ISSN 0912－0793

アスファルト

第51巻　第223号　平成20年４月発行

223

特集・全国の若手舗装技術者

特集にあたって	峰岸順一	1
私とアスファルト乳剤	足立明良	2
穴ぼこだらけの砂利道と道路舗装に出会った小学生	井　真宏	4
若手技術者の栄養分	伊藤大輔	5
舗装との関わり	岩岡宏美	7
高速道路と舗装 ～研究員になって感じたこと～	江口利幸	9
私が携わった路面調査	奥山元晴	11
感謝	加納孝志	13
私の経歴と舗装技術について考えること	鎌田　修	14
「地域」に根ざした「ニッチ」な研究	亀山修一	16
舗装（道路）との出会い	高馬克治	17
さまざまな「環境」に取り組む	小柴朋広	19
熱環境を和らげる ～ヒートアイランド現象の緩和を目指して～	嶋崎明代	20
回想して	鈴木　徹	23
私の舗装への関わり合い，過去，現在，そして未来	高橋　修	25
農道におけるアスファルト舗装のひび割れ発生形態	竹内　康	27
私と舗装	塚越智浩	29
最近の空港舗装について	坪川将丈	31
30年	東本　崇	33
アスファルトの可能性	野木克義	35
空港アスファルト舗装における層間剥離の効率的な探査方法の開発	前川亮太	36
積雪寒冷地の舗装技術に関する取組み	丸山記美雄	38
舗装と私	森嶋洋幸	40
ポリマー改質アスファルトを通じて舗装に携わる者として	焼山明生	42
技術研究を楽しもう	吉中　保	44
コンクリートと舗装	吉本　徹	46
＜アスファルト舗装技術研究グループ・第55回報告＞	佐々木厳	48
各国の長寿命化舗装の取り組み 岩塚浩二・鎌田孝行・岸田正憲・小柴朋広 清水泰成・野木克義・平川一成・森石一志		49
＜統計資料＞石油アスファルト需給統計資料		63

ASPHALT

有限責任中間法人 日本アスファルト協会
THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

特集にあたって

峰　岸　順　一
東京都土木技術センター　技術調査課

当編集員会では，特集にあたって，時機を得たテーマであり，他誌との競合が無いもので，アスファルトに関連した内容ということで，どのようなものにしようかと毎回思い悩んでいるところです。

今回の特集は，全国の産学官の若手舗装研究者の方が，どのような研究をしているか，何がきっかけで舗装にかかわるようになったか，今どのようなことに関心があるかなどを組織の立場でなく，あくまでも個人の立場で，本音で思うところを執筆していただこうということで，設定しました。今まで特集というと，年齢が上の著名な方に書いていただくことが多かったのですが，今回は，これから舗装界を担う若手の方々を中心に執筆をお願いいたしました。

このシリーズは，当編集委員である中央大学の姫野教授の発案により，1989年160号の特集で，全国の大学の舗装研究者の方々に，研究を始めた動機および，これまでの研究の内容を書いていただいたことから，スタートしました。このシリーズの特集は，過去何回か組まれており，160号（1989年）「舗装技術に関する研究の動向・大学等における舗装の研究活動」，163号（1990年）「舗装技術に関する雑感・官公庁における舗装の研究活動」，166号（1991年）「舗装技術に関する雑感・民間における舗装の研究活動」，200号（1999年）「私が考える・望む21世紀の道路舗装」などがあげられます。

約20年前の160号を読み返してみると，現在舗装研究者の著名な先生方の若き写真と略歴が記されています。特に写真は，皆さん若々しく，20年の月日を感じるものです。

研究内容の一例をピックアップしてみると，アスファルト混合物の疲労挙動，FWDによるアスファルト舗装の構造評価，アスファルトの実験へのコンピュータの利用，第３の舗装RCCP，凍上・凍結問題，アスファルトマスチックによる止水，コンクリート舗装の疲労，スパイクタイヤ問題，舗装の歩行性・弾力性，アスファルト舗装下の植物の樹木根の伸長，最適化理論と舗装技術，アスファルト混合物の吸音特性，都市環境と透水性舗装，舗装路面の熱収支，PMS，各種廃棄物の道路材料への利用，道路の除雪・融雪などがあげられます。

研究内容は，今となってみますと，ある程度見込みがついたもの，当時から技術の進展が見られないもの，今日も継続して行われている研究内容に分けられ，今後の研究の方向性を見る上で興味深いものです。

最後の特集からすでに10年近く経過し，本特集で産学官の若手舗装研究者の方々の書かれた内容と比較していただき，時代を振り返っていただくことも，一興かと思われます。

今までの特集と同様に顔写真と略歴を載せていただきましたので，顔と名前が一致しなかった方々との，舗装技術の情報交換の機会になれば，幸いです。

私とアスファルト乳剤

(I and Asphalt Emulsion)

足立　明良

昭和瀝青工業㈱　技術研究所
研究開発課　乳剤チームリーダー

2000年大阪工業大学工学部応用化学科卒。2000年昭和瀝青工業㈱入社，技術研究所研究勤務後，大阪営業所を経て現職。㈳日本アスファルト乳剤協会改質乳剤性能評価ワーキンググループ委員。

1．きっかけ

私がアスファルトに興味をもったのは大学在学中のことでした。車でドライブすることが好きなのだが雨の夜に走行することだけは非常に怖いもので，特に街灯が少ないのに対向車の多い道路では，ライトの照り返しで前方やセンターラインが見えず，何度か路肩から落ちそうになったりしたことがあった。ある日，テレビのニュースで排水性舗装の特集をしており，雨の日でも水溜りもなくライトの照り返しも無い。さらにはタイヤの走行音まで吸収するという今までは考えられないような舗装が普及しつつあるということに衝撃を受けた。しかし，この舗装は通常の６～10倍ほど費用がかかり，耐久性などの問題からさらなる改良が求められるという内容であった。

2．アスファルト乳剤との出会い

2000年に入社して技術研究所に配属された。初めのうちはアスファルト合材や再生路盤材の品質管理に携わった。それまで私のアスファルトに対する認識は，原油の残渣と石を混ぜ合わせただけのありあわせの品を適当な施工厚で舗装しているだけの単純なものだと思っていたが，配合設計によって骨材粒度とアスファルト量を決定することや，交通量や要求性能により舗装構造や使用材料が異なるといった緻密な計算の基に施工されている，さらには合材のリサイクル率がほぼ100％という舗装業界は非常に環境に配慮した業界であることに驚かされた。

入社１年半後に乳剤チームに移り，マイクロサーフェシングの開発と品質管理を主に行なった。マイクロサーフェシングはペーバー１台のみで常温施工でき，CO_2の削減や省資源に貢献できることだけでなく，定期的な修復を行なうことによりライフサイクルコストの削減や，高いすべり抵抗性をもつ安全性に優れた舗装であるため，環境問題が取沙汰される現在にとてもマッチした工法である。但し，実際に日本では実績が伸びていないのが現状である。理由として

- あまり痛んでいない舗装を予防的維持のために道路工事を発注されることがない。
- マイクロサーフェシング単体では支持力がなく，耐久性は既設舗装によるところが大きい。
- 施工時に乳剤が流出しないように路肩部にマスキングが必要。
- 骨材種や温度，気象条件によって乳剤分解が大きく変わるため施工管理が難しい。

等が挙げられる。そのため，さらに付加価値の高いものを目指し当社では環境への取組みを考え，骨材に他産業再生資材である転炉スラグを用いたスラグマイクロ工法の研究を行なった。転炉スラグは硬質でPSV（骨材の促進研磨後のすべり抵抗性）が高いので，すべりやすくなった舗装路面（軟質石灰岩舗装等）への補修工法として期待できる。もう一方で明色アスファルトを乳剤にして顔料を加えたカラーマイクロ工法の研究も行なった。[1)]

この頃，同時に研究開発していた乳剤がタイヤ付着抑制型乳剤（以下PKM-T）だった。タックコートには通常PK-4を用いるが，現場では乳剤散布後すぐにダンプが散布面に入りタイヤに乳剤もしくは分解後のアスファルトがタイヤに付着し，路面に持ち出し数キロに渡って黒いタイヤ痕が引っ張られることや，またそれを防止するためにダンプが現場から出る際に石粉の上を走ってから出るという方法がとられていることが多い。しかし，この方法だと排水性の現場であると石粉

写真－１　乳剤のタイヤへの付着性比較

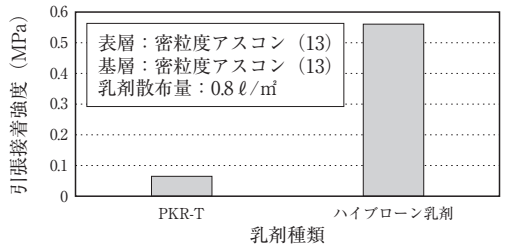
が空隙の目詰まりとなる可能性があるので多く散布することはできない。さらに問題として，タックコートのために散布した路面の乳剤が丁度わだち部を走行するダンプに剥がされてしまい，効果が損なわれる可能性がある。PKM-Tは低針入度で高軟化点とした改質アスファルトを乳化させたものであり，乳剤分解後は非常に硬いアスファルトの被膜を形成するため，タイヤ等に付着するのを抑制する。

その結果，タイヤ走行部の散布乳剤を乱されることなくタックコートとしての機能を果たすことができる。しかしこの乳剤開発には様々な課題があった。高軟化点の改質アスファルトのため粘度が高く，温度を高くしないと乳化が困難である。実用化させるまで材料面，製造面，機械面ともに非常に苦労した。

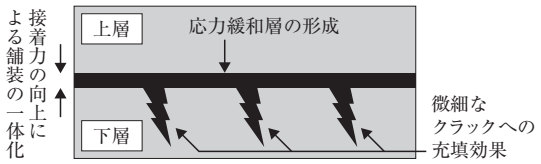
2005年7月から約2年の間，大阪営業所で営業係を経験したあとまた再び技術研究所に帰属した。併せてアスファルト乳剤協会の改質乳剤性能評価ワーキンググループに参加することとなった。このワーキンググループの目的は先述したPKM-Tの性能評価手法について検討を行ない，性能評価値の規格化することである。タイヤ付着を抑制する機能を持つ製品は6社が販売しているが各社独自の製品規格を決めており性能も異なるため，比較的簡便な手法で性能評価できる試験方法を検討した。現在もワーキンググループは進行中であるが，その中でホイールトラッキング試験機を用いた「タイヤ付着抑制型乳剤のタイヤ付着率試験方法（案）」を作成し，27回日本道路会議にて発表した。[2)]

3．現在の研究開発

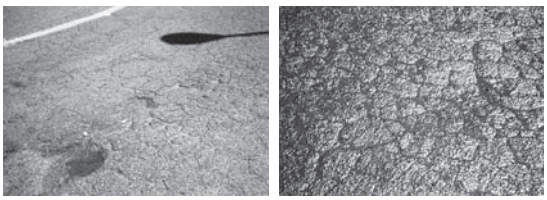
道路財源が削減されていく近年では，道路の維持修繕にコストをあまりかけることができないのが現状である。その中で現在当社が研究開発しているもののうちの1つがハイブローン工法である。[3)] この工法はクラックが出てきている老朽化した既設舗装に，低針入度で高改質なアスファルトを乳化したハイブローン乳剤を0.8 ℓ／㎡以上散布し，クラック部に乳剤を充填させるだけでなく，アスファルトの厚いフィルムを形成させる。これが上層と下層間の応力緩和層として働くことにより，交通累積によってクラックが上層に進行するのを抑制する。また，このアスファルトは非常に接着力が高いため（**図－1**），上層混合物と下層混合物が一体化し，舗装体としての強度が向上する（**図－2**，**写真－2**）。この工法の実績はまだあまり多くはないが，現在のところ，施工箇所でのリフレクションクラックが出てきたことがないため，効果は十分に発揮しているといえる。



図－1　ハイブローン乳剤の引張接着強度（建研式接着力試験器）



図－2　ハイブローン工法の概念図



写真－2　ハイブローン乳剤の散布前と散布後

これから，道路業界もさらなる環境対策が求められる。CO_2削減もその1つであると思われる。CO_2の発生原因としてはアスファルトプラントでの加熱アスコンの製造が挙げられるが，アスファルト自体，常に加熱しておかなければ硬化してしまい混合することができなくなる。アスファルト乳剤で加熱アスコンと同等の強度が出て，作業性がもてるのならば優れた環境対策の製品だと思われる。耐久性のある乳剤混合物の出現にむけ，さらなる研究を進めていきたい。

―― 参考文献 ――

1）小林義郎，後藤竜一，永井及，只野拓：マイクロサーフェシング工法によるリフレッシュ・すべり止め効果，舗装 Vol.40 No.9，2005，P.9～14

2）荒尾慶文，福満雅之，斎藤啓一：タイヤ付着抑制型乳剤に関する評価方法の提案，第27回日本道路会議，2007，12128

3）小林義郎，後藤竜一，足立明良：市道舗装におけるマイクロサーフェシング工法の適用性追跡調査，第27回日本道路会議，2007，20064

穴ぼこだらけの砂利道と道路舗装に出会った小学生

(The Boy Met the Road Pavement in a Rough Gravel Road)

井　真宏
西日本地研㈱　材料・環境室

1998年東海大学工学部土木工学科卒業後，京都大学防災研究所研究生になる。1999年西日本地研㈱（京都大学防災研究所受託研究員）へ入社。
2006年日本大学にて学位取得。

私が生まれ育ったのは，福岡県の田園風景が広がる田舎の町でした。家の前には，学校や町役場に続く真っ直ぐの一本道があり，両脇には水田が広がっていました。その道は，舗装されてない穴ぼこだらけの砂利道で，雨が降れば大小の水たまりが数え切れないくらいできていました。自動車が通過するときには水飛沫を浴びないよう，傘を自動車に向けて歩くといった生活の知恵を，祖母より教えられたような気がします。そんな粗末な道だったのですが，私の住んでいた集落にとっては，無くてはならない道だったのです。

私が小学校に入学する頃，その道が整備されることになりました。工事の日が近づくと，大型の建設機械が次々に運び込まれ，初めて目の前で見るブルドーザやタイヤローラにくぎ付けとなり，飽きることなく見ていたのを今でも覚えています。夏の暑い時期であったことから，額に汗をかいて作業に没頭されている技術者の方々は，幼い私の目にはまさにヒーローそのものでした。学校が終わると急いで家に帰り，母が作業員の方々に差し入れる麦茶を私も得意気に運んだり，いろいろな機械が動く姿を日が暮れるまで見ていました。そして，でこぼこだった砂利道はアスファルトで綺麗に舗装され，歩道と車道を分ける一本の白線が引かれてありました。今思えば，幅員５ｍ弱の道にすぎないのですが，自転車で何度も行ったり来たりしながら，あたかも自分が造ったかのように感動し，「道路って凄い」と思ったのを覚えています。私たち家族や集落の住人は，その道路が整備されたことに心から感謝し，日々の生活にはなくてはならない存在となりました。現在では，その道路は残ってはいないのですが，幼い日の感動は今もなお心に焼きついています。

そんな幼い頃の経験や父と祖父が道路に関する仕事をしていたこともあって，大学では土木工学を専攻し，大学付属の研究所に在籍した後，1999年から現在の会社にて地盤や舗装，環境や資源循環型社会の形成に関わる仕事についています。当時の日本は，1991年にバブル経済が崩壊し，社会が大きく変動している状況にありました。このような社会情勢は道路分野にも影響し，道路事業のあり方や技術開発の方向性など，大きく変革した頃でもあったと感じます。

わが国の道路整備は，1954年の第１次道路整備５ヵ年計画から始まり，着実に行われてきました。その結果，戦後の復興から高度成長期にわたるまで，市街地の整備や流通の効率化など日本の発展の礎となったと思います。また，1998年からの新道路整備５ヵ年計画では，社会的ニーズや利用者の立場，沿道環境の保全などを考慮した道路のあり方が示され，今日では，社会や環境を考える上で，道路が担う役割は非常に大きく，多様化していると思います。

近年，新聞やメディアで「公共事業」という言葉が大きく取り上げられ，道路整備への投資に対する疑問の声や公共事業不要論まで語られる状況すらみられます。たしかに，国の社会資本整備に対して多額の投資が必要なのは事実で，私たちはその責務を十分理解して業務に望むことを忘れてはいけません。現在の仕事に従事し，一本の道路が整備されることは，市街地や自動車道の整備のみならず，人々が生活する中で排出するゴミや廃棄物などのリサイクル，地域や社会環境を保全する技術，地球環境を保全する技術など，人々の生活を支える様々な役割を担っていることに誇りと感動を感じています。

舗装技術者の先賢の方々は，試行錯誤を繰り返し現在までの道路整備に努めてこられ，今日では，道路が整備されていて当然の世の中になりました。しかし，私が幼い頃に見たヒーローが，今では悪者のように言われてしまうことに，少し淋しさを感じずにはいられません。

若手技術者の栄養分

(Growth Factor of Young-Engineer)

伊藤 大輔

大成ロテック㈱　関東支社　技術部

2001年中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻修了。2001年大成ロテック㈱入社。

1．はじめに

私は，大成ロテック㈱に勤務して７年になります。入社して，７年足らずの若造ですが，私が舗装に関わるきっかけと舗装業界に携わって思うことなどを述べさせて頂きます。

2．舗装に関わるきっかけ

私が，舗装に関わるきっかけは，大学生の研究室から始まっています。思ってみると10年も舗装というものに関わっていることになります。

しかし，研究室を決める当時から舗装とか道路に大きな興味を持っていたわけでもなく，将来の目的意識もなく研究室を選択していたと思います。

当時は，卒論を書くためだけに在籍して就職先としてこの業界に入るなどとは微塵も考えていませんでした。したがいまして，研究室を選ぶ際も，研究室自体にガチガチのノウハウや長い伝統を受け継いでいるような研究室を避けるようにこの道路研究室を選びました。

私の身勝手な判断基準に見合った研究室が，当時，赴任されて２年目の姫野賢治教授の道路研究室でした。新生された研究室で，伝統や経験などに縛られることなく研究に携われるのではないかと考えたためです。その結果は，想像どおりでした。

卒論研究テーマとして，アスファルト混合物の粘弾性特性を応力緩和試験により挙動を求め，その弾性係数をあるファクターにより逆解析することが可能か検討するという内容のテーマを与えて頂きました。しかしながら，相談する上級生も１学年上しかおらず，ましてや多忙な先生には頻繁にご相談するわけにもいかず，暗中模索（私の基礎知識の無さも含めて）の中研究を行っていたと記憶しています。

私が希望した研究スタイルですのでそれを後悔しているわけではなく，解からないことはまず調べるという癖がつきよい経験となりました。

しかしこの半面，思いこみで突っ走ってみたり。

例えば，混合物作製の際に，密度のばらつきなど気にしないくらいの作業手順で作製を行なってみたりでした。当然ながら，卒論提出１ヶ月前に，その供試体の作り直しと，再試験が必要となってしまいました。この短期間では，大学の研究室では当然無理な話で，ある道路会社で実験をさせて頂くことになりました。ここで，手順や方法などを改めて教えていただき，ノウハウや経験の大切さを痛感しました。

私にとっての幸福？の元になったのか未だに判らないですが，このやり直しの実験の際にお世話になり，この業界，この会社に入るきっかけとなったのが，今の会社でした。

3．舗装業界

入社してから４年間，現場に配属され土木工事，舗装工事に携わり，その後５，６年目に念願の研究所に配属され，２年間アスファルト舗装に関する研究を行いました。大学で勉強したつもりだった内容も，すぐにネタ切れで，新たに学習する毎日でした。したがいまして，業務といってもアスファルト混合物の基礎的物性を学びながら，諸先輩の研究の補助を行いました。

やはりここでも，思い知らされたのが作業のノウハウや経験といったものでした。

アスファルト混合物は，砕石，砂，フィラー，そしてアスファルトの集合体で出来ていて，これらはすべて天然の素材であります。当然ながら各素材は一様ではなく，どれだけ同じ条件で作製してもまったく同じ物を作るのは不可能に近いわけです。

それでも，このような条件を要求されるのが研究職であり，余計なデータのばらつきを生じさせないための根底にあるものが作業のノウハウや経験であると考

えます。

これは，研究に限ったことではなくて，新しい技術を生み出す根底はセオリーであり，これを理解して覆してこそ新しい技術や方法が生まれるのだと思います。

今後この舗装業界の技術畑で育っていくには，いろいろな分野で経験やノウハウをいかに多く養分として吸収，習得して成長する必要があると考えています。

4．おわりに

取り留めも無く，平凡的な内容をずらずらと述べさせて頂きました。

最後に自分に言い聞かせる意味でも，一言。

まだまだ，駆け出しですが，諸先輩方の経験やノウハウを貪欲に吸収，成長しこの舗装業界に貢献できるよう今後も励んでいきたいと思います。

NEWS

第86回 アスファルトゼミナール　開催報告

去る２月14～15日、パシフィコ横浜（横浜市）にて第86回アスファルトゼミナールを開催いたしました。
今回は＜アスファルト舗装の将来＞との副題を設けまして、石油アスファルト・アスファルト混合物等、様々な専門的分野についての将来展望を分かりやすく御講演頂きました。
近年における入札・契約制度の変更点や道路予算の重点整備項目等もわかりやすく御講演頂きまして、大変有益な２日間となりました。
また、アスファルト舗装技術委員　中村様より2010年開催の【ICAP2010名古屋会議 ～国際道路技術フェアー～】についてもご説明・PRを頂きました。

来年度も２月中旬に開催を予定しております。詳細が決定次第、ホームページにて掲載を予定しております。
皆様のご来場を心よりお待ちしております。

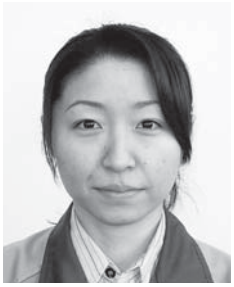
プログラム

第１日目　平成20年２月14日（木）		
１．挨　拶	有限責任中間法人 日本アスファルト協会　ゼミナール委員長	薬師寺 想平
２．挨　拶	舗装技術委員会　委員長	中村 俊行
３．「アスファルトの需給と今後の動向」	昭和シェル石油株式会社　技術商品部	野木 克義
４．「アスファルト混合物の新たな配合設計（スーパーペーブの現状）」	長岡技術科学大学　准教授	高橋　修
５．「公共事業を取り巻く現状と仮題」	国土交通省　大臣官房技術調査課　建設技術調整官	笹森 秀樹

第２日目　平成20年２月15日（金）		
６．「平成20年度道路予算」	国土交通省　関東地方整備局横浜国道事務所　所長	安田 泰二
７．「アスファルト乳剤の今後の展望」	社団法人 日本アスファルト乳剤協会　技術委員	荒尾 慶文
８．「ポリマー改質アスファルトの将来展望」	日本改質アスファルト協会	深代 勝弘

舗装との関わり

(My Interest in the Pavement)



岩岡　宏美

世紀東急工業㈱　技術本部技術研究所

2001年東京電機大学理工学部建設工学科卒業。2003年よりアスファルト協会アスファルト舗装技術研究グループに参加。

1．はじめに

始めてお会いする方々に，どうしてこの仕事を選んだのか問われることが多い。

私は単純に道路が好きで，舗装に携わる仕事がしたいと思っていた。その中でも，計画や設計ではなく，実際に自分で造る仕事がしたかったので，迷うことなく舗装会社へ就職したのである。

今回は，私がどのようなきっかけで舗装に興味を持ったのか，また現在の研究内容等について紹介する。

2．きっかけ

思い返してみると，私は子供の頃から自然や土木に接する機会が多かった。

物心ついた頃から祖母の農作業を手伝っており，米を作っていた頃は，泥だらけになって作業をしたのを覚えている。当然，農作業に休日はなく，しかも天候が悪い時は見回り作業が追加された。しかし当時は，皆で青空の下で食事をとることなどが楽しく，服の汚れなどを気にした記憶は残っていない。今，一般的にきつい汚いと言われる作業を苦に思うことがないのは，私にとってはこれらの作業が日常の出来事だったからかもしれない。

また，私の両親は土木や舗装とは全く関係ない職業であるが，幼い頃に家族でどこかへ出かける時は，ダムや橋を見に行くといったように，土木構造物を目的とすることがほとんどであった。レインボーブリッジが開通した時は，家族全員で歩いて渡ったのを覚えている。

そのため，自然とこれらに目を向けることが多くなり，道路や景観などにも興味を持つようになった。特に，景観舗装や電柱等の地中化によって街の印象や景色が大きく変化することに魅力を感じた。

また，工事現場が好きで，様々な構造物が作られていく様子を見たり，こっそり手伝わせてもらったことを覚えている。これらの体験からも，実際に自分で物を造りたいと思うようになったのだと思う。

3．道路との出会い

このような環境で育った私が，最初に道路を身近に感じたのは中学生の頃である。ある時，通学路の脇に「高速道路建設予定地」と書かれた杭のような小さな看板が建った。その後，住民説明会の際に配布された完成予定図を見て，本線はどこを通ってくるのか，インターチェンジはどこにできるのか，ランプはどこまで我が家に接近するのかといったことを何度も確認した記憶がある。

その頃は，将来の自分が高速道路を作る側の立場になるとは思いもせず，建設によって風景が変わることへの期待と不安を感じたのを覚えている。

それから10年以上が経過し，現在この高速道路は開通間近となった。偶然にも先日，アスファルト協会のアスファルト舗装技術研究グループとして，この工事現場を見学させて頂く機会があった。私が新入社員で新設の高速道路の現場にいた頃にはなかったような，最新のIT施工機械による舗装工事が順調に進められていた。

4．舗装の研究

最初に舗装の研究に携わったのは，大学で松井邦人先生の研究室に入った時である。そこで，様々な機関が測定したFWD（Falling Weight Deflectmeter）の測定データを用いて舗装診断のような解析作業を行った。また卒業研究としては，AAMESやBISARといったソフトを用いて，層間すべりがひずみ分布に与える影響等の検討を行った。

学生の時は，FWD測定車本体を見たり操作をする機会がなかったため，今の会社で初めて自らFWDでたわみ量測定を行った時，とても感動したことを覚えている。

５．現在の研究

技術研究所に配属されてからは，中温化舗装技術，遮熱性舗装，保水性舗装，凍結抑制舗装，再生混合物等の研究開発に携わり，現在もその多くを継続して検討している。

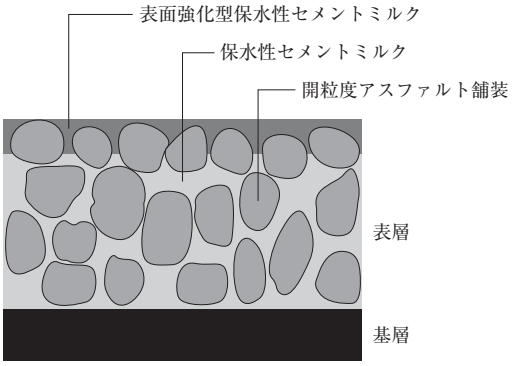
以下にいくつかの概要を紹介する。

5.1　保水性舗装

保水性舗装は，舗装体内に蓄えた水分が蒸発する際の気化潜熱によって路面温度を低減させるもので，ブロック型，半たわみ型などの種類がある。

半たわみ型の保水性舗装は，開粒度タイプのアスファルト混合物の空隙部に，保水剤を混合した保水性セメントミルクを充填したものである。これは，路面温度の低減効果を高めるために保水性セメントミルク中の保水剤の割合を高めると，強度が低下して供用後に保水性セメントミルクが早期に飛散するという傾向があった。そのため，温度低減効果の持続性と耐久性を改善する工法について研究開発を実施した。

改善策として，保水性セメントミルクを二層構造にすることとし，下層に従来の保水性セメントミルクを充填し，上層に強度を高めた表面強化型保水性セメントミルクを充填することとした（**図－１**参照）。これにより，従来と同等の路面温度低減効果と軽交通道路における耐久性を確認している。



図－１　改良型保水性舗装の断面図

5.2　再生混合物

これまでの再生アスファルト混合物は，ストレートアスファルトを使ったアスファルト混合物の発生材を用いて，密粒度混合物に再生していた。今後，ポーラスアスファルト混合物の発生材の急増が予測されているため，これを再生アスファルト混合物へ利用する必要がある。しかしながら，ポーラスアスファルト混合物は特殊なポリマー改質アスファルトを用いているため，これまでは再生方法が確立されていなかった。そのため，資源の有効利用という観点から，ポーラスアスファルト混合物への再生を含めた研究開発を行っている。

これまでに，室内および構内において検討を実施しており，現在は製造方法等を検証しているところである（**写真－１**参照）。

写真－１　再生混合物の練落とし状況

６．おわりに

これまで，幾つかの舗装に関する研究開発に携わってきたが，そのほとんどが環境に関するものであり，各機関においても多くの環境改善型舗装が研究開発されている。これは私にとっても，現在最も関心のあるテーマであり，環境問題が深刻化する中，既存の優れた技術を組み合わせることで，抑制効果を得られないかと考えている。また，これまでの経験を参考に，新たな技術開発にも努めていきたいと思う。

高速道路と舗装
～研究員になって感じたこと～

(Expressway and Pavement -Feeling as a Researcher-)

江口　利幸
㈱高速道路総合技術研究所
道路研究部　舗装研究室

1998年日本道路公団（現NEXCO３社）入社。管理事務所・工事事務所を経験し，2007年㈱高速道路総合技術研究所道路研究部舗装研究室へ出向。同室研究員として現在に至る。

１．はじめに

現在，私が所属する㈱高速道路総合技術研究所は，東日本高速道路㈱・中日本高速道路㈱・西日本高速道路㈱（以下「NEXCO３社」という）が共有する研究機関である。主な業務内容は，高速道路技術の向上のための研究開発・技術基準作成・技術協力・知財管理・研修・技術基盤システム・技術推進である。

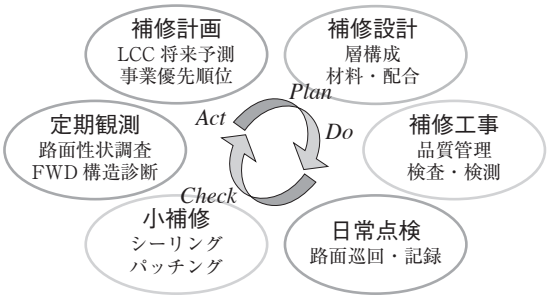
この組織で私は，舗装研究室の研究員として平成19年３月より勤務している。若輩者ながら，この組織の一員として舗装に携わる中で感じたことを踏まえ，①現在の研究内容の紹介②舗装にかかわるようになったきっかけ③現在関心のあるテーマについて記載する。

２．現在の研究内容の紹介

NEXCO３社において，CS（顧客満足度）を考慮した保全事業の取り組みが大きな課題となっている。このため，お客様のニーズを客観的な指標に基づき評価し，効率的・効果的な保全事業に結び付け，事業に対するアカウンタビリティ（説明責任）を向上させていくことが重要となっている。

その中で舗装は，顧客サービスを考える上で非常に重要な役割を担っている。そのため，舗装の要求性能として安全快適な路面を提供しつつ，高耐久的な舗装構造を保持させることが必要となる。また，環境保全の視点から，リサイクルを考慮することも要件である。これらの要求を達成するには，**図－１**に示す“*Plan*”，“*Do*”，“*Check*”，“*Act*”という各事業サイクルが適正に履行されることが必要な条件となる。このPDCAサイクルは，絶えず時代に応じたお客様のニーズに応えるべく，事業ごとに的確な研究開発を進めることが肝要である。このPDCAサイクルを踏まえ，現在私は下記の業務に取り組んでいる。

①路面管理に関する試験研究
②舗装の劣化予測に関する研究



図－１　舗装のPDCAサイクル

③走行快適性，安定性に関する試験研究
④上記に係る設計要領等技術基準に関する事項

３．舗装のかかわるようになったきっかけ

私が，本格的に舗装に関わるようになったのは，NEXCO東日本 湯沢管理事務所に配属されてからである。ここで舗装補修工事の担当者として３年ほど従事した。この地域での舗装修繕は，積雪寒冷地特有の損傷対策であり，非常によい経験を得ることが出来た。このような課題に対し，検討を行ったものの中から1つを紹介する。

3.1　積雪寒冷地に対応した表層種別の検討（土工部）

湯沢管理事務所はNEXCO内でも有数の積雪寒冷地である。その中でも関越トンネルから塩沢石打IC間は，降雪よる影響で低温・水浸状況が続く上，チェーン車両等により打撃を受けるため，骨材割れや把握力の低下による表層の損傷が激しい。そのため，この区間の課題として，耐久性の高い表層の検討を行った。

まず，NEXCO標準である高機能舗装に対して下記の取り組みを行ってきた。

①最大骨材粒径20㎜の採用
②寒冷地用高粘度改質アスファルトの採用
③砕石の比率を最大化する検討
④空隙率17%の採用（標準は20%）

しかし，表層の損傷状況として，「骨材の抜け落ち」，「部分的な骨材の割れ」を防ぐことはできなかった。

そこで，耐久性の高い表層種別の検討として，「高機能舗装（空隙率17%）」，「ハイブリッド舗装」，「低空隙高機能舗装（空隙率10%と８%）」に対して，適用性検証を目的に試験施工行っており，現在追跡調査中である。

このような様々な検討を行うことにより，骨材とアスファルトの役割，配合設計から施工までの流れを学んだ。また，舗装の損傷は様々な要素が複合的に影響していること，その対策についても多くの要素が密接に関わっていること，そして創意工夫によりさまざまな検討・対応が出来ることを肌で感じた。このよう体験を通じて舗装についての知識や興味を持つきっかけを得た。

４．現在関心のあるテーマ

4.1　劣化予測モデルの開発

現況の路面状態を定量的に把握し，将来の損傷過程を予測することは，中長期的な補修計画を行う上で非常に重要な課題である。しかし，現況では損傷予測について技術者判断によるところが多く改良の余地がある。そのため，事業の効率化の観点からも下記のような取り組みを行っていく必要があると考える。

⑴　データの蓄積

舗装の損傷状態・劣化進行度を予測する上で，路面性状データは極めて重要である。劣化した箇所のみを評価するのではなく，路線全体の損傷分析をする観点からも，必要に応じた観測頻度（測定間隔・測定ピッチetc…）で，観測データ（わだち，ひび割れetc…）の蓄積が必要である。

⑵　損傷特性の把握

蓄積したデータに対してマクロ的なグループ（地域特性，交通量，舗装種別etc…）に分類し，グループ毎の損傷特性（わだち，ひびわれetc…）分析を行う。これが，損傷特性ごとに劣化予測モデル構築するための基礎資料となる。また，このデータを基にして各エリアごと（路線，地区etc…）に路面損傷の主要因を把握することができる。

⑶　劣化予測モデルの構築

上記データを用いることにより損傷特性毎・エリア毎の劣化モデルが作成できる。また，路面は複合的な要因により劣化・損傷していくため，これらを総合的に判断する評価方法を検討する必要がある。

このようなプロセスを踏んでの調査・検討は，コストと時間がかかるため敬遠されがちである。しかし，全体像を見渡すことにより，問題点や地域特性が見え，一定の管理基準保ちながら事業量を平準化させることが出来るようになると考えられる。

4.2　環境配慮

限りある資源を有効に活用することは循環型社会を目指していく上で非常に重要である。舗装技術についてもこのような問題に積極的に取り組んでいくことが急務ではないかと感じている。

⑴　環境に対しての配慮

舗装は，製造から施工までの過程で多くのCO_2を排出している。機能を保持して低温で施工できるアスファルトの開発等の排出ガス抑制・削減対策が必要である。

⑵　有限である資源の有効活用

現在NEXCO３社の舗装工事で使用する骨材は，新材を使うことが原則となっている。しかし，環境保全の視点から，新材に依存するのではなく，補修区間の舗装体の骨材に注目し，必要な機能・性能を保持したまま，廃材を排出しないための再生技術向上が必要である。また，アスファルトについても，石油は有限であり，一部の産油国の状況により価格変動が大きな資源であることから，安定した材料の供給のため，上記同様再生技術またはこれに代わる材料の開発が必要である。

このような環境対策は，われわれが日常的に直面している問題として捉えづらい課題に感じる。しかし，われわれは，ここ100年で枯渇性資源の使用や環境破壊を加速度的に進めてきている事実を認識しなければならない。そのため，環境に対する社会全体の価値観を少しずつ変えていく配慮が必要である。そして，長期的価値観としてとらえたときに企業価値を高めるためのファクターと考え，早急に開発する必要があると感じている。

５．最後に

現在，「厳しいコスト管理」の中で「より高い品質」を求められている。このような状況では，技術者自身の技術力・判断力により結果が大きく左右される。そのため，「シビルエンジニア」としての重要性及び意識を再確認し，今現在そして将来にわたり必要なものが何か見抜ける力を養っていきたい。特に舗装は，「お客様」との直接の接点であることから，「安全性」「快適性」「環境保全」を念頭に置き，舗装技術の向上に寄与したいと考える。

私が携わった路面調査

(The Road Surface Investigation in Which I Participated)

奥山　元晴
ニチレキ㈱　道路エンジニアリング部
2002年室蘭工業大学大学院工学研究科博士前期課程建設システム工学専攻修了後，ニチレキ㈱へ入社

1．はじめに

私が子供の頃，自宅近くで，骨材が路肩に堆積して，自転車で通行するとよくハンドルを取られ危ない思いをする道路がありました。今にして思えば，乳剤防塵舗装の道路であったと思います。

「この道路はいつになったらきれいな舗装になるのだろうか」と思いながら，工事が行われる度に期待していましたが，いつも乳剤防塵処理を行うだけだったので，残念な思いをしていました。

いつまで経っても平坦なアスファルト舗装にならないことから，高校生の頃には，図書館で広報誌等を読んでみて，この道路の都市計画を調べました。

この時の都市計画を調べる体験を通じて，街作りにおける道路の重要性を知り，道路や舗装といったことに関心を持つようになり，現在の会社に入社しました。

ニチレキは材料メーカーとして，アスファルト舗装材料や工法の広範囲な研究を行っていますが，私の所属する道路エンジニアリング部では，路面性状の調査に関わる業務を中心に行っており，これに用いる測定機器の研究・開発も行っています。私が携わった路面性状調査のための測定機器の研究・開発について，数点紹介するとともに，その中での体験について触れさせて頂きます。

2．これまでの研究・開発

2.1　路面撮影車

路面撮影車は，道路の補修計画や具体的工事計画において，リアルな現場情報の利活用を目的として開発したものです。この車ではCCDカメラを用いて，一般交通の流れに沿った走行で，５ｍ毎に静止画で路面と沿道状況の写真を連続撮影します。(**写真－１**)

撮影した写真は一般のパソコンで処理できるJPEGファイル形式としたので，室内で簡単に路面の状況や周辺構造物の状況確認が行えます。

この開発では，様々な現場条件下（気象状況による明るさの変化等）でも簡単に扱え，走行しながら鮮明な写真が撮影できるような運用方法の検討を行いました。

当初はカメラに関する知識は全くありませんでしたが，この検討を行う上で，カメラに関する知識は必要不可欠なものであると思い，シャッター速度や被写界深度などカメラの基本を勉強することからはじめました。勉強した知識を活用することで，**写真－２**に示したような路面の状況が鮮明に見える写真が撮れる設定を決めることが出来ました。

写真－１　路面撮影車外観

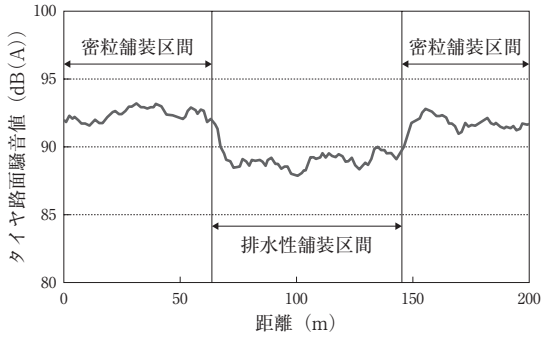
写真－２　路面撮影車での撮影例

ここで得られた「基礎から学ぶ」事の重要性は，他の開発にも生かせると思いました。

2.2　タイヤ路面騒音測定車

タイヤ路面騒音測定車は，タイヤと路面が接触する際のタイヤ近接音を収録する装置で，排水性舗装の騒音評価をすることが出来ます。(**写真－３・図－１**)

写真－３　タイヤ／路面騒音測定車外観



図－１　排水性舗装と密粒舗装での騒音値の比較

タイヤ路面騒音値は，測定速度・外気温等に影響を受け，測定速度が速くなるか，気温が低くなると大きくなる傾向があります。どんな測定でも同じように比較するためには，一定の基準値（50㎞/h・20℃）に補正するタイヤ路面騒音の換算式が必要になります。換算式を作成するには様々な速度・外気温条件下での測定データ収集が必要となり，私は，測定したタイヤ路面騒音値を基準値に補正する換算式の作成を担当しました。

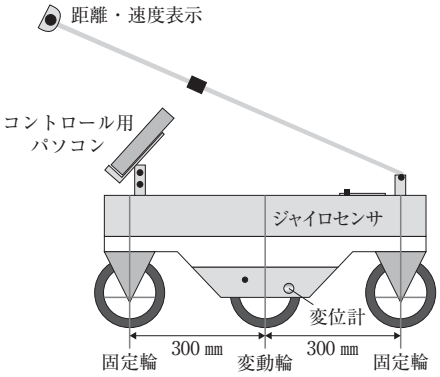
繰り返し精度と測定速度・外気温の変化を把握するため，早朝から夜遅くまで百数十回の走行テストを時期を変えて行い，換算式を作成することが出来ました。

この開発では，解析した多くのデータから換算式へ適用するために，整理をしながら検討することの大切さを実感できました。

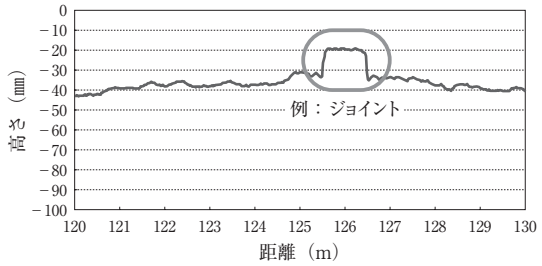
2.3　路面プロファイル測定装置

ポータブル型路面プロファイル測定装置は，装置内にあるジャイロセンサと変位計を用い，人力で押して，進行方向１㎝毎に高さデータ，すなわち路面のプロファイルを得る装置です。

この路面プロファイルを基に平坦性，わだち掘れ量，段差量，さらには，乗り心地を表す国際ラフネス指数（IRI）やライドナンバー（RN）等の各種指標を導くことが出来ます。(**図－２・図－３**)



図－２　路面プロファイル測定装置の概要



図－３　路面プロファイル算出例

現場では，様々な条件下で運用されることから，測定条件による測定値への影響を確認する作業を私が担当しました。約10mのテストフィールドを設けて，基準となる路面プロファイルを得るため，水糸法で１㎝毎に測定しました。そして，路面プロファイル測定装置の精度を高くするような測定方法・解析方法について，様々な条件で繰り返し200回以上のテスト測定を行い，運用条件の確定とソフト開発を行いました。

３．おわりに

これまで開発の度に様々な経験をしてきました。完成した時の喜びを思いだして，今後も新しい事へチャレンジしていきたいと思っています。

感謝

(Thank You for You All!)

加納　孝志

(独)土木研究所
道路技術研究グループ(舗装)　主任研究員

平成６年日本大学大学院生産工学研究科（土木工学専攻）修士課程修了。同年４月大成ロテック㈱に入社し，平成19年１月より現職。

私が大学生になった頃は，バブル景気の真っ只中で日本全体がお祭りムードに包まれていた。就職戦線もお祭りのような“超”売り手市場で就職に困る状況ではなかったから，私は大学４年生になるまで特に就職先を真剣に考えることはなかった。このとき私は，舗装業界の仕事に就くとは全く考えていなかった。

大学４年になり，就職先を決める前に，卒業研究を行う研究室を決めなければならなかった。私の学校では，学生が希望する研究室名を３つ書いて提出し，後日所属先が伝えられることになっていた。私は自由な時間が多く取れる研究室名を順に３つ記入し提出したが，所属先は最も自由な時間が少ないと言われていた“道路研究室”であった。

道路研究室は噂通りの研究室で，私たち学生は毎日，朝から夜遅くまで供試体の作製や実験，実験データの整理などに追われていた。終電に間に合わず，研究室や友達の下宿に泊まることもしばしばであった。当時，不満もあったが，何やら研究室漬けの毎日が楽しく感じられるようになり，そのまま大学院（修士課程）に進学し，道路舗装会社へ就職する道を選んだ。

就職してから約２年間，主に私は名古屋で現場の技術支援業務に従事した。当時会社では「新入社員には残業させない」ことになっていたため，私は５時になると寮に帰された。地元出身ではない私は，会社以外に知り合いがいるわけでもなく時間を持て余していた。そんな時，工事担当の先輩から食事を見返りに仕事の手伝いを頼まれた。当初は，工事写真を整理する程度の仕事であったが，そのうち私が休みのときには工事現場へ一緒に出かけ，測量や竣工書類の作成などを手伝うようになっていった。業務時間外に，本来業務以外の仕事をするのは，きつくもあったが，徐々に姿を変えていく現場を見るのはとても楽しかった。

入社３年目を迎え，私は技術研究所（以下，研究所）に転勤になった。研究所に着任して早々，雑誌“舗装”に連載される予定の「道路舗装用語の解説」を執筆する勉強会に参加する機会を与えられた。勉強会には舗装会社やバインダメーカーなどから同世代の若い研究者が参加していたが，他社の若手技術者の知識の多さや発言の的確さに驚き，「もっと勉強しなくては！」と強く思ったのを覚えている。そんな危機感を持ちながら仕事をすると，１年があっという間に過ぎていき，気付けば研究所に配属され10年が過ぎていた。その間，仕事はとても忙しかったが充実していた。

平成19年の１月から，私は(独)土木研究所の舗装チームで任期付き研究員として舗装に関わっている。３年の任期で，ちょうど１年が過ぎたが，これまでとは違う角度から舗装について考えさせられることが多い。難しい問題もあるが，とても新鮮な感じがしている。ただ，様々な手続きなど民間と異なる部分が多く，右も左もわからない新入社員のように一つ一つ教えてもらいながら仕事をこなしている状況である（チームの皆さん，ご迷惑をお掛けしています)。

私が，思いもよらず道路研究室で舗装に関わってから20年も経っていないが，それぞれの場所で多くの人と仕事を一緒にさせていただいてきた。これまで一緒に仕事をさせていただいた方々は，仕事の面でもそれ以外の面でもとても魅力的で真似るべき部分を沢山持っており，色々な意味で助けていただいてきた。私が，舗装業界で仕事を続けてこられたのも皆さんのおかげだと思っている。

私も技術を研鑽しつつ，真似られるような魅力ある人間を目指していきたいと思っている。

私の経歴と舗装技術について考えること

(Career and Thinking about Pavement Technology)

鎌田　修

鹿島道路㈱　技術研究所
主任研究員

1970年生まれ。神戸市出身。大阪市立大学工学部土木工学科卒業。2003年博士（工学）取得後，同年独立行政法人土木研究所舗装チーム専門研究員に就任。2006年より鹿島道路株式会社に勤務。

鹿島道路株式会社技術研究所の鎌田と申します。あくまで個人の立場で舗装に関わることになったきっかけや，現在興味のある研究を書くということですが，それだけではほとんど書けないために，私の簡単な経歴も併せてそれらを思うままに書いていきたいと思います。果たして企画していただいた方の趣旨にあうのか，出版物として価値のある記述になるのか，かなり不安ではありますが，今後のコミュニケーションの一環になればと思います。

1．経歴

平成２年に大阪市立大学工学部土木工学科に入学しました。４回生になった時に研究室に配属されますが，私は当時クラブ活動でスピードスケート（主にショートトラック）をやっておりました。スピードスケートは一般営業時間外に貸切りで練習を行うために，練習時間は早朝や夜中にあり，お金もかかるためにアルバイトの時間も不規則でした。そんな中で研究室を選ばなくてはならなかったのですが，研究室にコアタイムを設けられているような所は避けたいと思っていました。そんな中，山田教授の研究室は結果さえ残しておけば文句は言われないとの情報が入り，そのまま希望通り配属，そのまま山田教授の下についてアスファルト混合物の研究をすることになっていました。将来のことを決めるのだから，もっと真剣に考えればよさそうなものですが，当時の私にとって卒業研究よりもショートトラックのコーナーの曲がり方の方が，はるかに興味がありました。まあ，学生なんてそんなもんでしょう（私と違う真面目な学生はたくさんおられるとは思いますが・・・）。

また，大学の研究ということで，見たことのない機械をかっこよく操作するのかと思っていたら，先輩方が中華鍋でアスファルト混合物を練り混ぜているのを見て少しショックを受けたことも覚えています。後に幾つかの書物に同様の事を感じられた方々がおられることを知って，皆同じことを感じるのだと思ってしまいました。

そんなこんなで始まった私と舗装との関わりですが，大学院に進学する頃にはアスファルト混合物を練るのがかなり好きになっていました。毎日骨材をふるってはアスファルトを練って，ダイヤモンドカッターで切り出し，曲げ供試体やWT供試体を作製したり，たまに大学構内の舗装のポットホールを埋めたりもしていました。すぐに剥がれるので埋め方を考えて，最後の方は結構耐久性があるようになっていました。しかし，研究の方は，当時は明らかに考える頭脳が不足していて，実験の数をこなして成果にするという典型的な学生がやる実験のやり方でした（これもまた，そうでない優秀な学生さんもいっぱいいらっしゃると思いますが・・・）。

前期博士課程終了後，大成建設株式会社に入社し，主に開削工法による地下鉄駅舎構築現場に在籍しました。ここで社会人としての幼児期に体験した経験は，良くも悪くも私の社会人としての考え方のベースになっているのは間違いないと思います。また，後期博士課程に戻ると話した際に，当初は反対しながらも，進学を決めれば学校のない土曜，日曜日に仕事を与えて生活費を助けてくれた作業所長や現場スタッフには未だに感謝の意に耐えません。おかげで，生活に困ることなく３年間研究を続けることができました。

博士を取得後，平成15年から独立行政法人土木研究所に専門研究員として赴任しました。土木研究所の話があった際は，関西に留まりたいと思っていたので応募すべきか悩んだのですが，専門研究員は３年間の任期を必ずしも守る必要はないと認識していましたので，一度土木研究所がどういう所か覗いてみる感覚で行って，しばらくしたら大阪に帰ってもいいという気持ちでいました。しかし，業務が始まるといきなり試

験施工で舗装構造を検討したり，法律関係で部外者にも簡単に成果が分かるような実験計画をたてて実行したり，委員会を通じて舗装外分野でも大学の先生に意見を伺ったりと，毎日忙しく過ごしながら，あっという間に３年間が過ぎていました。土木研究所での経験は，舗装技術に関してはもちろん，様々な人間の立場と，それぞれが要求するものは何かということを勉強できた点が大きな収穫でした。

平成18年からは，ご縁をいただき鹿島道路株式会社に入社しました。現在は技術研究所に配属されています。

２．現在の研究内容

現在は，コンクリート舗装版の付着オーバーレイ工法の研究，鋼床版上の薄層舗装の研究，共同研究としてコンクリート舗装の再生資材に関する研究，請負業務としてアスファルト混合物の材料特性に関する研究等を実施しています。新工法から昔大学でやっていたようなことなど，新しい課題から古くより存在する課題まで，様々な課題に日々ない頭を悩ませています。

３．現在興味のある研究

「現在，興味のある舗装技術は何か？」と問いかけられても少し答えに困るところはあります。まず，今興味があるのは，現在抱えている業務です。「抱えていない業務で興味のあるものは？」と聞かれたら，舗装技術全部になってしまいます。強いて何かを挙げるとなれば，最近土木学会で環境適合設計を勉強する機会を得ました。全くこれまで知識がない分野であるので，検討するのが楽しみです。他産業ではかなり研究が進んでいる様ですが，舗装業界は適用が難しいと考えられます。何が問題となるのかWGの方々に御教示いただきながら勉強していきたいと思っております。

４．今後の研究に対する希望

現在，色々と世間で道路の話題が取り上げられております。これが発刊される頃には決着が着いているのでしょうか？色々と先の読めない世の中ではありますが，舗装というものは決してなくなるものではなく，これまでの常識が通用しなくなる今だからこそ様々な技術を探求する必要があると個人的には思っています。

個人としては，今後はこれまでに得た知識を伸ばすとともに，これまで接していなかった技術についても知識を得たいと思っています。私は研究や技術を求めて様々な場所で活動してきましたが，そこで得られているのは人の恩恵である場合が多いと思います。しかし，そんなことを悟ったようになって大人しくなるにはまだ早すぎるので，時には周囲と摩擦をおこしながらも，これからも技術研鑽に努めていきたいと思っています。

「地域」に根ざした「ニッチ」な研究

(Aiming at "Niche" and "Community-based" Researches)

亀山　修一
北海道工業大学　空間創造学部
都市環境学科　教授　博士（工学）

平成２年北海道大学工学部土木工学科卒業後，平成４年北海道大学大学院工学研究科土木工学専攻博士前期課程修了，平成９年長岡技術科学大学大学院工学研究科材料工学専攻博士後期課程修了。平成９年に北海道工業大学工学部講師となり翌年助教授となる。平成14年米国ペンシルヴァニア州立大学客員研究員，平成18年北海道工業大学工学部教授を歴任。

１．舗装に関わるようになったきっかけ

卒業研究をおこなう研究室を選ぶ際，高校，大学と同級であった親友が道路工学講座に行くと言うので，私も追従しました。特に，舗装に興味があった訳ではなく，「たまたま」選んだ対象が舗装でした。舗装に興味を抱くようになったきっかけは，大学院修士課程で，舗装の「サービス性能」を知ったからです。

それまで，「つくる」側の立場で公共構造物を評価，設計する方法しか勉強していなかった私にとって，「利用者」の視点に基づく評価はとても新鮮でした。また，舗装の場合は，車を運転したり，街を歩いたり，いつでも自分が利用者になることができるため，学んだことや研究から得られたことを，自分の目や体で「すぐ感じる」ことができるのも私にとっては大きな魅力でした。

２．現在の研究内容

現在でも，舗装の平坦性やすべり抵抗など舗装の路面性状に関する研究を継続していますが，最近は，歩道のバリアフリー，道路景観，歩行者ITS，道路清掃など，舗装以外の研究の比重が増しています。現在進めている研究には以下のようなものがあります。

①舗装のプロファイル測定装置の開発

小型，高速，簡易，低コストでプロファイルを測定できる装置の普及を目指し，道路パトロール車などのホイールに装着できるプロファイラや小型プロファイラの開発を進めている。

②歩道のバリアフリー

歩道の段差・勾配・平坦性の評価方法，歩道のバリアフリー化計画，歩道のすべり抵抗を連続的に測定できる新たなすべり抵抗測定器の開発。

③道路のシークエンス景観

シーニックバイウェイ北海道において，移動する車内から20m間隔で撮影した画像（シークエンス景観）から輪郭・色彩・濃淡のフラクタル次元の変動特性を解析し，北海道らしい道路の景観構造を明らかにする。

④可視光通信LEDを用いた歩行者ITS

可視光通信機能を有するLEDを用いて，高齢者や障害者に安全・安心情報を提供する歩行者ITSを積雪寒冷地に適用するための基礎研究。

⑤道路清掃作業の効果の検証

路肩に堆積する路面塵埃の特性を明らかにし，道路清掃作業の効果の検証，効果的な清掃方法の提案をおこなう。

３．現在関心のあるテーマ

道路施設を「利用者」の視点から評価することが，以前からの研究テーマですが，最近では，それに，「北海道」と「ニッチ」と言うキーワードが加わりました。雪が嫌いで北海道を対象とする研究は避けていたのですが，近年の元気のない北海道を見ていると，生まれ育った故郷に少しでも貢献したいと思うようになりました。また，北海道には北海道にしかない研究対象が沢山あり，自分が恵まれた環境にあることに初めて気がついたこともあります。

「ニッチ」とは「市場の隙間」のことですが，市場だけではなく，研究にも「ニッチ」があると思います。私のように，地方の私立大学で研究する者にとって，多くの人材とお金が必要となるメジャーな研究は高嶺の花ですが，これらの間に存在する隙間を埋めたり，つなぐ研究であれば十分実行できます。したがって，現在は，隙間を逃さないように，目を凝らし，色々な方のお話に耳を傾けるように心がけています。

舗装（道路）との出会い

(Meeting Pavement (Road))

高馬　克治
ニチレキ㈱
研究開発センター技術研究所　研究３課

1998年３月中央大学土木工学科道路研究室卒業，同年４月にニチレキ㈱技術研究所に配属。現在，入社10年目で技術研究所研究３課に所属。

１．はじめに

今年４月で社会人（舗装技術者）として11年目を迎える。平成10年３月に中央大学理工学部土木工学科道路研究室を無事に卒業し，同４月にニチレキ株式会社に入社してからあっという間に時が経過した。

今回，節目の丸10年を迎えるにあたって「全国の中堅・若手舗装技術者」の紹介という原稿を執筆させて頂くことになり，これまでのいろいろな経験を客観的に整理し，今後に役立てるためによい機会であるとので，ここで少し立ち止まり振り返りながら自己紹介をしたいと思います。

２．舗装に関わるようになったきっかけ

ちょうど昨年４月，中央大学道路研究室（姫野先生）が創立10周年を向かえたお祝いをしましたが，まさにこの研究室に平成９年４月に加わったことが，私が舗装に関わるようになったきっかけです。

初心を取り戻すために当時のことを細かく振り返ってみますと，当時中央大学土木工学科では，３年生の終わりに新卒研生を対象に配属する研究室の希望調査が行われていました。

その中で，道路研究室を選んだ動機は，道路工学はまだ授業を受けていない未知の新しい学問であった（４年時に履修）こと。また，その年の３月に茨木龍雄先生（現名誉教授，施工研究室を指導されていた）が退職され，後任として北海道大学から姫野先生がいらっしゃることを知らされていた。私は，その新しい研究室で第一期性として立ち上げに加わりたかったためでした。

そして，平成９年４月に中央大学道路研究室が創設され，姫野先生のほか，技術員１名と学部生14名のみで私の道路との関係がスタートしました。当初は，先生は道路の専門家，一方で技術員，学生は道路工学の素人であり，研究設備も整っていなかったために研究や勉強をどう進めてよいか分かりませんでした。

しかしそんな中でも，新しい研究室や学問に対して一生懸命に学ぼうとする仲間や尊敬できる先生に囲まれていたお陰で，就職活動の頃には道路に対してまだ知識が十分でない状態ではありましたが，将来道路関係の仕事がしたいと思うようになっていました。

３．舗装技術者として

ニチレキに入社するきっかけは，偶然に飲み会の席で先生からその名前を聞いて興味を持ったのが始まりでした。そこで，ニチレキについていろいろ調べてみると大手の舗装会社とは違い舗装の材料を独自に研究開発しており，自分のつくりたいものを材料からつくると言うところが自分の考え方と一致して，ニチレキを希望しました。

その後，平成10年４月に希望通りにニチレキに入社して栃木にある研究開発センター（当時，技術研究所）で舗装技術者としてスタートを切りました。

これまでの研究内容としては，アスファルト系常温混合物を中心として様々な材料の開発に携わりました。

その中で，いくつか紹介しますと，私がニチレキに入社して１～３年目程度に常温複合混合物CCAP（Compacted Cement - Asphalt Pavement）の開発を担当しました。この混合物は，アスファルト乳剤のたわみ性とセメントの剛性を持つ耐流動性に優れたものです。私が担当した頃には，この材料開発は終了し，現場施工のために専用プラントでの製造や現場調査，空港舗装への適用など実用化の検討を行いました。

この材料は，私が初めて研究開発に携わったからと言うわけではありませんが，常温・高耐久性といった特徴があり，CO_2の削減が大きくクローズアップされている現在にあっては時代に求められるものであると思います。しかし，当時は制約条件も多く普及するまでには至りませんでした。

その他としては，路上再生路盤工法用材料や常温補修材料に関する研究を行いました。

また，それ以外では，開発部という部署で自社工法の施工技術・工法の開発や委託試験業務に携わり，研究以外の技術のスキルアップが図れました。

これまでに私は，舗装材料の研究開発に携わり常に新しい舗装材料触れることで，様々な実験手法や舗装技術を習得することができました。しかし，それ以上にこの10年間で上司や先輩から研究開発に対する考え方や舗装技術者としてのあり方を学んだと思います。

４．今，関心のあること

舗装との出会いは，前の章で書かせて頂きましたが，土木を志す動機になったのは小さい頃からものづくりが好きだったからです。

つい数年前に，NHKに「プロジェクトX」という番組がありましたが，私もそれをみてものづくりに対する挑戦や努力に感動の涙を流していた１人です。

近年，地球環境の破壊が大きな問題となっています。それは今，私が最も関心のあるテーマでもあります。その中にあって我々の働く土木や道路事業は，これまでにものをつくることで国民に安全や安心，利便性を提供してきたと思います。一方で，ものをつくることは，地球環境の破壊を進めてきたという側面もあるのではないかと思います。

今後は，これまでの経験を活かして，舗装材料の面から地球の温暖化対策に貢献できるように努力したいです。

話は少し変わりますが，最近見るテレビで「プロフェッショナル」というさまざまな分野で活躍中のプロの仕事を紹介するドキュメンタリー番組があります。

その中で，印象に残った言葉に「プロフェッショナルとは，技術も心もいっしょに伴った人（技術は心が先に伴ってから後から付いてくる）」と言うものがありました。

私も舗装技術者の１人として，この言葉を自分なりに咀嚼してみると，技術の習得に努めることはもちろんですが，その前に１人の人として自分のできることで地球環境問題に対して貢献するというような気持ち（心）を伴った技術者（プロフェッショナル）になれるように精進したいと思います。

５．アスファルト舗装研究グループでの活動

最後に，現在お世話になっているアスファルト舗装研究グループ（以下，アス協）について少し述べたいと思います。

会社に入社して５年が経ち，舗装の奥深さや研究の難しさ大変さが分かってきた頃，平成15年４月にアス協に参加するようになりました。私は，人との和を広げることや仕事上で姫野先生をはじめ舗装業界内にいる同級生達と関わりを持ちたいと常々思っていました。この点から，アス協に参加できることになり嬉しかったことを思い出します。

しかし入った当初は，20代後半で若手であったこともあり，アスファルト誌に掲載用の海外文献の抄訳では理解不能なものを提出して，大変迷惑をおかけしたとこともあったと思います（現在もあまり変わりませんが）。

また，2005年には，バンコクで行われたIRF国際会議にアス協として論文を投稿して参加しました。その他にもアス協では，年１回の合宿で現場見学をするなど，社内ではできない多くの経験をさせて頂いています。今後も自分の見識を広めると共に，本協会を通じて少しでも舗装業界に貢献していきたいと思います。

さまざまな「環境」に取り組む

(Challenge for Various Kinds of Environments)

小柴　朋広
世紀東急工業㈱　技術本部
技術研究所

1999年早稲田大学理工学部土木工学科卒業。2000年よりアスファルト協会アスファルト舗装技術研究グループに参加。

1．舗装に関わるきっかけ

私の場合，正直なところ最初は舗装や道路建設自体にあまり興味は無く，ただ何か新しいものを研究開発できればいいという気持ちで，気が付いたらこの道に進んでいた。大学では水工系の研究室で地下放水路のモデル実験等を行っていたので，方向性は全然違っていたのだが，特に戸惑いもなく，むしろ舗装というものを調べれば調べるほど奥深いものだということが分かり，興味が増していった。また，道路という社会基盤が私達の生活の中でとても身近な存在だという部分でも，やりがいのある仕事だと感じることができた。

会社に入って最初に配属されたのは千葉県の営業所で，そこで現場監督として主に小規模の土木工事を担当した。一応研究志望での入社であったが，やはり現場は経験しておくべきとの方針から現場への配属となった。私自身別に現場が嫌だという訳ではなく，どちらかと言えば研究をしたいという程度のスタンスであったため，現場監督をすることに特に不安も不満も無かった。

舗装会社でありながら一般土木工事の多いその営業所での経験は今思えば貴重だったと思う。宅地造成に始まり法面，護岸，ボックスカルバート等，舗装業者があまり経験しないような工事を担当した。

一般土木の中での舗装の扱い，舗装業から見た一般土木，建設業全体の中での舗装の存在感，現場では何ができて何ができないのか，コスト面ではどこまでが限界か…等々，当時は現場を管理するのに精一杯で，何も考える余裕はなかったが，この時の経験は今研究の方向性を考える上でとても役立っている。

2．現在の研究内容

現在は保水性舗装や遮熱性舗装等の環境舗装関連と凍結抑制舗装の評価技術等の研究をしている。

2.1　保水性舗装

保水性舗装については，技術がほぼ確立されているが，75%浸透タイプやカラー舗装への適用等については現場毎に施工体制や評価試験方法が異なることもあるため，その都度室内試験等に協力している。

2.2　遮熱性舗装

遮熱性舗装については，最近では施工時に臭気の少ない遮熱性舗装の開発を行ってきた。

現在一般的に車道用に使われている遮熱塗料は，MMA樹脂が主成分となっているのだが，このMMA樹脂は施工時に強い臭気を発生させるため，沿道住民や歩行者，および作業員への環境対策として，低臭型の遮熱塗料を開発することになった。

MMA樹脂がトップコート工法やカラー舗装，ニート工法等，多用途に利用されているのは，MMA樹脂の持つ高い強度や速硬性，耐候性等の特性が活かされているからである。塗料の低臭化を考える上で壁となるのは，そういった特長を持つMMA樹脂が使用できないという点であったが，幸い樹脂メーカーで新しく開発された舗装用のビニルエステル樹脂がMMA樹脂と同等の強度や速硬性を持っていたため，低臭型の遮熱塗料に応用することができた。

2.3　凍結抑制舗装の評価技術

凍結抑制舗装については，現在まで様々な評価方法が検討されており，現在一般的には氷着引張試験が用いられている。しかし，これまで検討されてきた氷着引張試験についても，実際の現場との関係等についてはいまだ未知な部分が多く，凍結抑制舗装の種類によってはそのまま適用すべきか迷う場合もある。

当社ではグルービング溝の中にゴムチップ混合物を充填したザペック工法タイプGをはじめとして，数種類の凍結抑制舗装を保有しているが，現在はそれらの工法に対して，実際の車輌走行を想定した実物大の試

験装置により，氷板や積雪等の路面状態での走行試験を実施しており，いずれ氷着引張試験との関連性等についても検証していく予定である。

3．現在関心のあるテーマ

私が現在関心のあるテーマは，ずばり「環境適合設計」である。これは私の研究テーマと言うよりは，舗装業界全体が今後取り組むべき大きなテーマかもしれない。

環境適合設計と言うと聞きなれない言葉かもしれないが，簡単に言えば，あるものを設計するにあたって，それが環境に与える影響を，原料採取，製品製造から使用，廃棄，リサイクルまで考慮して，環境負荷が最小限になるものを目指すという考え方である。家電メーカー大手等ではすでに取り入れているところも多く，建設業界は少し出遅れている。

環境にかかわる要素はたくさんあるが，これから特に注目していかなければならないのはやはりCO_2である。たとえばある家電メーカーでは，冷蔵庫の製造から流通，使用，リサイクルまでのCO_2の排出量を算出し，従来品と新製品との比較を行い，いかに新製品が環境負荷軽減に効果があるかをアピールしている。

建設業界では，こういった取り組みは出遅れている感があるが，建築資材等ではすでにライフサイクルアセスメント（LCA）のためのツールが開発され，消費エネルギー，CO_2，SOx，NOx等の環境影響評価ができるようになっている。

舗装への適用を考えると，砕石の採掘，合材製造，舗装施工，廃棄，リサイクル等の試算は同様にできるが，供用については現場条件や交通条件等の影響が大きいため，そういった要素がツール作成の課題となる。

今後，地球温暖化等の地球環境に関する議論がさらに活発化していくと，私達の開発する新工法についてもコスト比較等と同様に環境負荷軽減に関する具体的なデータの提示が求められる時代が来るかもしれない。

今までは「この材料はリサイクルできますか?」で済んでいたものが，「LCAではこの材料は従来品に対して消費エネルギー，CO_2，SOx，NOxそれぞれ何パーセント増減しますか？」というように。大変であるが、やりがいのありそうなテーマである。。

特集・全国の若手舗装技術者

熱環境を和らげる
～ヒートアイランド現象の緩和を目指して～

(Control Heatisland)

嶋崎　明代

大林道路㈱　本店エンジニアリング部
舗装グループ　主任

2002年東京家政大学家政学部美術専攻卒業。同年大林道路㈱入社，2004年より現職。

1．はじめに

昨今，我が国の都市部では，この地球温暖化現象に加えて，ヒートアイランド現象が頻繁に発生し，熱環境の悪化がより顕著になっている。

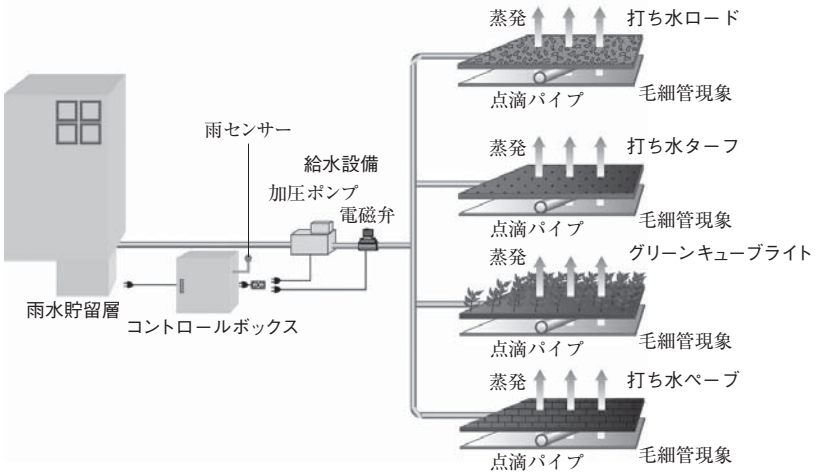
そこで，下面から水を均一に拡散し，必要な時期に必要量を供給できるシステムの開発に至った。

2．給水方式を利用した技術開発

下面給水方式とは，点滴パイプといわれる給水パイプによって水を配り，その水を導水シートによって，均一に拡散する。その水を上部の舗装材や土壌などの毛細管現象により，水を蒸発させる方法である。本来の打ち水や散水とは異なり，水溜まりの心配が無く，過剰な水を必要としない。必要量はコントローラーによって日時，給水時間を設定することが出来る。無駄がない。雨水を貯留すれば資源の有効利用になる。

下面給水方式は給水パイプと水の拡散を促す導水シートを用いて路面の下から自動給水する方法である。路面から水が蒸発することで，路面の表面温度を低減することが出来る。

このシステムを利用したのが湿潤舗装と薄層緑化でアスファルト舗装，砂入り人工芝を利用した技術も開発した。

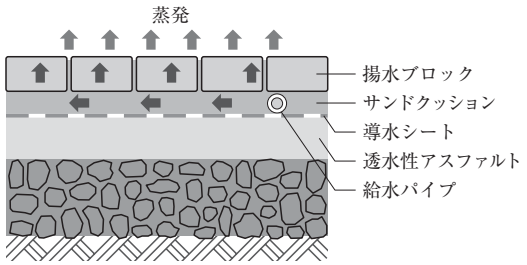


図－１　打ち水システム

３．湿潤舗装システム「打ち水ペーブ」

打ち水ペーブは，自動灌水システムを利用したセラミックブロック舗装である。セラミックブロックの微細な連続空隙を利用し，毛細管現象を利用した揚水機能により，水を蒸発させて，その気化熱により路面温度を低減する。

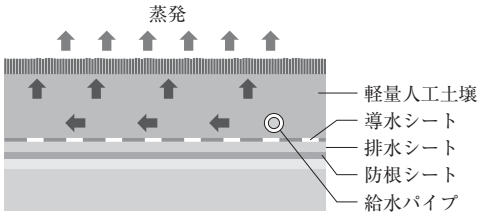
夏季日中では，アスファルト舗装と比べて約20℃程度の低減効果が期待できる。建築外構部などでは，雨水貯留を利用して方向者がや居住者の熱環境の改善に利用している。



図－２　打ち水ペーブ断面図

４．薄層緑化システム「グリーンキューブライト」

グリーンキューブライトは，自動灌水システムを利用した緑化システム舗装である。特殊導水シートの均一性の高さを利用したことで，土壌灌水を実現している。また５～10㎝程度の薄層のため，軽量化なため屋上に適している。



図－３　グリーンキューブライトの断面図

写真－１　打ち水ペーブの事例

写真－２　グリーンキューブライトの事例

屋上を快適にするとともに，大気中に放出される熱を減少させるので，ヒートアイランド原書運緩和に大きく貢献する。また階下の空調負荷を減少することが期待できる。

5．グリーンキューブライトと打ち水ペーブの組み合わせ

都内某小学校では，薄層緑化と湿潤舗装を組み合わせ屋上緑化スペースに採用された。

同システムを利用しているため，一つの制御板で一括管理している。**写真－3**は置き換えシステムという，利用者が好きな花々を入れ替える事が出来るシステムである。鉢の周囲には吸水率の良い，レンガを砕いたチップを敷き詰め，導水シートを鉢の底部に設置し鉢に水を導水する。

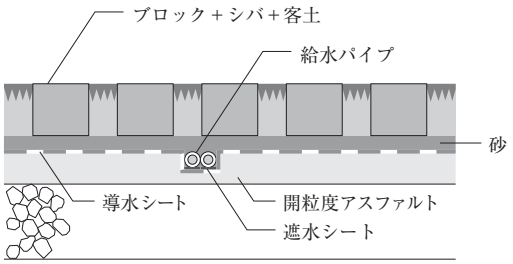
6．緑化ブロック舗装への展開

昨今環境改善の一つとして，芝などの植物を舗装として使用（以下，緑化舗装という）することが求められ，景観性は勿論，雨水の浸透による都市型洪水の抑制やヒートアイランド対策としての有効性も期待されている。

しかし，実際に舗装として徒歩や自動車で供用するには，舗装として路面を一定の状態に保った上で，植物の生育が継続するような構造とする必要がある。

一方，ブロック舗装の下面に給水し，これを舗装体のもつ毛細管現象を利用して路面に吸い上げ，路面を湿潤状態に保つことで夏季の路面温度を下げる技術がある。そこで，この技術を応用した新たな緑化舗装の開発を行い実施に至った。

使用した植生ブロックは乗用車の荷重にも耐える強度と，充分な芝生面積を両立させた植生ブロックです。植生部分の“空隙（くうげき）”により雨水が浸透し，草花の成長を促します。また，水たまりも防ぎます。厚みは100㎜である。緑化率は35％で，芝はコウライシバを使用した。



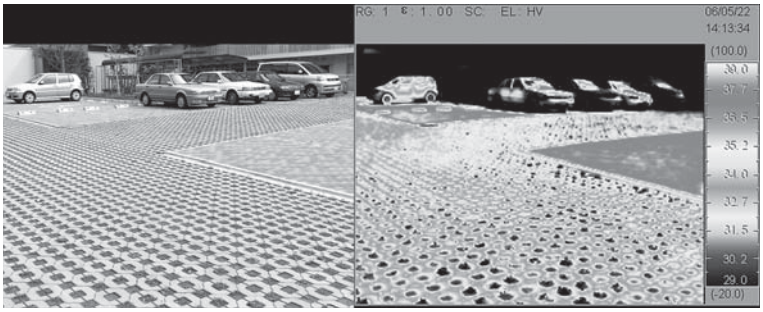
図－4　駐車場の断面図

写真－3　某小学校屋上の事例

打ち水システムを使用し，給水パイプと導水パイプを使って水を拡散し，芝草の必要水量を日時と潅水時間で自動給水する。

下面給水方式の工法は，路面温度調査やサーモトレーサー調査によって効果を確認する。サーモトレーサーは赤外線を使って路面の温度を調べる調査機械のことである。**写真－4**のサーモグラフィー調査の結果である。

駐車場内の車路が緑化舗装で，車両停車部がインターロッキングブロック舗装となっている。熱画像を見ると緑化舗装部は路面温度が40℃以下になっているがインターロッキングブロック舗装部は46℃以上になっている。下面給水方式の効果が出ている。芝草も成長を遂げている。



写真－4　サーモトレーサーによる熱画像

回想して

(In Retrospect)

鈴木　徹

大林道路㈱技術研究所
工法研究室　主任研究員

平成４年秋田大学大学院鉱山学研究科修士課程修了し，同年，大林道路㈱へ入社。平成５年より四国の高速道路をかわきりに，各現場に従事し，平成10年より現職。

１．はじめに

私が舗装に携わってから15年たった。この間，部署が５度変わり，その途中で結婚，二児の父親と生活環境の変化があり，最近では体力の変化を痛感している。仕事面でいうと，年齢的，立場的に中堅扱いされることもあることから今以上に舗装および関連する技術の習得に努力していかなければと思う次第である。

さてここで紙面を借りて，ほんの少し経歴というか自己紹介を兼ねて舗装業界に携わってきた時々を回想してみる。

２．学生時代

学生時代，舗装会社に就職するものとは全く思っていなかった。ただ，漠然となにか建設関係の仕事をしたいという思いもあり土木工学科を選んだ記憶がある。

学生時代は研究室の同期と作製した「こねくり隊」とロゴの入った作業服を着て，日々，コンクリート供試体を造っては壊す毎日であった。あの当時は作業服フル装備で実験に明け暮れていた研究室は小生が所属していたコンクリート研究室しかなく，3Kは逆にほこりに思い作業服で構内を闊歩していた。研究室をイメージしたロゴまたは絵図を入れた作業服は母校では我々の代が始まりであり，今でも後輩に受け継がれている。年々，ロゴタイトルは変わってきているが，最近は研究室に女性も増えてきており，先日，大学に遊びに行った時には「コンクリっ娘」，「こねっ娘」とプリントされた作業服でコンクリートをいっしょうけんめい混練りしている女性２人を見かけた。たのもしい限りである。

以上のことから，学生時代はセメント，混和材は様々なものを取り扱っていたものの，アスファルトまたはアスファルト混合物に携わったことはない。唯一，「道路」の講義でアスファルト舗装のさわりを受けた記憶はある。さて就職の時になって，ただ漠然とコンクリート系の専門会社に就職するのかなと人ごとみたいに思っていたが，気がつくと道路会社に就職していた。修士論文の「モルタル成分のフロー値に基づく超固練りコンクリートの配合設計」でRCCPについて行っていたことが就職に関係していたかは今でも定かではない。

３．入社１年目

期待と不安で最初に勤務したのが技術研究所である。アスファルトすなわち黒とのはじめての出会いである。浅はかであるが，技術研究所ではなにかしらセメントコンクリート系の研究をやるものと思っていた。とにかく白をやるものだと思っていた。ところが配属翌日から先輩といっしょにアスファルト混合物の配合設計を覚える一環で，マーシャル供試体を日々作製していたと記憶している。この時はただ言われるままの温度で混合，締固めを行い，なぜにこのような試験をするのかもわからず試験をしていた。例えば，コンクリート供試体による圧縮・曲げ強度試験に慣れ親しんだ小生にとって，アスファルト混合物のマーシャル安定度試験の意味がわからなかった（今でもしこりにのこっている）。高さに比べ直径の大きいこの物体を60℃にして横からつぶしてなんの意味があるのか？加熱アスファルト混合物の各材料とアスファルトの割合および配合量を決定すること，変形に対する抵抗性を表すこと，豊富なデータ，過去の経験から基準値が求められている云々・・・これらの説明を持ってなんとなく理解したと自分に言い聞かせてやり過ごしてきた。途中，ポリマー改質アスファルトの研究に携わったことがある。ポリマーを添加する前の原アスファルトの組成分析によるアスファルテン，飽和分，芳香族分およびレジン，なんのことやら。同じグレードのアスファルトでも原産地等がかわると成分も違う，このような成分で構成されたものでないとポリマーとの相溶性が・・・頭がいたい。土木工学科出身の先輩といっしょに行ったが頭がいたいことは全て先輩まかせ。アスファルト

は熱い，面倒くさい（いいかたを変えれば奥深い，やりがいがある）と思いながら日々の業務を行っていた。ポリマー改質アスファルトが出来たらそれを使った排水性混合物の配合設計を行うことになった。やる気まんまんであったが，全てやり終わらないうちにめでたく？転勤となり現場デビューとなる。技研配属からわずか半年後のことであった。

４．現場デビュー

はじめての現場は新設の高速道路であった。役割は品質管理担当であった。中途半端に黒を経験したこともあるが，路盤の配合設計，アスファルト安定処理，基層および表層の配合設計，プラント検査，アスファルトおよび砕石の搬入段取り，各層の試験練り・試験施工準備，計画書・報告書，日常管理等々，たくさんの先輩，JV職員の協力のもとなんとか成し遂げたと思う。その次，またその次と違う新設の高速道路の現場に従事した。品質管理は最初の現場だけであり，その後はまさしく舗装担当であった。この頃はすっかり次の高速はどこかと考える様になっていた。入社当初は現場配属，研究部門配属のこだわりもなく（こだわっていてもそのとおりにはならないが），建設に関係する会社は現場ありきは承知で，このまま高速の現場を渡り歩くのも良いかなと思っていた。そう思っている最中，３本目の高速の現場を終えた後，関東地区の工事事務所に転勤となった。主に市町村道の維持補修工事に行っていた。

現場に配属になった当初は日々現場をたたくのに精一杯であった。その後若干ではあるが材料自体の特性を気にかけるようになった。例えばちょっとした補修に使用する小規模用補修材を例にとれば，世の中様々なものが出回っている。使う側にしてみれば，ものがしっかりしていること，扱いやすいこと，妥当な価格であることが重要である。どのような素材を使用しているから他材料とこの点が違う，作業性が云々だから用途としてはこれもありだなと少しではあるが使用するものを考えながら現場を行えるようになってきた。

５．入社６年～

平成10年に再び技術研究所に配属となり現在に至っている。したがって現時点で1/3を現場で2/3を技術研究所で過ごしている。

技研に来てからはすぐに改質アスファルト乳剤の研究に取りかかった。当社は乳剤メーカーでないので，あたりまえとされている事もわからず，まずはタックコート，プライムコートの標準的なアスファルト乳剤の作り方から勉強したものである。この時も原アスファルトが違うと乳剤の出来も違う云々であり，前述した新入職員時代であったらアスファルトは面倒くさいと小言をいっていたであろう。ただし立ち止まってもしかたがない，突き進むしかないと言い聞かせて研究開発に没頭した記憶がある。この時が自分でいうのもなんであるが研究者のはしくれ誕生であったと思う。

改質アスファルト乳剤自体はなんとか目途がたったがその後の展開には結びつかなかった。ただし，この時の経験が今に結びついている。その後，委託業務関係をしばらく行い，また特殊物の加熱アスファルト混合物に関して研究を行ってきた。途中，ポーラスコンクリート，鋼繊維補強転圧コンクリート等，入社してから８年ぶりに学生時代の恋人「白」に遭遇した。

６．現在

現在は黒，白わけへだてなくやっているつもりである。また，まるっきり黒とは言えないが白でもない常温補修材および様々なものが混入している加熱アスファルト混合物について研究を行っている。

現時点であなたの専門は何ですかと問われた時，はっきり言って返答に困ってしまう。黒も白も複合体もやってきたが・・・・・。舗装に15年も関わってきてこれはまずいと思っている。当社および他社の優れた諸先輩技術者は必ず核となる専門を持っている。持っていないと謙遜する人もいるが，我が輩からすると持っていると認識できる人が多数いる。私の理想の技術者は，ある分野について非常に造脂が深い，また，広くなんでも知っている，最終的には発注者，受注者問わず現場担当者または社内外に関係なく頼りにされる技術者である。私はなれるのだろうか？おそらくなれないだろう。ただし，将来また問い出された時，今よりは正々堂々とあることについては物を言えるようになっていたい。現場に頼りにされる技術者でいたい。そうなるためには一歩一歩進むのみです。進んだ先にはなにか見えるでしょう！

私の舗装への関わり合い，過去，現在，そして未来

(My Activity in Pavement Research, in the Past, the Present and the Future. Is it Good?)

高橋　修
長岡技術科学大学
環境・建設系(計画・環境工学)　准教授

1987年長岡技術科学大学大学院工学研究科修士課程修了。1987年福田道路株式会社工事部。1991年長岡技術科学大学助手。1998年運輸省港湾技術研究所土質部。2001年より現職。

1．舗装研究の始動（まえがきに代えて）

私が舗装を考える対象として関わるようになったのは，大学を修了して就職した企業が舗装会社であったことに端を発する。私が就職に直面した時代は，「超氷河期」と比喩された時期であり，現在と比べるとはなはだ憂うべき状況であった。大学院修了を目前に控えて，就職先が決まらぬ状況で，拾ってもらった企業が舗装会社であった。これは，大学院での所属研究室が道路や舗装を研究対象としていた関係であり，研究室の先生から尽力していただいたおかげである。

舗装会社に入社してからは，当然のことながら工事関係の部署に配属となり，主に舗装を造る，アスファルト混合物を使う業務に従事した。業務でアスファルト混合物をスコップやレーキで触れることは日常茶飯事であったが，調査や研究の対象としてサンプルを作製したり，舗設後の路面や切取りコアを測ってみたりということは，わずかな一時期に経験したにすぎなかった。

その後，堪え性がない生来の性分から，拾ってもらった舗装会社をスピンアウトして母校の大学に転職した。つまり，その舗装会社と大学院研究室の先生には二重，三重に迷惑をかけたことになる。大学では，先ず研究・教育機関に慣れるとともに，自分の研究テーマを確定すること，およびそのテーマで博士号の学位を取得することに努めた。大学では学位がないと負い目を感じさせられる場面が多々あるため，私にとって学位取得はそれなりの精神的プレッシャーであった。研究テーマとしては，ある種の補強を施したアスファルトコンクリート（アスコン）の物性評価とその補強工法の設計法を選定し，この研究を進めていった。したがって，舗装に直接関与して，研究の対象としてとらえるようになったのは，大学に転職してからというのが実際のところである。そして，1998年になんとか学位を取得することができた。

学位取得後，当時の運輸省港湾技術研究所（旧港研）に任期を設定して転出し，そこでも主にアスファルト混合物関係の研究に従事させてもらった。学位取得および旧港研での業務における研究プロセスを通じて，舗装について，特にアスファルト混合物について研究することをライフワークに据えた感じが自然と固まっていった。その後，大学に復職し，2005年には短期であるが念願の米国研修が実現して，アスファルト混合物の配合設計とアスコンの物性評価に関する研究テーマを特に意識するようになった。

2．現在の研究内容

近年，大学教員に求められる仕事が多様化し，研究関連に費やすエネルギーと時間の縮減が強いられるなか，細々と研究活動を行っている。研究というレベルに達していないものもあるが，現時点においては，大学院生からの支援を多大に得ながら，以下の研究題目について検討を行っている。ただし，どの研究題目についても，大なり小なり，民間企業の研究者から支援を得ていることを付記しておく。

2.1　ジャイレトリーコンパクタを用いたアスファルト混合物の配合設計法に関する研究

米国で開発されたSuperpave配合設計法の最大の功績は，Superpaveジャイレトリーコンパクタ（SGC）を供試体の作製プロセスに導入したことである。SGCは既に我が国の多くの研究機関で導入されているが，最近では研究業務に対してもほとんど活用されていない。

本研究の目的は，我が国の現行設計法であるマーシャル法に基づいて，SGCを活用した配合設計法を提案することである。ここでいう「マーシャル法に基づいて」とは，マーシャル設計法の使用機器や基準類を流用するのではなく，我が国のマーシャル法で設計した場合と同等の設計アスファルト量と基準密度が得られるように設計要領を策定することである。

本研究の具体的な検討項目は次のとおりである。

a) マーシャルランマーの突固め回数75回と50回のそれぞれに対応するSGCの旋回数を選定する。

b) マーシャル安定度とフロー値に代わる設計パラメータとその基準値を提案する。

c) 上記のa)，b) に基づいて設計アスファルト量を選定する手順を策定し，その妥当性を評価する。

2. 2　格子パネルを用いた埋設ジョイントの性能改善に関する研究

我が国においては，格子パネルを用いた形式が伸縮分散型埋設ジョイントのデファクトスタンダードになっている。この埋設ジョイントでは，通常の舗装用のものよりも耐久性が高いアスファルト混合物を使用しているが，埋設ジョイント特有の外力が作用するため，通常のアスコン層よりも寿命が短い。

本研究では，材料と構造に改良を加えることにより，経済性と施工性を損なうことなく，格子パネルを用いた埋設ジョイントの耐久性を改善することについて検討している。特に，基層に標準的に使用してきたグースアスファルトに替わる，より塑性流動抵抗性が高いアスファルト系混合物の導入について検討してきた。併せて，最近では，現場の条件と供用性との関連を多数の施工事例に基づいて調査し，設計・施工・補修を一連の管理業務としてとらえるシステム化について，開発メーカと協調して研究を進めている。

2. 3　シンプルなアスコン物性の評価法に関する研究

アスファルト舗装の破損形態として代表的なものは，わだち掘れとひび割れである。アスコンのわだち掘れおよびひび割れに対する抵抗性を評価する方法は，一般に，器機が高価である，供試体作製を含めた試験要領が複雑である，あるいは解析法が難解で一部の研究者しかできない，などの問題点が指摘されている。

本研究では，配合設計の過程で作製される供試体を利用して，単純な静的試験によって，アスコンのわだち掘れあるいはひび割れに対する抵抗性を評価する手法を開発することを検討している。私が所属する研究室では，特にひび割れ抵抗性の評価について注目しており，破壊時の引張ひずみを定量的に測定する試験法を開発している。

2. 4　アスコン理論最大比重の計算値と実測値の比較

我が国では，構成材料の個々の比重，すなわちアスファルト，各種骨材，およびフィラーの比重と，それらの配合率より計算で理論最大比重（我が国では理論最大密度のほうが一般的）を求めている。これに対して，米国やカナダの多くの州では，理論最大比重を実測（Rice法）によって求めている。これは，アスファルト混合物において，骨材がアスファルトバインダーに被覆されている状態は，骨材の見掛け比重，表乾比重，あるいはかさ比重を実測する場合の，どの状態とも異なっているという考えに基づいている。

理論最大比重は空隙率やその他の設計パラメータの計算に使われることから，これら2とおりの求め方によってどれくらいの差異があるのか把握しておく必要がある。本研究の目的は，このような差異を定量的に評価するとともに，どちらの方法がより合理的で真の値に近いのかを検討することである。

3．今後の研究活動（あとがきに代えて）

私が現在取り組んでいる上記の研究テーマより，関心のある研究分野が何であるのか容易に推察できよう。しかしながら，このような研究テーマだけでは，業界から注目してもらえないし，競争的研究費の獲得に結びつかいない。そのためには，現時点で社会や行政が関心あること，問題視していることについて研究内容を関連づけなければならない。

例えば今であれば，環境負荷が少ない舗装技術の開発や，維持修繕を効率的に行うための実践的PMSの開発といったとこであろうか。道路予算の将来について物議が醸されている昨今であるが，いずれにしても厳しいものとなることが予想される。そのため，大学で研究活動を続けていくには，これらに関係する研究テーマを持つ必要があると強く認識している。

しかしながら，そう思う反面，大学の研究では組織の要請に従順に答える必要性をあまり意識しなくてよいことから，民間や行政の研究機関では制約されがちな学術的かつ基本的な研究課題を重視する必要もあると考えている。温暖化対策やリサイクル，あるいはPMS構築やコスト縮減等の技術開発には，合理性が裏打ちされた考え方と手続きが基礎として考慮されている必要がある。さらに，「世界的な流れ」をも意識して，新技術の有用性をアピールしていくことも重要と考えられる。このへんの個人的な考えの表れが，先に記した**2. 1**や**2. 4**の研究テーマである。

個人的な考えはどうあれ，今後の舗装業界や舗装を取り巻く環境に望むことは，「舗装」や「建設業」に対する一般的イメージが改善されるとともに，舗装や道路関係の技術開発，研究調査に対する意識レベルの改革がなされることである。そしてその結果，多くの新人，後継者が参集して業界が活性化し，世界にアピールできるオリジナルの舗装技術が開発されることを期待したい。そのために，微力ながらも貢献できるよう，自らを叱咤激励して活動していきたいと考える。

農道におけるアスファルト舗装のひび割れ発生形態

(Crack Propagation Mode of Asphalt Pavement in Farm Road)

竹内　康
東京農業大学地域環境科学部
生産環境工学科　教授

1993年東京農業大学大学院農学研究科修士課程修了。1993年鹿島道路㈱入社，技術研究所に配属。1994年東京農業大学農学部農業工学科助手。1998年東京農業大学地域環境科学部生産環境工学科に配置換えの後，講師，助教授を経て，現在に至る。

1．はじめに

大学で舗装の研究を始めてから，かれこれ15年になる。大学院卒業後に鹿島道路㈱に勤め，翌年，当時の主任教授の鶴の一声で大学に舞い戻った私は，博士論文のテーマ探しに取り組むこととなった。

紆余曲折の末，辿り着いた博士論文のテーマは，「路盤の支持力変化を考慮したコンクリート舗装設計法に関する研究」というもので，主査の長岡技大・丸山教授に論文を提出し，2000年３月に博士（工学）の学位をいただいた。この論文は，路盤・路床の永久変形による支持力変化がコンクリート版の疲労寿命にどの程度影響を及ぼすか，といったもので，疲労破壊に関する興味はコンクリートのみに止まらず，アスファルト混合物へも伸びていった。

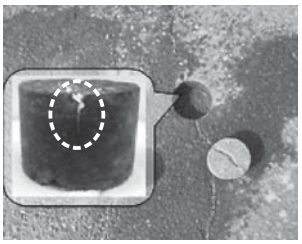
学位論文に関連した未発表データを論文にし，概ね投稿し終えた2002年の夏，中央大学・姫野教授の散逸エネルギ理論に基づいたアスファルト混合物の破壊規準の勉強を始めた。そして，「農大」に勤務する関係上，農道舗装を想定し，関東地方の気象データに基づく軽交通アスファルト舗装の疲労解析を行った。その結果，表層厚５㎝程度のものであってもTop-downひび割れ（As層表面から進行するひび割れ）が卓越するとの計算結果を得た。しかし，軽交通のアスファルト舗装に関するこの類の研究例は皆無であったため，翌2003年，福島県の農業土木職に就いている教え子が紹介してくれた現場に赴き，コアを抜き取ることにした。

私の研究に付き合ってくれたのは，大学の同期で，M道路の技研に勤めているE氏であった。こうして，官・民・学共同の「農大穴あけ隊」が結成された。

2．広域農道でのひび割れ調査

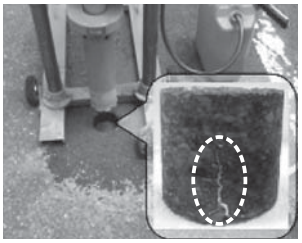
調査の対象としたのは，ひび割れがほど良く発達した補修履歴の無い広域農道のアスファルト舗装である。このような舗装を探すのは案外難しく，「表層厚は５㎝のはずだったんだけど・・・」と嘆きたくなるものもあった。しかし，「農大穴あけ隊」はメゲルことなく，会津地区１路線，中通り地区２路線，浜通り地区２路線に穴をあけまくり，交通量調査，FWD調査，ひび割れ率調査を行ってきた。どの路線も，表層厚が５㎝程度の軽交通舗装であった。

その結果，中通地区での調査では，**写真－１，２**に示すようにTop-downひび割れを確認するとともに，疲労解析による検証[1)]も行った。なお，ひび割れの写真は，ひび割れ部に消石灰を流し込んで撮影したものである。そして，これに気を良くして臨んだ会津地区での調査結果では，**写真－３**に示すように，予想に反してBottom-upひび割れ（As層下面から進行するひび割れ）のみが確認された。そして，中通り地区と同様に疲労解析を行ってみたところ，僅かながらBottom-upの疲労度が卓越する[2)]との結果を得た。



写真－１　福島市でのひび割れ発生状況

写真－２　郡山市でのひび割れ発生状況



写真－３　会津美里町でのひび割れ発生状況

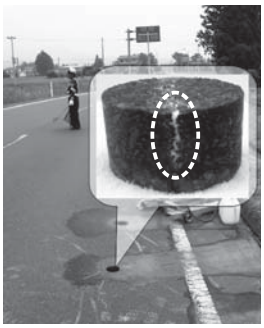
しかし，我々はこの予想外の事態にも怯まず，中通地区と会津地区での解析結果を見つめ直した結果，かつて姫野教授が指摘

していた[3]ように，冬季の疲労度の蓄積傾向が異なることに気づくに至った。そして，「気温の違いがひび割れ発生形態に影響する」という仮説を立て，浜通り特有の温暖な気候と冬季の最低気温が－10℃を下回り，春先であっても最低気温が氷点下に達するという阿武隈高地の寒冷な気候を併せ持つ相双地区（相馬市～双葉町周辺）の広域農道でひび割れ発生状況を調査した。

その結果，**写真－４，５**に示すように，阿武隈高地の広域農道ではBottom-up，太平洋沿いの温暖な地区ではTop-downのひび割れを確認できた。これは，まさに仮説の通りであり，気温の違いを端的に表す凍結指数とひび割れ発生形態には何らかの相関性があるものと考え，**図－１**に示すように，調査地点を10年確率の凍結指数マップ上にプロットしてみた。そうしたところ，10年確率凍結指数100℃・daysがBottom-upとTop-downの分け目になっていることがわかった。

これまで調査したアスファルト舗装の表層厚がカタログ的に５㎝程度であったことがこのような結果に結びついていることは想像に難くない。つまり，表層厚が薄くあるいは厚くなった場合には，今回と同じ結果が出るとは考えにくい。そのため，我が「農大穴あけ隊」による穴あけと疲労解析による検討が今後も必要になるだろう。そして，この研究が舗装の設計，維持修繕に役立てるよう頑張っていきたい。

写真－４
飯館村でのひび割れ発生状況



写真－５
南相馬市でのひび割れ発生状況

あとがき

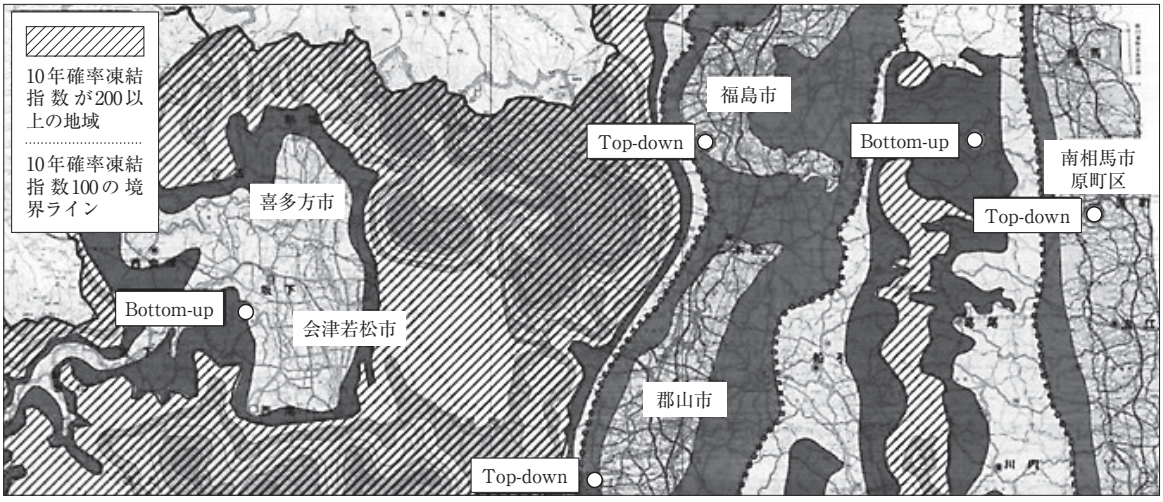
10年ほど前，博士論文作成のために土木研究所で実験を行っていたとき，当時の舗装研究室長の故・池田拓也氏が「舗装研究者は絶滅危惧種だよね」と言われたことを時折思い出す。しかし，研究者の絶対数が少ない故に，手付かずの研究領域が沢山残っており，多くの研究者を養えるはずである。池田氏の危惧が現実化しないことを切に願う次第である。

参考文献

1）竹内康，江向俊文，姫野賢治，牧恒雄，斎藤正弘：農道用アスファルト舗装におけるTop-downひび割れに関する研究，農業土木学会論文集，No. 239, 19-27, 2005.

2）竹内康，徳丸淳一，江向俊文，細見康文，斎藤正弘：寒冷地における農道用アスファルト舗装の疲労ひび割れ発生状況，平成18年度農業土木学会大会講演要旨集，2006.

3）姫野賢治，渡辺隆，丸山暉彦：アスファルト舗装の疲労寿命予測システムに関する研究，土木学会論文集，378, 269-278, 1987.



図－１　10年確率凍結指数分布とひび割れ発生形態の関係

私と舗装

(I and Pavement)

塚越　智浩
常盤工業㈱　技術研究所
2001年中央大学土木工学科卒業。同年常盤工業㈱技術研究所入社。

現在入社８年目を迎え，今回のような執筆の機会を頂いたことで改めて現在に至るまでの自分を振り返ることができたのではないかと思います。

簡単ではありますが，私の自己紹介をさせて頂きます。

１．道路に携わるきっかけ

そもそも道路というか土木の道へと歩むことになったかと考えると高校進学あたりから徐々に方向が定まってきたのではという気がする。

高校は普通科に行くと自分の中では鼻から決まっていたのだが，ひょんなことから工業高校に進学することになった。

たまたまその高校の試験日がはやく，受験慣れになるのではということで受験することになったのである。しかし，受かってしまえばここでいいかと非常に安易な考えで工業高校の建築科に進学することになった。

もともと工作が好き，厳密にいえばできていくのを見るのが好きだったので建築科を専攻したのだが，ここで工業の道へと進むのだと自分のなかで勝手に思った次第である。

しかしながら，このまま当然将来はきっと建築関係と自分でも思っていたのだが，大学受験で建築工学科が全滅し土木工学科へと導かれていった。また，ここでも安易というか何にもわかっていないのだが当時は恥ずかしながら建築と土木の区別が全くついていなく土木でも一緒と思っていた。

ただ土木もやってしまえばそれなりに面白く，大学では何かの縁なのか卒業論文で道路会社にお世話になることになり，舗装業界の門をたたいた次第である。卒業論文は「鋼床版上の表面縦ひび割れの実験的研究」と題して，模擬鋼床版上に繰り返し荷重がかかるときの表面縦ひび割れの発生メカニズムについての検討を行った。アスファルト混合物の配合設計から模擬鋼床版の作製まで，アスファルトに触れることすら初めての経験で職員の方には大変お世話になった。

また，アスファルト混合物が何でできているかも知らず，石粉を“せきふん”と読むなど，実験もさることながらすべてが新鮮な体験であった。

現在常盤工業に就職し，学生時代お世話になった道路会社の方々と社会人となってからもお会いするのは非常に不思議な縁であり，世間は広いようで狭いものだなと思う今日この頃である。

２．研究内容の紹介

いままで携わってきた研究内容について簡単に紹介したいと思う。振り返ってみると舗装の主体であるアスファルト舗装にあまり関わっていないような気もする。

2.1　土系舗装の検討

土系舗装は大きく分類すると，固化材系，樹脂系，乳剤系に分けられる。主に歩道に使用され，設計厚さや強度等の仕様は各社様々である。

ここで固化材系土系舗装の欠点として，経年変化によりクラックや表面の荒れ等が発生する場合がある。

それらの問題に対応するべく入社間もないころに石灰系土系舗装の研究会に参加させて頂く機会があり，この工法に限ってのことであるが配合設計や施工時の留意点の検討等に携わることができいい経験ができたと思う。

2.2　タイヤ／路面騒音

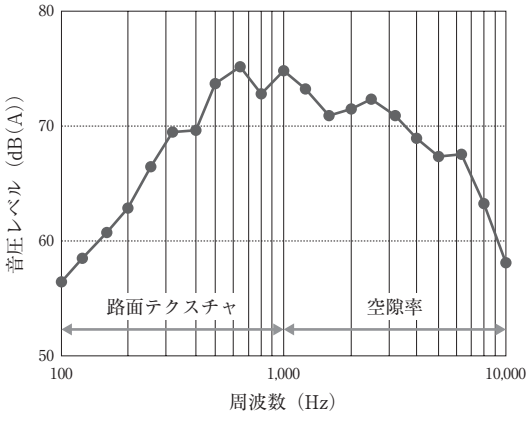
発注工事の性能規定化に伴い，性能指標が設けられた。性能指標の１つである騒音値は，公的に認定された舗装路面騒音測定車（RAC車）により施工直後に測定され，そのときの騒音値が規格値を満足するかの一発勝負である。そのため，自社による事前調査として普通乗用車を用いてのタイヤ／路面騒音測定を行いRAC車による騒音値の推定を行った。

タイヤ／路面騒音は非常にシビアで，測定初期はタイヤ／路面騒音以外の暗騒音の影響が大きく，暗騒音の排除に苦労した。

測定車にはその車両独自の固有周波数があるため，騒音値を比較する上で同一の車両を使用する必要がある。そのため１台の測定車で日本全国いろいろな土地に出向き測定を行った記憶がある。

また，このタイヤ／路面騒音から派生して騒音と低騒音舗装に使用する粗骨材の形状について検討を行った。タイヤ／路面騒音を周波数分析すると1,000Hz付近を境に路面テクスチャおよび混合物の空隙率の影響を及ぼす領域に分けられる。この際に粗骨材の形状に着目し，路面テクスチャと骨材形状の指標の一つである角ばり係数について検討を行った。

結論としては，角ばり係数が小さい骨材は路面テクスチャの平滑度が高く，配合設計段階でタイヤ／路面騒音の低減に有効な骨材の選択が可能であると考えられる。



図－１　周波数特性図

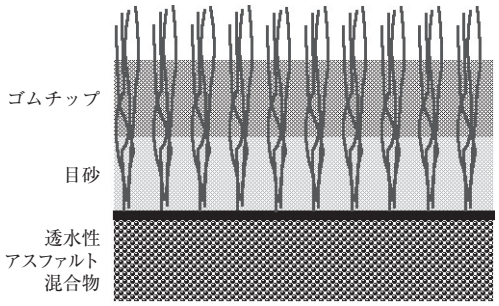
2.3　ロングパイル人工芝

天然芝に近い感触を持つ人工芝としてロングパイル人工芝がある。このロングパイル人工芝は天然芝並の優れた衝撃吸収性とプレイ性能を有し，サッカー場やラグビー場等の様々な運動競技に利用できる全天候型の表層材として利用可能である。

ただし欠点として，保水能力に乏しく，また表層部分に黒ゴムチップを使用しているために，夏場の照り返しによる気温の上昇が挙げられる。この問題解決策として目砂を保水砂に置換することで表面温度上昇の抑制を図った。

ロングパイル人工芝は主に運動施設で利用されるため，保水砂は保水能力だけでなく衝撃によるすり減り抵抗性に対しても有効でなければならない。

ラボレベルでの温度抑制効果が確認でき，現在，試験施工での温度抑制効果やプレイ性能等に関する表面性状の検討を行っている段階である。



図－２　ロングパイル人工芝断面

３．今後について

舗装は環境改善に対応しなければいけない。今後もヒートアイランド現象の緩和対策は続くと考えられ，遮熱性・保水性舗装やまた視覚的にも見栄えがよく温度抑制効果も期待できる緑化技術等も今後注目すべきではないかと思う。

また，道路は人々が生活する上で不可欠なインフラであり，人々の暮らしに密接している。利用者はもちろん自動車だけではなく歩行者もおり，また沿道住民にも影響している。そのため，人に関しての舗装技術も考えていく必要があるのではないか。騒音・振動抑制に関する舗装技術や歩道舗装に関する技術等，これらのテーマの舗装技術が必要であると考える。

最後に，技術開発と同時に道路を世間の皆様に知ってもらう必要があると感じる。私見ではあるが世間の道路の印象は機能など関係なくただ“黒いもの”でしかないと思う。巨大構造物のような派手さやまたオシャレで景観的に優れているというわけでもなく，なかなか理解してもらうのも難しい。発注は利用者の求めるものであり，新たな付加価値をもった舗装が開発されても同じ“黒いもの”と利用者の理解が得られなければ，普及・拡大へとつながっていかないのではないかと思う。今走行している道路はただの黒い舗装ではなく，実はこんなにすばらしい機能がついていると感じる世間の温かい目が今後の舗装業界の発展につながっていくと考える。

最近の空港舗装について

(A Current Topic of Airport Pavement)

坪川　将丈

国土交通省　国土技術政策総合研究所
空港研究部　主任研究官

北海道札幌市生まれ。平成11年北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻修士課程修了後，運輸省入省し運輸省港湾技術研究所滑走路研究室研究官に就く。平成13年国土交通省国土技術政策総合研究所に組織変更し空港施設研究室研究官，平成17年より現職。平成18年米国カリフォルニア大学バークレー校舗装研究所客員研究員（5ヶ月間）。

1．舗装に関わるきっかけ

幼少の頃に両親に買ってもらった航空宇宙関係の図鑑や望遠鏡の影響で，高校を卒業するまでは航空宇宙エンジニアを志していましたが，一年間の浪人生活の間に進路を考え直し，自分が進みたい専門分野を考える時間が欲しく，入学後1年半は教養課程に在籍する北海道大学に入学しました。教養課程で学んで（遊んで）いる間もなかなか進路が決まらず，結局最後はエイヤで土木工学科を選択しました。土木工学科で学ぶうちに，あらゆる構造物の基礎となる地盤に興味をもったこと，有限要素法などの解析手法について一から勉強したいと考えたことから，解析分野に明るい三浦均也助教授（当時）がいらっしゃる地盤工学系の研究室に進みました。修士論文は杭基礎の支持力実験が主体の研究でしたので，暇な時間を見つけては有限要素法や個別要素法のコードを書いたり，計算結果を図化するビューワーを作成したりして，わからない箇所については三浦先生や諸先輩方からご指導頂きました。

その後大学院を修了し，運輸省に入省しました。研究分野を志望していたため，採用面接の際に港湾技術研究所（港研）を希望する旨を伝えたところ，希望通り港研に配属されることになりました。配属されたのは，滑走路研究室でした。土質部に所属しているものの，舗装の世界では土の強度特性をcやφではなくCBRやK値を用いるので，学生時代に購入した土質試験法のテキストをあわてて読み返した記憶があります。前置きが長くなりましたが，このような経緯で，元々航空宇宙エンジニアを志望していた私は，空港舗装に携わることとなりました。

滑走路研究室では，空港アスファルト舗装及び空港コンクリート舗装に関する研究を行っていました。入省当時，舗装に関する情報が皆無の状態でしたので，当時の八谷好高室長（現・独立行政法人港湾空港技術研究所　地盤・構造部長）や高橋修主任研究官（現・長岡技術科学大学　准教授）をはじめ，多くの方々に助けて頂きました。平成13年には，港研が独法港空研と国総研に分離し，国総研の空港施設研究室で引き続き空港施設全般に関する研究に従事することとなりました。

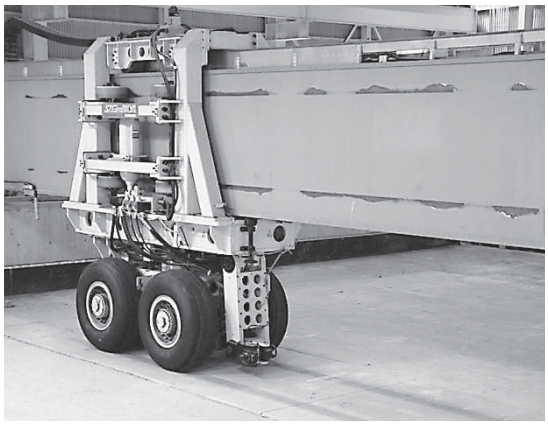
入省して最初の4～5年は，視野が非常に狭かったように思いますが，業務や共同研究，学会活動等を通して，大学，地方整備局，地方航空局，舗装会社，コンサルタント等の方々から話を聞くことで，少しずつ舗装技術が見えてくるようになりましたが，現在も悪戦苦闘する毎日です。

平成18年には，Prof. Monismith（**写真－1**）がいらっしゃる米国UC BerkeleyのPavement Research Centerに客員研究員として5ヶ月間滞在することができました。毎週金曜日の朝，先生とディスカッションをする時間を頂き，舗装技術について多くの意見交換をすることができました。非常に短い間でしたが，ここで得た経験は非常に貴重で，今も役立っています。英語はあまり上達しませんでしたが，下手でも頑張って話しかければ，何とか通じることがわかりました。

写真－1　Prof. Monismithと

２．現在関心のある研究内容

私が所属する空港施設研究室が所有する唯一の試験機器である「航空機荷重載荷装置（**写真－２**）」を用いて，試験・研究を進めています。この載荷装置は，ボーイング747-400型機と同寸法の主脚１脚を有しており，同機の脚荷重（910kN）を載荷しながら試験舗装上を最大５㎞/hの速さで繰返し走行させることが可能です。また，室内実験や実際の空港で得られたデータも活用し，空港舗装の設計，施工，調査，補修に関する技術基準を整備するための研究を行っています。



写真－２　航空機荷重載荷装置

現段階で，空港アスファルト舗装について私が興味を持っている研究テーマとしては，以下のとおりです。

①わだち掘れ量予測手法の整備

②新しい縦断方向平坦性評価手法の開発

③理論的手法による新設設計・補修設計の体系化

空港アスファルト舗装においては，３年に一度，路面性状調査（わだち掘れ，ひび割れ，縦断平坦性）を行い，既往の研究における技術者による目視調査結果を基にした目標値を使用して供用性の評価を実施しています。この調査において顕著な破損形態としてあらわれるのは，主に「わだち掘れ」と「平坦性」です。

「平坦性」の評価については，現行では３ｍプロフィロメータによる平坦性指標σを使用していますが，滑走路や誘導路，エプロンを走行する航空機の走行安全性に影響を及ぼす路面波長が考慮できる評価手法および限界値を開発する必要があります。

「わだち掘れ」については，空港舗装の設計法が性能規定型の設計法に改訂される予定であり，今まで経験的手法により決定していた舗装厚の設計については，理論的手法を用いて舗装厚を決定することになりますが，「走行安全性能」を照査する上でわだち掘れ量について検討することが必要となってきます。

空港アスファルト舗装の補修においては，先に述べた路面性状調査結果，コア採取による混合物性状調査結果やFWD調査結果等を参考に補修断面を決定していますが，現行の補修マニュアルは，現場の方々から使いづらいという声が聞かれます。現行の補修マニュアルには様々な調査項目が示されているものの，数々の指標を総合的に判断することが困難であるため，現場の方々にもわかりやすい調査方法の手順・補修断面決定方法の手順を用意する必要があると感じています。また，補修断面の設計では，経験的設計法をベースとした手法ではなく，理論的設計法により，新設設計と補修設計が連携するように配慮する必要があると感じています。

３．おわりに

個々の研究者・技術者が技術力を高めていくためには，様々な研究者・技術者との交流が何よりも重要であると感じています。学会の委員会等の活動や研究発表会などへ意欲的に参加し，単に参加するだけではなく積極的に発言していくことが，私を含めた若手技術者には求められているのだと思います。

多くの方々との（堅苦しくない）ざっくばらんな意見交換が，研究を進める上で大きな力になっています。提案・相談・質問などがございましたら，なんとかお力になれるよう努めますので，是非とも気軽にお声をかけて頂ければと思います。

30年
(30 years)

東本　崇
大林道路㈱　技術研究所
主任研究員

1994年名古屋工業大学工学部社会開発工学科卒業。1994年大林道路㈱技術研究所研究員。2004年北海道大学助手。2006年より現職。

1．はじめに

昨年の暮れ近くに本誌への執筆依頼を受けた。テーマは，若手・中堅舗装技術者の研究内容や舗装に係わったきっかけ等の紹介とのこと。会社に入社して14年，これまで日々の仕事に追われて，あまり自分を見つめてこなかったと思う。せっかくの機会であるので，この場を借りて，過去を振り返り，そして，現在の研究内容について紹介させていただく。

2．舗装との出会い

私がはじめて舗装に出会ったのは30年前の子供の頃である。実家の生業が舗装会社であったため，物心ついたときから，舗装は身近な存在であった。あるとき，家の前の砂利道を，作業員のおっちゃん（私にとってはこの表現が一番適切なのでお許しいただきたい）らが，アスファルト混合物で舗装していたのをはしゃいで見ていた記憶がある。その時に，隣家の方から「走りやすくなったよ」とお礼を言われたことが，幼心に嬉しく，いまでも印象深く心に残っている。

3．初めての仕事

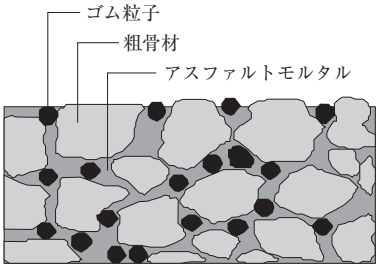
平成6年に会社に入社し，最初に配属されたのが技術研究所であった。その時の初めての仕事は，舗装構造の理論的設計法の研究であった。ちょうどその頃が，わが国において理論的設計法の研究が盛んになり始めた時期だったかと思われる。当社でも，繰返し間接引張試験機やFWDを導入しようとしていた時であった。当時の上司に「これを読んで勉強しておくように」と渡されたのが，間接引張試験の理論解析に関するHondrosの論文であった。当時すでに，間接引張試験の理論解は日本でも紹介されてはいたのだが，ちゃんと原理を理解しておくようにとの配慮からであろう。当時の私にとって難解なその論文を悪戦苦闘しながら読み解いていたことが思い出される。しかしながら，研究半ばにして，平成7年に発生した兵庫県南部地震の震災復旧のため，神戸へ赴任することとなった。初めて携わった仕事を最後まで全うすることができなかったのは残念であったが，その時に教わった研究に対する取り組み方は今でも私の財産になっている。

4．現在の研究内容

現在，主にゴム粒子混入型凍結抑制舗装に関する研究に従事している。私が携わっている3種類のゴム粒子混入型凍結抑制舗装の概要を以下に紹介させていただく。

4.1　ギャップ混合物型

ギャップ混合物型の概念図を**図－1**に示す。



図－1　ギャップ混合物型の概念図

ギャップ混合物型の特徴は以下のとおりである。

①舗装表面に突出したゴム粒子が，交通荷重によるたわみにより，雪氷の破砕・除去を促進し路面露出率を高める。除雪作業などで舗装表面が削られても舗装体内に混入されたゴム粒子が現れるので，効果が持続する。

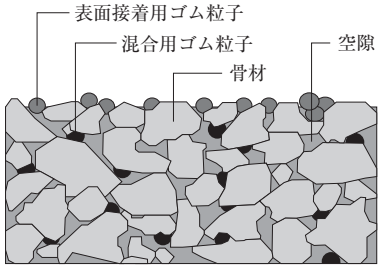
②舗装表面にゴム粒子が突出していることや，ギャップ粒度の混合物であるため，すべり抵抗性を満足する。なお，表面に硬質骨材を散布することによって，初期すべり抵抗性を向上させることもできる。

③混合物の粗骨材量とアスファルト量が多い配合であるため，摩耗抵抗性に優れている。

ギャップ混合物型の冬期の供用状況を**写真－１**に示す。

4.2　ポーラス混合物型

ポーラス混合物型は高い空隙率を持つ開粒度型アスファルト混合物の中にゴム粒子を混入するとともに，舗装表面にもゴム粒子を散布させた多機能舗装である。ポーラス混合物型の概念図を**図－２**に示す。



図－２　ポーラス混合物型の概念図

ポーラス混合物型の特徴は以下のとおりである。

①舗装表面および混合物中のゴム粒子により，ギャップ混合物型と同様に凍結抑制機能を発揮する。

②従来の低騒音舗装と同等以上の低騒音性能を有する。

③従来のポーラスアスファルト混合物とほぼ同等の排水機能を有する。

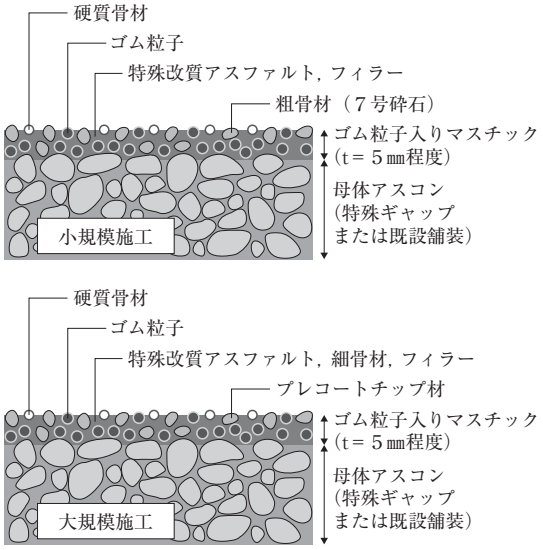
④従来のポーラスアスファルト混合物と同等の耐久性を有する。

⑤上記のことから，凍結抑制性能，低騒音性能，排水性能の３つの性能を有する舗装として経済性に優れる。

ポーラス混合物型の冬期の供用状況を**写真－２**に示す。

4.3　表面処理混合物型

表面処理混合物型は，母体アスコン（ギャップアスコンまたは既設舗装）上に，特殊改質アスファルト，フィラー，そしてゴム粒子を多量に含んだアスファルトマスチックを薄層（厚さ５㎜程度）で施工するものである。大規模施工用および小規模施工用の概念図を**図－３**に示す。



図－３　表面処理混合物型の概念図

表面処理混合物型の特徴は以下のとおりである。

①ゴム粒子入りマスチックの持つ流動性により薄層で均一の厚さに施工できる。

②下地の母体アスコンとの接着性が良い。

③多量のゴム粒子（量がギャップ混合物型の４～６倍）を含んでいるため，雪氷はく離効果が他の物理系凍結抑制舗装より大きい。

④大規模施工の場合，既存の施工機械を応用できる。

機能としては凍結抑制機能の他に，騒音低減機能・遮水機能も有している。

表面処理混合物型の冬期の供用状況を**写真－３**に示す。

５．おわりに

舗装に出会って30年，舗装の仕事に携わって14年が経過した。今後も舗装技術者として，より一層精進していきたいと思う。

写真－１　ギャップ混合物型の冬期の供用状況

写真－２　ポーラス混合物型の冬期の供用状況

写真－３　表面処理混合物型の冬期の供用状況

アスファルトの可能性

(Potenrial of Bitumen)

野木　克義
昭和シェル石油㈱
技術商品部　アスファルト課

1993年東京工業大学工学部有機材料工学科卒業，同年昭和シェル石油㈱へ入社。大阪，名古屋，東京支店勤務後現職。

アスファルトは，道路舗装の他，建物や貯水池などの防水，自動車や電気製品の振動を抑える制振材など，私たちの日常生活の身近なところで広く使用されている材料です。しかし，世間の大部分の人は，「アスファルト」といえば舗装の印象はあっても，道路以外で何に使われているかは知らないでしょう。また，アスファルトは原油を精製してつくられる石油製品であり，石油会社がアスファルトを製造，販売をしていることは殆ど知られていません。アスファルトは人知れず安全で快適な生活の役に立っている材料である一方，分子構造は特定できず，原油の産地により挙動が異なるなど，あらゆる可能性を秘めた奥深い材料と感じています。

最近，「アスファルトを知らない一般人に，アスファルトについて説明する」位置付けの参考資料を作る機会がありました。改めて自分がアスファルトに関連して何を知っているかを理解する良い機会になりました。同時に，アスファルトの利用の歴史を調べる中で，アスファルトの利用方法に知恵を絞った先人達の工夫，努力に感服しました。

アスファルトは5000年以上の昔から，「高分子材料」として，人間の文明的な生活を支えてきました。日本でも縄文時代から石器や土器を固着するために，天然アスファルトを接着剤として使用されていました。その後，江戸時代には燃料，建物，貯水池の防水などに国産の天然アスファルトが使用され，日本でも石油アスファルトの本格的な生産が始まる昭和初期頃まで採掘が続けられました。その後，戦後の復興を経て，経済の発展と共にアスファルトの需要量も加速度的に増加し，日本の社会資本整備を支えてきたとされています。

国内の舗装率の向上により，平成２年の620万トンをピークにアスファルトの需要は減少に転じていますが，道路分野における社会の要求は「道路の質の向上」に変わりました。平成５年に初めて年間20万トンを超えた国内の改質アスファルト需要量は，平成14年度以降40万トン前後で推移しています。低騒音・排水性舗装は，機能が分かり易いこともあり，一般の道路利用者もその存在を知るほど認知されるようになっています。今後アスファルトへの機能的要求が更に多様化することが予想されますが，先人に負けぬ工夫をもって，より良いアスファルトが追及できればと考えています。

アスファルトメーカーへの社会の要求も多様化しています。健康・環境への配慮，リサイクルへの備え，関連業界の技術の変化や業態の変化に対応した技術，流通手段，販売手法の改良，コンプライアンス，自然災害への備えなど，ますます広く且つ深い知識が必要となっています。嘗ては，日本の石油会社ではアスファルトの供給先は専ら国内でしたが，現在は日本からのアスファルト輸出は年間30～40万トンに達し，北東アジア地域を中心とする，海外のインフラ整備の一端を担っています。そのようなより高度なビジネスへと業界が移り変わる中，今後更に必要な知識の多様化が進むことが予想されますが，社会の役に立つアスファルトを意識して業界の発展のお手伝いをしたいと思います。

国内では道路の舗装率が約80%に達し「道路は舗装されているもの」というのが常識化していると思います。日本の子供たちにとって，生まれたときから「舗装されている」が道路であり，雨の日にぬかるんで歩きづらい道路は想像のつかないものになりつつある様です。一方，世界では舗装率が20%に満たない国も多数あります。上下水道などのインフラ整備がなかなか進まない。救急車の走行にも支障があるなど，我々の常識では不便としか思えない日常生活を送っている地域が沢山あるそうです。現在の日本の状況と比較し，これまで日本の社会資本整備を進めて頂いた先輩方に尊敬と感謝をしつつ，便利で快適な世の中は自分達が支えているという自負を持ってアスファルトビジネスに関わっていきたいと思います。

空港アスファルト舗装における層間剥離の効率的な探査方法の開発

(Development of an Efficient System to Detect Detached Layers on Airport Asphalt Pavements)

前川　亮太
(独)港湾空港技術研究所
空港研究センター　主任研究官

2000年中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻博士前期課程修了。同年運輸省(現国土交通省)入省。2004年関西国際空港株式会社へ出向。2006年国土交通省復職を経て2007年4月より現職。

1．背景

近年，航空需要の増加等に伴い，滑走路や誘導路のアスファルト舗装における層間剥離の発生事例が報告されている。層間剥離は舗装の表層，(中間層)，基層，路盤層のアスファルト混合物層について，本来互いが接合しているはずの層境界において接着が失われ，舗装構造としての一体性が失われる現象である。層間剥離の大きさは，現在実施されている打音調査や舗装の解体調査によると，直径数十cm程度のものが多く，剥離が生じている深度は，舗装表面から数cm～数十cmであることが多い。

層間剥離が進行すると舗装表面が隆起するブリスタリング現象に至り，その後舗装表面の一部がはがれて航空機走行の安全に重大な支障を来すおそれがあるため，その前段階としての層間剥離の発見と早期対処は極めて重要である（**写真－1**）。

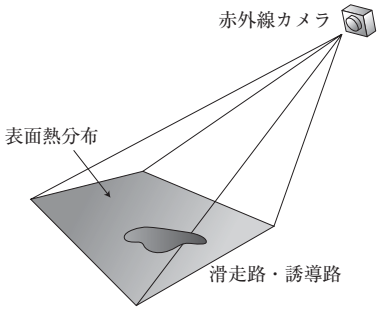
層間剥離の探査方法について，舗装の解体調査やコア抜き調査は，舗装を破壊するため復旧に時間がかかることから，夜間の限られた時間に迅速な作業を要求される空港舗装調査としてはあまり好ましくなく，現在では，非破壊検査のひとつである打音調査によって層間剥離の発生位置を確認することが多い。しかし，空港滑走路において深夜の限られた運用閉鎖時間中に打音調査を実施するには一定の技術を持った調査者が多数必要であると同時に，探査結果が測定者の主観に大きく左右されるなど，打音調査にはいくつかの課題がある。

これらの課題を克服するため，新たな層間剥離探査手法として，面的に広く対象物を調査でき，かつその場で熱画像により剥離箇所を客観的に特定できる赤外線法による非破壊試験に着目した。滑走路がクローズされている夜間の時間帯に，舗装表面から放出される赤外線エネルギーを赤外線カメラでとらえて画像化し，路面温度の分布状況から内部の層間剥離を検出しようとするものである（**図－1**）。

路面温度によって層間剥離の有無が把握できると考える原理を次に述べる。層間剥離部に介在している空気層の断熱効果により，健全部に比べて剥離部は鉛直方向の熱伝導が遮断されると考えられる。従って，日射による熱が路面から舗装内部へ伝導する昼間は，健全部の路面温度と比べて剥離部はより高くなり，日射がなく熱が舗装内部から路面へ伝導する夜間は，健全部の路面温度と比べて剥離部がより低くなることが期待できる。このことから，層間剥離の検知に赤外線カメラが有効であると考えた。

実際に赤外線カメラを用いて空港滑走路の層間剥離探査を試みた。赤外線カメラの撮影方法として連続式赤外線撮影法を採用し，幅が約60mで長さが約3,000mの滑走路の調査を行った。

写真－1　ブリスタリングによる舗装の損傷例



図－1　赤外線による剥離探査概念図

2．連続式赤外線撮影法の概要

赤外線撮影には，主に静止画の重ね合わせによる方法と連続式撮影による方法がある。静止画方法で実際の滑走路をすべて撮影した場合，所要時間は200時間程度となり，探査にかかる作業時間とコストが大きな障害となった。また画像データの整理においても画像の歪み補正と接合のための画像処理が必要で，熱画像の不連続性の発生が懸念された。

そこで，今回の取り組みでは次に述べる連続式赤外線撮影を採用し，調査車に赤外線カメラを搭載した。１ラインの幅（今回の測定では幅3.5m）で１～５㎝間隔による熱画像の連続スキャン方式を採用し，走行しながら連続的に赤外線画像を撮影する。これにより以下の利点が期待できた。

- 撮影時の走行速度が最大54㎞/h（スキャン間隔：５㎝ピッチの場合，今回の試行は約10㎞/hで実施）となり，調査効率が飛躍的に向上する。
- また数㎝刻みの撮影を繰り返すことで，画像の歪み補正の必要が生じず，接合時に画像データに関する不連続性がほとんど生じないので，接合の自動処理が容易となる。
- さらに可視画像カメラを合わせて調査車に搭載し，同様の連続式撮影を実施することで，路面状態の観察画像と赤外線画像の対比が行える。

以上の利点から連続式赤外線撮影の方法を用いた。

3．調査結果

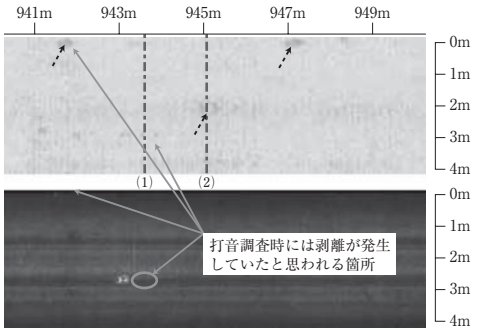
得られた熱画像を幅3.5m×長さ10mの範囲で整理した結果の一例を**図－２**に示す。同一箇所の可視画像も合わして示している。可視画像では，過去の打音調査で層間剥離が発生していると推定された箇所が白いチョークで囲われている。当該の範囲においてチョークで囲われた箇所は２箇所ある（図中実線矢印）。一方，熱画像にはφ20～40㎝程度の斑点状の低温部がいくつか認められる（図中点線矢印）。これらは，打音調査で層間剥離と推定された箇所あるいはその近傍に生じている。新たに発生したか，あるいは過去の打音調査で認識できなかったのかは不明であるが，これらの低温部は層間剥離が発生している可能性が高いと考えられた。

4．まとめ

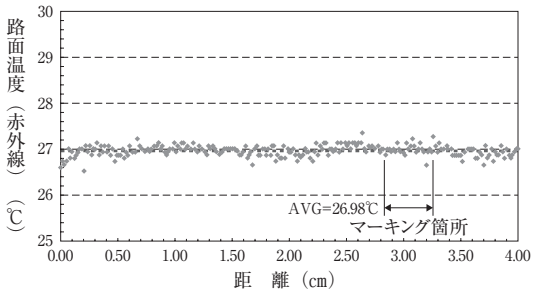
空港アスファルト舗装の層間剥離探査方法として，打音調査が一般的である現状に対して，調査効率の大幅な向上および調査結果の客観性確保を目指して，連続式赤外線撮影による層間剥離の探査を試みた。得られた知見を以下に示す。

- 実際の空港滑走路を対象に連続式の赤外線撮影を行い，舗装表面の熱画像を取得した。撮影に要した日数は２日間（夜間23時～翌朝５時で２晩）だけで，大幅な調査効率の向上を図った。
- 赤外線撮影で得られた熱画像を詳細に整理した結果，打音調査で層間剥離と推定された箇所あるいはその近傍に，斑点状に表面温度が低下している箇所が熱画像に認められた。

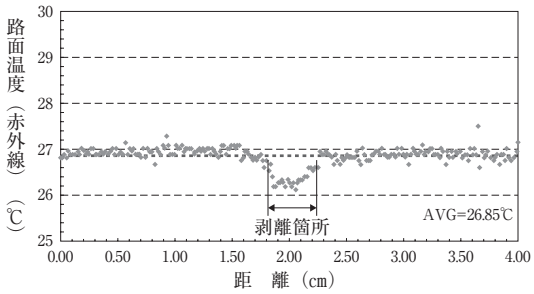
以上の結果は，空港舗装の層間剥離探査に連続式赤外線撮影を導入することの有効性を示唆していると考えられる。今後は精度の向上を図り，実用化を推進してまいりたい。



図－２　赤外線画像（上）と可視画像（下）の例



図－３　図－２における直線(1)部の路面温度



図－４　図－２における直線(2)部の路面温度

積雪寒冷地の舗装技術に関する取組み

(An Approach of Pavement Technology in Cold and Snowy Region)

丸 山　記美雄
独立行政法人土木研究所
寒地土木研究所　主任研究員

1994年北海道大学工学部土木工学科卒業。1994年北海道開発局入局，1998年開発土木研究所研究員。2001年独立行政法人北海道開発土木研究所研究員，2004年独立行政法人北海道開発土木研究所主任研究員，2006年より現職。

1．現在の研究内容

1.1　舗装の耐久性向上

舗装の耐久性を向上することで，維持修繕に要する費用を低減し，ライフサイクルコストの縮減を目指す研究を行っている。具体的には，ポリマー改質アスファルトⅡ型やⅢ型などによるわだち掘れ抑制対策，大粒径混合物による耐久性向上やコンポジット舗装に関する研究を行っている。

1.2　舗装の維持修繕の効率化

北海道の国道管理延長は約6400㎞に及び，今後はこれらの舗装ストックの高齢化に対する対処が必要になると考えられる。そこで，これら舗装ストックを有効活用し，適切にメンテナンスを行うため，維持修繕を効率化するための技術に関する研究を行っている。特に，低温ひび割れなど，積雪寒冷地特有の舗装損傷に対する維持修繕技術について研究を進めている。また，最近では，予防的修繕工法を積雪寒冷地である北海道で適用した場合の効果や適用性について調査検討を行っている。

1.3　舗装マネジメントシステム

積雪寒冷地では低温や凍結融解作用などによる特有の舗装損傷が発生する。積雪寒冷地における舗装損傷の将来推移を適切に予測し，財政的な制約下で予防保全の観点を踏まえて計画的に維持修繕事業を行う必要がある。そこで，わだちやすり減り，クラックなどの舗装路面の損傷，舗装構造体の健全度を精度よく予測する手法を作成し，ライフサイクルコスト解析などにより最適な維持修繕・補強計画シナリオを提供する寒冷地舗装の維持管理に適したマネジメントシステムを構築する研究を進めている。

2．舗装に関わるようになったきっかけ

舗装に関わるようになったのは，1998年に開発土木研究所維持管理研究室（現 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所）に配属になってからである。この研究室は北海道を中心とした積雪寒冷地における舗装研究を先駆的に実施してきた経緯があり，その流れを汲んで積雪寒冷地の舗装を現在に至るまで実施している。実際に舗装の研究に携わってみて感じたことは，舗装に使われる混合物や粒状材などの材料は単純な弾性理論や計算だけではとらえきれず，置かれている環境も輪荷重や日射や風雨などに直接曝されるために不確定要素が多いため単純に力学的な問題として解決できない面があり，難しいということである。しかし，理論と経験の両者に基づいて構築された技術体系があり非常に興味深く感じた。理論だけでなく，現場での観察を重視して技術的問題を解決してきた分野で，まだまだ解決すべきテーマや未開拓分野も多くあるように感じられ，現在に至るまで約10年，舗装分野に関する新しい興味や課題は未だ尽きることがないように思われる。

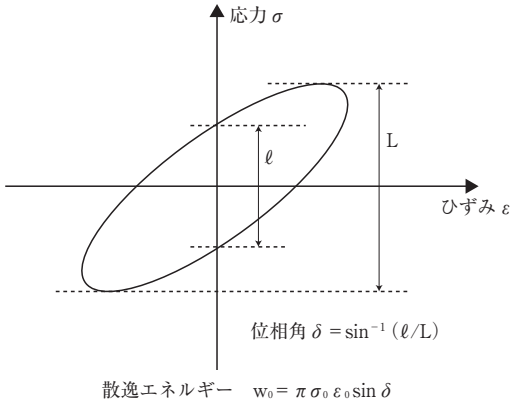
3．現在関心のあるテーマ

3.1　アスファルト舗装の疲労破壊対策

アスファルト混合物の疲労破壊抵抗性を正確に評価することは，性能規定化や力学的経験的設計法を確立するための重要技術と考えており，研究を進めている。アスファルト舗装の疲労破壊現象は，混合物に使用される材料や配合の違いだけでなく，供用中の温度，輪荷重，載荷速度，ひずみレベル，休止時間など多くの要因に影響されるため，これらの影響を把握し，適正に定量評価し設計に反映する手法を研究している。**図－1**に示すような4点曲げ試験を用いた散逸エネルギー理論によるアプローチなどを用い，これらの結果と実際の供用中の道路における疲労破壊実態の関連性について研究を進めているところである。

3.2　低温ひび割れ対策

低温ひび割れは，積雪寒冷地である北海道に顕著に見られ**写真－1**のように横断方向に直線的に発生する



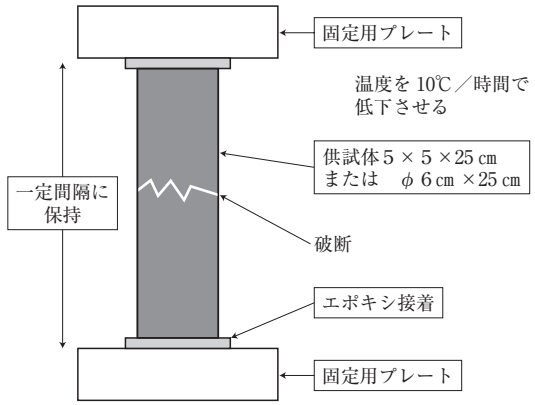
図－１　４点曲げ試験によるリサージュ曲線と散逸エネルギー

写真－１　低温ひび割れ

ひび割れであり，走行性の低下や路盤路床の支持力低下などを招く。

低温ひび割れの試験評価方法としては，フラース脆化点試験やBBR試験（Bending Beam Rheometer），DTT試験（Direct Tension Test）などバインダに対する評価を中心に実施してきているが，現在は，混合物に対する評価方法に関心を持っている。混合物に対する試験方法としては，圧裂試験や低温曲げ試験などをこれまでに実施してきているが，**図－２**に示すような拘束条件下温度応力試験（TSRST試験，Thermal Stress Restrained Specimen Test）による評価に注目しているところである。

また，低温ひび割れの補修方法に関して，瀝青系のシートを使用してオーバーレイを実施する方法が標準的に多く用いられているが，低温ひび割れ発生地域の中でも特に温度低下が厳しい地域では，施工後一冬程度を経過した時点で再びひび割れが発生することが報告されている。このような非常に厳しい低温環境に存する地域における低温ひび割れ補修時に，使用するシートをガラス繊維補強シートを用いる手法や特殊バインダを用いた開粒度混合物とじょく層を併用する工法によって低温ひび割れの再発率やひび割れ幅を抑える手法に関して，確認調査を進めているところである。



図－２　TSRST試験の概要

3.3　力学的経験的設計法（Mechanistic-Empirical Design）

米国では，AASHTO2002舗装設計ガイドラインが発表され，経験的力学的設計法の導入や検証が進められつつある。日本においても，現在の主流で経験的な設計手法であるCBR-T_A法から，力学的な設計への移行が模索されているところであり，疲労破壊や低温ひび割れや凍結融解作用など積雪寒冷地の舗装において考慮すべき事柄を踏まえた力学的経験的設計手法を導入するための技術について研究を行っている。

3.4　舗装マネジメントシステム

道路整備に対する財政的な厳しさは今後一層増すと思われる。また，道路特定財源の一般財源化議論や暫定税率の廃止の議論がされているなか，舗装の維持修繕や更新においてもその必要性を明確にし，調査や点検に基づいた予防保全的な手法を取り入れながら計画的に実施することが一層望まれる時代になると考えている。そのような背景の中，調査から点検，計画，実施までを効率的に実施するための必須のツールとして，舗装マネジメントシステムが実務レベルで活用され，システムの向上が進む可能性がある。

将来的には，現在アメリカなどで行われているように舗装マネジメントシステムに基づいて毎年度の維持修繕計画を立案し，舗装路面の状態や工事の計画をホームページで公開するような取り組みも行われていくのではないかと考えており，取組みを進めていきたい。

舗装と私

(Pavement for Me)

森嶋　洋幸

前田道路㈱　技術研究所

平成７年愛媛大学工学部土木海洋工学科卒業。同年前田道路㈱技術研究所へ入社。平成11年より四国支店高松合材工場（現：香川合材工場）に勤務し，平成12年より現職。平成15年より日本アスファルト協会アスファルト舗装技術研究グループへ参加。

１．きっかけ

私が舗装業界へ入るきっかけとなったのは，大学時代までさかのぼる。私は，昔からどこかへ出かけることが大好きで，その移動手段が車だろうが，鉄道だろうが，飛行機だろうが構わない。大きく言えば「旅」が好きなのだ。それが日帰りでも構わない。出かける前の“わくわく感”，移動途中の風景や会話，移動先で見るもの・食べるもの・遊ぶものに触れた時の喜び，帰路は良い想い出ができたことへの喜び・・・と，ことかかない。

学生時代も例外ではなく，仲間とよくドライブに出かけていた。離合が困難な山道もあれば，郊外のきれいに整備された道もあり，道は様々な顔を持っている。利用者も，仕事であったり，旅であったり様々である。そう思った時，ふと「道路を作りたい」と思った。道は，物資を輸送するための手段だけではなく，出かける人の夢も運んでくれるような気がしたからである。もしもそれが旅ならば，“わくわく感”を形にする手段なのだと思った。

大学生活も終盤を迎えると，私にも就職先を選ぶ時期がきた。大学生活までの22年間，特に目的もなく毎日を送ってきた私にとって，この先の長い人生を送る就職先をどこにするのかは，大きな課題となった。その時，ドライブをしていて感じた「道路を作りたい」，「人の夢を運ぶ手伝いをしたい」という思いが，舗装業界へ進む後押しをした。

２．研究所生活

入社してから現在まで，ほとんどの期間を技術研究所で過ごしてきた。入社当初は，諸先輩の補助であり，どちらかと言うと“言われたことを行っていた”だけであった。その時は，「なぜこの供試体を作製するのだろう」，「なぜこの試験を行うのだろう」，「この結果は何を意味するのだろう」などといったことは一切考えていなかった。今にして思えば，もったいないことをしていたと思う。「考える」ということが欠如していたからである。

入社して数年が経過した頃，私にも研究テーマが与えられた。このときに初めて「考える」ということに直面した。研究とは，一つの成果物を得るために，様々な材料とその試験結果を組み合わせ，目的に近づけていく，まるでパズルのような側面を持ったところがあると思う。時には結果が思わしくなく期待したピースがあてはまらないとか，目的を得るためには試験方法をオリジナルで作成するなどの別のピースを探す必要もあろう。そのような立ち止まりそうな時，次に進むべき行動を決断するには，知識と経験が必要になってくると思う。知識を増やす一つの方法として，仮に「疑問に思う⇒考える⇒行動する⇒疑問を解決する」ということがあるとするならば，私は入社当初，非常にもったいないことをしていたと感じる。本で学ぶ知識もあれば，人に聞き学ぶ知識もあるからだ。

３．舗装に関わって

研究所の職員として舗装に関わってきた中で，忘れられない思い出が一つある。それは，「凍結抑制舗装」が私の研究テーマとなったときである。

それまで，温暖地域で生活してきた私には，雪国での生活もなく，雪道を運転したことさえもなかった。そのため，実際に供用されている凍結抑制舗装を目の当たりにすることもなく，凍結抑制舗装とは，概念から単純に，凍結を抑制する舗装としか考えていなかった。つまり，そこで生活する人，道路利用者の真の必要性が，本当の意味でわかっていなかった。

凍結抑制舗装の試験施工を札幌市内で行った年の冬，追跡調査のため約２週間，札幌に滞在し，冬期の道路を自分で実際に運転する機会にめぐり合った。これが私にとって，生まれて初めての雪国での生活となり，この体験が非常に有益なものとなった。

今まで運転していて恐いと思ったことがない道路が，冬期の札幌の道路に限っては，道路に積もった雪や雪氷の影響で，私には恐ろしく感じた。その恐ろしいと感じたことを以下に列記すると，

・舗装上に厚い氷が着氷しており，スケートリンクのようにすべる。
・生活道路では，路面に積雪した雪面に車輪走行部の跡がわだちのように残り，横断形状が凸凹で車両のうねりが起き，直進性能が劣る。
・除雪した雪が歩道に高く積上げられ，まるで雪の壁のようになっており，店舗から車道へ出るときに視界が遮られる。

雪国の人にとっては当たり前のことかもしれないが，私が雪道を運転して恐いと思ったことである。

一方，除雪や凍結防止剤の散布が行き届いた道路では，快適に走行でき，安心感を覚えた。ブラックアイスバーンを除いて，路面が黒い（路面が露出している）か，そうではないか（路面が凍結している）の違いでドライバーに対する安心感はかなり違うものと感じた。

昔の話ではあるが，雪の降らない沖縄へ，北海道から雪をプレゼントとして送ったという記事を新聞で読んだことがある。雪のプレゼントをもらった沖縄の人々は，大いに喜んだに違いない。私も同様，小中学生のころは，雪が降れば喜んでいた。しかし，雪国で生活している人を見ていると，屋根の雪下ろしや，車を車庫から出すために出勤前の路面の雪かきなど，冬期の生活は温暖地域に暮らす人の何倍もの労力が必要であると感じた。地域が変われば雪は，「雪害」にもなるものだと実感した。

4．これから

札幌での滞在期間は，ごくわずかであったが，私は非常に大きな経験と財産を得た。除雪や凍結防止剤の散布が行渡らない，人々が暮らす家の前の生活道路を雪の悩みから解放したいと感じた。それが，積雪寒冷地域に暮らす人々への道路の一つの役割ではないかと思ったからである。人々の生活を楽にし，そして豊かにすることが，道路の面からでもできるのではないかと思った。

凍結抑制舗装から積雪寒冷地域の道路に関する私見を述べてきたが，道路は，首都圏の慢性的な渋滞を緩和するための圏央道整備など，国土の発展と人々の生活に欠かせない分野を担っている。また，舗装の面からみても排水性舗装，凍結抑制舗装などの走行安全性の機能を持ったものや，低騒音舗装，遮熱性舗装，保水性舗装などの環境負荷軽減機能を持ったものなど，一口に舗装といっても多種多様な機能があり，人々の生活に与える影響は少なくない。

数年前，まったくの異業種の知人から，会話の中で「雨の日に運転しても，路面に水溜りがなく，路面表示が非常に見やすい安心して運転できる道路があるね。あれはいいね。」と言われたことがある。その時に私は，舗装と人々の生活は密接に関係しているものだと再認識させられた。

舗装分野に関わって12年，これからもこの分野で働くことに誇りを持ち，人々の生活に有用な舗装が提供できるよう，日々邁進していきたい。

ポリマー改質アスファルトを通じて舗装に携わる者として

(Concerned with Paving at the Polymer Modified Binder)

焼山 明生

日進化成㈱　技術研究所開発グループ
グループリーダー

1995年日進化成㈱入社，第一技術研究所配属。1998年建設省土木研究所材料施工部化学研究質（現(独)土木研究所材料地盤研究グループ新材料チーム），2000年技術研究所開発グループ，2005年より現職。

1．舗装に携わるようになったきっかけ

現在，景観舗装とポリマー改質アスファルトを主とした舗装材料メーカの技術研究所に勤務している。当然のことながら，大学の専攻にこのような分野はほとんど無かったので，実際には就職した後に舗装に携わるようになった。

大学では化学を専攻し，フロンガスによるオゾン層破壊に関する研究を行っていた。舗装業界で言えばトリクロロエタンを使用すると，環境にどのような影響が及ぼされるか？また，それに代わるものは何であろうか？ということについて研究を行っていた。専攻で言えば無機化学ということになり，アスファルトのような有機化学はあまり縁が無かった。そもそも，化学系の大学に進んだのも，環境問題について勉強してみたいという漠然としたものであった。よって，大学を卒業するときには，純然たる化成品メーカなどにはあまり興味が無く，建材メーカなど都市景観などに係る会社を探していた。その中で，本社が大学のすぐ近所という親しみやすさもあり，そのまま就職して舗装業界に足を踏み入れた。

2．現在の研究内容

現在は，ポリマー改質アスファルトや明色バインダといった，加熱アスファルト混合物に使用するバインダの研究と，エポキシ樹脂やMMA樹脂を用いたカラー舗装の研究を行っている。ポリマー改質アスファルトに関しては，ポーラスアスファルト舗装に使用するポリマー改質アスファルトH型を中心に，品質向上や新規開発を行っている。また，特殊な用途のポリマー改質アスファルトを研究し，新しい用途開発などを行っている。さらに，エポキシ樹脂やMMA樹脂を使用した景観舗装やカラー舗装については，材料のみならず工法についても研究を行っており，舗装に新しい機能を付加することが中心となっている。

3．今後の興味と期待

アスファルトは，非常に一般的に使用されている材料であるにも係らず，組成を含め未知な部分が多い材料である。それゆえ，使用しているユーザーも「得体の知れないもの」というイメージを持つ人も多いと思う。それは決して正のイメージばかりではなく，負のイメージとして捕らえる人の方が多いと思う。しかし，アスファルトをもっと突き詰めてゆけば，さらに良い品質の舗装材料を構築することが可能なのではないかと考える。

私はポリマー改質アスファルトメーカに勤務しているので，それを研究している立場で一例を紹介する。

任意に採取したストレートアスファルト60/80を用いて，同一配合同一条件でポリマー改質アスファルトを製造した場合，出来上がる改質アスファルトは一様ではない。**表－1**はベースとなるストレートアスファルト60/80の性状を示し，**表－2**にそれを用いて製造したポリマー改質アスファルトの性状を示す。表－1

表－1　ストレートアスファルト60/80の性状

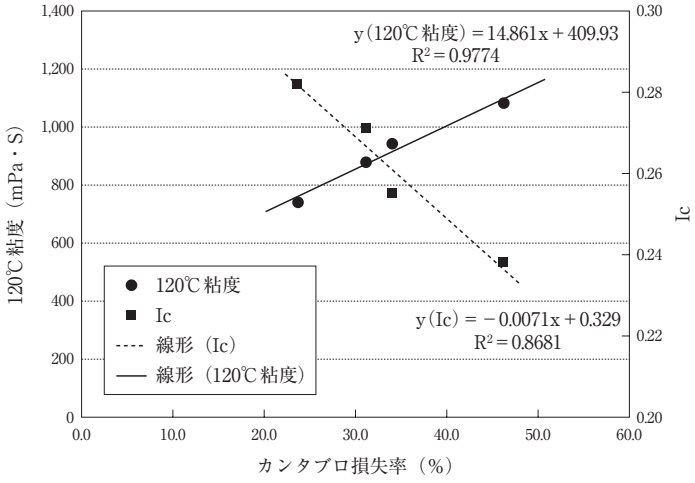
		A	B	C	D
針入度	1/10㎜	64	60	63	67
軟化点	℃	48.5	48.0	47.5	48.5
粘度 mPa・S	120℃	942	1,082	879	743
	180℃	84	90	80	74
Ic（コロイダルインデックス）		0.26	0.24	0.27	0.28

表－2　ポリマー改質アスファルトの性状

		A	B	C	D
針入度	1/10㎜	43	40	47	44
軟化点	℃	97.0	95.5	99.0	97.0
伸度 cm	4℃	20	41	37	20
	15℃	103	102	103	94
分散時間	hr	9	13	9	7
カンタブロ損失率	%	34.0	46.2	31.1	23.7

からも判断できる通り，使用したストレートアスファルト60/80は，針入度，軟化点といった一般的な性状はさほど変わらないが，それを用いて製造したポリマー改質アスファルトは，ベースとなるストレートアスファルト60/80の品質とは関係なく異なった性状が得られる。

なぜ，このような現象が起こったのか検証してみると，表－１より，120℃の粘度やIc（コロイダルインデックス，ポリマーの相溶性を表す指数）が異なることに気がつく。そこで，**図－１**に，これら２つの因子とポリマー改質アスファルトを用いたポーラスアスファルト混合物のカンタブロ損失率の関係を示す。これらの結果によれば，120℃粘度が低いほうがカンタブロ損失率は低くIcが高いほうがカンタブロ損失率は低いという傾向が見られた。また，120℃の粘度の方が高い相関を示した。このように，同じような品質のストレートアスファルトであっても，ポリマー改質アスファルトにすると様子が異なり，観察する因子を変えれば，今までわからなかった特長が見出せる。言い換えれば，もっと色々な角度で検証すれば，アスファルトの新しい有効性を見出すことも可能なのではないかと考える。



図－１　カンタブロ損失率とストレートアスファルトの性能因子との関係

舗装業界は政治・経済の情勢により非常に揺れ動いている時代になってきている。しかし，道路をはじめとするインフラが不要であるという人はいないはずである。アスファルトは，貴重なインフラ整備を担う重要な材料の一つである。その貴重な材料に未知なる部分が残されているのであれば，それを解明し有効活用してゆくべきではないかと考える。

私は，ポリマー改質アスファルトや，樹脂などを用いた景観舗装や機能を付加した舗装が，今後も必要になると思っている。それは，耐久性の向上などもあるであろうが，人間のあくなき向上としてニーズが発生し続けるからである。様々な科学の進歩と同様に，舗装も進歩し続けなければ，舗装は衰退し我々の生活にも多大な影響を及ぼすはずである。だから，今後もアスファルトの本質や特徴を把握し，有効に活用できるよう研究してゆきたいと考えている。

技術研究を楽しもう

(Let's Enjoy Technical Innovation !)

吉中　保

㈱NIPPOコーポレーション　技術研究所
研究第1グループ　主任研究員

1989年東洋大学工学部土木工学科卒業。1989年日本舗道株式会社（現NIPPOコーポレーション）入社。国内各地の現場を担当し，建設省（当時）の現場代理人などを経験したのち，1995年技術研究所に配属。2005年長岡技術科学大学より博士（工学）学位授与。

本稿の執筆にあたり，「研究との関わりを個人の立場で」とご指示いただいた。ここでは，私を導いて下さった諸先輩方への感謝の気持ちを込めて，これまでの取組みや，日頃考えていることを述べてみたい。

1．これまでの経歴

私は平成元年の入社であり，歳も40を超えるまでになった。現在，道路舗装に係わる民間の技術研究所に所属し，日頃は新しい材料の研究開発に勤しんでいる。元々，入社試験の時から将来は研究開発部門で物作りをしたい旨を述べていたので，現場経験を経たのち，希望を叶えていただいている。

実は，新入社員研修の時すでに，研究所から1名分の割当てがあった。希望者を募られたとき，私の心は大いに揺れたが，先輩から「“使える物”を創るためには，まずは現場の本当の姿を知っておくべきだ」とアドバイスを受けた。なるほどと納得し，その後6年間にわたり中部～中国地方の様々な舗装の現場で，建設省（当時）の現場代理人などを経験した。

研究職への転機は，入社6年目にあった。道路各社の現場の若手技術者が集まる外部研修会に参加する機会があり，研究所の幹部が講師として偶然参加されていた。研修会最後の質疑応答で，私が突飛な質問をしたことが印象深かったせいか，その方に研究所に引き抜いていただいた（と，その方から後日お聞きした）。研究所に異動してから現在までの12年間は，いわゆる「環境舗装」をメインに，中温化技術を手始めに車道透水性舗装，保水性舗装，遮熱性舗装，NOx除去舗装等々の研究開発を担当させていただいている。

なお，私がした変な質問とは，「改質アスファルトを施工する現場では，特にフィニッシャ後部から猛烈な臭気が発生するが，作業者の健康に問題はないのか」というものだった。当時の私にはアスファルトフュームという言葉自体知る由もなく，自分が担当する現場で経験した素朴な疑問からだった。

2．技術研究の楽しさ

企業での研究の醍醐味は，成功すれば自分の作った物が会社の商品ラインナップに加わり，組織を通じて日本各地の現場で使われていくことにある。私が担当した研究成果の中で，人に誇れるものを2つ挙げるとすれば，中温化技術と遮熱性舗装である。

勿論，最初から上手くいくケースはまず無いと思う。中温化技術は，研究所に配属された私にとって初めて担当した研究テーマだった。「最初の3年間で成果を挙げられるか否かで，研究員としての適性を判断する」と上司から告げられていた当時，参考となる情報はほとんど見当たらず，例えば「中温化とはなんぞや」といった定義そのものから考え，要求性能を決めていく手探りの状態だった。要領を得ない中で進めた1年目は，理論形成のためのピンポイントの仮説を立てては数多くのデータを積み重ねて真値をあぶり出していく，典型的な「学術研究」スタイルを行った。その結果，仮説の正否の判断は少しずつ進むけれど，より多くの広範な“正”解を短期間に積み上げて早期の技術確立（最終目標は商品化）を目指す「技術研究」としての成果が全く挙がらず，意気消沈して己の適性を疑ったこともあった。

幸いにも2年目のチャンスを与えられた私は，研究スタイルを180度改め，仮説の立て方を工夫するとともに，身近な事象にも着目して応用を試みることを始めた。すると，ある日突然，実験中に未知の光が放ち始めた。この瞬間は強烈で，「この仮説は成功する」ことを即座に認識した。結果，中温化技術の研究は開始した翌年にブレイクスルーし，3年目の京都会議（COP3）開催年には技術を確立させることができ，研究員としての面目を保つことができた。

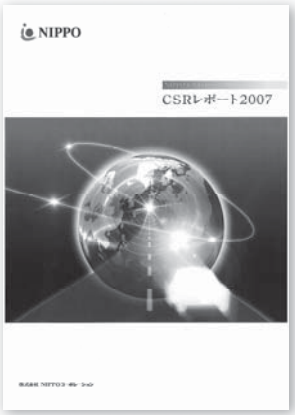
中温化技術を開発してから10年が経過した。使途としては，環境対策は勿論，寒冷期施工など舗装品質を

確保するための“現場をサポートする技術”としても利用されており，施工実績は58万㎡を超えた。

一方の遮熱性舗装についても，同様な開発エピソードがある。これについては，親会社である新日本石油㈱のホームページに「クールパービアス」として紹介されているので，ぜひご覧いただければと思う。（http://www.eneos.co.jp/company/techno/index.html）

無いものを自分の手で創り出し，世の評価を得る。これは，研究者として何物にも代え難い喜びであり，私にとって人生観を変えるほどのインパクトがあった。世からの反応が大きいほど，創り出した物の価値を実感することができる。ぜひ，多くの若い研究者の方々にも体験していただきたいと思う。

最近では，企業の「社会的責任への取組み」を広く知ってもらうことを目的に，環境報告書やCSRレポート（**写真－１**）を発行するようになった。私の会社の報告書に担当した技術が紹介されていて，私はこれを見た時，一企業に属する研究員として会社に貢献できたかと，胸が熱くなる瞬間を味わうことができた。



写真－１　CSRレポート

３．いま取り組んでいること

いま私が取り組んでいることの筆頭には，環境舗装技術の集大成ともいうべき，機能の集約化がある。舗装に係わる技術者としての自戒も込めて，決して忘れてはならないと思うのは，ほとんどの道路のそばには人々の暮らしがあって，その人の立場で理解し，道路がどうあるべきかを十分に考え，実行できるかだと思う。そうした時，例えば様々な環境問題が同時に発生しやすい都市部の道路を想像すれば，環境舗装として４つのキーワード「音・水・熱・大気」のいずれも同時に対処できる技術があって然るべきと考える。

当方で進めているのは，①まず最も重要な低騒音性（＋②雨水浸透性）を基本に，③熱環境改善について低騒音性との機能両立が図れる遮熱性舗装を適用し，④沿道住民の視点に立てばそこに道路があるから周辺の空気が汚れるわけで，自動車の排気ガスによる大気汚染対策としてNOx除去機能の付加を検討している。この①～④を包括した技術は，耐久性が期待できる樹脂をベースとする表面処理方法としている。

本技術は，現在までに実用化段階に達しつつあり，「NOx低減型遮熱性舗装」として実路２箇所で試験施工を行い，性能の評価を進めている（**写真－２**）。

写真－２　NOx低減型遮熱性舗装の施工箇所

４．将来に向けてのテーマ

これからのテーマであるが，個人的には，次世代の舗装材料を考えてもよい時期になってきたのではないかと考えている。国内ではコンクリート舗装を経て，現在は使い勝手の良いアスファルト舗装が主流であり，この流れは理解しやすい。しかし一方で，昨今の環境や健康への世界的な不安が今後さらに増していくことは想像に難くなく，地球の裏側の情報が瞬時にインターネットなどで個人レベルで簡単に入手できる時代になったことを考えれば，前述の臭気の如く，安心して提供できる環境負荷の極力少ない材料を創造していくことが，これからの研究者に課された使命ではないかと考えている。

５．諸先輩方への感謝

これまでに，研究が加速して一週７日をフルに使い没頭することが多々あったが，時に客観的な判断に迷いが生じることもあった。最近よく思うのは，良き指導者に巡り会えたことが今日の全てにつながっていて，幸運だったと思う。開発した技術に「俺の会社人生に掛けてでも責任を持つ」と言われた時は，涙が出るほどうれしかった。

ここでは，私なりに感じた技術研究の楽しさや喜びについて記したが，これから伸びてくる若い人たちの参考になればと思うのと同時に，これまで導いて下さった諸先輩方に感謝を申し上げる次第です。

コンクリートと舗装

(Pavements with Concrete)

吉本　徹
㈳セメント協会
コンクリート研究グループ　主任研究員

平成元年㈳セメント協会入社。
土木学会舗装工学委員会 コンクリート舗装小委員会幹事長。

1．舗装への最初の一歩

このテーマをアスファルト誌の編集委員会の方から頂き，いつから舗装工学に携わっているのかよくよく考えると，私の場合は，学生時代の修士論文にまでさかのぼることに気づきました。昭和の終わり1989年３月に修士課程を修了しましたが，そのときの論文テーマは「連続鉄筋コンクリート舗装の収縮拘束によるひび割れ挙動に関する研究」でした。

ご存知のようにコンクリート舗装の表層であるコンクリート版は，温度降下や乾燥収縮が生じると，路盤からの拘束により横断方向（版長方向に対して直角方向）にひび割れが生じます。一般的なコンクリート舗装ではこのひび割れ発生を回避するために一定の間隔で収縮目地を設けますが，連続鉄筋コンクリート舗装（CRCP）では縦断方向に鉄筋を配し横断方向ひび割れを分散させ，舗装としての機能を維持することが大きな特徴です。このひび割れ幅が大きくなった場合，自動車や航空機といた交通荷重によりCRCPの破壊となる縦断方向のひび割れが早期に発生する恐れが生じます。また，ひび割れ幅が大きいと鉄筋腐食の観点からよくありません。このようにCRCPを設計する際には，ひび割れ幅を如何に鉄筋でうまく制御するかが重要となることより，このテーマを研究いたしました。解析と実験を行いましたが，実験では大型溝型鋼の外部拘束型枠を有する全長4.2mのコンクリート供試体を６体作製しました。コンクリート打設の際，合計2.6㎥ものコンクリートを，生コンを使用せず，100リッターミキサでコンクリートを練ったことが自慢です（研究室の皆さんには大変ご迷惑をお掛けしましたが・・・）。その日の夜，打設が終わって研究室の皆で食事に行ったときに，当時の卒論生が食事中スプーンを握ったまま寝てしまったことを思い出します。

2．晴れて社会人，そして出向という転機

学生生活に別れを告げ，平成元年４月，社団法人セメント協会に入社しました。セメント協会は会員である日本国内のセメント製造業者の出資により運営されている団体で，平成元年当時は会員会社が23社ありましたが，その後合併等により現在では会員会社は18社となっております。

私は東京都北区にある研究所の研究開発部に配属され，コンクリート材料の試験・研究に携わることになりました。その当時，まだ実用化されていなかった締固め不要という性能を有する「高流動コンクリート」の開発を行うなどしておりました。このコンクリートは従来の土木用コンクリートはスランプ８㎝の硬練りがよいという常識を覆すコンクリートでした。

この頃は舗装とは縁遠く，コンクリートの基本物性にかかわる研究業務をしておりましたが，程なく転機は訪れました。1995年，新東京国際空港公団に出向することになったのです。成田空港では，一期建設のエプロンが供用20年以上経過し，改修計画を策定する時期にありました。一般的な打換えはコストや環境負荷の観点でも選択し難く，独自にコンクリートオーバーレイ工法を開発しようという，全社あげてのプロジェクトが立ち上がり，私も微力ながらその大プロジェクトに参加でき，大変光栄に思っております。成田でのオーバーレイは版効果を長期に渡り最大限高めるために，既設コンクリート版と新コンクリート版とを一体化させる，完全付着型のオーバーレイ工法の開発を目指し，高水圧のウォータジェット工法による既設コンクリート版の表面処理工法や収縮特性を制御したオーバーレイ用コンクリートを開発し，一期エプロンは現在，ほぼ改修を終了するところまでになりました（**写真－１**）。

それから３年後，私はセメント協会に復帰しました。私が成田でコンクリート舗装を勉強してきたということで，セメント協会においてもコンクリート舗装に関

写真－１　オーバレイコンクリートの打設状況
（成田国際空港㈱提供）

する研究業務に従事することになりました。主な研究テーマとしては，長期供用した国道のコンクリート舗装の破損状況と破損原因に関する調査研究やホワイトトッピング工法の研究開発が挙げられます。セメント協会といえば転圧コンクリート舗装とイメージされる方も多いかと思いますが，幸か不幸か私はほとんど携わっておりません。

長期供用したコンクリート舗装の調査は，国道工事事務所の協力の下，ひび割れ調査，段差調査をはじめ，開削調査を実施しました。供用30年近く経つ当該のコンクリート舗装は目地部の破損が激しく，開削すると目地部の路盤がエロージョンにより喪失していたことが原因であることがわかりました。アスファルト中間層の必要性や目地シールのメンテナンスの重要性が良くわかる結果となりました（**写真－２**）。また，現場から供試体を切り出して曲げ強度試験や曲げ疲労試験を実施しました。曲げ強度は６ MPaを超える高い強度が確認できましたが，曲げ疲労試験によってコンクリート版に疲労が進んでいることを明らかにしました。

ホワイトトッピング工法はわだち掘れが著しい箇所でのアスファルト舗装の補修工法として，アスファルト舗装上に薄層コンクリート版でオーバーレイする工法です。米国で先行開発されたこの工法について日本の道路事情に合わせてセメント協会独自に研究することになりました。そこで成田空港での経験を生かして，既設のアスコン層の表面処理に付着強度が優れているウォータジェット工法を用いることを発案しました。また，用いるコンクリートは補修工法であるため，早強性を有し，人力施工の場合を考え施工性に優れたコンクリートが必要であると考えました。そこで，高流動コンクリートの開発での経験を生かして，低水セメント比にして高性能減水剤を使用し，スランプ22～24㎝のコンクリートをホワイトトッピング工法に適用しました。これは低水セメント比にすることで早強性を付与し，高スランプにすることでアスコン層の凹凸にコンクリートを特別な締固めすることなく容易に充填させることを意図したからです。また表面バイブレータを使用しないため排水勾配確保も問題ありませんでした（**写真－３**）。

３．この先のコンクリート舗装の在り方

例えば空港を見てみると，エプロンはコンクリート舗装で，誘導路はアスファルト舗装です。なぜ使い分けされているのか。これは航空機といった荷重が長時間待機する場所ではアスファルト舗装よりもコンクリート舗装の方が供用性能が良いということだと思います。つまり空港舗装ではコンクリート舗装の適用場所が明確であるといえるのではないでしょうか。では道路舗装ではどうか？道路の場合は荷重も小さいこともあり，適用場所が明確化されていないのではないかと思います。現在私は，自動車の燃費に影響を及ぼす舗装路面の転がり抵抗の調査研究を行っております。自動車からの排出を含めたCO_2削減など環境負荷低減の面を含めて，コンクリート舗装をどのような場所で適用すれば良質な社会資本として生かすことができるのかを早急に整理したいと思っております。

また，コンクリート舗装の設計についても，鉄網の必要性，目地間隔の最適化，寸法効果を考慮した曲げ疲労強度の考えなど，まだまだ研究すべき課題が多いと思われます。しかしながら，コンクリート舗装を専門とする若手研究者（特に大学）はほとんどいない状況であり，研究対象としても魅力的であるとアピールすることも私の仕事かな，とも最近思っております。

写真－２　長期供用したコンクリート舗装の目地部の開削状況，路盤がエロージョンしている

写真－３　ホワイトトッピング工法
（東京都墨田区）

アスファルト舗装技術研究グループ・第55回報告

各国の長寿命化舗装の取り組み

今回のアスファルト舗装技術研究グループ報告は，アスファルト舗装の長寿命化に関する取り組みを，日米欧の対比として調査した結果の報告です。

舗装をはじめとした道路構造物資産の長寿命化は古くから検討されており，近年ではアセットマネジメントにおけるメンテナンスコストの低減として取り組まれている課題です。

長寿命化の考え方は，本体構造と表面機能を分けて考える必要があります（**右図**）。橋梁を例にとると，桁や橋脚といった本体構造は50年や100年といった長寿命化設計がとりいれられるものの，それはあくまでも躯体構造に関する部分を対象としたものがほとんどです。たとえ全体構造が長寿命であるとしても，舗装や排水装置といったサービス施設，塗装をはじめとした防食材等の表面機能材は，定期的な維持修繕を前提とすることが多いと考えられます。

舗装構造物についても，コンクリート舗装など全層が永久構造部材と考えられる場合も一部あるものの，

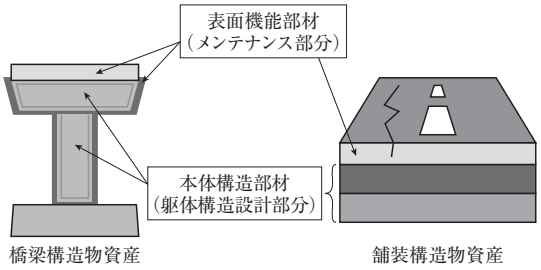


図　道路構造物の長寿命化における本体構造と維持修繕範囲の対応

アスファルト舗装は，その構造体を，表面機能部分と本体構造部分，つまり，表層／摩耗層とそれ以下の支持構造にわけて考える必要があるものと言えます。

本報告は，アスファルト舗装の長寿命化のための材料や構造設計に関する具体的な検討事例を，主に躯体としての舗装構造について，各国の取り組みとして整理したものです。

（研究グループ代表幹事：佐々木巌）

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

佐々木巌　独立行政法人土木研究所舗装チーム

綾部孝之　独立行政法人土木研究所舗装チーム
井　真宏　西日本地研㈱
市岡孝夫　前田道路㈱技術部技術課
伊藤大輔　大成ロテック㈱技術研究所
岩岡宏美　世紀東急工業㈱技術研究所
岩塚浩二　㈱パスコ道路センター
岩永真和　鹿島道路㈱技術研究所
大場拓也　東亜道路工業㈱技術研究所
奥山元晴　ニチレキ㈱道路エンジニアリング部
鬼倉一展　鹿島道路㈱技術研究所
加納孝志　独立行政法人土木研究所舗装チーム
鎌田　修　鹿島道路㈱技術研究所
鎌田孝行　常盤工業㈱技術研究所
岸田正憲　㈱パスコ道路センター
高馬克治　ニチレキ㈱研究開発センター
小柴朋広　世紀東急工業㈱技術研究所
清水泰成　前田道路㈱技術研究所
鈴木　徹　大林道路㈱技術研究所
鈴木秀夫　昭和シェル石油㈱アスファルト課
千原正規　日本道路㈱技術研究所
塚越智浩　常盤工業㈱技術研究所
東本　崇　大林道路㈱技術研究所
野木克義　昭和シェル石油㈱アスファルト課
平川一成　大成ロテック㈱技術研究所
森石一志　大林道路㈱技術研究所
森嶋洋幸　前田道路㈱技術本部技術研究所
焼山明生　日進化成㈱技術研究所開発グループ

計28名

各国の長寿命化舗装の取り組み

岩塚浩二*　鎌田孝行**　岸田正憲***　小柴朋広****
清水泰成*****　野木克義******　平川一成*******　森石一志********

1．はじめに

近年，アメリカでPerpetual Pavement，ヨーロッパではLong-Life Pavement（LLP）と呼ばれる長寿命化舗装の概念が急速に広まっている。これらは，いずれもアスファルト混合物層を厚くすることにより，アスファルト混合物層下面からの疲労ひび割れの発生を抑制することにより，舗装の損傷が表面のひび割れやわだち掘れに限定させることを意図したものである。この結果，舗装表面から深さ10㎝程度の部分を計画的に維持修繕するものの，舗装構造全体の破損を防ぎ長寿命化舗装としたものである。

本報告は，海外における長寿命化舗装のとりくみとして，全米アスファルト舗装協会（APA：Asphalt Pavement Alliance）および欧州アスファルト舗装協会（EAPA：European Asphalt Pavement Association）の報告を紹介する。また，日本における長寿命化舗装についての取り組み事例を第４章で紹介する。

本報告の構成は以下の通りである。

１．はじめに
２．海外における長寿命化舗装とは
　アメリカおよびヨーロッパ長寿命化舗装の定義
３．海外における取り組み
　構造設計の考え方，各層ごとの材料について説明，施工事例
４．日本における取り組み
　日本における長寿命化舗装の取り組み事例を紹介
５．おわりに

紹介したAPAの報告“APA101 Perpetual Pavements-A Synthesis[1)]”およびEAPAの報告“Long-Life Asphalt Pavements-Technical version[2)]”の原文はそれぞれウェブサイト上で閲覧可能である（原稿執筆時2008年１月現在。URLを巻末の参考文献に記載）ので興味のある方はそちらを参照されたい。

２．海外における長寿命化舗装とは

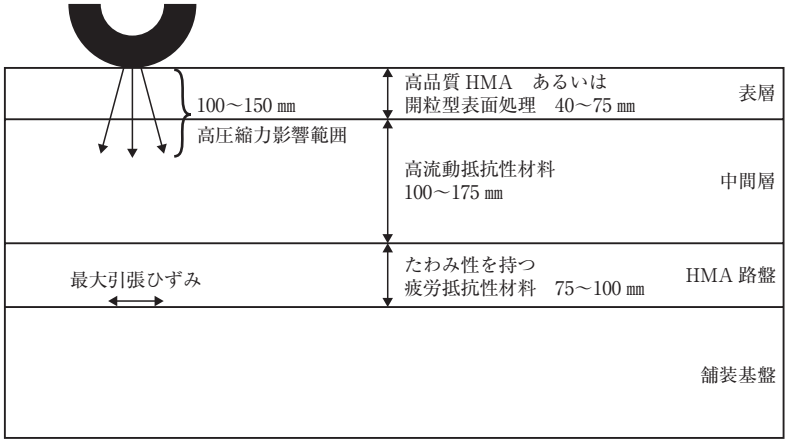
2.1　アメリカにおける定義[1)]

Perpetual Pavementとは，「50年以上構造的な修繕や再建設を必要とせず，舗装表層の損傷に対して定期的な更新をするように設計・施工された舗装」と定義される。代表的なものとして，路床または改良路床土上に敷設されるフルデプス舗装や，粒状路盤上に敷設されるディープストレングス舗装（４インチ（10㎝）以上のアスファルト安定処理路盤を１層以上持つアスファルト舗装[3)]）がある。これらの舗装は，厚い粒状路盤層上に薄いアスファルト混合物層を設ける一般的な舗装より全体の舗装厚さが薄くすることができ，またアスファルト混合物層が厚くなることにより，従来の疲労ひび割れが排除され，損傷の発生が表層部に制限できるという利点を持っている。

Perpetual Pavementの概念を**図－１**に示すが，表層は流動抵抗性が高く耐摩耗性を持ち，中間層は流動抵抗性，路盤層は疲労抵抗性を持つ構造となっている。

舗装を長寿命化するための基本要件は，舗装底部に起因する損傷を生じさせず，打ち換えを必要としないように，安定した基盤の上に適切な厚さのアスファルト舗装を施工することである。舗装構造的には，舗装基盤や路盤における変形に抵抗するため，厚さとスティフネスの組み合わせが適切なものでなければならない。同様に，アスファルト混合物層は，十分な厚さと下部構造に起因する疲労ひび割れ低抗性を有していな

*いわつか　こうじ　㈱パスコ道路センター
**かまだ　たかゆき　常盤工業㈱技術研究所
***きしだ　まさのり　㈱パスコ道路センター
****こしば　ともひろ　世紀東急工業㈱技術研究所
*****しみず　やすなり　前田道路㈱技術研究所
******のぎ　かつよし　昭和シェル石油㈱技術商品部
*******ひらかわ　かずなり　大成ロテック㈱技術研究所
********もりいし　かずし　大林道路㈱技術研究所



図－１　Perpetual Pavement の概念図[1)]

ければならない。

2.2　ヨーロッパにおける定義[2)]

European Long-Life Pavement Group（ELLPAG）ではLLPは，「適切な表層の管理が実施されるならば，基層または路盤層に重大な破損が発生しない舗装」と定義し，表層をのぞいた舗装の構造的な寿命が50年以上になるであろうとしている。

図－２に，LLPの概念を示す。LLPのすべての要素が決して新しいわけではなく，従来から利用されてきたものもある。例えば，一般的な舗装よりも厚いアスファルト混合物層を路床上に直接舗設するような，いわゆるフルデプスアスファルト舗装の利用である。このような設計では，全体の舗装厚を薄くできる。この利点に加え，フルデプスおよびディープストレングス舗装は，当初予期された設計期間より大きく寿命を伸ばしたことが確認されている。同様に，十分な強度を持って建設された舗装においては，一般的な疲労ひび割れや変形が発生していないという事例がイギリスの調査でも確認されている。結論として，十分な強度を持って建設されたアスファルト舗装は，非常に長寿命であり，わだち掘れやひび割れのような損傷が舗装表面に限られており，維持管理を容易なものにしている。

LLPの概念は，表層のわだち掘れやひび割れといった疲労を低減させることによって，舗装寿命の大幅な延長を目的とするものである。舗装底部からのひび割れや路床の変形，凍上のような一般的な力学的損傷は，原則として発生してはならない。

LLPの設計・施工において，底面からのひび割れや舗装体のわだち掘れを適切なアスファルト混合物を使用することで防がなければならず，路床のわだち掘れや凍上発生しないようにしなければならない。

必要条件	構成要素	目　的
・十分な資金調達 ・地域条件に関する情報 －路床条件 －交通量 －入手可能な材料	・設計 －設計期間，例えば40年 －保守的な設計基準 ・性能仕様 －磨耗抵抗層 －わだち掘れ抵抗層 －疲労抵抗性路盤 ・周期的なオーバーレイ	・ライフサイクルコスト低減 －メンテナンス作業の減少 －遅延コストの低減 －環境コストの低減

図－２　LLPの必要条件，構成要素と目的[2)]

３．海外における取り組み[1),2)]

3.1　設計

(1)　アメリカ

経験的力学的設計方法（Mechanistic-empirical design procedure）は，疲労，わだち掘れおよび温度ひび割れ抵抗性に対する舗装各層の寄与を考慮することができる手法である。

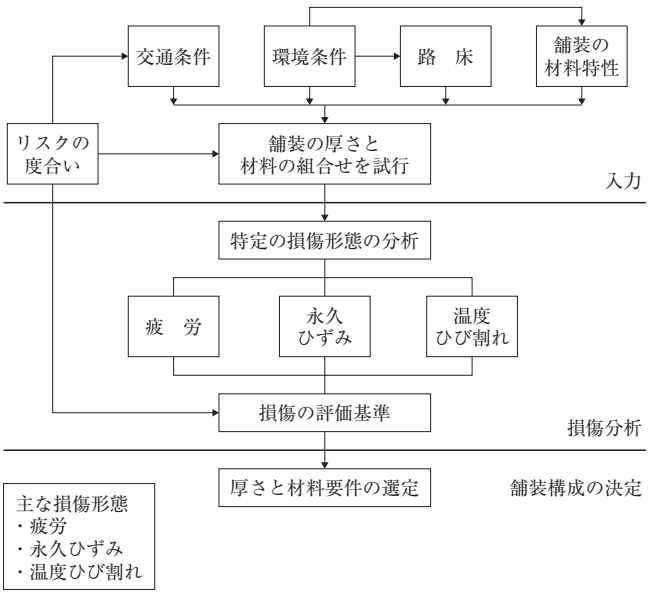
アスファルト舗装設計の力学的設計のノウハウは，1980年代と1990年代に開発・実施が始まったが，1960年代には既に知られていた。イリノイ，ケンタッキー，ミネソタおよびワシントンなどの州では，力学的な設計法を採用しており，アメリカ道路共同研究プログラム（NCHRP）による研究計画は，新しい力学的舗装設計ガイドの開発が進行している。

力学的設計手法については，Monismithが，1992年にTRBの

論文[4]において概説しているが，**図－3**に示すプロセスでは，材料特性，交通条件，環境条件および供用性が舗装構造を決定する際に複合的に作用する。力学的設計法は，舗装構造の限界点を知ることで，特定の破損や損傷に対する適切な材料と層厚を設計することができる。

ワシントン州運輸局（WSDOT）では，1980年代後半からアスファルトオーバーレイの設計に経験的力学的設計方法を用いている。ここでは，Monismithの室内試験における引張りひずみ，アスファルト混合物係数および破壊サイクル数の相関関係に基づいた疲労伝達関数を使用している。

イリノイ州運輸局（IDOT）は，イリノイ大学が開発した力学的舗装設計法[5),6),7)]を使用している。この手法は，コンピュータ・プログラムILLI-PAVEによる有限要素法の解析結果に基づいている。



図－3　力学的設計の流れ[4]

ミネソタ州では，Mn/ROAD[8]により収集したデータに基づき力学的設計手法を開発している。この手法では，舗装の荷重応答の計算に弾性計算プログラムWESLEAを使用している。

オーバーン大学とアスファルト舗装協会（APA）が共同で設立したアメリカアスファルト技術センター（NCAT）は，Perpetual Pavementのメカニズムに基づく設計プログラムPerRoad[9]を開発した。このソフトウェアは，軸重載荷範囲における舗装の応答を弾性理論により計算するものである。ここでは，材料，荷重および施工方法の違いによる不確実性をモデル化するためにモンテカルロシミュレーションを用いている。

⑵　ヨーロッパ

今日の舗装設計法として，構造的な応答モデルと関連するパフォーマンスモデルにより構成される，半理論的手法が用いられている。応答モデルは交通荷重と応力・ひずみの関係を示し，パフォーマンスモデルは計算した応力・ひずみと混合物の劣化の度合いが関連づけられている。

最近の研究[10]によると，考慮すべき舗装の劣化のメカニズムとしては，疲労ひび割れや路床の変形よりもアスファルト混合物層のわだち掘れと表面ひび割れのほうが，考慮すべき舗装の劣化のメカニズムとして重要であるとされている。しかし，半理論的手法では，劣化の考慮が困難であることから，室内試験によるシミュレーションによって機能的な要件を定めている。

LLPにとって設計期間は重要な項目であり，ヨーロッパの多くの国では設計期間20年を採用している。なお，イギリスでは経済的に実施可能なときに限り，設計期間40年を採用している[11]。

イギリスでは，Powellらにより1984年に開発された力学的設計手法[12]を使用している。また，1997年にNunnらは，標準軸重8,000万（等価単軸荷重：ESAL）のアスファルト舗装厚さの設計チャートを確立している。

3.2　材料

3.2.1　路盤・路床

⑴　アメリカ

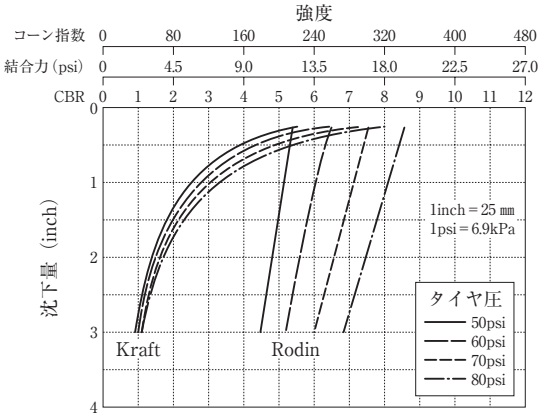
路盤・路床は，施工中，施工機械を支持する作業用プラットフォームとなる。また，舗装上層部をしっかり締め固めるためのたわみ抵抗性が必要である。

路盤・路床の設計・施工においては，乾燥湿潤や凍結融解による体積変化の予防が重要である。

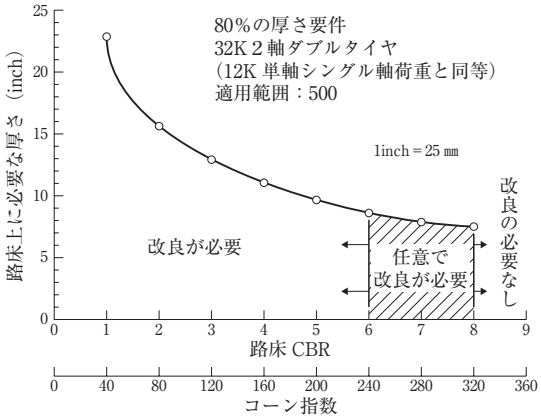
路床・路盤は，構築路床，安定処理路床または路盤，砕石などの粒状材料から構成されている。使用材料に関係なく，基盤は舗装の建設時から供用期間中ずっとスティフネスについて最低限の条件を満たさなければならない。

イリノイ州運輸局（IDOT）の路床安定処理マニュアル[13]には，路床材料の重要性について数多く記載されている。施工性の観点からみると，イリノイ州では，粒状層を施工する間，過度の変形を避けるために路床には最小でCBR6が必要であるとしている（**図－4**）。

図－５にIDOTにおける改良手順の状態を示す。CBRが６未満の場合，改良が必要であり，CBR6以上８以下では任意で改良，８より大きい場合は改良の必要なしとしている。イリノイ州では，細粒路床土の石灰による改良が頻繁に用いられている[14]。通常，路床には300㎜の厚さが必要であり，路床の強さがCBR4未満の場合，その厚さは図－５にしたがって増加する。



図－４　舗装構造を支持する土の強度[13]



図－５　イリノイ州の粒状層の厚さ要件[13]

表－１には，それぞれ異なる強度とスティフネスの基準に従い，軟弱土を石灰処理する場合に必要な層厚と支持力係数（k），CBR値，動的コーン貫入試験によるコーン指数を示す[13]。石灰安定処理土の強度増加により石灰処理層を薄くすることができる。

(2)　ヨーロッパ

舗装の構成上，下層材料は比較的低強度の材料により構成されるため，上層に作用する荷重を効果的に低減することが最も重要である。特に，大きな鉛直方向ひずみに対しては，比較的厚い上層が必要となる。この場合，砕石による下層路盤層の使用が適切である。

表－１　イリノイの石灰処理厚さの要件[13]

路床の強度[1]			石灰処理土層の最小厚さ（インチ[2]）	
k, psi/in*	CBR	コーン指数	100psi[3]	200psi[3]
50	2	80	12	9
125	4	160	12	9
150	6	240	9	8
200	8	320	9	8

[1] 現場の路床強度
[2] 交通開放前の強度
[3] 一軸圧縮強度
* 路床の支持力係数

1inch ＝ 25㎜
1psi ＝ 6.9kPa

Nunnら[14]は，1997年に路床・路盤材について現場試験の実施を奨励しており，ラジオアイソトープ（RI）密度試験と表面のスティフネスを測定する携帯型の平板載荷試験の仕様をとりまとめた。イギリスにおける路床・路盤の要件を**表－２**に示す。

表－２　イギリス交通研究所の路床・路盤の要件[14]

路床CBR	２以下	２～５	５より大
路盤厚さ（㎜）	150	150	225
キャッピング厚さ（㎜）	600	350	－

ドイツの運輸省では，静的平板載荷試験結果から路床の支持力係数は最小で45MPa必要であるとしている[15]。また，路盤層の上部においては軽交通区間で120MPa，重交通区間で180MPa必要であるとしている。

フランスでは，構築路床の施工仕様を使用している[16]。施工時における工事車両の支持については，２つの基準（13t軸重によるたわみが２㎜未満，または平板載荷試験による支持力係数が50MPa以上）のうち，どちらかを満たさなければならないとしている。

3. 2. 2　アスファルト混合物層

3. 2. 2. 1　アスファルト路盤

(1)　アメリカ

アスファルト路盤は，繰返し交通荷重による疲労ひび割れに対する抵抗性を有する必要がある。これには，アスファルト量の増加が効果的である（**図－６** a）。EppsとMonismith[17]は，1972年に疲労に関する調査研究を行い，この性質が多くのアスファルト混合物にみられる傾向であることを証明した。混合物のアスファルト量を増加させる疲労ひび割れの発生と成長が抑制される。アスファルト量の増加は，アスファルト混合物層の厚さと相まって，層下面より発生する疲労ひび

割れを抑制する（**図－６** b)。その他のアプローチとしては，累積的な損傷が発生しない範囲まで，アスファルト層下面の引張りひずみが最小になるよう舗装厚を厚くすることである。また，路盤と中間層で用いられる混合物を同様の配合とすることも行われる。

アスファルト路盤のアスファルト量は，耐久性や弾性において重要となる骨材間隙率（VMA）により多くのアスファルト量を確保するために，空隙率を小さくするように設定されるべきである。

舗装の性能を確認するため，疲労抵抗性試験を行うべきである。これは，４点曲げ試験による材料の疲労試験により評価する。なお，舗装下面における曲げひずみが材料の疲労限界以下となるよう設計することが重要である。また，路盤は長期間水と接触している可能性が高いことから，水の影響についても考慮する必要がある。

(2)　ヨーロッパ

上層路盤は，舗装の構造的に最も重要な層であり下層の未結合材料層が過度の応力やひずみを受けないように，荷重を効果的に分散させる機能を有する。これは多くの場合，上層路盤のスティフネスが比較的高いことを意味しているが，同時に十分な疲労抵抗性を示さなければならない。その結果，混合物のスティフネスと疲労抵抗性は相反する関係となることが予想される。これは，ひずみに対する抵抗性を増加させるために比較的粗い粒度あるいは硬いアスファルトを使用した混合物は，硬い上層路盤になるという事実に基づいている[18]。

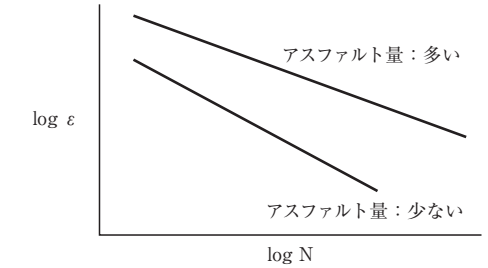
上層路盤材料は，原則として空隙率やアスファルト量と同様に粒度を含む全ての材料に関連する要因に影響される。実際には，細かい粒度[19]，低い空隙率[20]および高いアスファルト量が影響を与えている。

APA[1]によると，上層路盤に長寿命特性を持たせるために，いくつか方針があるとしている。研究室での試験や現場から得られた方法は，損傷が進行しないように，上層路盤底部の引張ひずみを疲労限界以下に制限することである。しかし，その限界を知ることが非常に難しい。

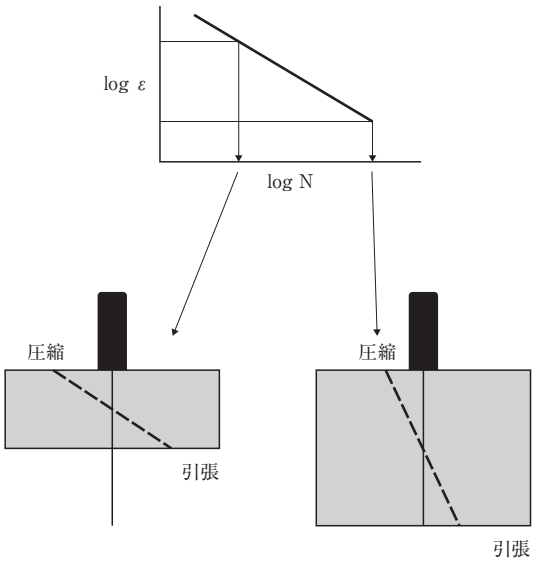
3. 2. 2. 2　中間層・基層

(1)　アメリカ

中間層または基層は，安定性と耐久性を有していなければならない。中間層の安定性は粗骨材のかみ合わせと，適切な高温性状を有するバインダの使用により得ることができる。これは，せん断破壊が発生する舗



(a) アスファルト量の違いによる疲労抵抗性の改良



(b) 舗装厚さの違いによる最小引張りひずみ

図－６　アスファルト路盤の疲労抵抗[17]

装上面から150㎜の部分において特に重要である。

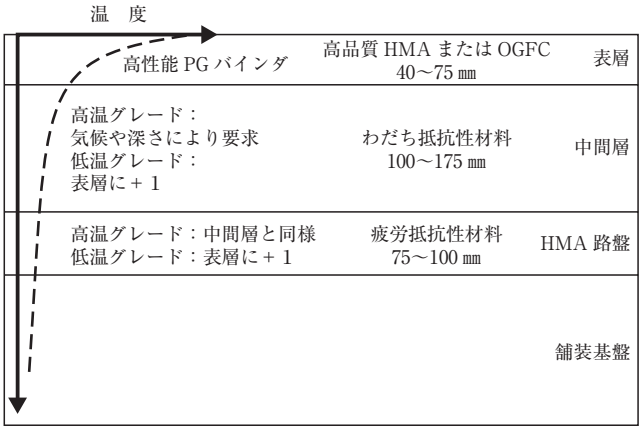
骨材の内部摩擦を得る方法は，呼び寸法の最大サイズの骨材を多量に使用することである。大粒径混合物の設計ガイドにはKandhal[21]と，MahboubとWilliams[22]によるものがある。

パフォーマンスグレード（PG）は，供用時における最高温度と最低温度により，アスファルトを分類するものである[23]。流動抵抗性は表層の高温グレードと同様だが，この層では舗装の温度勾配が比較的大きく，表層のように低温にならないため，低温グレードのグレードを１つ下げることができる（**図－７**）。

配合設計はSuperpave規格[24]によるものとし，設計アスファルト量は最適値とする。また，性能試験は最低限の流動抵抗性と，水の影響についての試験を実施するべきである。

(2)　ヨーロッパ

通常，LLPでは，舗装を構成する各層は単独で劣化



図－7　温度勾配の影響[1)]

するという仮定の下，基層に適切なバインダを使用することで永久変形を防ぐように設計される。

基層は，舗装表面から約50～70㎜下方において高いせん断応力が発生すると仮定した場合によく採用される。したがって，基層は安定性と耐久性によってわだち掘れの進行を減少させるために表層と路盤の間に設置される。基層の安定性は，改質アスファルトにより結合した骨材同士のかみ合わせにより実現される。

3. 2. 2. 3　表層

(1)　アメリカ

表層（摩耗層）の要件は，交通条件，環境条件，局所的な経験，経済性に依存する。要求性能としては，わだち掘れ，表面ひび割れに対する抵抗性，良好な摩擦，水はねと水しぶきの緩和，タイヤ騒音の最小化である。これらから砕石マスチック舗装（SMA），Superpave密粒度混合物または開粒度摩耗層（OGFC）を選択する。混合物タイプは，アメリカアスファルト舗装協会（NAPA）による「HMA Pavement Mix Type Selection Guide」に示されている[25)]。

わだち抵抗性，耐久性，不透水性，摩耗抵抗性が必要であれば，SMAが選択される。これは大型車交通量の多い都市部に該当する。SMAの配合設計手順は「NCHRP Report No.425」に記載されている[26)]。

全体的に交通量が少ない場合，良好に設計されたSuperpave密粒度混合物の使用が最適であるといえる。SMAの場合，わだち掘れ，透水性，風化および摩耗に対する設計が必要になる。全米アスファルト協会（Asphalt Institute）は，Superpave混合物の容積配合について手引きを提供している。そこでは，密粒度混合物の性能試験を配合設計時に行うことを勧めている。最低限流動抵抗性試験を行うべきであるが[27)]，SHRPのSuperpaveせん断試験[28)]も，材料性能の推測に使用することができるとしている。

密粒度混合物の上部で使用されるPGは，BrownとCooleyが示す範囲内で，通常，使用するグレードより1つ上のグレードに変更すべきであり，温度ひび割れ抵抗性のために，低温グレードは通常，有効性と費用のゆるす範囲内で，95%または99%の信頼性で使用されるべきである。そこでポリマー改質アスファルトの適用に関する新しいガイドラインが作られた[29)]。

OGFCは道路表面を排水させるために，空隙を持つように設計される。これらは雨天時の摩擦を改善するため，アメリカ西部や南部でよく使用される。通常，混合物は約15%の空隙率を持つように設計される。しかし，18～22%の空隙率で長期にわたり良好な性能を維持したとの報告もある[30)]。OGFCの配合設計方法は，Superpaveジャイレトリコンパクタを使用するものとしてKandhalとMalickによって開発された。また，OGFC表面の舗設と維持に関するガイドラインは，Kandhalによるものである。

(2)　ヨーロッパ

表層は，舗装の上層に施工され，適切なすべり抵抗性を確保するためのテクスチャを保つと同時にユーザーの快適性に関わる平坦性を提供するため，ひび割れやわだち掘れの発生を抑制し，交通や環境条件による応力に耐えなくてはならない。また，表層は地域条件により，すべり抵抗性や騒音低減，耐久性のような機能的な特徴が必要とされる。

ポーラスな路面により表面水を迅速に排水することが求められることがある一方，舗装内に水を浸透させないよう，表層が不透水でなければならない場合もある。表層は舗装性能にとって重要であるが，1つの材料で全ての要求性能を提供できるわけではない。したがって，表層用の混合物は，必要な要求性能により適切なものが使用される。

3. 3　海外における試み／事例[1)]

(1)　カリフォルニア州

インターステート710で設計期間40年の長寿命アスファルト舗装を建設中（2002年夏完成予定）。等値単軸荷重（ESAL）で1～2億軸の設計交通量に対し，25㎜開粒滑り止め層（OGFC），表層75㎜ポリマー改質アスファルト層，150㎜アスファルト層（AR-8000），75㎜ア

スファルト層AR-8000の，OGFCを除くアスファルト舗装厚合計300㎜のフルデプスアスファルト舗装に置き換えるプロジェクトを実施。

⑵　イリノイ州

20年を設計期間として，表層に交通量に応じた軽交通50㎜，重交通100㎜，超重交通150㎜厚さのポリマー改質アスファルト砕石マスチックアスファルト層（SMA）を使い分け，中間層にIDOT仕様密粒度混合物，基層アスファルト層100㎜で構成される長寿命化舗装の仕様を考案。

⑶　ミシガン州

供用期間40年を意図したアスファルト舗装厚290～405㎜の4段階の舗装構造を，供用開始後20年間に予想される交通量に応じて使い分ける仕様に改訂。

⑷　ウィスコンシン州

設計期間20年の交通量で200万軸（ESAL）のジュネーブ湖畔道路で表層50㎜，中間層90㎜，基層90㎜試験施工を実施。また，設計期間20年のESLA 7,500万軸のトラックステーション工区では表層50㎜，中間層130㎜，基層100㎜の舗装構造が採用される予定。

⑸　テキサス州

2001年8月以降Ⅰ－35を建設開始。設計期間20年の交通量4,800万軸（ESAL）として，OGFC，表層SMA 50㎜，厚さ80㎜ Top 19㎜のSuperpave混合物，厚さ250㎜ Top 25㎜のSuperpave混合物，100㎜加熱アスコンの舗装構成を試験施工し追跡調査を実施する。

⑹　ケンタッキー州

州間高速自動車道64で設計期間40年のPerpetual Pavementを採用。表層を280㎜厚ポリマー改質アスファルト密粒混合物層で舗装した。供用20年後に切削オーバーレイによる補修を計画している。

⑺　オハイオ州及びバージニア州

オハイオ州，バージニア州では最近Perpetual Pavementの設計に取り組み始めた。

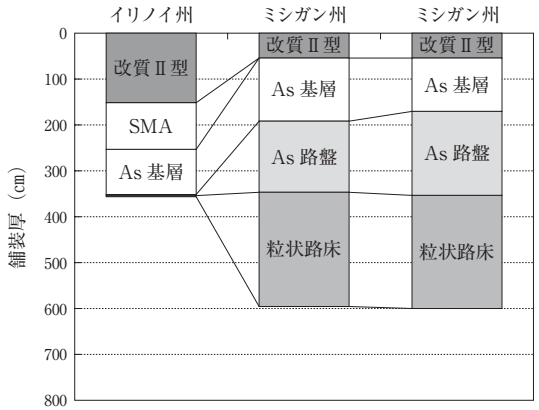
⑻　イギリス

設計期間40年で設計し，設計厚さ180㎜以上で舗装，供用20年後にオーバーレイによる維持が行われている。

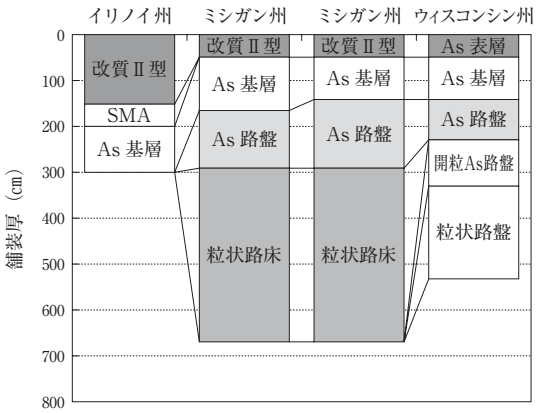
【筆者補足】

本章で取り上げた試みにおける設計期間，交通量等の条件は様々であり，その設計手法も異なっている。ここでは事例の中から設計期間を20年と設定した場合の長寿命化舗装断面をピックアップし，各地の特徴を比較した。**図－8～図－10**には各州の設計交通量別の長寿命化舗装断面の一例を示す。

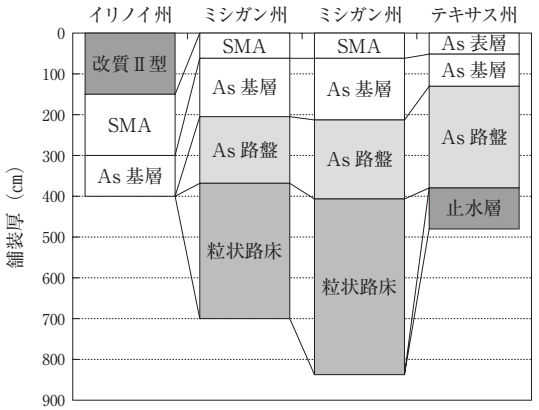
イリノイ州では設計交通量を問わず，フルデプス舗装の表層部に改質アスファルトⅡ型混合物，基層部にSMA混合物を適用することで長寿命化舗装としてい



図－8　EASL＜10×10^6の長寿命化舗装



図－9　EASL＜20×10^6の長寿命化舗装



図－10　EASL≧20×10^6の長寿命化舗装

※図－8～10は筆者による作図

る。ウィスコンシン州やテキサス州ではフルデプス舗装の最下層に開粒度混合物や止水層を設けている点に特徴が見られた。またミシガン州ではアスファルト路盤に表層として改質アスファルトⅡ型混合物もしくはSMA混合物を適用している。その一方で同一の設計交通量であれば，アスファルト混合物層の総厚は各州ともにほぼ同様であり，30㎝～40㎝であった。

このことからも海外における試みは構造的な損傷に対してはアスファルト混合物層の厚さで対抗し，路面の損傷に対しては改質アスファルトⅡ型やSMA混合物で対抗することで構造的な損傷を最小化し，表層部の補修のみで長期供用性を確保するフルデプス工法による長寿命化舗装であると言える。

4．日本における取り組み

ヨーロッパとアメリカにおける長寿命化舗装の考え方に若干の相違が見られるように，日本の長寿命化舗装についても長寿命化の手法によりいくつかの相違点が見られる。本章では，日本の長寿命化舗装の取り組みや考え方をまとめ，海外との比較等を行った。

4.1　日本における長寿命化舗装

旧建設省道路局による道路技術５ヵ年計画（平成５年６月）では，平成５年度から開始した第11次道路整備計画を技術的にサポートする技術テーマについて開発と導入計画を示した技術開発の一つに「一層効果的で無駄のない道路整備，維持管理の追求」があり，「維持管理・更新の安全性向上，省力化・低廉化等の高度化を図る技術」の中に「長寿命化舗装」の計画が示されている[31]。

ここでは長寿命化舗装の定義を以下のようにしている。

「舗装の設計期間を従来よりも長く設計することによって，初期の建設費は高くても維持管理費を軽減しかつこれらの工事にともなう発生材の軽減，工事渋滞の軽減を目的とした舗装」

一方，㈳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では長寿命化舗装の開発コンセプトとして以下の４点を挙げている[32]。

①可能な限りメンテナンスフリーに近い舗装構造とする。
②ライフサイクルコストは従来工法の2/3に低減できる。
③車両総重量25トン対応が可能である。
④環境保全に寄与する工法である。

舗装の構造的な強化により設計期間を長くすることについては欧米と同様の概念と言えるが，舗装構造については表層の考え方等，具体的な仕様や方向性は明示されていない。日本では構造面の強化だけでなく，交通環境の変化にともない，機能面にも着目した舗装の長寿命化が行われている。

4.2　日本で行われている長寿命化舗装

日本で行われている舗装の長寿命化は多種多様だが，その概念や最終的な目的が全て同じというわけではなく，機能的破損についても長寿命化の対象とする場合がある。

⑴　従来設計法による設計期間の長期化

舗装の構造的な耐久性を高めるという点では，欧米と同様の概念と言えるが，長寿命化に対する特別な仕様は設けず，従来の設計法と同様に設計期間を設定する方法である。通常必要とされるT_Aは式①で表され，舗装の設計期間における累積49kN換算輪数と設計CBRにより決定するため，十分なCBRが得られない場合，各層の厚さの増大，または等値換算係数の高い舗装材料によりT_Aを増大させる方法が採られる。

$$T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}} \qquad ①$$

ここに，
N：設計期間における累積49kN換算輪数
CBR：路床の設計CBR（%）

路床構築については，前述した「長寿命化舗装」の検討においてもその有効性が示されてきたが，新設時はともかく，修繕工事においての適用は容易でないという現実問題がある。長寿命化舗装が必要になる幹線道路は相当に厚い舗装厚となっており，夜間工事で打換え，昼間は交通開放するという規制条件の中ではとても路床の安定処理を実施する作業スペースや時間がないというのが現状のようである。

⑵　コンポジット舗装

コンポジット舗装工法は，表層または表層・基層にアスファルト混合物を用い，直下の層にセメント系の版（通常のセメントコンクリート，連続鉄筋コンクリート，転圧コンクリート，半たわみ性舗装等）を用いたアスファルト舗装工法である。

設計においては，ホワイトベースが半たわみ性舗装の場合，T_A法を用いる場合もあるが，セメント系舗装と同様に多層弾性理論や試験舗装により経験的な要素も含めて層構造を決定するか，またはFEM解析等を

利用した理論設計のみの場合もある。

特長として，セメント系舗装の持つ構造的な耐久性とアスファルト舗装が持つ良好な走行性や維持管理の容易さ等を兼ね備えた工法であるが，施工時のセメントの養生時間や目地部のリフレクションクラック等の課題がある。

⑶　表・基層の長寿命化

アスファルト舗装による表・基層は，近年，交通量の増大，車輌の大型化等により，補修修繕の間隔が短くなっている。日本では舗装の長寿命化については，構造的な面だけでなく，表層の機能的破損に対しても様々な対策がなされてきた。

例えば，エポキシアスファルトを使った混合物や大粒径混合物だけでなく，表層混合物用のバインダをストレートアスファルトからポリマー改質アスファルトⅡ型に変更することも広義では舗装の長寿命化と言えるため，アスファルトメーカーではひび割れや摩耗に対する耐久性を高めたアスファルトを長寿命化用とする場合もある。また，ある自治体では設計期間40年で構造を設計し，表基層の耐久性も15年間とした長寿命化舗装を採用している。

4.3　日本の事例

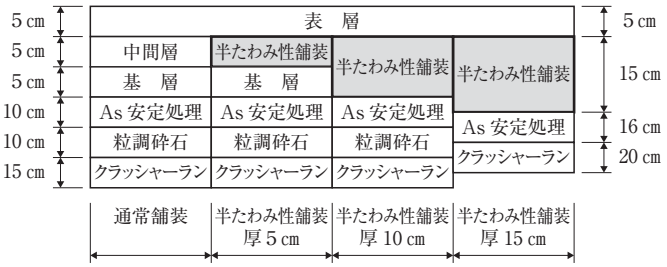
ここでは，我が国における長寿命化舗装の例について述べることとする。

⑴　国土交通省中国地方整備局の例

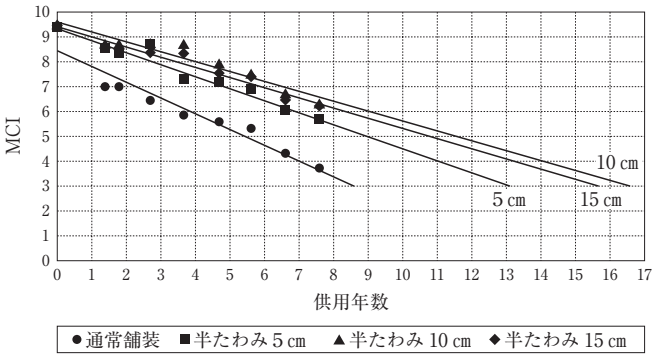
コンポジット舗装について，中国地方整備局では，**図－11**に示すような舗装断面で試験施工が実施されている[33]。その結果，**図－12**に示すMCIの推移からMCI＝4を維持修繕の要否判断基準とすると，比較舗装の通常舗装より約2倍程度の耐久性を有しているという結果が得られている。

⑵　国土交通省中部地方整備局の例

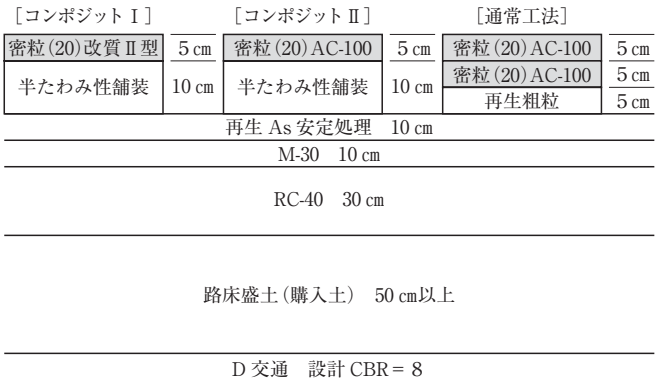
中部地方整備局においてもコンポジット舗装が検討されている。**図－13**に示すような舗装断面で検討が試みられている[34]。追跡調査の結果から，MCIの低下予測は**図－14**および**表－3**に示すように，2倍以上の舗装寿命を有する可能性があることが分かった。



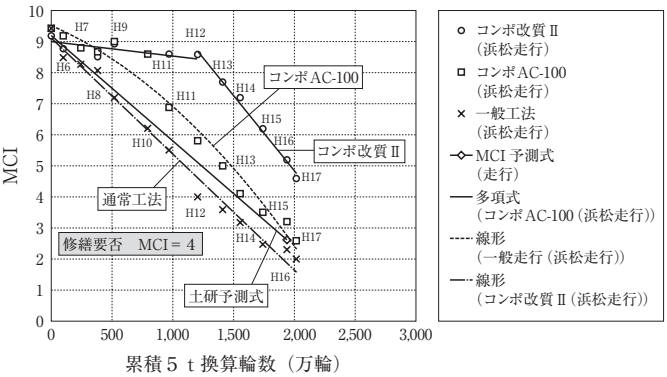
図－11　試験舗装断面[33]



図－12　MCIの推移[33]



図－13　試験舗装断面[34]



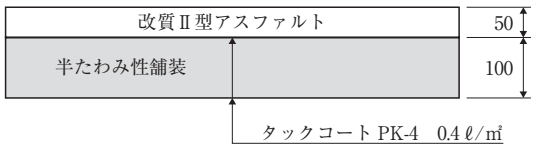
図－14　MCIの推移[34]

表－3　推定到達年数（単位：年）[34]

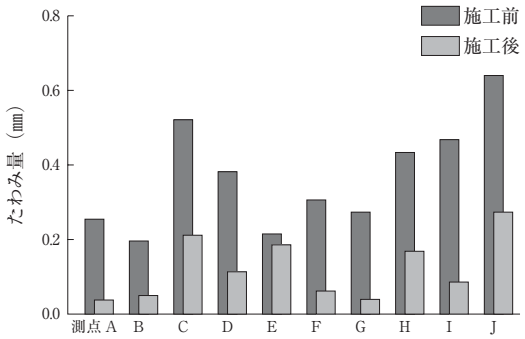
	アスコン層弾性係数（kgf/cm²）	発生歪み（μ）		許容載荷輪数（百万回）		1日当り通過輪数（輪）	残存舗装寿命（年）	これまでの経過年数（年）	供用開始からの推定舗装寿命（年）
		アスコン層下面引張	路床上面圧縮	アスコン層	路床				
コンポジットⅠ	57,300	37	80	60	2,975	4,852	33.7	12	45.7
コンポジットⅡ	57,100	38	82	57	2,624		32.5		44.5
通常工法	25,500	77	123	10	444		6.1		18.1

(3)　国土交通省関東地方整備局の例

関東地方整備局では**図－15**に示すような舗装断面でコンポジット舗装が試みられている[35]。追跡調査の結果から，施工前後のたわみ量は**図－16**に示すように施工前に比べてどの測点においても減少しており，また**図－17**に示すわだち掘れ量も通常舗装に比べて1/2の値を示していることが分かる。



図－15　試験舗装断面[35]



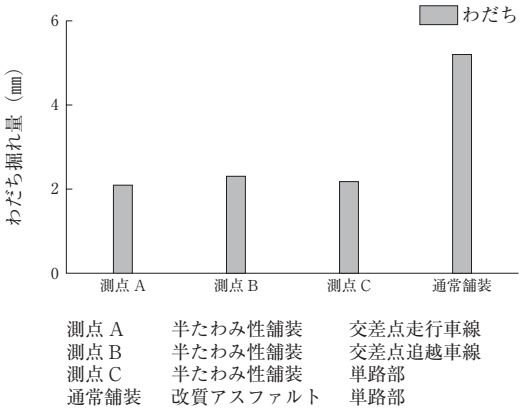
図－16　施工前後のたわみ量[35]

(4)　東京都の例

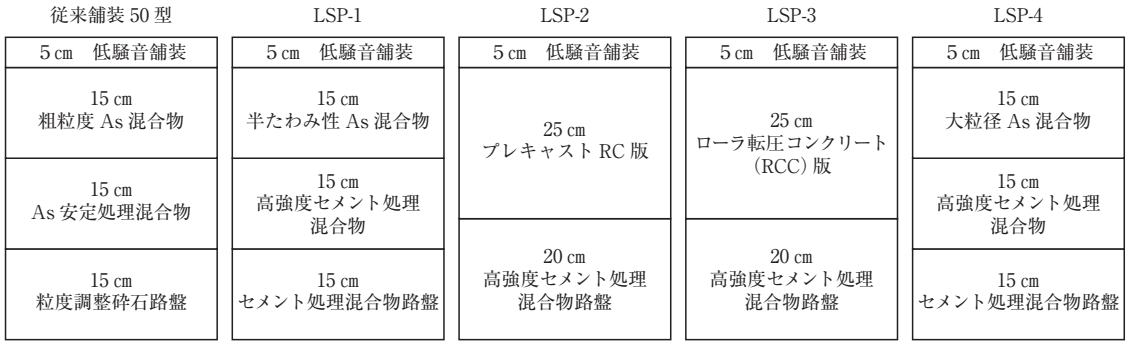
東京都においては，**図－18**に示すような舗装断面でコンポジット舗装の検討が試みられている[36]。ライフサイクルコスト（以下，LCC）の解析結果から**図－19**に示すように，工事件数，工事日数，発生材の減少，振動苦情の減少，工事騒音などの交通利用者や沿道住民への改善効果，エネルギー消費量（CO_2）の削減が期待できるとしている。

(5)　寒地土木研究所の例

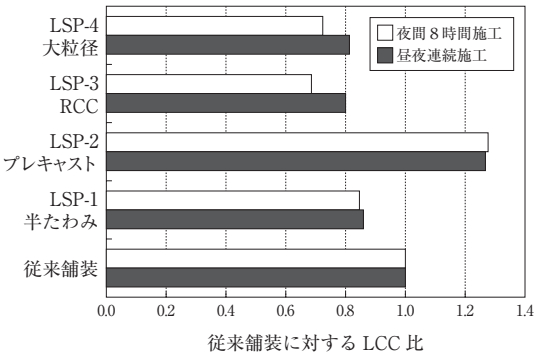
表層の長寿命化としては，前述したようにアスファルトにポリマー改質アスファルトを使用することで長



図－17　わだち掘れ量[35]



図－18　試験舗装断面[36]



図－ 19　LCC の比較[36)]

期供用性を試みている。中でも寒地土木研究所においては，従来のように初期工事費削減に重点をおいた舗装工種の選定手法に限らず，維持管理費や利用者費用等を合計したLCCを縮減する手法の活用が検討されている[37)]。

ポリマー改質アスファルトⅡ型を使用した混合物（以下，改質Ⅱ型混合物）の長期供用性を検討する目的で14箇所に追跡調査箇所が設けられている。追跡調査箇所では，表層４cmまたは５cmに耐流動対策混合物として改質Ⅱ型混合物を舗設し，その同一車線上に隣接した区間の表層４cmまたは５cmには通常のストレートアスファルト（80/100）（以下，標準ストアス混合物）が舗設されている。各工区のわだち掘れ量を毎年５月と10月の年２回追跡調査をするとともに，適宜ひび割れ調査を実施している。

その結果，わだち掘れの評価においては，**図－ 20**に示すわだち掘れ量と累積大型車交通量の関係より，回帰線の傾きから評価すれば，改質Ⅱ型混合物はわだち掘れ量を標準ストアス混合物の約半分に抑制できると考えられる。

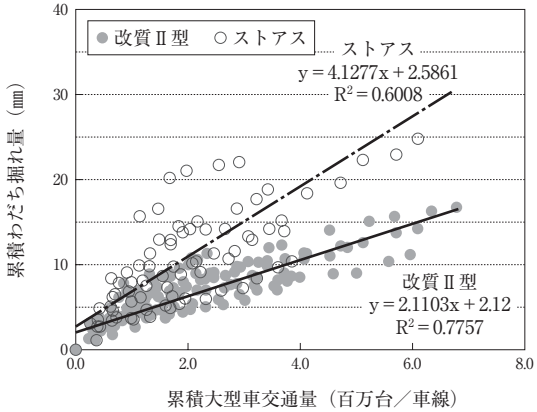
ひび割れの評価からは，わだち部に縦断方向のひび割れが発生している。一方標準ストアス混合物には発生が見られない。ひび割れは表面から下方向に向けて入っている。

図－ 21にパフォーマンスカーブを示す。なお，縦表面ひび割れは発生しない箇所もあることから，全箇所の平均としてパフォーマンスカーブの設定を行っている。

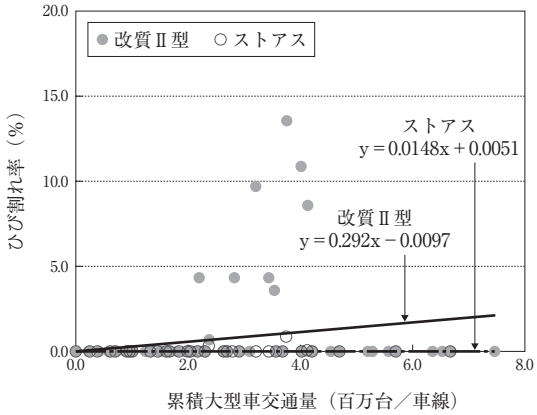
MCIの評価については，わだち掘れ量とひび割れ率のパフォーマンスカーブから得られる値をMCI算定式[38)]に代入し，式から得られる最低値をMCIとしている。

算出したMCIから設定したパフォーマンスカーブを**図－ 22**に示す。改質Ⅱ型混合物の方がストアス混合物よりもMCIの低下が少ないことが分かる。

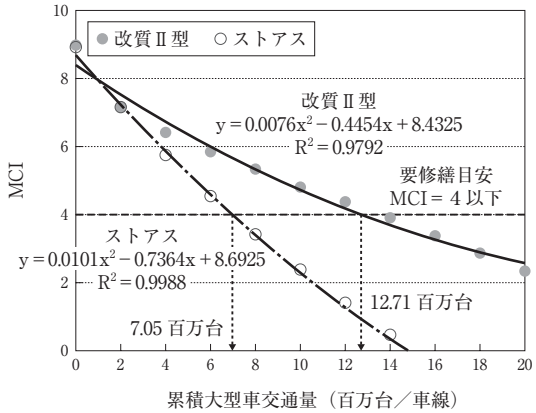
ここで，維持修繕の要否判断基準をMCI＝４以下に設定すると，累積大型車交通量は，改質Ⅱ型混合物が1,271万台，ストアス混合物が705万台のときであることが分かり，同一交通条件下では，改質Ⅱ型混合物は



図－ 20　わだち掘れのパフォーマンスカーブ[37)]



図－ 21　ひび割れ率のパフォーマンスカーブ[37)]

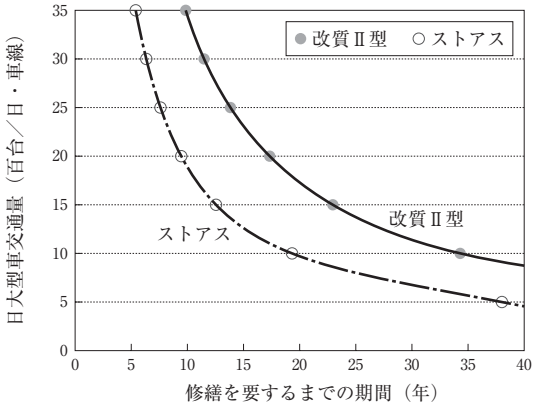


図－ 22　MCIのパフォーマンスカーブ[37)]

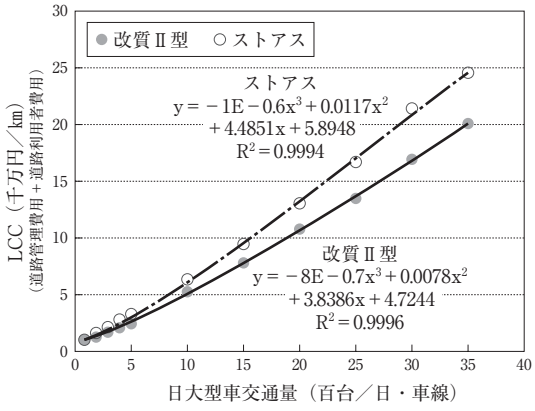
ストアス混合物の1.8倍修繕期間を延ばすことが可能であると評価できる。

MCIが4以下になるまでの累積大型交通量を日大型車交通量×日数×年数で割ることによって算定した，修繕を要するまでの期間を**図－23**に示す。改質Ⅱ型混合物の方が修繕を要するまでの期間が長くなっていることが分かる。

ライフサイクルコストの評価として，40年間の道路管理者費用累計と道路利用者費用累計の合計をLCC累計とし，**図－24**に示す。交通量が多い箇所ほど改質Ⅱ型混合物の方がLCCを少なくすることができることが分かる。



図－23　修繕を要するまでの期間[37)]



図－24　解析期間内のLCC累計[37)]

5．おわりに

各国の長寿命化舗装の相違点について筆者の理解の範囲内で**表－4**において比較を行った。

設計に関しては，各国とも従来の設計法を使用し，設計期間の増加や交通量を割り増すという方法を採用しており，各国での違いは見られない。

日本および海外における長寿命化舗装への取り組みの共通点として，路面性状の長寿命化についてはアスファルトや混合物の面からのアプローチがある。その一方で舗装の構造的損傷に対するアプローチとしては海外ではフルデプス工法での事例が多いのに対し，日本では路床構築による方法やコンポジット舗装が行われており，設計手法や地盤支持力等の違いによる取り組み方の相違と考えられる。

昨今の国や地方自治体の財政状況が厳しい中で，ライフサイクルコストを低減する舗装が望まれており，様々な取り組みが行われている。ここで報告した海外における長寿命化舗装は，現状の舗装よりも厚さが増加する場合，埋設物やフォーメーション等が問題とな

表－4　各国の長寿命化舗装の相違点

	日　本	アメリカ	ヨーロッパ
名　称	長寿命化舗装	Perpetual pavements	Long-Life Asphalt pavements
定　義	舗装の設計期間を従来より長く設計することによって，初期の建設費は高くても維持管理費を軽減し，かつこれらの工事にともなう発生材の削減，工事渋滞の軽減を目的とした舗装	米国において「Perpetual pavements（永久舗装）」と名づけられた概念は，50年以上構造的な修繕や再建設を必要とせず，舗装表面の損傷に対して定期的な更新をするよう設計・施工されたアスファルト舗装	損傷形態を舗装表面のクラックやわだち掘れ等に限定することによって，支持層や基層で深刻な損傷が生じず，表層のみで維持を行い，現在の舗装設計寿命をかなり延ばした舗装
設計のアプローチ	基本的に従来の構造設計と同じ（T_A法）。設計期間の増加による長寿命化 ・強固な基盤層の構築 ・改質アスファルトによる混合物の耐久性向上	舗装底部に起因する損傷をせず表層に制限し，高価な再建設をする必要の無い安定した基盤の上に適切な厚さのアスファルト舗装を用いる。	基本的に従来の舗装設計の考え方と大きく違いはない。英国では，設計期間40年の道路は，設計期間20年と同様の手法に，供用期間が延びる分の交通量増加を乗じて設計する。
構　造	フルデプスアスファルト舗装 T_Aを増大させた舗装 コンポジット舗装 改質アスファルトによる表・基層の強化	ディープストレングスアスファルト舗装 フルデプスアスファルト舗装 SMA Dense-grade Superpave混合物	ディープストレングスアスファルト舗装 フルデプスアスファルト舗装

ることも考えられる。このような場合には改質アスファルト混合物を使用した表・基層の長寿命化や半たわみ性舗装を使用したコンポジット舗装などによる長寿命化が現実的と対応となろう。今後我が国において既存の舗装の維持修繕のウエイトがますます高くなることが想定され，舗装の破損に対する評価法および適切な維持・修繕方法の確立が急務となっている。

また，初期建設コストのみならずライフサイクルコストを考慮した舗装構築も今後ますます重要になると考えられる。

—— 参考文献 ——

1）"APA101 Perretual Pavement A-Synthesis" : Asphalt Pavement alliance (APA), published at the Asphalt Pavement alliance homepage ; http://www.asphaltalliance.com/library.asp?MENU=523

2）"Long-Life Asphalt Pavement - Technical version" : European Asphalt Pavement Association (EAPA), published at European Asphalt Pavement Association homepage ; http://www.eapa.org/START/positionprs_publications/positionpapers.html

3）http://www.asphaltisbest.com/faq.asp

4）Monismith : Analytically Based Asphalt Pavement Design and Rehabilitation : Theory to Practice, 1962-1992, 1992 TRB Distinguished Lecture, Transportation Research Record 1354, Transportation Research Board, Washington, DC, 1992.

5）Gomez, M. and M.R. Thompson：Mechanistic Design Concepts for Full Depth Asphalt Concrete Pavements, Transportation Engineering Series No. 41, Civil Engineering Studies, Department of Civil Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1984.

6）Thompson, M.R. and K. Cation : A Proposed Full-Depth Asphalt Concrete Thickness Design Procedure, Transportation Engineering Series No. 45, Civil Engineering Studies, Department of Civil Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, 1986.

7）Thompson, M.R. : ILLI-PAVE Based Full-Depth Asphalt Concrete Pavement Design Procedure, Proceedings, 6th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, Ann Arbor, 1987.

8）Timm, David H., David E. Newcomb and Bjorn Birgisson : Mechanistic-Empirical Flexible Pavement Thickness Design : The Minnesota Method, Report No. MN/RC-P99-10, Minnesota Department of Transportation, St. Paul, January 1999.

9）Newcomb, D.E., "A Guide to PerRoad 2.4 for PerRoad Perpetual Software developed by Professor David H. Timm". Asphalt Pavement Alliance, August 2004. http://www.asphaltalliance.com/

10）"Development of New Bituminous Pavement Design Method", Final report of COST Action 333, European Commission, Luxembourg, 1999.

11）FEHRL "A guide to the use of long-life fully-flexible pavements – ELLPAG Phase I." FEHRL report 2004/01, 2004.

12）Powell, W.D., J.F. Potter, H.C. Mayhew and M.E. Nunn : The Structural Design of Bituminous Roads, TRRL Report No. LR 1132, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1984.

13）Illinois Department of Transportation (IDOT) : Subgrade Stability Manual, Policy MAT-10, Springfield, 1982.

14）Nunn, M.E., A. Brown, D. Weston and J.C. Nicholls : Design of long-life flexible pavements for heavy traffic, Report No. 250, Transportation Research Laboratory, Berkshire, United Kingdom, 1997.

15）Federal Ministry of Transport : Guidelines for the Standard- ization of the Upper Structure of Traffic Bearing Surfaces, RS+O 86, Bonn, Germany, 1989.

16）Laboratoire Central de Ponts et Chasses and Service D'Etudes Techniques des Route et Antoroutes : Realisation des Remblais et des Couches de Forme, Ministere de l'Equipment du Logement des Transports, Paris, France, 1992.

17）Epps, J.A. and C.L. Monismith : "Fatigue of Asphalt Concrete Mixtures – Summary of Existing Information," STP 508, American Society for

Testing and Materials, Conshohocken, PA, 1972.
18) Tseng, K. H., Lytton, R. L. "Fatigue damage properties of asphaltic concrete pavements." Transporta-tion Research Record 1286 (TRB), pp 150-163, (1990).
19) Sousa, J. B., Pais, J. B., Prates, M., Barros, R., Langlois, P., Leclerc, A. M. "Effect of aggregate grada-tion on fatigue life on asphalt concrete mixes." Transportation Research Record 1630, (TRB), pp 62-68, (1997).
20) Tayebali, A. A., Deacon, J. A., Coplantz, J. S., Finn, F. N., Monismith, C. L. "Fatigue Response of Asphalt, Part II-Extended Test Program." SHRP Project A-404, Asphalt Research Program, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, (1994).
21) Kandhal, P.S. : "Design of Large-Stone Mixes to Minimize Rutting," Transportation Research Record No.1259, Transportation Research Board, Washington, DC, 1990.
22) Mahboub, K. and E.G. Williams : "Construction of Large-Stone Mixes (LSAM) in Kentucky," Transportation Research Record No. 1282, Transportation Research Board, Washington, DC, 1990.
23) Asphalt Institute : Performance Graded Asphalt, SP-1, Lexington, Kentucky, 1996.
24) Asphalt Institute : Superpave Mix Design, SP-2, Lexington, Kentucky, 1996.
25) National Asphalt Pavement Association (NAPA) : HMA Pavement Mix Type Selection Guide, Information Series 128, Lanham, MD, 2000.
26) Brown, E.R. and L.A. Cooley, Jr. : Designing Stone Matrix Asphalt Mixtures for Rut-Resistant Pavements, Report No. 425, National Cooperative Highway Research Program, ransportation Research Board, Washington, DC, 1999.
27) Brown, E. Ray, Prithvi S. Kandhal, and Jingna Zhang Performance Testing for Hot Mix Asphalt, Report No. 2001-05, National Center for Asphalt Technology, Auburn University, Alabama, November, 2001.
28) Sousa, J.B., J.A. Deacon, S. Weissman, J.T. Harvey, C.L. Monismith, R.B. Leahy, G. Paulson and J.S. Complantz : Permanent Deformation Response of Asphalt-Aggregate Mixes, Report No. SHRP-A-415, Strategic Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC,1994.
29) American Association of State Highway and Transportation Officials : Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II – Tests, 20th Ed., Washington, DC, 2000.
30) Huber, G. : Performance Survey on Open-Graded Friction Course Mixes, NCHRP Synthesis 284, Transportation Research Board, Washington, DC, 2000.
31) 建設本省，土木研究所，地方建設局等，長寿命化舗装の開発，土木技術資料，1997.4，pp. 56-61
32) ㈳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，pp. 45-56
33) 国土交通省中部地方整備局中部技術事務所：コンポジット舗装によるライフサイクルコストの軽減，平成16年度技術管理業務の概要（PROJECT 2006）；http://www.cbr.mlit.go.jp/chugi/kanri/project2005/index.html
34) 国土交通省中部地方整備局中部技術事務所：コンポジット舗装によるライフサイクルコストの軽減，平成17年度技術管理業務の概要（PROJECT 2006）；http://www.cbr.mlit.go.jp/chugi/kanri/project2006/index.html
35) 岡田雅昭：半たわみ性コンポジット舗装－千葉国道事務所　浜野・習志野他舗装修繕工事，「テクノアングル関東」VIOL. 3，国土交通省関東地方整備局関東技術事務所，pp. 7-9，1994.7.
36) 関口幹夫，峰岸順一：長期供用舗装の導入効果予測，第24回日本道路会議一般論文集（ポスターセッション），pp. 98-99，2001.
37) 丸山記美雄，田高淳，金子雅之：改質Ⅱ型混合物舗装のLCC評価と適用範囲，寒地土木研究所月報，No. 641，pp. 18-26，2006.10.
38) 土木学会「舗装工学」編集委員会：舗装工学，土木学会，pp. 36-37，1998.6.

＜統計資料＞

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	販売(内需)	対前年度比(%)	輸出	小計	期末在庫	合計
19. 1月	239	468	(112.8)	10	717	287	(136.0)	13	287	246	534
2月	246	481	(98.5)	0	728	308	(106.9)	13	308	244	552
3月	244	616	(96.9)	0	860	423	(90.9)	13	423	242	665
1～3月	243	522	(33.9)	3	768	339	(35.2)	13	339	244	584
18 年 度	240	453	(101.2)	1	693	281	(100.9)	23	301	240	542
19. 4月	242	359	(90.6)	10	611	225	(109.3)	33	225	262	487
5月	262	290	(93.6)	0	552	218	(118.8)	35	218	238	456
6月	238	376	(101.2)	0	614	246	(96.8)	30	246	235	480
4～6月	247	342	(95.1)	3	592	229	(107.1)	33	229	245	474
7月	235	436	(105.6)	5	676	216	(102.8)	23	216	250	466
8月	250	461	(90.2)	8	719	245	(91.5)	11	245	261	506
9月	261	440	(103.9)	0	701	285	(94.6)	8	285	232	517
7～9月	249	446	(99.2)	4	699	248	(95.7)	14	248	248	496
10月	232	381	(86.5)	10	623	295	(102.0)	3	295	261	556
11月	261	386	(81.5)	9	656	306	(96.7)	4	306	226	532
12月	226	510	(96.0)	0	736	321	(97.8)	0	321	233	554
10～12月	240	426	(88.4)	6	672	308	(98.7)	3	308	240	547

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				ブローンアスファルト	合計	ストレート・アスファルト				ブローンアスファルト	合計
	道路用	工業用	燃焼用	計			道路用	工業用	燃焼用	計		
19. 1月	173	10	77	260	12	272	130.5	102.4	131.1	129.4	119.4	128.9
2月	226	13	69	308	11	319	110.9	95.5	114.4	110.9	109.4	110.9
3月	335	16	75	426	10	436	87.0	105.7	139.1	93.8	81.8	93.5
1～3月	734	39	222	994	33	1,027	101.8	101.3	127.8	106.6	102.4	106.4
18 年 度	1,295	67	366	1,728	54	1,782	54.5	53.7	51.0	53.7	42.7	53.3
19. 4月	159	9	58	226	9	235	120.6	108.9	103.4	115.2	96.7	114.4
5月	147	10	62	218	10	228	118.2	79.3	167.0	125.9	100.6	124.5
6月	188	7	53	249	12	261	103.9	57.2	115.3	103.6	86.6	102.7
4～6月	437	33	139	610	33	642	88.3	133.1	89.9	90.3	91.0	90.4
7月	125	9	70	203	9	212	103.4	95.4	97.2	100.8	104.5	101.0
8月	147	12	74	232	9	242	88.8	134.8	88.3	90.2	94.1	90.3
9月	201	13	72	287	11	298	103.1	123.0	87.8	99.5	88.4	99.0
7～9月	473	33	216	722	29	751	98.3	117.6	90.8	96.6	94.5	96.5
10月	174	15	66	256	11	267	93.6	161.1	80.5	92.1	95.5	92.2
11月	216	18	63	297	11	308	100.5	151.5	81.8	97.7	86.1	97.2
12月	239	15	70	324	12	336	106.2	135.6	84.9	101.7	116.9	102.1
10～12月	630	48	199	876	34	910	100.5	148.9	82.4	97.4	98.2	97.4

〔注〕(1) 内需量合計は、石油連盟発行「石油資料月報」より引用。
(2) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－（ブローンアスファルト＋燃焼用アスファルト＋工業用ストレート・アスファルト）

有限責任中間法人　日本アスファルト協会会員

社　　名	住　　所	電　　話

（平成18年9月1日現在）

[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）3134
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	(103-0025) 中央区日本橋茅場町1－7－7	03（5847）2611
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
新日本石油株式会社	(105-8412) 港区西新橋1－3－12	03（3502）9122

[ディーラー]

● 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

● 関東

株式会社アスカ	(106-0032) 港区六本木7－3－3	03（5772）1505
伊藤忠エネクス株式会社	(153-8655) 目黒区目黒1－24－12	03（5436）8211
エムシー・エネルギー株式会社	(100-0011) 千代田区内幸町1－3－3	03（5251）0961
コスモ石油販売株式会社 コスモアスファルトカンパニー	(140-0002) 品川区東品川2－2－20	03（6710）1640
関東礦油エネルギー株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1－1－8	03（5474）8511
株式会社ジェイエック	(103-0028) 中央区八重洲1－2－1	03（3272）3471
竹中産業株式会社	(101-0044) 千代田区鍛冶町1－5－5	03（3251）0185
日東商事株式会社	(170-0002) 豊島区巣鴨4－22－23	03（3915）7151
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
ユニ石油株式会社	(107-0051) 港区元赤坂1－7－8	03（3796）6616

● 中部

鈴与商事株式会社清水支店	(424-8703) 静岡市清水区入船町11－1	0543（54）3322
松村物産株式会社	(920-8538) 金沢市広岡2－1－27	076（221）6121

有限責任中間法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
● 近畿・中国		
出光アスファルト株式会社	(531-0071) 大阪市北区中津 6－3－11	06 (6442) 0031
三徳商事株式会社	(532-0033) 大阪市淀川区新高 4－1－3	06 (6394) 1551
昭和瀝青工業株式会社	(670-0935) 姫路市北条口 4－26	0792 (26) 2611
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
富士商株式会社	(756-8501) 山陽小野田市稲荷町 10－23	0836 (81) 1111
株式会社松宮物産	(522-0021) 彦根市幸町 32	0749 (23) 1608
横田瀝青興業株式会社	(672-8057) 姫路市飾磨区細江 995	0792 (33) 0555
● 四国・九州		
今別府産業株式会社	(890-0072) 鹿児島市新栄町 15－7	0992 (56) 4111
三協商事株式会社	(770-0941) 徳島市万代町 5－8	0886 (53) 5131
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
平和石油株式会社高松支店	(760-0065) 高松市朝日町 4－17－1	087 (811) 6231

編集顧問

多田宏行

編集委員

委員長：中村俊行

安崎裕　下田哲也　武田将人　峰岸順一
神谷恵三　半野久光　根本信行　森久保道生
栗谷川裕造　住谷義治　野村健一郎　吉村啓之
小島逸平　田井文夫　姫野賢治

アスファルト　第223号
平成20年4月発行
有限責任中間法人　日本アスファルト協会
〒135-8074　東京都港区台場2－3－2
昭和シェル石油株式会社　技術商品部内

問い合わせ先
・コスモ石油株式会社　広域販売部　武田　将人
TEL 03-3798-3112
・昭和シェル石油株式会社　中央研究所　森久保 道生
TEL 046-285-0829

印刷所　キュービシステム株式会社
〒101-0041　東京都千代田区神田須田町1－12－6
マルコビル4F　TEL 03-5256-0051

Vol.51　No.223　APRIL 2008
Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**
有限責任中間法人 日本アスファルト協会　ホームページ　**http://www.askyo.jp/**