

特 殊 舗 装

文献調査委員会

1. ま え が き

産業機構は技術革新の波にのって、ますます複雑化し同時に大型化しているが、このことはまた経済機構の基幹の一つである輸送形態をも変革させ、消費形態の機動化による道路交通の需要を急速なピッチで高めている。

しかも道路に対する要求はただ安全に走れるという条件から、高速交通を必須のものとし、さらには道路網に左右された交通流の停滞が社会的な混乱をも起す原因になるところから、道路建設中における交通流の制約をも厳しく許さないほどになっている。

このことから市町村道、県道、国道以外に自動車専用道路、高速道路を生み、線形的にも、構造的にも、また施工技術上でもこれらの需要に対処する変革が行なわれてきている。

特に構造的にはアスファルト系舗装が全舗装の9割以上を占めるに至っており、複雑化する道路環境条件、交通条件などや舗装工事に対する社会的制約の優先により、今後この傾向は増大することだろう。さらにはこれらの条件に高い適応性をもった舗装材料や形式が開発されようとしている。

この舗装の歴青化の傾向は世界各国でも同様で、材料における特殊化、機能における性能の向上などについて、各国の研究所、大学などで研究が進められている。

わが国では従来砂利道が主であり、主要国道の二、三、大都市周辺の国道、地方道の若干、都市の主要街路をのぞけば高級舗装されているものは皆無であったといえてよく、仮に舗装されている道路があっても現在の見方をすればその多くは防塵処理的な簡易舗装であった(交通量が少ないので十分だった)。このことは戦前における道路網が軍事用道路としての意味が大きかったことを示している。

現在では自動車による輸送、交通の重要性が認められ道路需要が増し、その結果輸送コストの引下げが経済機構において重要な位置を占めるに至っており、道路投資が公共投資(一部民間投資)の対象となりうる直接の原因となった。

このことは欧米先進諸国においてはすでに自動車産業の発達とあいまって数十年前に認識されていた事実である。しかるにわが国においてはごく最近のことに過ぎ

ず、現在道路整備長期計画の実施により道路網の整備とともに舗装の整備が急速なピッチで進んでいる。

その設計施工の技術的裏付けともなるべき技術的基準についてもまだアメリカ、ドイツなどの技術に学ぶ所が多いが、わが国ではコンクリート舗装要綱が昭和31年に(昭和38年に改訂)、アスファルト舗装要綱が昭和34年にそれぞれでき上っている。現在これにしたがってわが国の舗装は作られているが、これとても十分なものでなく多分に疑問点を有している。例えば構造設計上の舗装総厚の決定法では各地点での路床土のCBR値と交通量との関係から設計曲線がえられているが、これらには路床土のうち特に軟弱な土(CBR<2%)の場合は与えられていないし、また通過自動車の重量による設計はなされていない。これらの問題は非常に重要であり、現在各国の関係者が研究を進めている最大関心事の一つである。1962年に発表されたAASHOの道路試験報告(土木学会誌47巻10号文献抄録紹介)にしても、この問題に関する6年間にわたる大規模な実験である。この点については別の機会をもつとして、ここでとりあげた特殊舗装とは構造設計上の問題というよりはむしろ機能上、材料上において現在開発中もしくは開発された新しい舗装について解説を試みるものである。

もちろんその中には当然構造的な問題をふくむものもあるが(例えばローコスト道路、簡易舗装など)、これの構造上の問題は別として機能上の点から見ることにする。

舗装がコンクリート系舗装とアスファルト系舗装(その他の化学系舗装などをふくめる)とに大別されていることはご承知のとおりで、ここでもこの分類にしたがって考えることにする。

コンクリート舗装では温度差により収縮クラック(収縮目地はこれを防ぐために設けたもの)や荷重そのものによる引張応力によって生ずるクラックなどが問題となっており、これらを防ぐために各種の目地を縦・横に設けているがこれが一つの弱点ともなっていることは事実で、このクラックがコンクリート舗装設計上の問題点となっている。この点を少しでも解決しようとして考え出されたのがプレストレスを舗装版に入れた工法(プレストレストコンクリート舗装)であり、収縮クラックの幅を小さく数多く分散させるために鉄筋を連続的に入れた

工法（連続鉄筋コンクリート舗装）である。

この他にも例えば目地そのものの形式を変えた工法や目地部分にグラスファイバーを入れたりする工法なども考えられているが、ここではまだ試験段階の域を出ないので取上げない。またコンクリート版に鉄網や鉄筋を入れる工法はいまでは普通の工法となっている。

一方アスファルト舗装では、表層に用いるアスファルト混合物の感温性の不適合や、骨材とアスファルトとの付着性の弱さ、混合物自体のたわみ性（曲げ）の不足、耐マモウ、耐すべり性の不足などから、しばしば道路表面に波を打ったような流動現象を生じたり、クラックが生じたり、雨水などにより骨材がハク離したり、表面がすぐにスリへったり、また表面が例えば鏡面のごとくなりすべり易く（特に降雨時）なったりすることがある。

これらは配合設計によって一応ある程度満足されているが、もっと積極的に改善しようとして材料的にゴム混入アスファルト、グースアスファルトなどを、機能的にすべり止め舗装などを用いるようになった。

また舗装面をアスファルト特有の黒い色から美しい色にしたカラー舗装や、橋梁の橋床版などに軽量でかつ薄い層厚であることを特徴として用いようとする薄層舗装（材料的にはエポキシ、ポリエステル、ラテックスセメントなどをふくむ）、経済的であり実際と対応したローコスト舗装や、交通量からみて重要度の低い道路に採用する簡易舗装であるとか、いろいろな形式、種類の舗装工法が工夫され、改良され、あるいは開発されようとしている。

なお本文には特殊舗装としても比較的一般化されているもののみを取上げたつもりであるが、説明の不十分さなどについては前もってお許しを乞うておく。

2. アスファルト系特殊舗装

(1) 機能上からの特殊舗装

1) ローコスト舗装道路

これは交通量も多くなくまた交通重量もそれほど大きくない道路であって将来いつかは高級舗装を必要とする道路に用いる舗装の経済上の工法からみた総称である。

イスタンブールでの第10回国際会議の結論として、このローコスト道路は Stage Construction による道路で作られたものという考え方が打ち出され、現在ではいくつかが従来からの簡易舗装的な見方もあるが、これらを別として一応 Stage Construction による舗装工法を用いるものと一般に考えられている。

この工法は簡易舗装といわれる工法と同一形式のものが多いが、いずれにしても建設するだけではだめで、十分かつ適切な維持を必須のものとし、将来は高級舗装の一部分を形成することになる。

砂利道、安定処理道、アスファルト滲透式工法、アスファルト常温混合式工法、アスファルトマカダム、アスファルト加熱混合式工法（3~4cm厚）などをふくんでいる。

2) 簡易舗装

ここでいう簡易舗装は昭和39年3月日本道路協会から出された簡易舗装要綱に定義された舗装形式で、一般的には1)のローコスト道路と表裏一体をなすものともいえる（厳密にいうと異なる）。

これは定義上は通常表層および路盤から構成され、表層の厚さが一般に3~4cm程度の舗装をいう。交通量の点でいえば約1000台/日以下程度のもので地方道が対象となる。いわゆる従来から簡便的に用いられてきた砂利道の路面を整形して歴青材料を散布、浸透させた防塵処理や表面処理などをふくんだ表層厚2.5cmのいわゆる防塵処理とは区別している。したがって施工後、交通条件が予想外に厳しくならない限り、たえず維持修繕を行なうことにより相当の耐用年数（5~10年）が期待できるものである。

路盤工法としては粒度調整工法、マカダム工法、アスファルトおよびセメント安定処理工法のいずれかを用いる。表層工法としては滲透式工法、常温混合式工法、加熱混合式工法のいずれかが用いられる。この場合表層アスファルト材料としては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、舗装ターールなどを用いる。

諸外国においてもこれと類似の方法で道路を築造している所は多く、例えば英国ではターール舗装が非常に広く用いられている。またインドなどでも水締めマカダムの上に滲透式工法による表面処理を行なっている。

3) 薄層舗装

通常の表層混合物の厚さが最低3~5cmあるのに対して表層混合物の厚さが1cm程度の舗装のことを薄層舗装という。これはもともと橋面舗装のように舗装の重量が問題になる場合にこれをできるだけ軽量化することを直接の目的として開発されてきたものである。

わが国でも現在問題になっている本州四国連絡架橋のごとく長大橋梁の場合は舗装の軽量化は経済性からいって重要なものとなっている。

厚さ10m/m程度といっても従来的高级舗装と同様の寿命をもち、耐すべり性、耐マモウ性も良いものであることと同時に当初の施工性や維持修繕も容易であることが合せて要求されている。

アメリカではカリフォルニアの州道路局が1947年に初めてアスファルトラテックス乳剤を用い、骨材は10mmのふるった骨材を用いて平均厚10m/mの薄層舗装を木橋床版に試験舗装した。

また 1952 年の HRB の会議で飛行場の滑走路舗装の改良の必要が叫ばれ、シェル研究所がエポキシ アスファルトを開発した。また 1960 年にはプレワートン橋でグラスファイバー入りアスファルトの薄層舗装が行なわれている。

このようにして薄層舗装材料としては従来のストレートアスファルト混合物とは異なり、ゴム入りアスファルト、ラテックスセメント、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、カラーファルトなどの着色舗装材、グラスファイバー入りアスファルトなどいまままでと全く異なった目新しい化学系の新材料が使われようとしている。

わが国においても一部人道橋、歩道などの舗装にはすでに経験もあり、またゴム入りアスファルトの舗装については一部の橋面舗装に使用された例も見ている。

現在、前に述べた本州四国連絡架橋に関連して薄層舗装約 15 種類について、建設省土木研究所が国道 6 号線で試験舗装を実施し交通に開放中である。

いずれにしてもこれら化学系の材料はアスファルトに比べ非常に高価なもので、その比率は仮に 1cm 厚として 2~10 倍位の値を示している。したがって経済性からの検討を十分に行なう必要がある。またこの高価になる原因の一つとして使用する骨材が耐マモウ性、耐すべり性を重視することから、特殊な骨材、例えばシリカサンドやエメリーなどを使用する点が考えられる。

4) ワービット舗装

この舗装は寒冷地方などのごとく、例えばタイヤチェーンによる損害に抵抗する舗装であって、わが国では北海道、東北地方、北陸地方などに主に用いられている。ワービットとはワーレナイト・ピチュリシック舗装の略称で 1900 年頃に Warren Brothers 会社がえた特許工法である。

わが国ではこの工法をさらに改良して二重式アスコンなどと呼ぶ工法をも作り出している。これらはいずれにしても二層からなる一種のアスファルトコンクリートであって、安定度および密度の高い粗粒度アスファルトコンクリートを下部に用い、上部には特に防水性、耐久性に富んだアスファルトモルタルを薄く敷きならし、同時に転圧して一体の表層としたもので両者の利点を有機的に発揮しようとする工法である。

わが国には大正 12 年に入ってきたもので寒冷による舗装のゼイ弱体化、凍結融解による破壊的影響およびタイヤチェーンを使用した場合の表層の磨損などを軽減するのに有効な工法の一つである。

5) カラー舗装

アスファルト舗装の色が暗いという点を改良しようとして骨材に白色骨材を使用したり（シノパールはこの方法の一つ）、アスファルト混合物の表層表面にアルミニ

ウムなどの白銀色の金属粒子を散布し、光の乱反射で白っぽく見せようとするなどいろいろな試みがなされているが、アスファルトバインダーそのものを種々のカラーにしようとする研究も広く行なわれてきた。

1949 年オランダにおいて初めて白色アスファルトに成功したが、その厚さは表層として 15~20mm であり、中間層として普通のアスファルト舗装を設けた。これはカラーバインダーがストレートアスファルトに比べ価格的に数倍から十倍近くの高価であるという経済的理由によるものである。

さて、現在わが国で生産、使用、紹介されている着色舗装は数多くあり、道路舗装、道路標識（境界線など）、ブロック、縁石などに利用されている。

着色アスファルトによる舗装は 1951 年モナコで国道 7 号線に舗装された。アメリカでも 1955 年頃から開発されシカゴ、カリフォルニア、イリノイなど各州において二、三のハイウェイに厚さ 13mm 程度で舗装された。

わが国において知られている着色アスファルトとしてはラビット（ドイツで開発、道路標識用）、ワイトン（アメリカで開発、舗装および標識用）、ミラドンまたはバドン（アメリカで開発、舗装および標識用）、カラーファルト（日本で開発、舗装および標識用）、ラブコーア（アメリカで開発、舗装および標識用）、ペーブライト（アメリカで開発、舗装および標識用）、カラーファルト（アメリカで開発、舗装および標識用）がある。

これらはいずれも特定会社の製品であり製法、組成は明らかでないが合成樹脂系統のものであるといわれている。

針入度、軟化点、伸度、粘性などはそれぞれ異なるが、一般舗装用ストレートアスファルトと同程度のものである。規格はまだなくそれぞれの会社の規格によっている。取り扱い上は引火点が低いから過熱をさげなければならず、施工上も機械器具はきれいなものを使用しないとしない。

いずれにしても現在では経済的に相当高価な舗装といえる。現在わが国では試験的に用いている段階で、経済的にも 3) で述べた薄層舗装用として利用していくことができるだろう。

以上のものはまた乳化化して用いる場合もある。ここに配合の一例を示す。

カラーファルト乳剤 (日)	ワイトン (米)
カラーファルト乳剤 14.4%	ワイトン 5.5~5.8%
細骨材 50.4%	顔料 1.3~2%
粗骨材 33.5%	細骨材 60%
フィルター 1.7%	粗骨材 30~35%
	フィルター 5~7%

なおこの他にアスファルトコンクリートにセメントを主剤とした溶液を注入してできるサルビアシム工法も

表面が多少白くなることから着色舗装の一種と考えられないこともない。詳細は後にゆずる。

6) すべり止め舗装

すべり止め舗装とは舗装表面に表面処理層としてすべりにくい材料からなる薄層を設けたり、表層自体をすべりにくい混合物にするために特別な配合設計を行ったりする舗装のことである。欧米でも古くから高速自動車道のすべり止め工法として、グラニューラーミクスチャーが施工されており、混合物自体としては対マモウ性の大きい骨材を使用し、粒度としては粗粒式、密粒式のものでゴムアスファルトまたはストレートアスファルトを用いるがグースアスファルトなどの形で用いている。

わが国ですべり止め工法として取り入れられた最初は、アメリカのワーレン会社の特許工法「ヒルミクスチャー」で、昭和の初期に舗設された。この工法はワービット舗装の上に表面処理層としてアスファルトにまぶした碎石(10~20mm)をはりつけたものであるが、一般的には利用されにくいままで現在に至った。

表面処理工法によるすべり止めとしてはストレートアスファルトなどのタックコートの上に骨材を散布する方式やゴムアスファルトによる方式、表層に2~3cm厚のシリカサンドアスファルト混合物やゴムアスファルト粗粒式混合物をすりつける方式、合成樹脂系のエポキシ樹脂、ポリエステル樹脂などとエメリー、シリカサンドとを混合または浸透させはりつける方式、などが考えられている。この他逆浸透式工法も用いられている。

現在では、特に勾配があったりまた局部的にすべり易い部分などの場合をのぞいてはこの表面処理工法よりも表層混合物自体をすべり止め舗装とする工法の方がより一般的となっている。

最近ではゴム混入アスファルトによる粗粒式、開粒式混合物が用いられる場合が多い。例えば箱根新道のゲート付近であるとか数多くみられる。

建設省が行なった全国的調査(50箇所)によればすべりマサツ係数はコンクリート舗装、アスファルト舗装ともほとんど変わらず、晴天時では0.7~0.8を中心としたポアソン分布をなし、雨天時では0.5~0.7を中心とした分布となっており、路面により最低0.4から最大0.9までの分布であった。

(2) 材料上からの特殊舗装

1) ゴム混入アスファルト舗装

アスファルト混合物の感温性を改良し、温度による影響を少なくし、また弾性を増加させ、たわみ性や耐久性、低温脆性などを改良する目的でゴム入りアスファルトが考えられた。

このゴムをアスファルトに入れる試みは古く、1844年に始められ、1898年にはDr. Carles de Cardemburge

によってフランスのカヌで舗装が行なわれた(これは30年間良好だったと記録されている)。イギリスでは1915年に研究および施工が行なわれ、1930年にはオランダで30箇所にも施工箇所がおよんだ。戦後アメリカでもこの工法に着目し、主として合成ゴムを対象に研究し1947年合成ゴムGR-S Type Vを作ることに成功した。一方フランスでは戦後は主としてラバーラテックスのアスファルト乳剤化に関して研究が行なわれた。

ゴムとしては粉末状ゴムとして天然ゴム、合成ゴム、再成ゴム、液状ゴムとしてラテックス、固形状ゴムとしてゴムマスターバッチなどがあるが、現在多く用いられているものは加熱アスファルトに対し溶解性のよいゴムマスターバッチ系統のものである。

ゴムの混合する量はおよそ3~7%程度といわれているが、種類によっても異なり確定的なことはいえていない。規格はまだ決っていないが、用途としては温度変化の激しい所での表層、老化現象の激しいところでの舗装、つまり寒冷地や坂路などに使用されるが接着剤としても用いられている。わが国の例としては北海道とか、近くは箱根新道がある。

いずれにしてもゴムは高価であり経済的価値の比較が同時に重要となってくる。また現在薄層舗装用としても試験中であるが(建設省土木研究所)、今後の一つの方向を示すものだろう。

現在わが国で用いられているものにポリペーブ、RAセメント、ガムファルトなどがある。

2) カラー舗装

1. で述べたので省略するが、今後いろいろな面に利用されることだろう。

3) グースアスファルト

グースアスファルトはドイツで始めて開発され、戦後アウトバーンに用いられるようになって急に注目された工法で、1920年ごろにすでに市街地舗装などに用いられだされた古い歴史を有しており、イギリスにおいてもマスタックアスファルトコンクリートとして知られていた。わが国においては1960年頃から鋼床舗装として初めて利用され、その後徐々に需要も増え、最近では東京の都市高速道路一号线の高架コンクリート床版の舗装に採用されている。

このグースアスファルトは一般のアスファルト混合物に比べて、フィラー量とアスファルト量が多く(フィラー量は20%以上が多く、アスファルト量は8%以上が多い)、200°C以上の高温で長時間(1~2時間)混練することにより流動性の強い混合物を作り流し込みにより舗設するものである。したがって混合物自体はほとんど空げき率0と考えてよいものになる点に特色がある。

用途としては一般の寒冷地などの舗装、橋面舗装など

の他に、矢張り薄層舗装としての可能性が考えられる。

4) フォームド アスファルト

アイオワ州立大学の L.H. Csaniyi 教授はアスファルト混合物の骨材として、現場にある材料を粒度調整せずそのまま基層用に、あるいは地方道の軽交通の道路の表層用として使用しようの工法を開発した。これはフォームド アスファルトとして知られているもので、アスファルトの中に気泡を混入させ、増量しワーカビリティを良くし、アスファルトの節約と工期の短縮を目的としたものである。さらに混合温度も 11°C と低くできる上に骨材が多少水をふくんでいても混合できる点が大い。

Csaniyi 法は、発泡は特殊ノズルによる飽和蒸気発泡であるが、この他にもわが国でマルト工法やクリート工法と呼ばれる発泡剤を使用した工法もある。しかしセドラビット プラントによる Csaniyi 法が一般的である。

アメリカではいくつかの州が要綱にとり入れており、カナダ、オーストラリア、アルゼンチンなどでもかなり使用されている。

わが国では二、三の試験的舗装を行なっているに過ぎず、今後の問題として残されている。

5) サルビアシム工法

このサルビアシム工法とは 1954 年にフランスにおいて考案された工法であって、表層混合物であるアスファルト コンクリート骨材の空げきにセメントを主成分とする特殊薬液をグラウトさせ（バイブレーションにより）、アスファルト 舗装のもつたわみ性を剛性に少し近づけた半剛性舗装である。

このセメントミルクにより耐水、耐油性、耐衝撃性などにも非常に強くなるばかりでなく、多少白色系統に近い色に表面がなり一種の着色舗装の働きもしている。

これは特許工法であり、わが国での例としては 1963 年に東伊豆有料道路に一部施工されている。この混合物でのアスファルト含有量は 4~6% である。またセメントミルクの配合は一例をあげるとセメント 36%、フライアッシュ 24%、水 36%、プロサルビア 4%となっている。このプロサルビアは国産品でなく高価であり経済的に高いのでこの点を考えて適合する場所を選ぶ必要がある。

6) ハク離防止剤入りアスファルト

アスファルトと骨材との付着力によってアスファルト混合物は粘弾性体としての働きをしているわけであるが雨水、温度変化、交通荷重、老化などによって骨材とアスファルト膜がハク離する傾向があり、これを防ぎハク離に対する抵抗性を増すものとして、骨材を処理して親油性にするか（ベノリシック工法はこの一例）、歴青材を処理して親水性の骨材との付着をよくするか、アスファルト混合物の組成を変えるかの方法が考えられる。ここにあげたハク離防止剤は上の二番目に当るもので、

アスファルトに少量（1%以下）の界面活性剤を混入して付着性を改良している。

このことは 1951 年ポルトガルのリスボンで開かれた第 9 回国際道路会議で確認され、主に多雨多湿の国においては最も重要な問題であると結論づけられている。

わが国ではダラコート (DR)、アドヘビア、デュオミン、ノーストリップ、レデイコート、タイホー、ビトランス、サンコートなどの名で知られているが、これらはほとんどがカチオン系界面活性剤である。

欧米諸国では 1946 年頃から用いられ、イギリス、スウェーデンなどで多量に用いられている。使用量は一般にアスファルト量に対し 1%以下である。

一般的規格はまだなく研究中の段階で、とくに高温時に不安定のものが多い。

7) タール舗装

タール舗装の歴史は古く、それ自体は良く知られていながらあまり用いられてこず、最近の簡易舗装の機運や舗装の機械化によりあらためて着目されてきた工法である。コールタールを初めて使用した国はイギリスで、1832 年にタールマカダム 道路ができています。その後イギリスでは盛んにタールが用いられ、今日では非常に大量のタール舗装を有している。一方わが国では大正 6~7 年頃台湾の台北市で道路に初めて使用した。戦前、戦中は軍事用として舗装にタールを使用することはできず、ごく最近になって東京、兵庫、岐阜、大阪が大量に使用するようになった。

舗装タールとして現在一般に用いられているのは加熱用と常温用 3 号である。簡易舗装としても、ローコスト道路としても今後大いに将来性が考えられる。

8) その他

(1) でも述べたが薄層舗装用材料としてエポキシ樹脂舗装（アクメックス、ゴーレックス、ガードコート 120 など）やラテックス セメント（ブリッジデッキングの商品名で着色舗装である）、ポリエステル樹脂、（ポリクリートの商品名）などアスファルトセメントを主剤とした舗装（商品名フリントコートなど）、グラスファイバー入りアスファルト舗装などがある。

なおこれらについても現在建設省土木研究所で国道 6 号線に試験舗装を行ない研究中である。

これらはいずれもまだ開発中のものであり、また経済的に相当高価なものばかりである点も今後大いに改良すべき点となるだろう。

(担当 藤井)

3. 連続鉄筋コンクリート舗装

連続鉄筋コンクリート舗装（以下連続舗装と略す）は主としてアメリカで行なわれており、コンクリート舗装版から一切の横目地をはぶき延長数百 m から数 km に

よぶものである。

普通のコンクリート舗装は乾燥収縮および温度降下による収縮ひびわれを制御するために横目地を設けている。連続舗装ではこのような横目地を設けず、舗装版の縦方向に比較的多量の鉄筋を使用し、コンクリートの収縮ひびわれを一定の個所に集中させず、広く分散して発生させ、個々のひびわれ幅をせまくしようとするものである。成功した連続舗装のひびわれはその間隔が最終的には 1.5~3.0m 程度に、ひびわれ幅は約 0.3mm 程度でこのようなひびわれは路盤を痛めるほど雨水を浸透させないし、またひびわれは鉄筋によって緊結され骨材のかみあわせも期待できるから輪荷重に対する抵抗も大きく舗装版の構造的な弱点にはならないと考えられている。

連続舗装の主な長所は目地がないので機械化施工の場合に能率が良いこと、自動車の走行時の乗心地が良いことなどである。欠点は鉄筋の使用量が多いので一般に工費が高いこと、失敗した場合にひびわれの補修が困難であることなどである。

最初に行なわれた連続舗装は 1921 年 Columbia Pike 試験舗装で延長 61m および 107m である。さらに本格的な試験舗装として 1938 年 Indianapolis の US 40 に最大延長 400m までの数種類の連続舗装が施工されている。最近の施工例によれば延長は一般に数 km におよんでいる。Texas 州では最大延長 18.5km の連続舗装が実施されている。わが国では 1963 年に国道 4 号線郡山において延長 500m 2 車線が施工されている。

連続舗装のひびわれは舗装版の縦方向に使用する鉄筋量に最も影響されるから鉄筋量の設計は経験的にコンクリート版横断面積の 0.5%~1.0% の間で決められている。理論式としてはつぎの Vetter の式が用いられている。

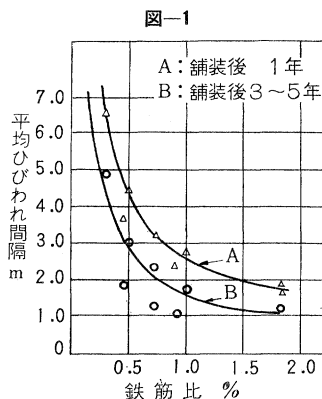
$$p = \frac{\sigma_c}{\sigma_s - n\sigma_c}$$

p : 鉄筋比, σ_c : コンクリートの引張強度, σ_s : 鉄筋の引張強度, n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数の比

B.F. McCullo-

gh と W.B. Ledbetter によればアメリカにおける連続舗装の鉄筋比と平均ひびわれ間隔の関係は図-1 のようである。

連続舗装の版厚の設計式の権威あるものはまだないようで多くの場合



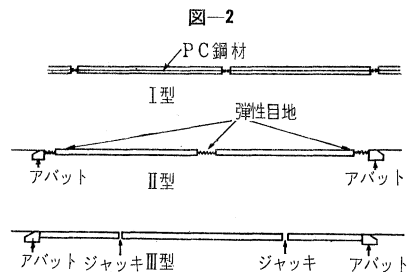
経験的にきめている。

4. プレストレスト コンクリート舗装

プレストレスト コンクリート舗装 (以下 PC 舗装と略す) はコンクリート舗装版にプレストレスを導入し、コンクリート舗装版に生じる引張応力の一部を打消すようにしたものである。

PC 舗装は薄いコンクリート版で高い強度を持つ特長があるが、現状では工費の高いこと、施工能率の悪いことなどの欠点があり試験段階のものである。

PC 舗装はプレストレスの導入工法により図-2 に示すような種類に大別される。



I型は鋼材を使用した可動式, II型はPC鋼材を使用しない可動式, III型は固定式である。I型はシーセをとおして配置したPC鋼材をコンクリート硬化後に緊張するもので、アバットを必要とせず比較的小規模の舗装に適している。II型はアバットを必要とし、弾性目地 (温度変化によるプレストレスの変動をできるだけ自動的に調節できる構造の目地) を用いている。プレストレスの導入はフラットジャッキまたはくさびなどを用いた作動目地で行なう。III型はII型の弾性目地を省略したものである。

最も古いPC舗装は 1946 年 Luzancy (フランス) の橋の取っけ道路に施工された I 型のものである。

1953 年 Bourg-Servas 飛行場舗装 (フランス) はフラットジャッキを用いた最初の PC 舗装で III 型のものである。

1953 年 Orly 飛行場誘導路の PC 舗装は Freyssinet 考案の弾性目地, 作動目地が用いられた II 型のものである。

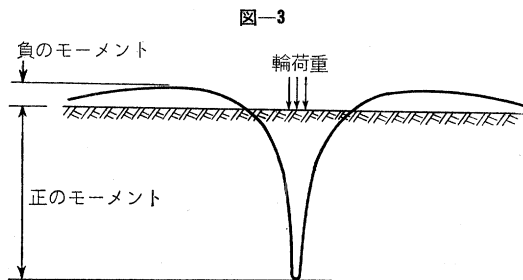
規模の大きい PC 舗装としては 1958 年の Melsbroek 飛行場 (ベルギー) 延長 3390m, 幅 45m, 厚さ 18cm がある。プレストレスは III 型の工法で最小時 10kg/cm² 導入した。

道路舗装ではパリ郊外の Fontenay-Trésigny 舗装がある。これは延長 2380m で全体を 4 工区に分けそれぞれの担当の業者が各自のアイディアでプレストレスを導入したものである。採用された工法は II 型のもが多い。

わが国では 1958 年に大阪市に延長 40 m および 600 m の P C 舗装が施工された。また 1963 年に名神高速道路多賀サービスエリアに延長 20 m の P C 舗装が施工された。これらはいずれも I 型のものである。

P C 舗装の理論的な設計方法は現在ではまだないようである。P C 舗装は輪荷重によって舗装版底面にひびわれが発生しても、このひびわれは舗装表面までのびにくく荷重支持能力を容易に失なわないといわれている。たとえば 1954 年 Orly 飛行場試験舗装では、P C 舗装版が破壊するまでに Westergaard の中央部応力公式で求められる許容荷重の約 15 倍の荷重を支持した。一方わが国では 1962 年に土木研究所において P C の試験が行なわれたが、これによれば Westergaard 縁部応力公式の約 1.7 倍の荷重を支持した。

Netter, Levi などは P C 舗装の載荷機構をつぎのように説明している。舗装版に荷重を載荷したときのモーメント分布は 図-3 のようであり、荷重を増加し舗装版底面にひびわれが発生すると正の抵抗モーメントは減少するが、一方負の抵抗モーメントは増加して舗装版の抵抗モーメントは全体として増加する。したがって P C 舗装は負のモーメントによる破壊に安全なように設計すべきことを提案している。



イギリス道路研究所では温度応力を補償するに必要なプレストレス以外に $7\sim 14 \text{ kg/cm}^2$ のプレストレスを導入すべきことを提案している。過去の P C 舗装の施工例によればプレストレス量はコンクリート版厚 15 cm に対して $15\sim 20 \text{ kg/cm}^2$ が多い。(担当 福田)

参 考 文 献

- 1) 板倉忠三：欧米の道路舗装と瀝青の研究，道路建設，昭 34.6
- 2) 藤井真透：アスファルト舗装の発達過程とクリート舗装への発展，道路
- 3) 有山勇次郎：アメリカの道路舗装について，道路建設，昭 35.9
- 4) 第9回国際道路会議結論(1)，道路，昭 30.1
- 5) 岸文雄：新しい舗装工法および材料について，道路，昭 37.2
- 6) 森豊吉：ECAFE の「低コストと道路と土壌安定法に関するセミナー」道路，昭 33.5
- 7) 川野博司：我が国における Low Cost Pavement について，

- 道路建設，昭 31.4
- 8) S.R. Mehra：インドにおけるローコスト道路の歴史，道路建設，昭 32.8
- 9) 武田 宏：簡易舗装と Stage Construction との関連，道路建設，昭 31.12
- 10) 日本道路協会：簡易舗装要綱
- 11) 米谷栄二：橋面の薄層舗装について，道路建設，昭 31.1
- 12) 藤井治芳：薄層舗装試験舗装報告，土木技術資料(未刊)
- 13) Goldberger, H.W.：“Cornestive Measures Employing Epoxy Resins on Concrete Bridge Decks”，HRB Proc. (1961)
- 14) Evans, C.C., Lettier, J.A. and Nelson, R.C.：“Epoxy Resin Asphaltic Concrete”，AAPT Proc., 29,275 (1960)
- 15) Wittenwyler, C.V.：“A Progress Report on Epoxy Road Surfacing” Highway Research Abstracts, Vol. 32, No. 7 (1962)
- 16) “Quarterly Report on Current Prices-Synthetic Resin and Plastics” Chemical and Engineering News May7, (1962)
- 17) Schmidt, R.J., Percival, D.F. and Hein：“Pavement Overlays Using Polyester Resin and Asphalt Laminates” HRB Bull, 300, 32~43 (1961)
- 18) Raymond, S., Blanchard, Northern Fibre-Deck Association：“History and Application of Glass Fiber Reinforced Resin Weering Surface” HRB Record No. 14 Concrete Bridge Decks and Pavement Surfaces 8 Reports
- 19) Santucci, L.E., California Research Corporations Richmond：“Polyester Overlays for Portland Cement Concrete Surfaces”，HRB, Record No. 14
- 20) Latex Modified Portland Cement Morter Renews Bridge Decks”，Engineering News Record, 167：27~28 Sept 7 (1961)
- 21) Nagin, H.S., Nock, T.G. and Wittenwyler, C.V.：“The Development of Resinous Skid-Resistant Surfaces for Highways” HRB Bull, 184, 10~16 (1958)
- 22) Greemer, W.M. and Brown, R.E.：“Application of a New Nonskid Surface Treatment on Connecticut State Highways” HRB Bull, 184, 10~16 (1958)
- 23) Simpson, W.C., Sommer, H.J., Griffin, R.L. and Miles, T.K.：“Epoxy Asphalt Concrete for Airfield Pavements” Jour, Air Transport Div., Proc. ASCE, 86：57~71 May (1960)
- 24) 谷藤正三：道路舗装施工法，山海堂
- 25) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱
- 26) 竹下春見：欧米のアスファルト利用をながめるの記，道路，昭 37.12
- 27) 藤井治芳：舗装用瀝青材料総論(下)，建設，昭 38.9
- 28) 日産化学：アスファルト舗装材料
- 29) 伊木 茂，高橋一男：アスファルトのすべり止めについて，道路，昭 33.9
- 30) 井手義雄：アスファルト舗装坂路の滑り止め工法について，道路建設，昭 29.2
- 31) 松野三朗：舗装の滑りについて，工学研究
- 32) Nagin, H.S., Herr, D.S. and T.G. Nock and J.L. Keevan：“Development of Techniques for Applying Resinous Skid-Resistant Surfaces to Highways” HRB, Bull. 188 6~10 Jan (1958)
- 33) Simpson, W.C., Griffin, R.L. Sommer H.J. and T.K. Miles：“Design and Construction of Epoxy Asphalt Concrete Pavements” HRB, Bull. 270 11~15 Jan (1960)
- 34) Thompson, P.D.：“The Use of Rubber in Road

- Materials" Civil Engineering & Public Works Review, Sept (1962)
- 35) Benson, J.R.: "New Concepts for Rubberized Asphalt" Roads and Streets, Apr. (1955)
- 36) 日本道路協会: 第5回道路会議論文集
- 37) 日本道路協会: 第6回道路会議論文集
- 38) 日本道路協会: 第7回道路会議論文集
- 39) 板倉忠三, 菅原照雄: ゴム混入アスファルト舗装について, 道路建設, 昭 31.5
- 40) 板倉忠三: アメリカスアスファルト舗装研究における一, 二の動き, 道路建設, 昭 32.1
- 41) 鈴木秀輔: グース アスファルトによる 市川橋橋面舗装について, 道路建設, 昭 35.9
- 42) 藤原 武: グース アスファルトによる 試験舗装, 道路, 昭 37.1
- 43) 玉置 脩: 首都高速道路1号線のグース アスファルト 舗装工事, 道路, 昭 38.5
- 44) 板倉忠三: グースアスファルト舗装
- 45) "Elsners Taschenjahrbuch für den Strassenbau(1957), (1958), (1959), (1960), (1961)".
- 46) "Bitumen und Asphalt Taschenbuch".
- 47) Meyer, H.: "Gussasphalt ds Fahrbahnbelag aut Bundesfernstrassen im Bereichs des Landschaftverbandes Rheinland", Bitumen (1958)
- 48) Hermann, T.: "Wieder herstellung beschädigen Fahrbahn bei Autobahn", Bitumen (1958)
- 49) Rothlein, M.: "Bander Bundesautobahnen Frankfurt/Main—Winzburg im Gebist des Landes Bayern", Bitumen (1958)
- 50) Wildebeer, A.F.W.: "Die Herstellung von Gussasphalt für Strassen und Brücken", Strasse und Autobahn.
- 51) Leipold, W.: "Newe Erfahrungen mit Gussasphalt im Strassenbau", Bitumen (1960).
- 52) Csanyi, L.H.: "Bituminous Mastic Surfaces", AAPT, Proc.
- 53) Stosch: "Mashinell und Fugenlos singebauter Gussasphalt aut den Hostenwall im Harnburg", Bitumen (1958).
- 54) "British Standard 1947"; 1948 Mastic asphalt for Roads and Footways.
- 55) Leipold, W.: "Ausführung von Asphaltfahrbahnen mit flexiblen Unterbau bei den Hauptverkehrsstrassen in Berlin", Bitumen (1960).
- 56) Csanyi, L.H.: "Bituminans Mastic Sunfacings", Proc, Association Asphalt Paving Techusloglists.
- 57) 山下弘美, 荒井 信: A Eアスファルト工法について(I), (II),(III), 道路建設, 昭 35. 5,6,7,10
- 58) 藤原 武, 松野一博: フォームド アスファルト試験舗装, 道路, 昭 38.7
- 59) Csanyi, L.H.: "Apparattus for Mixing Finely-Divided with Liquids", U.S. Patent, No. 2861787.
- 60) Csanyi, L.H.: "Formed Asphalt in Bituminans Paving Mixtures", HRB, Bull. 160 (1957).
- 61) Nady, R.M. and L.H. Csanyi: "Use of Formed Asphalt in Soil Stabilization", Proc. HRB, Vol 37(1957).
- 62) Csanyi, L.H.: "Formed Asphalt", ARBA, Technical Bulletin No. 240, 1958
- 63) Cullen, K. J.: "Formed Asphalt", The American City Dec. (1959).
- 64) "Contractor Equips for Formed Asphalt Stabilization", Roads and Streets; Apr. (1960).
- 65) Abstrast, H.R.: "Formed Asphalt for Resurfacing", Vol. 31, Jan. No. 1, (1961).
- 66) 太田正幸: サルビアシム工法による舗装工事報告, 道路, 昭 38.8
- 67) 増田久仁男: 瀝青材料に対する活性添加剤の効果について, 道路建設, 昭 29.4
- 68) 西川栄三: 舗装タールとタール舗装(I),(II),(III), 道路建設, 昭 29. 7,8,9
- 69) 日本タール協会: 舗装タール
- 70) Lee, A.R. and Dickinson, E.J.: "The Durability of Road Tar", Road Res. Tech. Road Research Laboratory (1954).
- 71) Phodes, E.O.: "Coal-Modified Tar Binders for Bituminous Concrete Pavements" HRB Bull 350 8~12 Jan (1962)
- 72) Halstead, W.J., Oglio, E.R. and Olsen R.E.: "Comparison of Properties of Coal-Modified Tar Binder, Tar and Asphalt Cement", HRB Bull, 350, 8~12 Jan (1962)
- 73) Evans, E.N. and Pickard, H.: "An Investigation into the Nature and Properties of Coal Tar", South Metropol. Gas Co., London, England (1931)
- 74) 福田 正: "連続鉄筋コンクリート舗装について" 土木技術資料, 昭 37.1
- 75) Vetter, C.P.: "Stresses in Reinforced Concrete due to Volume Changes", ASCE Transaction (1933)
- 76) 荒木 実, 福田 正: "郡山国道連続鉄筋コンクリート舗装について" 土木技術資料
- 77) McCullough, B.E. and W.B. Ledbetter: "LTS Design of Continuously Reinforced Concrete Pavement", ASCE Proc. Dec. (1960)
- 78) 福田 正: "プレストレスト コンクリート舗装について" 土木技術資料, 昭 37.12
- 79) "French give Prestressed Roads" News Record May 18 (1961)
- 80) Mayer, A.: "European Developments on Prestressed Concrete Pavements", HRB Bull, 274.
- 81) Harris, A.J.: "Prestressed Concrete Runways, History, Practice and Theory", Proc. ICE Oct. (1955)
- 82) 福田 正: "プレストレスト コンクリート舗装に関する実験的研究 (II)" 土木研究所報告 (予定)
- 83) Melville, P.L.: "Review of French and British Procedures in the Design of Prestressed Pavements" HRB Bull. 179
- 84) 近藤泰夫訳: "コンクリート道路指針" コンクリートパンフレット 61号

〔担当委員 藤井治芳: 建設省土木研究所千葉支所
福田 正: 建設省大宮国道工事事務所〕