

土木学会 平成 22 年度全国大会
研究討論会 研-21

コンクリート舗装を賢く使う

座 長	西澤辰男	石川工業高等専門学校 環境都市工学科
話題提供者	小梁川雅	東京農業大学 地域環境科学部
	吉兼秀典	日本道路協会舗装設計施工小委員長
	田村浩章	社団法人セメント協会 前開発・普及委員会委員長
	越川喜孝	大成ロテック株式会社 技術部
	渡辺夏也	東京エスオーシー株式会社
	Yoon-Ho Cho	<i>Chung-Ang University, Korea</i>

日時 平成 22 年 9 月 3 日 (金) 12:40~14:40

場所 北海道大学 札幌キャンパス

教室 V-4 会場 工学部 B31

舗装工学委員会 コンクリート舗装小委員会

コンクリート舗装を賢く使う

主催：舗装工学委員会 コンクリート舗装小委員会

舗装，とくに道路舗装は，その大部分がアスファルト舗装である．コンクリート舗装は初期建設費の高さと施工期間の長さで敬遠されてきた．しかしながら，LCCや環境問題の観点から公共構造物の長寿命化が求められる中，耐久性が高くリサイクルが可能なコンクリート舗装を賢く活用することが望まれる．さらにコンクリート工学の最新技術をコンクリート舗装に適用した新たな技術的展開も図られ，これまでの欠点を克服する新技術も開発されている．このようなことから，本研究討論会では，国内外のコンクリート舗装の現状や新しい最新の技術を紹介し，その有効な活用方法を議論する．

1. 座長・話題提供者

座長	西澤辰男	石川工業高等専門学校 環境都市工学科
話題提供者	小梁川雅	東京農業大学 地域環境科学部
	吉兼秀典	日本道路協会舗装設計施工小委員長
	田村浩章	社団法人セメント協会 前開発・普及委員会委員長
	越川喜孝	大成ロテック株式会社 技術部
	渡辺夏也	東京エスオーシー株式会社
	Yoon-Ho Cho	Chung-Ang University, Korea

2. 開催日時・場所

日時：平成22年9月3日(金) 12:40～14:40
場所：北海道大学 札幌キャンパス V-4 会場工学部 B31

3. 討論会進行次第

- 1) 話題提供者による舗装教育の現状と課題について (各15分程度)
 - ・ コンクリート舗装の現状
 - ・ コンクリート舗装への期待
 - ・ コンクリート舗装の普及に向けたセメント業界の取り組み
 - ・ スリップフォーム工法への情報化施工技術の適用について
 - ・ エコ舗装の普及拡大への取り組み
 - ・ Concrete Pavement in Korea
- 2) フロアーとの研究討議 (40分程度)

4. 研究討論会に関するご意見等 連絡先

本研究討論会につきましてご意見等がございましたら、下記までご連絡をお願いします。

舗装工学委員会 コンクリート舗装小委員会 事務局 toru-yoshimoto@jcassoc.or.jp

ご参加ありがとうございました

コンクリート舗装の現状

東京農業大学 小梁川雅

1. コンクリート舗装を取り巻く環境

道路舗装におけるコンクリート舗装の割合は、わずかに 5%にとどまっている。図-1 に示すように、昭和 30 年代後半までは 30%程度あったシェアが、昭和 40 年代に入って急激に落ち込み、その後は 5%程度で推移している。

昭和 40 年代はいわゆる高度成長期であり、道路の速やかな延伸と舗装率の増加が求められた時代であり、価格が安く早期交通開放の可能なアスファルト舗装がシェアを伸ばしていった。

アスファルト舗装一辺倒の種別選択がなされた結果、本来ならばコンクリート舗装の長所が活かされるような箇所でも、アスファルト舗装が適用されるようになってしまった。施工量が減少した結果、コンクリート舗装を熟知する技術者も減少した。現在ではコンクリート舗装技術をよく知らないために、コンクリート舗装は施工も維持管理も面倒な舗装であるとのイメージが定着してしまった。

海外の現状を見ると、表-1 に示すようにそれぞれ一定の舗装比率が確保されており、アスファルト舗装とコンクリート舗装の使い分けが行われていることが判る。

現在の社会では、環境負荷軽減や循環型社会の構築が課題とされており、舗装分野においても、建設に伴う環境負荷の軽減や、維持管理の合理化、リサイクル材料の活用を通して貢献することが求められている。このような課題に対して、コンク

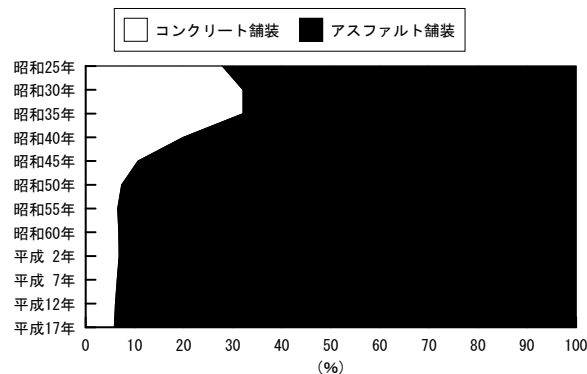


図-1 道路舗装種別割合

リート舗装舗装を用いることが解決策となりうる。コンクリート舗装の長所である供用寿命の長さ、耐久性の高さを活かせば、補修工事削減を通して環境負荷の低減、省資源につながる。さらに、コンクリートの素材であるセメントは、多量の産業廃棄物、副産物を利用して製造されており、すなわちコンクリートを用いること自体が省資源、リサイクルにつながっている。

一方で、輸入に頼っているアスファルトは原油価格の影響を受けやすく、今後アスファルト混合物の価格の大幅な変動が有り得、これを受けてアスファルト舗装の新設および補修に要する費用が上昇することが懸念される。またアスファルトの供給にも問題が出てきている。図-2 は舗装用材料の価格推移を示したものであるが、ストレートアスファルトの価格が大きく上昇していることが判る。

表-1 諸外国のコンクリート舗装の現状

国名	コンクリート舗装の割合の事例
アメリカ	インターステート等幹線道路 コンクリート舗装13%、コンポジット舗装19%
イギリス	高速道路 20%、幹線道路 6%
ドイツ	旧西ドイツアウトバーン 30% 旧東ドイツアウトバーン 82%
フランス	高速道路 15%
ベルギー	自動車専用道路 40%、国道(幹線道路) 20%、県道 35%

このような状況を鑑みれば、アスファルト舗装に大きく偏ったわが国の舗装の現状には問題があるといわざるを得ない。すなわち今後は、コンクリート舗装、アスファルト舗装それぞれの長所を生かした適材適所の舗装種別選択が必要になると考えられる。

しかし、コンクリート舗装を計画、設計、施工、管理した経験を有する道路管理者や技術者が極めて少ないのが現状である。このままではコンクリート舗装の施工、管理が満足に行えないばかりか、新たな技術開発も行われなくなることが危惧される。

2. 活用すべきコンクリート舗装

コンクリート舗装の最大の長所は、その供用寿命の長さにある。図-3はコンクリート舗装の調査結果の一例であるが、一般に設計寿命とされている20年を超えて供用されているものが多数あり、60年超の供用実績もある。

このように供用寿命が長いことから、コンクリート舗装はアスファルト舗装に比較してライフサイクルコストが安いと考えられてきた。しかしながらこれは多分に感覚的な問題であり、定量的には評価されてこなかった。そこで、実際に供用されているコンクリート舗装を対象に、ライフサイクルコストの調査を実施した。

図-4に調査結果の一例を示す。このコンクリート舗装は供用33年であるが、新設後一度も補修が行われていない。これに対して同路線にあるアスファルト舗装は、4回にわたる補修が行われ、同供用年ではコンクリート舗装の2倍のコストがかかっている。

この調査では国道15路線、42箇所のコンクリート舗装を対象にしたが、その多くで同様の結果が得られており、初期建設コストはコンクリート舗装が高いが、アスファルト舗装で一度でも補修が実施されると、アスファルト舗装のライフサイクルコストがコンクリート舗装のそれを上待ってしまうことが明らかとなっている。

更にコンクリート舗装の短所といわれる騒音やすべりについても現在調査が実施されているが、その途中経過によればいずれもアスファルト舗装と比較して大差ないことが明らかになりつつある。

今後は従来のコンクリート舗装のイメージに捕らわれずに、適材適所にコンクリート舗装を活用していくことが重要である。

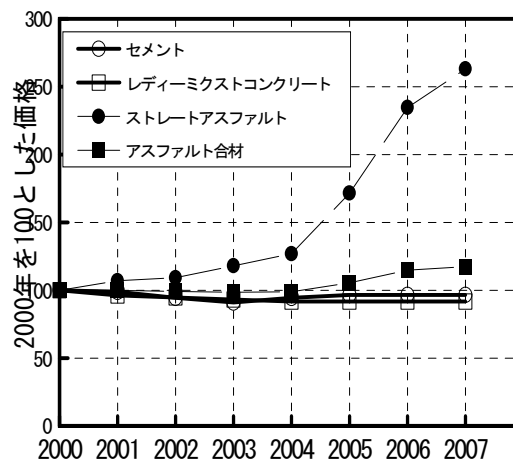


図-2 舗装用材料価格の推移

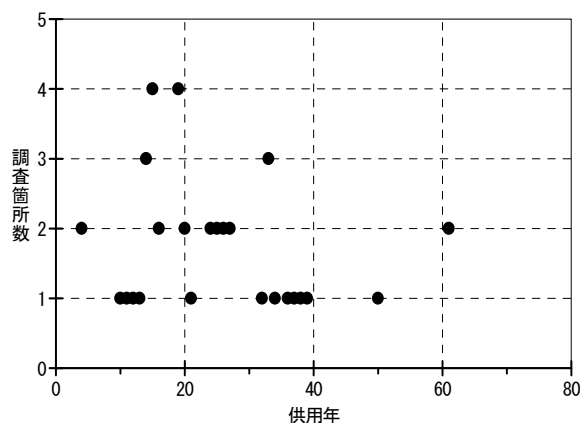


図-3 コンクリート舗装の供用年

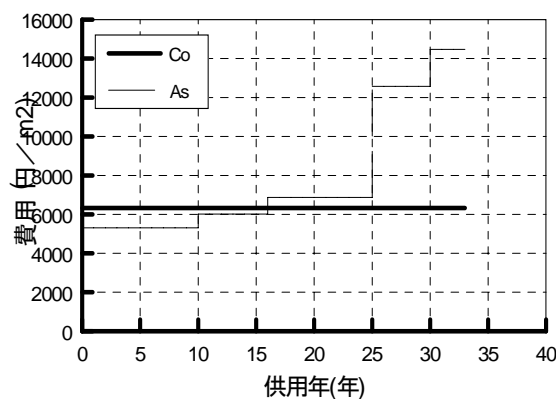


図-4 ライフサイクルコスト

参考文献

- 1) 舗装技術専門委員会報告 R-24, セメント協会, 2008年
- 2) コンクリート舗装に関する技術資料, 舗装設計施工小委員会、道路協会, 2008年

コンクリート舗装の普及に向けたセメント業界の取り組み

宇部興産株式会社 会長 田村 浩章
(社団法人セメント協会 前 開発・普及委員会委員長)

1. はじめに

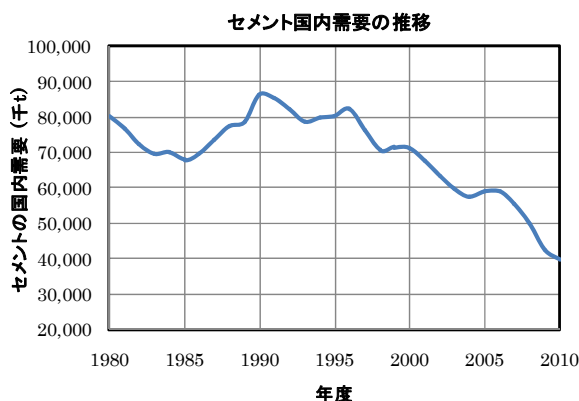
わが国の道路舗装は昭和 30 年代初めまではコンクリート舗装が主流だったが、その後の急激な経済成長に伴う石油需要の増大により、経済性(初期コスト)、施工性、維持補修の容易性などからアスファルト舗装が増え、現在のコンクリート舗装の割合は6%程度にとどまっている。

しかしながら最近では、環境負荷の軽減、社会資本コスト上昇の抑制といった社会・経済情勢の変化により、コンクリート舗装の持つ長寿命、高耐久、環境面等の優位性が再評価され、舗装技術者の確保や技術継承といった観点からもコンクリート舗装が注目されつつある。

このような状況に鑑み、セメント業界では各種調査研究活動を進めているが、ここではその一部と今後の普及に向けた取り組みを紹介する

2. セメント国内需要の動向

セメントの国内需要は、バブル経済終盤の 1990 年度に 86,286 千 t となりピークを記録した。バブル経済崩壊以降は長期にわたり縮小傾向が続いたが、2005 年度、2006 年度と景気回復を背景に民間需要が下支えとなり、下げ止まりの気配がうかがえた。しかし、2007 年秋以降は「改正建築基準法」の影響の長期化、公共工事の抑制、ならびに世界的な景気後退に伴う民間建設工事の大幅な減少等によって、セメントの国内需要は減少傾向が続き、2010 年度では 40,000 千 t 内外と予想され、新たな需要拡大のため、コンクリート舗装への期待が高



まっている。

3. これまでのコンクリート舗装の活動経緯

セメント業界におけるコンクリート舗装への取り組みは 1970 年代にさかのぼるが、本格的な取り組みは RCCP (転圧コンクリート舗装) が記憶に新しい。RCCP は 1985 年頃より、当時の建設省、セメント協会等が積極的に研究開発に取り組み、1987 年の建設省関東技術事務所や大阪のセメント工場の構内、1988 年の苫小牧木材ヤード等多くの現場で施工された。さらに県道や国道において試験施工が実施され、1990 年にこれらの試験施工の調査結果をふまえて、日本道路協会から「転圧コンクリート舗装技術指針(案)」がまとめられた。これを契機に RCCP の実績は飛躍的に伸び、本格的な普及活動が開始された。

その後 2005 年には、セメント協会委員会委員(道路施工会社とセメントメーカー) が中心となり、20 年近く経過した RCCP と近年の RCCP の供用性状況調査を実施。2007 年に供用性調査から得られた新たな技術的知見をとりまとめた「転圧コンクリート舗装の耐久性目視調査報告書」を刊行した。

1997 年頃からは車道用ポーラスコンクリート舗装の取り組みが開始され、1999 年～2003 年には福井県、千葉県、福岡県の県道と福岡県の国道で試験施工が行われた。ポーラスコンクリート舗装の特長である排水性・低騒音機能は、その後の追跡調査においてその性能が評価されている。

また、2006 年～2007 年には現存するコンクリート舗装の現況調査を行い、これまで概念的に認識されてきたコンクリート舗装のライフサイクルコストでの優位性を確認した。この結果は、2009 年に「既存コンクリート舗装のライフサイクルコスト調査結果」(セメント協会舗装技術専門委員会報告 R24) として刊行され、さらに同年日本道路協会が刊行した「コンクリート舗装に関する技術資料」にもその優位性が記されている。

さらにコンクリート舗装の課題とされてきた早期交通開放についても検討を進め、2010 年に 1 日

で交通開放が可能とした「早期交通開放が可能なコンクリート舗装に関する調査研究」(セメント協会舗装技術専門委員会報告 R27) を刊行した。この研究の特長は、従来用いられている一般的に高額で、可使時間が短いセメント系の補修材料とは異なり、通常の方法を用いて 1 日で交通開放を可能としたことにある。

舗装以外の分野では、コンクリート防護柵が成果を上げた。1993 年に開始した旧建設省土木研究所、日本道路公団等との共同研究では、実車実験によりコンクリート防護柵の優れた性能を確認、その成果が 1998 年改訂版の「防護柵の設置基準・同解説」に盛り込まれた。これにより、コンクリート防護柵はその特長を生かした箇所への設置が進み、わが国の交通安全に寄与することとなった。

4. コンクリート舗装の特長

セメント業界では、関係官庁、学会、業界のご支援の下、コンクリート舗装の特長を定量的に把握するため各種調査・研究を進め、その結果、表-1 に示す明確なデータを得ることができた。

表-1 コンクリート舗装の特長

項目	主な内容
ライフサイクルコスト (LCC) が低廉	初期コストではアスファルト舗装を上回るものの、ライフサイクルコストでは約 2 割低廉。(供用後 25 年程度経過時)
耐久性がきわめて高い (長寿命)	供用後 50~60 年経過しても、活躍している箇所が数多く残されている。
大型車の燃費向上に効果 ~CO ₂ 排出削減	カナダの国立機関は、アスファルト舗装に比べて、大型車の燃費が 0.8~6.9%優れていると報告。セメント協会の実験でも、大型車の燃費が 0.8~4.8%優れることを確認。
ヒートアイランド対策に効果	アスファルト舗装に比べて、最大 10℃程度の路面温度低減効果を確認。

5. コンクリート舗装の普及に向けた取り組み

セメント業界は関係機関と連携し、学識者や道路管理者、施工会社などへコンクリート舗装の優れた特長を生かし適材適所でコンクリート舗装が活用されるよう、普及活動を展開している。

主な活動の一例を表-2 に示す。

表-2 セメント業界の主な普及活動

項目	主な内容
舗装セミナーの開催	生コンクリート工業組合と共催で、発注者、コンサルタント、建設業等を対象に実施。
他機関主催の研修会等での講演	官公庁、外郭団体、生コンクリート工業組合など、他機関が主催する研修会等で講演。
発注者への説明	国土交通省、地方自治体、NEXCO 等関係者へコンクリート舗装の優れた特長を生かした、適材適所での採用を働きかけ。
関係機関への説明	道路施工会社、生コンクリート工業組合などの機関へコンクリート舗装の優れた特長の理解と普及活動の協力を働きかけ。
広報誌の活用 (セメント・コンクリート誌)	コンクリート舗装に関する連載「コンクリート舗装—新時代」をスタート。(2009 年 4 月号~2010 年 12 月号予定)
セメント協会ホームページの充実	コンクリート舗装の特長を中心に、Q&A もまじえ分かりやすく解説。
http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jk.html	

6. まとめ

セメント業界は、かねてより他産業等で発生する廃棄物・副産物を、原料・エネルギー等の一部として積極的に活用してきている。最近では、下水汚泥や一般ごみ焼却灰など地域自治体の生活系廃棄物の利用も拡大しており、循環型社会形成に貢献すると共に、廃棄物最終処分場不足の緩和にも役立っている。

コンクリート舗装の利用拡大は、わが国の道路整備・使用において環境・経済両面で大きく貢献すると共に、セメント業界による循環型社会形成への貢献をさらに拡大するものである。引続き業界としての普及活動を強化し、コンクリート舗装の特長をより多くの方々にご理解頂き、適材適所での採用拡大を切に願うものである。

スリップフォーム工法への情報化施工技術の適用について

大成ロテック株式会社 技術部 越川 喜孝

1. はじめに

本稿は、平成 20 年度に北海道の新佐呂間トンネルにおいて実施したスリップフォーム工法を用いた情報化施工について紹介するものである。

2. 情報化施工とは

情報化施工とは、I T C (Information Communication Technology : 情報通信技術) を建設施工に活用し、生産性向上と高効率、高精度化を図り、施工管理や施工の合理化に活かす技術である。近年、舗装施工においても実用化が進められ急速に普及しつつある。

情報化施工の中でも、三次元マシンコントロールシステム (以下、3DMC と略す) には、「GNSS (Global Navigation Satellite System)」とレーザ技術を組み合わせた「高精度GNSSシステム」と測量機器の1つであるトータルステーション (以下、TS と略す) を利用した「自動追尾式TSシステム」がある。

これらのシステムは、リアルタイムに三次元の位置情報を測位しながら施工を行うため、以下に示すメリットがある。

- ① 従来のセンサーライン設置工などの準備工が簡素化され、作業の合理性・省力化が図れる。
- ② 作業エリア内からセンサーラインなどの障害物が無くなり、作業の安全性・施工性が向上する。
- ③ 現場の設計データを共有して、機械制御から出来形管理までを一元管理できるので、施工の合理化が図れる。

3. 3DMCシステムの比較

高精度GNSSシステムと自動追尾式TSシステムの比較を表-1に示す。

比較項目	高精度GNSSシステム	自動追尾式TSシステム
適用制限	上空遮蔽物なし 気象条件良好	気象条件良好
システム構成	1システムで複数台の機械制御が可能	1システムで1台の機械を制御
適用規模	同一工区内で複数の機械が同時稼働する大規模工事に適する	単機で施工する工種中小規模工事に適する

本工事は、トンネル内舗装であったため、情報化施工技術として、「自動追尾式TSシステム」を採用した。

4. 新佐呂間トンネルの施工

4-1 工事概要

新佐呂間トンネルの工事概要を表-2に示す。
本工事はスリップフォーム工法による連続鉄筋コンクリート舗装で、コンクリートの供給を考慮して2車線分割施工とした (図-1 参照)。

表-2 工事概要

工 事 名	一般国道333号 佐呂間町栃木舗装工事
施 工 期 間	平成20年3月～平成21年3月
施 工 場 所	北海道常呂郡佐呂間町栃木
舗 装 種 別	連続鉄筋コンクリート舗装
施 工 幅 員	4.047×2=8.094m
施 工 延 長	1.836m
施 工 厚 さ	20cm
使 用 機 械	スリップフォームペーパー (GOMACO社製 コマンダーⅢ)
情報化施工システム	ライカLMGS-Sシステム(TS:3台)

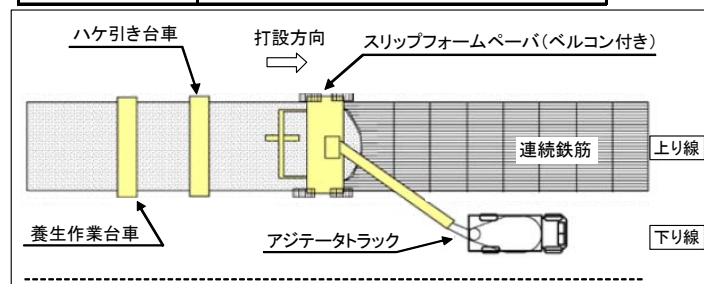


図-1 SF工法の2車線分割施工

4-2 自動追尾式TSシステムのフロー

自動追尾式TSシステムの概略フローを図-2に示す。

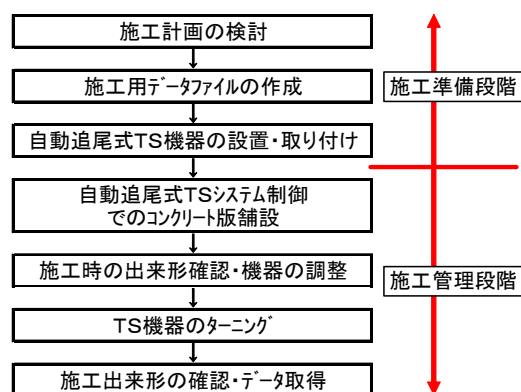


図-2 自動追尾式TSシステムの概略フロー

4-2-1 施工準備段階

(1) 施工用データファイルの作成

システムの運用には施工用データが必要で、データ作成には以下の方法がある。

- ① 3次元CADから施工用データを作成する方法

② Excel ファイルで施工用データを作成・編集する方法

今回の施工では、②の方法で 750 点の施工用データファイルを作成した。

円形水路等の構造物がある箇所は、現況構造物の高さを測定し、施工用データの微調整を行った。

(2) 自動追尾式 TS 機器の設置・取り付け

自動追尾式 TS 機器の設置・取り付けは、光波の視準を妨げる障害物等の影響を受けない位置に設置ことが基本である。

今回の施工では、アジテータトラックの通行等で光波が遮断される危険があったため、一部専用ブラケット架台を用いてトンネル地覆に固定した（写真-1 参照）。



写真-1 専用ブラケットによるTS設置状況



写真-3 コンクリートの供給状況



写真-4 施工状況

4-2-2 施工管理段階

(1) 施工時の出来形確認

舗設に際しては、3 DMCシステムを用いて、リアルタイムに仕上がり精度の確認を行った。具体的には、成型直後の舗設面上に出来形測定用のミニプリズム（写真-2 参照）を設置して測定した。



写真-2 ミニプリズム

(2) TS機器のターニング

TS機器のターニングは、直線部で 100m 程度（メーカー推奨：150m）、曲線部では追尾性を考慮し、70m 間隔とした。なお、ターニング時の機械高さの誤差は、自動補正機能により補正した。

施工状況を写真-3 および 4 に示す。

(3) 施工出来形の確認

本工事の出来形測定結果を表-3 に示す。

情報化施工技術を用いたことにより、良好な施工精度が得られた。

表-3 出来形測定結果

項目	精度	備考
高さ方向	±6mm以内	基準高さに対する精度
平坦性	1.09mm	3mプロファイルメータによる標準偏差

5. おわりに

情報化施工は、①施工用データの処理、②基準点の位置決めと測量、③設計データと現況測量による比較・調整等、施工準備段階の作業が施工における精度・効率を大きく左右する。これらの処理には、機械の特性や情報化機器等の専門知識を有した人材育成が必要である。しかしながら、情報化施工技術の導入による施工の合理化のメリットは大きく、今後、ますます広く普及するものと期待する。

謝辞：本工事では、北海道開発局 網走開発建設部 北見道路事務所の皆様に多大なるご協力を頂きました。ここに改めて謝意を表します。

エコ舗装の普及拡大への取り組み

東京エスオーシー(株) 渡辺 夏也

1. はじめに

コンクリート舗装は、1950 年代まで主流だったが、高度経済成長に伴い、道路網整備が急がれ、施工が簡単で初期コストが安く、交通開放も早いアスファルト舗装が主流と変わり、コンクリート舗装のシェアは 5 % 程度まで落ち込んでいる。しかし、地球温暖化防止、ヒートアイランド現象や都市型洪水の抑制、居住環境の静穏化、リサイクルの促進、アスファルトの高騰、道路特定財源の一般財源化等、舗装を取り巻く環境の変化が急速に進んでおり、舗装に対する社会のニーズが、地球環境や地域環境に寄与する機能を有し、且つ丈夫で維持管理費の少ない舗装へと変わりつつある。

そこで、全国生コンクリート工業組合連合会（以下、全生連）とセメント協会は、「環境にやさしいコンクリート舗装（以下、エコ舗装）」を普及させることを目的に、2010 年 4 月にエコ舗装ワーキンググループを設置した。ここでは、コンクリート舗装が強度、耐久性、ライフサイクルコストに優れていることを大前提とし、舗装に対する社会のニーズに合致し、且つコンクリートの持ち味を活かしたコンクリート舗装を提案し、普及拡大を図ることとした。

2. エコ舗装とは

図 1 に舗装の設計に係わる概念図を示した。従来

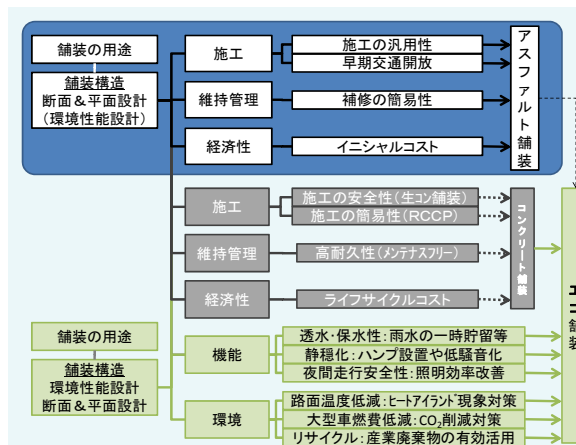


図 1 エコ舗装の設計概念

の舗装設計では、大型車交通量等から断面及び平面

設計が行われ、施工性、維持管理及び経済性等の観点から舗装種別が決定されてきた。これらのニーズに対処するため、コンクリート舗装では、施工の汎用性や早期交通開放性に対して RCCP や生コン舗装を、補修の簡易性に対して高耐久性を、イニシャルコストに対してライフサイクルコスト削減を提案してきた。しかし、これらは何れもアスファルト舗装の利点に対処するための手段であり、本質的なコンクリート舗装の利点から論じられてはいない。

エコ舗装の設計では、環境や社会的ニーズに対応して要求される性能設計を行い、その性能設計に基づいて、大型車交通量等から断面及び平面設計を行う。また必要な場合、滑り止めやハンプ等の表面処理により安全性を付加するための路面設計を行う。エコ舗装の設計では、大型車交通量から舗装構造が一元的に決定され、曲げ 4.5 の舗装コンクリートを用いるという従来の概念に拘らない設計思想が必要である。

一例として、ゲリラ豪雨対策としての貯水性舗装（仮称）を考えてみる。あるエリア内の雨水が土地の低いところに集まり、その排水能力を超えると都市型洪水となるので、最大降水量、当該エリアの雨水流出面積、下水の排水能力等から、洪水量に相当するエリア内に必要な総保水量が計算される。エリア内の街路や歩道等保水可能な面積と総保水量から、貯水性舗装の単位保水量が設定できる。エコ舗装の路盤厚やポーラスコンクリート版の空隙率及び厚さは単位保水量に基づいて設計される。保水性から定まった版厚が設計荷重から定まる版厚より大きくなる場合には、設計曲げ強度を低く設定したり、設計耐用年数を長く設定することとなる。コンクリート舗装では、力学的な構造設計ができるので、耐用年数、版厚、曲げ強度等を自由に設定でき、要求性能に合わせたいろいろな技術提案が可能となる。また、ポーラスコンクリート内に雨水を貯留するためには低い所にすぐに雨水が流れないように止水が必要となるが、コンクリート舗装では目地板にこの止水機能

を持たせることができる。舗装の目地間隔は、道路の勾配に基づいて設定される止水上の目地間隔と、一般的な構造上の目地間隔から、短いほうで決定されることとなる。

図2にエコ舗装の概要を示す。環境に関しては、大型車の燃費低減や道路照明の電力削減によるCO₂の低減効果が期待できる。機能性に関しては、ポーラスコンクリート舗装を都市内の街路や歩道に用いることで、ゲリラ豪雨の洪水対策、道路騒音の低減、水溜り防止等快適な居住環境創りに係わる効果が期待できる。また、急勾配の坂道での滑り止めや通学路でのハンプ設置等、道路の安全対策に有効である。明色性に関しては、ヒートアイランド現象の抑制や、街路灯のない暗い道路の安全対策としての効果が期待できる。施工性に関しては、施工が簡易で安全な生コン舗装が市町村の材料支給制度を活用したボランティア施工に適している。耐久性に関しては、供用後の維持管理や補修工事等による通行止めの回数を減らすことができる。再生に関しては、地域内で発生した産業廃棄物を地域内の道路整備に再利用することで、循環型社会形成に貢献できる。

3. 普及拡大への取り組み

生コン工場は、JIS A5308 の認証を受けて生コンを製造しており、工場によって認証の範囲が異なる。普通コンクリートは全ての工場が認証を取得しているが、軽量・舗装・高強度コンクリートについては、工場毎に認証範囲が異なっている。生コンの強度管理は通常圧縮強度試験によって行われているが、舗装コンクリートは曲げ強度で管理される。生コン工場から出荷されるほとんどの生コンは、ポンプ施工の普及に伴って軟練りのコンクリートとなっているが、舗装コンクリートには硬練りのコンクリートが使用される。生コンで使用する粗骨材は、乾燥収縮を小さく抑える目的から石灰石が多くなっているが、舗装コンクリートでは滑りの問題から石灰石が敬遠される。生コンの運搬には通常トラックアジテータが用いられているが、舗装コンクリートの運搬にはダンプトラックを用いることが多い。これらの相違点や、生コン工場の舗装コンクリートの出荷実績が少ないことによる経験不足に起因して、生コン工場側の舗装コンクリート出荷体制に不備があったとの指摘を受けている。過去のこの反省を踏まえて、エ



図2 エコ舗装の概要

コ舗装の普及に向けては、地区毎に舗装コンクリートの出荷体制整備を図っているので、施工する地域の生コンクリート協同組合に問い合わせたい。

従来、道路舗装は車や人の安全な歩行のために整備されてきた。しかし、今後は道路舗装を環境対策としても有効に活用できるよう整備すべきである。表1にコンクリートだからできるエコ舗装の特徴と期待される効果を示した。エコ舗装は、環境対策に貢献する舗装を提案するものであり、全生連として、エコ舗装に係わるコンクリートを安定供給できる体制づくりを目指したい。

表1 コンクリートだからできるエコ舗装

舗装の目的	適用箇所	舗装の種類	舗装の特徴	期待される効果
CO ₂ 削減	高速道路 直轄国道	コンクリート舗装	転がり抵抗が小さい 光の路面反射率が高い	大型車の燃費低減 道路照明電力の削減
都市型洪水対策	街路・歩道 公園・駐車場	ポーラスコンクリート舗装 (貯水性舗装)	水による劣化損傷がない 目地を貯水に活用できる	雨水流出速度の緩和 河川・下水道費の削減
ヒートアイランド現象抑制	街路・歩道 公園・駐車場	コンクリート舗装 転圧コンクリート舗装	光の路面反射率が高い	夏の路面温度低減 熱帯夜日数の低減
	街路・歩道 公園・駐車場	ポーラスコンクリート舗装 (保水性舗装)	光の路面反射率が高い 空隙減れや目詰まりが少ない	夏の路面温度低減 熱帯夜日数の低減
静穏化対策	住宅地街路	ポーラスコンクリート舗装 (透水性舗装)	空隙減れや目詰まりが少ない	自動車騒音の低減 水はね・水溜りの防止
安全対策	農林魚道	コンクリート舗装 生コン舗装	光の路面反射率が高い 急勾配の坂道でも施工できる	夜間の視認性改善 除雪費用の削減
	通学路	ポーラスコンクリート舗装 (透水性舗装)	ハンプ等の路面設計が容易 光の路面反射率が高い	車の走行速度抑制 水はね・水溜りの防止
	急勾配道路	コンクリート舗装	滑り止め等の路面設計が容易 急勾配の坂道でも施工できる	坂道の走行安全性改善
舗装車向上	未舗装道路	生コン舗装	施工が安全で簡易 住民のボランティア施工ができる	未舗装道路の走行性改善 未舗装道路の維持費削減
リサイクル促進	市町村道	コンクリート舗装 転圧コンクリート舗装	コンクリート廃材の再利用 ゴミ焼却灰・下水汚泥の活用	天然資源の枯渇抑制 最終処分場の延命
	河川堤防	コンクリート舗装 転圧コンクリート舗装	河川・ダム浚渫土の活用	河川・ダムの機能回復

参考文献

- ・コンクリートテク「コンクリート舗装とアスファルト舗装の違いが重車両の転がり抵抗・燃費に及ぼす影響」吉本徹、2010年2月
- ・社団法人日本道路協会「コンクリート舗装に関する技術資料」舗装委員会舗装設計施工小委員会、2009年8月

Concrete Pavement in Korea

Yoon-Ho Cho

Professor, Chung-Ang University, Korea

1. Construction Status of Concrete Pavement in Korea

Along with the development of civil engineering, the highway infrastructure has been greatly successful in Korea. Looking back at the last four decades, concrete pavement in Korea has witnessed a great deal of development in terms of design, construction and management. In 1970, the Gyeongbu Expressway connecting Busan and Seoul opened to traffic after two and a half years of construction. The 88 Olympic Expressway was put into use four years before the 1988 Seoul Olympic Games. Later on in 1987, the Jungbu Expressway was completed as the first expressway using Continuously Reinforced Concrete Pavements (CRCP), before which all of the expressways had been built with Jointed Concrete Pavement (JCP).

Over the past 20 years, the construction of highway pavement in Korea has experienced dramatic growth. Up to 2009, the total length of paved highways had increased to 83,434 kilometers, twice the length of paved highways in 1991 (44,378 kilometers). Among them, 72,171 kilometers of highways are equipped with asphalt concrete pavement. The other 11,263 kilometers represent cement concrete pavement, which makes up 13.5% of the total length of paved highways. According to official statistics from 2009, 62.6% of expressways have been constructed in concrete pavement; next come arterial highways, which represent 35% of their total length, while county roads with concrete pavement account for 9.9% of their total length.

Comparing these figures with the amount of concrete pavement that existed in 1991, which represented only 8,918 kilometers in length but 20.1% in proportion, it is observed that the amount of newly constructed concrete pavement has decreased in the 21st century.

Table 1. Share of Concrete Pavement in Highways

	Total		Concrete Pavement	
	Length (km)	(%)	Subtotal (km)	(%)
Total	83,196	100	11,263	13.5
Expressway	3,776	100	2,363	62.6
National Highway	13,464	100	138	1.0
Arterial Highway	18,635	100	6,525	35.0
Provincial Highway	14,852	100	124	0.8
City Road	18,177	100	702	3.9
County Road	14,293	100	1,411	9.9

In the 1980s, the wide use of concrete pavement in newly constructed highways was the result of the development of the heavy chemical industry. A relative wealth of cement material was found hidden underground. Since Korea is an export-oriented country, the Korean government encouraged the production of cement. On the other hand, the experience of deformations like rutting and cracks in asphalt pavement due to truck traffic was another reason for the wide application of concrete pavement on those days. Nevertheless, in recent years the market price of cement has already risen by 14.4%, and asphalt pavement has been used in more highways.

2. Justification for Concrete Pavement

Nowadays, asphalt and cement concrete are the two main types of pavement in use. The selection of pavement type follows a systematic procedure in Korea. Decisions are made by a review committee that includes pavement experts and other relative specialists. The assessment is carried out according to the decision-making system promoted by the Korea Highway Corporation. This system involves different phases of consideration, and provides a series of criteria for grading.

Table 2. Share of Concrete Pavement from 1991 to 2009

Year	Total Length (km)	Concrete Pavement (km)	Proportion (%)
'91	44,378	8,918	0.201
'92	47,573	8,893	0.187
'93	51,889	9,735	0.188
'94	57,421	10,613	0.185
'95	56,387	11,202	0.199
'96	59,840	14,080	0.235
'97	62,868	10,193	0.162
'98	64,780	10,439	0.161
'99	65,356	11,061	0.169
'00	67,266	11,208	0.167
'01	70,392	11,516	0.164
'02	73,536	12,120	0.165
'03	74,641	11,020	0.148
'04	76,347	11,029	0.144
'05	78,587	11,122	0.142
'06	79,191	11,123	0.140
'07	80,642	11,368	0.141
'08	80,642	11,368	0.141
'09	83,434	11,263	0.135

Table 3. Designation of pavement type in expressways

Phase 1			
Asphalt Pavement		Concrete Pavement	
① Soft Soil Foundation		① Design Traffic Volume:	
② Consumption of Deicing Salt: ≥ 5 ton/km/lane		$\geq 56,000,000$ ESALs: and Truck $\geq 28\%$	
		② Tunnel Length: ≥ 500 m	
Phase 2			
Full marks			1000
Quantitative Elements	Economical Efficiency	300	790
	ESALs	170	
	Driving Comfort	320	
Qualitative Elements	Supply of Material	30	210
	Aggregate	20	
	Noise Effect	60	
	Maintenance Cycle	50	
	Maintenance Difficulty	30	
	Connection to Existing Pavement	20	

Table 3 is an example of the designation of pavement type in expressways.

3. Technical Development of Concrete Pavement

As the crucial component of highway structures, pavement deserves more attention from researchers, designers, constructors, and officials.

In the coming October, the Korean Pavement Research Program (KPRP) will be completed after nearly a decade's research. The new pavement design guide and research facilities will aim to improve pavement performance. This is also expected to reduce the economic loss caused by the rapid deterioration of pavement due to using foreign pavement design guides without considering factors such as traffic, climate and subgrade, as well as the lack of QC/QA systems, etc., in the Korean environment. The master plan has concentrated on determining of design input variables and the development of performance models, a design guide for new pavement, and validation and calibration of the developed design guide. The budget for KPRP is around \$ 23 millions for all three phases over nine years.

In terms of pavement construction, the government has been supporting a series of research projects in academic and research institutes. Projects in progress or completion include Precast Block Pavement and Concrete Whitetopping (by Chung-Ang University), Aggregate Explosion (by Gangneung University), Post-Tensioned Concrete Pavement (PTCP), Very-Early-Strength Latex-Modified Concrete (VES-LMC), Roller Compacted Concrete Pavement for bicycle roads, Concrete Recycling, etc. These studies focus on seeking more desirable and potential applications of concrete pavement and more ideal solutions for problems with concrete pavement.

「技術基準等の変遷とコンクリート舗装」

国土地理院 吉兼秀典
(日本道路協会 舗装設計施工小委員会委員長)

1. 舗装に関する技術基準等の変遷

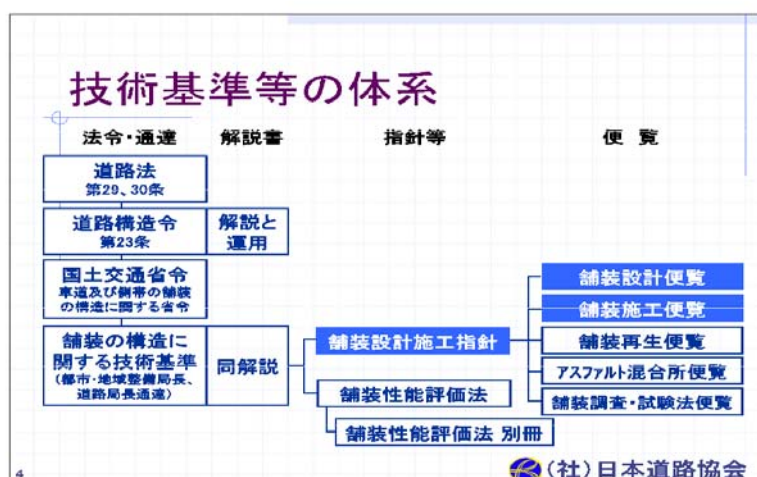
戦後本格的に我が国の舗装の整備が進められた中で、技術的な拠りどころとして広く使われてきたのが、アスファルト舗装要綱とコンクリート舗装要綱である。これらの技術資料は官、民の技術者の技術の習得、一定の品質の確保された舗装の整備促進に大きく貢献してきたものと言えよう。

しかしながら、21 世紀に入って、より自由で弾力的な技術開発を促すという観点からそれぞれの要綱の前提となっていた仕様規定から性能規定へと世の中の流れが大きく変化するのに併せて、我が国の舗装に関しても技術基準等の体系の整理とともに性能規定の導入

が本格的に取り入れられた。現行における舗装の技術基準等の体系を図-1 に示す。

ここで示されているように、まず「舗装の構造に関する技術基準」(以下、「技術基準」という)という通達が舗装の技術基準類等の基盤となっており、この中で明確に性能規定の採用が図られている。この技術基準を解説するものとして道路協会において各種指針、便覧更に性能規定の導入に不可欠な性能評価の手法を解説した資料が刊行されている。舗装に関係する方々にはそれぞれ一度目を通していただきたいと思っている。

図-1 技術基準等の体系



2. 技術基準等におけるコンクリート舗装の位置づけ

コンクリート舗装については従来コンクリート舗装要綱の中でその設計、施工の考え方が示されていたが、性能規定の導入とともに新しく示された「技術基準」においては、アスファルト舗装、コンクリート舗装それぞれを対象とする性能指標の代表的なものとして、疲労破壊輪数の基準値図-2 が示されている。

図-2 疲労破壊輪数の基準値(普通道路、標準荷重 49kN)

交通量区分	舗装計画交通量 (単位:台/日・方向)	疲労破壊輪数 (単位:回/10年)
N ₇	3,000 以上	35,000,000
N ₆	1,000 以上 3,000 未満	7,000,000
N ₅	250 以上 1,000 未満	1,000,000
N ₄	100 以上 250 未満	150,000
N ₃	40 以上 100 未満	30,000
N ₂	15 以上 40 未満	7,000
N ₁	15 未満	1,500

コンクリート舗装の設計、施工においてもこの基準値を満足すればどのような舗装でも許容されることとなり、その自由度は大幅に拡大されることになっている。

しかしながら実際の設計、施工に当たっては、従来コンクリート舗装要綱で示されていた断面も一定の評価を行えば使用できることとしており、舗装設計施工指針においては図-3 に示すような別表という形で今まで使われてきた断面の採用も可能となっている。コンクリート舗装の設計、施工の詳細は、指針、

便覧にそれぞれ示されているが、理論的な設計手法の導入等今後様々な新しい取り組みについても大いに期待したいところである。

いずれにしても、新しい技術基準等ではアスファルト舗装とコンクリート舗装はあくまで対等なものとして扱っており、そこでは、それぞれの長所、短所を適切に判断して、現場の条件、その時の社会情勢等も踏まえながら、現地によりふさわしいものを採用することが現場の担当者に任されていることを是非理解していただきたい。

図-3 セメント・コンクリート版の版厚等

舗装計画交通量 (台/日)	セメント・コンクリート版の設計			収縮目地間隔	タイバー、 ダウエルバー
	設計基準曲げ強度	版厚	鉄鋼		
T < 100	4.4MPa (3.9MPa)	15cm (20cm)	原則として使用する。 3Kg/m ²	・8m ・鉄鋼を用いない場合は 5m	原則として使用する
100 ≤ T < 250		20cm (25cm)			
250 ≤ T < 1,000	4.4MPa	25cm		10m	
1,000 ≤ T < 3,000		28cm			
3,000 ≤ T		30cm			

注:版厚の欄の()内の値:曲げ強度 3.9MPa のセメント・コンクリートを使用する場合の値

3. コンクリート舗装拡大への期待

我が国の舗装の大半は現状ではアスファルト舗装であり、コンクリート舗装の採用は、空港、トンネル等極めて限定的である。アスファルト舗装の主要材料であるアスファルトの原料である石油資源の将来的な動向を考えると、その供給の安定性が今後必ずしも確保されるとは思えない中、アスファルトに極端に依存している我が国の舗装界の現状が抱える問題を心配しているのは私だけではないと思う。

我が国において完全自給自足の材料で施工ができるコンクリート舗装の拡大は舗装材料の安定かつ適正な確保という観点からも望ましいことであろう。またコンクリート舗装はライフサイクルコストの低減、環境への負荷の低減といった点でアスファルトと比べて一定のメリットがあると言われている。このよ

うなことからコンクリート舗装の長所を活かした適用が今後全国で拡大させるために、道路協会では平成 21 年これに役立つ技術資料として「コンクリート舗装に関する技術資料」を発刊し、今に至るまで全国で普及啓発を目指した説明会を実施してきている。

この技術資料では、コンクリート舗装の長所を分かり易く示すとともに、そのような長所を活かした適用が考えられる箇所を図-4 のように示している。更に適用に当たっての留意事項や設計、施工に当たっての基本的な考え方も簡単ではあるが併せて分かり易く記述している。

全国の道路管理者や施工会社の技術者の方々がこの資料を活用していただいて、コンクリート舗装の拡大に積極的にチャレンジしていただけることを大いに期待している。

図-4 コンクリート舗装の推奨適用箇所と有効性

適用箇所	有効性
高規格幹線道路 都市間主要道路	構造的耐久性、路面性能長期維持
トンネル	視認性、補修工事削減
軽交通道路	供用性長期維持、メンテナンスフリー
交差点	わだち掘れ防止、骨材飛散防止、補修工事削減