

アスファルト

第44巻 第210号 平成14年1月発行

210

特集

第1部

座談会 舗装技術基準と今後の対応について

井上 武美・柳 橋 則 夫・吉 田 武

＜座長＞中 村 俊 行 1

第2部

舗装用ストレートアスファルトの品質規格に関する調査

ー材料開発分科会調査中間報告ー

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会 20

＜アスファルト舗装技術研究グループ・第43回報告＞

峰 岸 順 一 54

国際ラフネス指数（IRI）について

小 関 裕 二・鈴 木 康 豊・関 口 英 輔 55

＜用語の解説＞

設計の信頼性

小 島 逸 平 68

＜統計資料＞石油アスファルト需給統計資料

69

ASPHALT

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

第80回 アスファルトゼミナール開催のご案内

社団法人 日本アスファルト協会

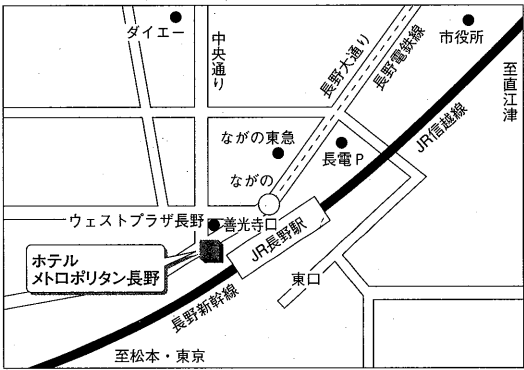
拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。
さて、恒例の当協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。
内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

敬 具

記

- 1. 主 催 社団法人 日本アスファルト協会
- 2. 協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会、日本改質アスファルト協会
- 3. 後 援 国土交通省、社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本アスファルト合材協会
- 4. 開催月日 平成14年 2月14日（木）～2月15日（金）
- 5. 開催場所 長野市 「ホテルメトロポリタン長野」（案内図参照）
長野市南石堂町1346番地 ☎026-291-7000
- 6. 内 容 裏面「プログラム」参照
- 7. 申込方法 (1)平成14年 1月10日までに、下記参加申込書に
必要事項をご記入のうえ、下記申込先へ郵送
またはFAXでお申し込み下さい。なお、
FAXでお申し込みされた方は、必ず電話で
FAXが届いているか事務局へご確認ください。
(2)官公庁の方で、事務の手続き上参加費を事前
に納入できない場合は、後日振込となります
ので、申込書の空欄にその旨を明記して
下さい。

会場案内図



- 8. 申 込 先 社団法人 日本アスファルト協会 アスゼミ係
〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2 秀和永田町TBRビル514号室
☎03-3502-3956 FAX 03-3502-3376
- 9. 参 加 費 6,000円

- (1)参加費は、請求書が届き次第、右記口座へお振り込み下さい。なお、振込手数料は、申し込み者のご負担となります。
- (2)納入された参加費は、ゼミナールに欠席された場合でも返金致しません。
ただし、後日テキストを送付いたします。

東洋信託銀行虎ノ門支店
普通預金 4163113
社団法人 日本アスファルト協会一般口

- 10. 参加人数 (1)200名（締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。）
(2)参加券の送付 参加券は、参加費の納入が確認されしだい送付致します。
参加券は、当日受付でテキストと引き換えになります。
- 11. そ の 他 (1)当日申込受付はできませんので、必ず上記方法でお申し込み下さい。
(2)宿泊については、近畿日本ツーリスト長野支店（担当/岡村☎026-227-7112）にお問い合わせ下さい。

第80回 アスファルトゼミナール 参加申込書

勤 務 先			
所 在 地			
T E L			
連絡先部課・氏名			
参 加 者 氏 名	役 職 名	参 加 者 氏 名	役 職 名

プログラム

開催日時 平成14年 2月14日(木) ～ 2月15日(金)
開催場所 長野市 「ホテルメトロポリタン長野」
長野市南石堂町1346番地 ☎026-291-7000

第1日目 平成14年 2月14日(木) 10:00～16:40

(敬称略)

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1. 語り継ぐ「舗装技術」 | 10:00～11:10 |
| (財)道路保全技術センター 理事長 | 多田 宏行 |
| (休憩 11:10～11:15) | |
| 2. 舗装技術基準の転換 | 11:15～12:25 |
| 国土交通省港湾局海岸防災課 災害対策室長 | 上野 進一郎 |
| (休憩 12:25～13:10) | |
| 3. 凍結抑制舗装の現状 | 13:10～14:20 |
| 凍結抑制舗装技術研究会 | |
| (大林道路㈱)エンジニアリング部 部長) | 大島 剛 |
| (休憩 14:20～14:25) | |
| 4. まぼろしの松代大本営 | 14:25～15:25 |
| 防衛研究所 調査員 | 原 剛 |
| (休憩 15:25～15:30) | |
| 5. ストーン・マスチックアスファルトの進展 | 15:30～16:40 |
| 日本舗道㈱取締役 技術研究所長 | 井上 武美 |

第2日目 平成14年 2月15日(金) 9:30～12:40

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 1. 平成14年度道路予算(案) | 9:30～10:30 |
| 国土交通省道路局企画課 道路経済調査室長 | 前川 秀和 |
| (休憩 10:30～10:35) | |
| 2. 欧州におけるアスファルト乳剤を用いた常温合材について | 10:35～11:35 |
| 日本道路㈱技術研究所 副部長 | |
| (社)日本アスファルト合材協会 技術委員 | 岡林 正俊 |
| (休憩 11:35～11:40) | |
| 3. 改質アスファルトの需給と流通状況について | 11:40～12:40 |
| 日本改質アスファルト協会 理事 | |
| (東亜道路工業㈱)技術研究所 所長) | 塩尻 謙太郎 |

(※講師は都合で変更になる場合があります)

平成 14 年度 1 級・2 級 舗装施工管理技術者 資格試験の御案内

「1 級舗装施工管理技術者」および「2 級舗装施工管理技術者」の資格試験を下記のとおり実施します。

1. 受 験 資 格：次表に示す区分①、②、③、④、⑤のいずれかに該当する者。表中の区分①、②、④、⑤の舗装実務経験年数は、卒業後の年数を、区分③は資格取得後の年数を示す。

区分			学歴または取得資格等	舗装施工管理に関する実務経験の必要年数 ^{注1)}			
				1 級 試 験		2 級 試 験	
				指定学科 ^{注2)}	指定学科以外	指定学科	指定学科以外
①	大 学 卒 業 者		3 年以上(1 年) ^{注3)}	4 年 6 ヶ月以上(1 年)	1 年以上	1 年 6 ヶ月以上	
	短 期 大 学 お よ び 高等専門学校(5 年制) 卒業者		5 年以上(1 年)	7 年 6 ヶ月以上(1 年)	2 年以上	3 年以上	
	高 等 学 校 卒 業 者		10 年以上(1 年)	11 年 6 ヶ月以上(1 年)	3 年以上	4 年 6 ヶ月以上	
	上 記 以 外 の 者		15 年以上(1 年)		8 年以上		
	技術士(建設部門)二次試験 合格者		1 年以上の指導監督の実務経験年数が 含まれていること (資格取得以前のものも含む)		実務経験の年数は問わない		
②	1 級土木施工管理 技術検定 合格者						
	1 級建設機械施工 技術検定 合格者						
	2 級舗装施工管理技術者資格試験合格者						
③	2 級土木施工管理 技術検定 合格者		合格後 5 年以上の舗装実務経験(1 年) (今年度は、平成 8 年度までの合格者が対象)				
	2 級建設機械施工 技術検定 合格者						
④	区分③の合格者で		高等学校卒業者	9 年以上(1 年)			10 年 6 ヶ月以上(1 年)
	合格後 5 年未満の者		その他の者	14 年以上(1 年)			
⑤	専任の主任技術者の実務経験が 1 年以上ある者 ^{注4)}	区分③の 合 格 者	短期大学・高等 専門学校(5 年制) 卒業者	7 年以上			
			高等学校卒業者	7 年以上	8 年 6 ヶ月以上		
			その他の者	12 年以上			
			合格後 1 年以上の専任の主任技術者経験 を含む 3 年以上の舗装実務経験				
		上記以外の者	高等学校卒業者	8 年以上	11 年以上		
			その他の者	13 年以上			

注 1) 実務経験の必要年数とは、舗装工事の施工管理に従事した年数をいい、平成 14 年 3 月 31 日現在で算定する。

注 2) 指定学科とは、土木工学、農業土木学、森林土木学、鉱山土木学、砂防学、治山学、都市工学、衛生工学、交通工学、緑地・造園学または建築学に関する学科をいう。

注 3) ()内は、指導監督の実務経験年数を示し、上記表中の実務経験必要年数に含まれていることが必須条件になる。

指導監督の実務経験とは、舗装工事の施工にあたって、現場代理人、施工監督、工事主任等の立場で部下を指示、指導または監督し、工事の施工管理を実施した経験をいう。

注 4) 専任の主任技術者実務経験とは、舗装工事の施工にあたって、建設業法に定める主任技術者または監理技術者として、工事の施工計画作成、工程管理、品質管理その他の技術管理および施工に従事する者の技術上の指導監督を専任で行った経験をいう。この専任の主任技術者実務経験は証明が必要。詳細については受験の手引きを参照のこと。

2. 試 験 日：1 級・2 級試験ともに 平成 14 年 6 月 23 日(日)

3. 試 験 地：1 級・2 級試験ともに 札幌、仙台、東京、新潟、名古屋、大阪、広島、高松、福岡、那覇

4. 受 験 手 数 料：1 級試験 15,000 円(税込) 2 級試験 8,000 円(税込)

5. 申込受付期間：1 級・2 級試験ともに 平成 14 年 2 月 15 日(金)～3 月 1 日(金)；締切日の消印有効

6. 受験申込書類：1 部 1,000 円(税込)①受験の手引き ②受験申込書 ③実務経験証明書等 ④郵便振替払込用紙 ⑤申込用封筒)

・頒布期間：平成 14 年 1 月 16 日(水)～3 月 1 日(金)

・取 扱 所：(財)道路保全技術センター、(財)北海道道路管理技術センター、(財)北海道開発協会、
(社)建設弘済会(建設協会)、(社)日本道路建設業協会

・郵送を希望される場合は、(財)道路保全技術センターに限り受け付けます。次ページの郵送申込書(コピー可)に必要な事項を記入のうえ、現金書留(代金と送料)で請求して下さい。なお、送料(梱包材料、手数料)は下表のとおりで、代金に送料を加えた計算例は下記のとおりです。

部 数	1 部	2～3 部	4～5 部	6～7 部	8～14 部	15～22 部	23～30 部
送 料	200 円	500 円	800 円	900 円	1,200 円	1,400 円	1,600 円

例 1) 20 部の場合の計算例 $1,000 \text{ 円} \times 20 \text{ 部(代金)} + 1,400 \text{ 円(送料)} = 21,400 \text{ 円}$

例 2) 40 部の場合の計算例 $1,000 \text{ 円} \times 40 \text{ 部(代金)} + 1,200 \text{ 円} + 1,600 \text{ 円(送料)} = 42,800 \text{ 円}$

◎ 問合せ先 財団法人 道路保全技術センター 技術検定室 (9:00～17:30 土・日・祝祭日は休日です)

〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-21 TEL.03(5803)7811 FAX.03(5803)7880

ホームページアドレス <http://www.hozen.or.jp>

参 考

1 級・2 級は、ともに一般試験(択一式)と応用試験(記述式)で行います。

主な出題範囲は次のとおりです。

種 別	項 目	細 別
土 木 工 学	土工	・切土、盛土 等
	コンクリート構造物	・側溝、擁壁 等
	安全施設	・道路標識・標示 ・防護柵 ・道路照明 等
	建設機械	・土工用機械 等
	造園	・道路緑化 等
	共通	・契約約款 ・設計図書 ・測量、調査 ・試験 等
舗 装 工 学	設計	・路床の支持力評価 ・アスファルト舗装 ・セメントコンクリート舗装 ・特殊な機能や構造をもつ舗装 等
	材料	・骨材 ・アスファルト、セメント ・路盤材 ・加熱アスファルト混合物 ・舗装用セメントコンクリート ・その他(新材料、再生材) 等
	施工	・路床、路盤 ・舗装用材料の製造・運搬 ・アスファルト混合物の舗設 ・セメントコンクリートの舗設 ・その他の舗装 ・舗装用機械 等
	補修	・在来舗装の評価 ・補修の設計 ・補修工法 等
施 工 管 理	施工計画	・施工計画 ・建設副産物の活用 等
	施工管理	・工程管理 ・原価管理 ・安全管理 ・品質管理 ・出来形管理 ・検査 ・試験 等
舗 装 工 事 関 連 法 規	労働関係	・労働基準法 ・労働安全衛生法 等
	建設業関係	・建設業法 等
	道路交通関係	・道路法 ・道路交通法 等
	環境保全対策関係	・環境基本法 ・大気汚染防止法 ・騒音規制法 ・振動規制法 等
	建設副産物関係	・資源の有効な利用の促進に 関する法律 ・廃棄物の処理及び清掃に 関する法律 等

※ 郵送により「受験申込書類」を請求される場合は、この申込書に必要事項を記入のうえ、現金書留で請求して下さい。

郵送申込書			
下記により舗装施工管理技術者資格試験の「受験申込書類」を郵送して下さい。			
部 数		1 級	部
代 金		2 級	部
送 料		計	部
合 計		(代金=部数×1,000 円)	
住 所			
〒			
都 道 市 区			
府 県 郡			
TEL — —			
FAX — —			
氏名または団体名			

キ
リ
ト
リ
線

返信用住所(当センターで発送の際に貼付するものですから、必ず記入して下さい。)

住 所	
〒	
都 道 市 区	
府 県 郡	
団 体 名	
氏 名	
様	

座談会

舗装技術基準と今後の対応について



出席者

井上 武美 日本舗道株式会社取締役技術研究所長
柳橋 則夫 国土交通省道路局国道課企画専門官

吉田 武 独立行政法人土木研究所上席研究員
座長・中村 俊行 国土交通省国土技術政策総合研究所
道路研究部長

はじめに

中村 本日はお忙しい中、座談会「舗装技術基準と今後の対応」にご参加いただきましてありがとうございます。

ご存じのように今年の6月29日付で、「道路の舗装の構造に関する技術基準」が、国土交通省から出されました。これに関してその背景、技術基準の内容、さらに今後この基準に基づいて何がどう変わっていくのかというようなことについて、お話ししたいと思っています。

遅くなりましたが、本日は、この「技術基準」の策定に深く関わっておられました国土交通省道路局国道課の柳橋さん、独立行政法人土木研究所の吉田さん、そして舗装の研究、施工に造詣の深い日本舗道株式会社技術研究所の井上さんにお集まりいただいております。宜しくお願いたします。

そもそも戦後の道路舗装の整備というのは、確か昭和25年だと思うのですが、「アスファルト舗装要

綱」が最初に刊行され、それから数年遅れて「セメントコンクリート舗装要綱」も出来、これらの「舗装要綱」に基づいて舗装工事が行われてきたというふうに思っております。

考えてみますと昭和25年頃では、たぶん幹線道路においても舗装率がまだ数パーセントの時代だと思います。それが最近では、簡易舗装まで入れた舗装率は、市町村道まで全部含めて、76パーセントになっているということで、「舗装要綱」に基づいて、すごい量の舗装の施行が今まで行われてきています。

ただ同じように工事をやってきたということじゃなくて、その中でその時々いろんな課題に対応した舗装技術が開発されて、それらを取り入れて舗装が施工されてきています。例えば、わだち掘れの問題が出てきたということで、改質アスファルト等がいろいろ開発された。それからリサイクルの必要性から、いろいろ舗装のリサイクル技術が開発されました。最近では排水性舗装ということで、道路の安全性と騒音低減と

いう機能を兼ね備えた新しい技術が出て、急速に普及してきています。

いろんな技術が開発され、それらが「舗装要綱」に取り入れられ、それで実際に舗装整備に対応してきたということなんですが、なんで今の時期に「技術基準」という新しいものを制定して、それに基づいてその舗装の工事を行っていくことが必要になってきたのか、さらに、「技術基準」の内容、今後の対応などについて順次お話を伺っていきたいと思います。

1. 技術基準策定の背景

中村 それでは初めにまず“技術基準策定の背景”から初めたいと思います。

先ほど言ったように、今までは「舗装要綱」に基本的には基づいて舗装の設計、施工が行われてきたということで、従来の「舗装要綱」の果たしてきた役割、その問題点等を含めてお話を聞きたいと思います。

柳橋さんからお願いします。

柳橋 はい。もともと舗装には技術基準がなかったということが問題だったと思うのですよね。道路の施設っていうのはすべて基準があります。基本的には道路法の30条に道路構造の基準というのがありまして、それを受けて政令の道路構造令がつくられています。

その中の23条に舗装、31条は交通安全施設、32条は自動車駐車場等、33条は防設施設その他防護施設、34条はトンネル、35条は橋ということで決められておりまして、それを受けて、基本的には都市局長・道路局長通達という形で、それぞれ基準が定められております。

そういう中、舗装に関してだけは技術基準が存在しませんでした。そのため、何回も作ろうという努力はされたのですが、なかなかきっかけがなかったということです。

それともう1つは、もともと基準を作らなくてもアスファルト舗装要綱という立派な使いやすいいものがあったということも原因だと思います。それで今のアスファルト舗装要綱が果たしてきた役割というのは、まさにほかの施設での本省の通達、それを代替えてきたのではないかというふうに思っています。

あとでまたその舗装要綱自体を直す必要性というのは、いろいろ出てくると思うのですけれども、簡単に申し上げると、「今まではアスファルト舗装要綱があるのだからそれでいいじゃないか」という話もあるでしょうけれども、一方の流れとして、政府全体の方針で

すけれども、技術基準を性能規定化しようという話がございます。

仕様が決まっていたものを性能で規定することによって、新しい技術を活用しやすくするとか、コストを削減するといった目的で、「すべての基準類を性能規定に変えましょう」ということが、前々から言われています。平成10年には、当時の建設省のなかで「公共工事の品質確保等のための行動指針」が出ており、その中でも言われています。また平成13年3月、「規制改革推進3ヵ年計画」が閣議決定されていますが、この中でも同様に性能の規定化をしようということが言われていました。

今回4月に道路構造令が改正になりましたので、その時に合わせて、舗装についても、基準類をきちっと作ろうということで作ってきたわけです。

中村 それでは井上さん、長く舗装に関わってきていると思うのですが、そうした中で従来の「舗装要綱」に関しまして何か思いつくことがあれば、ご意見いただきたいと思います。

井上 今、柳橋さんのほうからもお話があったようにですね、私も基準を制定しなくとも良かったような経緯があったのかなと思っています。舗装だけはまったくの直営でやってきていいものを作ってきた、それだけ、俗に言う選ばれた人たちが自分たちでいいものを作ってきた。しかし舗装率を伸展させていく上で限界があって、それを請け負いに移した時に、やってきた技術を取りまとめるような格好で舗装要綱ができて、それをずーっと教科書ということで、動いてきたんじゃないかなと思います。そのために基準に示される、技術の基本的なものは自分たちが作ってきたんだという受け取り方をしてきました。

それがだんだん進んできまして、座長が言われました、果たしてきた役割という、誰でもできるようにといういきさつが、舗装要綱にありまして、それに則って仕事をすれば、均一で画一的なよいものを誰でも出来るということには役立ってきたんじゃないかと。

しかし実際には問題点があったものの、舗装率を上げていく際に非常に有効な技術基準に代わるものとして機能してきたんじゃないかと思っています。

ただ、問題点と言いますのは、そのために時代の要請にそれぞれあったようなもの、一番最初に座長お話になったんですが、そういうものも取り入れてきたというんですが、どうしても時代にある制約がありますもので、どうしてもちょっと時代の要求に少しずつず

れが生じながらも何とか要請に答えてきたという、そんな受け取り方をしております。

中村 ありがとうございます。

従来舗装を量的に増やすという必要性から、画一的均一的な基準が必要であったということ、そのベースとなっているのは、直営でのいろんな技術の蓄積であるというお話だったと思うのですけれども。

そうした中で、多少触れていただいたのですが、いろんな問題点が最近出てきているということで、その辺のことにについてご意見を伺いたいと思います。

行政および発注者の観点から、柳橋さん、どういう「舗装要綱」の問題点があったのでしょうか。

柳橋 今、舗装の工事がどういうふうに行っているかと申しますと、舗装工事の発注者が基本的にアスファルト舗装要綱に記載されているTA法によって設計をします。その設計に基づいて、発注者が舗装の断面、材料等の仕様を規定し、工事を発注していた。これをしますと、せっかく民間で新しい設計方法があると言った時に、それを生かす場面というのが基本的にありません。そういうことで、いろいろな新技術を受け取りづらいような体制になっているのかなというふうに思っています。

それとアスファルト要綱自体が一番問題なのは、使う側の人間の問題になるかと思います。私が、今回の技術基準を改定する中で一番思ったのは、設計期間のことなのですけれども。アスファルト舗装要綱では設計期間を自由に取れるようになっているのですが、たまたま舗装要綱に載っている例示の表が、設計期間10年の表です。そうすると実際、発注者がどうしているかという、考えないのですよね。表を見てその数字をTA法の数字としてそのまま採用する。本人の意識のないまま、設計期間10年の舗装設計をしてしまう。これはいろんな基準の中で、舗装に限らずいろいろそういった落とし穴というのはあるんだと思うんですが、そういう意味で舗装要綱を使う側の人間の問題として、あまり現場のことを考えると、深く考えないで表面的な数字を使うことによって設計しちゃう。使いやすいがゆえにかえってそういうことで、あまり発注者が考えなくなっているということに問題があるのではないかと思います。

中村 新しい技術をそれぞれ取り入れた改定というのは行われてきているのですけれども、何か技術的な面で今までの「舗装要綱」の問題点というようなことがあれば、吉田さんのほうからお願いいたします。

吉田 技術基準はいわゆる物差しだと思います。昔、構造基準係長をしていた時に、道路局のすべての技術基準の審査をするのですけれども、舗装だけに技術基準がなかったんですね。その時のみんなの共通の認識と言いますか、理解というのは、舗装ほど地象だとか気象だとか交通条件の影響を受けるものではなく、だから一律に全国の基準を作れないというものでした。

例えば構造規格のようなものは、基準を作った当時の古いデータに基づいていますけれども、構造令なんかは、これだけの馬力の車が勾配何パーセントのところだったら、円滑に走れるのは何メートルぐらいがせいぜいだと、円滑に走れるとそういうことで制限長なんかを決めている。そういう物理的な幾何構造と交通の車だけの条件を与えれば決まるから全国一律の基準が作れる。これは劣化もしないですし、だからそれが決められた。

ただ、舗装だけは、温度だとか交通条件だとか地質だとか水の有無とかで変わるから、一律の基準はできなかった。そうは言いながらも何かマニュアルがいるから要綱というものの存在意義があって、こういうものを作ればだいたい10年ぐらい、それが7年になるか15年になるかさておき、10年ぐらいのものは出来るというような形でしかたぶん作れなかったんですね。

当時舗装要綱を作った、まあマイナーチェンジ、マイナーチェンジはしてきますけれども、本質的なものはその当時作った時の技術あるいは知識、知見でまとめざるをえなくて、それがずっと生き残ってきて。だけど、海外の技術開発も含めて民間企業の技術開発も含めて、いろんなものが出来ていて、それは例えば路床構築というのが平成4年に入れたんですね。その前後にジオテキスタイルというのが出てきて、路床は入替えなくとも同等のものが出来る、あるいはそういうデータもあるようなものがなかなか要綱に載っていないというだけで、使われなかった。それは、取りも直さず考え方が仕様規定になっていて、新技術が取り入れられなかった。それは要綱にないから、要綱で言っているようなものができないか、できるかどうかは分からないからと。この点はたぶん今回、技術基準を出して、性能規定化したことで、そこが解決するとか、もう取っ払われたことでかなり広がってきたのかなと。今までは仕様規定の中で考えていたから技術基準も、ひょっとしたら発注もそういういろいろな技術が取り入れられなかったと。そこが問題点で、今回、それを越えることができる、可能性ができたの

かなと思います。

中村 ある一定のインターバルで、要綱の改定がされてきているけれど、なかなか現実の技術開発に追いついていかないみたいなのところもあるのですかね。

それではその辺のところを、今まで要綱等に基づいていろいろ工事されてきたということで、井上さんのほうから、受注者の側から見てですね、どういうところが「舗装要綱」の問題点として感じておられたかをお願いいたします。

井上 請け負いと言いますか、工事を受注する側としてはやはり必要なものをなんとか作っていききたいという技術的な精神はあります。

そのためにいろいろな時代の要請を受けて、技術開発もしてきておるんですが、やはりそれを取り入れるには、何て言いますか経験とそして実績がどうなのか、「今、要綱にないからだめですよ」というのが今までだいたいの流れでしたもので、そのために、本来適材適所があるはずでしょうというのが、先ほど柳橋さんおっしゃったように、深く考えませんから、この適材、ここにはこちらのほうがいいでしょうという設計変更を申し出たとしても、極端に言うところ「設計にケチをつけるか」とですね、そういう捉え方をされがちなんです。

ですから今、吉田さんのお話にあったような、例えば、路床構築でジオテキスタイル、あるいは軽量のスチロールによる路床置換も代わり得るとなってもやはりその実績で、10年に近いような経験とまあ間違いのないということが分かるまでは、やはり採用され難かったですね。ちょうど今までの要綱が約10年弱ぐらいで改訂されてきたんですね。それがちょうど、実際の工事はやっているんですけど、要綱にはまだ取り入れられていない。やっと取り入れられてまた動き始める。

どうも舗装に対するいろいろな要求に対し、発注側も受注者側もいろいろな開発をしてきてもなかなか進展しにくかった。それが今回、技術基準ということで、いろいろなものが取り入れられやすくなって、またコスト面でも有効な方向が取りうるなということで非常に期待しているというところがあります。

やはり一番の問題は、やはりどうしても、受注が決まる判断が全部コスト、価格が唯一の基準、そうすると安いものを提案したとしてもそんなはずはないとか、高くなる分はだめだとか、そういう点があったのかと思います。

どうももう1つ請け負った仕事をしていく中で、技

術を進展させていこうという積極さに欠けていたのかなと、振り返ってみますとそういう感じを持っております。

中村 結局、民間での新たな技術開発のインセンティブが削がれてきたのですかね。そういうことに携わっている人たちの意欲も、なかなか十分生かされないというようなことが問題だったということかもしれません。

それでは次にちょっと進ませてもらいます。先ほど柳橋さんのほうから、今回、ほかの技術基準等の性能規定化の動きの中でという話があったのですが、もし補足することがあればお願いします。

柳橋 だいたい政府全体の流れは先ほど申し上げたとおりなので、あとはほかの技術基準がどうかということであれば、現在、橋の技術基準についても性能規定化しようということで、原案を作っているところでございます。

中村 国の基準が性能規定化という流れだということだったのですが、その狙うところどういうところなんでしょう。

柳橋 色々な計画で性能を規定化しなさいというのは出ていますが、そのなかで共通に言っているのは、優れた新技術を採用しやすい環境を作るのだということと、それから官側の仕様でやるよりも民間の自由な発想のなかでコスト削減を大きく進めるんだと、この2点です。

中村 分かりました。それから技術基準の話とはちょっと別ですが、最近、舗装工事で性能規定発注というものが試行されていますが、その状況を柳橋さんのほうから教えていただければと思います。

柳橋 性能規定発注の試行の状況ですけれども、平成10年から各地方整備局、東北から九州まですべての地方整備局におきまして、性能規定発注方式を試行しております。年間の経緯で言いますと、平成10年は関東地方整備局で2件、それから平成11年はすべての地方整備局で14件、それから平成12年もすべての地方整備局で29件ということで、今までの間で45件発注されております。

発注の内容につきましては、基本的にはほとんど全部一緒です。排水性舗装の騒音低減機能に着目して、騒音値、平坦性、排水性、耐塑性変形、この4項目を規定して発注しております。実際には全層打ち替えの場合もありますし、表層、基層だけの修繕の場合もあります。



中村 俊行氏

ちなみに平成13年の目標ですけれども、平成13年は今のところ43件、目標にやっております。すでに発注されたものもありますけれども、今までは騒音低減機能を一番着目していたのですが、今度はわだち掘れに着目した性能規定発注ができないかということで、今、検討している最中です。

中村 性能規定発注を平成10年からやってきているということですが、その中の技術的課題で、お気づきの点ありましたら、吉田さん、お願いいたします。

吉田 今、専門官がおっしゃったように騒音低減性能に着目しているんですね。もともと舗装の基本は滑りにくく平坦でというのがずっと言われていたのですが、平成10年度に、やはり環境に着目しないと、新しいことをやる時にパンチがないだろうと、いろんな意味ですね、それは発注者側の意識の改革のためにも、あるいは外向きの打ち出しのためにも。それで注目され始めていた騒音低減性能というのは、これは本当に目の付けどころとしてはいいと思うんですが、まだ新しいものですから、評価方法がはっきりしなかったんですね。

タイヤ路面騒音測定車と呼ばれている機械があって、それで89デシベルとか90デシベルとかいうのが1つのラインだというのはあっても、それが認知されていないとか、一般的でなかったということで、ただそれによるしかないからそれによるけれども、評価は第三者に任せざるを得ないという、極めてまだスタート段階のような状況で走り始めている。まだそれは続いているんでしょうけれども。そういう一般的でない方法を使ったがために普通、自分たちで技術開発をしようとか、あるいは予行演習のようなものをしようとした時になかなか事前の評価が自分たちでできないとかいろいろな問題があるということと、測定法自体の、

どういう速度でどういう気圧でどういう温度、含水比とか、細かいことが決まっていないというそういう状況がまだあって、それについては解決しなくちゃいけない。台数を増やすのもそうですし、測定方法をみんなの共通認識を作るというのもそうですし、あるいは別の簡便な方法を作るというのもそうでしょうし、それについては、その音のことだけで言えば、とりあえず独立行政法人土木研究所のほうで共同研究をやっています。

ですからここは、今の低騒音での技術課題としては、やはり評価方法がはっきりしないと言い過ぎですけれども、一般的でない。ここをどの指標についても一般的な評価方法を確立するのが必要だろうというふうに思います。

中村 それでは井上さん、受注者側から見て、試行されております性能規定発注について、何か課題、もしくは思いがあればお願いします。

井上 ちょっと偏った言い方になるかもしれませんが、今、吉田さんからもお話があった騒音低減ということなんですが。最初に柳橋さんがおっしゃられたように、性能規定化していく際に、平成10年頃だったですか、コスト縮減で品質を確保していこうということが大きかったように思うんですね。

その時に、今の性能規定を試行された分は品質を確保してコストが下げられたかということ、少なくとも品質は確保、今、吉田さんが言われたように、環境上、道路を車が使えば音が出てきます、それをなんとか下げなければいろいろな問題が出ますよということで、その分の必要さは相当満足できたと思っております。

しかし、そのコストということになると、請け負っている側はマイナスだったんじゃないか。それに対して発注されて舗装を買われている側はプラスになっていると。ちょっとその辺のアンバランスがあったんじゃないのかなという感を持っています。騒音を下げよう、環境に寄与しようというところの技術的な選択範囲というもう1つの観点があると思うんですが、この件については、どうもどっちもどちかなという感じがしております。と言いますのは、やはり請け負った側が責任を持つと言いながらも、その変更、提案する時に相当な制約があったというのが事実だと思いますので。

他の品質特定も付随してきますもので、いろいろな制約を受けることは分かるんですが、少しその辺でもうちょっと自由度があっても良かったのかなとい

う感じを持っております。

あとは今、おっしゃられましたように、評価方法っていうものがどうも何かこう疑問に思いながらもとにかく合格するとホッとして、また1年後、心配ながらまた合格しますとホッとしてと、その繰り返しですが、その評価に耐えられるものを間違いなく作るというところでは、その他の基本的な特性では問題がなくても、間違いなく、大丈夫だということにはちょっと心もとないかなというのが、全体の感じです。

と言いますのは、測定法に問題もあるのかなと思いますのは、通常今まで騒音低減と言ってきた舗装技術の中では、どうもそれが素直に出てこない測定値であつたりしたからです。そういう感じをもっておりますというのは、例えば環境騒音は間違いなく下がるのに、路面のタイヤ騒音のほうはそれほど下がっていませんというようなものもあつたりします。

全般的には、通常の排水性舗装より性能規定化された分では、確かに0.5dB弱は下がって、それだけ努力したんですが、その努力した分に対するコスト増というのが随分ありました。お互いに技術的な努力をした分、「授業料だよ」言えばそれまでですけども、本来の目的からするとどちらも、少しいい面もあつたし悪い面もあつたというのは、(笑い)品質は確保できたという意味ではいいですが、コストのほうでは請け負っている。

それから技術の選択の中では、それだけ自由度があるようですが、やはり何らかの制約があつたということで、まだ試行ということですから、今後その辺が基準も出たということで少しずつ緩和されていくのかなという期待を持っております。

中村 分かりました。今、性能規定発注の話をしてもらいましたが、また後ほど「技術基準」と性能規定発注の関係については触れてみたいと思います。

2. 技術基準の内容

中村 じゃあちょっと次に進みまして、今回出されました「技術基準」の内容について、お話を伺いたいと思います。

細かい内容については、他でもいろいろ解説等されていますので、ここでは、基準を決められた時の裏話とか苦労された点、それから今回基準に取り込めなかった課題等について、支障のない範囲でお話してもらいたいと思います。

初めに、柳橋さんが言われた、道路構造令の改正、

省令の制定と「技術基準」との関係について、もう少し詳しくお話し願えればと思います。

柳橋 技術基準がどういう範囲、構造令、省令等どういう関係になっているかっていうことですが。まず道路構造令の中で23条2項、これが舗装の基準を定める時の根拠になっております。この23条2項は新設の道路、もしくは改築の道路を対象にしています。その中で2項は特に車道及び側帯の舗装ということで、歩道を除いています。その部分について、国土交通省令で定める基準、適合するものにしてくださいということになっておりまして、これを受けまして、車道及び側帯の舗装の構造の基準に関する省令というのができています。

政令と省令は厳密に対象を絞って入っているわけですが、技術基準については、別にそういう制約はございませんので、当初はかなり幅広く作ろうというふうに考えておりました。例えば、省令は道路を新設または改築する場合の車道の部分を対象としておりますが、技術基準では、歩道を含めてやろうということも考えました。

結果的には今回の政令、省令の改正に合わせて、出る技術基準として分かりやすいものにしようということもございまして、基準は道路構造令の補完するもの、それから構造令の中で但書で、「自動車の交通量が少ない場合、その他の特別の理由がある場合においてはこの限りではない」というのを書いておりますが、それをどういう場合なのかというのを説明するにとどまりました。

また、それと省令で、疲労破壊輪数、塑性変形輪数、平たん性、浸透水量、この4つの性能指標を定めておりますが、これを具体的に、この省令だけ見ますとどういうふうに測定するのか分からないということもございまして、技術基準の中で、具体的な測定方法とか、それからあと4つの指標以外に必要な指標があれば追加してもいいとか、新しい測定方法については、土木研究所のほうで調べることもとか、そういったものを技術基準の中に盛り込んでいます。

中村 吉田さん、今の政令、省令、「技術基準」との関係で、何か追加的に言うことございますか。

吉田 今回、性能規定化を目指して、評価するものは性能、取りも直さずサービスだと。さっき申し上げたように、道路の幾何構造が時間が経っても変わらないのに対して舗装の性能は時間が経ったら変わってくる。大事なのは、新設改築時の施工直後よりもや

っぱりサービス段階の管理段階の性能でしようというところから入りました。

だから今回は、今回と言っても2年以上前の話ですけども、サービスレベル、それは管理段階で入ったんですが、さっき専門官がおっしゃったように、道路法の30条は道路の構造の原則で、それは道路構造令に繋がっていくように、施工直後なんですよ。道路法の42条でしたでしょうか、維持修繕の規定があって、それについては別途政令で定める、それがまだない。だから今回は出せなくて、新設改築時施工直後の値だけというのを入れました。

だから本当はそういうところを目指していた、舗装については管理段階というのがやっぱりいると。ただ、これはやはり道路管理者としては、それをレベルを設定して管理すると宣言した途端にいろいろと難しい問題が、それは財源も含めて出てくるというのがあって、ちょうど1年ぐらい前までは、管理段階の基準値も考えた基準の案だったんですけど、途中で身軽にするために去年の末に切り離して、施工直後だけの基準値にしました。

柳橋 今、1点だけ。維持修繕は道路法で42条の2項の中で「政令で技術基準を定める」こととなっている政令が定まっています。ただ、局長通達を出ているのですよね。「道路の維持修繕等管理要領」という形で通達を出ている。

だから形としては法律があって、本来政令があってそれを受けて通達があるはずなのですが、政令はないけれど通達はまだ出ている。ちょっと変則的な形になっているのですよね。ただもう通達出ていますんでね、政令を改めて作る必要が本当にあるのかというのはあるのですよね。法律の中で政令で定めるとしておいて、政令未設定というのはほかにもたくさんございますので、まあ、「道路の維持修繕等管理要領」というのはかなり昔何十年も前のものなので、それを改正するっていうことは必要じゃないかなとは思いますが……。

中村 分かりました。それでは「技術基準」の内容について、こういうところが今回の技術基準のいわゆる売りだというポイントや、新しい考え方というようなところを初めに柳橋さんのほうからお願いします。

柳橋 今回の技術基準のポイントは大きくは3つだと思っています。

1点目は、設計方法を限定しない性能規定の導入です。これは設計方法を限定しないで性能指標のみを規定することによって、現在、原則としてT_A法で行わ

れている設計方法に自由度を与えて、コスト縮減、新技術の導入を推進するということです。

ポイントの2点目は、設計期間にライフサイクルコストの考え方を導入したということです。これは現在は原則として10年で設定している設計期間を、供用後の管理にかかる費用とか施工時の当該道路交通及び沿道への影響等を総合的に勘案して設定するということによりまして、耐久性の向上、コスト縮減を推進する。さらには道路工事に伴うような渋滞、そういったものを縮減すると言ったことを考えております。

ポイントの3点目は、やはり具体的に道路がもつ必要な性能指標というものを、十分ではありませんが設定したということです。これは、この性能指標は自動車の安全かつ円滑な交通を確保するために車道及び側帯の舗装が備えるべき性能指標、これを先ほど言った4つの指標を定めたということだと思います。

中村 ありがとうございます。今、設計期間を設定するに当たって、ライフサイクルコストの検討という話がありました。

ライフサイクルコストについても、コストとして何を取るか、どのぐらいの期間で検討するか、いろいろ難しい問題もあると思うんですけども。その点も含めて、吉田さん、技術基準のポイントは何かをお話ししたいと思います。

吉田 一番最初に井上さんの発言の中にありました適材適所というのをですね、一番にサービスの提供ということで考えていまして、その時にどういうサービスを与えるか、それはレベルと持続性も含めて一番いいお得なものをやりましょうということで、その時の指標がやはりライフサイクルコストだったと思います。

ですから今回新技術を導入するために、舗装だけでなく性能規定をいろいろな分野で取り入れているんですけども、そこで勘違いされるのは、「新技術入れても建設費が高くなるものばかりだ」とかいうことをおっしゃるんですけども、決して、必ずしも建設費が安くなるんじゃない、ただ、それだからいけないじゃなくて、高いものでも長持ちすればトータルで考えて安いんじゃないかと、そういう考え方を入れましょうと。

だからそれはすべてのところに当てはまる万能な解答はたぶんないんでしょうけれども、ライフサイクルコストという指標を使えばできるんでしょうというのを。これはまさしく座長がおっしゃったように、ライフサイクルコストの項目も算定方法の方法論もまだ確

立していないんですけれども、A社の技術とB社の技術を比較して、建設費だけで○×をするんじゃなくて、そこで一歩立ち止まって長い目で考えるということを発注者にさせるだけでも、それは一歩前進だというふうに思っています。

ただ、舗装の場合には、もう道路管理者はその交通条件も知っていますし、アスファルト舗装で20年前にやったものが、あるいは表層だけ10年前にやったものが、どれだけ持ったかっていうバックデータは自分が一番持っているわけですから、道路管理者費用についてはまあ出せるのかなと。あとは道路利用者費用、これは道路計画の場で使われているような方法論をどう取り入れるかっていう思い切りだけなのかも知れないんですけれども、ちょっとずつ増やしていけば、その項目を増やしていけば、精度は上がっていくのかなと。

何よりも一番ライフサイクルコストのところで申し上げたいのは、これはあくまでも代替案比較のための指標であって、比較評価の時に、A社のものは今後10年間で200億、B社のものは150億だと試算したとして、これが20年後にそれが300億になっていようが75億になっていようが、その精度を高める努力は怠ってはいけなんでしょうけれども、そこがギリギリされる話じゃないというふうに思います。

道路管理者が長い目で考えれば、適材適所で選べばというふうに考えますし、技術基準はそれができるような仕組みを内在しているというふうに思っています。

中村 それでは個々の項目ということで、お話を聞きたいと思います。

初めに、「技術基準」では性能指標という考え方が取り入れられています。性能指標としていろいろな項目が挙げられていて、その中で、道路管理者が定める必須の性能指標、それ以外の性能指標というような分け方もされています。なんで必須とそれ以外というような分け方がされているのか、その辺も含めまして、お聞きしたいのですが、誰からでも結構なんですけど、柳橋さんからお願いします。

柳橋 発注っていうのはもともとものが欲しい、こういう性能のものが欲しいということを言うわけですよ。だから当然基本的には発注者は欲しいものを規定すればいいのだと思うのです。そういう意味では基準の中でどうしてもこれを決めなさいというのは本来おかしくて、ものを買いたい人が買いたいものの注文の内容を決めればいいのだと思っています。



柳 橋 則 夫 氏

ただ、そうは言っても、その耐久力とか最低絶対必要なものが性能としてあるのだと思うのです。その部分だけ必須ということでやっているのです。自動車の安全性、安全円滑な交通に関わる部分、それについては必須と。それ以外は、この場所では騒音を低減したいと思えば、そういう騒音低減するのだとか、この場所では水跳ねを防止したいのだと思えば排水能力を規定するとかをやってみることになるのです。

分けるというのは、基本的には発注者が好きな欲しいものを規定すればいいのですが、その中で技術基準では最低必要な安全に関わる部分については必須のものとして決めているということだと思います。

吉田 性能指標を選ぶ時にまず、滑りにくく平坦ということを考えました。「なんで滑りにくくが抜けているんだ」というような話はあるんですけど、これはまたあとで、今後の課題として出てくるのかもしれないですけど。

やっぱり平坦であること、それは縦方向の平坦は平坦性ですし、横方向の平坦はわだち掘れ、これは塑性変形輪数で担保している。しかも路面性状は、例えば上にオーバーレイとかしたり、あるいはちょっと整形するだけでうまくいったとしても、中身が構造物として健全でない場合もある、それは疲労破壊で見ましよう。

これは今回新しく性能指標という整理はしたんですけど、今まで道路管理者が路面性状調査ということでやってたわだち掘れ、ひび割れ、平坦性と緩やかにリンクしているんですよね。だから新しい話じゃなくて、今まで道路管理者がやってきたものをやったという話があると思います。そういう整理になるということ、言い方かもしれないですけど。

それと先ほど柳橋専門官がおっしゃったように、「ミニマムこれだけ必要だ」というのはそれで、あ

と本当は発注者が選べる指標として「こういうものもあるよ」ということでいくつかあったんですけども、それは今回省令に上げるまでには行かず、途中で切り離して「その他必要に応じて定める指標の例示」になりました。

井上 いや、今、吉田さんが最初に言われてしまったんですけど、(笑い) 私は今言われたことですね、道路構造令の中にやっと舗装がそれなりの位置を占め、それが性能規定で安全・円滑・快適と、ここで安全ということで、道路構造令の道路の幾何構造、その中に必ず入ってきているのは、滑り抵抗です。それは性能、いわゆる視距確保の制動停止、あるいは平面での曲率半径の最少値だとか、あるいは縦断の曲線半径の最少値ということでは必ず入っているのに、やっと道路構造と舗装との接点ができたところ、スベリ確保できているからいいよという前提のまま素通りされたのかなと。

それともう1つはですね、道路工学と非常に関係があって、ああこれはいいなと思いましたが、舗装計画交通量がありますね。道路構造令の道路の種級別をみた時の日計画交通量と舗装計画交通を設定していく際とがうまく整合がついていないなという感じがします。と言いますのは、今の計画交通量の基本的なところはやはり基本の交通容量があって、その中に可能交通容量が、そして設計の交通容量、それからこの道路はどう考えようということで、何番目の日平均交通量をとるかで求めるとしています。その基本から可能に行く時に、少なくとも大型車混入率が入っているんですね。

ですからそこ本当はうまくリンクさせてもらえると、道路構造令と舗装がうまくリンクしてくるのかなという期待を持っています。

滑りに対してはとも国際的な比較をしていく面と道路工学という学問的な点とから見て、ちょっと残念だなという感じを持っております。この指標に対して、仕事をしていく上でどうかということではなく、単なる道路技術者として見た場合ということからです。

中村 柳橋さんが言われたように、道路管理者がこういうものが必要だ、こういうものが欲しいというのは基本的には性能指標として規定していけばいいんだということだと思います。しかし、項目によっては、客観的な数値等で示しづらいものなんかも含まれますが、今まで客観的な数値で示せなかったけど、客観的な数値で示せるようになったというものや、さらには

必須の性能指標への格上げ等も次の「技術基準」の改訂時にどんどん取り入れていくという考えなのですか。(笑い)

井上 そのように聞いてます。

柳橋 今回ですね、技術基準、これでできておしまいだというよりは、中間報告みたいなものなのですよ。それで省令っていうのは結構重いものですからね、確実に数字が出せて、確実に説明できるもの以外、載けられないのですよね。そういう意味で、「滑り」にしても非常に大事だという認識は、持っていますし、最終的には技術基準の中に滑り抵抗なんかも性能指標として追加してもいいということは入れたのですけど、数字が出せなかったというのが一番大きな理由だと思います。

それで、何ヵ年かけてですね、この性能指標をもう少し、データが揃いしだいですね、どんどん追加していきたいというふうに思っています。

中村 それでは次に、設計法のお話に移りたいと思います。基本的にはどのような設計法を用いてもいいよということで、非常に新しい考え方が含まれているわけですけども、その辺について具体的にどういふことなのか、吉田さんからまず話してもらえますか。

吉田 はい。設計法はまさに自由というふうになりまして、だけどそもそも舗装の設計法、ここで言う設計法はあくまでも疲労破壊輪数に対しての設計法だけなんですよ。路面の設計だとか機能設計だとかいう言葉もありますけども、ここで言っているのはアスファルト舗装で言うTA法、セメントコンクリート舗装で言う土研式っていうのか、要綱に載っていた式。あと理論設計法と呼ばれている多層弾性理論で歪みを出して、破壊基準の式を使ってやるという理論設計、力学的設計と言われているものももう全部自由です。

要は性能規定ですから、出来上がったものが、例えばD交通、舗装計画交通量3,000台/日以上で疲労破壊輪数3,500万輪/10年あればいいですよというふうに規定していますから、本当に自由です。

ただ、そうは言ってもこの中でどうやって評価するかということで、現地で確認する、同じ供試体で確認する、もう1つは実績があるものと舗装構成が同じであれば同じ破壊輪数を有すると見なすというような評価法だけは載せたわけなんですね。

「技術基準」の別表1と別表2で今までの設計法を使ったカタログを載せているんですけども、あれは設計法を載せているわけじゃなくて、それで作った断面

を載せていて、だからさっき申し上げた確認方法3つのうちの実績を載せているわけなんですよね。

だから今回、何でも自由になりましたということで評価法がこれについても3通りあるけれども、現状で簡単にできることは、別表1、別表2を使用することと独立行政法人土木研究所の舗装走行実験場で確認する方法なんです。一番難しいのが一番最初に理念的に書いた、あるいは省令にも現地で確認すると書いてある方法で、具体的な例が今、日本にはないんです。ただ、南アフリカが開発したような自走式の機械で舗装の現場に行って、これで、コットンコットンコットンって載荷を3,500万回やれば、何ヵ月かかるかはあってもできます。南アフリカの道路公団が丸抱えで売り込みに来たのはもう2年も前ですけども、その時から情報は国内の舗装技術者よく知っていて、基準策定の際にもそれが頭にあったから、現地での確認ということも当然書けたわけです。それは海の向こうにあるから全然無理であるというような話じゃなくって、評価を売り物にする会社を旗上げし、それを2億投資して持ってきて、やればやるでちゃんと評価もできるし、ある種商売にもなる、何も荒唐無稽な話ではないと思います。

中村 ただ「技術基準」を見るとですね、設計法は自由だけれども、今言われた3通りの方法で性能の確認をしないといけないわけですね。じゃあ具体的にどうやって確認するかというと、なかなか難しいことになっていて、たちまち色々な設計法を使うというのが難しいのかなという気もするんですけど、その辺についてはどうお考えでしょうか。

吉田 性能の確認方法としては、例えば、自分の売り込みじゃないですけども、土木研究所の舗装走行実験場に舗装断面を作って荷重車で回してやるという手はあります。それから、舗装走行実験場で確認された断面、仕様を今度は現場で再現するということになります。こうやって実績を積み重ねていけば、ある設計方法による断面は所要の疲労破壊輪数を有する事が確認される事になります。技術基準の別表1と別表2もそういうものです。

中村 仮に今、どこかでそういう設計法で設計した断面で実績もあるよというものであれば、その断面については使えますということですね。その断面の破壊輪数は確認されているということですよ。その設計法を違う条件で使うことについては。

井上 今の技術基準では認めていないですね。先ほ

どの南アフリカの確認装置なりをある機関が持ってそれを評価しますよというんですが、やはりどうも欧米を見てみると、それを道路管理者サイド、あるいはそれに近いところが全部評価されているなという感じを受けてしょうがないんですがね。というのは、例えば仏のLCPCでは、ある断面を持ってくれば、絶えず走行試験をしてこれはOKっていうことをやっていますし、オランダはデルフト工科大学がやはりそういう繰り返し走行を実施してこれはいいですよ。しかも性能規定ではないんですが、やはりドイツの道路研究所では標準的に南アフリカに近いようなもので、何種類の断面を替えてやっておりますし。それからアメリカの各州は自分の財源でやる時にはそれぞれの促進走行試験をもって判断されています。

結局、設計に自由度がありますというのは、自由度を認めてもらった側がその期間責任を持てばいいんですが、責任を持つということになれば、自由度を要求した分だけ、それだけ責任を5年なり10年なり持とうという方向に行けばよいのですが。今のところ、そういう自由度はやはり限定されていますので、何らかの方法で確認ということになるのかなと受け取っております。

逆にどういったらいいのか。長い期間、5年だ10年その責任を持てよということで、性能規定をしている国を見ますと、やはり今までの経験に合致するもの、それから理論的に整合が取れているもの、それからほかで実績のあるものという点では全くいっしょですが、しかしそういう3つの条件があっても5年なり10年は施工した側が責任を持てということになっていますね。

ですからその責任の考え方、持たせ方が、話が前に戻ってすみませんが、性能規定の時でもそれなりにいろんな提案を持っていきましても、やはり自由度が限られてくると、その分だけ保証期間も1年でいいということになるのですかね。自由度が大きくなれば、保証期間が長くなるっていうのがどうも性能規定の基本とも受け取れますが。

吉田 逆じゃないですかね。今の発注システムで長く維持管理までお願いするとかそういう部分がないから、施工直後だけでやるしかなくって、だから施工直後のものが3,500万輪あることをその場で証明しなきゃいけないということになる。

井上 ですから、非常に自由度があると言いながら自由度は少なくなっている。制度上の制約は別にすれば、どんなことでもいい、自由度を持ってやれとなれ

ば、それだけ責任を持てとなるのでは……。

中村 同じことを言ってますよね。施工後のある程度長い期間で、施工者が責任を持つみたいな制度になってくれば、施工直後の値をどのようにして確認するかということは、あまり意味持たなくなってくるということですかね。

井上 施工直後必要な整合ですから、安全・快適・円滑という最小限を満足し、ある期間を当然同じように必要な性能を満足します、させるようにしなさいというそういう考え方で進めていますね。そんな形が取られている。ですから自由度の保証というんですか、保証の期間がどうも比例しているような感じです。

吉田 それと関連しているんですけども、技術基準の中に設計法なんていう言葉は一回も使っていないんですね。設計という章はありますけども、それは性能を決めて、設計の目標を決めるという話だけです。実は乱暴な言い方ですけど、設計もしなくてよくって、実績のある断面持ってくればいいし、舗装走行実験で確認された断面持ってくればいいんですよ。

何も理論式なんか使った設計も本当はしなくてよくって、だけどどうやるんだって言われるから、言われるからこう言っているわけじゃないんですよけれども、「設計法は何でもいいんですよ、自由ですよ」と。

要は出来たもののさえ、その場で例えば疲労破壊輪数が3,500万輪あることを証明してくれたらそれでいいと言っているだけなんですよ。設計法は自由ですとも言っていないんですよ、この中では。

井上 証明できたものがあればいいですよということは、今までの経験上で、あるいは理論的にその経験が説明できればということになりますので、それがまず最小限で、やはり結果としては設計となるでしょう。こういう「断面の舗装を作りましたよ」と言うと、これは疲労破壊輪数は何台と言うことになって、設計からして「それ以降は責任は持ちません」というのがどうも普通のようなようです。性能規定を進めている国ではそんな考え方のようなですね。

吉田 ええ、海外ではそうですし、日本、われわれが向かって行く方向もたぶんそっちの方向だと思うんですね。

井上 ええ、進むものと期待したいですね。

吉田 それは技術基準というよりも、その外側の発注っていうか、道路管理というかそういうシステムをどうにかしないとそこには行けないんですよ。

井上 そうです。ですから今、システムを別にして

技術的に見た場合ということですね。だから自分がこの方法で行きたいとなったら、行って、結果は自分でそれなりの責任を取れということです。

まだ、先ほどの事項に関連するんですが、技術基準がこう出ました。何かというと、やはりもう少し請け負う側も決められたことをただ漫然とやるのではなく、それなりに必要な技術的な蓄積を生かすように、そして技術も勉強しなさいよということを言われているように、私は受け取りました。

というのは、今までは、話が前に戻ってすみませんが、要綱の時にはこの通りに言われた通り全部やればあとはもう知りませんと。特別な、いわゆる瑕疵がない限りは、何らこちらの責任ではありません、そういうスタイルになり過ぎてきました。これからはそういうわけにはちょっと行きませんねと。その分が、設計と言いますか、どういう断面のものをやらなければいけないかということを考えなければいけない、そんな感じを持っています。

中村 次に施工についてのポイントですが、環境への対応、それからリサイクルの促進が今回うたわれていると思うのですが、そういうものを今回取り込んだ理由等について、柳橋さんのほうから何かご意見ございますか。

柳橋 それ取り入れたい理由ですか、なかなか難しいですね。(笑) まあ全般的なものを入れようということなのですけど。

そのなかでもともと新技術開発を進めるというのは、性能規定の目的ではあるわけですから、そういった技術をどんどん蓄積していかなくちゃいけない。だからやりっ放しじゃなくて、どんな技術を使ってどういうものをやったのか、それを台帳にして残しましょうということを是非、書きたかったのですね。優れた施行技術の蓄積、これは1つ大きな目的だったと思います。

井上 私は逆にですね、今、座長のほうから言われたように、コスト縮減の新しい計画で、社会的なコストの中にリサイクルが入っていますし、ライフサイクルも表立って出てきておりますし、それから循環型社会を全体として国はやっていく、それから規制緩和で新技術だとか、そういうものを全部入ってこの基準の中にうまく取り込まれているのかなという受け取り方していたんです。うがった見方ですが。

中村 環境の面からいくと、今までも、舗装は非常にそういうことには気を付けてきたというか、留意

してきている。例えば、コンクリート塊や建設汚泥等に比べるとリサイクルが非常に進んでいる分野だと思います。それから舗装することそのものが環境の改善みたいなところがあるのですけど、さらに一歩進めて、舗装のほうからもう少し積極的に環境に寄与していこうという趣旨が、今回、「技術基準」の中で強く出ているような気がするのですけれども。その辺について何か思いがあるのでしょうか。

吉田 これは技術基準ですから、当然建設省、国土交通省道路局が中心になってやられたんですけども、この議論は、古くから道路協会の舗装委員会の基本問題小委員会というところでやっていて、そこでいろんな論点整理と共通認識の形成の時に、安全・円滑・快適という、当然滑りにくく平坦というプリミティブなものの延長を表すものにプラス環境というのを打ち出そうとしたんですね。

それは今、座長の整理のように、舗装が悪さをしないということ、それは発生材を出さない、自分のところから出たものは自分で使う、リサイクルの優等生ですね、もともと。それもそうですし、仮に舗装以外の原因で何か問題があるんだったら、舗装のほうで何かとプラスの解決の方向にしたい、それはヒートアイランド現象もそうですし、交通騒音もそうですし、そういうちょっとアクティブな方でやろうかというようなものもあって、それを盛り込んだのが、まさに舗装の構造の原則のところにある、「構造に起因する環境への負荷を軽減する」とかですね、いろいろなものをここに入れ込もうとしたんですね。

それと性能規定発注の時の性能は、当然管理段階の性能もそうなんですけれども、例えば施工の時の工事の間もやっぱり性能っていうのもあるはずで、この工法だとリサイクル材はぜんぜん使えないけどもこの工法だとリサイクル材は使えるだとか、CO₂を出さない、省エネルギーである、音も静かだとか。そういう工法を選ぶ評価にそれをやろうとしていて、柳橋専門官のほうでいろいろメニューを考えられておられる総合評価入札方式のそういうメニューにもなるものだと思います。

井上 構造は出来上がったものでしょうから、それを作る過程でも当然考慮しろよということになる。そういう受け取り方になると思いますね。

柳橋 もともと舗装は、リサイクルの観点で、超優等生だった。

中村 優等生ですね。

柳橋 平成22年度にリサイクル率95パーセントを目標にしているのですけれども、実際もう98パーセントですから、まだ上がっていて、将来の目標は既にオーバーしていますし、そういう意味ではもうリサイクルの観点では万全なのですよ。

それと他産業再生材の使用は、これは技術基準と関係ないのですが、グリーン購入法っていうのができましてね、その中で環境の負荷を低減するようなものについては、各省庁で毎年毎年調達方針というのを出しなさいということが法律で決められています。これは舗装に限らず全部なのですが、実際は道路局に係する9割は舗装ですね。

3. 今後の対応

中村 それじゃあ時間も無くなってきましたので、今後の対応というところに移りたいと思います。新しい技術基準ができたということで、これを現場でどう生かしていくかということをお願いします。

まず舗装工事の発注に当たって、今回の「技術基準」はどういう役割を果たしていくのか、また現在の発注でどういうことを考慮しなくてはいけないのか、この辺について柳橋さんのほうからお願いいたします。

柳橋 まず誤解されている部分があると思うのですよ。技術基準が仕様規定から性能規定になったということイコール発注は全部、性能規定発注なのだと。方向性としては間違っていないのですけれども。これ、別に発注と技術基準はリンクするわけじゃないものですから、発注は徐々に徐々に性能規定化の方向に行くというふうに考えています。

今、当面現場での対応としては、今回の性能規定化に当たって、発注としては3つぐらいやり方があるのかなと思っています。

1つは、従来の仕様規定だけど、今回の性能指標の値、これを発注の中に入れ込む仕様規定発注。

もう1つの案は、路盤を含めての全層打ち替えの場合なのですが、先ほど吉田さんが言われた疲労破壊輪数の測定方法がないという問題があるものですから、どうしようかと今、悩んでいるのですけど。基本的には、性能指標は書くのですけれども、それを受けて断面だけ提案されるとチェックのしようがないものですから、断面にプラス実績、それと施工方法。今までの仕様規定ですと全部細かい検査がございましたよね。それを官側が検査項目を決めるのではなくて、こういう断面でこういう施工をすれば、疲労破壊輪数出せませ



吉田 武氏

よと、その結果、こういう実績がありますよというような形でいただこうと思っています。だから、発注者側としては提案された施工の管理方法で、管理もさせていただこうと思っています。

それからもう1つ、表層、基層だけやる分については疲労破壊輪数は関係ありませんので、この場合にはむしろ一番将来目指すべき方向の発注ができるのではないかなと思っています。これは性能指標の値を書いて、施工管理も一切ご自分でお願いしますと。で、出来上がったものの検査だけをして、合っていれば中間の監督はしないというような形で発注できないかなと思っています。

井上 一番最後の分は、大規模な補修ということになりますから、やはり設計期間なり、あるいは舗装計画交通量、あるいは疲労破壊輪数とを考えなければ、性能規定の一番目に入ってくるんじゃないですか。そこでは、既存の構造で残した分の評価と、修繕する部分も含めて、やはりどういう断面にしますかということを出さざるを得ないんじゃないですか？

柳橋 はい、今、考えているのはですね、表層・基層だけ性能規定発注にして、その下の部分が掘ってみたらぜんぜん条件が違うではないかとなると、せっかく提案していただいたものがその通り機能を発揮するかどうか保証はなくなってしまうわけですね。だから下の部分は、これに変更がある場合には、仕様規定発注の変更をしたらどうかと思っているのですよ。もともと想定した表層・基層の下の部分は、それと同じ条件であるというのが前提ですから、まず同じ条件にするための提案については仕様規定で増工しよう。それで条件を合わせてから、上は性能規定のままでいいのではないかと。もともと想定された前提のものは作った上で……。

中村 あったということ？

柳橋 ええ、そういう見方ができるのではないかなと……。

井上 私は普通に表層・基層だけの修繕で大規模だということになると、性能規定を含める。そうすると下をどう評価しますかということが問題となり、それには今までの経験なり実績なりをまとめて、表層はこんな材料で、累積塑性輪数は保証できます、構造上疲労破壊輪数はこういうことでまた、今までの実績から見てこうですということをしなればいけないはずだし、という考えを持ったんですが……。

柳橋 ただね、疲労破壊輪数がね、すごいネックになって、今の当面の対応としては、少し変則的になっていると思うのですね。それで確かにおっしゃるとおり、表層・基層だって、下も評価するやり方が一番正しいのだと思うのですよ。

井上 そちらをやるのが、これから、技術で工事を請け負って仕事をして行こうという会社であると思います。今回はそういうこともできると期待していたのですが。

柳橋 だから下の部分も条件を合わせるためにいろいろご提案いただいて、契約書でいえば甲乙協議で決める部分になるんじゃないかなと。

吉田 そこが、難しいですね。そういう難しいことが商売になるような仕組みのほうがいいということでしょうか。

井上 いや、そういう技術を生かせるような。今まで舗装の評価、構造の評価とか、あるいは路面性状から見た評価は、技術をもって仕事をしてきた企業はやってきておりますものでね。表層基層の補修が大規模な場合は、これに性能基準を生かすということですから、そういう点では非常に技術をもって仕事をしようというところにはいい基準だなという受け取り方をしています。そちらをやるのが、これから、技術で工事を請け負って仕事をして行こうという会社であると思います。今回はそういうこともできると期待していたんですが。

吉田 舗装の修繕の場合は、疲労破壊輪数の規定は適用しなくても良いとしているけれども、下のほうも評価してちゃんと疲労破壊輪数を、補修だけでも、出せという発注もありなんですよ。だからそういうものは、井上さんのところみたいに技術力のあるとこしかできないんですね。だからこの基準の中でその発注はできますよ。

柳橋 いや、できるけどね、実際はもう本当疲労破

壊輪数の評価方法さえ簡単なものが開発されればどんなでできると思うんですよ。それがいいから、できるだけ疲労破壊輪数を定めなくてもいいような当面の発注の仕方をしないと、っていうことなんですよ。

吉田 だから受注者側は提案できても、発注者側が「これでよし」というツールが今ないんですよ。というのは、逆に言うと、井上さんのところが「これで行けますよ」と言っても納得させるだけのツールがたぶんない……。

中村 それはちょっと今後の方向のところで、議論してもらえれば。(笑)

井上 すいません、いや、現在一番それが気にはなっていました。ただ、吉田さんが言われるように、補修ではこれができなくてもいいという、なんか拍子抜けがして、という気がしますね。いや、たぶん、各社各様にみんな整理されてくると思いますけどね。

中村 やはり技術力のある方はそう……。

井上 工事施工の際にですね、と言いますのは、今の基準ができて、管理者が定める注意事項がたくさんありますね。その中で請け負う側も、そういう定められたことを受けて、その定めたことを間違いなくやろうとしますと、お互いにいろいろな今までの技術的なもの、あるいは決められた経緯もそうでしょうし、今までの技術力も改めて勉強し直さなきゃいけないという、技術を尊重しろよという意味も、私はこの技術基準に対して持っているんです。お互いに舗装をやる人たちは、一生懸命もう一度改めて勉強しよう。それには今までやってきたことをよく評価し、それをどういうように次に生かしていくのか、そういう部分が非常にあるなとこう理解していたものですから。ちょっと余分なことを言いました。

中村 発注について今、柳橋さんから話があったように、たちまちすべてが性能規定発注になるのではないということでした。ただ、やっぱり目指すべき方向としては性能規定発注のほうにいくんだということだと思います。

じゃあ当面の現場での対応で、設計についてですね、どういう方向になっていくのか、どう対応したらいいのかという問題があるのですけれども。それは吉田さんいかがでしょうか。

吉田 さっきも申し上げましたように設計法はどうでも、どうでもいいって言ったらあれですけど、自由で、これはもう評価法なんですよ。ここにも評価法がいくつか書いていますけども、これでは足りないし、

新しい評価法も出てくるでしょうし、この技術基準の最後に「評価方法は道路管理者が決めてください。ここに載っているもの載っていないものどれでもいいです」と。技術研究を行っている土木研究所が、そういう新しい情報、それは発注者側って言いますか、いろいろな提案も含めて、うちが評価をして、これはこれだけの性能があります、評価方法としての性能がありますというようなものはオープンにしていきますから、それも参考にしてください。

ですからやはり性能規定になって性能ですべてを評価していきましょうという時には、やはり評価方法が何よりも大事になってくると思いますし、土木研究所は自分たちの存在をかけてそれをやらなくちゃいけないですし、何よりも民間の技術開発を期待しているところです。

中村 それでは、民間の話が出たところで、例えば施工に当たって、新しい材料を使うだとか新しい施工法を使うだとか、そういうこともかなり自由度が広がったということですけども、井上さん、施工者の側からですね、今回の技術基準の制定というものにどう取り組んでいくか、お話いただければと思います。

井上 先ほど言ってしまった分を後ろに戻してもらって(笑) いいのですが。

やはり今まで真面目にやってきた技術をちゃんと継承するっていうんですか、真面目にやってきた分をそのまま引き継げると今までのお話にありましたように、間違いなく必須な性能の分はカバーできていると考えています。

ですが、基本的には定めるという事項が相当ありますもので、今まで定めるというのは仕様だと思っていましたが、これからはお互いというより請け負った側もそれなりの理解と責任を持っていろいろな提案ができる方向になるわけです。その中でやはり、コスト競争に負ければどうにもしようがありませんから、いわゆる要望されているコスト分より良い、より耐久性のあると言いますか、ライフサイクルコストから見て、優れたものを開発していかなければしかたないんで、こういう時期ですからね、生き残っていかうという、そういう切実な対応の心構えというのを今、各舗装業界の技術者は持っていると思います。

それには今まで、ある機能を持ったものは高くてもいいんだと、そういうものを評価できる制度もこれから入ってくると思いますが、今の性能規定を十分満足する範囲でそれなりコストを下げるだけの必要な改良

開発ということが、あるいは開発した分の改良というのが必要でしょうし、あるいは新たに別途定める性能規定というのもありますもので、それに合うような舗装を開発して、より良い舗装を作ることと工事を受注し、それなりの責任を果たしていく方向を今後、考えざるを得ないと思います。

中村 分かりました。「技術基準」が新たに制定されたわけですが、それを受けて、実際に現場での設計、施工等に役立つ指針、便覧の検討状況について吉田さんのほうからお話したいと思うのですが…。

吉田 政令・省令・技術基準までは行政の行為と言いますか、ドキュメントでして、技術基準・同解説から道路協会図書になるわけですが、ここまではまだ、舗装はどうあるべきだとか、こういう性能を持っていくべきでない、環境に優しくなくちゃいけないとか、舗装が主語なんです。

実際にこういう舗装を作る時に、発注者、道路管理者あるいは受注者がどうすべきかというものを今、作っているわけなんです。舗装はこうなくちゃいけない、じゃあそれを目指して、どういう心構えでどういうプロセスでやらずにいくべきなのか。プロセスと言いますか、計画して設計して施工して評価するという、そういうものについてのガイドラインです。これは技術基準を具体的に現場で回していくためのもので、「舗装設計施工指針」として、道路協会から2月には刊行される予定です。そこまではまだ性能規定の世界なんですよ。

いろいろな具体事例はありますが、さらにもっと具体的に、今一番いい材料や工法はこういうのが使われています、ということを取りまとめるのが「舗装便覧」で、同じく2月初めには発刊されます。これは技術基準とか、それをサポートするガイドラインである指針とは切り離して、まったく今時点で考えられている良いものとしてこういうものがあるというものを取りまとめただけです。これと技術基準をリンクしちゃうとまた要綱と同じようにそれに縛られるから、まったく縁を切った便覧というのを作ろうとしています。ですから位置づけはかなり低いですし、低いって言いますか、直結していないと。

道路協会の図書、要綱とか技術基準・同解説とか指針とか便覧とか、名前を違えているのはそういう扱いの差がそもそもあったわけで、「舗装施工便覧」もその名前を使います。

中村 それでは今後の話として、先ほど中間的なものだという話もあったのですが、目指すべき「技術基準」の方向について、お話をしたいと思います。柳橋さん、お願いします。

柳橋 繰り返になりますけど、何しろ今回の技術基準は確固たるデータの基に入れるものしか入れられなかったというのが一番後悔している点なのです。

今やろうとしていることは、取りあえず確固たるデータ集めようじゃないかということで、吉田さんとも一緒になってですね、まずは全国のデータを、先ほど滑りが大事だというお話ありましたね、われわれもそう思っています、是非省令に入れたいと思っているのですが。そういったものを入れるために、根拠となるデータを全国的に集めようということで、従来からも土木研究所でいろいろデータ集めていただいたのですが、もう少し技術基準を改正するために必要なデータは何かということをここ何ヵ月間議論しています。もう来年からというか、早いものは今年からでもデータ収集を始めていこうと。これは3年ぐらいうって、データを集めた上でですね、いろいろ変えていこうと思っています。

目標としては、車道及び側道の舗装の性能は、滑り抵抗値、路面騒音値、それから浸透水量、今、浸透水量はあるのですが、あくまで安全円滑な交通を確保するための浸透水量なのですね。都市型洪水とかヒートアイランド対策としてどんな答えが必要なのかという観点からの浸透水量はいくつなのかなと検討したいと思っています。その他としては、耐骨材飛散とか、耐磨耗とか、そういったものについても入れられるかどうかという研究を、吉田さんと一緒に続けていきたいと思っています。

次に2点目として、自転車道と歩道の舗装、これも入れていきたいと思っています。これについては、もともと歩道に求められている機能は何なのかということからもう一度解きほぐすため、バリアフリーの観点から専門家を集めていろいろ研究していきたいというふうに思っています。現時点で、自転車道と歩道に想定されるような性能指標としては、滑り抵抗値と段差が考えられていますけれども、本当にそれでいいかどうかを含めて、もう少し期間をかけてやっていきたいと思っています。

3点目は、先ほど井上さんから吉田さんからありましたけれど、性能指標の値が施工直後の値だけだったというのがございますが、最終目標はあくまで管

理水準を表す性能指標だと思っています。それは施工直後を守ればいいのではなくて、その設計期間が10年なら10年の間必ず守っていかなければならない指標としての管理水準、これを是非設定していきたいというふうに思っています。

中村 それでは設計、それから性能指標の確認について、今後検討すべき方向を、吉田さんのほうからお話下さい。

吉田 まさに性能の確認の方法だと思います。設計も自由ですし、どういう作り方も施工もたぶん自由ですから、それをどうやって確認するかです。

今、挙げられている三指標とプラス1の浸透水量ですね、それについても疲労破壊輪数の評価方法が、タイヤ路面騒音よりも一般的でないという、まだツールがないと言ってもいいぐらいの状態ですから、それをなんとかしなくちゃいけない。

それから塑性変形輪数もホイールトラッキング試験でいい、測定できますと言っておきながら、その測定方法については明確に書いてないんですね。道路協会の試験法便覧にもありますけれども、あれで十分なのかどうかそれもレビューしなくちゃいけないですし、省令で数値まで決められているものをちゃんと評価する方法がないと。しかも性能規定発注とかで、これが契約の場でちゃんとできている、できてないという時に、お互いが認め合うようなクリアの評価法にしておかないといけないというのがありますから、今すでに省令で決めたものについてもクリアにしくちゃいけない。

今後出てくる性能指標については、技術基準あるいは省令に書く時には、性能を表す指標と基準値と測定方法の3点セットじゃないと書けない話ですから、それが書けるように性能評価の方法をきっちりクリアにしていく。しかもそれは、今日は出なかったですけども、たぶん性能規定化することというのは、非関税障壁を排除しなくちゃいけないという国際化の見方もかなり入っているはずで、国際問題は井上さんのほうがお詳しいですけども、そういうものに備えて、ちゃんとクリアしておかないといけないなと思っております。

中村 それでは施工関係で、井上さん、今後の技術基準の方向についてお話していただければ。

井上 また先ほどの大規模な修繕の時と同じような言い方で叱られるかもしれませんが、指標3点セットミニマムを決めた評価値です。その道路の性格に合ったレベル分けを設けていくことが施工技術を生かすという意味では必要じゃないのかなと考えます。最少値

で決めると誰でもやれるという感じを持ちますもので。

海外等も、やはり高速、国道、地方道ではそれなりの例えば平坦性でも差を設けておりますもので。それともう1つは、評価法は今、吉田さんからもお話があったように、やはりほかの国が入ってきても、これには技術的に自信が持てるというレベルで、調和できるような評価になっているか、比較やキャリブレーションで、相関が持てるような試験法となっているかです。これに関して必要な事項は今、進められておりますし、第2回のPIARC共通試験でも、日本の平坦性の値シグマと海外のIRI等も非常にいい相関も得られております。

そういうところは今後生かしていけるのですが、よそいろいろな調和がとれるような評価法というのを是非これから提示していただけないかなと考えます。これ以外ではだめだというものでは特に、例えば今の騒音では、これは前にも出しましたが、ある固有のものになってしまっておりますもので、それにある舗装延長も必要だというと、今までやってきた経験しか生かしようがなく、施工したものがすぐにいいか悪いかの判断ができないような状況になっています。共同研究で今後進められていきますので、それなりの適切な方法というのがまた出てくると思うんですが、基準値と相関のとれた管理手法が、工事をしていくほうにはどうしても必要です。あるいは、予め保証できる方法を、施工する側としては、どんどん考えていかなければいけないわけです。

それは省令なり基準で決めた試験法が、必要な時にこれと対応できるよういろいろな方法ができるようにと。ホイールトラッキング試験を当時の土木研究所のほうで、同じ供試体を送ってもらい、試験法もいろいろ機器によって違いがあった分も補正その他をやっていたいたということがあるんですが、それに近いような方法がうまく取れれば、都合がいいなと考えます。

今後決められる、滑りあるいは透水性などの試験法は、施工する側は絶えず標準と相関の取れるような方法で評価しながらものを作っていけるようにということを今後考えなければ、仕事はできないというふうに思っております。

柳橋 1点だけ。技術基準はあくまで性能指標の値の最低値を定めただけです。だからすべてその値以上とするとなっているわけですね。本来道路管理者がどんなものを作りたいかということで、例えば塑性変



井上 武美氏

形輪数なら3千回になっていますが、3千にしろと言っているわけじゃなくて、定めるなら3千以上にしないということを決めているだけなんですよ。だから発注者がここは5千必要なんだと思えば、5千ということはできます。

今は試行の段階なので、件数も少ないため、その辺の値の定め方については、本省でもいろいろと報告を聞いて、一応アドバイスはしていますが、決して3千にしないで指導をしているつもりはないです。

井上 分かりました。建前論から言えば、もうちょっとははっきりしておいてもらったほうが、やはりそれなりの技術をもったところが、そういうレベルの仕事に受注機会を増やすということになっていくと思いますものですね。

その他

中村 それでは最後になりますけれども、今回、従来の舗装の仕様規定という考え方が「技術基準」によって性能規定という考えに変わったということで、それによって何が期待できるのかと言うことをお話したいと思います。

具体的に今、柳橋さんのほうから、道路管理者がよく考えて、地域の実情、利用者のニーズ、こういうものを十分吸い上げることによって、その舗装の性能指標の設定等がなされていくという話もあったのですが、その辺「技術基準」に期待するもの、柳橋さんどうでしょうか。

柳橋 ちょっと座長の趣旨と違うかもしれないですが、技術基準が性能規定になったのは、僕はいい機会だと思います。

今、投資は減少しているし、業者数は増加しているということで、建設産業全体の経営環境っていうのは厳しいと思うのです。銀行の不良債権処理も促進さ

れているし、大手ゼネコンでもバブル崩壊で経営悪化しています。そういう中で、たぶん建設業界というのは再編不可避だというような状況だと思います。再編されるのであれば、先ほど井上さんが再三再四主張されている技術と経営に優れた企業が伸びられるような環境を整備していく必要があると思います。

そういう中で、何点か方策をやろうとしています。早急に実施することとしては、1点は、不良不適格業者の排除を徹底すること、それからもう1点は技術力を重視した入札契約をどんどんやっていくということです。この特に技術力を重視して入札契約をする中で、今回舗装の技術基準が性能規定化されたことは、非常に役に立つのではないかなと思っています。

中村 受注側サイドからですね、今言った技術力ということが非常に重要になってくると思うのですね。一方で、民間の技術力の評価という点から、舗装技術者の資格制度もさらに活用されてくると思います。

井上さん、技術力という観点からこの技術基準に期待するものはどういうところにあるわけでしょうか。

井上 奇しくも今、柳橋さんのほうからおっしゃっていただけて助かったんですが、やはり道路建設業界としては、不良不適格業者は去ってください、技術力を重視できるような仕事をさせてくださいという方向に進みます。ちょうど、この技術基準が性能規定化を盛り込んだということで、少なくともそのスタート、あるいはそういう方向にどんどん動いているというのが今、実感として持っています。

その中で、残念ながらというか、今まで多くが間接受注という格好で動いてきておりますもので、何かを決めると言っても決まったことしかやらないような技術者が育ち過ぎています。今後迅速に、基準の趣旨に合うように、技術と技術者自身の意識を変えていかなければしかたがないんじゃないかと考えています。そして変えないと生き残れませんよということで、もう1つは座長からお話が合ったようにそれなりの技術の資格を取って、舗装の技術を勉強しなきゃいけないわけです。

それから今までやってきたことをベースに、あるいはそれをどう整理して、次に生かしていくか、各社の技術者はその方向でどんどん進んでいると理解しています。

もう1つは、やはり性能規定を取り入れた技術基準が決められて、実際にその仕事をしていく人間が、先ほど吉田さんが申されましたけど、いろいろ舗装に対

してみんなが何を期待しているか、その期待しているものを俺たちは作っている、という社会的な使命感というのがもうちょっと大きくなっていくと思います。今までは、間接受注という不適切な関係で仕事をしてきた中では、ただやればいい、言われたことを終えればそれで問題なし、あとは知らない、非常に責任感がないような方向で来た面がなきにしもあらずです。今後、何べんもお話で出てきました、仕事を発注する管理者側も請け負う側も両方とも決めることには大きな関与を持っていくわけですから、自分の持っている技術を生かしながらそれなりの責任を果していくという面で、基準には大きな期待を持っておりますし、それなりの推進力があるんじゃないか、あるはずだと私は理解しております。

中村 では技術開発について、この基準に期待するという観点で吉田さんどうでしょうか。

吉田 その前にですね、井上さんがおっしゃったところですみません、技術基準にそこまで期待できないと思うんですよ。

というのは、技術基準は私さっきも言いましたが、物差しであって、省令から引っ張ってきた数値の運用がメインなんです。ただ、構造の原則だとかリサイクルだとか、施工の基盤をちゃんと考えましょうという大事なことも書いています。そここのところを分かっていたいて、道路管理者がいい道路、いい舗装、いいサービスのためにやりますというところだけ考えてくれるとこまでが技術基準の守備範囲だと考えます。おっしゃった不良不適格業者の排除なんていうのは、この外側ですね、発注のシステムなんですよ。

リスク分担の話だとかパートナーシップで責任もリスクも負ってくださいみたいなところはぜんぜんうまくいっていないんですね、今の発注のシステムだと。そっちをやらないと、これにだけではですね……。

中村 だけどそれを変える1つの要素が、今度の「技術基準」なんじゃないのかなっていう気がするんですけどね。

吉田 そう思いました。(笑)

井上 そうでないと、性能の値にレベル差を設けておりませんもので。

吉田 そうなんですね。

井上 また繰り返しになるのですが、やはり誰でもできるようなものでしか発注しないという制度、最低限で出されている面がありますもので。やはりその道路を管理されている人が、利用者や周囲の方から要求さ

れている面も入れて、性能指標値を設定され、それで工事としてやれるところはやってくださいという方向に、なっていくきっかけにはなって欲しいですね。それが、必要な場合は、施工直後だけでなく何年間もということは記されておりますもので。やはりスタート点ですから、だんだんその方向が望ましいんだということで、少しずつ必要な場合から、ある期間は必要だよということになっていって欲しいですね。

中村 技術開発にひと言ないですか。

吉田 技術開発、そういう意味では井上さんのおっしゃるとおり、これがある意味で引き金を引きました。もう仕様は縛りません、設計法なんでもいいです、評価法だけ、われわれは評価するための道具を持って待ち構えていますから、自信のあるものを持ってきてくださいと。

しかもライフサイクルコストをうたいましたから、少々高くてもいいですよ。20年もって高いもの、10年しかもたなくて安いもの、どちらを選ぶかはそれは道路管理者の判断ですけども、高くてもいいという道もできたわけですから、そういう意味では評価する側の力量は当然必要ですけども、施工者、あるいは受注者が技術開発をして、売り込む土壤ができたと思っています。

柳橋 ちょっと「高くてもいい」という言葉で言われちゃうと、誤解を生むんでね、要は将来のことを考えた上、トータルコストが安いということなんでね、初期投資が高くてもトータルコストは安いです、やっぱ、安いほうがいいですよ。

井上 すべてトータルで見るということですね。初期が高いとかなんとかと言う言い方ではないと思うんですね、今のは。たまたまそういうものをが排除されがちですから、今、吉田さんがうまいことそう言ってくれただけで、実際はこちらからの言い方としても、ある設計期間内ではトータルとして安くなりますからこの方法をということでいろいろなものを開発していく。それがやはり生き残っていくため、あるいは技術開発が商売の種だということは、業界は全部、そう考えていると思います。

ですから技術開発には凌ぎを削っているというんですか、競争を相変わずしておりますというのが現状ですね。今まではどっかがやれば全部横並びになるまでそういうものは一切使わないというのが要綱の世界でしたけど、今後はそれが違っていくと思いますね。レベルがあったとしても、トータルで見ればどれがい

いかというのとはもっとはっきりしてきますね。今までは初期だけに限ってありましたもので、性能はまあまあだけど安い、まあまあだったら安いほうこうなっていたんです。

それが少し変わってくることを期待したいですね。

中村 ありがとうございます。いろいろご議論いただいたわけですが、今までの画一的な舗装の考え方から自由度が非常に広がったというのが、この「技術基準」の大きな特徴だというふうに思います。ただ、これを今後十分生かしていくためには、道路管理者が、利用者や沿道の方々のニーズ、こういうものを十分汲み取って性能指標を設定していくということが必要になってきます。

技術開発という面では、これは官民合わせて、新しいものでもどんどん使えるのだという基本的な考え方に立って進めていくことが出来る。その技術が良いものなら、実際の舗装に生かされていくということを認

識することが重要になってくるというふうに思います。

また施工者側にとっても、決められた性能を満足する舗装を自由な発想に基づいて施工するための、いろんな技術力というものが非常に重要になってくると思います。まさに今後の企業間の競争が厳しくなる中で、それぞれの技術を開発して生かしていく、その中で舗装に関わる技術者の位置づけというものも重要になってくると思います。技術力というのが会社の存亡に関わる大きなファクターになってくるのだということが「技術基準」を受けた流れとして出てくるというふうに思っています。

戦後の長い間、「舗装要綱」という流れの中で動いてきた舗装が、新たに「技術基準」の制定により、大きく自由度が開けたということだと思いますので、今後さらに「技術基準」がよい方向に進んでいって、舗装技術が大いに発展することを期待したいと思っています。本日は、ありがとうございました。



☆2000年版発行のお知らせ☆

日本アスファルト協会・発行

『アスファルト・ポケットブック』2000年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文91ページ・実費頒価1部 1,000円(送料込)

FAXにてお申し込み下さい。

主 な 内 容

- アスファルト需要の推移
- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- アスファルト合材の製造実績
- 改質アスファルトの出荷実績
- アスファルト乳剤の出荷実績

- 道路投資額とアスファルト需要
- 新道路整備5カ年計画
- 平成12年度の道路予算
- 道路特定財源の推移
- 道路の整備状況
- 石油供給計画
- 世界の石油アスファルト生産量
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 日本アスファルト協会の概要
- 住所録
- 関連官庁・関連団体

舗装用ストレートアスファルトの品質規格に関する調査 —材料開発分科会調査中間報告—

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会

1. はじめに

今回の特集は、当協会の材料開発分科会で今まで検討を進めてきた舗装用ストレートアスファルトの品質規格のあり方について中間的なとりまとめを行った成果を報告しようとするものである。舗装用ストレートアスファルトは舗装用材料の中でも、昔から現在に至るまで広く使用されてきた代表的な材料である。最近では耐流動舗装や排水性舗装といった、特定の機能が求められる箇所で使用される改質アスファルトが注目されがちであるが、舗装用バインダーとして全体のおよそ9割を占めるストレートアスファルトの役割は品質やコストの面で決して無視されるべきものではないであろう。

現在一般に使われている舗装用ストレートアスファルトの規格は1980年に従来から使用されていた道路協会規格をもとにJIS規格として位置づけられたもので以後20年以上特段の見直しは行われず現在に至っている。最近国土交通省で策定された「舗装の構造に関する技術基準」では、舗装に関わる設計、材料についても供用性との関連が重視され、これとともに性能規定の考え方が積極的に取り入れられている。一方、欧米諸国においてもSHRP（米国の新道路計画）やCEN（ヨーロッパ標準化機構）などの取り組みに見られるように舗装に使用するストレートアスファルトについてもより供用性を高めるという視点から適切な材料の

選択が可能となるような規格の提案が行われている。

近年公共事業に対してより質の高い対応が求められるなか、舗装を取り巻く世の中の流れも、低コストで質の高い供用性を発揮出来るような設計や材料選択を適切に行うとする試みが重視されるようになってきている。このようななか舗装用ストレートアスファルトについても原点に戻り、その品質の実態を踏まえながらより望ましい規格のあり方について、技術的な検討を行うことは時機を得た取り組みではないかと思う。

このような考え方にたつて、当分科会では、我が国や海外における舗装用ストレートアスファルトの品質規格の実態や、ストレートアスファルトの品質性状と混合物、供用性状との関係、等について調査を行うとともに、更に、舗装関係機関に対してアンケート調査を行いこれらの結果について報告する。また、本報告をまとめるにあたっては、今回の調査の結果も踏まえて、今後の舗装用ストレートアスファルトの品質規格のありかたについて望ましい方向性を提案したいと考えている。

今回の特集を通して舗装に関わる様々な方々が一度舗装用ストレートアスファルトという一つの材料に関心を持って頂き、これからの舗装についてより良い供用性状を低コストで提供するためにこの材料が果たす役割について今後とも前向きな取り組みを行って頂けることを切に期待したいものである。

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会

(敬称略)

氏 名	所 属	氏 名	所 属
◎ 吉兼 秀典	三重県県土整備部長	武田 雄	日本道路㈱技術本部技術研究所第二研究室長
坂本 浩行	ニチレキ㈱技術研究所副所長	立石 大作	日石三菱㈱中央技術研究所燃料油グループ主事
秋元 恭志	出光興産㈱製造部石油技術センター燃料油技術課	田中 晴也	コスモ石油㈱中央研究所燃料・アスファルトグループ副主任研究員
大野 滋	日本道路公団試験研究所道路研究部舗装研究室長	姫野 賢治	中央大学理工学部土木工学科教授
奥田 浩二	ニチレキ㈱技術研究所研究員	峰岸 順一	東京都土木技術研究所技術部主任
向後 憲一	日本舗道㈱技術研究所研究第2グループ主任研究員	明嵐 政司	独立行政法人土木研究所材料地盤研究グループ（新材料）上席研究員
鈴木 秀輔	大成ロテック㈱技術研究所第2研究室課長代理	柳橋 則夫	国土交通省道路局国道課企画専門官
鈴木 秀夫	㈱ガイアートクマガイ技術研究所上席研究員	吉田 武	独立行政法人土木研究所基礎道路技術研究グループ（舗装）上席研究員
瀬尾 彰	昭和シェル石油㈱中央研究所第一研究チーム研究三グループ		

◎分科会長

2. 舗装用ストレートアスファルトの品質規格の変遷

2.1 アスファルトの製造方法及び品質

石油アスファルトは、基本的に原油を蒸留して製造される。昭和32年（1957）以前は回分式（バッチ式）蒸留が主体であったが、現在では連続式蒸留により製造されている¹⁾。また製造方法で分類すると、①蒸留法によるもの、②空気による酸化反応を施すもの、③溶剤脱瀝アスファルト等とブレンドし製造する方法の3種類に大別される。このうち溶剤脱瀝アスファルトを用いる方法は、潤滑油の製造に溶剤脱瀝法が導入されはじめた昭和43年（1968）頃から採用され始めた。

ストレートアスファルトは、減圧蒸留装置で所定の針入度のアスファルトを製造する方法（主に小規模の製油所で実施）と、高針入度の減圧残査と、低針入度の減圧残査（溶剤脱瀝アスファルトを用いる場合もある）をブレンドし、所定の針入度のアスファルトを製造する方法がある（主に大規模の製油所で実施）。昨今の製油所の統廃合、集約化を鑑みるに、今後はブレンド法によるストレートアスファルトの割合が増加するものと考えられる。

このようにして製造されたアスファルトの性状は、主に原料である原油油種に依存しており、アスファルトの品質の変遷を議論する場合、輸入原油種の変遷を考える必要がある。図-1に戦後から現在に至る我が国の輸入原油構成を示す²⁾。

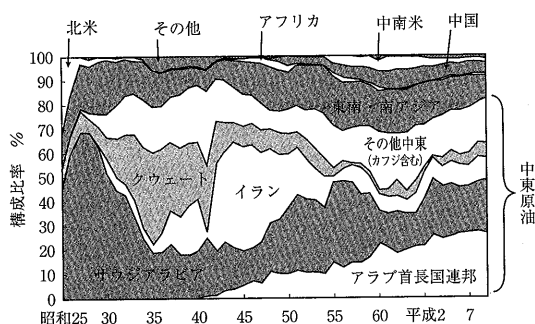


図-1 我が国の輸入原油構成比率の推移

戦後、昭和35年頃までは北米からの輸入原油よりアスファルトが製造されていた。その後昭和40年頃まではクウェート原油を中心に、その後はカフジ、アラビアンヘビー、イラニアンヘビー等の原油を中心に用い、最近ではカフジ、アラビアンヘビー、ミディアム、クウェート、アッパーザクム、イラニアンヘビー、アラビアンライト、その他中東系原油の順に使用されてい

る³⁾。アスファルト製造に用いられる原油種は次第に中東原油に収束しており、この傾向は今後も続くと考えられる。

2.2 規格制定時または改定時の背景とその意義

2.2.1 アスファルト規格の変遷

石油アスファルトの規格の変遷は本誌⁴⁾に詳しい。これによれば、石油アスファルトの規格として最も古いものは大正11年（1922）に創立された東京市道路局試験所（現東京都土木技術研究所の前身）の材料購入仕様書の規格であると言われている。

昭和に入り、アスファルト舗装の工事が盛んになるに伴い、アスファルトの規格統一が進み、昭和2年（1927）には内務省土木局規格「歴青質材料標準試験方法」が、昭和7年（1932）には日本標準規格（JIS）第173号K27石油製品が制定された。

第二次大戦中は物資不足のため、細かい規格を制定しても材料が入手できなくなったため、JISは昭和16年（1941）に改訂され臨時JIS59号石油製品第21条となった。これは規格項目も少なく、また緩い規格であった。当時は舗装にスラッジアスファルト、オイルサンド、ロックアスファルト、松根タールなども用いられていた。

戦後、道路整備が再開されると（社）日本道路協会は、昭和23年（1948）に道路工法新書第1号「MC工法」を、昭和25年（1950）に「アスファルト舗装要綱」を刊行し、この中で舗装用アスファルトとしてアメリカのAsphalt Instituteの規格を紹介した。

昭和24年（1949）には国内での石油精製が再開され、中東原油を用いた石油アスファルトの生産が始まった。このため市場には戦前からの国産の原油から精製されたアスファルト、北米ナフテン系原油から精製されたアスファルト、さらに中東原油を起源とする多種多様なアスファルトが流通することになった。

このような状況下では戦前の規格では不十分となり、技術的検討、規格改訂が進められた。

昭和29年（1954）の第2回日本道路会議において、規格に合格するアスファルトでも15℃伸度の低いものについては施工管理に留意することが、また昭和30年（1955）の第3回日本道路会議では、アスファルトの粘度表示に動粘度を用いることなどが提案された。

これらの検討を受け、昭和31年（1956）に日本工業規格（JIS）K2207「石油アスファルト」が制定され、また昭和32年（1957）には舗装用ストレートアスファルトの品質を規定した日本道路協会規格が制定された。

昭和31年のJIS K2207ではアスファルトの使用用途は道路舗装用、水利構造物用、防水用、電気絶縁用、工業用と定義され、非常に幅広い規格であった。またアスファルトをストレートアスファルトとブローンアスファルトに大別し、それぞれを針入度によりグレード分けするものだった。この分類は諸外国もほぼ同様で、現在でもそのまま受け継がれている⁵⁾。

また昭和32年の日本道路協会規格では、針入度分類の他に、5、10、15、25℃における伸度によるA、B、C型の分類が設けられた。これは、原油ソースが多様化し、同一針入度でもその他の性質、ことにアスファルト混合物の性質が異なっていたことに対し、施工現場での理解が十分になされていなかったことに依るもので、トラブルを避ける目的でA、B、C型に区分して使い分けられた⁶⁾（例えば40～60A、60～80Bなど）。

しかし、輸入原油として中東系が大半を占めるに至り、この分類も不要となり、昭和42年の改訂では姿を消している。

なお昭和31年のJIS K2207には伸度による分類は採用されていないが、昭和35年4月に、昭和32年の日本道路協会規格を受ける形で、10、15、25℃における伸度による甲、乙型の分類（例えば、40～60甲、60～80乙など）が設けられたが、昭和43年の改訂で廃止されている。

JISおよび日本道路協会規格は、その後石油事情による石油アスファルトの品質変化、使用者からの要請などを受けてそれぞれ改正されたが、昭和55年（1980）にJISが改正され、40～60、60～80、80～100、100～120が日本道路協会規格と完全に整合された。その結果、現在のアスファルト舗装要綱は「舗装用石油アスファルト」の規格としてJIS K2207-1980を掲げている。

これら石油アスファルト規格の推移を表-1、また舗装要綱に定められる「舗装用石油アスファルト」の規格の推移を表-2、表-3、また昭和35年4月のJIS K2207における伸度分類を表-4に示す。

表-1 石油アスファルト規格略年表

年代	日本道路協会規格	JIS規格	背景
1950 (S25)	アスファルト舗装要綱発行		アメリカのAsphalt Instituteの規格を紹介
1956 (S31)		石油アスファルトのJIS制定 (JIS K2207-1956)	
1957 (S32)	日本道路協会昭和32年規格制定 伸度によるA、B、C区分採用 (昭和36年版要綱に採用)		原油ソースの多様化による性状差を規格化
1960 (S35)		改正 (JIS K2207-1960) 伸度による甲、乙区分採用	原油ソースが中東系に偏り、伸度区分が不要に。
1967 (S42)	改訂 (昭和42年規格) A、B、C区分廃止。 軟化点の上限設定		
1969 (S43)		改正 (JIS K2207-1969) 甲、乙区分廃止	
1972 (S47)	昭和47年暫定規格制定 (昭和50年版要綱に採用) 薄膜加熱試験の採用 蒸発後針入度比試験の採用		厳しくなる供用条件と、施工時に問題を起こさない材料を目指す。
1978 (S53)	改訂 (昭和53年規格) 40～60の規格化、100～120の削除 蒸発減量、蒸発後針入度の削除		
1980 (S55)	道路協会規格として JIS K2207-1980を掲載	改正 (JIS K2207-1980) 40～60、60～80、80～100を道路協会規格に整合	

表-2 日本道路協会規格の変遷 (その1)

規格名 (要綱発行日)	昭和25年度 アスファルトセメント (1950.5.1)	昭和32年度 石油アスファルト (1961.2.1)	昭和42年度 舗装用石油アスファルト (1967.12.30)	昭和47年度 舗装用石油アスファルト (1972.11.1)	昭和53年度 舗装用石油アスファルト (1978.6.15)	昭和63年度 舗装用石油アスファルト (1988.11.11)	平成4年度 舗装用石油アスファルト (1992.12.5)
針入度	40~50	40~60			40~60	40~60	40~60
	50~60	60~80	60~80	60~80	60~80	60~80	60~80
	60~70						
	70~80						
	80~90	80~100	80~100	80~100	80~100	80~100	80~100
	90~100						
	100~120	100~120	100~120	100~120	100~120	100~120	100~120
	120~150	120~150	120~150	120~150			
	150~200	150~200					
	200~300	200~300					
軟化点 ℃	40~50	40以上			47.0~55.0	47.0~55.0	47.0~55.0
	50~60						
	60~70		43.0~53.0	44.0~52.0	44.0~52.0	44.0~52.0	44.0~52.0
	70~80						
	80~90		41.0~51.0	41.0~51.0	42.0~50.0	42.0~50.0	42.0~50.0
	90~100						
	100~120	35以上	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0	40.0~50.0
	120~150		38.0~48.0	38.0~48.0			
	150~200	30以上					
	200~300						
伸度 cm	100以上 (25℃)	表-3 参照			100以上 (15℃)	100以上 (15℃)	100以上 (15℃)
	40~50						
	50~60						
	60~70		100以上 (25℃)	100以上 (25℃)			
	70~80						
	80~90						
	90~100						
	100~120	60以上 (25℃)					
	120~150						
	150~200						
	200~300	60以上 (16℃)					

表-2 日本道路協会規格の変遷(その2)

規格名 (要綱発行日)	昭和25年度 アスファルトセメント (1950.5.1)	昭和32年度 石油アスファルト (1961.2.1)	昭和42年度 舗装用石油アスファルト (1967.12.30)	昭和47年度 舗装用石油アスファルト (1972.11.1)	昭和53年度 舗装用石油アスファルト (1978.6.15)	昭和63年度 舗装用石油アスファルト (1988.11.11)	平成4年度 舗装用石油アスファルト (1992.12.5)
蒸発減量 %	40~50	0.5以下					
	50~60		0.3以下	0.3以下			
	60~70						
	70~80						
	80~90						
	90~100						
	100~120		0.5以下	0.5以下			
	120~150						
蒸発後の針入度	150~200	70以上					
	200~300						
	40~50						
	50~60		75以上	80以上			
	60~70						
	70~80						
	80~90						
	90~100		70以上	75以上			
蒸発後の針入度比 %	100~120	60以上		70以上			
	120~150						
	150~200						
	200~300						
	40~50				110以下	110以下	110以下
	50~60						
	60~70			110以下			
	70~80						
蒸発後の針入度比 %	80~90			70以上			
	90~100						
	100~120						
	120~150						
	150~200						
	200~300						
	40~50						
	50~60						

表-2 日本道路協会規格の変遷(その3)

規格名 (要綱発行日)	昭和25年度 アスファルトセメント (1950.5.1)	昭和32年度 石油アスファルト (1961.2.1)	昭和42年度 舗装用石油アスファルト (1967.12.30)	昭和47年度 舗装用石油アスファルト (1972.11.1)	昭和53年度 舗装用石油アスファルト (1978.6.15)	昭和63年度 舗装用石油アスファルト (1988.11.11)	平成4年度 舗装用石油アスファルト (1992.12.5)
薄 膜					0.6以下	0.6以下	0.6以下
膜 加				0.6以下			
60～70							
70～80							
80～90							
90～100							
100～120							
120～150							
150～200							
200～300							
薄 膜					58以上	58以上	58以上
50～60				50以上	55以上	55以上	55以上
60～70					50以上	50以上	50以上
70～80							
80～90							
90～100							
100～120							
120～150							
150～200							
200～300							
99.5以上	99.5以上	99.5以上			99.0以上	99.0以上	99.0以上
40～50					三 塩 化 エ タ ン 可 溶 分		
50～60			99.5以上	99.5以上	%		
60～70							
70～80							
80～90							
90～100							
100～120							
120～150							
150～200							
200～300							
四 塩 化 炭 素 可 溶 分							
%							

表-2 日本道路協会規格の変遷 (その4)

規格名 (要編発行日)	昭和25年度 アスファルトセメント (1950.5.1)	昭和32年度 石油アスファルト (1961.2.1)	昭和42年度 綿装用石油アスファルト (1967.12.30)	昭和47年度 綿装用石油アスファルト (1972.11.1)	昭和53年度 綿装用石油アスファルト (1978.6.15)	昭和63年度 綿装用石油アスファルト (1988.11.11)	平成4年度 綿装用石油アスファルト (1992.12.5)
引火点 ℃	40～50	230以上			260以上	260以上	260以上
	50～60		240以上	260以上			
	60～70						
	70～80						
	80～90						
	90～100						
	100～120	200以上	210以上	210以上			
比重	120～150			200以上			
	150～200						
	200～300	180以上	200以上		1,000以上	1,000以上	1,000以上
	40～50						
	50～60			1,000以上			
	60～70						
	70～80						
	80～90						
	90～100						
	100～120						
	120～150						
	150～200						
	200～300						
			・比重、温度-粘度曲線を付記すること	・60～80、80～100については、120℃、140℃、160℃、180℃における動粘度をcgs単位で明示。 ・剥離抵抗性に関する試験を行うことが望ましい。	・40～60、60～80、80～100については、120℃、140℃、160℃、180℃における動粘度を試験表に付記しなければならない。	・各種類とも 120℃、150℃、180℃における動粘度を試験表に付記しなければならない。	・各種類とも 120℃、150℃、180℃における動粘度を試験表に付記しなければならない。

表－3 日本道路協会規格の変遷（昭和32年度伸度）

種類		昭和32年度 石油アスファルト (1961.2.1)			
			10℃	15℃	25℃
伸 度 cm	40～50	A	100以上	100以上	100以上
	50～60	B	30以上	100以上	100以上
		C	5以上	70以上	70以上
	60～70				
	70～80	A	100以上	100以上	100以上
	80～90	B	30以上	100以上	100以上
	90～100	C	10以上	70以上	70以上
	100～120		5℃	10℃	
		A	100以上	100以上	
	120～150	B	30以上	100以上	
		C	5以上	70以上	
	150～200	A	100以上	100以上	
		B	50以上	100以上	
	200～300				

A型：アスファルト基原油から製造したもの。固形パラフィンの含有量は1%以下。低温でも比較的良く伸びる。
 B型：混合基原油から製造したもの。固形パラフィンの含有量は3%程度。伸度特性はA，Cの中間。
 C型：パラフィンを比較的多く含む混合基原油から製造したもの。僅かに空気処理（酸化処理，ブローイング）を行っている。

表－4 JIS K2207における伸度分類（昭和34年）

規格名			JIS K2207 石油アスファルト (1959.4)		
			10℃	15℃	25℃
伸 度 cm	40～60	甲		10以上	100以上
		乙		100以上	
	60～80	甲		20以上	100以上
		乙	20以上	100以上	
	80～100	甲		30以上	100以上
		乙	30以上	100以上	
	100～120	甲	20以上	100以上	
		乙	100以上		

針入度40以下と針入度120以上のものには甲乙の区別はない。

2.2.2 試験について

アスファルトの試験については本誌^{7) 8) 9)}に詳しい。そこでは、幾つかの試験に対し次のように考察している。

- ・コンシステンシー：舗装の供用温度のうち、アスファルトが粘性領域にあると考えられる状態での「硬さ」をコンシステンシーと表現する。針入度，軟化点，60℃粘度試験をもって測定している。針入度は常温での，他の2点は最高供用温度付近のコンシステンシーを示していると考えられる。

60℃粘度試験はアメリカで規格として採用されている試験であり，我が国でもセミブローンアスファルトの規格として，その意義が認識され，針入度，軟化点よりも指標として適切との意見もある。しかしながら過去の規格項目の経緯や，試験の手間等を考えると，今後さらに検討が必要である。

- ・比重：アスファルト混合物の理論密度を求めるために規定されている。

- ・伸度試験：昭和36年（1961）道路協会規格が制定された後，昭和30年代末期まで（原油ソースが多様化していた時期），最も重要視された試験である。しかし現在では伸度試験結果と実用性能の関係が疑問視されており，当時ほどに意味のある試験として扱われなくなった。

- ・粘度試験：昭和42年アスファルト舗装要綱に報告の義務が明文化され，今日に至っている。今後規格試験として検討されるべきものであるが，精度が不明確であることと，規格値の範囲が決定困難であることから，測定値の報告に留めている。

- ・蒸発後の針入度比：昭和47年の暫定規格に採用されたもので，アスファルトの不均一性を問うた試験である。すなわち，蒸発試験後のサンプルで，未攪拌のものと同様の針入度で大きな差があれば，製造法に問題があるとしたものである。当初は石油アスファルト製造における減圧蒸留技術や性能が不十分であったため，軽質分がアスファルト中に残存することもあったが，今日の装置の性能は大幅に向上しており，アスファルト中の軽質分は0.1%以下となっている。従って試験の意義は薄れている。ただし，高針入度のアスファルトでは，軽質分を軟化剤として用いていることもあるので，この軽質分の性質によっては蒸発後の針入度比が大きくなることもある。

- ・薄膜加熱試験：欧米ではかなり古くから採用されていたが，我が国では昭和47年の暫定規格から採用された試験である。試験結果がアスファルトプラントでの骨材との混合によって劣化されたアスファルトと極めて近い値を示すので，アスファルトの実用性状を評価する良い試験と考えられる。

- ・フラース脆化点：寒冷地耐摩耗用アスファルトの規格試験として昭和36年から昭和47年まで採用された。ただし試験精度が低い，供用性との相関が明確でないなどの欠点がある。

- ・引火点試験：昭和25年の道路協会規格から採用されている試験である。製品の貯蔵，運搬，使用時における火災の危険性を知る目安となるとともに，製品の高温時の蒸発量を推定する目安ともなる。

2.3 市販舗装用アスファルトの品質性状

過去に市販されたストレートアスファルト（以下ストアス）の品質について，(社)アスファルト協会の統計資料¹⁰⁾をもとに解析を行った。

2.3.1 技術委員会による毎年の性状調査

この統計は(社)日本アスファルト協会技術委員会により、昭和49年より毎年実施されており、市販アスファルトの品質動向を把握することを目的としている。(1981～86年は統計無し。)またこの性状調査は、国内製油所へのアンケート方式による報告値を整理したもので、①各製油所の品質項目毎の試験値の最大値、最小値、全ロットの平均値を報告したもの、②調査対象期間が1年間、③測定機関は異なる、といった特徴があることに留意する必要がある。

これら報告値のうち、60～80について、針入度、軟化点、密度、TFOT質量変化、針入度残留率、引火点、動粘度について、それぞれの最大値(●)、最小値(■)を時系列に沿ってプロットした。これを図-1 a～1 dに示す。

針入度については、昭48年(1973年)に規格外の値(Pen=82)が報告されている以外、全て規格内におさまっており、またその傾向は最近まで変わっていない。

軟化点については、全て規格内におさまっており、またその傾向は最近まで変わっていない。

密度は1987年に一点低い値がある以外は、ほぼ一定である。また1990年代以降、若干密度の大きいサンプルが散見されるようになってきている。

TFOT質量変化は興味深い推移をしている。すなわち、1980年代後半以降、質量変化を起こさない(質量変化0)サンプルに収束する傾向が伺える。

針入度残留率は、1970年代半ばには60%弱から80%弱で推移していたが、80年代以降、80%を越えるサンプルが散見されている。

引火点は、最低値が260℃以上と報告されている事例が多いので、最高点を観察すると350～380℃程度で推移し、全ての期間に於いて大きな変化は認められない。

動粘度は、全ての期間に於いて大きな変化は認められない。また、1990年代以降、粘度測定値が安定する傾向にあることが伺える。

以上の結果より以下のことが考察された。

1. 60～80の性状統計値から、この統計期間における顕著な性状の変化は見出せなかった。
2. TFOT質量変化が0に収束傾向があることなど、他の性状も安定傾向にあることが示唆された。

2.3.2 昭和48, 49, 62年度の統計データ

この統計は(社)日本アスファルト協会技術委員会によ

り、昭和48, 49, 62年に実施されており、市販アスファルトの品質動向を把握することを目的としている。またこの性状調査は、国内製油所のサンプルを単一機関で測定したものである。この統計は、収集した市販ストアスそれぞれの性状の実測値を掲載しているため、年度内の性状のバラツキを観測することが出来る。

これらの統計データを、下記内容で抽出し、ストア品質の推移の検討を行った。

- ・ストレートアスファルト種類：60～80および80～100
- ・統計期間(サンプル数)：60～80 昭和48年度(16), 昭和49年度(15), 昭和62年度(23)
80～100 昭和48年度(23), 昭和49年度(25), 昭和62年度(11)
- ・抽出項目：針入度、軟化点、動粘度(120, 140, 160, 180℃)、比重、引火点、薄膜加熱後質量変化、薄膜加熱後針入度残留率

結果を図-2・図-3のa～gに示す。

a. 針入度-軟化点

針入度と軟化点の関係をプロットしたものである。60～80, 80～100ともに、昭和48年の統計で規格外品がある以外は、規格値からはずれるサンプルはない。

特に60～80においては、昭和48, 49, 62年の順で性状が収束する傾向が見受けられる。

b. 針入度-動粘度

針入度と動粘度の関係をプロットしたものである。60～80は針入度が高くなると動粘度が低下する傾向が認められる。また昭和48, 49, 62年の順に動粘度は収束し、かつ高くなる傾向が認められる。

80～100はサンプル数が少ないが、昭和48, 49, 62年の順に動粘度が収束する傾向が伺える。

c. 比重-動粘度

比重と動粘度の関係をプロットしたものである。60～80, 80～100ともに昭和48, 49, 62年の間に顕著な変化は見いだされない。

d. 針入度-薄膜加熱質量変化

針入度と酸化劣化の仕方を示す薄膜加熱後の質量変化の関係をプロットしたものである。60～80では昭和62年のサンプルは昭和48, 49年に比べ、明らかに質量変化0近傍に収束している。

80～100は昭和48, 49, 62年の間に顕著な変化は見いだされない。

e. 比重-薄膜加熱質量変化

比重と薄膜加熱後の質量変化の関係をプロットした

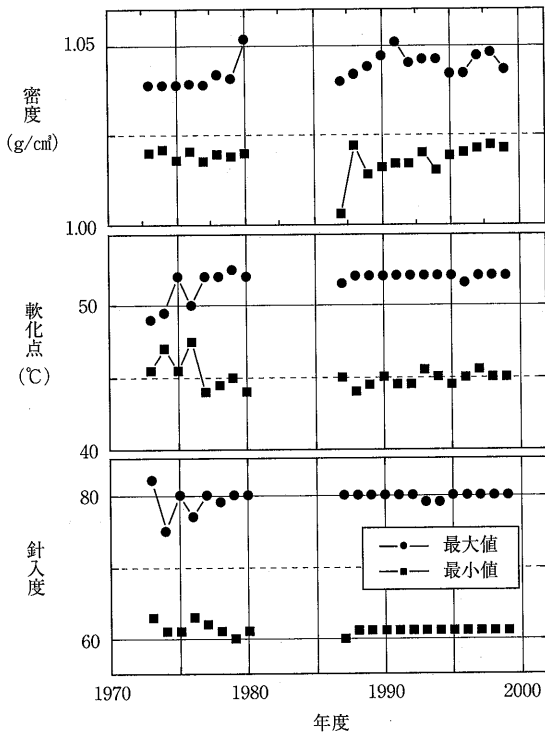


図-1 a ストアス60~80の性状推移

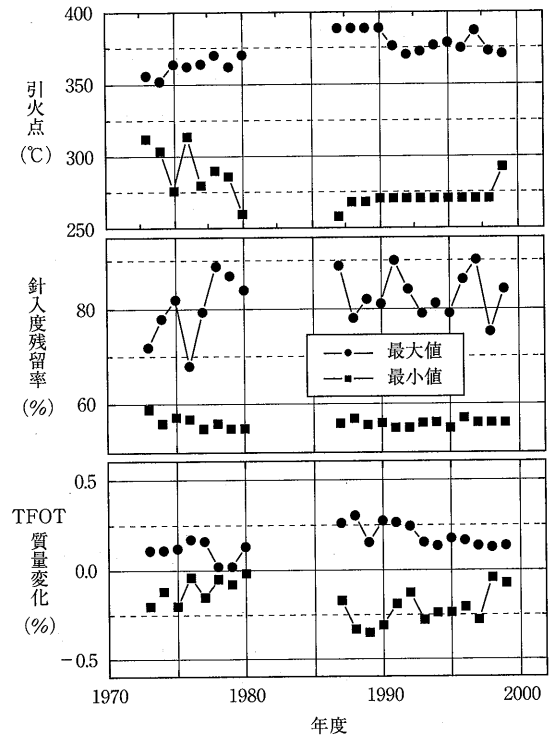


図-1 b ストアス60~80の性状推移

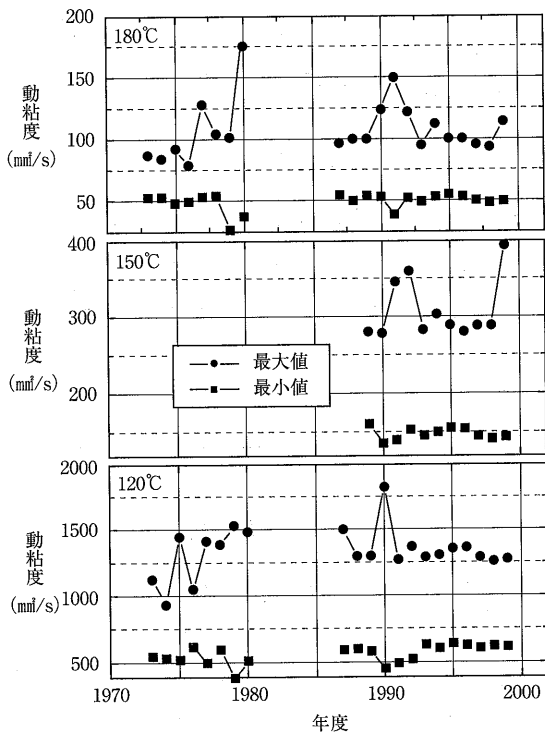


図-1 c ストアス60~80の性状推移

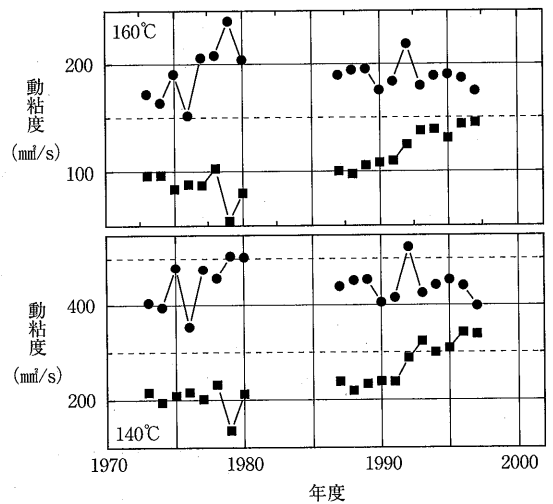
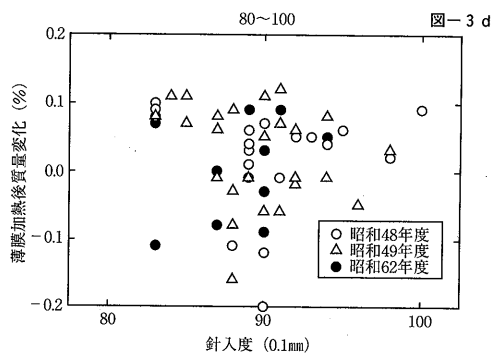
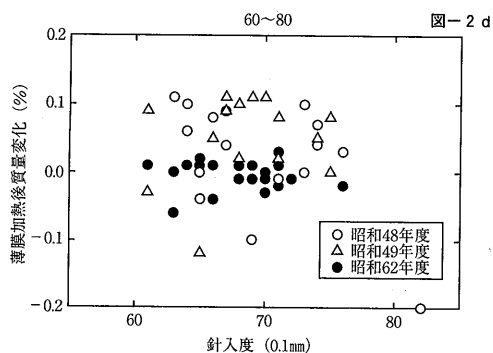
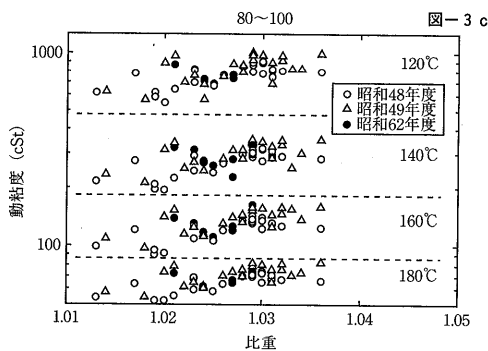
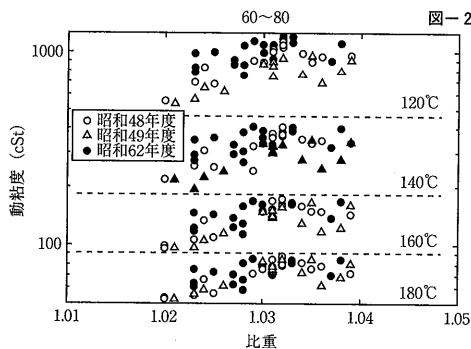
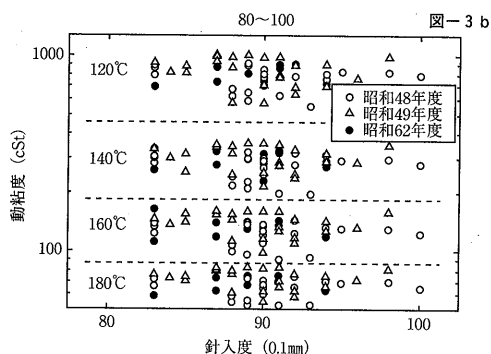
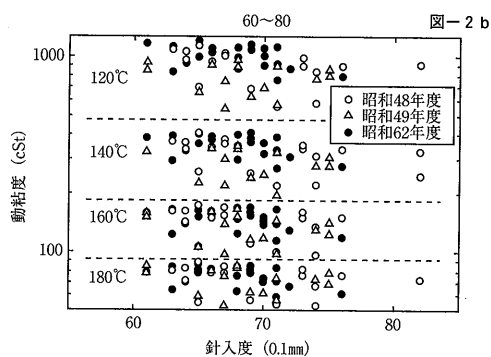
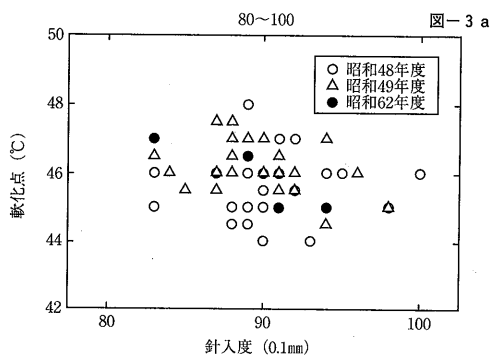
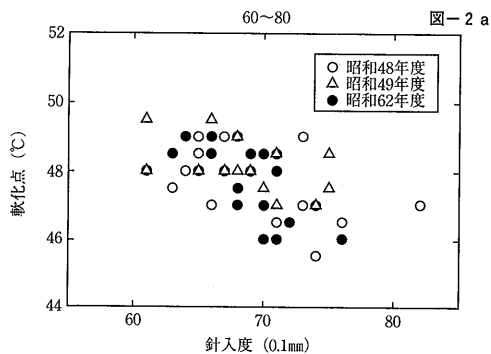
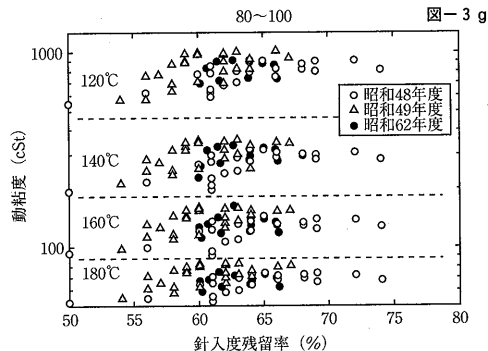
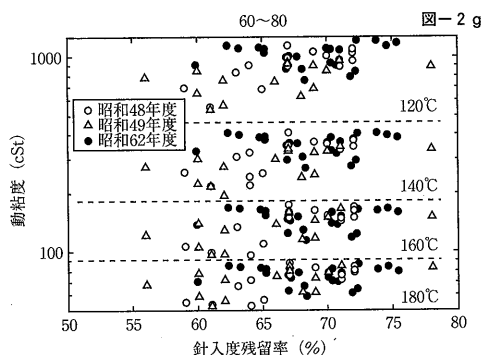
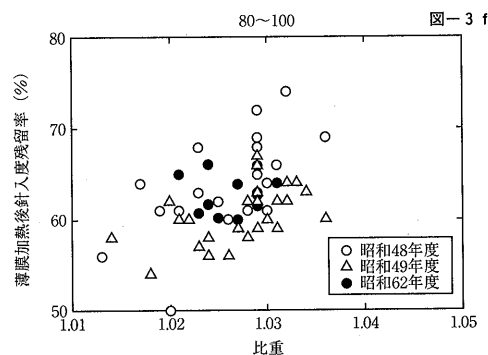
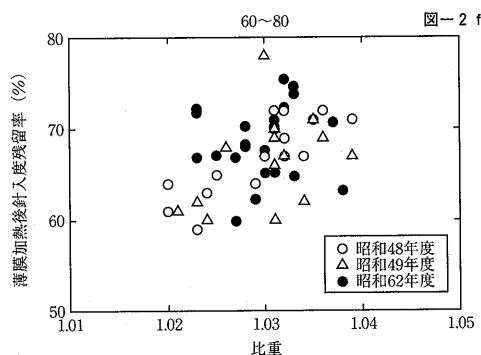
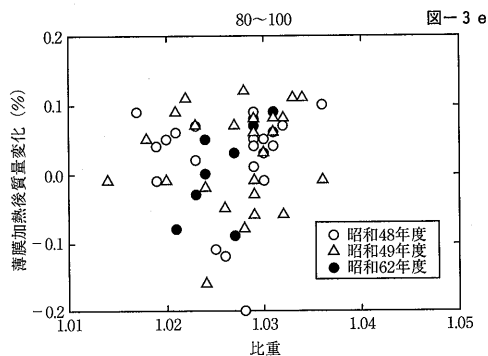
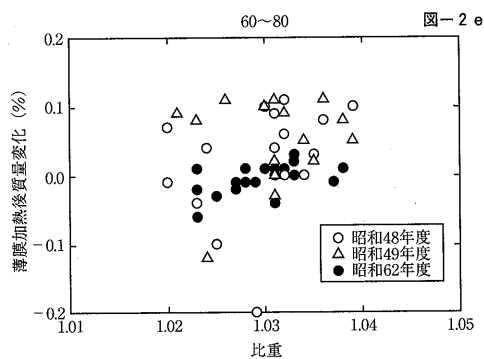


図-1 d ストアス60~80の性状推移





ものである。60~80では昭和62年のサンプルは昭和48、49年に比べ、明らかに質量変化0近傍に収束している。

80~100は昭和48、49、62年の間に顕著な変化は見いだされない。

f. 比重-薄膜加熱針入度残留率

比重と酸化劣化の程度を示す薄膜加熱後の針入度残留率の関係をプロットしたものである。60~80では昭和48、49、62年の間に顕著な変化は見いだされない。

80~100では昭和62年のサンプルは昭和48、49年のサンプルに比べ、針入度残留率60%近傍に収束して

いる。

g. 薄膜加熱針入度残留率-動粘度

薄膜加熱針入度残留率と動粘度の関係をプロットしたものである。60~80では昭和48、49、62年の間に顕著な変化は見いだされない。

80~100では昭和62年のサンプルは昭和48、49年のサンプルに比べ、針入度残留率60%近傍に収束していることが分かる。また動粘度との関係に大きな変化は生じていない。

以上の結果より以下のことが考察された。

1. 60～80, 80～100の性状統計値から、この統計期間における顕著な性状の変化は見出せなかった。
2. 60～80においては薄膜加熱後の質量変化が0に収束、また80～100では薄膜加熱後の針入度残留率が60%近傍に収束する傾向があることが認められた。

以上に示すこの期間におけるアスファルト品質の均質化は、生産用の処理原油ならびに製造方法の画一化などが要因として考えられる。

(文責 瀬尾 彰)

— 参考文献 —

- 1) 長谷川 宏, 「ストレートアスファルト」, ASPHALT, No.204, pp.15, (2000)
- 2) 石油連盟
- 3) 長谷川 宏, 「ストレートアスファルト」, ASPHALT, No.204, pp.15, (2000)
- 4) 牛尾俊介, 「道路用ストレートアスファルトの規格と試験方法について」, ASPHALT, No.157, pp.9, (1988)
- 5) ㈱日本アスファルト協会需要開発委員会編, 「品質・規格・試験」, ASPHALT, No.100, pp.27, (1975)
- 6) 岸文夫, 「アスファルトについて考えること」, ASPHALT, No.16, pp.5, (1960)
- 7) ㈱日本アスファルト協会需要開発委員会編, 「品質・規格・試験」, ASPHALT, No.100, pp.27, (1975)
- 8) 井町弘光, 用語の解説, ASPHALT, No.146, pp.89, (1986)
- 9) 伊藤正秀, 「アスファルトの品質試験」, ASPHALT, No.147, pp.47, (1986)
- 10) ㈱日本アスファルト協会, 「昭和48年度市販ストレート・アスファルトの性状調査について」, pp.25, ASPHALT, No.96, (1974) など

3. 舗装用ストレートアスファルトの品質性状と混合物・供用性状の関係

本章では日本国内における舗装用ストレートアスファルトに関し、その品質性状と実用性能との関連についてまとめた結果を報告する。まず3.1においてアスファルトのバインダー性状と混合物試験性状との関連について、3.2においてストレートアスファルトの品質性状と実路での供用性状との関連について調査した結果を報告する。さらに3.3において、日本国内のス

トレートアスファルトを米国のSHRP (Strategic Highway Research Program) 試験で評価した例について紹介する。

3.1 アスファルトバインダーの品質性状と混合物性状の関係

3.1.1 耐流動性

高温時におけるアスファルト混合物の耐流動性を評価する混合物試験として、ホイールトラッキング試験がある。ホイールトラッキング試験による動的安定度(DS)が大きく、あるいは変形率(RD)が小さいほど耐流動性が大きく、耐わだち掘れ性に優れるとされている。大きなDSを示す混合物とするためには、一般的に針入度が小さく、軟化点が高いアスファルトを用いることが有効であると認知されている。しかし定量的に見た場合、同程度の針入度でもホイールトラッキング試験結果が大きく異なる場合がある^{1) 2)} (図-4)。理由としては25℃のコンシステンシーが同じであっても、別の温度ではコンシステンシーが異なる場合が多いため、25℃で試験を行う針入度では、60℃での耐流動性を評価する動的安定度の推定は難しいこと等が考えられる。

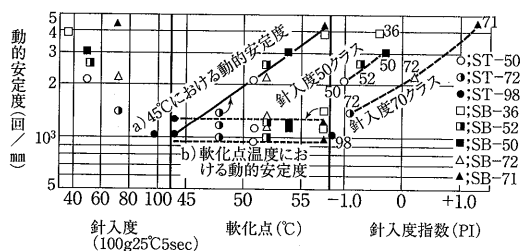


図-4 針入度、軟化点、針入度指数と動的安定度との関係²⁾

一方、軟化点とホイールトラッキング試験結果は比較的相关が高く、軟化点温度におけるDSは、ほぼ同程度となることが報告されている^{1) 2)} (図-4)。

また、60℃粘度もホイールトラッキング試験結果と相関が高いという報告が多い^{1) 3) 4)}。実際にセミブローンアスファルト、ポリマー改質アスファルトのようなストレートアスファルトと比較して高い60℃粘度を有するアスファルトを使用した場合、アスファルト混合物のDSは大きくなる (図-5)。

より実路に近い条件での混合物性状を評価するとされる試験として、回転式舗装試験がある。回転式舗装試験によるわだち掘れ量も軟化点、60℃粘度とある程度相関があり、60℃粘度が高い改質アスファルトほど、わだち掘れ量は小さくなる傾向が報告されている⁵⁾。

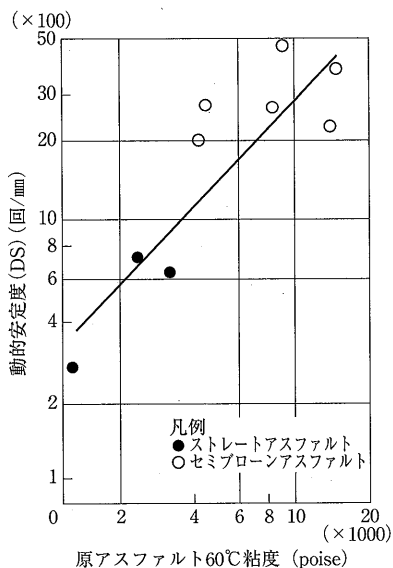


図-5 60℃粘度と動的安定度の関係³⁾

3.1.2 耐摩耗性

アスファルト混合物の低温における耐摩耗性を評価する指標としてラベリング試験によるすり減り量がある。アスファルトバインダーの針入度が大きい方が、ラベリング試験によるすり減り量は小さく耐摩耗性に優れることが報告されている⁶⁾ (図-6)。

しかし、耐摩耗性はアスファルトバインダーの針入度だけではなく、使用する骨材の硬さをはじめ、骨材粒度やアスファルト量等にも大きく影響を受けるため^{6) 7)}、ストレートアスファルトの性状のみで耐摩耗性の議論をするのは難しいものと思われる。

3.1.3 低温ひび割れ性

アスファルト混合物の耐低温ひび割れ性の評価試験として、曲げ試験が挙げられる。曲げ試験では低温下でのアスファルト混合物のたわみ性および脆化温度の評価ができるとされ、針入度が大きいア

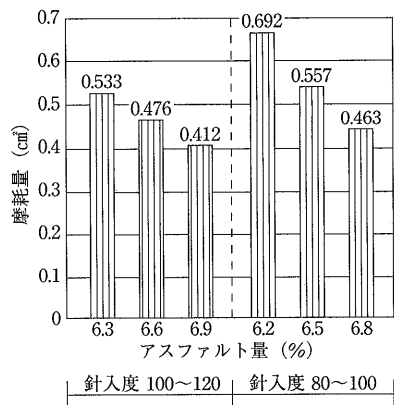


図-6 ラベリング試験結果⁶⁾

スファルトほど低温領域での応力緩和性が強く、混合物の曲げ試験における脆化温度は低くなる傾向がある^{1) 2)}。そして混合物脆化温度は、通常の25℃針入度よりも、より低温における5℃針入度の方が混合物脆化温度と相関が高く、さらにフラス脆化点と高い相関を示すことが報告されている¹⁾ (図-7, 8)。また、同程度の針入度の場合、針入度指数 (PI) が大きく感温性が小さいもののほど、混合物脆化温度は低くなる傾向がある²⁾ (図-9)。

アスファルト混合物の低温ひび割れ性を評価する試験としては温度応力試験等もあるが⁸⁾、公表されているデータが少ないのが現状である。

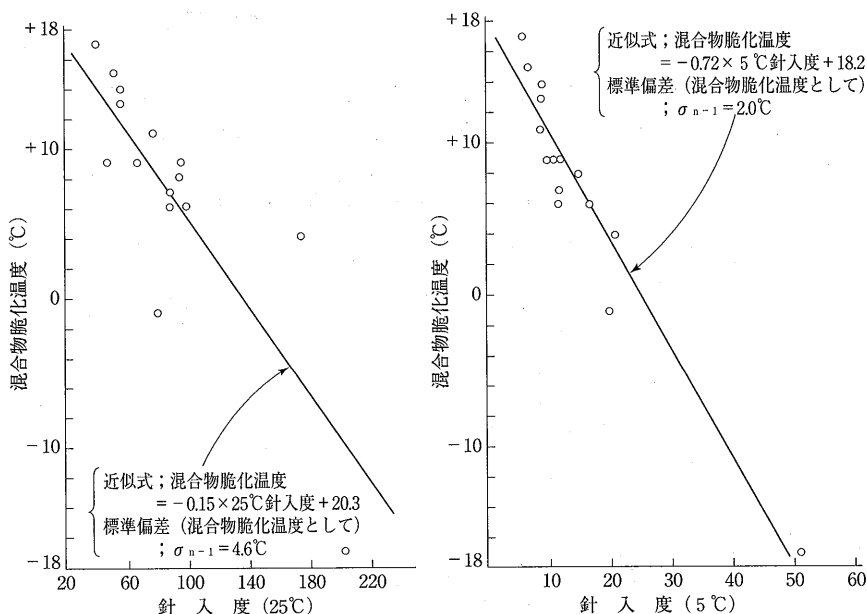


図-7 異なる温度における針入度と密粒混合物の脆化温度との関係¹⁾

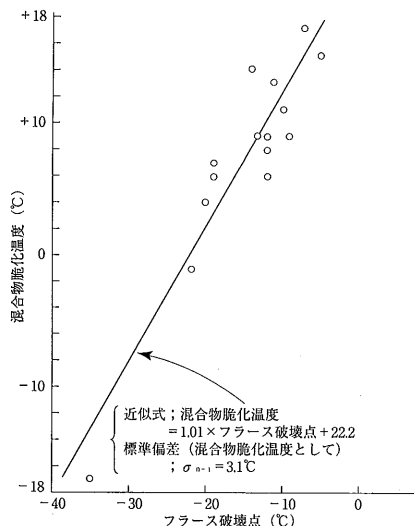


図-8 フラス脆化点と密粒混合物の脆化温度との関係¹⁾

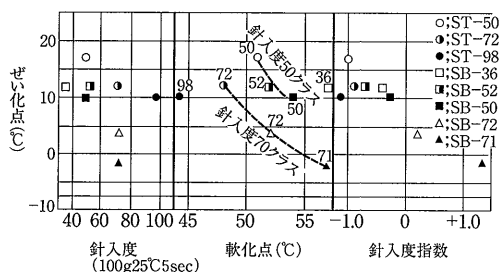


図-9 針入度、軟化点、針入度指数と混合物ぜい化点との関係²⁾

3.1.4 疲労抵抗性

アスファルト混合物の疲労抵抗性評価は、繰返し曲げ試験により混合物が破壊に至る載荷回数で評価す

る方法が一般的である。そしてアスファルトバインダーの針入度指数 (PI) が大きいほど、破壊回数が多くなり疲労抵抗性に優れる傾向が報告されている²⁾ (図-10)。

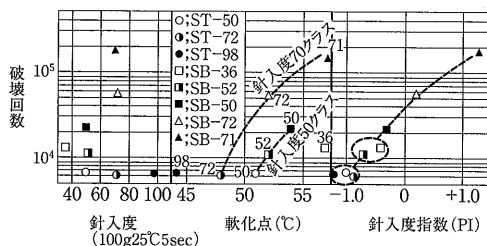


図-10 針入度、軟化点、針入度指数と混合物破壊回数 (10℃の場合) との関係²⁾

しかし、疲労性状評価には種々の試験方法が用いられており (表-5)、載荷の制御方式により挙動が異なるという報告がある⁹⁾ (表-6)。歪制御の載荷試験の場合、針入度が減少すると混合物のスチフネス (時間および温度の関数としての応力と歪みの比) が増加し疲労寿命は減少する。一方、応力制御の場合は、スチフネスが大きい方が疲労寿命は増加するとされている (図-11)。応力一定の場合、スチフネスが大きい混合物は歪みが小さいため、疲労寿命が増加するものと考えられる (図-12)。このように載荷の制御方式によりスチフネスと疲労寿命の関係は異なるが、厚いアスファルト層には応力制御が、薄い層には歪制御の疲労試験がそれぞれ適すると報告されている⁹⁾。

以上より、混合物の疲労性状とアスファルト性状との関係については、いくつか検討例はあるが、載荷の制御方式等によりその関係は異なるものと思われるた

表-5 疲労試験の試験方法、疲労寿命の定義⁹⁾

載荷方法 (試験機種類)	載荷制御方式	荷重履歴	応力波形	載荷時間
ビームの曲げ 回転片持ちばりの曲げ 片持ちばりの曲げ 円板の曲げ 円柱の引張り～圧縮 角柱の引張り～圧縮 版上のタイヤ走行	応力制御 歪み制御	単一載荷 複合載荷	サイン波 ブロック波 ハーバーサイン波	連続載荷 (休止時間無) 不連続載荷 (休止時間有)
疲労寿命の定義				
○供試体が完全に破断したとき ○供試体表面をクラックが横切ったとき ○スチフネスが初期値の60%に低下したとき ○応力が初期値の50%に低下したとき ○歪みが初期値の2倍に増加したとき ○たわみが急激に増加したとき etc				

表-6 アスファルト混合物のスチフネスおよび疲労寿命に与える要因の影響⁹⁾

要因	要因の変動	要因の変動による影響		
		スチフネス	応力制御の疲労寿命	歪制御の疲労寿命
針入度	減少	増加	増加	減少
アスファルト量	増加	増加	増加	増加
骨材表面性状	ラフな表面や角ばり形状の増加	増加	増加	減少
骨材粒度	開粒～密粒	増加	増加	減少
空隙率	減少	増加	増加	増加
温度	減少	増加	増加	減少

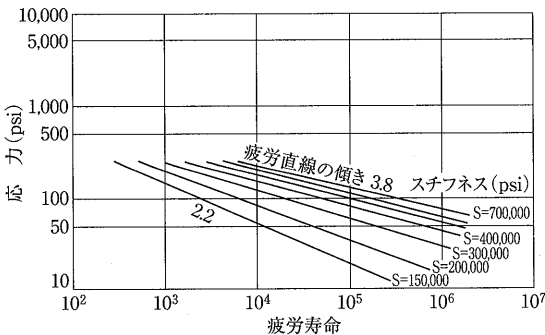


図-11 混合物の疲労性状に与えるスチフネスの影響⁹⁾

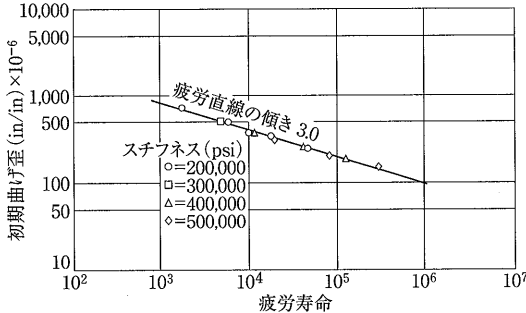


図-12 疲労性状と歪みの関係⁹⁾

め、一概に疲労抵抗性向上に効果的なアスファルト性状を定めることは困難である。評価対象とする混合物に求められる供用性の把握と、その評価に適した試験条件を特定する必要があるものと思われる。

3.1.5 はく離抵抗性

アスファルト混合物のはく離抵抗性についても、その試験法については多くの方法が存在する¹⁰⁾。その中で水侵ホイールトラッキング試験は、実路でははく離現象を良くシミュレートしており、この試験で行ったのはく離抵抗性の検討では、セミプローンアスファルト等の60℃粘度が高いアスファルトほどはく離率が小さ

くなるという報告がある¹¹⁾ (図-13)。しかし、ストレートアスファルトの粘度レベルのデータだけでは、顕著な傾向は把握できないものと考えられ、またはく離の問題は骨材の品質が大きく影響していることも事実であり、ストレートアスファルトの性状のみで議論することは難しいと思われる。

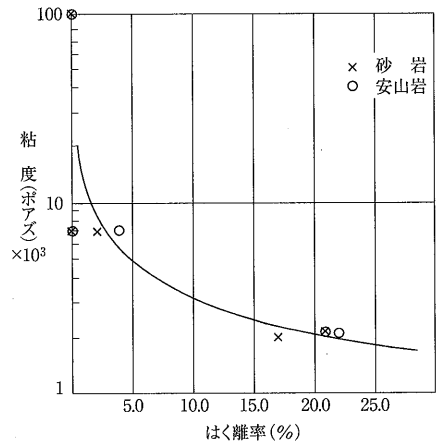


図-13 アスファルトの60℃粘度とはく離性の関係¹¹⁾

3.2 ストレートアスファルトの品質性状と供用性状の関係

3.2.1 ストレートアスファルトの性状と舗装体の流動わだち掘れ

ストレートアスファルト舗装においてわだち掘れの発生を抑制するためには、針入度が小さなグレードを選択すること、骨材の粒度を粗くすること、アスファルト量を低減することなどがあげられる¹²⁾。ストレートアスファルトの場合、交通が激しく流動によるわだちが懸念される個所では、針入度40～60の最も硬いグレードが用いられる。針入度が小さいということは相対的に硬い試料を選択することとなり、おのずと軟化点、60℃粘度が高い傾向となる。

針入度、軟化点、60℃粘度などの一般性状において、わだち掘れ量とアスファルト性状の関係は60℃粘度を指標に議論されることが多い。この理由はアスファルト舗装の流動によるわだち掘れの発生は、路面の温度が上昇した時期に最も進行することが確認されているが、わが国における路面の最高温度は一般に60℃程度であることから、舗装の流動抵抗性をより正確に把握するためには、60℃におけるアスファルトのコンシステンシーを評価することが合理的と考えられるからである。この様な考えのもと60℃粘度を高め、耐流動わ

だち掘れ性能を高めたアスファルトにセミプローンアスファルト（AC-100）があり、実際の供用においても流動わだち掘れを抑制する効果が認められている。

耐流動わだち掘れの指標としての60℃粘度が注目されているが、現行の規格にはストレートアスファルトの60℃粘度の規定はない。その理由として舗装試験法便覧には、『ストレートアスファルトにおいてもセミプローンアスファルト同様60℃粘度により物性を評価することができる。しかし一般の品質管理への適用は必ずしも利点があるとは限らない。その理由として、耐流動性が議論されるのは一般に60℃粘度が10000poise前後の値の場合であり、舗装用石油アスファルトの通常の60℃粘度に比較してかなり大きい値にあるからである』とある。すなわち60℃粘度のレベルが異なるセミプローンアスファルトでは流動わだち掘れ対策に明確な効果が見られるが、ストレートアスファルトが示す60℃粘度のレベルでは、60℃粘度を規格化しその狭い粘度範囲での大小を議論したところで耐流動わだち掘れの効果的な対策指標とはなり得ないと解釈できる。このような状況の下、ストレートアスファルトに対する流動わだち掘れ対策としての明確な数値目標、例えば必要最低60℃粘度などの数値は見当たらない。

3.2.2 ストレートアスファルトの性状と舗装体のひび割れ現象

幕張地区における試験舗装の結果、路面のひび割れは回収アスファルトの針入度もしくは15℃伸度と明確な関係が認められた（図-14）¹³⁾。具体的には回収アスファルトの針入度が40以下、もしくは15℃伸度が10cm以下となった場合、ひび割れ率が急速に増加する傾向にある。しかし、本試験施工とは別区間で、混合物の種類、アスファルト量をかえて行った調査では、伸度が10cm以下となってもひび割れは必ずしも発生せず、ひび割れの発生は混合物のアスファルト量、混合物種

にも大きく影響されることが確認された。ひび割れはアスファルト量が多いほど、混合物の粒度が細くなるほど発生しにくい傾向にある（図-15）。同様に針入度、伸度に着目した報告書として名神高速道路における調査がある（図-16）。本報告書では路面性状の良好な部分の回収アスファルトは針入度50以上、15℃伸度50cm以上が多く、ひび割れの多い箇所は針入度が45以下、伸度が20cm以下となっている場合が多いと報告している^{13) 14)}。

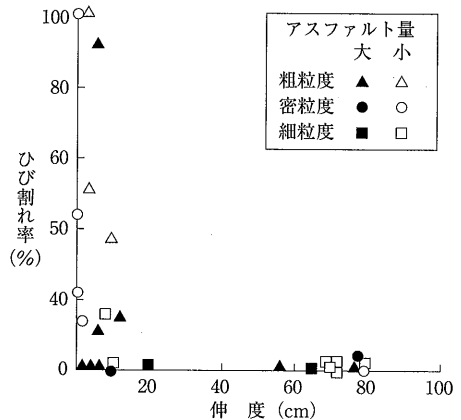


図-15 A区間のひび割れ率と伸度との関係（舗設後12年）

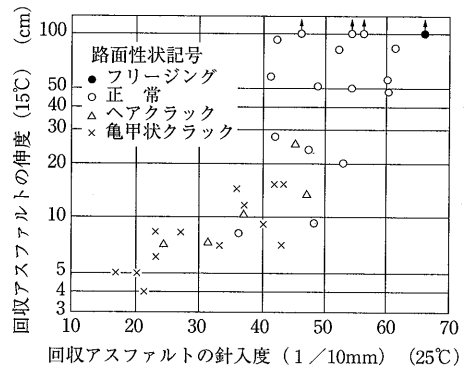


図-16 切取供試体から回収したアスファルトの物理試験結果と路面性状^{13), 14)}

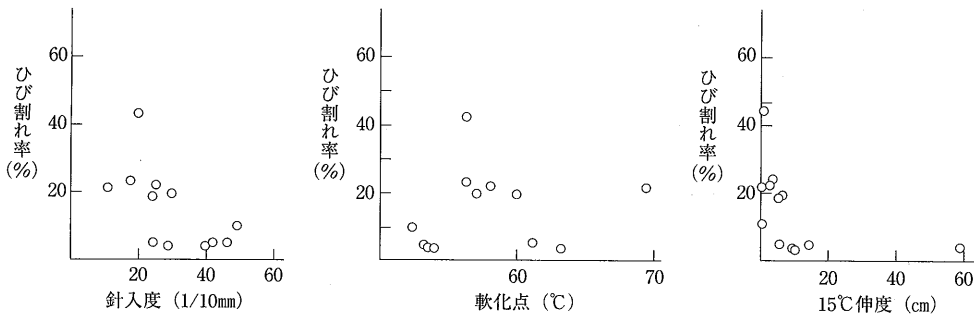


図-14 ひび割れ率と針入度、軟化点、15℃伸度との関係B区間、第3車線（舗装後12年経過）

また、ひび割れ現象を針入度と軟化点および針入度と60℃粘度の関係で整理した例も報告されている。日本道路公団福岡管理局によると、ひび割れが生じた舗装体から回収したアスファルトの性状は、針入度35以下かつ軟化点54℃以上、または針入度35以下かつ60℃粘度10000poise (= 1000Pa·s) 以上の領域であった(図-17, 18)¹⁵⁾。

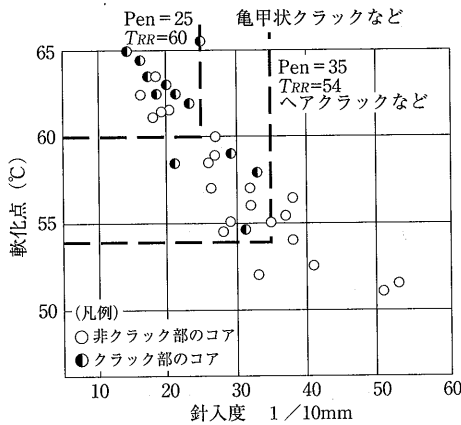


図-17 針入度、軟化点とひび割れの関係

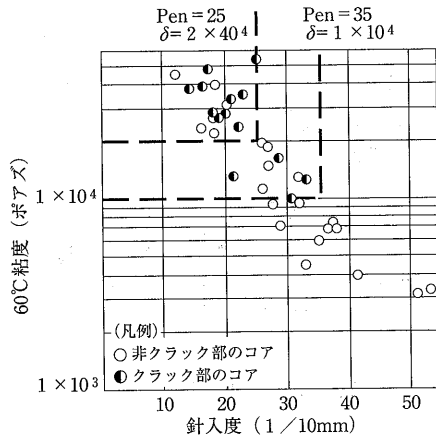


図-18 60℃粘度、針入度ひび割れの関係

セミプローンアスファルトの品質規格には、薄膜加熱試験前後の60℃粘度比が規定されている。背景には粘度比が5以上となる試料は、供用後にひび割れが発生しやすい事実がある(図-19)。旧建設省の調査結果¹⁶⁾によるとストレートアスファルトの場合、60℃粘度比は最大でも2.6であり、粘度比5以上となる試料は存在しないことがわっている。

東名・中央道の舗装では施工から供用時におけるアスファルト性状の変化を追跡調査した報告がある¹⁷⁾。調査結果によると、供用中のアスファルトの劣化は混

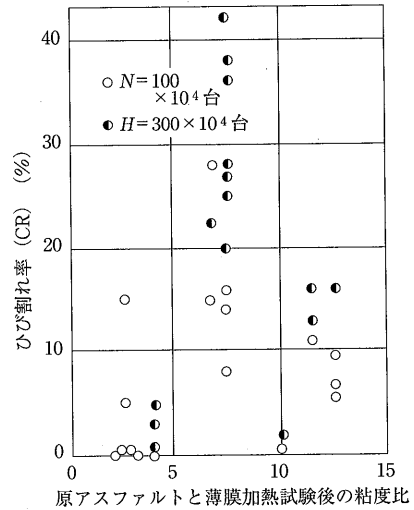


図-19 粘度比 (60℃) とひび割れ率の関係

合物製造中の熱劣化に比べその程度は小さく、長期にわたり緩やかに変化する傾向がある。すなわち混合物の製造中に起こる熱劣化は供用中を含めた全体にわたる劣化に占めるウエイトはかなり大きく、ひび割れの発生の一因としてアスファルトの質的劣化をあげるならば、アスファルトの熱劣化特性および混合中の熱劣化がひび割れの発生に大きく影響を及ぼすと考えられるとの報告がある¹⁸⁾。すなわちストレートアスファルトの劣化はストレートアスファルト自体の熱劣化特性以外にも、施工されるまでに受けた熱履歴にも大きく影響を受けることがわかる。

以上、舗装体のひび割れ現象は回収アスファルトの針入度、伸度の低下を指標に議論したもの、および回収アスファルトの軟化点、60℃粘度の上昇を指標に議論した報告がある。しかしこれら報告の多くが回収後の劣化アスファルトの性状を指標に舗装体のひび割れとの関係を論じており、初期のストレートアスファルトの性状がどのような特徴を示せば、ひび割れが生じにくくなるという報告例はない。また昭和62年に(株)日本道路協会のアスファルト小委員会がまとめた報告書¹⁹⁾においても同様なコメントがあり、さらに同報告書は供用時の劣化をシミュレートするアスファルトの促進劣化試験が開発されれば、過去に実施された試験施工・追跡調査のデータは有用なものとなるとレポートしている。

3.2.3 促進劣化試験による供用後のアスファルト性状のシミュレート

米国SHRPが開発したPAV (Presser Aging Vessel)

試験は、供用後5～10年のアスファルト性状をシミュレートしたものとされている。日本国内に流通しているストレートアスファルトを用い、この妥当性を検証した報告例として旧建設省土木研究所が行った調査結果がある。そこでは、PAV試験により促進劣化を行ったストレートアスファルトの性状は、物理性状・化学性状とも5～5.5年間屋外暴露した供試体より回収したアスファルトの性状とほぼ一致し、PAV試験が長期供用後の性状シミュレート試験として有効であった(図-20～22)²⁰⁾。さらに供用後5年を経過した全

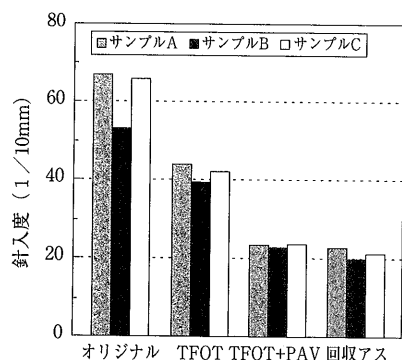


図-20 針入度試験結果

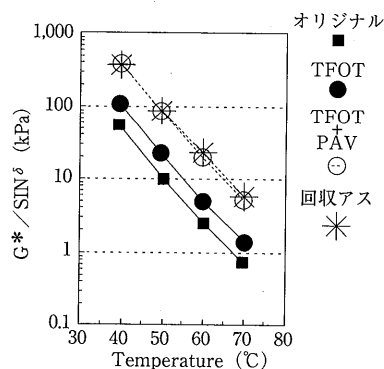


図-21 DSR測定結果 (サンプルA)

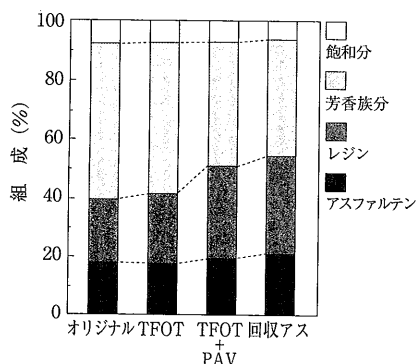


図-22 TLC-FIDによる組成分析結果 (サンプルA)

国11個所の試験施工の舗装体から回収したアスファルトと、それぞれの工区で使用したオリジナルアスファルトをPAV試験により促進劣化した試料性状もほぼ一致した(図-23, 24)²¹⁾。

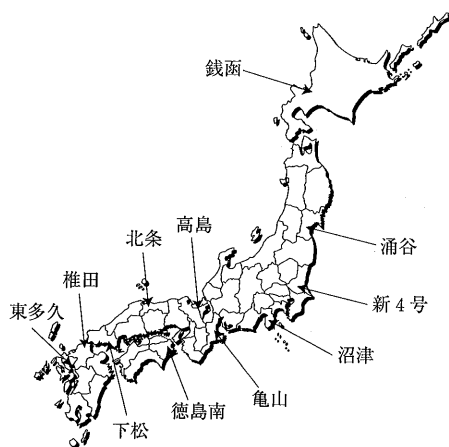


図-23 供用試料の回収箇所

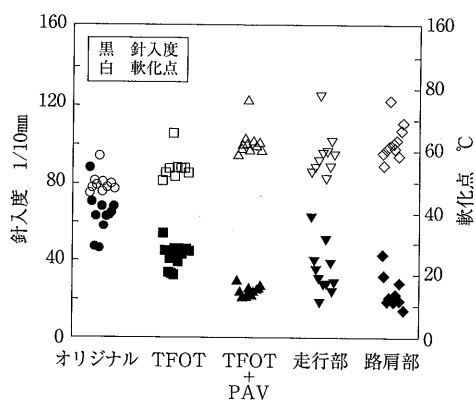


図-24 一般性状の全体像

またこの調査によると同一工区の舗装体でも、走行部から回収したアスファルトは、路肩部より針入度が大きく、軟化点が低い傾向であった(図-24)。すなわち走行部のアスファルトの劣化は進行が遅い傾向にあることが確認された。交通荷重を受ける走行部は、舗装体中の空隙率が路肩部に比べ減少しており、舗装体中のアスファルトの空気・雨水との接触機会が相対的に低下するため劣化の進行が遅かったものと考えられている。同様の理由でアスファルトが剥離しやすい骨材を使用した場合、アスファルトの劣化が進行しやすいことも知られている²²⁾。このように供用中のアスファルトの劣化は、アスファルト自体の劣化特性以外にも

多くの因子が影響していることが明らかとなっている。

ところで日本国内のストレートアスファルト60～80 合計14試料を対象とした実験の結果、PAV試験後の 針入度は約25、15℃伸度は約5 cmに収束しており特異 な試料はなかった。一方、軟化点、60℃粘度の上昇度 合いは試料により違っていた²³⁾。表-7はこれらのデ ータと諸機関が報告したひび割れ部の舗装体より回収 したアスファルト性状との比較であるが、日本国内の ストレートアスファルトのPAV試験後の針入度、軟 化点、伸度、60℃粘度は、いずれの試験項目とも諸機 関が報告したひび割れ部より回収したアスファルト性 状の領域に含まれている。すなわちPAV試験後の試 料性状と諸機関の報告データからは、日本のストレ ートアスファルト舗装は供用後5～10年でひび割れが生 じることとなる。しかし実際にはひび割れが生じない 舗装体も多数存在することも事実であり、必ずしもア スファルトの劣化が一定レベルに達したら舗装体のひ び割れ現象が発生するというものではないことが理解 できる。従って一概にストレートアスファルトの性状 のみの議論ではひび割れ現象に対する抜本的な解決に は結びつかないと思われる。

3.2.4 SHRP規格による国内ストアスの評価

SHRPではDSR (Dynamic Shear Rheometer) 試験、 BBR (Bending Beam Rheometer) 試験などの粘弾性 試験機を活用し、舗装用バインダーが供用に耐えうる 温度領域を供用最高路面温度と供用最低路面温度で規 定し規格化 (PGグレード) した。図-25は日本国内 のストレートアスファルトをPGグレードで評価した 結果であるが、3つの針入度グレードのストレートア スファルトはほぼPG58-22、PG64-22の2グレード に集約されている。一方、米国の報告²⁴⁾によると、 SHRP以前、米国で流通していたAC10はPG58-10、 PG58-16、PG58-22、PG58-28の4つのグレードへ、 またAC20はPG58-16、PG58-22、PG64-10、 PG64-16、PG64-22、PG64-28の6つのグレードに 分けられた (図-26、27)。米国は同一グレードのア

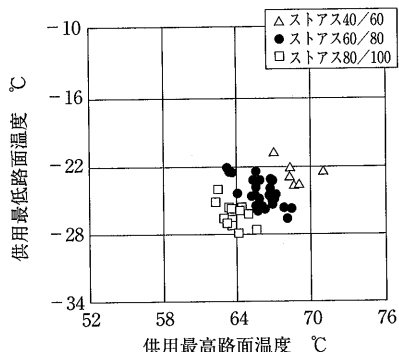


図-25 日本のストレートアスファルトのPGグレード

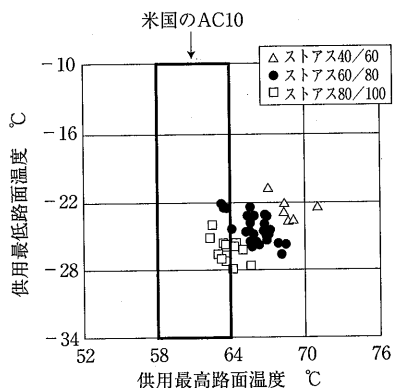


図-26 日米のストレートアスファルトの PGグレード比較 (その1)

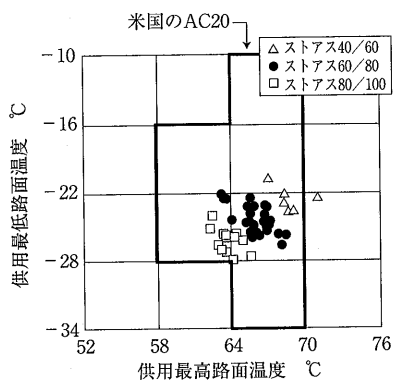


図-27 日米のストレートアスファルトの PGグレード比較 (その2)

表-7 ひび割れ箇所のアスファルト性状とPAV後の性状の比較

	PAV後の試料性状 ²³⁾	ひび割れ箇所の性状値と報告機関			
		幕張試験施工 ¹²⁾	名神高速調査 ^{13), 14)}	日本道路公団福岡管理局 ¹⁵⁾	
針入度 1/10mm	23～27	40以下	45以下	35以下	25以下
軟化点 °C	58～63	—	—	54以上	60以上
伸度 (15℃) cm	4～6	10以下	20以下	—	—
60℃粘度 Pa·s	1060～2909	—	—	1000以上	2000以上
備考	ストアス60/60 14試料を対象	伸度0でもひび割 れなしの場合あり		ヘアクラック	亀甲状クラック

スファルトでも、その供用性が大きく異なることを問題視しSHRPを導入した経緯にあるが、SHRPの指標によると日本国内に流通しているストレートアスファルトは米国よりも均質であることが分かる。また彼らが問題視したアスファルトによる舗装体の供用性状の違いは日本のそれよりもはるかに大きく、議論のレベルが異なることが明らかとなった。言い換えれば、SHRPが提案した供用性に基く規格分類に従えば、日本はそれ以上に細分化した規格でストレートアスファルトを使用していることがわかった。ストレートアスファルトの性状は原油により大きく影響を受けると考えられる。中東原油が輸入原油の大部分を占める日本に対し、米国は国産以外に北海、中東、南米、アフリカと多種の原油を輸入しており²⁵⁾、このような原油事情が日米のストレートアスファルトの性状の差に大きく影響しているものと考えられる。

(文責 田中晴也・立石大作)

— 参考文献 —

- 1) 林誠之：「アスファルトの供用性に関する研究」, アスファルト, vol.20, No.110, pp.32-46 (1976)
- 2) 笠原篤他：「アスファルト混合物の力学性状と針入度・軟化点の関連性」, 舗装, vol.11, No.2, pp.19-23 (1976)
- 3) ㈱日本アスファルト協会：「重交通道路の舗装用アスファルト (セミブローンアスファルト) の開発」, ㈱日本アスファルト協会, pp.34 (1984)
- 4) 伊吹山四郎：「各種結合材を用いたアスファルト混合物の耐流動性について」, 第14回日本道路会議論文集, pp.261-262
- 5) 飯田章夫他：「高速道路における密粒度アスファルト舗装のわだち掘れ量の実態調査と耐流動性の評価」, 土木舗装工学論文集, vol.4, pp.173-178 (1999)
- 6) 三和久勝他：「積雪寒冷地の耐摩耗を考慮した舗装」, 舗装, vol.21, No.8, pp.10-16 (1986)
- 7) 鶴窪廣洋他：「表層用アスファルト混合物の配合検討」, 日本道路公団試験所報告, vol.28, pp.39-51 (1991)
- 8) 田中正義他：「低温クラック抑制に関する一検討」, 第7回北陸道路舗装会議技術報文集, pp.101-104 (1997)
- 9) 田井文夫：「特集Ⅲ部分類Ⅱアスファルト舗装の疲労クラック」, アスファルト, vol.21, No.117

(1978)

- 10) 石井広明他：「アスファルト混合物のはく離」, アスファルト, vol.34, No.169, pp.49-65 (1991)
- 11) 南雲貞夫他：「水侵ホイールトラッキング試験によるアスファルト混合物のはく離性状」, 舗装, vol.14, No.8, pp.10-15 (1979)
- 12) 飯島尚他：「幕張試験舗装におけるアスファルトの劣化と供用性」, 土木技術資料, Vol.27, No.3, 財土木研究センター (1985)
- 13) 日本道路公団：名神高速道路調査報告書 (1967)
- 14) 荒井孝雄：「伸度試験」, アスファルト, Vol.29, No.148 (1986)
- 15) 川口敏之他：「高速道路の舗装性状の実態」, 舗装, 18-7 (1983)
- 16) 建設省土木研究所：「ストレートアスファルトの性状調査結果」, 土木技術資料2398号 (1986)
- 17) 高速道路調査会：「アスファルト舗装追跡調査解析結果報告書」 (1976)
- 18) 谷口豊明他：「舗装用アスファルトの熱劣化に関する一考察」, 道路建設, No.474, pp.58 (1987)
- 19) ㈱日本道路協会アスファルト小委員会：「アスファルト性状に関する文献調査結果」 (1987)
- 20) 遠西智次：「アスファルトバインダーの劣化試験方法に関する研究」, 舗装, Vol.30, No.6 (1995)
- 21) 立石大作：「SHRP試験による供用後のアスファルト劣化性状の調査」, 第51回土木学会年次学術講演会論文集 (1996)
- 22) 座波清：「アスファルト舗装の劣化診断および指標適用の一考察」, 第24回日本道路会議一般論文集C, pp.392 (2001)
- 23) 立石大作：「ストレートアスファルトの劣化とレオロジー特性の関係」, 石油学会函館大会発表要旨, pp.313 (2001)
- 24) SHRP - A - 686：「Guideline for Asphalt Refiners and Suppliers」, (1994)
- 25) ㈱日本アスファルト協会：「ストレートアスファルトの品質規格に関する調査報告書」, pp.31 (1999)

4. 海外における舗装用ストレートアスファルトの品質規格について

本章では海外における舗装用ストレートアスファルトの品質規格について、4.1でアメリカ合衆国のSHRPについて、4.2でヨーロッパのCENを取り上げ

概要を示すほか、4.3ではアジアの国々の規格例を紹介する。

4.1 SHRP

アメリカの社会資本、特に道路施設は1970年代後半より機能的な劣化が目立ち、この劣化した道路を称して「荒廃するアメリカ」という世論を誕生させた。その原因の一つとして道路の建設や維持管理、さらには道路の研究に対する投資が不十分であったことがあげられる。その反省の意味で積極的な研究投資を行い、道路の質を向上させる目的としてSHRP (Strategic Highway Research Program) が実施された。

4.1.1 SHRP発足の背景

アメリカ最大の経済基盤であるInterstate Highway (州際道路) の建設が開始されたのは、1950年代半ばであるが、1970年代に入った時点で、当該道路のネットワークは、ほぼ完成段階に達したといわれている。この間、建設および維持管理に伴うさまざまな問題が発生したが、予算の一定額を割り当てることによって、それらを解決してきた。しかしながら、1973年の第一次オイルショック以降、景気低迷と物価上昇により、公共事業の予算が実質的に減少した。これに伴って、道路の建設および維持管理に対する投資が不足するという事態を招いた。また、これらの費用を調達するために、調査研究予算の削減や切り捨てが余儀なくされた。

1970年代後半になると、これまでのツケが道路施設における機能劣化という形で現れた。車社会のアメリカでは、個人の移動や経済生産の90%が道路によって支えられており、このような道路の荒廃はないがしろにできない問題となっていた。

これを深刻に受け止めた連邦政府や州の道路局および議会は、道路の保全に関する特別の財政措置を決定するなどして、道路の更新および保全のための投資を積極的に行った。しかしながら、必要とされる投資額が膨大で、道路予算の増額だけでは根本的な問題の解決にならないことが明らかになった。

道路に関する研究投資について見てみると、1982年時点では年間7,000万ドルが道路研究に支出されていたが、研究は特定した課題の小さなプロジェクトに分散して行われているに過ぎなかった。各地方が、それぞれ独特の気候、土壌、資材、地形、交通の質と量等を有していることを考慮すると、この分散化は当然のことではあったが、一方では潤沢な予算を使って問題解決に当たる全米規模の機関がなかったため、道路研

究ニーズとそれに対する現実の対応との間に重大なギャップが生じ、複雑な問題に取り組むことができなくなっていた。また、道路の建設や維持管理に必要な費用の捻出が優先され、研究予算は不要不急のものと考えられるようになり、道路に関する技術的な進歩が停滞を余儀なくされたのも道路荒廃の間接的な原因となったものである。

このような背景のもとで、アメリカ連邦道路庁（以下、FHWA）の道路関係者間では、このギャップを埋める唯一の方策は、道路投資の効率化のための研究開発であるという結論となり、道路に関する積極的な研究投資を行い、社会資本としての道路整備および管理技術の向上を目的としてSHRPが開始されたものである。

4.1.2 SUPERPAVE

SUPERPAVE (SUPERior PERFORMANCE asphalt PAVement) は、SHRPの5年間にわたる研究成果であり、新しいアスファルトおよびアスファルト混合物の材料規格、試験法、混合物の配合設計法、供用性評価法などの一連のシステムの名称である。

このSUPERPAVEの基本的な思想は、供用性を中心としたアスファルトから混合物に至るまで一貫して材料を規格化し、それを評価することであり、アスファルトの研究の基本的な考え方、その方向付けは以下のとおりである。

(1) 実験定数から物理定数表示へ

アスファルトバインダーの評価は、すべてレオロジー手法を用い普遍的な物理定数で表わす。

(2) 供用性の予測を規格に取り込む

適用地域の温度条件に適したバインダーを適切に選択し、交通開放後の舗装の良好な供用性の長期維持を目的としたバインダーの規格を定める。すなわち、アスファルトの性能を供用性に適合するパフォーマンスグレード (PG: Performance Grade) に分類することである。

PGは、地域を最高・最低温度で区分し、所定の試験温度で所要の力学性状を満足できるか決める方法であり、その基本となる評価試験は以下のとおりである。

レオロジーを手法とした力学性状は

- ①曲げ試験 (BBR: Bending Beam Rheometer) による低温領域でのアスファルトクリープ性状の評価
- ②引張り試験 (DTT: Direct Tension Test) による低温領域での脆化特性の評価

③動的せん断試験（DSR：Dynamic Shear Rheometer）による供用温度、供用载荷時間領域でのレオロジー性状の評価からなり、この組合せによって「時間温度換算則」により、高温から低温域まで、車両走行に対応する短時間载荷から長時間クリープまで、供用性を評価する温度や载荷条件を網羅できる仕組みとなっている。

また、供用性評価のもう一つの柱は、混合時と供用中に生じる劣化の評価であり、

①回転式薄膜加熱試験（RTFOT：Rolling Thin-Film Oven Test）による混合時の劣化の評価

②加圧劣化試験（PAV：Pressure Aging Vessel）による長期供用時の劣化の評価からなっている。

SUPERPAVEにおけるPGは、以上の5つの基本試験がパッケージとして初めて規格となるものである。

4.1.3 バインダーの規格

SHRPのバインダー規格を表-8に示す。

4.1.4 バインダーの特性と混合物の供用性状の関係

1) バインダーの高温特性

ホイールトラッキング試験、ALF（Accelerated Loading Facility）、周回試験路および試験施工で実施した混合物のわだち掘れ量とバインダー特性の関係については以下に示すような研究報告がある。

①1993年、FHWAのALFを実施したストレートアスファルトのPG59-35、PG62-30、PG68-27と改質アスファルトPG79-23、PG87-27の5種類のバインダーを用いた混合物について供用性能試験が行われた¹⁾。

この結果、ストレートアスファルトを用いた混合物のわだち掘れ量はPGとよく一致したが、改質アスファルトは、逆転する結果となった。

さらに実際の試験温度におけるバインダーの高温特性 $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れ量の関係は図-28に示すように非線形となる。

これは、バインダーの高温特性が改質バインダー

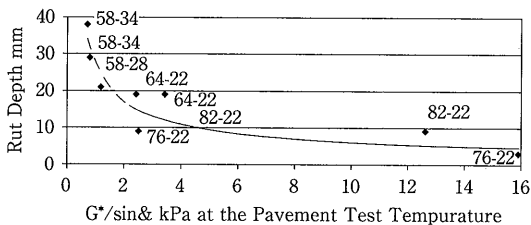


図-28 ALFにおけるわだち掘れ試験結果

一の供用特性と一致しないことを示している。同じPGの改質バインダーを正しく評価するには別な試験方法が必要となる。

②1995年、ミシシッピ州道路局は、PG58-22、64-22、76-22のバインダーを用いた密粒度混合物について試験施工を行った。その結果、わだち掘れとPGは良く一致していた。

③ストレートアスファルトおよび改質アスファルトを用いて作成した混合物のRTFOT前に測定した $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れ量との相関比は $R^2=0.85 \sim 0.92$ と良好であったが、RTFOT後の相関関係は図-29に示すように良くない²⁾。

したがって、改質アスファルトにも適用できるようなRTFOTの試験法の改善が必要である。

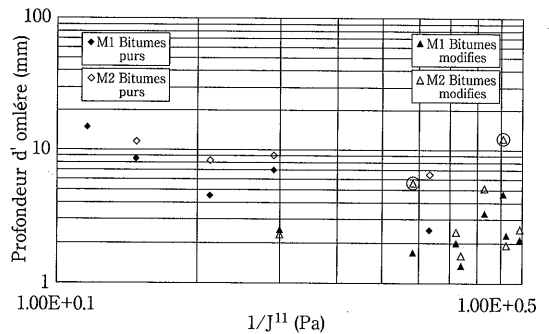


図-29 RTFOT後の $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れの関係

④SBSを3～5%添加した改質アスファルトを用いた混合物の60℃におけるWT試験が行われた。その結果、 $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れ量の関係は図-30に示すとおりであり、 $R^2=0.30$ と相関関係は良くない。

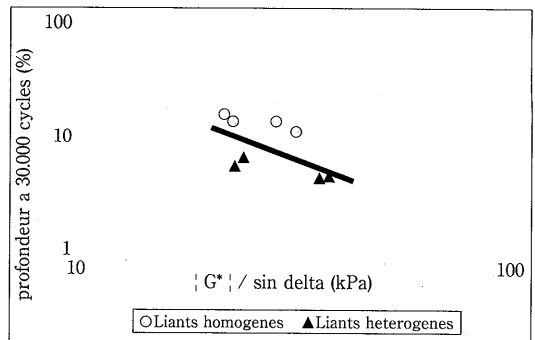


図-30 $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れの関係

表-8 SUPERPAVEアスファルト仕様

パフォーマンスグレード (PG)	PG 46				PG 52				PG 58				PG 64				PG 70				PG 76				PG 82																							
	-34	-40	-46	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-46	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34	-40	-10	-16	-22	-28	-34																
7日間平均の鋪装体最高設計温度 (℃)	<46				<52				<58				<64				<70				<76				<82																							
鋪装体最低設計温度 (℃)	>-34				>-10				>-16				>-22				>-28				>-34				>-40				>-10				>-16				>-22				>-28				>-34			
オリジナルアスファルト																																																
引火点最低温度 (AASHTO T48) (℃)	230																																															
粘度 (ASTM D4402), 最大粘度≤3Pa・s, 試験温度 (℃)	135																																															
動的せん断試験 (TP5) G*/sin δ ≥100kPa, 周波数10rad/sec, 試験温度 (℃)	46				52				58				64				70				76				82																							
回転薄膜加熱試験 (RTFOT) 後アスファルト (AASHTO T240)																																																
質量損失率 (%)	1.00																																															
動的せん断試験 (TP5) G*/sin δ ≥220kPa, 周波数10rad/sec, 試験温度 (℃)	46				52				58				64				70				76				82																							
加圧劣化試験 (PAV) 後アスファルト (PPI)																																																
加圧劣化試験, 試験温度 (℃)	90				90				100				100				100 (110)				100 (110)				100 (110)																							
動的せん断試験 (TP5) G*/sin δ ≤5MPa, 周波数10rad/sec, 試験温度 (℃)	10	7	4	25	22	19	16	13	10	7	25	22	19	16	13	31	28	25	22	19	16	34	31	28	25	22	19	37	34	31	28	31	28															
物性硬化指数																																																
クリープスティアフネス (TP1) S値≤300MPa, m値≥0.300 60秒積荷, 試験温度 (℃)	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24											
直接引張試験 (TP3) 破断ひずみ, ≥1.0% 載荷速度1.0mm/min, 試験温度 (℃)	-24	-30	-36	0	-6	-12	-18	-24	-30	-36	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	-30	0	-6	-12	-18	-24	0	-6	-12	-18	-24											

2) バインダーの低温特性

①CSHRP（カナダ版SHRP）の一環としてLamontの試験施工で低温性能を評価する試験施工を行った。

その結果を表-9に示す。現場でのクラック発生温度はBBR低温度仕様とよく一致していた。

表-9 Binder Grading System with the Field and Mix Performance.

SX ID #	1	3	4	5	6	7
CGSB Grading	80/100B	300/400A	80/100C	80/100A	150/200A	200/300A
Air blown	Yes	No	No	Yes	No	No
Field No Crack	-30.2	-35.9	-23.6	-26.1	-33	-35.9
Field Crack	-33		-26.1	-35.9	-35.9	
Current Spec	-34.0	-38.8	-27.8	-37.5	-34.8	-40.0

3) 新しい評価試験

新しいバインダー評価試験結果と混合物特性の関係については以下のような研究報告がある²⁾。

①ニードルカルフォルニア試験走路でストレートアスファルト1種、改質アスファルト3種を用いた混合物で走行試験を行った。

その結果、 G^* 、 $G^*/\sin \delta$ では、わだち掘れ量を予測できないが、損失角 δ で予測できる可能性がある。

②クリープとクリープ回復より求めた η_0 と周回試験走路でのわだち掘れの関係求めた。

その結果は、図-31に示すとおりであり、RTFOT後のバインダでも良い相関関係を示している。

③剪断率を変化させた η （dynamic viscosity）を測定し下式の近似式を用いて η_0 （zero shear viscosity）を求め、45℃でのWT試験結果との相関関係を求めた。

$$\eta = \eta_0 / \{1 + (k \times \dot{\gamma})^m\}$$

↑
 $d\dot{\gamma}/dt$

$\dot{\gamma}$: shear rate

k : constant parameter

m : constant parameter

その結果は図-32に示すとおりであり、 $R^2 = 0.82$ と良好な関係にあった。

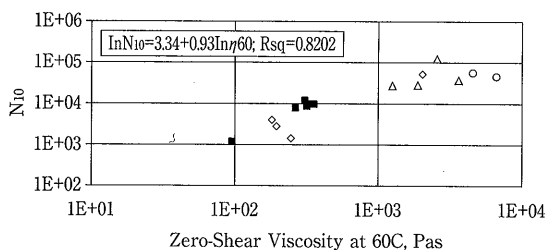


図-32 ゼロ剪断粘度とわだち掘れの関係

④ARRBエラストメータ（Australian Road Research Board Elastometer）を用いて測定したバインダのコンシステンシーとWT試験の関係を調べた。その結果は図-33に示すとおりであり、 $R^2 = 0.89$ と良好であった。

なお、 $G^*/\sin \delta$ とのWT試験の相関関係は図-34に示すように $R^2 = 0.40$ と小さい結果となった。

4.1.5 課題

ストレートアスファルトでは、WT試験、ALF、周回試験走路および試験施工のわだち掘れ量とバインダー特性（a、針入度、軟化点より求めた特性、b、 $G^*/\sin \delta$ 、 $\tan \delta$ のような線形粘弾性特性）は良い相関関係にある。しかしながら、改質アスファルトでは $G^*/\sin \delta$ との相関は良くない。

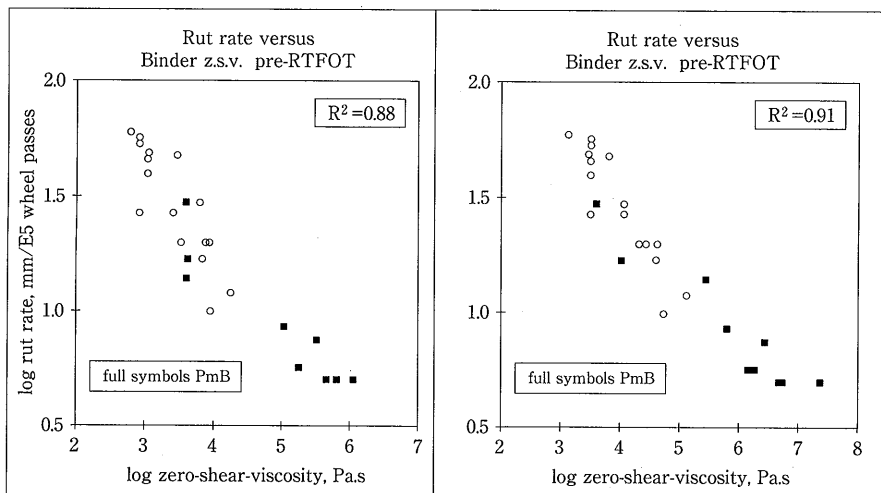


図-31 ゼロ剪断粘度とわだち掘れの関係

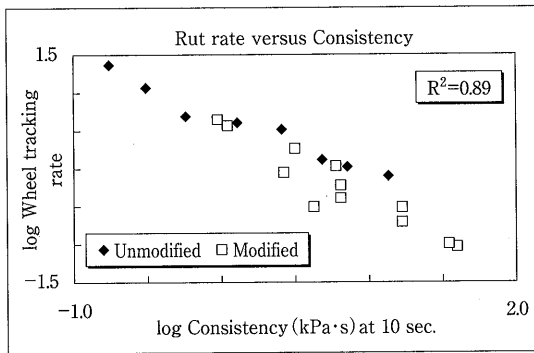


図-33 コンシステンシーとわだち掘れの関係

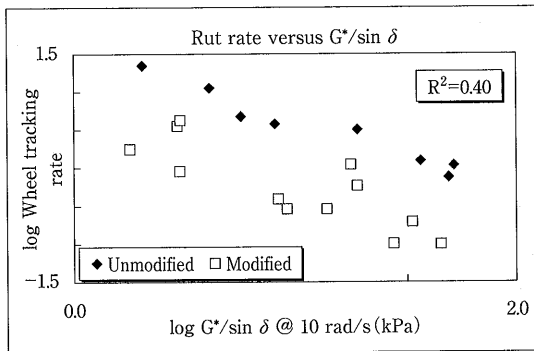


図-34 $G^*/\sin \delta$ とわだち掘れの関係

このことはすでにFHWAとAIで確認されている。

改質アスファルトの相関関係が悪い原因としては以下のことが考えられる。

- RTFOTの劣化手段が改質アスファルトに適していない。
- 改質アスファルトの成分と混合中の鉱物粒子との相互作用がある。
- アスファルトの高分子の適合性が、バインダと混合物では異なる。
- 骨材のかみ合わせの影響。

したがって、バインダに性状を評価するARRBエラストメータ試験等の新しい試験法の検討が必要である。

4.2 CEN

ヨーロッパにおいては、CEN (Comite European de Normalisation: ユーロッパ標準化機構) が中心となり様々な統一規格を制定している。

CENは、1961年に発足し、現在本部をベルギーのブリュッセルにおく。19の国家機関で構成され、活動している。表-10に19の加盟国を示す。

またCENは以下の理念を持つ。

- ・解放性と透明性

表-10 CENの加盟国

オーストリア (AT), ベルギー (BE),
チェコ (CY), デンマーク (DK),
フィンランド (FI), フランス (FR),
ドイツ (DE), ギリシア (GR),
アイスランド (IS), アイルランド (IE),
イタリア (IT), ルクセンブルク (LU),
オランダ (NL), ノルウェー (NO),
ポルトガル (PT), スペイン (ES),
スウェーデン (SE), スイス (CH),
イギリス (GB)

- ・コンセンサス
- ・積極的な議論
- ・技術的な統一性

4.2.1 CENにおけるアスファルト規格統一化の流れ

1986年に19の石油製品を対象とした技術委員会をもつワーキンググループが設立された。この後、1991年にアスファルトに関する5つのワーキンググループ(ストレートアスファルト, アスファルト乳剤, カットバックアスファルト, 改質アスファルト, 工業用アスファルト)をもつサブコミッティ(SC1)が設立された。2000年にSC1が独立し技術委員会(TC336)となり現在に至っている。

ここでの規格化の動きは大別して2つの段階に分類される。

第1段階としては、1990年～2000年にかけてのもので、各国が独自に制定していた舗装用および工業用のアスファルトの品質規格や試験方法を比較し、調和のとれたものにすることである。

第2段階は、パフォーマンスに関連した標準を開発することであり、2000年にスタートした。

パフォーマンスをここで取り上げたのは、荷重や交通密度の増加、長期供用性の確保や低頻度のメンテナンス等の様々な道路に対する要求の増加に対し、バインダーの及ぼす影響が大きく、その評価と選択等が重要と考えられたためである。

4.2.2 CENのアスファルト規格

CENのアスファルトバインダに関する規格である「EN12591」に舗装用瀝青材の仕様が規定されている。舗装用アスファルトは、①針入度と軟化点による分類である針入度20～330 (1/10mm) のもの、②針入度と60℃粘度による分類を実施した針入度250～900 (1/10 mm), および③60℃粘度による分類、の3種類に分かれる。針入度と軟化点による分類を表-11に、針入度と60℃粘度による分類を表-12に、60℃粘度による分類を表-13に示す。

表-11 アスファルトの分類 (針入度・軟化点)

		単位	試験方法	等 級									
針入度 (25℃)	×0.1mm		EN 1426	20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	250/300	
	℃		EN 1427	20-30	30-45	35-50	40-60	50-70	70-100	100-150	160-220	250-300	
軟化点	℃			55-63	52-60	50-58	48-56	46-54	43-51	39-47	35-43	30-38	
質量変化率	%		EN 12607-1 or EN 12607-3	±0.5以内	±0.5以内	±0.5以内	±0.5以内	±0.5以内	±0.8以内	±0.8以内	±1.0以内	±1.0以内	
	%			55以上	53以上	53以上	50以上	50以上	46以上	43以上	37以上	35以上	
試験後の軟化点	℃		EN 1427	57以上	54以上	52以上	49以上	48以上	45以上	41以上	37以上	32以上	
	℃		EN 22592(b)	240以上	240以上	240以上	230以上	230以上	230以上	230以上	220以上	220以上	
可溶分	% (m/m)		EN 12592	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上	

(a)RTFOT使用 (b)本規格中の4.1.1.3. 引火点の項を参照

表-12 アスファルトの分類 (針入度・60℃粘度)

		單位	試驗方法	等	級
針入度 (15℃)	60℃粘度	×0.1mm	EN 1426	250/330	500/650
		Pa·s	EN 12596	70-130	140-260
動粘度 (135℃)	回轉薄膜加熱 (163℃) (a)	mm ² /s	EN 12595	18以上	7以上
				100以上	65以上
質量變化率	60℃粘度比	%	EN 12607-1 or EN 12607-3	±1.0以內	±1.5以內
				4.0以下	4.0以下
引火點	可溶分	℃	EN 22719	180以上	180以上
		% (m/m)	EN 12592	99.0以上	99.0以上

表-13 アスファルトの分類 (60℃粘度)

	單位	試驗方法	等級			
			V1500	V3000	V6000	V12000
動粘度 (60℃)	mm ² /s	EN 12595	1000 - 2000	2000 - 4000	4000 - 8000	8000 - 16000
引火點	℃	EN 22719	160以上	160以上	180以上	180以上
可溶分	%(m/m)	EN 12592	99.0以上	99.0以上	99.0以上	99.0以上
薄膜加熱試驗 (120℃) (a)						
質量變化率	%	EN 12607 - 2	± 2.0以內	± 1.7以內	± 1.4以內	± 1.0以內
60℃粘度比			3.0以下	3.0以下	2.5以下	2.0以下

表-14 その他の規格

	単 位	試験方法	等 級									本規格を適用している国(d)	
			20/30	30/45	35/50	40/60	50/70	70/100	100/150	160/220	250/300		
パラフィンワックス含有量	%	(m/m)	EN 12606 - 1 or	2,2以下	2,2以下	2,2以下	2,2以下	2,2以下	2,2以下	2,2以下	2,2以下	AT, DK, DE, FR, GR	
			EN 12606 - 2	4,5以下	4,5以下	4,5以下	4,5以下	4,5以下	4,5以下	4,5以下	4,5以下		4,5以下
60℃粘度	Pa・s	EN 12596	EN 12596	440以上	260以上	225以上	175以上	145以上	90以上	55以上	30以上	18以上	AT, DK, IS, NL, NO, CH, SE(e)
動粘度 (135℃)	mm ² /s	EN 12595	EN 12595	530以上	400以上	370以上	325以上	295以上	230以上	175以上	135以上	100以上	AT, BE, DK, GB, IS, FI, NL, NO, PT, CH, SE
フラス脆化点	℃	EN 12593	EN 12593	-5以下	-5以下	-5以下	-7以下	-8以下	-10以下	-12以下	-15以下	-16以下	AT, BE, CZ, DK, ES, FI, DE, IS, IT, NO, CH, SE
耐劣化性(b)			EN 12607 - 1 or										
(以下より、1項目選択)			EN 12607 - 3										
1. 軟化点の増加度	℃	EN 1427	EN 1427	8以下	8以下	8以下	9以下	9以下	9以下	10以下	11以下	11以下	AT, DK, FR, DE, IS, NO, PT, SE
2. 軟化点の増加度および フラス脆化点の増加度(c)	℃	EN 1427	EN 1427	10以下	11以下	11以下	11以下	11以下	11以下	12以下	12以下	12以下	CZ, IT
		EN 12593	-5以下	-5以下	-7以下	-8以下	-10以下	-12以下	-15以下	-16以下			
3. 軟化点の増加度および 針入度指数(c) (下限値) (上限値)	℃	EN 1427	EN 1427	10以下	11以下	11以下	11以下	11以下	11以下	12以下	12以下	12以下	BE, ES, NL, CH, GR
		annex B of this	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-1.5以上	-		
		Standard	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	+0.7以下	-		
(a)本規格中の4.1.2.2. パラフィンワックス含有量の項を参照 (b)本規格中の4.1.2.3. 耐劣化性の軟化点の増加の項を参照 (c)オリジナルスファルト (未劣化の状態) について試験を実施 (d)本文中の表-10を参照 (e)本規格中の付録ZBを参照													

(a)本規格中の4.1.2.2. パラフィンワックス含有量の項を参照 (b)本規格中の4.1.2.3. 耐劣化性の軟化点の増加の項を参照 (c)オリジナルアスファルト (未劣化の状態) について試験を実施 (d)本文中の表-10を参照 (e)本規格中の付録ZBを参照

表-15 その他の規格

	単位	試験方法	等級				本規格を適用している国(a)
			250/330	330/430	500/650	650/900	
フラス脆化点	℃	EN 12593	-16以下	-18以下	-20以下	-20以下	DK, FI, DE, NO, CH, SE
(a)本文中の表-10を参照							

表-16 各国のアスファルトの分類

国名		韓国				台湾				シンガポール													
規格番号		KS M 2201				K 5030				SS 84													
分類		AC40-50		AC60-70		AC85-100		AC120-150		AC200-300		30-40		40-60		60-80		80-100		100-120		120-150	
針入度 (25℃)	1/10mm	40~50		60~70		85~100		120~150		200~300		40		50~60		60~70		85~100		150~200		30~40	
	℃											40~50		40~60		40~60		40~60		40~60		55~66	
軟化点	cm																						
	℃	100以上		100以上		100以上		100以上		-													
伸度 (25℃)	cm	100以上		100以上		100以上		100以上		100以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上	
	%																						
可溶分	%																						
	%																						
四塩化炭素	℃	99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上		99.5以上	
	℃	230以上		230以上		230以上		230以上		230以上		232以上		232以上		232以上		232以上		230以上		230以上	
質量変化率	%																						
	%																						
針入度残留率	%	55以上		52以上		47以上		42以上		37以上													
	cm	-		50以上		75以上		100以上		100以上		1.0以下		1.0以下		1.0以下		1.0以下		80以上		0.2以下	
後の伸度 (25℃)	cm											1.0以下		1.0以下		1.0以下		1.0以下		70以上		70以上	
	%											70以上		70以上		70以上		70以上		70以上		70以上	
質量変化率	%																						
	%																						
針入度残留率	%																						
	1/10mm																						
後の針入度	%																						
	%																						
減量	%																						
	%																						
後の針入度比	%																						
	g/cm ³																						
密度 (25℃)	%																						
	%																						
比重 (25/25℃)	%																						
	%																						
ワックス分	%																						
	%																						

国名		中国				タイ				ベトナム				マレーシア				インドネシア																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
規格番号		GB/T 15180				TIS851-2532				TCVN 3186-79				MS 1106				SNI 06-2456																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
分類		AH-50		AH-70		AH-90		AH-110		AH-130		40-50		60-70		80-100		120-150		40-60		60-70		70-100		100-150		150-250		25-50		50-70		60-69		80-99		46-54		100以上		99以上		99以上		200以上		225以上																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
針入度 (25℃)	1/10mm	40~60		61~80		81~100		101~120		121~140		40~50		60~70		80~100		120~150		40~60		60~70		70~100		100~150		150~250		25~50		35~43		48以上		46~54		100以上		99以上		200以上		225以上																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	℃	45~55		44~54		42~52		40~50		38~48		100以上		100以上		100以上		60以上		100以上		100以上		100以上		100以上		100以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上		99.0以上

3種に分類した理由は不明であるが、各国は、自国の気象条件、供用条件等の実情にあわせ選択することとなる。

また、EN12591中の付録に、各国の独自性による規格等が示されている。表-14および表-15に規格を示す。フランス脆化点等が含まれるほか、耐劣化性等が考慮されている。

4.2.3 SHRPとの関連

CENも、供用性を重視しており、SHRPと同様の方向性にあるといえる。CENではSHRPの位置づけを「供用性を主体とした最初の取り組み」とし、SHRPの研究のなかで利用できるものは取り入れるが、ヨーロッパの独自性も重要視している。このためジャイレトリ試験機を使用するが旋回角度をSHRPの1.25度から1度に変更するなど独自色を出している。

また、供用中の劣化を再現するといわれるPAV (Pressurized Aging Vessel) についても、試験温度が100℃と高温であるため熱劣化の影響がでるとし、RCAT (Rotating Cylinder Ageing Test) と呼ばれる試験等も利用している。

4.3 その他の国々

韓国、台湾、シンガポール、インドネシア、中国、タイおよびベトナムのアスファルトの規格を表-16に示す。

表より明らかなように、これらの国々においても日本と同様、アスファルトを針入度で分類する規格を有している。

また、表から韓国、台湾、タイでは軟化点の規格が示されていない。可溶分試験に三塩化エチレンが使用されている場合が多い、針入度、引火点、可溶分はすべての国々で規格がある等が確認できる。

なお、台湾、シンガポール、中国、タイ、ベトナム等、高針入度の分類が示されているが、舗装用として使用されているか否かは不明である。

(文責 峰岸順一・武田 雄・鈴木秀輔)

参考文献

- 1) John AD'Angelo : Superpave binder tests and spec's how have they performed in the real world, AAPT 2000
- 2) Stiffness and permanent deformation, Eurobitume WorkShop 99

5. 舗装用ストレートアスファルトに関するアンケート調査結果

舗装用ストレートアスファルトの規格に関する課題ならびに要望事項などの把握を目的としてアンケート調査を実施した。

アンケートは、アスファルト利用者80機関（道路管理者：40機関、アスファルト混合物製造業者および施工業者：40機関）、アスファルト製造者5機関の合計85機関に送付し、そのうち59機関75名（道路管理者：21機関30名、アスファルト混合物製造業者および施工業者：33機関34名、アスファルト製造者：5機関11名）から回答を得た。アンケート調査結果の概要を以下に示す。

5.1 ストレートアスファルトの品質実態について

(1) ストレートアスファルトの性状

メーカーやロットの違いにより、ストレートアスファルトの性状に差があるかをアスファルト利用者およびアスファルト製造者に尋ねた（図-35）。

アスファルト利用者で41%、アスファルト製造者で36%の回答者が、ストレートアスファルトの性状に「差がある」と回答している（アスファルト製造者は、「差がない」という回答（64%）が最も多い）。また、差のある項目としては、針入度（17名/75名）、軟化点（16名/75名）などの回答が多い。

なお、性状に差があると回答したアスファルト製造者にその原因を尋ねたところ、製造原油の違い（3名/4名）やブレンド方法の違い（3名/4名）などが考えられると回答している。

(設問) 同一針入度グレードのストレートアスファルト間で、メーカーやロットの違いにより、アスファルトの性状に差があると思いますか。

(回答)

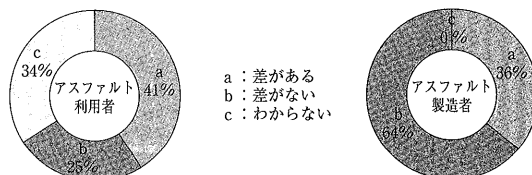


図-35 ストレートアスファルトの性状

(2) アスファルト混合物の配合および混合物性状

ストレートアスファルトのメーカーやロットの違いにより、アスファルト混合物の配合（最適アスファルト量）や性状に差があるかをアスファルト利用者に尋ねた（図-36）。

アスファルト利用者の38%は、アスファルト混合物の配合や性状に「差がある」と回答している。また、差のある項目としては、耐流動性（16名／64名）やひび割れ抵抗性（10名／64名）などの回答が多い。

（設問）同一針入度グレードのストレートアスファルト間で、メーカーやロットの違いにより、アスファルト混合物の配合（最適アスファルト量）や混合物性状に差があると思いますか。

（回答）

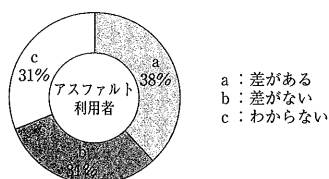


図-36 アスファルト混合物の配合および性状

(3) アスファルト混合物の製造および施工

ストレートアスファルトのメーカーやロットの違いにより、アスファルト混合物の製造や施工において差があるかをアスファルト利用者に尋ねた（図-37）。

「わからない」という回答が最も多く（36%）、つづいて「差がない」（34%）であり、アスファルト混合物の製造や施工に「差がある」と回答したのはアスファルト利用者の30%であった。具体的にどのような差があるかの問いには、改質剤（プラントミックスタイプ）の改質効果に差がある（9名／64名）、転圧時に落ち着きが悪い場合がある（8名／64名）などの回答が多い。

（設問）同一針入度グレードのストレートアスファルト間で、メーカーやロットの違いにより、アスファルト混合物の製造や施工に差があると思いますか。

（回答）

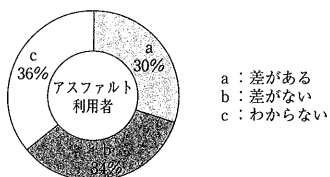


図-37 アスファルト混合物の製造および施工

(4) アスファルト舗装の供用性

ストレートアスファルトのメーカーやロットの違いにより、アスファルト舗装の供用性に差があるかをアスファルト利用者に尋ねた（図-38）。

「わからない」という回答が最も多く（50%）、つづいて「差がない」（30%）であり、アスファルト舗装の供用性に「差がある」と回答したのはアスファルト利用者の20%であった。また、具体的にどのような差があるかの問いには、早期にわだち掘れが発生する場合がある（13名／64名）、早期にひび割れが発生する場合がある（7名／64名）などの回答が多い。

（設問）同一針入度グレードのストレートアスファルト間で、メーカーやロットの違いにより、舗装の供用性に差があると思いますか。

（回答）

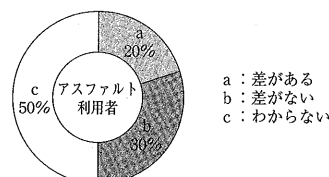


図-38 アスファルト舗装の供用性

(5) アスファルト利用者からの要望

ストレートアスファルトの品質について、アスファルト利用者からクレームを受けたことがあるかを、アスファルト製造者に尋ねた。その結果、ストレートアスファルトの性状やストレートアスファルトを使用したアスファルト混合物の配合、製造、施工および舗装の供用性などに関連したクレームはほとんど受けていない（アスファルトの温度に関するもの：1件のみ）と回答している。

また、ストレートアスファルトの品質について、改質アスファルト製造業者から要望を受けたことがあるかを尋ねたところ、アスファルト製造者の55%が要望を受けたことがあると回答しており、具体的には、改質材の混合が容易なもの（6名／11名）、ロットや製油所等の違いにより改質材の混合性が異なるのは何故か（4名／11名）などがあげられている。

5.2 ストレートアスファルトの品質規格について

(1) ストレートアスファルトの品質規格項目

ストレートアスファルトの品質規格について、規格項目の見直しの必要性を尋ねた（図-39）。

アスファルト利用者は「見直しが必要（不要または新規追加）」という回答が最も多く（42%）、アスファルト製造者は規格項目を「見直す必要はない」という回答が最も多い（55%）。

また、現行の規格項目に「不要と思われるものがある」と回答したのは、アスファルト利用者が23%、ア

スファルト製造者が27%であり、不要な項目として、アスファルト利用者は、トルエン可溶分（8名/64名）、伸度（6名/64名）、引火点（5名/64名）、蒸発後の針入度（4名/64名）などを、アスファルト製造者は、伸度（2名/11名）、トルエン可溶分（2名/11名）、蒸発後の針入度（2名/11名）などをあげている。

「新たに追加すべき規格項目がある」と回答したのは、アスファルト利用者が23%、アスファルト製造者が9%であり、追加すべき項目として、アスファルト利用者は、PAV（5名/64名）、60℃粘度（5名/64名）、フラス脆化点（4名/64名）などをあげている。

（設問）ストレートアスファルトの現行規格について、規格項目の見直し（不要または新規追加）が必要と思われますか。（複数回答可）

（回答）

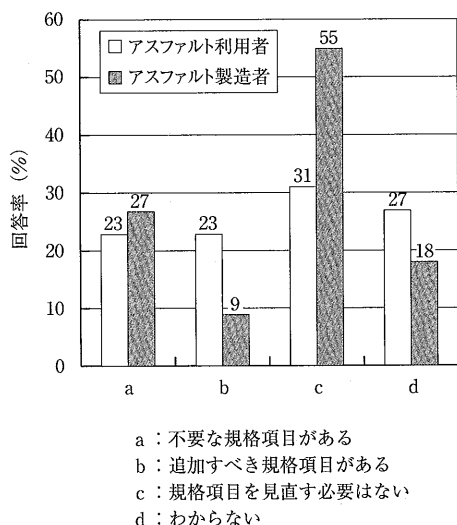


図-39 品質規格項目の見直し

(2) ストレートアスファルトの規格値

ストレートアスファルトの品質規格について、規格値の見直しの必要性を尋ねた（図-40）。

アスファルト利用者（15%）、アスファルト製造者（9%）とも「規格値の見直しが必要」という回答は少ない。

（設問）ストレートアスファルトの現行規格について、規格値の見直しが必要と思われる項目がありますか。

（回答）

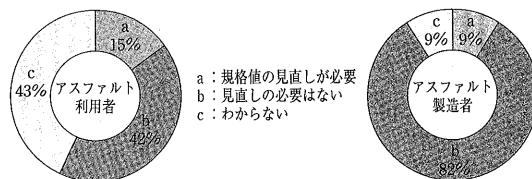


図-40 規格値の見直し

(3) ストレートアスファルトの評価方法

ストレートアスファルトの品質規格について、評価方法（試験方法）の見直しの必要性を尋ねた（図-41）。

アスファルト利用者（13%）、アスファルト製造者（9%）とも「評価方法の見直しが必要」という回答は少ない。

（設問）ストレートアスファルトの現行規格について、評価方法（試験方法）の見直しが必要と思われる項目がありますか。

（回答）

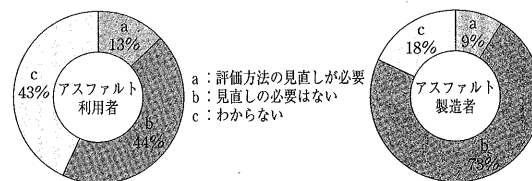


図-41 評価方法の見直し

5.3 SHRPの成果について

SHRPでは、舗装の供用性とより相関の高い規格項目でアスファルトの品質を規定するため、「パフォーマンスグレード（PG）」を定めている。PGの特徴は、①粘弾性特性による評価を導入したこと、②長期供用後の性状を規定したことにある。ここでは、我が国のストレートアスファルト規格へのSHRP成果の導入の可能性を尋ねた（図-42、43）。

粘弾性特性による評価について、「導入の検討が必要」と回答したのは、アスファルト利用者が57%に対し、アスファルト製造者が0%と対照的な結果となった。また、長期供用後の性状についても、「規定する必要がある」と回答したのは、アスファルト利用者が65%、アスファルト製造者が10%であった。

なお、長期供用後の性状を規定した場合の問題点をアスファルト製造者に尋ねたところ、品質管理の煩雑さ、コストアップ、製造原油の選択による供給可能性の減少などの回答が多い。

(設問) SHRPでは、アスファルトの規格値を実験定数(針入度、軟化点など)から物理定数(粘弾性特性($G^*/\sin \delta$, $G^* \cdot \sin \delta$)など)に変更しました。日本でもこのような変更を検討する必要があると思いますか。

(回答)

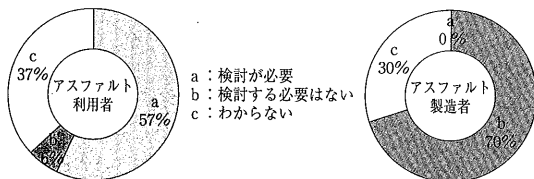


図-42 SHRP成果の導入の可能性[粘弾性特性による評価]

(設問) SHRPのアスファルト規格では、オリジナルアスファルトの性状、プラントでの加熱混合後を想定した供用初期の性状に加え、供用5～10年後を想定した長期供用後の性状を規定しています。日本でもこのような長期供用後の性状を規定する必要があると思いますか。

(回答)

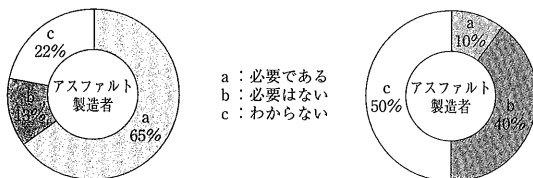


図-43 SHRP成果の導入の可能性[長期供用後の性状]

5.4 まとめ

今回の調査結果をまとめれば、以下のとおりである。

(1) ストレートアスファルトの品質実態について

①ストレートアスファルトは、メーカーやロットの違いにより性状に差がある場合があり(アスファルト利用者の41%, アスファルト製造者の36%から回答), それは製造原油の違いやブレンド方法の違いなどに起因すると考えられている。

②ストレートアスファルトの違いにより, ストレートアスファルトを使用した混合物の配合や性状に差がある場合がある(アスファルト利用者の38%から回答)。

③使用したストレートアスファルトの品質と舗装の供用性の関係については, 「わからない」という回答が最も多く(50%), 「差がある」という回答(20%)を上回っている。これは, 舗装の供用性に対してはストレートアスファルトの品質以外の要因(混合物

の種類, 舗装の構造, 交通条件など)が複雑に影響するため, ストレートアスファルトの品質の違いによる影響を定量的に把握するのが困難であることによると考えられる。

④ストレートアスファルトの品質について, アスファルト製造者に対する要望やクレームは, アスファルト利用者からのものはほとんどなく, 改質アスファルト製造者からの「改質材の混合性の改善」に関するものが多い。

(2) ストレートアスファルトの品質規格について

①ストレートアスファルトの品質規格の見直しについて, アスファルト利用者は「見直しが必要(不要または新規追加)」という回答が最も多く(42%), アスファルト製造者は「見直す必要はない」という回答が最も多い(55%)。

②現行の規格項目に不要と思われるものがあると回答したのは, アスファルト利用者が23%, アスファルト製造者が27%であり, 不要な項目として, アスファルト利用者は, トルエン可溶分, 伸度, 引火点, 蒸発後の針入度などを, アスファルト製造者は, 伸度, トルエン可溶分, 蒸発後の針入度などをあげている。

③規格項目に新たに追加すべきものがあると回答したのは, アスファルト利用者が23%, アスファルト製造者が9%であり, 追加すべき項目として, アスファルト利用者は, PAV, 60℃粘度, フラース脆化点などをあげている。

(3) SHRPの成果について

①ストレートアスファルト規格へのSHRP成果の導入の可能性については, アスファルト利用者が肯定的であったのに対し, アスファルト製造者は否定的であった。

②長期供用後の性状を規定した場合の問題点として, アスファルト製造者は, ストレートアスファルトの長期供用後の性状と舗装の供用性との関係が必ずしも明確ではないことや新たな規格項目の追加によるコストアップの懸念(品質管理の煩雑さや製造原油の選択など)などをあげている。

(文責 向後憲一)

6. まとめ

ここではストレートアスファルトの品質実態, ストレートアスファルトの品質性状と舗装の供用性, ストレートアスファルトの品質規格の意義と変遷ならびに

海外の品質規格の動向などについて、文献やアンケートなどにより調査を行った。調査の結果および今後の課題をまとめれば、以下のとおりである。

- (1) ㈱日本アスファルト協会技術委員会が実施したストレートアスファルトの性状調査結果によれば、ストレートアスファルトの性状は昭和48年度以降顕著な変化は認められない。また、一部の性状値（薄膜加熱試験後の質量変化率や針入度残留率など）は、近年一定の値に収束する傾向があり、これはアスファルト製造用の主たる原油系が限られてきていること、製造方法の画一化などによるものと推察される。

一方、アンケート調査の結果によれば、ストレートアスファルトの性状はメーカーやロットの違いにより差があるとする回答が多く、アスファルト利用者からはさらなる均質化が望まれている。

- (2) ストレートアスファルトの品質性状と舗装の供用性の関係はいくつかの調査例があり、針入度、軟化点、伸度、60℃粘度、薄膜加熱後の粘度比などとひび割れ率の関係などが示されている。しかしながら、これらの報告は一定期間供用した舗装の路面性状と、そこから回収したアスファルトの性状を比較したものであり、初期のストレートアスファルトの性状と舗装の供用性の関係を示したものではない。また、アンケート調査においても、ストレートアスファルトの品質と舗装の供用性の関係は「わからない」という回答が全体の50%と最も多かった。

今後、ストレートアスファルトの品質と舗装の供用性との関係を明確にするためには、初期または促進劣化後の性状と舗装の供用性の関係を、交通量や舗装構成との関連を含め把握することが重要であると考えられる。

- (3) ストレートアスファルトの品質規格は、利用者からの要請や石油事情（原油油種の変化、製造技術の革新等）などアスファルトを取り巻く環境の変化に対応して、これまでも見直しが行われてきた。

今回、アスファルトの品質実態の把握と品質規格に関する課題の整理を目的に実施したアンケート調査では、現行の規格項目のうち不要と考えられるものとして、トルエン可溶分、伸度、蒸発後の針入度

などが、新たに追加すべき項目として、PAV、60℃粘度、フラス脆化点などがあげられた。

- (4) 海外のストレートアスファルトの品質規格は、SHRPやCENの取り組みに見られるように、ストレートアスファルトの品質を舗装の供用性と関連の高い品質項目で規定しようとする方向にある。欧米と日本では、気象条件や交通条件に加え原油事情なども異なるため、SHRPやCENの規格をそのまま我が国に導入することは困難であるが、これらの基本的な考え方は品質と舗装の供用性を検討する上で参考になるものと考えられる。

7. おわりに

アスファルトの品質性状と舗装の供用性との関係はこれまでも内外で広く論議されて来たが、未だ明確な結論がでていないといったところが実状である。しかし、アスファルトを現場で適用して見なければその供用性が判断できないということではいかにも不効率である。このような点に着目して米国の「SHRP」ではアスファルト関連研究のなかの1つとして、アスファルト舗装の供用性をより正確に再現できるようなアスファルトの品質性状評価に関する研究を行って来ている。また、欧州の「CEN」でもアスファルト舗装の供用性にリンクしたアスファルトの品質性状評価に関する研究を現在行っているところである。一方、日本の舗装用アスファルトの品質規格は20年以上も根本的な改訂は行われず現在に至っている。日本の品質規格の内容は、アスファルト製造時、プラント混合時の加熱劣化等には配慮されているが、供用後の性状を予知するような品質項目は取り入れられていない。アスファルトの品質規格項目の要否についてのアンケート調査でも、不要な項目、追加すべき項目が指摘されている。

石油業界の再編成、石油業法の廃止、自由化等、これに関連するアスファルトの立場は厳しい状況にあり、一定品質の製品供給の確保、今後予測される海外からの輸入アスファルトを視野に入れた国際化対応にも適用できるような新たな規格が検討されるべき時期が来ていると考えられる。

国際ラフネス指数 (IRI) について

今回は、国際ラフネス指数 (IRI) について、算出方法、測定装置と計測方法、各国での利用状況を報告します。我が国でも日本道路公団などで乗り心地の評価にIRIを導入する検討が進められています。諸外国では、舗装のパフォーマンス評価指標、補修基準など

への利用が示されていますが、各国その値は異なっているようです。今後、我が国における舗装の評価指標の一つとしてIRIを早急に検討していく時期にきていると考えられます。

(研究グループ代表幹事：峰岸順一)

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

* は班長 ** は副班長

峰岸順一 東京都土木技術研究所技術部舗装研究室

* 阿部長門	東亜道路工業(株)技術研究所	高橋光彦	大成ロテック(株)技術研究所
市岡孝夫	前田道路(株)技術研究所	坂本祥子	日本道路(株)技術本部技術研究所
岩塚浩二	(株)パスコ道路センター	武本敏男	東京都土木技術研究所技術部化学研究室
上野貞治	ニチレキ(株)技術研究所	** 立石大作	日石三菱(株)中央技術研究所
打田幸平	日進化成(株)事業本部	東本 崇	大林道路(株)技術研究所
江向俊文	前田道路(株)技術研究所	** 玉木琢雄	大成ロテック(株)技術部
鎌田孝行	常盤工業(株)技術研究所	中村 健	長岡技術大学
** 金井利浩	鹿島道路(株)技術研究所	長谷川淳也	日本道路(株)
黒田 智	日本舗道(株)技術研究所	林 信也	鹿島道路(株)技術研究所
小柴邦広	世紀東急工業(株)技術研究所	舟根 毅	常盤工業(株)技術研究所
* 小関裕二	大林道路(株)技術研究所	前田利明	東亜道路工業(株)技術研究所
* 佐々木巖	独立行政法人土木研究所	* 増山幸衛	世紀東急工業(株)技術部技術一課
佐々木昌平	日本舗道(株)技術開発部	村田信之	日本舗道(株)企画部
佐藤雅規	ジオサーチ(株)	焼山明生	日進化成(株)製品技術部
島崎 勝	大成ロテック(株)技術部	山崎 剛	世紀東急工業(株)技術研究所
神野正博	ニチレキ(株)道路エンジニアリング部	山脇宏成	(株)ガイアートクマガイ技術研究所
鈴木秀輔	大成ロテック(株)技術研究所	矢島浩二	昭和シェル石油(株)
鈴木康豊	(株)パスコ道路センター	保本敏伸	ニチレキ(株)技術研究所
鈴木 徹	大林道路(株)技術研究所	吉村啓之	前田道路(株)技術研究所
** 関口英輔	日本大学理工学部阿部研究室助手		
高橋茂樹	日本道路公団試験研究所舗装研究室		

計42名

国際ラフネス指数 (IRI) について

小 関 裕 二*・鈴 木 康 豊**・関 口 英 輔***

1. はじめに

国際ラフネス指数 (以下, IRIと略記する) は, 1986年に世界銀行によって提案された指標である^{1), 2)}。IRIは路面の縦断凹凸の程度を示す指標であり, 我が国でも既に多くの文献で紹介されており^{3), 4), 5), 6)}, 各研究機関でもIRIに関する研究が行われている。

我が国においては, プロフィールメータから得られるデータとIRIの関係^{7), 8), 9)}, 高速道路での評価^{10), 11), 12), 13), 14)}, 乗り心地との関係^{14), 15), 16)}, 空港への適用¹⁷⁾などが研究されており, 他の文献^{18), 19), 20)}からも幅広い研究が行われていることがうかがわれる。また, 平成8年に制定された土木学会コンクリート標準示方書〔舗装編〕²¹⁾では, コンクリート舗装の乗り心地はIRIで検討することが記載されている。このように, 我が国においてもIRIが維持修繕の指標となりえることが考えられる。

本文はIRIの理解を深めることを目的に, IRIについて調査した結果を報告する。まず, 最初にIRIの計算方法を簡単な例題とともに示し, その手順について解説する。次にIRI算出に必要なプロファイル測定装置についてインターネットや海外文献で調査した中から, 代表的な装置の概要および測定方法を紹介する。最後に諸外国におけるIRIの適用事例を海外文献から紹介する。

2. IRIの算出

IRIの求め方には, クラス1〜クラス4の4種類がある^{2), 4)}。クラス1は, 水準測量等により正確な縦断凹凸を測定し, クォーターカー・モデルの走行シミュレーションで算出する方法, クラス2は, 任意のプロフィールメータのデータから, クォーターカーシミュレーションにより算出する方法, クラス3は, レスポンズ型の道路ラフネス測定システムの測定値から, 相関式によってIRIに変換する方法, クラス4は, 車の乗

員の体感や視覚といった主観で推定する方法である。

本章では, クラス1または2で測定された縦断凹凸データからIRIを計算する方法について述べる。

2.1 縦断凹凸データからのIRIの計算

縦断凹凸データからIRIを計算するには, 既製のソフト (例えば, RoadRuf²²⁾) を利用するのが最も簡単な方法である。しかしながら計算過程がブラックボックスとなるため, 研究業務に携わる者には不都合の生じる場合もあろう。一方, 計算プログラムは, 多くの文献に記載されているので容易に入手できるが, プログラム言語の素養を有していなければその利用は難しい。

そこで本文では, 図-1に示すようなデータサンプリング間隔 dx (m) で測定された縦断凹凸データから, IRIを計算する手順について, プログラムの知識がなくても理解できるよう解説する。計算の理論は他の文献に譲り, だれもが計算できるよう機械的な手順のみの記述にとどめた。電卓でも計算できるよう努めたが, 現実的には電卓による計算は手間がかかるので, Excelなどの表計算ソフトを利用することになろう。

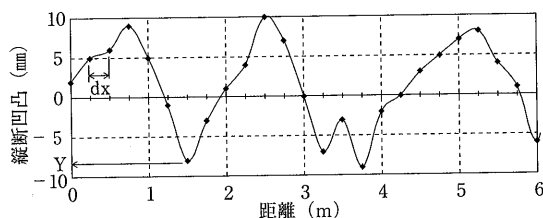


図-1 縦断凹凸データの例

なお, 以下の計算手順, 計算例は, 世界銀行の Technical Paper No.46²⁾ の内容に基づいており, 速度 80km/h におけるIRIである。

(1) 計算手順

計算手順を図-2に示す。Startの5つ下のステッ

*こせき ひろじ 大林道路技術研究所

**すずき こうゆう (株)パスコ道路センター

***せきぐち えいすけ 日本大学理工学部土木工学科

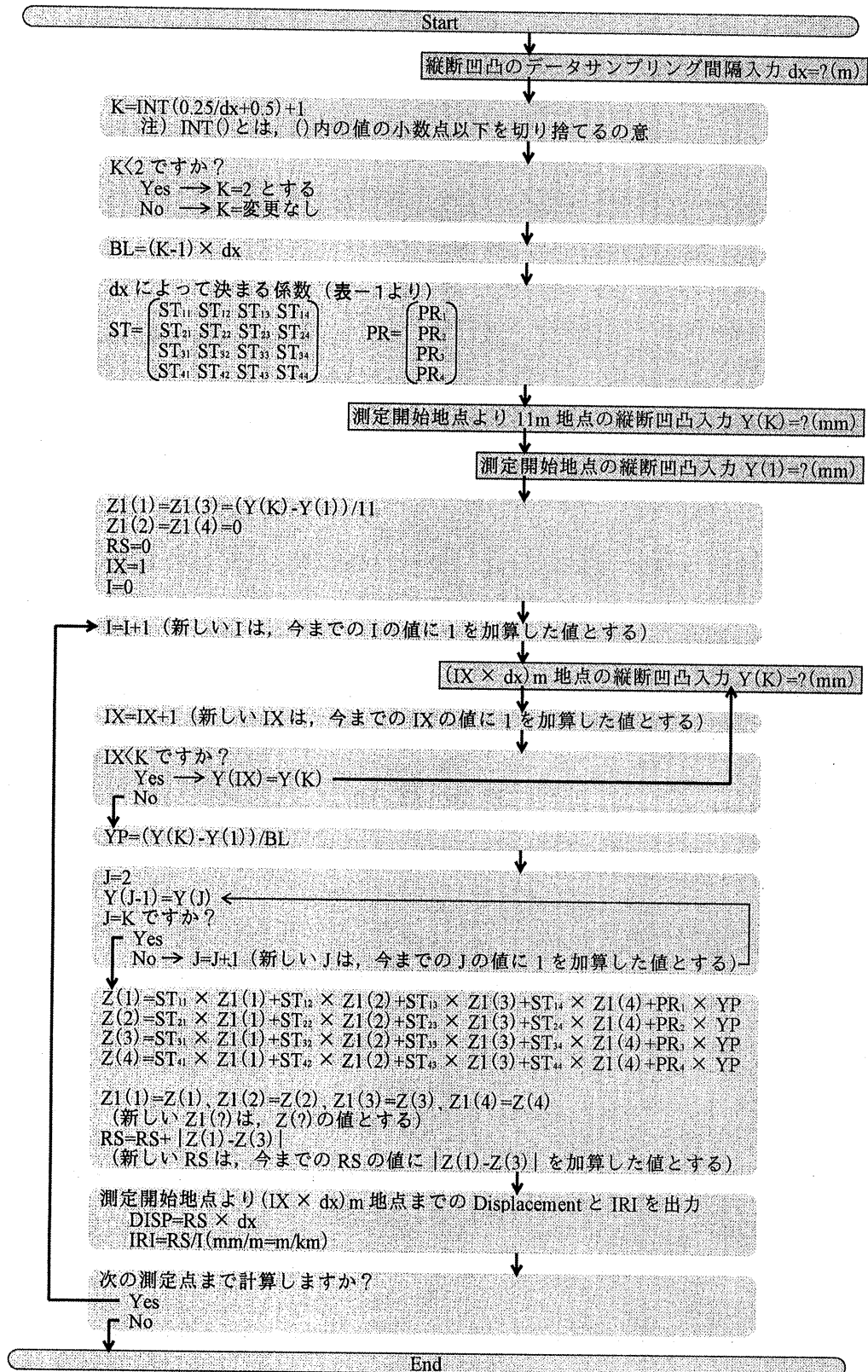


図-2 IRIの計算手順

表-1 IRIの計算に用いる係数ST, PR

dx = 50 mm, dt = .00225 sec					
ST =	.9998452 -.1352583 1.030173E-03 .8983268	2.235208E-03 .9870245 9.842664E-05 8.617964E-02	1.062545E-04 7.098568E-02 .9882941 -10.2297	1.476399E-05 1.292695E-02 2.143501E-03 .9031446	PR = 4.858894E-05 6.427258E-02 1.067582E-02 9.331372
dx = 100 mm, dt = .0045 sec					
ST =	.9994014 -.2570548 3.960378E-03 1.687312	4.442351E-03 .975036 3.814527E-04 .1638951	2.188854E-04 7.966216E-03 .9548048 -19.34264	5.72179E-05 2.458427E-02 4.035587E-03 .7948701	PR = 3.793992E-04 2.490886 4.123478E-02 17.65532
dx = 152.4 mm (0.50 ft), dt = .006858 sec					
ST =	.9986576 -.3717946 8.791381E-03 2.388208	6.727609E-03 .9634164 8.540772E-04 .2351618	3.30789E-05 -.1859178 .8992078 -27.58257	1.281116E-04 3.527427E-02 5.787373E-03 .6728373	PR = 1.309621E-03 .5577123 9.200091E-02 25.19436
dx = 166.7 mm, dt = .0075015 sec					
ST =	.9984089 -.4010374 1.038282E-02 2.556328	7.346592E-03 .9603959 1.011088E-03 .2526888	-1.096989E-04 -.2592032 .8808076 -29.58754	1.516632E-04 3.790333E-02 6.209313E-03 .6385015	PR = 1.70055E-03 .6602406 .1088096 27.03121
dx = 200 mm, dt = .009 sec					
ST =	.9977588 -.4660258 1.448438E-02 2.908761	8.780606E-03 .9335856 1.418428E-03 .2901964	-6.436089E-04 -.4602074 .8332105 -33.84164	2.127641E-04 4.352945E-02 7.105564E-03 .5574984	PR = 2.885245E-03 .9262331 .1523033 30.93289
dx = 250 mm, dt = .01125 sec					
ST =	.9966071 -.5563044 2.153176E-02 3.335013	1.091514E-02 .9438768 2.126763E-03 .3376467	-2.083274E-03 -.8324718 .7508714 -39.12762	3.190145E-04 5.064701E-02 8.221888E-03 .4347564	PR = 5.476107E-03 1.388776 .2275968 35.79262
dx = 304.8 mm (1.00 ft), dt = .013716 sec					
ST =	.9951219 -.6468806 3.018876E-02 3.661957	1.323022E-02 .9338062 3.010939E-03 .3772937	-4.721649E-03 -1.319262 .6487856 -43.40468	4.516408E-04 5.659404E-02 9.129263E-03 .3016807	PR = 9.599989E-03 1.966143 .3210257 39.74273
dx = 333.3 mm, dt = .0149985 sec					
ST =	.9942636 -.6911992 3.496214E-02 3.775608	1.442457E-02 .9287472 3.505154E-03 .3928397	-6.590556E-03 -1.597666 .5920432 -45.01348	5.25773E-04 5.892596E-02 9.472713E-03 .2341656	PR = 1.232715E-02 2.288865 .3729946 41.23787
dx = 500 mm, dt = .0225 sec					
ST =	.9881727 -.928516 6.386326E-02 3.743294	2.128394E-02 .9001616 6.615445E-03 .4186779	-2.520931E-02 -3.391369 .2402896 -46.67883	9.923165E-04 6.280167E-02 9.862685E-03 -.1145251	PR = 3.703847E-02 4.319885 .6958473 42.93555
dx = 609.6 mm (2.00 ft), dt = .027432 sec					
ST =	.9832207 -1.080368 8.111078E-02 3.194438	2.567633E-02 .8808161 8.608906E-03 .3839011	-.0448194 -4.541246 2.055522E-02 -41.76972	1.291335E-03 5.758515E-02 8.861093E-03 -.2822551	PR = 6.159972E-02 5.621614 .898334 38.57529

プに「dxによって決まる係数ST, PR」とあるが、このST, PRについてはdxの値によって表-1のように定まる。係数の算出方法については、ここでは触れない。右寄せしてある四角い囲みは、各自が測定データを入力するステップで、それ以外は記述どおり機械的に計算、あるいは判断していく。

(2) 計算例

前記の手順に従って、図-3（数値データは表-2参照）に示す縦断凹凸波形からIRIを試算してみる。なお、この縦断凹凸波形は0～1m地点までは0mm、1m地点からは三角波形、5m地点以降は0mmという単純な例であり、実際の路面をあらわすものではない。図-2に示した右寄せしてある各入力ステップの値は、

表-2から読みとることができるが、確認のため以下に記しておく。

- ▶縦断凹凸のデータサンプリング間隔：0.25 (m)
- ▶11m地点の縦断凹凸：0 (mm)
- ▶測定開始点の縦断凹凸：つまり0m地点の縦断凹凸のことなので、図-3より0 (mm)
- ▶(IX×dx)m地点の縦断凹凸：初回は0.25m地点の値を訊ねてくるので0 (mm)，2回目は0.5m地点の値なので0 (mm)，以降は表-2の縦断凹凸の欄に示すとおりである。このステップは、IRIの計算をしたい地点まで、データを入力する。

IRIの計算結果は、表-2（数値データ）、図-3（グラフ）のとおりである。図および表中のDisplacementはクォーターカーシミュレーションのばね上重量とばね下重量の運動の差の累計であり、これ

を距離で割ったものがIRIである。

なお、IRIの計算結果の見方であるが、例えば表-2の距離10mの覧に示されているIRIの値0.508670mm/

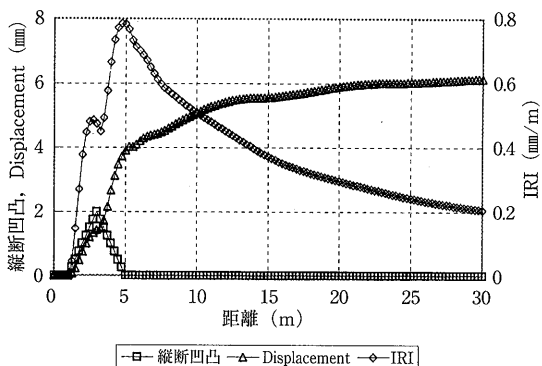


図-3 縦断凹凸波形とIRIの算出結果

表-2 縦断凹凸データとIRIの算出結果（図-3の数値データ）

距離 (m)	縦断凹凸 (mm)	Displacement	IRI (mm/m)	距離 (m)	縦断凹凸 (mm)	Displacement	IRI (mm/m)	距離 (m)	縦断凹凸 (mm)	Displacement	IRI (mm/m)
0.25	0.00	0.00000	0.000000	10.25	0.00	5.14023	0.501486	20.25	0.00	5.91848	0.292270
0.50	0.00	0.00000	0.000000	10.50	0.00	5.19121	0.494401	20.50	0.00	5.93316	0.289423
0.75	0.00	0.00000	0.000000	10.75	0.00	5.23892	0.487342	20.75	0.00	5.94686	0.286596
1.00	0.00	0.00000	0.000000	11.00	0.00	5.28312	0.480283	21.00	0.00	5.95952	0.283786
1.25	0.25	0.05553	0.044424	11.25	0.00	5.32388	0.473233	21.25	0.00	5.97110	0.280993
1.50	0.50	0.22023	0.146822	11.50	0.00	5.36141	0.466210	21.50	0.00	5.98158	0.278213
1.75	0.75	0.47306	0.270318	11.75	0.00	5.39585	0.459221	21.75	0.00	5.99095	0.275446
2.00	1.00	0.75476	0.377380	12.00	0.00	5.42720	0.452266	22.00	0.00	5.99920	0.272691
2.25	1.25	1.00790	0.477956	12.25	0.00	5.45534	0.445334	22.25	0.00	6.00634	0.269948
2.50	1.50	1.20138	0.480554	12.50	0.00	5.48014	0.438411	22.50	0.00	6.01236	0.267216
2.75	1.75	1.33439	0.485232	12.75	0.00	5.50150	0.431490	22.75	0.00	6.01729	0.264496
3.00	2.00	1.42554	0.475180	13.00	0.00	5.51941	0.424570	23.00	0.00	6.02116	0.261790
3.25	1.75	1.46459	0.450642	13.25	0.00	5.53394	0.417656	23.25	0.00	6.02400	0.259097
3.50	1.50	1.72578	0.493081	13.50	0.00	5.54521	0.410756	23.50	0.00	6.02584	0.256419
3.75	1.25	2.16300	0.576800	13.75	0.00	5.55336	0.403881	23.75	0.00	6.02673	0.253757
4.00	1.00	2.66248	0.665619	14.00	0.00	5.55853	0.397038	24.00	0.00	6.02675	0.251114
4.25	0.75	3.11728	0.733478	14.25	0.00	5.56086	0.390236	24.25	0.00	6.02762	0.248562
4.50	0.50	3.47144	0.771431	14.50	0.00	5.56124	0.383534	24.50	0.00	6.02929	0.246093
4.75	0.25	3.72540	0.784294	14.75	0.00	5.56420	0.377234	24.75	0.00	6.03170	0.243705
5.00	0.00	3.91465	0.782931	15.00	0.00	5.56956	0.371304	25.00	0.00	6.03480	0.241392
5.25	0.00	4.02533	0.766730	15.25	0.00	5.57717	0.365716	25.25	0.00	6.03851	0.239149
5.50	0.00	4.03072	0.732857	15.50	0.00	5.58683	0.360441	25.50	0.00	6.04278	0.236972
5.75	0.00	4.10399	0.713737	15.75	0.00	5.59836	0.355451	25.75	0.00	6.04755	0.234856
6.00	0.00	4.20709	0.701181	16.00	0.00	5.61155	0.350722	26.00	0.00	6.05275	0.232798
6.25	0.00	4.29849	0.687758	16.25	0.00	5.62622	0.346229	26.25	0.00	6.05831	0.230793
6.50	0.00	4.35937	0.670672	16.50	0.00	5.64216	0.341949	26.50	0.00	6.06418	0.228837
6.75	0.00	4.39329	0.650858	16.75	0.00	5.65920	0.337863	26.75	0.00	6.07030	0.226927
7.00	0.00	4.41616	0.630880	17.00	0.00	5.67714	0.333949	27.00	0.00	6.07660	0.225059
7.25	0.00	4.44437	0.613016	17.25	0.00	5.69580	0.330192	27.25	0.00	6.08303	0.223231
7.50	0.00	4.48715	0.598287	17.50	0.00	5.71501	0.326572	27.50	0.00	6.08954	0.221438
7.75	0.00	4.54489	0.586438	17.75	0.00	5.73459	0.323075	27.75	0.00	6.09607	0.219678
8.00	0.00	4.61197	0.576496	18.00	0.00	5.75437	0.319687	28.00	0.00	6.10256	0.217949
8.25	0.00	4.68122	0.567420	18.25	0.00	5.77419	0.316394	28.25	0.00	6.10899	0.216247
8.50	0.00	4.74746	0.558524	18.50	0.00	5.79391	0.313184	28.50	0.00	6.11529	0.214572
8.75	0.00	4.80881	0.549579	18.75	0.00	5.81338	0.310047	28.75	0.00	6.12144	0.212920
9.00	0.00	4.86615	0.540684	19.00	0.00	5.83247	0.306972	29.00	0.00	6.12739	0.211289
9.25	0.00	4.92149	0.532053	19.25	0.00	5.85107	0.303952	29.25	0.00	6.13311	0.209679
9.50	0.00	4.97650	0.523842	19.50	0.00	5.86907	0.300978	29.50	0.00	6.13858	0.208087
9.75	0.00	5.03175	0.516077	19.75	0.00	5.88636	0.298043	29.75	0.00	6.14376	0.206513
10.00	0.00	5.08670	0.508670	20.00	0.00	5.90285	0.295143	30.00	0.00	6.14864	0.204955

mは、10m地点のIRIという意味ではなく、0 m～10 m区間のIRIと解釈するものである。

3. 縦断プロファイルの測定装置

本章では、IRI算出のために必要な縦断プロファイルの測定装置について述べる。なお、文献⁵⁾にも記載されているように、測定装置は諸外国にあり、以下に紹介するものは、数多く存在する測定装置の中の一部である。ここでは、写真または図が入手できた海外の測定装置の概要を測定方式別に紹介する。

3.1 測定方式

測定装置を大別すると、車載型測定装置と非車載型測定装置に分類される。

(1) 車載型測定装置

車載測定装置は、車両を走行させながら通常の交通速度で測定する方式である。

(2) 非車載型測定装置

非車載測定装置は、人力で牽引するものである。

3.2 車載型測定装置の概要

(1) LISA-モデル6000²³⁾ (アメリカ)

Ames Engineering社のLISA-モデル6000は、軽量な測定装置である(写真-1)。

LISAの主な仕様は、表-3に示すとおりである。



写真-1 軽量路面アナライザーLISA-モデル6000

表-3 LISAの主な仕様

データ格納	13,000mile (20,900km)
格納間隔	3in (7.62cm)
路面の波長	0.5-200ft (15.2-6,100cm)
車両重量 (燃料含む)	950pounds (431kg)
有効接地圧	6psi (41.3kPa)
車長	101.6in (258cm)
車幅	60.0in (152cm)
ホイールベース	69.5in (177cm)
地面とのすき間	7in (17.8cm)

LISAの接地圧は6 psi (41.3kPa)であり、舗設直後の熱いアスファルト舗装上や設計強度に満たないコンクリート舗装上でも縦断プロファイルを早く効果的に得ることができる。また、車載式コンピュータは、即時にデータを処理し、オペレータがリアルタイムにコンピュータの画面上でプロファイルを見ることができる。さらに、クラス1に相当する精度で縦断プロファイルを測定でき、ASTM E950-94 (慣性式プロファイル測定原理を用いた加速度計による路面縦断形状標準測定法)に基づく装置である。

(2) Lightweight Profilometer²⁴⁾ (アメリカ)

Advance Testing社のLightweight Profilometerは接地圧6 psi (41.3kPa)であり、前述したLISA-モデル6000と同様な機能を備えている測定装置である(写真-2)。

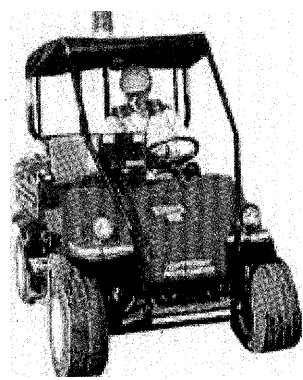


写真-2 Lightweight Profilometer

(3) Roadmaster IRI Tester²⁵⁾ (フィンランド)

Roadmaster IRI TesterはIRIを算出するための測定原理に基づく装置であり、簡単にどんな車両にでも取り付けられる(写真-3)。



写真-3 Roadmaster IRI Tester

Roadmasterは加速度計、走行距離計、パルス探知機、ノートPCからなる装置である。また、GPS装置も備えることができ、緯度・経度または位置に関する情報をIRIと共に表示することができる。測定原理は、加速度計が右ホイール近くの後車軸に装備され、垂直加速度を測定する。垂直加速度を2回積分することによって後車軸の垂直移動量に変換され、路面の縦断プロファイルに変換される。移動距離は、車両の速度計電子装置のパルス波によるか、もしくは機械式の走行距離計により測定される。

(4) Road Surface Profiler²⁶⁾ (デンマーク)

Dynatest社のRoad Surface Profiler (RSP) は、高品質のラフネス測定結果が得られるよう高度で自動化された装置である (写真-4)。

RSPは、縦・横断形状、リアルタイムのラフネス (IRI, RN), わだち掘れ深さときめの評価, GPSとの解析処理を行うことができる。この装置にはいくつかのレベルがあり、フル装備バージョンは、11個のレーザセンサが標準であり、特注で21個のレーザセンサが取り付けられる。縦断プロファイル測定はサウスダコタ方式 (横断方向に数個のセンサを配置してプロファイルを測定する方式) に基づいている。加速度計が上下の車体運動を得るために使われ、レーザセンサが車体と路面間の変位を測るために使われる。車体と路面の変位で車体運動を求め、縦断プロファイルが得られる。得られた結果から、IRIが計算される。RSPの縦断プロファイルはクラス1の精度であり、ASTM E-950-94によって定義されている測定方法に基づいている。



写真-4 Road Surface Profiler (RSP)

(5) Automatic Road Analyzer²⁷⁾ (アメリカ)

Automatic Road Analyzer (ARAN) は、特別な車両に測定、記録、表示する装置を搭載したものである (写真-5)。



写真-5 Automatic Road Analyzer (ARAN)

測定、記録、表示する情報は、走行距離、縦横断のプロファイル、わだち掘れ深さ、勾配、曲率半径、マクロテクスチャ、GPSによる位置、キーボード入力による記録、視準ビデオ画像、舗装路面ビデオ画像である。個々の測定システムは、中央制御コンピュータに接続され、測定中はリアルタイムで動作し、全ての測定が同時に記録される。また、クラス1の精度で測定できる装置である。

(6) BIRS Laser Profilometer²⁸⁾ (カナダ)

GIE Technologies社によって開発されたBIRS Laser Profilometerは、通常の交通速度で測定できる装置である (写真-6)。

この装置は、レーザによって表面を3次元の路面に生成することでSHRPの損傷マニュアル²⁹⁾に基づいた舗装の損傷調査に使用できる。

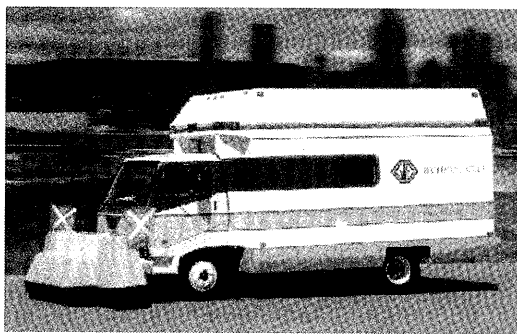


写真-6 BIRS Laser Profilometer

(7) Laser Road Surface Tester³⁰⁾ (スウェーデン)

Laser Road Surface Tester (Laser RST) は、スウェーデンで開発され、走行速度90km/hでの測定が可能な装置である (図-4)。

車両前方のバンパー部に取り付けられたレーザで、車輪走行部の縦断プロファイルが測定される。さらに、

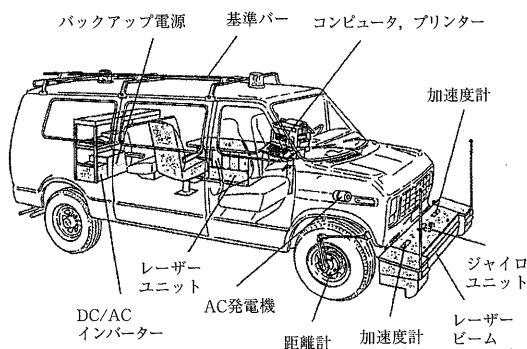


図-4 Laser Road Surface Tester (Laser RST)

加速度計によって車体の振動が補正され、正確なプロファイルが取得される。

(8) Bump Integrator³¹⁾ (ニュージーランド)

ROMDAS Bump Integrator (BI) はレスポンスタイプのラフネスメータである。一般にBIは任意の車両の後部車軸中央の床に取り付けられ、BIからサスペンションにケーブルがつながっている (写真-7)。

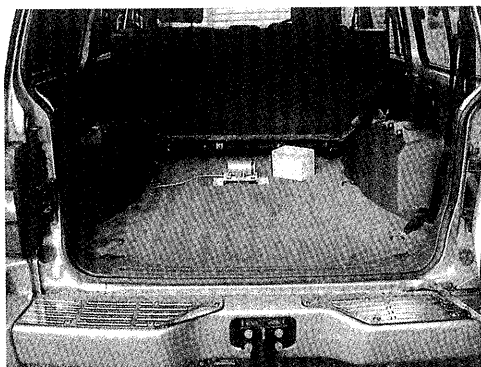


写真-7 車両に取り付けられたBump Integrator

(9) PAVEDEX³²⁾ (アメリカ)

PAVEDEXは、舗装の状況を連続的に記録する装置である (写真-8)。

PAVEDEXには、4台のビデオカメラが設置されており (前方に2台、後方に2台)、クラックやパッチング等を検出するために、路面性状を連続的に測定する。得られた情報は、コンピュータに記録される。また、バンパー部には、5つの超音波センサが設置されており、サウスダコタ法によって、縦断プロファイルが測定され、IRIを算出する。この測定は、昼間の乾燥している道路で実施される。



写真-8 PAVEDEX

(10) Surface Roughness Analyser³³⁾ (スペイン)

Surface Roughness Analyser (ARS) は、2つのアームを持ち、乗用車で牽引する装置である (写真-9)。

アームには慣性の振りが設置されており、これを利用して縦断プロファイルを測定する。測定速度は90km/hまでが可能である。測定データは、コンピュータに記録され、リアルタイムに処理される。

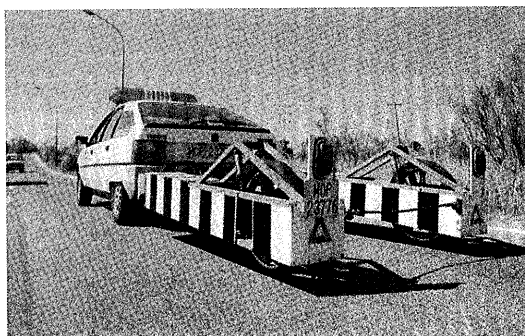


写真-9 Surface Roughness Analyser (ARS)

3.3 非車載型測定装置の概要

(1) 水準測量

路面のプロファイルを測定するための最も正確な方式 (クラス1) であるが、これは時間と費用がかかるため、短い区間の測定に適する。

(2) Dipstick³⁴⁾ (アメリカ)

Dipstickは、路面のプロファイルを測定する最も簡単なクラス1の装置である (写真-10)。

Dipstickは、路面との接触脚部がピボットとなり、前後の脚を交互に180度回転させ、プロファイルの軌跡に沿って測定する。Dipstickに備え付けられている角度測定装置で勾配が測定される。調査の終わりにコンピュータは、プロファイルとIRIを計算して画面

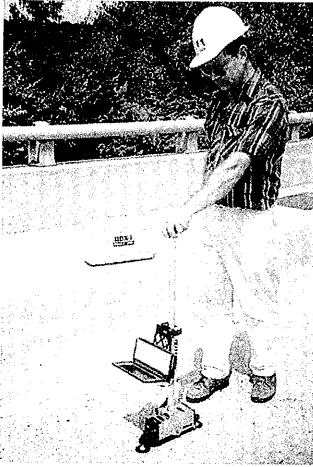


写真-10 Dipstick

に表示する。

(3) Rolling Dipstick³⁵⁾ (アメリカ)

Rolling Dipstickは、路面のプロファイルを早く正確にデータを収集するためのクラス1の装置である(写真-11)。

コンパクトで耐久性があり、特別なトレーニングを必要とせず一人で簡単に操作することができる。Rolling Dipstickはコンピュータを備え付けており、自動的にデータを収集する。そしてデータ収集の間、測定距離が絶えず表示される。測定終了後、カスタムソフトウェアは直ちにIRIとプロファイルを計算する。



写真-11 Rolling Dipstick

のIRIを算出するために設計され開発された装置である(写真-12)。

IRIS Surface Profile Systemの主な仕様を表-4に示す。この装置はクラス1のプロファイル測定装置である。

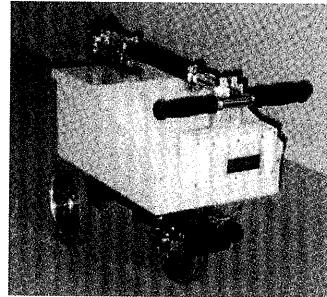


写真-12 IRIS Surface Profile System

表-4 IRIS Surface Profile Systemの主な仕様

重量	バッテリー含42kg, 保護ケース含64kg
大きさ	ハンドル固定で330W×530H×660D
温度	操作は0～50℃, 記憶装置は-10～60℃
スピード	1 m/s以内は表面のテクスチャに依存
サンプリング	サンプリング間隔200mmを標準で報告
精度	0.3m/km以内
アウトプット	区間長のIRI (m/km) を表示
測定方法	ビームの直接接触で連続的に測定する

4. IRIの適用

本章では、IRIを適用した事例について紹介する。

4.1 EVEN

EVENとは、1998年に世界道路協会PIARCが行った縦横断プロファイル測定の比較検討を目的とした国際共通試験の略称である。この国際共通試験は、結果をIRIで評価している。第4回路面性状に関する国際シンポジウム(略称: SURF2000)で国際共通試験の概要が報告されている³⁴⁾ので、以下に紹介する。試験の詳細は1999年クアラルンプールで行われた世界道路会議の会議記録集に記載されている。

試験は、米国、日本、ヨーロッパの3地域で行われた。表-5に各地域において行われた各試験セッション数とそのIRIの範囲を()内に示す。なお、日本における試験の概要は文献³⁸⁾、³⁹⁾に示されている。

米国では4台、日本では7台の高速プロファイルメータが使用された。真のプロファイル値は、静的Dipstick, ローリングDipstick, レベル測量の3つを組み合わせて求めた。IRIの算出には、ミシガン大学で開発されたRoad Ruff²²⁾プログラムが使用された。

(4) IRIS Surface Profile System³⁶⁾ (オーストラリア)
AMSKAN社のIRIS Surface Profile Systemは、舗装

表－5 試験セクション数とIRIの範囲

IRI	米国	日本	ヨーロッパ
	2 (5.27-5.66)		2 (5.58-6.75)
4.0<IRI<5.0		1 (4.45)	1 (4.47)
2.5<IRI<4.0	3 (2.67-2.93)	3 (2.69-3.19)	2 (2.79-3.08)
1.5<IRI<2.5	7 (1.62-2.46)	1 (1.62)	2 (1.65-1.92)
1<IRI<1.5	5 (1.00-1.36)	8 (1.08)	1 (1.07)
IRI<1	2 (0.77-0.86)	2 (0.81-0.94)	3 (0.82-0.97)

日本におけるいくつかの装置は真のプロファイル値で計算したIRIとの相関が低い結果となった。これは本来なら各装置毎に較正された値を用いて整理されるはずが、較正前のデータを用いたためである。2001年のTRB年次総会で北見工業大学の川村が正規のデータで報告を行っているが、それでは相関は高い結果となっている。

なお、日本のデータを用いて解析を行った結果は、国内の文献でも報告されている^{40), 41)}。

4.2 諸外国におけるIRIの使用事例

ここでは、諸外国において、IRIが舗装の評価または、補修基準値として扱われている例を紹介する。また、サウジアラビア、メキシコでは、自国の道路の整備状況をIRIで報告している^{42), 43)}。以下に示すもの以外にもマレーシア、デンマーク、イタリア、スウェーデンでも使用されている報告がある^{42), 43), 44)}。なお、IRIの単位はm/kmやmm/mのように国によって異なるが、ここでは、参考文献で記載されているとおりに記載する。

(1) IRIによる評価の例

ポーランドでは、IRIを表－6に示す4段階で舗装のランク付けを行っている⁴²⁾。

表－6 ポーランドにおける評価

評価	IRI (m/km)
A	<2.8
B	2.8～4.4
C	4.5～5.8
D	>5.8

クロアチアでは、IRIを表－7に示す3段階で舗装のランク付けを行っている⁴²⁾。

表－7 クロアチアにおける評価

評価	IRI (mm/m)
良い	3 以下
許容範囲	3 ～ 5
悪い	5 以上

(2) 補修基準の例

フィンランドでは、道路の種別によって、表－8に示す基準値を設けている⁴²⁾。

表－8 フィンランドにおける補修基準

道路種別	IRI (mm/m)
幹線道路	3.0
主要道路	3.5
地方道路	4.5
他の道路	5.5

スペインのマドリードでは、表－9に示す基準値を設けている⁴³⁾。

表－9 マドリードにおける補修基準

道路種別	IRI (mm/m)
主要道路	3
2級道路	5
地方道路	7

メキシコでは、区間長を10kmとしたIRIの平均値で基準値を設けている。区間長10km未満の場合と併せて基準値を表－10に示す⁴³⁾。

表－10 メキシコにおける基準値

区間長	IRI (m/km)
10km	2.81
10km未満	3.81

イタリアでは、20m毎に測定されたIRI平均値に対して、カナダ（ケベック州）では100m毎に測定した1000mの区間に対して、表－11に示す基準値を設けている⁴⁴⁾。

表－11 補修基準

国名	IRI
イタリア	4.5 (m/m)
カナダ（ケベック州）	1.7 (m/km)

(3) 諸外国の現状

サウジアラビアで行われた調査（65,677km）から、IRIの値別に集計された結果を表－12に示す⁴²⁾。

表－12 サウジアラビアの現状

IRI (mm/m)	%
< 2	69.5
2 ～ 4	27.9
> 4	2.6

メキシコで行われた調査結果（22,000km以上）をまとめたものを表-13に示す⁴³⁾。

表-13 メキシコの現状

IRI (m/km)	%
≤1.5	0.7
>1.5, ≤1.75	16.6
>1.75, ≤2.00	21.2
>2.00, ≤2.25	31.1
>2.25, ≤2.50	20.5
>2.50, ≤2.75	7.3
>2.75, ≤3.00	2.2
>3.00	0.3

評価または補修基準で良いと判断するIRIは3未満とする国が多い。それに対して、公表された調査結果では3を超えるような場合はほとんどない。また、各国でIRIを評価する区間長が異なるようである。

4.3 IRIに関する研究

IRIを利用した研究成果として、交通安全との関係、オーバーレイの評価に関する論文が、2000年シドニーで開催された第1回国際アスファルト舗装会議⁴⁵⁾で報告されているので以下に紹介する。

(1) IRIと事故率の関係⁴⁶⁾

交通事故に影響を及ぼす因子を表-14にまとめる。

表-14 交通安全に影響を及ぼす因子

因子	尺度または指標
テクスチャ 摩擦	・例えばIFI（国際摩擦指標） ・すべり抵抗 ・タイヤ基準
ラフネス 乗り心地	・例えばIRI ・速度
路面の 老朽化	・わだち掘れ、ポットホール、クラック等 ・老朽化の指標
舗装の線形 構造	・車線、路肩、中央分離帯、歩道幅員 ・横断形状
視認性	・色彩と反射 ・レーンマーク、標識 ・夜間と悪い気象条件下での視認性
舗装材料と 配合	・舗装の種類 ・材料のテクスチャと色彩 ・鉱物学的な特性
安全対策と 安全施設	・警告標識 ・防護施設
環境と 気象条件	・場所と時間 ・障害物と安全施設 ・霧、雨、雪、風等

交通事故に影響を及ぼす因子の中から、ラフネス（IRI）に関してまとめた研究がある。ヨルダンにおける2車線の地方国道1,130kmで収集したデータを回帰分析したものである。回帰分析では、IRIと現在サービス性能率（Present Serviceability Rating）が舗装の状態を表す指標として用いられ、舗装の状態が単独車両および複数車両の事故率に影響することを示した。

図-5は、IRIと単独車両の事故率の関係を示したものである。単独車両の事故率はIRIの増加によって減少し、IRIが5を越えると事故率は著しく減少する。

一方、IRIと複数車両の事故率を示したのが図-6である。IRIの増加とともに事故率も上昇する。図-6より、IRIの大きい舗装においては単独車両の事故率は低減するが、複数車両に及ぶ事故率は上昇することがわかる。

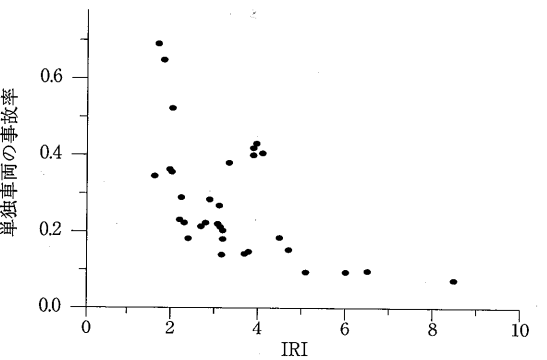


図-5 IRIと単独車両の事故率の関係

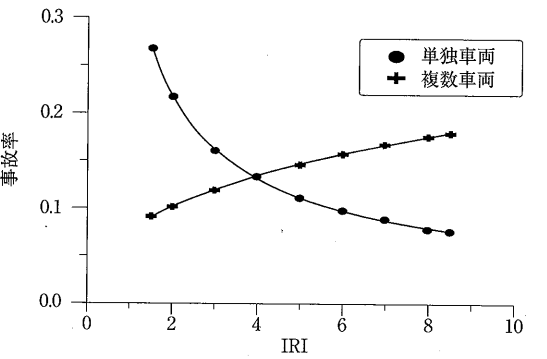


図-6 IRIと事故率との関係

(2) オーバーレイの評価⁴⁷⁾

1989年から実施したカナダの長期パフォーマンス（C-LTPP）研究は、オーバーレイの厚さを変化させた舗装24地域、65箇所で行われた。各地の舗装に関する

条件は、以下のとおりである。

・気象条件（凍結地域は凍結指数900℃・日で区分）

- ①湿潤で低凍結地域
- ②湿潤で高凍結地域
- ③乾燥で高凍結地域

・路床条件

- ①粒度が細かい（シルトおよび粘土）
- ②粒度が粗い（砂と砂利）

・オーバーレイの厚さ

- ①30～60mm
- ②60～100mm
- ③100～185mm

・混合物の種類

- ①新規混合物
- ②再生混合物

・交通量（200,000ESALs/年で区分）

- ①多い
- ②少ない

気象条件の違いによるIRIの変化を図-7、オーバーレイの厚さの違いによるIRIの変化を図-8に示す。

8年間に及ぶ調査の結果をまとめると以下のとおりである。

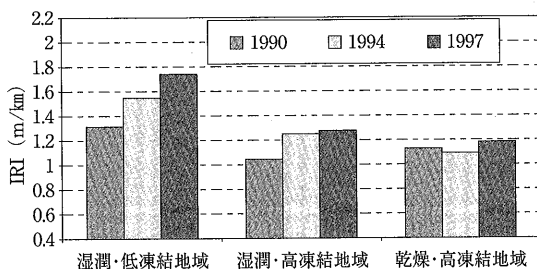


図-7 気象条件の違いによるIRIの変化

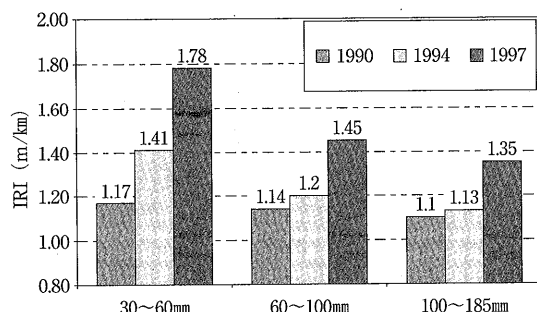


図-8 オーバーレイ厚の違いによるIRIの変化

- ・オーバーレイの厚さの影響は、薄いものが高い割合で悪化している。
- ・気象条件は、湿潤で低凍結地域が比較的悪化の進行が早い。一方、高凍結地域では悪化は遅く、特に乾燥地域の変化は少ない。
- ・路床土は、細かい方が粗い方より高いレベルでIRIが増加した。
- ・混合物がIRIに与える影響は明確ではないが、これはIRIの悪化が少ない地域で比較したためであると考えられる。
- ・交通量がIRIに与える影響は明確ではないが、これは境界条件を2水準にしたためであると考えられる。

一般に舗装の供用性の評価は、わだち掘れ量などの多様な調査が実施される。ここでは、舗装の性能をIRIのみで評価したが、IRIだけで、舗装の評価がある程度可能であることは、この研究の大きな成果であるとしている。

5. おわりに

舗装マネジメントシステムにおける舗装のパフォーマンス評価には、乗り心地または縦断凹凸の要素は不可欠である。舗装のパフォーマンスを評価する項目として、ひびわれ、すべり、たわみなどもあるが、舗装マネジメントシステムを解説する文献^{(48), (49), (50)}でも、乗り心地や縦断凹凸が最初に解説されており、重要視されていることがうかがえる。

既に海外では、乗り心地または縦断凹凸の評価として、IRIを維持修繕の指標として適用している国がある。我が国でも、世界標準であるIRIについて、研究レベルから実用レベルの検討を進めることが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Sayers, M. W., Gillespie, T. D. and Queiroz, C. A. V. : The International Road Roughness Experiment, World Bank Technical Paper No.45, 1986
- 2) Sayers, M. W., Gillespie, T. D. and Paterson, W. D. O. : Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements, World Bank Technical Paper No.46, 1986
- 3) 笠原篤, 加藤昌太郎: 国際ラフネス指数, 舗装, Vol.26, No.7, pp.24～26, 1991

- 4) マイケル W. セイヤーズ (訳: 笠原篤, 関口幹夫, 加藤昌太郎): 道路縦断プロファイルからのIRIの算出 (上), 舗装, Vol.31, No.7, pp.21~27, 1996
- 5) マイケル W. セイヤーズ (訳: 笠原篤, 関口幹夫, 加藤昌太郎): 道路縦断プロファイルからのIRIの算出 (下), 舗装, Vol.31, No.8, pp.12~17, 1996
- 6) トマス D. ギレスピ (訳: 笠原篤, 加藤昌太郎): 知りたかったが尋ねるのが怖かったIRIのすべて, 舗装, Vol.35, No.5, pp.19~26, 2000
- 7) 加藤昌太郎, 萩原哲夫: IRI評価のための縦断形状復元手法の開発, 第18回日本道路会議, 一般論文集, pp.548~549, 1989
- 8) 池田拓哉, 東嶋奈緒子: 国際ラフネス指数の計測方法に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, 第3巻, pp.9~14, 1998
- 9) 東嶋奈緒子, 池田拓哉: 舗装の平坦性測定方法の検討, 土木技術資料, Vol.40, No.12, pp.50~55, 1998
- 10) 川村和将, 七五三野茂, 小松原昭則: 高速道路における路面ラフネスの評価について, 第22回日本道路会議, 一般論文集 (B), pp.678~679, 1997
- 11) 川村和将, 七五三野茂, 小松原昭則: 高速道路における路面ラフネスと乗り心地に関する一検討, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.366~367, 1999
- 12) 川村彰, 榎本友紀, 大野滋也, 佐藤正和, 鈴木一隆: 道路利用者の視点から見た高速道路の路面プロファイルについて, 土木学会舗装工学論文集, 第5巻, pp.102~111, 2000
- 13) 鈴木一隆, 大野滋也, 佐藤正和: 高速道路におけるIRI (国際ラフネス指数) の特性に関する一考察, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.80~81, 2001
- 14) 大野滋也, 佐藤正和, 鈴木一隆: 高速道路におけるIRIの適用性に関する検討, 舗装, Vol.36, No.8, pp.15~18, 2001
- 15) 福山貴子, 藤野陽三, 松本泰尚, 谷黒亘, 阿部雅人: 道路の走行快適性に関する計測と評価基準, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.82~83, 2001
- 16) 奥津大樹, 伊藤大輔, 姫野賢治: 生理評価を取り入れた舗装表面プロファイルの評価法に関する研究, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.84~85, 2001
- 17) 姫野賢治, 秋本隆, 川村彰, 福原敏彦: 空港滑走路面のプロファイル特性に関する研究, 土木学会論文集, N.606/V-41, pp.43~51, 1998
- 18) 秋本隆, 姫野賢治, 川村彰, 福原敏彦: 舗装路面の絶対プロファイルデータ収集システムの開発, 土木学会論文集, N.606/V-41, pp.13~20, 1998
- 19) 石井宏美, 亀山修一, 加藤三雄, 松野修平, 笠原篤: 舗装の縦断プロファイルの季節変動に関する解析, 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.60~61, 2000
- 20) 笹木裕也, 亀山修一, 菅原秀蔵, 松野修平, 笠原篤: 札幌市準幹線道路における舗装の縦断プロファイルと支持力の関係, 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.62~63, 2000
- 21) (社)土木学会: コンクリート標準示方書, 舗装編, 1996
- 22) <http://www.umtri.umich.edu/erd/roughness/rr.html>
- 23) <http://www.amesengineering.com/ameslisa.html>
- 24) <http://www.advancetesting.com/Pages/profiling.html>
- 25) <http://www.al-engineering.fi/roadmaster.html>
- 26) <http://www.dynatest.com/hardware/rsp.htm>
- 27) <http://www.state.me.us/mdot/planning/research/aran.htm>
- 28) http://www.tiv.iti.cnrc.ca/~blais/bi_app_gie.html
- 29) Strategic Highway Research Program National Research Council: Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies, SHRP-LTPP/FR-90-001
- 30) RST ROAD SURVEY TECHNOLOGY パンフレット
- 31) <http://www.romdas.com/bi.htm>
- 32) <http://www.pavedex.com/vidcon.htm>
- 33) <http://www.cedex.es/cec/documenti/survey.htm>
- 34) <http://www.dipstick.com/dipstick.html>
- 35) <http://www.dipstick.com/rolling.html>
- 36) http://www.amscan.com/html/iris_surface_rofile_system.html
- 37) Bjarne Schmidt: "EVEN" PIARC International Experiment to Compare and Harmonize Methods for the Assessment of Longitudinal and

- Transverse Evenness of Pavements, Forth International Symposium on Pavement Surface Characteristics of Roads and Airfields, Proceedings, pp 19-30, 2000
- 38) PIARC路面性状国際共通試験, 舗装, Vol.33, No.10, 口絵, 1998
 - 39) 上田恒三, 川村彰, 伊藤富雄: 路面プロファイルの平坦性評価について - 第2回PIARC国際共同試験指針に基づく考察 -, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.362~363, 1999
 - 40) 亀山修一, 川村彰, 早坂保則, 高橋守人, 笠原篤: PIARC路面性状国際共通試験における舗装の縦断プロファイルと支持力の関係, 土木学会論文集, N.683/V-52, pp.119~129, 2001
 - 41) 井上要人, 川村彰, 岡本拓三: EVENデータを用いたWavelet解析による路面性状評価, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集, 第V部門, pp.88~89, 2001
 - 42) XXth World Road Congress, Question IV, New Techniques for Pavement strengthening and Maintenance, National Reports, September 1995.
 - 43) Forth International Symposium on Pavement Surface Characteristics of Roads and Airfields, Proceedings, 2000
 - 44) 川村彰: 路面性状の評価, アスファルト, Vol.41, No.198, pp.33-36, 1999
 - 45) 東滋夫: 第1回国際アスファルト舗装会議に参加して, 道路建設, No.628, pp.58-59, 5月号, 2000
 - 46) Ralph Haas and Susan Tighe : Incorporating Safety into Asphalt Pavements Asset Management, 1st International Conference, World of Asphalt Pavements, Conference Proceedings, Session 4, pp.42-64, 2000
 - 47) Ralph Haas, Ningyuan Li and Susan Tighe : Performance of Asphalt Overlay in the Canadian Strategic Highway Program's LTPP Study, 1st International Conference, World of Asphalt Pavements, Conference Proceedings, Session 8, pp.27-51, 2000
 - 48) R. ハース, W. R. ハドソン (北海道土木技術会舗装研究委員会訳) : 舗装マネジメントシステム, 北海道土木技術会舗装研究委員会, 1989
 - 49) R. ハース, W. R. ハドソン, J. ザニュースキー (北海道土木技術会舗装研究委員会訳) : 最新舗装マネジメントシステム, 北海道土木技術会舗装研究委員会, 1998
 - 50) 笠原篤: 舗装マネジメントシステム, 土木学会論文集, No.478/V-21, pp.1~12, 1993

☆

☆

☆

☆

☆

☆

設計の信頼性

舗装の構造に関する技術基準・同解説（平成13年7月(株)日本道路協会）（以下技術基準と記す）では、設定された設計期間を通じて舗装が疲労破壊をしない確からしさの事を設計の信頼性と定義し、表-1を適用することを示した。

表-1 道路の重要性に応じた信頼性

信頼性	50%	75%	90%
意味	疲労破壊を起こすまでの期間が設計期間を上回るものが全体の50%	疲労破壊を起こすまでの期間が設計期間を上回るものが全体の75%	疲労破壊を起こすまでの期間が設計期間を上回るものが全体の90%
交通量換算	1倍	2倍	4倍
疲労破壊までの期間(参考)	設計条件のとおりであれば設計期間を通して疲労破壊を生じない舗装	設計条件に若干の変動があっても設計起案を通して疲労破壊を生じない舗装および設計条件のとおりであれば設計期間を若干超過しても疲労破壊を生じない舗装	設計条件に大幅な変動があっても設計期間を通して疲労破壊を生じない舗装および設計条件のとおりであれば設計期間を大幅に超過しても疲労破壊を生じない舗装

これはAASHTO（American Association of State Highway and Transportation officials 米国州政府道路交通運輸担当官協会）の道路舗装に関する技術基準（1986年版）で示された信頼性と交通量の関係を参考に作成されたものである。

技術基準では、従来のアスファルト舗装要綱なりセメントコンクリート舗装要綱のように、設計期間をそれぞれ原則10年とか20年という期間にとどめる事はせず、道路の性格を考慮し、工事渋滞の緩和、舗装発生材の抑制、ライフサイクルコストの縮減等の要因から耐久性の高い舗装構成にする事が得策と判断される場合には、アスファルト舗装でも設計期間を20年としたり、舗装工事が道路利用者に与える影響等から、長期供用舗装とすることが好ましい場合には、高速自動車道では40年、国道では20年を目安とする等、設計期間を最適化する考え方が示されて来た。このようなことから、設計期間中の設計交通量を推定する事が重要となり、設計と供用履歴の全偏差（ δ ）の確率分布を正規分布すると仮定して導きたいわゆる「信頼性と交

通量の関係」をもとに設計寿命期間交通量に生き残る確率を高めるようにした。例えば信頼性が75%の場合は、疲労破壊を起こすまでの期間が設計期間を上回るものが全体の75%という事であるため、信頼性を高めるために舗装計画交通量の割増しとして交通量換算を2倍にする事とした。

これらの1例が表-2である。ここでは信頼性90%に対応した(c)表の他、信頼性75%及び50%に相当する T_A を個々に計算するのではなく、数表化を図って、利便性を高めているものである。

表-2 アスファルト舗装の構造設計例
アスファルト舗装の必要等値換算厚
(設計期間10年の例)

(a) 信頼性50%

改良された原地盤等あるい路床の設計CBR 大型車の方向別の計画交通量 T (台/日・方向)	3	4	6	8	12	20
$3000 \leq T$	36	33	29	27	24	21
$1000 \leq T < 3000$	28	26	23	21	19	16
$250 \leq T < 1000$	21	19	17	16	14	12
$100 \leq T < 250$	15	14	13	12	10	9
$T < 100$	12	11	10*	9*	8*	7*

※ T_A が11未満となる場合、粒度調整碎石など一般材料では表層と基層を加えた最小厚さや路盤各層の最小厚さを満足しない場合があるので、使用材料および工法の選定に注意する必要がある。

(b) 信頼性75%

改良された原地盤等あるい路床の設計CBR 大型車の方向別の計画交通量 T (台/日・方向)	3	4	6	8	12	20
$3000 \leq T$	40	37	33	30	27	23
$1000 \leq T < 3000$	31	29	25	23	21	18
$250 \leq T < 1000$	23	21	19	17	15	13
$100 \leq T < 250$	17	16	14	13	11	10
$T < 100$	13	12	11*	10*	9*	8*

※(a)表に同じ

(c) 信頼性90%

改良された原地盤等あるい路床の設計CBR 大型車の方向別の計画交通量 T (台/日・方向)	3	4	6	8	12	20
$3000 \leq T$	45	41	37	34	30	26
$1000 \leq T < 3000$	35	32	28	26	23	20
$250 \leq T < 1000$	26	24	21	19	17	15
$100 \leq T < 250$	19	18	16	14	13	11
$T < 100$	15	14	12	11	10*	9*

※(a)表に同じ

— 参考文献 —

- 1) 舗装の構造に関する技術基準・同解説（平成13年7月(株)日本道路協会）
- 2) 舗装に関するAASHTO指針（1990年11月(株)セメント協会）
- 3) 舗装設計施工指針（案）（平成13年12月(株)日本道路協会）
〔小島 逸平 (株)ガイアートクマガイ技術研究所〕

<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	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
11 年 度	302	5,587	(99.1)	0	5,889	5,024	(96.5)	243	5,267	251	5,518
12. 12月	292	535	(90.5)	3	830	478	(95.4)	19	497	293	790
10～12月	295	1,519	(93.5)	8	1,822	1,348	(94.5)	68	1,416	293	1,709
13. 1 月	293	394	(112.3)	3	690	283	(96.3)	16	299	353	652
2 月	353	472	(98.3)	2	827	427	(101.2)	18	445	346	791
3 月	346	626	(95.3)	5	977	672	(99.7)	18	690	255	945
1～3 月	293	1,492	(100.3)	11	1,796	1,382	(99.4)	52	1,434	255	1,689
12 年 度	251	5,510	(98.6)	30	5,791	4,885	(97.2)	222	5,107	255	5,362
4 月	255	437	(92.2)	2	694	385	(106.9)	26	411	252	663
5 月	252	327	(92.6)	2	581	290	(97.0)	30	320	245	565
6 月	245	403	(120.7)	1	649	333	(73.2)	29	362	247	609
4～6 月	255	1,167	(100.4)	5	1,427	1,009	(102.9)	85	1,094	247	1,341
7 月	247	443	(96.1)	2	692	361	(91.2)	28	389	261	650
8 月	261	422	(92.7)	6	689	344	(89.8)	19	363	276	639
9 月	276	429	(102.1)	4	709	373	(93.4)	20	393	259	652
7～9 月	247	1,295	(96.9)	12	1,554	1,078	(91.6)	68	1,146	259	1,405
10月	259	446	(97.6)	3	708	407	(100.5)	17	424	236	660

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 アルト	合 計	ストレート・アスファルト				ブローン アスフ アルト	合 計
	道路用	工業用	燃焼用	計			道路用	工業用	燃焼用	計		
11 年 度	3,627	173	1,030	4,830	198	5,028	100.8	41.5	103.4	96.4	102.6	96.6
12. 12月	367	18	76	461	17	478	95.3	138.5	88.4	95.2	100.0	95.4
10～12月	1,042	52	202	1,296	53	1,349	97.7	120.9	76.2	94.4	100.0	94.6
13. 1 月	176	13	80	269	15	284	96.7	118.2	94.1	96.8	93.8	96.6
2 月	313	14	83	410	16	427	100.0	116.7	102.5	101.0	100.0	101.2
3 月	558	20	79	657	16	672	101.3	95.2	95.2	100.2	88.9	99.7
1～3 月	1,047	47	242	1,336	46	1,382	100.1	104.4	97.2	99.7	92.0	99.4
12 年 度	3,613	189	892	4,698	194	4,892	99.6	109.2	86.6	97.3	98.0	97.3
4 月	277	15	80	372	13	385	104.5	100.0	117.6	107.2	100.0	106.9
5 月	199	11	66	276	14	290	96.6	100.0	97.1	96.8	100.0	97.0
6 月	246	10	63	319	14	333	67.2	71.4	106.8	72.7	87.5	73.2
4～6 月	722	36	209	967	42	1,009	102.7	90.0	107.2	103.1	97.7	102.9
7 月	238	15	93	346	15	361	86.9	88.2	104.5	91.1	93.8	91.2
8 月	223	13	95	331	13	344	84.4	76.5	109.2	89.9	81.3	89.6
9 月	257	13	89	358	14	373	90.1	76.5	117.1	94.7	77.8	94.1
7～9 月	717	41	277	1,036	42	1,078	87.4	80.4	109.5	92.1	85.7	91.8
10月	295	16	75	386	20	407	93.3	96.7	124.9	105.0	93.6	97.6

〔注〕(1) 経産省エネルギー生産・需給統計月報 13年9月確報

(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－（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）

(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

石油アスファルト統計年報（平成12年度版）

A 4 : 26ページ ¥800（送料込）毎年8月発行

アスファルトに関する統計
資料を網羅し、年一回発行
する統計年報です。

広くご利用いただけるよ
う編纂致しました。

一日 次一

- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出力
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト品種別地域別月別販売量

申込先

〒100-0014 東京都千代田区永田町2丁目10番2号
秀和永田町TBRビル514号室
社団法人 日本アスファルト協会

お知らせ

ホームページを開設いたしましたので、ご覧下さい。

<http://www.01.246.ne.jp/~askyo/>

編集顧問

多田 宏 行
藤 井 治 芳
松 野 三 朗

編集委員

委 員 長 :	中 村 俊 行		
阿 部 忠 行	栗谷川 裕造	塚 越 徹	溝 口 孝 夫
安 崎 裕	小 島 逸 平	野 村 健 一 郎	溝 渕 優
太 田 亨	柴 崎 隆 次	服 部 潤	吉 村 啓 之
大 野 滋 也	田 井 文 夫	姫 野 賢 治	

アスファルト 第210号

平成14年1月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2

秀和永田町TBRビル514号室 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

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

印刷所 キュービシステム株式会社

〒104-0061 東京都中央区銀座1-21-7

GNビル4F TEL 03-3538-3171（代）

Vol.44 No.210 JANUARY 2002

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**

アスファルトの利用技術

B 5 版・290ページ・実費頒価 ￥4,300 (送料込)

申込先 (社) 日本アスファルト協会
〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-10-2
秀和永田町TBRビル514号室

我が国におけるアスファルトの利用は、縄文前期の終わり頃より土器や石棺などの接着剤として使われ始めました。その後、江戸末期には油煙の原料として、明治に入ると防水や防湿および道路用として利用される等、アスファルトの黎明期を迎えております。

現在では、これまでの用途以外にも水利構造物や鉄道、燃料といった多くの分野に利用されるようになっております。

今回、創立40周年を記念し、アスファルトの種類、規格、製造方法、代表的な利用技術に関してわかりやすく執筆した本邦初の解説書を取りまとめました。

百科事典として、また関係者必読の書としてご購入をお勧めいたします。

目 次

第1編 アスファルト

- 第1章 天然アスファルトと石油アスファルト
- 第2章 アスファルト乳剤
- 第3章 改質アスファルト

第2編 アスファルトの道路舗装への利用

- 第1章 アスファルトと舗装
- 第2章 道路の種類と舗装構造
- 第3章 アスファルト混合物の種類と工法
- 第4章 アスファルト混合物の製造と施工
- 第5章 舗装の破損と補修

第3編 アスファルトの各種舗装への利用

- 第1章 空港
- 第2章 港湾
- 第3章 鉄道
- 第4章 鉄道貨物ヤード
- 第5章 構内・駐車場
- 第6章 歩道・自転車道
- 第7章 スポーツ施設
- 第8章 レース場・テストコース
- 第9章 石油タンク基礎
- 第10章 水利構造物
- 第11章 廃棄物最終処分場

第4編 防水・その他への利用

第1章 防水・防湿

- 1. 土木防水
- 2. 屋上防水 (陸屋根防水)
- 3. 屋根防水 (勾配屋根防水)
- 4. ターポリン紙 (防湿紙)

第2章 建築

- 1. 木造住宅用床防音材
- 2. 床材
- 3. 鋼管塗布

第3章 原料

- 1. 酢酸原料用アスファルト
- 2. 石油コークス原料
- 3. 製鉄用コークスパインダー

第4章 燃料

第5章 その他

- 1. 電気絶縁用
- 2. レンズ研磨
- 3. のり面緑化用アスファルト乳剤
- 4. ノウサギ忌避剤
- 5. トンネル断熱材
- 6. 放射性廃棄物の固化材
- 7. その他への利用