

アスファルト

第5巻 第28号 昭和37年10月4日 発行

ASPHALT

28

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目 次 第 28 号

Asphalt Institute Quarterly より〔西川栄三 訳〕

〔その1〕 街路に対する基礎設計	2
〔その2〕 政府高官連の休息所である 2つのカウンティーは優秀な街路を持っている	6
欧米40日の旅 ☆フランス編☆	工 藤 忠 夫 8
Stage Construction についての私見	C・D・ハリス 12
アスファルトライニングされた干拓堤防	久 松 実 14
Introduction to Asphalt 連載第15回	佐 藤 正 八 20

読者の皆様へ

“アスファルト”第28号、只今お手許にお届け申し上げました。

本誌は当協会がアスファルトの品質改善を目ざして、需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたアスファルトをもって、皆様方の御便宜を計ろうと考え、発刊致しているものであります。

本誌は隔月版発行であります、発行毎に皆様のお手許へ無償で御贈呈申上げたいと存じております。

本誌が皆様の需要面における有力な参考資料となることを祈りつつ今後の御愛読を御願ひ致します。

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

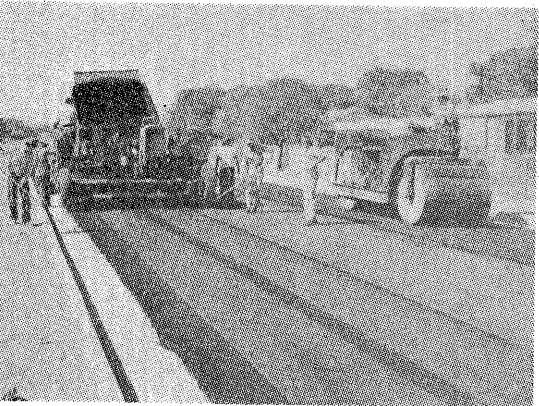
VOL. 5 No. 28 Oct. 4. 1962

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor • Isamu Nambu

街路に対する基礎設計



米国アスファルト・インスティテュートの季刊紙(1962年4月号)に、“Basic Design for City Street”という論説が掲載されている。この論説は、上記インスティテュートのスタッフ・エンジニア(Stuff Engineer)のアルフレッド W. メーナー(Alfred W. Maner)が、今年初めに、アイオワ州大学およびウィスコンシン大学に提出した論文の要旨を伝えたものである。以下は、その和訳である。

1 概 説

街路舗装に対する、唯一の基礎構造設計というものがあるならば、都市およびカウンティー・エンジニアの人生は、美しくまたすっきりしたものとなるであろう。しかし、それは、そのようになまやさしいものではない。そこには、常に多くの変数(Variables)および不可測数(Imponderables)が存在する。有効な支道網(Network of byways)を造り、またこれを維持する責任の衡にある地方エンジニアにとって、これらの変数は、特種の路盤条件および利用可能材料などの形で現われてくる。また不可測数の主なものは、新設街路が、その翌年、…否爾後20年間に通させなければならない、車両交通の予想タイプおよび予想量などである。

2 都市の周辺

現今、合衆国は、驚くべき社界革命の真唯中にある。米国人は、元来の農業社界から、数十年前に都市になだれ込み始めたが、都市内に空地を見出すことができなかったため、再び立ち帰って、都市の周辺に腰を落ち着け始めた、その有様は、あたかも、強大で且つ絶えず増強されつつある攻囲軍のようなものである。

都市から溢れ出して来る、この膨大な人波を受け入れるために、郊外の丘陵地帯には、多くの新地開発が行われつつある。その新開発地には、道路が網目のように、そのうちを縫って縦横に走っている。ここに地方エンジ

ニアのジレンマが存在する。採用すべき最低設計規格(舗装の)は何であろうか。

しかし、舗装設計を論ずる前に、路面上および路面下の適当な排水組織の存在が、根本的必須条件であることを、十分認識していなければならない。もし、過剰水分を排除する手段が講じてなければ、基礎は必ず水で飽和されてしまう。そして、このような条件下では、如何なる舗装も長持ちするものではない。

舗装設計には、次の2項目を考慮しなければならない。

- (i) この舗装上を走行する交通荷重と交通量
- (ii) 路盤土壌(Subgrade soil)の耐荷重特性(支持力)

3 街路の3タイプ

街路には3つのタイプがある。即ち住宅地街路(Residential line)支線路(Feeder line)幹線路(Main line)の3つがこれである。これらの街路上を、将来走行する交通の量を予測するに当って、エンジニアは、次のように考えても差支えない。即ち、幹線路上の交通量の約18%は、軸荷重 6,000lb (2,720kg)以上の営業用トラックとバスとからなり、支線路では、交通量の約8%が、これらのトラックおよびバスであるが、住宅地街路では、物資供給用および燃料用のトラックとその他この程度の重量車が、時折り通行するに過ぎない。〔当然の結果として、バスには特別の考慮を払う必要があるし、また、バス停留場では、舗装設計厚を増加し得るよう、アラワンス(Allowance)を見ておかなければならない。〕

表一A 1日1レーン当りの交通密度(最大値)

街路のタイプ	交通の分類	軸荷重 6,000lb 以下(2,720 kg以下)の乗用車および軽トラックの1日の交通量	軸荷重 6,000 lb (2,720 kg)より大なる営業用トラックおよびバスの1日の交通量	最低設計軸荷重 lb (kg)
住宅地街路	軽交通	25	5	12,000lb (5,450kg)
	中交通	500	25	12,000lb (5,450kg)
支線路	重交通	限度なし	250	15,000lb (6,800kg)
幹線路	最重交通	限度なし	限度なし	法定軸荷重制限による。

表一Aは交通の分類を簡単に示したものである。

路盤土壌の評価について考えて見よう。土壌の支持力(Support value of soil)の測定には、強度試験(Mechanical tests of strength)、或は、分類方法中のいずれか一つが用いられている。分類方法は、時間もかからず、費用も少なくすむが強度試験ほど明確ではない。

基礎土壌(Foundation soil)の評価方法には、一般に5種類ある。簡単にこれを記せば、第4節に略記した通りである。

4 土壌の評価方法の5種類

4.1 カリフォルニア支持力比(C. B. R.)

カリフォルニア支持力比(California Bearing Ratio)即ち、C. B. R. は、土壌の評価方法として最も広く用いられる方法である。C. B. R. は、面積 3 in^2 (19.35 cm^2) のピストンを供試土壌中に一定の深さまで押し込むに要する荷重と、同じピストンを標準磁石中に同じ深さまで押し込むに要する荷重との比で示される。但し土壌供試体は締固め後4日間水中に浸漬してから試験する。多くの実験結果から作成した曲線と、C. B. R. 値とから、適当厚を有する舗装を設計する。

4.2 抵抗値(Resistance value)

この方法は、抵抗値(Resistance value)、即R-値と、膨脹圧力(Expansion pressure)との2つの測定値に基づくものである。R-値は輪荷重(Wheel load)下における土壌の塑性変形(Plastic deformation)を防止するのに必要な被覆層厚(Thickness of cover)の決定に役立つ。膨脹圧力は、土壌の締固め状態維持に必要な被覆層厚(重量)の決定に役立つ。設計R-値(Design R-value)は、この2つの厚さが等しくなる時の、水分含率(Moisture content)と密度(Density)とから、これを求める。この

設計R-値を計算図にあてはめて、舗装の設計厚を決定する。

4.3 プレート・ベアリング・テスト

この試験(Plate bearing test)では、ピラミッド型ベアリング・プレート(Pyramided bearing plate)を用い、水圧ジャッキにより荷重をかけ、正確に標定したゲージ(Accurately calibrated gauges)により、荷重(Load)および撓み(Deflection)を測定し、その結果をグラフにプロットする。ベアリング(Bearing)は、撓みが 0.2 in (5.08 mm) のときの荷重(lbs/in^2)で示される。

4.4 AASHO 分類法

AASHO 分類法(AASHO Classification System)は、約35年前に、米国道路局(U. S. Bureau of Public Roads)が考案し、爾来数回の改訂を経た方法である。この方法では、多種類の土壌を、最悪から最良まで7種の基本グループ(A-1, A-2, A-3, ……など)に分類している。この分類は、やがて、グループ指数(Group Index)に関連を持つものである。そして、グループ指数は、土壌の機能(Function)、その液性限界(Liquid limit)、および塑性指数(Plasticity index)を反映するものである。

4.5 統一分類法

この方法(Unified Classification System)は、1942年に、米国技術隊(U. S. Corps of Engineers)が採用し、その後更に改良が加えられたもので、土壌の組織特性(Textural characteristics)に基づく分類法である。[その中に含まれている少量の細粒材(Fines)が、土壌の挙動に著しい影響を及ぼさない程度のものである。] この分類法は、細粒材がその挙動に影響を及ぼすような土壌の「塑性—圧縮性特性」(Plasticity—compress-

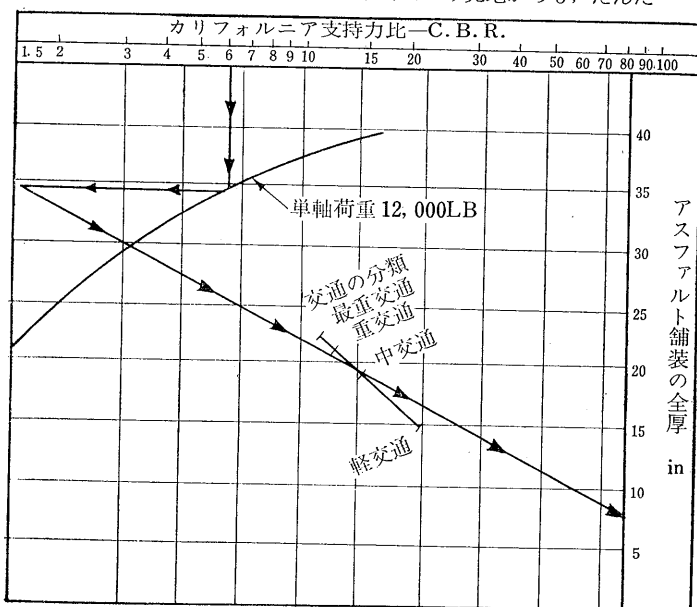
-sibility characteristics) にも関連をもつものである。

備考 第4節の土壤評価方法の記事は、著しく簡単のため、これを読んだだけで、その内容を明確に把握することは困難である。土壤試験および分類方法の詳細に関しては、アスファルト・インスチチュートの土壤便覧 (Soil manual) を参照されたい旨が付記されている。

土壤の支持力を評価し、交通荷重の大きさおよび交通量等の予測を行なった上で、エンジニアは、適当厚をもつ舗装を設計することとなる。これには、通常、数種の方法が用いられている。アスファルト・インスチチュートは、どの強度試験を行なった場合にも適用するようにいくつかの設計曲線を作成した。それらの曲線は、CBR試験の場合に使用するように、技術隊が作成した曲線と同様のものである。アスファルト・インスチチュートは、いろいろの試験方法とそれらの曲線との関連をつけ、これに交通分類の目盛 (Scale) を加えて、交通量により設計厚を調節しようようにした。

5 アスファルト基層 (Asphalt Base)

アスファルト処理基層 (プラント混合、路上混合、およびアスファルト・マカダム) は、使用成績が良好なため、近年、設計技師の間で好評を博して来た。このタイプの基層構造は、経済的設計という見地からも、だんだ



設計用図面。アスファルト・インスチチュートの設計用曲線から再録。この図面は、土壤強度 (CBR-6)、設計単軸荷重 (12,000 lb)、および、交通分類 (中交通) などが与えられたとき、舗装の設計厚を決定する方法を示したものである。

ん広く採用されるようになって来た。或る場合には、砕石基層と比べても、明かに初築費が節約される。賢明なエンジニアは、一連の種々の設計図を作り、その経済分析 (Economic analysis) を行なって、その中のいろいろの組合せを上手に利用することになっている。

厚さ 1 in (25.4 mm) の加熱混合アスファルト基層の強度は、厚さ 2 in (50.8 mm) の砕石基層のそれに匹敵する。また、或る限度内に於ては、アスファルト基層の厚さを以って、中間層 (Binder course) および表層 (Surface course) の厚さを、1 cm 対 1 cm の割合で置き換えて、初築費の節約を図ることが可能である。しかし、アスファルト表層、中間層および基層の合計厚は、幹線路において 7 in 以上 (約 180 mm 以上)、支線路において 5.5 in 以上 (140 mm 以上)、また住宅地街路において 3.5 in (約 90 mm 以上) でなければならない、ということ、設計技師は忘れてはならない。表層、中間層、基層の必要最低厚を表-Bに示してある。

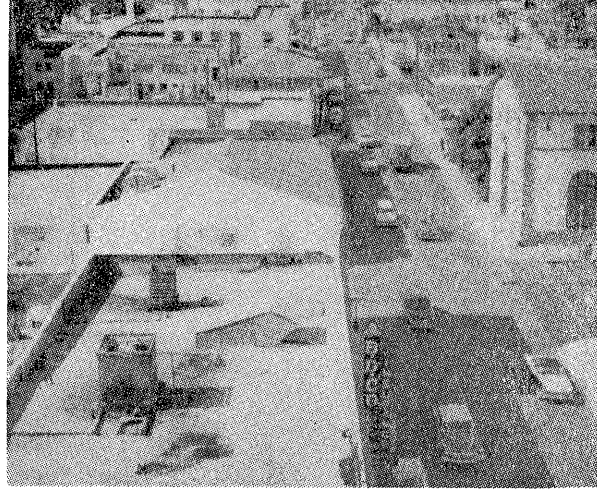
6 アスファルト基層の利点

アスファルト基層 (Asphalt base) には、下記のような利点 (Advantages) がある。

- (i) アスファルト基層は、路盤上の応力 (Stress) を低下させるから、舗装の設計合計厚を軽減させることができる。
- (ii) 標準砕石基層材料としては品質が不適当な多くの地方的材料 (骨材) を使用することができる。
- (iii) 悪天候による工事の遅延を最少限度に止めることができる。何となれば、アスファルト基層は、舗設機械の使用により急速施工が可能であり、また急速に固結させることができるため、直ちに水密性となし得るし、短時間で交通に開放できるからである。
- (iv) アスファルト基層の上に上層を舗設する前に、基層を1年間以上交通に開放しておくことができる。この結果として、路盤を落ち着かせるために充分な時間を与えることができる。
- (v) アスファルト基層は、霜に対する抵抗性が大 (Frostresistant) である。
- (vi) 舗装の各層には、高い強度が要求されるが、アスファルト基層は、舗装各層中に毛管水や水蒸気



マサチューセッツ州メルローズ (Melrose, Massachusetts) の静かな住宅地帯を縫うて走っている代表的支線路



フロリダ州ウェスト・パーム・ビーチのオリブ・ストリート(Olive Street, West Palm Beach, Fla.,) は幹線路の一好例である。

表一B 表層+中間層, および基層の必要最低厚 (cm)

街路のタイプ	交通の分類	アスファルト表層, 中間層の合計厚 cm	アスファルト基層厚 cm	アスファルト基層を用いた場合の合計厚 cm	非アスファルト基層厚 cm	非アスファルト基層を用いた場合の合計厚 cm
幹線路	最重交通	10	7.5	17.5	15	25
支線路	重交通	7.5	6.5	14	13	20.5
住宅街路	中交通	7.5	4	11.5	7.5	15
	軽交通	5	4	9	7.5	12.5

備考 本表は, 最近の舗装厚研究に基いて作成したものである。(なお原文では, 舗装厚を in で示しているが, cm に換算し, 0.5 cm 以下の数は四捨五入した。)

などが蓄積されるのを防止する。

- (vii) アスファルト基層は, 耐水性且つ耐霜性(Water and frost-resistant)であるから, 路肩の築造に慣用される粒状材 (granular materials) を著しく軽減させることができる。
- (viii) アスファルト基層は, 上層の締固めを, 容易に且つ均等に行わせるから, 交通車轍による固結 (Consolidation) を殆んど防止する。
- (ix) 機械舗設によるアスファルト基層は, 表層の乗心地 (Riding qualities) を著しく良好にする。
- (x) アスファルト基層を用いた舗装は, 過去長期間の試練を受け, 長い間の実績を持っている。今日なお役立っている最古の舗装は, アスファルト基層を有する舗装である。

アスファルト基層は, 耐久性に関して, すばらしいレコードを持っている。今日なお連続使用されている最古の舗装の多くは, このタイプの構造をもったものである。これらの舗装は, 空気タイヤ (Pneumatic tire) 発明前即ち今から半世紀前に技術的人気を博したものである。

今や, 都市エンジニア或はカウンティ・エンジニアは, 設計上にいろいろの手段を利用し得るから, 土地発展の隆盛な有様に, 疑懼の念を抱き, 恐怖を感じる必要はない。しかし, 彼の責任は, これらの新開発地に於て, 舗装設計規格の最低限度を探索し, それらの規格の慎重施行を主張することである。もし彼が, このような方式に従うならば, 都市街路は, 長い寿命を保ち, 他人にも吾れにも, 永き誇の源泉となるであろう。

西川 栄三 訳

政府高官連の休息所である2つの カウntyは優秀な街路を持っている



米国アスファルト・インスティテュート季刊紙、1962年4月号に、「It's Asphalt Base for the "Big Wheels"」という題目の短文が載っている。下記はその訳文である。

メリーランド州モントゴメリー・カウnty（Montgomery County, Maryland）の一般市民は、平均収入という点から見て、世界中の最富裕な国民中の最富裕な人々である。

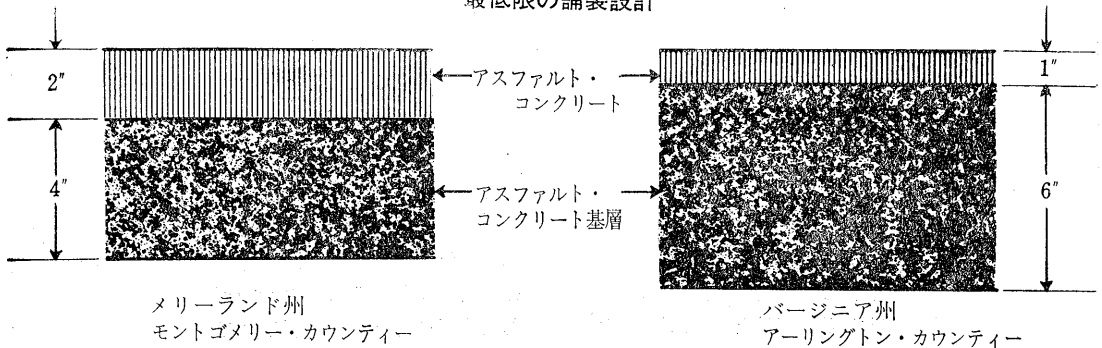
このあとにすぐ続く人々は、アーリントン・カウnty（Arlington County）の市民である。アーリントン・カウntyも亦ワシントン市（Washington D.C.）の1つの郊外住宅地（Bedroom suburb）でバージニア州内でポトマック河を恰度よこぎったところにある。

これは、合衆国の大物の多くが、政府機構の中で活動していないときに、休みに帰る処である。例えば、上院議員12人、下院議員27人以上が、モントゴメリー・カウntyに住んでいる。アーリントン・カウntyには、議事堂があり、下院議員31人と上院議員2人が同カウntyに住んでいる。その上、この2つのカウntyでは、多くの上級の長官連（Top level bureau chiefs）および何百人にもものぼる、それ以下の官僚達が、食事をしに帰るのである。

要するに、ワシントン市の狭い区域内に住んでいない政府高官連の90%は、おそらく、モントゴメリー及びアーリントン・カウntyに家庭をもっているであろう。その結果として、この両カウntyの住宅街最低規格が、他所の一般規格より幾分高級なものであるのも当然のことである。この両カウntyと他のカウntyとの差は、この両カウntyが、アスファルト・コンクリート基層を選んだことによっても推測できる。

例えば、モントゴメリー・カウntyは、住宅地街路に、厚さ 4 in (101.6 mm) のアスファルト・コンクリート基層および厚さ 2 in (50.8 mm) の高安定度アスファルト・コンクリート表層を要求している。〔軒先100 ft (28m) 以上を、サービスとする。〕同カウntyの支線路は、上記の表層、基層の下に厚さ 2 in (50.8mm) の碎石サブベース（Subbase）を置く。幹線路（main thoroughfare）には、歩車道別のあるもの（Divided）と、ないもの（Undivided）との2種類を含む。前者に対する最低設計は、厚さ 12 in (304.8 mm) の山砂利サブベ-

住 宅 街
最低限の舗装設計



ス、厚さ 3 in (76.2 mm) のアスファルト・コンクリート基層の上に厚さ 3.5 in (88.9 mm) のアスファルト・コンクリート中間層および表層を施したものである。後者は、厚さ 6 in (152.4 mm) の山砂利サブベース、厚さ 4 in (101.6 mm) のアスファルト・コンクリート基層、厚さ 4 in (101.6 mm) の密粒度アスファルト・コンクリート中間層および表層より成る。

アーリントン・カウンティでは、ポトマック河を過ぎるすべての街路の新構造様式に、アスファルト基層を必ず用いることになっている。土地開発者は、街路外に駐車場を設けなければならない、また、カウンティの経費で、水道本管 (Water mains)、下水管 (Sanitary sewers)、排水施設 (Storm drains) をつくらなければならないことになっている。住宅地街路の最低設計は、厚さ 6 in (152.4 mm) のアスファルト・コンクリート基層と 1 in (25.4 mm) のシート・アスファルト表層とよりなる。支線路および幹線路では最低限 7 in (177.8 mm)

m) のアスファルト・コンクリート基層と 1 in (25.4 mm) のシート・アスファルト表層を必要としている。特別重交通の幹線路では、標準設計中に、6 in (152.4 mm) の良質サブベースを追加することになっている。

アーリントン・カウンティに於けるこれらの厚さは、主として、A-5 の土壌よりなる地域の安定な路盤の上に舗装するものとして算出されたものである。もし路盤がもっと軟弱ならば、土壌試験を行って、正しい設計厚を求めなければならない。

上記両カウンティの報告によれば、アスファルト基層を有する街路は、性能が優秀であって、しかも、その維持は、主として、軽微な亀裂を直すための定期的表面修繕だけに止まる。基層の破損することは稀であって、その原因を探索してゆくと、必ず局地的特殊事情によるもので、交通荷重や交通量には無関係なものである。

西 川 栄 三 訳

欧米40日の旅

フ ラ ン ス 編

アスファルト
道路と堤防

工 藤 忠 夫

(5) フランス

この国は今次の大戦で甚大な戦災を蒙った上に、引続いてアジア、アフリカにおける植民地との間に紛争があり、加えて長い間内政上の混乱があった為、所謂病める老大国として復興が他国に比較し遅れておりましたが、老将軍ドゴールの大統領就任以来回生の大手術を次々と行いつつあることは皆様御承知の通りであります。このような国情が私共の課題でありますアスファルト工事の上にも当然大きな影響を与えているわけで、この間の消息についてこの国の一友人がいろいろと私に説明してくれた最後で次のように結びました。「私達は政治上、文化上そしてアスファルト工事の上でも過去の栄光の保持に全力を奮っているところなのです」

EECの発展如何によっては意外な将来が期待されるかもしれませんが現況については欧洲各国における人口、面積、人口密度、道路延長等を纏めた第3表をご覧ください。各国に比較し人口密度は少なく、広い国土の上に道路延長の長いことが特色であります。特に人口1,000人当りの舗装延長は我国の40倍以上でありますから如何に舗装が普及しているか推測されましょう。確かに舗装の歴史が古い欧洲で1,2の強国の位置を長く占めて

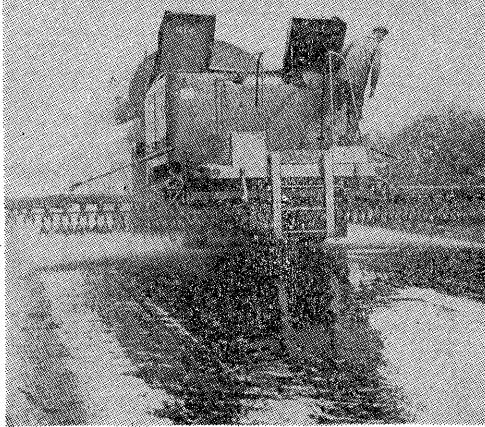
来たフランスでありますから舗装の普及したのも当然の筈であります。現在はこの古い舗装の維持、修繕として改築に大変な努力を払っております。工事の約80%が維持修繕で新設は20%位しかない。この維持修繕の対象は基層、表層が大部分で、我国のように路盤からやり直すことは比較的少ない。勿論旧道の線形を直したり、勾配を改良する場合は別であります。ローマン・ロードの昔から伝統的に路盤を重視して来ている上に、地質的、気象的条件が有利でありますから古い路盤をそのまま利用する場合が可成り多いわけであります。これは一面スデージ・コンストラクションが行われているとも申せましょう。又舗装が普及している為に、日本のように特定の舗装した道路に交通が集中する傾向が少ないことも与かつて力ありましょう。しかし皮肉な見方をすれば国力の増進が急激でないから交通荷重の増加率がそれ程高くないともとれます。いづれにせよこの維持修繕の多いことが乳剤とカットバック・アスファルトを非常に発達せしめているようであります。第4表は道路用アスファルトの年次別使用量を示したものであります。1960年度総量975,000吨の3/4以上が乳剤とカット・バックに使われております。第29図及び第30図は古い舗装のサー

第 3 表

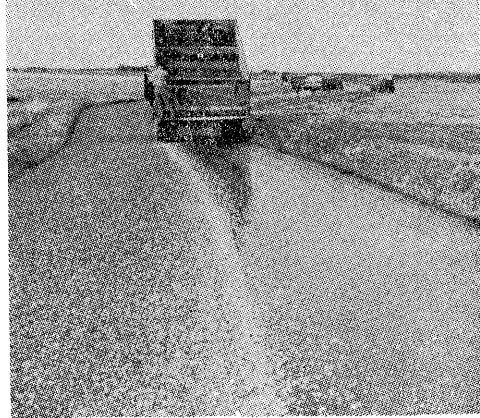
(日本道路公団計画部調べ)

国 名	人 口 (4人)	面 積 (平方杆)	人口密度 (人/平方杆)	自動車台数 (千台)	道 路 延 長 (杆)		人口1,000人当り 延長(杆)		自動車100台当り 延長(杆)	
					全延長	舗装延長	全延長	舗装延長	全延長	舗装延長
イタリー	48,735	301,226	162	1,848	200,524	51,969	4.1	1.1	1.1	2.8
西ドイツ	52,150	247,960	210	3,914	253,022	157,905	4.8	3.0	6.5	4.0
デンマーク	4,515	43,042	105	440	93,916	71,601	20.8	15.8	21.4	14.3
オランダ	11,186	32,450	345	558	79,675	37,739	7.1	3.4	14.3	6.8
フランス	44,584	551,028	81	5,976	1,233,000	394,000	27.6	8.9	20.5	6.6
イギリス	51,870	244,016	213	5,915	306,018	306,108	5.9	5.9	5.0	5.0
スイス	5,185	41,288	126	456	49,970	14,991	9.7	2.9	11.0	3.3
オーストリー	7,021	83,849	84	359	32,798	13,113	4.7	1.9	6.4	3.7
日 本	92,970	369,661	252	1,905	952,931	24,000	10.3	0.2	5.0	1.3

- 注 1. 欧州各国の数字は主として1958年度国庫統計部資料による
2. 日本の数字は主として1961年度経済企画庁見込数字



第29図 アスファルト撒布



第30図 骨材撒布

フェースドレッシングをカットバックアスファルトを用いて行なっている状況であります。デストリビューターでASTM規格で粘度150乃至250のものを 1.2kg/m^2 位撒布した直後からダンプカーに碎石撒布装置をつけたもので $5\sim 8\text{mm}$ の碎石を 12kg/m^2 の割合で撒布し、引続いてローラーで転圧すると言う仕組みで1日 $30,000\text{m}^2$ 位を極めて簡単に施工しております。このチッピングが完全に付着し剝離せず、一寸見ただけではアスファルト・コンクリートの表面と区別がつかない程美事なものであります。第31図はその状態を写したものです。古いアスファルト・コンクリート表層が損傷するとこの部分をカッターで形よく切り取り補修しますので継ぎ裂ぎが多くなり、又部分的な損傷がなくとも古い補装が交通により研磨されて摩擦係数が0.3以下になると原則としてドレ

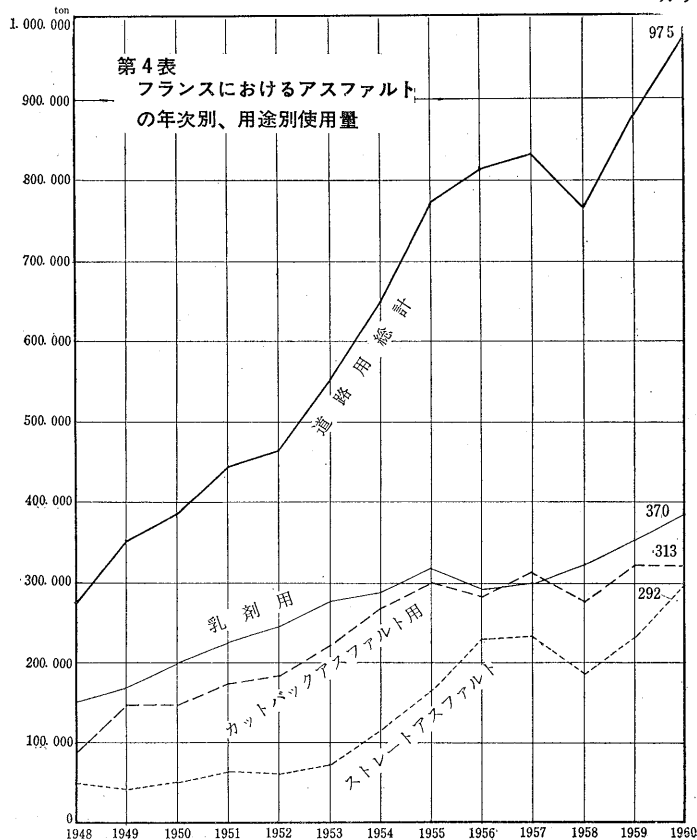
ッシングを行なって新しい舗装と変らぬ状態にしてまいります。剝離防止の為の添加材としてドーブ (dope) も屢々用いられます。これはデストリビューターにドーブのタンクを併載し、ノズルも小さな専用のものを併置して先ずアスファルトを撒布した後、その上にドーブを撒布するものであります。サーフェース・ドレッシングの成功している要因としては次の事柄が考えられます。

イ 碎石が完全に乾燥していること。これは雨量も少なく且大陸性気候で雨期が一定している等、我国と比較し有利であります。

ロ 碎石にダストが付着しておらず、又形も良好であること。

ハ 路面が乾燥している。

ニ カットバック・アスファルトの品質が良好で且価



格が低廉である。

ホ 長年月に亘り実験室及び現場で研究を重ねて来たこと。

我が国のように小規模な舗装工事の多いところでは工費節約の上から是非カットバック・アスファルトを研究する必要があります。現状では高くても品質もあまり信頼出来ないで需要が少なく、需要が少ないから又値も高く質も改善されないと言う悪循環を繰返しているわけであり。最近乳剤が相当改善されて参りましたが、カットバック・アスファルトは今後に残された課題であり、これによってサーフェース・ドレッシングのみならず常温混合工法の発達も期待されましょう。フランスではカチオン系乳剤は全使用量の約半に及んでおり、石英質系の碎石特に花崗岩が次第に多く用いられて来ております。

ダンケルク港堤防工事 ダンケルク港は第2次大戦の激戦地であり、90%以上が破壊されたと言われますが戦後直ちに復旧工事が始められ、1959年秋より大々的な拡張工事が始められております。これは海中に延長5,980

mの堤防を構築しその内側に巾200m長1,630mの碇泊地(Bassin)を作る工事で第32図は平面図、第33図は堤防の断面図であります。私共が参りました時は約85%位進捗しておりました。

この堤防の堤体は海底を浚渫した細砂を以て造り、法面は内外両側共全部アスファルトでリベットメントしております。法面舗装は上下2層に分けて施工し、下層は厚さ20~80cm、上層は厚さ10cmのアスファルト・コンクリートで法尻には杭を打ち杭の外側には粗朶沈床の上に径30cm内外の割栗石を 600kg/m^2 の割合で敷きならべ之に約 230kg/m^2 のアスファルト・マスチックを填充して根固めをしております。第34図は堤防遠景、第35図及び第36図は砂で構築した堤体で下層アスファルト・コンクリートを施工中のところ、第37図は表層のアスファルト・コンクリートを舗設している状況であります。アスファルト・コンクリート及びマスチックの示様組成は次の通りであります。

1 アスファルト・コンクリートの組成

石灰岩碎石	5~15mm	45%
"	0~5mm	30%
現地産細砂		20%
ファイラー		5%
アスファルト(針入度 60~70)		
全骨材重量の		6.5%

2 アスファルト・マスチックの組成

石灰岩破砕砂	0~3mm	47%
現地産砂		40%
ファイラー		13%
アスファルト		全骨材重量の20%

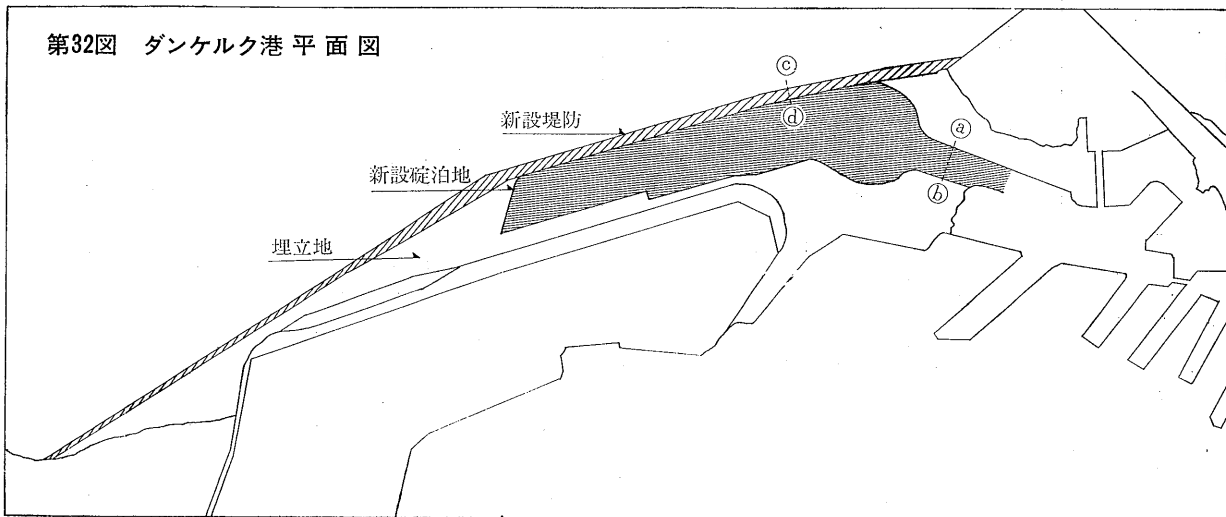


第31図サーフェースドレッシングの路面

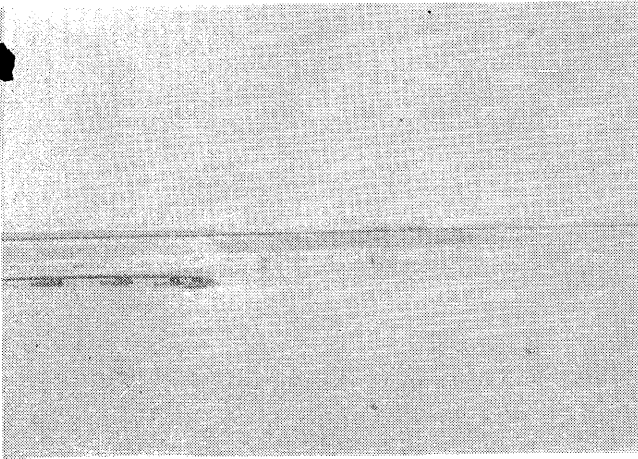
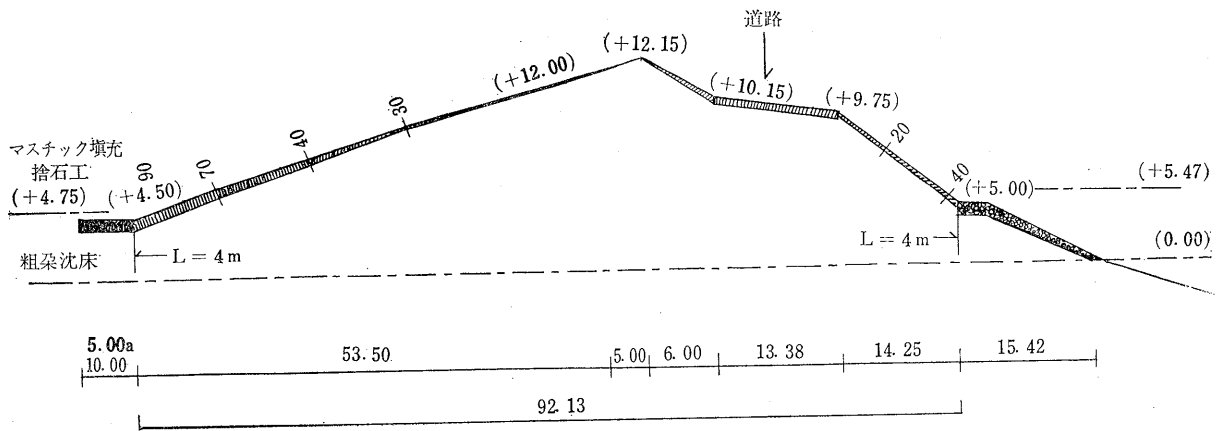
水理工学におけるアスファルト合材は主として不透水性、安定性及び可撓性より検討されます。不透水性については空隙率測定と透水試験により、安定性は三軸試験又は斜面上の安定試験をします。マーシャル試験は参考にする程度であります。可撓性は可撓試験を行い沈下に対するなじみの程度を検討します。空隙率と透水率とは大体比例関係が成立し、通常空隙率5%以下であれば透水係数は 10^{-7} 以下が確保されるようであります。但し空隙率が2%以下ではフローする危険がある為避けねばなりません。ダンケルクの場合堤法面勾配は外海側1:7、内海側1:3でありますので、三軸試験による標準内部摩擦角は約 26° に押えております。法面上における温度は最高 50°C 最低 0.5°C とのことであります。合材の日産量は約1,200t、全工事ではマスチック20,000tの他アスファルト合材量約250,000tに達しており、バーバグリーン会社の200t/時のアスファルト・プラントが使用されております。

[筆者：世紀建設(株)専務取締役]

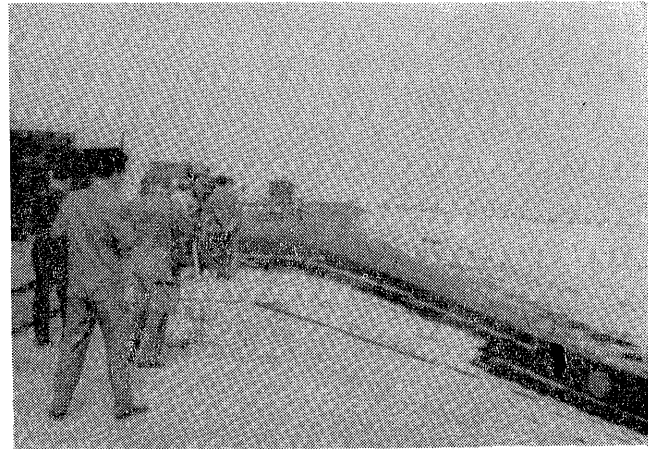
第32図 ダンケルク港 平面図



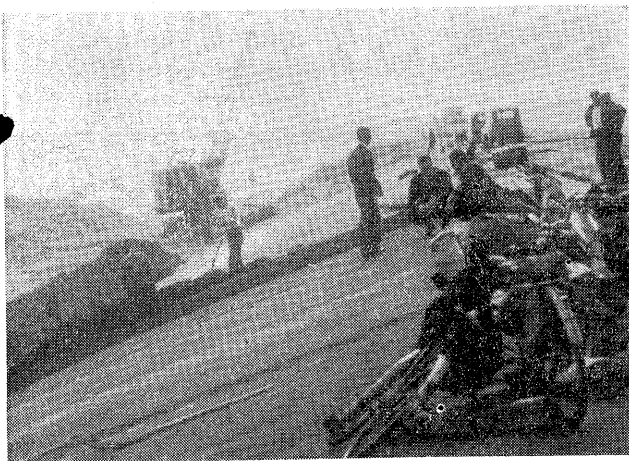
第33図 堤防断面 c-d



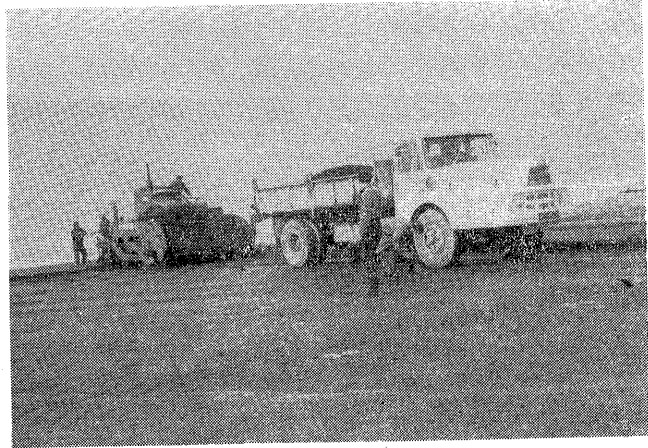
第34図 堤防遠景



第35図 下層舗設状況



第36図 下層舗設状況



第37図 上層舗設状況

Stage Construction についての私見

Value for money

C・D・ハリス

1953年秋に日本に来て、約4カ月滞在し、日本の道路関係の方々と、いろいろと懇談し、且自分でも車を運転して日本の道路をいろいろと見せて戴き、再び1960年の春来日して以来、約2年半、いろいろと道路について勉強させて貰っておりますが、この間道路の改善は目覚ましいものがあります。

現在は、道路に関係ある人だけ（例えば計画、設計、建設する人々）でなく、国民すべてが既存の道路及び将来の交通量の増加に備えた道路計画に、非常な関心を持っております。

事実、現在道路5カ年計画が進行中であり、一部未舗装のあった東京～大阪間の国道一号線も、完全舗装され、また各主要都市のバイパス道路も着工されているので、本当の意味での快的な、且埃のたたない、車の旅ができるのも近い将来のことではないと思われます。

一方世界各国でも、道路の近代化に努力していますが交通量の増加が先行して、道路網の整備が後手にまわっている現状ですから、この事実を参考にして、相当思い切った計画をたてる必要があると思います。殊に工業水準の高い各国がすべて、交通量の増加に悩まされて、相当な額の予算を道路に投じていますが、これでも充分とは云えない現状です。しかし日本の場合、他の主要工業国における以上に、道路に相当巨額な予算が投入され、道路網改善に努力が払われております。

しかし一方ここで考えなければならない点は、投入された金が最大限の効果で使われて、できるだけ多くの道路が、改良されることが望ましいのであります。

通常、道路の新設または改良の場合、割栗石によるベース、水締マカダム、あるいはセメント安定処理を単独または併用したりしてベースをつくり、その上に一層または二層のアスファルト・コンクリートまたはトベカを舗設するのが通例になっております。この場合、もしベースが適当な厚さであり、且よく輾圧され、排水がよければアスファルト舗装は寿命の長い、完全なものとな

ります。

しかし現実には、何時も100%完全であれば問題はないのですが、いろいろとむずかしい場面に出づかれます。すなわち世界各地での例として、非常に悪い土質、排水のむずかしい場所、高い盛土、多雨、巾員の狭い道路、軸荷重の大きい車輛、等の悪条件が、組合せて影響してきます。

この場合経験の多い道路技術者ですら、忍耐強く、あらゆる困難を克服する必要があります。また補修費用が最小になるように、よい道路をつくる必要があります。即ち交通によって舗装面が不当に撓むときは、ベースが薄いのか、排水が不十分で路盤が弱くなっている証拠で、アスファルト舗装は当然破損します。一部分の破損を放置しておく、破損は急激に拡がって、多額の補修費用がかかるようになり、従って舗装の補修は可急的に補修すべきであるが、補修が悪ければ路面の平坦性が失われる場合が多いので、補修に踏みきりにくい場合が多いのです。

路盤にさえ充分注意すれば、破損の数は多いものでもないで、どのような形の舗装をすべきか考えてみる必要があります。

筆者は日本の特殊事情や、外国の経験から考えて、将来高級なアスファルト舗装が、既存の路面に舗設できるという特長のある表面処理（Surface Dressing）工法を、まず舗装の第1段階として推奨します。勿論御承知のように、表面処理工法は沢山の人々によって説明されているので、本文で云々する意図はありませんが、この工法は機械施工で効率よく、且効果的である点を強調したいのです。

この工法は過去数年の間に、カットバックに剝離防止の添加剤を使ったり、又はプレコート碎石を使って、非常にうまくいくようになっていきます。

御承知のように、表面処理工法は軽交通用の舗装であって、且限定された寿命しかありません。勿論これは地方道以下の舗装として適しており、長年月の舗装としては適当でないけれども、通常寿命として3年位と云われ、この期間中路盤の弱いところがあれば補修に大した費用もかからず、その後アスファルト・コンクリートその他の加熱舗装ができる利点があります。

勿論、この場合次に舗装する加熱舗装の点も考慮して路盤は充分の厚さにする必要があります。確かにこの2段式の Stage Construction は、すこし費用はかさむが、道路の機能、維持費等考えた場合、有効な方法と考えられます。

利点として考えられる点を要約すると、

- (1) 特別の悪天候は別として、この工法は早く、且安価にできる。
- (2) もし路盤や排水の悪い場合には、交通を通してすぐ破損するので、早期発見でき、短期間に且安価に補修できる。
- (3) 一時的でも車を通すので、交通量に相応した路盤であるか否かが判り、もし不十分なら路盤を強化して、その上に加熱合材を舗装するので、アスファルト・コンクリートその他、舗装後は相当長い寿命が期待できる。
- (4) 最終の加熱合材による舗装は、既設の表面処理の路面上に舗装するので、短期に連続的に舗装できる。
- (5) 表面処理した道路を交通開放した後は、アスファルト・コンクリート等による最終仕上りをして、その後の道路の機能に確信がもてる。

- (6) このようにして、表面処理工法を充分修得して、地方道その他に広く応用して、安価に、できるだけ広く道路が舗装できて、舗装延長をのばすことができる。

筆者は新規着工の道路の全部に、この表面処理工法を採用してはどうかと云っているのではなく、適用するにも路線の交通量によってむずかしいところもあることはよく判ります。しかし道路建設費を広く舗装に使うということから、表面処理工法も再検討してもよいのではないかと考え、殊に地方道には、ある程度適用できるところもあると思います。

御承知のように、フランスでは表面処理工法が広く使われ、バインダー、碎石の撒布量を厳重に規定して、よい結果を得ています。一般に地方道で通常5〜7年毎に、その上に次の表面処理を重ねて施工しています。

バインダーも、カチオン乳剤、添加剤入りのカットバック、ストレート・アスファルト等多彩であるが、施工法は相当厳格であります。

地方道の場合、砂利道から表面処理道、次にアスコン等による高級舗装という Stage—Construction も考えてみる必要があると思います。

〔筆者：シェル石油 アスファルト部長〕

訳者註

弊部所蔵の Surface Dressing in France (英語説明) 及び Surface Dressing in New Zealand (日本語説明) の2本の映画 (16mm) は、両国の工法的一端がうかがえると思いますので御利用していただいて結構です。 (シェル石油 有福武治訳)

現場で活躍していらっしゃる方々へ お願い

☆「アスファルト」誌を御愛読下さいまして、ありがとうございます。皆様方より常に「アスファルト」誌に対する御意見を賜り、これは編集上貴重な参考となっております。今後共よろしくお願い致します。

☆「アスファルト」誌には現場レポートを数多く掲載するすようにとの御注文が数多く寄せられています。

☆お願いがございまして。

☆現場の工事レポート〔道路、干拓、河川、水路、飛行場、その他いろいろあると思います〕

☆上記に加味される研究レポート

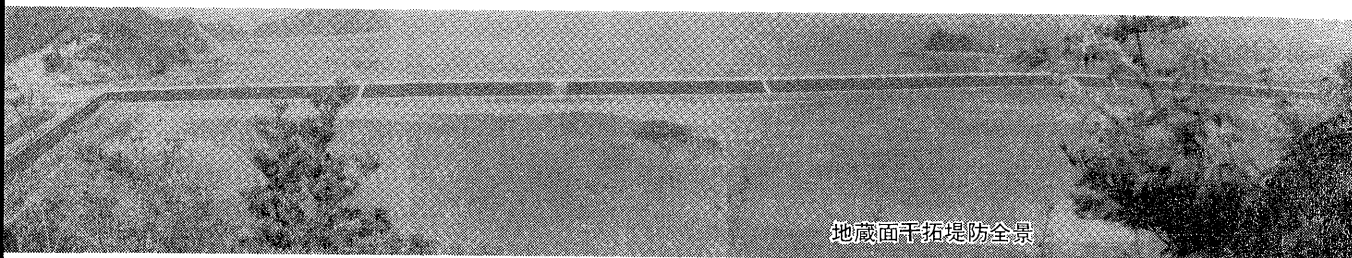
☆アスファルトに関するレポートを御寄稿して下さい。

☆原稿用紙 (400字詰) 20枚見当 (当所に原稿用紙あります。御寄稿の方は御注文下さい)

☆いつでも御寄稿下さい (掲載の分には原稿料を差上げます)

社団法人・日本アスファルト協会

アスファルトライニングされた干拓堤防



地蔵面干拓堤防全景

久 松 実

I 水害と日本

わが国は、南北に細長く延びた列島で、しかも地勢はきわめて急峻であるため、河川の流路は短かくて勾配も急である。また大陸性の気流と海洋性の気流とが交錯するあたりに位置するため、降雨など降水量も大変に多い。さらに、わが国特有の梅雨現象もある。これらによって、かんがいにより有利な条件がそなわるため、水田農業が大発展したのであるが、この反面梅雨前線の停滞によりしばしば大豪雨に見舞われ、水害による被害をうけやすい。また、わが国の地理的配置によって、台風の上陸する可能性は非常に多く、国土は自然の暴威の渦中に常にさらされているといっても過言ではない。

このような自然環境にあるため、昔から毎年大なり小なり災害の被害をうけてきた。これを統計的にみると、大災害の周期は十数年から数十年であって、戦後のように大災害が頻発するようなことはなかった。戦後は毎年連続して大水害をうけ、ひどい年は年に数回大災害に近い災害をこうむったことは、皆様方の御記憶にまだ新しいことと思う。すなわち、農地および農業用施設の災害についてみると、昭和元年から昭和15年までの15カ年間の被害合計額は、昭和31年価格に換算して（以下同じ）1,980億円でこのときの年間平均被害額は131億円であった。戦争中の昭和16年から昭和20年までの5カ年間についてみても、その被害合計額は1,489億円で、このときの年間平均被害額は297億円であった。これに対して戦後の昭和21年から昭和30年までの10カ年間の被害合計額は5,068億円で、このときの年平均被害額は506億円に達し、戦前の約4倍という巨額にのぼった。

もちろん、このように大きい被害をうけたのは、農地と農用施設だけでは決してない。私が農業土木関係技術

者なのと手許に正確な他部門の被害の数字がなかったの
で、農地と農用施設の数字を申上げたのにすぎない。農
地や農用施設が大きい被害をうけた場合は、少なくともそ
の上にある作物の被害は激甚であるし、農業の被害総額
はもっと多額であろうし、国全体の被害額をみたら、そ
の額は数倍にのぼる莫大なものになる。この他に評価で
きない被害もある筈だから、これらも全部含めた国とし
ての被害総額は、はかり知れない額になることは何人にも
想像し難くないことであろう。

この災害の被害を最小限度に防止することはもちろん
農業土木関係者だけではなく、わが国の全部門の全体に
共通する絶対の要請であった。私共は、自分に課せられ
た担任の分野で、災害防止について研究した。この研究
の一環として、アスファルトを農業土木に導入するよう
になった。もし災害がなかったら、アスファルトは農業
土木部門において、今日のごとく使用されなかったと思
う。くどいようであるが、戦後の災害を防除することに
関連して、アスファルトを使用することが農業土木部門
で始まったのである。

II アスファルトライニングへの着想

いまかりに、台風や集中豪雨などで洪水がおこったと
すると、河川敷内の取水施設は流失し、堤防は破壊され
て水路は寸断されるのが普通である。時期によっては水
稲に被害をおよぼさないこともあるが、時期によっては
絶対に水が必要であり、水の量によって水稻の生育や収
量が左右される。災害が、かんがい期間中におこり、し
かも水を欠くことのできない時期にぶつかる大変であ
る。水をきらすことはできないから、あらゆる手段を講
じて用水を送らなければならない。かかる場合には、農

業土木技術者は大変で、函樋、パイプ、ポンプなどをフルに活用して、応急工事をおこない、かんがい用水を送る。こんなとき、ブルドーザーなどの機械を利用して土砂をかきよせて水路の形をつくり、サーッと表面にぬって、すぐに水を送ることはできないだろうか？ 通水面だけビニールフィルムをしいて不透水面をつくって、あまり費用もかからず、短時間で、容易に用水を送ることができたら、いかに便利かも知れない。こんな方法を種々研究しているうちに、昭和29年頃からアスファルトを利用することに着目した。

アスファルトは、水をはじく性質が大変に強い。型枠も不要、接ぎ目なしで一枚のリボン状につくれるし、施工も容易で、短時間でできるなどのすぐれた点が多い。高い山の上とか、現場が狭小で作業に不便だとか、工事用資材の運搬が困難な場合に、土砂で水路の形をつくり、如露などでサーッとアスファルトエマルジョンをかけて、しばらくして通水することを考えた。粘土や粘土分の多い土質の場合には、土を締め固めるというような物理的な手段だけで水を通すことはできるが、砂や砂礫の多い土質の場合には、物理的な外力を加えるだけでは漏水をとめることはできないので、何か資材を使用する必要がある。そこで、砂や砂土とアスファルトエマルジョンとの混合物について研究した。農業土木学会員は6,500人ほどあったが、アスファルトを使ったことのある者は1人もない状態だったから、まずアスファルトその物を勉強することから始めた。アスファルトエマルジョンのつくり方、各種の添加剤のまぜ方などを日本舗道の研究所で教えていただいたり、実習したりした。農業土木工事にアスファルトを使用したことが、今日かなり高く評価されるようになったが、これまでになるには日本舗道の亀井川振興氏の御協力の大きかったことを忘れることはできない。



地蔵面干拓堤防のライニング施工

Ⅲ コールドミックスライニング

何しろ、当初の着想が砂や土砂をかきよせて水路の形を大体つくり、サーッと表面に如露などでかけてすぐ水を通すということであり、労力もあまりかけず、資材の運搬なども少く、しかも経費をやすく、施工期間も短くというのだから、石油罐で運んで如露でかけられるアスファルトエマルジョンの使用が対象となった。上記のような条件をつけられ、しかも安定性も高いというのであるから、研究はナカナカうまく進まない。エマルジョンをサーッとかけるだけの工法では、かなり多量にかけないと漏水をとめることはできないし、多量にかけるとは経費の点で実用にならない。天日や風で自然に乾燥した程度の砂土に、その重量の9%前後のエマルジョンをよく混合してしめ固めると、水路のライニングに使えることがわかった。しかし、少量の土量ならミキサーでねりまぜたり、土羽打ちでしめ固められるけれども、長大な水路や溜池などをライニングする場合は莫大な量になるので、ねりまぜることは実用的でない。ブラウなどをかけたり、ディスクハローをかけて混和とねりまぜをはかったがとても均一にならない。平な水路や溜池の底ならまだ方法はあるが、水路や貯水池の壁の部分ではブラウなどは使えず、斜面の施工は大変に難しい。ことに川勾配がきつくなると、施工が難しくなる。ガンナイト式工法や振動式しめ固め工法も実験した。結局、ミキサーでねりまぜて、人力でしめ固めるのが一番適しているのではないかということになったが、これでは能率の点から云ってあまり感心できない。

アスファルトエマルジョンの代りにカットバックアスファルトを使うと、ねりまぜや混合は非常に容易になるが経費の点で難がでる。グラコートを始め各種の界面活性剤を混和してみたが、ある程度以上にはどうしても進まないで、エマルジョンやカットバックを使用するコールドミックスの方式はこの程度にとどめて次の段階にうつった。

Ⅳ ホットミックスライニング

コールドミックスで使用するアスファルトエマルジョンのアスファルト量は、50%である。運搬する便を考えたのとホットミックスする労力や手間を考え、サーッと如露でかける工法を追求したのでアスファルトエマルジョンをとり上げたが、わざわざ経費をかけて水を運ぶこともないし、せっかく運んでも50%のアスファルトでは効率的に損と思われたので、100%のアスファルトそのものを使用するホットミックスで施工する工法に方向をかえた。ホットミックスで水路や貯水池のライニングを



するのである。

ホットミックスは、早くから道路舗装に使用されているので、研究も調査も十分されていて文献資料も豊富だから、道路舗装の勉強は容易に進んだ。ホットミックスの場合は、道路舗装方式が適用できるが、道路舗装方式そのままでは、水路や貯水池のライニングには適用できないことに気づいた。水路や貯水池など表層から水の浸透することを絶対に防止する場合と別に、干拓堤防やアースダムや掘削の表面などの川面の浸食崩壊を防止することだけでよい場合がある。つまり、常時湛水に接触して、その水の浸透や漏水を防止することを目的とする工法と、波浪、風雨その他の外力に対して、堤防法面を保護することを主目的とする工法とに分けると便利であることに気づいた。水路や貯水池などは、常に水中にあってできるだけ浸透と漏水を防止する不透水という性質を絶対に欠くことはできないが、他の場合のように強大な外力をうけることはあまりない。これに反して、常時水中になく、したがって水の浸透や漏水をあまり考慮しなくてもよいが、波浪や風雨などの大きい外力をうけ土質安定を主目的とする場合は、前者とよく似ているが実際は大変にちがう。土質安定工法には、一般道路舗装工法がかなりそのまま適用できるが、水路や貯水池などの不透水ライニングは、道路舗装工法そのままでは適用できないのである。以前アスファルトライニングをした水路や貯水池のうまくなかった例をきいたが、普通の道路舗装の経験ある業者が、浸透防止を絶対とする特質を忘れ、道路面と同一に舗装することからおこったのであった。干拓堤防などの川斜面の保護舗装工事でも、急傾斜面なので道路舗装の機械器具を使うこともできないし、かなり違った状況に直面する筈である。斜面舗装に多大の苦心をはらい、豊富な経験をもつ日本舗道のような施工業者は別であるが、道路舗装の経験しかない施工業者の場合には、慎重に注意する必要がある。くりかえすけれども、斜面舗装は、道路とちがって十分締め固められないことを銘記しなければならない。しめ固め難いので、いい加減に壁を塗るようなウワツツラだけを糊塗する施工では、失敗を見ることは明らかである。もちろん、斜

面舗装の場合は、道路のような交通荷重はないから、外力に対する顧慮も道路ほどには必要ないわけである。ノリが緩い場合には人間が歩いたり、堤防のノリ面に漁船をひき上げたり、網をひろげてほしたりすることがあるから、計画にはこれらの点を十分考慮する必要がある。

V 干拓堤防にライニングの必要なわけ

新しく盛土した堤防は、もちろん施工法や盛土材料いかにによって程度の差はあるけれども、自然沈下をおこす。したがって、ノリ面に多少の変形を生じ、堤体にも多少の変形を生ずることになる。新規に盛土した構造物にライニングする場合は、この自然沈下による変形に順応して破損しないような十分な可塑性、つまりたわみに耐えられる性質が特に必要である。変形が大きすぎてたわみきれずに損壊した場合には、随時その部分だけ補修できる工法が適している。これまでは、これらの点を満足させるものとして、カラ石積みやカラ石張りで施工されたものだが、石材の調整および施工は石工という特別な専門工を必要とするので、石工の数も年々へるし、工事規模も大きくなり、工事の機械化施工やスピード向上などが要求される今日では、あまり適切な工法ではなくなり、石材やレンガ材などは姿を消し、コンクリートブロックが使用されるようになってきた。

干拓堤防の表ノリのライニングは、ノリ面の各部分に作用する波浪の力に対して、各部分ごとに必要にして十分なたえうる強度をもたなければならないことは、いまさらいうまでもない。また、揚圧力およびノリ面に衝突したり遡上した波浪がノリ面にそって流下する引き波の動水圧のために、ライニングが滑動することのないような考慮も必要である。この滑動は、石張りの場合のハラミ出し、コンクリート張りの場合のクラック、石張りやブロック張りの場合のぬけ石などから、ライニングの全体または一部分のズリサガリとなってあらわれる。傾斜が2〜3割の比較的急なノリ面では、揚圧力をうけた石やブロックが引き抜かれたり、浮き上ったり、引き波の力でズリ下ったりして堤防を破壊する場合が多い。この対策としては、ライニング材料の厚さや大きさを増やしたり、材料相互の結合を密にするために、ブロックおよび石材同志の結合と接触を十分工夫する必要がある。

ライニングとして、カラ石張り、練り石張り、コンクリート張り、コンクリートブロック張り、粘土張り、アスファルト張りなどの工法がある。近年の例であるが、新しく盛土で構築した干拓堤防の表ノリ、裏ノリ、テンバの三方をコンクリートのベタ打ちでライニングしたが、余り年月を経ぬうちに破壊してしまった話がある。

これは、たえまなくうける波浪の振動で自然沈下が促進され、盛土の堤体は変形したが、コンクリートライニングは堤体に順応しなかったためライニングと盛土との間に隙間ができ、コンクリートライニングが支えきれず、無筋のスラブと同じことになり、少し強大な波圧をうけてコンクリートが破壊してしまったものと推定される。コンクリートライニングは、アスファルトライニングとちがいたわみによる順応性がないから、このような破壊になったのである。もしも、この堤防にアスファルトライニングがしてあったらという質問がすぐ起ると思うが、その回答として適切な良い例がある。昭和34年9月、名古屋地方を襲った伊勢湾台風は、鍋田干拓を始め各所の大小の干拓地の堤防を破壊したばかりでなく、各所で河川堤防を寸断した。この時、テンバと背面盛土にアスファルト舗装をしてあった愛知県半田市乙川干拓地区の干拓堤防は、全長約1,000米全部がほとんど異状なかった。この堤防の裏ノリも1:1.63で、アスファルトライニングの限界に近い急勾配だし、施工の際もライニング全体のズリ止めに大いに苦労した堤防であった。ライニングの厚さは、経費の関係で10㎝程度であった。ついでにもう一例申上げると、この近くにある衣浦干拓地区の堤防は、昭和33年秋に、衣浦橋左岸堤のテンバだけライニングして右岸堤はまだライニングしてなかった。伊勢湾台風の襲来によって、ライニングしてなかった右岸堤は、全部破壊されて形も残さなかったが、テンバだけでもライニングしてあった左岸堤は、高潮はのりこえたが堤防は安全であった。鍋田干拓地区の堤防は、背面にもテンバにもライニングしてなかった。堤防に打ちよせた波浪の高さは、干拓堤防の外斜面が



急な場合には、その前面の水深が沖波の波高の2倍以下なら、進行波は碎破となり、2倍以上なら重複波となって堤防に作用する。しかし、直立型の堤防でも、堤脚の水深は港湾岩壁のように深くなく、根固め工その他で浅くなるから、完全な重複波はおこりえないと考えてもよからう。干拓堤防の外ノリ面が緩かな傾斜面の場合には、進行波はそのノリ面の上で碎破となって打ち上げる。

風をともしなわぬ模型実験の結果であるが、波の飛沫は、中波波高の1~4倍もあがる。台風襲来のような場合は、強烈な風雨とともに、この飛沫が風圧をうけて堤防のテンバや背面盛土の上にたたきつけられ、テンバや裏ノリ面を浸食破壊する。最大波高と有意波高の間には

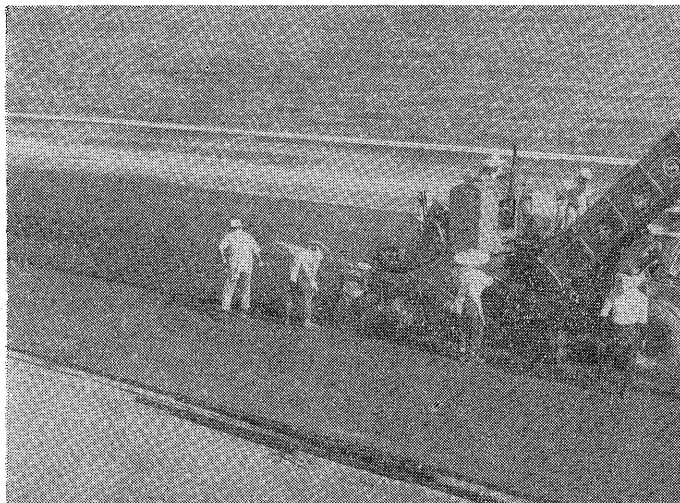
$$H_{max} = 1.8 H_{\frac{1}{3}}$$

の関係があるから、最大波に近い波が入射すれば、当然波そのものも越波することもありうるので、この対策も十分考慮する必要がある。直立型の干拓堤防では傾斜型の堤防とちがい堤防のテンバや裏ノリにたたきつけられる落下水圧が強大だから、保護ライニングは傾斜型の堤防に比較して十分強固に構築しなければならない。

以上、干拓堤防のライニングの必要性を説明してきたが、干拓地区の破堤による災害は、被害が激甚となることは必至なため、災害防止上とくに注意を要する大問題なので、詳しく説明をした。これで、干拓堤防のライニングの必要性は、十分御理解いただけたことと思う。

VI 干拓堤防とアスファルトライニング

アスファルトについて説明を加えることは、本誌の読者諸氏には全く蛇足かと思うが、話の都合上要点のみ概略申上げる。アスファルトには、他の資材にないすぐれた多くの特性がある。防水性、耐久性、柔軟性、耐撃性、混合度に対する自在性、無礫性、耐酸性、耐アルカリ性などは、すぐれた性質である。高温を加えると粘性の強い液状となるアスファルトと、剛性の強い砂や碎石などの骨



鍋田干拓堤防のフィニッシャー

材と混合したものは、高温で長期載荷する場合はプラスチックな性状をあらわし、低温で衝撃のような急速載荷の場合はエラスチックな性状をあらわし、いわゆる弾性体である。このアスファルト混合物を材料につかい、構造物のライニングを施工する場合には、上記の互に反する特性を十分考慮して、最も適するような配合にする必要がある。つまり、高温の場合は重力によってでもプラスチックになるから、これを防止するために、高温時外力によって不適当な変形をしないように適当な安定性をもつように、また低温時外力をうけても割れることなく、僅かに変形する程度の柔軟性をそなえていることが必要である。

アスファルト混合物は、骨材の量と粒度とアスファルトの軟かさと量を加減することによって、安定性と柔軟性を任意にかえることができる。軟かいアスファルトを多く使えば、柔軟性は増大するが安定性は減少する。固めのアスファルトを使用したり、アスファルトの使用量を少くすると安定性は増大するが柔軟性は減少する。

アスファルトと骨材との混合物は、種々の特性をもっているので、干拓堤防のライニングには特に適している。

アスファルトライニングは、盛土の変形にかなり順応するたわみ性が大きい。防水性も強く、多くの薬品に対しても抵抗力が大きい。雨水や海水による浸蝕にも強いし、風波や流砂による摩耗に対しても強い。またアスファルトライニングは、ジョイントなしの施工ができるから、一枚のリボン状の施工ができ目地や割れ目がないの

で漏水がないこと、ライニングの厚さもセメントコンクリートやコンクリートブロックライニングの場合に比して比較的うすい厚さで十分に間に合うこと、重量が比較的軽いこと、ドライウワークの工法だから安易で工期も短かく能率的であることなども、ノリ面保護工法として見のがせないすぐれた特性である。

以上のことが究明されたので、農林省は、国営長浦干拓事業の干拓堤防をアスファルトライニングすることに踏みきったのである。

VII アスファルトライニングした堤防

今日でこそ、斜面のアスファルトライニングの工法はなどと平気でいうが、大丈夫と推断されても具体的な工法があったわけではないので、まず長浦の砂を運び、屋外に模型をつくって実際に工法の試験をおこなった。長浦干拓は、千葉県君津郡袖ヶ浦町葦波地先である東京湾の一部である。東京都から千葉市を経て1時間40分ほどの位置で、国鉄房総西線の姉崎、長浦、稲葉の各駅に沿い、かつ二級国道127号線が海岸線に並行して走っている。

干拓堤防は、一般にポンプ船で海底の砂を吹かせて盛土をするから、堤体の本質は、シルトがほとんど流亡して残った砂である。

本体が砂だし、この砂を利用してアスファルトライニングしたのである。事業の概要、工事のデーターなどは、昭和35年4月に発行されたアスファルト第3巻13号に、「長浦干拓にはアスファルトが使用されている」と

題されて、西川栄三先生が詳細に報文を書かれているので、それを御参照いただくことにして、ここでは申し上げぬことにする。

長浦干拓堤防のアスファルトライニング工事は、大規模に干拓堤防のノリ面保護工としてアスファルトライニングを施工したわが国最初の工事であるし、今日ノリ面保護にアスファルトライニングが常識となった基礎を固めた工事として、永久に土木史上に記念さるべき工事である。めばしい工事をひろってみると、昭和32年12月の長浦干拓堤防ライニングについて、昭和33年10月に国営八郎潟西部干拓堤防を、昭和33年12月に国営児島湾淡水化工事の本堤防を、昭和33年5月に乙川干拓の海岸堤防を、昭和33年8月に衣浦干拓の

竣工した鍋田干拓のアスファルト堤防

潮受堤防を、昭和35年1月に新利根川堤防を、昭和35年1月に鍋田干拓の内堤と海岸堤を、昭和35年10月に阿知須干拓の甲堤防と乙堤防を、昭和36年2月岐阜市雄総護岸工事のノリ面を、昭和36年3月に安芸津干拓第三工区堤防を、昭和36年4月に地蔵面干拓潮受堤防をと、続々と全国的にアスファルトライニングによるノリ面保護が施工された。

昭和34年9月26日に名古屋地帯を襲撃した伊勢湾台風は、各地各所の堤防を欠壊させ、海岸沿の干拓地を全滅させたばかりでなく、内陸地帯にも大被害をあたえた。

「もしも堤防の背面が土砂のままの露出でなく、完全にライニングしてあったら、人間の被害はもちろんのこと総被害はズーッと軽減されていたであろう」と大新聞にも書かれたが、私共の努力がもう少し早く理解され、実をむすんでいたらと思うにつけ、まことに残念でならなかった。

Ⅷ む す び

しかし、伊勢湾台風による教訓はよい刺戟となり、干拓堤防が検討され、危険が予想されるものは直ちに改修補強され、テンバはもちろん背面盛土まで、ノリ面保護のアスファルトライニングが施工された。このことは、今後、干拓堤防の破壊による災害は絶無に近くなるもの

と、全く御同慶にたえない。アスファルトライニングによるノリ面の保護工法は、大体上述のとおり見透しをえたのであるが、何しろ新しい工法であるので全然問題がないというわけではない。道路とちがってノリ斜面の施工であるから、一般に足場がわるい。ライニング層基礎のしめ固めが容易でない。現場が堤防上となるので段取りや作業が制肘をうける。ライニングの仕上げも困難である。アスファルトライニングの斜面施工の機械化が困難である。ノリ面ライニング用混合剤の研究が十分でない。ライニングの適正断面の決定方式の研究が不足である。ライニング厚さがうすい場合の雑草処理の問題など多々ある。これらの問題の解決も全く時間の問題であって、見通しは十分あり、前途は坦々としてすこぶる明るく、豊かな希望がもてる。

紙数の関係で、今回は主として干拓堤防のアスファルトライニングについて申上げた。昭和35年9月東富士補償工事の中畑および中清水の両貯水池、昭和36年8月皇居内吹き上げ大池、昭和36年10月赤坂皇室御用地内の上池などの貯水池や水路などの不透水工法については、後日機会をみて御説明したいと思っている。

〔筆者：農林省農業土木試験場 造構部長〕

「アスファルト」誌は原稿を募集しておまひす

特に

(質)(疑)(応)(答) 欄の新設を企画しております。

質問要項をおまとめ頂き御投稿下さい。その際

答える人をどのような方という御希望があれば明記して下さい。

その他

アスファルトに関するレポートの御寄稿をお待ちしています。

凡ゆる分野に利用されているアスファルトの原稿を掲載し

「アスファルト」誌を充実させていきたいと存じます。

皆様方の御協力をお願い致します。

締切期日はありません。いつでもどうぞ。

採用させて頂きました分には原稿料をお送りします。

送り先：社団法人 日本アスファルト協会 東京都中央区新富町3～2

INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第 15 回

佐 藤 正 八

第XIII章 水理構造物へのアスファルトの利用

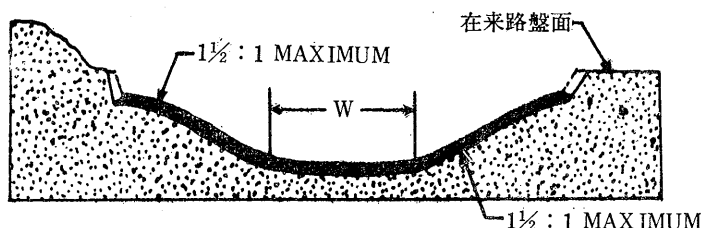
13, 001 概 説

アスファルトの水理構造物への利用は歴史が始った時代にさかのぼり、アスファルトの多様な利点によってその用途も絶えず広範囲に広がって来ている。又自然的にアスファルトの対象として、水理構造物に色々な形で利用される様になってきた。本章で記述するものは次の事項についてで、即ち「導水路、排水路のライニング」「貯水池、溜池のライニング」「河川、湖の浸蝕防止工」「ダム覆工」「防波堤」「水制工」或いは「工業用水施設や污水处理施設」等への利用である。

水理構造物にアスファルトを利用するときは、他の形式の構造に於けると同様に如何なる場合でも技術的に且試験室で得られた結果を指針として施工されなければならない。この種の構造に利用しても差支えないと証明されている骨材は到る所に存在するが、もし使用してよいかどうか分からない材料で、経済的な観点から用いた方がよい場合は技術的並びに試験室的研究を施工に先立って、又は施工中にも行ない、その指針としなければならない。

以上の一般概念に留意して、次の事項が重要な要素と考えられる。

- (1) 路床 (Subgrade)
- (2) 雑草駆除処理 (Weed Control)
- (3) 設計と施工 (Design and Construction)



第XIII—1図 水路ライニングの標準断面

13, 002 路 床 (Subgrade)

水理構造物のライニングに用いられるアスファルト・コンクリートは、技術的に見ると、交通下に供用されるアスファルト・コンクリート舗装に於ける場合の基礎或いは路床に対する関係と同じでないことは明らかである。それにもかかわらず設計と施工と耐久性については道路舗装の考え方と平行的である。法面の路床工の締め固めは重要で緻密な土壤で急勾配の場合(2割又はそれ以下の勾配)に特に重要である。従ってまたあとで行われるアスファルト・コンクリート表層の締め固めにも、しっかりした基礎を造ることが大切である。そのために稀には他所からセレクト材料を運んで来て基礎を作る必要を生ずることがある。

しかし乍ら盛土や法面及底の施工は、最大可能な限り、土質管理や締め固めを支配する所の確立された工学的な原則に則って行わなければならない。

締め固めに次いで更に推奨されることは、法部と底部との接合部には丸味をつけることである。

経験から分かったことは、丸味の半径は、底部の巾の半分以上で出来れば3呎以上にすると、実際的にアスファルト覆工の垂れ下がりを起こす傾向がなくなり、尚且締め固めの際の接合部に生じ易い亀裂を防ぐことが出来る。覆工の縁端部は天端や犬走りの上へ少くとも6インチは延長して、その上を土で覆うか、そうでないときはその縁端部を少し厚い目に施工する。

法勾配は最大1割5分が推奨されている。標準設計断面図は第XIII—1の如くである。

13, 003 雑草駆除処理 (Weed Control)

アスファルト・コンクリートで舗設される土に雑草が発生する懸念が少しでもあるならば、雑草駆除の何らかの処置を行う様推奨されている。

今迄使用されて満足な結果を与えた方法を分類すると次の2つに帰着する。

(1) 無機化学品を用いる方法 (Organic Chemical)

(2) 石油誘導体を用いる方法 (Petroleum Derivatives)

(1)の中の主なるものは、砒素化合物と塩素酸ナトリウムや硼砂と灰汁の混合液(硼砂80%, 灰汁20%)である。塩素酸ナトリウムの可燃性の危険をさける為、塩素酸ナトリウムと硼砂灰汁を10:4の重量比で混合したものが推奨されている。この混合物を粉状で0.8lbs/yd²の割合で路床に撒布し、土壌には浸透するが堤防や法面に薬品が流れ落ちぬ程度の充分な水量で軽く霧吹きしてやる。土に残留する混合物が上記の割合とほぼ等しくなる様に計量された濃度と量で水溶液として撒布しても差支えない。

(2)の石油誘導体を用いた実施例は、前者の無機化学薬品の例に比べると、極く限られてはいるが、ディーゼルの沸点範囲からの高度の芳香族類のある種の蒸溜物が雑草駆除に効果的に有望である。また市販のディーゼルの如き害の少ない油に油溶性除草剤を加えたものが使用されて非常に成功をおさめている。これらの中で「ペンタ・クロロフェノール」を含むディーゼル油が有望の様である。これらの除草剤は、準備された路床に、ライニング施工の数日前に約 $\frac{1}{5}$ ガロンから $\frac{1}{3}$ ガロン程度の一回の撒布量で平方ヤード当り $\frac{2}{3}$ ~1ガロンを撒布し、浸透させて大気に曝しておく様にする。

上記の他、アスファルト・コンクリート混合物の設計や用いるアスファルトの種類によってはそれ自身で、雑草発生に対する抵抗力を持つ特長がある。緻密でアスファルトを用いたものは雑草発生の力を弱めるのに役立つことが分った。

13, 004 設 計

水理構造物に於て達成されなければならない目的は多々あるが、列記すると次の如くである。

- (1) 漏水防止
- (2) 堤防の浸蝕防止
- (3) 水流に対する摩擦抵抗の減少
- (4) 構造物の維持修理の軽減

上記を満足するためには、ライニングは強靱であり耐久であって、機械的安定性を持ち、表面が滑らかであり、小部分の修理にもそれ自身を適応させる充分な柔軟性を持ち且不透水性でなければならない。

適確に設計され施工されたアスファルト・ライニングや構造物は、以上の要求を満たすことが出来る。種々の形式のライニングや混合物が水理構造物に使用されてきたがどの形式の施工に対しても、注意深い評価と設計がなされなければならない。

水理構造物の構築に当っては、詳細な構築方法を系統

立って表わし、それに従って施工しなければならない。

導水路や洪水放水路のライニング (Canal and Storm Channel Linings)

13, 005 概 説

導水路や洪水放水路の建設に用いられているアスファルト・ライニングには次の2, 3の種類がある。それはアスファルト・コンクリート、及びプライムコートや表面処理を施工した埋め殺しメンブレン、並びに成型防水マットやアスファルト・グラウト、割栗石積ライニングである。これは各々の分野に於て利点をもっているもので、研究に値する。これ等のライニングに対する設計基準は夫々の特殊な用途によって変ってくる。

13, 006 アスファルト・コンクリート・ライニング (Asphalt Concrete Linings)

加熱工法のアスファルト・コンクリートは水理上の管理の分野では永年に亘り成功をおさめてきたので証認された構築方法として証明されている。これは13,004に述べた諸条件をすべて満足する。上述の要求された要素のすべてに最も適合したアスファルト・コンクリートの形式は程度のよい密度の大きい富配合の混合物である。この様な混合物は締め固め後の空隙が5%以下とするもので不透水性と考えてよい。

この様な混合物は粒度配列のよい堅牢な骨材で、最大粒径は $\frac{3}{4}$ インチ以下で(舗装仕上厚さの $\frac{1}{3}$ 以下であること)粗粒式よりも、むしろ細粒式に分布された骨材から造られたもので、粒度に相応した最大量のアスファルトを含んでいなければならない。

推奨された粒度は次表の通り

通過量 (%)	最大粒径 $\frac{3}{4}$	最大粒径 $\frac{3}{8}$
$\frac{3}{4}$ " 篩	100	—
$\frac{1}{2}$ " "	95~100	—
$\frac{3}{8}$ " "	—	100
No. 4 "	60~80	90~97
No. 8 "	43~58	70~83
No. 50 "	22~32	30~38
No. 100 "	16~24	20~28
No. 200 "	8~15	10~16
舗装用アスファルト	7~9	8~10

舗装用アスファルトは針入度が60以上100以下のものでなければならない。硬い方のアスファルトで造られた混合物ほど、雑草発生や泥に巻きとられること、及び割

離したり直角横方向の垂れ下りに対してより大きい抵抗を持ち、動物の蹄によって壊されることも少くなる。

13, 007 施工

アスファルト・コンクリート・ライニングの厚さは小規模の水路で(潤辺が12呎以下)1.5 インチの厚さから、大規模の施設に対しては3 インチ迄色々である。3 インチ以上の厚さがどうしても必要だと云う確信ある証拠はないが、一方では2 インチで充分であると云う相当な証拠がある。

混合物の締め固めは大切で、確保されなければならない。これには試験室の供試体の95%以上の密度要求が規格として推奨されている。過去に於てはこの様な締め固めは堤上のトラックやトラクターに装備されたウインチによって、ローラーを直角横方向に巻き上げて輾圧することによって達成されたが、振動締め固めやスリップフォームや縦方向輾圧或いはそれ等の組合せのより適合した機械が発達して来た。更に満足出来る舗設や締め固めの機械が疑いもなく将来出てくるだろう。いずれにしても締め固めは利用し得る最も実地的な方法で得られなければならない。

水理構造物ライニングの場合は、鉄網を用いて補強することは推奨出来ない。経験によれば、変形や異なる膨張のために上に飛び出した鉄網は利点よりもむしろ害の方が大きく、また設計や施工に於て上記の要求が守られるならば鉄網の必要がないことが分かった。

密粒度、富配合でよく締め固められ、正しく舗設された混合物はシール・コートを必要としない。振動締め固めやスリップフォームで舗設した場合には特に必要を認めない。設計や施工に於て予見することが困難であったために、稀にシールコートを必要とする様な場合の実例としては、維持修繕の項目として考えられるべきであって、60~100 の針入度の舗装用アスファルトに重量で20%の硅藻土を含有したものをを用いることが推奨されている。シール・コートは表面の粗面の度合いによって変わるが、0.25~0.5gal/yd² の割合で圧力撒布方式で施工しなければならない。

水路のプライム・メムブレン・ライニング (Prime-Membrane Canal Lining)

13, 008 概説

プライム・メムブレン型(プライム式薄膜防水)のアスファルト水路覆工は現場試験や施工の結果その有望な効果から、ローコストライニングの分野でより大きい考察が必要とされるに到っている。これらのライニングの施設は或る種の水路、特に小水路や灌漑用枝水路等で、

この方法で成功をおさめている。この形式のライニングの顕著な特徴はこの方法に用いるアスファルト材料はすべて圧力撒布方式で撒布され工費が大巾に節減出来ることと極く少しの労力だけで機械施工出来る所にある。

この種類のライニングは一般的に砂質或いは砂シルト質の透水性の土をまず始めに粘度の中位な油で下撒きをして、次に粘度の低いカットバックアスファルトでプライムコートし、最後にフィラーを充分に混入した針入度の低い舗装用アスファルトか或いはフィラーはあっても、なくてもよいが、ブローンアスファルトを以てシール・コートを施す。

アスファルト材料の色々の組合わせが現場で試みられ、その結果からある結論が今に引出されるだろう。本節の目的はこの種類のライニングの要求や色々な材料が具備しなければならない。諸性質について述べ、最終的にどういう組合わせがこの要求に最も効果的に適合していることが分かったかについて、そのアウトラインを述べることである。

13, 009 施工法

施工法は次の通りである。

- (1) 路床準備 (Preparation of Subgrade)
- (2) プリ・プライム油の施工 (Application of pre-prime oil)
- (3) カットバックアスファルトのプライムコートの施工 (Application of cut-back primer)
- (4) 中間締め固め (Intermediate compaction)
- (5) メムブレン・シールコートの施工 (Application of membrane seal)

13, 010 路床の準備

経済的に所望の結果を達成するためには、しっかりして安定した土壌の路床が大切であって、且実行可能な最大限迄良い跡床が造られなければならない。路床は堅固であって、ザクザクした締め固まらない材料が入ってはいけな。ザクザクした材料は土壌に湿りを与えて輾圧するか、或いは完全に濡らして輾圧し、締め固め、ライニングの材料を施す迄に乾燥しておかなければならない。法面部は滑かで、また頂部とインバートの部分は少し丸味をつけなければならない。法面の最大勾配は1割5分が推奨されているが、出来るならば2割が望ましい。ザクザクした材料は施工される縁端から充分離れた背後の方に移しておき、ライニングの施工中に崩れて水路の中に転げ落ちない様になければならない。

13, 011 プリ・プライム油の撒布

ブリ・プライム油は土壌安定のためとプライムコートがよく浸透する手助けとなる様に浸潤剤としての二重の役目を果たすものである。これ等の油は濃度の点ではディーゼル油かガソリンと同程度であるが、その粘度の範囲は処理される土の性質と多孔性によって広く変化するものである。この様な油で100°Fに於ける粘度が30~50 SSUのものが満足な結果が得られることが証明されて来た。これはそのまま雑草駆除の性質をもっているものが望ましいが、或いは溶解性の雑草駆除用農薬で補強された他の油でもよい。また雑草駆除性の油でも、もし必要と考えた場合は更に農薬で強化された方がよい。これ等の油は、続いて行われるプライム材料にかなり適合したものであることが必要で、またすぐにどろどろになって、土壌への最大浸透を妨げる様なものであってはならない。

現場試験を経て、結果も満足で且耐久性も有望と考えられる油は次の様なものである。

(1) 市販のディーゼル油に次ぎに掲げる殺草化学薬品を1.0~2.0%加えて補強したもの。

- (a) Pentachlorophenol
- (b) 2,4 dichloro-phenoxyacetic acid
- (c) 2,4 dinitro butyl phenol
- (d) Sodium dinitro O-cresylate

(2) 高度の芳香族材料で、分解や溶剤抽出の方法で得られたもの（註 これ等の油は(1)に記した薬品で強化されてもよい）

(3) 圧力蒸溜の硫酸処理の際出来る酸性沈澱物から回収した油で前述せる粘度になる様溶剤で処理されて、更に重量で1.75%のペンタクロロフェノールで殺草性を強められたもの。

上記の様に造られたプレプライム用の溶液は路床に1回または2回に散布される。散布量は1回当り0.4~0.6 gal/yd²で全量で0.6~1.2 gal/yd²となる様にする。この散布はプライム施工前少くとも12時間に行って、よく浸透する様にしなければならない。

13. 012 カット・バック・プライマーの施工

アスファルト・プライマーは最大の浸透を得るために充分粘度の低いものであることが必要であるか、また散布後に速やかに粘度の高い状態になるものでなければならない。封緘用薄膜 (sealing membrane) を支えるためには強靱で耐久的でしっかりした基礎が必要であって、いつまでも連続的で効果を失わない様に、且作業中にプライムした表面の破損を最小にするようにしなければならない。色々のアスファルトプライマーがこの目的の為に試みられて来たが、その中には SC—0 と SC—1 ; M

C—0 と MC—1 ; 及 RC—0 と RC—1 とがある。ブリプライムの油で成分溶かされると強靱さが要求されると云う理由から硬いアスファルトをカットバックしたものが望ましいことが分かった。RC—0 はこれ等色々の要求に対して適合していて、最も満足な結果を与えることが証明されている。所要量は土壌の性質によって変わるが、土壌を非常に透水し難い様にするだけの充分な量が必要であるが、飽和する程用いてはならない。浸透しないで溢れた RC—0 は表面に残って垂れながれを起こすことになる。この量は1回が0.2~0.25 gal/yd²の分量で全部で0.5~0.75 gal/yd²にするのが一般的である。各回の施工は前回の施工が終って充分浸透したあとで行われなければならない。施工時間間隔は余り長くない方がよく未浸透の遊離した油が消えて見えなくなった所で充分である。

プライムコートは養生期間として少くとも施工後24時間おくことが必要で、その後で次の処理を行う。

13. 013 中間輾圧

RC—0 の散布が終わったら、その翌日（或いはもし必要ならば軽い気発物を蒸発させる様にもう少し長い日数をおいた方が良く施工する日は日中の暑い時が好ましいが）プライムした表面をローラーをかけるかまたは載荷したスリップフォームでこてをかける。路床が或る条件のもとでは、プライムを施したあとでもザクザクしていたり或いは不安定な状態の場合がある。もしこんな場所があった時には、プライムした表面を軽くローラーをかけ直さなければならない。しかしこの作業では、表面を乱すことのない様に特に慎重に注意して施工しなければならない。中間輾圧の目的は、一般に表面を強靱且平坦にし、工事中に起こった小さな緩んだ場所でも直して、アスファルト皮膜を支えるための堅固で滑らかな基礎を作るためである。更にシールの材料は少い方が良く、連続して破られていないシールが得られる様にする。この均し作業に引き続いてすぐにメムブレン・シールコートが行われる。

13. 014 メムブレン・シールコートの施工

メムブレン・シールは散布出来るものでなくてはいけませんが、更にまた強靱で耐久性、柔軟性に富み、滑らかであって、風雨に曝されてもたるんだり亀裂を生ずる様なものではない。

以上の要求の総てを満たすことは、少し注文が多過ぎると思われるが、二三の施設で使用してみた結果、非常に有望であってまたその達成も可能であることが分かった。今までの所では供用されて最も耐久的な皮膜（5年

以上使用)は85~100の針入度の舗装用アスファルトに硅藻土を混入したものである。この他では、硅藻土混入アスファルトで針入度が40~50のものは更に有望な様である。施工量は表面の粗度によって異なるが、0.5~1.0 gal/yd²の割合である。

硅藻土フィラーの適当量は使用するアスファルトの流動学的(rheological)な特性と他方では硅藻土の物理的性質によって変わるが、所要量は重量で18~25%の間であることが分かった。適当量を決定する指針として用いる大ざっぱな経験法は試験的に試験バッチ(約1ガロンのアスファルト)によっている。400°F以上の温度でフィラーを加えていって、その混合物が外見的に固まった状態(ゲル)になったら、適当量はその時の混入量より約2%少ない時の量である。かくして造られた混合物は最少温度で約425°F撒布出来る。もしこの様にして造られないと、フィラーの沈澱が起こるので、充填アスファルトは造ったら直ちに施工しなければならない。

又フィラーの適当量を決定するのにバレットの垂下試験(Barret sag test)の如き方法が用いられている。この試験では $\frac{1}{2}$ インチのチューブのシール用アスファルトを銅の鉢の中に置いて、45°に傾けて24時間140°Fを保っておく。このとき垂れ下がりや流れ出しの長さが1インチ以下の材料が満足であると考えられている。

ブローンアスファルトの中である種類のものが、フィラーを用いなくても適当な皮膜としての要求を満たすことが出来る。これ等を使用してみた結果は末だ最終的な結論を出すには充分ではないが、フィラーを使わなくても、風雨に曝されても又流動変形学的な性質でも満足な結果が得られている。これは工場施工の簡素化と又恐らくコストの面で全面的にかなりの利益となるであろう。

13, 015 結 論

プライムメンブレンライニングを行った場合、大事な期間は供用開始した初めの60日間であることが観測された。この期間中は、多少風化されるか、又は表面に充分埃がつく迄はメンブレンシールはいささかねばつく。風化や埃の状態にならない時には、シールの破損がおくる結果となるので、これを交通から保護する様子防的な処置をとる必要がある。又揮発分を失って収縮しやがて彎曲する傾向はシールを施こした初期に促進される。

プライムメンブレンライニングは早い流速の所や過度に渦流の起こる所では路床からメンブレンが浸蝕されたり剝離されたりするので、用いるのは適当ではない。苛烈な条件に曝される所では、砂利や玉石の保護層をメンブレンの表面に置いた方がよい。以上の性質は使用者が最終結果を判断するのに見落してはいけないので、前以

て警戒する様述べておく。時間が経つにつれて、ライニングは最初の光沢のある黒色から灰色がかった色合いになってくる。そして、路床が安定して来て、路床とメンブレンの間の附着の強度が増加するにつれて、時間と共に強靱となり、安定度を増してよりしっかりしたものになって来る。以上概説した如く、アスファルト製品の利用は、疑がいのなく材料的にローコストな水路のライニングの諸問題の解決に寄与するものである。

水路の埋殺しメンブレン・ライニング (Buried Membrane Canal Lining)

13, 016 概 説

埋め殺しメンブレン・ライニングはその名の意味する如く、土、砂、砂利、玉石その他の浸蝕に抵抗する材料で被覆された埋め殺しのアスファルト・シールである。このライニングは水路や灌漑用水路の漏水、滲み出しを防ぐ目的で主として使用され、殊に運河や水路が透水性の砂、砂利質の土に構築する場合に、或いは断層を生じて亀裂のある頁岩やそれと同様な材料に遭遇する様な所に構築される場合に使用される。

砂、砂利、玉石等の被覆材料は6インチから2呎の深さに置かれた場合は、浸蝕にも強く、漏水しないライニングが一般に造られる。一部の費用で出来ることが屢々ある。

空気と太陽の化学放射線から遮断されたアスファルト膜は永年の耐久性を期待出来る。

埋め殺しメンブレンの施工に当って第一に考慮すべきことは、充分な厚みのアスファルト膜を作り又充分な厚さの保護材料で被覆し、作業中に被覆材が滑り落ちない様な勾配で作ることである。

13, 017 材 料

この埋殺しアスファルト膜に使用するアスファルト材料は、カバーの上を埋め戻す際の毀損に抵抗出来るだけ強靱でなければならないし、又起り得る土の移動のための亀裂に対しても抵抗出来る様充分な延性を持たねばならない。被覆土を置く前にアスファルトが過度に垂れ下る事は望ましくない。連続的で破れ目のない膜となることが大切である。

上述の要求を満たす為に色々アスファルトが研究されて来たが、現在迄の経験の結果では次の様な結論を得ている。即ち蒸気精製によるかセミブローンの中位に低い針入度のアスファルトで軟化点が130°~150°Fのものが、最もよくこの要求に適合する。

ある条件の下で被覆が必要以上にスベスベして滑らかであったり、或いは低温で硬すぎるとき、その上に土の

被覆を行う場合は、RC—0 か或いはそれと同様な材料で軽くフォッグコート（霧吹き）を行なって、被覆土と皮膜の間の附着を高める様にしなければならない。

施工の割合は平方ヤード当り 0.05 から 0.10 ガロンである。上述の方法の代わりにアスファルト膜の乾かぬ中に軽く砂、土を撒くのも同様な効果を挙げる。施工されたアスファルト膜は、連続的で破れた所もなく又撒布されない場所もない様にしなければならない。

被覆材料の所要量は路床面が粗いか滑らかかによってかなり違って来る。

滑らかな路床面では平方ヤード当り、約 1.25gal で又非常に粗い面に対しては 1.5gal/yd² だけのアスファルトが必要である。

13, 018 施工法

埋殺しメムブレン形式のライニングは水のない水路の断面で先ず一呎以上の土を取除くことによって造られる。この様に一時取除いた土は堤上にストックして、掘削した所の表面をブレードかドラッグで滑かにする。皮膜の連続性と又このような連続性に影響ある材料の所要量は地表面の滑かさによって大きく支配されるので、この平坦土は出来る最大限の度合となる様に、注意して施工しなければならない。メムブレンはその後で施工しなければならない。被膜を施工してアスファルト層の上におく。そして通水した時に崩れおちるのを防ぐために必要あれば撒水輦圧が他の方法で締め固める。被覆土の厚さは 1 呎以上にする様推奨されている。この様に土砂が崩れ落ちるのは屢々急激な減水状態で起こるので、急激な減水は避けなければならない。

もしアスファルト膜の露出が出来た時には、直ちに保護被覆を行わないと、シール面に永久的損傷が生ずる結果となる。被覆材料は膜を損傷せぬ様、注意して置かなければならない。土壌の種類や勾配によって、土は置いたままの状態でよいか、撒水沈下させるか、または撒水輦圧するかを決める。厚さは 1 呎から 2、3 呎迄であってこれは被覆材の種類や施工法によって違って来る。アスファルト膜の方は普通は 2 割より急な勾配に舗設してはならないが、被覆材料の方は所要の 1 割 5 分が 2 割の勾配に置かれるのがよい。水路の埋め殺しメムブレン・ライニングは上述の如く注意深く作られて維持されると長い寿命を持っているものである。

成形板による水路や貯水池のライニング (Prefabricated Canal and Reservoir Lining)

13, 019 概説

一般に、水路のアスファルト成型板によるライニング

は不透水性のアスファルト混合物がマスチックで各種繊維を蕊又は裏板として、それに加工して造られたもので、中央プラントで造られた既成板として水路まで運搬場に舗設されるものである。

この種のライニングは、ブロック・シート、或いは巻物の形で作られる。成型板ライニングは小さな灌漑用排水路で、農夫が農閑期に自分で安い労賃で出来る点が特に重宝である。現場試験の結果は将来発展への可能性を明確に示していて、今後の広汎なる研究と現場の試験施工をする価値のあることを示している。

13, 020 施工の歴史

水路の成型板アスファルトライニングでは主として 3 つのタイプのものが用いられ、充分長い時間をかけてその性状を評価し、それから更にそれ以後の研究と発展のための指針をひき出して来た。

(1) 普通「アスファルト・パネル」として知られている成型板アスファルトライニングは、貯水池、溜池、用水路開渠等の防水に広く用いられている。アスファルトパネルは伸びのよいブローン・アスファルトを鉱物質ファイラーと繊維によって補強されたもので、蕊として作られたものである。これらの原材料を混合して加圧、加熱の下で型に入れて所要の厚さ、巾、長さのパネルに作る。これを芯として、アスファルトを滲みこませたフェルトに防水性の加熱アスファルトで保護被覆をした層の間にサンドウィッチにはさま込む。長さは需要によって変わるが 30 呎である。10~15 呎の長さのものが取扱いが最も容易であって一般に好まれている。標準の巾は 4 呎であって、厚さは必要に応じ $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, インチとなっている。 $\frac{1}{2}$ インチ厚さのパネル重量は 3 lbs/yd² であり厚さに比例して重量が変わって来る。

(2) 第 2 の形式のものは、厚さ約 1 インチの細粒式のアスファルト・コンクリートをアスファルトを飽和させた麻布 (burlap) に施こして巾 34 インチ、長さ 42 インチのブロックに作られたものである。この裏板となっている麻布はその隣接する 2 つの側面で約 6 インチ分がブロックからはみ出していて、他のブロックとの継ぎと補強になる。ブロック間のジョイントはアスファルト珪藻土混合物か或は同様なマスチックで充填する。

この種のライニングは供用してみた結果有効であることが証明されたが大きなブロックなので重くて取扱いが困難だと云う欠点と、またあまりジョイントが多過ぎるので、将来漏水の可能性があると、又雑草が根をおろし易いことが難点となっている。しかし現場舗設のアスファルト・コンクリート・ライニングに比べてこの種の工法の経済性は評価されるべきである。

(3) 成型板ライニングの第 3 の形成のものは、アルミ

ニューム金属板を芯としてその両面にアスファルト・サンドマシックを施したものである。マットの全厚さは約 $\frac{3}{16}$ インチである。マシックはその両面に砂をまぶしてあって、取扱いし易い様にしてあり、又材料を巻いてロールにした時ねばりつくのを防ぐ様にしている。試験室の調査ではこの種の材料の引張り強度は雑草が発生するのを防ぐのに有効であることが分かった。

この成型板のライニングは以上の他に色々な形で施工、発達して来ている。この中にはアスファルト混合物やマシック表層をアスファルトで被覆されたガラス繊維で補強したものや、他の色々な異った種類の裏板をもったものが含まれている。

13, 021 品質要求

成型板ライニングはかなりの引張り強度も持った繊維の裏板や芯で作られ、取扱いに於ける損傷を最小に出来るもので、雑草発生をおさえるものでなければならない。この様な裏板や芯は腐蝕しないものでなければならない。そこでガラス繊維のマットやアスファルトをしみこませたアスベストフェルトやアスファルトをしみこませた腐蝕防止の繊維フェルトとか金属箔の如きものが最も有望である様に思われる。裏板や芯を被覆するとき用いられる混合物やマシックは不透水性でなければならない。

それは基本的な要素であるからである。また水流に対する摩擦抵抗を出来るだけ最小にし、水草の附着、繁茂を最小にする様かなり滑かでなければならない。また風雨に耐える性質も大切である。また被覆材は裏板や芯と連続的に附着性を維持するもので垂れ下りや変形の少ないものでなければならない。それらはまた安定性でなければならないと同時に柔軟性と加工性を持っていなければならない。また半径の小さいカーブの上に彎曲させた時

でも亀裂や損傷の生ずることのない性質が必要とされる。これ等のシートやロールは、余り重すぎて手で取扱いが困難なものにしてはいけない。

13, 022 結 論

水路のローコスト・ライニングの問題に関係して来た人々の間では、成型板の荷作りが簡単であることと、安価な形が水の保存と管理の色々な面に於ける解決に対して広い分野に貢献すると云う意見で一致している所である。成型板のライニングの利用は小さな灌漑用枝水路や導水路で勾配の急な所や、木枠や高価なコンクリート系統のライニングが必要な様な非常に浸蝕され易い土壤の場所に於ける水进行处理するのに、経済的な解決を与えるものである。

この理由から成型板のライニングは大きい要求を満たすために発展して来て、今や商品として生産されるに至っている。

13, 023 アスファルト・グラウト・栗石積ライニング (Grouted Rip-Rap Linings)

この種のライニングは多量の水が速い流速で屢々流れる様な洪水放水路で用いられて来た。栗石が積まれて、栗石の間の空隙がアスファルト・マシックか或いは針入度の低いアスファルトで充填されたものである。空隙はすべて充填されて、漏水のために水を失うことのない様に充分注意しなければならない。この種のライニングは建設する前に、工費の検討を注意深く行わなければならない。何故ならば、別の形式のライニングの方がこれより経済的に有効であることがあるからである。

(つづく)

(筆者；世紀建設株式会社 常務取締役)

編集委員 (順不同)

谷藤 正三・村田 泰三・井上 孝・高橋国一郎・神保 正義
酒井 重謙・福島 健重・菊地 栄一・南部 勇

アスファルト 第5巻 第28号 昭和37年10月4日発行

社団法人 日本アスファルト協会

発行人 南部 勇

東京都中央区新富町3～2 石油会館内

TEL 東京 (551) 1131～4

印刷・光邦印刷株式会社

社団法人 日本アスファルト協会 会員

アスファルトの

御用命は
本会加盟の
生産／販売会社へ

優れた生産設備と研究から
品質を誇るアスファルトが生み出され
全国に信用を頂いている販売店が
自信を持ってお求めに応じています

定評あるアスファルトの生産／販売会社は
すべて本会の会員になっております

賛 助 会 員

大協石油株式会社(561)5131	昭和石油株式会社(231)0311
丸善石油株式会社(201)7411	シエル石油株式会社(231)4371
三菱石油株式会社(501)3311	日本鉱業株式会社(481)5321
日本石油株式会社(502)1111	三共油化工業株式会社(281)2977
亜細亜石油株式会社(501)5350	三和石油工業株式会社(281)6189
富士興産株式会社(481)8544	昭和化工株式会社(591)5416
出光興産株式会社(211)5411	昭和石油瓦斯株式会社(591)9201

正 会 員

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区神田旅籠町1の11	(291) 6411	大 協
恵谷産業株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	シエル石油
恵谷商事株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	三 石
富士鉱油株式会社	東京都港区三田四国町18	(451) 4765	丸 善
株式会社木畑商会	東京都中央区西八丁堀2の18	(551) 9686	日 鉱
国光商事株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 4381	出 光
三菱商事株式会社	東京都千代田区丸の内2の20	(211) 0211	三 石
マイナミ貿易株式会社	東京都中央区日本橋堀溜町2の2	(661) 2906	シエル石油
株式会社南部商会	東京都中央区日本橋室町3の1	(241) 4663	日 石
中西瀝青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(271) 7386	日 石
新潟アスファルト工業(株)	東京都港区芝新橋1の18	(591) 9207	昭 石
日米礦油東京支店	東京都中央区日本橋室町2の4	(201) 9413	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(231) 7511	昭 石
日東商事株式会社	東京都新宿区矢来町61	(341) 7382	昭 石
日東石油販売株式会社	東京都中央区銀座4の5	(535) 3693	シエル石油

◎アスファルトの御用命は日本アスファルト協会の加盟店へどうぞ◎

瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 6900	出 光
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(551) 7131	丸 善
清水瀝青産業株式会社	東京都渋谷区上通2の36	(401) 3755	昭和石油瓦斯
三共アスファルト株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(281) 2977	三 共 油 化
東新瀝青株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(271) 5605	日 石
東京アスファルト株式会社	東京都港区芝田村町2の14	(591) 2740	亜 細 亜
東京通商株式会社	東京都千代田区大手町1の6	(231) 8291	日 石
東洋国際石油株式会社	東京都中央区日本橋本町4の9	(270) 1811	大 協
東光商事株式会社	東京都中央区八重洲5の7	(281) 1175	三 石
梅本石油東京営業所	東京都港区麻布新網町2の15	(481) 8636	丸 善
株式会社山中商店	横浜市中区尾上町6の83	(68) 5587	三 石
朝日瀝青名古屋支店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(85) 1111	大 協
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	日 石
中西瀝青名古屋営業所	名古屋市中区園井町1の10	(23) 0501	日 石
名古屋シェル石油販売株式会社	名古屋市中区牛島町107	(54) 6757	シェル石油
株式会社沢田商行	名古屋市中川区富川町3の1	(36) 3151	丸 善
株式会社三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	大 協
上原成商事株式会社	京都市中京区御池通鳥丸東入上原ビル	(23) 3101	丸 善
朝日瀝青大阪支店	大阪市西区南堀江5の15	(531) 4520	大 協
枝松商事株式会社	大阪市北区道本町41	(361) 5858	出 光
池田商事株式会社	大阪市福島区鷺洲本通1の48	(451) 7601	丸 善
松村石油株式会社	大阪市北区絹笠町20	(361) 7771	丸 善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区長堀橋筋2の35	(211) 3216	丸 善
三菱商事大阪支店	大阪市東区高麗橋4の11	(271) 2291	三 石
中西瀝青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(341) 4305	日 石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(231) 3451	日 石
三徳商事株式会社	大阪市東淀川区新高南通2の22	(391) 1761	昭 石
東京通商大阪支店	大阪市東区大川町一番地	(202) 2291	日 石
梅本石油株式会社	大阪市東淀川区新高南通1の28	(391) 0238	丸 善
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	(441) 0255	日 石
株式会社山北石油店	大阪市東区平野町1の29	(231) 3578	丸 善
北坂石油株式会社	堺市戎島町5丁32	(2) 6585	シェル石油
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(3) 0341	昭石・大協
丸菱株式会社	福岡市上土居町22	(2) 2263	シェル石油
畑礦油株式会社	戸畑市明治町2丁目	(8) 3625	丸 善