

アスファルト

第41巻 第199号 平成11年4月発行

199

特集・コスト縮減に向けた舗装（技術）の展開

コスト縮減は肅々と進めましょう	光家康夫	1
公共工事のコスト縮減に係る動向について	安田吾郎	2
舗装技術に関連したコスト縮減	池田拓哉	5
東北地方建設局のアスファルト舗装の長寿命化対策	佐藤昭男	10
東京都における道路舗装に関する「コスト縮減」への取り組み	遠藤俊夫・内田武司	14
広島県におけるコスト縮減に向けた舗装の取り組み	池迫成志	20
民間における舗装技術のコスト縮減への取り組み	井上武美	24

<アスファルト舗装技術研究グループ・第32回報告>

峰岸順一 30

舗装体内排水システムに関する指針

阿部長門・小笠幸雄・谷口聰 31

<用語の解説>

燃焼式装置によるアスファルト量 小島逸平 46

アスファルトの組成分析 青木秀樹 48

総目次 51

<統計資料>石油アスファルト需給統計資料 53

ASPHALT

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

一コスト縮減は肅肅と進めましょう一

光家 康夫

建設省大臣官房建設コスト管理企画室長

最近、「まだコスト縮減をやっているの」といった心無い発言に出くわす事があります。恐らくコスト縮減行動指針も約2年が経過し、その人にとっては過去のものという印象なのかも知れません。

過去に企画立案された諸施策を見ても、熱しやすく冷めやすい傾向を反映して、計画ができればそれで終りというケースも多いのも事実です。しかし、コスト縮減の行動指針は、このような状況を予測してフォローアップ規定を設け、行動指針の付表に各省庁が各年度に実施すべき施策を登録し、実施状況を関係閣僚会議に報告する仕組みとなっています。

また最近、「コスト縮減は景気回復の足を引っ張るのではないか」という発言も聞かれます。しかしコスト縮減の基本的考え方は、計画設計段階に遡り、品質・機能を確保しつつ作る物を変えてコストダウンし、施工会社等には、しわよせを生じさせないことを前提としています。また、各省庁が協力して実施する間接的施策は、いわゆる規制緩和施策であり、これはまさに景気刺激効果が期待されるものです。ただ一つ矛盾する発注ロットの拡大についても、官公需法に基づく中小業者への発注割合を与件として実施しているものであり、景気対策に矛盾するものではありません。

(ただしコスト縮減に名を借りた歩切り行為は、厳に戒める必要があります。)

建設省では、平成11年2月に「公共事業の説明責任（アカウンタビリティ）向上行動指針」を策定しましたが、この検討作業の中で有識者100名へのアンケート調査を実施しており、その中で「コスト縮減のプライオリティが、近頃下がってきたのではないか」というご指摘も頂いたところです。公共事業関係者の認識はともかくも、国民の皆様はちゃんと見るべきところは見ているのです。また、コストの行動指針策定の契機となった我々をとりまく情勢（本格的な高齢化社会が逼っているが社会資本整備がいまだ十分ではない）は、何等変わっていないことを認識すべきであります。

平成10年度は、公共事業の7割を所管する地方公共団体が非常に真剣に取り組んで頂き、コスト縮減の実効があがりつつある事は、大変有り難いことと考えております。

将来のわが国の基盤となる社会資本整備を少しでも進めるため、今後とも公共工事のコスト縮減は肅肅と実施していくべきものと考えております。

このようなタイミングでこのような企画を組まれた「アスファルト」誌に、心より敬意を表し、巻頭の言葉とさせていただきます。

公共工事のコスト縮減に係る動向について

(Recent Topics on Public Works Cost Saving)

安 田 吾 郎*

建設省は、平成6年12月に「公共工事の建設費の縮減に関する行動計画」を策定して以降、公共工事コストの縮減を推進してきました。さらに、平成9年4月に、政府全体の取組みを定めた「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」及び建設省が行う施策を定めた「公共工事コスト縮減対策に関する行動計画」（以下、「行動指針等」という）が決定され、これに基づき、所要の施策を平成11年度末までに実施し、その効果により、表-1に示すように、10%以上のコスト縮減を図ることを目指しています。現在、この指針の策定後丁度2カ年を経過したところで、4月下旬前後にも、行動指針等の2年度目の成果の発表が予定されています。本稿においては、行動指針1年目の取組を中心としたフォローアップ結果についてご紹介します。

1. 行動指針等策定以降の動き

行動指針等策定後、建設省においては地方建設局や公団等ごとに行動計画を作成し、各組織が主体的にコスト縮減を推進する体制の確立を進めました。また、地方ブロックごとに都道府県・政令市や国の出先機関と連絡調整する場を設定しました。これにより、組織内にのみに留まらず、関係する公共事業実施機関が連携を図りながらコスト縮減施策を展開する動きを進めました。

また、中央レベルにおいては、全省庁の課長級が参加した「公共工事コスト縮減対策に関する関係閣僚会議フォローアップ作業部会」を設置し、コスト縮減実績の評価方法等について検討を重ねました。以下に、

行動指針等策定後のおもな経過を示します。

行動指針フォローアップのおもな経過

H 9. 4. 7	第1回フォローアップ作業部会開催
H 9. 5. 30	建設省関係9公団等行動計画策定
H 9. 7. 10	建設省8地方建設局行動計画策定
H 9.10. 2	第2回フォローアップ作業部会開催 →フォローアップの進め方の確認
H 10. 1. 30	第5回フォローアップ作業部会 →直接的施策の実績算定方法の決定
H 10. 3. 16	第6回フォローアップ作業部会 →間接的施策の実績算定方法の決定
H 10. 3. 31	第7回フォローアップ作業部会 →コスト縮減実績の試算
H 10. 4. 21	関係閣僚会議幹事会
H 10. 4. 24	関係閣僚会議

2. フォローアップ結果

政府行動指針に登録された19施策、114項目のコスト縮減策を、各省庁がそれぞれ計画に従い実施しました。その成果として、政府全体（全省庁・公団）では3.0%、建設省全体では3.3%のコスト縮減実績が得られました。表-2に省庁別の縮減実績を、表-3に建設省直轄の事業別および公団等ごとの縮減実績を示します。

なお、縮減実績は、直接的施策の効果による分と間接的施策の効果による分とに大別されます。直接的施策とは、設計の方法の変更など発注者の努力によりコスト縮減を図るものであり、主として工事の作業量、資材量等の低減という形で効果が現れるものです。一

表-1 公共工事コスト縮減の数値目標

施 策 分 野	数 値 目 標
1) 工事の計画・設計等の見直し	公共工事コストを少なくとも6%以上縮減することを目指す（努力目標）
2) 工事発注の効率化等	公共工事コストを少なくとも4%以上縮減することを目指す（努力目標）
3) 工事構成要素のコスト縮減	公共工事コストを少なくとも4%以上縮減することを目指す（努力目標）
4) 工事実施段階での合理化・規制緩和等	公共工事コストを少なくとも4%以上縮減することを目指す（努力目標）

注1) 平成8年度の標準的な公共工事コストに対しての比率を示す。

注2) 物価変動要因は除いて推計している。

*やすだ ごろう 建設省大臣官房技術審議官付補佐

表-2 平成9年度の公共工事コスト縮減実績
(全省庁)

(単位：百万円)

省庁名	縮減額 (1)	9年度発注 工事費(2)	直接施策縮減率 (1)/(1)+(2)	間接施策 縮減率	全体 縮減率
総理府	—	—	—	—	—
法務省	212	16,900	1.24%	0.6%	1.84%
大蔵省	574	25,769	2.18%	0.6%	2.78%
文部省	2,166	128,455	1.66%	0.6%	2.26%
厚生省	1,596	184,854	0.86%	0.6%	1.46%
農林省	5,787	241,685	2.34%	0.6%	2.94%
通産省	—	—	—	—	—
運輸省	7,191	315,536	2.23%	0.6%	2.83%
郵政省	3,614	233,112	1.53%	0.6%	2.13%
労働省	—	—	—	—	—
建設省	38,470	1,576,902	2.38%	0.6%	2.98%
警察庁	—	—	—	—	—
北海庁	8,886	430,971	2.02%	0.6%	2.62%
防衛庁	7,944	382,200	2.04%	0.6%	2.64%
科技庁	3	31	8.82%	0.6%	9.42%
環境庁	7	393	1.75%	0.6%	2.35%
沖縄庁	1,219	66,992	1.79%	0.6%	2.39%
各省庁合計	77,669	3,603,800	2.11%	0.6%	2.71%
公團等合計	83,205	2,837,366	2.85%	0.6%	3.45%
総合計	160,874	6,441,166	2.44%	0.6%	3.04%

表-3 平成9年度の公共工事コスト縮減実績
(建設省)

(単位：百万円)

直轄事業区分 及び公團等区分	直接施策 縮減額	9年度発注 工事費	直接施策 縮減率	間接施策 縮減率	全体 縮減率
治水事業	15,217	529,210	2.80%	0.6%	3.40%
道路整備事業	19,292	837,663	2.25%	0.6%	2.85%
官庁營繕事業	3,702	199,241	1.82%	0.6%	2.42%
都市公園事業	259	10,788	2.34%	0.6%	2.94%
合計	38,470	1,576,902	2.38%	0.6%	2.98%
日本道路公団	26,625	1,129,853	2.30%	0.6%	2.90%
首都高速道路公団	13,486	224,268	5.67%	0.6%	6.27%
阪神高速道路公団	7,929	116,149	6.39%	0.6%	6.99%
本州四国連絡橋公団	2,768	72,529	3.68%	0.6%	4.28%
水資源開発公団	3,070	123,494	2.43%	0.6%	3.03%
地域振興整備公団	749	31,457	2.33%	0.6%	2.93%
住宅・都市整備公団	16,305	537,353	2.94%	0.6%	3.54%
日本下水道事業団	6,617	344,027	1.89%	0.6%	2.49%
環境事業団	114	2,463	4.42%	0.6%	5.02%
合計	77,663	2,581,593	2.92%	0.6%	3.52%
総合計	116,133	4,158,495	2.72%	0.6%	3.32%

方、間接的施策とは、工事関係手続きの簡素化等の規制緩和的要素が強い施策であり、その効果は主として資材費等の単価の低下という形で現れます。

直接的施策の効果については、個別の工事における努力を積み上げる形を基本として縮減実績を評価しま

した。一方、間接的施策の効果については積み上げの手法による評価が困難なことから、労務、機械、資材等の価格変動分析から、どこの工事でも0.6%の縮減効果が得られたものとして評価しました。表-2、3はこれらを合わせたものとなっています。

3. おもな施策とその効果

今回のコスト縮減実績は、工事の計画・設計段階にさかのぼってコスト縮減の道をさまざまな角度から検討するとともに、全省庁の協力を得た幅広い分野での施策も組み合わせた結果から得られたものです。図-1に、建設省所管事業においてどのような施策が具体的にコスト縮減に寄与したかを示します。やはり、設計の見直しを中心として、プランニング段階での取組みの寄与が大きいことがわかります。図-2～4に、

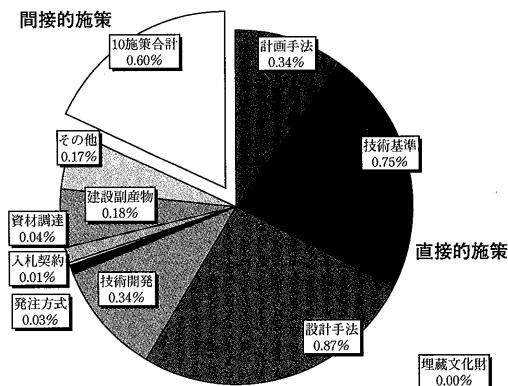


図-1 施策別内訳（建設省および関係公団等）: 3.3%

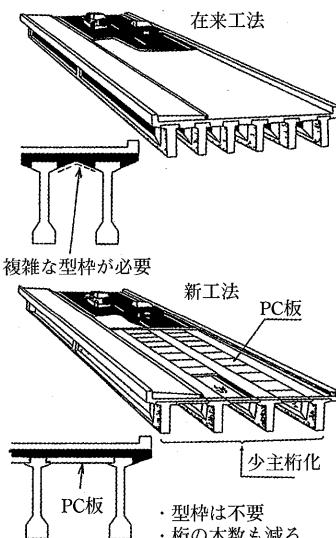


図-2 新たなPC橋梁設計法の開発 - PC上部工事費の約15%の縮減を可能に -

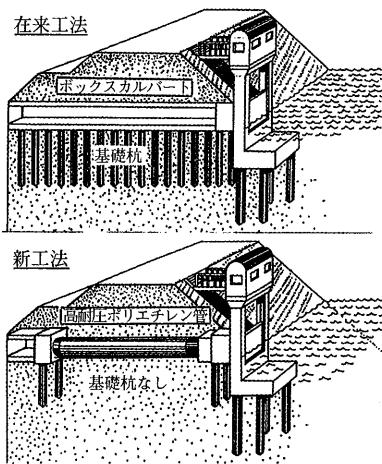


図-3 小型樋門・樋管の基礎構造設計手法の見直し－工事費の約35%の縮減を可能に－

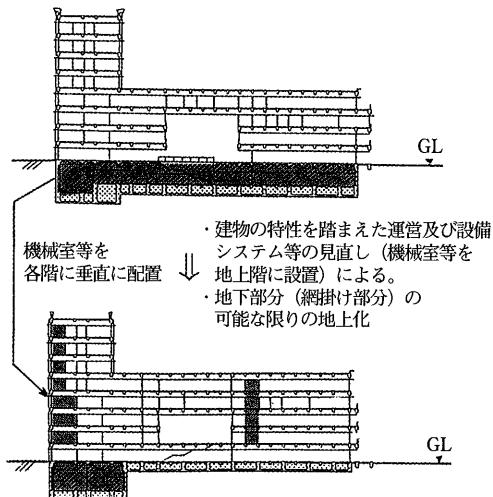


図-4 設計VEによる建物地下部分の設計見直し－当初の地下工事予定工事に対応するコストを約10%縮減－

具体的なコスト縮減事例を示します。

なお、アスファルトに関連した施策としては、使用品種の簡素化を通じたコスト縮減策の検討や商流の簡素化策等について業界や通産省等において検討を行って頂いているところです。

4. 今後の展開と課題

行動指針等が策定された初年度は、既に設計が終了している等の状況からコスト縮減の余地の少ない工事も多いなか、あるいはコスト縮減のための技術基準の見直し等の検討に時間を要する施策も一部でしか完了していないなかにおいて政府全体で3%のコスト縮減を果たせたのは、現場において職場一人一人がコスト縮減を意識して、すぐにできることから工夫していくことによる部分が大きいと考えます。10%以上のコスト縮減を目指して、今後各種施策の確実な展開を図るとともに、コスト縮減意識のいっそうの浸透を図っていく必要があります。

また、公共工事の7割以上が地方公共団体の事業であることから、わが国全体における公共工事のコスト縮減を図るために、地方公共団体のコスト縮減の取組みが広まることが欠かすことができません。平成10年4月には、全都道府県・政令市においてコスト縮減に関する行動計画が策定されたことでもあり、コスト縮減に関する国・地方の連携の重要性は従来以上に大きくなっています。

今年度以降もコスト縮減の成果について、政府全体でフォローアップしていくこととしています。また、平成11年度は、現在の行動指針に基づく施策の最終期限となる年であり、一層の成果の進捗が望まれます。

このような枠組みの下、引き続き実効性あるコスト縮減施策を、関係機関が連携しながら、幅広く、そして一つ一つ丹念に進めることができます。

☆

☆

☆

☆

舗装技術に関連したコスト縮減

(Measures for reduction of construction cost with regard to pavement technology)

池田拓哉*

政府は、公共工事のコスト縮減について全省庁的に取組むため、1997年4月に「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針」を取りまとめた。本文では、行動指針に示されたコスト縮減の方策の中で、道路、特に舗装に関連する取組みを取り上げ説明を加えた。また、コスト縮減の事例を分類し、どのようなアプローチでコスト縮減が可能になるのかを検討した。さらに、今後のコスト縮減の方向性について考察した。

はじめに

建設省では、1994年12月に「公共工事の建設費の縮減に関する行動計画」を策定し、コスト縮減に取り組んできた。その後、建設工事費の内外価格差の問題が国民の関心を呼んだことや、国の厳しい財政事情の下で限られた財源を有効に活用し、効率的な事業執行を行うことが求められたことを反映し、全省庁で連携して公共工事のコスト縮減に取り組むこととなり、政府は1997年4月に「公共工事コスト縮減対策に関する行動指針（以下、行動指針という）」をとりまとめた¹⁾。建設省ではそれを受け、従来の行動指針を見直し、1997年4月に「公共工事の建設費の縮減に関する新行動計画（以下、行動計画といふ）」を取りまとめた²⁾。

建設省全体の取り組みについては、本特集において別途報告があるので、本文では道路部門、特に舗装の視点から見たコスト縮減について述べることとする。

1. コスト縮減のための各種施策

行動指針においては、コスト縮減のための施策を19に分類している。それらは以下のとおりである。

- ①計画手法の見直し
- ②技術基準等見直し
- ③設計方法の見直し
- ④技術開発の推進
- ⑤積算の合理化
- ⑥公共工事の平準化の推進
- ⑦適切な発注ロットの設定
- ⑧入札・契約制度検討
- ⑨諸手続の電子化

- ⑩資材の生産・流通の合理化・効率化
- ⑪資材調達のための諸環境の整備
- ⑫優良な労働者の確保
- ⑬建設機械の有効利用
- ⑭労働安全対策
- ⑮交通安全対策
- ⑯環境対策
- ⑰建設副産物対策
- ⑱埋蔵文化財調査
- ⑲消防基準、建築基準等

2. コスト縮減のための技術的な取組み

行動指針の施策には、「⑥公共工事の平準化」や「⑨諸手続の電子化」のように、主として行政的な仕組みを変えることによって、広くコスト縮減を図ろうとするものが含まれている。行動指針や行動計画で、直接あるいは間接的に舗装技術に関連していると考えられるコスト縮減施策は以下のとおりである。なお、以下の記述は行動指針および行動計画での記述に、筆者の私見を付加したものである。

2.1 計画手法の見直し

この施策は、建設しようとする社会資本が必要な性能や機能以上のものとならないように、設計段階において検討するものである。

近年の舗装技術の中で、人や車を安全かつ快適に通行させるという基本的な要求に加えて、景観との調和などの機能を付加する事例が見られるようになっている。良好な町並みの形成、騒音の低減、走行安全性の向上を目的として、カラー舗装や排水性舗装が採用さ

*いけだ たくや 建設省土木研究所道路部舗装研究室長

れているが、これらは通常の舗装に比較してコストが高くなる。付加的な機能を有する舗装を適用しようとする場合には、それが本当に必要とされる部分について限定的に適用することになる。

2.2 技術基準等見直し

既存の技術基準が技術の進歩とともに適切に見直しがされているかどうか、また運用が画一的で不経済な設計となっていないかどうかという観点からコスト縮減を図ろうとするものである。

舗装の場合は、各種の要綱や指針がこれに相当するが、これまでの運用は画一的であった点が否めない。今後は、個々の現場に適応した要綱や指針の適用をするとともに、これらにとらわれずに新しい技術を導入できるよう、自由度を高めた技術基準にしていくことが求められる。

また、要綱や指針、あるいは仕様書等に、舗装工事の出来型や品質の合格判定値が示されているが、工事の内容や規模に応じて、検査項目や合格判定値を見直すことで、品質や出来形管理のためのコストを縮減できる可能性がある。

2.3 設計方法の見直し

設計の段階で複数の候補を比較検討することや、VE (Value Engineering) による技術提案の導入を図ろうとするものである。

舗装の設計においては、路床の支持力と大型車交通量によって画一的に断面を決定しがちであるが、大型車の重さに着目した交通の質の把握や、個々の道路に求められる機能や性能について検討することで、厚さや材料の選択肢を幅広く考えることが必要である。また、舗装の場合は供用後に維持や修繕を行いながら長期にわたって使用していく社会資本であるから、建設当初の費用だけではなく、供用後に必要となる費用まで含めたライフサイクルコストで費用の評価を行うことも設計の見直しによるコスト縮減と考えられる。

2.4 技術開発の推進

民間が技術開発を行いやすい環境を整えることで技術開発を促進し、新しい技術の導入によってコストの縮減を図ろうとするものである。

舗装に限らず公共工事は一般的に、開発された新技術が特定一社のものであったり、また、施工実績が十分でない場合には、その採用を控えるケースが少なくないが、発注者側においては、技術活用パイロット事業や試験フィールド制度等を活用することにより、新技術の現場適用を積極的に進めていくことが必要である。

る。

2.5 資材の生産・流通の合理化・効率化

資材の生産や流通における非効率な点を見直そうとするものである。

舗装の分野においては、アスファルト混合所を整理統合することによるコストの縮減が考えられる。

2.6 資材調達のための諸環境の整備

材料の品質を確保しつつ、規格やサイズを見直すことでコスト縮減を図ろうとするものである。

アスファルト混合物種類の集約や、セメントコンクリート用碎石と道路用碎石の規格について整合を図ることで、材料コストが縮減される可能性がある。

2.7 建設副産物対策

建設副産物を有効利用することにより、処分費の縮減を通じてコスト縮減を図ろうとするものである。

この点については、舗装分野における建設副産物のリサイクルは、他の分野より高いリサイクル率を達成している。今後は、リサイクルプラントにおけるグリズリアンダーの有効利用など、これまでうまく活用されていない建設副産物を有効利用する技術の開発が求められる。

3. コスト縮減の事例

日経コンストラクション誌において、コスト縮減に関する39の事例が紹介されている^{4) 5)}。これらを分類すると表-1 のようになる。表中で、設計は設計段階の工夫によるもの、施工は施工段階の工夫によるもの、新技術は新しい材料や施工法によるもの、その他は仕組みの変更等によるものである。ただし、これらの区別は必ずしも厳密なものではなく、2つ以上の分類に該当することがあるが、筆者の判断でどれかに分類している。

コスト縮減において、新技術が開発されることによって画期的にコストが下がることが期待されるが、この事例の中で新技術によるものは39例中5例であり、それも個別の現場の状況によって違いが多い、トンネル分野での新技術が4例を占めている。

それに対して多いのは、在来の設計方法や施工方法を見直すことでもうだを省いたり施工時間を短縮することとコストを減らそうとするものである。特に既存の標準品の寸法を大きくする方向で見直し、機械の大型化等により人手を増やさず施工の工数を減らす例が多い。これは現場における工夫といえるもので、従来の設計や施工で漫然と工事を実施するのではなく、現場の実

状に合わせて工事内容を見直すことで、コストの縮減が可能であることを意味している。しかし、見直しは一般的に細部に関するものが多いためか、縮減額自体は工費全体の数%以内と、必ずしも大きいとはいえない。

「その他」に分類した中に、高知県の道路整備事業において、車線数を2車線から1.5車線に減らすこと、総工費を72億円から20億円に減らした事例が報告されている。これは、道路は最低2車線は必要であるという常識を捨て、自動車の通行が少ない区間については、ところどころにすれ違いのための待避所を設ければ、全区間にについて2車線の幅は必要ないと判断したことによるもので、山地部の道路での切り盛りの土工量、トンネルや斜面崩壊対策を減らしたことで大幅なコスト縮減を実現している。新しい技術の開発、設計や施工の工夫ももちろん必要であるが、その外側にある基準や規定を見直すことで大きなコスト縮減が可能であることがこの事例から示唆される。

表-1 コスト縮減の事例^{4) 5)}

(件)

分野	設計	施工	新技術	その他
河川		1		
基礎	1	1		
橋梁	2		1	
道路	1	1		2
地下タンク	1			
土留め	2			
地盤改良		1		
土工	1			1
トンネル	4	1	4	
砂防	1			
水路等	5	1		
仮設	1			
緑化	1	1		
ダム	1			
発電所	1			
その他				2

注：この表は、参考文献⁴⁾および⁵⁾にもとづいて筆者がまとめたものである。

4. コスト縮減の方向性

他分野でのコスト縮減の事例を参考にして、舗装分野におけるコスト縮減の方策についての検討を試みる。

コスト縮減のための手法としては、設計や施工を変えることによるいわばハードな手法と、基準や規格を変えることによるソフトな手法に分けて考えることが

できる。

4.1 ハードな手法

① 1層の施工厚を増やす

日経コンストラクション誌の事例で、土のうや覆工版を大型化し、施工機械は大型にする一方で人手を減らす工夫に相当するものであり、舗装の場合には1層の施工厚さを増やすことで、敷均しや転圧の工数を減らすことが考えられる。

要綱や指針においては、確実に締固めが可能な最大施工厚さとして、表層および基層については7cm、粒状の上層路盤で15cm、下層路盤で20cmを推奨している一方で、シックリフト工法として、これより1層の施工厚を増す工法が示されている。高締固め型フィニッシュや振動ローラがある程度普及ってきており、以前よりシックリフト工法を採用しやすい条件が整ってきていると考えられる。現時点でも、特に良好な平坦性を要求される道路では、シックリフト工法の適用は適当とは考えられないが、それほど平坦性を必要としない道路については、1層の仕上がり厚を増すことができる可能性がある。施工厚、施工機械の適切な組合せ等については、建設省土木研究所と地方建設局で現在調査中である。

② 層の厚さを減らす

カラー舗装や排水性舗装用の混合物は、通常の舗装用材料に比較して単価が高い。したがって、その施工量を減らすことはコスト縮減に直結する。

アスファルト系材料の1層施工厚は、使用する骨材の最大粒径によって決まり、その2.5倍程度を確保しないと敷均しが困難である。最大粒径を13mmとすると、1層の厚さを4cmすることはできるが、3cmとすると敷均し時の引きずり等の問題を生じやすい。

1層の敷均し厚を小さくするには、骨材の最大粒径を調整し10mmとすることが考えられるが、JISの標準品ではないので、材料単価がかえって高くなることも考えられる。

排水性アスファルト混合物を舗装を低騒音舗装用材料として使用する場合、骨材の最大粒径が小さいほど騒音低減効果が大きいことが知られている。また、コンクリート用骨材の粒径は、JISでは5mm刻みに設定されている。これらのことを考慮すると、最大粒径13mmという舗装独特な6号碎石の骨材規格の見直しは、碎石工場の生産ラインの合理化による骨材単価の低減に加え、様々な波及的な効果があることがわかる。

骨材粒径の変更は、アスファルト混合物の規格変更

とアスファルト混合所の設備変更につながるが、長期的に見て取り組むべき課題の一つと考えられる。

また、骨材粒径を変更せずに高価な材料を薄層にして通常の材料と二層同時に敷き均したり、車輪の通過部分にだけ高価な材料を施工できる新型のフィニッシャ（Multi Asphalt Paver、略称MAP）が開発されている。このフィニッシャを使用することで、高価な材料の使用量を減らすことができる。

③ 仕上がりの外見

アスファルト舗装工事において、発注者側の監督員や検査員が、路面の仕上がりのキメを問題にすることがある。敷均し時の材料分離があった場合には、キメの粗い部分が欠陥となりやすいので、それを懸念しての指摘であることが多く、受注者は均一に敷き均されている表面に、さらにアスファルト混合物の細粒分をふるいにかけて表面を平滑に仕上げている例を見る。

これは施工の手間を増やしコストの上昇につながることがあるので、キメについて見た目で機械的に問題視することは望ましくない。

④ アスファルト量の管理

アスファルト混合物の品質確保において、アスファルト量は重要な項目であり、目標アスファルト量に対してある範囲で管理するのが通常である。しかし、アスファルト混合物製造の素材中で、一番高価なのはアスファルト系バインダであるため、以前はアスファルト量を不当に操作することで利幅を増やそうとする業者がいたと聞いている。

このような過去の事例にとらわれるあまり、本来は目標アスファルト量に対してプラスマイナス両側の範囲で管理するべきところを、アスファルト量がマイナス側に入ることを許さない発注者が、地方自治体を中心として散見される。

アスファルト量が多いと流動による破損につながるとともに、混合物単価が上がる方向になるため、このような画一的なプラス側管理は避けなければならない。

⑤ 新材料の導入

舗装の厚さを減らすことができるような安価な材料が開発されると、舗装のコスト縮減が可能になる。このような材料の候補としてジオシンセティックス（土木用繊維製品）がある。ジオシンセティックスを軟弱路床上に施工すると、路盤材料と軟弱な路床土の混合を防止できることは現地調査で確認されており、ジオシンセティックスを敷設すると何らかのプラスの効果があるといえる。しかし、等値換算厚の低減が可能か

どうかなど、設計に反映できる定量的なデータはいまだに得られておらず、現在建設省土木研究所も参加して調査を行っているところである。

4.2 ソフトな手法

① 路床の構築

これまでの舗装の設計は、現位置の路床土の支持力に合わせて断面を決定するようにしており、路床の改良は路床が軟弱である場合に限って行ってきた。しかし、発生土処分費の上昇を考えると舗装の厚さはできるだけ薄い方が望ましい。したがって、現位置の路床土にセメントや石灰等の安定材を添加し、混合転圧することで支持力を上げ、路床土を有効利用しつつ舗装を薄くすることが望ましい。

路床は現地にあるものを使うという考え方から、構築するものという設計思想の転換によるコスト縮減である。

② 道路の機能や性能の再検討

従来の要綱や指針は、工事の品質や出来形について工事の規模で水準を変えてきた。しかし、交通量と施工規模が同じ道路で、幹線道路とそうでない道路の品質や出来形については特に区別してこなかった。

幹線道路は、修繕を行うと交通渋滞が発生するため、できるだけ耐久性の高い構造や材料を採用して、良好な品質や出来形を確保することが必要である。それに対し、特に幹線でない道路については、重要度から見て交通を遮断しての修繕工事が可能な場合がある。

道路に求められる機能や性能について改めて検討すると、壊れてはならない道路とある程度の破損は許容できる道路に分類できるはずである。これまでの、大型車交通量と路床の支持力による画一的な断面の設計と、施工時の画一的な品質と出来形の管理を見直すことで、コストが縮減される可能性がある。

また、交通量が少なかつたり、あっても重い車両が少ない道路では、普通の道路に用いるような品質の材料が必要でない場合がありうる。このような道路に対しては、耐久性等は若干劣るもの、より安価な材料を適用することが考えられる。

③ 地下占用物件を考慮した設計

道路の下には、上下水道やガス管などの占用物件が埋設されていることがあり、その管理のため道路の掘削が必要となる。たとえば、管理のための掘り返しが平均で7年に1回あるとすると、そのような舗装の設計期間を10年とすることはむだである。交通荷重以外に舗装の手直しにつながる外的条件がある場合には、

あらかじめそれを考慮した設計とするべきだろう。

④ 性能発注

これまでの発注は、発注者側が材料、寸法、工法を指定して、受注者は仕様書等に示される内容どおりに工事を仕上げることが普通である。しかし、発注者が本当に必要とすることは、路盤や表層・基層の厚さを指定することではなく、予想される交通量に対して、一定期間通行可能な道路を建設することである。

たとえば行政的な判断として、1,500台/日・方向の大型車交通量で、10年間のわだち掘れの発生量が20mm以下、ひびわれが発生しない、道路交通騒音が70dB以下であることが道路管理者としての要求であれば、これを実現するための舗装構造は様々なものが考えられる。その中には、従来の材料や構造とは全く違う、より経済的な舗装も考えられる。技術力のある受注者からの提案を積極的に受け入れられるよう、細かい寸法や材料の品質等の仕様は規定せず、要求性能のみを明示する性能発注が今後必要になってくる。

4.3 発注契約における諸問題

行動指針で「⑦適切な発注ロットの設定」が挙げられていることからもわかるように、ある程度の延長を有する連続区間の舗装工事を、合理的な理由もなく細分することは間接費の増大からコストの上昇につながる。景気対策の観点から分割発注が行われる事例が見られるが、コスト縮減の観点のみから見れば好ましいことではない。まして、一部の不良不適格業者が受注したことによる一括下請負やそれに類似した行為は許されるものではない。建設省は、1998年12月25日に不良不適格業者の排除策を発表した。今後は、このような問題が根絶され、公共事業の適正な執行がなされることが期待される。

おわりに

新技術を開発することは時間と費用がかかるため、コスト縮減について考えるとき、現行の手法の枠内でむだの排除や技術的な工夫をすることでコストを下げ

ようとする。その結果として、標準的な手法で工事を行ったときに比べ数%のコストが縮減されたということになるが、大幅なコスト縮減はこのアプローチでは困難であることが多い。

コスト縮減について考えるときに、上記のようなアプローチはもちろん必要であるが、最初にコスト縮減の目標値を、それも常識的には不可能と思われる目標値を定めて、それを実現するにはどのような改善が必要かを検討するというアプローチも必要だろう。常識の枠をはずして考えたときに発想の転換が生じ、予想もしなかった解決策が得られるかもしれない。

筆者自身、具体的な答えを持っているわけではないが、転圧が不要な舗装はないか、何もしなくても平坦になる工法は考えられないか、補修をしなくともよい自己補修性の材料はないかなど、発想の枠をはずし、荒唐無稽と思われることを考える中から、飛躍が生まれることと思う。

— 参考文献 —

- 1) 建設大臣官房技術調査室監修、公共工事コスト縮減対策に関する建設省新行動計画の解説、(社)全日本建設技術協会、1997年4月
- 2) 建設大臣官房技術調査室建設コスト管理企画室監修、公共工事コスト縮減対策に関する行動指針－初年度の成果－、(社)全日本建設技術協会、1998年6月
- 3) 大臣官房技術調査室、「公共工事コスト縮減計画に関する行動指針」及び建設省行動計画の平成9年度実績、建設月報、建設省広報室、No.589、1998年7月
- 4) HOW TOコストダウン（前編）、日経コンストラクション、pp.18～49、No.216、日経B P社、1998年9月
- 5) HOW TOコストダウン（後編）、日経コンストラクション、pp.42～68、No.217、日経B P社、1998年10月

東北地方建設局のアスファルト舗装の長寿命化対策

(The measures against great durability of pavement by Touhoku Regional Construction Bureau)

佐 藤 昭 男*

東北地建管内の表層用アスファルト混合物は、スパイクタイヤの普及に伴う摩耗すり減りに対応すべく密粒度ギャップアスコンが使用されてきた。その後、脱スパイク、交通条件の過酷化による流動、及び再生利用時の汎用性の拡大といった問題が生じ、耐流動性を重視した密粒度アスコン20Tが平成8年度から使用され、わだち掘れ量が従来の50%となっており、修繕サイクルの長期化からコスト縮減への効果が期待されている。

はじめに

東北地建管内の表層用アスファルト混合物は、スパイクタイヤの普及に伴い顕在化した摩耗すり減りに対応すべく、平成元年度から密粒度ギャップアスコンが使用されてきた。その後、脱スパイク及び交通条件の過酷化による流動、並びに良質な細砂の減少、及び汎用性拡大を図っていた路上再生工法において粒度確保が困難といった問題が生じ、耐流動性を重視した新表層合材（密粒度アスコン20T）を平成8年度から採用し、路面性状調査の結果では従来の50%のわだち掘れ量となっており、修繕サイクルの長期化からコスト縮減への効果が期待されている。さらに、今後の長寿命化舗装対策に資するべく、追跡調査等による評価及び仕様の検討を計画的に実施している。

1. 新表層混合物開発の経緯

道路舗装における東北地建管内の表層用アスファルト混合物は、トペカ、細粒ギャップを経て、平成元年度以降、密粒度ギャップアスコン（G20F）が使用されてきた。これらの混合物は、冬期間の路面对策として、一貫して耐摩耗を追求しており、特にG20Fは昭和50年代のスパイクタイヤの普及に伴い顕在化した「冬期の摩耗すりへり」問題に呼応し開発されたものである。その後、路上再生工法における粒度確保の困難からのギャップ混合物の見直し、脱スパイク及び重車輌、高空気圧化等の交通条件の過酷化に加え、良質な細砂の確保が難しいこと等、それらの対応が道路管理者の重要な課題となった。

このような背景を踏まえ、脱スパイク後の新たなニ

ーズに対応すべく、表層用アスファルト合材の見直しは、「凍結抑制舗装」、「再生・再々生工法」とともに今後取り組むべき課題としてとらえられ、平成5年度から密粒度タイプの新表層用アスファルト混合物の検討を実施し、H8から全面的に20Tを使用するに至っている。

2. 20Tの特徴

1) 粒度の特徴

20Tの粒度の特徴は、アスファルト舗装要綱の②密粒度アスコン（20）を基調としているが、耐流動対策を講じた場合の粒度を考慮し、細骨材及び石粉分の割合をやや減じている。

粒度範囲を表-1、図-1に示す。

2) 使用材料の特徴

従来までの表層用混合物と比べて次のような特徴がある。

①細骨材粒度が連続タイプであることから、粗砂と細砂との混合使用となる。

表-1 混合物と粒度

混合物の種類	密粒度アスコン20T	密粒度アスコン20	密粒度ギャップアスコン20F
粒度	26.5 mm	100	100
通過質量	19 mm	95~100	95~100
粒度	13.2 mm	75~95	75~90
通過質量	4.75 mm	45~65	45~65
粒度	2.36 mm	30~50	35~50
通過質量	600 μm	15~30	18~30
粒度	300 μm	8~21	10~21
通過質量	150 μm	5~15	6~16
粒度	(%) 75 μm	4~7	4~8
通過率			9~13

*さとう あきお 建設省東北地方建設局道路部道路情報管理官

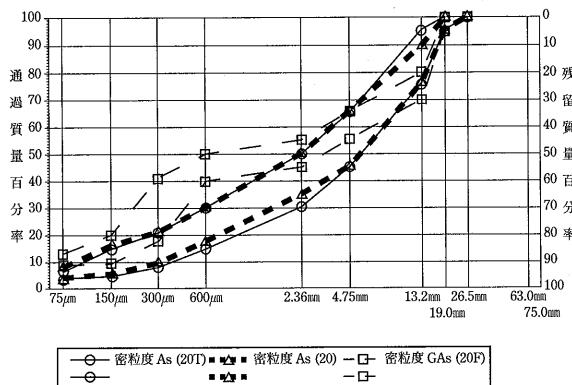


図-1 20T等粒度分布

②骨材粒度の粗粒度化により、細骨材（特に細砂）及び石粉の使用量が減る。

③アスファルト量が0.5%程度低減される。

3) マーシャル試験に対する基準値

20Tのマーシャル試験に対する基準値を表-2に示す。

表-2 20Tのマーシャル試験に対する基準値

項目	20T	G20F
突固め回数(回)	75	75
空隙率(%)	3~6	3~7
飽和度(%)	70~85	65~85
安定度(kgf)	750以上	500以上
フローアーチ(1/100cm)	20~40	20~40

4) 動的安定度及び耐摩耗性能の水準

20Tの動的安定度及び耐摩耗性能の水準を表-3に示す。

表-3 動的安定度及び耐摩耗性能の水準

	20T	密粒20	G20F	20T/G20F
動的安定度(回/mm)	700~1,000	500~700	250~400	2.5~2.8
摩耗量(mm)	6.5	5.5	5.9	0.94

3. 20Tの評価

1) 供用性調査

平成10年度に、平成7~9年度施工箇所について監督員に供用性アンケートを行った結果を見ると件数にして約85%の良い評価を得たことから、耐流動の目的を達しているものと考えられる。

不良の評価としては、交差点・カーブでのブレーキ、大型車交通量の増加及び冬期施工時の舗設温度低下に

よる飛散等があげられた。

表-5では大型車交通量が多くなっても良い評価が増加している。これは大型車交通量が多くなるに従って改質剤の使用割合も増加しているからで、耐久性が維持されていることが表-6で解る。

表-4 施工年度別評価表

合材	年度	件数	評価				
			良	不良	流動	亀裂	飛散
20T	7年	5	4 (80%)	1			1
	8年	98	78 (80%)	20	14		5 1
	9年	95	87 (92%)	8	5	2	0 1
	合計	198	169 (85%)	29	19	2	6 2

表-5 大型車交通量別路面評価表

合材	交通量	件数	評価				
			良	不良	流動	亀裂	飛散
20T	~3,000	70	57 (82%)	13	7	1	4 1
	~5,000	67	56 (85%)	11	9	1	1
	5,001~	61	56 (91%)	5	3		1 1

表-6 大型車交通量・改質剤有無別路面状況表

合材	交通量	改質剤	件数	評価				
				良	不良	流動	亀裂	飛散
20T	~3,000	有	25 (36%)	23 (92%)	2	1		1
		無	45	34 (76%)	11	6	1	3 1
	~5,000	有	32 (48%)	29 (91%)	3	3		
		無	35	27 (77%)	8	6	1	1
	5,001~	有	42 (69%)	39 (93%)	3	2		
		無	19	17 (89%)	2	1		1

2) 路面性状調査結果

図-2はG20Fと20Tの舗設経年数によるわだち掘れ量のグラフである。

G20Fは東北六県のH1からH7間の路面性状調査から算出 ($L = 290\text{km}$)。

20TはH7、8、9施工箇所のうち、H9、10の路面性状調査結果から算出 ($L = 150\text{km}$)。

G20Fと20Tの舗設後経過年数とわだち掘れ量の関係は図-2のとおり

$$\text{G20F: } y = 3.0048x + 8.1038$$

$$\text{20T: } y = 1.81x + 4.61 \text{ となる。}$$

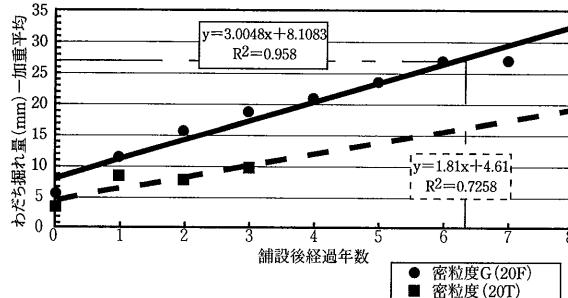


図-2 舗設後経過年数とわだち掘れ量

4. 20Tの今後の課題

1) コスト縮減効果の向上

G20Fを表層に用いた箇所の補修サイクルは舗装データベース (H 7 ~ 9) から管内平均で約6.3年であった。20Tについてはまだその件数が少ないとから、わだち掘れ量を舗装データバンクの資料から比較してみると図-2から12.4年に該当する。

よって、わだちだけで見れば補修サイクルが約2倍に伸びることとなる。

ここで、耐流動性を評価するホイールトラッキング試験結果（表-3）によると、動的安定度では平均して2.65倍に向かっている。この室内試験における2種類の合材の動的安定度の関係と、実測したわだち掘れ量には、相関関係があると考えられる。それが同じ比率であるかどうかは不確定だが、実測値における向上率は、施工上の次の点により配慮されることで、補修期間が更に延長されると考えらる。

①冬期施工における保温、加熱、施工速度

②夏期施工における路面開放温度

③横断端部のゼロすり付け

④使用する骨材

そのために次のような調査を検討している。

①良好又は損傷が現れた箇所のいくつかについて次のような調査試験を行い、傾向を把握し原因を追求する。

a. 現地採取コアによる密度・粒度・AS量をはじめとする諸物性試験

b. 工事使用材料の品質・舗設温度等の施工状況調査

c. 道路形状・交通量・線形等の道路条件調査

d. 表層合材を高耐久化しても損傷が現れる箇所について、路床を含めた調査 (FWD調査 ポーリング調査) による原因の究明

②合材材料の調査試験のため、各改質剤を室内試験により比較する。

③オーバーレイ工事の解放直前からの路体・路面温度測定、直後からの路面性状を調査する
(縦横断凹凸量、ひび割れ率)。

4.1 使用箇所にあった機能の追加

供用性アンケート結果からは、交差点及び線形の急な箇所については、わだち掘れが多いという意見が多く出されていることから、改質剤等の使用箇所について交通量以外の要素についても検討する必要があると考えられる。

4.2 施工管理

アスファルト舗装は施工時の温度管理が重要であり、施工にあたっては次の事項に留意する必要があり、特に冬季の温度確保が困難である期間は施工を行わない方がよい。

1) 外気温が低い場合

(1) 施工対応

冬期間の施工では、混合物温度の急激な低下により所定の締固め密度が得られ難いので、施工に当たっては下記の点に留意する必要がある。

①施工時の基盤（既設アスファルト混合物層）が冷えている場合は、締固めが困難になることから、既設部分を加熱する。

②上下層接着のためのタックコート（アスファルト乳剤）の分解性（アスファルト自体による付着力を発揮させるため、乳剤中の水分が蒸発すること）が低下しやすいため、散布する路面を予め加熱するほか、乳剤を加温するか、2回に分けて散布する等の対策を施す。

③混合物製造時の温度を温暖期より若干高めとし、運搬にあたっては保温方法をほどこす。ただし、アスファルトの劣化を避けるため混合物の温度は必要以上に上げないように注意する。

④施工厚さが薄く、気温が低いほど所定の締固め密度を得るための許容時間が制約されることから、締固め作業を最短時間で行う。

(2) 配合対応

冬期施工時の締固め不足による骨材飛散を防止する配合面での方法としては、次のような空隙率を下げる方法があり、空隙率を3%台の配合とするのが望ましいと考えられる。

①石粉を増やすことにより、骨材間隙率を減少させ空隙率を下げる。

②アスファルト量を増やすことにより、空隙率を下げる。但し、一般にアスファルト量を増やすと耐流動性が低くなるのでホイールトラッキング試験での動的安定度(DS)の確認をする必要がある。

2) 外気温が高い場合

東北技術事務所における調査結果では、外気温が26℃の場合、路面は50℃、路面下5cmは70℃で、7時間後に50℃となった。20Tの50℃における動的安定度(DS)は5,048回、70℃のDSは291回であることから、初期わだちを防止するために、路面開放温度を可能な

限り50℃以下にする必要がある。

おわりに

舗装構造としての今後必要とされる全体的な課題のうち、今回の舗装維持修繕調査結果及び追跡調査結果等から、長寿命化への即効的な成果が期待された新表層合材20Tについては、一応初期の目的が達成されていると考えられる。

今後、2~3年間は現配合の路面性状調査データ等を蓄積し、質的向上を含め今後も検討を進める必要がある。



☆1999年版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。
ただいま発売中です。

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』1999年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文91ページ・実費頒価1部 800円(送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申し込み下さい。

主な内容

- アスファルト需要の推移
- 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
- アスファルト合材の製造実績
- 改質アスファルトの出荷実績
- アスファルト乳剤の出荷実績

- 道路投資額とアスファルト需要
- 新道路整備5ヵ年計画
- 平成10年度の道路予算
- 道路特定財源の推移
- 道路の整備状況
- 石油供給計画
- 世界の石油アスファルト生産量
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 日本アスファルト協会の概要
- 住所録
- 関連官庁・関連団体

東京都における道路舗装に関する「コスト縮減」への取り組み

(Some Trials to decrease Construction Cost of Road Pavements in Tokyo Metropolitan Government)

遠 藤 俊 夫*・内 田 武 司**

東京都においては、平成9年10月に「建設コスト縮減に関する行動指針」をまとめ、これに基づき、関係各局が「建設コスト縮減に関する行動計画（H9～11）」を策定するなど、全庁的に建設コストの縮減に取り組んでいる所である。特に、舗装に関しては建設局が中心となりコスト縮減に努めている。

本文では、建設局が平成9年12月に策定した「建設コスト縮減に関する行動計画」に掲げられた施策のうち舗装に関する縮減策を紹介する。

（なお、各施策の建設コストの縮減額については現在評価中である。）

1. 建設コスト縮減の必要性

東京都は、東京の活力の維持と都民の安全や豊かな生活を確保するため、都市基盤整備を着実に進めいく必要がある。また、整備に伴って増加していく社会資本ストックを適切に維持管理していくことが必要となっている。

東京都は、都市基盤整備に際し、時代の要請にふさわしい内容となるよう、また、限られた財源の中で最大の効果が得られるよう、効率的、効果的な事業執行に努めてきた。

しかし、現在の厳しい財政状況下のもと、本格的な少子高齢社会に備えて、先進欧米諸都市に比べ立ち遅れている東京の都市基盤整備を着実に進め、社会資本ストックを適切に維持管理していくためには、なお一層事業の効率化を図る必要があり、公共工事の建設コスト縮減を推進していくことが緊急の課題となっている。

特に、道路、河川、公園、区画整理、市街地再開発など広範な事業を受け持つ建設局には、いかに経済的かつ効率的に事業を進め、良質な都市施設を提供していくかが求められている。

2. 行動計画策定に当たっての考え方

建設コスト縮減に関する行動計画の策定にあたっての考え方は、次のとおりである。

①縮減効果が確実な施策を具体的に検討するととも

に広範な取組を行う。

- ②建設費用だけでなく維持管理費用も含めた総合的な視点で行う。
- ③施設の機能、品質とコスト縮減を両立させる。
- ④裏付けなく工事価格を下げることにより、下請け企業等にしづ寄せを生じないようにする。

また、不良・不適格業者を排除し、公正な競争に基づく公共工事の適切なコスト形成に努める。

3. 具体的施策

計画・設計から発注、施工・維持管理に至るすべての段階にわたり、具体策を検討した。

施策体系は、表-1に示す通りである。

この行動計画に掲げられた施策のうち、舗装に関する施策として、(9)ライフサイクルコストの検討－長期供用舗装、(4)路上表層再生工法の利用、(42)路上再生路盤工法、(49)車道舗装への再生粒度調整碎石の利用、(50)歩道舗装への再生クラッシャラン碎石の利用、(51)灰溶融スラグの土木材料への活用、(61)路床構築の利用があげられている。

4. 建設コスト縮減の目標

平成10年度については、建設局における工事全体で、平成8年度に比べ、3.1%以上のコスト縮減をめざす。平成11年度以降については、一部の工事で実施する具体的な施策の全工事への拡大やモデル工事等を踏まえた

*えんどう としお 東京都建設局道路管理部保全課調査係長

**うちだ たけし 東京都建設局道路管理部保全課補修担当係長

表-1 施策体系

大分類	中分類	小分類	具体的施策
計画・設計段階での施策	計画	計画内容の見直し	整備水準の検討 (1)歩道舗装の整備水準の見直し (2)橋梁上部工の整備水準の見直し (3)河川管理用道路等における整備水準の見直し (4)区画整理事業における埋設物の移設抑制 (5)トンネル内装板の廃止 (6)トンネル換気設備の段階的設置
		施設の複合化・多機能化の推進	(7)地下調節池等施設の複合化・多機能化
		土木構造物計画における経済性への配慮	(8)橋梁等構造物計画における経済性への配慮
		トータルコストの最小化	(9)ライフサイクルコストの検討
	設計	設計内容の見直し	設計VEの検討 (10)VE組織設置の検討 (11)現場詰所の公共用地無償使用 (12)施工面積の見直し (13)仮設線路工事手等の撤去工法の見直し
		プレキャスト製品等の活用	(14)プレキャスト街きよの活用 (15)街きよ下部構造の見直し
		使用材料の見直し	(16)排水管等への硬質化ビニル管の活用 (17)苗圃の苗木の活用 (18)新交通駅舎建設工事等における使用材料の見直し (19)暖房放熱機器設置の見直し
		各種情報の電子データ化	(20)C A L Sによる工事事務の高度情報化の検討
		新技術活用の推進	(21)橋体補強工法の見直し (22)橋面舗装工法の見直し (23)広幅鋼矢板の採用 (24)高架橋スラブコンクリート打設工法の見直し (25)壁高欄工法の見直し (26)取付け部盛土工法の見直し (27)軸体工の見直し(鋼製ダム、擁壁) (28)中詰工の見直し(現地産資材の活用) (29)新材料・新工法採用の仕組みづくり
		新材料・新工法採用の仕組みづくり	
発注段階での施策		技術基準類の見直し	(30)アスコン層の厚層転圧化 (31)大型標準基礎の見直し
		積算の見直し	(32)超大口取引価格の設定 (33)イメージアップ経費の見直し (34)足場工の見直し
	発注	工事の平準化の推進	(35)ゼロ都債の活用 (36)発注計画等の改善
		適切な発注ロットの設定	(37)発注ロットの拡大
施工・維持管理段階での施策		入札・契約制度の検討	(38)入札時VEなどの検討
	施工	適切な施工体制の確保	(39)ISO9000s導入の検討 (40)工事検査の合理化
		建設副産物対策	(41)路上表層再生工法の利用 (42)路上再生路盤工法の利用
		発生の抑制	(43)建設発生土の有効利用 (44)現場発生材の有効利用 (45)改良土(第1種・第2種)の使用拡大 (46)粒状改良土の利用 (47)間伐材の有効利用 (48)コンクリート塊等を利用したかごマット護岸 (49)車道舗装への再生粒度調整碎石の利用 (50)歩道舗装への再生クラッシュランの利用 (51)流動化処理土の活用 (52)建設汚泥、浚渫土砂等の有効利用 (53)建設副産物情報交換システムの活用 (54)建設汚泥、灰溶融スラグ等の土木材料への活用 (55)リサイクルリーディング事業のモデル工事事例集の作成 (56)再生品利用ガイドラインの策定 (57)リサイクル推進行動計画(仮称)の策定
		再利用の推進	
		埋蔵文化財対策	(58)埋蔵文化財の基本計画への配慮 (59)調査方法の見直し等
		協議・許可事務等の見直し	(60)交通協議等の迅速化 (61)道路占用の見直し
		適切な維持管理	(62)路床構築の利用 (63)遠方監視施設の集約化
		道路管理の合理化	
		遠方監視施設の集約化	

具体的施策の実施など、引き続き建設コスト縮減のための取組を継続、拡大していく。

5. 輸装に関するコスト縮減策

5.1 長期供用輸装

(1) 概要

近年、自動車交通の増加や車両の大型化に伴い、道路輸装の破損は著しく耐用年数が短くなっている。この結果、道路の維持補修の費用増大等を招いている。長期供用輸装は、これらの問題の解決策の1つとして開発を進めてきているもので、わだち掘れ等の機能的破損に対しては15年、路盤破損等の構造に関する破損に対しては40年以上の供用を確保することを目標としている。

導入効果として

- ①トータルコストの低減
- ②輸装補修工事や占用工事の件数を減少させ、交通渋滞の緩和。
- ③工事に伴う輸装発生材、建設発生土の削減
- ④快適な車両走行の確保と沿道環境の改善等があげられる。

(2) これまでの経緯

平成6年度に学識経験者、行政側委員で構成する「長期供用検討委員会」を発足させ、5工法（図-1参照）を提案し、それぞれについて「設計・施工要領案」を策定した。

平成9年度から、要領案に基づき、既設道路及び新設道路において、試験施工を行っている。

(3) 試験施工

試験施工は、委員会で提示された構造のうち、交通状況など施工条件を考慮し、即日復旧が可能であると考えられる大粒径アスコン、半たわみ性輸装、プレキャストRC版を基層とする3つのタイプで行うこととした。

このうち、平成9年度は、大粒径アスコン、半たわみ性輸装の2つのタイプで実施した。現在、施工後約1年経過し、目視、路面性状調査で実施したが、結果は良好である。

平成10年度については、大粒径アスコン、半たわみ性輸装、プレキャストRC版の3つのタイプで実施中である。

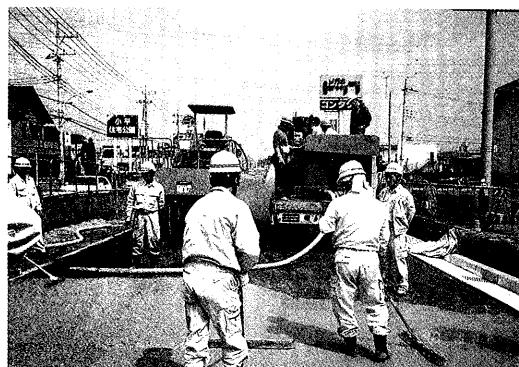


写真-1 半たわみ性輸装

転圧コンクリート	連続鉄筋コンクリート	プレキャストRC版	半たわみ性輸装	大粒径アスコン
5cm低騒音舗装 応力緩和層 25cm RCC (転圧 コンクリート)	5cm低騒音舗装 不透水層 25cm CRC (連続鉄筋 コンクリート)	5cm低騒音舗装 不透水層 25cm プレキャストRC版	5cm低騒音舗装 15cm 高粘度改質 +半たわみミルク	5cm低騒音舗装 15cm 大粒径改質
20cm 高強度 セメント安定 処理路盤	20cm 高強度 セメント安定 処理路盤	20cm 高強度 セメント安定 処理路盤	20cm高強度 セメント安定 処理路盤	10cmアスファルト 安定処理
20cm セメント処理路盤 又は 路上再生	20cm セメント処理路盤 又は 路上再生	20cm セメント処理路盤 又は 路上再生	30cm セメント処理路盤 又は 路上再生	10cmアスファルト 安定処理

図-1 5工法の舗装 (CBR = 3%の場合)

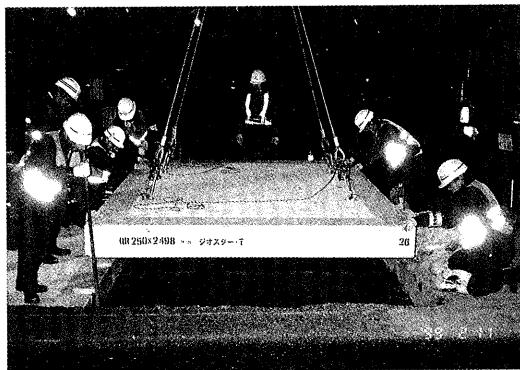


写真-2 プレキャストRC版

(4) 課題

現在まで実施した試験施工の結果での課題は、次のとおりである。

- ①掘削抑制期間を長期に延伸することについて埋設企業者と調整を図っていく必要がある。
- ②目地からのリフレクションクラックを防止するため、材料開発に努めるとともに、施工目地の数を減少させるため、1日の施工長を伸ばす工夫が必要である。

5.2 路上表層再生工法の利用

(1) 概要

路上表層再生工法は、舗装の機能的破損の補修工法として、現在は、切削打換工法を用いているが、路上において既設アスファルト混合物を加熱し、かきほぐしを行い、新規アスファルトや再生用添加材料を加えて混合した上で、敷き均し、締固めて再生した表層をつくるものである。これにより、施工費用の縮減、工期の短縮、舗装廃材の抑制が可能となる（図-2参照）。

リシェイピング工法の標準的な機械編成は次のとおりです。

← 施工方向

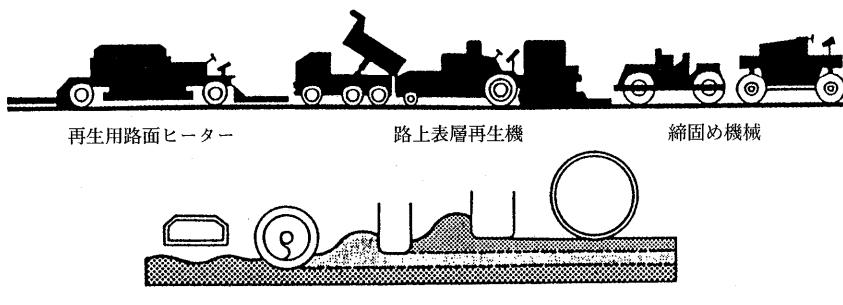


図-2 路上表層再生工法のイメージ図

(2) 試験施工

試験施工は、多摩地域で平成9、10年度にそれぞれ1箇所づつ実施した。平成9年度の実施箇所の路面性状は、良好である（写真-3参照）。



写真-3 施工状況写真

(3) 課題

本工法の課題として次の点があげられる。

- ①施工機械の編成が70m前後と長いため、交通量の多い幹線道路では、採用が難しく、工法の普及のためには、機械の小型化が必要である。
- ②かきほぐし、混合等の作業が連続となるため、路面に人孔等の支障物があると施工が難しい。
- ③既設のアスファルト混合物を利用するため、路面高が高くなる。

5.3 路上再生路盤工法の利用

(1) 概要

路上再生路盤工法は、舗装の構造的破損の補修工法として、現在は、部分断面打換工法や全断面打換工法を用いているが、これを路上において既設アスファル

ト混合物を原位置で破碎し、同時にセメントやアスファルト乳剤等の路上再生路盤用添加材料と既設粒状路盤材料等を混合し、締固めて安定処理した路盤をつくる工法であり、施工費用の縮減、工期の短縮、舗装廃材の抑制を図ることができる（図－3参照）。

(2) 試験施工

平成9年度に、多摩地域、島嶼部で各1箇所試験施工を実施した。平成10年度においては、区部、多摩地域、島しょで各1箇所実施中である（写真－4参照）。



写真-4 施工状況写真

(3) 課題

本工法の課題として次のとおりである。

- ①施工機械の編成が長いため、交通量の多い幹線道路での実施は難しく、工法の普及のためには、機械の小型化が必要である。
- ②かきほぐし、混合等の作業が連続となるため、路面に人孔等の支障物があると施工が難しい。
- ③既設のアスファルト混合物を利用するため、路面

高が高くなる。

5.4 車道舗装への再生粒度調整碎石利用

現在、舗装材料には、再生材を優先的に使用してきているが、車道の上層路盤は新材のみを使用している。そこで、技術的検討を行いながら、上層路盤にも再生粒度調整碎石（RM-40）の導入を図るものである。

平成9年度から試験施工を通して、プラントの集荷状況、修正CBRが新材と同等の値が確保できるなどの品質管理、現場の施工性等を確認し、平成11年度からは区部での工事に採用する予定である。

5.5 歩道舗装への再生クラッシャラン碎石の利用

歩道透水性舗装の路盤にはクラッシャラン（C-20）を使用しているが、技術的な検討を行いながら、再生クラッシャラン碎石（RC-30）の導入を図ってきた。

平成9年度の試験施工を通して、プラントの集荷状況、現場の施工性等を確認し、平成10年7月から本格採用している。

5.6 灰溶融スラグ等の土木材料への活用

清掃ごみの焼却時に発生する溶融スラグをアスファルト混合物の細骨材として、また下水汚泥の焼却時に発生する灰をアスファルト混合物のフィラーとして利用し、資源循環型社会づくりに貢献するとともに、コスト縮減を図るものである。なお、平成10年9月に策定した「生活都市東京の展開改訂重点計画－循環型社会の形成」の一施策に位置づけられている。

平成10年度に、清掃ごみ溶融スラグは区部で、下水汚泥焼却灰は多摩地域でそれぞれ1箇所試験施工を実施中である。

5.7 路床構築

路床構築は、新設道路を対象に、舗装路盤を支持す

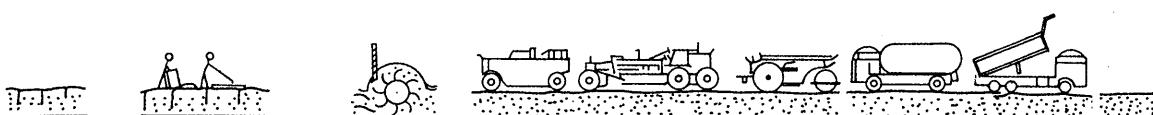
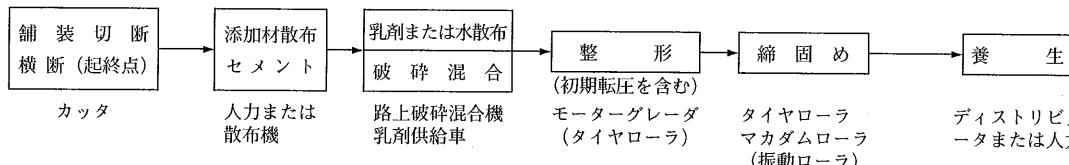


図-3 路上再生路盤工法のイメージ図

る路床を改良して、強度を高めることにより、舗装構造を一定とし、かつ現行より薄い舗装厚にするなど、初期投資を縮減するとともに、道路管理について画一化、簡易化を図るものである。

平成9年度には、多摩地域において設計CBR 6%を目標に路床構築を行った。

平成10年度は、区部、多摩地域でそれぞれ1箇所試験施工を実施中である。

6. まとめ

現在、舗装に関するコスト縮減策の施工性、供用性等の適否について、試験舗装を通じて検証を行っているところである。今後、さらに試験舗装を重ねるとともに、抱える課題を解決するため技術的検討を進め、本格施工へ向けて努力していく所存である。

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B5版 42ページ 実費頒価 800円（送料は実費）・申込先（社）日本アスファルト協会
〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-21-8
秀和第3虎ノ門ビル7階

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデプス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

フルデプス舗装は、舗装厚が薄く、工種が单一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデプス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針（案）を、フルデプス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

目 次

1. 総 説	3 - 4 アスファルト混合物
1 - 1 フルデプス・アスファルト舗装の定義	4. 路床および路盤
1 - 2 適用範囲	4 - 1 概 説
2. 構造の設計	4 - 2 路 床
2 - 1 舗装の構造	4 - 3 路 盤
2 - 2 設計の方法	5. 表層および基層
2 - 3 排 水	6. 品質管理および検査
3. 材 料	6 - 1 概 説
3 - 1 概 説	6 - 2 出来形および品質の管理
3 - 2 歴青材料	6 - 3 檢 查
3 - 3 骨 材	7. 記 錄

広島県におけるコスト縮減に向けた舗装の取り組み

(Some Trials to decrease Construction Cost of Road Pavements in Hiroshima Prefectural Government)

池迫成志*

広島県におけるアスファルト舗装分野のコスト縮減の取り組みについて、リサイクルや代替材の開発を中心に報告する。特にリサイクルはコスト縮減の大きなウェイトを占めるだけでなく、資源の有効活用や循環型社会の実現という面からも積極的に進めているのでそれを報告する。

1. 広島県公共工事コスト縮減行動計画

広島県では平成9年4月に閣議決定された政府の「公共工事コスト縮減に関する行動指針」を受け、平成9年5月に副知事を本部長とする全庁的な組織である「広島県公共工事コスト縮減推進本部」を設置した。

この推進本部では以下の活動を継続的に行うこととしている。①公共工事コスト縮減行動計画の策定 ②行動計画に定めた施策の実施 ③効果のフォローアップ ④行動計画の見直し

その後、公共事業を担当する4部局が中心となり行動計画の検討を進め、9年12月に「広島県公共工事コスト縮減行動計画」を策定した。

この行動計画では政府の行動指針に準じ、4分野19施策に分けて108の具体的な施策を掲載しているがその内訳は次のとおりである。①計画・設計等の見直しの分野 69施策 ②発注の効率化等の分野 10施策 ③工事構成要素に関する分野 6施策 ④工事実施工段階での合理化・規制緩和に関する分野 23施策

また、この行動計画に定める各施策を平成9年度から速やかに実施するとともに、平成11年度末までに全ての施策を完了させ、公共工事のコストを10%以上縮減することを目標としている。

以下に、この行動計画で取り上げているアスファルト舗装に関する具体的な施策のうち、現在取り組んでいる施策について報告する。

2. 舗装におけるリサイクル

1) 現状

広島県では、「再生資源の利用の促進に関する法律」(リサイクル法)の制定や「廃棄物の清掃及び廃棄に

関する法律」の改訂等を受けて、平成4年に「土木工事再生資源活用実施要領」を定め、リサイクルの推進に努めてきたところである。

その結果、平成7年度の建設副産物実態調査によると本県の建設副産物の再利用率は表-1のとおりとなっている。これを見るとアスファルト・コンクリート塊とコンクリート塊の再利用率が他の建設廃棄物に比べると高く、再利用が進んでいることがよくわかる。

表-1 建設副産物の再利用率

(%)

	広島県 (H 7)	全国の目標値 (H 12)
建設廃棄物全体	64	80
アスファルト・コンクリート塊	79	90
コンクリート塊	80	90
建設汚泥	3	60
建設混合・廃棄物	1	50
建設発生木材	52	90
建設発生土	42	80

(目標値は建設リサイクル推進計画97の値)

このうち、アスファルト・コンクリート塊の再生材生産の推移は表-2のとおりである。この表で分かるようにアスファルト塊の受け入れが年々増えるとともに再生合材の生産量も平成元年では133,000tで全合材生産量の10%以下であったものが、平成9年度では534,000tとなり全合材生産量の36%を占めるようになっている。

これに伴い県内のアスファルト再生合材の工場数は、15年前は3工場しかなかったものが、平成10年では22工場(図-1)となっており著しい増加となっている。

*いけさこ せいし 広島県土木建築部技術管理課 課長補佐

表-2 広島県内におけるアスファルト再生材の推移

(t)

年度	A s 塊受 け入れ量	再生合材 生産量	再生路盤 材	A s 塊残 量	合材生産量
H元	148,137	133,000	37,228		1,397,000
H 2	151,846	156,000	36,890		1,648,000
H 3	151,625	170,000	35,872		1,565,000
H 4	217,150	236,000	79,676		1,794,000
H 5	278,895	252,000	79,407		1,630,000
H 6	313,101	275,000	88,348	172,311	1,511,000
H 7	310,821	352,000	106,161	177,967	1,403,000
H 8	353,355	434,000	118,610	149,925	1,420,000
H 9	390,757	534,000	178,627	156,887	1,482,000

(アスファルト合材協会調べ)



図-1 アスファルト再生プラントの分布図

一方、平成6年度からアスファルト再生工場に受け入れたアスファルト塊は全部が再生されることなく、

表のAs塊残量として示すように毎年残るようになっている。この傾向は特に沿岸部の工場で著しい。

また、先の表-1に示すようにアスファルト・コンクリート塊のH7の再利用率は目標値(H12)まで、まだ10%近くの差があり、取り組みの強化が求められていた。

こうしたことから、もう一段のリサイクル率の向上を図り、資源の有効活用と循環型社会の実現をめざすために、平成10年3月に「建設副産物適正処理実施要領」と「再生資源利用促進実施要領」を改正した。

2) 新実施要領

これらの実施要領では、まず建設工事においてコンクリート塊やアスファルト塊が発生した場合、現場内で利用できないものは、運搬距離40kmを上限とし、総て再資源化施設へ搬入することとしている。これにより、県内のほとんどの所がどこかの再資源化施設へ搬入できることとなった。

次に、建設工事で砂、碎石、アスファルト混合物等を使用する場合は、数量の多少にかかわらず原則として再生資材を使用することとした。(ただし再生資材の運搬距離は40kmを上限とし、アスファルト混合物の運搬時間は1時間半以内としている。)

また、再生材の使用個所を表-3のように定めそれまでの使用制限を大幅に緩和するとともに、交通区分による使用制限も撤廃し、原則として全ての舗装工事に再生材を使用することとしている。

積算上も、発注時には原則として再生材で積算し、特記仕様書に再生材の種類、使用場所、品質基準等を明示するようにしている。そして、発注後に再生材の品質、量が確保できない場合にのみ新材に変更することとしている。

表-3 再生材の種類と使用個所

資材名	規格等	使用個所
砂	再生砂 (RS)	・しゃ断層、埋戻材 (良質土のない場合)、軟弱地盤の置換材及び凍土抑制層等
碎石	再生クラッシャーラン (RC40)	・埋戻材及び置換材、 ・コンクリートブロック積、側溝及び擁壁等の構造物の基礎材 ・コンクリートブロック積及び擁壁等の裏込め材 ・仮設道路の敷砂利、・下層路盤工
	再生粒度調整碎石 (RM30)	・上層路盤工
アスファルト合材	再生細粒度アスコン 再生密粒度アスコン	・車道、路肩、歩道及び仮設道路等の表層
	再生粗粒度アスコン	・中間層及び基層
	再生アスファルト安定処理	・アスファルト安定処理で行う上層路盤工

3) その他の取り組み

その他、修繕工事等においては、舗装廃材あるいは建設発生土をほとんど発生させることのなく、既設表層及び路盤混合物をそのまま有効利用できる路上表層再生工、路上再生路盤工法等を採用した箇所も増えている。

4) 今後の課題

広島県におけるアスファルト再生工場は、図-1に示すように瀬戸内沿岸部に集中しており、また工事量も沿岸部が多いためアスファルト塊が大量に再資源化施設に搬入され余るようになっている。そのためストックヤードが塞がれ新たな廃棄物が受け入れられない工場もでている。

一方、内陸部においてはアスファルト塊の搬入量が少なく、再生合材の不足が見られ、やむなくバージン材に変更するケース等がみられる。

このため、今後は沿岸部と内陸部の再生工場を一元的に管理できるシステムを構築する必要があると考える。

いずれにしても、リサイクルは時代の流れであり、これからも着実に進むものと思われるが、今回の実施要領の改正により資材全般の再利用が進み、コスト縮減にも大きく貢献できることを期待している。

3. 海砂代替材の開発

1) これまでの経緯

広島県における建設用砂の需給状況は表-4・5のように推移している。

この表で分かるように、建設用砂の主な需要は生コンクリート用と港湾工事用である。そして供給は瀬戸内海の海砂にそのほとんどを頼っていた。しかし、この海砂については、瀬戸内海の環境保全と水産資源を保護するために、広島県の基本方針として平成3年から採取量を漸減し平成11年以降採取をやめることとしていた。そのため、これまで関係者に対し海砂から代替材への転換や、砂を使わない工法の採用等を要請してきたところであるが、なかなか転換が進まない状態であった。

しかし、平成9年11月に全海砂採取業者の違法採取が明らかとなり、予定の採取期限を1年早めた形で、平成10年2月16日以降、県内の海砂採取が全面禁止となった。

2) 対応策

県内の海砂採取禁止の方針を受けて、県としては当面次のような対策をとることとした。

- ① 山砂開発にかかる預託融資制度を創設し、加工砂、碎砂等山砂の新規開発、増産を支援する
- ② 県工事については、設計図書に代替材の使用を明示する
- ③ 他の行政機関及び業界に対し、代替材への転換について再度協力要請をする

これまでの状況を見ると対応策の成果がかなり現れており、急激な環境の変化があったにもかかわらず砂の市場は比較的安定している。

表-4 建設用砂の需要量

(単位:万m³)

年度	生コンクリート用	アスファルト合材用	コンクリート2次製品用	一般工事用	港湾工事用	計
3	265	29	16	66	130	506
4	260	35	16	73	180	564
5	229	34	17	85	147	512
6	209	32	14	59	137	451
7	195	29	14	59	92	389
8	188	29	13	56	272	558

(広島県調べ)

表-5 建設用砂の供給量

(単位:万m³)

年度	海砂	川砂	山砂	石灰砂	計
3	461	19	155	2	637
4	430	15	162	4	611
5	376	11	169	8	564
6	332	11	143	8	494
7	398	8	151	10	567
8	350	7	149	11	517

(広島県調べ)

対応策①の預託融資制度であるが、平成10年度にこの制度を活用した会社が2社あり、これにより山砂の生産量を年間40万立方メートル能力アップすることができた。11年度も引き続きこの融資制度の活用を呼びかけていく予定である。

対応策の②については、平成10年3月以降県発注の工事では砂を単体で使う場合は原則として海砂は使わないと特記事項に明示することとした。この結果、特に港湾工事において技術的な問題が解決したこともあり、地盤改良で使う砂をそれまでの海砂の代りに製鋼スラグや碎砂に切り替え、大幅に海砂の使用量を減らすことができた。

その他、本県では、県内に広く分布しているマサ土をコンクリートの細骨材として使用する、マサ土コンクリートの開発を進めており、平成9年度から試験施工を行っている。

また対応策の③についても国や県内の市町村に全面的に御協力いただいているのみでなく、生コン業界においても独自に海砂から代替材への転換が進められているところである。

アスファルト用に使われる砂は表-4を見るとその量は僅かであるが、業界としても色々取り組まれており、アスファルトについてもいざれ転換が進むものと期待している。

4. 事前審査制度

1) 現状

本県ではアスファルト混合物を使用する場合、次の条件を満たせばマーシャル試験、試験練り等を省略できることとしている。(プラント承認制)

- ① 混合物の使用量が2,000t未満の工事であること
- ② 3ヶ月以内に同規模の製造実績があり、その品質が基準値を満足していること
- ③ 1年内に所轄の土木事務所長がそのプラントでの混合物の製造を承認していること

しかしそのような理由によりこの制度の見直しが求められるようになった。

- ① 近年アスファルトの混合所は、ハイテク機器の導入により自動化が進み、混合物の品質も安定化してきている
- ② 混合所の人手不足や労働時間短縮のために品質管理業務の合理化が求められている
- ③ 現在のプラント承認制は県側の審査体制が不十分なため適切に機能していない

2) 今後の予定

このため既に関東地区や中部・北陸地区等のかなりの県で導入されている「アスファルト混合物事前審査制度」について検討を進めている。

この事前審査制度は次のような特徴を持っている。

- ① 第三者機関による審査・認定であり公正さが保てる
- ② これまで発注者が工事毎に管理試験データを確認していたものを、混合所の自主管理に任せる
- ③ 混合所は各自で定める作業標準に基づき工程管理を行い、工程管理のための確認試験を適宜行う
- ④ 材料承認の簡素化、品質管理の合理化によりコストダウンが図れる

以上述べたようにこの制度を導入することにより発注者、受注者双方にメリットがあると思われるので本県のコスト縮減行動計画でも具体策の1つとして掲げており、早期導入に向け検討を進めているところである。

5. 今後の課題

本県では、これまで重交通の道路や補修困難な橋梁では初期投資は嵩むが維持管理費を含めて考えるとコストの縮減になるとして、耐久性に優れている改質アスファルトを使用している所がある。

また今後社会資本が蓄積されてくると、その補修費用は莫大なものとなることが予想されるが、舗装では破損箇所を早期に発見し早期にクラックシールや薄層舗装等の維持工事を行うことにより寿命を大きく延ばすことができるといわれている。

現在のコスト縮減計画ではこのようなライフサイクルを加味したコスト縮減の視点が欠けており今後計画の見直しの時どう反映させていくかが課題である。

本県のコスト縮減は先に述べたように平成9年12月に計画を策定したばかりであり、本格的な取り組みは10年度から始まったと言つていい。また、これまでの蓄積やノウハウも持っておらず試行錯誤で取り組んでいるのが実状である。

しかし10年度末には一応実施結果を集計し、推進本部に報告するとともに公表する予定である。

また11年度は行動計画の最終年度であり、残されている具体的な施策を着実に実施するとともに実施結果のフォローアップを行い、次期行動計画にそれらの成果を反映させて行きたいと考えている。

民間における舗装技術のコスト縮減への取り組み

(Program of Product Cost-Cut on Pavement Works in Paving Industry)

井 上 武 美*

「公共工事コスト縮減に関する行動指針」「同行動計画」に対して(社)道路建設業協会が提案した項目と事項の概要と、平成9年度に実施した実際の舗装工事での事例を紹介した。

そして、民間サイドの取り組み結果の遅れに対して急務とされているその取り戻し策を技術開発結果等の適用で対処する方向を示した。

1. はじめに

限られた財源を有効に活用し、より効果的に道路整備を進め、社会資本を整備していくために、建設コスト縮減が求められている。このコスト縮減の要請は、政府の「公共工事コスト縮減に関する行動指針」の決定を踏まえた、建設省の「公共工事コスト縮減に関する行動計画」(平成9年4月4日)の策定に示されている。この行動計画には、全省庁をあげての総合的な取り組みとなっていることと、具体的な数値目標が設定されている事に特徴がある。

(社)道路建設業協会は「道路整備の推進に協力し、公共の福祉増進に寄与」を活動目標の一つに据えてきており、その目標の推進から建設コスト縮減小委員会(委員長 宮原克典氏、世紀東急工業(株)取締役副社長)を設置して、この要請に対応してきている。特に、数値目標10%以上のうち4%以上とされていて業界が係わる分(間接的施策効果と称され、工事構成要素のコスト縮減分と工事実施段階での合理化、規制緩和等である)が他省庁に係わる点の関連もあって、8項目の提言を行った。また、これを踏まえ実際の工事での対応もとっかけていている。

しかし、平成10年4月23日発表の平成9年度実績は建設省・関係公団合計で3.3%、うち直接的施策(工事の計画、設計等の見直しと工事発注の効率化等)が目標6%の4割以上を達成したのに比べ、間接的施策の効果は0.6%にとどまり、10年度以降の効果拡大を期待されるものであった。そして、この0.6%は資材費と機械費での効果であることが示された。(一方21地方公共団体は合計で平均2.29% (最大18.7%、多く

は4%超)も報告されている。)

この様な状況にあって、どう舗装技術は対応してきたかと今後どういう方向が採れるか或いは考えられるか等について取り纏めた。尚、筆者は既述の小委員会に技術開発関係の委員として、発足時より参加していた経緯があって、本稿の分担となったと受け取って対応させて戴くこととした。

2. 道路建設業協会の提案

2.1 工事全般

道路建設業協会が取り纏め、提案した8項目¹⁾は舗装工事のコストに係わる施工実績を勘案し、修繕工事と新設工事とに分類し、修繕工事では工事規制の見直しを、新設工事では工事ロットの拡大、施工法を中心とした技術開発を中心にコスト縮減を図ろうとするものであった。

その概要は以下の項目である。

- ①工事施工の平準化：会社保有機械の有効活用と機械リース費の低減、労務費も同様
- ②工事発注の適正規模化：小規模工事のコスト構成に占める間接費が高くなる事と必要技術者配置等でのコスト高を修正し、施工での生産性を高め得る規模を
- ③新しい入札、契約制度の導入：コスト縮減に意欲的に取り組めるよう技術力を活かしたVE制度や詳細設計付入札契約等の採用を、道路分野固有のレン・レンタル(費用+工期)等の検討を
- ④工事規制の見直し：間接的施策でコスト増を招く施工帯、作業時間等の緩和による施工能力のアッ

*いのうえ たけよし 日本舗道技術研究所 所長、工博

ブで、道路使用許可に係わる協議の徹底（道交法80条）により不稼働期間の入件費の低減

- ⑤建設副産物の有効利用：再生骨材の利用促進によるコスト縮減、これには再生骨材を得る再資源化施設を廃棄物処理施設と区分して施設立地の容易化を、路盤材を指定副産物に追加の措置を
- ⑥資材の活用：排水関連工事の二次製品の規格統一と、その適用で生産性を高めてコスト縮減
- ⑦運搬コストの縮減：トレーラダンプや14トン積載可能な総重量25トンダンプトラックの活用によるアスファルト合材等の運搬コスト縮減を可能とする必要な法制面の支援措置を
- ⑧施工法と技術開発関連：路床構築、転圧方法の自由度付与、スリップフォームペーパーの使用

2.2 補装技術関連

ここでは前述した⑧に関する提案内容を或程度具体的に改めて示すこととした。

①路床構築による補装構造の採用

路床土を改良して設計CBRを増加させた補装厚設計とし、施工は路床改良工事を含めた補装²⁾の一体的な施工を提案した。

この提案の効果には、路床の不陸整正費の削減、耐久的で均一な補装基盤の提供、路盤層厚減少による工期の短縮等をあげた。コスト縮減効果をD交通5,000m²のアスファルト補装の昼間施工を例に試算した。路床構築した設計CBRの値による相違はあるものの結果は、

設計CBRが3の場合：コスト縮減率は3～10%

設計CBRが6の場合： 〃 は7～10%

と効果が大きい事を示した。

②アスファルト補装の転圧方法の自由度の付与

現在アスファルト補装の転圧方法はロード・ローラとタイヤローラを併用する事が通常である。締固め度と出来形の規格を満足する事を条件に、転圧方法に自由度を持たせる事を改めて提案した。（ローラの性能アップの実態を取り入れ、「アスファルト補装要綱」では基本思想としているが、積算内容との関連もあって、実際には適用が難しいとされているため）

コスト縮減効果を、両輪駆動、振動タイプのロード・ローラのみによる転圧方法にすることで試算すると、タイヤローラと特殊作業員の削減が可能となって、コスト縮減率は約1%程度となる。

シックリフト工法や1層仕上がり厚さの規定にも自由度を与えると、基層以下の厚層施工の適用が可能と

なり、タックコートの不要もあって、更に有効なコスト縮減となる。

③スリップフォームペーパーを用いた施工法の採用

現在コンクリート舗装の施工は鋼製型枠を据え、施工機械編成をスプレッダ、フィニッシャ、縦仕上げ機とするペイビング・トレイン方式が通常である。

これに替えてスリップフォームペーパー（サイド・フィーダ、スリップフォームペーパー、キュアリングマシンの編成）を用いた施工法とする事でのコスト縮減策を提案した。

この提案の効果には、型枠、レール設置要員の削減・舗設速度の増大に伴う工期短縮を挙げた。

コスト縮減効果をD交通5,000m²のコンクリート舗装を例に試算した。

結果は、コスト縮減率が約7%であった。（尚、工期短縮は約20%）

尚、適用での条件はペーパーの適切な稼働条件（走行足場幅員とコンクリート供給量）の確保、機能・性能を同一とする限り「みた目」の評価を重視しない事としている。

3. 提案のフォローアップ

3.1 全般

提案項目の各々に対して、意見交換によるフォローアップ調査の結果、建設工事全般では着実な対応が官側からとられており、特に、それは他省庁との関連項目に係わる事項にみられた。しかしながら舗装工事にまで十分反映する対応となっていない状況が実態と受け取れた。

この結果は事例結果にも現れていて、コスト縮減率に大きな寄与が期待できる他省庁との係わりや規制等の絡みがある事例は、工事規制の見直しに限られていた。

また、事例の多くは、建設副産物の有効利用や施工法と技術開発に関する項目に多くみられるように工事契約者間での対応からのものであった。しかしながら、契約後VEの試行や排水性舗装に維持管理費を含めたコスト縮減も含める等の、建設コストを初期だけでなくライフサイクルや性能保証も含めた方向での動きもでている。これらは施工技術だけでなく、技術開発の適用にインセンティブを与えコスト縮減をも可能とする捉え方であり、今後に期待する事項である。

そして、他省庁との係わりや規制等の絡みの事項での適切な対応にも今後進捗を図っていく必要がある結

果から、後述する事例検討結果も踏まえて、日本道路建設業協会からコスト縮減担当部署に、「コスト縮減対策に関する初年度の取り組みに関する意見等」を提出した。これは、間接的施策効果をよりあげるための意見（スリップフォーム工法の適正規模や資材確保、大型ダンプへの取り組み施策、規制を緩和したモデル工事の実施等）であった。

3.2 コスト縮減の事例

平成9年度における建設コスト縮減対策の取り組み状況の調査を小委員会で実施した結果、10数例の報告³⁾があった。このうち、舗装技術に関連する事例を纏めたものを表-1に示した。

縮減率は平成9年度実績にみる間接的施策効果の値0.6%が肯ける結果である。尚、調査結果には、維持工事で除草作業軽減と作業安全性向上をライフサイクルでみて、張りコンクリートとして0.6%のコスト縮減とした例、舗装工事で骨材搬入を他機関協議で、運搬距離を短縮して0.2%のコスト縮減の例、そして共同溝の路面復旧で工期を短縮して5.8%のコスト縮減の例もみられた。

しかしながら、契約後VEの試行としてプレキャスト資材を現場打設コンクリートとする事や現位置安定処理を適用する提案をしたもの不採用となった例の報告もあった。

紹介した事例の殆どは、契約後発注者のコスト縮減への明確な意欲と請負側のそれに応える熱意、さらに企業に今、求められている内部コストの縮減の達成や

良いものを安くユーザーに提供する倫理とがあっての共同作業の結果とされている。

4. 舗装技術の提言

コスト縮減に占める間接的施策効果の増大要請に対応し得る舗装技術を、ここでは既往の技術開発成果であるものを「施工法」に、現在及び今後進められるであろう技術開発あるいは、適用技術の評価に該当するものを「技術開発」に分類して示すこととした。(尚、舗装技術はアスファルト舗装に限定した。)

4.1 施工法関連

コスト縮減は、その事例にもみられる如く省人、省力、省エネルギーの結果もたらされている。これらに該当する事項を以下に列挙する事とした。

① 省人、省力化施工－舗設に関連したもの

- ・タックコート同時撒布のアスファルトイニッシャ⁴⁾の使用（タックコート工の削減と分解待ち時間の短縮）
- ・アスファルトイニッシャのエンドプレートにバイブレータを取り付け、敷き均し時に舗設端部を十分に締固める工法⁵⁾の使用（舗装型枠の削除、縦縫目の自動摺り付けも含む）
- ・既設下層の高さを読みとり、舗設厚と仕上がり高さを自動コントロールする情報化施工用アスファルトイニッシャ⁶⁾の使用（ガイドセンサとスクリードマンの削除）
- ・シャトルバギー車⁷⁾（ダンプ運搬アスコンを数台

表-1 コスト縮減事例

コスト縮減項目	請負額(億円)	縮減要因	縮減率(%)
施工法 (スリップフォーム ペーパ)	16.9	省力化（作業員数が既往の70%）	0.2
	1.84	生産性向上（約1.5倍）	
施工法	2.03	省力化（含メッシュ省略）、工期短縮	3.9
	3.81	L型側溝にスリップフォーム工法適用、工程短縮	0.5
	7.0	路肩の筋芝工をスリップフォームでコンクリートに	0.8
		As舗装型枠省略工法の適用、工期短縮	0.1
技術開発（舗装構造）	2.14	残土処理軽減	5.6
		現地発生材（真砂土安定処理）を下層路盤に	
舗装種類の変更	0.67	樹脂スペリ止め+開粒度アスコンを同機能のロールドアスファルトに変更	35.5
工事規制	3.4	昼夜間連続工事での工期短縮、施工帯の拡大	0.6
	1.57	・基層部まで本復旧 ・表層全幅員の切削オーバーレイで本復旧 ・再生材活用	25.5
		・工期短縮	
建設副産物の有効利用 (舗装材料の変更)	0.35	舗装路盤への再生クラッシャランの利用	0.1
	1.90	既設路盤材のリサイクル、工程の短縮	1.6
舗装材料の変更	2.7	一般廃棄物の溶融スラグ砂のアスコンへの適用	0.1

分仮受けし、アスファルトフィニッシャのホッパにアスコンを連続供給するホッパ・フィーダ車) 使用による効率的な舗設(アスコン製造と運搬および舗設の生産性向上)など。

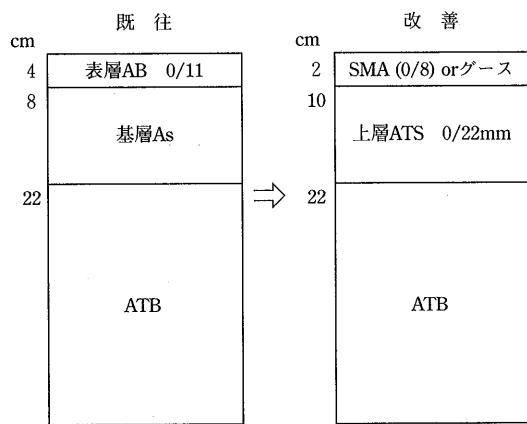
② 省エネルギー関連

既往材料とはほぼ同一の要求機能を満たし薄層舗設が可能な混合物の適用に該当するもの。

- ・舗装厚を25mmとした薄層排水性舗装⁸⁾(通常厚の排水性舗装代替)
- ・最大粒径を5mmとし、舗装厚を20mm(標準)とした薄層碎石マスチックアスファルト舗装⁹⁾(オーバーレイで路面削除をせず、摺り付けが出来るので路面削除工の削除-切削オーバーレイ代替、リフレクションクラック抑制層や橋面防水層代替)
- ・マイクロサーフェシング¹⁰⁾(5/0~10/0mm碎石、スクリーニングス、改質乳剤、水の常温混合物)を8~15mm厚以下に1または2層で舗設、材料積載・混合機械と舗設機械が一体となったペーパーを使用(スベリ止め表面処理、薄層オーバーレイ代替、予防的修繕適用)など。

③ その他

- ・打換え工事等で大粒径アスコン¹¹⁾等を表・基層あるいは下層に適用し、1層仕上がり厚を増大させて工程数と層厚減少でのコスト縮減策。
- ・地方道等の修繕工事に既往の路上再生路盤工法のセメント乳剤安定処理の代替に、フォームドアスファルト・セメント安定処理工法¹²⁾を適用して10数%のコスト縮減を図る工法。本工法はアスファルト乳剤の替わりに加熱したストレートアスファ



ルトに水と空気を添加してアスファルトを泡状にして10~20倍に膨張させて粘度を低下し、混合を容易としたものである。

4.2 技術開発関連

ここでは海外におけるコスト縮減効果とみなせる例を紹介し、この要因が何かを併せ示した。今後の我国での技術開発結果の適用がコスト縮減の推進に役立つことを期待しての方向性にとどめた。

① 混合物関連-適正な配合と締固め度の確保

SUPERPAVEをオーバーレイに適用した結果、供用性能が8年から10年に増加を確認し、これを採用した結果を費用に換算すると、米各州の道路延長総計で6.37億ドル/年(5年以内に採用)、4.84億ドル/年(10年以内に採用)の節約になると推定している。また、道路利用者には渋滞緩和と車両損耗減で7億ドル/年(5年以内採用)、13億ドル/年(10年以内採用)の節約としている¹³⁾。

② 舗装構成関連-表・基層厚構成と基層混合物種類の変更

舗装技術、交通、環境の要因から必要な目標に適う特性の見直しをする考え方から、耐久的(わだち掘れが既往の1/3)でコスト縮減(2層施工を1層施工、タック不要)の舗装構成としたKompaktasphaltを施工¹⁴⁾している。

施工はアスファルトフィニッシャ2台とこの中間にサイドフィーダを配して舗設している。舗装構成と下層アスコンの粒度を図-1に示す。

③ ライフサイクルコスト-舗装種類と信頼度の導入

道路種別と舗装構造及び交通量の区分毎に、ライフ

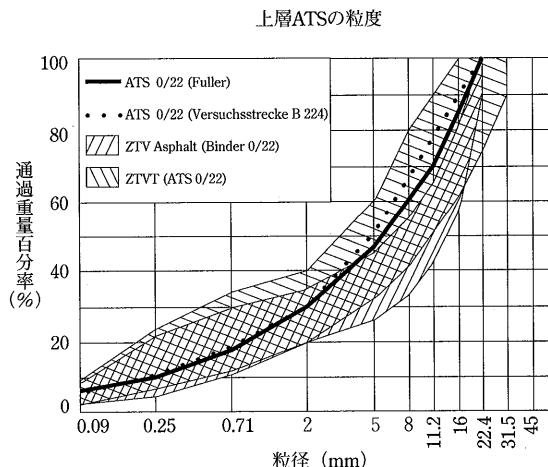


図-1 表・基層1層施工の舗装構造

表-2 輔装種別のライフサイクルコスト

As舗装の修繕計画（修繕割合と修繕の工種）

サイクルコストに関する修繕計画の標準を供用実績から整理して提案し、何れが建設コスト縮減に有効かの

ガイドを示している¹⁵⁾。

仮の例を表-2に示す。各々に舗装材料の標準との

舗装構造	舗装タイプ	国道の修繕計画 / 交通量の区分						高速道路の修繕計画 修繕割合と内容
		T 0	T 1	T 2	9年後	17年後	25年後	
アスファルト舗装	1. 表層アスコン	9年後 60% BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 6cm	9年後 20% ES BB 4cm 6cm	9年後 20% ES BB 4cm 6cm	9年後 20% ES BB 4cm 6cm	9年後 BB 6cm
	2. 基層アスコン (<15cm)	17年後 60% BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 RS 6cm
	3. 粒状材料 (20~50cm)	25年後 60% BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 RS 6cm
	4. 路床	30年後 37% BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 RS 6cm
	1. 表層アスコン	5年後 20% CF	5年後 20% CF	5年後 20% CF	5年後 20% CF	5年後 20% CF	5年後 20% CF	3年後 CF
	2. 基層アスコン (10~20cm)	9年後 60% BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 20% ES BB 4cm 8cm	9年後 BB 6cm
	3. 水硬性安定処理層 (20~40cm)	17年後 60% BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 20% ES BB 4cm 8cm	17年後 RS 6cm
	4. 路床	25年後 60% BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 20% ES BB 4cm 8cm	25年後 RS 6cm
	1. 表層アスコン	30年後 37% BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	30年後 12% ES BB 4cm 8cm	33年後 RS 6cm
	2. 水硬性安定処理層 (20~40cm)	30年後 25% BB 4cm 8cm	30年後 25% ES BB 4cm 8cm	30年後 25% ES BB 4cm 8cm	30年後 25% ES BB 4cm 8cm	30年後 25% ES BB 4cm 8cm	30年後 25% ES BB 4cm 8cm	33年後 RS 6cm
	3. 路床	3. 半剛性舗装	3年後 33% CF	4年後 33% CF	4年後 33% CF	4年後 33% CF	4年後 33% CF	T 0 : 750 ~ 2,000 CF : クラックシール ES : 表面處理 BB : 加熱アスコン RS : 表層補修 (切削OL、路上表層含む)
	4. 路床	5年後 33% CF	5年後 33% CF	5年後 33% CF	5年後 33% CF	5年後 33% CF	5年後 33% CF	T 1 : 300 ~ 750 T 2 : 150 ~ 300 (輪重 13t/台/日)
	1. 表層アスコン (6 ~ 14cm)	8年後 60% BB 4cm 8cm	8年後 20% ES BB 4cm 8cm	8年後 20% ES BB 4cm 8cm	8年後 20% ES BB 4cm 8cm	8年後 20% ES BB 4cm 8cm	8年後 20% ES BB 4cm 8cm	12年後 60% CF
	2. 水硬性安定処理層 (20~50cm)	12年後 50% CF	12年後 50% CF	12年後 50% CF	12年後 50% CF	12年後 50% CF	12年後 50% CF	CF : クラックシール ES : 表面處理 BB : 加熱アスコン RS : 表層補修 (切削OL、路上表層含む)
	3. 路床	16年後 60% BB 4cm 8cm	16年後 20% ES BB 4cm 8cm	16年後 20% ES BB 4cm 8cm	16年後 20% ES BB 4cm 8cm	16年後 20% ES BB 4cm 8cm	16年後 20% ES BB 4cm 8cm	16年後 RS 6cm
	4. 路床	24年後 60% BB 4cm 8cm	24年後 20% ES BB 4cm 8cm	24年後 20% ES BB 4cm 8cm	24年後 20% ES BB 4cm 8cm	24年後 20% ES BB 4cm 8cm	24年後 20% ES BB 4cm 8cm	24年後 RS 6cm
	5. 路床	30年後 45% BB 4cm 8cm	30年後 15% ES BB 4cm 8cm	30年後 15% ES BB 4cm 8cm	30年後 15% ES BB 4cm 8cm	30年後 15% ES BB 4cm 8cm	30年後 15% ES BB 4cm 8cm	30年後 RS 6cm
	6. 路床	30年後 30% BB 4cm 8cm	30年後 30% ES BB 4cm 8cm	30年後 30% ES BB 4cm 8cm	30年後 30% ES BB 4cm 8cm	30年後 30% ES BB 4cm 8cm	30年後 30% ES BB 4cm 8cm	30年後 RS 6cm

相違と施工能力も含めた耐久性に影響する特性値の相違（厚さ、締固め度、平坦性）で詳細を検討している。

④ 耐久的な機能保持－排水（低騒音）機能の耐久性
低騒音では蘭の2層式（上層4/8mm粒径、25mm厚、下層11/16mm粒径、45mm厚）と英・仏の薄層排水性（11/8mm粒径、25mm厚）が、排水性では英のポーラス・マカダム（20/6.3mm粒径か75%、10cm厚）とがある。

機能の耐久性は低騒音は前者が1～2回/年のクリーニングで、後者は特にクリーニングなしで7～10年、排水性はメンテナンスフリーで8年としている¹⁰⁾。機能や性能評価が安全や環境関連のコストに換算され、ライフサイクルでみてのコスト縮減と考えての例である。

5. おわりに

間接的施策効果が緊急に求められている中で、舗装技術に係わる対応での縮減策には、今後の課題を抱えていると言わざるを得ない。技術開発成果の適用には、既往でも実績の有無等からその適用に難しさを残した状況にある。しかも、コスト縮減の制約を課せられると尚更である。

この結果、施工法関連には技術開発結果の棚卸し的で汎用に欠けるものも提言せざるを得なかった。技術開発関連では各社、各様に開発された商品があり、それらを的確に評価し得ないため、各々を適用する方向が示せればと考え、海外の例を示しただけで具体性を欠いている点は御容赦戴きたい。

この様な状況にあっても舗装技術をコスト縮減に活かすには、VE契約や耐久性を考慮したライフサイクルコストでの評価等の導入に等しい考えのもとで、各々保有の技術を活かす工夫をする事で課題解消を図っていく事で進めたい。この解消策は事例の対応での取り組み姿勢からも伺えるからである。コスト縮減下の舗装が新道路技術五箇年計画の目標の安全・安心や環境のキーワード相当の要請を損なわずに技術開発の対応を今後も図っていきたい。

— 参考文献 —

- 1) 宮地昭夫：「建設コスト縮減への取り組み」，第22回日本道路会議論文集(10)，総合部会
- 2) 日本道路建設業協会技術振興委員会アスファルト舗装部会：重交通対応舗装（長寿命化舗装）の構造・施工に関する検討，道路建設，1995.1
- 3) 座談会「建設コスト縮減に向けて～各社の取り組み事例～」，道路建設，1998.7
- 4) 斎藤徹外：「乳剤撒布装置付きアスファルトフィニッシャの開発」，第22回日本道路会議一般論文集(B)，P734～735
- 5) 田中智彦外：「アスファルト舗装の無型枠施工装置の開発」，第20回日本道路会議一般論文集，P886～887
- 6) 桐山孝晴外：「三次元位置自動制御型フィニッシャの開発」，舗装，1995.5，および山辺生雅外：「アスファルトフィニッシャ用舗装厚自動制御装置「ペーパーセット」の開発」，第22回日本道路会議一般論文集(B)，P738～739
- 7) 井上武美：「ヨーロッパにおける舗装技術の現況」，第72回アスファルトゼミナールテキスト，平成8年2月，P156
- 8) 泉秀俊外：「高付着型薄層開粒舗装の開発」，道路建設，1997.6
- 9) 荒井孝雄外：「碎石マスチックアスファルト混合物の利用技術の進展」，第7回北陸道路舗装会議技術報文集，1997
- 10) (社)アスファルト乳剤協会：マイクロサーフェシング技術マニュアル，1998.10
- 11) 内田精一外：「表層用大粒径アスファルト混合物に関する2，3の特性」，舗装，1989.10
- 12) 森内健二外：「SKS（フォームドスタビ工法）の工事用仮設道路への適用性について」，第22回日本道路会議一般論文集(B)，P264～265
- 13) Assessing the Results of the Strategic Highway Research Program, U.S. Department of Transportation, FHA 1998
- 14) V.Potschka, "Neues Konzept zur Optimierung von Asphaltbefestigungen" および W.Blessmann "Einbau von Asphaltbinder-und-deckschicht in einem Arbeitsgang (Kompaktasphalt)" Strasse und Autobahn 1997. P665～674
- 15) LCPC, SETRA, French Design Manual for Pavement Structures, Guide technique 1997.5
- 16) 井上武美：欧米の最近の舗装技術，平成10年度道路講演会，(社)日本道路協会東北ブロック会議

「舗装体内排水システムに関する指針」

舗装の設計条件としての地下水位は舗装の供用期間を左右し、地下排水の採否に關係する重要なものです。米国においても舗装体内に水が浸透した場合、舗装の早期破壊の原因となることから各種検討が行われています。本文では、米国道路共同研究プログラム(NCHRP)の道路施工指針集から舗装体内排水システムについて報告します。舗装体内排水システムの設計、

施工、維持管理に関しての報告であり、排水に関して課題が多いことが伺い知れます。

我が国においても、排水に関して課題を抱えている地域での工法等を検討する際の参考になれば幸いです。

(研究グループ代表幹事：峰岸順一)

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

* は班長 ** は副班長

峰岸順一 東京都建設局道路管理部保全課

*阿部長門 東亜道路工業(株)技術研究所
**飯田健一 鹿島道路(株)技術部
市岡孝夫 前田道路(株)技術研究所
伊藤達也 ニチレキ(株)技術研究所
岡藤博国 世紀東急工業(株)技術部
鎌田孝行 常盤工業(株)技術研究所
小笠幸雄 大林道路(株)
**金井利浩 鹿島道路(株)技術研究所
北澤弘明 ニチレキ(株)情報システム部
黒田 智 日本鋪道(株)技術研究所
*小関裕二 大林道路(株)技術研究所
*佐々木巖 建設省土木研究所材料施工部化学研究室
佐藤雅規 世紀東急工業(株)技術研究所
清水浩昭 世紀東急工業(株)技術研究所
菅野伸一 常盤工業(株)技術研究所
鈴木秀輔 大成ロテック(株)技術研究所
鈴木康豊 (株)パスコ道路技術センター
鈴木 徹 大林道路(株)技術研究所

**関口英輔 日本大学理工学部阿部研究室助手
高橋光彦 大成ロテック(株)技術研究所
高田祥子 日本道路(株)技術本部技術研究所
谷口 聰 建設省土木研究所舗装研究室
立石大作 日本石油(株)中央技術研究所
手塚朗子 東亜道路工業(株)技術研究所
東本 崇 大林道路(株)技術研究所
**玉木琢雄 大成ロテック(株)技術部
浜田幸二 日本道路(株)技術本部技術研究所
早川洋子 (株)パスコ道路技術センター
林 信也 鹿島道路(株)技術研究所
藤谷 篤 昭和シェル石油(株)中央研究所
舟根 毅 常盤工業(株)技術研究所
*増山幸衛 世紀東急工業(株)技術部技術一課
水野卓哉 福田道路(株)技術研究所
村田信之 日本鋪道(株)技術開発部
山脇宏成 (株)ガイアートクマガイ技術研究所
吉村啓之 前田道路(株)技術研究所

計37名

「舗装体内排水システムに関する指針」

阿 部 長 門*・小 笠 幸 雄**・谷 口 聰***

はじめに

舗装表面のひびわれや目地部から表面水が浸透したり、地下水や局所的な湧水が毛細管現象により路床や路盤に浸透することがある。これらの路床や路盤への水の浸透が、舗装の早期破壊の原因となり、ライフサイクルコストの高騰をもたらす場合がある。そのため、舗装内部の排水が舗装の設計において重要な検討事項となる。

舗装体内排水システムは、図-1に示すようにアスファルト混合物（以下アスコン）層またはセメントコンクリート（以下コンクリート）版の下の透水性路盤や端部排水工、その他の排水設備より構成されるシステムである。

舗装体内排水システムは、ひびわれや目地部などから舗装体内に水が浸透しても、その水を排水することで、舗装の修繕回数を軽減し、舗装の供用期間の長期化を図っている。また、アスコン層やコンクリート版からの浸透水だけではなく、地下水や湧水なども排水できることから、舗装体内部の水分の増加を防止することに役立つ。

米国州道路運輸行政官協会（AASHTO）の舗装設計指針（以下AASHTO指針）の1986年版より、水による路盤のエロージョンや路床強度への影響を考慮し、排水を検討することになっている¹⁾。

本報告は、舗装体内排水システムの設計、施工の指針の一つである米国道路共同研究プログラム

(National Cooperative Highway Research Program: 以下NCHRP) 道路施工指針集 "Pavement Subsurface Drainage System (舗装体内排水システム)" を中心に紹介する。

以降では、舗装体内排水システムの設計、施工、維持管理のための方法について以下のように構成している。

第1章 舗装体内排水システムの概要

第2章 舗装体内排水システムのチームアプローチ

第3章 設計上の留意点と設計方法の提案

第4章 施 工

第5章 維持管理

第6章 性能評価

第7章 結 論

以下に舗装体内排水システムに関する主な用語を示す。

①透水性路盤

舗装体から水をすみやかに除去するように設計された排水層で、 3.5mm/s より大きい透水性を有する粒状材料からなる。一般に日本で使われている路盤材料の透水係数 (mm/s) は、粒調碎石が $6 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-5}$ で、クラッシャランが $4 \times 10^{-1} \sim 3 \times 10^{-2}$ と言われている。通常、アスコン層またはコンクリート版と分離・フィルター層の間にある。粒状材料のみだけでなく、セメントやアスファルトで安定処理される場合もある。

②分離・フィルター層

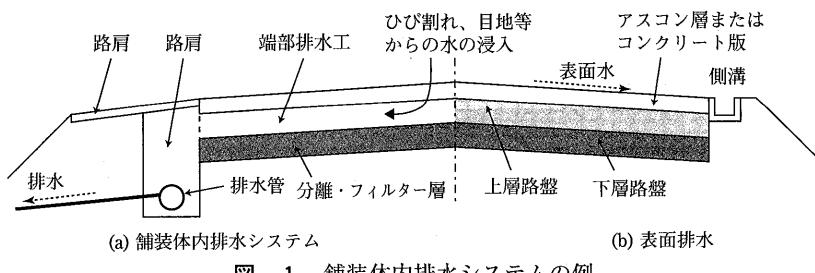


図-1 舗装体内排水システムの例

*あべ ながと 東亜道路工業(株)技術研究所

**おがさ ゆきお 大林道路㈱技術企画管理部

***たにぐち さとし 建設省土木研究所舗装研究室

透水性路盤の目詰りを防止する目的で、透水性路盤と路床土を分離するために設置する透水性の低い粒状層またはジオテキスタイル。

③端部排水工

透水性路盤からの水を集水するため、舗装端部に設けられる排水工。透水性粒状材料と排水管、ジオテキスタイルからなる。

④排水管

端部排水工に設置される穴あきの剛性管または可とう性管

第1章 舗装体内排水システムの概要

1.1 舗装体内排水システムの必要性

舗装は、舗装体内への水の浸透が抑制され、浸透した水が舗装体内の排水システムによって排出されたときにその機能を発揮する。

水は、継目、ひびわれ、排出口の周辺や地下から舗装体内部に流入および浸透する。舗装体内に排水設備を設置していても、舗装へのひびわれのシーリングなどの止水対策を行わなかった場合には、舗装への水の浸透を防ぐことはできない。排水設備は舗装体内の水の増加を防ぎ、荷重や環境による舗装の破壊を抑

制することから、舗装体内に流入した水の除去が非常に重要である。

舗装体内排水システムは舗装設計の重要な要素であり、これが欠如すると舗装は初期段階で破損し、ライフサイクルコストの高騰をもたらす。コンクリート舗装の破損やポンピング、アスファルト舗装の路床の支持力不足によるひびわれや凍上等は舗装体内の不完全な排水が原因となっている場合が多い。

1.2 路盤排水システムによる長寿命効果

Cedergren²⁾は、十分な舗装体内排水を施し、十分な維持管理を行うことにより、舗装の寿命を3倍まで引き伸ばすことができると報告している。Forsythら³⁾は、コンクリート舗装で舗装体内排水システムを設置した場合は、設置しない場合と比較して、ひびわれが約42%減少したと報告している。Forsythらは、アスファルト舗装で33%、コンクリート舗装で50%の舗装寿命の伸びが見込めると報告している。RayおよびChristory⁴⁾は、フランスにおいて、舗装体内排水システムを設置しない場合は、設置した場合と比較して、70%弱の舗装寿命の減少があると推定している。

1.3 各州の舗装体内排水システムの現状

表-1は、調査で確認されたさまざまな舗装体内排

表-1 各州における舗装体内排水システム使用実績（1車線km／年）

舗装種別	粒状	透水性路盤		セメント安定処理		新規	改良	分離・フィルター層		
		舗装種別	使用実績	舗装種別	使用実績			碎石	ジオテキスタイル	
アラバマ州	—	0	AC	20	—	0	28	—	—	
アラスカ州	—	0	AC	16	—	0	2	0	0	
アーカンソー州	—	—	PCC	12	PCC	7.4	91	—	—	
カリフォルニア州	—	0	AC&PCC	610	PCC	64	157	39	0	
コロラド州	PCC	25	—	0	—	0	—	24	148	
コネチカット州	—	0	—	0	—	—	24	2	—	
コロラド特別行政区	—	0	—	0	—	0	2	0	—	
ジョージア州	—	0	—	0	—	0	34	—	0	
ハワイ州	AC&PCC	—	—	—	—	—	—	—	—	
アイダホ州	PCC	65	PCC	48	—	—	3	—	91	
イリノイ州	—	0	PCC	23	PCC	103	373	—	—	
アイオワ州	—	80	—	0	—	0	91	216	34	
カンサス州	AC	16	—	—	PCC	32	23	15	—	
ケンタッキー州	AC	1730	AC	464	—	—	315	—	118	
ルイジアナ州	—	0	—	0	—	0	77	10	0	
メイン州	—	—	—	—	—	—	—	0	—	
メリーランド州	—	0	AC&PCC	23	—	0	122	0	23	
マサチューセッツ州	AC	80	AC	266	AC	1.6	28	—	—	
ミシガン州	PCC	37	PCC	18	PCC	6	40	22	189	
ミネソタ州	PCC	105	AC&PCC	64	PCC	1	457	610	222	
ミズーリ州	—	0	AC&PCC	16	AC&PCC	16	11	46	0	
ネブラスカ州	PCC	105	—	—	—	—	9	—	—	
ニューハンプシャー州	—	0	—	0	—	0	18	—	—	
ニュージャージー州	PCC	32	AC	32	—	0	16	16	64	
ニューメキシコ州	—	—	PCC	16	—	0	1	0	—	
ニューヨーク州	AC	6	AC&PCC	26	PCC	5	579	—	—	
ノースカロライナ州	—	0	PCC	64	—	—	184	37	—	
ノースダコタ州	—	0	—	0	PCC	40	91	3	147	
オハイオ州	AC&PCC	112	AC&PCC	145	ACC&PCC	16	335	305	273	
オレゴン州	AC	80	AC&PCC	32	—	0	30	—	57	
ペンシルベニア州	PCC	800	—	0	—	0	—	615	0	
サウスカロライナ州	—	0	PCC	48	—	0	46	6	0	
サウスダコタ州	—	—	—	—	PCC	6	5	24	—	
テネシー州	—	—	PCC	360	PCC	—	169	—	—	
テキサス州	—	—	PCC	26	—	—	40	0	—	
バージニア州	—	0	AC&PCC	64	ACC&PCC	32	30	40	136	
バーモント州	—	0	—	0	—	0	—	—	—	
ワシントン州	PCC	—	PCC	—	—	—	—	—	—	
ウィスコンシン州	PCC	160	—	0	—	0	433	0	43	
合計	AC PCC	1970 1463	AC PCC	1293 1100	AC PCC	32 298	3864	2006	1216	1073

AC=アスファルト舗装、PCC=ポルトランドセメントコンクリート舗装、—=情報なし

水システムについてとりまとめたものである。これによると、アスコンおよびコンクリート舗装の下に透水性路盤が広く使われていることを示している（回答者の77%は、少なくとも時々は使うと回答した）。透水性路盤の使用比率は、粒状材料と安定処理でそれぞれ56%と44%となっている。安定処理については、セメント安定処理路盤よりもアスファルト安定処理路盤の方が多く使われている。透水性路盤が使用されていない場合でも、新設工事に端部排水工が広範囲に使われている。新設工事における端部排水工の使用は各州に広がっているが、改良工事における端部排水工の使用は一部の州に集中している。分離・フィルター層は、必ずしも透水性路盤とともに使われていないが、これを使用する場合には粒状材料と一緒にジオテキスタイルが使用されている。

このNCHRPの指針集のために実施された全国調査と出版された記録^{3), 5), 6)}によると、排水条件が良く維持管理も適切に施された舗装は、排水条件の悪い舗装の2倍の寿命があることが明らかとなった。各州の交通局は、維持管理とオーバーレイを行っても舗装体内排水が十分でない場合は舗装の寿命があまり改善されないことを認識し、現在では舗装体内排水工の設置に必要な追加資金を支出することに対して積極的になっている。全国調査が実施されたときには、新設または改良工事で、4,000kmを超える端部排水工、横断排水工、および暗きよが施工された。

良好な舗装体内排水によって舗装の寿命を延ばすことができるという認識により、州交通局による透水性路盤の利用が増加した。1993年には6,000km/年（車線合計）を超える透水性路盤が設置され、34州が16km/年（車線合計）以上を施工した（図-2）。多くの州が、コンクリート舗装に透水性路盤の使用を規格化し、

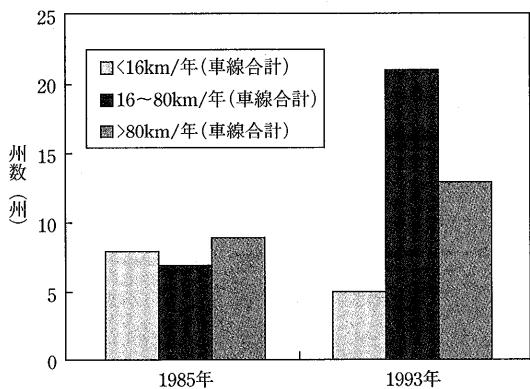
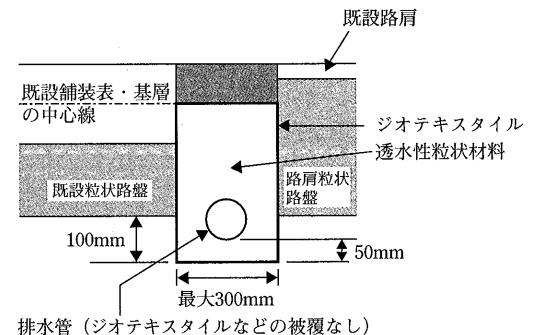


図-2 透水性路盤の施工実績

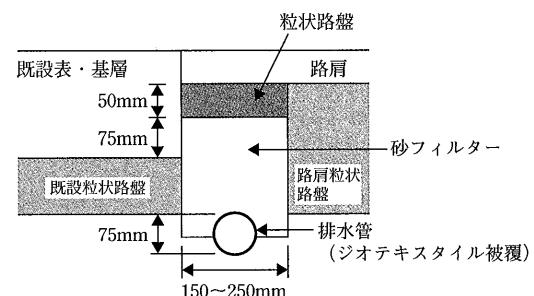
フロリダ州、オレゴン州、バージニア州では、すべての重交通道路で透水性路盤を施工している。ニュージャージー州の研究⁷⁾では、施工性が良く適切な透水性が得られる粒度分布の透水性路盤を開発した。

舗装体内排水工の維持管理が行われない舗装は、舗装体内排水工のない舗装と同様に性能が低くなるため、米国連邦道路庁（以下FHWA）は舗装体内排水システムの維持管理を行わないならば透水性路盤を設置しないように勧告した。

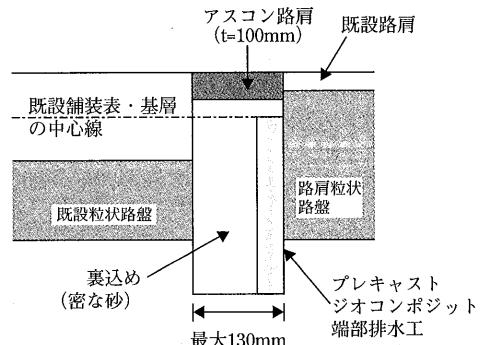
近年、舗装の劣化を防止するため、大部分の州間道路の既設舗装端部に端部排水工（図-3）が設けられ



a) 透水性粒状材料を用いた端部排水工



b) 砂フィルターを用いた端部排水工



c) プレキャストジオコンポジット端部排水工

図-3 既設舗装の端部排水工

た。1993年には2,000kmを超える既設舗装用端部排水工が設けられた。ミネソタ州では、建設時に端部排水工を設けることによって透水性の低い粒状路盤の排水を改善できたと報告している⁸⁾⁹⁾。この場合、端部排水工の第1の目的は、縦目から入る浸透水を排水することである。また、水平打縦目の下に特殊な横断導水管を使用する実験も行っている⁹⁾。この試験は成功を納め、ケンタッキー州、ミネソタ州、バージニア州においても車道の性能と寿命が大幅に向上了と報告している。

既設舗装用端部排水工のひとつであるプレキャストジオコンポジット端部排水工（ジオテキスタイルで被覆された端部排水工）等の新しい工法も增加了した。プレキャストジオコンポジット端部排水工の性能は、NCHRP報告書第367号：ジオテキスタイルの排水への適用による長期性能⁸⁾に報告されているように、現場および室内試験によって評価されている。新たな排水工の設置方法は、建設単価を低減しこの工法を有効なものとしている。1993年に新設または改良工事で約600kmのプレキャストジオコンポジット端部排水工が使用され、既設舗装の修繕に対しても600kmのプレキャストジオコンポジット端部排水工が使われた。

ミネソタ州交通局は、狭い排水溝をすることによって排水管設置費用を低減した¹⁰⁾。この排水管設置費用は、プレキャストジオコンポジット端部排水工の費用以下となっている。

第2章 舗装体内排水システムのチーム・アプローチ

2.1 はじめに

チームアプローチとは、計画、設計、施工、維持管理について、それぞれグループを編

成し、舗装体内排水システムの設置について意思決定を行う方法である。計画グループは予算編成および資材調達に責任を負い、設計グループ、施工グループ、維持管理グループは、それぞれ舗装体内排水システムの設計、施工、維持管理に責任を負うことになっている。このチーム・アプローチは、舗装体内排水システムを成功へと導くため、設計、施工、維持管理過程全体の意志疎通を図るために討論の場を提供するものである。

チーム・アプローチを実施するには、各グループの意思決定に必要な情報を提供するためにフィードバックを行なわなければならない。図-4は、舗装体内排水

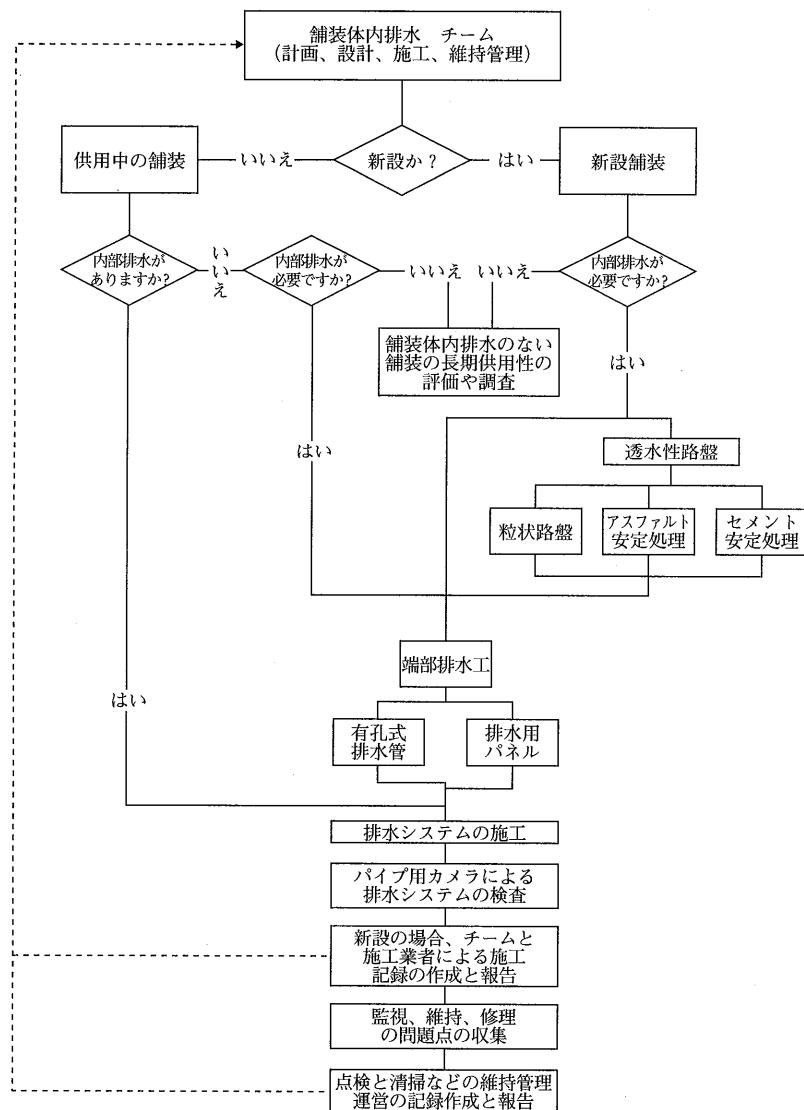


図-4 舗装体内排水システムのチームアプローチによる意志決定プロセス

水システムに関する意思決定過程を示したものである。このシステムは、利用条件の変化に応じてシステムを変更可能とするアプローチが必要である。したがって、各グループは他のグループと連携をとり、最適な舗装体内排水システムを選定しなければならない。

2.2 各グループの役割

(1) 計画グループ

計画グループは、すべてのグループでの取り組みが実施できるように、設計、施工から維持管理までの資金を確保しなければならない。

(2) 設計グループ

チーム・アプローチによる舗装体内排水システムの意思決定において、設計グループは重要な役割を担う。舗装体内排水システムの性能は、不的確な設計によって損なわれる可能性がある。なぜならば、設計時に、計画、予算編成およびその確保、施工、維持管理で決定したことが、舗装の供用性に影響を与えることを見落としている場合が多いからである。したがって、設計グループは、効果的な排水システムを策定するために他のグループから十分なデータを入手しなければならない。設計者は、端部排水工を維持管理することが不確定な場合には、舗装に透水性路盤を設計すべきでない。

(3) 施工グループ

施工グループは施工方法の選定に責任を負う。施工方法の選択は、舗装体内排水システムの性能に影響を与える場合が多い。

設計グループと施工グループは、各自が路床、分離・フィルター層、端部排水工および排水管、透水性路盤、舗装や路肩部分のそれぞれについて、段階的に施工計画を立てることや一方のグループが他方のグループに影響を与えることを考慮しなければならない。

(4) 維持管理グループ

維持管理グループは、舗装体内排水システムの継続的な点検や監視を行うとともに、問題が発生した場合にはこの発生原因や点検結果を設計グループおよび施工グループにフィードバックさせる責任を負う。

2.3 意思決定のプロセス

(1) 品質運営委員会（QSC）

各グループの意志疎通を容易にする方法として、品質運営委員会（Quality Steering Committee：以下QSC）がある。QSCは、プロジェクトのあらゆる段階の情報を審査し、この結果を各グループの代表者に提供する。QSCは、すべての作業を監督し、各グループ

間の問題を解決するためのチームを編成する。QSCは、舗装体内排水システムに関する権限および知識を持ち、このシステムの実施に直接関与する設計・施工・維持管理グループの代表者から構成される。

QSCは、図面および仕様書を審査するために、設計前後に会議を開催し、施工および維持管理の問題等を確認することができる。QSCは、次の事項を行うことが提案されている。

- ・工事のための品質管理・品質保証（QC/QA）計画（特に特記事項を含めた内容）を審査および修正する。
- ・施工者のQC/QA計画を審査する。
- ・工事完了時にプロジェクトを審査し、欠陥を記録し、将来のプロジェクトに向けた解決策を評価する。
- ・維持管理グループとともに定期的にプロジェクトの性能を審査する。

QSC方式は、設計、施工または維持管理が外注されている場合に最適である。QSCの構成員は、機関と提携契約を締結している請負グループである。提携計画は、いくつかの州（たとえば、ワシントン州）によって決定されている。

(2) 標準化

標準化は、すべてのグループと効果的に意志疎通するもう一つの方法である。標準化は、舗装体内排水システムの選定や適用条件の標準を設定することである。たとえば、ミネソタ州では表-2のように、透水性路盤の適用について標準を定めている。しかし、標準化が舗装体内排水システムを設計するうえで重要な要素であるにもかかわらず、標準化が行われている例はほとんどない。

2.4 チームアプローチの効果

チーム・アプローチによって、各グループが舗装の供用性に対する影響について認識を新たにすることから意志疎通が改善される。アイオワ州¹¹⁾では舗装体内排水工のビデオ検査によって得られた情報から舗装の供用性能を改善するために工法変更が行われた。ケンタッキー州¹²⁾も舗装の供用性能不良を招いた設計、施工および維持管理の問題点を発見することによって工法を改善した。このように総合的な舗装の供用性能を改善するために、さまざまな問題に取り組んでいる州交通局が多い。

欠陥が見つかった場合、設計不良は工事中に改善できるが、維持管理によって設計不良を改善することは

表-2 透水性路盤の適用ガイドラインの例（ミネソタ州交通局）

舗装種別 ^{①)}	路床土 20年間の80kN 換算軸数レベル ^{②)}	粘性土、シルト質土				砂質土、礫質土			
		超重 交通	重交 通	中交 通	軽交 通	超重 交通	重交 通	中交 通	軽交 通
コンクリート舗装	州間道路	○	○	/	/	○	○/△	/	/
	州間道路以外	○	○	○	△	○	○/△	×	×
アスファルト舗装 (フルデプス)	州間道路	○	○	/	/	○	○/△	/	/
	州間道路以外	○	○	○	△	○	○/△	×	×
アスファルト舗装 (粒状材料)	州間道路	○	△	/	/	○	△	/	/
	州間道路以外	○	△	×	×	○	△	×	×

凡例： ○：必要

△：条件により必要

（過去の供用性の履歴や材料の特性、コスト等を考慮して必要かどうかを判断する。）

○/△：路床土の条件により必要または場合に応じて必要

（路床土の0.074mmふるい通過量が12～20%ならば○、12%以下ならば△）

×：不必要

*1) 透水性路盤は、コンクリート舗装では開粒度粒状材料またはアスファルト安定処理、アスファルト舗装ではアスファルト安定処理とする。

*2) 20年間の80kN換算軸数

	超重交通	重交通	中交通	軽交通
アスファルト舗装（万軸）	1000以上	300～1000	100～300	100未満
コンクリート舗装（万軸）	1500以上	450～1500	150～450	150未満

難しい。優れた設計でも、施工の欠陥によって無駄になる場合がある。適切に設計がなされ施工された排水システムでも、適切な維持管理が行われなければ十分に機能しない。設計不良を改善するための適切な知識と資金がない場合には、このシステムは適切に機能しない。

第3章 設計

3.1 設計上の留意点

(1) 設計評価表

機能的な舗装体内排水システムは、気象条件、路床条件等により異なる。これらの要因を考慮して意思決定を行う場合には設計評価表が用いられる。設計評価表に必要な項目は次のとおりである。

- ・舗装のサービスレベル
- ・設計期間
- ・舗装と路肩の種類および幅員
- ・水理条件（浸透時間、排水時間など）
- ・勾配
- ・環境条件（降雨、温度、霜、化学作用）
- ・路床土
- ・舗装体内排水設備の舗装構造への寄与

- ・各排水設備の施工性
- ・維持管理の技術的能力
- ・目地材
- ・維持管理の財源
- ・機関同士の協力関係
- ・連邦および州、地方自治体の基準
- ・初期コストの評価
- ・ライフサイクルコストの評価

(2) 設計上の留意点

以下の事項は、舗装体内排水システムを設計する上で留意しなければならないことである。

①舗装の種類

- ・目地を有するコンクリート舗装は、適切な舗装体内排水システムを必要とする^{⑥)}。
- ・アスファルト舗装については、環境条件などに応じて舗装体内排水システムを設けなくてもよい^{⑬)}。

②環境

- ・年降水量400mm以下であれば、舗装体内排水システムを設けなくてもよい^{⑭)}。
- ・寒冷地においては、舗装体内排水に特別な注意を払わなければならない^{⑮)}。
- ・透水係数が $3.5 \times 10^{-2} \text{ mm/s}$ 以上の路床を有する舗装

では、舗装体内排水システムが不要である。

③施工

- ・拡幅の場合は、透水性路盤と舗装体内排水システムを考慮する必要がある。
- ・既設舗装の端部排水工は、自由水の領域（通常は表基層と上層路盤との境界）から端部排水工の中心へ流出するように水頭差もしくは水圧を確保しなければならない^{8), 16)}。
- ・常に舗装体内部の水を排出しなければならない（例：横断勾配を増加させることを考慮する）。

④維持管理

- ・コンクリート舗装の場合、目地をシーリングする等の維持管理をしないならば、透水性路盤を考慮しなければならない⁴⁾。
- ・排出口まわりに粗骨材を散布すると、排出口の植生を減らすことができる¹²⁾。
- ・維持管理でわかりやすくするために、排出口に目印や位置番号等をつけなければならない¹²⁾。
- ・目地材は、透水性路盤への細粒土の浸入や目詰まりを防ぐことが求められる^{4), 16), 17)}。

⑤コスト

- ・排水機能に関連する付加コストは、舗装の等値換算厚と舗装寿命の延長に関連する³⁾。
- ・等値換算厚さによる設計の舗装の寿命と供用性を予測し、その評価をコスト縮減に反映させる。
- ・等値換算厚さによる設計の交通量ごとに破壊コストを考慮しなければならない。
- ・代替の維持管理計画を考慮し、そのコストを加えなければならない。

(3) 舗装体内排水システム採用の基準

各機関では、それぞれの地域条件に基づく初期の意思決定事項の基準を作成している。主な機関の舗装体内排水システムの採用基準を表-3に示す。

表-3 主な機関の舗装体内排水システム採用基準

機 関	米国連邦道路庁(FHWA)	世界道路協会(PIARC)	米国陸軍工兵隊(USA-COE)
透水性路盤の使用を考慮する道路	州間道路すべてのコンクリート舗装	すべてのコンクリート舗装	厚さ20cmを超えるすべての道路。 20cm以下の道路は必要に応じて
備 考	端部排水工が必要		端部排水工が必要

カリフォルニア州では舗装の種類によって決定し、新設のコンクリート舗装の路盤に透水性路盤の採用している。ウィスコンシン州では等値単軸荷重(ESAL)によって決定し、1日の交通量が500ESAL（日本ではB交通以上に相当）を超えるすべての道路に透水性路盤を採用している。ウィスコンシン州では路線の重要性によって決定し、最重点区間の舗装に透水性路盤を使用することを指示している。

3.2 舗装体内排水システムの設計方法の提案

(1) 透水性路盤

透水性路盤の第一の目的は、浸透水を取り除くことである。最適な設置箇所は、アスコン表基層またはコンクリート版の直下である。透水性路盤は、最適な空隙が確保できるように、耐久性があり、角張った骨材を使わなくてはならない。透水性路盤は、安定処理でも粒状材料でもよい。以下に、効果的な透水性路盤の設計を行うために必要な、構造、水理、材料の耐久性と品質、施工および維持管理上の考慮すべき事項をまとめた。

①構造上の考慮事項

舗装構造については、AASHTOの舗装設計技術指針などに基づかなければならぬ。角張った骨材であれば、路盤用粒状材料と同じ厚さに相当する構造強度が認められている。セメント安定処理とアスファルト安定処理の利点は、初期状態で透水性粒状材料よりも大きな支持力を得られ、施工時の透水性路盤の安定性も得られることである。安定処理の添加材は、時間の経過によって破断や剥離を起こすので、安定処理による構造強度の増加を見込んではならない。

②水理上の考慮事項

透水性路盤の透水係数は、施工条件等により異なるが、最小で約3.5mm/sであり、6.9~10.4mm/sが望ましい。透水性路盤の良好な流路を維持するためには、道路に可能な横断勾配をつけなければならない（最低でも2%）¹³⁾。

FHWAは近年、透水性路盤設計のためのコンピュータープログラムソフトDRIP(Drainage Requirements in Pavement)を開発した。このプログラムでは、必要な排水量を計算することができる。

再生混合物、ゴム、クラック&シーティング工法を用いる工事では、細粒分の移動により透水性路盤が目詰まりしやすい¹⁸⁾。特に、ジオテキスタイルは

目詰まりしやすいので、ジオテキスタイルを使用する場合には、FHWAのジオシンセティック設計指針に従って目詰まり抵抗性を評価しなければならない。

③材料の耐久性および品質に関する考慮事項

碎石の品質は、透水性路盤の安定性に対し最も重要な因子である。骨材の破損は支持力を低下させ、透水性を悪化させる。ロサンゼルスすりへり減量は45%を超えてはならない。また骨材損失量はAASHTO M283-83で規定されているクラスBの骨材限界を超えてはならない（硫酸ナトリウム試験で12%、硫酸マグネシウム試験で18%）¹⁹⁾。

④施工上の考慮事項

構造的かつ水理上の条件が満たされたならば、設計者は既存の排水設備を壊さず、設計された施設を経済的に建設しなければならない。

a. 最小厚さ

粒状材料を用いる場合、通常100mm以上の層厚が用いられる。アスファルト安定処理またはセメント安定処理を用いる場合は50mmが可能であるが、標準的には100mmが用いられる。

b. 粒 度

透水性路盤には、通常AASHTO 67号碎石（表-4）が用いられている。AASHTO 67号碎石は高い透水性を得ることができる粒度であるが、施工時の安定性を確保するためにはアスファルトかセメントで安定処理を行う。ニュージャージー州²⁰⁾では、表-4に示す高い安定度をもつ良好な材料を用いている。ただし、透水性はAASHTO 67号碎石よりも劣る。

表-4 透水性路盤の粒度範囲

ふるい目	ニュージャージー州（%）	AASHTO粒度（%）	
		67号碎石	57号碎石
37.5 mm	100		100
25.0 mm	95-100	100	95-100
19.0 mm		90-100	
12.5 mm	60-80		25-60
9.5 mm		20-55	
4.75 mm	40-55	0-10	0-10
2.36 mm	5-25	0-5	0-5
1.18 mm	0-8		
0.3 mm	0-5		

c. 分 離

透水性路盤材は、舗設中に分離を起こしやすい。路盤から溜まった水によって細粒物が移動するこ

とを防止しなければならない。運搬や舗設の前に水を添加（重量の2～3%）することによって、分離の可能性を減らすことができる。また、細粒分の通過量を制限することによって分離を減らすことができる。

d. 端部排水工の組立て

透水性路盤の設計においては、透水性路盤と組み合わせる排水溝についても適切に設計しなければならない。

⑤維持管理上の考慮事項

透水性路盤内の水は、常に排水されなければならない。排水されなければ、透水性路盤が飽和し、舗装の破壊する確率が高くなる。したがって設計者は、舗装体内排水システムの設計にあたり、排水機能の持続性も考慮しなければならない。

(2) 分離・フィルター層

透水性路盤と在来路床の間には、通常、分離・フィルター層が必要である。分離・フィルター層としては密粒度の粒状材料やジオテキスタイルがよく用いられる。粒状材料を用いる場合、設計者は透水性路盤に隣接する下層路盤のフィルターとしての機能をチェックする必要がある¹⁹⁾。路床からの細粒物の侵入防止や透水性路盤からの細粒分の移動防止など、下層路盤のろ過作用に関する適合性を評価しなければならない。

舗設後の十分な支持力を確保するために、粒状材料による分離・フィルター層の最小厚は200mmである。軟弱路床上に適用する場合には、より厚い層が求められる。

ジオテキスタイルを用いた場合には、改良による路床の支持力増加が期待される。ジオテキスタイルの厚さは、分離・フィルター層として用いる場合は重要でない。しかし、ジオテキスタイルを保護するための粒状材料（ジオテキスタイル保護用粒状材料）の厚さは、転圧中にジオテキスタイルが破損する可能性を考慮しなければならない。振動ローラを舗設に用いる場合には、保護用粒状材の最小厚を150mmとする。またチップスプレッダを用いて保護用粒状材を舗設する場合には、厚さを100mmとすることができる。また、ジオテキスタイルは軟弱路床を安定化するためにも用いられる。いずれの場合も、ジオテキスタイルはAASHTO M288の強度に適合するか超えなければならない¹⁹⁾。

(3) 新設工事の端部排水工

新設工事の端部排水工は、ジオテキスタイルで囲まれ、骨材で満たされた排水溝と排水管で構成される。

排水工の設計は、透水性路盤からの排水量を排水溝の裏込め材や排水管で確保する。

裏込め材の骨材は、透水性路盤と同等以上の透水性を有する材料を用いる。排水溝を囲うジオテキスタイルは、下層路盤や路床土を考慮しながら、フィルターレンとして設計しなければならない。ジオテキスタイルは排水の障害となるので、透水性路盤と裏込め材の境界まで伸ばしてはならない。また、ジオテキスタイルを有孔管に巻いてはならない。

排水管の大きさは、洗浄能力や排出口までの距離など維持管理上の必要条件に基づく。これらの大きさを決定する前に維持管理者の意見を聞かなければならぬ。洗浄に必要な排水管の直径は最小で75mmである。また、維持管理上の排出口の必要な間隔は75mである。

排水溝に関する問題として、逆勾配がある。透水性路盤の勾配を十分にとるため、舗装の勾配を上げることが経済的となる場合がある。望ましい排水能力を達成するために、道路の勾配よりも大きい勾配が端部排水工に求められる。

水路あるいは雨水管は、端部排水工からの水が逆流しないように、十分な水頭差と大きさが必要である。FHWAは、水路あるいは雨水管から150mm、または10年確率流量線よりも高い位置に排出口を設置することを求めている(図-5)。また、排出口は、維持作業(洗浄や補修)ができるような高さでなければならない。排水口や浅い導水管は、標識の取り替えや清掃等の維持作業を行う箇所から十分に離しておく。

(4) 既設舗装の端部排水工

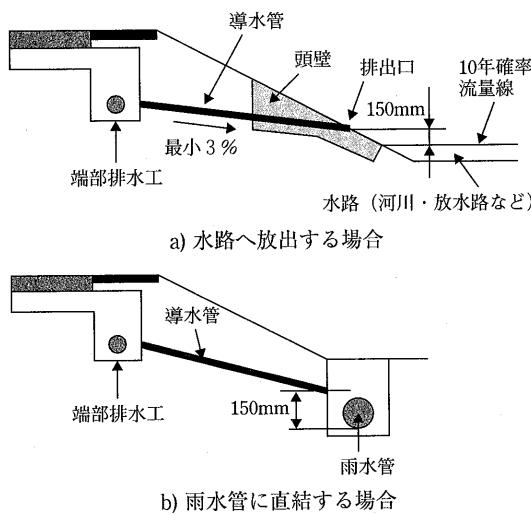


図-5 導水管の設置

舗装の破損に関する多くの問題は、舗装体内が飽和することである。水を取り除くための修繕工事では、既設舗装用の端部排水工(図-3)が用いられる。しかし、既設舗装の端部排水工の設計は、透水性路盤を用いた場合と大きく異なる。既設舗装の端部排水工を効果的にするには、既設舗装の各層と舗装の破壊状況を評価しなければならない。設計者は、既設舗装における端部排水工の設置にあたってFHWA維持修繕マニュアルを参照しなければならない²⁰⁾。

目地や舗装のひびわれ、路盤からの水は、路盤を通して端部排水工に集めなければならない。これには、2つの設計に関連する問題がある。ひとつは、路盤から排水溝への流出速度が遅いため、端部排水工の飽和を減らす機能を有しないことである。もうひとつは、飽和によって舗装のポンピングが継続した場合、路盤の細粒物のエロージョンが端部排水工を詰まらせたりすることである。

排水管の直径は、自由水を取り除くために75~100mmであればよい。プレキャストジオコンポジット排水工を用いる場合には、蓋をした後に清掃をすることが困難なため、細粒物の移動等による目詰まりの可能性などがある場合には特別な設計が求められる。

3.3 設計の標準

(1) アメリカ

多くの期間で、表-2に示すような舗装の設計に透水性路盤を取り入れるための基準を作っている。アメリカ陸軍工兵隊は、舗装の有効厚200mm以上の場合に透水性路盤の使用を求めている²¹⁾。有効厚200mm以下については、必要に応じて透水性路盤の使用が許されている。排水溝は、透水性路盤を設置する場合に必要である。非凍結地域で路床材料の透水係数が 7×10^{-2} mm/sより大きいときは、透水性路盤は必要でない。AASHTOは、舗装の設計における透水性路盤の影響評価方法を提供している²²⁾。

(2) ヨーロッパ

過去数十年間の経験に基づいて、世界道路協会(WRA)のコンクリート舗装技術委員会に加盟する9カ国が、舗装の長期供用性に影響する3つの重要な要因を以下のように示している¹⁷⁾。

- ・スラグ路盤の路肩付近における浸透水の排水(エージング過程の要素として水に注意する。)
- ・密粒度の粒状路盤または安定処理の使用による層間の排水と舗装への浸透との間の最適化
- ・層の境界用ジオテキスタイルは、分離・フィルター

層の施工の長所を生かすように注意しなければならない。20~25%の空隙率を持つ透水性舗装を使用することは、都市内舗装の改良方法として用いられる。これらの戦略により、舗装の寿命が4~5倍程度増加することが期待されている。

3.4 設計に関する共通認識

透水性路盤の設計に対する考え方は、以下の項目が共通認識となっている。

- ・下層路盤またはジオテキスタイルによる分離・フィルター層が必要である。
- ・粒状下層路盤の分離・フィルター層は、厚さ150mmとする。
- ・厚さ100~150mmの透水性路盤が必要である。(多くの交通局で2~3%のアスファルトで安定処理した透水性路盤を提案している)
- ・直径100mmの有孔式プラスチック排水管については、少なくとも透水性路盤と同じだけの透水性を有した裏込め材を用いなければならない。
- ・舗装の両側、あるいは片勾配の舗装の低い縁に排水溝を設置する。
- ・ほとんどの州で排出口の間隔は75mであるが、150mを用いている州もある。
- ・将来の維持管理検査や修繕のために、排水口の位置をマーキングする必要がある。

第4章 施工

4.1 施工の要点

施工時の要点は次のとおりである。

- ①良好な舗装体内排水システムは、良好な支持地盤上で成り立つ。
- ②要求された粒度分布を満足する碎石の品質は、設計における性能を満足させるために必要である。
- ③透水性路盤施工中に細粒分が入り込むと、舗装が早期に破損する可能性がある。
- ④透水性粒状路盤は、表基層施工前の交通開放時に碎石が移動する傾向がある。
- ⑤細粒分が多い場合や過転圧となった場合には、透水性路盤の透水性が減少する。

路床、分離・フィルター層、端部排水工および排水管、透水性路盤、舗装表面と路肩部分の施工の要点は次のとおりである。

(1) 路床

通常の舗装施工箇所と同様に、路床面は要求された粒度のもので施工し、ある程度滑らかでかつ平坦であ

ることが要求される。軟弱路床で生じる局所的くぼみや工事車両の通過によって生じるくぼみは、舗装構造下の水分によるポンピングと地盤の支持力の減少を導くことがある。

(2) 分離・フィルター層

分離・フィルター層として粒状の下層路盤を用いる場合、材料の粒度分布が発注者の設計仕様書にあっていいるかどうかチェックする必要がある。分離・フィルター層の転圧は、透水性路盤の施工のために必要である。また、粒状路盤の転圧や工事車両の移動によってできるわだち掘れに注意すべきである。

ジオテキスタイルを用いた分離・フィルター層の施工を行う場合には、設計仕様書の内容に合った適切な材料保証がされているかをチェックしてから使用すべきである。鋭い碎石の突出や浮いている碎石（一般に19mmより大きい）によるジオテキスタイルの被害を避けるために路床表面をなめらかにする。

(3) 端部排水工

路肩排水を効果的にするためにには、適切な排水管の勾配が必要である。また、施工機械などで排水管を押しつぶさないよう、注意しながら排水管を設置しなければならない。

排水溝は、少なくとも透水性路盤と同じ透水性を有していないなければならない。また、舗装面が完全に仕上がるまで、排水管や排水溝を汚さないようにしなければならない。

端部排水工は、施工後の検査前に適切に排水できるか点検しなければならない。

(4) 透水性路盤

粒状の透水性路盤は、材料の粒度分布と材料分離に注意しながら施工および管理しなければならない^{[21], [23]}。

アスファルト安定処理の透水性路盤は、AASHTO 67号碎石あるいは57号碎石を用いて、重量比2~2.5%のアスファルトを添加したものを用いる。いくつかの州で、丸まった砂利碎石の使用を禁止している。90°C~120°Cで安定処理層を舗設し、65°C以下になるまで転圧してはならない^{[13], [21]}。一般に振動ローラを使用せず、マカダムローラで1~3回の転圧とする^{[13], [21]}。

セメント安定処理の透水性路盤は、AASHTO 67号碎石か57号碎石にセメント袋を2~3袋添加する^{[13], [21], [23]}。

透水性路盤施工時の注意点は、汚れた建設機械、隣接した埋戻し作業箇所からの細粒分の混入である。一般に、透水性路盤は軽い建設機械などを通すことがで

きるが、透水性路盤上の交通量を最小にし、車両のスピードと回転（方向転換）に制限を設ける。沈下や目詰まりを生じさせないために、荷物を積んだダンプカーや汚れた建設機械が透水性路盤上を横断する事を禁止する。このような建設機械の横断を許可するならば、アスファルトあるいはセメント安定処理した路盤を使用すべきである¹³⁾。

4.2 施工時の検査

舗装体内排水システムは、施工後の検査前に適切に排水できるか検査するべきである。性能規定に基づく受入れ基準が満たされていなければ、舗装の破損が発生し舗装の寿命が短くなる。舗装体内排水システムの機能を検査するために、ケンタッキー州では表-5のような点検表を用いている。

この点検に関するテクニックは、排水管上あるいは排水口の上流の箇所で水を注いで、排水口からの流出を評価し、予測された流出率と比較する方法である。長いグラスファイバーの棒の終点にマークを付けた単純なものを、排水溝の出入口から押し込んでこの連続性を確かめることもできる。アイオワ州で使われているボアスコープカメラは、維持管理における点検方法としても効率的な検査道具となる。いくつかの州交通局の調査結果では、現在までの施工箇所での検査方法

が再検討されている。排水管の出入試験とビデオカメラ点検活動を維持管理においても容易とするために、排水管上流の終端に点検口を設置する。

第5章 維持管理

維持管理は、次の5段階で行うことが最も効果的である。

- ①日常点検・監視
- ②日常の予防的な維持
- ③問題発生箇所の検出
- ④修繕
- ⑤継続的な監視とフィードバック

ほとんどの州は、予算の制限と経済性の評価が不十分なため、問題発生箇所の検出と修繕しか行っていない。しかし、日常点検・監視を行うことは、問題発生箇所の検出と修理だけの場合に比べ、費用対効果がより高くなる。

舗装体内排水システムの維持管理方法については、NCHRP設計施工指針集222号と223号で検討されている^{24)、25)}。FHWAは、ビデオ検査を維持管理システムの手段であると考えている。ケンタッキー州では、表-5に示される機能点検表を用いて維持管理を行っている。

表-5 舗装体内排水システムの機能点検表の例（ケンタッキー州交通局）

路線	キロポスト	方向	排水位置タイプ	排出口	堆積物	スクリーンの状態	シルト	通水	排水溝	破損状況	現場の状況	フィルム番号
1.S.H			1. S.H	1. 堆積物なし 2.一部堆積物あり 3.堆積物あり 4.閉塞	1.碎石 2.泥 3.植生 4.コンクリート	1.なし 2.少 3.中 4.多	1.なし 2.少 3.中 4.多	1.はい 2.いいえ	1.良い 2.悪い	1.ポットホール 2.外側 3.内側 4.中央 5.コンクリート目地 6.路肩		
2.S.S												
3.M.H												
4.M.S												

路線	キロポスト	方向	排水管のタイプ	1.たるみ 2.たるみ、水たまり 3.たるみ、沈泥物 4.圧搾された継ぎ手 5.圧搾された管	コメント							ビデオテーブ
					A	B	C	D	E	F		

スクリーン…排水中の比較的大きな浮遊物を除去するために設けるゴミよけの網または格子

以下に維持管理の各段階に関する留意点を示す。

(1) 日常点検・監視

日常点検は、目視と排水の有効性試験により行う。排出口の目視は、排出口から放出される水のうねりの事例集を作り、事例集から排水状態を点検する。また、導水管内の検査はビデオカメラにより行う。ビデオカメラは、導水管内で障害となる動物の死骸や微細な堆積物等を見分けることに対して効果的である。排水の有効性試験は、上流からの流入量と下流からの流出量を測定し、排水性能の効果を算定するものである。この試験は、排水性能の定量的な評価方法である。

アイオワ州およびケンタッキー州では、暗きよや導水管の出口から挿入するビデオカメラによる検査を多くの損傷と不適切な施工を発見する標準的な方法としている。インディアナ州は、ビデオカメラによる検査を義務付けることを検討している。

(2) 予防的な維持

良好な舗装体内排水システムを維持するためには、次のような予防的維持作業が必要である。

- ①継目とひびわれをきれいにしてシーリングを行う。
- ②排水溝の勾配を確認し、清掃する。
- ③排水樹と他の放水箇所を清掃する。
- ④排出口の仕切り付近を清掃する。シーリングは、長期供用性能に影響する表面水の侵入を止める効果は小さいが、舗装体内排水システムを詰まらせることで流入を防ぐことができる。

TRR 1425の調査によれば、表基層下の舗装体内排水システムに水を流すことが排水管内の維持作業の手助けになるとを考えている州があることがわかった。水を流すことを考慮に入れ、最小の管径を75mmとしている州もある。良好な舗装体内排水システムを保持できなくなる障害の一つが、排出口の位置がわからなくなることである。このため、排出口の点検計画に基づき、日常から排出口を清掃するべきである。

(3) 修 繕

路盤排水が機能を失い、舗装の損傷が目に見えるようになると、舗装の寿命が急激に短くなると言われている⁴⁾。

導水管と排出口の維持は容易であるが、透水性路盤や分離・フィルター層はアスコン表基層またはコンクリート版を取り除かない限り、維持作業はできない。排水溝が損傷を受け、目詰まりを起こしてその機能を失った場合には、舗装自体の破損が差し迫ってきてるので迅速な対応が必要である。凍上現象によりひび

われや目地から細粒分の噴出物が舗装あるいは路肩の表面に表れたら、舗装だけの破損ではなく排水システムがすでに被害に遭っている。このような現象が観察されたならば、維持管理をしても効果がないことが多い。

(4) 継続的な監視とフィードバック

舗装体内排水システムが機能しなかった場合には、継続的な監視がシステムの改善手段となる。この改善手段は、設計と施工グループに情報をフィードバックすることが目的である。維持管理は、設計と施工のグループに排水性能の指標とともに検査結果を提供する。さらに、その維持管理による機能回復の程度とそれらの作業にかかる経費に関する情報を交通局の舗装管理、維持管理、原価管理のシステムに取り入れる必要がある。

第6章 性能評価

6.1 性能評価のための手法

舗装体内排水システムの計画と監視に関する調査によって、適切な舗装体内排水（維持管理を含む）機能を有する舗装は、表面排水の舗装よりも寿命を数年間延ばすことが認められた^{2), 3), 17)}。

舗装の舗装体内排水システムの性能評価を舗装管理システム中の入力に対する性能の指標を確立し、排水の用途上の適切な決定を行うために必要である。

舗装体内排水システムの性能評価が困難な点は、舗装が破損する徴候を示した時に、初めて欠陥を確認できることである。舗装の破損が確認される以前に、路床や路盤はすでに破壊され、舗装を撤去しない限り問題を改善できない場合が多い。早期変状箇所の特定手法の検討および検査や調査の訓練が必要になる。

具体的な舗装体内排水システムの点検手順では、維持管理要員のより徹底的な訓練を行う必要がある。定期点検は、一般的になり、一部の機関では標準検査手順を作成し始めた。降雨直後の点検によって舗装体内排水の欠陥の徴候が発見される場合も多く、また、乾燥した舗装における水分の噴出は、排水が不適切であることを示している。導水管から水が流れない場合は、導水管の機能が損なわれている（不適当な設置、または潰れたり詰まった排水管または導水管）。

ビデオカメラによる検査は、きわめて有効な検査手段であることが認められた^{11), 26)}。地中探査レーダおよびFWDなどの舗装の非破壊試験法による予備調査は、舗装の損傷レベルを量化できることを示している。さらに、これらの方法は、舗装表面の検査によって確

認された欠陥を改善するために役立つ^{5), 9)}。舗装体内排水システム設置の妥当性を評価するための新技術の応用については、さらに調査が必要である。

6.2 長期供用性の研究

Smithら⁵⁾は、合衆国内の非透水性路盤の箇所と30箇所の透水性路盤を比較し、透水性路盤の箇所では横断目地を十分に支持し排水上も問題ないことが確認されたと報告している。

FaradとStites²⁷⁾は、南ワイオミング州の州間道路I-80の調査で粒状路盤上に設置したダウエルバーのある横断目地のコンクリート舗装を透水性路盤上のダウエルバーのない横断目地のコンクリート舗装が上回ったことを供用8年目の評価により示した。

目地のあるコンクリート舗装⁶⁾の性能に関するFHWAの研究は、路肩排水や面状の排水層や透水性路盤のような積極的な路盤排水が一般的に段差や目地に沿って発生するクラック(Dクラック)を発生しにくくさせる効果があることを示した。

ペンシルバニア州交通局は、7年間に渡って透水性の高い一様な粒度の切込碎石をセメント安定処理した5種類の路盤を評価した^{28), 29), 30)}。この調査は、材料の製造と単価の他にそれぞれの路盤の上に舗装を設置する場合の位置や施工者の能力等も示されている。たわみとラフネスの測定は、長期供用性能を評価するため行われた。

ケンタッキー州交通局は、短期および長期供用性を含んだ18箇所の舗装体内排水システムの施工状況と性能について報告した³¹⁾。この報告では、多くの路肩排水工の設置が完全に機能していないことが明らかとなつた。供用8年後の評価により、路肩排水工の設置が舗装の性能を改善していることを見い出した。FWD調査結果から、路肩排水工で水を除去することによって、路床の支持力が増加することを明らかにした。

ミネソタ州交通局とミネソタ州立大学は、ミネソタ州道路研究計画により試験道路(Mn/ROAD)を設置した。試験道路では、数種類の舗装体内排水システムが設計・施工され、長期供用性能を評価するための観測が続けられている。データは現在も集められており、情報と出版物のについては、Mn/ROADのホームページ(<http://mnroad.dot.state.mn.us/>)にアクセスすることで利用することができる。

また、長期供用性の調査はヨーロッパでも行われ、PIARCによって報告された^{4), 17), 32)}。結論のいくつかを以下に示す。

- ①コンクリート舗装中のダウエルバーの横断目地は、長期供用性能に重大な影響を及ぼす。
- ②舗装体内排水システムは、十分な排出口を持っていなければならない。
- ③透水性路盤は、アスコン表基層またはコンクリート版の下に直接設置される方法が最も効果的である。

フランス^{4), 17)}における調査では、端部排水工を備えた舗装が建設されてから7年後に排水のためのポンプを使い始めたが、この11年間は維持を行わなくても機能していることを報告している。さらに、端部排水工を持たない比較工区では4年目に排水のためのポンプを作動させたことから、排水システムを有する舗装は排水システムのない舗装に比べ約2倍の寿命があると報告している。

第7章 結論

本報告の結論をまとめると次のとおりである。

- ①舗装体内排水システムは、舗装の寿命を延ばす。
- ②舗装体内排水システムの性能指標について確立されなかつたが、透水性路盤と端部排水工の使用は、あらゆる路盤排水の中で最も高い性能を示した。
- ③舗装体内排水システムの費用は、材料、施工、維持の面だけでは高価となるが、舗装の寿命の延長を考慮するとトータルコストで安価となる。
- ④粒状路盤の分離・フィルター層は、舗装の支持力を増加させるが、飽和した路床の地域においてはまだ確認されていない。
- ⑤ジオテキスタイルの分離・フィルター層は、材料費が最も安く、フルデブスの透水性路盤を使うこともできる。しかし、舗装の支持力を増加させることができないので、使用の際に注意が必要である。
- ⑥予想された寿命よりも早く破損した舗装の多くは、舗装体内排水が不適切であった。舗装の早期破損は、自由水が荷重分散によって、舗装体中に集中することが考えられる(舗装表面、路盤、下層路盤と路床)。舗装の早期破損は、良好な舗装体内排水によって減少することは可能であるが、一度破損したものを排水設備の設置によって戻すことはできない。
- ⑦端部排水工を設置した舗装は、水による破損を少なくすることは可能であるが、舗装の寿命を延ばすことはできない。

- ⑧排出口が詰まり水を素早く路盤から排出できない場合には、透水性路盤の破損が発生する。多くの排水システムの破損は、施工不良により生じる。したがって、舗装体内排水システムが詰まり水が排出されなくなると半永久的に飽和状態となり、排水システムを持っていない舗装よりも悪くなる可能性がある。
- ⑨維持管理に関する対応は、それぞれの州によって多様化している。
- ⑩施工と検査の職員の訓練は、舗装体内排水システムの性能を改善するために必要である。

おわりに

舗装体内排水システムの基本的な考え方は、「舗装体に水を入れない。たとえ入ったとしてもすみやかに舗装体外へ排出する」というものである。また、舗装体内排水システムを構築した場合には、維持管理が重要となる。

このような観点から考えると、特に、維持修繕が難しいコンクリート舗装において、できるだけ修繕を減らすための舗装体内排水システムが有効であると考えられる。しかし、維持管理がなされない舗装体内排水システムは、舗装内部の路盤や路床の飽和を招き、逆効果となることから、維持管理費が膨大に膨れ上がる可能性もある。この舗装体内排水システムを日本で適用する場合には、ライフサイクルコスト分析を的確に行なったうえで判断する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) (社)セメント協会：舗装に関するAASHTO指針 1986年版，1990年11月
- 2) Cedergren, H. R.: Drainage of Highway and Airfield Pavements, Robert E. Krieger Publishing Co., Inc., Malabar, FL, 1987.
- 3) Forsyth, R. A., G. K. Wells, and J. H. Woodstorm: The Economic Impact of Pavement Subsurface Drainage, Transportation Research Record 1121: Effects of Temperature and Water on Pavement Performance. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1987.
- 4) Ray, M., and J. P. Christy: Combatting Concrete Pavement Slab Pumping: State of the Art and Recommendations (in France), Proc. 4th International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, Purdue University, April 1989.
- 5) Smith, K. D., H. T. Yu, and M. I. Darter: A Performance Evaluation of Pcc Pavements Constructed on Permeable Bases, ERES Consultants, Inc., prepared for 73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January, 1994.
- 6) FHWA Technical Summary: Performance of Jointed Concrete Pavements. FHWA-RD-89-136, 137, 138, 139, 140, and 141. FHWA, U.S. Department of Transportation, 1989.
- 7) Mottolla V.: New Jersey's Internally Drainage Pavements. Presented by Western States Pavement Subdrainage Conference, Denver, CO, 1991.
- 8) Koerner, R. M., G. R. Koerner, A.K. Fahim, and R. F. Wilson-Farmy: NCHRP Report367: Long-Term Performance of Geosynthetics in Drainage Applications, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984
- 9) Hagen, M. G., and G. R. Cochran: Comparison of Pavement Drainage Systems, Transportation Research Record 1519, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.1-10, 1996.
- 10) Permeable Aggregate Base Drainage Systems: Design Guidelines, Materials Engineers Committee, Minnesota Department of Transportation, 1994.
- 11) Steffes, R.F., V.J. Marks and K. L. Dirks: Video Evaluation of Highway Drainage Systems, Transportation Research Record 1329, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1991.
- 12) Fleckenstein, J. L., D. L. Allen, and J. Harrison: Evaluation of Headwalls and Outlets for Geocomposite Edge Drains on I-75 and I-71, Research Report KTC-91-10, Kentucky Transportation Center, College Engineering, University of Kentucky, Lexington, in cooperation with the Transportation Cabinet, Commonwealth of Kentucky, August 1991.
- 13) Demonstration Project 87: Drainage pavement Systems, Participant Notebook, Publication

- FHWA-SA-92-0008, FHWA, U.S. Department of Transportation, October 1992.
- 14) Wells, G. K. and W. A. Nokes: Performance of Retrofit Edge Drain Projects, Transportation Research Record 1425, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1993.
 - 15) Hajek, J. J., T. J. Kazmierowski, H. Strum, R. J. Bathurst, and G. P. Raymond: Field Performance of Open-Graded Drainage Layers, Transportation Research Record 1354, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1992.
 - 16) McGhee, K. H.: NCHRP Synthesis of Highway Practice 211: Design, Construction, and Maintenance of PCC Pavement Joints, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1995.
 - 17) Christory, Jean-Pierre: Assessment of PIARC Recommendations on the Combatting of Pumping in Concrete Pavements.
 - 18) Snyder, M. B. and J. E. Bruinsma: A Summary of Field and Laboratory Studies of the Effects of Unbound Crushed Concrete Bases on PCC Pavement Drainage, Presented at 75th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., 1996.
 - 19) Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 1996.
 - 20) Federal Highway Administration Pavement Rehabilitation Manual. Publication FHWA-ED-88-025, FHWA U.S. Department of Transportation, 1988.
 - 21) Grogan W. P.: User's Guide: Subsurface Drainage for Military Pavements. Report FEAP-UG-92/09 U.S. Army Corps of Engineers, Fort Belvoir, VA, 1992.
 - 22) AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 1988.
 - 23) Zhou, H., L. Moore, J. Huddleston, and J. Gower: Free Draining Base Material Properties - HPR 5283-3/92, Report FHWA-OR-RD-92-11, Oregon Department of Transportation, Salem, OR, 1992.
 - 24) Geoffroy, D. N.: NCHRP Synthesis of Highway Practice 223: Cost-Effective Preventive Pavement Maintenance, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996.
 - 25) Zimmerman, K.A., and ERES Consultants, Inc.: NCHRP Synthesis of Highway Practice 222: Pavement Management Methodologies to Select Projects and Recommend Preservation Treatments, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1995.
 - 26) Jeffcoat H.H., F.A.Kilpatrick, J. B. Atkins, and J. L. Pearman : Effectiveness of Highway Edgedrains, Report 92-4147 (produced for FHWA Experimental Project No.12: Concrete Pavement Drainage Rehabilitation), U.S. Geological Survey, U.S Department of Transportation, 1989.
 - 27) Farrar, M., and J. Stites: Field Evaluation of Faulting on Four Different Types of PCC Pavements on Interstate 80 in Southern Wyoming, Western States Drainable PCC Pavement Workshop: Western States Pavement Sub-drainage - Summary Report. FHWA, U.S Department of Transportation, 1993.
 - 28) Hoffman, G. L.: Subbase Permeability and Pavement Performance, Transportation Research Record 849, TRB, National Research Council, Washington D.C., 1982.
 - 29) Highlands, K. L. and G. L. Hoffman: Subbase Permeability and Pavement Performance, FHWA-PA-87-008, 97-03. FHWA, U.S. Department of Transportation, 1987.
 - 30) Hoffman, G. L.: Importance of Pavement Drainage, Presented at Virginia Pavement Drainage Workshop, Williamsburg, VA, 1990.
 - 31) Fleckenstein, L. J., and D. L. Allen: Evaluation of Pavement Edge Drains and the Effect on Pavement Performance, Transportation Research Record 1519, TRB, National Research Council, Washington D.C., pp.28-35, 1996.
 - 32) Combatting Concrete Pavement Slab Pumping by Inter-face Drainage and Use of Low-Erodability Materials, Permanent International Association of Road Congress, October 1986.

燃焼式装置によるアスファルト量

燃焼式アスファルトバインダー測定装置（以下、燃焼法）を用いて測定されたアスファルト混合物中のアスファルト量のこと。

燃焼法に用いる測定装置は、国内では2つのメーカーのものが使用されつつある。

それぞれの特徴を概説すると、次のとおりである。

A社の仕様 (T-4155)

- ①燃焼炉が1つで、炉の下に秤を装備している。
- ②燃焼温度を540°Cとしており、燃焼の終点は0.1 g/min以内になった時点を終点として計測している。
- ③燃焼トレーが2段あり、燃焼スピードを早めている。
- ④測定装置とWindows95/98NT4.0などを搭載したパソコンを経由し、データの受信・解析を行うことができる。

B社の仕様 (EX-188)

- ①燃焼炉が2つあり、アスファルトの燃焼炉（試験

槽）、燃焼ガス、すすなどをバックファイヤさせる炉（2次燃焼室）がある。

②480°C × 2時間の標準条件とし、燃焼後は室温まで冷却して計量することにしている。

③燃焼トレーは1段で最大1kgが限度である。

④パソコンとの連動などはない。

これまでの検討結果の主なものを示すと次のことが言える。

①サンプル重量を1,000g、1,500g、2,000gおよび3,000gと変化させ、N=3の繰り返し試験による変動係数を評価すると、どのサンプル量でも変動係数は3%以内におさまるが、量が大きくなると燃焼の立ち上がり時のピーク温度にバラツキが出やすいので、炉内温度が最も安定する1,500gが良い。（図-1参照）

②N=10のくり返し試験でも、変動係数は3%以内におさまり、再現性は十分にある。（表-1参照）

③アスコンの粒度、アスファルト量および、使用ア

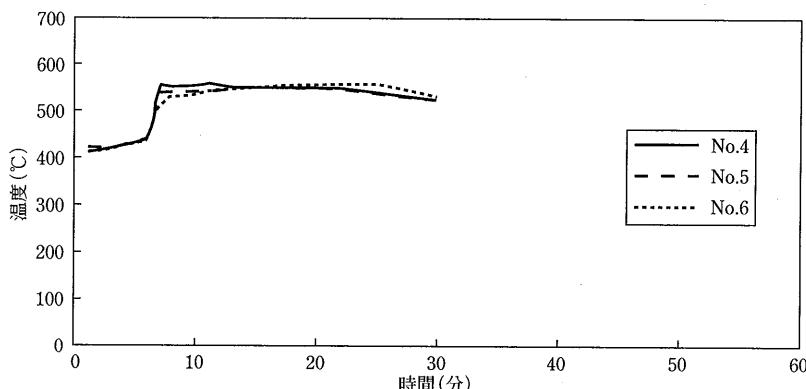


図-1 時間-燃焼温度曲線（試料重量1,500g）

表-1 試験結果

試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
試料重量	1,000	1,000	1,000	1,500	1,500	1,500	2,000	2,000	2,000	3,000	3,000	3,000
Temp Comp	0.00	0.30	0.00	0.02	0.20	0.18	0.13	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
測定アス量	5.86	6.02	6.05	5.78	5.83	5.80	6.17	5.87	6.05	5.70	5.92	5.99
平均	5.98			5.80			6.03			5.87		
標準偏差	0.10			0.03			0.15			0.16		
変動係数	1.71			0.43			2.50			2.58		

スファルトを変えて、燃焼法と通常のソックスレー法の比較を行うと、それぞれに差が生じることから、粒度やアスファルト量が一定のアスコンでの定量試験に適用する場合は、あらかじめキャリプレーションファクターを求めてから、適用する

と良い。(図-2、a)、b)、c)、d) 参照。図中の数字は、設定アスファルト量をあらわし、棒グラフは設定値との差 ($N = 3$ の平均値) を示す。) [小島 逸平 (株)ガイアートクマガイ技術研究所]

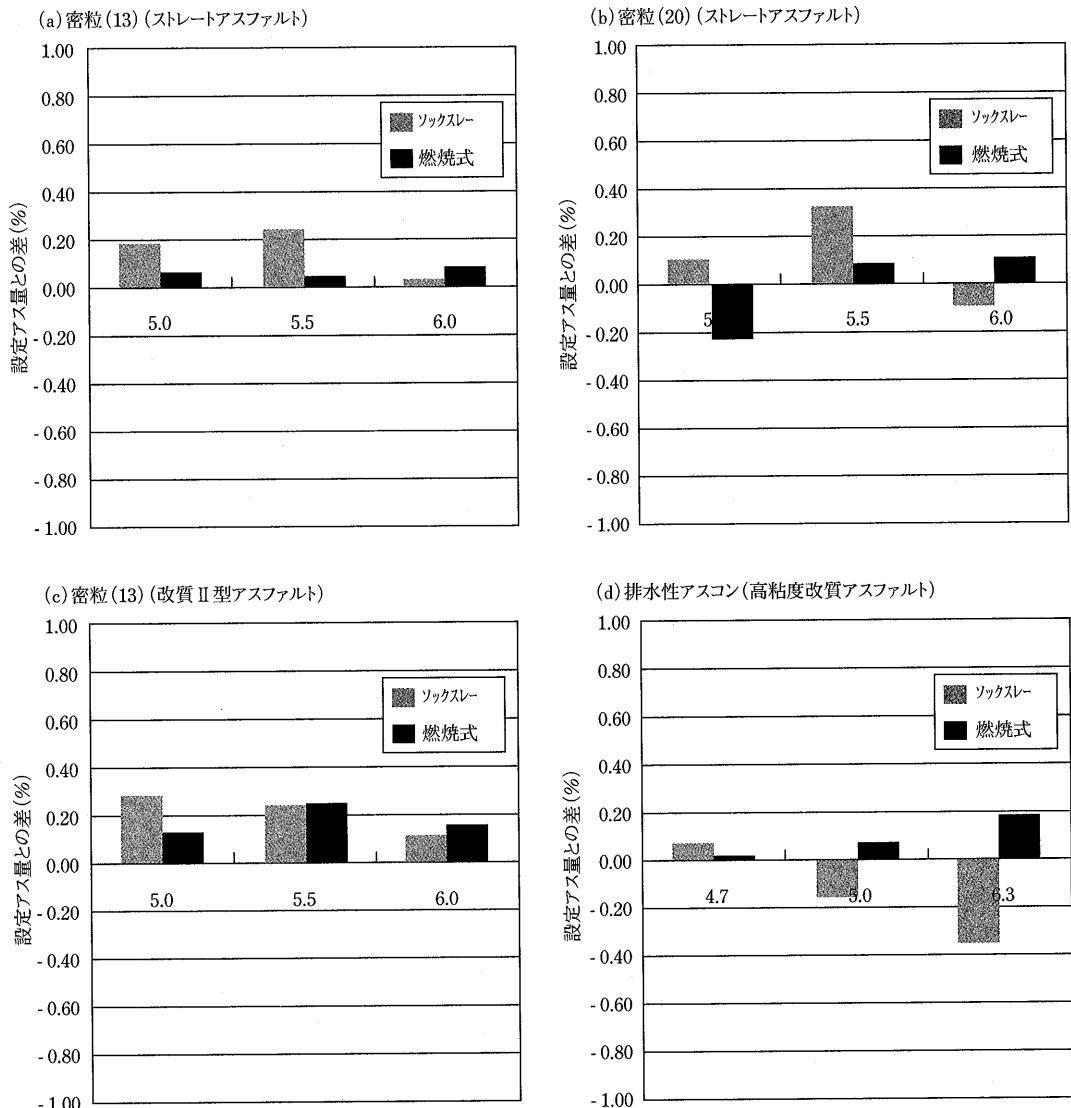


図-2 設定アス量との比較

表-2 繰り返し試験結果

繰り返し回数	試料重量	Temp Comp	測定アス量の平均	標準偏差	変動係数
10	1,500	0.16	5.96	0.08	1.27

アスファルトの組成分析

アスファルトを構成する化学組成を個々に分離して分析することは極めて困難であると言われている。それはアスファルトが数千種類以上の化合物からなる物質のためである。

そのため、アスファルトの組成分析は化学成分の構造的に似通ったものを大きく4グループに分類して分析する方法がとられてきた。

一般的にはカラム吸着クロマトグラフィーにより、アスファルテン、飽和分、芳香族分およびレジン分の4成分に分別して分析する石油学会の分析方法が行われている。

図-1に組成分析系統図を示す。

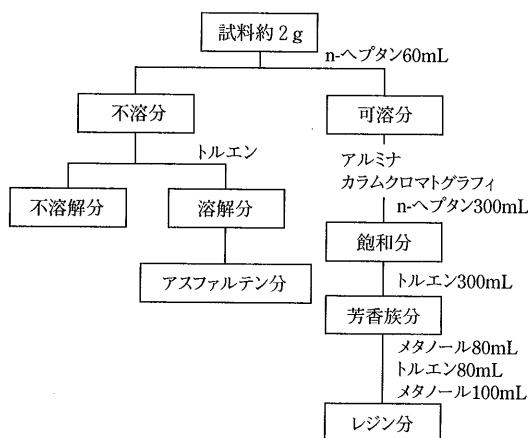


図-1 組成分析 (JPI法) のフローチャート

アスファルトの4組成分の概要、分子量等については表-1に示す。

表-1 アスファルトの4大組成分

組成分	外観・性状	構成物質	分子量	H/C (原子数比)
飽和分 SATURATES	無色／淡黄色の澄んだ液状 物質 比重1より小	パラフィン およびナフテン	300 ↓ 2,000	1.9 ↓ 2.0
芳香族分 AROMATICCS	赤褐色粘調液体 比重1より小	芳香族の小さな集合	300 ↓ 2,000	1.5
レジン RESINS	暗褐色の粘い固体又は半固体：加熱すると融融 比重1より大	縮合した芳香族環構造	500 ↓ 50,000	1.3 ↓ 1.4
アスファルテン ASPHALTENES	暗褐色、黒褐色の固体粉末 加熱しても溶けないで分解 してコーカスになる 比重1より大	縮合した芳香族環の層状構造	1,000 ↓ 100,000	1.1 ↓ 1.2

アスファルトの組成と物理性状および化学特性の関連については定量的に明確化されている例は少なく、不明な点も多いとされている。

一般的には、飽和分、芳香族分、レジン分、アスファルテンの順で比重、粘度は上昇することが知られている。

また、アスファルトの性状（軟化点）についてはアスファルテン分が多く、飽和分が少ないと軟化点は高いことが報告されている。

針入度、高温動粘度については、組成と非線形の関係にあり、わずかな組成割合の変化により大きく変化する可能性のあることが報告されている。（アスファルト198号、平成11年1月発行）

薄膜加熱試験 (TFOT) 後のアスファルト組成

建設省土木研究所で行われた舗装用ストレートアスファルトの組成分析結果を表-2に示す。

表-2 舗装用アスファルトの組成分析結果 (1986)

試料	飽和分	芳香族分	レジン	アスファルテン	計 (回収率)
ストレート 40/60 (n=5)	オリジナル	15.1	50.8	20.4	12.5 98.8
	TFOT後	13.4	47.2	23.4	13.7 97.7
	差	-1.7	-3.6	+3.0	+1.2
ストレート 60/80 (n=23)	オリジナル	14.9	49.3	22.7	12.4 99.3
	TFOT後	13.3	47.1	24.6	13.6 98.6
	差	-1.6	-2.2	+1.9	+1.2
ストレート 80/100 (n=11)	オリジナル	15.6	49.9	22.5	11.3 99.3
	TFOT後	15.1	46.6	24.1	13.6 99.4
	差	-0.5	-3.3	+1.6	+2.3

備考：土木研究所資料^[3]より平均値のみを抽出して作成

薄膜加熱試験 (TFOT) 後のアスファルトは、オリジナルの供試体に比較して、飽和分と芳香族分の減少、レジン分とアスファルテン分の増加が認められる。特に芳香族分とレジン分はその変化の程度が大きい。

薄層クロマト分離 (TLC) / 水素イオン検出器 (FID: Flame Ionization Detector) 測定法

最近のアスファルト舗装のリサイク

ル／再生工法などにおける劣化性状を分析する試験としても採用されている組成分析であるが、従来の石油学会法とは別に薄層クロマト分離(TLC)／水素イオン検出器(FID:Flame Ionization Detector)を組み合わせた分析装置でアスファルト組成物の定量分析を行う方法も使用されはじめている。

この測定方法は試料を各溶剤(ヘキサン、トルエン、ジクロロメタン95%／メチルアルコール5%)を使用して、棒状薄層(クロマロッド)に分離展開する。そして、クロマロッドを直接FIDの水素炎中で定速移動すると薄層上に分離されているアスファルト組成物(飽和分、芳香族分、レジン分、アスファルテン)は水素炎の持つエネルギーによってイオン化される。このイオンはFIDのバーナーとコレクター電極間に設定された電場の中を移動し、電極間にイオン電流が流れる。この電流はイオン量と比例し、これを増幅、記録することで炎中に入った有機物を検出、定量測定することができる。

FIDの薄層クロマトへの応用は1967年Cotgreave T.とLynes A.¹⁾らによって発表された。その後水素炎を直接薄層スポットのイオン化源として利用する方法がPadley, F.B.²⁾とSzakasits, J.J.³⁾らによって試みられた。そして、この薄層クロマト分離(TLC)／水素イオン化検出(FID)法を基本として実用化した薄層自動検出装置によって測定する方法がアスファルトの組成分析にも使用されるようになってきた。

原理図を図-2に示す。

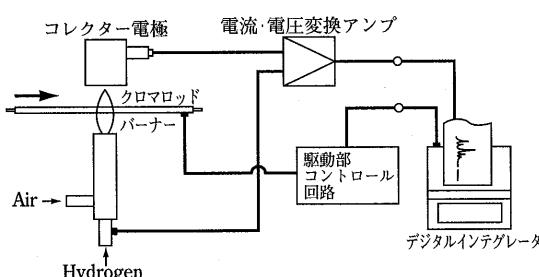


図-2 原理図

アスファルテンとレジン分

アスファルテン分はレジン分が層状に積み重なって、それらが部分的に鎖状炭化水素で結合されているという構造を有することが近年判明した。分子量の範囲もおよそ1,000～10万までと非常に幅広い。

アスファルトの4大組成分の中で巨大分子であるア

スファルテン分とレジン分はつながりあって更に大きな構造体を形成し、それが時には網目状の3次元構造を形成する場合もある。

この3次元構造により、低温で割れにくく、高温で耐流動性に優れたアスファルトを製造することも考えられる。

したがって、レジン分とアスファルテン分はアスファルトの粘弾性に影響を与える重要な役割を持つと言える。

改質アスファルトと原料アスファルトの組成

また、最近注目されている改質アスファルトの場合、その特性に対する原料アスファルトの組成含有量の影響も報告されている。

一般的には芳香族分の含有量が多すぎると、ポリスチレンドメインの凝集力を弱め、結果的に軟化点を下げ、耐流動性を低下させる傾向にある。そして、芳香族分の含有量が低すぎ、かつエラストマーの添加量が十分でない場合も、耐流動性を低下させるとの報告もある。

アスファルテン含有量のバランスも重要であり、アスファルテン含有量の高すぎる場合は、相分離をおこしやすくなり、また、アスファルテン含有量の低すぎる場合は、軟化点の低下、耐流動性の低下を招く傾向にある。

改質アスファルトの特性に対する原料アスファルトの芳香族分及びアスファルテン分含有量の影響を図-3に示す。

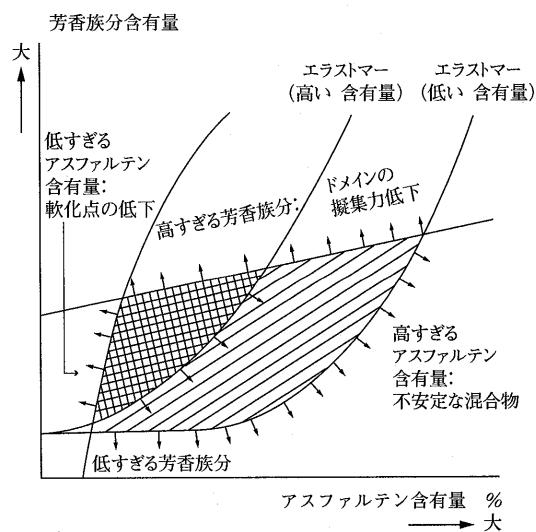


図-3 アスファルテン含有量の影響

アスファルトの物理性状と品質特性をアスファルトの化学組成等で解明することは極めて難度の高いテーマであろうが、アスファルトの化学組成が特定の品質性状に影響を及ぼす要因のひとつであることは明らかになりつつある。

数千年の歴史を持つ古くて新しい「アスファルト」は新しい化学物質としての可能性も想像したくなるようなテーマである。

〔青木 秀樹 昭和シェル石油(株)中央研究所〕

参考文献

- 1) Cotgreave, T. & Lynes, A.: Quantitative analysis by thin-layer chromatography using a flame ionization detector. *J. Chromatogr.* 30:117, 1967.
- 2) Padley, F.B.: The use of a flame-ionization detector to detect components separated by thin-layer chromatography. *ibid.* 39:37, 1969.
- 3) Szakasits, J.J., Peurifoy, P.V. & Woods, L.A.: Quantitative thin-layer chromatography using a flame ionization detector. *Anal. Chem.* 42:351, 1970.

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B5版・132ページ・実費価格 3000円（送料実費）

当協会において、昭和50年の研究着手以来、鋭意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

目 次

1. 研究の概要	4. 4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4. 5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4. 6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4. 7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概 説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ (Cracking)	5.3 施工個所と舗装構成
2.3 わだち掘れ (Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概 説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. む す び
3.7 薄膜加熱による性状変化	資 料
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
4.1 概 説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

総目次 第195号～第198号（平成10年度）

アスファルトの研究【品質・規格・試験など】

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
<資料> 平成9年市販アスファルトの性状調査	技術委員会	198	58～61	平成11.1（1999）

アスファルト需給・統計関係の解析

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		196	91	平成10.7（1998）
(統計資料：石油アスファルト需給統計その1（総括表）、同その2（内需、品種別表）毎号巻末に掲載)				

特集・アスファルトの利用技術

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
特集・環境と舗装 特集にあたって 常温型舗装技術 常温再生舗装技術～わが国の現状と諸外国の事例について～ 環境保全を指向した加熱アスファルト舗装の中温化技術 都市部における熱環境と都市型洪水に及ぼす舗装の影響 低騒音舗装の現状 長寿命化舗装による環境への対応	原田邦彦 寺田剛・木村慎 池田拓哉 成田守男 吉中保・根本信行 村井貞規・野村健一郎 姫野賢治 池田拓哉 坂田耕一	195	1～2 3～11 12～16 17～22 23～31 32～38 39～45	平成10.4（1998）
特集・排水性舗装への取り組み 特集にあたって 排水性舗装の取り組み 一般国道43号における環境対策と排水性舗装について エポキシアスファルトを用いた排水性舗装 日本道路公団における排水性舗装の現況と課題 阪神高速道路における排水性舗装の現状と課題 冬期間の排水機能維持を図った排水性舗装の路面凍結抑制効果 東京都の低騒音舗装 大阪市における低騒音舗装（排水性舗装）の取り組み	河野宏 平出純 大嶋勝彦 村松正明・山本晋也 七五三野茂・皆方忠雄 川村勝 武市靖・伊藤仁 阿部忠 酒井昇	196	1 2～5 6～10 11～16 17～24 25～29 30～34 35～41 42～48	平成10.7（1998）
特集・予防的維持補修 今、なぜ予防的維持補修か 日本の維持補修の現状と課題 ひび割れに対する維持補修 散布式表面処理について マイクロサーフェシングおよびスラリーシール 薄層オーバーレイ工法 その他の維持工法	笠原篤宗 鈴木克彦 丸山暉彦 成田守男 溝澤優 遠藤桂裕 宮澤和裕	197	1～3 4～9 10～15 16～20 21～26 27～30 31～34	平成10.10（1998）
特集・舗装管理システムを中心とした最近の路面管理技術の動向 特集にあたって 建設省の舗装データバンクシステム 東京都における道路維持補修計画支援システム JH日本道路公団における舗装マネジメントシステム 首都高速道路の舗装維持管理 路面性状の測定技術 路面性状の評価	七五三野茂 落合文雄 峰岸順一 小松原昭一 富永博夫 丹治和裕 川村彰	198	1 2～7 8～13 14～19 20～25 26～32 33～36	平成11.1（1999）

表題	執筆者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
第9回日本アスファルト協会論文賞発表 <第9回論文賞入選第2席> ジャイレトリーコンパクタの締固め特性とその適用性	(社)日本アスファルト協会 高田祥子・浜田幸二 橋本修治	196	49~50 51~60	平成10.7(1998)
<第9回論文賞入選佳作> アスファルトの接着性に関する一研究	高橋章・半田伸夫 田中豪	197	35~44	平成10.10(1998)
<第9回論文賞入選佳作> アスファルトの品質性状に影響を及ぼす化学特性に関する一考察	田中晴也・川付正明 高木清美	198	37~42	平成11.1(1999)

アスファルト舗装技術研究グループ・研究報告

表題	執筆者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
<アスファルト舗装技術研究グループ・第28回報告> 舗装の強化と維持に関する新技術 第20回PIARC国際道路会議 Question 4: 舗装の強化と維持に関する新技術	峰岸順一 小関裕二・早川洋子 村田信之	195	46 47~66	平成10.4(1998)
<アスファルト舗装技術研究グループ・第29回報告> アスファルト混合物の永久変形に関するSHRPの研究成果	峰岸順一 深沢邦彦・小林正利 飯田健一	196	61 62~83	平成10.7(1998)
<アスファルト舗装技術研究グループ・第30回報告> 第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議の論文抄録	峰岸順一 アスファルト舗装技術研究グループ	197	45 46~56	平成10.10(1998)
<アスファルト舗装技術研究グループ・第31回報告> 第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議の論文抄録(その2)	峰岸順一 アスファルト舗装技術研究グループ	198	43 44~53	平成11.1(1999)

用語の解説

表題	執筆者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
廃棄物処分場の舗装 アスファルトの発癌性	小島逸平 (舗装関係)	195	67~68 69~71	平成10.4(1998)
農道舗装 排水性舗装用エポキシアスファルト		196	84~86 87~88	平成10.7(1998)
FWD調査 パフォーマンスグレード	青木秀樹 (石油アスファルト関係)	197	57~59 60~62	平成10.10(1998)
R Iによるアスファルト量 アスファルトの中温化技術		198	54 55~57	平成11.1(1999)

その他一般 [協会事業活動・時事解説・隨想など]

表題	執筆者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
<新刊書紹介>土なぜなぜおもしろ読本	吉村啓之	195	72	平成10.4(1998)
総目次 第191号~第194号(平成9年度)	編集委員会	195	73~74	平成10.4(1998)

<石油アスファルト需給統計資料> 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
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63 年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3 年 度	310	5,973	(95.2)	0	6,282	5,944	(95.8)	19	5,963	313	6,276
4 年 度	313	6,121	(102.5)	1	6,435	6,109	(102.8)	76	6,185	244	6,429
5 年 度上期	244	2,910	(98.0)	1	3,155	2,803	(96.9)	26	2,829	329	3,158
5 年 度下期	329	3,209	(101.8)	1	3,539	3,233	(100.5)	79	3,312	238	3,550
5 年 度	244	6,119	(100.0)	2	6,365	6,036	(98.8)	105	6,141	238	6,379
6 年 度上期	238	2,954	(101.5)	1	3,193	2,761	(98.5)	60	2,821	377	3,198
6 年 度下期	377	3,070	(95.7)	0	3,447	3,073	(95.1)	112	3,185	272	3,457
6 年 度	238	6,024	(98.4)	1	6,263	5,834	(96.7)	172	6,006	272	6,278
7 年 度上期	272	2,814	(95.3)	0	3,086	2,620	(94.9)	175	2,795	300	3,095
7 年 度下期	300	3,211	(104.6)	1	3,512	3,077	(100.1)	168	3,245	271	3,516
7 年 度	272	6,025	(100.0)	1	6,298	5,697	(97.7)	343	6,040	271	6,311
8 年 度上期	271	2,943	(104.6)	0	3,214	2,735	(104.4)	158	2,892	338	3,230
8 年 度下期	338	3,129	(97.4)	1	3,468	3,082	(100.2)	131	3,213	268	3,481
8 年 度	271	6,072	(100.8)	1	6,344	5,817	(102.1)	289	6,105	268	6,373
8 月	337	478	(91.2)	1	816	453	(100.4)	31	484	333	817
9 月	333	501	(96.7)	1	835	495	(100.4)	24	519	318	837
7 ~ 9 月	305	1,513	(99.3)	3	1,821	1,415	(98.6)	93	1,508	318	1,826
9 年 度上期	268	2,791	(94.8)	3	3,062	2,586	(94.6)	167	2,753	318	3,071
10月	318	514	(104.3)	0	832	505	(97.5)	37	542	293	835
11月	293	561	(103.2)	0	854	502	(95.3)	29	531	325	856
12月	325	501	(91.4)	0	826	529	(101.9)	10	539	290	829
10~12月	318	1,576	(98.5)	0	1,894	1,536	(98.2)	76	1,612	290	1,902
10. 1月	290	376	(91.5)	0	666	335	(93.8)	0	335	332	667
2月	332	459	(103.1)	1	792	454	(105.6)	4	458	336	794
3月	336	673	(100.0)	0	1,009	721	(98.6)	9	730	283	1,013
1 ~ 3月	290	1,508	(98.6)	1	1,799	1,510	(99.5)	13	1,523	283	1,806
9 年 度下期	318	3,084	(98.6)	1	3,403	3,046	(98.8)	89	3,135	283	3,418
9 年 度	268	5,875	(96.8)	4	6,147	5,632	(96.8)	256	5,888	283	6,171
10. 4月	283	503	(91.3)	0	786	418	(97.7)	12	430	357	787
5月	357	379	(107.4)	0	736	347	(101.8)	16	363	368	731
6月	368	374	(100.0)	0	742	377	(93.8)	12	389	343	732
4 ~ 6月	283	1,256	(98.3)	0	1,539	1,142	(97.5)	40	1,182	343	1,525
7月	343	456	(85.4)	0	799	420	(89.9)	14	434	347	781
8月	347	458	(95.8)	0	805	399	(88.1)	24	423	358	781
9月	358	443	(88.4)	0	801	420	(84.8)	25	445	334	779
7 ~ 9月	343	1,357	(89.7)	0	1,700	1,239	(87.6)	63	1,302	334	1,636
10年度上期	283	2,613	(93.6)	0	2,896	2,381	(92.1)	103	2,484	334	2,818
10月	334	457	(88.9)	0	791	457	(90.5)	24	481	347	828
11月	347	529	(94.3)	0	876	492	(98.0)	15	507	358	865

[注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 10年11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				合 計	ストレート・アスファルト				合 計
	道路用	工業用	燃焼用	計		道路用	工業用	燃焼用	計	
62年度	4,252	360	995	5,607	255	5,862	106.9	149.4	80.4	102.7
63年度	4,307	421	967	5,695	258	5,953	101.3	117.3	97.2	101.6
元年度	4,360	447	932	5,739	251	5,990	101.2	106.2	96.3	100.8
2年度	4,416	606	929	5,951	254	6,205	101.3	135.6	99.7	103.7
3年度	4,317	590	796	5,703	241	5,944	97.8	97.4	85.7	95.8
4年度	4,559	568	741	5,868	241	6,109	105.6	96.3	93.1	102.9
5年度上期	2,022	265	404	2,691	112	2,803	93.9	104.7	108.6	96.9
5年度下期	2,315	336	456	3,107	126	3,233	96.2	106.7	123.6	100.6
5年度	4,337	601	860	5,798	238	6,036	95.1	105.8	116.1	98.8
6年度上期	1,939	257	455	2,651	110	2,761	95.9	97.0	112.6	98.5
6年度下期	2,190	249	513	2,952	121	3,073	94.6	74.1	112.5	95.0
6年度	4,129	506	968	5,603	231	5,834	95.2	84.2	112.6	96.6
7年度上期	1,838	212	468	2,518	102	2,620	94.8	82.5	102.9	95.0
7年度下期	2,173	264	510	2,947	130	3,077	99.2	106.0	99.4	99.8
7年度	4,011	476	978	5,465	232	5,697	97.1	94.1	101.0	97.5
8年度上期	1,890	231	508	2,629	106	2,735	102.8	109.0	108.5	104.4
8年度下期	2,156	265	540	2,961	121	3,082	99.2	100.4	105.9	100.5
8年度	4,046	496	1,048	5,590	227	5,817	100.9	104.2	107.2	102.3
8月	290	47	100	437	16	453	97.6	127.0	100.0	100.7
9月	311	73	93	477	18	495	94.5	149.0	96.9	100.6
7~9月	909	177	278	1,364	51	1,415	93.9	132.1	99.6	98.8
9年度上期	1,757	219	511	2,487	99	2,586	93.0	94.8	100.6	94.6
10月	365	52	67	484	21	505	101.4	98.1	79.8	97.4
11月	348	52	84	484	18	502	89.2	126.8	110.5	95.5
12月	381	26	104	511	18	529	105.5	60.5	108.3	102.2
10~12月	1,094	130	255	1,479	57	1,536	98.5	94.9	99.6	98.3
10. 1月	182	50	86	318	17	335	88.8	122.0	93.5	94.1
2月	294	52	90	436	18	454	109.3	126.8	90.0	106.3
3月	582	43	77	702	19	721	102.1	91.5	82.8	98.9
1~3月	1,058	145	253	1,456	54	1,510	101.3	112.4	88.8	99.9
9年度下期	2,152	275	508	2,935	111	3,046	99.8	103.8	94.1	99.1
9年度	3,909	494	1,019	5,422	210	5,632	96.6	99.6	97.2	97.0
10. 4月	283	45	77	405	13	418	87.6	321.4	101.3	98.1
5月	210	37	86	333	14	347	88.2	462.5	108.9	102.5
6月	244	38	79	361	16	377	87.8	190.0	101.3	93.8
4~6月	737	120	242	1,099	43	1,142	86.9	285.7	103.9	97.9
7月	277	38	88	403	17	420	89.9	66.7	103.5	89.6
8月	246	42	97	385	14	399	84.8	89.4	97.0	88.1
9月	269	32	102	403	17	420	86.5	43.8	109.7	84.5
7~9月	792	112	287	1,191	48	1,239	87.1	63.3	103.2	87.3
10年度上月	1,529	232	529	2,290	91	2,381	87.0	105.9	103.5	92.1
10月	319	28	92	439	18	457	87.4	53.8	137.3	90.7
11月	351	41	81	473	19	492	100.9	78.8	96.4	97.7

- (注) (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 10年11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、プ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-(プ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。

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
[メーカー]		
出光興産株式会社	(100-8321) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3135
鹿島石油株式会社	(102-8542) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9556
九州石油株式会社	(100-0011) 千代田区内幸町2-1-1	03 (5512) 8606
興亜石油株式会社	(108-8514) 港区芝浦3-4-1	03 (5441) 2516
コスモ石油株式会社	(105-8528) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3874
三共油化工業株式会社	(105-0004) 港区新橋1-7-11	03 (5568) 6411
株式会社ジャパンエナジー	(105-8407) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6000
昭和シェル石油株式会社	(135-8074) 港区台場2-3-2	03 (5531) 5765
東燃株式会社	(150-8411) 渋谷区広尾1-1-39	03 (5778) 5179
東北石油株式会社	(985-0901) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1122
日石三菱株式会社	(105-8412) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
日本石油精製株式会社	(105-8412) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
富士興産株式会社	(100-0014) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3571
[ディーラー]		
● 北海道		
株式会社ロード資材	(060-0001) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3976
● 東北		
株式会社男鹿興業社	(010-0511) 男鹿市船川港船川字海岸通り1-18-2	0185 (23) 3293
カメイ株式会社	(980-0803) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6111
正興産業株式会社仙台営業所	(982-0032) 仙台市太白区富沢1-3-31-502	022 (244) 9586
竹中産業株式会社新潟営業所	(950-0087) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770
常盤商事株式会社仙台支店	(980-0011) 仙台市青葉区上杉1-8-19	022 (224) 1151
ミヤセキ株式会社	(983-0852) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (257) 1231
● 関東		
朝日産業株式会社	(103-0025) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878
株式会社アスカ	(104-0032) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001
伊藤忠商事株式会社	(107-8077) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548
伊藤忠燃料株式会社	(153-8655) 目黒区目黒1-24-12	03 (5436) 8211
梅本石油株式会社	(102-0073) 千代田区九段北3-2-1	03 (5215) 2286
エムシー・エネルギー株式会社	(100-0011) 千代田区内幸町1-2-2	03 (5251) 0961

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
株式会社ケイエム商運	(103-0028) 中央区八重洲1-8-5	03 (3245) 1626	三石
コスモアスファルト株式会社	(104-0032) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011	コスモ
国光商事株式会社	(164-0003) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231	出光
澤田商行株式会社営業本部	(104-0032) 中央区八丁堀2-21-2	03 (3551) 7131	コスモ
昭石商事株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1-1-8	03 (5474) 8511	昭和シェル
新日本商事株式会社	(170-0005) 豊島区南大塚3-32-10	03 (5391) 4870	昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105-0013) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521	出光
竹中産業株式会社	(101-0044) 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	(160-0022) 新宿区新宿1-14-5	03 (3356) 8061	モービル
エフケー石油販売株式会社	(111-0052) 台東区柳橋2-19-6	03 (5823) 5581	富士興産
東光商事株式会社	(104-0031) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751	三石
東新エナジー株式会社	(103-0027) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551	日石
東洋国際石油株式会社	(104-0032) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3555) 8138	コスモ
中西瀝青株式会社	(103-0028) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471	日石
株式会社南部商会	(100-0005) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871	日石
日石丸紅株式会社	(105-0003) 港区西新橋2-4-2	03 (5251) 0777	日石
日東商事株式会社	(170-0002) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151	昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103-0014) 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	(111-0052) 台東区柳橋2-19-6	03 (3861) 2848	富士興産
富士鉱油株式会社	(105-0004) 港区新橋4-26-5	03 (3432) 2891	コスモ
富士油業株式会社東京支店	(111-0052) 台東区柳橋2-19-6	03 (5823) 8241	富士興産
丸紅エネルギー株式会社	(101-8322) 千代田区神田駿河台2-2	03 (3293) 4171	モービル
三井石油株式会社	(164-8723) 中野区本町1-32-2	03 (5334) 0730	極東石油
ユニ石油株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6616	昭和シェル
菱油販売株式会社	(182-0024) 調布市布田4-6-1	0424 (41) 7611	三石
瀝青販売株式会社	(103-0027) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691	出光
● 中部			
鈴与商事株式会社静岡第一支店	(424-0037) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モービル
竹中産業株式会社福井営業所	(918-8015) 福井市花堂南1-11-29	0766 (33) 0001	昭和シェル
株式会社田中石油店	(918-8003) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721	昭和シェル
富安産業株式会社	(939-8181) 富山市若竹町3-74-4	0764 (29) 2298	昭和シェル
松村物産株式会社	(920-0031) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121	三石
丸福石油産業株式会社	(933-0954) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860	昭和シェル
● 近畿・中国			
赤馬アスファルト工業株式会社	(531-0071) 大阪市北区中津3-10-4	06 (6374) 2271	モービル
大阪アスファルト株式会社	(531-0071) 大阪市北区中津1-11-11	06 (6372) 0031	出光

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
木曾通産株式会社大阪支店	(530-0047) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (6364) 7212 コスモ
共和産業株式会社	(700-0816) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500 JOMO
三徳商事株式会社	(532-0033) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (6394) 1551 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670-0935) 姫路市北条口4-26	0792 (26) 2611 JOMO
信和興業株式会社	(700-0927) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691 三石
正興産業株式会社	(650-0024) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301 三石
千代田瀝青株式会社	(530-0044) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (6358) 5531 三石
富士アスファルト販売株式会社	(550-0003) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (6441) 5195 富士興産
富士商株式会社	(756-8501) 小野田市稻荷町10-23	0836 (81) 1111 昭和シェル
株式会社松宮物産	(522-0021) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 昭和シェル
横田瀝青興業株式会社	(672-8064) 姫路市飾磨区細江995	0792 (33) 0555 JOMO
株式会社菱芳磁産	(671-1103) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 JOMO
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社九州支社	(812-8528) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851 JOMO
今別府産業株式会社	(890-0072) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 JOMO
株式会社カンド	(892-0823) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
三協商事株式会社	(770-0941) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興産
サンヨウ株式会社	(815-0037) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興産
太平石油株式会社	(812-0013) 福岡市博多区博多駅東1-1-33	092 (431) 7881 三石
西岡商事株式会社	(764-0002) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001 三石
平和石油株式会社高松支店	(760-0017) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸菱株式会社	(812-0011) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3版 B5版・64ページ・実費頒価500円（送料実費）

目 次

1. 総 説	3. 路 盤	5. 維持修繕
1-1 はじめに	3-1 概 説	5-1 概 説
1-2 歴青路面処理の対象 となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順
2. 構造設計	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡 回
2-1 概 説	4. 表 層	5-4 維持修繕工法
2-2 調 査	4-1 概 説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧
2-3 設計の方法	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格
2-4 設計例	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例（D-2工法）
2-5 排 水	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質、出来形の確認

編集顧問	編集委員	
多田宏行	委 員 長： 河野 宏	副 委 員 長： 真柴 和昌
藤井治芳	阿部忠行	菅野善朗
松野三朗	荒井孝雄	鈴木明憲
	栗谷川裕造	半野久光
	安崎 裕	田井文夫
	小島逸平	姫野賢治
	池田拓哉	遠西智次
	七五三野茂	三谷治郎
		野村敏明
		吉兼秀典

アスファルト 第199号

平成11年4月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-21-8 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104-0061 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-3571-0997 (代)

印刷所 キューピシステム株式会社

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-3224-1251 (代)

Vol.41 No.199 APRIL 1999

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**