

# アスファルト

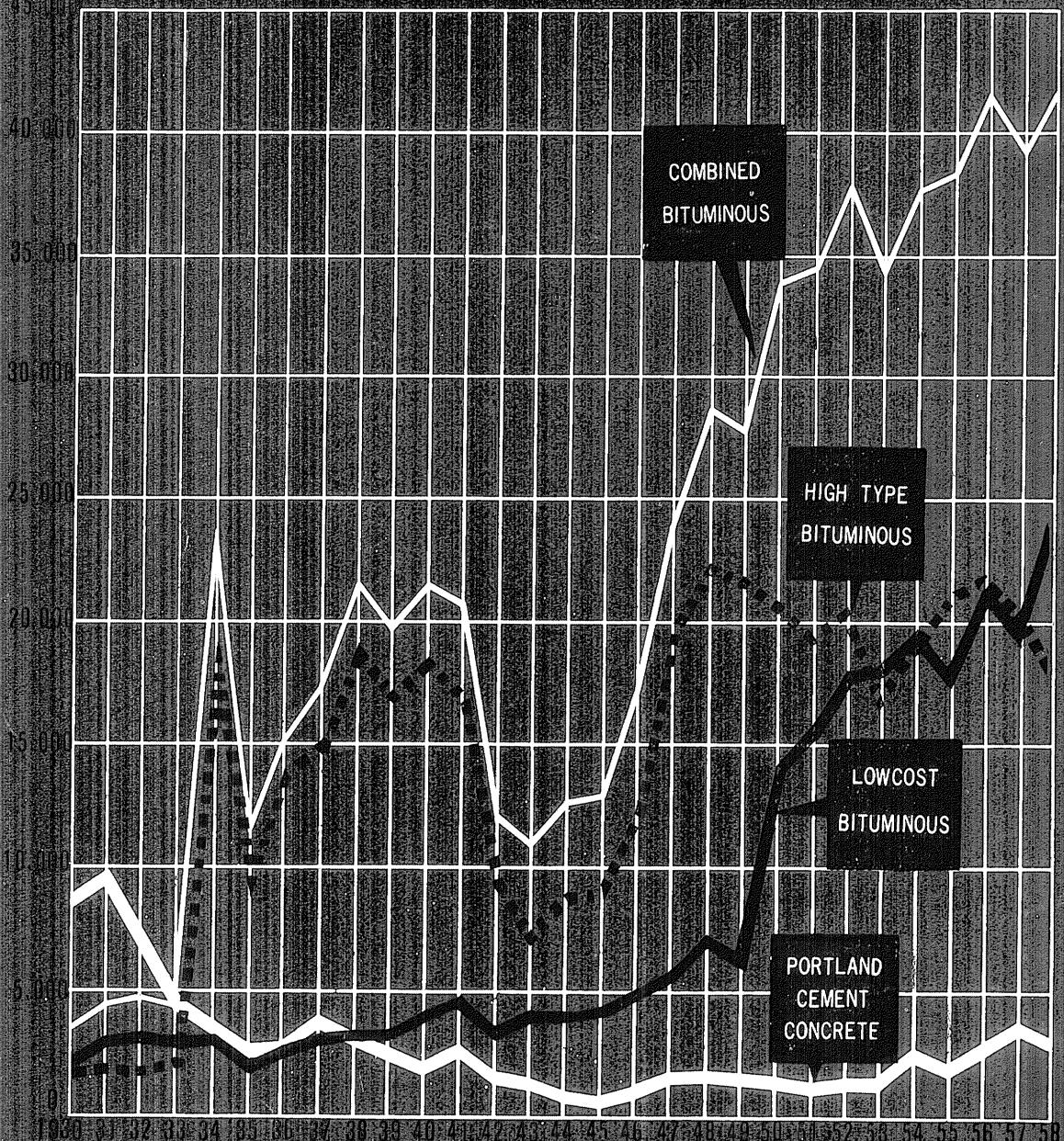
第4巻 第18号 昭和36年2月4日 発行

ASPHALT

18

社団法人 日本アスファルト協会

MILEAGE OF U.S. HIGHWAYS BY  
STATE HIGHWAY DEPARTMENTS



IN 1958, 94% OF ALL PAVED MILEAGE CONSTRUCTED BY  
STATE HIGHWAY DEPARTMENTS WAS SURFACED WITH ASPHALT.  
CHARTED BY THE ASPHALT INSTITUTE

Source: U. S. Bureau of Public Roads

Tables SMB 1-5

# アスファルト

## 目 次 第 18 号

鉄道線路におけるアスファルト道床の 試作について .....	近 島 芳 夫 2
海浜の浸蝕防止に アスファルトは効を奏している .....	西 川 栄 三 11
アスファルト規格の傾向を探って.....	C・D・ハリス 16
INTRODUCTION TO ASPHALT (連載第5回) .....	工 藤 忠 夫 19

### 読者の皆様へ

“アスファルト”第18号、只今お手許にお届け申し上げました。

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

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

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

社団法人 日本アスファルト協会

# ASPHALT

VOL. 4, No. 18 Feb. 4, 1961

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

# 鉄道線路における アスファルト道床の試作について

近 島 芳 夫

## 1 はしがき

鉄道線路にかかる列車荷重は、レールよりまくら木、まくら木よりさらに道床砂利へと分布され、この列車荷重による道床の破壊を修復するための労力が、軌道修復作業のうち大きい部分を占めている。

ここで道床砂利の破壊とは、砂利の石粒が列車荷重のために圧碎されることをおもに指すものではない。もちろん実際に石粒の圧碎が生じていないわけではないが、それよりも重視しなければならないことは、道床砂利のまくら木支持面が、列車荷重によって漸進的に沈下することである。道床は列車走行の振動によって石粒の粒間まさつが減少して移動しやすくなる。この道床粒の移動のために生ずるゆるみを防ぐために、アスファルトによって粒間を結合することが、アスファルト道床の目的である。このために国鉄本社でも35年度重要技術課題実施計画の中に「アスファルト道床の試作」をとり上げ、本社で設計したものを、千葉鉄道局総武本線、電車運転区間に施工することになった。

以下その試作工法ならびに施工方法について述べる。

## 2 施工位置（下欄、表-1 参照）

### 試験区間の概況

年間通過トン数	1900万トン（34年度）
レール種別	25m50kg (1937年製)
まくら木	木まくら木 (39本/25m)
タイプレート	なし
道 床	碎石 (厚200mm)
列車回数	161回/日

## 3 アスファルト道床の試作工法

### (1) アスファルト表面処理碎石道床（カリン糖工法ともいわれる）図-1 参照

道床用碎石とカットバックアスファルト(MC-4)とを、下記の割合で加熱混合したものの石粉を、撒布、添加したものを使用してまくら木下面より施工基面(路盤)までの間、厚さ200mmを在来旧道床砂利を撤去し更換するもので、表層砂利には普通碎石を填充する。

カットバックアスファルト(MC-4) 碎石重量の2%  
石 粉 碎石重量の4%

注 1. カットバックアスファルト (MC-4)

ストレートアスファルトに軽油25%を混合したもの

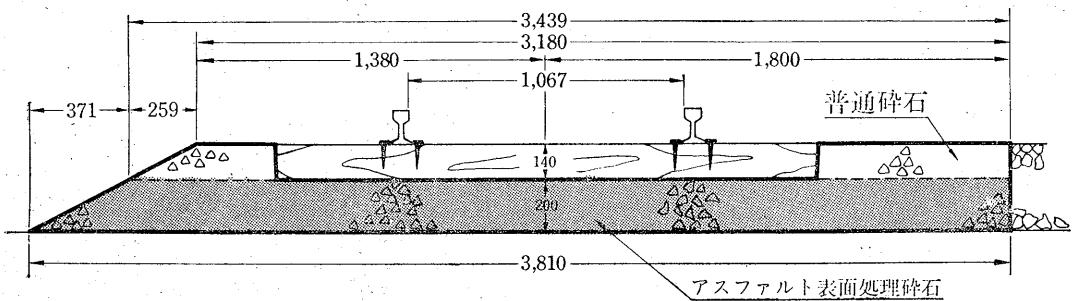
2. 道床用碎石

表-1

工 法	線 名	駅 間	上 下 線別	位 置	延 長
アスファルト表面処理碎石道床	総武本線	新検見川 - 稲毛	下	34k310m~34k390m	80m
アスファルト一層浸式工法	同 上	稻毛 - 西千葉	下	35k850m~35k930m	80m
アスファルト二層浸透式工法	同 上	新検見川 - 稲毛	下	34k230m~34k310m	80m
比 較 道 床	同 上	稻毛 - 西千葉	下	35k950m~36k030m	80m

図-1 アスファルト表面処理碎石道床

(新検見川～稻毛間下り線 34k310m～34k390m)



国鉄で使用している道床碎石の粒度は、次のようにになっている。

ふるいを通過する量(重量%)					
70mm	60mm	40mm	20mm	10mm	5mm
100	80-100	25-50	3-10	C-3	0

(備考: 土及びごみを含まないものとする)

(2) 道床アスファルト一層浸透式工法 図-2 参照  
旧道床砂利を撤去し、新らしい道床用碎石で交換し、その後の道床の落着きをまって(交換後3～4週間経過後)表層砂利をまくら木下面まで搔出し、軌きょう(レールにまくら木を取付けたもの)を一時70mm程こう上し、仮受台をそう入してから、道床表面に加熱アスファルト(160°C～170°C)を7.5ℓ/m²の割合で均等に撒布し、更に碎石7号(経2.5mm～5mm)を一層敷均したのち、仮受台を撤去して軌きょうを低下し、軌道を整備する。アスファルトを撒布するときは、必ず道床砂利の表面は乾燥していることが必要であり、またアスファルトの浸透量は約50mmである。なお加熱アスファルト撒布に先立って碎石表面にアスファルトがよく接着するように、適量のプライマー油を撒布する。

(3) 道床アスファルト二層浸透式工法 図-3 参照

一層式の場合と同じく新らしい碎石で道床砂利を交換し、道床が落ついてから(交換後3～4週間経過後)表層砂利をまくら木下面まで搔出し、軌きょうを一時撤去してから、加熱アスファルト(160°C～170°C)を7.5ℓ/m²の割合で均等に撒布し、さらに5号碎石(経15～20mm)25kg/m²を撒布したのち、バイプレーションローラーによって不陸のないように転圧し、転圧回数は6回以上とする。バイプレーションローラーによる転圧困難な箇所は、ビブランマによつてもよい。つづいて第

2回のアスファルト撒布を第1回に準じて行い、(但し撒布量は2.5ℓ/m²)さらに5号碎石を20kg/m²の割合で敷均ししたのち軌きょうを復旧する。この場合もアスファルトの浸透量は約50mmである。なお加熱アスファルト撒布に先立って、道床砂利の表面に適量のプライマー油を撒布する。

#### 4 施工方法

昭和35年11月25日より昭和36年1月31日までの間、工期50日で日本舗道株式会社によって施工した。しかし鉄道線路の作業は列車運転に直接影響する作業であるので、線路保守に関する作業はすべて直轄工事(線路工手による作業)によることとした。つまり道床砂利交換とか軌きょう一時こう上、低下、または軌きょうの一時撤去、復旧及び最後の軌道整備等はすべて直轄工事により施工した。従つて請負工事としてはアスファルト表面処理碎石の製作、指定箇所までの昼間の運搬、及びアスファルト浸透工法ではアスファルトとか碎石の撒布、ローラーによる転圧等である。

##### (1) アスファルト表面処理碎石道床

35年12月2日～12月9日施工

###### a 製作(請負)

施工現場近くには適当な場所がなかったので、少しはなれてはいるが、千葉駅構内近くにプラント(写真-1)を設置して製作した。その順序は

碎石貨車卸し→トラック運搬→ベルトコンベアでドライヤーに投入→ドライヤーによる加熱(130°C位)→ベルコンにより貯蔵台上へ→貯蔵台上での計量(写真-2)→碎石をミキサーに投入 294kg

→加熱アスファルト(100°C位)をミキサーに投入 6kg

→ミキサーによる混合(1バッチ300kg)(写真-3)→ミキサーより放出(写真-4)→合材に石粉(12kg)撒布、

添加（写真一5）→合材蓄積。（写真一6）（写真一7）

1日の製作能力	10—15m <sup>3</sup>
本工事の所要量	67m <sup>3</sup>
1日の作業人員	15人
内訳	
碎石投入	2人
ドライヤー	1人
踊り場	2人
計量掛	1人
アスファルト加熱	1人
アスファルト投入	1人
ミキサー掛	1人
石粉撒布	2人
合材運搬	2人
雑役	2人
プラントマン	1人

なお石粉をミキサーに出た合材にふりかけるのは、ミキサー内でアスファルトと混合したペーストとするよりも、製造後の合材の取扱いを容易にするため、相互の粘着を防止するためであって、合材温度が100°C以上のときは、ふりかけた石粉にアスファルトがしみこんでペーストになってしまうから、合材温度を80°C~60°Cにすることがカーリント合材製造の一要点である。またドライヤー吐出時は130°C前後であるから、貯蔵台上で放熱する必要がある。しかし故障等のため待時間が多の場合を考えて、薄鉄板、むしろ等で保温することが重要であり、これを軽視すると僅少なアスファルトであるから碎石に附着しないことになる。

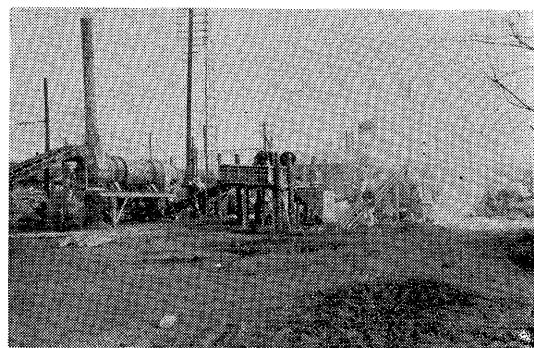
#### b 運搬（請負）

プラントより小型トラックで施工現場近くの稻毛駅構内指定の箇所に（千葉より約5km）運搬し、（写真一8）土砂等の混入しないように鉄板を敷均べた上に蓄積した。

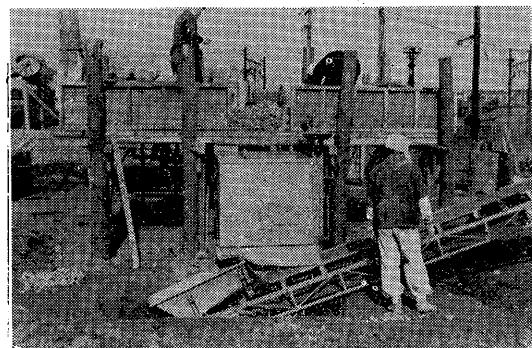
#### c 更換（直轄）

昼間は電車運転の間合が短い（5分—12分間位）ので、このような道床更換作業は間合の長い夜間施工する

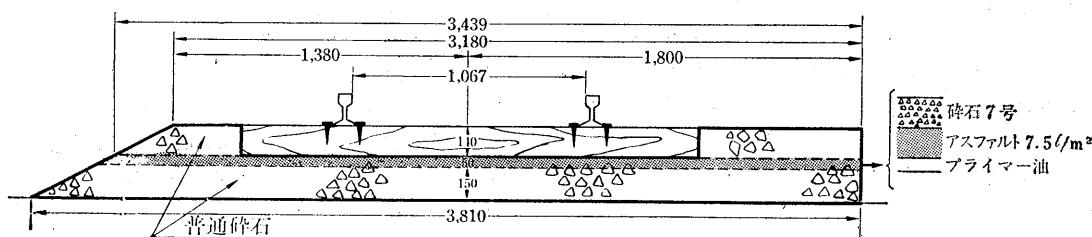
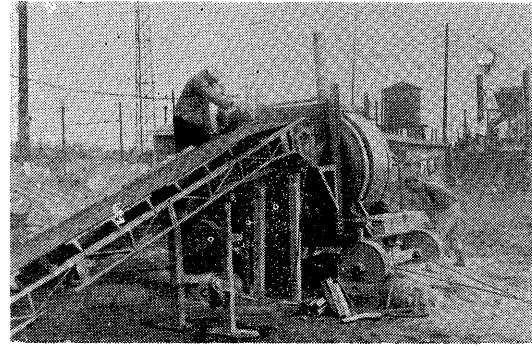
写真一1 プラント全景



写真一2 貯蔵台と碎石計量箱



写真一3 ミキサーによる混合



図一2 道床アスファルト一層浸透式工法

（稻毛～西千葉間下り線 35k850m～35k930m）

ことになる。終電車通過後、稻毛駅より施工現場まで本線トロ（2屯トロ4台モータカーによりけん引する）により上記のアスファルト表面処理碎石を運搬し，在來の旧道床砂利を撤去して、（写真-9）まくら木下面より施工基面までの間、厚さ200mmを更換した。（写真-10）、（写真-11）、（写真-12）

施工延長は80m1回の作業延長は10m、所要アスファルト表面処理碎石は8.4m<sup>3</sup>、作業人員は監督者1人、電話掛1人、線路工手16人、トロリー指揮者1人、モーターカー運転士1人、計20人。所要時間は電車運転休止間合2時間10分であった。なお表層砂利には予め取卸しておいた普通碎石を使用し填充した。（写真-13）、（写真-14）

## （2）アスファルト一層浸透式工法

35年12月11日～12月13日施工

〔協会註 本項目の写真（5枚）及び説明文は裏表紙に掲載してあります。〕

施工延長80m、作業日数3日、1日の施工延長27m、作業時間2時間10分（夜間）

### a 準備作業（請負）

稻毛駅構内でアスファルトの加熱、溶解を600kg入りのかま3箇を使用して6時間位前から行った。（裏表紙写真-1）

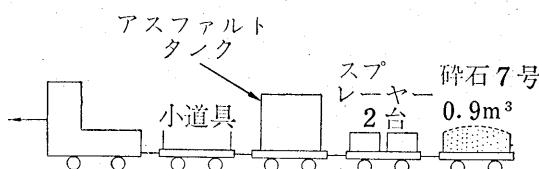
### b 本作業

#### （i）軌きょ一時こう上（直轍）

終電車通過後表層砂利をまくら木下面まで搔出し、アスファルト撒布に支障しないように、軌きょうを一時70mm程度こう上して、仮受台をそう入する。（裏表紙写真-2）作業人員は16人である。

#### （ii）アスファルト撒布（請負）

下図トロ編成（裏表紙写真-3）のまま、こう上された軌きょうの上から作業した。



アスファルトタンク：1800mm×900mm×900mmで2.3mmの鉄板を2重に使用し、間に石綿を入れて保温し（厚さ30mm）、またトロ台上でも加熱できるようになっている。容量は1460ℓであるが1回の所要量は700ℓ程度で、地上の溶解かまより汲み入れ現場に運搬する。（容量が大きいのは次の二層式の分にも使用したためである）

写真-4 ミキサーにより放出された合材

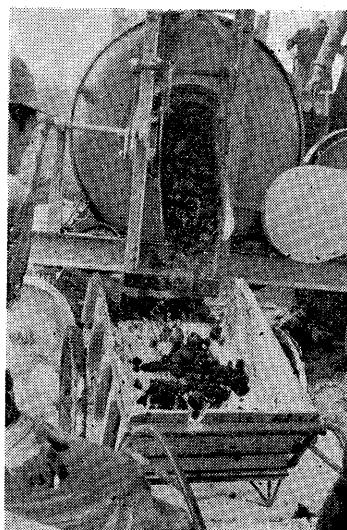


写真-5 合材に石粉をふりかける

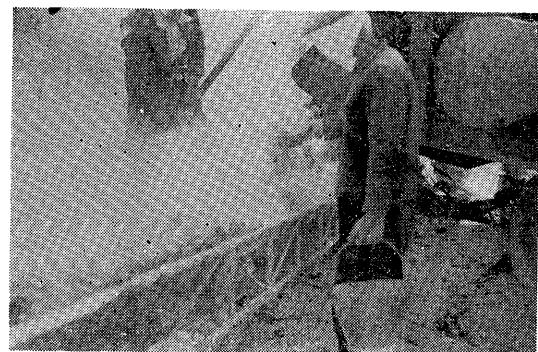
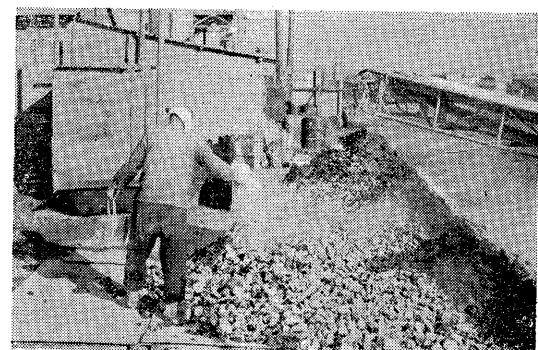


写真-6 合材の蓄積（不足石粉を散分している）



### 作業順序

プライマー油撒布→溶解アスファルト撒布（7.5 ℓ/m<sup>2</sup>）（裏表紙写真-4）→碎石7号撒布（裏表紙写真-5）

### 作業人員

プライマー油撒布	2人
スプレーヤーホースマン	2人
スプレーヤーのホース掛	2人
スプレーヤーのハンドルマン	4人
アスファルト補給掛	4人
アスファルトタンクのコック掛	1人
碎石撒布	4人
補助監督	1人
監督	1人
計	21人

なお70mmこう上されたまくら木下面と道床砂利面との間のアスファルトの撒布は、特殊なノズルを考案して使用した。またアスファルト撒布中にアスファルトがレール、まくら木等に附着しないように、その都度カバーで防護した。

### (iii) 軌きょう低下(直轄)

アスファルト撒布及び碎石撒布が終ったら、直轄で仮受台を撤去して軌きょうを低下し、表層砂利を搔き入れ軌道整備を行った。

### (3) 道床アスファルト二層浸透式工法

35年12月15日～12月17日施工

施工延長80m、1日の作業延長25m、25m、30m、の3回、作業時間3時間40分(終電車前の5列車を反対線運転としてこの時間を確保した。)

#### a 準備作業

##### (i) 直轄

25mの軌きょうを吊り上げ移動させるために、軌きょう吊上機(門型クレーン4トン)3台、担車3台、走行レール $25m \times 2 \times 2 = 100m$ を準備した。

##### (ii) 請負

一層式工法と同じく稻毛駅構内で予めアスファルトの加熱溶解を行い、また碎石5号の置場として施工現場に $1500mm \times 1380mm \times 600mm$ の木造の棚を9箇所に設置

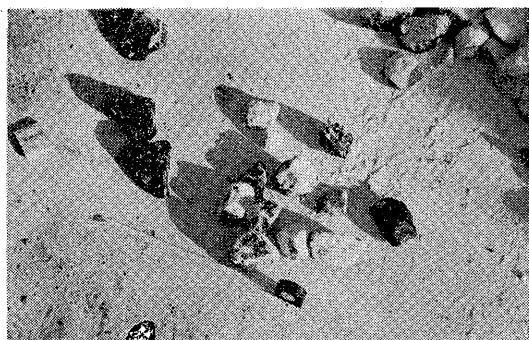


写真-7 アスファルト表面処理された碎石と石粉をふりかけた碎石

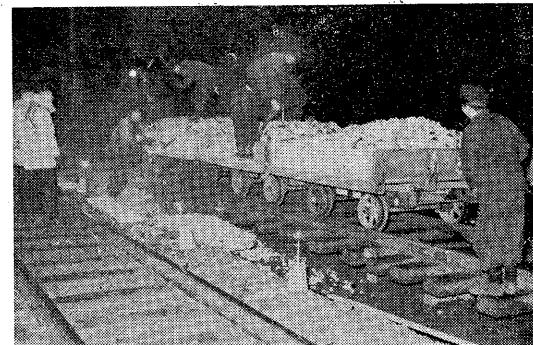
写真-8 合材の施工現場への運搬



写真-9 旧道床砂利を撤去し、仮受台のそう入



写真-10 アスファルト表面処理碎石のトロより取卸し



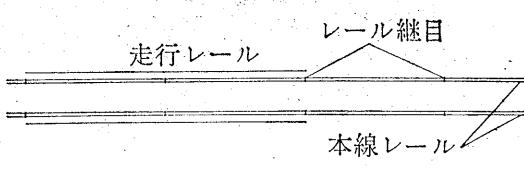
し、所要碎石は事前に夜間のトロ使用によって運搬しておいた。

#### b 本作業

(i) 終電車前に表層砂利を搔き出し、走行レール(本線レールの軌きょうを吊上げ移動させるための軌きょう吊上機用のレール)を敷設しておく。——直轄

(ii) 終電車通過後、軌きょう吊上機台を使用して、本線の軌きょうを吊上げ移動する。(写真-20)  
——直轄

(i) の図



(ii) の図



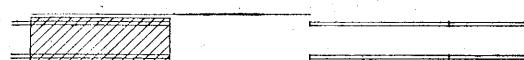
(iii) 走行レール撤去(直轄)

- プライマー油撒布(写真-21)  
第1回アスファルト撒布( $7.5\ell/m^2$ )(写真-22)  
第1回5号碎石撒布( $25kg/m^2$ )(写真-23)  
バイプレーションローラー転圧(写真-24)(写  
真-25)  
第2回アスファルト撒布( $2.5\ell/m^2$ )  
第2回5号碎石撒布( $20kg/m^2$ )

請負



(iv) 走行レール敷地(直轄)



- (v) きょう吊上軌機により軌きょうを復旧し,  
(写真-26) 表層砂利を填充し、軌道整備を行う。直轄

トロ編成：一層式と同じであるが、碎石7号の代りに  
インパクトロートラーを運搬した。

請負作業人員

プライマー油撒布	2人
スプレイヤーホースマン	2人
スプレイヤーホース持ち	2人
スプレイヤーのハンドルマン	4人
アスファルト補充掛	4人

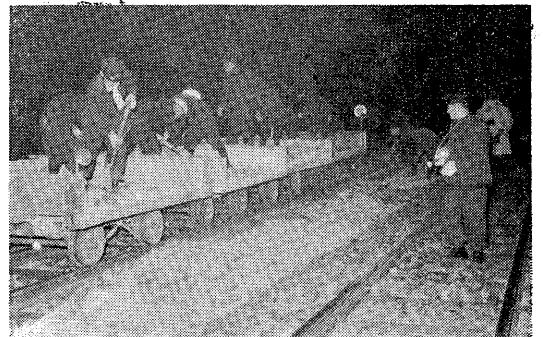
写真-11 更換後のビータによる搾固め



写真-12 タイタンバーによる総搾固め



写真-13 表層砂利の運搬取卸し



アスファルトタンクのコック掛	1人
スプレーヤーの歩み板掛	2人
碎石撒布	6人
インパクトローラー	1人
ビブロランマ	1人
補助監督	1人
監督	1人
計	27人

#### 直轄作業人員

工事監督者	1人
線路工手	20人
見張り	1人（単線運転のため）
照明係	1人
トロリー指揮者	1人
運転士	1人
計	25人

なおトロ編成は現場到着後、スプレーヤー及びローラーを取卸したのちトロを本線よりはずし、アスファルトタンクのトロを最先頭に移動して、アスファルト運搬を容易にできるようにした。

またまくら木の厚さは140mmであるが、実際には土5~10mm程度の寸法の誤差があるので、ローラーまたはランマーにより不陸のない平面に仕上げることは、かえって軌きょうを復旧したときにまくら木の浮き（まくら木下面と転圧面との空隙）を生ずることになるから、ローラーによる転圧はまくら木敷設方向に行い、縦方向に転圧しない方がよい。つまり道路工事のように不陸のない平面に仕上げることは、かえって結果がよくないといえる。

#### 5 経 費

今回施工した工事の工法別の軌道1m当りの経費を参考までに記入すると、下欄の表-2の通りとなる。

写真-14 表層砂利の填充



写真-20 軌きょうを吊上機により移動

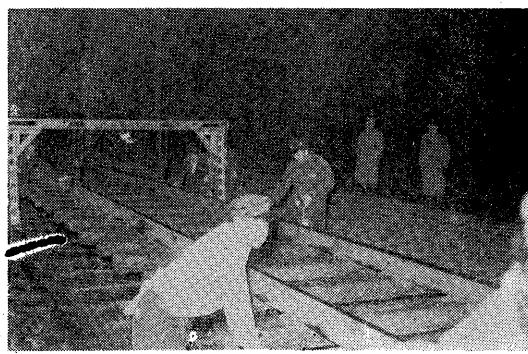


写真-21 プライマー油撒布



表 - 2

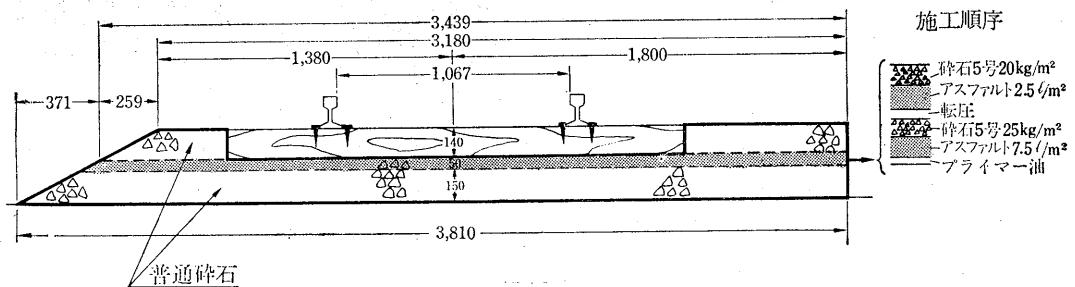
単位(円)

工 法	直 轄 工 事 費		碎 石 費	請 工 事 費	計
	道床更換	そ の 他			
アスファルト表面処理碎石道床	3.040		900	4.340	8.280
アスファルト一層浸透式工法	2.130	(軌きょうこう上) 375	900	1.420	4.825
アスファルト二層浸透式工法	2.130	(軌きょう撤去) 1,820	900	2.500	7.350
比 較 道 床	2.130		900		3.030

(碎石費には輸送費を含まない)

図-3 道床アスファルト二層浸透式工法

(新検見川～稻毛間下り線 34k230m～34k310m)



## 6 むすび

鉄道線路の道床砂利にアスファルトを撒布し、またはアスファルトと碎石を混合したものを使用して、道床に安定性を持たせるアスファルト道床の試作は全国で始めての試みであって、その成果が期待されているわけであるが、今後の線路の保守対策としては、次のように考えている。

(1) アスファルト表面処理碎石道床は、タイタンバーによってまくら木下に碎石を搗固め、填充してレール面の不陸を整正する。

(2) アスファルト一層式並びに二層浸透式工法は、施工後暫らくの間は軌道整備の必要がないと思われるが、長年の列車荷重によって発生するレール面の不陸は、まくら木下に豆碎石を敷込むことによって修復する。

またアスファルト道床の特色としては、本工事施工前に本社で国鉄技術研究所、日本アスファルト協会との会

写真-23 碎石撒布



写真-24 インパクトローラー、ビグロランマーによる転圧



合、検討の結果つぎのようになっている。

(1) アスファルト道床の道床沈下量は、比較道床（普通碎石道床）におけるよりも小さいから、保守周期延伸の効果は期待できる。

(2) 路盤不良箇所における処方としてのアスファルト道床の効果はあまり期待できない。



写真-22 アスファルト撒布

(3) アスファルト道床の特色は、その安定性であって、特に継目部、分岐器、踏切道等に効果が期待できる。もちろん中間部にも有効である。

(4) アスファルト表面処理碎石道床は、施工に当って列車間合の制約を受けず、(昼間まくら木1本間づつ更換してゆくことができる) タイタンバーによる保守も可能と考えられ、道床沈下量も小で有望とみられる。

今後アスファルト道床の耐久性、作業性、保守労力、軌道狂い、レール面沈下、軌道の縦横抵抗、路盤支持力等の調査を技術研究所と協同で行い、その測定結果を分析検討し、投下資本と保守労力との経済効果について研究を続けてゆく積りである。

なお本工事は国鉄でも初めての工事であったが、この工事を施工した日本舗道株式会社はまくら木下にアスファルトを撒布するための特殊ノズルの研究に、また溶解アスファルトを作業現場まで運搬するための保温用タンクの考案、その他今回試行された各種工法に対して絶えず採算を度外視して、努力されたことに対し厚く感謝の意を表します。

(国鉄 千葉管理局保線課長)

写真-25 仕上り面



写真-26 軌きよう復旧



(原) (稿) (募) (集)

御寄稿をお待ちしております。

送り先・社団法人 日本アスファルト協会

- ☆ アスファルトに関する研究論文
- ☆ アスファルトを主題とした隨筆・小話
- ☆ アスファルトに関する質問（要領を簡単にお知らせ下さい。誌上でお答えします）
- ☆ 本誌に対する意見・感想
- ☆ 海外のアスファルトに関するニュース・研究の翻訳論文

- (皆) 様方の御指導によりまして本誌は愈々第18号を発刊、益々充実味を加えて参ることが出来ました。  
(そ) ここで今後共、誌面を更に益んに致したいと考え、上記の通り原稿を広く募集致すことにしました。  
(枚) 数は400字詰10枚見当。締切日は設けません。執筆御希望の方へは本誌用の原稿用紙お送りします。

御寄稿分には薄謝を贈呈させて頂きます。

その他アスファルト関係及び本誌に関するお問い合わせは御遠慮なくお申付願います。

# 海浜の浸蝕防止に アスファルトは効を奏している

Asphalt leads the fight against Beach Erosion

西川栄三

米国アスファルト・インスチチュートは、1955年11月発行の資料、No. 94で、海浜の浸蝕防止にアスファルトが効果的に使用されていることを報じている。下記は、その抄訳である。

1. 米国の海岸線は、四六時中、巨大な力で、猛烈に破壊されつつある。これらの破壊力の中最も激しいものは、嵐の際の激浪と疾風である。また、あまり目立たないが、自然の磨耗も絶えず、破壊作用をつづけている。即ち沿岸流の潮汐効果および波浪効果も、絶えず浸蝕作用を及ぼしている。最近の15年間、多くの市町村は、その海岸線が徐々に縮少されてゆくを警戒の眼を以って見守っている。浸蝕の防止或は抑制対策を講じ始めた市町村の先端に立っているのは、広い美しい砂浜をもつ都市である。これらの砂浜は、巨大な天然の富源をなすものである。——何百万人の保養者に対する主な誘引地であるから。

## 2. アスファルト・グロインおよびシェティー

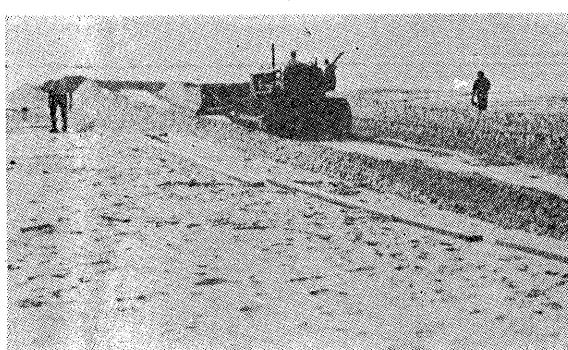
海に対して、初めて築造された構造物は、堤防(Dike)と水制(getty)とである。これらの構造物は通常、巨大な石塊木製パイリ(Wood pilings)或はシート・スチール(Sheet steel)などで造る。歐州の諸国、ことに、嵐吹き荒ぶ北海に面する国々は、何世紀もの間、防潮壁や水制をもって大洋と戦って来た。近年に至り、彼等は、防水性且つ膠着性のアスファルトの価値を発見し、多くの構造物をアスファルト合材でグルート(GROUT)し

た。(グルートとは、骨材間隙にアスファルト合材を注入して固結させることをいう。) 1953年には、テキサス州ガルベストン(Galveston)に於て、石造水制の間隙を砂—アスファルト合材で実験的に填充したが、この水制は今日もなお、優秀な成績を示している。カリフォルニア州ロングビーチ(Long Beach)における石造防潮壁は1939年に加熱アスファルト合材でグルートしたが、太平洋に面して現今でもしっかりと立っている。

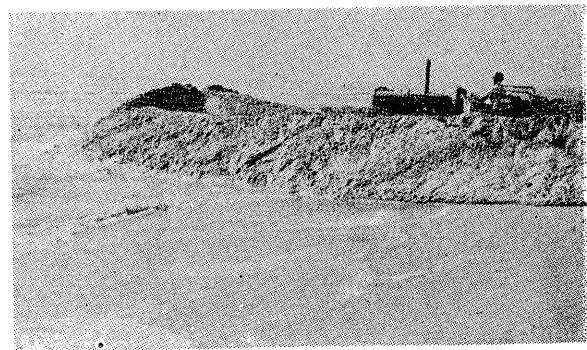
米国のアスファルト・グロイン(Groinはjettyの大きなものを指す。)に関する実験は、1948年、北カロライナ州ライトビルビーチ(Wrightsville Beach)に於て始まった。

これらのグロインは、加熱混合式の砂—アスファルト合材を用いて造り、幅6呎、高さ4呎、ピラミッド形(頂部は、カマボコ形に成形してある。)堤防とその両側にある幅20呎、厚さ2時のエプロン(Apron)とよりなる。この実験的グロインは、幅広い安定した海浜の形成を助成した。これらのグロインから、吾々は、多くのことを学び得た。

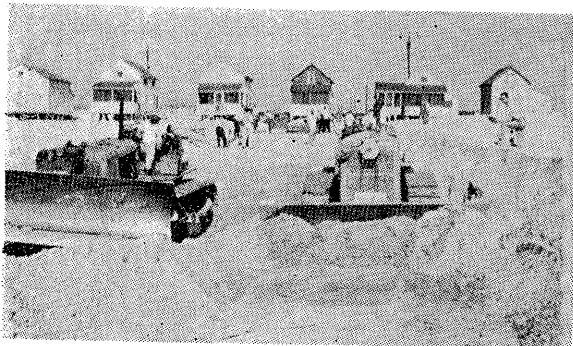
第二の実験は、1953年、フロリダ州フェルナンジナビーチ(Fernandina Beach)で行われた。使用したアスファルト合率は低かったが、これらのグロインの作用



Ⓐ メリーランド州オーシャン・シティにおけるアスファルト・グロイン建設の際の最初の掘サク



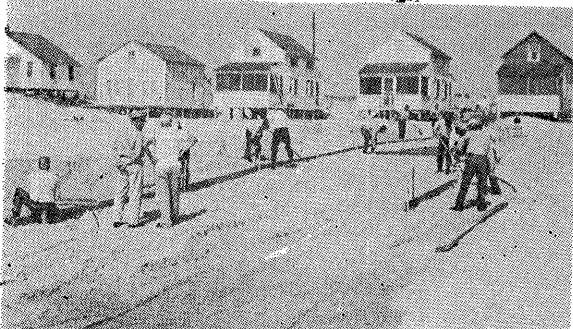
Ⓑ 最初の掘サク中、砂の堤防をつくる。



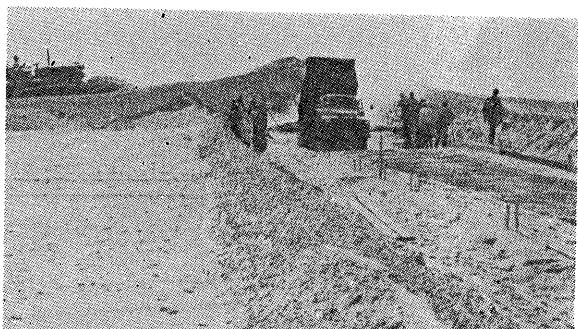
⑩ すべての掘サクはブルドーザーによる。掘サクした砂は前方に押しやって堤防をつくるに用いる。



⑪ 水面下で海水端の成形



⑫ 水タタキ用の枠を据える。ランディングマットを敷く。



⑬ 海水端は平たい広いセクションで成形する。コーヒーチー茶碗の受皿を逆さにしたような形である。



⑭ 勾配調整、合材施工の準備をととのえる。



⑮ エレベーション 0 点から、全高35呎に達する先端の成形



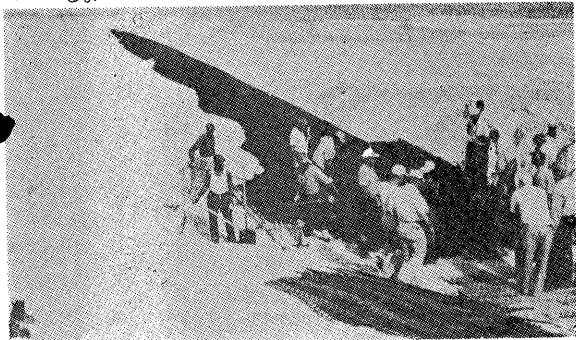
⑯ 海水端 (Ocean end) に加熱合材舗設。舗設中、深さ約3呎の水が存在していた。



⑰ 水タタキ及びハンプは同時に施工する。ハンプは、人力成形。



⑩ 合材舗設に先立ち、ランディング・マットを除去する。



⑪ グロインの高さを検査する。全高 3 呎 6 吋



⑫ シャベルの背で成形して表面を均す。グロインは、砂丘の部で終っている。



⑬ 完成したグロイン。前面 (Foreground) に既に砂が集まっているのに注目されたい。

により、かって甚しく浸食された海浜は徐々に回復しつつある。

しかし、アスファルト・グロインが注意深く且つ実際的技術的検討を受けたのは、メリーランド州オーシャン・シティ (Ocean City, Maryland) に於ける、34 のグロインが築造されてからである。数ヶ月中に、このグロイン中のあるものは、海砂で被われた。全区域に亘って、海浜は拡大され、新しく造られていった。

アスファルト・グロインおよびジェッチャーの材料、工法の論議に入る前に、経験に富んだ技術者の専門的注意を喚起しなければならない重要な事項がある。(沿岸流の方向および速さ、海浜の他の部分に及ぼす影響、等)

もし、専門的技術勧告が、直ちに得られないときは、U.S. 技術隊 (U. S. Corps of Engineers) の地方事務所を通じて海岸浸食局 (Beach-Erosion Board) に、或は米国海岸保存協会 (The American Shore and Beach Preservation Association—1530 p street NW, Washington 5. D. C.) に相談されるがよい。

### 3. グロイン用合材

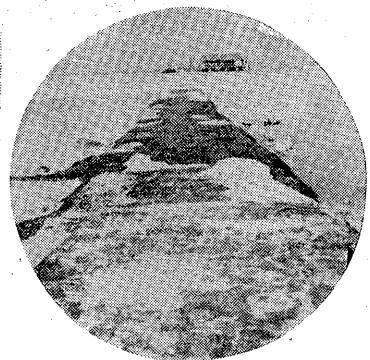
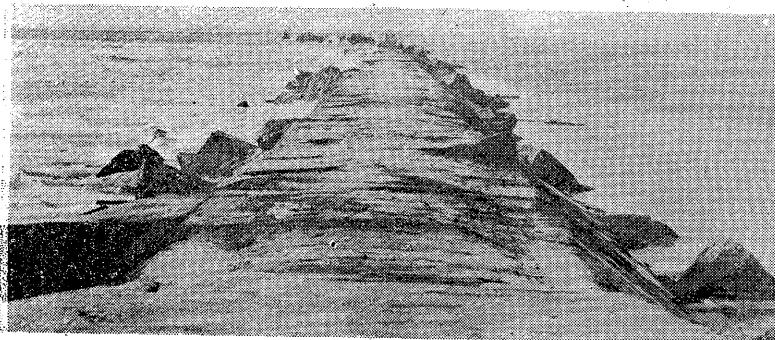
グロインの建設には、適当なアスファルト合材を用いることが肝要である。必要な可撓性 (Flexibility) 及び防水性を得るために、アスファルト含率を多くする必要がある。高温時において合材がスランプ過剰にならないように、砂中に十分なアスファルトを含ませ得るならば、合材用骨材として海岸砂を使用しても差支ない。普通には針入度 50~60 或は 65~70 のアスファルトを用い、含率を 15% 位とする。これより軟質のアスファルトは初期強度に欠けているため、建設後最初の数時間内に、波浪の作用により損傷を招くことがある。多くの海砂は、グロインの先端に用いる合材には適当でない。そのような場合には、粒度配合を調節した砂を用い、かつ填充材 (Filler) を加えて、合材の安定度、韌性、高アスファルト含率を保たしめる。

### 4. アスファルト・グロインの建設

アスファルト・グロインの建設に当っては、タイミング (Timing) とプランニング (Planning) に特別の考慮を払わなければならない。アスファルト合材を大洋の冷水中に投入するとき、合材が十分に高温であって、均一の一塊となり得なければならない。合材が、投入前に冷却されると、幾つかの層が出来て、波浪作用で容易に破壊されることになる。合材混合プラントは、建設現場に近い場所に据え、合材運搬用のトラックは、積込みおよび荷卸しを、できるだけ短時間ですますようにしなければならない。

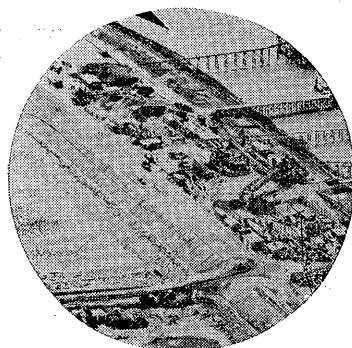
下図はガルベストン島 (Galveston Island) の東端のガルベストン・ジェッティー (北向き) の一部を示す。ジェッティー初築後まもなく、1936年に撮影。

円内の写真は、1955年に略同じ位置から撮影したもので



メリーランド州オーシャン・シチーにおける1号グロインは、2つのセクション (Section) 即ち、エプロン (Apro) と堤防 (Dike) により成る。エプロンは幅20呎・高さ12in (海水端—water end) 乃至4in (海浜端, Inshore end) である。堤防は、ピラミッド形で、高さ3呎、底面幅8呎である。海水端の最後の部分—長さ35呎では、堤防の高さは3呎から10inに減少し、底部の幅は22呎に増加している。経験の結果、低くした端 (高さ10in) は、更に海岸の方向へ向けてのばしてある。また全構造物の

ある。19年間自然の暴力にさらされた後も、ジェッティーは良好な状態を呈している。両側に砂浜が形成されている有様に注目されたい。



ニーザーランドに於ける、有名なジョーリー・オーバーフラッキー堤防 (Goeree-Overflakkee dike, The Netherlands), 請負業者のアスファルト混合プランをも示してある。1953年洪水後、古風な、粘土、石塊、芝生によって造った物はアスファルトで置換えられた。

耐力を強化するためエプロンおよびハンプは、一緒に建設するがよい。

建設の第一歩は、砂の中に、幅30呎の堀 (Trench) を掘サクすることである。この作業は、干潮時約2時間前に始める。この堀の海水端の所に、掘サクした海砂で、仮堤防を築き海水を堰き止める。砂の上に鋼床 (Steel mat) を置き、アスファルト合材を積んだトラックの荷卸作業を迅速効果的に行わせる。前掲の一連の写真 (Ⓐ～Ⓑ) は、メリーランド州、オーシャン・シチーのグロインの一つを、一步一步建設してゆく各段階を示したものである。

##### 5. アスファルト・グラウチング

アスファルト・グラウチング (Asphalt grouting) とは、潮流を抑制し、浸蝕を防止するための建造物中の間隙をアスファルト合材で填充することをいう。ロック・グロイン (Rock groin) 及び石造防波堤 (Breakwater) 中に大きな間隙が存在し、移動抵抗が大きい時には、細砂とアスファルトより成る合材でグラウトすることが屢々ある。そのような合材は、広く欧州の低地帯 (Low Countries) で用いられている。

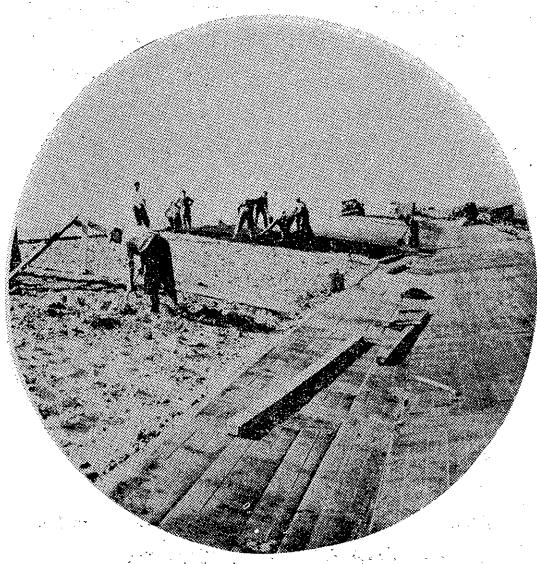
この種のグラウトは半可塑性 (Semi-plastic) であるから、強い潮流の力が加わる下では、構造物に可撓性および順応性を与える。アスファルト合材は構造物の透水性を減少させるから、グラウチングは、アンダーカッティングや岩塊の持上げなどを少くする。

英國、ドイツ、低地帯の国々の海岸に沿い、石造堤防および石造グロインがあったが、その表面に、加熱した砂—アスファルト合材を撒布し、間隙中にこれを掃き込んで、石塊と石塊を結合した。この作業は、水の侵入を防

ぎ、石塊の下の土の流失を防ぎ、石塊そのものの動搖を防いだ。オランダのシュヴェニンゲン (Schweningen, Holland) では、20個位のアスファルト・グラウト・グローイン (Asphalt grouted groins) が、多年の間、大きな損傷を受けずに、北海 (the North sea) の烈しい嵐に耐えて来たが、グラウトしなかった、附近のグロインは甚しく衰退を示していた。

他の例を挙げると、カリフォルニア州ロング・ビーチ (Long Beach, California) 港における石造防潮壁 (Rock sea wall) は、1939年に、アスファルト合材でグラウトされたが、その後、海水、潮汐、嵐の際の激浪等の烈しい作用を絶えず受けて来たにも拘らず、この防潮壁には衰退の兆候は見えない。ロングビーチに於ける構造物では、合材を石塊の間隙中にトレミー (tremie) で、水面下かなりの深さまで押し込んだ。合材は石塊の表面にも散布した。

1935年、テキサス州ガルベストンにおけるジェティーでは、アスファルト合材でグラウトして、大きな石塊の転倒、下堀れ等による、巨額の維持費を軽減することを計った。合材には細かい海砂を用い、合材は、トレミー及びバイブレーターによって構造物中に押し込んだ。また表面にも合材を散布した。



堤防の法面に、オランダの工人が、砂—アスファルト合材層を舗設している。その層の上に、木の厚板を置き、タンピング (Tamping) により、合材層を締め固めた後、木板を取り除き、厚さ 4 in のアスファルト・コンクリート層を施工する。

## 6. アスファルト・グラウチング用合材

海砂の粒度配合が適當ならば、グラウト用合材の骨材として海砂を用いよう。粒度配合は、ほぼ次の通りとする。即ち

30メッシュ通過	95%
200 " "	10%

アスファルト含率は、全合材の15% (重量) 以下ではいけない。合材用アスファルトの針入度は、50~60或は60~70とする。

## 7. グラウチング工法

ジェッティーをつくるには、重量 1~10ton の石塊を、水中に投入し、平均高水面上予定の高さまで積み上げて障壁 (dagger) をつくる。このような構造物の寿命は、アスファルト・グラウチングを施すことにより延長される。

グラウチング作業では、石塊間隙を合材でできるだけ十分に填充するよう努める。構造物の全間隙 (Voids) は、ジェッティーのコンディションによって多少異なるが、50~65%に及んでいる。十分高温の合材を用いるならば水面下の部分にも填充し得る。傾斜した側面を滑かにすることは、必要ではないが望ましい。しかし、天端を滑かにすることは必要なことである。これは波浪の力を分散させるためである。間隙に透入したアスファルト合材は、やがて冷却固化し、強韌で柔軟なマトリックス (Matrix) を形成して各石塊を固く結合する。

## 8. 要約

多くの海岸地帯における技術者、建築家、請負業者などは、海浜の浸蝕防止用構造物にアスファルトを使用することの有利性に注目するようになった。

元来、アスファルトは防水性且つ膠着性の材料であって、海水にも侵されない。木材杭は著しく腐朽され易いが、アスファルト合材は腐朽されることが全くない。鉄や鋼は錆を生じて損傷するが、アスファルト合材は錆を生じない。アスファルト合材は廉価である。合材を使用して造った構造物は、その長い寿命中、殆んど維持修繕を必要としない。

結局において、アスファルトを使用することにより、荒れ狂う大洋の猛威に対し、貴重な海岸線を防護する問題に関して実際的解答を発見し得たといい得よう。

# ← アスファルト規格の傾向を探って →

C · D · ハ リ ス

最近新しいアスファルト規格が決まったが、道路用アスファルトに就いて、最近の傾向と、又どうあるべきであるかということを考えてみるのも無駄ではないと思う。現在の規格は低温伸度について2つの試験をするようになっている。

まづ、通常我々が使っている規格 (Specification) の言葉の意味を考えてみるのも無駄ではないと思う。勿論この言葉は "Specific" 即ちはっきりと特長づけたという意味からきているのである。規格又は仕様書 (Specification) とは Oxford の辞書には "建築家や技術者によって施工される工事、仕上げ、材料等に関する詳細な説明 — detailed description of Construction, Workmanship materials etc., of work undertaken by architects, engineer etc." と書かれている。

この説明文中 "建築家や技術者によって" という表現に注目して欲しい。道路用アスファルトは原則として道路技術者によって使われるという事実を見過してはならない。道路用アスファルトについて今迄は化学者や製油技術者に関心をもたれたことは殆んどなかったし、自動車運転者にも使用されるということは殆んどなかった。これらの人々は、完成した道路に車を走らせるということで間接に関係があった丈である。しかし道路用アスファルトの使用者及び道路建設者は "技術者" であることを認識したい。これらの道路技術者はよい道路をつくる責任があり、若し道路が破損すれば担当者の技術上の不面目となる。従って道路技術者はアスファルトの使用者として、又道路の設計と施工の責任者として、アスファルトの規格に关心を持つのは当然な話である。

例外は何時もあるが、例えばケーブル、ルーフィング・フェルトやアスファルト・コンバウンド用として相当量のアスファルトが使用される。勿論この場合道路用アスファルトも上記の製造工場で使用されるが、大部分がブローン・アスファルトを使用する。本文では主として道路用アスファルトの規格だけに限定する、というのは上

述のケーブル用等の工業用アスファルトは消費者がそれぞれの規格をもっているので道路用とは一概には同一視は出来ない。

従って道路技術者はアスファルトに就いて何を知ろうとし、又どんな性質のものを要求するかという点を考えてみたい。又上述の疑問についての資料を使って如何に設計し、又施工に適用すべきかということを自問自答してみた。まづ第一の仮定はいつも一定性状のアスファルトであるべきで、この場合のアスファルトは一定のよい品質アスファルトであるべきである。しかしこの場合、ある時は悪く、ある時はよい品質アスファルトと性状が何時も変るものより、むしろ悪い品質ではあるが、一定性状のアスファルトの方が筆者は好ましいと考える。そうすれば担当の技術者は一定の性状や品質に応じた設計をし、値段を決めるうらからである。又施工の際、性状の変わったアスファルトが支給されると、技術者は何時も混合や、輒圧の方法を、その性状に応じて変えなければならないことになり、大変なことになる。

まづ使用者としての技術者の要求する点は

- 1) 材料は一定のもので、その品質が変りないこと
- 2) 貯蔵や施工に対して好ましい性状をもつもの
- 3) 使用や、気象、載荷の条件が变っても好ましい性状をもつもの
- 4) 材料の性状が耐久性と材質的の両面からみて、経済的の値段であり且、一定の性状で、満足すべきものであること。

この問題を更に考えるに当って、材料の基本的性質をこし変える必要があることを忘れてならない。

即ち精製する原油を選び、その性状を一部改良して、サーモ・プラスチックな性質（熱可塑性のある）をもつようなものにし、又一方ある特殊のもの、例えは多量のプラスチックを加えて品質を改良すると、経済的に合わなくなるのである。

従って我々は温度上昇に従って、粘度が従少するよう、

なサーモ・プラスチックな材料を考える。低温で、載荷時間の短かい場合のアスファルトは、ある定数の弾性係数をもつ、弾性体のような性質を示し、一方高温で、載荷時間の長い場合には、アスファルトは液体と同様の性状を示す。この2つの極端な条件の間で、アスファルトは、弾性体とサーモ・プラスチックな(熱可塑性的)性状の、結合したような性質をもっている。

このような性質は複雑で、正確に測定したり、又表現したりすることは、なかなかむつかしい。しかし現実には、どうかしてその機械的、物理的性質を明らかにし、又適当な試験方法を確立する必要がある。

現在の試験方法は経験的に築きあげられ、又各国で使用されているものであるが、これらの試験方法でアスファルトの機械的又物理的性質は幾分判かる。例えば針入度試験は試験温度における粘度を表しているが、粘度の概算値であるにすぎない。

軟化点はすべてのアスファルトについて同一の粘度、又は同じ針入度(25°Cで針入度800)をもつ温度であると考えてよい。このような考えを基にして針入度指数(Penetration Index)が計算されるが、この指数は感温性を表示する非常に便利なものである。しかし以上の2つの試験はそれぞれ測定値にいくらかのバラツキがあるのは御承知の通りである。

伸度試験は又別の試験方法であるが、これは別の試験より以上に議論の余地があるし、いろいろの問題点を含んでいると思う。一方では伸度のよいものはよいアスファルトであると考えられ、又他方ではこの試験はそれほど重要視されていない。この試験は、ある剪断速度におけるアスファルトのコンシスタンシー(稠度)を測るということ以外に、意味はないと考えてよいのではなかろうか。

機械的性質について、一般的の傾向として、直接にその粘度を測定して、はっきりと粘度として表示すべきであるという議論がある。この粘度測定には、シェルのマイクロ・ビスコメーター(Microviscometer)、エラストオメータ(Elastometer)や毛細管粘度計(Capillary viscometer)は0°Cからアスファルト混合の温度までの粘度を測るのに便利である。

即ちいろいろの剪断速度での粘度測定によって、設計と混合等のためのデーターが得られることが可能になったことを意味する。例えば道路舗装の場合には、路面での最高温度即ち60°C或いは65°Cで変形しないで、又低温、例えば0°Cで亀裂を生じないような性質のものが必要なわけである。我々は簡単に荷重のかかっている条件は、その大きさと荷重のかかっている時間とともにすぐ判る、そうすると載荷のときの温度、条件に応じたス

#### 舗設アスファルト規格(温度は華氏°Fである、括弧内は摂氏°C)

項目	AASHTO 試験方法	40/50	60/70	85/100	120/150	200/300
引火点、P.M.C.T.F.(最小)	T-73	460 (237.8)	450 (232.2)	440 (226.7)	425 (218.3)	400 (204)
針入度 77°F(25°C)	T-49	40~50	60~70	85~100	120~150	200~300
蒸発減、5時間、325°F(162.8°C) %(最大)	Calif. Test method No337 Thin Film Procedure	0.75	0.80	0.85	1.00	1.50
蒸発後の針入度 325°F(162.8°C)での原の 針入度に対する%(最小)	T-49	52	50	47	44	40
伸度 77°F(25°C) cm,(最小)	T-51	50	50	75	75	75
針入度比 針入度4°C, 200g, 1分間 ×100 針入度25°C, 100g, 5秒間	T-49	最小 25	最小 25	最小 25	最小 25	最小 25
粘度(フロール) 275°F(135°C)	T-72	120~430	100~325	85~260	70~210	50~150
可溶性, Col. % 最小	T-45	99	99	99	99	99
Heptane Xylene Equire, % 最大	T-102	35	35	35	35	35
(*下記の註のように改正)						

\* 註 24時間後に繰返して行う普通のスポット・テストやガラスプレート・テストはしない。

チフネス (stiffness) を知る必要がある。スチフネスは載荷による剪断速度に応じて、粘度から計算できる。

同様に施工において、混合の際の所要粘度から必要な混合温度が判るし、又輒圧の温度も判る。しかし輒圧の温度は合材の設計や気温等で変るものであるが、何れにしろ所定の粘度から、それに対応した温度が判る。

従って設計と施工の面から考えて、機械的性質は粘度で表現でき、そして粘度は正確に測定されその数値を絶対単位で表わすことができる。

施工の際のアスファルトの所定粘度については、いろいろ議論の余地があると思うが、温度一粘度の関係図から、そのアスファルトの感温性はすぐ判定できる。しかし余り感温性の敏感なのは望ましくなく、そういう意味からは針入度指数 (P.I.) が 0 に近い方が望ましい。即ちこれは高温で流れず、低温で亀裂が入ったりする可能性が少なくなることを意味する。

使用者側の道路エンジニアは、アスファルトの感温性は大切な問題の一つである。又貯蔵の間、必要以上に硬くならないこと、即ち加熱試験での残渣の粘度から、蒸発減の程度を知ることができる。また製品の純度 (即ち可溶性 Solubility)、施工と貯蔵の際の安全な温度 (即ち引火点) をも知る必要がある。

耐久性 (durability) の試験、即ち道路の場合アスファルトが硬くなるのに抵抗する性質の試験については、數種の試験方法があるが、最も適当の方法として、粘度又はスチフネスとの関係から引出した老化指数 (Aging Index) がよいと考えられている。この指数は老化を促進させる前後の粘度又はスチフネスの関係比である。

以上を要約すると、アスファルトの規格のための項目として考えられるのは、次のような試験である。

150°Cでの粘度又は粘度2000センチストークス (centi stokes) での温度60°C又は65°Cでの粘度

0°Cでの粘度 (剪断速度は規定する)

蒸発減

蒸発後の 60°C での粘度

引火点

可溶性試験

老化指数 (Aging Index)

以上の項目の提案が、一般に受入れられるには相当急進的と思われるかも知れないが、外国での傾向は、粘度を主体とした規格に変ろうとする含みと可能性が検討されつつあり、現在の規格を変えなくてはならないという傾向があることを判って載きたいと思う。

一つの例として、舗設用アスファルトの規格が、最近カリフォルニアの道路局 (California Division of Highway) で別表 (17ページの表) のように改訂されたのは

読者に興味あることと思う。

よく知られているように、西部カリフォルニアのアスファルトは感温性が高いので、この欠点を匡正する意味から、上記の針入度比の試験が規格にとり入れられたのである。そして現在ではカリフォルニア州の精油所ではアスファルト原料 (Feed stock) を輸入し、混ぜてそのアスファルト生産の技術を変えている現状である。

この抜本的な方法で、アスファルトの品質改良がなされている。そして又 275°F (135°C) における粘度については範囲は確かに広いが、まづ規格にとり入れられている理由は、プラスチックやゴム等を加えると、上述の針入度比の改良はできるが、余り沢山混入して混合温度を余り上昇するのを防ぐ意味から、これが規格に入れられているのである。

又現在の規格についてみると、若しできることなら、軟化点の範囲を更に狭まくすれば、使用者側は感温性の程度がすぐ判るし、又一定品質のアスファルトが供給されることになる。さて更に伸度試験について考えてみると、これの意味するものは何であろうか、又実際の設計や施工にどんな資料を提供するであろうか。これについては検討の余地があるよう思う。

長い目でみて、我々はもっと根本的な問題として、規格にじっくりと取組む必要があると考える。そして若し必要なら、施工と設計に何らか寄興するような意味のあるものを規格にとり入れるべく、研究の計画をたてる必要があると考える。勿論、既存の規格に大きい支障がない限り、軽々しく新しいものを規格にとり入れるつもりは毛頭ないが、何を規定し、どんなにしてよりよい規格をつくり出すかを、早急に且確実な方法で決める必要があると思う。

### 参考文獻

- J. PL. Pfeiffer : The Properties of Asphaltic Bitumen  
—Elsevier Press  
C. Van Der Poel : Visco-Elastic Properties of Bitumen  
—Shell Reprint No. 9  
J. Lettier & J. Skog : what new in Asphalt Tests  
and Specification—3rd Annual Highway Conference  
Colledge of the Pacific school of Engineering  
(シェル石油(株)アスファルト部長)

### 有福武治訳

# INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第 5 回

工 藤 忠 夫

## 第 5 章 アスファルト舗装厚の設計

### 序 説

**5.001 概論** アスファルト舗装は交通密度と軸荷重に耐えるように設計しなくてはならぬが、このことは載荷車輪によって起される強烈な応力を下方と側方に分布せしめて，在来土又は路床土が安全に支え得る大きさに迄低減せしむると言うわけである。舗装は路床土から表層に至るにつれて次第に大きな耐力の材料で構築される。予測される最大荷重、各種荷重の頻度、路床の地耐力によってアスファルト舗装及び構成各層の質と厚さが決まる。舗装を通じて路床に伝達される交通の反覆荷重応力は舗装と路床の双方の地耐力を越えてはならない。アスファルト舗装では構造をいろいろに組合せることが出来るので、あらゆる交通と荷重状態の下で経済的な設計が考えられる。同一条件の下でも通常数種の比較設計があるので本章では交通と荷重状態の変った場合場合に対する比較設計の方法を概略述べる。

**5.002 設計の順序** 全体と各層毎の適当な厚さを決め、又舗装表層の最適な型式を定める為、次の 4 つの順序が必要である。

1. 交通解析 各種車輌（例えば乗用車、バス、トラック等）の数量又は密度、及び設計最大単軸荷重を決定すること。

2. 路床、路盤、基層材料の地耐力を定める路床上、下層上層路盤、基層に用いられる材料の地耐力を決めるここと。

3. 設計の進め方 数種類の比較設計を作り、その中から最終的な断面が選定さるべきものである。充分な満足さをもって利用することの出来る現地産材料は普通幾種類もあり、又表層の型も好みによって幾種もあるので、これらを色々に組合せれば多数の比較設計が得られる。

4. 経済解析と設計の選定 数種の比較設計が出来たなら各断面について費用を計算する。結局経済的であること、その地方で以前より良いとされている施工法に

一致すること、予測された交通や気象条件その他に対して表層の型が一般的に適切であること、等によって最終的に選定する。

**5.003 排水と締固め** 適切に設計され構築された舗装では良好な排水と路床路盤基層材料の完全な締固めが主要な特色である。本便覧に推挙しているすべての事柄はこの特色が具備されているとの仮定の上に立っている。アスファルト舗装各層の締固めの詳細は第 3 部に述べる。又その補足資料は第 7 章第 1 部に述べる。

**5.004 その他の考慮** 現地産材料で作られるアスファルト舗装についての 当初の建設費、平均年間維持費、気象条件とサービスレコード等について十分考慮を払うべきである。ある地域では、その地域の経験と条件によって本章に示す設計厚を修正することが正当もあり得る。土壤の性状についての変則性は標準試験によつては全部を掌握されないので、かかる状況があり得ると考えられる際は技術者は近くの The Asphalt Institute で特別な資料について意見を聞くのがよい。

### 第 1 部 交 通 解 析

**5.101 交通量の推定** 舗装上に期待する交通量は出来る限り正確に見積り又将来の増加に対する余裕が与えられねばならない。この交通量と軸荷重の見積りは本来困難なことがあるので次の様な基礎の上で解析すべきである。

- (1) 6000 lbs (2622kg) 以下の単軸荷重を有する乗用車と軽トラックの 1 日 1 車線当たりの数量を見積ること。

- (2) 6000 lbs (2622kg) を超過する単軸荷重を有する営業用トラックとバスの 1 日 1 車線当たりの数量を見積ること。

- (3) 営業用トラックとバスの最大単軸荷重を見積ること。

**5.102 複軸荷重** 上記資料は予測される単軸荷重を基にしたものであるが、より大きい載荷は複軸で運ばれる。しかし個々の州における法律は一般的に単軸上の

許容載荷状態を顧慮して、複軸に対する許容載荷状態を規定するのであるから、設計技術者は舗装が構築される州での単軸荷重に対応する複軸の等値を定めねばならぬ。各州道路部において本章上述の手順によって単軸荷重で決めた厚さは一般的に複軸の載荷状態に対しても充分である。

**5.103 多車線** 一方向で2又はそれ以上の車線がある場合は営業用トラックとバスは通常外側車線上に集中すると考えるべきである。

**5.104 交通の分類** 上記の如く定められたデータに基いて交通をV-1表の様に分類する。

V-1表

交通分類	交通密度 1車線1日当りの最大値	
	乗用車及び軽トラック の1日当り交通量	営業用トラック及びバスの1日当り交通量
軽	25	5
中等	500	25
重	制限無し	250
極重	制限無し	制限無し

**5.105 バス停留所区域** バス停留所区域では舗装構造は普通車線部が『軽』又は『中等』、交通で設計されているときは『重』で又普通部が『重』若しくは『極重』であるときは『極重』で設計すべきである。

**5.106 駐車区域** 駐車区域に対しては舗装構造は『重』、交通として設計すべきである。但し乗用車と6000 lbs以下の単軸荷重の軽トラックのみが駐車する場合はベースと舗装の所要最小厚さは5.403の定めるところにより低減してよろしい。

**5.107 結語** 斯くの如くアスファルト舗装構造の設計の第一段階は上述の手順で決定すべきである。

- (1) 交通分類
- (2) 最大単軸荷重

## 第2部 路床、サブベース、及び ベース材料の評価

**5.201 概説** アスファルト舗装構造の各層の強度特性を評価する数種の方法は、アメリカその他で普通に用いられているもので純然たる外観的な評価から実験室の試験に迄わたっている。現在用いられているすべての方法は一般に経験的性質のものと考えられている。どの1つの方法も他の方法とは的確な関連性を有しない。本

章に述べる各方法は、適当に利用すれば満足すべきものであることは多くの機関によって明らかにされている。

**5.202 評価方法** 設計技術者は舗装構造の厚さを通して輪荷重を分布させるのに各種の材料を利用するこことが出来るので改良路床、サブベース、ベース材料は次の方法の一つによって評価選定される。

- (1) 抵抗値 R
- (2) C. B. R
- (3) 耐力値, psi, 12in (30cm) 版で0.2 in (5 mm) の撓みを10回繰返す
- (4) AASHOの分類法
- (5) 統一土壤分類法

多くの技術者は土壤の分類には直接的機械的方法を選ぶ。これは荷重を加えて変形を起させると強い土壤は強い抵抗性を示すもので上記1より3迄がこれに属する。AASHO分類法は道路、街路、公路の設計に関聯して広く用いられて来たし、統一土壤分類法は上記の外、空港の設計に用いられて来た。本便覧ではアスファルト舗装構造に用いられる土と粒状材料の評価法の選定について述べる。技術者は慣れているか又は地方的に試験装置が容易に入手される方法を採用すべきである。しかし同一の方法を用いてもやり方や結果の解釈が異なると矛盾した報告となることがあるので、これを避ける為附録Aにある処置の概略に従う必要がある。外観的に判断するやり方は単に初步的設計の準備段階において便宜的なものとしてのみ用いられるべきである。

**5.203 土質試験方法の2大別** 一般に土壤を粒度、収縮、プラスチックフロー性等の間接的性状を試験して分類するものと直接強度試験をするものと2大別される。直接強度試験は自然状態と同一な温度で行わなければならない。通常間接分類試験法が低廉な設備で時間的にも速かに行われる。直接強度試験は実際の状態とはより密接な関連性があるが時間的にも長く掛るし費用も多いが、これを用うる傾向が増しつつある。多くの機関ではV-3図に示すような相関々係を把握し且之を改善する為に両方の方法を用いる。現地の土壤の由来と分類が確立されているときは、試験の回数は減ずることが出来る。又直接強度試験によって分類するよりも材料の鑑定試験をすることが多い。

**5.204 材料の選定** 上記の各評価方法のいづれかに基いて、サブベースとベース骨材は現地の天然産物又は商業的資源から選することが出来る。天然の砂、砂と砂利の混合物、A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>3</sub>などの砂とシルトの混合物(AASHOの土壤分類-附録A参照)は屢々サブベース材料として満足なものである。ベース骨材は通常良質な碎石破碎鉱滓、破碎又は未破碎砂利、砂、若しくは之らを適

当に組合せたものである。そしてこれらの骨材はクラッキングプラントとスクリーリングプラントで示標書の要求に適合する様に精製される。

**5.205 ベース材料のアスファルト処理** ベース材料をアスファルトで処理すれば 5.402 で述べるように品質が改良されベースの厚さを減じアスファルト舗装構造の総厚を減らすことが出来る。

**5.206 湿度と凍結の影響** アスファルト舗装構造に用いる材料の評価に際し、技術者は予測される湿度と凍結状態について当然考慮を払わねばならない。

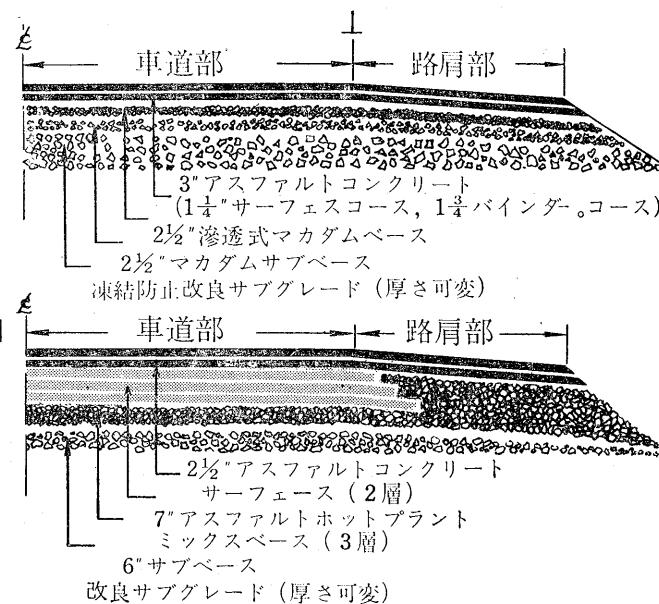
(5.412 参照) こ与のような因素は材料の地耐力に影響を及ぼす。舗装の設計に役立たせる為の材料評価方法の研究が進んで、これらの因素が評価法自身の中へ取り入れられて来た。アスファルト舗装構造の設計で、湿度と凍結の影響を評価する際、正しく判断する為にはその地域の特殊性と既往の施工経験についての知識が必要であるから、不案内な技術者は近くの The Asphalt Institute 事務所か州道路部の忠告を求める事を示唆する。

**5.207 結論** アスファルト舗装構造の厚さの設計の第 2 段階は構築物中の路床、改良路床、サブベース、ベース材料の評価であって、これらの資料の整理に V—2 表の利用を薦める。

第 V—2 表 材料評価資料整理事表

工事名 \_\_\_\_\_  
技術者 \_\_\_\_\_ 年月日 \_\_\_\_\_  
交通分類 \_\_\_\_\_  
評価システム\*

個 所	材料鑑定	* * 地 耐 力
路床自測点 _____ 至測点 _____	_____	_____
" ——" "	_____	_____
" ——" "	_____	_____
改良路床	タイプ 1	_____
	タイプ 2	_____
	タイプ 3	_____
サブベース	タイプ 1	_____
	タイプ 2	_____
	タイプ 3	_____
ベース	タイプ 1	_____
	タイプ 2	_____
	タイプ 3	_____



[註]—\* 各材料の特性と地耐力の評価システムの名称を記入のこと(AASHO 土壌分類法とか抵抗値—R 等)

\*\* データシートの初めに指している評価システムによる値

### 第 3 部 設計の手順

**5.301 舗装各層** アスファルト舗装構造の各層には次のようなものがある。

- (1) 表層
- (2) バインダー層
- (3) レベリング層(古い舗装をオーバーレイする場合)
- (4) ベース層
- (5) サブベース層
- (6) 改良路床層

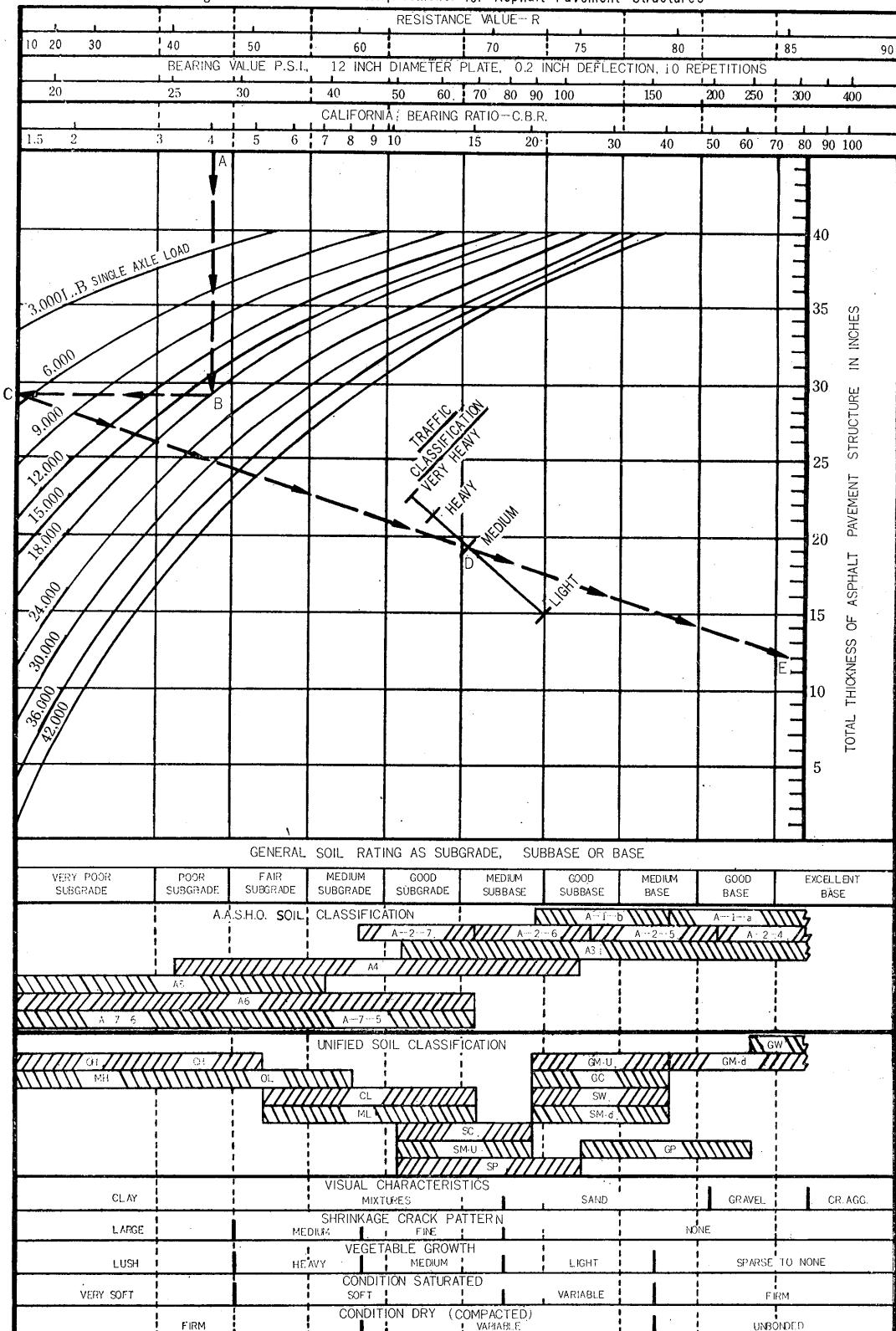
アスファルト舗装構造の各層の設計は層自体の強度とこの層を支える下の層の強さの両者によって決まる。代表的断面を V—2 図に示す。

**5.302 比較設計** アスファルト舗装構造の比較設計は通常為し得るもので、これらを準備し経済解析をすることによって眞に経済的な構造を得られる。従って極めて小規模な工事を除き必ず行うべきものである。比較設計は表層の型式及び下部構造であるベース、サブベース、改良路床等の材料と型式をいろいろに変えたものが出来る。最低費用で施工に適切な組合せを充分考慮の上決定すべきである。

**5.303 設計上考慮すべき諸点** まず本章第 1 部及び第 2 部で述べた資料は全部出来上っているものと假定して次の事柄を考えて比較設計を造る。

- (1) アスファルト舗装構造の全厚
- (2) アスファルト表層とバインダー層の型と厚さ
- (3) ベースの品質
- (4) サブベース及び改良路床の品質と厚さ

Figure V - 3--Thickness Requirements for Asphalt Pavement Structures



V-3表 耐用年数、品質と費用を考え入れた各交通等級に対するアスファルト表層の型式選定表

アスファルト舗装の型式			軽交通		中等交通		重交通		極重交通	
期待耐用年数	短	単層表面処理	品質選定	費用選定	品質選定	費用選定	品質選定	費用選定	品質選定	費用選定
		多層表面処理	5位	2位	5位	2位	(a)	(a)	(a)	(a)
	中	路上混合	4位	3位	4位	3位	4位	1位	(a)	(a)
	長	プラントミックス	3位	4位	3位	4位	3位	2位	(a)	(a)
		マカダム(b)	2位	5位	2位	5位	2位	3位	(a)	(a)
		アスファルトコンクリート	1位	6位	1位	6位	1位	4位	1位	1位

[註]—(a) 後で上層を増置してステージコンストラクションに利用される。

(b) 現地の各条件と碎石の利用状況に依り表層としての費用上の選定は変動する。

#### (5) その他の細目

以上について詳述する。

#### (1) アスファルト舗装構造の全厚

**5.304 概説** アスファルト舗装構造の全厚は在来天然土壌の地耐力と舗装構造を造る材料によって決まる。天然土は通常路床(subgrade)と言うが、ベースメントソイル又はファンデーションソイルとも言われる。

この路床土は工事区域内で比較的均質である場合と地耐力に変化があって設計厚を変えた方が経済的な場合があるが、施工上からは設計厚を屢々変えることは避けるべきである。

**5.305 全厚の決定** 設計の第1歩は本章2部で述べた路床土に対する試験資料の検討である。次に工事全域に亘り同一地耐力を採用するか乃至はある範囲毎に変えるかを決める。地耐力値が決まればV-3図を用いてアスファルト舗装構造の全厚を求める。先ず路床土の地耐力の尺度を定める。試験結果求めた路床地耐力の値をプロットし(A点)、この点より垂線を下して設計単軸荷重線に交らし(B点)これより左に水平に移して原線と交った点(C点)と設計交通等級を示す点(D点)を

結んで延長し右側線と交わらしめる(E点)とこれが全厚を以て表したものとなる。このチャートのR値はカリフォルニアで創られ用いられているR値設計法の一部である。R値設計法は緻密な交通調査、材料のR値耐力試験解析、交通の将来の増加率、車両の型式と頻度等を集大成したものである。これを他の区域で利用する際は交通増加率を地域条件に適応するように修正して用いねばならない。

**5.306 計算例** チャートの矢で使用を明らかにする。先ず次の仮定を設ける。

交通等級 中等、最大単軸荷重、18,000 lbs(7,865kg)  
路床のC, B, R 4%

図に示すように舗装全厚は12inch(30cm)となる。将来交通の多大な増加が予測されるが現在では不経済な設計を避けたいと考える場合は、ステージコンストラクションが望ましい。これは比較的ベースとサブベースをヘビーな型式とし、表層にはライトな型式を採用する。将来はベースを厚くするか、表層をヘビーにする。既設舗装はどの部分も無駄にすることなしに有効に利用出来る。使用材料の性状が明確に把握出来ない時にもこの方法が用いられる。

V-4表 アスファルト表層の型式と厚さ

アスファルト表層の型式	米アスファルト協会示様書	表層厚(時)			
		軽交通	中等交通	重交通	極重交通
表面処理	S-2, S-3, S-5 上記の組合せ	1±	1±	1±(a)	1±(a)
路上混合	RM-1, RM-2又はRM-3	2	3(b)	3(a+b)	3(a+b)
プラント混合	SS-1,* A-3, CL-2 CL-3又はCL-4	2	3(c)	3(a+c)	3(a+c)
マカダム	MP-1, MP-2, SS-1*, 又はA-1	2(d)	2½	2½(e)	3(a)
アスファルトコンクリート	SS-1*	2	3(f)	3(f)	4(f)

[註]—\* 特定示様については The Asphalt Institute 示様書シリーズ No.1 "Specifications and Construction Methods for Hot-Mix Asphalt Paving" 参照のこと。

**5.307 その他** こうして決められた全厚はアスファルト処置ベースを用いた場合減厚しても良い。この修正については5.404に述べる。このチャートでは42.000 lbs(18,351 kg)が単軸荷重の最大値であるが、これはアスファルト舗装に対する最大限度を意味するものではなく、現在のハイウェイの設計最大値として通常採用されているからである。

実例では総重量500,000 lbs (226,800kg) の軍用飛行機に対するアスファルト舗装が設計されたことがある。42,000 lbs以上に対する設計曲線はThe Asphalt Institute事務所で入手出来る。

#### (2) アスファルト表層とバインダー層の型と厚さ

**5.308 概説** アスファルト舗装構造の融通のきくところは表層とベースコースの種々異なった型式のもの、交通と気象条件に屢々どれも適当していると言うことである。

州府の道路技術者やThe Asphalt Instituteの技術者は地方条件に適している施工経験を持っているから彼らに相談するとよろしい。郊外の古い道路特に多粘土型土壤では実際には設計法で必要とする厚さ以下で充分であることが屢々ある。逐年漸増の交通下では或る種の粘土質土壤が次第に地耐力を増加する特性があるからであるが、かと言つて新設の場合設計厚を低減することは好ましくない。時には設計所要厚の半分以下で実際に間に合っていることがある。この場合は土壤地耐力の評価が實際より低過ぎると、考えられるべきである。

#### 5.309 表層の特性と機能

アスファルト舗装構造の表層は次の特性機能を備えねばならない。

1. 平坦で騒音のない表面
2. 磨耗に抵抗するもの
3. 車跡と押出しその他の変形に対し高い安定性を有するもの
4. 滑りに対して大きな摩擦係数を持ち素引に都合良いこと
5. 防水に対する充分な不滲透性密度を有し、気象の影響を受けず凍結融解の繰返しに対しても損傷されないもの

**5.310 アスファルト合材に対する要求** 合材には安定度と空隙率その他の特性が要求される。詳細は協会発刊(The Asphalt Institute)の便覧No.2の Mix Design Methods for Hot-Mix Asphalt Paving を参照されたい。

尚この舗装の建設について次の協会発刊物がある。

1. Specifications and Construction Methods for Hot-Mix Asphalt Paving for Streets and Highways, Asphalt Institute Specification Series No.1
2. Asphalt Plant Manual, Asphalt Institute Manual Series No.3
3. Asphalt Paving Manual, Asphalt Institute Manual Series No.7
4. Asphalt Handbook, Asphalt Institute Manual Series No.4
5. Asphalt Macadam, Asphalt Institute Specifications MP-1, MP-2, SS-1, or A-1
6. Asphalt Plant Mixes, Asphalt Institute Specifications SS-1, A-6, CL-2, CL-3, or CL-4
7. Asphalt Mixed-in-place, Asphalt Institute Specifications RM-1, RM-2, or RM-3
8. Asphalt Surface Treatment, Asphalt Institute Specifications S-2, S-3, S-5 or Combination thereof.

**5.311 表層の型式と厚さの決定** 一般にはV-3表、V-4表を用いられたい。V-3表は各交通密度に対して耐用年数と品質及び費用を関連づけたものである。V-4表はアスファルト舗装の各型式に対するThe Asphalt Institute の示様書と舗装厚との関係を示したものである。現場施工経験で適切であることが確認される場合は勿論ここに掲げる表層とベースの示様厚さは変えても良い。一般にコースの真下に良品質材料を用いる場合はV-4表が妥当である。極端に重い軸荷重に対しては示様厚は増大するが、この厚の下に良質のアスファルトベースコースをおく。(ノート2のV-5表参照) 逆に正常の軸荷重の場合5.402で述べる型の高品質アスファルトベースでバインダーコースの1部、もしくは全部を代用してもよろしい。

#### ノート

- a. 後で上層を増置してステージコンストラクションに用いられる。本便覧7章参照
- b. The Asphalt Institute 示様書、RM-1, RM-2はこの交通状態に対して推奨される。
- c. The Asphalt Institute 示様書 SS-1, A-6 はこの交通状態に対して推奨される。
- d. The Asphalt Institute 示様書 MP-1 は最大厚さ $2\frac{1}{2}$  in に対するもので、2 in はV-2図の極優秀(excellent) ベースで軽交通の場合である。
- e. The Asphalt Institute 示様書 SS-1 又は A-1 はこれらの交通状態に対して推奨される。
- f. 表層及びバインダーコースを含む  
表層とバインダーコースの合計厚は、これらの厚に四

敵する強度のアスファルトベースの厚さを増せば、その増分だけ減厚してもよろしい。

表層、バインダー及びベースコースの合計最小厚はV-5表と5.403参照のこと。

**5.312 摩擦係数** 表層の最も重要性質は摩擦係数である。これは次の事柄を管制すれば得られる。

1. 細粗骨材か交通による研磨作用で擦り減りに抵抗すること。

2. 合材が夏期フラッシュしないだけの空隙を有すること。

磨耗のない材料が極めて高価な処では表層厚を  $\frac{1}{2}$  in (1.3cm) 減らしてもよい。しかし一般的には表層は1乃至2 in (2.5cm乃至5.1cm) 厚なければならない。軽又は中等交通では  $\frac{1}{2}$  in (1.3cm) 厚以上の表面処理を屢々用いる。

粗な荒い組成表面はサンドベーパー型より滑り抵抗は劣る。アスファルトの過剰を避けること、粒度が適当であることが重要である。

**5.313 バインダーコースの型式と厚さ**

表層下の第2層をバインダーコース又はレベリングコ

ースと言う。これは研磨作用や気象に露出されないから表層とは要求される条件が異ってくる。碎石は耐磨耗性が少なくてよろしい。しかし強度は表層と実質的に同等でなければならぬ。空隙率は若干高くてもいい。

**5.314 併用鉱物質骨材の砂当量**

必要量だけ併用される礦物質骨材は AASHO T 176 の方法で砂当量試験をしなければならない。次の規格に合格しなければならぬ。

表層及びバインダーコース用アスファルトコンクリートに併用される骨材	55以上
-----------------------------------	------

プラント混合アスファルト表層及びバインダーコースに併用される骨材	45以上
----------------------------------	------

路上混合アスファルト表層用骨材	35以上
-----------------	------

3部終り

(世紀建設工業(株)常務取締役)

〔本連載は17号には都合により休載しましたが、16号よりのつづきとして、続けてお読み下さい。〕

### ☆☆☆ 皆様へお願い ☆☆☆

本誌は今まで一般広告の掲載をしない方針をとって参りましたが、一部の皆様よりの御欲望もあり、更にまた本誌及び別冊発行費用（今後とも読者の皆様からは購読料を頂かずして発行配布するため）の一部援助を考慮致しまして、次号第19号（4月発行）より一般広告の掲載を取り扱うことに致しました。

読者の皆様方のうち関連産業会社の社名、取扱製品名等の広告を御欲望に応じて掲載致します故、何卒御協力下さいますよう御願い申上げます。

詳細は別便にて関係各位へお送り致したので御参考下さい。尚、お手許にない場合は本会までお問合せ下さい。

### ☆☆☆協賛広告掲載のお願いについて☆☆☆

編集委員 比毛 関・服部謙二・間世田益穂・松田正二・南部 勇・清水利英・沢田寿衛

協会顧問 西川栄三・市川良正

編集担当 櫻島 務

アスファルト 第4巻第18号 昭和36年2月4日 発行

社団法人 日本アスファルト協会

東京都中央区新富町3~2

TEL 東京(551) 1131~4

発行人 南 部 勇

光邦印刷株式会社印刷

社団法人 日本アスファルト協会会員

正会員

〔地区別 BC順〕

朝日瀝青株式会社	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
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 鉛
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	シェル石油
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
日米石油東京支店	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2の14	(591) 2740	新亞細亞
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
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	大阪市福川区鷺洲本通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
中西瀝青産業大阪営業所	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
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(8) 0341	昭石・大協

贊 助 会 員 [ABC順]

新亞細亞石油株式会社 (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

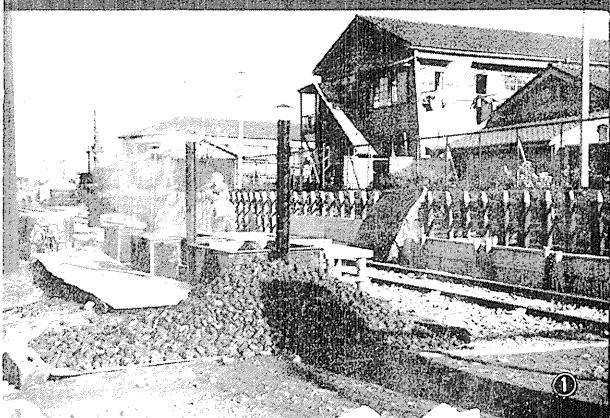
シェル石油株式会社 (231) 4371

三菱石油株式会社 (501) 3311

三共石油化工株式会社 (281) 2977

# 鉄道線路にアスファルト道床が試作された

本文 2 ページ参照



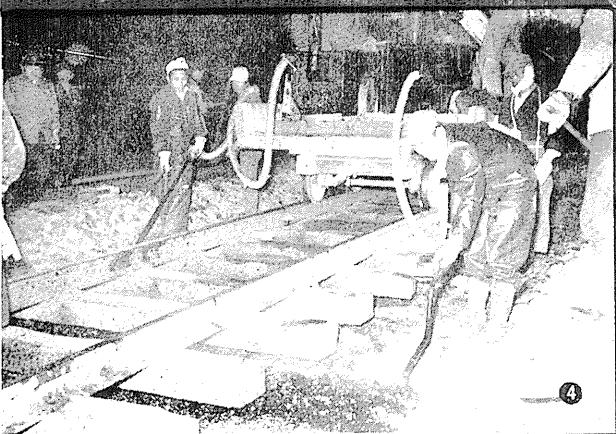
①

## アスファルト一層浸透式工法

- 写真① アスファルト溶解用かま
- 写真② 軌きようこう上仮受台そう入
- 写真③ トロ現場到着
- 写真④ アスファルト撒布
- 写真⑤ 碎石撒布



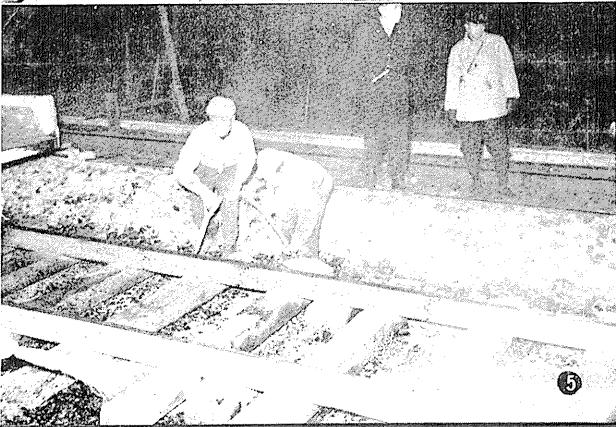
②



④



③



⑤

アスファルト 第4巻第18号 非売品

昭和36年2月4日発行