

# アスファルト

第6卷 第33号 昭和38年8月4日 発行

## ASPHALT

33

社団法人 日本アスファルト協会

# ASPHALT

## 目 次 第 33 号

AASHO 道路試験により道路および

街路をもっと良くする方法を知った.....	板倉研究室訳 2
アスファルト・タンカー .....	林 源 作 3
アスファルト系断熱ボード .....	村 山 健 司 8
東京都附近のアスファルト・プラントの実態について.....	
.....別 所 正 彦・秋 山 政 敬・片 野 洋 10	
Introduction to Asphalt 連載第17回 .....	工 藤 忠 夫 15
ドイツ北海岸における干拓および海岸工事と	
アスファルトについて .....	板 倉 忠 三 21

### 読者の皆様へ

“アスファルト” 第33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. 6, No. 33 Aug. 4, 1963

# ASPHALT

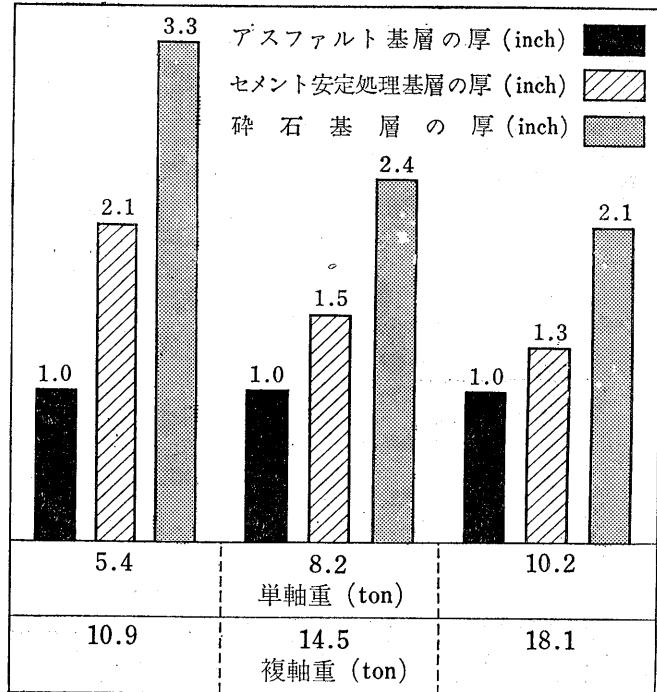
Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

Editor · Isamu Nambu

## すべての道路交通に対してアスファルト基層の優秀なことが立証された！

米国の道路研究局特別報告61Eから採録した図は7.6cm(3inch)の表層と10.2cm(4inch)の下層路盤で、P=2.5における基層の機能の比較を示している。

軸荷重(ton)		基層厚(cm)		
単軸	複軸	アスファルト	セメント安定処理	碎石
5.4	10.9	2.5	5.3	8.4
8.2	14.5	2.5	3.8	6.1
10.2	18.1	2.5	3.3	5.3



## AASHO 道路試験により道路および

## 街路をもっと良くする方法を知った

最近完了したAASHO道路試験は、道路および街路建設技術者に大きなニュースを提供している：

### 1. アスファルト基層とセメント安定処理基層との比較

5.4ton(12,000lbs)の単軸荷重および10.9ton(24,000lbs)のタンデム(複軸)荷重に対して、アスファルト基層の有効度合はセメント安定処理基層の2.1倍である。

例えば、10cm(4inch)厚のアスファルト基層は21cm(8.4inch)厚のセメント安定処理基層と効果が等しい。

また、8.2ton(18,000lbs)および14.5ton(32,000lbs)の荷重に対しては、アスファルト基層の有効度合はセメント安定処理基層の1.5倍である。

### 2. アスファルト基層と碎石基層との比較

5.4ton(12,000lbs)および10.9ton(24,000lbs)の荷重の下で、2.5cm(1inch)厚のアスファルト基層は、8.4cm(3.3inch)の碎石基層と置換えることができる。

また8.2ton(18,000lbs)および14.5ton(32,000lbs)の荷重の下で、2.5cm(1inch)厚のアスファルト基層は、6.1cm(2.4inch)厚の碎石基層と置換えることができる。

このことは、地方の道路技術者にとっては、多層の深いかつ強度の高いアスファルトを用いた建設——即ちア

スファルト基層上のアスファルト表層——は、これまでよりも強かつ耐久性のある道路とすることができるこことを意味して興味深い。

道路建設用の骨材が少くなつて来た今日、その骨材の需要を減ずることを意味し、かつ実際的、経済的な段階的建設を支持する力強いデータを提供している。

以上ののみならず、深部まで強度を与えるこのアスファルト基層を有する舗装は、さらに他の利益を有している。

即ち、この舗装は、構築がより速やかにかつ容易であり、かつまた維持が容易で低廉にできる。また防水的で、凍上には抵抗力高く、融氷用化学薬品によって害を受けない。

交通車線の縁取りあるいは側帯は、日夜および降雨あるいは日射の強い時でも、他のものより見分け易く、かつ安定性が高い。またアスファルトの表面は騒音がなく乗心地がよい。これらを総合すると、これらの諸々の事実は次のように結論づけられる：

1inchに1inchを加え、1ドルに1ドルを加えて、深い所まで強度を与えたアスファルト舗装は、すべての道路および街路に対して最も安全な投資である。

(Asphalt Institute, Quarterly, April 1963)

(北海道大学工学部 板倉研究室訳)

# アスファルト タンカー

林 源 作

## 1. まえがき

船舶の種類は色々ありますが、最近は時代の要求により特殊な用途、構造をしたもののが続々研究開発されています。

例えば日本原子力委員会を中心としたグループにより研究されている原子力観測船、外国との技術提携により建造されて素晴らしいスピードで走りまわる水中翼船、当社が開発した世界最初の双胴船型の大型遊覧船、カーフェリー、消防艇等、各社夫々が特色を持つ船舶の開発を、他社に遅れをとらじと懸命に推進しているのが実状であります。

最近、ガス体又は固体を液化して海上又は陸上輸送する事が行われていますが、タンカーの場合、運ばれるものの温度により種類を分けて見ますと、常温、低温、高温の三つに分ける事が出来ます。

常温のものを運ぶタンカーには、原油、精製油等を運ぶオイルタンカー、粉状のものを運ぶもの、例えばセメントタンカー等があります。

低温にして運ぶものには、L.P.G (液化石油ガス) タンカー、L.M.G (スタン) タンカー等があり、最近続々建造され就航しています。

又高温のものを運ぶものとしては、ここに紹介するアスファルトタンカーがあります。

このアスファルトタンカーは L.P.G、L.M.G 等の如く低温の液体を輸送するのと異なり、常温では固体であるアスファルトを溶融したままの状態、即ち高温溶融体として輸送する為に作られたタンカーであります。

## 2. アスファルトの輸送

従来アスファルトの輸送は、海上陸上を問わず、固化された状態で輸送されていました。即ちドラム罐や紙袋等の容器に入れ、固まったものが積込、輸送されていました。しかしこの方法では相当無駄な点があります。

まず特殊なドラム罐、紙袋類等を多量に用意する必要があります。そしてこれに一々充填せねばなりません。そして積込、積卸し等には、多大な労力、輸送設備、荷役機械等が必要となります。運搬時には、これ等容器間相互の空間が相当量あり、又容器自体もドラム罐等は相当の重量があり、容積、重量の点から見てもアスファルトの船内積込について、その積載量を減少させています。これ等はアスファルトの輸送費を高くする原因になっています。

又使用する場合、容器より取出す為には容器の破壊又は、加熱による再溶融等が必要であり、之等の容器は再使用は不可能となります。容器類に付着して取出し得ず捨て去られる量も無視する事は出来ません。

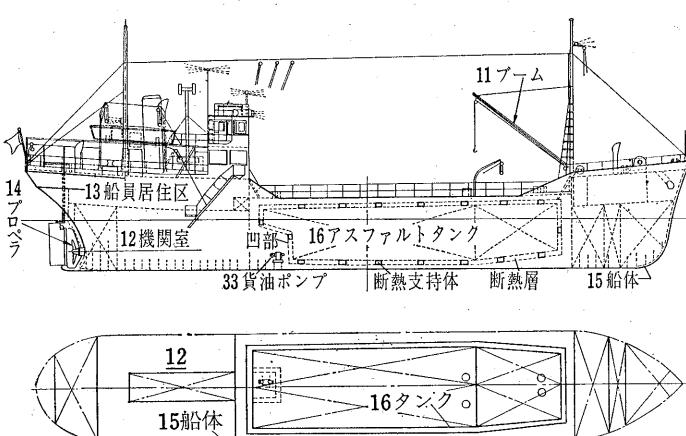
これらの種々の無駄が重なり、アスファルトについてかなりのコストアップになる事になります。

以上の無駄を無くすにはどうしたら良いか?

それは言う迄もなく溶融されているアスファルトを固化させず、溶融されたままの状態で輸送すれば最も合理的であります。

しかしここに厄介な問題があります。つまりアスファルト自身の温度による変化であります。

常温で液状であれば問題はありませんが、



第1図(上) アスファルトタンカー外観図

第2図(下) 平面図

(2)

アスファルトは常温で固体、35°C位で軟化し、200°C程度で溶融状態を維持しますが、130°C附近より温度が下ってくると粘度が高まり、粘着固化状態となって来ます。（製品の種類により若干異なります）

普通のオイルタンカーの様な構造、即ち船体に区割を作りタンクを形成して、底部に加熱管装置、ポンピング装置を設けたものに溶融アスファルトを積載したとすると大変な事になります。

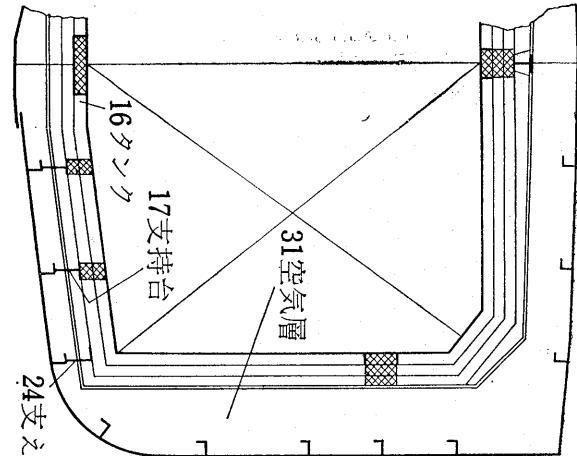
船側は鋼板1枚だけでて、低温で多量の海水が船体をとりまいています。この為アスファルトはその熱を鋼板を通してどんどん海水に奪われ、粘着固化現象が始まります。一旦冷却が始まると、固化現象が始まりますと、船舶の様な大容量のタンクに於ては、たとえ底部に加熱装置を設けておいたところで手の施すすべがなくなります。加熱装置の周囲、直上部では充分溶融されても、広範囲の対流現象は望み得べくもなく、又高温にて加熱すれば引火点（約240°C）に達するという厄介なことになります。又部分的に粘着固化現象が始まると、周囲に拡がり、船体タンクの如き巨大な容器にては取出しが不可能となり、船体を破壊するか又は完全に冷却して固化してから適当な大きさに粉碎して取出さねばなりません。

以上の様な事から、従来は船による直接積込輸送は行われていませんでした。

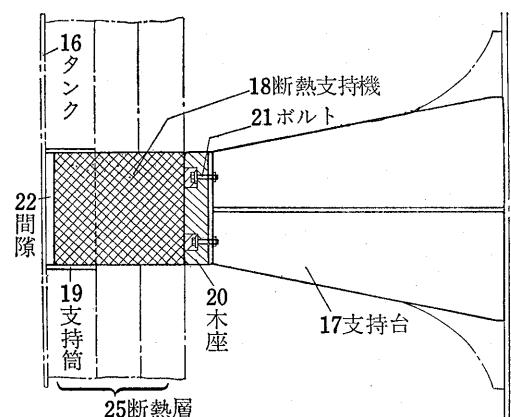
### 3. アスファルトタンカーの構造

最近道路工事が各地で活発に行われ、これに伴いアスファルトの需要は高まり、その輸送量も急激に増大してまいりました。しかし輸送方法は旧態依然たるものでありました。

昭和油槽船株式会社と当社に於ては、アスファルトを溶融状態の儘運び得れば多大の輸送コストの低減になる事に着目し、種々研究の結果、有効なる保温加熱装置を有するアスファルトタンカーを発明、之を特許庁に「高温溶融物運搬船」として昭和34年6月出願、昭和38年3月特許番号第306512号として登録になりました。これと同時に世界各国へも特許出願を行い、現在イギリス、フランスに於て特許権を取得し、西ドイツ、スエーデン、アメリカは出願中であります。



第4図 タンク横断面図



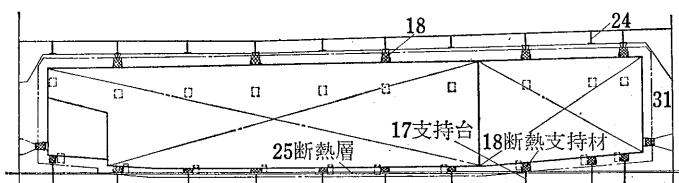
第5図 側部断熱支持材構造

このアスファルトタンカーの構造を図によって説明しますと、第1図はアスファルトタンカーの外観側面図、第2図はその平面図で、船体15の内部に別個に作られた大きなアスファルトタンク16を取付け、タンクの船尾側には溶融アスファルトをタンクへ注入、排出する為の荷油ポンプ33を備えています。12は機関室、13は船員居住区、14はプロペラであります。タンクは4つの区割に分けられ、その周囲は夫々船体と若干の間隙を以って据付けられています。

日本の工業水準は段々世界の一流に近づいたといわれていますが、それでも外国からの技術導入は多数にのぼり、多額な代償で権利を買いつつ、実施料を払っている実状の多い現在、反対に外国の特許権を取り得た事は、聊か自負出来ることと思って居ります。

その据付方法は第3図のタンク縦断面図、及び第4図の横断面図で示す様に、船体15に取付けられた支持台17に断熱材を圧縮して作った支持材18を取り付け、この支持台によりタンクを支えます。

更にその支持台部は第5図により側部では支持台17に



第3図 アスファルトタンク縦断面図

③

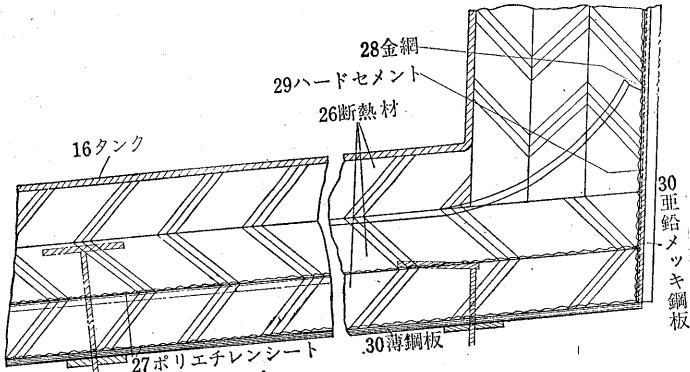
堅木で作った木座20をボルトで取付け、断熱支持材18をタンクに取付けた支持筒に挿入し、木座上に乗る様にします。そしてこの支持材の部分は別に船体に取付けられた支え24により支持される、タンクの周辺に取付けられた断熱層25の中に埋め込みます。

支持台部の構造はその取付位置により若干変り、側部では第5図の様に間隙22を置いて取付けられ、上部は第6図、底部は第7図の様に取付けます。

又断熱層25の詳細は第8図の様に、防熱材(岩綿ラスボーラー)26を3層に重ね、防水の為にポリエチレンシート27が取付けられ、底部を除いてその外側に金網28を張り、更にハードセメント29を15mm厚程度に塗布し、最後に底部を薄鋼板、基の他を亜鉛メッキ鋼板で全周を包み、アスファルトタンクの防熱を完成します。

以上でお分りの様に、アスファルトタンクの全周に断熱材を取付け、更に船体との間に空気槽を形成して船体更に海水との熱的連絡を断ち、溶融アスファルトをタンクに注入、排出する事による熱膨脹又は収縮による影響を船体に及ぼさない様にしたものであります。

又アスファルトタンクを支持する部材は何れも断熱材を介しているので船体とタンクの金属部分がぢかに接触している為の、高速度の熱の漏洩と部分的冷却によるア



第8図 断熱層断面図

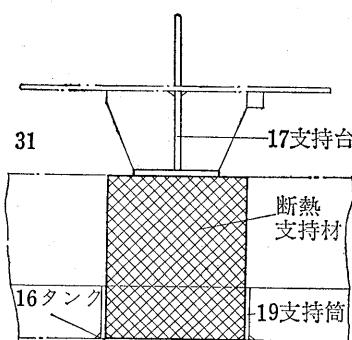
スファルトの粘着固化現象の発生と、その全体へのひろがりが防止され、機関室、船員居住区その他船体構造が高温にさらされる危険がなくなります。たとえ小さな金属部分の接触であってもその熱損失は大きく、前述の様なタンク全体への固化現象の伝播となりかねなく、船体及びタンクを破壊して取出す様な事になるかも知れません。

タンクの構造は以上の通りですが溶融したアスファルトをタンクに積込積卸する装置について説明しますと、第9図はポンピング装置の平面図、第10図は縦断面図の一部、ポンプ附近を示します。

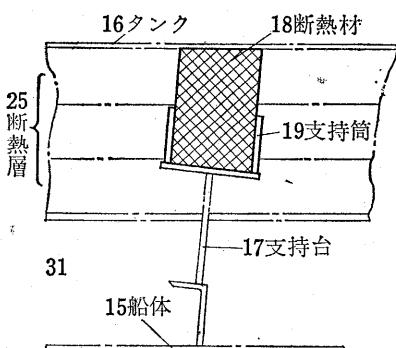
タンクへ注入する場合はそのままパイプを通して各タンク内へ入れます。取出す場合は、各タンクの区割内に1つづつベルマウスと呼ぶ吸入口49を設け、コック43を介し分歧管41より吸入管35に連絡され、タンク後部の凹所32に設けられた荷油ポンプ33に連絡されます。ポンプより吐出管は再びタンク内へ導かれ、パイプ34をへてデッキ上に出て取出口39に至り陸上の施設等へ送られます。

パイプの熱影響による伸縮は、パイプの途中に取付けられた伸縮接手36により逃がしております。

又これらのパイプの暴露部分は総て保温材にて被覆され、積込積卸作業中にアスファルトの温度低下を防ぐとともに、乗組員又は取扱者が不用意に高温のパイプ等に触れ、火傷する事のない様配慮されています。又それのみでなく、第9図、10図及び11図に明細に示す様に、加熱管37を油送管、伸縮接手、コック、荷油ポンプ、ベルマウス等の周囲又はパイプの中を通し、温度の低下が積込積卸時に起らぬ様にしています。又加熱管の途中にはその伸縮を防ぐ為にループ状の屈曲部を設けてあります。又積込地より積卸地の間が遠距離の場合は、長時間タンク内に貯留する必要上、タンク全体を加熱して粘着化を防ぐ為、タンク内の底部、側部、上部に加熱管を配置して、溶融必要温度を保つ様にしています。その加熱の為に使用する熱源は、船自身の推進機関用の蒸気、排ガス、又は電気その他を使用する事が出来ます。接岸して荷役の場合は地上の施設より加熱蒸気、ガス等の供給を



第6図 上部断熱支持材構造



第7図 底部断熱支持材構造

(4)

受けで使用する事も可能です。

このポンピング装置に使用される機械、器具等には、高温に対する特別な配慮が必要となつて来ます。

荷油ポンプはギヤー式のものが普通使われますが、そのケーシングの外側に更に二重にケーシングを作りポンプ本体を加熱出来る様にしています。又シャフトの両端部のグランド及び軸受部には冷却油による強制冷却が行われ、この冷却油を循環させるポンプ、油を冷却する為の冷却油冷却器、冷却油タンク、冷却器に通水する海水を送る為のポンプが夫々取付けられる事になります。

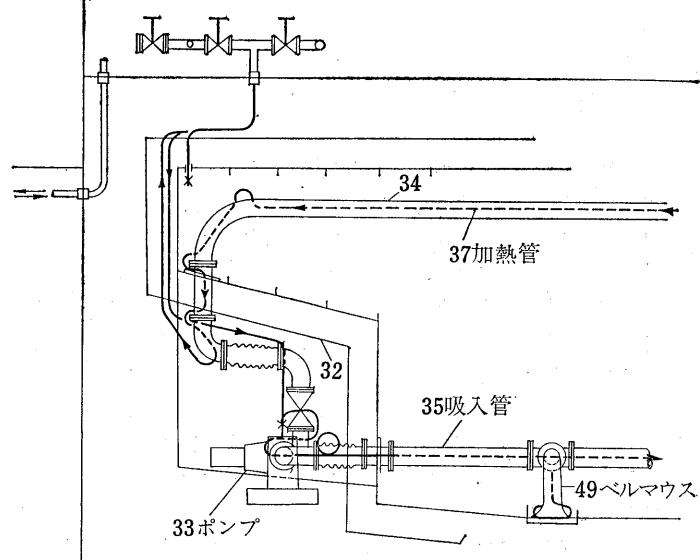
配管の途中に使用されるコックは二重操作方式のものとし、残留アスファルトによるコック本体の膠着を防止し、再び使用する場合、作動出来なくなる事のない様にしております。

アスファルトタンカーは以上の様な構造ですから、溶融アスファルトをそのままタンクへ入れて輸送し陸揚げする事が出来ますから船内へのアスファルト積載量を増大する事が可能となります。

更にポンプの駆動と、パイプ、コック等の操作により、甚だ簡単に且短時間に作業を終了し得る為、クレーン設備、輸送設備及び多数の人員等は全く不要となり、アスファルトの輸送費は相当にコストダウンされる事が出来ると思います。

#### 4. アスファルトタンカーの建造

我が社に於ては既に3隻のアスファルトタンカーを建造した実績を有して居ります。之等は何れもオイルタンカーを改造して溶融アスファルトを積載出来る様にした



第10図 ポンプ附近縦断面図

ものであります。

その第1船は昭和油槽船株式会社殿の所有船、昭建丸(390総屯)で、之がアスファルトタンカー第1号であります。昭和34年3月着工、6月に定期検査その他の工事を含めて完工致しました。

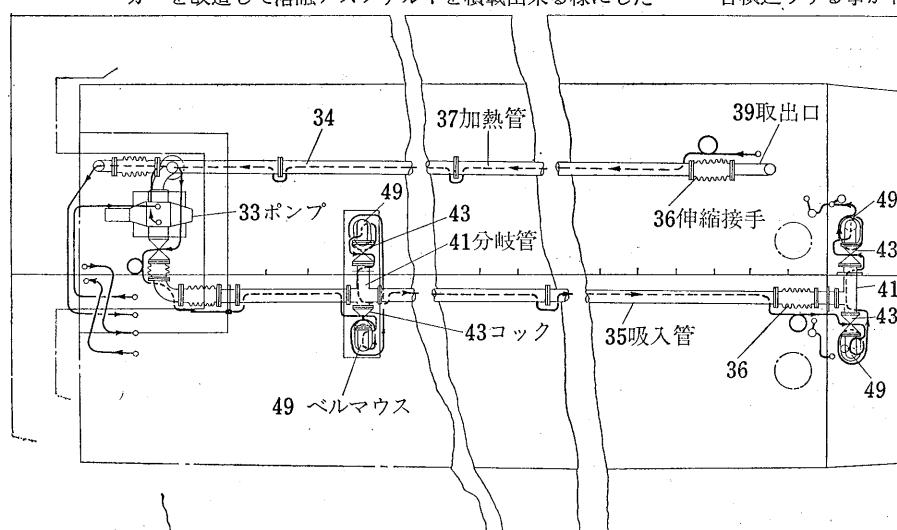
その後昭和37年1月近海タンカー株式会社殿のあすざん丸(448総屯)、同じく昭和37年8月第2あすざん丸(445総屯)の各船の工事を完了致しました。

アスファルトタンカーの特色は上記の通り、高温溶融状態のアスファルトを運搬する事にあるので、工事の際に特に留意した点はタンクの保温と、之に関連するタンクの支持装置についてであります。

タンク支持の為の断熱支持体にはアスペストクロス積層圧縮材を使用する予定でしたが、圧縮荷重を受けた場合横辺りする事が判り、防熱固体体(エフビーライト)とアスペストクロス圧縮材とを併用致しました。

この支持材の受ける荷重は、タンクにアスファルトを満載した場合には、タンク、保温等の外装材、積載されるアスファルト等の重量を合計すると約 400 ton となります。

断熱支持材は船底には58ヶ所に取付けられ、その受圧面積にかかる単位面積あたりの荷重は約 13 kg/cm<sup>2</sup> となります。防熱固体体(エフビーライト)の耐圧性能は、テストピースにより圧縮試験を行った結果、90~100kg/cm<sup>2</sup> の破壊強度を有していました。



第9図 ポンピング装置

船体形状、タンク形状の計測の誤差、タンク積込時の位置決め等の違いにより、支持台にかかる圧力が一定ではありませんので、アスペストクロス圧縮材で適当に調整し、均一な圧力が船底にかかる様に施工致しました。

又圧縮試験の結果、製品には相当の強度のバラツキがある事がわかりましたので、支持面積の決定には、相当の余裕を持たせる必要がありました。

保温工事完了の後、第2あすざん丸に於て、真水をタンクに入れ、加熱後保温テストを施行した結果、各タンクの平均温度がテスト開始前 92.96°C で、48 時間経過後に 91.01°C ありました。差は 1.95°C であり、1 日に約 1 °C の温度降下で、極めて良好な成績を収め得ました。

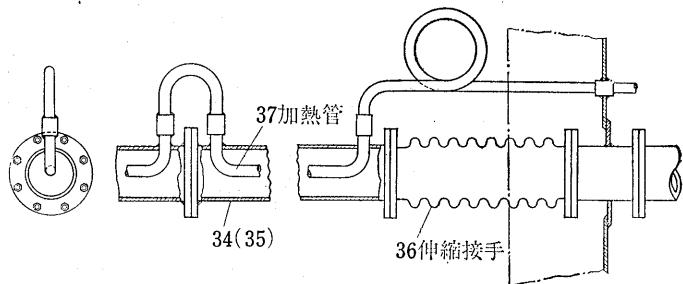
上記3隻は本州沿岸航路に就航し、溶融アスファルト輸送に多大の成果をあげて居ります。

之に刺激され、各社でも続々アスファルトタンカーを建造する計画を有している様子であります。

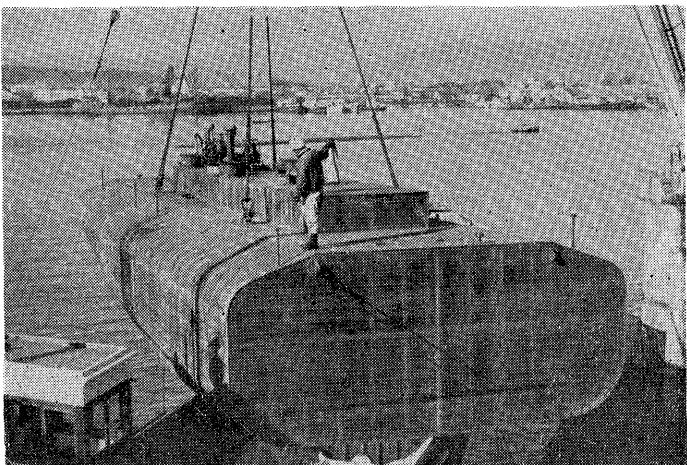
石油精製工場より各荷揚地迄はこのアスファルトタンカーにより、多量に輸送出来る様になった訳ですが、こより現地迄の輸送はアスファルトタンク・ローリーにより小分けされて運ばれて居り、それには保温装置は一応設備されているが完全なものではなく、その為輸送時間に限界があり、遠距離には運ぶ事が出来ません。

それ故、このアスファルトタンカーと同様に、断熱効果の優れた、又有効な加熱装置を備えたタンクローリーを作る事により、日本全国どの様な土地へでも溶融アスファルトを運び得る事が出来れば、更に経費は節減出来るものと思われます。

そしてアスファルトの生産が大巾に増大して來た今



第11図 加熱管詳細図



日、国内はもとより、外国へも、大型アスファルトタンカーが建造される事により、溶融アスファルトをどしどし輸出する事も近い将来に於て実現されるものと期待して居ります。

(筆者：日本鋼管株式会社清水造船所 所長)

### 「アスファルト」誌協賛広告について

平素は弊会業務につきまして格別の御懇情を賜り厚く御礼申上げます。特に弊会より年6回発行致しております「アスファルト」誌に関しましては各位より御指導御協力を賜り、満6周年第33号まで悉く刊行、発行部数は各号5,000部に達し得ましたことは、皆様方の御鞭撻によるものと深く感謝して居る次第であります。

「アスファルト」誌は、すべて無償にて全国のアスファルト利用者へ、さらに又、アメリカのアスファルト・インスティテュート等、海外へも洩れなく配布致しております。

「アスファルト」誌の内容も、海外の新しい研究記事をアメリカのアスファルト・インスティテュートより提供を受け機会ある毎に翻訳掲載し、国内では利用者側の建設省、道路公団他、民間部門より、生産者側からは石油会社を中心とするアスファルト研究者よりそれぞれ有力な執筆者にお願いし、より豊富な内容とするため、常に努力致しております。最近では道路関係、一般工業関係からアスファルトの利用は、徐々に新分野へ拡がりつつあります。これの新しい利用に関しましても関係者の研究記事、解説等を掲載しております。

「アスファルト」誌は上記の通りの趣旨にて発行し、皆様方のアスファルトの参考図書、資料、又は指導書として広く御好評を得、現発行部数5,000部にても、洩れなくお配りすることが出来なくなるほどの御註文を頂いております。既に申上げました通り、「アスファルト」誌は皆様方より購読料を頂いておりません。

皆様方の御鞭撻と御好評を土台と致しまして、本邦唯一のアスファルト関係の参考図書として、今後も引き続き、豊富な内容を掲載し、全国の利用者の皆様方に洩れなく御利用頂くため、「アスファルト」第19号より広告欄を設け、皆様方の協賛広告の頁を挿入致すことに致しました。

何卒、協賛広告掲載に御協力下さいますよう御願い申上げます。尚、詳細は本会事務局までどうぞ。

----- 社団法人 日本アスファルト協会 T E L. 東京(551) 1131-4 -----

# アスファルト系断熱ボード

## Bituminized insulating board

H. Abraham Asphalts and Allied Substances

Vol. III, p. 362 (1962) より訳出

村山 健司

アスファルト系断熱ボードは建築物、自動車、冷凍室 (refrigerating chambers), 冷凍倉庫 (cold-storage warehouses), 冷凍車 (refrigerator cars) 等の内張りに供される。

幾多のタイプのものが発表されており、次に列記する。

- 1) 薫、草、木屑、泥炭の如き纖維質をアスファルトおよび石灰とまぜて薄板 (sheet) にしたもの
- 2) 有機質纖維と砂を、アスファルト・コロジオン乳剤で結合したもの
- 3) 紙ファイバー (paper fibers) をアスファルト・ゴム乳剤で結着したもの
- 4) 粉末イオウを含むアスファルト・ゴム乳剤
- 5) アスファルト、ラテックスおよび水溶性アルギン酸塩より成る乳剤
- 6) 膨張させた真珠岩 (expanded perlite) を混ぜた有機質纖維
- 7) 有機纖維と砂を溶融アスファルトまたはコールタールピッチでよく均一にまぜ、ロールにかけるか圧搾して薄板にする。
- 8) 毛をアスファルトで耐水性にしてできた薄板
- 9) シサル麻 (sisal, 各種ロープ用に供す) の纖維、充てん物 (fillers) およびアスファルトを圧搾して薄板としたもの
- 10) 木材パルプとアスファルトの混合物を圧搾して薄板にし、その表面をセメント又は石膏で処理したもの
- 11) コルクとアスファルトを圧搾して薄板にし、表面づけしたもの
- 12) アスファルトで耐水性にしたアスペスト纖維を、スラリ状のフェノール系樹脂とまぜ、型に入れて薄板とする
- 13) 鉱物綿 (mineral wool) をアスファルト系結合剤、たとえばギルソナイトまたは pressure tar とまぜ更に樹脂を加えまたは加えずに薄板に成型する

- 14) 無機質の耐火処理剤を入れたアスファルトで裏板に接着された鉱物綿 (mineral wool, スラッグを溶解して造った羊毛状纖維) のかたまり、
- 15) 鉱物綿を sprayed asphalt またはアスファルト乳剤で処理し、型に入れて薄板としたもの
- 16) 鉱物綿とヒル石 (vermiculite) をベントナイトで結合したもの
- 17) 32.5%を越えぬ耐水性結合剤を含む鉱物綿を型に入れ、ケット、ブロック、又はパイプ被覆材としたもの
- 18) リグニン・スルホン酸カルシウムを 2%含む鉱物綿
- 19) 鉱物綿と製紙用パルプを粉碎した硬質アスファルトとよく混ぜ、薄板に成型し、熱して水を追出し、アスを融合させる
- 20) グラスウールをアスファルトまたはコールタールビッチで耐水性化し結合させる。
- 21) 粉碎アスファルト、アスファルトおよび粘土、天然または合成の樹脂、メチルメタクリレート、ワックス、glyptols、アマニ油、ピッチ、タール、ステアリン、牛脂等の結合剤とグラスウールの組合せ
- 22) アスファルト乳剤で結合したグラスウール
- 23) sulfite-cellulose liquor (トル油) で耐水性にしたファイバーボード
- 24) アスファルトまたは揮発分を除いたコールタールで含浸したファイバーボード
- 25) 漆青処理した織物でつくった薄板
- 26) アスファルトで耐水性にした薄層を重ねた絶縁ボード、またはその表面と縁をアスで含浸したもの、あるいはコールタールピッチ、アマニ油ピッチ等で含浸したもの
- 27) 絶縁ボードを紙で包み、アスで接着させたもの
- 28) 石膏ボードの層にアスで接着させた絶縁ボード
- 29) ストアスで薄く表面を予備処理し、ストアスでカットバックしたギルソナイトとパラフィンワックスで

- カットバックしたモンタンロウの混合物を、溶融状態にして上塗りした絶縁ボード
- 30) wax tailings で飽和したアスベストボード
- 31) アスファルトで固めた繊維ボードまたはフェルト
- 32) アスファルトで固めたコルクボードの薄板
- 33) palmetto の髓、製紙原料およびパラフィンワックス乳剤でつくったボード
- 34) アスファルト飽和フェルトと、ブローンアスファルト・ヒル石または膨張真珠岩(expanded perlite)混合物を接着させた二層物
- 35) アスファルト飽和紙をアス乳剤・ヒル石混合物と接着させた二層物
- 36) hair felt とアスベストを交互に層としてアスファルトで接着させ、紙を表面につけたもの
- 37) 多数の felt sheets をアスファルトで成型加工したもの
- 38) 孔あき瀝青化フェルトのシートを孔のないシートと交互に接着させたもの
- 39) アスファルテン・充てん材混合物で加圧下に接着させた sheets of cloth
- 40) アスファルトで耐水処理したチリメン紙を幾枚も重ねたもの
- 41) アスファルトとアワ入り高炉スラグの混合物を心として造った積層物
- 42) 繊維質絶縁ボードの心を、屋根ぶき材料の表面材にアスファルトで接着させたもの
- 43) 耐水性にした繊維質絶縁ボードの心を、合成樹脂で表面処理したもの(壁用タイルとして用いられる)
- 44) アス乳剤あるいは樹脂でアスベスト・セメント表面材に接着させた繊維質絶縁ボードの心をもつ積層薄板
- 45) 金属板をアスベスト・セメントの表層にアスで接着

- したもの
- 46) アスベスト・セメントの心を、アスでコルクボードの表面層に接着したもの
- 47) 多孔性骨材を含むポートランドセメントの薄板をアスで表面処理したもの
- 48) 繊維質絶縁ボードの心から成る積層薄板を、金属表面薄板にアスで接着させたもの
- 49) 金属板で表面をかぶせ、アス飽和フェルトで裏付けしたアスファルトマスチックから成る積層板
- 50) 石炭タールピッチ、クレープラバー、および酸化亜鉛から成る spacers で形成された板で、繊物で補強されたもの
- 51) 木びき屑へ、ボードの製造工程間に、粉碎した vinsol, risin と少量の明パンを加え、加熱加圧下で積層板にする
- 52) フェルトに、あるいはその製造工程中に、石油系炭化水素にほとんど溶けない松ヤニ(例えば vinsol)をませ、できたボードを熱アスファルト中に含浸する
- 53) 粉碎した堅木(カシワ、マホガニ等)タールピッチをふりかけ、その融点以上の温度で加圧し、表面を耐水性にしたファイバーボード
- 54) 繊維板(fiberboard)を 30% のアスファルトで含浸させ、その上を合成樹脂で接着させた紙で覆う
- 55) 繊維板は、その表面を耐火性化剤と熱で流れるのを防止するための filler を含むアス乳剤で処理して、耐火性にされる
- 56) またクラフト紙の表面にアスファルトを接着させて耐湿性にされる
- 57) 防音性をもち室内壁に供される装飾表面材として、wall board に瀝青処理フェルトの積層シートをつけ、顔料入り塗装材で表面仕上げをする。

[筆者：日本石油精製下松製油所次長]

## 第8回アスファルトゼミナール予告

全国へ御案内して、希望者はどなたでも参加出来るゼミナールを下記の通り予定致しております。  
詳細は9月に入って正式に案内状を差上げますので、その際御参照の上、お申込み下さい。

開催月日 本年11月上旬 参加受入数 800~1,000名

開催地 京都市

参加費 500円(テキスト、中食その他実費)

講師およびその内容は案内状に明記します。

主催・社団法人 日本アスファルト協会

[訂正] 本誌第32号挿入広告の川崎物産(株)の東京支店住所中「室町」とあるのは「宝町」の誤りにつき訂正します。

# 東京都付近の アスファルト・プラントの実態について

別所正彦

秋山政敬 片野洋

## I 概要

数年前までは、東京都でアスファルト・コンクリート舗装工事を発注すると、施工業者は現場近くに空地を探し、そこに移動用アスファルト・プラントを建設して、アスファルト混合物を製造し、工事が完了すると引き揚げていた。しかし乍らこの移動用プラントでは工事の規模や施工速度が大きくなってくると、1日の製造能力が不足してくる。また舗装技術の向上にともない良品質のアスファルト混合物が要求されると、いろいろの設備が必要となる。例えば混合物の粒度はホットビンのためのスクリーンだけでは、所定の粒度に調合することは極めて困難であって、骨材は各種別ごとに貯蔵し、各々からフィーダーで取り出し一定の割合に配合してドライヤーに供給しなければならない。従って骨材置場は区画割貯蔵となり、排水、上屋などの設備をもった広い敷地が必要となってくる。その上事務所、試験室、除塵装置や動力施設など半永久的な設備をしなければならない。このようなプラントを例え舗装工事規模が大きくても、一工事ごとに移動設置していくは経済的にも不利な場合が多い。一方東京都内では、オリンピックをむかえて道路事業のみならず、電力、電話、ガス、下水などの地下埋設跡の埋設企業者による即時復旧工事、地下鉄建設工事中に於ける路面の維持や、また民間企業の設備投資にもなう工場整備など、アスファルト混合物に対する常時の需要量も極めて多い。これらの理由が相俟って、企業的にも定位式アスファルト・プラントを設置し自己の舗装工事のみならず、混合物を製品として販売するようになり設備も生コンクリート工場などに整備され、更にはアスファルト混合物の製造販売のみを企業とする生アスコン会社とも呼ぶべき会社も成り立ってきている。これは大都会という特殊環境によるものであろう。

今回これらの東京都内へアスファルト混合物を販売していると考えられるアスファルト・プラント27工場の実態調査を行った。本文はその調査の報告である。

## II 設備

### 1. 所在地

図-1および表-1に示すようにプラントの所在地は市街部を避け、東京湾の埋立地区、荒川筋、多摩川の昭島府中地区および川崎地区の5ブロックに大分される。

表-1 アスファルト・プラント所在地

会社名	プラント所在地
日本舗道 KK	埼玉県北足立郡戸田町大字上戸田
常盤工業 KK	墨田区吾嬬町東8の70
	府中市西谷
松本瀝青 KK	川崎市大師河原上殿町5811
日本道路 KK	所沢市大字所沢638
昭和化工 KK	江東区深川有明町1の3
東亜道路 KK	府中市是政1の20
大成道路 KK	江東区深川豊洲5の1
東瀝青起業 KK	江東区大島8の229
富士舗材 KK	府中市押立町3の18
KK 渡辺組	南多摩郡稻城町大字大丸 横浜市鶴見区寛政町84
野村建設 KK	足立区小台町7091
小松建設 KK	横浜市鶴見区矢向町
三立アスコン KK	北区浮間4の24
成和土木 KK	川崎市菅馬場谷戸4823
丸善舗道 KK	板橋区新河岸町89
浦和土建 KK	浦和市根岸1423
日建工業 KK	西多摩郡秋多町小川
東京瀝材 KK	横浜市鶴見区市場町774
日本瀝青 KK	埼玉県越ヶ谷市登戸17
日本ソリデック KK	川崎市下平間15
東邦瀝青 KK	昭島市坪島町4095
KK 堤組	町田市鶴間635
高一建設 KK	町田市
東京都	足立区小台町 品川区東品川町 足立区宮城野町

埋立地区的プラントは骨材等の運搬車がすべて都心部を通過して持ち込まれる不便はあるが、一方都心部の舗設現場へは距離が極めて近く立地条件がすぐれている。荒川地区は工場地帯に含まれ荒川筋に面して建設されている。一部のプラントでは砂の搬入は舟運によっている。多摩川地区は多摩川河原に位し骨材の生産地に近隣して骨材の搬入には有利であるが、都心部までは遠距離である。川崎地区は京浜工業地帯の中にあって、周辺の需要量も多く、各社プラントの改造を行って規模が大きくなりつつある。これら各地区のプラントは10~20km

位の範囲を販売地域としているが、夏季には都心部までも持ち込むケースもある。

## 2. アスファルト混合物の製造能力

混合物の製造能力は毎時生産可能な粗粒式アスファルト・コンクリートの混合物ton数をもって表わされている。表-2はバッチ・ミキサーの容量別にプラント数を表したものである。

表-2 バッチミキサーの容量

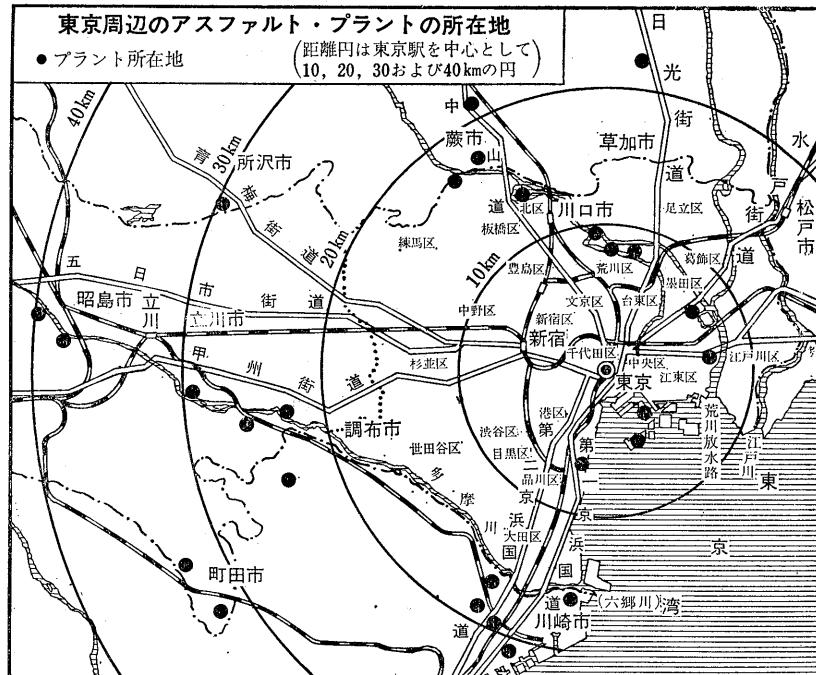
容 量 kg	プ ラ ン ト 数
200	1
220	1
250	1
300	3
350	1
400	7
500	3
600	3
700	1
900	1
1,000	2
1,200	1
700(連続式)	2

表中最下段の2プラントはアメリカのバー・バー・グリーン社製の Continuous Mix Plant で、ミキサーの大きさをバッチ・ミキサーに換算したものである。ミキサーの容量としては 400~600kg のものが一番多いが、新設プラントや、改造したものは、ミキサーの容量を大きくする傾向がある。

表-3 アス・コンの製造能力

a b

公 称 能 力		実 際 能 力		
ton/hr	プ ラ ン ト 数	A ton/hr	B プ ラ ン ト 数	1 hr 当りの 製造量 A × B
10以下	2	12	3	36
12~13	3	14	2	28
15~17	2	15	3	45
18~19	2	18	1	18
20~24	1	20	5	100



25~29	7	25	3	75
30~34	1	30	3	90
35~39	3	35	3	105
40~49	2	40	1	40
50~59	1	50	1	50
60~70	3	70	2	140
		計	27	727

表-3はプラントの公称能力と実際能力を表したものである。混合物の生産能力はバッチ・ミキサーの容量だけでなく骨材供給装置、骨材乾燥加熱装置、加熱骨材供給装置等の効率にも影響される。公称能力と実際能力との差異は新設プラントか、使い込んだプラントかによって異り、各プラントごとに誤差があり、実際が公称よりも上回っているとは言い得ない結果である。表-3の計欄の数値は27プラントがフルに稼動した時の1時間当りの出産量である。

表-4 昭和37年度（アスファルト合材協会調べ）

a (単位 ton) b その他

発注先	生産量 ton		生産量 ton
民間	360,471		
官公庁	14,069		
自家用	162,091		
計	536,631		30,491

表一4のa, bは昭和37年度中の生産量である。ただし a表はアスファルト合材協会の集計量であるので、協会員以外および移動用プラントで製造された数量は含まれていない。表中民間とは、民間発注および発注先が官公庁であっても、官公庁より請負ったA舗装会社がB社のプラントへ製造依頼し、B社より販売した分を含んでいる。官公庁とは官公庁が直接各社のプラントより混合材を購入し、施工を請負った建設会社へ支給材として供給したものや、道路維持に直接使用したものである。自家用は各社が自社の請負工事に使用した数量である。b表の東京都の数量は小台、品川および宮城野工場で直営で生産したもので、これらは施工請負業者に支給したり、路面維持用の補修材料として使用したものである。

表一4の昭和37年度の生産量が、東京都付近の全生産量の何%に当るか推定したが、正確な数値が得られなかったのが残念であった。

### 3. アスファルト関係の施設

アスファルト・プラントでアスファルトを溶解する場合はケットルを用いている。ケットル数はプラント1基に対して2~3個位を用意し、1日の作業に必要なアスファルトを所定の温度で供給できる容量と、1日数種の混合物を製造するときには、針入度別の個数が必要である。ケットルは石炭、重油を燃焼して直接加熱するものと、蒸気等を使用して間接に加熱するものとがある。間接式は規模の大きなプラントに採用されている。

表一5 ケットルの台数および容量

台 数		容 量		
個数	プラント数	ケットルの容 量 A (ton)	ケットル 数 B	総 容 量 A × B ton
2	7	3	9	27
3	17	4	5	20
4	2	5	29	145
6	1	6	13	78
		7	2	14
		8	2	16
		10	2	20
		15	2	30
		18	5	90
			計	440

表一5はプラント1基に対してケットル数は何個あるか、またケットル1個の容量は何ton位であるかを調べたものである。ケットルの個数は3個が最も多く、その

容量は5~6tonが一般的で、10ton以上は混合が連続式のものや製造能力の大きいプラントに設置されている。表中の総容量は27プラントのケットルに入るアスファルトの総量である。

表一6はケットルの加熱方式を分析したもので、表一7は表一6の加熱燃料を種別ごとに調べたものである。

表一6 ケットルの加

### 熱方式

加熱方式	プラント数
直 接	22
間 接	5

表一7 加熱燃料種別

燃 料	プラント数
重 油	23
石 炭	3
軽 油	1

### 4. 骨材貯蔵供給施設

一般に骨材の貯蔵は製造量の5日分以上を用意するのが標準であるが、本調査では全般的に5日分を下回るようである。

表一8は骨材置場の区画数と一区画の平均貯蔵容量を示した。一区画の平均貯蔵容量50m<sup>3</sup>とは、骨材置場が6区画であると、碎石30~20, 20~10, 10~5, 5~2.5mm, 粗目砂の各骨材が各々約50m<sup>3</sup>づつ貯蔵可能な規模である。5区画では粗目砂と細目砂を一括して一区画に貯蔵している。

表一8 骨材置場区画数

区 画 数	プ ラ ン ト 别
5	8
6	19

### 一区画平均貯蔵容量

貯蔵容量 m <sup>3</sup>	プ ラ ン ト 数	貯蔵容量 m <sup>3</sup>	プ ラ ン ト 数
15	1	120	2
25	1	130	2
30	2	200	2
50	2	240	1
70	1	250	2
75	1	400	1
85	1	500	2
90	3	500以上	3

表-9はフィーダーの形式を示すものである。フィーダーは機械的に作動するレシプロケーテングフィーダーと電磁振動で作動する電磁フィーダーとがあり、ともにベルトコンベヤーと組合せて用いている。エプロンフィーダーは連続式に用いられている。

表-9 フィーダーの型式

型 式	プラント数
エ プ ロ オ	5
電 磁 振 動	15
レ シ プ ロ	10

表-10はコールド・エレベーターの容量を調査したものである。

表-11はフライの種類を分類したものである。フライは振動式と回転式（トロンメル）の2種あり、振種式のものが望ましいが、本調査では回転式の方が圧倒的に多かった。振動ふるいの振動数は500～1,400回/分であり、表-11aはトロンメルの回転数で、トロンメルの網目の形状はすべて角目であった。

加熱骨材をふるい分け貯蔵するホットピンは5バッチ分以上の容量をもち、かつ3以上区画されている必要がある。

表-10 コールド・エレベーターの容量

m <sup>3</sup> /hr	プラント数
12	1
13	1
14	2
15	3
16	3
19	1
20	4
25	3
28	1
30	3
40	1
42	1
45	1
50	1
60	1

表-11 フライの種類

種 類	プラント数
振動ふるい	5
トロンメル	22

表-11a トロンメルの回転数 回/分

トロンメルの回転数 回/分	プラント数
11	4
12	3
13	1
17	2
18	1
20	3
22	3
25	2
30	1
45	2

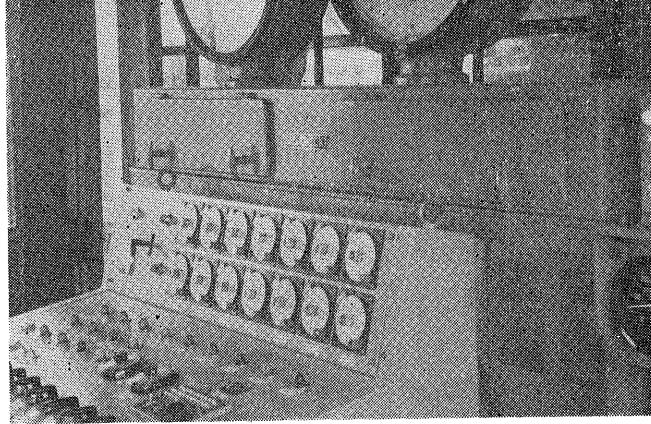


写真-1 全自動操作盤

表-12はホットピンの区画数を示すもので、総て3以上設置されているが、新設のプラントほど数が多い。

表-13は材料別の温度測定装置の有無を調べたもので、これらは固定された測定装置の有無を示すもので、記温装置となっているプラントは極めて少なかった。

表-12 ホットピンの区画数

ホットピンの数	プラント数
3	6
4	10
5	10
6	1

表-13 温度測定装置の有無

測 定 個 所	有	無
粗 骨 材	19	8
細 骨 材	22	5
アスファルト	20	7

この他フィーダーの出口の寸法、その調整方法、計量の様式等も調査したが、本文から省略する。以上が骨材施設関係の結果であるが、新設のプラントでは、全行程のプロセス・コントロールを行い、写真-1の如く、全自動操作盤によって運営しており、今後新設または改造するプラントはこの様なプロセス・コントロール・システムを採用して、全自動操作に切り換えて行く事であろう。

### III 品 質

#### 1. 規 格

東京都では、このようなプラントで製造されたアスファルト混合物を材料として、購買または工事に使用するよう規定している。この混合物は一般的の土木材料とその材質が異なるため、購買仕様書に製造、管理、搬入即ち1) プラントの能力、2) 品質管理試験、3) 受渡方法

までを特に規定している。

アスファルト混合物を生アスコンとして販売するには、一定以上の設備を持ったアスファルト・プラントで製造することはいうまでもない。この設備の一定値を何で表すかについては、いろいろ問題はあるが、1バッチの容量を基準とし、『1バッチ300kg以上の製造能力をもつバッチ・ミキサー付プラント、またはこれと同等以上の能力をもつ連続ミキサー付プラント』とした。

品質管理試験としては

- 1) 材質 アスファルトの針入度および伸度試験
- 2) 製造工程 骨材粒度(ホットビン中)  
骨材およびアスファルトの温度
- 3) 製品 混合物の温度および組成分析  
マーシャル安定度試験

これらを1日に数回行い、その結果を本部係員に提出して承認をうけることとしている。

受渡しは運搬車1台ごとに、混合物の種別、数量、発着の温度と時刻など必要事項を供給者と使用者の間で確

認する。生アスコンは舗設現場の状況に順応して供給することが肝要で、プラントと現場とは常に密接に連絡をとることになっている。

## 2. 品質

これらの工場で製造される混合物の品質について約2ヶ月にわたって品質試験を依頼した。これらのプラントは舗装工事現場のアスファルト・プラントのように1日中1品種の混合物を連続して製造しているのではなく、各方面からの要求に合せて、絶えず配合の切り換えを行っている。このような作業実態の2、3の例が表-14である。この作業は流れ作業に対する品質管理の考え方が厳密にはあてはまらないが、製造過程中1日の製造量が50tonまたは端数ごとにサンプルを採取して、各工場で試験をしてもらった。試験は、粒度、組成分析、密度およびマーシャル安定度試験とした。そのうち細粒1号(トペカ式)のA、B2プラントのマーシャル安定度試験およびフロー値の成績が図-2である。この値は1組3個の平均値である。変動の大きな原因については、いろいろ検討中であるが、一つには試験方法自体にも問題があると思われるが、プラントでは毎日多量の材料を消費するので、アスファルトや骨材が常に同一産地、同一品質で連続に供給されているとは限らないと思うが、これらの組合せについて充分考慮して製造すれば、一定した製品を送り出す事が出来るのではないか。

表-14

A プラント 1日のプラント作業実態表

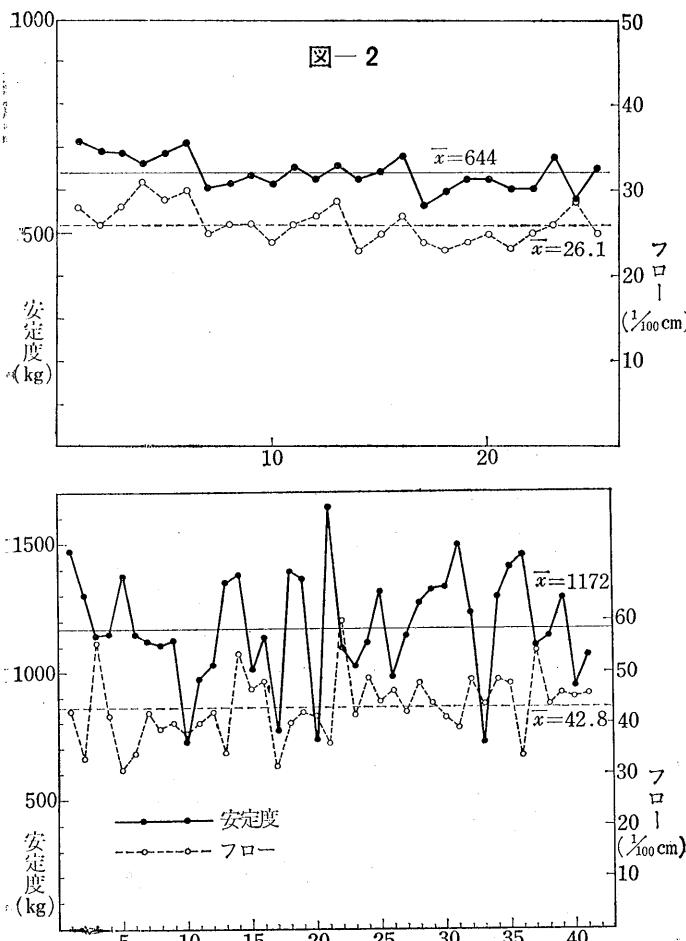
種別	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	細粒①	8				8											
粗粒②		8.4	8	8		2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	
軟質③																	

17	18	19	20	計
				16
8	10	128.4		
8	8			16

作業時間 6時30分～21時30分

[注] 1は30分以上の作業中止のあったことを示す

[このつづきは20ページ下段に掲載しました]



# INTRODUCTION TO ASPHALT

連載 第 17 回

工 藤 忠 夫

## 第 8 章 ステージ・コンストラクション 修繕と維持

### 第 1 部 ステージ・コンストラクション, 修繕

#### 8. 101 ステージ・コンストラクションの型式

ステージ・コンストラクションの型式は次の 2 つに分けられる。

- (1) 低級な道路を漸次改善する型
- (2) 高級な道路を数段階に分けて建設する型

#### 8. 102 低級な道路を漸次改善する型

アスファルトは以下の 2 つの理由からステージ・コンストラクションに適している。

- (1) 何ら処理しない路面を全天候路面 (all weather surfaces) に変えるにアスファルトは最も簡単且つ低廉である。
- (2) 後から附加したアスファルト層は既存層と密接に結合して一体となる。従って附加層の厚さが僅かでも強度を増すことが出来るし、交通量の増大に対応して計算した厚さを加えることが出来る。通常ステージ・コンストラクションの段階は次の如くである。
  - (a) 未処理の粒状材料路面から路上混合の路面へ
  - (b) 路上混合の路面を表面処理する
  - (c) その上に更にプラント混合の合材を舗設するこの方式で下からやり直さずに全天候路面を構築し又低級な道路を重交通に耐える路面に改善する。在来の粒状材料の道路が厚さ不足の場合、若しくは資金が不足で 1 度に新らしい材料を加えることが出来ない場合は、漸進的補強方式を採用する。全然処理しないとき 1 年間で 1 吋 (2.54cm) の材料が交通により損失するならば、この材料費を余分に加算した費用で維持補強する。特に夏期に最も重い交通量のある幾千哩の低級道路で適用される方法である。初年度は在来路面にグレーダーをかけて

不陸整正をなし 1 吋 (2.54cm) 又は 2 吋 (5.08cm) の新しい骨材を加え、 $1/4 \sim 1/2 \text{ gal/yd}^2$  ( $1.16 \sim 2.27 \text{ l/m}^2$ ) のアスファルトを撒布する。これは主として滲透させて防塵効果を挙げる為のもので、平坦で埃の立たない路面として一冬越す迄持続出来る。2 年目には又骨材とアスファルトを加えグレーダーをかける。3 年目には部分的な凹みに骨材を填充し、アスファルトを撒布する。かくすれば 4 年目にはより重い交通に耐える舗装のベース・コースとして用いることも出来るし、又は数年の間隔をおく簡易な維持でもそのままの状態を持続出来る。この方法は砂質土、切込砂利、スクリーニング、貝殻等多くのローカルな材料のあるところに適用される。乳剤、軽い MC カット・バック、ロード・オイルなどが用いられる。最初アスファルトは完全に消失するように見えるが、実際は薄い被膜状に撒布されており、繰り返せば、前に撒かれてあるものと合せた効果をあらわす。

#### 8. 103 高級な道路を数段階に分けて建設する型

ステージ・コンストラクションの行われる理由として次のことが考えられる。

- (1) 如何に注意深く当初施工をしても、すべての型の舗装に不可避的な沈下が起る。盛土がその地方における湿度と気象条件に応じた均衡に達し安定した後に、平坦な走行路面を得る為表層を構築することが望ましい。
- (2) 交通量はどんな場所でも逐年増加する。この増加量は当初工事が設計されるときに予測されないこともある。
- (3) 当初は限りある建設資金で出来るだけ長い区間を少ない単価の舗装をし、次に必要に応じ次第に強度を増すようにすれば経済的である。

#### 8. 104 ステージ・コンストラクションの重要性

大規模なハイウェイ建設計画におけるステージ・コンストラクションの重要性は連邦道路局 (US Bureau of

Public Road) によって定められた規定の中で採り上げられている。この規定とは1956年の道路法 (Highway Act) による連邦ハイウェイ網計画におけるステージ・コンストラクションの利用についてである。高級なハイウェイのステージ・コンストラクションは通常次のように分類される。

- (1) 排水、勾配及び改良路床
- (2) 数年間交通に供し得る表面処理又は薄い表層を持つサブ・ベースとベース・コース
- (3) 表層の完成  
アスファルト・ベース・コースを用いれば表層を施工する前に相当な期間交通に供し得る。アスファルト・ベース・コースが開粒度のものであるときは、シール・コートすることが望ましい。

### 古い道路の近代化と再建設

#### 8. 105 道路の拡幅

近代的2車線道路は24~26呎 (7.32~7.93m) の幅員がなければならない。1920年代より30年代に舗装された初期の数1,000kmは拡幅しなければならない。これらの拡幅の上手な方法は曲線部では内側に、接続する直線部ではその反対側に拡幅することである。特に急カーブでは内側へ30呎 (9.15m) 拡げ危険部はカントを修正する。1年間交通に開放し、安定させてから路面を再舗装するのがよい。側溝を速かに掘削したり、路盤材料を填充するに有効な機械が現在利用されていて、交通障害を最少限度に止めて工事を進めることができる。剛性でも撓み性でも旧舗装は同じ方法で拡幅される。両タイプ共十分な路幅に拡幅掘削し、アスファルト・ベースを構築することが望ましい。

#### 8. 106 路肩の改良

古い舗装の多くは不透水性材料の路肩を有する函型断面の構造であったが、最近ではサブ・ベースとベース材料を道路全幅迄拡げ更に路肩を舗装する秀れた工法が採用されて来た。研究の結果強い路肩は特に安全な尺度であるのみならず、材料的に舗装本体の強度を増す大きな横方向の支えを提供することが判明した。(Highway Research Boardによる WASHO Test Road Report 参照)

ある時期においては路肩舗装は舗装本体と異なった組成の材料で造るべきだと信じられていた。これは路肩が附加的な車線として用いられるのを阻止する為であった。しかし現今ではアスファルト・コンクリートの表層を有する路肩が非常に広く用いられている。経験によれば路肩部も同じ表層材料で舗装することが最善であり、且つ路肩の境界は白色又は黄色のペイント・バンドで区分す

ることで充分である。数ヵ月後には両者は交通差によって完全に色が違って普通の交通に一向差支えなくなる。もし運転手に対する警告の意味で路肩を走ったとき騒音を出すことを望むならば、路肩部のアスファルト・コンクリート表層に粗骨材を圧入すればよい。それ以上のコントラストを望むならば着色骨材で表面処理をすれば容易に目的を達せられる。

#### 8. 107 古いアスファルト舗装の再構築

古いアスファルト舗装における構造上の疲労悪化はアスファルト舗装構造の不充分な設計の結果である。凍結地域にあっては通常春の解氷期に現われる。修繕の方法は疲労悪化の程度による。甚だしいときは再構築が必要で、これには次の方法のいづれかを採用する。

- (1) もし在来舗装が均等質であればアスファルト・コンクリートの4~6吋 (10.16~15.24 cm) 厚のオーバー・レイをすれば所要強度が得られる。
- (2) 在来舗装が明らかに不充分で甚だしく破壊していると次の方法がよい
  - (a) 在来舗装がもし厚さがあれば 6~8吋 (15.24~20.32cm) 搔き起こし、大型のロータリー・パブルライザー、グリッド・ローラー、トラベリング・ハンマー・シル又は類似の機械によって原来の骨材に碎く。
  - (b) この碎いた材料を適当な勾配と横断面形に敷均し整形する。
  - (c) 新しい材料を加え新旧材料で 6~8吋 (15.24~20.32cm) 厚になるようにする。
  - (d) アスファルトを加える。7.507に述べた設計法により骨材に対し新旧アスファルトを合せて適当な量になるようにする。
- (e) 合材を適当な締固め機械で完全に締固める。
- (f) 交通と荷重状態に対し十分な舗装を完成する為に必要な新らしい層をその上に舗設する。

#### 8. 108 舗装の疲労悪化

アスファルト舗装は多くの原因によって疲労悪化する。

再構築又は近代化の前に、疲労悪化の原因を探究し、

再建計劃を間違いないようにしなければならない。

### 8. 109 古い剛性舗装のオーバー・レイ

剛性と撓み性舗装の間で拡幅と路肩構造について主要な差異はないが、表層の再舗装を完成した後の安定度を確保する為に剛性は若干異なる事前処理が必要である。剛性舗装では継目でポンピング作用によって床版の下から土を移動させたり、その他いろいろの理由から破壊し易くなる。1~2呎(0.30~0.61m)平方の面積が破壊している場合は全厚を置き換えるパッチングをすべきである。

しかし通常は軟化点の高いアスファルトを加熱して床版の下に圧入し安定せしめる。(VIII-1図参照)標準的な方法は示標書に示す通りである。(Asphalt Institute Specifications for Undersealing Portland Cement Concrete Pavements, C-S.92 参照) 古いポートランド・セメント舗装は横方向の膨脹目地と縦方向の目地がある。それらの目地及びクラックより噴出した圧入アスファルトの過剰分は全部除去する。これは舗装表面より2吋(5.08cm)の深さ迄レーキで丁寧に取り除かねばならない。さもなければアスファルト被覆層の中に滲み出して来て、合材の安定度を低下させ、交通荷重により瘤状を作る。継目から過剰アスファルトを取り除いた後1/4吋(0.63cm)の深さ迄サンド・アスファルト合材を填充し捣き固める。これが最初のレベルング・コースを舗設する以前の作業である。

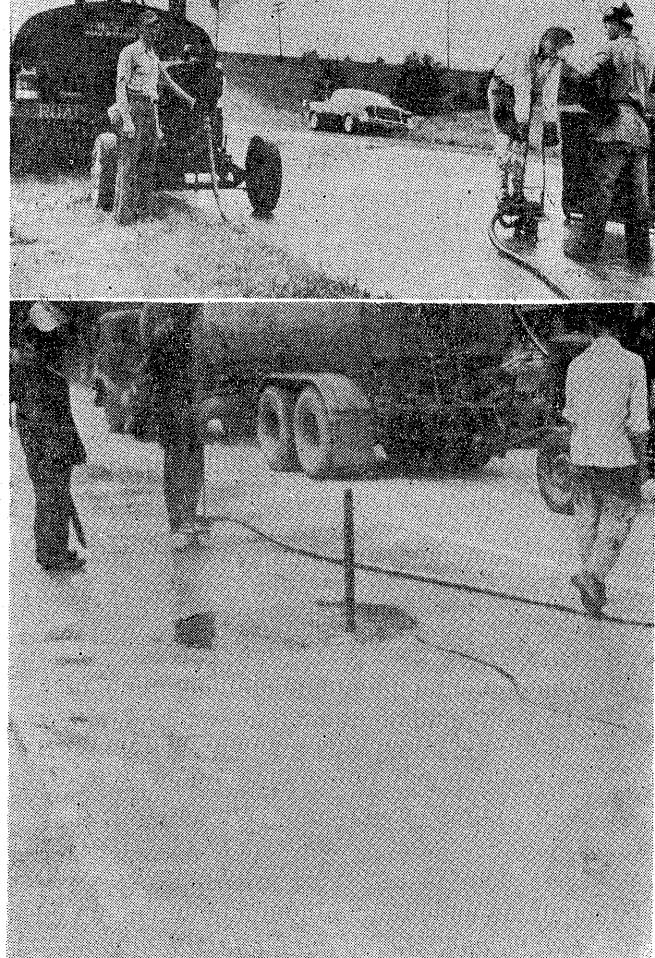
### 8. 110 十分な厚さにすることが大切である

古い剛性舗装のオーバー・レイには所要の強度を確保し得て且つフレクションを最少限度にする為に十分な総厚を持たせることが非常に大切である。拡幅された道路に対し適当な勾配と横断面形を形づくる為に、1乃至数層のレベルング層を作り、オーバー・レイの総厚はフレクション・クラックを最少限度にする為には4吋(10.16cm)より少くしてはならない。加えるべき厚さは新旧合成舗装体が十分な強度を確保するように定めるべきである。

## 第2部 維持

### 8. 201 概説

凡ての舗装は維持が必要である。維持は新しい舗装が完成すると同時に始まる。維持は最少の費用と交通障害で最大の効果を収めるようにしなければならない。維持費が再構築より多くなれば当然再構築を考慮すべきである。街路又は道路で多くの疲労悪化の型に出合うのでこの疲労悪化の原因を確め改善しなければならない。水は



VIII-1図 加熱したアスファルトをポートランド・セメント舗装版の下に圧入する

多くの場合の疲労悪化の最大の原因であるから表層とサブ・サーフェースの水の状態のコントロールは維持の重要なものの一つである。

### 8. 202 舗装疲労悪化の型

- サーフェースに表われた形で分けて見ると、
- (1) 風化したもの
  - (2) 結合が不足して舗装が解けほぐれたもの
  - (3) 長いクラック
  - (4) 亀甲状のクラック
  - (5) 小穴が出来たもの
  - (6) ブリーディングを起したり又は安定性を欠くもの
  - (7) 圧縮され変形したもの
  - (8) 舗装体の縁部が破壊されたもの

これらは屢々同時に2つ以上起る。時には疲労悪化の1つの型から更に劇しい疲労悪化の型が誘起される。これらに対し適切な処理をしなければ舗装は遂に破壊される。

### 8. 203 疲労悪化の修理

上記の疲労悪化のいろいろな型を修正する為には種々の材料と方法が用いられる。これらは又組合せて用いられることがある。

#### (1) 表面処理の方法

- (a) フォグ・シール (Fog Seal) : 通常  $0.05 \text{ gal/yd}^2$  ( $0.227 \text{ l/m}^2$ ) の乳剤を水で稀釀して用いる。
- (b) 砂のシール : 乳剤又はカットバック・アスファルトを撒布しその上に砂を撒く
- (c) チップ・シール : 乳剤、カットバック・アスファルト、又はストレート・アスファルトを撒布し、その上にチップを撒く
- (d) スラリー・シール、砂、乳剤、水の混合物をスクイザーで撒布する
- (e) 表面処理を数回用うもの

#### (2) 合材でパッチングする方法

- (a) 加熱式プラント混合 : 定置又は移動式プラントで各粒度を適当に合成した骨材と針入度の小さな舗装用アスファルトを混合してすぐ使用するものである
- (b) 常温式プラント混合 : 通常 MC 又は SC カットバックを現地産材料と路上のテーブルで混合しすぐ使用したり、又は後日の使用に備えて貯蔵して置く。

疲労悪化にはその度合に応じていろいろに分けられるが、程度に関係なく、時期を失せぬ維持が非常に有効である。その修理が早ければ早い程、容易且経済的であり、逆に放置すれば舗装の表面にクラックが出来、このクラックから水が這入り路盤路床を痛め、悪化が加速される。維持には以上数方法の組合せが屢々用いられて良い結果を収める。

### 8. 204 維持の処理方法

疲労悪化の維持処理として最も普通な方法は次の如きものである。

### 8. 205 風化された路面

水の悪影響がなく又材料に結合の不足が認められないか又はこれが僅かである場合はフォグ・シール処理を行う。

- (1) 表面を清掃する
- (2) 約  $0.1 \text{ gal/yd}^2$  ( $0.454 \text{ l/m}^2$ ) のフォグ・シールをする
- (3) 表面の僅かに凹んだ部分に必要とあればスラリーシールを施す。

### 8. 206 結合が不足している路面

交通によって表面材料が逸散する。常温混合物を舗設した場合このような結果が起ることがある。表面処理方法で修理する。

#### (1) 表面を清掃する

- (2) シール・コートを施す。この種の疲労悪化が甚だしくなければシール・コートで悪化の進行を阻止出来る。程度に応じ、フォグ・シール、サンド・シール、チップ・シール、スラリー・シール順でその内の1つを採用する。

### 8. 207 長いクラック

之は収縮又は沈下によって生ずる。クラックの巾が  $1/8 \text{ 吋}$  ( $3.2 \text{ mm}$ ) より幅が広い時はクラックを填充すべきである。

- (1) 圧搾空気のジェットを用いて、クラックから異物やルーズになった材料を除去する。但しルーズになった砂などはそのままにして処理してよろしい。
- (2) クラックに沿って破碎された部分があればこの部分は除去する。
- (3) クラックを填充する方法としては次の通り
  - (a) 清掃した後クラックに特別なクラック填充用アスファルトを注入する。
  - (b) スクイザーを舗装面に押しつけて素引し、スラリーをクラックの中に圧入する。
  - (c) リーン・サイド・アスファルト混合物をクラックの中に簾で掃き込む。
  - (d) 最近の方法としてはクラックをサンド・ミックで填充し、その上から十分な量の RC-0 又は RC-1 のカットバック・アスファルトを注入し、シールすると共にクラックの両側を結合させる。

### 8. 208 亀甲状クラック

之はベースに欠陥があったり、路床が動いたりする場合に起る。通常次の3つの方法が用いられるが永久的な修理方法は第1の方法だけで他は第1の方法が採用されない場合に限り臨時の措置として用いられるものである。

#### (1) 下から全部やり換えるパッチング

- (a) 亀甲状クラックの出来ている部分はベース又はサブベースの悪い個所迄深く取り除く。場合によつては路床も入れ換えねばならない。屢々滯水が原因をなしているから、かかる際には排水をよくすることが大切である。
- (b) クラックの部分を取り除くときに周辺より 1 吋 ( $30.5 \text{ cm}$ ) 拡げて掘削すべきである。新しい材

料を在来舗装の堅固な部分に密着させる為である。さもなければ後でパッキングの外周に沿ってクラックが再現する恐れがある。

- (c) 挖削面は垂直にしなければならない。又交通方向に直角な四角形にする。
  - (d) ベースは良質の粒状材料で填充し、要すれば幾層にも分けて締固める。良好な粒度を持つベース材料がない場合は、容易に入手出来るローカル・マテリアルを利用する。深さがあまり深くない場合は、サーフェースに用いるものと同じ混合物で全部を填充することもある。
  - (e) 填充した粒状材料のベースの表面にプライマーを施す。
  - (f) アスファルト合材でサーフェースを施工する。加熱式が好ましいが常温混合も使うことが出来る。
  - (g) 使用材料の如何に係らず締固めは十分にすべきである。
- (2) 表層だけのパッキング（一時的修理）
- (a) 龜甲状クラックの表面を清掃する
  - (b) タックコートを施す
  - (c) アスファルト合材で表層のパッキングをする。加熱式が望ましいが、常温式も使用出来る。最終締固めをする際にパッキングの周辺に沿うた浅い部分から粒径の大きい骨材を除去して仕上げの平坦度を得る必要がある。
  - (d) 表層パッキングの締固めには、合材を運搬して来たトラックのタイヤで十分である。もし面積が大きい時はローラーを用いる。タイヤ・ローラーが非常に有効である。
- (3) シール・コートして骨材を撒布する方法（1時的修理）
- (a) 表面をよく清掃する。
  - (b) スプレイヤーでアスファルトの必要量を撒布する。普通シール・コートとしては  $0.15\text{~}0.25\text{ gal/yd}^2$  ( $0.68\text{~}1.13\text{ l/m}^2$ ) で十分である。しかしクラックの中に若干入り込むから幾分多い目に撒布する必要がある。
  - (c) 被覆用の骨材を撒布する。 $1/4\text{ in}$  ( $6.3\text{ mm}$ ) から No. 10 篩止りのスクリーニングがよい。人々ローカル・マテリアルの適当なものが使用される。
  - (d) ゴム・タイヤで輶圧する。
  - (e) 在来舗装と同じ高さにする為に要すれば 2 回目のシール・コートを施す。

## 8. 209 小穴の修理

表層に出来た小穴で時にはベース迄貫通していることもある。一般に次の 2 方法による。

- (1) 混合方法
  - (a) 篩で穴を清掃する。
  - (b) 交通方向に直角に穴を整形する。穴の周辺は切り取って垂直にする。
  - (c) 乳剤又は軟かいカットバック・アスファルトでプライム・コートをする。
  - (d) 混合物を穴に填充する。穴が深ければ合材は数層に分けて締固める。パッキングの部分は既存の舗装表面より  $1/8\text{~}1/4\text{ in}$  ( $3.2\text{~}6.3\text{ mm}$ ) 高めに仕上げる。
  - (e) タンバー又は合材運搬トラックのタイヤで締固めを行う。
- (2) 渗透式方法
  - (a) 篩で穴を清掃する。
  - (b) 穴を四角形に整える
  - (c) プライマーを施す
  - (d) 骨材を敷均し輶圧して、その上からアスファルトを撒布する。これを繰返す。撒布アスファルト量は最少限度に止めブリーチングの起らぬようにする。
  - (e) 既存舗装とレベルになった後スクリーニングを表面から圧入する。

## 8. 210 ブリーチングと安定度不足のものの修理

これは通常合材中のアスファルト量が過剰であることが原因である。又シール・コートでアスファルト材料を使用しそぎた為にも起こる。舗装がてかてか光ったり、波状を呈したりする。過剰アスファルトを除去する必要がある。

- (1) 表層を切り取る方法
  - (a) モーター・グレーダーのブレード又は特殊な装置のコールド・チゼル・タイプ (Cold Chisel Type) のブレーナー又はブレードで過剰アスファルトとコルゲーションを起している部分を切り取る。但しこれは切り取りが容易に行われる場合に限る。
  - (b) モーター・グレーダーに積んだデスク・タイプ (Disc Type) のブレーナー又はブレードで有効に切り取られる。この種の機械ではデスクで大量の切り取りが行われ、すぐ後続するブレードは切り取った後を整形するものである。
  - (c) 過剰アスファルトをヒーター・ブレーナー (Heater Planer) で除去する。これはセリースに組合せたブレードで舗装面を加熱し切り取る。通常

ハイウェイよりは街路上で用いられる。費用の嵩む方法である。

- (2) 過剰アスファルト又は波状変形を切り取った後の表面は平坦であるが、組成が粗くなっているからそのままでは交通に供されない。
- (3) 新しい表層で被覆する。
  - (a) 加熱式アスファルト・コンクリート表層が一番よい。
  - (b) スラリー・シールでも満足な結果を得ることがある。
  - (c) チップ・シールも使用出来る。

### 8. 211 圧縮による変形

路床の圧密沈下によって起ることが一番多い。徐々に圧密されることもあり、又急激な土の移動によって剪断されることもあり、不等沈下を起すこともある。免も角走行する為の平坦性を取り戻さなければならない。

#### (1) 混合方法

- (a) 圧密変形した部分を清掃する。
- (b) 僅かのタック・コートを施す
- (c) 変形した部分に混合物を舗設する。加熱式を選ぶことが望ましい。比較的延長の長い場合は、トラックから合材を卸し、モーター・グレーダーで

14ページよりのつづき

#### B プラント

No. 種別	1	2	3	4	5	6	7	8
アスモル								
細粒①						1	1	
D—2								10
粗粒①	10	10	10	10	10			
9	10	11	12	13	14	15	計	
			2				2	
		6		1.5		10	19.5	
10.5	10.5						31	
				6			56	

作業時間 8時10分～22時50分

注 | は30分以上の作業中止のあったことを示す

敷き均す。小面積では人力で舗設し輒圧する。

- (d) 場合によっては合材を舗設した後サンド・シールを施す。シールはパッキングの外側に1呎(0.305 cm)位拡げるのが賢明である。これはパッキングの中に水が浸入するのを防止する。浸入した水は脱けないので次の厄介なことを惹き起こすものである。

### 8. 212 舗装縁部の破壊

通常舗装の縁部を横方向から支持する土の路肩の支持力の欠如によって起こる。縁部で温度が高すぎたり、乾燥し過ぎても起こる。この種の疲労悪化の維持には予防措置を講ずべきである。即ち路肩を舗装することが一番よろしい。舗装しないときは、路肩の維持に不断の注意が必要である。維持は破壊と疲労悪化の程度に応じなければならない。サンド・シール又はチップ・シールで十分なこともあります。クラックの填充、表層だけの浅いパッキング、時には下からの深いパッキングが必要なこともある。修理がいづれの方法で行われるにせよ、舗装縁部に対する横方向の支持を十分にする為の路肩の改良が大切である。

〔筆者：世紀建設株式会社専務取締役〕

#### IV 結語

今回の調査で特記することは、このアスファルト混合物を製造する各社が、施設を増強し、全自動化を目指し、品質管理を充分に行い良い製品を納入しようと努力する意欲が見受けられる。これは舗装技術に携わる者にとって誠によろこばしい次第である。しかし乍らプラントへ見学に行って直接作業をしている方に使用しているアスファルトは「何処産か」と問うと「本社の資材部で購入したので、ここでは判らない」本社の資材部員は「〇〇石油です」と答える。免に角土木屋は化学に極めて弱い。黒ければアスファルトであり、同品質であると簡単に考えがちである。しかし混合物を舗設し終ったら全面にクラックが発生していたり、交通に開放したら混合物が飛散し剝離した現場もある。これらは施工的な原因もあるが、アスファルトについての知識やセミブローン化したアスファルトの取扱いなどアスファルト屋さんが納入するときにプラントの取扱者まで充分PRをして戴き度い。

最後にこの調査に協力を戴いた東京アスファルト合材協会にお礼を申し上げます。

〔筆者：東京都道路建設本部建設部工事課〕

# ドイツ北海岸における干拓および 海岸工事とアスファルトについて

板倉忠三

本稿は、国連エキスパート、チッチャー博士が来日中開催された5月13日の名古屋港管理組合、および5月15日の日本石油会館における特別ゼミナールにおける講演を取り纏めたものであって、写真は筆者が昨秋訪独中に撮影したものである。

## 1. ドイツ北部海岸の侵蝕と干拓事業の沿革

西ドイツ北部海岸は、西は英国本土、南はフランス、ベルギー、オランダ、北はデンマークに囲まれる北海に面し、オランダとデンマークの間に介在し、直線距離約280kmの中、北海を渡って吹きつける冬期間の西風に吹き晒らされる南北の約200kmに亘る北フリージャ諸島を擁する地域である。(図-1)

この海岸の内北部約150kmは現在は遠浅の島の多い海面になっているが、昔の海岸は図-2の点線の状況で、現在のアイデルスティット(Eidelstedt)半島以北約100km間は北西に向って陸続きであった。そこに大暴風高潮が襲来した。一つは1361年、次は1634年に、ジルト、フェール、アムルム、ハーリンゲン、ペルウォームおよびノルトストラント等の比較的大きな島の外多数の小さな島を残して水深最大3~5mの海面に侵蝕された。この中ジルト島は長さ40km、フェール島の面積約60km<sup>2</sup>であり、本土としては北フリースラントでデンマーク国境以南約1,000km<sup>2</sup>の低地を含んでいる。これらの島が本土に対する強烈な西風を防いでいるからこの本土海岸線の堤防の高さは低くできる。南の方から暴風高潮の際に海流が入って来るが、これを防ぐ為にジルト、ハーリンゲン、ノルトストラント、その他一島と堤防で結んでいるので(図-3)、現在潮の入って来る口は、最北端と中間の2カ所になっている。北の口からは一回の暴風高潮で約5億m<sup>3</sup>の水が入って来る。北の方およびフェール島西南岸の堤防は高くし南に下るに従って低くしてもよいのである。

日本あるいは台湾においては河川が沈殿物を運んできたデルタ地帯を干拓するのであるが、ドイツの場合には元の陸地が侵蝕され、この自然の猛威によって失われた土地を再び取り戻そとういう点が同じ干拓でも大きな相異点である。チッチャー博士の湿地工事局はハンブルグから北西方約140kmで、ノルトストラント島を西に

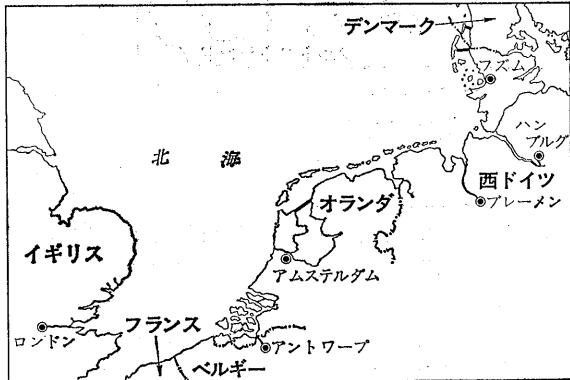


図-1 北海沿岸

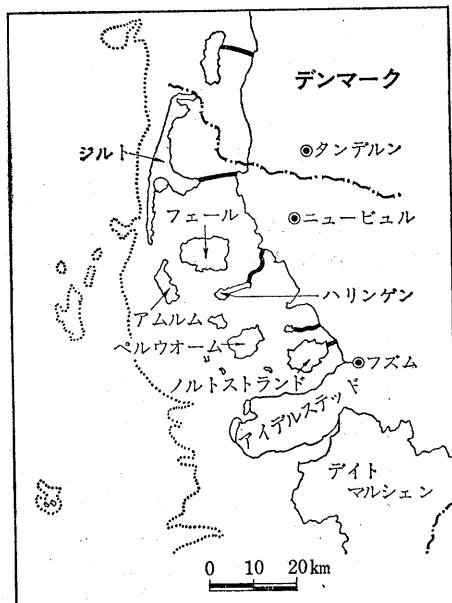
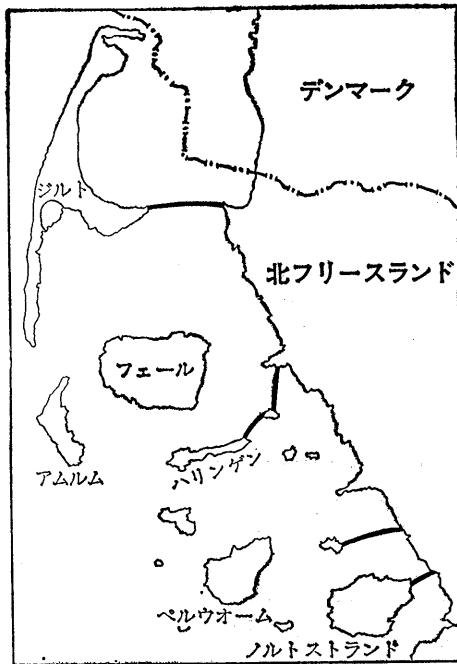


図-2 北フリージャ諸島と海域



望む海岸のフズム (Husum) にあり、この地帯の干拓、排水、海岸侵蝕防止等の工事を担当しているのである。

### 2. 干拓工事

本土西側に主としてこの工事が進められているが、趣旨は陸岸に直角に長さ約 400m の堅堤 (グロイン) を出し、沿岸流を妨げその流速を落して、含むシルトおよび細かい砂の沈殿を促す。

堅堤は一般に木造であるが、これによって深さ約 50cm に細粒の土が溜りつつある。かつてこの堅堤の間にはさらに溝を掘って沈殿せしめている。この溝の掘削は古くは人力によっていたがこれは大変な仕事であった。最近はオランダから輸入した平底の舟で、ワイヤの連結したアンカーを前方に下ろし、舟上のホイストで引張り前進しつつ、グラブで土を掘りあるいは搔き寄せるシステムである。普通は年 2 回実施しているが、土を盛り上げた部分がだんだん高くなって植物が少しづつ生えて来る。この植物には 2 種類あって高さ 30cm 位になり花が咲く。海岸にある水は 1 ℥ 中に 30g 位も泥土を含んでいるから飲料には適しないが、しかしこれによって植物が生育するのである。この方式は数百年来実施されて来た干拓方式である。

### 3. 海岸侵蝕防止工事

ジルト島、フェール島その他外海に面した海岸の侵蝕が甚しく、特にジルト島においては海面上約 20m の土地が毎年 1 m 位づつ削られて來るので、戦争中構築したブンカ (トーチカ) が地盤を掘られてそのまま、転落している状況である。ドイツ政府はこれに対して 80 年以前から行っているのは堅堤の建設である。これは木杭を一列に海岸線に直角に打ち込み、その両側に法 1 : 1 ~ 1 : 2 程度にして石を捨ててやる。(写真-1) 基礎には粗

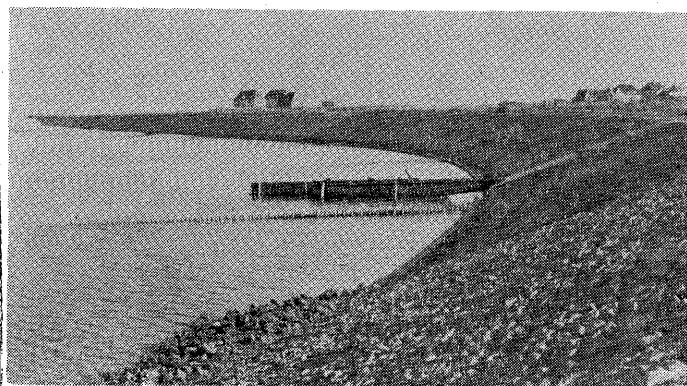


写真-1 (上) ジルト島の堅堤と緩傾斜のアスファルト並びに玄武岩の法面

図-3 (左) 北フリージャ諸島

染を敷いているが余り完全ではない。即ち杭の長さが短かいので侵蝕されれば杭の根が洗われて耐久性がない。しかしこの 80 年前の方では現在も正しいとされそのまま、踏襲されている。即ちこのようなフラットな軽い構造の方がシートバイルのように垂直壁を形成するものよりは良いのである。シートバイルの場合にはその垂直壁に激突する波力が大きく、根を掘られるのみならず、粒径 0.4~0.6mm 程度の細砂でも水に運ばれながら 1 日に 1,000 回も往復することにより、シートバイルは 8 年間に 10mm も摩耗してしまうからである。この方式の堅堤は 100 本以上も造ったが先端の部分が破壊されてしまった。新しい方式として、海岸から近い距離を 40 × 60cm × 長 4 ~ 5 m の矩形断面で、先端を斜めにしたコンクリート杭を水噴射式で建込み、この堅堤の先端は後述の工法で幅約 30m に掘削フラットにしている。工事期間は夏季約 80 日しかないので、棧橋を堅堤の位置に架設し、この上に移動クレーンを走行させてこのコンクリート杭の運搬・建込みに供する。先端部は、海浜で編んだ粗朶の筏を H.W. の時に舟で引き出し、1 個 1ton 位の石を載せて沈め、その間隙にサンド・マスチックを注入する。この時は堅堤の予定先端より前方に粗朶で小さな島を築き、ここに簡易な橋を架けてこの上にクッカーを据え、クッカーから 180~200°C のサンド・マスチックを注入するのである。これは低潮位で粗朶の上の石が水面から頭を出している間に実施するのである。

このサンド・マスチック注入工法は海岸に平行な侵蝕防止工の構造体の根固めにも用いられている。

この堅堤によって海岸に寄せる波は非常に弱まり、かつ堅堤に斜め方向から吹く風について来る波が堅堤に撲かれて弱まり 0.4m/sec 位の流速の沿岸流となり、海岸

線に平行に動きつつその運んで来た細砂を沈澱せしめる。沈澱は豎堤の先端から上流側に三角形になるが、反対方向からの沿岸流に対してはその反対側に沈澱することとなる。沿岸流の方向によって砂は移動するのであるが、数多くの豎堤が出ているのでその豎堤の間に砂が溜まり、これより外には出ない。豎堤の先端はアスファルトを用いたフラットな部分であるから、波はこの部分で砕けて大きな力は及ぼさないのである。またこの碎波作用に伴う力はサンド・マスチックの粘弾性に吸収されて石は移動しない。この種の豎堤には相当多額の費用がかかるが、これが無ければ岸に平行な護岸を十分頑丈にしなければならないので、豎堤に投する費用の何倍もの費用を要することになる。豎堤があれば護岸は軽易なものでよいのである。豎堤の先端の高さは L.W. 附近とし、豎堤相互の間隔は豎堤の長さの 1~2 倍として考えられている。また豎堤先端部のフラットな面積が小さければ効果はない。

海岸に平行な護岸もシートパイルのように垂直面にすれば、暴風高潮の際には前面が引き波で深く掘られ、シートパイル自身も破壊され、跳波の作用も加ってこの護岸の上の通路も広場等も破壊される。シートパイルを使うとしてもその前面に捨石等を行ってフラットにしておく必要がある。1911年に造った垂直壁の護岸はその頃 110m もの砂浜が海側にあったのであるが、現在では砂浜は無くなり護岸の前面が深く洗掘された。この前面をフラットにしておいたらこのようにならなかつたものと思う。

もう 1 つの工法は、テトラボッドを使用することである。ドイツでは 1954 年 12 月 22 日の暴風高潮時の風速 120 km/hr(33m/sec)、波高 2.50m、周期 6.5 秒を再現して、1/25 のモデルテストを行ったが、その成績は非常に良好であった。この結果、6 ton のテトラボッドを実際に用いたが、昨年 2 月の暴風高潮の結果から見て過大とは思わ

れなかった。現在シルト島では延長 100m 当り 3,000ton のテトラボッドを設置している。この場合引き波の影響を考慮し、その前面にはポンゴシを敷き込みこの上に石を捨て、その隙間にサンド・マスチックを注入して洗掘を防ぐことにした。ポンゴシ (Bon Gossi) とはよく撓むという意味で木材で厚さ 0.8~1.0cm、幅 10cm 程度の板を編んだマットであってその先の砂が洗掘されても、撓みが大きく 1.50m も撓るので侵蝕を防止することができた。またテトラボッドの趾は砂の中にサンド・マチック注入を行って埋め込む必要がある。これを 2 層に積み（写真-2）その陸地側はアト・ランダムに積み重ね、表面を粗にしている。テトラボッドも個々に用いれば大きなものを必要とするが、組み合わせた場合には小さくてもよい。古い垂直壁の前面にテトラボッドを捨て、保護しているものもある（写真-3）。この工法の欠点は、特許権に対する使用料の高いことである。

フラットな法面の護岸構造の場合、波の溯上防止にドイツで盛んに用いられているのは玄武岩の柱で、砂の上に一層サンド・アスファルトあるいはマスチックを敷き込み、この上にこの柱を立て、隙間にサンド・マスチックを注入する。（写真-4 および 5）これは極めて有効である。垂直壁護岸の場合には、暴風高潮の際これに激突した波は跳ね上りしぶきとなって 20m もの高さに跳ね上るに対し、このフラットな粗面では波の溯上は著しく阻止せられ堤防をオーバーすることを防ぎ得る。これは海岸堤防の法面にも重要なものには用いられている。

#### 4. 海岸堤防工事

ドイツにおける海岸堤防の設計は必ずその堤頂高の決定である。これは H.H.W. よりも高くすることは常識である。最初は 1825 年に決めた H.H.W. を標準にしたがこれに加える高さの選定に問題がある。この場合、低潮位の時の暴風高潮の波高を取ることは非常に楽である

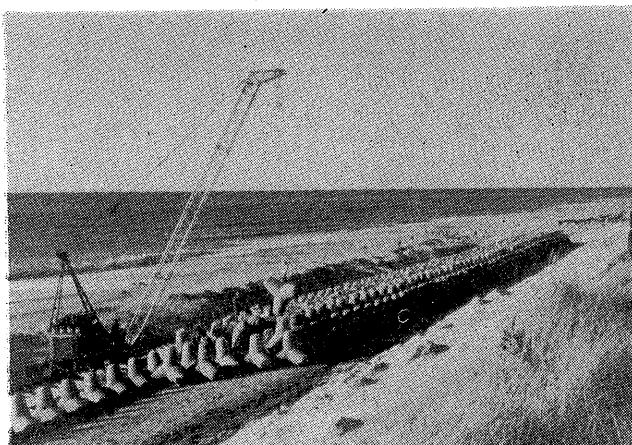
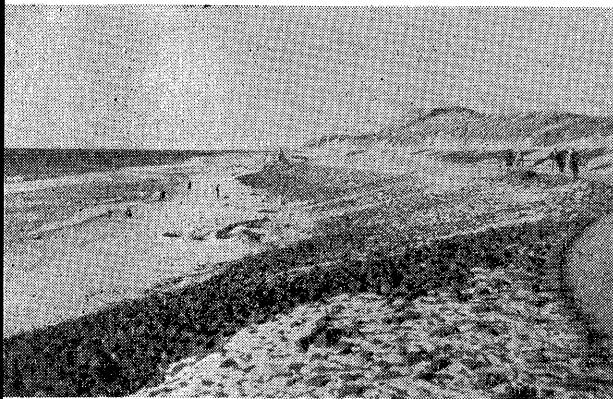


写真-2 侵食防止用テトラボッドの碎波構造



写真-3 煉瓦造垂直壁とテトラボッドおよび豎堤



写真一 4 (左) 緩傾斜の玄武岩柱による潮上防止法面



写真一 5 (右) 写真一 2 の拡大

が、これは合理的ではない。それは、海底からの水の深さによって同じ風速であっても波高および潮上高が異なるからである。低潮位の時と高潮位の時とでは、低潮位の時が潮上高が大である。これは深い皿の中に水を入れ、片方から吹いて見ればわかることである。従って1949年2月、低潮位の時に来た暴風の時の高さを高潮位に加えることは正しくないので、以前通り1825年の高潮位を標準にして1949年2月の低潮位時のものを換算して加えて決めた。ここに興味あることはこの時に考えて計算した高潮位に対しては在来は設計していなかった。

次に1953年1月31日にオランダの災害と呼ばれる大暴風が襲来した。この時は高潮位時に来た暴風なのであって、オランダではこの時の高潮位に対して堤防の高さを決めた。ドイツではそうしないで、H.W.L.より少し上げ、堤頂高を在来より1.40~1.90m高くした。

古い時代に溯ってみると、前掲1361年、1634年の災害は記録的に大きく、死者各2,000名を出したが、これに次いで大きな暴風が1962年2月に襲来し構造物には被害はあったが死者は無かった。

ドイツ、オランダの海岸堤防は土でできている。ドイツの典型的な断面(図-4参照)では、海面側法が下の方から1:10, 1:8, 1:5, 1:3とだんだん急になり、天端に2~3mの幅を取り 背面は1:1.5~1:2、最近では1:3となっている。前面趾端には杭を打ち、粗朶の上に石を捨て、1:3の法とし、1:10の法に移るが、この部分にも3m位の幅に石を置いてある。ここから上に向って1:3の法の間にM.H.W.L.を取り、上の1:3の法の堤頂に近い部分は草を植えている。

古い堤防は全部粘土で構築したが、新しいのは下部に砂のコアを入れ、その上に前面法の方は1m、背面法には0.70mの厚さの粘土を張っている。昨年2月16日の

暴風高潮の時には水面は+5.21mにあった。

オランダの大暴風高潮の時に決めた高さは約8mで、波は潮上して来たが、堤頂から約50cm下の処で止まった。この波の潮上はH.W.L.から2.30mに達したことになる。この時は砂の部分は無かったが、粘土が浅く広く掘られている。この掘られた部分を些細に視ると、水面から50cm下の位置で削られていて奥行約9~11mに及び、背面の部分が残ったことになる。これは修理し易い。このような断面の特徴は次のとおりである。前面の趾端の個所で堤防に寄せた波が碎ける。この時の水深dと波高Hとの関係はH=kdで表わされ、波長によってk=1.3~1.5の値をとり、ドイツでは1.5としている。碎波になってからはターピュレント・フローとなりスウェル速度で堤体に迫る。この間は水と水の間の摩擦によって速度が減少しつつ堤体に衝突するのであり、堤体に接触すれば水と土砂の間の摩擦となる。この場合、堤体に用いられている土砂の抵抗できる速度以下にしておけばよいのである。またこれによって波の堤防前面に潮上する高さも小さくなる。オランダでは前面に小段が設けられており、その辺にH.H.W.L.も取っておけばここで碎波となる。この部分の無い断面では波力が強くかつ潮上高も高くなり堤頂を越す場合も考えられる オランダの公式にはこの条件が実験的に決定されている：

$$Z = 2.7 H \sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} \sin \alpha \quad \text{小段のない場合}$$

あるいは

$$Z = 2.7 H \sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} \cdot \sin \alpha \left( \cos \beta - \frac{B}{L} \right)$$

小段のある場合

茲に  $Z$ =波の潮上高,  $H$ =波高,  $\alpha$ =前面法の傾斜角,  $\beta$ =法面に垂直な線と波の伝播方向とのなす角,  $B$ =小段の幅,  $L$ =波長

暴風高潮の水面の高さにある小段の満足な幅は  $B/L = 0.3 \sim 0.4$  としている。

この公式自体はよいものであろうが、実際の適用に当っては大きな困難がある。それは波高の実測は、種々の測定方法を用いても、波高が3~4mにもなると測定装置そのものが破壊され、また碎波する附近では特に記録が困難だからである。多くの人が暴風高潮の際に高い場所に上って観測した話によれば一般にHはそう大きくはないと言つて居る。この観測した高さを公式に入れれば、Zの値は相当小さくなり、従つて堤頂高が低く設計されるところになり危険である。昨年2月16日暴風高潮の襲来した時、堤体に波の潮上した最も高い箇所に種々の漂流物が漂着したので、これから逆算してH=1.20~1.70mという値を得た。

次に、前面勾配を急に取れば高い波の速度で堤体に衝突するから波の潮上高も大となる。従つて緩勾配の方が急勾配の場合よりも堤頂高を低くすることができる。英國の東海岸にある急勾配の堤防と比較すれば、この方はドイツの堤防に比して高さは高く、堤体の土量は多くなっていると同時に直接當る堤体の部分の侵蝕は大きい。

即ちこの設計には2種類あり、その選択には材料の価額と法面被覆材料が入る。

次に構造の詳細に入る。この堤防の前面にはシートバイルを打っている。その目的は、堤体土砂に入つて来る水の浸潤線をなるべく低くすることである。緩勾配の法面では、底面の長さが大となるからシートバイルの長さは短かくても浸潤線が押えられることになる。急勾配の場合にはシートバイルの長さは長くしなければならない。

次に地盤の沈下を考えれば、急勾配の方は狭い敷幅に大きな土量があり、地盤に作用する荷重強度が高くなるが、緩勾配では面積が大となるし土量が少ないので荷重強度は低く、沈下は少い。

今シートバイルの長さを十分長くして水の入つて來ないという条件を考えれば、緩勾配の場合には法面の被覆が破損して水が浸入して來てもその終端に達するまでに長距離の間、水が通ることになる。これに対して急勾配の方は短かい距離を通過することになる。なおこの場合、堤防前面趾端の根固めの長さを大とすれば浸潤線の距離を大とする意味で非常に大切なことになる。同様に前面にアスファルト・マットレスを敷設すればシートバイルの長さを短かくすることができる。

また地盤の土の圧密度を知ることが重要な問題である。ドイツでは堤体の基礎の部分の土はよく圧密されているからシートバイルは使用していない。

ドイツでは海岸堤防は、通常年2回定期的に技術者が検査して歩くが、この時は自動車を捨て、馬車を使ひ徐行する。その趣旨は丁寧に検査することにある。検査に

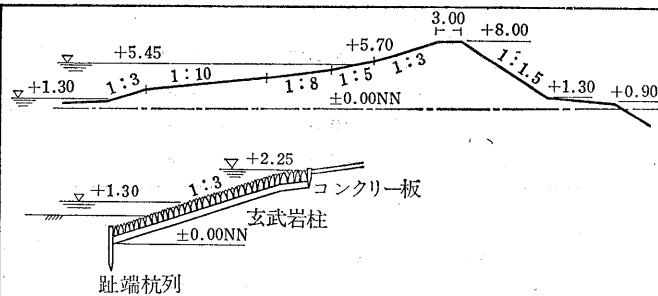


図-4 海岸堤防標準断面図

当つて最も注意するのは背面の小段であり、毎年これを補修する。最近の補修方法は石を敷きサンド・マスチックを注入するのである。

またドイツにおいては、これまで堤防は最初ある高さに築造し、次に不十分のことがわかつてから背面から盛土して高さを増し、次には前面に碎波構造を附加する方式で補強する経過を辿つて、今日の断面になった。

次に堤体築造に最初はすぐ陸側を掘った土を盛り上げたので、その掘削跡は潮浴池として使用している。しかしその後、土が不足となり砂を用いるようになった。即ち堤体のコアには砂を盛り上げ、その上面に粘土を張り附けることにした。この砂はポンプ浚渫船を沖に浮かべパイプラインを通じて堤体に水と共に運搬する。この場合の施工法としては、堤体を中央から縦に割つて溝を作り、ここにパイプラインの先端を据え、泥土砂を含んだ水を流下し土砂を沈澱せしめてから下流で水だけを海に捨てるのである。流水の方向を変えるには簡易に鉄板を人力で支えチェックゲート式にする。この方法は非常に能率のよい方法であり、浚渫船の能力によるが、浚渫船の位置と堤体の距離は4km位迄可能で、浚渫船を移動しながら15kmの延長の堤防を築造したことがある。

1953年オランダを襲つた大暴風高潮で2,000人の死者を出して後堤頂高を高くした。元N.S.L.上6.30mであったが、新堤防は+8mであつて、延長1m当たり100m<sup>3</sup>の土を用いた。

この種海岸堤防の法面は最初は草で被覆した。その後防水性で撓み性のあるアスファルト合材が用いられるようになった。最初はサンド・アスファルトが適用されたが、その後マスチック・マカダムと呼び、サンド・マスチックをアスファルト代りにしてマカダム舗装で被覆するのが最も耐久的であるとの結論を得た。その配合は次のとおりである

下層

碎 石	8~15mm	15kg/m <sup>2</sup>
マスチック		15 "

上層		
碎石	8~15mm	15kg/m <sup>2</sup>
マスチック		35 "
碎石	10~25mm	15 "
碎石	40~60mm	130 "
合計		225 "

#### マスチックの配合：

アスファルト	針入度60~80	15%	ま た は	20% 20 — —
石灰岩ダスト	∠74μ	20		
砂	0~5 mm	45		
小砂利	3~6 mm	30		
砂	0~3 mm	—		
		60		

アスファルト合材による法面被覆は 200~250kg/m<sup>2</sup> で十分としている。

碎波構造は、その基礎を締固めてマスチックを一層敷き均し、この上に玄武岩の柱 40×40×60cm 程度のものを 3~4 列立て並べ、その間隙にサンド・マスチックを注入したものである。この柱の下端は平らに切るが、上端は尖がったままになって居り碎波に効果あらしめている。この構造は施工容易、かつ粘弹性で波が強く当っても破壊しない特徴がある。ドイツでは15年来この方式を採用して居り、数次の大暴風高潮の場合にも完全に残っている。このマスチックは、プラントで練ったものを 1~1.5 時間クッカーで加熱しながら練り上げるのである。この碎波構造を設置する場所は大体 H.H.W.L. の附近である。

また趾端には石を捨て、その間隙にサンド・マスチックを注入して固結する。

堤防背面は勿論、前面でも堤頂に近い部分は草を植えておく。

碎波構造より上方の潮上防止には、前述の玄武岩柱の粗面の外、助骨状の突起が有効なことが述べられている。その法面上の高さは 20~30cm、間隔は 2~4 m である。

アスファルト合材で法面被覆の際、堤体の土から生え

て来る草の問題については本誌32号4頁に記したので、ここでは省略した。

#### 5. 1962年2月17日の暴風高潮と破堤状況

この時は台風の中心は北海にあり、この地方に直接極めて強烈な暴風が襲った。この台風はその目から先端まで半径2,000m、直径4,000m という大規模のものであり、140km/hr(38m/sec) という高速風が陸岸に向って吹き付け、偶々大西洋から北海に向って海流が流入し、さらに高潮と暴風の最大風速の時刻が一致した最悪の条件でエルベ河の上流ハンブルグ近郊も川の背水のため大規模な浸水地域を出した程で、海岸堤防も3カ所に著しい被害を受けた。その内、二次堤の破堤の状況をフィルムに収めて検討した結果から述べれば、波が堤体に当り前面法には最初は異状はなかったが、堤頂を越した波が跳波となって背面を叩き、洗掘しついで破堤した状況がよく表されている。

一般に、海岸堤防破壊には2様式がある。

第1は、越波して背面から壊わされるもの、第2は、海水が堤体に滲透し、堤体構成土砂を飽和して安息角を減じてになり出して破壊する。この場合、第1と第2の作用が合成すれば最も危険な状態となる。ハンブルグ郊外ノイエンフェルデのエルベ河畔の新堤防では、前面は勿論、背面も堤頂から 3.5m の長さに亘りアスファルト・コンクリートで被覆している。

#### 6. 結 説

以上、ドイツにおける干拓工事、海岸侵蝕防止、海岸堤防工事等について述べたが、特に後二者については、いつ襲来するかわかぬ暴風高潮の猛威に対しなるべく経済的に守ろうとした苦闘の歴史の連続によって達した境地である。不明確な波力に対して真正面から抵抗せずに、自然力を柳に風といなしながら守ろうとする設計方針である。ここに自然海底勾配に近い法面の考えが生れたものと思推される。これに対してまた別の視角から検討して地方条件に合致した設計もあり得るとは考えられるが十分玩味すべきことである。

〔筆者：北海道大学工学部教授 本会顧問〕

#### ☆編集委員☆

井上孝・高橋国一郎・村田泰三・松野三朗・神保正義
吉村六夫・福島健重・酒井重謙・菊地栄一・南部勇(順不同)
☆顧問☆ 谷藤正三・板倉忠三・西川栄三・市川良正(順不同)

アスファルト 第6巻 第33号 昭和38年8月4日発行

発行人 南部 勇

社団法人 日本アスファルト協会 TEL 東京(551)1131~4

東京都中央区新富町3~2 石油会館内

印刷・光邦印刷株式会社

# 社団法人 日本アスファルト協会会員

アスファルトの

御用命は

本会加盟の

生産／販売会社へ

優れた生産設備と研究から

品質を誇るアスファルトが生み出され

全国に信用を頂いている販売店が

自信を持ってお求めに応じています

定評あるアスファルトの生産／販売会社は  
すべて本会の会員になっております

## 賛助会員

大協石油株式会社(561)5131  
丸善石油株式会社(201)7411  
三菱石油株式会社(501)3311  
日本石油株式会社(502)1111  
富士興産株式会社(481)6844  
出光興産株式会社(211)5411  
昭和石油株式会社(231)0311

シェル石油株式会社(561)2971  
亜細亜石油株式会社(501)5351  
日本鉱業株式会社(481)5321  
三共油化工業株式会社(281)2977  
三和石油工業株式会社(270)1681  
昭和化工株式会社(591)5416  
昭和石油瓦斯株式会社(591)9201

## 正会員

朝日瀝青株式会社	東京都千代田区神田旅籠町1の11	(291) 6411	大 協
恵谷産業株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	シエル石油
恵谷商事株式会社	東京都港区芝浦2の1	(451) 2181	三 石
富士鉱油株式会社	東京都港区三田四国町18	(452) 2476	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
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	東京都千代田区丸の内3の4	(212) 3021	日 石
中西瀝青株式会社	東京都中央区八重洲1の3	(272) 3471	日 石
新潟アスファルト工業(株)	東京都港区芝新橋1の18	(591) 9207	昭 石
日米礦油東京支店	東京都中央区日本橋室町2の4	(270) 1911	昭 石
日商株式会社	東京都千代田区大手町1の2	(231) 7511	昭 石
日東商事株式会社	東京都新宿区矢来町61	(341) 7382	昭 石
日東石油販売株式会社	東京都中央区銀座4の5	(535) 3693	シエル石油

◎アスファルトの御用命は日本アスファルト協会の加盟店へどうぞ◎

瀝青販売株式会社	東京都中央区銀座東6の7	(541) 6900	出光
菱東石油販売株式会社	東京都台東区仲御徒町2の19	(832) 6671	三石
株式会社沢田商行	東京都中央区入船町1の1	(551) 7131	丸善
清水瀝青産業株式会社	東京都渋谷区上通2の36	(401) 3755	昭和石油瓦斯
三共アスファルト株式会社	東京都千代田区丸の内1の2	(281) 2977	三共油化
東新瀝青株式会社	東京都中央区日本橋江戸橋2の5	(271) 5605	日石
東京アスファルト株式会社	東京都港区芝田町6の12	(451) 4987	亞細亞
東京通商株式会社	東京都千代田区大手町1の6	(231) 8251	日石
東洋国際石油株式会社	東京都中央区日本橋本町4の9	(270) 1811	大協・三和石油
東光商事株式会社	東京都中央区八重洲5の7	(281) 1175	三石
梅本石油東京営業所	東京都港区麻布10番2の22	(452) 3291	丸善
株式会社山中商店	横浜市中区尾上町6の83	(68) 5587	三石
朝日瀝青名古屋支店	名古屋市昭和区塩付通4の9	(85) 1111	大協
株式会社名建商会	名古屋市中区宮出町41の2	(24) 2817	日石
中西瀝青名古屋営業所	名古屋市中区園井町1の10	(23) 0501	日石
名古屋シ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	(36) 3151	丸善
株式会社三油商会	名古屋市中区南外堀3の2	(23) 7721	大協
上原成商事株式会社	京都市中京区御池通烏丸東入上原ビル	(23) 3101	丸善
朝日瀝青大阪支店	大阪市西区南堀江5の15	(531) 4520	大協
枝松商事株式会社	大阪市北区葉村町78	(361) 5858	光善
丸一石油株式会社	大阪市福島区鷺洲本通1の48	(451) 7601	丸善
松村石油株式会社	大阪市北区網笠町20	(361) 7771	丸善
丸和鉱油株式会社	大阪市南区長堀橋筋2の35	(211) 3216	丸善
三菱商事大阪支店	大阪市東区高麗橋4の11	(202) 2341	三石
中西瀝青大阪営業所	大阪市北区老松町2の7	(341) 4305	日石
日本建設興業株式会社	大阪市東区北浜4の19	(231) 3451	日石
三徳商事株式会社	大阪市東淀川区新高南通2の22	(391) 1761	昭石
東京通商大阪支店	大阪市東区大川町一番地	(202) 2291	日石
梅本石油株式会社	大阪市東淀川区新高南通1の28	(392) 0531	丸善
山文商事株式会社	大阪市西区土佐堀通1の13	(441) 0255	日石
株式会社山北石油店	大阪市東区平野町1の29	(231) 3578	丸善
北坂石油株式会社	堺市戎島町5丁32	(2) 6585	シエル石油
川崎物産株式会社	神戸市生田区海岸通8	(39) 6511	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
畑礦油株式会社	北九州市戸畠区明治町5丁目	(87) 3625	丸善