共同研究報告書
整理番号第340号

交差点立体化の路上工事短縮技術の開発

共同研究報告書

－工期短縮型舗装の開発と利用マニュアル（案）－

平成18年1月

独立行政法人土木研究所
株式会社NIPPOコーポレーション
日本道路株式会社
東亜道路工業株式会社
株式会社佐藤渡辺

Copyright © (2006) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

共同研究報告書
第340号平成18年1月

交差点立体化の路上工事短縮技術の開発
共同研究報告書

－工期短縮型舗装の開発と利用マニュアル(案)－

独立行政法人土木研究所　舗装チーム		上席研究員	久保　和幸
		主任研究員	寺田　　剛
		元上席研究員	吉田　　武※1
		元上席研究員	伊藤　正秀※2
		元研究員	梁　　慎二※3
㈱NIPPO ｺｰﾎﾟﾚｰｼｮﾝ	技術研究所	主任研究員	尾本　志展
	工務部生産技術グループ	係長	村岡　克明
日本道路㈱	技術研究所	所長	田井　文夫
		副主任研究員	岡本　信人
東亜道路工業㈱	技術研究所	室長	村山　雅人
		主任研究員	菅野　　宏
		研究員	平戸　利明
㈱佐藤渡辺	技術研究所	所長	源　　厚
		研究員	坂本　寿信

※１：現　独立行政法人土木研究所基礎道路技術研究グループ特別研究官
※２：現　北陸地方整備局金沢河川国道工事事務所所長
※３：現　千葉県水道局市川水道事務所松戸分室工務第二課

要旨

都市内の主要交差点では、慢性的に交通渋滞が発生しており、経済活動や周辺環境へ悪影響を及ぼしている。このため、交差点部の拡幅や右折レーン等の設置、さらには交差点の立体化等の改良工事が順次進められており、都市内の交通円滑化に効果を発揮している。

しかしながら、交差点立体化の様に大規模な改良工事の場合には、交通量の多い既設道路上での工事となることから、工事に伴う交通規制により新たな交通渋滞を発生し、また、施工ヤード等の制約条件の厳しい場所での施工となることから、施工期間が長期に及び、工事に伴う道路交通への影響も長期間に渡ることになる。更に、工事に伴う騒音・振動等により、長期間に渡り周辺住民の生活環境に影響を及ぼすことになる。

そこで、都市内の交差点立体化の工事において、道路交通や周辺環境への影響の少ない、工期短縮に資する舗装技術として工期短縮型舗装の開発を行った。

キーワード：交差点立体化工事、工期短縮、アスファルト舗装、鋼床版舗装、コンクリート床版舗装

目　次

１．研究の背景と目的 …… 1
２．研究目標 …… 2
３．開発した技術 …… 3
3.1　防水性を有する中温化混合物の２層同時舗設工法の開発 …… 4
3.2　エポキシアスファルトを用いた橋面舗装施工技術の開発 …… 4
3.3　繊維系舗装材料を用いた高耐久性橋面舗装の開発 …… 5
４．交差点立体化工事に関する調査 …… 6
4.1 新規工事、修繕工事に関する現状調査 …… 6
4.1.1 調査方法 …… 6
4.1.2 調査結果 …… 6
4.2 ゼネコンから提案のあった工法の調査 …… 6
4.2.1 調査の目的、および方法 …… 7
4.2.2 調査結果 …… 7
５．工期短縮型舗装の開発 …… 9
5.1 開発目標 …… 9
5.1.1 工期短縮型舗装Ａ …… 9
5.1.2 工期短縮型舗装Ｂ …… 10
5.1.3 工期短縮型舗装Ｃ …… 11
5.2 実施項目と工程 …… 12
5.2.1 工期短縮型舗装Ａ …… 12
5.2.2 工期短縮型舗装Ｂ …… 14
5.2.3 工期短縮型舗装Ｃ …… 16
5.3 材料、混合物及びシステムの性状評価方法 …… 18
5.4 評価結果 …… 19
5.4.1 工期短縮型舗装Ａ …… 19
5.4.2 工期短縮型舗装Ｂ …… 36
5.4.3 工期短縮型舗装Ｃ …… 41
６．試験施工 …… 47
6.1 試験施工の概要 …… 47
6.2 試験施工における調査項目 …… 48
6.2.1 施工時、および施工直後 …… 48
6.2.2 追跡調査 …… 48
6.3 共通工 …… 49
6.3.1 施工フロー …… 49
6.3.2 既設舗装の撤去 …… 49
6.3.3 模擬添接ボルト板の設置 …… 50
6.3.4 床版面の処理 …… 52

6.3.5 加熱塗布防水 …… 53
6.4 各舗装の試験施工の内容 …… 54
6.4.1 工期短縮型舗装 A …… 54
6.4.2 工期短縮型舗装 B …… 69
6.4.3 工期短縮型舗装 C …… 77
6.5 試験施工および追跡調査結果 …… 90
6.5.1 耐久性評価 …… 90
6.5.2 工期短縮型舗装 A …… 91
6.5.3 工期短縮型舗装 B …… 97
6.5.4 工期短縮型舗装 C …… 102
6.6 試験施工のまとめ …… 106
6.6.1 工期短縮型舗装 A …… 106
6.6.2 工期短縮型舗装 B …… 107
6.6.3 工期短縮型舗装 C …… 108
7．ライフサイクルコストの評価 …… 109
7.1 LCC 計算手法 …… 109
7.1.1 標準的な工事の設定 …… 109
7.1.2 LCC の算出方法 …… 109
7.1.3 従来工法及び立体交差舗装の設定条件 …… 110
7.2 計算結果 …… 112
8．工期短縮型舗装利用マニュアルの作成 …… 113
9．まとめ …… 114
10．今後の課題 …… 114

付録
付録１.ライフサイクルコスト（LCC）計算結果 …… 付 1-1
付録２.工期短縮型舗装利用マニュアル(案)
付録 2-1 …… 付 2-1-1
付録 2-2 …… 付 2-2-1
付録 2-3 …… 付 2-3-1
付録３.ボルト充填部の接着強度試験方法 …… 付 3-1

1．研究の背景と目的

都市内の主要交差点では、慢性的に交通渋滞が発生しており、経済活動や周辺環境へ悪影響を及ぼしている。このため、交差点部の拡幅や右折レーン等の設置、さらには交差点の立体化等の改良工事が順次進められており、都市内の交通円滑化に効果を発揮している。

しかしながら、交差点立体化の様に大規模な改良工事の場合には、交通量の多い既設道路上での工事となることから、工事に伴う交通規制により新たな交通渋滞を発生し、また、施工ヤード等の制約条件の厳しい場所での施工となることから、施工期間が長期に及び、工事に伴う道路交通への影響も長期間に渡ることになる。更に、工事に伴う騒音・振動等により、長期間に渡り周辺住民の生活環境に影響を及ぼすことになる。

そこで、都市内の交差点立体化の工事において、道路交通や周辺環境への影響の少ない、工期短縮に資する舗装技術として立体交差舗装の開発を行った。

立体交差舗装の開発は、土木研究と道路会社４社３グループと平成 14 年度～16 年度に共同研究「交差点立体化の路上工事短縮技術の開発」で行ったものである。

2．研究概要

研究は、図-2.1 に示すフローに従い行った。以下に研究内容の概要を述べる。

(1) 交差点立体化工事に関する現状調査

立体交差舗装を開発する参考にするため、これまでに行われた交差点立体化工事（新設及び修繕工事）の現状として工法、舗装構造、材料、工程、コスト等の実態を調査した。

また、舗装工事の短縮方法の検討に当たっては、対象となる立体交差部の橋梁構造について把握しておく必要がある。そこで施工技術チームの共同研究において、ゼネコングループと工期短縮橋梁として開発・検討を行っている技術について橋梁の構造や施工方法等の調査を行った。

(2) 立体交差舗装の開発

立体交差舗装を開発するため、始めに開発目標を設定し、評価項目及び方法を決定し、混合物試験を実施し、開発目標を満足するか評価を行った。

(3) 試験施工及び耐久性評価

実道レベルでの施工性と耐久性の評価を行うため、舗装走行実験場で試験施工と促進載荷試験を行った。

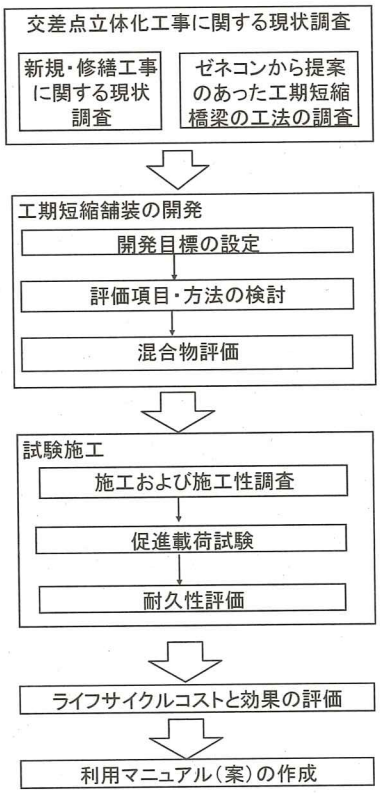


図-2.1　研究の研究フロー

(4) ライフサイクルコストと効果の評価

新設及び修繕工事に開発した各工法を採用した場合の LCC と工期短縮効果を評価した。

(5) 利用マニュアル（案）の作成

開発した各工法の利用マニュアル（案）を作成した。

３．開発した技術

今回、立体交差舗装として開発した技術は、**表-3.1**に示す３種類である。以下にその３種類の特徴を示す。

表-3.1　開発する技術の種類

工法名	会社名	技術名
工期短縮型舗装Ａ	株式会社ＮＩＰＰＯコーポレーション	防水性を有する中温化混合物の２層同時舗設工法の開発
工期短縮型舗装Ｂ	日本道路株式会社	エポキシアスファルトを用いた橋面舗装施工技術の開発
工期短縮型舗装Ｃ	東亜道路工業株式会社 株式会社佐藤渡辺	繊維系舗装材料を用いた高耐久性橋面舗装の開発

3.1　工期短縮型舗装Ａ

開発しようとする工法は、**図-3.1.1** に示すように、基層に防水層の機能を兼ね備えた防水性 SMA（砕石マスチック混合物）を、表層に排水性と低騒音性を有する機能性 SMA（排水性のキメと SMA の耐久性を併せ持つ混合物）を設け、これらを**図-3.1.2** に示す 2 層同時舗設型のアスファルトフィニッシャ（以下、AF）により一層で同時施工しようというものである。なお、表基層混合物にはいずれも締固め性向上や施工温度低減が図れる中温化剤を使用するものである。

本工法の特徴を以下に示す。

① 防水性 SMA を使用することにより防水工の省略を図ることが期待できる。

② 表層と基層を 2 層同時施工することにより舗装の作業工程を短縮することが期待できる。

③ 中温化剤を使用することで舗装体温度低減の時間を短縮することにより日施工能力の向上を図ることが期待できる。

④ 以上のことより交差点立体化舗装工事の工期短縮化を図ることが期待できる。

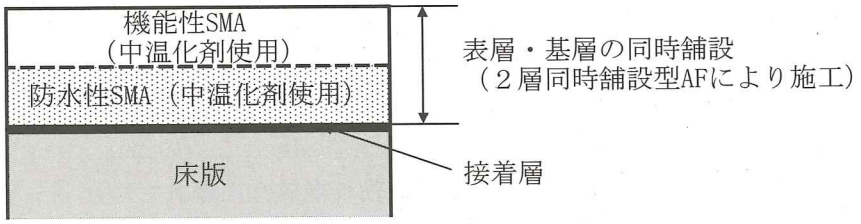


図-3.1.1　防水性を有する中温化混合物の 2 層同時舗設工法の舗装断面

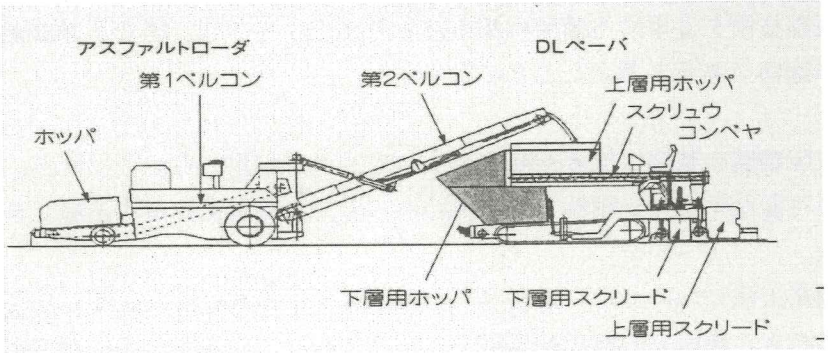


図-3.1.2　2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャの機構断面

3.2 工期短縮型舗装Ｂ

本開発工法は、**図-3.2.1** に示すように、鋼床版舗装の基層にエポキシアスファルトを用いた 5mmTop の細粒度アスファルト混合物（以下、「エポキシ細粒 5F」）を、表層に一般的な 13mmTop の排水性アスファルト混合物（以下、「排水性（13）」）を舗設するものである。

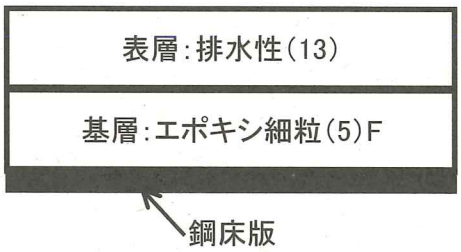


図-3.2.1　開発工法の断面図（立体交差舗装Ｂ）

本開発工法の特徴を以下に示す。

①路上工事短縮技術に適用されているプレキャスト化鋼床版は、一枚当たり約 3m×10m 程度の鋼床版を現場でボルト接合するため、ボルト部が非常に多い。したがって、基層混合物にはボルト部への充填性や鋼床版との接着性が要求される。本開発工法では基層混合物の充填性を向上させるため、混合物の粒度を細粒 5F としている。

②基層混合物のバインダーには、耐流動性やひび割れ抵抗性に優れたエポキシアスファルトを使用する。これにより、基層混合物の耐久性が従来技術（グースアスコン）に比べて向上し、将来修繕を行う際に基層混合物からの打換を行う回数が低減することが期待できる。

③表層には、高粘度改質アスファルトを使用した一般的な排水性（13）を用いる。これは、路上工事短縮技術を適用する箇所は都市部と考えられるので、騒音低減機能等を付加させることが適切であると考えたことによる。

従来、鋼床版舗装の基層には主としてグースアスコンが用いられていたが、通常の舗設機械で施工が可能なエポキシ細粒 5F を用いることで、基層工に要する施工日数の短縮化が期待できる。

なお、本開発工法については、当初はプレキャスト化鋼床版に接着層と基層混合物を事前に舗設しておき、現場での施工を表層工のみとすることでさらなる工期短縮効果の向上を検討していた。

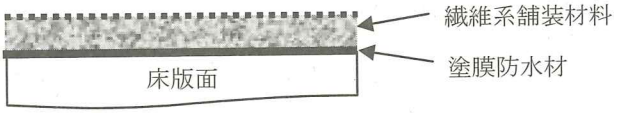
しかし、ゼネコングループへのヒアリング（詳細は **4.2　ゼネコンから提案のあった工法の調査**　の項参照）の結果、鋼床版の重量増加等の理由により基層混合物までをプレキャスト化することは困難と判断されたので、舗装工はすべて現場での施工とする。

3.3 工期短縮型舗装C

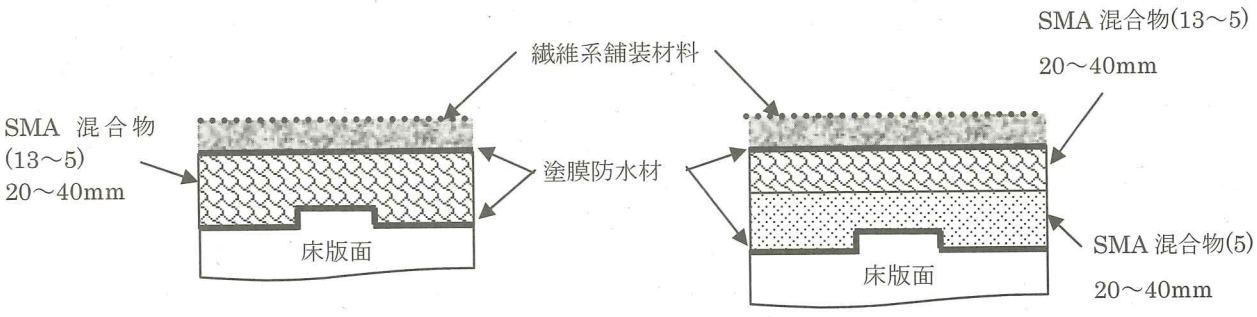
提案する舗装は、表層に衝撃吸収性能や騒音低減性能を有し、施工性が良好な繊維系表層材料「CalmPave」を床版上あるいは基層表面に貼り付けることにより工期短縮を図るものである。

「CalmPave」を貼り付けようとする舗装母体例としては、鋼床版の状況に応じて図-3.3.1に示すように鋼床版に直接張り付ける場合は(C－1)、ボルトなどの突起物がある床版には施工性と耐流動性に優れたエポキシ入り砕石マスチックアスファルト混合物(以下エポキシSMA)の基層を用いた(C－2)、(C－3)の舗装断面がある。また、交通状況によってはエポキシを混合しないSMA、改質密粒(13)を利用することも可能としている。本工法の特徴を以下に示す。

①従来のアスファルト舗装のような機械編成を必要とせず、CalmPave を施工面に貼り付けることにより舗装を構築するため工期の短縮が図れる。
②CalmPave は、工場生産品であるため材料の品質管理が容易であり確実である。
③CalmPave を敷設した後、特別な養生時間を必要とせず、即交通開放が可能となる。
④CalmPave は、繊維系材料であるため騒音低減機能、振動抑制機能を有している。
⑤繊維系材料を表層材料とするため、死荷重の低減が可能であり橋梁に対する負荷が軽減される。
⑥CalmPave は下地に敷設し、転圧することにより構築することが出来るため、従来工法と比較して、施工時の騒音・振動などが低減できる。
⑦下地処理の用いる混合物は、硬化性バインダ(エポキシ入り)を用いた SMA 混合物であるため耐流動性、防水性に優れている。
⑧SMA 混合物は、最大粒径の小さな混合物を使用しているため充填性に優れている。



(C－1) 不陸や突起物がない場合



(C－2) 不陸や突起物がある場合(1)　　(C－3) 不陸や突起物がある場合(2)

図-3.3.1　開発舗装の断面図

４．交差点立体化工事に関する現状調査

4.1 新設・修繕工事に関する現状調査

4.1.1 調査方法

交差点立体化工事が実施及び施工されている箇所において現状を調査する目的で橋梁・床版の種類、橋面舗装の構造、工程、大きさ等について管理者等にヒアリングを実施し調査した。なお、調査対象の交差点立体化工事は全国の国道にかかる最近工事した 11 箇所について行った。

4.1.2 調査結果

９箇所の調査から主な結果をまとめると以下の通りである。

1) 橋梁の種類は 11 箇所の内、鋼箱桁が５箇所、ＲＣ橋が１箇所、ＰＣ橋が２箇所、鋼床版が２カ所であった。また、床版の種類はコンクリート床版が９カ所、鋼床版が２カ所であった。
2) コンクリート床版の防水材は塗膜防水が４箇所、シート防水が３箇所、１箇所が防水材なしであった。
3) 新設工事で防水工から舗装施工までに要した日数は、5 日から 28 日であり、平均で 1000 m^2 当たり 4.3 日要していた。また、切り回し道路の工事に平均で 1000m^2 当たり 250.2 日も要していた。
4) 補修工事でコンクリート床版上の舗装打ち換えに要した日数は、平均で 1000m^2 当たり 9.0 日、鋼床版上の舗装は打ち換えで 1000m^2 当たり 9.2 日要していた。
5) 橋面舗装は、密粒度舗装が４箇所、改質舗装が４箇所、排水性舗装が１箇所であった。１箇所が下層に SMA 混合物を使用することで防水工を省略して工期短縮を図っていた。また、アスファルトフィニッシャを２台並列施工することにより工期短縮を図った箇所が２箇所あった。

4.2 ゼネコンから提案のあった工法の調査

4.2.1 調査の目的、および方法

交差点立体化における舗装工事の短縮方法を検討するに当たっては、対象となる立体交差部の構造について把握しておく必要がある。そのため、交差点立体化工事の工期短縮化について開発・検討を行っているゼネコングループにヒアリングを行い、各グループの検討内容（床版構造・施工方法等）について調査を行った。

ヒアリングの対象としたゼネコングループは、いずれも独立行政法人土木研究所施工技術チームの共同研究に参加しているグループである。

4.2.2 調査結果

調査結果を**表-4.2.1**に示す。調査結果から、舗装工に関連する以下のことが確認された。

(1) 床版の構造

床版の種類は6グループ中5グループが鋼床版である。ただし、各グループ共に、デッキプレートの接合は、工期短縮のためにハイテンションボルト（以下、「HTB」）による接合方法を採用している。したがって、できあがった鋼床版上には、一般的な鋼床版に比べて非常に多くの突起部分が生じることになり、舗装材料の充填性（締固め度）、施工性、平たん性等に大きく影響を与えることが考えられる。

(2) 床版上の舗装構成

各グループが想定している舗装構成は、従来鋼床版舗装に適用されてきたグースアスコンを用いたものが多かった。また、排水性舗装やSMAの適用を検討しているグループもあったが、舗装厚については従来と同様に、総厚75～80mmの二層構造を想定しているグループがほとんどであった。ただし、詳細については未定としているグループが多かったので、今回開発した工期短縮型舗装も適用は可能と考えられる。

(3) 基層のプレキャスト化

当初、立体交差舗装Bではプレキャスト床版に予め基層混合物を舗設し、現地における舗設作業を表層工のみとする工法を検討していた。しかし、調査の結果、基層をプレキャスト化すると床版の重量が変化するために、運搬・設置作業に支障を来たすことが確認された。

表-4.2.1　下部構造、橋梁の調査結果

グループ名	施工方法等	床版（突起高さ等）	ジョイント	排水、防水	舗装	アプローチ部
Aグループ	・橋梁部の床版は鋼床版。 ・基本的に従来規定に習う。 ・モジュール桁（折りたたみ可能）工法の完成形は通常の鋼床版桁であり、特別な規定は設けていない。 ・現場継ぎ手はハイテンションボルト（ＨＴＢ）接合。 ・標準ブロック長は、主桁部が12m、張り出し部が6m。 ・盛土側からクレーンで架設する予定。	・架設用に各ブロック４個づつ吊り金具が設置してあり、架設後15mm程度残して切断する。 ・ＨＴＢの突起高さは35mm。 ・舗装割れの影響を考慮したリブ配置を計画している。活荷重に対しての許容たわみ量は0.4mm。	・伸縮装置は橋梁部両端の２カ所のみ。 ・施工精度は従来の規定に習う。 ・原則として直角配置。	・排水性舗装用ＦＲＰ桝（市販品）を使用する予定。 ・端部の横断勾配の低い側には床版に水抜き孔を設け、スラブドレインを設置する。 ・スラブドレインには排水管あり。	・グースアスファルト等、一般的なものを想定している。 ・引渡し時期は原則として橋梁工事完了後。ただし、全体工程が短縮となるような部分施工があれば、協力出来る部分は協力可能。	・盛土構造。 ・アプローチ部の舗装構成は一般的なもの。
Bグループ	・中央径間は鋼桁を使用しており、床版は鋼床版。 ・側径間はＰＣ桁を使用。	・ＨＴＢの突起高さはMAX35mm程度。 ・舗装割れの影響を考慮したリブ配置を計画している。活荷重に対しての許容たわみ量は0.4mm。 ・ジンクリッチプライマーを塗布した鋼床版を搬入する。	・橋軸直角方向：約2m幅（8m幅員で継ぎ手3本） ・橋軸方向：主桁12mピッチ、ブラケット6mピッチ	・防水性能（舗装性能）が問題なければ上面の腐食はない。	・グースアスファルト等、一般的なものを想定している。	・盛土構造（気泡混合軽量盛土）。
Cグループ	・コンクリートブロック桁構造。 ・大型車も通行可能な二型タイプである。 ・橋桁は３m程度のブロック型の押し出し工法によって施工する。 ・橋面が平坦（フラット）になるため、施工後、勾配コンクリートを施工する。	・床版の接着には、エポキシ、モルタル等を考えている。 ・間詰めモルタルもあり。	・伸縮装置は橋梁部両端の２カ所のみ。 ・構造の詳細は未定。	・防水性能（舗装性能）が問題なければ上面の腐食はない。	・表層は排水性舗装を想定している。 ・舗装厚は80mm程度（一般的な厚さ）。 ・舗装の薄層化には対応可能であるが、実際の施工を考えると床版がコンクリートであり、不陸整正が現場では難しいと思われるので80mm程度は必要ではないか。 ・引渡し時期は原則として橋梁工事完了後。	・橋脚を施工後、ブロックを積み上げて施工する。 ・アプローチ部の舗装構成は一般的なもの（路盤＋アスファルト舗装）。
Dグループ	・橋梁部の床版は鋼床版。 ・ピア設置後、鋼床版をクレーンで吊り、ボルトによる連結で床版を施工していく。 ・鋼床版１枚の寸法は、長さ8～15m、幅3.5m。	・ボルトの突起高さは35ｍｍ程度。 ・吊り金具部分の突起高さは5～10mm程度。 ・鋼床版は工場で無機ジンク処理されているものを搬入する。現場ではボルト部施工後、有機ジンク処理を行う。	・伸縮装置は橋梁部両端の２カ所のみ。 ・フィンガージョイントとする予定。	・排水処理として、路肩部に20mピッチに排水桝を設置する。	・グースアスファルト等、一般的なものを想定している。 ・舗装厚は80mm以下を考えている。 ・引渡し時期は原則として橋梁工事完了後。	・盛土構造（補強盛土、テールアルメ）。 ・橋梁部の施工完了後に施工する。
Eグループ	・橋梁部の床版は鋼床版。 ・縦リブの間隔は30cm。 ・吊り金具で建込み、ボルトで接合する。 ・鋼床版１枚の寸法は、長さ10m、幅2.5～3m。厚さは12mm。	・ボルトの突起高さは16mm程度。 ・吊り金具部分の突起が5m程度のピッチで残る。 ・無機ジンク処理（50μ１回）された鋼床版を搬入する。	・構造の詳細は未定。	・排水処理として、路肩部に10mピッチに排水桝を設置する。	・グースアスファルト等、一般的なものを想定している。 ・舗装厚は75～80mm程度、二層構造として考えている。 ・引渡し時期は原則として橋梁工事完了後。	・擁壁部を先に施工する。 ・路盤を一層施工し、作業スペースとして使用する。 ・路体は軽量盛土を使用し、路盤、舗装は一般的なものを考えている。
Fグループ	・橋梁部の床版は鋼床版。 ・縦リブの間隔は30cm。 ・吊り金具で建込み、ボルトで接合する。 ・鋼床版１枚の寸法は、長さ10m、幅3.5m。厚さは12mm。	・ボルトの突起高さは24mm程度。ナット部が出る場合もある。 ・吊り金具部分の突起が5m程度のピッチで残る。 ・無機ジンク処理された鋼床版を搬入する。	・構造の詳細は未定。	・排水処理として、路肩部に20mピッチに排水桝を設置する。	・SMAの適用を考えている。 ・舗装厚は75～80mm程度、二層構造として考えている。 ・引渡し時期は原則として橋梁工事完了後。	・擁壁部を先に施工する。 ・路盤と橋梁を同時施工。 ・路体は、地盤が悪い場合軽量盛土（比重1.1）、良い場合は砂質土を使用する。 ・路盤、舗装は一般的なものを考えている。

5. 工期短縮型舗装の開発

5.1 開発目標

5.1.1 工期短縮型舗装A

本工法の開発にあたっては，工期や各使用材料などの品質が橋面舗装で標準的とされる下記の既存技術と同等以上となることを目標とする。

①鋼床版の場合　　：グースアスファルト（基層）＋本四改質Ⅰ型密粒度アスコン（表層）

②コンクリート床版の場合：粗粒度アスコン（基層）＋改質Ⅱ型密粒度アスコン（表層）

表-5.1.1.1に本工法における評価方法と開発目標値を示す。

表-5.1.1.1　評価方法と開発目標値

評価項目	要求される性能		性能指標	評価方法		既存技術（混合物の性状）（注1）	開発目標値（注2）
				試験項目	試験方法		
工期短縮	工期短縮	鋼床版	短縮日数	試験施工で確認		5日／1000m^2（注3）	≧2日／1000m^2（従来より）
		Con床版				3日／1000m^2（注4）	≧1日／1000m^2（従来より）
	短縮効果		総合的な建設コスト	試算（外部費用を含めた建設コスト）			既存技術以上
接着層	接着性	鋼床版	接着強度	建研式引張り試験		≧1.4MPa（20℃）	≧1.4MPa（20℃）
		Con床版	引張り接着強度	コンクリート床版の引張り接着性試験	舗装試験法便覧	≧0.6MPa（20℃）	≧0.6MPa（20℃）
						≧1.2MPa（−10℃）	≧1.2MPa（−10℃）
			せん断接着強度	せん断試験	道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料	≧0.2MPa（20℃）	≧0.2MPa（20℃）
						≧0.8MPa（−10℃）	≧0.8MPa（−10℃）
基層材料	温度低減		製造、締固め低減温度	マーシャル締固め試験	舗装試験法便覧	温度低減せず（注5）	温度低減≧30℃
	締固め性		締固め度			締固め度≧97.5%（注5）	締固め度≧97.5%
	防水性		透水係数	加圧式透水試験	JIS A 1218 準拠	不透水	$<1\times10^{-7}$
	ひびわれ抵抗性（注6）		曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠	8.5×10^{-3}程度	$\geqq6\times10^{-3}$
			疲労抵抗性	繰り返し曲げ試験			既存材料以上
	耐流動性		動的安定度（DS）	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	300回／mm程度	≧1500（回/mm）
	剥離抵抗性		剥離率	水浸ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	—	剥離率≦5%
表層材料	温度低減		製造、締固め低減温度	マーシャル締固め試験	舗装試験法便覧	温度低減せず	温度低減≧30℃
	締固め性		締固め度			締固め度≧96%	締固め度≧96%
	ひびわれ抵抗性（注6）		曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠	6.2×10^{-3}程度	$\geqq6\times10^{-3}$
			疲労抵抗性	繰り返し曲げ試験			既存材料以上
	耐流動性		動的安定度（DS）	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	3,000回／mm程度（注5）	≧3000（回/mm）
舗装体	設計期間での経済性		ライフサイクルコスト	試算（道路管理者費用と外部費用を含めたコスト）			既存技術以上
	防水性		透水係数	試験施工での採取コアによる加圧式透水試験	JIS A 1218 準拠		$<1\times10^{-7}$

（注1）既存技術の表基層材料の値は鋼床版舗装用材料の値（基層材料は温度低減と締固め性を除いてはグース、表層材料は改質密粒の場合の値。

（注2）開発目標値は既存技術（材料）より同等以上となるように設定。ここで、既存技術（材料）とは鋼床版の場合はグース（基層）＋密粒（表層）、コンクリート床版の場合は粗粒（基層）＋密粒（表層）をさす。

（注3）グース＋密粒で施工面積1000m^{2}あたり、研掃1日（約300m^2/1パーティー）、接着層1日、グース2日（640m^2／日）、表層1日の計5日

（注4）粗粒＋密粒で施工面積1000m^{2}あたり、接着層and/or防水層（塗膜系、シート系）1日、基層1日、表層1日の計3日

（注5）SMAの場合

（注6）コンクリート床版の場合は不要

5.1.2　工期短縮型舗装Ｂ

本開発工法では、鋼床版を施工の対象として検討を行う。これは、独立行政法人土木研究所施工技術チームの共同研究に参加している６グループにヒアリング調査を行った結果、５グループが立体交差部分に鋼床版を適用しているためである（詳細は **4.2　ゼネコンから提案のあった工法の調査**　の項参照）。

現在、鋼床版舗装では、基層にグースアスファルト混合物（以下、「グースアスコン」）、表層には本四改質Ⅰ型アスファルトを用いた密粒度アスコンが用いられている事例が多い。したがって、本開発工法で使用するアスファルト混合物は、これらと同等以上の性能が要求される。

本開発工法の開発目標値を**表-5.1.2.1** に示す。

表-5.1.2.1　評価項目と開発目標値（工期短縮型舗装Ｂ）

評価項目	要求される性能	性能指標	評価方法		既存技術（混合物）の性状（注1）	開発目標値	備考
			試験項目	試験方法			
工期短縮効果	工期短縮	短縮日数	試験施工で確認		12日/2,500m^2	10日/2,500m^2	注2
	短縮効果	総合的な建設コスト	試算（道路管理者費用と外部費用を含めたコスト）				
防水層・接着層	接着性	接着強度	建研式引張り接着試験		≧1.4MPa（20℃）	≧1.4MPa（20℃）	
基層混合物	防水性	透水係数	加圧式透水試験	JIS A 1218準拠	不透水	＜1×10^{-7}cm/s	
	突起部分の接着性	接着強度	ボルト充填部の引張試験	日本道路法	－	≧1.4MPa（20℃）	
	ひびわれ抵抗性	曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠	8.5×10^{-3}程度	5×10^{-3}以上	注3
		疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験		20,000回程度	既存技術と同等以上	
	耐流動性	動的安定度（DS）	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	300回/mm程度	3,000回/mm以上	注4
表層混合物	ひびわれ抵抗性	曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠	6.2×10^{-3}程度	6×10^{-3}以上	注3
		疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験		7,000回程度	既存技術と同等以上	
	耐流動性	動的安定度（DS）	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	3,000回/mm程度	3,000回/mm以上	注4
	骨材飛散抵抗性	カンタブロ損失率	カンタブロ試験	舗装試験法便覧別冊	－	20%以下	注5
		据えきり抵抗性	据えきり抵抗試験	自社法	－	変形量2mm以下	
	透水性	透水係数	定水位透水試験	JIS A 1218準拠	－	＞0.01cm/s	注5

（注1）基層混合物はグースアスコン、表層混合物は本四改質密粒度アスコンの値
（注2）グース＋密粒の場合、研掃・接着層で6日、基層（グース）4日、表層（密粒）2日
　　開発技術の場合、基層で2日短縮
（注3）目標値は本四公団の基準値
（注4）目標値は一般的な重交通路線における値
（注5）目標値は一般的な排水性アスファルト混合物の値

5.1.3 工期短縮型舗装Ｃ

本工法を開発するにあたり、工期や各使用材料などの品質が橋面舗装で標準的とされる下記の既存技術と同等となることを目標とする。

① 鋼床版　　：グースアスファルト（下層）＋本四改質Ⅰ型密粒度アスコン（上層）

② コンクリート床版：粗粒度アスコン（下層）＋密粒度アスコン（上層）

表-5.1.3.1に本工法の開発目標値を示す。

表-5.1.3.1　評価項目と開発目標値

評価項目	要求性能		性能指標	評価方法		既存技術（混合物の性状）（注１）	開発目標値	備考
				試験項目	試験方法			
工期短縮	工期短縮	鋼床版	短縮日数	試験施工で確認		12日/2550㎡	≦12日（6～12日）	
		Co床版						
	短縮効果		総合的な建設コスト	試算（外部費用を含む建設コスト）				
防水層	接着性	鋼床版	引張試験	建研式引張接着試験	建研式	≧1.4Mpa（20℃）	≧1.4Mpa（20℃）	
		コンクリート床版	引張強度	コンクリート床版の引張接着試験	舗装試験法便覧	≧0.6Mpa（20℃）	≧0.6Mpa（20℃）	
			せん断強度	せん断試験	道路橋鉄筋コンクリート床版防水設計・施工資料	≧0.2Mpa（20℃）	≧0.2Mpa（20℃）	
表層基層材料	ひびわれ抵抗性		疲労破壊回数	繰返し曲げ試験		20000回以上	従来材以上	注１
	耐流動性		動的安定度（ＤＳ）	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	≧3000回／mm	≧3000回／mm	
	はく離抵抗性		剥離率	水浸ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧	剥離率≦5%	剥離率≦5%	
	たわみ性		曲げ破断ひずみ	曲げ試験	本四公団試験法準拠	≧5×10^{-3}	≧5×10^{-3}	
	防水性		透水係数	加圧式透水試験	JIS A 1218	≦1×10^{-7}	≦1×10^{-7}	注２
表層材料	すべり抵抗性		ＢＰＮ	振子式スキッドレジスタンステスタ	舗装試験法便覧	≧60	≧60	
			すべり摩擦係数	ＤＦテスタ	舗装試験法便覧別冊	≧0.40（60km/h）	≧0.40（60km/h）	
	ﾈｼﾞﾚ抵抗性		沈下量	ねじれ抵抗性試験	自社法による	沈下量≦5	沈下量≦5	

備考

・注１　数値は、表層改質密粒、基層グースアスファルト

・注２　工期短縮技術の開発目標は、上述した従来技術以上とし試験施工で確認する。

5.2. 実施項目と工程

5.2.1 工期短縮型舗装A

(1) 実施項目

本工法の開発にあたって、下記の項目について検討を実施した。

1) 舗装材料の検討

各舗装材料については、**表-5.1.1.1** に示す各要求性能に対して検討を実施した。

a) 基層材料

防水性を高めた耐久性のある中温化 SMA の配合と温度低減の可能性を検討した。

b) 表層材料

中温化機能性 SMA の配合と可能な低減温度を検討した。

2) 2 層同時舗設型 AF による施工法および舗装構成の検討

施工法については、下記の項目について自社構内試験施工などにより検討を実施した。

なお、当該試験施工では床版の凹凸状態等を考慮して検討を行った。

a) 施工体制

所定品質確保のための施工体制（機械編成、敷均し、転圧方法など）の検討

b) 舗装構成

所定の締固め度や防水性が確保できる舗装構成の検討（舗装厚 7.5cm として検討）

3) 試験施工による評価

土研走行実験場の実床版上で試験施工を行い、施工時間や施工性、品質・出来型、載荷試験による耐久性などの面から、本工法の妥当性を検証した。試験施工では、以下の項目について確認した。

a) 施工時間

各工程の施工時間を確認した。

b) 施工性

舗設作業での施工の良否を目視で確認した。

c) 品質・出来型

締固め度、防水性能、床版との接着強度、平たん性、すべり抵抗値などを確認した。

d) 耐久性

載荷試験後のわだち掘れ量、平たん性、ひびわれの有無、すべり抵抗値、防水性能、床版との接着強度などを確認した。

(2)　実施工程

研究の実施工程は表-5.2.1.1に示す。

表-5.2.1.1　研究実施工程（工期短縮型舗装Ａ）

		平成14年度			平成15年度												平成16年度											
		1月	2	3	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
研究計画立案																												
床版構造の把握																												
舗装材料の検討	基層材料																											
	表層材料																											
施工方法の検討(自社構内試験施工)																												
舗装構成の検討(自社構内試験施工)																												
土研内試験施工																												
マニュアルの作成																												

5.2.2 工期短縮型舗装B

(1)実施項目

本工法の開発に当たっては、以下の項目について検討を実施した。

1) 舗装材料の検討

各舗装材料については、**表-5.1.2.1** に示した要求性能に対して検討を行った。

a) 防水層・接着層

グースアスコンを用いた場合と同等の接着強度を確保できる、防水層・接着層の検討を行った。

b) 基層混合物

防水性・耐久性に優れたエポキシ細粒 5F の配合、および混合物性状について検討を行った。

c) 表層混合物

一般的な排水性（13）の、鋼床版舗装への適用性について検討を行った。

2) 試験施工による評価

土木研究所の模擬鋼床版上で試験施工を行い、施工性、品質、出来形、促進載荷試験による耐久性評価等の面から、本工法の妥当性を検討した。試験施工において確認した項目は以下のとおりである。

a) 施工時間

各工程の施工時間を調査した。

b) 施工性

舗設状況を目視で確認し、施工の良否を検討した。特に基層混合物については、突起物周辺の充填性、ワーカビリティー等について評価した。

c) 品質・出来形

各層の締固め度、基層以下の防水性能、床版との接着性、路面性状（平たん性・すべり抵抗値・透水性能）等を確認した。

d) 耐久性

荷重車の走行による促進載荷試験を行い、わだち掘れ量、路面性状の変化等を確認した。また、促進載荷試験終了後に、突起物周辺の充填性を確認した。

(2) 実施工程

研究の実施工程を表-5.2.2.1に示す。

表-5.2.2.1　研究実施工程（工期短縮型舗装Ｂ）

		平成14年度			平成15年度											平成16年度											
		1月	2	3	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
研究計画立案																												
立体化工法の調査																												
施工技術の検討																												
舗装材料の検討	防水層・接着層																											
	基層																											
	表層																											
土研内試験施工																												
マニュアルの作成																												

5.2.3　工期短縮型舗装Ｃ

(1) 実施項目

立体交差上に急速施工に適した舗装材料を設置するためには、床版の種類による施工の制約やその適用性を十分検討したうえで、施工性に優れたものでなければならない。また、交通規制が困難であり、車両の走行位置が集中しやすい橋面では耐久性の高い舗装でなければならない。そこで、以下に検討した内容を示す。

1) 表、基層用材料の検討

① 砕石マスチックアスファルト混合物

下地処理に使用する基層材料として施工性、耐流動性、およびたわみ追従性に優れた砕石マスチックアスファルト混合物(SMA 混合物)の開発を行った。

② 繊維系表層材料

繊維系表層材料（CalmPave）の表層材としての性能に対する評価として、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、ねじれ抵抗性試験、および加圧透水試験を実施した。また、CalmPave を路面に接着するための接着材料について検討を行った。さらに、交差点部の橋梁では勾配が厳しいことが予想されるため、CalmPave の初期のすべり抵抗性を高めるとともに経年時でもすべり抵抗性を維持できるすべり防止材の開発を行った。

2) 試験施工による評価

開発した舗装の実用性を評価するため、土木研究所構内における促進載荷試験において施工性および耐久性の確認を行った。試験施工で検証した項目を以下に示す。

① 施工時間

工期短縮効果を確認するため施工時間の確認を行った。しかし、施工延長が短いため、短縮効果は参考データとする。

② 施工性

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたＳＭＡ混合物および CalmPave の施工性を目視あるいは採取コアにより確認した。

③ 品質・出来形

試験施工時に得られる混合物の性状試験、および舗装の平たん性、すべり抵抗性、、各層の接着性、締固め度、防水性能などを確認した。

④ 追跡調査

促進載荷試験後のわだち掘れ量、平たん性、ひびわれの有無、すべり抵抗性などを確認した。

(2) 実施工程

表-5.2.3.1 に項目ごとの実施工程を示す。

表-5.2.3.1　研究実施工程（工期短縮型舗装Ｃ）

項　目		平成15年												平成16年											
		4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
研究計画立案																									
舗装材料の検討	表、基層材料																								
	繊維系表層材料																								
施工方法の検討	接着方法																								
土研内試験施工																									
追跡調査																									
マニュアルの作成																									

5.3　材料、混合物及びシステムの性状評価方法

各工法に対する評価項目と要求される性能、ならびに性能指標とその評価方法は、表-5.3.1のとおりとする。

表-5.3.1　各工法に対する評価方法

評価対象	対象舗装技術			要求される性能		性能指標	評価方法
	A	B	C				
工期短縮	○	○	○	工期短縮		短縮日数	試験施工で確認
				短縮効果		総合的な建設コスト	試算(外部費用を含めた建設コスト)
防水層・接着層	○	○	○	接着性	鋼床版	接着強度	建研式引張り接着試験
					Con床版	引張り接着強度	Con床版の引張り接着性試験(舗装試験法便覧)
						せん断接着強度	せん断試験(道路橋鉄筋Con床版防水設計・施工資料)
基層材料	○ (中温化防水性SMA(13))	○ (エポアス細粒5F)	○ (エポアスSMA(5))	防水性		透水係数	加圧式透水試験(JIS A 1218準拠)[注1]
				突起部分の接着性		接着強度	ボルト充填部の引張り試験(日本道路提案法)
				ひびわれ抵抗性[注1]		曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験(本四公団試験法準拠)
						疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験
				耐流動性		動的安定度(DS)	ホイールトラッキング試験(舗装試験法便覧)[注2]
				剥離抵抗性		剥離率	水浸ホイールトラッキング試験(舗装試験法便覧)
				温度低減[注3]		製造、締固め低減温度[注3]	締固め試験(マーシャル試験)[注3]
				締固め性[注3]		締固め度[注3]	締固め試験(マーシャル試験)[注3]
表層材料	○ (中温化機能性SMA(13))	○ (排水性(13))	○ (エポアスSMA(10))	ひびわれ抵抗性[注1]		曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験(本四公団試験法準拠)
						疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験
				耐流動性		動的安定度(DS)	ホイールトラッキング試験(舗装試験法便覧)[注2]
				透水性		透水係数	透水試験(舗装試験法便覧)
				剥離抵抗性		剥離率	水浸ホイールトラッキング試験(舗装試験法便覧)
				骨材飛散抵抗性		カンタブロ損失率	カンタブロ試験(舗装試験法便覧別冊)
						据えきり抵抗性	据えきり抵抗試験(回転ホイールトラッキング試験法)
				温度低減[注3]		製造、締固め低減温度[注3]	締固め試験(マーシャル試験)[注3]
				締固め性[注3]		締固め度[注3]	締固め試験(マーシャル試験)[注3]
繊維系舗装材料	×	×	○ (CalmPave)	すべり抵抗性		BPN	振り子式スキッドレジスタンテスタ
						すべり摩擦係数	DFテスタ
舗装体	○	○	○	設計期間での経済性		ライフサイクルコスト	試算(道路管理者費用と外部費用を含めたコスト)
				防水性		透水係数	試験施工での採取コアによる加圧式透水試験(載荷試験後)

注1)コンクリート床版の場合は不要　注2)エポアス使用混合物のホイールトラッキング試験方法は「土木研究所資料　常温型舗装利用技術マニュアル(案)」に準拠
注3)舗装技術Aだけに該当する項目

5.4　評価結果

5.4.1　工期短縮型舗装Ａ

(1) 評価方法

1) 基層材料

基層材料に関しては、**表-5.3.1** に示した評価方法にしたがい室内試験により実施した。それぞれの評価法の概要を下記に順次示す。

a)　締固め度

締固め度は、中温化剤を添加した防水性 SMA(13)に対して、**表-5.4.1.1** の温度条件でマーシャル供試体を締固め作成し、その密度を測定することで評価した。標準温度条件では中温化剤を添加しない同一配合のものについても実施した。なお、締固めの標準温度は、使用したバインダーの最適締固め温度に合わせて 160℃とした。

b) 透水係数

透水係数は、**表-5.4.1.1** に示した温度条件で締固め作成したマーシャル供試体を用いて、加圧透水試験装置により測定し評価した。試験は 20℃のもとで、150Kpa の圧力を 24 時間かけて、供試体下部より透水がないことを確認したのち、さらに 500Kpa の圧力を 24 時間かけてから透水量を測定して透水係数を算出した。なお、150Kpa の加圧で供試体下部より透水がみられた場合には、その時の透水量を測定して評価した。

表-5.4.1.1　締固め度および透水係数の評価対象とした混合物

混合物	防水性SMA(13)						
	中温化剤なし	中温化剤あり					
締固め温度	標準温度	標準温度	—10℃	—20℃	—30℃	—40℃	—50℃

c) 曲げ破断ひずみ

曲げ破断ひずみは、**表-5.4.1.2** に示した混合物に対して単純曲げ試験を行い評価した。試験は、幅 10cm、厚さ 5cm 長さ 30cm、の供試体を用いて、試験温度-10℃、載荷速度 50mm／分の条件下で行った。

d) 疲労破壊回数

疲労破壊回数は、**表-5.4.1.2** に示した混合物に対して繰返し曲げ試験を行い評価した。試験は、幅 4cm、厚さ 4cm、長さ 40cm の供試体を用いて、ひずみ制御で試験温度 10℃、載荷周波数 5Hz（正弦波）、ひずみ 400 μ の条件下で行った。

e) 動的安定度

動的安定度は、**表-5.4.1.2** に示した混合物に対してホイールトラッキング試験により評価した。

f) 剥離率

剥離率は、**表-5.4.1.2** に示した混合物に対して水浸ホイールトラッキング試験により評価した。

g) 接着強度

接着強度は、**表-5.4.1.2** に示した混合物に対して建研式引張り試験により評価した。なお、供試体は、ホイールトラッキング試験の型枠の底板（鉄板）に接着層の材料を塗布したのちローラコンパクタにより締め固めて作成したものを使用した。

表-5.4.1.2　曲げ破断ひずみ、疲労破壊回数、動的安定度、剥離率、接着強度の評価対象とした混合物

混合物	防水性SMA(13)		
	中温化剤なし	中温化剤あり	
締固め温度	標準温度	標準温度	—30℃

h) 突起部分の接着強度

突起部分の接着強度は、ボルト充填部の引張り試験により行った。試験は、標準温度で締め固めた中温化剤を添加した防水性 SMA(13)に対して行った。

2) 表層材料

表層材料に関しては、**表-5.3.1** に示した評価方法にしたがい室内試験により実施した。それぞれの評価法の概要を下記に順次示す。

a) 締固め度

締固め度は、中温化剤を添加しない通常の機能性 SMA(13)(以下、通常機能性 SMA(13))と中温化剤を添加した同一配合のもの(以下、中温化機能性 SMA(13))に対して、**表-5.4.1.3** の温度条件でマーシャル供試体を締固め作成し、その密度を測定することで評価した。なお、締固めの標準温度は、使用したバインダーの最適締固め温度に合わせて 160℃とした。

表-5.4.1.3　締固め度の評価対象とした混合物

混合物	通常機能性SMA(13)（中温化剤なし）	中温化機能性SMA(13)					
締固め温度	標準温度	標準温度	—10℃	—20℃	—30℃	—40℃	—50℃

b) 曲げ破断ひずみ

曲げ破断ひずみは、**表-5.4.1.4** に示した混合物に対して下層材料の場合と同じ条件で単純曲げ試験を行い評価した。

c) 疲労破壊回数

疲労破壊回数は、**表-5.4.1.4** に示した混合物に対して下層材料の場合と同じ条件で繰返し曲げ試験を行い評価した。

d) 動的安定度

動的安定度は、**表-5.4.1.4** に示した混合物に対してホイールトラッキング試験により評価した。

e) 剥離率

剥離率は、表-5.4.1.4に示した混合物に対して水浸ホイールトラッキング試験により評価した。

表-5.4.1.4　曲げ破断ひずみ、疲労破壊回数、動的安定度、剥離率の評価対象混合物

混合物	通常機能性SMA(13)（中温化剤なし）	中温化機能性SMA(13)	
締固め温度	標準温度	標準温度	—30℃

(2) 評価結果

1) 室内試験

a) 使用材料と配合

室内試験のアスファルト混合物に用いた材料と建研式引張り試験およびボルト充填部の引張り試験で用いた接着層材料は、それぞれ表-5.4.1.5、表-5.4.1.6のとおりである。また、室内試験に用いたアスファルト混合物の配合は表-5.4.1.7のとおりである。

表-5.4.1.5　混合物に使用した主な材料

材料名称	産地	材質
砕石6号、7号	茨城県笠間市	硬質砂岩
スクリーニングス		
粗砂	栃木県芳賀郡二宮町	川砂
石粉	東京都西多摩郡奥多摩町	消石灰粉末
アスファルト	ニチレキ(株)	改質Ⅱ型アスファルト
植物性繊維	—	セルロース
中温化剤	—	発泡タイプ

表-5.4.1.6　建研式引張り試験およびボルト充填部の引張り試験で用いた接着層材料

材料名称	産地	材質
接着層材料	—	溶剤型プライマー

表-5.4.1.7　室内試験に使用した混合物の配合

項　　目		防水性SMA(13)	中温化機能性SMA(13)
アスファルト種		改質Ⅱ型アスファルト	改質Ⅱ型アスファルト
骨材配合比(%)	6号砕石	60.0	65.0
	7号砕石	10.0	10.0
	ｽｸﾘｰﾆﾝｸﾞｽ	9.0	8.5
	粗　　砂	10.5	6.0
	石　　粉	10.5	10.5
植物性繊維(外割, %)		0.5	0.3
中温化剤(対As量, %)		7.0	7.0
アスファルト量(%)		6.4	5.1
骨材合成粒度(%)	19.0mm	100	100
	13.2	100	100
	4.75	40.0	35.0
	2.36	30.0	25.0
	0.6	20.6	17.7
	0.3	16.2	14.8
	0.15	12.8	12.2
	0.075	10.7	10.6

b) 試験結果

ｲ) 基層材料

防水性 SMA(13)に対する各種試験結果をまとめて**表-5.4.1.8** に示す。これをみると、中温化剤を用いた防水性 SMA(13)の締固め度は、温度低減を図っても所要の目標値を満足しており問題ない結果となっている。しかし、透水係数は、温度低減をしない標準温度の場合では目標値を満足するものの、温度低減した場合には所要の透水係数は得られていないことがわかる。また、曲げ破断ひずみや疲労破壊回数、接着強度の値も、温度低減をした場合の方が標準温度の場合よりも劣っている結果となっている。ただし、目標値を定めた曲げ破断ひずみや動的安定度は、標準温度では目標値を満足していることがわかる。

以上のことから、中温化剤を用いた防水性 SMA(13)では温度低減を行うことは難しく、標準温度であれば基層材料として適用可能な品質を確保できることが確認できた。なお、接着強度に関しては目標値よりもかなり小さな値を示しており、本試験結果を見る限りでは接着処理に対して改善の余地があるといえる。

表-5.4.1.8　基層材料の防水性 SMA(13)の試験結果

混合物種 / 項目	中温化剤なし	中温化剤あり						開発
	標準温度	標準温度	−10℃	−20℃	−30℃	−40℃	−50℃	目標値
締固め度(%) (マーシャル供試体)	100.0	100.8	100.7	100.3	100.1	99.9	99.6	≧97.5
透水係数 (加圧式透水試験)	$<10^{-7}$	$<10^{-7}$	4.5×10^{-6}	3.4×10^{-5}	3.5×10^{-5}	3.3×10^{-5}	4.6×10^{-5}	$<10^{-7}$
曲げ破断ひずみ($\times10^{-3}$) (−10℃、50mm／分)	5.6	8.7	—	—	4.6	—	—	$\geqq6\times10^{-3}$
疲労破壊回数 (繰り返し曲げ試験10℃、5Hz)	17,000	13,000	—	—	5,000	—	—	—
動的安定度(回／mm) (ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験)	3,700	3,600	—	—	5,900	—	—	≧1,500
剥離率(%) (水浸ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験)	0	0	—	—	0	—	—	≦5
接着強度(MPa) (建研式引張り試験)	0.73	0.67	—	—	0.47	—	—	≧1.4
突起部分接着強度(MPa) (ボルト充填部の引張り試験)	—	0.47[注1)]	—	—	—	—	—	≧1.4

注1)混合物内で破断

ﾛ) 表層材料

中温化機能性 SMA(13)に対する各種試験結果をまとめて表-5.4.1.9 に示す。これをみると、中温化機能性 SMA（13）の各性状値は、締固め温度の低減とともに低下する傾向がみられる。ただし、30℃程度の温度低減であれば、中温化剤を使用していない標準温度条件下での機能性 SMA（13）の場合と比べても、締固め度は同等の値を示しており、またその他の性状値も遜色のない値を示す結果となっている。

以上のことから、中温化機能性 SMA(13)では、30℃の温度低減を図っても表層材料として適用可能な品質を確保できることが確認できた。

表-5.4.1.9　表層材料の中温化機能性 SMA(13)の試験結果

混合物種 / 項目	中温化剤なし	中温化剤あり						開発
	標準温度	標準温度	−10℃	−20℃	−30℃	−40℃	−50℃	目標値
締固め度(%) (マーシャル供試体)	100.0	100.4	100.0	99.8	99.7	99.5	99.2	≧97.5
曲げ破断ひずみ($\times 10^{-3}$) (−10℃、50mm／分)	5.5	9.8	—	—	4.9	—	—	≧6×10^{-3}
疲労破壊回数 (繰り返し曲げ試験10℃、5Hz)	4,400	3,500	—	—	2,500	—	—	—
動的安定度(回／mm) (ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験)	≧6,000 [8,400]	≧6,000 [12,000]	—	—	≧6,000 [6,200]	—	—	≧3,000
剥離率(%) (水浸ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験)	0	0	—	—	0	—	—	≦5

2)　自社構内での試験施工

a)　概要

交差点の立体化急速工法における床版のヒアリング調査結果より、床版デッキプレートの HTB 接合箇所の凹凸は最大で 35mm 程度あることが確認された。このため、本工法における 2 層同時舗設型 AF の施工において下層スクリードの厚さ制御のことや下層の基層材料の十分な締固め確保を考えると、表基層の厚さ構成は基層を表層よりもできるだけ厚くし、表層 25mm、基層 50mm とするのが望ましいと考えた。そこで、この厚さ構成と室内試験で良好と確認された 30℃低減タイプの中温化機能性 SMA(13)の適用の妥当性、ならびに妥当な転圧方法を検討するために自社構内での試験施工（以下、構内試験施工）を実施した。

構内試験施工では、**図-5.4.1.1** に示すような表基層材料の組み合わせからなる舗装断面を施工した。すなわち、施工面積は**図-5.4.1.1** に示すようにトータルで 135m^2（＝幅 4.5m×長さ 30m）とし、そのうち 1 区間（＝幅 4.5m×長さ 15m）は表層の中温化機能性 SMA(13)で製造温度を低減しない断面、他の 1 区間は上層の中温化機能性 SMA(13)で製造温度を 30℃低減する断面とした。また、上述したような鋼床版の HTB 接合箇所の凹凸による施工性や締固め，平たん性への影響をみるために，両区間では**図-5.4.1.1** に示したようにその凹凸を模擬した厚さ 25mm と 35mm の突起部を横断方向に 1 箇所ずつ設けることとした。なお、その凹凸は試験施工後の舗装の撤去のことを考慮して、SMA(5)を用いて幅 50cm で横断方向に 4.5m にわたり舗設して設置した。

表基層の舗設は 2 層同時舗設型 AF で行い、転圧は**図-5.4.1.2** に示すようにタンデムローラ（7t）で幅員の半分を無振で残りの半分を有振で行った。

構内試験施工では、舗設および転圧時の凹凸部による平たん性の影響など施工性を目視観察により評価した。また、施工後翌日に、通常部、凹凸部、端部でコアを採取し上下層の密度を測定した。これより、厚さ構成、30℃低減タイプの中温化機能性 SMA(13)の適用性、ならびに妥当な転圧方法を評価することとした。

試験施工箇所および凹凸部の SMA の施工状況を**写真-5.4.1.1**、**写真-5.4.1.2** に示す。

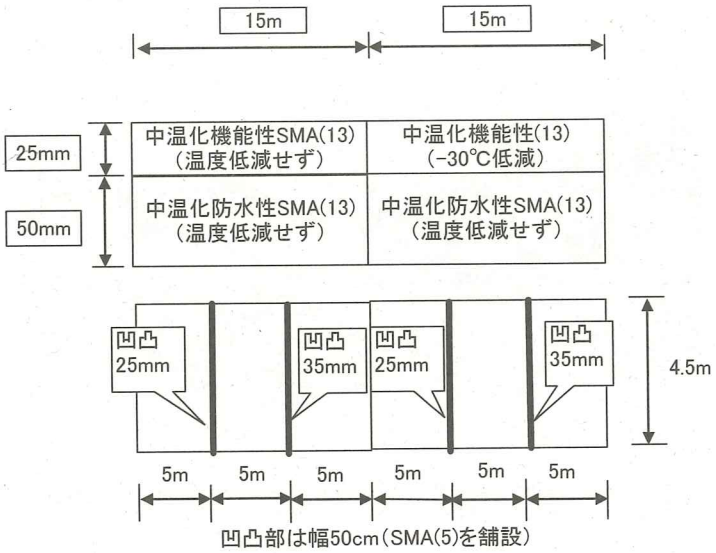


図-5.4.1.1　試験施工の断面

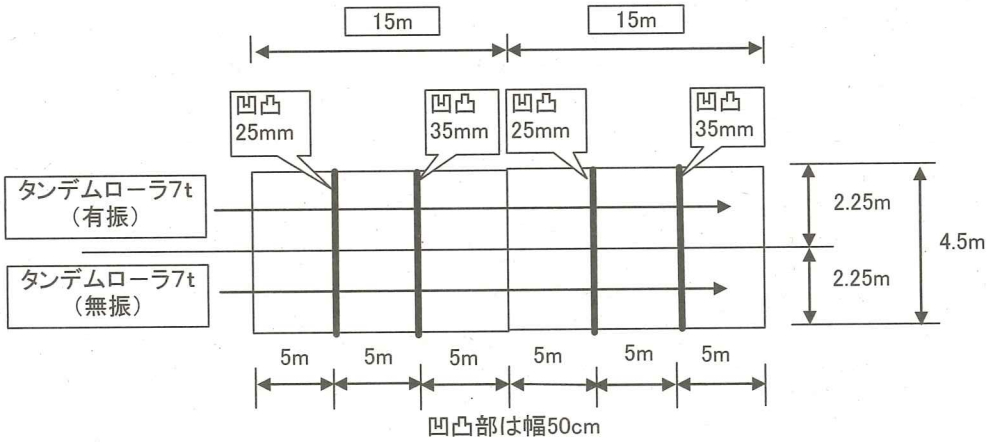


図-5.4.1.2　構内試験施工での転圧方法

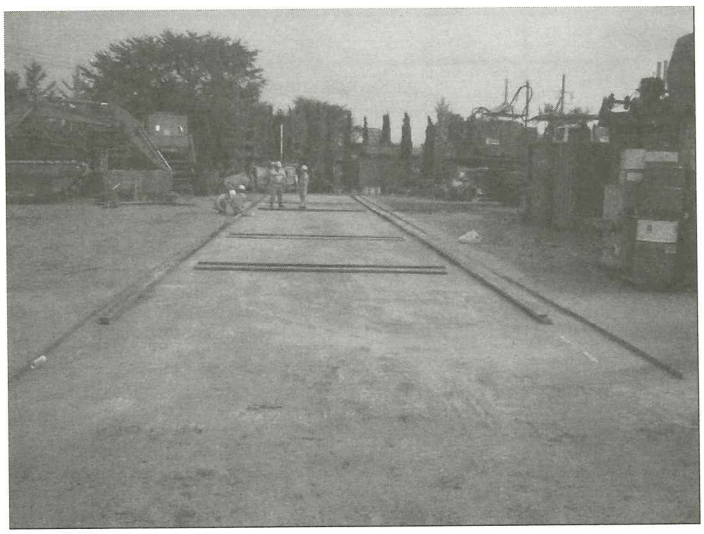


写真-5.4.1.1　試験施工箇所

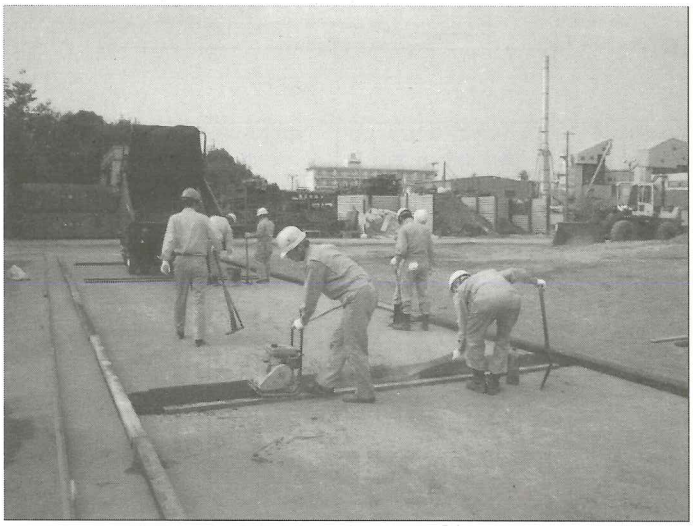


写真-5.4.1.2　凹凸部の SMA(5)の施工状況

b) 使用材料と配合

構内試験施工に用いたアスファルト混合物の材料と配合は、それぞれ表-5.4.1.10、表-5.4.1.11 のとおりである。

表-5.4.1.10　構内試験施工の混合物に使用した材料

材料名称	産地	材質
砕石6号、7号	栃木県安蘇郡葛生町	硬質砂岩
スクリーニングス		
細砂	千葉県佐原市	洗い砂
石粉	東京都西多摩郡奥多摩町	消石灰粉末
アスファルト	ニチレキ(株)	改質Ⅱ型アスファルト
植物性繊維	—	セルロース
中温化剤	—	発泡タイプ

表-5.4.1.11　構内試験施工に使用した混合物の配合

項　　目		中温化防水性SMA(13)	中温化機能性SMA(13)
アスファルト種		改質Ⅱ型アスファルト	改質Ⅱ型アスファルト
骨材配合比(%)	6号砕石	60.0	65.0
	7号砕石	12.0	10.0
	ｽｸﾘｰﾆﾝｸﾞｽ	12.0	5.0
	細　　砂	6.0	9.0
	石　　粉	10.0	11.0
植物性繊維(外割, %)		0.5	0.3
中温化剤(対As量, %)		7.0	7.0
アスファルト量(%)		6.6	5.1
骨材合成粒度（%）	19.0mm	100	100
	13.2	96.0	95.6
	4.75	39.9	35.3
	2.36	27.5	25.2
	0.6	20.1	20.9
	0.3	16.6	17.3
	0.15	12.8	12.8
	0.075	10.3	10.4

c) 構内試験施工の結果

ｲ) 施工性

2 層同時型舗設 AF による混合物の舗設状況とタンデムローラによる施工状況を**写真-5.4.1.3**、**写真-5.4.1.4** に示す。凹凸部による平たん性への影響は目視観察ではほとんど見られず、施工性は良好であった。このことから、2 層同時型舗設 AF で表基層を同時に舗設しても、凹凸の平たん性への影響は少ないことを確認できた。

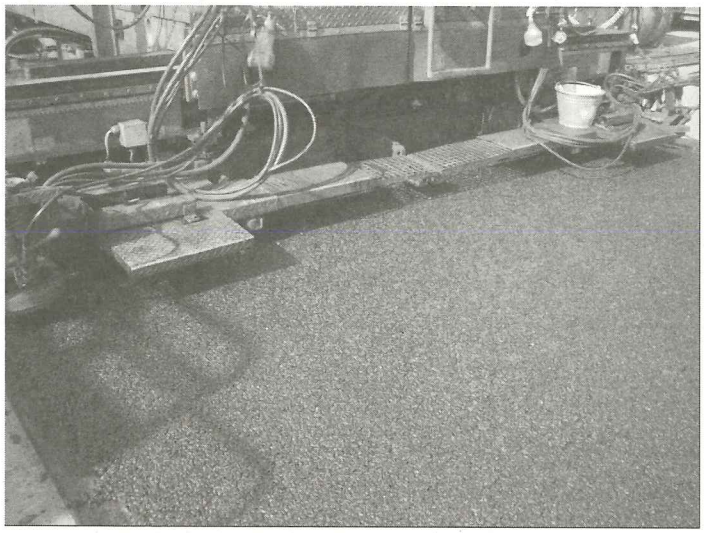


写真-5.4.1.3　2層同時舗設型AFによる表基層の舗設状況

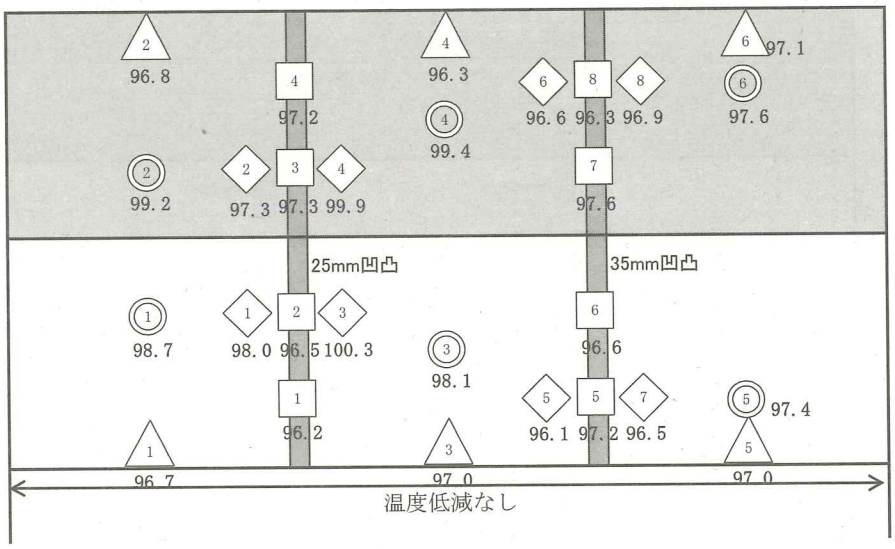


写真-5.4.1.4　タンデムローラによる転圧状況

ﾛ）コア密度の測定結果

表層の中温化機能性SMA(13)の温度を低減しなかった舗装断面での、通常部、端部、凹凸部とその近傍部における表基層のコア密度の測定結果を**図-5.4.1.3**に、表層の中温化機能性SMA(13)の温度を30℃低減した舗装断面での、同様な表基層のコア密度の測定結果を**図-5.4.1.4**に示す。また、全区間における同様箇所での表基層の厚さとコア密度の全ての測定結果と、転圧時の振動や温度低減の有無に分けて整理した平均値の一覧を**表-5.4.1.12**～**表-5.4.1.15**に示す。

（表層：温度低減していない中温化機能性 SMA(13)）



（基層：温度低減していない中温化防水性 SMA(13)）

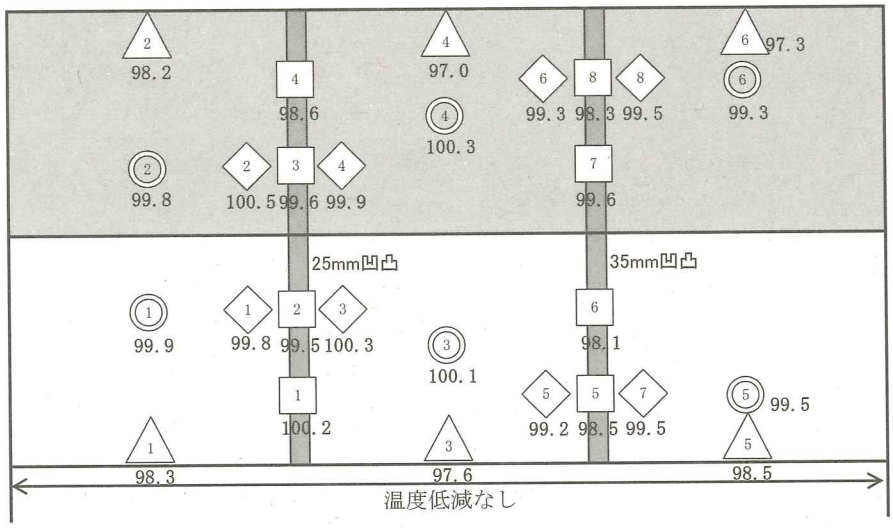
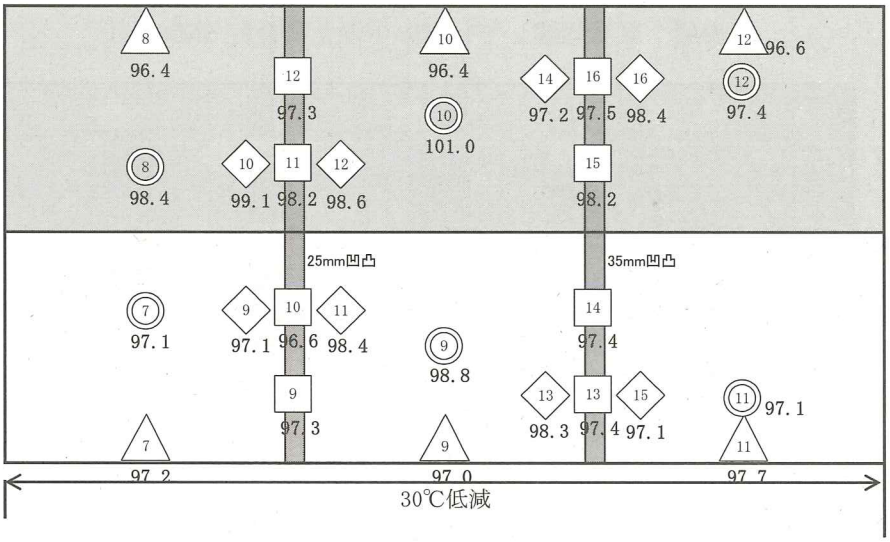


図-5.4.1.3　表層の中温化機能性 SMA(13)を温度低減してない舗装断面の表基層コア密度

（表層：30℃温度低減した中温化機能性 SMA(13)）



（基層：温度低減していない中温化防水性 SMA(13)）

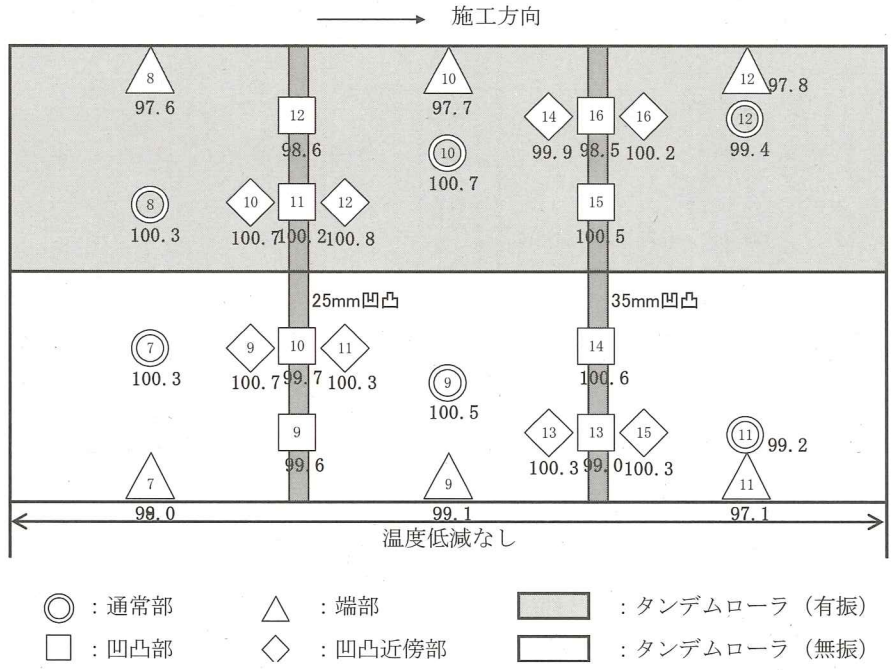


図-5.4.1.4　表層の中温化機能性 SMA(13) を 30℃低減した舗装断面の表基層コア密度

表-5.4.1.12　全区間における表層の中温化機能性 SMA(13)の厚さとコア密度の測定結果

設計厚さ: 25mm　　基準密度: 2.377

	通常部			端部			無振 有振 温度低減の有無
No.	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度	
1	30	2.346	98.7	30	2.299	96.7	温度低減無し
2	36	2.358	99.2	30	2.301	96.8	
3	28	2.333	98.1	31	2.306	97.0	
4	31	2.362	99.4	31	2.290	96.3	
5	30	2.315	97.4	24	2.305	97.0	
6	24	2.320	97.6	28	2.307	97.1	
7	32	2.309	97.1	28	2.311	97.2	30℃低減
8	26	2.339	98.4	25	2.292	96.4	
9	24	2.348	98.8	28	2.305	97.0	
10	29	2.400	101.0	23	2.291	96.4	
11	25	2.308	97.1	25	2.307	97.1	
12	26	2.316	97.4	29	2.297	96.6	

	凹凸部			凹凸近傍部			温度低減の有無
No.	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度	
1	30	2.304	96.9	30	2.329	98.0	温度低減無し
2	32	2.293	96.5	30	2.313	97.3	
3	26	2.314	97.3	30	2.333	98.1	
4	27	2.310	97.2	29	2.332	98.1	
5	25	2.310	97.2	33	2.284	96.1	
6	24	2.297	96.6	31	2.295	96.6	
7	23	2.320	97.6	26	2.283	96.0	30℃低減
8	32	2.290	96.3	26	2.304	96.9	
9	22	2.312	97.3	25	2.307	97.1	
10	27	2.297	96.6	26	2.356	99.1	
11	26	2.335	98.2	33	2.339	98.4	
12	28	2.312	97.3	24	2.344	98.6	
13	27	2.316	97.4	33	2.336	98.3	
14	25	2.315	97.4	24	2.311	97.2	
15	23	2.334	98.2	26	2.339	98.4	
16	23	2.317	97.5	34	2.322	97.7	

表-5.4.1.13　全区間における基層の中温化防水性 SMA(13)の厚さとコア密度の測定結果

						無振
設計厚さ: 50mm		基準密度: 2.381				有振
	通常部			端部		
No.	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
1	59	2.379	99.9	54	2.340	98.3
2	52	2.377	99.8	60	2.338	98.2
3	68	2.384	100.1	62	2.323	97.6
4	58	2.388	100.3	58	2.310	97.0
5	60	2.370	99.5	65	2.345	98.5
6	65	2.364	99.3	59	2.317	97.3
7	52	2.387	100.3	55	2.356	99.0
8	53	2.388	100.3	57	2.323	97.6
9	60	2.393	100.5	55	2.360	99.1
10	53	2.398	100.7	54	2.326	97.7
11	54	2.363	99.2	54	2.313	97.1
12	48	2.366	99.4	51	2.328	97.8

	凹凸部			凹凸近傍部		
No.	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
1	38	2.385	100.2	64	2.377	99.8
2	40	2.369	99.5	67	2.393	100.5
3	35	2.371	99.6	67	2.389	100.3
4	35	2.347	98.6	64	2.374	99.7
5	34	2.345	98.5	58	2.361	99.2
6	37	2.336	98.1	56	2.365	99.3
7	32	2.372	99.6	59	2.370	99.5
8	26	2.340	98.3	63	2.369	99.5
9	40	2.372	99.6	60	2.398	100.7
10	34	2.375	99.7	54	2.398	100.7
11	29	2.385	100.2	51	2.389	100.3
12	26	2.347	98.6	56	2.400	100.8
13	30	2.356	99.0	52	2.387	100.3
14	36	2.396	100.6	39	2.379	99.9
15	30	2.394	100.5	63	2.387	100.3
16	27	2.345	98.5	52	2.386	100.2

表-5.4.1.14　全区間における表層の中温化機能性 SMA(13)の厚さとコア密度の平均値

（表層）中温化機能性SMA(13)		通常部			端部		
		厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
無振	低減無し	29	2.331	98.1	28	2.303	96.9
	-30低減	27	2.347	98.7	27	2.299	96.7
有振	低減無し	30	2.322	97.7	30	2.308	97.1
	-30低減	27	2.352	98.9	26	2.293	96.5

（表層）中温化機能性SMA(13)		凹凸部			凹凸近傍部		
		厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
無振	低減無し	28	2.301	96.8	31	2.315	97.4
	-30低減	25	2.310	97.2	28	2.313	97.3
有振	低減無し	27	2.309	97.1	30	2.310	97.2
	-30低減	25	2.325	97.8	25	2.335	98.2

表-5.4.1.15　全区間における基層の中温化防水性 SMA(13)の厚さとコア密度の平均値

（基層）中温化防水性SMA(13)	通常部			端部		
	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
無振	59	2.379	99.9	58	2.340	98.3
有振	55	2.380	100.0	57	2.324	97.6

（基層）中温化防水性SMA(13)	凹凸部			凹凸近傍部		
	厚さ(mm)	密度	締固め度	厚さ(mm)	密度	締固め度
無振	36	2.372	99.4	59	2.381	100.1
有振	30	2.352	99.2	56	2.383	100.1

これらをみると、以下のような結果となっている。

① 基層の防水性 SMA(13)の締固め度は、どの箇所においても転圧時のタンデムローラの振動の有無に関係なく十分な値を示している。また、箇所の違いで比較すると、凹凸部とその近傍部は通常部と同程度で、端部が他に比べ少し小さい値となっている。

② 表層の中温化機能性 SMA(13)の締固め度は、どの箇所においても基層の値よりもやや小さな値を示しているが概ね満足する値を示している。温度低減の有無による違いを同じ転圧方法の場合で比較すると、30℃温度低減しても温度低減しない場合と同程度の値となっている。また、転圧時のタンデムローラの振動の有無の違いを同じ温度で比較すると、無振でも有振と同程度の値が得られている。箇所の違いでは、基層の場合と同様に締固めに対する凹凸の影響はあまり見られず、端部が他の箇所に比べ小さい値を示す結果となっている。

③ 施工厚は、表基層ともに所定厚（表層 25mm、基層 50mm）よりも厚い傾向を示しており、とりわけ基層が顕著となっている。なお、厚さの箇所による違いはあまり見られ

ていない。

上述のことから、締固めや施工厚の点からみて、防水性 SMA(13)と 30℃低減を図った中温化機能性 SMA(13)をそれぞれ表基層材料として用い、その厚さ構成を表層 25mm、基層 50mm とすることは問題ないことがわかった。また、転圧方法に関しては、締固めからみてタンデムローラを用いて無振で転圧すればよいことが確認できた。

ハ) 表層の仕上がり表面のきめ

写真-5.4.1.5、写真-5.4.1.6 に無振で転圧した場合と有振で転圧した場合の表層の中温化機能性 SMA(13)の仕上がり面のきめの状況を示す。これをみると、無振の場合では、当該混合物特有の排水性舗装に近い表面のきめが得られている。しかし、振動をかけて転圧するとそのきめがやや損なわれるような結果となっている。

したがって、所要のきめの確保からみても、転圧は無振で行うのがよいことが確認できた。

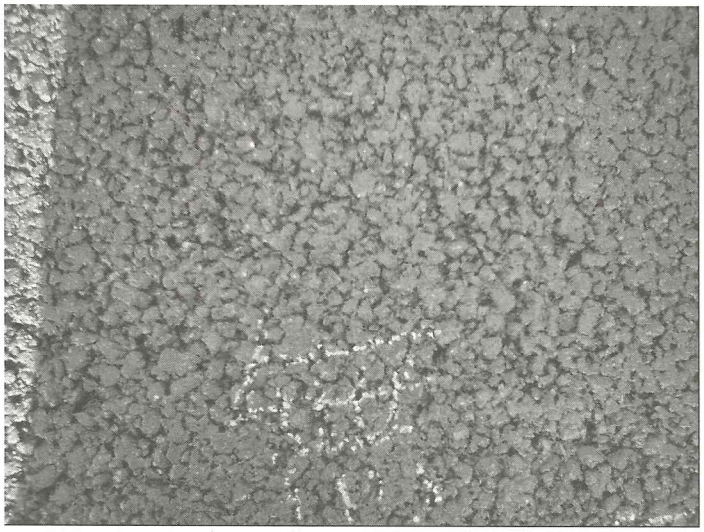


写真-5.4.1.5　無振転圧による表層仕上がり表面のきめ

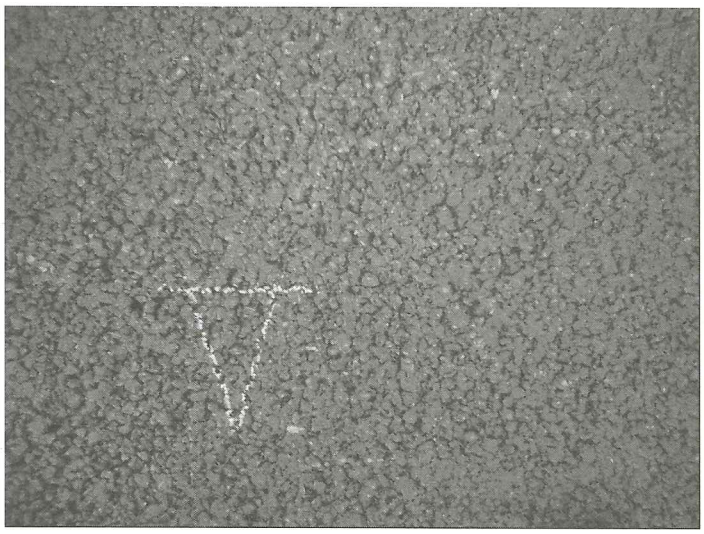


写真-5.4.1.6　有振転圧による表層仕上がり表面のきめ

(3) まとめ

室内試験および自社構内での試験施工より、以下のことが確認できた。

1) 表基層材料

中温化剤を添加した防水性 SMA(13)は、締固め温度を低減すると目標とする所定の透水係数（$<10^{-7}$）を満足することはできないが、標準の締固め温度（使用バインダーの最適締め固め温度）であればその所定の値を確保できる。また、その他の混合物性状もほぼ満足する値が得られる。したがって、防水性など基層に対する要求性能からみて、中温化剤を添加した防水性 SMA(13)は基層材料として適用可能な品質を有している。

一方、中温化剤を添加した機能性 SMA(13)は、30℃程度の締め固め温度低減であれば、十分な締固め度が得られ、その他の混合物性状も概ね目標値を満足する値が得られる。したがって、表層に対する要求性能からみて、中温化剤を添加して 30℃温度低減を図った機能性 SMA(13)は表層材料として適用可能な品質を有している。

2) 舗装厚構成

本工法では、2 層同時舗設型 AF により表基層を同時に舗設する施工を行う。このため、表基層の厚さ構成に関しては、交差点の立体化急速工法における床版デッキプレートの HTB 接合箇所の凹凸が最大 35mm 程度であることを考慮して定める必要がある。この点を踏まえて、自社構内での試験施工を行った結果、基層（温度低減しない中温化防水性 SMA(13)）25mm、表層（30℃低減を図った中温化機能性 SMA(13)）50mm の厚さ構成が、最大 35mm 程度の凹凸による施工性や締固め度への影響もなく所定の締め固め度も得られることが確認できた。したがって、本工法ではその厚さ構成が妥当であると判断した。

3) 転圧方法

本工法では、2 層同時舗設型 AF で表基層を同時に舗設し、とりわけ十分な締固めによる基層の防水性と、表層に用いる機能性 SMA(13)の排水性舗装の表面に近いきめを確保することが必要となる。この点を踏まえて、自社構内での試験施工を行った結果、タンデムローラによる無振転圧が表基層の所定の締固め度を満足し、しかも求められる表層仕上がり表面のきめも確保できることが確認できた。したがって、転圧方法としては、タンデムローラによる無振転圧が妥当であると判断した。

5.4.2 工期短縮型舗装B

(1)評価方法

1) 接着層、および基層混合物

本工法では、グースアスコンに替わる基層混合物としてエポキシ細粒5Fを用いるので、既存技術であるグースアスコンとの比較によってその適用性を評価した。接着層、および基層混合物の評価項目は**表-5.4.2.1**に示すとおりである。

表-5.4.2.1　評価項目と評価方法（接着層と基層混合物、工期短縮型舗装B）

評価項目	要求される性能	性能指標	評価方法	
			試験項目	試験方法
接着層	接着性	接着強度	建研式引張接着試験	
基層混合物	防水性	透水係数	加圧式透水試験	JIS A 1218準拠
	突起部分の接着性	接着強度	ボルト充填部の接着強度試験※	日本道路法
	ひびわれ抵抗性	曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠
		疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験	0℃、5Hz、ひずみ400×10^{-4}
	耐流動性	動的安定度(DS)	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧

※ボルト充填部の接着強度試験について

ボルト等、鋼床版面の突起物に対する充填性を評価するため、**写真-5.4.2.1**のようなボルト部を模した治具に接着層と混合物を打ち継ぎ、**図-5.4.2.1**に示すように直接引張試験で評価するものである。なお、詳細な試験方法については、付録-3「ボルト充填部の接着強度試験」に記載する。

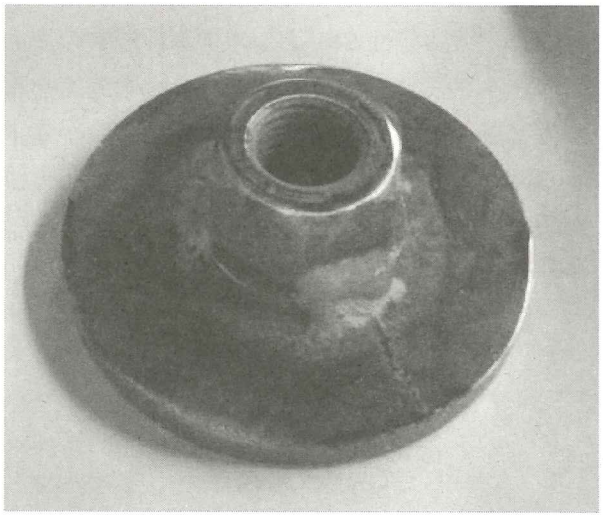


写真-5.4.2.1　接着強度試験用ボルト付鋼板

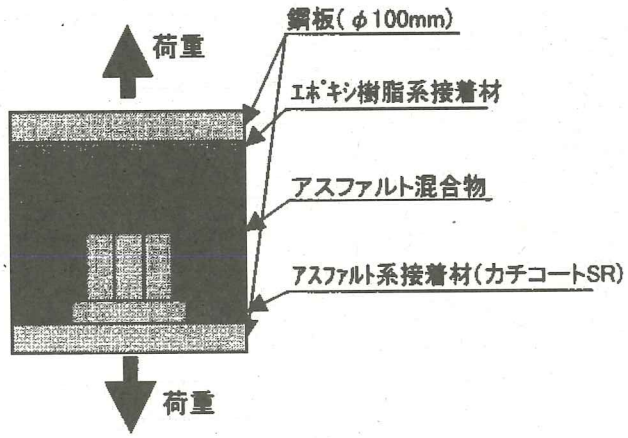


図-5.4.2.1　ボルト充填部の接着強度試験

2) 表層混合物

表層混合物には、従来の密粒度（13）（本四改質Ⅰ型、または改質Ⅱ型使用）に替えて排水性（13）を使用する。排水性（13）は、従来用いられていた密粒度（13）との比較によってその適用性を評価した。表層混合物の評価項目は表-5.4.2.2に示すとおりである。

表-5.4.2.2　評価項目と評価方法（表層混合物、工期短縮型舗装Ｂ）

評価項目	要求される性能	性能指標	評価方法	
			試験項目	試験方法
表層混合物	ひびわれ抵抗性	曲げ破断ひずみ	単純曲げ試験	本四公団試験法準拠
		疲労破壊回数	繰り返し曲げ試験	0℃、5Hz、ひずみ400×10^{-4}
	耐流動性	動的安定度(DS)	ホイールトラッキング試験	舗装試験法便覧
	骨材飛散抵抗性	カンタブロ損失率	カンタブロ試験	舗装試験法便覧別冊
		すえぎり抵抗性	据えきり抵抗試験	自社法
	透水性	透水係数	定水位透水試験	JIS A 1218準拠

3) 使用材料と配合

基層混合物（エポキシ細粒5F）、および表層混合物（排水性（13））に使用した材料を表-5.4.2.3に、各混合物の配合を表-5.4.2.4、図-5.4.2.2、図-5.4.2.3に示す。

表-5.4.2.3　使用材料（工期短縮型舗装Ｂ）

材料名	産地または製造会社名	材質	使用した混合物
6号砕石	東京都西多摩郡奥多摩町	砂岩	排水性アスコン
7号砕石	東京都西多摩郡奥多摩町	砂岩	細粒5F
粗砂	東京都青梅市成木	砕砂	
細砂	千葉県富津市	洗砂	
石粉	東京都西多摩郡瑞穂町	石灰岩	
ストレートアスファルト	昭和シェル石油(株)	針入度60～80	細粒5F
エポキシ樹脂	ショーボンド化学(株)		細粒5F
高粘度改質アスファルト	日進化成(株)		排水性アスコン

表-5.4.2.4　混合物の配合（工期短縮型舗装Ｂ）

混合物の種類		エポキシ細粒5F		排水性(13)	
骨材配合比率	6号砕石	—		84	
	7号砕石	45		—	
	粗目砂	13		11	
	細目砂	29		—	
	石粉	13		5	
	計	100		100	
骨材合成粒度	ふるいの呼び寸法(mm)	合成粒度(%)	粒度範囲(%)	合成粒度(%)	粒度範囲(%)
	19	—	—	100	100
	13.2	100.0	100	100.0	90～100
	4.75	100.0	95～100	19.5	11～35
	2.36	60.2	45～65	16.8	10～20
	0.6	42.1	40～60	9.3	—
	0.3	24.9	20～45	7.4	—
	0.15	15.7	10～25	6.1	—
	0.075	11.3	8～13	4.6	3～7
バインダーの種類		St.60/80＋エポキシ		高粘度改質	
バインダー量(%)		8.4		5.0	
St.60/80:エポキシ樹脂		85:15		—	

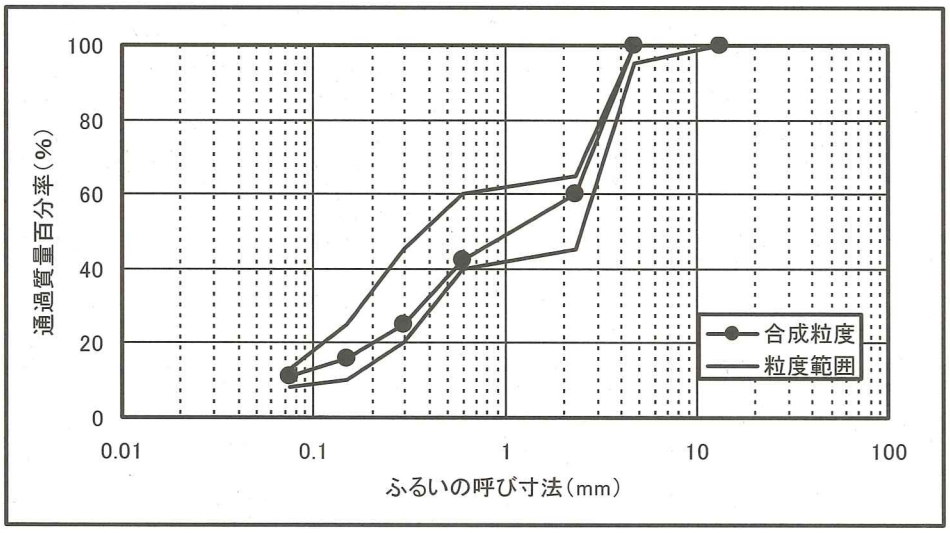


図-5.4.2.2　エポキシ細粒 5F の合成粒度曲線

エポキシ細粒 5F の粒度範囲は、細粒度ギャップアスコン（13F）の粒度範囲に基づき、最大粒径を 5mm としたものである。バインダーに用いるアスファルトは針入度 60～80 のストレートアスファルトで、バインダー全量の 15%程度をエポキシ樹脂で置換する。

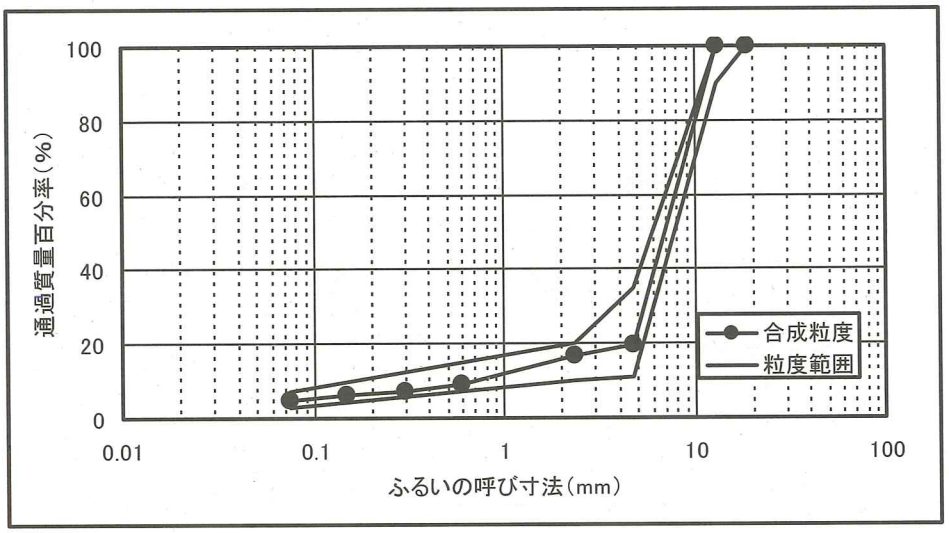


図-5.4.2.3　排水性（13）の合成粒度曲線

(2) 評価結果

1) 接着層、および基層混合物

接着層と基層混合物の試験結果を、比較対象であるグースアスコンの性状と併せて表-5.4.2.5に示す。

表-5.4.2.5　評価結果（接着層と基層混合物、工期短縮型舗装Ｂ）

評価項目	性能指標	試験結果		開発目標値	備考
		グース	エポキシ細粒5F		
接着層	接着強度	1.71MPa	1.43MPa	≧1.4MPa	注1
基層混合物	透水係数	0(不透水)	1.44×10^{-8}cm/s	$<1\times10^{-7}$cm/s	注2
	突起部の接着強度	―	1.54MPa	≧1.4MPa	注1
	曲げ破断ひずみ	8.5×10^{-3}	6.9×10^{-3}	5×10^{-3}以上	
	疲労破壊回数	20,000回	40,000回	グースと同等以上	注3
	動的安定度(DS)	300回/mm	4,200回/mm	3,000回/mm以上	注4

(注1)試験温度:20℃
(注2)490kPa、24時間
(注3)0℃、5Hz、ひずみ400×10^{-4}
(注4)エポキシ細粒5Fは60℃、3時間養生での値

表-5.4.2.5からわかるように、全ての項目において開発目標値を満足する結果となった。

2) 表層混合物

表層混合物の試験結果を、比較対象である改質密粒度アスコンの性状と併せて表-5.4.2.6に示す。

表-5.4.2.6　評価結果（表層混合物、工期短縮型舗装Ｂ）

評価項目	性能指標	試験結果		開発目標値	備考
		改質密粒度(13)	排水性(13)		
表層混合物	曲げ破断ひずみ	6.2×10^{-3}	7.7×10^{-3}	6×10^{-3}以上	
	疲労破壊回数	7,000回	12,300回	密粒と同等以上	注1
	動的安定度(DS)	3,150回/mm	6,300回/mm	3,000回/mm以上	
	カンタブロ損失率	―	6.2%	20%以下	注2
	すえぎり抵抗性	―	変形量1.85mm	変形量2mm以下	注3
	透水係数	―	0.37cm/s	＞0.01cm/s	

（注1）0℃、5Hz、ひずみ400×10^{-4}
（注2）試験温度：20℃
（注3）45℃、2時間後の変形量

表-5.4.2.6からわかるように、全ての項目において開発目標値を満足する結果となった。

(3) まとめ

室内検討の結果、本開発工法に適用するエポキシ細粒 5F は、従来用いられていたグースアスコンと比較して同等以上の性能を有することが確認できた。エポキシ細粒 5F はグースアスコンと異なり、実施工の際には転圧作業が必要となるので、現場での施工性が混合物の性能に大きく影響する。試験施工においては、工期短縮効果と共に施工性についても十分な観察が必要であると思われる。

また、表層混合物についても、一般的な排水性（13）が本開発工法に適用可能であることが確認された。

5.4.3 工期短縮舗装C

(1) 評価方法

本舗装に使用する表、基層には、鋼床版のたわみに追従でき、耐流動性の高いアスファルト混合物、また繊維系舗装材料「CalmPave」については、耐久性のあるすべり防止材が必要と考え、開発を行った。これら条件を満足する舗装材としてエポキシ入りSMA混合物、セラミック骨材によるすべり止め処理した「CalmPave」を提案し、以下に示す試験により評価した。

(2) 室内試験結果

1) 表層、基層混合物

舗装する床版は、橋梁種類によりによって異なるため、本舗装もこれに対応した構造としている。例えば、鋼床版は夏期に床版の温度が高くなりわだち掘れが発生しやすくなること、またﾃﾞｯｷﾌﾟﾚｰﾄ上の HTB 接合箇所の舗装に変形が発生しやすいこと、また、コンクリート床版の場合では、集水枡付近の舗装転圧が不十分となりやすいことから、本舗装の母体には骨材の最大粒径を 5 ㎜あるいは 10 ㎜程度の小粒径タイプのSMA混合物を使用して、構造物の隙間への充填性、舗装端部の締固めを向上させ、防水性能を高めている。また、耐流動性を向上させるためバインダは、硬化性バインダ(エポキシ入りⅡ型改質アスファルト)を用いている。
使用材料と配合を**表-5.4.3.1**、**表-5.4.3.2** に、評価試験結果を**表-5.4.3.3** に示す。

表-5.4.3.1 使用材料の産地と材質

材料名	産地名	材質	略称
６号砕石	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩	6 号
１０～５砕石	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩	10 ㎜砕石
７号砕石	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩	7 号
砕　砂	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩	砕砂
粗目砂	茨城県行方郡麻生町	洗い砂	粗砂
細目砂	千葉県佐原市	洗い砂	細砂
石　粉	栃木県鍋山町	石灰岩石粉	石粉
アーボセル	ドイツ	植物繊維	アーボセル
ストレートアスファルト 20－40	日石根岸	アスファルト	ストアス 20-40
ストレートアスファルト 60－80	日石根岸	アスファルト	ストアス
トリニダットレーク アスファルト	TRINIDAD＆TOBAGO	天然アスファルト	ＴＬＡ
硬質アスファルト	東亜道路工業	アスファルト	硬質Ａｓ
ＨＲバインダ	東亜道路工業	改質アスファルトⅡ型	改質Ⅱ型
可撓性エポキシ	大阪府真門市岸和田	エポキシ樹脂	エポキシ

表-5.4.3.2　使用した混合物の配合

混合物			グースアスファルト(13)	密粒度(13)	SMA(10)		SMA(5)	
バインダ名			硬質アスファルト	本四Ⅰ型	ストアス改質Ⅱ型	エポキシ入り	ストアス改質Ⅱ型	エポキシ入り
骨材配合割合	6号砕石	%	26	38	−		−	
	10㎜砕石	%	−	−	77		−	
	7号砕石	%	26	16	−		65	
	砕砂	%	−	16	6		14	
	粗砂	%	−	15	−		8	
	細砂	%	20	10	4		−	
	石粉	%	28	5	13		13	
繊維(外割)		%	−	−	0.3		0.3	
アスファルト量		%	8.5	5.5	6.8	4.97	7.7	5.6
エポキシ		%	−	−	−	2.13	−	2.4
骨材合成粒度	19	mm	100.0	100.0	100.0		100.0	
	13.2	mm	99.5	97.5	99.5		100.0	
	4.75	mm	75.5	62.5	39.2		94.5	
	2.36	mm	53.1	42.5	26.8		37.5	
	600	μm	45.4	24.0	21.5		24.9	
	300	μm	37.7	15.5	17.2		18.6	
	150	μm	28.8	11.0	13.5		14.3	
	75	μm	23.4	6.0	10.5		10.7	

表-5.4.3.3　表、基層混合物の評価試験結果

混合物種類		グース	粗粒度	密粒度	SMA混合物			
最大粒径	mm	13	20	13	10	10	5	5
バインダ種類		硬質 As	ストアス	本四Ⅰ型	改質Ⅱ型	エポキシ	改質Ⅱ型	エポキシ
空隙率	%	1.8	5.5	4.2	3.0	2.6	2.5	2.5
疲労破壊回数[注1]	回	20,000	9,000	7,000	−	60,000	−	40,000
曲げ破断ひずみ×10^{-3}		8.1	3.7	6.4	5.6	5.0	6.3	5.1
動的安定度	回/mm	350	787	3840	5250	12600	2100	7875
剥離率[注2]	%	−	4.8	0	0	0	0	0
透水係数[注3]	cm/sec	不透水	5.4×10^{-4}	1.4×10^{-7}	不透水	不透水	不透水	不透水

（注1）疲労破壊回数は、繰返し4点曲げ試験による。
　　試験条件　試験温度:5℃、周波数:5Hz、ひずみ:400μ、供試体:40×4×4cm、ｽﾊﾟﾝ長:30cm
（注2）はく離率は、水浸ホイールトラッキング試験による。
（注3）透水係数は、加圧式透水試験（JISA1218準拠）による。

以上の試験の結果をまとめ、以下に示す。

- エポキシ入りSMA混合物の曲げ破断ひずみは、グースアスファルト混合物の 8.1×10^{-3} には及ばないものの本州四国連絡橋橋面舗装基準(案)[1)]の硬化性アスファルト混合物(エポキシ入り)の基準値である 5.0×10^{-3} 以上であった。
- エポキシ入りSMA混合物の動的安定度は、10 ㎜で 12600 回／㎜、5 ㎜で 7875 回／㎜で 3000 回／㎜以上であった。
- 加圧透水試験の結果、エポキシ入りSMA混合物は不透水であった。

2) 繊維系舗装材料

CalmPave は、舗装における表層としての性能を有していなければならないことから、表層材料としての性能を把握するため、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、ねじれ抵抗性試験、および加圧透水試験、すべり抵抗試験を実施した。また、CalmPave はアスファルトコンパウンド、加熱塗膜防水、接着剤を介して基層面と付着していることから、接着性試験も実施した。表-5.4.3.4 に繊維系表層材料の評価試験結果を示す。

この結果から、CalmPave は、わだち掘れ、摩耗、ねじれ抵抗、すべり抵抗、付着性に対して十分な性能を有していることが分かった。なお、CalmPave の透水性は、CalmPave の下面にアスファルトコンパウンドを張り付けているため不透水層となる。

表-5.4.3.4　繊維系表層材料の評価試験結果

試験	特性値				SMA (5)	SMA (10)	基準値	摘　要
表、基層混合物の性状	マーシャル試験	かさ密度		g/cm³	2.327	2.310		
		空隙率		%	2.0	3.9		
		安定度		kN	54.8	37.1		
		フロー値		1/100cm	36	32		
たわみ性	曲げ試験	強度		MPa	12.0	15.9		
		曲げ破断ひずみ		×10⁻³	5.1	5.1	5×10⁻³ 以上	舗装試験法便覧
CalmPave								
耐流動性	ホイールトラッキング試験	動的安定度 DS	20℃ 6時間	回/mm	15,750	31,500	3000 回/mm以上	舗装試験法便覧
			60℃ 1週間	回/mm	7,875	21,000	3000 回/mm以上	
耐摩耗性	ラベリング試験	ラベリング摩耗量		cm²	0.3			舗装試験法便覧（クロスチェーン）
ねじれ抵抗性	ねじれ抵抗性試験 注1	沈下量		mm	1.87			
水密性	透水試験	透水係数		cm/sec	0			加圧透水試験（JISA1218準拠）
すべり抵抗	DFテスタ	動摩擦係数		μ	0.7～0.8 (60km／h)		0.4 以上	舗装試験法便覧別冊
付着性	引張接着試験	引張接着強度		N/mm²	0.8～0.9 (20℃)		0.4 N／mm² 以上	道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工指針

（注1）

ねじれ抵性性試験の仕様、概略を表-5.4.3.5、写真-5.4.3.1、図-5.4.3.1 に示す。

ねじれ抵抗性は、図-5.4.3.1 に示すように載荷輪荷重が加わった状態で供試体を一方向に回転させ、タイヤと供試体表面にねじれせん断応力を発生させ、この応力により強制的に骨材飛散を起こし、供試体表面の沈下量 10 mmに要する時間または試験時間２時間における沈下量で表す。

表-5.4.3.5　試験条件

試験条件	仕　様
接地圧	0.63 MPa
回転速度	10.5 回/分
回転回数	1,260 回
測定時間	120 分
回転半径	0～10cm（ﾀｲﾔの中心に対して）
試験温度	60 ℃
測定項目	変位量（mm）

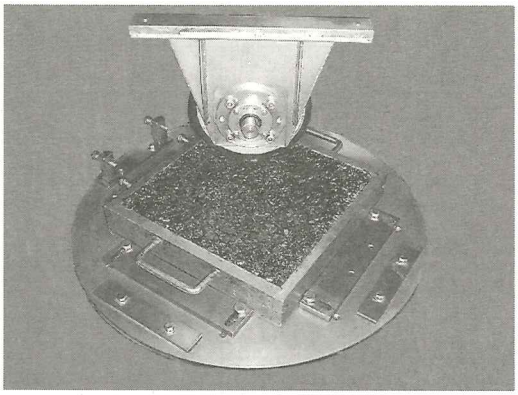


写真-5.4.3.1 ねじれ試験機

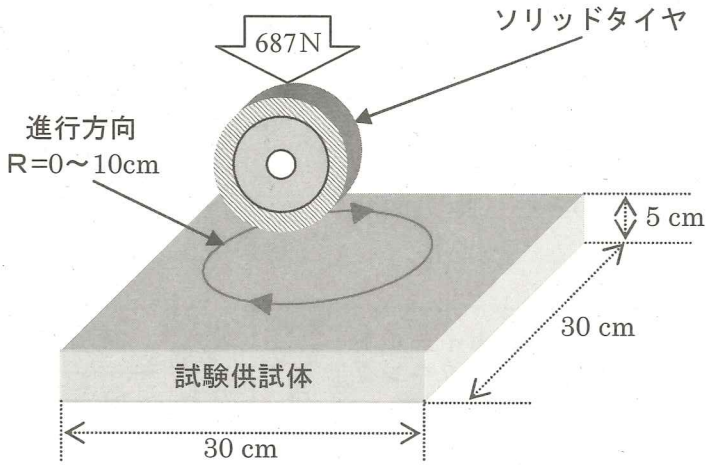


図-5.4.3.1 ねじれ試験機の概略図

(3) 現場試験

室内検討により選定した材料の供用性能の確認を実施するため、現場施工により性能評価を行った結果を以下に示す。

1) 表層、基層混合物

表層、基層混合物に使用する材料であるエポキシ入りＳＭＡ混合物は、すでに平成 15 年に茨城県利根町の栄橋で、基層にＳＭＡ混合物(5) (t=35 ㎜)、表層にＳＭＡ混合物(13)(t=40 ㎜)の舗装構成で施工されており、２年経過した現在もわだち掘れ等なく良い供用性を保っている。このため、今回の共同研究においても同様の配合（表層の最大粒径は 10 ㎜とした）で実施することとした。

2) 繊維系表層材

室内検討により選定した材料の供用性能の確認およびすべり防止材を選定するため、現場施工により性能評価を行った。以下に施工概要、舗装構成、供用状況を示す

a) 施工概要

シールド立坑覆工版上に車両走行時の騒音、振動低減を目的に CalmPave を施工した。施工規模、張付け状況、供用状況を**表-5.4.3.6**、**図-5.4.3.2**、**写真-5.4.3.2** に示す

表-5.4.3.6 施工概要

施工場所		千葉県柏市花野井
施工規模	施工面積(m²)	36
	施工延長(m)	12
	施工幅(m)	3

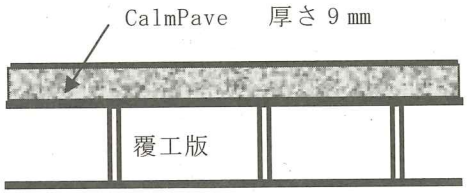


図-5.4.3.2 張付け状況

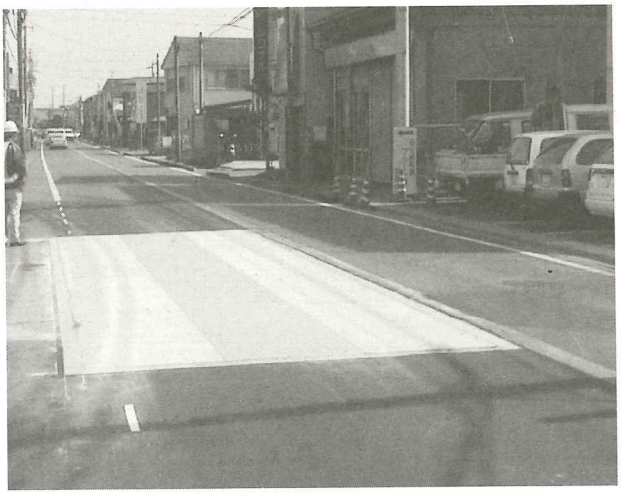


写真-5.4.3.2 供用状況

b) CalmPave

図-5.4.3.3 に覆工版に張り付けた CalmPave の構造を示す。CalmPave のすべり止めは、供用状態を考慮して 0.1～1.5 ㎜のセラミック骨材と接着剤にエポキシ樹脂を使用した２層仕上げとした。

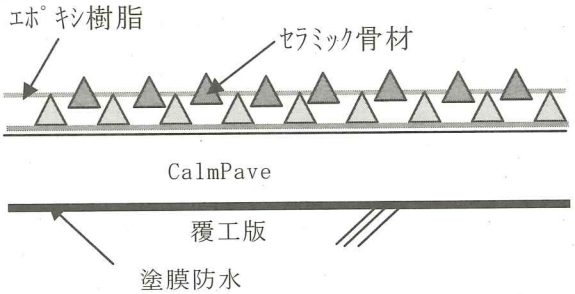


図-5.4.3.3 CalmPave の滑り止め

表-5.4.3.7に供用半年後におけるＤＦテスタによるすべり抵抗値を示す。当初のすべり抵抗から低下しているものの、すべり摩擦係数は0.471と通常の密粒舗装と同程度のすべり抵抗を保っていることが分かる。

表-5.4.3.7　CalmPaveのすべり摩擦係数

位　置	供用前	供用後	摘　要
OWP	0.91	0.471	60km／h
BWP	0.89	0.615	

(4) まとめ

室内試験および現場試験から確認できたことを以下に示す。

1) 表層、基層材料

試験の結果から、エポキシ入りＳＭＡ混合物が、わだち掘れ、たわみ性、摩耗、ねじれ抵抗、すべり抵抗、付着性に対して十分な性能を有していることが分かったことから、本混合物を試験施工に用いることとした。

2) 繊維系表層材

室内試験結果、現場における供用状態から、はがれ、すべり抵抗の低下等みられないことから図-5.4.3.3に示す２層仕上げのすべり止め処理を試験施工で用いることとした。

６．試験施工

6.1 試験施工の概要

開発工法の工期短縮効果、施工性、および供用性能を把握することを主な目的として試験施工を実施した。事前に実施したゼネコングループへのヒアリング結果により、急速施工の橋梁では鋼床版を用いているケースがほとんどであることがわかったので、試験施工は独立行政法人土木研究所の舗装走行実験場大ループ（全周 870m）の直線部分にある、模擬鋼床版部分で実施することとした。

試験施工の位置図を図-6.1.1 に示す。

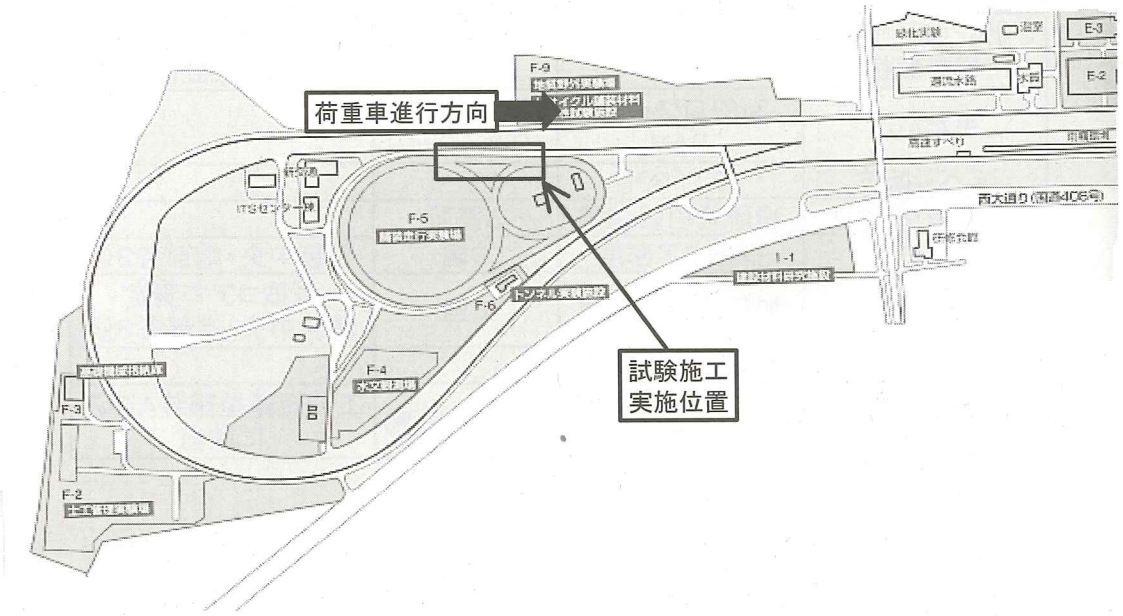


図-6.1.1　試験施工位置図

模擬鋼床版部分の詳細を図-6.1.2 に示す。全長 60m が 4 つのスパンに分割されており、各社の工区割は図-6.1.2 に示すとおりとした。

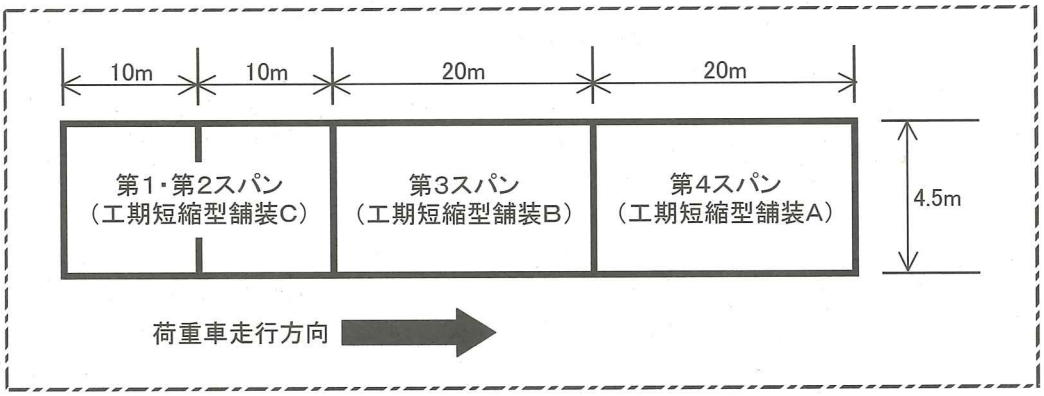


図-6.1.2　模擬鋼床版部分の詳細と各社の工区割

6.2 試験施工における調査項目

6.2.1 施工時、および施工直後

施工時、および施工直後の調査項目を表-6.2.1に示す。

表-6.2.1　調査項目（施工時・施工直後）

調査項目	調査方法	頻度	備考
施工性	目視観察		
歩掛り・施工時間短縮効果			参考データ
わだち掘れ量（横断形状）	DAM	5箇所	うち1箇所は模擬添接ボルト設置位置
平たん性	3mプロフィル、DAM	2測線（OWP・BWP）	
すべり抵抗	DFT、BPN	3箇所	
床版との接着性	建研式引張試験	3箇所	
締固め度	採取コア密度	6個	舗装中央・端部各3個
防水性	加圧式透水試験	6個	採取コアで測定 舗装中央・端部各3個
施工厚	採取コアで確認		
混合物の温度低減効果	マーシャル供試体の締固め度	3個／混合物	工期短縮型舗装Aのみに該当

今回の試験施工は各工区の施工延長が10m、または20mと短く、施工条件等が一般的な工事とは異なるので、施工時間短縮効果（施工速度）・歩掛り等は参考値扱いとする。

6.2.2 追跡調査

追跡調査項目を表-6.2.2に示す。

表-6.2.2　追跡調査項目

調査項目	調査方法	頻度	備考
わだち掘れ量	DAM	5箇所	うち1箇所は模擬添接ボルト設置位置
平たん性	3mプロフィル、DAM	2測線（OWP・BWP）	
すべり抵抗	DFT、BPN	3箇所	

追跡調査の実施時期は、荷重車の走行回数が5万、10万輪のときとする。最終的な荷重車の走行回数は、追跡調査時に路面性状変化の状況を見て検討する。

6.3 共通工

6.3.1 施工フロー

共通工の施工フローを図-6.3.1に示す。

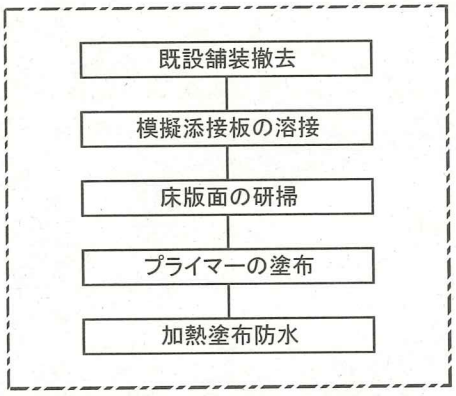


図-6.3.1　施工フロー（共通工）

6.3.2 既設舗装の撤去

路面切削機で既設舗装を撤去した。床版に付着して残った部分は人力ではつり除去した。発生した舗装廃材は場外処分した。

施工状況を写真-6.3.1～6.3.2に示す。

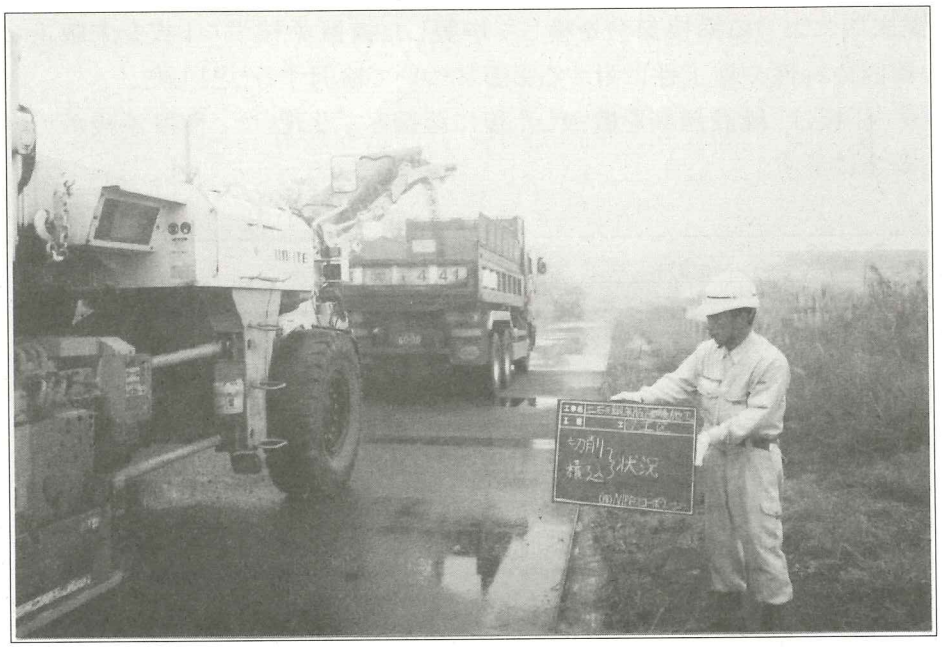


写真-6.3.1　既設舗装の撤去（切削）



写真-6.3.2　既設舗装の撤去（人力はつり）

6.3.3 模擬添接ボルト板の設置

4.2 ゼネコンから提案のあった工法の調査 の項でも述べたように、急速施工の鋼床版では、一般的な鋼床版に比べて非常に多くのHTBによる突起部分が生じる。そこで、今回の試験施工では、実際の鋼床版における添接部分を模して作製した模擬添接ボルト板を床版上に設置して、HTB部分の締固め特性や施工性に対する影響について検討することとした。

模擬添接ボルト板は、既設舗装を撤去した後に溶接して設置した。模擬添接ボルト板の設置位置図を**図-6.3.2**に示す。

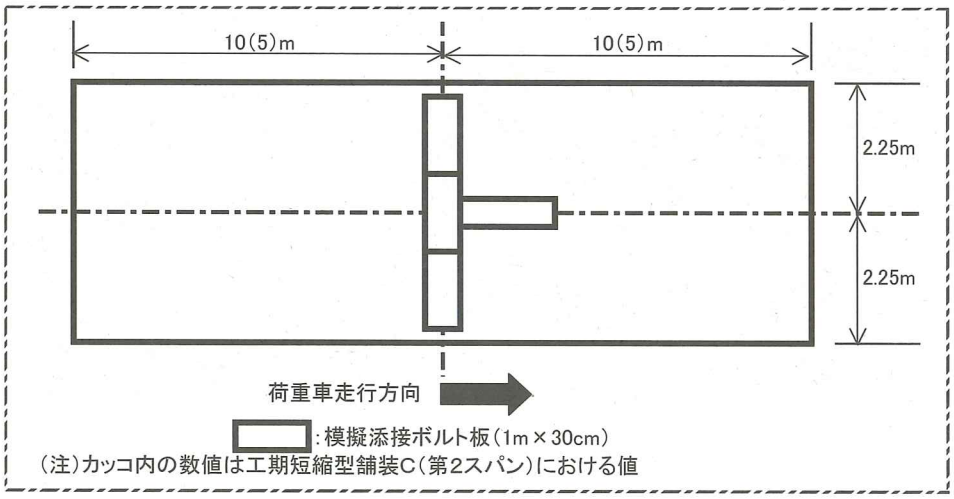


図-6.3.2　模擬添接ボルト板設置位置

模擬添接ボルト板の設置状況を**写真-6.3.3～6.3.4**に示す。



写真-6.3.3　模擬添接ボルト板の設置

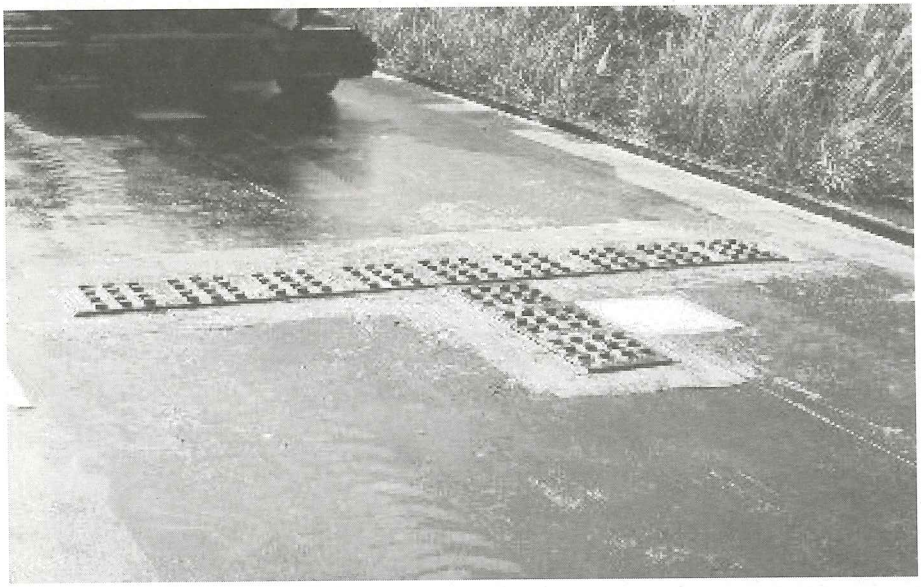


写真-6.3.4　模擬添接ボルト板

6.3.4 床版面の処理

模擬添接ボルト板を設置した後に、床版面をショットブラストで研掃した。模擬添接板の突起部分等はディスクサンダーを用いて人力で研掃した。

研掃終了後、床版面に残った鉄球を除去して直ちにプライマーを塗布した。塗布は2回に分けて行い、1回目のプライマーが乾燥してから2回目のプライマーを塗布した。塗布量は1回当たり 0.2kg/m^2 とした。ショットブラスト、およびプライマー塗布の施工状況を**写真-6.3.5～6.3.6** に示す。

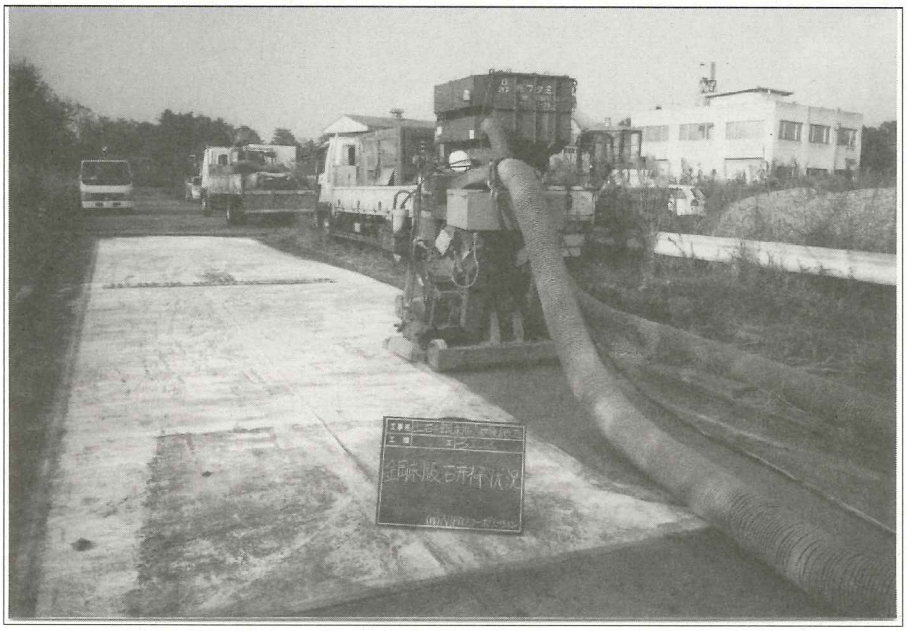


写真-6.3.5　ショットブラストの施工状況

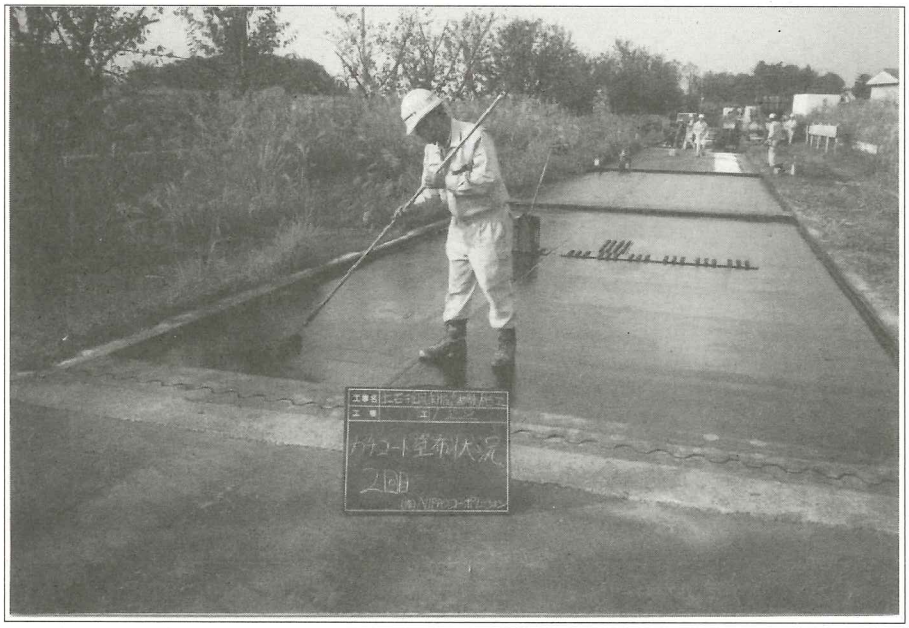


写真-6.3.6　プライマーの塗布

6.3.5 加熱塗布防水

プライマーが乾燥した後に、加熱塗布防水を施工した。加熱塗布防水は、工期短縮型舗装Ｃについては鋼床版全面、工期短縮型舗装ＡおよびＢについては鋼床版端部と模擬添接ボルト板部分のみに施工した。

加熱塗布防水の施工状況を**写真-6.3.7**に示す。



写真-6.3.7　加熱塗布防水の施工状況

6.4　各舗装の試験施工の内容

6.4.1　工期短縮型舗装A

(1)　概要

試験施工の概要と施工断面を表-6.4.1.1、図-6.4.1.1に示す。

表-6.4.1.1　試験施工の概要

日時	平成16年11月
施工面積	4.5m×20m=90m^2
表層	中温化機能性SMA(13)(改質Ⅱ型アスファルト、30度低減)
基層	中温化防水性SMA(13)(改質Ⅱ型アスファルト、標準温度)
表層施工厚	25mm
基層施工厚	50mm
塗布防水	タフシール(端部と模擬点接板部分)

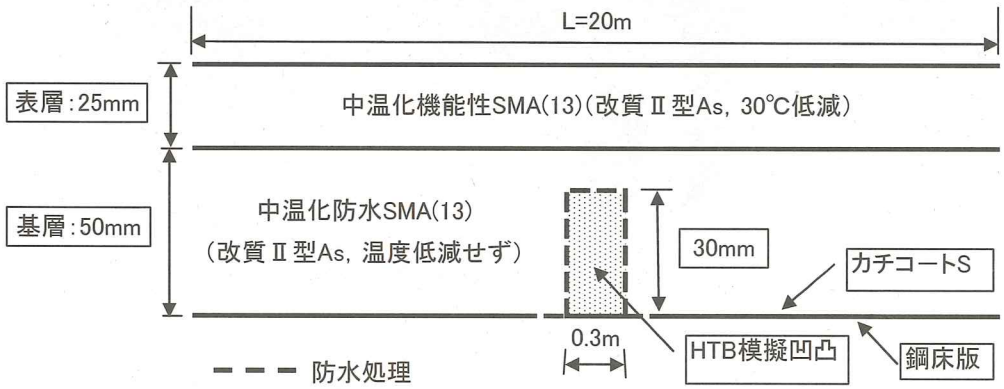


図-6.4.1.1　施工断面

(2)　使用材料

試験施工で使用した主な材料と骨材およびアスファルトの性状を表-6.4.1.2～6.4.1.4に示す。

表-6.4.1.2　使用した主な材料

材料種別	産地	材質
6号砕石	茨城県新治郡新治村	硬質砂岩
7号砕石		
砕砂		
粗砂	茨城県下館市	洗い砂
細砂	千葉県佐倉市	洗い砂
石粉	栃木県安蘇郡葛生町	石灰岩
アスファルト	ニチレキ(株)	改質Ⅱ型アスファルト
植物性繊維	—	セルロース
中温化剤	—	発泡タイプ

表-6.4.1.3　使用した骨材の性状

試験項目		6号砕石	7号砕石	砕砂	粗砂	細砂	石粉	舗装施工便覧目標値
通過質量百分率%	19.0	100	—	—	—	—	—	—
	13.2	95.8	100	—	100	—	—	
	4.75	7.3	91.4	100	98.8	100	—	
	2.36	0.7	8.9	89.5	87.5	99.1	—	
	0.60	—	—	—	—	—	—	
	0.30	—	—	—	—	—	100	
	0.15	—	—	—	—	—	—	
	0.075	—	—	—	4.4	1.2	88.5	
密度	見掛け	2.665	2.664	2.661	2.655	2.712	2.723	—
	表乾	2.634	2.634	2.621	2.537	2.586	—	砕石2.45以上
(g/cm^3)	かさ	2.616	2.608	2.608	2.467	2.513	—	—
吸水率　(%)		0.71	0.81	0.92	2.88	2.92	—	砕石3.0%以下
すり減り減量　(%		17.2	—	—	—	—	—	砕石30%以下

(注)試験は舗装試験便覧による

表-6.4.1.4　使用した改質Ⅱ型アスファルトの性状

試験項目	規格値	試験値
針入度(25℃)　1/10mm	40以上	50
軟化点　℃	56.0～76.0	63.5
伸度(15℃)　℃	30以上	80
引火点　℃	280以上	319
薄膜加熱質量変化率　%	0.5以下	0.01
薄膜加熱針入度残留率　%	65以上	80.4
タフネス　(25℃)　N・m	10.0以上	21.4
テナシティ(25℃)　N・m	5.0以上	15.6
密度(15℃)　g/cm^3	—	1.034

(注)①試験は舗装試験法便覧による

②最適混合温度範囲:178±3℃

③最適締固め温度範囲:163±3℃

(3)　配合設計

1) 中温化防水性 SMA(13)

a) 配合設計の方法

基層に用いる中温化防水性 SMA(13)の配合設計は、マーシャル安定度試験により行った。なお、設計アスファルト量は、表-6.4.1.5 に示す項目の基準値をすべて満足する共通範囲のなかで、空隙率が 2.5%となるような量とすることとした。

表-6.4.1.5　マーシャル基準値

項目	基準値
空隙率　(%)	2～3
マーシャル安定度　kN	5.0以上
飽和度　(%)	75～95
フロー値　(1/100cm)	20～50

注）突固め回数は両面各50回

b）配合試験結果

ｲ）配合および合成粒度

配合および合成粒度は、表-6.4.1.6、図-6.4.1.2に示すとおりとした。

表-6.4.1.6　中温化防水性 SMA(13)の骨材配合比と合成粒度

骨材配合%	砕石6号	64
	砕石7号	8
	砕砂	7
	粗砂	7
	細砂	3
	石粉	11
通過質量百分率%	19.0mm	100
	13.2mm	97.3
	4.75	39.9
	2.36	27.5
	0.075	10.2

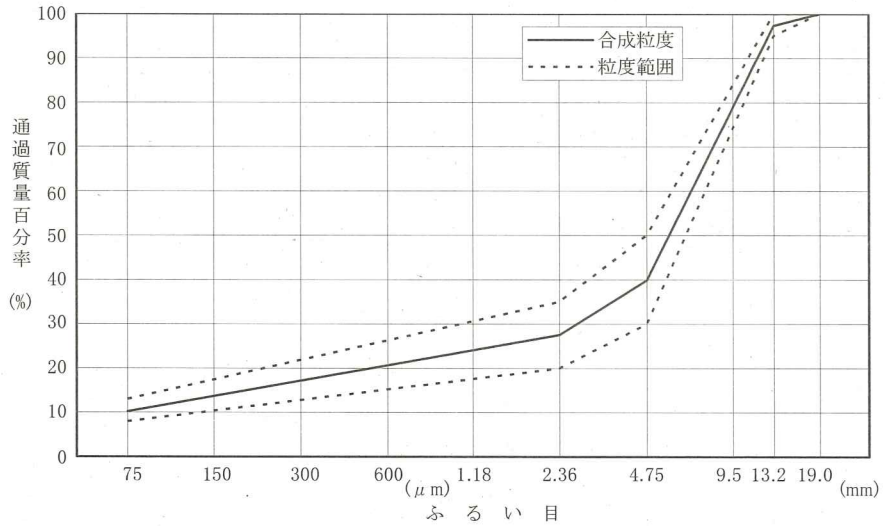


図-6.4.1.2　中温化防水性 SMA(13)の粒度曲線

ロ）マーシャル安定度試験結果

マーシャル安定度試験結果は、**表-6.4.1.7**、**図-6.4.1.3**のとおりであった。

表 6.4.1.7　マーシャル安定度試験結果

As量 (%)	密度 (g/cm^3)	理論密度 (g/cm^3)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	骨材間隙率 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
5.5	2.315	2.450	5.5	69.2	17.8	8.55	29
6.0	2.334	2.432	4.0	77.0	17.5	9.17	32
6.5	2.345	2.415	2.9	83.5	17.6	9.51	35
7.0	2.350	2.398	2.0	88.8	17.9	9.18	42
7.5	2.348	2.381	1.4	92.6	18.4	8.21	51

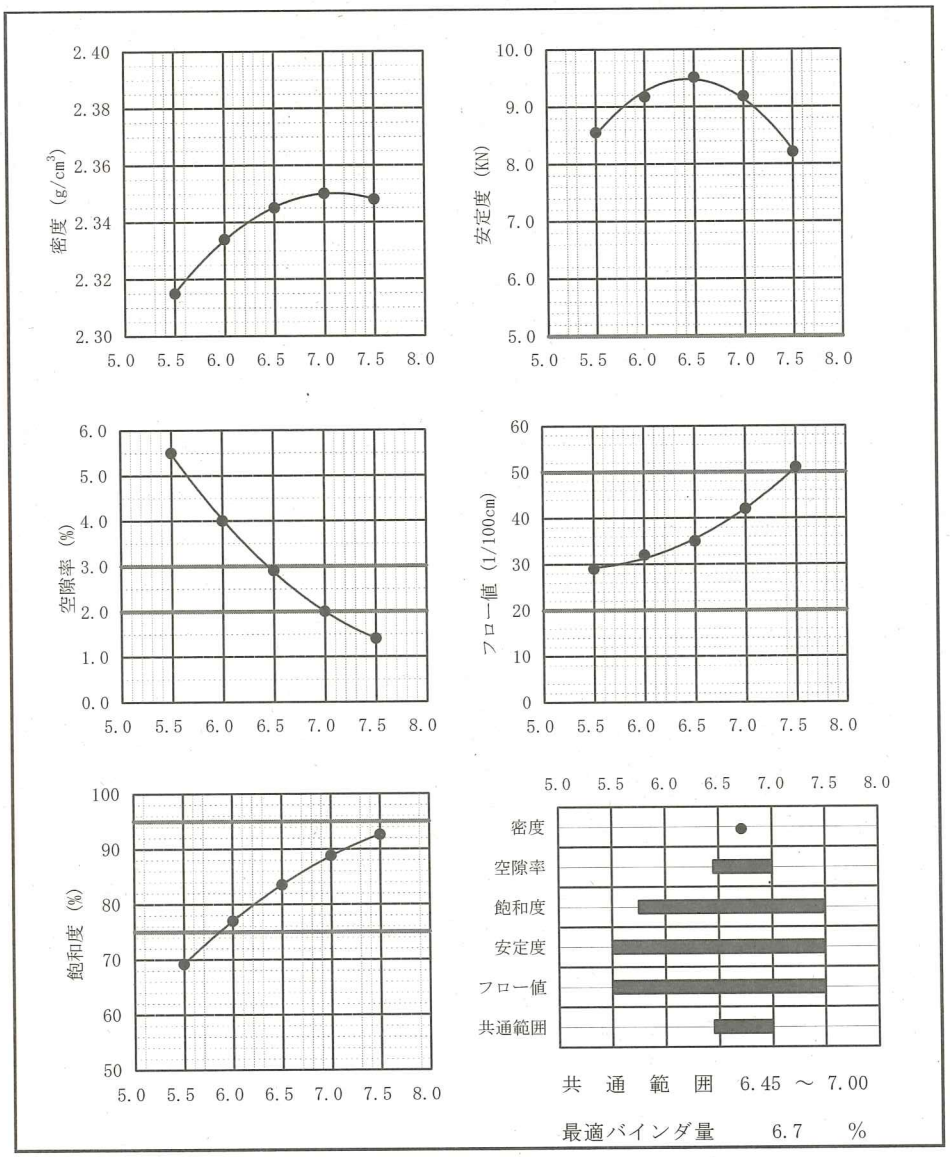


図-6.4.1.3　マーシャル特性図

以上の結果より、**表-6.4.1.6**に示したマーシャル基準値を満足するアスファルト量の共

通範囲は 6.45～7.0%であり、目標の空隙率 2.5%を満足するアスファルト量は図-6.4.1.3 に示したように 6.7%であった。したがって、設計アスファルト量は 6.7%とした。

ハ) まとめ

以上の室内配合試験により、試験施工では表-6.4.1.8 に示す配合の混合物を使用することにした。

表-6.4.1.8　中温化防水性 SMA(13)の配合

混合物種		中温化防水性SMA(13)		基準値
混合物配合%	砕石6号	64	59.7	—
	砕石7号	8	7.5	
	砕砂	7	6.5	
	粗砂	7	6.5	
	細砂	3	2.8	
	石粉	11	10.3	
	改質Ⅱ型アスファルト	—	6.7	
	植物性繊維(%)	—	0.5	
	中温化剤(対As量)	—	7.0	
	合計	100	100.5	
通過質量百分率%	19.0mm	100		100
	13.2	97.3		95～100
	4.75	39.9		30～50
	2.36	27.5		20～35
	0.075	10.2		8～13

2) 中温化機能性 SMA(13)

a) 配合設計の方法

表層に用いる中温化機能性 SMA(13)の配合設計は、マーシャル安定度試験により行った。なお、設計アスファルト量は、表-6.4.1.9 に示す項目の基準値をすべて満足する共通範囲のなかでその中央となるような量とすることとした。

表-6.4.1.9　マーシャル基準値

項目	基準値
空隙率 (%)	4～7
マーシャル安定度 kN	5.0以上
飽和度 (%)	65～85
フロー値 (1/100cm)	20～50

注) 突固め回数は両面各50回

b) 配合試験結果

ｲ) 配合および合成粒度

配合および合成粒度は、表-6.4.1.10、図-6.4.1.4に示すとおりとした。

表-6.4.1.10　中温化機能性 SMA(13)の骨材配合比と合成粒度

骨材配合%	砕石6号	69
	砕石7号	5
	砕砂	6
	粗砂	6
	細砂	3
	石粉	11
通過質量百分率%	19.0mm	100
	13.2mm	97.1
	4.75	35.5
	2.36	25.6
	0.075	10.1

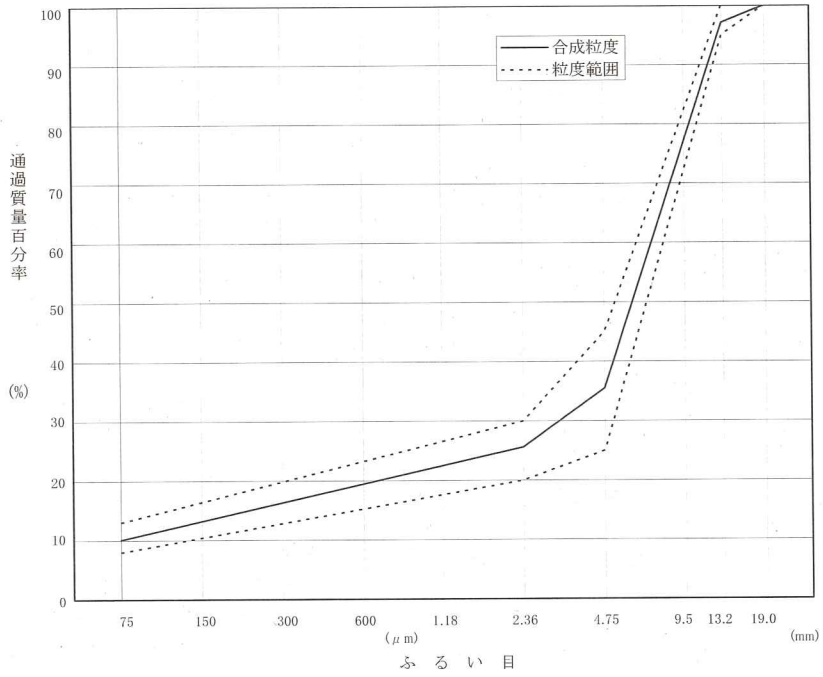


図-6.4.1.4　中温化機能性 SMA(13)の粒度曲線

ロ）マーシャル安定度試験結果

マーシャル安定度試験結果は、表-6.4.1.11、図-6.4.1.5のとおりであった。

表-6.4.1.11　マーシャル安定度試験結果

As量 (%)	密度 (g/cm^3)	理論密度 (g/cm^3)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	骨材間隙率 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
5.0	2.298	2.471	7.0	61.4	18.1	8.76	26
5.5	2.318	2.453	5.5	69.3	17.8	9.47	28
6.0	2.321	2.435	4.7	74.3	18.2	9.76	32
6.5	2.316	2.418	4.2	77.5	18.8	9.30	39
7.0	2.307	2.401	3.9	80	19.5	8.34	48

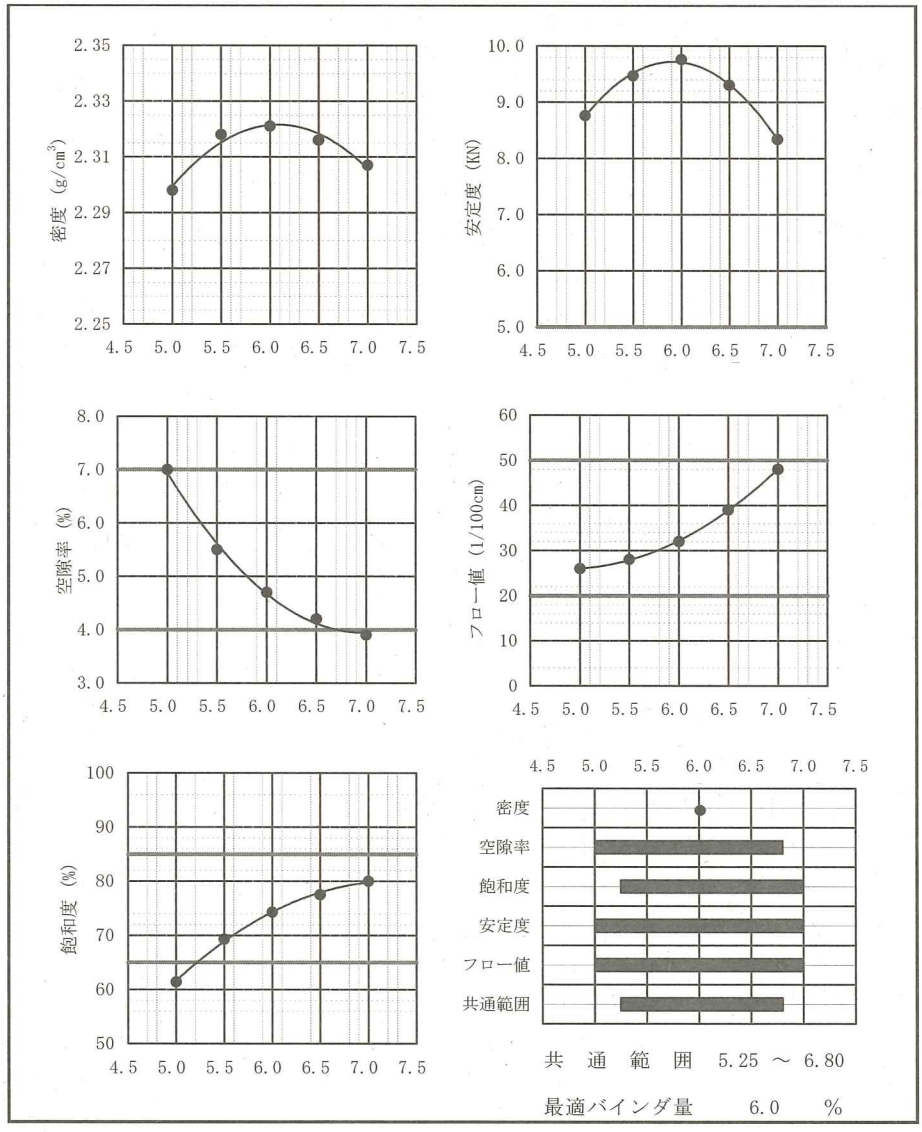


図-6.4.1.5　マーシャル特性図

以上の結果より、表-6.4.1.9に示したマーシャル基準値を満足するアスファルト量の共通範囲は 5.25～6.8%であり、その中央のアスファルト量は図-6.4.1.5 に示したように6.0%であった。したがって、設計アスファルト量は6.0%とした。

ハ) まとめ

以上の室内配合試験により、試験施工では表-6.4.1.12 に示す配合の混合物を使用することにした。

表-6.4.1.12　中温化機能性 SMA(13)の配合

混合物種		中温化機能性SMA(13)		基準値
混合物配合%	砕石6号	69	65.0	—
	砕石7号	5	4.7	
	砕砂	6	5.6	
	粗砂	6	5.6	
	細砂	3	2.8	
	石粉	11	10.3	
	改質Ⅱ型アスファルト	—	6.0	
	植物性繊維(%)	—	0.3	
	中温化剤(対As量)	—	7.0	
	合計	100	100.3	
通過質量百分率%	19.0mm	100		100
	13.2	97.1		95～100
	4.75	35.5		25～45
	2.36	25.6		20～30
	0.075	10.1		8～13

(4)　施工機械

使用した主な施工機械は表-6.4.1.13 に示すとおりである。

表-6.4.1.13　使用した主な施工機械

機械名称	能力		台数	作業内容
アスファルトローダ	ホッパ容量	4m^3	1	表下層用混合物のフィニッシャへの供給
	供給量	最大150t/h		
	走行速度	最大3.7km/h		
2層同時舗設型アスファルトフニッシャ	舗設幅	2.5m～4.75m(無段階可変式)	1	敷均し
	ホッパ容量	(表層用)5.8m^3 (下層用)8.5m^3		
	走行速度	0～5m/min		
タンデムローラ	7t級		1	転圧

(5)　施工

1) 実施工程

施工は、**表-6.4.1.14** に示すような工程で行った。基層の材料をアスファルトローダに供給を開始してから、敷きならした舗装の転圧を終了するまで約 75 分程度であった。

表-6.4.1.14　実施作業工程

工種	9	10	11	12	13	14	15
準備工	▬▬	▬▬					
材料供給				▬			
舗設工					▬▬		
片づけ						▬	

2) 施工状況

a)　高さ調整用のアングルの設置

表基層材料を舗設する前に、準備工として所定の厚さと仕上がり高さが得られるように施工箇所のサイドにアングルを設置した。施工前の試験施工箇所の状況と区間中央に設置した模擬添接ボルト板、アングルの設置状況と設置完了後の状況を**写真-6.4.1.1～6.4.1.4** に示す。



写真-6.4.1.1　施工前の試験施工箇所の状況

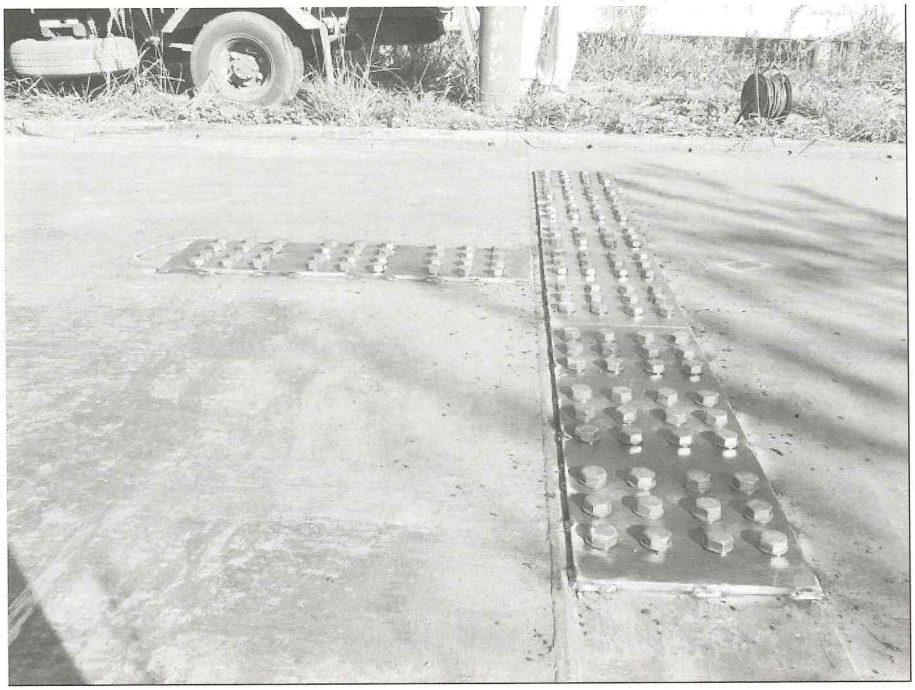


写真-6.4.1.2　模擬添接ボルト板の設置状況

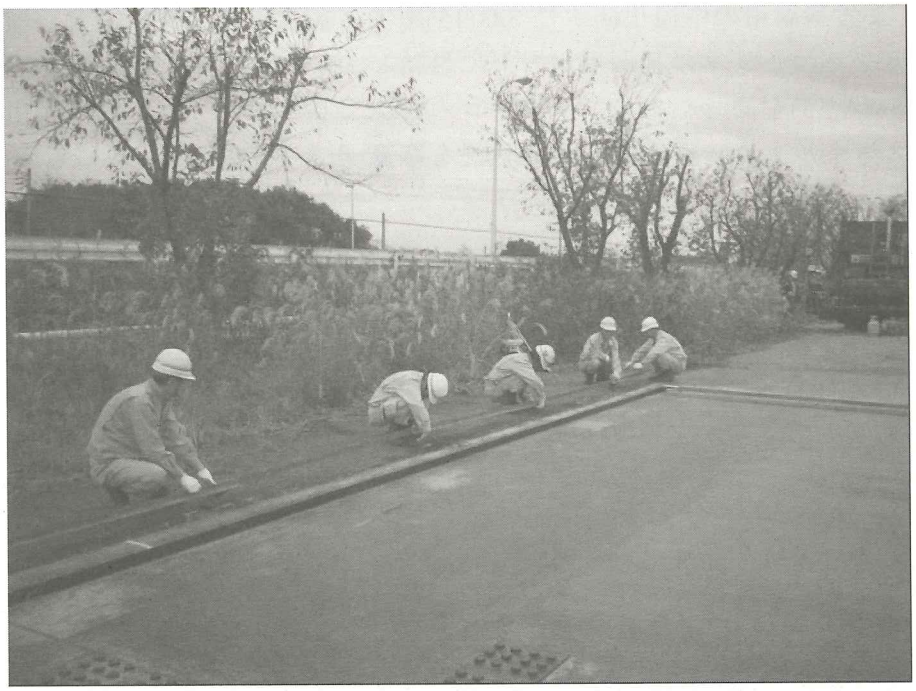


写真-6.4.1.3　高さ調整用のアングルの設置状況

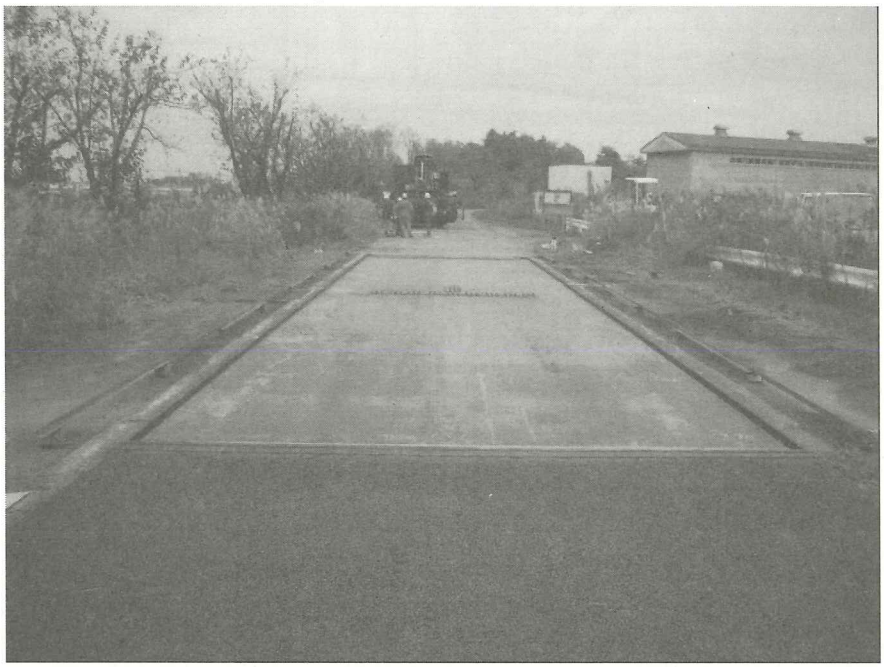


写真-6.4.1.4　高さ調整用のアングルの設置完了後の状況

b)　表基層材料の供給

施工では、まず基層用の中温化防水性 SMA(13)をアスアルトローダにより 2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャの基層用ホッパに供給し、その後表層用の 30℃温度低減した中温化機能性 SMA(13)を同じくアスファルトローダによりフィニッシャの表層用ホッパに供給した。アスファルトローダとその供給状況を**写真-6.4.1.5～6.4.1.7** に示す。



写真-6.4.1.5　アスファルトローダ



写真-6.4.1.6　アスファルトローダによる基層用混合物の供給状況



写真-6.4.1.7　アスファルトローダによる表層用混合物の供給状況

c)　表基層の舗設

表基層の舗設では、まず2層同時舗設型アスファルトフィニッシャの下層スクリードを

所定の高さに合わせて設置するために、施工起点部において基層用混合物をそのスクリード面積分だけ人力で舗設した。その後、フィニッシャにより表基層用混合物を同時に連続して敷きならした。2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャと施工起点部の施工状況とフィニッシャによる敷均し状況を**写真-6.4.1.8～6.4.1.11** に示す。



写真-6.4.1.8　2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャ



写真-6.4.1.9　施工起点部の施工状況



写真-6.4.1.10　表基層用混合物の敷均し状況



写真-6.4.1.11　表基層用混合物の敷均し状況

d)　転圧

転圧はタンデムローラにより無振で行った。また、起終点部は隣接舗装と段差が生じないようにハンドガイドローラでも転圧した。その転圧状況を**写真-6.4.1.12**、写真-6.4.1.13に示す。



写真-6.4.1.12　タンデムローラによる転圧状況



写真-6.4.1.13　施工終点部のハンドガイドローラによる転圧状況

6.4.2 工期短縮型舗装Ｂ

(1) 施工概要

表-6.4.2.1 に試験施工の概要、図-6.4.2.1 に施工断面を示す。

表-6.4.2.1　試験施工の概要（工期短縮型舗装Ｂ）

日時	平成16年11月
施工場所	独立行政法人土木研究所内　舗装走行実験場
施工面積	4.5m×20m＝90m^2
表層	13mmTop排水性アスファルト混合物
基層	エポキシ入り5mmTop細粒度(F)アスコン
表層施工厚	35mm
基層施工厚	40mm

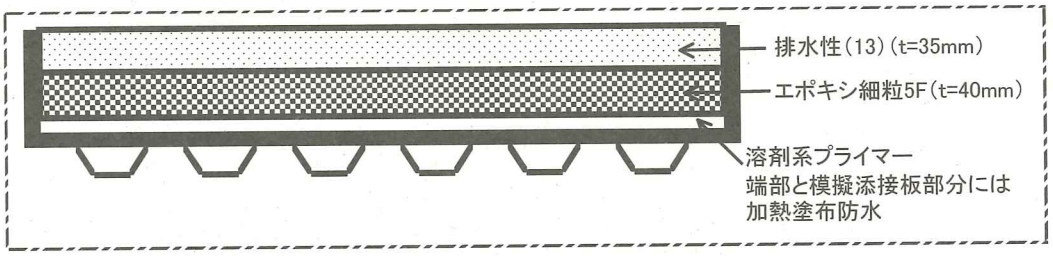


図-6.4.2.1　施工断面図（工期短縮型舗装Ｂ）

各層の施工厚さは、模擬添接ボルト板による突起が 30mm 程度あること、表層混合物の骨材最大粒径が 13mm であること、等を考慮して、基層 40mm、表層 35mm とした。

(2) 材料

表-6.4.2.2 に使用した材料の産地と材質を示す。また、骨材の性状を表-6.4.2.3 に、アスファルトの性状を表-6.4.2.4～、表-6.4.2.5 に示す。

表-6.4.2.2　使用材料の産地と材質（工期短縮型舗装Ｂ）

材料名	産地または製造会社名	材質	使用した混合物
6号砕石	茨城県笠間市	砂岩	排水性アスコン
7号砕石	茨城県新治郡新治村		細粒5F
粗砂	茨城県西茨城郡岩瀬町	砕砂	
細砂	千葉県佐原市	洗砂	
石粉	東京都西多摩郡瑞穂町	石灰岩	
ストレートアスファルト	昭和シェル石油(株)	針入度60～80	細粒5F
エポキシ樹脂	ショーボンド化学(株)		細粒5F
高粘度改質アスファルト	日進化成(株)		排水性アスコン

表-6.4.2.3　骨材の性状（工期短縮型舗装Ｂ）

試験項目		6号砕石	7号砕石	粗砂	細砂	石粉
通過質量百分率（%）	19.0	100.0	—	—	—	—
	13.2	97.0	100.0	—	—	—
	4.75	4.1	92.0	100.0	100.0	—
	2.36	0.5	7.7	81.0	98.1	—
	0.6	—	1.4	31.3	82.0	—
	0.3	—	—	18.4	43.1	99.8
	0.15	—	—	9.0	11.1	95.1
	0.075	—	—	4.2	3.1	77.6
密度（g/cm^3）	表乾	2.652	2.640	2.591	2.570	—
	かさ	2.637	2.614	2.555	2.495	—
	見掛	2.678	2.682	2.650	2.698	2.746
吸水率（%）		0.59	0.97	1.41	3.01	—
すりへり減量（%）		12.7	—	—	—	—

表-6.4.2.4　ストレートアスファルトの性状（工期短縮型舗装Ｂ）

試験項目		単位	試験値	規格値
針入度（25℃）		1/10mm	69	60～80
軟化点		℃	49.5	44.0～52.0
伸度（15℃）		cm	150＋	100以上
トルエン可溶分mass		%	99.9	99以上
引火点		℃	324	260以上
薄膜加熱	質量変化率mass	%	0.09	0.6以下
	針入度残留率	%	63.8	55以上
蒸発後の針入度比		%	95	110以下
密度（15℃）		g/cm^3	1.034	1.000以上
動粘度	120℃	mm^2/s	1060	—
	150℃		214	—
	180℃		78.9	—
混合温度		℃	152～158	—
締固め温度		℃	141～145	—

表-6.4.2.5　高粘度改質アスファルトの性状（工期短縮型舗装Ｂ）

試験項目		単位	試験値	規格値
針入度（25℃）		1/10mm	52	40以上
軟化点		℃	100.0	80以上
伸度	4℃	cm	34	—
	15℃		100＋	50以上
引火点		℃	337	260以上
薄膜加熱	質量変化率mass	%	0.04	0.6以下
	針入度残留率	%	82.7	65以上
60℃粘度（1×10^4）		Pa・s	10.0＋	2.0以上
密度（15℃）		g/cm^3	1.021	1.000以上
タフネス（25℃）		N・m	28.6	20.0以上
テナシティ（25℃）		N・m	22.7	15.0以上
フラース脆化点		℃	-21.0	—
混合温度		℃	152～158	—
締固め温度		℃	141～145	—

(3) 混合物の配合

表-6.4.2.6、図-6.4.2.2、図-6.4.2.3 にエポキシ細粒 5F と排水性（13）の配合を示す。なお、エポキシ細粒 5F の配合設計方法については、付録の「利用マニュアル」に記載する。また、排水性（13）については、アスファルトプラントで通常出荷している配合を採用した。

表-6.4.2.6　混合物の配合（工期短縮型舗装Ｂ）

混合物の種類		エポキシ細粒5F		排水性(13)	
骨材配合比率	6号砕石	—		85	
	7号砕石	43		—	
	粗目砂	14		10	
	細目砂	29		—	
	石粉	14		5	
	計	100		100	
骨材合成粒度	ふるいの呼び寸法（mm）	合成粒度（%）	粒度範囲（%）	合成粒度（%）	粒度範囲（%）
	19	—	—	100	100
	13.2	100.0	100	97.5	90～100
	4.75	96.6	95～100	18.5	11～35
	2.36	57.1	45～65	13.5	10～20
	0.6	42.8	40～60	8.1	—
	0.3	29.0	20～45	6.8	—
	0.15	17.8	10～25	5.7	—
	0.075	12.4	8～13	4.3	3～7
バインダーの種類		St.60/80＋エポキシ		高粘度改質	
バインダー量(%)		8.1		4.8	
St.60/80:エポキシ樹脂		85:15		—	
備考		—		プラントの通常出荷品	

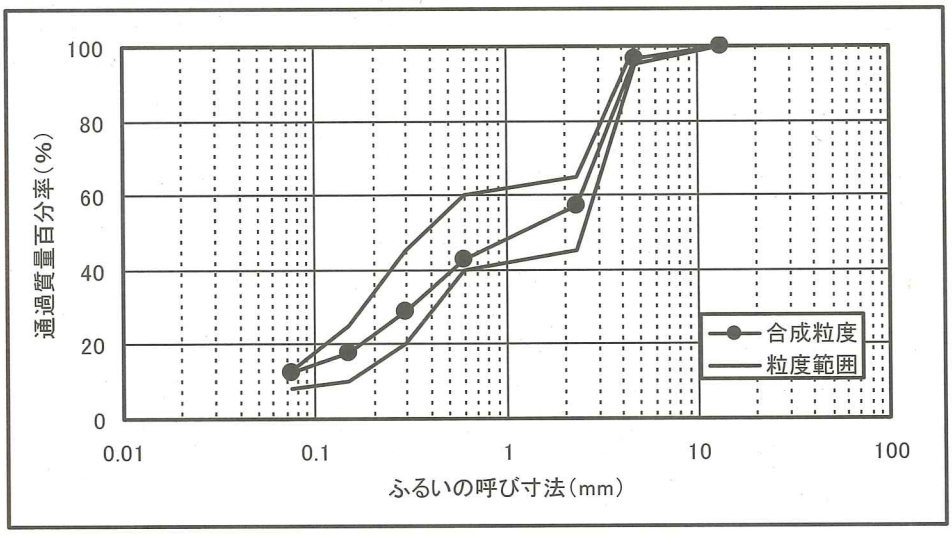


図-6.4.2.2　エポキシ細粒 5F の合成粒度曲線

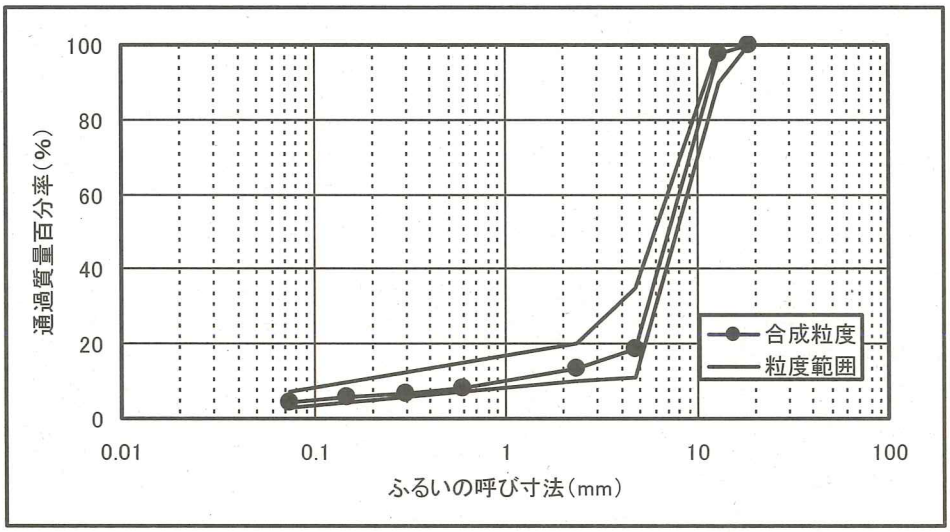


図-6.4.2.3　排水性（13）の合成粒度曲線

(4) アスファルトプラントおよび施工機械

アスファルトプラントの仕様を表-6.4.2.7 に、施工に使用した機械を表-6.4.2.8 にそれぞれ示す。

表-6.4.2.7　アスファルトプラントの仕様（工期短縮型舗装Ｂ）

工場名称	日本道路(株)・(株)霞工業共同企業体　茨城合材センター
所在地	茨城県新治郡新治村小高772-8
プラント製造会社	日工(株)
製造能力	120t/h
運搬時間	約20分

表-6.4.2.8　施工機械（工期短縮型舗装Ｂ）

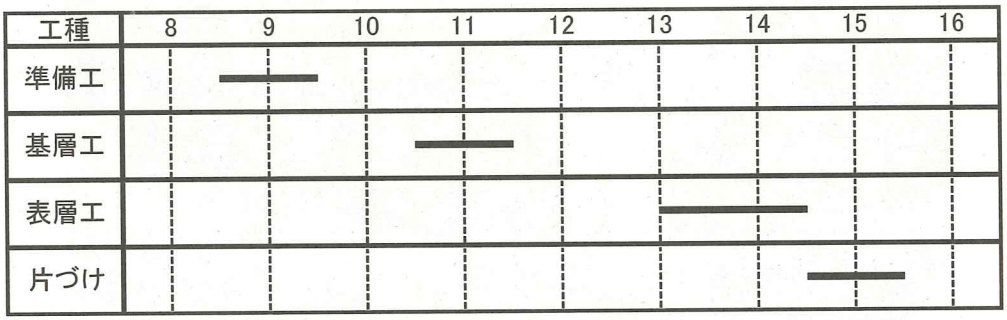
機械名称	能力	台数	作業内容
アスファルトフィニッシャ	3.0m～5.5m	1	合材敷均し
鉄輪ローラ	4t	1	初期転圧
タイヤローラ	8～15t	1	二次転圧

(5) 施工

1) タイムテーブル

施工当日のタイムテーブルを**表-6.4.2.9** に示す。

表-6.4.2.9　施工タイムテーブル（工期短縮型舗装Ｂ）



基層工・表層工共に、起終点の約 2m は人力による敷均しとなった。フィニッシャによる施工は延長 16m 程度であり、フィニッシャが走行していた時間はどちらの層でも 10～15 分程度であった。

2) 施工状況

今回の試験施工は施工延長が短く（20m）、ローラの移動距離を確保することが困難だったので、端部の人力施工を含めたすべての敷均し作業が終了してから転圧を開始することとなった。また、フィニッシャによる施工速度も、実測で 1～1.5m/分程度であり、通常の舗装工事に比べるとやや遅い結果となった。

結果として、起点部の人力敷均し作業が開始してから転圧が開始するまでに、基層工・表層工共に 25～30 分程度を要しており、転圧はやや遅れ気味であったといえる。

しかし、舗装面の仕上がり状況は概ね良好であり、模擬添接ボルト板による突起部分についても特に不具合はなく施工が行えた。実際の交差点立体化工事においては、今回と同様の施工体制で問題ないものと考えられる。

施工時の状況を**写真-6.4.2.1～写真-6.4.2.6** に示す。

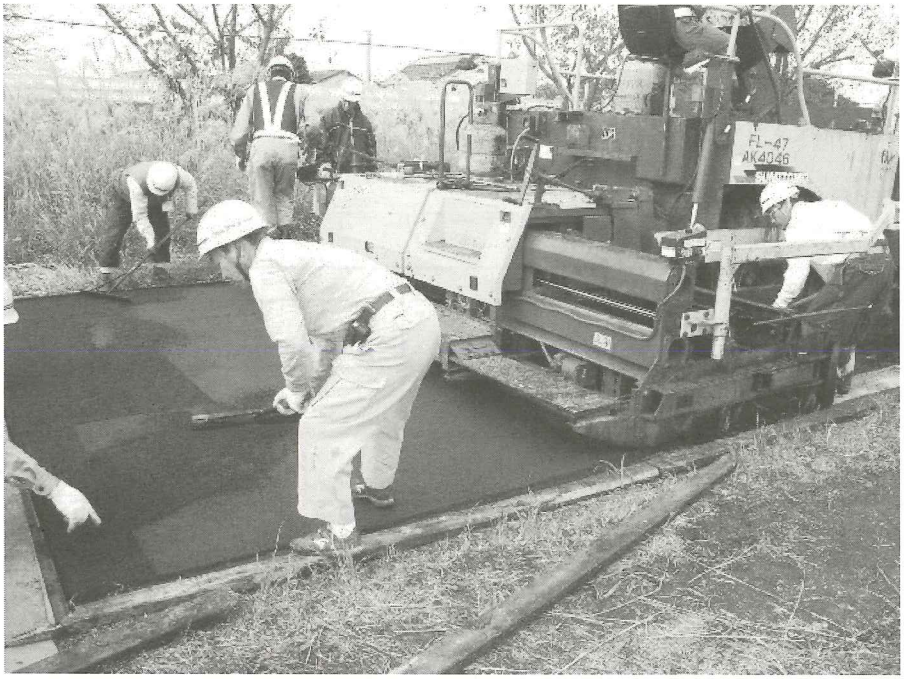


写真-6.4.2.1　基層混合物の敷均し状況（工期短縮型舗装Ｂ）



写真-6.4.2.2　基層混合物の転圧状況（工期短縮型舗装Ｂ）



写真-6.4.2.3　表層混合物の敷均し状況（工期短縮型舗装Ｂ）

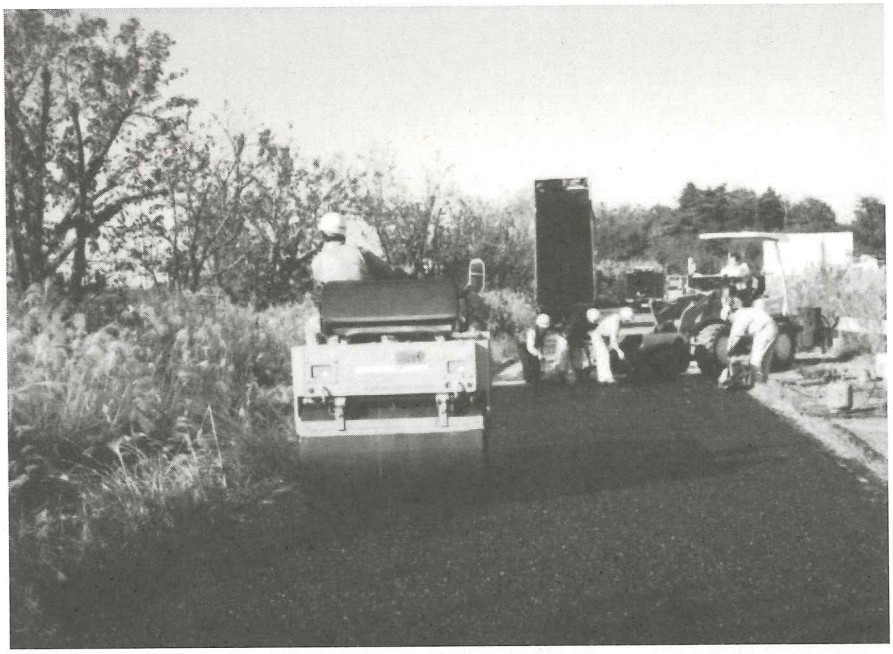


写真-6.4.2.4　表層混合物の初転圧状況（工期短縮型舗装Ｂ）



写真-6.4.2.5　表層混合物の仕上げ転圧状況（工期短縮型舗装Ｂ）



写真-6.4.2.6　完成（工期短縮型舗装Ｂ）

6.4.3 工期短縮型舗装C

(1) 概要

室内、現場検討で決定した材料の施工短縮時間および長期耐久性を確認するために、土木研究所構内の舗装走行実験場の大ループにある鋼床版部で実施した。

表-6.4.3.1 に試験施工概要、図-6.4.3.1 に舗装構成、図-6.4.3.2 に CalmPave の貼付け位置を示す。

表-6.4.3.1　試験施工概要

日　時	平成 17 年 11 月
施工面積	4.5m×20m＝90m^2
表層（繊維系舗装材）	CalmPave　t=9 mm（1 枚：2m×1m）
表　層	硬化性バインダ（エポキシ）入り SMA 混合物（10）　t=40 mm
基　層	硬化性バインダ（エポキシ）入り SMA 混合物（5）　t=35 mm
塗り防水	タフシール
すべり防止材[注1]	ニート工法用エポキシ樹脂＋セラサンド 0.5～1.5 mm
備考　注１　すべり防止材は事前に塗布する。	

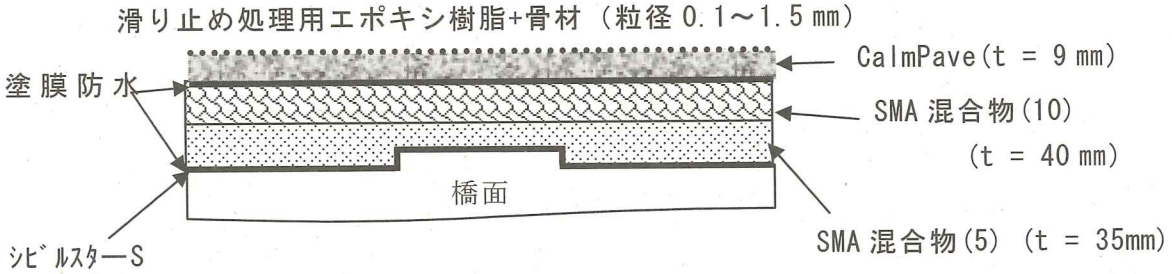


図-6.4.3.1 舗装構成

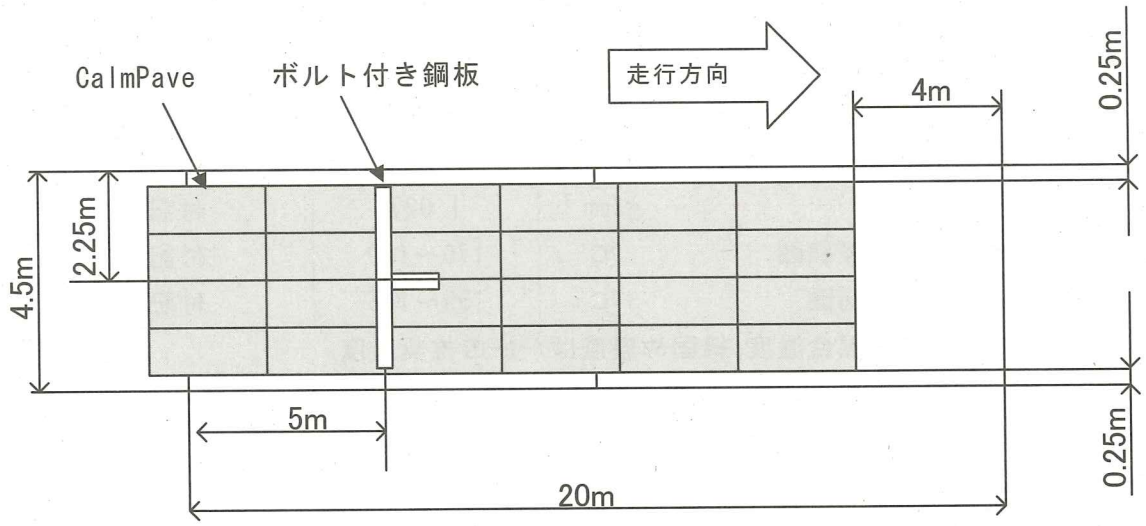


図-6.4.3.2　CalmPave の貼付け位置

(2) 使用材料

1) 使用材料の産地および材質

使用材料の産地および材質を表-6.4.3.2 に示す

表-6.4.3.2 材質、産地名と材質

材料名	産地名	材質
10-5 砕石	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩
7 号砕石	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩
砕　砂	茨城県西茨城郡岩瀬町	硬質砂岩
粗目砂	茨城県行方郡麻生町	洗い砂
細目砂	千葉県佐原市	洗い砂
石　粉	栃木県鍋山町	石灰岩石粉
アーボセル	ドイツ	植物繊維
ＨＲバインダ	東亜道路工業	改質アスファルトⅡ型
可撓性エポキシ	大阪府真門市岸和田	エポキシ樹脂
備考		

2) 使用バインダおよび繊維の性状

改質アスファルトⅡ型、エポキシ樹脂、植物繊維の性状値を表-6.4.3.3～表-6.4.3.5 に示す。

表-6.4.3.3 改質アスファルトⅡ型の性状

試験項目		試験結果	改質Ⅱ型 標準的性状
針 入 度 (25℃)	1/10 mm	52	40 以上
軟 化 点	℃	60.8	56.0～70.0
伸　　度 (15℃)	cm	100+	30 以上
引 火 点	℃	325	260 以上
薄膜加熱針入度残留率	%	66.5	65 以上
タフネス	N･m	18	8.0 以上
テナシティ	N･m	13.2	4.0 以上
密　　度	g/cm ^{3}	1.027	付記
最適混合温度範囲	℃	170～180	付記
締固め温度範囲	℃	155～165	付記
備考　最適混合温度、締固め温度はﾒｰｶｰの推奨温度			

表-6.4.3.4 熱硬化可撓性エポキシ樹脂の性状

項目		材料		規格値	測定値	測定方法
モノマー	密度 (25℃)	主剤	g/cm^3	1.100～1.250	1.195	JIS K-7232
		硬化剤		0.850～0.950	0.883	
	粘度 (25℃)	主剤	cps	3.0～5.0×10^3	4.10×10^3	B型粘度計
		硬化剤		60±5	58	
硬化樹脂	引張り強度		N/mm^2	5.0N/mm^{2}以上	9.5N/mm^2	JIS K-7113
	最大伸度		%	250%以上	427%	
備考						

表-6.4.3.5 植物繊維の性状

項目	物性値
α-セルロース含有量 %	76pct
かさ密度 g/ﾘｯﾄﾙ	約5000
熱最大繊維長 μm	約5000
平均繊維長 μm	約1100
平均繊維幅 μm	約45
坑酸、アルカリ性 pH	7.6（注）
密度 g/cm^3	1.52
備考 pH1～11の範囲内における物性は安定	

（3）配合設計

硬化性バインダ（エポキシ）を用いたSMA混合物は、改質□型を使用したSMA混合物の空隙率が3%となるバインダ量に0.3%加えた量を最適バインダ量とする。

① 配合設計結果（SMA混合物(10)）

1) 改質アスファルトⅡ型による配合設計

表-6.4.3.6、表-6.4.3.7、図-6.4.3.3にSMA混合物（10）の骨材配合割合と合成粒度、表-6.4.3.8にマーシャル試験結果を示す。

表-6.4.3.6 骨材配合割合

材料名	10mm砕石	砕砂	細砂	石粉	合計
配合割合 %	77	6	4	13	100
備考 植物繊維は混合物に対して外添加0.3%					

表-6.4.3.7 合成粒度

ふるい目mm	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
合成粒度(%)	100	99.5	39.2	26.8	21.5	17.2	13.5	10.5
粒度範囲(%)	100	95～100	30～50	20～35	—	13～20	—	8～13

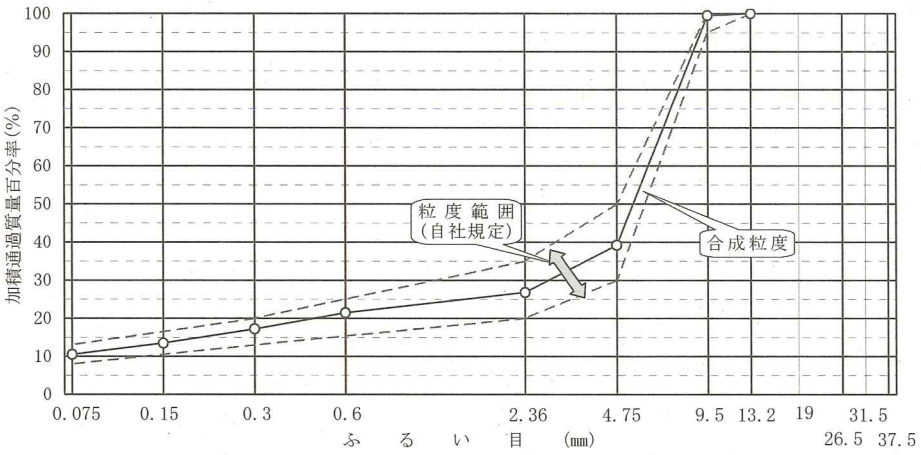


図-6.4.3.3 合成粒度

表-6.4.3.8 マーシャル試験結果

As量 %	密度 g/cm³	理論密度 g/cm³	空隙率 %	飽和度 %	安定度 kN	フロー値 1/100cm	残留安定度 %
6.8	2.344	2.418	3.0	80.6	7.4	30	95.2

2) 硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたSMA混合物の性状確認

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたSMA混合物の最適バインダ量は、改質□型のみで求めた最適アスファルト量6.8%に0.3%を加えた7.1%とする。

上記で決定したアスファルト量で密度試験、ホイールトラッキング試験、および曲げ試験を実施した。試験結果を以下に示す。

a) 密度試験結果

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いた混合物は、時間が経過することにより施工性が低下する。経過時間における締め固め特性を把握するため、混合物を混合後 160℃の乾燥炉に入れ保温養生し、マーシャル供試体を30分おきに120分まで作製して、時間経過によるマーシャル供試体密度の変化を確認した。結果は、混合後2時間程度経過して供試体を作製しても基準密度の97%以上得られることから問題ないと考えられた。

b) ホイールトラッキング試験および曲げ試験結果

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたSMA混合物(10)のホイールトラッキング試験および曲げ試験を実施した。試験は供試体作製後12時間以上室温で養生したものと供試体作製後60℃で7日間養生(最終強度の90%程度得られる状態)したものについて実施した。

表-6.4.3.9にホイールトラッキング試験と曲げ試験の結果を示す。

表-6.4.3.9　ホイールトラッキング試験結果

評価方法	養生時間	60℃5時間	60℃7日間
ホイールトラッキング試験	動的安定度　回/mm	9000	63000
	圧密変形量　mm	1.4	0.43
曲げ試験	曲げ破断強度　MPa	11.3	12.8
	曲げ破断ひずみ　ε	5.3×10^{-3}	5.2×10^{-3}
備考			

3) 硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたSMA混合物（10）の決定配合

表-6.4.3.10に本混合物の配合割合を示す。

表-6.4.3.10　配合割合

材料名	10㎜砕石	砕砂	粗砂	石粉	改質Ⅱ型	エポキシ	植物繊維	合計
骨材割合(%)	77	6	4	13	—	—	—	100
割　合(%)	71.5	5.6	3.7	12.1	5.0	2.1	0.3	100.3
備考　・植物繊維は混合物重量に対して外添加0.3% ・エポキシ樹脂は主剤:硬化剤=10:7の割合								

② 配合設計結果（SMA混合物(5)）

1) 改質アスファルトⅡ型による配合設計

表-6.4.3.11、表-6.4.3.12、図-6.4.3.4にSMA混合物（5）の骨材配合割合と合成粒度、表-6.4.3.13にマーシャル試験結果を示す。

表-6.4.3.11 骨材配合割合

材料名	7号砕石	砕砂	粗砂	石粉	合計
配合割合　%	65	14	8	13	100

備考:植物繊維は混合物重量に対して外添加0.3%

表-6.4.3.12　合成粒度

ふるい目㎜	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
合成粒度%	100	94.5	37.5	24.9	18.6	14.3	10.7
粒度範囲%	100	90～100	30～40	—	—	10～40	8～15

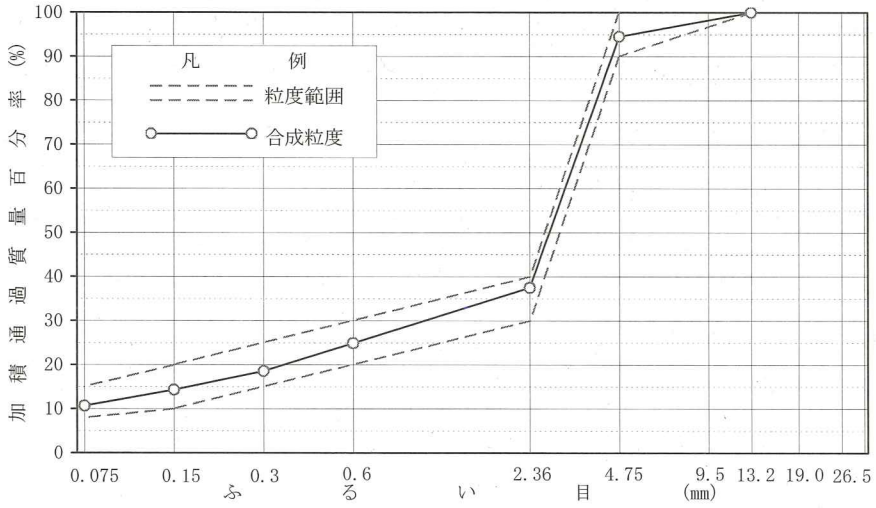


図-6.4.3.4 合成粒度

表-6.4.3.13　マーシャル試験結果

As量 %	密度 g/cm^3	理論密度 g/cm^3	空隙率 %	飽和度 %	安定度 kN	フロー値 1/100cm	残留安定度 %
7.7	2.315	2.391	3.2	84.1	8.7	39	91.1

マーシャル配合設計の結果、空隙率3.0%となるバインダ量は7.7%となり、この量を改質Ⅱ型の最適バインダ量とする。

2) 硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたＳＭＡ（5)の性状試験

最適バインダ量は、改質アスファルト□型のみで求めた最適バインダ量7.7%に0.3%を加えた8.0%とする。上記で決定したアスファルト量で密度試験、ホイールトラッキング試験、および曲げ試験を実施した。

a)密度試験

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたＳＭＡ（5)のマーシャル試験を実施した。

SMA混合物（10）と同様、混合後2時間程度経過しても基準密度の97%が得られることが分かった。

b) ホイールトラッキング試験および曲げ試験結果

硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いたSMA混合物(5)のホイールトラッキング試験および曲げ試験を実施した。試験は供試体作製後12時間以上室温で養生したものと供試体作製後60℃で7日間養生(最終強度の90%程度得られる状態)したものについて実施した。

表-6.4.3.14にホイールトラッキング試験と曲げ試験結果を示す。

表-6.4.3.14　ホイールトラッキング試験および曲げ試験結果

評価方法	養生時間	60℃5 時間	60℃7 日間
ホイールトラッキング試験	動的安定度　回/mm	4500	63000
	圧密変形量　mm	1.68	0.35
曲げ試験	曲げ破断強度　MPa	9.8	13.5
	曲げ破断ひずみ　ε	5.2×10^{-3}	5.6×10^{-3}
備考			

3) 硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いた SMA 混合物（5）の決定配合

表-6.4.3.15 に決定した配合を示す。

表-6.4.3.15　配合割合

材料名	7 号	砕砂	粗砂	石粉	改質Ⅱ型	エポキシ	植物繊維	合計
骨材割合(%)	65	14	8	13	―	―	―	100
割　合(%)	59.8	12.9	7.4	12.0	5.6	2.4	0.3	100.3
備考　・植物繊維は混合物に対して外添加 0.3% ・エポキシは主剤:硬化剤=10:7 の割合								

(5) 施工

① 工程

図-6.4.3.5 に本試験施工の実施フロー、表-6.4.3.16 に実施作業工程を示す。施工は、図-6.4.3.5 の実施フローに従い実施した。舗装仕上がり面は、おおむね良好であり、今回の施工体制で問題ないものと考えられた。

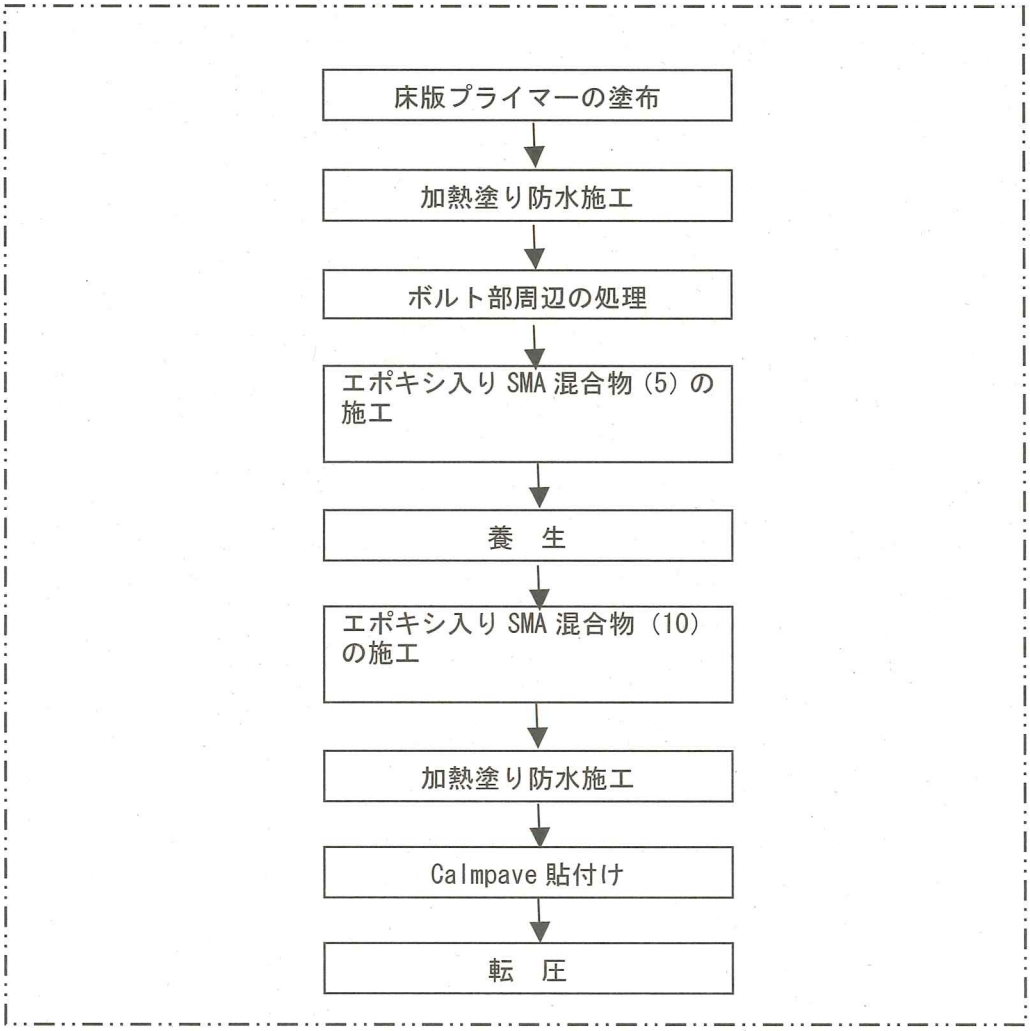


図-6.4.3.5　試験施工フロー

表-6.4.3.16　実施作業工程

工種	8	9	10	11	12	13	14	15
塗膜防水		▬						
基層舗設			▬					
表層舗設				▬				
Calmpave 貼り付け				▬▬				

② 施工状況

1) 床版処理

鋼床版をブラスト処理した後、プライマーを散布し、加熱塗り防水材を塗布した。同様に伸縮装置部にもプライマー、加熱塗り防水材を塗布した。

2) SMA 混合物の施工

SMA 混合物の施工状況を写真-6.4.3.1、写真-6.4.3.2 に示す。ボルト近隣の舗設は、通常のアスファルトフィニッシャで問題なく施工することができた。

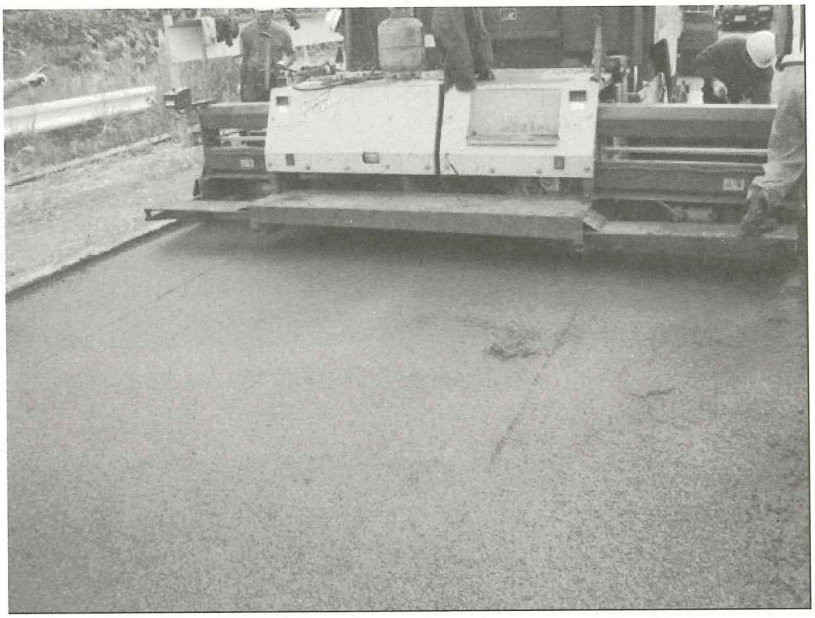


写真-6.4.3.1　SMA(5)の舗設状況



写真-6.4.3.2　SMA(5)の転圧状況

3) SMA 混合物の仕上がり面

写真-6.4.3.3、写真-6.4.3.4 に表基層の転圧後の仕上がり面を示す。

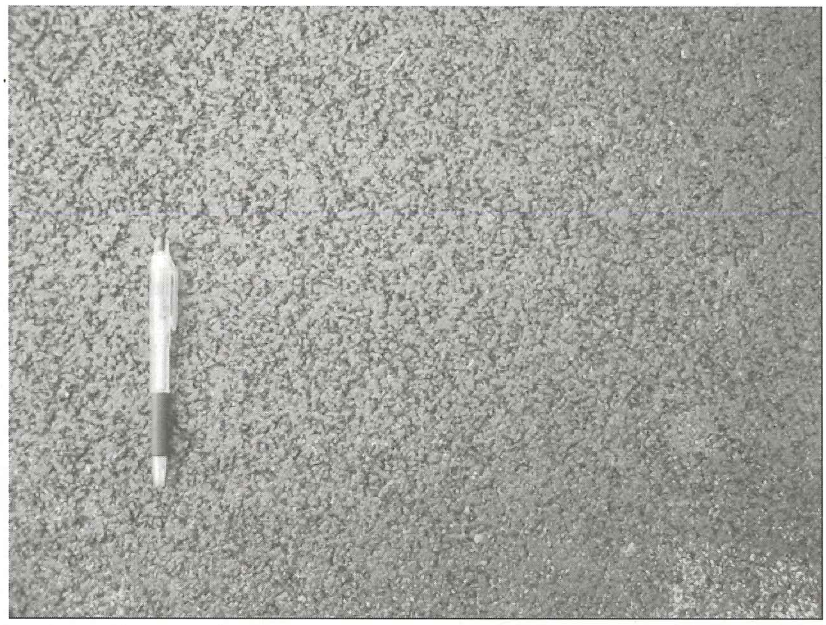


写真-6.4.3.3　SMA(5)

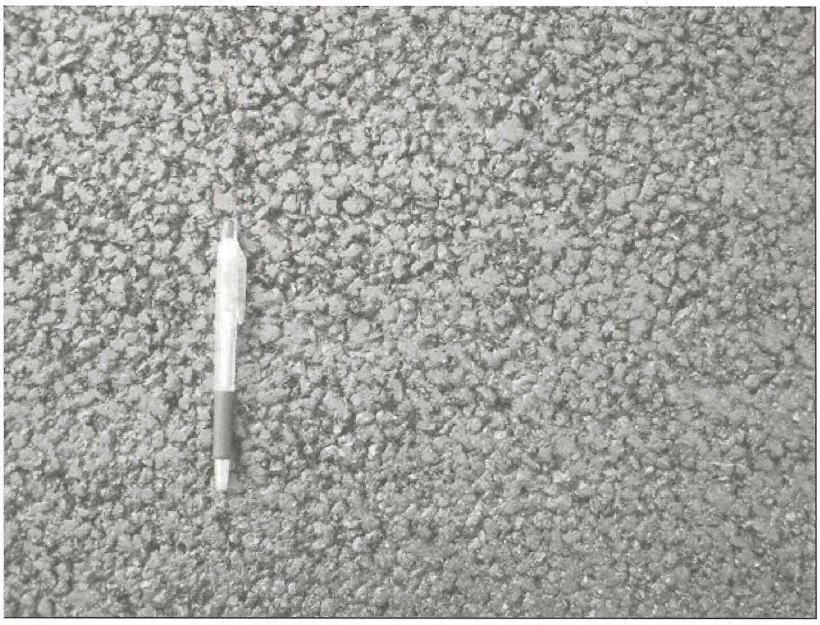


写真-6.4.3.4　SMA(10)

4) CalmPave の舗設

CalmPave 貼り付ける位置の加熱塗り防水の状況を**写真-6.4.3.5～写真-6.4.3.6** に示す。

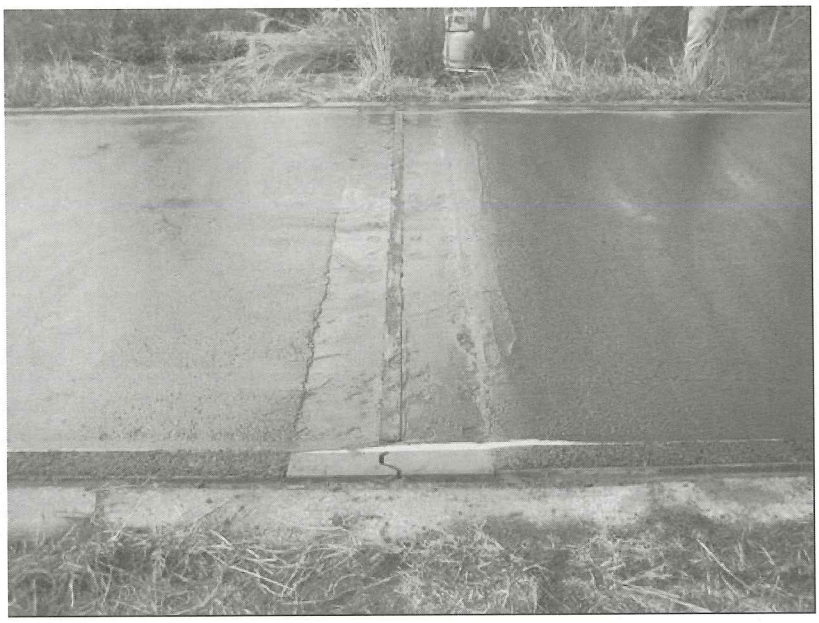


写真-6.4.3.5　伸縮装置部



写真-6.4.3.6　加熱塗り防水の施工状況（表層面）

CalmPaveの貼り付け状況を写真-6.4.3.7～写真-6.4.3.10に示す。



写真-6.4.3.7　CalmPaveの貼付け状況

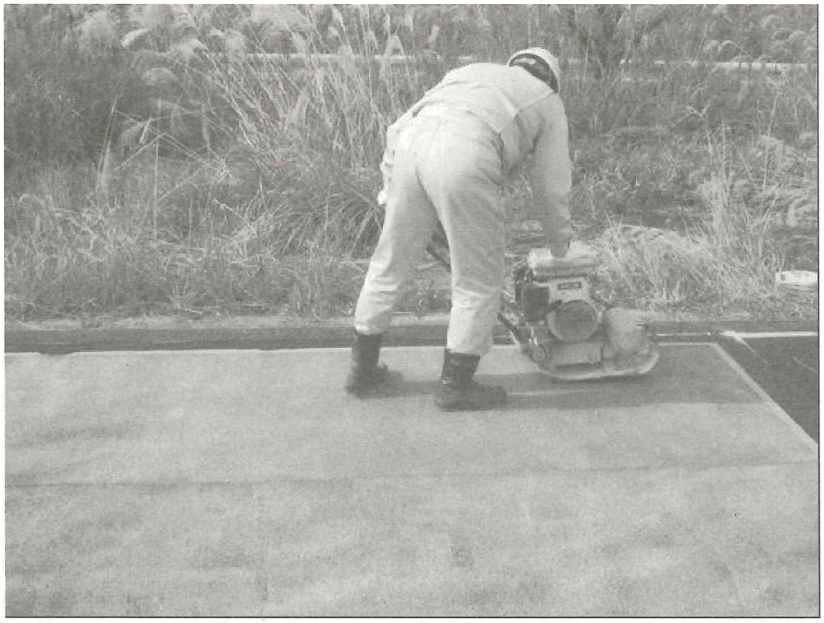


写真-6.4.3.8　CalmPaveの転圧状況

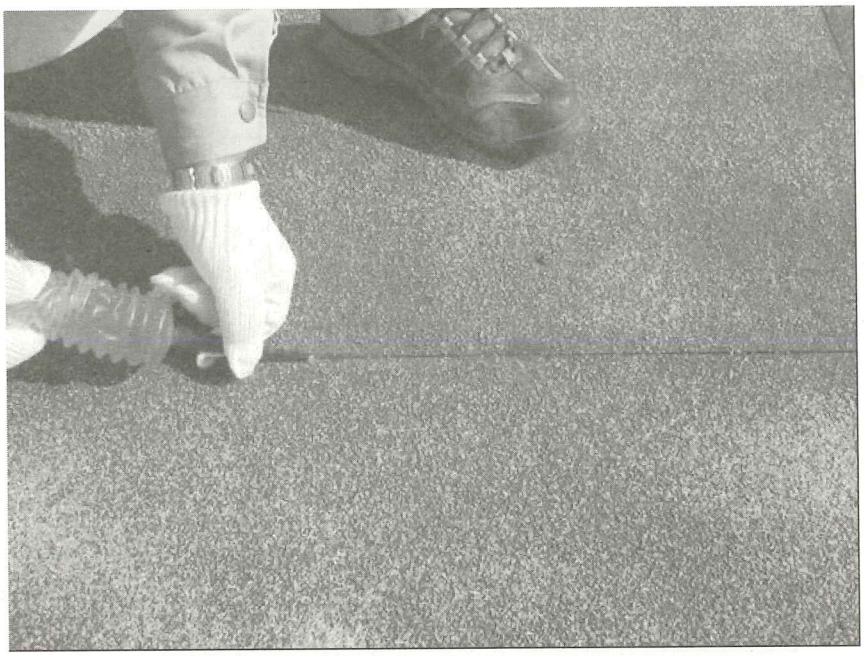


写真-6.4.3.9　目地部の樹脂注入状況



写真-6.4.3.10　CalmPave 貼り付け完了

6.5　試験施工および追跡調査結果

6.5.1　耐久性評価

実道レベルでの施工性と耐久性の評価を行うため、舗装走行実験場で試験施工と促進載荷試験を行った。耐久性の評価は荷重車（総荷重 36t、輪荷重 6t）を 4 台同時に 49kN／輪換算で 10 万輪（B 交通 6.7 年相当）走行させ、わだち掘れ量、平坦性、路面粗さ、すべり抵抗性を調査した。**写真－6.5.1.1** に荷重車の走行状況を示す。



写真－6.5.1.1　荷重車走行状況

6.5.2　工期短縮型舗装Ａ

(1) アスファルト混合物の性状試験結果

試験施工で出荷された表基層用混合物のそれぞれの各種性状試験結果を表-6.5.2.1 に示す。これをみると、基層用の中温化防水性 SMA(13)、表層用の中温化機能性 SMA(13)ともに概ね満足する混合物性状を示す結果となっている。

表-6.5.2.1　表基層用混合物の各種性状試験結果

工種	混合物の種類	試験項目	単位	供試体番号	試験結果	備考
基層	中温化防水性SMA(13)	空隙率	%	1	0.8	・管理マーシャル供試体
				2	1.1	
				3	1.3	
				平均値	1.1	
		マーシャル安定度	kN	1	6.03	
				2	5.91	
				3	5.78	
				平均値	5.91	
		動的安定度	回/mm	1	2,780	・60℃6時間養生
				2	2,250	
				3	2,050	
				平均値	2,360	
		曲げ強度	MPa	1	11.1	−10℃、50mm/分
				2	11.0	
				平均値	11.1	
		曲げ破断ひずみ	($\times 10^{-3}$)	1	5.3	
				2	4.9	
				平均値	5.1	
表層	中温化機能性SMA(13)	空隙率	%	1	1.5	・管理マーシャル供試体
				2	1.6	
				3	1.5	
				平均値	1.5	
		マーシャル安定度	kN	1	5.91	
				2	5.41	
				3	5.66	
				平均値	5.66	
		動的安定度	回/mm	1	3,930	・60℃6時間養生
				2	3,260	
				3	3,120	
				平均値	3,440	
		曲げ強度	MPa	1	11.7	−10℃、50mm/分
				2	11.2	
				平均値	11.5	
		曲げ破断ひずみ	($\times 10^{-3}$)	1	8.3	
				2	7.9	
				平均値	8.1	

(2)　採取コアの性状試験結果

施工後に実施したコアの採取位置と厚さ、締固め度、透水係数の測定結果を合わせて示したものを図-6.5.2.1に、またその調査結果の一覧を表-6.5.2.2に示す。

表-6.5.2.2　採取コアの性状試験結果

工種	混合物の種類	試験項目	単位	供試体番号	試験結果
基層	中温化防水性SMA(13)	厚さ	mm	A(中央)	63
				B(中央)	60
				C(中央)	47
				平均(中央)	57
				D(端部)	64
				E(端部)	58
				F(端部)	59
				平均(端部)	60
		締固め度	%	A(中央)	100.2
				B(中央)	98.8
				C(中央)	99.2
				平均(中央)	99.4
				D(端部)	100.5
				E(端部)	100.2
				F(端部)	100.5
				平均(端部)	100.4
表層	中温化機能性SMA(13)	厚さ	mm	A(中央)	22
				B(中央)	28
				C(中央)	35
				平均(中央)	28
				D(端部)	22
				E(端部)	28
				F(端部)	24
				平均(端部)	25
		締固め度	%	A(中央)	99.3
				B(中央)	98.2
				C(中央)	100.2
				平均(中央)	99.2
				D(端部)	99.2
				E(端部)	98.4
				F(端部)	99.5
				平均(端部)	99.0
表基層一体	中温化機能性SMA(13) & 中温化防水性SMA(13)	透水係数	cm/s	A(中央)	不透水
				B(中央)	不透水
				C(中央)	不透水
				平均(中央)	不透水
				D(端部)	不透水
				E(端部)	不透水
				F(端部)	不透水
				平均(端部)	不透水

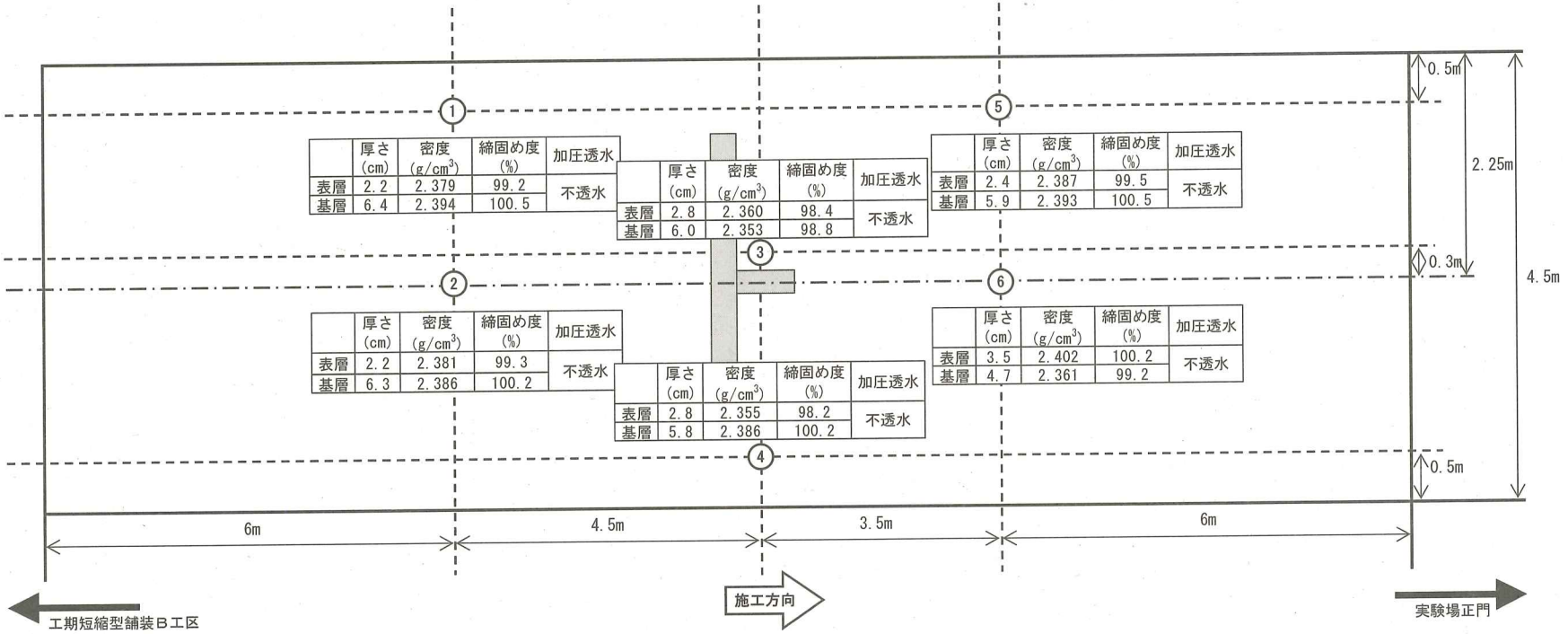


図-6.5.2.1　施工後におけるコアの採取位置と厚さ、締固め度、透水係数の測定結果

これらの結果をみると、以下のようなことが言える。

① 締固め度

基層の中温化防水性 SMA(13)は、中央部で平均 99.4%、端部で平均 100.4%の締め固め度となっている。また、表層の中温化機能性 SMA(13)は、中央部で平均 99.2%、端部で平均 99.0%の締め固め度となっている。これより、両混合物ともに、中央部、端部とも十分な締固めが確保されていると判断できる。

② 舗装体としての防水性

採取した表基層一体で加圧透水試験により測定した透水係数は、中央部、端部ともに 10^{-7} 以下で不透水の結果となっている。したがって、舗装体としての防水性は十分確保されていると判断できる。

③ 施工厚

基層の中温化防水性SMA(13)は、中央部で平均57mm、端部で平均60mmと所定の50mmよりも厚く舗設されている。また、表層の中温化機能性 SMA(13)は、中央部で平均 28mm、端部で平均 25mm とほぼ所定の厚さ 25mm に舗設されている。これより、基層の厚さが所定より少し厚いものの、模擬添接ボルト板の凹凸による表基層一体化施工の影響はほとんどなかったと判断できる。

(3) 路面性状の測定結果

施工後に調査した各種現場試験結果と促進載荷試験開始後の各種路面性状測定結果を**表-6.5.2.3**に示す。また、その測定箇所を**図-6.5.2.2**に示す。

これらをみると、以下のような結果となっている.

① わだち掘れ量は、5t 換算輪数 10 万回の走行載荷により大きく増加しているということはなく、平均で 2mm 程度の増加である。

② 平たん性（σ）は、施工区間が短かったため完成時の値は BWP と IWP の平均で 2.35 程度と大きめの値となっている。ただし、走行載荷を受けても平たん性はほとんど変化していない。

③ 路面粗さは、5t 換算輪数 10 万回載荷後の BWP で値が小さくなっている。しかし、走行部の IWP では、路面粗さは完成時とほとんど変化していない。

④ BPN や DF テスターによる摩擦係数は、完成時で小さい値を示している。ただし、走行載荷後は、BPN は 60 以上、DF テスターによる摩擦係数は 0.5 程度以上の値を示しており、これより概ね良好なすべり抵抗性が得られている。このように走行載荷後にすべり抵抗性が良好な状態にまで増大したのは、完成時にはまだ機能性 SMA(13)の骨材表面にアスファルトがやや多く被覆していたのが、荷重車の走行に伴い余分のアスファルトが適度に除去されたためと推測される。

以上のことから、完成時でのすべり抵抗が小さいのが問題として挙げられるが、その他の路面性状からみると 5t 換算輪数で 10 万回走行載荷後の供用性は概ね良好であったといえる。なお、今後は、表層の中温化機能性 SMA(13)のアスファルト量をやや少なめにするなど配合上の対策を施して、完成時のすべり抵抗を改善していくことが課題として挙げられる。

表-6.5.2.3　路面性状測定結果

調査項目			単位	測定位置	試験結果		
					完成時	5万輪	10万輪
					H16.11.19	H17.1.24	H17.3.24
わだち掘れ量			mm	4m	0.5	1.5	5.0
				8m	2.1	2.0	3.0
				10m	1.3	2.0	3.0
				11m	1.4	2.5	3.0
				16m	1.7	2.5	3.0
				平均値	1.4	2.1	3.4
平たん性	小型プロファイラ		mm	IWP	2.38	2.39	2.24
				BWP	2.31	2.35	1.95
路面粗さ	MTM		mm	IWP	0.63	0.56	0.65
				BWP	0.65	0.68	0.40
すべり抵抗値	BPN(20℃)			No.1	45	63	67
				No.2	50	62	59
				No.3	52	66	59
				平均値	49	64	62
	DFT	40km/h		No.1	0.17	0.60	0.56
				No.2	0.18	0.51	0.62
				No.3	0.23	0.65	0.67
				平均値	0.19	0.59	0.62
		60km/h		No.1	0.17	0.52	0.50
				No.2	0.18	0.45	0.55
				No.3	0.23	0.58	0.59
				平均値	0.19	0.52	0.55
		80km/h		No.1	0.18	0.49	0.46
				No.2	0.19	0.44	0.55
				No.3	0.22	0.55	0.57
				平均値	0.20	0.49	0.53
床版との接着強度			N/mm^2	No.1	0.20注)	—	—
				No.2	0.30注)	—	—
				No.3	0.30注)	—	—
				平均値	0.27注)	—	—

注)治具付近の上層混合物内で破断

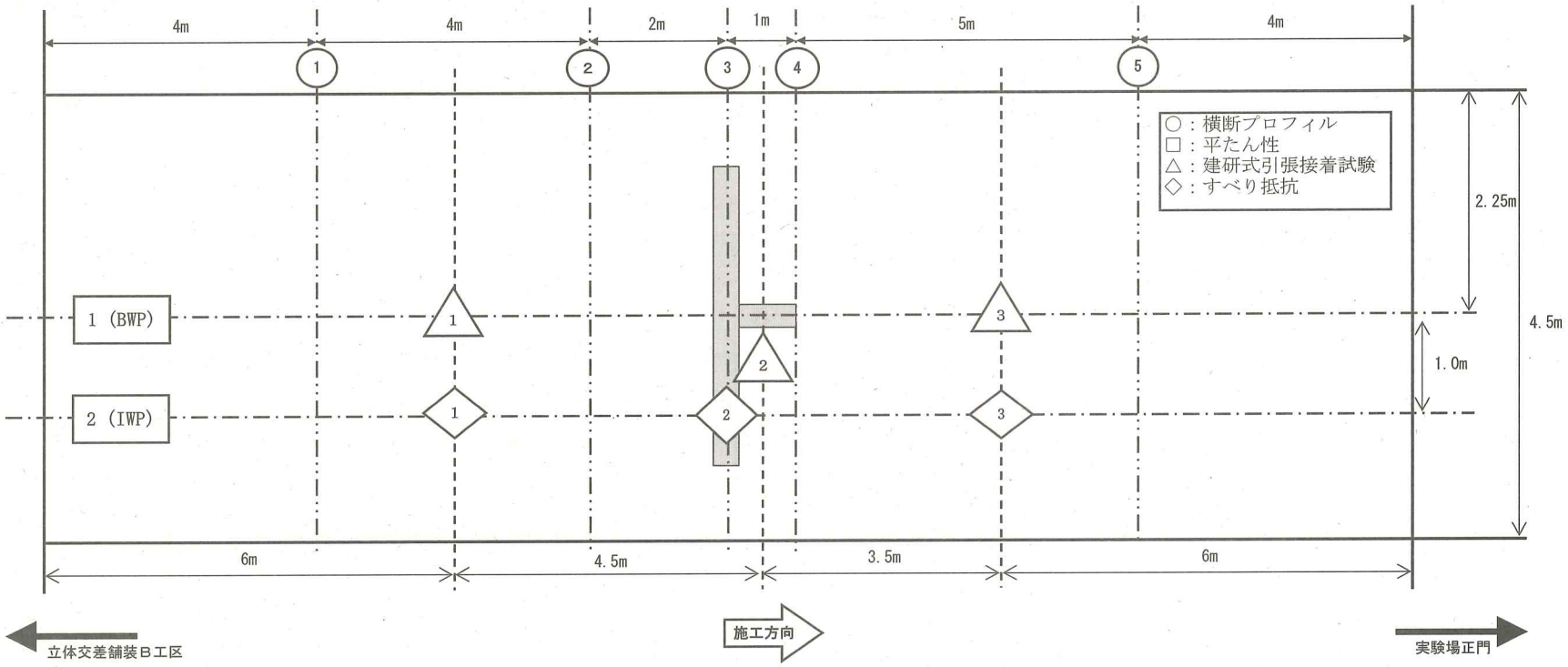


図-6.5.2.2　各種試験の測定位置

6.5.3 工期短縮型舗装Ｂ

(1)アスファルト混合物の性状試験結果

試験施工に使用した基・表層用混合物の性状試験結果を表-6.5.3.1 に示す。

表-6.5.3.1　アスファルト混合物の性状試験結果（工期短縮型舗装Ｂ）

工種	混合物の種類	試験項目	単位	供試体番号	試験結果	備考
基層工	エポキシ細粒5F	空隙率	%	1	2.2	・管理マーシャル供試体 ・安定度は20℃、1日養生の値
				2	2.1	
				3	2.3	
				平均値	2.2	
		マーシャル安定度	kN	1	23.00	
				2	24.74	
				3	25.60	
				平均値	24.45	
		動的安定度	回/mm	1	9,000	・20℃1日、60℃6日養生
				2	12,600	
				3	15,750	
				平均値	12,600	
				1	4,846	・60℃6時間養生
				2	6,300	
				3	6,300	
				平均値	5,727	
		曲げ強度	MPa	1	8.02	
				2	7.95	
				平均値	7.99	
		曲げ破断ひずみ		1	5.48E-03	
				2	5.11E-03	
				平均値	5.29E-03	
表層工	排水性(13)	空隙率	%	1	19.1	・管理マーシャル供試体
				2	19.3	
				3	19.9	
				平均値	19.5	
		マーシャル安定度	kN	1	6.00	
				2	5.08	
				3	5.35	
				平均値	5.48	
		動的安定度	回/mm	1	7,875	
				2	10,500	
				3	9,000	
				平均値	9,000	
		曲げ強度	MPa	1	5.20	
				2	4.68	
				平均値	4.94	
		曲げ破断ひずみ		1	6.17E-03	
				2	6.00E-03	
				平均値	6.09E-03	

性状試験結果から以下のことがいえる。

1) 基層混合物（エポキシ細粒 5F）

動的安定度は供試体作製 6 時間後で十分な値を示し、初期強度の発現性に問題ないことが確認された。また、曲げ破断ひずみも、**表-5.1.2.1** に示した目標値（5×10^{-3}以上、本四公団における硬化性アスファルト混合物の基準値）を満足し、鋼床版舗装として適切なたわみ性を確保できたものと考えられる。

2) 表層混合物（排水性（13））

空隙率、マーシャル安定度は排水性アスコンの一般的な目標値を満足している。また、動的安定度も十分な値を示し、耐流動性についても問題はないものと考えられる。曲げ破断ひずみについても、**表-5.1.2.1** に示した目標値（6×10^{-3}以上、本四公団における改質密粒度アスコンの基準値）を満足する結果となった。

今回使用した排水性アスコンは、プラントが通常の排水性舗装用に出荷している配合をそのまま適用しているが、鋼床版舗装の表層混合物として十分な性能を有しているといえる。

(2) 採取コアの性状試験結果

コアの採取位置、および路面性状等の測定位置を**図-6.5.3.1** に示す。

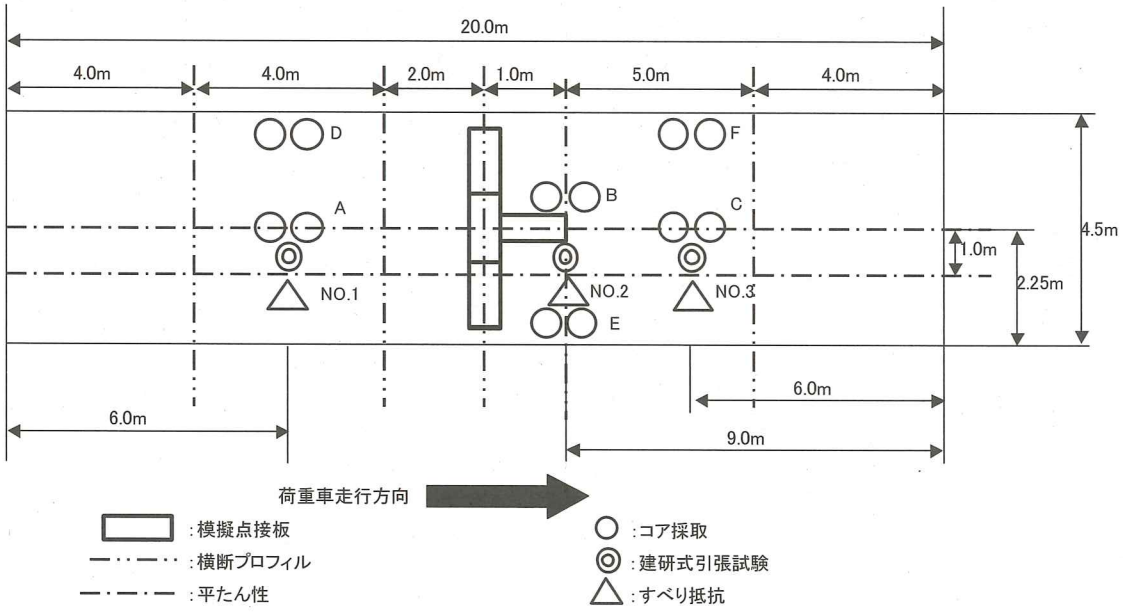


図-6.5.3.1　コア採取位置、および路面性状等測定位置図（工期短縮型舗装Ｂ）

コアの性状試験結果を**表-6.5.3.2** に示す。

表-6.5.3.2　採取コアの性状試験結果（工期短縮型舗装Ｂ）

工種	混合物の種類	試験項目	単位	供試体番号	試験結果
基層工	エポキシ細粒5F	厚さ	mm	A(中央)	48.3
				B(中央)	44.0
				C(中央)	42.4
				平均(中央)	44.9
				D(端部)	42.2
				E(端部)	38.8
				F(端部)	47.0
				平均(端部)	42.7
		締固め度	%	A(中央)	96.4
				B(中央)	96.4
				C(中央)	96.5
				平均(中央)	96.4
				D(端部)	95.1
				E(端部)	96.0
				F(端部)	94.5
				平均(端部)	95.2
		透水係数	cm/s	A(中央)	1.35E-07
				B(中央)	1.80E-07
				C(中央)	1.23E-07
				平均(中央)	1.46E-07
				D(端部)	2.17E-06
				E(端部)	1.23E-06
				F(端部)	3.54E-06
				平均(端部)	2.31E-06
表層工	排水性(13)	厚さ	mm	A(中央)	34.8
				B(中央)	35.0
				C(中央)	33.6
				平均(中央)	34.5
				D(端部)	34.5
				E(端部)	34.8
				F(端部)	35.6
				平均(端部)	35.0
		締固め度	%	A(中央)	96.8
				B(中央)	97.4
				C(中央)	96.9
				平均(中央)	97.0
				D(端部)	96.3
				E(端部)	96.1
				F(端部)	95.7
				平均(端部)	96.1

性状試験結果から以下のことがいえる。

1) 基層混合物（エポキシ細粒 5F）

締固め度は全般的にやや低く、舗装中央部では一般的な基準値（96%以上）を満足しているが、舗装端部では基準値を満足しなかった。これにより、透水係数は**表-5.1.2.1** に示した目標値（1×10^{-7}以下）を満足しない結果となった。

締固め度が不足したのは、**6.4.2 章**でも述べたとおり、ローラの移動距離を確保するために転圧開始が遅れたことが原因と考えられるので、実際の交差点立体化工事においては今回よりも締固め度は高くなるものと思われる。

2) 表層混合物（排水性（13））

基層と同様に、締固め度はやや低いものの一般的な基準値（96%以上）は満足する結果となった。やはり基層の場合と同様に、中央部と端部では締固め度に差が見られる。

(3) 路面性状の測定結果

施工直後、および追跡調査時の路面性状測定結果を表-6.5.3.3に示す。

表-6.5.3.3　路面性状測定結果（工期短縮型舗装Ｂ）

調査項目			単位	測定位置	試験結果		
					完成時	5万輪	10万輪
					H16.11.19	H17.1.24	H17.3.24
わだち掘れ量			mm	4m	0.0	1.0	2.0
				8m	0.0	0.0	2.0
				10m※	0.0	0.5	2.0
				11m	0.0	1.0	2.0
				16m	0.0	1.0	2.0
				平均値	0.0	0.7	2.0
平たん性	小型プロファイラ		mm	IWP	2.23	1.97	2.11
				BWP	1.55	1.32	1.37
路面粗さ	MTM		mm	IWP	0.77	0.85	0.83
				BWP	0.78	0.86	0.85
すべり抵抗値	BPN			No.1	60	78	75
				No.2	67	77	72
				No.3	62	77	75
				平均値	63	77	74
	DFT	40km/h		No.1	0.35	0.69	0.66
				No.2	0.31	0.69	0.65
				No.3	0.32	0.70	0.67
				平均値	0.33	0.69	0.66
		60km/h		No.1	0.32	0.62	0.61
				No.2	0.29	0.62	0.58
				No.3	0.30	0.61	0.61
				平均値	0.30	0.62	0.60
		80km/h		No.1	0.37	0.57	0.60
				No.2	0.34	0.58	0.55
				No.3	0.34	0.58	0.58
				平均値	0.35	0.58	0.58
床版との接着強度			MPa	No.1	0.70	基・表層界面で破壊	
				No.2	－	治具接着面が離脱	
				No.3	1.10	基・表層界面で破壊	
				平均値	0.90	－	

※：模擬添接ボルト板設置箇所

この結果から以下のことがいえる。

1) わだち掘れ量

5t 換算輪数 10 万回の走行載荷後でもわだち掘れ量は 2mm に止まっており、大きな増加は見られない。また、模擬添接ボルト板設置個所でも、特に異なった変化は見られない。

2) 平たん性

施工延長が短いので、IWP・BWP 共に数値はやや大きい。荷重車の走行によって数値には変化が見られるが、これは測定延長が短いために誤差が生じやすかったことが原因と考えられる。

3) 路面粗さ

IWP・BWP 共に、5t 換算輪数 5 万回の走行時点で値がやや大きくなっているが、5 万回から 10 万回までの間では大きな変化はない。

4) すべり抵抗値

BPN・DFT 共に完成時の数値は小さいが、荷重車の走行によって数値は大きくなり、5 万回の走行載荷以降は良好なすべり抵抗値が得られている。完成時のすべり抵抗値が小さいのは、アスファルトの被膜（油分）が表面に多く残留していたこと、高粘度改質アスファルトを使用しているので特にその傾向が強く現れたこと、等が原因として考えられる。

6.5.4 工期短縮型舗装C

(1)アスファルト混合物の性状試験結果

表-6.5.4.1に試験施工に使用した材料の性状試験の結果を示す。

表-6.5.4.1　アスファルト混合物の性状試験結果

工種	混合物	試験項目	単位	供試体番号	試験結果	備考
基層	SMA混合物(5)	空隙率	%	1	2.0	・管理マーシャル供試体 ・安定度は20℃、1日養生の値
				2	1.9	
				3	2.0	
				平均値	2.0	
		マーシャル安定度	kN	1	54.0	
				2	56.0	
				3	54.3	
				平均値	54.8	
		動的安定度	回/mm	1	15,750	・20℃6時間養生（20℃試験）
				2	12,600	
				3	15,750	
				平均値	15,750	
				1	7,000	・7日養生（60℃試験）
				2	9,000	
				3	9,000	
				平均値	7,875	
		曲げ強度	MPa	1	12.0	
				2	11.9	
				平均値	12.0	
		曲げ破断ひずみ		1	5.18E-03	
				2	5.02E-03	
				平均値	5.10E-03	
表層	SMA混合物(10)	空隙率	%	1	3.4	・管理マーシャル供試体
				2	3.9	
				3	4.6	
				平均値	3.9	
		マーシャル安定度	kN	1	35.4	
				2	38.7	
				3	37.3	
				平均値	37.1	
		動的安定度	回/mm	1	31,500	・20℃6時間養生（20℃試験）
				2	15,750	
				3	15,750	
				平均値	21,000	
				1	21,000	・7日養生（60℃試験）
				2	15,750	
				3	12,600	
				平均値	15,750	
		曲げ強度	MPa	1	15.7	
				2	16.1	
				平均値	15.9	
		曲げ破断ひずみ		1	5.19E-03	
				2	5.00E-03	
				平均値	5.10E-03	

表-6.5.4.1からCalmPaveの母体となる表、基層のSMA混合物の動的安定度(≧3000回／㎜)、曲げ破断ひずみ(≧10^{-3})が、当初の目標値を満足していることが分かる。

(2) 採取コアの性状試験結果

採取コアおよび追跡調査の試験項目を図-6.5.4.1、表-6.5.4.2に示す。
各測定は、促進載荷試験の荷重車5万輪、10万輪走行後に行った。

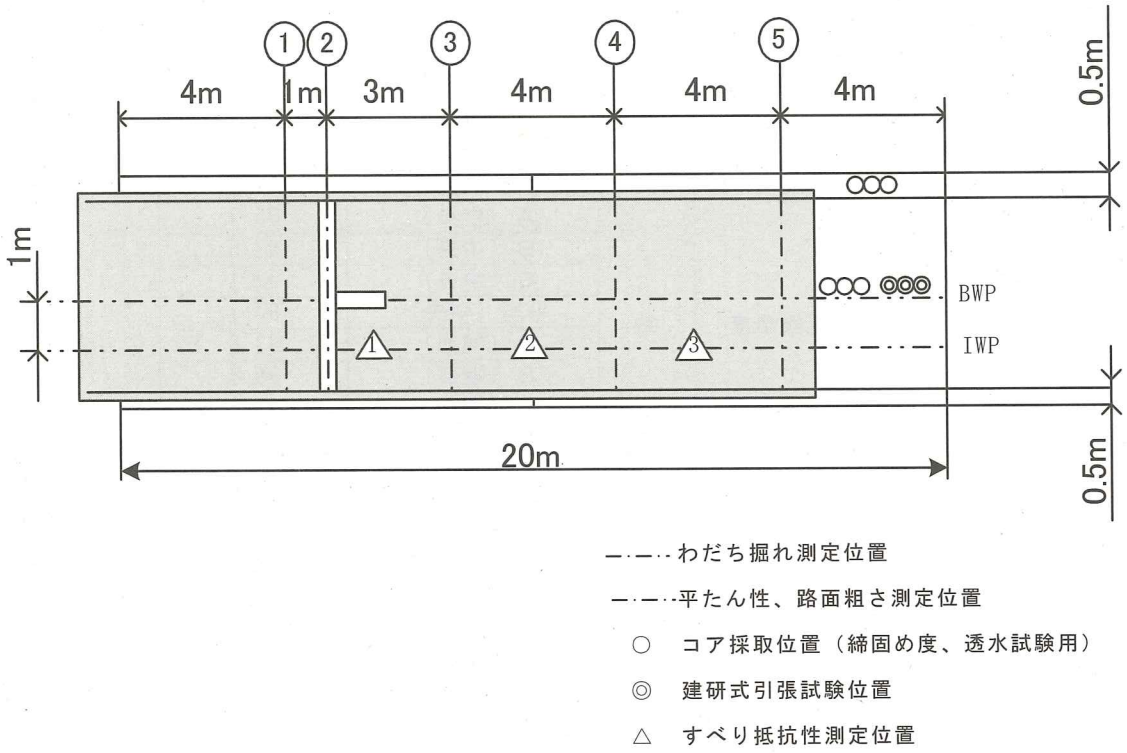


図-6.5.4.1 コア採取位置、および路面性状等測定位置

表-6.5.4.2 施工直後の確認試験

項　　目	試験内容
わだち掘れ量	横断プロフィル、DAM
平たん性	DAM
路面粗さ	MTM
すべり抵抗性	DFテスタ、ポータブルスキッドレジスタンス
タイヤ/路面騒音	騒音測定車
振動抑制効果	振動測定器

表-6.5.4.3 に施工後に採取したコアの性状試験結果を示す。

表-6.5.4.3　採取コアによる性状試験結果

工種	混合物	試験項目	単位	供試体番号	試験結果	備考
基層	SMA 混合物 (5)	厚さ	mm	A（中央）	34.8	
				B（中央）	35.4	
				C（中央）	35.9	
				平均（中央）	35.4	
				D（端部）	36.4	
				E（端部）	37.2	
				F（端部）	35.5	
				平均（端部）	36.4	
		締固め度	%	A（中央）	96.7	
				B（中央）	97.5	
				C（中央）	97.1	
				平均（中央）	97.1	
				D（端部）	97.0	
				E（端部）	96.8	
				F（端部）	97.6	
				平均（端部）	97.1	
表層	SMA 混合物 (10)	厚さ	mm	A（中央）	42.1	
				B（中央）	40.8	
				C（中央）	41.1	
				平均（中央）	41.3	
				D（端部）	40.8	
				E（端部）	41.1	
				F（端部）	40.6	
				平均（端部）	40.8	
		締固め度	%	A（中央）	97.8	
				B（中央）	98.3	
				C（中央）	98.5	
				平均（中央）	98.2	
				D（端部）	98.1	
				E（端部）	97.3	
				F（端部）	97.2	
				平均（端部）	97.5	
表層、基層	SMA(5)＋SMA(10)	透水係数	cm/s	A（中央）	3.23E+07	
				B（中央）	2.14E+07	
				C（中央）	2.08E+07	
				平均（中央）	2.48E+07	
				D（端部）	4.03E+07	
				E（端部）	3.53E+07	
				F（端部）	2.98E+07	
				平均（端部）	3.51E+07	

表-6.5.4.3 から表、基層の SMA 混合物の厚さは確保されていることが分かる。しかしながら、締固め度が 96～97%とやや低めであり、この影響で透水係数も 10^{-6}～10^{-7} cm/s と 10^{-7} cm/s 以下を確保することができなかった。これは、敷均し時に手間取り混合物温度が若干低くなったことが原因と考えられる。

(3) 路面性状の測定結果

促進載荷試験後の路面性状測定結果を表-6.5.4.4に示す。

表-6.5.4.4 路面性状測定結果

調査項目			単位	測定位置	試験結果		
					完成時	5万輪	10万輪
					H16.11.19	H17.1.24	H17.3.24
わだち掘れ量			mm	4m	1.5	2.0	2.0
				8m	2.0	2.5	2.0
				10m	3.0	3.0	3.0
				11m	1.5	3.0	3.0
				16m	1.5	2.5	2.0
				平均値	1.9	2.6	2.4
平たん性	小型プロファイラ		mm	OWP	2.49	3.11	3.27
				BWP	2.40	2.88	2.82
路面粗さ	MTM		mm	OWP	0.55	0.36	0.38
				BWP	0.53	0.40	0.45
すべり抵抗値	BPN			No.1	71.00	80.00	79.00
				No.2	75.00	86.00	82.00
				No.3	76.00	84.00	80.00
				平均値	74.00	83.33	80.33
	DFT	40km/h		No.1	0.76	0.82	0.65
				No.2	0.72	0.75	0.71
				No.3	0.66	0.63	0.60
				平均値	0.71	0.73	0.65
		60km/h		No.1	0.78	0.80	0.67
				No.2	0.74	0.74	0.70
				No.3	0.69	0.63	0.58
				平均値	0.74	0.72	0.65
		80km/h		No.1	0.70	0.71	0.65
				No.2	0.69	0.66	0.68
				No.3	0.66	0.61	0.58
				平均値	0.68	0.66	0.64
床版との接着強度			N/mm^2	No.1	1.55	接着面一部合材	
				No.2	1.18	合材ではがれ	
				No.3	0.60	―	
				平均値	1.11	―	

表-6.5.4.4から荷重車走行回数10万回でも、路面性状に大きな変化もないことから良好な状態を維持していると考えられる。

6.6 試験施工のまとめ

6.6.1 工期短縮型舗装A

試験施工では、基層に厚さ 50mm の中温化防水性 SMA(13)、表層に厚さ 25mm の中温化機能性 SMA(13)とする舗装構成のものを、2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャ（以下、AF）により敷均し、タンデムローラを用いて無振で転圧し施工した。本試験施工より以下のことが確認できた。

(1) 施工された混合物の品質

基層用の中温化防水性 SMA(13)と表層用の中温化機能性 SMA(13)は、マーシャル安定度、動的安定度、曲げ強度、曲げ破断ひずみのどの性状も概ね満足する値を示していた。これより、施工した混合物は所定の品質どおりのものであった。

(2) 施工で得られた品質と出来型

基層用の中温化防水性 SMA(13)と表層用の中温化機能性 SMA(13)は、中央部および舗装端部のどちらにおいても十分な締固めが得られていた。また、採取した表基層一体でのコアによる加圧透水試験結果では、中央部および舗装端部のどちらにおいても 10^{-7} 以下の透水係数が得られ、舗装体として十分な防水性が確保されていた。

施工厚に関しては、基層は所定厚の 50mm より少し厚かったものの、表層はほぼ所定厚の 25mm となっていた。また、施工完成時の平たん性（σ）は、施工区間が 20m と短かったことによる影響もあり 2.35 程度と大きめの値を示していたが、基準値の 2.4 を大幅に越える値ではなかった。これらより、本施工では模擬添接ボルト板の凹凸による影響はほとんどみられない結果であった。

(3) 供用性

5t 換算輪数で 10 万回載荷後の供用性は、わだち掘れ、平たん性、すべり抵抗性、路面粗さなどからみて概ね良好であった。ただし、施工完成時のすべり抵抗は小さかった．これは、施工完成時には表層の中温化機能性 SMA(13)の骨材表面にまだアスファルトが多めに被覆していたことが原因と考えられ、今後はアスファルト量をやや少な目にするなど配合に関して検討する余地が残された。

(4) 本工法の適用性

上述したように本試験施工より確認された品質（締固め性、防水性）や出来型（厚さ、平たん性）、載荷試験後の供用性などからみて、試験施工で行った舗装構成や施工方法（とりわけ転圧方法）は概ね妥当であったといえる。したがって、基層に中温化防水性 SMA(13)、表層に中温化機能性 SMA(13)を設けて、これらを 2 層同時型 AF により一層で同時施工する本工法は、立体交差舗装として十分適用可能であることが確認できた。今後は、③で述べたように、表層用の中温化機能性 SMA(13)のアスファルト量の選定方法や、工期短縮効果と実路での供用性の検証を行っていくことが必要であると考える。

6.6.2 工期短縮型舗装B

(1) 施工された混合物の品質

基層に用いたエポキシ細粒 5F、表層に用いた排水性（13）共に、混合物性状は全て目標値を満足する結果となった。

(2) 施工で得られた品質と出来形

基層・表層共に、施工面の仕上がり状況は概ね良好であった。基層工において懸念されていた模擬添接ボルト板部分の施工性も良好で、特に不具合等は見られなかった。

施工延長が短かったこともあり、平たん性はあまり良い数値とはならなかったが、これは通常の施工規模ならば解決できる問題だと思われる。

締固め度については、全般的にやや低く、さらに舗装中央部に比べて端部がやや低い結果となった。これは基層・表層共に見られた傾向であり、特に基層では端部の締固め度が基準値（96%以上）を下回る結果となった。これはローラの移動距離を確保するために転圧開始が遅れたことが原因と考えられ、実際の舗装工事ならば締固め度の向上は十分期待できる。ただし、端部の転圧方法については検討が必要である。

(3) 供用性

5t 換算輪数 10 万回の走行載荷後の調査結果によれば、わだち掘れ量も少なく、平たん性の数値も大きな変化はない。目視観察しても、骨材の飛散などは見られず、良好な路面性状が維持されているといえる。

すべり抵抗値は完成時の数値は小さかったものの、荷重車の走行によって数値は大きくなり、追跡調査時には良好な値となった。完成時のすべり抵抗値が小さいのは、アスファルトの被膜（油分）が表面に多く残留していたことが原因として考えられる。

(4) 本工法の適用性

これまでの調査結果によれば、本工法は工期短縮型舗装として十分に適用が可能であると考えられる。ただし、本試験施工においては、端部の締固め度が中央部に比べてやや低い傾向が基層・表層両方で見られたので、実施工に適用する際には転圧方法についてさらなる検討が必要であると思われる。

6.6.3　工期短縮型舗装C

本試験施工で、鋼床版に施工した基層 SMA(5)、表層 SMA(13)、CalmPave について確認できた事項を以下に示す。

(1) 施工された混合物の性質

表基層 SMA は、マーシャル試験、動的安定度、曲げ破断ひずみは目標をクリアしていた。CalmPave のすべり抵抗 μ は最小でも 0.66 以上あった。以上の結果から、表基層ＳＭＡ、CalmPave ともに所定の品質であった。

(2) 施工で得られた品質と出来型

表基層ＳＭＡは、温度低下による締固め度が低くなったことから透水係数が若干高くなってしまったが、引き抜き試験は平均 11N/㎟以上と十分な値であった。すべり抵抗 μ は 10 万輪で 0.64 以上あり基準値の 0.4 以上であった。

供試体の厚さは、ほぼ設計厚どおりであった。平坦性 σ は 2.45 で 2.4 以上であったが、この σ2.45 は CalmPave 表面の値であり、車両が走行すると CalmPave は圧縮されるため実際の平坦性とは若干異なっているものと考えられる。

(3) 耐久性

わだち掘れは 10 万輪でも 0 万輪と比較して殆ど変化がなかった。平坦性 σ は、5 万輪で 0 万輪より大きくなったが 10 万輪は 5 万輪とあまり変化がなかった。ＭＴＭは走行輪数に比例して小さくなっている。10 万輪のすべり抵抗の低下は、0 万輪との差が各速度で 0.1 以下に収まっていた。

(4) 本工法の適用性

以上の結果から、本工法が工期短縮型の鋼床版の舗装として 10 万輪における十分な性能と耐久性があることが分かった。今後は、実路における耐久性の検証、一般工事への適用性について検討が必要であると考えられる。

7．ライフサイクルコストの評価

7.1　LCC 計算手法

7.1.1　標準的な工事の設定

開発した各工法と比較のための従来工法の新設及び修繕工事のライフサイクルコスト（以下、LCC という）を算出するため、交差点立体化工事に関する現状調査で調査した橋梁の工程分析結果からコンクリート橋及び鋼橋の標準的な工事を以下のように設定した。

1) 橋梁条件

・幅員（W）＝8.25（片側２車線）×２（上下線）

・橋長（L）＝300m

・舗装厚：8cm

2) 従来工法の条件

①鋼床版：グース（下層）＋密粒度アスコン（上層）

②コンクリート床版：粗粒アスコン（下層）＋密粒アスコン（上層）＋防水材（シート系）

3) 従来工法の修繕工事の工法

① 鋼床版及びコンクリート床版

- 打換え：１回／18 年の防水層までの打換え
- 修　繕：１回／5 年の切削オーバレイ

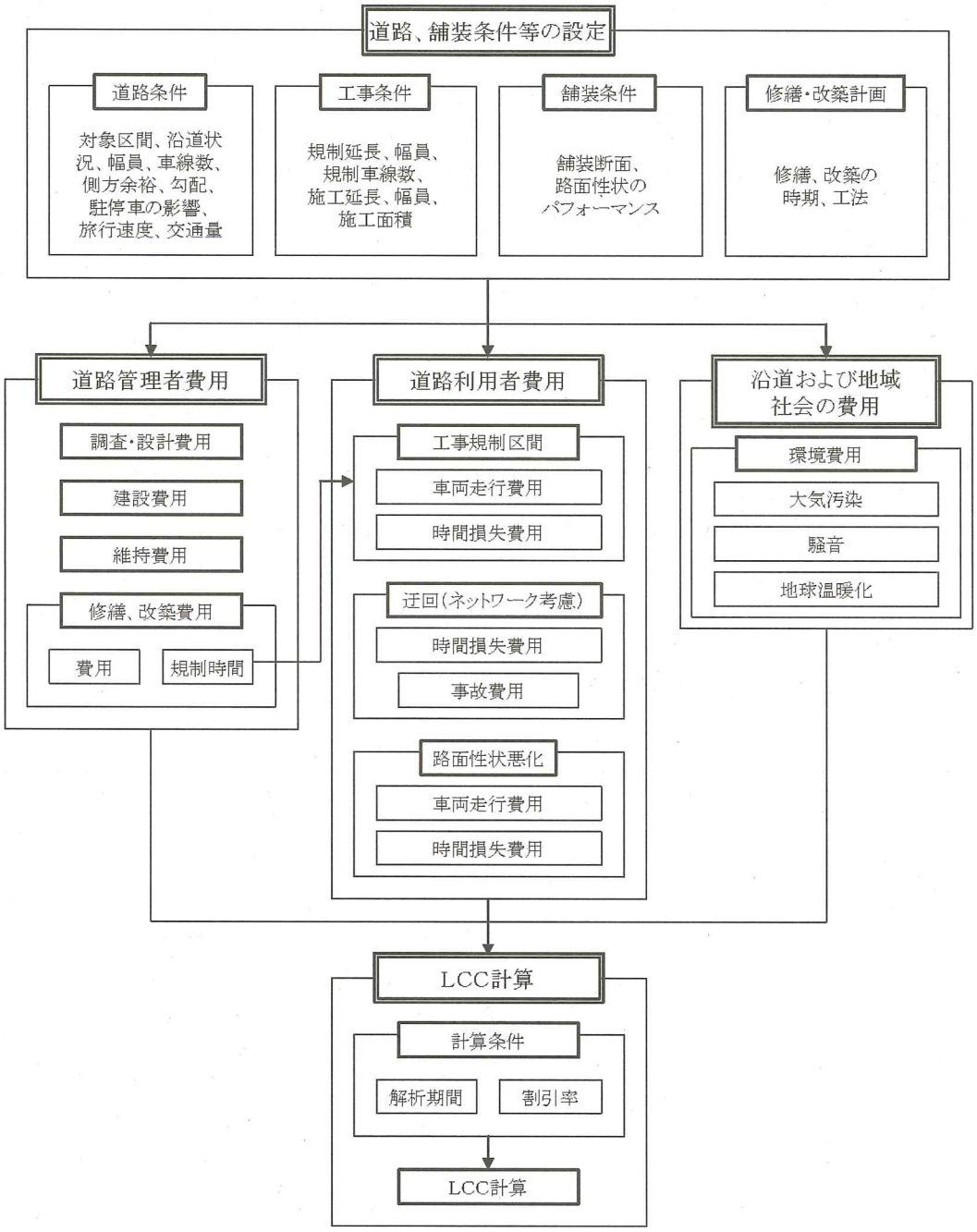
7.1.2　LCC の算出方法

LCC は以下に示す①道路管理者費用、②道路利用者費用、③沿道及び地域社会費用について、図-7.1.2.1 に示すフローに従い算出を行った。詳細な算出項目は図-7.1.2.1 に示す項目について行った。計算年数は，20 年とした．

① 道路管理者費用：調査設計費、建設費、維持修繕費、打換え費

② 道路利用者費用：工事規制、路面性状悪化に伴う車両走行費、工事規制に伴う時間損出費

③ 沿道及び地域社会費用：騒音費（密粒舗装に対する増減値）



図－7.1.2.1　LCC 算出項目

7.1.3　従来工法及び工期短縮型舗装の設定条件

計算に用いた従来工法及び工期短縮型舗装のＬＣＣ計算を行うにあたり、各工法について設定した項目及び条件を表－7.1.3.1～7.1.3.3 に示す。

表－7.1.3.1　LCCの計算に用いた従来工法及び工期短縮型舗装の項目と条件（その１）

工法				従来工法						工期短縮型舗装A						備考
工種				新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		
規格			単位	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	
道路管理者費用	調査・設計費用（舗装設計）		km	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		
	建設費用	（施工面積） （基層） （防水工）	㎡	4,950.0 密粒アス シート防水	グースアス 塗布	4,950.0		4,950.0		4,950.0 SMA 無し		4,950.0		4,950.0		
	維持費用		MCI	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	
	維持・改築費用		工種	－		切O.L 表・基層	切O.L 表・基層	打換え	打換え	－		切O.L 表層	切O.L 表層	打換え	打換え	
			年	－		5年 (3回)	5年 (3回)	18年 (1回)	18年 (1回)	－		12年 (1回)	12年 (1回)	36年 (0回)	36年 (0回)	( )内はLCC/20年の回数
道路利用者費用	車両走行費用	工事規制区間（需要交通量）	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
		路面性状悪化（走行速度）	km/h	－		40.0		40.0		－		40.0		40.0		
	時間損出費用	工事規制（需要交通量）	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
沿道及び地域社会費用	騒音費用（密粒舗装に対する増減値）		dB	－		0.0		0.0		－		−2.0		−2.0		

表－7.1.3.2　LCCの計算に用いた従来工法及び工期短縮型舗装の項目と条件（その２）

工法				工期短縮型舗装B						工期短縮型舗装C-1						備考
工種				新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		
規格			単位	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	
道路管理者費用	調査・設計費用（舗装設計）		km	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		
	建設費用	（施工面積） （基層） （防水工）	㎡	4,950.0 エポアス 塗布		4,950.0		4,950.0		4,950.0 SMA 塗布		4,950.0		4,950.0		
	維持費用		㎡	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	
	維持・改築費用		工種	－		切O.L 表層	切O.L 表層	打換え	打換え	－		切O.L 表層	切O.L 表層	打換え	打換え	
			年	－		7年 (2回)	7年 (2回)	20年 (0回)	20年 (0回)	－		5年 (3回)	5年 (3回)	20年 (0回)	20年 (0回)	( )内はLCC/20年の回数
道路利用者費用	車両走行費用	工事規制区間（需要交通量）	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
		路面性状悪化（走行速度）	km/h	－		40.0		40.0		－		40.0		40.0		
	時間損出費用	工事規制	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
沿道及び地域社会費用	騒音費用（密粒舗装に対する増減値）		dB	－		−2.45		−2.45		－		−8.7		−8.7		

表－7.1.3.3　LCC の計算に用いた従来工法及び工期短縮型舗装の項目と条件
（その３）

工法				工期短縮型舗装C-2						工期短縮型舗装C-3						備考
工種				新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		新設工事		修繕工事 オーバーレイ		修繕工事 舗装打換		
規格			単位	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	CO床版	鋼床版	
道路管理者費用	調査・設計費用（舗装設計）		km	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		0.6		
	建設費用	（施工面積）	㎡	4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0		
		（基層）		SMA						SMA						
		（防水工）		塗布						塗布						
	維持費用		㎡	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	－		D交通 切O.L	D交通 切O.L	D交通 打換え	D交通 打換え	
	維持・改築費用		工種	－		切O.L 表層1cm	切O.L 表層1cm	打換え	打換え	－		切O.L 表層	切O.L 表層	打換え	打換え	
			年	－		5年 (3回)	5年 (3回)	20年 (0回)	20年 (0回)	－		5年 (3回)	5年 (3回)	20年 (0回)	20年 (0回)	（）内はLCC/20年の回数
道路利用者費用	車両走行費用	工事規制区間（需要交通量）	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
		路面性状悪化（走行速度）	km/h	－		40.0		40.0		－		40.0		40.0		
	時間損出費用	工事規制	24h	－		25,000.0		25,000.0		－		25,000.0		25,000.0		
沿道及び地域社会費用	騒音費用（密粒舗装に対する増減値）		dB	－		-8.7		-8.7		－		-8.7		-8.7		

7.2　計算結果

各工期短縮型舗装の施工日数と LCC の計算結果と従来工法に対する削減率を**表－7.2.1** に示す。この結果、コンクリート床版及び鋼床版の施工日数は、各工法とも従来工法より３割～９割程度短くなっており、特に工期短縮型舗装Ａ（工法 A）は上下層２層同時施工のため大幅に工期短縮が図られている。また、鋼床版は５工法とも基層にグースを使わないため大幅な工期短縮になっている。LCC の結果、建設費は従来工法に比べ工法Ａだけが２層同時施工のため削減されているが、工期短縮型舗装Ｂ（工法Ｂ）と工期短縮型舗装Ｃ（工法Ｃ－１～Ｃ－３）は耐久性の良い材料にしているため逆に高くなっている。しかし、維持費と改築費及び道路利用者費用は５工法とも耐久性の良い材料にしているため修繕までの期間が長くできたため工事回数が減り大幅に削減されている。また、５工法とも、表層に騒音低減効果の高い材料を使用したため騒音費用の外部コストが大幅に削減されている。これらの結果、LCC の合計は５工法とも従来工法より削減効果がある結果となった。特に工法Ａは大幅な削減効果がある結果となった。

表－7.2.1　各工法の施工日数と LCC の計算

工法			従来工法		工期短縮舗装									
床版形式			コンクリート床版	鋼床版	コンクリート床版					鋼床版				
項目		単位			工法A	工法B	工法C－1	工法C－2	工法C－3	工法A	工法B	工法C－1	工法C－2	工法C－3
施工日数	防水材(接着層)	日	1.6	2.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
（日／1000㎡）	基層	日	0.8	1.6	0.8	0.8	－		0.8	0.8	0.8	－		0.8
	表層	日	0.8	0.8		0.8	－	0.6	0.6		0.8	－	0.6	0.6
	繊維系舗装材料（工法C）	日	－	－	－	－	0.6	0.6	0.6	－	－	0.6	0.6	0.6
	合計	日	3.2	5.0	1.8	2.6	1.0	1.6	3.0	1.8	2.6	1.0	1.6	3.0
道路管理者費用	調査・設計費用	千円	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706	706
	建設費用	千円	29,139	38,471	26,532	49,117	93,320	84,975	63,014	26,532	49,117	119,600	106,931	63,014
	維持費用	千円	17,993	17,993	6,557	7,678	8,129	8,129	8,129	6,557	7,678	8,129	8,129	8,129
	修繕・改築費用	千円	77,547	119,265	30,056	32,256	43,035	43,035	43,035	38,333	41,138	54,886	54,886	54,886
道路利用者費用	車両走行費用	千円	21,478	21,560	8,051	14,653	20,060	20,060	20,060	8,051	14,653	20,060	20,060	20,060
	時間損出費用	千円	8,710	9,196	302	906	1,794	1,794	1,794	302	906	1,794	1,794	1,794
沿道及び地域社会費用	騒音費用	千円	0	0	▲ 5,702	▲ 6,985	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 5,702	▲ 6,985	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 24,805
LCC合計（20年間）		千円	155,573	207,191	66,502	98,331	142,238	133,894	111,933	74,778	107,213	180,370	167,701	123,784
従来工法との増減		千円	－	－	▲ 89,071	▲ 57,242	▲ 13,335	▲ 21,679	▲ 43,640	▲ 132,413	▲ 99,978	▲ 26,822	▲ 39,491	▲ 83,408
従来工法との削減率		%	－	－	▲ 57	▲ 37	▲ 9	▲ 14	▲ 28	▲ 64	▲ 48	▲ 13	▲ 19	▲ 40

８．工期短縮型舗装利用マニュアル（案）

５．と６．で述べた各工期短縮型舗装の検討結果などをもとに、開発した各工期短縮型舗装の利用マニュアル（案）を作成した。それらの利用マニュアル（案）は、本報告書巻末に示すとおりである。

９．まとめ

混合物試験、舗装走行実験場において耐久性評価及びLCCの算定を行った結果をまとめると以下のとおりである。

1) 混合物性状や耐久性に優れた工期短縮舗装として以下に示す３工法を開発することができた。この工法を新設及び修繕工事に適用することにより、従来工法に比べ工法によって差はあるものの工期は３～９割程度の短縮及びLCCは１～６割程度の削減が可能となった。

①工期短縮舗装Ａ：防水性を有する中温化混合物の２層同時舗設工法

②工期短縮舗装Ｂ：エポキシアスファルトを用いた橋面舗装施工技術

③工期短縮舗装Ｃ：繊維系舗装材料を用いた高耐久性橋面舗装

2) 開発した３工法について利用マニュアル（案）を作成した。

１０．今後の課題

耐久性の確認は、舗装走行実験場の試験施工で確認できたが、走行回数が少なかったため実路での供用性の確認と実際の施工日数の削減効果の確認が課題である。

なお、本共同研究は交差点立体化工事への適用を主に検討を行い、３種類の工期短縮舗装を開発したが、これらの工法は、一般道路への適用も十分可能であり、一般道路へ適用した場合も従来工法に比べ、工期短縮が十分図られるため有効と思われる。よって、今後は交差点立体化工事及び一般道路への適用の普及を図っていきたい。

付　録

ページ

付録－１　ライフサイクルコスト(LCC)計算結果　付 1-1

付録－２　工期短縮型舗装利用マニュアル

2-1 工期短縮型舗装Ａの利用マニュアル　付 2-1-1

2-2 工期短縮型舗装Ｂの利用マニュアル　付 2-2-1

2-3 工期短縮型舗装Ｃの利用マニュアル　付 2-3-1

付録－３　ボルト充填部の接着強度試験方法　付 3-1

付録１．ライフサイクルコスト(LCC)
計算結果

1．ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）計算結果

各工法のライフサイクルコスト（ＬＣＣ）の計算結果を**表－付 1.1～1.12** に示す。

表－付 1.1　各工法の LCC の計算結果

工法				従来工法		工期短縮型舗装									
床版形式				コンクリート床版	鋼床版	コンクリート床版					鋼床版				
規格			単位			A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
道路管理者費用	①調査・設計費用		千円	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6	705.6
	②建設費用		千円	29,138.8	38,471.4	26,532.0	49,117.4	93,319.7	84,975.4	63,013.5	26,532.0	49,117.4	119,599.6	106,930.6	63,013.5
	③維持費用		千円	17,993.3	17,993.3	6,556.9	7,677.5	8,129.4	8,129.4	8,129.4	6,556.9	7,677.5	8,129.4	8,129.4	8,129.4
	④維持・改築費用		千円	77,547.0	119,265.0	30,056.4	32,256.0	43,035.3	43,035.3	43,035.3	38,332.8	41,138.1	54,885.6	54,885.6	54,885.6
道路利用者費用	車両走行費用	工事規制区間	千円	1,477.7	1,560.2	51.2	153.7	60.4	60.4	60.4	51.2	153.7	60.4	60.4	60.4
		路面性状悪化	千円	20,000 (5年×4)	20,000 (5年×4)	8,000 (12年×1.6)	14,500 (7年×2.9)	20000.2 (5年×4)	20000.2 (5年×4)	20000.2 (5年×4)	8,000 (12年×1.6)	14,500 (7年×2.9)	20000.2 (5年×4)	20000.2 (5年×4)	20000.2 (5年×4)
	時間損出費用	工事規制	千円	8,710	9,196	302	906	1,794	1,794	1,794	302	906	1,794	1,794	1,794
沿道及び地域社会費用	騒音費用		千円	0	0	▲ 5,702	▲ 6,985	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 5,702	▲ 6,985	▲ 24,805	▲ 24,805	▲ 24,805
LCC合計（20年間）			千円	155,573	207,192	66,502	98,331	142,239	133,895	111,933	74,778	107,213	180,370	167,701	123,784
費用効果（従来工法との増減）			千円	－	－	▲ 89,071	▲ 57,241	▲ 13,333	▲ 21,678	▲ 43,639	▲ 132,413	▲ 99,978	▲ 26,822	▲ 39,491	▲ 83,408

表－付 1.2　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（舗装設計費）

工法		従来工法	工期短縮型舗装				
規格	単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
設計延長	km	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
現地踏査	式	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
舗装設計（橋梁・トンネル部）	人/km (技師B)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
標準横断図作成	人/枚 (技師B)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
縦断図作成	人/km (技師B)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
設計打ち合わせ	人	2	2	2	2	2	2
直接人件費	式	267,260	267,260	267,260	267,260	267,260	267,260
諸経費（直人×120%）	式	320,712	320,712	320,712	320,712	320,712	320,712
技術経費 （（直人＋諸経費）×20%）	式	117,594	117,594	117,594	117,594	117,594	117,594
調査・設計費合計	式	705,566	705,568	705,568	705,568	705,568	705,568

表－付 1.3　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（コンクリート床版新設工事費）

工法		従来工法	工期短縮工法				
規格	単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
工事延長	km	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
工事面積	㎡	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0
橋面防水工	千円	9,855	—	13,113	15,890	15,890	8,910
基層	千円	6,004	—	14,563	10,321	0	0
表層	千円	5,886	19,800 表層＋基層	8,979	43,431 表層＋基層	47,525	38,115
直接工事費	千円	21,745	19,800	36,655	69,642	63,414	47,025
共通仮設費(15%)	千円	3,262	2,970	5,498	10,446	9,512	7,054
現場管理費(19%)	千円	4,132	3,762	6,964	13,232	12,049	8,935
建設費合計	千円	29,139	26,532	49,117	93,320	84,975	63,014

表－付 1.4　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（鋼床版新設工事費）

		従来工法	工期短縮工法				
規格	単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
工事延長	km	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
工事面積	㎡	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0
橋面防水工	千円	1,485	0	13,113	15889.5	15,890	8,910
基層	千円	19,800	0	14,563	26,705	0	0
表層	千円	7,425	19,800	8,979	46,659	63,909	38,115
直接工事費	千円	28,710	19,800	36,655	89,253	79,799	47,025
共通仮設費(15%)	千円	4,307	2,970	5,498	13,388	11,970	7,054
現場管理費(19%)	千円	5,455	3,762	6,964	16,958	15,162	8,935
建設費合計	千円	38,471	26,532	49,117	119,600	106,931	63,014

表－付 1.5　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（維持費）

工法			従来工法		工期短縮型舗装									
規格		単位	A工事		A工法		B工法		C－1工法		C－2工法		C－3工法	
修繕工種			オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え
修繕間隔年		年	5	18	12	36	7	20	5	0	5	0	5	0
20年での修繕回数		回	3	1	1	0	2	0	3		3		3	
工事面積		㎡	4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0		4,950.0	
維持費用	1年	円/㎡	54.2	38.3	54.2	38.3	54.2	38.3	54.2	－	54.2	－	54.2	－
	2年		81.3	45.5	68.6	45.5	73.9	45.5	81.3	－	81.3	－	81.3	－
	3年		110.5	53.3	75.9	53.3	98.0	53.3	110.5	－	110.5	－	110.5	－
	4年	円/㎡	138.6	61.7	84.0	61.7	115.8	61.7	138.6	－	138.6	－	138.6	－
	5年		162.9	70.4	94.6	70.4	125.2	70.4	162.9	－	162.9	－	162.9	－
	6年		－	79.5	105.2	79.5	145.5	79.5	－	－	－	－	－	－
	7年	円/㎡	－	88.8	115.6	88.8	162.9	88.8	－	－	－	－	－	－
	8年		－	98.2	125.8	98.2	－	98.2	－	－	－	－	－	－
	9年		－	107.6	138.6	107.6	－	107.6	－	－	－	－	－	－
	10年	円/㎡	－	117.0	145.2	117.0	－	117.0	－	－	－	－	－	－
	11年		－	126.2	154.0	126.2	－	126.2	－	－	－	－	－	－
	12年		－	135.1	162.9	135.1	－	135.1	－	－	－	－	－	－
	13年	円/㎡	－	143.7	－	143.7	－	143.7	－	－	－	－	－	－
	14年		－	151.8	－	151.8	－	151.8	－	－	－	－	－	－
	15年		－	159.3	－	159.3	－	159.3	－	－	－	－	－	－
	16年	円/㎡	－	166.2	－	166.2	－	166.2	－	－	－	－	－	－
	17年		－	172.3	－	172.3	－	172.3	－	－	－	－	－	－
	18年		－	177.6	－	177.6	－	177.6	－	－	－	－	－	－
	19年	円/㎡	－	－	－	181.8	－	181.8	－	－	－	－	－	－
	20年		－	－	－	185.1	－	185.1	－	－	－	－	－	－
	合計		547	1,993	1,325	2,360	776	2,360	547	0	547	0	547	0
維持費用（1回分）		円	2,709,794	9,863,913	6,556,935	11,680,170	3,838,769	11,680,170	2,709,794	0	2,709,794	0	2,709,794	0
維持費用（20年）		千円	8,129	9,864	6,557	0	7,678	0	8,129	0	8,129	0	8,129	0
LCC合計（O.L＋打換）		千円	17,993		6,557		7,678		8,129		8,129		8,129	

表－付 1.5　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（コンクリート床版修繕費）

工法		従来工法		工期短縮工法					
規格	単位			A工法		B工法		C－1工法	
		オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え
20年当たり回数	回	3	1	1	0	2	0	3	0
工事延長	km	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
工事面積	㎡	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0
路面切削	千円	4,195	4,195	1,980	1,980	1,980	1,980	0	0
オーバーレイ（基層）	千円	0	6,867	0	0	0	0	0	0
オーバーレイ（表層）	千円	5,882	5,882	19,800 表層＋基層	19,800	9,707	9,707	10,395	10,395
橋面防水工（シート系）	千円	0	9,020	0	0	0	0	0	0
橋面防水工（塗膜系）	千円	0	シート系を採用	0	0	0	0	0	0
直接工事費	千円	10,077	25,964	21,780	21,780	11,687	11,687	10,395	10,395
共通仮設費（直工18%）	千円	1,814	4,673	3,920	3,920	2,104	2,104	1,871	1,871
現場管理費（直工20%）	千円	2,015	5,193	4,356	4,356	2,337	2,337	2,079	2,079
修繕費合計（1回）	千円	13,906	35,830	30,056	30,056	16,128	16,128	14,345	14,345
修繕費合計（必要回数）	千円	41,717	35,830	30,056	0	32,256	0	43,035	0
LCC修繕費合計	千円	77,547		30,056		32,256		43,035	

表－付 1.6　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（鋼床版修繕費）

工法		従来工法		工期短縮型舗装									
規格	単位			A工法		B工法		C－1工法		C－2工法		C－3工法	
		オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え	オーバーレイ	打換え
20年当たり回数	回	3	1	1	0	2	0	3	0	3	0	3	0
工事延長	km	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
工事面積	㎡	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0	4,950.0
路面切削	千円	4,195	4,195	1,980	1,980	1,980	1,980	0	0	0	0	0	0
オーバーレイ(基層)	千円	0	19,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
オーバーレイ(表層)	千円	7,425	7,425	19,800 表層＋基層	19,800	9,707	9,707	10,395 表層＋基層	10,395	10,395	10,395	10,395	0
橋面防水工(シート系)	千円	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
橋面防水工(塗膜系)	千円	0	1,485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
直接工事費	千円	11,620	32,905	21,780	21,780	11,687	11,687	10,395	10,395	10,395	10,395	10,395	0
共通仮設費(直工18%)	千円	2,092	5,923	3,920	3,920	2,104	2,104	1,871	1,871	1,871	1,871	1,871	0
現場管理費(直工20%)	千円	2,324	6,581	4,356	4,356	2,337	2,337	2,079	2,079	2,079	2,079	2,079	0
建設費合計	千円	16,035	45,409	30,056	30,056	16,128	16,128	14,345	14,345	14,345	14,345	14,345	0
修繕費合計(1回)	千円	20,451	57,912	38,333	38,333	20,569	20,569	18,295	18,295	18,295	18,295	18,295	0
修繕費合計(必要回数)	千円	61,353	57,912	38,333	0	41,138	0	54,886	0	54,886	0	54,886	0
LCC修繕費合計	千円	119,265		38,333		41,138		54,886		54,886		54,886	

表－付 1.7　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（コンクリート床版車両走行費）

工法			従来工法	工期短縮工法				
規格		単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
オーバーレイ規制日数 (20年当たりの回数)		日	27 (3回)	4 (1回)	6 (2回)	8 (3回)	8 (3回)	8 (3回)
打換え規制日数 (20年当たりの回数)		日	35 (1回)	4 (回)	12 (回)	0 (回)	0 (回)	0 (回)
減速台数		台/日	876	876	876	37	37	37
停止台数		台/日	876	876	876	37	37	37
渋滞により総遅れ時間		min	280	280	280	280	280	280
大型車混入率		%	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
規制区間長		m	300	300	300	300	300	300
規制区間通過台数		n/h/車線	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
車両走行費用原単価(停止・減速)	小型車	円/台	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
	大型車		12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03
アイドリング原単価	小型車	円/台・時間	85.97	85.97	85.97	85.97	85.97	85.97
	大型車		145.42	145.42	145.42	145.42	145.42	145.42
車両走行費用原単価(市街地60km)	乗用 52%	円/台・km	17	17	17	17	17	17
	バス 10%		66	66	66	66	66	66
	小型貨物 27%		18	18	18	18	18	18
	大型貨物 4%		39	39	39	39	39	39
減速による車両走行費用		円	584,226	20,262	60,786	5,015	5,015	5,015
停止による車両走行費用		円	651,964	22,611	67,833	5,596	5,596	5,596
渋滞待ちのアイドリング費用		円	54,751	1,899	5,697	11,279	11,279	11,279
工事規制区間の車両走行費用		円	186,785	6,478	19,434	38,479	38,479	38,479
車両走行費用合計		円	1,477,726	51,250	153,750	60,370	60,370	60,370

表－付 1.8　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（鋼床版車両走行費）

工法			従来工法	工期短縮工法				
規格		単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
オーバーレイ規制日数（20年当たりの回数）		日	30 (3回)	4 (1回)	6 (2回)	8 (3回)	8 (3回)	8 (3回)
打換え規制日数（20年当たりの回数）		日	33 (1回)	4 (回)	12 (回)	0 (回)	0 (回)	0 (回)
減速台数		台/日	876	876	876	37	37	37
停止台数		台/日	876	876	876	37	37	37
渋滞により総遅れ時間		min	280	280	280	280	280	280
車種別構成比		－	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
規制区間長		m	300	300	300	300	300	300
規制区間通過台数		n/h/車線	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
車両走行費用原単価（停止・減速）	小型車	円/台	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
	大型車		12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03
アイドリング原単価	小型車	円/台・時間	85.97	85.97	85.97	85.97	85.97	85.97
	大型車		145.42	145.42	145.42	145.42	145.42	145.42
車両走行費用原単価（市街地60km）	乗用 52%	円/台・km	17	17	17	17	17	17
	バス 10%		66	66	66	66	66	66
	小型貨物 27%		18	18	18	18	18	18
	大型貨物 4%		39	39	39	39	39	39
減速による車両走行費用		円	616,822	20,262	60,786	5,015	5,015	5,015
停止による車両走行費用		円	688,340	22,611	67,833	5,596	5,596	5,596
渋滞待ちのアイドリング費用		円	57,806	1,899	5,697	11,279	11,279	11,279
工事規制区間の車両走行費用		円	197,206	6,478	19,434	38,479	38,479	38,479
車両走行費用合計		円	1,560,174	51,250	153,750	60,370	60,370	60,370

表－付 1.9　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（路面性状悪化費）

工法			従来工法	工期短縮型舗装				
規格		単位		A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
走行速度		km/h	40	40	40	40	40	40
交通量		台/日	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
大型車混入率		%	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
MCI値		MCI	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08	8.08
車両走行費用		円/100km	0 (1,300)	0 (1,300)	0 (1,300)	0 (1,300)	0 (1,300)	0 (1,300)
MCI値		MCI	7.08	7.08	7.08	7.08	7.08	7.08
車両走行費用		円/100km	10 (1,310)	0 10 (1,310)	0 10 (1,310)	0 10 (1,310)	0 10 (1,310)	0 10 (1,310)
MCI値		MCI	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01
車両走行費用		円/100km	40 (1,350)	0 40 (1,350)	0 40 (1,350)	0 40 (1,350)	0 40 (1,350)	0 40 (1,350)
MCI値		MCI	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98	4.98
車両走行費用		円/100km	50 (1,400)	0 50 (1,400)	0 50 (1,400)	0 50 (1,400)	0 50 (1,400)	0 50 (1,400)
MCI値		MCI	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09	4.09
車両走行費用		円/100km	80 (1,480)	0 80 (1,480)	0 80 (1,480)	0 80 (1,480)	0 80 (1,480)	0 80 (1,480)
車両走行費用	小型車	円	(1年) 0	(1年) 0	(1年) 0	(1年) 0	(1年) 0	(1年) 0
	大型車		0	0	0	0	0	0
車両走行費用	小型車	円	(2年) 201,206	(3．75年) 201,206	(2．5年) 201,206	(2年) 201,206	(2年) 201,206	(2年) 201,206
	大型車		72,544	72,544	72,544	72,544	72,544	72,544
車両走行費用	小型車	円	(3年) 804,825	(6．50年) 804,825	(4．0年) 804,825	(3年) 804,825	(3年) 804,825	(3年) 804,825
	大型車		362,719	362,719	362,719	362,719	362,719	362,719
車両走行費用	小型車	円	(4年) 1,006,031	(9．25年) 1,006,031	(5．5年) 1,006,031	(4年) 1,006,031	(4年) 1,006,031	(4年) 1,006,031
	大型車		362,719	362,719	362,719	362,719	362,719	362,719
車両走行費用	小型車	円	(5年) 1,609,650	(12年) 1,609,650	(7年) 1,609,650	(5年) 1,609,650	(5年) 1,609,650	(5年) 1,609,650
	大型車		580,350	580,350	580,350	580,350	580,350	580,350
車両走行費用合計（1サイクル）		円	5,000,044 (5年)	5,000,044 (12年)	5,000,044 (7年)	5,000,044 (5年)	5,000,044 (5年)	5,000,044 (5年)

表－付 1.10 LCC の計算結果の個別項目の計算結果（コンクリート床版時間損失費）

工法				従来工法	工期短縮工法				
規格			単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
オーバーレイ規制日数（20年当たりの回数）			日	27（3回）	4（1回）	6（2回）	8（3回）	8（3回）	8（3回）
打換え規制日数（20年当たりの回数）			日	35（1回）	4（回）	12（回）	0（回）	0（回）	0（回）
減速台数			台/日	876	876	876	876	876	876
停止台数			台/日	876	876	876	876	876	876
減速による遅れ時間			km/h	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
停止による遅れ時間			km/h	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
規制区間通過による遅れ時間			km/h	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
渋滞により総遅れ時間			min	280	280	280	280	280	280
規制区間通過台数			台/h/車線	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
時間価値原単位	平日	乗用 52%	円/台・分	56	56	56	56	56	56
		バス 10%		496	496	496	496	496	496
		小型貨物 27%		90	90	90	90	90	90
		大型貨物 4%		101	101	101	101	101	101
	休日	乗用 52%	円/台・分	84	84	84	84	84	84
		バス 10%		744	744	744	744	744	744
		小型貨物 27%		90	90	90	90	90	90
		大型貨物 4%		101	101	101	101	101	101
減速による時間損失費用			円	512,313	17,768	53,303	105,541	105,541	105,541
停止による時間損失費用			円	2,151,716	74,625	223,875	443,272	443,272	443,272
渋滞待ちに時間損失費用			円	3,638,958	126,205	378,614	749,657	749,657	749,657
規制区間通過による時間損失費用			円	2,407,073	83,481	250,443	495,878	495,878	495,878
車両走行費用合計			円	8,710,060	302,079	906,236	1,794,347	1,794,347	1,794,347

表－付 1.11 LCC の計算結果の個別項目の計算結果（鋼床版時間損失費用）

工法				従来工法	工期短縮工法				
規格			単位	A工事	A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
オーバーレイ規制日数（20年当たりの回数）			日	30（3回）	4（1回）	6（2回）	8（3回）	8（3回）	8（3回）
打換え規制日数（20年当たりの回数）			日	33（1回）	4（回）	12（回）	0（回）	0（回）	0（回）
減速台数			台/日	876	876	876	876	876	876
停止台数			台/日	876	876	876	876	876	876
減速による遅れ時間			km/h	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
停止による遅れ時間			km/h	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15
規制区間通過による遅れ時間			km/h	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
渋滞により総遅れ時間			min	280	280	280	280	280	280
規制区間通過台数			台/h/車線	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029
時間価値原単位	平日	乗用 52%	円/台・分	56	56	56	56	56	56
		バス 10%		496	496	496	496	496	496
		小型貨物 27%		90	90	90	90	90	90
		大型貨物 4%		101	101	101	101	101	101
	休日	乗用 52%	円/台・分	84	84	84	84	84	84
		バス 10%		744	744	744	744	744	744
		小型貨物 27%		90	90	90	90	90	90
		大型貨物 4%		101	101	101	101	101	101
減速による時間損失費用			円	540,897	17,768	53,303	105,541	105,541	105,541
停止による時間損失費用			円	2,271,768	74,625	223,875	443,272	443,272	443,272
渋滞待ちに時間損失費用			円	3,841,990	126,205	378,614	749,657	749,657	749,657
規制区間通過による時間損失費用			円	2,541,373	83,481	250,443	495,878	495,878	495,878
車両走行費用合計			円	9,196,029	302,079	906,236	1,794,347	1,794,347	1,794,347

表－付 1.12　LCC の計算結果の個別項目の計算結果（騒音費用）

工法		従来工法	工期短縮型舗装				
規格	単位		A工法	B工法	C－1工法	C－2工法	C－3工法
橋梁延長	km	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
騒音	db	従来工法を0とする	▲ 2.00	▲ 2.45	▲ 8.70	▲ 8.70	▲ 8.70
沿道状況（市街部）	円/db/km/年	0	▲ 285,120.0	▲ 349,272.0	▲ 1,240,272.0	▲ 1,240,272.0	▲ 1,240,272.0
20年間の騒音費用	円	0	▲ 5,702,400.0	▲ 6,985,440.0	▲ 24,805,440.0	▲ 24,805,440.0	▲ 24,805,440.0

付録２．　工期短縮型舗装マニュアル（案）

工期短縮型舗装Ａの利用マニュアル（案）

目　次

付 2-1-ページ

第１章　工期短縮型舗装Ａの概要 ・・・1
1-1　概要 ・・・1
1-2　特徴 ・・・2
1-3　適用 ・・・2
1-4　舗装厚 ・・・3
第２章　使用材料および配合 ・・・4
2-1　基層用アスファルト混合物（中温化防水性 SMA(13)） ・・・4
(1)　使用材料 ・・・4
(2)　配合 ・・・4
2-2　表層用アスファルト混合物（中温化機能性 SMA(13)） ・・・6
(1)　使用材料 ・・・6
(2)　配合 ・・・6
2-3　接着層材料 ・・・7
2-4　防水層材料 ・・・7
第３章　製造・運搬 ・・・8
3-1　製造 ・・・8
3-2　運搬 ・・・8
第４章　施工 ・・・9
4-1　施工手順 ・・・9
4-2　施工機械 ・・・9
4-3　床版の表面処理 ・・・11
4-4　接着層の施工 ・・・11
4-5　防水層の施工 ・・・11
4-6　表基層混合物の施工 ・・・12
第５章　施工管理 ・・・13
5-1　出来型管理 ・・・13
5-2　品質管理 ・・・13
第６章　維持修繕 ・・・15
第７章　歩掛り ・・・16
7-1　新設工事 ・・・16
7-2　修繕工事 ・・・16
(1)　表層の切削オーバーレイ ・・・16
(2)　表基層の打換え ・・・17

第 1 章　工期短縮型舗装 A の概要

1-1　概要

本立体交差舗装は、基層に防水性を有する防水性 SMA(13)を、表層に排水性のキメと SMA の耐久性を併せ持つ機能性 SMA を設け、これらを 2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャにより一層で同時施工する舗装である。なお、基層混合物には締固め性向上を確保するために、また表層混合物には製造施工温度を 30℃低減させて十分な締固めが得られるように中温化剤を使用している。表基層の舗装構成を図-1.1 に示す。

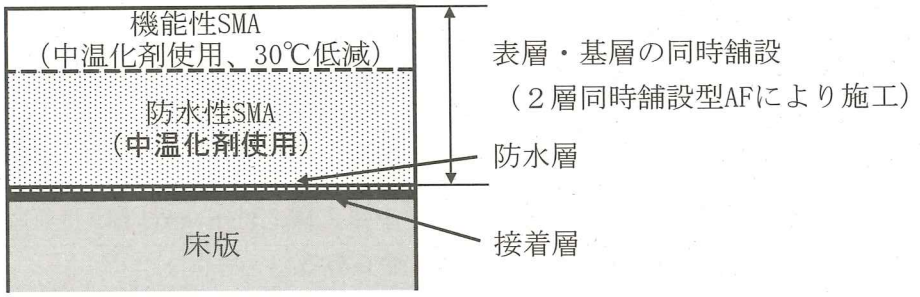


図-1.1　表基層の舗装構成

【解説】

(1)　本立体交差舗装（以下、本舗装）は、基層に防水性を有する中温化剤を使用した防水性 SMA(13)（以下、中温化防水性 SMA(13)）を、表層に中温化剤を使用して製造施工温度を 30℃低減した機能性 SMA(13)（以下、中温化機能性 SMA(13)）を設け、これらを 2 層同時舗設舗設型アスファルトフィニッシャ（図-1.2）により一層同時施工することで、①舗装の作業工程の短縮、②日施工能力の向上（舗装体温度低減の時間短縮による）を図り、交差点立体化舗装工事の工期短縮化を図るものである。

(2)　基層に使用する中温化防水性 SMA(13)は、鋼床版の橋面舗装に一般的に用いられているグースアスファルト舗装と同様な防水性とたわみ性を有し、十分な耐流動性をも兼ね備えた混合物である。また、表層に使用する中温化機能性 SMA(13)は、排水性舗装より

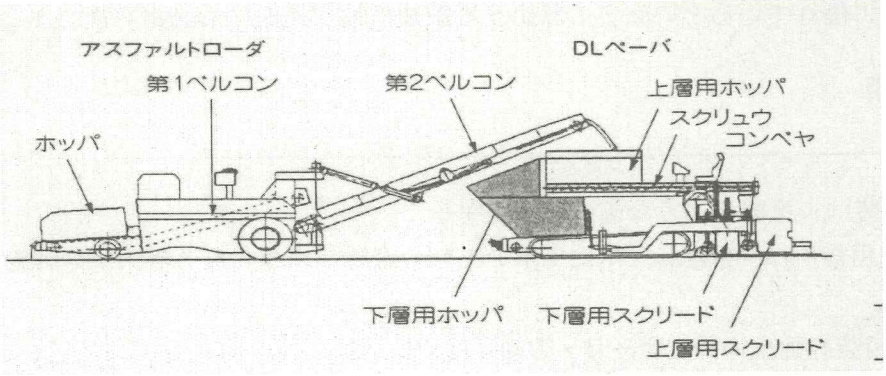


図-1.2　2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャの機構断面

劣るものの排水性と低騒音性の機能を有し、製造施工温度を 30℃低減しても通常の SMA と同様な耐久性を兼ね備えた混合物である。

(3) 土木研究所走行実験場の鋼床版上で実施した試験施工より、表基層一体の採取コアでの透水係数（加圧透水試験による）は 10^{-7} 以下の値を示し、舗装体としての防水性は十分に確保されていることが確認された。しかし、現在橋面舗装では防水層を必ず設けることが規定されていることから、本舗装においても防水層は設けることとする.

1-2 特徴

本舗装は、下記のような特徴を有している。

(1) 表基層を同時に施工するので、舗装の作業工程を短縮することができる。

(2) 表層の製造施工温度を 30℃低減するので、交通開放するまでの養生時間が短縮でき、日施工能力の向上が図ることができる。

(3) 橋面舗装における従来工法より工期短縮を図ることができる。

(4) 表基層に使用する中温化防水性 SMA(13)と中温化機能性 SMA(13)は良好な耐久性を有している。このため、重交通路にも適用可能である。

【解説】

(1) 本舗装では、従来工法のように基層と表層を順次施工するのではなく、表基層を同時に施工するものである。このため、従来工法と比べ、舗装の作業工程が短縮できる。

(2) 表層に使用する中温化機能性 SMA(13)は、製造施工温度を 30℃低減している。このため、交通開放するまでの養生時間が短縮でき、その分舗設作業を長くできる。これより、一日あたりの施工能力の向上が図ることができる。

(3) 本舗装では、上述したように、舗装の作業工程の短縮、日施工能力の向上が図れる。このため、橋面舗装における従来工法より工期の短縮が可能である。

(4) 基層に使用する中温化防水性 SMA(13)の動的安定度は 1,500 回／mm 以上、表層に使用する中温化機能性 SMA(13)の動的安定度は 3,000 回／mm 以上の値を有しており、耐流動性に優れている。また、基層の曲げ破断ひずみは 6×10^{-3} 以上であり、表層の当該ひずみも 5×10^{-3} 程度あり、ひび割れ抵抗性にも優れている。このため、表基層とも耐久性に優れているといえ、これより本舗装は重交通路にも適用可能である。

1-3 適用

本舗装は、下記のような箇所に適用する。

(1) 適用箇所は、交差点立体化工事で工期の短縮が求められる都市部の幹線道路などとする。

(2) 舗装計画交通量（台／日・方向）は、T＜100，100≦T＜250，250≦T＜1000，1000≦T＜3000，3000≦T とする。

【解説】

(2) 本舗装は重交通路にも適用可能であるので，交通条件に関する制約はない．このため，いずれの舗装計画交通量の道路においても適用可能である．

1-4 舗装厚

本舗装の舗装厚は 75mm を標準とし、表基層の厚さ構成は床版の接合部の凹凸程度などを考慮して定めるものとする。

【解説】

(1) 本舗装の舗装厚は、従来の橋面舗装の場合と同様に 75mm を標準とする。

(2) 本舗装では、2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャにより表基層を同時施工する

ことになる。このため、床版に接合部等で凹凸があるような場合には、基層の厚さは当該フィニッシャの下層スクリードがその凹凸にあたらないような厚さで、なおかつ凹凸部でも基層混合物が十分に締め固めるような厚さであることが必要になる。このため、基層の厚さは床版の接合部の凹凸程度に合わせて設定し、表層の厚さは舗装の合計厚から基層の厚さを差し引いた厚さとする。

(3) 鋼床版の高張力ボルト（HTB）による接合部の凹凸が最大 35mm 程度あることを考慮して、それを模擬した添接ボルト付き鋼板を設けて実施した土木研究所走行実験場における鋼床版上試験施工での舗装断面の例を図-1.3 に示す。



図-1.3 土木研究所走行実験場における鋼床版上試験施工での舗装断面例

第 2 章　使用材料および配合

2-1　基層用アスファルト混合物（中温化防水性 SMA(13)）

(1)　使用材料

基層に用いる中温化防水性 SMA（13）に使用する材料は，**表-2.1** のとおりである．これらの材料は「舗装施工便覧」に示されている品質を満足するものとする．

表-2.1　中温化防水性 SMA（13）における使用材料

材料の種類	材質
骨材	砕石6号、7号、スクリーニングス、砂
石粉	石灰石粉
繊維質補強材	植物性繊維
中温化剤	発泡タイプ
アスファルト	改質Ⅱ型アスファルト

【解説】

(1)　基層用の中温化防水性 SMA（13）における中温化剤は、発泡剤と発泡強化剤等の材料を組み合わせたものを使用する。

(2)　使用するアスファルトは改質Ⅱ型アスファルトを標準とする。ただし、交通量が著しく多くより大きな耐流動性が求められる場合には、高粘度改質アスファルトを使用するとよい。

(2)　配合

基層に用いる中温化防水性 SMA（13）の配合設計は、使用材料を選定したのち、マーシャル安定度試験にしたがい行う。

【解説】

(1)　基層に用いる中温化防水性 SMA(13)の混合物の目標値は**表-2.2** のとおりとする。なお、マーシャル安定度試験は、中温化剤を添加しないもので行うものとする。

(2)　土木研究所の試験施工で使用した中温化防水性 SMA（13）の配合例を**表-2.3** に示す。

表-2.2　中温化防水性 SMA(13)の品質の目標値

項　目		目標値
マーシャル特性	空隙率(%)	2～3
	安定度(kN)	5.0以上
	飽和度(%)	75～95
	フロー値(1/100cm)	20～50
防水性	透水係数(cm/s)	10^{-7}未満
たわみ性	破断ひずみ($\times 10^{-3}$)	6.0以上
耐流動性	動的安定度(回／mm)	1500以上

注1)透水係数は加圧式透水試験(加圧150kPa24時間＋500kPa24時間)による

注2)破断ひずみは曲げ試験(試験温度-10℃、載荷速度50mm/分)による

注3)動的安定度はホイールトラッキング試験による

表-2.3　中温化防水性 SMA(13)の配合例

混合物種		中温化防水性SMA(13)		基準値
混合物配合%	砕石6号	64	59.7	—
	砕石7号	8	7.5	
	砕砂	7	6.5	
	粗砂	7	6.5	
	細砂	3	2.8	
	石粉	11	10.3	
	改質Ⅱ型アスファルト	—	6.7	
	植物性繊維(%)	—	0.5	
	中温化剤(対As量)	—	7.0	
	合計	100	100.5	
通過質量百分率%	19.0mm	100		100
	13.2	97.3		95～100
	4.75	39.9		30～50
	2.36	27.5		20～35
	0.075	10.2		8～13

2-2　表層用アスファルト混合物（中温化機能性 SMA(13)）

(1)　使用材料

表層に用いる中温化機能性 SMA（13）に使用する材料は，**表-2.4** のとおりである．これらの材料は「舗装施工便覧」に示されている品質を満足するものとする．

表-2.4　中温化機能性 SMA（13）における使用材料

材料の種類	材質
骨材	砕石6号、7号、スクリーニングス、砂
石粉	石灰石粉
繊維質補強材	植物性繊維
中温化剤	発泡タイプ
アスファルト	改質Ⅱ型アスファルト

【解説】

(1)　表層用の中温化機能性 SMA（13）における中温化剤は、基層混合物と同様に発泡剤と発泡強化剤等の材料を組み合わせたものを使用する。

(2)　使用するアスファルトは改質Ⅱ型アスファルトを標準とする。

(2)　配合

表層に用いる中温化機能性 SMA（13）の配合設計は、使用材料を選定したのち、マーシャル安定度試験にしたがい行う。

【解説】

(1)　表層に用いる中温化機能性 SMA(13)の混合物の目標値は**表-2.5** のとおりとする。なお、マーシャル安定度試験は、中温化剤を添加しないもので標準締固め温度（使用スファルトの最適締固め温度）のもとで行うものとする。

(2)　土木研究所の試験施工で使用した中温化機能性 SMA（13）の配合例を**表-2.6** に示す。

表-2.5　中温化機能性 SMA(13)の品質の目標値

項　目		目標値
マーシャル特性	空隙率(%)	4～7
	安定度(kN)	5.0以上
	飽和度(%)	65～85
	フロー値(1/100cm)	20～50
耐流動性	動的安定度(回／mm)	3000以上

注1)動的安定度はホイールトラッキング試験による

表-2.6　中温化機能性 SMA(13)の配合例

混合物種		中温化機能性SMA(13)		基準値
混合物配合%	砕石6号	69	65.0	—
	砕石7号	5	4.7	
	砕砂	6	5.6	
	粗砂	6	5.6	
	細砂	3	2.8	
	石粉	11	10.3	
	改質Ⅱ型アスファルト	—	6.0	
	植物性繊維(%)	—	0.3	
	中温化剤(対As量)	—	7.0	
	合計	100	100.3	
通過質量百分率%	19.0mm	100		100
	13.2	97.1		95～100
	4.75	35.5		25～45
	2.36	25.6		20～30
	0.075	10.1		8～13

2-3　接着層材料

接着層材料は、通常の橋面舗装に用いられているのと同様なものを使用する。

【解説】

接着層材料には鋼床版の場合では溶剤型のゴムアスファルト系乳剤などを用いる。

2-4　防水層材料

防水層材料は、通常の橋面舗装の防水層に用いられているのと同様なものを使用する。

【解説】

防水層材料には加熱塗膜系の防水材などを使用する。

第 3 章　製造・運搬

3-1　製造

表基層用混合物の製造は、通常のアスファルトプラントで所定の品質が得られるように適切な製造温度と混合時間を設定して行う。

【解説】

(1)　基層用の中温化防水性 SMA(13)の製造は、使用するアスファルトの最適混合温度のもとで行い、その混合時間は植物性繊維と中温化剤が十分分散するように通常の密粒度アスファルト混合物と比べ長めに設定する。標準的な混合時間を**表-3.1** に示す。

(2)　表層用の中温化機能性 SMA(13)の製造は、使用するアスファルトの最適混合温度より 30℃低い温度のもとで行う。混合時間は、基層用の中温化防水性 SMA(13)の場合と同様に、植物性繊維と中温化剤が十分分散するように**表-3.1** を示す時間を標準とする。

表-3.1　中温化防水性 SMA(13)と中温化機能性 SMA(13)の標準的な混合時間

ドライミキシング	ウェットミキシング
20秒	50秒

3-2　運搬

表基層用混合物の運搬は、材料分離や温度低下が生じないように行う。

【解説】

表基層層混合物の運搬は、通常のアスファルト混合物と同様にダンプトラックで行う。気温の低い時期に施工する場合や風の強い時には、保護シートを 2～3 枚重ねにするなど十分な保温対策を行うものとする。

第 4 章　施工

4-1　施工手順

本舗装の施工は、図-4.1 に示すような作業手順で行う。

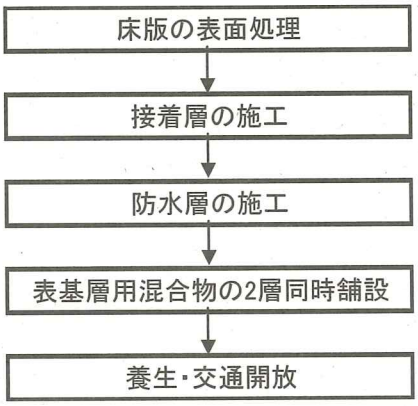


図-4.1　本舗装の施工のフロー

【解説】

本舗装は、図-4.1 に示すように、まず床版の研掃などの表面処理を行い接着層を施工したのち防水処理を施す。次いで、2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャにより表基層混合物を 2 層同時に舗設し、舗装の表面温度が所定の温度に達した後交通開放を行う。

4-2　施工機械

本舗装の舗設作業には、主に表-4.1 に示す機械を使用する。

表-4.1　舗設作業に使用する主な機械

作業	使用機械
材料供給	アスファルトローダ
敷均し	2層同時舗設型アスファルトフィニッシャ
転圧	タンデムローラ

【解説】

(1)　アスファルトローダはダンプから搬入した表基層用混合物を、2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャの表基層用（上下層用）ホッパに供給する機械である。その外形図および主要諸元を図-4.2、表-4.2 に示す。

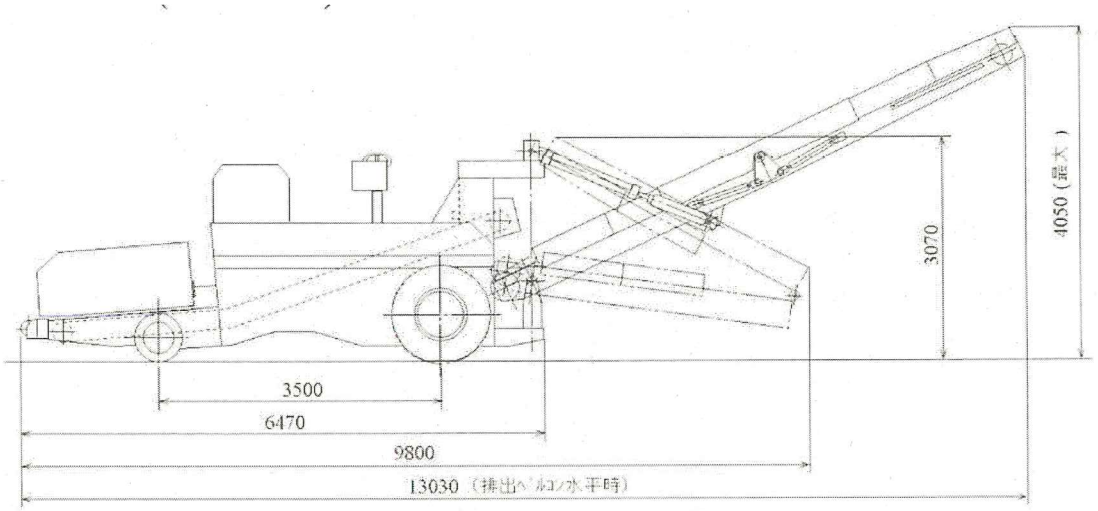


図-4.2　アスファルトローダ外形図

表-4.2　アスファルトローダの主要諸元

重量	総重量	23,000 kg
寸法	全長×全幅×全高	(回送時)9,800 mm×3,000 mm×3,070 mm
性能	走行速度	(最大)3.7 km/h
	ホッパ容量	4 m^3
	供給能力	(最大)150 t/h

(2)　2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャは、表基層用混合物を同時に敷きならす機械である。その外形図および主要諸元を図-4.3、表-4.3 に示す。

表基層の敷均し厚さは、上層スクリードから下層スクリードに対して高さセンサを配置して上層の表層敷均し厚さを測定し、このデータにより下層スクリードの高さを自動制御して所定通りの厚さに制御している。

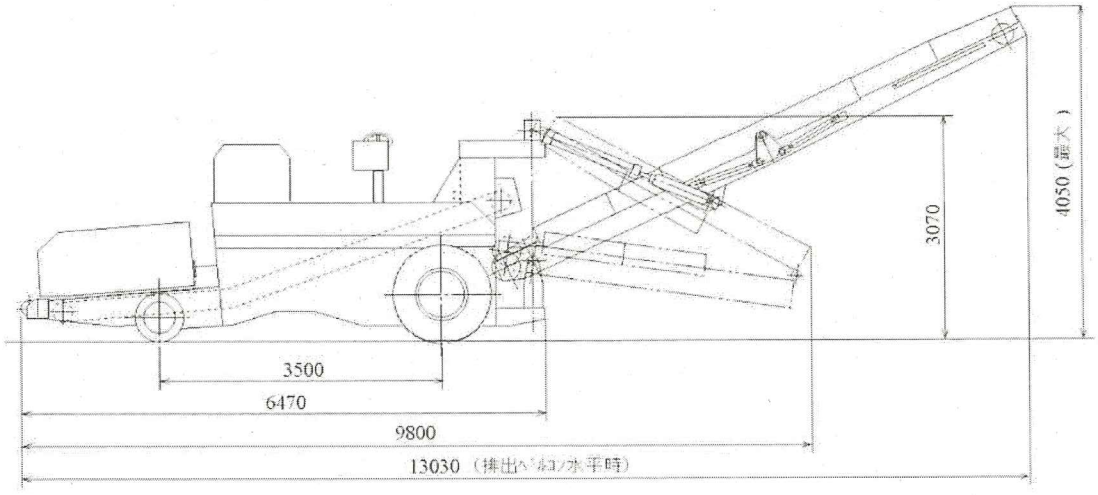


図-4.3　2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャの外形図

表-4.3　2層同時舗設型アスファルトフィニッシャの主要諸元

重量	総重量	27,500 kg
寸法	全長×全幅×全高	(回送時)7,900 mm×3,000 mm×3,000 mm
性能	舗設幅	2.5～4.75m(無段階可変式)
	ホッパ容量	(表層用)5.8 m^3　(基層用)8.5 m^3
	作業速度	0～5 m/min

4-3　床版の表面処理

床版の表面処理は、通常の橋面舗装の場合と同様に行う。

【解説】

(1)　表基層用混合物を舗設する前に、床版面は研掃し、錆、ごみ、泥、油などの異物を除去したのち表面を乾燥状させた状態にする。

(2)　鋼床版の場合、錆や付着物をショットブラスト等により十分除去する。

4-4　接着層の施工

接着層の施工は、通常の橋面舗装の場合と同様に行う。

【解説】

(1)　接着剤はむらが生じないように均一に散布し、その塗布量は鋼床版の場合で 0.3～0.4l/m^2 とする。

(2)　接着材を塗布した後は、表面を損傷させないように揮発分等が十分蒸発するまで養生する。

4-5　防水層の施工

防水層の施工は、通常の橋面舗装の場合と同様に行う。

【解説】

(1)　防水層は、通常の橋面舗装の場合と同様に施工する。

(2)　表基層用混合物と構造物（地覆）との間には、上部からの雨水が下方に浸透しないように目地を設けるものとする。目地材には混合物の熱により溶着するタイプの成形目地材を設置するものとする。

(3)　防水処理を行った箇所は、車両や施工機械の走行等でその機能が損なわれないように十分に養生する。

4-6　表基層用混合物の施工

基層用の中温化防水性 SMA(13)および表層用の中温化機能性 SMA(13)は、アスファルトローダで 2 層同時舗設型アスファルトフィニッシャに供給したのち、当該フィニッシャにより同時に敷均しタンデムローラで転圧して舗設する。施工では、所定の厚さ、締固め度と十分な平たん性が得られるように留意して行う。

【解説】

(1)　舗設前の準備工として、所定の厚さと十分な平たん性が確保されるように地覆部に高さ調整のためのアングル等を設置するとよい。

(2)　表基層用の各混合物は，通常のアスファルト混合物と同様に，適切な敷均し・締固め温度のもとで舗設作業を行うようにする。

(3)　表基層用混合物は、舗設作業が連続して行えるように遅滞なく供給する。

(4)　転圧は、表層用の中温化機能性 SMA(13)の排水性に近い表面のきめを確保できるように、タンデムローラにより無振動で行う。なお、土研の試験施工により、その転圧方法で表基層の十分な締固めと舗装体としての防水性が確保されることが確認されている。

(5)　交通開放は、通常のアスファルト舗装の場合と同様に，その表面温度がおおむね50℃以下となってから行うようにする。

第5章　施工管理

5-1　出来型管理

本舗装の出来型管理は、通常の橋面舗装の場合と同様に、厚さならびに平たん性について行う.

【解説】

(1)　本舗装の出来型管理の項目と頻度および管理の限界を**表-5.1**に示す。同表に示した厚さの頻度は、原則として「舗装施工便覧」の表基層の場合に準拠し、管理の限界値は「阪神高速道路公団の砕石マスチック混合物による鋼床版舗装設計施工要領（案）：2001年5月」に準拠している。

表-5.1　出来型管理項目と頻度および管理の限界

工種	混合物種	項目	試験方法	頻度	管理の限界値
基層	中温化防水性SMA(13)	厚さ	コア採取による	1,000m^{2}ごと	設計値の-10%以内（平均は-5%以内）
表層	中温化機能性SMA(13)	厚さ			
		平たん性	3mプロフィルメータ	車線ごと全延長	2.4mm以下

(2)　本舗装では、表基層用混合物を同時に施工するので、通常の橋面舗装の場合のように、水糸による下がりで表基層それぞれの厚さを管理することはできない。このため、**表-5.1**に示したようにコアを採取して、表基層それぞれの厚さを管理するものとする。

5-2　品質管理

本舗装の品質管理は、通常の橋面舗装の場合と同様に行う。

【解説】

(1)　本舗装の品質管理の項目と頻度および管理の限界を**表-5.2**に示す.同表に示した管理基準は、原則として「舗装施工便覧」の表基層に準拠している。

(2)　締固め度の管理は、厚さの管理に使用した採取コアを用いて行う。すなわち、厚さの測定を終えたのち、表基層の界面でカットし各層ごとの密度を測定し、従来と同様な方法でそれぞれの締固め度を算出して管理するものとする。

表-5.2　品質管理項目と頻度および管理の限界

工種	混合物種	項目	試験方法	頻度	管理の限界値
表層・基層	中温化防水性SMA(13) 中温化機能性SMA(13)	外観	観察	随時	
		温度	温度計	随時	
		粒度	舗装試験法便覧	印字記録：全数	（注）のとおり
				または抽出・ふるい分け試験1回／日	2.36mm：±12%以内
					0.075mm：±5%以内
		アスファルト量		印字記録：全数	（注）のとおり
				または抽出試験1回／日	-0.9%以内
		締固め度		1,000m^{2}に1個	基準密度の94%以上

（注）印字記録による場合，100バッチにおいて限界値をはずれるものが5バッチ以上の割合にならないように管理

第 6 章　維持修繕

本舗装の維持修繕は、通常の橋面舗装と同様に行う。

【解説】

(1)　本舗装の供用後の維持管理は、通常の橋面舗装に準じて、**表-6.1** に示す項目について個別に行う。それらの項目がどれか同表に示す値に達したら、補修を行うものとする。

なお、同表に示した補修の目標値は、原則として本州四国連絡橋等における検討結果をもとに推奨されている値に準拠している。

表-6.1　管理項目と個別の補修の目標値

項目	わだち掘れ (mm)	段差 (mm)	ひび割れ		平たん性 σ (mm)	ポットホール径 (mm)
			率(%)	幅(mm)		
目標値	20	10 (5)	15	3	4	10

注1) 平たん性は評価区間の平均値で、その他の項目は最大値

注2) 段差は、橋梁前後の舗装の取付け部の下がりで10mm、伸縮装置部と橋面舗装の接する部分の下がりで5mmを目標とする

注3) 測定方法は舗装試験法便覧による

(2) わだち掘れは、軽微なものについては、凸部をコブとりするか帯状にアスファルト混合物でパッチングする。それよりも進行しているもので、わだち掘れが表層だけに限られているものについては、表層部分を耐流動性混合物で切削オーバーレイする。基層まで及んでいる場合については、基層まで撤去し改めて本舗装と同一構成で再構築する。

(3) 段差は、軽微なものについては速硬型のアスファルト乳剤や樹脂系モルタル等で修正する。それよりも進行しているものについては、段差の影響範囲まで部分的にアスファルト混合物で打ち換える。

(4) 線状ひび割れは、局部的なものについては瀝青系または樹脂系の目地材を注入してシールする。広範囲に発生しているものについては、アスファルト混合物で表層までの切削オーバーレイまたは基層までの打換えを行う。基層まで打ち換える場合には、本舗装と同一構成で再構築する。

(5) ポットホールは、局部的なものについては常温アスファルト混合物またはアスファルト乳剤系常温補修材を用いて応急的に穴埋めして補修する。広範囲に発生しているものについては、わだち掘れやひび割れの場合と同様な方法で修繕する。

(6) 平たん性は、局部的な縦断凹凸による不良については、穴埋めかパッチングで補修する。長い区間にわたる著しい平たん性の低下については、広範囲にわたるわだち掘れやひび割れの場合と同様な方法で修繕する。

第７章　歩掛り

7-1　新設工事

２層同時舗設型アスファルトフィニッシャによる表基層舗装工の標準歩掛り（100m^{2}あたり）を表-7.1に示す。なお、床版の研掃工、接着層工、防水工は通常の橋面舗装工の場合に準拠する。

表-7.1　表基層舗装工の標準歩掛り（中温化防水性 SMA25mm、中温化機能性 SMA50mm）

名　　称	規　格	単位	数量	摘　　要
世話役		人	0.066	1人×100/1,500=0.066人
特殊作業員		〃	0.27	4人×100/1,500=0.27人
普通作業員		〃	0.46	7人×100/1,500=0.46人
機能性砕石ﾏｽﾁｯｸ混合物	13mm top，改質Ⅱ型、中温化	t	6.29	100×0.025×2.33×1.08=6.29t
防水砕石マスチック混合物	13mm top，改質Ⅱ型、中温化	t	12.69	100×0.050×2.35×1.08=12.69t
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌｨﾆｯｼｬ運転	2層同時敷均式 2.5-5.25m	日	0.066	100/1,500=0.066日
ｱｽﾌｧﾙﾄ合材供給機運転	合材供給 70t/h	〃	0.066	〃
振動ﾛｰﾗ運転	タンデム型6～7t	〃	0.066	〃

7-2　修繕工事

(1)　表層の切削オーバーレイ

修繕工事における表層切削オーバーレイ工事での標準歩掛り（100m^{2}あたり）を表-7.2、表-7.3に示す。

表-7.2　路面切削工の標準歩掛り（切削厚 25mm）

名　　称	規　格	単位	数量	摘　　要
世話役		人	0.063	1人×100/1,600=0.063人
特殊作業員		〃	0.063	1人×100/1,600=0.063人
普通作業員		〃	0.25	4人×100/1,600=0.25人
路面切削機運転	ホイール式2m級廃材積込装置付	日	0.063	100/1,600＝0.063日
路面清掃車運転	ブラシ式2～3.1m3	日	0.063	100/1,600＝0.063日
廃材運搬	ﾀﾞﾝﾌﾟﾄﾗｯｸ10t積	m3	2.5	100㎡×0.025m＝4.0m3

表-7.3　表層舗装工の標準歩掛り（高付着型薄層排水性舗装工、舗装厚 25㎜）

名　　称	規　格	単位	数量	摘　　要
世話役		人	0.033	1人×100/3,000=0.033人
特殊作業員		〃	0.13	4人×100/3,000=0.13人
普通作業員		〃	0.20	6人×100/3,000=0.20人
排水性ｱｽﾌｧﾙﾄ混合物	13mm top、高粘度改質ｱｽﾌｧﾙﾄ	t	5.40	100×0.025×2.00×1.08＝5.4t
瀝 青 材 料	高濃度改質乳剤	ﾘｯﾄﾙ	53.50	100×0.5×1.07＝53.5 ﾘｯﾄﾙ
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌｨﾆｯｼｬ運転	乳剤散布装置付 2.5～4.75m	日	0.03	100/3,000=0.033日
振動ローラ運転	タンデム型 6～7t	〃	0.033	〃
タイヤローラ運転	8～20t	〃	0.033	〃

(2)　表基層の打換え

修繕工事において表基層の打換工事での標準歩掛り（100m^2 あたり）を表-7.4、表-7.5に示す。なお、床版の研掃工、接着層工、防水工は通常の橋面舗装工の場合に準拠する。

表-7.4　路面切削工の標準歩掛り（切削厚 75㎜）

名　　称	規　格	単位	数量	摘　　要
世話役		人	0.125	1人×100/800=0.063人
特殊作業員		〃	0.125	1人×100/800=0.063人
普通作業員		〃	0.50	4人×100/800=0.5人
路面切削機運転	ホイール式2m級廃材積込装置付	日	0.125	100÷800＝0.063日
路面清掃車運転	ブラシ式2～3.1m3	日	0.125	100÷800＝0.063日
廃材運搬	ﾀﾞﾝﾌﾟﾄﾗｯｸ10t積	m3	7.5	100㎡×0.075m＝4.0m3

表-7.5　表基層舗装工の標準歩掛り（中温化防水性 SMA25mm、中温化機能性 SMA50mm）

名　　称	規　格	単位	数量	摘　　要
世話役		人	0.066	1人×100/1,500=0.066人
特殊作業員		〃	0.27	4人×100/1,500=0.27人
普通作業員		〃	0.46	7人×100/1,500=0.46人
機能性砕石ﾏｽﾁｯｸ混合物	13mm top, 改質Ⅱ型、中温化	t	6.29	100×0.025×2.33×1.08=6.29t
防水砕石マスチック混合物	13mm top, 改質Ⅱ型、中温化	t	12.69	100×0.050×2.35×1.08=12.69t
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌｨﾆｯｼｬ運転	2層同時敷均式 2.5-5.25m	日	0.066	100/1,500=0.066日
ｱｽﾌｧﾙﾄ合材供給機運転	合材供給 70t/h	〃	0.066	〃
振動ﾛｰﾗ運転	タンデム型6～7t	〃	0.066	〃

工期短縮型舗装Ｂの利用マニュアル（案）

利用マニュアル（工期短縮型舗装Ｂ）　目次

付 2-2-ページ

1. 工期短縮型舗装Ｂの概要 1
1.1 概要 1
1.2 特徴 1
1.3 適用 2
1.4 舗装厚 2
2. 使用材料および配合 3
2.1 基層混合物（エポキシ細粒 5F） 3
2.1.1 使用材料 3
2.1.2 配合 3
2.2 表層混合物（排水性（13）） 5
2.2.1 使用材料 5
2.2.2 配合 5
2.3 接着層（プライマー） 6
2.4 防水材 6
3. 混合物の製造・運搬 7
3.1 製造の準備 7
3.2 製造 7
3.3 運搬 7
4. 施工 8
4.1 施工手順 8
4.2 鋼床版の研掃 8
4.3 接着層（プライマー）の塗布 8
4.4 塗布型防水工の施工 8
4.5 エポキシ細粒 5F の舗設 9
4.6 タックコート 9
4.7 排水性（13）の舗設 9
5. 施工管理 10
5.1 出来形管理 10
5.2 品質管理 10
6. 維持修繕 11
7. 歩掛かり 12
7.1 基層工（エポキシ細粒 5F） 12
7.1.1 混合物 12
7.1.2 施工 12
7.2 表層工（排水性（13）） 13

1.工期短縮型舗装Ｂの概要

1.1 概要

工期短縮型舗装Ｂは、鋼床版舗装の基層にエポキシアスファルトを用いた 5mmTop の細粒度アスファルト混合物（以下、「エポキシ細粒 5F」）を、表層に一般的な 13mmTop の排水性アスファルト混合物（以下、「排水性（13）」）を舗設するものである。

図-1.1 に舗装構成を示す。

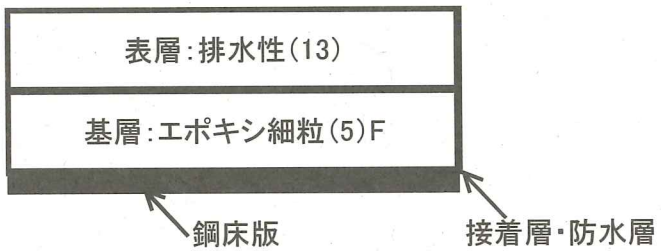


図-1.1　工期短縮型舗装Ｂの舗装構成

（解説）

(1)工期短縮型舗装Ｂ（以下、「本舗装」）は、鋼床版舗装の下層に、従来用いられていたグースアスファルト混合物（以下、「グースアスコン」）に替えてエポキシ細粒 5F を適用するものである。

(2)表層には、従来用いられていた改質密粒度アスファルト混合物（以下、「改質密粒」）に替えて、排水性（13）を適用する。

1.2 特徴

本舗装の特徴は以下に示すとおりである。

(1)グースアスコンに替えてエポキシ細粒 5F を適用することにより、日施工能力の向上が図れる。

(2)エポキシアスファルトを適用することで基層混合物の耐久性が向上する。

(3)表層に排水性アスコンを適用することで、雨天時等の視認性向上、タイヤ／路面騒音の低減等が期待できる。

（解説）

(1)従来のグースアスコンとは異なり、専用の特殊機械を必要とせず一般的な舗装機械で施工ができ、日施工能力が向上することで工期の短縮が図れる。

(2)基層混合物のバインダーには、耐流動性やひび割れ抵抗性に優れたエポキシアスファルトを使用する。これにより、基層混合物の耐久性が向上し、将来修繕を行う際に基層混合物からの打換えを行う回数が低減する。

(3)表層には、高粘度改質アスファルトを使用した一般的な排水性（13）を用いる。本舗装を適用する箇所は都市部の幹線道路と考えられるので、騒音低減機能等を付加させることで沿道の環境改善が図れる。

1.3 適用

本舗装の適用箇所は、交差点立体化工事で工期の短縮が求められる、都市部の幹線道路等とする。

1.4 舗装厚

本舗装の舗装厚は、75～80mm 程度を標準とし、基層・表層の厚さは床版接合部の凹凸程度等を考慮して定める。

また、死荷重の軽減等を目的とした橋面舗装の薄層化への対応も可能である。

（解説）

(1)本舗装の舗装厚は、従来の橋面舗装と同様に 75～80mm 程度を標準とする。

(2)交差点立体化工事においては、工期短縮のために鋼床版の接合部には高張力ボルトが用いられており、30～35mm 程度の突起が生じる。基層混合物は、突起部でも十分な締固め度を確保できる厚さが必要となる。

(3)本舗装では、基層混合物の骨材最大粒径を 5mm としているので、舗装総厚 40mm 程度の薄層橋面舗装への適用も可能である。ただし、このような場合は、表層の排水性アスコンも小粒径化する必要がある。

2.使用材料および配合

2.1 基層混合物（エポキシ細粒 5F）

2.1.1 使用材料

基層に用いるエポキシ細粒 5F に使用する材料は、**表-2.1** に示すとおりである。骨材・石粉・アスファルトは、「舗装設計施工指針」に示されている品質を満足するものとする。

表-2.1 エポキシ細粒 5F の使用材料

材料名称	種類・材質等
骨材	7号砕石・砂
石粉	石灰石粉
アスファルト	St.60/80
エポキシ樹脂	主剤・硬化剤（共に固形）

（解説）

エポキシ細粒 5F に使用するエポキシ樹脂は、取扱が容易な固形タイプのものを使用する。

2.1.2 配合

エポキシ細粒 5F の配合設計は、使用材料を選定した後、マーシャル安定度試験により行う。

（解説）

(1)骨材粒度範囲

エポキシ細粒 5F の骨材粒度範囲を**表-2.2** に示す。エポキシ細粒 5F の骨材粒度範囲は、細粒度ギャップアスコン（13F）の粒度範囲に基づき、最大粒径を 5mm としたものである。

表-2.2 エポキシ細粒 5F の骨材粒度範囲

ふるいの呼び寸法（mm）	粒度範囲（%）
13.2	100
4.75	95～100
2.36	45～65
0.6	40～60
0.3	20～45
0.15	10～25
0.075	8～13

(2)バインダーの配合比率

St.60/80 とエポキシ樹脂の配合比率は、85：15 程度を標準とする。

(3)混合物の目標値

エポキシ細粒 5F の目標値は**表-2.3** に示すとおりとする。

表-2.3　エポキシ細粒 5F の目標値

試験	項目	目標値
マーシャル安定度試験（注1）	空隙率(%)	2～4
	飽和度(%)	75～90
	安定度(kN)	20以上(注2)
	フロー値(1/10mm)	80以下
ホイールトラッキング試験	動的安定度(回/mm)	3000以上(注3)
曲げ試験	曲げ破断ひずみ	5×10^{-3}以上
加圧式透水試験	透水係数	1×10^{-7}以下

(注1)突固め回数は両面50回
(注2)20℃で1日養生
(注3)60℃で3時間養生

表-2.3 に示した目標値のうち、動的安定度は適用箇所を重交通路線と考えて設定したものである。また、曲げ破断ひずみは、本四公団における硬化性アスファルト混合物の目標値を適用したものである。

配合設計の手順は以下のとおりである。

1)総バインダー量 7.0～9.0%程度でマーシャル供試体を作製し、基準値を満足するバインダー量を求める。

2)求めたバインダー量でホイールトラッキング試験用供試体を作製し、初期強度（60℃、3 時間養生での動的安定度）が目標値を満足すること、および所定の曲げ破断ひずみを確保することを確認する。また、加圧式透水試験で防水性能を確認する。

(4)配合例

独立行政法人土木研究所における試験施工で使用したエポキシ細粒 5F の配合を表-2.4 に示す。

表-2.4　エポキシ細粒 5F の配合例（土木研究所内試験施工）

材料配合比(%)	7号砕石	43	39.5
	粗目砂	14	12.9
	細目砂	29	26.7
	石粉	14	12.9
	St.60/80	—	6.8
	エポキシ樹脂	—	1.3
	計	100	100
通過質量百分率(%)	13.2	100.0	
	4.75	96.6	
	2.36	57.1	
	0.6	42.8	
	0.3	29.0	
	0.15	17.8	
	0.075	12.4	

2.2 表層混合物（排水性（13））

2.2.1 使用材料

表層に用いる排水性（13）に使用する材料は、表-2.5に示すとおりである。これらの材料は、「舗装設計施工指針」に示されている品質を満足するものとする。

表-2.5　排水性（13）の使用材料

材料名称	種類・材質等
骨材	6号砕石・砂
石粉	石灰石粉
アスファルト	高粘度改質アスファルト

2.2.2 配合

排水性（13）の配合設計は、使用材料を選定した後、排水性舗装技術指針（案）に準じて行う。

（解説）

(1)骨材粒度範囲

排水性（13）の骨材粒度範囲を表-2.6に示す。

表-2.6　排水性（13）の骨材粒度範囲

ふるいの呼び寸法 (mm)	粒度範囲 (%)
19	100
13.2	90～100
4.75	11～35
2.36	10～20
0.075	3～7

(2)混合物の目標値

排水性（13）の目標値は表-2.7に示すとおりとする。

表-2.7　排水性（13）の目標値

試験	項目	目標値
マーシャル安定度試験（注）	空隙率(%)	20程度
	安定度(kN)	3.50以上
	フロー値(1/10mm)	20～40
ホイールトラッキング試験	動的安定度(回/mm)	3000以上
曲げ試験	曲げ破断ひずみ	6×10^{-3}以上

(注)突固め回数は両面50回

排水性（13）の目標値は、マーシャル性状値と動的安定度については一般的な排水性アスコンの目標値を、曲げ破断ひずみについては改質密粒（アスファルトは本

四改質Ⅰ型、または改質Ⅱ型）の目標値を適用している。

(3)配合例

独立行政法人土木研究所における試験施工で使用した排水性(13)の配合を**表-2.8**に示す。

表-2.8　排水性（13）の配合例（土木研究所内試験施工）

材料配合比（%）	6号砕石	85	80.9
	粗目砂	10	9.5
	石粉	5	4.8
	高粘度改質As	ー	4.8
	計	100	100
通過質量百分率（%）	19	100.0	
	13.2	97.5	
	4.75	18.5	
	2.36	13.5	
	0.6	8.1	
	0.3	6.8	
	0.15	5.7	
	0.075	4.3	

2.3 接着層（プライマー）

接着層には、通常の鋼床版舗装と同様に、溶剤系プライマーを使用する。

2.4 防水材

防水材は、加熱型塗膜防水材を使用する。

（解説）

本舗装では、床版への防水効果を高めること、床版と基層混合物の温度変化に伴う膨張収縮を緩和すること、等を目的として防水層を設ける。鋼床版は、添接ボルトや吊りピース等の突起物が多いので、シート系防水材ではなく塗膜系防水材を使用する。

3.混合物の製造・運搬

3.1 製造の準備

製造の準備は、アスファルトプラントの点検、現場配合の仮設定、試験練り、現場配合の決定、の手順で行う。

（解説）

混合物の配合は、配合設計（室内試験）の結果に基づいて仮設定し、試験練りを行って決定する。試験練りにおいては、試験および目視観察により、配合比の確認、アスファルト量の確認、ミキシングタイムの決定、空隙率の確認等を行う。

なお、表層に用いる排水性（13）については、当該アスファルトプラントで出荷実績がある場合は試験練りを省略してもよい。

3.2 製造

基層に用いるエポキシ細粒 5F、および表層に用いる排水性（13）は、アスファルトプラントにおいて適切な温度管理・品質管理のもとで製造する。

（解説）

エポキシ細粒 5F の製造手順を**図-3.1** に示す。

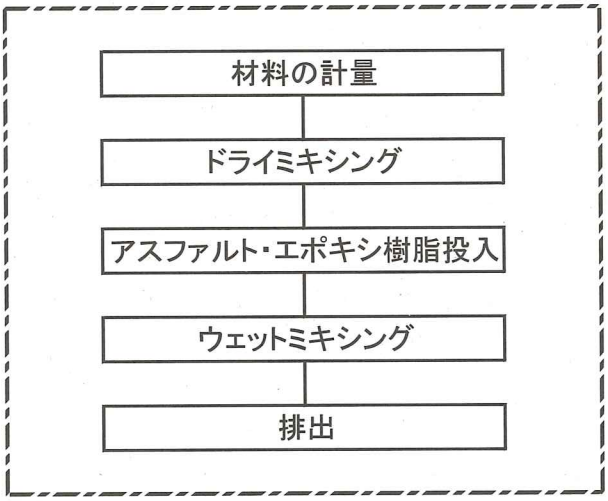


図-3.1　エポキシ細粒 5F の製造手順

エポキシ樹脂は、予め１バッチ分の使用量を計量しておき、アスファルト噴射と同時、もしくは噴射直後に人力で投入する。ただし、自動投入装置等が利用可能な場合は利用しても構わない。

3.3 運搬

基層に用いるエポキシ細粒 5F、および表層に用いる排水性（13）の運搬は、よく清掃したダンプトラックを用い、品質が変化しないように行う。

運搬条件や気象条件により、混合物の温度が著しく低下する恐れがある場合、ダンプトラックには二重シート等の保温対策を講ずる。

4.施工

4.1 施工手順

工期短縮型舗装Ｂの施工は、図-4.1に示す手順で行う。

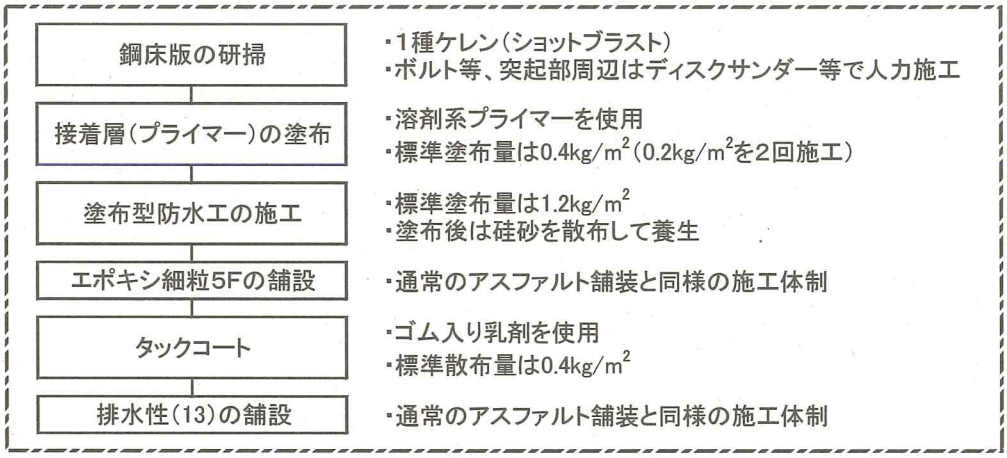


図-4.1　工期短縮型舗装Ｂの施工手順

4.2 鋼床版の研掃

鋼床版の研掃は、１種ケレン（ショットブラスト）を標準とする。ただし、床版接合部等、突起物がある箇所や、鋼床版端部の垂直面はディスクサンダー等を用いて人力で研掃する。

（解説）

ショットブラスト後の除錆度は、ASTM D 610 標準図で赤錆が３％以下を目標とする。

研掃方法は１種ケレン（ショットブラスト）が望ましいが、施工直前の床版面の状況を調査し、塗膜表面が劣化している程度の状況であれば、２～４種ケレンを選択してもよい。

4.3 接着層（プライマー）の塗布

接着層の塗布は２回に分けて行い、１回の塗布量は 0.2kg/m² を標準とする。

（解説）

接着層は、研掃後直ちに（４時間以内）施工する。

使用器具は均一な塗布のできるローラ刷毛やスキーザー等とし、施工速度は研掃工の速度に合わせる。

１層目の施工後、約３時間以上養生して２層目を施工する。２層目は均一性を高めるために１層目と直角方向に塗布する。

4.4 塗布型防水工の施工

塗膜型防水材の塗布量は、1.2kg/m² を標準とする。

（解説）

塗膜型防水材は、間接加熱釜を使用して現場で加熱溶解する。溶解温度は 250℃程度が適切である。280℃以上に加熱しないように注意する。

塗膜型防水材は、ゴム刷毛等を用いて均一に塗布する。

塗布後、直ちに養生のため４号硅砂を散布する。散布量は 0.7kg/ m^2 程度とする。防水材に付着しなかった硅砂は、防水材が硬化した後に清掃して除去する。

4.5 エポキシ細粒 5F の舗設

エポキシ細粒 5F の敷均し・締固めは、通常のアスファルト混合物と同様の方法で行う。

（解説）

アスファルトフィニッシャは、鋼床版接合部（突起部）の位置等を事前に確認した上で、走行に支障のないものを選定する。

エポキシ細粒 5F の可使時間は 3 時間程度なので、製造から舗設完了までの時間が 3 時間を超えないようにする。

4.6 タックコート

タックコートにはゴム入り乳剤を使用する。散布量は 0.4kg/m^2 を標準とする。

4.7 排水性（13）の舗設

排水性（13）の敷均し・締固めは、通常の排水性アスファルト混合物と同様の方法で行う。

（解説）

交通開放は、通常のアスファルト舗装と同様に、舗装表面温度が 50℃を下回ってから行う。

（第４章参考文献）多田宏行：鋼床版舗装の設計と施工、鹿島出版会（1990）

5.施工管理

施工管理は、出来形管理および品質管理で実施する。管理基準は、原則として「舗装施工便覧」あるいは「排水性舗装技術指針（案）」に準拠する。

5.1 出来形管理

出来形管理項目と頻度、および管理の限界値を表-5.1に示す。

表-5.1　出来形管理項目と頻度、管理限界値

舗装種	項目	試験方法	頻度	管理の限界値
エポキシ細粒5F	厚さ	―	1,000m^{2}毎	-0.7cm以上
	幅	―	100m毎	-2.5cm以上
排水性(13)	厚さ	―	1,000m^{2}毎	-0.7cm以上
	幅	―	100m毎	-2.5cm以上
	平たん性	3mプロフィルメータ	車線毎全延長	2.4mm以下
	浸透水量	現場透水試験	1,000m^{2}毎	1,000ml/15秒以上

ここで示した頻度、および管理の限界値は、「舗装施工便覧」にある表基層の場合に準じている。

5.2 品質管理

品質管理項目と頻度、および管理の限界値を表-5.2に示す。

表-5.2　品質管理項目と頻度、管理限界値

舗装種	項目	試験方法	頻度	管理の限界値
エポキシ細粒5F	外観	目視観察	随時	
	温度	温度計	随時	
	骨材粒度	抽出・ふるい分け試験	1回/日	2.36mm：±15%以内 0.075mm：±5%以内
	アスファルト量	抽出・ふるい分け試験	1回/日	-0.9%以内
	締固め度	採取コアによる測定	1,000m^{2}毎	基準密度の94%以上
排水性(13)	外観	目視観察	随時	
	温度	温度計	随時	
	骨材粒度	抽出・ふるい分け試験	1回/日	2.36mm：±7%以内 0.075mm：±3%以内
	アスファルト量	抽出・ふるい分け試験	1回/日	±0.5%以内
	締固め度	採取コアによる測定	1,000m^{2}毎	基準密度の96.5%以上
	すべり抵抗	BPN	1,000m^{2}毎	60以上

ここで示した頻度、および管理の限界値は、出来形管理の項と同様に「舗装施工便覧」にある表基層の場合に準じている。

6.維持修繕

本舗装の維持修繕は、通常の鋼床版舗装と同様に行う。

（解説）

(1)本舗装の維持管理は、通常の鋼床版舗装に準じて、**表-6.1** に示す項目について定期的に調査を実施する。

表-6.1　管理項目と補修目標値

管理項目	わだち掘れ量（mm）	段差（mm）		すべり抵抗	ひび割れ率（%）
		橋梁の取付部	伸縮継手部		
補修目標値	20	20	15	0.25(45)	20

（注）すべり抵抗はすべり測定車による値、（ ）内はBPN値

(2)わだち掘れやひび割れが進行している場合は、その進行程度を調査して、表層のみの切削オーバーレイ、あるいは基層からの打換を行う。

(3)段差は、軽微なものについては樹脂系のモルタル材料等で補修する。段差が著しく大きい場合は部分打換を行う。

(4)**表-6.1** に示した以外のブリスタリング、ポットホール等は目視で判断して適切な処置を行う。

(5)排水性舗装としての機能（排水機能、タイヤ／路面騒音低減機能等）が低下した場合は、原因を調査して、有効と思われる場合は機能回復措置を行う。機能回復措置による機能の回復が期待できない場合は、表層の切削オーバーレイを行う。

7.歩掛かり

7.1 基層工（エポキシ細粒 5F）

7.1.1 混合物

エポキシ細粒 5F の標準積算数量を表-7.1 に示す。

表-7.1 標準積算数量（エポキシ細粒 5F）

費目又は名称	形状寸法	数量	単位	摘要
7号砕石	5～2.5mm	2.89	m^3	10t*0.397/1.43*1.04
スクリーニングス	2.5～0mm	0.94	m^3	10t*0.129/1.43*1.04
砂		1.95	m^3	10t*0.268/1.43*1.04
石粉		1.35	t	10t*0.129*1.04
ストレートアスファルト	針入度60～80	0.64	t	10t*0.063*1.02
エポキシ樹脂		131.58	kg	10t*0.013*1.02
プラント運転費	60t/hr	0.28	hr	10t／36t/hr
トラクターショベル運転費	1.0m^3	0.28	hr	10t／36t/hr
普通作業員		0.09	人	0.28*1/6*2人
添加剤計量・運搬・投入費		10.00	t	
工場管理費		1.00	式	
混合物運搬費	片道運搬距離30km	10.00	t	

（注）混合物10t当たり

7.1.2 施工

エポキシ細粒 5F 舗装工の標準歩掛かりを表-7.2 に示す。

表-7.2 標準歩掛かり（エポキシ細粒 5F 舗装工、100m^2 当たり）

費目又は名称	形状寸法	数量	単位	摘要
世話役		0.10	人	1人*100/1,000
特殊作業員		0.30	人	3人*100/1,000
普通作業員		0.60	人	6人*100/1,000
エポキシ細粒5F		10.15	t	100m2*0.04*2.35*1.08
Asフィニッシャ運転費	ホイール型、2.4～6.0m	0.10	日	100/1,000
ロードローラ運転費	マカダム、10～12t	0.10	日	100/1,000
タイヤローラ運転費	8～20t	0.10	日	100/1,000
ダンプトラック運転費	2t積	0.10	日	100/1,000
諸雑費		1.00	式	

（注）日施工量1,000m^2の場合

7.2 表層工（排水性（13））

排水性（13）舗装工の標準歩掛かりを表-7.3に示す。

表-7.3　標準歩掛かり（排水性(13)舗装工、100m^{2}当たり）

費目又は名称	形状寸法	数量	単位	摘要
世話役		0.07	人	1人*100/1,400
特殊作業員		0.21	人	3人*100/1,400
普通作業員		0.43	人	6人*100/1,400
エポキシ細粒5F		7.56	t	100m2*0.035*2.00*1.08
Asフィニッシャ運転費	ホイール型、2.4～6.0m	0.07	日	100/1,400
ロードローラ運転費	マカダム、10～12t	0.07	日	100/1,400
タイヤローラ運転費	8～20t	0.07	日	100/1,400
ダンプトラック運転費	2t積	0.07	日	100/1,400
諸雑費		1.00	式	

（注）施工厚3.5cm、日施工量1,400m^{2}の場合

工期短縮型舗装Ｃの利用マニュアル（案）

利用マニュアル（工期短縮型舗装 C）

付 2-3-ページ

第１章　工期短縮型舗装材料の概要 …… 1
１－１　概要 …… 1
１－２　特徴 …… 2
１－３　適用 …… 3
１－４　構造設計 …… 4
第２章　使用材料および配合 …… 5
２－１　下地処理用 SMA 混合物混合物(SMA) …… 5
　２－１－１ 使用材料 …… 5
　２－１－２ 配合 …… 6
２－２　繊維系舗装材料 …… 8
２－３　塗膜防水用アスファルト …… 9
第３章　製造・運搬 …… 10
３－１　製造 …… 10
３－２　運搬 …… 10
第４章　施工 …… 11
４－１　施工手順 …… 11
４－２　施工機械 …… 13
４－３　床版処理 …… 14
４－４　アスファルト系塗膜材の施工 …… 14
４－５　下地処理用 SMA 混合物混合物（SMA）の施工 …… 15
４－６　交通開放 …… 15
４－７　繊維系舗装材料（CalmPave）の敷設 …… 16
第５章　施工管理 …… 17
５－１　出来形管理 …… 17
５－２　品質管理 …… 18
第６章　維持修繕 …… 19
第７章　歩掛かり …… 20

第１章　工期短縮型舗装Ｃの概要

１－１　概要

本工期短縮型舗装Ｃは、床版面、あるいは砕石マスチックアスファルト混合物（以下 SMA 混合物）により下地修正した路面に、工場生産品である繊維系舗装材料を敷設するものである。舗装構成を図に示す。

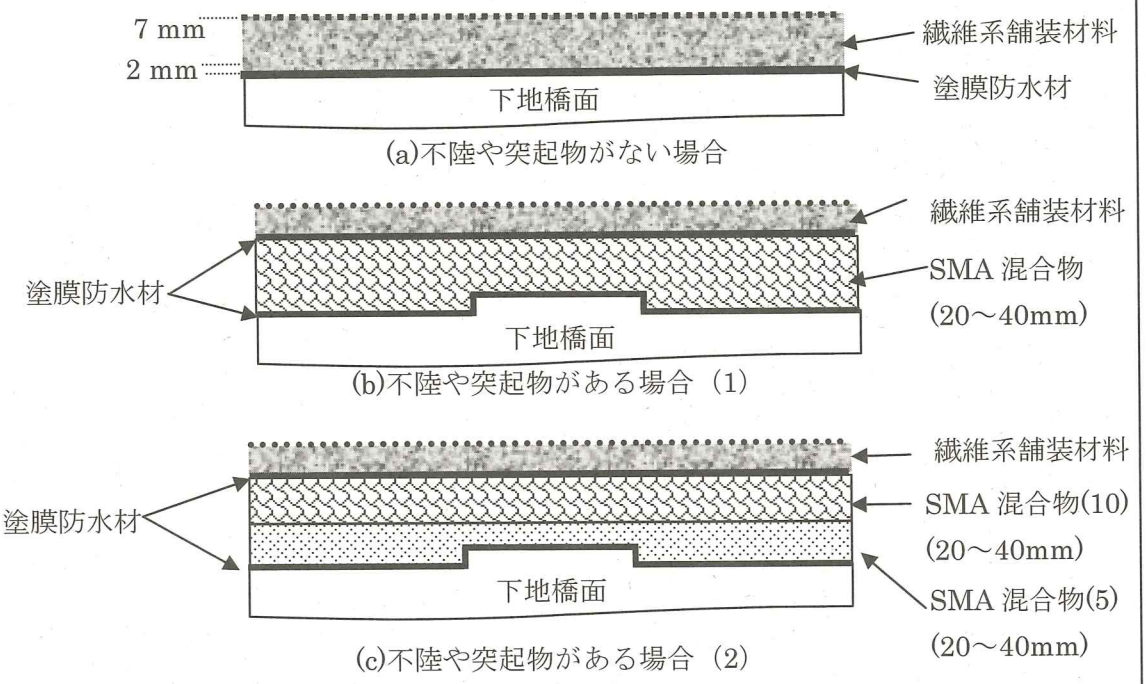


図-1.1　舗装構成

【解説】

(1) 本工法は、床版面あるいは基層面に繊維系舗装材料を敷設することにより施工時間の短縮を図るものである。敷設面には、アスファルト系塗膜材料を用いた防水層を設置する。ただし、不陸や突起物のある床版では硬化性バインダを用いた SMA 混合物により下地修正を行う。

(2) 図に示す繊維系舗装材料（CalmPave）の下地にはコンパウンドが施されており、アスファルト系塗膜材を塗布した路面に直接貼り付けることが出来る。また、このコンパウンドは防水層としての機能を有している。ただし、コンパウンドの下に水が浸透した場合、CalmPave が境界面で剥がれることがあるため、下地との接着を十分に行う必要がある。

(3) 下地の修正に用いる硬化性バインダを用いた小粒径 SMA 混合物混合物は、床版を保護するため耐久性や防水性に優れた混合物である。また、最大粒径が小さいため、ボルトなどの隙間に充填しやすい混合物である。

(4) 下地処理用混合物のバインダには、耐久性を高めるため硬化性バインダ（エポキシアスファルト）を使用している。

１－２　特徴

本工法の特徴を以下に示す。

① 従来のアスファルト舗装のような機械編成を必要とせず、Calmpave を施工面に貼り付けることにより舗装を構築することができるため工期の短縮が図れる。

② Calmpave は、工場生産品であるため材料の品質管理が容易であり確実である。

③ Calmpave を敷設した後、特別な養生時間を必要とせず、即交通開放が可能となる。

④ Calmpave は、繊維系材料であるため騒音低減機能、振動抑制機能を有している。

⑤ 繊維系材料を舗装材料とするため、死荷重の低減が可能であり橋梁に対する負荷が軽減される。

⑥ Calmpave は下地に敷設し、転圧することにより構築することが出来るため、従来工法と比較して、施工時の騒音・振動などが低減できる。

⑦ 下地処理の用いる混合物は、硬化性バインダ（エポキシ入り）を用いた砕石マスチックアスファルト混合物であるため耐流動性、防水性に優れている。

⑧ 砕石マスチックアスファルト混合物は、最大粒径の小さな混合物を使用しているため充填性に優れている。

【解説】

(1) 本工法は、工場生産品である繊維系舗装材料を路面に貼付けることにより舗装路面とするため、従来舗装の施工工程を大幅に低減することができる。また、常温での施工であるため施工後は特別な養生時間を必要とせず、すぐに交通解放が可能となる。

(2) 繊維系舗装材料の施工は特殊な施工機械を使用せずに施工可能であるため、施工時の騒音・振動が大幅に低減できる。

(3) 硬化性バインダを用いた SMA 混合物混合物の動的安定度は 5000 回/mm 以上を有しているため、耐流動性に優れている。また、土木研究所構内における試験施工においても良好な耐久性が確認された。

(4) 硬化性バインダを用いた SMA 混合物混合物の曲げ破断ひずみは 5.0×10^{-3} 以上を有しており。本州四国連絡橋 橋面舗装基準（案）の硬化性バインダ（エポキシ入り）アスファルト混合物の基準値を満足するものである。

1－3　適用

本工法は、下記のフローにより適用方法を検討する。

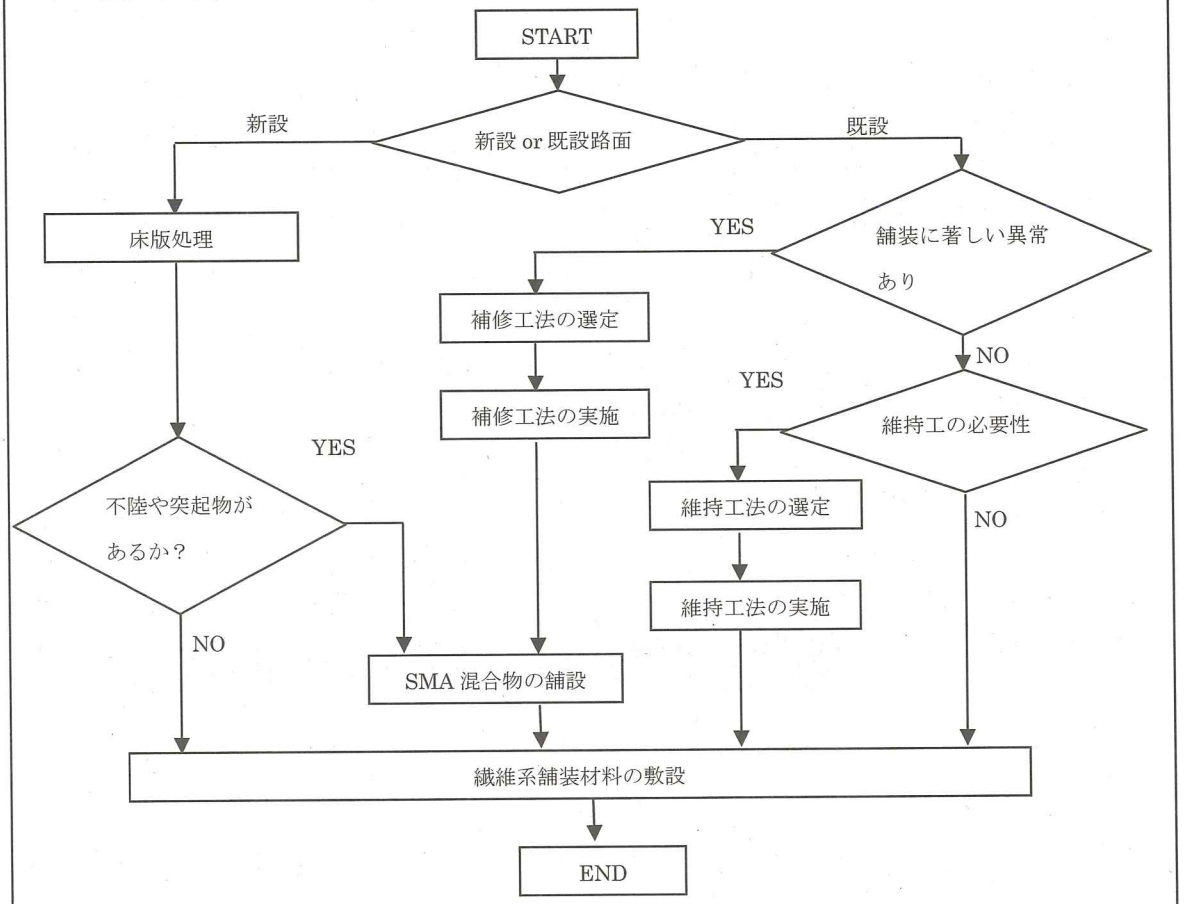


図-1.2　工期短縮型高耐久性橋面舗装の適用フロー

【解説】

(1) 不陸あるいはボルトなどの突起物がある床版面では下地処理を行う。

(2) 既設路面の損傷が著しい場合、適切な補修を行う。わだち掘れの判断基準として、現時点で最大わだち掘れの最大深さが 10mm を超える場合、下地処理を行う。

(3) 既設舗装の補修工法は、多田：橋面舗装の設計と施工、鹿島出版会（1997 年）を参照するとよい。

１－４　構造設計

本工法の構造設計は、本マニュアルに準じて行う。

【解説】

(1) 下地処理の最小厚さは、突起物の最小かぶり厚が 10mm 以上となるように設計する。

(2) 独立行政法人土木研究所の試験施工で実施した構造例を図に示す。

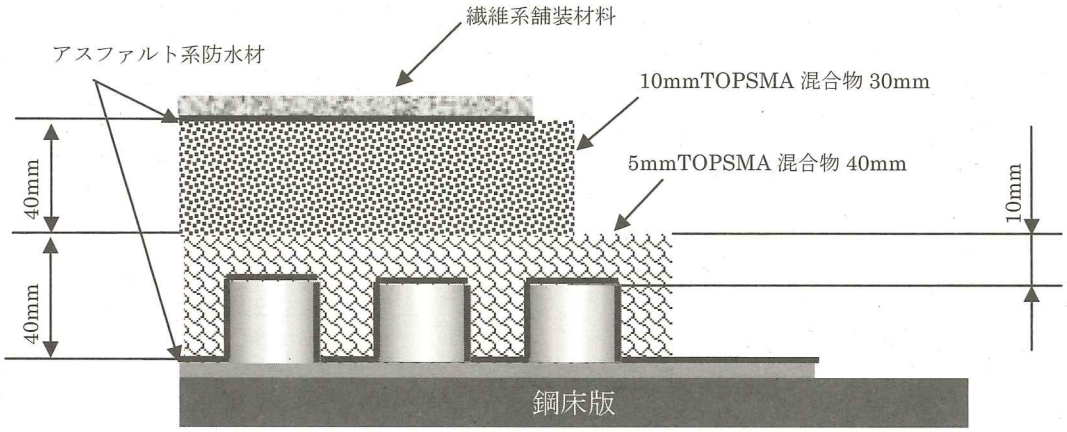


図-1.3　CalmPave を用いた舗装の断面例

第２章　使用材料および配合

２－１　下地処理用 SMA 混合物混合物(SMA)

２－１－１ 使用材料

小粒径 SMA 混合物に使用する材料は、表のとおりである。これらの材料は「舗装施工便覧」に示されている品質を満足するものである。

表-2.1　SMA 混合物における使用材料

材料の種類	材質
骨材	砕石を適切な粒度に調整したもの、砂
石粉	石灰石粉
繊維系補強材	植物性繊維
アスファルト	改質アスファルトⅡ型
硬化性樹脂	熱硬化性可とう性エポキシ樹脂

【解説】

(1) アスファルトには、長期にわたる耐久性や防水性を目的とするため、SMA 混合物混合物を使用する。また、アスファルトには硬化性アスファルトを使用する。

(2) 下地処理に使用する SMA 混合物混合物は、充填性を考慮して最大粒径の小さいものを使用する。

(3) 硬化性アスファルトは、改質アスファルト□型にエポキシを添加したものを使用する。
配合は、改質アスファルト□型 70%、熱硬化性可とう性エポキシ樹脂 30%とする。

２－１－２ 配合

下地処理に使用するSMA混合物の配合設計は、使用材料を選定した後、マーシャル安定度試験により行う。

【解説】

(1) 下地処理に使用するSMA混合物混合物の配合設計は、改質アスファルトⅡ型のみでマーシャル配合設計を行い、最適アスファルト量を求める。

(2) 植物性繊維は、アスファルト混合物質量に対して外添加0.3%とする。

(3) 混合物の品質目標は表に示すとおりとする。

表-2.2　SMA混合物の品質目標値

試験	項目	目標値
マーシャル試験	空隙率(%)	3～4
	飽和度(%)	80以上
	安定度(kN)	500以上
	フロー値(1/100cm)	80以下
ホイールトラッキング試験	動的安定度DS(回/mm)	1500以上
曲げ試験	曲げ破断ひずみ	6.0×10^{-3}以上

(4) 土木研究所の試験施工で使用したSMA混合物混合物(10)、(5)の配合例を表に示す。

表-2.3　SMA (10)混合物の配合例

混合物種類		SMA(10)	粒度範囲
骨材配合(%)	10mmTOP砕石*	77.0	—
	砕砂	6.0	
	細目砂	4.0	
	石粉	13.0	
通過質量百分率(%)	19.0mm	100	100
	13.2mm	99.5	95～100
	4.75mm	39.2	30～50
	2.36mm	26.8	20～35
	0.6mm	21.5	—
	0.3mm	17.2	13～20
	0.15mm	13.5	—
	0.075mm	10.5	8～13
アスファルト量(%)		7.1	—
備考　6号砕石を10mmのふるいでふるったものを使用			

表-2.4　SMA (5)混合物の配合例

混合物種類		SMA(10)	粒度範囲
骨材配合%	7号砕石	65.0	—
	砕砂	14.0	
	粗目砂	8.0	
	石粉	13.0	
通過質量百分率(%)	19.0	100	100
	13.2	100	100
	4.75	90.7	90～100
	2.36	31.7	30～40
	0.6	23.0	—
	0.3	17.6	—
	0.15	14.2	10～40
	0.075	11.9	8～15
アスファルト量(%)		8.0	—

２－２　繊維系舗装材料

表層として使用する繊維系舗装材料（CalmPave）の材料構造は図に示すとおりある。

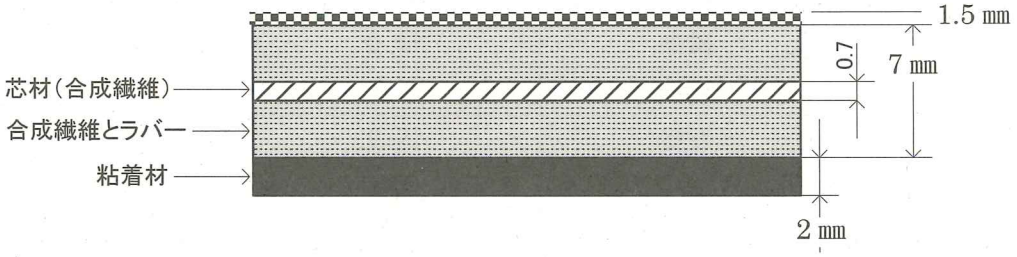


図-2.1　繊維系舗装材料の材料構造

【解説】

(1) 繊維系舗装材料は、ポリエステルなどの合成繊維で作られた芯材に、ポリエステルなどの合成繊維による不織布に混合ラバーを含浸させたものである。

(2) 背面には、敷設路面と接着させるためにアスファルトコンパウンドを接着している。

(3) 表面には、滑り止めとしてセラサンド（粒径 0.5～1.5mm）とエポキシを混合したものを塗布している。

(4) 繊維系舗装材料の性状は表に示すものとする。

表-2.5　繊維系舗装材料（CalmPave）の材料性状

ロール方向		タテ	ヨコ	試験方法
引張強度	kN/5cm	1.4	3.7	JIS L1079
伸び率	%	110	100	JIS L1079
引き裂き強度 カットスプリップ法	N	127.4	215.6	JIS L1079
発水度		80		JIS L1079
単位体積重量	g/cm^3	0.7		
吸水率	%	24		JIS L1079
弾性係数注1	kPa	5300（330000）注3		
反発係数注2	%	32.4（78.9）		

備考　注1 スパイクピン2mm貫入時における
注2 ゴルフボールによる
注3 アスファルト舗装

２－３　塗膜防水用アスファルト

床版保護と防水を目標として使用する材料は、アスファルト塗膜系防水材とする。

【解説】

(1) アスファルト塗膜系防水材は、床版防水規格を満足するものとする。

(2) アスファルト塗膜系防水材の標準的品質を表に示す。

表-2.6　アスファルト塗膜系防水材の標準的性質

項目	標準値	試験方法
針入度(円錐針)　mm	2～5	セメントコンクリート舗装要綱
軟化点　℃	80 以上	JIS K2207
引張強度(20℃)　MPa	3.5 以上	JIS A6021
最大荷重時の伸び率　%	300 以上	JIS A6021
耐アルカリ性(20℃)	飽和 $Ca(OH)_2$ 溶液に 15 日間浸して異常のないこと	JIS K5400
耐塩水性(20℃)	3%食塩水に 15 日間浸して異常のないこと	JIS K5400

第３章　製造・運搬

３－１　製造

製造の準備は、プラントの点検、現場配合の仮設定、試験練り、現場配合の決定の手順で行う。

製造にあたっては、試験練りを行い、現場配合を決定する。

(1) 混合物の現場配合は、混合物の舗設状況を観察し、必要に応じて修正を行う。

(2) 改質アスファルトは、製品によって取り扱いが異なる場合があるので、事前に材料製造者の取り扱い要領などを調べた上で製造準備を行うことが望ましい。

(3) 硬化性樹脂を用いているため、混合物の温度は必要以上に上げたりしないように留意する。

３－２運搬

混合物の運搬は、よく清掃した運搬車を用い、品質が変化しないように行う。

【解説】

(1) 保温を目的として、運搬車に積み込んだ混合物をシートなどで覆うと良い。とくに気温の低いときや風の強いときの運搬は、運搬車の荷台に帆布を 2～3 枚重ねて用いたり、特殊保温シートを用いたり、木枠を取り付けるなど、運搬中の保温方法の改善を行うと良い。

(2) 本工法には硬化性樹脂を用いるため、運搬時間や待機時間に十分留意する。

第４章　施工

４－１　施工手順

本工法の施工は図に示すような作業手順で行う。

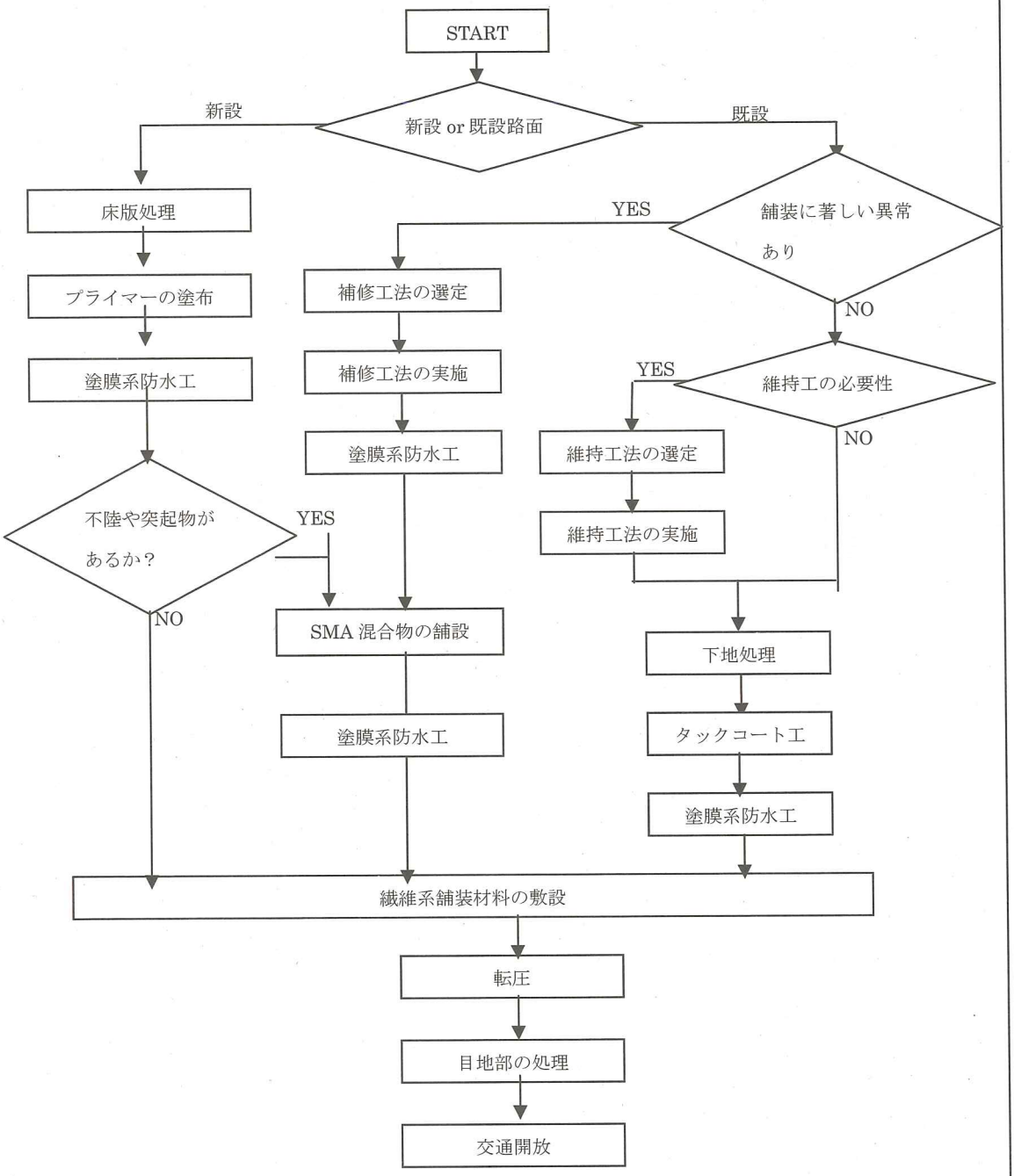


図-4.1　工期短縮型高耐久性橋面舗装の施工フロー

【解説】

(1) 鋼床版の処理は、ショットブラストによるものとする。

(2) 既設路面をすべて撤去する場合ははつりを行い、舗設箇所の清掃を適切に行う。

(3) 突起物のある箇所では、混合物の充填性が損なわれることがあるため、突起物の周りにアスファルト系塗膜材を塗布することが望ましい。

(4) 密接した突起物が多く見られる箇所では、事前にその部分を混合物により舗設する方法がある。

４－２　施工機械

本工法の施工機械を表に示す。

表-4.1　施工機械

施工機械	用途	備考
ディストリビュータ	切削路面乳剤散布	
アスファルトフィニッシャ	下地処理層敷均し	
R-1	下地処理層１次転圧	
タイヤローラ	下地処理層２次転圧	
タンクローリ	接着剤の溶融、保温	
2t コンバインドローラ	Calmpave 転圧	
4t ユニック車	材料搬送	

【解説】

施工機械の仕様は、施工規模により異なる。

４－３　床版処理

① 既設舗装あるいは不陸・突起物のない床版に繊維系舗装材料を敷設する場合には、敷設路面を適切に清掃しごみや塵を取り除く。その後、床版面には溶剤系接着剤、既設路面にはタックコートを均一に散布する。

② 下地修正を行う場合、SMA 混合物を舗設する路面は適切に清掃し、床版面では溶剤系接着剤、既設路面ではタックコートを散布する。

【解説】

(1) 鋼床版の表面処理は、①腐食状況調査、②表面処理（研磨）方法の選択および実施、③除錆度の確認の手順で行う。また、表面処理を施した後、直ちに溶剤系接着剤により表面を保護する。

(2) 溶剤系接着剤の散布量は 0.3～0.4l/m^2 を標準とし、0.15～0.2l/m^2 ずつ 2 回塗布する。

(3) タックコートは「舗装施工便覧」に従い一般に 0.3～0.6 l/m^2 を標準とする。

４－４　アスファルト系塗膜材の施工

適切な表面処理を行った路面に、所定量のアスファルト系塗膜材料を均一に塗布する。

【解説】

(1) 防水材の塗布は、必要な機械器具を用いて、むらなくエアポケットが生じない用に均一に行う。

(2) エアポケットが発生しふくれの目立つ箇所では、その都度入念につぶして、空気を出しておく。

(3) 排水枡部、伸縮継手部、歩車道境界部などの端部は、下図のように防水層を立ち上げて塗布する。

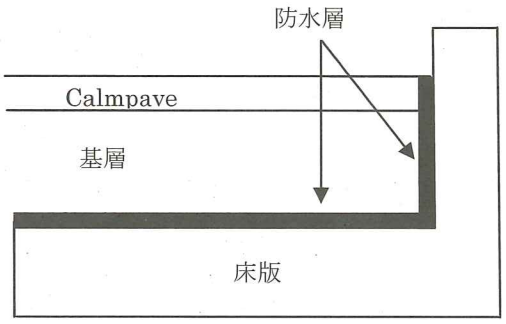


図-4.2 防水材の立ち上がり部処理

４－５　下地処理用 SMA 混合物混合物（SMA）の施工

下地処理用 SMA 混合物は、通常の SMA 混合物と同様に施工を行う。舗設路面に不陸や突起物がある場合、その周辺部の締固め度あるいは平たん性が得られるように留意して行う。

【解説】

ここで用いる SMA 混合物混合物のバインダには、硬化性バインダを用いるため温度管理、施工時間には十分注意する。

４－６　交通開放

転圧終了後、舗装表面の温度が十分下がってから交通開放を行う。

【解説】

基層で一旦交通開放を行う場合は通常のアスファルト舗装と同様に、表面温度がおおむね 50℃以下となってから行う。

４－７　繊維系舗装材料（CalmPave）の敷設

繊維系舗装材料（CalmPave）は、路面が均一となるように隙間なく敷設する。敷設終了後、下層と繊維系舗装材料が一体となるようにタイヤローラ等で転圧を行う。

【解説】

(1) CalmPave は 1 枚の寸法が一定であるため、道路の線形、幅員などの変化に合わせて施工した場合、不具合、材料のロスなどが発生する。特に、道路の線形において、曲率半径の小さい曲線部では、CalmPave を分割して曲線にあわせて施工するなどの処理が必要となる。

(2) CalmPave の表面をタイヤローラ、プレート等にて 1～2 往復程度走行転圧し、下層と密着させる。

(3) CalmPave に隙間が生じた場合、硬化性樹脂を充填すると効果的である。

(4) 伸縮装置部には、プライマーを塗布し、防水工を施した後に繊維系舗装材料の設置を行う。

(5) CalmPave は受注生産であるため、大規模工事では 1 日の施工量、工期などを考慮して供給計画を立て、工事に支障をきたさないように留意する。

第５章　施工管理

５－１　出来形管理

CalmPave の出来形管理は、設計仕上がり面からのずれ、幅、施工厚および平たん性について行う。SMA 混合物は、通常のアスファルト舗装と同様に、厚さ、幅および平たん性について行う。

【解説】

本工法の出来形項目、頻度および管理限界を表に示す。

表-5.1　SMA 混合物および CalmPave の出来形管理

工種	項目	試験方法	頻度	管理限界
SMA	厚さ	—	1000m² 毎	−0.9cm 以上
	幅	—	100m 毎	−2.5cm 以上
CalmPave	厚さ	—	1000m² 毎	±4 mm以内
	幅	—	100m 毎	−2.5cm 以上
平坦性		3m プロフィルメータ	車線毎全延長	2.4 mm以下

５－２　品質管理

CalmPave の品質管理は、工場生産品であるため、製造時の品質証明によるものとする。また、砕石マスチックアスファルト混合物は、通常のアスファルト舗装の場合と同様に行う。

【解説】

本工法の品質管理項目、頻度および管理限界を表に示す。SMA 混合物混合物の品質管理基準は、原則として「舗装施工便覧」の基層混合物に準拠する。

表-5.2　日常管理試験項目と頻度

工種	試験項目	試験方法	試験頻度	管理限界
SMA	外観	観察	随時	
	温度	温度計	随時	
	骨材粒度	試験法便覧	印字記録:全数 または、抽出・ふるい分け試験１回/日	2.36 mm：±15%以内 0.075 mm：±5%以内
	アスファルト量			-9%以内
	締固め度		1000m² に１個	96%以上
瀝青材料	一般性状	JIS K2208	品質証明書	メーカ規格による
繊維系舗装材料	繊維系舗装材料性状試験	JIS L1079	品質証明書	メーカ規格による
	すべり抵抗性の測定	舗装試験法便覧 4-1-1T	200m 間隔	μ_{60}=0.35 以上
	引張試験 注	舗装試験法便覧 5-3-10*1	200m 間隔	引張接着強度 0.3N/mm² 以上
塗膜材	一般性状	JIS K2207 JIS K2265	品質証明書	メーカ規格による

備考　注　コンクリート床版防水の引張接着試験

第６章 維持修繕

CalmPave が供用上の一定水準を下回るときは、速やかに維持あるいは補修を行う必要がある。補修を行う際には、道路の重要背や損傷の程度を考慮して補修計画を立てなければならない。

【解説】

(1) 適切な補修を行うため、日常的に路面調査（わだち掘れ、平たん性、すべり抵抗性、CalmPave の剥がれなど）を調査する。また、その原因についても把握する必要がある。

(2) 損傷を受けている CalmPave は、部分的な切断を行わず、目地部に合わせて切断し、CalmPave 1 枚単位で撤去することを基本とする。

第７章　歩掛かり

7.1　エポキシ入りＳＭＡ混合物

エポキシ入り SMA 混合物の 100 ㎡当たりの作業歩掛かりを表-7.1 に示す。

表-7.1　標準作業歩掛かり（エポキシ入りＳＭＡ混合物）

項　　目	形状寸法	数量	単位	摘　要
世話役		0.10	人	1 人×100/1000
特殊作業員		0.30	人	3 人×100/1000
普通作業員		0.60	人	6 人×100/1000
エポキシ入りＳＭＡ		10.15	t	100 ㎡×0.04×2.35×1.08
ｱｽﾌｧﾙﾄﾌｨﾆｯｼｬ運転費	2.4～6.0m	0.10	日	100/1000
ロードローラ運転費	マカダム　2.4～6.0m	0.10	日	100/1000
タイヤローラ運転費		0.10	日	100/1000
ダンプトラック運転費		0.10	日	100/1000
諸経費		1.00	式	
備考　　日施工量　1000 ㎡				

7.2　CalmPave

CalmPave の 100 ㎡当たりの作業歩掛かりを表-7.2 に示す。

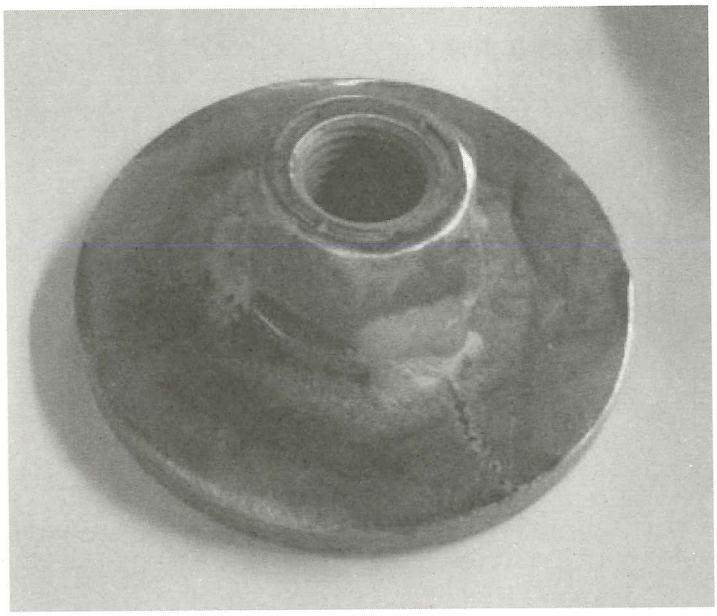
表-7.2　標準作業歩掛かり（CalmPave）

項　　目	形状寸法	数量	単位	摘　要
世話役		0.15	人	1 人×100/650
特殊作業員		0.31	人	2 人×100/650
普通作業員		0.77	人	5 人×100/650
CalmPave	1m×3m×0.008m	163	枚	650 ㎡／3
タイヤローラ運転費		0.15	日	100/650
ダンプトラック運転費		0.15	日	100/650
諸経費		1	式	
備考　　日施工量　650 ㎡				

付録３．ボルト充填部の接着強度試験方法

1.ボルト付鋼板の研磨

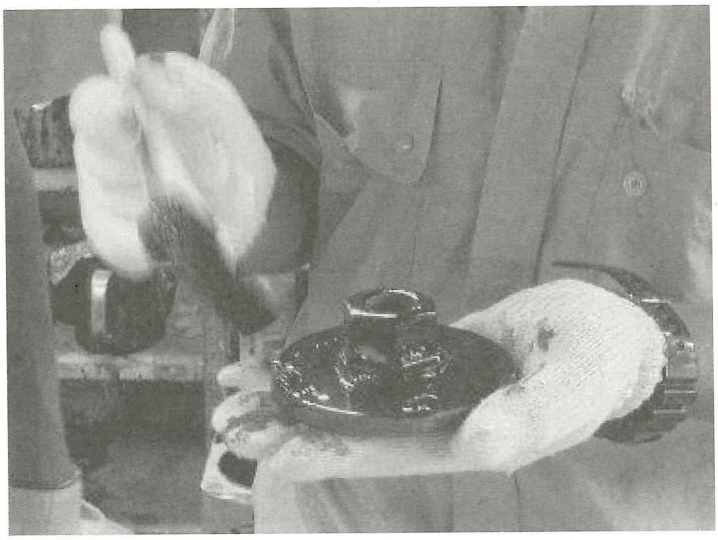
ボルト付鋼板（**付写真-3.1** 参照）を、ディスクサンダー等を用いて両面共に研磨する。



付写真-3.1　ボルト付鋼板（接着試験用、研磨後）

2.接着材（プライマー）の塗布

研磨後のボルト付鋼板に、接着層（プライマー）を塗布する。実施工におけるプライマーの標準塗布量は、0.2 リットル/m^2×２回である。ボルト付鋼板の面積は 5cm×5cm×3.14＝78.5cm^2 であり、これにボルト部側面の面積を加味すると、ボルト付鋼板へのプライマーの塗布量は、約 2.2g/１枚・１回となる（**付写真-3.2** 参照）。

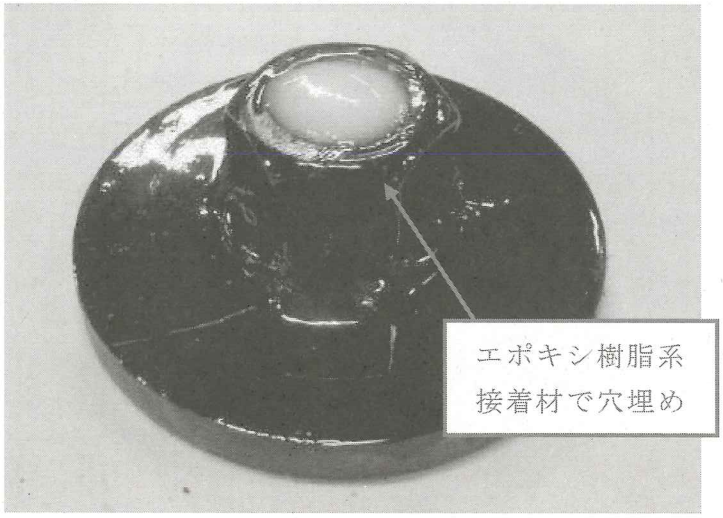


付写真-3.2　プライマーの塗布状況

3.アスファルト混合物の打設

3.1 ボルト部の穴埋め

プライマーが乾燥した後に、ボルトの中にアスコンが入らないようにエポキシ樹脂系の接着材で穴埋めする（**付写真-3.3** 参照）。



付写真-3.3　ボルト部の穴埋め

3.2 基層用アスファルト混合物の打設

マーシャルモールドにボルト付鋼板をセットして（**付写真-3.4** 参照）、その上に基層用アスファルト混合物を打設する。突固め回数は片面 100 回とする。



付写真-3.4　ボルト付鋼板のマーシャルモールドへのセット

4.接着強度試験用治具の接着

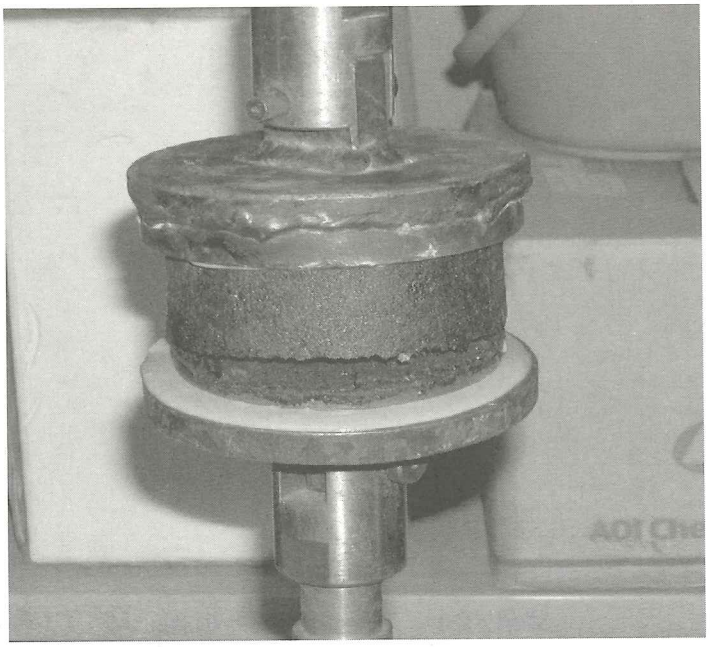
脱型した供試体の上下面に、エポキシ樹脂系接着材で接着強度試験用の治具を接着する。治具は、ボルト付鋼板と同様にディスクサンダー等でよく研磨しておく（**付写真-3.5** 参照）。



付写真-3.5　治具への接着状況

5.接着強度試験

接着材の養生完了後に接着強度試験を実施する（**付写真-3.6** 参照）。試験温度（試験室の気温と供試体の養生温度）は常温（20℃）、載荷速度は 5mm/min とする。



付写真-3.6　接着強度試験実施状況

6.結果の整理

破壊時の荷重（N）を供試体の面積（78.5cm^2＝7850mm^2）で除して接着強度（MPa）を求める。試験はアスファルト混合物１配合につき３回実施する。

データシートの一例を付図-3.1に示す。

引張接着試験

工　事　名　称　：共同研究「交差点立体化の路上工事短縮技術の開発」
混合物の種類：エポキシ細粒5F（バインダー量8.1%）
接着層の種類：カチコートS（0.4kg/m^2）
試験年月日：平成16年9月10日　　試験者：
試験条件：載荷速度：5mm/min
試験温度：20℃
ボルト付鋼板

供試体番号	1	2	3	平均値
供試体の直径 (mm)	100.0	100.0	100.0	
接着面積 (mm^2)	7850	7850	7850	
破壊荷重 (kN)	12.28	12.54	11.34	
引張接着強度 (MPa)	1.56	1.60	1.44	1.54
破壊箇所	治具（アスコン側）	アスコン・鋼床版界面	アスコン・鋼床版界面	

備考：

付図-3.1　データシートの例