

# アスファルト

第4巻 第23号 昭和36年12月4日 発行

## ASPHALT

23

社団法人 日本アスファルト協会

# ASPHALT

## 目 次 第 23 号

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 欧米40日の旅 第1回・イタリー ドイツの巻 .....         | 工 藤 忠 夫 2             |
| 砂利用アスファルト・コンクリートの<br>配合設計と現場試験 ..... | 山 田 正 己 6             |
| 骨材の諸性質<br>瀝青混合物の骨材について .....         | 岡 田 富 男 12<br>金 崎 健 児 |
| Introduction to Asphalt・連載第10回 ..... | 大 島 秀 信 17            |
| ダム建設に使用されるアスファルトについて .....           | C・D・ハリス 25            |

### 読者の皆様へ

“アスファルト”第23号、只今お手許にお届け申し上げました。

本誌は本協会がアスファルトの品質改善を旨とし、需要家筋の皆様と生産者側との技術の交流を果し、より一層秀れたト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

VOL. 4, No, 23 Dec., 4. 1961

**ASPHALT**

Published by

**THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**

# 欧米 40 日の旅

## 第1回・イタリー ドイツの巻

工 藤 忠 夫

今度シェル石油会社のアスファルト・スタディに招かれて6月末、羽田を出発し8月初め帰着、欧米7ヶ国を40日で廻って参りました。誠に落着いて勉強する時間のない旅でしたが御蔭で次々と目新しい風物に接したり各国御自慢の土木工事を視察出来て、愉快なそして又貴重な経験を得た次第です。扱欧米のアスファルト工事について多くの方の専門的な報告もありますこと故別段変わった内容でもありませんが、自分で見たまま、聞いたまま、感じたままを申し述べたいと存じます。勿論駆足の旅で間違いも多いと思いますので皆様の御叱正をお願い致します。

### 1. イタリー

羽田よりルフトハンザのジェット機で西へ飛ぶこと約25時間半、ローマの飛行場に着きました。イタリーの面積は日本の約8割人口は約半分、しかも日本同様今次大戦で敗けたのですから道路なども大したことはあるまいと思って行きました処、上陸第1歩、飛行場から市内迄の道路の立派なのに先づ一驚しました。(第1図)

羽田から都心への道路もオリンピック迄にはこの位にしたいものと思いました。市内の十字路広場には多くの泉や記念碑などがあり、歴史的であると共に芸術的香

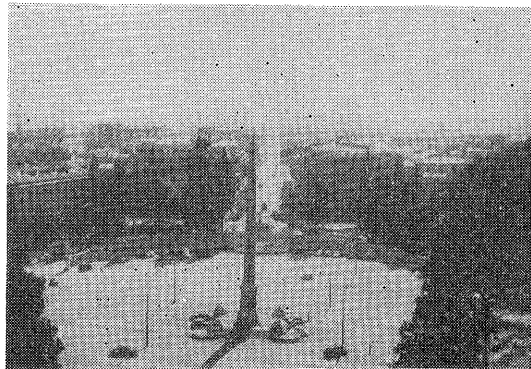
に満ちたものです。(第2図)

しかし又交通信号の少ないのにも驚きました。恐らく市中で100とはないでしょう。十字路に来れば車は必ず徐行して自律的に整然と流れて行きます。昼中トラックの都内通行は制限されております上に乗用車も殆んど小型ですから混雑が非常に緩和されております。次で有名な太陽道路を走って見ましたが(第3図)本格的な自動車専用道路で構造は(第4図)、粒度組成は第1表の通りであります。

ミラン、ボログナ、フローレンス、ローマ、ナポリを連絡する738kmの大事業ですから敬服の他はありません。さすがに芸術の元締と自負するだけに道路もすべてソフト・トーンです。例えば車線と45°の角度に配置された中央分離帯のスクリーンは緑色で美しい図案が画かれており、しかもサイドマークと共にプラスチックで出来ております。(第5図) 又分離帯の囲石が車道面より僅か1cmより上っていないことなどこの好例と申せましょう。専用道路の建設に当たっているイタリヤ自動車道路公団は政府出資51%民間出資49%と聞きました。この国では舗装専門業者はなく、道路新設の場合12区10~15km位の単位で土工、橋梁、舗装の全工種を一括入札するとのこと。碎石が高価な為玉砕が多く使用され、



第1図 ローマ飛行場より市内への道路



第2図 ローマ市内の十字路

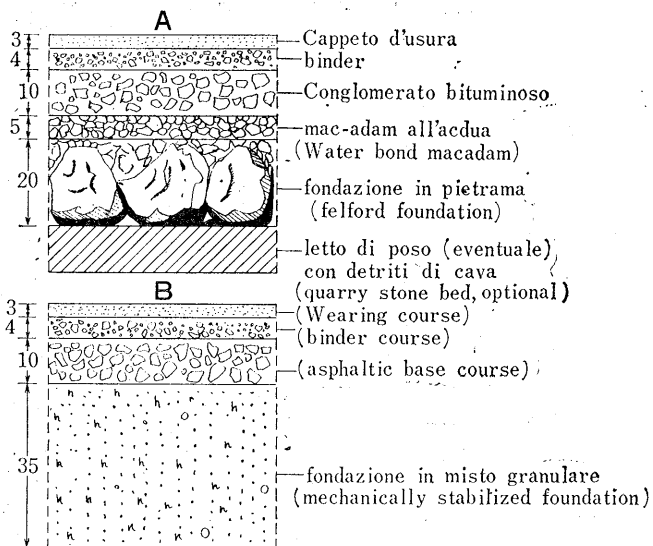
第 1 表

## Autostrada Del Sole の粒度組成

| 通過篩目             | 基層    | 中間層    | 表層     |
|------------------|-------|--------|--------|
| $1\frac{1}{2}$ " | 100%  |        |        |
| 1"               | 77—87 | 100%   |        |
| $\frac{3}{4}$ "  | 60—78 | 85—100 |        |
| $\frac{1}{2}$ "  |       | 70—90  | 100    |
| $\frac{3}{8}$ "  | 40—58 | 60—80  | 80—100 |
| No.4(A.S.T.M)    | 28—47 | 40—70  | 62—85  |
| No.10            | 20—35 | 29—50  | 42—66  |
| No.40            | 11—20 | 15—40  | 20—48  |
| No.80            |       | 5—25   | 10—32  |
| No.200           | 2—6   | 3—5    | 4—9    |

アスファルト量 (乾燥骨材重量比) 4.0—4.5 4.5—6.0 5.5—7.5

第 4 図 太陽道路の構造



太陽道路の表層にも所々見受けました。しかも径 10cm 位の小石を割ったと推定される可成り丸味がついたのもありました。「立派な道路ですね」と私は案内の技術者に言いました。「我々は世界で最も早くから専用道路を作り始めた。しかしドイツへ行ってごらん。我々は今もつと技術的に研究をし、政策的に道路を重視しなければならぬと思っているんだ」之が彼の返事でした。

## 2. ドイツ

イタリアからドイツに入った途端に身体を引締められるような緊張感を覚えたのは私一人ではないでしょう。ソフトからハードへの急変です。ガッチリしていることこの上もない御国柄で理論的であり正に技術的である点只々頭が下る許りですが、あまりの自信の強さにうんざりすることもないではありません。視察のスケジュールも精密に作られており、早朝から夜迄無駄なく組まれておりましたが我々が頂いたパンフレットを読む時間の配

分にはいささか誤算したようでした。ホテルに帰る時間がやや遅いのである工事現場の見学時間を短縮して貰い度いと申出たところ「この現場を了解する為にはこの程度の時間が適切と考える」との答、万事がこの調子です。

先づオートバーンから始めます。御承知の通り1933年の建設以来既に 2673km が交通に開放され目下建設中が 271km, そして第 1 次 4 年計画終了の1962年末には、3015km, 第 2 次 4 年計画完了後の1966年末には 4057 km, 第 3 次 4 年計画後の1970年末では 5057km になる予定であります。当初はセメントコンクリート舗装一点張りでしたが戦後は次第にアスファルトが採用されるようになって来ました。1960年施工分についてはセメント舗装：アスファルト舗装の比は 1：1.7 と後者が多く、今後増々アスファルトが多くなる傾向にあります。構造の 1 例を次に示します (第 6 図) 及び第 2 表。フランクフルト—ニュルンベルク間のデザインナンバー1704で最下層は 40cm 以上 (通常 70cm 位) の凍結防止材のサブベース層, 次が 125kg/m<sup>3</sup> のポルトランドセメントを使用した 15cm 厚のリーコンクリートベース層, その上に総厚 30cm のアスファルト加熱混合の 4 層が置かれています。あまり舗装構造が贅沢なように思われたので「設計計算にはどんな方法を用いたのか」と尋ねたところ「我々は20数年間の経験により 25cm 厚のコンクリート舗装ですら破壊されたことを知っているのだからこれ以上強いものにしなければならない。更に今後の交通量の増大をも併せて考えて今後30年間の耐用を期待すれば現在の設計で決して余裕あるものとは考えられない」との返事でした。しかもリーコンクリートのレフレクションク



第 3 図 太陽道路

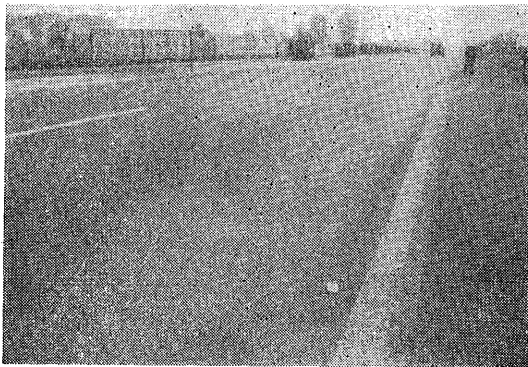
第 2 表

Bundesautobahn (Frankfurt-Nürnberg)

の混合物組成

| 組成材料                 | グー<br>ス<br>アスファルト | 細 粒 式<br>バインダー | 粗 粒 式<br>バインダー |
|----------------------|-------------------|----------------|----------------|
| ファイラー                | 24.0%             |                |                |
| 細 砂                  | 6.5               | 5.0            | 4.0            |
| 粗 砂                  | 20.5              | 19.0           | 15.0           |
| 砕石 $\frac{2}{5}$ mm  | 12.0              |                |                |
| $\frac{5}{8}$ "      | 13.0              |                |                |
| $\frac{8}{12}$ "     | 15.7              | 33.5           | } 16.0         |
| $\frac{12}{18}$ "    |                   | 38.2           |                |
| $\frac{18}{25}$ "    |                   |                |                |
| トリニダット               | 1.5               |                |                |
| ビチューメン               | 6.8               | 4.3            | 4.1            |
| 計                    | 100.0             | 100.0          | 100.0          |
| 組成材料                 | アスファルト            | グラベル           | ベース            |
| ファイラー                |                   | 5.0%           |                |
| 砕石 $\frac{5}{25}$ mm |                   | 30.0           |                |
| 砂利 $\frac{9}{30}$ mm |                   | 65.0           | ビチューメンは乾燥骨     |
|                      |                   | 100.0          | 材重量の 4.5%      |

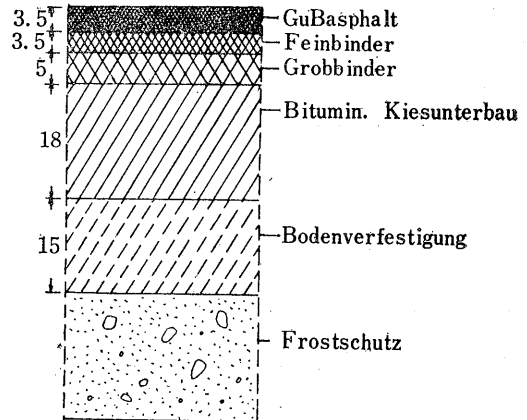
ラックを防止する為には上置アスファルト層の厚さは20 cm を最少と考えますので、それではセメント量を  $100\text{kg/m}^3$  以下にした所謂ソイルコンクリートでは如何かと聞きますと、セメント量を減らせば余程母材の粒度が良好でなければコンクリート中の空隙率が多くなり、凍結融解の繰返しにより10年もすれば極端に弱化される恐れがあるなど傾聴すべき意見のように思われました。この付近では気温は  $+40^\circ$  から  $-25^\circ\text{C}$  の範囲を考えて設計している由、年雨量は  $600\text{mm}$  位であります。丁度グースアスファルトの施工中でした。(第7図、第8図) グースアスファルトの独得の性質は次の通りであ



第 5 図 中央分離帯のスクリーン

第 6 図 アウトバーン

フランクフルト～  
ニュールンベルグの構造図  
Fahrbahn



ります。

1. マーシャル安定度は低いが瞬間的な動荷重の繰返しに対して変位が非常に少ないこと。
2. 摩擦係数が大きいこと。
3. 輾圧が容易で且充分圧密なものとなること。通常空隙率2%位である。

3.5cm の表層用アスファルトコンクリート (Asphalt-feinbeton) と同厚のグースアスファルトとでは価格は2 Mark/m<sup>2</sup> 位グースの方が高いと言われています。グースの施工温度の標準は220°C でこの現場では230°C 以上乃至は190°C 以下のものは使用してはならぬと規定されておりました。1.5 t 乃至 2.0 t のクッカーを約30台使用して1日約3000m<sup>2</sup> 仕上げておりました。クッカーの中で3時間位練るそうです。グースの表面には敷均し直後3 mm 乃至 5 mm のプレコートチップングを散布して疣付きローラーをかけます。プレコート用ビチューメンは夏でしたから針入度60～70で砕石重量の1%使用、しかも砕石は Basolt 50% Moraine 50% の混合です。前者は黒色で硬く後者は淡褐色で軟かいから従って表面が真黒でなく運転手の目が疲れないこと、舗装面の温度が高くないこと、且磨耗程度が砕石によって一様でないから長期間粗面を維持出来ることなどの利点があるとされます。

尚ついでに申し上げますとセメントコンクリート舗装では逆に2酸化鉄を混入して表面をやや黒ずんだ青灰色にしておるのを屢々見受けました。白を黒っぽく、黒を白っぽく仕上げるわけです。オーバーレイにグースを用いると旧舗装のクラックが表面に出て来るのを阻止する効果は非常に優れていると言われています。

次に施工について若干述べますと参考になることはいろいろありますが先づ第1に規模の大きさです。例えば参観致しました Bitterburg bauhof (第9図)ではプラント8基を据えて1日合材生産量は4500tonです。この1工区は延長34km(4車線),土工から橋梁舗装迄1combined contractor が契約工期2ケ年で謂負っています。

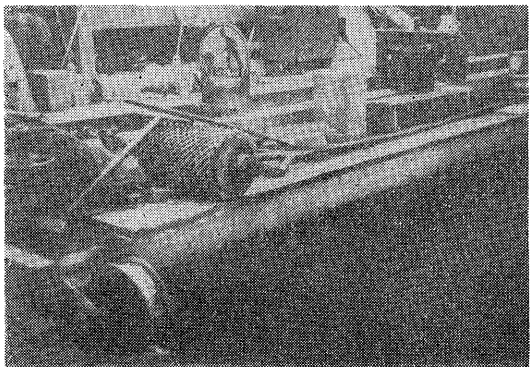
第2に施工を機械化して人力を極力節約していることで、現在34kmの現場で労務者数は僅かに800人、プラントにもフィニッシャーにも1名位しかついて居りません。従って職人の腕に頼るとか小手先の器用さに依存するような施工法は極力避けております。この為に設計面でも規格化が強力に進められており、例えば縁石の寸法も一定しておいて型枠は全部スチールフォームで高さも正確に出来上るように配慮されております。之を定規にして路盤から下層上層すべて仕上げるわけで縁石のすぐ傍迄ローラをかけても縁石がずれ動かぬように予じめ捨コンクリートを打っております。バインダーコースなどでは可成り材料が分離しておりますが日本のようにフィニッシャーの後からレーキマンがついて行って一々手直しをしておりません。予じめ試験して許容される分離の程度を把握しておくとのことであります。人手を加えずに機械のみが作り得る品質を基準にして設計することを原則としているわけであります。西独の労務事情は大変逼迫しており、登録失業者は僅か95,000人、目下イタリアスペイン、ギリシャ等より500,000人の緊急移入を計画、しかもこれが実現しても尚580,000人不足とのことです。労賃は土工現場の未熟練工で約3Mark/時、熟練工では7Mark/時又はそれ以上とるそうです。

(次号につづく)

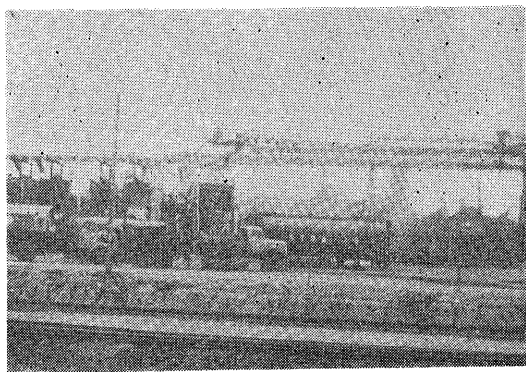
(世紀建設工業株式会社 取締役)



第7図 ゲースアスファルトの施工



第8図 ゲースアスファルトの表層



第9図 Bitterburg bauhof 全般

# 砂利用アスファルトコンクリートの配合設計と現場試験

山 田 正 巳

## (1) 概 説

最近アスファルト舗装の急激な増加にともない静岡県においては主骨材碎石に異質な質の低下と混合用骨材に絶対量の不足を来たしてしまった。このため豊富な川砂利をアスファルト混合物に再び利用してみようと思いついたのが昭和32年の始めである。本県の砂利使用アスファルトコンクリートの始りは昭和10年前後と聞いている。とかく砂利使用アスコンは不安定だといわれているが20数年を経た今日老化こそすれ今もって安定した表面を維持し尚重交通に耐えている事実は何よりもその利用価値を物語っているようで砂利アスコンを利用しようとする者にとって限りない強みである。そこでこの配合設計を再び始めるにあたり加熱混合式砂利使用アスファルトコンクリートについて各地で行なわれた色々のマッシュタル試験の結果を基本にした本県の砂利使用アスコンの骨材についての問題点や、碎石混合物と異なる点、配合設計の進め方等について検討した事項を順を追って説明したい。

## (2) 砂利使用アスファルト・コンクリート混合物の問題点

普通瀝青系の舗装では骨材のしめる重量%は混合物の88%~96%, 容積にして75%以上とされている。粒子の形状が安定度におよぼす影響はあるが、川砂利でも相当大きな安定度を出していることから骨材は角ばったものの方が良いことは当然であるが、それよりも粒子表面の荒っぽさの方が力学的には安定する様である。丸味があり、粗細入り交った砂利はその骨材空隙が非常に小さい。この様な骨材を使った混合物は瀝青結合材と空気空隙率に対して不満足な結果を招くことになる。しかし良質な砂利で作られた混合物は良く締まり適当な空気空隙率を有し、安定度、フロー値も決して碎石使用混合物に比して劣らないことが証明されている。

## (3) 砂利使用アスファルト混合物、骨材粒度範囲(標準配合)決定上の問題点

アスファルト舗装が経済的であり、より良い工事であるための key point は骨材の選択にある。安価な地方材料を利用した砂利アスコンの骨材粒度分布曲線も天然に採取された砂利-砂の混合物に少量のダスト、又はファイラーを加えて作られた type のものが最も経済的であるわけである。しかし先に述べた通り丸味があり粗細入り

図-(1) Natural Aggregate Gradation  
Gradation limits for three type of base mixture  
(Roads & Streets 1959)

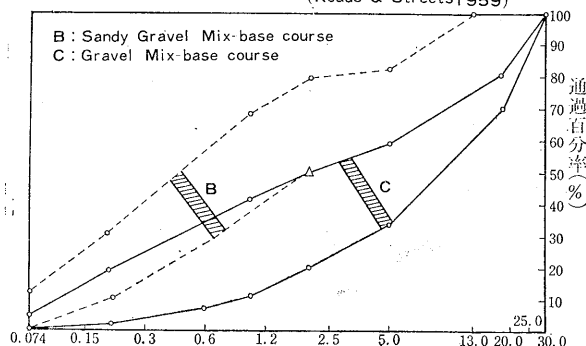
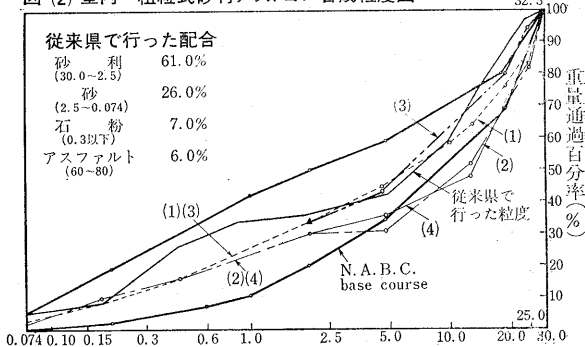


図-(2) 室内 粗粒式砂利アス.コン合成粒度図



交った砂利を使用した混合物は非常に締りやすく空隙率が小さくなりがちであることから、広く使用されている Maximum density graded type をそのまま砂利使用混合物に適用するのは適当とは思えない。この粒度分布曲線を使った砂利アスコンは、瀝青結合材と空気空隙率に対して充分な余地がないため、しばらく交通に開放しているうちにプラスチック・フローのため破壊する例があるからである。砂利の場合好まれて使用される粒度分布曲線は普通 Binder mix として使われる Open graded type か、緩い Gap graded type のものが多いようである。

参考に米国において S.B. Hudson (Millerwarden Associates) が Roads and Streets に示した砂利アスコンの粒度分布曲線の範囲を示すと図一1の様である。

図一1の粒度範囲内で実施された各種配合比の変化について、骨材の変化が物理試験に与えた影響は

(イ) 最大安定度は全骨材の50%までが No.10 (2.0<sup>mm</sup>) フルイに止まるときに達成させること。

(ロ) No.10 フルイを通る材料の約50%が

表一1

(1) 室内粗粒式砂利アス・コン骨材合成粒度表 (通過重量百分率)

| フルイ(mm)                              | (1)A配合 | (2)B配合 | (3)A配合 | (4)B配合 | 示方配合 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|------|
| 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> (31.7) | 100    | 100    | 100    | 100    | 100  |
| 1 (25.4)                             | 86.3   | 81.7   | 94.7   | 93.0   | 97.0 |
| 3 <sup>4</sup> / <sub>4</sub> (19.1) | 76.4   | 68.6   | 79.9   | 73.4   | 88.5 |
| 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (12.7) | 62.8   | 51.2   | 60.3   | 48.2   | 71.0 |
| No.4 (4.76)                          | 44.2   | 31.2   | 42.7   | 35.4   | 42.5 |
| No.10 (2.00)                         | 33.6   | 30.2   | 33.6   | 30.2   | 36.0 |
| No.40 (0.42)                         | 15.8   | 15.9   | 15.8   | 15.9   | 26.0 |
| No.80 (0.177)                        | 8.9    | 9.2    | 8.9    | 9.2    | 8.5  |
| No.200(0.074)                        | 2.7    | 2.6    | 2.7    | 2.6    | 5.0  |

(1)と(2)は同じ産地の砂利, 砂, (3), (4)は同じ産地の砂利, 砂であるが砂利, 粒度の補正を多少している。

A配合 砂利 58% 砂 33% ファイラー 3% アスファルト 6%  
B配合 " 62% " 30% " 5% " 5%

(2) 室内粗粒式砂利アス・コン マーシャル試験

32. 3

| 配合  | 砂利使用アス・コン    |                   |                          |         | 砂利と同粒度の碎石アス・コン |                   |                          |         |
|-----|--------------|-------------------|--------------------------|---------|----------------|-------------------|--------------------------|---------|
|     | Stability kg | Flow Val. 1/100cm | % of Solid Volu. Density | Voids % | Stability kg   | Flow Val. 1/100cm | % of Solid Volu. Density | Voids % |
| (1) | 628          | 52                | 98.9                     | 1.1     |                |                   |                          |         |
| (2) | 741          | 51                | 97.7                     | 2.3     | 815            | 41                | 95.1                     | 4.9     |
| (3) | 527          | 50                | 99.8                     | 0.2     |                |                   |                          |         |
| (4) | 447          | 36                | 97.5                     | 2.5     | 590            | 54                | 94.5                     | 5.5     |

表一2 砂利使用, 表層一粗粒式アスファルトコンクリート

Computation of properties of Asphalt mixture

Place: 静岡犬居二俣線

Date: 32. 10.

| Specimen No. | Asphalt % | Grauity of Asphalt | Thickness | Specific Grauity |       | Asphalt % by Vol | Percent Voids |        | Stability kg |         | Flow Val. 1/100cm |
|--------------|-----------|--------------------|-----------|------------------|-------|------------------|---------------|--------|--------------|---------|-------------------|
|              |           |                    |           | Actu             | Theor |                  | Total         | Filled | meass        | Conuert |                   |
| A            | B         | C                  | D         | E                | F     | G                | H             | I      | J            | K       | L                 |
| No. 1        | 6.0       | 1.026              | 6.9       | 2.37             | 2.414 | 15.59            | 1.82          | 13.77  | 859          | 739     | 38                |
| No. 2        | 6.0       | 1.026              | 6.7       | 2.36             | 2.414 | 16.06            | 2.24          | 13.82  | 809          | 720     | 34                |
| No. 3        | 6.0       | 1.026              | 7.0       | 2.37             | 2.414 | 15.59            | 1.82          | 13.77  | 587          | 487     | 34                |
| No. 4        | 6.0       | 1.026              | 6.8       | 2.35             | 2.414 | 16.39            | 2.65          | 13.74  | 783          | 674     | 23                |
| No. 5        | 6.0       | 1.026              | 6.8       | 2.37             | 2.414 | 15.59            | 1.82          | 13.77  | 911          | 783     | 39                |
| No. 6        | 6.0       | 1.026              | 6.6       | 2.36             | 2.414 | 16.06            | 2.24          | 13.82  | 562          | 500     | 33                |
| No. 7        | 6.0       | 1.026              | 6.5       | 2.37             | 2.414 | 15.59            | 1.82          | 13.77  | 430          | 400     | 30                |
| No. 8        | 6.0       | 1.026              | 6.5       | 2.36             | 2.414 | 16.06            | 2.24          | 13.82  | 513          | 477     | 36                |
| No. 9        | 6.0       | 1.026              | 6.6       | 2.37             | 2.414 | 16.39            | 2.65          | 13.77  | 339          | 315     | 28                |
| No.10        | 6.0       | 1.026              | 6.9       | 2.36             | 2.414 | 16.73            | 3.07          | 13.82  | 504          | 434     | 52                |
| No.11        | 6.0       | 1.026              | 6.9       | 2.36             | 2.414 | 16.06            | 2.24          | 13.82  | 494          | 425     | 50                |
| No.12        | 6.0       | 1.026              | 6.4       | 2.34             | 2.414 | 16.73            | 3.07          | 13.66  | 584          | 574     | 22                |

混合% 砂利 61% 砂 26% 石粉 7% アスファルト 6%

砂利比重 2.64 洗砂比重 2.63 石粉比重 2.70 アスファルト比重 1.026

表—(3) 室内密粒度砂利アスコンの試験に用いた各材の試験表

(1) 物理試験

(イ) アスファルト (pen 60~80)

|             |       |
|-------------|-------|
| 針入度         | 66    |
| 比重          | 1.026 |
| 軟化点         | 49°C  |
| 引火点         | 298°C |
| 発火点         | 326°C |
| 蒸発減         | 0.02% |
| 蒸発減後の針入度(%) | 89.5% |
| 伸度 15°C     | 100以上 |
| 伸度 10°C     | 100以上 |

(ロ) 砂利 (8分砂利)

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| 比重          | 2.671                  |
| 吸水率         | 1.2%                   |
| 摩耗 (ロサンゼルス) | 15.6%                  |
| 単位体積重量      | 1.780kg/m <sup>3</sup> |
| 軽盛重量        | 1.610kg/m <sup>3</sup> |

(ハ) 砂

|        |                        |
|--------|------------------------|
| 比重     | 2.688                  |
| 吸水率    | 1.2%                   |
| 単位体積重量 | 1.650kg/m <sup>3</sup> |
| 軽盛重量   | 1.400kg/m <sup>3</sup> |

(ニ) 石粉 (石灰質)

|     |       |
|-----|-------|
| 比重  | 2.695 |
| 吸水率 | 0.1%  |

(2) 篩分試験

(イ) 砂利

| フルイ  | 通過百分率の範囲 | 室内試験に使用した粒度 |
|------|----------|-------------|
| 25.0 | 100      | 100         |
| 20.0 | 75 ~ 92  | 89          |
| 13.0 | 51 ~ 66  | 62          |
| 5.0  | 10 ~ 25  | 21          |
| 2.5  | 0 ~ 3    | 0           |

(ロ) 砂 (洗砂50%, 自然砂50%)

| フルイ   | 通過百分率の範囲 | 室内試験に使用した粒度 |
|-------|----------|-------------|
| 5.0   | 100      | 100         |
| 2.5   | 90 ~ 98  | 96          |
| 0.6   | 40 ~ 55  | 48          |
| 0.3   | 20 ~ 36  | 32          |
| 0.15  | 5 ~ 15   | 13          |
| 0.074 | 0 ~ 3    | 0           |

表—(4) 室内密粒度砂利アスコン骨材合成粒度表 (通過重量百分率)

| フルイ   | (1) | (2) | (3)  | (4) | 配合比            |
|-------|-----|-----|------|-----|----------------|
| 25.0  | 100 | 100 | 100  | 100 | 砂利 (25.0~2.5)  |
| 20.0  | 83  | 86  | 94   | 91  | 砂 (2.5~0.074)  |
| 13.0  | 71  | 75  | 78   | 72  | 石粉 (0.3以下)     |
| 5.0   | 50  | 54  | 56   | 50  | アスファルト (60~80) |
| 2.5   | 37  | 39  | 43   | 35  | (1) 59.5%      |
| 2.0   | 35  | 36  | 39   | 32  | (2) 57.5%      |
| 1.2   | 29  | 30  | 33   | 27  | (3) 54.0%      |
| 0.6   | 22  | 21  | 24.5 | 20  | (4) 65.0%      |
| 0.3   | 17  | 17  | 18   | 12  |                |
| 0.15  | 11  | 12  | 11   | 8   |                |
| 0.074 | 7   | 6   | 5    | 4   |                |

砂利, 砂共に安倍川産のものを使用した。試験結果(3)の配合比を標準配合とした。

No.40 (0.42<sup>mm</sup>) フルイを通るときは, さらに安定度が増すこと。

(イ) タワミ性と耐久性に対する影響を考えてファイラー No.200 (0.074<sup>mm</sup>) 以下は12%が最大使用量であること。

(ロ) 自然砂利の粗細骨材割合が採取地の如何によって変るといふ常識に対応して行なわれた骨材の混合率の変化については 5.0<sup>mm</sup> における粒度のバラツキはアスファルト量が適切ならばあまり影響はない。

そして最良の砂利使用アスファルト混合物は粒度が充分にして適切な骨材空隙を作ることであり, 理論的には表層混合物として空隙率3~5%, 飽和度が75~85%になるように作ることでありとしている。

(4) 粗粒式砂利使用アスファルトコンクリートの配合設計と現場試験

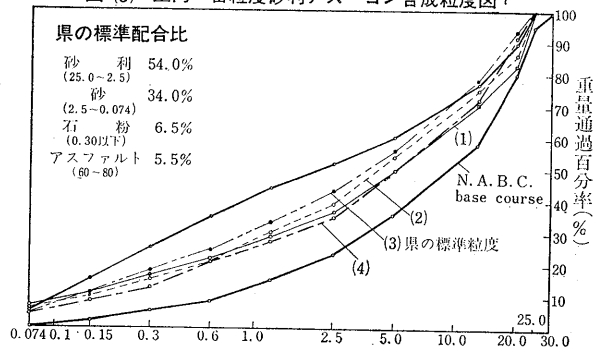
本県で昨年迄使用されていた粗粒式砂利使用アスファルトコンクリートの骨材粒度分布曲線は図—2に示された様なものであり, 川砂利—自然砂の比較的無駄のない配合で一応 Gap graded type になっている。

河川の砂利—砂, 採取方式であるが一般に三大河川とも大体セメント, コンクリート骨材用に仕組まれているため篩分の結果は砂利では10mm以下が少く洗砂はNo.40(0.42<sup>mm</sup>) 以下が極度に少いので普通細骨材は洗砂に

自然砂を交えて使うようにした。

室内試験はコンクリート用洗砂利 (寸砂利) と自然砂50%を混入した洗砂の混合で図—2に示された粒度分布で2.5<sup>mm</sup>フルイに止まる粗骨材の配合比を4%前後変えアスファルトを5%, 6%加えた4種のマーシャル試験を行った。これ等の試験結果は表—1の通りで同時に行

図—(3) 室内 密粒度砂利アス・コン合成粒度図



表一5 密粒度砂利アスコン標準配合決定マーシャル試験計算表

円断面積 81.032cm<sup>2</sup>

| 供試体<br>番号<br>No. | 混合率<br>% | 供試体<br>平均 | 重量 kg<br>空 中<br>重 量 | 重量 kg<br>水 中<br>重 量 | 容 積<br>(cc) | 見 掛<br>密 度<br>(比重) | 理論最<br>大密度 | 歴青の容積<br>(%)                              | 空 隙 率<br>(%)           | 歴 青 空 隙<br>填 充 率<br>(%)    | VMA<br>(%) | 安定度試験結果<br>安定度<br>kg | ダイヤル<br>1/100 <sup>cm</sup> |
|------------------|----------|-----------|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|----------------------------|------------|----------------------|-----------------------------|
| ①                | ②        | ③         | ④                   | ⑤                   | ⑥           | ⑦                  | ⑧          | ⑨                                         | ⑩                      | ⑪                          | ⑫          | ⑬                    | ⑭                           |
| —                | —        | —         | —                   | —                   | ③-④         | ③/⑤                | —          | $\frac{① \times ⑥}{A \cdot C \text{の比重}}$ | $100(1 - \frac{⑥}{⑦})$ | $\frac{⑧}{⑧+⑨} \times 100$ | ⑧+⑨        | —                    | —                           |
| 1                | 5.5      | 6.29      | 1,176               | 679                 | 497         | 2.36               | 2.43       | 13.8                                      | 2.68                   | 82.9                       | 16.5       | 561                  | 58                          |
| 2                | "        | 6.31      | 1,187               | 686                 | 498         | 2.38               | 2.44       | 12.7                                      | 2.70                   | 82.6                       | 15.4       | 622                  | 50                          |
| 3                | "        | 6.34      | 1,189               | 692                 | 497         | 2.39               | 2.45       | 12.8                                      | 2.45                   | 84.1                       | 15.3       | 665                  | 23                          |
| 4                | "        | 6.25      | 1,173               | 681                 | 492         | 2.39               | 2.45       | 12.8                                      | 2.50                   | 83.7                       | 15.3       | 651                  | 22                          |

|      |     |            |     |           |
|------|-----|------------|-----|-----------|
| 100  | % f | ファイラーの混合率  | G f | ファイラーの比重  |
| ⑦×%C | %A  | アスファルトの混合率 | GA  | アスファルトの比重 |
| GC   | %C  | 粗骨材の混合率    | GC  | 粗骨材の比重    |
| GF   | %F  | 細骨材の混合率    | GF  | 細骨材の比重    |

われた同じ粒度分布曲線の碎石アスコンの試験結果は表一1右欄の通りである。(この時の試験では、この外アスファルト量7.0%の場合や、ファイラーを除いた混合物等数種併行して行ったが結果は良くなかった、今回は紙面の都合もあったので省略させていただくことにする。)

(A) 室内粗粒式砂利アスコン、マーシャル試験値の考察

(i) 安定度試験の結果は1、2が粒度分布曲線の形こそ悪いが骨材が自然のままで良い結果を出している。

(ii) フロー値は各混合物とも大差はなく適値40に近接して出ているので配合比はA、Bいずれも大体良い。

(v) 砂利と碎石各混合物の比較では、碎石使用の安定度の方が砂利混合物の50%増し程度であることが明らかにされている。(この試験のあと繰返し行なわれた室内試験ではその比は50%~70%増の範囲になっている。)

(B) 粗粒式砂利アスコンの現場試験値

表一2は安倍川産砂利一砂を利用した小舗装工事の表層用砂利アスコンの工事記録で安定度のバラツキが特に

大きいのが目立っている。これについて考えられることは、混合物骨材の不均一や合材運搬の方法、試験用供試体の作成方法これを試験するときの個人誤差も相当あったようだが、やはり砂利の Maximum Size が 1 1/4" (31.7 mm) にしたため生じた骨材のバラツキがマーシャル試験に現われ変動の大きいものになってしまったようである。

(C) 粗粒式砂利アスコンの現場施工について注意した事項。砂利使用アスコンは本県三大河川の周辺道路に利用され混合物敷均しは一部少額工事を除いて、大体フィニッシャーで仕上げられた。このため表面の平滑さは保たれたが肌の荒さはさけられなかった。以下碎石使用アスコンと異り、注意した事項について列記すると

(i) 骨材の粒度について。砂利は採取地が一定しないので極端な場合日々搬入される骨材の粒度が大きく変わる危険がある。少額工事でプラントに骨材の粒度規正装置を付けることは出費が重み非常に難しい問題である。こ

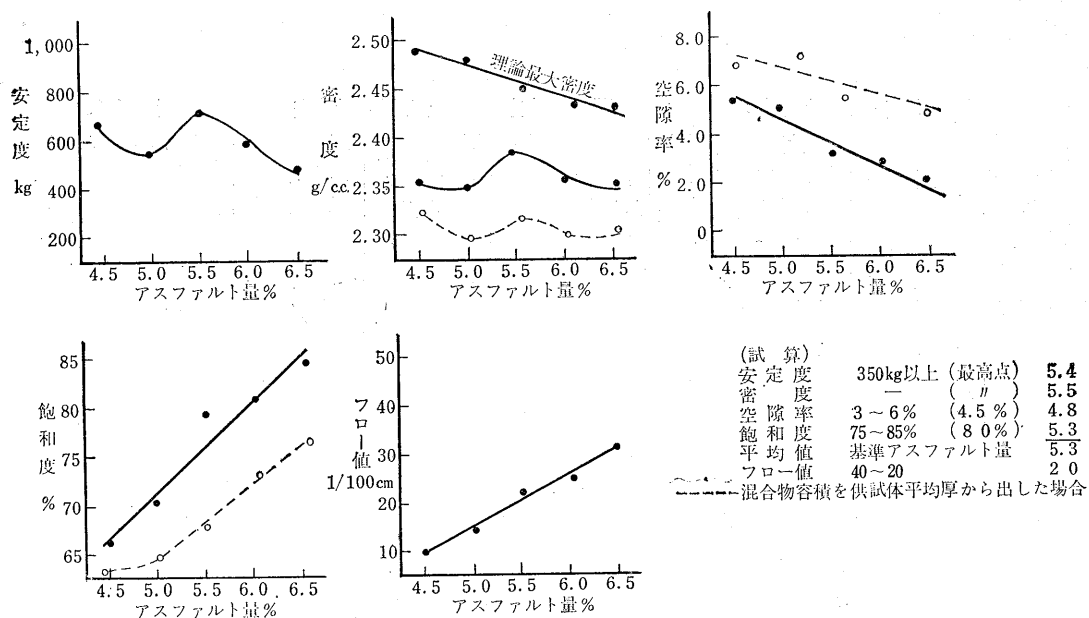
表一(6) 密粒度砂利アスコンの最適アスファルト量の決定マーシャル試験計算表

円断面積 81.032cm<sup>2</sup>

| 供試体<br>番号<br>No. | 混合率<br>% | 供試体<br>平均 | 重量 kg<br>空 中<br>重 量 | 重量 kg<br>水 中<br>重 量 | 容 積<br>(cc) | 見 掛<br>密 度<br>(比重) | 理論最<br>大密度 | 歴青の容積<br>(%)                              | 空 隙 率<br>(%)           | 歴 青 空 隙<br>填 充 率<br>(%)    | VMA<br>(%) | 安定度試験結果<br>安定度<br>kg | ダイヤル<br>1/100 <sup>cm</sup> |
|------------------|----------|-----------|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|------------|-------------------------------------------|------------------------|----------------------------|------------|----------------------|-----------------------------|
| ①                | ②        | ③         | ④                   | ⑤                   | ⑥           | ⑦                  | ⑧          | ⑨                                         | ⑩                      | ⑪                          | ⑫          | ⑬                    | ⑭                           |
| —                | —        | —         | —                   | —                   | ③-④         | ③/⑤                | —          | $\frac{① \times ⑥}{A \cdot C \text{の比重}}$ | $100(1 - \frac{⑥}{⑦})$ | $\frac{⑧}{⑧+⑨} \times 100$ | ⑧+⑨        | —                    | —                           |
| 1                | 4.5      | 6.55      | 1,233               | 710                 | 523         | 2.36               | 2.49       | 10.4                                      | 5.1                    | 66.8                       | 15.5       | 645                  | 11                          |
| 2                | 5.0      | 6.56      | 1,221               | 702                 | 519         | 2.36               | 2.48       | 11.5                                      | 4.7                    | 70.9                       | 16.2       | 545                  | 16                          |
| 3                | 5.5      | 6.34      | 1,189               | 692                 | 497         | 2.39               | 2.45       | 12.8                                      | 2.4                    | 84.1                       | 15.3       | 665                  | 23                          |
| 4                | 6.0      | 6.38      | 1,192               | 687                 | 505         | 2.37               | 2.43       | 13.8                                      | 2.8                    | 83.1                       | 16.7       | 605                  | 28                          |
| 5                | 6.5      | 6.38      | 1,193               | 690                 | 503         | 2.36               | 2.42       | 14.9                                      | 2.4                    | 86.1                       | 17.4       | 522                  | 33                          |

|      |     |            |     |           |
|------|-----|------------|-----|-----------|
| 100  | % f | ファイラーの混合率  | G f | ファイラーの比重  |
| ⑦×%C | %A  | アスファルトの混合率 | GA  | アスファルトの比重 |
| GC   | %C  | 粗骨材の混合率    | GC  | 粗骨材の比重    |
| GF   | %F  | 細骨材の混合率    | GF  | 細骨材の比重    |

図-(4) 表層用(砂利使用)密粒度アスファルトコンクリート



の為少額工事の多い県工事で少しでも粒度規正が出来る様購入砂利について現場積置の際13mmを境に大小2分させプラントの粗骨材ホットピンは2種以上とし篩目を13mmに置き換えさせた。ホットピンの骨材篩分試験は厳格に行ない、ここで粒度のバラツキをコントロールするよう心掛け好結果を得た様である。

(四) 混合時間について。砂利アスコンは碎石アスコンに比較してアスファルト量が少ないので混合時間はいく分長めにするようにした。

(六) 配合比について。混合物敷均しの際表面の荒さを補うのに必要以上に砂比を増す現場があるので転圧の際ヘヤクラックを生じやすく、ひいては転圧温度を下げて施行する傾向があったので時々注意を与えた。

(七) 転圧開始温度について。標準配合のものについて色々試験転圧を行なったが碎石混合物に較べ100℃前後

後では変位量が多く80℃~90℃を標準に現場密度が増大するよう心掛けた。(この温度でも交通開放後3ヶ月程度経過したコア試料の見掛け比重は殆んどマーシャル試験時の見掛け比重に近い結果が出ている)

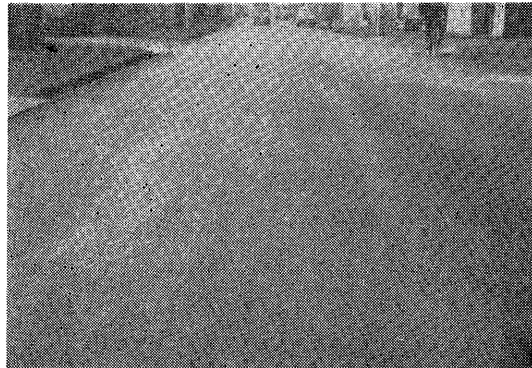
(八) シールコート散布について。舗装仕上り面は粗粒式混合物であるため面の荒さはさげ難い、表面の耐水性を考えてシールコートは最少量で散布するようにした。アスファルト散布量の試験ではスプレーヤーの場合合材表面仕上の良好なものには0.6l/m<sup>2</sup>迄縮少して、ストレートアスファルト(100~120)が散布可能であった。スクイザーによるシールコート散布はどうしてもアスファルトが過剰になりがちであったので、すべてスプレーヤー仕上とし、碎石チップ散布後は入念にローラー転圧を実行させるようにした。

(五) 密粒度砂利使用アスファルトコンクリートの配合

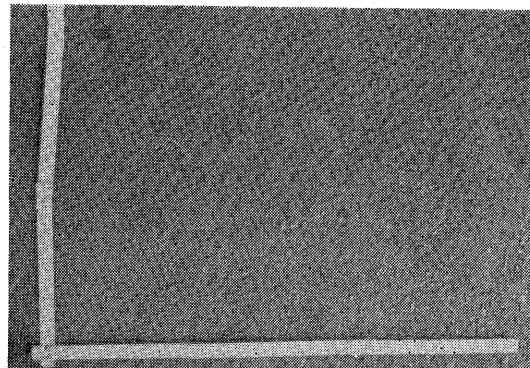
表-(7) 密粒度砂利アスコンの最適アスファルト量の決定 マーシャル試験計算表  
(容積を円断面積×平均厚さから算出したもの)

| 供試体<br>番号<br>No. | 混合率<br>% | 供試体<br>平均 | 重量 kg      |            | 容 積<br>(cc) | 見 掛<br>密 度<br>(比重) | 理論最<br>大密度 | 歴青の容積<br>(%)       | 空 隙 率<br>(%)   | 歴 青 空 隙<br>填 充 率<br>(%) | VMA<br>(%) | 安定度試験結果   |                 |
|------------------|----------|-----------|------------|------------|-------------|--------------------|------------|--------------------|----------------|-------------------------|------------|-----------|-----------------|
|                  |          |           | 空 中<br>重 量 | 水 中<br>重 量 |             |                    |            |                    |                |                         |            | 安定度<br>kg | ダイヤル<br>1/100cm |
|                  | (1)      | (2)       | (3)        | (4)        | (5)         | (6)                | (7)        | (8)                | (9)            | (10)                    | (11)       | (12)      | (13)            |
|                  |          |           |            |            | (3)-(4)     | (6)/(5)            |            | (1)×(6)<br>A C の比重 | 100(1-(9)/(7)) | (8)<br>(8)+(9) × 100    | (8)+(9)    |           |                 |
| 1                | 4.5      | 6.55      | 1,233      | —          | 531         | 2.32               | 2.49       | 10.2               | 6.7            | 60.7                    | 16.9       | 645       | 11              |
| 2                | 5.0      | 6.56      | 1,221      | —          | 532         | 2.30               | 2.48       | 11.2               | 7.3            | 60.6                    | 18.5       | 545       | 16              |
| 3                | 5.5      | 6.34      | 1,189      | —          | 514         | 2.31               | 2.45       | 12.4               | 5.8            | 68.1                    | 18.2       | 665       | 23              |
| 4                | 6.0      | 6.38      | 1,192      | —          | 517         | 2.31               | 2.43       | 13.5               | 5.3            | 71.7                    | 18.8       | 605       | 28              |
| 5                | 6.5      | 6.38      | 1,193      | —          | 517         | 2.31               | 2.42       | 14.6               | 4.5            | 76.5                    | 19.1       | 522       | 33              |

|             |     |            |     |           |
|-------------|-----|------------|-----|-----------|
| 100         | % f | ファイラーの混合率  | G f | ファイラーの比重  |
| (7)×%C / GC | % F | アスファルトの混合率 | G A | アスファルトの比重 |
| % f         | % A | 粗骨材の混合率    | G C | 粗骨材の比重    |
| % A         | % F | 細骨材の混合率    | G A | 細骨材の比重    |



(1) 密粒度アスコン仕上り全景



(2) 交通開放直後の砂利アスコンの面

写真は静岡市内で行われた密粒度砂利アスコン施工完了直後のもの（安倍川産砂利一砂使用）

### 設計と現場試験

本試験は粗粒式砂利アス・コンを改良し混合物の均一性、安定性、混合物の耐水性を高める目的で行なわれた。

これ等を満足出来る骨材粒度分布曲線は Open graded type で密粒度に近い Smooth な曲線を選ぶことにあると思われる。本年 4 月行なった県下三大河川の骨材篩分け試験結果は概略表—3 の(2)の範囲であり大分 10mm 以下も入るようになり洗砂 50% 自然砂 50% の混合された砂の粒度は表—3 の(2)の砂の粒度篩分表の通りである。アスファルト量を一定 (5.5%) にして 2.5mm フリイに止まる粗骨材の配合比を 4% 前後変えて試験した標準配合の決定資料は図—3 及び表—4, 5 の通りである。

(A) 室内密粒度砂利アスコン、マーシャル試験値の考察  
Smooth な粒度分布曲線 (図—3) を使った砂利アスコンのマーシャル試験値は、配合(1)の混合物でフロー値 58 を基準外に出した外は大体満足な結果を得たそして混合物として中交通以下に利用するならこれらは充分安定な路面が維持し得るものと思われる。標準配合は安定度フロー値共充分な(3)の粒度を使用することにし、最適アスファルト量は密粒度アスコンの使用量範囲でアスファルト量 0.5% の差をおいて試験した。これ等混合物の試験結果は表—6 及び図—4 の通りである。

#### (イ) 最適アスファルト量の決定—

砂利使用アスコンの場合最大安定度は碎石アスコンよりやや少い量の時に示される。しかし混合物の耐久性について考えると一般にアスファルト量が多いほど、又空気空隙率が少いほど耐久性は増大するものとされているこの為最適アスファルト量は諸数値が基準値の範囲内で、出来るだけ大きなアスファルト量 (5.5%) をとった。

混合物の空隙率については表—6 の空隙率は供試体水中重量より求めた容積によるもので (骨材は表乾比重) 供試体のモールド内平均厚さから求めた空隙率は表—7 の通りである。これによる最適アスファルト量は 6.0% になる。

#### (ロ) 砂利アスコンの共通点—

密粒度砂利アスコンの最適アスファルト量は以上で決定したが図—3, 表—5, 6 に現われた諸数値から砂利アスコンの特性を 2, 3 ひろってみると大体次の様な事

項が本県産の砂利一砂についても確認された。即ち、最大安定度については粒度が変わると最大安定度を示すアスファルト混合率は変化すること。空隙率はアスファルト混合率を増せば空隙率が減ること。フロー値はアスファルトが 4.5% 以下になると急激に小さく Flexibility に欠け、逆に安定度は増す、砂利アスコンの最適アスファルト量は大体 5~6% であること等である。

#### (B) 密粒度砂利アスコンの現場施工

本年度から始めてみた密粒度、砂利アスコンは殆どどの工事が目下路盤工の横策の段階で詳細な報告は出来ないが静岡市内で行なわれた工事について特に昨年迄の粗粒式砂利アスコンと変った点は

(イ) 混合物のウオーカビリティーとフィニッシャービリティーが良くなった。

(ロ) 混合物運搬中の骨材分離が非常に少なくなった。

(ハ) 表面の仕上げが平滑で肌も良くなり (写真 1~2) シールコート撒布の必要が殆んどない。

(ニ) マーシャル試験値の安定度が増している等である

#### (B) むすび

以上で本県の砂利使用アスファルトコンクリートについての概要を述べたが、今迄行なった試験値からは、わずかに砂利アスコンの一般的性状価値についてその一端を知り得た程度で結論も出ない段階である。このため今後も砂利アスコンの性状についての現場試験や舗設後自然交通による混合物の締固り密度、安定性等の研究を進め、昔の砂利使用アスコンの価値についても、ハッキリしたものを出示したいと思っている。

なお砂利使用アスファルトコンクリートを利用するについては経済性より出発し、強度は碎石使用アスファルトコンクリートに幾分おとるが非常に経済的であると言うことで使用したのであるが、その後のビルラッシュや鉄道新幹線の建設と重ったため川砂利の単価も次第に上り現在は県下全域にわたって使用はされておらず大体三大河川の周辺に限られてきている。そこで砂利使用アスファルトコンクリート舗装の妙味はうすれつつあるがまだ他県によっては砂利が碎石に比して格安のところもあると思われるので経済性を考えてこの砂利アスコンの研究を更にお願いたしたい。(静岡県土木部道路課技師)

# 骨材の諸性質

## 瀝青混合物の骨材について

その 2

岡田 富男 金崎 健児

### はじめに

瀝青混合物に対する水の影響は、アスファルト舗装が実用化されていらい、つねに問題になってきたことであり、いまなお原理的な研究はひきつづき行われているが、決定的な解明までにはいたっていないようである。

この理由にはいろいろあると思うが、最も大きな障害となっているのは、舗装に使われる石の種類の多いこと、それらの石の性状を定量的に規定することが、きわめてむづかしいこと、したがって界面現象としての水の影響を究明することが、非常に困難である、ということなどであろう。アスファルトとの附着に影響をおよぼすと考えられる因子は、骨材側のみにしてみると、まず石の組成、表面組織、表面被覆、粒型、表面積、気孔率、吸着能、化学反応性、表面エネルギー、などがあげられる。これらは石の種類によってそれぞれ異なり、また外気条件によってもちがった挙動を示すことがしられている。

これだけ多くの因子による影響を系統づけて一つの学説を打ち立てることは、ほとんど不可能に近いとも考えられるのであるが、いままでに3つの学説が出されている。すなわち、化学反応学説 (Chemical reaction theory) 界面エネルギー学説 (Interfacial energy theory)、機械論的学説 (Mechanical theory)、である。

これらの学説名からも推測されるように、いずれも水の影響は、瀝青物質と骨材の界面だけの問題として理解され、研究されてきている。ここにはこれら学説もふくめて、アスファルト附着の観点からみた「骨材」の諸問題を概説してみよう。

### I 骨材の諸性質

#### 1.1. 骨材の定義と起源

道路舗装体に関する A.S.T.M. の用語定義 (D8-55) では、「一般に骨材とは、砂、礫、貝殻、スラグ、または、碎石のごとき、不活性物質、ないしは、それらの混合物で、接着性物質と混じてモルタルやコンクリートを作る物質である。」と定義されている。普通、鉱物質

の骨材は、熔鉱炉のスラグを除いては、ほとんどが自然または、人工によって塊状に作られ、使用されている。周知のごとく、これらの岩石は、その起源や組成等によって大きく3つに分類される。すなわち、

火成岩 (Igneous rock)

水成岩 (Sedimentary rock)

変成岩 (Metamorphic rock)

いうまでもなく、火成岩は、熔融した物質が固化して出来たものであり、最も古い石の元祖だと考えられている。水成岩は沈澱物が折出して形成されたもので、ときには断片的であったり、有機質のものもあったり、また石らしくない化学成分をふくむものも見出されている。変成岩は、さきにのべた火成岩、水成岩、が加熱や加圧によって変成されたものである。

#### 1.2. 岩石の組成

岩石の性質は、そのものの鉱物学的組成、ないしは、化学的組成によってほとんどきめられてしまう。つまりそのものの起源と履歴によって、いろいろな性状が、左右されることになる。それでは、ここでいう鉱物学的組成と、化学的組成、とはいかなることかについて、以下にのべてみよう。

##### 1.2.1. 鉱物学的組成

狭義での鉱物——比較的単純な組成をもつ単一物質——は一般に特徴のある化学的組成と、一定の結晶構造をもつものであるが、岩石はこのような鉱物の混合物として存在するため、組成的にも、結晶学的にも、極めて複雑な性質をそなえている。したがって岩石の鉱物学的組成の研究は、まず、これらの岩石を形成している個々の鉱物の分離からはじめられなければならない。ここには、いままでに発見された全ての岩石について、それを形成する鉱物をのべる紙面もないので、とくに舗装に関係のある岩石類を形成する鉱物についてのみ概観してみると、第1表に表示したような10種あまりのものがあげられる。

これからわかるように、鉱物のほとんどは、珪素、酸

素、アルミニウム、鉄、マグネシウム、ポタシウム、ソジウム、カルシウム、などから出来ている。

このような鉱物がどのような組合せで岩石を作っているかを示したのが、第2表である。<sup>2)</sup>

ここで、花崗岩と流紋岩が、同じ鉱物から出来ているにもかかわらず、別々になっているか、これはそれぞれの結晶構造が、それらの生因によってちがっており、花崗岩の方が、流紋岩よりも粒子が粗いからである。粒子の大きさは、岩石が出来るときに、急冷されたが、徐冷されたかによって異ってくるもので、岩石の性質に大きな影響を与える因子である。

### 1.2.2. 化学的組成

鉱物それ自体の性質は、いうまでもなく、その構成元素の化学的な性質と、この元素の結晶構造中における原子の配列状態によって左右される。したがって、鉱物の組成を表す式は、化学的な表示だけではなく、構造面

第1表 岩石を形成する主要鉱物とその組成

| 鉱物名      | 組 成                                 |
|----------|-------------------------------------|
| 石 英      | 珪素酸化物                               |
| 正 長 石    | カリウムとアルミニウムの珪酸塩                     |
| 斜 長 石    | 曹長石と灰長石の固溶体                         |
| a) 曹 長 石 | ナトリウムとアルミニウムの珪酸塩                    |
| b) 灰 長 石 | カルシウムとアルミニウムの珪酸塩                    |
| 斜 輝 石    | 鉄、アルミニウムを含むカルシウムとマグネシウムの珪酸塩         |
| 角 閃 石    | ナトリウムとアルミニウムを含むカルシウムイオンと、マグネシウムの珪酸塩 |
| 黒 雲 母    | カリウム、マグネシウム、鉄、アルミニウムの水酸化物珪酸塩        |
| 白 雲 母    | カリウム、アルミニウムの水酸化物の珪酸塩                |
| 緑 簾 石    | カルシウム、アルミニウム、鉄、の珪酸塩水化物              |
| 橄 欖 石    | 鉄、マグネシウムの珪酸塩                        |
| 方 解 石    | カルシウムの炭酸塩                           |
| 白 雲 石    | カルシウムとマグネシウムの炭酸塩                    |

の示唆をふくむものでなければならない。ところが一般には、岩石ないしは鉱物の化学的な分析にもとづいた「組成」は、普通「酸化物 (Oxide)」という言葉であらわされる。このような酸化物が実際にその中にふくまれているかどうかということは別である。これは一種の習慣であり、化学分析に詳しくない道路技術者を、しばしば迷わせている。たとえば花崗岩は  $\text{SiO}_2$  で70%含有というような示し方をする場合があるが、普通自然な状態の遊離珪素は火成岩の場合でも40%をこえることは極めて稀なことである。いろいろな鉱物の化学分析の一例を第4表に示した。

### 1.3. 表面組織

はじめにも述べたように、岩石の表面構造は岩石と、瀝青物質の附着の問題にとっては、きわめて重要な因子である。この表面構造は、岩石を形成する鉱物粒子やその連続的な組合せ、ならびに気孔構造によって左右される。また個々の鉱物粒子の「硬さ」は普通 Moh の「硬度目盛」で測定されるが、岩石全体の硬さは、そこに存在する種々の鉱物粒子の硬さや、量、およびお互の組合せで出来る層の厚さなどでできまってくる。たとえば砂岩中に存在する石英粒子は、非常に硬いものであるが、それらの結びつきはあまり強くないので、全体としては、甚だ脆いものになる。

粒子の大きさも当然一定ではなく、小さいものは顕微鏡的なものから、大きいものは、単結晶が手にとれる程のものもある。このような一次的な要素がいくつか重なりあって、岩石の表面は形成されているが、さらにこの表面は、使用される最終段階までにうける外部からの二次的な作用によって組織が作りかえられる。すなわち作用する力によって、「粗」であったり「滑」であったりする。

この表面組織を厳密に定義出来る方法はいまのところないが、わかりやすいように、外観で区別してみると、大体つぎのような7つの状態に分けることができる。<sup>3)</sup>

1. 光 沢 状 (glossy)
2. 滑 状 (smooth)
3. 粒 状 (granular)
4. 結 晶 状 (crystalline)
5. あばた状 (pitted)
6. 蜂 窩 状 (honeycombed)
7. 多 孔 状 (porous)

これはごく外観的な分類であるが、このほかに Pitti-john<sup>4)</sup> などは、表面の反射を応用して表面組織を大きく二つの範疇にわけている。

第2表 岩石の鉱物学的組成

| 鉱物<br>岩石 | 石 英 | 正 長 石 | 斜 長 石 | 斜 輝 石 | 角 閃 石 | 黒 雲 母    | 白 雲 母      | 緑 簾 石  | ガラス石 |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|----------|------------|--------|------|
| 火 成 岩    |     |       |       |       |       |          |            |        |      |
| 花 崗 岩    | 30  | 41    | 8     | —     | —     | 3        | 3          | 1      | —    |
| 閃 緑 岩    | 8   | 7     | 30    | 3     | 27    | 4        | 0.1        | 5      | —    |
| 飛 白 岩    | 0.5 | —     | 44    | 28    | 9     | 2        | —          | 1      | —    |
| 輝 緑 岩    | —   | —     | 44    | 46    | —     | —        | —          | —      | 2    |
| 流 紋 岩    | 32  | 45    | 3     | —     | 0.7   | 3        | 2          | 2      | 0.4  |
| 粗 面 岩    | 3   | 42    | 1     | 2     | 6     | 0.5      | —          | 8      | 9    |
| 安 山 岩    | 0.6 | —     | 48    | 14    | 3     | —        | —          | 3      | 13   |
| 玄 武 岩    | —   | —     | 36    | 35    | —     | —        | —          | —      | 21   |
| 変 成 岩    |     |       |       |       |       |          |            |        |      |
| 石 英 岩    | 84  | 3     | —     | —     | 1     | 2        | 2          | 2      | —    |
| 長石石英岩    | 46  | 27    | 1     | —     | —     | 2        | 5          | 1      | —    |
| 角閃片麻岩    | 10  | 16    | 15    | 3     | 45    | 3        | 1          | 2      | —    |
| 花崗片麻岩    | 37  | 32    | 3     | —     | —     | 7        | 11         | 2      | —    |
| 黒雲片岩     | 37  | 16    | 1     | —     | —     | 13       | 26         | 2      | —    |
| 粘 板 岩    | 29  | 4     | —     | —     | —     | —        | 55         | 2      | —    |
| 大 理 石    | 3   | 0.2   | 0.2   | —     | —     | —        | 方 解 石 = 96 |        | —    |
| 角 閃 岩    | 3   | 1     | 8     | —     | 70    | 1        | 0.2        | 12     | —    |
| 水 成 岩    |     |       |       |       |       |          |            |        |      |
| 砂 岩      | 79  | 5     | 0.3   | —     | —     | 0.2      | 1          | —      | —    |
| 長 石 砂 岩  | 35  | 26    | 2     | —     | —     | 0.6      | 2          | 1      | —    |
| 石 灰 砂 岩  | 46  | 3     | 2     | —     | —     | —        | 方 解 石 42   |        | —    |
| 黒 珪 石    | 93  | —     | —     | —     | —     | —        | 方 解 石 1    |        | —    |
| 石 灰 岩    | 6   | —     | —     | —     | —     | 白雲石 = 8  |            | 方解石 83 | —    |
| 白 雲 石    | 5   | —     | —     | —     | —     | 白雲石 = 82 |            | 方解石 11 | —    |

## 1.4. 表面被覆

岩石の表面は、構成成分である鉱物の生肌がそのまま出ていることはきわめて稀で、たいていは、泥や他の鉱物粉末でおおわれている。ここでいう被覆というのは、岩石の形成以後に表面に異物が附着する現象をすべて抱括しているのであって、所謂、粒子被覆(Particle coated)といわれる現象とは物理的にも、化学的にも異ったものである。Blanks<sup>9)</sup>によると被覆とは、土、沈泥、炭酸カルシウム、酸化鉄、蛋白石、石膏、マンガニ質鉱物のほかに、可溶性の磷化合物などから出来ているようである。

このような被覆は、その厚さや量、硬さ、附着強度など一定ではない。硬いもの、つまりしっかりと表面に固着したものは、普通地下水によって運ばれた物質が表面に沈積して出来たものであり、一方、軟かくてあまりしっかりと附着していないものは、塵芥類である。被覆は

このような固体粉末によってのみ行われるものではなく、たとえば、硫酸や炭酸などのような酸類をふくむ蒸気は岩石表面に吸着されて表面を汚染する。<sup>9)</sup> しかし瀝青混合物にとって最も大きな問題となる被覆は水分であろう。水の薄膜はきわめてしっかりと表面に附着しており<sup>7)</sup><sup>8)</sup> 液状というよりむしろ結晶状態に近い形で存在している。<sup>9)</sup> このことに関しては、あとでいろいろの角度から論じることにする。

## 1.5. 岩石の大きさと、表面積

舗装に用いられる各種岩石の大きさはマカダムに使われる3インチぐらいのものからシート、またはサンドアスファルト舗装に用いられる No.10 以下のものでいろいろある。またフィラーとしては、クラッシャーの細粉のように2 $\mu$ 以下のクレイと同じ大きさのものまである。細い粒子は当然のことながら単位質量あたり、かな

り大きな表面積をもっており、この表面積が被覆物の量を左右する。大きい表面積をもった細い粒子が基材に与える影響は、豊富な表面エネルギーによる耐破壊性の増加ということである。

### 1.6. 空隙率と吸着性

いうまでもなく、空隙率とは、固体でしめられている岩石片間の空間のことであり、これは通常全容積に対する百分率で示される。また骨材の吸着能は、普通そのもの、気孔中にふくまれる水分の量を意味するものと考えられており、骨材を乾燥させたときの減量%として表示される。たとえば、A.S.T.M. の試験法では、骨材を24時間水中に浸したのち、乾燥させ、そのときの蒸発減量を百分率であらわすことになっている。しかし乾燥だけでは取り除けない水分もある。

瀝青物質の吸収量（あるいは附着量）は骨材の滲透性空隙の量とか、この空隙のあき具合、それに瀝青物質の表面張力、粘度といったようないろいろの因子に左右される。Thelen<sup>9)</sup>はこのようなことを一応理論的にとり扱っている。

### 1.7. 化学反応性

骨材は、はじめの定義の項にものべたごとく、しばしば、不活性物質と考えられているが、全く不活性ということはありません、事実は、若干の化学反応性を有している。というのは、それらは程度こそちがえ溶解したり、酸化されたり、水和されたり、ときには炭化されたりすることもあるからである。実用的な立場からみれば、このような反応性が、いますぐ重要な研究課題になるとは考えられないが、ポルトランドセメント中のアルカリと、骨材が反応し、トラブルを生じたとの外国での報告などを考え合わせると、この問題も全く等閑視する訳にはいかないだろう。

とくに炭化岩石 (Carbonate rock) が酸性溶液によっておかされることは、よく知られていることである。ところが、瀝青物質と岩石との間の反応性については、今のところ、ほとんど明らかにされていない。この反応性がアスファルトの附着性の問題と大いに関係のあることは容易に想像される。

Ebberts<sup>10)</sup> は石灰石が加熱されると、表面に酸化カルシウムの膜が作られるので、若干の CO<sub>2</sub> が失われることを指摘している。石灰は比較的不安定であり、多分石灰石よりも化学反応には敏感であろう。また石英に吸着された水分が、その表面で珪酸の薄膜を作ることよく知られていることである。

### 1.8. 表面エネルギー

すべての物質は、それ自体を拡張するための表面自由エネルギーをもっているが、このエネルギーの生因や、諸性質についてはまだ不明の点が多い。鉱物の表面エネルギーは、多分つぎのような原因によるものではなからうかといわれている。すなわち、

- a) 結晶格子の端子引力による。<sup>9)</sup>
- b) 電気的、あるいは、イオンの力による。<sup>11)</sup>
- c) 電気的なチャージによる。<sup>9) 12)</sup>
- d) 分子引力による。<sup>13)</sup>
- e) 鉱物の極性による。<sup>11) 14) 15)</sup>
- f) 吸着イオンによる。<sup>11) 9) 12)</sup>
- g) 吸着性極分子の結合作用による。<sup>9)</sup>

これらの各作用力については後でのべることにしよう。物質の表面エネルギーは1 cm<sup>2</sup> あたりのエルグ単位で表わされるのが普通であるが、表面張力はダイン/cm という単位が多い。この測定は大い空気中で行われるので、実際は空気と物質の間の界面張力をあらわしていることになる。いろいろの岩石の表面張力の値はLomanやZwickerによって求められているが、この結果はDouglas<sup>16)</sup> や Spielman<sup>17)</sup> 等によってまとめられており、ここには、その中から必要なものだけをぬいて、第3表に示した。

第3表 岩石の表面張力

| 岩 石   | 表面張力 dyne/cm |
|-------|--------------|
| 各種大理石 | 28 ~ 50      |
| 輝緑岩   | 42 ~ 50      |
| 各種花崗岩 | 52 ~ 73      |

### 1.9. 親水性と疎水性

瀝青物質の岩石に対する附着を取扱った技術文献では、しばしば、親水性(hydrophilic)とか、疎水性(hydrophobic)という言葉がみられるが、これは岩石に内在する性質を考えたものではない。

岩石にしろ、鉱物にしろ、水やその他の液体に対しては、そのものの中にふくまれる特別な物質によって左右される選択性というものをもっている。普通この言葉が、道路工学で用いられる場合は、骨材が水分に対して選択性をもっているか、または瀝青物質に対してもっているかで、使われているようである。Huber<sup>18)</sup> はいかなる骨材でも多少は水をひきつける性質をもっており、アスファルトの場合でも同様な親和性はあるものだと述べている。また、Hallberg<sup>19)</sup> は、附着という現象は、結合材と骨材の組合せに左右されるものであり、したがって岩石を親水性とか疎水性といったふうに分けることは

誤りだと指摘し、どうしてもこのような言葉を固執したいのなら、それが相対的なものであって絶対的なものではないことを強調すべきだといっている。

このような考え方に従えば、この言葉は特殊な瀝青被覆骨材に対して適用さるべきであり、岩石そのものに対して用いるのは当をえていないといえよう。

#### 1.10. その他の諸性質

骨材の耐水抵抗に、間接的に影響を与える岩石の性質としては、岩石粒子の型や、粒度、耐風化性などがある。

角のある、ゴツゴツした骨材は、どうしても様な被覆をしにくい。また粒子のアンギュラリティー、や粒度は、圧縮合材の密度や、水分の透過性に影響を与えるものであるだけに、重要な性質であろう。

耐風化性は、シーコートに用いられるときには舗装体の良否を決定するきわめて大切な因子になる。なぜならば、このような条件下では、岩石粒子は直接輻射力や交通荷重をうけて破壊や細粉化を起し、また凍結や、霜による附着力低下の影響をまぬがれないからである。

(次号につづく)

#### 文 献

- 1) A. S. T. M. Standards Part 3, p 1740 (1955)
- 2) D. G. Runner, "Rocks, Their History, Classification and Properties" Crushed Stone Journal, Dec., (1943)
- 3) B. H. Knight and R. G. Knight "Road Aggregates and Their Uses and Testing," Edward Arnold & Co., London, England (1948)
- 4) F. J. Pettijohn, "Sedimentary Rocks" Harper & Brothers, New York, N. Y. (1949)
- 5) R. F. Blanks, "Modern Concepts Applied to Concrete Aggregates," Proceedings, Am. Soc. Civil, Engrs., Vol. 75 No. 4, p 441 (1949)
- 6) W. C. Craig, "Variables of the Static Asphalt Stripping Test," Proceedings, Assn, Asphalt Paving Technologists, Vol. 27 (1958)
- 7) F. E. Bartell and H. J. Osterhoff, "Adhesion Tension," Jur. Phys. Chem, Vol. 37 p 543 (1933)
- 8) E. Thelen, "Surface Energy and Adhesion Properties in Asphalt-Aggregates Systems," Proceedings, Highway Research Board. Vol. 37 (1958)
- 9) R. E. Grim, "Clay Mineralogy," Mc Graw-Hill Book Co., Inc. New York (1953)
- 10) A. R. Ebberts, "Adhesion Tension Measurements,"

- Proceedings, A. A. P. T. Vol. 8 p 68 (1937)
- 11) P. Hubbard "Adhesion of Asphalt to Aggregates in the Presence of Water," Proceedings, Highway Research Board, Vol. 18 Part 1. p 238 (1938)
  - 12) H. F. Winterkorn, "Surface Chemical Aspects of the Bond Formation Between Bituminous Materials and Mineral Surface," A. A. P. T. Vol. 7. p 79 (1936)
  - 13) Ir. F. J. Nellensteyn, "Theoretical Aspects of Asphaltic Bitumen in the Light of Recent Research" A. A. P. T. Vol. 8. p 78 (1937)
  - 14) R. G. Clark "Development of Additives Promote Adhesion of Bituminous Materials" Pacific Builder and Engineering Review, June (1945)
  - 15) N. W. McLeod, "Application of Surface Chemistry and Physics to Bituminous Mixtures," A. A. P. T. Vol. 9 p 1. (1937)
  - 16) J. F. Douglas, "Adhesion Between Binders and Aggregates," Journal, Institution of Civil Engrs. (Eng.) No. 3 Jan. (1947) p 292.
  - 17) P. E. Spielman and A. C. Hughes, "Asphalt Roads," Edward Arnold & Co., London, England (1936)
  - 18) C. F. Huber, "The Use of Heat Stable Asphalt Additives to Present Stripping of Wet Aggregates," Proceedings, Kentucky Highway Conference (1957)
  - 19) S. Hallberg "The Adhesion of Bituminous Binders and Aggregates in the Presence of Water," Meddelande, Statens Vaginstitut, Stockholm, Sweden Vol. 78 (1950)

(丸善石油株式会社中央研究所)

# INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第 10 回

大 島 秀 信

## 第八章 アスファルト舗装の構築

### 第2節 アスファルト・プラント混合物の使用、製造並に検査

#### 7.201 加熱プラント混合物の特質と経済性

アスファルト・プラント混合物は正しく管理された場合、すぐれた性質を持っており又プラント混合としての固有の経済性もあるので、非常な勢でその使用が増しつつあるが、この工法によるアスファルト舗装体を築造するに当り先づ第一に考慮を払はねばならない事は次の通りである。

(1) 骨材を完全に加熱、乾燥し、正確に配合すると共に、すべての因子をアスファルトの一樣な膜を以て完全に包むよう混合が出来ること。

(2) 計画中のどの工事現場へも運搬可能の距離内に大型高性能のアスファルト・プラントがあるか、或は又、近くに採石場のある場所に経済的に数時間でプラントを移設することが出来ること。

(3) 骨材は降雨後直ちに乾燥され、再び混合が出来るようになっていて、比較的天候と無関係に一連の作業を始めることが出来ること。

(4) 混合物の敷均しはフィニッシャーで機械的に出来ること（レベリング層に対しては車輛間隔の長いモーター・グレーダでもよい）。この場合最小の費用で高精度の平滑さが得られる事が必要である。

(5) アスファルト量の正確な管理が出来ると共に、混合を完全にするのに必要なアスファルトの粘度が得られるまで加熱出来る設備を有すること（第4.502項 温度—粘度図表参照）。

#### アスファルト・プラント混合物の製造

#### 7.202 近代的アスファルト・プラント

近代の加熱混合アスファルト・プラントは、それぞれ

に目盛を合はせ調節しておけば、仕様書に示された通りの混合物が自動的に、而も均一に製造出来るよう完全に機械化され改良されて来ている。第Ⅵ—6図表は近代的バッチ式プラントに於ける材料の流れを又第Ⅶ—7図表は近代的連続式プラントに於けるものを示したものである。これらの近代プラントに於ては電氣的、水理的及び時間的管理に依り、いろいろの周期でバッチ操作が自動的に行われ、一人で始動したり、監視したりすることが出来る。これは、骨材計量から、骨材混合、アスファルト投入、アスファルト混合、混合物のトラックへの積込に到るまで一人で始動監視が出来るということである。又貯蔵ビンの中のどれか一つのサイズの骨材でも一バッチ分の容量に足りない場合には、混合作業が自動的に止まり、各サイズの骨材の必要量が計量ホッパーに投入されて始めて又自動的に一定の周期を以て混合が続けられるようになっている。このように管理を自動的に行うことにより、すべてのサイズの骨材の比率を正確に保つことが可能であり、又最初の一バッチを混合し、パグミルから排出される間に次のバッチを計量するという周期的かさなりを持つことも可能である。かかる自動的な時間調整により、所定の連続作業が完全に確保出来ると共に、前の操作が終らない中に次の動作が始まると云うような重複は防止出来るわけである。このような操作の自動化により、人間の個人差を生ずる原因も減ることになる。

#### 7.203 均一性と鈞合い

能率的に而も高い品質のアスファルト・コンクリートを生産する為には、プラントの全操作を通じ均一であり、均合いが取れていなければならない。このことは骨材の流れの始めから終りに到るまでの全工程を通じ考慮を払うことが必要である。プラントに供給される材料の品質と量の均一性が又同様に重要なことは勿論である。かかる均一性の下においてのプラントの合成動作が始めて始めて最後の製造物の品質に期待し得る。

尚、プラントの連続的な均一な操作を維持する為に

は、扱う材料間の釣合いは勿論、プラント組成間の各部分お互い同志も亦釣合っていることが必要であり、これらの全部がそれぞれ釣合っていなければ結局、製造物の均一性を確保することができない。

#### 7.204 アスファルトの貯蔵

プラントに於けるアスファルトの貯蔵は、プラントがいつも運転出来るよう配達遅延をも見込み充分な量がなければならない。又貯蔵供給を通じアスファルトの循環装置が必要である。完全な装置としてはアスファルトに必要な温度まで加熱することの出来るものでなくてはならない。温度を表示するには温度計（記録型が望ましい）を用い、貯蔵タンクの中及び、アスファルトがミキサーやバケットに投入される場所に近い便利な所に備え付ける必要がある。尚アスファルトの輸送管、ポンプ、計量バケット及びミキサーには蒸気、オイル、又は電気等による加熱保温の設備を要する。

#### 7.205 アスファルトの混合温度

骨材を所定通り被覆するにはアスファルトに所定の粘度が無くてはならない（第4.502項温度—粘度図表参照）。アスファルトは熱粘性物質であり温度が増すに従い粘度が減少する。然しこの温度と粘土との間の関係はアスファルトにより一定でなく、原油産地、種類及び針入度によって異なる。従って使用予定のアスファルトにつき、それぞれの温度—粘度図表を利用しなければならない。

#### 7.206 他の瀝青材料を使用する場合の注意

カットバック・アスファルトを結合材として使用する

場合は、その種類に応ずる温度—粘度図表に示されている範囲内で特に注意深く加熱する必要がある。この全容量が均一に然も確実に蒸気又はオイルで加熱出来るようになっていなければならない。請負者はその使用に先立って、加熱温度を決定するに必要なすべての資料を用意すると共に、カット・バックアスファルトの一般的な取扱注意事項を守らねばならぬことは勿論である。

#### 7.207 コールド・フィーディング（冷骨材の供給）

冷骨材の供給管理の問題は、混合物の製造流れ作業の成果如何を決定づける重要な事柄の一つである。アスファルト・プラントに依る製造工程中、ドライヤ、スクリン、ビン或はバグミルに於て起る問題の多くは、その原因を追跡すると結局冷骨材の供給の問題に帰納されると云っても過言ではない。

#### 7.208 コールド・フィーダへの材料供給

コールド・フィーディングが加熱混合アスファルト・プラントの組成上第一に主要な部分であることは前に述べた通りである。そしてこのフィーダへの材料供給設備としては、次に示す三つの方法の中の何れか一つ又はこれらの組合せによって行われる場合が多い。

(1) 2～4個の仕切りのある上口の開いたビン。グレンスはグラム・シエルに依り供給するのが普通である。

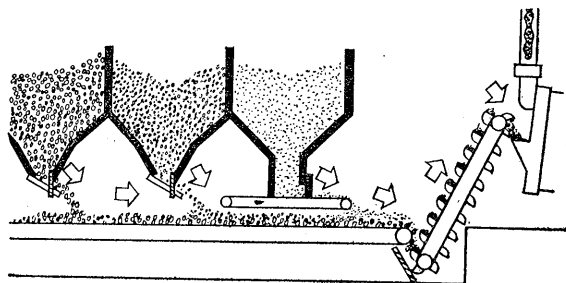
(2) 仕切り板を有するストック・パイルの下のトンネル。ベルト・コンベヤ、トラック又はクレンに依りトンネルの上に材料を貯蔵する。

(3) 炭車又は大型ビン。炭車の中に直接投入出来るトラック、カーアンローダ、ダンプカに依って供給するのが普通である。

#### 7.209 コールド・ビンへの材料供給

コールド・ビンに投入する際、骨材が分離をおこさぬよう又品質が落ちないよう注意しなければならない。これはストック・パイルの場合にも同じである。確実に而も均一な流れを確保するには、すべてのビンの中の材料が充分でなくてはならない。非常に大型のビンの場合は別として、一つのビンの中の材料は半分以下とならないよう注意しなければならないし、又あふれ出る程沢山入れすぎてもいけない。

トンネル及びベルト・コンベヤの上にあるストック・パイルから骨材供給を行う場合には、フィーダの上の材料を取扱うのに特に注意が必要である。この際ブルドーザを使用するのは止めた方がよい。ストックパイルの上でブルドーザを操作すると材料の分離及び品質低下をお



第Ⅶ—3図

三つのビンに有するコールドフィーダとベルト

こす危険がある。ドーザの振動によって細い粒子が粗い粒子の間をぬって下の方に落ち込んでゆき、そのままフイーグの方へ押し出されるという結果をひきおこすことになるからである。

若しトンネルの上のストック・パイルの高さが部分的に極端に下らないようドラグラインやグラム・シエルで、平均に材料の補充が出来る時は、貯蔵所の同じ場所から引続いて材料をすくいあげて、ストック・パイルの中に入れないよう注意しなければならない。又ローダを使う時は、地上に貯蔵された材料をすくいあげるのにローダのバケットを少くとも地上約6時の高さに保ち、地上すれすれの所で行わないようにしなければならない。

ビンに投入するのにトラックを使う時は、直接あけるのがよい。又ストック・パイルへの材料補給に高架のベルト・コンベアを使う時には、その流れを調節板によって調節する。

#### 7.210 フィーダの種類

骨材貯蔵区劃にはしっかりしたゲートを取付けねばならない。之はビン又はストック・パイルの下に取付け、フィーダへの骨材の流れを均一にする為である。

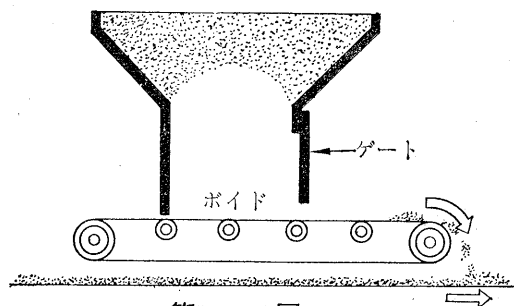
フィーダにはベルト・コンベア式、往復運動式、振動式及び自然流下式の数種がある。一般にベルト及び振動式のものは細粒骨材に対して有効的であるとされている。

#### 7.211 フィーダの機能

アスファルト・プラントに於ける製造を均一にするには、プラントへの供給を正確に行うことが先決であり、ドライヤへ各サイズの骨材を一定の比率を以て確実に供給することが大切である。

骨材の流れを均一にする最も確実な方法を示すと次の通りである。

- (1) スtock・パイルの中の骨材のサイズを正しいものとする。
- (2) 分離を予防する。
- (3) スtock・パイルの中でお互いが交り合うのを防ぐ。
- (4) フィーダのゲートの目盛を正確にする。
- (5) フィーダのゲートに障害物がひっかからないようにする。石、棒切れ或は木の根等は往々にしてゲートにひっかかる恐れがある。
- (6) 細骨材の出口のゲートの所で時々、材料がアーチ形を造り、流れが悪くなることがあるが、この場合そのまま作業をつづけないよう注意を要する(第Ⅶ-4図参照)。このアーチを出来るだけ少くするには、



第Ⅶ-4図  
コールドフィーダに於て  
アーチ型を形成した細骨材

出口が正方形のものよりもむしろ長方形にするか、又は細骨材のビンの外側にパイプレータを取付けるのがよい。パイプレータは出来るだけゲートの近くに取付け、又フィーダが止まった時に自動的に切れるように配線しておく必要がある。

その他フィーダを取付ける必要のある理由をあげると次の通りである。

- (1) 冷い砂の量が急に増したりするとドライヤから出て来る骨材の温度を相当低下させる恐れがある。
  - (2) 冷骨材の供給量が急にその量を増すと、ふるい能力を超過し粗粒用ビンの中に細粒骨材が入って来る恐れがある。
  - (3) 不規則な供給をつづけると、一方のビンは空で他方のビンは満杯となる恐れがある。
- 更に又、
- (a) ホット、ビンの中に粒度の違ったものが層をなして溜まると、特に細骨材用ビンに於てそうであるが、貧配合富配合のバッチが交互に出てくる結果になる。
  - (b) 骨材が過剰に供給されるとダスト・コレクタ装置に無理な力がかかり、ドライヤへの通風の減少を来す。

#### 7.212 フィーダの取付け

仕様書に決められているか、請負業者から依頼があった場合には、監督者は自ら、コールド・フィーダの口径を調べ目盛を決定するようにする。一般には機械メーカー側に於てゲートの開口量に応ずる排出量が計算されているので、この場合は大変便利であり、最初のゲート口調整に当って都合がよい。然しゲートの口の開きをきめる

正確な方法は、実際混合に使用する骨材を使って各ゲートの計算表を作成しておくことである。

この図表を作成するには、横軸にゲートの開き（吋又は平方吋）を取り、縦軸に供給機構の一回転当り（又は毎分）の材料を封度で表わした数を取るのがよい。その詳細については Asphalt Institute 発行の MANUAL SERIES NO. 3 ASPHALT PLANT MANUAL を参照され度い。

与えられた開きに対し、ゲートからの排出量を計算するに当っては、骨材の表面水の重量を控除することを忘れてはならない。特にこの点は細骨材用ゲートにつき影響が大きいため注意を要する。

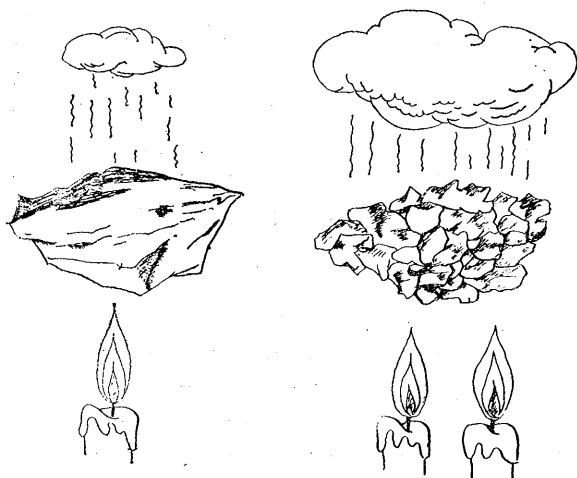
粗骨材の供給を行うゲートの口は少くとも、最大骨材寸法の  $1\frac{1}{2}$  ～ 2 倍より大きくなくてはならない。例へば最大骨材寸法が 1 吋の場合にはゲートの開きは少くとも  $1\frac{1}{2}$  ～ 2 吋よりは大きくする。時にはゲートの口に、ある高さが必要な為、横の広さを制限しなくてはならない場合もある。

各骨材の粒度の決定は、AASHO, T-27 に依る方法及び細粗骨材の洗条ふるい分析法に依り、又使用予定の各骨材のパーセントの計算には試算法を用いると便利である。

このパーセントを基準として割出した比率に基づき、ゲートの開きを決定すればよいが、その際、最初にゲートの計算に用いたのと同じ方法でチェックする必要がある。

ゲートの開きは骨材の容積、流れ具合、粒度、湿度及びその他の条件により影響されるので、先づ試験的に決めてから最後に目盛を固定する必要がある。

### 第Ⅶ－6 図



細骨材は粗骨材よりも多くの水分を含んでいるので乾燥するのに多くの熱量が要る

又注意深くゲートを監視していてホット・ビンが常に適当に充たされているよう調整をしなければならない。

### 7.213 ドライヤ

ドライヤは直径 3 ～ 10 呎、長さ 20 ～ 40 呎の回転シリンダであって、その中で骨材を乾燥し、オイル又はガス・バーナで加熱する。シリンダの中には昇降羽根と呼ばれるカップ型又はチャンネル型の鉄板が縦方向に付いていて、それにより骨材を持ちあげ、バーナの焰及び熱ガスの中に幕状に落下せしめるようになっている。シリンダの傾斜、回転速度、直径、排列方法及び昇降羽根の数によって、骨材がドライヤの中を通過するに必要な時間がきまってくる。

ドライヤが骨材から水分を取除く機能を分析すると次の二つになる。

- (1) ドライヤの熱によって水分が蒸発する。
- (2) そしてこの蒸気は通風装置に依って吸引除却される。

ドライヤに使われるオイル・バーナには二つの基本的な型がある。一つは燃料用オイルを霧状に吹く為、蒸気を使用する方法であり、他は低圧空気を使用する方法である。オイル・バーナの他に低圧又は高圧のガス・バーナを使用する場合もある。

### 7.214 ドライヤの作用

ドライヤは骨材の平均含水量を見込んで設計されるのが普通である。従って非常に水分の多い骨材を使用するとドライヤの容量を減少せしめることになるので、この際は修正を行う必要がある。それには次の二つの方法がある。即ち骨材供給の流れを一定に保っておいてバーナの燃焼を増し、熱量を増大するか、又は骨材の流れを減らすかである。然し熱量を増すには自から限度があるので、その限度を越えて骨材を過剰に供給することのないようにしなければならない。

吸水性の大きい骨材の場合は更に長い乾燥時間が必要である。かかる時はドライヤの胴体の傾斜を緩にするか、又ドライヤの羽根の配列を変へるとよい。又水分を取除くには、熱量を増すことよりも、ドライヤ内の乾燥時間を増す方が一層有効である。

非常に湿気の多い地区とか、骨材が異状に湿っているとか、又は非常に吸水性の大きい等の時には、二つのドライヤを長いベルト・コンベアで連結し、前後に並べて運転するのもよい方法である。

若し又ブロワからの空気量、ダスト・コレクターによる通風量及びバーナよりの燃料油の量とがよく釣合っていないと、不完全燃焼を引き起こして、骨材の上に油の粒子が附着したままとなり、出来上りの混合物を害する

こととなる。排気煙突から黒い煙が出るのは、バーナより噴出された油が完全燃焼をしていない証拠である。若し水洗装置が取付けられている場合は、煙突から黒い煙が認められる間はダスト・コレクタと同時に作動しないよう配慮を要する。

ブロワからの空気量と通風量との間の均衡が取れていないと、ドライヤの胴体の中に逆圧力を生じて、ドライヤのバーナの所で逆流を生じ、所謂吹き戻りの現象がおこる結果となる。

ドライヤの燃焼に使われる天然ガスとか、液体石油ガスとかの燃焼問題は現在見事に解明されているが、然しガス圧と、燃焼に必要な空気及び通風量との間の釣合いの点については未だ問題が残っている。

#### 7.215 骨材温度の測定

骨材温度測定装置はバーナ手のよく見える所で、而もドライヤから出て来る骨材の中に設備しなければならない。この装置はプラント管理の中でも最も重要なことの一つであり、信頼でき正確でなければならない。骨材を焼き過ぎると、混合中にアスファルトを害し、又反対に温度不足の場合は、骨材を完全にアスファルトで被覆することが出来ないと共に、敷均し作業が困難になる。

温度計の感度部分は充分な堅さがあるが骨材による磨減を防げるもので覆い保護しなくてはならないが、あまり厚すぎて温度の読みを不正確にするものではない。又この感度部分にはこりがたまると温度測定に時間的遅れを来すので注意を要する。

温度計はくるっていないかどうかを時々検査する必要がある。その簡単な方法は正確な温度計と一緒に、油又はアスファルト槽の中に挿入し、加熱して見て両方の読

みを取って比較する。この際必要なことは実際の作業温度の前後で読みを取ることである。

#### 7.216 ダスト・コレクタ

ドライヤの中の焰や高温ガスを吸引する為にダスト・コレクタの送風機によって通風が行われる。この空気の流れに乗ってドラヤやその他の部分からのダストの粒子が、コレクタの上部周辺に運び込まれ、その中のうずまき運動の中に落ち込む。そして気流の中に浮ぶダストの中比較的重い粒子のものは、コレクタの中の遠心力によって分離され底の方へ下降してくる。又比較的細い粒子は気流中に浮遊していて、空気と共に煙突から運び出されるようになっている。

水洗装置が仕様書に規定されているか又は指示された場合は、ダスト・コレクタの装置に更につけ加えなければならないが、これを取付けると、一般にタワー内の圧力が10~15%損失を来すのでそれだけ送風機を強力にする事も忘れてはならない。

#### 7.217 集取されたダスト

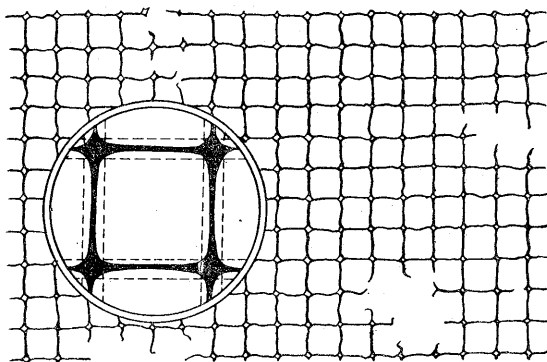
ダスト・コレクタの中で取除かれたダストが、仕様書に記載されている粒度に適合しているようならば、混合物の一部として使用する為に再びプラントに回収するとよい。然しその回収量に就いては出来上った混合物の粒度組成の如何によってきめねばならないが、仕様書でダストの再使用を禁じているか又は、混合物の粒度仕様に不適當である場合はコレクタの底部から取除いて廃棄する。

#### 7.218 加熱骨材用ふるい

ドライヤから出て来る骨材はホット・ビンの上のふるいに送り込まれる。ふるいの機能は骨材を仕様書に規定されているサイズに正確に分離することにある。この機能が適切である為には、ふるいの有効面積が最大供給量を処理するに充分の大きさがなくてはならない。ふるい面積1平方呎当り、1t/時間の材料が処理出来るかどうか、振動ふるいの能力を検査する一つの目安となる。

#### 7.219 ふるいの効果

ふるい効果に大きく影響するのはふるいの状態及び清掃の如何である。目が詰ってふるいの有効面積が減じたり、処理能力以上に材料が送り込まれて、所謂キャリー・オーバーの状態となったり、又ふるいの針金が過度に磨滅して、目の開きが大きくなりオーバー・サイズの材料が入り込むこととなったりしないよう(第Ⅶ-7図参照)注意しなければならない。



第Ⅶ-7図 フルイの針金

尚、ふるいに小さい径の針金を使ったり、目の形の変ったものを使うこと等によってふるいの効果を改良出来る場合がある。例へば目の詰ることを防ぐ為にふるいの全巾に亘って骨材が一様に分布されるようにしたり、球穴板（特に砂ふるいの場合によい）を使用したりする等である。

#### 7.220 キャリ・オーバの状態

骨材のふるいへのキャリ・オーバの結果は、前のビンにたまる予定の細粒の材料が、次の大きい骨材のたまるビンの中へ入り込んでくることとなる。これが起るとしばしば骨材の均一性が失われる。キャリ・オーバは、全体の混合物の中に含まれる細粒骨材の量を増すことになり、ひいては単位重量当りの表面積が増して、骨材を被覆するに余分のアスファルトが必要となるので、かかる状態は極力くいとめるようにしなければならない。

過度のキャリ・オーバとなっているか、又はその傾向があるかどうかを知るには、それぞれのホット・ビンの中の骨材のふるい分析をして見ればよい。

ふるいの清掃については毎日調べる事が望ましく、出来れば作業が始まる前に行うとよい。特にふるいの状態に異状が無ければ先づ清掃を考えることが第一である。

#### 7.221 ホット・ビン

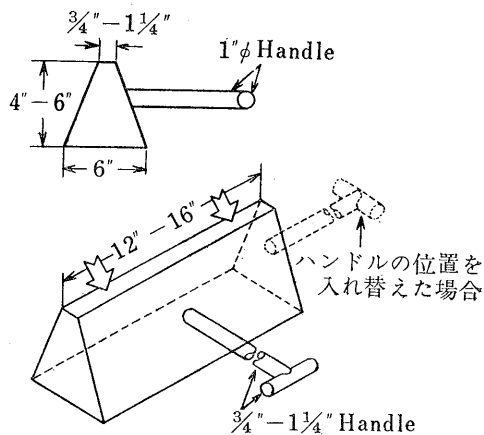
加熱乾燥後所定の各種サイズにふるい分けられた骨材を貯蔵するのがホット・ビンである。ホット・ビンは普通幾つかに仕切られているが、この仕切り板は頑丈で、穴等が無く、隣のビンの骨材と交り合わないよう充分高くしておく必要がある。

又各ホット・ビンにはオーバ・フロー・パイプの設備を取付け、骨材が一杯になった時他のビンの中にあふれ込んだり、上にある振動ふるいにつかえたりするのを防ぐようにする。これは非常にキャリ・オーバとなった時によくおこる現象である。フロー・パイプの入口の所は常に空いていて骨材が自由にあふれ出られるようになっていることが必要であり、これを時々検査することに依って隣のビンとの交り合いも未然に防ぐ事が出来る。

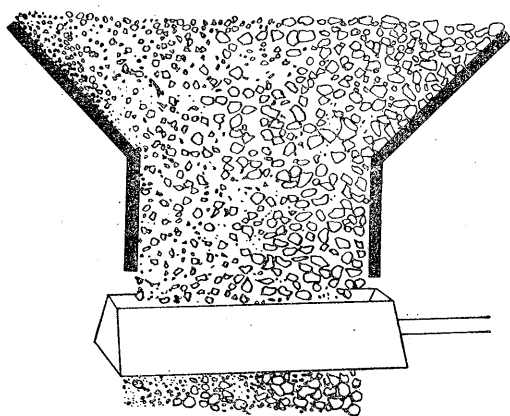
又時々ビンの隅に材料（特に骨材の中の細い部分）がひっかって集積することがある。この集積物はしばしば混合物中に吐き出されて来て、細粒分過剰の結果となり、アスファルト含有不足をもたらす恐れがある。そしてビンの中の材料が減って来た時に、このような細粒材料の集積物が突然出て来るものである。帯状鉄板を熔接してビンの隅の面を取ればかかる事のおこる原因が非常に少くなる。

その他注意しなければならない点は、あるビンでは材

#### アスファルトプラント骨材サンプル採集装置



第Ⅶ－8図 サンプル採集器



第Ⅶ－9図

#### サンプル採集器の正しい使い方

料が不足しているのに、他のビンでは過剰であるという現象であるが、ビンの底のゲートの磨滅及びビンの壁の湿気も亦問題である。ゲートの磨滅の結果は、所定量の計量がすんだ後でもまだ、ゲートの口から材料が計量ホッパーに漏れ出てくることになる。前者の、ビンの中の材料不足或は過剰という点は冷骨材の供給の調整に依って修正する必要がある、後者の、壁の湿気の問題は骨材及び空気中の蒸気がそこに濃縮されて生ずる。普通はその日の作業の開始時にのみ見られる現象であるが、粗骨材が充分に乾燥されていない時にも起る。壁が湿気を持つとダストが其処に集積し、やがてそれが突然落下して、ひいては混合物中の細粒分が過剰という結果になる。

#### 7.222 ビンよりのサンプルの採集

近代化された最近の加熱混合アスファルト・プラント

には、ビンの中の加熱骨材のサンプルを取る装置がついている。以前はビンの横側にサンプル採集ゲート又は窓があって、そこから取っていたが、最近では、ビンからサンプル容器の中に骨材の流れをそらすような装置に変化している。然しサンプルを取る最も良い場所は、バッチ式プラントにあっては、ホット・ビンのゲートからであり、連続式プラントにあっては、バグ・ミルに骨材を送り込むベルトの上にあるフーダのゲートからである。サンプル採集装置は、ビンの中の材料を代表するものが採集出来る構造となっており、又そのような場所に取付けることが大切である。

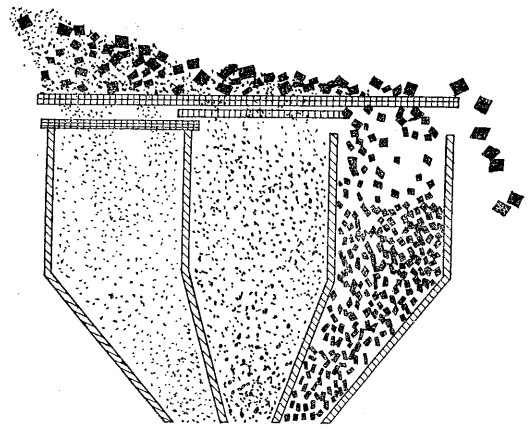
プラントのふるいの上を材料が流れていく際、比較的細粒分がビンの近い方に落ち、比較的粗粒分は遠い方に落ちる。従ってビンの底のゲートを開いて材料を引き出した時の流れは、細粒のものが一方の端にかたより、粗粒のものが他の端にかたよった組成となる。かかる状態は、No. 1 即ち細骨材料用ビンに於て特に起こり易いし、このビンからの材料の組成によってアスファルトの所要量が大変影響を受けるから注意が必要である。又上記の理由により、細粒部分の多い組成のサンプルとなっているか、粗粒部分の多いものとなっているか、又は正確にビンの中の材料を代表しているかは、サンプル採集装置の位置によっておおよそ分る（第Ⅶ—10参照）ものである。

尚細粒材用ビンの中でサイズの異ったものが層をなすのは、ストック・パイルの中の粒度に変化をきたしたか、又は冷骨材のフィーディングが不規則に行われたかによる場合が多い。

#### 7.223 アスファルト・タンクに於ける計量

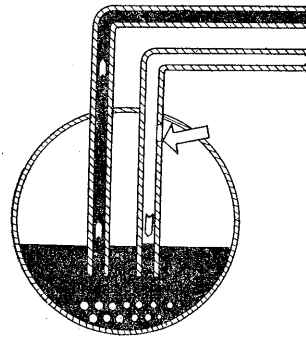
一日の作業工程中に於て使ったアスファルトの量を検査する手段として、貯蔵タンク内のアスファルトを朝夕測定しておく必要がある。時には更に度々の検査が望まれる事もあるが、何れにしてもこれらの測定をしておけば、仕様書記載の理論的アスファルト量と実際のバッチ数に基づき使われた量とを比較して、どの程度の管理が出来ているかを検べる事が容易である。この数字の間に大きな開きがあれば、何処かに不規則な所があるので、アスファルト貯蔵タンク及びその供給系統を調べる必要がある。

尚タンクのゲージを製作したり、アスファルトを容積計量したりする場合には、容積から重量へ換算する必要があるが、この際実際に使用する時の温度で換算し、更に又之を標準温度に於ける容積に修正しなければならない。



第Ⅶ—10図

ホットビンの中の材料の分離



第Ⅶ—11図

アスファルト環流パイプ。太い矢印は横孔を示す

#### 7.224 アスファルトの加熱及び循環

プラントにはアスファルトの供給及び貯蔵系統を通じ、アスファルトが循環する装置が必要である。又アスファルトを必要な温度に加熱し保温する為、貯蔵タンク、輸送管、ポンプ等には加熱用コイル及び保温用覆の設備をする。尚貯蔵タンク内に装置されているアスファルトの環流用パイプは、常にタンク内のアスファルトの位置よりも低く沈めておき、アスファルトの酸化を防ぐと共に、アスファルトが届かない高い位置に、二つ或は三つの横穴をパイプにあけておき、ポンプが逆流した時パイプの中に真空が生じないようにしなければならない（第Ⅶ—11図参照）。

更にアスファルトの供給系統中には充分な温度計を取付けて、アスファルトの温度を確実に管理しなくてはならない。それには、アスファルトの輸送管の末端の出口に近い所に温度記録装置を取付け、アスファルトの温度

を調べると同時にアスファルト貯蔵タンク内の適当な位置に24時間以上連続記録の出来る温度記録計を備えるようにする。

この他、アスファルトの循環系統中には、バルブ或は栓を設備し、そのサンプルを何時でも採集出来るようにしておかねばならない。

若し加熱オイルの循環によってアスファルトの温度を保つような設備の場合は、タンクの中のオイルの高さを時々検査し、それが低くなった時はアスファルト・タンクの中にオイルが漏出している恐れがあるので、先づ第一に調べる必要がある。

### 7.225 混合物の温度

アスファルトは温度が増すと共に粘度が落ちる熱粘性の物質であるが、温度と粘度との関係は原油産地、アスファルトの種類及び針入度によって同一ではない。

普通混合温度は仕様書に示されているが唯単に温度を規定しないで粘度との関係を明示するのがアスファルトを最も効果的に使う一番よい方法である。そこで Asphalt Institute に於ては、使用予定のアスファルトに関する温度—粘度図表を利用し、必要な粘度が得られる温度で混合することを推奨している。

この際アスファルトの粘度を施工上最も適確に利用するには次の事項を考慮する必要がある。

1. 施工方法の種別（混合及び散布）
2. 骨材の性質及び粒度
3. 天候の状態（散布式の場合）

プラント混合の場合の一番適切な温度は、アスファルトの粘度がセイボルト・フロールで75~150秒の範囲内にある所のものである。この内比較的粘度の高い方は、一般に粗粒の骨材に適しており、低い目のものは細粒骨材の混合に適している。

請負者又はアスファルト納入者は、現場における技術者に、使用予定の各アスファルトの温度—粘度関係についての資料を持たせておき、その資料の示す温度と粘度の範囲内に於てアスファルトを使用する必要があることは勿論であるが、仕様書にもその様に規定することを忘れてはならない。例えばセイボルト・フロール 75~150 秒の間の粘度で混合しなければならないとする如くである。尚又大きく混合温度に影響するものに骨材の温度がある事も忘れてはならない。

アスファルトと骨材の間の温度差は25°Fより大きくてはならない。

### 7.226 ファイラーの管理

ファイラーを混合物に加える際は、時々その量を検査す

る。ファイラーが袋で配達されて来た場合は次の方法によるのがよい。

(1) 合材運搬トラックに積荷した後、引続き次の混合物が出せる様に、ファイラー・ホッパが満たされているかどうかを確める。

(2) 試験用パッチを出して見て、ホッパーに追加投入を要するファイラーの袋の数を計算する。

(3) 上記の試験中に補充した袋の数に、一袋当りのファイラーの重量をかけたものが、試験パッチに使ったファイラーの重量と同じであるかどうかを調べる。

(4) 乾燥した骨材とファイラーとの総重量で、ファイラーの重量を割ったものを100倍したものが、所定のファイラーのパーセントと同じであるかどうかを確める。

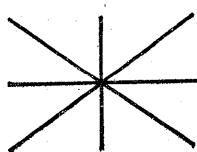
以上の方法によるファイラーの試験は、数台のトラックに混合物を出して見て行う必要がある。かかる試験をしておけばファイラーを途中から袋に変えた場合等、ホッパー内のファイラーの高さが変らない限り、使ったファイラーの重量を概算する事が出来、又この際の個人判断による誤差も最小にすることが出来る。

ファイラー・ホッパはその日その日の作業の終りに空にしておき、又湿気がこないように覆しておく必要がある。湿気があるとファイラーのかたまりが出来、流れを妨げることとなるので、時々調べなければならない。又ゲートの口は小さいので、ここに異物特にファイラーの紙袋の切れ端しがひっかかって流れを妨げることとなり、延いては混合物に加えられるファイラーの量が極端に少くなる恐れがあるので注意を要する。

ファイラーがバラで配達された時も、その量が正確に決定出来れば貯蔵ビンからのファイラーについて上と同じ試験を行うのが望ましい。ファイラーがビンにたくわえられ、之から供給される時は、貯蔵所の方の量をはかって一般にはあまり意味がない。なお又ファイラー供給口の目盛並にその計量機構については嚴重に時々検査することが大切である。

(次号につづく)

(世紀建設工業株式会社 取締役社長)



# ダム建設に使用される アスファルトについて

その 2

C・D・ハリス

前号では、独逸における2つの典型的なロック・フィルダム建設のアスファルトの応用面について述べた。そのうち一つは、アスファルトによる堤心 (Asphalt Core) が珍しい例として述べた。

本文では、アルジェリヤのアースダムである。Qued Sarno ダムについて述べる。そして、ダムのライニングに使用される、アスファルト・コンクリートの性質について説明したいと思。

この Qued Sarno Dam は、アルジェリヤのオラン (Oran) の東南約 60km のところにあり、オラン市の給水ダムである。

この地方は年雨量 485mm で、262 平方km の地区から集めた水のダムの役目を果している。

ダムの堤体のアースは、僅か乍ら透水する性質のもので、この上を不透水性のアスファルト・ライニングで被覆してある。

一般的にいって、アースダムはロック・フィルダムに比較して、その現地の材料——切込砂利その他の土壌——が利用できるので、建設される率が多い。そしてダムの基礎として、石灰石や切込砂利等を含んだ泥灰 (marl) のような、締め固めの効く材料でつくり、殊に全体の構造そのものが——ライニングも含めて——沈下や小さい土の移動による変形 (deformation) になじむ (follow) ためフレキシブル (flexible) なものでなければいけない。

ダムの堤心 (Dam Core) は約 30cm 厚さの層で、土をシープフット・ローラー (Sheeps foot roller) や他の掘さく機で締め固め、突固め試験の95%の最小密度が出るように固めた。ダムの大体の形状は次の通りである。

|                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 河床よりの高さ                | 28m                      |
| ダム面の勾配                 | 1:2 $\frac{1}{2}$ 又は 1:2 |
| 堤体のベース幅                | 120m                     |
| 天端の幅                   | 6.60m                    |
| 天端の長さ                  | 610m                     |
| アスファルト・ライニング被覆<br>の総面積 | 10,500m <sup>2</sup>     |

## 排水 (Drainage)

このダムの設計の特長の一つは、両法尻に独立した点検トンネルに付随した排水設備のあることで (ダムの断面図参照のこと)、一つはアスファルト・ライニングを通しての漏水を集めて排水するため、粗粒式のアスファルト・マカダム 10cm 厚の層を設けてある。他の排水設備は、ダムの堤心体からの水分を集めるためのもので、約 10m 毎に、栗石の排水層を設けてある。栗石の排水層と、アスファルト・マカダム層との間を、約 2cm 厚の密粒度式アスファルト・コンクリート層で隔離してある。

これらの排水設備の主な目的は、何等かの事情でダムの水位が低くなりアスファルト・ライニング層の裏側に漏水が溜って、バックプレッシャー (背圧) となって働き、ライニング層が破損されるのを防ぐためである。又二つの排水溝が独立して個々に仕切ってあるのは、漏水の場所と、その量を確実に掴むためである。

ダムの断面は次頁のようである。

アスファルト・マカダム層の組成は:—

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 砕いた石灰石 (15~30mm)    | 76% |
| 細粒の砂                | 15% |
| 石粉 (消石灰石粉)          | 5%  |
| アスファルト (80/100 針入度) | 4%  |

10cm 厚のアスファルト・マカダム層を舗設する前に、アスファルト乳剤及びカットバックを夫々 1 kg/m<sup>2</sup> の割合で撒布する。これは次のアスファルト・マカダム層がよく粘着 (good bond) し、そしてオープンなアスファルト・マカダムと土との間に水を通さない層をつくる2つの意味がある。

栗石の上に敷く密粒度式アスファルト・コンクリートは後述のアスファルト・ライニングと同じ組成である。  
アスファルト・ライニング (Asphalt Rovetmert)

不透水性のアスファルト・ライニング層は 4cm 厚2層の密粒度式アスファルト・コンクリートを舗設し、2層目の舗設以前に針入度 80/100 のアスファルトを 0.5kg/m<sup>2</sup> の割で、タックコートとして撒布する。

合材の組成配合は大体次の通りである。

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 石灰石の碎石 (5~15mm)              | 6%  |
| 粗砂 (0~5 mm)                  | 70% |
| 細 砂                          | 14% |
| 石 粉                          | 10% |
| アスファルト ( $^{80}/_{100}$ 針入度) | 8%  |

従って骨材の粒度は次のようになる

|                        |        |
|------------------------|--------|
| $3/4$ " 篩通過 (A.S.T.M.) | 100%   |
| $1/2$ " "              | 95~100 |
| $1/4$ " "              | 70~88  |
| $1/8$ " "              | 50~66  |
| No.10 "                | 40~55  |
| No.20 "                | 30~43  |
| No.40 "                | 25~35  |
| No.80 "                | 18~27  |
| No.200 "               | 8~15   |

アスファルト・コンクリート合材は、1時間 5 ton の容量のアスファルト・プラントでつくり、トラックで現場に運び、労務者が、それぞれバケツに合材を入れて舗設現場に運んだ。輾圧は 330kg 重量の単輪の振動ローラーで行った。

#### 継目の防水処理 (Waterproofing of Joints)

アスファルト・コンクリートのライニング層と法尻にあるコンクリートのカット・オフ・壁 (Concrete cut-off Wall) との間の継目は、硝子セインで2層に補強してフリントコート (Flint kote) でシールする。カット・オフ・壁 (cut-off Wall) の縦の継目は、まず 73% の dune Sand, 10% 石粉と 17% の  $^{80}/_{100}$  針入度のアスファルトのサンド・アスファルトでレベリングをとり、その後7層の

硝子セインの層をフリントコートを併用して、シールする。

#### 総括 (General)

この建設が始められる前に、アスファルト・コンクリートとアスファルト・マカダムの仕様について、室内試験と現場試験が繰返し行われた。まず 70°C で 1:2 の勾配で合材が流れず、アスファルト・コンクリートの不透水性も保証するものでなくてはならない。従って室内試験だけでなく、現場の事情によって合材の配合を変える必要がある場合があるので、これをチェックする必要があるから、現場試験が必要である。

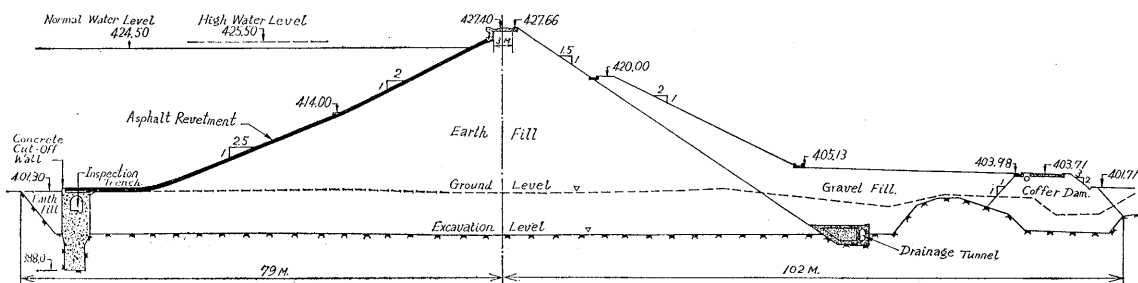
工事完工後、ダムに徐々に水を満してみると、極く僅かの漏水が、アスファルト・ライニングを通してあることが判ったが、この量は殆んど、無視出来る程度の量であつた。

#### ダム建設に使用するアスファルトについての概要

前述のことから、ダムの建設にアスファルトの使用は何等面倒なことはなく、いろいろの施工法があることが判ったと思うが、何れにしろ、アスファルト・コンクリートの防水層は2~3層から成り、総厚 12~25cm の厚さとなるが、これはダムの堤高によって左右される。又一方内部にアスファルトによる壁をつくるような場合は相当の厚さが必要である。

何れにしろ、アスファルト・ライニングの場合、堤体敷や堤の取付部からの漏水を防ぐため、適当な路床土やカット・オフ壁 (cut-off wall) でしっかり、不透水性にする必要がある。

不透水性のアスファルト・ライニングの利点は、堤体



A図 CROSS SECTION  
OUED SARNO DAM

の材料（例えば土にしても切込砂利にしても）が乾燥状態に保つことができるので、ダム の堤体の安定度が高く、且波浪による侵蝕を防ぐことができる。

又過去、数多くのアスファルト・ライニングのダムが建設されたが、夏の暑い気温でも、法面の合材が流れたこともなく、結氷や流木の衝撃で破損したこともない。また安価に建設でき、補修も容易である。

ダムの堤心 (Dam core) のアスファルトの壁は唯、堤体に水の滲透するのを防ぐためのものである。この場合アスファルト・ライニングは是非とも必要である。勿論アスファルト・コア (Asphalt core) は、アスファルト・ライニングに比べて損傷をうける率は低いが、修理が簡単でない。アスファルト壁 (core) は直立壁と傾斜壁との2種類があるが、傾斜壁は、ダムの堤高を追加して高くするのに便利である。

アスファルト・ライニングは急な勾配の法面、例えば1:1.3 又は1:1.5 のようにロックフィル・ダムのような法面でも舗設できるが、舗設機械や、輾圧機械の操作、そして労務者の作業面、アスファルト・ライニングの仕上りの点等から考えて、1:1.7 程度の勾配に減らす傾向が各国での現状である。

アスファルト・ライニングを舗設する場合、路盤が平坦でしっかりしている必要がある。即ち法面の垂直方向の水圧が均一にかかることを意味するので、殊にロック・フィルダムの場合、ダム面の仕上りについては特別の注意が必要である。そして各場所とも均一な材料で構築する必要がある。通常ロック・フィル・ダムに使用する栗石は出来るだけ均一の大きさの石である方が望ましく、トラックで運搬して各層毎に、運搬トラック、ブルドーザーやタイヤ・ローラーで締め固めるようにする。余り大型の石は取除いて、小さい石は石の隙間に埋めて目潰 (Key stone) とし、更にレベルを出す意味で、貧配合のサンド・アスファルトか、貧配合のセメント・コンクリートを隙間 (Void) に埋めてレベリングをだすようにする。

アース・ダムの場合注意すべきことは、アスファルト合材がダムの堤体に粘着しにくく且、舗設機械の重量に耐えられないような場合は、4~6%のアスファルトで安定処理するか、粗骨材が路盤の場合は2~4 kg/m<sup>2</sup>の割で針入度<sup>80/100</sup>のアスファルトを撒布して、締め固める。一方細骨材の場合は3~5 kg/m<sup>2</sup>の割でセメントを撒いてならし (raking) そして水を撒布する。

後者の場合、次のアスファルト・コンクリートとの粘着をよくする意味から、0.8~1.2 kg/m<sup>2</sup>の割合で、アスファルト乳剤をタック・コートする。

堤体の材料が凍上するようなローム質の場合は、凍上防止層、例えば切込砂利の80cm厚の層等を設けて、凍上を防止して、アスファルト・ライニング層に沈下が凍上によって亀裂を生ずるのを防ぐのである。

又アース・ダムの場合、堤体の土壌が排水層に流されて、排水層を詰まらせる場合がある。従って排水層——これはアスファルトでコートした石やセメントで固めた石の層 (Cement bound crushed stone) から成っているが——の上に2~5 mmの碎石又は粗砂と4~5%のアスファルトを混合して5~6 cm厚のフィルター層を設けるのも、勾配の急なアース・ダムの場合効果がある。

ダム面に雑草が生えてくる可能性のある場合は、強い除草剤、例えば塩化ソーダを水に溶して5%溶液とし、2 l/m<sup>2</sup>の割で撒布してから、アスファルト・ライニングを施工する。

ダムに水を最初張る時、又常時アスファルト・ライニングの状況は点検すべきであるが、一般的にいて非常によい結果を得ている。これの一番よい例は、アルジェリヤの Ghrib Dam (1937年完成) で、18年間連続使用されたという記録がある。

このような調査は将来のダム設計への参考資料として、甚だ有益であるので、アスファルト・コンクリートのダムに関係する数値を述べると：——

#### 不透水性 (Impermeability) : ——

アスファルト・ライニングの場合の透水係数は  $K = 10^{-7}$  ~  $10^{-10}$  cm/s である。この場合  $10^{-7}$  は低水圧の場合即ち 0.2 kg/cm<sup>2</sup> のときで、 $10^{-10}$  は高水圧のとき即ち、10 kg/cm<sup>2</sup> のときの値である。又例えば継目や、よく輾圧された2~5%の空隙率のライニングの場合、平均の係数は3 kg/cm<sup>2</sup> で  $10^{-8}$  ~  $10^{-6}$  cm/s の範囲である。

#### 安定度 (Stability) : ——

法面におけるアスファルト・ライニングの流れ (flow) については、合材中のアスファルト量や、角ばった骨材の割合に左右される。7~8%アスファルト量、50%の角ばった骨材の、アスファルト・コンクリートの場合、内部摩擦角は30°又はそれ以上である。初期の剪断抵抗は0.5 kg/cm<sup>2</sup> (50°C) であり、勿論これは各層間の粘着性にも左右されるのである。

#### 可撓性 (Flexibility) : ——

アスファルト・コンクリートのライニングは、アースダムやロック・フィルダムの場合地盤の沈下

なじむものでなければならない。

可撓性の試験として、直径の  $\frac{1}{10}$  の撓みの場合、亀裂が生じなければよいとしている。時には地盤の沈下が急に生じることがあるが、高水位の場合でも、漏洩量を測定してその漏洩の度合が判る。アスファルト・コンクリートのライニングは、自然にその漏洩が止まる傾向があるし、又は漏洩を減少させるように働く。

#### 合材中のアスファルトの移動 (Displacement) : —

高水位のダムの場合、アスファルト・コンクリートの合材中の空隙を通して、アスファルトが移動したり又ダム堤体の空隙を通して、アスファルト・コンクリートの合材が流れはしないかという質問を筆者は受けたことがあるが、この点に関しては過去25年間数多くのダムが建設されて、これらの、憂を解消して呉れている。

事実、実験室でも、又現場でも試験できるし、全くこのような懸念を懐く必要がないことを証明してくれる。

#### 輾圧 (Compaction) : —

アスファルト・コンクリート層を適当に圧するという事は非常に大切なことである。例えば日光の直射を常時うけて高温になっているアスファルト・

コンクリート層のアスファルトの軟化点の試験をしてみると、アスファルトの硬化の程度が判る。即ち18年も経っている緻密なアスファルト・コンクリート (針入度  $20/30$  のアスファルトを使っている、空隙率2~5%) を調べると、軟化点が  $5^{\circ}\text{C}$  上昇しており、空隙率の高いアスファルト・コンクリートのアスファルトを調べると、軟化点は約  $25^{\circ}\text{C}$  上昇していた。

勿論この場合、合材混合中加熱されるのでアスファルトの軟化点は約  $5^{\circ}\text{C}$  位上昇するのであるが、この場合この数字は含まれていない。

しかし水に浸されている場合の、アスファルト・コンクリートには、このようなアスファルトが硬くなるということはおこらない。

以上前号と今回、二回に亘って述べたアスファルトのダム建設への応用面に関する小文で、幾分なりともダム建設の方々がアスファルトに関心を持って下されば幸甚に思います。

終りに、本文の数々の資料はロンドンの Shell International Petroleum Co. の発行資料と Baron W. F. Van Asbeck (ロンドン・シエル石油) 氏の数冊の著者から引用したものであります。

(訳 シエル石油アスファルト部 有福武治)

# 社団法人 日本アスファルト協会会員

## 賛 助 会 員

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 新亜細亜石油株式会社 (501)5350 | 日本鋳業株式会社 (481)5321   |
| 大協石油株式会社 (561)5131   | 昭和石油株式会社 (231)0311   |
| 出光興産株式会社 (211)5411   | シエル石油株式会社 (231)4371  |
| 丸善石油株式会社 (201)7411   |                      |
| 三菱石油株式会社 (501)3311   | 三共油化工業株式会社 (281)2977 |
| 日本石油株式会社 (231)4231   | 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     |
| 株式会社富士商会      | 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 鋳     |
| 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留町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     |
| 日米砒油東京支店      | 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     |
| 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    | 東京都港区芝松本町63      | (451) 0463 | 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 | 新 亜 細 亜 |
| 東京通商株式会社      | 東京都中央区区橋3の5      | (535) 3151 | 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   | (201) 9301 | 大 協     |
| 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         | (8) 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        | (88) 1210  | 大    | 協  |
| 株式会社名建商会       | 名古屋市中区宮出町41の2        | (24) 1329  | 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        | (32) 4515  | 丸    | 善  |
| 株式会社三油商会       | 名古屋市中区南外堀3の2         | (23) 3205  | 大    | 協  |
| 株式会社上原成介商店     | 京都市上京区丸太町通大宮東入薬屋町530 | (84) 5301  | 丸    | 善  |
| 大阪朝日瀝青株式会社     | 大阪市西区南堀江1番丁14        | (53) 4520  | 大    | 協  |
| 枝松商事株式会社       | 大阪市北区道本町41           | (36) 5858  | 出    | 光  |
| 池田商事株式会社       | 大阪市福島区鷺洲本通1の48       | (45) 7601  | 丸    | 善  |
| 松村石油株式会社       | 大阪市北区絹笠町20           | (36) 7771  | 丸    | 善  |
| 丸和鉱油株式会社       | 大阪市南区長堀橋筋2の35        | (75) 4593  | 丸    | 善  |
| 三菱商事大阪支店       | 大阪市東区高麗橋4の11         | (27) 2291  | 三    | 石  |
| 中西瀝青大阪営業所      | 大阪市北区老松町2の7          | (34) 4305  | 日    | 石  |
| 日本建設興業株式会社     | 大阪市東区北浜4の19          | (23) 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      | (39) 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      | (39) 0238  | 丸    | 善  |
| 山文商事株式会社       | 大阪市西区上佐堀通1の13        | (44) 0255  | 日    | 石  |
| 株式会社山北石油店      | 大阪市東区平野町1の29         | (23) 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           | (8) 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 |
| 畑礪油株式会社        | 戸畑市明治町2丁目            | (8) 3625   | 丸    | 善  |

編集委員 (順不同)

谷藤 正三・村田 泰三・井上 孝・高橋 国一郎・竹下 春見・木村 保  
神谷 正義・酒井 重謙・村山 健司・菊地 栄一・南部 勇

アスファルト 第4巻 第23号 昭和36年12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