

# アスファルト

第36巻 第177号 平成5年10月発行

# 177

## 特集・排水性舗装

特集にあたって	矢野善章	1
排水性舗装に関する実態調査について	アスファルト舗装技術委員会	
	材料開発研究分科会	2
1章 排水性舗装に関する実態調査（発注者対象）		3
2章 排水性舗装に関する実態調査（施工業者対象）		21
3章 排水性舗装に関する実態調査（メーカー対象）		24
4章 排水性舗装関係文献リスト		26
欧米の排水性舗装	松野三朗	39
排水性舗装の機能とそのメカニズム		
	丸山輝彦・大川秀雄・帆苅浩三	48
排水性舗装の配合設計と施工	原富男	54

## 〈用語の解説〉

ダレ試験	小島逸平	61
シャープ（SHRP）	板垣和芳	63
〈資料〉平成4年市販アスファルトの性状調査	技術委員会	66
〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		70

## ASPHALT

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

## 特集中にあたって

矢野善章

建設省道路局地方道課市町村道室長

第11次道路整備5箇年計画が平成5年度からスタートした。

道路は生活に不可欠な基本的施設であるが、質的にも量的にも先進諸国に比べ大変遅れている。生活の質の向上を図り、豊かな生活社会を創造していくため、地球環境問題など新たな多様なニーズにも的確に応えた積極的な道路整備が強く望まれている。一方、これまでの10次にわたる道路整備5箇年計画の積み重ねによって道路ストックも増えてきており、道路舗装延長は約78万kmに達しストックの保全も大きな課題となってきた。

現在、舗装に関する主要な研究・開発テーマとしては次のようなものがあげられる。

- (1) 交通の安全性の向上（雨天時の制動性能の向上、ハイドロプレーニング防止、路面表示材の視認性確保）
- (2) 地球環境保全（省資源・省エネルギー、リサイクル）
- (3) 沿道環境保全（水はね防止、交通騒音の低減）
- (4) メンテナンスフリー化（長寿命化、耐流動、耐ひびわれ、補修回数の低減）
- (5) 施工の合理化（自動化、省人化）
- (6) 維持管理（舗装ストックの良好な供用水準の確保、効率的な補修システムの開発、補修の迅速性、交通渋滞の解消）

今回特集した排水性舗装は、降雨時のハイドロプレーニング防止やスマーキング現象に役立つとともに交通騒音の低減、水はね防止等に寄与すると期待され、近年、交通安全・走行快適性の向上、環境保全の面から注目されている。我が国での排水性舗装は、昭和62年頃から試験施工が始まられ平成3年までに約33万m<sup>2</sup>（「(社)日本道路協会：排水性舗装の現状と今後の課題シンポジウム、平成5年7月」による）の施工実績があ

る。

排水性舗装は、舗装の機能から見ると数々の利点を有しているが、反面、通常の舗装（空隙率3～6%程度）と比べて高い空隙率（20%程度）を有することから、車両交通による目づぶれ、目詰まり、騒音低減等の機能低下防止対策が重要な課題になっている。また、舗装の供用性の面からは、フレッティング（骨材の剥脱）、剥離、老化等が通常の舗装よりは良くないのではないかと懸念されている。

排水性舗装の機能と供用性確保のためには、材料、配合設計、施工技術等の面から総合的に検討する必要があるが、「当分科会」では、このうち、材料面からの対応として排水性舗装用バインダーの研究開発を現在進めている。今回、これらの研究の一環として、排水性舗装の現状認識と問題点を把握するために、発注機関、施工業者および材料メーカーに対するアンケート調査ならびに排水性舗装に関する文献調査を行った。

本特集号では、アンケート調査のとりまとめと文献調査の他、各機関の研究動向として排水性舗装に関する欧米の事情、機能とメカニズムおよび施工例も併せて掲載している。

排水性舗装は、技術的には解決すべき問題点も多々残されており、これを進展させて行くためには、今後さらに官学民の協力体制のもとに体系的に研究開発を進めて行く必要がある。また、現状では①排水性機能・騒音低減機能、②騒音低減機能、③すべり抵抗向上等の目的で使用されており、それぞれの目的に応じた適用限界を明確にしておくことが重要である。

最後に、アンケート調査にご協力頂いた関係各位に深く感謝申し上げる次第です。

（アスファルト舗装技術委員会

材料開発研究分科会長）

# 排水性舗装に関する実態調査について

アスファルト舗装技術委員会  
材料開発研究分科会

近年、排水性舗装は交通安全確保や道路環境保全等の面から注目されている。しかしながら、排水性舗装は、通常の舗装と比べて高い空隙率を有することから、機能の持続性や舗装の耐久性を確保することが困難とされている。このため、現在これらの問題に関して関係各機関では、材料、配合設計、施工技術、試験舗装を含めて検討している状況にあるが、技術的にはまだ十分な信頼性を確保するまでには至っていない。

(社)日本アスファルト協会「アスファルト舗装技術委員会・材料開発研究分科会」では、このような現況を踏まえて、材料面からの対応として排水性舗装用バインダーの研究開発を現在進めている。

今回、これらの研究の一環として、当分科会では排水性舗装の現状認識と問題点を把握するために以下の調査を行った。

1. 発注機関、施工業者および材料メーカーに対するアンケート調査
2. 排水性舗装に関する文献調査

調査項目とその概要は以下の通りである。

## 1) 発注機関に対するアンケート調査

建設省、公団、都道府県等の発注機関を対象に、①現状把握調査として排水性舗装採用の目的、現状での評価等、②施工箇所の調査として工事の特性、供用性等を整理した。

## 2) 施工業者に対するアンケート調査

排水性舗装を施工している施工業者を対象にアンケート調査を行い、混合物製造時、施工時等の問題点について整理した。

## 3) 材料メーカーに対するアンケート調査

排水性舗装用バインダーを製造・販売しているメーカーを対象にアンケート調査を行い、バインダー、混合物性状等について整理した。

## 4) 文献調査

排水性舗装に関する国内の文献をリストアップするとともに、その内容について区分した。

これらの調査の詳細については、別項に示す。

## アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会

(敬称略)

氏名	所属	氏名	所属
◎ 矢野 善章	建設省道路局地方道課	七五三野 茂	日本道路公団試験研究所舗装試験研究室
荒井 孝雄	日本舗道技術研究所	武田 雄	日本道路技術本部技術研究所
板垣 和芳	昭和シェル石油(株)中央研究所	中村 俊行	建設省土木研究所道路部舗装研究室
久保 和幸	建設省土木研究所道路部舗装研究室	野村 健一郎	大成ロテック(株)技術研究所
小島 逸平	熊谷道路技術研究所	長谷川 宏	日本石油(株)中央技術研究所
小林 耕平	日灘化學工業(株)技術部	姫野 賢治	北海道大学工学部土木工学科
酒井 利夫	建設省道路局国道第一課	嶺 之晴	コスモ石油(株)営業部
坂本 浩行	建設省土木研究所材料施工部化学研究室	峰岸 順一	東京都土木技術研究所
佐々木 政彦	建設省道路局国道第二課	室賀 五郎	三菱石油(株)石油製品研究所
佐藤 正和	日本道路公団試験研究所舗装試験研究室		

◎ 分科会長

# 1章 排水性舗装に関する実態調査

## (発注者対象)

### 1. 発注者を対象とした「排水性舗装の現状把握」に関する調査結果

#### 1.1 概 説

本章は、表-1に示す発注者・43機関を対象に、表-2に示す内容で実施した「排水性舗装の現状把握に関するアンケート調査」結果を取りまとめたものである。

表-1 調査対象機関

対象機関	回答機関数
建設省	20
北海道開発局	2
日本道路公団	1
都道府県政令市	19
市町村	1

表-2 「排水性舗装の現状把握」に関するアンケート調査内容

設問	回答方式	内 容
1 排水性舗装採用の目的および期待値	3者択一	・どのような効果をどの程度期待して採用したか?
	記述	・期待する排水能・騒音低減効果を具体的に記入
2 現時点での評価	5者択一	・期待を満足しているか?
3 不満の理由	6者選択(複数選択可)	・何が問題か?
4 不満の原因と対策	記述	・具体的な記述を要求
5 排水性舗装の予定	5者択一	・今後の採用の予定
6 排水性舗装の性能に対する要望	9者選択(複数選択可)	・現状の排水性舗装を基準として
7 排水性舗装の舗装としての耐用年数について	2者択一、その他は記述	・通常のアスファルト舗装を基準とし、排水機能を考慮して
8 排水性舗装用バインダの性能に関する要望	6者選択(複数選択可)	・改質I型、II型、および高粘度改質アスファルトを基準として
9 排水性舗装に関する技術基準を独自に定めているか	2者択一	・バインダ・混合物の品質・品質管理・出来型管理等
	資料の添付	・定めてある機関は基準を添付
10 その他、排水性舗装に対する意見、希望	記述	・具体的な記述を要求

#### 1.2 調査結果

##### 1.2.1 排水性舗装採用の目的および期待値

###### 1) 採用の目的

排水性舗装採用の目的は、図-1に示すように「排水と騒音低減の両方の機能を期待」している機関が47%と最も多く、続いて「排水機能を期待する」機関が38%となっており、両者併せて85%を占めている。

また同図に示されるように、「排水」および「騒音低減」以外の採用目的としては、「すべり抵抗の向上」ならびに「雨天時の区画線の視認性向上」等が上げられている。

排水性舗装採用の目的 (回答42件 複数回答3件)

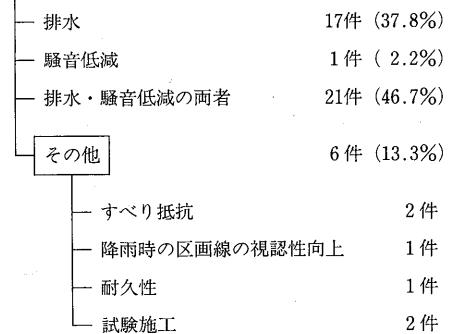


図-1 排水性舗装採用の目的

###### 2) 期待する排水能力

排水性舗装を採用する際に期待する排水能力（時間降雨）としては、図-2に示すように、「時間当たり5~20mmまでの降雨を処理できることを期待」している機関が68%を占めている。ただし、「時間当たり20mmを超える降雨を処理できることを期待」している機関が32%を占め、中には「時間当たり100mmの排水能力を期待」している機関もある。

期待する排水能力 (時間降雨) (回答19件)

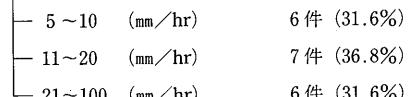


図-2 期待する排水能力

### 3) 期待する騒音低減効果

排水性舗装を採用する際に期待する騒音低減効果としては、図-3に示すように、「3.1~6 dB(A)」が半数以上の62%を占め、以下「1.5~3 dB(A)」、「6.1dB(A)以上」の順になっている。

期待する騒音低減効果 (回答13件)

- |                |            |
|----------------|------------|
| 1.5~3 [dB (A)] | 4件 (30.8%) |
| 3.1~6 [dB (A)] | 8件 (61.5%) |
| 6.1~ [dB (A)]  | 1件 (7.7%)  |

図-3 期待する騒音低減能力

#### 1.2.2 現時点での評価

##### 1) 現時点での評価

現時点での評価は、図-4に示すように58%の機関が「きわめて満足」または「満足」としているのに対し、31%の機関が「やや不満」または「不満」としている。また、11%の機関が「現時点では不明」としている。

現時点での評価 (回答42件 複数回答3件)

- |         |             |
|---------|-------------|
| きわめて満足  | 3件 (6.7%)   |
| 満足      | 23件 (51.1%) |
| やや不満    | 12件 (26.7%) |
| 不満      | 2件 (4.4%)   |
| 現時点では不明 | 5件 (11.1%)  |

図-4 現時点での評価

##### 2) 不満の理由

現時点での評価でやや不満、不満とした理由を整理して図-5に示すが、やや不満および不満の理由として最も多かったのは「早期に目詰まりが生じた」の30%で、次いで「早期に期待した効果が低下した」および「早期に骨材が飛散した」がそれぞれ20%を占めている。

##### 3) 不満の原因と対策

現時点で「やや不満」および「不満」と評価している場合の原因および実施した対策・対策案を整理して表-3~8に示す。

これらの表に示されるように、不満の原因としては「使用アスファルトの不適」、「空隙率の設定の不適」、「排水処理の不適」、「施工箇所の線形」、「交通条件」および「土砂や粉じんによる目詰まり」等が挙げられている。また、これらへの対策（案）としては「高粘度

不満の理由 (回答13件 複数回答15件)

施工直後から期待した効果が得られなかった	1件 (3.3%)
早期に期待した効果が低下した	6件 (20.0%)
早期に骨材が飛散した	6件 (20.0%)
早期にわだち掘れが生じた	0件 (0.0%)
早期に目詰まりが生じた	9件 (30.0%)
早期に目潰れが生じた	2件 (6.7%)
その他	6件 (20.0%)
通常舗装より路面温度が低くなり凍結し易い	1件
平坦性が通常舗装より劣る	1件
流末排水法の改善を必要とする	2件
排水性がよくない	1件
流動	1件

図-5 不満の理由

表-3 施工直後から期待した効果が得られなかった

考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
改質II型アスファルトを使用し、空隙率を15%, 20%としたため	・高粘度アスファルトを使用し、空隙率を20%以上とする

表-4 早期に期待した効果が低下した

考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
目詰まりと目潰れ	・予め、空隙の部分にスポンジのように排水能力のあるものを充填しておく
目詰まり	・空隙を大きくできる骨材を選択する ・高粘度アスファルトを開発する
浸透水の排水処理が不十分	・路肩端部の排水構造を検討する
排水側溝の不備による雨水の滞水	・排水側溝を整備する
空隙率が小さい	・空隙率を大きく設定する

表-5 早期に骨材が飛散した

考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
施工箇所が急カーブのため	・適用箇所を避離する ・付属施設の設計に配慮する
チェーン装着車や大型車が走行したため	・最適空隙率を検討する ・適用箇所を検討する
空隙率が20%と大きいため	・配合の検討の際に、交通条件を考慮する ・施工法を確立する
スパイクタイヤ装着車が走行したため	・スパイクタイヤ装着禁止により解決
改質アスファルトの骨材把握力不足	・高粘度アスファルトを開発する

表-6 早期に目詰まりが生じた

考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
路肩盛土が流出した	・施工箇所を厳選する ・付属施設の設計を配慮する
構造上避けられない	・目詰まり物質の除去法を確立する
非市街地のため土砂の搬入	・適用箇所を市街地中心とする
供用開始当初にスパイクタイヤ装着車が走行した	・施工時期を選定する
チェーン装着車による摩耗屑	・目詰まり摩耗屑を吸引除去するような清掃車を開発する
チェーンによる粉じん	・目詰まり回復法を開発する
スパイクタイヤの粉じん	・スパイクタイヤ装着禁止により解決
空隙が小さかった	・空隙を大きくする ・横断勾配を検討する

表-7 早期に目潰れが生じた

考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
タイヤの接地圧以外による バインダのだれ…夏期の温 度上昇…MC混入のため?	・温度の影響とすれば感温性の鈍 いアスファルトを使用する

表-8 その他

不満の理由と考えられる原因	実施した対策・対策案・その他
通常舗装より路面温度が低くな り凍結しやすい →排水性舗装の性質と思われる	・凍結防止材を早期に散布する
流末排水法の改善を必要とする →路肩集水溝で排水するよう施 工したが、透水性コンクリー トの透水能力が小さすぎた	・排水性混合物よりもかなり大 きな空隙率の透水性コンク リートを使用する
流动 →重交通および信号停止のため のブレーキングに起因する流动	・アスファルト量を低減する

アスファルトの開発および使用」、「高空隙率化」、「排水構造の検討」、「施工箇所の選定」、「交通条件に応じた空隙率の設定」および「機能回復方法の確立」等が提案されている。

### 1.2.3 排水性舗装の今後の予定

排水性舗装の今後の予定を図-6に示すが、36%の機関が「更に適用箇所を増やす」としているが、67%の機関は「現在の適用箇所の供用性を確認してから、今後の適用を検討する」または「他の機関の調査結果等も参考にして、今後の適用を再検討する」としている。なお、「排水性舗装の性能が改善されたら再検討す

る」および「今後は採用しない」としている機関は皆無であった。

排水性舗装の今後の予定 (回答40件 複数回答3件)

- 更に適用箇所を増やす 15件 (35.7%)
- 現在の適用箇所の供用性を確認してから、今後の適用を再検討する 15件 (35.7%)
- 他の機関の調査結果等も参考にして、今後の適用を再検討する 13件 (31.1%)
- 排水性舗装の性能が改善されたら再検討する 0件 (0.0%)
- 今後は採用しない 0件 (0.0%)
- その他 0件 (0.0%)

図-6 排水性舗装の今後の予定

### 1.2.4 排水性舗装の性能に対する要望

排水性舗装の性能に対する要望を図-7に示すが、最も多かった要望は「目詰まりによる排水能力の低下を改善する必要がある」で、35%の機関が挙げている。次いで多かった要望は、「目潰れによる排水能力の低下を改善する必要がある」の16%、「骨材の飛散抵抗性を向上させる必要がある」の14%となっている。

排水性舗装の性能に対する要望 (回答42件 複数回答51件)

- 現状の排水性舗装で満足 3件 (3.2%)
- さらに高い排水能力(透水能力)が必要 6件 (6.5%)
- 更に高い騒音低減効果が必要 2件 (2.2%)
- 目潰れによる排水能力の低下を改善する必要がある 15件 (16.1%)
- 目詰まりによる排水能力の低下を改善する必要がある 33件 (35.4%)
- 骨材の飛散抵抗性を向上させる必要がある 13件 (14.0%)
- 耐摩耗性を向上させる必要がある 4件 (4.3%)
- 耐流動性を向上させる必要がある 4件 (4.3%)
- 耐はく離性を向上 8件 (8.6%)
- その他 5件 (5.4%)
- 機能性の維持 1件
- 維持管理手法の確立 1件
- 目詰まり除去方法の確立 1件
- 排水溝の検討 1件
- 平成4年2月現在問題なし 1件

図-7 排水性舗装の性能に対する要望

1.2.5 排水性舗装の舗装としての耐用年数について  
排水性舗装の舗装としての耐用年数に関する意見を図-8に示すが、「通常のアスファルト舗装と同等の耐用年数が必要」としている機関が64%を占めている。ただし、29%の機関は「機能性を付加しているので、通常のアスファルト舗装より耐用年数が短くなるのは止むを得ない」としている。

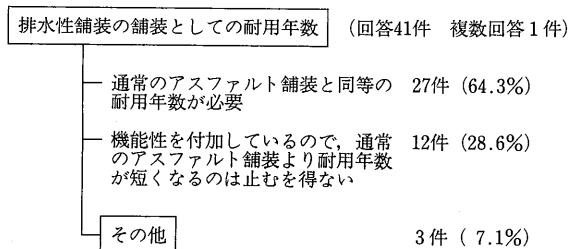


図-8 排水性舗装の舗装としての耐用年数について

#### 1.2.6 排水性舗装用バインダの性能に関する要望

排水性舗装用バインダの性能に関する要望を図-9に示すが、「現在市販の高粘度改質アスファルトで満足である」の機関が17%を占めているものの、これと同数の17%の機関が「更に性能を向上させる必要がある」とし、19%の機関が「施工性を改善する必要がある」としている。なお、これらの要望は高粘度改質アスファルトに集中している。

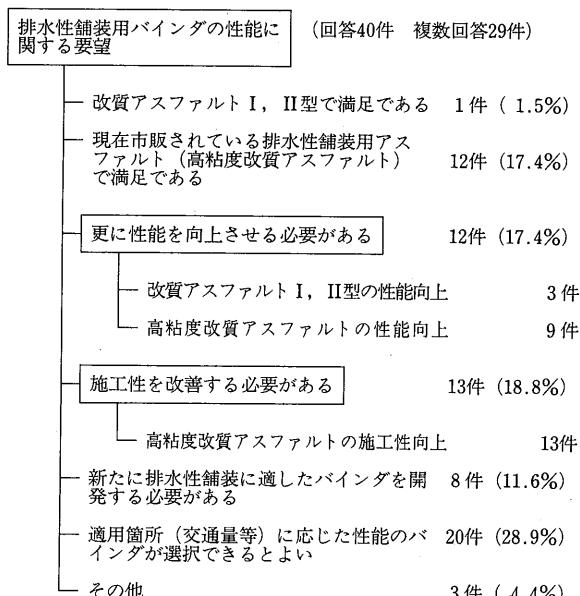


図-9 排水性舗装用バインダの性能に関する要望

更に、「新たに排水性舗装に適したバインダを開発する必要がある」との要望が12%の機関から出されている。

また、性能そのものに関するものではないが、「適用箇所（交通量等）に応じた性能のバインダが選択できるといい」の要望が29%の機関から挙げられている。

#### 1.2.7 排水性舗装に関する技術基準の現状

排水性舗装に関する技術基準の現状を図-10に示すが、技術基準を定めていない機関が76%を占めている。

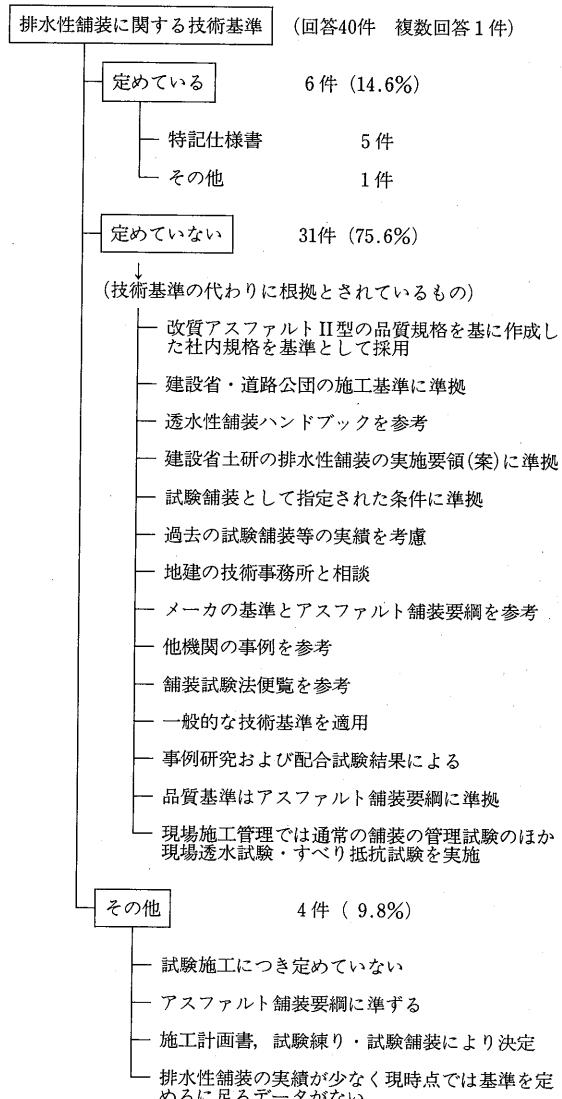


図-10 排水性舗装に関する技術基準の現状

#### 1.2.8 その他、排水性舗装に対する意見・要望

その他の排水性舗装に対する意見・要望を整理して以下に示す。

## 1) 施工性に関するもの（6件）

施工性に関する意見としては、

- ①通常のアスファルト混合物に比べ、温度低下が早い等の「混合物の温度低下」に関する意見・要望、
- ②高粘度改質アスファルトは、通常の改質アスファルトに比べても粘度が高いため、端部の施工など人による施工が困難である等の「高粘度改質アスファルトの粘性」に関する意見・要望、

等がだされている。

## 2) 維持修繕に関するもの（14件）

維持修繕に関するものとしては

- ①目詰まりによる機能低下に対する対応策の確立が必要である等の「機能の持続・回復」に関する意見・要望、
- ②パッキング等の小規模補修用の材料の開発が必要であるなどの「機能の回復以外の維持修繕」に関する意見・要望、

等がだされている。

## 3) 排水性舗装の評価に関するもの（10件）

排水性舗装の評価に関するものとしては、「採用を前向きに考慮」、「排水性舗装の利点を認めながらも問題点を指摘」、「適用範囲を限定」する意見・要望、および「今後の追跡調査が必要」とする意見・要望がだされている。

## 4) 耐久性向上に関するもの（4件）

耐久性向上に関するものとして、「コストに見合う耐久性が必要」、「機能を要求するため耐久性がある程度犠牲になってしま止むを得ないと思うが、ユーザからは通常舗装と同等の耐久性が要求されると思う」等の意見・要望がだされている。

## 5) 技術基準の確立に関するもの（4件）

技術基準の確立に関するものとして、「管理基準や積算資料の早急の整備が必要」等の意見・要望がだされている。

## 6) その他（7件）

この他、「配合設計法の確立が必要」、「排水能力を補助するための排水溝等の検討が必要」等の意見・要望がだされている。

### 1.3まとめ

#### 1) 排水性舗装採用の目的および期待値

- ①排水性舗装採用の目的は、「排水と騒音低減の両方の機能を期待」している機関が47%と最も多く、続いて「排水機能を期待する」機関が38%となっている。
- ②期待する排水能力（時間降雨）は、「時間当たり 5 mm

から20mmまでの降雨を処理できることを期待」している機関が68%を占めているほか、「時間当たり 20mm を越える降雨を処理できることを期待」している機関も32%を占めている。

- ③期待する騒音低減効果としては、「3.1から 6 dB(A)」が62%を占め、以下「1.5から 3 dB(A)」、「6.1dB(A)以上」の順になっている。

## 2) 現時点での評価

- ①現時点での評価では、58%の機関が「きわめて満足」または「満足」としているのに対し、31%の機関が「やや不満」または「不満」としている。また、11%の機関が「現時点では不明」としている。

- ②不満の理由としては、「早期に目詰まりが生じた」が最も多く30%の機関からだされ、次いで「早期に期待した効果が低下した」および「早期に骨材が飛散した」が20%を占めている。

- ③不満の原因としては「使用アスファルトの不適」、「空隙率の設定の不適」、「排水処理の不適」、「施工箇所の線形」、「交通条件」および「土砂や粉塵による目詰まり」等が上げられている。

- ④不満への対策（案）としては「高粘度アスファルトの開発・使用」、「高空隙率化」、「排水構造の検討」、「施工箇所の選定」、「交通条件に応じた空隙率の設定」および「機能回復方法の確立」等が提案されている。

## 3) 排水性舗装の今後の予定

67%の機関は「現在の適用箇所の供用性を確認してから、今後の適用を検討する」または「他の機関の調査結果等も参考にして、今後の適用を再検討する」としている。なお、「排水性舗装の性能が改善されたら再検討する」および「今後は採用しない」としている機関は皆無であった。

## 4) 排水性舗装の性能に対する要望

排水性舗装の性能に対する要望で最も多かったものは「目詰まりによる排水能力の低下を改善する必要がある」で35%の機関が挙げている。次いで多かった要望は、「目潰れによる排水能力の低下を改善する必要がある」の16%、「骨材の飛散抵抗性を向上させる必要がある」の14%の機関となっている。

## 5) 排水性舗装の舗装としての耐用年数について

排水性舗装の舗装としての耐用年数に関する意見としては、「通常のアスファルト舗装と同等の耐用年数が必要」としている機関が64%を占めている。

## 6) 排水性舗装用バインダの性能に関する要望

- ①「現在市販の高粘度改質アスファルトで満足である」

の機関が17%を占めているものの、「高粘度改質アスファルトの性能を更に向上させる必要がある」とする機関が17%,「同アスファルトの施工性を改善する必要がある」の機関が19%ある。

- ②12%の機関から、「新たに排水性舗装に適したバインダを開発する必要がある」との要望がだされている。  
 ③29%の機関から、「適用箇所（交通量等）に応じた性能のバインダが選択できるとよい」の意見がだされている。

#### 7) 排水性舗装に関する技術基準の現状

排水性舗装に関する技術基準を定めていない機関が76%を占めている。

#### 8) その他の意見

①施工性に関する意見として、「混合物の温度低下」に関するものと「高粘度改質アスファルトの粘性」に関する意見・要望がだされている。

②維持修繕に関するものとして、「機能の持続・回復」および「機能の回復以外の維持修繕」に関する意見・要望がだされている。

③排水性舗装の評価に関するものとして、「採用を前向きに考慮」、「排水性舗装の利点を認めながらも問題点を指摘」、「適用範囲を限定」する意見・要望、および「今後の追跡調査が必要」とする意見・要望がだされている。

④耐久性向上に関するものとして、「タイヤチェーン等による目潰れ耐久性の向上が必要」、「合材単価に見合う耐久性の確保も重要」、「技術者サイドでは、耐用年数が短くても止むを得ないと思うが、一般住民意識からみると、通常舗装と同等の耐用年数が要求される」等の意見がだされている。

⑤技術基準の確立に関するものとして、「排水性舗装を積極的に適用したいが、管理基準や積算の資料などが整備されていないので、早急に整備されることを希望する」等の意見がだされている。

⑥この他、「骨材の基準について見直しが必要」、「配合設計方法の確立が必要」等の意見がだされている。

## 2. 発注者を対象とした「排水性舗装の施工箇所別実態」に関する調査結果

### 2.1 概 説

本章は、表-9に示す発注機関を対象に「排水性舗装の施工箇所別実態に関するアンケート調査」を実施し、回答が得られた210箇所における調査結果を取りまとめたものである。

調査内容は、表-10に示すとおりである。

表-9 発注機関別回答件数、施工面積

発注機関	回答件数	回答箇所全施工面積 (m <sup>2</sup> )
北海道開発局	5	5,300
地方建設局	83	152,419
沖縄総合事務所	0	0
都道府県	79	130,400
政令指定都市	1	6,088
道路公団	37	95,046
本四公団	0	0
首都公団	0	0
阪神公団	0	0
地方道路公社	4	22,014
不明	1	3,284
計	210	414,551

表-10 「排水性舗装の施工箇所別実態」に関するアンケート調査内容

設問		内 容
1	工事の特性	新設・補修別、工事の位置づけ、施工規模、期待する効果
2	道路の特性	交通区分、縦断勾配、平面線形、区間条件、気象条件
3	排水性舗装用混合物の特性	骨材粒度、アスファルトの性状、添加材、トップコート、混合物性状
4	施工中・施工直後の評価	排水性混合物層厚、施工性、施工状況、できばえ
5	供用性の評価	総合評価、排水機能、騒音低減機能、耐流動性、耐摩耗性、すべり抵抗性、骨材の飛散、目詰まり、目潰れ、排水機能の回復

### 2.2 調査結果

以下に、アンケート調査の個別項目ごとの集計結果を示す。

#### 2.2.1 工事の特性

##### 1) 新設・補修別、工事の位置づけ

全体の90% (188件) が補修工事に適用されており、新設工事での適用は10%にすぎない。また、補修工事のうち切削オーバレイの占める割合が一番大きく、全体の70% (132件) を占めている。

さらに、工事の位置づけとしては、試験施工が67% (177件) を占めている。

##### 2) 施工規模

施工延長は、100m以下が41%，100～200mが30%で、両者を合わせると71%を占めている（図-11）。

また、施工面積は500～1,000m<sup>2</sup>が28%と最も多く、次いで1,000～1,500m<sup>2</sup>の20%，2,000～2,500m<sup>2</sup>の16%

と続いており、2,500m<sup>2</sup>以下が約80%を占めている(図-12)。

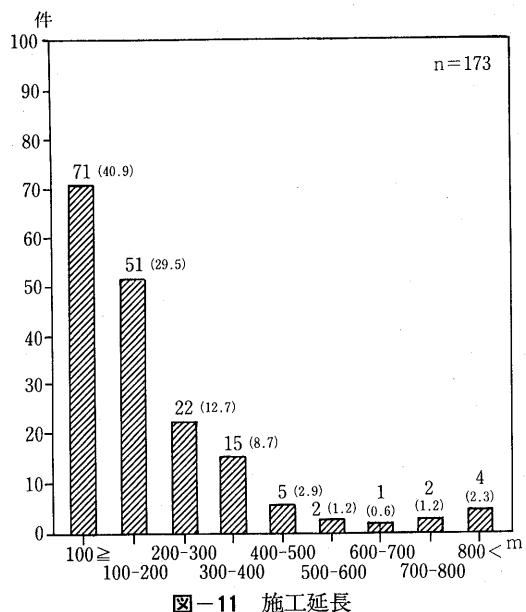


図-11 施工延長

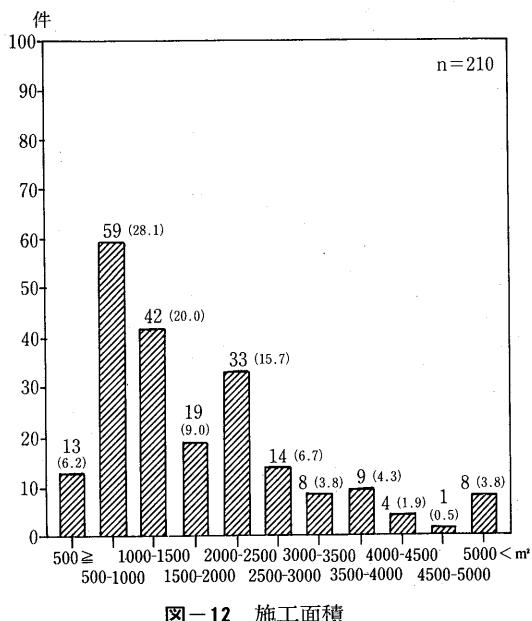


図-12 施工面積

### 3) 期待する機能

排水性舗装を採用する際に期待した機能としては、「排水機能と騒音低減機能の両者」が56%（115件）を占め、次いで「排水機能」の36%（75件）となっている。

#### 2.2.2 適用箇所の特性

##### 1) 交通区分

排水性舗装を適用している道路の交通量区分は、C交通が44%ともっと多く、次いでB交通の26%，D交通の24%となっており、B交通以上の道路での適用が94%強を占めている(図-13)。

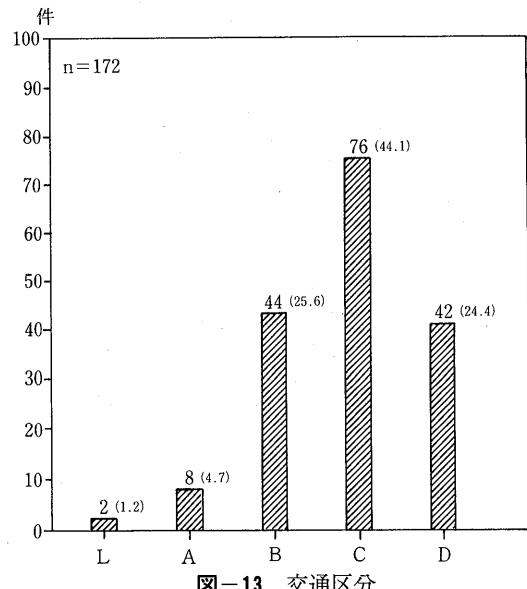


図-13 交通区分

##### 2) 縦断勾配

適用箇所の77%（157件）は縦断勾配が2%以下であり、排水性舗装の大半が平坦な箇所に適用されている。なお、縦断勾配が6%を越える箇所での適用例も、僅かではあるが見受けられる（4件）。

##### 3) 平面線形・区間条件

適用箇所の大半は直線区間（207件中146件）、且つ通常区間（207件中182件）となっており、急カーブ区間ならびに交差点付近や構造物上での適用例は少ない。

##### 4) 気象条件

適用箇所の26%（45件）で積雪があり、41%（71件）で根雪にはならないが降雪が認められている。

また、適用箇所の年間降水量は、1,750mm程度の地域（わが国の平均降水量）が最も多く82%（134件）を占めている。

#### 2.2.3 排水性舗装用混合物の特性

##### 1) 骨材粒度

###### ①最大粒径13mm

最大粒径13mmの2.36mm加積通過百分率は、14~16%のものが33%と最も多くを占め、次いで16~18%が22%，12~14%が14%，18~20%が11%となっている(図-14)。また、75μm加積通過百分率は、4~5%の範囲が最も多く71%（106件）を占めている。

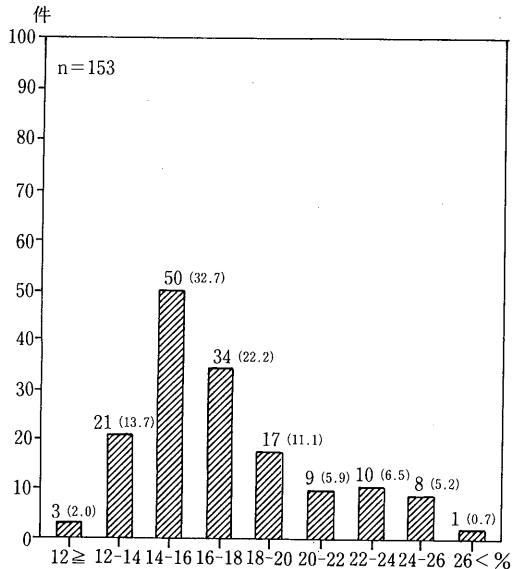


図-14 最大粒径13mm-2.36mm通過量

#### ②最大粒径20mm

最大粒径20mmの2.36mm加積通過百分率は、最大粒径13mm同様に14~16%のものが最も多く42%を占め、次いで12~14%および12%以下がそれぞれ17%, 16~18%が13%となっている(図-15)。また、75μm加積通過百分率も最大粒径13mm同様に、4~5%のものが最も多く72% (34件) を占めている。

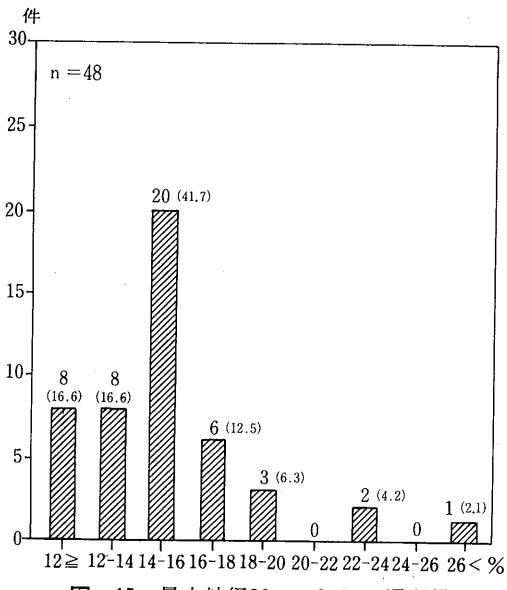


図-15 最大粒径20mm-2.36mm通過量

## 2) 使用アスファルトの性状

#### ①針入度

使用アスファルトの針入度は、40~60 1/ $10\text{mm}$ が

最も多く85% (143件) を占めている。

#### ②軟化点

使用アスファルトの軟化点は、80~90°Cが最も多く62%を占めている(図-16)。

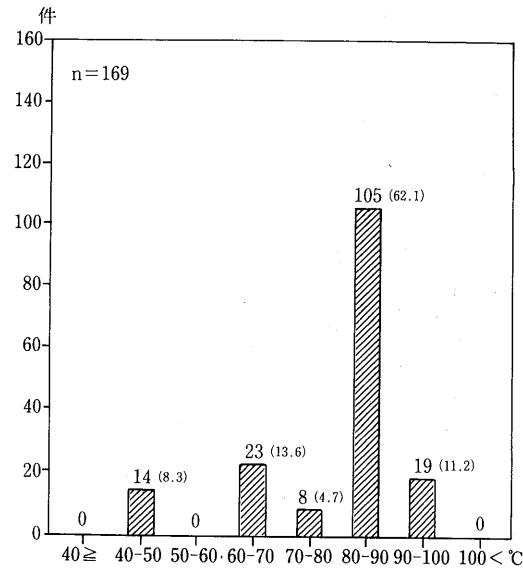


図-16 使用アスファルトの軟化点

#### ③伸 度

使用アスファルトの伸度は、50~100cmが最も多く92% (153件) を占めている。

#### ④タフネス・テナシティ

使用アスファルトのタフネスは、300~350kgf·cmのものが最も多く41%を占め、続いて250~300kgf·cmが34%となっている(図-17)。

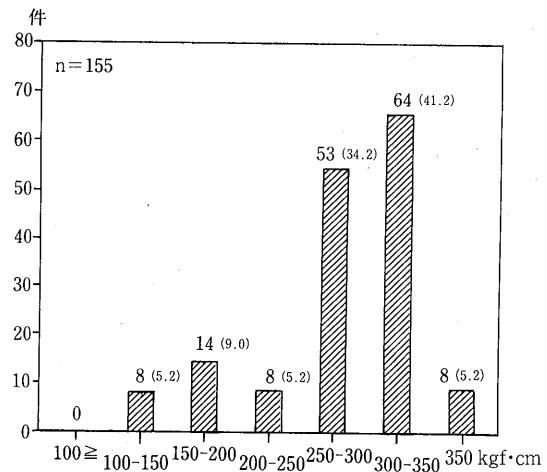


図-17 使用アスファルトのタフネス

使用アスファルトのテナシティは、200~250kgf·cmのものが最も多く53%を占め、続いて250~300kgf·cmが21%，150~200kgf·cmが10%となっている（図-18）。

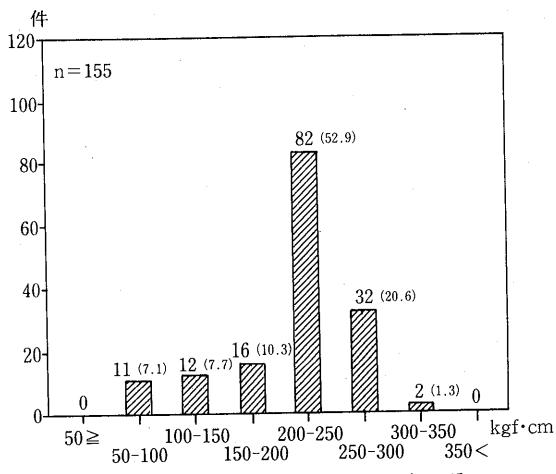


図-18 使用アスファルトのテナシティ

##### ⑤60℃粘度

使用アスファルトの60℃粘度は、20~40万poiseのものが最も多く32%を占め、次いで20万poise以下が28%，40~60万poiseが27%となっている（図-19）。

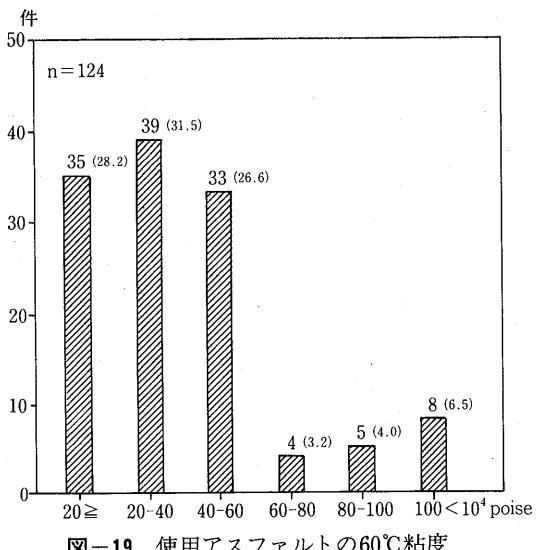


図-19 使用アスファルトの60℃粘度

##### 3) 消石灰の添加

36%（71件）の箇所で消石灰を添加しており、その添加量は骨材中の2~3%が最も多く、消石灰を添加している箇所の52%を占めている。

##### 4) 他の添加材・トップコート

41箇所で植物纖維（ $\alpha$ -セルロース）を添加してお

り、その添加量は混合物に対して0.5%が19箇所と最も多く、次いで0.3%が14箇所となっている。

また、6箇所でトップコートを適用している。

##### 5) 混合物性状

###### ①アスファルト量

使用されている排水性舗装用混合物（以下排水性混合物）のアスファルト量は、4.5~5%のものが最も多く58%（116件）を占めており、次いで5.0~5.5%が27%（55件）、4.0~4.5%が11%（23件）となっている。

###### ②空隙率

排水性混合物の空隙率は、18~20%の範囲のものが最も多く30%を占めており、次いで14~16%が23%，20~22%が21%，16~18%が13%となっている。（図-20）。

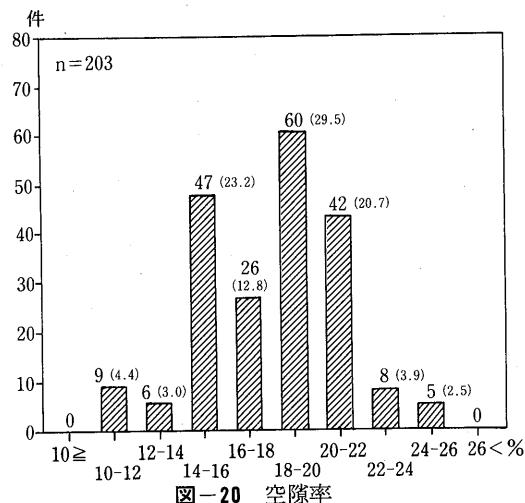


図-20 空隙率

###### ③マーシャル安定度

排水性混合物のマーシャル安定度は、500~600kgfの範囲のものが最も多く40%を占めており、続いて600~700kgfが20%，700~800kgfが18%，400~500kgfが11%となっている（図-21）。

###### ④カンタプロ損失量

排水性混合物のカンタプロ損失量は、5~10%のものが最も多く57%（25件）を占めており、続いて5%以下と10~15%の両者がそれぞれ18%（8件）となっている。

###### ⑤動的安定度

排水性混合物の動的安定度（DS）は、3,000~4,000回/mmのものが最も多く25%を占めており、続いて4,000~5,000回/mmが17%，5,000~6,000回/mm，6,000~7,000回/mm，7,000回/mm以上が各々12%を占

めている(図-22)。

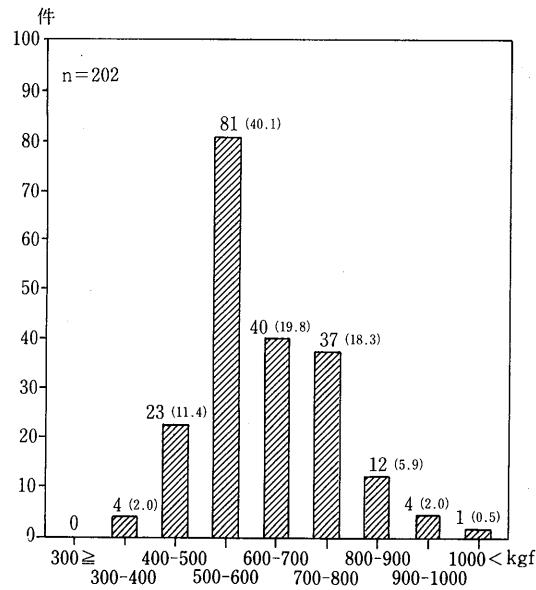


図-21 マーシャル安定度

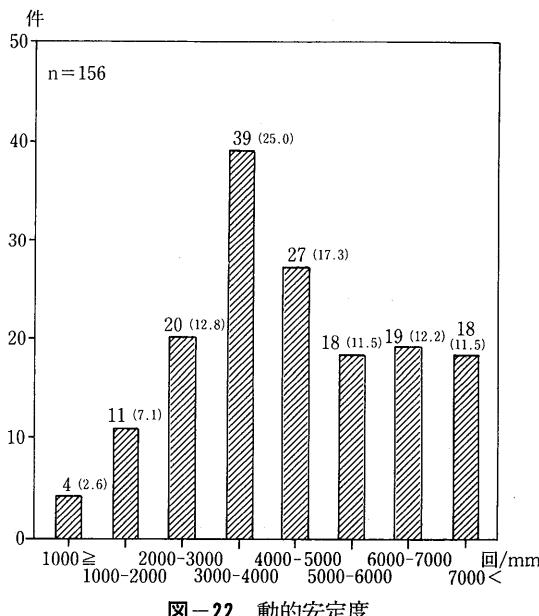


図-22 動的安定度

#### ⑥ 残留安定度

排水性混合物の残留安定度は、90~95%のものが最も多く35%を占めており、続いて95~100%が29%，85~90%が21%を占めている(図-23)。

##### 2.2.4 排水性混合物の施工

###### 1) 排水性混合物層厚

排水性混合物層の厚さは、5cmの箇所が63%(130件)，4cmの箇所が32%(66件)となっており、両者で

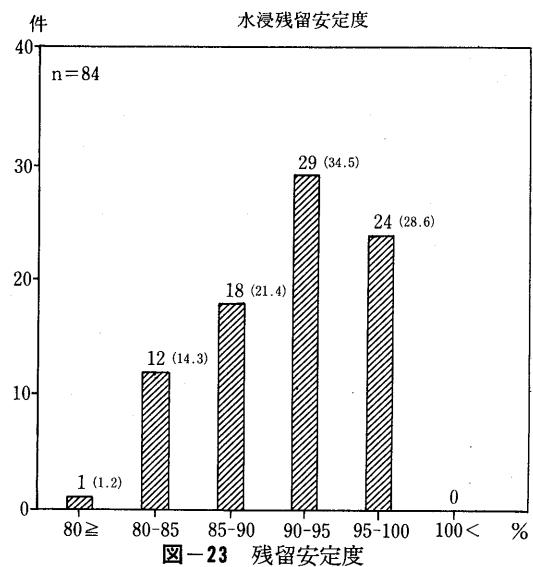


図-23 残留安定度

95%を占めている。

#### 2) 施工性

排水性混合物の施工性を通常のアスファルト混合物と比較した評価では、「同程度」が47%(75件)と最も多く、次いで、「やや劣る」の39%(63件)、「劣る」の12%(19件)となっている。

#### 3) 施工状況

##### ① 施工時の気温

排水性混合物の施工は、気温が5~30度の広範囲で行われている。また、5℃以下の施工例も13件となっている(図-24)。

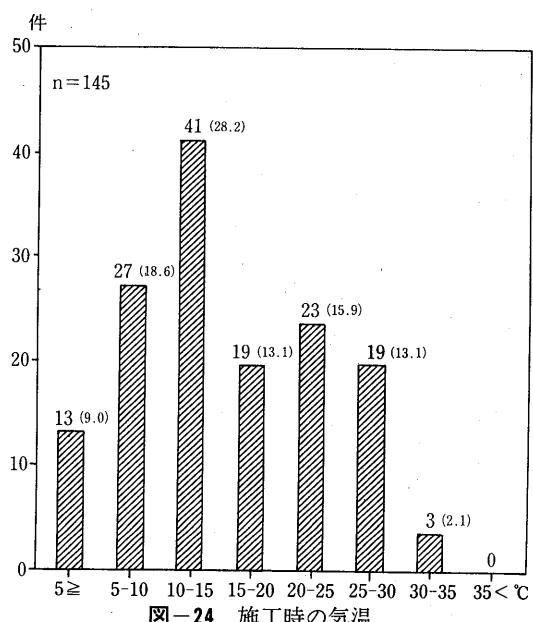


図-24 施工時の気温

## ②敷き均し温度

排水性混合物の敷き均し温度は、160~170°Cが最も多く46%を占め、次いで150~160°Cの35%，140~150°Cの14%となっている（図-25）。

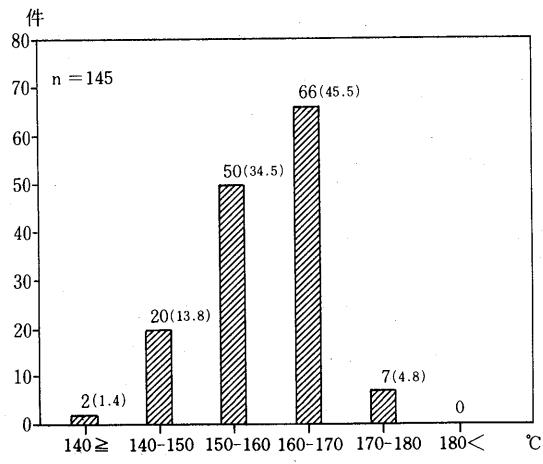


図-25 敷き均し温度

## ③一次転圧温度

排水性混合物の一次転圧温度は、150~160°Cが最も多く41%を占め、次いで140~150°Cの35%となっている（図-26）。

## ④二次転圧温度

排水性混合物の二次転圧温度は、70~80°Cが最も多く24%を占め、次いで80~90°Cの20%，100~110°Cの12%となっており、一次転圧温度に比べると広範囲に分布している（図-27）。

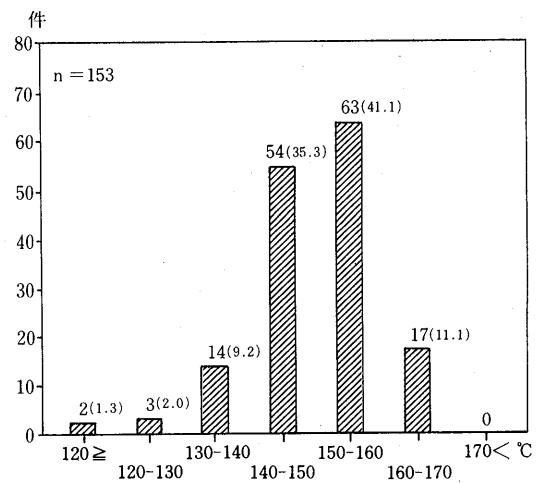


図-26 1次転圧温度

## ⑤締固め度

排水性混合物の締固め度は、98~100%が最も多く61%を占め、次いで100~102%の18%，96~98%の15%となっている（図-28）。

### 4) 舗装のできばえ

排水性舗装のできばえは、「満足」と評価するものが76%（121件）を占めており、「きわめて満足」の24件と合わせると91%に達している。

#### 2.2.5 供用性の評価

##### 1) 総合評価

###### ①現時点での総合評価

排水性舗装の供用性の総合評価は、「満足」と評価するものが54%を占めており、「きわめて満足」の11%と合わせると64%となる。しかし、「やや不満」および「不

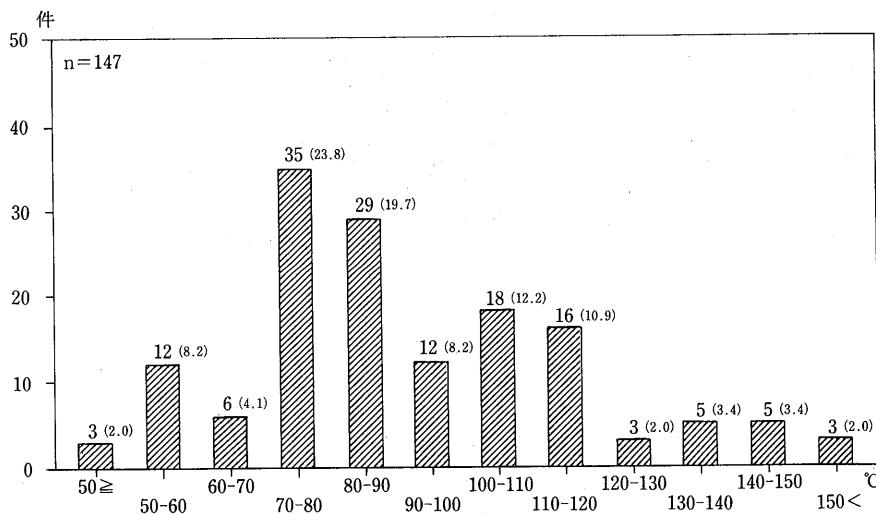


図-27 2次転圧温度

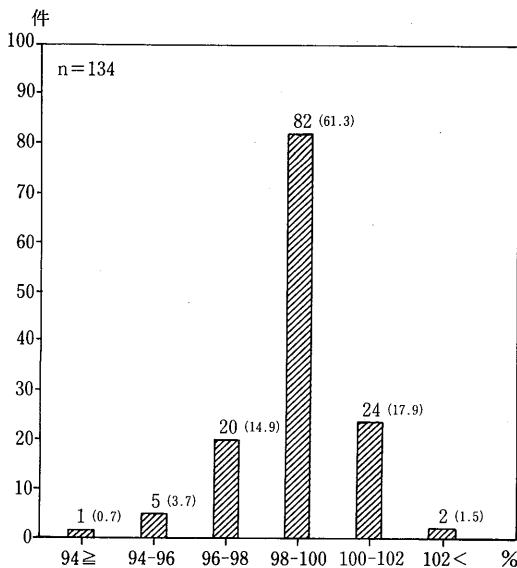


図-28 締固め度

「満」も各々22%, 8%を占めており、両者を合わせると29%になる(図-29)。

## ②供用期間と総合評価

供用期間と総合評価の両回答が得られた箇所の供用期間は、「現時点では評価は不明」としている1箇所を除き、全て24ヶ月(2年)以下である。

なお、

- ・「きわめて満足」の評価は、供用期間6ヶ月以下で7件、6~12ヶ月で4件、12~18ヶ月で5件、18~24ヶ月で1件。

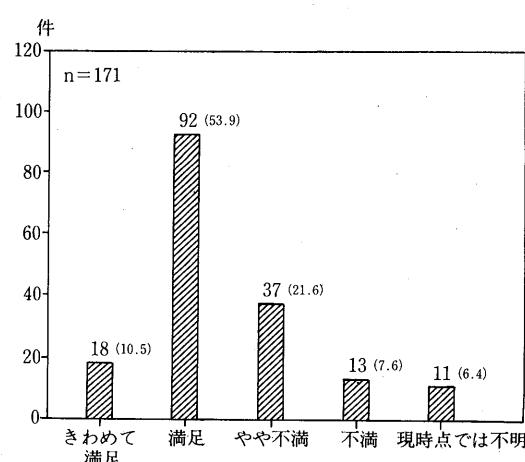


図-29 総合評価

- ・「満足」の評価は、供用期間6ヶ月以下で41件、6~12ヶ月で34件、12~18ヶ月で6件、18~24ヶ月で3件。
- ・「やや不満」の評価は、供用期間6ヶ月以下で5件、6~12ヶ月で4件、12~18ヶ月で9件、18~24ヶ月で4件。
- ・「不満」の評価は、供用期間6ヶ月以下で1件、6~12ヶ月で10件、12~18ヶ月で1件、18~24ヶ月で1件。

となっており、「不満」の原因となる何らかの問題は、供用後1年以内に発生している場合も多い(図-30)。

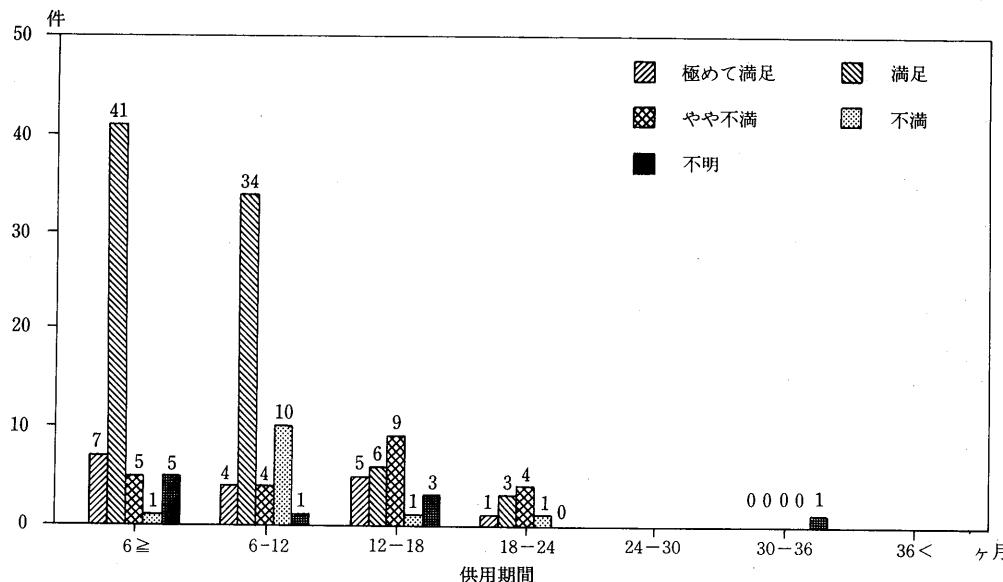


図-30 供用期間～総合評価

### ③施工延長と総合評価

施工延長が200m以下の場合は、25%程度の箇所で「やや不満」または「不満」と評価されている。これに対し、データ数が少ないため明確ではないが、施工延長が200を超える箇所では「きわめて満足」または「満足」の評価の比率が増加するようである（図-31）。

### ④軟化点と総合評価

「きわめて満足」および「満足」の評価が占める割合は、軟化点が高いほど大きくなるようである（図-32）。

32)。

### ⑤2.36mm加積通過百分率と総合評価

「きわめて満足」および「満足」の占める割合が大きい2.36mm加積通過百分率は、14~18%の範囲となっている（図-33）。

### ⑥空隙率と総合評価

「きわめて満足」および「満足」の占める割合が大きい空隙率は、18%以上となっている（図-34）。

## 2) 排水機能の評価

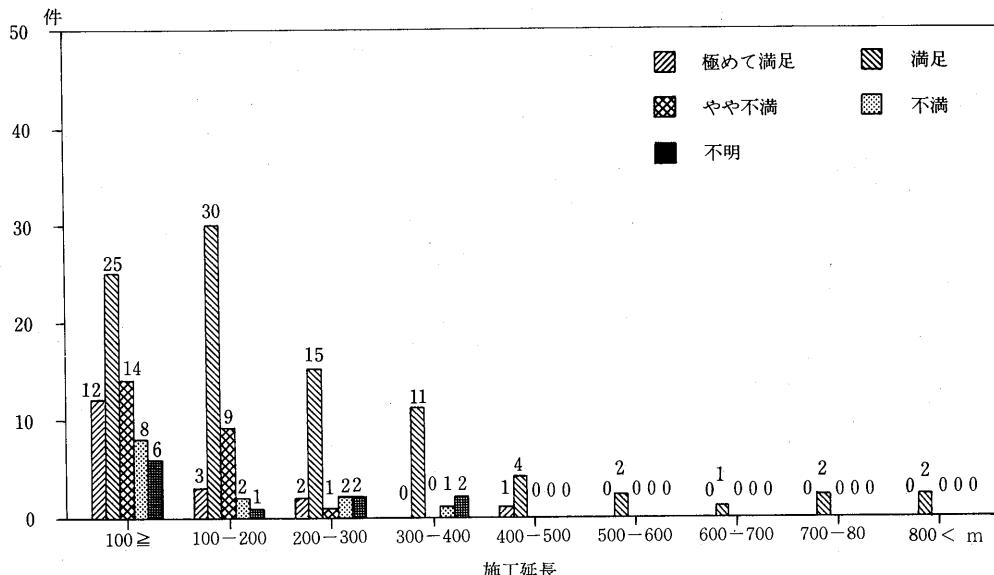


図-31 施工延長～総合評価

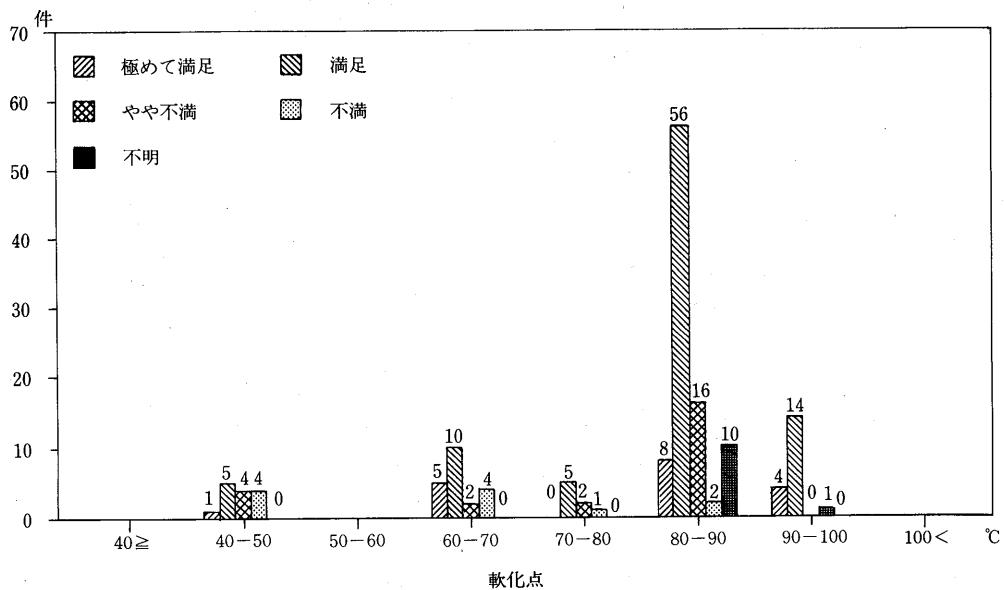


図-32 軟化点～総合評価

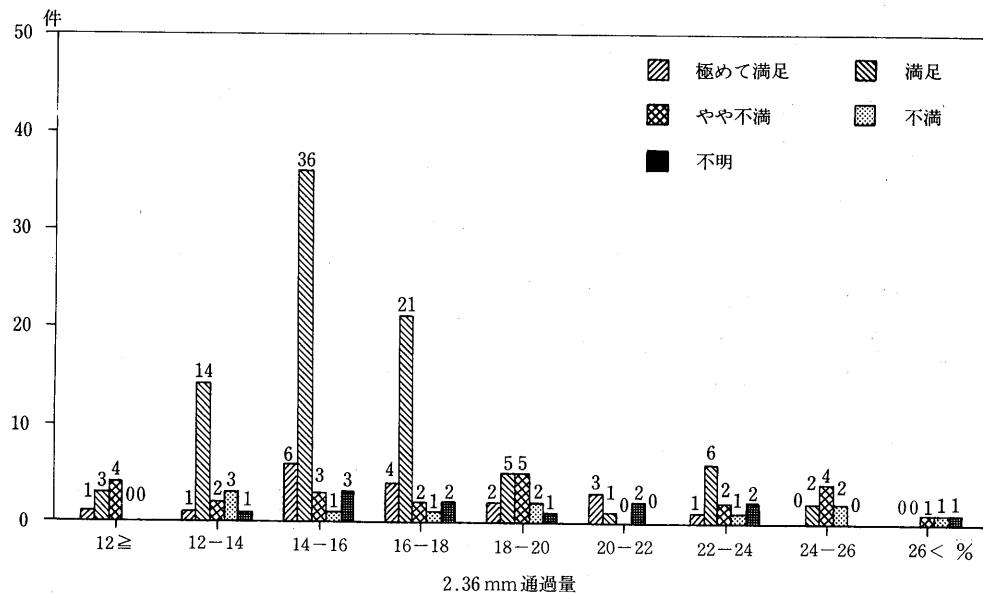


図-33 2.36mm通過量～総合評価

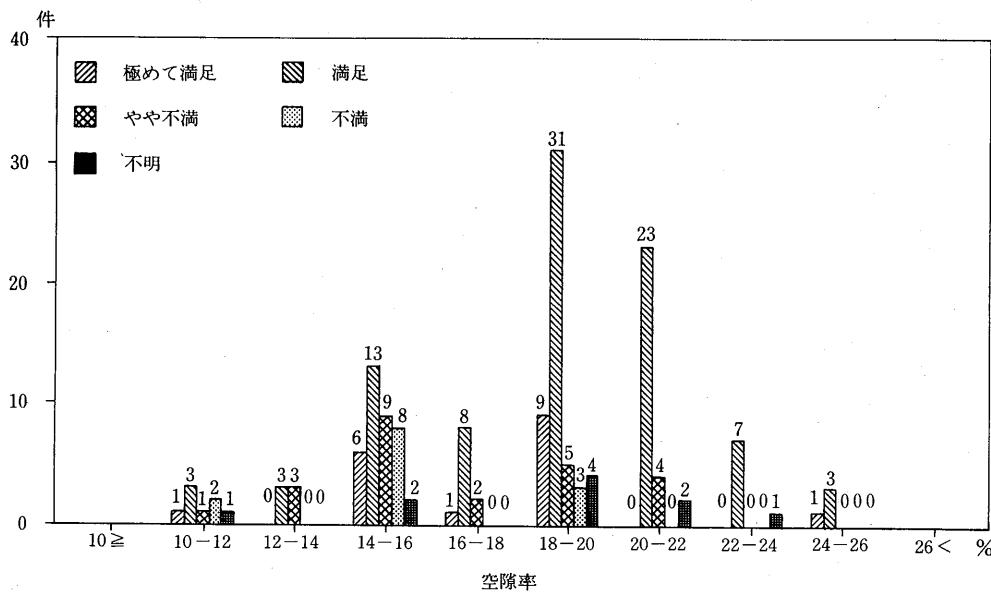


図-34 空隙率～総合評価

排水機能の評価は、「施工直後と同程度の排水能を維持している」が最も多く45%を占め、次いで「施工直後に比べると排水能は低下しているが、通常の降雨であれば排水する」が28%、「施工直後に比べると排水能は低下しているが、小雨であれば排水する」が22%となっている。これに対し、「排水能が低下し、通常の舗装と変わらない」との評価は、4%（6件）となっている（図-35）。

### 3) 騒音低減機能の評価

騒音低減機能の評価は、「施工直後と同程度の騒音低

減機能を維持している」が最も多く49%を占め、次いで「施工直後に比べると低下してはいるが、通常の舗装に比べ騒音低減効果が認められる」が33%となっている。これに対し、「騒音低減機能が低下し、通常の舗装と変わらない」との評価は、12%（16件）となっている。

### 4) 耐流動性

通常の舗装と比較した耐流動性の評価は、「同程度である」が最も多く55%（79件）を占めており、次いで「優れる」が39%（57件）となっている。なお、「劣る」

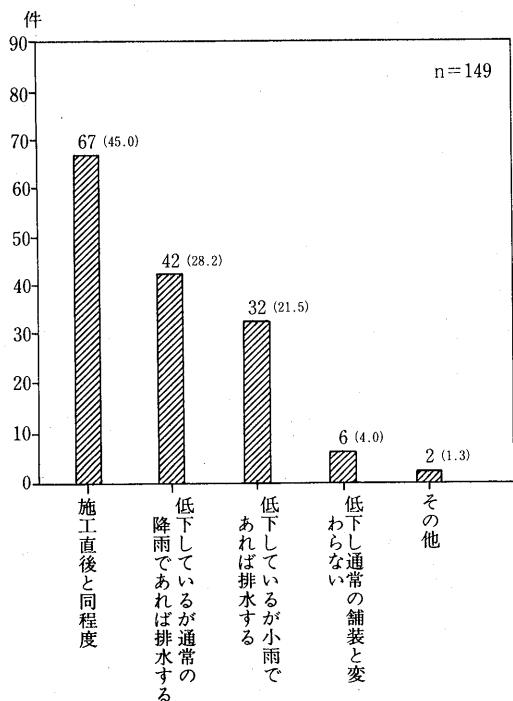


図-35 排水性の評価

の評価は2%（3件）、「非常に劣る」は0%（0件）であった。

#### 5) 耐摩耗性

通常の舗装と比較した耐摩耗性の評価は、「同程度である」が最も多く66%（87件）を占めており、次いで「優れる」が19%（25件）となっている。なお、「劣る」の評価は9%（12件）、「非常に劣る」は0%（0件）であった。

#### 6) すべり抵抗性

通常の舗装と比較したすべり抵抗性の評価は、「同程度である」が最も多く52%（67件）を占めており、次いで「優れる」が43%（56件）となっている。なお、「劣る」の評価は2件、「非常に劣る」は0%（0件）であった。

#### 7) 骨材の飛散

##### ①現時点での骨材の飛散

骨材の飛散は、73%（113件）の箇所で認められないものの、「問題にならない程度の部分的な骨材の飛散」が19%（30件）の箇所で発生し、「部分的にポットホールが生じている」箇所も7%（10件）存在している。また、1ヶ所では、飛散が著しく既に補修を行っている。

##### ②降雪状況と骨材の飛散

降雪状況と骨材の飛散の関係は、明確に現れていない（図-36）。

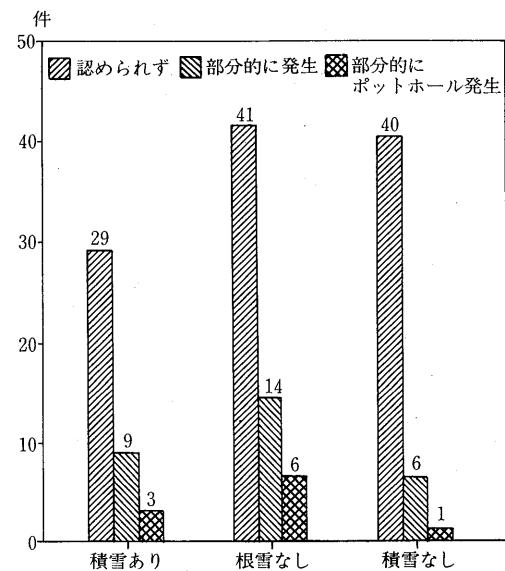


図-36 積雪の有無～骨材の飛散

#### ③タフネスと骨材の飛散

タフネスが $200\text{kgf}\cdot\text{cm}$ 以上になると、骨材の飛散の発生が低減するようである（図-37）。

#### ④テナシティと骨材の飛散

テナシティが $150\text{kgf}\cdot\text{cm}$ 以上になると、骨材の飛散の発生が低減するようである（図-38）。

#### ⑤空隙率と骨材の飛散

空隙率が22%以下では、空隙率と骨材の飛散の程度に明確な関係が認められない。なお、データ数が少ないので明確ではないが、空隙率が22%以上では、骨材が飛散する危険性が高いと考えられる（図-39）。

#### ⑥カンタプロ損失量と骨材の飛散

データ数が少ないため明確ではないが、カンタプロ損失量は15%以下が望ましいようである（図-40）。

#### 8) 目詰まり・目潰れ

##### ①現時点での目詰まり・目潰れ

52%（83件）の箇所で「主として塵埃による目詰まり」が生じ、「落ち葉による目詰まり」が5箇所、「アスファルトによる目潰れ」7箇所で生じている。なお、「目詰まり・目潰れが生じていない」箇所は、35%（56件）である。

##### ②交通区分と目詰まり・目潰れ

データ数が少ないので明確ではないが、D交通では、目詰まり・目潰れが生じる可能性が高いものと考えら

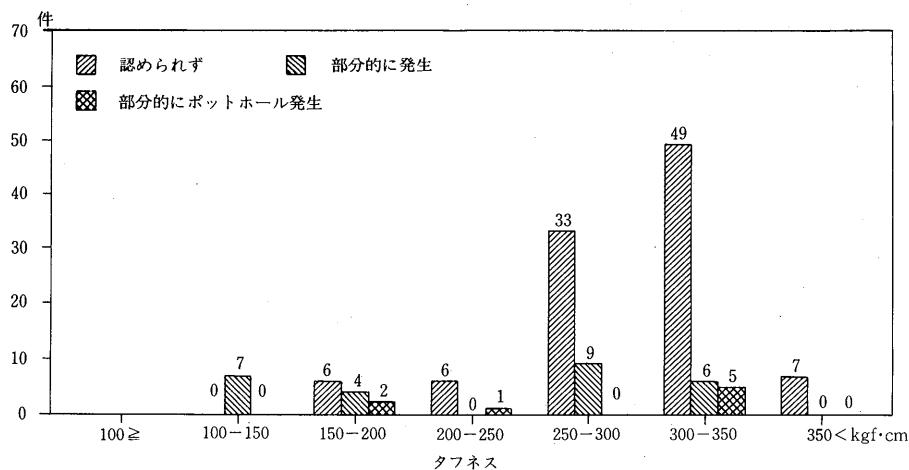


図-37 タフネス～骨材の飛散

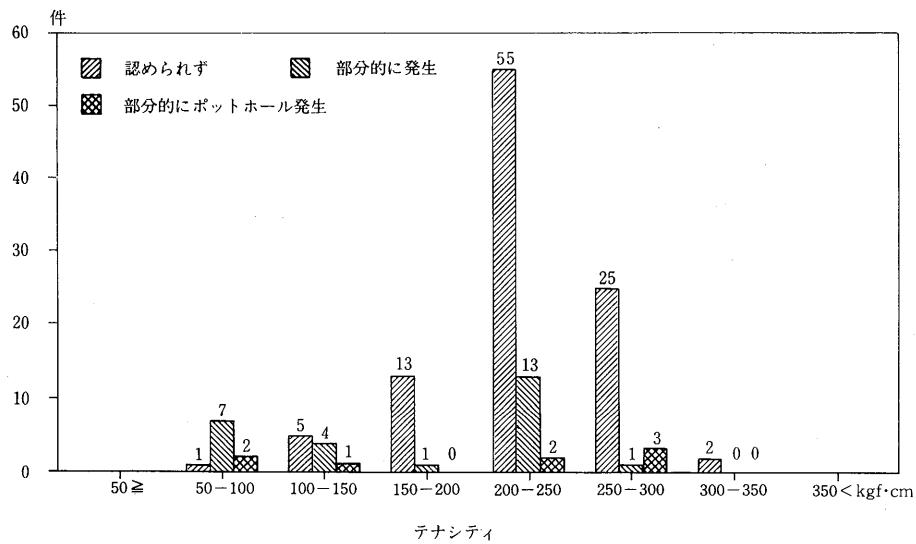


図-38 テナシティ～骨材の飛散

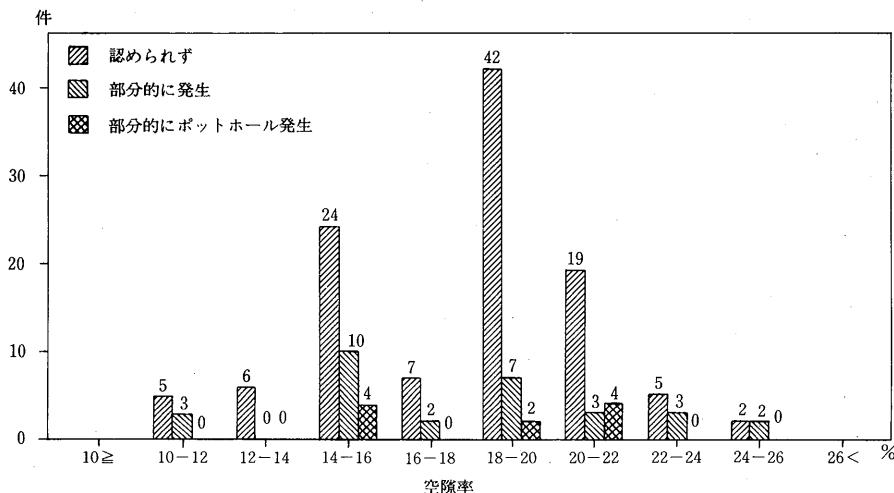


図-39 空隙率～骨材の飛散

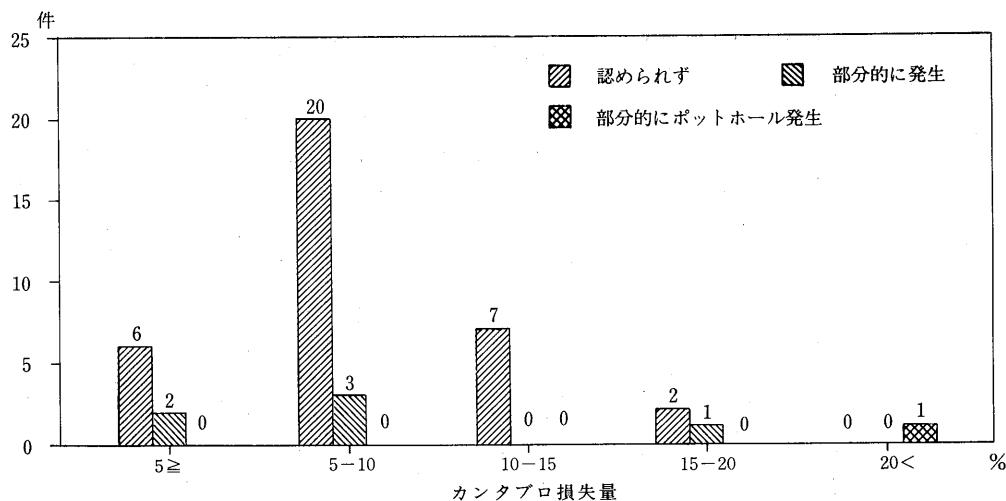


図-40 カンタプロ損失量～骨材の飛散

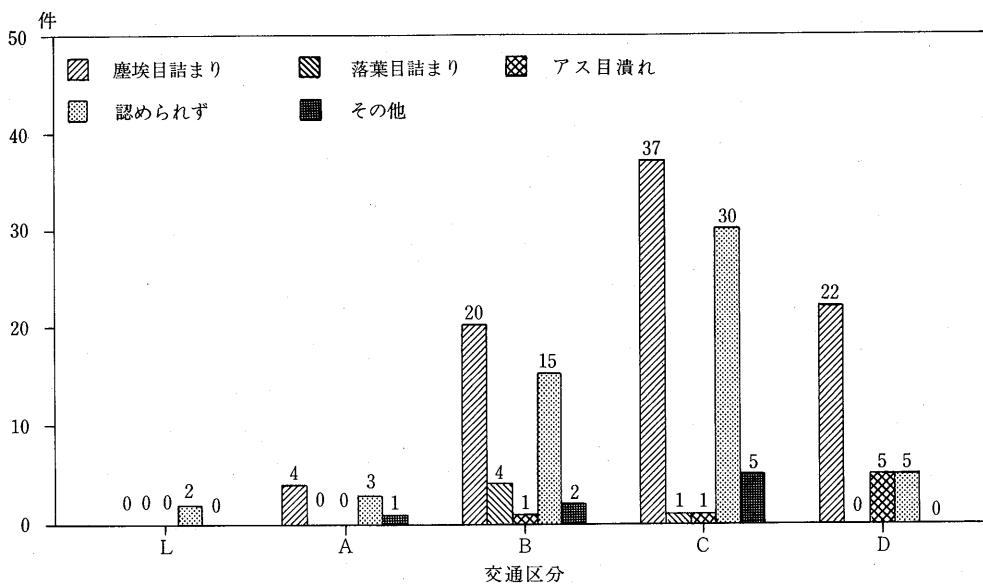


図-41 交通区分～目詰まり・目潰れ

れる（図-41）。

### ③降雪状況と目詰まり・目潰れ

降雪のない地域では、降雪のある地域に比べ目詰まりの発生は少ないようであるが、アスファルトによる目詰まりが発生しやすいようである（図-42）。

### ④空隙率と目詰まり・目潰れ

空隙率が18%以上になると、目詰まりの発生する割合が低減するようである。また、データ数が少ないとため明確ではないが、空隙率が20%以上の箇所では目潰れが生じていない（図-43）。

### 9) 排水機能の回復

排水機能の回復を7ヶ所で実施し、そのうちの6箇

所で排水機能がある程度回復しているものの、施工直後の機能までの回復は得られていない。また、1箇所では、機能の回復が認められていない。

### 2.3まとめ

#### 1)工事の特性

- ①これまで施工された排水性舗装の67%が試験施工であるほか、全体の90%が補修工事に適用されている。
- ②適用箇所の規模は、試験施工としての位置づけが多いためか、施工延長では200m以下が71%，施工面積では2,500m<sup>2</sup>以下が80%を占めている。

- ③排水性舗装の採用を決定する際に期待した機能は、「排水機能と騒音低減機能の両者」が半数以上を占め

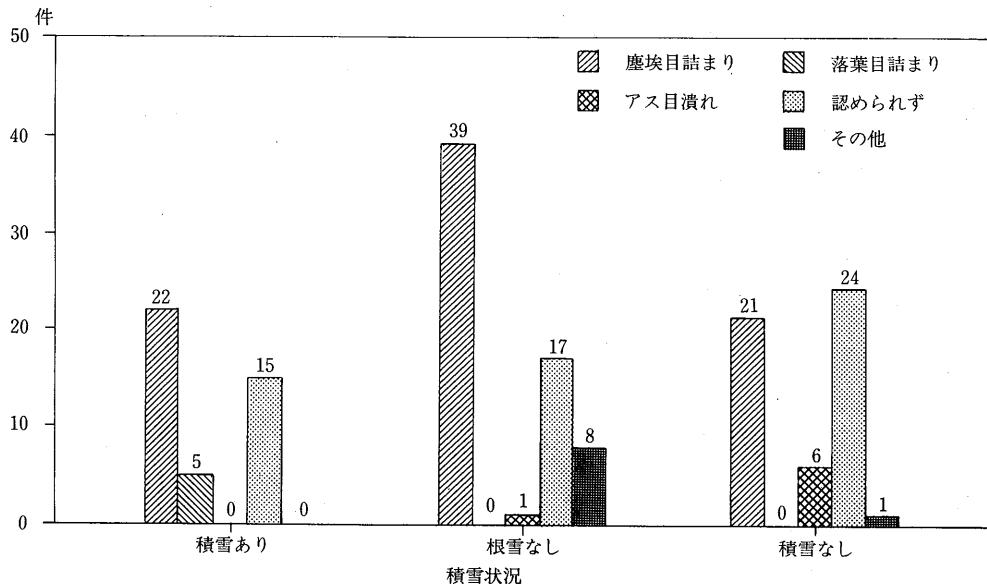


図-42 降雪状況～目詰まり・目潰れ

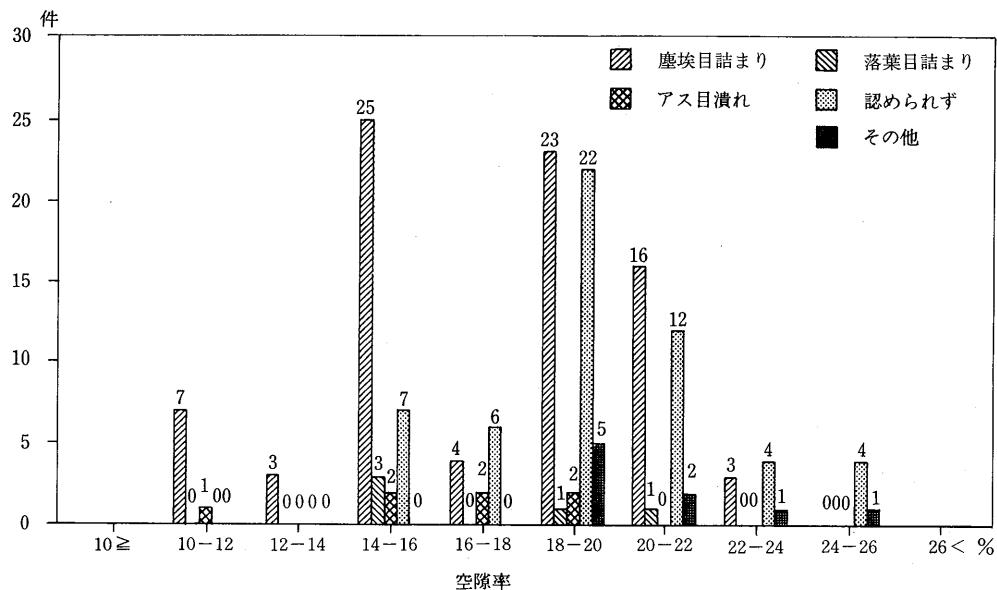


図-43 空隙率～目詰まり・目潰れ

ており、次いで「排水機能」となっている。

## 2) 適用箇所の特性

- ①排水性舗装の大半が平坦な直線区間に適用されているほか、適用箇所の交通量はC交通が44%，B交通が26%，D交通が24%となっている。
- ②排水性舗装の66%が降雪のある地域に適用されており、積雪のある箇所も26%を占めている。

## 3) 排水性舗装用混合物の特性

- ①適用箇所の約75%で最大粒径13mmの混合物を、約25%で最大粒径20mmの混合物を採用している。また、

2.36mmの通過量は両者とも14~16%が最も多く、前者が33%を、後者が42%を占めている。

- ②アスファルトとしては、ストレートアスファルト、改質II型アスファルト、高粘度アスファルト等が使用されている。
- ③使用されているアスファルトの性状としては、針入度では40~60(1/10mm)，軟化点では80~90(℃)，伸度では50~100(cm)，60℃粘度では20~40万(poise)，タフネスでは300~350(kgf·cm)，およびテナシティでは200~250(kgf·cm)のものが多い。

④36%の箇所で消石灰を添加しており、添加量としては骨材中の2~3%としている箇所が半分強を占めている。

⑤約20%の箇所で植物纖維を添加しており、添加量としては混合物中の0.3~0.5%としている箇所が大半を占めている。

⑥適用されている混合物のアスファルト量は、4.5~5.0%が60%弱を占めている。また、空隙率は18~22%が51%を占めている。

#### 4) 排水性混合物の施工

①排水性混合物層厚は、4~5cmの箇所が95%を占めている。

②排水性混合物の施工性の評価は、「通常のアスファルト混合物と同程度」が47%であるもの、「やや劣る」および「劣る」の合計が51%を占めている。

③一次転圧温度は、76%の施工箇所で140~160°Cの範囲にあるが、二次転圧温度は70~120°Cの範囲に広く分布している。

#### 5) 供用性の評価

①排水性舗装の供用性の総合評価は、「満足」と「きわめて満足」とを合わせると64%となる。しかし、「やや不満」および「不満」も各々22%, 8%を占めており、両者を合わせると29%になる。

②「不満」の原因となる何らかの問題は、供用後1年以内で発生している場合が多い。

③「きわめて満足」および「満足」の占める割合が大きい2.36mm加積通過百分率は、14~18%の範囲となっている。

④「きわめて満足」および「満足」の占める割合が大きい空隙率は、18%以上となっている。

#### 6) 排水機能および騒音低減機能

①排水機能の評価は、「施工直後と同程度の排水能を維持している」が45%、「施工直後に比べると排水能は低下しているが、通常の降雨または小雨であれば排水する」が50%となっている。これに対し、「排水能が低下し、通常の舗装と変わらない」との評価は4

%（6件）である。

②騒音低減機能の評価は、「施工直後と同程度の騒音低減機能を維持している」が49%、「施工直後に比べると低下してはいるが、通常の舗装に比べ騒音低減効果が認められる」が33%となっている。これに対し、「騒音低減機能が低下し、通常の舗装と変わらない」との評価は12%（16件）である。

③「主として塵埃による目詰まり」が52%、「落ち葉による目詰まり」が3%、「アスファルトによる目潰れ」が4%の箇所で生じている。これに対し、「目詰まり・目潰れが生じていない」箇所は35%となっている。

④データ数が少ないため明確ではないが、D交通では、目詰まり・目潰れが生じる可能性が高いものと考えられる。

⑤空隙率が18%以上になると、目詰まりの発生する割合が低減するようである。また、データ数は少ないので、空隙率が20%以上の箇所では目潰れが生じていない。

⑥排水機能の回復を7ヶ所で実施し、そのうちの6箇所で排水機能がある程度回復しているものの、施工直後の機能までの回復は得られていない。

#### 7) 供用性の評価

①排水性舗装は、通常のアスファルト舗装と比較して、同等以上の耐流動性、耐摩耗性、すべり抵抗性を有するとの評価が大半を占めている。

②骨材の飛散は、73%の箇所で認められないものの、「問題にならない程度の部分的な骨材の飛散」が19%の箇所で発生し、「部分的にポットホールが生じている」箇所も7%存在している。

③骨材の飛散は、タフネスが $200\text{kgf}\cdot\text{cm}$ 以上、テナシティが $150\text{kgf}\cdot\text{cm}$ 以上になると低減するようである。また、データ数が少ないため明確ではないが、空隙率が22%以上では骨材が飛散する危険性が高いと考えられるほか、カンタプロ損失量は15%以下が望ましいようである。

## 2章 排水性舗装に関する実態調査 (施工業者対象)

排水性舗装の実施・製造・施工等に関するアンケートを舗装施工業者17社に送付し、全ての業者より回答を得た。集計結果は次に示す通りである。

### 1. 施工実績

排水性舗装に関する施工業者へのアンケート調査票を送付した17社のうち、16社は既に施工実績があった。

従って、以下のアンケート集計結果は、施工実績のある16社を対象に行った。

## 2. 施工実績の内容

1. で施工実績があると回答した16社の平成4年5月までの施工件数、延長、面積、使用混合物のトン数の合計は表-1に示す通りである。これによれば1社当たり平均12件の施工実績があり1件当たりの平均施工面積は2,700m<sup>2</sup>程度である。

表-1 施工実績

施工件数 (件)	192
施工延長 (m)	40,329
施工面積 (m <sup>2</sup> )	518,189
混合物数量 (t)	53,160

また、使用したバインダーの種類は、1種類から、多い業者で8種類であるが1社平均では3種類程度である。

更に排水性舗装としての供用性を改善する目的で行った特殊処理としては、骨材飛散防止対策としてトップコートを施した現場が6件(2社)、目潰れ対策として13~10mmの特殊サイズの碎石を使用した現場が2件(1社)等の回答があった。

## 3. 排水性混合物の製造

排水性混合物の製造に関する問題点を集計した結果は、表-2に示す通りである。

なお、アンケートの集計は骨材配合に原因があると思われる問題点及び、特殊バインダーを使用することに原因があると思われる問題点に大別し問題点、原因、対策の項目に分けて行った。

表-2より、骨材配合に原因があると思われる問題点としては、オーバーヒートやバインダーのダレの原因となる温度管理の難しさが全体の70%以上を占めている。また特殊バインダーを用いた問題点としては、問題点の全てがバインダーが高粘度である事が原因となっており、アスファルトの計量待ち等による出荷能力の低下が全体の40%を占めている。

## 4. 排水性舗装の施工

排水性舗装の施工に関する問題点の集計結果は表-3に示す通りである。

アンケートの集計は、3. と同様に骨材配合と特殊バインダーに大別し、問題点、原因、対策の項目ごとを行った。

表-3より、骨材配合に関する問題点としては、必要な空隙を確保するための転圧方法が難しい、粗骨材が多いためレーキ作業が難しいなどの回答があった。

表-2 排水性混合物の製造に関する問題点

	問 题 点		原 因		対 策	
	内 容	件	内 容	件	内 容	件
骨 材 配 合	温度管理が難しい	6	粗骨材が多いため	6	細骨材の送り量を増す バーナの微調整を繰返す	3 1
	出荷能力が低下する	3	特定ピンの抜取り作業が必要 骨材の計量待ちが発生 混合時間が長く必要	3 3 1	プラントの改良 出荷設定量を下げる	1 1
	混合温度の設定が難しい	6	ダレが発生	6	繊維を添加する 配合設計時に混合温度を検討	2 2
	設計粒度と異なる 繊維の分散性が悪い	1 1	粗骨材が多く、フリイ効率が低下する	1	粗骨材の送り量を減らす 混合時間を長くする	1 1
特 殊 バ イ ン ダ ー	出荷能力が低下する	4	アスファルトの計量待ちが発生する 配管内での詰まりが発生する 加熱効果が低下する	2 2 1	タンク、配管を加熱する ローリーから直接供給する	2 1
	供給が難しい	2	特殊高粘度バインダーのため	2	ローリーから直接供給する	2
	温度保持が難しい	2			ローリーから直接供給する 慎重な温度管理を行う	1 1
	ポンプ、ミキサに負荷がかかる	2	高粘度のため	2	専用ポンプに変換 混合量を最大値の80%とする	2 1
	ドラミキタイプでの連続計量が難しい	1	高粘度のため	1	バッチ式に変更	1
その他の	添加材等の投入に手間がかかる 試験練り、試験施工が必要	1 1			厳密に行う	1

表-3 排水性舗装の施工に関する問題点

	問題点		原因		対策	
	内容	件	内容	件	内容	件
骨材配合	締固め度が得られにくい	1	温度低下が早い	1	運搬時に保温対策を施す	1
	転圧方法が難しい	4			マカダムで密度を確保、タイヤは60℃以下で転圧温度を下げる	1 1
	レーキ作業が難しい	2			A Fにより施工する	1
	引きずりが生じやすい	1			スクリードを十分に加熱する	1
特殊バインダー	温度管理が難しい	1				
	締固め度が得られにくい	2	温度低下が早い	2	運搬時に保温対策を施す	2
	引きずりが生じる	2	温度低下が早い。粗骨材量が多い(1)	2	運搬時に保温対策を施す	2
	温度低下が早い	1				
	レーキ作業が難しい	5	粘性が高いため	1	特殊A Fを使用する 人力施工を極力避ける 出荷温度を上げる	2 3 1
	施工機械に付着する	5	バインダー量が多い	2	出荷温度を下げる 転圧温度を下げる	1 2
	路面の均一性が得られない	1	スクリード部に合材がとどこおる	1	施工時間・条件を想定する A Fホッパーに合材が残らないようにする 出荷温度を高める	1 1 1

また、特殊バインダーに関する問題点としては高粘度バインダーのため人力施工等のレーキ作業の困難性や、施工機械への付着等が多く挙げられている。

## 5. 排水性舗装のクレーム

施工中あるいは、竣工時に管理者側から何らかのクレームが発生したことがありますかに対する回答は、クレームありが3社、クレームなしが13社であった。

クレームが発生した3社のクレーム内容及びその原因・対策の集計結果は表-4に示す通りである。

発生したクレームの中に、転圧過多のため排水性舗装で最も重要な空隙率の確保が出来なかった事が挙げられている事から、早期に転圧条件の確立が望まれる。

表-4 施工時・竣工時における官側からのクレーム

	問題点		原因		対策	
	内容	件	内容	件	内容	件
粗すぎる	1					
温度管理方法について	1	棒状では適確に測れない	1	非接触温度計で管理	1	
所定の空隙が確保できない	1	転圧過多	1			

## 6. 効果の持続性

排水性舗装の効果の持続性について問題がありますかに対する回答は、施工実績のある全ての業社が問題があると回答している。効果の持続性に関する問題点及びその原因・対策は表-5に示す通りであり、全て

表-5 効果の持続性に関する問題点

	問題点		原因		対策	
	内容	件	内容	件	内容	件
排水・騒音低減効果の低下	16	目づまり・目つぶれ 配合設計手法が明確でない バインダーの性状が適正でない	16 1 1	空隙率を大きめに設定する 高粘度バインダーを使用する 高压水により洗浄する 効果的な洗浄方法を検討する 化学薬品により洗浄する スイーパにより洗浄する バインダーを過剰にしない 地域特性を考慮し空隙率を設定する 強硬な骨材を使用する キメの粗い20mmサイズの骨材を用いる 配合設計手法を確立する	5 4 3 2 1 1 1 2 2 1 1	
骨材が飛散する	5	締固め不足 バインダーの老化 混合物の特性上の不適合	1 1 1	温度管理を十分に行う 空隙率の設定を十分検討する 使用バインダーを十分検討する 樹脂を含浸させる	1 1 1 1	
バインダーのはく離が生じる	2	スパイクチェーンによる わだち部等の滞水による	1 1	バインダー量を増やす 高粘度バインダーを使用する 街渠への排水方法を検討する	1 1 1	

の業者が排水性機能の低下、騒音低減効果の低下を懸念している。更に、骨材の飛散やハク離等耐久性にも問題があるとの回答も多い事がわかる。

## 7. 排水性舗装用バインダーの開発の必要性

排水性舗装用バインダーの開発が必要と考えますかに対する回答の集計結果は表-6に示す通りである。表-6によれば高性能で低価格のバインダーの開発を16社中14社が望んでいる。

表-6 特殊アスファルト開発の必要性

必要	7
コストパフォーマンスとのバランスのとれるものであれば、更に優れた性能のものの開発が必要	5
性能は現状のものでよいが、更に低価格のものの開発が必要	2
不要	0
その他	2

## 8. 自由意見

その他排水性舗装について表-7に示すような意見があった。

表-7 排水性舗装に関する自由意見

内 容	数	内 容	数	
(材料に関して)			(製造に関して)	
高粘度バインダーの性能評価手法の検討	2	プラント設備の改良	1	
排水性舗装用骨材を効率的に得られるように碎石工場の設備を改良する	1	(施工に関して)		
粗骨材の分級粒度の細分化(13-5では広すぎる)	1	施工方法の統一化(転圧方法)	1	
プラントミックスタイプのバインダーの開発	1	ある程度以上の施工規模としてほしい	1	
(規格等に関して)			(維持・修繕について)	
配合設計法、混合物の評価手法の確立	4	維持・修繕方法の検討	3	
排水性の評価方法の検討	2	供用中の排水能力の管理基準の設定	1	
地域条件を考慮した規格値の設定	2	供用性調査を計画的に行ってほしい(調査費用も考慮してほしい)	1	
バインダーのはく離は避けられないで、下層のはく離対策を十分に行う	1	(その他)		
排水性舗装の要求性能が不明である	1	積極的に採用してほしい	1	
		効率の良い研究(共同研究)を行ってほしい	1	
		コンクリート系、成型品等の検討を行う	1	

## 3章 排水性舗装に関する実態調査

(メーカー対象)

### 1. 排水性舗装用バインダーの製品数

排水性舗装用バインダーを製造しているメーカー13社にアンケートを送付し回答を得た。これよりバインダーの製品数は19種で、複数の種類製造しているメーカーもあることが認められた。なお混合方式としてプレミックスは13社、プラントミックスは3社製造しているが、プラントミックスのみ製造している会社の報告はなかった。

表-1 排水性舗装用バインダー数量実績(トン)

年度	プレミックス	プラントミックス	単年度計	累積計
平成元年	65	18	83	83
平成2年	693	72	765	848
平成3年	2275	70	2345	3193
計	3033	160	3193	

### 3. 排水性舗装用バインダーの性状

排水性舗装用バインダーの性状を表-2に示す。

これらより、性状の平均と巾は表-3のようになる。但し平均は60°C粘度が20万ポアズ以上のものを集計し、計算したものである。なお比較として、アスファルト舗装要綱改質アスファルトII型の標準的性状を同表に示す。

排水性舗装用バインダーの性状を改質アスファルトII型と比較するとその差異は次のように認められる。

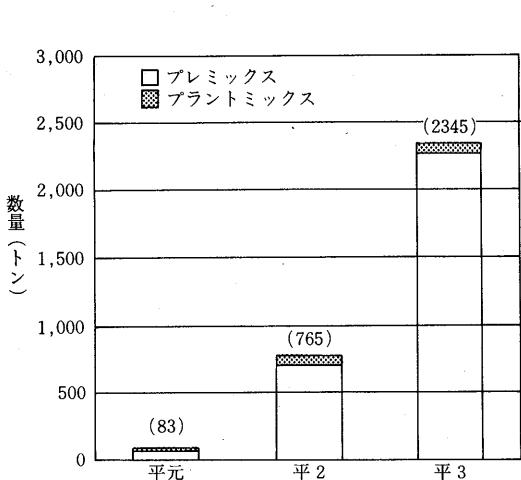


図-1 排水性舗装用バインダー実績（単年度計）

表-3 排水性舗装用バインダー性状の平均値と性状範囲  
(60°C粘度 $20 \times 10^4$ 以上の製品について集計)

項目	平均値			最大	$\sigma$	改質アスファルトII型
	針入度 (25°C) (1/10mm)	軟化点 (°C)	アスファルト舗装要綱			
P I	51.8	41	70	10.3	4.8	40以上
伸度 (15°C)	90.0	83.0	101.5	5.0	56~70	
フラークス脆化点 (°C)	94.5	65	117	12	30以上	
引火点 (°C)	-25	-34	-18	4		
タフネス (25°C) (kgf・cm)	316	280	360	21	260以上	
テナシティ (25°C) (kgf・cm)	317	260	385	35	80以上	
60°C粘度 ( $10^4$ Poise)	67.2	23.9	116	31.4	(1~3程度)	
高溫粘度 (160°C) (cSt)	795	414	952	157	(300程度)	
粘度 (180°C) (cSt)	376	232	490	130		

注) 100+は100として計算 改質IIの粘度は推定

表-2 排水性舗装用バインダー性状一覧

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
針入度 (25°C) (1/10mm)	47	70	70	47	52	45	48	46	47	47	45	44	52	41	50	68	47
軟化点 (°C)	90.5	90.0	94.0	88.0	83.0	86.0	87.5	84.5	78.5	85.5	101.5	95.5	60.5	92.0	86.0	90.0	63.0
P I	6.5	7.0	5.2	4.8	4.8	5.2	4.7	4.0	4.9	6.5	5.8	1.1	5.2	5.0	6.5		
伸度 (15°C)	82.0	100+	97	94	93	65	95	68	100+	92	117	32	94	95	100+	44	
薄膜加熱質量変化率 (%)	0.04	-0.06	-0.09	0.02	-0.07	0.03	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.06	0.07	0.01	0.02	-0.09	0.01
薄膜加熱針入度残留率 (%)	89.4	87	84.3	-	86.5	-	-	-	78.7	80.9	81.4	90.9	90.9	82.0	77.9	81.0	
フラークス脆化点 (°C)	-24	-22	-24	-24	-28	-34	-28	-21	-21	-22	-24	-22	-18	-24	-22	-12	
引火点 (°C)	310	314	310	310	315	330	322	320	308	310	360	348	335	280以上	312	292	
タフネス (25°C) (kgf・cm)	343	285	260	385	320	370	296	295	236	330	303	328	137	298	315	285	164
テナシティ (25°C) (kgf・cm)	225	185	201	295	255	260	228	235	160	270	231	251	70	188	240	243	92
60°C粘度 ( $10^4$ Poise)	92	100+	53.9	24.5	49.1	23.9	4.92	3.5	70.0	33.3	57.9	53.4	116.0	100.0	2.42		
高溫粘度 (160°C) (cSt)	952	750	779	846	651	921	670	609	400	915	870	(1135)*	380	414	720	932	275
粘度 (180°C) (cSt)	440	399	408	476	314	419	340	311	200	490	467	448	232	362	475	125	

\* 150°C

程度以上であることから、20倍から場合によっては100倍と非常に大きい。

④ 高温粘度は2~3倍である。ストアスと同一粘度の施工条件（混合温度）にするため、温度粘度曲線から温度設定すると施工は困難となる。しかし開粒度という特殊な粒度のため施工性が改善され、実用化されたものと思われる。混合条件としては今までの実績から160~180°C程度となっている。

⑤ フラース脆化点を示しているものをみると、概ね-23°C以下でストアスより10°C程度低くなっている。

#### 4. 混合物性状

アンケート調査にて示された排水性混合物の性状例は表-4のようになる。どの混合物もアスファルト舗装要綱の排水性舗装用アスファルト混合物の目標値を満足している。

表-4 排水性舗装用アスファルト混合物性状例一覧

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
最大粒径 (mm)	13	13	13	13	13	13	13	20
アスファルト量 (%)	5.0	5.0	4.5	5.6	5.0	5.3	5.0	5.0
密度 (g/cm³)	2.010	1.976	2.005	1.980	1.986	1.981	1.970	1.979
空隙率 (%)	19.8	20.2	20.0	20	21.7	19.7	20.0	21.7
マーシャル安定度(kgf)	551	540	812	753	557	620	650	440
フロー値 (1/100 cm)	31	30	35	27	28	27	29	27
透水係数 (cm/sec)	$5.8 \times 10^{-2}$	$7.52 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-2}$	$11 \times 10^{-2}$	$46.4 \times 10^{-2}$	$12 \times 10^{-2}$	$20 \times 10^{-2}$	—
残留安定度 (%)	94.6	96.5	88.2	83.9	97.1	83.0	89.5	83.6
ホイール試験 DS (回/mm)	3600	3005	4650	6000	4500	3850	4500	8650
ラベリング試験 <sup>1)</sup> (cm²)	—	—	2.1cm²	1.3cm²	1.11cm²	0.89cm²	0.75cm²	—
ラベリング試験 <sup>2)</sup> (cm²)	6.4cm²	—	—	—	10.8cm²	—	—	—
カンタプロ試験 (%)	3.1	10.0	5.3	7	—	5.5	5.1	—
No.	9	10	11	12	13	14	15	
最大粒径 (mm)	13	13	13	13	13	13	13	13
アスファルト量 (%)	5.0	4.5	4.7	5.0	5.0	4.9	5.0	—
密度 (g/cm³)	1.976	2.04	2.11	1.955	2.006	2.111	1.965	—
空隙率 (%)	19.3	19.7	17	20.1	19.8	15.0	20.6	—
マーシャル安定度(kgf)	720	527	500	680	640	840	1027	—
フロー値 (1/100 cm)	18	26	32	29	36	30	58	—
透水係数 (cm/sec)	$6.24 \times 10^{-2}$	—	$1.8 \times 10^{-2}$	$19 \times 10^{-2}$	$18.9 \times 10^{-2}$	$11 \times 10^{-2}$	$9.06 \times 10^{-2}$	—
残留安定度 (%)	81.9	—	—	92.0%	89.2%	81.0%	94.2%	—
ホイール試験 DS (回/mm)	5100	1580	6000以上	4730	4600	—	6230	—
ラベリング試験 <sup>1)</sup> (cm²)	—	—	1.23cm²	0.96cm²	—	—	—	—
ラベリング試験 <sup>2)</sup> (cm²)	6.17cm²	—	—	—	—	—	—	—
カンタプロ試験 (%)	9.4	14	8	5.4	1.7	—	—	—

<sup>1)</sup> チェーン往復式 <sup>2)</sup> スパイク回転式

これらの性状の特徴として、マーシャル安定度は500~800kg程度と通常のアスファルト混合物に比べ低いにもかかわらず、動的安定度が3000~5000台にあることが挙げられる。また排水性混合物として通常のアスファルト混合物にない特性値としてカンタプロ試験が示されている。カンタプロの損失量はほとんど10%以下である。

#### 5. 配合設計、施工方法に関する事項

メーカー側よりみた配合設計方法や施工、供用性に対する意見を記述してもらったがその概略を以下に示す。

- ・バインダー量の決定にはダレ試験により又はカンタプロ試験を併用している会社が約7割であった。
- ・施工上の留意点としては全社とも混合時、転圧時の温度管理を挙げていた。
- ・供用後目つぶれ、目づまりによる機能低下や耐久性等における課題が数社より指摘されていた。

## 4章 排水性舗装関係文献リスト

### 1. 文献リスト対象資料

文献リスト対象資料は、1977~1993年8月の16年間

に国内で発刊され、一般に公表されている雑誌、論文集等を主たる対象とした。対象とした資料は、土木学

会年次学術講演概要集、日本道路会議論文集、北陸道路舗装会議、道路、道路建設、舗装、高速道路と自動車、アスファルト、日本道路公団技術情報、日本道路公団試験所報告、開発土木研究所月報、道路技術シンポジウム、東京都土木技術研究所年報、その他の特集である。この中から、排水性舗装に関係した124編を抽出し、文献内容、使用バインダーの種別、評価対象別に文献の記載内容を示し、付録文献リストを作成した。なお、ここでいう特殊改質アスファルトとは、排水性舗装用に特別に開発された高粘度バインダー等をいい、その他には、セミブローンアスファルト等が含まれる。また、評価対象のその他には、混合物の強度特性等の評価が含まれる。

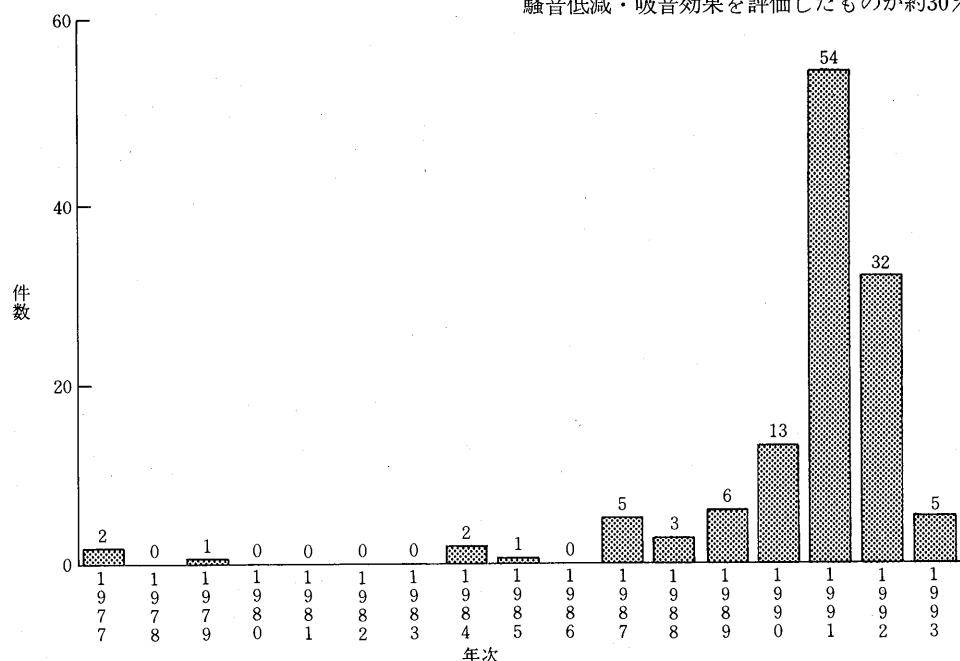


図-1 年次別文献数

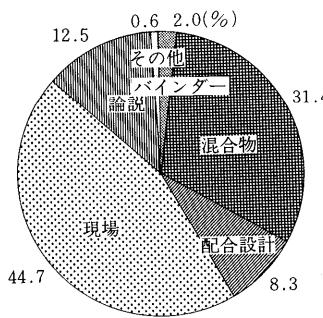


図-2 文献内容

文献数重複あり

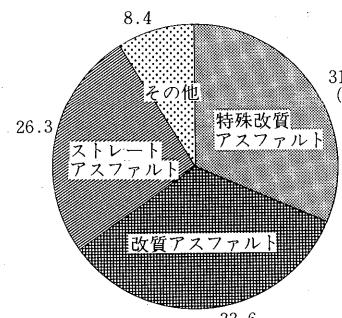


図-3 バインダー種別

文献数重複あり

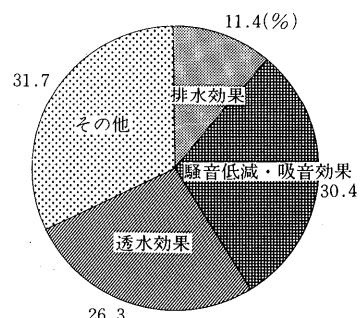


図-4 評価対象

文献数重複あり

## 2. 対象文献の傾向

年次別の文献数は、図-1に示すとおりである。1990年代から急激に文献が増加し、特に1991年が多く、これは日本道路会議での発表が多かったことによる。

文献内容は、図-2に示すとおりである。室内試験の混合物を対象としたものが約30%，現場（試験舗装を含む）のものが約45%を占めていた。

使用バインダーの種別は、図-3に示すとおりである。特殊改質アスファルトが約32%，改質アスファルトが約34%であり、両者で約65%を占めていた。そして、複数バインダーを用いて比較的検討している場合が多いようである。

評価対象は、図-4に示すとおりである。排水効果および透水効果を評価したものと合わせると約38%，騒音低減・吸音効果を評価したものが約30%であった。

文献名	土木学会年次学術講演概要集	論文名	著者名	年月	文 献 内 容	バインダー種別			評価対象					
						室内試験 バダ イン	配合 混 合 物	現場 (等 試験を 含む) 論説 (概 説 等)	特ス 改ア ルア トア トI・II型	改フ 質ア ルア トア トI・II型	排 水 効 果	騒 音 低 減 率	透 水 効 果	そ の 他
開粒度アスコンによる舗装体排水に関する研究 (第1報)	今井寿男, 帆苅浩三, 原富男	1989. 10	○						○	○				
開粒度アスコンによる舗装体排水に関する研究 (第2報)	田口仁, 帆苅浩三, 今井寿男	1990. 9	○						○	○				
排水性混合物の配合設計手法に関する一考察	久保和幸, 安崎裕, 伊藤正秀	1991. 9	○			○		○	○	○	○	○		
各種舗装表面の騒音低減効果	内田喜太郎	1991. 9	○	○		○		○	○	○	○	○		
排水性舗装の音響特性に関する研究	水野卓哉, 丸山陣彦, 帆苅浩三	1991. 9	○			○				○	○	○		
排水性アスコンの骨材配列と透水性について	帆苅浩二, 原富男, 佐藤隆宏, 大川秀雄, 帆苅浩三	1991. 9	○			○				○	○	○		
実降雨による排水性舗装の排水挙動について	日口仁	1991. 9	○			○				○	○	○		
排水性アスファルト混合物の高温安定性 試験	吉武美智雄, 塩尻謙太 郎, 河野敏行	1991. 9	○			○		○	○	○	○	○		
排水性舗装に用いる粗骨材の評価	永島武史, 中村光輝, 永瀬康弘	1992. 9	○			○		○	○	○	○	○		
透水性アスファルト混合物の配合設計手法に関する 一考察	田口仁, 原富男, 帆苅浩三	1992. 9	○			○		○	○	○	○	○		
排水性舗装の舗装厚が排水挙動におよぼす影響	久保和幸, 安崎裕 佐藤隆宏, 大川秀雄, 田口仁	1992. 9	○			○		○	○	○	○	○		
排水性舗装の残存水分が吸音特性に与える影響 について	ノールデン・ノーラ・クマツ, 丸山陣彦, 帆苅浩三	1992. 9	○			○				○	○	○		
開粒度アスコンの目づれによる低騒音・排水機能の 減少現象の充填モデルによる吸音特性の検討	明嵐政司, 石田稔 内田喜太郎	1992. 9	○			○				○	○	○		
ポーラスアスファルト舗装の騒音低減効果	水野卓哉, 丸山陣彦, 島広志, 富田尚隆, 佐藤憲一	1992. 9	○			○		○	○	○	○	○		

論 文 名	著 者 名	年 月	文 献 内 容			バインダー種別			評価 対象		
			室 内 試 験 バ イ ン	混 合 物	配 合 計	現 场 (等 試 験 を 舗 裝 し る)	そ の 他 (概 説 等)	改 質 ア ル ト 1・II型	ス ア ス レ ア ルト	騒 吸 音 低 減 果 水 効 果	透 水 効 果
車道部における透水性舗装の追跡調査結果	桜井正巳, 西沢典夫	1979.				○		○	○	○	○
車道部における透水性舗装の施工例	菅原貴, 小熊誠	1985.				○		○	○	○	○
車道透水性舗装システムの検討	笠原彰彦, 根本信行	1987.				○			○	○	○
雨水貯留浸透道路に関する一考察	増田吉弘, 德本行信, 染谷直隆, 小川高司	1987.				○					○
低騒音化アスファルト舗装の試験施工	達下文一, 森尚之	1987.				○		○	○	○	○
吸音型透水性アスコンの耐久性	笠原彰彦, 井原務, 井上武美	1987.				○		○	○	○	○
新潟市における車道透水性舗装の試み	福部幸雄, 石井洋司, 小浜保	1987.				○					○
車道透水性舗装の一施工例	尾飼, 八木豊, 木下孝樹	1989.				○			○	○	○
開粒度アスコンの吸音特性に関する検討	笠原彰彦, 四江勝, 丸山陣彦	1989.				○		○	○	○	○
低騒音アスファルト舗装の追跡調査	土井内元, 達下文一, 鈴木清美	1989.				○		○	○	○	○
開粒度アスコンの吸音特性について	帆刈浩二, 林宣行, 松室康彦	1989.				○		○	○	○	○
排水性舗装の自動車騒音低減効果について	明龍政司, 宮川隆巳, 中島誠夫	1991.				○		○	○	○	○
排水性舗装の道路交通騒音	飯尾廣美, 田原安文, 柴田泰行	1991.				○					○
高速道路上における排水性舗装の取組について	藤波智, 鶴塚廣洋, 朝日登	1991.				○			○	○	○
排水性舗装の機能性についての調査報告	安崎裕, 久保和幸, 高木信幸	1991.				○			○	○	○
排水性舗装の排水機能に関する研究	佐藤隆宏, 大川秀雄, 原富男	1991.				○			○	○	○
開粒度アスコンの透水試験に関する一考察	田口仁, 今井寿男, 帆前浩三	1991.				○			○	○	○
排水性舗装における舗装体厚さと吸音特性について	水野卓哉, 丸山暉彦, 帆前浩三	1991.				○				○	○



論 文 著者名	年月	文 献 内 容		ハインダー種別		評価対象	
		室内試験 バイン	混合物	現場試験 (等試験を含む)	改質アスファルト I・II型	アスファルト I・II型	透水効果
排水性舗装の施工性および初期供用性について 藤橋知一	太田修一, 小林芳則, 増山幸衛, 久米嘉昭, 増山浩太郎	1991.		○	○	○	○ ○ ○
排水性舗装の施工についての一検討例	松村義明, 山口泰之, 田口恭久	1991.		○	○		○ ○
排水性舗装の設計、施工と追跡調査について -東北自動車道 大和 I・C ~吉川 I・C間- 寒冷地域の排水性舗装について -山形自動車道における施工報告-	西重博, 堀修平, 菅原晉司	1991.		○	○		○ ○ ○
積雪寒冷地における排水性舗装の施工と追跡調査 帆井浩三	上條誠司, 岡井賢一, 武市鶴, 増田鉄司, 帆井浩三	1991.		○			○ ○ ○
開粒度アスコンの凍結融解作用による影響 阿部長門, 難波義夫, 久保田武治	1991.	○		○ ○ ○			○ ○ ○
排水性舗装のFWDによる評価							

論 文 著者名	年月	文 献 内 容		ハインダー種別		評価対象	
		室内試験 バイン	混合物	現場試験 (等試験を含む)	改質アスファルト I・II型	アスファルト I・II型	透水効果
開粒度アスファルト混合物の透水性 栗谷川裕造, 松葉正一	1991.	○			○		○ ○ ○
排水性舗装の透水係数に関する研究 大川秀雄, 田口仁, 佐藤隆宏	1991.	○					○ ○ ○
寒冷地における排水性舗装について (主に混合物の摩耗対策)	田中徹夫, 菅原賢司, 岡部俊幸	1991.	○				○ ○ ○
排水性舗装の試験施工 田口恭久, 新垣繁	1991.	○		○		○ ○ ○	○ ○ ○
市街地における車道排水性舗装の供用性について 程川武志, 立川達生, 小林武夫, 大竹和彦	1991.	○		○		○ ○ ○	○ ○ ○

論文名	著者名	年月	文献内容		バインダー種別		評価対象	
			室内試験 バインダー 混合物	配合設計	改質アルスト I・II型	アスファルト I・II型	排水効果	騒音低減効果
低騒音の吸音特性に関する研究	水野卓哉, 丸山暉彦, 帆苅浩三, 花室惣一 丸山暉彦, 藤田亮弘, 小川宏隆	1991. 1991.		○			○	
排水舗装表面の輝度に関する研究	宮本英二, 山田美孝 萩原哲雄, 長崎邦廣, 渡辺慶	1991. 1991.		○	○		○	○
東北自動車道における排水性舗装				○			○	
積雪寒冷地における排水性舗装の施工例				○			○	○

論文名	著者名	年月	文献内容		バインダー種別		評価対象	
			室内試験 バインダー 混合物	配合設計	改質アルスト I・II型	アスファルト I・II型	排水効果	騒音低減効果
排水性舗装の騒音低減効果	安崎裕	1991. 6		○			○	

文献名	道路建設		著者名	年月	文 献 内 容	バインダー種別	評価対象
	室内試験 バイン パン	配合設 計 混合物			現場試験等を舗装し ての概説等	改質アルスト アスファルト I-II型	
低騒音舗装	達下文一	1988. 11	山本米洋, 井上隆	1990. 7	○	○	○
繊維補強による透水性砂舗装	笠原彰彦, 根本信行, 下田哲也	1991. 2	西横重博, 八尋正典, 北川順三	1991. 11	○	○	○
開粒度アスコンの吸音特性に関する検討	笠原彰彦, 丸山輝彦, 帆苅浩三,	1992. 5	高橋修, 原富男	1992. 6	○	○	○
排水性舗装の高速道路中央分離帯への適用 —積雪地域での暫定2車線区間の排水对策第一	大川秀雄, 原富男	1992. 9	阿部長門, 雉賀義男	1992. 9	○	○	○
排水性舗装の吸音機能に関する研究							
排水性舗装の力学的評価							

文献名	舗装		著者名	年月	文 献 内 容	バインダー種別	評価対象
	室内試験 バイン パン	配合設 計 混合物			現場試験等を舗装し ての概説等		
透水性舗装の車道への適用 —世田谷区における施工例—	桜井正己, 荒木美民	1977. 6	東清昭, 田所治郎, 塩梅猛	1977. 10	○	○	○
車道部における透水性舗装 —愛媛県の1例—	梅沢慎一, 飯冢忠夫	1984. 7	○	○	○	○	○
透水性舗装の車道への適用例 —埼玉県—	桜井正己, 荒木美民, 西沢典夫	1984. 2	○	○	○	○	○
車道に施工した透水性舗装の追跡調査	井上武美, 笠原彰彦, 井原透	1988. 6	○	○	○	○	○
吸音型透水性アスコンの検討							

論 文 名	著 者 名	年 月	文 献 内 容		バインダー種別		評 価 対 象	
			室 内 試 験	配 合 設 計	現 場 試 験等	そ の 他	改 質 アル 斯トア ルト	改 質 アル 斯トア ルト
東北自動車道における排水性舗装 積雪寒冷地における排水性舗装の試験施工 －北陸自動車道 柏崎 IC～西山 IC－	渡辺幸二, 神谷誠, 中村研 大越衡, 林邦彦, 岡井賢一, 帆原浩三 塙房謙太郎, 吉武美智 男, 川野敏行	1989. 11 1990. 9 1992.	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
排水性舗装用アスファルト混合物の高温安定性 排水性舗装の機能高度化に関する一検討	根本信行, 向後憲一, 溝淵優	1992.	○	○	○	○	○	○
排水性舗装の現況 ～主として高速道路～ ヨーロッパにおける排水性舗装	青木秀郎, 鶴達廣洋 藤波督, 橋本修治	1992. 7 1992. 7	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
各種排水性舗装用バインダーの性状 排水性舗装における舗装厚と吸音特性	鳥湯隆也, 羽生昭吉, 坂上典幸 帆原浩三, 丸山暉彦, 富田尚隆	1992. 7 1992. 7 1992. 7	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
自動車交通騒音と排水性舗装 排水性舗装の排水拳動	富田尚隆, 五嶋教雄 大川秀雄, 原富夫, 帆原浩三	1992. 7 1992. 7	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
排水性舗装の粗骨材形状と最適被膜厚さ 排水性舗装の配合設計に関する一検討	久保和幸 脇原賢司, 西海昌彦, 岡部俊幸, 山下准史	1992. 8 1992. 8	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
排水性舗装用混合物の配合設計手法の検討ならびに 施工における問題点	笠原彰彦	1992. 8	○	○	○	○	○	○
排水性舗装の施工についての一検討例 高速道路における排水性舗装の室内試験と供用性調査	増山幸衛, 藤橋知一, 豊田浩太郎, 太田修一 青木秀郎, 鶴達廣洋, 永賀久信	1992. 8 1992. 8	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
一般国道における排水性舗装の供用性調査 寒冷地における排水性舗装の摩耗対策	久保和幸 佐藤友郎, 脇原賢司, 西海昌彦	1992. 8 1993. 5	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
排水性舗装の吸音効果による騒音低減量の試算	明慶政司	1993. 8	○	○	○	○	○	○

文献名	高速道路と自動車						評価対象					
	文 論			著者名	年月	文 献 内 容			バインダー種別			評価対象
	室 内 試 験	バ ダイ イ ン	混 合 物			現 場 (試験を含む)	配 合	設 計	改 質 ア ル ア ト	ス ア ス レ ア ル ト	そ の 他	
排水性舗装に関する欧洲調査結果	藤波督, 原山猛夫	1992. 12				○						その他

文献名	アスファルト						評価対象					
	文 論			著者名	年月	文 献 内 容			バインダー種別			評価対象
	室 内 試 験	バ ダイ イ ン	混 合 物			現 場 (試験を含む)	配 合	設 計	改 質 ア ル ア ト	ス ア ス レ ア ル ト	そ の 他	
排水性舗装の車道への適用	安崎裕	1990. 10				○						その他
低騒音舗装	達下文一	1990. 10				○						その他
排水性舗装	和田三男	1991. 10			○ ○				○ ○	○ ○		○
排水性舗装用混合物評価方法としてのカンタプロ試験の有効性について	長谷川宏, 石井武, 荒井孝雄	1993. 7	○			○ ○						○

論 文 名	著 者 名	年 月	文 献 内 容			ハインダー種別			評 價 対 象		
			室 内 試 験 バ イ ン	配 合 混 合 物	現 場 (試 験 を 舗 装 す)	改 フ ア ス ト レ ア ル ト I・II型	改 フ ア ス ト ア ル ト I・II型	排 水 効 果	騒 音 低 効 果	透 水 効 果	そ の 他
排水性舗装の試験施工	安倉康雄、秋山典幸、白木敏明	1990. 1			○		○			○	○
北陸自動車道における排水性舗装の試験施工	武田俊明、林邦彦、岡井賢一	1990. 10		○	○		○	○	○	○	
日本道路公团における排水性舗装	朝日理登	1991. 11		○							

論 文 名	著 者 名	年 月	文 献 内 容			ハインダー種別			評 價 対 象		
			室 内 試 験 バ イ ン	配 合 混 合 物	現 場 (試 験 を 舗 装 す)	改 フ ア ス ト レ ア ル ト I・II型	改 フ ア ス ト ア ル ト I・II型	排 水 効 果	騒 音 低 効 果	透 水 効 果	そ の 他
排水性舗装の騒音低減効果(中間報告)	飯尾廣美、田原安文、柴田泰行	1991.			○					○	
排水性舗装の特性と配合設計	鶴達廣洋、大野滋也、中島裕寿	1992. 11	○	○				○	○	○	○

論文名	著者名	年月	文献内容			バインダー種別			評価対象		
			室内試験 バイン	混合物	配合設計	現場試験等 （概説等）	その他の 改質アールアート I・II型	ストラーフ アルト	騒音低減率	透水効果	その他
開粒アスファルト混合物が道路交通騒音に及ぼす影響	達下丈一, 鈴木清美, 内田喜太郎	1988.			○		○		○		
各種表層混合物の騒音低減効果と排水性	内田喜太郎	1991.			○		○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○		
低騒音・排水性舗装の目地による機能低下	内田喜太郎	1992.			○		○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○		
排水性歩道舗装の浸透能・目詰りの検討	山本彌四郎, 佐々木俊平	1992.			○				○ ○ ○		
反転排水性舗装によるトンネル底版漏水対策	阿部忠行, 萩原正将	1992.	○	○	○				○ ○ ○		

論文名	著者名	年月	文献内容			バインダー種別			評価対象		
			室内試験 バイン	混合物	配合設計	現場試験等 （概説等）	その他の 改質アールアート I・II型	ストラーフ アルト	騒音低減率	透水効果	その他
ひびわれおよび排水性舗装の洗浄について	佐々木克典, 川村和幸	1992. 10	○	○	○						○

文献名		著者名		年月		文 献 内 容		バインダー種別		評価対象	
論	文	著	者	室 内 試 験	現 場 配 合	論 説	改 フ	ス ト フ	ア ル ス	そ の 他	
				バ ダ イ ン	混 合 物	(概 説 等)	特 殊 フ	質 ア ル	レ ア ル	I II型	
ヨーロッパ各国の低騒音舗装	丸山陣彦			1990.		○					

文献名		著者名		年月		文 献 内 容		バインダー種別		評価対象	
論	文	著	者	室 内 試 験	現 場 配 合	論 説	改 フ	ス ト フ	ア ル ス	そ の 他	
				バ ダ イ ン	混 合 物	(概 説 等)	特 殘 フ	質 ア ル	レ ア ル	I II型	
諸外国におけるポーラスアスファルトの概況 (その1)	佐藤道路㈱			1990. 5		○					
諸外国におけるポーラスアスファルトの概況 (その2)	"			1990. 6		○					
諸外国におけるポーラスアスファルトの概況 (その3)	"			1990. 8		○					
排水性舗装に関する欧州調査報告書	財高速道路調査会			1990. 3		○					
排水性舗装に関する米国調査報告書	"			1990. 3		○					
ポーラスアスファルト	P I A R C (日本道路協会誌)			1993. 7		○					
排水性舗道の現状と今後の課題・シンポジウム	日本道路協会			1993. 7		○					

# 歐米の排水性舗装

松野三朗\*

## まえがき

歐米の排水性舗装についてはすでに多くの報告があり<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>、またかなりの部分が我が国の技術としても取り入れられているので、ここに事新しく述べることも少ないように思われる。また詳細に述べるには紙数も限られているので、この報告では我が国の現状を踏まえて、主として欧洲、アメリカ、日本の排水性舗装を比較して特徴的な項目を中心に、著者の主観をも交えて述べることにしたい。なおこの報告を書くに当たって参考にし、ほとんどの部分で引用した文献は最後にまとめて示し、説明を加えておいた。

## 1. 用語について

欧洲ではポーラスアスファルト (Porous Asphalt) またはドレーンアスファルト (Drain Asphalt) という用語が用いられている。それぞれ高空隙と排水性を意味する用語である。ただイギリスでは伝統的に透水性マカダム (Pervious Macadam) と称する。アメリカでは開粒度アスファルト摩擦層 (Open-Graded Asphalt Friction Course) の略語としてOGFCと呼ばれている。この報告では欧洲の排水性舗装については、排水性舗装、排水性表層、排水性混合物を適宜使い分け、アメリカについてはOGFCを用いる。

## 2. 表層厚さ

欧洲や我が国では排水性表層の厚さは40~50mmとして施工されているが、アメリカでは表層厚さは16~19mmと薄いのが一般的である。このように薄いのはOGFCの歴史に関係がある。アメリカの国道や地方道を走ると表層表面にシールコートを施したものが多いことに気付く。このシールコートは一般に非常に上手に施工されているが、所詮、散布式では施工の良否が天候に左右され易い。これを改善する目的で混合式シールコートとして開発されたのがOGFCの原形である。したが

って最初から厚く施工することは考慮されておらず、またその主目的もシールコートと同様に滑り摩擦抵抗の改善にあった。当然欧洲が主張するような騒音の低減は目的の中に入っていない。しかし一部の州では厚さ50mmのOGFCも施工されている。これは20mmと薄くては表層内の保水量が小さく、また施工中に骨材が破碎し易いなどの問題があることに対して改良を加えたものである。

## 3. 粗骨材

### 3.1 最大粒径

骨材の最大粒径は、排水性表層の厚さに関係する。アメリカでは表層厚さが薄いことからほとんどが10mmである。この場合表層厚さは最大粒径の2倍以下になるので、通常の混合物に対する常識とは異なるが、それでも施工可能であることは興味深い。ただこのような場合は敷均し時に表面がやや引きつられぎみになることは否めない。写真-1は典型的なOGFCの外観で、OGFCの施工量の多いフロリダ州のものである。表層厚さが50mmの州では、最大粒径20mmとしている。

欧洲では表層厚さが大きいことから最大粒径は10~20

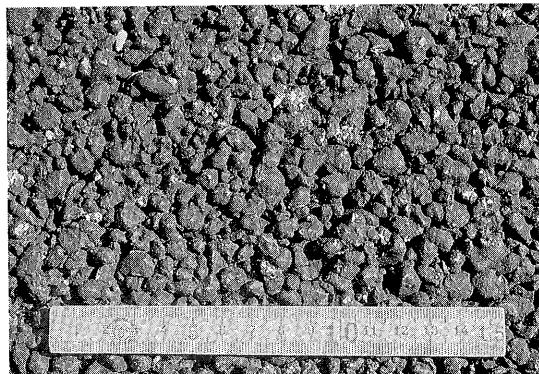


写真-1 アメリカ、フロリダ州のOGFCの外観、粗骨材が丸く、また中間粒も多い

\*まつの さぶろう 佐藤道路㈱常務取締役技術研究所長

mmの範囲にあり、中でも14mmが最も多いと報告されている。写真-2は典型的な欧洲の排水性表層の外観で、オーストリアのものである。10~14mmのほぼ均等な粒径の粗骨材がきれいに並んでいる。わが国では表層厚さ40~50mmで最大粒径13mmとほぼ欧洲型である。

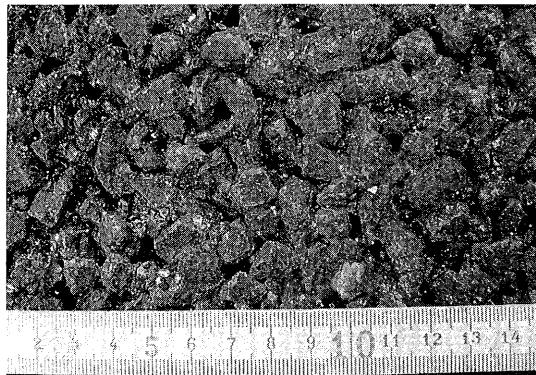


写真-2 オーストリアの排水性表層の外観、ほとんどが10~14mm級の粗骨材で出来ている

### 3.2 粒 度

後述するように排水性表層混合物は、一般には20%程度の空隙率が必要とされている。このような高い空隙率をうるために、骨材粒度については粒度の不連続性（ギャップ粒度）と2.36mm通過量が重要な要素である。

欧洲では多くの国で“明確な粒度の不連続性”が規定されている。例えば最大粒径14mmの混合物では、2~7mmあるいは2~10mmを少なくして、極端なギャップ粒度とする。粗骨材にこのような単粒度のものを用いると、粗骨材の間隙を埋めるのがモルタル分だけとなり、混合物の空隙率が大きくなることは自明のことであろう。写真-2はこのようにして配合された混合物である。

我が国では6号碎石を用いるので、このような極端なギャップ粒度を得ることは大変に難しい。写真-2に近い外観を示すものも施工されているが、この場合粗骨材の選定はかなり限られたものになり、これが生産コストに大きく影響するようになる。

不思議なことに欧米ではこのようなプラントにおける粗骨材の問題点についてはほとんど触れられていない。これは粗骨材の規定がたまたま排水性混合物の粒度に合致しているためか、あるいは排水性混合物の粒度に合わせた粗骨材を生産させているためか、のいずれかであろう。この点は今後の調査から把握しなけれ

ばならない重要な課題と思われる。

アメリカではこのようなギャップ粒度は特に規定されていない。最大粒径10mmで2.36~5mmの粗骨材が比較的多く混合されている例が多く、写真-1に見られるように粗骨材の間隙をより小さい粗骨材が埋めている感じである。

2.36mm通過量（国によっては2mm、3.36mm）について、欧洲で規定される範囲は最大30%と広いものの、実際には15%（13~17%）程度が推奨されている。我が国ではアスファルト舗装要綱で8~25%と規定されているが、充分な空隙率を得るために、欧洲と同様に15%程度に配合するものが多くなっている。これに対してアメリカでは2.36mm通過量は5~15%と狭い範囲に規定されていて、実際の通過量も10~12%程度の場合が多いようである。これはアスファルト量が一般に6%以上と多いこと、最大粒径が小さいこと、ギャップ粒度ではないことなどから、所定の空隙率の混合物をうるには、砂分を少なくする必要があることによるものであろう。

### 3.3 形 状

粗骨材の形状は、我が国では偏平な石片の含有量が10%以下として規定され、その試験は舗装試験法便覧（日本道路協会）の試験方法によっている。欧洲では、同便覧に解説されているBS812にしたがって試験し、偏平率で表して25%以下と一般の混合物と同じ値に規定されている。我が国の方では骨材形状をノギスで計る場合に測定者の判断の入る余地があり、客観的な値を与える欧洲式の試験方法を検討する必要があろう。

写真-3、4に示すように欧洲の粗骨材の形状は立方体状で、ギャップ粒度であることと合せて大きな空隙率が得やすい形状である。これは欧洲の骨材に一般



写真-3 ドイツで見た、排水性混合物用粗骨材の外観



**写真-4 オーストリアで見た排水性混合物用粗骨材、スラグ**

的に当てはまると言われている。その点我が国や米国では形状の良くない粗骨材が多いと言われる。また最終工程でインパクトクラッシャを用いた碎石は目視で形状の相違が分かるほどに立方体状になる。

写真-4のようにスラグは一般に等方質で、細長いあるいは偏平な石片が少ないように思われる所以、排水性表層に適していることが考えられる。

### 3.4 表面性状（テクスチャー）

粗骨材の表面性状は路面の滑り摩擦抵抗に関連する。欧州では滑りに対して粗骨材がより支配的な排水性表層では、骨材のPSV (Polished Stone Value) が規定されている。この試験は粗骨材表面のテクスチャー(きめ)が滑りに与える影響を調べるものである。ここでは試験法の詳細は省略するが、今後滑りが問題になるような粗骨材ではこの試験の適用を考慮すべきであろう。

### 4. 細骨材

細骨材は排水性混合物中での使用量が少ないためか、その性状について規定しているものは少ない。硬い砂と書かれたものがある程度で、排水性混合物では特に配慮は必要ないようである。

### 5. フィラー

排水性混合物のフィラーに消石灰やセメントを用いることは、欧米では普通のこととなっている。我が国は、一般的に欧米諸国に比べて、降雨量もまた降雨時間も長く、気温も高いために、骨材表面からのアスファルトの剥離を見ることが多い。新設舗装で致命的破損となった例もある。

一般の混合物では、剥離は混合物の流動わだち掘れ

となり、あるいは形状は保っているものの手で混合物を割って見ると、無残にもアスファルトが骨材面からきれいに剝がれているような状態を示す。

排水性混合物に剥離が生ずると骨材相互の結合を弱め、粗骨材の剥脱飛散につながる。剥離を防ぐための消石灰の混合はまた、わずかではあるがアスファルトの老化を遅らせる作用があるという研究結果もある。

全てのフィラーに消石灰などを混合するのは、我が国のような多雨地では一つの安全策であると考えられる。消石灰はプラントで混合するのは面倒であり、石灰岩フィラーに生産工場で予め混合しておくのがよい。

## 6. アスファルト

### 6.1 概 要

欧州では80年代当初の試行ではストレートアスファルトが用いられていたが、現在はほとんど改質アスファルトになってきている。またファイバーのような添加剤も用いられている。我が国では当初から改質アスファルトを用いており、添加剤の使用も行なわれている。アメリカでは今日までほとんどがストレートアスファルトで施工されており、改質アスファルトは試験的な段階と見られる。これは多分改質アスファルトのコスト高によるものであろうが、最近は欧州の舗装調査なども行なわれていて、改質アスファルトへの動きがやや活発なように見受けられる。特に廃棄タイヤの利用が義務付けられることから、少なくともこの種の改質は進むものと思われる。

### 6.2 改質アスファルト

欧米で改質アスファルトが使用される最大の理由は、ゴム、樹脂系の材料の混合による骨材の把握力の増加と、施工中のアスファルトのダレの防止にある。少なくとも我が国で第一に上げられている、わだち掘れの防止は考慮されていないようである。これは後で述べるように、室内のホイールトラッキング試験が適用できることなく、現実にわだち掘れがほとんど起きないことなどの結論であろう。この点について我が国と欧州の気候や交通量の違いを指摘する向きがあるかもしれない。しかし欧米にも我が国と比較できるくらいの重交通道路もあり、また気候も年によっては厳しいこともあることは考慮しておかねばならない。

欧米で特徴的な改質アスファルトに、廃棄タイヤゴムを混合したものがある。写真-2はこの改質アスファルトによる混合物である。オーストリアで施工後2年のこの舗装を比較的低温の4月に観察したが、骨材

片を掘り起こすとまだアスファルトが粘っていた。これはオーストリア、ベルギー、フランスで多く用いられている。またもともとこの工法の発明国であるアメリカでも検討されている。アメリカで廃棄タイヤの利用を義務付ける法律が通ったことでもあり、我が国でも検討を始めねばならないであろう。ただこの改質アスファルトの欠点は、プラントにアスファルト混合槽を持ち込んで混合しなければならないことと、混合時間、温度によって性状にはらつきが出やすいことである。プラント混合で使用することの出来る廃棄タイヤゴムアスファルトの開発が望まれる。

### 6.3 ストレートアスファルト

アメリカで用いられているストレートアスファルトは通常の混合物に用いられるものと特に変わりはない。ただ施工に当たっては、混合温度を120°Cと一般の混合物より下げて用いないとダレが生ずる。

ストレートアスファルトを用いた場合粗骨材同士の結合力が、改質アスファルトほどに大きくはないことが予測される。しかしこの点はアスファルト量を6%以上と改質アスファルトにおけるよりも多く混合することにより解決していると見るべきであろう。実際に2、3年を経たOGFCの骨材片を掘り起こして見ると、ある程度の粘りと把握力を感じられる。また膜厚の大きいことからアスファルトの老化や劣化が遅いことも考えられ、ストレートアスファルトの6%が、改質アスファルトの5.5%とどちらが有効なのかは興味のあるところである。アメリカでは充分に管理されたOGFCは10年以上の供用に耐えうるとしているので、改質アスファルトを用いた欧州のものとそれほど大きな差はない。

我が国でOGFCを試験的に施工した経験によれば、ストレートアスファルトの場合はアスファルトのダレを防ぐための低い温度の管理が、現在の形式のプラントでは大変に難しいことが分かっている。しかし現実にストレートアスファルトが使用できるかどうかは別として、重交通道路でのストレートアスファルトの使用を最初から問題にしないことは避けるべきであろうと考えている。

### 7. 空隙率

欧州の初期の排水性表層では空隙率が15%程度のものが報告されている。しかし目詰まりを防ぎ、機能を維持するためには、設計施工時の空隙率を20%以上とするものが多くなっている。一般に非常に良好な路面

を得ているベルギーでは、この目標を22%においているが、実際の施工では19~25%であったことが報告されている。このようなことから考えるとやはり20%は欲しいところであるが、しかし我が国の骨材事情からはかなり難しい値のようにも思われる。

アメリカでは15%以上としている。これは少々の目詰まりでも滑り摩擦抵抗にはあまり関係がないという持論によるものであろう。また骨材事情から全てのOGFCでこれ以上を求めるのが困難なこともあるかもしれない。

### 8. 配合設計

欧州では“ポーラスアスファルト（排水性表層混合物）の特殊な粒状構造には、既存の配合設計法、特にマーシャル法と割裂引張試験（間接引張試験）を用いることができない”と結論している<sup>2)</sup>。また排水性表層混合物が耐わだち掘れの大きいことに関連して、“この満足すべき挙動は時々わだちの存在を示唆する室内でのわだち掘れ試験の結果の信ぴょう性を弱めるものである”とも述べており<sup>2)</sup>、ホールトラッキング試験の適用性に疑問をなげている。

アメリカではOGFCの配合設計に力学試験を用いていない。これはすでにある程度の経験が蓄積されていて、力学試験を用いなくても充分な性状と機能を有する配合設計が可能なことが分かっているからである。アスファルト量の決定は粗骨材のオイル当量から、経験式を用いて算出する。ここでオイル当量とは粗骨材を規定の性状のオイルに浸し、オイルをどれだけ吸収するかを求めるもので、いわばオイルを用いた吸水量試験にあたる。これで求められるアスファルト量は既に述べたように6%以上である。さらに混合物中のアスファルトのダレ試験も行なわれる。このダレ試験はダレないアスファルト量を求めるものではなく、混合温度の確認のために行なわれる点で欧州と考え方が異なっている。とにかくマーシャル試験やホールトラッキング試験は全く行なわれていない。

我が国では、少なくともこれらの試験が配合のチェックには適用可能との判断に立っている。しかし舗装技術には経験で充分な面もあり、イギリスのように試験に依らずしてアスファルト量がすでに決められているというような方法もあってよいとも思われる。

空隙率を求めるためのマーシャル締め固め、骨材の剥脱飛散抵抗を求めるカンタブロ試験、あるいは水浸カンタブロ試験などは欧州でも適用の可能なことが示

されている。したがって配合設計方法としては締め固め供試体の空隙率とカンタブロ試験から骨材粒度とアスファルト量を求めるのが現在参考すべき最良の方法と考えられる。

## 9. 施工

すべて述べたが、欧米ではプラントにおける骨材粒度の調整については特に困難性が指摘されておらず、この点については今後の調査に待たねばならない。我が国では骨材粒度の調整を含めて、プラントの能力が通常の混合物より大きく落ちることは確かめられている。この点で我が国でも排水性混合物用の粗骨材の規定を別に作ることを考慮した方がよいかもしれない。

転圧については、欧米ともに比較的軽い鉄輪ローラで、軽く転圧するのが推奨されている。特にアメリカでは表層厚さが薄いことから、粗骨材の破碎が起きることを考慮している。欧米では振動ローラとタイヤローラを忌避している国が多い。振動ローラは粗骨材を破碎する恐れがあり、また過剰に転圧することになることがその理由である。タイヤローラの場合は改質アスファルトを用いた時、タイヤにアスファルトが付着することがあるという。これらのことから通常の混合物と同様な充分な転圧は、骨材の破碎を大きくし、また空隙も小さくするので避けるべきかと思われる。

我が国ではタイヤローラでアスファルトが付着した経験はなく、タイヤローラではむしろ表面のアスファルトが延ばされて、適度なキメを作るので、軽く転圧することはむしろ望ましいのではないかと考えている。いずれにしろ転圧については、今後現場で試験施工を行なって、供用性から確認することが必要であろう。

## 10. タックコート

タックコートについては、欧米ではアスファルト乳剤またはストレートアスファルトを通常の混合物の舗設の場合よりやや多めに用いている。欧洲の一部の国ではSAMI層(サミ、応力吸収層)といって、特にゴム量の多い改質アスファルトを $1 \sim 3 \text{ kg/m}^2$ と多量に散布する場合がある。**写真-5**は路肩のSAMI層を引き延ばした状態である。我が国の鋼床版舗装のタックコートに用いられるゴム入りアスファルトをやや柔らかくした感じのもので、通常この上には碎石(チッピング)を散布する。このSAMI層は下層にひびわれがあるような場合にこれが排水性表層にリフレクションするのを防ぐ目的で用いられることが多いようである。



写真-5 排水性表層の下に施工されたSAMI層のアスファルトを引き延ばした状態

## 11. 排水構造

**写真-6**は片側3車線の縦断勾配の大きい区間で、合成勾配に沿って金属製のグリットパイプを埋め込んだドイツの例である。欧洲では路面に水が溜まらないように排水構造にはかなり神経を使っている。高速道路などで、路面に水の溜まりやすいところでは、なんらかの排水設備を設けた方が安全であろう。



写真-6 排水性表層の下に入れた排水用グリットパイプ、ドイツ

アメリカでは排水設備が充分でも、時間降雨量が10mmを超えると路面に溢水するとしている。しかし路面に溢水した状態でも、タイヤの下の水は下方の空隙に押し込まれ、滑り摩擦は確保されるとの経験的な指摘がある。また降雨が強い時には走行速度を落とすので、滑りはそれほど問題でないとも言われる。

縦断勾配の途中で排水性混合物と通常の混合物との横断施工継目を設けるのは好ましくないとされている。排水性混合物を流下した水は通常の混合物上に溢れるようになる。このような場合は縦断勾配区間全体に排水性混合物を舗設するのが望ましい。

## 12. 区画線

区画線や路面標示の施工はやはり雨水の排水を妨げるものであってはならない。写真-7はアメリカの区画線の例で、空隙が路面に残るほど薄く散布されていて、この部分からも雨水が浸透できる。アメリカでも全てがこのようではないが、散布量が少ないと確かである。薄い区画線は施工後骨材面のアスファルトが剥がれる時に一部取れてしまうので、もう一度散布した方がよいと言われる。このように2度散布した時はこれ以上剥がれることなく、また空隙の方に入り込んだ区画線材料が半永久的に残るので、雨天の夜間でも視認性が良いと言われる。

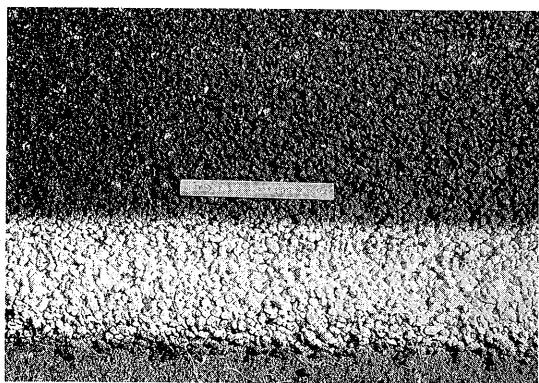


写真-7 フロリダ州の排水性舗装の区画線

## 13. 構造的寿命

わだち掘れに対して抵抗が大きいとされていることについては既に述べた。

アメリカでは厚さが薄いこともあって、OGFCは構造設計上からは完全に無視されている。欧洲ではいわゆるT<sub>a</sub>については通常の混合物の50%から100%までの値が示されている。我が国では100%を用いるが、4~5cmの層をどのように扱っても実際の供用成績に大差はない、我が国のやり方で充分であろう。

アメリカでは一般に交通量の少ないこともありOGFCでは、7~20年の寿命があるとされている。アメリカの通常の混合物の舗装では20年以上耐えているものがざらにあり、これから考えるとOGFCはやや寿命が短いと言えそうである。オランダでは10年で、通常の混合物で12年という値が示されている。フランスの排水性表層では8~10年でオーバーレイを考えている。これらを総合して排水性表層は構造的寿命がやや短いと言えそうである。これはやはりアスファルトが老化しやすいことによるものであろう。

欧洲の報告ではこのような構造的寿命より目詰まり、目潰れなどによる排水性表層に特徴的な機能の劣化の方が早いと結論している。

## 14. 滑りと安全

図-1はドイツにおける滑り摩擦係数の測定例である。一般に滑り摩擦係数の測定値は路面の種類、配合、骨材の種類、キメなどいろいろな条件によりばらつく。したがって図-1ではそのばらつきをパーセンタイル範囲で表している。図において95%とある線は、95%以上の、つまりほとんどの測定値がこれ以上にあるというので、この線付近の測定値の得られた舗装は滑り摩擦係数が小さいと言える。また50%以上にある測定値は平均以上ということになる。このような記述方法は社会的影響を考慮したものではないかと思われる。図-1では排水性表層の滑り摩擦係数は全て50%ラインより上にある。経年的には施工当初小さかったものが、表面のアスファルトの剥がれと共に大きくなり、その後やや小さくなる傾向を示している。

安全は雨天時事故の率で表される。オランダでは、1983年から1989年までの速度100km以上の事故件数は11,300件で、この内雨天時の事故が1,729件と15.3%であった。この間の降雨時間は5%は超えていないので、雨天時事故は乾燥時のほぼ3倍となる。もし排水性表

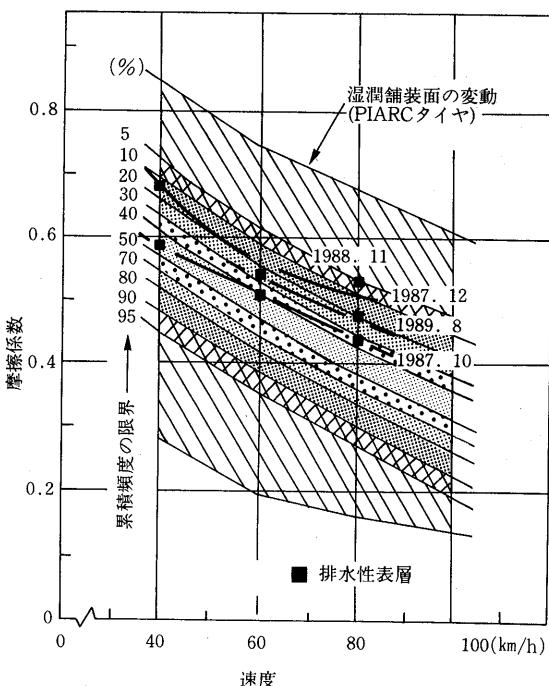


図-1 排水性表層のすべり抵抗の変動例<sup>2)</sup>

層上の事故が雨天時も乾燥時も変わらないとすれば10%の事故を防ぐことが出来るとしている。このような単純な計算には異論もあり、現在さらに詳細な観測が進められているという。表-1はフランスの例で、排水性表層の施工によって事故が激減したというデータである。

表-1 交通事故の比較（同一地点）

密粒度アスコン2 車線	密粒度アスコン3 車線拡幅後	ポーラスアスファルト3車線施工後
6年間に9件の事故	6年間に52件の事故	3年間に事故はゼロ

## 15. 騒音

騒音については他に報告があるので、ここでは欧州における特徴的なことのみについて簡単にふれておくにとどめる。

ベルギーでは騒音の低減量を次式で表している。

$$dL = 0.005 e v$$

ここで

$dL$  : 騒音レベルの低減量 (dB(A))

$e$  : 層厚 (mm)

$v$  : 空隙率 (%)

これによれば、排水性表層の騒音低減は主に空隙率と舗装厚さによって支配されることになる。厳密にはこのような単純なものではないが、一応の目安としては面白い表現である。表層厚40mm、空隙率20%とすれば、低減量4dB(A)となり、常識的な値を示す。

しかしこの空隙率は道路に持ち込まれるごみ、泥により目詰まりし、騒音低減の効果も徐々に失われる。多くの研究がこの目詰まりの騒音低減に対する影響について報告しているが、道路条件により異なるので、まだ明確な結論は得られていない。

## 16. 維持修繕

### 16.1 機能の維持

排水性表層の機能の維持は空隙の確保に集約される。アスファルトやモルタルで表面の目の潰れた排水性混合物は回復の方法がない。しかしスパイクタイヤやタイヤチェンによる摩耗を伴なった目詰まり以外は、泥などを取り除くことにより回復できる可能性がある。我が国の経験によても目詰まりは表面のごく一部で起きている場合が多い。

写真-8、9はスイスで開発された清掃機械である。

後部カバーの中に高圧水の噴射部と泥水の吸引部がある。吸引した泥水はリサイクルして再使用する。清掃幅2.5m、時速1~2km/hで3時間の連続運転が可能とされている。ただこのメーカーでも、空隙率のもともと小さい排水性表層には適用できること、また完全に目が詰まらないように頻繁に清掃することを条件としている。オーストリアやスイスで試験的に使用されているようであるが、欧州の報告書では、まだいくつか問題があるように書かれている。



写真-8 スイスで開発された排水性舗装用清掃車、清掃作業中、後部のアタッチメントが高圧水の噴射、バキュウム部分

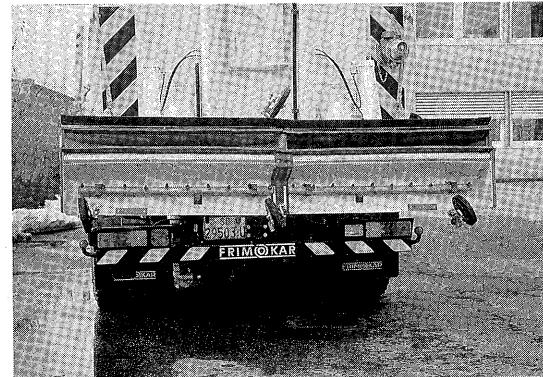


写真-9 後部アタッチメントを上げたところ、中央が高圧水の噴射ノズル、その上がバキュウム部分

### 16.2 冬期の維持

スパイクタイヤの使用率が高い北欧では、排水性舗装の目詰まりによる機能劣化が速く、排水性舗装の適用は見送られているようである。我が国ではスパイクタイヤが禁止される方向にあり、積雪寒冷地でも排水性舗装が検討される場合が多くなるものと予測される。

排水性表層は空隙率が大きいため、路面温度が通常の混合物の場合より1~2°C低い。したがって路面の

凍結が速く、また凍結状態が持続しやすい。また散布された凍結遅延剤が空隙に入り込むので通常の混合物と同じ状態を保つのに、より多くの凍結遅延剤を散布しなければならない。また凍結遅延剤が車両によって引き広げられることも少なくなるので、排水性表層と通常の混合物が連なる継目付近では、通常の混合物の方に遅延剤が回らずに、凍結状態が残るという危険のあることも指摘されている。積雪時には圧雪が空隙に入り込んで、雪が路面に残る状態が長く持続する。したがって通常の混合物よりは冬期の維持に対して充分な注意が必要であるとされている。

しかしこれには異論もあり、排水性表層では凍結しても路面に粗骨材の角が突出するので、滑り摩擦係数は通常の路面と同じか、またはいくらか優れているとの結果も報告されている。アメリカでは気象条件によって路面状態が微妙に変化することも含めて、両者の間に特に大きな差はないとしている。

このような点は気象条件の異なる我が国でも、今後多くの経験によって結論を求める必要があろう。面白いことに我が国で、スパイクタイヤで削られ目の詰まった排水性表層では、散布した凍結遅延剤が空隙に残留してかえって遅延剤の効果を長持ちさせたという例もある。

## 17. 費用と便益

表-2はPIARCの報告書<sup>2)</sup>による混合物の費用の比較である。国によってかなり異なる場合もあるが、改質アスファルトを使用した場合で平均して約2倍である。我が国の場合は平均値よりやや高価である。これはプラントにおける、骨材の調整も大きく影響しているものと考えられる。

費用と便益については、オランダの報告があるが、欧米の結論としては、安全など不確定要素の多いこと、舗装の寿命についてもまだ充分なデータが得られていないことなどから、解析はまだ出来る段階ではないとしている。

## あとがき

欧米の排水性舗装の特徴的な事柄を駆け足で網羅した。言い残したことが多いが、これ以上は参考文献をお読みいただきたい。

排水性舗装は舗装技術における一つの革新的な進歩であると思われる。この技術が我が国で更に研究が加えられ、より良いものが、より広く普及することを心から期待している。

表-2 混合物の費用の比較<sup>2)</sup>

国名	費用				改質アスファルトあるいはポーラスアスファルトの強制的使用
	改質アスファルト 1 kg当たり <sup>(1)</sup>	改質アスファルトを使用した混合物 <sup>(2)</sup>	通常のアスファルトを使用したポーラスアスファルト <sup>(2)</sup>	改質アスファルトを使用したポーラスアスファルト <sup>(2)</sup>	
オーストラリア	2.4	1.3	1.2	1.5	
オーストリア	1.5...2.0	1.1	1.0	1.2...2.0	はい
ベルギー	2.3		1.2	1.5	はい
フィンランド	2.1	1.6			いいえ
フランス	1.7...2.0	1.2...1.3	1.0	1.2...1.3	はい
ドイツ	1.8...5.7	1.1...1.4	1.3...1.5	2.4...2.7	
イタリア	7.1	1.5		2.0	はい
日本	2.5...3.0	1.3...1.6	1.7	2.1...2.4	いいえ
オランダ	1.7	1.3	1.0	1.2	いいえ
ノルウェー	2.3...2.7	1.3...1.7	1.0...1.2	1.3...1.6	はい
イスラエル	2.2	1.5	1.1	1.6	いいえ
トルコ	2.4...2.8	1.5			いいえ
イギリス	3.2	3.0	2.0	3.3	はい

(1) 通常の非改質アスファルトと比較した費用比率

(2) 通常のアスファルトを使用した密粒混合物と比較した費用比率

## — 参考文献 —

- 1) "排水性舗装の現状と今後の課題" 日本道路協会, 排水性舗装に関するシンポジウム報告書, 平成5年7月。(著者注: 排水性舗装に関する内外の現状と課題をまとめたものである。欧米に関する部分もまとめられており、特に今後の方向を知るには最適である。)
- 2) G.LEFEBVRE "ポーラスアスファルト" 1993. (著者注: この論文はPIARC'常設国際道路会議'のたわみ性舗装委員会と路面性状委員会の合同作業グループでまとめたものを、上記の著者の名で発表したものである。最も新しい情報が報告されているので、主として欧州の現状を知るために最も適の文献である。既に日本道路協会で翻訳、印刷、販売されているので、詳しくは同協会にお尋ねいただきたい。)
- 3) "排水性舗装に関する欧州調査報告書" 高速道路調査会・舗装研究委員会、欧州道路調査団、平成3年3月。
- 4) "排水性舗装に関する米国調査報告書" 高速道路調査会・舗装研究委員会、欧州道路調査団、平成4年3月。(著者注: これら二つの文献は実際に欧米の排水性舗装を調査した結果について報告したもので、カラー写真も示されているので参考になるところが多い。ただ同協会でも残部がないと思われる所以、新しくこれから研究される方は舗装会社の研究所などにお尋ねになるのがよい。)
- 5) "ポーラスアスファルトに関する諸外国の現状" 佐藤道路技術研究所、平成3年3月。(著者注: 主にこの報告文の著者が当時の内外の文献からまとめたものであるが、既にいくらか古くなっている面がある。ただアメリカ連邦道路局の規準や英国規格なども翻訳されているので参考になるかもしれない。なお内容としては上記の文献3. や4.と同じところが多い。なおいくらかの残部がある。)

### ☆ 1993年版発行のお知らせ☆

日本アスファルト協会・発行

### 『アスファルト・ポケットブック』 1993年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文80ページ・実費領価1部 800円(送料実費は申込者負担)  
ハガキにてお申込み下さい。

#### 主な 内 容

- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- 石油アスファルトの価格
- 道路投資額と石油アスファルト需要
- 平成5年度の道路予算
- 道路の現況
- 道路整備5ヵ年計画
- 参考資料
- 石油供給計画
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 住所録
- 会員名簿
- 関連官庁・関連団体

# 排水性舗装の機能とそのメカニズム

丸山暉彦\*  
大川秀雄\*\*  
帆苅浩三\*\*\*

## 1. はじめに

滑り止め舗装として昔から使用されていた開粒度アスコンは、耐久性に問題があったため、交通量の増大と大型化に伴って次第に使用されなくなってきた。他方、ヨーロッパでは、バインダーの骨材把握力を高めることによって開粒度アスコンの耐久性を強化し、ポーラスな排水性舗装がつくられた。バインダーの骨材把握力を高めるために、ヨーロッパでは細粒ゴムを膨潤させたアスファルトが発達したが、わが国では独自に樹脂入り高粘度バインダーを開発し使用している。このバインダーの性能が画期的であったため、開粒度アスコンの種々の問題が解決され、排水性舗装の施工延長が急激に増加した。

このように、排水性舗装の普及には新しいバインダーの開発が不可欠であったが、それは開粒度の排水性舗装のメカニズムが、密粒度の不透水性舗装のそれとは根本的に異なるからで、本編ではその相違を整理して考察することにしたい。

## 2. 荷重支持のメカニズム

図-1は、密粒、開粒それぞれの混合物中に骨材が分散している様子を模式的に描いたものである。密粒混合物が荷重を支持するためのメカニズムは、大きな骨材の間にできる隙間を小さな骨材で埋め、その隙間をさらに小さな骨材で埋めるというふうに、できるだけ緻密な構造をつくることにある。せん断変形に抵抗する力はモルタルの内部摩擦であり、引っ張り力に抵抗する力はバインダーの分子間結合力である。開粒混合物が荷重を支持するメカニズムは、粗骨材の接点に作用する圧縮力が主で、骨材がアーチを形成している。引張り力に対しては、バインダーが骨材をグリップする力で抵抗している。したがって、開粒混合物の場合には粘着力の強いバインダーが必要とされ、その膜厚

も大きい方がよい。また、空隙内を水や空気が自由に移動するため、それらによるバインダーの劣化を防止するためにも、大きな膜厚が必要とされる。

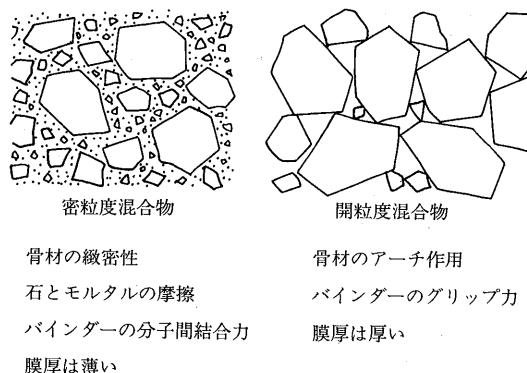


図-1 混合物中の骨材の分散

以上のように、開粒混合物が荷重を支持するメカニズムは、密粒混合物とは全く異なり、この相違は両者が骨材及びバインダーに要求する性質を別のものにしている。また、混合エネルギーや締固めエネルギーについても異なる観点に立って考察しなければならない。

図-2に、密粒混合物と開粒混合物に対するマーシャル試験の結果を示す。マーシャル試験は混合物の最適アスファルト量を定めるために行う試験であるが、開粒混合物は、圧縮力に対しては、骨材のアーチ作用によって抵抗するために、そのマーシャル安定度はアスファルト量に影響されない。密粒混合物は、載荷ヘッドからの荷重に対し、モルタルのせん断力で抵抗するために、アスファルト量が少な過ぎても、多過ぎても機能を発揮できない。すなわち、マーシャル試験のような荷重に対して、密粒混合物は最適アスファルト量をもつてのに対し、開粒混合物はそれをもたない。

また、開粒混合物のマーシャル安定度は500kgそこそ

\*まるやま てるひこ 長岡技術科学大学建設系教授

\*\*おかわ ひでお 新潟大学工学部助教授

\*\*\*ほかり こうぞう 福田道路㈱技術研究所

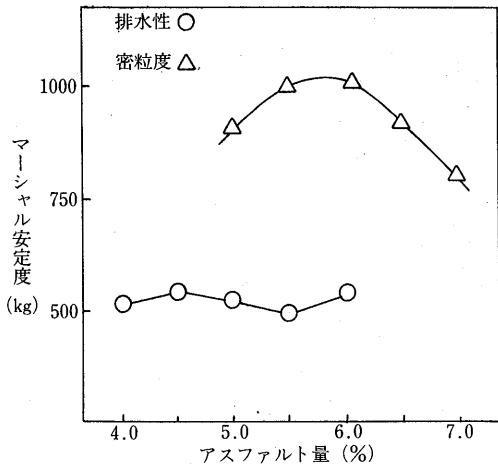


図-2 排水性混合物と密粒度アスコンのマーシャル安定度

こしかないが、決して弱い混合物ではなく、圧縮力に對しては大きな抵抗力をもっている。図-3はホールトラッキング試験の結果であるが、動的安定度は5000回/mmに近いのが普通である。マーシャル試験では開粒混合物の力学的性質を正しく評価することができない。また、動的安定度からも開粒混合物の最適アスファルト量を定めることはできない。アスファルト量が増加すると、密粒混合物の動的安定度は低下し、わだち掘れができやすくなるのに対し、排水性混合物の動的安定度はアスファルト量に影響されない。このことも両者の荷重支持のメカニズムの相違をよく示している。なお、図-2、図-3は排水性混合物には高粘度バインダーを、密粒混合物にはストレートアスファル

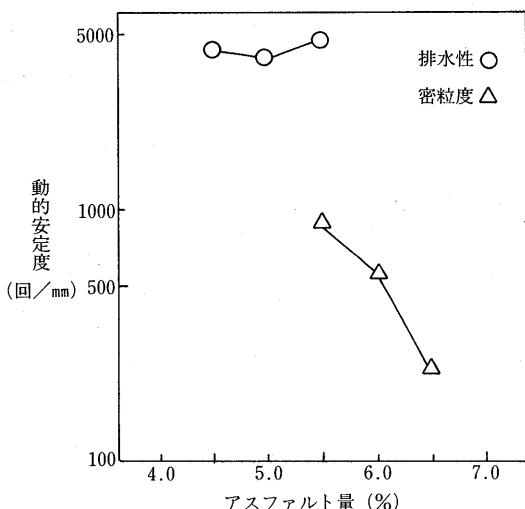


図-3 排水性混合物と密粒度アスコンの動的安定度

トを用いたものである。また、排水性舗装用混合物のバインダーとしてストレートアスファルトを用いると、動的安定度は低下する。すなわち、ホールトラッキング試験を排水性舗装用バインダーの良否を評価するための一方法として用いることは可能である。

### 3. 高粘度バインダー

表-1に排水性舗装用に開発されたバインダーの性質を通常のストレートアスファルトと対比して示す。

表-1 排水性舗装用に開発されたバインダーの性質

項目	開粒度用 バインダー	ストアス 60/80
タフネス (25°C)	kgf·cm	370
テナシティ (25°C)	kgf·cm	260
60°C粘度	poise	491,000
フーラス脆化点	°C	-34
		-9

ストレートアスファルトのタフネスは20~60、テナシティは0~20の範囲にある。ゴム入りアスファルト、樹脂入りアスファルトなどの特殊アスファルトでは、タフネスは50~200、テナシティは20~150である。排水性舗装用バインダーはタフネスが370、テナシティが260といずれも大きな値を示し、骨材を把握する力の強いことがうかがえる。ただし、高粘度バインダーに対するタフネス・テナシティ試験は容易でない。その荷重と変位の関係は図-4のようになる。すなわち、粘着力が非常に強く、荷重のピークが2箇所に生じる。また、最後にはヘッドあるいは容器の底から突然にはがれる形で試験が終了する。

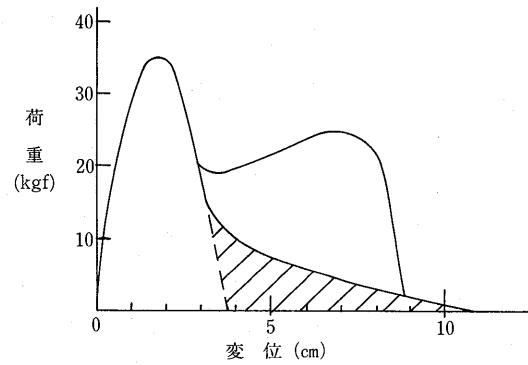


図-4 タフネス・テナシティ試験

表-1には、高粘度バインダーの60°C粘度が50万ポアズもあることが示されている。種類によっては100万ポアズのものもつくられている。60°C粘度は、ストレートアスファルト60/80で約2000、ゴム入りアスファ

ルトで8千~2万、ローンアスファルトであるAC100では1万、普通の樹脂入り改質アスファルトで5万~10万ポアズである。排水性舗装用に開発されたバインダーがいかに大きな粘度をもっているかがわかる。粘度が大きいということは固いということであり、それは脆さにつながる。しかし、このバインダーのフランク脆化点は、表-1に-34°Cであることが示されている。ストレートアスファルトではこれが-9°Cである。排水性舗装用バインダーは固いながら、低温における柔らかさも備えている。

図-5に排水性舗装用バインダーとストレートアスファルトの粘度温度曲線を示す。これによれば、排水性舗装用バインダーの混合温度は200°Cを、締固め温度は180°Cを超える。しかし、混合温度とミキサー負荷の関係を示した図-6によると、排水性混合物の場合、混合温度が160°Cであってもミキサーの負荷は大きくなりず、とくに高温で混合する必要はない。また、温度を変えて混合物を締め固める試験をしたところ、締固め温度は160°Cで十分であるとの結果が得られている。

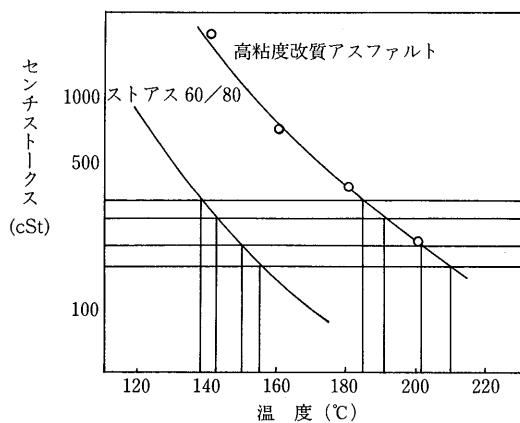


図-5 高粘度改質アスファルトの温度・粘度曲線

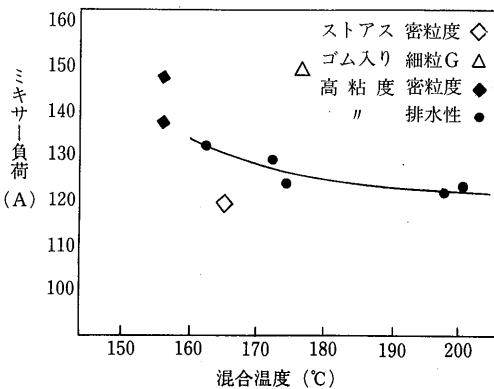


図-6 混合温度とミキサー負荷の関係

ること。このことは、高粘度バインダーの高温域における液体としての挙動がストレートアスファルトとは異なり、すり速度の上昇にともなってすり応力が比例しなくなる、いわゆる非ニュートン液体としての性質を示すことに起因すると考えられている。また、開粒度混合物は、細粒分が少なく、粒子間の摩擦が少ないと混合や締め固めを容易にしているのである。温度管理が適切であれば、マカダムローラ1、2回の転圧で所定の密度が得られるといわれている。以上のことから、排水性舗装用混合物の混合温度、締め温度は、これまでの粘度温度曲線から定める方法が適用できないといえる。今後の課題として、高粘度バインダーの液体としての性質と実際の混合速度や締め固め速度を考慮して、従来までの静的な粘度測定に変わる動的な粘度測定により排水性舗装用混合物の混合温度、締め温度を決定する必要があろう。

今のところ排水性舗装用混合物の性質を力学的に評価できる試験法がなく、今後の三軸試験等による検討に期待するしかない。高粘度バインダーを用いた排水性舗装が、1989年10月に初めて施工されて4年経過しているが、機能的寿命はともかく構造的には重交通のところにおいても、十分な耐久性を有している。骨材のアーチ作用による荷重支持であることと、路面温度があまり上昇しないことのために、むしろ、流動変形に強く、わだち掘れのできにくい材料であるともいえる。

図-7はFWDたわみから逆解析によって求めた密粒混合物および排水性舗装用混合物の弾性係数である<sup>1)</sup>。両者の弾性係数にはそれほど差はない、アスファルト舗装要綱において排水性舗装の等値換算係数を1とした根拠の一つとなっている。図-7の横軸は表層の温度勾配を考慮した平均温度であるが、とくに、開粒度アスコンの場合は密粒度アスコンに比べて温度が高く

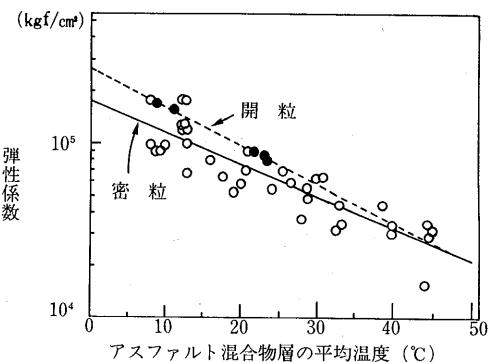


図-7 FWDたわみ測定値から求めたアスコン層の弾性係数

ならないので、耐久性にもよい結果が得られると考えられる。

#### 4. 排水機能

特別にふるい分けた単粒骨材を用いて開粒度アスコンを作成し、定水位透水試験を行った。空隙率はすべて25%になるようにアスファルト量を調整した。結果を図-8に示す。ダルシー則によると、透水係数とは動水勾配  $i$  と流速  $u$  の比例定数  $k$  のことであり、 $u = k i$  で表される。粘土や土に対する透水試験では、試料内部の水の流れが緩やかであり、 $k$  を一定とみなせる。しかし、空隙率の大きい開粒度アスコンの場合、図-8に示すように、動水勾配が変化すると透水係数も変化してしまう。これは空隙径の大きいところでは、水の流れが乱流になるためで、骨材寸法が1.2mm以下と小さくなつて空隙径も小さくなると、透水係数は一定値を示すようになる。したがつて、排水性舗装の透水係数を評価するためには、試験時の動水勾配も考慮しなければならない。動水勾配を固定して考えれば、骨材粒径が大きいほど透水係数は大きい。これは骨材寸法が大きくなると一つ一つの空隙径も大きくなるためで、目詰りによる機能低下も骨材寸法が大きいほど小さいと考えられる。

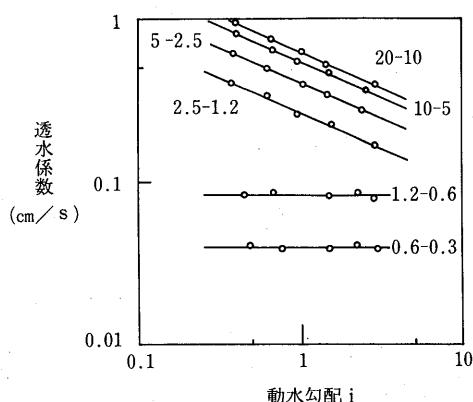


図-8 単粒骨材を用いた開粒度アスコンの透水係数（図中の数字は骨材粒径 (mm)）

表-2は透水方向による透水係数の違いを示したものである。骨材最大寸法は13mmで、動水勾配は通常の舗装の底面勾配に相当する2%に固定している。空隙率が大きいほど透水係数も大きい。水平方向の透水係数は鉛直方向のそれよりも2~3倍大きい。これは軸圧によって偏平な骨材が水平方向に配列されるためであろうが、表-2に示すとおり、偏平率との関係は明

確でない。水平方向の透水係数が大きいことは、排水性舗装内に吸収された雨水が速やかに排出されることを意味しており、好都合である。高速道路のわだち部はタイヤによるエアポンピングのため目詰りしにくく、また、砂や塵埃による目詰りは舗装表面数mmの部分だけという説もあり、そうだとすれば、雨水は容易に排水性舗装内部に入り、側方へ排出されるため、経時的な排水機能の低減はあまり心配しないでよいかも知れない。表-2に示した透水係数は脱気水を用いた試験から得られたものであるが、雨水には空気が含まれており、空隙内に気泡を形成するため、実際の透水係数は表に示した値よりも小さくなる。その減少の程度は約7割と考えられる。

表-2 透水方向による透水係数の違い

空隙率 (%)	骨材偏平率 (%)	透水係数 (cm/s)		水平/鉛直
		鉛直	水平*	
20	16	0.23	0.66	2.9
20	9	0.25	0.66	2.6
20	26	0.22	0.80	3.6
24	16	0.62	1.31	2.1
24	9	0.46	1.18	2.5
24	26	0.33	1.61	4.9
25	16	0.63	1.74	2.8
27	9	0.75	1.66	2.2
27	26	0.75	1.37	1.8

\*透水係数は  $i = 0.02$  のときの値

排水性舗装の上に連続的な降雨があり、舗装全体が雨水で飽和されている状態を考える。このとき、『単位時間当たりの降雨量』=『透水による路肩排水量』の条件から、排水可能な降雨強度を計算してみよう。

透水係数 :  $k$  (cm/s)

舗装底面勾配 :  $i$

舗装厚 :  $D$  (cm)

排水距離 :  $L$  (cm)

降雨強度 :  $r$  (mm/h)

とすると、単位幅当たりの降雨量と排水量の関係は

$$L \cdot r = D \cdot k \cdot i \cdot (3600 \cdot 10)$$

となる。すなわち

$$r = D \cdot k \cdot i \cdot (3600 \cdot 10) / L$$

なる降雨強度までは、浮き水を出さずに済む。ここで

$$k = 1 \text{ cm/s}$$

$$i = 0.02$$

$$D = 4 \text{ cm}$$

$$L = 800 \text{ cm}$$

と仮定すると

$$r = 3.6 \text{ mm/h}$$

となる。この降雨強度は小雨（1～5 mm/h）と呼ばれている程度のものであるため、この舗装条件では連続して降る並雨（5～10 mm/h）には対処できない。ただし、舗装の全面積にわたって浮き水が出るわけではなく、水が集まる下流側（側方）で浮き水が出るが、上流側（道路中央）は余裕を残している。この例から排水機能は意外に小さいとの印象を持つかも知れない。しかし、降り始めから飽和するまでは浮き水を出さずにするごとに、雨が小降りになったり、小休止している間でも排水はコンスタントに行われるため、広い面積にわたって浮き水が出ることはそう多くない。なお、排水距離（車線幅）Lは固定されているので、排水能力を上げるには、舗装厚D、透水係数k、舗装底面勾配iのいずれかを大きくすればよい。

## 5. 騒音低減機能

排水性舗装は、ヨーロッパでは騒音低減機能を主たる目的として使用されている。排水性舗装上の交通騒音が小さくなるのは、多孔質の舗装自体が吸音性をもち、タイヤ音やエンジン音を音源の直近において吸音することと、高速で回転し変形するタイヤから生じる圧縮された空気が、排水性舗装の空隙に吸収されて、いわゆるパターンノイズを生じにくくすることが原因と考えられている。しかし、舗装自体の吸音による騒音低減効果は小さいとする研究も報告されている<sup>2),3)</sup>。

表面凹凸の小さい路面ほど交通騒音が小さくなり、骨材の最大寸法が関係する。図-9はドイツにおいてトレーラ型騒音測定装置によって得られたタイヤ近傍騒音であるが、骨材の最大粒径の小さいほどタイヤ騒音が小さい<sup>4)</sup>。排水性舗装を低騒音舗装として利用するには、骨材の最大寸法を10 mm以下にするのが望ましいと述べられている。排水機能を優先する場合は、骨材寸法を大きくして、空隙率と透水係数を大きくする方がよいが、騒音低減機能を優先する場合には逆になる。目潰れ、目詰りの問題もあって、現状では骨材最大寸法をあまり小さくすることはできない。

また、排水性舗装の厚さが厚いほど交通騒音は小さくなり、舗装厚を4 cmから5 cmに1 cm厚くするだけで、騒音は数デシベル減少したケースもある<sup>5)</sup>。

わが国でも、すでに多くの排水性舗装の試験施工が実施され、騒音測定結果についても多数の報告がある。隣接する不透水性舗装と比べて、騒音が4～6 デシベル低下したとする報告が多い。表-3に示すように5

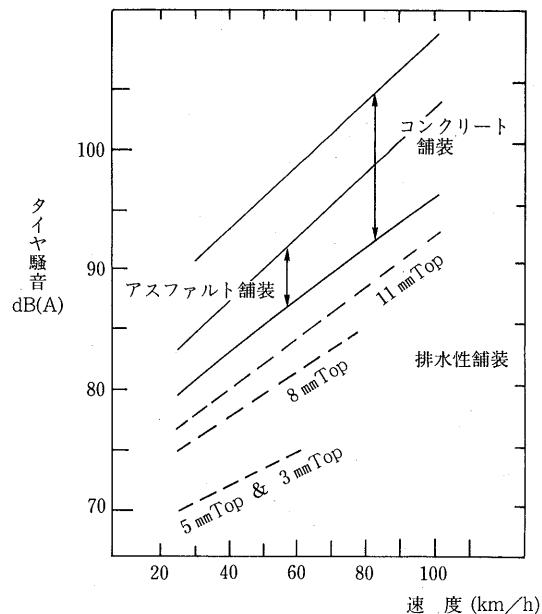


図-9 タイヤ直近で測定したタイヤ騒音

デシベルの騒音低減ははっきりと認識でき、その効果は大きい。理論上は交通量を半分にしても、騒音は3 デシベルしか減少せず、また線音源の場合は距離を2倍にしても、騒音は3 デシベルしか減少しない。自動車メーカーは自動車から発生する騒音の低減に大きな努力を注ぎこんでおり、現在ではこれ以上低減が不可能だという限界に達しているという。0.1 デシベルの騒音低減のために数千万円の研究費が必要ともいわれている。そのような立場から見れば、舗装を改善するだけで一挙に数デシベルの騒音低減が得られるのは、まさに技術革新であって、大きな期待が寄せられている。騒音低減機能は目詰りによる機能低下が著しく、1年もすれば効果がなくなるという報告が多いが、騒音低減の社会的要請が大きい現状を認識すれば、より大きな効果をより長時間持続させる研究が必要であろう。

表-3 騒音レベルの変化に対する主観的な印象

レベルの変化 (dB)	主観的な印象
3	認識できる限界
5	はっきりと認識可能
10	大きさを半分に感じる

## 6. その他の機能

排水性舗装には、排水機能に基づく派生機能として、視認性の改善がある。視認性の改善には、路面が濡れないことによる路面標示の視認性改善、霧のような水

しぶきが上がらないことによる視認性改善、路面が光らないことによる夜間の視認性改善の3種類が考えられる。視認性の改善は、水跳ね防止やハイドロブレーニング防止との相乗効果により、高速交通時の交通事故減少に大きく寄与している。排水性舗装は一つのエポックメイキングな技術であり、これによって交通事故が防げるなら、それが与える社会的便益は相当なものになる。

排水機能に基づくもう一つの派生機能として、集中豪雨時のピーク洪水時間を遅らせる効果がある。都市の道路舗装率が100%近くになって、雨水が地下に浸透する量が減っている。道路への降雨はすぐに側溝に排出され、たちまちのうちに河川へ放流される。都市の中小河川は集中豪雨時の雨水を収容しきれず、市街地にあふれさせてしまうことが多い。排水性舗装は、内部に雨水を貯留することによって、洪水のピーク時間を見延らせ、河川の負担を軽減することができるが、舗装面積、舗装厚と貯留可能な降雨量との関係については今後の研究が必要である。

排水性舗装の重要な機能の一つに、直射日光下における路面温度の上昇防止効果がある。排水性舗装の空隙内に残されたわずかの水が蒸散して、路面温度を下げる効果もある。これは、先述したようにアスファルト舗装の寿命増加につながるし、わだち掘れ防止効果もある。また、日光の照り返しを防ぐことによって都市のヒートアイランド防止効果が期待される。図-10は、8月の晴天が数日続いたある1日の路面温度を測定したものである。気温は30°C近く、密粒度アスコンは正午過ぎには60°Cに達している。空隙率18, 21%の排水性舗装はそれにより2~5°C低いだけだが、空隙率24%の舗装は20°Cも低い。この性質はもっと積極的に利用されてもよいと思う。草地や森があると、夏の都市の温度はそれほど上がらないといわれているが、排水性舗装上に散水車を利用して打ち水すれば、快適な環境を創成することができるかも知れない。

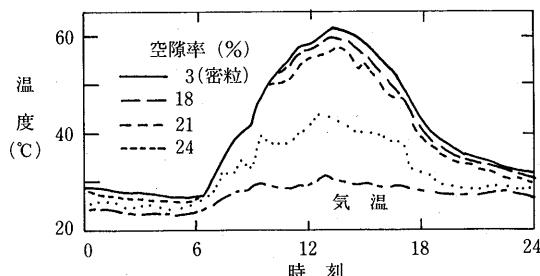


図-10 排水性舗装路面温度の空隙率による相違

## 7. おわりに

数あるアスファルト舗装技術のなかで、一般の人たちから注目されるものはあまり多くないが、最近は、悪天候時に排水性舗装上の走行を体験した人たちから「あれはいったいなんですか?」と聞かれることが増えている。舗装に関わる一研究者として、少しは役に立つことをしているのかと、世間に認められるのは悪い気はしない。また、排水性舗装は多様な機能を有しており、それらをつぶさに検討するのは一つの研究機関だけでは不可能である。舗装材料や施工法の研究以外に、水理学、音響学、雪氷工学、光学、環境工学、心理学、経済学等々、様々な研究者の協力が必要である。舗装が専門でない研究者が関心を示してくれる数少ないテーマの一つといつてもよい。排水性舗装の問題点は価格が高いことと、機能が長持ちしないことの2つであると考えられるが、価格については、何度も述べたように近来まれに見る新技術であるし、そのメリットを考慮すればもっと高くてよい。機能の長寿命化は最も重要な研究課題といえよう。排水機能については、数か月でその効果を失うものから、3年を経過しても快適な雨天時走行性能を保持している舗装もある<sup>6)</sup>。なぜそのような差ができるのか。材料、配合、施工、環境等、種々の条件を分析して、よりよい排水性舗装ができるよう努力を続けたい。

## — 参考文献 —

- 1) 阿部長門, 雜賀義夫: 排水性舗装の力学的評価, 道路建設, No.536, 1992.9, p48.
- 2) 名嵐政司, 宮川隆巳, 石田稔: 排水性舗装の吸音性とその評価について, 日本音響学会誌, Vol.49, No.6, 1993.6, p401.
- 3) 名嵐政司: 排水性舗装の吸音効果による騒音低減量の試算, 舗装, Vol.28, No.8, 1993.8, p3.
- 4) S. Huschek : Influence of Road Surface Roughness on Tire Noise Generation in the Federal Republic of Germany, ASTM STP 1031, 1990, p430.
- 5) 帆苅浩三, 丸山暉彦, 富田尚隆: 排水性舗装における舗装厚と吸音特性, 舗装, Vol.27, No.7, 1992.7, p21.
- 6) 青木秀郎, 鶴窪廣洋, 永闕久信: 高速道路における排水性舗装の室内試験と供用性調査, 舗装, Vol.27, No.8, 1992.8, p30.

# 排水性舗装の配合設計と施工

原 富 男\*

## 1. はじめに

最近あちらこちらで採用され、普及が急激に進んでいる排水性舗装について、数多くの室内実験結果や施工現場の報告がなされ、私もいくつかの現場の配合試験・試験施工、本施工に立会って多くの知見を得た。

ここでは、これらの体験と私見を交えながら、混合物の配合と施工について報告することとする。

## 2. 配合物の基本的性状

排水性舗装に用いられるアスファルト混合物（以下排水性混合物）は、排水性、騒音低減などの機能を発揮させるために、通常のアスファルト混合物（以下通常の混合物）に比べて非常に多くの連続した空隙を有する配合となっている。

通常の混合物は、連続する粒度の骨材の噛み合せや骨材間隙をモルタル分で充填することによって、必要最小限の空隙を持たせ、空気や水の浸透を極力さけバインダーの劣化を防ぐとともにアスファルト舗装体としての強度を発揮するように配合されているが、排水性混合物は単粒度の粗骨材を大量に使用し、その骨材間隙をできるだけ充填せずに連続した空隙を保有する配合とし、排水性、騒音低減といった機能をもちながらアスファルト舗装体としての強度も合わせ持つことが要求されている。

したがって、排水性混合物では水や空気の影響を受けバインダーが劣化しやすい状態となり、また骨材間の接触面積も少なくなることから、強度不足や骨材の把握力不足が生ずることが懸念された。最近では骨材の把握力を高めた特殊バインダーの開発や添加材の開発、あるいは劣化を極力低減するための配合手法の検討によって、これらの問題に対応し、施工されているのが現状である。

### 2.1 粗骨材と空隙

一般に混合物の空隙としては、図-1の概念図に示

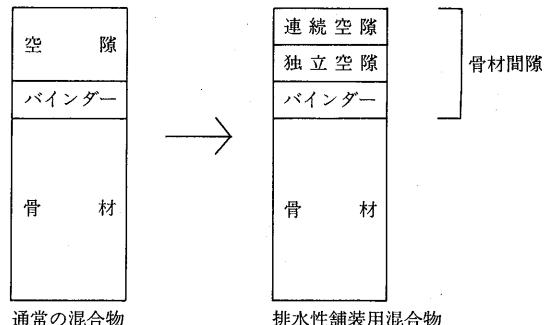


図-1 排水性混合物の空隙

した骨材間隙のうち、バインダーが占める容積を除いた部分を計算で求めて取扱っているが、この空隙をよく観察してみると、混合物の中で独立した状態で存在する空隙（以下独立空隙）と外部からの空気や水が浸透できるように外部とつながっている空隙（以下連続空隙）とがある。しかし、排水性舗装の機能を発揮するために必要な透水や吸音といった特性に影響する空隙は連続空隙であるという実験結果などから、排水性混合物を検討する場合の空隙としては、連続空隙の量を対象とするのが適当であると考えられる。

骨材の粒径と空隙の質に関する研究報告によると、同じ材質の粗骨材の粒径を分級し、細骨材、石粉、バインダーの量を統一とした場合の空隙の質の違いは、図-2に示すように通常の空隙率（全体空隙率）はどの粒径の混合物でも23~25%とほぼ一定の値となっているが、連続空隙率と独立空隙率の割合は粒径によって異っていることが判る。特に分級した粒径のうち、最小の粒径と空隙の質が相關しているようである。

すなわち、粗骨材の最小粒径の大きな混合物の方が連続空隙率の割合が多くなる傾向に有り、排水性混合物として望ましい方向にあるといえる。

また、同じ材質の粗骨材を用い、粒径、配合比率を同じにした排水性混合物で、偏平な粗骨材（L/Hが3

\*はら とみお 福田道路技術研究所 所長

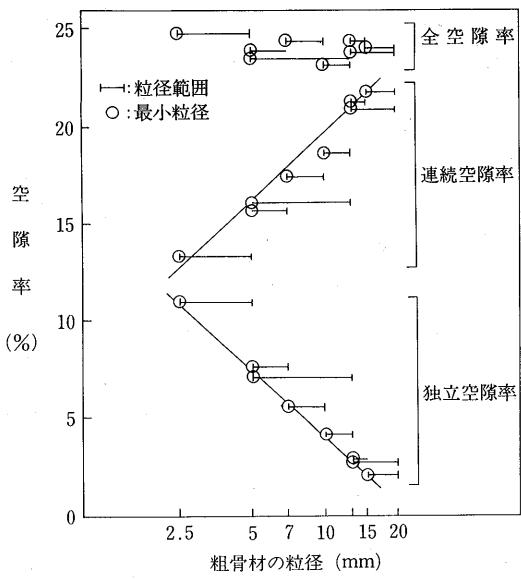


図-2 粗骨材の粒径と空隙率の関係

以上)の含有率が変化した場合の空隙の質については図-3に示すように、偏平な粗骨材が多くなるほど全体空隙率が低下する傾向にあるが、特に連続空隙率の割合が低下しているのが判る。すなわち排水性混合物に用いる粗骨材の粒形は、できるだけ偏平な骨材を含まない方が望ましいといえる。

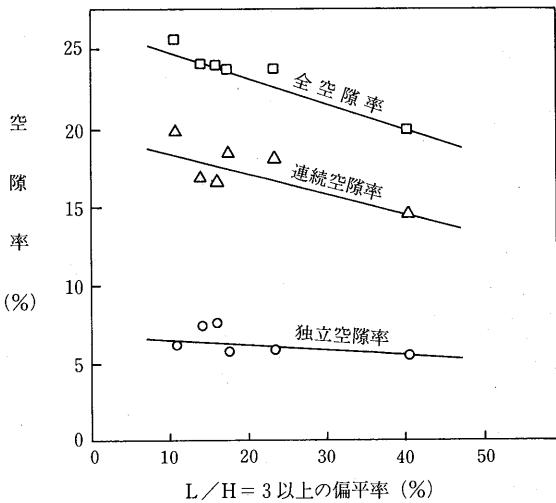


図-3 粗骨材偏平率と空隙率の関係

## 2.2 空隙率と透水・吸音特性

排水性舗装の機能に影響を与える透水・吸音特性について前述の分級粗骨材を用いた混合物で透水係数、管内法によるピーク吸音率を測定し、連続空隙率で整理してみると図-4、図-5に示すような結果となっ

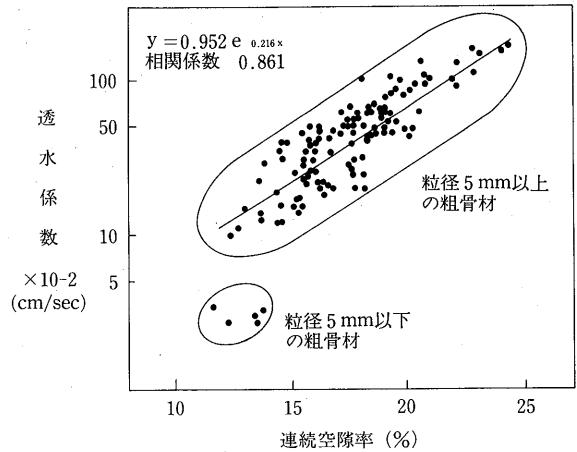


図-4 連続空隙率と透水係数の関係

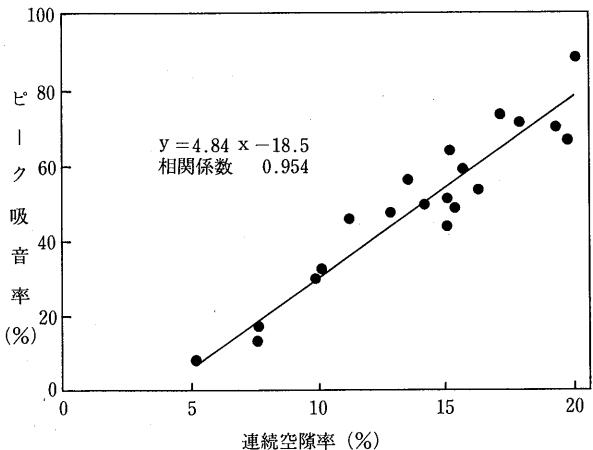


図-5 連続空隙率とピーク吸音率の関係

た。

排水機能に影響を与える透水係数については、図-4に示すように粗骨材粒径が5mm以上の場合には連続空隙率と透水係数は正の相関関係にあり、連続空隙率が大きければ高い透水係数が得られる事を示しているが、粗骨材粒径が5mm以下になると、透水係数が急激に小さくなる傾向にあり排水機能にはあまり寄与しない連続空隙となってしまうようである。

一方、管内法によるピーク吸音率については、図-5に示すように粗骨材の粒径には関係なく連続空隙率と直線的な関係にあり、連続空隙率が大きくなればピーク吸音率も大きくなる傾向を示している。

このように同じ連続空隙でも透水性と吸音性では異なる傾向を示した原因是、空隙の径と空気と水の粘性に関係しているものと考えられ、排水性舗装を透水性を重視して考えるならば粗骨材の粒径は5mm以上が

望ましいと思われる。

### 2.3 排水性混合物の耐久性

排水性混合物に求められる耐久性は次の2つに大別できる。1つは水や空気といった自然環境に対する耐久性ともう1つは供用に伴なう破損や機能低下に対する耐久性である。

前者は骨材の水浸ハク離やバインダーの劣化が問題となり後者は骨材の飛散、目潰れ、目詰まりが主な問題となっている。

骨材の水浸ハク離対策としては通常の混合物と同様消石灰の使用が効果的であるとの報告もあるが効果の持続性も含めて今後の検討課題であろう。ハク離抵抗性の試験としては、水浸マーシャル試験、水浸ホイルトラッキング試験、水浸カントアプロ試験（供試体を60°Cの温水中で48時間又は96時間養生した後、カントアプロ試験を行う）などが行なわれているが、排水性混合物の水浸ハク離抵抗性の評価方法としてどの方法が適切か結論が得られていない。骨材の種類、バインダーの種類と量などの条件の差によって試験結果の差が大きく現われるのは、水浸カントアプロ試験のようである。

バインダーの劣化対策としては、劣化しにくいバインダーを使用することが望ましいが、さらに排水性混合物では、劣化の影響を受けにくくする目的で骨材を被るバインダーの膜厚をできるだけ厚くする方法がとられている。バインダーの膜厚を確保する方法としては、排水性舗装用高粘度バインダーのように、比較的粘度の高い温度範囲で混合し膜厚を確保する方法と、植物繊維などの添加材を用いて膜厚を確保する方法とが採用されているがその膜厚と劣化防止効果については明確な結論は得られていない。

骨材の飛散抵抗性については、ヨーロッパで広く行なわれているカントアプロ試験による検討がなされている。これはマーシャル供試体をロサンゼルスリヘリ試験機のドラムの中に入れ、鋼球を使わずに回転させ飛散した混合物量をカントアプロ損失量として表わし、飛散抵抗性の評価をしようとするものである。ただし排水性混合物のカントアプロ損失量の基準値をいくつにするかはヨーロッパ諸国でも一定しておらず、我国でも交通条件等に合せた基準値の検討が必要となってくるであろう。

これまで報告されているカントアプロ試験の結果をみると、骨材配合率が同じであればバインダー量が多くなる程骨材間結合力が大きくなりカントアプロ損失量は

小さくなる傾向にある。すなわち、カントアプロ損失量の上限値を設ければ、飛散抵抗を考えるうえでの最小バインダー量の推定が可能となると思われる。一方、粗骨材の粒径だけを変化させた場合のカントアプロ損失量は図-6に示すように粗骨材の最小粒径が13mmを超えるような骨材を用いる場合にはカントアプロ損失量が急激に大きくなる傾向にあるので、バインダーの種類や量の検討を慎重に行なう必要があるようである。

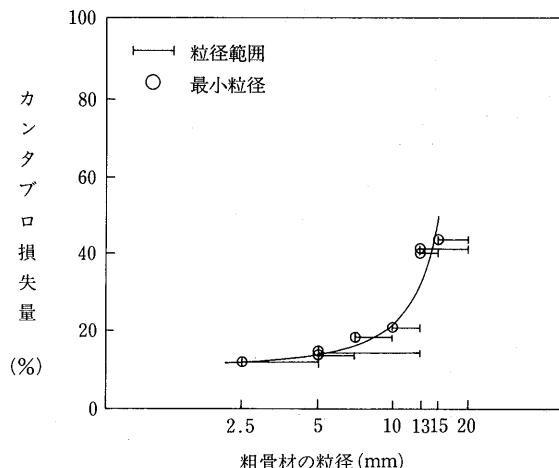


図-6 粗骨材粒径とカントアプロ損失量の関係

排水性舗装の耐久性を検討するとき、機能の低下を防ぐことは最も重要な問題の一つである。機能の低下を引き起す原因は主として目潰れと目詰まりである。

ホイルトラッキング試験機を使用し、トラバース走行を行ってシュミレートした目潰れの実験で、透水係数の変化で機能の低下を表現した報告では、車輪走行による目潰れの進行で変化する透水係数は、初期の供試体の空隙率が大きい程変化する割合が小さくなり目潰れしにくく、また、バインダーの種類を変えた実験結果からは、バインダーの60°C粘度が高いもの程透水係数の変化する割合が小さくなり目潰れがしにくくなる結果となっている。この目潰れに対する耐久性の検討の結果から、現在実施されている排水性舗装の空隙率のように、骨材の耐飛散性などの観点から、22%程度を上限と考え、D交通路線で供用5年時点で透水係数で初期の50%以上を確保するためには、バインダーの60°C粘度は200,000 poise以上が必要であり、高粘度改質アスファルトの使用が目潰れの抑制に対して有効であると報告している。

機能の耐久性を確保するために解決しなければならないもう一つの問題に目詰まりがある。実道における

目詰まりは空隙率の小さい場合程早く進行し、位置としては車輪通過位置よりも路肩部などその他の位置で舗装表面から早く目詰まりが進行するようである。

舗装構造的には道路の勾配が大きな箇所や導水構造物を設けている箇所などのように排水勾配が大きくなると思われる箇所では目詰まりの進行が遅くなる傾向にある。

目詰まりを防止する方法については、混合物の配合や舗装構造などの面から研究が進められているのが現状である。一方目詰まりした部分の機能を回復させる方法として目詰まり物を除去する方法が試みられておりその成果が期待されている。

### 3. 配合試験

排水性混合物の配合試験には一般にマーシャル供試体を用いた、空隙率、透水係数の測定と、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、カンタプロ試験、ダレ試験、割裂試験などが行なわれているが、その評価方法や評価基準が定まっていないのが現状である。

排水性混合物の性状と機能、バインダー量の関係は一般に図-7、図-8に示す関係が成り立つ。しかしながらバインダーの必要な膜厚を確保し、しかも骨材との接着力を確保するためには、バインダーの種類や添加材ごとに混合温度や混合条件などの選定が重要となってくるが、排水性混合物のような単粒度アスコンの特徴を踏えたこれらの条件に関する十分な資料が得られていないのが現状である。一般的には目標とする骨材間隙が得られる骨材配合において、バインダーの種類毎にある温度で混合した場合、骨材を飛散させないため

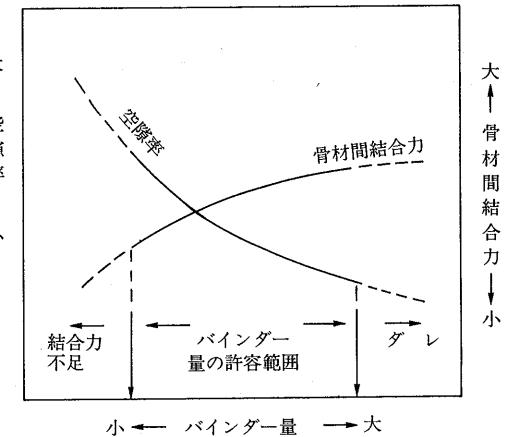


図-8 バインダー量と空隙率・結合力の概念図

のバインダーの最小量と、ダレてしまって骨材表面に保有できなくなるバインダーの最大量があり、排水性混合物で要求される機能や耐久性を加味してこの範囲内でバインダー量を決めている。しかし、バインダー種類毎の混合温度の決め方については種々な意見が交わされているところである。諸外国の例を見ても、アメリカのOGFCではバインダーの粘度が800センチストークスとなる温度が適切な温度としているが、ヨーロッパでは500センチストークスとなる温度が適切な温度であるという報告もなされている。いずれにしても、混合温度の選定は排水性混合物の性状や耐久性、施工性や舗装の出来形にまで影響を与えるので早急な統一見解を望みたいところである。

排水性混合物の配合設計方法として確立された方法はないが、現在実施されている一般的な配合試験方法は、目標となる空隙が得られるような骨材配合をいくつか選定し、それぞれの配合に適したバインダー量を決定し排水性混合物としての性状を確認して配合率を決定する方法である。この手順の中でバインダー量の決定方法については特に種々な方法が提案されているが、大別すると次の3つの方法に分類される。

#### ① 複合判断による方法

各配合粒度毎に、バインダー量を0.5%程度ずつ数点変化させて、マーシャル安定度試験、ホイールトラッキング試験、カンタプロ試験、ラベリング試験、割裂試験、ダレ試験などの試験の中から数種類の試験を行ない、それぞれバインダー量の適切な範囲を算定し、各試験項目に共通するバインダー量の範囲の内から適正バインダー量を決める。

最近実施されている例では、カンタプロ試験結果

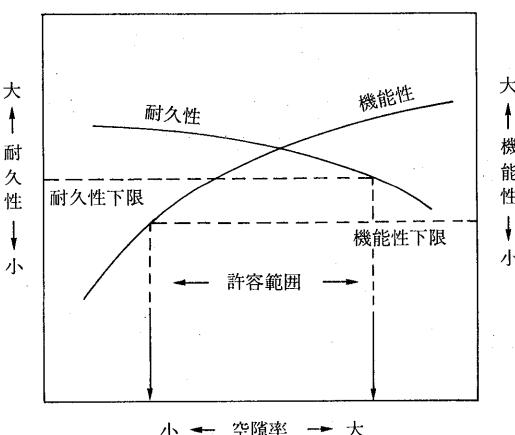


図-7 空隙率と耐久性・機能性の概念図

による必要最小限のバインダー量とダレ試験結果による保有可能な最大限のバインダー量の範囲の中央値をもって適正バインダー量としている例などがある。

### ② バインダー膜厚を最大にする方法

各配合粒度毎にダレ試験を用ない各粒度での保有可能な最大バインダー量を算出し、目標空隙率を確保できる配合及びバインダー量を決定する。

例えば、粗骨材配合率を変えた場合の各配合毎にバインダー量を変化させた時の空隙率を同一グラフ内にプロットし、同じ空隙率の点を結ぶと図-9の実線のようなグラフが得られる。次に各粗骨材配合率毎にダレ試験を行ない、バインダーの最大保有量を同じ図の中にプロットし結ぶと図中の破線のような曲線が得られる。ここで目標としている空隙の実線と破線との交点から粗骨材の配合率とバインダー量を決める方法が行われている。

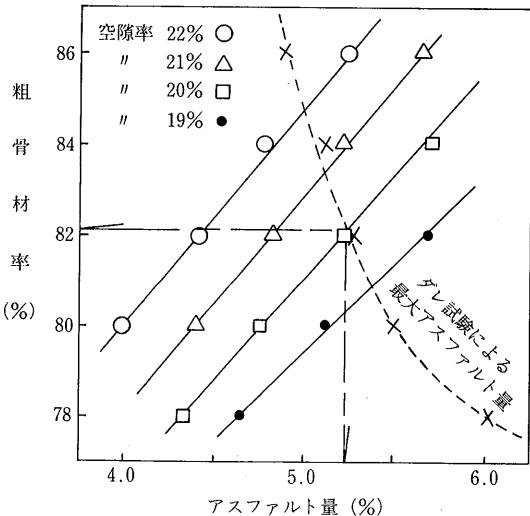


図-9 アスファルト量の設定例

### ③ 一定膜厚を確保する方法

目標空隙率が得られると思われる骨材粒度を決めその粒度分布から骨材表面積の計算式を活用して、一定膜厚となるバインダー量を算出する。配合決定後、ダレ試験により決定したバインダー量の保有が難しい場合には、混合温度を下げるか、バインダーの種類を変えるなどして一定の膜厚を確保する。

例えばバインダー量の計算には次の式が提案されている。

$$\text{膜厚 (mm)} = \frac{\text{アスファルト量 (骨材に対して)}}{\text{骨材 表面 積}} \times 48.8$$

骨材表面積 ( $f t^2/1b$ ) =  $2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.3e + 0.6f + 1.6g$   
ここで、a, b, c, d, e, f, g はそれぞれ 4.76, 2.54, 1.19, 0.59, 0.32, 0.15, 0.074mm ふるいの加積通過百分率である。

## 4. 混合物の製造と施工

### 4.1 混合物の製造

排水性混合物を製造するためのプラント設備は、通常の混合物と全く同じものを使用している。したがって、製造方法に関しても基本的には通常の混合物と同様であるが、配合や混合物性状が特殊であるため、これに対応した以下のような製造上の処置が必要となり混合効率が60~70%まで低下してしまうようである。

#### ① 製造上で材料ロスが発生する

排水性混合物はできるだけ単粒度の粗骨材を大量に使用した方がよい状況を確保できるので、通常は7号サイズ (5~2.36mm) の碎石や粗砂はほとんど使用しない。したがってプラントではこのサイズのホットビンは使用しないことが多く、製造中にオーバーフローを防止するために骨材の抜き取り作業が必要となる。



写真-1 オーバーフローしている例

#### ② 温度コントロールが難しい

排水性混合物では、混合不良、オーバーヒート、バインダーのダレを防止するため、特に厳しい温度管理が必要となってくる。通常の混合物ではドライヤーシュートロで骨材温度を感知し、バーナーの自動調整機能で温度コントロールされているが、排水性混合物はほとんどが単粒度の碎石を使用しているため、ドライヤーシュートロでの温度計による測定は難しくなり、オペレーターの経験や技能に影響さ

れることが多い。また、粗骨材だけでは加熱温度の均一化を図ることが難しいので、細骨材の送り量を使用量よりも多くし温度コントロールをしやすくして、余分量の細骨材はオーバーフローしないように製造中にホットビンから抜き取るといった対策も行われている。

### ③ 製造時間が長くなる

排水性混合物は高粘度バインダーや添加材を使用しているが、混合状態の確保や添加材投入作業のために混合時間が通常の混合物の1.5~2.0倍必要となる。また、プラントのホットビン容量やフリイ分け装置の能力が単粒度骨材を大量に使用する仕様になつてないため、ホットビンの計量待ちなどによるロスタイルが発生し、製造時間が長くなる原因ともなっている。

### ④ 貯蔵サイロが使用できない

排水性混合物は、接着力の強いバインダーを多量に使用し、粗骨材が多い配合となっているため、温度も変化しやすく、サイロ内の詰まりや固化が心配されるため、貯蔵サイロは一般的に使用されていない。したがって、製造した混合物は同時にダンプトラックによって現場へと運搬するため、ダンプトラックの台数が通常の混合物よりも多く必要となっている。

## 4.2 混合物の運搬

排水性混合物は通常の混合物に比べ粗骨材量が極端に多いことから、外気に触れる部分や風の当る部分では温度が下がり易いので運搬、施工に関しては十分注意が必要である。

排水性混合物と通常の密粒度アスコンを使って、室内で山積みにして同条件で扇風機で風を当てた場合、表面付近（表面から2cm中の部分）と内部（表面から10cm中の部分）の温度低下を測定した結果によると、図-10に示したように表面付近ではあきらかに排水性混合物の方が温度低下は急激となり、外気と接する部分の温度低下が早いと推測される。

混合物温度が低下するとバインダーの粘度が高くなり施工性や出来形に悪い影響を及ぼし、温度を高くすると運搬中にバインダーがグレてくる心配が有るので運搬中の保温については十分な対策が必要である。

一般的には次のような対策がなされている。

### ① 覆いと荷台

混合物運搬中の外気との接触を極力避けるために一般的に混合物の上にシート等で覆いを行っている

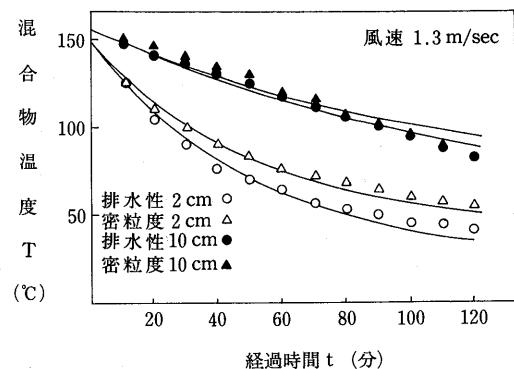


図-10 経過時間と混合物温度の関係

が、排水性混合物ではさらにその影響を少なくするために、シートを二重にして用いる場合が多い。

また、気温の低い時期では荷台側面からの温度低下が懸念されるため、ベニヤ板の設置などによって保温を行なう場合がある。

### ② 特殊な保温装置

冬期の夜間など、特に気温の低い時期では保温箱や特殊な保温装置を備えた運搬車を使用する場合がある。

### ③ 運搬時間を短かくする

施工現場までの運搬距離や時間は極力短くなるよう、出荷プラントや運搬経路などを配慮する必要がある。場合によっては交通量などの検討結果から施工時間帯を設定する方法もとられている。

## 4.3 施工

### 4.3.1 敷均し

排水性混合物の敷均しは通常のアスファルトフィニッシャーを用いて行われている。人力による敷均しはレーキングによって表面が粗くなり骨材飛散の原因ともなるため極力さけなければならない。したがって、敷均し後の手直しが生じないようフィニッシャーのセッティング等には十分注意をしなければならない。

また、排水性混合物はモルタル分が極めて少ないため、敷均しの際の端部処理はスリ付け処理がないよう配慮しているのが現状である。スリ付け部が有るような場合には、端部の厚さを2cm以上確保したサーフェイスダウンドとしている例が多い。

既設舗装との横断ジョイント部には排水性舗装部分にシールコートを施して、骨材飛散等に対する補強対策を行なっている例もあるが良好な結果を得ているようである。

#### 4.3.2 締固め

排水性混合物の締固めには、初転圧に鉄輪ローラ、二次転圧にタイヤローラを使用している例が最も多いが、仕上げ転圧にタンデムローラを使用する場合もある。

初転圧に用いる鉄輪ローラの種類は、マカダムローラか振動ローラであるが、転圧温度が低くなった場合などでは振動ローラの転圧で骨材が碎けることがあるので注意が必要である。

転圧方法は一般的に初転圧3～4往復程度、二次転圧1～2往復程度であるが、これは排水性混合物が初転圧で締り易く、二次転圧のタイヤローラによるニーディング効果があまり期待できないところからきている。鉄輪ローラとゴム巻きローラによる転圧効果を検討した報告によると、低温域(130°C)以下ではゴム巻きローラの締固め効果は鉄輪ローラと同等かそれ以下にしか期待できず、また高粘度バインダーを使用した排水性混合物の場合には、90°C以上の温度では混合物がゴム巻きローラに着しやすいことから、排水性舗装でのタイヤローラの使用に疑問を投げかけ、高い温度での鉄輪ローラでの転圧が重要であると報告している。

実際、欧米では転圧にタイヤローラを用いている例はほとんどない。わが国では、骨材が飛散しないよう表面の肌理を整えるといった目的で使用しているようであるが、これが骨材飛散にどの程度効果があるか明確になっていない。

いずれにしても適切な空隙を確保し、目潰れも生じさせず、十分な耐久性を持った排水性舗装を施工するには、バインダーの特徴をよく理解し、骨材粒度と締固め温度の関係を把握して、適切な施工機械の組合せ、施工温度の検討を行うことが重要である。

#### 5. おわりに

排水性舗装については、効果的な適用場所と構造設計基準の作成、使用材料・混合物に関する試験方法と評価基準の検討、配合設計方法の確立、機能の保持と回復に関する検討等々まだまだ解決しなければならない問題点は数多く残っている。舗装に携わっている研究者の皆さんのご努力によって、一日も早く地球に優しい、人に優しい機能性舗装として確立される事を期待している。

#### — 参考文献 —

- 1) 原富男、帆刈浩三、高橋修；「開粒度アスコンの評価試験に関する一検討」土木学会第45回年次学術講演会論文集第V部門 1990, P.162
- 2) 笠原彰彦、下田哲也；「排水性アスコンの配合設計に関する一検討」第19回日本道路会議論文集 1991, P.614
- 3) 鋼高速道路調査会、米国道路調査団「排水性舗装に関する米国調査報告書」1991
- 4) 野中政直、滝川勝則；「排水性舗装用混合物の基礎的研究」第19回日本道路会議論文集 1991, P. 628
- 5) 久保和幸、安崎裕、伊藤正秀；「排水性混合物の配合設計手法に関する一考察」土木学会第46回年次学術講演会論文集第V部門 1991, P.76
- 6) 奥平真誠；「カンタプロ試験」道路建設 1991, No.518, P.79
- 7) 笠原彰彦、根本信行、村上浩；「耐久的な排水性舗装の構築技術の標準化に関する一提案」道路建設 1993, P.44

☆

☆

☆

☆

☆

☆

## ダレ試験

排水性舗装用の加熱アスファルト混合物は粗骨材の配合が極めて多く(78~88%程度), ギャップ性が高い(2.36mmと0.6mm通過分の差が5~10%)ことから, 骨材表面へのアスファルト被膜の付着量や硬さが混合物のはく脱・飛散や交通荷重による空隙率の変化など耐久性に影響を与えることになる。

このようなことから, 排水性舗装用アスファルト混合物(アスコン)の配合設計では, アスコンの耐久性の確保のためにアスファルト被膜を厚くし, 同時に飛散の少ないアスファルト量を検討することが重要であり, 「ダレ試験」は評価試験の一種として行われるものである。

試験は一定の容器(日本ではマーシャルモールド, ホーローバット, 金網メッシュ, フランスではカゴ法, アメリカではパイレックスガラス皿など)に一定重量の混合物を入れ, 乾燥器の中で一定温度で一定時間養生した後, 混合物から滴下するアスファルト重量を評価する試験である。

我が国では日本道路公団試験法によって統一された方法が提案(JHS 232-1992)されている。ここでは, 排水性舗装用アスコンの最適アスファルト量を決めるための「付着試験(バット法)」として位置付けしており, 最適アスファルト量は混合物が静止状態で保持できる最大バインダー量は, バットに付着したアスファ

ルト量の損失率をグラフ表示し, 損失率の変曲点から求めることにしている。

試験は通常は42cm×27cm程度のバット(混合物2kgを薄く敷均せる大きさ)にアスファルト混合物試料2kgを敷均し, 試料重量を計量した後, あらかじめ165°Cの温度に調整された乾燥器内に1時間養生した後, 重量計量されている別のバットに混合物を移して重量を計り, 両者の差をアスファルトモルタル損失率(%)で表示する。この操作をアスファルト量0.5%刻みで7点で各3個ずつ計量することにしている。

結果の例を表-1及び図-1に示す。これによれば, 粒度(1), (2)のアスファルトモルタル損失量(付着率)はアスファルト量5.5%で, 粒度(3)については同様に5.0%でそれぞれ変曲点があることが推定される。この例では表-2に示す他の一連の試験結果を総合して, 粒度(3)で, アスファルト量5.0%を配合設

表-1 付着試験結果

(N=3の平均値)

	各バインダ量におけるアスファルトモルタル損失率 %						
	3.5%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
粒度(1)	0.03	0.07	0.18	0.31	0.57	1.39	2.48
粒度(2)	0.05	0.09	0.17	0.34	0.72	2.26	3.28
粒度(3)	0.05	0.08	0.20	0.44	1.26	2.85	4.17

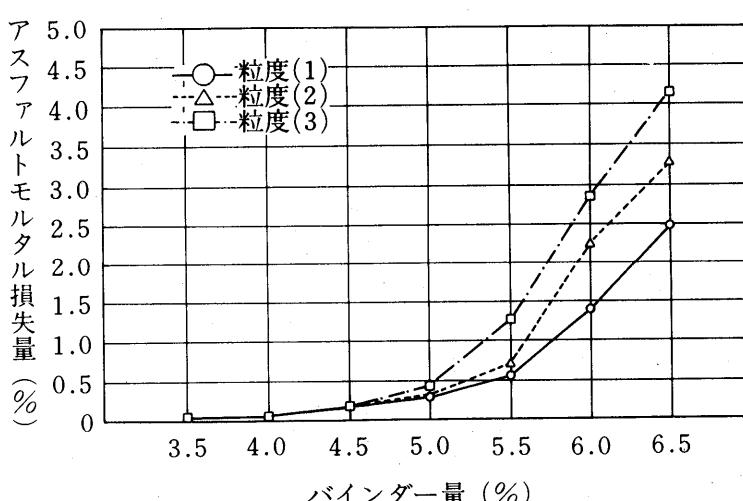
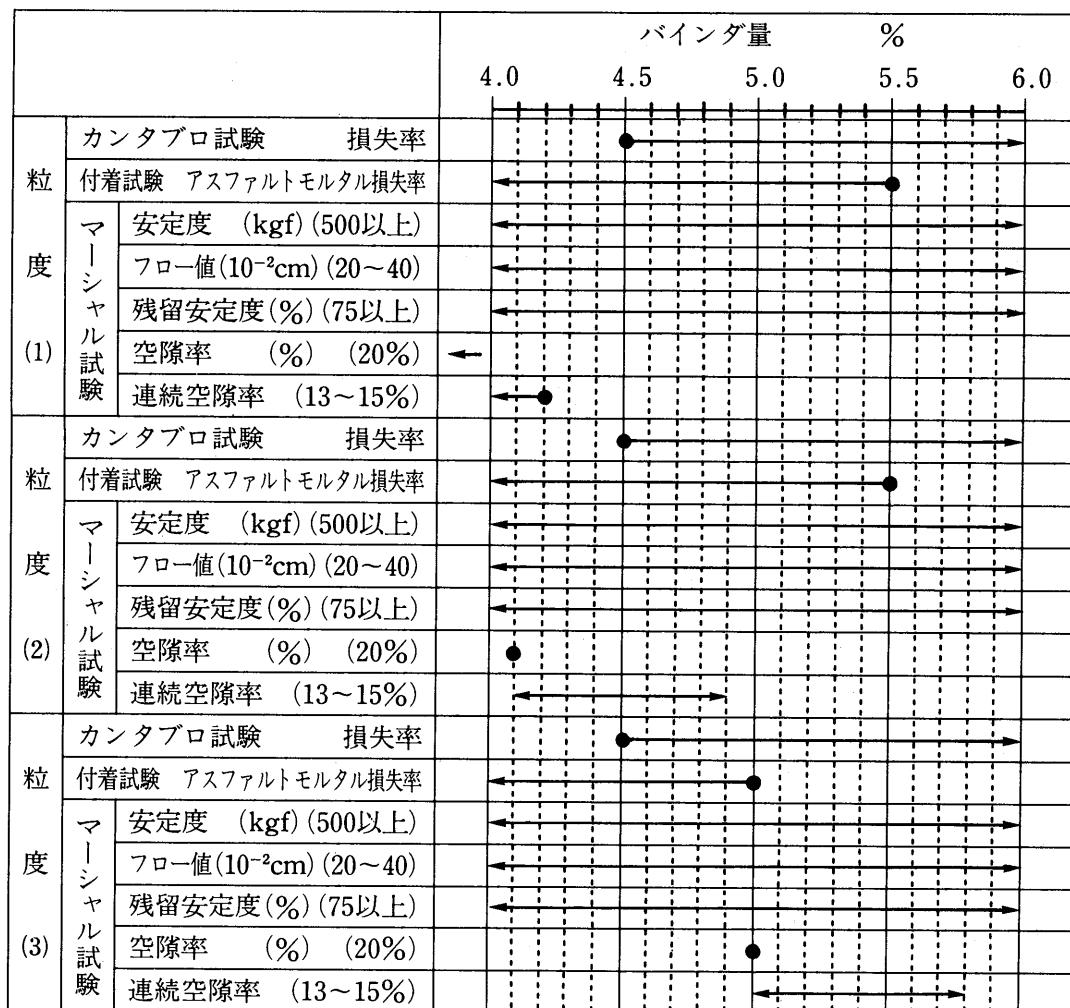


図-1 付着試験結果

表-2 各試験を満足するバインダ量の範囲



計段階での推奨値としている。

さらに、検討試験としてアスファルト量を $5.0 \pm 0.5$ %変化させたアスコンについて、①ホイールトラッキング試験、②ラベリング試験（往復チェーン型）およ

び、③透水試験（現場透水試験）を行って基準値に対する適合性等をチェックして、アスファルト量は5.0%と決定している。

〔小島逸平 熊谷道路機技術研究所〕

☆

☆

☆

☆

☆

### シャープ（SHRP）

SHRPとは、Strategic Highway Research Program の略で、直訳すると戦略的道路研究計画となる。しかし、これを慣用的な表現方法に換えて、現在では「新道路研究計画」と呼ぶようになった。

アメリカでは、近代化した道路整備が早くから発達してストックが膨大化したにもかかわらず、財政難からくるメンテナンスへの対応不足、及び研究開発への投資不足等により、1970年前後以降に道路施設の荒廃・機能低下が著しく進んだ。このことが社会的に大きく問題化したため、アメリカ連邦政府は対応策について検討を重ねた結果、事態の解決には膨大な投資が必要なことを確認した。このため、最小限の投資で最大の効果を図るには、総合的な研究を集中して行うことが不可欠であるとの結論に至った。

その後、幾つかの準備段階を経て研究基本方針の検討を繰り返し、1987年10月にSHRP本部が設置され研究が正式にスタートした。SHRPに関する予算は、アメリカ連邦道路局（Federal Highway Administration, FHWA）から5年間で1.5億ドルが調達された。実際の研究規模としては、内容的にみて300億円程度に相当する大規模なものであると言われている。

研究課題として当初は6つが設定されていたが、その後は統合されて下記の4つとなった。

- 1) アスファルト
- 2) 舗装の長期供用性
- 3) コンクリート構造物
- 4) 道路管理

### アスファルトに関する研究内容

上記の中で、舗装に関するものとしては1) 及び2) であるが、その中からアスファルトに関する研究プロジェクトを摘出すると以下の通りである。

#### ①アスファルトの化学的・物理的性状の把握

- ・長期にわたるアスファルトの老化（酸化、分子構造の変化）が、物理性状に及ぼす影響を調査する。
- ・鉱物質に対するアスファルトの付着性を評価する方法を確立する。
- ・舗装体中のアスファルト性状を現場で測定できる非破壊試験法を見出す。
- ・リサイクリングに用いる軟質アスファルト、アス

ファルト乳剤及び再生添加剤等が、再生合材の供用性状に与える影響を正しく評価できるような試験法を確立する。

#### ②アスファルトに関する評価試験法の確立

アスファルトの化学的・物理的性状を明確に把握でき、供用性との相関が良い試験法とシステムを開発する。これらは、材料の受け渡しの際にも有意義な役割を果たすような実用的なものでなければならぬ。

#### ③アスファルト舗装の供用性検討

アスファルトにおける応力、歪、変形と、交通、温度条件等が異なる環境下での測定値とを比較することにより、アスファルト性状と混合物性状間の相関性を把握する。これを用いて、舗装の供用性予測モデルを開発する。

#### ④アスファルト及び混合物における仕様・規格の確立

改質アスファルトを含めたアスファルトと混合物について、供用性に基づいた仕様・規格を確立する。

#### ⑤研究調整

アスファルトに関する研究内容は膨大になることから、個々の研究テーマ間の有機的関連性を重視しながら進めしていくことが不可欠である。また、得られた研究成果が、ユーザー機関で幅広く採用できるような形に体系化していることが重要となる。このため、研究調整を行う専門機関が設置されている。

### アスファルトに関する研究成果

SHRPに関する研究成果は、報告書として多数のものが既に発表されており、日本にも建設省土木研究所を通じて送付されてきている。アスファルトに関する報告書は現在までに14種あり、この中最も大きい成果と言われているものが、供用性に基づいて提案された「アスファルト及び混合物に関する新しい仕様」すなわち、表-1に示すSUPERPAVEである。

SUPERPAVEが意図するところは、アスファルト舗装の破損は高温時のわだち掘れや、低温時のひびわれ等によって引き起こされることが多いことから、材料の選択にあたっては使用場所の温度を考慮する必要性があるという点である。このため、試験時の測定温度は、舗装体の最高温度（7日間平均）と最低温度により設定するようになっている。

SUPERPAVEのもう一つの成果として、表-2に示

表-1 SHRPによるアスファルト仕様(案)

P G 5 2		P G 5 8		P G 6 4		P G 7 0		
-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	
7日平均最高舗装温度 (℃)	<52		-22	-28	-34	-40	-16	
最低舗装供用温度 (℃)	>-10	>-16	>-22	>-28	>-34	>-40	>-16	
引火点 min.	(℃)		230					
高温粘度 ASTM D4402: max. 3Pa·s	測定温度(℃)		135					
ダイナミックシエア— $G^*/\sin \delta$ min.	SHRP B-003: 1.0kPa 測定温度(℃) (条件: 10rad/s)	52	58		64		70	
物理硬化指数 h	レボート							
RTFOT アスファルト			1.00					
質量損失 (%)								
ダイナミックシエア— $G^*/\sin \delta$ min.	SHRP B-003: 2.2kPa 測定温度(℃) (条件: 10rad/s)	52	58		64		70	
PAV アスファルト (SHRP B-005)							100/(110) e	
PAV 細化温度(℃)	90		100		100			
ダイナミックシエア— $G^*/\sin \delta$ max.	SHRP B-003: 5.00kPa 測定温度(℃) (条件: 10rad/s)	25	22	19	16	13	10	7
クリープステイフネス S m直	SHRP B-002: max. 300.000kPa min. 0.30 測定温度(℃) (条件: 60s)					25	22	19
ダイレクトテンション min.	SHRP B-006: 1.0% 測定温度(℃) (条件: 10mm/min)	0	-6	-12	-18	-24	-30	-6

すようなアスファルトに関する試験法の確立と、試験装置の開発が挙げられる。これらを用いてアスファルトの性状評価をレオロジー（粘弾特性）と混合時・供用中の劣化に重点を置いて行っている。わだち掘れには、原アスファルトと回転薄膜加熱試験(RTFOT)後の劣化アスファルトを用いてダイナミック・シェアーテストによる高温時の損失弾性率を求めている。ひびわれには、回転薄膜加熱試験後のアスファルトを更に促進加圧劣化試験(PAV)により劣化させたものを用いて、中温でダイナミック・シェアーテストや低温でクリープ・スチフネス測定を行っている。

### 今後のSHRP動向

SHRPは、スタートしてから5年半の歳月を経て今月3月に解散した。この間に、舗装の長期供用性(Long Term Pavement Performance, LTPP)を調査するための試験舗装が、アメリカ、日本を含めた10数カ国で約1,200箇所程実施された。この追跡調査によるデータ収集や解析は、FWHAが引継ぐことになっている。

今後とも得られる成果は、アメリカと比べて交通条件が過酷な日本で培われてきた舗装技術にも少なからず影響を及ぼすものと考えられる。

表-2 SHRPによる新しいアスファルト試験装置一覧

試験装置種類		使用目的	輸入価格(目安)
性状試験	ベンディング・ビーム・レオメータ	低温でクリープによるスチフネスを測定し、低温ひびわれに対する抵抗性を評価する。	20,000 \$
	ダイナミック・シェアーレオメータ	高温で回転によるレオロジーを測定し、わだち掘れに対する抵抗性を評価する。 同様に中温でレオロジーを求め、疲労ひびわれに対する抵抗性を評価する。	50,000 \$
	ダイレクト・テンション試験装置	低温で直接引張による歪を測定し、低温ひびわれに対する抵抗性を評価する。	20,000 \$
劣化試験	回転薄膜加熱試験装置	プラントにおける合材製造時のアスファルト劣化を室内的に再現する。	¥160万(国産)
	促進加圧劣化試験装置	供用中における舗装体のアスファルト劣化を室内的に再現する。	3,000 \$

### 参考文献

- 1) 加治屋安彦, SHRP計画の現状, 舗装, No.26,P3-7 (1990)
  - 2) 久保和幸, 新道路研究計画(SHRP)について, 石油製品討論会講演集, P101-108 (1992)
  - 3) 片脇清士, アスファルト化学への新しいアプローチ, アスファルト, Vol.34,P34-45 (1992)
  - 4) 片脇清士, アスファルトに関する新しい研究, 第67回アスファルトゼミナール・テキスト (1993)
- (板垣和芳 昭和シェル石油(株)中央研究所)

☆

☆

☆

☆

☆

# 平成4年市販アスファルトの性状調査

(社)日本アスファルト協会技術委員会

## 1. はじめに

市販アスファルトの性状調査については、JISと(社)日本道路協会規格が、異なっていた昭和49年当時より品質の適合性に関して毎年実施してきており、本年度も市販アスファルトの品質動向を把握するために行った。

## 2. 調査方法

各製油所毎に各製品の長期間にわたる性状範囲を報告してもらうアンケート方式で行った。

- (1) 調査対象は、ストレート・ブローン・防水工事用アスファルトの全種類とする。
- (2) 製油所毎に、平成4年1月～12月に製造された当該製品の全ロットを対象に、試験項目毎の最大値、最小値、平均値を報告する。

## 3. データー提出機関

データーは、下記の各社製油所から本協会へ提出されている。(50音順)

出光興産	昭和四日市石油	日本石油
鹿島石油	西部石油	日本石油精製
九州石油	谷口石油精製	富士興産
極東石油工業	東燃	富士石油
興亜石油	東北石油	三菱石油
コスモ石油	新潟製油	ユニオン石油工業
三共油化工業	日鉱共石	歴世礦油
昭和シェル石油		

## 4. 調査結果

表-1～3の石油アスファルトの品質要約は、

(1)ストレートアスファルト、(2)ブローンアスファルト、(3)防水工事用アスファルトに分類し、全アンケート報告値から品質項目毎に、最大および最小値を抽出してまとめたもので調査期間中に製造された各種アスファルトの品質項目毎の範囲を示したものである。

表-4、5は、製油所毎の各品質項目における全ロットの平均値を、ストレートアスファルトのうち60～80、80～100の2種類について、取りまとめたものである。

## 5. あとがき

この性状調査は、前述のとおりアンケート方式による報告値を整理したものである。

報告内容は、

- (1) 各製油所の品質項目毎の試験値の最大値、最小値および全ロットの平均値であり、一連の性状が同一ロットの性状でないこと。
  - (2) 調査対象期間が、一年間に渡ったこと。
  - (3) 測定機関が異なっていること。
- などの理由から、品質範囲に幅があるが、JISや(社)日本道路協会規格の品質規格内にあり、適合している。

表-1 石油アスファルト品質調査要綱 (1)ストレートアスファルト

項目	種類 (25°C)	20 ~ 40		40 ~ 60		60 ~ 80		80 ~ 100		100 ~ 200	
		範囲	J I S	範囲	日本道路協会規格・J I S	範囲	日本道路協会規格・J I S	範囲	日本道路協会規格・J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)	24~31	20を超え40以下	42~59	40を超え60以下	61~80	60を超え80以下	81~100	80を超え100以下	152~200	150を超えて200以下	150を超えて200以下
軟化点 ℃	54.5~59.0	50.0~65.0	47.0~53.0	47.0~55.0	44.5~52.0	44.0~52.0	42.5~48.5	42.0~50.0	37.0~44.5	30.0~48.0	30.0~48.0
伸度 (15°C) cm	cm	35以上	10以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上	100以上
伸度 (25°C) cm	100以上	50以上	99.0以上	99.2~100.0	99.0以上	99.3~100.0	99.0以上	99.3~100.0	99.19~100.0	99.0以上	99.0以上
三塁化エタン可溶分 Wt%	99.7~100.0	260以上	270~364	260以上	270~370	260以上	270~364	260以上	298~364	240以上	240以上
引火点 ℃	308~346	-0.04~0.12	0.6以下	-0.13~0.24	0.6以下	-0.12~0.33	0.6以下	-0.12~0.33	0.6以下	0.6以下	0.6以下
薄膜加熱質量変化率 Wt%	Wt%	62~99	58以上	55~84	55以上	52~92	50以上	52~92	50以上	-0.05~0.06	1.0以下
薄膜加熱針入度残留率 %	%	0.3以下	78~104	110以下	79~103	110以下	75~105	110以下	1.00以上	1.00以上	1.00以上
蒸発質量変化率 Wt%	-0.04~0.02	1.000以上	1.028~1.048	1.000以上	1.017~1.045	1.000以上	1.018~1.041	1.000以上	1.018~1.032	1.00以上	1.00以上
蒸発後の針入度比 %	%	987~1,880	519~1,370	290~533	40~1,140	258~419	40~1,140	258~419	406~505	406~505	406~505
密度 (15°C) g/cm³	1.029~1.047	210~371	154~360	125~219	118~277	119~189	118~277	119~189	109~132	109~132	109~132
動粘度 (140°C) cSt	cSt	64~130	52~122	44~100	44~100	44~100	44~100	44~100	42~49	42~49	42~49

表-2 石油アスファルト品質調査要約 (2) ブローンアスファルト

種類 項目	10 ~ 20		20 ~ 30	
	範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)	11~20	10を超える20以下	21~30	20を超える30以下
軟化点 °C	90.0~115.0	90.0以上	82.0~108.5	80.0以上
伸度 (25°C) cm	2~4	1以上	2~6	2以上
三塩化エタン可溶分 Wt%	99.3~99.99	98.5以上	99.15~99.99	98.5以上
引火点 °C	288~348	210以上	288~346	210以上
蒸発質量変化率 Wt%	-0.03~0.01	0.5以下	-0.03~0.01	0.5以下
針入度指数	2.7~5.6	2.5以上	2.7~5.6	2.5以上

表-3 石油アスファルト品質調査要約 (3) 防水工事用アスファルト

種類 項目	第三種		第四種	
	範囲	J I S	範囲	J I S
針入度 (25°C)	20~39	20以上40以下	30~46	30以上50以下
針入度指数	5.0~7.2	5.0以上	6.1~7.8	6.0以上
軟化点 °C	101.0~122.0	100以上	102.5~120.0	95以上
蒸発質量変化率 Wt%	-0.03~0.01	1以下	-0.02~0.03	1以下
三塩化エタン可溶分 Wt%	98.6~99.99	95以上	98.2~99.95	92以上
引火点 °C	288~342	280以上	288~324	280以上
フラークゼイ化点 °C	-28~-15	-15以下	-29~-20	-20以下
だれ長さ mm	1~5	8以下	1~4	8以下
加熱安定性 °C	0~5	5以下	0~5	5以下

表-4 ストレートアスファルト性状表 (60~80)

番号	針入度 (25°C)	軟化点 °C	伸 度 (15°C) cm	三塩化 エタン 可溶分 Wt %	引火点 °C	薄 膜	加 热	蒸発後 の針入 度比 %	密 度 (15°C) g / cm³	動 粘 度 (cSt)				
						質量変化 率 Wt %	針入度 % 残留率 %			120°C	140°C	150°C	160°C	180°C
1	70	49.0	150以上	99.88	329	0.00	64.0	100	1.033	882		205		70
2	66	51.1	100以上	99.67	326	0.00	66.1	98	1.036	1,143		262		87
3	70	48.5	150以上	99.9	270以上	0.00	66.0	91	1.032	999		230		78
4	66	48.5	150以上	99.9	358	+0.10	64.0	100	1.038	1,030		232		75
5	66	48.0	150以上	99.9	327	+0.09	66.0	100	1.035	1,070		241		80
6	70	46.8	140以上	99.89	342	-0.04	59.5	99	1.031	851		200		69
7	70	48.7	150以上	99.9	334	+0.03	63.0	101	1.034	990		232		79
8	66	48.7	150以上	99.8	344	+0.10	68.0	98	1.034	981		222		74
9	69	48.5	130以上	99.9	340	+0.04	67.0	98	1.034	840		193		65
10	68	48.5	130以上	100.0	303	-0.10	66.0	100	1.037	929		211		71
11	69	48.5	100以上	99.5	310	+0.01	69.0	98	1.035	882		203		69
12	69	49.4	140以上	99.9	300以上	+0.06	65.9	96	1.036	887		211		68
13	72	47.0	100以上	99.9	345	+0.02	63.0	102	1.030	832		197		68
14	70	47.0	150以上	99.8	290	+0.22	62.0	83	1.033	1,039	364	236	159	100以下
15	70	47.5	100以上	99.95	304	-0.07	66.0	100	1.030	890		190		65
16	70	49.6	100以上	100.0	327	-0.01	72.0	99	1.031	1,082	384	248	165	82
17	69	49.0	100以上	99.9	334	-0.04	65.0	97	1.023	1,174	410	268	180	90
18	71	46.0	100以上	99.7	361	+0.10	70.0	101	1.040	814		187		63
19	71	48.5	150以上	100.0	327	+0.02	65.0	93	1.032	864	314	203	139	73
20	68	48.5	150以上	99.79	325	+0.07	61.8	100	1.032	932		223		76
21	69	49.5	150以上	99.8	340	+0.08	76.0	92	1.033	963	351	228	154	78
22	69	46.5	150以上	99.8	366	+0.08	77.0	92	1.029	1,023	389	256	167	80
23	70	46.0	150以上	99.95	361	+0.06	77.0	97	1.038	736		189		68
24	67	48.0	150以上	99.74	367	+0.11	65.0	100	1.031	855		219		78
25	70	49.0	150以上	100.0	362	+0.12	68.6	99	1.034	965		225		74
26	67	48.1	140以上	99.9	310	+0.02	69.0	99	1.028	959	332		141	70
27	66	47.9	140以上	99.98	300以上	+0.08	72.2	100	1.038	989	350	225		75
28	68	49.0	150以上	100.0	295	-0.09	67.0	100	1.029	1,030		231		81

表-5 ストレートアスファルト性状表 (80~100)

番号	針入度 (25°C)	軟化点 °C	伸 度 (15°C) cm	三塩化 エタン 可溶分 Wt %	引火点 °C	薄 膜	加 热	蒸発後 の針入 度比 %	密 度 (15°C) g / cm³	動 粘 度 (cSt)				
						質量変化 率 Wt %	針入度 % 残留率 %			120°C	140°C	150°C	160°C	180°C
1	89	46.4	150以上	99.84	327	-0.01	62.2	99	1.031	731		176		62
2	89	47.0	150以上	100.0	270以上	0.00	65.0	92	1.030	792		191		68
3	91	46.0	150以上	99.9	358	+0.10	64.0	100	1.035	812		193		65
4	89	46.0	140以上	99.88	324	-0.04	56.0	101	1.029	664		166		59
5	87	46.8	150以上	99.9	339	+0.03	61.0	100	1.032	830		204		72
6	88	46.0	130以上	100.0	303	-0.10	88.0	100	1.032	743		178		62
7	91	46.5	100以上	99.5	312	-0.01	70.0	98	1.034	711		172		60
8	89	47.2	140以上	99.9	300以上	+0.06	66.2	94	1.032	792		188		68
9	86	44.5	100以上	99.9	343	+0.02	61.0	101	1.028	736		179		63
10	90	45.0	150以上	99.8	282	+0.31	63.0	88	1.032	786	269	178	122	100以下
11	86	46.5	100以上	99.8	332	+0.01	55.0	99	1.024	977	358	236	161	82
12	88	44.0	100以上	99.7	361	+0.10	68.0	102	1.038	716		170		59
13	90	45.9	150以上	99.79	322	+0.06	61.2	94	1.028	688		172		61
14	91	46.0	150以上	100.0	350	+0.10	67.8	100	1.032	771		183		64
15	89	47.0	150以上	99.9	290	-0.08	69.0	100	1.026	820		190		65

## &lt;石油アスファルト需給統計資料&gt; その1

## 石油アスファルト需給実績(総括表)

(単位:千t)

項目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
56 年 度	240	4,598	( 97.4 )	0	4,838	4,562	( 97.0 )	19	4,581	226	4,807
57 年 度	226	4,624	( 99.2 )	0	4,850	4,575	(100.3 )	18	4,593	213	4,806
58 年 度	213	4,947	(108.4 )	0	5,160	4,921	(107.6 )	4	4,925	226	5,151
59 年 度	226	5,235	(105.9 )	0	5,461	5,221	(106.1 )	0	5,221	240	5,461
60 年 度	240	5,029	( 96.1 )	0	5,269	5,035	( 96.4 )	0	5,035	215	5,250
61 年 度	215	5,744	(114.2 )	0	5,959	5,695	(113.1 )	0	5,696	235	5,931
62年度上期	235	2,745	(103.4 )	7	2,987	2,681	(104.4 )	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8 )	2	3,460	3,181	(101.7 )	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6 )	9	6,136	5,862	(102.9 )	0	5,862	274	6,136
63年度上期	274	2,754	(100.3 )	3	3,031	2,734	(102.0 )	1	2,735	287	3,022
63年度下期	287	3,150	(100.1 )	0	3,437	3,219	(101.2 )	0	3,219	219	3,438
63 年 度	274	5,904	(100.2 )	3	6,181	5,953	(101.6 )	1	5,954	219	6,173
元年度上期	219	2,895	(105.1 )	1	3,115	2,732	( 99.9 )	1	2,733	372	3,105
元年度下期	372	3,170	(100.6 )	0	3,542	3,258	(101.2 )	3	3,261	276	3,537
元 年 度	219	6,066	(102.7 )	1	6,286	5,990	(100.6 )	4	5,994	276	6,270
2 年度上期	276	3,046	(105.2 )	0	3,322	2,974	(108.9 )	5	2,979	323	3,302
2 年度下期	321	3,231	(101.9 )	1	3,553	3,231	( 99.1 )	3	3,234	310	3,544
2 年 度	276	6,277	(103.5 )	1	6,554	6,205	(103.6 )	8	6,213	310	6,523
3 年度上期	310	2,844	( 93.4 )	0	3,154	2,841	( 95.5 )	6	2,847	302	3,149
3 年度下期	302	3,129	( 96.8 )	0	3,430	3,103	( 96.0 )	12	3,115	313	3,428
3 年 度	310	5,973	( 95.2 )	0	6,282	5,944	( 95.8 )	18	5,962	313	6,275
4. 4月	313	523	( 98.7 )	0	836	505	( 95.1 )	5	510	325	835
5 月	325	460	(104.8 )	0	785	430	( 97.7 )	14	444	340	784
6 月	340	473	(111.8 )	0	813	486	(110.2 )	17	503	310	813
4 ~ 6 月	313	1,456	(104.6 )	0	1,769	1,421	(100.6 )	36	1,457	310	1,767
7 月	310	494	( 98.0 )	0	804	517	(104.7 )	15	532	272	804
8 月	272	516	(109.6 )	0	788	442	( 97.8 )	6	448	335	783
9 月	335	503	(105.0 )	0	838	512	(105.8 )	0	512	326	838
7 ~ 9 月	310	1,513	(104.1 )	0	1,823	1,471	(102.9 )	21	1,492	326	1,818
4 年度上期	313	2,969	(104.4 )	0	3,282	2,892	(101.8 )	57	2,949	326	3,275
10月	326	502	( 97.9 )	0	828	499	( 95.8 )	8	507	321	828
11月	321	553	(104.1 )	0	874	571	(104.0 )	4	575	299	874
12月	299	594	(107.6 )	0	893	594	(104.6 )	0	594	298	892
10~12月	326	1,649	(103.3 )	0	1,975	1,664	(101.6 )	12	1,676	298	1,974
5. 1月	298	360	( 90.9 )	0	658	341	( 93.2 )	0	341	314	655
2 月	314	460	( 99.4 )	0	774	457	( 99.1 )	3	460	314	774
3 月	314	683	(101.5 )	0	997	754	(119.7 )	0	754	244	998
1 ~ 3 月	298	1,503	( 98.1 )	0	1,801	1,552	(106.5 )	3	1,555	244	1,799
4 年度下期	326	3,152	(100.7 )	0	3,478	3,216	(103.6 )	15	3,231	244	3,475
4 年 度	313	6,121	(102.5 )	0	6,434	6,108	(102.8 )	72	6,180	244	6,424
5. 4月	244	591	(113.0 )	0	835	518	(102.6 )	3	521	314	835
5 月	314	397	( 86.3 )	0	711	352	( 81.9 )	2	354	356	710

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 5年5月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績（品種別明細）

(単位:千t)

項目 年 度	内 需 量				対 前 年 度 比				
	ストレート・アスファルト		燃焼用 アスフ アルト	ブローン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト		燃焼用 アスフ アルト	ブローン アスフ アルト
	道路用	工業用				道 路 用	工 業 用		
56年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0
57年 度	3,943	185	4,128	187	260	4,575	96.6	91.6	96.4
58年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	95.7	100.0
59年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8
60年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2
61年 度	3,979	241	4,220	1,238	237	5,695	106.4	173.4	108.8
62年度上期	1,949	98	2,047	520	114	2,681	106.8	148.5	108.2
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.9	149.1	110.1
62年 度	4,253	359	4,612	995	255	5,862	106.9	149.0	109.3
63年度上期	1,987	166	2,153	464	117	2,734	101.9	169.4	105.2
63年度下期	2,319	255	2,574	504	141	3,219	100.7	98.1	100.4
63年 度	4,306	421	4,727	968	258	5,953	101.2	117.3	102.5
元年度上期	2,043	151	2,194	423	115	2,732	102.8	91.0	101.9
元年度下期	2,317	296	2,613	509	136	3,258	99.9	116.1	101.5
元年 度	4,360	447	4,807	932	251	5,990	101.2	106.2	101.7
2年度上期	2,149	269	2,418	432	124	2,974	105.2	178.1	110.2
2年度下期	2,267	337	2,604	497	130	3,231	97.8	113.9	99.7
2年 度	4,416	606	5,022	929	254	6,205	101.3	135.6	104.5
3年度上期	2,090	268	2,358	372	111	2,841	97.3	99.6	97.5
3年度下期	2,226	323	2,549	424	130	3,103	98.2	95.8	97.9
3年 度	4,316	591	4,907	796	241	5,944	97.7	97.5	97.7
4. 4月	405	10	415	71	19	505	96.9	100.0	97.0
5月	307	44	351	60	19	430	94.2	97.8	94.6
6月	354	67	421	46	19	486	109.3	139.6	113.2
4~6月	1,066	121	1,187	177	57	1,421	99.8	117.5	101.4
7月	393	40	433	64	20	517	105.6	71.4	101.2
8月	321	36	357	68	17	442	101.3	69.2	96.7
9月	373	55	428	63	21	512	111.0	98.2	109.2
7~9月	1,087	131	1,218	195	58	1,471	106.2	79.4	102.4
4年度上期	2,153	252	2,405	372	115	2,892	103.0	94.0	102.0
10月	400	23	423	54	22	499	104.4	47.9	98.1
11月	420	56	476	72	23	571	101.2	116.7	102.8
12月	437	66	503	70	21	594	106.3	124.5	108.4
10~12月	1,257	145	1,402	196	66	1,664	103.8	98.0	103.2
5. 1月	213	54	267	55	19	341	95.5	100.0	96.4
2月	320	66	386	51	20	457	101.6	126.9	105.2
3月	615	50	665	67	22	754	130.3	74.6	123.4
1~3月	1,148	170	1,318	173	61	1,552	113.7	98.3	111.4
4年度下期	2,405	315	2,720	369	127	3,216	108.0	97.5	106.7
4年 度	4,558	567	5,125	741	242	6,108	105.6	95.9	104.4
5. 4月	397	30	427	72	19	518	98.0	300.0	102.9
5月	259	21	280	54	18	352	84.4	47.7	79.8
									90.0
									94.7
									81.9

- (注) (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 5年5月確報  
(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。  
(3) 道路用ストレート・アスファルト=内需量合計-(ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストレート・アスファルト)  
(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

# 改質アスファルトを用いた混合物の設計・施工の手引き

B5版・37ページ・実費頒価 ￥500(送料実費)

申込先(社)日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

和孝第10ビル

改質アスファルトは、アスファルト舗装の耐久性向上を目的として、舗装用石油アスファルトの性質を改善したアスファルトで、改質方法によってその性能も多様です。したがって、これを十分に理解したうえで利用しなければ、その機能を十分に発揮させられないところがあります。

そこで、(株)日本アスファルト協会では、改質アスファルトを使用する場合の適用場所の選定をはじめ、混合物の製造および施工についての手引きをとりまとめました。

この手引きは、わが国における現今の中古アスファルトに関する標準的な技術を示したもので関係者必読の書としておすすめします。

## 目 次

1. 総 説	5.3 最適アスファルト量の決定
1.1 概 説	5.4 流動対策
1.2 本手引きの適用にあたっての注意	5.5 摩耗対策
2. 改質アスファルト	5.6 すべり対策
2.1 分 類	5.7 その他
2.2 特 徴	6. 混合物の製造・運搬
2.3 品質規格	6.1 概 説
3. アスファルト混合物の破損と対策	6.2 改質アスファルトおよび改質材料の準備
3.1 概 説	6.3 混合物の製造の準備
3.2 流 動	6.4 混合物の製造・貯蔵・運搬
3.3 摩 耗	7. 混合物の舗設
3.4 すべり	7.1 概 説
3.5 その他	7.2 舗設準備
4. 改質アスファルトの適用	7.3 プライムコートおよびタックコート
4.1 一般地域における適用	7.4 舗設温度
4.2 積雪寒冷地域における適用	7.5 敷きならし
4.3 特殊箇所における適用	7.6 締固め
5. 配合設計	7.7 継 目
5.1 概 設	7.8 寒冷期の施工
5.2 配合設計における確認試験	8. 管理と検査

# 日本のアスファルト事情 1993年版

A5版・52ページ・実費価格 ¥800 (送料実費)

申込先 (社) 日本アスファルト協会  
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7  
和孝第10ビル

石油アスファルトを取り巻く環境は、年々変化し複雑になってきております。  
そこで、当面するアスファルト事情についてわかりやすく解説した資料を作成しました。  
広くご利用いただけるよう編纂いたしましたので、関係者必読の書としてお進めいたし  
ます。

## 目 次

はじめに	(2) 年度別舗装延長
1. 需 要	(3) 主要諸国の道路事情
(1) 用 途	(4) 世界の国別原油確認埋蔵量
(2) 需要の推移	(5) OPECバスケット原油価格の推移
2. 供 給	(6) 市場連動価格フォーミュラの一例
(1) 生 産	(7) OECD諸国のアスファルト生産量・内需量
(2) 流 通	(8) OECD諸国のアスファルト輸入量・輸出量
(3) 施 策	(9) 地域国別原油輸入状況
3. 課 題	(10) 平成5~9年度石油需給計画
参考資料	付 記 社団法人 日本アスファルト協会の概要
1. 品質規格・試験方法・品質管理	1. 沿革
2. アスファルト舗装の特長	2. 機構
3. 石油アスファルト需給等対策会議	3. 当面の主な事業
4. アスファルト関連統計	4. 関係官庁との主な共同研究実績
(1) 道路投資額の推移	5. 役員等名簿
	6. 会員名簿

アスファルト統計史 B5版・187ページ

アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度) B5版・55ページ

実費頒価

「アスファルト統計史」+「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」¥3,000(送料実費)  
「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」のみ ¥500(送料実費)

申込先 (社)日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

和孝第10ビル

我が国において、アスファルトが利用されてきたのは紀元前にまでさかのぼることが出来ます。

当時の利用目的は、防水・接着剤等に用いられていたようですが、今日では、道路用を始めとして工業用・燃焼用と色々な用途に用いられるようになりました、需要量も増大してまいりました。

当協会の調査委員会において、我が国のアスファルト統計について資料の収集・整理に努めて参り、「アスファルト統計史」を30周年記念として昭和62年12月に出版し、「アスファルト統計史(昭和62年度～平成3年度)」を平成4年12月に出版いたしました。

アスファルトに関する統計としては、我が国唯一の資料であり、内容的にもきめ細かく取りまとめられており、関係者必携の書としておすすめします。

## 目 次

### I. 生産量

1. アスファルト年別生産量

2. アスファルト品種別月別生産量

3. 石油アスファルト月別生産量

4. 石油アスファルト品種別月別生産量

### II. 内需量（販売）

1. アスファルト販売量

2. アスファルト品種別月別販売量

3. 石油アスファルト月別内需量

4. 石油アスファルト品種別月別内需量

### III. 輸出入

1. アスファルト年別輸入・輸出量

2. アスファルト月別輸入・輸出量

### IV. 在庫量

1. 石油アスファルト年別在庫量

2. 石油アスファルト月別在庫量

### V. 販売量

1. 石油アスファルト品種別針入度販売量

2. 石油アスファルト品種別荷姿別販売量

3. 石油アスファルト地域別月別販売量

## 社団法人 日本アスファルト協会会員

(五十音順)

社名	住所	電話
<b>[メーカー]</b>		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03(3213)3134
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03(3585)9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03(5276)9556
キグナス石油株式会社	(104) 中央区京橋2-9-2	03(3535)7811
キグナス石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044(288)8445
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03(3502)3651
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3270)0841
興亜石油株式会社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03(3241)8631
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03(3798)3121
三共油化工業株式会社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03(3284)1911
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03(3503)4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593(45)2111
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03(3215)3081
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区西新橋2-8-6	03(3595)8410
東燃株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03(3286)5111
東北石油株式会社	(985) 仙台市宮城野区港5-1-1	022(363)1122
株式会社 日鉱共石	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03(5573)6000
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03(3580)3571
富士石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03(3211)6531
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03(3293)7111
三菱石油株式会社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03(3595)7413
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3244)4691

**[ディーラー]****● 北海道**

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011(281)3906	コスモ
ツタイ石油商事株式会社	(064) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011(518)2771	コスモ
株式会社 トーアス札幌販売支店	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(281)2361	日鉱共石
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7-2	011(241)1561	三石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(231)2895	日石
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011(231)7587	日石
株式会社 口一ド資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011(281)3976	コスモ

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
<b>● 東 北</b>		
株式会社 男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185 (23) 3293日鉱共石
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6111日 石
コスモアスファルト株仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022 (266) 1101コスモ
正興産業株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-5	022 (263) 5951三 石
竹中産業株式会社 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町1-1-10	022 (262) 7561日鉱共石
常盤商事株式会社 仙台支店	(980) 仙台市青葉区錦町1-10-11	022 (224) 1151三 石
中西瀝青株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022 (223) 4866日 石
株式会社 南部商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022 (223) 1011日 石
ミヤセキ株式会社	(980) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (257) 1231三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-1	022 (225) 1491三 石
<b>● 関 東</b>		
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878コスモ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548九 石
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂2-17-22	03 (3584) 8521日鉱共石
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03 (3269) 7541コスモ
エムシー・アスファルト株式会社	(100) 千代田区内幸町1-3-3	03 (5251) 2060三 石
株式会社 木 烟 商 会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03 (3552) 3191日鉱共石
共立石油株式会社	(101) 千代田区神田西福田町3	03 (3256) 6355日鉱共石
株式会社 ケイエム商運	(103) 中央区八重洲1-8-5	03 (3245) 1631三 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011コスモ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03 (3551) 7131コスモ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (3254) 9291昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町2-5	03 (3294) 3961昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521出 光
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03 (3251) 0185昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿2-6-5	03 (3356) 8061モービル
株式会社 ト 一 ア ス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03 (3342) 6391日鉱共石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (3496) 8691富士興
東京富士興産販売株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3591) 3401富士興
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751三 石
東新瀝青株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3552) 8151コスモ
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下3-29-11	03 (3968) 3101三共油化
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871日 石
日石丸紅株式会社	(104) 中央区築地5-4-14	03 (3541) 4015日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区新川2-3-11	03 (3551) 6101昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛎殻町1-17-2	03 (3661) 4951モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3580) 5211富士興

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋4-26-5	03 (3432) 2891コスモ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03 (3274) 2061日鉱共石
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3501富士興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (3293) 4111モービル
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東糸屋町30	03 (3256) 3441昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1281三石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (3345) 8205三石
瀧青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691出光
<b>● 中 部</b>		
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(460) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0711コスモ
株式会社澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (353) 5111コスモ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市糸屋町11-12	0542 (55) 2588昭和シェル
三徳商事株式会社名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781昭和シェル
株式会社三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721コスモ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195モービル
新東亜交易株式会社名古屋支社	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514富士興
竹中産業株式会社福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1565昭和シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721昭和シェル
株式会社トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052 (581) 3585日鉱共石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2298昭和シェル
中西瀧青株式会社名古屋営業所	(462) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011日石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121三石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3134モービル
<b>● 近畿</b>		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2271モービル
飯野産業株式会社 神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2810日鉱共石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0031出光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7212コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500日鉱共石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2731コスモ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6262コスモ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551昭和シェル
昭和瀧青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5001日鉱共石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691三石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5510昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301三石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0350富士興
千代田瀧青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (358) 5531三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551日鉱共石
中西瀧青株式会社 大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0312日石
ドーロ商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5856富士興
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195富士興
富士商株式会社	(756) 小野田市稻荷町6539	0836 (83) 3210昭和シェル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 コスモ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 日鉱共石
株式会社 菊芳礦産	(671-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 日鉱共石
<b>● 四国・九州</b>		
伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851 日鉱共石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 日鉱共石
大分九石販売株式会社	(870) 大分市中央町1-1-3	0975 (34) 0468 九石
株式会社 カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社 九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三石
コスモアスファルト㈱九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7436 コスモ
サンヨウウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興
株式会社 トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1645 日鉱共石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日石
株式会社 南部商会福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838 日石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001 三石
畑砂油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コスモ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田宏行  
藤井治芳  
松野三朗

編集委員

委員長：河野 宏	副委員長：真柴和昌
秋葉國造	菅野善朗
阿部忠行	栗谷川裕造
荒井孝雄	小島逸平
安崎 裕	児玉充生
飯島 尚	田井文夫
	七五三野茂
	野村敏明
	姫野賢治
	室賀五郎

アスファルト 第177号

平成5年10月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

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

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-5563-0123(代)

**ASPHALT**

Vol. 36 No. 177 OCTOBER 1993

Published by

**THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**