

舗装技術専門委員会報告

Report of the Committee on Pavement

R-16

車道用ポーラスコンクリート試験舗装中間報告
— 千葉県道 松戸・野田線・供用3年 —

Interim Report on Porous Concrete Test Pavement in
Nagareyama, Matsudo-Noda Line, after Three-Year

2004年10月
(Oct. 2004)

社団法人 セメント協会
Japan Cement Association

序

セメント協会・舗装技術専門委員会は、長年にわたってコンクリート舗装技術の開発と普及を目的にして活動を行っております。特に最近では、社会ニーズに応える最新の研究課題として、雨天時の車両走行安全性や車両走行時の低騒音性などの効果が期待できる車道用のポーラスコンクリート舗装（透・排水性、低騒音舗装）に注目し、新工法 WG を設置して精力的に研究活動を継続して参りました。このWGでは、これまでに、舗装会社やセメント会社で開発されている舗装用ポーラスコンクリートの共通試験を行い、車道舗装に適用できるポーラスコンクリートの材料・配合技術に関する技術レベルを調査し、委員会報告 R-11「舗装用ポーラスコンクリート共通試験結果」（1999 年 10 月発行）として報告しております。この調査において、ポーラスコンクリートの課題として懸念されていた強度性状は、有機系および無機系の高強度混和材料および高性能減水剤などの組合せによって、従来からの舗装用コンクリートに匹敵する十分なレベルにあることが明らかにされました。

そこで、ポーラスコンクリート舗装が、すでに実用化で先行しているアスファルト系の透・排水性、低騒音舗装と同等の施工性があるか、また耐疲労性や耐摩耗性などの耐久性、すべり抵抗性などの車道舗装としての要求性能を満足しているか、機能維持を含めた耐久性能を有しているかなど、これらの課題に対する評価を行うために実車道における試験施工を行って参りました。この一環として、福井県および千葉県のご協力を得て、県道（A 交通～C 交通）における長期供用試験を実施して参りました。セメント協会は、これらの研究の積み重ねによって、ポーラスコンクリート舗装技術の発展と信頼性の向上に努めております。

本報告は、千葉県と共同で進めている千葉県道(C 交通区分)におけるポーラスコンクリート試験舗装の長期供用試験として行った供用 3 年までの結果を取りまとめたものであります。千葉県道におけるポーラスコンクリート舗装に関する追跡調査は、機能維持を含めた耐久性能について供用 5 年まで追跡調査を行う計画となっております。先に取りまとめた福井県道におけるポーラスコンクリートの研究報告（R-15）とともに、本報告がポーラスコンクリート舗装の普及の一助になれば幸いです。

本研究の実施に当たり、ご協力頂いた千葉県県土整備部、千葉県東葛飾地域整備センター、株式会社 NIPPO コーポレーション、世紀東急工業株式会社および酒井重工業株式会社に感謝いたします。また、この研究を精力的に推進した WG 委員各位、試験の計画と報告書のとりまとめに多くの意見を出していただいた本委員会の委員各位に感謝致します。

2004 年 10 月

社団法人セメント協会
舗装技術専門委員会
委員長 國府 勝郎

ABSTRACT

The Committee on Pavement of the Japan Cement Association has been working with the aim of developing and spreading the technology of concrete pavement since 1997. Research into porous concrete pavement for roadways was assigned to the Working Group for New Methods, one of the three working groups organized under the committee. Porous concrete pavement, which is also referred to as pervious, drainage, or low noise pavement, is expected to increase driving safety in rainy weather and reduce the noise from running vehicles. The achievement of the working group to date includes the publication of Committee Report R-11 "Results of Round-robin Tests on Porous Concrete for Pavement" in October 1999. This report summarized the results of various laboratory tests on porous concretes that had been developed or under study by road constructing companies and cement manufacturers to make a comprehensive assessment of the applicability level of these concretes to roadway pavement at the current stage of development. It revealed that high strength comparable to normal pavement concrete, which has been a subject for porous concrete, can be ensured by using a special organic or inorganic admixture for high strength and high-range water-reducing admixture.

Starting in 2000, the working group shifted to the next phase of study based on the research results. Full-scale test construction of prefectural highways (traffic classes A to C) has been carried out in cooperation with Fukui and Chiba Prefectural Governments, the administrators of the roads. The purpose of this ongoing research is to confirm that the materials subjected to the round robin laboratory test actually fulfill the performance requirements of porous concrete pavement for roadways. The research items include evenness, skid resistance, rutting, and joint faulting tests common to normal concrete pavement, as well as permeability and noise reduction tests specific to porous concrete pavement. The Japan Cement Association endeavors to enhance the technology and improve the reliability of porous concrete pavement by accumulation of these research and investigation data.

The present paper summarizes the results of research under joint research agreement with Chiba Prefectural Government entered into in 2001 on porous concrete pavement for the Matudo-Noda Line of Chiba Prefectural Road (traffic class C; 1,000 to 3,000 commercial vehicles per day) up to three years in use. Further research will be conducted on this road after a test period of five years, with which the report will be updated.

At the end of three-year in use, the porous concrete pavement nearly retained the as-constructed serviceability, excepting partial reductions in the permeability etc.

舗装技術専門委員会（敬称略 順不同）

委員長	國府 勝郎	東京都立大学
	西澤 辰男	石川工業高等専門学校
委員	小梁川 雅	東京農業大学
	河野 広隆	独立行政法人土木研究所
	伊藤 正秀	独立行政法人土木研究所
	神谷 恵三	日本道路公団試験研究所
	関口 幹夫	東京都土木技術研究所
	石川 洋	大林道路株式会社
	野田 悦郎	日本道路株式会社
	井上 武美	株式会社 NIPPO コーポレーション
	加形 護	鹿島道路株式会社
	中丸 貢	大成ロテック株式会社
	小野寺孝樹	世紀東急工業株式会社（2004 年 3 月退任）
	松田 敏昭	世紀東急工業株式会社（2004 年 4 月選任）
	伊藤 康司	全国生コンクリート工業組合連合会
	堤 博文	麻生セメント株式会社
	大和功一郎	株式会社宇部三菱セメント研究所
	安藤 豊	住友大阪セメント株式会社
	下山 善秀	太平洋セメント株式会社（2004 年 6 月退任）
	梶尾 聡	太平洋セメント株式会社（2004 年 7 月選任）
	杉本 良宏	電気化学工業株式会社
	佃 美伸	株式会社トクヤマ
	佐川 孝広	日鐵セメント株式会社
	黒岩 義仁	株式会社宇部三菱セメント研究所
事務局	村田 芳樹	社団法人セメント協会
	吉本 徹	社団法人セメント協会

舗装技術専門委員会 新工法WG（敬称略 順不同）

WG リーダー 委 員	下山 善秀	太平洋セメント株式会社
	西澤 辰男	石川工業高等専門学校
	伊藤 正秀	独立行政法人土木研究所
	神谷 恵三	日本道路公団試験研究所
	関口 幹夫	東京都土木技術研究所
	小野寺孝樹	世紀東急工業株式会社（2004 年 3 月退任）
	松田 敏昭	世紀東急工業株式会社（2004 年 4 月選任）
	伊藤 康司	全国生コンクリート工業組合連合会
	堤 博文	麻生セメント株式会社
	黒岩 義仁	株式会社宇部三菱セメント研究所
事 務 局	村田 芳樹	社団法人セメント協会
	吉本 徹	社団法人セメント協会

目

次

1. まえがき	1
2. 試験舗装の概要	2
2.1 試験舗装の計画	2
2.2 使用材料および配合	5
2.3 施工概要	5
2.4 追跡調査計画	8
3. 試験結果および考察	13
3.1 ポーラスコンクリートの曲げ強度	13
3.2 平たん性	13
3.3 すべり抵抗	14
3.4 現場透水量	15
3.5 わだち掘れ	16
3.6 目地の段差	17
3.7 騒音	17
3.8 ひび割れおよび路面状況	20
3.9 たわみ	22
4. まとめ	23
資 料	25

1. まえがき

ポーラスコンクリート舗装は、強度性状の制約から、これまでは主に歩道、駐車場、建築外構などで用いられてきた。しかし、最近では、ポーラスコンクリートの技術開発が進み、課題であった強度や耐久性が改善され車道用舗装に適用可能なレベルに達してきた。一方、先行する排水性アスファルト舗装は、車道における施工実績を伸ばしつつあり、雨天時の車両走行安全性・快適性の向上やタイヤ・路面騒音の低減に優れた効果を発揮している。今後の道路舗装は、環境重視の社会要請からみてポーラス系舗装材料が多く使用されることが考えられる。ポーラスコンクリート舗装が実用化されれば、排水性アスファルト舗装の課題である塑性流動に伴う空隙潰れによる機能低下や早期劣化などの耐久性問題を解決できる可能性がある。インフラの長寿命化という社会ニーズにも応えることが可能と考えられる。

セメント協会舗装技術専門委員会新工法WGでは、道路会社やセメント会社などで開発中のポーラスコンクリートに関する共通試験の実施（委員会報告 R-11 1999 年 10 月発刊）以来、ポーラスコンクリート舗装の舗装構造と施工性の確認、車道における性能評価、機能低下の回復処理などについて、福井県および千葉県と共同で、県道において試験施工とその追跡調査を実施してきている。

本報告は、千葉県と共同で進めてきている千葉県道(C交通区分)で試験施工したポーラスコンクリート舗装の供用 3 年までの追跡調査の結果をとりまとめたものである。この試験舗装は、現時点で透水機能の低下を幾分生じているが、供用性に関する欠陥は発生していないことから、引き続き供用に耐え得るものと考えられる。本報告がポーラスコンクリート舗装の普及と性能照査の検討資料として活用されることを期待する。なお、この供用性能の経年変化に関する研究は、供用 5 年まで調査を継続する予定である。

本研究の実施に当たり、ご協力頂いた千葉県県土整備部、千葉県東葛飾地域整備センター、株式会社 NIPPO コーポレーション、世紀東急工業株式会社および酒井重工業株式会社に対し、謝意を表します。

2. 試験舗装の概要

2.1 試験舗装の計画

(1) 本試験舗装の目的

本試験舗装の目的は、ポーラスコンクリートをホワイトトッピング型の補修工法に適用したポーラスコンクリート舗装の供用にともなう耐疲労性、耐摩耗性やすべり抵抗性などの性能の調査および機能低下の回復処理を確認することである。なお、ホワイトトッピング型の補修工法とは、交通量が比較的多く、施工による交通規制に制限があるアスファルト舗装の補修工法であり、アスファルト舗装上に薄層のコンクリートを付着オーバーレイする工法である。

(2) ポーラスコンクリートの種類

ポーラスコンクリートは、車道に適用できるポーラスコンクリートの製造技術や研究実績を有する各社へ公募し、応募があった1社のものとした。このポーラスコンクリートの特徴は、特殊ポリマーを使用して骨材粒の結合を強固にさせる方法であり、委員会報告 R-15「車道用ポーラスコンクリート現場試験舗装結果（福井県）－中間報告（供用3年）－」のbタイプである。

(3) 試験舗装の施工場所および規模

試験舗装の施工は、重交通路線であり、施工による交通規制に時間的な制限がある千葉県流山市県道(C交通区分)で実施した。

試験舗装の規模は、延長 50m で1車線（上り、走行車線）とした。試験舗装の施工場所、延長および 1999 年の交通量調査結果を表 2-1 に、施工場所の位置を図 2-1 に、施工場所の状況を写真 2-1 に示す。

表 2-1 試験舗装の施工場所、延長および交通量

試験舗装の施工場所	延長	交通量（台/日） （1999 年）
主要地方道松戸野田線（流山市桐ヶ谷）	50m	13,862（内大型車:1,162）



図 2-1 試験舗装の施工場所



写真 2-1 試験舗装の施工場所状況

(4) 舗装断面の設計方法

アスファルト舗装上のコンクリート舗装の設計は、わが国ではその採用例がないことより、標準化された設計方法や推奨断面というものがない。しかしながら、特にコンクリート舗装の場合は、コンクリート版に発生する引張応力が設計上支配的になることから、コンクリート版に生じる引張応力を荷重応力と温度応力に分けて算出し、断面設計を行った。断面設計の概要としては、まず、コンクリート版に生じる荷重応力と温度応力を算定し、版内発生応力度を推定した。さらに当該道路の現状交通量を考慮した疲労度を算定した。当該舗装の断面は、現状の舗装構造を勘案した上でこの設計手法を用い、設計供用寿命が 10 年以上となるよう検討した。設計手法に関する詳細は、巻末の資料に記した。

(5) 舗装構造

既設および試験舗装の舗装断面構造および施工箇所の平面図を図 2-2 に示す。既設のアスファルト舗装の構造は、厚さ 290mm のクラッシュランの下層路盤、厚さ 280mm の粒調碎石の上層路盤、厚さ 100mm の基層である粗粒度アスファルト混合物（以下、粗粒度アスコン）、厚さ 50mm の表層である密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度アスコン）であった。これを上記の手法により断面設計の検討を行った結果、既存の下層路盤、上層路盤の上に、厚さ 60mm のアスファルト安定処理路盤層、厚さ 40mm の密粒度アスコン層を新たに設置し、厚さ 100mm のポーラスコンクリートを表層に用いる構造とした。また、排水は、密粒度アスコンの上面レベルで、ポーラスコンクリート版縁部に接する U 字型溝側壁に $\phi 30\text{mm}$ の孔を開け、実施することとした。

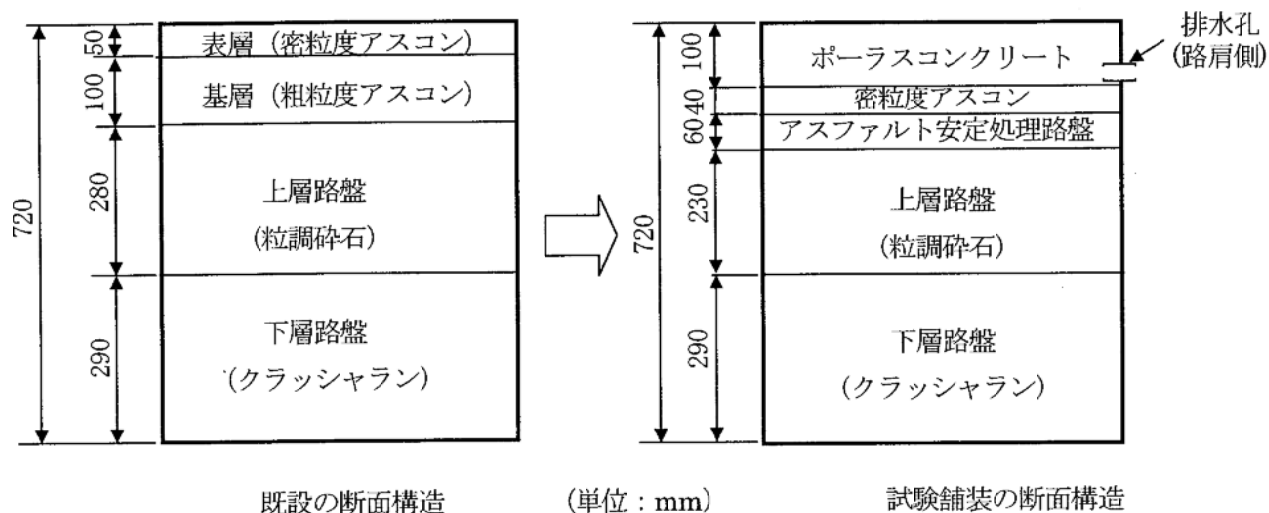


図 2-2 舗装断面および施工平面図 (単位: m)

(6) ポーラスコンクリートの目標曲げ強度および透水係数

透水係数の目標値は、「排水性舗装技術指針(案)」にしたがって $1 \times 10^{-2} \text{cm/秒}$ 以上とした。また、透水係数を満足させるための目標空隙率として、研究実績などより 20% とした。これらの透水係数および目標空隙率を満足させるための目標曲げ強度(材齢 28 日)は、既往の研究実績などより 4.0N/mm^2 以上とした。

(7) ポーラスコンクリート舗装の現場透水量および平坦性の舗設時目標値

ポーラスコンクリート舗装の舗設時目標値として以下を設定した。現場で透水係数を正確に測定することは困難であるから、代用特性値として現場透水量を測定することとし、現場透水量の目標値は「排水性舗装技術指針(案)」に基づいて透水係数 $1 \times 10^{-2} \text{cm/秒}$ 以上を確保できる 800ml/15 秒 以上、また平坦性は「転圧コンクリート舗装指針(案)」に基づいて 3mm 以下とした。

2.2 使用材料および配合

使用材料および配合を表 2-2 および 2-3 に示す。なお、品質管理試験としての空隙率は、表 2-3 の注)に示すように、マーシャル突固め法によって求めた。

表 2-2 使用材料

セメント	早強ポルトランドセメント、密度：3.14g/cm ³ 、比表面積：4,460cm ² /g
混和材	カチオン系ポリマー
細骨材	粗砂(砕砂)の表乾密度:2.63g/cm ³ 、吸水率:1.28%、粗粒率:3.21 細砂(川砂)の表乾密度:2.58g/cm ³ 、吸水率:2.07%、粗粒率:1.81
粗骨材	6号碎石(1305)、表乾密度:2.66g/cm ³ 、吸水率:0.88%、粗粒率:6.28
混和剤	PVA系増粘剤

表 2-3 配合

最大 粒径 (mm)	目標 空隙率 (%)	目標 曲げ強度 (N/mm ²)	水セメ ント比 (%)	単位量 (kg/m ³)					
				水	セメ ント	細骨 材	粗骨 材	ポリマ ー	特殊 混和剤
13	20	4.0 以上	31	37	287	117	1460	90	2.47

注) 空隙率は、マーシャル突固め法によるコンシステンシー試験に準じて測定した。すなわち、マーシャルモールド中に 1.0kg の試料を入れ、ランマ(質量 4.5kg、落下高 45.7cm)で片面のみ打撃し、試料の沈下深さを測定し、沈下深さから突固まったコンクリートの容積を計算してコンクリートの密度を求める。そして、その密度とコンクリートの理論密度から空隙率を算出した。なお、打撃回数は、舗装時の締固めエネルギーを考慮して 15 回とした。

2.3 施工概要

ポーラスコンクリート舗装の施工は、既設アスファルト舗装を撤去、路盤を整形した後、アスファルト安定処理層と密粒度アスコン層を舗設し、翌日にポーラスコンクリートを舗設した。施工は 2000 年 12 月に実施し、ポーラスコンクリートの打設 7 日後に供用を開始した。なお、コンクリートの製造は、野田生コン株式会社のプラントで空練り状態で出荷したものに、舗設現場で水とポリマーをアジテータトラック内に添加し、混合する方法で行った。

(1) アスファルト安定処理層および密粒度アスコン層の舗設

アスファルト安定処理層および密粒度アスコン層の舗設は、アスファルトプラントで製造したそれぞれの混合物をダンプトラックで舗設現場まで運搬し、アスファルトフィニッシャーで敷きならし後ローラで転圧して仕上げた。

(2) ポーラスコンクリート舗設

ポーラスコンクリートの舗設状況を写真 2-2～2-9 に示す。

ポーラスコンクリートの製造は生コンプラントで行うことが基本であるが、今回は使用する生コンプラントに制約があったため、生コンプラントでは粗骨材、細骨材およびセメントだけを練り混ぜ、これをアジテータトラックで現場まで運搬し、現場でさらにポリマーおよび水を添加し混合する 2 段階方式で行った。製造したポーラスコンクリートは、アジテータトラックから直接アスファルトフィニッシャーのホップへ投入した。このように、生コンプラントで空練りポーラスコンクリートを出荷する方法は、ポーラスコンクリートの運搬距離が長い場合や夏期の高温期の施工、またプラントに制約がある場合などには有効であり、施工条件が厳しい場合での舗設でもコンクリートをフレッシュな状

態で使用できる利点がある。しかし、ポリマーと練混ぜ水添加を行うための作業場所の確保とトラックアジテータの攪拌(練混ぜ)性能が確保されているという前提条件が必要である。

密粒度アスコン層とポーラスコンクリートとの付着の方法は、ポーラスコンクリートに用いたものと同様のポリマーを添加したポリマーセメントスラリー(プレミックスモルタル、ポリマーおよび水を混合)を付着材として密粒度アスコン面に塗布して行った。

その後、アスファルトフィニッシャ(TV型スクリード)でポーラスコンクリートを敷きならしながら締固め、さらにビブロプレートで締固めおよび仕上げを行った。

養生は、浸透式被膜養生剤 200cc/m²程度を人力でポーラスコンクリート面に散布した後、ブルーシートで1日間覆った。

目地は、打設翌日にドライカッターで目地間隔 4m、目地幅 3~4mm、深さ 40mm で切削し、角欠け防止などのため目地材を注入した。

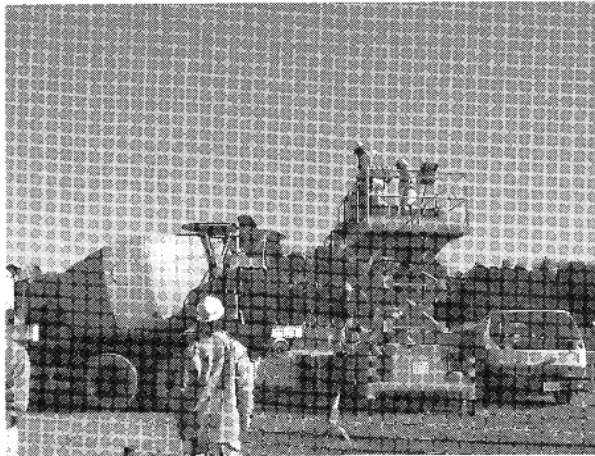


写真 2-2 ポーラスコンクリートの製造
(現場におけるポリマーと水の添加、混合)



写真 2-3 接着材(ポリマーセメントスラリー)
の塗布



写真 2-4 アスファルトフィニッシャへの
ポーラスコンクリートの荷卸し



写真 2-5 敷きならしの状況



写真 2-6 養生剤の散布状況

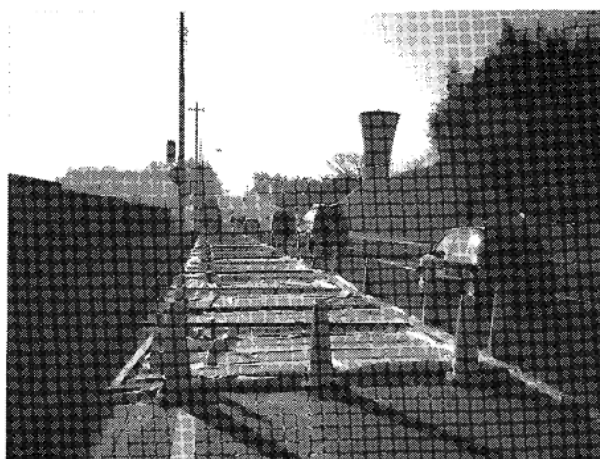


写真 2-7 シートによる養生

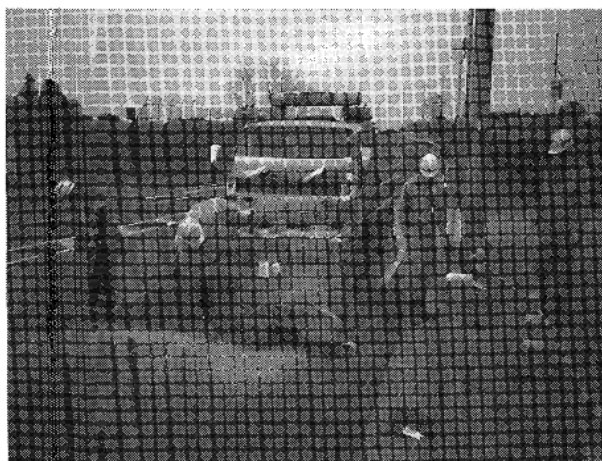


写真 2-8 カッター目地の施工状況

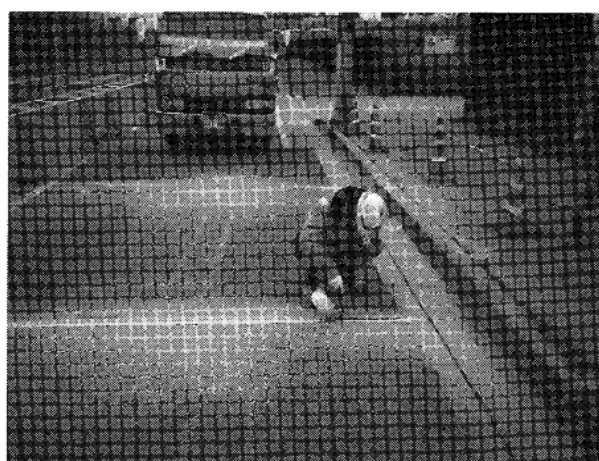


写真 2-9 目地材の注入

(3) 排水施設

排水施設は、密粒度アスコンの舗設後、U字溝に $\phi 30\text{mm}$ の孔を1m間隔で開けて行った。排水施設の施工状況を写真 2-10 に示す。

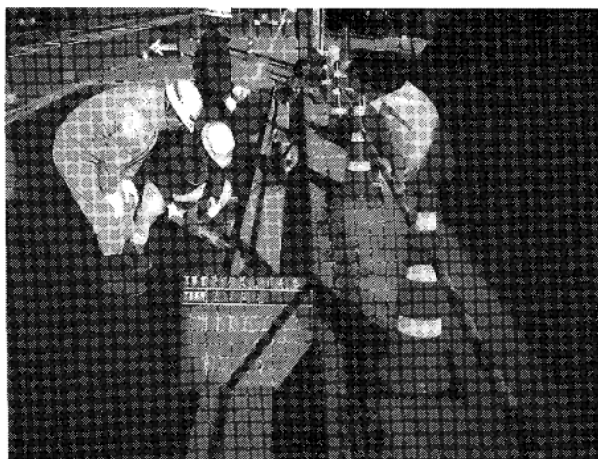


写真 2-10 排水施設の施工

2.4 追跡調査計画

ポーラスコンクリート舗装の機能維持を含めた耐久性能の評価を行うために、追跡調査は表 2-4 に示すような試験項目および頻度で実施した。各測定位置を図 2-3 および 2-4 に示す。測定状況を写真 2-11～2-17 に示す。機能回復処理の状況を写真 2-18 に示す。

表 2-4 試験項目、試験方法、測定位置および頻度

試験項目	試験方法	測定位置	頻度
曲げ強度	JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」	—	施工時(7、28 日)
ひび割れ・路面性状	舗装試験法便覧 6-4「舗装路面のひび割れ測定方法」	路面全面	施工直後、1 年、3 年、5 年
平たん性	舗装試験法便覧 6-2「舗装路面の平たん性測定方法」のうち、3m プロフィールメータによる方法	OWP(外側車輪通過位置)	施工直後、1 年、3 年、5 年
すべり抵抗	舗装試験法便覧別冊 4-1-1T「回転式すべり抵抗測定器による動的摩擦係数の測定方法」	3 箇所(OWP(外側車輪通過位置))	施工直後、1 年、3 年、5 年
現場透水量	舗装試験法便覧別冊 1-1-3T「現場透水量試験方法」	幅員方向 2 箇所(OWP と中央)、縦断方向 3 箇所、計 6 箇所	施工直後、1 年、3 年、5 年
わだち掘れ	舗装試験法便覧 6-3「舗装路面のわだち掘れ量測定方法」のうち、横断プロフィールメータによる方法	現場透水量試験と同一横断位置	施工直後、1 年、3 年、5 年
目地の段差	舗装試験法便覧 6-7「舗装路面の段差の測定」	OWP(外側車輪通過位置)	施工直後、1 年、3 年、5 年
騒音	・「タイヤ・路面騒音測定方法」で定常騒音試験方法 ・JIS D 1024「自動車の車外騒音試験方法」のうち定常騒音試験方法	・騒音計の位置はタイヤ近傍 ・騒音計の位置は車両の中心線から 5.0m、高さは 1.2m	施工直後、1 年、3 年、5 年
機能回復処理	—	路面全面(現場透水量は、現場透水量試験と同位置で確認)	2 年
たわみ	FWD (荷重：5tf)	各目地間の中央部と目地部	1 年、2 年、4 年

注) 騒音、機能回復処理およびたわみの測定方法は、資料を参照

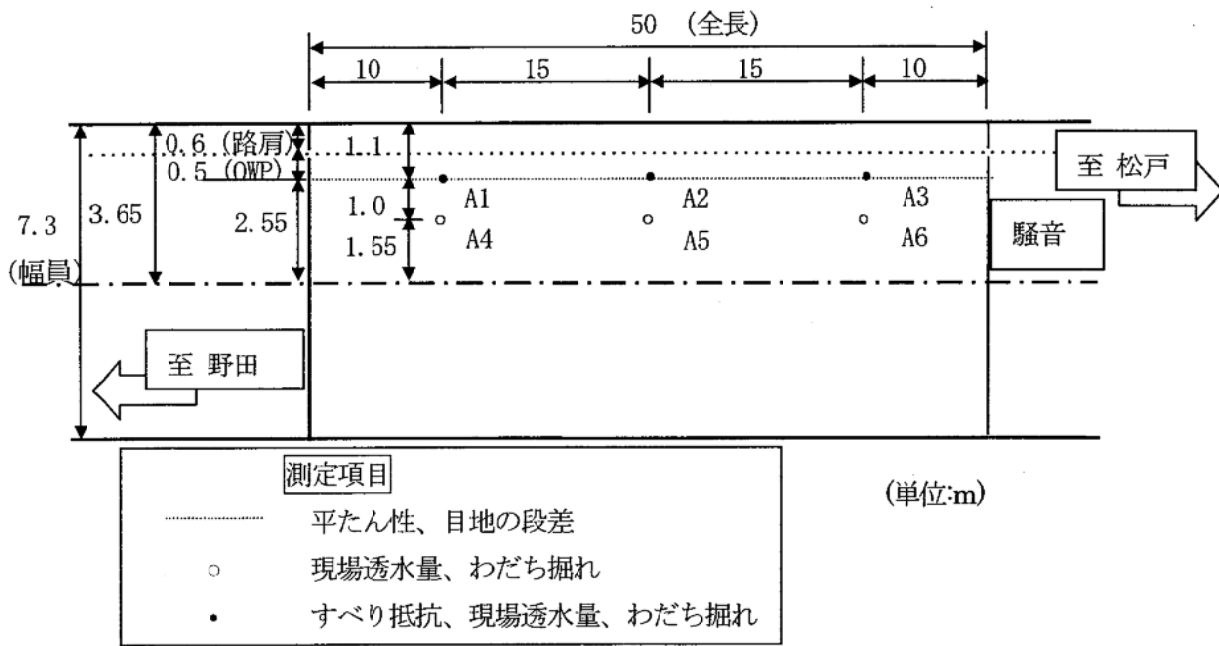
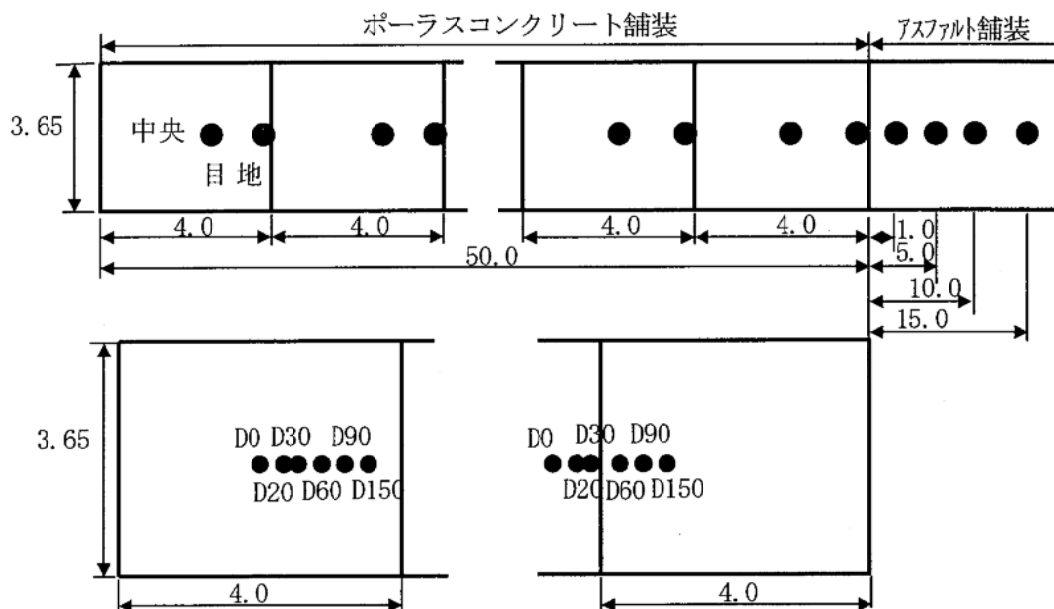
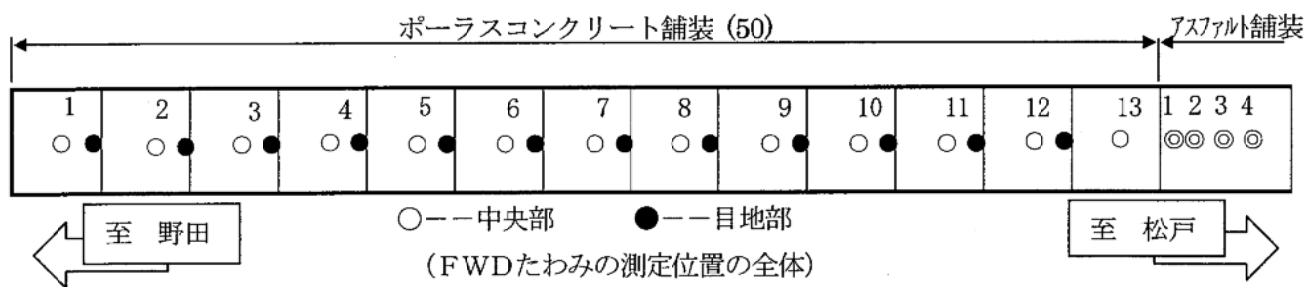


図 2-3 試験舗装の測定位置



(単位:m)

図 2-4 FWDたわみの測定位置



写真 2-11 3m プロフィールメータの測定状況

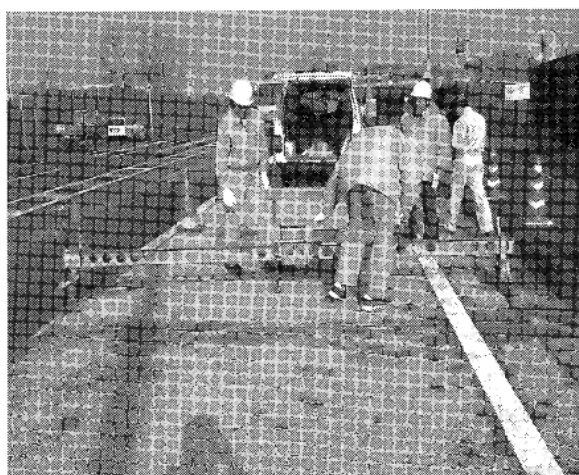


写真 2-12 横断プロフィールメータの測定状況

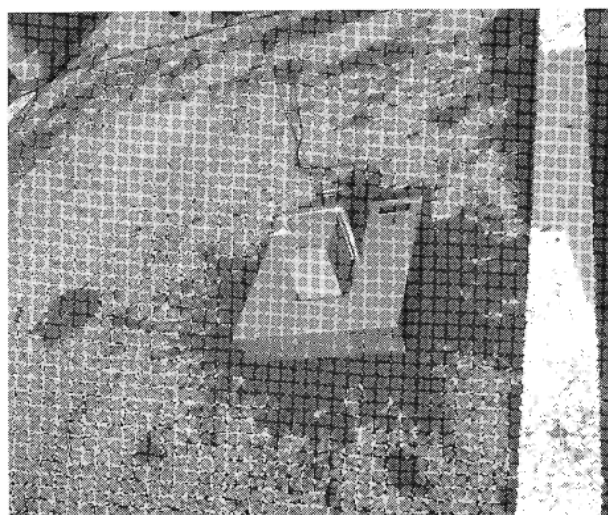


写真 2-13 DF テスターの測定状況

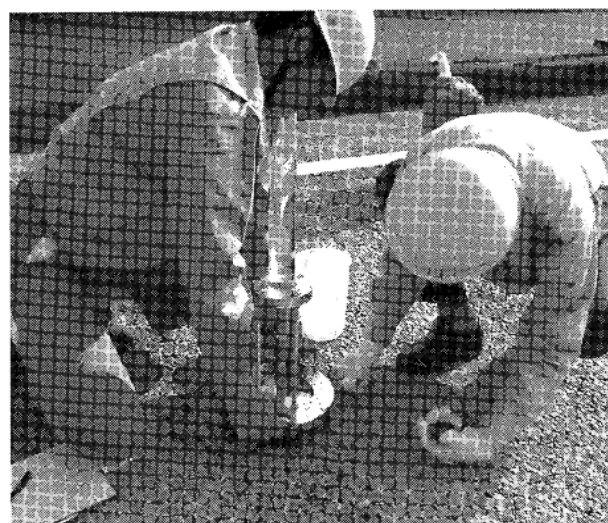
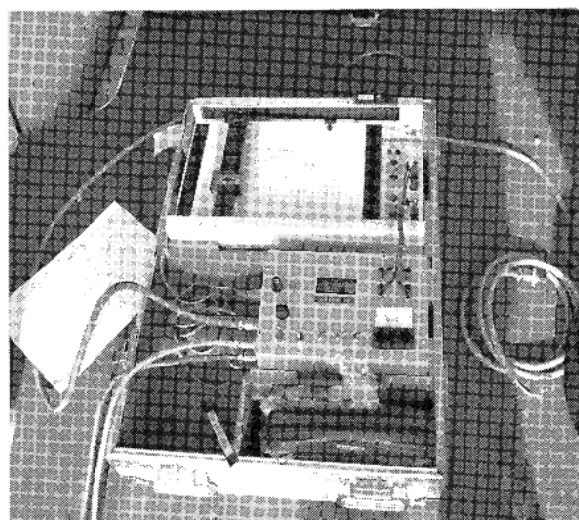


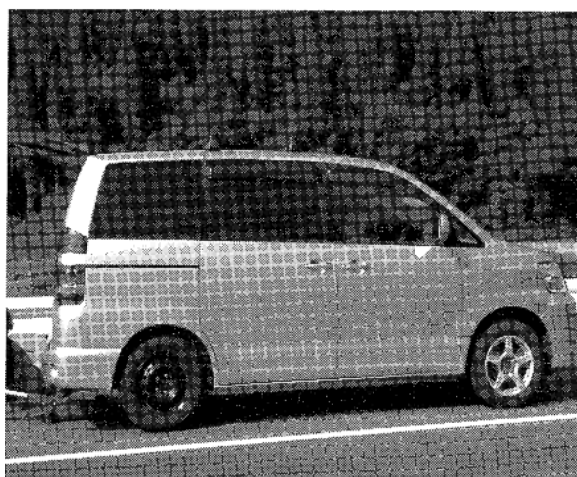
写真 2-14 現場透水量の測定状況



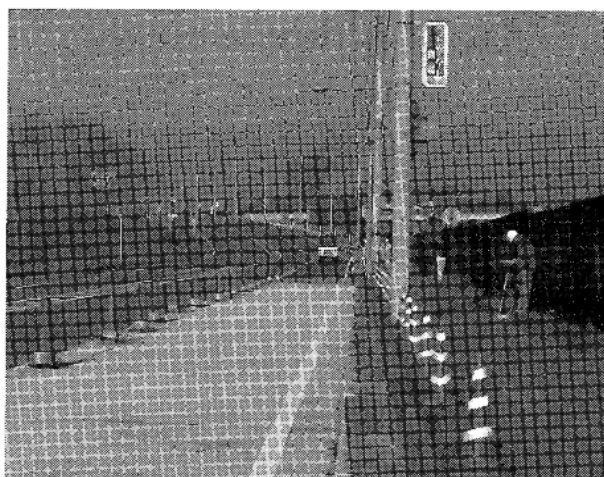
写真 2-15 目地の段差の測定状況



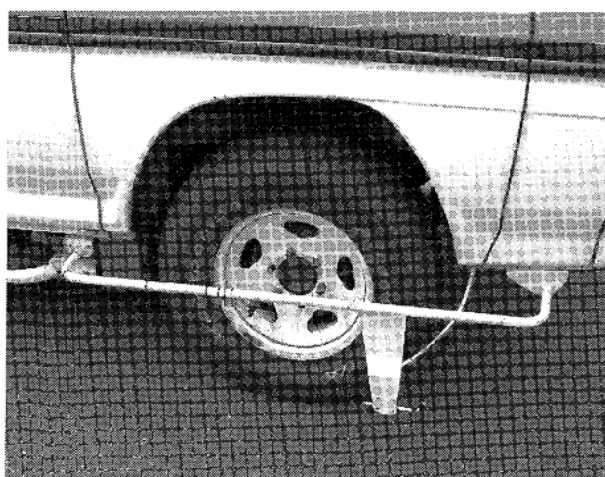
(施工直後および供用1年)(車種：デリカワゴン)



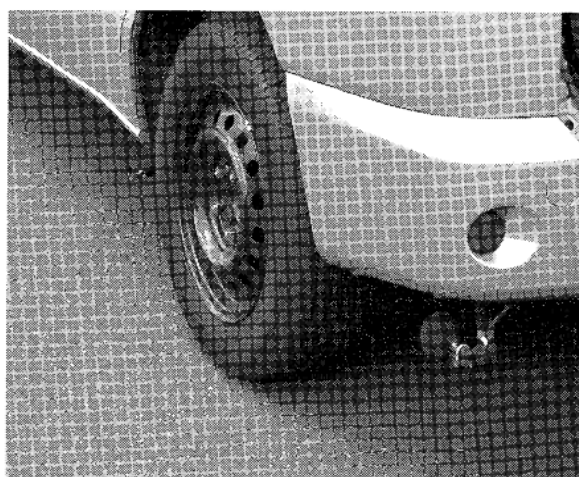
(供用3年)(車種：ノア)



(JIS D 1024 法 (環境騒音法))



(施工直後および供用1年)



(供用3年)

(タイヤ・路面騒音法)

写真 2-16 騒音の測定状況

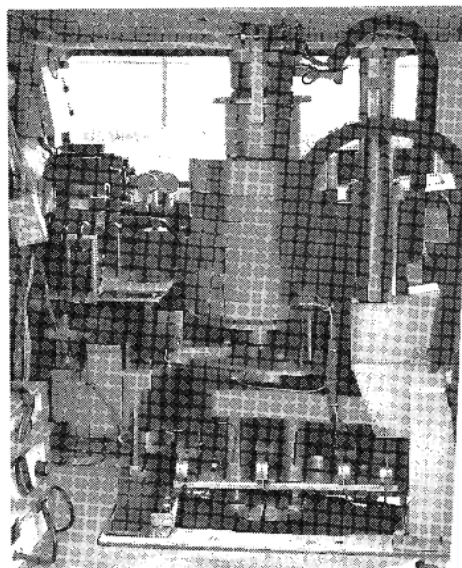
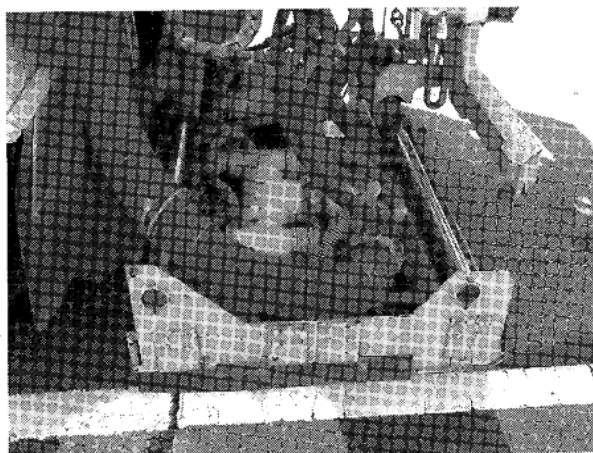


写真 2-17 FWDたわみの測定状況



(排水機能回復車)



(回復機構部)



(作業状況)

写真 2-18 機能回復処理の状況

3. 試験結果および考察

3.1 ポーラスコンクリートの曲げ強度

施工時に採取したポーラスコンクリート試料によって、目標空隙率が 20%となるように作製した 100×100×400mm の角柱供試体によるポーラスコンクリートの曲げ強度試験結果を、表 3-1 に示す。これより、製造時のポーラスコンクリートの材齢 28 日における標準養生下の曲げ強度は 4.0N/mm² 以上であり目標強度を満足した。

表 3-1 ポーラスコンクリートの
曲げ強度および空隙率

曲げ強度(N/mm ²)		空隙率 (%)
7 日	28 日	
3.82	4.27	19.4

3.2 平たん性

ポーラスコンクリート舗装の施工直後、供用 1 年および 3 年の 3m プロフィルメータによる平たん性の試験結果を、図 3-1 に示す。

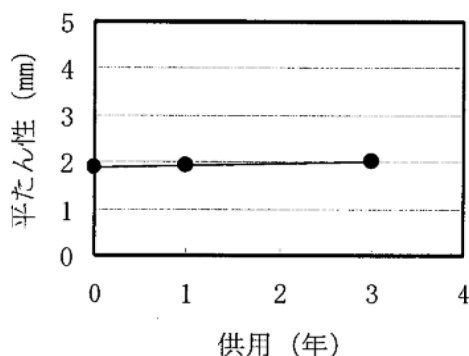


図 3-1 平たん性の試験結果

(1) 施工直後の平たん性

施工直後の平たん性は 1.88mm であり、「転圧コンクリート舗装指針(案)」の舗設時目標値の 3mm 以下を満足した。

(2) 供用にともなう平たん性の変化

供用にともなう平たん性の変化は、供用 3 年までほとんど認められなかった。

3.3 すべり抵抗

ポーラスコンクリート舗装の施工直後、供用1年および3年時における回転式すべり抵抗測定器(DF テスター) による動的摩擦係数の試験結果を、図3-2 に示す。

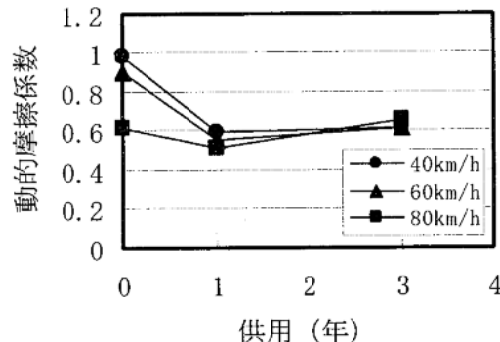


図3-2 動的摩擦係数の試験結果

(1) 施工直後の動的摩擦係数

施工直後の動的摩擦係数は、走行速度 40km/h および 60km/h において 0.9 および 0.98 と 1.0 に近い数値を示し、速度が 80km/h では 0.62 であった。走行速度 40 および 60km/h で大きな値を示した原因は、委員会報告 R-15 で記載したように、施工の影響による局所的な表面テクスチャーの差異が残存し、それが摩擦抵抗に影響していることや、試験時に散水しても透水してしまい、乾燥状態に近い状態で試験されて測定値が大きくなったことなどが考えられる。

(2) 供用にともなう動的摩擦係数の変化

供用にともなう動的摩擦係数は、供用1年において走行速度 40、60 および 80km/h で 0.51～0.59 の範囲となった。供用3年では、走行速度 40、60 および 80km/h で 0.62～0.66 の範囲であった。

なお、「道路維持修繕要綱 ((社)日本道路協会)」によるすべり抵抗性に関する維持修繕の判断基準は、すべり測定車による 60km/h 時のすべり摩擦係数で 0.25 以上とされている。DF テスターとすべり測定車による測定値の相関は比較的高く^{1),2)}、文献 2)によると、すべり測定車によるすべり摩擦係数 0.25 は、DF テスターでの動的摩擦係数に換算すると 0.28 程度となる。したがって、本舗装のすべり抵抗は、供用3年までこの基準を十分満足していると推察される。

《参考文献》1) 舗装試験法便覧別冊、(社)日本道路協会、pp293

2) 瀬尾他、安全性から見た路面の評価、舗装、建設図書、pp45-45 (2001.9)

3.4 現場透水量

ポーラスコンクリート舗装の施工直後、供用 1 年および 3 年の現場透水試験器による現場透水量の試験結果を、図 3-3 に示す。なお、供用 1 年後に現場透水量が大きく低下したため、供用 2 年時に機能回復処理を行い、その前後の現場透水量も併せて示した。

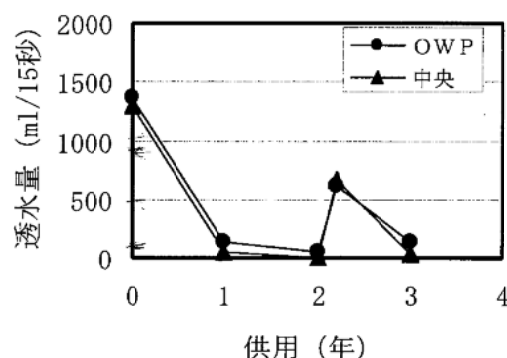


図 3-3 現場透水量の試験結果

(1) 施工直後の現場透水量

施工直後の現場透水量は、「排水性舗装技術指針（案）」の舗設時目標値の 800ml/15 秒以上を満足した。なお、OWP(外側車輪通過位置)および中央での現場透水量は、それぞれ 1371ml/15 秒および 1294ml/15 秒とほぼ同じであった。

(2) 供用にとまう現場透水量

供用にとまう現場透水量の変化は、供用 1 年では、施工直後に比べて OWP および中央とも約 1240ml/15 秒の減少とかなり大きく、現場透水量はそれぞれ 129ml/15 秒および 59ml/15 秒となった。そのため、供用 2 年時に(3)で示す機能回復処理を行った。その結果、現場透水量は、OWP が 612ml/15 秒、中央が 666ml/15 秒まで回復したが、供用 3 年で再度低下し、OWP が 138ml/15 秒、中央が 26ml/15 秒となった。これは施工箇所が道路縦断線形の谷部に位置しており、交通量も多いことから雨天時などに土砂が少しずつ空隙を埋めていったのではないかと考えられる。

(3) 機能回復処理の前後における現場透水量の変化

上述したように、供用 1 年で透水性能がかなり低下したため、供用 2 年後に透水性能を改善する機能回復処理を行った。排水機能回復車の仕様や回復処理の方法の詳細は巻末資料 2.に記述したが、機能回復処理の概要は、路面に高圧水を噴射して吸引ダクトで空隙詰まりの原因物質を効果的に除去するためにキャビテーション効果を利用する方法とし、条件を噴射水圧が 5MPa、噴射水量が 0.39m³/min、作業速度が 6km/h とした。機能回復処理作業は、排水機能回復車の作業幅が 2m のため、3.65m の幅員に対して 2 回実施した。具体的には、排水孔がある路肩側の幅 2m を先に実施し、センターライン側の残りの部分をその後に実施した。これは、予備試験で排水孔のある路肩部分を先に処理しないと、処理水がポーラスコンクリート内に滞留してしまい効果が認められなかったためである。

機能回復処理の前後の現場透水量を図 3-4 に、機能回復処理による現場透水量の回復率と施工直後の現場透水量との関係を、図 3-5 に示す。なお、この透水量回復率とは、(機能回復処理直後の現場透水量)と(供用前の現場透水量)の比を百分率で表したものである。

これより、透水量は1回の機能回復処理によって、約500ml/15秒が回復し、施工直後の約40～60%まで回復することがわかった。

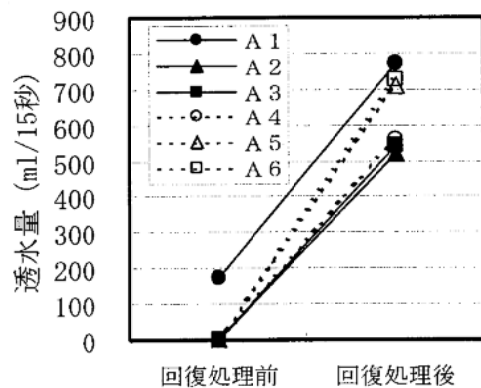


図 3-4 機能回復処理の前後の現場透水量

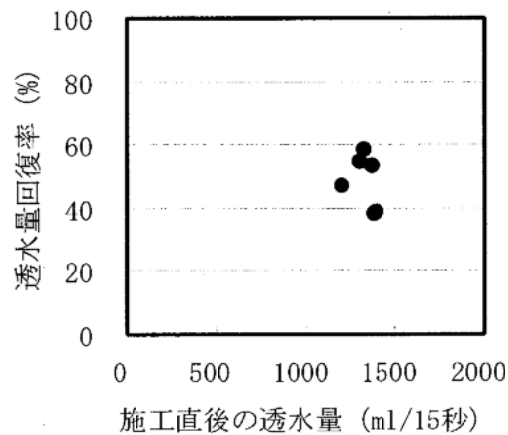


図 3-5 施工直後の現場透水量に対する回復率

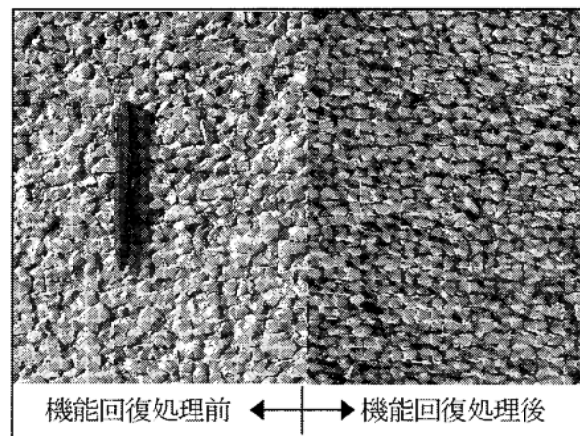


写真 3-1 機能回復処理の前後

3.5 わだち掘れ

ポーラスコンクリート舗装の供用1年および3年の横断プロフィールメータによるわだち掘れ量の試験結果を、図3-6に示す。供用3年でのわだち掘れ量は1.0mmであり、供用3年まで磨耗によるわだち掘れはほとんど認められなかった。

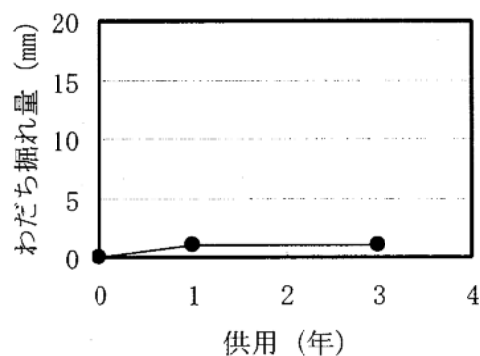


図 3-6 わだち掘れ量の試験結果

3.6 目地の段差

ポーラスコンクリート舗装の供用1年および3年における目地の段差の試験結果を、表3-2に示す。これより、供用3年までは、目地の段差が認められなかった。

表 3-2 目地の段差の試験結果

目地の段差(mm)	
1 年	3 年
0	0

3.7 騒音

ポーラスコンクリート舗装の騒音を評価するための測定方法は、JIS(環境騒音)法およびタイヤ・路面騒音法とした。測定時期は、施工直後、供用1年および3年とした。

使用した測定車およびタイヤの種類は、施工直後および供用1年でそれぞれデリカワゴン(三菱)およびALL-TERRAIN T/A235/75R15(BF-GOODRICH)(ダートタイヤ)とした。供用3年では、独立行政法人土木研究所との共同研究「タイヤ・路面騒音測定方法の開発」で使用された車種がノア(トヨタ)で、タイヤの種類は VECTOR3RV(Goodyear)(ノーマルタイヤ)とした。なお、測定車の走行速度は50km/hとした。

ポーラスコンクリート舗装およびアスファルト舗装における騒音の試験結果を、それぞれJIS(環境騒音)法およびタイヤ・路面騒音法ごとに図3-7に示す。なお、施工直後および供用1年の騒音値は、委員会報告R-15の資料に記述されている(ノア・ノーマル)と(デリカ・ダート)の騒音の測定結果から求めた関係式であるJIS法で $((ノア・ノーマル)=0.9268 \times (デリカ・ダート)+2.7061)$ 、タイヤ・路面騒音法で $((ノア・ノーマル)=0.8202 \times (デリカ・ダート)+10.1080)$ から、車種がノアでタイヤの種類がノーマルタイヤの場合に換算した値とした。

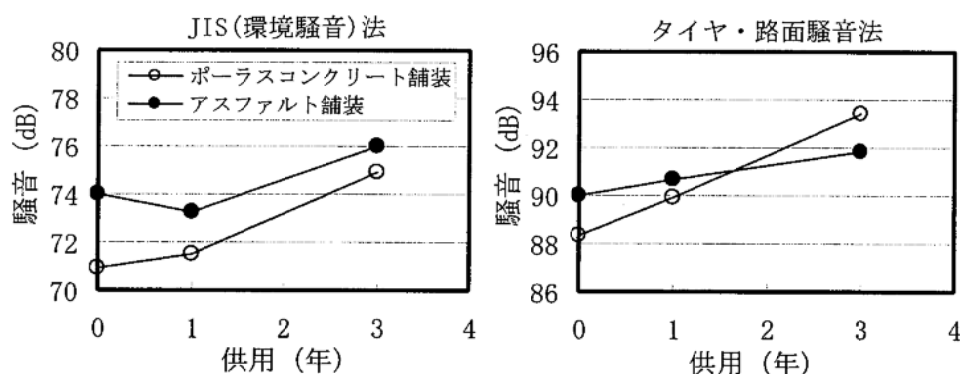


図 3-7 JIS(環境騒音)法およびタイヤ・路面騒音法による騒音の試験結果

(1) 施工直後の騒音レベル

1) JIS 法

ポーラスコンクリート舗装の施工直後の騒音は71.0dBであり、アスファルト舗装よりも3.1dB低い値を示した。

2) タイヤ・路面騒音法

ポーラスコンクリート舗装の施工直後の騒音は 88.4dB であり、アスファルト舗装よりも 1.6dB 低い値を示した。

(2) 供用にとまなう騒音レベル

1) JIS 法

ポーラスコンクリート舗装の供用にとまなう騒音レベルの変化は、供用 1 年で 71.5dB と施工直後に比べて 0.6dB 高い値を示した。これは、委員会報告 R-15 で示されているように、また 3.4 の結果から空隙詰まりが生じ、施工直後より大きくなったと考えられる。供用 3 年で 74.9dB と供用 1 年に比べてさらに 3.4dB 高い騒音レベルを示した。これは、供用 2 年で機能回復処理を実施した（3.4 参照）が、再度空隙詰まりを起こしたことによるものと考えられる。

供用 1 年のポーラスコンクリート舗装の騒音レベルは、アスファルト舗装よりも 1.7dB 低く、また供用 3 年では 1.1dB 低い値を示し、施工直後における両者の差よりも小さくなった。これは、上記のように空隙詰まりによりポーラスコンクリート舗装の騒音レベルが高くなり、アスファルト舗装との差が小さくなったためと考えられる。

2) タイヤ・路面騒音法

ポーラスコンクリート舗装の供用にとまなう騒音レベルの変化は、供用 1 年で 89.9dB と施工直後に比べて 1.5dB 高い値を示した。また、供用 3 年では 93.4dB と供用 1 年に比べてさらに 3.5dB 高い値を示した。供用にとまなう騒音レベルの変化は、前述の JIS 法と同傾向であった。

供用 1 年のポーラスコンクリート舗装の騒音レベルは、アスファルト舗装よりも 0.8dB 低く、また供用 3 年では、アスファルト舗装よりも 1.6dB 高い値を示した。この結果は前述の JIS 法とやや異なるが、路面近傍での騒音測定結果は、施工直後においてもポーラスコンクリート舗装とアスファルト舗装との差が小さかったことから、このような結果になったものと思われる。

(3) 騒音レベルの周波数特性

1/3 オクターブ分析による周波数ごとの騒音レベルの計算結果を、それぞれ JIS(環境騒音)法およびタイヤ・路面騒音法ごとに図 3-8 に示す。

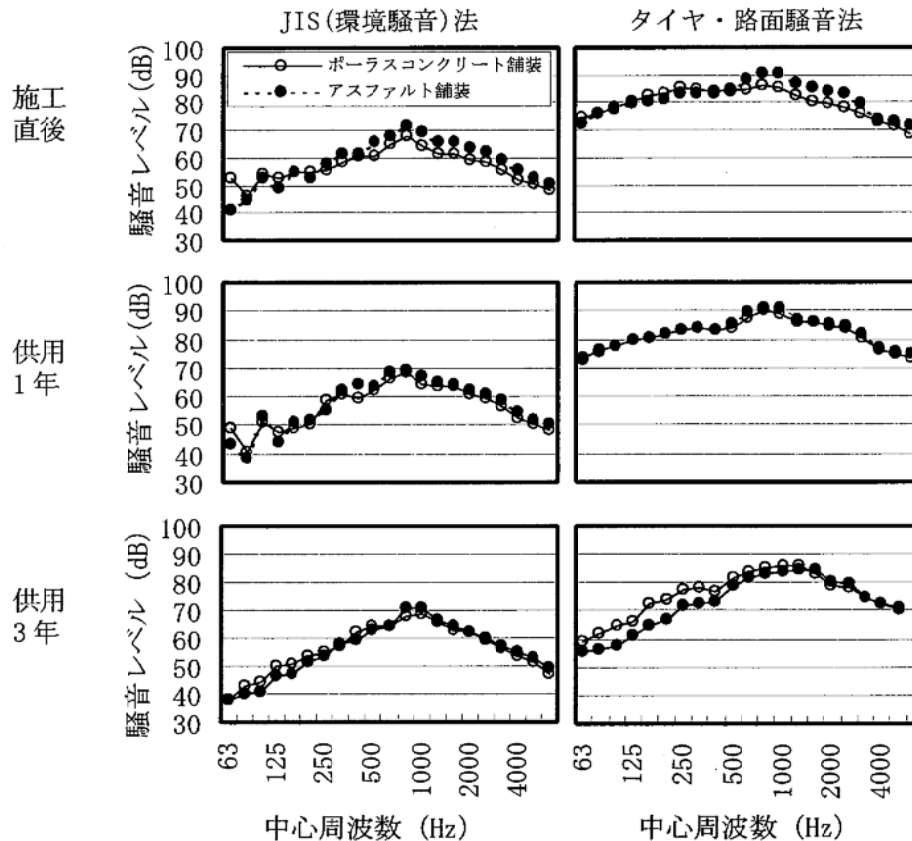


図 3-8 JIS 法およびタイヤ・路面騒音法による 1/3 オクターブの周波数と騒音レベル

1) 施工直後における騒音レベルの周波数特性

JIS 法による騒音レベルが最大となる周波数は、ポーラスコンクリート舗装およびアスファルト舗装とも 800Hz 付近であった。タイヤ・路面騒音法でも同じであった。アスファルト舗装に比べてポーラスコンクリート舗装の方が騒音レベルが低くなる周波数帯は、JIS 法で 250Hz 以上の全域およびタイヤ・路面騒音法で 630Hz 以上の帯域であった。

2) 供用にとまなう騒音レベルの周波数特性

供用 1 年のポーラスコンクリート舗装における騒音レベルの周波数特性は、JIS 法およびタイヤ・路面騒音法ともにほぼアスファルト舗装と同様な形状を示し、施工時に見られた騒音レベルの優勢さは認められなかった。また、供用 3 年の測定結果では、JIS 法およびタイヤ・路面騒音法ともに、アスファルト舗装よりも騒音レベルが大きくなる帯域があることが認められた。

(1) ポーラスコンクリート舗装のひび割れ

表 3-3 ひび割れ調査結果

No.	ひび割れ幅 (mm)
①	0.6
②	0.8
③	0.5
④	0.7
⑤	0.6
⑥	0.5
⑦	0.35
⑧	0.5
⑨	0.25

(2) ポーラスコンクリート舗装の路面性状の変化

ポーラスコンクリート舗装の路面性状を、現場透水量の計測箇所2箇所(図2-3中のA1およびA2)で施工直後、供用6ヶ月、1年および3年において観察した。その結果を写真3-3に示す。これより、供用6ヶ月では空隙詰まりを起こし、舗装表面に空隙が認められない状況を示している。供用1年の写真では、舗装表面に水を散布後の状況であり、供用6ヶ月に比べて表面には空隙が認められるが、その下では空隙詰まりしている状況であった。供用3年では、供用2年で機能回復処理を実施したため、供用1年に比べてやや空隙が多くなったように見受けられる。

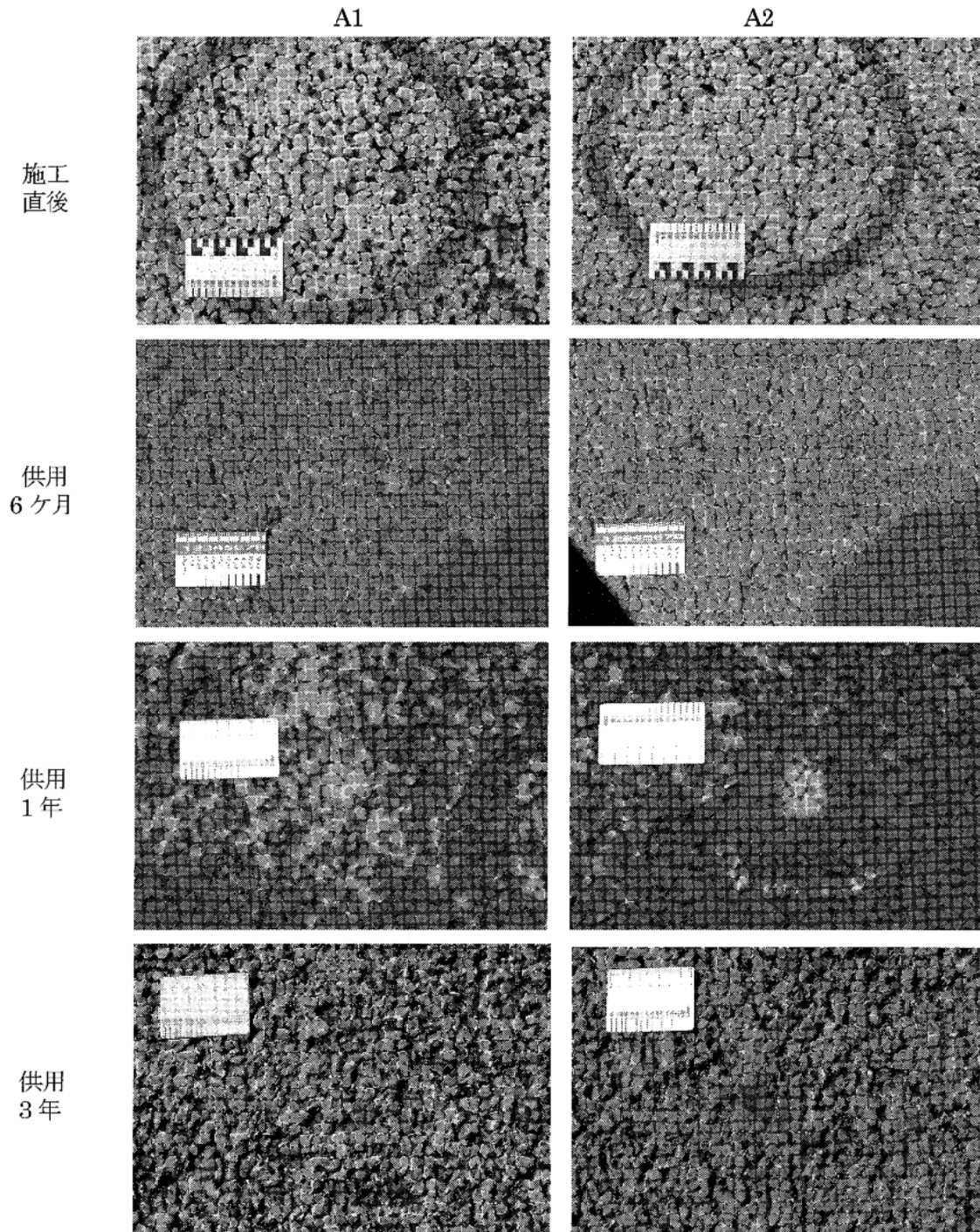


写真3-3 A1およびA2の路面性状

3.9 たわみ

ポーラスコンクリート舗装構造を評価するためにFWD試験を行った。供用1年および2年におけるFWDによる衝撃荷重直下のD0たわみおよび荷重伝達率の試験結果を、図3-10に示す。なお、荷重は5tfとした。

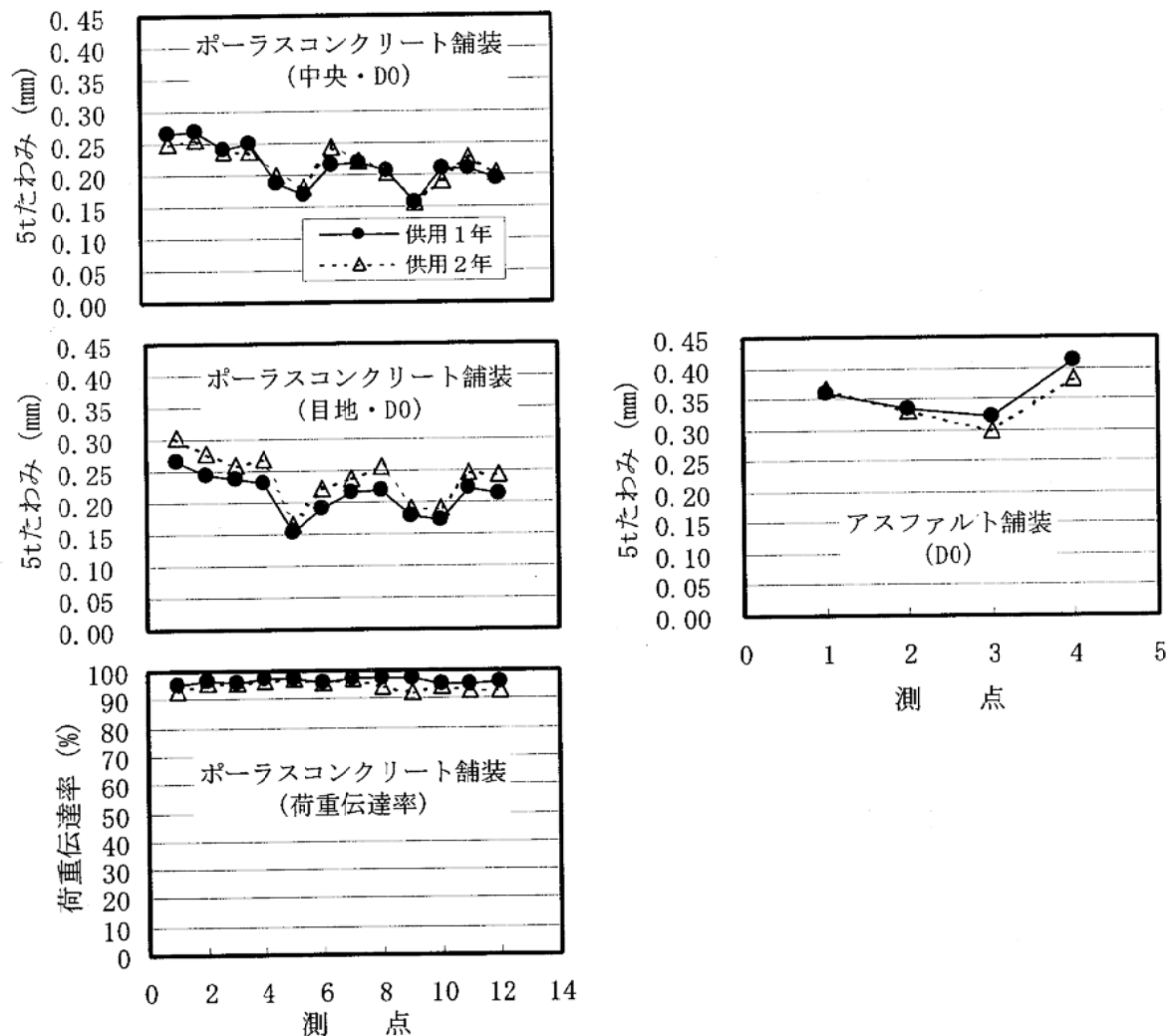


図3-10 FWDによるD0たわみの試験結果

ポーラスコンクリート舗装のFWDによる中央部のD0たわみは、供用1年で0.16～0.27mm、供用2年で0.16～0.26mmと、供用1年から供用2年の間では変化が認められなかった。

ポーラスコンクリート舗装のFWDによる目地部のD0たわみは、供用1年で0.16～0.26mm、供用2年で0.16～0.30mmと、供用1年に比べ供用2年の方がやや大きかったが、ほぼ同等と考えてよいと思われる。

ポーラスコンクリート舗装の目地部の荷重伝達率は、供用1年で95.0～97.5%、供用2年で92.4～97.2%と、供用1年に比べて供用2年の方がやや小さくなったが、すべて90%以上であった。

ポーラスコンクリート舗装およびアスファルト舗装のFWDによるD0たわみを比べると、前者は0.16～0.30mm、後者は0.30～0.41mmとポーラスコンクリート舗装の方が小さかった。

4. まとめ

本研究は、ポーラスコンクリート舗装を実車道に適用し、実際に供用した場合の種々の機能低下も含めた耐久性能を評価することを目的に、千葉県と共同で進めてきているものである。千葉県道(C交通)の1箇所を試験施工したポーラスコンクリート舗装の供用3年までの追跡調査として、平坦性、すべり抵抗、現場透水量(機能回復効果も含む)、わだち掘れ、目地の段差、騒音、たわみなどを対象に試験を行った。本結果は以下のとおりである。

4.1 平坦性

舗装版の平坦性は、施工直後とほぼ同等であった。

4.2 すべり抵抗性

舗装版のすべり抵抗は、回転式すべり抵抗測定器(DF テスター)を用いて測定を行った結果、施工直後に比べて若干低下していたが、既往の文献によるDF テスターとすべり測定車との測定値の相関関係を用いれば、「道路維持修繕要綱(社)日本道路協会」の60km/hで0.25を満足していると推察された。

4.3 現場透水量

舗装版の現場透水量は、供用1年で施工直後に比べて著しく低下する結果となった。現場透水量が著しく低下したため機能回復を1回試みた結果、機能回復処置による透水機能の改善効果が十分に認められた。供用3年で再度現場透水量は低下した。これは、施工場所が縦断線形の最下部に位置しており、特に大型車が上り勾配で加速させるので、ポーラスコンクリート舗装表面部に摩耗粉塵が詰まったものと思われる。

4.4 わだち掘れ

舗装版のわだち掘れは、供用3年でも認められなかった。

4.5 目地の段差

舗装版の目地の段差は、供用3年でも認められなかった。

4.6 騒音

施工直後の舗装版の騒音レベルは、アスファルト舗装よりもJIS(環境騒音)法で3.3dB、タイヤ・路面騒音法で1.6dB低く、低騒音性に効果があることを確認した。供用1年で空隙詰まりを生じたため、騒音レベルがアスファルト舗装と同等となった。

4.7 ひび割れおよび路面性状

起点部の舗装版の隅角部に、供用3年でひび割れが認められた。その原因として、本箇所が縦断線形の最下点であるため、雨水が集まりやすく、付着力や支持力が低下したこと、車両交通による繰返し荷重と版端部のそり応力によって、ポーラスコンクリート舗装と下層アスコン層との付着が切れ、

ひび割れが発生したと推察される。今後、ひび割れの状況変化をみて補修も視野に入れて追跡調査を進める。

4.8 たわみおよび荷重伝達

舗装版のたわみは、供用 2 年において中央部で 0.16～0.26mm また目地部で 0.16～0.30mm であった。荷重伝達率は、92.4～97.2%であった。これらの値は供用 1 年とほぼ同様であり、構造的な経年変化はないといえる。

以上より、ポーラスコンクリート舗装版の性状（平たん性、すべり抵抗性、わだち掘れおよび目地の段差）、現場透水量、低騒音性などは、施工直後に比較して若干低下している性状も見られるがほぼ施工直後と同等であった。今後、さらに供用 5 年後の機能維持を含めた耐久性に注目していきたい。

資 料

1. 舗装構造の検討
2. 騒音の測定方法
3. 機能回復処理の方法
4. たわみの測定方法
5. 各測定結果

付表 1 ポーラスコンクリートの曲げ強度試験結果

付表 2 平たん性の測定結果

付表 3 すべり抵抗の測定結果

付表 4 現場透水量の測定結果

付表 5 わだち掘れ量の測定結果

付表 6 目地の段差の測定結果

付表 7 騒音の測定結果

付表 8 たわみの測定結果

1. 舗装構造の検討

本ポーラスコンクリート舗装の断面設計は、ポーラスコンクリート版の目地部下面に生じる応力に着目し、交通履歴をマイナー則による疲労度より評価し、断面を決定した。

a) 荷重応力の検討結果

下表に示す解析条件および図 2-2（本文 9 頁参照）の舗装断面で、多層弾性理論構造解析プログラム ELSA（<http://pave.civil.tohoku.ac.jp/elsa/>）により解析を実施した。その結果、コンクリート版下面に発生する荷重応力は、 0.72N/mm^2 となった。

この解析は半無限版状の境界条件による応力算定方法であり、コンクリート版の目地縁部の荷重応力を直接求めることはできない。このため、文献 1) を参考に、ELSA の結果を中央載荷時の荷重応力とみなした上で、縁部載荷時の荷重応力の推定を行った。その結果、コンクリート下面に発生する荷重応力は 1.13N/mm^2 であることがわかった。

b) 温度応力の検討結果

温度応力は、（セメントコンクリート舗装要綱、日本道路協会、pp.221-222、昭和 59 年 2 月）の温度応力算定公式を用いて算定した。この結果、そり拘束係数 $C_w=1.0$ 、コンクリートの線膨張係数 $\alpha_c=10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、コンクリート版上下面の温度差 $\theta=10^\circ\text{C}$ としたとき、 0.43N/mm^2 であった。

c) 設計供用期間の検討

これらの結果から、コンクリート版に作用する最大の引張応力は、荷重応力と温度応力を同時に受けた場合であり、その値は 1.56N/mm^2 となる。ポーラスコンクリートの疲労特性は、通常のコンクリートと大差ないこと²⁾から、疲労度の計算をコンクリートの疲労曲線（セメントコンクリート舗装要綱、日本道路協会、pp.223、昭和 59 年 2 月）を用いて計算した。すなわち、コンクリートの設計曲げ強度は 4.0N/mm^2 であることから、応力比は 0.39 であり、現状の一日大型車交通量（表 2-1、本文 7 頁参照）を用いれば、設計供用期間は、信頼性 50% で 13.7 年であった。

付表 解析条件

輪荷重 (kN)		49		
接地半径 (mm)		170		
各層条件	名称	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	層厚 (mm)
	ポーラスコンクリート	12500	0.25	100
	アスファルト混合物	3000	0.35	100
	粒状材料	300	0.35	520
	路床	40	0.35	∞

《参考文献》 1) Rigid Pavement Design for Roads and Stresses, Elastic Method, Yu T. Chou, 4th International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, 1989, pp.267-278

2) 舗装技術専門委員会報告 R11、pp15、セメント協会、1999.10

(1) 測定の機器

・測定車両

・タイヤ種およびサイズ

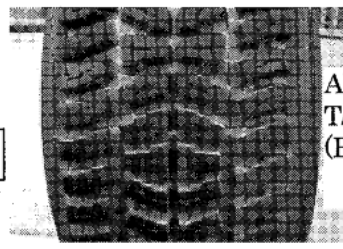
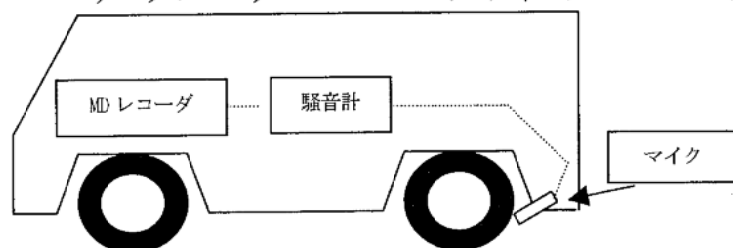
・ 駢音計

精密騒音計 NA-27(リオン)(JIS(環境騒音)法測定用)

積分型普通騒音計 NL-05(リオン)(タイヤ・路面騒音測定用)

・データレコーダ

ミニディスク PMD-R55(パイオニア)



**ALL-TERRAIN
T/A 235/75R15
(BF-GOODRICH)**

付図1 タイヤ・路面騒音法の測定概略図(デリカ)

付写真1 タイヤトレッドパターン

・測定車両

ノア(トヨタ)(独立行政法人土木研究所との共同研究「タイヤ・路面騒音測定方法の開発」で使用)

・タイヤ種およびサイズ

ALL-TERRAIN T/A 235/75R15(BF-GOODRICH)

VECTOR 3 RV 195/65R15(Goodyear)(独立行政法人土木研究所との共同研究「タイヤ・路面騒音測定方法の開発」で使用)

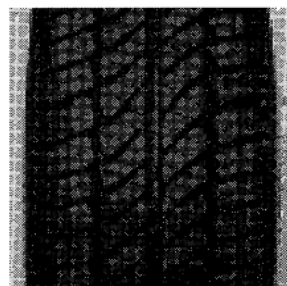
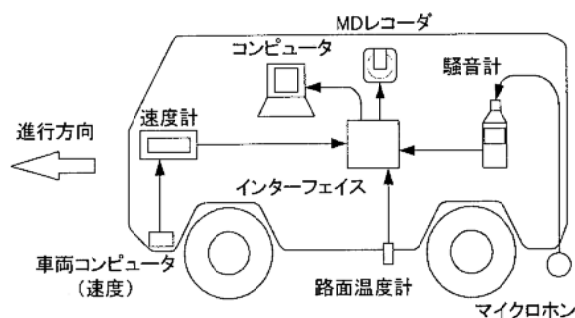
・騒音計

精密騒音計 NA-27(リオン)(JIS(環境騒音)法測定用)

積分型普通騒音計 NL-05(リオン)(タイヤ・路面騒音法測定用)

- ・データレコーダ

ミニディスク PMD-R55(パイオニア)



VECTOR 3RV
195/65R15
(Goodyear)

付図2 タイヤ・路面騒音法の測定概略図(ノア)

付写真2 タイヤトレッドパターン

(2) 測定方法

JIS(環境騒音)法は、測定車両(デリカワゴン・ノア)の中心から 5.0m、高さ 1.2m の位置に騒音計のマイクを設置し、自動車の車外騒音を測定した。

タイヤ・路面騒音法は、上記の車両のタイヤ近傍に騒音計のマイクを取り付け、タイヤから発生する騒音を MD レコーダに記録した。室内で 1/3 オクターブ実時間分析器にかけ一定時間内の周波数分析および周波数補正後の騒音レベルを算出した。分析条件は、周波数補正特性を A 特性、解析時間を 1 秒間(各工区中央付近)、サンプリング間隔を 1ms とした。走行速度は、50km/h とした。

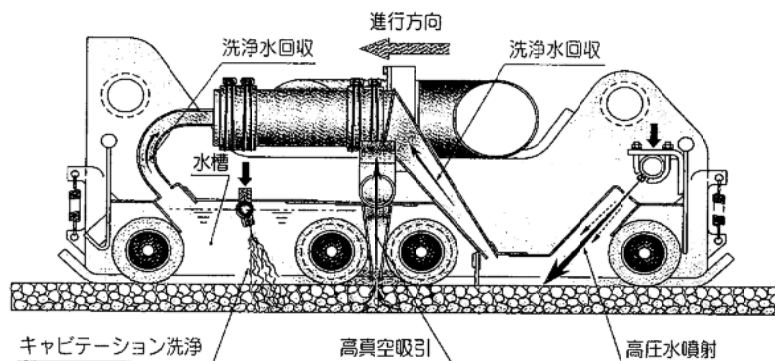
2. 機能回復処理の方法

機能回復処理に使用した機械は、排水機能回復車(酒井重工業株式会社製)とした。

(1) 機械の特長

- ① キャビテーション洗浄と高圧水噴射により洗浄むらをなくし、吸引ダクトで効率的に目詰まり物質を除去できる。
- ② 高真空吸引装置によって深部の目詰まりを強力に吸引回収できる。
- ③ 高真空は、回転ゴムロールによって効果的にシールされ威力を発揮する。
- ④ 作業装置は左右各 700mm シフトできるため、セッティングが迅速。
- ⑤ 回収された汚泥は、レシーバタンクをダンプアップし容易に排出できる。

(2) 回復機構部の概要図

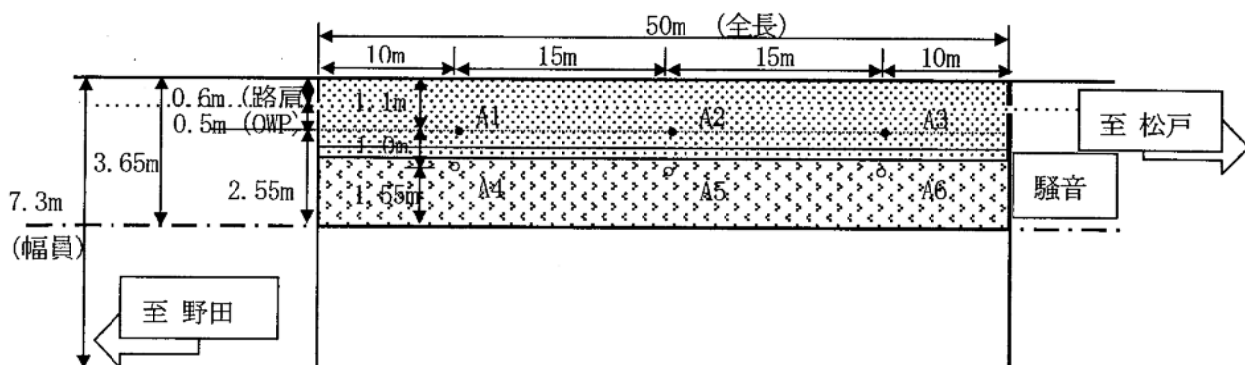


(3) 機械の仕様緒元

項目	仕様	項目	仕様
全長	9,800mm	作業幅員	1~6km/h
全幅	2,490mm	水タンク容量	2.0m ³
車両総重量	38,890kg	作業幅員	2.0m
汚泥吸引能力	80m ³ /min(-200mmHg)	シフト量	左右各 700mm
高真空発生装置	-600mmHg	高圧水ポンプ能力	最高圧力 140kgf/cm ²
機能回復方式	高圧水吹付と高真空吸引併用		吐出量 393 L/min
汚泥排出方式	レシーバタンクダンプアップ		

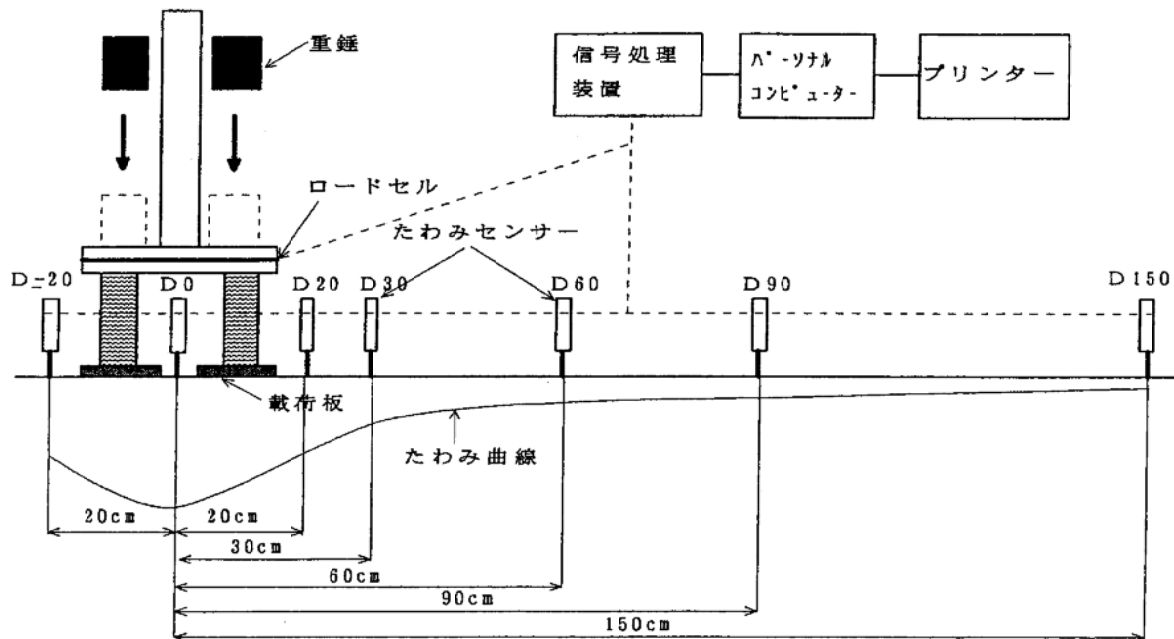
(4) 機能回復処理の方法

機能回復処理は、延長 50m、幅が機械の作業幅員よりまず路肩部から 2m まで、次にセンターラインから 2m( および  部)までを行った。



3. たわみの測定方法

(1) FWDたわみの測定システム



項目		仕様
車両	全長	4,730mm
	全幅	1,840mm
	車両総重量	約 3,200kg
	最低地上高さ	200mm
性能・諸元	型式	KOMATSU FWD M50-1
	移動方式	ミニバン車載型
	載荷方式	単重錘方式、垂直載荷
	重錘重量	最大 290kg
	載荷荷重	最大 10tonf
	載荷板直径	300mm(4 分割方式)
	たわみセンサ	測定方式
		測定位置
		測定範囲
		測定精度
FWD本体	ロードセル形式	ひずみゲージ方式
	温度検出器	白金測温抵抗体、温度範囲：-30～85℃
	距離計	タイヤ回転の工学的パルス検出方式

(2) FWDたわみの測定方法

FWDたわみの測定は、舗装の表面に錘りの落下による衝撃荷重を与え、その衝撃によって生じるたわみ量を載荷直下とその周辺の変位計(たわみセンサ)を用いて計測することである。なお、同一測定位置において、たわみ測定を4回実施し、2～4回目の測定値の平均値をその測定位置のたわみ量とする。D0、D20、D150などの表記は各位置のたわみ量を表し、0、20、150などの数字は載荷板中心からの距離(cm)を示す。

4. 各測定結果

付表 1 ポーラスコンクリートの曲げ強度試験結果

曲げ強度(N/mm ²)	
7 日	28 日
3.91	4.29
3.56	4.07
3.98	4.45

付表 2 平たん性の測定結果

供用 (年)	施工直後		1 年		3 年
1	-5.0	0.0	0.0	-5.0	-4.0
2	-3.5	1.0	-2.5	-1.0	2.0
3	-3.0	-0.5	3.0	2.5	-4.5
4	2.0	-2.0	0.0	-4.5	1.5
5	-2.0	-1.0	2.0	1.0	0.0
6	1.0	-3.0	3.0	0.5	0.5
7	-1.5	0.0	3.5	1.5	3.5
8	-2.0	-4.0	0.0	3.0	0.0
9	-2.0	-3.5	2.0	1.0	2.0
10	1.5	0.0	2.0	3.0	4.5
11	1.0	1.0	2.0	4.0	3.5
12	0.5	-0.5	1.5	2.0	-0.5
13	1.0	-1.0	3.5	0.0	2.5
14	1.0	0.0	-0.5	3.0	0.0
15	0.0	-0.5	1.0	1.0	2.0
16	3.0	0.0	1.0	1.5	1.0
17	2.0	-3.0	1.0	1.0	0.5
18	2.0	-2.5	0.0	0.5	3.0
19	1.0	-1.5	0.0	2.0	3.5
20	2.0	-1.5	0.5	3.0	3.0
21	3.0	-2.0	4.0	4.0	1.0
22	1.0	-0.5	3.5	3.0	3.0
23	-1.0	-3.5	0.5	3.5	2.0
24	-2.0	-3.0	4.0	0.5	1.5
25	1.0	-1.5	1.0	3.0	3.0
26	-1.0	0.0	2.5	3.5	1.5
27	1.0	-2.0	1.0	2.0	1.0
28	3.0	2.5	-0.5	1.0	2.5
29	0.0	-3.0	2.0	2.5	2.0
30	3.0	-5.0	3.0	0.0	2.5
31	2.0	-1.0	-3.0	3.5	4.0
平均標準偏差 (mm)	1.88		1.93		2.00

注) 施工直後および供用 1 年の測定は、測点 1→測点 3 と
測点 3 →測点 1 とした。標準偏差は、その平均値とした。

付表 3 すべり抵抗の測定結果

測点	動的摩擦係数								
	施工直後			1 年			3 年		
	速度(km/h)								
	40	60	80	40	60	80	40	60	80
A 1	0.95	0.89	0.60	0.66	0.60	0.56	0.67	0.67	0.68
	0.97	0.87	0.57	0.64	0.58	0.54	0.64	0.64	0.67
	0.96	0.86	0.59	0.62	0.55	0.53	0.61	0.63	0.66
A 2	1.01	0.95	0.65	0.55	0.53	0.48	0.61	0.60	0.65
	1.03	0.95	0.62	0.52	0.50	0.49	0.60	0.59	0.64
	1.02	0.95	0.64	0.51	0.49	0.41	0.59	0.58	0.62
A 3	0.97	0.92	0.61	0.64	0.58	0.53	0.60	0.61	0.66
	0.95	0.84	0.55	0.61	0.55	0.52	0.60	0.59	0.63
	0.95	0.89	0.71	0.58	0.54	0.51	0.62	0.63	0.69
平均	0.98	0.90	0.62	0.59	0.55	0.51	0.62	0.62	0.66

付表 4 現場透水量の測定結果

測定位置	測点	透水量(ml/15 秒)				
		施工直後	1 年	2 年		3 年
				回復処理前	回復処理後	
OWP	A 1	1339	180	172	822	88
		1316	179	177	739	83
		1336	174	178	757	82
	A 2	1408	209	不透水	481	190
		1399	216	不透水	516	193
		1336	207	不透水	564	190
	A 3	1389	63	不透水	511	不透水
		1399	61	不透水	544	不透水
		1415	62	不透水	571	不透水
	平均	1371	150	59	612	138
中央	A 4	1253	106	不透水	591	14
		1215	100	不透水	549	15
		1145	106	不透水	543	12
	A 5	1327	50	不透水	698	40
		1296	45	不透水	723	39
		1282	44	不透水	708	34
	A 6	1386	53	不透水	706	不透水
		1370	56	不透水	731	不透水
		1373	52	不透水	748	不透水
	平均	1294	68	不透水	666	26

付表 5 わだち掘れ量の測定結果

わだち掘れ量(mm)				
測点		A1～A4	A2～A5	A3～A6
施工直後	IWP	6	6	10
	OWP	3	3	4
	測定値	6	6	5
1 年	IWP	8	6	6
	OWP	6	3	3
	測定値	8	6	6
	1 年－直後	2	0	1
	平均	1.0		
3 年	IWP	8	6	6
	OWP	7	3	4
	測定値	8	6	6
	3 年－直後	2	0	1
	平均	1.0		

注) 測定値は、IWP と OWP で大きい方とした。

付表 6 目地の段差の測定結果

目地の段差(mm)			
1 年		3 年	
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

付表 7-1 騒音の測定結果（施工直後、JIS D 1024 法、デリカ、ダート）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
1/3オクターブバンド中心周波数	63	54.9	48.8	54.6	52.8	37.7	42.5	43.7	41.3
	80	42.5	51.3	44.7	46.2	42.5	46.7	43.7	44.3
	100	53.5	53.8	55.6	54.3	54.6	50.2	52.3	52.4
	125	52.3	52.2	53.3	52.6	47.7	48.1	50.9	48.9
	160	52.9	54.8	56.6	54.8	54.8	52.2	56.8	54.6
	200	55.3	55.3	54.4	55.0	51.8	52.9	54.1	52.9
	250	57.7	55.0	54.8	55.8	58.6	57.7	57.8	58.0
	315	59.6	57.4	58.3	58.4	61.1	62.1	60.6	61.3
	400	60.1	61.8	60.2	60.7	62.1	61.1	61.3	61.5
	500	59.9	61.5	59.4	60.3	64.2	65.4	67.1	65.6
	630	65.0	65.0	64.8	64.9	67.2	67.8	68.4	67.8
	800	68.1	68.4	67.7	68.1	71.2	71.8	70.6	71.2
	1000	65.2	64.3	64.3	64.6	68.9	69.7	68.9	69.2
	1250	61.3	61.8	61.9	61.7	65.4	65.2	66.4	65.7
	1600	61.0	60.9	62.1	61.3	64.8	65.0	66.4	65.4
	2000	59.2	58.8	59.7	59.2	62.3	63.7	64.1	63.4
	2500	58.2	58.3	59.1	58.5	61.5	62.5	62.8	62.3
	3150	55.5	55.2	56.5	55.7	58.6	58.8	59.5	59.0
	4000	52.3	51.7	52.6	52.2	55.3	54.6	56.4	55.4
	5000	50.7	50.2	50.7	50.5	52.3	52.3	53.1	52.6
	6300	48.5	47.7	48.1	48.1	50.0	50.0	51.3	50.4
	A P	73.7	73.7	73.5	73.6	76.7	77.0	77.1	76.9

付表 7-2 騒音の測定結果（施工直後、タイヤ・路面騒音法、デリカ、ダート）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
1/3オクターブバンド中心周波数	63	74.2	74.2	74.8	74.4	71.5	72.4	73.0	72.3
	80	75.6	76.0	75.9	75.8	75.1	75.5	76.3	75.6
	100	78.7	76.1	78.7	77.8	76.7	78.6	76.9	77.4
	125	81.0	78.9	81.2	80.4	78.3	80.2	80.2	79.6
	160	82.5	82.9	82.6	82.7	80.4	79.8	80.9	80.4
	200	83.2	82.7	84.4	83.4	79.7	81.1	82.6	81.1
	250	85.0	84.5	85.7	85.1	82.1	83.2	83.7	83.0
	315	84.4	84.7	85.7	84.9	81.3	82.9	84.4	82.9
	400	83.7	83.4	85.6	84.2	82.4	82.5	84.0	83.0
	500	84.1	84.5	85.0	84.5	84.0	83.7	84.8	84.2
	630	84.4	84.7	85.7	84.9	88.2	87.8	88.2	88.1
	800	85.4	86.2	86.4	86.0	90.8	89.7	90.2	90.2
	1000	84.8	85.6	85.7	85.4	90.8	90.0	90.2	90.3
	1250	82.1	82.4	82.8	82.4	87.7	87.3	86.7	87.2
	1600	80.4	80.4	81.0	80.6	85.1	85.0	85.2	85.1
	2000	79.4	79.7	79.7	79.6	83.8	84.0	84.3	84.0
	2500	78.5	78.3	78.4	78.4	83.0	83.7	82.6	83.1
	3150	76.2	75.9	76.0	76.0	79.0	79.6	79.5	79.4
	4000	72.9	72.8	73.1	72.9	73.9	74.0	74.5	74.1
	5000	71.1	71.4	71.6	71.4	72.4	72.6	73.2	72.7
	6300	68.8	68.8	69.1	68.9	70.9	71.1	71.7	71.2
	A P	95.1	95.1	95.9	95.4	97.5	97.2	97.6	97.4

付表 7-3 騒音の測定結果（供用 1 年、JIS D 1024 法、デリカ、ダート）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
周波数 (Hz) 1/3オクターブバンド中心周波数	63	46.5	50.7	49.0	49.1	43.4	40.1	45.2	43.4
	80	38.2	40.5	41.7	40.4	37.7	38.0	40.0	38.7
	100	51.2	51.1	51.4	51.2	52.7	51.9	53.6	52.8
	125	46.2	49.5	45.5	47.4	44.1	41.5	46.0	44.2
	160	48.3	49.8	48.5	48.9	52.6	50.1	49.4	50.9
	200	49.2	50.2	51.3	50.3	51.1	53.6	50.5	52.0
	250	58.5	60.2	56.2	58.6	57.2	54.3	54.5	55.5
	315	60.9	62.0	59.8	61.0	60.1	60.6	64.9	62.4
	400	58.7	58.8	60.7	59.5	61.9	64.3	63.5	64.3
	500	63.0	60.2	62.3	62.0	62.8	64.2	62.8	63.3
	630	64.8	67.4	65.9	66.2	67.6	69.2	69.5	68.8
	800	68.7	66.8	69.3	68.4	70.6	69.5	67.3	69.3
	1000	64.0	64.5	63.8	64.1	66.8	66.1	67.9	67.0
	1250	64.3	62.7	63.7	63.6	64.5	64.4	65.5	64.8
	1600	63.6	63.3	63.9	63.6	63.8	64.0	65.2	64.4
	2000	60.5	61.0	60.6	60.7	62.8	61.8	62.0	62.2
	2500	59.5	59.2	59.0	59.2	60.6	60.4	61.3	60.8
	3150	56.0	56.9	56.0	56.3	59.3	58.0	57.8	58.4
	4000	52.1	52.6	52.8	52.5	54.9	53.7	54.1	54.3
	5000	49.5	50.8	50.5	50.3	52.7	51.5	51.5	51.9
	6300	47.5	48.1	48.4	48.0	50.5	50.1	49.4	50.0
	A P	74.1	74.1	74.5	74.2	76.0	75.9	76.3	76.1

付表 7-4 騒音の測定結果（供用 1 年、タイヤ・路面騒音法、デリカ、ダート）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
周波数 (Hz) 1/3オクターブバンド中心周波数	63	72.7	73.4	73.6	73.2	71.4	73.1	72.7	72.4
	80	75.6	76.1	76.4	76.0	74.8	75.9	76.0	75.6
	100	77.3	77.3	78.7	77.8	77.5	78.3	77.0	77.6
	125	78.5	80.2	79.8	79.5	78.8	80.0	80.0	79.6
	160	80.1	81.0	80.9	80.7	80.5	80.9	80.1	80.5
	200	81.3	81.3	82.1	81.6	80.6	81.4	82.4	81.5
	250	83.0	83.7	83.2	83.3	82.8	84.1	83.5	83.5
	315	83.2	83.7	84.0	83.6	83.2	83.8	84.0	83.7
	400	82.4	82.8	83.5	82.9	82.9	83.5	83.6	83.3
	500	84.4	83.6	84.5	84.2	85.0	85.0	85.6	85.2
	630	87.8	87.2	87.3	87.4	89.6	89.5	89.7	89.6
	800	90.7	90.3	90.3	90.4	90.6	90.9	91.2	90.9
	1000	89.1	89.0	88.5	88.9	90.8	90.7	90.3	90.6
	1250	86.0	86.2	85.7	86.0	87.0	86.7	86.8	86.8
	1600	85.8	85.9	85.3	85.7	86.3	85.9	86.7	86.3
	2000	84.9	84.9	84.6	84.8	85.9	85.2	85.6	85.6
	2500	84.0	83.7	83.3	83.7	85.1	84.7	84.4	84.7
	3150	80.9	80.7	80.4	80.7	82.6	81.6	82.0	82.1
	4000	76.3	75.6	75.8	75.9	77.2	76.2	76.4	76.6
	5000	75.5	74.5	74.8	74.9	76.5	75.4	75.4	75.8
	6300	73.4	73.0	73.1	73.2	75.7	74.5	74.7	75.0
	A P	97.4	97.3	97.2	97.3	98.2	98.2	98.3	98.2

付表 7-5 騒音の測定結果（供用 3 年、JIS D 1024 法、ノア、ノーマル）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
周波数 (Hz) 1/3 オクターブ・バンド 中心周波数	63	37.9	36.0	39.3	37.9	36.2	40.9	29.6	37.6
	80	40.7	43.1	44.4	43.0	33.6	43.4	37.2	39.9
	100	42.5	44.7	44.4	44.0	39.0	41.9	41.0	40.8
	125	48.4	51.0	49.5	49.8	46.0	48.0	44.3	46.4
	160	51.1	51.1	49.8	50.7	48.0	48.2	45.1	47.3
	200	55.1	53.1	52.5	53.7	52.4	51.6	49.2	51.3
	250	54.2	55.7	54.1	54.7	53.5	55.2	51.6	53.7
	315	56.6	57.5	57.4	57.2	57.2	58.0	59.0	58.1
	400	62.8	62.2	61.3	62.1	59.4	60.4	58.5	59.5
	500	63.5	64.3	65.0	64.3	63.5	63.8	60.9	62.9
	630	64.6	64.2	63.3	64.1	63.7	63.7	64.5	64.0
	800	68.7	68.1	67.9	68.2	68.8	70.6	71.3	70.4
	1000	69.0	68.2	68.2	68.5	71.8	70.2	68.9	70.5
	1250	65.4	66.1	65.0	65.5	66.1	66.2	66.6	66.3
	1600	63.4	62.9	62.7	63.0	63.7	63.7	64.8	64.1
	2000	62.0	62.0	62.0	62.0	62.1	62.3	63.0	62.5
	2500	58.2	59.8	59.1	59.1	59.6	60.0	59.6	59.7
	3150	55.3	57.6	56.4	56.5	56.2	57.6	57.1	57.0
	4000	52.5	54.6	53.7	53.7	54.1	55.9	53.8	54.7
	5000	50.8	52.1	51.7	51.6	52.8	53.8	50.7	52.6
	6300	46.9	47.5	47.2	47.2	48.9	50.3	47.3	49.0
	A P	75.1	75.0	74.7	74.9	76.0	76.1	75.9	76.0

付表 7-6 騒音の測定結果（供用 3 年、タイヤ・路面騒音法、ノア、ノーマル）（dB）

種類		ポーラスコンクリート				アスコン			
測定回数		1	2	3	平均	1	2	3	平均
周波数 (Hz) 1/3 オクターブ・バンド 中心周波数	63	60.7	58.8	58.5	59.3	53.8	56.1	56.5	55.5
	80	62.3	60.4	63.6	62.1	55.8	57.5	54.7	56.0
	100	64.5	65.4	63.4	64.4	55.9	57.3	58.9	57.4
	125	62.6	67.3	67.9	65.9	62.5	59.0	61.5	61.0
	160	71.3	74.1	71.3	72.2	69.0	65.5	60.3	64.9
	200	70.2	76.8	73.5	73.5	67.5	68.6	63.8	66.6
	250	76.7	77.7	76.8	77.1	74.2	71.6	69.0	71.6
	315	78.1	78.5	77.4	78.0	74.5	72.8	69.4	72.2
	400	77.1	76.2	77.5	76.9	74.8	72.8	72.4	73.3
	500	80.2	82.6	81.7	81.5	78.7	80.1	78.5	79.1
	630	81.3	85.9	84.4	83.9	82.0	81.2	80.7	81.3
	800	85.4	84.7	86.3	85.5	83.1	83.4	82.3	82.9
	1000	85.9	86.2	86.4	86.2	84.2	83.7	83.4	83.8
	1250	86.7	84.6	86.0	85.8	84.5	84.7	84.2	84.5
	1600	83.0	83.0	82.6	82.9	83.6	84.3	84.6	84.2
	2000	78.5	79.1	79.4	79.0	80.1	80.0	80.8	80.3
	2500	78.6	77.8	78.3	78.2	79.4	79.8	79.4	79.5
	3150	74.6	74.2	74.6	74.5	74.4	74.3	74.2	74.3
	4000	72.8	72.5	72.2	72.5	72.4	72.2	73.1	72.6
	5000	71.1	70.6	71.4	71.0	70.0	71.0	70.8	70.6
	A P	93.1	93.5	93.6	93.4	91.9	91.9	91.6	91.8

付表 8-1 FWDたわみの測定結果（供用 1 年、ポーラスコンクリート、5t、中央）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	路面温度 (°C)
1	0.266	0.251	0.243	0.187	0.125	0.049	0.187	25.2
2	0.268	0.251	0.239	0.179	0.110	0.044	0.224	24.5
3	0.240	0.219	0.212	0.173	0.126	0.060	0.182	24.7
4	0.250	0.234	0.228	0.185	0.131	0.061	0.186	24.7
5	0.187	0.185	0.184	0.161	0.138	0.047	0.139	25.2
6	0.170	0.168	0.167	0.139	0.122	0.053	0.108	25.4
7	0.215	0.207	0.201	0.165	0.126	0.047	0.158	25.4
8	0.220	0.213	0.207	0.168	0.136	0.048	0.169	25.3
9	0.207	0.205	0.199	0.151	0.089	0.052	0.156	24.9
10	0.157	0.150	0.138	0.114	0.090	0.038	0.122	24.6
11	0.208	0.190	0.181	0.133	0.070	0.035	0.172	25.0
12	0.209	0.205	0.197	0.157	0.123	0.057	0.163	25.2
13	0.194	0.191	0.186	0.148	0.112	0.046	0.144	24.3

付表 8-2 FWDたわみの測定結果（供用 1 年、ポーラスコンクリート、5t、目地）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	荷重伝達率 (%)	路面温度 (°C)
1	0.267	0.262	0.244	0.193	0.140	0.068	0.194	95.4	24.6
2	0.245	0.242	0.229	0.178	0.114	0.048	0.195	96.5	24.3
3	0.236	0.223	0.216	0.175	0.139	0.054	0.174	95.5	24.9
4	0.231	0.222	0.219	0.176	0.132	0.051	0.160	97.3	25.2
5	0.153	0.152	0.146	0.132	0.115	0.038	0.108	97.5	24.9
6	0.191	0.178	0.176	0.150	0.130	0.065	0.139	95.9	24.7
7	0.216	0.211	0.203	0.162	0.133	0.068	0.173	96.9	25.5
8	0.218	0.211	0.206	0.168	0.133	0.070	0.167	97.2	25.2
9	0.178	0.176	0.167	0.130	0.116	0.054	0.128	97.0	24.6
10	0.173	0.163	0.156	0.118	0.089	0.050	0.139	95.0	24.9
11	0.221	0.213	0.201	0.149	0.121	0.056	0.179	95.4	24.7
12	0.214	0.205	0.195	0.150	0.122	0.060	0.158	95.5	24.5

付表 8-3 FWDたわみの測定結果（供用 1 年、5t、アスコン）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	路面温度 (°C)
1	0.361	0.346	0.300	0.193	0.115	0.031	0.292	20.7
2	0.335	0.293	0.263	0.174	0.098	0.046	0.231	24.6
3	0.321	0.299	0.270	0.179	0.103	0.043	0.230	22.8
4	0.413	0.345	0.310	0.206	0.102	0.048	0.285	22.7

付表 8-4 FWDたわみの測定結果（供用 2 年、ポーラスコンクリート、5t、中央）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	路面温度 (℃)
1	0.251	0.245	0.240	0.184	0.127	0.081	0.201	21.4
2	0.256	0.250	0.245	0.198	0.146	0.073	0.196	20.8
3	0.238	0.223	0.221	0.172	0.096	0.045	0.184	20.6
4	0.238	0.229	0.225	0.184	0.131	0.079	0.179	20.8
5	0.201	0.190	0.191	0.161	0.113	0.067	0.144	20.7
6	0.180	0.171	0.162	0.138	0.104	0.072	0.132	20.1
7	0.244	0.223	0.217	0.177	0.126	0.066	0.190	20.0
8	0.221	0.209	0.201	0.166	0.121	0.063	0.185	20.0
9	0.202	0.193	0.186	0.149	0.102	0.057	0.162	20.1
10	0.156	0.142	0.136	0.105	0.074	0.041	0.132	20.2
11	0.192	0.190	0.180	0.145	0.113	0.062	0.161	19.7
12	0.228	0.205	0.202	0.153	0.097	0.048	0.198	19.2
13	0.204	0.189	0.180	0.142	0.106	0.050	0.165	18.9

付表 8-5 FWDたわみの測定結果（供用 2 年、ポーラスコンクリート、5t、目地）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	荷重伝達率 (%)	路面温度 (℃)
1	0.303	0.278	0.265	0.198	0.142	0.086	0.203	93.3	20.9
2	0.278	0.274	0.257	0.184	0.114	0.069	0.206	96.1	20.4
3	0.260	0.246	0.238	0.185	0.133	0.081	0.204	95.6	20.8
4	0.268	0.252	0.249	0.193	0.133	0.085	0.209	96.3	20.8
5	0.165	0.160	0.156	0.132	0.100	0.071	0.113	97.2	20.5
6	0.223	0.212	0.206	0.152	0.109	0.061	0.170	96.0	19.9
7	0.236	0.230	0.222	0.177	0.112	0.074	0.177	96.9	20.0
8	0.257	0.236	0.231	0.174	0.126	0.074	0.193	94.7	20.2
9	0.192	0.178	0.165	0.125	0.087	0.047	0.149	92.4	20.1
10	0.192	0.180	0.172	0.128	0.092	0.048	0.159	94.5	20.1
11	0.247	0.229	0.214	0.163	0.113	0.066	0.204	92.8	19.4
12	0.245	0.221	0.214	0.155	0.103	0.056	0.194	93.2	18.9

付表 8-6 FWDたわみの測定結果（供用 2 年、5t、アスコン）（mm）

測定箇所	D0	D20	D30	D60	D90	D150	D-20	路面温度 (℃)
1	0.367	0.327	0.302	0.207	0.146	0.073	0.314	15.5
2	0.330	0.304	0.280	0.196	0.142	0.075	0.278	14.8
3	0.300	0.276	0.256	0.182	0.120	0.071	0.264	14.9
4	0.384	0.348	0.327	0.230	0.154	0.072	0.332	14.6

関 係 報 告 書

号数	発行年月	表 題	価格 (円) (消費税含まず)
R-11	1999 年 10 月	舗装用ポーラスコンクリート共通試験結果報告	2,000
R-12	2000 年 2 月	レディーミクストコンクリートの舗装工事への適用拡大に関する検討	2,000
R-13	2001 年 3 月	養生剤を用いたコンクリート舗装の養生の合理化に関する調査・研究	1,500
R-14	2001 年 12 月	薄層付着型ホワイトトッピング工法に関する調査・研究	2,000
R-15	2003 年 11 月	車道用ポーラスコンクリート現場試験舗装結果 (福井県) － 中間報告 (供用 3 年) －	2,000

関 係 資 料

発行年月	表 題
1998 年 4 月	第 6 回コンクリート舗装の高度化を目指した設計法と材料に関するパデュー国際会議論文集概要
1999 年 3 月	第 8 回コンクリート道路に関する国際会議論文集 (要旨)
1999 年 3 月	コンクリート舗装の補修技術資料
2003 年 12 月	第 7 回コンクリート舗装に関する国際会議論文集概要

ISBN4-88175-067-4 C3358 ¥1500E

舗装技術専門委員会報告 R-16

定 価 : 本体 1,500+税

平成 16 年 10 月 29 日 印刷
平成 16 年 10 月 29 日 発行

社団法人 セメント協会
東京都中央区八丁堀 4-5-4
秀和桜橋ビル 7 階
電話 03 (3523) 2701 (代)
発行所 社団法人 セメント協会・研究所
東京都北区豊島 4 丁目 17 番 33 号
電話 03 (3914) 2691 (代)
印刷所 株式会社 大成社
東京都千代田区三崎町 3-10-5
電話 03 (3263) 3701~3

JCA