

招 待 論 文

アスファルト舗装施工法の変遷

ALTERATION ON CONSTRUCTION OF ASPHALT PAVEMENT

昆布谷竹郎*

By Takero KOBUYA

1. ま え が き

戦後40年間におけるアスファルト舗装施工法の変遷は、職人的技能者による作業から、未熟者による機械化作業への過程をたどっており、これは事業量増大に対する大型化・分業化・省力化、熟練技能者不足に対する標準化・単純化という対応の帰結であった。そしてこれを可能にしたものは、先進国よりの工法技術の導入と、大小機械の導入であったし、そのわが国的理解と創造的模倣とであった。今後われわれもまた、工法を開発し機械を開発し、新しい施工法によって新しい時代に参加してゆかねばならない。本稿では、この40年を振り返り、事項に応じての考察を加えた。

2. 路床準備工

昭和前期までのアスファルト舗装は、在来砂利道を路盤として築造するものが主であり、アスファルトを結合材とする層をアスファルト舗装とよんでいた。したがって、路盤支持力が重視され、砂利層の厚さや載荷板による路盤係数 K 値が、設計上の要点となっていた。昭和25年版アスファルト舗装要綱で、アスファルト舗装とは表層・基層・路盤からなることを明らかにしているが、現在のような路床概念の移入は、長期通行がなく安定化してない、新開地の砂利道が対象となる昭和24年頃からである。その後しだいに道路新設に伴う路床築造も増え、昭和42年版アスファルト舗装要綱では、路床は舗装の下の厚さ約1mの土の部分と、規定されてい

る。

路床盛土の施工法は、昭和35年からの名神高速道路工事において、短期急速施工に薄層締固め方式を採用して以来、基本的にはこの20年ほとんど変わっていない。

アスファルト舗装施工前の路床準備としては、締固めには鉄輪ローラ、タイヤローラなどを用い、所定の縦横断形状にするにはモータグレーダ、小型ブルドーザまたは人力などを用いる。部分的な締固め度不足箇所や不良箇所は、ブルーフローリングによって確かめ、締固め作業の続行や土質の入換えを行うこととなる。

(1) 軟弱路床土の処理

軟弱路床土の対策としては、路床土の良質土との置換、川砂・山砂などによる遮断層の設置、ステージコンストラクションなどがあるが、特殊なものとしては、サンドイッチ工法がある。軟弱路床土の押えとしてベニヤ板や鋼板を用いるものもあるが、昭和39年に烏山バイパスに実施されたものは、貧配合セメントコンクリートまたはセメント安定処理を拘束層としたものであり、本工法は昭和42年版よりアスファルト舗装要綱に取り上げられている。

軟弱路床の上記のような処置では、路床土の掘削、残土の運搬、新規材料の搬入などが必要となる。工事の簡素化と費用の低減とを考慮し、昭和50年頃より軟弱路床土の路上混合安定処理が行われるようになった。土の安定処理工法は、後述のように路盤材を対象に行われていたが、路床土の処理にあたっては、より経済的な工法として利用できることが確かめられた。

通常、深さ60cm程度までの軟弱土を、石灰やセメントまたはセメント系安定処理材によって改良するもので、これまでの路盤安定処理工法が深さ20~30cmま

* 工博 前・日本舗道(株)取締役

(〒178 練馬区南大泉 3-18-10)

Keywords: pavement, review, bituminous mix, equipment

で、比較的浅い層の土の改良であるのに比べれば、より深い安定処理となっている。使用するロードスタビライザは、一般にクローラ走行であり、湿地用ブルドーザの走行可能な程度までの軟弱土が対象土となる。土と安定処理材との混合には、タインロータを使用している。安定処理材を軟弱土上に所定量散布するが、袋詰め処理材の場合は、所定面積ごとに1袋ずつ置いてから開封して敷きならし、ローリ運搬の処理材の場合は、所定面積ごとに所定枠で所定量受け入れて敷きならす。この上をスタビライザが走行しながら混合し、所定の養生後にタイヤローラで仮転圧し、ついでモータグレーダで整形し、タイヤローラで本転圧して仕上げる。

(2) 凍上抑制層

昭和28年の札幌千歳間道路の工事では、凍上対策として、舗装面から80cm以下の部分を、非凍上性材料によって置換するか盛土するかした。この根拠は、この地方の凍結深さ90~100cmの80%を狙ったもので、土質や地下水などの条件によって、70cmまで減じたり、100cm以上に増した箇所もあったといわれる。北海道開発局では、昭和26~28年度に砂利道の凍上実態調査を行っており、凍結深さの80%を凍上を起こしにくい材料で置換することにより、凍上量は元の全凍上量の約1.2%に低下する、という結論を得ている。

アスファルト舗装要綱は、舗装厚設計にあたり昭和36年版以来、凍結融解を受ける寒冷地方での凍上に対処し、凍上抑制層を考慮に入れている。

3. 路 盤 工

路盤工の変遷は、碎石を用いる各種のマカダム工法から、良好な連続粒度の砂利・砂混合物や碎石・砂混合物を用いる粒度調整工法へ、マカダム工法から浸透式マカダム工法へ、粒度調整工法からセメントや石灰による安定処理工法へ、浸透式マカダムまたは粒度調整工法からアスファルト安定処理工法へ、となっている。現在、路盤工に使用される機械は、安定処理などの混合用に、ソイルプラント、アスファルトプラント、モータグレーダ、ロードスタビライザなどがあり、敷きならしと仕上げ用にはベースペーパー、アスファルトフィニッシャー、モータグレーダ、ブルドーザなどが、締固め用には鉄輪ローラ、振動ローラ、タイヤローラ、振動コンパクタ、タンバなどがある。

(1) マカダム工法

昭和20年代後半に至るまで、旧砂利道を路盤とするものが多く、一般的に砂利層ないし碎石層の厚さが15~20cmあれば、単に整形・転圧のみで十分な路盤と考えられたが、厚さ不十分とか、支持力不十分とかの場合には、マカダム工法によって補強された。そして昭和

30年頃から昭和35年頃にかけては、下層路盤に切込砂利層があり、上層路盤には主としてマカダム工法が用いられた。しかし、交通車両の重量化、路床概念の普及、施工の機械化に伴い、この構造はしだいに使用されにくくなり、昭和40年頃からは軽交通路以外には用いられなくなった。

単粒度マカダム。仕上り厚とほぼ等しい単粒径の主骨材を、人力またはモータグレーダで一粒径並び程度に敷く。10トン以上のマカダムローラで十分に転圧する。仕上り面の不陸は主骨材で修正するのが原則である。

水締めマカダム。主骨材を転圧した後に、目つぶし骨材を転圧主骨材面の間隙にほうきで掃き込む。ローラの鉄輪に注水しながら転圧し、目つぶし骨材の一部がスラリーとなって主骨材間隙を充填し、骨材が動かなくなるまで転圧し続ける。一般的な注水量は7~10 l/m²という。

砂詰めマカダム。目つぶし骨材として山砂または川砂を用いる水締めである。転圧し過ぎると、目つぶし骨材が主骨材の下に回り落ち着かなくなる。注水量は少ない。

くさび石マカダム。主骨材を転圧した後に、くさび骨材を転圧主骨材面の間隙にほうきで掃き込む。十分転圧した後、さらに目つぶし骨材を薄くほうきで掃き込み、転圧して仕上げる。仕上げ面は主骨材の頭がみえる程度である。

(2) 浸透式マカダム工法

この工法は、アスファルトを結合材として用いるくさび石マカダム工法であり、ストレートアスファルト、アスファルト乳剤、カットバックアスファルトなどを散布浸透させるもので、アスファルトプラントなどの設備を必要とせず、工事規模が小さければ経済的工法であった。昭和20年代後半から昭和30年代中期にかけて多くみられたが、アスファルトプラントの増加とともにしだいに用いられなくなった。

施工は、主骨材を敷きならし十分転圧する。アスファルト材料を散布し、ただちにくさび骨材を散き十分転圧する。その上にまた、アスファルト材料を散布し、ただちに目つぶし骨材を散き十分転圧して仕上げる。

(3) 粒度調整工法

昭和20年代の砂利道の補修では、スカリファイヤで路面を緩めてから新材料を加え、グレーダ整形し鉄輪ローラ転圧していた。昭和30年代に入ると、路盤材としての良質化のため、良好な粒度になるように数種の骨材を、路上混合またはプラント混合するようになり、昭和35年前後より、マカダム工法に代わって粒度調整工法が盛んに用いられるようになった。初期の頃は、粒度調整した砂利、砂および細粒土の混合物も使用されたが、昭和40年代に入ると、上層路盤用としては、碎石、スラグ、砂、スクリーニングスなどを材料とするもののみ

となった。そして下層路盤に切込砕石、上層路盤に粒度調整工法と変わってきた。

マカダム工法は、検査用試験の適切なものもなく、職人作業であるうえに施工速度も遅いのと比べて、粒度調整工法は、機械化施工が可能であり、能率も上がるし検査もできる待望の工法として登場した。

昭和30年代の混合は路上混合が多かったが、昭和40年代には中央プラント混合が主となった。施工法を簡単に記せば次のようである。

モータグレーダ。仕上り厚さ10cm以下となる材料を、下から荒い順に配合量に応じ水平に広げる。モータグレーダでこれを路盤幅の半分に片寄せ、これをさらに反対側より切り返す。この作業を数回繰り返したら一様に敷きならす。

横軸式ロードスタビライザ。上記のように広げた材料を、進行方向に直角なロータ回転によって、ロータ軸につけられたタインで混合する。

中央プラント。パッチミキサ付プラント、連続ミキサ付プラントなどを用い、材料を配合量に応じ、ベルトコンベヤ、バケットエレベータなどで、ミキサに送り込み混合する。

敷きならしは人力、モータグレーダ、アグリゲートスプレッダなどに行い、ローラで軽く転圧した後に再び整形する。その後十分に転圧する。

(4) セメント安定処理工法、石灰安定処理工法

昭和32年に、輸入の縦軸式ロードスタビライザを用いて、国道4号幸手バイパスの上層路盤にセメント安定処理が施工された。その後続々と大型工事が行われるようになり、ロードスタビライザの普及とともに、セメント安定処理工法は全国的規模に広がっていった。普及始めの昭和34年頃は、処理対象は切込砂利であったが、骨材事情の変化により、砕石やスラグなどもよく使用されるようになり、昭和40年代には、粒度調整工法に向かない地方材料を活用のため、山砂または山砂利も利用されはじめた。

混合方法は、始めのうちは路上混合式が多かったが、わが国の現場環境、混合性能などから判断して、ほとんどの工事で中央プラント混合を採用するようになった。中央プラントは、粒度調整プラントに安定処理材や水などの添加装置を付属させたものであり、骨材はベルトコンベヤまたはエプロンフィーダ、レシプロフィーダ、スクリュフィーダなどで計量して、セメントや石灰などと、1軸または2軸のバグミル型ミキサで混合する。なお、大容量のプラントとして、ロータリードラムによる混合方式のものがある。

混合物はダンプトラックで現場に運搬され、ブルドーザ、モータグレーダ、アグリゲートスプレッダ、ベース

ペーパーなどで敷きならされ、鉄輪ローラや振動ローラにタイヤローラを併用して転圧される。養生にはアスファルト乳剤散布を行っているが、交通開放時期について養生必要説と養生不要説とがある。

セメント安定処理の上層路盤をもつアスファルト舗装は、昭和38年頃よりひびわれの発生が目立ち始め、供用5年で施工実績の75%にも増えた。そして昭和42年版アスファルト舗装要綱では、セメント安定処理は、舗装表面から10cm以上深い位置にあることが必要となった。このことは、セメント安定処理上層路盤について、設計上の経済的有利性を低下させた。

(5) アスファルト安定処理工法

昭和30年代ロードスタビライザによる路上混合の盛んに行われた時代に、アスファルト乳剤を結合材とする路上混合式工法が行われている。しかし昭和40年代に入りアスファルトプラントが各地に設置されるに及んで、中央プラント混合式が変わっていった。加熱アスファルト混合物に近いアスファルト安定処理は、昭和35年頃より始まっていたが、昭和37年に着工した名四国道のアスファルト工事には、ストレートアスファルトを用いた加熱混合式アスファルト安定処理工法が採用された。同じ頃北海道においても、従来の浸透式アスファルトマカダムに代わって、切込砂利を用いた加熱アスファルト安定処理工法が用いられている。

昭和42年版アスファルト舗装要綱に、歴青安定処理工法として取り上げられ、上層路盤用安定処理工法として、ひびわれ発生のおそれのあるセメント安定処理に代わって、全国的に急速に広がっていった。これには、当時の石油事情から多量のアスファルト生産が予期されたこと、路上混合式や常温プラント混合式に比べて信頼できる製品だったこと、なども理由として挙げられよう。

加熱アスファルト安定処理の施工は、後述する基層・表層とほとんど変わらないが、舗設厚さが8~20cmと厚く、一層仕上り厚さは通常は10cm以下なので、それ以上のときには2層式の施工となる。昭和45年頃に、一層仕上げの敷きならし厚さの厚いシクリフト工法が試みられ、また、モータグレーダやスプレッダによる敷きならしも行われたが、舗設後の冷却時間が長くなること、平坦性を確保しにくいことなどから、その後はほとんど試みられていない。

4. 基層・表層工

昭和20年代には、舗装の安定性を粗骨材のかみ合い構造に求め、米国型を英国型に修正する傾向の舗装として、浸透式アスファルトマカダム、大粒徑粗骨材を多くした修正トベカやアスファルトコンクリートが施工された。

表—1 混合物種類・工法種類の変遷

昭和25年	昭和36年	昭和42年	昭和50年	昭和53年
アスファルトコンクリート基層 アスファルトコンクリート中間層 アスファルトコンクリート表層	粗粒度アスコン 密粒度アスコン	粗粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (13)	粗粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (13)	粗粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (20) 密粒度アスコン (13)
	修正トベカ	修正トベカ (13)	細粒度アスコン (13) 密粒度ギャップアスコン(13)	細粒度アスコン (13) 密粒度ギャップアスコン (13)
		耐摩耗トベカ	密粒度アスコン(13F) 細粒度アスコン(13F) 密粒度ギャップアスコン(13F) 細粒度ギャップアスコン(20F) 細粒度ギャップアスコン(13F)	密粒度アスコン (13F) 細粒度アスコン (13F) 密粒度ギャップアスコン (13F)
トベカ シートアスファルト	トベカ シートアスファルト	トベカ アスファルトモルタル	トベカ アスファルトモルタル	
	ワービット工法 (すべり止め工法) グースアスファルト工法	開粒度アスコン (13) シリカサンドアスファルト グースアスファルト	開粒度アスコン (13) シリカサンドアスファルト グースアスファルト	開粒度アスコン (13) グースアスファルト舗装 ロードアスファルト舗装 フォームドアスファルト工法
浸透式工法 常温混合式工法 路上混合式工法 マカダミックス工法 サンドアスファルト アスファルトマスチック ロックアスファルト舗装	浸透式工法 常温混合式工法 路上混合式工法 アスファルトマカダミックス工法 サンドアスファルト工法 マスチックアスファルト工法 ロックアスファルト工法 オイルサンド工法	浸透式工法 アスファルトマカダミックス工法	浸透式工法 アスファルトマカダミックス工法	
		半たわみ性舗装 耐油性舗装 着色舗装	半たわみ性舗装 耐油性舗装 着色舗装	半剛性舗装 耐油性舗装 着色舗装 明色舗装 透水性舗装

昭和25年、米国アスファルト協会のアスファルトハンドブックを原典として、アスファルト舗装要綱が出版された。これには各種工種がほとんど網羅されており、当時のわが国にはなじみ薄いもの、国情に沿わないものもあった。その後、改訂ごとに工種工法に変遷があるので、これを表—1に示した。

次に、各変遷の事情を略述する。

(1) 昭和53年版に消えているもの

a) ロックアスファルト工法・オイルサンド工法

戦後の資材欠乏の時代に、新潟県や山形県に産出したロックアスファルトやオイルサンドを、少量のカットバックアスファルトや重質油などとともに、アスファルトマカダミックス混合物用細骨材、カーベットコート用細骨材などとして利用した工法であったので、石油アスファルトの供給が増すにつれ消えていった。代用資材工法である。

b) サンドアスファルト

粒度が厳格な標準より外れた地方産の砂を利用して、細粒度のアスファルト安定処理である。よりよいものへの指向が強かったため、ほとんど利用されなかった。

c) アスファルトマスチック

これに碎石を加えれば流し込み混合物となるが、技術的な関心もなく、軟質なアスファルトマスチックの道路への利用は見出されぬままに、消えていった。

d) アスファルトマカダミックス工法

アスファルトコンクリートとアスファルトマカダムの特長を取り入れた工法である。粗骨材にアスファルトを介して細骨材・フィラーをまぶしたものを、粗骨材の粒径に応じた主混合物、目つぶし混合物、表面目つぶし混合物の順に、くさび石マカダムのように施工する。わが国の開発工法として要綱に残された期間は長い、昭和22～24年にカットバックアスファルトMC-3の利用

工法として、昭和27～29年に旧セメントコンクリート舗装のオーバーレイ工法として用いられた。機械化施工に向かないこと、厚さや密度の測定など抜取り検査ができないことなど、展開できない基本的問題もあり、ほとんど利用されなかった。

e) シートアスファルト

粒度を吟味した細骨材、比較的多いアスファルト量など、高価な舗装であるが、トラック交通に対しすべり抵抗性に劣り、歩道など小規模地域に用いられたのみである。昭和39年頃から導入されたカーベット工法に駆逐された。アメリカのディックシール、フランスのタピサブル、デンマークのシンカーベットなどが、接着性を改良した軟質アスファルトを用いて、昭和45年頃までは維持修繕に盛んに用いられた。

f) シリカサンドアスファルト工法

アスファルト舗装の実施が多くなるに伴い、昭和35年頃より路面のすべりが問題化してきた。この工法は、舗装路面の抵抗性を増すための、1.0～2.5cmという薄層処理である。昭和45年頃までは、路面へのアスファルトの滲出によるすべりが多かったこともあり、そのすべり対策として利用された。しかし、舗装は本来すべり抵抗性のあること、特別にすべり抵抗性が必要なら開粒度アスコンで対処できること、などから利用されなくなった。

g) ワービット・アスファルトモルタル・耐摩耗トベカ・トベカ

ワービットは、安定度および密度の高い粗粒式アスファルトコンクリートを下部に、防水性および耐久性に富んだアスファルトモルタルを薄く上部に敷き、一体転圧した表層である。寒冷による舗装のぜい弱化、凍結融解による破壊作用、タイヤチェーンによる摩耗などを軽減する有効な工法であると、戦前からいわれてきた。

昭和28年施工の札幌千歳間道路は、施工後間もなく冬期にタイヤチェーンにより摩耗し、以後北海道開発局によりタイヤチェーン摩耗対策の研究が進められ、昭和33年頃には耐摩耗アスファルトモルタルの規定が作られた。これはワービット上部混合物に類するが、一体転圧ではなく薄層として施工するものである。

ワービットも昭和37年頃までは施工されたが、一般には施工容易なアスファルトモルタルが広く用いられた。しかし、アスファルトモルタルは、夏季高温時の安定性が、交通量の増加と車両の大型化に対し不十分となり、昭和39年頃より耐摩耗トベカが使用されるようになって、昭和50年頃にはほとんど用いられなくなっている。

トベカは、耐荷性がアスファルトコンクリートより劣るため、歩道や広場などの外は、寒冷地の耐摩耗舗装に

用途の多かったこともあり、フィラー量を増すことによって耐摩耗トベカ、あるいは細粒度アスコン13Fと姿を変えていった。

h) 浸透式工法

路盤の項でも述べたが、さらに詳しく特性を挙げると、加熱浸透式は、寒冷期の施工や湿潤骨材での施工では、アスファルトの骨材への接着に劣り、早期破壊の原因となるので、できるだけ気候のよい時期に施工する必要があった。また加熱混合物と比べると、アスファルト被覆が十分でなく、空隙も多くて水密性でないので、施工後しばらくは手当を必要とした。なお、マカダムでは、出来高検査や品質検査に加熱混合物のような手法を取れないことが、最も基本的問題であり、しだいに使用されなくなった。

アスファルト乳剤による常温浸透式についても、上記と同様の道をたどったが、簡易舗装およびその類似工法については、現在も加熱混合物の供給困難なところで実施されている。

浸透式工法に用いる機械について、一言触れておくと、アスファルト散布機は戦前は手動ポンプ式スプレヤだったが、昭和25年頃になるとエンジンスプレヤが現われ、昭和31年にはアスファルトディストリビュータが輸入され、これをモデルに、昭和32年に国産小型ディストリビュータが製作開始された。また昭和35年に輸入された自走式碎石散布機をモデルに、昭和37年に大型の国産チップススプレッドが開発されている。

i) 路上混合式工法

骨材と液体アスファルトとを現地盤上で、モータグレーダやロードスタビライザなどで混合する工法であり、在来の砂利道や碎石道を利用して基層や表層も造ることができる。わが国ではアスファルト乳剤を用い、昭和30年代から40年代にかけて、横軸式ロードスタビライザによる試験施工、ミックスペーパーのような簡易フィニッシャの使用も行われた。

しかし、路上混合は、狭い国土での道路では交通に障害を来すおそれが多く、また精度に細心な日本人的感觉に合致しない、という環境にあつて、ほとんど展開はみられなかった。ただし現在でも、加熱混合物の得にくいところでは採用されており、現場混合の困難な場合には、離れた広場を使用した路上混合も行われている。

j) 常温混合式工法

骨材と液体アスファルトとを常温あるいは100℃以下で練った混合物を舗設するものである。多雨多湿というわが国では、溶剤の揮発や水分の蒸発に時間のかかり過ぎることが、不具合を生ずる原因となっている。通常は加熱混合物と比較される時、その作業性などの利点よりも、力学性などの弱点が強調され、加熱混合物の供

給困難な地域でしか採用されていない。

カットバックアスファルトを用いるものは、ほとんど採用されていない。しかし昭和40年代になり、混合物が貯蔵型補修材料として利用され、今日に続いている。アスファルト乳剤を用いるものは、施工時の気象によって結果に大きい差を生ずることもあるが、セメント等との併用によるなどの方法も採用され、現在は、アスファルト乳剤生産量の10%程度は、常温混合物の製造に用いられている。

(2) 昭和53年版に挙げられた特殊工法

a) グースアスファルト

鋼床版橋面舗装を対象とし、昭和32年より施工されていたが、昭和37年に首都高速道路工事に採用され、クッカやフィニッシャなどを輸入して、本格的規模で施工された。その後、橋面舗装のほか、山岳部や寒冷地の道路舗装にも、少ないながら採用されてきた。

施工法は、混合物の高温時の流動性を利用して流し込み、フィニッシャやこてで平らに敷きならす。

b) ホットロールアスファルト

昭和47年に立山の山岳道路に施工されたが、すべり抵抗性や耐摩耗性に優れており、続いて各地に一時的に広がった。しかし、現在はほとんど採用されていない。

施工法は、アスファルト・石粉・砂と比較的単粒度の大き粒径石との混合物を敷きならし、その上からアスファルト被覆の単粒度碎石を圧入する。

c) フォームドアスファルト工法

昭和23年頃にミキサに発泡性粉末を加えて、泡状アスファルトによる混合物製造が行われ、アスファルト量節約工法ともいわれたが、必要アスファルト量は必要であり、この工法は消えてしまった。

現在の工法は、昭和36年にプラント付属品として、フォームドアスファルト発生装置が輸入され、昭和38年に国道4号上野豊住町地区で試験施工された。その後は、石粉を多く配合するような特殊な混合物の製造に、少ないながら使用されてきた。

施工法は、加熱アスファルト混合物の製造にあたって、加熱アスファルトを泡状にしてミキサ中に噴射して混合する。

d) 半剛性舗装

昭和29年フランスで開発されたサルビアシム工法は、昭和36年末にわが国に導入された。昭和50年代中期より急速に多くの類似工法が開発され、実施に移されている。この舗装は、舗装の耐油性、耐熱性、耐流動性が優れており、さらに明色性、着色可能性もあるので、多目的用途に利用されている。本来、たわみ性舗装の路盤追従性を利用し、剛性表面にひびわれを生ぜず、路盤変形に舗装を落ち着かせてゆく特性から、始めは半たわみ

性舗装とよんだ。セメントミルクが全浸透されるようになり、昭和53年版は、半剛性舗装と呼び名を変えている。

施工法は、転圧した開粒度アスコンの上に、セメントミルクを散布し、振動ローラなどによって浸透させる。

(3) 加熱混合式工法

a) アスファルト混合物の種類

昭和25年版での単純な分類が、昭和53年版ではきめ細かな分類となっている。混合物の特性を識別させるために、多くの種類に分けたことは、工法の大衆化という意味での技術の進歩と認められよう。

積雪地域用のF粒度とは、0.074mmふるい通過分が多く、2.5mmふるい通過分も多い（密粒ギャップアスコンは除く）骨材粒度で、配合アスファルト量も多めである。わが国の冬期交通では、タイヤチェーンやスパイクタイヤが使用されているが、この粒度は路面のすりへりに対して抵抗性がよい、という特徴があるといわれる。

ギャップアスコンは、2.5mmふるい通過0.6mmふるい止まりの部分の少ない骨材粒度である。わが国の細骨材事情から荒目の粒度が不足し、中目の粒度の使用を余儀なくされたことも要因の1つであるが、ギャップアスコンでは、密粒度のものはすべり抵抗性がよく、細粒度のものはすりへり抵抗性がよい、という特徴があるといわれる。

混合物種の推移は、すべり抵抗性、耐流動性、耐摩耗性、耐亀裂性の向上を求めることが根底にあり、施工実績によるものである。しかし一般的混合物では対処できずに、特殊対策を必要とすることもあるため、昭和53年版には次の事項が挙げられている。

すべり止め対策として、骨材として硬質骨材の使用を考慮すること、樹脂系材料により路面に特殊処理を施すこと。耐流動対策として、歴青材として改質アスファルトの使用を考慮すること、0.074mmふるい通過分のうちプラント回収ダスト分は30%を超えないこと。耐摩耗対策として、改質アスファルトの使用や硬質骨材の使用を考慮すること、グースアスファルト混合物やロールドアスファルト混合物も用いられること。

b) 各種混合物の位置づけ

アスファルト混合物の輪ばれ、ひびわれ、すりへり、すべり、騒音などについては、ただちには解決されない課題を含むものではあるが、従来の特殊工法と称して世に出て来たもののほとんどは、以前にあった工法のリバイバル工法でもあり、開発の参考に各種混合物の位置づけを行い、図-1、図-2に示した。

図-1はアスファルト舗装要綱記載の混合物種を主とし、それらの相互関係を示したものである。各混合物種の骨材粒度の変化や工法の相違が、どのように特性を変えているのか理解されよう。

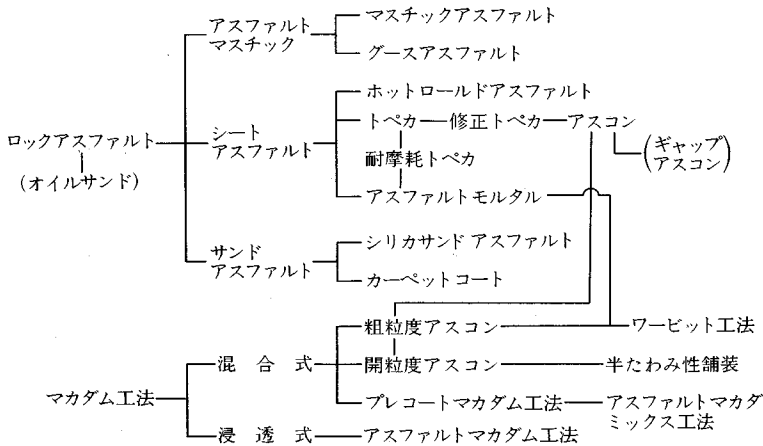


図-1 各種工法の関係

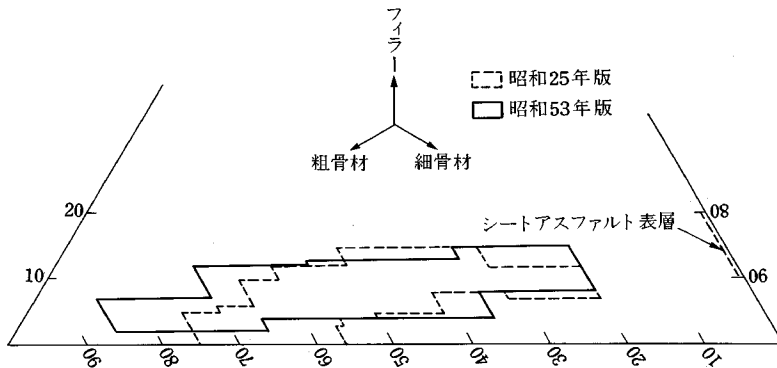


図-2 各種加熱混合物の範囲

図-2は加熱混合物の骨材粒度を、粗骨材(～2.5 mm)、細骨材(2.5～0.074 mm)、フィラー(0.074 mm～)に3分した三角座標表示である。アスファルト舗装要綱で標準配合となっていないものは、図中の囲み枠の外にある。

なお、図-1、図-2を理解するにあたって、粗骨材の粒径が重要な因子となるが、これは施工法に関係している。一例を述べると、昭和25年版の表層の最大粒径は20 mm程度、基層の最大粒径は40 mm程度が、昭和53年版では表層13 mm、基層20 mmとなっている。これは昭和53年版ではシールコートは必要としていないことにもよるが、高速交通に対し路面骨材の最大粒径は、13 mm程度が好ましいとする考え方、路面の平坦性確保に数層重ねの施工で、一層仕上り厚さからみた最大粒径は、13 mm程度となるという考え方によるものである。

5. 舗装用機械

(1) アスファルトプラント

昭和20年代には戦前よりの5～25 t/hのプラントを

用いて、アスファルト混合物の製造が行われた(もちろん小型工事では、鉄板乾燥・釜練りであった)。昭和27年施工の那須道路舗装工事、昭和28年施工の札幌千歳間道路舗装工事など当事の大型工事では、10～25 t/hのプラントを数台稼働させる方法がとられた。これらのプラントは、バケットコンベヤ式コールドエレベータ、高圧蒸気または圧縮空気を使用の重油バーナをもつ掻きあげ羽根付き円筒回転体ドライヤ、バケットコンベヤ式ホットエレベータ、トロンメル型骨材ふるい分け装置、手動式開口をもつ骨材ホットピン、桿秤式骨材累加計量箱、手動式開口をもつバグミル型ミキサ、(石粉エレベータと)石粉計量箱、(熔融アスファルト送管と)アスファルト計量箱から構成されている。

昭和30年代に入ると、大型工事を対象として、アスファルトフィニッシュ敷きならし作業に対応して、プラント混合物の均等性と製造能力との向上を必要とし、

昭和31年には40 t/hの連続式プラントが輸入され、昭和32年には30 t/hのバッチ式プラントが国産された。そして昭和34年に60 t/hのバッチ式全自動アスファルトプラントが輸入されたが、このプラントは、i) コールドホッパおよびフィーダの採用による所要各骨材の供給、ii) 振動ふるいによるホットピン粒度の安定、iii) 骨材およびアスファルトの自動計量による誤差の減少、iv) ドライヤバーナ改良による骨材加熱温度の十分な調整、v) アスファルト用ストレージタンク装備によるアスファルトのローリ輸送、vi) ホットオイルヒータによるアスファルトの自動温度調節、vii) 石粉サイロとフィーダの装備による石粉のバラ輸送などと、格段の進歩があり、ほぼ現在のプラントの形態をとるものであった。さらに昭和36年に100 t/hプラント、昭和42年に120 t/hプラントの輸入、昭和43年には15～120 t/hプラントは全自動化が進み、昭和48年に240 t/hプラントが輸入されている。

一方、昭和30年代には主要国道・県道などで舗装工事が行われ、仮設アスファルトプラントが使用されていたが、舗装工事の著しい増加に伴い、昭和42～43年頃

より定置式プラントが各地に設置されるようになった。そして、昭和45年以降には、プラントの発生する公害に対しても留意されるようになり、低騒音バーナの装備、湿式ダストコレクタに代わるバグフィルタの採用、ドライヤ燃料のA重油への切换え、合材サイロの開発などと、公害防止対策が実施されている。

(2) アスファルトフィニッシャー

昭和28年に札幌千歳間道路舗装工事では、アスファルトスプレッドが使用されたが、同年輸入のフィニッシャーは舗設幅3~4.2mのもので、国道41号犬山市内の舗装工事に使用された。その構造は、フローティングスクリーンが採用されていて、パーフィード、スクリュースプレッド、タンパ、敷きならし厚調整装置、クローラ式走行装置などが装備されており、現在のものと基本的形式はほぼ同様といえる。

昭和31年に敷きならし幅1.8~2.4m級の小型国産機の製作が開始され、昭和36年には国情に見合ったものとして、敷きならし幅2.4~3.6mでクローラ式やタイヤ式のもの製作されたが、さらに大型工事用として、昭和38年には舗設幅3~5m級の大型機が国産された。同年スクリーン自動調整装置が輸入され、ガイドラインに従って舗装仕上げ高さを自動制御し、フィニッシャーの自動運転が行われるようになったが、同時に電磁クラッチを用いたパーフィードの自動運転も導入され、スクリーンへの供給混合物量を一定に保つようになった。また昭和43年には、国産の舗設幅2.5~5m級のもので、オートマチックコントローラやジョイントマッチャーにより、敷きならし厚自動制御が行われるようになった。

昭和40年代に入って、タンパ式とバイブレータ式とのスクリーンが比較され、昭和42年にはタンパとバイブレータとを組み合わせたスクリーンユニットが試用され、初期締固め度の向上をみている。

舗装幅が広いと縦ジョイントがコールドジョイントとなるので、ホットジョイントとするため、数台のフィニッシャーの雁行運転をする。これを1台で処理するため、昭和46年以降に舗設幅8.5~12m級の大型フィニッシャーが輸入され、高速道路の舗装に対処している。

一方、農道、市町村道の舗装工事も増加していて、昭和47年頃より小型フィニッシャーの改良が行われ、昭和54年には、敷きならし幅を自在に自動的に変え得る伸縮式スクリーンが、中型機用として開発され、道路幅に関係なく全幅を機械施工できるようになりつつある。

(3) ロ ー ラ

a) 鉄輪ローラ

昭和20年代には6~8tタンデムローラ、6~10tマカダムローラが無差別に使用されていたが、昭和30年代前半には6~12tマカダムローラが通常のものとなり、

仕上げ転圧にタンデムローラを使用する以外は、マカダムローラを使用するのが普通となった。さらに、昭和50年代には碎石路盤から舗装の仕上げ転圧まで、10tマカダムローラで一貫して作業している。

一方大型工事では、舗装の平坦性を高めるための仕上げ転圧専用として、昭和33年に3軸タンデムローラを製作していた。これは昭和36年頃から昭和50年頃にかけて、高速道路工事の舗装仕上げ転圧に使用された。

なお、昭和39年には全輪駆動の8tタンデムローラが製作されている。

b) タイヤローラ

昭和32年に10t自走式タイヤローラの試作が行われている。昭和33年に25tタイヤローラが輸入され、国産大型タイヤローラの先駆けとなった。その後国産機の改良が行われ、最大重量15tのものが完成した。昭和35年に名神高速道路山科舗装工において、タイヤローラによる舗装の締固めが本格的に行われ、最大重量25~30tの大型タイヤローラによる路盤の締固め、複輪荷重8t以上で接地圧7kg/cm²以上のタイヤローラによるプルーフローリング、アスファルト表層工の2次転圧へのタイヤローラの使用等々について、その有効性が確かめられた。

昭和30年代後半にはタイヤローラ台数は急増しており、アスファルト混合物の締固めには、10tマカダムローラと15tタイヤローラの併用が普通となった。また昭和40年代中期には、8tタイヤローラ、鉄輪・タイヤの9tコンパインドローラが開発され、小規模工事の締固めに用いられている。

c) 振動ローラ

昭和24年にランマが国産され、昭和29年にソイルコンパクタ、昭和31年に振動ローラが輸入され、昭和31年にソイルコンパクタ、昭和32年に振動ローラの国産機が完成している。なお現在は4~8t級タンデム型が多い。

大型振動ローラについては、昭和46年に10~15t級が輸入され、同型機は昭和48年に国産化された。

一方小規模工事では、昭和30年代後半にハンドガイド振動ローラ、振動コンパクタが急増し、昭和45年前後より現道舗装工事の増加に伴い、狭幅道路に適した3~4tの振動ローラが開発された。

6. あとがき

碎石道の築造に関して、久野はその著書⁹⁾において、テルフォードとマカダムとを比較し、「Telfordは、構造物はあとから修繕しなくてもよいように造るのが原則だ、の考え方を道路へまで持込んだ。Macadamは、路面はたえず修繕できるという性質を、体得していた。」

と述べ、思想の相違による築造法の相違を説明している。

わが国の舗装は、舗装技術の普及化を基本に、ノウハウのない誰にでもできる舗装に向かって進んできており、機械化作業のできやすい施工法、また、品質・出来形の検査しやすい施工法が期待されている。この流れに沿えば、将来の舗装は、セメント安定処理路盤に改質アスファルト混合物表層という、コンポジット舗装となり、施工機械がそれ自身で自動的に品質管理しながら、舗設が進んでゆく機械化施工となるであろう。

しかし、アスファルト舗装の歴史を省みれば、現代的施工方法の原型は、第2次世界大戦までにはほぼできあがっており、戦後はその標準化・能率化の方向で発展し、概略的には一応の完成をみている。そして第一次石油ショックを契機に、舗装は維持・修繕・再生の時代に入っている。

したがって、舗装は以前のように路床を基面として造るものではなく、在来舗装を利用して造るものとなり、在来舗装を基盤として把握することが必要となる。それについては、路床を基面とするか路盤を基面とするか、各構成層の合成としての診断か路面からの全体的診断か、によって設計は異なってくる。また、力学的に良好な舗装を得るためには、層的に様な材料とその十分な

締固めとが、必須な施工条件である。層的一様性については、骨材を単粒度にするか連続粒度にするか、層構造の層の接続は単なる界面なのか移行層なのか、によって施工法は異なってくる。そして十分な締固めについては、空隙を残す組成か残さぬ組成か、粗骨材骨格構造を作るのか骨材粒子を安定位置に落ち着かせるのか、によって敷きならし締固めの方法は異なってくる。

経済を離れた技術はないが、思想を離れて技術はなく、道路技術者のアスファルト舗装に対する基本的イメージが、今後の施工法を展開してゆくことになろう。

参 考 文 献

- 1) 日本土木史 (昭和16年~昭和40年), 土木学会, 昭和48年.
- 2) 日本道路史, 日本道路協会, 昭和52年.
- 3) 日本建設機械要覧, 日本建設機械化協会, 1986年版, 1977年版, 1968年版.
- 4) 北海道舗装史, 下, 北海道土木技術会舗装研究委員会, 昭和61年.
- 5) 日本舗道50年史, 日本舗道(株), 昭和60年.
- 6) 久野重一郎: 道路舗装法, 下巻, 養賢堂, 昭和24年.
- 7) アスファルト舗装要綱, 日本道路協会, 昭和25年版, 昭和36年版, 昭和42年版, 昭和50年版, 昭和53年版.
(1987.6.29・受付)