

環境に配慮した歩道舗装の取り組みについて

大戸 貴博

近畿地方整備局 近畿技術事務所 維持管理技術課 (〒573-0166大阪府枚方市山田池北町11-1)

路面温度上昇によるヒートアイランド現象の助長、雨水流出による排水量の一時的な増加など、アスファルト舗装が一部の面で環境への負荷を増大させている。車道では、これらの問題に対応すべく、路面温度上昇抑制、雨水の貯留・浸透など、環境の保全・改善にも配慮した舗装（以下、環境舗装）の施工が進められている。しかし、歩道や駐車場などの直接人が舗装と接する場所では、具体的な適用条件が定められていないため、要求性能に基づく品質管理基準が定められていない。歩道舗装における環境舗装の必要性能案をとりまとめるべく、産学官が連携した取り組みを始めたところである。今回、これまでの取り組みについて紹介する。

キーワード 歩道舗装, 環境舗装, 産学官

1. はじめに

これまでアスファルト舗装による画一的な整備が進められてきたが、路面温度上昇によるヒートアイランド現象の助長や雨水流出による排水量の一時的な増加による路面冠水など、一部の面で環境への負荷を増大させているといわれている。車道においては、車両の走行性・安全性に加え、路面温度上昇の抑制、雨水貯留・浸透などの性能を備えた環境舗装が施工されている。歩道や駐車場などの直接人が舗装と接する場所においても環境舗装の普及が期待されるが、これらの場所においては、環境舗装について具体的な適用条件が定められていないため、要求性能に基づく品質管理基準が定められていない。

上記の背景を踏まえ、環境舗装の適用場所に応じた必要性能案をとりまとめるため、近畿地方整備局、技術事務所では、産学官が連携して取り組む、新都市社会技術融合創造研究会において、「環境に配慮した歩道舗装に関する研究」のプロジェクトの参加メンバーを公募し、2013年7月に3年間の活動予定でプロジェクトチームを立ち上げた。(図1) 本論文は、本プロジェクトの中間報告として、2013年度の取り組みについて紹介するものである。

○学：山田先生（大阪市立大学名誉教授）
佐野先生、東山先生（近畿大学）

○産：大林道路㈱、奥村組土木興業㈱、鹿島道路㈱、大成ロテック㈱、東亜道路工業㈱、㈱NIPPO、鉄鋼スラグ協会、㈱地球環境技術研究所、住友大阪セメント㈱

○官：近畿地方整備局道路部、近畿技術事務所
(オブザーバ) 大阪府、兵庫県、大阪市

図-1 プロジェクトメンバー (H26.4 現在)

2. 研究プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、歩道や駐車場等の舗装（以下、歩道舗装）に適用可能な種々の工法・材料について、環境に係る性能および強度・耐久性の評価方法を検討し、適用場所の条件に応じた必要性能案をとりまとめることを目的としている。次に、研究範囲、研究体制、3年間の主な研究内容について示す。

(1) 研究範囲

歩道舗装に求められる機能は様々である。ただし、道路管理者として、歩行者が安心して歩行可能な路面の持続は必須機能である。このため、歩道舗装における環境舗装を研究するうえで、上記の必須機能を満たしたうえで、さらに環境に配慮、すなわち、環境の保全・改善に有効な機能を持つ舗装を対象としている。(図2) また、このプロジェクトの産には、舗装材料に精通する舗装会社が多く参加しているが、本研究では環境舗装として新たな材料を開発することではなく、あくまで既往の材料・工法において、必要性能案を整理することとしている。

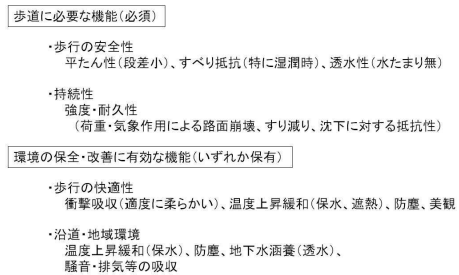


図-2 対象とする環境舗装の機能イメージ

(2) 研究体制

舗装材料にはアスファルトの他、様々な材料を使用したものがある。材料によって基本的な性状は当然ながら、環境舗装として期待できる機能、必要性能を満足させるための課題は大きく異なることが推測できる。このため、使用材料面から、①土系、②樹脂・アスファルト系、③コンクリート系の大きく3種類に分類し、これら3つのWG（ワーキンググループ）を設置し、研究を進めることとした。

(3) 主な研究内容

3年間の研究期間における主な研究内容は以下を予定している。2013年度は、1を中心に取り組みを行った。

1. 歩道舗装の現状と課題の分析
2. 歩道舗装の適用場所、工法・材料の分類
3. 歩道舗装の適用条件別必要性能の検討
4. 歩道舗装の性能を評価する方法と基準案の検討
5. 試験施工による検証

3. 2013年度の取り組み内容

(1) 施工事例調査、現地視察

歩道舗装における環境舗装の現状と課題を整理するため、施工事例調査を実施した。施工事例調査は、WG毎に参加するメンバーへ歩道舗装として環境舗装による施工事例の調査を行い、整備状況や整備内容から各材料が持つ性能の把握を行った。調査結果は、今後、品質管理基準（案）を設定する際の基礎資料にする予定である。

土系舗装は、真砂土などの土を主材料として各種（樹脂系バインダーを除く）の固化剤と混合改良した舗装である。WGの議論により、本研究ではセメント系の混合材料を固化剤に使用したものに限定して取扱い、調査研究を行うこととした。調査の結果、24件の実績が確認された。実績の約6割が公園緑地系の施設内で施工されており、管理車両を除き、一般車が通行するような場所の施工実績はなかった。また、品質基準については、各工法ごとに独自の基準が設けられ、一軸圧縮強さ、すべり抵抗性、弾力性などで管理されていた。

樹脂・アスファルト系舗装は、他の材料と比べて種類が多いため、以下の種類の舗装を対象に施工事例調査を実施した。

1. 自然色舗装・・・天然骨材を石油樹脂系バインダーによる加熱混合物もしくは、樹脂系バインダーによる常温混合物で、天然骨材の色合いをそのまま残した舗装
2. カラー舗装・・・天然骨材や着色人工骨材をアスファルトバインダーや石油樹脂系バインダーによる加熱混合物に顔料を添加した舗装
3. 薄層表面処理舗装・・・天然骨材や着色人工骨材を樹脂系や水性等のエマルジョンと混合し、塗布または吹付で薄層表面処理をした舗装

4. ゴム弾性舗装・・・廃タイヤのゴムをチップまたはファイバー状にして、樹脂系バインダーや特殊アスファルトに用いた常温混合物の舗装
5. 保水性舗装・・・開粒度アスファルト混合物に保水機能を持つセメントミルクを注入した舗装
6. ウレタン舗装・・・ウレタン樹脂を使用した常温混合物の舗装
7. 土樹脂舗装・・・真砂土等の天然骨材を、セメント系以外の特殊エポキシ樹脂乳剤等と混合固化した舗装

調査の結果、48件の施工実績が確認され、自然色舗装が最も多く、次いで薄層表面処理舗装、ゴム弾性舗装の順で実績数があった。

コンクリート系舗装では、調査の結果、13件の施工実績が確認され、透水性コンクリート舗装、保水性ブロック舗装、揚水型ブロック舗装、インターロッキングブロック舗装の4種類に分類された。

施工事例調査結果を踏まえ、その後、代表的な事例箇所を抽出し、各工法の現地視察を行った。（写真1）



写真-1 現地視察状況

現地視察を通じて、参加メンバー内で、様々な舗装がどのようなものであるか、また、供用年数の差による舗装の耐久性、損傷等がどのような状況にあるか等を確認し、情報を共有することができた。

(2) 小規模試験施工

次年度以降に計画する試験施工を前に、各種環境舗装が持つ性能の把握、約1年程度の期間における経年的な状態変化の把握、これらより求められる数値等から品質管理基準づくりに向けた基礎データとするため、近畿技術事務所構内において小規模の試験施工を実施した。

小規模試験施工は、本プロジェクトに参加する産のメンバーが主体となって施工を行っている。このため、小規模試験施工を行う環境舗装の種類については、施工方法の違いによる数値の確認や、社内の品質管理基準が十分に確立されていないことによる品質の差異を検証のため等、参加メンバーの意向に沿う形で、各WG内において調整を行い、計17種類を選定した。（表1）1種類あたりの施工規模については、構内の施工できる範囲、舗装の種類数、実際の歩道施工時の施工性を考慮し、幅2m×長さ2mを基本とした。（図3）

表-1 試験施工の舗装の種類

①	保水性舗装
②	カラー保水性舗装
③	常温混合物保水性舗装
④	常温混合物透水性舗装
⑤	透水性舗装
⑥	遮熱型常温透水薄層カラー舗装 「ニューカラーコート・C」
⑦	常温透水薄層カラー舗装 「ニューカラーコート・P」
⑧	自然石風常温透水薄層カラー舗装 「ネイチャーコート・ST」
⑨	土系舗装「碎石・土コラボ方式」
⑩	土系舗装「練り・左官方式」
⑪	土系舗装「散水・転圧方式」
⑫	土系舗装「練り・転圧方式」
⑬	土系舗装「土ブロック方式」
⑭	樹脂で固めた土舗装「デュソル」
⑮	保水性および透水性木質舗装材ブロック
⑯	透水性コンクリート舗装「エコベック」
⑰	土系舗装「オーバーレイ方式」



図-3 試験施工 配置図

施工時期については、次年度以降の研究工程や、現場品質試験による経年的な数字を把握するうえで、冬場の温度環境による各舗装体への影響を把握することを考慮した。さらに、近畿技術事務所構内において、11月22日、23日には、ふれあい土木展を別途計画していたため、環境舗装のPRも兼ね、来場者が通行できるように11月13日までに施工した。(写真2、3)



写真-2 完成写真

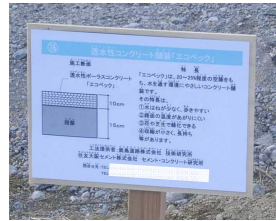


写真-3 各舗装の説明看板

(3) 現場品質試験

試験施工における現場品質試験については、施工直後の11月と施工3ヶ月後の2月の2回実施した。試験項目は、アスファルト舗装試験法便覧や土系舗装ハンドブック等を参考に表2のとおりとした。また、試験状況、試験結果は、写真4~10、図4~11のとおりである。

表-2 現場品質試験項目

試験項目	試験方法	性能目標値等
すべり抵抗性試験	試験法便覧	BPN40以上(湿潤状態)
GB(ゴルフボール)試験	試験法便覧	GB係数 70%以下
SB(スチールボール)試験	試験法便覧	
現場透水量試験	試験法便覧	300ml/15秒以上
プロクターニードル試験	土系舗装ハンドブック	60ポンド以上
明度測定	試験法便覧	試験2回の相対比較
平坦性試験	試験法便覧	試験2回の相対比較
舗装路面の硬さ試験	JIS A 6519 土系舗装ハンドブック	69~91(G)

a) すべり抵抗性試験

試験は、摩擦抵抗値より路面のすべりにくさを評価する。変化の大きかった舗装は、⑨⑰(表1参照)の土系舗装である。⑨は施工直後に比べてBPN値が14ほど低下している。これは、施工直後には真砂土の細粒分が密に詰まっていたが、3ヶ月後には細粒分が降雨により流され、表面が粗くなったと推測する。⑰は施工直後に比べ、BPN値が10ほど増加している。これは、表面の風化よりもセメント固化剤の硬化が進み、強固で密実な路面が形成されたものと推測する。



写真-4 試験状況

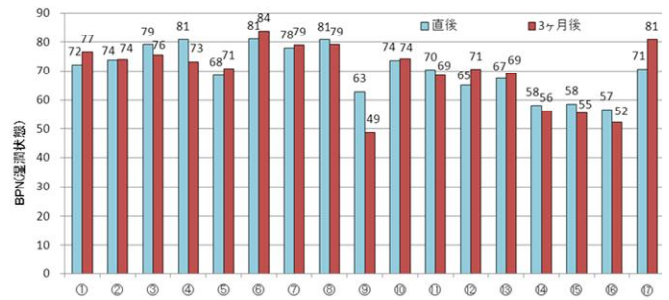


図-4 すべり抵抗性試験結果

b) GB試験、SB試験

試験は、落下させたGB、SBの跳ね返り高さから、路面の弾力性を評価する。3ヶ月後の調査で数字が増加したものは、④⑩⑪⑫⑭である。これらは、固化剤が硬化したためと推測する。一方、⑤⑥⑦(薄層タイプ)で7~11程度低下しているが、これらは材料の特性によるものと推測される。

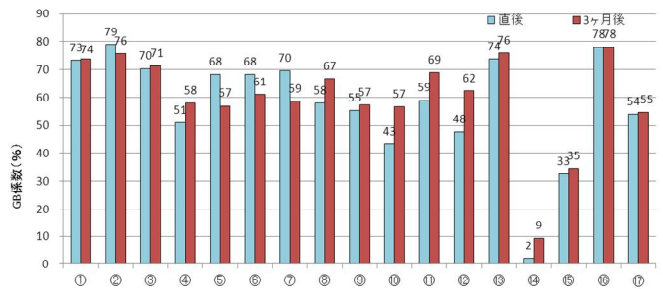


図-5 GB試験結果

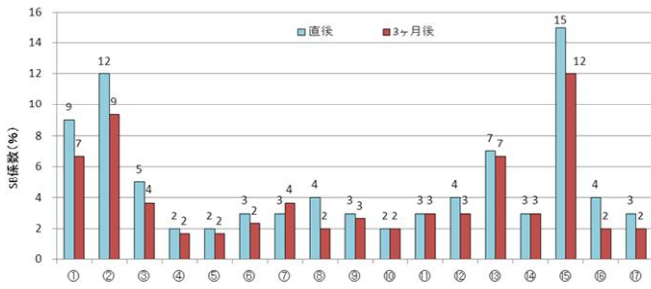


図-6 SB試験結果

c) 現場透水量試験

試験は、15秒間の浸透量から舗装体の浸透機能を評価する。①～③、⑨～⑪、⑭⑮⑰は不透水構造であるため、今回の試験方法では、水がオーバーフローしてしまい、測定値は得られなかった。⑫において、浸透水量が156(ml/15秒)低下が見られた。これは、固化剤の硬化により内部の団粒構造に変化が生じ、連続空隙率が減少したものと推測される。



写真-6 試験状況

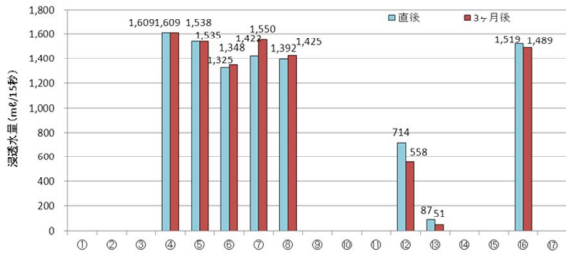


図-7 現場透水量試験結果

d) プロクターニードル試験

試験は、金属棒を路面に貫入させたときの抵抗から土の硬さを評価する。⑭以外は、舗装自体が硬化しており、本試験が適用できなかった。



写真-7 試験状況

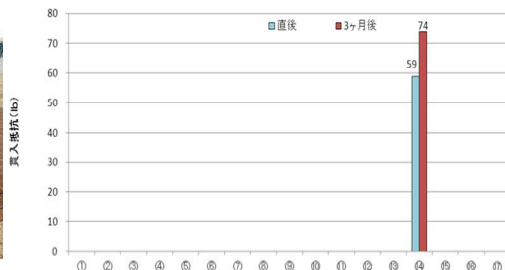


図-8 プロクターニードル試験結果

e) 明度測定

試験は、舗装表面の経年的な変化、色あせ等々を評価する。明度の増加は、うすい、明るいといった方向へ進展したことを示し、数種において、白っぽく色あせたことが推測された。



写真-8 試験状況

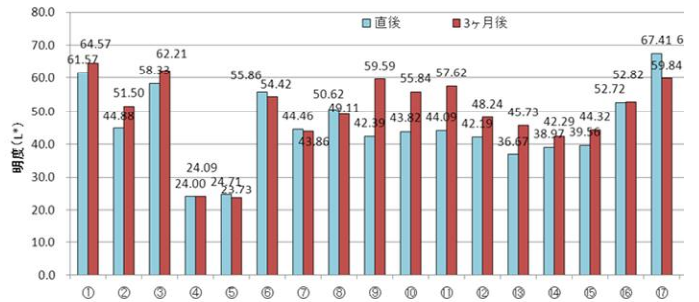


図-9 明度測定結果

e) 平坦性試験

試験は、路面の平坦性を評価する。通行する対象がなく、期間も経過していないため、大きな変化は見られなかった。



写真-9 試験状況

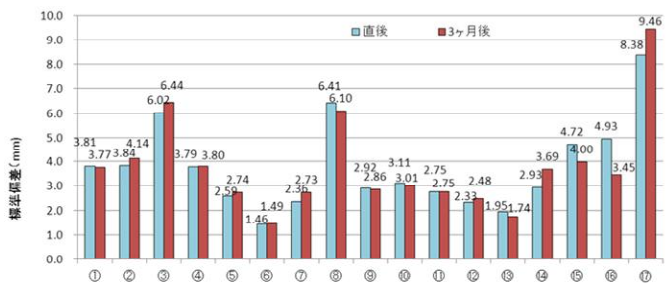


図-10 平坦性試験結果

e) 衝撃加速度試験

試験は、歩行者の転倒時を想定し、人の頭部に模したものを落下させ、そのときの衝撃度から、路面の硬さを評価する。気温の影響と推測され、全体的に若干数字が高くなる傾向が見られた。



写真-10 試験状況

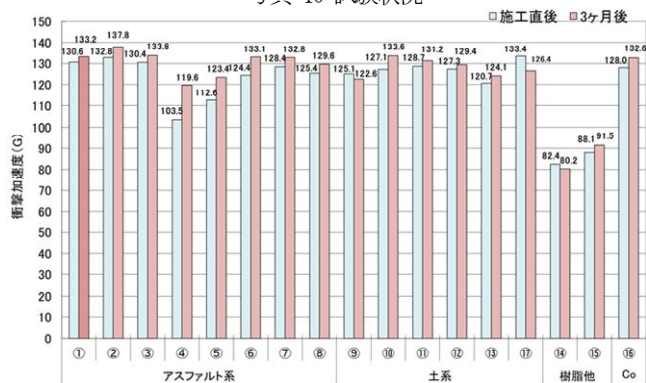


図-11 衝撃加速度試験結果

(4) アンケート調査

試験施工した舗装について、プロジェクトメンバー以外の第三者の意見を得るため、アンケート調査を実施した。調査は、ふれあい土木展の来場者及び近畿技術事務所の研修施設利用者へ協力をお願いし、実際に試験施工箇所を通行した134人から回答を得た。(図12)

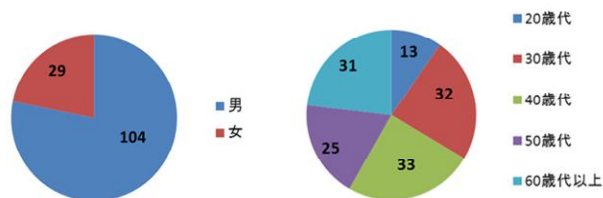


図-12 男女別及び年齢別 (人)

集計結果は図13及び表3のとおりである。回答で評価が高かったのは、カラー系のアスファルト舗装や木質ブロック、透水性コンクリートであった。一方、土系舗装は比較的评价が低い結果となった。評価した理由では、「歩きやすさ」、「色合い」、「滑りにくい」の順で回答が多かった。この結果から、舗装自体の色合いのよいものが比較的良好な評価につながり、土系舗装では、自然緑地等の周囲の環境とマッチした場合には景観に映えるが、今回は近畿事務所構内に設置されたことで、周囲の環境となじまないために、よい評価が得られなかったのではないかと推測される。

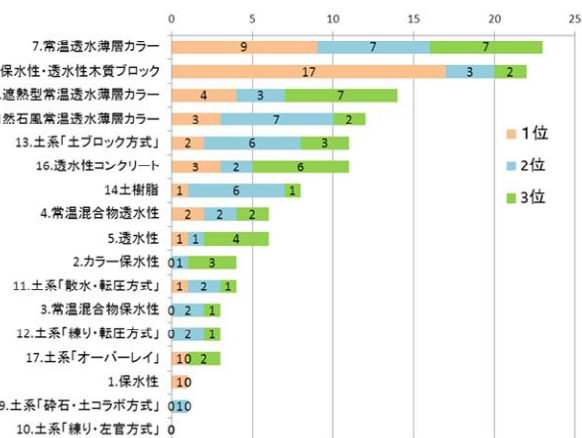


図-13 「良いと思った舗装」優先順位の得票数

表-3 「良いと思った舗装」の理由

番号	名称	理由	合計
①	保水性舗装	歩きやすさ	2
		色合い	2
		滑りにくい	1
		その他	0
		計	5
②	カラー保水性舗装	歩きやすさ	1
		色合い	1
		滑りにくい	1
		その他	0
		計	3
③	常温混合物保水性舗装	歩きやすさ	1
		色合い	0
		滑りにくい	1
		その他	0
		計	2
④	常温混合物透水性舗装	歩きやすさ	3
		色合い	0
		滑りにくい	1
		その他	0
		計	4
⑤	透水性舗装	歩きやすさ	8
		色合い	1
		滑りにくい	3
		その他	2
		計	14
⑥	透熱型常温透水薄層カラー舗装「ニューカラーコート・C」	歩きやすさ	6
		色合い	5
		滑りにくい	6
		その他	0
		計	17
⑦	常温透水薄層カラー舗装「ニューカラーコート・P」	歩きやすさ	6
		色合い	7
		滑りにくい	4
		その他	2
		計	19
⑧	自然石風常温透水薄層カラー舗装「ネイチャーコート・ST」	歩きやすさ	5
		色合い	3
		滑りにくい	5
		その他	1
		計	14
⑨	土舗装-「砕石・土コロボ方式」	歩きやすさ	2
		色合い	2
		滑りにくい	1
		その他	0
		計	5
⑩	土舗装-「練り・左官方式」	歩きやすさ	1
		色合い	2
		滑りにくい	2
		その他	0
		計	5
⑪	土舗装-「散水・転圧方式」	歩きやすさ	0
		色合い	0
		滑りにくい	0
		その他	0
		計	0
⑫	土舗装-「練り・転圧方式」	歩きやすさ	1
		色合い	0
		滑りにくい	0
		その他	0
		計	1
⑬	土舗装-「土ブロック方式」	歩きやすさ	3
		色合い	2
		滑りにくい	0
		その他	1
		計	6
⑭	樹脂で固めた土舗装「デュソル」	歩きやすさ	10
		色合い	3
		滑りにくい	3
		その他	3
		計	19
⑮	保水性及び透水性木質舗装材ブロック	歩きやすさ	31
		色合い	20
		滑りにくい	13
		その他	5
		計	69
⑯	透水性コンクリート舗装「エコベック」	歩きやすさ	3
		色合い	4
		滑りにくい	5
		その他	1
		計	13
⑰	土舗装-「オーバーレイ方式」	歩きやすさ	0
		色合い	0
		滑りにくい	0
		その他	0
		計	0

(5) まとめ

2013年度の取り組みより、歩道舗装の現状と課題について把握した。土系舗装は、一般的に温度上昇の抑制効果が期待でき、環境面や景観面で優れた舗装と考えられ

ているが、今回の調査で施工方法や品質管理などの指針、基準が不十分であることが確認された。樹脂・アスファルト系舗装は、多くの工法が確立され、施工実績は多い。ただし、品質管理基準は、各工法で独自に定められているが、必ずしも統一されたものではないことが確認できた。コンクリート系舗装は、透水性舗装や保水性舗装ブロックの施工実績が多いことが確認できた。小規模試験施工、現地品質試験より、特に数値に問題はなく、各工法による特徴が見られた。しかし、現場透水量試験やプロクターニードル試験では、既存の試験方法では適切に数値が得られないことが確認でき、一律で評価できるように試験方法を見直したり、評価項目や基準値を工夫するなど、今後の課題も確認された。

(6) 今後について

次年度の取り組みとしては、2013年度に得られた知見、調査結果より、品質管理基準、項目の整理をさらに進める予定であり、それぞれの材料の施工場所の適用条件を整理した上で、道路管理者の意見・ニーズを把握し、それらを踏まえた適用条件の整理も行う予定である。また、今回実施した小規模試験施工の舗装について、追跡調査を行うとともに、実際に歩道に供用される際には車両等が乗り入れすることを考慮していく必要もあり、一部コ

アを取るなどして、耐久性の面からも評価のための数値の確認を行う予定である。課題とされた試験項目についても、現場透水量試験で流量を小さくして、透水機能の評価を見直すなどの検討を行う予定である。以上の整理ができた後に、実際に直轄国道敷において、舗装種類を絞り、試験施工に着手する考えである。

なお、本プロジェクトは、近畿技術事務所品質調査課が担当しており、私は4月の異動で本プロジェクトの担当を外れている。このため、4月以降の活動において本紹介と変更されている場合があることにご留意頂きたい。

謝辞：2013年度の取り組みを通じて、産学の学術知識、技術力が非常に大きく感じるとともに、個人的に非常に有意義な場であったと感じている。本プロジェクトリーダーである、大阪市立大学名誉教授の山田先生、近畿大学の佐野先生、事務局運営に携わっていただいた近畿大学の東山先生、大林道路（株）、各WG幹事としてWG運営にご尽力頂いた（株）NIPPO、東亜道路工業（株）、鹿島道路（株）、住友大阪セメント（株）、その他、参加頂いた関係機関の皆様には心より感謝します。また、本紹介を通じて、プロジェクト活動がより多くの方に広く周知されれば幸いである。