

アスファルト

第35巻 第172号 平成4年7月発行

172

特集・再生資源の利用と舗装の係わり

特集にあたって	奥野 晴彦	1
再資源化法の概要とリサイクルへの取り組み	橋場 克司	2
産業廃棄物処理施設の整備の促進に向けて	三本木 徹	6
舗装と再生資源	山田 優	10
舗装廃材再生利用技術指針（案）		
の改訂に当たっての検討事項について	辻 保人	17
アスファルトコンクリート発生材の管理と品質	吉兼 亨	20
コンクリート発生材の道路用材としての利用		
建試協・コンクリート分科会報告		
椋本 宏・水谷好一・仮屋義信		28
東京ガスの道路廃材再生総合システムについて	木村 知道	37
発生残土の再利用	万波 一朗・木村 圭	42

<アスファルト舗装技術研究グループ・第12回報告>

アスファルト舗装工学の発展を目指して(9)	姫野 賢治	47
舗装管理システムの現況	藤田 仁・岡藤博国	48
田中耕作・増山幸衛・南沢輝雄		

<用語の解説>

推定針入度	小島 逸平	66
熱可塑性エラストマーポリスチレン系エラストマー	児玉充生	68
<統計資料>石油アスファルト需給統計資料		70
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		72

ASPHALT

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

特集にあたって

奥野 晴彦

建設省道路局国道第一課道路保全対策官

21Cを間近に控え、本格的な高齢化社会を迎えるとしている現在、我が国において真に豊かさとゆとりを実感できるための社会の基盤づくりを着実に進めることが大きな課題となっている。また、今後、世界の経済が健全かつ安定的に成長していくために、我が国の果すべき役割は大きく、そのためにも道路をはじめとする各種の社会资本の整備が着実に進められなければならない。

一方、我が国はその資源の大半を輸入に頼っていること、近年都市開発の活発化や建設事業の拡大に伴い、建設事業から発生する副産物が増大し、この適正な処理が大きな課題になっていること、地球規模での環境保全が益々重要となっていること等から、今後の建設事業の実施にあたっては、副産物の再生利用を一層拡大し資源の有効利用につとめなければならない。

この資源の再生利用の問題は、建設事業のみの課題ではなく、社会の生産、流通、消費の各段階にわたり、推進されるべき課題であるところから、昨年4月には「再生資源の利用の促進に関する法律」が制定され、同年10月から施行されている。

建設事業における副産物の状況をみると、まず廃棄物については、昭和60年のデータでは5,700万tが発生し約3,800万tが最終処分地で処分されている。建設事業の廃棄物の大半を占めるいわゆる建設廃材の再生利用率あるいは減量率は30数%となっており、全産業の平均に比較して低い値に止まっている。これは、一部の副産物を除いて再資源化に向けた取り組みが遅れていること、焼却等による減量化が困難なこと、中間処理のための施設の立地が困難になっていること等によるものと考えられる。

また、残土についても、都市における地下利用の進展に伴い発生量が増大傾向にあるが、受入適地の減少により、適正な利用が困難になりつつある。

これらの副産物がその処理過程で不法投棄等の社会問題をひきおこしていることもあり、これらの適正な処理が、今後建設事業を円滑に進めるうえでの大きな課題の一つになってくると考えられる。

道路舗装に関しては、再生利用の試みは早くから手かけられ、技術指針も作成されており、建設副産物の中では再生利用は進んでいる。特にアスファルトについては再生利用率は高くなっています、他の副産物の模範とも言えるであろう。

しかしながら今後の動向を考えると、現状ではまだ十分とは言えない。特に地域によって再生利用の程度には大きな差があるが、これは再生利用をとりまく種々の条件、即ち処分場の有無、副産物の発生量などを要因とする経済性の差が地域毎にあり、そのあらわれとも言えよう。今後更に一層関係者が努力し、再生利用の率を向上していくことが望まれる。

そのためにはいくつかの課題があるが、その第一は計画的な再生利用を可能にするシステムの構築である。アスファルトをはじめとする舗装材は、公共事業で利用される割合が高い。そのため、ある地域を考えた時、発生する副産物の量、需要量を比較的把握し易い、現在、いくつかの県や市では官民協力して再生利用に取り組み、計画的に再生利用を行うシステムをうまく運営している例がみられる。今後、再生利用が余り進んでいない地域においては、これらの事例を参考として、関係者の協力の下に、再生利用システムの構築を行うことが望まれる。

この際注意すべきことは、再生材の品質の確保である。道路は常に厳しい条件の下で利用されているが、道路舗装に求められる性能を十分に満足する良質の再生材の供給を続けることが、再生利用システムを永続させるうえで最も重要なことである。

次に更なる技術開発が望まれる。品質を確保するうえでの技術開発は勿論のこと、路上再生工法のように副産物をその場で利用するための技術、更にはいろんな材料を利用できるようにする技術の開発も必要である。

これらのこと克服するには、舗装にたずさわるいろんな立場の人々が、副産物の再生利用の重要性を強く認識し、更に努力を重ねることが必要である。

再資源化法の概要とリサイクルへの取り組み

橋場克司*

「再生資源の利用の促進に関する法律」(以下「再資源法」という)は、平成3年4月26日に公布され、平成3年10月25日に施行された。

本法律は資源の再生利用を進めることを第一の目的としているが、対象としている範囲は、アスファルト、コンクリートをはじめ、缶、車等も含まれており、条文それ自体はやや理解しにくいものとなっている。

本稿では、再資源化法のなかで、特にアスファルト

に関連する部分を中心に説明するとともに、現状のリサイクルの状況、今後の取り組みの考え方等について述べることとする。

1. 再資源化法の概要

1.1 基本方針

本法律は7省庁の大臣が所管しているが、7大臣が共同で基本方針を定め、告示した。そのなかで、事業



図-1 再生資源の利用の促進に関する法律の概要(建設省関係)

*はしばかつし 建設省道路局国道第一課課長補佐（現 OECD Road Transport Research Programme）

者に対しては、

- ①再生資源の利用に努めること。
- ②副産物の分別・破碎等を行い、再資源化施設の活用を図る。
- ③副産物の発生の抑制に資する施工方法の選定に努めること。
- ④再生資源の利用の促進に資するための技術開発に努めること。

等が定められている。

また、発注者、国、地方公共団体に対しては、

- ①設計において副産物の発生の抑制を図るよう努めること。
- ②事業者に行わせる事項については、設計図書に明示すること。
- ③情報の提供に努めること。

等が求められている。

さらに再生資源の種類ごとに利用の目標が定められており、アスファルトについては次のように述べられている。

- ①再生骨材等及び再生加熱アスファルト混合物を舗装用材料として利用するよう努めること。
- ②利用を促進するため、工事現場における分別、破碎、再資源化施設の活用に努めること。

1.2 再生資源の利用に関する判断の基準

建設業において再生資源の利用を促進するため、建設大臣が、事業者の判断の基準となる事項を省令として定めている。アスファルトについては、再生骨材及び再生加熱アスファルト混合物として、表-1、2に示すような用途に利用するよう求めている。この表に

表-1 アスファルト・コンクリート塊関係

再生クラッシャーラン	道路舗装及びその他舗装の下層路盤材料 土木構造物の裏込材及び基礎材
再生粒度調整碎石	その他舗装の上層路盤材料
再生セメント安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装の路盤材料
再生石灰安定処理路盤材料	道路舗装及びその他舗装の路盤材料

表-2 アスファルト・コンクリート塊関係

再生加熱アスファルト安定処理混合物	道路舗装及びその他舗装の上層路盤材料
表層基層用再生加熱アスファルト混合物	道路舗装及びその他舗装の基層用材料及び表層用材料

示されたのは、主たる用途であること、また再生材であっても十分な品質を満足していかなければならないことに留意しなくてはならない。

1.3 副産物についての判断の基準

副産物の発生について、建設大臣が事業者の判断の基準となる事項を省令として定めている。アスファルトについては、再資源化施設の受入条件等を勘案し、分別並びに破碎又は切断を行った上で再資源化施設に搬出すること、を求めている。

1.4 指導・助言・勧告

以上述べた判断の基準に基づき、建設大臣は各事業者に対し指導・助言ができることとなっている。また、年間の建設工事の施工金額が50億円以上の建設業者は、建設大臣からの勧告・命令の対象となる。これは、一定規模以上の事業者は、再生資源の利用について社会的責務を負っているという考え方からである。

1.5 再生資源利用計画

事業者は、一定規模以上の工事において、再生資源利用計画の作成及び実施状況の記録を保存することが求められている。具体的には、工事において、どのような再生資源をどの程度の量利用する計画か、また、どのような副産物がどの程度の量発生し、それをどこで再資源化施設に搬出する予定かを記述することとなる。通常の場合、この再生資源利用計画は施工計画とともに作成され、提出されることとなる。

2. 建設副産物の実態

再資源化法の制定に伴い、建設省では平成3年、建設副産物の搬出量、再利用等についての実態調査を行った。そのうち、アスファルトを中心に、調査結果について報告する。

2.1 建設副産物の搬出実態

建設発生土以外の建設副産物の搬出量は、平成2年度全国で約7,590万tと推計された。このうち関東ブロックが40%を占め、次いで近畿ブロックが18%、九州・沖縄及び中部ブロックがそれぞれ10%を占めている。

また、工事区分別の搬出実態としては、公共土木工事からの搬出量が38%、民間土木工事が7%、新築・改築工事が25%、解体工事が30%となっている。

建設副産物の種類別の搬出実態としては、コンクリート塊が全体の34% (2,540万t) を占め、アスファルト塊が23% (1,760万t) を占めている。

なお、平成2年度の建設発生土の搬出量は、全国で約3億7,500万m³と推計される。

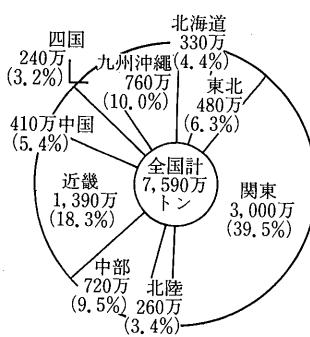


図-2 地方ブロック別建設副産物(建設発生土以外)搬出量(平成2年度)

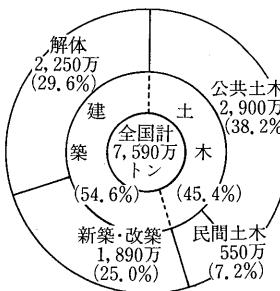
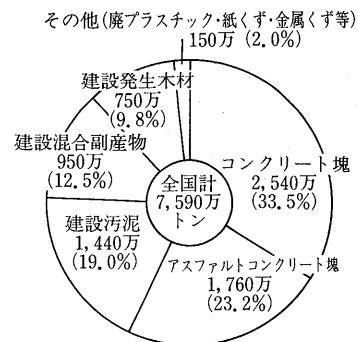


図-3 工事区分別建設副産物(建設発生土以外)搬出量(平成2年度)



注: 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある

図-4 種類別建設副産物(建設発生土以外)搬出量(平成2年度)

2.2 再利用及び処理の流れ

建設副産物(建設発生土以外)は、工事現場から搬出された後、再資源化や減量化のための施設(再資源化施設)等に運び込まれるもの、直接に処分されるものに区分される。再資源化施設に運び込まれた建設副産物は、再生資材として再利用されるものの他、焼却により減量化されその一部が焼却残土等となり処分される。この流れを示したものが図-5である。

2.3 再利用及び処理の実態

建設副産物の搬出量7,590万tのうち再利用量は、2,640万t、35%、減量化量は530万t、7%であり、両者を合わせた再利用、減量化率は42%となっている。

種類別の再利用・減量化率では、アスファルト塊が50%，コンクリート塊が48%となっている。

表-3 建設副産物(建設発生土以外)の再利用・処理量と率(平成2年度、全国)

建設副産物の種類	搬出量	〔万t、()内%〕		
		再利用量	減量化量	処分量
アスファルト・コンクリート塊	1,760 (100.0)	890 (50.6)	0	870 (49.6)
コンクリート塊	2,540 (100.0)	1,220 (48.0)	0	1,320 (52.0)
建設汚泥	1,440 (100.0)	110 (7.6)	180 (12.5)	1,150 (79.9)
建設混合副産物	950 (100.0)	130 (13.7)	160 (16.8)	660 (69.5)
建設発生木材	750 (100.0)	230 (30.7)	190 (25.3)	330 (44.0)
その他副産物	150 (100.0)	60 (40.0)	0	90 (60.0)
合 計	7,590 (100.0)	2,640 (34.8)	530 (7.0)	4,420 (58.2)

注: 建設発生木材の処分量には、一般廃棄物の焼却施設での処分を含む。

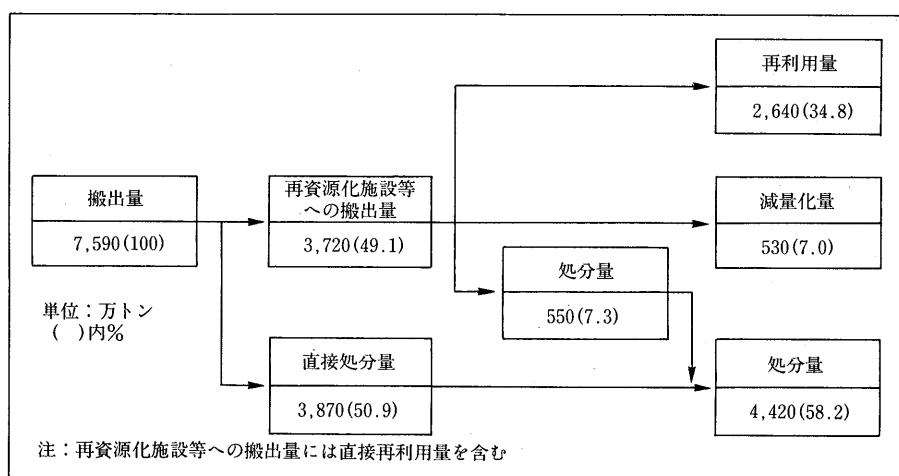


図-5 建設副産物(建設発生土以外)の再利用及び処理実態

2.4 アスファルト塊の再利用及び処理実態

コンクリート塊からは、再生クラッシャーラン等の再生碎石や再生砂が製造され、アスファルト塊からは再生加熱アスファルト混合物や再生碎石が製造される。これらの再利用の実態は、表-4のとおり推計される。

コンクリート塊及びアスファルト塊の搬出量のうち約半分が再生資源として利用されており、そのうち7割強に相当する1,560万tが再生碎石として利用されている。

3. 再生利用への取り組み

建設省では、法の執行にあわせ各種の通達を出し、再生資源利用の具体的取り組みについて、各行政機関

に対し協力を求めている。

特に建設省の直轄事業においては積極的に取り組むこととしており、工事への再生資源の利用、再資源化施設への副産物の搬出等を進めるとともに、それらに要する費用については適正に積算するよう求めている。

また、いまだ再資源化施設が立地していない県が存在することに鑑み、アスファルト再生プラントに対する税制措置や再資源化施設に対する日本開発銀行融資制度などを講じている。

今後とも、事業者、発注者が一体となって、再生資源の利用を促進し、省資源対策、環境対策に資するよう努めていくことが求められる。

表-4 コンクリート塊及びアスファルト・コンクリート塊の再利用実態

建設副産物の種類	搬出量 万t	利用フロー	再生資材の利用量		〔参考〕 建設工事全体で利用している 資材量(新材を含む)
			再生資材名	万t	
アスファルト・コンクリート塊	1,760	→	再生加熱アスファルト混合物	300	アスファルト混合物の利用量 4,980
コンクリート塊	2,540	→ →	再生碎石等 再生砂	1,560 320	碎石等の利用量 13,270
	4,300			2,180	

表-5 現行の税制、融資に関する制度

支援 施策 項目	廃棄物再生処理用設備 (アスファルト再生プラント)に関する税制	再資源化融資 (日本開発銀行)	廃棄物処理融資 (日本開発銀行)	建設残土対策促進融資 (日本開発銀行)
趣旨	道路建設工事における公害防止及び省資源・省エネルギーに資する	再資源化により環境対策と資源有効利用に資する	事業活動に伴って生じた産業廃棄物の適正な処理を推進する	建設工事に伴い発生する建設残土の工事間等での有効利用を促進する
対象施設	アスファルト再生プラントに対する税制措置 アスファルト再生プラントの構成 1. 破碎装置 2. 加熱解碎装置 3. 加熱混合装置	下記の廃棄物を再資源化するのに必要な施設 1. 廉プラスチック類 2. 金属くず 3. 廉油 4. 鉱さい 5. 汚泥 6. 古紙 7. ガラスくず 但し、原則として再資源化した製品を外部に販売すること	産業廃棄物処理施設 但し、処理するための分別、収集、貯留、運搬施設、附属公害防止施設、附属資源回収施設を含む	建設残土の有効利用を促進する以下の施設等 1. 土質改良プラント 2. ストックヤード 3. 情報関連施設
融資条件等	・国税(法人税)の軽減 当該機械等の100分の14の特別償却 ・固定資産税の評価額を3分の2に軽減	・特別金利③ ・融資比率40% (下水汚泥30%)	・当初3年間特別金利④ ・4年目以降特別金利② ・融資比率40%	・特別金利③ ・融資比率40%
対象事業者	・青色申告提出の法人	・製造業者、再資源化業者他	・製造業者、廃棄物処理業者他	・建設業者、公益事業者他

産業廃棄物処理施設の整備の促進に向けて

三本木 徹*

産業廃棄物対策は、廃棄物が多様化し複雑化する中で緊急かつもっとも重要なものとなっている。

この度、昨年の「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の20年ぶりの大改正に引き続き、今国会で「産業廃棄物の処理に係る特定施設の整備の促進に関する法律」が成立し、制度の側面から産業廃棄物対策が充実強化されることとなった。

この法律（通常「産廃施設整備促進法」）は、不足している処理施設の安定的な供給と産業廃棄物の適正な処理の推進を図るために主要な役割を担っている処理業界に対する支援を大きな柱として制定された。

本編では、この法律の制定の背景、法律の概要、関連する財政上・税制上の措置について説明する。

1. 産業廃棄物処理の現状と制度的側面からの対応状況

(1) 産業廃棄物処理の現状

産業廃棄物については、排出量が増大する一方（昭和60年度3億1,200万トンから平成2年度約3億6,000万トン、5年間で15%増加）、減量化・再生利用は停滞しており（再生利用率昭和60年度41%、5年間で2%低下）、この結果最終処分すべき量は増大している。ところが、その受け皿となるべき最終処分場等の産業廃棄物の処理施設は、大都市圏における用地難、他所で排出された産業廃棄物を処理すること等に対する周辺住民の反対、各種規制の存在などが障害となり、円滑に設置が進まず、非常に不足している。例えば、首都圏1都6県における最終処分場の残余容量平成元年度0.5年分となっている。

このような状況において、産業廃棄物は都道府県域を越えて広域的に移動するものが増大（昭和63年度1,094万トンが都道府県外へ流出する一方で、都道府県の県外産業廃棄物の受け入れに対する姿勢が消極化している）。例えば（平成4年2月現在23道県において広

域移動の管理に関する要綱等を制定している。また、不法投棄等の不適正処理が増大し（産業廃棄物不法投棄量平成2年190万トン、対前年度比119%増）、生活環境の保全上支障が生じるおそれも指摘されている。さらに、産業廃棄物の処理料金・委託処理費用の高騰により円滑な産業活動に支障を生じるおそれがある。

他方、産業廃棄物の処理を業として行い不特定多数の排出事業者の産業廃棄物を取り扱っている産業廃棄物処理業者をみると、従来育成のための措置が講じられてこなかったため、信用力、資本力が不足しており（資本金平均1,500万円程度、従業員数平均20～30人程度）、処理施設整備の足かせとなっている状況にある。

(2) 改正廃棄物処理法と再生資源利用促進法による対応

昨年10月の廃棄物処理法の改正では

イ. 「処理」に「再生」が含まれることの明確化、廃棄物再生事業者についての都道府県知事への登録制の導入による育成、都道府県知事等への産業廃棄物の多量排出事業者に対して処理計画作成を指図する権限の付与などの減量化・再生処理推進のための措置、
ロ. 更新制の導入、欠格要件の厳格化等の産業廃棄物処理業者に対する規制強化、届出制の許可制への移行、使用前検査の義務付け等の産業廃棄物処理施設に対する規制強化、罰則の強化などの適正処理確保のための措置、

ハ. 廃棄物処理センター制度の創設を通じた公共関与による産業廃棄物処理の制度化、特定災害防止準備金制度の導入による最終処分場の跡地管理の負担軽減などの産業廃棄物処理施設確保のための装置を講じた。

また、通産省他6省庁の共管により再生資源利用促進法が制定され、

イ. 特定業種による再生資源の利用、
ロ. 第1種指定製品についての材料・構造・安全性の工夫等による再生資源の利用促進、

*さんばんぎ とおる 厚生省生活衛生局水道環境部産業廃棄物対策室長（現在、同局環境整備課長）

ハ、第2種指定製品についての分別回収のための表示などの産業廃棄物等の再生利用促進のための措置が講じられた。これらの措置により、減量化・再生利用の促進と規制強化による適正処理確保は、大いに進展することが期待される。

しかし、これらの措置を講じたとしてもまだ残された課題として、もっとも重要である施設整備の促進対策がある。この点に関しては「生活環境審議会答申」や国会での議論においても指摘されている。すなわち、施設整備を民間まかせて、規制措置のみで対応することには現状をみると限界にきており、PPP原則を踏まえて公共の関与又は支援を積極的に行うべき状況に至っている。このため、産業廃棄物の処理施設の整備促進に係る措置については、国及び地方公共団体の関係部局をとりまとめる制度的枠組みの整備、産業廃棄物処理業者の育成に係る措置が残された課題となっている。本法律は、これらの課題に応えるものであり、改正廃棄物処理法及び再生資源利用促進法と相まって、生活環境の保全及び国民経済の健全な発展を十分に確保しようとするものである。

2. 産廃施設整備促進法の概要

本法律は、従来廃棄物処理法等の規制法の体系しか存在しなかった産業廃棄物処理の領域に、施設整備促進法の体系を初めて取り入れたものであり、また厚生省を主管省とし、産業廃棄物の再生利用促進の観点から建設省及び通産省を、公共施設の一体的整備による産業廃棄物の処理施設の立地支援の観点から建設省、自治省、農林水産省及び運輸省を共管省として協力を求めるものである。さらに、関連する財政上・税制上の優遇措置についても、従来他の領域においてもみられなかった新たな新たな措置を取り入れており、画期的な仕組みとなっていると考えられる。

(1) 「特定施設」の定義

産業廃棄物の処理を適正かつ効率的に行うために設置される一群の施設（二以上の種類の産業廃棄物処理施設及び産業廃棄物処理技術に関する研究開発施設又は産業廃棄物の適正処理に関する研修施設、展示施設等の共同利用施設から構成される施設であって、一体的に設置される緑化施設、スポーツ・レクリエーション施設等の周辺整備施設を含む。）を「特定施設」として定義すること。

(2) 基本指針の策定と整備計画の認定

厚生大臣、建設大臣、自治大臣、農林水産大臣、運

輸大臣及び通商産業大臣は、環境庁長官その他関係行政機関の長に協議のうえ、特定施設の整備に関する基本的な事項、立地並びに規模及び配置に関する事項等からなる基本指針を定めること。

また、産業廃棄物処理業者や第3セクター等の特定施設の整備事業を行おうとする者は、整備計画を作成し、主務大臣（特定施設所管大臣として厚生大臣が主管大臣となるほか、特定の再生処理施設が含まれる場合建設大臣及び通産大臣を含み、また、特定周辺整備地区に係る特定施設については、公共施設所管大臣として建設大臣、自治大臣、農林水産大臣及び運輸大臣を含む。）に提出して当該整備計画が基本指針等に照らして適切である旨の認定を受けることができる。この場合、主務大臣は、関係都道府県（指定都市）の意見を聴取し、その意向が認定に十分反映されるよう努めなければならないこととされている。これは、廃棄物処理法上、都道府県知事が産業廃棄物処理施設の設置に関する事項を含む産業廃棄物処理計画を作成し、また産業廃棄物処理施設に係る届出（改正法施行後は許可）が都道府県知事等への機関委任事務とされていること、特定施設の設置に伴い当該都道府県（指定都市）が特定周辺整備地区を指定し周辺公共施設の一体的整備を図ることになる可能性があること等を踏まえたものである。

(3) 周辺公共施設の一体的整備

都道府県（指定都市）は、特定施設の整備によりその生活環境等が著しく変化するおそれがあると認められる地区的うち、その変化による影響を緩和するため特に当該特定施設の整備に関連して公共施設の整備を図ることが適切と認められるものを特定周辺整備地区として指定し、当該地区の施設整備方針を定めることができる。また、国及び地方公共団体は、特定周辺整備地区の施設整備方針の達成に資するために必要な公共施設の整備の促進に配慮すること。このような周辺公共施設の一体的整備による立地支援は、従来ダム、空港、発電施設の周辺整備など公共施設の立地支援策としては認められてきていたが、本法のように産業廃棄物処理業者や第3セクターなどが設置する純民間施設の立地支援策としては初めてのものである。

(4) 産業廃棄物処理事業振興財團の指定

厚生大臣は、特定施設の整備に必要な資金の融通の円滑化その他の産業廃棄物処理事業の振興措置に係る事業を行う民法法人であって、イ、認定計画に係る特定施設の整備事業に必要な資金の借入等に係る債務保

証(債務保証業務), ロ. 産業廃棄物処分業者等に関する新たな技術開発又は起業化のための助成金の交付(起業化助成業務), ハ. 産業廃棄物の処理に関する情報等の収集, 提供, 調査研究, 研修事業(事業振興業務)等の業務を適正かつ確実に行うことができると認められるものを, その申請により, 全国を通じて一個に限り、「産業廃棄物処理事業振興財団」として指定することができる。

また, 振興財団は, これら業務に関する基金を設け, 事業者等から出捐された金額の合計額をもってこれに充てること。このように基金を設けることとしたのは, 資産の信用力を担保とする債務保証業務の特殊性, 多数に及ぶ出捐予定者からの拠出金を円滑に受け入れられるようにする必要があること等によるものである。厚生省としては, 全体で120~130億円の基金を5年間で造成したいと考えている。

3. 関連する財政・税制上の優遇措置

(1) 政策融資

認定された特定施設のうち一定の用件を満たすもの(最終処分場, 液状産業廃棄物の中間処理施設(再生処理施設を除く。)又は特別管理産業廃棄物の中間処理施設(再生処理施設を除く。)のうち二以上の種類のもの, 研究開発施設及び何らかの共同利用施設を含む特定施設で特定債務保証対象施設という。)は, 生活環境保全上重要性が高い施設であることから, NTT-Cタイプ無利子融資又は低利子融資及び日本開発銀行特利④融資が受けられること。なお, 特定債務保証対象施設以外の特定施設については, 既存の公害防止事業団や中小企業金融公庫の融資制度を利用することとなる。

(2) 税制上の優遇措置

①認定を受けた事業者が認定計画に従って整備する汚水処理用設備, 高温焼却装置, 有害汚でい処理装置等の公害防止用設備について初年度20% (通常18%) の特別焼却が認められること。

②認定を受けた事業者が, 特定周辺整備地区において, 認定計画に従って整備する特定施設については, その用地について特別土地保有税を非課税とするほか, 資産割及び新增築分の事業所税を非課税とすること。これは, 従来廃棄物処理法上の産業廃棄物処理施設に限定して認められていた特例を, 特定周辺整備地区内において整備される特定施設全体に広げたものである。

③特定周辺整備地区における施設整備方針に基づく

公共施設の整備に係る地元公共団体等の負担を軽減するための基金を設けた場合, 当該基金への拠出金について必要経費算入及び損金算入措置を講ずること。この基金はダムの周辺整備について現在設けられている例があり, 施設の設置に伴う受益者と受認者が異なつており負担の調整を行う必要がある場合であって, かつ関係者の数が多数であるため資金をプールしなければ円滑な調整を行うことが困難と認められる場合に設置されるものである。

(3) 周辺公共施設の一体的整備

特定周辺整備地区の施設整備方針に係る公共施設の整備について, 国は, 地方単独事業に関して地方債の起債許可についての配慮や特別交付税措置などの地方財政措置を, また国庫補助事業に関して国庫補助の配分に対する配慮を行い, 地方公共団体もこれら事業を重点的に行うよう努めること。

(4) 振興財団関係

①特定債務保証対象施設に対して債務保証を行う勘定に対して国庫補助を行うこと(平成4年度1億円, 5年間で10億円を予定)。NTT-Cタイプ融資の対象施設と特定債務保証対象施設の範囲を一致させることとしたのは, 両制度とも国の一般会計を通じた支援措置であり, かつ排出事業者処理責任の原則が適用される産業廃棄物の処理施設に係るものであることから対象施設の範囲を限定する必要があること, また, この場合, NTT-Cタイプ融資の政策効果を一層高める形で振興財団の債務保証業務を支援することが適当と考えられることによる。

②債務保証業務, 起業化助成業務, 事業振興業務を行なう勘定に対して地方公共団体(全ての都道府県及び指定都市)から協力金が拠出されること(5年間で30億円程度を予定)。この協力金に対しては, 地方交付税措置が講じられることが予定されており, 自治省以外の省庁が所管する財団についてこのような形で地方公共団体が関与し地方財政措置が講じられるのは初めてのケースである。

③振興財団の基金への民間事業者の拠出金について, 必要経費算入及び損金算入措置が認められること。

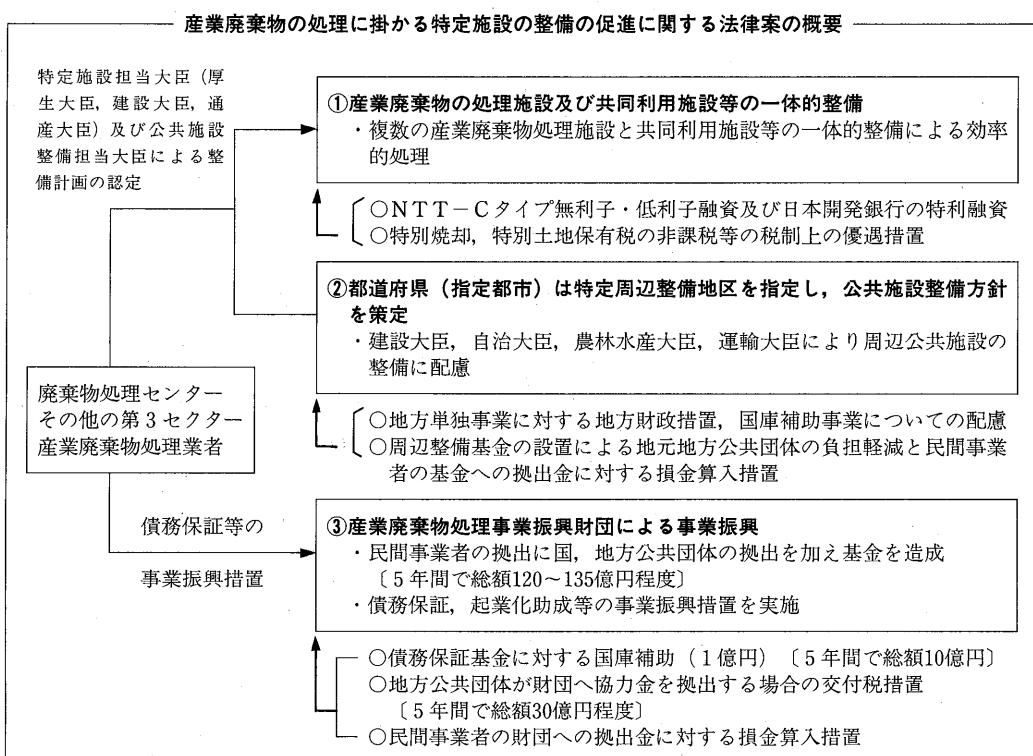
(参考) 産業廃棄物の処理施設整備促進のための新たな方策

現 状

- ①産業廃棄物の排出量が増大する一方、減量化・再生利用が停滞
- ②産業廃棄物処理に対する不安による周辺住民の反対、各種規制の存在などが支障となり、処理施設（特に最終処分場）が不足
- ③産業廃棄物処理業者の信用力、資本力の不足による処理施設整備の遅れ
- ④都道府県を越える広域移動の増大と不法投棄の多発による生活環境の悪化
- ⑤処理料金・委託処理費用の高騰による産業活動への影響

↓
(改正廃棄物処理法による処理業者、処理施設に対する規制の強化並びに再生処理の促進)
↓
(残された課題)

公共関与による産業廃棄物処理施設整備促進のための制度的枠組みの確立



新たな方策の効果

- ①モデル的な産業廃棄物処理施設整備の促進及びそれに伴う全国の施設のレベルアップ
- ②産業廃棄物処理への信頼の向上による施設整備の進捗
- ③不法投棄の減少及び処理費用の高騰の抑制
- ④良好な生活環境の保全と円滑な産業活動の確保

(注) () 内の数字は、平成4年度予算額である。

舗装と再生資源

山田 優*

1. まえがき

舗装では從来から各種の廃棄物・副産物を利用してきました。いったん使用済となったものも、再び何らかの用途に利用する可能性を見つければ、すべて再生資源である。その意味で舗装は多くの廃棄物・副産物を再生資源化してきたことになる。それらはおそらく経済的な舗装工事をねらってのことであったろうが、リサイクル法の制定に伴って舗装自身だけの都合ではなく社会全体のニーズから改めて廃棄物・副産物の積極的な利用が舗装に求められている。

以下、舗装における再生資源の利用について、その分類、現状と問題点について考えてみたい。

2. 舗装における再生資源の利用についての分類

2.1 再生資源の発生原因による分類

まず再生資源をその発生原因から分類する。舗装との係わりが深い順に示せば次のようになる。

- ① 舗装の維持修繕工事で発生するもの
- ② ガス管、水道管などの舗装下の埋設物のための道路工事で発生するもの
- ③ 上記①、②の道路工事以外の建設工事で発生するもの
- ④ 建設工事以外で発生するもの

一般に舗装での利用はこの順番で重視されるべきものと考えられる。①は舗装に使われていたもので、その再度の利用はすなわち舗装材料のリサイクリングである。すべてを再生資源とし、優先して舗装に利用されねばならない。そのための技術開発は進み、その方向に向かっているといえる。

②は工事に当たって舗装を壊すので、その廃材を多く含み、材質的には①に近いが、一般に土が占める比率が高い。再利用のために舗装部分と土は分離掘削されるが、土に舗装廃材が混じることが多く、産業廃棄物となりやすい。また埋設物自体の破片が混入してい

る可能性もある。

③では木、紙、プラスチックなど、建設材料として用いられたものであるが、舗装に通常用いられていない材料の廃棄物が多くなる。さらに④は建設系以外の産業廃棄物あるいは家庭などからの一般廃棄物で、当然舗装材料と材質的に異なる。しかし舗装に利用できるように処理あるいは加工する技術の開発が進められつつある。現状ではむしろ③よりも舗装に利用されるケースが多い。

2.2 舗装における利用方法による分類

つぎに舗装における利用の仕方から見てみる。これはまず次の2つに大別できる。

- A 通常の舗装を構成する工法・材料あるいはその一部または原材料として利用する。
- B その再生資源の特徴を活かして、特殊舗装を造るために、あるいは通常舗装の品質を著しく高めるための特殊材料として利用する。

前記の分類の①と②に属する再生資源はもっぱらAの方法で再利用が進められている。従来の舗装工法の指針に従って行えばよいので実施しやすいといえるが、今後特に③、④についてはBの方法が再利用率を高めるために必要と思われる。

これらはさらに舗装のどの層に用いるかによって次のように分かれる。

- a アスファルト混合物への利用
- b アスファルト混合物以外の表層工法への利用
- c 路盤への利用
- d 路床材あるいは埋戻し材への利用

再生資源は一般に品質に不安があり、表層・基層よりも路盤に、また路盤よりも路床にと、できるだけ下層に使うのが無難と考えられやすい。しかし下層ならば使える再生資源は多い。より多くの再生資源を有効利用するためには、上層に使えるものはできるだけ上層に利用すべきである。もちろんそのために積極的な

*やまだ まさる 大阪市立大学工学部土木工学科教授

再生技術の開発、導入を必要とする。なおここでbとしては歩道用のブロックやタイルなどが考えられ、今後かなり注目されるものと思われる。

また材料の働き、形態から次のようにも分類できる。

- i 骨材としての利用
 - ii バインダーとしての利用
 - iii フィラー、安定材など、添加材としての利用
 - iv それらの混合物としての利用
- 塊状のものはi、粉状のものはiiiが考えられやすい。iiは再生資源の付加価値を高める利用として期待される。ivはアスファルト混合物のリサイクルがそれに当たるが、コンクリート塊などをブロックや板状に切り出して利用することなども検討に値する。

3. アスファルト舗装発生材の再生利用の現状と問題点

アスファルトは熱可塑性で、繰返し使用が可能なことは経験的にわかるることであり、アスファルト舗装発生材を再生利用しようとする試みは昔からあったに違いないが、今日のようにそのためのプラントを設けて実施するようになったのは我が国では昭和50年頃からである。昭和46年に「廃棄物の処理および清掃に関する法律」が施行され、舗装廃材は事業者自らの責任において適正に処理しなければならない産業廃棄物に指定された。さらにその後いわゆる石油ショックが起こり、省資源が叫ばれるようになり、舗装廃材再生利用技術の開発が急速に進められたのである。

現在、アスファルト舗装発生材は加熱アスファルト混合物あるいは路盤材としてプラントで再生され、再び舗装に利用されている。再生利用率は表-1に示すように他の建設副産物に比べてかなり高い¹⁾。そのため

表-1 建設副産物の再生利用率等（昭和63年度東京圏内推定値）¹⁾

項目 種類	排出量 (万t/年)	再生利用率等 (%)		
		再生利用率	減量化率	最終処分率
アスファルト・コンクリート塊	510	89	0	11
コンクリート塊	760	42	0	58
建設汚泥	500	2	29	69
建設発生土	250	66	10	24
その他	80	24	42	34
合計	2,100	46	10	44

の技術指針（案）は昭和59年に（社）日本道路協会から発行され、さらにその後の経験と研究に基づく成果を探り入れて日々改定される。またアスファルト舗装発生材の再生利用はプラントに運ぶことなく路上ででも実施されている。このための技術指針（案）は昭和62および63年に発行されている。

図-1は昭和56年度から平成元年度までの我が国における加熱アスファルト混合物の総生産量およびそのうちの再生混合物の量と割合の変化を示したものである²⁾。明らかに再生混合物の生産量は増加の一途をたどっており、平成元年現在、総生産量の7.6%である。特に大都市においては高く、すでに50%を超えている都市もある。

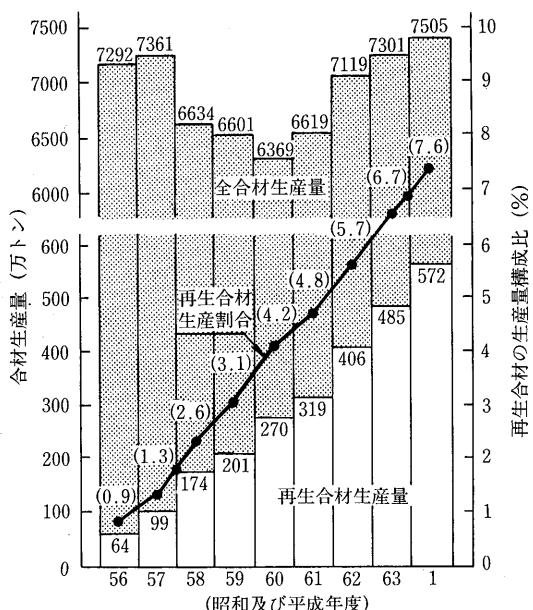


図-1 全国合材総生産量及び再生材生産量とその構成比²⁾

このようにアスファルト舗装発生材の再生利用は順調に進みつつあるが、現時点での技術的問題点、検討課題について若干述べておきたい。

(1) 劣化アスファルトの再生限界

アスファルトも骨材も天然資源に限界があるので、将来は再生資源に頼らねばならない。そこでまず問題となるのはアスファルトの劣化である。技術指針（案）では再生骨材中のアスファルトの針入度を20以上としており、発生材のほとんどはその範囲にある。針入度は再生添加剤により新しいアスファルトと同程度に回復し、再生利用できる。しかし何度も繰り返して再生利用することができるだろうかということである。

寺田ら³⁾は室内でアスファルトを何度も強制劣化させては再生添加剤を添加して再生する実験を繰り返し、アスファルトの性状の変化を調べた。その結果、針入度は回復しても、伸度、軟化点、60℃粘度などは必ずしも回復しないとしている。筆者⁴⁾の現場採取混合物の調査でも同様な結果を得ている。

このことが再生混合物の供用性にどう影響するかはまだ明らかでない。再生混合物の配合設計の際のアスファルトの性状調整を針入度だけを指標に行っていてよいかどうか早急に検討する必要がある。

(2) 新材料・新工法による混合物の再生利用

舗装の耐用年数を延ばすため、また舗装に有用な機能を持たせるために、各種の新材料・新工法が採用されている。例えば改質アスファルト、排水性舗装、半たわみ性舗装などである。改質アスファルト混合物や排水性舗装混合物はなんとかリサイクルできる可能性があるように思えるが、半たわみ性舗装混合物の場合などは碎いて路盤に利用するのがせいぜいであろう。

今後はより供用性や機能性にすぐれた高級な舗装が要求されるようになると思われる所以、原混合物と同程度のものに再生すればよいというのでなく、再生に際して高品質化などが必要になる。例えば繊維の添加などが検討されているが⁵⁾、再々生の際どうなるのか興味のあるところである。

4. コンクリート発生材の再生利用の現状と問題点

建設工事に使用されるコンクリートの量は現在、生コンだけでも年間約4億tに及ぶ。これに対して建設物を解体して発生しているコンクリートがらの量は現在その1/10程度の数千万tである。将来的にはまだまだ増加すると考えねばならない。

コンクリートがらは規定の大きさに破碎し、さらに鉄筋などの不純物を取り除くことによって、容易にクラッシャランの代用品として土地造成にはもちろんのこと、基礎、裏込め、舗装の下層路盤に利用できるものである。粒度調整すれば上層路盤にも利用できる。筆者ら⁶⁾は天然碎石に劣らない支持力を持つ路盤が得られることを試験施工により確認した。さらに吉兼⁷⁾は路盤として供用中に低強度ながら固結する可能性があることを示している。

しかし路盤への利用に限らず、コンクリート発生材の再生利用率は表-1が示すようにアスファルト舗装発生材に比べて低い。大部分は破碎処理した後、埋立て処分されている。路盤材としての利用は工事用など

の仮道路や工場内などの民間地内の道路で実施されている程度で、公共の道路では、わずかに試験舗装として行われているのみのようである。

現在、路盤材として使用されているクラッシャランと粒度調整碎石の合計出荷量は年間1億8000万t、うちクラッシャランが85%を占める⁸⁾。数千万tのコンクリート発生材にそれらの一部を代用をさせることは量的には難しいことでないように見える。しかし大都市圏では少し事情が異なる。東京圏（1都3県）では、63年度におけるコンクリート発生材の量は760万tと推定され⁹⁾、クラッシャランと粒度調整碎石の合計使用量1740万tの約44%に達している。発生材量の増加に伴い、この率は今後まだまだ高くなるものと予想される。道路工事からの舗装廃材、掘削残土の路盤材としての再生利用が進めば、コンクリート発生材の路盤材としての需要はさらに低下することになる。

現在、コンクリート発生材をクラッシャランなどの代用品として道路に利用することが一般に期待されているが、コンクリート舗装など公共の構造物の解体コンクリートは別として、民間の建築物の解体による膨大な量を道路で引き受けすることはできないように思われる。

クラッシャランなどの代用品として道路に利用する以外にコンクリート発生材を大量に再生利用する方法は再びコンクリート用材料としてリサイクル利用することである¹⁰⁾。ただし、これはアスファルト舗装発生材の場合ほどには簡単でない。コンクリートを破碎すれば一般的の碎石や碎砂のような形や大きさになるが、それだけでは路盤材として認められても、構造用コンクリートの骨材としては認められにくい。

コンクリート用骨材としての評価が低いのは、破碎コンクリート中に存在するセメント水和物部分がポーラスなため、全体として吸水率が高くなるためである。このような骨材を用いると、配合の際に水を多く必要とし、また硬化後の強度が低い。凍結融解を繰り返したときには、さらに強度が低下する。

構造用コンクリートの骨材として利用する方法として、普通骨材と同等の品質に改良する、普通骨材に少量だけ混合して使うなどが考えられる。おそらく経済的な範囲である程度品質を改良し普通骨材に混合して使うのが最も認められやすい方法と思われる。コンクリート発生材からの再生骨材の品質をJISで規定しておき、生コンクリートのJIS規格でそれを例えれば10%とか20%まで混合して使ってよろしいとするので

ある。

ここで品質の改良とは、セメント水和物分をできるだけ分離、除去して、原骨材を回収するということである。コンクリート発生材をまず原骨材の最大粒径に近い大きさに破碎した後、粗骨材をモルタル分と分離して回収する。つぎに残ったモルタル分を細骨材とセメント水和物分に分けるのである。細骨材とモルタル分の十分な分離は現在のところ経済的に難しいかもしれないが、最初の粗骨材の分離、回収は比較的簡単に行える¹¹⁾。

骨材を分離して生じるセメント水和物分を含んだ微粉末の有効利用はこのコンクリートリサイクルを成功させるためにぜひ必要となるが、これについては元のポルトランドセメントの原料とするほか、現規格品以外の特殊セメントの材料として利用できると考えられる¹²⁾。道路材料としては、アスファルト混合物のフィラー、あるいは分離しやすい粗骨材のみを回収し、残りの細骨材分と微粉末を混合した状態で、残土の改良材、再生粒度調整碎石の材料、アスファルト混合物の骨材の細粒分などとしての利用が考えられる¹³⁾。

このようにコンクリート発生材については、まずクラッシャラン等の代用品として道路でどれだけ引き受けができるか早急に調査されねばならない。その結果によってコンクリート用材料としての再生利用が本格的に検討されることになろう。

5. 残土の再生利用の現状と問題点

残土は法的には廃棄物でないが、大量に発生するがゆえに問題とされている。これまで廃棄物は処理して埋立地に処分するものであった。残土もそれとともに埋立地処分することができた。しかし廃棄物の埋立てはもはや容易に許されない時代となり、廃棄物の埋立てを少なくするために、リサイクル法が制定され、廃棄物を処理して処分すればよいという方式から再生利用などして処分量を極力減らそうという方式へ転換が図られた。おそらくそのための技術開発が進み、各種の廃棄物の処分量は減少していくものと思われる。

ところが残土の発生量は減少しそうにない。地下鉄、地下街、下水道等の建設はまだまだ必要と考えられる。さらに今まで以上の大深度の地下利用も計画されている。残土は減少するどころが増加することさえ予想される。そこで、残土を減少させる工法の採用や残土を大量に流用できる工事の推進を真剣に考えねばならない。

残土減少策は、まず各現場で埋戻しなどに使用する土砂に極力、残土を利用することであるが、それに加えて、これまで土砂以外の材料を用いたり空洞にしていた部分に、必要なら土質改良や加工などをして、積極的に残土を利用することである。道路工事では、埋戻し土としてだけでなく、改良してできれば路盤にまで用いるべきである。

残土の大量流用策としては、スーパー堤防や低地のかさ上げ工事などが検討されているが、やはり海面の埋立てが必要かもしれない。廃棄物ではなく清浄な土砂により、また施工ならば埋立て後の土地利用に十分な環境上の配慮がなされるのであれば、埋立てが許される所があるのでないだろうか。残土をそのような土砂にして利用するのである。コンクリート発生材なども、そのような土砂と同様とみなせるまでに改良すれば利用することができる。

ごみなども再生可能資源や有害物を十分に分離した後、焼却あるいは加熱溶融などの処理をして土砂様にして混合することが可能かもしれない。これまでいわば廃棄物のお陰で土砂を埋立て処分してきたわけだが、これからは埋立てを清浄な土砂でしか行えないこととし、廃棄物はそのような土砂と同様とみなせるよう処理できた場合のみ混合することができるとしてはどうであろうか。ただ、清浄な土砂の範囲、どうなればそれと同様とみなすかが問題となる。

このように残土については基本的施策からの検討が迫られているといえるが、その結果のいかんにかかわらず、道路工事などにおいては残土の再生利用がどうしても必要となろう。その際の要点、検討課題を次に列挙しておく¹⁴⁾。

(1) 残土の再生利用の分類

残土の再生利用をその方法を考えるに当たって表-2のように分類する。コンクリートなどの建設廃材を含む残土と含まない残土の区分は廃棄物処理法の関係から必要になる。良質土と不良質土の区分は残土の用途によって異なる。

表-2 残土の再生利用の区分と方法

残土の区分		再生利用方法
建設廃材を含 まない残土	良 質 土	そのまま建設工事に利用
	不 良 質 土	土質改良プラントで改良
建設廃材を含む残土		した後、利用

(2) 再生利用のための残土の評価法

残土の土質は一般に行われている試験法によって評価できるが、残土の発生現場でも容易に試験できる評価法が必要である。

(3) 残土ならびに仮置き場情報の交換

残土の利用を促進するために、建設現場で予定している土砂の搬出入ならびに残土の仮置き場の状況などについての情報を絶えず収集し、各事業所間で交換し合うことが必要である。これはすでに3大都市圏で始められている。

(4) 土質改良プラントの建設

建設廃材を含む残土とそれを含まないが不良質土と評価される残土は、プラントで必要に応じて土質改良材料を加えて破碎、混合して改良して利用する¹⁵⁾。建設用地の取得が問題となることが多いが、これまでに廃棄物の埋立てによって得た土地の一部をそれに充てることが望まれる。

(5) 土質改良材料の選定

土地改良材料は不良質土の土質改良剤と粒度調整のための補足材料からなる。土質改良剤としては現在、生石灰がよく用いられているが、粉状廃棄物の利用が検討されてよい。また補足材料としてはコンクリート発生材や鉄鋼スラグの破碎物の利用が可能である。

(6) 不純物の除去技術

建設廃材を含む残土の場合、コンクリート塊などの破碎とともに、木くず、金属片などの不純物があれば除去しなければならない。そのための技術の開発、不純物の含有率の測定法とその許容値の検討が必要である。

6. 舗装におけるその他の再生資源の利用

アスファルト舗装発生材、コンクリート発生材、残土のほか、各種再生資源の舗装での利用が期待されている。とくにリサイクル法で利用を促進すべき再生資源として石炭灰と鉄鋼スラグの有効利用が注目されている。建設副産物としても、建設汚泥、木くず、金属くず、廃プラスチック、ガラスや陶磁器くずなどが大量に発生しており、舗装での利用の可能性が検討されている。

6.1 石炭灰の利用

石炭灰は現在、火力発電所を中心として年間500万t程度発生している。その約45%がセメント・コンクリート関係その他に利用されているが、50%以上は発電所構内などに埋立て処分されているのが現状である。

さらに石炭の消費量は増加の一途をたどっており、石炭灰の量は2000年におよそ900万t／年に達すると予想され、道路など多方面での利用の拡大が望まれるわけである¹⁶⁾。

道路での利用方法として次のようなものが検討されている。

- ① アスファルト混合物の細骨材およびフィラー
- ② 路盤用材料
- ③ 遮断層用または凍上抑制層用材料
- ④ 路床の改良材
- ⑤ 埋設物工事などでの埋戻し材

このうち、⑤についてはかなりの実績があるようだが、大量でかつ付加価値の高い利用として②が期待されているようである¹⁷⁾。

石炭灰は一般に有害物質の含有や溶出がなくて安全である。しかし粒状路盤材として用いるには粒径が小さすぎる。セメントなどによる安定処理が検討されているが、他の塊状で発生する廃棄物との混合などを考えるべきであろう。

6.2 鉄鋼スラグの利用

鉄鋼スラグには高炉スラグと転炉スラグそして電気炉スラグと呼ばれるものがある。製鉄の際の副産物である高炉スラグは年間2500万t程度産出しているが、セメント材料、コンクリート骨材、路盤材などとしてほぼ100%再利用されている。問題は製鋼の際の転炉スラグと電気炉スラグであり、それぞれ約1000万tと250万t程度の年間産出量であるが、それらを高率に有効利用するめどは立っていない。これまで製鋼所構内の埋立てによる土地造成に多く利用してきたが、それもそろそろ終り、他の用途での利用の拡大が必要となっている。

これら製鋼スラグの用途としてコンクリートあるいはアスファルト混合物の骨材および路盤材がある。とくに高炉スラグのセメントへの利用率が増加して現在かなりある路盤への供給が減少すると予想されることから、その分を製鋼スラグで補いたいという希望がある。しかし、いずれの場合も遊離石灰等の含有による水浸膨張の影響が懸念される。そこで舗装要綱では路盤に使用する前に6か月あるいは3か月のエージングを行うこととしている。ただ、そのために広いヤードを必要とし、今後ともその方法でやっていくのかどうか疑問である。効率的なエージング法や水浸膨張性の試験法の開発が必要と思われる。

電気炉スラグについてはさらに、高炉スラグや転炉

スラグと違って多数の小規模なプラントからも生産されることになるので、品質が一定しないことが心配される¹⁸⁾。均質化ならびに品質管理技術の向上が望まれる。また異常に水との反応性が高いなど、特殊なスラグについては別途その特徴を活かした用途開発を考えるべきである¹⁶⁾。

6.3 その他の建設副産物の利用

前記したように建設工事からの発生材として、コンクリート、舗装、残土関係以外にも多くの種類の再生資源がある。

建設汚泥は量が多いため、再生利用方法の開発が最も期待される。現場内でできるだけ再利用して場外へ排出する量を少なくすることが第一だが、場外へ排出せざるをえない分については土化して埋戻し土や盛土材として利用すること、骨材分や土砂分を分離して利用することなどが必要であろう。

廃プラスチックも最近の建築工事では大量に発生している。できるだけ種類別に回収して再度プラスチックとして再生利用すべきであるが、異なった種類が混

合していると、それは難しい。これらについては砂状に碎いて特殊骨材とし、舗装などに利用したい²⁰⁾。

ガラスや陶磁器も割らずに回収して洗浄すれば、そのまま再利用でき、また割れたガラスクズは収集して一般のリサイクルシステムに乗せればよい。それが不可能なガラスクズ、陶磁器くずは適当な大きさに破碎すればやはり特殊骨材になる。歩道用ブロックなどの骨材として利用できる。

7. あとがき

冒頭に述べたように各種再生資源の有効利用について舗装への期待は大きい。一般の人はもちろんのこと、建設技術者でも舗装についての理解が不十分で、無理な要望もあると思われる。それゆえ舗装技術者の適切な判断、是々非々の対応も必要になってくるが、決して消極的になるのではなく、むしろ再生資源を積極的に利用することで舗装の質の向上、機能性舗装の普及を図り、舗装技術を発展させることができればと思う。ご参考になれば幸いである。

— 参考文献 —

- 1) 山根一男：建設副産物対策とリサイクルの推進、積算資料臨時増刊－建設廃棄物、1992.1, pp.2 ~6.
- 2) (社)日本アスファルト合材協会舗装発生材対策研究会：アスファルトコンクリート廃材の再生利用の概況、積算資料臨時増刊－建設廃棄物、1992.1, pp.36~39.
- 3) 寺田剛、片脇清、坂本浩行：劣化アスファルトの再生限界に関する試験、日本道路会議論文集、Vol.19, 1991.10, pp.390~391.
- 4) 山田優：再生アスファルト混合物の性質と供用性に関する一研究、土木学会論文集、No.348/V-1, 1984.8, pp.51~60.
- 5) 達下文一、内田喜太郎、山岸宏：粒状化セルロース繊維による再生アスコンの高品質化－第1報－、日本道路会議論文集、Vol.19, 1991.10, pp.398~399.
- 6) 山田優、富田暢昭、山下寿昭：コンクリート廃材を利用した再生路盤材の評価、日本道路会議論文集、Vol.19, 1991.10, pp.524~525.
- 7) Yoshikane, T.: The instances of concrete recycled for base course material in Japan, Proceedings of the 6th International RILEM Symposium on Demolition and Reuse of Concrete and Masonry, 1988.11, pp.756~765.
- 8) 通商産業大臣官房調査統計部編：平成2年碎石統計年報、1991.
- 9) 大蔵省印刷局：建設白書、1991.
- 10) 山田優：建設廃棄物リサイクルの方向、積算資料臨時増刊－建設廃棄物、1992.1, pp.15~19.
- 11) 本多淳裕、山田優：新しいコンクリート廃材再生利用技術の概要、土木施工、Vol.31, No.12, 1990.12, pp.85~89.
- 12) 吉兼亨：セメントコンクリート廃材の再資源化、骨材資源、Vol.19, No.72, 1987, pp.184~191.
- 13) 山田優、川本裕章、本多淳裕：コンクリート廃材の舗装用材料としての利用に関する研究、第18回日本道路会議論文集、1989, pp.694~695.
- 14) 山田優：掘削残土の再生利用、舗装、Vol.27, No.3, 1992.3, pp.25~28.
- 15) 二宮敏明、本多淳裕、山田優、福永勲：道路工事における掘削残土のリサイクルに関する研究、建設用原材料、Vol.1, No.1, 1991.3, pp.48~55.
- 16) (社)土木学会エネルギー土木委員会：石炭灰の土木材料としての利用技術の現状と将来展望、1990.3.
- 17) 松本正毅、原田俊之、小池章久：石炭灰の有効利

- 用一特に道路下層路盤への適用試験、建設用原材料、Vol.2, No.1, 1992.3, pp.37~41.
- 18) 山田優、佐野正典、桑山忠：廃棄物の骨材化と道路への利用、骨材資源、Vol.21, No.83, 1989, pp.131~136.
- 19) 桑山忠、本多淳裕、山田優、三瀬貞：電気炉還元スラグの水硬性とその利用、廃棄物学会論文誌、Vol.1, No.1, 1990, pp.19~28.
- 20) 山田優、稻葉慶成、酒井新吾：廃プラスチック破砕物を混合したアスファルト混合物の力学的性質、土木学会関西支部年次学術講演会講演概要、1992.5, pp.V-30-1~2.

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B5版・132ページ・実費頒価 3000円(送料実費)

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

目 次	
1. 研究の概要	4.4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4.5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4.6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4.7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概 説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ (Cracking)	5.3 施工個所と舗装構成
2.3 わだち掘れ (Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概 説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. む す び
3.7 薄膜加熱による性状変化	資 料
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
4.1 概 説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

舗装廃材再生利用技術指針(案)の改訂に当たって の検討事項について

辻 保人*

1. はじめに

舗装の維持修繕工事に伴って発生する舗装発生材を道路舗装に再生利用する技術については、省資源、環境保全といった社会的要請のもと、昭和50年代以降、各方面において研究開発が行われ、これらの成果の一環として、昭和59年に日本道路協会において、主に舗装発生材をプラント再生混合物に製造したものを道路舗装に利用する場合の技術指針として、「舗装廃材再生利用技術指針(案)」がとりまとめられた。

この指針(案)は、発刊後8年を経過し、この間、再生利用技術の向上と適用拡大に貢献してきたが、これまでの各方面における試験施工や工事の運用実績に基いて、改訂すべき事項が見られるとともに、新たな技術的要請や課題が生じてきている。さらに、平成3年には、「再生資源の利用の促進に関する法律」が施行され、舗装発生材についても、より一層の再生利用の促進が強く求められるようになってきている。

このような状況のもと、現在、日本道路協会舗装委員会において、同指針(案)を全面改訂すべく検討を行っているところであるが、改訂原案もほぼ固まり、本年2月に行った関係機関への意見照会によって提出された意見等をもとに原案の調整を行っている。また、同委員会では、同指針(案)の改訂と同時並行的にアスファルト舗装要綱及びアスファルト舗装工事共通仕

様書の改訂についても検討を行っているところであり、いずれも本年秋頃を目途に発刊される予定である。

ここでは、同指針(案)の改訂に当たっての現時点での検討事項として、主に再生材の適用拡大と品質の確保に関する事項を中心として紹介したい。

2. 指針の名称及び用語の変更等

平成3年に施工された「再生資源の利用の促進に関する法律」において、舗装から発生したコンクリートやアスファルトコンクリート等の材料は、再生利用を促進すべきものとして、明確に位置付けられており、使用出来ないものとしての「廃材」という用語は誤解を招くということから、関連する通達等においては「廃材」という用語を使用せず、「副産物」あるいは「発生材」といった用語を用いてきている。本指針の改訂に当たっても同様の趣旨により、「舗装廃材」という用語に替えて「舗装発生材」という用語で統一を図ることとしている。

また、本指針は、図-1に示すように、舗装再生利用工法のうち、プラントで製造した再生路盤材または再生加熱アスファルト混合物による場合を対象としており、路上表層再生工法及び路上再生路盤工法との区別を明確にした方が名称としてもより適切であるとの判断から、「プラント再生舗装技術指針」と変更することとした。

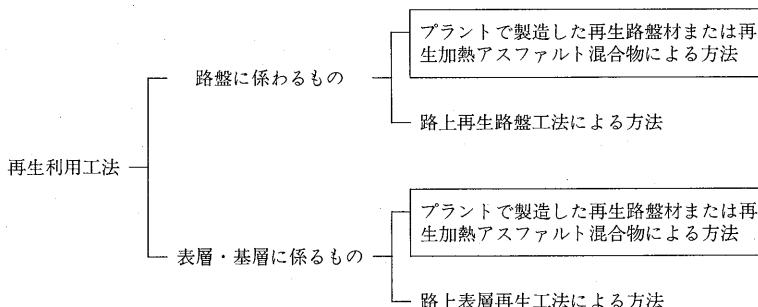


図-1 再生利用工法の分類

*つじ やすと 建設省道路局国道第二課計画調整係長

とをしている。

なお、指針における記載事項のうち、基本的な考え方及び遵守すべき事項・規格等を枠囲いの中に示し、運用上の注意事項は〔注〕、標準的な性状・望ましい事項等の参考事項は〔解説〕として、枠外に示す形式をとり、適用上の位置付けを明確にすることとしている。

3. 再生材の適用拡大と品質の確保

現行の指針（案）では、構造設計及び再生材の品質は、アスファルト舗装要綱等に適合することを原則とし、これに応じて再生材を用いた場合の等値換算係数（アスファルト舗装の各層の材料、工法毎に層厚1cmが強度的に何cmに相当するかを示す値）ならびに適用についても、新しい材料のみを用いた場合と同様に扱うこととしているが、重交通道路（D交通）の表層への適用については、再生材を用いた舗装の長期的挙動が必ずしも明らかでないため、当面の使用は避けることとされている。

本指針の改訂に当たっては、当初より、省資源、環境保全対策へのより一層の貢献という強い社会的要請のもと、再生利用の適用拡大という基本方針に基づいて検討を行ってきており、D交通道路の表層へ再生材の適用を拡大する方向で検討がなされた。具体的には、建設省技術研究会で行われた試験舗装等により再生骨材を用いた場合と、新材のみを用いた場合において、わだち堀れ量及びひびわれ率等の供用性について比較し、再生材の評価を行った。その結果再生骨材使用率が高くても、舗設時の再生混合物の品質が現行の指針（案）に規定されている基準（再生骨材に含まれる旧アスファルトの針入度等）を満足していれば、その後の供用性に特に問題がないことが確認された。（図-2及び表-1参照）

このため再生骨材使用率による制限を設けず、品質管理を確実に行い、所定の品質を確保した上で、D交通道路の表層へも適用できることとしている。

なお、現行の指針（案）では、舗装発生材を再生利用する場合のみを想定して記述されているものと思われるが、今後、特に路盤材への再生利用において、舗装以外からの発生材（建築系からのコンクリート発生材など）も混入するケースも増えることが予想されることから、異物の混入を避けるなどの適用上の注意とともにすり減り減量の規定を追加するなどにより、再生材の品質確保を図ることとしている。

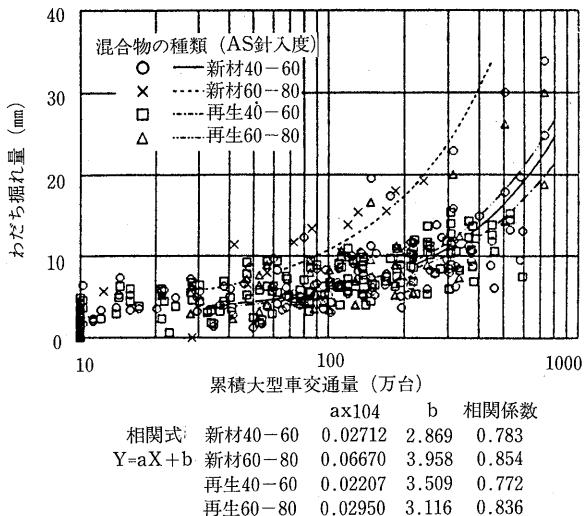


図-2 表層混合物種類別わだち堀れ量（密粒）

4. 管理検査の合理化

再生利用をより一層促進する観点から、特に管理・検査の省力化、合理化の必要性が高まってきている一方で、再生材の適用拡大に伴い、これまで以上に品質の確保の重要性が増大している。こうした両面からの要請に応えるべく管理・検査の合理化について検討を行ってきたところであるが、その主なポイントは以下のようである。

まず、従来は、工場毎に基準試験を実施し、材料や機械が適正なものであるかを確認することが求められているが、再生プラントにおける生産実績の多い種類の混合物は標準配合品として年2回の定期試験を実施することとし、その結果をもって基準試験に替えることができるよう検討が行われている。

さらに、再生骨材に含まれる旧アスファルトの針入度の品質管理については、従来のアブソン抽出法による針入度試験に替えてマーシャル安定度試験を行い、その安定度と空隙率から針入度を推定する方法を新たに取り入れることとしている。アブソン抽出法の場合、試験に手間と時間がかかる上に結果をフィードバックすることができず、また、試験自体も熟練を要し、安全性の面からも簡便な方法が求められているところであり、こうした点で改善が図られることが期待されている。

5. おわりに

以上、本指針（案）の改訂に当たっての主な検討事項について、ごく簡単に紹介したが、これら以外にも、

表-1 再生骨材使用率別のひび割れ率の評価

ケース		ケース 1				ケース 2			
再生骨材使用率		~60		60~100		~60		60~100	
評価時点		再生工区	比較工区	再生工区	比較工区	再生工区	比較工区	再生工区	比較工区
2年	平均値	0.58	0.06	2.85	0.84	0.58	0.06	2.22	0.84
	標準偏差	1.53	0.14	5.55	1.21	1.53	0.14	5.61	1.21
	データ数	14	6	26	20	13	6	22	20
	t	0.78		1.55		0.83		1.05	
	t 0.05	1.73		1.68		1.74		1.68	
	判定	○		○		○		○	
3年	平均値	0.93	0.65	3.82	1.19	0.93	0.65	3.17	1.19
	標準偏差	2.01	1.45	5.99	1.66	2.01	1.45	6.12	1.66
	データ数	14	6	26	20	13	6	22	20
	t	0.29		1.86		0.35		1.36	
	t 0.05	1.73		1.68		1.74		1.68	
	判定	○		×		○		○	
4年	平均値	1.41	2.27	5.2	1.87	1.41	2.27	4.11	1.87
	標準偏差	3.06	5.07	7.31	2.38	3.06	5.07	7.03	2.38
	データ数	14	6	26	20	13	6	22	20
	t	0.44		1.9		0.37		1.31	
	t 0.05	1.73		1.68		1.74		1.68	
	判定	○		×		○		○	
5年	平均値	1.86	3.88	6.61	2.81	1.86	3.88	5.01	2.81
	標準偏差	4.29	8.68	9.12	3.52	4.29	8.68	8.21	3.52
	データ数	14	6	26	20	13	6	22	20
	t	0.65		1.72		0.69		1.08	
	t 0.05	1.73		1.68		1.74		1.68	
	判定	○		×		○		○	

判定○：危険率5%で平均値に差があるとはいえない

判定×：危険率5%で平均値に差がある

ケース1：全工区のデータを使用

ケース2：再生混合物の品質が現行指針案に適合するデータのみ使用

路盤材の品質規定や配合設計における配慮事項の見直し、再生混合所の記述内容や施工上の留意事項の充実といった点について、詳細な検討がなされている。改訂後の指針に基づき、舗装発生材の再生利用がより一層促進することが求められている。しかしながら、重交通道路の表層への適用拡大が図られる一方、そうした重交通道路では、耐流動や耐摩耗対策として改質アスファルトを用いるケースが増加してきている状況に

ある。改質アスファルト混合物の再生利用については、現状では、技術的に困難とされており、今後は、こうした未解決の課題に対する研究に積極的に取り組んでいく必要がある。

最後に本指針(案)の改訂に当り、尽力されている委員、幹事の方々並びに研究にご協力いただいた各方面における方々に心より感謝の意を表したいと思います。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

アスファルトコンクリート発生材の管理と品質

吉 兼 亨*

まえがき

全国における再生加熱アスファルト混合物の生産量は、(社)日本アスファルト合材協会の資料¹⁾によれば平成2年度で650万トン強に達し、全アスファルト混合物生産高7,680万トンの約8.5%を占めるようになってきた。同協会の実態調査²⁾(1987年度)によれば、再生骨材の平均配合率は昭和59年度で65.9%，昭和62年度で62.3%であるので、平成2年度における平均配合率を63%として再生骨材の使用量を求めるとき年間400万トンを上回ることになる。それでもアスファルト混合物全生産量に対する平均配合率は未だ10%には満たないが、量としては相当に再利用が進んできている、現在も順調に増加しつづけている状況にあることが同協会の資料¹⁾でも分かる。以下、このプラント再生におけるアスファルトコンクリート発生材の管理と品質についての概況を述べる。

1. 発生及び再利用の状況

アスファルトコンクリート発生材（以下アスコン発生材と略す）の全国的な発生量は、精確には把握されていないが、昭和63年度には東京圏内で510万トンが発生と報告³⁾されている。同資料によれば全国に対する同圏内の建設工事のシェアは約29%であるので、アスファルト舗装打換工事のシェアも同じという大胆な仮定をすると、全国でのアスコン発生材は約1,750万トンと推定される。これを、まえがきで述べたように現在のアスコン発生材の使用量をもとに再生利用率を求めるとき、約23%になり高い再生利用率となっている。勿論これはプラント再生加熱アスファルト混合物に用いられたもののみを取り上げた場合であるが、これにプラント再生路盤材、サーフェースリサイクリング、路上再生路盤工法での再生利用量を加えるともう少し高い再生利用率となろう。

図-1に、再生加熱アスファルト混合物の生産量の

推移を示した。この生産量に約0.63を乗すればプラント再生におけるアスコン発生材の再利用量が推定できる。

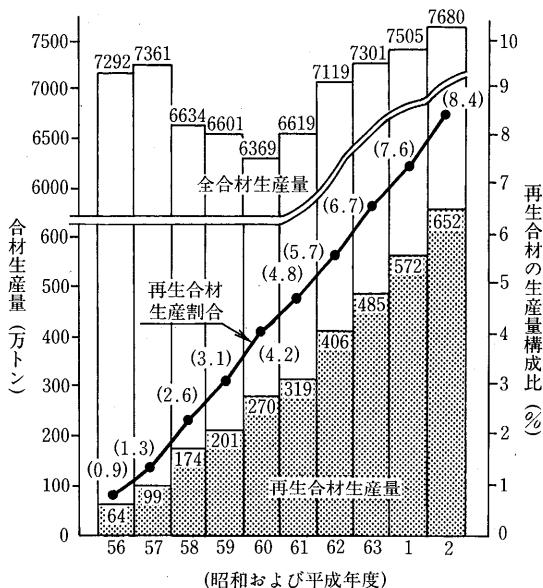


図-1 全国合材総生産量及び再生合材生産量とその構成比

2. 発生材の品質

アスコン発生材は再生加熱混合物の材料であるから、本来ならばその受入時に品質検査を行うべきであるが、実務的には次のような問題がある。

- ① 不特定多数の発生箇所からのランダムな受入となる。
- ② アスコン発生材は一般に2~4層の構成でそれぞれ混合物の配合や旧アスファルトの劣化の程度が異なる。
- ③ 路面から数cm以内は旧アスファルトの針入度が大幅に変化しているケースが少なくない。
- ④ 補修の履歴によって更に多くの配合の混合物が混

*よしかね とおる：(社)日本アスファルト合材協会技術委員会再生合材部会長、大有建設㈱常務取締役技術本部長兼中央研究所長

在している。

- ⑤ 供用履歴や、その混合物の性状により旧アスファルト分の性状の劣化の度合が異なる。
- ⑥ 使用材料の品質が同じであるとは限らない。
- ⑦ 発生材の混合物が製造されたときの、品質管理状況に差がある。

など多くの制約を受けている。したがって、試験を実施するとしても、よほど多くのサンプルを対象としない限り代表サンプルとしての特定も困難であり、さらに試験には多くの人手と時間を要し、かつストックヤードの広さ、生産効率の点で発生材を発生箇所ごとのロットとして扱うことはできず、このため、試験結果を得るまで受入を中断することは実務上不可能である。このような理由からアスコン発生材の受入検査は、再生プラント側では実施できることになる。

このためアスコン発生材を品質的な面から再利用の可否を判断するには、事前調査によりあらかじめ行う以外にないが、全ての発生箇所を対象にサンプルの抜取調査を行うことは実務上困難と思われる。あえて区別するとすれば、ひび割の多い舗装は概して旧アスファルトの針入度の低下が大きいので、そのような箇所からのアスコン発生材は、再生加熱混合物への再利用を行わないこととする程度のコントロールする方法であろう。しかし、その場合でも故意に再生骨材プラントへ運び込まれてしまうと、受入時には判断不能である。以上の諸点から、アスコン発生材は異物の排除、路盤材との分別掘削の徹底（これも東京地域などでは発生箇所での分別は種々の制約により不可能に近く、

再生骨材の生産時に分別排除することになる）以外の管理は行わずに受入ざるを得ない。したがって再生混合物の品質管理のためには次章で述べる。再生骨材の製造における品質管理が重要な要素となってくる。

3. 再生骨材の生産

3.1 アスコン発生材の再生利用の概要

アスコン発生材の再生利用方法に関する概要をフローで示したもののが図-2である。

通常、アスコン発生材はアスファルトコンクリート塊（以下、アスコン塊と略記）と切削発生材との2通りの状況で発生するが、再生アスファルトプラントではその両者を用いるプラントと、後者のみを用いるプラントとがある。また後者に含まれるものとして路上表層再生工法では、アスコン発生材として工事区域外には搬出しないで発生した路上で即時に再生利用する。

再生混合プラントにアスコン発生材の解碎プラント即ち再生骨材プラントを併設して、一貫して再生混合物の生産を行うには、土地の入手が容易でないこと、生産規模が大きくないと経済的に不利となることなどから、最近では他の再生骨材の生産プラントから再生骨材を入手して再生加熱混合物を生産するプラントも増えてきている。（図-4 参照）

3.2 再生骨材の生産方式

プラント再生における再生骨材の生産方式には、アスコン発生材を機械力により破碎する機械破碎方式と、加熱により解碎する熱解碎方式とがある。夫々で生産された再生骨材の間には、解碎後の抽出骨材の粒度分

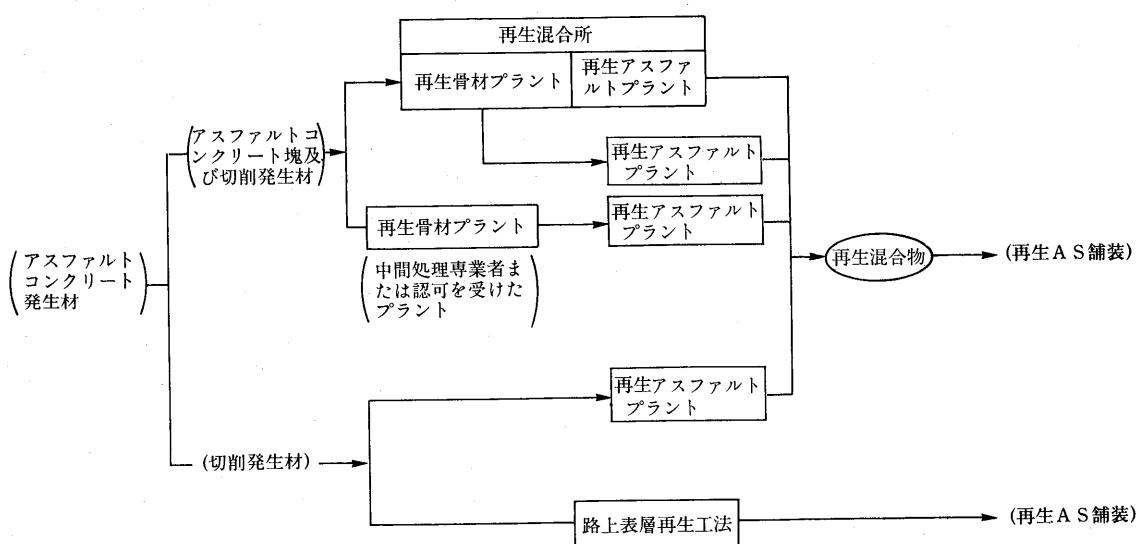


図-2 アスファルトコンクリート発生材の再生利用のフロー

布において、機械破碎式では発生材の原粒度より幾分細くなり $75\mu\text{m}$ ふるい通過分も1~2%増加することになる以外は品質の差はない。日本アスファルト合材協会の調査資料²⁾によれば、図-3に示すように現在では機械破碎方式による再生骨材を利用していける再生アスファルトプラントが全体の94.2%を占めている。

また、同資料によれば再生骨材プラントを併設している再生アスファルトプラントは図-4に示すように全再生アスファルトプラント中67.6%を占めている。

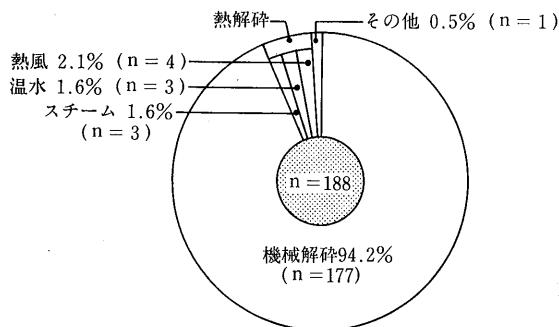


図-3 再生骨材の生産方法

さらに、これらの再生骨材プラントの規模についても同資料によれば、図-5に示すように年産5,000t/年以下のプラント数が圧倒的に多い。しかし、生産量のシェアでみると、プラント数で14.7%しかなかった40,001t/年以上のプラントでの生産量が60%近くを占めており、再生骨材の生産の集中化が生じている。一方、図-6に示すように、発生材のストックヤードの最大貯蔵容量は、再生骨材のプラントの半数に近い43.4%が5,000t以下である。このことは、ストックヤード用

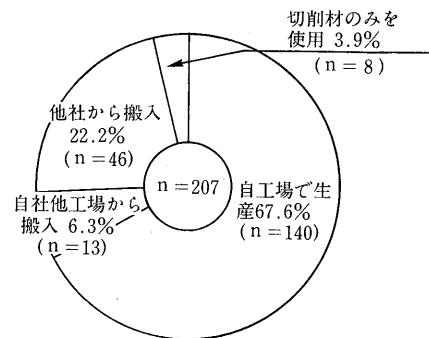


図-4 再生骨材の入手方法

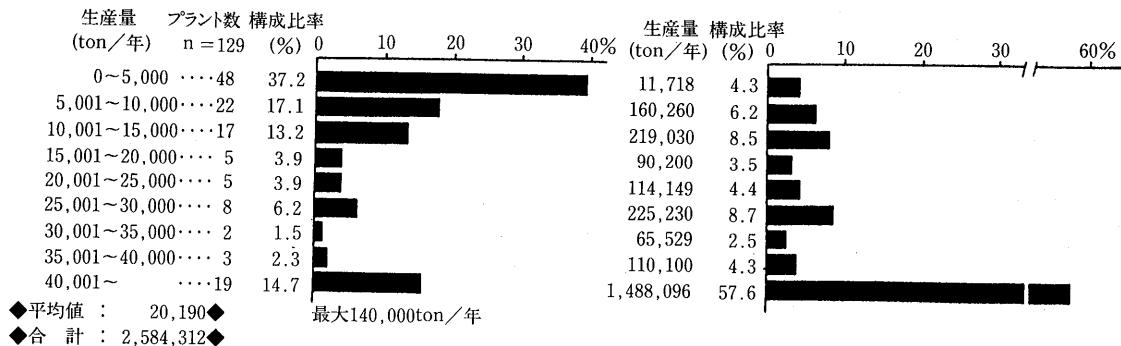


図-5 再生骨材の生産量別プラント数構成比と生産量構成比

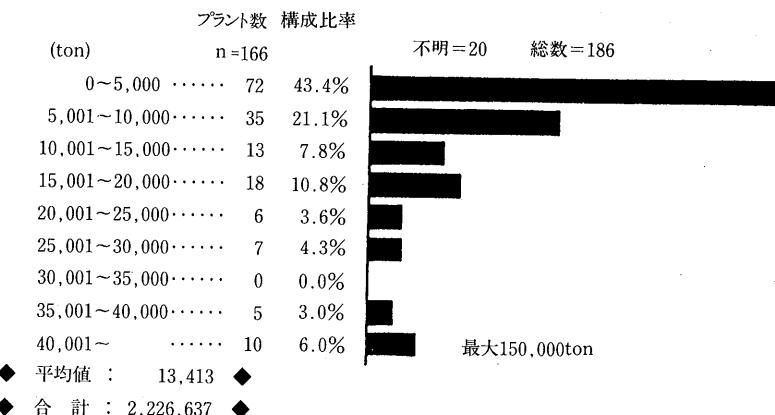


図-6 発生材の最大貯蔵量

地の確保の困難さを反映しているものとみられる。

4. 再生骨材の品質

4.1 再生骨材の品質基準

アスファルトコンクリート再生骨材の品質に関しては、舗装廃材再生利用技術指針(案)(社)日本道路協会(以下、再生指針(案)と略記)に、表-1に示す品質を標準とすると定められている。

表-1 再生加熱アスファルト混合物に用いるアスファルトコンクリート再生骨材の品質の標準

項目 名称	旧アスファルト 含有量 (%)	旧アスファルトの 針入度 [(25 ℃) 1/10mm]	洗い試験で 失われる量 (%)
アスファルト コンクリート 再生骨材	3.8 以上	20 以上	5 以下

この表-1に示される旧アスファルト量に関しては、アスコン発生材が(表層+基層)、(表層+基層+安定処理層)など種々な層で構成されており、通常2~4層より成る。その上、各層に用いる混合物の種類、配合も、また使用されている材料も一様ではなく、さらに、不特定多数の箇所の発生材が混り合うわけであるから、いわば地域全体の平均アスファルト量をあらわすものもある。しかし路盤材が混入すると、旧アスファルト量が減少することになるので再生骨材中に路盤材が混入するのを防ぐための下限値である。

旧アスファルトの針入度に関しては、再生骨材中に含まれる旧アスファルトの針入度は一様でなく、試験結果はその試料の平均値をあらわしていることになる。例えば、旧アスファルトの針入度が同じであっても、ほぼ20~30の幅の平均値としての25のケースと、15~35の幅の平均値としての25のケースがあるが、これらは区別できないので同一の針入度とみなされる。したがって旧アスファルトの針入度は20を下限としているが、実際にはもっと低いものが混り合っていることになる。再生用添加剤で針入度の調整ができるても、今のところはこの下限値以上の旧アスファルトの再生骨材を用いることになっている。

さらに、洗い試験で失われる量に関しては、旧アスファルト量と同様に再生骨材中に路盤材や路床土の混入を防ぐのが目的であり、解碎された再生骨材そのままの状態でふるい分け試験をおこなうものである。

これらの品質の標準は先に述べたように、アスコン発生材の受入時における品質判定や品質管理が殆ど不

可能であり、したがって、再生骨材の品質管理の結果が最終的に再生混合物の品質を左右することとなるので、再生骨材の品質の安定化は再生加熱混合物の製造における品質管理の最重点事項であるといえる。

4.2 再生骨材の品質管理の状態

日本アスファルト合材協会が1987年4月から1988年3月迄の1年間を対象に行った「再生加熱アスファルト混合物の品質実態調査報告」から再生骨材に関する資料を引用して説明する。

(1) 品質管理試験の実施状況

再生骨材の品質管理試験の実施頻度を調査した結果では、次の傾向が認められた。

一部の試験項目には複数回答は含まれるもの、品質管理試験の実施頻度の調査では全再生プラントの90%以上の回答を得ている。これによれば、再生骨材の品質管理試験は54%のプラントでは定期的に、39%のプラントでは生産量別に実施しており、残り7%は工事単位など適宜に実施している。

- ① 定期的試験の頻度としては表-2に示すように、1回/月~20回/月とプラント間に差があるが、生産量が少ない工場が多いため大部分は1~4回/月、中でも1~2回/月が多い。

表-2 再生骨材の管理試験(期間別頻度)

頻度	洗い試験	粒度分析	旧アスファルト量	回収アスファルトの針入度
1回/1ヶ月	39	23	21	38
2回/〃	15	19	17	17
3回/〃	5	22	11	6
4回/〃	7	14	16	6
5回/〃	4	7	7	1
6回/〃	4	4	3	3
10回/〃	3	7	6	3
15~20回/〃	1	3	3	0
1回~3ヶ月	1	1	1	1

- ② 生産量別頻度も表-3に示すようにバラツキがある結果となっているが、過半数以上は500tに1回の割合で実施しており、指針(案)の規定を反映していることがうかがえる。

(2) 再生骨材の品質の実態

再生骨材の品質管理試験結果を前述の資料から引用し図-7、表-4に示した。

図-7中の数値は再生プラントごとの1年間の管理試験結果の平均値を1データとして処理したものである。この平均値を求めたプラントごとの試験数は最大

表-3 再生骨材の管理試験（生産量別頻度）

頻度	洗い試験	粒度分析	旧アスファルト量	回収アスファルトの針入度
50 t	2	2	2	1
100 t	1	2	3	1
150 t	1	1	1	0
200 t	0	2	2	2
300 t	4	7	6	4
400 t	0	0	0	0
500 t	40	47	48	36
1000 t	4	1	1	11
1000 t <	5	2	2	5

240から最小1まで、その平均は項目により若干異なるが、図の順で43, 30, 32であった。このようにプラント間にバックデータ数や生産量に違いが大きいのでウェイト付をしない単純な数値処理では、問題もあるが、1プラント当りの平均のデータ数が30~40となっているので、一応の傾向とみることができよう。図-7、表-4より次のようにいえる。

図-7から、プラントごとの年間の平均値では、旧アスファルト量が3.8の基準値を下回る不良率は1.9%，旧アスファルトの針入度が20を下回る不良率は1%，洗い試験で失われる量の5%を上回る不良率は、13-

0 mmサイズとして推定すると0%と見なしうる。

これに対し表-4に示された個々の試験結果（プラントにおける個々のデータ）の最小値もしくは最大値は、それぞれ1.9%, 17, 4.7%である。この値から洗い試験で失われる量では品質の標準の上限値を上回るものはない。しかし、旧アスファルト量では品質の標準の下限値を大幅に、また、旧アスファルトの針入度では同じく品質の標準の下限値を若干下回るもののが最小値として出現している。しかし、同報告書では調査の対象が全て公共工事用としている訳ではないのでこのような結果が得られたものであるとしている。このうち、旧アスファルト量についてはアスコン発生材の配合の地域差と、発生箇所または再生プラントにおける異物の分別程度の問題も寄与しているものと思われる。いづれにしてもロットの平均値は旧アスファルト量では $5.1 \pm 1.0\%$ 、旧アスファルトの針入度では 33 ± 9 程度の範囲内にあるものとみられる。

(3) 再生骨材の生産における品質管理上のポイント

先にも述べたように、アスコン発生材の受入の段階では品質チェックが不可能であるため、再生骨材の品質を安定させるのは、その製造管理にかかっている。以下、再生骨材の製造管理のポイントを述べる。

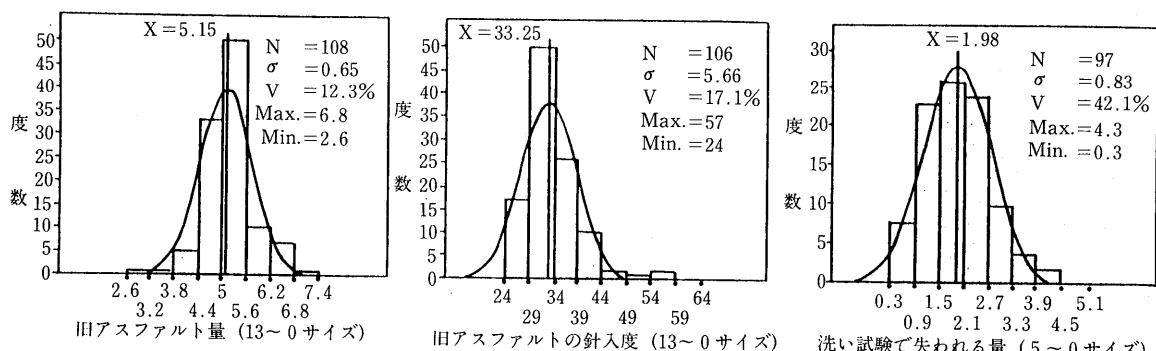


図-7 再生骨材の品質管理データの集計

表-4 再生骨材の品質

分類	再生骨材の品質															
	旧アスファルト量					旧アスファルト針入度					洗い試験で失われる量					
	n	max	min	\bar{X}	σ	n	max	min	\bar{X}	σ	n	max	min	\bar{X}	σ	
13 1 0 mm	個数	103	105	105	108	74	101	102	102	106	73	93	91	91	97	68
	最大値	245	9.4	6.3	6.8	1.41	214	62	52	57	10.1	214	4.7	3.2	4.3	2.07
	最小値	1	3.4	1.9	2.6	0.1	1	26	17	24	0.18	1	0.7	0.2	0.3	0.01
	平均	42.5	5.71	4.62	5.15	0.34	30.05	38.91	28.23	33.25	3.02	31.56	2.76	1.46	1.98	0.43
	標準偏差	44.71	0.88	0.65	0.65	0.23	31.04	6.04	6.18	5.66	1.47	35.37	0.97	0.7	0.83	0.33

注1) 横欄n, max, min, \bar{X} , σ は旧アスファルト量、旧アスファルト針入度、洗い試験で失われる量の各試験を何回か実施し、その時の最大値、最小値、平均値および標準偏差がいくらであったかという設問の項目を示す。

注2) 縦欄の個数、最大値、最小値、平均値および標準偏差は、1) のn, max, min, \bar{X} , σ の値をデータとして統計値を計算した結果を示す（ロット間のデータ）。

1) 異物の分別

ゴミ、木片などは当然除去しなければならないが、再生骨材の品質全体に大きく影響を与えるものとしては、路盤材の混入があげられる。

路盤材はもともとアスコン発生材（即ち、もとの加熱アスファルト混合物）に用いられている骨材とは別の品質基準で製造されたものであり、その上、アスファルト加熱混合物にとって好ましくないP Iを示す微粒分を含んでいるケースが少くない。堅硬な粗粒の碎石は、再生プラントで機械破碎すれば、再生骨材の中に混っていても支障はないと判断されるものの、選択的にそれを行うことは不可能である。それにたとえP Iが0であっても路盤材の混入率の変動は、旧アスファルト量の変動に直接関与するため、再生混合物のアスファルト量の変動につながる。

このような点から、アスコン発生材が発生箇所において路盤材との分別が十分に行われていないケースでは、再生骨材の生産プラント側において分別を行うことが大切である。一般にこの分別のためには40~60mm程度の開き目を有するグリズリーにより行われ、グリズリオーバーを加熱混合物用の再生骨材の生産に向か、グリズリアンダーを再生クラッシャランとして路盤材に利用している。

2) 品質の平均化、変動幅の低減

品質の異なる発生材を受入段階で分別貯蔵することは殆ど不可能なことから、再生骨材の品質の安定化のためには、その発生材の貯蔵や、再生骨材の生産において、発生箇所の異なる発生材が可能な限り混ざり合うように供給し再生骨材を生産する方式や、再生骨材についても同様に加熱混合プラントへ供給する方式を探ることが大切である。その方法としては

① 発生材をストックヤードにストックする時に、できるだけ薄く広く敷き広げて水平な層状とし、各所から持込まれる発生材を何層にも積み重ねて行き、再生骨材の製造の際には、その積層状の発生材の山を垂直方向に採掘することにより、多くの発生箇所の発生材が混り合うことになり、再生骨材の品質の平均化、安定化が図れる。（写真-1参照）単純に考えれば、受入順のまま使用するのに較べて4層積では $1/\sqrt{4} = 1/2$ 、9層積では $1/\sqrt{9} = 1/3$ 、にバラツキを小さくおさえることができよう。

② ストックヤードがあまり広くなく1)の方法が採り得ない場合には、再生骨材の製造の際に発生材のストックヤードの1ヵ所から連続して採掘するので

なく、できる限り多くの箇所から1回づつ交互に採掘し、再生骨材プラントへ供給することにより、再生骨材の品質の平均化、安定化を図る。

③ 再生骨材のストック場所を2~3区画とし、再生骨材の出荷や、再生混合物の生産の際に各区画の再生骨材を同時供給して、再生骨材の品質の平均化、安定化を図る。

3) 粒度の管理

2)の方法により種々の発生材が混ざり合うことにより粒度も平均化されるが、さらに貯蔵時や搬送時の粗細粒の分離を防いだり、配合設計における合成粒度の決定を容易にするために、再生骨材を(20~13, 13~5, 5~0mm)の3段階、(20~13, 13~0mm)などの2段階などに分級することによっても、再生骨材の品質の安定化はもとより再生加熱混合物の品質の安定に役立つ。発生材には種々の粒径や配合の混合物が含まれる。即ち、各種舗装の全厚を一緒にして求めたそれぞれの粒度分布には、ある程度のバラツキが見受けられるが、それらを図-8に示すように13~0mm以下とした粒度分布で比較してみるとあまり差のないことが分かる。実際にはこれらが混り合うのであるから、粒度分布のバラツキはさらに小さくなることが理解できよう。

4) 迅速試験方法の活用

再生骨材の品質のうち、旧アスファルト量、洗い試験で失われる量、抽出粒度は、測定にそれほどの熟練を要せず、結果を得るのにあまり時間を要しないが、旧アスファルトの針入度試験は高い熟練度と多くの時間を必要とするが、その割には精度が良くないことが知られており、日本アスファルト合材協会再生合材部会の共通試験結果⁵⁾でもその点を指摘している。旧アスファルトの針入度は再生混合物の配合設計はもとより、



写真-1 発生材のストックヤードにおける水平多層積の例

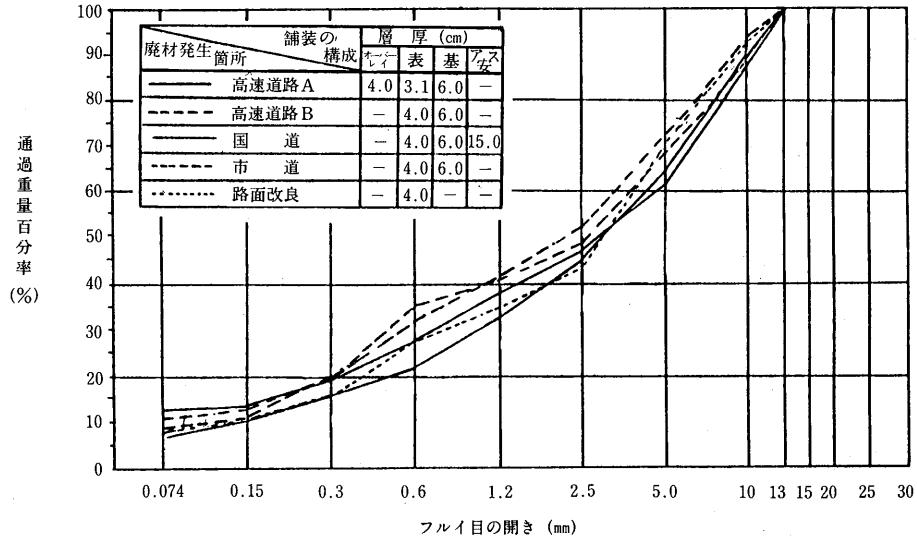


図-8 発生材の全厚の合成抽出粒度曲線（13mm以上カット）⁴⁾

そのバラツキが再生アスファルトの品質を直接左右するだけに、安定した針入度の再生混合物を生産する上で重要な管理項目である。しかしその針入度を求めるのに精度が悪く、時間がかかるのでは工程管理用試験方法としては役立ち難い。そこで同部会では共同試験の結果にもとづき、旧アスファルトの針入度をマーシャル試験方法を用いて推定する方法を考案した。試験方法の詳細は同協会の報告書⁵⁾に譲るが、その要点を図-9にフローで示す。

なお、同方法では推定針入度の決定式から求めた推定針入度(P_1)をもとに、配合設計において再生用添加剤あるいは新アスファルト量を求めるための針入度(P_2)を表-5により決定するとしている。

繁雑で時間がかかるためデータのフィードバックも有効に行えない試験をたまに行うよりは、このような簡便な試験方法の採用により、少し試験頻度を増し統計的に信頼度の向上を図れば、再生骨材はもとより再生混合物の品質安定化に実効が上がることになろう。

5. 再生骨材の生産における今後の課題

再生骨材の生産における品質管理について述べてきたが、再生混合物の利用が普及するのに伴い今後解決を図らなければならない課題も少なくない。以下にそれを列挙する。

- ① 改質アスファルトを用いた発生材の再生。
- ② 再生がくり返された場合の対応。
- ③ 針入度が20以下の再生骨材の再生。

④ 発生材の発生量が加熱混合物の需要に近づくか、または、上回る場合の対応。(100%リサイクル) ⑤ 再生骨材の配合率の低い混合物の品質管理の簡略化。これらのうち、①は全般的にみれば今のところ率は低いものの再生骨材中に若干混ざってくるのは避けられないのが現況であるが、量的にもわずかなので現時点では特に支障はないと思われる。しかし切削発生材のようにそのものだけが集中的に搬入される場合には使用の可否、他の再生骨材との混合の方法など十分に検討を要する。

②は発生材が何度目の再生になるのかという、発生材の履歴で管理することは不可能である。再生骨材中に占める再々生分の比率が低いちはあまり問題はないと思われる。当面は可能な限り再生骨材の発生量とバランスのとれるような範囲で再生骨材の配合率を低く押さえる使い方、いわば広く薄く使うことにより再々生になった場合の問題発生の確率を少しでも下げておくことで対応するのが一つの方法であろう。しかし、現在でも発生材の発生量に比べて再生混合物の需要量が少ない地域では、必然的に再生骨材の配合率が高くならざるを得ない。いづれにしても、舗装のストックが増えるにしたがって維持修繕の占めるシェアーが高まり、全体的には再生骨材の配合率が暫増することは避けられない。しかも発生材の再生度数を管理することは不可能なところから、将来のことを考えた場合、再々生についての技術開発は重要な課題である。

③、④についても同様であるが⑤については全体的

表-5 推定針入度に基づく旧アスファルトの針入度の区分

推定針入度 (P ₁)	設計針入度への調整で採用する針入度 (P ₂ , 1/10mm)
20以上25未満	20
25以上30未満	25
30以上40未満	30
40以上50未満	40
50以上	50

[注]

密度およびアスファルト量のチェックでは、定期試験のデータと比較してそれぞれ±0.02 (g/cm³) 以内、±0.2(%) 以内にあることを確認する。

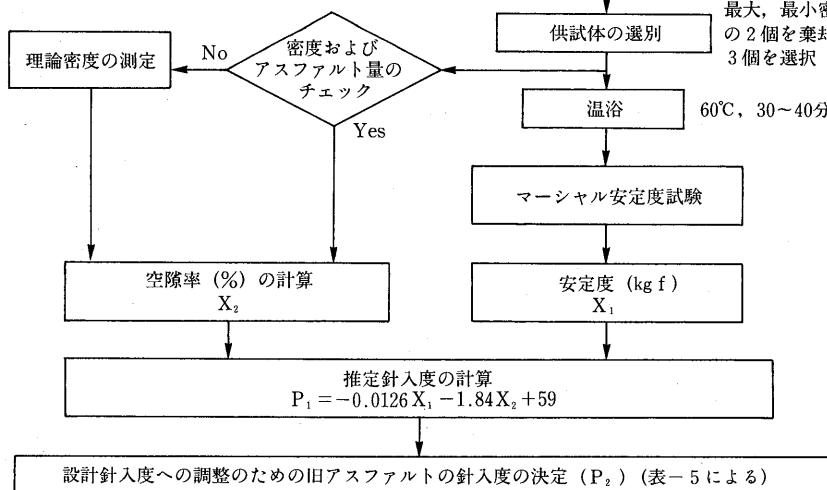


図-9 再生骨材の旧アスファルトの推定針入度を求めるフロー

に広く普及させるには是非検討が必要な課題であろう。

あとがき

アスファルト発生材の管理上の問題点から、再生骨材の製造における品質管理まで実態を混えながら述べてきた。再生混合物の品質の安定化のためには、まだまだ解決しなければならない課題も少なくない。その解決のためにさらに経験と努力を積み重ねなければならないが、再生骨材の品質管理について拙文がご参考になれば幸甚です。

参考文献

- 1) アスファルト合材統計年報, (社)日本アスファルト合材協会, 各年度毎発刊

- 2) プラント再生加熱アスコンの実態調査報告書, (社)日本アスファルト合材協会, 昭和62年3月, 及び平成2年3月
- 3) 山根一男:建設副産物対策とりサイクルの推進, 建設廃棄物・積算資料臨時増刊'92.1, (財)経済調査会, P.2
- 4) 吉兼 亨:省資源化を指向した舗装の設計施工, 第13回日本道路会議論文集(特定論文) 日本道路協会, 昭和54年10月, No.513, p.208
- 5) 日本アスファルト合材協会再生部会, 共同試験結果にもとづくマーシャル安定度試験方法による再生骨材の旧アスファルト性状判定法の検討, アスファルト合材No.22, p.15~22, 1992.4

コンクリート発生材の道路用材としての利用

建設協・コンクリート分科会報告
椋本 宏*・水谷 好一**・仮屋 義信***

1. はじめに

この報告は（地方公共団体建設技術研究機関連絡協議会）のコンクリート分科会において、コンクリート廃材の利用状況に関する、アンケート調査の結果を取りまとめたものについて、その概要を報告するものである。この報告に関し、アンケート調査に協力して頂いた方々、また、紙面を提供して頂いた季刊誌アスファルト関係者の方々には心から敬意を表する。

1) コンクリート分科会の組織及び活動について

コンクリート分科会を構成している組織のブロック代表会員及びブロック会員数は表-1の通りである。

また、コンクリート廃材の利用状況に関する活動状況は表-2の通りである。

2) アンケート調査の目的

本調査はコンクリート廃材の利用状況（主として道路用路盤材としての利用）について「行政対応調査」「施工実績調査」「製造実態調査」を実施し、その利用状況を把握することを目的とする。

2. 行政対応調査

行政対応調査は利用技術に関する整備状況の調査で、再生材の利用技術指針等における品質規格及び設計密

表-1 コンクリート分科会の組織構成

No.	ブロック名	コンクリート分科会ブロック代表会員名	ブロック会員
1	北海道・東北	宮城県土木部技術管理室	12
2	関 東	東京都土木技術研究所	16
3	北 陸	新潟県建設技術センター	4
4	中 部	愛知県建設技術研究所	7
5	近 畿	大阪府土木技術事務所	11
6	中 国	山口県土木建築部技術管理課	8
7	四 国	愛媛県建設研究所	4
8	九 州	福岡県土木部企画検査課	10
計		8	72

表-2 コンクリート分科会の活動状況

区分	開催年月日	項目
第1回 コンクリート分科会	平成3年5月	アンケート調査の進め方
第2回 " "	平成3年10月	アンケート調査の結果報告
幹事会及び分科会代表会	平成3年10月	調査結果のまとめについて報告
総 会	平成4年2月	" "

*むくもと ひろし, **みずたに こういち, ***かりや よしのぶ：建設協・コンクリート分科会代表大阪府土木技術事務所

度、割増率等について調査した。

- 1) 品質規格の整備状況についての調査結果は表-3の通りである。
- 2) 設計積算における設計密度、割増率についての調査結果は表-4の通りである。

3. 施工実績調査

施工実績調査は平成2年度実路等における現場施工の実績についての調査で、現場施工等の実績件数及び再生材の使用カ所、購入単価等、また、路盤工において、再生材と新材（既存材）との材料比較による施工

表-3 規格値の整備状況

用 途		上 层 路 盤 用				下 层 路 盤 用				下層路盤及び埋戻材		
種 類		再 生 粒 度 調 整 碎 石				再 生 ク ラ ッ シ ャ ラ ン						
粒度範囲 区分		mm 40~0	mm 30~0	mm 25~0	mm 25~0 (改良土)	mm 40~0	mm 30~0	mm 25~0 (改良土)	mm 40~0	mm 25~0	mm 13~0	
北東 海北 道(1)	福 島 県	○				○						(現場再生 利用材 ○)
関 東 (9)	栃 木 県								○			
	群 馬 県						○		○			
	埼 玉 県					○(0.25)			○			
	千 葉 県					○(0.25)						
	東 京 都					○	○					
	神奈川県					○			○			
	横 浜 市	○(0.35)	○(0.35)			○(0.25)	○(0.25)					
	川 崎 市	○(0.35)				○(0.25)						
	山 梨 県					○						
北 陸 (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
中 部 (3)	岐 阜 県								○(0.25)			
	三 重 県	○				○						
	名 古 屋 市					○						
近 畿 (2)	福 井 県					○(0.25)						
	大 阪 市				暫定 ○(0.45)			暫定 ○(0.35)		○		
中 国 (2)	広 島 県					○						(置換用砂 ○)
	広 島 市					○(0.25)						
四 国 (0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
九 州 (4)	福 岡 県			○(0.35)		○(0.25)	○(0.25)					
	福 岡 市			○(0.35)			○(0.25)					
	長 崎 県					○(0.25)						
	沖 繩 県	○(0.35)				○(0.25)						

※ () 内は等値換算係数

表-4 設計密度及び割増率の設置基準

区 分	項目 会員	設 計 密 度 (kg/m³)				割 増 率 (%)				備 考
		下層路盤工	上層路盤工	歩道路盤工	盛 土 工	下層路盤工	上層路盤工	歩道路盤工	盛 土	
北東 海 道北	福島県	2,100	2,020	1,890	1,570	39	32	26	28	現着重量 kg/m³ 下層路盤1,600 上層路盤1,570 盛 土1,350
関 東	栃木県	—	—	—	—	—	—	—	—	
	群馬県	2,040	—	1,840	—	36	—	23	—	
	埼玉県	2,040	2,100	1,890	—	35	38	25	24	
	千葉県	2,040	—	—	—	35	—	—	—	
	東京都	2,040	—	1,840	—	35	—	—	22	
	神奈川県	1,890	—	1,700	—	30	—	17	30	現着重量1,510kg/m³
	横浜市	—	—	—	—	37	36	23	—	設計密度: 2年試験平均値
	川崎市	2,040	2,100	1,840	—	35	38	22	—	
中 部	山梨県	2,040	2,100	1,840	—	35	38	22	—	
	名古屋市	2,040	—	1,840	—	36	—	23	—	
	岐阜県	2,040	—	—	—	36	—	—	—	
近 畿	三重県	2,040	2,100	1,890	—	36	39	25	33	
	大阪市	1,940	2,000	1,800	1,870	48	52	37	43	
	福井県	2,040	—	—	—	—	—	—	—	
中 国	広島県	2,040	—	1,840	—	35	—	22	—	
	広島市	2,040	2,040	1,840	—	35	35	22	—	現着重量1,570kg/m³
九 州	福岡市	2,040	2,100	1,840	—	35	38	22	—	
	福岡県	2,040	2,100	1,840	—	35	38	22	—	
	長崎県	1,729	—	—	—	28	—	—	—	
	沖縄県	—	—	—	—	40	35	26	—	

性、また、施工時における試験判定及び施工後の追跡調査について、それぞれ調査した。

1) 実路における試験施工等の実績件数及び再生材の

使用力所、購入単価等についての調査結果は表-5 (1~2) の通りである。

表-5 試験施工等における実績(その1)

区分	会員名	実績件数	使用カ所	再生品	形状寸法	区分	単価 円/m ²
全 国		2,505件					
北海道・東北	福島県	3	—	再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,300
						工場渡し	700
				再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,000
	計	3件	—	再生クラッシャーラン	40~0	工場渡し	400
						工場渡し	830
	対 比	0.1%					
関	千葉県	5	上層路盤	再生ソイル路盤材	40~0	現場着価格	3,100
			下層路盤	再生路盤材	40~0	現場着価格	2,400
	東京都	昭和60年度 約700件	下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,750
			歩道路盤	〃	40~0	〃	〃
	神奈川県	19	路床、路体 路床置換材 下層路盤 トンネル内路床 小構造物基礎 裏込、目潰し	再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,550~2,000 (17件)
			路床 路床置換材			工場渡し	1,400~1,500 (2件)
			トンネル内歩道路床	再生砂	10~0	現場着価格	1,700 (1件)
	横浜市	約1,200	上層路盤	再生粒度調整碎石	40~0	現場着価格	3,050
			下層路盤	再生クラッシャーラン	〃	〃	2,400
東	川崎市	1	上層路盤	再生粒度調整碎石	40~0	—	—
			下層路盤	再生クラッシャーラン	〃	—	—
	計	1,925件					
	対 比	76.9%					
北陸	新潟県	1	仮設道路	再生クラッシャーラン	40~0	工場渡し	1,400 (見積単価)
	計	1件					
	対 比	0%					
中部	岐阜県	1	下層路盤	再生粒度調整碎石	40~0	現場着価格	2,000
	名古屋市	16	下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,850~2,300 (13件)
						工場渡し	1,300~1,600 (3件)
	計	17件					
	対 比	0.7%					

表-5 試験施工等における実績(その2)

区分	会員名	実績件数	使用カ所	再生品	形状寸法	区分	単価 円/m ³
近畿	福井県	1件	下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	工場渡し	1,100
	大阪府	17	上層路盤	再生粒度調整碎石	30~0	現場着価格	1,600(3件) (夜間単価)
			下層路盤	再生粒度調整碎石	25~0	現場着価格	1,440~1,800 (3件)
				再生クラッシャーラン	30~0	現場着価格	1,400(7件)
				再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,300(4件)
	大阪市	392	上層路盤	改良土	25~0	支給品	—
			下層路盤	改良土	25~0	〃	—
			盛土・埋戻し	改良土	25~0	〃	—
	計	410件					
	対比	16.4%					
中国	岡山県	5 (民間工事)	下層路盤 (駐車場)	再生クラッシャーラン	40~0	工場渡し	1,000~1,200 (2件)
			造成工	〃	〃	〃	1,000
			置換砂	再生砂	5~0	〃	1,000
			埋め戻し材	再生クラッシャーラン	40~0	〃	600
	広島市	1	下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	現場着価格	1,800
	計	6件					
	対比	0.2%					
	福岡県	15	上層路盤	再生粒度調整碎石	40~0	現場着価格	2,300(1件)
			下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	〃	2,200(4件)
			ブロック積裏込	〃	〃	〃	1,800~2,250 (5件)
				〃	〃	工場渡し	1,100(1件)
			構造物基礎	〃	〃	現場着価格	1,800~2,050 (2件)
				〃	〃	工場渡し	1,250(1件)
			歩道路盤	〃	〃	現場着価格	1,800(1件)
九州	福岡市	126	上層路盤	再生粒度調整碎石	25~0	現場着価格	2,380(92件)
			下層路盤	再生クラッシャーラン	40~0	〃	2,200(34件)
	沖縄県	2	上層路盤	再生粒度調整碎石	〃	〃	2,300(1件)
			下層路盤	再生クラッシャーラン	〃	〃	1,600(1件)
	計	143件					
	対比	5.7%					

2) 路盤工において再生材と新材（既存材）との材料比較による施工性についての調査結果は表-6の通りである。

3) 施工時における試験判定について

イ) 施工期間中における試験判定についての調査結果は表-7の通りである。

ロ) 施工後の追跡調査については全国的な実施事例は少ないが、大阪市と沖縄県において行なわれ、試験判定の方法と判定経過期間については表-8の通りである。

4. 製造実態調査

再生材の製造調査について、全国110ヵ所の事業所から回答があり、平成2年度における路盤材、アスコン骨材、その他についての製造実績、また、コンクリー

ト廃材の受入れにおける最大径、形状制限及び含有物の制限、また、受入れ検査の方法、及び、製造工程における木くず、鉄骨等の異物除去についての調査結果は表-9（1～2）の通りである。

表-8 施工後の追跡調査

会員	試験方法	測定経過期間
大阪市	・わだち掘れ量試験 ・ひび割れ率試験 ・平坦性試験 ・たわみ量試験	・施工直後 ・1ヶ月 ・3ヶ月 ・6ヶ月 ・1年 ・2年
沖縄県	・FWD測定 ・平坦性試験 ・わだち掘れ量試験 ・ひび割れ率試験	・2年

表-6 材料比較による施工性

項目	舗設時の骨材の分離及びばらつきについて			敷均し性について			最適含水比の保持性について			転圧機による締め固めについて		
	区分	区分	件数	比率	区分	件数	比率	区分	件数	比率	区分	件数
全国回答58件	発生しやすい	件20	%34.5	容易である	件5	%8.6	容易である	件4	%6.9	密度が得安い	件7	%12.1
	普通である	35	60.3	普通である	52	89.7	普通である	31	53.4	普通である	39	67.2
	発生しにくい	3	5.2	難しい	1	1.7	難しい	23	39.7	難しい	12	20.7

表-7 施工期間中における試験測定

測定カ所	試験項目	試験測定期件数							備考
		全国	関東	北陸	中部	近畿	中国	九州	
下層路盤	・締固め密度の測定 ・平板載荷試験 ・現場密度の測定 ・ブルフローリング ・ふるい分け試験 ・ベンゲルマンたわみ試験 ・C B R試験	件29	件12	件8	件6	件1	件2	件1	全国回答件数 71件 試験測定 有 54件 (76.1%) 無 17件 (23.9%)
上層路盤	・締固め密度の測定 ・ブルフローリング ・平板載荷試験 ・含水比の測定 ・ふるい分け試験 ・ベンゲルマンたわみ試験 ・一軸圧縮強度試験（室内） ・現場密度試験（砂置換法）	14 5 6 1 10 1 5 1	7 1 1 1 6 6 5 1			5 3 4 2		2 1 1 2 1	
その他 (路床、歩道路盤、盛土)	・現場密度の測定 ・平板載荷試験 ・プロクターニドル貫入試験 ・締固め密度の測定 ・ブルフローリング ・現場における砂置換による単位体積重量測定 ・C B R試験	5 4 1 4 1 1 2	4 4 3 3 1 1 1	※ 1件	1	3 1 1 1		1 1 1 1	

表-9 再生材の製造実態(その1)

区分	会員名	会社 プラン	H. 2 年度 製造実績			受入れ制限等		受入れ 検査の方法	製造工程における異物除去					
			路盤材	アスコン骨材	その他	最大径形状制限	含有物等の制限		木くず	鉄骨等	その他			
全国	カ所	t	t	t	t									
	8ブロック	110	6,588,032	543,431	1,203,504									
北海道・東北ブロック(1)	福島県	6	122,255	—	54,781	40cm以下 80cm以下 制限無 回答無	(1) (1) (2) (2)	土・木くず 土 不適当廃材 回答無	(1) (2) (2) (1)	目視	人 力	磁選機(2) 磁選機・人力(2) 人力(2)	人 力	
	計	6	122,255	—	54,781									
	対 比	5.5%	1.9%	—	4.5%									
関東ブロック(2)	栃木県	4	114,751	1,588	6,920	制限無 回答無	(1) (3)	回答無	(4) 無選別 台貫計量	(3) (1)	人 力	磁選機(3) 磁選機・人力(1)	機械人 力(1) (3)	
	群馬県	5	168,389	—	—	15cm以下 60cm以下 50cm×30cm×2001 回答無	(1) (1) (1) (2)	土・鉄筋 土20%以内 土 回答無	(1) (1) (1) (2)	目視 無選別 台貫計量	人 力 回答無	(4) (1)	磁選機	人 力 回答無
	埼玉県	1	19,500	—	12,100	50cm以下		—	目視	人 力	磁選機	人 力		
関東ブロック(3)	千葉県	5	265,180	27,000	—	50cm以下 30cm以下 回答無	(2) (2) (1)	土 土・レキ等 回答無	(2) (1) (2)	目視 現場視察 無選別 回答無	人 力	人力・磁選機(2) 磁選機(1) 人 力・ バックホー(1) 人 力(1)	人 力 回答無	
	東京都	3	413,000	—	138,000	30cm以下		土・レンガ 有害物	(1) (1) (1)	目視	人 力 回答無	人 力・磁選機(2) (1) 磁選機(1)	人 力(2)	
関東ブロック(4)	神奈川県	3	630,829	63,443	292,146	50×50×35 50×50×50 制限無	(1) (1) (1)	土・木片等 プラスチック等 不適当廃材	(1) (1) (1)	目視	人 力	人力・磁選機(1) 人 力(1) 鉄片除去機(1)	人 力	
	横浜市	1	430,807	—	—	60×60×40		ゴミ・木片	目視	選別機	磁選機	人 力		
中部ブロック(5)	川崎市	4	914,314	17,300	120,200	50cm以下		土5%以下 土・ヘドロ 鉄筋等 土	(1) (1) (1) (1)	立会 台貫計量	(1) (3)	人 力	磁選機(2) 磁選機・人力(2)	人 力 回答無
	山梨県	1	34,000	—	—	40cm以下		土・鉄筋	目視	人 力	人 力	選別機		
	長野県	3	18,500	—	6,000	100cm以下 150cm以下 制限無	(1) (1) (1)	土	目視 制限無 回答無	(1) (1) (1)	人 力	人 力 磁選機	人 力 回答無	
	計	30	3,009,270	109,331	575,366									
	対 比	27.3%	45.7%	20.1%	47.8%									
北陸ブロック(6)	新潟県	1	184,000	—	69,000	—	—	—	—	人 力・通水	磁選機	人 力		
	石川県	3	106,040	—	624	—	—	—	目視 回答無	(2) (1)	人 力	磁選機(2) 人 力・磁選機(1)	人 力	
	計	4	290,040	—	69,624									
	対 比	3.6%	4.4%	—	5.8%									
中部ブロック(7)	岐阜県	3	178,140	—	49,380	50cm以下 60cm以下	(2) (1)	土 制限無 土・木くず 30%以下	目視 回答無	(2) (1)	人 力	磁選機	人 力	
	愛知県	5	319,200	173,000	2,400	50cm以下 100cm以下 制限無	(3) (1) (1)	土 土5%以下 回答無	(2) (2) (1)	目視 無選別	(4) (1)	人 力	磁選機(2) 磁選機・人力(2) 人 力(1)	人 力
	名古屋市	6	502,540	—	36,000	50cm以下 60cm以下 回答無	(3) (2) (1)	土 土5%以下 回答無	(3) (2) (1)	目視 台貫計量 無選別 回答無	(3) (1) (1) (1)	人 力 人 力・風力(1)	磁選機(5)	人 力 回答無
中部ブロック(8)	三重県	2	23,626	—	—	50cm以下 回答無	(1) (1)	—	目視 無選別	人 力	磁選機	人 力		
	計	16	1,023,506	173,000	87,780									
	対 比	14.5%	15.5%	31.8%	7.3%									

表一 9 再生材の製造実態(その2)

区分	会員名	会社 プラント	H. 2年度製造実績			受入れ制限等		受入れ 検査の方法	製造工程における異物除去			
			路盤材	アスコン骨材	その他	最大径形状制限	含有物等の制限		木くず	鉄骨等	その他	
近畿	福井県	1	67,000	—	—	重機で小割出来る大きさ	荷姿	目視	人力	磁選機・重機	人力	
	滋賀県	4	19,000	2,700	5,000	50cm以下 60~70cm以下(1) 選別なし その他(1)	土砂 特に無し(3)	目視(2) トラック・スケール・目視(1) 特に無し(1)	人力	磁選機(3) 磁選機・人力(1)	人力	
ブロッサム	京都府	5	90,000	—	47,500	50cm以下 60cm以下 制限無 回答無(1)	土砂は 含まない(2) ±10%程度可(1) 少量可(2)	目視(4) トラック・スケール・目視(1)	人力	機械・人力(1) 磁選機(2) 人力(1) 人力・磁選機(1)	人力(3) 回答無(2)	
(7)	大阪府 (大阪市含)	20	1,207,900	258,400	241,600	15cm以下 30cm以下 40cm以下 50cm以下 30~50 回答無	木くず(3) 木くず・ゴミ(2) 木片・汚泥(1) 土・泥(2) 土砂・鉄筋(2) レンガ・ピッチ(1) AS廃材のみ(3) その他(5) 回答無(1)	目視(6) トラック・スケール・目視(2) 回答無(2)	人力(5) 風選・人力(1) 受入れ検査時(1) 回答無(3)	磁選機(8) 人力(10) 回答無(2)	人力(15) 風選・人力(1) 廃プラスチック(1) 回答無(3)	
ク	兵庫県	2	175,000	—	24,500	40cm以下 60cm以下	多少の混在可(1) ±5%以下 鉄類なし(1)	目視(1) トラック・スケール・目視(1)	人力	磁選機・人力(2)	人力(1) 重機選別(1)	
	奈良県	1	—	—	—	50cm以下	多少の混在可	目視	人力	磁選機	人力	
	計	33	1,588,900	261,100	318,600							
	対 比	30%	23.7%	48.1%	26.5%							
中 国	岡山県	3	15,000	—	16,500	制限無 回答無	(2) (1)	土回答無(2) 無選別(1)	人力(1) 無選別(2)	磁選機 人力(2) (1)	重機 人力(1) (2)	
ブロッサム	広島県	1	115,000	—	—	50cm以下	±20%以下	無	風力・人力	磁選機	—	
ロッタ	広島市	1	115,000	—	36,600	—	—	無選別	人力	磁選機	人力	
ク	山口県	3	—	—	6,696	30cm以下 50cm以下 回答無	(1) (1) (1)	無選別(2) 回答無(1)	人力(2) 人力・機械(1)	磁選機 機械(2) (1)	回答無(3)	
(4)	計	8	245,000	—	59,796							
四国ブロック(1)	対 比	7.3%	3.7%	—	5.0%							
	徳島県	1	99,450	—	10,300	無制限	—	目視	人力	磁選機	人力	
	計	1	99,450	—	10,300							
	対 比	0.9%	1.5%	—	0.8%							
九州ブロッサム	福岡県	2	86,976	—	14,631	無制限 60×60×40	(1) (1)	土10%以下 回答無(1)	目視	人力	磁選機(1) 磁選機・人力(1)	人力
ロッタ	福岡市	2	8,750	—	3,500	50cm以下	(1) (1)	土10%以下 土(1)	—	人力	磁選機(1) 磁選機・人力(1)	人力
ク	北九州市	1	44,000	—	—	35cm以下	土	—	人力	磁選機	人力	
(8)	長崎県	1	8,900	—	—	—	—	—	人力	人力	—	
	熊本県	1	10,210	—	1,576	制限無	土	無選別	人力	人力・磁選機	—	
	宮崎県	3	42,611	—	7,500	50cm以下 回答無	(1) (2)	目視(1) 無選別(2)	人力	磁選機	人力(1) 回答無(2)	
	鹿児島県	1	450	—	50	制限無	無	無選別	水処理	磁選機	人力	
	沖縄県	1	37,714	—	—	100cm以下	含有物拒否	目視	人力	磁選機	人力	
	計	12	239,611	—	27,257							
	対 比	10.9%	3.6%	—	2.3%							

5. 調査結果

1) 再生材は主として道路の路盤材に使用され、これらを使用するためには条件整備としての品質規格値を定める必要がある。

その整備状況は全国58会員からの回答のうち、品質規格値有が21会員（36%）であり、一方、品質規格値無の会員が37会員（64%）となっている。また、整備状況において地域的な状況は、関東ブロック(82%)であり、次いで中部ブロック(60%)、九州ブロック(40%)となっている。一方、品質規格値無の地域は北陸ブロックと四国である。

2) 平成2年度における施工実績件数は表-5(1~2)で示す通り、全国で2,505件である。そのうち、関東ブロック1,925件(76.9%)であり、次いで近畿ブロック410件(16.4%)、九州ブロック143件(5.7%)である。

また、大都市で抱える産業廃棄物等のゴミ処理及び環境問題における最終処分地の確保が困難な地域において、これらの社会的背景からコンクリート廃材の再生有効利用が進み、また、これにより施工実績件数においても顕著に現れている。

横浜市における施工実績件数は上層路盤工、下層路盤工、併せて約1,200件であり、また、東京都(昭和60年度実績)においては、下層路盤工、歩道路盤工、併せて約700件の実績である。また、大阪市においては上層路盤工、下層路盤工、盛土埋戻し併せて392件の実績である。また、福岡市においては上層路盤工、下層路盤工、併せて126件の実績である。

一方、その他の道府県市における施工実績はそれぞれ試験施工の段階である。

3) 再生材の製造実態は表-9(1~2)で示す通り、全国8ブロック、110カ所の事業所からの回答により、平成2年度の製造実績は路盤工、アスコン骨材、その他併せて、約8,335,000tであり、そのうち、路盤材の占める割合は79%である。また、事業所数の地域的な状況は、近畿ブロック33カ所(30%)、関東ブロック30カ所(27.3%)、次いで、中部ブロック16カ所(14.5%)である。

一方、事業所の少ない地域は四国ブロック1カ所(0.9%)、北陸ブロック4カ所(3.6%)、次いで、北海道・東北ブロック6カ所(5.5%)である。

6. おわりに

アンケート調査の段階において、コンクリート塊の発生材をコンクリート廃材(産業廃棄物)としていたが、再生資源利用促進法の制定施行により、建設副産物となり、再生利用が義務化された。

これに関し、重要なことは、コンクリート構造物を取扱した発生材の建設副産物は廃材ではないということである。すなわち、分別(单一なるもの)したものは、有効な再生資源となるが、異物が混ればゴミ(廃棄物)になるということである。

このようなデリケートな状況において、再生材を積極的に利用促進するためには、使用基準の規格値に対して、常に再生材の製品が基準値をクリアーするものでなければならない。

これらを達成するためには、行政の関係機関、建設業者、生産者(再生工場)がそれぞれの分野で責務を果すよう努めることである。

従って、工事を発注する行政の対応は現場から発生するコンクリート塊については廃材処分とするのではなく、再生資源材発生と認識することである。これにより、工事を請負う業者に対し、分別する取扱い作業において指導監督するとともに、それに伴う分別に必要な経費は設計積算において考慮することである。

建設業者においては分別出来るコンクリート取扱い作業技術の確立及び開発を積極的に進めることである。

生産者(製造工場)においてはそれぞれの製造工程で、品質管理を十分行ない出荷する製品に対し保証することである。

おわりに、これらを要約すると、よい再生資源材の供給は、よい製品を産み出し、使用する工事はよい成果品が得られる、といえる。

このように、リサイクルはそれぞれの分野で責務を果すことであり、それにより再生材の利用促進がより一層推進するものと考える。

☆

☆

☆

☆

東京ガスの道路廃材再生総合システムについて

木村 知道*

1. はじめに

都市ガスを各家庭に供給するために必要なガス導管は、ほとんど道路管理者の許可の下に、道路面下に埋設しており、ガス導管の新設や維持管理のための道路での工事の際の埋戻しには、堀削した土に代えて砂を用いるのが一般的である。

このため、工事により発生した舗装廃材や堀削残土の処分と砂の使用については、近年の活発な都市活動の結果、各種廃材や建設残土の処分地の不足から生じる社会問題、砂などの天然資材採取に伴う環境破壊などを発生させ、一方施工現場でも工事費が高騰し、工事の進捗に影響を及ぼす事態となっている。

当社は、以前よりこれらの問題を予見し、道路廃材を再生し、再び道路に戻して使用することにより問題を解消し、資源を有効活用を図ることを目的として、再生プラントを開発、実用に供しているので、その概要を述べる。

2. ガス導管工事の特徴

ガス導管が埋設されている道路の多くは、巾員が狭く、交通量が多いばかりか、ガス導管は他のライフライン（上下水道、電気、通信）と共に埋設されるので、適当な離隔距離が必要である。施工時間についても原則として即日に復旧することが義務づけられており、朝又は夕方の交通量が増加する前に埋戻し、復旧後すみやかに交通開放する必要がある。

また、道路地盤の土質は、場所により種々雑多であり、特に市街地では含水比が高く、シルト及び粘土を多く含んだ軟弱な個所での工事も多い、など厳しい条件の下で行われているのが実情である。

從来から埋戻しの際には、砂を用いて十分に締固めるように道路管理者より指示されている。砂は締固めが比較的容易で、安定した地盤支持力が得られ、経時的にも圧密による沈下が少ないなどのメリットがある。

堀削土を再度埋め戻して使用することは、路床としての安定性が損なわれるため、そのまま再使用することは良質土以外では不可能といわれている。

工事費の点からみると、次第に残土処分費が急激に高騰し、工事費の中で大きな割合を示すようになり、全体を圧迫してきている。（図-1 参照）

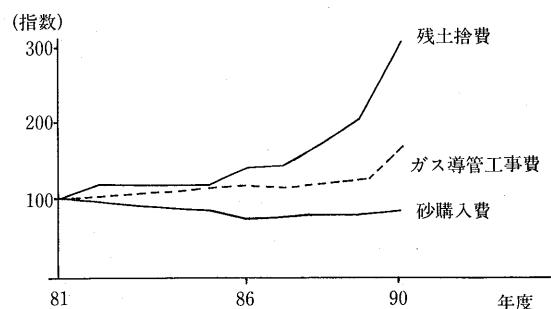


図-1 工事費の推移

3. 当社における再生技術の開発経緯と現状の事業内容

3.1 再生技術の開発経緯

このような社会情勢の下にあって、堀削廃材の再生利用技術開発について、当社では10年以上前から積極的に取組んできた。即ち改良土製造技術については川崎重工業㈱と共同開発し、さらに日本鋪道㈱などのアスコン廃材を舗装材として再生する再生アスコン技術を組み合せることにより「道路廃材総合再生システム」を開発、昭和57年より実用化した。

また製造された改良土を実際に埋戻し材として使用するに当って、道路管理者の承認を得るために、横浜市、東京都などの御指導を受け、改良土の諸性状の説明と確認試験を行い、フィールドテストを重ねた。特に東京都土木技術研究所とは共同開発により、改良土仕様を定めるための基礎資料を得ることができた。

昭和50年代では、横浜市など一部の自治体を除いて

*きむら のりみち 東京ガス㈱商品技術開発部導管技術開発センター副部長

は改良土の基準ではなく、試行段階として実績を重ねた。

3.2 東京舗材リサイクリング㈱における事業概要

当社が開発したプラントは、横浜市鶴見区内当社用地内に設置され、掘削土及び舗装廃材の一連の再生業務を事業化するため、東京舗材リサイクリング㈱が昭和58年に設立され、今日に至っている。

- ・敷地面積：26,000m²
- ・設備能力：第1プラント 100t/h
(改良土又は再生アスコン用骨材製造)
- ・取扱い量：表-1に示す。

・体制、従業員等：社員21名のほか協力会社の運転員によって原則日中の稼働、但し出荷受入れは24時間体制をとっている。

改良土の製造出荷は、第1表のように年間36,000t

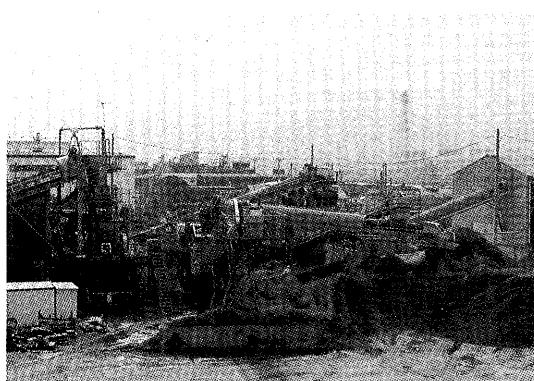


写真-1 東京ガスプラント全景

表-1 取扱い量

(単位:t)

	平成元年度	元年末の累計
改良土	36,000	207,000
自社製造アスコン	161,000	898,000
他社購入〃	177,000	813,000
再生路盤材	124,000	535,000
アスコン廃材受入れ	258,000	1,209,000

である。前述の通りガス導管工事が厳しい時間的制約の中で行なわれているため、運搬に要する時間は限られ、距離的には15km圏内(横浜市、川崎市の一部)である。この中の工事量の約35%で改良土が使われている。

4. 道路廃材再生総合システムの概要と改良土の品質

4.1 システムの特徴

- ① 道路掘削によって発生する廃材(アスファルト合材、路盤材、掘削土)を受入れ、全ての道路材料に再生する。(再生アスファルト合材、再生路盤材、改良土)
- ② 改良土の生産と再生アスファルト合材用の骨材生産を同一プラント(ミキサー、篩など)によって、切り換えて行っている。最近の実績では、2580時間稼働の中、改良土の製造は約4分の1である。
- ③ 高含水比、高粘性土を処理するため、特殊なミキサーにより、一定粒径に整粒し、土質改良材を均一に混合すると共に、掘削土中に含まれる礫、路盤材などを細骨材までに破碎し、回収助材として土質の安定改良に活用している。
- ④ 過剰な土質改良材の混入を防ぎ、均一な品質を維持するために、生石灰添加率自動調整装置を設置している。

4.2 再生工程

設備フローは図-2、図-3の通りである。

掘削残土は土質、含水比、塊の大小等々であり、且つ、中には舗装廃材、コンクリート廃材その他残材等の異物が多く含まれている。

まず、グリズリで300mm以上の廃材を除去した残土から磁選機にて鉄系金属の異物を除去し、その他の異物について人力で監視、除去した後、残土の含水比に応じた生石灰量を自動投入する。含水比の測定はコンベアを流れる残土表面を赤外線水分計で連続的に測定する方法による。

次に、ダブルロールクラッシャによる整粒混合、スダレ状の板に高速で叩きつける機構のインパクトミキ

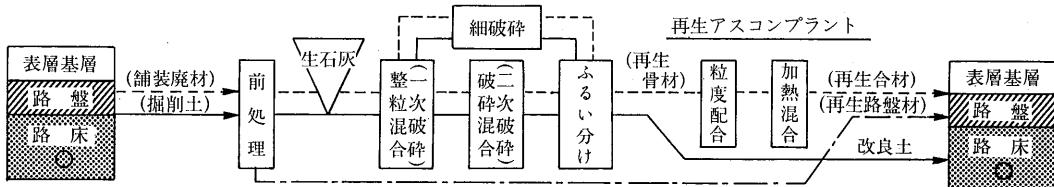


図-2 東京ガスのリサイクルシステム

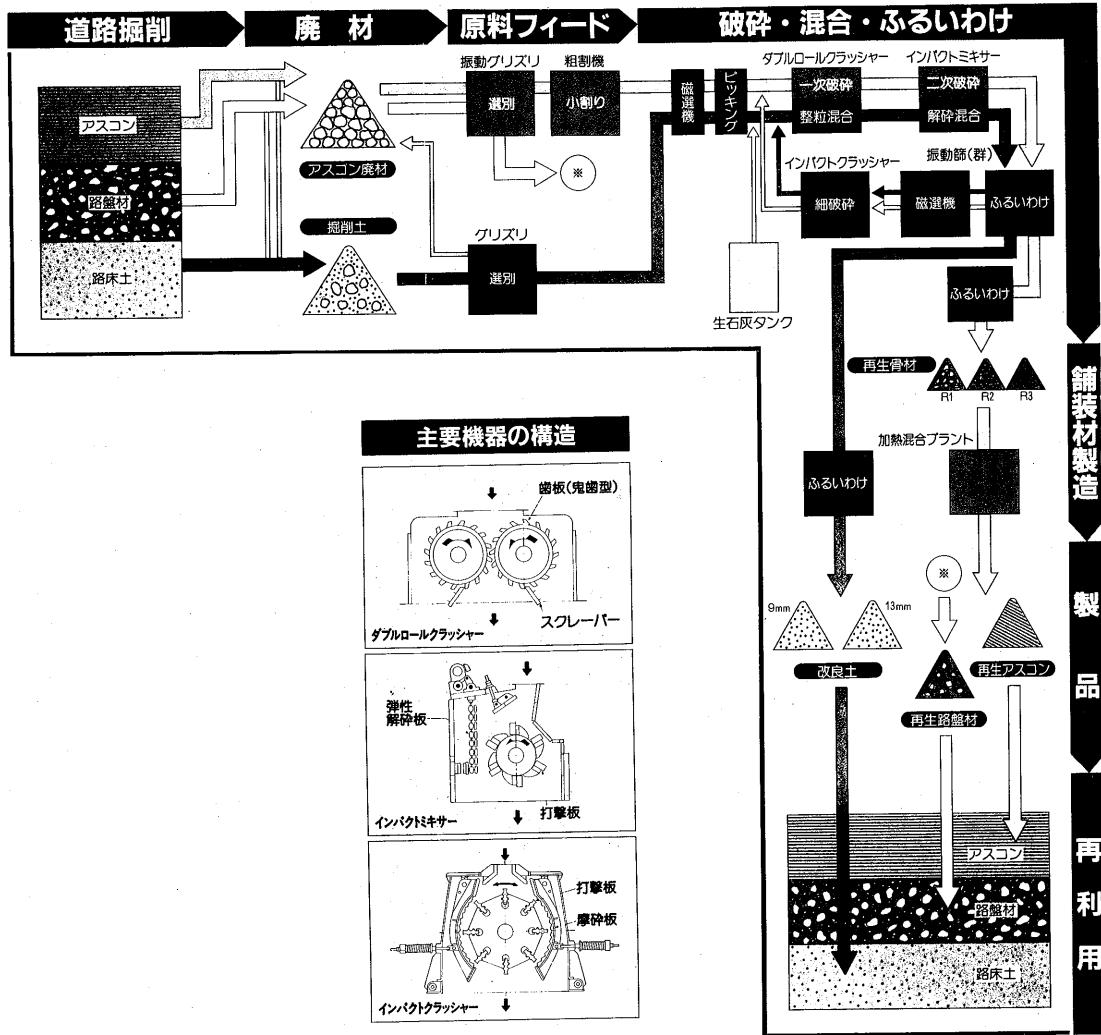


図-3 設備フローと主要機器

サーにより破碎混合を行う。これが高含水比、細い粒子でも強度を落すことなく混合、破碎するこのシステムの大きな特徴である。そこを通過したものを改良土の粒度基準に合せるように13mmの振動篩でふるい、オーバーサイズはリターンさせ、インパクトクラッシャで再破碎し、ダブルロールクラッシャー入口に戻し再混合する。

振動篩を通過したものが改良土である。

4.3 改良土の品質

改良土の品質規格は、道路管理者によって定められており、各者によって多少の差がある。

本プラントからは主として横浜市、川崎市に向けて出荷されているので、その規格値を満足すればよいが、当社では開発当初より、品質目標を表-2のように山砂と同等であるように置き、製造に努めてきた。

表-2 品質目標値

室内C B R	20%以上
最大粒径	13mm以下
含水比	20%以下

① C B R

山砂のC B R値を調査したところ概ね20%程度であったため、製造の基準を20%以上とした。

② 最大粒径

ガス管として最も多く使われているP L P鋼管の被覆に傷をつけないことを配慮して最大粒径を13mmとした。これは現在各社で製造される改良土としては最も細かい部類に属している。

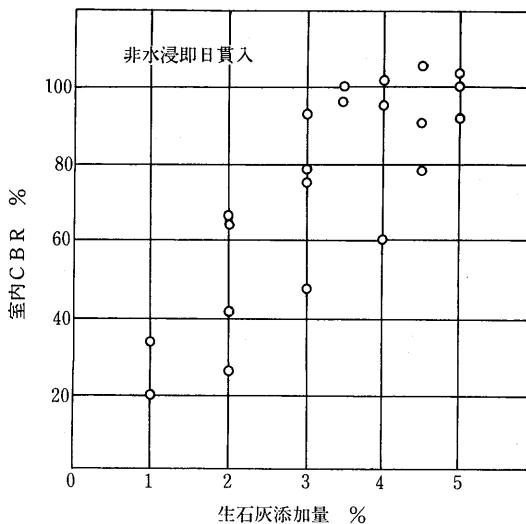


図-4 生石灰の添加量と CBR の関係

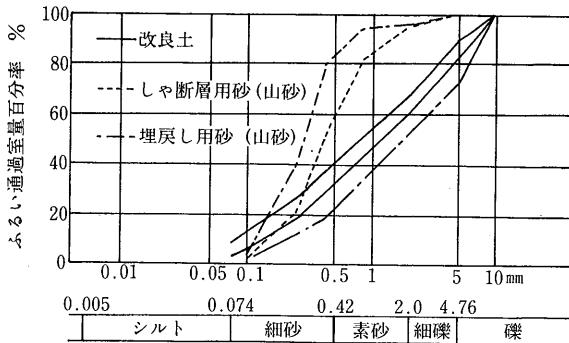


図-5 改良土の粒度

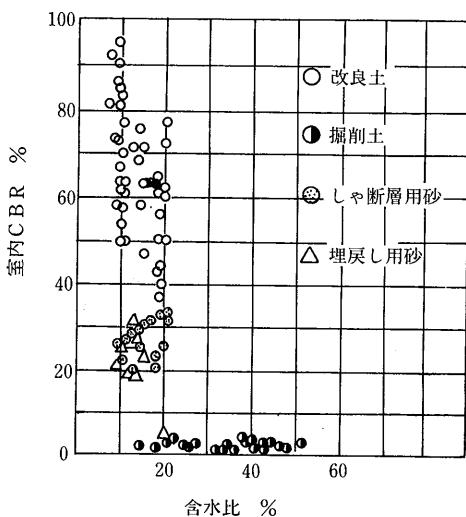


図-6 室内 CBR と含水比

③ 含水比

CBR 強度、プラントの作業性、積置中の品質変化などを考慮して 20% 以下を目標とした。

④ 石灰添加量

上記の品質を決定する、制御可能な操作方法の大きな因子は石灰添加量である。改良効果の大きい生石灰を用いる場合、本プラントでは 2~2.5% の添加が必要である。埋戻し後の固結、経済性とプラントの作業効率を考慮すると最適添加量が求まるが、土質、プラントの構造によってこの割合は大巾に異なる。

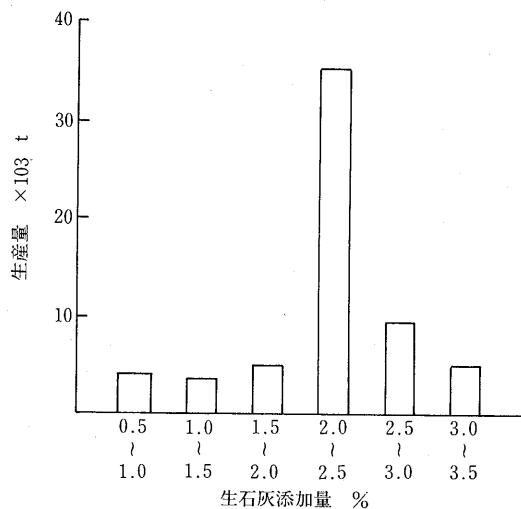


図-7 生石灰の添加量の実績値

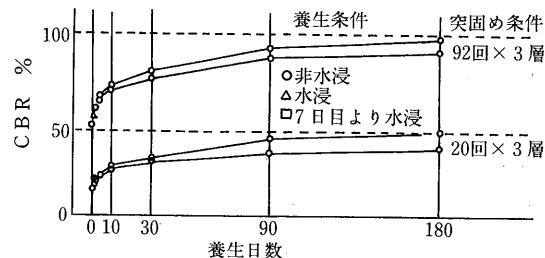


図-8 室内 CBR の経時変化

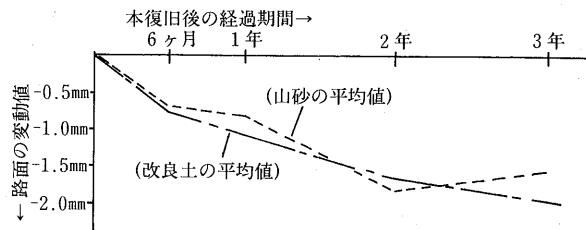


図-9 路面沈下量の推移（平均値）

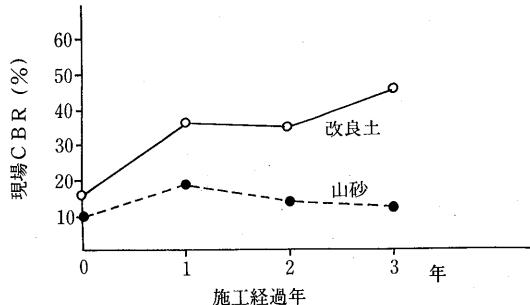


図-10 現場CBR試験結果の推移(測定個所の平均値)

⑤ 適用性に関する試験

フィールドテストを主体にして、埋戻し後の締固め状況、湧水に対する耐久性試験、地下水への影響、樹木への影響、埋戻し後の膨張収縮などの諸試験を実施してきているが、いずれも他の埋戻し材にくらべて問題となるような結果は得られていない。

むしろ、施工現場からは、施工後の沈下の心配もなく、安心して埋戻しができるとの評価を得ている。

5. 改良土普及方策について

5.1 改良土の普及に当って考慮すべき事項

リサイクル法の施行に当って改良土を普及拡大させることは、事業者の施策や工事形態によって、様々な考え方や方策があるが、改良土プラント設置には次のような問題が考えられる。

① 設置すべき場所の確保

周囲に影響を与えないような、大規模な設備、ヤードの建設可能な土地は少ない。

② 運搬に要する時間（距離）

残土発生個所、使用個所の遠距離運搬は、コスト高ばかりでなく、交通混雑の一因となり、社会の動きに逆向する。

5.2 ミニプラントの開発

上記の実態を踏まえて、当社では、次のようなミニ

プラントを開発した。

① 開発のコンセプト

- ・狭い土地で稼働できること
- ・移設が容易であること
- ・改良土単独製造とし、構造は単純化すること。

② 構造・規模

- ・1台のミキサーにより主に原料土と生石灰を混合するだけとし、オーバーサイズは別途処理
- ・可搬式とし、分解運搬は容易
- ・能力 30t/h
- ・所要面積 1000m²以上

③ その他

- ・年間処理量 約2万t（計画）
- ・現在 横浜市内でフィールドテスト中

当社は、今後とも、改良土普及拡大の一施策として使用可能な空地を調査し、このようなミニプラントの設置を進めていきたいと考えている。

参考文献

達下文一ほか、掘削発生残土の改良、昭62都土木技研年報 p.399



写真-2 ミニプラント全景

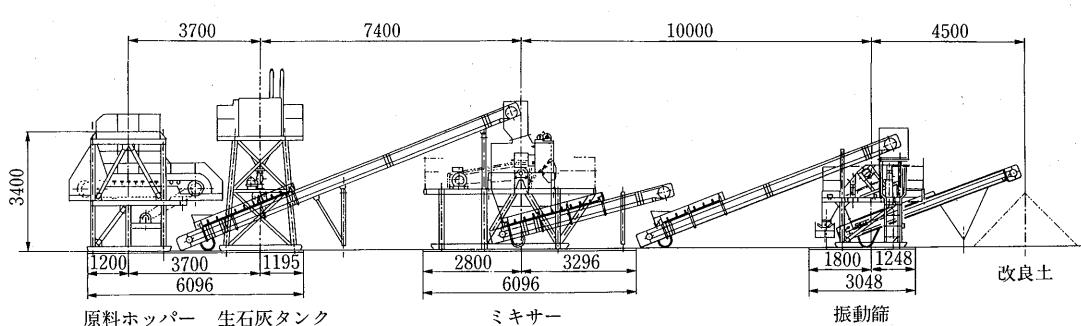


図-11 ミニプラント概念図

発生残土の再利用

万波一朗*
木村圭**

1. はじめに

都市における社会資本の整備は土地の高度利用、都市景観を考慮した構造のため地下埋設型が多く、したがってこれらの工事は掘削を伴うため残土量も多く発生することとなる。

残土は從来臨海部および内陸部に埋立処分されてきたが、処分地の環境保全が重視され、埋立等の規制強化がなされ、処分地の確保は困難になってきた。

また、一方掘削部の埋め戻し材（山砂）についても、採取場所の環境破壊、品不足による価格の上昇、品質低下、遠隔化による交通公害等が懸念されている。

国に於て、再生資源の利用の促進に関する法律施行令（平成三年政令第327号）が発令され、この中で、建設発生土の利用が掲げられた事で、発生土に関する情報収集・提供が行われ、土質の種類ごとに埋め戻し土、裏込め材、道路盛土（路床）材料等に適正な利用の促進が図られて行くものと考えられる。

当社では、残土の再生利用について、昭和40年後期より研究に取組み、事業化は昭和57年に大和プラント（大和市）をスタートさせ、現在5プラントを運営するに至っている。ここでは、改良土事業についてその一端を報告するものである。

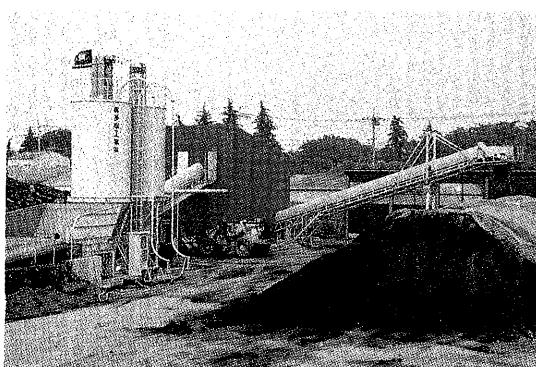


写真-1 相模原改良土プラント

*まんなみ いちろう 奥多摩工業株式会社開発営業部部長

2. プラント設備と改良材

プラント設備及び改良材は対象となる残土の種類によって選定する必要がある。これは原料となる残土の扱い性、改良効果がそれぞれ大きく異なるためである。

一般に改良の対象となる残土は都市の不特定の地区から発生することから、礫 majority 土、砂質土、シルト、粘土、火山灰質粘性土（ローム）等が、単独あるいは混合されたものとなる。従って、プラント設備はこれらの残土が持込まれても支障を来すことなく運転出来なくてはならない。

また、改良材はそのプラントで扱う残土を地質図、ボーリング結果等から見極め、予め室内配合試験等により適性な材料を選定する必要がある。

2.1 プラントレイアウト

改良土のプラントはプラント運営に直接影響するもので、特にプラントレイアウトは用地の地形及び周辺状況を考慮し充分な検討が必要である。

プラント出入口の設定にしても、周辺道路事情との関係とプラント場内の重機と残土搬出入車両の動きとともに、改良土のストックヤードの有効利用にも係わり、一つ誤るとプラント建設費用の上昇、生産効率の低下につながる事となる。

写真-1、写真-2は改良土のプラントの全景であ



写真-2 大和改良土プラント

**きむら けい 奥多摩工業株式会社開発営業部課長

る。

図-1はプラントレイアウトの一例である。

2.2 解碎混合機

残土と改良材の混合機はプラントの機械部分で最も重要な箇所であると言えよう。

この混合機は一般に市販されているクラッシャーやパドル式ミキサー等では、鋭敏な土質(ローム、粘土)は混合することで、こね返しや機械内部で“つまり”現象を引き起こし、使用が不適となつたため、試行錯誤を繰り返し開発した。

開発されたスリーローター式解碎混合機は礫混じり土、ローム塊、粘土塊などを解碎と混合を行つて多様な残土に対応でき、その構造は個々のローターに取り付けたハンマーがピンを中心に自由回転し、各々のローターは互いに噛み合う方向に回転し、衝撃及び剪断により解碎混合を行う。

2.3 設備と生産工程

改良土が生産されるまでの工程を図-2、プラントフローシートに従つて説明する。

- ① 原料ホッパーはローダーあるいは直接ダンプトラックより、残土を受けられるもので、ホッパー内部は材料のアーチングや付着を起さない構造が必要となる。
- ② ホッパー下部のベルトフィーダーは残土を定量に抜き出すため設置され、後工程の改良材を規定量添加するための重要なポイントとなる。

③ グリズリは200mm以上の異物(アスファルト塊、コンクリート塊等)が混合機内に入るのを避けるため取り除く装置である。

④ 石灰系(マスターズ)改良材はサイロよりスクリューフィーダーにてNo.1 BC(ベルトコンベア)の残土上にベルトスケールにて比例制御され添加される。

⑤ スリーローター式混合機は残土の土塊をローターの衝撃でぐすと同時に改良材を混合するもので、粘性の高い対象土でも“つまり”や“混合性能”を低下させない機種である。

⑥ 改良土ストックヤードは公共工事が一般に急がしくなる11月から2月がピークとなるため、ピーク時の出荷数量と設備能力とのバランスをとれる広さが必要である。

⑦ 分級は改良土の最大粒径を規制される場合に改良材混合後分級機に通し製品となる。

⑧ 集塵機は石灰系(マスターズ)改良材サイロ投入時、添加時、混合機内の集塵を行い、粉塵防止対策を施す。

2.4 改良材

石灰安定処理は従来生石灰を主に軟弱地盤の改良に使用してきた。

これは生石灰を添加することで、対象土の含水比の低下、土のコンシスティンシーの改善により、施工性、扱い性が向上され、さらに強度特性も改善することとなる。

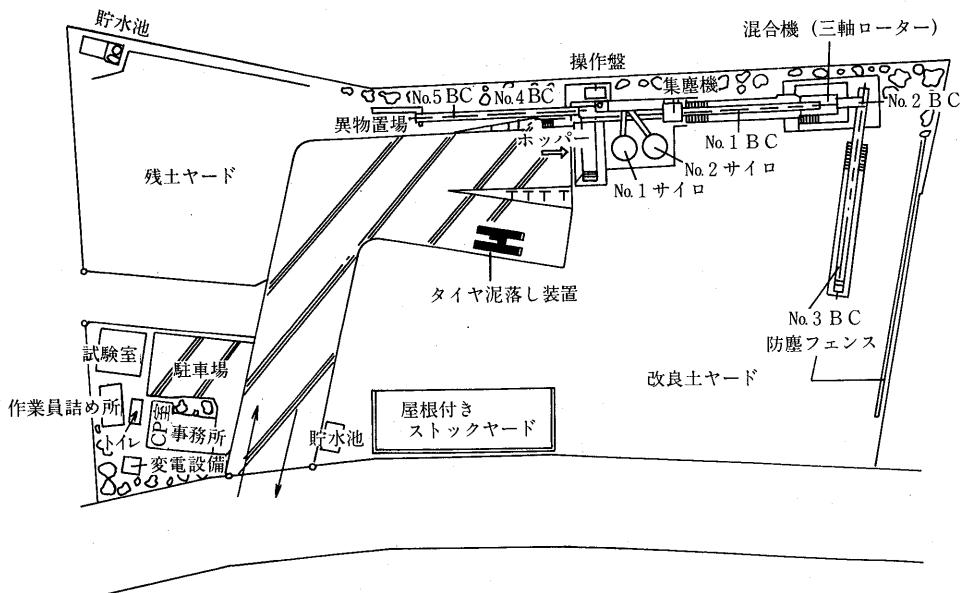


図-1 プラントレイアウトの一例

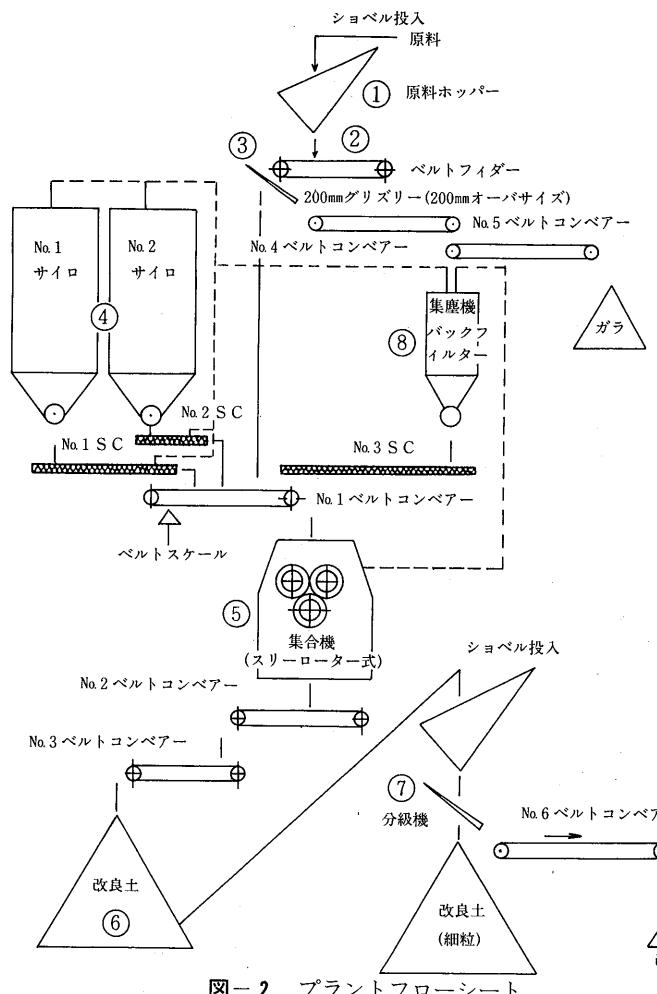


図-2 プラントフローシート

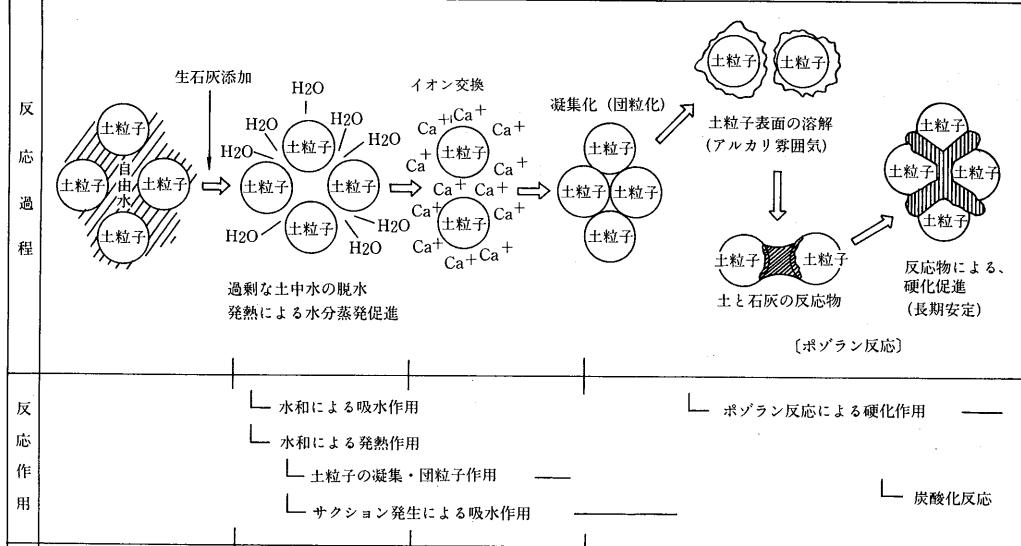


図-3 石灰の反応過程と処理効果

この反応原理は図-3に模式的に示したが、その代表反応は①水和反応②イオン交換反応③ポゾラン反応④炭酸反応である。

石灰系(マスターズ)固化材は生石灰の反応効果にさらにコンシスティンシーと強度の改善を図るために開発したもので、掘削部の水位の高い場所での埋め戻し

材料として使用する場合には最適の改良材となる。

表-1は改良材の一例である。

3. プラント運転実績と留意点

3.1 運転実績

現在稼働中の当社のプラントは5箇所でそのプラン

表-1 土質改良材の例

区分	商品名	対象工法	用途対象土	化 学 分 析 (%)			
				C _a O	S _i O ₂	A ₁ ₂ O ₃ F e ₂ O ₃	S O ₃
石灰系 固化材	マスターズ 153	粉体噴射搅拌工法, MUDIX工法, 管中混合工法, 残土改良	ローム, シルト, 粘土, 有機質土用	75~78	8~9	1~3	7~10
	マスターズ 563	路上混合工法, 残土改良	ローム, シルト, 粘土, 有機質土用	70~75	4~7	2~7	10~14
	マスターズ 182	粉体噴射搅拌工法, MUDIX工法, 管中混合工法, 残土改良	シルト, 砂質土, 粘土	81~88	6~8	2~4	0.1~1
	マスターズ 582	路上混合工法, 残土改良	シルト, 砂質土, 粘土	81~88	6~8	2~4	0.1~1
	マスターズ 792	深層地盤改良工法, (パイロット工法)	軟弱地盤用(シルト, 粘土, 有機質土)	80~93	2~6	1~4	0.5~2
石 灰	生 石 灰	路上混合工法, プラント混合工法, パイロット工法	一般軟弱土用	93以上	3.2 以下	—	—
	消 石 灰	路上混合工法, プラント混合工法	シルト, 砂質土, 礫質土用	70以上	—	—	—
	クリーンライム	路上混合工法 (発塵防止型)	シルト, 砂質土, 礫質土用	70以上	—	—	—

表-2 奥多摩工業機改良土プラント

プラント名	大 和 P	戸 塚 P	相 模 原 P	平 塚 P	横 須 賀 P
対象地域	大和市・座間市・ 海老名市・綾瀬市	横浜市内	相模原市内	平塚市・海老名市	横須賀市内
対象工事	上下水道	上下水道	下水道	下水道	上下水道
運転開始	昭和57年度	昭和60年度	平成元年度	平成2年度	平成3年度
改良材	生石灰	石灰系固化材	生石灰	石灰系固化材	生石灰
原料土土質	ローム	粘土, シルト, ローム, 砂質土	ローム	粘土, シルト, ローム, 砂質土	粘土, シルト, ローム, 砂質土
生産能力	50m ³ /H	100m ³ /H	100m ³ /H	70m ³ /H	100m ³ /H
敷地面積	4,200m ²	8,600m ²	4,300m ²	4,000m ²	9,000m ²
ストック量 改良土	約 3,000m ³	約 7,500m ³	約 1,200m ³	約 5,000m ³	約 2,500m ³
残土	約 500m ³	約 3,000m ³	約 700m ³	約 2,000m ³	約 1,100m ³
標準添加量	55kg/m ³	50kg/m ³	65kg/m ³	65kg/m ³	60kg/m ³
主要機器	混合機 分級機 細破碎機 集塵機 改良材添加機構 異物除去装置	パドル式 — — バグフィルター スクリューフィーダー ¹ グリズリー ¹ 手選別併用	スリーローター式 多段式振動フリイ — バグフィルター スクリューフィーダー ¹ グリズリー ¹ 手選別併用	スリーローター式 — — バグフィルター スクリューフィーダー ¹ グリズリー ¹ 手選別併用	スリーローター式 片持バー式 — バグフィルター スクリューフィーダー ¹ グリズリー ¹ 手選別併用
改良土品質基準	C B R 5%以上	C B R 10%以上 (社内基準)	C B R 5%以上 貫入値10回 /10cm以上	C B R 5%以上	C B R 10%以上 (社内基準)
最大運搬距離	5km	20km	10km	7km	10km

表-3 改良土プラント出荷状況
(単位: m³)

プラント名	大和P	戸塚P	相模原P	平塚P	横須賀P	計
昭和57年度	7,237					7,237
58	16,828					16,828
59	27,428					27,428
60	24,219					24,219
61	19,308	4,172				23,480
62	34,999	17,437				52,436
63	34,985	77,695				112,680
平成1年度	32,349	103,660	2,276			138,285
2	26,608	129,689	47,606	424		204,316
3	27,892	123,352	63,323	7,100	10,841	232,508
計	251,853	456,005	113,205	7,524	10,841	839,428

(注) ここでいう年度は、当社年度（12月から翌年11月）

ト仕様、改良土の出荷実績は表-2、表-3に示す通りで、扱った改良土量は延べ84万m³である。この量は大型ダンプトラックで7万台以上となり、この量の捨て場の延命と埋め戻し材（山砂）の節約がなされたこととなる。

5プラントのうち、最も出荷実績がある戸塚プラントについて紹介する。

戸塚プラントは昭和60年に開設し、横浜市内の上下水道工事より発生する残土を埋め戻し用改良土に改質している。取扱う残土は横浜市が丘陵部、低地部など複雑な地勢のため、粘土、シルト、ローム、砂質土が混在した材料である。

このため、混合機は土塊の解碎と混合性の効率を高めるため、スリーローター式解碎混合機を使用している。改良材は土質が多種となるため、マスターズ（石灰系改良材）を使用し改良効果を上げている。

これ迄の改良土出荷実績は45万m³で年間の平均出荷量は12万m³を超えている。

3.2 運営の留意点

改良土プラントは残土の処分場ではないため、受入量と製品の土量バランスが重要となる。土量の管理は搬入業者、工事現場ごとに日々チェックし、その方法

としてチケット方式（残土券、改良土券）が有効である。

安全対策は作業者の安全教育の徹底、KY活動の実施等とともに、設備定期点検、始業終業などの日常点検と設備に対する改善提案制度の実施等がある。

環境対策は周辺地域との関係から日頃から充分に配慮する必要がある。特に粉塵・震動・騒音等は事業の性質上避けられず、公害防止装置の設置は不可欠で、また繁忙期のダンプトラックの対応、場所への泥引き防止についても同様に重要である。

4. あとがき

建設工事に伴って発生する廃棄物はその種類、量ともに膨大である。

ここでは、発生残土の再利用の報告を行った。プラントの原料となる残土はほぼ分離掘削された材料であるが、この残土の中に廃棄物が多量に含まれた場合、この事業は成り立たなくなる。したがって、リサイクル事業を行う上で、分離、分別は重要なポイントと考える。

今後も、発生残土の有効利用について研鑽し、プラントの運営に取組みたい。

☆

☆

☆

☆

☆

アスファルト舗装工学の発展を目指して(9)

私事ごとながら、舗装の研究者の1人として生計をたてるようになって、もう10年以上が経った。その間、自分が何を考え、何をしてきたかを振り返ってみると、どうも、教科書的に勉強した部分は別にして、真剣に力を注いできたのは、舗装全体がカバーすべき領域の非常に僅かな部分で、自分は本当に舗装を専門とした研究者であると人に言ってもよいのかと、ときどき背中の涼しい思いをしている次第である。と言うのは、委員会や研究会などでいろいろな方々のお話を伺っていると、知識や経験が豊富で自分の知らないことを実際にいろいろとご存じで、このような方々とご一緒にいたら自分の存在価値などは全くないなという思いをすることがしばしばだからである。

ところで、舗装は、道路や空港などの限られた土木構造物のしかも表面部分だけしか直接の対象にしていないという意識からくる、独特の錯覚のようなものを感ずることがあるのだが、いかがであろうか。すなわち、舗装とは、限られた狭い分野のみを対象としていて、舗装研究者は皆同じことを研究対象としていて、多様性はほとんどなく、それに携る人々や機関の優劣はただ1つの序列の中で捉えることができるというよ

うな盲信があって、いろいろな情報や経験から、自分と他人との上下関係を暗黙のうちに判断していくしまい、他人を自分とは毛色の違った横並びのパートナーとして認めようとはしないような雰囲気のことである。自分の研究領域からはれている優れた他人の研究や世界の研究の流れをみると、すぐ批判するような行為も潜在的に同一の意識をもっているからであると思う。他人の研究等の批判は、同じ分野でその上を行く成果を示すことが唯一の正当な方法であるという認識のない人が散見される。

さて、若干脱線したが、今回の研究グループの報告は、もうベテランの領域にとうに足を踏み入れた日本道路の藤田氏を中心としたスタッフの手による成果で、世界的に採用されている舗装マネジメントシステムを整理して紹介していただいたものである。舗装マネジメントシステム、いわゆるPMSも産声をあげてから久しい。そろそろ、実務に導入されるべき段階に来ているものと思う。そのような意味で、このような外国での実際の応用例を調べるということは有意義であろう。是非ご参考にして下さい。

(姫野賢治)

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

*は班長

姫野 賢治 北海道大学工学部土木工学科

阿部 長門 東亜道路工業㈱技術研究所
飯田 健一 鹿島道路㈱技術研究所
伊藤 達也 日溝化学工業㈱技術研究所
伊藤 春彦 東亜道路工業㈱技術部
梅野 修一 運輸省港湾技術研究所土質部滑走路研究室
岡藤 博国 世紀東急工業㈱技術部技術開発課
小笠 幸雄 大林道路㈱企画室企画課
笠原 彰彦 日本舗道㈱技術研究所
川西 札緒奈 日溝化学工業㈱業務開発部
川端 浩平 日本舗道㈱技術研究所
久下 晴巳 日本道路㈱技術本部技術研究所
佐々木 巍 建設省土木研究所地質化学会部化学研究室
佐藤 雅規 世紀東急工業㈱技術研究所
菅野 伸一 常盤工業㈱技術研究所
杉内 正弘 飛島道路㈱技術研究所
鈴木 秀輔 大成ロティック㈱技術研究所開発研究室
高橋 修 長岡技術科学大学建設系
竹井 利公 熊谷道路㈱技術研究所

田中 耕作 鹿島道路㈱技術部
田中 輝栄 東京都建設局道路管理部保全課
田中 秀明 東亜道路工業㈱技術研究所
*谷口 豊明 大林道路㈱技術研究所施工研究室
野村 健一郎 大成ロティック㈱技術研究所開発研究室
野村 敏明 日溝化学工業㈱技術研究所
八谷 好高 運輸省港湾技術研究所土質部
*藤田 仁 日本道路㈱技術本部技術部調査課
増山 幸衛 世紀東急工業㈱技術部技術開発課
水口 浩明 前田道路㈱技術研究所
*南沢 輝雄 ㈱バスコ道路技術センター情報技術部技術課
*峰岸 順一 東京都土木技術研究所技術部舗装研究室
村田 信之 日本舗道㈱技術研究所
森久保 道生 昭和シェル石油㈱中央研究所研究第三グループ
山本 達哉 大成ロティック㈱技術研究所
湯川 ひとみ 鹿島道路㈱技術研究所
横山 稔 昭和シェル石油㈱アスファルト部販売課
*吉村 啓之 前田道路㈱技術研究所第一研究室

舗装管理システムの現況

藤田 仁* 岡藤 博国**
 田中 耕作*** 増山 幸衛****
 南沢 輝雄*****

1. はじめに

道路整備が進み、舗装ストックが増大するに伴い、道路事業費に占める維持修繕費用の割合が大きくなる。したがって、舗装の維持修繕を効率的に行なうことが重要な課題となってきている。

アスファルト舗装技術研究グループの中で当班は維持修繕を担当し活動を続けてきており、これまでに各国のオーバーレイ設計法を本誌において発表した。オーバーレイ設計法を調査していく中で舗装構造設計と維持補修を1つの流れで考え、ある一定期間内の舗装にかかるトータルコストを最小にしようとする舗装管理システムの概念が強く現れるようになってきていることがわかった。舗装管理システムの概念自体はHaasとHudsonの名著 "Pavement Management Systems" (1978)にまとめられているように10年以上も前から既に知られていたが、近年になって次第にその具体的な事例が報告されるようになってきた。たとえば、合衆国においては連邦道路局(FHWA)が各州に対し、1993年には舗装管理システムを実際に運用するよう勧告しており、これに応じた開発の現況がTRBの年次総会やTRR等で報告されている。

本文は、この舗装管理システムについて調査した結果をとりまとめたものであり、システムの概要、現況、実例を報告するものである。

なお、当班が調査対象としたものは当初は舗装管理システムのサブシステムである舗装維持管理システムであったが、管理システムと維持管理システムとを明確に区分することができず、記述としては舗装管理システムを対象としたものになったことを最初にお断りしておきたい。

2. 舗装管理システムの概要

AASHTOは "Guidelines on Pavement Management" の中で「舗装の管理とは利用者に受け入れられる状態の舗装を最小のライフサイクルコストで保持するよう各種活動について効果的な指示をすること」と定義し、「管理システムは舗装の管理活動についてシステムティックかつ統合的な手法で確立、実証したものである」と述べている。舗装管理システムについては既に多くの文献^{1),2),3)}でその概要は述べられており、一般に舗装管理システムの構成要件としては以下の5つが考えられる。

- ①舗装データの収集（データバンク）
- ②舗装の評価
- ③供用性の予測
- ④優先順位の決定
- ⑤工法の選定（ライフサイクルコスト）

以下では、これらの舗装管理システムの構成要件について報文等で示されたものを引用しながら概説することとする。

2.1 舗装データの収集（データバンク）

舗装管理システム（PMS）においてデータバンクに投入される項目は主として、道路特性データ、補修履歴等の履歴データ、舗装調査データの3つに大別される。この区分は概ねデータバンクを構築している機関に共通のものとなっている。これらはそれぞれ以下の様な内容を含んでいる。

(1) 道路特性データ

- ①キロポスト、距離
- ②交通量
- ③道路構造（幅員、レーン数）
- ④気象データ

(2) 履歴データ

- ①補修年月

*ふじた ひとし 日本道路技術本部技術部調査課 ****ますやま ゆきえ 世紀東急工業技術部技術開発課

おかふじ ひろくに 世紀東急工業技術研究所 ***みなみさわ てるお (株)バスコ道路技術センター情報技術部技術課

***たなか こうさく 鹿島道路技術部

- ②補修工法
 - ③舗装構造（路床CBR等）
- (3) 舗装調査データ

舗装の調査項目は、各国あるいは各機関で舗装の評価をどのように行っているか。また、供用性の予測を何をパラメータとして行うかに関連しているが、後に示す各機関での舗装管理システムの入力条件（表-6, 7）のように、たわみ、平坦性、わだち掘れ、ひびわれ、すべり抵抗等が主な項目である。

データバンクへの入力を考慮すれば、ネットワークレベルでの調査はできるだけ迅速に測定、データ処理できる調査システムが求められ、各国とも路面性状測定車の開発を行っている。わが国においても昭和60年度の建設技術評価制度において、いくつかの路面性状測定車が認定されている。⁴⁾

OECDが各機関の舗装状態パラメータ測定装置をとりまとめたものを表-1に示す。⁵⁾

これらの舗装データはデータバンクに入力されるが、その使用に際しては単に数値として出力するのではなく、図や表を用いてより有効に使用できるような表示方式の開発が行われており、その例としてテキサス州では、地理的情報システム（Geographic Information System (GIS)）として、画面の地図上に路面状態を色分けして表示することを試みている。⁶⁾

2.2 舗装の評価

ここでいう舗装の評価は供用性の評価であり、PMS

の中で使用されるものには、ひびわれ、平坦性、わだち掘れといった単独のものを用いる場合と、これら破損状態から舗装の状態を指標として算出する場合がある。OECDレポートではこの舗装状態の指標として以下のものを紹介している。⁵⁾

1. PSI (Present Serviceability Index) ;
2. PQI (Pavement Quality Index), the PCI (Riding Comfort Index), VCI (Visual Condition Index) ;
3. PCR (Pavement Condition Rating) ; オンタリオ、オハイオで使用
4. PRI (Present Rideability Index) ; ニューヨーク州で使用
5. FI (Final Index) ; アイダホで使用、PSIと構造指標(SI)と破損の指標を組合せたもの
6. DP (Damage Points) ; スウェーデンで使用、平坦性、わだち掘れ、ひびわれ率より求めたもの

この他にも各機関ごとに異なる状態指標が用いられており、以下に第6回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(ICSDAP)の論文の中で紹介されているものを示す。

アメリカ、インディアナ州⁷⁾Fwaによれば、その論文中、日常的な舗装の維持効果を定量的に表現し、維持の効果度を検討しようとしている。供用性の把握はPSIによっているが、その経済的な変化をPSI-ESAL

表-1 舗装状態パラメータ測定装置⁵⁾

機 関	平 坦 性	た わ み	す べ り 抵 抗	破 損
アラスカ	マイズライドメーター	FWD		わだち掘れ : 測定 クラック/バッティング : 目視
アルバータ	PCAロードメーター	ベンケルマンビーム、ダイナフレクト		目視
アリゾナ	マイズライドメーター	ダイナフレクト	ミューーター	目視/測定
カリ福ルニア	PCAロードメーター	ダイナフレクト	スキッドテスター(KJ社)	目視/測定
デンマーク	車載型加速度計 バンブインテグレーター	FWD デンマークデフレクトグラフ	ストラドグラフ	目視
フロリダ	マイズライドメーター	ダイナフレクト	ASTMスキッドトレーラー	目視/測定
ルイジアナ	マイズライドメーター			目視
ニューサウスウェールズ	NAASRAラフネスマーター	ラクロアデフレクトグラフ	SCRIM	目視
ニューヨーク	DC差動トランスデューサー			目視
オハイオ	マイズライドメーター	ダイナフレクト	スキッドテスター(KJ社)	目視
オンタリオ	カーライドメーター	ベンケルマンビーム、ダイナフレクト	ブレーキフォーストレーラー	目視
ロードアイランド	マイズライドメーター	ダイナフレクト	スキッドテスター(KJ社)	目視
ユタ	コックスロードメーター	ダイナフレクト	ミューーター	目視
ワシントン	PCAロードメーター	ベンケルマンビーム	ASTMスキッドトレーラー	目視

lossとして図-1に示すような形で表現することを提唱している。

すなわち図-1中の斜線で示されるように経時変化に伴うPSIの低下を交通量で積算したものと供用性の指標としている。

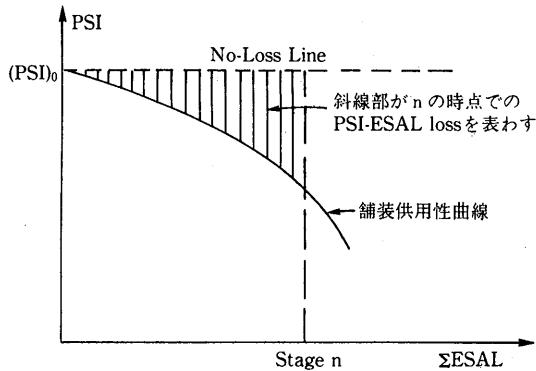


図-1 PSI-ESAL lossの概念図

フランスのCOFIRROUTE(フランス政府から680kmにわたる有料道路網の建設と維持管理を委ねられた企業) Chabrolら⁸⁾によれば、舗装の破損の指標として、低下指数D.I. (Degradation Index) を求め、次にバーミスター理論によりモデル化された舗装モデルについてALIZE IIIというコンピュータプログラムで応力計算を実施し、累積交通量と載荷可能な荷重から舗装の危険率Rを求めており、D.I.は以下の式で求める。

$$D.I. = (0.1R_t + 0.1N_{ft} + 0.2L_{ft} + 0.3F_{at} + 0.3R_{st}) \times 100$$

ここで R_t : わだち部のパッチング面積

N_{ft} : 横断クラックの数

L_{ft} : 縦断クラックの総延長

F_{at} : アリゲータクラックの面積

R_{st} : わだち部の補修面積 (路盤等)

COFIRROUTEの道路網での試験区間では図-2に示すようにD.I.とRとの間には満足できる関係を見いだすことができたと報告している。

2.3 供用性の予測

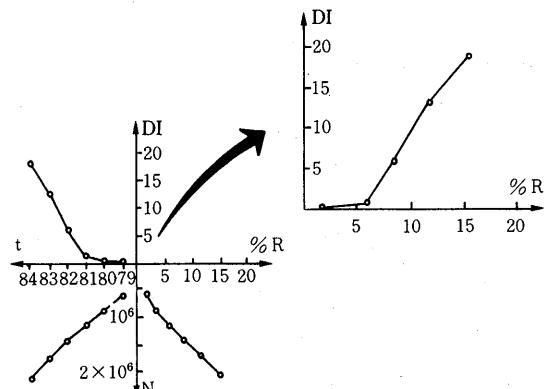
維持修繕計画を立案する上で、また、最終的に工法の選定を行う上で、供用性の予測は重要となる。

通常供用性予測モデルとしては、縦軸に舗装の状態指数をとり、横軸に累積交通量あるいは年数をとったマスターカーブが用いられている。このマスターカーブの一般式は、次式で表わされる。

$$R = C - m A^B$$

ここに R : 評価値

C : 評価値の最高値 (たとえばMC I なら



ば10)

A : 供用年数

B, m : 係数

このマスターカーブは、各機関ごとに異なり舗装のタイプや維持修繕の工法ごとに、変化する。図-3はナイジェリアでの修繕工法ごとのマスターカーブの例⁹⁾であり、ここでは縦軸にOPCS (Overall Pavement Condition Score) と呼ばれる舗装の状態を示す点数を

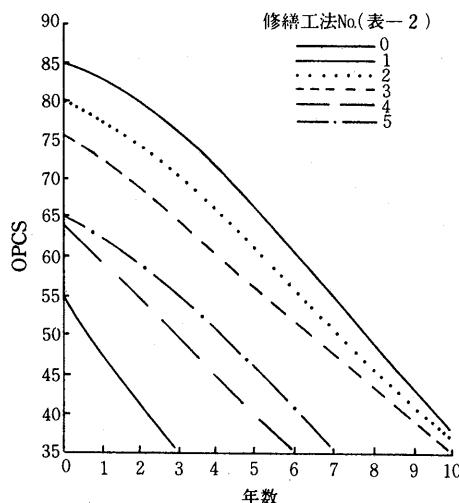


図-3 各修繕工法のOPCSの変化

表-2 修繕工法一覧

修繕工法 No.	修繕工法の内容	建設費 N/m ²
0	日常維持作業	—
1	10cmアスファルトコンクリート打換え	17.5
2	3.8 cmアスファルトコンクリートオーバーレイ	6.65
3	2.54cmアスファルトコンクリートオーバーレイ	4.38
4	排水性の改良およびシールコート	2.31
5	1.094 cmチップシール	1.68

* N1.0(1 naira) = \$1.30(U.S.dollar)

用いている。

オハイオ州の報告¹⁰⁾では、供用性をダメージ関数として示しており、そこには交通、舗装構造、土の特性が含まれている。

ダメージ関数 $g = g$ (\exp (交通、舗装構造、土の特性))

また、表-3に示すペンシルバニア州のようにマスター曲線を用いずに修繕工法の種類と予測寿命を定めている機関もある。

表-3 修繕工法の種類と予測寿命

アスファルト舗装		コンクリート舗装上のアスファルトオーバーレイ		修繕工法	予測寿命(年)	
修繕工法	予測寿命(年)		修繕工法	予測寿命(年)		
	軽交通	重交通				
1. クラックシール	3~5	2~3	1. クラックシール	4~6	3	
2. パッチング	4~6	3~4	2. パッチング	4~5	3	
3. シールコート	4~5	2~3	3. シールコート	4~5	2~3	
4. レベリングならびにシールコート	5~7	2~4	4. レベリング	6~7	4	
5. 切削、打換え	7~9	5~7	5. 切削、打換え	6~9	5~7	
6. 薄層オーバーレイ	5~8	3~6	6. 薄層オーバーレイ	5~8	3~5	
7. オーバーレイ	9~12	7~10	7. オーバーレイ	9~12	6~9	
			8. 目地補修	5~8	4~5	
			9. サブシーリング	9~10	5~6	

2.4 優先順位の決定

通常、優先順位の決定は舗装の状態（現在および将来の予測）に基づき行われる。この際、最も原始的な方法は現在の舗装状態の悪いものから先に修繕していくという方式であるが、現在のPMSは、次項で述べるようにその修繕方法により得られる利益を最大あるいはトータルライフサイクルコストを最小にする修繕方法を選定するという方式がとられている。

ごく簡易な方式としては、路線の種類、交通量に応じて現在の舗装状態に乘ずる補正係数（表-4）を定め、その状態の悪いものから修繕するという報告もある。⁹⁾

2.5 工法の選定（ライフサイクルコスト）

ネットワークレベルにおいて優先順位が決まり、次にプロジェクトレベルにおける工法の選定が行われるが、実質的にライフサイクルコストを基にして優先順位を定める場合には、優先順位の決定と工法の選定が並行作業として行われるケースが多い。

わが国でもライフサイクルの考え方については、第18回日本道路会議の特定課題において建設省土木研究所が提案を行う¹²⁾など既に知られており、ここでは割愛するが、舗装に関わる長期的費用（ライフサイクルコスト）は次のように定義されている。

表-4 路線の種類と補正係数

路線	レベル	日平均交通量 (ADT)		補正係数
		台数	重	
国の幹線道路	重	> 10,000	1.00	
	中	5,000~10,000	0.95	
	軽	< 5,000	0.85	
州の主要幹線道路	重	> 8,000	0.85	
	中	3,000~8,000	0.80	
	軽	< 3,000	0.70	
州の補助幹線道路	重	> 6,000	0.80	
	中	2,000~6,000	0.70	
	軽	< 2,000	0.65	
地方の主要幹線道路	重	> 4,000	0.70	
	中	2,000~4,000	0.65	
	軽	< 2,000	0.60	
地方の補助幹線道路	重	> 2,000	0.65	
	中	1,000~2,000	0.60	
	軽	< 1,000	0.50	
地方道路	重	> 1,500	0.60	
	中	200~1,500	0.50	
	軽	< 200	0.40	

$$\text{長期的費用} = \text{舗装の新設費用} + \sum_{i=1}^n \text{維持費用} + \sum_{i=1}^n \text{修繕費用} + \sum_{i=1}^n \text{車両走行費用} + \sum_{i=1}^n \text{工事にともなう時間損失費用} + \sum_{i=1}^n \text{その他の費用}$$

ライフサイクルコストの計算は、このように、初期建設費、維持修繕費、ユーザーコストのトータルコストを設計期間（解析期間）において試算することによって求められる。

図-4、表-5はRada(アメリカ)ら¹³⁾がLCCP(Life Cycle Cost Program)を用いて計算した結果を示している。この結果ではトータルコストでは、No.1の計画が最も経済的となっている。ここで注意を要するには、全コストの80~90%をユーザーコストが占めており、このユーザーコストの見積り方が効率的な維持修繕計画の立案において重要な課題となることである。

3. 舗装管理システムの現況

先にも述べたように、舗装管理システムは、近年各機関で開発、運用されてきている。ここでは、各種報文より、舗装管理システムの現況についてとりまとめよう。

3.1 各国の舗装管理システムの現況

表-6は、OECDレポート⁵⁾に報告された各国、各機関の舗装管理システムの現況である。詳細な部分までは不明であるが、道路の状態の評価として平坦性を取り上げているものがほとんどであること、利用者コストを考慮しているものが少ないことがわかる。

表-7は、第5回ICSDAP(1982年)および第6回ICSDAP(1987年)の報文に示された舗装管理システム

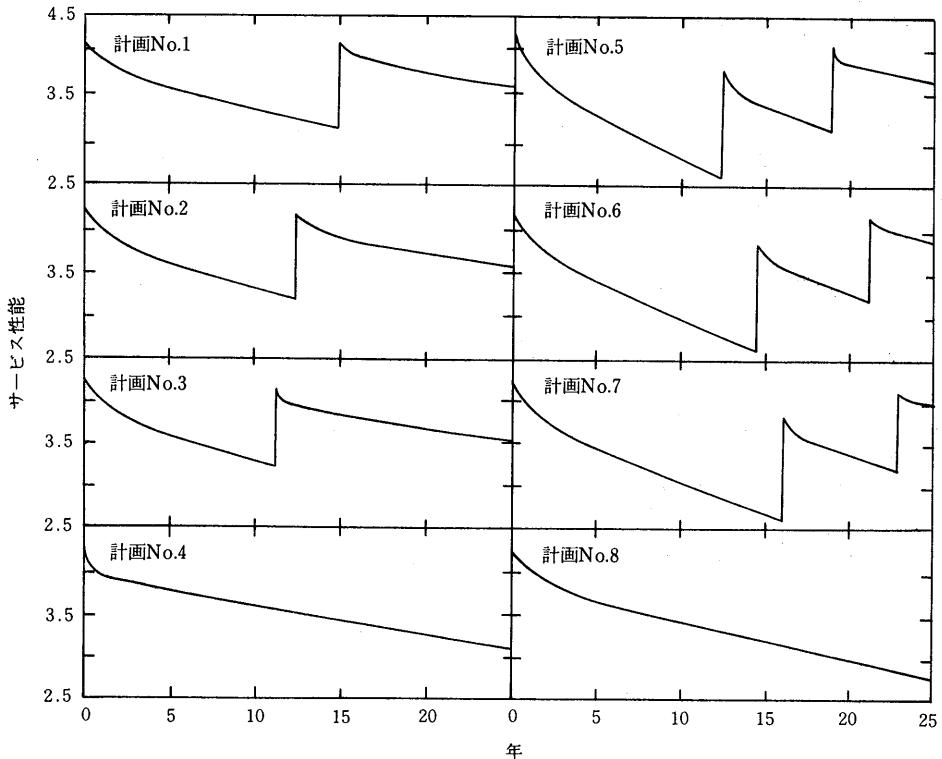


図-4 各計画の供用性曲線

表-5 ライフサイクルコスト試算結果現在価値コスト(/lane-mile)

	計画No.1	2	3	4	5	6	7	8
初期建設	162523	162276	174531	173735	140100	154666	143076	170512
小計	162523	162276	174531	173735	140100	154666	143076	170512
日常維持	5125	5026	4257	4576	9050	7216	8418	5572
小計	167648	167302	178788	178311	149150	161882	151494	176084
大規模補修								
レベルング	4173	4628	4829	—	10079	9292	8736	—
オーバーレイ	24957	27674	28875	—	48775	44931	42220	—
交通規制	1032	1140	1188	—	2084	1925	1814	—
小計	197810	200744	213680	178311	210088	210830	204264	176084
残存価値	-18824	-16301	-15114	-4388	-22040	-23462	-24474	1421
小計	178986	184443	198566	173923	188048	194568	179790	177505
ユーザーコスト								
ランニングコスト	693356	697955	707155	958791	1047741	1136997	1211709	1289186
追加	1077	1068	1064	—	1965	1979	1990	—
	873419	883466	906785	1132714	1237754	1333544	1393489	1466691

について特に入力と出力を中心にとりまとめたものである。

3.2 北米における舗装管理システムの現況

NCHRPでは、1986年時点における、北米の舗装管理システムの現況について調査している。¹⁴⁾

その回答の状況を図-5に示すが、53の回答のうち、35の機関でPMSを持ち、11の機関がシステムの1部を

持っており7機関がPMSを保有していなかった。

NCHRPでは、1984年時点でのライフサイクルコスト解析の状況について調査しており¹⁵⁾、その中でもPMSの保有状況を調査している。その結果では、合衆国22州、カナダで1州がPMSを保有しており、この結果から見ると2年間でPMSを保有している機関が23から35に増加したと見ることができる。

表-6 舗装管理システムの現況 (1987, OECD)

	オーストリア	ベルギー	カナダ(オンタリオ州)	デンマーク	フィンランド	フランス	ドイツ	イタリア	日本	オランダ	スウェーデン	イスラエル
1 道路の状態を評価するための主なパラメータ	わだち掘れ 平坦性 すべり抵抗	すべり抵抗 平坦性 支持力	表面の劣化 表面性 支持力	わだち掘れ クラック すべり抵抗	支持力 表面の状態			安全性 快適性	わだち掘れ すべり抵抗 クラック	安全性能 平坦性 粗さ クラック 支持力	平坦性 粗さ クラック	すべり抵抗 わだち掘れ 支持力 平坦性
2 そのほかに考慮するパラメータ		費用	交通費用	支給力	交通速度	費用	交通費用	検討中	YES	NO	YES	費用
3 広範囲な道路状態の特性についてのパラメータを評価している。		YES	YES	NO	NO	NO	交通費用					交通費用
4 式を用いる場合の限界があるか			パラメータと全体	YES	わだち掘れ の深さ	パラメータ	すべり抵抗 わだち掘れ の深さ	パラメータ	NO	NO	NO	パラメータ
5 利用者コストを考慮している。		NO	YES	検討中	YES	NO			NO			部分的に
6 予測モデルの使用	YES	YES	YES	検討中	YES	検討中	YES	検討中	YES	YES	YES	検討中
パラメータ	アメリカ(アーカンソー州)	アメリカ(フロリダ州)	アメリカ(アイオワ州)	アメリカ(ネバダ州)	アメリカ(ワシントン州)	アメリカ(オハイオ州)	アメリカ(カリフォルニア州)	アメリカ(アリゾナ州)	アメリカ(カリフォルニア州)	アメリカ(テキサス州)	アメリカ(カナダ)	World Bank
1 道路の状態を評価するための主なパラメータ	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗	表面の劣化 平坦性 すべり抵抗
2 そのほかに考慮するパラメータ		交通	交通	交通	交通	交通	交通費用	交通	NO	NO	YES	交通費用
3 広範囲な道路状態の特性についてのパラメータを評価している。	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	交通費用
4 式を用いる場合の限界があるか	NO	NO	NO	NO	PSI(1) MUC	NO	パラメータ CS(2)	パラメータ			YES	NO
5 利用者コストを考慮している。	NO	NO	NO	NO	検討中	YES	NO	NO	NO	NO	YES	NO
6 予測モデルの使用	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES

(1) MUC=Maintenance Urgency Category; 維持修繕の緊急度の分類

(2) CS=Condition State: 状態式

表-7 輸装管理システム①

国名・機関名	オランダ	アラジル	北アイランド	オランダ(アムステルダム市)
システム名	(ネットワークレベル)	(プロジェクトレベル)	SAMP	MARCH II
たわみ 縦断・乗心地 横断(わだち) ひびわれ すべり抵抗 その他 力	Ridemeter 視察調査 FWD 高速プロファイルメータ ○	Maysmeter, Surface Dynamics Profilometer Rut Depth Gauge ○(ボットホール含む) BPN・サンドバッヂ 各層の層厚、供用性の基準値 設計年次	Bump Integrator ベントラルマンピーム、テフク レクトグラフ SCRIM 輪荷重	RST(PVは別調査) わだち走塗(1.2m) 視察(調査表) RFT(PVは別調査) 補足調査として 平板載荷 コア採取 その他
出力		構造状態指數Pd PSI	縦断形状QI ひびわれ発生までの換算軸数N びびわれ面積CR トータルコスト最小となる最適代替案	データバンク 要補修箇所、補修工法のリスト
出典 参考	第5回 ICSDAP A Pavement Management System for Provincial Roads in the Netherlands	第5回 ICSDAP Improved Pavement Performance Relationships in Brazil	第5回 ICSDAP An Integrated Maintenance System for the Assessment Diagnosis	第5回 ICSDAP Rational Pavement Management in the City of Amsterdam MARCH IIは英國の“City Engineer Group”により開発されたMARCH プログラムを修正したものである。 システムはまだ開発段階 維持水準を一定以上に保ち、維持予算と、結びつけ ることを目的としている。

表-7 輸装管理システム②(つづき)

国名・機関名	USA ワシントン州	英 国	カナダ	USA 森林協会	P DMS	PMS (NOS, POS, DBMS)	USA アリゾナ州	USAインディアナ州
システム名	CHART							
入力	Ridometer 縦断横断(わだち) ひびわれ すべり抵抗 その他	デフレクトビーム、デフレクト ゲージ TRRL high-speed Rofilometer ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	PCA Roadmeter roughness	
出力	路面状態の評価値R 力	破損の形状、位置図 舗装の断面図 破損の評価と工法リスト 要補修区間リスト 破損の評価と対応する工法のヒストограм	残存寿命の推定 経済性を考慮した最適化 現在から10年間の各区間にに対する最適な補修工法と補修時期	供用性変動指標Pv 供用性指標PSI 初期建設費の最大値 供用性費用、交通、利用者費用、経済性、拘束条件、(最小舗装厚、道路層厚、道路台帳、道幅、交通量)	補修工法(維持率に応じたもの) 供用年数、構造指標、支拂方値、束縛融解、	全コストを最小とする補修工法計画	舗装のメンテナンス効果PSI-ESAL loss	
出典	第5回 ICSDAP Washington's State's Pavement Management System	第5回 ICSDAP The Development and Use of a Pavement Management System in the United Kingdom	第5回 ICSDAP Implementation and Verification Examples of Successful Pavement	第5回 ICSDAP Development of an Improved Pavement Management System	第5回 ICSDAP Development of a Pavement Management System for the Arizona Development of Transportation	第5回 ICSDAP Development of a Pavement Management System for the Routine Maintenance Effect on Flexible Pavement	第6回 ICSDAP A Measurement of A Routine Maintenance Effect on Flexible Pavement	
備考	プロジェクトレベルでの最適条件→ネットワークレベルでの最適計画	CHARTシステムは、当初視察調査を中心として開発されたが、維持管理のデータとしては不十分であるため、たとえ、すべり維持凹凸等の客観的な調査データを導入した新しいシステムとして検討されている。	供用性はPQIで表される。	PDMsで無載荷破壊(低温クリック)は考慮していないが、環境因子は荷重として考えてある。供用性モデルは各季節に対して作製されている。	PMSのうちNOS(Network Optimization System)においては数理計画で用いられるマトリクス過程と線型計画法を利用している。	舗装の供用性をPSI-ESALlossで表し、メンテナンス費用との関係からメンテナンス効果を求めている。		

表-7 舍装管管理システム③(つづき)

表-7 舗装管理システム④(つづき)

国名・機関名	USA ペンシルベニア州	フランス	USA メリーランド州	USA F HWA	オランダ
システム名	MAPCON	ALIZE III	LCCP	EAROMAP	SCW PMS
入力	綫断・乗心地 横断 (わだち) ひびわれ すべり抵抗 その他	ダイナフレクト, ロードシーダ FWD. プロファイルメータ, ラフネスマ ータ (○) (○) ○	わだち部のペッティング面積 建設省, 維持修繕費, 利用者費用 交通量, 鋪装構造 (層厚, 材料)	道路の構造, 交通量, 維持修繕 の政策, 経済性	○ ○ ○ ○ ○ ○
出力	舗装維持管理システムに使用で きる入力データ 舗装の危険率R	低下指数D, I. (Degradation Index) 舗装の危険率R	最適な予算計画 オーバーレイ計画	舗装のタイプ (アスファルト, コンクリート) 気候, 交通レベルに対する舗装 の寿命および維持修繕費用	残存寿命 長期, 中期, 短期の補修計画
備考	第6回 ICSDAP A Computer System for Converting Pavement Condition Data to Inputs for Pavement Management	第6回 ICSDAP Road Mechanics in Highway Management	第6回 ICSDAP Project Level PMS LifeCycle Cost Model for Flexible Pavements	第6回 ICSDAP Marginal Maintenance and Rehabilitation Costs	第6回 ICSDAP Pavement Management System for Municipalities with Emphasis on Planning and Cost Models

先にも述べたようにFHWAでは1993年に各機関がPMSを機能させることを勧告しており、現在ではほとんどの機関がPMSを保有しているか、開発中であると考えられる。

また、1984年時点でのライフサイクルコスト解析の調査では、各機関の舗装選定手法について調査しており、その結果は図-6に示すようであり、約半数の機関がライフサイクルコストを用いていると回答している。しかし、どのようなコスト要素を考慮しているかという点では表-8に示すようにユーザーコストを考慮している機関はわずか3機関しかないという結果が出ており、この点について、Ullidtz(デンマーク)は彼の著書¹⁶⁾の中で、「舗装はユーザーのためにあり、管理者のためにあるのではない」と述べ、ユーザーコストの扱いについてより議論が必要と提唱している。

このように、各機関が舗装管理システムと称しているものでも、そのレベルには差があり、必ずしも2章で述べた一連の構成要件を備えたものではないと考えられる。

4. 舗装管理システムの実例

3章で述べたように舗装管理システムの整備が行われるに伴い、ここ2~3年間において、舗装管理システムの報告が、従来よりの概念的または部分的な報告か

表-8 各機関が解析に用いているコスト要素(1984年)

コ 斯 ト 要 素	使 用 し て い る 機 関 数
設 計	9
建 設	40
維 持	26
打ち換え(補修・リサーフェース)	31
ユ ー ザ ー コ ス ト	3
使 用 の 拒 否	1
エ ネ ル ギ ー	2
残 存 値	12



図-5 北米における舗装管理システムの現況(1986年)

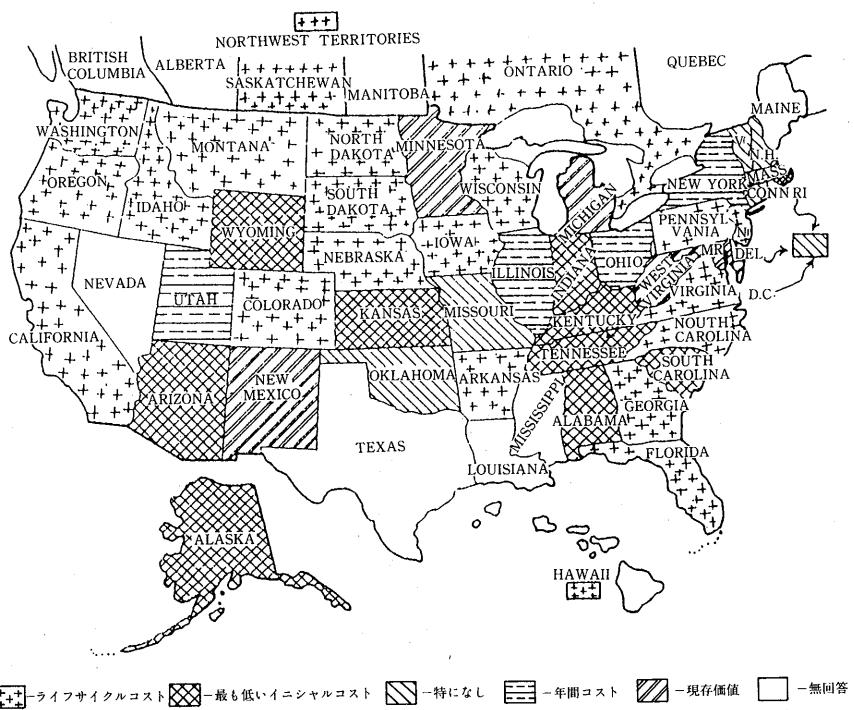


図-6 各機関の舗装選定手法（1984年）

らより具体的な報告へと移行しつつあると思われる。しかしながら、供用性予測モデルを扱ったアリゾナ州¹⁷⁾の報告やシステム全般についての報告であるオハイオ州¹⁸⁾やフィンランド¹⁹⁾の報告においても依然としてブラックボックス的な部分が残っていると思われた。また、今回調査した範囲内においては、システムを実際に運用させて、その効果にまで言及した報文も見当らなかった。

ここでは、今回調査した報文の中で比較的システムの内容が理解しやすく、具体的な報告となっているイリノイ州の舗装ネットワーク修繕管理プログラム(ILLINET)¹⁹⁾を紹介したい。

4.1 ILLINETの概要

ILLINETは、これに先立ちイリノイ大学とイリノイ交通局が合同で開発した、イリノイ舗装フィードバックシステム(IPFS)に統いて開発したものであり、IPFSの開発の主要部分が舗装設計や維持修繕計画立案に当って必要となる情報を与えるIPFSデータベースの開発であったのに対し、ある予算内での最適修繕計画や道路ネットワークの維持に求められる最小予算を与えるといった舗装管理を支援するプログラムである。

また、本プログラムはFHWAの舗装管理の政策に合致するものとして開発が行われたものである。

本システムの目的は、次のとおりである。

1. イリノイ州際道路ネットワークの各舗装区域について10年間での可能な修繕計画(処置、時期)を決定する各種手法を与える。
2. ネットワーク管理の方式と“便益”を決定する手法を与える
3. 選定した予算での修繕計画や、望ましいレベルでネットワークを維持する予算を決定する。
4. 舗装の修繕にあたって、政策の採用や予算の決定に先行して行われる各種の“～したらどうなるか”という質問に回答する。

4.2 舗装供用性予測モデル

プログラムにおいて考慮している4種の舗装タイプについて使用する破損モデルは以下のようである。

1. 目地あり鉄筋コンクリート舗装 (JRCP)
 - ・欠陥 (Faulting)
 - ・目地の破損
 - ・全厚にわたっての修繕
 - ・クラック
 - ・ポンピング
2. 連続鉄筋コンクリート (CRCP)
 - ・破損 (パンチアウト+鉄筋の破断+全厚にわたっての修繕)

3. JRCPのアスコンオーバーレイ

- ・リフレクションクラック
- ・わだち掘れ

4. CRCPのアスコンオーバーレイ

- ・リフレクションクラック
- ・わだち掘れ

JRCPモデルはNCHRP Project 1-19: コンクリート舗装評価システム(COPES)をもとに開発し、CRCPおよびアスコンオーバーレイは独自に開発している。

また、舗装状態モデルとして各舗装タイプについて破損の状態に応じ1~9までの状態指数(CRS)を開発し、このCRSは異なった舗装の修繕を開始する値として用いている。また、舗装の修繕戦略の効果の測定にも用いている。

$$\text{JRCP CRS} = 9 - a_1 * \text{FAULT} - a_2 * \text{CRACK} \\ - a_3 * \text{JTDET}$$

ここに、

FAULT = 1マイルあたりの平均目地欠陥(インチ)

CRACK = 1マイルあたりのひびわれ長さ(フィート)

JTDET = 1マイルあたりの目地の破損数

a_1 = 技術者の判断に基づく係数

$$\text{CRCP CRS} = 9 - b_1 * \text{FAIL} - b_2 * \text{PATCH}$$

ここに、

FAIL = 1マイルあたりの破損数

PATCH = 1マイルあたりの全厚にわたっての修繕数

b_1 = 技術者の判断に基づく係数

$$\text{AC overlay CRS} = 9 - c_1 * \text{NCRACK} - c_2 * \text{RUT}$$

ここに、

NCRACK = 1マイルあたりの横断方向のリフレクションクラック数

RUT = 平均わだち掘れ(インチ)

c_1 = 技術者の判断に基づく係数

4.3 舗装修繕による便益の評価

舗装の便益を求める際に用いることのできる因子としては以下のものを考慮している。

①舗装のCRS-年数曲線の下の面積

②十分な(あるいは許容できる)舗装のVMT

ここでVMTとは通行車両マイルであり、1年間のVMTは以下のように計算される。

$$\text{VMT} = \text{AADT} \times \text{舗装延長} \\ (\text{マイル}) \times 365$$

③使用(交通量)により重み付けした舗装の状態

①は舗装の使用(交通量)の重み付けがされていない。しかし、これは各区間で同じように使用されてい

ると仮定するならば便益の測定として用いることができる。②は単に舗装状態と使用(交通量)から求められる。

$$\text{VMT}_{\text{adequate}} = \Sigma \text{VMT} (\text{舗装が十分許容できる間})$$

③は使用により重み付けした舗装状態であり、使用者コストの間接的な測定と考えられる。これは、異なる状態レベルに応じ、異なる単位ユーザーコストが考慮できるためである。VMTと平均CRSによる便益の測定は現時点でも最も役立ち、理解しやすいものと考えられている。

4.4 プロジェクトレベルでの修繕の選択

修繕工法として以下の5種を考慮している。

1. 日常の維持(表-9中のMaintain)
2. コンクリート修復(CPR)(表-9中のRestore)
3. 3インチのアスコンオーバーレイ(表-9中の3" ACOL)
4. 5インチのアスコンオーバーレイ(表-9中の5" ACOL)
5. 打換え(10インチのCRCP)(表-9中のReconstruct)

修繕方法の選定にあたっては3つの方法がある。

1. 技術者の判断(decision tree)
2. ライフサイクルコスト解析
3. 修繕方法の固定(全ての区間にについて使用者が選択)

(1) 技術者の判断

技術者の判断に基づく選択肢(decision tree)が、ある年のある舗装区間の最良の修繕方法を示すものとして開発されている。表-9は4つの舗装タイプそれぞれについての選択を示している。

これは、現在の舗装の状態と舗装がDクラックを生じているかどうかに基づいている。CRS(表-9においてCIの表示となっている)が6以上の場合には修繕は行わず、日常的な維持のみとなる。しかし、CRSが3以上の場合には全てのタイプの舗装で打換えとなる。これは、舗装の状態が悪いときには他の修繕方法(たとえばアスコンオーバーレイ)では十分な舗装の強

表-9 補修方法の選択肢

基準	JRCP	CRCP	D Cracked	ACOL
C I >= 6	Maintain	Maintain	Maintain	Maintain
6 > C I >= 5	Restore	Restore	3"ACOL	3"ACOL
5 > C I >= 4	3"ACOL	3"ACOL	5"ACOL	5"ACOL
4 > C I >= 3	5"ACOL	5"ACOL	5"ACOL	5"ACOL
C I < 3	Reconstruct	Reconstruct	Reconstruct	Reconstruct

化が行えないという事実に基づいている。CRSが3と6の間の時は、舗装のタイプに応じて3インチあるいは5インチのアスコンオーバーレイが選択される。Dクラックの路面では、舗装の補強もつけ加える必要がある。

(2) ライフサイクルコスト解析

最良の修繕方法を選択する別の手法はライフサイクルコスト解析を行うことである。本解析では最も低い年間修繕コストとなる修繕方法が選択される。舗装の年間修繕コストは単純に以下のように求められる。

$$\text{年間修繕コスト} = \frac{\text{修繕総コスト}}{\text{修繕寿命 (年数)}}$$

舗装の修繕寿命は舗装状態が十分な状態にある(CRSが6以上)年数として定義される。これは、破損予測モデルを用いて見積もられる。トータル修繕費用は見積もった破損と単位コストにより計算される。

(3) 修繕の固定

これは、全ての舗装についてただ1つの修繕方法を考慮するという点を除いては選択肢と同様である。CRSが使用者が最低限の状態レベルであると定義した値より低くなった時に、使用者が特定した4つの修繕方法のうちの1つを適用する。CRSが最低限の状態より高いレベルにある時には日常の維持のみを行う。

4.5 ネットワーク管理方式

舗装ネットワーク管理へのアプローチとしては3種を考慮している。ニーズ、毎年の舗装ネットワーク修繕管理(ランキング)、および長期間の舗装ネットワーク修繕の最適化である。

(1) ニーズ

「ニーズ」は10年間に必要とされる舗装修繕の無制限の見積をする方式である。ネットワークの中で使用者が定義した最低限の状態レベルを下回る全ての区間が修繕の対象となる。修繕のタイプはプロジェクトレベルの修繕決定手法により決定される。予算の制限は無く、修繕を要する全ての区間で何らかの修繕が適用される。

(2) 年毎のランキング

これは年度の修繕予算が制限された場合、あるいはニーズより低い供用性基準が受け入れられるときに適用される。従って修繕の必要のある全ての区間が予算を与えられるわけではない。このアプローチでは、舗装修繕にあたっての決定は解析期間の各年において将来の計画とは独立して行われる。3種の方式がこのアプローチでは使用される。

①単純なランキング

予算は「悪いものを先に」の原則に基づき与えられる。最低のCRSの区間が、その年の予算制限に至るまで修繕される。予算の無い区間は1年遅れることとなる。解析期間中の各年において同じ方式が適用される。

②便益ーコスト比によるランキング

舗装を現在の状態によってではなく、便益ーコスト比でランキングする点を除き、①と同様なランキングである。この方式では現在の舗装状態ではなく、修繕した舗装の将来の供用性が予算を与える基準となる。修繕の選択は修繕選択手法によって決定されるため各区間にについてただ1つの修繕が最良の工法として選択される。ランキングにより予算の与えられないものの修繕は少なくとも1年遅れることとなる。

③便益ーコスト比の増加によるランキング

修繕方法の選択、修繕する区間の選択はネットワークレベルで決定される。この場合前述の方式と異なり、修繕方法の選択はネットワークの各区間の修繕方法の選択手法によっては決定されない。その目的は次のとおりである。

・年度ごとの予算の制限の中で毎年の修繕便益を最大にする。あるいは、

・望ましい供用性基準に対し、各年の修繕コストを最小にする。

(3) 長期間の最適化

このアプローチは、プロジェクトレベルならびにネットワークレベル解析から構成される。プロジェクトレベルではネットワークの各区間において長期間(通常10年間)の戦略が立案される。

この戦略は、解析期間中各年に以下の方法のうち1つを用いて立案される。

1. 全ての修繕のタイプ
2. 選択肢
3. 修繕方法の固定
4. ライフサイクル

ネットワークレベルでは、ネットワークの利益(選択した戦略の合計利益)をネットワークの予算制限に応じて最大とするような各区間の戦略が選択される。最適化問題を解くLINDOと呼ばれる線形計画プログラムパッケージが使用される。

4.6 ILLINETの入力と出力

ILLINETの入力と出力をとりまとめて図-7に示す。入力については、これまで述べてきた事項であり、出力について以下に紹介する。

ILLINET入力

(1) 区間データ (IPFS データベース)
①区間②構造③交通④気象⑤破損
(2) プログラム解析パラメータ
①A D T成長率②E S A L成長率 ③修繕開始最小C R S④割引率
(3) ネットワーク解析手法
修繕工法選択方法 (いずれかを選択する) ①選択肢②ライフサイクルコスト ④修繕の固定
利益のタイプ (いずれかを選択する) ①ニーズ②ランキング③利益／コスト比 ④利益／コスト比の増加
(4) 年度の予算限界

ILLINET出力

①ネットワークのまとめ
②棒グラフ
③プロジェクトレベルグラフ
④ネットワーク地図

図-7 ILLINETの入力と出力

プログラムには以下の3つの出力方式がある。

1. ネットワークのまとめ (1ページの大きな結果図)

2. プロジェクトのまとめ (より詳細な結果)

3. プロジェクトの詳細 (非常に詳細な結果、多くのページにわたる)

10年間の供用性と、毎年の修繕量が示されているネットワークのまとめの例を図-8に示す。ここでは、10年間で2730万\$の費用を要し、ネットワークの平均CRSが8.6から5.3に低下し、VMTの16.6%が蓄積(すなわち破損)していることを示している。このことは6マイル中の1マイルが悪い舗装状態にあることを意味している。プロジェクトのまとめの報告には、ネットワークの各区間にについて修繕計画 (時期とタイプ) と修繕費用が示されている(図-9)。プロジェクトの詳細な報告には、すべての詳細なデータが含まれている。

ILLINETはまた報告データを以下の4つの画像の形式で出力できる。

1. ネットワークのまとめの画像；ネットワークのまとめの報告の主要データを画像で表示する(図-10)。この予算レベルでどのくらいの悪い舗装が蓄積されるかが示される。

2. 棒グラフ (strip chart) ; この画面はネットワークの各区間の状態をCRSのレベルに応じて直線の図で示す。解析期間の各年が1本の線で示される。本図によりネットワークおよび区間の状

ILLINOIS PAVEMENT FEEDBACK SYSTEM										
NETWORK REHAB MANAGEMENT PROGRAM										
ILLINET 2.0										
REVISED: 10 JUL 1989										
* NETWORK SUMMARY FOR: District 5 Sample *										
* REHAB SELECTION: DECISION TREE *										
* NETWORK ALGORITHM: RANKING *										
NUMBER OF SECTIONS:	53									
AVERAGE NETWORK CI:	7.0									
TOTAL COST (M\$):	27.3									
TOTAL LENGTH:	236.7 MI.									
TOTAL VMT:	10.3 BILL.									
X VMT BACKLOG:	16.6%									
YEAR	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
AVERAGE CI	8.6	8.3	7.9	7.6	7.2	6.8	6.4	6.1	5.7	5.3
TOTAL VMT (BILLIONS)	.92	.94	.97	.99	1.02	1.04	1.07	1.09	1.12	1.15
X VMT BACKLOG	0	0	3	2	4	18	21	26	39	42
X BACKLOG MILES (CI<5)	0	0	4	2	4	15	18	23	39	40
X ACCRUING MILES (5<CI<6)	3	6	4	6	19	7	12	24	17	19
X ADEQUATE MILES (CI>6)	97	94	92	92	77	79	70	53	43	41
REconstructed MILES	0	0	0	0	5	4	5	4	5	4
3 IN AC OVERLAY MILES	4	7	0	0	0	1	0	3	1	2
5 IN AC OVERLAY MILES	4	0	5	5	0	0	0	0	0	0
PATCH - MILES	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0
MAINTAIN ONLY - MILES	229	230	232	225	232	231	230	230	231	231
ANNUAL COST (M\$)	2.9	1.8	2.3	2.8	3.0	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
BUDGET (M\$)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

図-8 ネットワークのまとめの出力例

(選択肢方式で修繕方法を選択、ネットワーク管理はランキング方式年間予算3.0M\$の場合)

***** * ILLINOIS PAVEMENT FEEDBACK SYSTEM * * NETWORK REHAB MANAGEMENT PROGRAM * * ILLINET 2.0 * * REVISED: 10 JUL 1989 * ***** * PROJECT SUMMARY FOR: District 5 Sample * * REHAB SELECTION: DECISION TREE * * NETWORK ALGORITHM: RANKING * *****											
PROGRAM PARAMETERS											
MINIMUM C.I. = 6.0											
DISCOUNT RATE = .0%											
ESAL GROWTH RATE = 7.0%											
ADT GROWTH RATE = 2.5%											
REHAB DECISION LEGEND											
- = MAINTENANCE ONLY											
P = PATCHING											
3 = 3 IN AC OVERLAY											
5 = 5 IN AC OVERLAY											
R = RECONSTRUCTION											
ALL COSTS ARE IN THOUSANDS.											
ROUTE BMP LENGTH LAMES TYPE AGE C.I. YRS 1-2 YEARS 3-5 YEARS 6-10											
057-N-168.30	3.59	2	10"	JRCP	24	4.9	3-	1041	---	0	---
057-N-171.89	5.00	2	10"	JRCP	24	6.1	--	0	--R	3000	---
057-N-176.89	4.21	2	10"	JROL	5	9.1	--	0	---	0	---
057-N-183.79	6.81	2	8"	CRCR	22	5.2	-3	1806	---	0	---
057-N-190.60	8.62	2	7"	CROL	9	8.2	--	0	---	0	---
057-N-199.22	4.62	2	7"	CRCR	19	7.8	--	0	---	0	--R- 2772
057-N-203.82	3.85	2	7"	CRCR	19	10.0	--	0	---	0	---
057-N-207.67	4.28	2	7"	CRCR	19	10.0	--	0	---	0	---
057-N-211.95	3.84	2	7"	CRCR	18	9.3	--	0	---	0	--R 2304
057-N-215.79	3.70	2	7"	CRCR	18	9.4	--	0	---	0	---
057-N-219.49	4.65	2	10"	JRCP	24	7.8	--	0	-P-	459	-R-- 2790
057-N-224.14	4.04	2	10"	JRCP	25	8.5	--	0	0	--R--	2424
057-N-228.18	5.40	2	10"	JRCP	25	8.2	--	0	0	---	0
057-N-233.58	3.22	2	10"	JROL	2	9.4	--	0	0	---	0
057-N-236.80	.91	2	10"	JROL	2	9.4	--	0	0	---	0
057-N-237.71	5.39	2	7"	CROL	4	8.1	--	0	0	0	0
057-N-243.10	2.12	2	7"	CRCR	19	10.0	--	0	0	-P- 3	720
057-N-245.22	5.23	2	7"	CRCR	18	7.7	--	0	0	0	0
057-N-250.45	5.38	2	7"	CRCR	17	10.0	--	0	0	0	0
070-E-106.70	1.80	2	8"	CROL	2	9.1	--	0	0	0	0
070-E-108.50	1.20	2	8"	CROL	2	9.3	--	0	0	0	0
070-E-109.70	7.28	2	8"	CROL	2	9.1	--	0	0	0	0
070-E-118.40	.72	2	8"	CRCR	17	10.0	--	0	-5-	262	--3- 138
070-E-119.12	2.33	2	8"	CROL	5	9.5	--	0	0	0	0
070-E-121.45	4.05	2	8"	CRCR	17	9.7	--	0	0	R--	2430
070-E-129.50	4.90	2	8"	CROL	0	10.0	--	0	0	0	0
070-E-134.40	2.50	2	8"	CROL	3	8.0	--	0	0	-3-	480
070-E-136.90	4.30	2	8"	CROL	0	10.0	--	0	0	0	0
070-E-141.20	5.50	2	8"	CRCR	17	10.0	--	0	0	0	0
070-E-146.70	9.05	2	8"	CROL	8	9.2	--	0	0	0	0
072-E-21.24	7.86	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-29.10	2.29	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-31.39	2.97	2	8"	CRCR	12	8.8	--	0	0	0	0
072-E-34.36	3.19	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-37.55	4.32	2	8"	CRCR	15	10.0	--	0	0	0	0
072-E-41.87	6.53	2	8"	CRCR	12	9.7	--	0	0	0	0
072-E-48.40	5.02	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-53.42	4.64	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-58.06	4.82	2	8"	CRCR	12	10.0	--	0	0	0	0
072-E-62.88	4.78	2	10"	JRCP	26	7.6	--	0	0	0	0
072-E-67.66	5.19	2	7"	CROL	5	9.2	--	0	0	0	0
072-E-72.85	5.40	2	7"	CROL	5	9.0	--	0	0	0	0
074-E-155.04	5.18	2	8"	CROL	3	9.8	--	0	0	0	0
074-E-160.22	2.85	2	8"	CRCR	17	7.8	--	0	0	0	0
074-E-163.07	3.80	2	7"	CROL	5	6.9	--	0	0	0	0
074-E-166.87	4.63	2	7"	CRCR	17	10.0	--	0	0	0	0
074-E-171.50	6.99	2	7"	CROL	7	8.8	--	0	0	0	0
074-E-178.49	1.42	2	10"	JRCP	24	8.7	--	0	-P-	135	3- 427
074-E-179.91	4.24	2	10"	JRCP	30	3.4	5-	1864	0	0	0

図-9 プロジェクトのまとめの出力例

態を知ることができる。

3. プロジェクトレベルグラフ；このグラフはプロジェクトの詳細報告のデータを示す。ネットワークの各区間にについて1枚のグラフとなる。

4. ネットワークの地図；この画面は各区間ごとの舗装のタイプ、ESAL_s、状態指数および解析期間中の各年の修繕のタイプを色付けして示したネットワークの地図である。使用者はネットワ

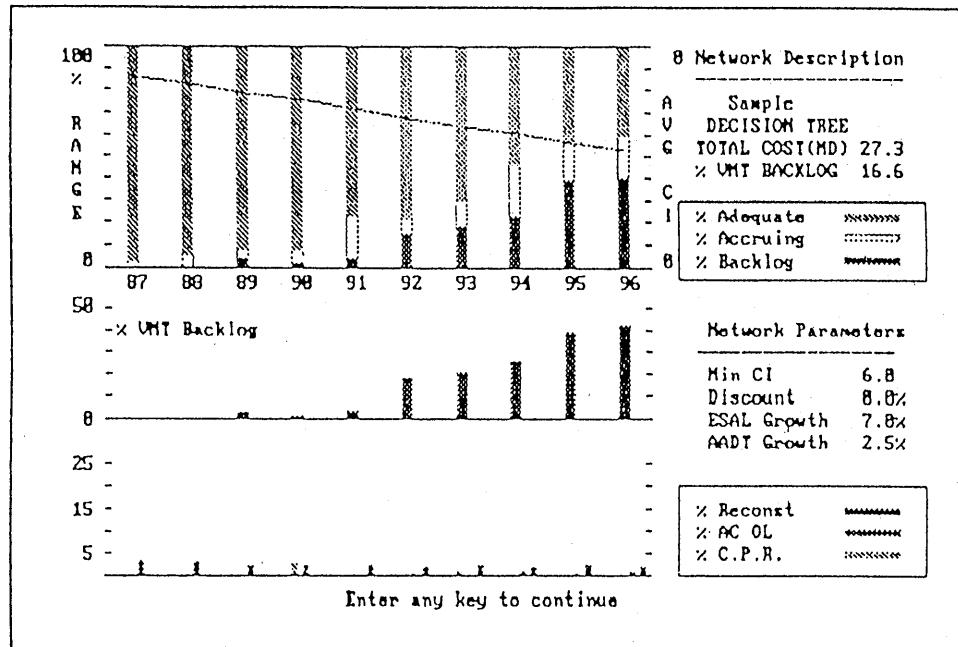


図-10 ネットワークのまとめの画像(図-8を画像化したもの)

ークの区間を選びキーにタッチすることによりプロジェクトレベルのグラフを見ることができる。

5. おわりに

以上、舗装管理システムの現況について調査した文献をとりまとめて報告した。舗装管理システムという大きな流れを特に意識して述べたつもりであり、そのため、詳細部分については筆が足りず、わかりにくいくらいである。

部分もあったかと思われるが、舗装管理システムの進展状況について多少なりとも参考となれば幸いである。

ここで報告したシステムは今後、検証が行われ、近い将来には、その効果が更に明らかにされるであろう。本年8月に開催される第7回アスファルト舗装国際構造会議をはじめとする国際会議等でさらに進んだ報告が行われることが期待される。機会があれば本研究グループで再度舗装管理システムについて調査、報告したいと考えている。

— 参考文献 —

- 1) 阿部ら「舗装管理システムに関する海外の動向・第1回」アスファルトNo.122, 1980
- 2) 竹田「舗装管理システムに関する海外の動向・第2回」アスファルトNo.126, 1981
- 3) 阿部「舗装の維持管理システムに関する研究・第一回～第三回」アスファルトNo.140～142, 1984～1985
- 4) 柴崎ら「舗装の評価とエレクトロニクス～主として路面性状測定について」アスファルトNo.164, 1990
- 5) OECD "Pavement management systems" 1987
- 6) M.Paredes., E.Fernando., T.Scullion., "Pavement Management Applications of GIS : A Case Study" the 69th TRB Annual Meeting, Preprint, 1990
- 7) Fwa, T.F., Sinha, K.C "A Measurement of Routine Maintenance Effect on Flexible Pavements" the 6th ICSDAP, 1987
- 8) Chabrol, J., Duran, D., Marchard, J.P., Prudhomme, F "Road Mechanics in Highway Management" the 6th ICSDAP, 1987
- 9) Ogura, T.M., Iriakuma, N.D "Development of a Pavement Maintenance Management System for Nigeria" the 6th ICSDAP, 1987
- 10) Majidzadeh, K., Vedaie, B., Kennedy, J.C. "Pavement Management System to Maximize Pavement Investment and Minimize Cost" TRR1272, 1990
- 11) Uddin, W., Carmichael III, R.F., Hudson, W.R.

- "A Methodology for Life-Cycle Cost Analysis of Pavements Using Microcomputer" the 6th ICSDAP. 1987
- 12) 池田ほか「舗装のライフサイクルに関する一考察」第18回日本道路会議特定課題論文集 1989
- 13) Rada, G.R., Witczak, M.W. "Project Level PMS Life Cycle Cost Model for Flexible Pavement" the 6th ICSDAP. 1987
- 14) "Pavement Management Practices" NCHRP Synthesis of Highway Practice 135. 1987
- 15) "Life-Cycle Cost Analysis of Pavements" NCHRP Synthesis of Highway Practice 122. 1986
- 16) Per Ullidtz "Pavement Analysis" Elsevier, 1987
- 17) Zaniewski, J.P., Perera, P.W.S., Mamlouk, M.S. "Feedback of Pavement Management Performance Data for Pavement Design" the 69th TRB Annual Meeting, Preprint 1990
- 18) Jarvinen, T., Mustonen, J., Saarinen, H., Tapiola, R. "the Finish Experience in Pavement Management at the Project Level Since 1985" the 69th TRB Annual Meeting, Preprint, 1990
- 19) Mohseni, A., Darter, M.I., Hall, J.P. "Illinois Pavement Network Rehabilitation Management Program" TRR 1272. 1990

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B5版 42ページ 実費頒価 800円（送料は実費）・申込先 (社)日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7

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

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

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

目次

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

推定針入度

アスファルトコンクリート再生骨材を使用して、再生加熱アスファルト混合物を製造する場合、再生骨材から回収したアスファルト（以下、旧アスファルト）の性状に応じて、再生用添加剤や新しいアスファルトを添加して、旧アスファルトの物理的・化学的性状の改善を図ることが重要である。

旧アスファルトの物性のチェックは、再生骨材の使用量500tに1回の頻度でアスファルトの回収試験を行い、その後、主として針入度と軟化点の評価を行う規定になっている。しかし、アスファルトの回収試験や針入度試験は、①試験を行ってデータが評価できるまでに3日間程度を要し、品質管理としてのフィードバックがタイムリーに出来ない。②それぞれの試験は試験誤差が大きいので、熟練した試験員による試験が必要である。等の問題点が指摘されてきた。

これらの問題点への対応策としては、それぞれの試験の自動化や迅速化を図った装置を使用したり、針入

度を間接的に推定する（推定針入度）措置がとられてきた。

(社)日本アスファルト合材協会では、「再生骨材の旧アスファルト性状判定方法」によって推定針入度を求める方法をまとめた。ここでは、以下のような評価から推定針入度の考え方を提案した。

- 1) 新しいアスファルトや、新しいアスファルト混合物からの回収アスファルトの針入度の再現精度を変動係数で評価すると、10~15%であるが、再生混合物の旧アスファルトではその値が34~50%になり、絶対比較が難しい（表-1参照）。
- 2) 13~0mmや5~0mmの再生骨材によるマーシャル安定度の再現精度を変動係数で評価すると8~12%で、針入度より大幅にバラツキの小さいデータの評価が可能であり、中でも5~0mmによるマーシャル試験が良好である（表-2参照）。
- 3) 5~0mmによるマーシャル安定度試験で求まる空隙率と安定度を数量化して、旧アスファルトの推定針入度を求める推定式は、重回帰式の相関係数が

表-1 針入度のバラツキ（日本アスファルト合材協会）

試験所区分	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	n	\bar{X}	$m_{\bar{x}}$	$m_{\bar{n}}$	R	σ_{n-1}	CV
新規As (共通試料)	66	65	-	-	55	62	63	58	54	75	8	62.3	75	54	21	6.80	10.91
共通混合物* より回収したAs	57	48	38	57	43	55	5	44	38	50	10	47.5	57	38	19	7.17	15.09
共通再生骨材A より回収したAs	-	17	-	-	12	44	20	20	30	46	7	27.0	46	12	34	13.43	49.74
共通再生骨材B より回収したAs	-	23	-	-	19	46	27	22	42	34	7	30.4	46	19	27	10.47	34.44

*上欄の新規アスファルトとは異なる新規アスファルトが用いられている。

表-2 マーシャル安定度試験のバラツキ（日本アスファルト合材協会）

試験所区分	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	n	\bar{X}	$m_{\bar{x}}$	$m_{\bar{n}}$	R	σ_{n-1}	CV
新規混合物 ¹⁾ (共通供試体)	926	826	862	901	1034	987	934	1116	1086	1080	10	975.2	1116	826	290	100.76	10.33
新規混合物 ²⁾ (共通材料)	995	867	1074	825	1062	882	864	974	913	1041	10	949.7	1074	825	249	91.11	9.69
新規混合物 ³⁾ (共通材料)	1167	923	1053	924	1126	931	855	1063	918	1125	10	1008.5	1167	855	312	110.38	10.95
再生骨材 13~0 (試料A)	2357	2460	-	-	2849	1590	2011	2505	2213	2803	8 (7)	2348.5 (2456.9)	2849	1590	1259	414.32 (301.15)	17.64 (12.26)
再生骨材 5~0 (試料A)	2236	2230	-	-	2959	1794	2062	2451	2298	2508	8 (7)	2323.5 (2399.1)	2959	1794	1163	340.95 (286.73)	14.67 (11.95)
再生骨材 13~0 (試料A)	1949	2170	-	-	2284	1592	1774	1998	2067	2433	8 (7)	2033.4 (2096.4)	2433	1592	841	270.65 (219.90)	13.31 (10.49)
再生骨材 5~0 (試料B)	1869	2320	-	-	2219	1449	1947	2024	2087	2257	8 (7)	2021.5 (2103.3)	2320	1449	871	278.88 (168.25)	13.80 (8.00)

1) 共通供試体による各試験所での試験結果

() 内は、F社を除く結果

2) 共通材料を用い各試験所にて作成し、所定試験所での試験結果

3) 共通材料を用い各試験所にて作成し、各試験所での試験結果

0.83, 標準偏差4.7であり、精度良く推定可能である（表-3, 図-1参照）。

- 4) アスファルトの回収試験や針入度試験は、若干特殊な試験であるのに反し、マーシャル安定度試験は実用的な試験であり広く普及している。
- 5) 5~0 mmの再生骨材を用いたマーシャル安定度試験は試験法が簡便であり（図-2参照）、空隙率を求めるための最大比重試験を並行して実施すれば試験に要する日数が短縮できるので、再生骨材の日常管理試験として有効である。

表-3 実測値と推定値(日本アスファルト合材協会)

No.	針入度 実測	安定度 X_1	空隙率 X_2	推定値 Y	残差
1	21	2366	2.5	24.4	-3.4
2	24	1545	8.5	23.9	0.1
3	22	1348	7.2	28.7	-6.7
4	30	1448	2.4	36.3	-6.3
5	21	2321	3.6	23.1	-2.1
6	32	1159	7.2	31.1	0.9
7	43	1245	2.1	39.4	3.6
8	46	1137	1.9	41.2	4.8
9	32	1758	3.0	31.3	0.7
10	26	2565	3.5	20.2	5.8
11	14	2222	5.4	21.0	-7.0
12	25	2165	7.0	18.8	6.2
13	26	2246	3.9	23.5	2.5
14	28	1483	6.5	28.3	-0.3
15	28	1638	5.3	28.6	-0.6
16	31	1837	2.9	30.5	0.5
17	38	1668	3.6	31.3	6.7
18	25	1903	3.1	29.3	-4.3
19	26	1748	6.5	25.0	1.0
20	29	1664	2.4	33.6	-4.6
21	28	1619	6.5	26.6	1.4
22	33	1204	6.3	32.2	0.8
23	34	1335	4.6	33.7	0.3

$$\text{推定式 } Y = 0.0126 \cdot X_1 - 1.84 \cdot X_2 + 59.0$$

Y : 推定針入度 (1/100cm)

X₁ : 安定度 (kg)

X₂ : 空隙率 (%)

$$r = 0.83 \quad \text{標準誤差} = 4.7$$

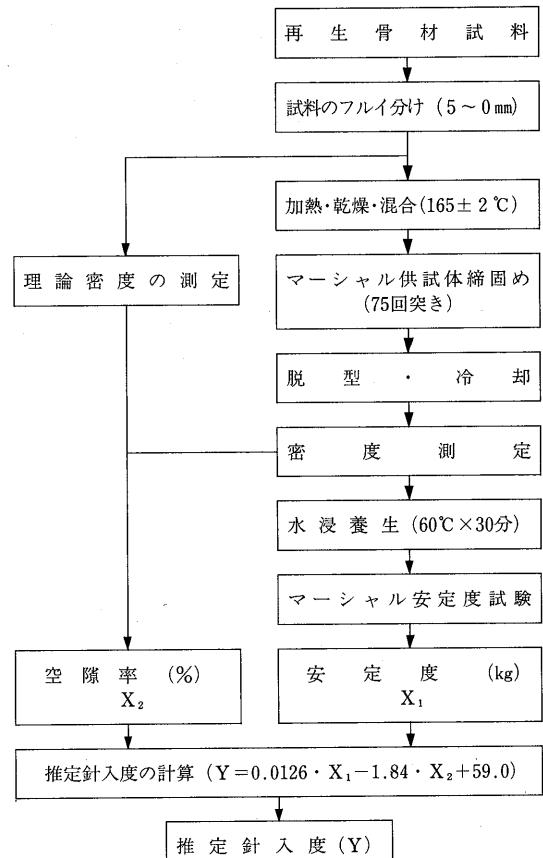


図-2 試験方法のフロー

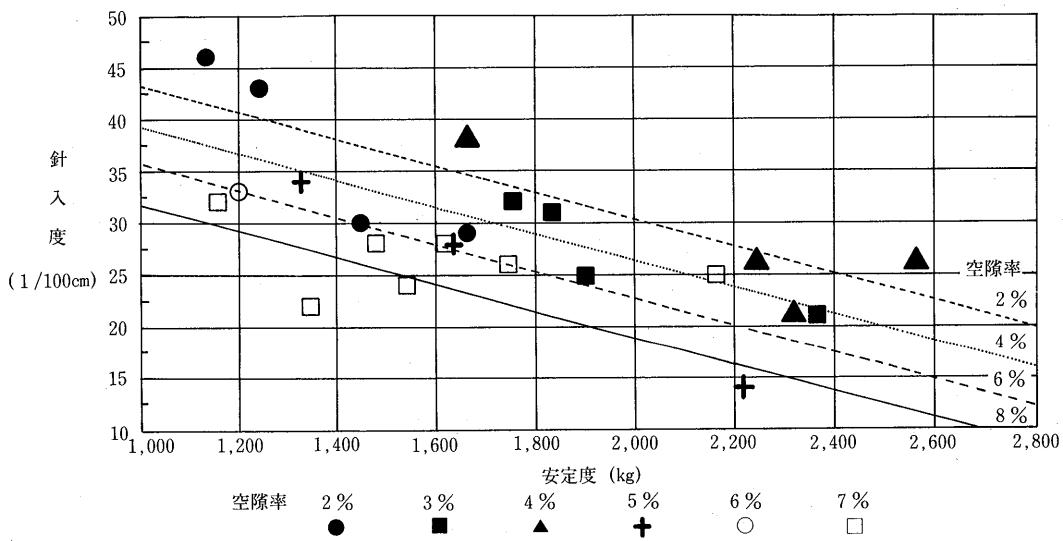


図-1 空隙率をパラメータとした安定度と針入度の関係

[小島逸平 熊谷道路技術研究所]

熱可塑性エラストマー—ポリスチレン系エラストマー

ポリスチレン系エラストマーは、数多い熱可塑性エラストマーの中で、最も歴史長いものの一つであり生産量も多く汎用型の代表的エラストマーである。

その構造は、ポリスチレン相（S）を両端に持つブロック共重合体で、中間相に①ポリブタジエン（B）、②ポリイソプレン（I）、および③ポリオレフィン（エチレン／ブチレン：E B、またはエチレン／プロピレン：E P）のゴム相を持つ基本的な3種類がある。これらはそれぞれSBS、SIS、SEBSおよびSEPSと略して呼ばれているが、SEBSはSBSをSEPSはSISを水素添加によって飽和して二重結合をなくしたもので、耐熱性や耐候性を改良したより新しいエラストマーである。

SBSの構造概念図と熱可塑性エラストマーの相構造を図-1、図-2に示す。1分子構造では、直線的な腕を持つ直鎖型ばかりでなく3つないし4つの腕を持つ側鎖型の形態がある。（図-1）ポリスチレンブロックとゴムブロックは化学的に結合しているが、ポリスチレンは、物理的架橋により凝集して分離したドメインを形成し、三次元ゴムマトリックスと架橋構造が形成されます。（図-2）このドメインは、熱を加えるか、溶剤を加えることにより、軟化、流動をおこし、加工が可能となる。さらに冷却したり溶剤を除去することによりゴム相の物性を損なわずに再生する。

直鎖型のエラストマーの強度は、ポリスチレン末端ブロックによって与えられ、末端ブロックが十分に長いこと、すなわち分子量が十分高い場合に強度が発現される。側鎖型のエラストマーは、同分子量の直鎖型エラストマーよりも一般に低い粘度である特徴を持つ

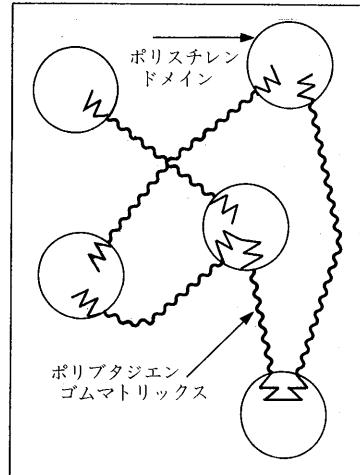


図-2 热可塑性エラストマーの相構造

が、必要とされる十分な強度を持つ分子量は直鎖型よりもかなり高いものであり、加工性が良くない場合もある。

ポリスチレン系エラストマーの特長は、図-3に示す通り、他の熱可塑性エラストマーに比べて軟らかくかつ永久歪が小さく、加硫ゴムの性質に最も近い。²⁾

ポリスチレン系エラストマーはアスファルト改質材として多く使用されており、その改質アスファルトの安定性は、アスファルトの成分比率、エラストマーの含有量、分子量、構造等多くの要素によって決まる。

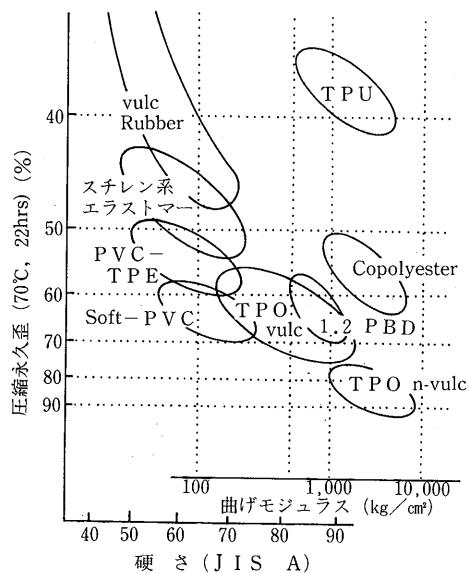


図-3 热可塑性エラストマーと加硫ゴムの性能比較

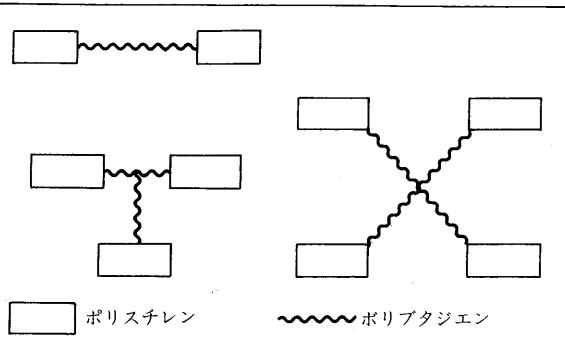


図-1 直鎖型、側鎖型SBSの構造

改質アスファルトの特性に対する原料アスファルトの芳香族及びアスファルテン含有量の影響を図-4に示す。¹⁾

芳香族の含有量が多すぎると、ポリスチレンドメインの凝集力を弱め、結果的に軟化点を下げ、耐流動性を低下させる。また芳香族の含有量が低くすぎ、かつエラストマーの添加量が十分でない場合も、耐流動性を低下させ、さらに品質を低下させる。

アスファルテン含有量のバランスも必要であり、含有量の高すぎる場合は、相分離をおこしやすくなり、また含有量の低くすぎる場合は、軟化点の低下、耐流動性の低下を招く。

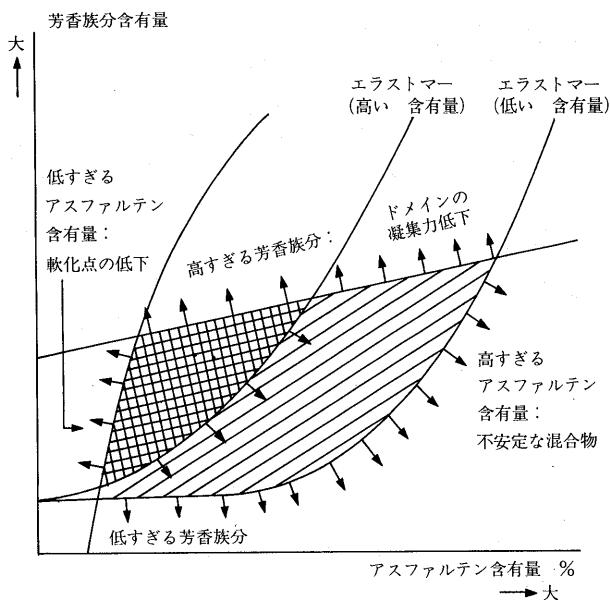


図-4 改質アスファルトの特性に対する芳香族とアスファルテン含有量の影響

図-5、6に異なる針入度に対する直鎖型エラストマーと側鎖型エラストマーの改質効果を示した。針入度の高いアスファルトと直鎖型エラストマーを使用すると、低温時の柔軟性にすぐれた特性を示す。針入度の低いアスファルトと側鎖型エラストマーを使用すると、高温時の耐流動性にすぐれた特性を示す。さらにアスファルトとエラストマーのタイプの組合せを考えることにより、その地域性、要求特性に合った改質アスファルトが得られ、広範囲な使用が可能となる。

参考文献

- SICC, TR8.16, 「The role of bitumen in blends with thermoplastics rubber for roofing applica-

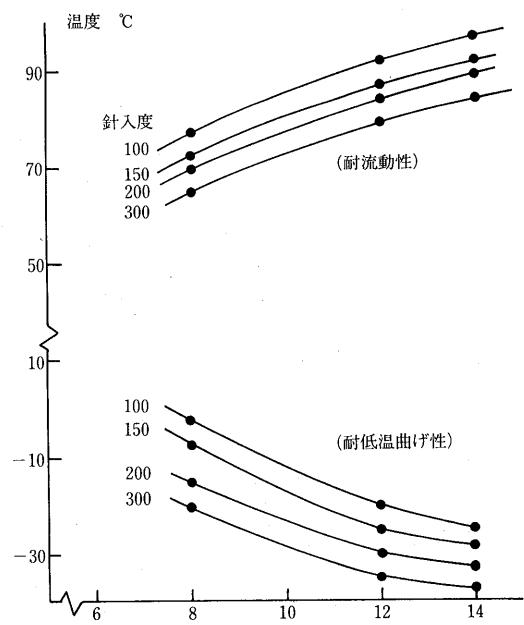


図-5 直鎖型エラストマーの改質効果

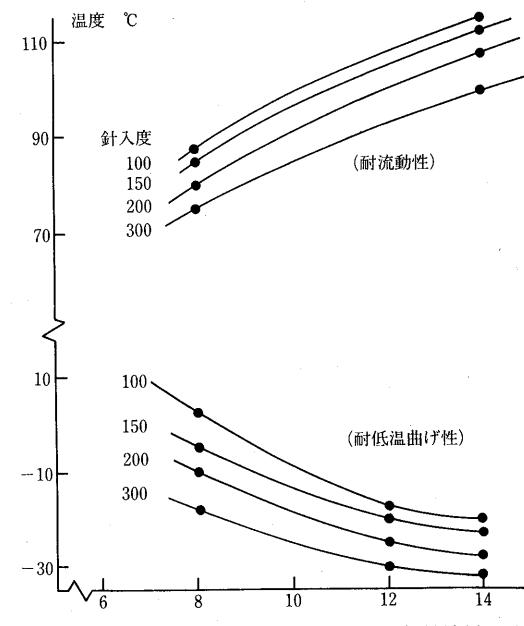


図-6 側鎖型エラストマーの改質効果

tions.」

- 化学工業日報社、「熱可塑性エラストマー」

(児玉充生 昭和シェル石油株式会社)

<石油アスファルト需給統計資料> その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

(単位:千t)

項目 年 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
54年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,137	(98.5)	2	5,139	236	5,375
55年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.6)	21	4,724	240	4,964
56年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,575	(100.3)	18	4,593	213	4,806
58年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,128	(116.0)	0	3,128	235	3,363
61年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,696	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.7)	0	3,181	274	3,455
62年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,734	(102.0)	1	2,735	287	3,022
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,219	(101.2)	0	3,219	219	3,438
63年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元年度上期	219	2,895	(105.1)	1	3,115	2,732	(99.9)	1	2,733	372	3,105
元年度下期	372	3,170	(100.6)	0	3,542	3,258	(101.2)	3	3,261	276	3,537
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
7~9月	267	1,579	(103.1)	0	1,846	1,508	(101.5)	3	1,511	323	1,834
2年度上期	276	3,046	(105.2)	0	3,322	2,974	(108.9)	5	2,979	323	3,302
3. 1月	242	396	(107.6)	0	628	377	(107.1)	0	377	259	636
2月	259	484	(118.6)	0	743	445	(107.0)	0	445	298	743
3月	298	668	(98.1)	0	966	656	(90.6)	0	656	310	966
1~3月	242	1,548	(106.2)	0	1,790	1,478	(99.1)	0	1,487	310	1,797
2年度下期	321	3,231	(101.9)	1	3,553	3,231	(99.1)	3	3,234	310	3,544
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3. 4月	310	530	(91.2)	0	840	531	(101.1)	0	531	309	840
5月	309	439	(102.3)	0	748	440	(94.0)	0	440	306	746
6月	306	423	(92.6)	0	729	441	(93.0)	0	441	288	729
4~6月	310	1,392	(94.9)	0	1,702	1,412	(96.3)	0	1,412	288	1,700
7月	288	504	(93.7)	0	792	494	(92.5)	0	494	297	791
8月	297	470	(85.8)	0	767	452	(93.6)	6	458	308	766
9月	308	479	(97.2)	0	787	484	(98.8)	0	484	302	786
7~9月	288	1,453	(92.0)	0	1,741	1,430	(94.8)	6	1,436	302	1,738
3年度上期	310	2,845	(93.4)	0	3,155	2,842	(95.6)	6	2,848	302	3,150
10月	302	513	(92.6)	0	815	521	(90.5)	6	527	288	815
11月	288	531	(99.3)	0	819	549	(98.0)	3	552	267	819
12月	267	552	(93.1)	0	819	568	(92.1)	3	571	248	819
10~12月	302	1,596	(94.9)	0	1,898	1,638	(93.4)	12	1,650	248	1,898
4. 1月	248	396	(100.0)	0	644	366	(97.1)	0	366	277	643
2月	277	463	(95.7)	0	740	461	(103.6)	0	461	279	740

(注) (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 4年2月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

<石油アスファルト需給統計資料> その2

石油アスファルト内需実績 (品種別明細)

(単位:千t)

項目 年 度	内 需 量				対 前 年 度 比							
	ストレート・アスファルト		燃 燃用 アスフ アルト	ブ ローン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト		燃 燃用 アスフ アルト	ブ ローン アスフ アルト	合 計		
道路用	工業用	計				道路用	工業用	計				
54年 度	4,617	177	4,794	—	343	5,137	99.5	67.0	97.8	—	109.2	98.5
55年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.7	103.4	92.1	—	91.5	91.6
56年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57年 度	3,943	185	4,128	187	260	4,575	96.6	91.6	96.4	467.5	94.2	100.3
58年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	95.7	100.0	288.8	98.4	107.6
59年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2	113.0	96.9	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.9	145.2	100.0	109.8
61年度下期	2,155	175	2,330	673	125	3,128	109.2	261.2	114.2	128.9	93.3	116.0
61年 度	3,980	241	4,221	1,238	237	5,696	106.4	173.4	108.8	135.9	96.3	113.1
62年度上期	1,949	98	2,047	520	114	2,681	106.8	148.5	108.2	92.0	101.8	104.4
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.9	149.1	110.1	70.6	112.8	101.7
62年 度	4,253	359	4,612	995	255	5,862	106.9	149.0	109.3	80.4	107.6	102.9
63年度上期	1,987	166	2,153	464	117	2,734	101.9	169.4	105.2	89.2	102.6	102.0
63年度下期	2,319	255	2,574	504	141	3,219	100.7	98.1	100.4	106.1	100.0	101.2
63年 度	4,306	421	4,727	968	258	5,953	101.2	117.3	102.5	97.3	101.2	101.6
元年度上期	2,043	151	2,194	423	115	2,732	102.8	91.0	101.9	91.2	98.3	99.9
元年度下期	2,317	296	2,613	509	136	3,258	99.9	116.1	101.5	101.0	96.5	101.2
元 年 度	4,360	447	4,807	932	251	5,990	101.2	106.2	101.7	96.3	97.3	100.6
7~9月	1,062	153	1,215	229	64	1,508	99.3	120.5	101.6	99.1	108.5	101.5
2年 度上期	2,149	269	2,418	432	124	2,974	105.2	178.1	110.2	101.9	108.7	108.9
3. 1月	219	54	273	84	20	377	115.9	91.5	110.1	100.0	100.0	107.1
2月	297	55	352	71	22	445	111.7	107.8	111.0	91.0	104.8	107.0
3月	487	65	552	84	20	656	84.7	19.7	90.8	90.3	87.0	90.6
1~3月	1,003	174	1,177	239	62	1,478	97.4	121.7	100.3	93.7	96.9	99.1
2年 度下期	2,267	337	2,604	497	130	3,231	97.8	113.9	99.7	97.6	95.6	99.2
2年 度	4,416	606	5,022	929	254	6,205	101.3	135.6	104.5	99.7	101.2	103.6
3. 4月	418	10	428	85	18	531	100.2	111.1	100.5	107.6	90.0	101.1
5月	326	45	371	50	19	440	100.0	77.6	96.6	78.1	95.0	94.0
6月	324	48	372	51	18	441	94.2	98.0	94.7	85.0	85.7	93.0
4~6月	1,068	103	1,171	186	55	1,412	98.3	88.8	97.3	91.6	90.2	96.3
7月	372	56	428	47	19	494	95.4	98.2	95.7	71.2	90.5	92.5
8月	317	52	369	65	18	452	94.3	106.1	95.8	82.3	94.7	93.6
9月	336	56	392	73	19	484	100.3	119.1	102.6	86.9	79.2	98.8
7~9月	1,025	164	1,189	185	56	1,430	96.5	107.2	97.9	80.8	87.5	94.8
3年 度上期	2,093	267	2,360	371	111	2,842	97.4	99.3	97.6	85.9	89.5	95.6
10月	383	48	431	68	22	521	93.9	77.4	91.7	84.0	88.0	90.5
11月	415	48	463	61	25	549	100.7	114.3	102.0	73.5	108.7	98.0
12月	411	53	464	82	22	568	92.8	89.8	92.4	87.2	104.8	92.1
10~12月	1,209	149	1,358	211	69	1,638	95.7	91.4	95.2	81.8	100.0	93.4
4. 1月	223	54	277	70	19	366	101.8	100.0	101.5	83.3	95.0	97.1
2月	315	52	367	72	22	461	106.1	94.5	104.3	101.4	100.0	103.6

- [注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 4年2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。

主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況

(単位：1,000kl, %)

原油名	アラビアンヘビー		イラニアンヘビー		クウェート		カフジ		小計		総輸入量		
年度	項目	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比	数量	構成比
54年		9,946	3.5	15,015	5.4	25,640	9.1	12,597	4.5	63,198	22.5	280,486	100.0
55年		16,393	6.4	6,865	2.7	7,954	3.1	9,294	3.6	40,506	15.8	256,833	100.0
56年		16,131	7.0	4,764	2.1	9,060	3.9	6,035	2.6	35,990	15.6	230,239	100.0
57年		16,429	7.7	8,259	3.8	3,115	1.4	7,893	3.7	35,696	16.6	214,685	100.0
58年		15,061	10.3	13,238	9.0	3,375	2.3	9,892	6.8	41,566	28.4	146,543	100.0
59年		11,761	7.8	8,866	5.2	2,728	1.8	10,210	6.8	32,465	21.6	150,606	100.0
60年		10,454	5.3	6,273	3.1	2,578	1.3	9,698	4.9	29,003	14.6	198,330	100.0
61年		7,174	3.7	7,506	3.9	5,979	3.1	8,482	4.4	29,141	15.0	194,515	100.0
62年		12,925	7.0	7,789	4.2	10,311	5.6	6,267	3.4	37,293	20.1	185,364	100.0
63年		9,130	4.7	6,095	3.1	8,124	4.2	6,374	3.3	29,723	15.3	193,850	100.0
元年		4,500	2.1	8,991	4.3	9,671	4.6	8,910	4.2	32,072	15.3	209,700	100.0
2年		6,378	2.8	8,921	3.9	7,492	3.3	7,386	3.2	30,177	13.2	228,760	100.0
3年		11,219	4.6	8,548	3.5	796	0.3	3,839	1.6	24,402	10.1	242,697	100.0
54年度		11,256	4.1	17,929	6.5	21,491	7.8	11,070	4.0	61,746	22.3	277,143	100.0
55年度		16,250	6.5	2,865	1.1	8,865	3.5	8,449	3.4	36,404	14.6	249,200	100.0
56年度		17,571	7.6	7,329	3.2	7,451	3.2	5,685	2.5	38,036	16.5	230,231	100.0
57年度		14,888	7.2	8,849	4.3	1,865	0.9	8,126	3.9	33,728	16.3	207,395	100.0
58年度		15,071	7.1	13,057	6.1	3,498	1.6	11,378	5.3	43,004	20.2	212,844	100.0
59年度		13,447	6.3	6,422	3.0	5,130	2.4	10,385	4.9	35,384	16.6	212,911	100.0
60年度		6,790	3.4	6,232	3.2	3,330	1.7	8,409	4.3	24,761	12.6	197,261	100.0
61年度		6,422	3.4	7,636	4.1	5,990	3.2	8,952	4.8	29,000	15.5	187,516	100.0
62年度		13,793	7.3	7,311	3.9	11,758	6.3	4,577	2.4	37,439	19.9	187,886	100.0
63年度		7,619	3.8	6,406	3.2	7,126	3.6	8,259	4.1	29,410	14.7	199,756	100.0
元年度		4,736	2.2	9,143	4.3	10,318	4.9	7,966	3.8	32,163	15.3	210,900	100.0
2年度		8,209	3.4	9,787	4.1	4,522	1.9	6,417	2.7	28,935	12.1	238,480	100.0
3年度		10,877	4.6	8,756	3.7	2,095	0.9	5,033	2.1	26,761	11.2	238,646	100.0
3年1月		607	2.8	608	2.8	—	0.0	501	2.3	1,716	7.9	21,697	100.0
2月		479	2.5	681	3.5	—	0.0	156	0.8	1,316	6.8	19,366	100.0
3月		1,600	5.8	1,482	5.4	—	0.0	—	0.0	3,082	11.2	27,495	100.0
1~3月		2,686	3.9	2,771	4.0	—	0.0	657	1.0	6,114	8.9	68,558	100.0
4月		1,408	9.4	397	2.7	—	0.0	—	0.0	1,805	12.1	14,943	100.0
5月		2,105	11.0	651	3.4	—	0.0	—	0.0	2,756	14.5	19,071	100.0
6月		1,587	9.1	500	2.9	—	0.0	—	0.0	2,087	12.0	17,418	100.0
4~6月		5,100	9.9	1,548	3.0	—	0.0	—	0.0	6,648	12.9	51,432	100.0
7月		952	5.0	833	4.4	—	0.0	122	0.6	1,907	10.1	18,903	100.0
8月		233	1.1	620	3.0	—	0.0	583	2.9	1,436	7.0	20,381	100.0
9月		753	3.9	531	2.8	—	0.0	412	2.1	1,696	8.8	19,187	100.0
7~9月		1,938	3.3	1,984	3.4	—	0.0	1,117	1.9	5,039	8.6	58,471	100.0
10月		558	2.6	878	4.1	157	0.7	564	2.7	2,157	10.2	21,209	100.0
11月		327	1.7	548	2.8	112	0.6	1,052	5.4	2,039	10.5	19,469	100.0
12月		609	2.6	818	3.5	527	2.2	451	1.9	2,405	10.2	23,557	100.0
10~12月		1,494	2.3	2,244	3.5	796	1.2	2,067	3.2	6,601	10.3	64,235	100.0
4年1月		829	3.8	1,082	5.0	384	1.8	370	1.7	2,665	12.3	21,669	100.0
2月		539	2.6	866	4.2	451	2.2	1,020	4.9	2,876	13.9	20,705	100.0
3月		975	4.4	1,032	4.7	464	2.1	461	2.1	2,932	13.2	22,133	100.0
1~3月		2,343	3.6	2,980	4.6	1,299	2.0	1,851	2.9	8,473	13.1	64,507	100.0

〔注〕(1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 4年3月確報。

(2) 構成比は全輸入量に対する 100分比である。

(3) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

社団法人 日本アスファルト協会会員

(五十音順)

社 名	住 所	電 話
[メーカー]		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03(3213)3134
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03(3585)9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03(5276)9556
キグナス石油株式会社	(104) 中央区京橋2-9-2	03(3535)7811
キグナス石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044(288)8445
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03(3502)3651
共同石油株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03(3224)6298
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3270)0841
興亜石油株式会社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03(3241)8631
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03(3798)3121
三共油化工業株式会社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03(3284)1911
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03(3503)4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593(45)2111
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03(3215)3081
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区西新橋2-8-6	03(3595)8410
東燃株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03(3286)5111
東北石油株式会社	(985) 仙台市港5-1-1	022(363)1111
日本鉱業株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03(3505)8530
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03(3580)3571
富士石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03(3211)6531
三菱石油株式会社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03(3595)7413
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3244)4691
[ディーラー]		
● 北海道		
コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011(281)3906
鳶井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011(518)2771
株式会社 トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(281)2361
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011(241)1561
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(231)2895
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011(231)7587
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011(231)4501
株式会社 口一ド資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011(281)3976

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185(23) 3293共
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022(264) 6111日
コスモアスファルト(仙台支店)	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022(266) 1101コスモ
正興産業株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-5	022(263) 5951三
竹中産業株式会社	(950) 新潟市東大通1-4-2	025(246) 2770昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町1-1-10	022(262) 7561共
常盤商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区錦町1-10-11	022(224) 1151三
中西瀬青株式会社	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022(223) 4866日
株式会社 南部商会仙台出張所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022(223) 1011日
ミヤセキ株式会社	(980) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022(257) 1231三
菱油販売株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-1	022(225) 1491三
● 関 東		
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03(3669) 7878コスモ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03(3553) 3001昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03(3497) 6660九
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂2-17-22	03(3584) 8555共
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03(3269) 7541コスモ
エムシーアスファルト株式会社	(105) 港区海岸1-11-1	03(5404) 4637三
株式会社 木 煙 商 会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03(3552) 3191共
共立石油株式会社	(101) 千代田区神田西福田町3	03(3256) 6355共
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(3551) 8011コスモ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03(3363) 8231出
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03(3551) 7131コスモ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03(3254) 9291昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町2-5	03(3294) 3961昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03(3578) 9521出
株式会社 ケイエム商運	(103) 中央区八重洲1-8-5	03(3245) 1631三
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03(3251) 0185昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿2-6-5	03(3356) 8061モービル
株式会社 ト 一 ア ス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03(3342) 6391共
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03(3496) 8691富士興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門1-13-4	03(3591) 3401富士興
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋1-5-12	03(3274) 2751三
東新瀬青株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03(3273) 3551日
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(3552) 8151コスモ
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下3-29-11	03(3968) 3101三共油化
中西瀬青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03(3272) 3471日
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03(3213) 5871日
日石丸紅株式会社	(104) 中央区築地5-4-14	03(3541) 4015日
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03(3915) 7151昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区新川2-3-11	03(3551) 6101昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛎殻町1-17-2	03(3661) 4951モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03(3580) 5211富士興

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋4-26-5	03(3432)2891コスモ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03(3274)2061共石
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03(3478)3501富士興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03(3293)4111モービル
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03(3293)7111極東石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東糸屋町30	03(3256)3441昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田と泉町1-13-1	03(5687)1281三石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03(3345)8205三石
瀧青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03(3271)7691出光
● 中部		
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052(851)1111コスモ
株式会社澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052(361)7151コスモ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市糸屋町11-12	0542(55)2588昭和シェル
三徳商事株式会社名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052(452)2781昭和シェル
株式会社三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052(231)7721コスモ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543(66)1195モービル
新東亜交易株式会社名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052(561)3514富士興
竹中産業株式会社福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766(22)1565昭和シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776(35)1721昭和シェル
株式会社トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052(581)3585共石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764(29)2298昭和シェル
中西瀧青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052(211)5011日石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762(21)6121三石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766(22)2860昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776(20)3134モービル
● 近畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06(374)2271モービル
飯野産業株式会社神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078(333)2810共石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06(372)0031出光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06(364)7212コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862(33)1500共石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06(538)2731コスモ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822(44)6262コスモ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06(394)1551昭和シェル
昭和瀧青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792(77)5001共石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862(41)3691三石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06(303)5510昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078(322)3301三石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864(73)0350富士興
千代田瀧青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06(358)5531三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792(85)2551共石
中西瀧青株式会社大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06(316)0312日石
平井商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06(252)5856富士興
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06(441)5195富士興

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
富士商株式会社	(756) 小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3210 昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 昭和シェル
株式会社松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608 昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073 コスモ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555 共石
株式会社菱芳礦産	(671-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344 共石
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851 共石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111 共石
大分九石販売株式会社	(870) 大分市中央町1-1-3	0975 (34) 0468 九石
株式会社カンド	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111 昭和シェル
株式会社九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868 三石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7436 コスモ
サンヨウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615 富士興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131 富士興
株式会社トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1645 共石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881 日石
株式会社南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838 日石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001 三石
畑砂油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625 コスモ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255 昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561 昭和シェル

編集顧問

多田 宏行
藤井 治芳
松野 三朗

編集委員

委員長：河野 宏	副委員長：真柴 和昌
秋葉國造	菅野善朗
阿部忠行	栗谷川裕造
荒井孝雄	小島逸平
安崎 裕	児玉充生
飯島 尚	白神健児
	鶴窪廣洋
	野村敏明
	姫野賢治

アスファルト 第172号

平成4年7月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

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

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-5563-0123(代)

Vol.35 No. 172 JULY 1992

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

ASPHALT