アスファルト

第4巻 第20号 昭和36年6月4日 発行

ASPHALT

20

社団法人 日本アスファルト協会

ASPHALT

目　次　　第 20 号

安定度の探求 …… 西川栄三 2

アスファルト舗装体の実験室試験と現場試験 …… 新田　登 5

舗装の維持補修 …… 12

補修指針一覧表 …… 13

舗装用アスファルトについて・その2 …… 井上太郎 14

ニュージィランドにおける表面処理工法 …… C・D・ハリス　有福武治 17

Introduction to Asphalt ・連載第7回 …… 工藤忠夫 20

読者の皆様へ

"アスファルト" 第20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が，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い致します。

社団法人　**日本アスファルト協会**

VOL. 4, No. 20 Jun. 4. 1961

ASPHALT　Published by　THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

安定度の探求

The Search for Stability

西　川　栄　三　訳

下記の訳文は，米国アスファルト・インスチチュート誌（1960年10月号，8～9頁）に記載されている内容を紹介したものである。

1　概　説

道路技術者を悩ます苦悩の一つは，広い面積に亘る良質道路用骨材の欠乏が，予感されることである。これら骨材の現存堆積（Deposite）は，既に使い尽されているため，各州は，高価な費用を支払って，良質骨材を輸入するか，或は，その代用物を見出さなければならないような肌寒い前途に直面している。

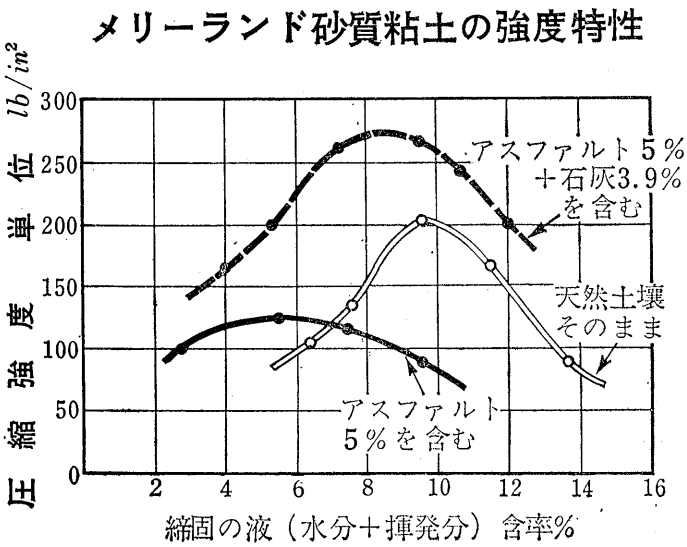
ところが，石材（stone，ウェブスターの広義の意味での石材，即ち，土壌或はミネラル・マッター，Mineral matter，の固結したもの）に対する代用物は現存しない。しかし，固結していない土壌，或は，ミネラル・マッターと呼び得るものは多量に存在している。固結していないミネラル・マッターのうちには，主として細砂（Fine sands），シルト（Silts），粘土（clays）等から成る，いろいろの土壌（Soils）が含まれる。これらの土壌は，非常に微細な粒子を含み，且つその微細粒子は，水分含率の変化によって，物理性状に著しい変化を生ずるため，その耐荷重能が，信頼し得ない程変動する憾みがある。（水分含率が適当なときにのみ，耐荷重能が，比較的大である。）

2　土壌と水との作用（Soils react to water）

土壌は，その粒子の鉱物学的および化学的性状を異にするに従って，粒子面に附着する水の量を著しく異にする。例えば，モントモリロナイト質の粘土（Montmorillonitic clay）は，水に対して，極めて敏感であって，湿潤および乾燥の程度に応じて，その容積を甚しく変化させる。（備考参照）他の粘土も水分の影響を受けるが，その程度はこれより少い。また，土壌のイオン的構造（Ionic structure of the soils）も，水に対する土壌の作用に重大な関係を有するものである。ナトリウム，及び，カリウムのようなイオンを含む粘土は，鉄或はカルシウムのようなイオンを含む粘土よりも，多量の水分を吸収する。

気象状況の変化により，土壌の水分含率は変動するが最高安定度の生ずる水分含率の変動を出来るだけ少くするよう制禦する目的で，土壌中の微細粒子同志を結合させて，多量の水分を吸着させないようにするために，化学添加剤（Chemical additives）および水不溶性の結合材（Water-insoluble binders）が使用されている。これを土壌安定工法（Soil stabilization）或は，あらゆる気象条件下での耐荷重強度（Load bearing strength）を，土壌に与えるための，天然土壌処理工法（Treatment of natural soil）といっている。

土壌安定工法の問題は，頗る錯雑した問題であって，多くの研究所の多数の研究者を動員して研究しなければならない事柄である。米国アスファルト・インスチチュート（The Asphalt Institute）では，研究アッシスタント・エンジニアー（Assistant Engineer of Research）である，ビタウタス，プチナウカス（Vytautas Puzinaukas）が，この問題に関する或る仕事と，3ケ年以上，取組んでいて，問題の源泉を瞥見す



る，いくつかの途を開拓している。

データ・シートおよび曲線図を載せた，ペーパー，エベレスト（Everest）から，Puzinaukas は，いくつかの，有望な，いとぐち（問題解決）を見出してこれを抽き出している。

3　研究の道標（Research signposts）

〔a〕 防水剤として，アスファルトのみを添加使用することは，或る種の天然土壌の，水に対する抵抗性を増強するが，その強度を減少させるように思われる。或種の細粒土壌は，元来凝集力が強く（cohesive），締固め後の強度（compacted strength）は大であるが，これを水中に浸漬すると，忽ち，泥濘の稠度(cosistency）を露呈する。

〔b〕 正燐酸，(H_3PO_4；Orthophosphoric acid)，石灰（Limes）のような，セメント性添加剤の添加は，最適含水率の下では，天然土壌の強度を，著しく増大するが，湿潤および乾燥の繰返しを受けるような外界条件の下では，土壌安定度に寄与するところが殆んどないように思われる。

〔c〕 アスファルトとセメント性添加剤との共用は，土壌の耐荷重強度（Load bearing strength）を増大し満足すべき強度を，長期に亘って持続させ得るように見受けられる。

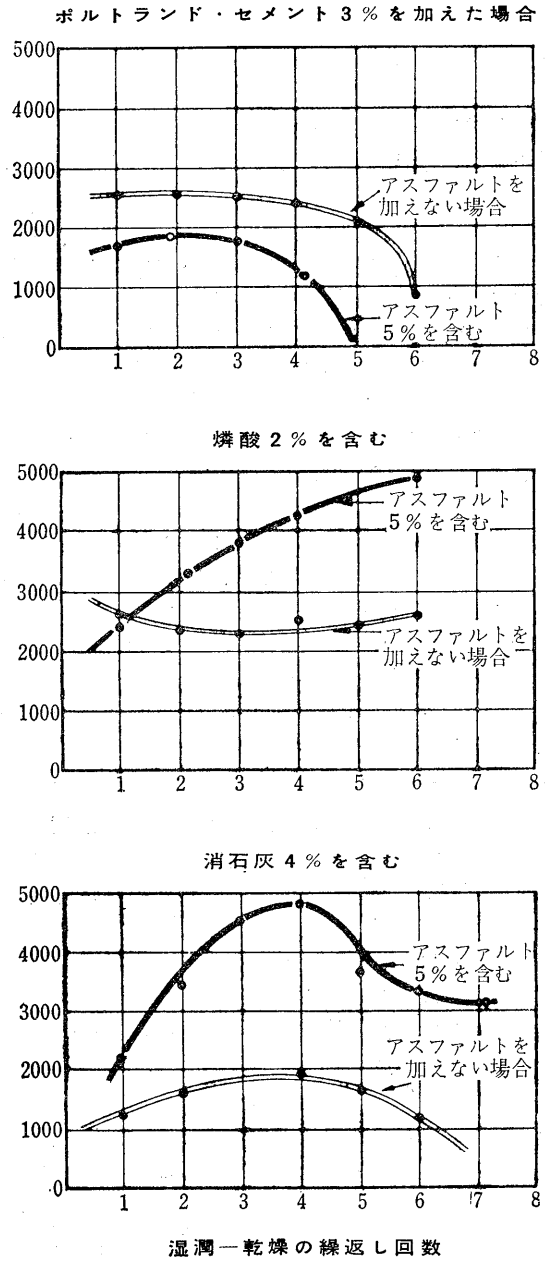
〔d〕 アスファルトと燐酸との共用は，あらゆる条件下で最高の圧縮強度を表わす。しかし実際の応用面に於ては，もっと経済的で，もっと多量に存在する石灰と，アスファルトとの共用が，甚しく有望である。

化学技術者（Chemical engineer）である Puzinaukas によれば土壌が親水性（Hydrophilic, water-loving）であるとか，また，疎水性（Hydrophobic, water-hating）であるとか，いって区別するのは誤りである。すべての土壌は，最初から，親しく水を随伴しているのであるから，土壌は，本質的に一様に親水性であると，彼れは指摘している。強いて言うならば，土壌粒子の化学性状により，親水性の程度に差があるに過ぎないのである。

4　薄片状裂開（"Splitting the Atom"）

或る種の粘土粒子が，薄片状に割れ易い性状（Flaky nature）をもっているため，問題は一層紛糾して来る。丸い砂粒子は極めて少量のアスファルトで，これを被覆することができるが，これに反し，多くの粘土は，板状を呈している。仮りに，微小な立方体が，非常に薄い板状に割れる性状を有していて，絶えず新しい表面を露呈するものと想像して見よう。吾々は，或る微粒状の粘土を取扱うときにこれと類似したことに遭遇することがある。例えば，陶土（Kaolin clay）1グラム（大きさは，鉛筆についている消しゴム位）が，薄片状に割れて，次

メリーランド土壌の湿潤および乾燥に及ぼすアスファルトの影響（マーシャル定安度）



々に新しい表面が生ずるならば，各薄片を順次に並べてゆくと，大きな床面積をも被覆することとなるであろう。驚くべきことには，ワイオミング（Wyoming）および両ダコタ（the Dakotas）に通常産出するモントモリロナイト（Montmorillonite）の1グラムは，フットボール競技場位の広さの表面を露呈するであろう。そのような，広大で，且つ水に対して敏感な表面を安定化することは，全く大問題である。

米国アスファルト・インスチチュートの研究は，化学添加剤7種，土壌3種を用いて，1957年に始められた。3種の土壌は，マサチュセット（Massachusetts）の粘土質シルト（clayey silt），ミシシッピー（Mississippi）のロス（Loess, 石灰質を含む黄色砂質粘土）およびメリーランド（Maryland）の砂質粘土（Sandy clay）である。防水性結合材としては，急硬性カットバック・アスファルト（RC-O Asphalt cutback）を用いた。しかし，この計画は，後に簡素化されて，1種類の土壌（メリーランド粘土）及び，3種の添加剤を用いて遂行された。3種の添加剤は，正燐酸（Orthophosphoric acid），消石灰（Hydrated lime），およびポルトランド・セメントである。これらの添加剤は，単独でも，また，アスファルトと組合せても使用した。

5　合材設計試験の応用（Mix Design Test used）

正規の合材設計試験の方法および装置を用いて，強度（Strength），密度（Density），および含水率（Water content）などを測定した。このような方法および装置を用いた理由は，この試験方法および術語等は，道路技術者が，よく習熟しているから，得られたデーターが理解し易いだろうと考えたからである。最近では，専らマーシャル試験方法による締固め，および，安定度試験；AASHO試験方法による締固め，および密度試験，圧縮強度試験などを行うこととした。このような方法を採ることが，この計画を，急速に且つ淀みなく進行させるに役立つものと思われる。

Puzinaukas は，実験室データーを十分に蓄積した後，1959年には野外に出で，アスファルト・インスチチュートの研究地域に，8つの試験区を建設した。この試験区から，種々の時期に切取った供試体を用いて得た試験データは，実験室データを裏書きするものであった。

図—1の曲線から，種々の添加剤を加えた土壌の密度および強度性状が，一見して明かである。これは改良—AASHO 方法を用いて行った試験結果をプロットしたものである。図—2は，メリーランド土壌に，3種の添加剤を加え，更に，アスファルトを加えたもの，および，加えないものについて，湿潤および乾燥の繰返しが，マーシャル安定度に及ぼす影響を示したものである。

備考　モントモリロナイト質の鉱物の組成は，表—1の通りである。

表—1．モントモリロナイト鉱物の組成

1. Montmorillonite　$[Al_{1.67}\ Mg_{0.33}\ (Na_{0.33})]\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_2$
2. Beidellite　$Al_{2.17}\ [Al_{0.33}\ (Na_{0.33})Si_{3.17}]\ O_{10}\ (OH)_2$
3. Nontronite　$Fe^{3+}{}_{2.00}[Al_{0.33}(Na_{0.33})Si_{3.67}]\ O_{10}(OH)_2$
4. Heetorite　$[Mg_{2.67}\ Li_{0.33}(Na_{0.33})]\ Si_4\ O_{10}(OH)_2$
5. Saponite　$Mg_{3.00}\ [Al_{0.33}(Na_{0.33})Si_{3.67}]\ O_{10}(OH)_2$
6. Sauconite　$[Zn_{1.48}\ Mg_{0.14}\ Al_{0.74}\ Fe^{3+}{}_{0.40}]\ [Al_{0.99}\ Si_{3.01}]\ O_{10}(OH)_2 \times 0.33$

アスファルト舗装体の実験室試験と現場試験

特に水分の影響と添加剤の効果について

新　田　　登

はじめに

アスファルトは，それ単独で用いられる事が極めて少く，普通には，混合物として種々の用途に供されている。

従って混合物として存在する場合のアスファルトの良し悪しは，おおむね相対的な要因に支配される事が多い。ここには舗装体としての瀝青混合物—合材—中に於けるアスファルトの附着性が，どのように評価され，改良されつつあるかを最近の外誌報文より要約してみた。

衆知のごとく，アスファルトの骨材に対する附着性が，水分の存在によって，どのような影響をうけるかを知るために色々な実験室的試験法が考えられて来たが，その中で最も一般的に行われているのは，アスファルトで骨材を被覆して水に浸し，その後の被覆状態の変化によって，附着性を評価するという方法である。

しかしこれだけで実用性能を予知出来ない事は当然であり，最近になってより実際の状況に近い試験法としてcircular track test を伴った static immersion test と，普通の交通条件下にある舗装体の挙動との比較研究が行われるようになってきた。static immersion test は普通湿った骨材に対するカットバックアスファルトの初期附着力乃至は被覆能を，一応予測する事は出来たが，この結果は12年に亘る現場観測の結果とは何んら明白な相関性を示さなかったようである。さらに附着性を増すべく加えられた種々の添加剤も Circular track test の結果からは，舗装体の寿命を延ばす効果は認められなかった。従って今後ますます実用性能と充分な相関性を有する実験室的試験法の研究をすすめていかなければならない。

1. 概　説

瀝青舗装の耐久性は，その施工にあたった技術者や，その関係者だけでなく，究極的には建設費用を納税という形で負わされた国民にとっても極めて大きい問題であるため，今までにもしばしば研究の対象とされてきている。

本稿にとりあげた瀝青舗装体に対する水の影響も勿論耐久性の一部を担うものではあるが，この問題は使用された瀝青材の種類と含有量，骨材の種類と表面状態，舗装体の施工方法，空隙率と排水状態，曝露される気象条件等多くの因子を含んでいるために，はなはだ複雑化され，実験を行っても，その結果の解折は極めて困難なものにしている。ところで，P, Hubbard [1] は，舗装体が水の作用に対して最大の耐久性を示すための条件として次の事をあげている。

a）乾燥骨材を使用する事

b）清浄な骨材を使用する事

c）骨材表面のアスファルト膜は連続的に，しかも均一ならしめる事

d）アスファルトは規定された使用条件の中で，実際に最高の粘度を有するものを使用する事

e）アスファルトを骨材表面に均一に分布し，且つ完全に附着させるために，骨材とアスファルトを適当な温度にする事

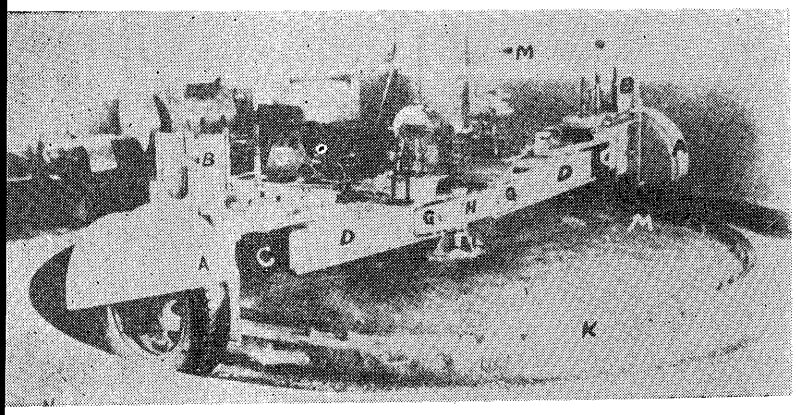
f）ある種の骨材は，水が少しでも存在すると瀝青物質の付着性を極度に低下させる事を充分認識して，使用骨材の選択を誤らぬようにする事

g）入手する骨材が，アスファルトの附着性から考えて好ましくない場合，あるいは施工個所的に於ける種々の条件が普通に考えられているものと異って，悪い場合には，充分に満出来る条件で施工が出来るように，骨材とかアスファルトに対して適当な処理を施す事　などである。

従来の施工経験からは，上述した項目のうち特にa）～e）にあげられた因子が重要視されている。

現在施工されている規格は，一般にこれらの因子による影響を排除したり，他のものによって補償したりするのに必要な施工条件を規定している。しかし最近では，石油会社とか，アスファルトを使用する種々の機関によってf）～g）にのべられている事項を評価するための実験法の研究が次第に行われるようになってきている。

瀝青合材の水に対する感度を予測するために，或種の実験室的な方法が用いられているようである。この試験法は舗装体に対する水の影響を排除するために特別な処理が必要であるか否か，必要な場合には，どの程度の処理をすればよいか等を知るためにも利用されている。



第1図　サーキュラートラックテスト装置

A　車輪
B　Aの高さ調節部
C　伸縮用ビーム
D　主軸
E　ビームCの調節用モーター
F　ビームCの固定部
G　ビーム垂直移動用ピン
H　回転部
I　固定ピボット
J　回転用モーター
K　鋼製軌道
L　整流器
M　回転数記録装置
N　排水装置

しかしながら，この場合にも，実験室に於ける試験結果と，舗装体の実用性能との相関性を示すために現場に於けるデーターが必要なことはいうまでもない。さらに厄介なことには，水の作用によって，骨材表面とアスファルト膜間の結合がこわされ，そのために舗装体が駄目になってしまった例が，若干ではあるが実在する事である。

この様なことは，全く予期されなかったことではない。というのは，一般に行われている高速道路の構築法では，舗装中に水の介入する機会が全くないとは言い切れないからである。殆んどの設計では充分な道路の基礎支持力を保持するために，路床やその廻りの部分の適当な排水法を要求しており，したがって，降雨を急速に流し去るべく，一層密な舗装体にするという傾向がみられる。なお，アメリカに於て，或る種の実験室的試験法が表面処理工法の安全措置として行って有効であったという主張が，一部でなされているが，これは極く一部の施工にしか適用されておらず，一般的な主張とは考えられないようである。static immersion test は今の所，アスファルトの骨材に対する附着性を評価するために最も多く用いられている方法であるが，実験の条件が統一されておらず，実験者の意図する所によって，供試体の養生の度合，すなわち，水温，浸水期間等が相違している。ある方法などは，実験の迅速化を考えるあまり，その得られた結果が，水による剝離作用というものを本質的にあらわしていないと思われるものさえある。

このような試験法の妥協性は，その目的にもよるのであろうが，あまり判然としないものがある。

アスファルトの剝離抵抗性を評価するという事には，次の二つの重要な目的が含まれていると思われる。その一つはアスファルトが湿った骨材を被覆し，附着する性質を有するか否かという事を証明する事であり，これによって一般には施工が不可能であると考えられている特殊な条件下に於ても，舗装体が施工されうるという一つの指針を与える事になっている。第二には，舗装体が施工されて後，それが水の作用を受けている状態で，アスファルトと骨材との附着がどの程度耐え得るかという事をきめる事である。第一の目的に合致させるためには，実際条件に適した，もっと厳密な試験法を採用すべきであるが，しかしいくら厳密な条件にしたところで，これだけで舗装体の最終的な永続性を予測する事は不可能である。第二の目的のためには，現場条件に酷似した最終

第1表　試験舗装計画一覧

実験計画	施工の種類	試験区間数	延長 (yd)	使用材料 骨材	使用材料 アスファルト	施工時日
No. 1, No. 2	製油所内試験的舗装 半加熱混合 カットバックアスファルト使用	40	1315	火成岩 (Traprock)	85/100Pen	1937.11 1938.8
No.3	プラント混合	1	1630	砂利	R. C. 2	1940.5
No.4	路上混合	1	730	花崗岩，砂	R. C. 2	1940.8
No.5	路上混合	5	1500	同上	R. C. 2	1940.9
No.6	表面処理	1	2000	火成岩 (Traprock)	R. C. 3	1940.9
No.7	表面処理	1	100	石灰岩	R. C. 2	1940.10
No.8	2層式表面処理	1	800	砂利	R. C. 3	1940.9
No.9	2層式表面処理	4	2280	砂利	R. C. 2	1940.9
	総延長数		10355			

第2表 道路状態評図表

レーティングナンバー	4	3	2	1	0	ウェイトレーティング 道路	ウェイトレーティング 舗装体のみ[a]
	道路面積の比率(%)						
基礎破壊	ナシ	1～5	6～10	11～20	20以上	20	
亀裂又は軟弱化[a]	ナシ	1～5	6～10	11～20	20以上	25	35
ラベリング現象	ナシ	少々	11～30	31～70	70以上	20	25
ブリーティング現象	ナシ	1～10	11～30	31～50	50以上	5	10
路面の凹凸	変化ナシ	少々	中程度	相当程度	緩速通行ノミデキル場合	30	30

a：基礎破壊に原因するものを除く

的な条件を，どのように選ぶかということ，及び実験結果の適正なる評価が可能か否かということに，なお問題が残されているようである。結局，今の所，一つの試験法で上記二つの目的に役立たせるという事は考えられず，A.S.T.M においても，アスファルト合材の剝離試験[2]及び締め固められたアスファルト合材の膠着性に及ぼす水の影響についての試験[3]法の二方法が規定されている。この両試験法共，アスファルトを骨材の結合力の劣化を速めるために，アスファルト合材を高温の水中に浸すという方法を採用している。以上は，アスファルト舗装の耐水抵抗に関する試験法の最近の傾向について概観したが，つぎに，実際に行われた研究例についてのべてみよう。

2. 実験計画

ここにあげる研究は，実験室試験が現場に於ける実用性能と如何なる相関性を有するかを確認するために，かなり大規模に計画されたものである。実験室試験としては，Static immersion test，及び A, Holmes によって考案された Circular track test[4] を実施し，現場試験としては製油所内で交通荷重が大きいと思われる地点に40の試験区間を設け，全体で7800平方ヤードにのぼる舗装を敷設し，1937年から約10年間に亘って調査を行い，さらに，1940年には大西洋沿岸に7ケ所，総計，54000 平方ヤードの各種舗装体を施工して現場観測が行われた。

第3表 アミン系添加剤の貯蔵安定度

試験時日[a]		濡れた骨材に対する試験[b] 被覆能		剝離抵抗	
処理	使用骨材	1941	1944	1941	1944
未処理	砂利	70	—	0/5	—
1		100	100	90	90
2		100	100	100	90
3		100	100	100	90
4		100	100	100	95
5		100	100	100	95+
未処理	石灰岩質砕石	90	—	30	—
3		100	100	100	90
4		100	100	95	90
5		100	95	95	90

a：1941年から1944年まで戸外で貯蔵された後，試験を実施

b：A.S.T.M.Proc.vol.52.P402(1952). 但し試験条件は25°C で1時間養生した後，25°C の水に18時間浸すものとする。

2—1 実験室試験

実験室試験として採用された Static immersion test の方法は，ＡＳＴＭに規定されているものと殆んど同一であるが，各種舗装体間の比較を容易ならしめるように，養生期間及び養生温度には，ある程度の修正を施して行い，供試体を一定条件の下で浸水させた後，依然としてアスファルトで被覆されたままになっている骨材表面積と全表面積との比で，そのものの水に依る剝離抵抗性を評価している。この場合，評価は目による観測で，人によって値がばらつくため，3人の熟練したオペレーターによってえられた値を平均して最終的な評価としている。

この Static immersion test の他に，試験舗装が施工された後に極く短期間に，そのものの耐水抵抗性を評価する一手段として Water Boiling test が採用された。この方法は現場から採取した試料を蒸溜水を使用するが，この点からみると Riedel and Weber Adhesivity test[5]を修正したものと考えられる。この試験法では，底から 1/4″ の処に網目のついたビーカーの中にアスファルトで被覆された骨材を入れ蒸溜水で満した後，6分以内に沸騰を始めるよう加熱する。この状態を，その時の試験条件によって1～5分間継続する。その後ビーカーを流水で冷却し，剝がれて浮んでいるアスファルトを濾紙で除去し，依然としてアスファルトで被覆されたままになっている骨材表面積の割合で，水による剝離抵抗性を評価するものである。

第4表　半加熱混合法による瀝青合材の実験室及び現場観測結果一覧

道路試験	アスファルト	処理法	道路寿命比	Static Immersion Test. 剝離抵抗 77°F	140°F	170°F	煮沸法(5分間)	試験鋪装観測結果 4—5 (1942) 道路	鋪装体のみ	6—7 (1944) 道路	鋪装体のみ	11—12 (1949) 道路	鋪装体のみ
No.3	原油2	未処理	0.9	—	—	15	15	100	100	95	95	(90)	(90)
No.1	〃 3	未処理	1.1	—	—	30	20	100	100	95	95	(95)	(95)
標準区間	〃 4	未処理	1.0	80	65	50	30	96	97	90	95	85	90
No.16R	〃 4	鉄石鹸	6.6	100	100	100	100	100	100	98	98	—	—
No.2R	〃 4	鉛石鹸 No.1	3.3	100	100	100	100	100	100	95	100	—	95
No.17R	〃 4	鉛石鹸 No.1 (1パーセント)	2.6	100	90	80	85	100	100	95	95	—	—
No.11	〃 4	鉛石鹸 No.2	3.6	—	—	60	65	80	90	100	100	(90)	(90)
No.10	〃 4	鉛石鹸 No.2 (1パーセント)	1.4	—	—	30	60	85	100	85	100	(90)	(90)
No.13	〃 4	鉛石鹸 No.3	3.1	—	—	70	95	100	100	95	100	(90)	(90)
No.12	〃 4	鉛石鹸 No.3 (1パーセント)	2.5	—	—	45	70	90	90	95	100	(90)	(90)
No.55	〃 4	鉛石鹸 No.4	2.7	95	100	100	100	100	100	95	100	—	—
No.19R	〃 4	銅石鹸	1.8	90	80	95	95	95	90	68	85	—	—
No.25R	〃 4	亜鉛石鹸	1.9	100	80	80	93	100	100	95	100	—	—
No.5	〃 4	脂肪酸 No.1	1.6	—	—	50	50	90	90	68	85	—	—

Circular track test はその装置も，方法も，Holmesが考案したものと同一のものを用いている。すなわち，第1図に示すごとく，円形トラフの中にアスファルト合材を敷いて締め固め，その上を一定重量のタイヤーを走行させるものである。この場合，アスファルト合材は敷いてから一定期間放置し，試験の際には，その合材を90°Fの水に浸して行う。このような状態でタイヤーを回転させると，合材の表面は次第に崩壊され，含まれている骨材がアスファルトから剝がれて来るようになる。この骨材を取り出し，乾燥した後，その重量がアスファルト合材の全重量の10%になる迄に要した機械の回転数をもって合材の耐破壊性の尺度とする。

Circular track test に使用されたアスファルト合材は軟化点80～90°F のアスファルト[6]と，後述するように，製油所内に設けられた試験区間に使用された骨材と，同じ採石場から採取した一種の火成岩 (traprock)から作られている。ここに用いたアスファルトは実際の道路試験に使った針入度85～100のアスファルトより幾分軟いようであるが，両者は同一原油であるのでCircular track test の試験結果を速やかに評価するために軟いものを使用した。さきにものべたように，骨材の粒度組成，締め固め方法など，試験の諸条件はすべてHolmesの方法に従って行われ，再現性は±15%程度であるといわれている。

2—2　現場試験

現場試験を行う目的で製油所内に試験道路が設けられたが，それに使われたアスファルト合材は，その組成及び加えられた添加剤の量並びに分布の状態等が成る可く同一なものになるよう，一つのプラントのみで作られた。

又この際はフイラーを用いない半加熱混合方式(Semi-hotmix) が採用された。これは骨材をまづ加熱せずにV.M.P. (Varnish Makers and Painters) タイプのナフサと混合し，その後で275～300°F でアスファルトを加え1～2分間混合するものである。この方法によると添加剤はアスファルトに溶解しているというよりは，ナフサに溶けていると考えられるが，別の試験では両者共同じ程度の効果を示したといわれている。いづれにしてもこの方法は加熱混合方式に較べて，

1）比較的低温で混合するので，加熱による性状の劣化は考えられない。

2）試験する量が多くなっても容易に試験が出来る

という利点がある。

この試験に供された場所は，湿地帯を埋め立てて作られた未だ舗装されていない道路で，地盤の弱い部分は数年間に亘ってシンダー（炭ガラ）などで改修されている。

従って路床は高潮時に水位が路面から6～12フィートのところまで上昇する以外は全く安定なものと考えられる。又，地勢が平坦であるために，排水は降雨後非常に緩慢に行われる。試験に供された舗装体は，水と接触する機会が多くなるよう，次に示すごとくわざと粗粒度配合（Open graded mixture）にした。

1 inch, trap-rock	400 lbs	20.0%
3/8inch 〃	1215 〃	60.8 〃
V.M.P.ナフサ	24 〃	1.2 〃
アスファルト(Pen85～100)	115 〃	5.8 〃
細粉した trap-rock	246 〃	12.2 〃
合　計	2000 lbs	100.0%

この配合を用いて行った2種類の実験結果を第1表に示している。

一方，1937年11月には，比較のために試験区間に隣接した道路の幅半分に，全然処理を施こさないアスファルトを用いた舗装体を施工した。しかし道路の幅半分だけでは試験区間と同一の交通条件とはならないため，1938年8月には各試験区間の間に，道路の全幅に亘って未処理アスファルトによる舗装を行い，試験舗装体と同一条件下での比較を可能にした。この両者の比較を簡単にするため定期的に道路状態を観測し，この結果を数値として表わすことにした。その例を第2表に示している。

すなわち，道路状態は，基礎の破壊に原因があるか否か，舗装体の亀裂の有無，ラベリングやブリーディング現象，さらに乗心地などの各々について調査され，その結果，各々の現象を示している面積が全体の何%になるか算定される。つぎに第2表からその値に相当した Rating number を求め，この値に Weight rating を乗ずる。このようにして得た値の合計を4で除して，道路の等級を最終的に決定する。この値は0～100の範囲で得られ，これによって道路状態を次に示すように分類している。

96～100 ……極めてすぐれている
85～95……良好
70～84……比較的良好
55～69……良くない
0～54……不適当

つぎにカットバックアスファルトを用いて行った現場実験の例についてのべてみよう。

実験室で行われる static immersion test が，濡れた骨材に及ぼすアスファルトの作用を予測出来るものか否かをしるために，1940年，R. C.—カットバック　アスファルトを用いて現場実験が行われた。この実験は，大西洋沿岸に沿って7ケ所計画されたが，場所によって砂利，石灰石，traprock，花崗岩という風に骨材の質や配合を変え，且つ施工方法を違えて行われた。はじめの予定では，処理されていないカットバックアスファルトを用いて舗装された個所と，そうでない個所を比較しながら維持記録をとって行く筈であったが，この計画の一部は戦争のために阻害され予定通りには行かなかったようである。しかしながら関係者の努力によって可なりな量の実験資料を得る事は出来た。この計画にはすべて安定なアミンタイプの添加剤が使用されたが，この添加剤の安定性は次のような事実から確認された。すなわちカットバックは添加剤と混合された後，各実施地区に輸送され，ニュージャージー州ではこのままの状態で約3年間戸外に放置された。

この後，該アスファルトの，濡れた骨材に対する被覆性や附着性を試験した所，第3表に示す様に殆んど劣化していなかったのである。なおこの場合の比較試験は，A.S.T.M. の D—4 委員会による規格に準拠したが，採用した条件は，それよりもう少し厳格にして行ったも

第5表　サーキュラートラックテストの結果
（半加熱混合の場合）

アスファルト	処　理 a	試験数	破壊に要するトラックの回転数	道路寿命比 b
原油1	未　処　理	2	9,050	1.0
〃 2	未　処　理	2	8,170	0.9
〃 3	未　処　理	4	9,710	1.1
〃 4	未　処　理	5	9,075	1.0
〃 4	鉄　石　鹸	2	59,900	6.6
〃 4	鉛石鹸 No.1	3	29,950	3.3
	鉛石鹸 No.1（1パーセント）	1	23,600	2.6
〃 4	鉛石鹸 No.2	1	32,250	3.6
	鉛石鹸 No.2（1パーセント）	1	12,700	1.4
〃 4	鉛石鹸 No.3	1	28,100	3.1
	鉛石鹸 No.3（1パーセント）	1	22,700	2.5
〃 4	鉛石鹸 No.4	1	24,500	2.7
〃 4	銅　石　鹸	1	16,300	1.8
〃 4	亜鉛石鹸	1	17,240	1.9
〃 4	脂肪酸 No.1	1	14,250	1.6

a：添加剤は特に記している場合以外はアスファルトに対して2重量パーセントとする。
b：道路寿命比は原油—4のものに対して算出される
尚，この試験に用いたアスファルト合材は軟化点80～85°F のアスファルトとトラップロックとで作られている。

のである。

3. 実験室試験と現場試験の比較

3—1 半加熱混合方式の場合

Circular track test の結果，剝離試験の結果，及び1937年から凡そ12年間に亘って実施した道路観測の結果を総括して第4表に示してある。

ここで各種の添加剤の効果を比較するために用いた道路寿命比 (Relative track life value) というのは，Circular track test の際に，舗装体が破壊する迄に要する回転数と，比較のために作られた普通のアスファルト舗装体の場合の回転数の比である。詳しいデーターは第5表に示してあるが，ここで原油—4というのは，実験室試験及び現場試験に於て比較のために使用したアスファルトである。

以上の結果から，次のようなことが結論される。

1）12年間の現場観測の結果からみた場合，舗装体の寿命を，実験室試験すなわち Circular track test とか，static immersion test などから予測する事は不可能である。

2）さきにのべた実験室試験では，添加剤を混入したアスファルトが剝離防止にかなり有効であるという結果が出ているが，実際の場合には，その様な有利性は認められない。たとえば第5表に見られるように，実験室試験では鉄石鹼や鉛石鹼 No.1 と添加剤を使用したものは，特に良好な結果を与えているが，実際の舗装体では，他のものとあまり差はみられない。

3）原油の異なる3種類のアスファルトは実際の舗装に於ても，Circular track test に於ても殆んど差がなく，とりわけ実際の舗装では充分満足すべき結果を示したが，Static immersien test においては，剝離に対する抵抗は小さく出ている。したがって第7表に示しているように，アスファルト合材の附着性を比較するためには，さらにすぐれた試験法の確立が必要であろうと考えられる。

4）半加熱混合方式によって施工された舗装体は，添加剤を加えたものも，加えないものも，10年余の現場観測の結果からは，極めて良好なものである。

3—2 カットバックアスファルトを用いた場合

1940年にカットバックアスファルトを用いて行われた試験では添加剤の影響を完全に把握する目的で，施工法，骨材の種類，気候条件等を変化させて実験した。この場合は，実験室に於ける剝離試験では，アミン系添加剤を加えるとカットバックアスファルトの濡れた骨材に対する被覆性や附着性が非常に良くなる事が判ったので，試験舗装する場合には出来うる限り合材中にふくまれる水分や，道路上の水量を変化させて，その効果の確

第6表　実験室及び現場観測結果の比較

処理	実験室試験		現場観測結果 a	
	道路寿命比	剝離抵抗 170°F	6～7年後	11～12年後
未処理	1.0	50	95	90
鉄石鹼	6.6	100	98	—
鉛石鹼 No.1（2パーセント）	3.3	100	100	95
鉛石鹼 No.1（1パーセント）	2.6	80	95	—

a：この値が85以上の場合は良好な状態と見做す。

第7表　原油別に見た試験結果の比較

アスファルト a	道路寿命比	剝離抵抗試験		現場観測結果 b		
		170°F	煮沸法(5分間)	5年後	7年後	12年後
原油 2	0.9	15	15	100	95	90
〃 3	1.1	30	20	100	95	95
〃 4	1.0	50	30	97	95	90

a：添加剤を加えないストレートアスファルト

b：この値が85以上の場合は良好な状態と見做す。

第8表　路上混合法による場合の施工条件

試験区間	プライミングする前の道路状態	骨材の含水量(%)	施工方法
1	空気乾燥	1～2	普通一般に行われている方法
2	空気乾燥	4.9～5.4	骨材に水を加える
3	湿潤	3.9	道路に水を撒布する
4	湿潤	7.8	道路及び骨材に水を加える
5	湿潤	7.8	水を撒布し更に降雨中に施工する

第9表　カットバックアスファルトの場合の試験結果

処理	骨材上の水分 a	実験室試験		現場観則
		混合能力	剝離抗抵 b (養生1時間)	剝離の程度
未処理	4.0	70	15	顕著
アミン	4.7	100	80	なし
アミン	7.8	100	80	なし

a：花崗岩質骨材

b：混合物は25°Cで1時間養生した後，25°Cの水中に18時間放置される。

実性を検討した。すなわちプライミングを行う前に，旧来の道路上に水を撒布しておいたり，或は雨が降っている最中に舗装体を施工したりして実地に於ける附着効果を確めた。第8表にはこの際の施工条件を示している。このような湿潤状態で施工されたにもかかわらず添加剤を混入したカットバックアスファルトは，骨材に対して良好な被覆性及び附着性を示し，骨材から剝離する傾向は全然認められず，施工時に道路表面にあった水分は，カットバックアスファルトが敷かれると，球状になって路端に移動する様に思われた。この種のカットバックアスファルトを用いた場合には，実験室試験の結果と現場試験の結果の間には，かなり密接な関係が認められている。たとえば第9表に示すように，実験室試験で剝離に対する抵抗性の大きいものは，現場に於てもその附着性は良好であった。このように，添加剤を加えたカットバックアスファルトは濡れた骨材に対する被覆性や濡れた道路面に対する附着性が極めて良好であるという，有利な条件を有する事が，今回の実験によって確証された訳である。これらの事実を総括して筆者は次のような結論を導いている。

1）適当な処理を施こされたカットバックアスファルトは，普通のものではうまく施工出来ないような場合，あるいは，骨材が濡れているとか，降雨時の作業の場合に，何ら支障なく用いる事が出来る。

2）さきにのべたように，普通とは違った施工条件下で舗設された道路が，満足な維持を示すかどうかは，舗設後の気象条件に可なり左右される。つまり施工後，水分が蒸発する事は使用したカットバックアスファルトの養生のためとか，舗装体の設計強度を出すために必要であり，また，水分とカットバックアスファルトの総量が，骨材間の空隙量を越えてしまったままの状態で交通開放を行うと，舗装体の破壊を招く事になる。

3）湿潤状態で施工された舗装体を，敷設後直ぐ輾圧する事は，舗装体に含まれている細粒物質や余分の水又はカットバックアスファルトが道路表面に滲出し，俗に言う〝fat〟な状態になる危険があるので，一般には最終的な輾圧は，一定期間をおいた後に行うのが好ましい。

4）処理されたカットバックアスファルトを使用する場合，普通のカットバックアスファルトの時と同じ様に取り扱えば良く，特別な注意を払う必要はない。

以上，種々の面から，実験室と現場との比較研究が検討されたが，総括してみると，この様な研究は骨材やアスファルトに処理を施こす事が経済的にみて有利であるような地域を決めるのに役立っている。また加熱混合方式によって舗装体を施工する場合には，普通の条件下で添加剤を使用することは，今の所あまり意味がない様である。というのは，現在行われている設計，施工法では，充分な排水施設を設け，路床は非凍上性の物質で置換されて，降雨があっても迅速に排水される様になっている。これらの設計条件下で，施工された舗装体は添加剤を使用しなくても水の作用に対してすぐれた抵抗性を示すものと考えられる。この様な事を勘案して，添加剤を加えたアスファルトを用いて有利な場合を考えると，つぎのような時であろう。

○　加熱混合方式の場合

表面が粗な舗装体，あるいは締め固めが充分できない舗装体が，排水のあまり良くない基礎上に敷設される場合。

○カットバックアスファルトの場合

a）附着性の悪い骨材を使用する時。

b）濡れた骨材を使用する時とか，排水が悪い降雨時に施工しなければならない様な場合。

もちろん，ここに行われた研究は骨材の差，添加剤の種類，気候条件等，すべての変数を含んでいる訳ではないが，以上述べた結論は，一般に支持されている様である。

今後，新しいタイプの，有効な添加剤が発見されたならば，舗装体の耐久性改良に役立つ事はいうまでもないが，その有効性を明白に表現しうる現場試験法，及び，実験室試験法の確立が，先決の問題ではなかろうか。

参考文献

1. P. Hubbard, 'Adhesion of Asphalt to Aggregates in Presence of Water', Proceedings Highway Research Board, Dec., 1938.
2. Proposed Stripping Test for Bitumen-Aggregate Mixtures, Report of Subcommittee B—26 of ASTM Committee D—4, Proceedings. Am. Soc. Testing Mats., Vol. 52, P. 402 (1952).
3. 1955 Book of ASTM Standards, Part 3, p. 1562.
4. A. Holmes, "Evaluating the Adhesive Properties of Asphalt". Proceedings, Am. Soc. Testing Mats., Val. 39, p. 1140 (1939).
5. Riedel and Weber, Asphalt und Teer Slrapenbautechnik, Vol. 33, No.44 Nou.1933,
6. Standard Method of Test for Softening Point of Bituminous Materials (Ring-and-Ball Method) (D 36-26), 1955 Book of ASTM Standards, Part 3, p, 1668.

（丸善舗道(株)研究部）

舗装の維持補修
軽交通アスファルト舗装の補修のための簡単な手引

ASPHALT INSTITUTE "Quarterly" January, 1961

舗装に欠点があることはないので，舗装を破損させずにおかない人為的な欠点があるだけである。この欠点は不十分な設計や材料，過大な荷重，あるいはずさんな施工法に起因するもののようである。しかし，もっとも共通している欠点は維持がおろそかであるという簡単なことである。この面からみて酷使され易いのが軽交通のアスファルト舗装で，この種類の舗装は大体予算の限られている地方町村道に見受けられる。

舗装の破損には数種類の形があって，破損の激しさからいって慢性的なものと急性的なものとがある。層厚の薄いアスファルト舗装は完成したときから慢性的な症状を示す運命にあることはいうまでもない。特に時期をえた適切な維持を行なえば驚くほど永持ちするであろうが決してそれほど丈夫なものではない。

—大敵の水—

あらゆる舗装の最大の敵は水である。次頁に集録した舗装の問題点についても，おもな原因の大部分は排水が適切でないことである。舗装がその基層と同じだけの強度をもつことは明らかであって，水で飽和した基層にはもはや基層としての働きがない。排水問題に関して，道路技術者が非常に大きな関心を払うのは当然である。この問題はいくら慎重に考えても慎重すぎることはないであろう。

パッチングは破損の根深いものや，構造上の原因によるもので簡単な表面処理で間に合わない場合などに行なわれる処置である。パッチングでは先ず表層や基層の材料をこわれた深さまで取除き，表面の破損した部分よりも大きく4インチから1フィート位の大きさに切り開く。このようにしないと破損部分の周辺からまたひびわれが始まる。掘削面は真直ぐにそしてほとんど垂直にし，穴は交通の方向に肩を張るような形にする。必要に応じ粗粒材料またはアスファルトを用いた基層材料を補なって突固める。次に加熱または常温混合のプレミックス材料を敷き拡げ1層または何層にも締固める。なめらかにすりつけるように穴の縁に向ってレーキをかけ，締固め厚は交通による締固めを期待して舗装面より$^1/_4$インチほど厚くする。(基層などのほとんどない低級アスファルト系道路では穴を四角にする必要はないが，ゆるんだ材料を取除いて縁にタック・コートする。)

—一般的な浸透式パッチング—

浸透式のパッチングはある地方では非常によく用いられている。作業は本質的には浸透式のアスファルト・マカダム舗装と同様である。骨材を一様に敷き拡げ，締固めて，アスファルトをケトルか小型のディストリビュータで撒布する。適切に行なえば（パッチが多過ぎたり足りなかったりしないように注意する。)この方法では最少の用具で極めてすぐれた低コストのパッチが出来上る。

破損の種類やその原因には無関係に舗装の維持は敏速でなければならない。時期をえた一針は十針にまさる，の格言を道路技術者は日常の仕事の主義にしている。多くの場合，地方道路や二次的の道路は改良されながら作られる。何回も表面処理を行なって舗装が完成する。しかし十分強固な基層の場合が多いのでその状態のまま破損を軽くすることが修理であると考えなければならない。

再び医学的な比喩によるが，舗装は慢性的な病気の手当をうけている患者である。時期をえた維持は破損を喰止める薬であるが，これを与えずにおくと患者の病気は必らずぶり返して時には致命的なことになる。

THE PAVEMENT CLINIC

An Out-Patient Approach to the ills of the Light-Duty Asphalt Pavement

補　修　指　針　一　覧　表

破損の種類	予想される原因	処　　置
縁端部の破損	舗装厚の不足，過大荷重，路肩支持力の不足，路肩が高いため水で飽和した基層，排水管の閉そく。	排水の良否を調べ，排水溝を清掃する。路肩の透水性を調査し，路肩が高い場合は削り取って締固める。縁端部のクラックを埋めシール・コートを施こす。
老化したり乾燥している基層	アスファルトの不足，プラント混合の場合，アスファルトの過熱，舗装の老年または吸収性の骨材	薄目の分解のおそい乳剤（SS—1 または SS1h）約 0.1gal/y²（約0.4l/m²）でフォグ・シールする。穴を埋める必要のある場合はスラリー・シールを用いるが，普通のシール・コートでもよい。
ポット・ホール	ここに列挙する種類の破損はいずれもポット・ホールに発展する。そのほかの原因は，浸透水，不安定な基層，結合材としてのアスファルトの不足，オープンな分離した混合物など。	穴を四角にし，周辺はほとんど垂直に削る。必要に応じ破損した基層材料を取除く。薄いアスファルトをくぼみに僅か撒布する。プレミックス混合物で満し，交通作用による締固めを見込んだ厚さに締固める。最後に 0.1～0.25gal/y² のアスファルトと10～25lb/y² の骨材とによりシール・コートを施こす。浸透式のパッチもしばしば用いられる。
網目状のクラック	水で飽和した基層。 基層支持力の不足。 舗装厚の不足。	排水を調べて悪い箇所を直す。液体アスファルトと骨材とを上記の割合に用いて薄くシールする。(必要に応じこれを繰返す）パッチングを必要とする場合がある。
ブリーデングと不安定性	結合材としてよりも潤滑材となっている過剰のアスファルト。舗装中の多量のシルトや粘土，かみ合わせのない円い砂利など，時には表層下に集まった水が原因で交通作用により舗装に波や隆起が生じる。	削り取り混合し直して敷き拡げる。アスファルトが過剰の場合は砂を加える。基層が弱かったり，排水の悪いことが原因の場合は先ずその原因を取除かなければならない。波立ちは隆起部分を削り取り，パッチングとシール・コートを施こして修理することがある。
はがれる	貧配合の，または過熱した混合物。	フォグ・シール，骨材を用いる普通のシール，またはスラリーシールの適当なものを行なう。
基層が水で飽和される	排水管中の滞水。 排水溝またはカルバートの漏水，他の原因により排出されない表層下の水，基層中に過剰にある塑性の細粒土	排水溝を清掃し，必要な場合は更に新らしい排水設備を設ける。
縦横断方向のクラック	収縮または路盤の移動。	クラックを埋めシールする。
不陸やくぼみ	路盤や基層の不十分な締固め。	部分的な不陸を正し，スキン・パッチングを施こす。

舗装用アスファルトについて

その 2

井　上　太　郎

1. 概　説

先に〝舗装用アスファルトについて〟（其の1）に述べましたように，そろそろアスファルトについての考え方を訂正しなければならない時期の様に考えられます。今後も回を追って，ストレートアスファルトの姿を述べて行きますが，日本に於ける我々調査と，道路舗装に於ける先進国アメリカの発表された有益なる資料と交互に比較しながら考えて見たいと思います。

今回は次の資料を調べて見る事にします。

PROCEEDINGS OF THE ASSOCIATION OF ASPHALT PAVING TECHNOLOGISTS VOLUME 28 P.242

PROPERTIES OF HIGHWAY ASPHALTS PART 1, 85～100 PENETRATION GRADE J. YORK WELBORN and WOODROW J. HALSTEAD

此の資料はハイウェー用に製造されているアスファルトの最初の報告文で，テストのためにアメリカ国内の105ケ所の製油所から325ケのサンプルを集めて色々の試験をしております。この中146ケは85～100です。

これらの試験成績をグラフに集成したものを順次紹介しております。

1. 針入度 25°C

25°Cの針入度80から99の分布を図—1に示します。この中には，アメリカでもその範囲からはづれているのも少数あるようです。

2. 引火点

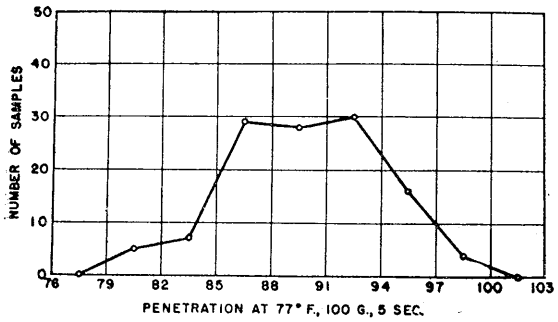
図—2はクリーブランド・オープンキャップとペンスキーマルテン・クローズドキャップの両方式で測定した引火点の分布を示しております。アメリカの或る州では最低引火点を347°F（175°C）から450°F（232°C）位にきめている所もあるようですが，最近は440°F（227°C）又は450°F（232°C）にしている所もあるようです。

図—2でわかるようにクリーブランドオープンキャップで測定したものより，ペンスキーマルテンの方が低く出ます。しかしながら，この両者の測定結果を換算する定まった方式は未だありません。日本では殆ど，クリーブランドオープンキャップ方式ですので，こちらの方で比較検討すればいいと思います。現在，当社が製造しております85～100ストレートでは平均320°C(608°F)ですので，これは図でお判りのように一番多いのが300°C位ですから国内品と殆ど変りません。

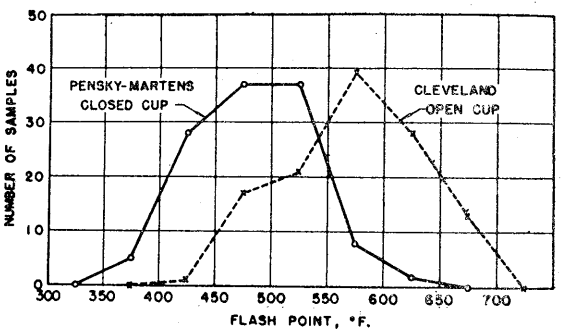
3. 比重 25°C/25°C

殆どのアスファルトは 0.984 から 1.037 の範囲になっている。1.00以下の比重をもったものも7つ程見受けられます。

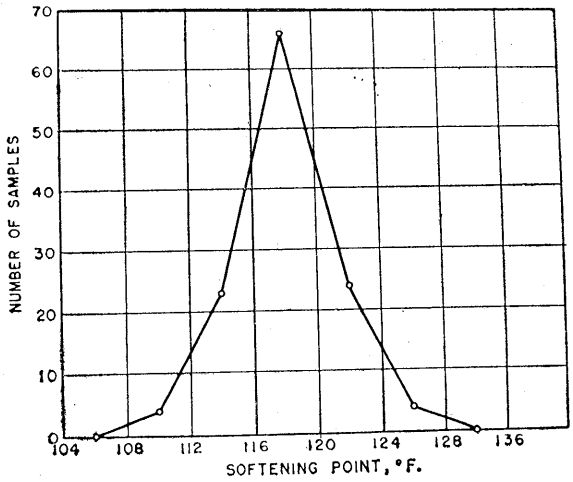
グラフの一番多い所は1.02から1.03の範囲です。これは国内で生産されているストレートアスファルトと大差



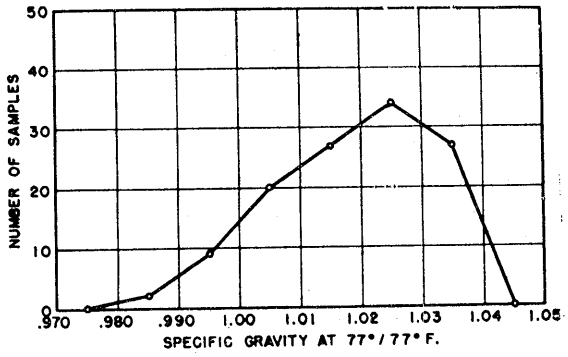
図—1　針入度分布



図—2　引火点分布



（左） 図—4　軟化点分布
（下） 図—3　比重分布



はありません。

4.　軟化点

111°F (45°C) から125°F (52°C) 位が殆どですが一番多いのは116°F (46.7°C) から119°F(48.3°C)です。これは国内製造品とは大分高く，一般に国内製造品は42°C位ですから4～6°C位高い事になります。この理由は色々ありますが，米国品は，我々が其の一（本誌第19号）に書いたように，少しエヤーブローンした所謂セミブローンストレートが多い事にもよるようです。結局軟化点が比較的高い事はペネトレーションインデックスが高く，針入度や伸張度等が温度変化を受けにくい事を示しております。

実際，今度のデーターを調査して見て，セミブローンストレートアスファルトが3割位も見受けられます。

5.　伸張度 25°C

米国内では規格が100cmで，大体はこれ以上の伸張度を持っています。一番多いのは図—5の如く175～200cmで，日本では10°Cの低温伸度を100cm以上要求しており，この点だけは米国よりきつい規格を取っているわけです。

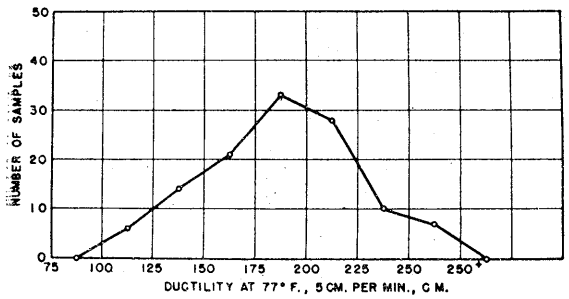
6.　伸張度 39.2°F (4°C)，1cm毎分

低温伸張度はあまり一般的には使用されていません。この低温度の伸張度を測定する装置が完全なものがありませんので，はっきりしませんがこの範囲になると伸張度で測定するより，弾性を測定する方が正確になるように思われますが，現在の方法で測定して，これも国内差と大差はないようです。

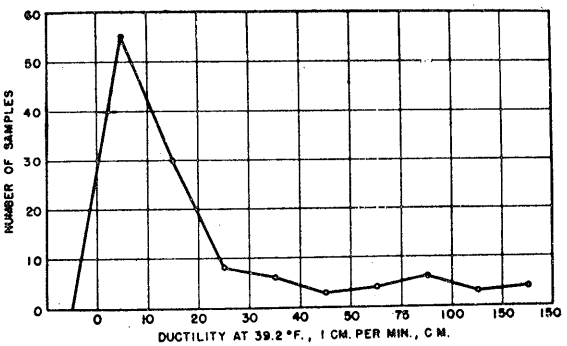
7.　蒸発減

325°F (163°C) で5時間加熱した後の重量変化は0.1%の増加から0.58%の減少が見られ，殆どは0～0.20%の重量減です。

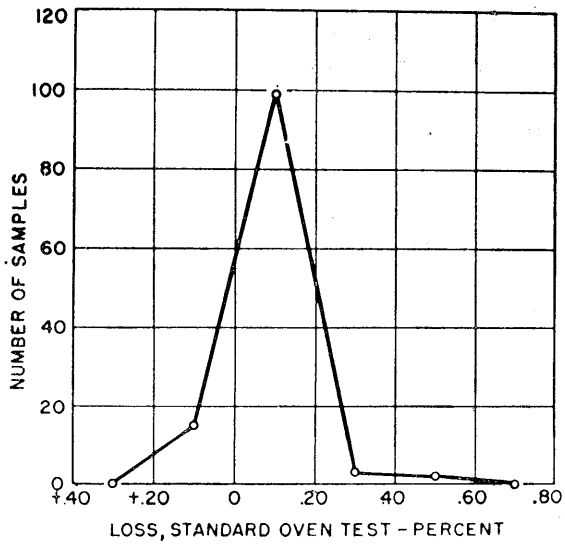
8.　蒸発後の針入度



図—5　伸長度（25°C）分布

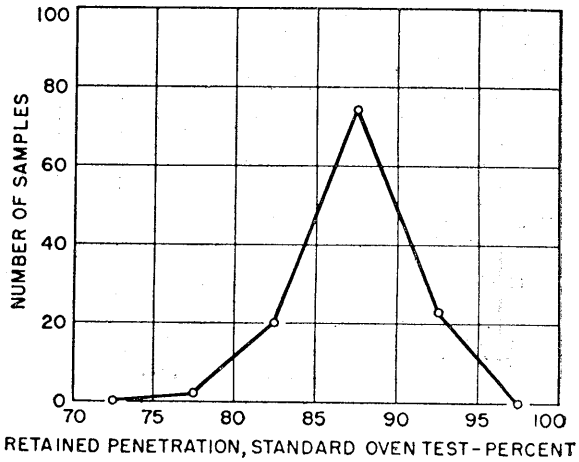


図—6　伸長度（4°C）分布

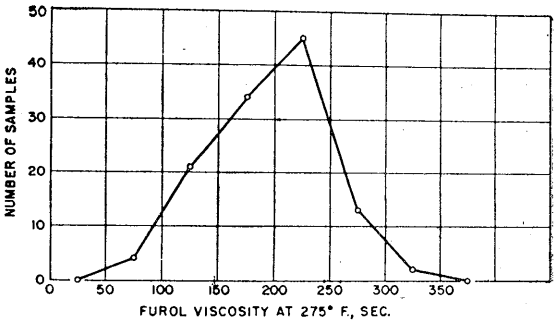


（左）　図—7　蒸発減（163°C）%

（下）　図—8　蒸発後の針入度



図—9　粘度（フロール）の分布



標準の試験法(163°C, 5時間加熱）で重量変化は0.1%増から0.58%減の範囲です。即ち加熱する事によって，空中のにより酸化されるので，その酸素分だけ重量が増加酸素し，又アスファルト分中の揮発分が多いと重量が減少するわけです。これは次に述べる“蒸発後の針入度”と共に“安定性”の表示になります。

9.　275°F（136°C）に於けるフロール粘度

150から250秒が多い，又これを規格化するのに85秒を最低にし，最高を260秒にしている所もあるようです。これが実際道路舗装をする場合，アスファルトの加熱温度の決定に大きな役割を果す事になりますので，この点に関しては次号で述べようと思います。

今回は外国文献を主体に参照して来ましたが，これで大体の傾向を見る事が出来ましょう。以下次号へ

（大協石油(株)四日市製油所）

22ページのつづき

3.　軽量又は異常に重い骨材に対しては調整の必要がある。本公式は平均比重が2.60乃至2.70のものを基としている。

F　の値は　0から1.5%，時としては吸収性の骨材で2.0%迄変化する。他のデータのない時は0.7乃至1.0の値が大低の条件を充たすものである。

上式は又プラントコントロールに有用である。特殊の骨材を用いた場合，合材が適当な設計によつて混合された後の正確なFの値は次のように計算される。

$F = P_L = P_F$

茲にP_L＝室内試験法によって決定されたアスファルトの最適百分率

P_F＝室内試験に用いたサンプルと同一粒度を用いF値として0を使用した時公式によって決定されたアスファルト量の百分率

かくして与えられたタイプの骨材に対してFの正確な値が定められるとプラントオペレーションの期間を通じて如何なる骨材の粒度の変化に対しても，粒度試験さえしておけば所要アスファルト量をチエックすることが出来る。

5.706　アスファルトセメントの針入度　舗装の各種用途と気象条件に対するアスファルトセメントの針入度は1—2表に示す通りである。〔世紀建設工業(株)〕

ニュージーランドにおける表面処理工法

C. D. ハリス
有福　武治

1）　はしがき

ニュージイランドにおいては表面処理工法が非常に発達していて，モザイクのような路面をつくっているとのことであり，これに関する文献を収録したのがつぎである。

水締めマカダム道路の封鎔処理として，粘度の低いカットバックMC.OかMC.1でプライムコートをして後，道路油と特定のサイズの砕石を撒いて表面処理を施す。この際大切なことは，所謂滑り止めのモザイク路面をつくるために，撒布量を厳格に規制することである。

従って，使用するアスファルト・バインダーの量は，注意深く計算する必要がある。即ち転圧と，交通による自然転圧で一層の砕石層は締め固められて，約20%の空隙率になることが判った。そして砕石は平坦な面に撒布されるのであるから，砕石の平均最小サイズ（Average least dimension）が骨材の締固め厚に関係してくる訳で，封鎔層の厚さそのものが砕石の平均最小サイズによって左右されることになる。

従って，その砕石層の厚さが判り，輾圧後の空隙率20%ということから，アスファルト・バインダーの計算も自然と決まってくる。しかし実際には砕石の大きさやその他にバラツキがあるので，一例として今，平均最小サイズ12mmの砕石，或いはこれよりすこし大きい目の砕石を使ったとすると，砕石の大きさの 60% のところまで，アスファルト・バインダーを撒布すればよく，即ち1.63kg/m² の道路油の使用量となる。一般的に云って，板篩の18mm から25mm の間の砕石が丁度，平均最小サイズ約12mmの砕石ということになる。

転圧直後の砕石層の空隙率は約30%で，従ってバインダーは所定の高さまで，昇ってこない，即ちこの場合，砕石は相互の嚙合と，バイーダーによる粘着（Abheion）丈で固着されているのである。そして，その後の交通による自然輾圧で，砕石の角が潰れて空隙が減り，一方バインダーが砕石の間に滲みあがってきて，粘着と云うよりもバインダーのベッドの中にはまり込むという状態になる。　(Chippings are then held less by pure adhesion and more by embedment in the binder.)

バインダーを適当な量にすれば，砕石の上に滲みでることもないので，バインダーとして道路油を使用する。道路油はセットするのが遅いので，砕石片まで完全に固着する，時間的余裕があり，未固着の砕石をも被覆できる。

道路油使用による表面処理工法

1）　プライミング（前処理）

砂利道やマカダム道に対するプライミングとしてMC.0又はMC.1（路面の粗度によるが）を1.25～1.75kg/m²の割で撒布する。プライミングした路面には輾圧により砕石がもうめり込まなくなって始めて封鎔層を施工する。従ってこの期間は交通を開放して，不陸不整を匡正し，緻密な路面となるようにし，道路油が下に浸透しないで，唯砕石をしっかり固着する役目丈を果すようにする。

2）　表面処理

道路油の撒布量は，路面の状態，交通量，砕石の平均最小サイズ等によって異ってくる。後記のシエルの表面処理図表は，所要量を計算する一つの参考になる。平均の所要量は砕石の最小サイズが11mmから14mm の場合，1.5kg/m²～1.9kg/m²の見当である。

3）　骨材

少くとも砕石の面が50%以上新しく破砕されたものであることが必要である。均質で，清浄，硬く，塵挨の混入しないもので，ロスアンジェルス・スリヘリ試験で20以下が希ましい。

砕石の抽出サンプルのサイズ試験として，試験室で平行棒篩11mmから14mmの間のものを使う。即ち砕石の最小寸法の 1.5 倍の目の平行篩を95%通り，最小寸法の 3/4 倍の目の平行篩を通るものが 5 % 以下であることが希ましい。

そして最大長さが最小長さの 1/2 以下であることが希ましい。

以上を要約すると次のようになる。

25mmの板篩通過のもの　95%以上

18mmの板篩止りのもの　95%以上

上記の要約は，施工する人々への一つの手引とも云うべきもので，いろいろのジョウ粉砕機，スイングハンマー粉砕機，又はインパクト・ブレイカー等のクラッシャーで砕石をつくった場合の資料の総合である。

4）砕石の撒布量

大体の見当として26kg/m² で，実際は現場の事情等により異なり，後記の図表を参照して戴きたい。

5）砕石の撒布

砕石は原則として乾いているべきで，殊に暑い夏には簡単に乾くが，天候の悪く，湿度の高い地方や寒冷の地方では，砕石の貯蔵場にカバーをしたり，又はドライヤーを使って乾燥し，特殊道路油と併用する。

6）輾圧

砕石を均一に撒布したら，すぐ輾圧にかかり，砕石が完全に道路油の中にめりこんで，交通で動かなくなる位しっかりとなるまで，輾圧をつづける。

ローラーとしては8～10ton のローラーを使い，ドラッグブルーム等を併用する。輾圧で砕石が割れるようになったら輾圧は止める。尚タイヤ・ローラーを使った方がよりよい結果がでる。

7）交通による輾圧

交通による輾圧，即ちタイヤによる輾圧は，殊に道路油がセットして，砕石を完全に固着する迄は，約32km/hr 以下の車速に制限すると締固めに非常に効果的である。

8）余分の砕石の除去

施工済の道路を交通開放して1～3週間の間に，余分の砕石を除去して，路肩に使ったり又一部に集めるようにする。この場合手働ブルームや軽いロータリー・ブルームを使って除去するが，殊に後者が効果的である。バインダーによく固着させている砕石をおこさないように注意する必要がある。

9）砕石の"固着"（take）

施工して道路を開放後常時，路面における砕石の固着状況をよく調べる必要がある。道路の路肩から路肩まで全面に，砕石が一層で道路油の中に固着されているなら100％固着していると考えてよい。若し全面積の95%以下しか砕石が固着してない場合は，所謂パッチング或は再処理をする。従って少くとも95%以上の面積がカバーされた状態であるべきである。これの検査面積は 15cm 平方即ち225cm² を対称とする。そして95% 以下になったら補修するのを原則としている。

むすび

以上の仕様書について，判るように砕石の大きさについて，道路当局が非常に厳格に規定しており，即ち砕石の抽出サンプル試験で板篩25～18mmの間のもの（最小サイズを11～14mm）というように規定している。

勿論砕石は，供給源，石の質，クラッシャーの種類，篩の種類によって変るのは当然であるが，それにも拘らず厳格に規制している点が問題点であると思う。従ってアスファルトの撒布量をいくら厳重に規制しても，いろいろの供給源からの砕石の平均最小サイズ等を規制しなかったら，所謂モザイクのような組織の表面処理の路面は出来ないと思う。

勿論このニュージイランドの表面処理工法の特徴は，経験をもととして設計にとり入れ，バインダー量や砕石の量の適量を決めていることである。

〔附〕表面処理に関する所要砕石とバインダーの図表

——Shell Bitumen Review　からの抜粋——

〔G.P.Jackson（ロンドン・シエル・アスファルト部）による記事〕

表面処理工法の場合，一番重要なことは，撒布砕石の量とバインダー量を厳格に規制することである。従って本文でその所要量を決める方法を，図表について説明する。しかし方法として各国でいろいろのものがあるが，一般的に云って，担当技術者の経験と，地方の条件に頼るという傾向が多い。

次頁の図表で上の目盛と，左上から右下への斜線は所要砕石の量を示し，目盛は平方ヤード／トン，kg/m² L/m² の3つの単位で表わしている，この場合，砕石の密度は平均1.35としている。この所要量として10%の許容差をもっている。

右の方の縦のスケールは，砕石の平均最小サイズで，板篩と網篩の場合の篩目の大きさを示している。

下の目盛はバインダーの所要量で，MC又はR.C. 4 から MC 又は R.C. 5 相当の粘度のバインダーを対称とする。

これより粘度の低いもの，例えば R.C. 2 位の粘度のバインダーの場合は約 0.1kg/m² 位増すようにする。若しストレート・アスファルトのように粘度の高いものの場合，0.1kg/m² 程少くする。

〔図表の使用方法〕

1）この図表は平均最小サイズの砕石という考えのもとで作られている，即ち扁平でない砕石の場合は，砕石の平均サイズでよいことになる。

2）バインダー量をまず決める前に，次の表から使用条件による係数を見出す。

3）バインダー量の決定には，右の目盛と，係数の斜線との交点を下にとると下の目盛から，所要のバインダー量が出る。

4）所要砕石量は，右の目盛と，左上から右下への斜線

の交点を上にとると上の目盛から，所要の砕石量がでる。

バインダー量の係数

交　通	交通量(*普通車台/日)	係数
Very light	0～15	＋2
Light	15～45	＋1
Medium	45～150	0
Medium Heavy	150～450	－2
Heavy	450～1500	－4
Very Heavy	1500～4500	－6

＊3屯車以上の車

在来路面の種類	係数
Very lean bituminous surface	＋4
Lean bituminous surface	＋2
Average bituminous surface	±0
Rich bituminous surface	－1
Very rich bituminous surface	－3
骨材の種類	
Flaky	－2
Well shaped cubical	±0
Round or dusty	＋2
気候条件	
Wet and cold	＋2
Wet	＋1
Temperate	0
Dry	－1
Dry and hot	－2

〔例1〕

平均最小サイズ（砕石）＝1/2 吋（12.5mm）

係数；Heavy traffic（800台/日）	－4
Rich surface	－1
Well shaped chippings	0
Temperate climate	0
計	－5

バインダー所要量　1.05kg/m²

砕石所要量　17.3kg/m²

〔例2〕

平均最小サイズ（砕石）3/8吋＝9.7mm

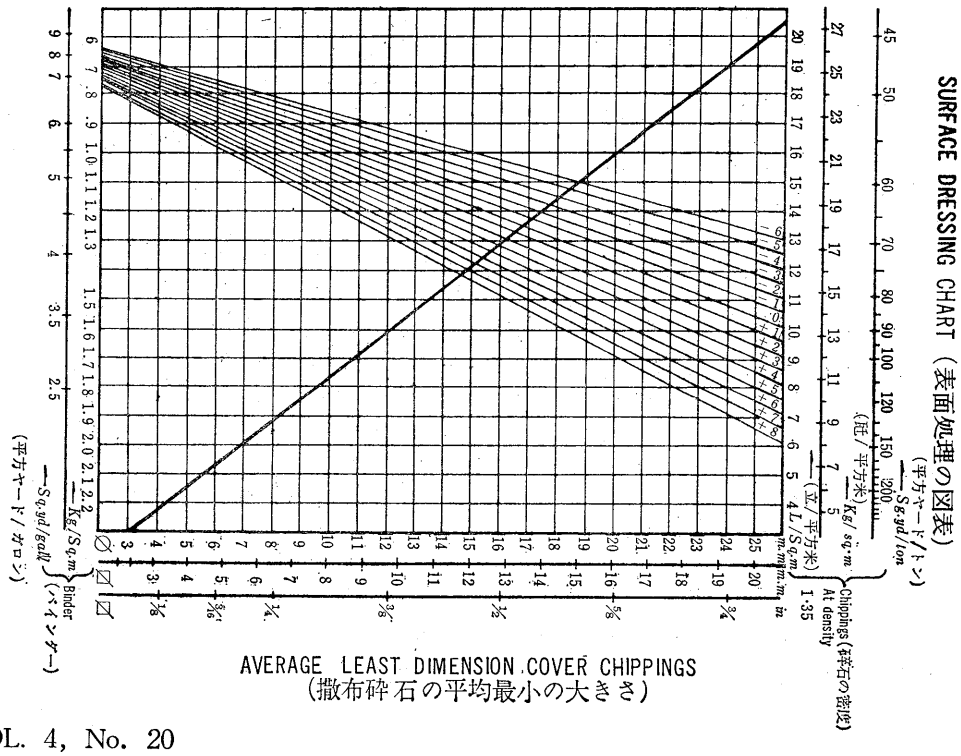
係数	Very light traffic（10台/日）	＋2
	Very lean bituminous surface	＋4
	Round gravel	＋2
	Dry climate	－1
	計	＋7

バインダー所要量　1.25kg/m²

砕石所要量　13.5kg/m²

註）砕石の平均最小サイズという考えのもとで，表面処理工法を発達させたニュージイランド道路局の F.M.H. Hansonの 考えをもとにして 下記の図表は作られている。

（シエル石油(株)アスファルト部）



INTRODUCTION TO ASPHALT

連載第7回

工　藤　忠　夫

各種設計細目

5.414　概説　The Asphalt Institute はベースとサブベースを通常道路全幅に旦つて造るよう勤めている。アスファルトで舗装した路肩は秀れた安全な形であり舗装本体の強度を高める良好な横方向の支えとなる。新設工事でサブベース，ベース，時としては表層に用いられるものと同一の材料を完全に路肩をつき切つて法面に達する迄拡げる工法が，次第に多く用いられて来ている。V—2図を参照されたい。これによつて側構から側構迄均一な締固めが可能となり，又舗装端に於いて水が溜つたり，滲透したりすることを阻止する。更に後日路巾を拡幅する時に非常に容易にする。最近この全幅構築が次第に重要視されて来た。その理由はトレンチ式又は部分幅構築では勾配の低い地点や平担な個所に水がしぼられて集まり，この水が数週間又は数ケ月溜つて次第に路床，ベース，サブベースと犯し遂に舗装を破壊するに至るからである。全幅構築で適切な利益を得る為には，サベベース以上の高さでの両方の法面は排水性の材料で被覆されねばなら。

5.415　路肩　路肩の設計は交通量と強度に依り左右される。重交通のハイウェイでは路肩は最も大きな車輌に適応する十分な幅のものでなければならない。又変形や混乱なしにこれらの荷重に耐えるだけの強度を有することが大切である。車道部と路肩部とを明確に判断させる為表層の組成を変へる方がよいとの考えもあるが，しかし経験に依れば路肩迄全部同じ表層舗装をする事が望ましいようである（V—2図参照）車道部の端に沿つて剛質のペイント塗のバンドを設け路肩と区分する。警報として騒音の出ることを望むならば路肩部舗装表面に粗骨材を圧入する。尚更に区分を明確にしようとすれば有色骨材を用いて表面処理をすれば簡単である。路肩の構造は小さな問題と考えてはならない。その理由は路肩が荷うべき緩速又は静止荷重は舗装上では高速荷重より実際上より烈しいものだからである。ただこれらが場所によつては頻度が少ないから助かるのである。

特別に広い路肩に対しては，ベース又はサブベース材料が高値な場合全幅舗装は不経済であるから，現地産の排水の良い材料で路肩を作るか，又はベースとサブベースから遊離水を除去するよう排水施設を考えるべきである。

5.416　排水と締固め　良好な道路とする為には排水と締固めが大切である。複車線の中央に小高い分離帯を設ける設計は排水上の理由からよろしくない。又除雪の妨げにもなる。

5.417　アスファルト封緘　含水量の増加に依つて盛上材料の強度が低下するのを防止する為アスファルトで封緘する方法は考慮に値するものである。感水性材料をアスファルト膜で完全に被覆包囲し，含水量を一定にし均一な地耐力を保つようにするもので代表的断面はV—4図に示す通りである。大きな鋭角粒子を含む土壌を膜に接して置いてはならない。膜を破り透水させるからである。

5.418　代表的設計例　本便覧で説明したプリンシプルを用いた代表的例は附録Bに記載してある。読者が特に留意してこれら例題を研究することを望む

5.419　結論　アスファル舗装構造の設計の第3段階は比較設計をして経済性を検討し最終設計を選択する。これらの比較設計断面の内どれが最も経済であり，且想定された交通に対し最も満足すべきものであるかを考慮しなければならない。

第5部　経済解析と設計の選定

5.501　概説　前述の通り比較設計が用意されたならばアスファルト舗装構造厚の設計をする最終段階はこれらの内より最も適切な設計を選定することである。しかし5.503に述べるその他の要素についても考えねばならない。

5.502　経済的解析　比較設計の価格比較の1つの方法は，各設計について平方嗎当り合計価格を基準とする。この場合V—5図に示す形を用いるよう推奨する。構成材料と厚さ横のデータは比較設計の断面から定められる。又毎時毎平方嗎価格に同じタイプの仕事についての概往請負入札価格又は極く最近の価格調査によって記入する。州道路局と The Asphalt Institute の技術者はこ

れらについての智識を供給することが出来るであろう。これらのデータから各比較設計について毎平方嗎合計価格が計算される。

V—5表　比較設計に対する価格評価表

工事名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

技　師＿＿＿＿＿＿　年月日＿＿＿＿＿＿

比較設計種目＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

自測点＿＿＿＿＿＿　至測点＿＿＿＿＿＿

名　　称	構成材料	毎平方嗎毎吋厚さ	厚さ(吋)	毎平方嗎合計価格
アスファルト舗装 ベースコース サブベースコース 改良路床				
		合　計		

5.503　その他の要素　比較設計断面について価格比較に加へて，次の要素につき考慮しなければならない。

(1)　材料利用の可能性　材料が採集場に量質共に十分あることが実証されているのか只，部分的に表面に露出しているだけではないかどうか。

(2)　似かよつた構造が過去に施工されている例

(3)　適格な請負業者と適当な機械設備の利用が出来るかどうか

(4)　訓練された監督と試験員がいるかどうか

(5)　ステージコンストクション

5.504　設計の選定　設計断面の選定に当り考慮すべき基本的要素は5.502と5.503で概説した通りである。考えている工事が置かれている特殊環境も又附加条件として考えねばならない。これらすべてについての注意深い技術的鑑定が所期の目的に最も合致する設計断面の選定に必要である。

5.505　結論　結論としてアスファルト舗装構造の厚さの設計の最終段階は比較断面の価格評価であり，その他附加的要素に対する考慮によって選定される。

第6部　飛行場舗装の設計

5.601　The Asphalt Institute は最近モダン飛行場の設計と構築に関して技術者に有益な種々の智識を包括するアスファルト飛行場便覧を再改訂している。これが完成されれば本書奥付に書いてある協会事務所（The Asphalt Institute, College Park, Maryland）から入手されるであろう。これが完成する迄は The Asphalt Institute の技術者が飛行場に関してのアドバイズの相談に応ずる。改訂の完成後適宜な詳細は本書に附加されるであろう。尚飛行場のアスファルト舗装構造物の設計について，陸軍は Federal Aviation Agency. The Corps of Engineers と海軍の The Bureau of Yards and Docks から出版された次の文献を利用することが出来る。

(1)　Airport Paving, Federal Aviation Agency, Washington, D, C. Government Printing Office.

(2)　Jet Age Planning, Federal Aviation Agency, Washington, D, C. Government Printing Office

(3)　Standard Specifications for Construction of Airports, Federal Aviation Agency, Washington, D, C. Government Printing Office

(4)　Standard specifications for Construction of Airports, revisions and supplements, Federal Aviation Agency Washington D. C. Government Printing Office

(5)　Roads and Airfields, TM5—250, Department of the Army Technical Manual, United states Gvoernment printing Office

(6)　Engineering and Design, Flexible Airfield Pavements, Air Force, EM 1110-45-302. Manuals, Corps of Engineers, United States Army

(7)　Airfield Pavement, United states Navy. Technical Publication NAVDOCKS TP-PW-4, Department of the Navy, Bureau of Yards and Docks, Washington 25 D. C.

(8)　Symposium on Development of C. B. R. Flexible Pavement Design Method for Airfields, Proceedings ASCE, Vol. 115, Page 453 (Paper No. 2406)このシムポジイウムの出版されてから後，討論された処置の若干の細部が修正されている。これら方法の極く最近の修正は上記参考文献の中に続けて記載されている。

第7部　アスファルト合材の設計

5.701 概説　重交通用加熱式アスファルト合材を設計するには次の考慮に基かねばならない。

(1)　完全に締固められた際，混合物は示様書に示された最少安定度より少ない安定度になってはならない。

(2)　完全に締固められた際，密粒度表層用合材は3％以上5％以下の空隙がなければならない。最大限度を定めているのは不透水性に対する保証からであり，最小限度を定めているのは骨材中の空隙が過多に他物で塡充されるのを避ける為である。塡充され過ぎればブリーデング（bleeding）を起し夏季過熱された時交通によって安

定を失う可能性を生ずる。又雨天には滑り易くなる。

(3) (1)と(2)の要求に適合する範囲内では合材中のアスファルトは出来るだけ多い方が良い。舗装の最高の耐久性が得られ，アスファルトの不足に基因する舗装の破壊が防止される。

(4) 舗装を構築する際均一な敷均しと締固めを容易にする為示様に定められた温度に加熱された合材は，良好なワーカビリテイを持つべきである。ワーカビリテイを決める試験方法はないが，粗すぎたり，硬すぎたり，過度にゴム状を呈するのは望ましくない状態であることは試験員や現場監督員が一寸経験を持てば判別し得るものである。粗すぎる場合はNo.8篩に止まる粗骨材の使用率を下げればよい。硬さは砂とフイラーの比率を下げれば減じ得る。又ゴム性状はアスファルトとフイラーの比重を下げると減ずる。これらの変更は必ず定定度に対する影響を試験した結果行うべきものである。その理由は粗骨材（特に砕石使用の場合）砂，フイラー等を減ずれば安定度が下るからである。適当な温度で輾圧した際，合材が押し出されたり，波打ったりすればこの安定度は不足と考えられる。

5.702 混合設計法 アスファルト加熱混合物は通常マーシャル，ビーム，ハッバードフイルド又はスミス三軸試験法で設計される。これらの試験法についてはThe Asphalt Institute 便覧セリースNo. 2 の "Mix Design Methads for Hot-Mix Asphalt paving" に充分説明される。これらの室内設計法の適応性についてはⅣ—8表にてい示している。試験結果の限界に対する推奨する標準はⅣ—9表に示す通りである。アスファルト合材の他の型のものについての更に進んだ智識は以下の箇所を参照されたい。

(1) 常温混合　第7章3部

(2) アスファルト　マカダム　第7章4部

(3) 路上混合　第7章5部

5.703 アスファルト混合物の分類と組成 アスファルト混合物はⅣ—1表の如く骨材の粒度を基として分類する。Ⅳ—7表に推奨合材組成の抜粋を示す。これら合材組成の用途のより詳細については，The Asphalt Institute 示様書セリース No 1 の "Specifications and Construction Methods for Hot-Mix Asphalt Paving for Streets and Highways" を参照されたい。

5.7031 複合鉱物質骨材 (Combined Mineral Aggregate) の砂当量，現場配合式で定めた比率で配合された鉱物質骨材は3.203節で述べた砂当量を試験し次の値以下であってはならない。

表層及びバインダー層用アスファルトコンクリートに対する合成骨材　50＋

プラントミックスアスファルト表層又はバインダー層に対する合成骨材　45＋

アスファルト路上混合表層に対する骨材　35＋

5.704 当該工事用配合式 (Job-Mixed Formula)

当該工事用配合式と言うものは一般的には只一種に限られるものであるが実際には工事が順調に進行する間次の3乃至4式以上のものが包括される。

(1) 設計配合式

工事設計の当初の段階に於いて，示様書が出来，材料の初歩調査が終り，実験室で初歩的な配合設計が出来たとき用いられるものである。

(2) 当初配合式　現場に送り込まれ蓄積した骨材或いはアスファルトプラントのホットビンから抽出した材料を試験した結果に基づいて試案として決められた配合式である。

(3) 最終配合式　アスファルトプラントが正常運転をして生産した合材サンプルで試験舗装をして合材のウォーカビリテイその他の特質を最良に定めた後の配合式を言う。

5.705 アスファルト量の決定式 配合設計をする際アスファルト量を決定する目安として次式を用いてもよい。但し本式はThe Asphalt Institute便覧セリースNo.2の "Mix Design Methods for Hot-Mix Asphalt Paving" で定められた配合設計の室内試験が出来ない場合に限り用いるべきものである。式は所謂表面積法に基づくもので次の通りである。

$$P=0.035a+0.045b$$
$$+0.15c+F \text{ (No.200篩通過11乃至15％に対し)}$$
$$+0.18c+F \text{ (〃 6乃至10％〃)}$$
$$+0.20c+F \text{ (〃 5％以下)}$$

式中

p＝全合材に対するアスファルトの重量％

a＝No.8篩に残留する骨材の重量％

b＝No.8篩を通過し No.200 篩に残留する骨材の重量

c＝No.200篩を通過する骨材の重量％

液体アスファルトSC—2程度のものに対してはaの係数は0.02に減ずるものとする。それ以上に重い液体アスファルトに対しては実際の残留アスファルトの量によって0.02から0.035の間の値を採用する。

Fの値は次の状況によって変化される。

1. 現地の経験からアスファルト量を加減する。

2. 吸収性骨材に対して若干アスファルト量を補整する

(以下16ページにつづく)

社団法人 日本アスファルト協会会員

正　会　員（次ページに正会員及び賛助会員の名簿がつづきます）〔地区別ＡＢＣ順〕

朝日瀝青株式社会	東京都千代田区大手町２の４	(201) １７９１	大協
浅野物産株式会社	東京都千代田区丸の内１の６	(281) ４５２１	日石
株式会社恵谷商会	東京都港区芝浦２の１	(451) ２１８１	三石
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
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	東京都港区芝新橋１の18	(591) ９２０７	昭石
日米砿油東京支店	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
名古屋シエル石油販売株式会社	名古屋市西区牛島町107	(54) 6757	シエル石油
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 大宮東入藁屋町530	(84) 5301	丸善
大阪朝日瀝青株式会社	大阪市西区南堀江1番町14	(53) 4520	大協
浅野物産大阪支店	大阪市東区瓦町2の55	(23) 1731	日石
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
三菱商事大阪支社	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
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	大阪市西区土佐堀通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	シエル石油
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	シエル石油

賛助会員〔順不同〕

新亜細亜石油株式会社 (501) 5350
日本石油株式会社 (231) 4231
大協石油株式会社 (561) 5131
日本鉱業株式会社 (481) 5321
出光興産株式会社 (541) 4911
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
三共油化工業株式会社 (281) 2977
昭和石油瓦斯株式会社 (591) 9201