装では、舗装を構成する各層の最小厚の規定を遵守すれば、Hの要件は一般に満たされることから、現在の舗装要綱ではTaのみが規定されている。表-2.1.1にアスファルト舗装要綱における構造設計の規定の変遷を示す。

3.1.2 多層弾性理論を利用した構造設計

多層弾性理論を用いた設計方法には、仮定した舗装断面において荷重による応力やひずみを計算し、①その結果と破壊基準との関係から舗装断面を決定する方法と、②実績のある舗装断面の応力、ひずみ、変位との相対比較によって仮定断面の妥当性を検証する方法

とがある。アスファルト舗装要綱では①による方法の例を紹介している⁹⁾。(図-2.1.5)

舗装の各断面の応力、ひずみ、変位等の計算は、以前では大型計算機によらねばならなかったが、最近ではパソコンを使って容易に計算が可能となっている。それらに用いられる多層弾性解析プログラムとして、シェル石油の研究所で開発したBISAR(Bitumen Stress Analysis in Roads)や同じ石油精製会社のシェブロン社のCHEVRON(Chevron N-layer Program)などが有名である。日本では姫野教授が開発したELSA(Elastic Layer System Analysis)も最近よく使われている。

舗装体内に生ずるひずみと破壊回数(Nf)の関係を示す破壊基準式はシェルの研究所など多くの研究機関から提案されているが、要綱では米国のアスファルト協会(AI)の破壊基準式を例示している。ただ、これ

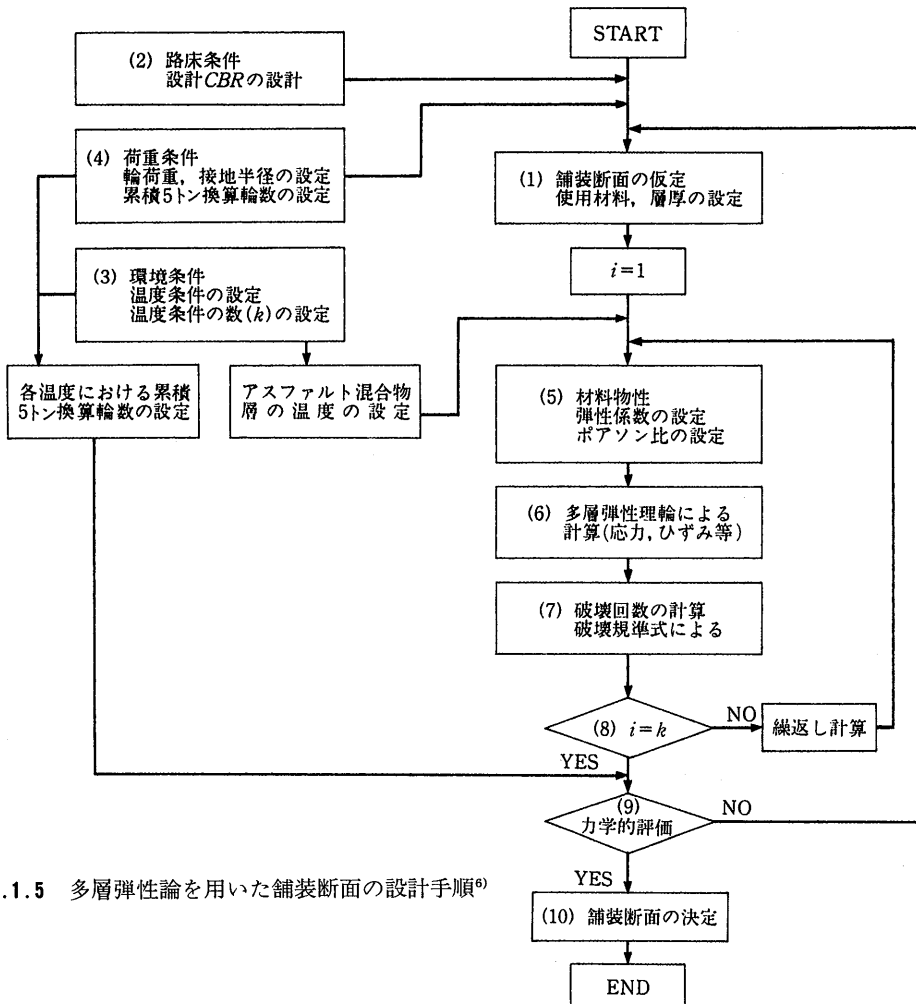


図-2.1.5 多層弾性論を用いた舗装断面の設計手順⁹⁾

表-2.1.1 アスファルト舗装要綱の変遷 (構造設計) - (その1)

舗装厚設計の基本的な考え方		
交通量区分	設計式又は図表	設計 C B R
昭和36年 単位区間自動車交通量 (往復 台/日) A: 2,000 未満 B: 2,000 ~ 7,500 C: 7,500 以上		① 現場CBRによる場合 設計CBR = 現場CBR × $\frac{\text{CBR (乱さない試料, 4日水浸)}}{\text{CBR (乱さない試料, 自然含水比)}}$ ② 乱した試料による場合
昭和42年 区分 大型車交通量 (台/日・1方向) A 250 未満 (P=3) B 250 ~ 1,000 (P=5) C 1,000 ~ 3,000 (P=8) D 3,000 ~ (P=12)	$H = \frac{58.5 N^{0.4}}{\text{CBR}^{0.3}}$ $T_A = \frac{12.5 P^{0.64}}{\text{CBR}^{0.3}}$ $T_A = \sum a_i T_i$ a _i : 等値換算係数 P: 設計輪荷重 (トン)	① CBR試験 乱した試料, 自然含水比, 3層 67 回突固め, 4日水浸 ② 平均 CBR = $\left(\frac{\sum h_i \times \text{CBR}_i^{1/3}}{100} \right)^3$ ③ 設計 CBR = 各地点の CBR の平均 $- \left(\frac{\text{CBR}_{\max} - \text{CBR}_{\min}}{d_2} \right)$
昭和50年	42年と同じ	42年と同じ
昭和53年 区分 大型車交通量 (台/日・1方向) L 100 未満 (N=3×10 ⁴) A 100 ~ 250 (N=1.5×10 ⁵) B 250 ~ 1,000 (N=1.0×10 ⁶) C 1,000 ~ 3,000 (N=7×10 ⁶) D 3,000 以上 (N=3.5×10 ⁷)	$H = \frac{28.0 N^{0.1}}{\text{CBR}^{0.6}}$ $T_A = \frac{3.84 N^{0.16}}{\text{CBR}^{0.3}}$ $T_A = \sum a_i T_i$ N: 設計に用いる 5 t 換算累積輪数	①~③ は42年と原則的に同じ ④ 路床改良した場合の平均 CBR 置換え: 計算上の置換え層厚は施工厚より 20cm 減じ, 20cm は在来 CBR と同一値 安定処理: ・計算上の置換え層厚は施工厚 - 20 cm (安定処理土の CBR ≦ 20) ・20cm 相当層の CBR は処理土と在来土の CBR の平均とする。

表-2.1.1 アスファルト舗装要綱の変遷（構造設計）－（その2）

舗 装 厚 設 計 の 基 本 的 な 考 え 方			
	交通量区分	設 計 式 また は 図 表	設 計 C B R
昭和 63 年	昭和53年と同じ	昭和53年と同じ	①CBR試験 昭和53年と同じ ②地点のCBR = $\left(\frac{\sum h_i \times CBR_i^{1/3}}{100} \right)^3$ ③区間のCBR = 各地点のCBRの平均値－標準偏差 ④設計CBR：区間のCBR値の直近下位で2,3,4,6,8,12,20に該当する値
平成 4 年	①区分は53年と同じ ②輪 荷 重（累積5 t 輪数）による方法も併記 ③多車線道路での低減率を80から70%に変更	① $T a = \frac{3.84 N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$ ②従来の合計厚Hの規定は削除 ③新工法，新材料の等値換算係数を求める方法の記述 ④Taによらない方法（多層弾性設計計算など）を記述	①～④は63年と同じ ⑤路床構築の概念の導入（経済性があれば，設計CBR3超でも路床改良を行うこととした） ⑥凍結指数の算定に設計期間に併せたn年確率の概念を導入した。

らについては，温度などの環境条件の差異や材料の物性値の取り方によってその適用性が左右されることも多く，今後の研究の余地も多いことは事実である。

3.1.3 舗装管理システム（PMS）

道路の整備が着実に進み管理する舗装の延長が膨大になるとともに，世界でも例がないほど急速に人口の高齢化が進行し将来の財政事情の悪化が懸念される我が国の現状を考慮すると，舗装の維持管理を合理的に進めることが極めて重要になっている。そのための手段として舗装管理（運営）システム：PMS（Pavement Management System）がある。PMSの利用のされ方としては，地域もしくは国レベルでの予算の効率の執行や計画立案のためのネットワークレベルでの利用と，個々の事業において事業実施時期の判断や工法採択を合理的に行うためのプロジェクトレベルでの利用とがある。

現行のアスファルト舗装要綱では，舗装の構造設計において経済性の検討を織り込むことによりプロジェクトレベルでのPMSの概念を導入している⁶⁾。要綱では，主として舗装新設時における検討を想定しているので，舗装新設から修繕を（数度の）繰り返しを想定した長期にわたる舗装のライフサイクルにおける本来の意味でのPMS（舗装運営システム）といえるが，修繕時期以降の舗装のライフサイクルを考えて合理的な修繕計画を行うとする相対的に狭い範囲のPMSもある。

これを区別して，舗装維持管理システム：PMMS（Pavement Maintenance Management System）ということもある。

舗装の経済性の検討を行うには，舗装のライフサイクルを考え，その検討期間中におけるコスト全体（ライフサイクルコスト）を判断指標とすることが合理的である。すなわち，舗装のライフサイクルコストとは，舗装の新設時の工事費用と，供用後のライフサイクルを経過する際に要する費用とを併せたものである。ライフサイクルコストには，道路管理者が直接支出する費用だけでなく，車両の走行費用や渋滞による時間損失など道路利用者が直接，間接に支出する費用（あるいは便益）をも含めて考慮すべきであるが，利用者費用，特に間接的に支出する費用の算定には不確定要素も多くまだ確立された手法はないといえる。（図-2.1.6）

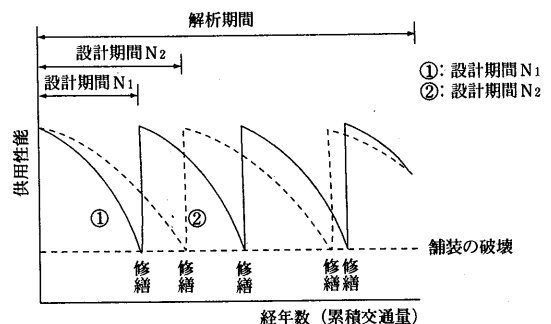


図-2.1.6 舗装のライフサイクルの概念⁶⁾

3.2 舗装の構造設計のための条件

構造設計の基本は先にも述べたように、交通荷重によって路床に過大な変形を与えず、かつアスファルト舗装を構成する各層にも過大な応力やひずみを生じないようにバランスのとれた舗装構造とし、設計期間中において、良好な供用性(路面の良好なサービス水準)を確保することにある。

従って、舗装の構造設計の際に問題となる条件は、①交通荷重条件、②路床条件、③材料条件、④構造条件である。また、舗装は厳しい自然条件下に置かれることから、気象や地形その他の⑤環境条件も重要なファクターである。

3.2.1 交通荷重条件

交通荷重条件としては、交通量と、交通荷重の大きさ、及び設計期間が問題となる。設計のための交通荷重を決定する方法として、アスファルト舗装要綱では、①大型車交通量による方法と、②走行車両の輪荷重による方法とを定めている。②の方法は、輪荷重の範囲ごとの走行車両台数から、設計期間中の基準輪荷重(通常5tf)に換算した累積通過輪数を算出するものである。一般には簡便な①の方法を採ることが多い。この方法は既存の調査から得られている大型車台数と5t換算輪数との関係を利用して大型車の1日1方向あたりの交通量で定めた区分に対応する累積5t換算輪数を用いる方法である。

しかしながら、①の方法は設計期間を10年として定めたものであり、設計期間がそれと異なったり、期間中の交通の形態が途中で著しく変化すると想定される場合は、②の方法によることが望ましい。

3.2.2 路床条件

路床土の強度あるいは変形特性は、気象変化に対応して年間を通じて常に変動している。また、線的に長い路床は、場所によって支持力のばらつきがある。路床土の強さを求めるには、CBR、平板載荷、三軸やスタビロメータなどの試験によって評価し、それぞれ経験的な手法あるいは理論を併用した半経験的な手法によって構造設計を行っている。要綱では、表-2.1.1に示すように設計CBRを用いており、地点による路床強度の変動に対しては、平均値から1 σ 小さい値を設計値とすることで対応している。

なお、従来の舗装設計では路床は与件として対応してきたが、現在は、変更しうるものとして扱っている。すなわち、置き換えや安定処理を施すことにより現状の路床を改良することで舗装構築の経済性が高まるの

であれば、積極的にこれを行うべしという考え方を採用している。

3.2.3 材料条件

舗装を構成する各層の材料、特に路盤材料並びに表・基層用材料の強度あるいは品質は重要である。舗装材料は経済的で耐久性のあるものが要求されることから、地方産材料の活用と耐久性向上の観点から、安価な材料を安定処理して用いることが多い。舗装設計のための材料評価の手段として修正CBR、平板載荷、マーシャル安定度、WT試験による動的安定度などが指標として使われている。

なお、近年、他産業における副産物の舗装材料としての利用が注目されているが、その場合、舗装材料としての具備すべき特性値の保持は当然のことであるが、将来の舗装発生材としての再利用の可否や周辺環境への無害性についても十分検討しておく必要がある。

3.2.4 環境条件

環境条件としては、自然条件、特に気象変化に伴う舗装材料と路床土の変動が問題となる。例えば、アスファルト混合物の力学特性は温度と荷重の載荷時間により大きく異なる挙動を示す。冬に硬くなり、夏に軟化し、短い載荷時間では弾性的挙動を示し、長時間の載荷にあつては粘性的に挙動する。路床土は乾季のサクション増大に対応して支持力を増加させ、雨季にあつては逆に支持力を低下させる。さらに冬季の凍結と春先の融解は路床の支持力を著しく変化させる。このため、舗装設計に当たっては、これらの変動に十分な考慮を払う必要がある。現在、路床に対しては最悪条件である水に飽和した場合で、寒冷地の凍上に対しては凍結深さまで凍上しにくい材料で置き換えて舗装を構築している。

— 参考文献 —

- 1) 日本道路協会編：道路用語辞典，丸善，昭和52年
- 2) 江守：「舗装の意味に就いて」，道路改良，第13巻5号，昭和6年3月
- 3) アスファルト舗装要綱，日本道路協会，平成4年
- 4) 日本道路史，日本道路協会，昭和52年
- 5) アスファルトの歴史，アスファルトNo.154，昭和62年12月
- 6) アスファルト舗装要綱，日本道路協会，平成4年

第2章 道路の種類と舗装構造

1. はじめに

本章は、道路および舗装の種類について概観するものである。

「獣路（けものみち）」「鹿路（ししみち）」など自然発生の道に対して「治道（はりみち）」と呼ばれる人工の道が歴史書にあらわれたのは西暦紀元前549年綏靖（スキセイ）天皇の時代に「山陽道を拓く」と記されたのが最初といわれる。

「道路」「道」「路」など利用のされ方や利用する主体の相違によって呼称も様々であるが、現在社会通念上、我々が一般に利用する道路は次のような種類に分類される。

- ① 道路法による道路
- ② 道路運送法による自動車道
- ③ いわゆる「農道」
- ④ いわゆる「林道」
- ⑤ 漁港法による道路
- ⑥ 港湾法による道路
- ⑦ 鉱業法による道路
- ⑧ 自然公園法による道路
- ⑨ 都市公園法による道路
- ⑩ いわゆる「里道」（赤道）
- ⑪ 私道

ここでは、道路の種別の意義と道路舗装の種類について概観する。

2. 道路の種類とその意義

2.1 道路法による道路

道路法では、道路を一般交通の用に供する道で、トンネル、橋、渡船施設、道路用エレベーター等道路と一体となってその効用を全うする施設又は工作物及び道路の付属物で当該道路に付属して設けられているものを含むものと定義している。

また、道路法では道路をその利用形態や存在している地域によって次のように分類する。

①高速自動車国道

自動車の高速交通の用に供する道路で主に道路公団が構築管理する。

②一般国道

高速自動車国道とあわせて全国的な幹線道路網を構成し、且つ、次の要件をそなえ、政令で指定した

道路。

- i 国土を縦断、横断あるいは循環して都道府県庁所在地、その他政治上、経済上又は文化上特に重要な都市を連絡する道路。
- ii 重要都市または人口10万人以上の市と高速自動車国道又はiに規定する国道とを連絡する道路。
- iii 二つ以上の市を連絡して高速自動車国道又はiに規定する国道に達する道路。
- iv 港湾法に規定する特定重要港湾又は国際観光上重要な地と高速自動車国道又はiに規定する国道と連絡する道路。
- v 国土の総合的な開発又は利用上特別の施設または整備を必要とする都市と高速自動車国道又はiに規定する国道と連絡する道路。

③都道府県道

地方的な幹線道路網を構成し、且つ、次の要件に該当する道路で、都道府県知事が当該都道府県の区域内に存する部分につき、その路線を認定した道路。

- i 市又は人口5千人以上の町（主要地）とこれらと密接な関係にある主要地、重要港湾若しくは地方港湾、第2種漁港若しくは第3種漁港若しくは飛行場、鉄道若しくは軌道の主要な停車場若しくは停留場又は主要な観光地と連絡する道路。
- ii 主要港とこれと密接な関係にある主要停車場又は主要な観光地と連絡する道路。
- iii 主要停車場とこれと密接な関係がある主要な観光地とを連絡する道路。
- iv 二つ以上の市町村を経由する幹線で、これらの市町村とその沿線地方に密接な関係のある主要地、主要港、主要停車場と連絡する道路。
- v 主要地、主要港、主要停車場または主要な観光地とこれらと密接な関係にある高速自動車道、国道またはiに規定する都道府県道と連絡する道路。二つ以上の市町村を経由する幹線で、これらの市町村とその沿線地方に密接な関係がある主要地、主要港又は主要停車場とを連絡する道路。
- vi 以上のほか、地方開発のために特に必要な道路。

④市町村道

市町村の区域内に存する道路で、市町村長がその路線を認定した道路。

以上が道路法第3条「道路の種類」としてあげられ

ている道路の種類であるが、さらに道路法では「主要地方道」「特例都道」についても特例として次のように記述している。

⑤主要地方道

都道府県道、または市町村道において特に資源の開発、産業の振興、観光その他の国策上整備が必要な道路を建設大臣が指定してその新設や改築に対して補助する事ができる道路（道路法56条）。すなわち、国道以外の道路であるが、道路網構成上重要である道路に対して国としても資金を補助することによって積極的に整備を図ろうと指定した道路である。

⑥特例都道

都の特別区内の道路において都知事が議会の議決を経て認定した道路（道路法89条）。なお、路線の認定とは路線の指定と同様に、当該道路を道路法の道路であることと、その道路管理者を決定する行為である。

道路法で定める道路の実延長は現在120万kmであるがその内訳をみる（図-2.2.1）と市町村道が約84%（1995年4月1日現在、市は663、町村は2,571である）と圧倒的に多く、続いて都道府県が11%（都道府県は47）とその大半を占めている。

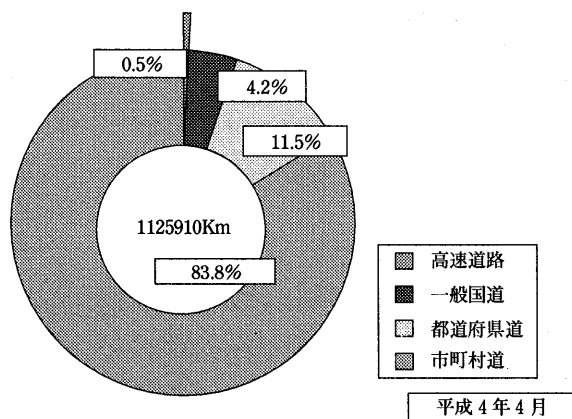


図-2.2.1 道路種別実延長

2.2 道路運送法による道路

専ら自動車の交通の用に供することを目的として設けられた道路で道路法による道路以外の道路を対象とする。又、自動車運送事業者がその事業用の自動車専用の用に供するために設けた道路をいう。

2.3 農道

主として農業上の利用に供する道路で農業用道路の略称である。農村地域における農業生産基盤および社

会生活基盤としての役割を担っている道路である。

農道のうち、舗装事業が関連するものとして「農免農道」がある。農免農道とは、農林事業者の納める揮発油税を財源として、農業生産の近代化、農業生産物の流通の合理化、農村環境改善を目的として築造された道路である。正式名称は「農林漁業用揮発油税財源身替農道整備事業」である。

2.4 林道

木材を主とする林産物を搬出したり、林業経営に必要な資材運搬するため森林内に開設された道路の総称である。林道には、地域経済成長の目的も兼ねてトラックなど大型車両の通行に耐える幹線林道から、林内の林産物を幹線に運び出すための副林道（支線・分線）がある。また、財源別に、農免林道、峰越し林道、補助林道（国や都道府県の補助金で造る林道）、融資林道（農林漁業金融公庫の長期低利融資で造る林道）、自力林道（自己資金で造る林道）などがある。

2.5 里道（アカミチ、赤線）

里道とは、道路法による道路に認定されていない、いわゆる認定外道路のうち、公図上赤線で表示されているものを指す。

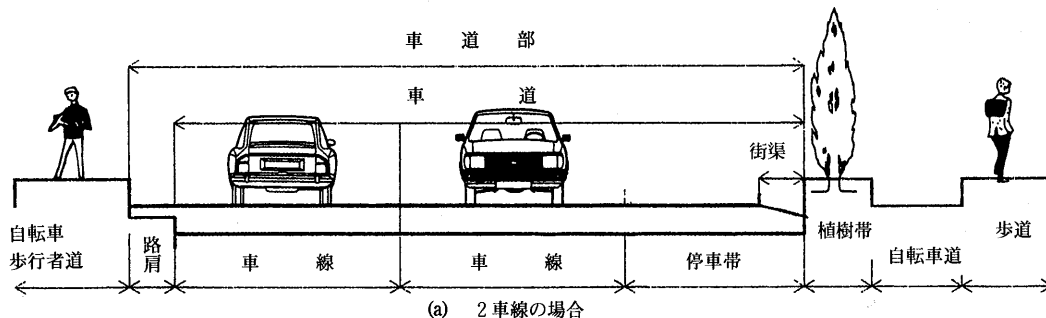
2.6 その他の道路

- ①私道：公共用物でありながら、国または公共団体が管理主体となっておらず、その敷地所有権が私人に属する認定外路線である。
- ②二線引畦畔：構図上、主として耕地の間に二本の長狭線で表示されている、いわゆる二線引畦畔のうち、公共用物たる性質を有する農道、堤塘、畦畔などをさす。
- ③脱落地たる道路：認定外道路のうち、里道、私道、二線引畦畔に該当せず公図上の表示もない道路であるが、そうかといって明治初年以來民有に帰属したとの確証のない脇道、間道、路地、農道、畔道、峠道などのうち公共用物たる性質を有するものは全てこれにあたる。
- ④構内道路：国有地・公有地内の道路法の適用のない道路であり、多くの場合、敷地内の通行を国や公共団体が恩恵的に黙認しているにすぎない。

道路の種類について述べてきたが道路法に定められた道路の断面の構成要素を示すと図-2.2.2のとおりである。これら構成要素の役割や機能については道路構造令に記されているので参照されたい。

(第3種) 地方部の一般道路

(第4種) 都市部の一般道路



(第1種) 高速自動車国道及び自動車専用道路(地方部)

(第2種) 高速自動車国道及び自動車専用道路(都市部)

(第4種) 都市部の一般道路

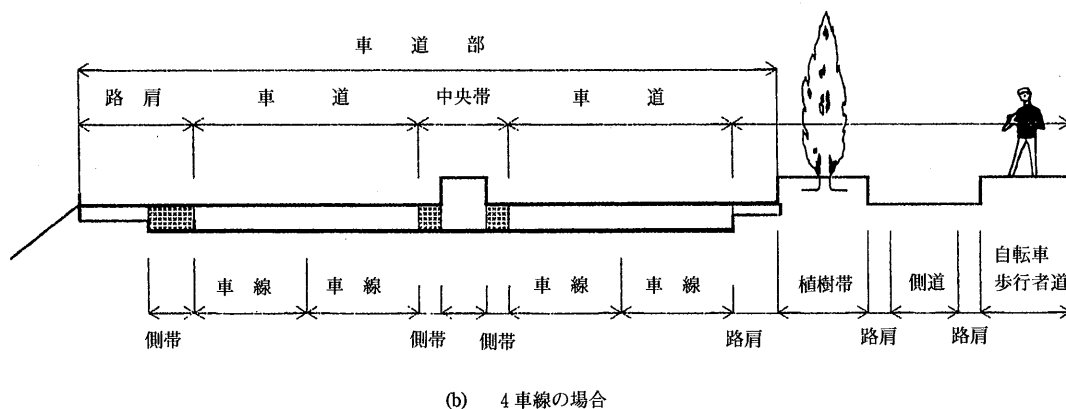


図-2.2.2 道路の横断面の構成要素

3. 舗装の種類

舗装は、地山の上に粗朶や砂利を敷きならしたのから高級舗装と呼ばれる舗装まであり、機能別、材料別、工法別など様々な分類方法があるが、それらの種類を明確に分類することは困難である。

舗装の種類を分類する方法として、高級舗装と簡易舗装等の分類のほかに、表層材料、配合・工法、機能あるいは用途・箇所による分類(表-2.2.1)がある。

ここでは、高級舗装の代表的な構造とその他特殊な機能を持った舗装構造を紹介する。

3.1 舗装構造の決定

道路法においてはその29条で、道路の構造として、地形、地質、気象その他の状況及び当該道路の交通状況を考慮して、通常の衝撃に対して安全であることと、安全かつ円滑な交通を確保することができるものとしている。

さらに、道路の構造の技術基準は政令で定めることとしている(道路法30条)。

3.2 道路構造令における舗装に関する規定

道路構造令において舗装に関しては第23条に次のような記述があるのであるのみである。

「第23条：車道、中央帯(分離帯を除く)、車道に接続する路肩、自転車道等及び歩道は、舗装するものとする。ただし、交通量が極めて少ない等特別の理由がある場合においては、この限りではない。

車道及び側帯の舗装は、自動車の交通量が少ない場合その他の特別の理由がある場合を除き、セメント・コンクリート舗装又はアスファルト・コンクリート舗装とし、計画交通量、自動車の重量、路床の状態、気象状況等を勘案して、自動車の安全かつ円滑な交通を確保することができる構造とするものとする。

セメント・コンクリート舗装又はアスファルト・コンクリート舗装の設計に用いる自動車の輪荷重は5トンを基準とするものとする。」

さらに、道路構造令の解説によると、舗装の構造設計などに関しては、「アスファルト舗装要綱」「セメン

表-2.2.1 舗装の種類

表層材種類の分類	配合・工法の分類	機能による分類	用途・箇所の分類
アスファルト舗装	改質アスファルト舗装 グースアスファルト舗装 ロールドアスファルト舗装 フォームドアスファルト舗装 マスティックアスファルト舗装 再生アスファルト混合物舗装 路上再生舗装工法 フルデプス舗装工法 サンドイッチ舗装工法 大粒径混合物舗装	耐流動性舗装 耐摩耗性舗装 半たわみ性舗装 排水性舗装 低騒音舗装 明色舗装 カラー舗装 着色舗装 すべり止め舗装 凍結抑制舗装 応力緩和舗装 透水性舗装 弾力性舗装 視覚障害者誘導舗装 景観性舗装	車道舗装 橋面舗装 トンネル内舗装 岩盤上の舗装 空港舗装 滑走路舗装 エプロン舗装 歩行者系道路舗装 歩道舗装 自転車道舗装 切下げ部舗装 園路舗装 スポーツ施設舗装 テニスコート舗装 陸上競技場舗装 バンク舗装 水利施設舗装 斜面舗装 ライニング舗装 構内舗装 駐車場舗装 ヤード内舗装 鉄道道床 廃棄物最終処分場
	コンボジット舗装		
セメントコンクリート舗装	無筋コンクリート舗装 鉄網コンクリート舗装 連続鉄筋コンクリート舗装 プレキャストコンクリート舗装 プレストレスコンクリート舗装 転圧コンクリート舗装		
樹脂・その他の舗装	ニート舗装工法 樹脂系混合物舗装 ブロック系舗装 二総構造系舗装		

トコンクリート舗装要綱」および「簡易舗装要綱」の規定によることとされている。

道路構造令では、舗装の解説として「舗装とは、人や車両の円滑でかつ安全な交通を図るとともに、沿道環境の保全に資するため、道路面をれんが、石片、アスファルト、セメントなどで固めたものをいう。一般には、アスファルト舗装またはセメントコンクリート舗装が用いられる。」と記述している。また、構造設計の荷重を5トンと規定し、実際に走行している様々の交通荷重を5トン輪荷重の交通量に換算して設計を行うこととしている。

3.3 アスファルト舗装要綱に規定されている舗装

(1) 標準的な舗装構造

アスファルト舗装に示されている舗装構造は、表層、基層および路盤から構成されており各層の厚さや使用材料は次のような規定に基づいて作られている（図-2.2.3）

- ①表層と基層の最小厚さは表-2.2.2に示すとおり、設計交通量ごとにL、A交通で5cm、D交通では20cmと規定されている。
- ②路盤各層の最小厚さは施工性などを考慮して表-2.2.3のとおりに規定されている。

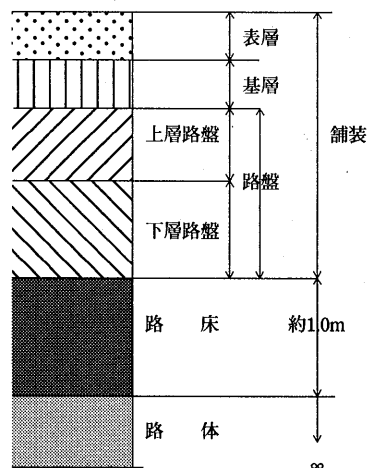


図-2.2.3 アスファルト舗装の標準的な断面

表-2.2.2 表層と基層の最小厚さ

設計交通量	表層と基層を加えた厚さ (cm)
L, A交通	5
B	10 (5)
C	15 (10)
D	20 (15)

注] 上層路盤に瀝青安定処理工法を用いる場合は、() 内の厚さまで低減できる。

表-2.2.3 路盤各層の最小厚さ

工法・材料	1層の最小厚さ
瀝青安定処理	最大粒径の2倍かつ5cm
その他の路盤材	最大粒径の3倍かつ10cm

③通常各層に使用されている材料は表-2.2.4に示すとおりである。

表-2.2.4 アスファルト舗装各層の工法・材料

層名	材 料 ・ 工 法
表層・基層	加熱アスファルト混合物
上層路盤	瀝青安定処理, セメント・瀝青安定処理, セメント安定処理, 石灰安定処理, 粒度調整碎石・粒度調整鉄鋼スラグ, 水硬性粒度調整鉄鋼スラグ
下層路盤	クラッシャーラン, 鉄鋼スラグ, セメント安定処理, 石灰安定処理

(2) 特殊な機能や構造をもつ舗装

表層・基層に相当する部分に特殊な機能をもつ舗装には、半たわみ性舗装、フルデプスアスファルト舗装、ロールドアスファルト舗装、排水性舗装、低騒音舗装、明色舗装、すべり止め舗装などがある。

①半たわみ性舗装

半たわみ性舗装は、空隙率の大きな開粒度タイプの半たわみ性舗装用混合物に、浸透用セメントミルクを浸透させた舗装である(図-2.2.4)。

交差点部、バスターミナル、料金所付近など車両の停止や低速走行が多くアスファルト混合物では塑性流動によるわだち掘れや油漏れによる破損が懸念される箇所やトンネル内で明色性を必要とする箇所に用いられる。

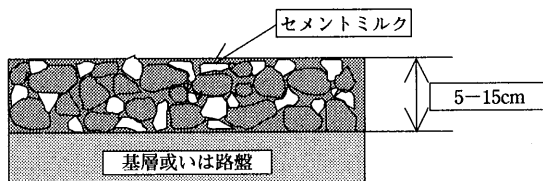


図-2.2.4 半たわみ性舗装

②フルデプスアスファルト舗装工法

フルデプスアスファルト舗装工法は、アスファルト混合物の表層・基層および瀝青安定処理混合

物による路盤から構成される(図-2.2.5)。舗装各層を全て加熱アスファルト混合物を使用することによって舗装厚を薄くするとともに、一層の転圧を10cm以上の厚さで行うシックリフト工法を併用することによって工期の短縮を図ることが可能となる。

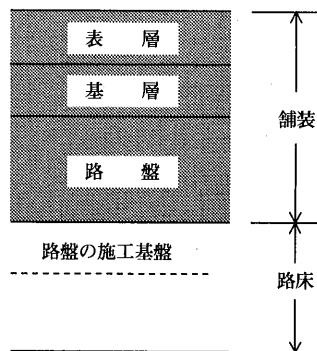


図-2.2.5 フルデプスアスファルト舗装

③排水性舗装

排水性舗装は、雨水を路面より速やかに排水するために、空隙の大きな混合物(排水性舗装用アスファルト混合物)を表層または表層・基層に用い、その下層には不透水層を設け上層よりの浸透水を不透水層上面で排水する構造を有する(図-2.2.6)。

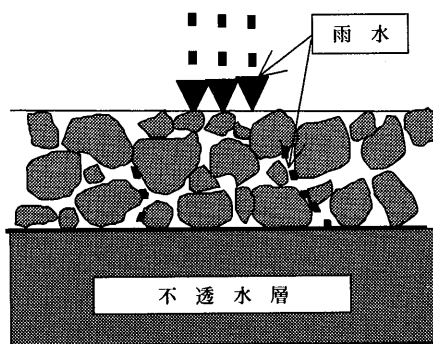


図-2.2.6 排水性舗装

④低騒音舗装

低騒音舗装は、排水性舗装と全く同様な構造であるが、道路交通騒音のうち路面とタイヤとの間に生ずる騒音(タイヤパターンノイズ)を表層あるいは表層・基層の空隙への回折によりエネルギーを消失させ2~3dBの騒音低減を図る構造とする(図-2.2.7)。

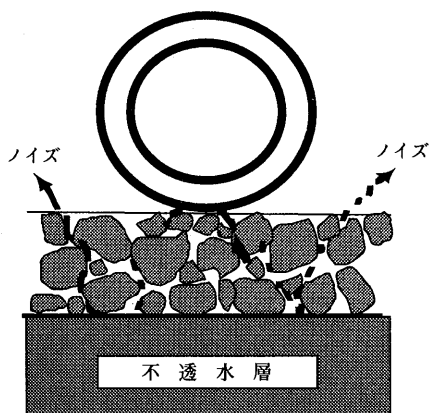


図-2.2.7 低騒音舗装

⑤ ロールドアスファルト舗装

ロールドアスファルト舗装は、アスファルトモルタル（細砂、フィラー、アスファルト）中に、比較的単粒度の粗骨材を一定量配合した不連続粒度のアスファルト混合物（ロールドアスファルト混合物）を用いたものである。すべり抵抗性、耐ひびわれ性、水密性および耐摩耗性に優れており、積雪寒冷地や山岳部の道路に利用されることが多い。最近では、明色骨材やカラー骨材を散布圧入して明色性やカラー化を図る工法の母体アスファルト混合物としても使用例が多い（写真-2.2.1）。

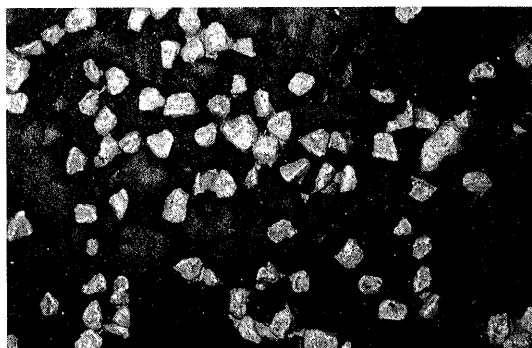


写真-2.2.1 ロールドアスファルト舗装による明色舗装

(3) 特殊な箇所の舗装

特殊な箇所の舗装とは、構造設計に T_A 法を用いることができない箇所において適用する舗装をいう。代表的な事例として橋面舗装、トンネル内舗装および岩盤上の舗装などがある。

① 橋面舗装

橋面舗装の主な役割は、橋梁の構造的な部材とし

てよりも車面の快適かつ安全な走行を向上することである。橋梁の床版はコンクリート床版と鋼床版に大別され、鋼床版はコンクリート床版に比較して大きなたわみが生じる。標準的な橋面舗装の構造は舗装厚を6～8cmとして、下層は床版の不陸やボルトなどの突起物の影響を少なくするためのレベリング層としての役割があり、上層は良好な走行性の確保を目的とする。鋼床版の舗装ではたわみに対する追随性を考慮して可撓性の高いグースアスファルト舗装が用いられることが多い（図-2.2.8）。

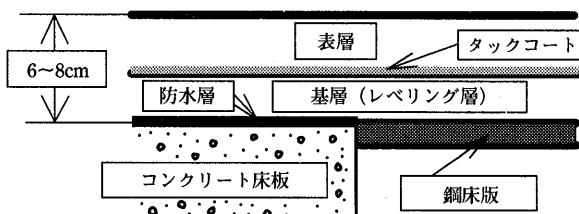


図-2.2.8 橋面舗装

② トンネル内舗装

トンネルやアンダーパスなどは、暗い上に一般に側方の余裕が少ない、案内標識や換気設備など多くの付属設備があり視野が狭くなる傾向がある。また、代替道路が少ない場合が多く補修工事が困難である。このようなことから、一般に道路照明を必要とするような延長の長いトンネルは、照明効果および舗装の耐久性などから、セメントコンクリート舗装または半たわみ性舗装などを選定する場合が多い。アスファルト舗装の場合は、耐流動性や明色性への配慮が必要となる（図-2.2.9(a)）。

都市部におけるアンダーパスではコンクリートのボックスカルバートが多く、温度応力や不等沈下によるひびわれの発生事例があり、このような場合、底面からの被圧湧水による漏水に対処する舗装が検討されている（図-2.2.9(b)）。

3.4 セメントコンクリート舗装

セメントコンクリート舗装とはセメントコンクリート版を表層とする舗装をいう（図-2.2.10）。アスファルト混合物に比較してコンクリート版の剛性が高く輪荷重に対して版の曲げ応力で支持するので剛性舗装とも呼ばれる。セメントコンクリート舗装は、セメントコンクリート版の中に鉄鋼や鉄筋の有無あるいはセメントコンクリート版の築造工法によって分類されている。

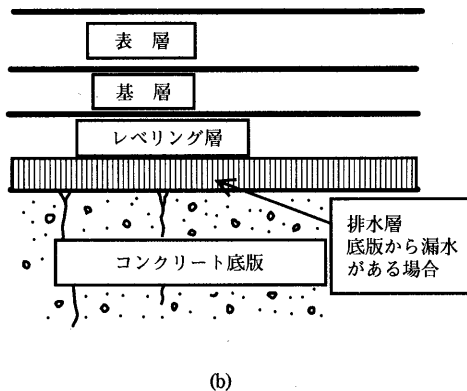
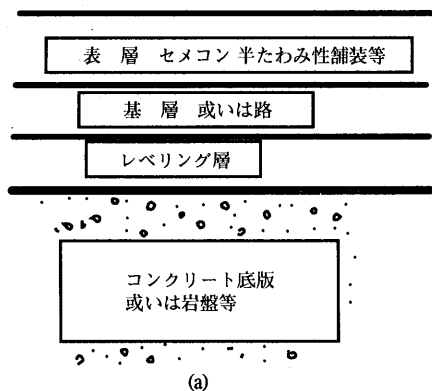


図-2.2.9 トンネル内舗装

舗装の種類	特 徴	断 面 図	平 面 図
鉄網入りセメントコンクリート舗装	・ひびわれ後の版の耐久性を高めるために表面から版厚の1/3の位置に約3kg/m ² 程度鉄網を入れる。		
セメントコンクリート舗装	・鉄網を入れないため現在は交通量区分L, Aに使われている。今後は、施工の簡便性などから使用範囲を広げることを検討中。		
連続鉄筋コンクリート舗装	・ひびわれを分散させひびわれ幅を小さくして走行性を改善している。収縮目地は不要である。		
プレストレスコンクリート舗装	・コンクリート版にプレストレスを導入することによって版厚を増さずに構造的な強化を図った。横目地間隔を広げられる。		
転圧コンクリート舗装	・単位水量を極端に減少させてローラー転圧で仕上げる。		

図-2.2.10 セメントコンクリート舗装の分類

— 参考文献 —

- 1) (道路行政：監修建設省道路局, 全国道路利用者会議) 昭和59年, 1984.
- 2) 農業土木標準用語事典編集委員会：「農業土木標準用語事典」
- 3) 寶金俊明〔実務法律選書〕里道・水路・海浜—法廷外鋼織維供用物の所有と管理—, ぎょうせい)
- 4) (財)日本道路協会：アスファルト舗装要綱, 平成4年, 1992.
- 5) (財)日本道路協会：セメントコンクリート舗装要綱,
- 6) (財)日本道路協会：道路構造令の解説と運用, 昭和58年, 1983.
- 7) (財)日本道路協会：簡易舗装要綱
- 8) (財)日本道路協会：転圧コンクリート舗装技術指針(案), 平成2, 1990.
- 9) (財)日本道路協会：排水性舗装技術指針(案), 平成4, 1992.

第3章 アスファルト混合物の種類と工法

1. はじめに

道路舗装を構造・規格によって大別すると a) 高級舗装, b) 簡易舗装, c) 軽舗装, d) 表面処理に分けられる。

ここで高級舗装は、アスファルト舗装要綱（平成4年改訂版, 日本道路協会), 簡易舗装は簡易舗装要綱(昭和47年改訂, 日本道路協会), 軽舗装は構内舗装設計基準(平成5年版, 営繕協会), 表面処理は歴青路面処理指針（昭和59年版, 日本アスファルト協会）という, それぞれの技術指針に従って設計・施工されるのが一般的である。

それぞれの指針では適用層毎にアスファルト混合物の種類と工法を示しているので, 以下にどのような種類があり, どのような時に使用されているかを中心的に紹介する。

2. 表・基層用アスファルト混合物

2.1 アスコンの種類

アスファルト舗装の表層や基層に適用する一般的なアスファルト混合物（以下アスコン）の種類には表-2.3.1がある。ここで混合物の名称は粗骨材の割合と粒度分布曲線の形状によって区分しており, 開粒度, 密粒度, 細粒度のそれぞれの2.36mm通過量は, 30%以下, 36~50%, 50%以上となっている。

また, 2.36mmふるいと0.6mmふるいの通過重量百分率(%) (以下通過量) の差が10%未満のものをギャップ(Gap) タイプと区別している。尚建設省北陸地方建設局で使用しているギャップはこの範囲を5%程度にしているものがある。さらに積寒地域用の混合物は石粉

を多く使用してフィラー量(%) / アスファルト量(%) (F/A) を高めたアスコンを使用する (75 μ m通過量が8~16%を目安としている) ので, 一般地域用の混合物と区別するためにFillerのFをつけている。

さらに積雪寒冷地域（以下積寒地域）とは冬期間にタイヤチェーンなどによる摩耗が問題になる地域のことをいい, その他の地域を一般地域として, 地域名で区別を行っている。積寒地域では表層の上に耐摩耗性混合物層を設けたり, 表層に耐摩耗性の機能を兼ね備えたアスファルト混合物を選び, 増し厚する2cm程度の層のことを摩耗層という。

一方, 一般地域でもすべり止めを目的としてすべり止め用混合物を表層の上に施工することがある。

これらのアスコンは室内試験によって粗骨材, 細骨材, フィラーおよびストレートアスファルトの配合割合を決め, アスファルトプラントで加熱アスコンとして製造されるのが一般的である。

(1) 粗粒度アスコン (20)

①粗粒度アスコン (20) は密粒度アスコン (20, 13) より細骨材量が少なく, 骨材の最大粒度は20mmで2.36mmふるい通過量は20~30%の範囲にある。

一般的にアスファルト舗装の基層に用いる。ただし建設省中国地方建設局では, アスコンの耐流動性を高めるために改質アスファルトを使用した粗粒度アスコンを表層に用いることもある。

(2) 密粒度アスコン (20, 13)

アスコンの合成粒度における2.36mmふるい通過量が36~50%, アスファルト量は5.0~7.0%の範囲にある。アスコンのトップサイズから75 μ mまで連続したスー

表-2.3.1 アスファルト混合物の種類¹⁾

使用層	一般地域	積雪寒冷地域
基 層	①粗粒度アスファルト混合物 (20)	
表 層	②密粒度アスファルト混合物 (20, 13) ③細粒度アスファルト混合物 (13) ④密粒度ギャップアスファルト混合物 (13)	⑤密粒度アスファルト混合物 (20 F, 13 F) ⑥細粒度ギャップアスファルト混合物 (13 F) ⑦細粒度アスファルト混合物 (13 F) ⑧密粒度ギャップアスファルト混合物 (13 F)
摩耗層	〔すべり止め用〕 ⑨開粒度アスファルト混合物 (13)	〔耐摩耗用〕 ⑥細粒度ギャップアスファルト混合物 (13 F) ⑦細粒度アスファルト混合物 (13 F)

ずな粒度分布を示す。

②密粒度アスコン (20, 13) は耐流動性, すべり抵抗性がバランスしている。最大粒径20mmのものは13mmより耐流動性に優れている。

JHのタイプ (A) は②密粒度アスコン (13) にあたる。

(3) 細粒度アスコン (13)

密粒度アスコンより細骨材量が多く, 2.36mmふるい通過量は一般地域で50~65%, 積寒地域では65~80%, アスファルト量は6~8%の範囲にあるアスコンをいう。以前は修正トベカ, トベカと呼ばれた種類のアスコンである。

③細粒度アスコン (13) は②に比較して耐水性, 耐ひびわれ性に優れている。

JHのタイプ (C) はこれに属するアスコンである。

(4) 密粒度ギャップアスコン (13)

④密粒度ギャップアスコン (13) は合成粒度のうち2.36mmふるい通過量が30~45%, 0.6mmふるい通過量が20~40%としギャップ性をもたせたものをいい, ②に比較してすべり抵抗性に優れている。

JHのタイプ (G) はこれに属するアスコンであるが積寒地域では2.36mmふるい通過量を38%程度とし, 改質アスファルトを併用することになっている。

(5) 密粒度アスコン (20F, 13F)

⑤密粒度アスコン (20F, 13F) は2.36mmふるい通過量が40~60%, アスファルト量が6.0~8.0%の範囲にあるアスコンをいう。②に比較して耐摩耗性に優れており, 最大粒径20mmのものは耐流動性にも優れてい

る。

(6) 細骨度ギャップアスコン (13F)

⑥細粒度ギャップアスコン (13F) は, 2.36mmふるい通過量を45~65%, 0.6mmふるい通過量を40~60%とギャップ性をもたせたアスコンをいう。

②に比較して耐摩耗性, 体水性, 耐ひびわれ性に優れたアスコンである。

(7) 細粒度アスコン (13F)

⑦細粒度アスコン (13F) は2.36mmふるい通過量が65~80%, アスファルト量が7.5~9.5%の範囲にあるアスコンであり, ②に比較して耐摩耗性, 耐水性, 耐ひびわれ性に優れている。

(8) 密粒度ギャップアスコン (13F)

⑧密粒度ギャップアスコン (13F) は2.36mm通過量が30~45%, 0.6mmふるい通過量が25~40%とギャップ性をもたせたアスコンをいう。

②に比較してすべり抵抗性, 耐摩耗性に優れている。北海道開発局では③や⑤ (20F) の使用が多い。

(9) 開粒度アスコン (13)

⑨開粒度アスコン (13) は合成粒度における2.36mmふるい通過量が15~30%, アスファルト量が3.5~5.5%の範囲にあるアスコンをいう。このアスコンによる路面はきめが粗く, ②に比較してすべり抵抗性に優れているが, 耐水性, 耐ひびわれ性に欠ける点がある。

2.2 アスファルト量

これら9種類のアスコンは骨材配合を検討し表-

2.3.2の粒度範囲内から合成粒度を決め, マーシャル安定度試験によって, 表-2.3.3に示すアスコンの品質が

表-2.3.2 アスファルト混合物の種類と粒度範囲¹⁾

混合物の種類	① 粗粒度 アスファルト 混合物 (20)		② 密粒度 アスファルト 混合物 (20) (13)		③ 細粒度 アスファルト 混合物 (13)	④ 密粒度 ギャップ アスファルト 混合物 (13)	⑤ 密粒度 アスファルト 混合物 (20F) (13F)		⑥ 細粒度 ギャップ アスファルト 混合物 (13F)	⑦ 細粒度 アスファルト 混合物 (13F)	⑧ 密粒度 ギャップ アスファルト 混合物 (13F)	⑨ 開粒度 アスファルト 混合物 (13)
			(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	26.5 mm	100	100				100					
	19 mm	95~100	95~100	100	100	100	95~100	100	100	100	100	100
	13.2 mm	70~90	75~90	95~100	95~100	95~100	75~95	95~100	95~100	95~100	95~100	95~100
	4.75mm	35~55	45~65	55~70	65~80	35~55	52~72		60~80	75~90	45~65	23~45
	2.36mm	20~35	35~50		50~65	30~45	40~60		45~65	65~80	30~45	15~30
	600 μm	11~23	18~30		25~40	20~40	25~45		40~60	40~65	25~40	8~20
	300 μm	5~16	10~21		12~27	15~30	16~33		20~45	20~45	20~40	4~15
	150 μm	4~12	6~16		8~20	5~15	8~21		10~25	15~30	10~25	4~10
	75 μm	2~7	4~8		4~10	4~10	6~11		8~13	8~15	8~12	2~7
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

基準値を満足する共通範囲の中央値から最適アスファルト量を決定して使用している。

2.3 粒 度

合成粒度が各混合物の粒度範囲の中央値をねらうのは、アスファルトプラントで混合物を製造する場合に、材料変動等で粒度がバラツクため、管理巾を考慮して中央をねらうためである。尚要綱では2.36mmと75μmの通過量(%)がそれぞれ±4.0%, ±1.5%を越えたとねらった粒度と違う種類のアスコンになると判断している。

2.4 使用箇所

9種類のアスコンの主な使用箇所は表-2.3.4に示すように使い分けしている場合が多い。尚急勾配の目安としては縦断勾配9%程度としている。

2.5 特殊対策

アスコンの種類の選択は道路の気象条件、交通条件

を考慮してマーシャル安定度試験の他、例えば耐流動性、耐摩耗性、耐ひびわれ性、耐はく離性等の特性試験としてそれぞれ、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、走行トラッキング試験、水浸ホイールトラッキング試験等を実施して総合的な判断から、材料、配合、施工等の検討を行っている(図-2.3.1~2.3.2参照)。

2.6 再生アスコン

プラント再生や路上表層再生に使用するアスコンの種類は表-2.3.1の種類のうち①粗粒度アスコン(20)と⑨開粒度アスコン(13)を除いた7種類(②~⑧)を対象に、それぞれの粒度、マーシャル安定度試験の基準値等は表-2.3.2~2.3.3の値を目標としている。

2種類を除いた理由はこれらのアスコンはモルタル分が少ないため、それへの再生が難しいためである。

また再生改質アスコンや改質アスファルトの再生等

表-2.3.3 マーシャル安定度試験に対する基準値¹⁾

混合物の種類		① 粗 粒 度 アスファルト 混 合 物 (20)	② 密 粒 度 アスファルト 混 合 物 (20) (13)	③ 細 粒 度 ギャップ アスファルト 混 合 物 (13)	④ 密 粒 度 ギャップ アスファルト 混 合 物 (13)	⑤ 密 粒 度 アスファルト 混 合 物 (20F)(13F)	⑥ 細 粒 度 ギャップ アスファルト 混 合 物 (13F)	⑦ 細 粒 度 アスファルト 混 合 物 (13F)	⑧ 密 粒 度 ギャップ アスファルト 混 合 物 (13F)	⑨ 開 粒 度 アスファルト 混 合 物 (13)
突固め	C交通以上	75				50				75
回 数	B交通以下	50								60
空 隙 率 (%)		3 ～ 7	3 ～ 6		3 ～ 7	3 ～ 5		3 ～ 5	3 ～ 5	—
飽 和 度 (%)		65～85	70～85		65～85	75～85		75～90	75～85	—
安 定 度 (kgf(kN))		500(4.90) 以 上	500(4.90) 以 上	500 (4.90) 以上				350(3.43) 以 上	500(4.90) 以 上	350(3.43) 以 上
フロー値(1/100cm)		20～40						20～80	20～40	

[注] (1) 積雪寒冷地域の場合や、C交通であっても流動によるわだち掘れのおそれが少ないところでは突固め回数を50回とする。

(2) [] 内はC交通以上で突固め回数を75回とする場合の基準値を示す。

(3) 水の影響を受けやすいと思われる混合物またはそのような箇所に舗設される混合物は、次式で求めた残留安定度が75%以上であることが望ましい。

$$\text{残留安定度}(\%) = (60^\circ\text{C}, 48\text{時間水浸後の安定度}(\text{kgf}) / \text{安定度}(\text{kgf})) \times 100$$

表-2.3.4 表層用混合物の種類と特性および主な使用箇所¹⁾

使用層	アスファルト混合物種類	特 性				主 な 使 用 箇 所		
		耐流動性	耐摩耗性	すべり抵抗性	耐水性・耐ひびわれ	一般地域	積雪寒冷地域	急勾配路
表 層	②密粒度アスファルト混合物 (20, 13)					※		※
	③細粒度アスファルト混合物 (13)	△			○	※		
	④密粒度ギャップアスファルト混合物 (13)			○		※		※
	⑤密粒度アスファルト混合物 (20F, 13F)	△	○				※	
	⑥細粒度ギャップアスファルト混合物 (13F)	△	○		○		※	
	⑦細粒度アスファルト混合物 (13F)	△	○		○		※	
	⑧密粒度ギャップアスファルト混合物 (13F)	△	○	○			※	※

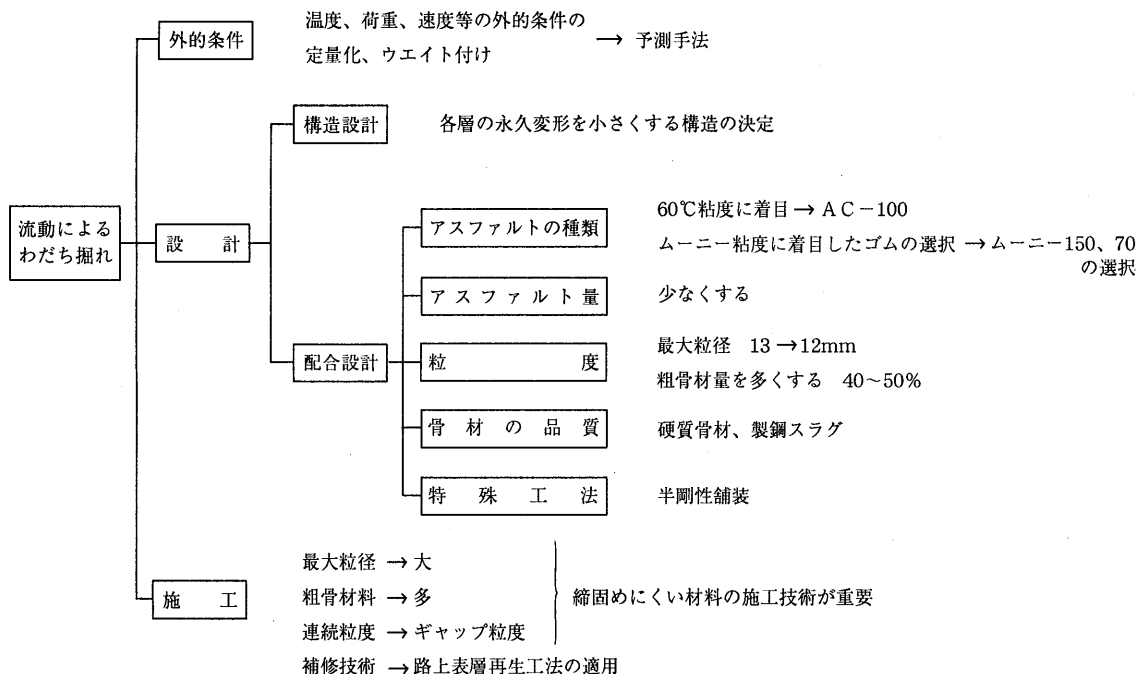


図-2.3.1 わだち掘れ対策²⁾

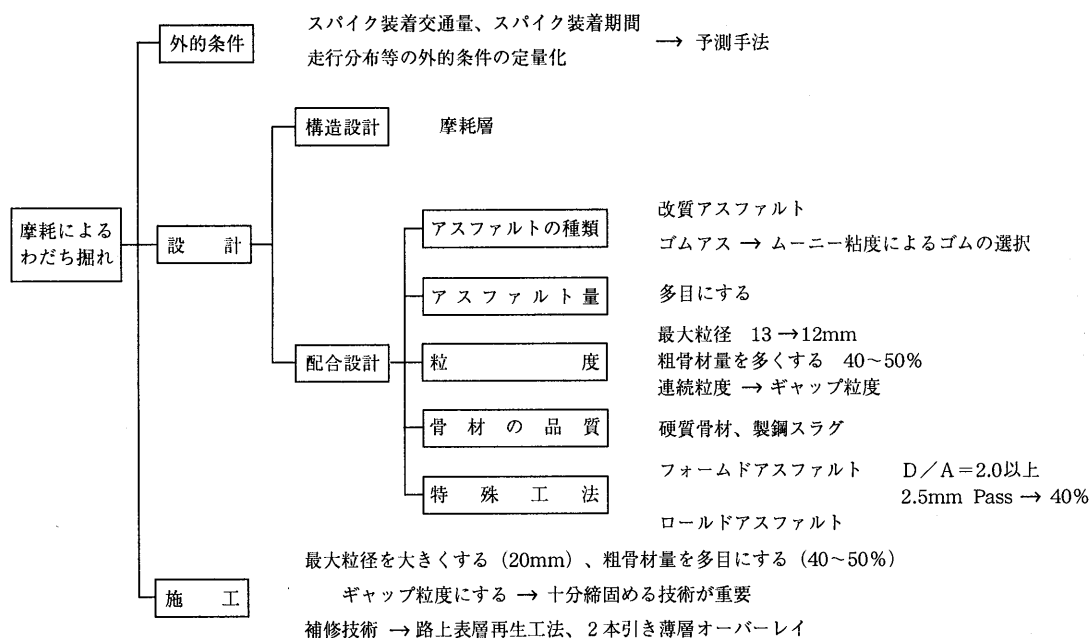


図-2.3.2 摩耗対策²⁾

の対応が必要な場合には、新規混合物の場合と同様の特性試験を実施して進めている。

3. 路盤用アスファルト混合物

前述の簡易舗装要綱やアスファルト舗装要綱では、

アスファルト系材料を使用した上層路盤工法として、
a) 歴青安定処理 (加熱混合と常温混合に分かれる)、
b) 浸透式工法 (これは簡易舗装のみ) がある。

(1) 歴青安定処理用混合物

歴青安定処理工法は単粒度碎石、砂などを適切な比

率で配合したもの、または地域産材料に補足材料（砂利、砂など）を加えて粒度を調整し、これに歴青材料を添加混合し、安定処理する工法のことである。

簡易舗装要綱では、使用する骨材は現地産材料を利用し経済的なものにすることを重視するが、アスファルト舗装要綱では、プラント混合方式による混合物の使われ方が多い。

骨材粒度は簡易舗装要綱では、骨材の粒径範囲によって3種類（40～0、30～～0、25～0）の望ましい範囲を規定しているが、アスファルト舗装要綱では、40～0の1種類を規定しているのみである。

加熱混合方式はバインダーとして、ストレートアスファルト（60～80か80～100）を用いる。この場合の混合物の品質規格はアスファルト舗装要綱では、等値換算係数に応じて表－2.3.5のように規定しているので、これを満足するようにマーシャル安定度試験によって、アスファルト量を決める必要がある。

表－2.3.5 上層路盤材の品質規格³⁾

工 法		規 格
歴青安定 処 理	加熱混合	安定度 350kgf(3.43kN)以上 フロー値 10～40 (1/100cm) 空隙率 3～12%
	常温混合	安定度 250kgf以上(2.45kN)以上 フロー値 10～40 (1/100cm) 空隙率 3～12%

〔注〕歴青安定処理において、骨材事情などからフロー値10～40 (1/100cm)の確保が困難な場合、L、A、B交通においては、フロー値の上限を50 (1/100cm)としてもよい。

一方常温混合方式はアスファルト乳剤(MK－2,MK－3)を路上混合か、プラント混合によって混合物を製造する。

(2) 浸透式工法混合物

浸透式工法とは、下層路盤面上に敷き均した骨材に歴青材料を散布浸透させ、これを碎石の粒径の粗いもの（60～40mm）から細かいもの（5～2.5mm）まで繰り返して、（5～7cm）／1層で仕上げる工法のことである。尚7cm以上は2層仕上げによることとしている。

歴青材料は加熱散布式では、ストレートアスファルト（80～200）、常温散布式はアスファルト乳剤（PK－1かPK－2）を使用することとしている。

骨材や歴青材の使用量は長い経験から求めた標準値を目安に行うことにしている（表－2.3.6参照）。尚、簡易舗装の表層に浸透式工法を適用する場合も上層路盤の場合と類似して施工を行うことにしている。

4. 歩行者系舗装用混合物

主に歩行者の用に供する道路および広場の舗装を歩行者系舗装という。

この舗装の役割りは、歩行者に対して安全で快適な歩行性を提供することにあるため、舗装構造や表層材料の選定にあたってはその用途、景観、自然な質感等を考慮して選定することとしている。このような視点で具体的に材料・工法を分類表示したものが表－2.3.7である。以下にはアスファルト混合物系舗装についてのみ示す。

表－2.3.6 材料使用量の標準³⁾

(100㎡当り)

歴 青 材 料 名		ストレートアスファルト		アスファルト乳剤		カットバックアスファルト	
舗 設 厚	cm	5	7	5	7	5	7
碎石 60～40mm	㎥	5.0	5.0	5.0	5.0	—	5.0
歴 青 材 料	l	220～240	220～240	240～260	240～260	—	220～240
碎石 40～30mm	㎥	—	—	—	—	5.0	—
歴 青 材 料	l	—	—	—	—	220～240	—
碎石 30～20mm	㎥	1.5	3.0	—	3.0	—	3.0
歴 青 材 料	l	120～140	190～210	—	190～210	—	190～210
碎石 20～13mm	㎥	—	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
歴 青 材 料	l	—	110～130	190～210	190～210	140～160	140～160
碎石 13～5mm	㎥	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	1.0
歴 青 材 料	l	90～110	90～110	140～160	140～160	110～130	110～130
碎石 5～2.5mm	㎥	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5
骨 材 使 用 料	㎥	8.0	11.0	8.0	11.0	8.0	11.0
歴青材料使用量	l	450～480	640～670	590～620	790～820	490～520	690～720

(1) 舗設厚7cm以上の場合には二層仕上げとする。(2) プライムコート、シールコートに要する材料は含まれていない。(3) この数量には損失量を含んでいない。

表-2.3.7 歩行者系道路舗装の分類¹⁾

舗装構造	表層による分類	主 な 使 用 材 料
アスファルト混合物系舗装	加熱アスファルト舗装	アスファルト混合物 (細粒度, 密粒度)
	着色舗装	顔料, 着色骨材
	半たわみ性舗装	顔料, 特殊セメントミルク
	透水性舗装	開粒度アスファルト混合物
樹脂系混合物舗装	着色舗装	石油樹脂, 着色骨材, 顔料
	合成樹脂混合物舗装	エポキシ樹脂, 自然石, 球状セラミックス
セメントコンクリート系舗装	コンクリート舗装	コンクリート 透水性コンクリート
ブロック系舗装	コンクリート平板舗装	(着色) コンクリート平板, 凝石コンクリート平板, 洗い出しコンクリート平板, 人研ぎ平板
	インターロッキングブロック舗装	インターロッキングブロック
	アスファルトブロック舗装	アスファルトブロック
	レンガ舗装	レンガ, レンガブロック
二層構造系舗装	タイル舗装	石器質タイル, 磁器質タイル
	天然石舗装	小舗石, 鉄平石, 大谷石
その他の舗装	常温塗布式舗装	エポキシ塗材, アクリル塗材
	自然色舗装	石油樹脂, グレー, ダスト, 山砂
	木塊舗装	木レンガ
	型枠式カラー舗装	コンクリート, 顔料, アクリル系樹脂, 天然骨材

(1) アスファルト混合物系舗装

表層には加熱アスファルト混合物の種類のうち②密粒度アスコン (13), ③細粒度アスコン (13), ⑥細粒度ギャップアスコン (13F), ⑧細粒度アスコン (13F) を用いるのが一般的である。アスコンのバインダーにはストレートアスファルトが多いが, 石油樹脂 (脱色バインダー) を用いた加熱アスコンを用いることもある。

(2) 着色舗装

表層に顔料や着色骨材を用いた加熱アスファルト混合物を用いる。

(3) 半たわみ性舗装

表層に空げき率が20～28%の範囲にある開粒度アスコンを舗装し, その空げきにセメントミルクを注入して硬化させた半たわみ性舗装を用いる。

最近ではセメントミルクに顔料を入れてカラー化を図ったり, 自然色骨材をとぎ出しする工法が用いられることが多い。

(4) 透水性舗装

構内舗装では表層に表-2.3.8～2.3.9に示すような, 透水性アスファルト混合物を用い, 路盤には透水性の

高いクラッシュランを, さらにその下にはフィルター層 (路盤から浸透した雨水が急激に路床に入らないように敷砂した層のこと) を設け, 舗装全体を透水性にした舗装を用いることにしている。

表-2.3.8 透水性アスファルト混合物の標準粒度範囲⁴⁾

ふるいの呼び寸法	ふるいを通るものの質量百分率
19 mm	100
13.2 mm	95～100
4.75mm	20～36
2.36mm	12～25
300 μm	5～13
75 μm	3～6
アスファルト量 %	3.5～5.5

表-2.3.9 透水性アスファルト混合物の特性値及び透水係数⁴⁾

項 目	特 性 値		備 考
	舗 道	車 道	
安 定 度 (%)	400kg以上	500kg以上	突固め回数 は表、裏各 50回とする。
フロー値 (1/100cm)	20～40		
空 隙 率 (%)	12以上		
飽 和 度 (%)	40～55		
透水係数(cm/sec)	1.0×10 ⁻² 以上		

5. 特殊な機能をもつ舗装用混合物

加熱アスファルト混合物が有する一般的な性能の他に, 舗装の適用箇所によっては特別な機能を付加して特化したアスコンが求められる事がある。

このような特殊な機能をもつ舗装には材料・配合面で特化したものとして, a) 耐流動・耐摩耗性舗装, b) 半たわみ性舗装, c) グースアスファルト舗装, d) ロールドアスファルト舗装, e) 排水性舗装, f) 明色舗装, g) 着色舗装, h) すべり止め舗装, i) フォームドアスファルト舗装, および j) 凍結抑制舗装などがある。

また構造面で特化したものとして, a) フルデプス舗装, b) サンドイッチ舗装, c) コンボジット舗装などがある。ここでは3～4で既に述べたもの以外のものについて述べる。

(1) 改質アスファルト混合物

加熱アスコン用のバインダーとして表-2.3.10に示すような改質アスファルトを用いて, 舗装の耐流動, 耐摩耗性を高めた混合物のことを言う。

アスコンの粒度は前述の表-2.3.1の種類の中から上層と下層の組み合わせを選択することになっている。アスコンの配合設計では, 橋梁の構造条件, 気象条件, 荷重条件, 環境条件等を考慮して, マーシャル安定度

試験の他、ホイールトラッキング試験、水浸ホイールトラッキング試験、ラベリング試験等の特性試験を行って材料配合を検討することになっている。

表-2.3.10 ゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルトの標準的性状¹⁾

試験項目	改質アスファルト	
	I 型	II 型
針入度 (25℃) (1/10mm)	50以上	40以上
軟化点 (℃)	50.0~60.0	56.0~70.0
伸度 (7℃) (cm)	30以上	—
伸度 (15℃) (cm)	—	30以上
引火点 (℃)	260以上	260以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	55以上	65以上
タフネス (25℃) (kgf・cm)	50以上	80以上
	(N・m)	(8.0)
テナシティ (25℃) (kgf・cm)	25以上	40以上
	(N・m)	(4.0)

注1) ①密度 (15℃) は、試験表に付記すること
②最適混合温度範囲および最適締固め温度範囲を試験表に付記すること
2) プラントミックスタイプの場合は、使用するアスファルトに改質材を所定量添加し調整した改質アスファルトに適用する。

(2) 鋼床版舗装用改質アスファルト混合物

本州四国連絡橋公団橋面舗装基準 (以下本四舗装基準) (昭和62年6月) に規定されている改質アスファルト (表-2.3.11参照) を使用した密粒度アスコン (13) のことである。

アスコンの配合設計では本州公団の橋梁である特殊性 (海峡部をわたる長大橋であり、耐久性を高める必要がある) を考慮して表-2.3.12に示す基準値を満足

するように材料、配合を検討したものを使うことにしている。

表-2.3.12 鋼床版舗装用改質アスファルト混合物の基準値⁵⁾

項目		基準値
マーシャル試験	空隙率 (%)	3~5
	飽和度 (%)	75~85
	安定度 (kgf(kN))	1,000(10)以上
	フロー (1/10mm)	20~40
	残留安定度 (注) (%)	80以上
ホイールトラッキング試験, 動的安定度 (60℃) (回/mm)		1,500以上
曲げ試験, 破断ひずみ (-10℃, 50mm/min)		6.0×10 ⁻³ 以上

注) 残留安定度 (%) 60℃, 18時間水浸後の安定度 (kgf(kN)) 安定度 (kgf(kN))×100

(3) はく離防止型アスファルト混合物

橋面舗装では目地部等を通して侵入した雨水によって、アスファルトが骨材表面からはく離しアスコンが破損する事が多い。この破損現象を改善するために東京都土木技術研究所を中心に検討された (平成2年)

表-2.3.13に示す品質の改質アスファルトを使用したアスコンのことをいう。

アスコンのはく離防止対策は建設省技術研究会 (昭和48年) で検討されたフィラーの一部に消石灰を配合する方法が主流であったが、消石灰の混合の複雑さから、アスファルトそのものの性質を改質することが考えられた。アスコンの配合設計では水浸ホイールトラッキング試験という特性試験によって、はく離0%になるよう材料や配合を検討することになっている。

表-2.3.11 鋼床版舗装用改質アスファルトの品質⁵⁾

項目		品質	試験方法
針入度 (25℃) (1/10mm)		60~100	舗装試験法便覧
軟化点 (℃)		55.0~65.0	
伸度 (10℃) (cm)		50以上	
フラス脆化点 (℃)		-12以下	
タフネス (kgf・cm(N・m))		120(12)以上	
テナシティ (kgf・cm(N・m))		100(10)以上	
粘度	60(℃) (poise(Pa・s))	4,000(400)以上	舗装試験法便覧
	160(℃) (cSt (mm ² /s))	1,000以下	
	200(℃) (cSt (mm ² /s))	400以下	
引火点 (℃)		280以上	JIS K 2272
灰分 (%)		1.0以下	
密度 (15℃) (g/cm ³)		1,000以上	舗装試験法便覧
薄膜加熱後 (180℃×2.5時間)	質量変化率 (%)	0.3以下	
	針入度残留率 (%)	65以上	
		軟化点 (%)	80~110

注1) 薄膜加熱前の軟化点に対する百分率

表-2.3.13 付着性改善型アスファルトの品質⁶⁾

項目		品質
針入度 (25℃) (1/10mm)		40以上
軟化点 (℃)		68.0以上
伸度 (15℃) (cm)		30以上
引火点 (℃)		260以上
薄膜加熱質量変化率 (%)		0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率 (%)		65以上
フラスぜい化点 (℃)		-12以下
タフネス (25℃) (kgf・m (N・m))		160(16.0)以上
テナシティ (25℃) (kgf・m (N・m))		80 (8.0)以上
60℃粘度 (1×10 ⁴) (poise (Pa・s))		1.5(0.15)以上
粗骨材のはく離面積率 %		5 以下

注) (1) 試験方法は舗装試験法便覧に準じる。
(2) 密度 (15℃), 最適混合温度範囲および最適締固め温度範囲を試験表に付記する。

(4) グースアスファルト混合物

グースアスファルト混合物は硬質アスファルトと粗

骨材、細骨材およびフィラーをアスファルトプラントで混合し、クッカー車で十分練り込んで、流し込み施工が可能な流動性を有するようにしたアスコンのことである。

硬質アスファルトはベースになるストレートアスファルトにトリニグッドアスファルトを20～30%混合した硬質アスファルトを使用するが、それらの品質は表-2.3.14～2.3.15を標準としている。さらにグースアスファルト混合物は表-2.3.16～2.3.17に示す品質を満足するように材料、配合を検討することになっている。

本四舗装基準をまとめるための研究から、リュエル流動性は240℃で15秒程度、貫入量は1.5mmを目標にすることが多い。

グースアスファルトの高温安定性を高めるためにブレコートチップを圧入する場合があります、チップ材の散

表-2.3.14 硬質アスファルトに使用するアスファルトの標準的性状⁵⁾

試験項目	石油アスファルト 20～40	トリニグ、ドレイク アスファルト (TLA)
針入度 (25℃) (1/10mm)	20を超え40以下	1～4
軟化点 (℃)	55.0～65.0	93～98
伸度 (25℃) (cm)	50以上	—
蒸発質量変化率 (%)	0.3以下	—
トルエン可溶分 (%)	99.0以上	52.5～55.5
引火点 (℃)	260以上	240以上
密度 (15℃)	1.00以上	1.38～1.42

表-2.3.15 硬質アスファルトの標準的性状⁵⁾

試験項目	標準値
針入度 (25℃) (1/10mm)	15～30
軟化点 (℃)	58～68
伸度 (25℃) (cm)	10以上
蒸発質量変化率 (%)	0.5以下
トルエン可溶分 (%)	86～91
引火点 (℃)	240以上
密度 (15℃) (g/cm³)	1.07～1.13

注) 樹脂などの改質材を用いる場合も、混合後のアスファルトの品質はこれに準じるとよい

表-2.3.16 グースアスファルト混合物の粒度範囲⁵⁾

ふるい目の開き	ふるい通過質量百分率 (%)
19 mm	100
13.2 mm	95～100
4.75mm	65～85
2.36mm	45～62
600 μm	35～50
300 μm	28～42
150 μm	25～34
75 μm	20～27

布量 (kg/m²) の検討にはホイールトラッキング試験が用いられる。

表-2.3.17 グースアスファルト混合物の基準値⁵⁾

項目	基準値
流動性試験, リュエル流動性 (210℃) (秒)	20以下
貫入量試験, 貫入量 (40℃, 52.5kgf/5 cm², 30分) (mm)	1～4
ホイールトラッキング試験 動的安定度 (60℃) (回/mm)	350以上
曲げ試験, 破断ひずみ (-10℃, 50mm/min)	8.0×10 ⁻³ 以上

(5) 半たわみ性舗装用混合物

半たわみ性舗装とは空げき率が20～28%の開粒度アスコンを舗設し、アスコンの空げきにポリマー等を添加したセメントミルクを充填し硬化させた舗装のことをいう。浸透用セメントミルクの品質、母体アスコンの品質はそれぞれ表-2.3.18～2.3.20の値を標準に材料、配合を検討することになっている。

橋面舗装には最大粒径13mm、空げき率24%程度とする例が多い。

橋面舗装に用いる半たわみ性舗装は明色化や、床版と舗装の合成効果を高める等の目的で採択する場合が多い。

表-2.3.18 浸透用セメントミルクの標準的性状¹⁾

項目	標準的性状	試験方法
フロー値 (秒) (プロート)	10～14	
圧縮強度 (kgf/cm²) 〔7日養生〕 (MPa)	100～300 (9.8～29.4)	JIS R 5201
曲げ強度 (kgf/cm²) 〔7日養生〕 (MPa)	20以上 (2.0以上)	

表-2.3.19 半たわみ性舗装用アスファルト混合物の種類と標準的な粒度範囲¹⁾

ふるい寸法		混合物の種類	
		I型	II型
通過質量百分率 (%)	26.2mm		100
	19 mm	100	95～100
	13.2mm	95～100	35～70
	4.75mm	10～35	7～30
	2.36mm	5～22	5～20
	600 μm	4～15	
	300 μm	3～12	
	75 μm	1～6	
アスファルト量 (%)		3.0～4.5	
セメントミルクの最大浸透厚さの標準		5 cm前後	10cm前後

表-2.3.20 マーシャル安定度試験に対する標準的性状¹⁾

密 度 (g/cm ³)	1.90以上
安 定 度 (kgf)(kN)	300以上 (2.94以上)
フ ロー 値 (1/100cm)	20~40
空 隙 率 (%)	20~28
突固め回数 (回)	50
突固め温度 (℃)	アスファルトの動粘度が 300±30cSt (mm ² /s) (140±15セルボイトフロール秒) になる温度

一般部の舗装には対流性、耐油性が必要なバス停や料金場部分の舗装に、またカラー化、明色化、研ぎ出工法によって歩行者系舗装にも適用される。

(6) 排水性舗装用混合物

排水性舗装とは表層に空げき率の大きい(20~24%)開粒度アスコン(13)、基層に粗粒度アスコン(20)や密粒度アスコン(20, 13)を用いた舗装構成とし、雨天時の水はね防止、ハイドロブレーニングの防止、車両の走行騒音の低減等の効果を有する舗装のことをいう。

表層アスコンは表-2.3.21に示す高粘度アスファルトを使用し、表-2.3.22~2.3.23に示す品質を満足す

表-2.3.21 高粘度改質アスファルトの品質⁷⁾

試 験 項 目	品 質
針入度 (25℃) (1/10mm)	40以上
軟化点 (℃)	80.0以上
伸 度 (15℃) (cm)	50以上
引火点 (℃)	260以上
薄膜加熱質量変化率 (%)	0.6以下
薄膜加熱後の針入度残留率 (%)	65以上
タフネス (25℃) (kgf・m (N・m))	200 (20.0) 以上
テナシティ (25℃) (kgf・m (N・m))	150 (15.0) 以上
60℃粘度 (1×10 ⁴) (poise (Pa・s))	20 (2.0) 以上

注) (1) 試験方法は舗装試験法便覧に準じる。

(2) 密度 (15℃)、最適混合温度範囲および最適締固め温度範囲を試験表に付記する。

表-2.3.22 排水性混合物 表-2.3.23 排水性舗装用アスファルト混合物の配合試験に用いる目標値⁷⁾

ふるい目の開き	通過質量百分率 (%)
19.0 mm	100
13.2 mm	90~100
4.75mm	11~35
2.36mm	8~25
600 μm	5~17
300 μm	4~14
150 μm	3~10
75 μm	2~7

項 目	目 標 値
空 隙 率 (%)	15~25
透水係数 (cm/s)	10 ⁻² 以上

注) 安定度の最大値は350kgf(3.5kN)以上。
フロー値は20~40 (1/100 mm) となることが望ましい。

るように材料、配合を検討することになっている。

混合物の特性試験として、カンタブロー試験、グレ試験、透水係数試験を総合化する場合もある。

透水性や吸音効果の持続性とアスコンの耐久性のバランスから6号砕石の単粒化(10~5mm)や目標空げき率を高めに設定することが多い。

積寒地域での適用では目標空げき率を17%程度とし、低温カンタブロー試験(-10℃)でチェックする場合もある。

(7) 熱硬化性アスファルト混合物

熱硬化性アスファルト混合物はエポキシ樹脂等の熱硬化性アスファルトをバインダーとした混合物の事をいう。

日本アスファルト協会の研究(平成8年)で、エポキシアスファルトの構成には表-2.3.24のようなものがある。このアスファルトは耐流動性に優れていることから排水性舗装用バインダーとしても注目されている(表-2.3.25参照)。

表-2.3.24 エポキシアスファルトの構成⁸⁾ (%)

材料名	A		B		C			
	材 料	配合比	材 料	配合比	材 料	配合比	材 料	配合比
構 成	ベースアス	60	ベースアス	95.2	ベースアス	60	ベースアス	80
	主 剤	15	主 剤	4.8	主 剤	23.6	主 剤	11.8
	硬化剤	25			硬化剤	16.4	硬化剤	8.2

表-2.3.25 エポキシアスファルト混合物の目標値⁸⁾

項 目	目 標 値	備 考
可使時間 ¹⁾ (min)	90程度	混合時温度
マーシャル安定度 (kN) (kgf)	4.9 (500) 以上	促進硬化140℃, 24h養生後測定
動的安定度 (回/mm)	6000以上	促進硬化140℃, 24h養生後測定
空隙率 (%)	20程度	促進硬化140℃, 24h養生後測定
透水係数 (cm/sec)	1×10 ⁻² 以上	促進硬化140℃, 24h養生後測定

¹⁾ 可使時間: 混合物の製造から初期(1次)転圧後までの舗設が可能な時間

(8) ロールドアスファルト混合物

砂、フィラー、アスファルトからなるアスファルトモルタル中に、単粒度のプレコートした粗骨材を一定量配合(実際にはモルタルを舗装しプレコートチップを転圧圧入する)したギャップ粒度の加熱アスコンをロールドアスファルト混合物という。

イギリスで1970年から実績があり、アスファルトの

品質，粗骨材，細骨材，石骨の粒度，碎石，砂利，スラグの粗骨材量を表層と基層毎に施工厚に応じて配合を規定していた。

日本でもこの規格を準用した期間もあったが，現在では施工厚ごとに表－2.3.26に示す骨材配合を行い，表－2.3.27に示すアスファルト量を中心にマーシャル安定度試験を行い，表－2.3.28に示す空げき率が最小となるアスファルト量（a％）から一般地域はa－2.0％～a－1.0％の範囲，積寒地域はa～a－1.0％の範囲内で過去の事例を参考にアスファルト量を決めることにしている。

さらに耐流動性や耐摩耗性を考慮する必要がある場合はホイールトラッキング試験やラベリング試験等の特性試験を行うことがある。

日本ではアスファルトはストレートアスファルトにトリナグッドレーキアスファルトをブレンドして針入度40～60程度に調節したものを使うことが多い。また最近ではプレコートチップ材に明色骨材やカラー骨材を用いてカラー化を図ったロードアスファルト舗装が注目されている。

表－2.3.26 配合設計における施工厚さと目標骨材配合¹⁾

施工厚さ（mm）	粗骨材（％）	細骨材（％）	フィラー（％）
25	0	84.5	15.5
40	35.0	54.5	10.5
50	45.0	46.0	9.0

表－2.3.27 推定アスファルト量の中央値¹⁾

粗骨材量（％）	試験アスファルト量推定中央値（％）
0	10.0
35.0	7.5
45.0	6.5

表－2.3.28 マーシャル安定度試験に関する目標値¹⁾

項 目	目 標 値
安 定 度（kgf） （kN）	500以上 （4.9kN以上）
フロー値（1/100cm）	20～40
空 隙 率（％）	3～7
飽 和 度（％）	70～85
突固め回数（回）	50

(9) 碎石マスチックアスファルト混合物

ドイツで開発されたギャップ粒度タイプの加熱アスコン（表－2.3.29参照）のことである。

アスコンの配合は粗骨材が70～80％，フィラーが8～13％，アスファルトが6.0～7.5％の範囲にあり，粗骨材のかみ合わせによって骨材骨格を造り，空げき部分を植物性繊維（0.3～1.5％）で補強したバインダーリッチなモルタルで充填された安定性の高いアスコンである。

耐流動性，耐摩耗性はもとより耐水性，耐ひびわれ性にも優れている。

ドイツでは碎石マスチックアスファルト（Stone Mastic Asphalt）のことをスプリットマスチックアスファルト（Split Mastic Asphalt），あるいはグリッドマスチック（Glid Mastic Asphalt）とも呼んでいるが，アメリカのSHRP調査団がその特徴に注目し，ドイツ規格よりさらにギャップ性を高めたSMAを提案（1992年）し，ストーンマトリックスアスファルト（Stone Matolics Asphalt）として展開を図っている。

日本ではドイツ規格の0／11Sを参考に，バインダーに改質II型アスファルトを使用し植物性繊維を配合したものが注目されている。

表－2.3.29 品質規格（ドイツ連邦規格）⁹⁾

種 類		0/11S	0/8S	0.8	0/5
使 用 骨 材		碎石，砕砂，天然砂，石粉 （砕砂：天然砂≥1：1）			
最 大 粒 径（mm）		11	8	5	
粒 度 （％）	0.09 mm通 過	8～13	8～13	8～13	
	2.0 mm残 留	70～80	70～80	60～70	
	5.0 mm "	50～70	45～70	≤10	
	8.0 mm "	≥25	≤10	—	
	11.2 mm "	≤10	—	—	
アスファルトの品質		B65	B65	B80	B80(B200)
標準アスファルト量（％）		6.5～7.5			
安定化材添加量（％）		0.3～1.5			
マーシャル締固め温度（℃）		135±5			
混合物空 隙 率（％）		2.0～4.0			
舗設 条件	施 工 厚（cm）	2.5～5.0	2.0～4.0	1.5～3.0	
	密 度（kg／cm ³ ）	60～125	45～100	35～75	
	締 固 め 度（％）	≥97.0			
	空 隙 率（％）	≤6.0			

(10) 明色舗装用混合物

明色舗装とは舗装の表面部分に光反射率の大きい明色骨材を使用することによって路面の明るさや光の再帰反射を大きくした舗装工法をいう。

明色舗装用混合物にはアスファルト混合物の骨材の全部又は一部を明色骨材で置き換えたり、バインダーをストレートアスファルトに替えて脱色バインダーを用いることもある。

この他表層用アスコンを敷均し直後、脱色バインダー等でプレコートした明色骨材を散布・圧入する工法によるものもある。

(11) 着色舗装用混合物

舗装がおかれる周辺環境との調和や、路面の表示機能を付加するために舗装をカラー化する場合に用いる舗装を着色舗装という。

カラー化のためには、a) 加熱アスコンに顔料を添加する工法、b) 加熱アスコンの骨材に着色骨材（主に人工骨材）を使用する工法、c) 加熱アスコンのバインダーに脱色アスファルトを用いる工法（さらに顔料を配合するものもある）、d) 半たわみ性舗装で、セメントミルクに顔料を配合する工法、e) 有機顔料で着色した高分子材料を塗布又は薄層で施工する工法、などの工法を用いる。

最近ではe)の工法を応用して型紙を用いて模様を表現する工法が注目されている。

(12) すべり止め舗装用混合物

タイヤと路面の間のすべり摩擦抵抗を高めることによって、車両の制動停止距離を短縮し、同時にスピン

などの偏走の低減を図ることを目的に行う舗装をすべり止め舗装という。

道路の線形条件が厳しい急坂路、曲線部や横断歩道・交差点付近の手前などに適用する。

すべり止め舗装用混合物には表-2.3.30に示すものがあり、この中から現場にふさわしい工法を選択するようにしている。尚ここでの路面粗さの表示は図-2.3.3の概念によるものである。

(13) フォームドアスファルト舗装用混合物

フォームドアスファルト舗装とはアスファルトプラントにおいて加熱アスコンを製造する時に加熱アスファルトを泡状にしてミキサーに噴射混合したアスコンを用いた舗装工法のことをいう。

一般には水と加熱アスファルトを特殊なノズルでラインブレンドすることによってアスファルトを泡状にしている。

泡状のアスファルトは容積が5～10倍となり粘性も低くなるので、アスファルト被膜を薄くし混合を容易にすることが出来るので、F/Aを高くて耐摩耗を向上させる混合物の製造に適している。

(14) 凍結抑制舗装用混合物

路面の凍結を抑制する舗装技術にはこれまではa) 機械除雪、b) ロードヒーディング、c) 融雪施設への除雪、d) 凍結遅延剤の散布、などが主体であった

番号	マクロな粗さ	ミクロな粗さ	模 式 図
①	なめらか	なめらか	
②	ややあらい	なめらか	
③	ややあらい	あらい	
④	あらい	なめらか	
⑤	あらい	あらい	

- | | |
|-------------------|---|
| ① 平滑な路面 | フラッシュあるいはブリージングしたり、骨材が高度に摩耗したアスファルト舗装やコンクリート舗装 |
| ② きめが細やかで丸味のある路面 | 細粒度で骨材やシリカサンドが摩耗した舗装 |
| ③ きめが細やかでざらざらした路面 | 新しいシリカサンドや耐摩耗性のある特殊骨材を用いた樹脂舗装等 |
| ④ きめは粗いが丸味のある路面 | 粗い粒度でスラグや石炭岩が摩耗し、あるいは破碎しない砂利を用いた舗装等 |
| ⑤ きめが粗くざらざらした路面 | 粒径が大きく巨視的な粗さを持った新しいスラグの舗装、あるいは10%以上のシリカサンドを含有する石炭岩の舗装 |

図-2.3.3 路面の粗さの分類¹⁰⁾

表-2.3.30 すべり止め舗装の主な種類と特徴の概要¹⁰⁾

工 法	結合材料	舗装の種類	施工直後の路面の粗さの分類	すべり 摩擦係数	舗装厚 計 算	特 徴		
すべり止め舗装の主な種類	混合式	開タ粒イ度ブ	開粒度 アスファルト コンクリート	④～⑤	²³⁾ 0.45	計 算 に 含 め る	開粒度やギャップ粒度のタイプは、普通のアスファルトの粒度構成から細粒度の骨材を除いたアスファルト混合物であり、このタイプは、普通のアスファルト混合物より耐流動性に優れているといわれている。 開粒度アスコンは、一般的に用いられるすべり止め舗装で、すべり摩擦抵抗性に優れており、工事費も割安で機能維持も良いが、施工にあたって、路面の肌目が不均一にならないように注意して施工する。 A交通以下の場合、表層だけとなりその表層をすべり止め舗装とすると透水機能が高い舗装となり、路盤の強度と混合物の剥離が生じ易くなるので留意することが必要である。 ギャップ粒度アスコンは、すべり摩擦抵抗性、耐摩擦性、機能維持に優れ、また工事費も割安で一般の道路に多く施工されている。	
		ギャップ	ス	密粒度ギャップ アスファルト コンクリート	④～⑤	〃		
		粒度タイプ	フ	粗粒度ギャップ アスファルト コンクリート	④～⑤	¹⁴⁾ 0.64		〃
		細粒	ル	カーベットコート	④～③	¹⁸⁾ 0.68		計 算 に 含 め ない
	度	タ	シリカサンド アスファルト コンクリート	④～③	¹⁸⁾ 0.75	〃	細粒度タイプは、硬質骨材を使用するのでアスファルト混合物としての耐久性に優れているが、骨材の粒度が細かいのでアスファルト混合物としての安定性がえられにくい。 カーベットコートは、すべり止め舗装としての効果に遜色はない。 粒径は、一般に小さいので粒径の大きい開粒度やギャップ粒度タイプのアスファルト混合物と比較して、耐久性と耐摩耗性にやや劣るが、路面騒音の低さに優れている。 シリカサンド、ニッケルスラグアスコンとも、耐摩耗性、すべり摩擦抵抗性および、路面騒音の低さに優れているが、路面が土などで汚れた場合すべり摩擦抵抗の低下が大きい。またニッケルスラグを使用する場合、骨材の供給は地域によって制限される。 樹脂モルタルは、すべり摩擦抵抗性、耐摩耗性、路面騒音の低さ、および機能維持等に優れ、着色舗装も可能であるが、工事費は他の細粒度タイプと比較して割高である。	
			ニッケルスラグ アスファルト コンクリート	④～③	²³⁾ 0.48	〃		
		ブ	樹脂	樹脂モルタル	④～③	²³⁾ 0.50		計 算 に 含 め ない
			散	アスファルト	チッピング式 (ロールドア スファルト)	④～⑤		—
	布	樹脂	ニート式	⑤	—	〃		
	粗面仕上げ	セ	箒仕上げ、 ブラシ仕上げ	⑤	⁵⁾ 0.77 ±0.19	計 算 に 含 め る	コンクリート舗装は、耐久性や維持管理に優れている。工事費はアスファルト舗装と比較して割高であり、養生期間もアスファルト舗装と比較して長い、真空工法を採用することによって養生期間の短縮が可能である。 箒仕上げやブラシ仕上げは、一般に多く施工されており、機能維持、工事費等も経済的であり、仕上げ方を変えることによってすべり摩擦抵抗の変化が生じる。 リング仕上げは、箒仕上げやブラシ仕上げと同様に多く施工されている。 グルーピングによる方法は、高速道路でのハイドロプレーニングを防止するために開発された工法であり、実用化も高速道路を対象とした施工例が多い。工事費は、グルーピングを施すだけ割高となる。	
			メ	リング仕上げ	—	—		〃
			ン	フレッシュグ ルーピング	⑤	—		〃
			ト	硬化グルー ピング	⑤	—		〃
	そ の 他		洗い出し舗装 ブロック舗装 等	—	—	—		

(注) 1. 施工直後の路面の粗さは、図1～3の記号による。

2. 摩擦係数は40km時の摩擦係数、添字は引用・参考文献の番号をしめす。

が、材料、配合の工夫から氷点降下の高い塩化物（塩化カルシウム、塩化ナトリウム、および塩化カリウムなど）粒子の表面をエマルジョン加工したものや、塩化物をしみこませた人工骨材粒子などをアスファルト混合物に配合して凍結抑制を図るものが注目されている。

さらにゴム状弾性を利用して、氷結路面の氷の膜を破壊することによって、凍結抑制を図る舗装があり、廃棄ゴム粒子をアスコンに配合したものや、路面にグルーピングを施しその溝に弾性の高い高分子成型品を埋め込むタイプのものもある。

(15) フルデプスアスファルト舗装用混合物

道路舗装の構成で路床の上の全ての層にアスファルト混合物を用いた舗装にする舗装工法を、フルデプスアスファルト舗装（Full-Depth Asphalt Pavement）と言う。

日本アスファルト協会の研究結果によるフルデプスアスファルト舗装技術指針（案）（昭和61年）を受けてアスファルト舗装要綱では以下の条件を付けて採用している。

①路床土の設計CBRは6%以上の所で適用する。したがって6%未満の時は路床改良を行うか、粒状材料により15cm厚の施工基盤を設けてから施工する。

②舗装の設計は交通量区分と設計CBR区分に応じた T_A を満足とする設計による。

この舗装は都市部の補修工事等で急速施工を要する時などに適用されることが多い。このような時は路盤層に等値換算係数の高い表・基層用アスコンを使用して T_A を大きく評価できるようにしているものもある。

(16) コンポジット舗装用混合物

アスファルト舗装がもつたわみ性と走行快適性、コンクリート舗装がもつ剛性と高耐久性を上・下層に合成させた舗装をコンポジット舗装と言う。

この舗装は表層（上層）が破損してもその部分のみ補修すればよく、長寿命化舗装を可能にする舗装である。

表層（上層）のアスファルト混合物には排水性舗装用混合物や碎石マスチックアスファルト混合物が注目されている。

一方下層のホワイトベースには普通コンクリート舗装や連続鉄筋コンクリート舗装が注目されている。尚普通コンクリート舗装ではリフレクションクラック対策がかならず必要である。

6. 補修用アスファルト混合物

アスファルト舗装の補修は破損状態のレベルに応じて、表-2.3.31に示すような各種の舗装工法が適用される。

(1) 帯状パッチング用混合物

帯状パッチングはわだち掘れの凹部を帯状にアスコン（加熱のものと同温のものがある）で埋める工法である。

(2) 段差修正用混合物

橋梁と一般部の舗装の取り付け部や、伸縮継手との接合部などで、舗装部分に生じる段差を樹脂系モルタル、セメントモルタル、速硬性アスファルト乳剤スラリー等ですりつけ補修する工法である。

(3) ひびわれのシール用混合物

ひびわれの巾が3mm以上の場合はアスファルト系目地材か、樹脂系目地材を注入してシールする工法を適用する。

ひびわれ巾がこれ以下の場合で面的に発生している場合は、シールコート（アスファルト乳剤を塗布した後、砂を散布する工法）や、スラリーシール（アスファルト乳剤と細骨材（砂など）を混合して、3～5mmの薄層でカバーする工法）工法を用いる。

最近注目されている、マイクロサーフェシング工法（急硬化性改質アスファルト乳剤と6号碎石、およびスクリーニングスを混ぜた混合物によって、3cm程度に専用フィニッシャーでカバーする工法）適用することもある。

(4) 穴埋め用混合物

ポットホール、角欠け部分を応急的に穴埋めを行うものであり、常温アスファルト混合物か、アスファルト乳剤系補修材を用いる。

(5) パッチング

アスコン塊の飛び出しなどで発生した穴の部分等を補修する工法で、穴の周辺部を20～30cm程余裕をもって開削し、この部分に加熱アスコンか常温補修用混合物でパッチングする。

(6) 薄層オーバーレイ用混合物

薄層（3cm以下）でオーバーレイする工法であり、アスコンはトップサイズ13mmのものを使用する。

(7) 切削オーバーレイ用混合物

ひびわれや、わだち掘れが発生している既設表層（または基層）を切削しオーバーレイする工法であり、アスコンは耐流動性、耐摩耗性、耐水性および耐ひびわれ性を改善した改質アスファルト混合物を使用するこ

表-2.3.31 舗装の破損種別と主な補修工法¹⁾

破損種別	項 目	主 な 維 持 工 法	主 な 修 繕 工 法
わ だ ち 掘 れ		わだち部の帯状パッチング 切削機によるコブ取り	切削オーバーレイまたは打変え (耐流動混合物の使用)
段 差		段差修正	部分打変え (段差の影響範囲まで)
ひ び わ れ		ひびわれのシール シールコート スラリーシール	切削オーバーレイまたは打変え (床版の補強) ひびわれ防止目地の設置
縦 断 凹 凸		穴埋め, またはパッチング 切削機によるコブ取り	切削オーバーレイまたは打変え
局 部 的 な 路 面 の 変 状 (ポットホールなど)		穴埋め, またはパッチング	切削オーバーレイまたは打変え
す べ り 抵 抗		樹脂系表面処理	切削オーバーレイまたは打変え (使用骨材の吟味, 混合物の骨材粒度の検討)
ず れ		穴埋め, またはパッチング	打変え
ブ リ ス タ リ ン グ		局所的なブリスタリングの補修	部分打変え
目 地 の 開 き		目地のシール	

とが多い。

(8) 打ち換え・部分打ち換え用混合物

舗装の破損原因が構造的な要因によって破損している場合は、部分的または全面的に打ち換え補修を行う。

この場合は舗装のたわみ量評価, クラック調査, 材

料調査等を実施し, 構造計算(T_A 法, 多層弾性理論解析など)を行って舗装厚を決めるが, 表・基層に使用するアスコンはやはり耐流動性, 耐摩耗性, 耐水性, 耐ひびわれ性を考慮した改質アスファルト混合物を使用することが多い。

— 引用文献 —

- 1) (社)日本道路協会, アスファルト舗装要綱(平成4年12月)
- 2) (社)日本道路協会, 第15回日本道路会議特定課題資料
- 3) (社)日本道路協会, 簡易舗装要綱(昭和54年10月)
- 4) (社)日本道路建設業協会, 透水性舗装ハンドブック(昭和54年5月)
- 5) 本州四国連絡橋公団, 橋面舗装基準(案)(昭和58年4月)
- 6) 多田宏行, 橋面舗装の設計と施工(鹿島出版)(1996年3月)
- 7) (社)日本道路協会, 排水性舗装技術指針(案)(平成8年11月)
- 8) (社)日本アスファルト協会, 排水性舗装用エポキシアスファルト混合物施工の手引(平成9年3月)
- 9) JRS, FASERSTOFF-WERKE
- 10) (社)営繕協会, 構内舗装基準(平成5年10月)

第4章 アスファルト混合物の製造と施工

1. アスファルト混合物の製造

戦後、わが国のアスファルト舗装は、1958年頃からセメントコンクリート舗装に代ってアスファルト舗装が採用され大きく進展した。そして、現在、多様なニーズに対応する各種多様なアスファルト混合物が製造され、施工されている。

いずれの時代においてもアスファルト混合物は、アスファルト舗装工事における基幹材料であり、その品質、性状が適正であることは舗設側の大前提である。また、アスファルト混合物の品質は、アスファルト、骨材など材料の品質、アスファルトプラントにおける製造管理技術などによって左右される。

アスファルト混合物の製造の変遷、すなわち、材料、配合、アスファルトプラントにおける混合物の製造とその品質保証のための品質管理と検査の推移を概観すると、表-2.4.1のようになる。また、表-2.4.2はアスファルト混合物の製造の変遷に関する主な事項を整理したものであり¹¹⁻⁹⁾、製造技術の推移が読みとれる。すなわち、材料、配合設計やアスファルトプラントの性能に関する事項の多い1960年代中頃まで、定置化プラントに関する問題点やその打開のため方策に関する事項の多い1960年代中頃以降、再生アスファルト混合物に関する事項の1970年代後半以降などである。

表-2.4.1、表-2.4.2からアスファルト混合物の製造技術の変遷は、大略、次のように区分される。

- ① 適切な品質のアスファルト混合物を製造するためにアスファルトの品質特性に適した混合方法や配合設計の検討に比重が置かれた配合設計法確立までの時代（1967年頃まで）
- ② 工事ごとに仮設プラントを設け、特定の工事を対象としてアスファルト混合物を製造し、品質の安定化を図り、品質管理のあり方の一応の定着をみた時代（1970年頃まで）
- ③ アスファルトプラントが定置化、工場化し、不特定の工事を対象に多種類の混合物を製造し、その品質の安定化のために種々実施されたプラント設備の自動化、製造管理等の標準化、工事現場単位から混合所単位へと品質管理と検査の合理化が進められた時代（1975年頃以降）
- ④ アスファルトコンクリート発生材などを再生利用する再生アスファルト混合物を製造する時代

（1978年以降）

本文は、上記のような区分を踏まえ、アスファルト混合物の製造方法と品質の安定化に関して以下に概説する。

1.1 配合設計法確立までの混合物の製造

戦後、アスファルト混合物の製造は、混合物の配合を経験的に決め、混合物が適正に製造されたか否かを確認する方法がなかった時代に始まる。1955年頃より開始された配合設計の研究は、昭和42年（1967年）のアスファルト舗装要綱においてマーシャル試験による配合設計法として確立され、混合物の粒度や品質も明確化された。適正な品質の混合物を製造する上で材料の適切な取扱いや配合設計法は基点となる。ここでは配合設計法が確立される頃までの混合物の製造について材料、配合面から述べる。

(1) アスファルトの品質特性と混合物の製造

アスファルトの性状は原油などによって左右される。アスファルトは初め主にアスファルト基原油から製造され、このアスファルトを使用した混合物の施工経験を蓄積してきた。一方、舗装工事の増加とともにアスファルト基原油のアスファルトでは需要が満たせなくなり、中東原油の発見後、中東からの混合基原油のアスファルトが製造された。

1955年頃からこれら原油の異なるアスファルトが市場に供給され、これまでの経験にもとづく技術で混合し、舗設すると成功する場合とそうでない場合がみられた。そのため、種々な原油から製造されたアスファルトをその低温伸度に応じて使い分けていくことが実施された。その一例を表-2.4.3に示す。これは混合物の製造時にアスファルトの種類によって粘度と温度の関係が異なることから温度を変化させ対応する考え方をとっている¹⁰⁾。

表-2.4.3 アスファルトの種類と製造温度¹⁰⁾

道路協会規格	A	B	C
アスファルトの溶解温度(℃)	120	125	130
骨材の加熱温度(℃)	130	135	140
混合時間(秒)	50	55	60
混合物の温度(℃)	120	125	130

表一2.4.1 アスファルト混合物の製造の変遷

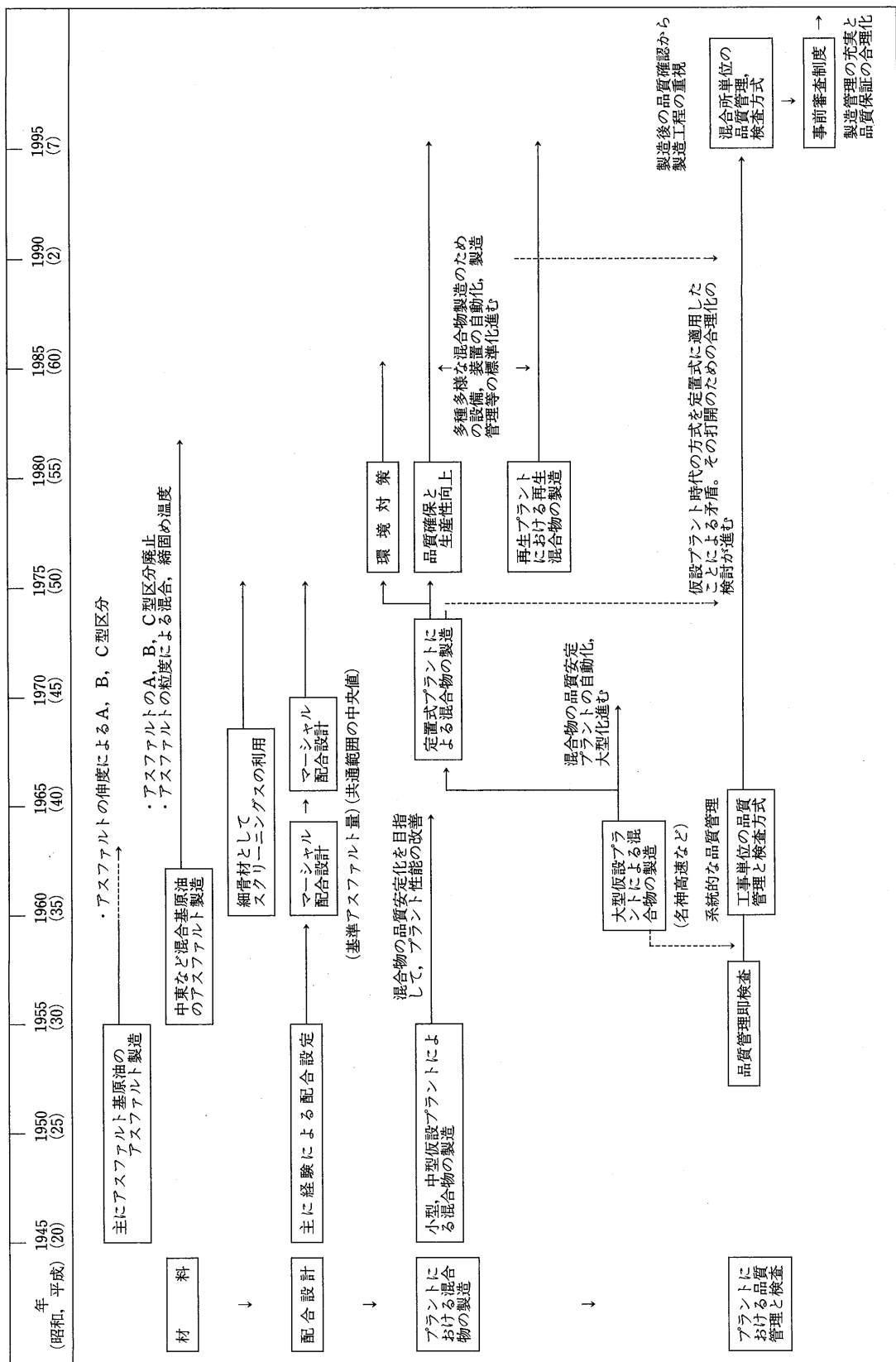


表-2.4.2 アスファルト混合物の製造の変遷¹⁾⁻⁹⁾

年 (昭和, 平成)	技 術 的 動 向 等	材 料 ・ 配 合 等	アスファルトプラント等	品 質 管 理 等
1945 (20)	進駐軍工事によるアスファルト舗装の復活		75~150t/h。米軍が貸与または放出したものを使用。	
1946 (21)	アスファルトプラント		戦後1号機。4~5 t/h, 可搬式, トロンメル方式, 手動式	
1948 (23)	アスファルト舗装の始動期 (1955頃まで)	主にアスファルト基原油のアスファルトを使用 (1960頃まで)		
1949 (24)	アスファルト輸入開始			
1950 (25)	アスファルト舗装要綱	・舗装用アスファルトとして米国アスファルト協会の規格 ・この頃, 配合設計は経験的設計が優位の時代 (1995頃まで)	アスファルト, 骨材の適切な加熱温度範囲, 材料の計量順等を示す。	
1953 (28)	札幌, 千歳間道路舗装工事	ハーバード安定度試験による配合設計	450t/日の混合物を3台のプラントで製造	品質管理の記録は残されていない。
1954 (29)	第1次道路整備5箇年計画	マーシャル試験機導入		
1955 (30)	アスファルト舗装工事増加しだす	・この頃より中東など混合基原油によるアスファルトが主となり現在に至る。 ・配合設計法の研究進む。	プラントでの骨材粒度, 温度管理の重要性が認識され, プラントの改善に影響を与える。	仕様書で検査の項目中に品質管理的な要素を組み込み, 施工者に品質管理を義務づける。品質管理即検査の時代。
1956 (31)	アスファルトプラント		40 t/h, 連続混合式 (バーバークリーン社) 輸入	
1957 (32)	アスファルトプラント		建設省が30 t/hバッチ式 (ウイバウ社) を輸入。わが国の主流をなすバッチ式全自動の原型。国産プラントのモデルとなる。	
	舗装工事の品質			建設省, 舗装工事の品質変動調査
1958 (33)	アスファルト舗装の進展		この頃, 10 t/hのプラントが主体	

年 (昭和, 平成)	技 術 的 動 向 等	材 料 ・ 配 合 等	アスファルトプラント等	品 質 管 理 等
1959 (34)	アスファルトプラント		60 t / h バッチ式全自動プラント (パーカーグリーン社) を輸入, 名神高速の現場で使用。	
1960 (35)	名神高速道路舗装工事開始	・アスファルトの粘度温度曲線の考えをマーシャル配合, 混合物の締固めにとり入れる。 ・細骨材の一部にスクリーニングスを初めて使用。	国内で始めて粒径別 コールドホッパ, ホットオイル付きプラントが採用されるなど混合物の製造管理技術の改善が図られ, その後の国産プラントの技術向上に著しく役立つ。 ・セガラビット, パーカー社製プラントなどを使用	・事前の材料調査, 配合設計, 試験練り, 試験施工による確認, 厳密な日常管理とそして検査。本格的な系統的品質管理の初めての実施。 ・仕様書でも発注者と受注者の立場をかなり明確に分離
1961 (36)	アスファルト舗装要綱	・粗粒度混合物とシールコートに代って密粒度による表層に移行。 ・アスファルトは伸度による A, B, C 型区分を採用。 ・配合設計は標準配合, 合成粒度の考え方を明確に打ち出し, マーシャル試験を導入し, 基準アスファルト量の考え方を示す。	バッチミキサ付プラントの数が圧倒的に多いこと, 均一な混合物を製造するための注意事項等を示す。	品質管理, 検査の章が設けられる。 (プラント性能の不十分さ, 管理要因不足と未熟さ, 基準が厳しすぎるという状況が出現する。)
1963 (38)	第 7 回日本道路会議			特定課題「アスファルト混合物の品質管理について」 (管理, 点検, 照査の各項目が示される。)
1964 (39)	道路技術基準			品質管理と検査を明確に区分する。
1966 (41)	一般工事のアスファルトプラントの自動化普及しだす		・プラント各設備の性能向上が進み, 一応の制御装置を備えたプラントが開発される。	
1967 (42)	アスファルト舗装要綱	・アスファルトの伸度による A, B, C 型区分を廃止。 ・アスファルトの粘度温度曲線の考え方を採用。 ・マーシャル基準を満たす共通範囲の中央値を設計アスファルト量とする。	・プラントにおける実施配合をきめる手順, 試験練りの頃が加わる。 ・保温装置付きアスファルトタンク, オイルヒータによる温度調整などを示す。 ・プラントの設備は国産大型プラントにもとづいて示す。	品質と検査の分離, 品質検査としての規格値の設定, 品質管理即検査ではなく, 作業標準の設定なども品質管理に含まれることなどを示す。

年 (昭和, 平成)	技 術 的 動 向 等	材 料 ・ 配 合 等	アスファルトプラント等	品 質 管 理 等
1967 (42)	東名高速舗装工事		・ プラントの大型化と混合物の品質の安定化が技術的要素の主となり、取扱い技術の熟練度が高まり、プラントの自動制御装置の導入により混合物の品質は十分に満足するようになる。	
1968 (43)	アスファルトプラント		・ バグフィルタが国産される。 ・ 最初から定置式としてのプラントがターミナルプラントと称して設置される。	
1970 (45)	アスファルトプラントの定置化, 工場化		プラントが定置化, 工場化する (混合物販売の定着, 貯蔵サイトの設置, トラックスケール常備, 低騒音バーナー, バグフィルタ等環境対策)	仮設プラント時代の品質管理手法を定置式プラントにおいても引きずり, プラントにおける品質管理は多くの矛盾をかかえる。その打開のため, 品質管理の合理化, 省力化, 管理システムの開発が進められる。
1971 (46)	廃棄物の処理および清掃に関する法律			
	第10回日本道路会議			・ 特定課題「舗装工事の施工管理と検査の合理化」
	品質管理と検査の合理化			・ 北海道開発局は材料の自記記録装置を利用した品質検査を導入。
1973 (48)	第11回日本道路会議			特定課題「常設プラントにおけるアスファルト混合物製造上の問題点とその対策」 (混合物種類の多様性など品質上の問題と環境対策を討議)
	アスファルトプラント		・ 建設省, 公害対策型モデルプラントの試作。	
1975 (50)	アスファルト舗装要綱	・ 用途に応じた粒度をきめ細かくとりあげる ・ 耐流動対策を考慮した配合設計	・ 混合物の製造が仮設プラントから常設のプラントへ移行していること, バグフィルタについて示す。	

年 (昭和, 平成)	技 術 的 動 向 等	材 料 ・ 配 合 等	アスファルトプラント等	品 質 管 理 等
1975 (50)	アスファルト混合所便覧		・アスファルト混合物の製造に関する技術の標準を示す。	
	アスファルトプラント		・ドラムミキシングプラントの開発 (全自動連続重量計量システム装備) ・加熱水蒸気による長時間貯蔵サイロ実用化。	
1976 (51)	再生利用技術	発生材の再生利用技術の研究盛んになる		
1977 (52)	再生利用技術	再生アスファルト混合物の配合設計法開発		
	アスファルトプラント		劣化防止装置付き電気加熱方式貯蔵サイロ開発。	
1978 (53)	アスファルト舗装要綱		・プラントの環境対策強化	粒度およびアスファルト量の管理に印字記録による方法も採用。
	アスファルトプラント		・貯蔵サイロ普及期に入る。	
	再生利用技術		・再生アスファルトプラント実用化。	
1980 (55)	アスファルトプラント		プラントの環境対策進展 (低騒音化, 防音壁, 貯蔵サイロ利用による夜間運転中止等)	
1981 (56)	第14回日本道路会議			・特定課題「舗装廃材の再生利用と問題点」
1982 (57)	アスファルトプラント		・プラントのコンピュータ化普及 (配合設定, 製造および出荷管理, 貯蔵サイロ等)。 ・プラントの性能はコンピュータ制御とロードセル方式計量器の導入によって飛躍的に進歩。 ・二次混合方式, サテライト式サイロ	
1983 (58)	アスファルトプラント, 再生利用技術		・ドラムミキシングプラント (100 t / h) 輸入。新規, 再生混合物製造兼用。 ・ドラムミキサ (再生骨材中間投入方式)。	

年 (昭和, 平成)	技 術 的 動 向 等	材 料 ・ 配 合 等	アスファルトプラント等	品 質 管 理 等
1984 (59)	舗装廃材再生利用技術指針 (案)	再生骨材, 品質基準, 配合設計等	再生混合物の製造, 設備, 製造上の留意点等。	プラントの印字記録によって再生骨材配合率は管理。
1985 (60)	アスファルト舗装要綱			
1987 (62)	第17回日本道路会議			特定課題「舗装の施工管理のあり方」 (アスファルト混合物の製造における自主管理制度導入の検討などが提案された)。
	アスファルトプラント, 再生利用技術		・ドラムミキシングプラント (全自動連続重量計量システム, 全自動配合管理システム装備)。 ・再生骨材加熱用二重ドライヤ (国産69 t/h)	
	プラント管理の合理化			・日本道路公団は, アスファルト量の確認に, 抽出試験による方法を廃止し, 自動計量記録を全面的に採用。
1988 (63)	アスファルト舗装要綱	・混合所において混合物の種類に応じた標準配合を設定している場合は, 実績を考慮しこれを設計配合とすることができる。	・ドラムミキシング方式も採用。	・新しい管理試験方法などの採用に関し, より省力的およびリアルタイムな管理をめざす。
	プラント管理業務の合理化			・コンピュータを利用した品質管理システムの開発 (配合設計および日常管理におけるデータ処理システム等)。
1991 (H 3)	再生資源の利用の促進に関する法律			
1992 (H 4)	廃棄物の処理及び清掃に関する法律改正			
	アスファルト舗装要綱, プラント再生舗装技術指針			・工事単位からアスファルト混合所を単位とする品質管理, 検査の方式の考え方が示された。

年(昭和,平成)	技術的動向等	材料・配合等	アスファルトプラント等	品質管理等
1993 (H5)	環境基本法			
	アスファルトプラント		バッチ式プラント, 自動粒度管理システムの開発	
1994 (H6)	事前審査制度			アスファルト混合物の事前審査制度試行始まる。 (品質管理上の諸問題を打開し, 品質管理, 検査の省力化, 合理化を具体的に支援する。)
	プラント管理の合理化			・パソコンを利用した自記記録システムの実用化(製造工程管理と品質管理の機能装備)
1996 (H8)	アスファルト混合所便覧		新規および再生混合物の両方を取扱い, 製造関連設備, 装置とその管理等の標準を示す。	品質管理は, 製造後の品質管理試験に重点を置くのではなく, 混合物製造工程の管理を重視。

また適切な粘度となる温度で混合した混合物は、密度、マーシャル安定度が高く、供用後のわだち掘れが最小となることを示す結果にもとづき¹¹⁾、積極的な試みとして実施されたのが名神高速舗装工事においてである。図-2.4.1は各工区で使用されたアスファルトの粘度温度曲線である¹²⁾。アスファルト基のサンノーキンと混合基のクエートでは著しく粘度特性が異なり、実際、アスファルトによって混合温度を変化させて混合物の製造を実施した。

上記のようなアスファルト混合物の混合温度は使用するアスファルトの最適混合粘度に対する温度とするという考え方は、昭和42年(1967年)の舗装要綱に採用され、アスファルト製造技術の向上とも相まって、種々な原油のアスファルトを使用する混合物の製造上の問題は解決した。

(2) スクリーニングスを使用した混合物

細骨材としてスクリーニングスを初めて使用したのは名神高速の工事においてである。細骨材の粒度改善と角ばった粒径による混合物の安定性を高めるために使用し、最少20%のスクリーニングスの使用を規定した。その後、スクリーニングスは細骨材として使用されているが¹²⁾¹³⁾、天然砂の供給困難な状況などから配合比率を高めた混合物の検討が進められている。

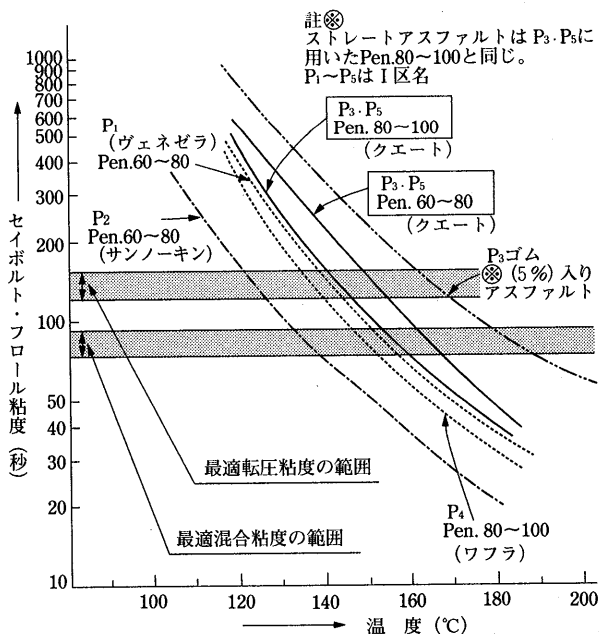


図-2.4.1 粘度と温度の関係図¹²⁾

(3) 配合設計法

アスファルト混合物の配合設計は、使用骨材の配合比とアスファルト量の決定の2点であるが、昭和36年(1961年)の舗装要綱において合成粒度の考え方が打ち

出された。またアスファルト量の決め方はマーシャル試験による基準アスファルト量の考え方である。その後、多くの実績と経験が積み上げられ、昭和42年(1967年)の舗装要綱では、マーシャル基準値を満足する共通範囲の中央値をアスファルト量とする方法に変え、共通範囲の生じない場合は骨材配合を修正する考えをとっている。

このように配合設計法が確立されることによって製造する混合物の品質基準が明確化した。

1.2 仮設プラントにおける混合物の製造

仮設プラントにおけるアスファルト混合物の製造は、中小規模工事の中小プラントの場合と高速道路など大規模工事の大型プラントの場合とに大別される(表-2.4.1)。両者に共通することは特定の工事を対象に混合物の製造を行ったことである。中小仮設プラントにおける混合物の製造は、当初、骨材の投入、温度調節、計量、混合時間などが経験に頼ってすべて手動で行なわれ、均一な混合物を連続して製造することが困難で、プラントの性能改善が図られた。しかし、これらは後述する定置式プラントの時代を向かえるとともに大型プラントに取って代った。一方、大型プラントにおける混合物の製造は、わが国の混合物製造技術を先導する役割を果たした。ここでは大型プラントにおける混合物の製造について、製造技術確立に大きな影響を与えた名神高速道路の例を中心に以下に示す。

(1) 混合物の製造

名神高速舗装工事のアスファルト混合物は、事前の材料調査、配合設計、試験練り、試験施工による確認の後、現場配合が決定された。このような現場配合決定方法は今日の原型をなしている。

アスファルト、骨材などの材料管理と製造設備であるプラントの管理は、品質の均一な混合物製造の大前提となる。そのため、材料の管理試験、製造設備の信頼性をチェックするためのプラント検査としてコールドビンとフィーダー、アスファルトの加熱方法、加熱骨材のふるい分け、各材料の計量、混合状態などの検査が実施された¹³⁾。

使用したプラントは、次のような設備、機能を有することで混合物の品質安定化に大きく寄与した¹⁵⁾。すなわち、

- ① 混合物の品質に大きな影響を及ぼす骨材粒度管理に関してコールドホッパとフィーダの採用、ホ

ットビン粒度安定化のための振動ふるいの採用

- ② 温度管理に関するドライヤにおける骨材の均一な乾燥加熱確保のための温度制御装置、アスファルトの温度制御装置

- ③ 材料の計量管理に関するアスファルト、骨材の自動計量装置

などでありこれらはプラント検査項目でもある。なお、プラントは東名高速の時代には自動計量装置、重量記録装置、骨材加熱温度の自動制御、配合比選択装置などが一般化し、製造設備面の改善がさらに進んだ。

製造された混合物の品質は、材料の品質、骨材粒度、アスファルト量の変動などに左右される。表-2.4.4は使用したアスファルトの約2箇月にわたる品質変動の例である¹⁰⁾。同一原油同一製油所で厳密な管理のもとに製造されたアスファルトは非常に均質なものであった。表-2.4.5は骨材粒度の管理結果の例である¹⁵⁾。ホットビン粒度から算出した加熱骨材粒度と抽出粒度はほとんど差異がない。またアスファルト量は±0.3%以内の範囲であった¹⁶⁾。これらのことから混合物の品質は均一で満足できるものであり、製造技術は相当のレベルに達していた。

表-2.4.4 アスファルトの性状¹⁶⁾

項 目	公称針入度：50～80				公称針入度：60～100			
	比 重	針入度	軟化点	P I	比 重	針入度	軟化点	P I
最 大	1.023	77	45.5	-2.0	1.019	98	44	-2.0
最 小	1.019	67	43.0	-1.5	1.016	90	41	-1.4
平 均	1.020	72	44.5	-1.78	1.0179	93.5	42.3	-1.71
標準偏差	0.0206	2.920	0.152	0.110	0.0009	2.60	0.954	0.207
変動係数	2.019	406	3.41	6.18	0.09	2.77	2.25	1.21
範 囲	0.004	10	2.50	0.5	0.003	8	3.00	0.6
試料の数	13	13	13	13	10	10	10	10

表-2.4.5 サーフェース¹⁶⁾

試料数 □ 抽出 33
加熱 51

項 目	フルイ目	3/8*	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
抽出骨材粒度(%)	平 均 値	87.5	63.7	41.4	22.0	11.7	6.3
	範 囲	10.1	11.7	10.0	6.0	8.4	5.0
	標準偏差	2.33	2.27	2.20	1.59	1.60	1.06
	変動係数	2.7	3.6	5.3	7.2	13.7	16.9
加熱骨材粒度(%)	平 均 値	87.5	63.6	41.6	24.1	12.0	7.8
	範 囲	8.7	13.0	8.8	10.5	7.4	7.9
	標準偏差	2.10	2.29	2.23	2.78	1.71	1.66
	変動係数	2.4	3.6	5.4	11.5	14.3	23.5

(2) 混合物の品質管理

仮設プラントにおけるアスファルト混合物の品質管理については、第7回日本道路会議特定課題において論じられた。名神高速舗装工事関連の論文が数多く出され¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾、品質管理体制、発注者の品質管理試験は仕様規定に合格するかどうか検査を主目的とし受注者には材料の品質管理や自主的に必要な試験を要求したこと、入荷材料や製造した混合物の視察検査が有効であることなどが報告された¹⁶⁾¹⁷⁾。また、特定課題の結論として、

- ① プラントにおいて管理すべき項目は材料の供給源が一定であれば骨材の粒度、アスファルト量および混合温度の3つである。
- ② 大規模なプラントにおいては骨材粒度の管理はコールドフィードまたはホットビンにおけるふるい分け試験によれば十分であり、混合物の粒度試験を省略することができる。ただし、骨材のふるい分け装置および計量装置の点検を欠かすことはできない。
- ③ 大規模なプラントにおいては、アスファルト量の管理には計量装置の点検を行えば抽出試験は省略することができる。ただし適当な手段によりアスファルトの使用量と混合物の生産量を照合し

なければならない。

などが示された。これらは、混合物の品質確保のための品質管理のあり方やその合理化へつながる多くの示唆に富むものであった。

1.3 定置式プラントにおける混合物の製造

舗装工事の普及とともにアスファルト混合物の需要が増大し、その製造は生産性向上、環境対策費の増大などから1970年頃より高速道路など特定工事に用いる仮設プラントから定置化、工場化したプラントへ移行し、品質管理体制の確保や経済性の面からもプラントの集約と大型化が進んだ。そして、現在、多種多様な混合物が、定置式プラントにおいてほとんど製造されている（図-2.4.2参照）。

(1) 混合物の製造

定置式プラントにおける混合物の製造は、高速道路などの工事に使用されていた大型仮設プラントを転用する形で始まり、普及していった。定置式プラントでは、通常、1日に何種類もの混合物を製造する。一方、大型プラントといえども仮設プラントは、もともと短時間で種々な混合物を製造するには不向きであった。

混合物製造上の問題は、混合物種類の切換えに伴う品質の変動、作業効率の低下、材料ロスなどである。アスファルトの品質がその製造技術の進歩により規格

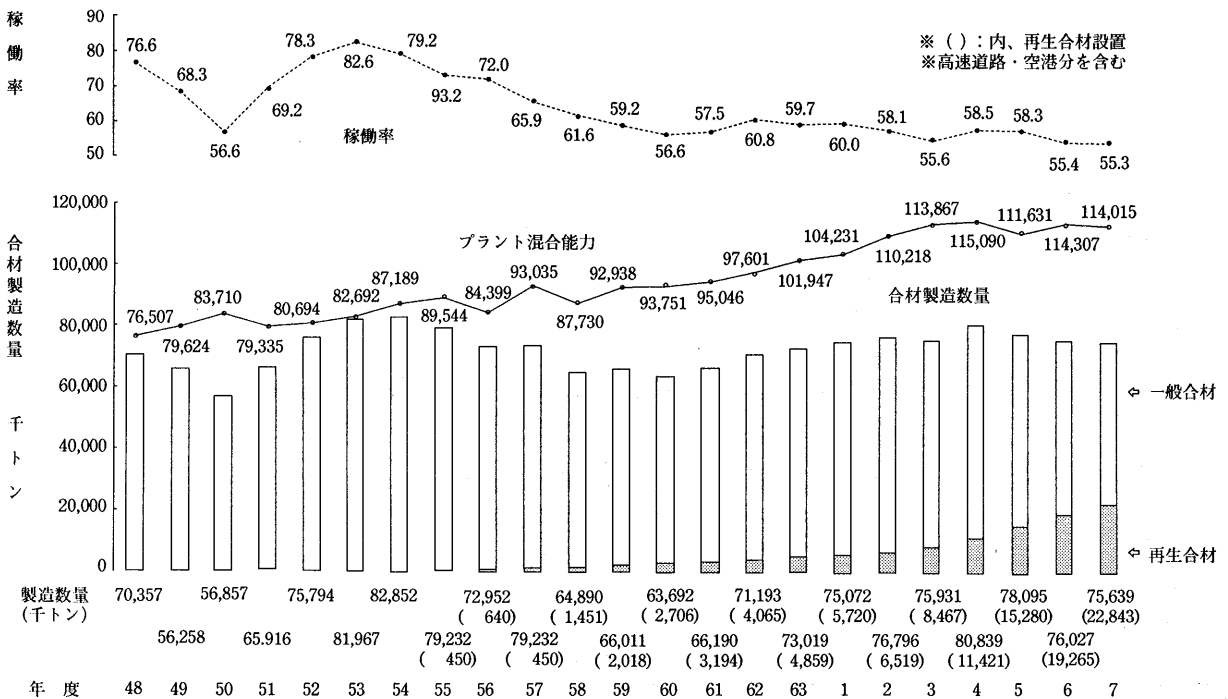


図-2.4.2 アスファルト合材製造数量推移 (全国) ¹⁸⁾

値からはずれることがなくなり、取扱い技術も確立された。このことから、特に安定した骨材粒度を確保する製造技術、適切な混合物温度確保のための製造技術が課題となった。また混合物種類の整理統合が現在に至るまで進められるとともに混合物の製造と出荷を切離し、プラントの連続運転を確保する混合物の貯蔵技術も検討された。

1) 設備的配慮を行った定置式プラントの試み

主として混合物の品質向上（特に粒度管理と温度管理）と生産性向上を主眼に設備仕様を検討した定置式プラントの試みが実施された⁶⁾。これは仮設プラントをそのまま定置式として使用する際に生じる前記のような問題点への改善として実施された。骨材粒度の安定化に関しては、加熱骨材用サイロを設置したことに特徴がある。すなわち、加熱骨材のストックを製造する各種混合物の最大公約数的共通粒度で維持管理し、その組合せによって種々な混合物を製造するという考えのもとづく。またホットサイロに上中下のレベル計を付け、急激な供給量の変化を避けて粒度の安定化を図るものである。この方式は混合物の種類があまりに多い状況に対処しにくいいためか、その後、あまり普及していない。

2) 安定した骨材粒度の確保

定置式プラントにおける混合物製造上の最大の課題は、安定した骨材粒度の確保である。

わが国では、欧米に比較して安定した粒度の細骨材が得られにくい面がある。

このような骨材の状況に対し、プラントでは、骨材自動供給装置を組み入れ、粒度を安定化させるために混合物の各骨材配合比に適応した各骨材量を供給する方法などがとられている。またバッチ式プラントではホットビンの加熱骨材、ドラムミキシングプラントではコールドフィードから供給される骨材の粒度をリアルタイムで測定し、骨材粒度が変動しても目標の粒度となるように自動補正する配合管理システムが実用化され、安定した品質の混合物を製造している⁷⁾⁸⁾（図-2.4.3、2.4.4参照）。

3) 適切な温度の確保

混合物の温度は、使用量の多い骨材の温度によって

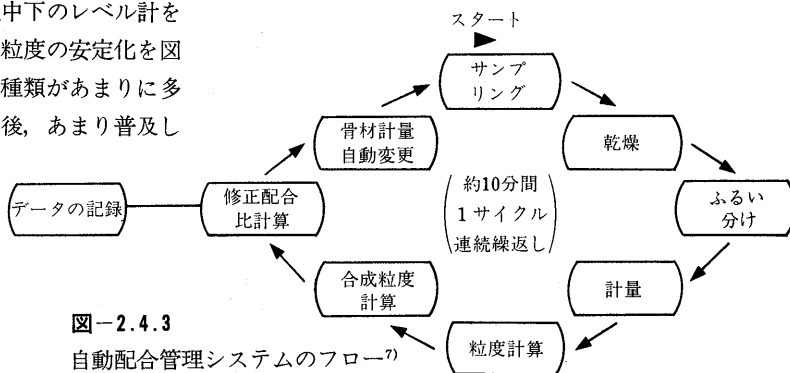


図-2.4.3

自動配合管理システムのフロー⁷⁾

2.36mmフルイ通過分

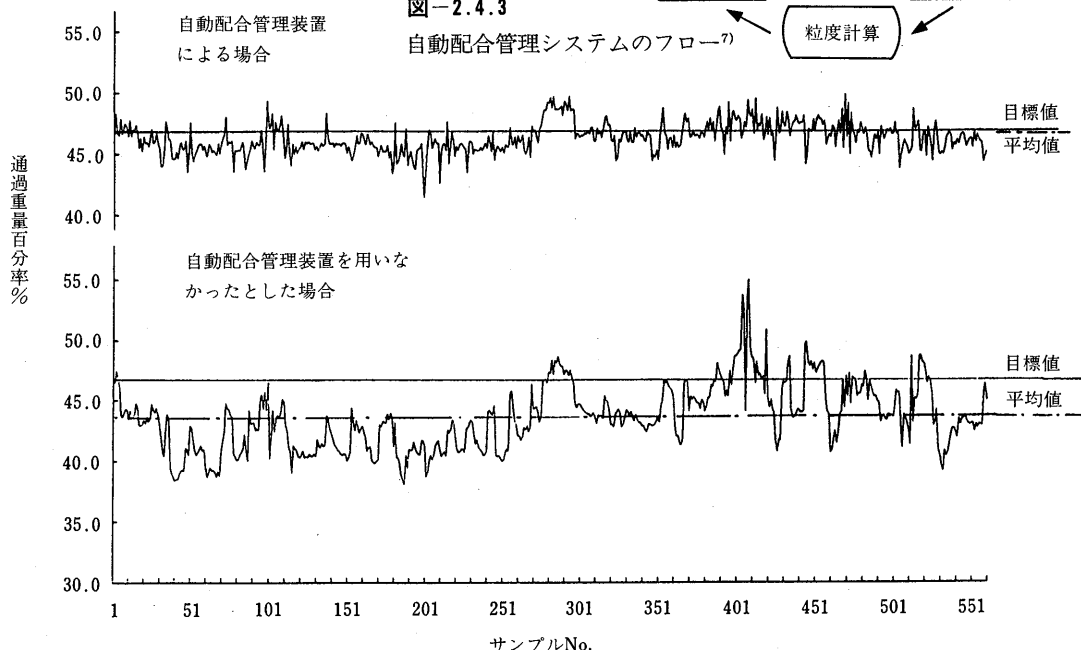


図-2.4.4 混合物粒度の変動の例（密粒度（13）アスファルト混合物の場合）⁷⁾

左右される。骨材の加熱温度は、ドライヤバーナ自動制御装置の導入により、満足のいく温度が確保されている。

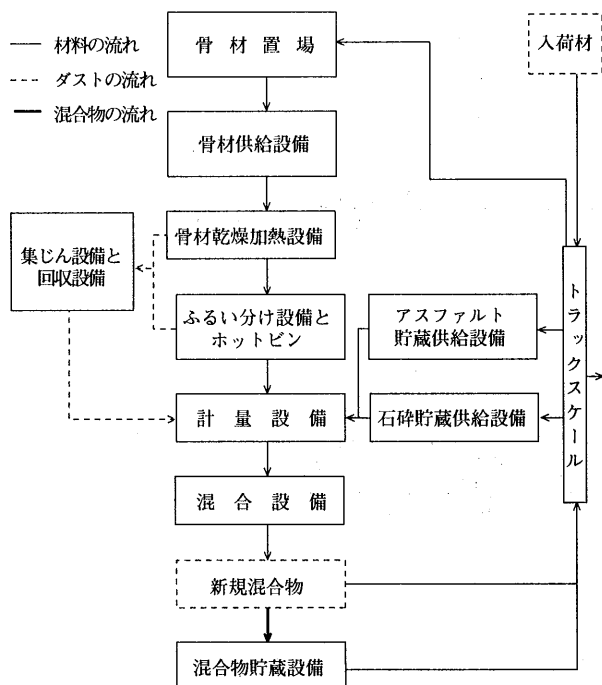
4) 混合物の貯蔵¹⁹⁾

プラントの連続運転による混合物の品質の安定化、プラントの合理的運営などから混合物貯蔵設備の導入が行なわれた。貯蔵中の混合物の品質劣化に対しては、過熱水蒸気による方法や不活性ガスによる方法などが用いられている。現在の貯蔵設備は温度管理、気密性、混合物の投入、排出技術など完成された技術であり、都市近郊のプラントを中心に広く普及している。

5) 高度化する製造技術¹⁹⁾²⁰⁾

現在、定置式プラントの製造設備（図－2.4.5参照）は、省エネルギー、省力化などの機能強化、コンピュータ導入による操作方法、自動混合計量装置、ドライヤバーナ自動制御装置、アスファルト自動温度制御装置、骨材自動供給管理装置、印字記録計など品質管理装置等を大幅に取り入れた機種種の採用が行なわれている。これら製造設備の充実等により、熟練度を必要とせず、しかも信頼度と安全性をそこなうことなく、品質の安定した混合物が製造されている。

なお、プラントは混合物製造に伴う大気、騒音、振動など環境への配慮も払われつつけている²⁰⁾。



図－2.4.5 新規アスファルト混合所の製造設備フロー図の例（バッチ式）¹⁹⁾

(2) 混合物の品質管理

1) 工事現場単位から混合所単位への転換⁴⁾

アスファルトプラントの定置化は、品質の安定した多種、多様な混合物を製造するために、製造設備の自動化や製造工程の標準化を大きく促進した。一方、品質管理の面では仮設プラント時代の工事現場単位ごとに行なう方式からの脱却が遅々として進まず、混合物製造技術が大幅に進歩したにもかかわらず、それに適したとは思われない品質管理の方法もみられ、製造技術のレベルに対応した合理化がまず進められた。アスファルトなど使用材料のミルシートの活用、北海道開発局における材料の自記記録装置を利用した品質検査の導入、日本道路公団におけるアスファルト量の確認に抽出試験を廃止し、自動計量記録を全面的に採用するなどである。

平成4年（1992年）のアスファルト舗装要綱では、定置式プラントにおける混合物の品質管理と検査が、その供給先である工事現場単位から製造元であるアスファルト混合所を単位とする方式にするという考えが示された。

2) 製造後の確認から製造時管理の重視

安定した品質の混合物を製造するためには、品質を確認する試験よりも（製造管理面からみれば事後確認にしかすぎない）製造工程のチェックを重視した管理が重要である。すなわち、作業標準による事前チェック、製造時のチェックなどによるリアルタイムな管理の重視である。また、この視点から品質管理と製造工程管理を兼ね備えたパソコンを使用した自記記録システムが開発されている⁹⁾。

(3) アスファルト混合物の事前審査制度⁴⁾²²⁾

前述した定置式プラントへの移行に伴うアスファルト混合物の品質管理、検査をとりまく状況を具体的に打開できる方法の検討が1985年頃より各地で検討された。全国的な展開を意図して検討されたのが、「アスファルト混合物の事前審査制度」であり、1994年より試行され、現在、関東、中部、東北地区などで実施されている。

この制度は定置式プラントにおける混合物の品質の安定化が確認され、品質管理の合理化、省力化などの社会的要求を背景に、自主管理の充実と品質保証の向上につながることを目的に開始されたものである。この制度の特徴は、アスファルト混合所から出荷する混合物を、第三者機関が事前に審査認定することにより、従来の工事ごと、混合物ごとに行っていた品質管理に

関する基準試験や試験練りなどを省略できるとしていることである。

1.4 再生混合物の製造

わが国のプラント再生舗装は、1976年より技術開発が進められ、1980年頃から本格的に実施され、現在に至っている。この間の再生加熱アスファルト混合物（以下、再生混合物）の製造量をみると、当初、全アスファルト混合物製造量の約0.1%であったものが年々増加し、1991年の「再生資源の利用の促進に関する法律」の施行以降、急激に伸び、1995年には約30%に達し（図-2.4.2参照）、再生混合物の製造技術は大幅に向上し、その技術レベルは欧米より高い。

(1) 再生混合物の製造

再生プラントは、基本的には連続式プラント、バッチ式プラントのいずれをベースとしているか、またいずれのアスファルトコンクリート再生骨材（以下、再生骨材）の加熱混合方式を採用するかによってドラムドライヤ混合式（図-2.4.6参照）、併設加熱混合式、間接加熱混合式の3つに大別される¹⁹⁾。

いずれの加熱混合方式による再生混合物の製造においても、

- ① 旧アスファルト、新アスファルト、再生用添加剤の変質防止
- ② 再生骨材または再生混合物からの十分な水分の除去
- ③ 新規骨材の過熱防止
- ④ 混合性の向上

などが、製造上の注意点となる。また加熱混合方式によって適した再生骨材配合率も変化するので、各方式に適した製造方法で再生混合物は製造されている。図-2.4.7は、再生混合物の品質実態の一例として、再生アスファルトの針入度と再生混合物から回収したアスファルトの針入度の関係を示したものである。混合物となった場合に生じる針入度の低下率は、設計の針入度が50のとき最大で30%程度であり、加熱混合工程における劣化を最小限に抑えて製造されていることがわかる²³⁾。

(2) 再生混合物の品質管理

再生混合物の品質管理は、新規混合物の場合と基本的には同様であり、考え方としても製造後の品質試験による確認よりも製造工程の管理が重要である。

再生混合物の品質は、原材料となる再生骨材の品質に大きく左右され、再生骨材の品質を安定させるのは、その製造段階においてである。すなわち、路盤材の混

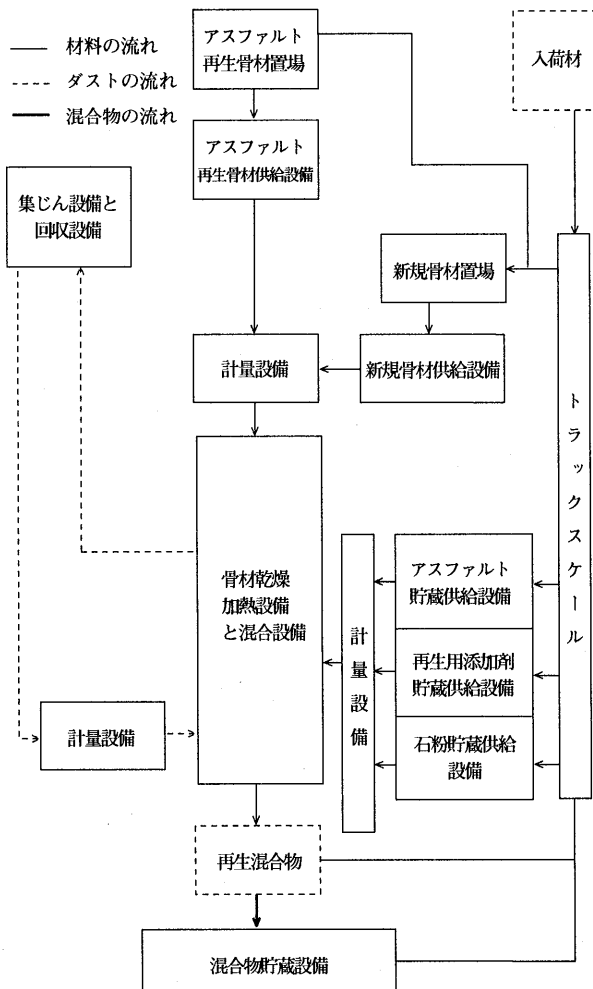


図-2.4.6 再生アスファルト混合所の製造設備フロー図の例（ドラムドライヤ混合式）¹⁹⁾

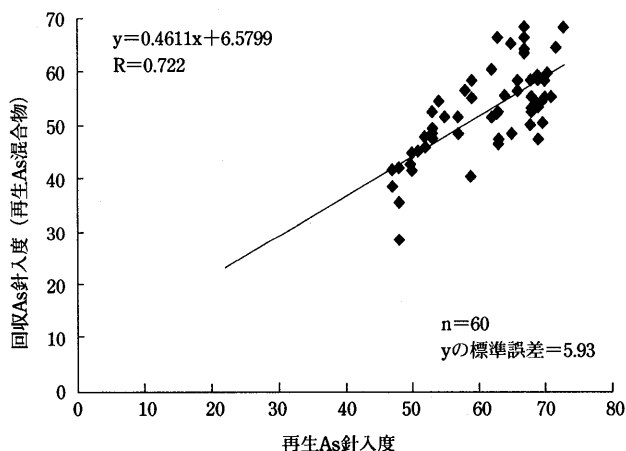


図-2.4.7 再生アスファルトの針入度と回収アスファルト針入度の関係（密粒）²³⁾

入など異物の分別、発生箇所の異なる発生材が可能な限り混ざり合うように供給し再生骨材を生産する方式など品質の平均化、変動幅の低減、再生骨材の分級による粒度の管理などが行われている²⁴⁾。

また品質管理手法としてRIによる旧アスファルト量の測定やマーシャル安定度試験による旧アスファルトの性状判定方法も使用されている²⁵⁾。

1.5 今後の製造技術

以上、アスファルト混合物の製造技術の変遷をたどりながら、アスファルトは品質の安定したものが供給されていること、混合物の品質を安定化させるため骨材粒度に着眼した製造管理などについて述べてきた。混合物の製造で製造設備としてのプラントの性能が重要なことはいうまでもないが、連続粒度タイプの混合物の製造をベースとしている。一方、今後とも排水性混合物など開粒、ギャップタイプ混合物のニーズは高く、これら混合物の製造に適したプラントの開発、高耐久性のバインダーの開発が望まれている。また、再生混合物については、再々生などへの対応、改質アスファルト（高粘度改質アスファルトを含む）が使用された発生材の再生利用技術の検討が今後必要である。

2. アスファルト混合物の施工

わが国の舗装道路は90%以上がアスファルト舗装となっている。戦後アスファルト舗装が盛んに行われるようになってから概ね50年になるが、この間に、アスファルト舗装は道路構築に大いに貢献してきたと言える。しかしながら、最近では舗装を取巻く状況が時代の変遷とともに、それに即した要請として変化してきている。

ここでは、初めに舗装を取巻く最近の動向に目を向け、それを簡単に整理した上で、アスファルト舗装の施工の標準的な方法およびその技術の現状レベル(The State of the Art)や話題について記述する。

2.1 施工技術の進展と最近の動向

アスファルト舗装の施工そのものの基本的な方法は、機械化施工が本格化した昭和30年代と変りはないと言えるが、敷きならし機械（アスファルトフィニッシャー／以下、AFという）や締固め機械（ローラ）は多種類化し、能力の向上も図られて今日に至っている。しかしながら時代の変遷とともに舗装をとりまく環境は当時と比べて次第に変化し、それに対応した施工上の技術的要求等も高度化し、多様化してきている。ここでは、アスファルト舗装の施工に関わる事項を中心に、

それらの傾向や動向等について整理してみる。

(1) 省力化、非熟練化と施工機械の自動化

かつては熟練した職人が施工機械を巧みに操り、見事な舗装を作り上げてきたが、その人びとが高齢化し一線を去るとともに、非熟練者であっても施工が可能なように、施工機械の自動化（あるいはさらに進んで無人化）が要求されて来ており、その開発が進められている。自動制御方式のアスファルトフィニッシャーなどがその一例である。

(2) 高品質化と品質保証

施工されるアスファルト舗装の品質を確保するためには、リアルタイムな管理が必要である。そのような方法の一つとして、オートレベリングAF、締固め中に密度管理を可能とするローラなど、いわゆる情報化施工と言われる技術が進められており、これらの進展は、舗装の高品質化、品質保証へと結びつくことが期待されている。また、品質保証についてはISO-9000Sの導入などが検討されつつあり、舗装を品質システムとして捉える方向が打出されて来ている。

(3) 時短と効率化、工期短縮とコストダウン

時短は時代の要請であり、そのためには施工の効率化が必要不可欠となっている。効率化には自動化、大容量化、スピード化などがあるが、例えば、型枠を使用しない無型枠施工技術なども作業工程を省略できることで一つの効率化であると言える。一方、工期短縮はコストダウンに繋がることから様々な対応が行われている。効率化もその一つであるが、寒冷地域では通年化施工を目指して、寒期でも施工が可能な技術が検討されている。例えば、寒期施工用アスファルトフィニッシャーや温風付きローラなどの開発もその一つである。

なお、雨天時の施工対策も工期短縮を目指す意味で将来的な課題である。

(4) 環境対応と省エネ工法

昭和50年代までは車道舗装が優先的に構築されてきたが、最近では周辺景觀に配慮した道路造りや地球環境にも目が向けられ、常温舗装工法など省エネ工法が指向されて来ている。その一つとして、通常の混合物より施工温度を下げて施工することを可能にしたアスファルト舗装の中温化施工が注目されている。

また、車両による周辺環境への対策として、騒音対策が大きな課題となってきているが、走行音を下げる効果のある排水性舗装が、その一つとして期待され実施されている。

(5) 舗装修繕時代への対応と渋滞対策

舗装ストックは膨大となり、その保守のための維持修繕が今後の大きな課題である。特にそれらの工事が原因となる交通渋滞が深刻で、その対策が求められており、舗装を取替えるのは表層だけにして、それ以下はできる限り手を加えないメンテナンスフリー化の指向、交通への迷惑を最小限に止める急速施工法の提案などが行われてきている。維持修繕工事で最も問題になるのは交通開放時期で、初期わだちばれを少なくするための方策として、急速舗装冷却などが考慮されるが、前述の中温化施工も温度を下げて施工するという意味では貢献できるものと考えられている。

(6) 施工と安全対策、交通と事故対策

施工時の転圧機械等の動きに対する作業員への安全対策として、機械の接近を感知する安全チョッキシステムなどが考えられている。

一方、交通車両の走行時の安全対策として、排水性舗装が雨天時のすべり対策や視認性確保に有用とされており、また、積雪寒冷地では安全確保のため各種の凍結抑制舗装が研究されている。大別して塩類やゴム粒を混合したものや特殊形状のゴムを舗装表面に埋込んだロード型などがある。

以上に示したように、舗装を取りまく環境は刻々変化しているが、ここでは前記した幾つかの事例も紹介しながら、アスファルト混合物の施工について最近の技術をまとめることとする。

2.2 アスファルトの熱的特性と施工との関わり

アスファルト混合物（以下、混合物ともいう）の施工について述べるに当たり、初めに最も基本的な事項であるアスファルトの特性、とくに熱的特性と施工との関わりについて見てみる。

アスファルトは熱可塑性材料であり、その特性を利用して混合物を製造し施工を行うのがアスファルト舗装である。混合物の製造および施工の工程（敷きならしおよび締固め）にはそれに適したアスファルトの粘性（または粘度という）があるが、その粘性は温度によって変化することから、施工においては温度管理が重要となる。とくにアスファルト混合物の締固めには適正な粘性範囲があり、粘性が低すぎても高すぎても、十分に締固めることは困難となる。

図-2.4.8は、アスファルトの温度に対する粘度変化の一例を示したものである。ストレートアスファルト60~80（以下、ストアス）と改質アスファルトII型（以下、改質アス）では使用領域で同じ粘性を示す温度は

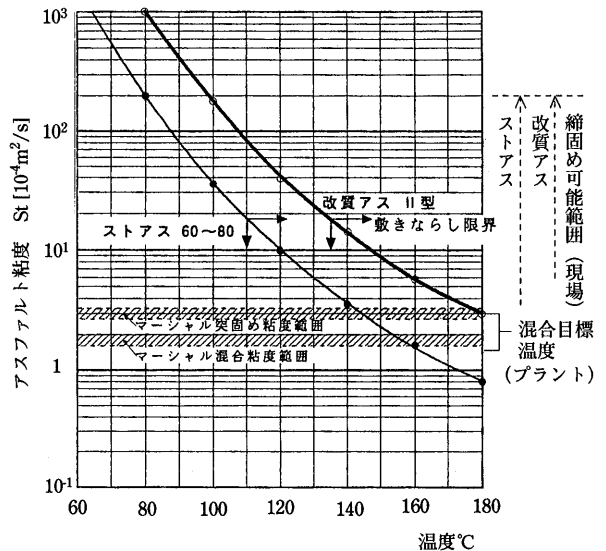


図-2.4.8 アスファルトの温度・粘度関係

約25℃の差があり、同じレベルの粘性で締固めるとして約25℃の差異がある。したがってアスファルト舗装の施工は、用いるアスファルトに応じて、敷きならし締固め温度条件が異なり、対応を変えて行く必要がある。

アスファルト混合物は、アスファルトの粘度が150~300 cStとなる範囲で目標の混合温度を定め製造される。例えば、ストアスの混合温度が160℃に設定された場合、混合物の運搬および敷きならしで約20℃の温度降下を見込むとして、締固めが開始できる温度は140℃以下となる。これに対して改質アスでは、混合温度を185℃、敷きならし直後までの温度降下を25℃（高温ほど温度降下が速い）として、締固め開始温度は160℃以下となる。図-2.4.8で見ると改質アスの場合、この温度で既にストアスよりも粘性が高く、それだけ締め固めにくなっていると言える。また仕上げ転圧の終了する混合物温度をストアスの場合で80℃とすれば、そのときの粘性に等しい改質アスの温度は約100℃であり、改質アスでは100℃で既に仕上げ転圧が終了していただなければならない。

締固めは、混合物がズレたり舗設面にへアクラックが入らなければ、可能な限り混合物温度が高い方が有利であり、その点を十分留意して行われるべきであるとされている。混合物の温度が下がれば下がるほど締固めるエネルギーは増大し、ついにはどのようなローラでも締固め得なくなる。

このように、アスファルト舗装の施工は混合物温度との戦いであり、手際よい作業と温度管理が良い出来

映えの舗装ができるかどうかのキーポイントであることは昔も今も変わらない。

2.3 一般地域における施工技術

ここでは、アスファルト混合物を用いた舗装の一般的な施工技術に最近の新技术を織り交ぜながら主要な事項を施工手順に沿って記述する。

(1) アスファルト舗装の標準的な施工手順

アスファルト舗装の標準的な施工は一般的に図-2.4.9のようなフローで行なわれている。また、その標準的な機械編成は図-2.4.10に示すような形態がとられている。

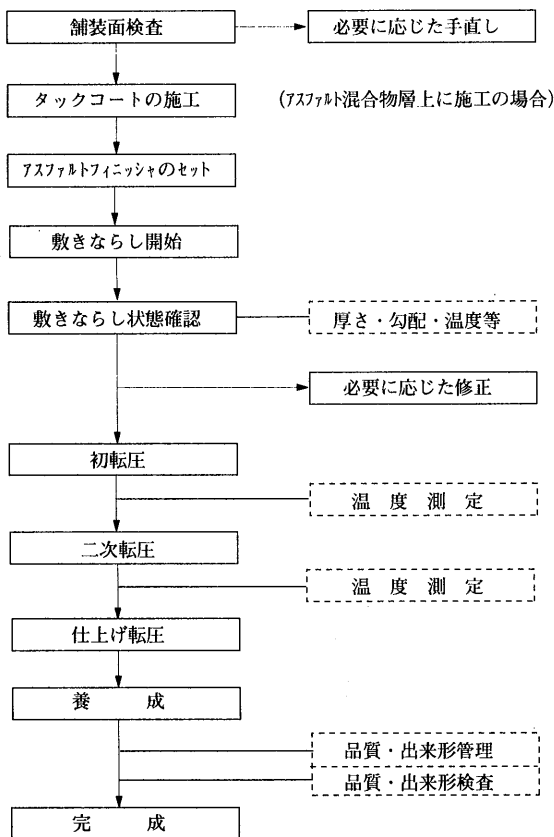


図-2.4.9 標準的な施工手順²⁶⁾

(2) 舗設面の点検

アスファルト混合物の舗設に先立ち、準備として舗設面の点検、補修が行われる。アスファルト舗装の耐久性は、舗設面以下の影響を受けやすいので、所要の支持力を有しているか、汚れや異物がないか等が確認される。特に、既設アスファルト舗装面にオーバーレイする場合は、路面の検査、汚れや異物の除去のほか、例えば、ひびわれやポットホールにはパッチング、わだち掘れにはレベリングなど、舗設面の状態に対応した事前の手直しが行われる。

(3) タックコート

1) タックコートの施工

タックコートは、既設舗装となるアスファルト混合物層またはコンクリート版とその上に舗設する混合物層との接着性および施工ジョイントの付着力を向上させるために施工されるものである。タックコートには通常、アスファルト乳剤（PK-4）が用いられているが、開粒度アスファルト混合物など接着力を高める必要がある場合には、ゴム入りアスファルト乳剤が用いられることもある。散布量は一般に0.3~0.6 l/m²が標準として用いられているが、タックコートの接着性は散布量、養生時間、養生温度によって異なる。例えば、図-2.4.11はタックコートの散布量と付着力の関係を、

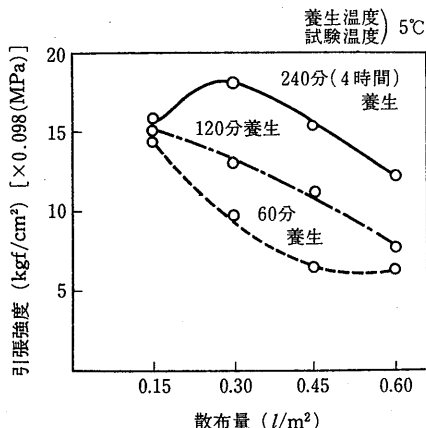


図-2.4.11 タックコートの散布量と付着力²⁷⁾

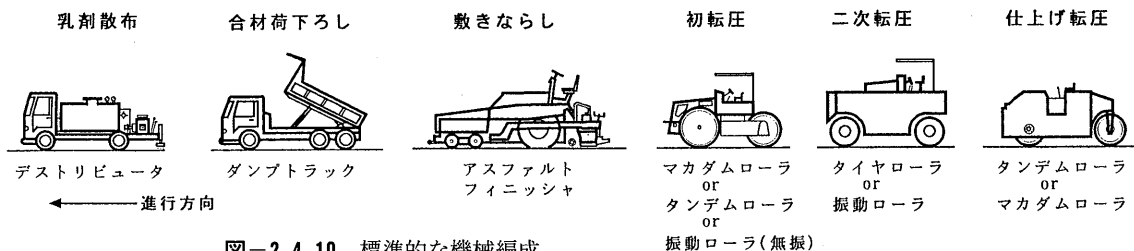


図-2.4.10 標準的な機械編成

図-2.4.12は養生時間と付着力の関係を示したもので、付着力（引張り強度）については、標準散布量範囲の下限側の方が大きいことから、タックコートの散き過ぎに注意が必要なこと、またその養生については自然養生の場合には25℃の高温域でも2時間程度の養生時間が必要であり、このため、寒冷期や急速施工の場合には養生時間の短縮をはかるために、アスファルト乳剤を60℃程度まで加熱して散布する方法、ロードヒータにより舗設面を加熱する方法および散布を2回に分けて行う方法等がとられている。

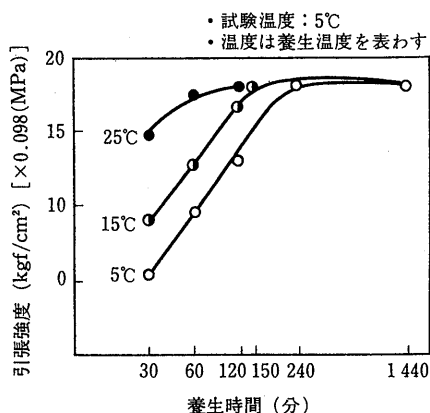


図-2.4.12 タックコートの養生時間と付着力²⁷⁾

2) 乳剤散布用機械

アスファルト乳剤の散布機械には、アスファルトディストリビュータとエンジンスプレーヤがある。アスファルトディストリビュータは乳剤タンクおよび散布装置をトラックに架装した自走式のもので、主に大規模の施工に適している。一方、エンジンスプレーヤはエンジンで駆動するポンプを用いた人力散布用の散布装置で、小規模の施工や部分散布に適している。このうちアスファルトディストリビュータの一例を図-2.4.13に示す²⁸⁾。

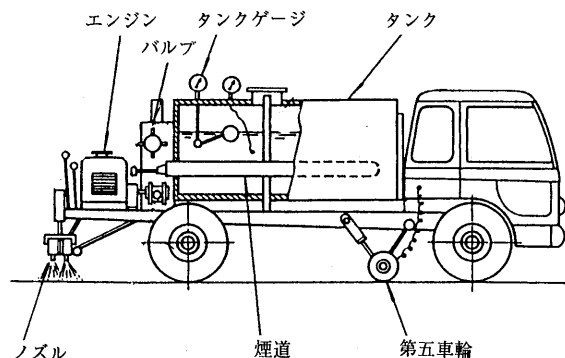


図-2.4.13 アスファルトディストリビュータの一例²⁸⁾

3) タックコートに関する最近の新しい技術

アスファルト混合物の舗設作業は、タックコートと接着性を発揮させるためタックコートが分解した後に行うのが原則であるが、最近の新技术として、高付着型タイプのアスファルト乳剤およびそれを混合物の敷きならし直前に使用できるようにした乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャが開発されている。この乳剤は高付着性と水密性を併せ持った改質アスファルト乳剤で、薄層タイプの排水性混合物の施工に用いられており、混合物の敷きならし直前に散布され、強力に混合物をグリップする特性をもっている。直前散布方式は、タックコート上をダンプトラックが走行することを排除することによってタックコートの保護を可能とし、また、従来の散布作業の省略および養生時間なしということから施工時間の短縮に寄与できるものである（写真-2.4.1, 2.4.2参照）。

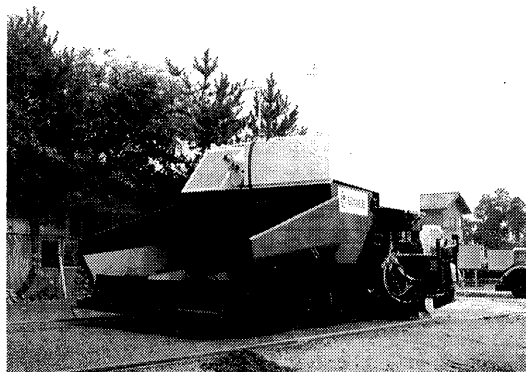


写真-2.4.1 乳剤散布装置付フィニッシャ



写真-2.4.2 乳剤散布装置

(4) 敷きならし

1) アスファルトフィニッシャ

舗設面の点検、タックコートの施工および養生の終

了後、ダンプトラックにより運搬されたアスファルト混合物が敷きならされる。敷きならしには、所定の厚さ、舗装の平坦性を確保するため、アスファルトフィニッシャが用いられ、一定速度で連続して走行することが求められる。

アスファルトフィニッシャは、その機能面から牽引装置の「トラクターユニット」部分と敷きならし装置の「スクリードユニット」部分に分けられる。

① トラクターユニット

トラクターユニットには、タイヤ式とクローラ式がある。その方式を図-2.4.14に示す。このうち、タイヤ式は機動性をクローラ式は牽引力を重視したものである。なお、タイヤ式でも4輪駆動とすることで牽引力を約30%~40%増大させたものも開発されている。

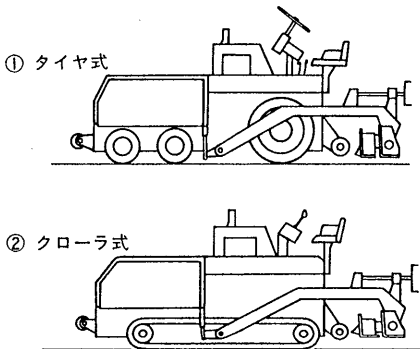


図-2.4.14 トラクターユニット方式²⁸⁾

② スクリードユニット

スクリードユニットはレベリングアームとスクリードで構成され、敷きならしにはフローティングスクリード方式が採用されている。スクリードユニットの締固め方式には、タンパ式、バイブレータ式、TV式（タンパ、バイブレータ）がある。その構造分類を図-2.4.15に示す。バイブレータ式は、比較的摩耗や変形が少なくメンテナンスも容易であるこ

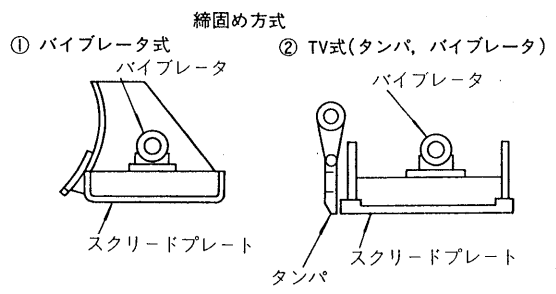
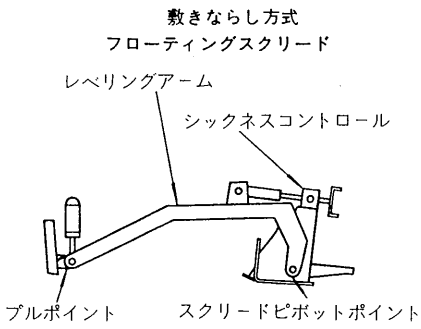


図-2.4.15 敷きならし方式と締固め方式²⁸⁾

とから主流となっている。また、TV式は締固め効果が大きいことから特殊な混合物や厚い層の敷きならしに適している。なお、最近では、図-2.4.16、図-2.4.17に示すようにTV式をさらに改良し高締固めをねらったダブルタンパ式、プレッシャバー式も開発されている。

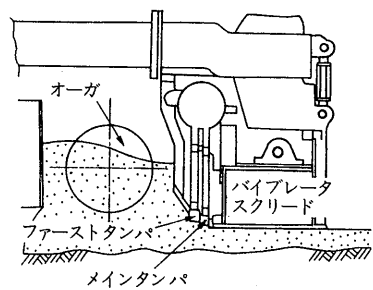


図-2.4.16 ダブルタンパ式スクリード²⁹⁾

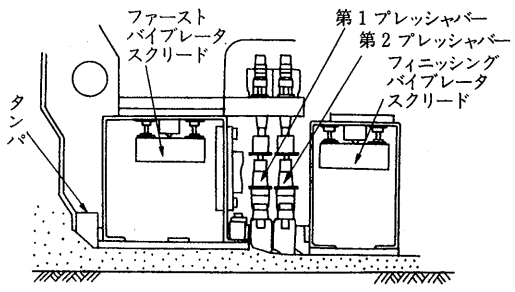


図-2.4.17 プレッシャバー式スクリード²⁹⁾

③ 敷きならし幅の調整

敷きならし幅の調整にはエクステンションをボルトで連結させる脱着型とメインスクリードに装着した伸縮スクリードが油圧で自由に横スライドできる伸縮型とがあり、作業性の点から伸縮型が主流となりつつある（図-2.4.18参照）。

④ フローティングスクリード

フローティングスクリードは、アスファルト混合物を平坦に敷きならしていく重要な機能をもってい

るので事前に点検、整備を行い、そり等の変形がないかを確認することが重要である。

② スクリードの加熱

スクリードの加熱が不十分であると、スクリードに混合物が付着し、ひきずりの原因となる。

③ 材料分離の防止

材料分離を防ぐためホッパの上げ下げは必要最小限にとどめ、ホッパ内に保持する混合物の量が常に一定量になるようにする。

④ 混合物温度の確保

敷きならし時の混合物の温度は、アスファルトの粘度にもよるがストレートアスファルトでは一般に110℃を下回らないようにする。とくに改質アスファルトの場合は粘性が高いため、敷きならし最低温度はストアスより20℃以上高くなるので、十分留意が必要となる（図-2.4.8参照）。

3) 敷きならしに関する最近の新しい技術

① アスファルトフィニッシャの自動化システム

施工作業の合理化、省力化を目的として様々な自動化技術が進められているが、その一つとして、「3次元位置自動制御型フィニッシャ」が開発され試験施工が行われている。これは、センサを用いることによりアスファルトフィニッシャの位置や敷きならし高さ等の測定結果をオペレータへリアルタイムに情報提供できるシステムとなっているもので、施工管理の簡略化に貢献できるものである。図-2.4.20に施工イメージを示す。

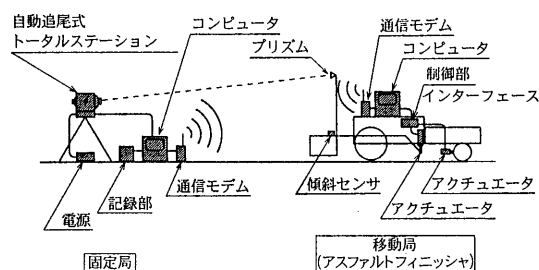


図-2.4.20 施工イメージ⁸⁰⁾

② 無型枠施工装置付きアスファルトフィニッシャ

従来からの施工では、通常、舗設幅をレーン割りし、型枠を設置してアスファルト混合物がずれないようにした上で混合物を敷きならすが、省力化や施工コスト低減を目的とし、写真-2.4.3に示すように型枠を設置しないで混合物を敷きならし、エンドブ



写真-2.4.3 無型枠施工装置

レートにとりつけたパイププレートで舗設端部を十分に締固める無型枠施工も開発されている。

(5) 締固め

アスファルトフィニッシャで敷きならされた混合物を十分に締固めることは、舗装の供用性や耐久性を確保する上で非常に重要である。一般に施工時に締固め度を高めることで、ひびわれ、流動によるわだちばれ、すりへりや摩耗、アスファルトの劣化、剥離などに対する抵抗性が向上することから締固めはアスファルト舗装にとって重要なファクターである。

1) 締固めに対する基本的要因

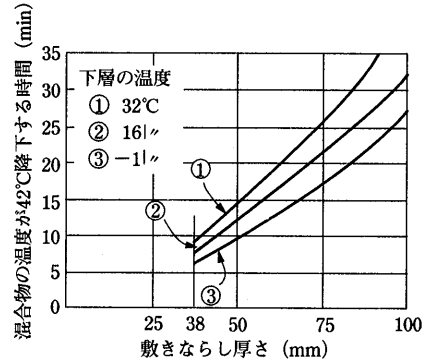
締固めの程度は、混合物の種類（粒度）、骨材の形状、アスファルトの種類、アスファルト量等にもよるが、締固め機械編成、締固め回数、転圧温度によって大きく左右される。2.2で述べたように、混合物の温度が適切であれば、締固めにより密度が上昇し骨材の配列も良く、表面のキメも良い舗装が形成される。締固めに適切な温度よりも高温側での締固めは、アスファルトの粘性が低く骨材のおちつきもないため、ヘアクラックがしやすいとされているが、基本的にはヘアクラックが発生しない限り高温でローラ転圧を行うのが好ましい。ヘアクラックは多くの原因で発生するとされており、転圧時の状況をよく把握する必要がある。ヘアクラックの原因となる項目の例を表-2.4.6に示す。

一方、適切な温度範囲より低温側での締固めではアスファルトの粘性が高くなるため、締固めエネルギーが上昇し、締まりにくくなる。このため十分な密度も得られず、表面も粗面になることが多い。図-2.4.21は、敷きならし厚さと許容締固め時間との関係を示したもので、たとえば、敷きならし厚さ38mmの場合、転圧作業は6～9分と手早く短時間で終わなければ、十

表-2.4.6 ヘアクラックの原因

	考えられる項目	原因または状況
敷 き な ら し 時	・スクリードの走行速度と混合物温度の不一致	走行が速すぎる、温度が低い スクリードの加熱不十分
	・タンピング速度とスクリード走行速度とのアンバランス	走行が速すぎ<-->、タンピング遅すぎ
混 合 物 の 特 性	・粘着力不足	テンダーAs, テンダーミックスチャAs 量不足, オーバーヒート
	・内部摩擦角不足	骨材の噛み合わせが悪い 200#バス過多
	・分離	最大粒径と仕上げ厚のアンバランス
締 固 め 作 業	・機械操作	クラッチ切替えの不円滑
	・混合物安定性との不一致	転圧力と混合物温度とのアンバランス 温度高過ぎ<-->重過ぎ 施工厚の厚過ぎ
	・ローラ輪と混合物との温度差大	ローラ温度上昇不十分 (初期)
そ の 他	・季節, 気象	寒冷期 強風 (表面の急激な冷え)
	・タックコートの不適切	過多によるずり 泥の混入
	・路盤支持力不足	ローラ機種が合わない
	・下層が平滑過ぎる	層間滑り

分な密度の確保が困難であることを示している。参考として表-2.4.7に締固めに影響を与える因子を示す。



注) スクリード直下の混合物の温度: 127°C
アスファルトの粘度より求めた転圧可能な最低温度: 85°C
したがって、転圧中に許される温度下降は 42°C

図-2.4.21

敷きならし厚さと許容締固め時間³¹⁾

表-2.4.7 締固めに影響を与える因子²⁶⁾

項 目	状 態	影 響	対 策
骨 材	表面が滑らか	かみ合わせ摩擦が小さい	軽いローラを用いる, 温度を下げる
	表面が粗い	かみ合わせ摩擦が大きい	重いローラを用いる
	安定性が小さい	鉄輪の通過で骨材が割れる	骨材の変更, タイヤローラを用いる
	吸水性が大きい	ドライな混合物, 締固め困難	アスファルト量を増やす, 骨材の変更
アスファルト	粘度 大	骨材の動きが不十分	重いローラを用いる, 温度を上げる
	粘度 小	骨材の動きが過剰	軽いローラを用いる, 温度を下げる
	アスファルト量 多	不安定, 塑性変形が大きい	アスファルト量を減らす
	アスファルト量 少	骨材の動きが不十分	アスファルト量を増やす, 重いローラを用いる
混 合 物 (配合)	粗骨材 多い	締固め困難	重いローラを用いる
	砂 分 多い	締固め困難	砂分を減らす, 軽いローラを用いる
	石 粉 多い	硬い混合物, 締固め困難	石粉を減らす, 重いローラを用いる
	石 粉 少ない	粘りのない混合物	石粉を増やす
混 合 物 (温度)	高 い	粘りが無い, 締固め困難	温度を下げる
	低 い	硬すぎる, 締固め困難	温度を上げる
締 固 め	厚い	熱を保持, 締固め可能時間長い	
厚 さ	薄い	熱を放散, 締固め可能時間短い	早めに転圧, 温度を上げる
天 候	気温低い		早めに転圧
	路面温度低い	急激な温度低下	温度を上げる
	風強い		敷きならし厚さを厚くする

2) 締固め機械と編成

表-2.4.8は舗装用ローラの分類を示したものである。施工における舗装機械の編成は、施工規模、混合物の種類、施工箇所、気象条件によって異なるが、一般的には、ロードローラ（鉄輪10～12 t）と、タイヤローラ（8～20 t）が標準的である。

表-2.4.8 舗装用ローラの分類²⁶⁾

ロードローラ (鉄 輪)	・マカダムローラ ・タンデムローラ
タイヤローラ	
振 動 ロ ー ラ	搭乗式 ・タンデム型 ・コンバインド型 (タイヤと鉄輪の組合せ)
	ハンドガイド式ローラ (鉄輪)

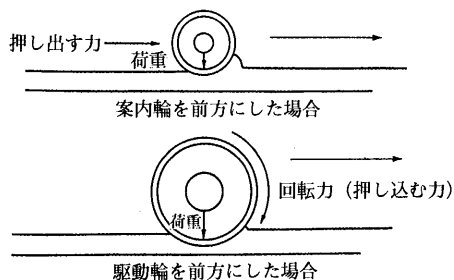


図-2.4.23 転圧輪と締固め²⁶⁾

① 転圧順序

アスファルト混合物の転圧は、通常、横ジョイント、縦ジョイント、初転圧、二次転圧、仕上げ転圧の順で行われている。ロードローラによる転圧順序の一例を図-2.4.22に示す。

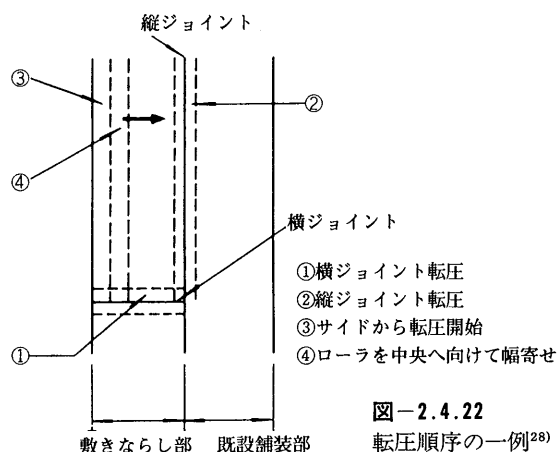


図-2.4.22 転圧順序の一例²⁸⁾

② 初転圧

初転圧は一般にマカダムローラ、タンデムローラ(10～12 t) または無振の振動ローラが用いられる。初転圧は、混合物が十分高温である間（一般には110～140℃）に1往復以上行き表面のキメをつくる。初転圧では駆動輪を進行方向に向けて転圧するのが原則である。この転圧方法によれば、混合物をローラの下部に押し込む状態となり圧縮力を働かせることができるが、仮に案内輪を前方にして転圧すると混合物を前方に押し出す力の方が作用し、ローラの前に混合物が押し上げられてしまう状態になるためである。そのイメージ図を図-2.4.23に示す。

③ 二次転圧

二次転圧は一般にタイヤローラ（8～20 t）または振動ローラ（6～10 t）が用いられる。タイヤローラによる転圧はニーディング作用による締固めが主体で、これにより骨材相互のかみ合わせが形成され、また舗設表面に薄いモルタル層が形成されるので表面が緻密になる。

④ 仕上げ転圧

仕上げ転圧は表面に生じた細かい不陸の修正、ローラマークの消去のため、主にロードローラ（タンデムローラまたはマカダムローラ）を用いて行われている。

⑤ ジョイント部の施工

一般に、ジョイント部は温度が低下しやすく、密度も確保しにくくなるため、数きならしたらずに転圧を行うのが原則である。なお、図-2.4.24に示すよう

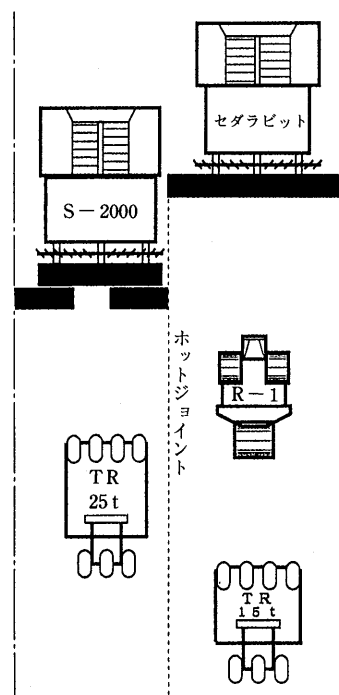
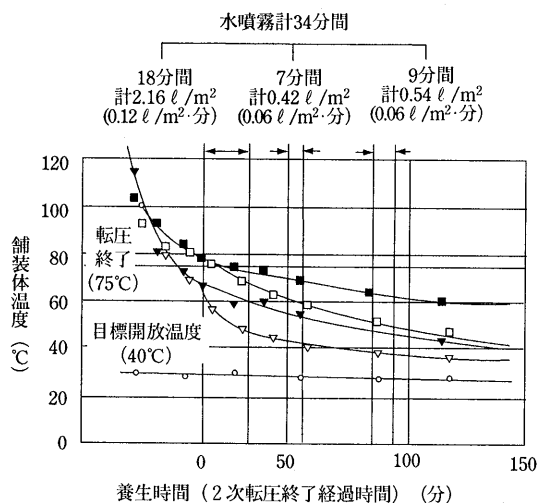


図-2.4.24 ホットジョイント施工例

に高速道路のような大規模工事ではホットジョイント方式で施工され、縦ジョイント側の5～10cm幅を転圧しないで、後続の混合物を転圧する時に同時に締め固める方法が採られている。

⑥ 交通開放

転圧終了後の交通解放は、交通荷重による初期わだちの発生を抑えるため、一般に舗設表面の温度が50℃以下になることが必要とされている。しかし、夏期の修繕工事など早期交通開放が要求される場合に、早期に表面温度を低下させる方法として、散水装置を使った冷却工法もある。図-2.4.25に水噴霧による路面の冷却効果の一例を示す。また、写真-2.4.4には散水装置付きのタイヤローラを示す。



[条件]
・舗設層厚: 4cm
・測定月: 7月(初旬)
・天候: 曇り、無風
・噴霧状況: やや過剰噴霧

凡例	
表面	-4cm
自然冷却	▼
水噴霧	▽
外気	○ (26~29℃)

図-2.4.25 水噴霧による路面の冷却効果³²⁾

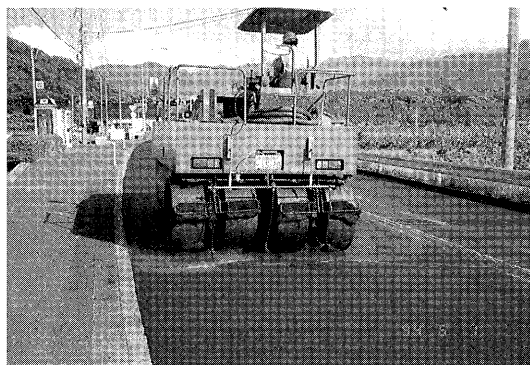


写真-2.4.4 散水装置付きのタイヤローラ

3) 締め固めに関する最近の新しい技術

アスファルトフィニッシャの自動化システムと同様に、ローラに関してもセンサを用いた「締め固め力自動制御型ローラ」が開発されている。これは、図-2.4.26に示すようにローラに搭載したRI密度測定器を路面に非接触の状態、締め固め度を確認しながら転圧作業ができるようにしたものである。

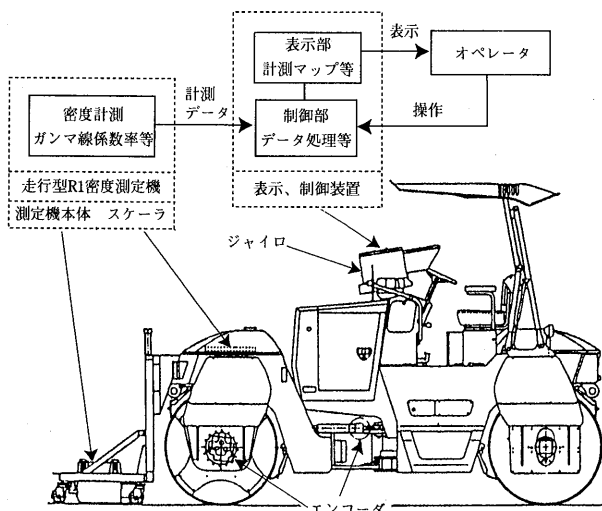


図-2.4.26 締め固め力自動制御型ローラ³⁰⁾

2.4 寒冷地における最近の施工技術

寒冷地における施工手順そのものについては一般地域と大きな違いはないが、特に冬季の施工では低温と強風によりアスファルト混合物の温度降下が速く、所定の締め固め度が得られにくいことが多い。このため、一般にはアスファルト混合物の製造・出荷温度については、アスファルトの劣化を起こさない範囲(通常は185℃以下)で混合物の出荷温度を上げたり、ダンプトラックによる混合物の運搬時の温度低下を防ぐため、シートを2～3枚重ねたり、保温箱を用いるなど保温対策がとられている。

また、舗設現場においても、路面ヒータにより舗設面を加温したり、乳剤を加熱散布するなどの対策がとられるほか、最近では図-2.4.27に示すような保温対策アスファルトフィニッシャや図-2.4.28に示すようなタイヤローラに保温対策を講じたものが開発されてきている。

2.5 アスファルト舗装の修繕技術

アスファルト舗装の修繕の方法(工法)は、舗装の破壊形式とその程度、交通条件、修繕にかかるコスト、緊急性等によって異なり様々な形態がとられるが、そ

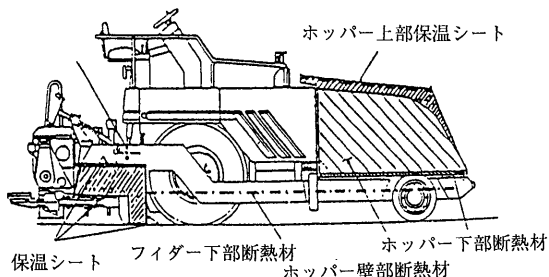


図-2.4.27 断熱保温対策フィニッシャー³³⁾

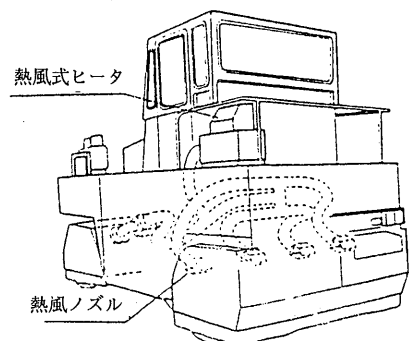


図-2.4.28 熱風式ヒータ付タイヤローラ³³⁾

これらの具体的な修繕方法（修繕技術）については第5章でまとめて述べ、本章では、施工技術的にとくに大規模な施工機械編成がとられるサーフェスリサイクリング（路上表層再生工法）について概要を示すこととする。

舗装の再生利用は、時代的要請として昭和50年代前半から本格的に研究・実用化が図られてきたものである。舗装再生には大別して、舗装発生材をアスファルトプラントに集めて再生を行うプラント再生²⁶⁾と道路の現位置において舗装の再生を行う路上再生があり、後者はさらに路上再生路盤工法と路上表層再生工法とに分けられる。これらはそれぞれ技術指針（案）にまとめられている^{35),36)}。

このうち路上表層再生工法は、技術指針では施工方式としてリミックス工法とリペーブ工法に分類される。リミックスは、修繕を行う既設アスファルト混合物層をリサイクルヒータを用いて加熱、かきほぐしを行い、これに必要に応じて新規アスファルト混合物を用いるか、もしくは再生用添加剤を加えて混合しながら敷きならし締固めを行う方法である。リペーブは、かきほ

表-2.4.9 路上表層再生工法の施工方式による分類³⁶⁾

施工方式	目的及び作業の流れ
リミックス	新規アスファルト混合物による既設表層の粒度及びアスファルト量の改善と針入度の調整が出来る。再生用添加剤によっても老化した既設表層の品質改善ができる。 加熱 かきほぐし・混合 敷きならし 転圧 (再生用路面ヒータ) (路上表層再生機) (締固め機械)
リペーブ	新規アスファルト混合物舗設による摩耗箇所、著しいわだちぼれ箇所の平坦性の改善及び舗装強化。 加熱 かきほぐし・混合 敷きならし 転圧 (再生用路面ヒータ) (路上表層再生機) (締固め機械)

ぐした既設舗装混合物の上に新規アスファルト混合物を敷ならし、そのまま同時に一体として締固めを行い、表層を作る方法である。これらの路上表層再生工法の施工方式による分類を表-2.4.9に示す。また、施工機械編成および施工の流れを図-2.4.29に示す。

リミックスおよびリペーブとも基本的な機械編成は

同じであるが、中心となる路上表層再生機の作業方式が異なることから、それぞれの方式に適した機能を持つリミキサとリペーバが使用されている。それらのリミキサとリペーバの簡単な構造を図-2.4.30(a), (b)に示す。

リミックスおよびリペーブとも現位置で再生できること、発生材が出ないというメリットが活かされ、一

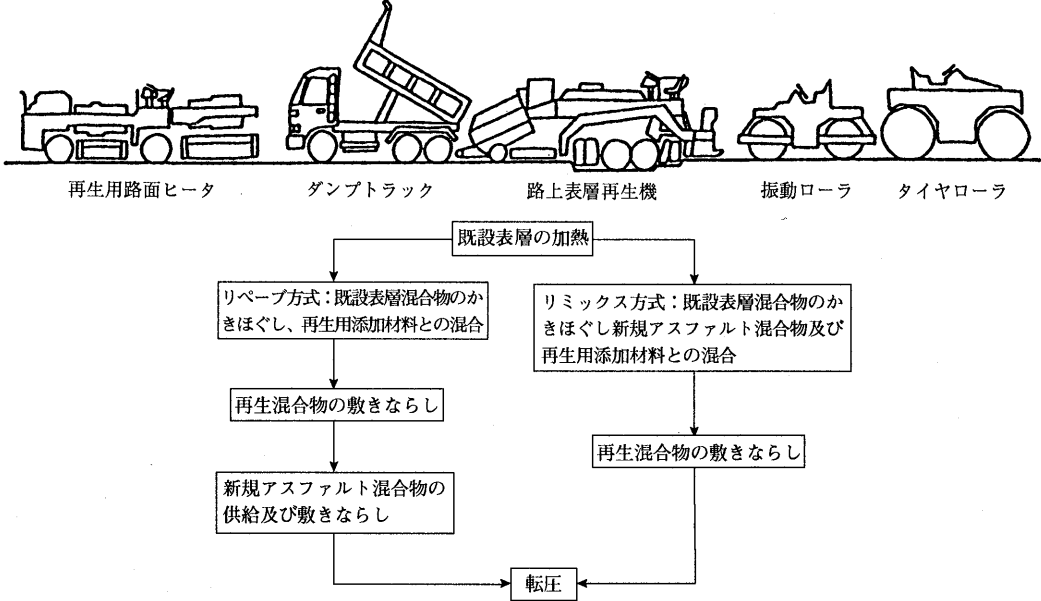


図-2.4.29 機械編成および施工の流れ³⁴⁾

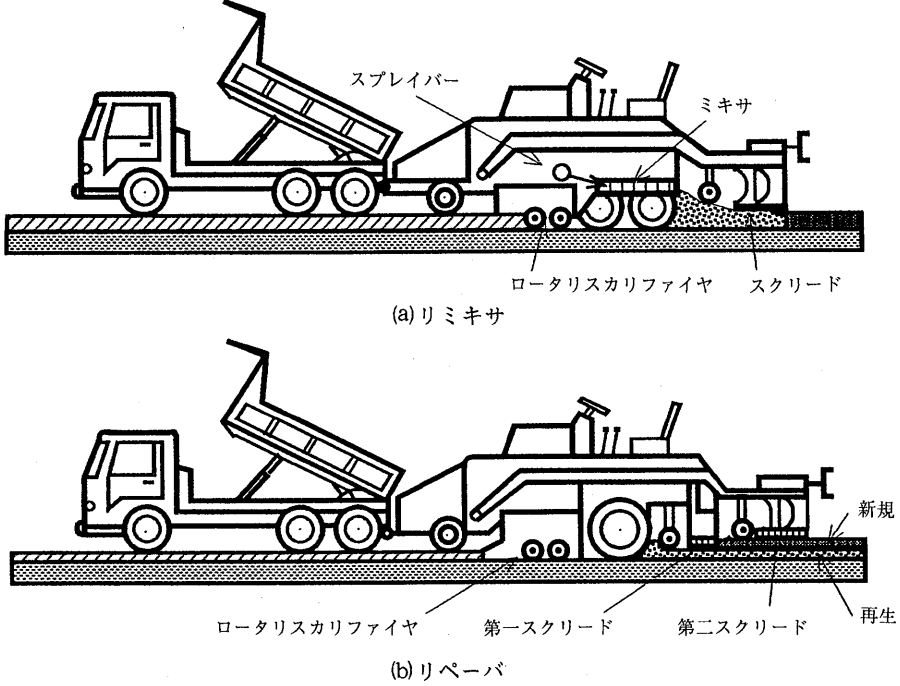


図-2.4.30 (a)リミキサおよび(b)リペーバの構造

時期にかなり施工量が伸びたことがあるが、工法的にも未だ問題点があり、最近では伸悩んだ状態が続いている。

それらの幾つかの課題を挙げてみると、路面ヒータによる路面加熱の不均一性、温度管理の難しさ（横断方向および深さ方向に温度差がある）、加熱かきほぐされた混合物温度の低いことによる締固め密度の不足（条件のよい場合でも、加熱かきほぐし後の既設アスファルト混合物の温度は110～120℃程度である）、ヒータ加熱による環境への影響（発煙など市街地での施工の難しさ）、再生用添加剤の散布ムラおよびリミキシングにおける混合ムラ等による品質管理の難しさ、施工延長の小規模化（均質化にはある程度の距離の連続施工が必要である）、大規模な施工機械編成とコスト高（小規模工事でも機械編成は同じ）等であり、これからの改善が必要な面が多い。

2.6 最近の話題

2.1の施工技術の進展と最近の動向において記述した中で、ここでは最近とくに重要な課題となっている省エネ工法あるいは環境問題に対応した新しい技術として注目されている中温化施工技术、低騒音を目指した薄層型の排水性舗装および凍結抑制舗装として注目される特殊形状のゴムを舗装表面に埋込んだロールド型の舗装について述べる。

(1) 中温化施工技术

一般的に、ストレートアスファルト60～80を使用した加熱アスコンの目標温度は、混合温度が160℃程度、初期転圧温度が110℃～140℃とされている。一例によれば、供用8年後までのバインダの劣化を100とした場合、そのうち加熱アスコンの製造時で約70%、舗設時で約15%、供用期間の8年間で約15%の割合で劣化が進行すると言われている³⁷⁾。中温化施工技术は、加熱アスコンの製造時に特殊添加剤を加えることにより、製造時および施工時における温度条件を約30℃低減し、バインダの劣化の抑制と初期わだちばれの低減、並びに混合所での省エネルギーを狙ったものである。図-2.4.31は、ストレートアスファルト60～80を使用した密粒度アスコンに特殊添加剤を添加した場合の混合物の締固め結果を示したものであるが、中温混合物では、標準混合物の混合温度と締固め温度をそれぞれ30℃程度低減しても、標準混合物と同程度の締固め度が確保できることがわかる。また、図-2.4.32は改質アスコンに特殊添加剤を添加した時の締固め度であるが、この結果からも同様に中温効果が認められる。さらに、

マーシャル安定度やラベリング試験によるすりへり量も標準混合物と同等であるとの報告もあり、今後に期待される工法として注目されている。

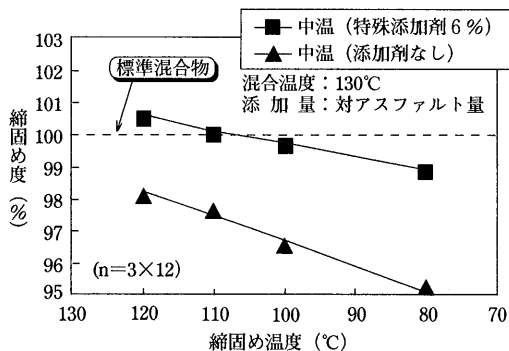


図-2.4.31 中温混合物における締固め温度と締固め度³⁸⁾

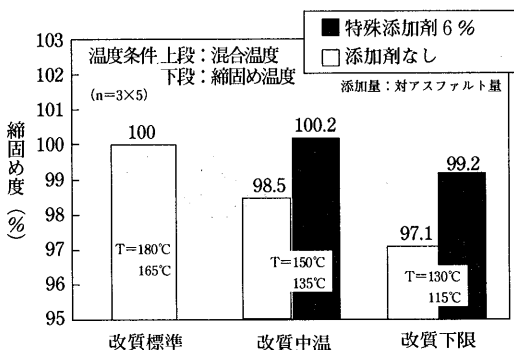


図-2.4.32 改質アスコンにおける供試体条件と締固め度³⁸⁾

(2) 排水性舗装と低騒音舗装技術

排水性舗装は、雨天時の交通安全対策の一つとしてドライバーの視認性の確保、車のすべり抵抗性の維持、沿道への水はね防止等を目的として開発された混合物であるが、もう一つの機能として、数dBの騒音低減効果も有していることから、最近では低騒音対策としても排水性舗装が取り上げられ急速に普及してきている。

しかしながら、排水性舗装はもともと空隙率の高い（約20%）アスファルト混合物を用いているため、アスファルトの特質である熱可塑性の性質により崩れや空隙つぶれを起こし、空隙詰まりとなって排水機能の低下をもたらすことが多い。このため、今後は機能の維持のため、低下した機能回復の方法が課題となっている。

低騒音舗装とは、路面とタイヤトレッド間に生ずる圧縮空気をうまく逃がすことのできる構造のもので、いろいろなタイプの舗装が研究されている。排水性舗



写真-2.4.5 排水性舗装（手前）

装もその一つであるが、最近、この排水性舗装を薄層で施工する薄層型排水性舗装（平均2.5cm厚）が試みられている（2.3(3)）を参照）。この舗装は、低騒音の方を重視した舗装であるが、いわゆる排水性舗装と比べてコスト低減を図った排水性舗装として期待されている。

(3) 凍結抑制舗装技術

積雪寒冷地での凍結路面対策として、いろいろなタイプの凍結抑制舗装が研究され実用化されている。それらは、塩類や5mm以下の廃タイヤなどの粉碎ゴム粒をアスファルト混合物中に混入させたもので、前者は塩のしみ出しによる融雪（氷点降下による）、後者はゴムの弾性力に基づく氷結の破壊を特徴としている。

これらとは別に、最近新しい技術として、寸法の大きい特殊な形状をもつ柱状のゴムを通常のロールドア

スコンの埋め込み骨材として舗装混合物の表面に圧入することにより、凍結抑制を図った工法が試みられている。その施工の概念図を図-2.4.33に示す。

本工法による凍結抑制舗装は、交通荷重によるゴム骨材の変形により舗装表面の氷結（圧雪や氷盤）を破壊するもので、凍結抑制効果が長期間維持されるといった特徴を備えていることから、ポストスパイクタイヤにおける安全走行を確保する新しい工法として期待されている（写真-2.4.6参照）。

以上、アスファルト混合物の施工について、最近の新しい施工法や工法技術を取り込み、この時代のThe State of the Art（技術の現状レベル）として記述した。しかしながら、時代の要請は時とともに変わることから、それに応じて技術も常に刷新されて行くものと思われる。



写真-2.4.6 ゴムロール舗装効果の例（手前）

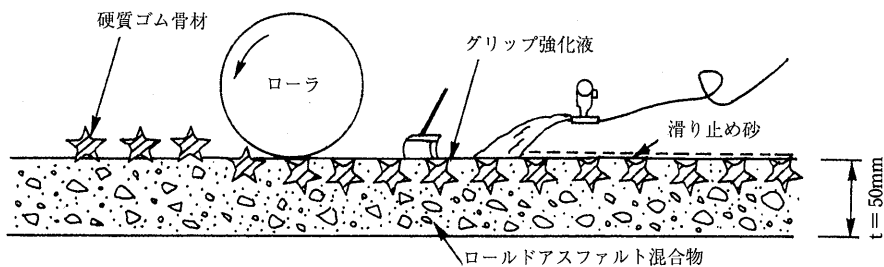


図-2.4.33 施工の概念図

参考文献

- 1) 日本道路史, (社)日本道路協会 pp.1108-1133, pp.1198-1216, 1977
- 2) 高野漢; 舗装機械の変遷, 舗装, Vol.27, No.5, pp.16-29, 1992
- 3) 山下弘美; アスファルトプラントにおける品質管理, アスファルト, Vol.33, No.167, pp.34-43, 1991
- 4) 坂田耕一; アスファルト混合物の品質の確保について, 第47回アスファルトセミナールテキスト, 日本アスファルト協会, 1997
- 5) 笠井謙一; アスファルトプラントの計量自記記録

- 装置について, 第11回日本道路会議特定課題論文集, pp.175-177, 1973
- 6) 宇佐見寛; ターミナルアスファルトプラント, 舗装, Vol.4, No.3, pp.9-14, 1969
 - 7) 吉兼亨; プラントとエレクトロニクス, アスファルト, Vol.33, No.164, pp.37-43, 1990
 - 8) 山辺生雅, 浜口武久; プラントホットビンの自動粒度管理, 舗装, Vol.28, No.7, pp.28-32, 1993
 - 9) 内山鏡二郎, 岡林正俊; 「新・品質管理機器」の紹介, アスファルト合材, No.33, pp.19-25, 1995
 - 10) 岸文雄; アスファルトの性質と現場への応用について, 別冊アスファルトNo.3, pp.10-17, 1961
 - 11) H.L. Lehman, V. Addm; Application of the Marshall Method of Hot Mix Design, ASTM STP No.252, pp.22-35, 1959
 - 12) 田中淳七郎; 名神高速道路のアスファルト舗装について, 別冊アスファルトNo.6, pp.2-10, 1963
 - 13) 高橋敏五郎; 名神高速道路山科舗装記(1), 道路建設No.160, pp.9-16, 1961
 - 14) 北村照喜; アスファルト混合物の品質管理について, 第7回日本道路会議論文集, pp.177-180, 1963
 - 15) 高野漢; 舗装用機械のアスファルト舗装技術への対応, アスファルト, Vol.25, No.133, pp.4-8, 1982
 - 16) 関勇三郎, 小野寺衛; アスファルト混合物の品質管理について, 第7回日本道路会議論文集, pp.186-189, 1963
 - 17) 玉田博一; アスファルト混合物の品質管理について, 第7回日本道路会議論文集, pp.167-177, 1963
 - 18) 資料, 広報委員会; 平成7年度アスファルト合材の現況, アスファルト合材, No.40, pp.11-21, 1996
 - 19) アスファルト混合所便覧, (社)日本道路協会, 1996
 - 20) アスファルト混合所マニュアル(案), (社)日本アスファルト合材協会, 1994
 - 21) 後町知宏, 平野治行; 環境を配慮したアスファルトプラント, アスファルト, Vol.37, No.180, pp.22-27, 1994
 - 22) 細川泰一, 遠藤幸雄, 土井内元; アスファルト混合物事前審査制度, 試行その後, 舗装, Vol.31, No.8, pp.18-21, 1996
 - 23) (社)日本アスファルト合材協会, 技術委員会再生合材部会; プラントリサイクリングによる再生加熱アスファルト混合物の製造並びに品質に関する実態調査結果の概要, アスファルト合材, No.35, pp.16-23, 1995.7
 - 24) 吉兼亨; アスファルトコンクリート発生材の管理と品質, アスファルト, Vol.35, No.172, pp.20-27, 1992
 - 25) プラント再生舗装技術指針, (社)日本道路協会, 1994
 - 26) 土木学会: 舗装工学, 1995
 - 27) 荒木美民ほか: タックコートの養生および散布方法に関する二, 三の検討, 道路建設, p.48~58, 1981.6
 - 28) 高野 漢: 舗装機械の使い方, 第二版, 1995.8
 - 29) 荒木美民ほか: 最近のアスファルトフィニッシャの動向と高締固めスクリードに関する2, 3の実験, 舗装Vol.23, No.9, p.13~19, 1988.9
 - 30) 瀧澤剛ほか: センサ活動型舗装施工システムによる試験施工, 土木技術資料Vol.38, p.2~3, 1996.10
 - 31) NAPA, "Cold Weather Compaction" Fig.2
 - 32) 下田ほか: 舗装路面の冷却方法, 舗装Vol.23, No.7, p.19, 1988
 - 33) 春木ほか: 厳寒期用舗装機械の開発, 第21回日本道路会議論文集, p.748~749, 1995
 - 34) 路上再生路盤工法技術指針(案), (社)日本道路協会, 1987.1
 - 35) 路上表層再生工法技術指針(案), (社)日本道路協会, 1988.11
 - 36) SR工法技術振興会: 路上表層再生工法, 機械施工マニュアル, 1996.2
 - 37) 藤波督ほか: アスファルト舗装の設計・施工ノウハウ, 近代図書, p.125~127, 1996
 - 38) 吉中保ほか: アスファルト舗装の中温化施工に関する研究, 舗装工学論文集第1巻, 土木学会, p.129~136, 1996.12

第5章 舗装の破損と補修

1. アスファルト舗装の耐久性

アスファルト舗装は、建設後さまざまな理由で路面性状が悪化する。舗装は、他の一般の土木構造物とは異なり、破壊するか否かが一義的に力学的に定義することが難しく、耐久性という概念も、力学的な意味での破壊までとらえることはできないし、コンクリート構造物のように、気象作用や化学的浸食に対する抵抗性ととらえることもできないであろう。一般的には、交通荷重や気象作用によって路面の性状が悪化をし、路面が交通手段の快適な使用を許さなくなることに對する抵抗性を「耐久性」と考えて差し支えないであろうと思われる。

このように、舗装とは、路面にさまざまな破損が生じ、その性状が低下し最終的に破壊に至るという特徴を持っている。このため、舗装の性能の評価は、使用性能という考え方に基づいた他パフォーマンスという概念を通じて行われる。

舗装の破壊という概念は、このようにあくまで路面性状が悪化してその機能が著しく低下したことをさすべきであって、構造的にとらえるべきではない。もっとも、構造的な破壊ということばもしばしばが用いられるが、ここでいう破壊 (failure) ということばは、ひびわれやわだち掘れなどのひとつひとつの破損あるいは損傷 (distress) のことではなく、その舗装はもはや打ち換える等の大幅な手入れをしないと本来の機能を発揮できないという終局状態をさすので、仮りに路面にひびわれがはいった場合には、それは構造的な破損が発生したとは言えるが、車輦の走行などの路面の本来の機能に大きな影響がなければ破壊とは呼ばず、したがってこのような場合は構造的な破壊とは呼ばないものとする。ただし、そのひびわれの程度が著しく、路面の性状を著しく悪化し、最終的に機能が損なわれて破壊に至った場合には、慣用的には構造的な破壊と言いうるであろう。

このように、舗装の耐久性とは、路面性状の悪化あるいは低下に対する抵抗性のことであり、このような路面性状の低下は種々の形態の破損によってもたらされることを考えると、舗装の耐久性を論ずる場合には個々の破損の発生原因を考え、その対策としての補修方法について議論するのが順当であろう。

以下、2. でアスファルト舗装の破損形態と原因に

ついて、また、3. で補修方法について述べる。

2. アスファルト舗装の破損

2.1 アスファルト舗装の破損の種類

アスファルト舗装には、いろいろな原因で、また、いろいろな形態で破損が生じるが、アメリカのSHRP (Strategic Highway Research Program: 新道路研究計画) では、表-2.5.1のように、1993年に発表した "Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project" の中で、広くアスファルト舗装の破損を以下のように大きく5つに分けている。さらにそれぞれを細分類することにより、最終的に15の個別の形態に分類し、それぞれの破損についてその測定単位と発生レベルのランクの有無についてまとめている。これは、通常のアスファルト舗装だけではなく、アスファルト混合物層およびセメントコンクリート版のアスファルト混合物によるオーバーレイを施した舗装を含めるものとされている。

表-2.5.1 アスファルト舗装の破損の種類

破 損 の 種 類	測定単位	発生レベル のランクの 有 無
A. ひびわれ 1. 疲労ひびわれ 2. ブロックひびわれ 3. 端部ひびわれ 4. a. 車輪通過部の縦ひびわれ b. 車輪通過部以外の縦ひびわれ 5. リフレクションクラック 横方向のリフレクションクラック 縦方向のリフレクションクラック 6. 横ひびわれ	m ² m ² m m m 本数, m m 本数, m	有 有 有 有 有 有 有 有
B. パッチングとポットホール 7. パッチ/パッチによる性状低下 8. ポットホール	個数, m ² 個数, m ²	有 有
C. 路面の変形 9. わだち掘れ 10. 押し出し	mm 個数, m ²	無 無
D. 表面の欠陥 11. フリージング 12. 骨材のポリッシング 13. ラベリング	m ² m ² m ²	有 無 有
E. その他の破損 14. 車線と路肩の段差 15. 水の浸みだしとボンピング	mm 個数, m	無 無

わが国においても、平成元年度より建設省を中心として、日本全国に28箇所の調査地点を設け、このSHRPのマニュアルに従って舗装の路面性状の変化を定期的に観測しており、今後はその結果に基づいて維持修繕を行うようになることが想定されるので、以下このマニュアルにしたがい、破損の特徴、破損のレベルの評価方法等についてまとめる。

ただし、3. アスファルト舗装の補修については、以上のような破損の分類についてのわが国での確立された補修方法がまだないため、従来からの維持工法、修繕工法に最近の技術を交えて述べることとする。

2.2 アスファルト舗装の各破損

2.2.1 ひびわれ

ひびわれは、表-2.5.1のように6種類に分類される。ひびわれ幅は、図-2.5.1のように測定する。図-2.5.2には、周辺にランダムなひびわれを伴ったブロックひびわれを例にして、発生したひびわれのレベルを示している。

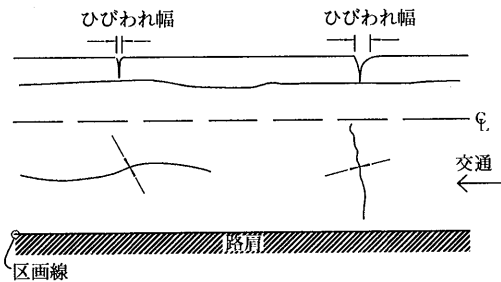


図-2.5.1 アスファルト舗装のひびわれ

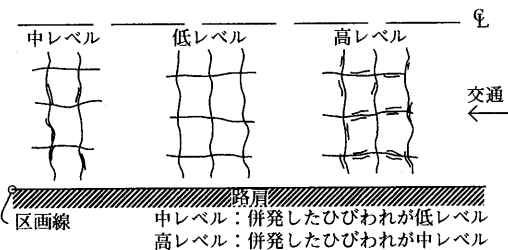


図-2.5.2 併発したひびわれによるブロックひびわれ発生レベル

(1) 疲労ひびわれ (図-2.5.3)

① 特徴

繰り返し交通荷重を受ける箇所に発生する。

発達の初期の段階でひびわれ同士が結合して1本になることもある。いろいろな方向に発達しながら、路面が鋭角な断片に分裂し、最終の段階では各断片が縦断方向に30cm以下の大きさの亀甲状ひびわれになる。

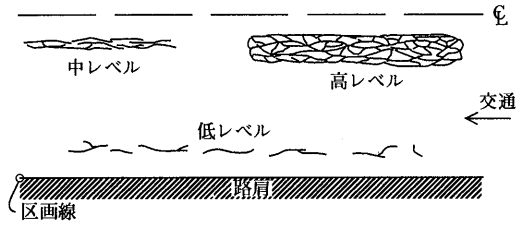


図-2.5.3 疲労ひびわれ

面積で表す必要がある。

② 破損のレベル

低：互いに結合したひびわれがほとんどない状態。

ひびわれが断片化したりシーリングされたりしていない。ポンピングはほとんど発生していない。

中：互いに結合したひびわれが完全なパターンを形成し始めた状態。ひびわれの一部が断片化し、シーリングされている場合がある。ポンピングはほとんど発生していない。

高：互いに結合し、断片化したひびわれが大きなパターンを形成した状態。交通荷重を受けると路面の断片が動くこともある。ひびわれはシーリングされている場合がある。ひどいポンピングがみられる場合もある。

③ 評価方法

ひびわれの各レベルごとに影響を受けている面積を m^2 単位で記録する。

一つの範囲にいろいろなレベルのひびわれが混在していて区別ができないときは、一番レベルの高いひびわれの面積の割合を評価する。

(2) ブロックひびわれ (図-2.5.4)

① 特徴

舗装を大まかな矩形に分割するようなひびわれの形状をいう。矩形の面積は、 $0.1m^2 \sim 10m^2$ 程度である。

② 破損のレベル

低：平均ひびわれ幅が6mm以下の場合。あるいは、ひびわれ幅にかかわらず、目地材で良好にシー

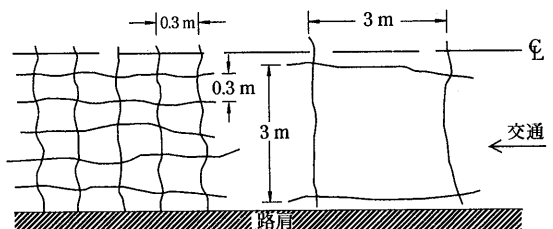


図-2.5.4 ブロックひびわれ

リングされている場合。

中：平均ひびわれ幅が6mmを超え、19mm以下の場合。

あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルの低い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

高：平均ひびわれ幅が19mmを超えている場合。あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルが中程度レベルか高い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

③ 評価方法

各レベルごとに影響を受けている面積を記録する。

(3) 端部ひびわれ (図-2.5.5)

① 特徴

舗装をされていない路肩をもつ舗装のみに適用する。

路肩に接して、舗装の路肩側端部から60cm以内に生ずる三日月型またはかなり連続的なひびわれで、舗装の端部に達する。

② 破損のレベル

低：舗装が分断したり材料的な欠損のない状態。

中：舗装がある程度分断し、ひびわれの発生する端部全体で、縦断方向に10%以内の材料的な欠損がある状態。

高：舗装がかなり分断し、ひびわれの発生する端部全体で、縦断方向に10%を超える材料的な欠損がある状態。

③ 評価方法

各レベルごとに、ひびわれの影響を受けている端部の長さをm単位で記録する。各レベルごとの長さの合計が実際の端部の長さを超えてはならない。

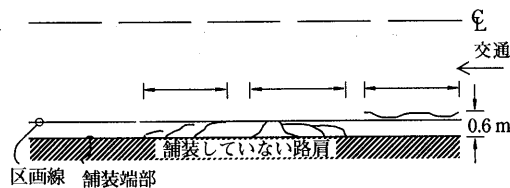


図-2.5.5 端部ひびわれ

(4) 縦ひびわれ (図-2.5.6)

① 特徴

主として、舗装のセンターラインに平行に生ずる。車輪の通過位置に発生する割合が高い。

② 破損のレベル

低：平均ひびわれ幅が6mm以下の場合。あるいは、ひびわれ幅にかかわらず、目地材で良好にシーリングされている場合。

中：平均ひびわれ幅が6mmを超え、19mm以下の場合。

あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルの低い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

高：平均ひびわれ幅が19mmを超えている場合。あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルが中程度か高い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

③ 評価方法

下記により、別々に記録する。

イ. 車輪通過部の縦ひびわれ

各レベルごとに、決められた車輪通過部分にある縦ひびわれの長さを記録する。

各レベルごとに、良好な状態にシーリングをされているひびわれの長さを記録する。

ロ. 車輪通過部以外の縦ひびわれ

各レベルごとに、決められた車輪通過部分以外にある縦ひびわれの長さを記録する。

各レベルごとに、良好な状態にシーリングをされているひびわれの長さを記録する。

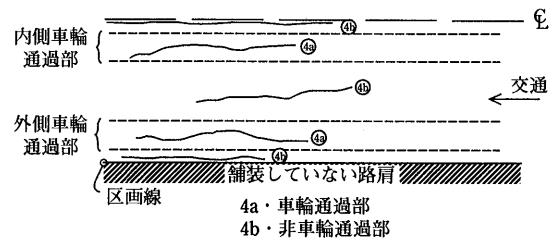


図-2.5.6 縦ひびわれ

(5) リフレクションクラック (図-2.5.7)

① 特徴

アスファルト混合物によるオーバーレイ舗装で、下のコンクリート舗装の目地部に発生する。

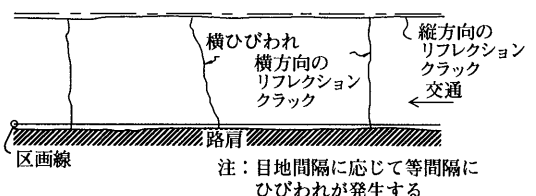
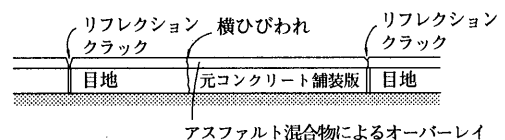


図-2.5.7 目地部でのリフレクションクラック

② 破損のレベル

低：シーリングされていないひびわれの平均ひびわれ幅が6mm以下の場合。あるいは、ひびわれ幅にかかわらず、目地材で良好にシーリングされている場合。

中：平均ひびわれ幅が6mmを超え、19mm以下の場合。あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルの低い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

高：平均ひびわれ幅が19mmを超えている場合。あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルが中程度か高い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

③ 評価方法

イ. 横方向のリフレクションクラック

各レベルごとに横方向のリフレクションクラックの本数を記録する。そのひびわれ全体を、全長の10%以上の割合をもつ最も高いレベルに分類する。

そのレベルに分類されたひびわれについて、横方向のリフレクションクラックの長さをm単位で記録する。

各レベルに分類されたひびわれについて、良好にシーリングをされた横ひびわれの長さをm単位で記録する。

注：記録する長さは良好にシーリングをされたひびわれの長さであり、それぞれのレベルのひびわれとして分類する。全ひびわれの長さの少なくとも90%以上が良好な状態にシーリングされた場合のみ記録する。

ロ. 縦方向のリフレクションクラック

各レベルに分類された縦方向のリフレクションクラックについて、その長さをm単位で記録する。

各レベルに分類された縦方向のリフレクションクラックについて、良好にシーリングをされた横ひびわれの長さをm単位で記録する。

(6) 横ひびわれ (図-2.5.8)

① 特徴

主として、舗装のセンターラインに直角に生じ、セメントコンクリート舗装の目地部の上に生ずるものは含めない。

② 破損のレベル

低：シーリングされていないひびわれの平均ひびわれ幅が6mm以下の場合。あるいは、ひびわれ幅

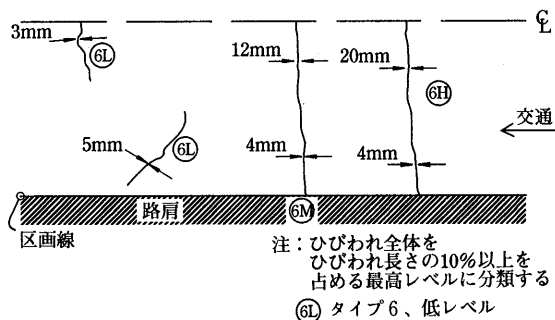


図-2.5.8 横断ひびわれ

にかかわらず、目地材で良好にシーリングされている場合。

中：平均ひびわれ幅が6mmを超え、19mm以下の場合。

あるいは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルの低い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

高：平均ひびわれ幅が19mmを超えている場合。ある

いは、19mm以下のひびわれ幅で、レベルが中程度か高い任意のひびわれが隣り合って存在する場合。

③ 評価方法

各レベルごとに、横断方向のひびわれの本数と長さを記録する。そのひびわれ全体を全長の少なくとも10%以上を占める最も高いレベルに分類する。m単位で記録された長さはそのひびわれの全体の長さであり、その全長の10%以上の割合をもつ最も高いレベルに分類する。各レベルに分類されたひびわれについて、良好にシーリングをされた横断ひびわれの長さもm単位で記録する。

注：記録する長さは良好にシーリングをされたひびわれの長さであり、それぞれのレベルのひびわれとして分類する。ひびわれの長さの少なくとも90%以上が良好な状態にシーリングされた場合のみ記録する。

2.2.2 パッチングとポットホール

(1) パッチ/パッチによる性状低下 (図-2.5.9)

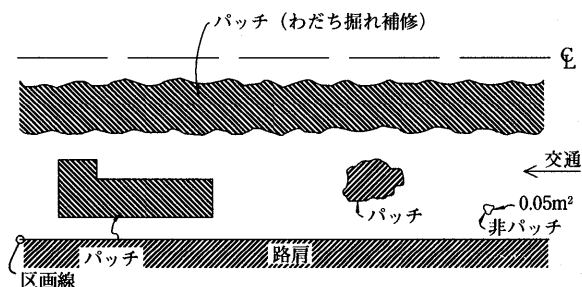


図-2.5.9 パッチ/パッチによる性状低下

① 特徴

舗装表面の0.1㎡以上にわたって、舗装の一部が撤去後置き換えたり、もとの舗装の上に新しい材料を適用した部分をいう。

② 破損のレベル

低：どの形式のパッチでも、低レベルのもの。

中：どの形式のパッチでも、中レベルのもの。

高：どの形式のパッチでも、高レベルのもの。

③ 評価方法

各レベルごとに、パッチの個数と面積を記録する。

注：パッチの境界に生じている破損は、破損のレベルの評価には含めない。

(2) ポットホール (図-2.5.10)

① 特徴

舗装の表面に生ずるいろいろな大きさの洗面器状の穴をいう。15cm以上の径のものを指す。

② 破損のレベル

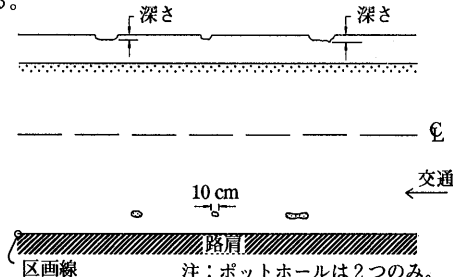
低：深さ25mm以下のもの。

中：深さが25～50mmのもの。

高：深さが50mmを超えるもの。

③ 評価方法

各レベルごとに、ポットホールの個数と面積を記録する。深さは、路面の高さからみた最も深い部分で測る。



注：ポットホールは2つのみ。
3つ目の欠陥は最小径より小さい。

図-2.5.10 ポットホール

2.2.3 路面の変形

(1) わだち掘れ (図-2.5.11)

① 特徴

路面の車輪通過部分が縦断方向に沈下することをいう。

② 破損のレベル

適用なし。測定された数値を分類することによって破損のレベルを定義することもできるが、破損レベルを用いるよりも測定値そのものの方が正確でかつ再現性があるので望ましい。

③ 評価方法

縦断方向に15mおきに、最大わだち掘れ深さをmm単位で記録する。測定には、1.2mの直線定規やディップスティックと称するプロフィロメータなどを用いる。

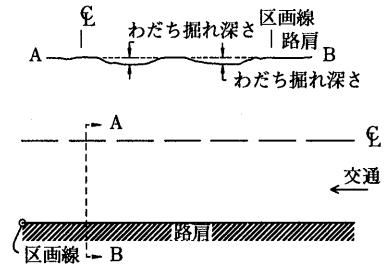


図-2.5.11 わだち掘れ

(2) 押し出し (図-2.5.12)

① 特徴

舗装表面の限られた範囲が縦断方向に水平に変位することをいう。一般に、制動時や加速時の車両によって引き起こされ、クレスト部、曲線部あるいは交差点部によくみられる。鉛直方向の変位を伴うこともある。

② 破損のレベル

適用なし。ただし、乗り心地に及ぼす影響から定義することは可能である。

③ 評価方法

発生した個数と関係する面積を記録する。

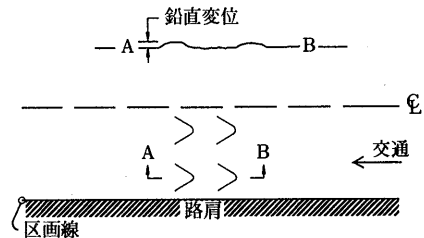


図-2.5.12 押し出し

2.2.4 表面の欠陥

(1) ブリージング

① 特徴

舗装の表面に過度のバインダーがしみ出すこと。触るとべとつく光沢がありガラスのように反射する路面になることがある。通常車輪通過部に見られる。

② 破損のレベル

低：過度のアスファルトにより、周りの部分に対して変色している場合。

中：過度のアスファルトにより、路面のテクスチャが失われている場合。

高：過度のアスファルトにより路面が輝いて見える場合。過度のアスファルトにより骨材が覆われ

ている場合。温暖になるとタイヤの跡がはっきりと見える場合。

③ 評価方法

各レベルごとに、路面の面積を記録する。

(2) 骨材のポリッシング

① 特徴

路面のバインダーがとれて粗骨材がむき出しになった状態をいう。

② 破損のレベル

適用なし。ただし、路面の摩擦抵抗の減少により評価できるかもしれない。

③ 評価方法

面積を記録する。

(3) ラベリング

① 特徴

高品質の加熱アスファルト混合物が舗装表面から摩耗してなくなること。骨材が飛散したり、バインダーが失われたりすることにより生ずる。

② 破損のレベル

低：骨材やバインダーが摩耗し始めたが、ひどくは進展していない状態。骨材の細粒部分が失われている。

中：骨材および／またはバインダーが摩耗して、路面のテクスチャが粗くなったりあばたになった状態。一般に骨材の一部が失われている。細骨材が失われ、粗骨材も一部が失われている。

高：骨材および／またはバインダーが摩耗して、路面のテクスチャがかなりの程度粗くなったりあばたになった状態。粗骨材が失われている。

③ 評価方法

各レベルごとに面積を記録する。

2.2.5 その他の破損

(1) 車線と路肩の段差 (図-2.5.13)

① 特徴

車輦の通行する車線部と路肩との高さの差をいう。一般に、舗装材料の違いにより路肩部分が沈下することにより生ずる。

② 破損のレベル

適用なし。測定された数値を分類することによって破損のレベルを定義することもできるが、破損レベルを用いるよりも測定値そのものの方が正確でかつ再現性があるので望ましい。

③ 評価方法

車線と路肩の接合部に沿って15m間隔で、高さの差

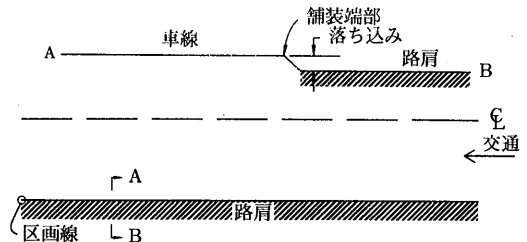


図-2.5.13 車線から路肩への落ち込み

をmm単位で記録する。路面の方が路肩よりも低い場合にはマイナスの値で記録する。

(2) 水の浸みだしとポンピング

① 特徴

ひびわれを通じて、舗装の下から水がしみ出したり吹き出したりすること。

場合によっては、支持層から舗装表面にしみ出した細粒分が付着していることにより検出されることもある。

② 破損のレベル

適用なし。しみ出しやポンピングの量や程度は水分の状態により変化するので、破損の程度は定めない。

③ 評価方法

水のしみ出しとポンピングの箇所数と舗装に影響を及ぼす長さをm単位で記録する。

3. アスファルト舗装の補修

3.1 補修の概念

アスファルト舗装は交通荷重に直接さらされて大きな応力やひずみが生じたり、経時的に日照や降雨などの影響を受けてアスファルトなどの材料の老化が促進されること等により、破損が生じやすい構造物である。いったん破損が生じると、たとえばひびわれからは雨水が舗装体内部に浸透して路床、路盤を弱体化したり、走行位置にあわせてわだち掘れが発達するなど、急速に破損が拡大することになる。

最近、アスファルト舗装の長寿命化の観点から、路床、路盤の強化、大粒径混合物やストーンマッシュアップアスファルトなどの耐久性に優れたアスファルト混合物の採用検討、改質アスファルトの積極的使用およびその高性能化等、一連の対策が講じられてきている。しかし、こうした対策を継続的に実践する一方で、アスファルト舗装を長期にわたって良好な路面性状を保つためには、日常的に路面性状を把握しておくとともに、適切な時期に適切な補修を行うことが必要である。

舗装の補修には維持と修繕がある。維持とは、舗装

の供用性能の保持または若干の向上を目的として行う行為で、構造的な強化を目的としない行為をいい、修繕とは、舗装の構造強化を目的とするもので、大幅に供用性能の回復をする行為である。補修は、破損の進行状況に応じた適切な時期に行う必要があり時期別には次のように分けられる。

- ① 巡回時に破損を発見した場合、その都度緊急の措置を要するもの。
- ② 破損が少しずつ進行するが、とくに構造的な強化を必要とせず、一定の限度に達した時点で、時期を失わないよう措置をすればよいもの。
- ③ 破損が少しずつ進行するが、断面設計を必要とし、一定の計画のもとに長期的な観点から措置する必要があるもの。

なお、計画的に補修を行う場合は、ライフサイ

クルコストを含めた経済性の検討にもとづいて補修計画を計画することもある。

3.2 補修工法の種類

アスファルト舗装の破損には、たとえば表-2.5.2に示すように、わだち掘れやひびわれ等の破損の種類、破損状況、発生地域・位置、構造的破損か機能的破損などによって分類される²⁾。補修工法の選定にあたっては、破損状況の調査結果を正確に把握するとともに、破損の面的な広がりも考慮する必要がある。

以下に、維持および修繕に関する一般的な工法について述べることにする。また、特殊な箇所や特殊な舗装の補修方法についても簡単に触れる。

なお、実際の補修においては、維持工法と修繕工法とを組み合わせる用いる場合が多いので、厳密な意味での区別はできない。

表-2.5.2 舗装の破損の種類²⁾

破 損 の 種 類		破 損 状 況	発生地域・位置	分 類	
				機 能	構 造
わだち掘れ	路床・路盤の沈下によるわだち掘れ	走行軌跡部の沈下、ひびわれを伴うことあり	走行軌跡部		◎
	流動わだち掘れ	アスファルト混合物の側方移動を伴う	温暖地・重交通路線、交差点流入部	◎	
	摩耗わだち掘れ	走行軌跡部のすり減り	積雪寒冷地	◎	
ひびわれ	路床・路盤の支持力低下によるひびわれ	亀甲状	主に走行軌跡部		◎
	路床・路盤の沈下によるひびわれ	線状から亀甲状へ	主に走行軌跡部		◎
	アスファルト混合物の劣化・老化によるひびわれ	亀甲状	走行軌跡部から発生し、舗装面全体へ	○	○
	温度応力ひびわれ	線状（横方向）ほぼ一定間隔に発生	極めて寒冷な地域	○	○
	ジョイント部のひびわれ	線状（縦、横方向）	施工継目部	◎	
	リフレクションクラック	線状（縦、横方向）	コンクリート版、セメント安定処理がある場合		○
	ヘアークラック	微細な線状（横方向）	舗装面全体	◎	
	わだちわれ	線状（縦方向）	走行軌跡部	○	○
	不等沈下によるひびわれ	線状（縦、横方向、不規則）	構造物周辺、路体切盛境界等		◎
	床版のたわみによるひびわれ	線状（主として縦方向）	鋼床版の縦リブ、主桁上	○	◎
平坦生低下	コルゲーション、くぼみ、より	さざ波状の舗装面のしわこぶ状のより	曲線部、坂路、交差点流入部	◎	
ポットホール	アスファルト混合物の剥離・崩壊・散逸	舗装表面に生じた穴、骨材の剥離、亀甲状ひびわれを伴う場合あり	ひびわれ部、排水不良箇所	○	○
そ の 他	ブリージング（フラッシュ）	アスファルト分の滲み出し		◎	
	ポリッシング	骨材が研磨された状態		◎	
	灌水（排水生舗装）	走行軌跡部の水たまり、目つぶれ	排水性舗装の走行軌跡部	◎	
	ポンピング	水、路盤材の細粒分の吹き出し、ひびわれを伴うことが多い	ひびわれ部		◎
	段差	路面の鉛直変位・凹凸、通常、横断または横断方向、ときに不規則方向	構造物周辺、橋梁継ぎ手部		◎

3.2.1 維持工法

(1) コブ取り

コブ取りは、流動によるわだち掘れなどによって生じた舗装表面の凹凸の凸部を切り取る工法である。通常、縦断方向に連続的に長い区間に発生した凹凸は路面切削機を用い、また局部的な場合は、ガスバーナで焼き取り、コテなどで仕上げる。

(2) 段差すり付け工法

橋梁伸縮装置の前後などでは舗装が沈下して段差が生じやすくなる。段差はいったん発生すると急激に進行し、また、車両の乗り心地の悪化や振動の発生など環境に与える影響も大きいことから、できるだけ軽微な段階で補修することが重要である。

段差すり付け材料としては、加熱アスファルト混合物が一般的であるが、最近では、速硬性のアスファルト乳剤スラリーや樹脂系のモルタルなどが多く用いられている。

(3) シール材注入工法

舗装に発生したひびわれは、路床、路盤等の支持力不足に起因する構造的なものかまたは舗装表面から入るものかは別として、舗装の損傷に大きく影響する。ひびわれを放置しておくと、水の浸入によりアスファルトのはく離が促進され、舗装の早期の破壊に繋がる可能性がある。ひびわれの程度によって適切な補修工法を選定する必要があるが、ひびわれを発見した場合、できるだけ早期にシールなどにより水の浸入を防止することが重要である。

シール材注入工法は、比較的幅の広い線状のひびわれの補修に用いられる。注入する材料としては、エマルジョン型、カットバック型、樹脂型等の種類が、また、ひびわれの幅や深さによりさまざまな材料がある。

(4) パッチング工法

パッチング工法は、破損した舗装を部分的に補修する工法である。破損部分の周囲と底面とは、破損の一步手前の状態にあることが多いことから、破損部分から20～30cm程度広めに、原則として四角形に、深さは少なくとも3cm以上に切り取る。既設舗装を除去した後、舗設面の清掃を行い、カッターの使用水や浸透水を完全に除去しておく。

パッチング材料としては、加熱アスファルト混合物が一般的であるが、瀝青系や樹脂系の常温混合物が用いられる場合も多い。

(5) 表面処理工法

表面処理はそれ自身、既設舗装の強さを増すもので

はない。表面処理工法は厚さが一般に3cm未満の薄い封かん層を設ける工法をいう。表面処理工法には、加熱アスファルト混合物以外の材料によるチップシール工法、シラリースीलおよびマイクロサーフェシング工法、ニート工法などがある。

1) チップシール工法

チップシール工法にはシールコートとアーマーコートがあり、路面の状態や交通の状況によって舗装の寿命を延ばすために行う予防的処置である。シールコートは既設舗装表面に瀝青材料および骨材を1層ごとに散布する工法で、アーマーコートはシールコートを2層以上重ねて施工する工法である。

チップシール工法に使用する瀝青材料としては、アスファルト乳剤、カットバックアスファルト、ストレーアスファルトなどがあるが、施工の難易性からみて近年ではアスファルト乳剤を用いるのが一般的である。この工法の適用箇所としては、一般にはA交通以下の交通量の道路に使用する。しかし、欧米ではかなりの重交通の箇所にも使用されている³⁾。

2) シラリースीलおよびマイクロサーフェシング工法

シラリースीलおよびマイクロサーフェシング工法とも、基本的には骨材とアスファルト乳剤および水からなるスラリー状混合物を路面状に薄く敷きならす工法である。

両者の違いは、前者は細骨材（スクリーニングス）と通常の混合用アスファルト乳剤を用い、5mm以下で施工するのに対して、後者はポリマー改質アスファルトをベースとした高濃度乳剤を使用すること、骨材としてスクリーニングスのほか10～2.5mmの粗骨材も使用し、より厚く（3～15mm）施工する。

① スラリースील工法

スラリースील工法はスクリーニングスなどの細骨材とアスファルト乳剤、および水と混ぜてスラリー状混合物とし、その流動性を利用してスプレッドボックスを用いて路面に敷きならすものである。遅硬性（SSタイプ）と速硬性（QSタイプ）があり、後者は硬化促進のためポルトランドセメントが添加される。

骨材粒度は表-2.5.3に示すものなどがある。また、配合の一例を表-2.5.4に示す。

施工には、一般的に車載型のスラリーマシンが用いられる。スラリーマシンは、骨材貯蔵供給装置、アスファルト乳剤タンク、水タンクおよびそれらの供給装置、フィラーおよびセメント供給装置、ミキサおよび

表-2.5.3 スラリー用骨材粒度の一例³⁾

ふるい目	ふるい通過百分率 (%)	
	簡易舗装要綱 (S.54年版)	国際スラリー 協会・標準型
4.75mm		98~100
2.36	100	65~90
1.18	55~85	45~70
600 μ m	35~60	30~50
300	20~45	18~30
150	10~30	10~21
75	5~15	5~15

表-2.5.4 スラリーシール配合の一例³⁾

材料 \ タイプ	SS型		QS型
スクリーニングス	90	80	100
石 粉	10	20	
セメント	—	—	1~2.5
アスファルト乳剤 (MK-2,3)	15~22	17	20
水	10~15	6	14~18

スプレッドボックスからなっている。スプレッドボックスによる敷きならし、アスファルト乳剤の分解後、タイヤローラにて転圧して押さえる。

② マイクロサーフェシング工法

マイクロサーフェシング工法は基本的にはスラリーシール工法と同じであるが、粗骨材を用いることもあり施工厚が厚くなること、ポリマー改質アスファルト乳剤を用いてシール層の耐久性を高めていること、硬化時間調整材を用いて混合され、速硬性である等の違いがある。骨材粒度の例を表-2.5.5に示す。

施工にはマイクロサーフェシング専用改良されたスラリーマシンが使用される。わだち掘れを起こした路面に適用する場合には、2層式のマイクロサーフェシングが行われる³⁾。

表-2.5.5 マイクロサーフェシング骨材粒度の例³⁾

ふるい目	タイプI	タイプII	タイプIII
9.50mm		100	100
4.75	100	90~100	70~90
2.36	90~100	65~90	45~70
1.18	65~90	45~70	28~50
600 μ m	40~65	30~50	19~34
300	25~42	18~30	12~25
150	15~30	10~21	7~18
75	10~20	5~15	5~15

3) ニート工法

ニート工法は、樹脂を散布あるいは塗布し、その上に硬質骨材を散布、固着させる工法である。

(6) わだち部オーバーレイ工法

わだち部オーバーレイ工法は、スパイクタイヤやタイヤチェーンなどによる主に摩耗によってすり減った既設舗装のわだち掘れ部のみを加熱アスファルト混合物によって補う工法である。

建設省北陸地方建設局では、昭和53年から細粒度ギャップアスコン (13F) やギャップシート (細粒度ギャップアスコン (5F)) を用いて施工している⁴⁾。しかし、最近のスタッドレスタイヤの普及により、積雪寒冷地域においても摩耗によるわだち掘れは減少しており、したがってこの工法の採用も少なくなっている。

なお、この工法は流動によって生じたわだち掘れには適さないが、オーバーレイ工法に先立ってレベリング工として行われることが多い。

(7) 薄層オーバーレイ工法

薄層オーバーレイ工法は、舗装表面に局部的なひびわれや変形等の破損が生じた場合に、加熱アスファルト混合物を3cm未満に舗設して路面の平坦性を回復する工法である。この工法の採用にあたっては、舗装厚の関係から骨材の最大粒径に対する配慮が重要である。

最近、走行車両の安全性の向上や交通騒音の低減を目的とした排水性舗装が急速に普及してきている。排水性舗装の舗装厚は通常4~5cmであるが、ある程度の機能性を確保しつつ経済性を向上させるといった観点から、舗装厚を2cm前後とした薄層の排水性舗装が施工される例もある⁵⁾。また、コンポジット舗装の表層への適用や長大橋の死荷重の軽減などを目的とした、舗装厚を2cm程度、骨材の最大粒径を5mmとした、耐流動性、耐摩耗性およびすべり抵抗性を期待した薄層用アスファルト混合物の検討も進められている⁶⁾。

なお、薄層オーバーレイ工法は、施工厚が薄いためアスファルト混合物の温度低下が懸念されるので、迅速な施工が必要となる。

3.2.2 修繕工法

修繕工法は舗装の寿命をのばすことを目的に補修しようとするもので、オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法、路上表層再生工法、路上再生路盤工法、褥層工法、打換え工法などがある。

(1) オーバーレイ工法

オーバーレイ工法は、既設舗装の上に厚さ3cm以上の加熱アスファルト混合物層を舗設する工法である。

施工にあたっては、既設舗装の破損箇所はその状況に応じてパッチングを行うが、破損が著しく、その原因が局部的な路床、路盤の欠陥によると思われる場合には、局部的に打換えを行う。オーバーレイを平坦に仕上げるためには、既設舗装の凹部を加熱アスファルト混合物にてレベリングする必要がある。

また、舗装の高さを変えられない場合や既設舗装が不良の場合などは、その部分を切削により撤去してオーバーレイをする。この工法をとくに切削オーバーレイ工法と呼ぶ。

(2) 路上表層再生工法

路上表層再生工法は、現位置において、既設アスファルト混合物層の加熱、かきほぐしを行い、これに応じて新規の加熱アスファルト混合物や再生用添加剤を加えて混合したうえで敷きならし、締め固めて再生した表層を造る工法である。

路上表層再生工法にはリミックス方式、リペーブ方式、リフォーム方式の三通りの施工方式があるが、これまでの実績からリミックス方式とリペーブ方式が多い。

リミックス方式は、一般に、既設表層混合物の粒度、アスファルト量、旧アスファルトの針入度等を総合的に改善する場合に適用する。リペーブ方式は、既設表層混合物層の品質をとくに改善する必要のない場合や、軽微な改善で十分な場合、舗装強化を必要とする場合に適用する⁷⁾。

(3) 路上再生路盤工法

路上再生路盤工法は、既設アスファルト混合物層を現位置でスタビライザによって破碎し、同時にセメン

トやアスファルト乳剤等の添加材料を既設路盤材とともに混合し、締め固めて安定処理した路盤を造る工法である。

路上再生路盤工法は、既設アスファルト混合物層が比較的薄い舗装に適しており、交通量の少ない道路に適用されることが多い。

セメントのみを用いる場合は路盤が剛性化して、リフレクシオンクラックが出ることもある。セメントとアスファルト乳剤を併用した場合(CAE路盤工法)、セメントの剛性とアスファルトのたわみ性がバランスした耐久性の高い路盤が構築できる。このCAE路盤工法の等値換算係数は0.65となっており、その妥当性は追跡調査によって確認されている。CAE路盤工法の場合の適用箇所は、当面B交通以下を原則としているが、C交通にも一部適用されている⁹⁾。

添加材料のうち、セメントは普通ポルトランドセメント、アスファルト乳剤はノニオン系乳剤が使用される。

(4) 褥層工法

ひびわれが発生している既設舗装上にそのままオーバーレイを行った場合、新しい表層に比較的早期にひびわれが再発生することが知られている。このひびわれの再発を抑制する工法が褥層工法である。

褥層工法は、既設舗装上に2～3層のアーモークート工法による表面処理を行い、応力緩和層を構築した後に通常の加熱アスファルト混合物層を舗設することにより、新しいオーバーレイ層へのリフレクシオンクラックの発生を抑制または遅延させる工法である⁹⁾。

3層式の褥層工法の場合の一例を

図-2.5.14に、2層式の場合の一例を図-2.5.15に示す。

また、図-2.5.16は褥層の層数が2層と3層の場合のひびわれ発生率について150箇所の調査データについて

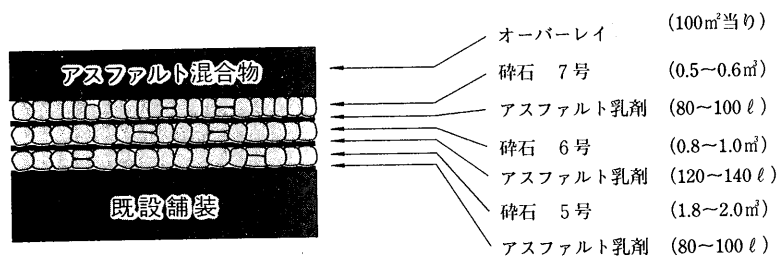


図-2.5.14 3層式の場合の一例³⁾

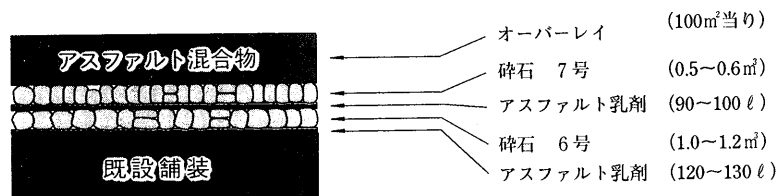


図-2.5.15 2層式の場合の一例³⁾

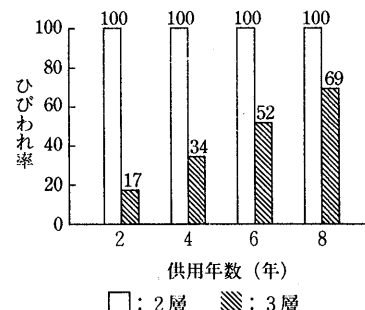


図-2.5.16 褥層の層数の影響⁹⁾

てまとめたものである。図では、2層とした箇所へのひびわれ発生率を100%としたときの3層箇所のひびわれ発生率を供用年数との関係で示したものである。この結果では、2層よりも3層の方がひびわれ抑制効果が大きいとし、とくに供用初期においてその差が顕著であるとしている⁹⁾。

こうした結果から、本工法の適用範囲は路盤の支持力を失っていないC交通までの路線とし、C交通に適用する場合は褥層を3層、B交通に適用する場合は2層とするのが一般的であるとしている⁹⁾。

この工法には、バインディングとしてPK-1, 2, PKR-S(1), (2), およびPK-Hなどのアスファルト乳剤が使用されるのが一般的である。それぞれの特徴を生かした標準的な使用箇所は次のとおりである。

PK-1, 2: このアスファルト乳剤は一般的な浸透工法に使用されており、この工法ではA交通以下の比較的平坦な箇所に適用される。

PKR-S(1), (2): このアスファルト乳剤は把握力と粘着力を増強してあるので、この工法の適用箇所すべてに使用できる。とくにB交通以上の箇所やひびわれの多い箇所などでその効力を発揮する。

PK-H: このアスファルト乳剤は、瀝青残留量を増し、付着性をよくしたタイプであるので、とくに勾配のある箇所や分解を早めたい季節や箇所などでその効果を発揮する。

また、アスファルト乳剤以外に、ストレートアスファルトにかなり多量のゴムその他の添加剤を加えた加熱型改質アスファルトをバインディングとして用いて褥層工法のさらなる高性能化を狙った例もある⁹⁾。

(5) 打換え工法

打換え工法には、全面打換え工法（単に打換え工法ともいう）、局部打換え工法、線状打換え工法、表層・基層打換え工法などがある。

① 全面打換え工法

既設アスファルト舗装の破損が著しく、その他の維持修繕工法では良好な路面を常に維持することが困難になった場合には、既設舗装の路盤もしくは路盤の一部までを打ち換えるもので、状況により路床の入れ換え、路床または路盤の安定処理を行うこともある。

アスファルト舗装が全面打ち換えを必要とするほど

著しく破損が生じる原因は、路床、路盤の欠陥によるものが最も多く、表面水がひびわれを通じて路床、路盤にしみ込んだときに、コンクリート舗装と同じようにポンピング作用によって大きな破損に導く原因となっていることが多い。

② 局部打換え工法

局部打換え工法は既設アスファルト舗装の破損が局部的に著しく、その他の工法では補修できないと判断したとき、表層、基層あるいは路盤から局部的に打ち換える工法である。通常、表層・基層打換え工法やオーバーレイ工法の際、局部的にひびわれが大きい箇所に使用することが多い。

③ 線状打換え工法

線状打換え工法は、線状に発生したひびわれに沿って舗装を打ち換える工法で、通常は加熱アスファルト混合物層（瀝青安定処理層まで含める）のみを打ち換える。

④ 表層・基層打換え工法

表層・基層打換え工法は、既設アスファルト舗装の表層または基層まで打ち換える工法である。通常、この工法は切削により既設アスファルト混合物層を撤去して行われることが多いため、実質的には切削オーバーレイ工法と同じ工法であるといえる。

3.2.3 特殊箇所および特殊な舗装の補修

(1) 橋面舗装の補修

橋面舗装の補修工法にはこれまで述べた補修工法のうち表層、基層までに該当する工法が原則的には適用できるが、橋面舗装の場合にはとりわけ水密性の高い工法や死荷重が軽減できる耐久性の高い薄層の工法が求められる。

橋面舗装に比較的多い破損としてプリスタリングによるものがある。プリスタリングは舗装下面に封じ込まれた水分または油分が気化して膨張し、舗装を押し上げる現象である。水密性の高いグースアスファルト混合物を使用した鋼床版舗装で発生する例も多いが、コンクリート床版上に空隙率の小さい混合物を舗装した場合にも見うけられる。放置しておくと、舗装の盛り上がった部分が交通荷重等で破損し、ポットホールとなる。

プリスタリングの補修は、図-2.5.17に示すように、床版を傷つけないように注意しながら舗装の上面からドリルで孔を明け、内部の気体の逃げ道をつくる。その後、プリスタリングを生じた部分の舗装を十分に温め、ゆっくり転圧しながらふくれた部分を押し戻し平

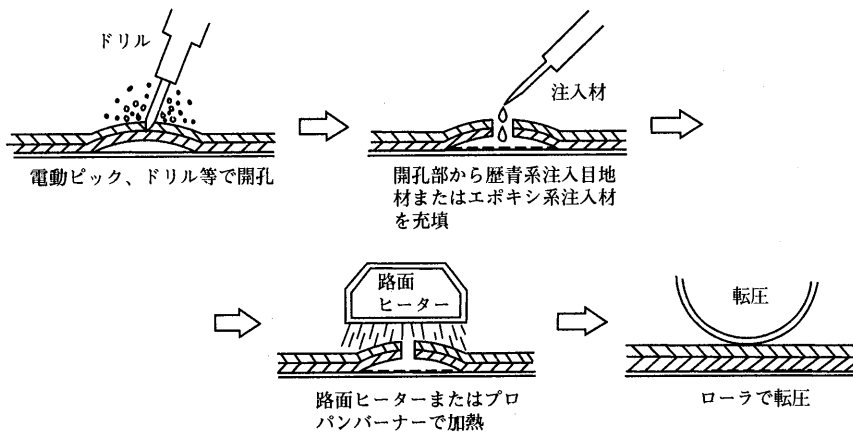


図-2.5.17 プリスタリングの補修¹⁰⁾

坦にする。プリスタリングの数が多く密集している箇所では、プリスタリングごとに対処するのではなく局部的に打ち換えをする¹⁰⁾。

(2) 排水性舗装の補修

最近急速に普及している排水性舗装は空隙率の大きいアスファルト舗装であるため、耐久性確保の観点から、把握力、粘着力、はく離抵抗性の大きい高粘度改質アスファルトをバインダとして用いている。この排水性舗装の破損には、積雪寒冷地域などにおいて見られる主にタイヤチェーンによると思われる骨材飛散といった供用性に関わる破損と、空隙詰まりや空隙つぶれといった機能的な破損とがある。

骨材の飛散した排水性舗装路面の補修では、これまで述べた通常の補修工法を適用する例が多いが、その場合空隙孔を塞いでしまい排水機能や騒音低減機能が失われることになる。現在、瀝青系の常温型補修材が開発されており、これらはポットホールなどの局所的な破損には適用できる。しかし、骨材飛散が縦断的に連続するような場合には、国内、国外における実績が少ないこともあり、現在のところ機能性を確保しての補修は困難である。

泥、粉塵などによって空隙づまりが生じた排水性舗装路面では、排水機能や騒音低減機能は低下もしくは失われてしまうことになる。低下した機能の回復方法としては、高圧水による洗浄等の方法があるが、機能の回復度合いは、空隙づまりの程度および洗浄頻度と密接に関係すると考えられており、現在検討が進められている。なお、空隙つぶれにより低下した機能については回復は困難である。

いずれにしても、排水性舗装の普及に伴い、これま

での中心であった供用性の確保、向上といった観点から機能性の維持といった観点も重要になっている。排水性舗装に適した補修工法の確立が急がれており、今後の研究によるところが大きいと思われる。

— 参考文献 —

- 1) Strategic Highway Research Program: "Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project," 1993
- 2) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱，1992.12
- 3) (社)日本アスファルト乳剤協会：アスファルト乳剤一般的な性質とその応用，1996.9
- 4) 北陸地方建設局 道路部：積雪寒冷地の道路舗装実務要領，1990.7
- 5) 瀬戸稔和，小林功和，田口仁：薄層排水性舗装の施工技術に関する一検討，道路建設，No.569，1995.6
- 6) 伊藤邦彦，島崎勝，井上隆：薄層用アスファルト混合物に関する一検討，土木学会第53回年次学術講演会，1996.9
- 7) S R工法技術振興会：路上表層再生工法 機械施工マニュアル，1996.2
- 8) 中森義雄，池田孝久，緑川宏：表面処理工法によるリフレクションクラック抑制効果について，第19回日本道路会議論文集，1991.10
- 9) 植村正，遠藤孝司，中村浩：高ゴム化アスファルトを使用した褥層工法，第18回日本道路会議論文集，1989.10
- 10) 多田宏行：橋面舗装の設計と施工，鹿島出版会，1996.3

第1章 アスファルトと舗装

安崎 裕 東亜道路工業株式会社 技師長

第2章 道路の種類と舗装構造

阿部忠行 東京都土木技術研究所 主任研究員

第3章 アスファルト混合物の種類と工法

小島逸平 株式会社ガイアートクマガイ 技術研究所第1研究部長

第4章 アスファルト混合物の製造と施工

田井文夫 日本道路株式会社 技術本部環境技術開発室長

西村拓治 日本舗道株式会社 工務部生産技術グループ特殊工法担当課長

第5章 舗装の破損と補修

姫野賢治 中央大学理工学部土木工学科 教授

帆苅浩三 福田道路株式会社 技術研究所副所長

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B 5 版・132 ページ・実費頒価 3000 円（送料実費）

当協会において、昭和50年の研究着手以来、鋭意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

目 次

1. 研究の概要	4.4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4.5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4.6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4.7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概 説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ (Cracking)	5.3 施工箇所と舗装構成
2.3 わだち掘れ (Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概 説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. む す び
3.7 薄膜加熱による性状変化	資 料
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
4.1 概 説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

著者 山之口 浩・丸山 暉彦

アスファルト舗装修繕技術

原 富 男

発行所 ㈱山海堂 定価 本体4,600円+税

福田道路㈱技術研究所長

++++++

この度、㈱山海堂から「アスファルト舗装修繕技術」が刊行された。

冠タイトルに「超」・舗装学入門と書いてあり、サブタイトルに「続・舗装学のすすめ・AからZまで」と付いている。

ちょうど1年ほど前に、今回の著者山之口・丸山両先生の他に4人の先生方と共著で、「最新・アスファルト舗装技術＝舗装学のすすめ・AからZまで」が発刊されている。「続」と書いてあるので、新しい情報を前回と同様なスタイルで編集したものかなと思いながらひもといて見たが、予想が見事に外れてしまった。

第1章 舗装技術の進展（温故知新）、第2章 舗装技術の基本（基礎知識）では、両先生の豊富な知識と資料を基に、道路舗装の歴史から舗装技術の基本的な考え方まで、詳しく述べている。第3章から第6章までは、ライフサイクルコストを考慮した舗装修繕の在り方を基調に、事前調査から設計・施工方法および比較検討事例まで述べ、第7章で舗装維持修繕マネジメントシステムの考え方と提案を行い、最後の第8章、第9章では舗装技術の現状と将来の予測を行って全体をまとめている。

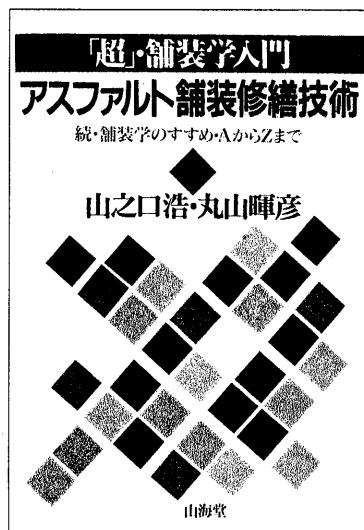
内容的には、忘れかけていた懐かしいものから最新の新しい考え方まで、幅広く扱っていて非常に参考になるが、それにもましてこの本を面白くしているのは、各章の間に有る「演習問題」と「コーヒー・タイム」である。特に「コーヒー・タイム」は、舗装に関する蘊蓄とか雑学と言ったものが書かれていて、堅い内容の合間に息抜きができるような編集になっている。

巻末の付録もまた面白い。「わが国の特殊工法等に関する舗装技術の変遷」は非常に参考になるし、参考文献の人名索引は面白いまとめ方をしている。

アスファルト舗装に関する研究者や学生の方々はもちろん、道路の設計に携わる技術者から施工、維持管理に携わる技術者まで、幅広い方々にお勧めしたい一冊である。

目 次

- 序 章 アスファルト舗装維持修繕の技術的課題
- 第1章 舗装技術の進展（温故知新）
- 第2章 舗装技術の基本（基礎知識）
- 第3章 舗装補修の調査（事前準備計画）
- 第4章 現道舗装調査事例（使用中舗装現況調査）
- 第5章 舗装補修の実施（維持修繕計画・施工の方法）
- 第6章 舗装補修設計における検討事例
（最適舗装設計にむけての試算例）
- 第7章 舗装補修の運営
（舗装維持修繕マネジメントシステムにむけて）
- 第8章 舗装技術の現在
（舗装技術の進展から環境問題まで）
- 第9章 舗装技術の将来（未来予測）



〈石油アスファルト需給統計資料〉 その1

石油アスファルト需給実績 (総括表)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,695	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63 年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3 年 度	310	5,973	(95.2)	0	6,282	5,944	(95.8)	19	5,963	313	6,276
4 年度上期	313	2,969	(104.4)	0	3,282	2,893	(101.8)	59	2,952	326	3,278
4 年度下期	326	3,152	(100.7)	1	3,479	3,216	(103.6)	17	3,233	244	3,477
4 年 度	313	6,121	(102.5)	1	6,435	6,109	(102.8)	76	6,185	244	6,429
5 年度上期	244	2,910	(98.0)	1	3,155	2,803	(96.9)	26	2,829	329	3,158
5 年度下期	329	3,209	(101.8)	1	3,539	3,233	(100.5)	79	3,312	238	3,550
5 年 度	244	6,119	(100.0)	2	6,365	6,036	(98.8)	105	6,141	238	6,379
6 年度上期	238	2,954	(101.5)	1	3,193	2,761	(98.5)	60	2,821	377	3,198
6 年度下期	377	3,070	(95.7)	0	3,447	3,073	(95.1)	112	3,185	272	3,457
6 年 度	238	6,024	(98.4)	1	6,263	5,834	(96.7)	172	6,006	272	6,278
7 年度上期	272	2,812	(95.2)	0	3,084	2,620	(94.9)	175	2,795	300	3,095
10～12月	300	1,668	(105.0)	1	1,969	1,613	(99.3)	92	1,705	263	1,968
8. 1 月	263	425	(104.7)	0	688	347	(96.7)	27	374	316	690
2 月	316	465	(112.0)	0	781	436	(103.8)	23	459	323	782
3 月	323	653	(98.8)	0	976	681	(101.6)	26	707	271	978
1～3 月	263	1,543	(104.1)	0	1,806	1,464	(101.0)	76	1,540	271	1,811
7 年度下期	300	3,211	(104.6)	1	3,512	3,077	(100.1)	168	3,245	271	3,516
7 年 度	272	6,023	(100.0)	1	6,296	5,697	(97.7)	343	6,040	271	6,311
8. 4 月	271	564	(97.9)	0	835	496	(103.1)	29	525	311	836
5 月	311	446	(116.4)	0	757	422	(122.3)	19	441	317	758
6 月	317	409	(114.6)	0	726	381	(90.7)	21	402	325	727
4～6 月	271	1,419	(107.9)	0	1,690	1,299	(104.3)	69	1,368	325	1,693
7 月	325	482	(92.7)	0	807	491	(112.9)	22	513	297	810
8 月	297	524	(108.9)	0	821	451	(100.2)	39	490	333	823
9 月	333	518	(104.4)	0	851	487	(99.6)	28	515	338	853
7～9 月	325	1,524	(101.8)	0	1,849	1,429	(104.0)	89	1,518	338	1,856
8 年度上期	271	2,943	(104.6)	0	3,214	2,728	(104.1)	158	2,886	338	3,224
10月	338	493	(92.3)	0	831	518	(101.0)	29	547	284	831
11月	284	559	(98.4)	1	844	527	(97.2)	33	560	287	847
12月	287	548	(96.8)	0	835	519	(93.0)	30	549	289	838
10～12月	338	1,600	(95.9)	1	1,939	1,564	(97.0)	92	1,656	289	1,945
9. 1 月	289	411	(96.7)	0	700	357	(102.9)	10	367	335	702
2 月	335	445	(95.7)	0	780	430	(98.6)	10	440	341	781
3 月	341	673	(103.1)	0	1,014	731	(107.3)	19	750	268	1,018
1～3 月	289	1,529	(99.1)	0	1,818	1,518	(103.7)	39	1,557	268	1,825
8 年度下期	338	3,129	(97.4)	1	3,468	3,082	(100.2)	131	3,213	268	3,481
8 年 度	271	6,072	(100.8)	1	6,344	5,810	(102.0)	289	6,099	268	6,367

〔注〕 (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 9 年 3 月確報
(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

〈石油アスファルト需給統計資料〉 その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位: 千 t)

項 目 年 度	内 需 量						対 前 年 度 比					
	ストレート・アスファルト				ブローン アスファルト	合 計	ストレート・アスファルト				ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	燃焼用	計			道路用	工業用	燃焼用	計		
60 年 度	3,739	139	911	4,789	246	5,035	93.5	85.8	113.2	96.4	96.9	96.4
61 年 度	3,979	241	1,238	5,458	237	5,695	106.4	173.4	135.9	114.0	96.3	113.1
62 年 度	4,252	360	995	5,607	255	5,862	106.9	149.4	80.4	102.7	107.6	102.9
63 年 度	4,307	421	967	5,695	258	5,953	101.3	117.3	97.2	101.6	101.2	101.6
元 年 度	4,360	447	932	5,739	251	5,990	101.2	106.2	96.3	100.8	97.3	100.6
2 年 度	4,416	606	929	5,951	254	6,205	101.3	135.6	99.7	103.7	101.2	103.6
3 年 度	4,317	590	796	5,703	241	5,944	97.8	97.4	85.7	95.8	94.9	95.8
4 年度上期	2,153	253	372	2,778	115	2,893	103.0	94.4	100.0	101.8	103.6	101.8
4 年度下期	2,406	315	369	3,090	126	3,216	108.1	97.5	87.0	103.9	96.9	103.6
4 年 度	4,559	568	741	5,868	241	6,109	105.6	96.3	93.1	102.9	100.0	102.8
5 年度上期	2,022	265	404	2,691	112	2,803	93.9	104.7	108.6	96.9	97.4	96.9
5 年度下期	2,315	336	456	3,107	126	3,233	96.2	106.7	123.6	100.6	100.0	100.5
5 年 度	4,337	601	860	5,798	238	6,036	95.1	105.8	116.1	98.8	98.8	98.8
6 年度上期	1,939	257	455	2,651	110	2,761	95.9	97.0	112.6	98.5	98.2	98.5
6 年度下期	2,190	249	513	2,952	121	3,073	94.6	74.1	112.5	95.0	96.0	95.1
6 年 度	4,129	506	968	5,603	231	5,834	95.2	84.2	112.6	96.6	97.1	96.7
7 年度上期	1,838	212	468	2,518	102	2,620	94.8	82.5	102.9	95.0	92.7	94.9
10～12月	1,128	145	273	1,546	67	1,613	97.0	100.0	108.4	99.2	103.1	99.3
8. 1 月	202	51	75	328	19	347	99.0	102.0	86.2	96.5	105.6	96.7
2 月	295	42	77	414	22	436	99.3	280.0	86.5	103.2	115.8	103.8
3 月	548	26	85	659	22	681	103.8	70.3	98.8	101.2	115.8	101.6
1～3 月	1,045	119	237	1,401	63	1,464	101.8	115.5	90.5	100.6	110.5	101.0
7 年度下期	2,173	264	510	2,947	130	3,077	99.2	106.0	99.4	99.8	107.4	100.1
7 年 度	4,011	476	978	5,465	232	5,697	97.1	94.1	101.0	97.5	100.4	97.7
8. 4 月	387	13	80	480	16	496	113.5	35.1	93.0	103.4	94.1	103.1
5 月	281	46	76	403	19	422	112.0	657.1	105.6	122.1	126.7	122.3
6 月	253	38	73	364	17	381	83.5	115.2	109.0	90.3	100.0	90.7
4～6 月	921	97	229	1,247	52	1,299	103.0	124.4	101.8	104.2	106.1	104.3
7 月	342	48	83	473	18	491	112.5	98.0	125.8	112.9	112.5	112.9
8 月	297	37	100	434	17	451	97.7	78.7	122.0	100.2	100.0	100.2
9 月	323	49	96	468	19	487	95.8	128.9	101.1	99.6	100.0	99.6
7～9 月	962	134	279	1,375	54	1,429	101.8	100.0	114.8	104.0	103.8	104.0
8 年度上期	1,883	231	508	2,622	106	2,728	102.4	109.0	108.5	104.1	105.0	104.1
10月	360	53	84	497	21	518	102.0	103.9	96.6	101.2	95.5	101.0
11月	390	41	76	507	20	527	101.3	93.2	85.4	97.9	83.3	97.2
12月	361	43	96	500	19	519	92.1	86.0	100.0	92.9	95.0	93.0
10～12月	1,111	137	256	1,504	60	1,564	98.5	94.5	93.8	97.3	89.6	97.0
9. 1 月	205	41	92	338	19	357	101.5	80.4	122.7	103.0	100.0	102.9
2 月	269	41	100	410	20	430	91.2	97.6	129.9	99.0	90.9	98.6
3 月	570	47	93	710	21	731	104.0	180.8	109.4	107.7	95.5	107.3
1～3 月	1,044	129	285	1,458	60	1,518	99.9	108.4	120.3	104.1	95.2	103.7
8 年度下期	2,155	266	541	2,962	120	3,082	99.2	100.8	106.1	100.5	92.3	100.2
8 年 度	4,038	497	1,049	5,584	226	5,810	100.7	104.4	107.3	102.2	97.4	102.0

- [注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 9 年 3 月確報
(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。
(3) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－(ブローンアスファルト＋燃焼用アスファルト＋工業用ストレート・アスファルト)
(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況

(単位：1,000kl%)

原油名 年度 項目	アラビアンヘビー		イラニアンヘビー		クウェート		カ フ ジ		小 計		総 輸 入 量	
	数 量	構成比	数 量	構成比	数 量	構成比	数 量	構成比	数 量	構成比	数 量	構成比
58 年	15,061	10.3	13,238	9.0	3,375	2.3	9,892	6.8	41,566	28.4	146,543	100.0
59 年	11,761	7.8	8,866	5.2	2,728	1.8	10,210	6.8	32,465	21.6	150,606	100.0
60 年	10,454	5.3	6,273	3.1	2,578	1.3	9,698	4.9	29,003	14.6	198,330	100.0
61 年	7,174	3.7	7,506	3.9	5,979	3.1	8,482	4.4	29,141	15.0	194,515	100.0
62 年	12,925	7.0	7,789	4.2	10,311	5.6	6,267	3.4	37,293	20.1	185,364	100.0
63 年	9,130	4.7	6,095	3.1	8,124	4.2	6,374	3.3	29,723	15.3	193,850	100.0
元 年	4,500	2.1	8,991	4.3	9,671	4.6	8,910	4.2	32,072	15.3	209,700	100.0
2 年	6,378	2.8	8,921	3.9	7,492	3.3	7,386	3.2	30,177	13.2	228,760	100.0
3 年	11,219	4.6	8,548	3.5	796	0.3	3,839	1.6	24,402	10.1	242,697	100.0
4 年	7,124	2.8	9,127	3.6	8,568	3.4	7,168	2.9	31,987	12.7	251,233	100.0
5 年	7,543	3.0	10,554	4.1	10,816	4.2	7,497	2.9	36,410	14.3	255,135	100.0
6 年	6,707	2.5	12,681	4.7	10,325	3.8	7,496	2.8	37,209	13.7	270,813	100.0
7 年	5,042	1.9	10,490	3.9	11,967	4.5	8,819	3.3	36,318	13.6	266,828	100.0
8 年	4,388	1.7	10,354	3.9	13,708	5.2	7,912	3.0	36,362	13.8	263,447	100.0
58 年度	15,071	7.1	13,057	6.1	3,498	1.6	11,378	5.3	43,004	20.2	212,844	100.0
59 年度	13,447	6.3	6,422	3.0	5,130	2.4	10,385	4.9	35,384	16.6	212,911	100.0
60 年度	6,790	3.4	6,232	3.2	3,330	1.7	8,409	4.3	24,761	12.6	197,261	100.0
61 年度	6,422	3.4	7,636	4.1	5,990	3.2	8,952	4.8	29,000	15.5	187,516	100.0
62 年度	13,793	7.3	7,311	3.9	11,758	6.3	4,577	2.4	37,439	19.9	187,886	100.0
63 年度	7,619	3.8	6,406	3.2	7,126	3.6	8,259	4.1	29,410	14.7	199,756	100.0
元 年度	4,736	2.2	9,143	4.3	10,318	4.9	7,966	3.8	32,163	15.3	210,900	100.0
2 年度	8,209	3.4	9,787	4.1	4,522	1.9	6,417	2.7	28,935	12.1	238,480	100.0
3 年度	10,877	4.6	8,756	3.7	2,095	0.9	5,033	2.1	26,761	11.2	238,646	100.0
4 年度	6,534	2.6	8,411	3.3	10,004	3.9	7,551	3.0	32,500	12.7	255,667	100.0
5 年度	7,715	3.0	11,740	4.6	10,930	4.3	7,116	2.8	37,501	14.6	256,444	100.0
6 年度	6,015	2.2	12,773	4.7	10,218	3.7	7,645	2.8	36,660	13.4	273,651	100.0
7 年度	4,835	1.8	9,647	3.6	12,878	4.9	8,854	3.3	36,214	13.6	265,525	100.0
8 年度	4,399	1.7	11,434	4.3	14,450	5.5	8,298	3.1	38,581	14.6	263,793	100.0
8 年 1 月	184	0.8	820	3.5	1,273	5.4	627	2.7	2,904	12.4	23,454	100.0
2 月	343	1.5	928	4.1	1,203	5.4	619	2.8	3,093	13.8	22,393	100.0
3 月	498	1.9	952	3.7	1,178	4.5	801	3.1	3,429	13.2	25,938	100.0
1～3 月	1,025	1.4	2,700	3.8	3,654	5.1	2,047	2.9	9,426	13.1	71,785	100.0
4 月	101	0.5	697	3.3	987	4.6	750	3.5	2,535	11.9	21,359	100.0
5 月	187	0.9	653	3.2	968	4.7	859	4.2	2,667	13.0	20,529	100.0
6 月	335	1.8	754	4.0	1,258	6.7	245	1.3	2,592	13.9	18,702	100.0
4～6 月	623	1.0	2,104	3.5	3,213	5.3	1,854	3.1	7,794	12.9	60,590	100.0
7 月	241	1.3	194	1.1	1,012	5.6	543	3.0	1,990	11.0	18,047	100.0
8 月	321	1.3	1,158	4.6	1,263	5.0	683	2.7	3,425	13.6	25,160	100.0
9 月	424	2.1	998	4.9	905	4.5	708	3.5	3,035	15.0	20,274	100.0
7～9 月	986	1.6	2,350	3.7	3,180	5.0	1,934	3.0	8,450	13.3	63,481	100.0
10 月	623	2.8	706	3.2	1,243	5.7	523	2.4	3,095	14.1	21,986	100.0
11 月	514	2.3	1,654	7.4	1,266	5.6	776	3.5	4,210	18.7	22,488	100.0
12 月	617	2.7	840	3.6	1,152	5.0	778	3.4	3,387	14.7	23,117	100.0
10～12 月	1,754	2.6	3,200	4.7	3,661	5.4	2,077	3.1	10,692	15.8	67,591	100.0
9 年 1 月	412	1.7	1,111	4.6	1,646	6.8	806	3.3	3,975	16.3	24,314	100.0
2 月	272	1.2	1,433	6.2	1,383	6.0	709	3.1	3,797	16.4	23,223	100.0
3 月	352	1.4	1,236	5.0	1,367	5.6	918	3.7	3,873	15.7	24,594	100.0
1～3 月	1,036	1.4	3,780	5.2	4,396	6.1	2,433	3.4	11,645	16.1	72,131	100.0

〔注〕 (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 9年3月確報
(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

排水性舗装用エポキシアスファルト混合物施工の手引

A 5 版・26ページ・実費頒価 ￥300 (送料実費)

申込先 (社) 日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門 1-21-8
秀和第3虎ノ門ビル7階

エポキシアスファルトは強度や骨材との付着性において優れた物性を有するので、これを使用した排水性舗装用混合物は、高粘度アスファルト等を使用した従来の排水性舗装用混合物より耐久性の向上、機能の持続性などが期待されるものである。

しかし、エポキシアスファルトは熱硬化性のエポキシ樹脂を含む反応性バインダであるため、使用にあたってはその機能が十分に発揮できるよう、混合物の製造や施工については細心の注意を払わなければならない。

本手引きは、このようなエポキシアスファルトをバインダとする排水性舗装の設計、施工、管理についてとりまとめたものであり、関係者必読の書としておすすめします。

目 次

第1章 総 則

1.1 概 説

1.2 適用にあたっての注意

第2章 材 料

2.1 材 料

2.2 エポキシアスファルト

2.3 骨 材

2.4 その他の材料

第3章 配合設計

第4章 試験練り

第5章 施 工

5.1 施工計画

5.2 製 造

5.3 タックコート

5.4 舗 設

5.5 継 目

第6章 品質管理および検査

第7章 調 査

付録-1 エポキシ樹脂について

付録-2 エポキシアスファルトの構成、混合方法、 代表的性状

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
[メーカー]		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3135
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (3585) 9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9556
キグナス石油株式会社	(104) 中央区八重洲2-8-1	03 (3276) 5211
キグナス石油精製株式会社	(150) 渋谷区広尾1-1-39	03 (5778) 5100
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (5512) 8606
極東石油工業株式会社	(104) 中央区京橋1-8-7	03 (5250) 2681
興亜石油株式会社	(108) 港区芝浦3-4-1	03 (5441) 2516
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3874
三共油化工業株式会社	(105) 港区新橋1-7-11	03 (5568) 6411
株式会社ジャパンエナジー	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6000
昭和シェル石油株式会社	(135) 港区台場2-3-2	03 (5531) 5765
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2111
西部石油株式会社	(105) 港区西新橋2-1-1	03 (5512) 3417
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区海岸1-16-1	03 (5403) 3433
東燃株式会社	(150) 渋谷区広尾1-1-39	03 (5778) 5179
東北石油株式会社	(985) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1122
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3571
富士石油株式会社	(104) 中央区明石町8-1	03 (3547) 0011
三菱石油株式会社	(108) 港区港南1-6-41	03 (3472) 7883
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3244) 4691

[ディーラー]

● 北海道

コスモアスファルト(株)北海道支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3906	コスモ
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7-2	011 (241) 1561	三石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2895	日石
株式会社南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587	日石
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3976	コスモ

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
● 東北			
株式会社男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字海岸通り1-18-2	0185 (23) 3293	J O M O
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6111	日 石
コスモアスファルト(株)東北支店	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022 (266) 1101	コ ス モ
正興産業株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-5	022 (263) 5951	三 石
竹中産業株式会社新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770	昭和シェル
常盤商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区上杉1-8-19	022 (224) 1151	三 石
中西瀝青株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022 (223) 4866	日 石
株式会社南部商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区一番町1-1-31	022 (223) 1011	日 石
ミヤセキ株式会社	(983) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (257) 1231	三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(981) 仙台市青葉区中山4-25-34	022 (277) 6633	三 石
● 関東			
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878	コ ス モ
株式会社アスカ	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001	出 光
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548	九 石
伊藤忠燃料株式会社	(153) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8211	J O M O
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03 (3269) 7541	コ ス モ
エムシー・エネルギー株式会社	(100) 千代田区内幸町1-2-2	03 (5251) 0961	三 石
株式会社木畑商会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03 (3552) 3191	J O M O
共立石油株式会社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6640	J O M O
株式会社ケイエム商運	(103) 中央区八重洲1-8-5	03 (3245) 1626	三 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011	コ ス モ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231	出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03 (3551) 7131	コ ス モ
新日本商事株式会社	(170) 豊島区南大塚3-32-10	03 (5391) 4870	昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521	出 光
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03 (3251) 0185	昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿1-14-5	03 (3356) 8061	モービル
株式会社トーアス	(153) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8250	J O M O
東京富士興産販売株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3591) 3401	富士興産
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751	三 石
東新エナジー株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551	日 石
株式会社トーマン	(107) 港区赤坂2-14-27	03 (3588) 7955	昭和シェル
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3555) 8138	コ ス モ
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471	日 石
株式会社南部商会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871	日 石
日石丸紅株式会社	(105) 港区西新橋2-4-2	03 (5251) 0777	日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151	昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区八丁堀1-11-3	03 (3551) 6101	昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町1-17-2	03 (3661) 4951	モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3580) 5211	富士興産

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
富士 鉱 油 株 式 会 社	(105) 港区新橋4-26-5	03 (3432) 2891	コ ス モ
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3501	富 士 興 産
丸 紅 エ ネ ル ギ ー 株 式 会 社	(101) 千代田区神田駿河台2-2	03 (3293) 4171	モ ー ビ ル
三 井 石 油 株 式 会 社	(164) 中野区本町1-32-2	03 (5334) 0730	極 東 石 油
ユ ニ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6616	昭 和 シ ェ ル
菱 油 販 売 株 式 会 社	(182) 調布市布田4-6-1	0424 (41) 7611	三 石
瀝 青 販 売 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691	出 光
● 中 部			
コスモアスファルト (株) 中部支店	(460) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0711	コ ス モ
株 式 会 社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (353) 5111	コ ス モ
静 岡 鉱 油 株 式 会 社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モ ー ビ ル
竹中産業株式会社福井営業所	(918) 福井市花堂南1-11-29	0766 (33) 0001	昭 和 シ ェ ル
株 式 会 社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721	昭 和 シ ェ ル
富 安 産 業 株 式 会 社	(939) 富山市若竹町3-74-4	0764 (29) 2298	昭 和 シ ェ ル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区新栄2-2-1	052 (241) 0175	日 石
松 村 物 産 株 式 会 社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121	三 石
丸 福 石 油 産 業 株 式 会 社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860	昭 和 シ ェ ル
● 近 畿			
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2271	モ ー ビ ル
飯野産業株式会社神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2810	J O M O
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0031	出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7212	コ ス モ
共 和 産 業 株 式 会 社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500	J O M O
コスモアスファルト (株) 関西支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2731	コ ス モ
コスモアスファルト (株) 中国支店	(730) 広島市中区銀山町3-1	0822 (44) 6262	コ ス モ
三 徳 商 事 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551	昭 和 シ ェ ル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口4-26	0792 (26) 2611	J O M O
信 和 興 業 株 式 会 社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691	三 石
スーパーストロングインターナショナル (株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5510	昭 和 シ ェ ル
正 興 産 業 株 式 会 社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301	三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0350	富 士 興 産
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (358) 5531	三 石
ド ー ロ 商 事 株 式 会 社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5856	富 士 興 産
中西瀝青株式会社大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-13-3	06 (316) 0312	日 石
株 式 会 社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551	J O M O
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195	富 士 興 産
富 士 商 株 式 会 社	(756) 小野田市稲荷町6539	0836 (83) 3210	昭 和 シ ェ ル
平 和 石 油 株 式 会 社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771	昭 和 シ ェ ル
株 式 会 社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608	昭 和 シ ェ ル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073	コ ス モ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555	J O M O
株 式 会 社 菱 芳 磁 産	(672-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344	J O M O

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851 J O M O
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 J O M O
株式会社カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区大名2-4-30	092 (771) 7436 コ ス モ
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興産
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興産
中西瀝青株式会社福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日 石
株式会社南部商会福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838 日 石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001 三 石
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コ ス モ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

[賛助会員]

岡谷鋼機株式会社東京本店 (163-10) 新宿区西新宿3-7-1 03 (5323) 3202

編集顧問	編集委員			
多田宏行	委員長：河野 宏	副委員長：真柴和昌		
藤井治芳	阿部忠行 今井博文	七五三野茂	半野久光	
松野三朗	荒井孝雄 菅野善朗	鈴木明憲	姫野賢治	
	安崎 裕 栗谷川裕造	田井文夫	室賀五郎	
	池田拓哉 小島逸平	野村敏明	森永教夫	

アスファルト 第192号

平成9年8月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門1-21-8 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-3571-0997 (代)

印刷所 キュービシステム株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-3224-1251 (代)

Vol.40 No.192 AUGUST 1997

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**