

常温型舗装の利用技術の開発に関する 共同研究報告書

平成8年3月

建設省土木研究所
材料施工部化学研究室
道路部舗装研究室
財団法人土木研究センター
昭和シェル石油株式会社
日本舗道株式会社
住友大阪セメント株式会社
ニチレキ株式会社
東亜道路工業株式会社
日本道路株式会社
ポリマー舗装材料協会

Copyright ©1996 by P.W.R.I.

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

この報告書は、土木研究所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、土木研究所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。

常温型舗装の利用技術の開発に関する 共同研究報告書

材料施工部化学研究室	室 長	坂 本 浩 行
	研 究 員	寺 田 剛
道路部舗装研究室	室 長	池 田 拓 哉
	研 究 員	木 村 慎 郎
(財) 土木研究センター	理 事	神 崎 紘 郎
昭和シェル石油 (株)	中央研究所研究第3課長	青 木 秀 樹
日 本 舗 道 (株)	技術研究所研究室長	溝 渕 優
住友大阪セメント (株)	取締役モルタルコンクリート研究所長	車 田 則 充
ニ チ レ キ (株)	取締役技術研究所長	太 田 健 二
東 亜 道 路 工 業 (株)	技術研究所長	川 野 敏 行
日 本 道 路 (株)	技術研究所第3研究室長	三 浦 大 介
ポリマー舗装材料協会	技 術 委 員 長	齋 藤 弘 志

要 旨

道路舗装工事においてエネルギー消費量を削減するためには、混合物を製造・施工する際、加熱する必要のない常温型舗装は非常に有効である。そこで、加熱アスファルト舗装と同等またはそれ以上の性能を持つ常温型舗装の利用技術の開発を、平成6～7年の2年間行った。

本報告書は、開発された常温型舗装の性能について、バインダーおよび混合物の室内試験、試験施工による施工性の確認、耐久性の調査、エネルギー消費量の計算等を行った結果について述べたものである。その結果、従来の加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の性能と10%以上のエネルギー消費量の削減が可能であることを確認した。

キーワード：常温型舗装，省資源・省エネルギー，エネルギー消費量

まえがき

近年、地球規模での環境問題への対応が求められている。その一つとして、1990年10月の閣議において決定された「地球温暖化防止行動計画」により、二酸化炭素（CO₂）の総排出量を2000年以降概ね1990年レベルで安定化させるように努めることが決定している。この目標を達成させるためには、全産業で省資源・省エネルギー対策を検討することが必要とされている。

建設省では、1994年1月に環境政策大綱を策定し、環境問題に配慮した建設事業の推進を図っていくこととしている。また、これらの方策の一つとして、建設省総合技術開発プロジェクトにおいて「省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発」の研究を行っている。これらの研究の中で、省資源・省エネルギー資材利用技術開発の一環として常温型舗装を取りあげている。

従来の常温型舗装は、加熱アスファルト混合物に比べて耐久性が乏しく、わが国では表層用混合物としてほとんど使用されていなかった。そこで、平成6～7年度にかけて、建設省土木研究所と（財）土木研究センター、昭和シェル石油（株）、日本舗道（株）、住友大阪セメント（株）、ニチレキ（株）、東亜道路工業（株）、日本道路（株）、ポリマー舗装材料協会との共同研究により、常温での施工が可能で、加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の性能を持つ常温型舗装の利用技術の開発を行った。

この結果、高性能アスファルト乳剤や高性能ポリマーなどを用いることにより、常温で施工ができ、かつ加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の供用性能を持ち、重交通の表層、基層に適用可能で加熱アスファルト混合物より10%以上省エネルギーとなる常温型舗装を開発することができた。

本報告書は、共同研究により開発した5種類の常温型舗装の室内試験結果や試験施工の状況、供用性試験結果、エネルギー消費量などについて報告するものである。

今回開発した常温型舗装は、加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の供用性が期待され、しかも加熱アスファルト混合物に比較して省資源・省エネルギーであるという利点がある。環境保護という問題は、全世界的に今後もさらに高まることが予測されるので、常温型舗装の利用拡大はこれらに対して大いに寄与するものと考えられる。

今後は試験舗装等を行うことにより、本研究により開発された常温型舗装が広く普及し、省資源・省エネルギーに寄与することを期待する。

平成8年3月

「常温型舗装の利用技術の開発」共同研究委員会（平成8年3月）

委員長	建設省土木研究所	材料施工部化学研究室長	坂本 浩行
委員	建設省土木研究所	道路部舗装研究室長	池田 拓哉
		材料施工部化学研究室研究員	寺田 剛
		道路部舗装研究室研究員	木村 慎
	昭和シェル石油（株）	中央研究所研究第3課長	青木 秀樹
		中央研究所研究第3課主任	佐藤 康彦
		中央研究所研究第3課研究員	藤谷 篤
	日本舗道（株）	技術研究所研究室長	溝渕 優
		技術研究所課長	尾本 志展
	住友大阪セメント（株）	取締役セメントコンクリート研究所長	車田 則充
		セメントコンクリート研究所主任研究員	安藤 豊
		セメントコンクリート研究所研究員	安久 憲一
		セメントコンクリート研究所研究員	矢野 博之
	ニチレキ（株）	取締役技術研究所長	太田 健二
		技術研究所研究第3課長	伊藤 亮
		技術研究所研究第3課研究員	鈴木とおる
		技術研究所研究第3課研究員	山本 徳昭
	東亜道路工業（株）	技術研究所長	川野 敏行
		技術研究所グループリーダー	成田 守男
		技術研究所主任	藤永 彌
		技術研究所研究員	島津 義輝
		技術研究所研究員	松井 伸頼
	日本道路（株）	技術研究所第3研究室長	三浦 大介
		技術研究所主任研究員	武田 雄
		技術研究所副主任研究員	荒尾 慶文
	ポリマー舗装材料協会	技術委員長	齋藤 弘志
		技術委員	内田 富夫
		技術委員	高村 英二
		技術委員	岩崎 和資
		技術委員	東郷 辰雄
		技術委員	大道 賢
		技術委員	小林 耕平
		技術委員	飯田 正一
		技術委員	今田 和弘
事務局	（財）土木研究センター	理事	神崎 紘郎
		常任参与調査試験部長	森 芳徳
		調査試験部員	佐々木勝夫
		顧問	田中柳之助

目次

まえがき

1 研究概要	1
1.1 研究目的	1
1.2 建設関連分野におけるエネルギー消費量の算定結果	1
1.3 常温型舗装の開発目標	2
1.4 各種常温型舗装の概要	2
2 エネルギー消費量削減効果の予測	5
3 室内試験による性能の確認	7
3.1 バインダー性状試験	7
3.2 混合物性状試験	8
4 常温型舗装の試験舗装による検討	10
4.1 土木研究所構内での試験施工	10
4.2 試験施工の状況	11
4.3 硬化発現と交通開放に関する検討	15
4.4 荷重車走行による供用性試験	17
4.5 試験施工後の路面状況	21
5 常温型舗装用材料の品質規格	24
5.1 常温型舗装 A	24
5.2 常温型舗装 B	25
5.3 常温型舗装 C	27
5.4 常温型舗装 D	29
5.5 常温型舗装 E	30
6 常温型舗装の配合設計	33
6.1 常温型舗装 A 用混合物	33
6.2 常温型舗装 B 用混合物	42
6.3 常温型舗装 C 用混合物	48
6.4 常温型舗装 D 用混合物	53
6.5 常温型舗装 E 用混合物	57
7 エネルギー消費量および CO ₂ 排出量	61
7.1 計算方法	61
7.2 モデル工事の概要	61
7.3 計算結果	62

あとがき.....	64
-----------	----

付 録.....	65
----------	----

1 修正マーシャル安定度試験方法.....	67
2 修正ホイールトラッキング試験方法.....	68
3 修正ラベリング試験方法.....	69
4 耐候性試験方法.....	70
5 引張試験方法（樹脂バインダーのみ）.....	73

1 研究概要

1.1 研究目的

本研究は、常温で混合物の製造および施工を行うことにより、加熱アスファルト混合物と比較して、エネルギー消費量および二酸化炭素（CO₂）排出量の削減が可能な常温型舗装の利用技術の開発を目的としている。

従来の常温型舗装は、アスファルト乳剤などの瀝青材料を常温もしくは常温に近い温度で混合して舗装したものが一般的である。しかし、混合物の初期安定性が低い、耐久性に乏しいなどの理由から、応急的な補修材料としての適用に限定されつつある。そこで、高性能アスファルト乳剤や高性能ポリマーなどを用いた、加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の性能を持つ常温型舗装の開発を行った。

本研究は、財団法人1団体と民間会社6社1団体との共同研究により、平成6～7年にかけて行った。

1.2 建設関連分野におけるエネルギー消費量の算定結果

1.2.1 エネルギー消費量

日本の全産業において、土木事業あるいは建設事業の占める割合を求めた。その結果を図-1.1に示す。国内全産業に占めるエネルギー消費量の比率は土木で7.6%、建築で11.2%、合計で18.8%であった。

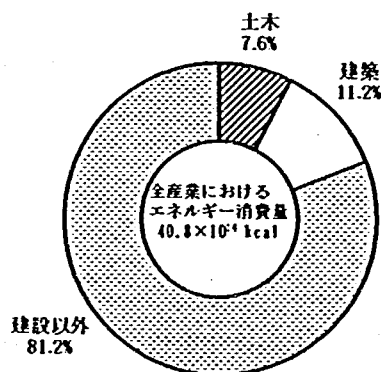


図-1.1 全産業に対する建設関連分野のエネルギー消費量の比率

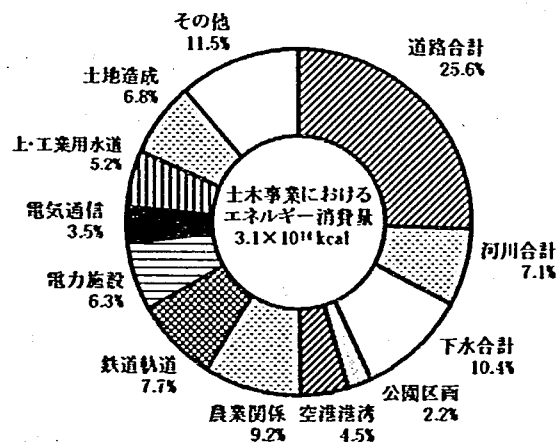


図-1.2 土木事業におけるエネルギー消費量の内訳

土木事業における各部門毎の内訳は、図-1.2に示すように道路部門が25.6%と最も大きな比率を占めていた。これは、道路部門の中で舗装の占める割合が多く、舗装の原材料が石油製品であること、舗装材料を製造する過程でエネルギー源として石油製品を使うことからエネルギー消費に直結したと思われる。

1.2.2 CO₂排出量

エネルギー消費量と同様に、日本の全産業における土木事業および各事業ごとのCO₂排出量の計算を行った。全産業に対するCO₂発生量の比率を図-1.3に、土木事業での内訳を図-1.4に示す。

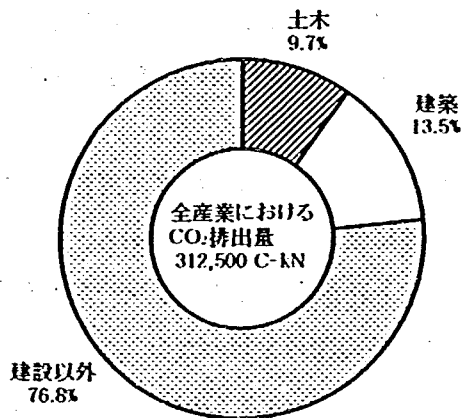


図-1.3 全産業に対する建設関連分野のCO₂排出量の比率

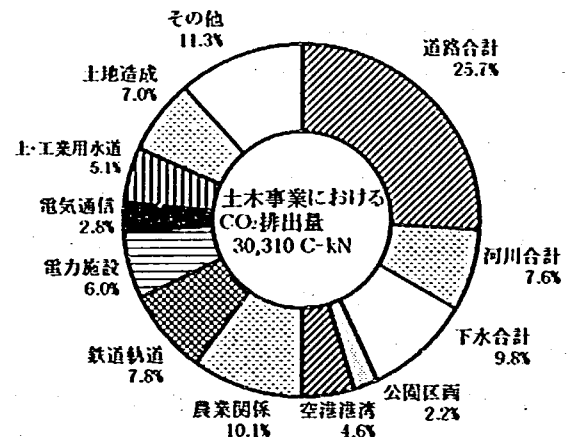


図-1.4 土木事業におけるCO₂排出量の内訳

この結果、土木事業の全産業に対する割合は9.7%、建築で13.5%、建設業全体で23.2%となっており、エネルギー消費と比べて土木事業ではより大きな値となっていた。これは、セメントを多く使用するため、この影響を直接に受けたものと思われる。

土木事業における内訳としては、道路部門が25.7%とエネルギー消費量と同様、最も大きな比率を占める結果となった。

このように、土木事業において道路部門によるエネルギー消費量・CO₂排出量の割合は大きく、加熱アスファルト混合物と同等の性能を持つ常温型舗装の開発の必要性は高いと考えられる。

1.3 常温型舗装の開発目標

省資源・省エネルギーかつ加熱アスファルト混合物と同等またはそれ以上の性能を持つことを目的として共同研究者を公募した。

- ① 重交通路線（C、D交通）の車道表層および基層に適用可能
- ② 動的安定度（DS）が3,000回/mm以上
- ③ 加熱アスファルト混合物に比べてエネルギー消費量を10%以上削減可能

1.4 各種常温型舗装の概要

本研究において開発を行った常温型舗装はA～Eの全部で5種類ある。その概要は表-1.1のとおりである。

表-1.1 各種常温型舗装の概要

	A	B	C	D	E
種 類	マイクロサーフェイシング系	常温型排水性 (空隙率約 20%)	セメント・改質ア スファルト乳剤系	エポキシ改質 アスファルト系	エポキシ樹脂系
施工厚さ	3~25 mm (マイクロサーフェイシング)	40~50 mm (6号) 20~25 mm (7号)	40~50 mm	40~50 mm	30~50 mm
配 合	スクリーニング+石粉 7号、6号砕石	開粒度(排水性) (空隙率約 20%)	密粒度	密粒度	密粒度
混合方法	現場混合	プラント混合 または現場混合	プラント混合 または現場混合	プラント混合 または現場混合	プラント混合 または現場混合
敷きならし 方法	専用機械使用	既存方法	既存方法	既存方法	既存方法
転圧方法	特別の場合を除い て転圧不要	既存の機械転成	既存の機械転成	既存の機械転成	既存の機械転成
主な用途 (新設/補修)	両方とも可能 ・老朽路面の回復 ・荒れたコンクリ ート路面の補修 ・コンポジット舗 装の表層材	両方とも可能 ・排水性舗装の表 層および基層	両方とも可能 ・表層および基層	両方とも可能 ・表層および基層	両方とも可能 ・表層および基層 ・バスレーンなど のカラー化
重交通路線 への適用	○	○	○	○	○
動的安定度 3,000 回/mm	○	○	○	○	○
エネルギー消費量 10%以上削減	○	○	○	○	○
交通開放 6時間以内	○	○	○	○	○

それぞれの常温型舗装の特徴を以下に示す。

1.4.1 常温型舗装 A

常温型舗装 A は、高粘度改質アスファルトを基剤としたカチオン系高濃度乳剤をバインダーとし、一定の粒度範囲および品質の骨材などからなる常温型混合物を用いた舗装である。その主な特徴は次のとおりである。

- ①専用の混合・敷きならし機械を用いて薄層で敷きならし、大規模かつ迅速に施工できる。
- ②施工速度が速く、また早期の交通開放が可能である。
- ③耐久性（耐流動性、耐摩耗性、飛散抵抗性および接着性）、すべり抵抗性に優れている。
- ④切削工を伴わずにオーバーレイ工ができる。

1.4.2 常温型舗装 B

常温型舗装 B は、高濃度改質アスファルト乳剤と無機質硬化材からなる常温型混合物を用いた排水性舗装である。その主な特徴は次のとおりである。

- ①加熱アスファルト舗装と同様な施工機械で施工できる。

- ②排水性舗装であるため、雨天時の車両の走行安定性の向上と騒音の低減効果を持つ。
- ③耐流動性と耐摩耗性に優れている。
- ④混合物の製造が容易にできるので、小規模補修にも対応できる。

1.4.3 常温型舗装 C

常温型舗装 C は、改質アスファルト乳剤および低収縮セメントを使用した常温型舗装である。その主な特徴は次のとおりである。

- ①加熱アスファルト舗装と同様な施工機械で施工できる。
- ②施工後、3 時間程度の養生で交通開放が可能である。
- ③耐流動性に富み、ひびわれの発生が少ない。
- ④混合物の製造は、専用のミキサまたは既設の加熱アスファルト混合物製造プラントで対応できる。

1.4.4 常温型舗装 D

常温型舗装 D は、アスファルト乳剤と二液反応型エポキシ樹脂からなる複合バインダーを用いた常温型舗装である。その主な特徴は次のとおりである。

- ①加熱アスファルト舗装と同様な施工機械で施工できる。
- ②耐流動性に優れている。
- ③施工後、3 時間程度で交通開放が可能である。
- ④たわみ性に優れている。

1.4.5 常温型舗装 E

常温型舗装 E は、混合物のバインダーとしてポリマー（エポキシ樹脂）を利用した常温型舗装である。その主な特徴は次のとおりである。

- ① 樹脂材料特有な粘りが少ないバインダーを使用しているため、加熱アスファルト舗装と同様な施工機械で施工できる。
- ② バインダーに反応型可とう性エポキシ樹脂を使用しているので、混合物の凝集力が大きくまた機械的性能に優れている。
- ③ カラー化が容易にできる。
- ④ 耐摩耗性、耐流動性に優れている。

2 エネルギー消費量削減効果の予測

常温型舗装の開発を行う前段階として、常温型舗装を用いた場合のエネルギー消費量の削減効果を確認するため、常温型混合物の等値換算係数を変えた場合のエネルギー消費量の算定を行った。

2.1.1 計算方法

計算にあたって想定した舗装構造は、表層および基層と路盤について $T_A = 24$ となるように設定した。各材料の等値換算係数は、加熱アスファルト混合物を 1.00、常温混合物を 0.55 または 0.80、碎石路盤を 0.35 とした。またエネルギー消費量の計算は、「The Asphalt Institute MISC-75-3」¹⁾ および次の①～⑦に示す設定条件で行った。

- ① アスファルトについてはアスファルト精油所から、アスファルト乳剤については乳剤工場から、トラック (875 kcal/トン・km) でプラントまで 80 km の距離を輸送するものとする。
- ② 使用する各材料の配合率は、碎石 60 %、天然砂 35 %、フィラー 5 %、アスファルト 5 % (常温型混合物の場合は乳剤量 8 %) とする。フィラーの製造に要するエネルギーは碎石と同一とする。
- ③ 骨材は、平均 5 % の水分を含んでいるものとし、これを乾燥し、さらに 21℃ から 150℃ まで加熱する。
- ④ 骨材は、混合物製造用についてはプラントまで 16 km、碎石路盤材については現場まで 28 km の距離をトラック (740 kcal/トン・km) で運搬するものとする。
- ⑤ 混合物は、トラック (740 kcal/トン・km) でプラントから現場まで 12 km の距離を運搬するものとする。
- ⑥ 混合物の締固め密度は、加熱アスファルト混合物を 2,350 kg/m³、常温型混合物を 2,268 kg/m³、碎石路盤を 2,100 kg/m³ とする。
- ⑦ プライムコート (散布量 1.13 l/m²) の散布に必要なエネルギーは 3,730 kcal/m² とする。

2.1.2 エネルギー削減量の予測結果

計算結果を表-2.1に示す。最も効果のある工種は、表層、基層および路盤いずれも常温混合物を用いた場合であった。このとき、路盤に使用する常温混合物の等値換算係数を 0.8 とすると、加熱アスファルト混合物を使用した比較材と比べて 43 % の削減効果がある。

また、比較モデルの表基層 15 cm にのみ常温混合物を適用した場合でも、35 % のエネルギー消費量の削減が可能である。

簡単な計算ではあるが以上の結果から、等値換算係数が加熱アスファルト混合物と同等と評価できる常温混合物を使用することにより、10 % 以上のエネルギー消費量の削減が可能と予想される。

表-2.1 常温混合物のエネルギー消費量 (1m²あたり)

舗装構成	等値換算係数	舗装構造 (cm)	各層別エネルギー 必要量 (kcal)	全エネルギー 消費量 (kcal)	工種間のエネ ルギー比較
加熱混合物による フルデプス舗装	表基層：1.00 路 盤：1.00	表基層：10 路 盤：14	表基層：33,400 路 盤：46,760	80,160	0.89
表基層：加熱混合物 路 盤：常温混合物	表基層：1.00 路 盤：0.55	表基層：10 路 盤：25.5	表基層：33,400 路 盤：47,700	81,100	0.90
	表基層：1.00 路 盤：0.80	表基層：10 路 盤：17.5	表基層：33,400 路 盤：32,740	66,140	0.74
表基層：常温混合物 路 盤：常温混合物	表基層：1.00 路 盤：0.55	表基層：10 路 盤：25.5	表基層：18,710 路 盤：47,700	66,410	0.74
	表基層：1.00 路 盤：0.80	表基層：10 路 盤：17.5	表基層：18,710 路 盤：32,740	51,450	0.57
表基層：常温混合物 路 盤：碎石	表基層：1.00 路 盤：0.35	表基層：15 路 盤：25.7	表基層：18,710 プライコト：3,720 路 盤：35,410	57,840	0.65
表基層：加熱混合物 路 盤：碎石	表基層：1.00 路 盤：0.35	表基層：15 路 盤：25.7	表基層：50,100 プライコト：3,720 路 盤：35,410	89,230	1.00 (比較材)

3 室内試験による性能の確認

試作した常温型舗装用混合物の性能を確認するため、まずバインダーおよび混合物の性状に関する室内試験を行った。

3.1 バインダー性状試験

常温型舗装に使用する各種バインダーについて試験を行った。ただし、バインダー試験後も改良がなされている。

3.1.1 乳剤系バインダー試験

5種類の常温型混合物のうち、バインダーとしてアスファルト乳剤を用いる A, B, C, D について、エングラ一度、ふるい残留分試験、電荷試験、蒸発残留分試験、貯蔵安定度試験などを行った。試験結果を、参考として JIS K 2208 のカチオン系乳剤 MK-3 の品質規格（以下 JIS 規格という）とともに表-3.1 に示す。

表-3.1 乳剤のバインダー試験結果

試験項目			試料番号				JIS カチオン乳剤 MK-3 の品質規格
			A	B	C	D	
エングラ一度 (25℃)			40	17	10	3	3~40
ふるい残留分試験 (1.18mm) %			0.1	0	0	0	0.3 以下
粒子の電荷試験			陽 (+)				陽 (+)
蒸発残留分試験 %			65	69	63	52	57 以上
蒸 発 残 留 物	針入度試験 (25℃) 1/10 cm	60	試料調整 不可	79	121	60 を越え 300 以上	
	伸度試験 (15℃) cm	100 以上		100 以上	100 以上	80 以上	
	三塩化エタン可溶分試験 %	98.9		97.4	99.8	97 以上	
貯蔵安定度試験 (24 時間) %			0.9	0	0.4	0	1 以下

エングラ一度試験の結果は 3~40 とバラついた値となっているが、MK-3 の JIS 規格は 3~40 であり、この規格を満足していた。エングラ一度は低くても施工性には問題ないが、乳剤がダレて骨材と混ざりにくいいため、常温型舗装用乳剤としては 10 以上が望ましいと思われる。

ふるい残留分の JIS 規格は 0.3 % 以下となっているのに対し、4 種類とも 0~0.1 % で規格の範囲内であった。一方、蒸発残留分試験の JIS 規格は 57 % 以上であるのに対し、A, B, C は満足していたが D は 52 % と若干

下回っていた。ただし、Dはカチオン系乳剤のPK-4を使用しており、JIS規格（蒸発残留分：50以上）を満足している。

蒸発残留物の針入度試験では、JIS規格が60以上300以下であるのに対し、常温型舗装Aは60と低い値ではあったが規格内であり、また薄層で施工するため問題はないと考えられる。C、Dについてはそれぞれ79、121といずれも規格値を満たしている。蒸発残留物の伸度は、A、C、Dとも100cm以上と伸びており、JIS規格にも適合している。

貯蔵安定度についてはいずれの常温型舗装用乳剤もJIS規格を満足していた。

3.1.2 樹脂系バインダー試験

改質剤としてエポキシ樹脂を用いたDと、バインダーとしてエポキシ樹脂を用いているEについて、樹脂のバインダー試験を行った。試験結果を表-3.2に示す。

表-3.2 樹脂系バインダーの試験結果

試験項目		試料番号	
		D	E
B型粘度試験 (cp)	主 剤	27,600	1,350
	硬化剤	120	
ダンベル 引張試験	引張強度 (N/cm)	207	950
	伸び (%)	525	110
可使時間試験 (min)		39	15
硬化時間試験 (h)		5.5	6.5

Dは引張強度が低いわりには伸びが大きくなっているのに対し、Eの引張強度はDの4倍強となっているが、伸びは逆に約1/6と低くなっていた。常温型舗装Eではエポキシ樹脂をバインダーとして使用するため、混合物性状試験および試験施工による荷重車走行試験により、ひびわれについて検討を行う必要がある。

また、Eは可使時間が15分と短い、反応時間の調整は可能である。可使時間については、試験施工を行う際すべての常温型舗装について施工性等に問題はないか検討を行った。

3.2 混合物性状試験

5種類の常温型舗装用混合物と比較混合物F（加熱アスファルト混合物、密粒13）について、マーシャル安定度試験、水浸マーシャル安定度試験、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、圧裂試験、曲げ試験を行った。試験結果を表-3.3に示す。

表-3.3 混合物試験結果

試験項目			試料番号						
			A	B	C	D	E	F	
マーシャル安定度試験 (60℃)	安定度	kN	11.40	11.89	7.25	8.78	70.00+	13.90	
	フロー値	l/100 cm	—	19	26	58	—	25	
水浸マーシャル安定度試験 (60℃)	安定度	kN	10.33	12.11	6.86	8.60	70.00+	11.15	
	フロー値	l/100 cm	—	22	20	39	—	28	
	残留強度率	%	91	111	95	98	—	80	
ホイールトラッキング試験 (60℃)			回/mm	12,600	52,500	7,700	57,300	17,500	768
ラベリング試験 (-10℃)			cm ²	0.57	0.49	0.32	1.60	0.20	2.44
圧裂強度試験 (60℃)			N/mm ²	—	0.35	0.18	0.12	5.81	0.12
曲げ試験	-10℃	曲げ強度	N/mm ²	—	5.89	5.31	4.14	14.30	9.31
		破断時のひずみ		—	0.0055	0.0057	0.0075	0.0110	0.0036
	20℃	曲げ強度	N/mm ²	—	3.11	1.51	1.41	12.00	3.25
		破断時のひずみ		—	0.0050	0.0059	0.0200	0.0140	0.0200
	50℃	曲げ強度	N/mm ²	—	1.06	0.37	0.25	10.45	0.15
		破断時のひずみ		—	0.0047	0.0055	0.0520	0.0160	0.0330

マーシャル安定度試験の結果、E はエポキシ樹脂系であるため比較混合物 F と比較すると 70.00 kN 以上と大きな値となったが、それ以外の常温型混合物 A~D は F に対して 50~80 % と低い値であった。水浸マーシャル安定度も同様であった。残留強度率に関しては、比較混合物が 80 % であったのに対して常温型混合物は 91~111 % と大きな値であった。

ホイールトラッキング試験の結果は、常温型舗装 5 種類とも比較混合物 F に比べ 10~75 倍と非常に高い値を示し、耐流動性に関しては問題ない結果であった。ラベリング試験の結果も、常温型混合物 5 種類とも 1.5~12 倍と非常に高く、耐摩耗性も問題はなかった。

-10℃と 20℃の曲げ強度については、常温型混合物 E は比較混合物 F と比較して 1.5~4 倍と高い値を示したが、B, C, D は約半分と小さな値であった。しかし、50℃の曲げ強度はいずれの常温型混合物も F より大きな値を示している。また破断時のひずみは、試験温度が高いほど比較混合物の F よりも小さな値を示すものが多く、ひびわれ発生の懸念がある。

4 常温型舗装の試験舗装による検討

4.1 土木研究所構内での試験施工

施工性および供用性の確認を行うため、土木研究所構内舗装走行実験場において試験施工を行った。舗装走行実験場（図-4.1）は、半径 100 m、1 周 628 m の周回路で、後述する荷重車の自動走行を遠隔制御するための設備を備えている。幅 5 m の周回路には横断方向に 5～7 % の勾配がつけられている。また各工区は 20～30 m 毎に区切られ、各種の試験舗装が施工されている。

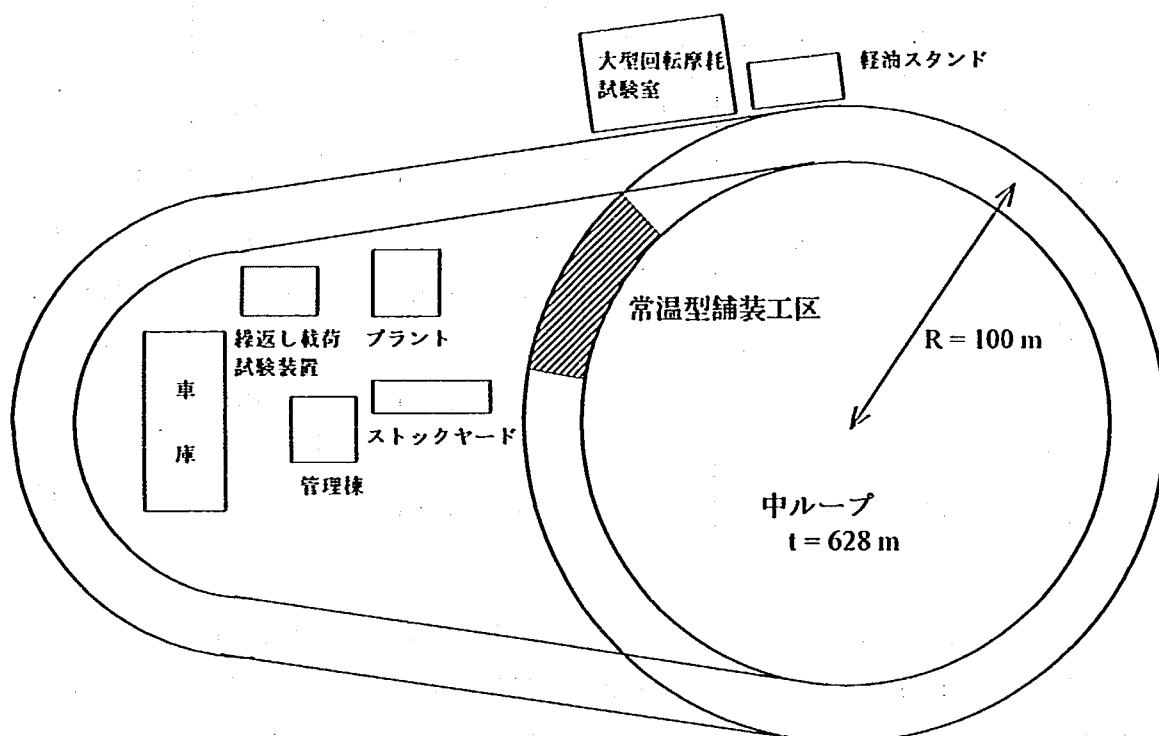


図-4.1 舗装走行実験場見取り図

試験舗装の舗装構成を図-4.2に示す。比較工区 F には、常温型舗装が C、D 交通に対応可能であることが開発目標の一つであることから、改質アスファルト II 型をバインダーとする加熱アスファルト混合物（密粒 13）を使用した。

路床は関東ローム（設計 CBR = 3）で、下層路盤（C-40）20 cm、上層路盤（M-30）15 cm の上に、加熱アスファルト混合物（粗粒 20）による基層を 5 cm、表層に各種常温型舗装用混合物を 5 cm 施工した。ただし、マイクロサーフェッシング系の常温型舗装 A については、比較工区と同じ加熱アスファルト混合物を 4 cm 施工し、その上に A を 1 cm 施工した。この舗装構成は、付録に示す「修正ホイールトラッキング試験方法」と同じである。設計等値換算厚は $T_A' = 19.25$ cm と A 交通相当の舗装構成となっている。耐久性について検討を行う際、本来想定される C、D 交通相当の舗装構成と異なることに留意する必要がある。C、D 交通量

の実道における試験施工により、今後も検討を行う予定である。

なお、この試験施工を行ったときの配合は、各常温型舗装の配合設計方法について解説している「6 常温型舗装の配合設計」に示す。

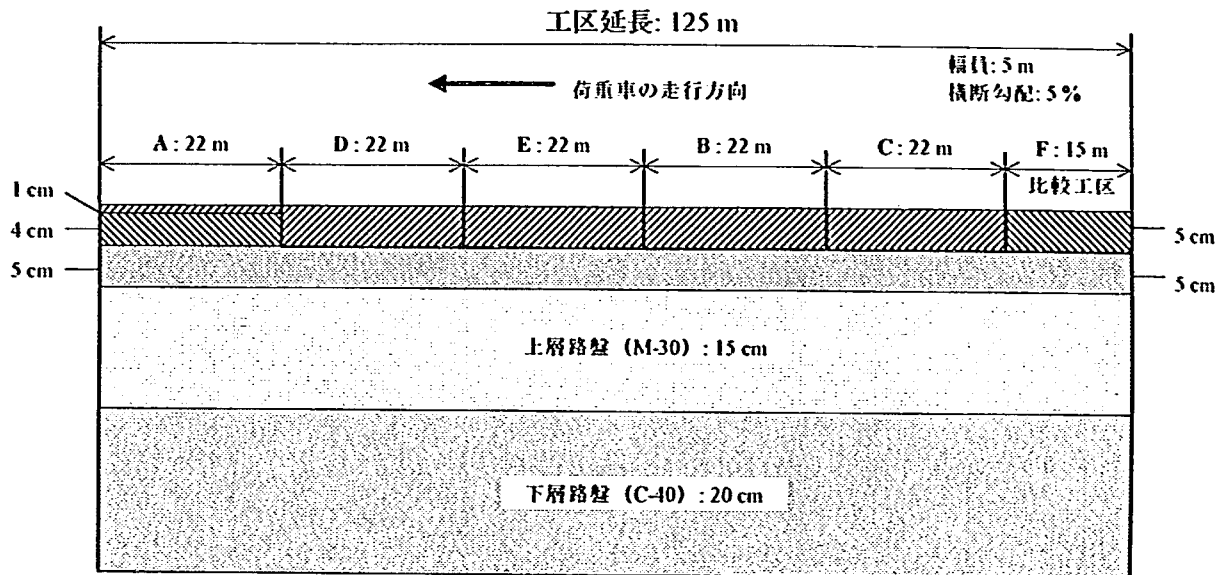


図-4.2 試験舗装の舗装構成

4.2 試験施工の状況

まず、写真-4.1～写真-4.6に試験施工を行ったときの状況を示す。

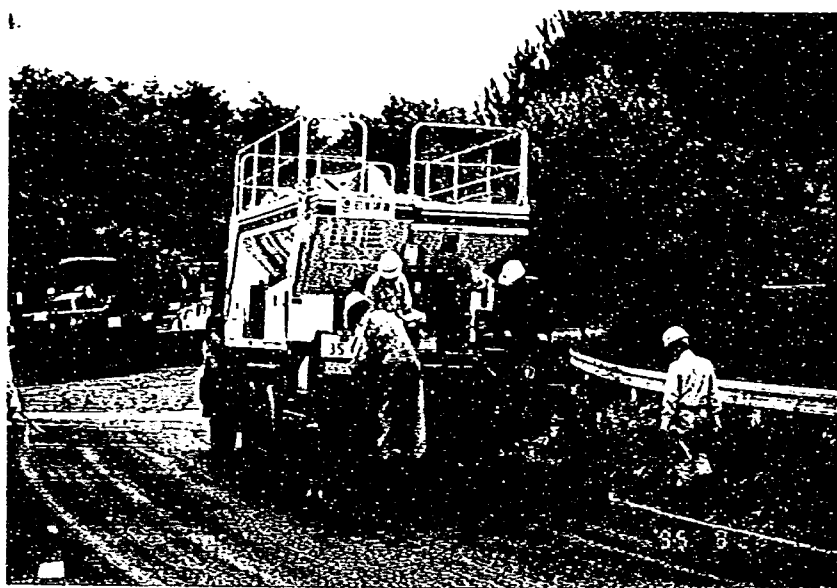


写真-4.1 常温型舗装 A の施工状況

常温型舗装 A は、自走式の専用機械で混合物の製造と敷きならしの両方を行う。施工速度は約 20 m/分である。

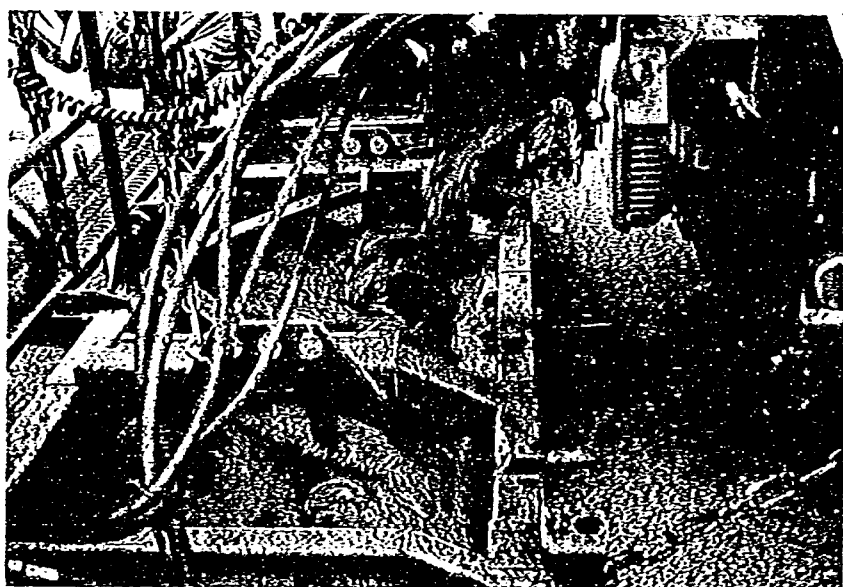


写真-4.2 常温型舗装 A の練り落とし状況

施工機械後部にあるスプレッドボックスへの練り落としの状況。混合物の流動性は非常に高い。

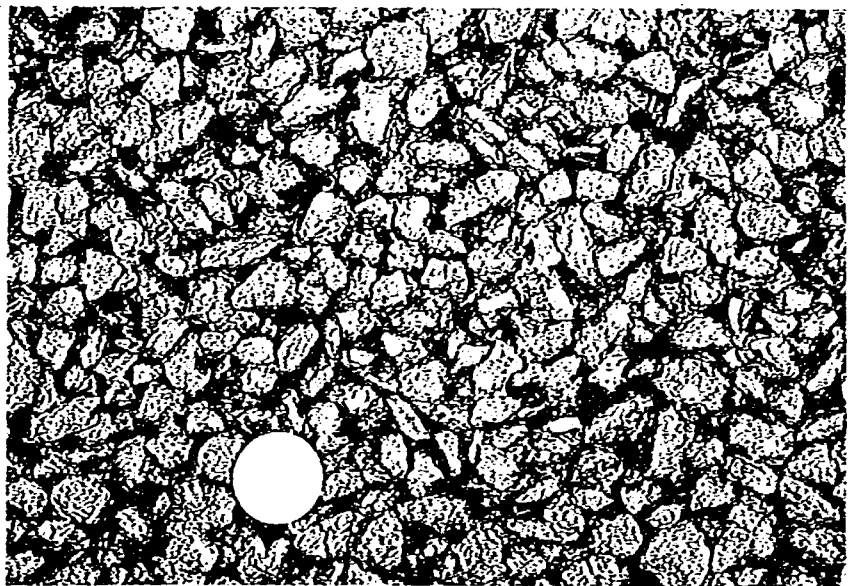


写真-4.3 常温型舗装 B の仕上がり面

排水性舗装である常温型舗装 B の骨材粒度は開粒度 (13)。比較のため置いているのは百円硬貨である。

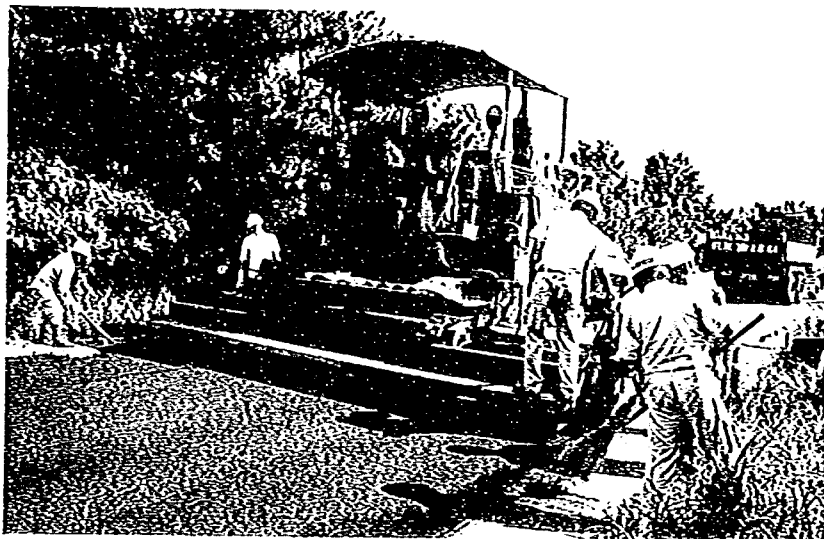


写真-4.4 常温型舗装Cの敷きならし
使用しているアスファルトフィニッ
シヤは、通常の加熱アスファルト混合物
の敷きならしに使用するものと同じも
のである。ローラについても同様。

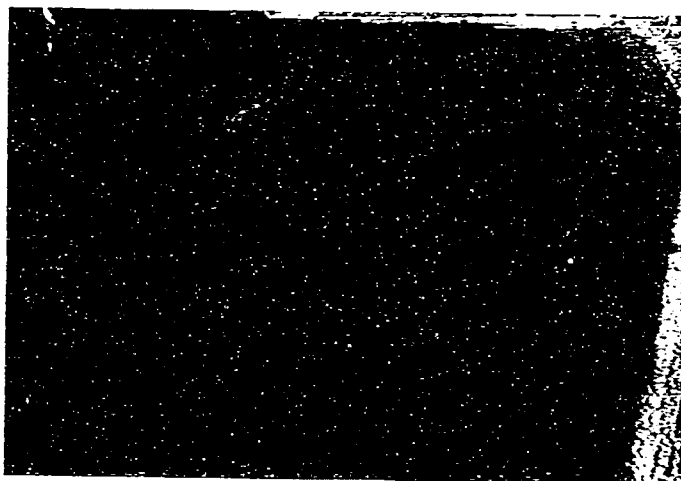


写真-4.5 常温型舗装Dの転圧状況

アスファルト乳剤中の水がしみ出て
いるが、施工において、また性能的にも
問題となるものではない。

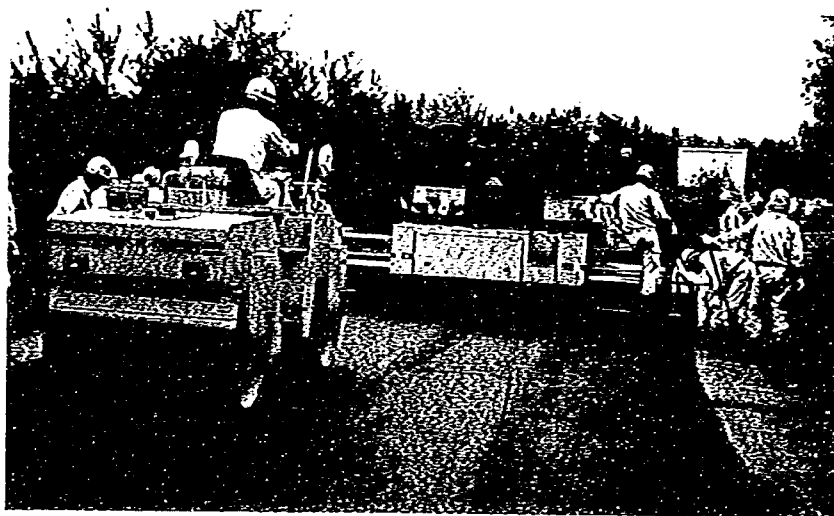


写真-4.6 常温型舗装Eの施工状況

使用しているアスファルトフィニッ
シヤおよびローラが通常の加熱アスフ
アルト混合物用も機械と同じもの。この
試験施工では茶褐色に着色している。

施工時に気づいた点は以下のとおりである。

(1) 常温型舗装 A

混合物の製造および敷きならしは専用施工機械を用いて行った。混合物の硬化は早く、5分ほどで硬化し始めていた。敷きならす速度が速いため、硬化時間が早くても問題はない。また通常はローラなどによる転圧も必要としないため、非常に早い交通開放が可能である。

常温型舗装 A は、施工時の流動性が高い。このため、約 5~7 % と急な横断勾配をもつ舗装走行実験場では、骨材を残してバインダーが周回路内側に流れ、硬化後の周回路外側の舗装表面が荒れた状態となった。

(2) 常温型舗装 B

混合物の製造は、実験場構内に仮設プラントを設置して行った。敷きならしにはアスファルトフィニッシャーを使用し、転圧は鉄輪ローラのみで行った。転圧時にはローラにバインダーが付着しないよう、防止策を講じる必要があった。

(3) 常温型舗装 C

混合物の製造は、加熱アスファルトを製造している定置式プラントを利用して行った。敷きならしはアスファルトフィニッシャーで行い、転圧は鉄輪ローラとタイヤローラで行った。

施工後、舗装表面が白く変色したが、これはバインダーとして使用しているセメントの影響と思われ、供用性能等に問題はない。

(4) 常温型舗装 D

混合物の製造は、通常の定置式プラントで行った。敷きならしはアスファルトフィニッシャーを用い、転圧は鉄輪ローラとタイヤローラで行った。転圧時には乳剤の分解による水が舗装表面からにじみ出ていたが、施工性などに対して問題はなかった。

(5) 常温型舗装 E

常温型舗装 B と同様、仮設プラントにより混合物の製造を行った。常温型舗装 E のエポキシ樹脂系バインダーは無色であり、試験施工においては茶褐色の顔料を添加して着色を行った。色は自由に選択することができる。

アスファルトフィニッシャーによる敷きならし後、鉄輪ローラおよびタイヤローラにより転圧を行った。施工後の舗装表面は、樹脂バインダーの硬化反応により若干発熱していたが、2~3 時間ほどで常温に戻り、施工性には問題がなかった。

(6) その他

作業工程については、常温型舗装 A を除き通常の加熱アスファルト混合物の舗設とほぼ同様であり、いず

れの混合物についても作業性に問題はなかった。むしろ温度管理の必要がなく、さらに安全な作業ができるといえる。Aについても、施工速度が速く早期の交通開放が可能であることから、作業性は良好といえる。一部骨材からのバインダーのはく離がみられるものがあったが、これは骨材の問題であるため、骨材の選定には注意が必要と思われる。

異臭や粉塵など周辺環境への影響はなかった。また騒音についても、基本的に通常の加熱アスファルト舗装と同じ施工機械を使用していることから、特に問題はなかった。

4.3 硬化発現と交通開放に関する検討

従来の常温式舗装の欠点の一つとして、混合物の初期安定性が低く、交通開放まで時間がかかることが挙げられる。そこで、試験施工を行った際、敷きならした混合物と同じ混合物を用いてマーシャル安定度試験用供試体とホイールトラッキング試験用供試体を作製し、施工後の硬化発現と交通開放に要する時間を確認した。

4.3.1 試験方法

作製した供試体を室温で養生し、3, 6, 24 時間後および 3, 7 日後に、マーシャル安定度試験とホイールトラッキング試験を室温で行った。また、比較工区として施工した改質アスファルトⅡ型の加熱アスファルト混合物についても同様に、養生および試験とも室温で行った。(3 時間経過時点での供試体温度は 32℃であった)

常温型舗装 A については、マーシャル安定度試験用供試体の作製が困難であることから、マーシャル安定度試験は行わなかった。またホイールトラッキング試験については、試験舗装の舗装構成と同じく 4 cm の改質アスファルトⅡ型混合物の上に常温型舗装 A を 1 cm 敷き詰めて試験を行った。

4.3.2 試験結果

図-4.3にマーシャル安定度試験結果を、図-4.4にホイールトラッキング試験結果を示す。常温型舗装 E のマーシャル安定度については、3 日目以降載荷装置の載荷限界を超えたので、「100 以上」と表示している。また、動的安定度が 30,000 回/mm を超える値については、測定誤差が大きすぎることからすべて「30,000 以上」として表示している。

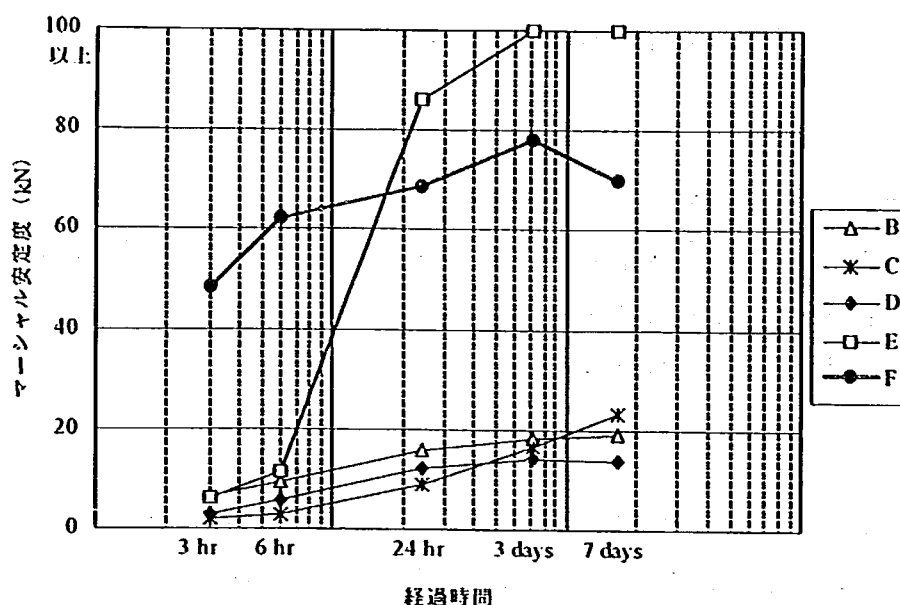


図-4.3 マーシャル安定度の経時変化

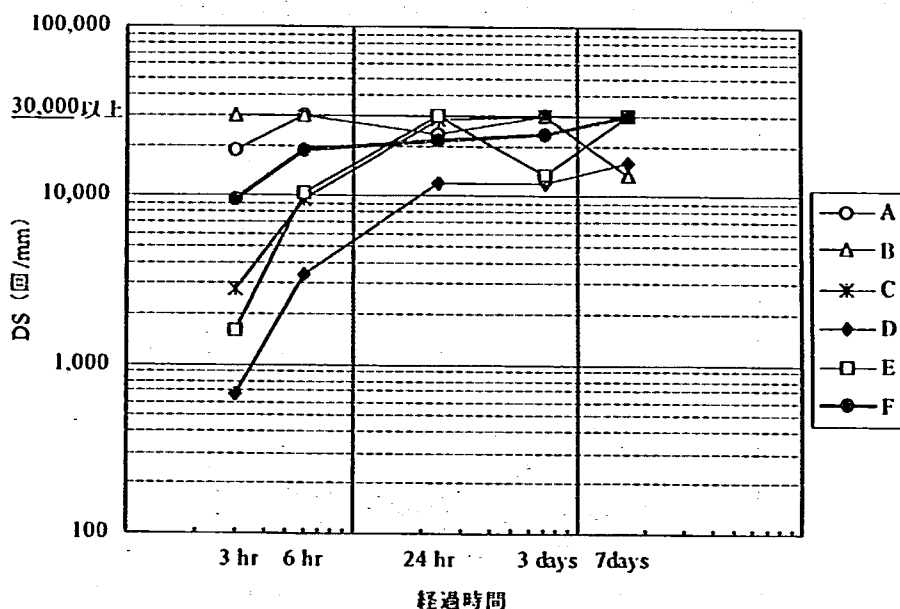


図-4.4 動的安定度の経時変化

これらの結果から、常温型混合物 A, B, D, E については 24 時間経過した時点で最終的な強度に近い値がでており、反応はほぼ完了していることがわかる。常温型舗装 C については 7 日を経過してもマーシャル安定度の値は増加し続けている。これは、バインダーに使用しているセメントの強度発現が続いているためと考えられる。マーシャル安定度、動的安定度とも高い値を示しているため、交通開放は可能と考えられる。

常温型舗装 E のマーシャル安定度をみると、6 時間後から 24 時間後にかけて急激に増加している。しかし施工性に対しては問題なく、また樹脂系バインダーを使用していることから、その反応時間は若干の調整が可能である。

これらの結果から、施工から 6 時間経過した時点で動的安定度はいずれの常温型混合物も 3,000 回/mm 以

上を示しており、交通開放までの時間は十分短いことが確認できた。

4.4 荷重車走行による供用性試験

試験施工が終了した後、荷重車（後軸荷重 10 トン、走行速度 30 km/h）の自動走行により試験舗装の耐久性の確認を行った。荷重車の走行回数は 8 万周（輪荷重 5 トンを 8 万輪）である。走行試験途中に路面性状の測定を行った。測定結果は以下のとおりである。

4.4.1 縦・横断凹凸量

横断凹凸量（わだち掘れ）の測定結果を図-4.5、図-4.6に示す。周回路内側・外側の両方について行ったが、走行荷重が大きいため周回路外側の方が比較的凹凸量が大きかった。しかし、周回路外側でも最大 5 mm 程度と凹凸量は小さく、わだち掘れのほとんどない良好な状態であった。

5 種類の常温型舗装のうち、常温型舗装 A のわだち掘れ量が他と比較して大きいのが、これは初期交通荷重により締め固まる特徴によるものであり、20,000 周以降はほとんど進行していない。

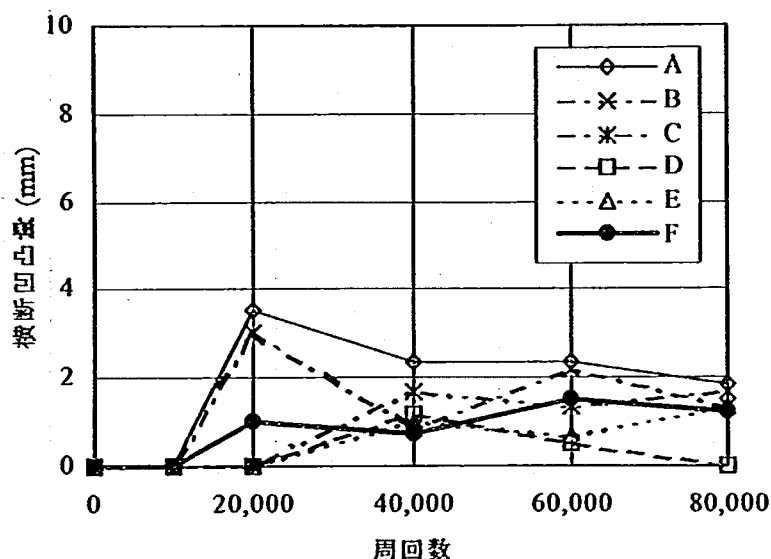


図-4.5 横断凹凸量（周回路内側）

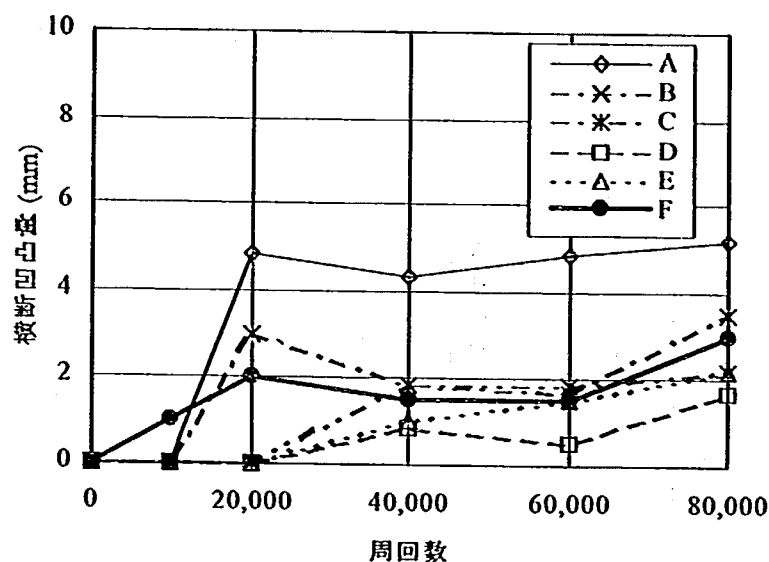


図-4.6 横断凹凸量 (周回路外側)

縦断凹凸量の測定結果を図-4.7に示す。工区長が短いことに加えて横断方向に勾配がついていることから施工が困難であったため、荷重車走行前すでに平坦性は良好とはいえなかった。しかし、荷重車の走行によって縦断凹凸量が大きく変化することもなく、平坦性は特に問題はなかった。

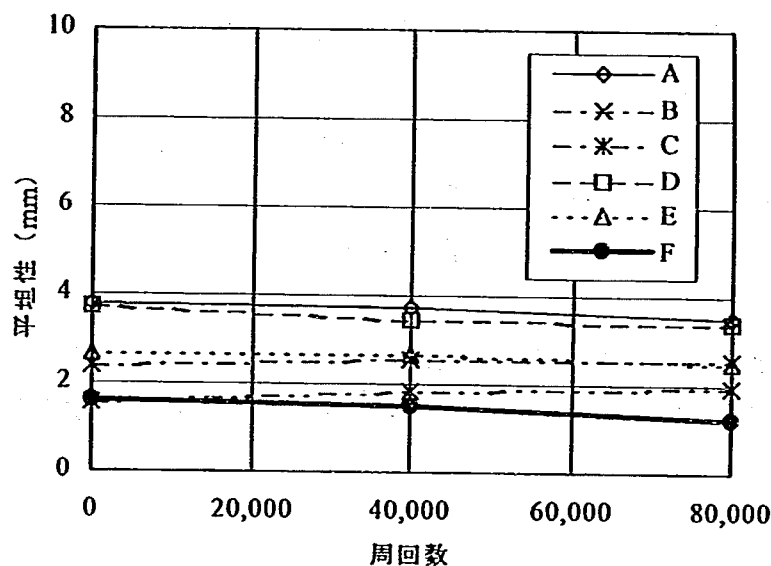


図-4.7 縦断凹凸量の測定結果

4.4.2 ひびわれ率

ひびわれ率の測定結果を図-4.8に示す。40,000 周目の測定で常温型舗装 C にひびわれが発生し始めている。このとき発生したひびわれは主に横断方向のもので、これは改質アスファルトとともにバインダーとして使用しているセメントによる収縮ひびわれと思われ、80,000 周を結果した時点では、さらにひびわれが進みひびわれ率は約 40 % に達している。このとき縦断方向にもひびわれが生じていた。

その他の A, B, D, E についてはわずかにひびわれが求められるものの、構造的な破壊によるものではない。

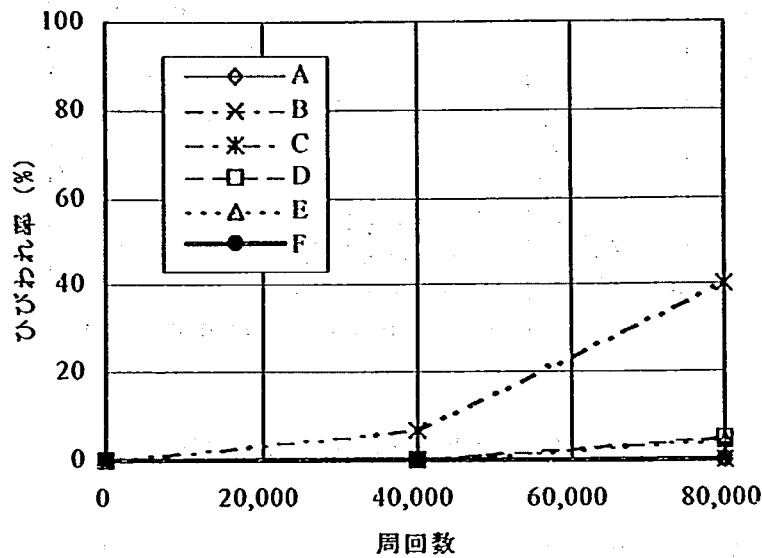


図-4.8 ひびわれ率の測定結果

常温型舗装 C のひびわれの原因について調査・検討を行った結果、セメントの収縮による横断ひびわれと、タックコートの不良による縦部分の縦断ひびわれが複合して発生していることが分かった。そこで、常温型舗装 C について次のような改良を行っている。

- ①セメントの改良 : 低収縮セメントを使用 (従来は早強セメント)
- ②セメント量の低減 : 4.3 % から 3.5 % へ低減
- ③タックコートの変更 : 改質アスファルト乳剤へ変更

(I) 室内試験結果

改良した混合物と従来混合物についてホイールトラッキング試験用供試体を作製し、長さ変化の測定を行った。長さ変化率の測定結果を図-4.8に示す。測定は「JIS A 1129 3.2 コンタクトゲージ方法」に従って行った。

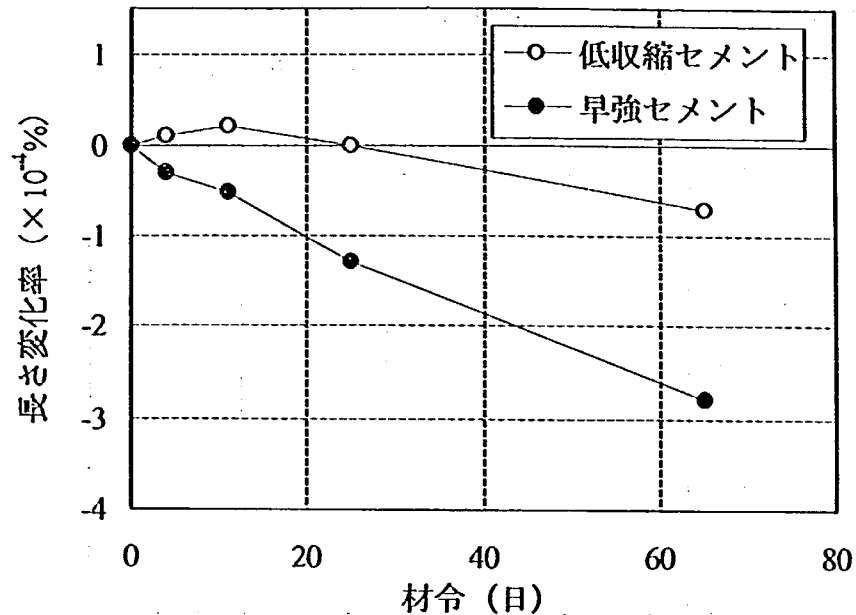


図-4.9 常温型舗装Cの長さ変化率

低収縮セメントを使用した混合物は、早強セメントを使用した混合物よりも長さ変化率が小さく、収縮クラックの発生防止に有効と考えられる。

(2) 試験施工後の路面性状

再度、試験施工を行い、荷重車の走行試験を行った。その路面状況を表-4.1に示す。

表-4.1 改良混合物施工後の路面状況

	内容・状況
19 日目	路面性状：良好
31 日目	路面性状：良好、やや白化
62 日目	部分的に 30 cm 程度の線状クラックが 2 箇所発生していたが、クラック幅は髪の毛程度であり、注視しなければ分からない。
79 日目	前回からやや伸びた程度で、注視しなければ分からない。

クラックがわずかに発生したものの、わだち掘れもなく良好である。これは、低収縮セメントの効果と改良したタックコート乳剤によるものと考えられる。

以上の結果より、改良混合物は従来混合物と比較して性能面で大幅に上回っていると判断できる。荷重車の走行試験を継続して行い、ひびわれの発生などについて今後も調査していく。

4.4.3 その他

常温型舗装Bの排水機能を確認するため、現場透水量を測定した(図-4.10)。施工直後の 1,225 ml / 15 sec

に対し、走行試験中も十分な排水性を示し、80,000 周終了後の現場透水量は 1,162 m / 15 sec であった。また、舗装表面を目視観察したところ、骨材の飛散は見られなかった。

常温型舗装 E は着色材により茶褐色に着色を行っているが、80,000 周走行後も良好な状態を保っている。

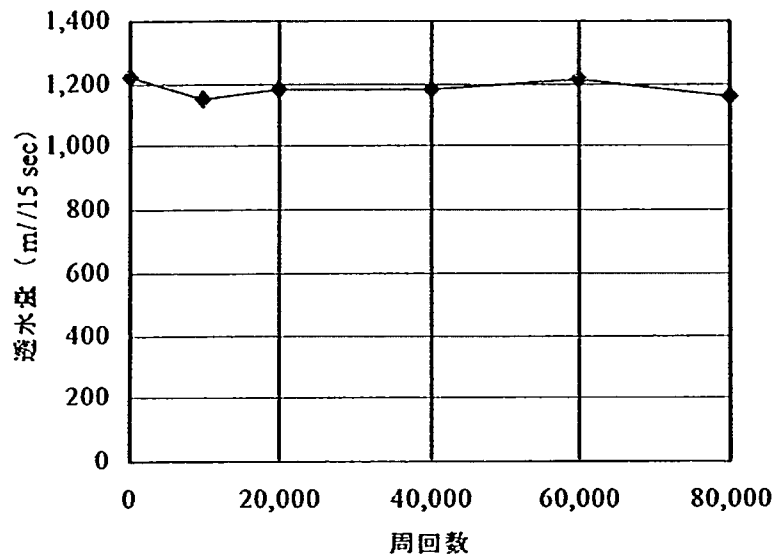


図-4.10 常温型舗装 B の現場透水量の変化

4.5 試験施工後の路面状況

荷重車による走行試験後の路面状況を以下に示す。



写真-4.7 常温型舗装 A

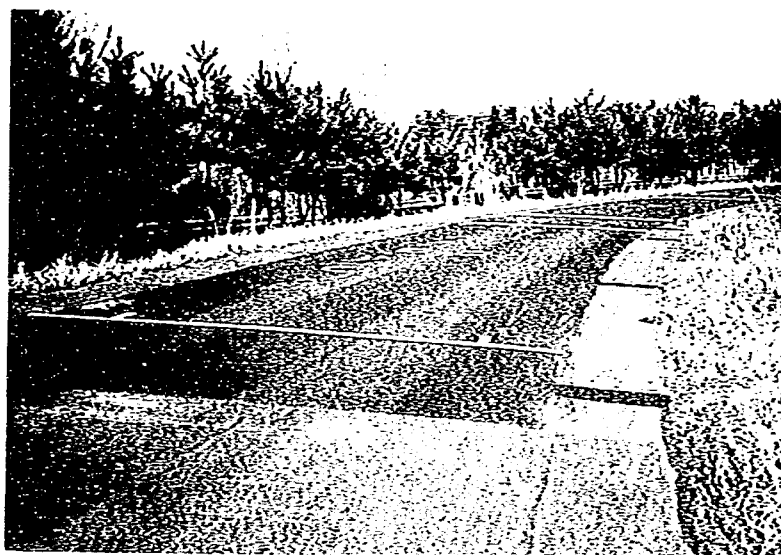


写真-4.8 常温型舗装 B



写真-4.9 常温型舗装 C



写真-4.10 常温型舗装D

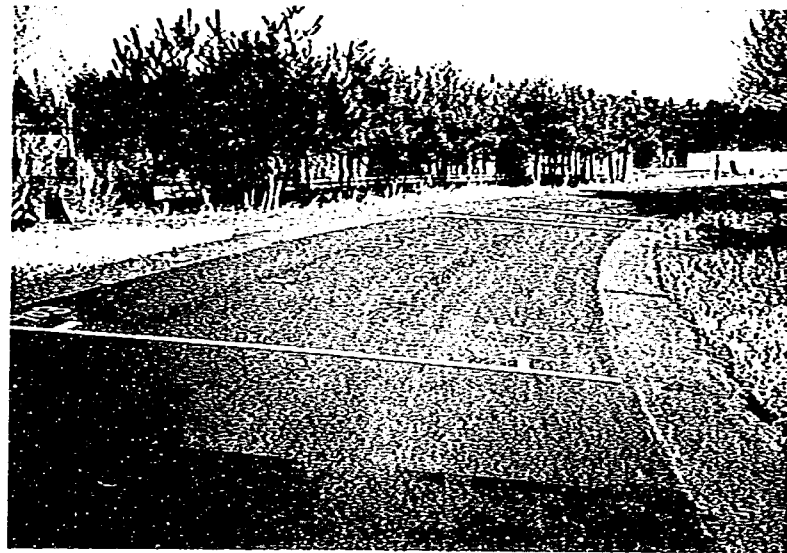


写真-4.11 常温型舗装E



写真-4.12 比較工区

5 常温型舗装用材料の品質規格

以上の室内試験および試験施工の結果をもとに、常温型舗装に使用する各材料の性状規格を以下のように定めた。

5.1 常温型舗装 A

5.1.1 概説

常温型舗装 A 用混合物には、粒度によって TYPE I, II, III の 3 種類があるが、これらに用いる骨材、高粘度改質アスファルト乳剤、セメント（乳剤の分解促進剤）などは、いずれも所定の品質を満足するものでなければならない。

5.1.2 高粘度改質アスファルト乳剤

高粘度改質アスファルト乳剤は、常温型舗装 A 用混合物の TYPE I, II, III を問わず構成材料の 10 % 前後を占めるものであり、骨材と同様、混合物の供用性能に大きく影響を与える材料である。したがって、使用乳剤の目標品質は、表-5.1 に示すとおりとする。

表-5.1 高粘度改質アスファルト乳剤の品質目標

試験項目	性状値
エングラード (25℃)	3~40
ふるい残留分 (1.18 mm) %	0.3 以下
粒子の電荷	陽 (+)
蒸発残留分 %	60 +
蒸発残留物	
針入度 (25℃)	40~60
軟化点 °C	65 +
伸度 (15℃) cm	100 +
タフネス (25℃) N·m	30 +
テナシティ (25℃) N·m	25 +
貯蔵安定度 (24 時間) %	1 以下
凍結安定度 (-5℃)	粗粒子や塊のないこと

注) タフネス、テナシティが特に大きい。

5.1.3 骨材

骨材は、常温型舗装 A 用混合物の TYPE I, II, III を問わず構成材料の大部分を占めるものであり、混合物の供用性能に大きく影響を与える材料である。したがって、使用する骨材は稜角に富み、均等質、清浄、

強硬で耐久性があり、粘土のような付着、混練および舗設に有害なものを含まないものであることが必要である。常温型舗装 A 用混合物に用いる骨材の品質は表-5.2に示すとおりとする。

表-5.2 骨材の目標品質

試験項目	品質	備考
表乾比重	2.45 以上	JIS A 5001, 1109
すり減り減量 %	30 以下	JIS A 1121
損失量 %	15 以下 (Na_2SO_4)	JIS A 1122
砂等量	50 以上	ASTM D 2419
均質性 (ロット差)	均質	—
乳剤との適合性	付着率 $\geq 75\%$ 可使時間 = 3~5 分 硬化時間 ≤ 1.5 時間	JPI-5 S-27 (剥離率) ISSA T 102 "
混合物としての適合性 (飛散)	摩耗抵抗性 $\leq 810 \text{ g/m}^2$	ISSA TB 100 (ウェットトラック摩耗試験)

注1) すり減り試験は破砕前の骨材 (原石) で行う。

注2) 供用性が証明されていれば上記試験は省略して良い。

注3) 望ましい摩耗抵抗性 (初期値として, g/m^2) は, ①高速道路 ≤ 240 , ②D 交通以上の街路 ≤ 360 , ③C 交通以下の街路 ≤ 540 。

5.1.4 セメント

アスファルト乳剤の分解促進材として使用する。使用するセメントは、普通ポルトランドセメントとする。

5.1.5 水

使用する水は、通常の水道水とする。

5.2 常温型舗装 B

5.2.1 概説

常温型舗装 B 用混合物に使用する材料は、バインダーとして高濃度改質アスファルト乳剤と高反応性無機質硬化材、骨材として 6 号碎石と粗砂を用いる。

5.2.2 バインダー

(1) 高濃度改質アスファルト乳剤

高濃度改質アスファルト乳剤は高反応性無機質硬化材と混合するとバインダーの粘度が高くなり、骨材の表面に厚い被膜を形成するように工夫された改質アスファルト乳剤である。

表-5.3 高濃度改質アスファルト乳剤の標準的性状

試験項目	標準的性状
粒子の電荷	陽 (+)
蒸発残留分 %	70 ± 2
粘度 (25℃) mPa·s	500 以下
比重	0.95 ± 0.10
pH	9.5 ± 1.0

(2) 無機質硬化材

高反応性無機質硬化材は、高濃度改質アスファルト乳剤の伸び能力を確保し、かつ速硬性と低収縮性を有した無機質硬化材である。

表-5.4 高反応性無機質硬化材の標準的性状

試験項目		標準的性状
比重		2.60 以上
ブレン比表面積 cm ² /g		4,500 以上
圧縮強さ N/mm ²	材令 2 時間	10.0 以上
	材令 1 日	20.0 以上
	材令 7 日	40.0 以上
曲げ強さ N/mm ²	材令 2 時間	3.0 以上
	材令 1 日	5.0 以上
	材令 7 日	5.0 以上

注1) 比重およびブレン比表面積は JIS R 5201 の方法によって測定した値。

注2) 強さは W/C = 45 %, S/C = 1.5 のモルタルの供試体で測定した。

5.2.3 バインダーの性状

高濃度改質アスファルト乳剤と高反応性無機質硬化材からなる複合材料をバインダーとしてみなす。

(1) バインダーの配合

常温型舗装 B に使用するバインダーは、表-5.5に示す配合のものを使用する。

表-5.5 バインダーの配合

項目	配合比
高濃度改質アスファルト乳剤	100
高反応性無機質硬化材	56

(2) バインダーの標準的性状

高濃度改質アスファルト乳剤と高反応性無機質硬化材からなる、常温型舗装 B 用バインダーの標準的な性状は表-5.6に示すとおりである。

表-5.6 バインダーの標準的性状

項目			標準的性状
粘度 (20℃)	mPa·s		2,000 以上
引張試験 (20℃) 材令 7 日	引張強さ	N/mm ²	0.7 以上
	伸び率	%	300 以上

5.2.4 骨材

6号碎石および粗砂は、原則として「アスファルト舗装要綱」に適合する乾燥したものを使用する。

5.3 常温型舗装 C

5.3.1 概説

常温型舗装 C 用混合物に使用する材料は、改質アスファルト乳剤、低収縮セメント、骨材、フィラー、などである。各材料の使用にあたっては、適切な試験や従来の経験に基づいて十分な調査を行い、使用の適否、使用方法、受け入れ方法および貯蔵方法などを慎重に決定しなければならない。一般的に使用する材料は、以下のとおりである。

5.3.2 改質アスファルト乳剤

改質アスファルト乳剤の標準的性状を表-5.7に示す。

表-5.7 改質アスファルト乳剤の標準的性状

試験項目		試験方法	標準的性状
エングラード (25℃)		JIS K 2208	5~20
ふりい残留分 %		JIS K 2208	0.3 以下
粒子の電荷		JIS K 2208	陽 (+)
蒸発残留分 %		JIS K 2208	62 以上
蒸発残留物	針入度 (25℃)	JIS K 2208	60 を越え 100 以下
	軟化点 (25℃)	JIS K 2208	50 以上
	伸度 (15℃) cm	JIS K 2208	80 以上
	タフネス (25℃) N·m	舗装試験法便覧	7.8 以上
	テナシティ (25℃) N·m	舗装試験法便覧	3.9 以上
貯蔵安定度 (1 日)		JIS K 2208	1 以下

改質アスファルト乳剤は、アスファルトにゴム、樹脂などの高分子材料を添加しアスファルトの性状を改善した改質アスファルトを乳化して得る方法と、乳剤にゴム・樹脂などのラテックスを添加して得る方法があるが、いずれも従来のアスファルト乳剤に比較し、水分蒸発後の物性を大幅に改善しているものである。

アスファルト乳剤には、その粒子の電荷においてカチオン、ノニオン、アニオンの種類があるが、一般の道路用乳剤には骨材との接着性の優れるカチオン乳剤が使用されている。常温型舗装C用混合物に使用する乳剤の粒子の電荷はカチオンであり、骨材との接着性に優れるものである。

5.3.3 セメント

本混合物に使用するセメントは、低収縮セメントを使用する。

寒冷期の補修時の施工などにおいては、低収縮速硬セメントの使用が望ましい。

5.3.4 骨材

骨材は産地により品質が異なるので、その選定にあたっては特に慎重でなければならない。これは、骨材の品質により、混合時における改質アスファルト乳剤との混合性、骨材との付着性が大きく異なることがあるため、十分吟味することが必要がある。

一般的に望ましい骨材としては、硬質でありダスト分が少なく、乳剤との付着性が良好であり、乳剤との混合性が良好なものである。一般的には、塩基性骨材¹⁾が望ましい。混合物に使用する骨材、フィラーの品質規格については、「アスファルト舗装要綱」に適合するものを使用する。

なお、再生骨材の使用も十分考えられるが、配合設計など新たに基準類を整備する必要があるため、本報告書では除外する。

注) 塩基性骨材：シリカ（ケイ酸、 SiO_2 ）分が少ない骨材のこと。通常、 SiO_2 は40~50%程度で、玄武岩・斑れい岩などの火成岩がこれに属する。

5.3.5 その他

混合物製造時に添加水を加えることがあるが、このときの添加水は、飲用に適する水道水を用いること。

5.4 常温型舗装 D

5.4.1 概説

常温型舗装 D 混合物に使用する材料は、アスファルト乳剤、二液型エポキシ樹脂、特殊添加剤、碎石、砂からなる。

これらの各材料の使用にあたっては、適切な試験や従来経験に基づいて十分調査を行い、使用の適否、使用方法、受入れ方法および貯蔵方法などを慎重に決定することが必要である。

5.4.2 バインダー

常温型舗装 D 混合物に用いるバインダーは、石油アスファルト乳剤およびエポキシ樹脂からなる複合バインダーである。

(1) 石油アスファルト乳剤

石油アスファルト乳剤は、一般に使用されている PK-4 とし、骨材に接して分解生成したアスファルト被膜と骨材との付着性がよく、雨水その他で再乳化しないもので JIS K 2208 の規定に適合したものとする。その品質規格は表-5.8に示すとおりである。

表-5.8 常温型舗装 D 用アスファルト乳剤の規格 (PK-4)

項目		規格値
エングラー度 (25℃)		1~6
ふるい残留分 (1.18 mm)	%	0.3 以下
付着度		2/3 以上
粒子の電荷		陽
蒸発残留分		50 以上
残留物	針入度 (25℃)	60~150
	伸度 (15℃) cm	100 以上
	三塩化エタン可溶分 %	98 以上
貯蔵安定度 (24 時間)		1 以下

(2) エポキシ樹脂

常温型舗装 D 混合物に用いるエポキシ樹脂は、二液反応型である。エポキシ樹脂の性状は、表-5.9に示

すとおりである。

表-5.9 エポキシ樹脂の性状

試験項目	規格値	試験方法
粘度 (20℃) mPa·s	500~2,500	B 型回転粘度計
引張強さ N/mm ²	1.5 以上	JIS K 6911 (20℃, 7 日養生)
伸び率 %	200 以上	
可使時間 (20℃) 分	20~60	試料 100 g
硬化時間 (20℃) 時間	8 以内	JIS K 5400

ただしエポキシ樹脂は気温により反応時間が左右されるため、気温に応じたエポキシ樹脂を選定する。選定規準は表-5.10に示すとおりである。

表-5.10 エポキシ樹脂の種類

気温 (℃)	エポキシ樹脂の種類
5~15	L 型
15~25	M 型
25~35	H 型

5.4.3 骨材

骨材の品質や粒度は舗装の性状に大きく影響を与え、産地により品質が異なるので、その選定にあたっては特に慎重でなければならない。特に石油アスファルト乳剤は、骨材の岩種や細粒分によりその性状が大きく変化するため、材質を吟味し、清浄なものを選定することが大切である。

骨材の品質規格は、「アスファルト舗装要綱」に適合するものとし、合成含水比が2.5 %以下を確保できるように、細骨材などの含水比を調整する。

5.4.4 特殊添加剤

石油アスファルト乳剤の分解時間を調整する目的で特殊添加剤として分解調整剤を用いる。

5.5 常温型舗装 E

5.5.1 概説

常温型舗装 E 用混合物に使用する材料は、バインダーとして2液混合型のエポキシ樹脂を用い、骨材は6

号碎石，7号碎石，砕砂，スクリーニングス，石粉を用いる。カラー化を行う時は，着色顔料を用いる。

5.5.2 エポキシ樹脂

エポキシ樹脂は，耐水性に優れ，低粘度で骨材との付着性に優れたものを使用する。その性能は，ポリマー舗装材料協会規格に適合したものである。

エポキシ樹脂の性能規格を表-5.11に示す。

表-5.11 エポキシ樹脂の品質規格

試験項目	品質	備考
粘度 (20℃) mPa·s	1,500 以下	JIS K 6833
可使時間 (20℃) 分	10 以上	温度上昇法
硬化時間 (20℃) 時間	5～10	JIS K 5400 ドライニングレコード法
引張強度 N/mm ²	5 以上	ポリマー舗装材料協会試験法
伸び %	100 以上	ポリマー舗装材料協会試験法
耐水性	白化しないこと	JIS K 7209
耐候性	異常がないこと	ポリマー舗装材料協会試験法

エポキシ樹脂の保管については，水や埃が混入しないように密閉して冷暗所に保存する。製造後1年を経過した場合は，再度品質検査を行って異常がないことを確認する。

5.5.3 骨材

6 碎石，7 号碎石，スクリーニングス，石粉の品質は，「アスファルト舗装要綱」に準じたものを使用する。

骨材の含水率は，表面乾燥状態以下とする。

5.5.4 着色材

耐候性に優れた顔料を使用する。またその色は白線や黄線との色調差を大きくできるものが望ましい。着色顔料の標準的性状を表-5.12に示す。

表一5.12 着色顔料の標準的性状

項目	標準的性状	試験方法
真比重 g/ml	3.0~5.0	JIS K 5101
かさ比重 g/ml	0.1~0.2	〃
pH	4~8	〃
ふるい残分 %	0.5 以下	〃

注) 上記規格は標準色(べんがら、みどり)についての規定とする。標準色以外については別途定める。

6 常温型舗装の配合設計

各種の常温型舗装の配合設計方法について検討を行い、それぞれについて骨材粒度、最適バインダー量の決定方法、混合物の性状試験などについて定めた。

以下に、常温型舗装 A～E の配合設計方法と、土木研究所構内の舗装走行実験場において試験舗装を行った際の配合設計例を示す。

6.1 常温型舗装 A 用混合物

6.1.1 概説

常温型舗装 A 用混合物の配合設計の手順を図-6.1に示す。その概略は、

- ① 適合骨材の選定
- ② 骨材配合比の決定
- ③ 最適乳剤量の決定
- ④ セメント量および水量の決定

の順に行う（図-6.1中にハッチングして明示）。ただし、使用実績、工事の規模あるいは重要性の度合いによっては、修正マーシャル安定度試験など手順の一部を省略して良いものとする。

常温型舗装 A 用混合物に用いる骨材の目標粒度は、表-6.1に示すとおりである。

表-6.1 骨材の目標粒度

ふるい目		TYPE I	TYPE II	TYPE III
通過質量百分率 (%)	9.5 mm	100	100	100
	4.75 mm	100	90～100	70～90
	2.36 mm	90～100	65～90	45～70
	1.18 mm	65～90	45～70	28～50
	600 μ m	40～65	30～50	19～34
	300 μ m	25～42	18～30	12～25
	150 μ m	15～30	10～21	7～18
	75 μ m	10～20	5～15	5～15
最大粒径		2.36 mm	4.75 mm	9.5 mm

注1) 施工厚により TYPE I, II, III を使い分けること。

注2) 各 TYPE の最大施工厚は最大粒径の 3 倍（望ましくは 2 倍）以下とする。

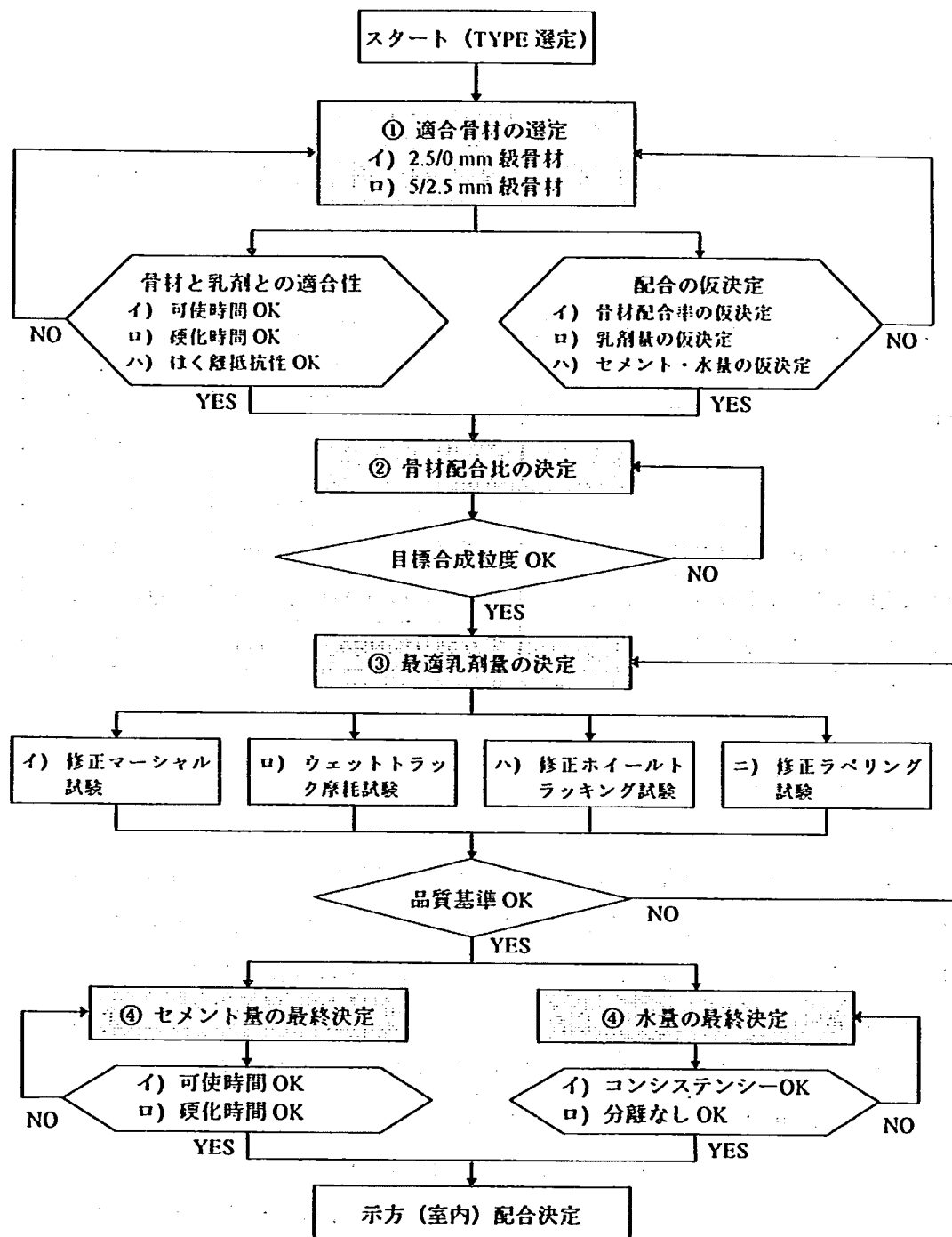


図-6.1 配合設計の手順

6.1.2 適合骨材の選定

施工層厚をもとに混合物の TYPE を選定する。

表-5.2に示す骨材の品質、および表-5.1に示す乳剤との適合性（付着性、可使時間、硬化時間、摩耗抵抗性）に合格する骨材として、2.5/0 mm 級および 5/2.5 mm 級骨材をそれぞれ 1 種類選定する。

6.1.3 骨材配合比の決定

5/2.5 mm 級骨材と 2.5/0 mm 級骨材との配合比率は、表-6.1に示す目標粒度範囲を満足するように選定

する。

6. 1. 4 最適乳剤量の決定

最適乳剤量（対骨材重量比，％）は，表－6. 2に示す試験を実施し，同表に示す基準値を満足することを確認する。

表－6. 2 最適乳剤量を決定するための基準値

試験項目	評価項目	基準値
(1) 修正マーシャル安定度試験 ¹⁾	マーシャル安定度 kN	5.0 以上
	空隙率 %	3～7
	飽和度 %	65～85
	フロー値 l/100 cm	20～40
(2) ウェットトラック摩耗試験	摩耗値 g/m ²	810 以下
(3) 修正ホイールトラッキング試験 ²⁾	動的安定度 (DS) 回/mm	3,000 以上
(4) 修正ラベリング試験 ³⁾	すり減り断面積 cm ²	0.5 以下

注) 付録参照

(1) 修正マーシャル安定度試験

1) 乳剤量の設定

修正マーシャル安定度試験用の混合物は，式－6. 1より粒度をもとに算出した推定乳剤量 E_g （対骨材外割り重量比）を参考に，乳剤量を 1.0 %間隔で計 5 点，各 3 個ずつ作製する。なお，セメント量および水量（ともに対骨材外割り重量比）は，乳剤量によらず一定として混合物を作製する。

$$E_g (\%) = [As / (100 - As)] \times (1 + C/100) / 0.65 \dots\dots\dots \text{式－6. 1}$$

ここに， As ： 粒度をもとに次式より推定される残留アスファルト量（％）

$$As = 0.023a + 0.065b + 0.13c + 0.11d + 1.13$$

a ： 2.5 mm ふるい残留分の質量百分率（％）

b ： 2.5 mm ふるい通過，300 μ m ふるい残留分の質量百分率（％）

c ： 300 μ m ふるい通過，75 μ m ふるい残留分の質量百分率（％）

d ： 75 μ m ふるい通過分の質量百分率（％）

C ： セメント量（対骨材重量比，％）

0.65： アスファルト乳剤の蒸発残留分（％） $\times$ （1/100）

2) 供試体の作製

混合温度および締固め温度は，残留アスファルトの温度・粘度特性をもとに設定する。また締固め回数は両面 50 回とする。

(2) ウェットトラック摩耗試験 (ISSA TB-100 または ASTM D3910-90 に準拠)

1) 供試体の作製

供試体は、混合物を所定寸法のモールド（直径約 28 cm、厚さ 10 mm）の中に入れて表面を平坦にし、硬化後さらに水分除去のため 60℃で 8 時間以上養生する。

2) 試験方法

試験は、試験前の供試体重量（混合物 + モールドの重量）を測定して 25℃の水中で 1 時間養生した後、所定の試験機および試験法（25℃水浸、載荷重 23 N の条件下で遊星運動する硬質ゴムホースにより供試体表面を 5 分間摩耗）に従い行う。試験後の供試体重量を、再度 60℃で 8 時間以上乾燥させた後測定する。

(3) 修正ホイールトラッキング試験

乳剤量を 1.0 %間隔で計 3 点、セメント量および水量は一定とする。供試体作製方法、試験方法については付録に示すとおりとする。

(4) 修正ラベリング試験

乳剤量を 1.0 %間隔で計 3 点、セメント量および水量は一定とする。供試体作製方法、試験方法については付録に示すとおりとする。

6.1.5 セメント量および水量

セメント量および水量（対骨材外割り重量比、%）は、施工時に予想される温度条件を想定して混合性試験（ISSA T-102 に準拠）を行い、表-6.3 に示す選定基準を満足するように決定する。ただし、施工当日のセメント量および水量は、室内試験で決定した量をもとに、施工当日の温度条件や骨材の含水状態に応じて微修正するものとする。

表-6.3 セメント量および水量の選定基準

評価項目	選定基準	測定方法
可使時間	2 分 30 秒 ^{注1)} ~ 3 分 30 秒	乳剤を加え混合開始してから流動性が失われ始めるまでの時間を、目視観察により測定。
硬化時間 ^{注2)}	1 時間以内	乳剤を加え混合開始してから敷きならした混合物の表面に透明な水が現れ、なおかつ十分に団結した状態になるまでの時間を、目視観察と触感で測定。
コンシステンシー	敷きならし時の引きずりがなく、かつ分離せぬこと	混合時に混合物のダレ具合や骨材の沈み具合、ならびに敷きならした混合物の縁での乳剤のにじみ具合を、目視観察により判断。

注1) 可使時間の下限を従来の 3 分より短く 2 分 30 秒と設定したのは、本試験舗装の施工延長が 22 m と短く当該可使時間でも敷きならし可能であるため。

注2) 硬化時間を目視と触感ではなく定量的に決定したいときは、コヒージョン試験（ISSA TB-139）による。

6. 1. 6 配合試験結果

(1) 適合骨材および骨材配合比の決定

混合物の TYPE は、施工厚が 10 mm であったことから、骨材最大粒径 5 mm の TYPE II とする。使用した各骨材の比重と粒度および合成粒度は表-6. 4に示すとおりである。

表-6. 4 骨材の粒度と比重

骨材の種類 (配合比)		5 mm 級骨材 (30%)	2.5 mm 級骨材 (70%)	合成粒度	粒度範囲 (TYPE II)
通過質量百分率 (%)	9.5 mm	100	—	100	100
	4.75 mm	96.5	100	99.0	90~100
	2.36 mm	8.2	88.6	64.5	65~90
	1.18 mm	2.7	62.9	44.9	45~70
	600 μ m	0	44.8	31.4	30~50
	300 μ m	—	35.0	24.5	18~30
	150 μ m	—	23.9	16.8	10~21
	75 μ m	—	16.8	11.8	5~15
比重	表乾	2.655	2.595	—	—
	かさ	2.625	2.562	—	—
	見掛け	2.713	2.646	—	—

(2) 最適乳剤量の決定

1) 修正マーシャル試験結果

合成粒度から計算した推定乳剤量 $E_g = 12.6\%$ より、 12.0% 、 $12.0 \pm 1.0\%$ 、 $12.0 \pm 2.0\%$ の 5 点で供試体を作製した。またセメント量および水量は一定とし、それぞれ 1.0% と 7.5% とした。混合温度および締固め温度は、それぞれ $185 \sim 188^\circ\text{C}$ 、 $167 \sim 173^\circ\text{C}$ とした。

試験結果を図-6. 2に示す。表-6. 2に示した基準値を満足するアスファルト量の共通範囲は、内割りで $5.6 \sim 7.3\%$ (乳剤量では $9.2 \sim 12.2\%$ (外割り、式-6. 1参照)) となる。したがって、修正マーシャル安定度試験から求まる最適アスファルト量を 6.5% (乳剤量では 10.8%) とする。

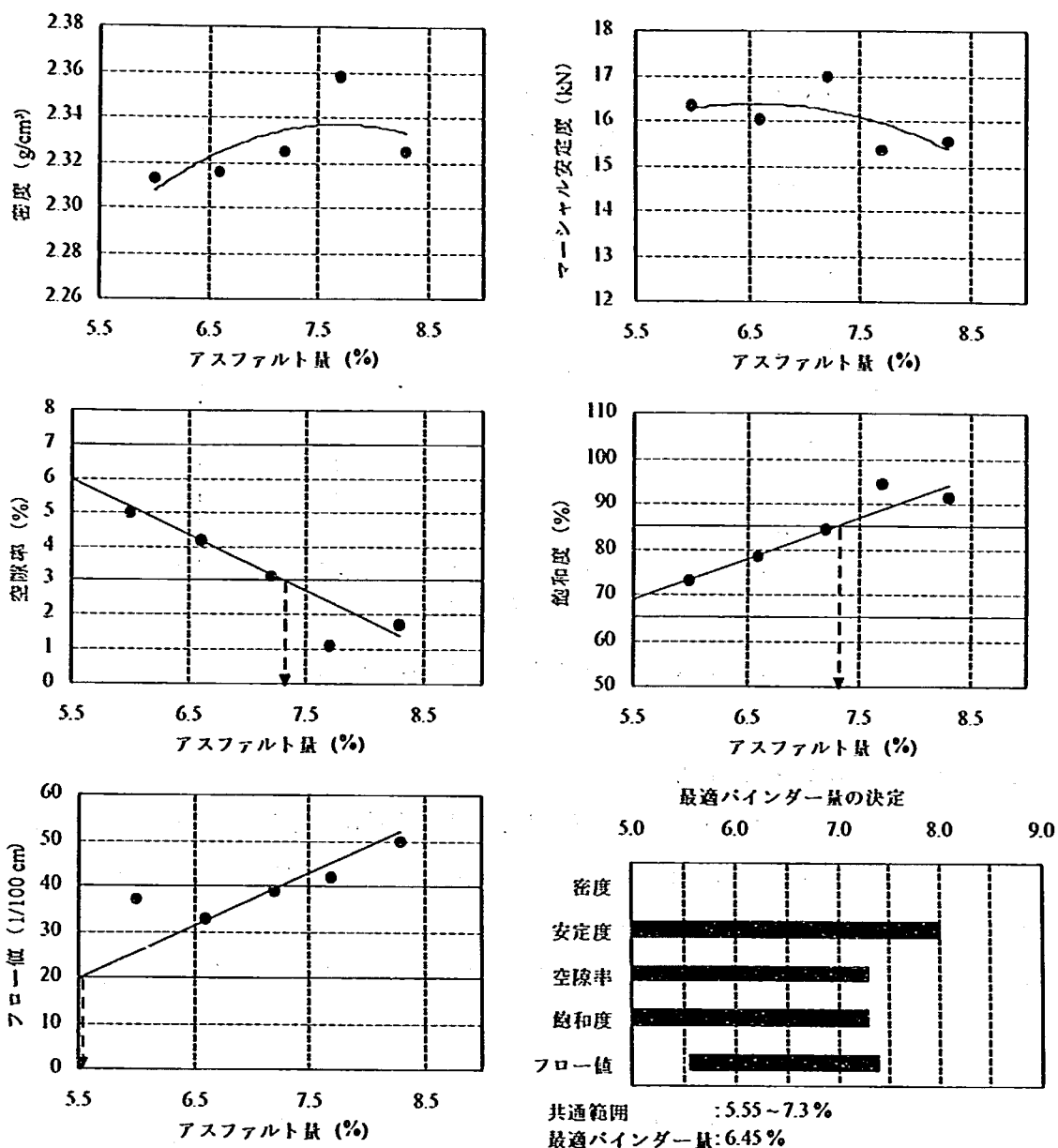


図-6.2 修正マーシャル安定度試験結果

2) ウェットトラック摩耗試験結果

乳剤量は 11.0 %, 11.5 %, 12.0 % の 3 点, セメント量および水量は一定とし, それぞれ 1.0 %, 8.0 % (当初設計量は 7.5 % であつたが供試体作製都合により +0.5 %) とした。

試験結果を, 表-6.5, 図-6.3 に示す。図-6.3 より, 表-6.2 の摩耗基準値 (810 g/m²) 以下を満足する乳剤量は 11.6 % 以上である。

表-6.5 ウェットトラック摩耗試験結果

乳剤量 (%)	摩耗値 ^{注)} (g/m ²)
11.0	2,300
11.5	920
12.0	350

注) 摩耗量 (g/m²) = 摩耗損失重量 / 載荷面積
摩耗損失重量 = 試験後の供試体重量差 (g)
載荷面積 = 0.03 (m²)

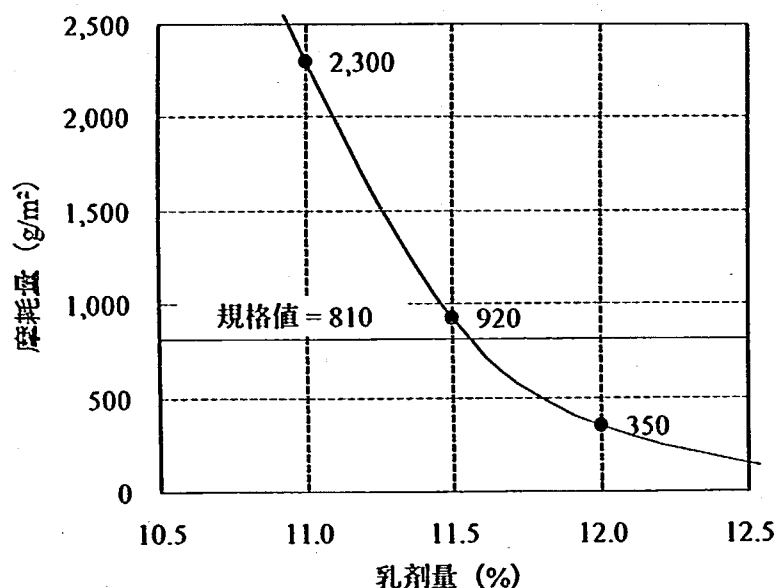


図-6.3 ウエットトラック摩耗試験結果

3) 修正ホイールトラッキング試験結果

乳剤量は 11.0 %, 12.0 %, 13.0 % の 3 点, セメント量および水量は一定とし, それぞれ 1.0 %, 8.0 % (当初設計量は 7.5 % であったが供試体作製都合により +0.5 %) とした。なお, 基盤 (4 cm) としたアスファルト混合物の動的安定度は 4,200 回/mm であった。

試験結果を表-6. 6 に示す。表-6. 2 の DS の基準値 (3,000 回/mm 以上) を満足する乳剤量は 12 % 以下である。

表-6. 6 修正ホイールトラッキング試験結果

乳剤量 (%)	45 分後の変形量 (mm)	60 分後の変形量 (mm)	DS (回/mm)
11.0	2.25	2.45	3,200
12.0	4.22	4.41	3,300
13.0	5.58	6.16	1,100

備考) 供試体構成 上層: 常温型舗装 A 用混合物 (1.0 cm)

下層: 基盤アスファルト混合物 (4.0 cm)

4) 修正ラベリング試験結果

乳剤量は 11.0 %, 12.0 %, 13.0 % の 3 点, セメント量および水量は一定とし, それぞれ 1.0 %, 8.0 % (当初設計量は 7.5 % であったが供試体作製都合により +0.5 %) とした。なお, 基盤 (4 cm) としたアスファルト混合物の動的安定度は 4,200 回/mm であった。

チェーンは平チェーンを使用した。試験結果を表-6. 7 に示す。試験した乳剤量は, すべて表-6. 2 のすり減り断面積の基準値 (0.5 cm^2 以下) を満足する。

表-6.7 修正ラベリング試験結果

乳剂量 (%)	すり減り断面積 (g/cm ²)
11.0	0.21
12.0	0.27
13.0	0.22

備考) 供試体構成

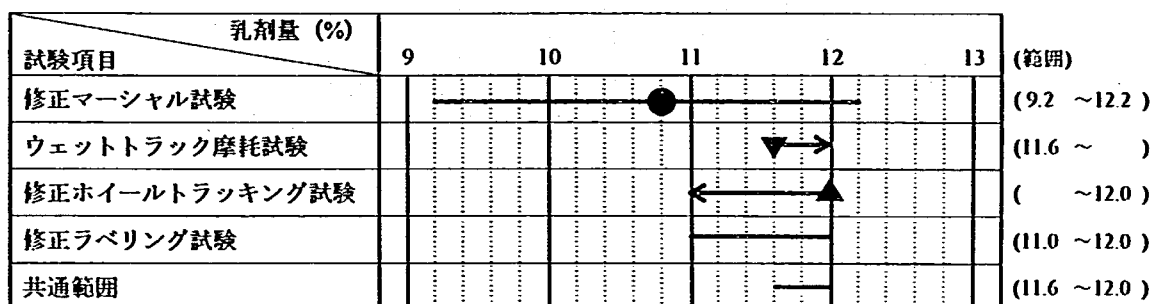
上層: 常温型舗装 A 用混合物 (1.0 cm)

下層: 基盤アスファルト混合物 (4.0 cm)

5) 最適乳剂量の決定

以上の試験結果から、それぞれの試験の基準値を満足する乳剂量を設定する。

試験結果を整理したものが図-6.4である。乳剂量の共通範囲は11.6~12.0 %となるが、ウェットトラック摩耗試験の摩耗値を考慮すれば、最適乳剂量は12.0 %となる。



備考) 一線: 基準値を満足する乳剂量の範囲

●印: 最適乳剂量 (10.8 %)

▼印: 満足する下限値 (11.6 %以上)

▲印: 満足する上限値 (12.0 %以下)

図-6.4 各種配合試験の基準値を満足する乳剂量とその範囲

(3) セメント量および水量の決定

混合性試験結果を表-6.8に示す。なお、このときの乳剂量は12.0 % (最適乳剂量) とし、試験温度は25℃ (9月末の施工) で行った。この結果から、セメント量は1.5 %, また水量は8.0 %とした。

表-6.8 混合性試験結果

試験温度	セメント量	可使時間	硬化時間
25℃	1.0	3分40秒	50分
	1.5	2分40秒	25分

(4) 配合の決定

本配合設計で得られた常温型舗装 A 用混合物の示方 (室内) 配合とその混合物性状は、表-6.9, 表-6.10 に示すとおりである。

表-6.9 常温型舗装 A 用混合物の示方 (室内) 配合

骨材		高粘度改質アス ファルト乳剤	セメント	水
2.5/0 mm 級骨材	5/2.5 mm 級骨材			
70	30	12	1.5	8

備考) 単位は重量百分率 (%)

表-6.10 常温型舗装 A 用混合物の性状

項目		基準値	性状値	試験法
マーシャル安定度	kN	5.0 以上	16.7	修正マーシャル安定度試験
摩耗値 (25°C)	g/m ²	810 以下	350	ウェットトラック摩耗試験
動的安定度 (DS)	回/mm	3,000 以上	3,300	修正ホイールトラッキング試験
すり減り断面積 (-10°C)	cm ²	0.5 以下	0.27	修正ラベリング試験
骨材とアスファルトの付着率	%	75 以上	85	はく離抵抗性試験

注) 付着率以外の試験値は、下層混合物に DS が 4,200 回/mm のアスファルト混合物を使用した場合の値である。

6.2 常温型舗装 B 用混合物

6.2.1 概説

常温型舗装 B 用混合物は表-6.11に示す粒度範囲、目標とする空隙率が確保できるように骨材の粒度を設定し、表-6.12に示すマーシャル安定度試験、カンタプロ試験、ホイールトラッキング試験の結果から最適バインダー量を決定する。

なお、マーシャル安定度試験用供試体の突固め回数は 50 回とし、最適バインダー量の共通範囲の内、ダレが生じない範囲で、できるだけ多いバインダー量とする。

表-6.11 常温型舗装 B 用混合物の標準的な粒度範囲

ふるい目呼び寸法		粒度範囲 (%)	
		最大粒径 (20)	最大粒径 (13)
通過質量百分率 (%)	26.6 mm	100	—
	19.0 mm	95~100	100
	13.2 mm	64~84	90~100
	4.75 mm	10~31	11~35
	2.36 mm	10~20	10~20
	75 μ m	3~7	3~7
高濃度改質アスファルト乳剤		6~9 %	6~9 %
高反応性無機質硬化材		3~6 %	3~6 %

表-6.12 常温型舗装 B 用混合物の基準値および目標値

項目		基準値および目標値
空隙率	%	20 程度 ¹⁾
マーシャル安定度 (20℃, 3 時間)	kN	5.0 以上
カンタプロ損失率	%	20 以下
透水係数	cm/sec	1×10^{-2} 以上 ¹⁾
動的安定度 回/mm	材令 3 時間 (20℃)	3,000 以上
	材令 3 日 (60℃)	3,000 以上

注) これらの値は目標値とする。

常温型舗装 B 用混合物の配合設計は、図-6.5および次の (1) ~ (4) に示す手順に従って行う。

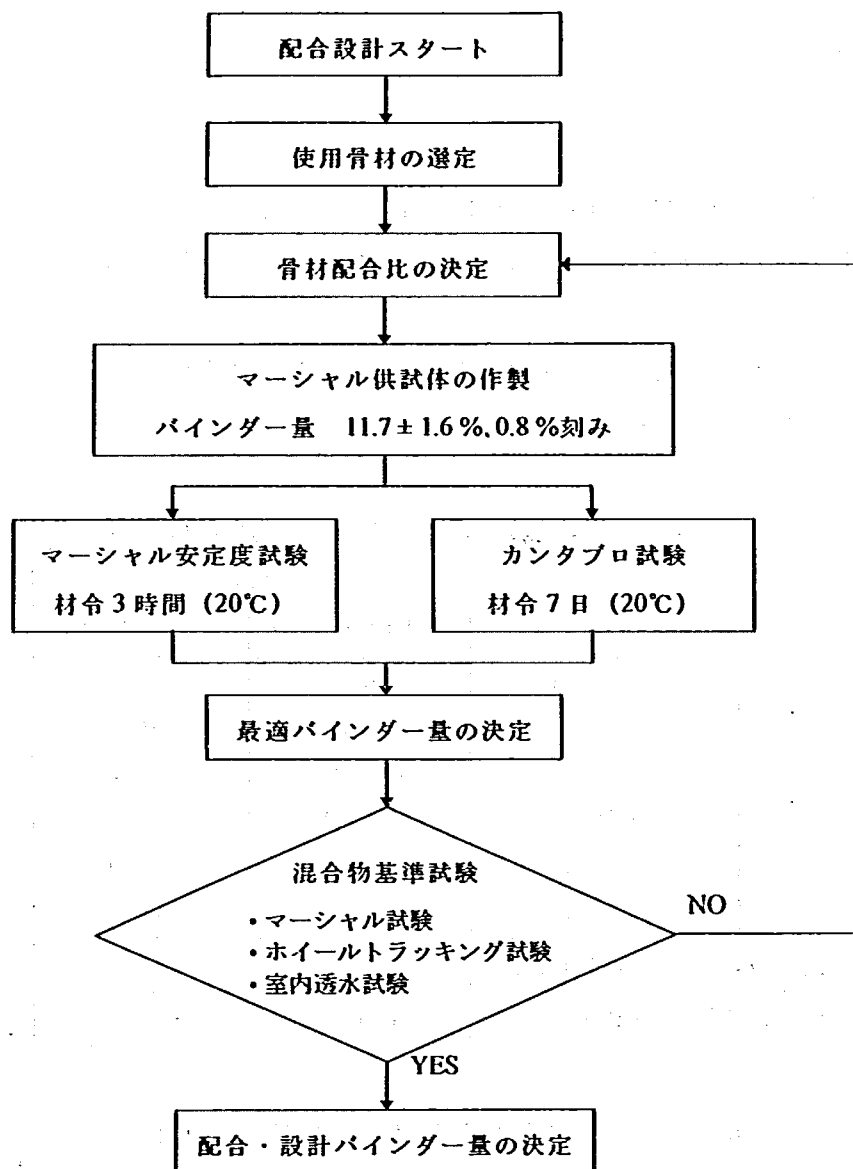


図-6.5 常温型舗装Bの配合設計手順

- (1) 骨材配合比は目標とする空隙率が20%程度(2.36mmふるい通過量が15%程度)になるように決める。
- (2) 決定した配合の骨材を用いて、表-6.13に示すバインダー量(高濃度改質アスファルト乳剂量 + 高反応性無機質硬化材量)11.7%を中心に0.8%きざみでマーシャル供試体を作製し、混合物が所定の可使時間を確保できることを確認する。また、混合物のマーシャル安定度試験およびカンタプロ試験を実施する。

表-6.13 配合設計のためのバインダー量

項目	①	②	③	④	⑤
バインダー量 %	10.1	10.9	11.7	12.5	13.3
高濃度改質アスファルト乳剂量	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
高反応性無機質硬化材量	3.6	3.9	4.2	4.5	4.8

- (3) 材令3時間でのマーシャル安定度が5.0kN以上、硬化後の空隙率が20%程度、カンタプロ損失率が

20%以下になるようなバインダー量の範囲を求め、その中央値を目安として比較し、最適バインダー量を設定する。

- (4) 最適バインダー量による混合物の性状試験を実施し、表-6.12の基準値および目標値を満足することを確認する。

6.2.2 骨材配合比の決定

(1) 試験概要

骨材の配合比は表-6.11に示す粒度範囲を参考にして数種類比較し、表-6.12に示す混合物の性状が満たされるような配合を選定する。

(2) 試験方法

混合物の練混ぜは加熱混合物同様に金属製のボールおよびヘラを用い、材料温度および混合温度についてはすべて常温(20℃)で行う。練混ぜた混合物は直ちにマーシャルモールドに採取し、所定回数(両面50回)突固めて供試体を作製する。

作製した供試体は常温(20℃)で7日間養生後、ノギスにより密度を測定し、空隙率を算出する。

6.2.3 最適バインダー量の決定

(1) 試験概要

選定した骨材配合Bを用いて最適バインダー量の決定を行う。バインダー量の決定は表-6.13に示すバインダー量で実施し、混合物製造および養生は施工時期に予想される温度と等しくして行う。

所定の可使時間を確保しているか、混合物にダレを生じていないか、さらに混合物は所定の性状を確保しているかなどを総合し、バインダー量を決定する。

(2) 試験方法

バインダー量を変化させ、混合物の製造および供試体の作製を行う。作製条件は前述と同じに行うが、混合物の突固めは現場を考慮して所定の可使時間放置してから行う。ここで、目標とする可使時間は60分以上であることから、突固めは混合物の練上り60分後に行った。また、作製後は所定の養生を行ってから試験を行う。

試験項目および方法は以下に示すとおりである。必要に応じて、最終配合のホイールトラッキング試験、ラベリング試験、水浸ホイールトラッキング試験を行い、耐流動性、耐飛散抵抗性、耐水性などの性状を確認する。

- a. 可使時間 : 目視確認[練上り後と60分後の混合物の状態を比較し、同じ状態であったら可使時間内とする]
- b. ダレ損失率 : パット法[試験温度20℃、放置時間60分]
- c. 空隙率 : ノギス法[材令7日の密度から計算する]
- d. マーシャル安定度 : " [試験温度20℃、材令3時間]
- e. カンタプロ損失率 : " [試験温度20℃、材令7日]

6.2.4 配合試験結果

(1) 骨材配合比の決定

バインダー量については暫定的に 11.7 % として行った。検討した骨材配合を表-6.14に、空隙率の測定結果を表-6.15に示す。

排水性舗装の骨材配合は、耐久性の面から目標とする空隙率が確保されかつ 2.36 mm 通過量の多い配合が望まれる。これは本混合物においても同様と見なす。よって、骨材配合 (6 号 / 粗砂比) は表-6.15から配合 B を選定することにした。

また、配合 B の参考として実施したカンタプロ損失率の結果は 11.0 % であり、目標性状を満足するものであった。

表-6.14 検討配合

配合	混合物配合比率 (%)				2.36 mm 通過量 (%)
	6 号	粗砂	硬化材	乳剤	
A	84.6 (91.5)	3.7 (4.0)	4.2 (4.5)	7.5	8.5
B	82.5 (89.5)	5.5 (6.0)	4.2 (4.5)	7.5	10.5
C	80.9 (87.5)	7.4 (8.0)	4.2 (4.5)	7.5	12.4

備考) 表中 () 内数値は骨材配合比率。

表-6.15 試験結果

配合	① 密度 (g/cm ³)	② 理論最大密度 (g/cm ³)	③ 空隙率 (%)	④ カンタプロ損失率 (%)
A	1.914	2.42	20.9	15.6
B	1.944	2.42	19.7	11.0
C	1.978	2.42	18.3	10.2

備考) ・① : ノギス法

・④ : 参考として実施したカンタプロ試験 (試験温度 20℃) 結果

・試験材令はすべて 7 日

(2) 最適バインダー量試験結果

試験施工の時期を考慮して、混合物の製造および養生は 20℃ で行った。混合物配合を表-6.16に、試験結果を表-6.17および図-6.6に示す。

① 可使時間は試験したバインダー量すべてが目標とする 60 分を確保した。

② ダレ (付着) 試験によるダレ損失率は、暫定的に 1.0 % 以下を基準値としてかつ変曲点を最大のバインダー量として考える。図-6.6から最大のバインダー量は 12.2 % であり、また基準値を満足するものであった。

- ③ 材令 3 時間のマーシャル安定度 (20℃) は、これも試験したバインダー量すべてが目標値を満足した。
- ④ カンタプロ試験による損失率は、基準値が 20 % 以下でありかつ変曲点を最小のバインダー量として考える。図-6.6 より最小のバインダー量は 10.7 % であり、また基準値を満足するものであった。
- ⑤ 以上のことから、それぞれの基準値を満足するバインダー量の共通範囲は 10.7 ~ 12.2 % (中央値 11.5 %) となるが、混合物の耐久性を考慮すればバインダー量はなるべく多い方が良い。
- ⑥ よって空隙率の許容範囲を目標空隙率の ± 1 % として、これを満足するバインダー量は図-6.6 より 10.6 % ~ 11.9 % の範囲であり、最適バインダー量は配合 B-3 の 11.7 % を最適とした。

したがって、最適バインダー量は配合 B の 11.7 % である。

表-6.16 検討配合

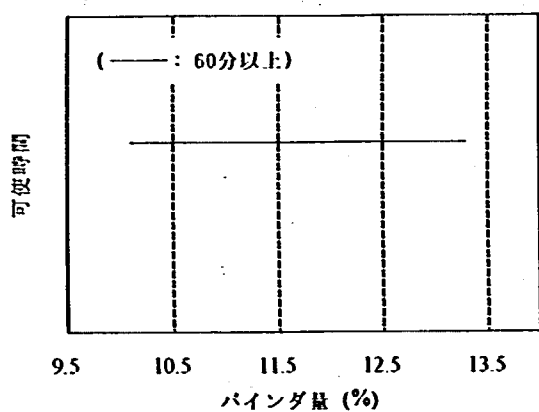
配合	バインダー量 (%)	混合物配合比 (%)				2.36 mm 通過量 (%)
		6 号	粗砂	硬化材	乳剤	
B-1	10.1	84.3	5.6	3.6	6.5	9.8
B-2	10.9	83.5	5.6	3.9	7.0	10.2
B-3	11.7	82.8	5.5	4.2	7.5	10.5
B-4	12.5	82.0	5.5	4.5	8.0	10.8
B-5	13.3	81.3	5.4	4.8	8.5	11.1

注) 本混合物のバインダーは硬化材も含めていることからバインダー量が増加すると骨材粒度 (2.36 mm 通過量) も変化する。この点は一般的な配合設計と違ったものである。

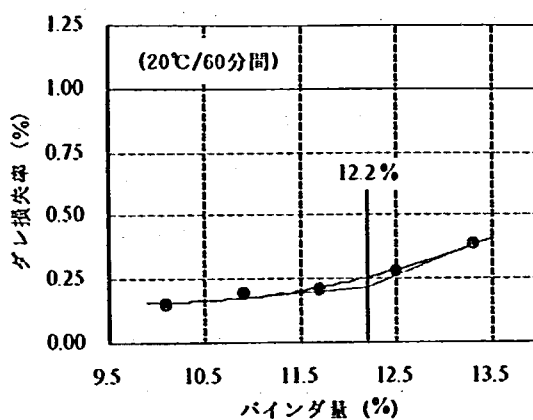
表-6.17 試験結果

配合	① 可使時間	② ダレ損失率 (%)	密度 (g/cm ³)	理論最大密度 (g/cm ³)	③ 空隙率 (%)	④ マーシャル安定度/フロー値 (kN) / (1/100 cm)	⑤ カンタプロ 損失率 (%)
B-1	○	0.16	1.912	2.45	22.0	6.65 / 30	19.0
B-2	○	0.19	1.931	2.43	20.5	7.30 / 23	10.6
B-3	○	0.20	1.945	2.42	19.6	7.10 / 24	10.5
B-4	○	0.26	1.969	2.40	18.0	6.60 / 20	9.7
B-5	○	0.37	1.986	2.38	16.6	6.60 / 23	6.3

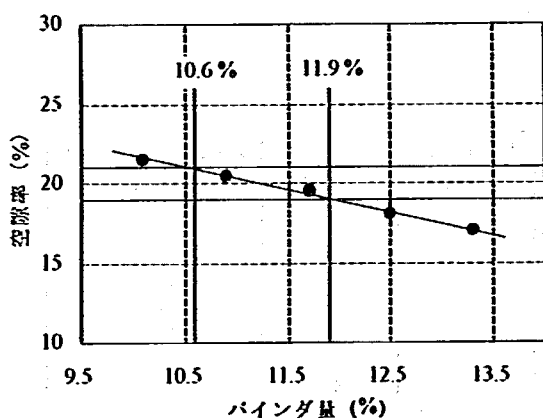
備考) ・①: 目視判定 (○→60 分以上, ×→60 分以下)
 ・②: 試験温度 20℃, 試験時間 60 分
 ・③: 材令 7 日後に測定
 ・④: 試験温度 20℃, 材令 3 時間
 ・⑤: 試験温度 20℃, 材令 7 日



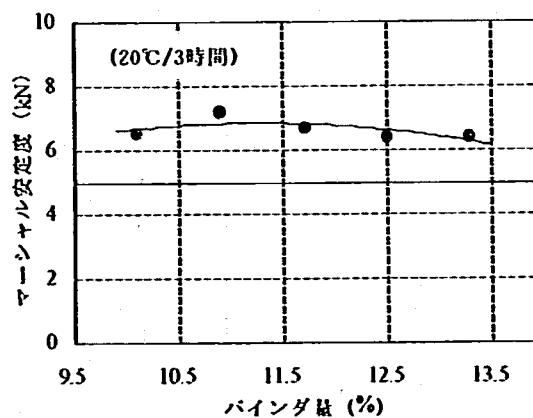
[目標性状: 60分以上]



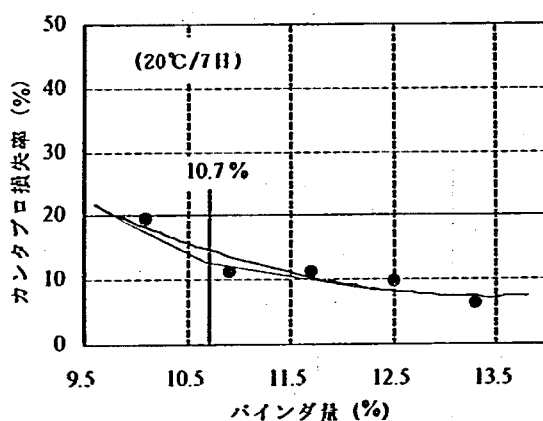
[目標性状: 1.0%以下]



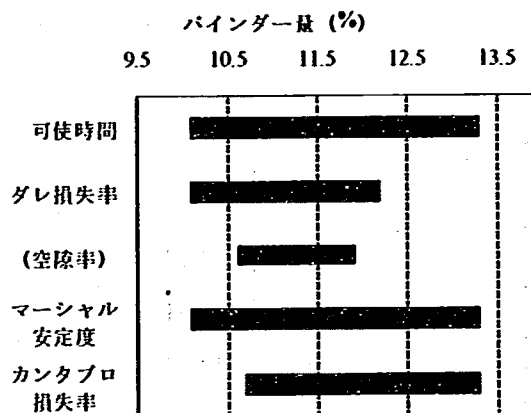
[目標性状: 20±1%以下]



[目標性状: 5.0 kN以上]



[目標性状: 20%以下]



共通範囲 : 10.7~12.2 %
中央値 : 11.5 %
最適バインダー量 : 11.7 %

図-6.6 配合試験結果

(3) 配合の決定

以上の結果から、配合を表-6.16に示すB-3（最適バインダー量 11.7%）とする。

6.3 常温型舗装C用混合物

6.3.1 概説

配合設計は、所定の品質を有する材料を用い、安定性と耐久性に優れ、かつ敷きならし、締固めおよび表面仕上げの各作業において適した混合物が得られるよう、最適セメント量および最適改質アスファルト乳剤量の決定を行う。

常温型舗装C用混合物の配合設計は図-6.7に従って実施する。

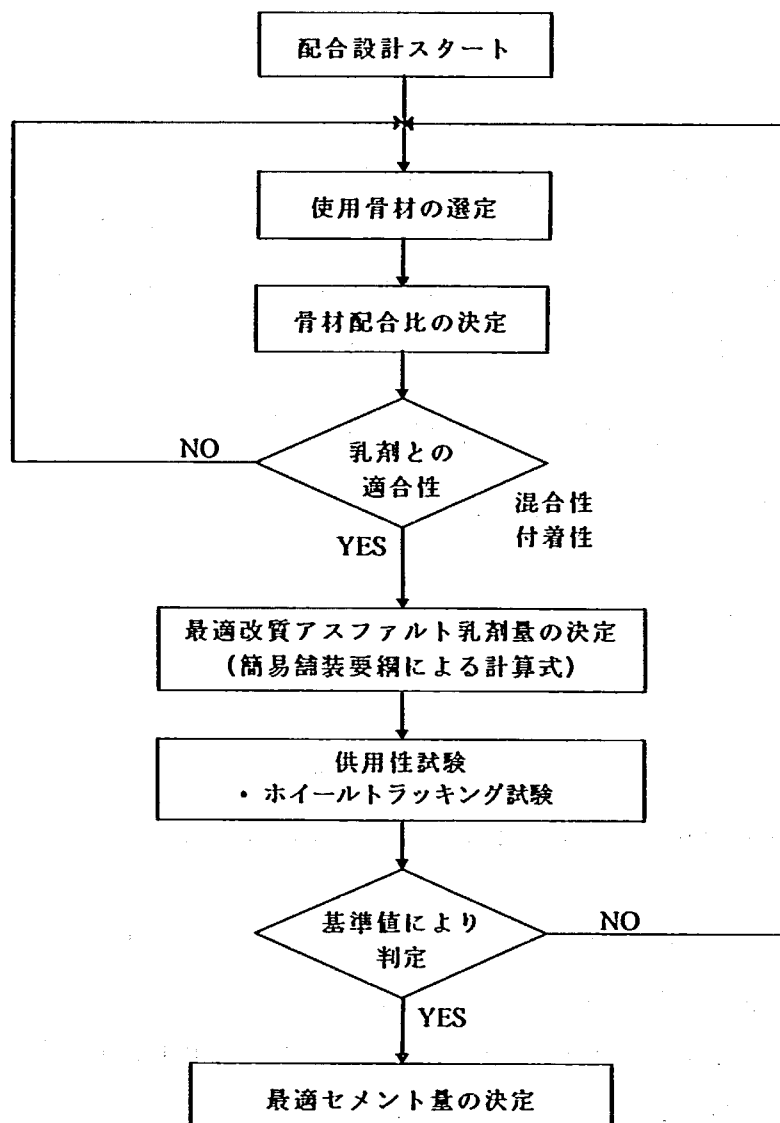


図-6.7 配合設計の手順

配合設計は、混合物粒度より最適改質アスファルト乳剤量を求めた後、ホイールトラッキング試験により最適セメント量を決定するが、同一の材料と配合によって良好な結果を得ている過去の設計例がある場合には試験を省略することができる。

常温型舗装C用混合物に適した骨材粒度は、「アスファルト舗装要綱」に示される密粒度アスファルト混

合物 (13) である。

6.3.2 骨材配合比の決定

密粒度アスファルト混合物 (13) の粒度範囲を目標に骨材配合比を決定する。

6.3.3 最適改質アスファルト乳剤量の決定

混合物の最適アスファルト量は、骨材粒度から式-6.2より決定し、これを式-6.3によりアスファルト乳剤量換算したものを最適アスファルト乳剤量とする。

$$AS (\%) = 0.023 a + 0.065 b + 0.130 c + 0.11 d + 1.13 \dots\dots\dots \text{式-6.2}$$

ここに、AS : 混合物全量に対するアスファルト質量百分率 (%)

a : 使用骨材中の 2.36 mm ふるい残留分の質量百分率 (%)

b : 2.36 mm ふるい通過、300 μ m ふるい残留分の質量百分率 (%)

c : 300 μ m ふるい通過、75 μ m ふるい残留分の質量百分率 (%)

d : 75 μ m ふるい通過分の質量百分率 (%)

$$Em = \frac{AS}{\text{改質アスファルト乳剤の残留固形分} (\%) / 100} \dots\dots\dots \text{式-6.3}$$

ここに、Em : 最適改質アスファルト乳剤量 (%)

6.3.4 最適セメント量の決定

(1) 使用材料

骨材は感想状態のものを使用する。

セメントは用途に合わせた種類を厳選し、低収縮なものを用いる。

改質アスファルト乳剤は、製造後 2 ヶ月を経過しないものを使用する。

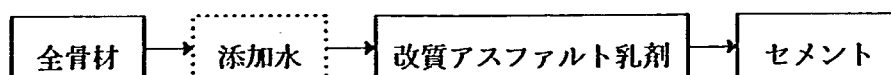
(2) セメント添加量の水準

決定した最適改質アスファルト乳剤量を一定とし、乾燥骨材を用いセメント添加量 3~4.5 % の範囲内で供試体を作製する。セメント添加量は 0.5 % きざみとする。

各材料の添加量は、骨材 + 改質アスファルト乳剤 + セメント = 100 (%) とする。

(3) ホイールトラッキング試験

各材料の混合手順は次のとおりとする。



注1) 添加水とは、骨材と改質アスファルト乳剤の混合性が悪い場合に適宜添加する。

注2) 骨材は、石粉に置換したセメント量を差し引いて添加するものとする。なお、セメント量が多く、石粉量の範囲を越えるような場合には、石粉とともに一部の砂と置換するものとする。

ホイールトラッキング試験の試験条件ならびに基準値を表-6.18に示す。

表-6.18 望ましい混合物の性状

試験項目	養生条件		試験条件	基準値	備考
	温度	時間	試験温度		
ホイールトラッキング試験	20℃	6時間	20℃	3,000回/mm以上	6時間発現強度(20℃)
	20℃	72時間	60℃	3,000回/mm以上	動的安定度(60℃)

6.3.5 最適セメント量の決定

最適セメント量は、ホイールトラッキング試験の結果から基準値をすべて満足したセメント量の最小値とする。

なお、ホイールトラッキング試験の結果、すべての基準値を満足する結果が得られない場合は、使用骨材、粒度およびセメントの種類などを変更し、再度ホイールトラッキング試験を実施するものとする。この場合でも、添加セメント量は4.5%を越えてはならない。

6.3.6 配合試験結果

(1) 骨材配合比の決定

ここでは表-6.19に示す骨材粒度が得られた。

表-6.19 常温型舗装C用混合物の骨材粒度

ふるい目 (mm)		目標粒度範囲 (%)	合成粒度 (%)
通過質量百分率 (%)	19.0 mm	100	100.0
	13.2 mm	95~100	95.7
	4.75 mm	55~70	63.2
	2.36 mm	35~50	42.9
	600 μm	18~30	22.1
	300 μm	10~21	15.7
	150 μm	6~16	10.7
	75 μm	4~8	6.9

(2) 最適改質アスファルト乳剤量計算結果

表-6.19の合成粒度より最適改質アスファルト乳剤量を求めると、

$$As = 0.023 \times 57.1 + 0.065 \times 27.2 + 0.130 \times 8.8 + 0.11 \times 6.9 + 1.13 = 6.1 (\%)$$

改質アスファルト乳剤の残留固形分をここでは63%とすると、式-6.3より

$$Em = \frac{6.1}{63/100} = 9.7 (\%)$$

従って、選択した混合物の最適改質アスファルト乳剤量は、9.7%と決定される。

(3) ホイールトラッキング試験結果

図-6. 8に、ホイールトラッキング試験の結果と基準値を満たすセメント量の範囲、および最適セメント量を示す。

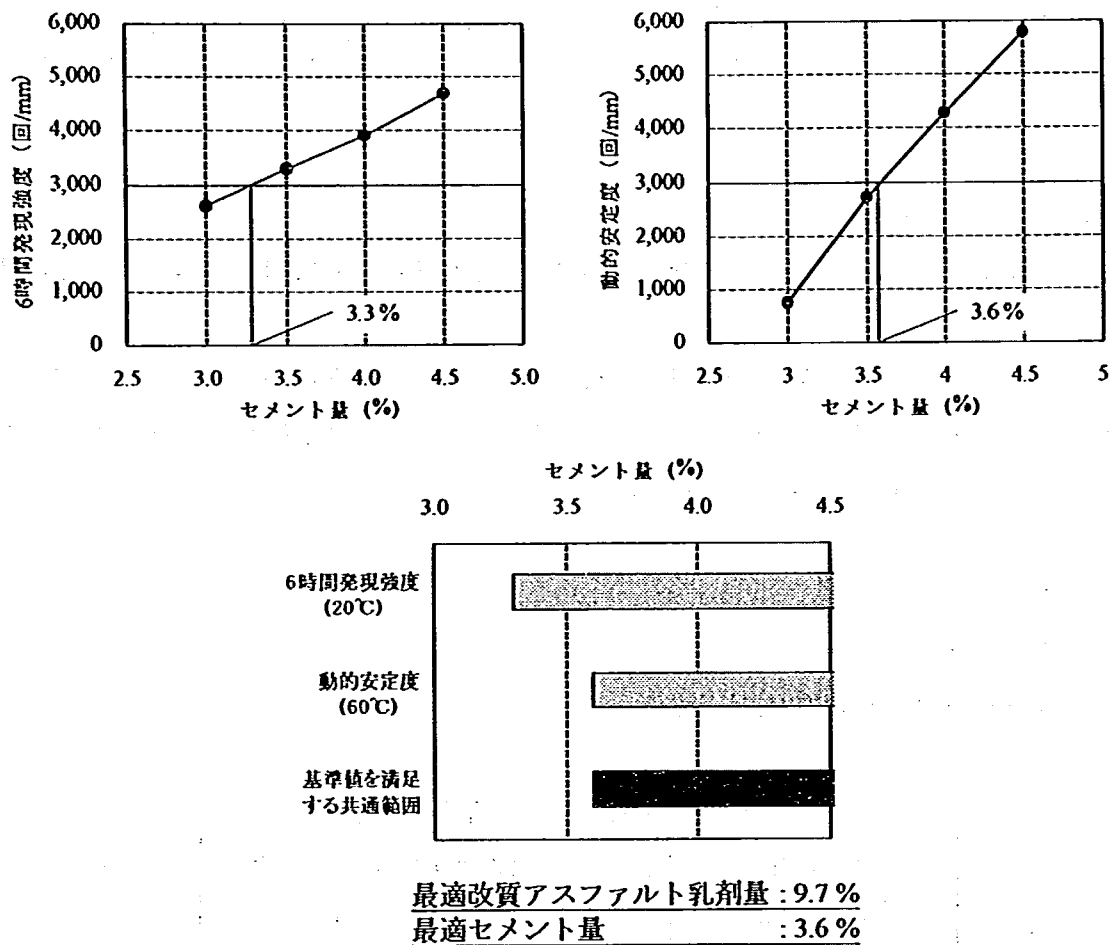


図-6.8 セメント量の決定

(4) 配合の決定

以上の結果得られた配合は、粒度曲線は図-6. 9に示すとおりであり、また最適改質アスファルト乳剤量および最適セメント量はそれぞれ9.7%，3.6%である。

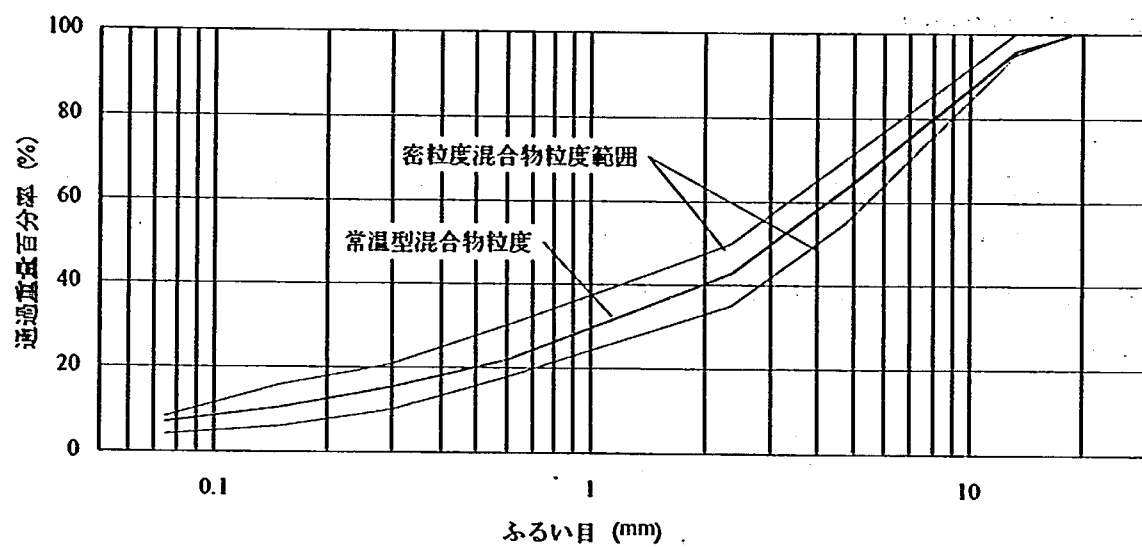


図-6.9 常温型舗装C用混合物の粒度曲線

6.4 常温型舗装D用混合物

6.4.1 概説

常温型舗装D混合物の配合設計は、所要の品質の材料を用い、安定性と耐久性ならびにすべり抵抗性に優れ、かつ締固めおよび表面仕上げの各作業が容易な混合物が得られるように行わなければならない。特に混合物の動的安定度は、3,000回/mm以上を確保するものとする。

配合設計手順を図-6.10に示す。

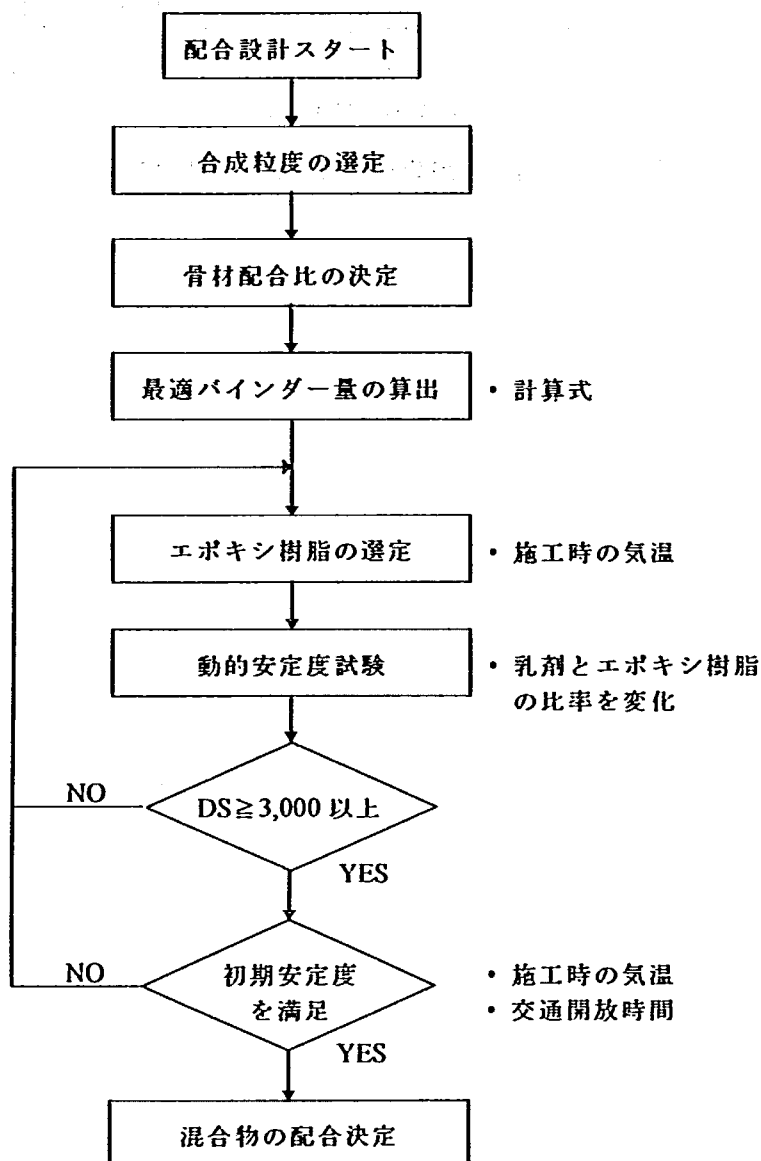


図-6.10 配合設計手順のフロー

常温型舗装D混合物の粒度範囲は表-6.20に示すとおりである。なお、この粒度範囲は簡易舗装要綱に示されたアスファルト乳剤混合物密粒型に相当する。

表-6.20 常温型舗装D混合物の粒度範囲

ふるい目		粒度範囲
通過質量百分率 (%)	19.0 mm	95~100
	13.2 mm	80~100
	4.75 mm	50~70
	2.36 mm	35~50
	600 μ m	14~26
	300 μ m	8~18
	150 μ m	3~11
	75 μ m	0~5

6.4.2 骨材配合比の決定

表-6.20の粒度範囲に入り、適切な粒度曲線が得られるように各骨材の配合比を決定する。ただし石粉は使用しない。

6.4.3 最適アスファルト乳剤量の決定

最適アスファルト乳剤量の決定は、式-6.4を用いて求める。

$$\text{最適アスファルト乳剤量} = 0.023a + 0.065b + 0.130c + 0.11d + 1.13 \dots\dots\dots \text{式-6.4}$$

ここで、 a: 使用骨材中の 2.36 mm ふるい残留分の質量百分率 (%)

b: 2.36 mm ふるい通過, 300 μ m ふるい残留分の質量百分率 (%)

c: 300 μ m ふるい通過, 75 μ m ふるい残留分の質量百分率 (%)

d: 75 μ m ふるい通過分の質量百分率 (%)

6.4.4 エポキシ樹脂の選定

施工時の予想される気温から、表-5.10に従ってエポキシ樹脂を選定する。

6.4.5 複合バインダーの配合比の決定

石油アスファルト乳剤とエポキシ樹脂の配合比は、ホイールトラッキング試験を用いて決定する。

- ① 最適アスファルト量に相当する複合バインダーの石油アスファルト乳剤とエポキシ樹脂の比率をかえてホイールトラッキング供試体を作製する。なお、石油アスファルト乳剤とエポキシ樹脂の比率は、固形物で 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 とする。
- ② ホイールトラッキング試験は、作製した供試体を 60℃の高温室内で 48 時間養生後、試験温度 60℃で行う。
- ③ 動的安定度が 3,000 回/mm となる石油アスファルト乳剤とエポキシ樹脂の配合比を複合バインダーの最適配合比とする。ただし交通開放が早期になる場合は、開放時間や気温などを想定した状態で

ホイールトラッキング試験（6時間発現強度）を行ない複合バインダーの最適配合比を決定する。

6.4.6 6時間発現強度の確認

常温（20℃）、6時間養生後の常温（20℃）ホイールトラッキング試験を行い、初期の安定性の確認を行う。

6.4.7 配合試験結果

(1) 骨材配合比の決定

各骨材粒度、配合比および合成粒度は表-6.21に示すとおりである。

表-6.21 骨材配合比の決定

骨材の種類 (配合比)	6号碎石 (40%)	7号碎石 (18%)	砂 (17%)	スクリーニングス (25%)	合成粒度
通過質量百分率 (%)	19.0 mm	100 (40.0)	—	—	100
	13.2 mm	93.2 (37.3)	—	—	97.3
	4.75 mm	4.1 (1.6)	100 (18.0)	—	61.6
	2.36 mm	—	5.8 (1.0)	100 (25.0)	42.2
	600 μm	—	0.9 (0.2)	59.0 (10.0)	20.5
	300 μm	—	—	41.2 (7.0)	13.6
	150 μm	—	—	11.6 (2.0)	5.9
	75 μm	—	—	2.0 (0.3)	2.6

備考) () 内は配合粒度

(2) 最適アスファルト乳剤量計算結果

表-6.21に示す合成粒度より最適アスファルト乳剤量を計算すると、

$$\begin{aligned} \text{最適アスファルト乳剤量} &= 0.023 \times 57.8 + 0.065 \times 28.6 + 0.130 \times 11.0 + 0.11 \times 2.6 + 1.13 \\ &= 6.0 (\%) \end{aligned}$$

最適アスファルト乳剤量は、6.0%となる。

(3) エポキシ樹脂の選定

試験施工においては、気温が15～25℃に適合するM型を選定した。

(4) ホイールトラッキング試験結果

試験結果を図-6.11に示す。これより動的安定度が3,000回/mmとなる複合バインダーの配合比を求める。この場合の配合比は6:4となる。ただし、石油アスファルト乳剤量は固形分とする。

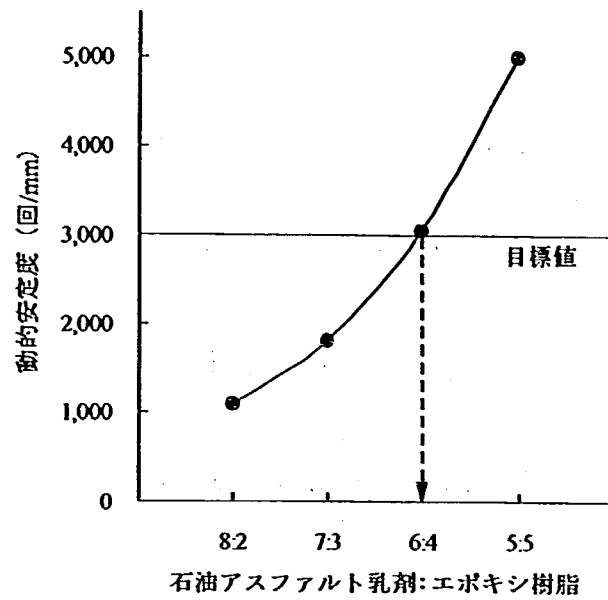


図-6.11 ホイールトラッキング試験結果

(5) 配合の決定

上記の配合試験結果より混合物の配合を次のように決定した。

表-6.22 骨材配合比

骨材の種類	6号碎石	7号碎石	砂	スクリーニングス
配合比 (%)	40	18	17	25

- 最適複合バインダー量 : 6.0 %
- エポキシの種類 : M タイプ
- 複合バインダーの比率 : 石油アスファルト乳剤 (固形分) : エポキシ樹脂 = 6:4

6.5 常温型舗装E用混合物

6.5.1 概説

常温型舗装E混合物の配合設計は、作業に適したワーカビリティが得られ、硬化後に所定の品質性能を満足するように行わなければならない。

常温型E舗装用混合物の配合設計は、図-6.12に示す手順に従って行うこととする。

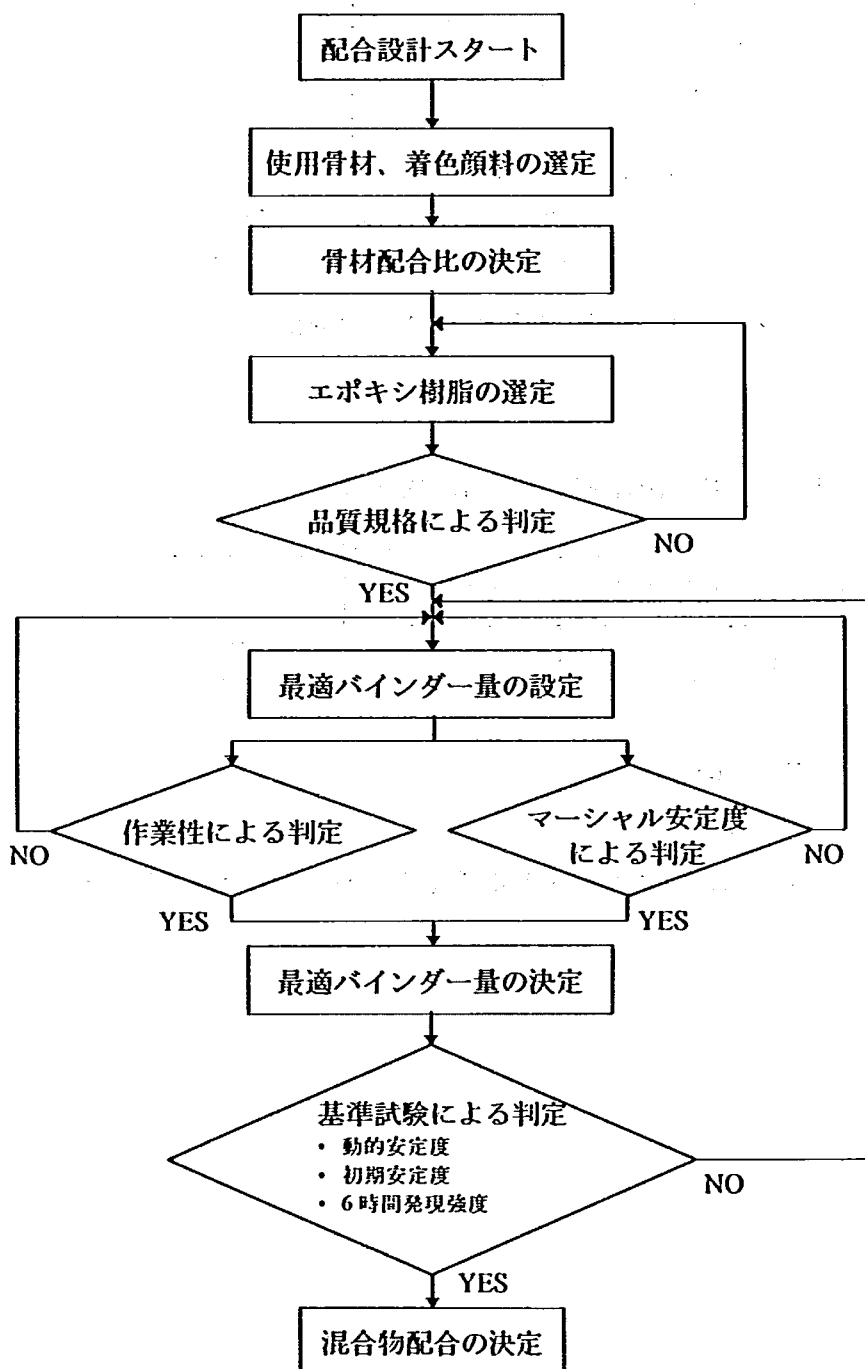


図-6.12 常温型舗装E用混合物の配合設計手順

常温型舗装E混合物の標準的な骨材粒度範囲は、密粒度アスファルト混合物(13)である(表-6.23)。

表-6.23 常温型舗装E混合物の骨材粒度範囲

ふるい目		粒度範囲
通過質量百分率 (%)	19.0 mm	100
	13.2 mm	95~100
	4.75 mm	55~70
	2.36 mm	35~50
	600 μ m	18~30
	300 μ m	10~21
	150 μ m	6~16
	75 μ m	4~8

また、常温型舗装E用混合物は、表-6.24に示す混合物の作業性と、表-6.25に示す品質基準を満たしていなければならない。

表-6.24 作業性の選定基準

項目	内容	判定
作業性	混合物の粘着性	スコップなどに混合物の付着が少なく、容易に敷きならしができること。
	混合物からの樹脂のにじみの有無	目視観察で混合物の樹脂のにじみがみられないこと。
可使時間	密度試験 （「舗装試験法便覧」による）	混合初期の密度の97 %を確保できる時間（60~90分）

表-6.25 常温型舗装E混合物の品質基準

特性項目	品質規格	備考
締固め密度 g/cm^3	2.2~2.4	20℃
マーシャル安定度 kN	5.0 以上	20℃, 3 日間養生/60℃試験
6 時間発現強度 回/mm	3,000 以上	20℃, 6 時間養生/20℃試験
動的安定度 回/mm	3,000 以上	20℃, 3 日間養生/60℃試験
圧裂強度 N/mm^2	30 以上	20℃, 3 日間養生/60℃試験

6.5.2 骨材配合比の設定

密粒度 13 の目標粒度を満足するよう 6 号碎石, 7 号碎石, スクリーニングスなどの骨材の配合比率を決定する。着色顔料を使用する場合は、混合物の色調を考慮し、1~2 %の範囲で添加量を設定する。その場合、

石粉をその添加量だけ減じる。

6.5.3 エポキシ樹脂の選定

施工温度に応じた可使時間と硬化性を有するエポキシ樹脂を選定する。

基本的には、エポキシ樹脂の品質規格（表-5.11）に適合するものとする。

6.5.4 最適バインダー量の決定

バインダーであるエポキシ樹脂の最適配合量は、混合物の作業性の選定基準（表-6.24）およびマーシャル安定度試験の品質規格（表-6.25）を満足するように決定する。

(1) 供試体の作製

エポキシ樹脂の骨材に対する配合比率を4～6%の範囲で混合物を作製する。

マーシャル安定度試験用供試体の作製は、「アスファルト舗装要綱」に準拠する。突き固め回数は、両面50回とする。

(2) 供試体の養生および試験条件

養生は20℃、3日とする。試験条件は60℃とする。

6.5.5 初期安定度の検討

施工時期、交通解放時間を考慮し、交通解放時の初期安定度が満足することを確認する。初期安定度は、マーシャル安定度が5.0 kN以上であることを目標とする。

6.5.6 確認試験

決定配合に基づいてホイールトラッキング試験を実施し、表-6.25に示す性能を満足していることを確認する。

6.5.7 配合試験結果

(1) 骨材配合比の決定

各骨材粒度、配合比および合成粒度は表-6.26に示す。

表-6.26 骨材配合比の決定

骨材の種類 (配合比)	6号碎石 (35%)	7号碎石 (20%)	砂 (25%)	スクリーニングス (14%)	石粉 (6%)	合成粒度
通過質量百分率 (%)	19.0 mm	100	—	—	—	100.0
	13.2 mm	95	—	—	—	98.0
	4.75 mm	4	100	—	—	66.4
	2.36 mm	—	6	95	—	45.0
	600 μ m	—	1	59	—	27.0
	300 μ m	—	—	42	100	20.0
	150 μ m	—	—	12	93	10.7
	75 μ m	—	—	2	85	6.8

(2) 最適バインダー量の決定

マーシャル安定度試験結果を表-6.27に示す。

表-6.27 配合検討結果

樹脂量 (%)	作業性	マーシャル安定度 (kN)
4.0	不良	65
4.5	不良	68
5.0	不良	70
5.5	良好	76
6.0	やや良好	80

以上の結果から、5.5%をバインダー量とする。

(3) 配合の決定

以上の結果から決定した混合物の配合を表-6.28に示す。

表-6.28 常温型舗装E混合物の配合

使用材料	7号碎石	6号碎石	砂	スクリーニングス	石粉	エポキシ樹脂
配合比率 (%)	33.1	18.9	23.6	13.2	5.7	5.5

7 エネルギー消費量およびCO₂排出量

開発した各種常温型舗装について、製造、運搬、施工におけるエネルギー消費量およびCO₂排出量の試算を行い、従来型の加熱アスファルト混合物の施工との比較を行った。

7.1 計算方法

試算にあたっては、図-7.1に示すフローに従って行った。各調査の内容は以下のとおりである。

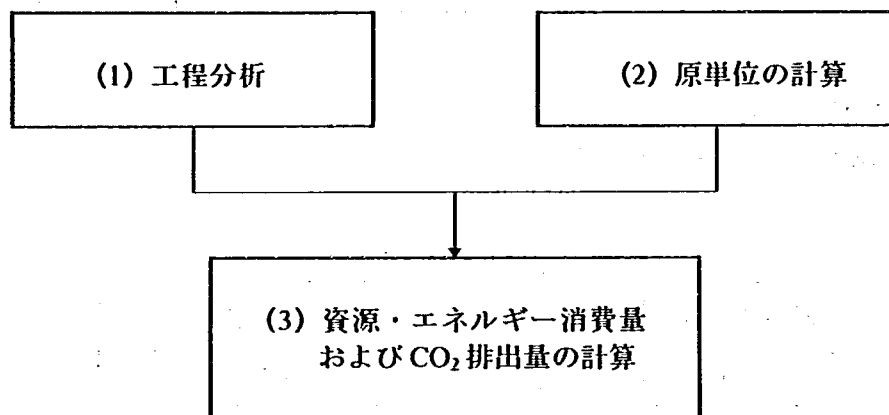


図-7.1 エネルギー消費量およびCO₂排出量の調査フロー

7.1.1 工程分析

まずモデル工事を設定し、行程分析を行って使用する資材、建設機械および燃料のリストアップを行う。さらに、常温型舗装および従来型舗装を用いた場合に、モデル工事に対して投入する資材等がどのように変更になるか検討する。

7.1.2 原単位の計算

常温型舗装および従来型舗装を1トン投入する際のエネルギー原単位とCO₂原単位を計算する。

7.1.3 資源・エネルギー消費量およびCO₂排出量の計算

7.1.1で得られた資材等の数量に、7.1.2で得られたエネルギー原単位およびCO₂原単位を乗じることにより、工事におけるエネルギー消費量とCO₂排出量とを計算する。

7.2 モデル工事の概要

計算する際想定したモデル工事は、工区延長530m、幅員11m（4車線）の道路舗装の新設工事を施工す

ることを想定した。その概要は次のとおりである。

(1) モデル工事の概要

すでに別途改良工事で管渠、集水ます、橋梁などを完成している区間のうち $L = 530 \text{ m}$ の舗装を施工する。工事区間は第二種住居専用地域内で、植樹帯を設けているが、植栽は別途工事とする。

舗装構成は一般地域扱いで、交通区分 C、設計 $\text{CBR} = 6$ 、設計 $T_A' > 28$ 、 $H' > 47$ である。

1) アスファルト舗装

本線の舗装は、基層に粗粒度アスファルト混合物層 5 cm 、表層には各種の常温型舗装またはその比較材を 5 cm 施工する。また、支道取り付けは密粒アスファルト混合物層 5 cm を施工する。

2) 路盤工

本線の路盤は、下層路盤としてクラッシャラン厚 20 cm 、上層路盤として瀝青安定処理路盤厚 10 cm と粒度調整採石路盤厚 15 cm で 2 層を施工する。

3) 歩道工

歩道は、歩車道境界ブロックにより車道と分離し、表層は透水性アスファルト混合物を 4 cm 施工する。路盤はクラッシャラン厚 10 cm を施工する。また、地先境界ブロックにより舗装止めを施工する。

4) その他

- ・街渠工として現場打ち L 型側溝を施工する。
- ・植樹帯は地先境界ブロックで歩道と分離し、盛土をする。
- ・盛土部の保護路肩に転落防止策（高さ 1.1 m ）を施工する。また、盛土部のり面には種子帯を施工する。

(2) 比較材

常温型舗装の種類により骨材粒度などが異なるので、それぞれ比較する加熱アスファルト舗装の表層を次のとおりとした。

表-7.29 比較材一覧

常温型舗装	比較材料	
	骨材粒度	バインダー
常温型舗装 A	細粒度 (13)	改質アスファルト II 型
常温型舗装 B	開粒度 (13)	高粘度改質アスファルト
常温型舗装 C~E	密粒度 (13)	改質アスファルト II 型

7.3 計算結果

エネルギー消費量および CO_2 排出量の試算結果を図-7.2に示す。いずれの常温型舗装についても、従来

型の加熱アスファルト舗装と比較してほぼ 20～50 %の削減が可能であるとの結果であった。開発目標の一つである 10 %以上のエネルギー消費量削減を達成している。

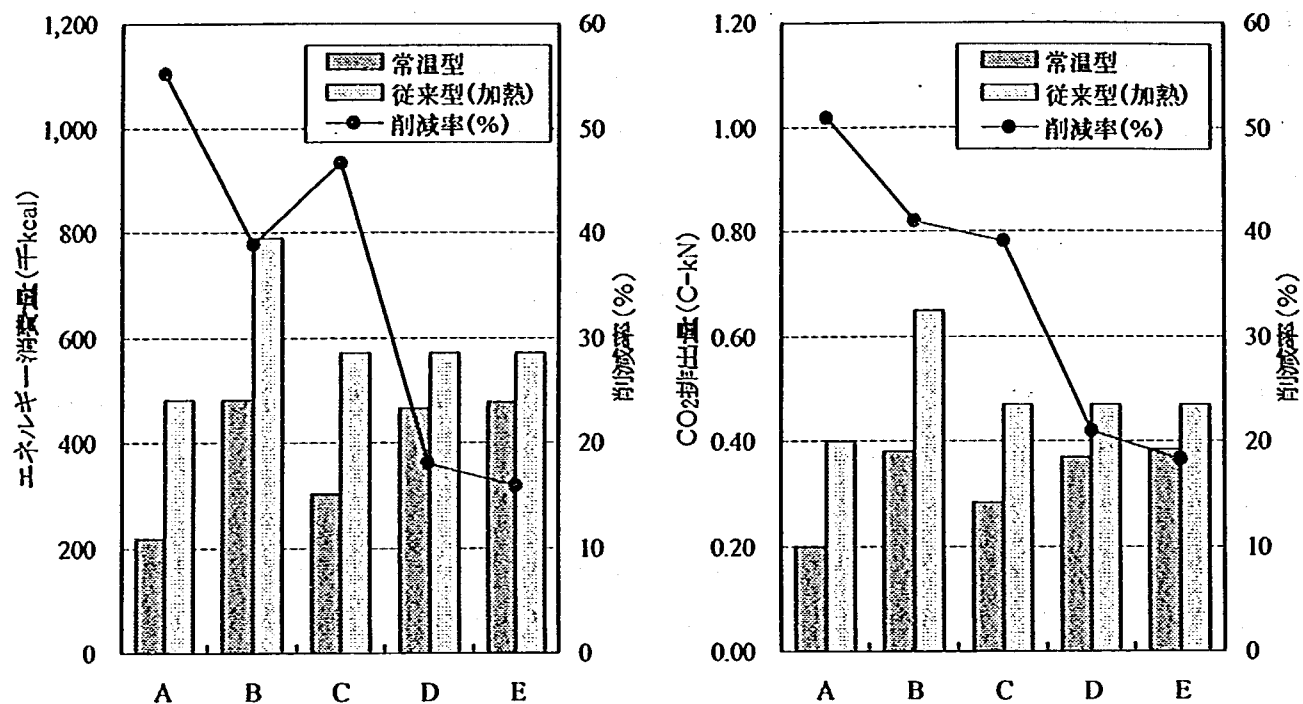


図-7.2 エネルギー消費量およびCO₂排出量の計算結果

あとがき

アスファルト乳剤は現在、プライムコート、タックコート、路上再生路盤工法、シールコート、アーマーコート等に使われている。しかし、表層用常温混合物のバインダーとしてはほとんど使われていないのが実情である。その主な要因の一つは、加熱アスファルト混合物並の供用性が得られないことであった。

本研究において、重交通路線の車道表層に適用できる常温型舗装を開発し、その性能について検討を行った結果、バインダーおよび混合物性状とも加熱アスファルト混合物と同等以上の結果であった。また、試験施工による施工性、耐久性についても問題のないことが確認できた。これらのことから、加熱アスファルト混合物と同等の性能を持つ常温型混合物を開発できたと思われる。さらに、マイクロサーフェイシング系の常温型舗装 A は施工速度が速く、切削を行わずに施工ができることから、表層の補修用としても適している。常温型舗装 B は最近特に注目されている排水機能を持った常温型舗装であり、急激に普及しつつある排水性舗装の補修材料としても注目される。常温型舗装 C, D, E については、加熱アスファルト舗装と同じ機械編成で施工可能であり、また E についてはカラー化が容易にできるためバスレーンなどへの適用が考えられる。

今後は、本研究により開発した 5 種類の常温型舗装について、その特徴、設計、施工、検査などについて解説した「常温型舗装利用技術マニュアル」を作成する予定である。このマニュアルをもとに実道での試験施工による調査を行い、地球環境の保護のため広く常温型舗装の適用を図っていきたい。

最後に、本研究に多大なる助言を頂きました高島道路交通安全研究官はじめ関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 太田健二訳, 「道路舗装に必要なエネルギー」, アスファルト, Vol.20, No.113, PP.29~42
- 2) 坂本, 寺田, 池田, 木村, 「常温型舗装の利用技術の開発」, 舗装, Vol.31, No.4, PP.9~14

付 録

付録 常温型舗装に関する試験方法

付録として、本研究において常温型舗装独自に定めた試験方法について解説する。

1, 2, 3については、流動性が高いため通常の方法では供試体の作製ができない常温型舗装 A について適用するものであり、供試体の作製を除いては「舗装試験法便覧」に準じている。4および5は、樹脂系バインダーを使用する常温型舗装 E について、その耐候性および引張強さを測定するときの試験装置、試験方法などについて定めたものである。

1 修正マーシャル安定度試験方法

(1) 目的

「舗装試験法便覧：3-7-1 マーシャル安定度試験方法」に従った供試体の作製ができない常温型舗装 A 用混合物について、マーシャル安定度を測定する。

(2) 試験器具

「舗装試験法便覧：3-7-1 マーシャル安定度試験方法」に準じる。

(3) 試験方法

1) 供試体の作製

所定の材料を混合した混合物を、水分除去のため 60℃で 8 時間以上養生した後、締固め温度に設定した乾燥炉で、約 30 分間加温する。

水分が除去されたら、混合物を「舗装試験法便覧：3-7-1 マーシャル安定度試験方法、5) 締固め」に従って締め固める。

2) 安定度の測定

「舗装試験法便覧：3-7-1 マーシャル安定度試験方法」に準じる。

2 修正ホイールトラッキング試験方法

(1) 目的

「舗装試験法便覧：3-7-3 ホイールトラッキング試験方法」に従った供試体の作製ができない常温型舗装 A 用混合物について、動的安定度の測定を行う。

(2) 試験器具

「舗装試験法便覧：3-7-3 ホイールトラッキング試験方法」に準じる。

(3) 試験方法

1) 供試体の作製

ホイールトラッキング試験用の型枠に、基盤アスファルト混合物（4 cm 厚）をセットする。その上に、締固め後の厚さが 1 cm となるように混合物を敷き詰める。

混合物の硬化終了後ローラコンパクタで締め固める。ローラコンパクタの転圧面は、あらかじめ十分に加熱しておく。

供試体表面には、ローラコンパクタの転圧方向を明記する。

締固めの終了した供試体は、型枠に入れたまま、45℃で 3 日間養生する。養生が終わったら、型枠から供試体をはずして密度を測定する。

2) 走行試験

「舗装試験法便覧：3-7-3 ホイールトラッキング試験方法」に準じる。

3 修正ラベリング試験方法

(1) 目的

「舗装試験法便覧：3-7-2 ラベリング試験方法」に従った供試体の作製ができない常温型舗装 A 用混合物について、その耐摩耗性を評価する。

(2) 試験器具

「舗装試験法便覧：3-7-2 ラベリング試験方法」に準じる。

(3) 試験方法

1) 供試体の作製

ラベリング試験用の型枠に、基盤アスファルト混合物（4 cm 厚）をセットする。その上に、締固め後の厚さが 1 cm となるように混合物を敷き詰める。

混合物の硬化終了後ローラコンパクタで締め固める。ローラコンパクタの転圧面は、あらかじめ十分に加熱しておく。

締固めの終了した供試体は、型枠に入れたまま、45℃で 3 日間養生する。養生が終わったら、型枠からはずして密度を測定する。

2) ラベリング試験

「舗装試験法便覧：3-7-2 ラベリング試験方法」に準じる。

4 耐候性試験方法

この試験は、ポリマー舗装材料協会試験法によるものである。

(1) 適用範囲

この試験は、歩行者用などの道路舗装にポリマー舗装材料を施工する場合に使用する、ポリマー舗装材料の促進耐候性試験を規定する。

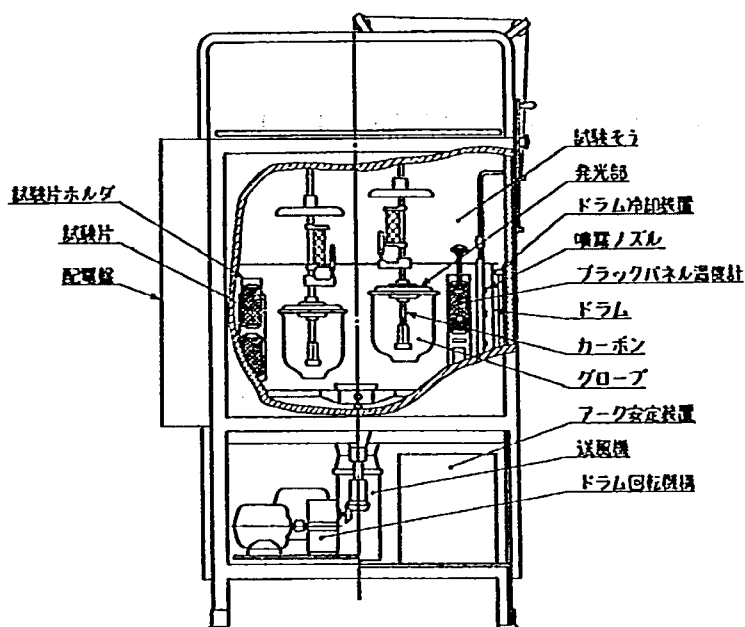
(2) 目的

ポリマー舗装材料表面の紫外線・水分・熱による変退色、白亜化、ならびにクラックなどの変化を試験する。

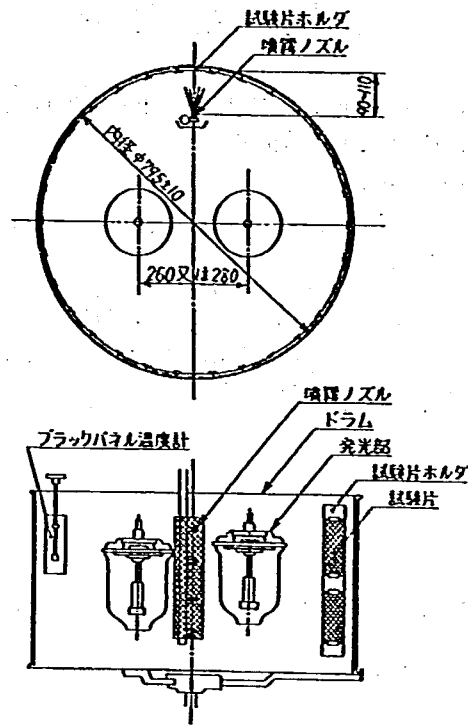
(3) 試験器具

1) 試験装置

JIS B 7752（紫外線カーボンアーク燈式耐候性試験機）に規定する紫外線カーボンアーク燈試験機で、付図-4.1および付図-4.2に準じた装置とする。



付図-4.1 試験機の一例



付図-4.2 試験機内の位置関係図 (単位: mm)

2) 使用条件およびその材料

試験片に光を照射するときの条件は付表-4.1に、試験装置の使用条件は付表-4.2による。

付表-4.1 照射中の条件

入力電源	200 ± 20 V AC
アーク電圧・電流	電圧: 許容範囲 125 ~ 145 V, 中心値 135 V (± 2%) 電流: 許容範囲 15 ~ 17 A, 中心値 16 A (± 2%) ただし、一定入力電圧のときとする
ブラックパネル温度計の示度	63 ± 3°C
ドラム回転数	約 1/60 s ⁻¹
噴霧の水圧	0.08 ~ 0.12 MPa
噴霧の水量	2.10 ± 0.10 l/min (ノズル 4 個の合計)
噴霧の時間	120 分中で 18 分間ずつ (噴霧の時間は等間隔とする)
1 回の照射時間	20 時間または 40 時間 (長時間カーボン使用のとき)
備 考	グローブは照射 1 回ごとに掃除して清浄にする

付表-4.2 使用条件

カーボンアーク	2 燈
グローブ	分光透過率 257 nm で 2%以下, 400~700 nm で 90%以上 全使用時間が 2000 時間を超えないこと
回転ドラム	直径 795 ± 10 mm
噴霧ノズル	4 個, ノズルの先端から試験片取付け枠の全面までの距離は 90~110 mm
噴霧用の水	脱イオン水, 16 ± 5℃で pH 6.0~8.0 必要のときは硬水軟化装置または純粋装置を設けること
光の強さ	NBS 発行の光度試験紙を用いて水を噴霧しないで 20 時間かけて検定したとき, Y%が 22.7~23.9 であること

(4) 試験方法

1) 試験片の作製

各舗装仕様に準じ、製造業者の指定する厚さで、寸法は 70 × 150 mm を標準とする。その後、養生室内に 7 日間養生したものを試験片とする。

2) 測定

試験片を促進耐候性試験機のドラム（付表-4. 1）の内側に横に並べて取り付け、ドラムを回転しながらカーボンアーク燈からでる光で舗装表面を照射する。

通算照射時間がその舗装材料の規格に規定する時間になったとき試験片を取り出し、表面がぬれているときは水を振り切って 1 時間おき、肉眼で舗装表面を調査する。

調査項目は、その舗装材料の規格に規定された項目、たとえば変色、つやの変化、しわ、ふくれ、割れ、白亜化の程度などを調べる。

ただし、試験片固定の後、および表面の内側からそれぞれ幅約 10 mm 以内の部分は、観察の対象としないこととする。

(5) 結果の整理

つやの場合: 鏡面光沢度計 (60 度) により評価 (試験前後の光沢の比, または試験後の光沢) (JIS K 5400:

7.6 鏡面光沢度)

変色の場合: 光電色差計により測定 (JIS Z 8722 色の測定方法—反射及び透過物体色)

L, a, b, 表色系による色差は、次の色によって計算する。

$$\delta E = [(\delta L)^2 + (\delta a)^2 + (\delta b)^2] \dots \dots \dots \text{付式-4. 1}$$

しわ、膨れ、割れ、白亜化の場合: 外観観察によって判定する。

5 引張試験方法（樹脂バインダーのみ）

この試験は、ポリマー舗装材料協会試験法によるものである。

(1) 適用範囲

この試験方法は、舗装用樹脂バインダーに適用する。

(2) 目的

この試験方法は、舗装用樹脂バインダーの引張強さを測定することを目的とする。

(3) 試験器具

- ・ インストロン形式引張試験機
- ・ ダイヤルゲージ
- ・ 1号形試験片形状モールド（JIS K 7113 プラスチックの引張試験方法）
- ・ 標線ゲージ（50 mm）
- ・ 伸び測定用器具

(4) 試験方法

1) 試験片の作製

1号形試験片形状のモールドに、所定比で混合された材料を厚さ 3~4 mm に流し込み、20℃で7日間硬化養生させる。

試験片は5個作製する。

2) 測定

a) 試験片の状態調節と試験温度、湿度

試験片は、原則として試験前に温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $65 \pm 10\%$ に48時間放置した後、同一条件の室内で行う。

b) 試験速度

5 mm/min の定められた速度で試験を行う。

(5) 結果の整理

1) 引張強さは次の式によって計算する。

$$TB = \frac{FB}{A} \dots\dots\dots \text{付式-5.1}$$

TB : 引張強さ (N/mm²)

FB : 降伏時または破壊時の荷重 (N)

A : 試験片のものの最小断面積 (mm²)

2) 引張降伏伸びまたは引張破壊伸び

$$EB = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \dots\dots\dots \text{付式-5.2}$$

EB : 引張降伏伸びまたは引張破壊伸び

L₁ : 降伏時または破壊時の標線間距離 (mm)

L₀ : もとの標線間距離 (mm)

3) 数値のまとめ方

個々に算出して、その結果の平均値を JIS Z 8401 に従って有効数字 2 桁に丸める。