

アスファルト

第21巻 第114号 昭和53年1月発行

114

石油アスファルトの流通・現状と問題点 石動谷英二 3

《報文》

重交通道路舗装用アスファルトを
使用した試験施工について 五十嵐貞義・宝積泰之 20

★研究者のノートから★その3
アスファルト舗装の構造設計
における最近の動向(1) 阿部頼政 28

随想・〈車〉への撞れ 寺田章次 35

〈需給解説〉
石油アスファルトの需給動向について 38

BLACK CHEMISTRY (3)
アスファルトを原料とする活性炭の製造・その2 工藤一至 40

第34回アスファルトゼミナール開催案内・東京・3月10日 1

社団法人 日本アスファルト協会

第34回アスファルトゼミナール開催のご案内

主 催：社団法人 日本アスファルト協会

協 賛： 日本アスファルト乳剤協会

開 催 日 時 昭和53年 3 月10日(金) 午前 9 時～午後 5 時

開 催 場 所 東京霞カ関 久保講堂

(東京都千代田区霞カ関 3 - 3 - 4 TEL 03-581-1031)

1. 主催者挨拶 日本アスファルト協会会長 米 倉 豊 9:00～ 9:10
2. これからの道路整備事業に望むこと
日本アスファルト協会名誉会長 谷 藤 正 三 9:10～ 9:30
3. 挨拶 資源エネルギー庁石油部精製課長 清 滝 昌 三 郎 9:30～ 9:40
4. 第 8 次道路整備 5 ヲ年計画について
建設省道路局企画課長 渡 辺 修 自 9:40～11:00
5. アスファルトの流通・現状と問題点
日本アスファルト協会調査委員会 石 動 谷 英 二 11:00～12:00
(昼食 1 時間)
6. 舗装材料について
建設省大臣官房技術調査室長 萩 原 浩 13:00～14:30
(休憩10分)
7. 重交通道路(耐流動)の舗装用アスファルトの研究
耐流動用に開発された粘度等級アスファルトについて
日本アスファルト協会建設補助金研究特別委員会 林 誠 之 14:40～16:00
8. 軽交通道路の舗装—歴青路面処理工法について
日本アスファルト乳剤協会技術委員会 川 野 敏 行 16:00～17:00

(申込方法などは次ページをごらん下さい)

◎ 受 講 料

3,000円（途中入退場の別なし）当日「受付」までご持参下さい。

（本協会々員会社関係は2,000円）

◎ 参加申込方法

ハガキにて下記のとおり記入し郵送のこと。

- (1) 34ゼミナール参加申込
- (2) 参加者の受付区分（別項A～Fのうち該当するものを記入）
- (3) 参加者の勤務先と住所
- (4) 参加者の氏名

（同じ所属にて3名以上申込みの場合は参加代表者氏名と合計数記入）

◎ 参加申込先

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7（和孝第10ビル）

日本アスファルト協会 34ゼミ係（電話 03-502-3956）

◎ 参加申込期限

昭和53年3月6日まで到着のこと（電話にても受付けます）

◎ 注 意 事 項

- (1) 参加を申込まれた方へは特に通知を差し上げませんので、当日会場「受付」までご来場下さい。

当日の「受付」は下記の区分になっております。（参加申込みのハガキには必ずA～Fのいずれかを記入のこと）

A＝建設省、道路公団等の公団、北海道開発局

B＝都道府県庁

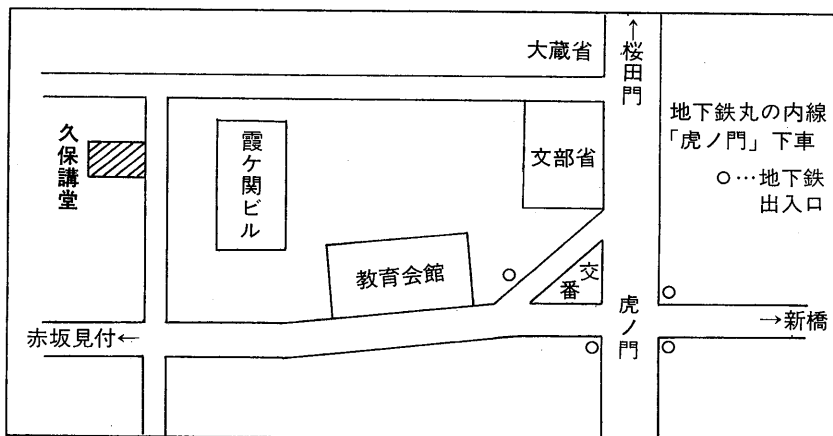
C＝市（町村）役所

D＝道路建設業等の民間会社（材料関係も含む）

E＝学校関係およびA～Dに該当しない方

F＝本協会々員会社関係

- (2) テキストは従来通り配布しますが、昼食弁当の支給は、今回からは行ないませんので、悪しからずご了承下さい。



石油アスファルトの流通・現状と問題点

石動谷 英 二*

はじめに

日本アスファルト協会調査委員会は、石油アスファルト流通基礎調査を隔年に行い「流通基礎調査資料」にまとめ、協会会員をはじめ関係者の参考に供している。

第1回の「石油アスファルト流通基礎調査」は昭和47年10月に実施しているが、その内容は47年3月末現在の物的能力を主体とし、石油アスファルトの生産場所・生産実績・製油所および油槽所のタンク能力・アスファルト・タンカー保有量・アスファルトタンカーによる一次輸送実績・アスファルトタンクローリー保有量など詳細かつ多岐にわたっている。

この「流通基礎調査」は石油アスファルトの全国需要と供給がマクロの数字でバランスしていても「流通対策」が万全でなければ、全国需要の大半を公共的需要に供せ

られている石油アスファルトの需給問題は解決できないので、将来増加が予測される需要に対し「流通対策」を講ずるための資料に役立てることを目的としていた。

しかるに昭和48年の石油ショック発生以降、政府の総需要抑制策によって石油アスファルトの内需量は大幅に後退したがため、石油アスファルトの流通設備は（他製品との共用または転用が一切不可能であり）余剰能力をかかえ、流通コストの大幅アップとなって石油アスファルトの不採算性を増大させた。

この対策として石油各社は流通設備の合理化を積極的に進め、石油アスファルトの専用船・タンクローリー・油槽所などは徐々に縮小されてきている。

昨年10月調査委員会においてまとめた「流通基礎調査資料」（昭和52年3月末現在）に基づいて、最近の石油

表-1 石油アスファルト内需見通し

項目 年度	内 需 量 (千トン)					構 成 比 (%)					対 前 年 度 比 (%)				
	ストレート・アスファルト			ブローンアスファルト	合 計	ストレート・アスファルト			ブローンアスファルト	合 計	・アスファルト			ブローンアスファルト	合 計
	一般用	工業用	計			一般用	工業用	計			一般用	工業用	計		
47	4,348	48	4,396	315	4,711	92.3	1.0	93.3	6.7	100.0	112.0	—	113.2	110.1	113.0
48	4,648	148	4,796	350	5,146	90.3	2.9	93.2	6.8	100.0	106.9	308.3	109.1	111.1	109.2
49	4,209	136	4,345	241	4,586	91.8	3.0	94.8	5.2	100.0	90.6	91.9	90.6	68.9	89.1
50	上期	1,860	87	1,947	112	2,059	90.4	4.2	94.6	5.4	100.0	86.7	135.9	88.1	94.9
	下期	1,705	112	1,817	140	1,957	87.1	5.7	92.8	7.2	100.0	82.7	155.6	85.2	112.9
	年度	3,565	199	3,764	252	4,016	88.8	5.0	93.8	6.2	100.0	84.7	146.3	86.7	104.1
51	上期	1,825	93	1,918	124	2,042	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	98.1	106.9	98.5	110.7
	下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.7	103.6	105.6	100.0
	年度	3,627	209	3,836	264	4,100	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.7	105.0	101.9	104.8
52	上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.8	121.5	114.1	105.6
	下期	2,112	118	2,230	150	2,380	88.7	5.0	93.7	6.3	100.0	117.2	107.1	116.3	107.1
	年度	4,188	231	4,419	281	4,700	89.1	4.9	94.0	6.0	100.0	115.5	110.5	115.2	106.4

出所：資源エネルギー庁

*富士興産アスファルト㈱営業部長代理

アスファルトの流通について概略を述べる。

表－２ 主な製造用原油の輸入状況

(単位：1,000kl, %)

石油アスファルトの生産場所

石油アスファルトの生産実績は昭和48年度の 5,167千トンピークに本年度は約4,700千トンの見込みである。

(表－１)

その生産場所を年度別・通産局別に示すと次のとおりである。

	札幌	仙台	東京	名古屋	大阪	広島	四国	福岡	合計
47年度	1	3	14	3	4	6	0	0	31
49年度	2	2	16	3	3	7	1	0	34
51年度	2	2	15	3	3	6	1	0	32

石油精製工場の立地はエネルギーの大消費地に近いことと、原油の99.7%を海外から輸入していることが大きな要因になって太平洋岸の大工業地域に集中している。

石油アスファルトの生産場所は数の上では大きな変化はなく現在32製油所が稼働しているが、昭和51年度の生産実績でストレート・アスファルトを生産する製油所を大別すると下記の通りである。

年間生産量	製油所数	生産実績	構成比
30万トン以上	4	1,732千トン	41.7%
20万トン以上	3	786	18.9
10万トン以上	5	740	17.8
10万トン未満	20	897	21.6
合 計	32	4,155	100.0

わが国における石油精製工場は昭和51年12月末現在49工場が稼働し、その原油処理量は年間に約2億5000万KLである。その中で石油アスファルトの生産工場は32工場で4,155千トン生産しており、さらにその中の12工場で全生産数量の78.4%を生産して全国にバルク配送されている。

現在稼働中の石油製精工場は原油の油種別により軽質原油の専門処理工場と、軽質・重質の併用処理工場とに分けられていく傾向にあり、また新設の石油精製工場が間接脱硫装置から直接脱硫装置へ切替えて行くとすれば、当面アスファルトの生産設備は増加しないと思われる。しかしながら石油アスファルトの生産設備能力は現在需要量を満たす十分な能力があり、最近一部の地域で一時的に供給不足の現象が表面化したのが、これは問題が別の次元にある。

石油アスファルトを生産する上で問題点をあげれば

- (1)原油の軽質化推進の結果からくるアスファルト製造用原油の絶対量の減少…昭和46年度96,967千KLから51年度59,623千KLに約40%の減少(表－２)
- (2)間接脱硫装置から直接脱硫装置への切替
- (3)潤滑油製造のための減圧蒸溜装置の稼働率の低下

原油名 目 項 年 度	アラビアン ヘ ビ ー		イラニアン ヘ ビ ー		クウェート		カ フ ジ		小 計	
	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比	数 量	構 成 比
昭和44	2,578	1.5	54,832	32.7	13,119	8.3	14,444	8.6	84,973	51.1
45	2,621	1.3	60,957	31.3	10,928	8.7	13,234	6.8	87,740	48.1
46	3,652	1.7	60,839	28.8	18,805	8.9	23,671	6.5	96,967	45.9
47	3,040	1.4	54,553	24.0	21,496	9.4	13,003	5.6	92,092	40.4
48	2,545	0.9	51,021	19.3	23,427	8.9	10,020	3.8	87,013	32.9
49	2,468	1.0	44,643	17.8	25,009	10.0	8,965	3.5	81,085	32.3
50	1,476	0.6	33,755	14.1	21,835	9.2	8,684	3.6	65,750	27.5
51	2,372	0.9	34,577	12.5	17,573	6.4	5,101	1.8	59,623	21.6
出所：石油連盟										
〔注〕 (1) 51年度は一部実勢を含む。										
(2) 構成比は全輸入量に対する100分比である。										

(4)原油価格を回収できない価格体系

(5)流通コストの低減手段が限界にきており、流通コストの回収ができない

等がある。

石油精製工場は従来石油アスファルトを生産するための稼働ではなく、燃料油・潤滑油生産の副産物として石油アスファルトが副生されると考えられていた。しかし石油危機以降、情勢は変り現時点では石油アスファルトを生産するための原油処理期間を設け、月間の精製工程の中に石油アスファルトの供給を円滑化するプログラムを組み混んで、JISK-2207の規格と日本道路協会規格に適合したアスファルトの生産を実施しており、その生産計画はマクロ数字では需給バランスがはかれるようになっている。

石油アスファルトの需要動向は季節変動の最大値と最小値がおおむね2対1程度の差があり、この需要量の変動が需給バランスを時期的に崩す最大の要因である。

さらに地域変動を見ると需要量の伸び率は遠隔地ほど高く、一方では石油アスファルトの流通設備は合理化の一端として縮小傾向にあり、このギャップは地域的需給

のアンバランスとして表面化している。今後ますますこの傾向は拡大が予想される。生産場所と消費地の距離の遠隔化、季節変動の最大値と最小値の差の拡大は最近増大する一方で、この生産構造と消費構造の差は流通設備の増強によって過去補われてきたものが、最近では流通経費の増大を防ぐ手段として専用船の廃船、油槽所の閉鎖、専用ローリーの減車と流通設備は縮少の方向にあり「流通対策」は重要な課題となりつつある。

石油アスファルトの流通

石油アスファルトの物的流通の現状と問題点というテーマで述べるにあたり、物的流通は将来における需要量（地域別）と供給量が充分把握されることが前提条件であり、そこを継ぐ手段としての流通対策が本題であるべきだが、まえがきで述べたとおり現状の認識を深めて頂くことに力点を置き、問題点を輸送手段別に列挙することとしたい。

石油アスファルトの流通実態について、昭和51年度内需量の輸送数量と輸送手段を日本アスファルト協会の統計資料から図示すると表-3の通りである。

次に品種別内需量につき荷姿別・輸送手段別数量は下記のとおりである。

品種別内需量	荷姿別	輸送手段
一般ストレート・アスファルト 3,627	バルク…3,602	専用タンカー・専用ローリー車
	ドラム詰…25	貨車・貨物船・トラック
工業用ストレート・アスファルト 209	バルク…209	専用タンカー
ブローン・アスファルト 264	バルク…130	専用ローリー車
	袋詰…134	貨車・トラック
計 4,100	4,100	

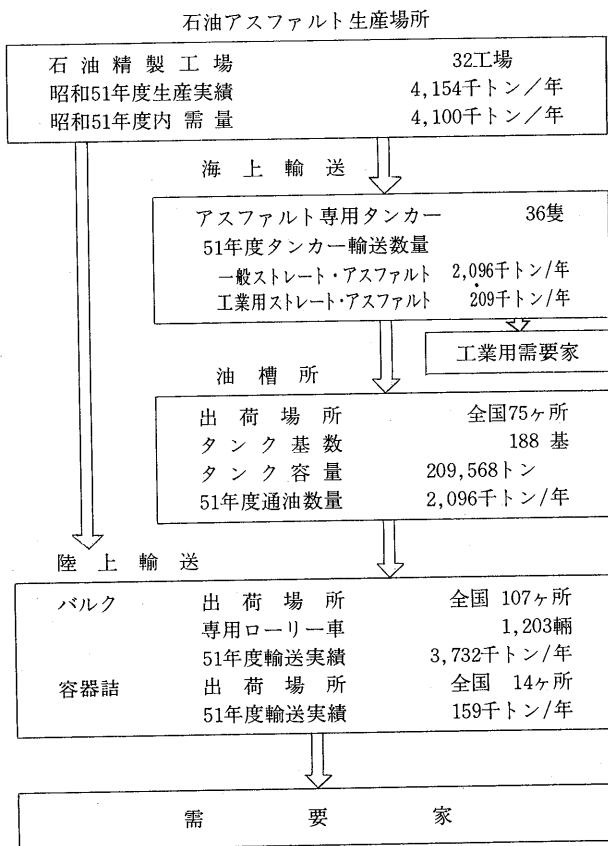
荷姿別輸送数量の構成比

バルク輸送数量	3,941千トン	96.1%
容器詰輸送数量	159	3.9
計	4,100	100

石油アスファルトの流通実態は前記のとおり内需量の96%がアスファルト専用の輸送機器を必要とし、商品の性格からストレート・アスファルトで160℃～190℃の温度を保持した形態の輸送であり、ブローン・アスファルトのバルク輸送では220℃～240℃の温度保持を必要とする。このための輸送機器は一般の建設資材に比較して極めて割高であり、また他商品との併用が不可能であるため、輸送設備の容量が過剰の場合は、輸送コストは常識外れの額となり、逆に容量が不足した場合は一時的・地域的に供給が不足する状態となる。

この接点を何処に置いて流通設備を保有して行くかについては石油各社の判断は異なり、従来は「北海道から九州まで道路があれば何処へでもストレート・アスファルト

表-3 昭和51年度石油アスファルトの流通



出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料

トのバルク配送は可能」として対処してきたが、最近では価格とコストの見合いにより、一部の地域では販売の縮少……流通手段の削減による合理化の推進が実施され、一方でこれを拡大する企業がれば相互の相殺となるが、当面は流通手段を拡大しようとする企業は見あたらない。

この傾向が、昭和53年以降継続すると1～2年後にはアスファルトの安定供給に支障をきたす恐れがある。

石油アスファルトの需要の大部分は、国の行政計画の一環として道路舗装に使用されるが、特に本年度下期、来年度上期は未増有の不況・経済の混迷を脱脚する手段として、大幅な公共投資が実施される計画であるので、道路整備計画の推進に齟齬をきたさぬためには、供給サイドで努力すべき問題と需要家サイドの供給に対する充分な認識と理解がなければならない。

従来、とかく石油会社の供給責任だけが問われ、適的な取引条件の整備という面が忘れられ勝ちであった。物理的能力の整備は、取引条件の整備と併行して進められる要件であり、石油アスファルトの安定供給を果す責任

は一方において安定した取引条件の確立を必要とする。

ここでは「物的流通」に限定して、以下、輸送手段別の現状と問題点について述べたいと思う。

海上輸送

石油アスファルトの海上輸送は専用タンカーにより製油所から油槽所へ輸送される。アスファルト・タンカー一次輸送実態を示すと図-1のとおりである。

都道府県別の受入県 ↔ 払出県の関係は、あまり合理的とはいえず、複雑な交錯輸送の実態が浮きばりにされている。石油アスファルトの生産実績の大きい7工場(全生産量の60.6%を占める)は京浜・中部・近畿に集中しているが、北日本の需要は関東地の生産から、西日本の需要に対しては関西からという供給パターンはとれていない。

このように複雑な交錯輸送の実態は北海道・東北・九州地区など遠隔地のアスファルト需要に応えるためには、どうしても必要であり、また石油アスファルトの品質管理上、石油アスファルト製造用の原油と生産工場を指定される場合もあるので、これを充足するためには交錯輸送は避けられない実情にある。

特に日本道路公団発注の高速国道に使用する石油アスファルトは当然のことながら品質管理がきびしく「同一原油・同一製油所の製品」が要求されるので、一定期間に同一品質の製品を大量輸送することはいよいよ困難になる。

石油アスファルト専用タンカーの保有状況は表-4のとおりである。

昭和49年度末と51年度末の2年間で9隻(積屯数7,940屯)と大幅な減少を示した。

これは石油ショック以降、需要が減退した時点で海上輸送コストが石油アスファルトの不採算性に重圧をかけた結果、廃船・国外への売船・廃棄物輸送船への転売などの処置により、完全な固定費ともいえる海上輸送費の節減に各社が懸命の努力をした結果であった。

表-4 石油アスファルト専用タンカー保有状況

積 屯 数	47年度	48年度	49年度	51年度
500屯未満	4 隻	4 隻	5 隻	1 隻
500屯以上～1,000屯未満	11	13	14	13
1,000屯以上～2,000屯未満	21	22	23	21
2,000屯以上	0	0	3	1
計	36	39	45	36
積屯数合計	35,100屯	37,410屯	45,510屯	37,570屯
平均積屯数	975屯	959屯	1,011屯	1,044屯

出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料

アスファルト・タンカーは特殊タンカーであり、その建造は一般タンカーと違ってスクラップをつける必要がない。その代り荷主の貨物保証を必要とし、備船契約期間は短い船で7年間、長い船は13年間の使用を約束しており、運賃協定は毎年行われる内航タンカー運賃協定のアップ率を参考にして、各社毎に協定内容の改訂が行われている。

それでは石油アスファルトの海上輸送にどの位の経費が必要なのか、これは石油各社毎に専用タンカーの保有量と販売量のうちの一次輸送必要量の割合により、タンカーの稼働率に高低があるので、一概に何哩輸送すれば幾ら必要であると断定することはできないが、内航タンカーの標準運賃に比較して、どの程度割高であるかを示す方法で概算が表わせると思う。

アスファルト・タンカーの特殊性についてその特徴的な項目は

1. 一般内航タンカーに比べ建造費は約2～3割高額である。

2. 船槽構造は積込温度180～190℃を保持するため、魔法瓶式に二重タンクであり、保温ラッキングを施してある。

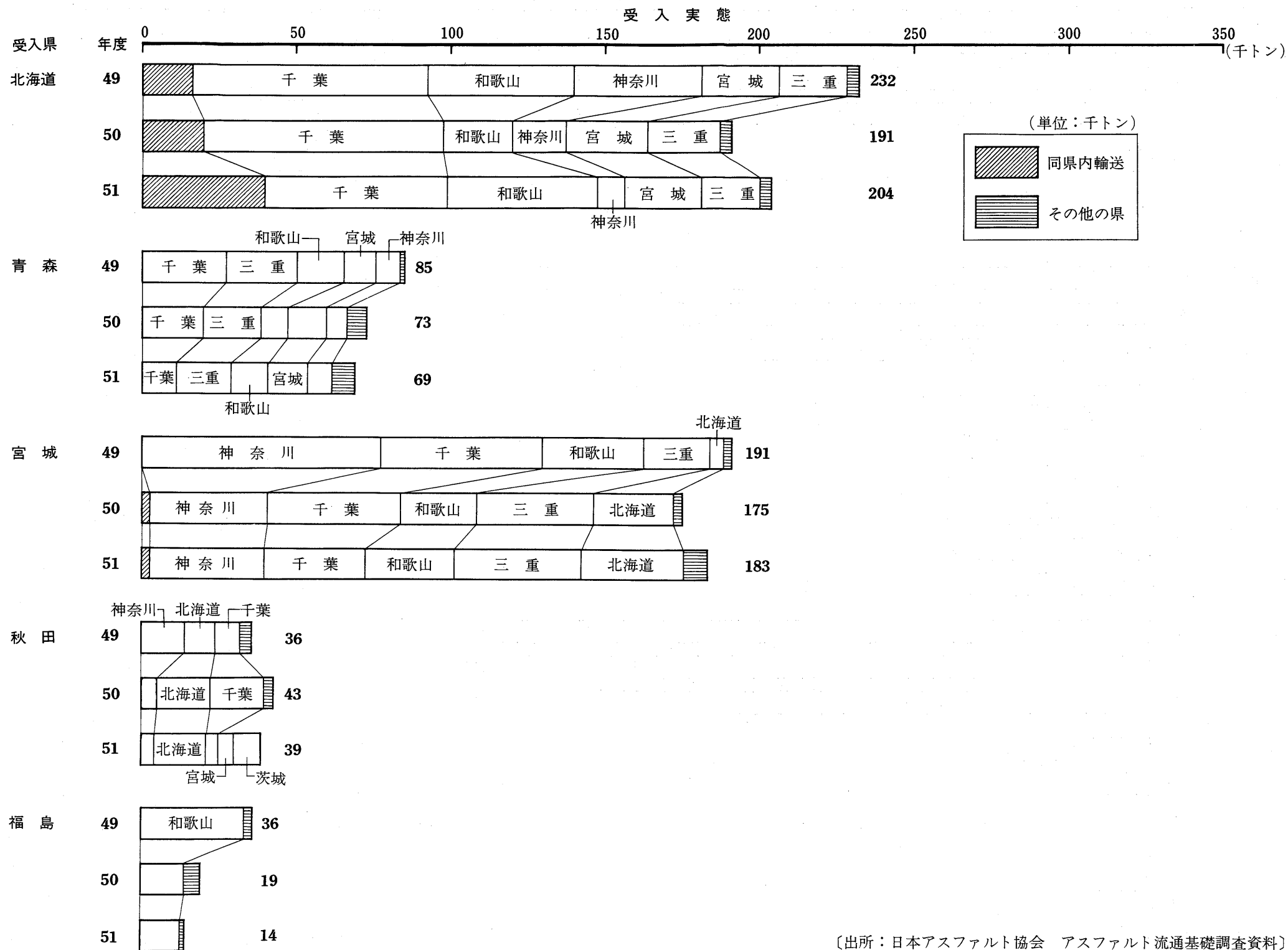
従って総屯数 999屯型の船で内航タンカーの場合には1,800KL～2,400KLの油が積載される油槽であるが、石油アスファルトの場合は1,300～1,500屯積と同一船型と比較して積荷数量は一般内航タンカーを100とした場合、アスファルト・タンカーは60～70しか積載できない。

3. 稼働日数：一般内航タンカー 999型・標準航路京浜～中京の資料(出所：内航タンカー組合)によると、稼働日数は348日/年と極めて高いが、アスファルト・タンカーの場合、稼働日数は内航タンカーの3/4程度で稼働日数270～280日/年である。

昭和51年度の海上輸送数量は2,305千トン/年であり、石油アスファルト内需量の56.2%が専用タンカーによる一次輸送数量となっている。一次輸送数量の季節変動をみると最大値は3月242千トン、最小値は1月124千トンと2対1の差があり、アスファルト・タンカー1隻・1ヵ月当りの輸送数量は最大値6,722屯/月、最小値3,444屯/月、年平均5,336屯/月と、この季節変動の差が稼働日数低下の最大の要因である。また北海道・東北・北陸地区の需要が無い期間は停船・係船の処置が行われている。

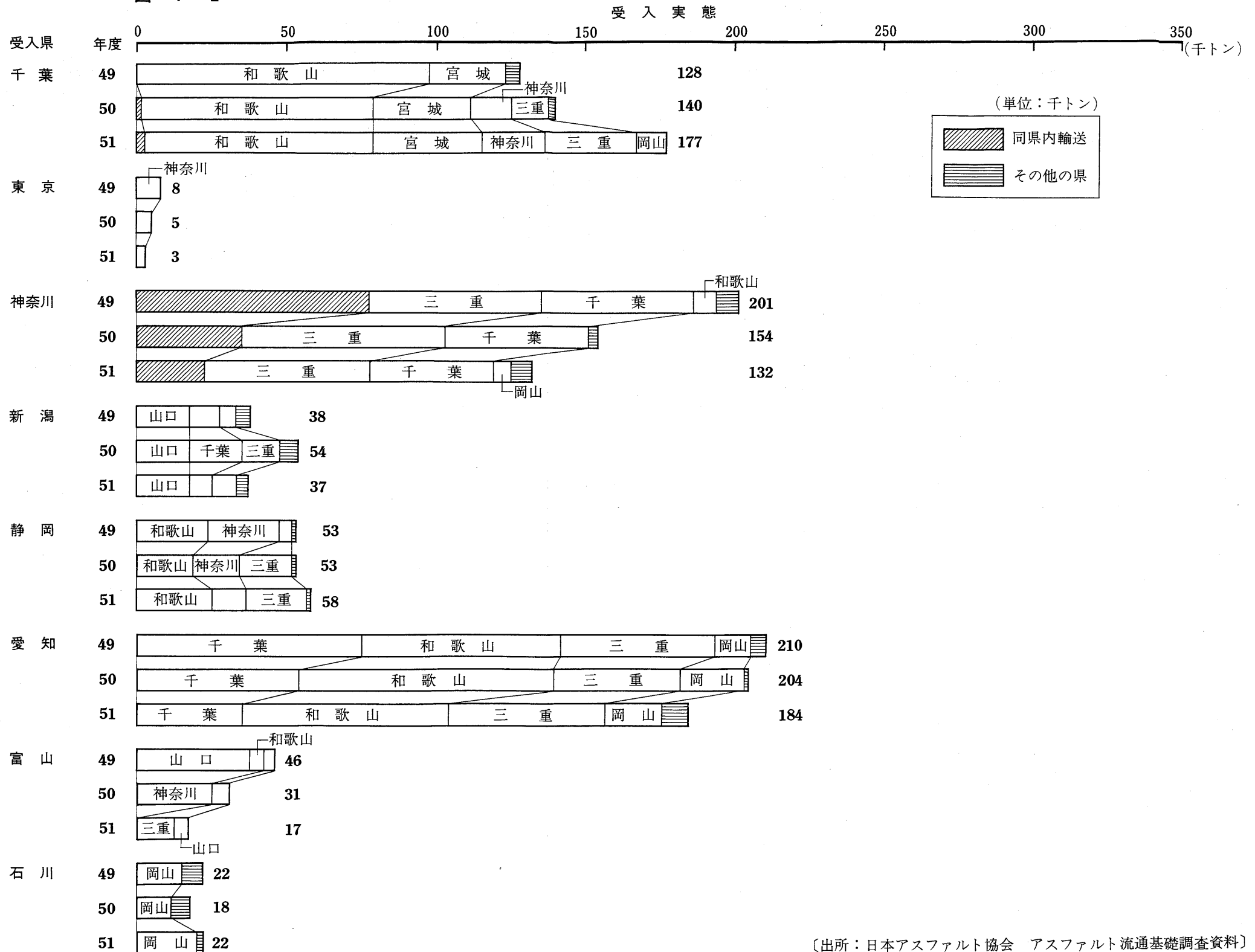
さらに稼働率を悪くする要因の一つに、各港の入出港制限があり、日没 ↔ 日の出の間は着桟禁止という港湾が大多数で、夕刻入港のタンカーは翌朝まで待機のあと着桟・荷役を開始する。この間のロス・タイムは稼働率の大幅低下につながる。

図-1 アスファルトタンカー 一次輸送実態 (1)



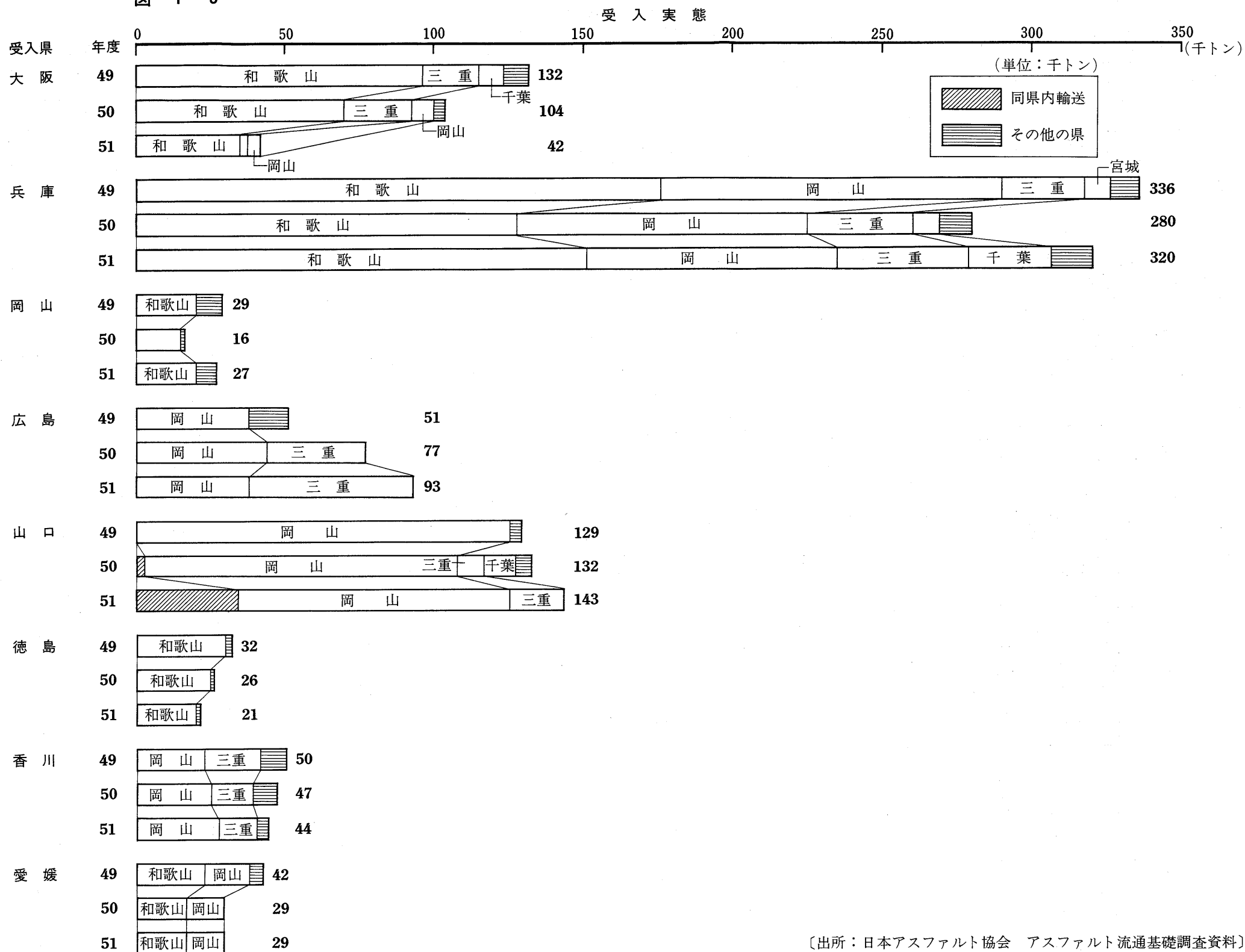
〔出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料〕

図-1-2



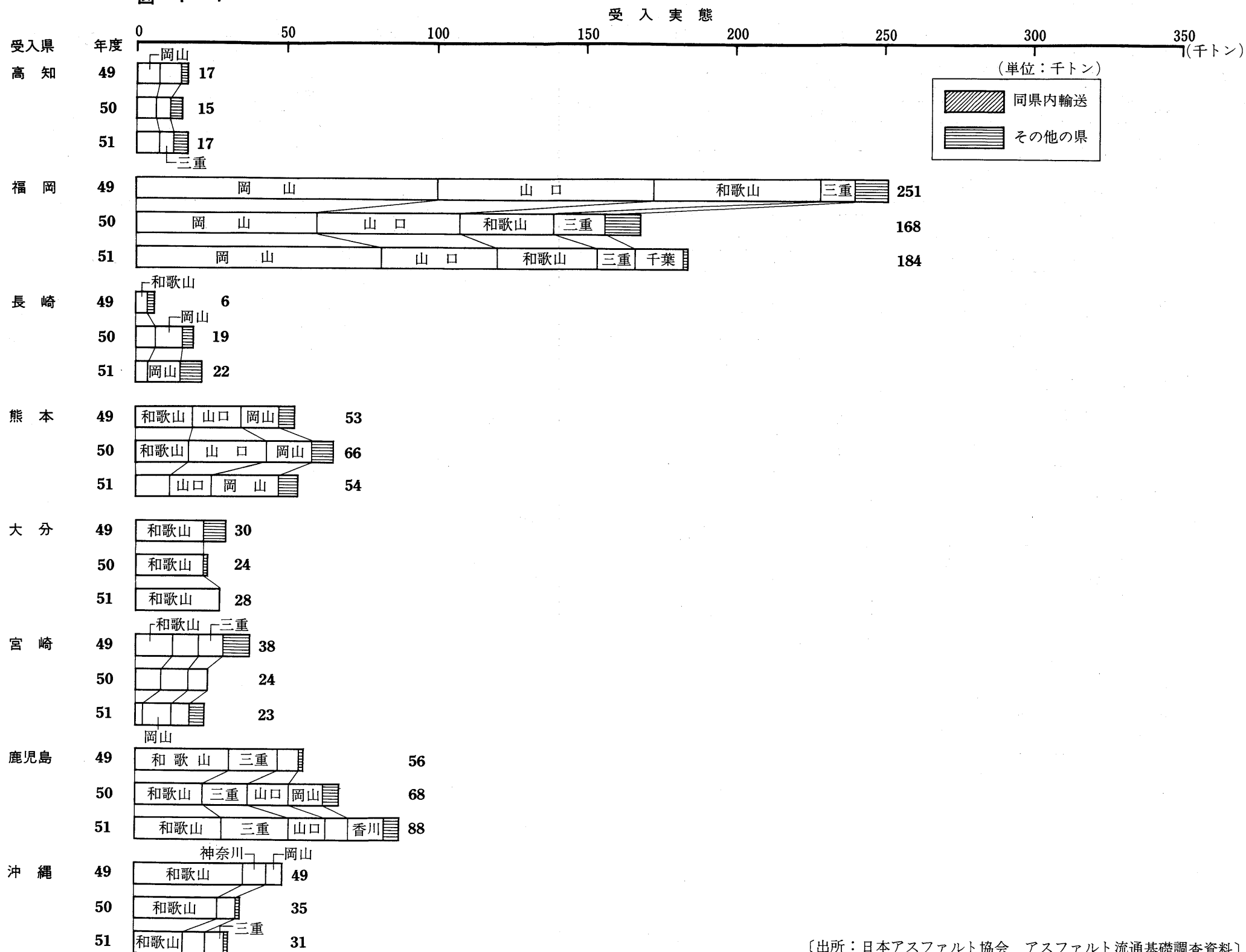
〔出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料〕

図-1-3



〔出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料〕

図-1-4



〔出所：日本アスファルト協会 アスファルト流通基礎調査資料〕

表－5 内航タンカー・アスファルトタンカー比較（基礎項目）

基 礎 項 目		
	内航タンカー	アスファルト・タンカー
総 屯 数	997.01トン	996.05トン
タンク容量	2,368m ³	1,598m ³
積 高	2,047kl	1,300トン
船 令	6,039年	6年
速 力	満 9.95節	9節
空 船	10.95節	10節
主 機 馬 力	1,596HP	1,860HP
補 機	190HP	190HP
稼 動 日 数	348日	275日
稼 動 率	95.34%	75.34%
乗 組 員 数	12.8人	12.8人
一航海所要日数		
揚地／積地航走	0.803日	0.875日
積 地 待 機	0.549 "	0.549 "
積 荷 役 時 間	0.167 "	0.208 "
積地／揚地航走	0.884 "	0.875 "
揚 地 待 機	0.500 "	0.500 "
揚 荷 役 時 間	0.175 "	0.250 "
計	3.078日	3.257日
航 走 計	1,687日	1,750日
碇 泊 計	1,391 "	1,507 "

そこで、内航タンカー組合から公表されている「昭和51年度協定運賃の算出基礎」「アスファルト・タンカーの備船料算出基礎」を列記して表－5・表－6に示す。

以上の検討から 999型のタンカーで一般的に1屯当りの海上輸送費は、一般石油類に比べ石油アスファルトは2.17倍必要といえる。この数字は船型が小さくなれば、2.3～2.5倍と大きくなり、大型船は1.7～2.0倍と小さくなる。稼働率がアップすれば倍率は小さくなり、ダウンすれば大きくなる。

現在、稼働中のアスファルト・タンカー36隻中21隻が1,000～1,500屯積であり、1,300屯積は標準船型となっている。

表－7にタンカーの運航実態と指向先別の運賃を算出する基礎として主な航路のマイル数と1往復の所要日数を示す。

表－7の計算基礎から実際に必要とする海上輸送費について主な航路（前述の図－1で示した昭和51年度一次輸送実績の中から年間2万屯以上の航路）の例を表－8に示す。

海上輸送費の低減手段として船腹の削減という後向きの合理化は遠隔地への供給不足を即刻引起すことにつながり、これ以上の減少は避けねばならない。同時に船令

表－6 内航タンカー・アスファルトタンカー試算運賃

	運 賃 内 容	昭和51年度試算運賃		摘 要
		内航タンカー	アスファルト・タンカー	
船 舶 経 費	年間	(千円)	(千円)	
	船 員 費	77,034	77,034	
	修 繕 費	11,937	※ 19,921	10,731千円×11,124×125%+(5,000千円) カーボン除去
	船 用 品 費	4,276	4,276	
	潤 滑 油 費	2,312	2,312	
	雑 費	2,107	2,107	
	減 価 償 却	14,750	※ 17,700	93,652千円×0.189
	金 利	7,359	※ 8,831	" ×0.0943
	固定資産税	546	※ 656	" ×0.007
	保 険 料	9,139	9,139	
	小 計	129,460	141,976	
	一般管理費	14,594	14,594	
運 航 費	合 計	144,054	156,570	
	一日当H/B	413,948円	569,345	
一航海	燃 料 費	357,042円	423,155	0.152KL/H×1,860HP×44.68H=12,632×27,400円=346,115円
	港 費	76,261円	76,261	0.171 KL/H×190HP×73.87H = 2,400×32,100円=77,040円
	計	433,303円	499,416	
一航海	H/B	1,274,132円	1,854,357	
	運 航 費	433,303円	499,416	
	総 原 価	1,770,435円	2,353,773	
	利潤(5%)	85,372円	117,689	
	運 賃 総 額	1,792,307円	2,471,462	
	1K/L当り運賃	875.82円	1,901.12円	2.17倍

〔注〕

1. 試算運賃

内航タンカー……内航タンカー組合資料
アスファルトタンカー……筆者が試算したものである。

2. 修繕費

アスファルト・タンカーは割高である。これは高温状態で荷役を実施するための耐熱手段を講じた機器であること。
船槽の二重構造で積載時と空船時の温度差からくるカーボンの附着があり、このカーボン除去に多額の費用を必要とし、本船の定期整備でドックインの時にカーボン除去をした場合1船当り500～600万円の費用を要する。これを放置した場合は積載屯数が減り1屯当運賃の割高につながる。

3. 減価償却・金利

建造費の割高率を20%として計算した。

4. 燃料費

エンジンの馬力数値に応じた燃料消費量を計算した。

が10年以上経過したタンカーが増加しつつある現状から、将来新造船に切替える必要があり、この場合遠隔地の価格が輸送費を賄える水準でなければならない。

海上輸送を合理化する手段としては、次の三項の対策が必要である。

(1)交錯輸送の縮少または廃止

交錯輸送を縮少するには（イ）同一原油・同一製油所の指定をなくす。（ロ）地域毎または季節毎に製品グレードを一本化する。（ハ）各社が2～3社毎にタンカーの共同運航を検討・実施する。

(2)年間平均稼働率のアップ

需要量の通年平均化が実施できれば、タンカーの運航効率は飛躍的に改善され大幅な輸送費低減となる。

しかしながら、需要の季節変動は避けて通れぬ要素であり、内需量が増加するに従い増々変動値は大きくなる傾向にある。

雪積寒冷地以外は通年工事が可能であり、特に諸官庁の工事の発注について特段の配慮が望まれるところである。

(3)タンカーの大型化

前記の資料で示したとおりアスファルト専用タンカーとしては大型船である2,000吨以上の船が減少している。

この原因はアスファルト油槽所のある港湾状況に制約事項があり、水深・棧橋強度・タンク容量から2,000吨以上を一時に受け入れる油槽所の数は限定され、弊社の場合2,300吨積のタンカーが着棧可能なのは、全国16油槽所のうち4カ所のみであり、他の12カ所は、1,000吨積以下のタンカーで配給を実施している。従ってアスファルト・タンカーの大型化による輸送能力アップ、輸送コストの低減は現時点の状況が精一杯といえる。

陸上輸送

昭和51年度石油アスファルト内需量4,100千トンのうち、需要家に渡る最終輸送の形態は、専用タンクローリー車で3,732千トン（91%）、残り9%は容器詰とタンカーによる工業用アスファルトである。石油アスファルトの陸上輸送で問題となるのは道路用アスファルトの専用ローリー車部門であり、ここではアスファルト合材プラント向の配送について述べる。

本協会の「流通基礎調査資料」によると、石油アスファルト専用ローリー車の保有台数は表-9のとおりである。

その配置と地域別販売実績（ダブリが入っている）を通産局別で示すと表-10のとおりである。

石油アスファルト専用ローリー車の仕様は、保温および加温装置を装備しており、保温はグラスウール100mm、

表-7

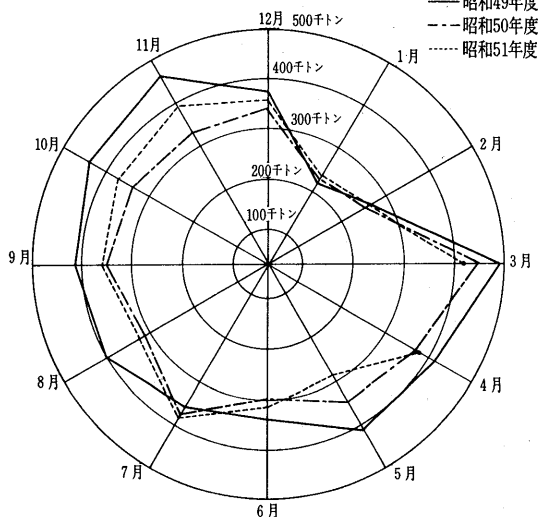
積地 揚地	京	浜	中	京	近	畿
	マイル数	所要日数	マイル数	所要日数	マイル数	所要日数
釧路	594哩	6.5日	728哩	7.5日	846哩	8.5日
苫小牧	558	6.0	692	7.5	808	8.0
八戸	436	5.5	570	6.5	687	7.5
塩釜	284	3.5	418	5.5	530	6.0
京浜	—	—	210	3.0	321	4.5
名古屋	210	3.0	—	—	243	3.0
阪神	356	5.0	236	3.0	—	—
高松	399	5.5	280	3.5	88	1.5
広島	511	6.0	391	5.5	199	3.0
福岡	603	6.5	484	6.0	327	4.5
大分	491	6.0	371	5.5	235	3.0
熊本	705	7.5	585	6.5	463	6.0
鹿児島	595	6.5	476	6.0	353	5.0
新潟	762	8.0	903	10.0	745	8.0
富山	859	9.5	883	10.0	712	7.5

〔注〕マイル数…内航タンカー組合資料 所要日数…筆者が算出

表-8

揚地	積地	京	浜	中	京	近	畿
北海道		3,720円/吨		4,320円/吨		4,820円/吨	
塩釜		2,280		2,880		3,410	
京浜		—		1,940		2,480	
名古屋		1,940		—		1,940	
阪神		2,620		2,060		—	
福岡		3,720		3,210		2,520	

図-2



加熱は灯油バーナーでタンク車内部の煙道を通して加熱する方法をとっており、このためローリー車の建造費は10屯車（9.5屯積）で900万円程度必要であり、一般の黒物ローリー車に比べ4割高である。

ではアスファルト専用ローリーを1ヵ月間運行するには、どのくらいの経費が必要かを表-11に示す。

アスファルトローリー車の運行は

- (1)石油メーカーが専門輸送業者に運送業務を委託する（754輛）
- (2)ディーラーが専門輸送業者に運送業務を委託する（430輛）
- (3)ディーラーが自家用車で運行している
- (4)ユーザーが専門輸送業者に委託する（19輛）

従って青ナンバーと白ナンバーの運行があるが、白ナンバーは全体の5%程度であり、大部分は運送契約による委託業務といえる。

この運送契約は各社個別に内容が異っているが、輸送業務が永続的に可能なコストを回収できることが必要であり、月間の最低補償額が定められているのが一般である。

ローリー車の稼動状況について石油メーカーが把握している標準的な数字は

- 平均輸送距離 80~85km
- 1回の積載数量 9.5屯
- 1ヵ月の稼動日数 25日
- 回転率 1.3回転
- 1ヵ月・1台当り輸送数量 308屯
(9.5屯×25日×1.3回転)
- 1屯当り陸上輸送費 3,054円

表-9

積 載 数 量	47年度	48年度	49年度	51年度
10 屯 未 満	658輛	695輛	347輛	221輛
10 屯 以 上	693	853	1,021	982
計	1,351	1,548	1,368	1,203
オペレーター				
メーカ	929	1,099	990	754
ディーラー	396	425	345	430
ユーザー	26	24	33	19

表-10

通産局名	51年度	輸送手段別販売実績			ローリー車保有台数	1ヶ月・1台当り輸送数量
	販売実績	容器詰	タンカー(工業用)	ローリー		
札幌	千トン 235	千トン 4	—	千トン 231	輛 114	屯 253 (8ヶ月稼動)
仙台	440	4	—	436	180	202
東京	1,324	74	20	1,230	372	276
名古屋(北陸)	594	8	—	586	195	250
大阪	471	29	7	435	83	436
広島	468	4	138	326	102	266
四国	160	2	—	158	38	346
福岡	442	25	44	373	114	273
(沖縄)	32	9	—	23	5	383
計	4,166	159	209	3,798	1,203	263

(注) 1.名古屋(北陸)・大阪は通産局制販売実績とローリー車所在地が一致せず、滋賀県・奈良県の一部は販売実績は大阪であり、ローリー車保有は名古屋で計算されている。
2.通産局別の販売実績は約1.7%のダブリを含んでいる。
3.通産局別品種別販売実績は統計資料がないので、関係筋の情報に基づいて筆者が作成した。従って若干の数字の違いがあるかも知れない。

表-11 アスファルトローリー必要経費明細

項 目	明 細	費用/1ヶ月	摘 要
車 輛 償 却 費	870万円×0.438=3,810,600	317,550円	
人 件 費	本給、諸手当、賞与 年収 300万円	250,000円	
燃 料 費	6,110km×56円/278km=12,079円	123,079円	2,199kl 2.78km/ℓ 56円/ℓ
潤 滑 油	32ℓ×700円/ℓ = 22,400円	22,400円	
修 理 費	金属ホース @122,000(3年間) 40,666円	3,389円	ゴムホース 1台 1.5本/年 @55,000 82,500円/年 6,875円/月
保 險 料	車検 286,677円	23,890円	14台平均費用
	任意 149,194円	12,433円	対人 5,000万円 対物 200万
	自賠責 91,900円	7,658円	
	自動車税 17,500円	1,458円	
	重量税 14台 8号 54,800(58,500円)	4,567円	
タイヤチューブ (10本)	取得税 870万円×3% 281,000円	5,438円	
	耐用走行距離 72,000km 1本30,000円	25,458円	
	6,110× ^{300,000} / _{72,000} =25,458		
小 計		797,320円	
一 般 管 理 費	797,320 × 15%	119,598円	
営 業 利 益	797,320 × 3%	23,920円	
計		940,838円	

(注) 筆者が試算したものである。

アスファルトローリー車の運行を合理的に行い稼働状況をアップするには次のような問題の解決が必要である。

(1) 通年稼働の平均化

陸上輸送費という勘定科目は本来変動費であり、需要量の増減にスライドして変動する筈であるが、アスファルトの場合は前述のとおり1ヵ月・1台当りの最低補償契約であり、ほとんど固定費といえる陸上運賃である。

このため需要の最大値における1トン当りの運賃と最小値における1トン当り運賃では1対2の割合となり、余剰能力を持つことは大変危険であるため、ローリー車保有台数は販売量の平均値を基準として決定する。

従って需要量の季節変動と地域変動に対する弾力性が乏しく需要の平均化が必要となる。

(2) 需要家レシーバーの大型化

現在行われている陸上デリバリーは

前日の15～16時 オーダー受注メ契

↓

石油会社またはディーラーの配車計画の策定

↓

運送担当部門へ指示（出荷場所・届先・届時間指示
車番の決定）

↓

積込作業（午前2～6時）

↓

需要家へ持届（指定時間に到着）

当該デリバリーの特徴（むしろ問題点といえる）は

- 石油アスファルトのオーダーは需要家到着時間の指定が厳しい。
- 従って1回転目の積込時間は午前2～4時の間にピークがあり深夜・早朝の作業となる。
- 天候に左右されキャンセルが多い（オーダー数量の15～20%）。オーダーに対する配車の時点では全オーダーに対してスタンバイ完了し、当日キャンセルが多いため運行のロスがでる。

この対策は**需要家のタンク容量を最少限度2日分**、できれば3～5日分の貯油が可能であれば一挙に解決する。

(3) 車輛の大型化

現在は11吨シャーシーに10吨タンクを装備し、9.5吨積が一般であるが、今後の大型化は12吨シャーシー・11吨タンク・10.5吨積が限界である。

トレーラーによる大型化を過去に検討したが、道路運送法・車輛保安基準により総重輛20吨以上の車輛は種々制約があり、車輛自重9.5吨、積載貨物10.5吨が上限である。また現在でもローカル地域では、レシーバーの容量制約から7～8吨というオーダーがあり、大型化による合理化はほぼ限界に近いといえる。

油 槽 所

石油アスファルトの貯油能力は製油所で増加し、油槽所では減少の数字を示している。

項 目	47年度		48年度		49年度		51年度	
内 需 量	千トン		千トン		千トン		千トン	
	基	屯	基	屯	基	屯	基	トン
製油所貯油能力	243	215,274	273	314,172	282	380,065	279	440,600
油槽所貯油能力	185	124,519	208	171,300	225	230,082	188	209,568
貯油能力計	428	339,793	481	485,472	507	610,147	467	650,168
出所：日本アスファルト協会 流通基礎調査資料								

石油アスファルトの油槽所分布図と府県別タンク基数・容量は52年10月31日現在図-3、表-12のとおりである。

過去の道路投資額の推移と石油アスファルト（一般ストレート・アスファルト）の内需量の推移は極めて相関性が高く、昭和40～50年度の道路投資額と一般ストレート・アスファルト内需量の相関式は、 $Y = 0.3254X - 597.5$ （ Y ＝需要量：千トン X ＝投資額（実質）：億円）で示され、その相関係数は0.9823である。

国の行政計画が多数ある中で、道路整備事業計画は第6次道路整備5ヵ年計まで3年毎に改訂されるスピードで完全遂行されてきており、石油ショック以降、第7次5ヵ年計画に到り初めて計画進捗率は81.3%に終わった。

一般ストレート・アスファルトの内需量は道路整備事業計画の進捗率と歩調を合わせて全国的な高い伸び率を示し、これをフォローする形で、石油各社は全国バルク配送を実施すべく油槽所の建設を進めてきた。

しかるに石油ショック以降の需要の減退から、不採算油種である石油アスファルトは合理化を計る必要に迫られ、流通コストの低減を徹底的に推進し、赤字額の大きい地域は油槽所の一部閉鎖、あるいは他社との共同利用が実施され、昭和49年度と現時点では37基20,514屯が減少している。

石油アスファルトの流通対策という観点からは、油槽所はさらに減少し、今後とも共同利用による油槽所タンクの回転率を向上し、通油コストの低減をはかる方法は、今後の課題として早急に進めるべき問題である。従来、営業上のエゴイズムから業務面の協調が不成立に終るケースが見られたが、最近に到り一歩前進した結果が数字の上で表われていると理解できる。

昭和51年度の油槽所通油数量は2,096千トンであり、タンク容量が209千トンであるから、月間のタンク回転率は僅か0.83回転と全く効率が悪い。タンク回転率は最少限でも1.3～1.5回転が望ましく、2回転以上が可能になれば通油コストの合理化はやっと達成できるといえる。

タンクの回転率からみると需要量の通年平均化が必要

図-3 石油アスファルト油槽所分布図

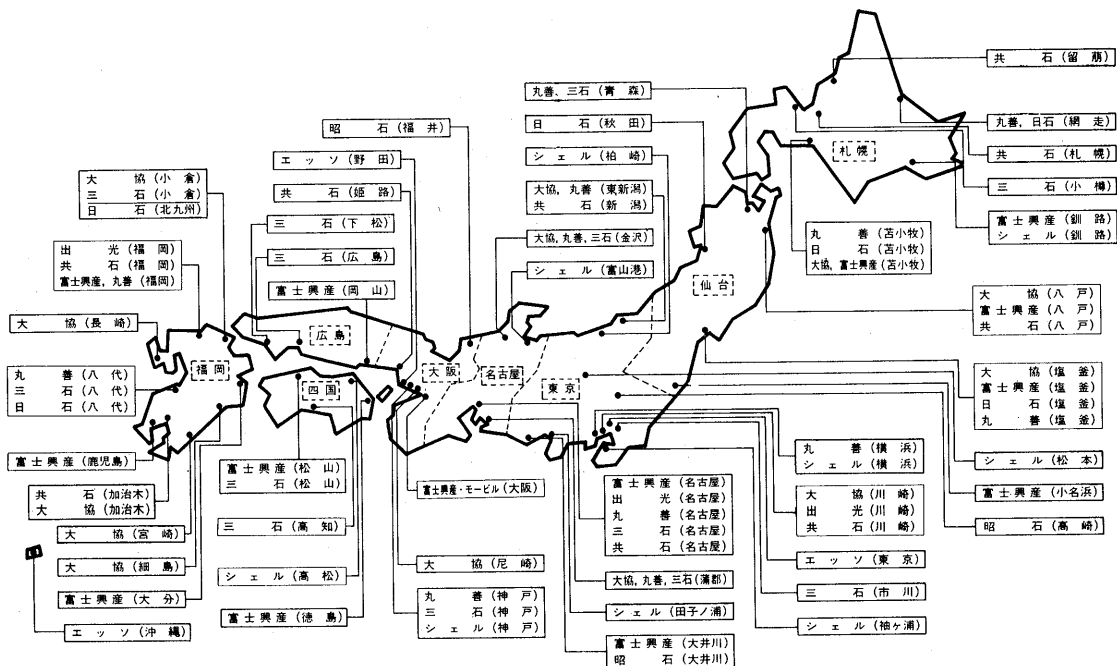


表-12 油槽所アスファルトタンク容量

通産局別	府 県 名	基 数	タンク容量 t
札 幌	北 海 道	23	26,995
仙 台	青 森 岩 手 宮 城 秋 田 山 形 福 島 計	8	9,400
		—	—
		11	13,850
		1	2,800
		—	—
		2	6,000
		22	32,050
東 京	茨 城 栃 木 群 馬 埼 玉 千 葉 東 京 神 奈 川 山 梨 長 野 新 潟 計	—	—
		—	—
		2	3,000
		—	—
		11	25,900
		—	—
		19	18,460
		—	—
		2	1,240
		2	5,500
		8	6,430
		44	60,530
名 古 屋	愛 知 三 重 岐 阜 富 山 石 川 計	17	14,550
		—	—
		—	—
		6	4,340
		2	2,000
		25	20,890
大 阪	福 井 滋 賀 京 都	2	200
		—	—
		—	—

通産局別	府 県 名	基 数	タンク容量 t
大 阪	大 阪 兵 庫 奈 良 和 山 歌 計	—	—
		25	19,248
		—	—
		—	—
		27	19,448
広 島	岡 山 広 島 山 口 鳥 取 島 根 計	2	1,300
		3	2,480
		2	1,480
		—	—
		—	—
		7	5,260
四 国	徳 島 香 川 愛 媛 高 知 計	1	500
		5	2,615
		2	2,300
		1	1,500
		9	6,915
福 岡	福 岡 長 崎 佐 賀 熊 本 大 分 宮 崎 鹿 島 児 計	13	15,080
		1	2,000
		—	—
		5	6,100
		2	1,000
		3	2,700
		5	8,600
		29	35,480
沖 縄	沖 縄	2	2,000
合 計		188	209,568

(注) ① 52年度中に建設予定の油槽所は無い。
② 昭和52年10月31日現在。

であり、特に雪積寒冷地では年間8～9ヵ月の稼動、冬期は通油量が0である所から、1屯当りの通油経費は3,500～4,000円も必要とするケースがあり、当該地域での共同利用・協業化は必然と思われる。

次に石油アスファルト油槽所の運営は一般燃料油と比較して

- (1)深夜・早朝の積込作業が多い。一般燃料油は8時～16時以外は出荷しない油槽所が大部分であるが、石油アスファルトは一部を除いて24時間出荷体制が要求される。
- (2)油槽所のタンク保管温度（165～170℃）および出荷ラインの温度保持のためボイラーは常時稼動させる。この燃料費と夜間運転のための人件費は油槽所全体の運営の中で石油アスファルトの負担分と看做され、アスファルトのタンク・チャージは他油種に比べ1トン当たり1.8～2.0倍を要する。

石油アスファルトの油槽所は全国75ヵ所、通産局別には次の通りである。

通産局名	個数	通産局名	個数
札幌	9	広島	3
仙台	10	四国	5
東京	15	福岡	16
名古屋	8	沖縄	1
大阪	8	計	75

このうちで石油アスファルト単品の油槽所として運営しているのは15ヵ所であり、60ヵ所は石油製品の総合油槽所の一部門としてアスファルト・タンクを保有している。

総合油槽所の場合は、経費を種目別に区分けして計算する方式をとらず、通油全体のコスト計算で把握しているが、その中から固定費部門の負担割合（例えば人件費・土地賃借料・共用部分の減価償却・固定資産税・棧橋使用料等）のルールを決めて計算してみると、当社の場合、昭和51年度の石油アスファルトの負担すべき通油料は1トン当たり1,360円が実績値である。

実際の例を表-13で説明する。

固定費と変動費の割合は、各油槽所別に若干異なるが総合計でみると油槽所経費全体の中で固定費35.5%、変動費64.5%であり、さらに変動費の中でアスファルト加温のための燃料費は48.9%（総経費に占める燃料費の割合は31.5%）を占める。変動費の約半分を占める燃料費は当該油槽所の年間通油数量の増減にスライドして変動する費用といえず、実際の運営上は（油槽所を一時閉鎖した場合は別として）通油数量に連動せず一定量の燃料を消費する。会計処理上は変動費であるが内容は固定費で

ある。しかも油槽所所在地の県条例または市条例により使用する燃料は灯油を義務づけられている場所もある。石油アスファルトの油槽所部門はもっと徹底した合理化を進める必要がある。現在稼動している油槽所の能力は一般ストレート・アスファルトバルクの内需量 3,602千トン（昭和51年度）のうち製油所からのローリー出荷は42%、油槽所へ転送の後、ローリー出荷分が58%の比率であれば、内需量8,700千トン、油槽所通油数量5,000千トンが適性数量といえる。従って現時点では大幅な余剰能力がある。

石油アスファルトの貯油能力は現在、467基650,168屯（内油槽所188基209,568屯）があるが、過去の在庫量の実績は表-14のとおりである。

石油アスファルトの適性在庫量は翌月（翌期）の販売量に対し20日分というのが経験上いわれている数字であり、事実20日分を割った場合は、一部の地域で供給不足が発生したケースがある。

最需要期の月間の内需量が50万トンとして計算すると、月初在庫（前月末繰越在庫）は20日分33万トンであるが、貯油容量は65万トンあり物的能力は十分すぎる。

ただしストレート・アスファルトのグレード別内訳は、表-15のとおりであり、製品をグレード別に保管する関係から製油所におけるタンク容量は余分があるといえな

表-13

	A 油槽所	B 油槽所	C 油槽所	D 油槽所
固定費				
人件費				
減価償却				
賃借料				
保険料				
固定資産税				
金利				
変動費				
燃料費				
修繕費				
電力料				
水道料				
外注費				
交通通信費				
雑費				
経費合計	29,818千円/年	30,619千円/年	36,360千円/年	34,653千円/年
通油数量	16,444屯/年	25,956屯/年	22,528屯/年	30,237屯/年
1トン当り経費	1,813円/屯	1,180円/屯	1,614円/屯	1,146円/屯

〔注〕 自社の実例

い。

油槽所部門の合理化は運営方式を変える型での手段では困難であり、共同利用を中心としてタンクの回転率を高めることにより1トン当りの負担すべき費用を小さくする方策が最も合理的かつ即効性のある方法であり、今後具体的に推進されると思われる。

この問題で最大のネックは営業上のエゴイズムであり、特に特約店段階の意見を聞き入れた場合は共同利用案は「没」となるケースが多く、石油元売各社の指導力が十分でなければ計画倒れに終る。

石油アスファルトは建設資材として重要な役割を果す商品であり、中期・長期の構想に立脚して、流通対策を講じて安定供給を果すためには、供給サイドは勿論のこと需要サイドの十分な認識と協力を、さらには流通活動に携わるディーラー側も自分自身の問題として「流通の合理化」という命運に深い理解が必要とされる。

表-14 石油アスファルト月末在庫量と在庫日数

単位：千トン

月 別	48 年 度		49 年 度		50 年 度		51 年 度	
	在庫量	日 数	在庫量	日 数	在庫量	日 数	在庫量	日 数
4	220	15.2	203	15.1	254	22.4	277	29.5
5	225	16.6	227	20.3	281	27.9	303	28.8
6	233	15.5	277	24.0	274	22.5	301	24.3
7	239	17.8	270	20.9	257	25.2	259	24.7
8	266	18.8	279	20.4	285	24.4	283	23.7
9	243	14.9	287	19.9	285	25.8	266	21.8
上 期	243	18.0	287	22.7	285	26.5	266	23.5
10	244	16.0	270	17.4	276	24.5	255	19.2
11	189	13.1	229	18.4	270	23.0	241	20.3
12	175	20.4	215	30.5	226	30.9	196	27.4
1	213	20.5	257	26.5	230	25.9	231	24.7
2	263	16.9	245	14.6	274	18.6	265	19.1
3	226	15.8	182	14.9	236	19.2	256	17.5
下 期	226	17.6	182	15.0	236	21.1	256	20.2
年 度	226	17.7	182	15.0	236	20.9	256	

(注) 在庫日数＝月末(期末)÷ $\frac{\text{翌月(翌期)の販売量(内需+輸出)}}{\text{翌月(翌期)の月数}}$
出所：通産省石油統計年報および月報

表-15(1) 昭和51年度分針入度別アスファルト販売実績

ストレートアス

単位：t 社団法人 日本アスファルト協会

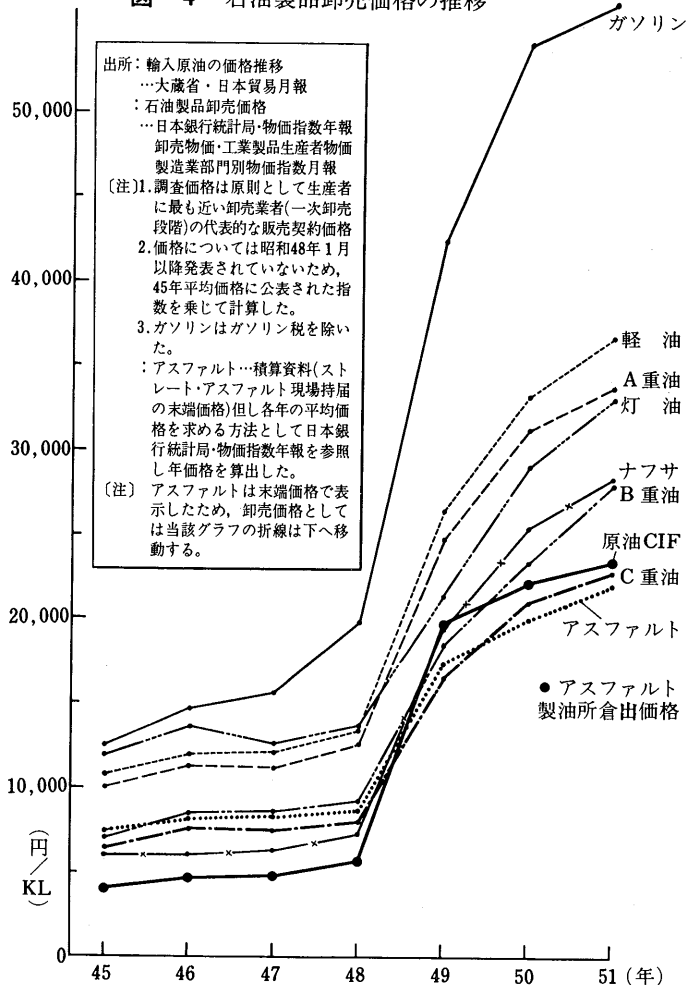
針入度 番号	0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-150	150-200	200-300	工業用	計
A				2,909	140,887	95,952			4,898		56,481	301,127
B	1,317			15,248	129,161	190,737	1,566		16,730	1,389		356,148
C					49,575	6,801			40		1,008	57,424
D			94		109,564	64,217			1,509			175,384
E					144,109	181,404			9,143	612		335,268
F				617	163,884	179,339	255		24,901	2,898		371,894
G				1,919	275,805	181,424		1,150	19,703	10,348		490,349
H				22,801								22,801
I			1,032		205,160	148,896			3,607	2,489	73,900	435,084
J				2,033	277,039	182,587		999	17,927	6,357	800	487,742
K				3,509	218,045	104,889			9,513	5,086	4,969	346,011
L				6,262	282,745	143,445			43,407		71,738	547,597
計	1,317		1,126	55,298	1,995,974	1,479,691	1,821	2,149	151,378	29,179	208,895	3,926,828

表-15(2) 昭和51年度分輸入度別アスファルト販売実績

ブローンアス

番号	0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-50	アスコンバント	特殊アス	その他	計
a			23,749	16,873	342	3,990	13,051			58,005
b			13,916	7,760	516		28,485		599	51,276
c		650	14,232	7,240	317		18,274		234	40,947
d			5,218	4,731						9,949
e	13	17					1,344	3,978		5,352
f	53		324	373						750
g			30,065	17,994			24,249			72,308
h			6,540	5,921						12,461
i			8,619	1,783				3,071		13,473
計	66	667	102,663	62,675	1,175	3,990	85,527	6,925	833	264,521

図-4 石油製品卸売価格の推移



むすび

石油アスファルトの流通に関する実態の概況を述べたが「流通対策」は今後どうあるべきかを考えるとき、単に流通の物理的問題だけを論じても解決策とはなり得ない。次の事項についても十分検討する必要がある。

(1)中・長期の需要見通しが必要である。

中期の需要見通しについては、従来も建設省の道路整備5ヵ年計画をはじめ、その他の経済指標に基づいて、通産省資源エネルギー庁の石油製品需要想定委員会、石油アスファルト小委員会等で当該年度および5ヵ年間の作業し通産省から公表されている。

石油アスファルトを大別して

- 一 般 ストレート・アスファルト
- 工業用ストレート・アスファルト
- ブローン・アスファルト

の品種別にそれぞれ最も相関性の高い経済指標に基づき算出しているが、石油ショック以降、経済指標の変動が激しく、また目標値と実績値の差が大きいケースも多く、中・長期の需要見通しは、その都度改訂する形であるが、なお一層需要見通しの精度を高める方向で作業が行われている。

(2)地域別・期別の需要見通しが必要である。

マクロの需要量を充足する生産能力は現時点で十分あり、問題点は地域別・期別の需要量と供給量をどうバランスさせるかにある。

これが流通対策であり、その立案には地域別・期別の需要見通しが是非とも必要である。

地域別の需要見通しとなると中・長期の見通しは難しい要素が多く、短期の需要見通しにならざるを得ない面が多い。

しかも石油サイドでは地域別の需要想定作業ができる基礎数字を入手することが全く不可能であり、この問題は需要家サイドで研究の上、今後需要想定の手法、その

計算基礎について情報を提供できるシステムを是非確立していただきたい。

(3)不採算の解消

石油アスファルトの現在の価格水準は製油所払出し価格に引戻して計算すると、原油CIF価格の75～80%が石油会社の手取価格といえる。

過去の価格の経緯をみると昭和47年頃までは「原油CIF価格+精製費の一部」が石油アスファルトの手取価格として推移してきた。原油の買手市場であった昭和45年（1バーレル=1.8ドル、1KL=4,083円、ただし1ドル=360円）から売手市場へ移行したのは昭和46年2月のテヘラン協定（公示価格の引上げおよび所得税率の改訂により産油国政府の増収をはかる）に始まり、その後ジュネーブ協定・新ジュネーブ協定・リアド協定を経て、昭和48年10月のOPECによる一方的大幅値上げ……石油危機の到来であった。

この過程で石油アスファルトの国内価格は、その都度原油の値上り分をカバーできなかった。特に石油ショック時点では、元売価格の値上げ幅を当時の元売仕切価格に対し65%以内に押えた結果が、今日の低水準の最大の要因となっている。この間、わが国の石油製品の価格推移はガソリンを中心として原油値上り分を転嫁した結果、図-4のグラフで表すとおりアスファルトおよび黒油が低水準にあり、原油価格すら回収できない不採算部門としての諸問題をかかえている。

石油アスファルトの安定供給のためには、その価格が最少限度製油所払出し価格に引戻して「原油CIF価格+精製費」が回収できるようにすることが必要である。

石油アスファルトの安定供給には今後とも努力を重ねる所存である。供給責任を果すには石油会社自らの努力は勿論であるが、諸官公庁はじめ関係各位の深いご理解とご協力をお願いする次第である。

本協会では、本誌第112号、113号において既報のとおり建設省より建設技術研究補助金の交付を受けて、「重交通道路の舗装用アスファルトの研究」を行っている。

本稿は、当研究の一環として行われた試験施工（関東4，中部1，近畿2，神奈川1）のうちから神奈川県を例を紹介し、ご参考に供する次第である。

重交通道路舗装用アスファルトを使用した試験施工について

五十嵐 貞義* 宝 積 泰 之**

1. 施工箇所と概要

今回試験施工した箇所は名勝江の島と湘南海岸を通る一般国道134号（横須賀市～大磯町）と一般国道1号をアクセス目的で結ぶため、昭和38年に改築し供用開始した主要地方道、戸塚茅ヶ崎線の南端部に位置し、藤沢市辻堂と汐見台にかかる4車線道路である。また、この地域は年間を通じ気候温和であり沿道は住宅団地となっていて、昭和51年度からの舗装補修施工区間である。（図・1）

工事概要

昭和52年度 舗装補修工事（図・2）

延長 $L=460\text{ m}$

巾員 $W=14\sim 16\text{ m}$ （車道部）

工種 アスファルト舗装オーバーレイ工

$A=6,774\text{ m}^2$

厚さ 10cm（密粒ギャップアスコン 4cm）
粗粒度 アスコン 6cm

部分パッチング（厚さ13cm，アスファルト
安定処理工 $A=1,181\text{ m}^2$ ）

2. 舗装断面の決定

在来舗装構成は図・3に示す。路床土については雲母片、貝がら、小礫混り砂であり、路床設計CBR10以上の良好な路床である。

昭和52年度調査による交通量は13,654台/12h（うち大型2,171台/12hr）であり設計交通量の区分はC，設計CBRより目標 $T_A=24\text{ cm}$ となる。また舗装表面のひび割れ調査結果は31.4%であり、道路維持修繕要綱（改定2次案）によれば補修工法はオーバーレイ，部分パッチングとなり，この方法を採用した。（図・4）

在来の舗装体をアスファルトコンクリート等値換算厚

図-1 位置図

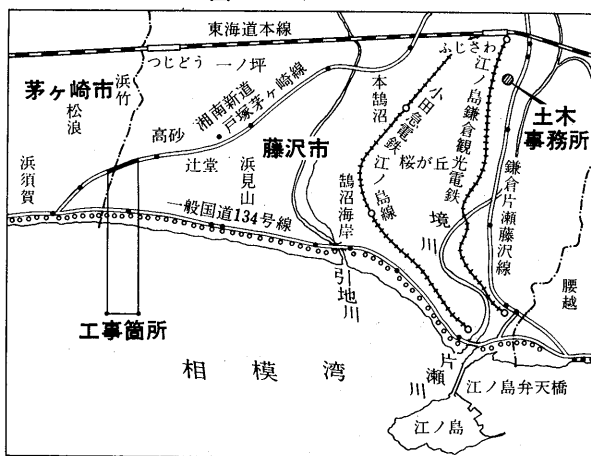


図-2 標準横断面図

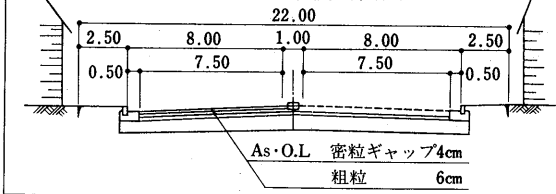
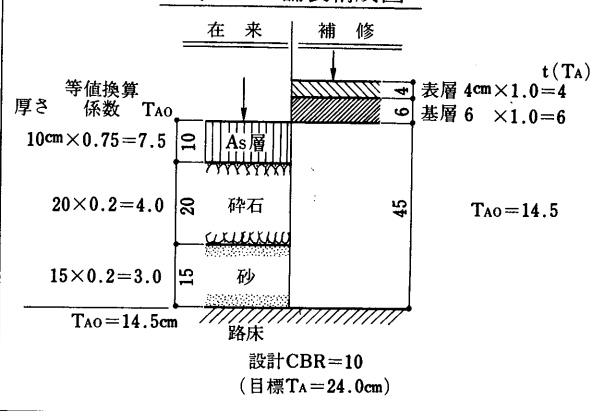


図-3 舗装構成図



* 神奈川県 土木部道路補修課

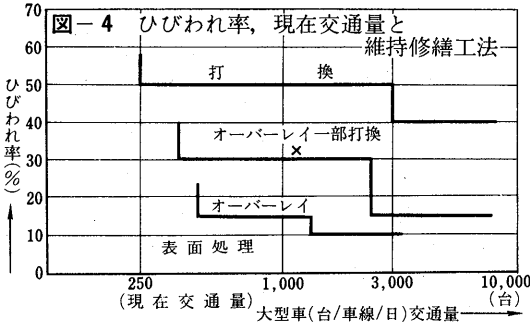
** 神奈川県 藤沢土木事務所

(T_{Ao}) で評価し、設計 CBR と将来の大型車交通量推計から目標アスファルト等値換算厚(T_A) を求め、オーバーレイ厚(t) を求めた。

オーバーレイ厚 $t\text{ cm} = 24(T_A) - 14.5(T_{Ao})$
 これよりオーバーレイ厚は10cmとし、舗装構成は密粒度度ギャップアスコン (13mmTop) 4 cm, 粗粒度アスコン 6 cm と決定した。

3. 重交通道路舗装用アスファルトの使用に当って
 初めて使用する材料であり、かつ試験舗装ということ
 で日本アスファルト協会特別委員会に意見を聞いた主なもの
 は次の点であった。(本文末尾の特記仕様書参照)

- (1) 混合物の種類は特別に変わるのか。
 アスファルト舗装要綱に準拠して行なうので通常の配合でバインダーのみ変えれば良いが細部のことについては配合設計時点(後述)で決定する。
 - (2) 製品の特性および取扱いにおける留意点どうか。
 特記仕様書(案)によれば良く、通常アスファルト混合物より温度が高い(15~20℃)ので注意を要する。
 - (3) プラントの施設について何らかの改善の必要があるのか。
 改善の必要は無いがケトル内の既アスファルトは出来るだけ無くして欲しい。
 - (4) 混合物としては粘性が大きくなると思われるので舗設が良好か、悪いか、また施工機械の編成、機種に規制があるのか。
 特別の配慮はいらぬが、温度管理には特に慎重を要する。
- 他にも種々疑問点があったので本舗装の前に混合物の製造性、施工性を試験してみることにした。



4. 配合設計

重交通道路の舗装用粘度等級アスファルト(以下 AC-140 という)は室内試験においては先に色々な研究発表の通り、従来のストレートアスファルトに不足している変形抵抗性に対して特に配慮されており、その他は従来のストレートとは大差ないという結果が示されている。類似のセミプローンアスファルト、針入度40~60アスファルト使用の施工例はあるものの、AC-140 による舗装例は無いという状況で施工に踏み切らざるを得なかったため、配合設計に苦慮した。

(1) 骨材粒度(表・1)

骨材粒度は同一補修区間で前年度施工した粒度を密粒度ギャップ、粗粒度とも(アスファルト舗装要綱 ⑤①) 前年に施工したゴム入密粒度ギャップアスコンと比較出来るよう同一粒度を使用した。

(2) 最適アスファルト量の決定

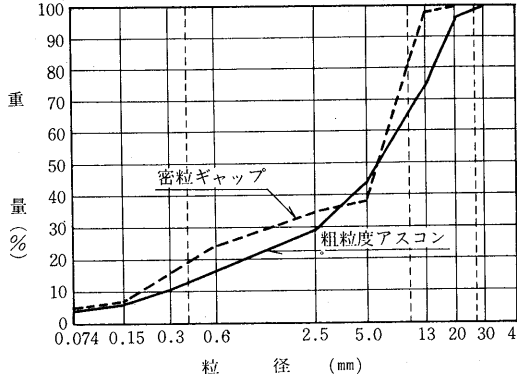
当初一種類(AC-140 アスファルト)で施工する予定であったが、表・2のとおり二社のアスファルトを使用することになり、物性の違いがあるので両社の最適アスファルト量を求めることにした。

アスファルト舗装要綱に基づきマーシャル安定度

表・1-1 骨材粒度

		粗粒度アスコン		密粒ギャップアスコン	
		As要綱	合成粒度	As要綱	合成粒度
通過重量百分率 (%)	30 mm	100	100		
	20	95-100	97.8	100	100.
	13	70- 90	75.6	95-100	98.8
	5	35- 55	42.7	35- 55	38.8
	2.5	20- 35	29.6	30- 45	34.8
	0.6	11- 23	17.4	20- 40	25.4
	0.3	5- 16	10.8	15- 30	15.6
	0.15	4- 12	6.2	5- 15	7.4
(%)	0.074	2- 7	4.3	2- 10	4.7

表・1-2 骨材粒度



で求めることにした。

しかし、①アスファルトの粘度が高いため(表・3参照)アスファルト舗装版としては従来のものより剛となる。②ギャップ粒度のためアスファルト量が通常密粒度アスコンに比べて減少する。③突き固め回数についても50回より75回の方がアスファルト量は減少する。以上によりひび割れの発生する可能性が高くなると推察されること。

一方、アスファルト量を多目にすればひび割れという目視上の欠点はカバー出来るだろうが、今回の試験舗装の第1目的であるわだち掘れに対する抵抗力を減らすことになってしまうだろう。

また施工性もアスファルト量の多少により影響が出て来る。

このことから日本アスファルト協会特別委員の方々の意見を参考として突き固め回数75回で行うことにした。(結果は表・4参照)

室内試験結果をふまえて約1,000㎡、厚4cmの密粒ギャップアスコン舗装混合物全重約150tをアスファルト量を5.1%と5.1%±0.3%の三通りに区分けして試験的に施工した。

その結果、混合物の製造性も現場の施工性においても一般のストレートアスファルト使用混合物との変化は、舗設温度が高いことを除いては、ほとんど見られな

表・2 粘度等級アスファルト(AC-140)性状表

項 目	規格値	日本石油(AC-140)		三菱石油(AC-140)		
		9月21日 入 荷	10月11日 入 荷	% 持 入 サンプル	10月18日 入 荷	10月24日 入 荷
粘 度 60℃ (Poise)	14,000 ±4,000	15,800	12,600	14,250	15,060	11,900
粘 度 180℃ (cst)	200以下	155.7	152.6	122.0	115.0	105.0
針 入 度 25℃, 100g, 5sec($\frac{1}{10}$ mm)	40以上	40	44	50	54	58
薄膜加熱重量変化 (%)	0.6以下	0.04	0.01	0.06	0.08	0.1
三塩化エタン可溶分 (%)	99.0以上	四塩化炭素 可溶分99.9	99.9	トリクロロエ タン可溶分99.7	99.7	99.7
引 火 点 C.O.C(℃)	260以上	312	306	294	276	274
比 重 25℃/25℃	1,000以上	1.031	1.030	1.013	1.0137	1.0139
(入 荷 数 量)		26.7 t	35.5 t	18 t 2 缶	24.0 t	14.0 t
(打 設 月 日)		% ₉ , % ₁₁	% ₄ , % ₇	% ₁₈ , % ₂₄	% ₁₈ , % ₂₄	% ₂₄

○配合設計に使用した性状は、日本石油9月21日入荷分、三菱石油9月6日持入サンプル。
○%日舗設のバインダー(三石)は、%₉, %₁₁日入荷分の混合である。
○日本アスファルト協会提出サンプルは、日本石油2種類(%₉, %₁₁日入荷分)、三菱石油3種類(%₁₈, %₂₄, %₂₄)

表・3 ストレート・アスファルトと粘度等級アスファルトAC-140の比較表

種 類	ストレート・アスファルト (針入度等級 アスファルト)	セミフロー・アスファルト (粘度等級 アスファルト)	備 考
試験項目			
針 入 度 25℃	60~100 (特殊な場合40~60)	40以上 (普通40~80)	△施工性 △低温クラック、40以上でストアスと同等
60℃ 粘 度 poise	1,000~2,500 (40~60の場合 3,000~4,000)	AC-140 14,000±4,000 AC-80 8,000±2,000	△高温流動防止 粘 度60℃が高い場合、 流動防止効果が高い。
薄膜加熱後の粘度 poise	3,000~8,000 (原アス粘度の 約3倍程度)	原アス粘度の 3.5~4.0倍程度	
針 入 度 指 数 P.I	-1.5~-0.2	+0.5~+2.0	△低湿ゼイ性、P.I. の低いものがゼイ性 が良い
軟 化 点 ℃	42~52	56~63	△高温流動防止
引 火 点 ℃	260℃以上	260℃以上	△作業取扱い変らず
高 温 粘 度 140~180℃	—	スト・アスに比べ約15℃ 程度高くなる	△施工温度 ストア スに比べ高粘度ア スは約15℃程度高い。
設計アスファルト 量75回マーシャル	—	スト・アスに比べ+0.2 %程度多く入る(密粒度 アスコン③)	△耐久性が改善され る(高含有アス)

表・4 水浸マーシャル試験結果

(日本石油AC-140使用)

バインダー量 %	4.8	5.1	5.4	基準値
水 浸 時 間 時間	48	48	48	
密 度(かさ) g/cm ³	2,395	2,400	2,413	
" (理論) "	2,524	2,511	2,501	
バインダー容積 %	11.15	11.87	12.64	
空 ゲ キ 率 %	5.11	4.42	3.52	3~7
骨材間ゲキ率 %	16.26	16.29	16.16	
飽 和 度 %	68.26	72.9	78.2	65~85
S.安 定 度 kg	1,580	1,670	1,590	500以上
F.フロー値 1/100cm	36	38	40	20~40
S/F	44	44	40	20~50
残 留 安 定 度 %	92.4	92.3	97.5	75以上

かった。

しかし施工現場を見たところアスファルト量4.8%と5.1%の混合物舗装面の相違については判別が付きにくかったが、アスファルト量5.4%の混合物舗装面は転圧中はもちろん、後においてもアスファルト過剰と思われるギラツキが見うけられた。

以上のことより表層用混合物(密粒度ギャップアスコン、トップ13mm)のアスファルト量を5.1%と決定した。基層用混合物(粗粒度アスコン、トップ20mm)については通常のアスファルト量の決定をそのまま採用した。

5. 追跡調査区間の決定と事前調査項目

AC-140 アスファルト納入が日本石油㈱と三菱石油㈱の二社であり物性に若干の差があるため、上下車線に

写真-1 わだち掘れ調査

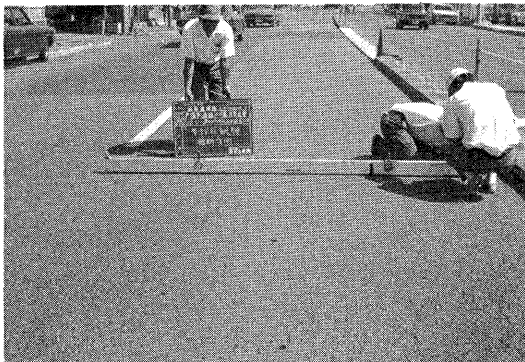


写真-2 たわみ量調査

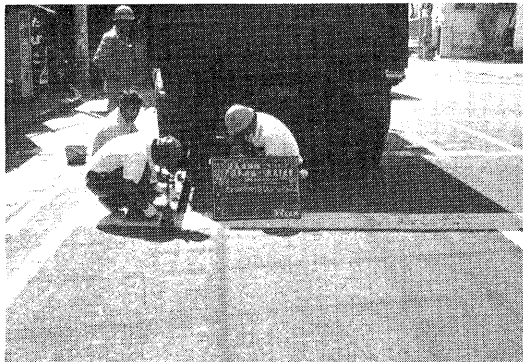


写真-3 ひび割れ調査

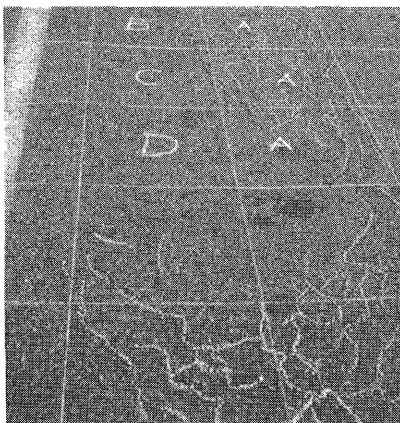
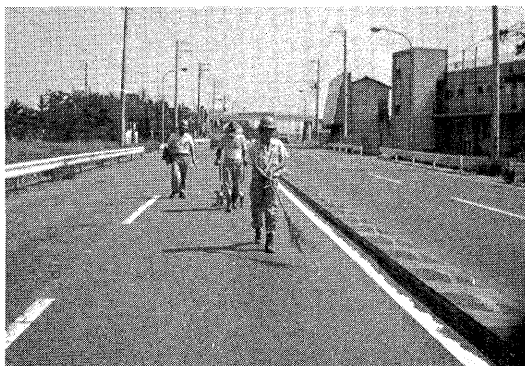


写真-4 縦断プロフィール調査



区分して施工することとし、両者の代表的区間において単路部 100 m (三菱石油製) と交差点手前 50 m (日本石油製の二カ所を今後の追跡調査対象箇所と決定した。

この試験舗装が重交通道路に対するわだち掘れ、コルゲーションの防止ということから追跡調査区間は次の項目について調査を行った。(写真 1～4)

(1) わだち掘れ (横断凹凸量)

1) 交差点部

車両停止線を基点とし交差点手前 50 m の区間を調査対象区間とし、5 m 間隔で 11 点につき横断凹凸量を測定し、最大、最小および平均わだち量を求める。

2) 単路部 (通過走行部)

該当する箇所 100 m の区間を調査対象区間とし 10 m 間隔で 11 点につき交差点部と同様の調査をする。

(2) ひびわれ

わだち掘れと同様の区域において建設省土木研究所「路面調査要領(案)」に基づき対象区間前後を含め路面に 50 cm のメッシュを作成し調査を行う。

(3) たわみ量

上記調査区域内において上記二つの調査のように二車線をチドりに測定し、たわみ量を求める。

6. 施工状況

舗装は図・5 に示す通りで昼間施工とし、4 車線のうち 1 車線のみを行った。

温度管理については特に留意したが、既に配分設計時に施工を行なっていることもあり、別段従来の舗設状況と変化はなかった。(写真 5～8)

ただ、交通規制上の関係から施工ヤードが狭いため舗設作業員が通常舗設より数名多く必要とした程度であった。

7. 品質管理

品質管理はアスファルト舗装要綱に準じて行い、ホイットラッキング試験、アブソン抽出試験、AC-140 の物性試験は日本アスファルト協会特別委員会で行なうこととし、他は受注者で行った。

表・5 に受注者側で行った品質管理試験の一部を示す。追跡調査区間は 4 ヶ年にわたり表・6 の項目について

図-5 現場施工図

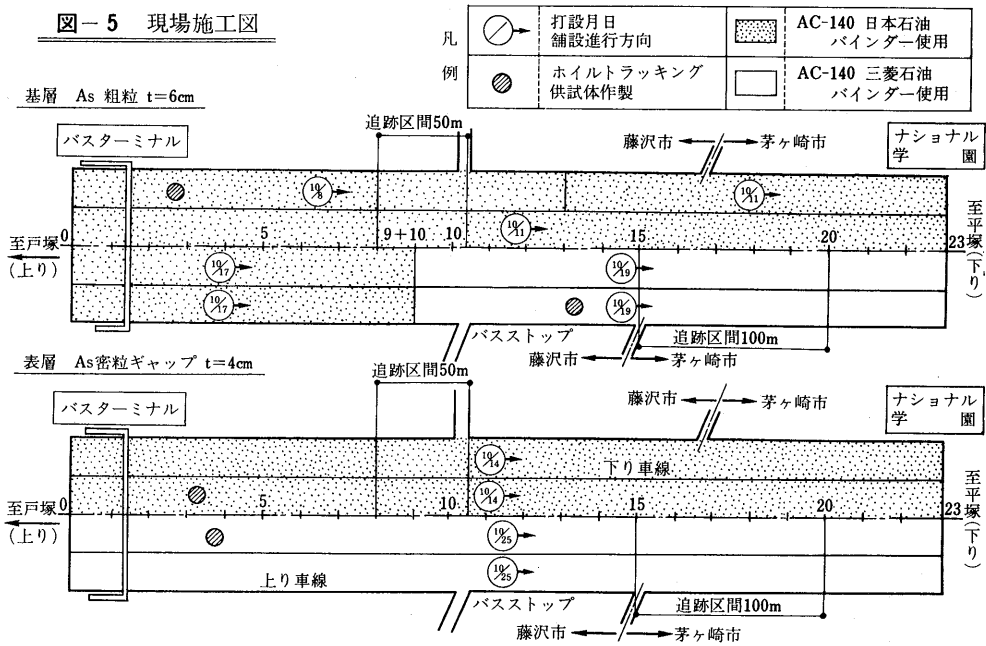


写真-5 舗設状況



写真-6 舗設状況

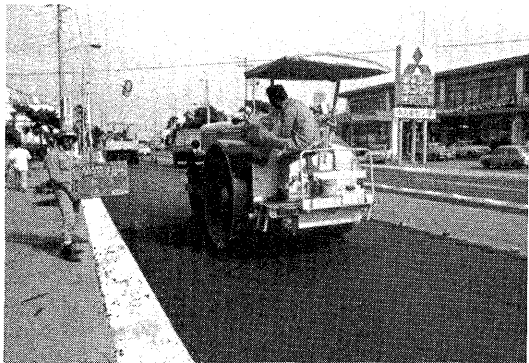


写真-7 着工前

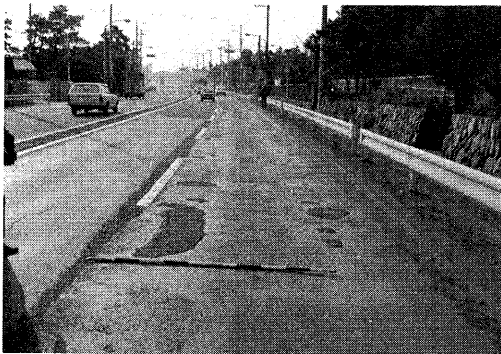
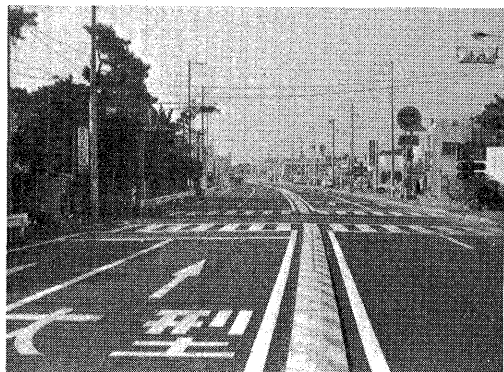


写真-8 完成



追跡が行なわれるが、施工前後のデータを表-7に示す。

8. あとがき

今回の施工に当り種々問題があるように思われたが終ってみると通常の施工と同じであった感じもする。気づいた点を若干列記してみると、以下のとおりである。

- ① AC-140は試作試験用として製造した関係上、メーカー側の貯蔵設備が皆無のため、プラントでアスファルトの受け入れに非常に苦勞した。
- ② プラント内において通常のストレートアスファルトとAC-140の混入についての影響の問題が残る（ケトル内の既アスファルトを完全に除去することは不可能—混合してしまうと両方共粘度—温度に変化を生じる）。
- ③ 施工性は大変良かったが、将来AC-140に添加物を加えたときにどうなるのか。

〔協会註：AC-140は添加物を一切加えないことで耐流動用として研究開発されたものであり、上記の点は考慮されていない。〕

表-7 試験区間の調査結果

(1) たわみ量試験(ベンケルマンビーム)

	最大たわみ量 TH	残留たわみ量 TZ	弾性たわみ量 TE
舗 設 前	0.84 mm	0.09 mm	0.75 mm
舗 設 後	0.67	0.13	0.54

(2) ひび割れ率

	上り車線 (車路部)	下り車線 (交差点部)	
舗設前	19.6%	25.5%	ただし、上り車線でAs 安定処理で部分打換した面積はひび割れ率より除く

(3) 縦断凹凸量調査(3 mプロフィールメータ)

	上り車線 (車路部)	下り車線 (交差点部)	全線
舗 設 前	2.225 mm	2.158 mm	2.192 mm
舗 設 後	1.349	1.367	1.358

(4) 横断凹凸量調査(直読式凹凸測定器 3 m)

	上り車線 (車路部)	下り車線 (交差点部)	全線
舗 設 前	5.75 mm	6.00 mm	5.88 mm
舗 設 後	4.54	6.34	5.44

表-5 品質管理試験結果

	粗粒度アスコン(5.1±0.5)		密粒度ギャップ(5.5±0.5)	
	配合設計	試験結果	配合結果	試験結果
アスファルト温度℃	最適混合温度 174~182	180~185	174~182	180~185
骨材温度℃		190~200		190~200
合材出荷温度℃		165~185		165~185
粒度2.5mm通過%	29.6	≧7 30.07	34.8	≧5 32.38
粒度0.074mm通過%	4.3	≧7 3.67	4.7	≧5 3.66
抽出アスファルト量%	4.8	≧7 4.84	5.1	≧5 4.98
コア密度	基準密度2.412	$\times 10$ 2.373(98.4%)	基準密度2.400	$\times 3$ 2.326(96.9%)

表-6 追跡区間調査項目

項 目	方 法	調 査 時 期					
		施工前	施工後	S53年	S54年	S55年	S56年
たわみ量	ベンケルマンビームによる輪重5.3t復元	○	○		○		○
ひび割れ	発生位置対応スケッチ、ひびわれ率	○					○
縦断凹凸	3 mプロフィールメータによりσmmを求める	○	○	○	○	○	○
横断凹凸	横断プロフィールメータによりわだち掘れ量を求める(最大、最小、平均、V)	○	○	○	○	○	○
密 度	コア採取による(φ100mm)		○		○		○
路面観察	評価員による路面状況観察	○	○	○	○	○	○
大型車交通量	四季観測データによる	○	○	○	○	○	○
路面温度	ベンケルマンビームたわみ量との関連で(路面温度計)	○	○		○		○
アスファルトの物性	コア採取による。アブソン回収アスファルトの物性		○		○		○

施工直後の状況は表層施工ジョイント部の表面骨材の一部はく離が若干あるのを除いては非常に良好である。

今後もこの状態が続くことを関係者一同望んでいる次第である。

なお、この工事の施工に当りプロジェクトを組み、施工を担当した亀井土建㈱、合材供給と各種試験を担当した相模開発㈱の方々の協力に、また日本アスファルト協会特別委員会の諸氏に紙面を借りて深謝する。

参考文献

- 1) 重交通道路の舗装用アスファルトに関する文献調査資料 社団法人 日本アスファルト協会
- 2) 重交通道路舗装用アスファルトに要求される性状アスファルト vol 20 No112 林 誠之
- 3) アスファルト舗装要綱(昭和50年版)
社団法人 日本道路協会
- 4) 道路維持修繕要綱(第2次案)
社団法人 日本道路協会
- 5) 路面調査要領(案)(昭和46年)
建設省土木研究所

重交通道路の舗装用粘度等級アスファルトによる試験舗装工事特記仕様書（案）

第1章 総 則

第1条 本特記仕様書は、重交通道路の舗装用アスファルトとして製造した粘度等級アスファルトによる試験舗装工事に対して適用する。

第2章 アスファルトおよび受け入れ

第2条 本工事に使用するアスファルトは粘度等級アスファルトで、次に示す規格に適合するものでなければならない。

粘度等級アスファルトの規格

粘度等級アスファルトは均質で水分を含まず、180℃で加熱しても、あわ立たないものであって、次の規格に適合するものでなければならない。

表-1

項目	種類	AC-140
粘 度 60℃ (Poise)		14,000±4,000
粘 度 180℃ (cst)		200 以下
針入度25℃, 100g, 5sec ($\frac{1}{10}$ mm)		40 以上
薄膜加熱重量変化(%)		0.6 以内
トリクロルエタン可溶分(%)		99.0 以上
引 火 点 C.O.C (℃)		260 以上
比 重 25℃/25℃		1,000 以上

注(1) 測定法は減圧粘度管による。

(2) 薄膜加熱後の60℃粘度を Poise 単位で報告する。

(3) 140℃, 160℃, 180℃における動粘度を C.G.S 単位で報告する。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式を明示する。

第3条 本工事に使用するAC-140を受け入れるアスファルトケツトルまたはアスファルトタンク内に残存するアスファルトは適宜な方法で抜き取っておき、混じり合わないにしなければならない。なお、配管内に以前使用していたアスファルトが残存しないようにし、AC-140以外のアスファルトの混入を極力防止しなければならない。

第3章 配合設計

第4条 AC-140を用いた場合の混合物の用途、種類および配合設計方法は次表による。

表-2

用 途	混合物の種類	配合設計方法
表 層		アスファルト舗装要綱昭和50年版による
基層(中間層)	粗粒度アスコン①	同 上

第5条 配合設計に用いる粘度等級アスファルトはアスファルト協会特別委員会より支給する。

第6条 表層に用いる混合物については、水浸マーシャル安定度試験を行わなければならない。残留安定度は75%以上であることが望ましい。

第4章 現場配合

第7条 舗装に先立って、室内試験で決定した配合の混合物を実際に使用する混合所で製造し、その混合物でマーシャル試験を行ない、その結果をもとにして現場配合を決定しなければならない。

第5章 混 合

第8条 混合温度は、AC-140の動粘度が150～300 cst(または、セイボルトフロール度が、75～150秒)のときの温度範囲のなかから選び、監督職員の承諾を得なければならない。

第6章 舗 設

第9条 AC-140は（通常のストレートアスファルトより高粘性で、舗設温度が15℃程度高くなるため）混合物の敷きならし後、速かに締固めなければならない。

第10条 転圧温度については、監督職員の指示に従わなければならない。

第7章 交通開放

第11条 交通開放に当っては、監督職員の承諾を得なければならない。

第8章 品質管理

第12条 本工事における品質管理は、一般のアスファルト舗装工事に準じて行うものとする。

第9章 路面調査

第13条 本工事における路面調査対象区間は、監督職員が指示する。なお、工事着工前に行なう既設路面調査（横断プロフィールメータによるわだち掘れ調査、ひびわれ調査、ベンケルマンビームによるたわみ量調査）と舗設後の路面調査（ベンケルマンビームによるたわみ量調査）を行なう。

第14条 路面調査は交差点部と単路部に分けて行なう。交差点部の調査は、車輛停止線を起点とし、5 m毎、交差点手前50 mの区間を調査対象区間とする。単路部の調査は、10 m毎、100 mの区間を選び調査対象区間とする。

第15条 調査対象区間は、起点、終点および調査位置が識別できるように起点、終点および測定位置毎に監督職員の指示に従って支給された紙を用いてマーキングを施すこと。

第16条 路面調査は、建設省土木研究所「路面調査要領(案)」および同直轄技術研究会「アスファルト舗装の塑性流動に関する調査研究」に準拠し、次の項について行う。

- ①わだち掘れ量(横断凹凸量)；交差点部は基点より5m間隔で、計11箇所について、また単路部は10m間隔で計11箇所について各々わだち掘れ量を測定し、最大、最小、および平均わだち掘れ量を求める。
- ②ひびわれ(50cmメッシュ法)；同区間について、ひびわれ面積およびひびわれ率を求める。
- ③たわみ量；同区間について、ベンケルマンビームによるたわみ量を測定する。測定位置は外側線より内側80cm内で、1車線当り1カ所、計22箇所について測定する。
- ④アンケート調査(調査項目および表は後日送付する)

第10章 サンプルング

第17条 次の項目についてサンプルングを行ない、監督職員に提出しなければならない。

- ①AC-140サンプル(バインダー物性試験およびホイールトラッキング試験用、試験はアス協特別委員会で実施)；最終ローリー受け入れ時に、ケトルまたはタンクより採取し、アス協特別委員会から支給する試験缶に約40kgを詰めアス協特別委員会宛送付する。
- ②ホットビン骨材サンプルおよび石粉サンプル(ホイールトラッキング試験用、試験はアス協特別委員会で実施)；試験練り時に各ホットビン骨材および石粉を個々に採取する。その量は、総量で100kgとし、各ビンおよび石粉の採取量は、骨材配合比率に従うものとする。
- ③舗設後のコアサンプル(アブソン抽出試験用、試験はアス協特別委員会で実施)；品

質管理用コアのほか、コアサンプルを、監督職員の指示に従って、5個採取する。

- ④舗設後表層混合物の切り取り供試体(ホイールトラッキング試験用、試験はアス協特別委員会で実施)；舗設後に監督職員の指示する位置より、30×30cm角の表層部分のホイールトラッキング試験用供試体3枚を切り取りアス協特別委員会宛送付する。なお、採取しやすくするため、その位置に供試体寸法により、やや大き目のはく離紙を入れておくこと。

特記仕様書に関する補足事項

第3条 本研究目的遂行のためには、AC-140と他のアスファルトの混入を極力防止するような方策をとることが望ましい。但し、特にアスファルトケトルまたはタンクを洗浄する必要はない。

第8条 高粘度の性質を有するアスファルトを使用するため、特に温度管理を慎重に行う必要がある。

第9条、第10条 AC-140は一般のストレートアスファルトより初期転圧温度が高く、フィニッシュ敷きならし後、速やかに転圧しなければならない。従って、施工前に使用機械の点検整備を十分しておかななければならない。

第13条 調査対象区間の決定は、特別委員会の立合いのもとに行う。

第13条 既設路面の調査が困難な場合(たとえば、既に路面切削が行われている場合など)は省略する。

第15条 舗設後継続して調査(約5ヵ年)する予定であるから調査時毎に調査位置がずれて測定することのないようアス協特別委員会より支給する道路鉄等を打つなどして位置が確認できるようにしておくことが望ましい。

第16条 追跡調査(路面調査)は、わだち掘れ量、ひびわれ率、たわみ量の測定および視察調査(目視)、コア採取を行う。なお、追跡調査の詳細は別途、特別委員会より提示する。

アスファルト舗装の 構造設計における最近の動向(1)

阿 部 頼 政*

1. はじめに

本ノートではこれまで、クラックの問題と、わが国の設計法を検討してきた。これらは、今回からのテーマの序曲にあたるものと考えていただいてよい。

1977年8月に米国のミシガン大学において、第4回アスファルト舗装構造に関する国際会議が開かれた。この会議は1962年以来、5年ごとに開催されてきたもので構造設計に関する最も重要な情報を提供するものといつてよからう。第4回は、実験的な検証のある設計法が会議の中心課題であり、世界各国から優秀論文が発表されている。

今回からは、この国際会議に発表された論文を中心に、最近の設計法の動向を検討していく予定である。テーマが大きいので、当初予定した1回毎に完結という形は無理になったが、あえてそれにこだわらない方が、詳細にわたって論じられるかと思う。今回は、まず、シェルの設計法“Asphalt Pavement Design—The Shell Method, by A.I.M. Claessen, J.M. Edwards, P. Sommer and P. Uge”をとりあげた。内容が豊富なので、2～3回にわたって検討したいと考えている。

なお、本論に入る前に、2章において、国際単位系(SI)を紹介する。読者の参考になれば幸いである。

2. 国際単位系について

我々が外国文献を読む場合、長い間悩まされてきたのはヤードポンド法による表示である。それが、最近になつてさらに厄介者が増えた。すなわち、国際単位系(Système International d'Unités SIと呼ばれている)である。もっとも、これを厄介者扱いするのは、尺貫法になれた者がメートル法を嫌うようなものであるが、現在のところ我々にとって異和感のあることに変わりはない。

しかし、イギリスが従来のヤードポンド法からSIへと完全に切替えたこと等もあり、SI表示による論文が多くなつてきた。今回対象とするシェルの設計法も、SI表示なので、これを機会に簡単に紹介しておこうと思う。

我々が通常使用している単位系は、重力単位系であり、高校の物理学で習ったCGS単位系や、MKSA単位系と同じくメートル法に属している。同じメートル法でも、これら10以上の単位系が使われていて不便なことから、すべての領域をカバーする実用単位系としてSIが作られたわけである。重力単位における基本単位は、メートル：m(長さ)、重量：キログラム：kgf(重量)、および秒：s(秒)であるが、これとSI単位との最大の違いは後者が重量のかわりに質量であるキログラム：kgを使っているところにある。質量と重量の相違については、高校時代一般力学で誰しも苦労した経験があるかと思うが、土木関係では、静止した物体の力学を扱うため、kgと言えば重量という感覚が身についてしまっているのではなからうか。現在、我々が使用しているkgという表示は、実は重量を意味するkgfのことであり、SIとの換算においては、質量のkgと厳密に区別しなければならない。

力の単位はSIではN(ニュートン)であらわされる。これは単位質量(kg)に単位加速度(m/s^2)が働いたときの力であるから、

$$1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot m/s^2 \dots\dots\dots(1)$$

となる。また単位質量に重力加速度 $g_n (=9.80665\text{ m/s}^2)$ が働いたときの力が1kgfであるから、

$$1\text{ kgf} = 9.80665\text{ kg} \cdot m/s^2 \dots\dots\dots(2)$$

となる。(1)、(2)より、

$$1\text{ kgf} = 9.80665\text{ N} \dots\dots\dots(3)$$

この(3)式が最も重要な点であるが、SI単位の概要について表1～表6に示す。

以上は、三木²⁾³⁾⁴⁾が土木学会誌に発表した報文をもとに、アスファルト関係者に必要と思われる部分を要約して紹介したものである。したがって、さらに詳しく知

* 日本大学理工学部

表-1 SIの構成³⁾

SI	SI単位	基本単位 (7個)
		補助単位 (2個)
		組立単位 { 固有の名称をもつ組立単位(17個) その他の組立単位
	接頭語 (16個) およびSI単位の10の整数乗倍	

表-2 基本単位³⁾

量	単位の名称	単位記号	量	単位の名称	単位記号
長さ	メートル	m	熱力学温度*	ケルビン	K
質量	キログラム	kg	物質の量	モル	mol
時間	秒	s	光の度	カンデラ	cd
電流	アンペア	A			

注: *印, セルシウス温度 $t(^{\circ}\text{C})$ もSI単位であり,
 $t = T(\text{K}) - 273.15(\text{K})$ 。

表-3 補助単位³⁾

量	単位の名称	単位記号
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表-4 組立単位³⁾

(a) 固有の名称をもつ組立単位

量	単位の名称	単位記号	定義
周波数	ヘルツ	Hz	s^{-1}
力	ニュートン	N	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m^2
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	$\text{N}\cdot\text{m}$

(b) 基本単位および補助単位を用いて表される組立単位の例

量	単位の名称	単位記号
面積	平方メートル	m^2
体積	立方メートル	m^3
速度	メートル毎秒	m/s
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2
波数	毎メートル	m^{-1}
密度	キログラム毎立方メートル	kg/m^3
角速度	ラジアン毎秒	rad/s
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s^2

(c) 固有の名称を用いて表される組立単位の例

量	単位の名称	単位記号
粘度	パスカル秒	$\text{Pa}\cdot\text{s}$
力のモーメント	メートルニュートン	$\text{N}\cdot\text{m}$
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m

表-5 接頭語³⁾

単位に乘ぜられる倍数	接頭語の名称	接頭語の記号	単位に乘ぜられる倍数	接頭語の名称	接頭語の記号
10^{18}	エクサ	E	10^{-1}	デシ	d
10^{15}	ペタ	P	10^{-2}	センチ	c
10^{12}	テラ	T	10^{-3}	ミリ	m
10^9	ギガ	G	10^{-6}	マイクロ	μ
10^6	メガ	M	10^{-9}	ナノ	n
10^3	キロ	k	10^{-12}	ピコ	p
10^2	ヘクト	h	10^{-15}	フェムト	f
10	デカ	da	10^{-18}	アト	a

表-6 SIと併用される単位

量	単位の名称	単位記号	SI単位での値
時間	分	min	1 min = 60s
	時	h	1 h = 60min = 3,600s
	日	d	1 d = 24h = 86,400s
	度	$^{\circ}$	$1^{\circ} = (\pi/180)\text{rad}$
平面角	分	'	$1' = (1/60)^{\circ} = (\pi/10,800)\text{rad}$
	秒	"	$1'' = (1/60)' = (\pi/648,000)\text{rad}$
体積	リットル	l	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
質量	トン	t	1 t = 10 ³ kg

りたい方は三木の解説を一読されることをおすすめする。

力の単位は, (3)式から容易に換算できる。すなわち, Nで表示されている数値をほぼ1/10倍すれば従来のkgfとなるからである。しかし, 我々の分野で最も多く使用される応力の換算は, 色々と難点がある。SIでは, 応力の単位はPa (パスカル) であるが, これは N/m^2 で定義されており, 重力単位の kgf/cm^2 (今は一般に kg/cm^2 と書かれている) と単位面積のとり方が異なるため, $\times 10^n$ という形が常につきまとうからである。さらに, KN (キロニュートン), MN (メガニュートン), GN (ギガニュートン) という表示もあるため, かなり混乱しかねない。

我が国では, まだSI表示でものを書くというケースは少ないと思われるので, 外国文献を読むのに必要な換算だけ示しておこう。

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2 = 1.02 \times 10^{-5} \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdots \cdots (4)$$

$$1 \text{ KPa} = 1 \text{ K}/\text{m}^2 = 1.02 \times 10^{-2} \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdots \cdots (5)$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ M}/\text{m}^2 = 1.02 \times 10^1 \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdots \cdots (6)$$

$$1 \text{ GPa} = 1 \text{ G}/\text{m}^2 = 1.02 \times 10^4 \text{ kg}/\text{cm}^2 \cdots \cdots (7)$$

なお前述の三木がまとめた換算表を表-7に示した。以上の概要を記憶しておればSI単位で表示された文献も比較的容易に読めるかと思う。

表-7 力関係の換算表³⁾

(a) 力

N	dyn	kgf	lbf
1	1×10^5	1.01972×10^{-1}	2.2481×10^{-1}
1×10^{-5}	1	1.01972×10^{-6}	2.2481×10^{-6}
9.80665	9.80665×10^5	1	2.20462
4.44822	4.44822×10^5	4.5359×10^{-1}	1

(b) 圧 力

Pa	bar	kgf/cm ²	atm	lbf/in ²
1	1×10^{-5}	1.01972×10^{-5}	9.86923×10^{-6}	1.4504×10^{-4}
1×10^5	1	1.01972	9.86923×10^{-1}	1.4504×10
9.80665×10^4	9.80665×10^{-1}	1	9.67841×10^{-1}	1.4223×10
1.01325×10^5	1.01325	1.03323	1	1.470×10
6.89476×10^3	6.89476×10^{-2}	7.031×10^{-2}	6.804×10^{-2}	1

(c) 応 力

kPa	MPaまたは N/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²	lbf/in ²
1	1×10^{-5}	1.01972×10^{-4}	1.01972×10^{-2}	1.4504×10^{-1}
1×10^3	1	1.01972×10^{-1}	1.01972×10	1.4504×10^2
9.80665×10^3	9.80665	1	1×10^2	1.4223×10^3
9.80665×10	9.80665×10^{-2}	1×10^{-2}	1	1.4223×10
6.89476	6.89476×10^{-1}	7.031×10^{-4}	7.031×10^{-2}	1

3. 弾性理論について

シェルの設計法の基本となるものは弾性理論である。すなわち、アスファルト舗装の各層を弾性体と仮定し、舗装の破壊に結びつく要因（歪等）を弾性理論から計算して設計を行なうものである。弾性理論そのものは数十年前からほぼととのった形で存在していたのであるが、数値計算がきわめて複雑なため、舗装設計への応用はほとんど考えられていなかった。これは、当時（現在でもかなりその風潮が強いが…）舗装は経験的な工学であり、学問的には取り扱い難いと考えられていたためであろう。舗装設計への実用化に最初の突破口を開いたのは、周知のようにBurmisterである。彼は、舗装体と路床を2層の弾性体と仮定して、表面変位の計算値を使用に便利な図表の形で発表した。これを契機とし、その後、2層、3層に関する応力、歪、変面変位等の図表が、Fox Jones, Peattie等によって次々と発表されるようになった。これら図表の利用により、最初にまとまった形で発表された設計法が、1963年の“Shell Design Charts for Flexible Pavements”である。そして、その後、1977年に至るまでの研究成果が今回発表された設計法であろう。この10数年間に起った大きな技術的变化は、電子計算機の発達とその一般化であり、これまで、複雑であった弾性理論の数値計算もプログラムさえあれば、きわめて容易に計算できるようになった。これは、従来、特殊な方法として敬遠されがちだった弾性理論による設

計法を急激に発展させた原動力と言えよう。

なお、これまで一度も計算されたことのない人のために、プログラムの使用法を簡単に紹介しておこう。まずプログラムを入手したら、利用しようとする電子計算機の言語に合致するようにプログラムの一部を多少調整する必要がある。これは自分でできなければ、専門家にまかせればよい。専門家にとってはきわめて容易な調整である。次はいかなる計算をするかの命令（インプット）で、一般的に次のような項目がある。

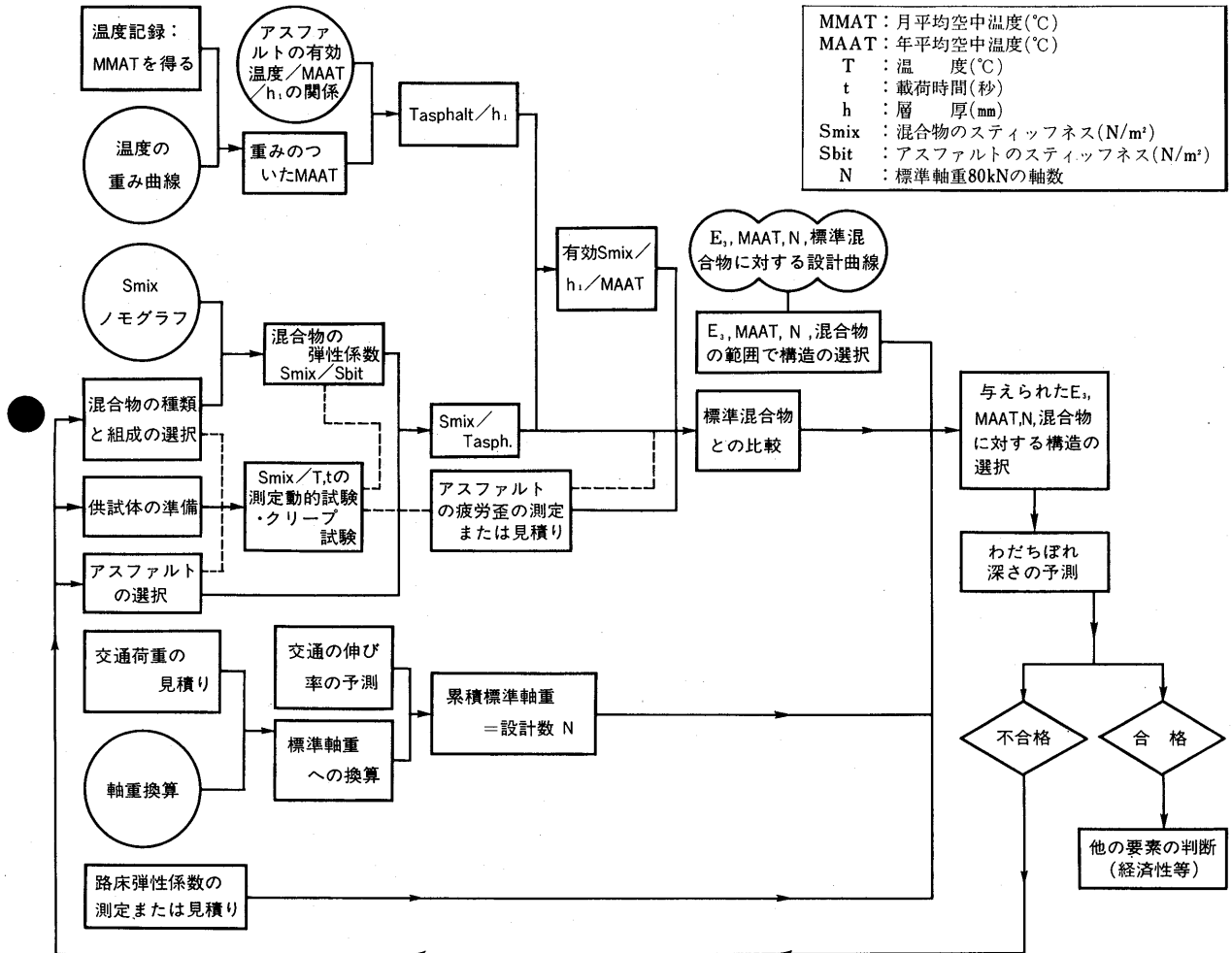
- ① 輪荷重（円形等分布）の大きさと半径または接地圧
- ② 輪荷重の位置
- ③ 層の数（一般に5層までできる）
- ④ 各層間の摩擦（一般に完全に滑らか又は密着の場合のみ）
- ⑤ 各層の弾性係数、ポアソン比、厚さ
- ⑥ 計算の対象とする点の位置

以上の項目をパンチする程度のことは電子計算機をこれまで一度も使用したことのない人でも30分程度でマスターできるし、これをプログラムと一緒に電子計算機の担当者に渡せば、応力、歪、変位等の計算結果（アウトプット）がタイプされてでてくる。要するに、電子計算機が身近にあり、計算してみようという意欲さえあれば、誰でもプログラムを利用できると言えよう。そしてプログラムは、公開されたものがいくつかあり、無料で入手できる。一般に弾性理論や電子計算機というと頭から毛嫌いされる傾向があるが、我々舗装技術者にとってそのすべてを理解する必要はなく、単なる道具と見なせばよいと筆者は考えている。道具が出した結果の利用法こそ、技術者の重点をおくべきところであろう。

4. シェルの設計法の概要

設計法の手順と概要を図-1に示す。これは、著者らの示した図をそのままとり、言葉だけを訳して、記号の注釈を筆者がつけ加えたものである。各項目についての詳細は後に紹介するとして、ここでは全体的な考察をおこう。まず言えることは、前設計法に比較して非常に細かい点まで配慮が行き届き、実用段階に達してきたことを示すとともに、我々にとっても参考になる点が多いということであろう。従来 シェルグループの研究は材料面において極めて高く評価されてきたが、本設計法によって、さらにそれが生かされた感がある。前設計法との主な相違点は、温度の影響をとり入れて、広範囲の

図-1 シェルの設計法の概要¹⁾



地域に適用できるように改良したこと、各種の代表的なアスファルト混合物をいずれも利用できるようにデータをつけ加えたこと、そして設計の最終段階でわだちばれによる採否の判定を設けたことであろう。そして、それぞれの問題につき、かなりのバックデータの蓄積がうかがわれる。

設計法全体を支配する舗装のモデルを図-2に示す。ここで、舗装は、線形弾性体の多層構造(linear elastic multi-layered system)で、材料は弾性係数(ヤング率)とポアソン比で特徴づけられる。また、材料は、等方、等質で各層は水平方向に無限であり、鉛直(又は水平)に作用する荷重は、一つ以上の円形等分布荷重であると仮定している。

このようなモデルの任意の点における応力、歪、変形

量を計算するために、シェルでは先にBISTRO,そして最近BISARというプログラムを開発した。BISARは、BISTROを改良したものであるが、この改良によって水平荷重がかかった場合や、層間の摩擦がない場合、部分的な摩擦のある場合も計算可能になったものである。しかし、本設計法では層間の摩擦は完全(層と層が完全に固定されている)としている。

図-2に示したように、舗装構造は三層として取り扱われている。すなわち、アスファルト層、路盤及び路床である。なお、路盤では、粒状材ばかりでなく、セメントや石灰のような結合材を使用したもの及びスラグも含まれている。著者らも述べているように、アスファルト層から路床までをいずれも弾性体と仮定することは、常識的に無理であるが、実際の荷重(車)の載荷時間が極めて短いこと、変位が小さいことなどから、各材料は弾

性的に挙動すると考えられ、これまでも多くの研究者によってその妥当性が確認されてきた。本設計法では、この点をさらに厳密にするため、アスファルト混合物に対して、スティッフネス（一種のヤング率）という考え方を導入し、載荷時間と温度によってアスファルト層に使用する弾性係数を選択できるように配慮してある。なお、さらに複雑な構造や荷重条件（たとえば、空港舗装）に対しては別に取り扱っている。

4. 設計に必要な因子

舗装体の各層で応力や歪が最大になる点を、広範囲にわたる弾性率及び層厚について計算した結果、次の2因子が支配的要因であると判明した。

(1)路床上面における圧縮歪：これは路床の永久変形を支配する。

(2)アスファルト層の水平方向引張歪：これはアスファルト層のクラックを支配する。

通常の載荷状態（複輪による鉛直方向荷重）では、いずれの最大値も、荷重の中心または2つの荷重の対称軸下に生ずることが見出された。しかし路盤とアスファルト層の弾性係数が極端に異なる場合、引張歪はアスファルト層の下面ではなく、かなり層内部の上方で最大値の生ずる例もあった。この点についてさらに詳細な計算を行なった結果、アスファルト層に最大引張歪の生ずる位置は次の因子によって支配されることが判明した。

$$C = h_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} \text{mm} \dots \dots \dots (8)$$

E_1 ：アスファルト混合物の弾性係数（ N/m^2 ）

E_2 ：路盤の弾性係数（ N/m^2 ）

h_1 ：アスファルト層の厚さ（mm）

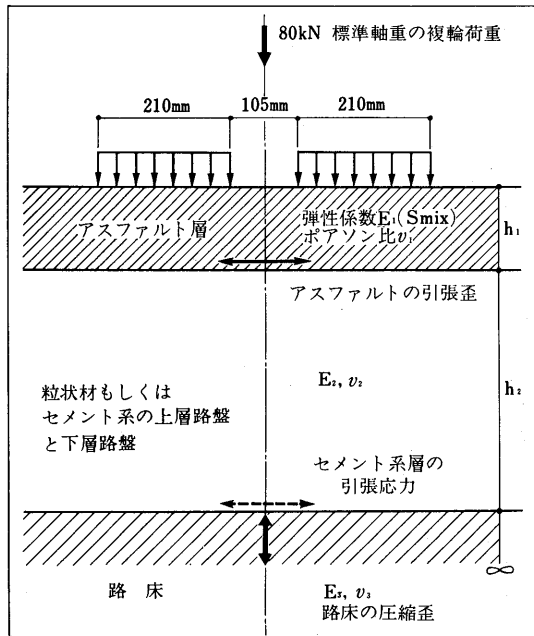
ここで $C > 133\text{mm}$ になると引張歪の最大値はアスファルト層の下面に生じなくなる。この場合、 h_1 が 200mm 以下では、最大値が h_1 の下半面内に生じ、 200mm を超えると h_1 の上半面内に生じる。これは実験的にも確認され、設計曲線にとり入れられている。

二次的な条件としては、安定処理路盤の下面に生ずる引張歪、個々の層に生ずる変位の和としての変形量、さらに粒状材の品質等があるが、これは別に論じられる。

以上は、著者ら（Claeseen 他）の説明であるが重要な問題がいくつか含まれているので以下に考察しよう。

まず、舗装設計の基本的境界条件として、路床上面の

図－2 舗装のモデル¹⁾



圧縮歪とアスファルト層の水平方向引張歪をとりあげているが、これは、必要条件であって十分条件でないことは言うまでもない。著者らも述べているとおり、この結論に到達するまでには、かなり広範囲の計算が必要であったと思われるが、その詳細については発表されていないので、ここで検討できないのが残念である。しかし、1963年の設計曲線以来、この2要素を中心に設計を行なってきたり、今回またこの2要素をとりあげているということは、変更を必要とする程の問題が起っていないかと受けとめてよからう。ただ、現在世界的に大きな問題となっているアスファルト層のみの永久変形（アスファルト混合物の流動）については、この2要素でチェックすることはできない。そもそも、弾性理論と、混合物の流動とは、全く相いれない異種のものであり、弾性理論による設計法の一つのネックと見なされてきたが、今回のシェルの設計法では、2要素を中心とした構造設計が完了した後、最終的なチェックポイントとしてこの問題をとりあげているので、その効果が注目される。

本稿の目的からは、多少はずれるかと思うが、わだちばれに関して日頃筆者が感じていることをここで述べてみたい。一般にわだちばれと見なされる現象は、その原因から三種に大別されるかと思う。すなわち、混合物の流動、路床を含めた各層の沈下（永久変形）、表層のすりへりの三種である。これらのうち、流動はかなり目立つ

た形態（周囲のもりあがり）をとるため、他と区別しやすいが、沈下とすりへりの区別は路面を見ただけではなかなか困難である。わが国では、寒冷地においてすりへり、その他の地域で流動が問題にされてきた。特に最近では、流動が大きくとりあげられて、アスファルト協会はじめ、各研究機関でその対策が熱心に検討されているが、筆者の疑問は、第2種の沈下に対する調査がなおざりにされていないかということである。高架橋の舗装やアスファルト層厚の充分な舗装（たとえば高速道路）等のわだちは、流動が支配的であろうが、その他の舗装では、沈下によるわだちを流動やすりへりとしてとらえているケースがかなり多いのではなかろうか。たとえば、混合物の流動としてわだちの周囲にもりあがった部分の体積は、基準面からへこんだ部分の体積と等しいであろうか。もし、等しくないとするれば、沈下またはすりへりによる影響も入っているはずであり、事実、流動と称される現場を見ても、へこんだ体積に比べ、もりあがり方がかなり少ないケースをよく見かける。また、寒冷地においては、横断方向の凹凸はすりへりによるものと短絡されやすい。

沈下によるわだちと混合物の流動やすりへりとは、その対策が根本的に異なる。すなわち、前者は、舗装の構造的な欠陥であるため、舗装厚を増すなど構造の強化が必要であるのに対し、後二者は材料的な欠陥であるため、材料の選定が中心となるからである。したがって、原因のとらえ方を誤ると、その対策も誤ることになり、補修もあまり効果のないものになってしまうおそれがある。その意味でも、わだちの原因を一度詳しく調査する必要がある。その方法としては、補修直前の舗装をコアカッターまたはドリル等で穴をあけ、厚さの分布状態を調べれば、ある程度、見当がつくかと思われる。

なお、以上の筆者の見解は、ほとんど賛同者がいない。委員会等で、折あるごとに注意を喚起しているのであるが、そっぽを向かれがちである。決して一般的見解ではないので、誤解のないように念のためつけ加えておく。

それにしても、わが国の舗装関係者は、材料の問題になると熱中するが、舗装構造の問題に関しては比較的冷淡になるように思える（これも筆者のやぶにらみか）。あるいは、アスファルト舗装要綱の規定が厳格すぎて技術者の判断を加えにくく、いつのまにか、舗装構造に関する改良への意欲を奪ってしまったのであろうか。それとも、また、技術者が現在の設計法に満足しているのであろうか。

蛇足が長くなったのでこの辺で本論にもどることにしよう。

著者らの説明で、もう一つ興味深い点は、引張歪の最大値の生ずる位置が、アスファルト層の弾性係数と路盤の弾性係数の比によって変わってくるということである。従来の一般的な考え方としては、アスファルト層の下面に生じたクラックが進展して表面に及ぶとされていた。また、これが今でもクラックの代表的な形態であろう。しかし、最近、アスファルト層の比較的厚い舗装で表面から発生するクラックが話題になっているが、この現象は従来の考え方からは説明できない。筆者らは、この原因を舗装表面に生ずる引張歪のためではないかと考え、タイヤプリントをいくつかの円で近似し、現在計算中であるが、これまでに、アスファルト層の弾性係数が小さい場合には、後輪タイヤの中間と外側付近にかなり大きい引張歪の生ずることが判明している。その詳細はいずれ折を見て紹介したいと思っているが、(8)式は、すでに、表面付近からクラックの生ずる可能性があることを示していると言ってよいと思われる。いま、路盤（粒状材）の弾性係数を4,000kg/cm²、アスファルト層の弾性係数を冬期で40,000kg/cm²、夏期で10,000kg/cm²程度と仮定して、(8)式による試算を行なってみよう。

$$\text{冬期の場合：} C_1 = h_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} = 0.1 \quad h_1 \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{夏期の場合：} C_2 = h_1 \cdot \frac{E_2}{E_1} = 0.4 \quad h_2 \dots\dots\dots (10)$$

アスファルト層厚（安定処理層を含めて）300 mm とすれば、 $C_1 = 30$ (mm) $C_2 = 120$ (mm) となり、いずれも133 mmより小さいから、引張歪の最大値はアスファルト層の下面に生ずる。数値の与え方はきわめてラフであるが、このように $C < 133$ mm が一般的傾向であろう。しかし、路盤の弾性係数が、これ以上に高くなり、アスファルトの弾性係数がこれ以下になるケースは当然考えられるから、場合によっては $C > 200$ mm になることもありうることになる。その極端な例が、セメントコンクリート舗装上のオーバーレイであろう。セメントコンクリートの弾性係数を300,000kg/cm²、オーバーレイ厚を5 cmとして計算すると、

$$\text{冬期の場合：} C_1 = 375 \text{ mm}$$

$$\text{夏期の場合：} C_2 = 1,500 \text{ mm}$$

となり、いずれも200mmを大巾に超えるから、クラックは表面から入るのが当然という結果になる。もちろん、これは筆者の机上の計算であって、現実と一致するかどうかは今後の検討となるが、いずれにしろ、(8)式はこれまでに説明のつかなかった問題に対するアプローチの方向を示している重要な提案であると言えよう。

（以下次号）

あとがき

シェルの設計法では、この後、路床の圧縮歪、アスファルト層の引張歪等、各項目の詳細が論じられているが、紙面の都合もあり中途半端になりかねないので、全体的な解説の済んだこの段階で筆をとめ、以下は次号にゆずることにする。今回は、筆者の個人的見解が多くなり、御不満の方もあるかと思うが、ノートということで、お許しいただきたい。

参考文献

- 1) A.I.M.Claessen, J.M.Edwards and P.Sommer, "Asphalt Pavement Design—The Shell Method" Proceedings of the Fourth International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, P. 39～73, 1977
- 2) 三木五三郎「単位の規格」土木学会誌 P. 81～85, 1973年9月号
- 3) 三木五三郎「新しい単位と土木技術」土木学会誌 P. 65～69, 1976年2月号
- 4) 三木五三郎「SIの外国における導入現況とわが国の対応策」土木学会誌, P. 62～66, 1977年11月号

日本アスファルト協会論文賞・原稿募集

本協会は、アスファルトの製造・品質・利用等の技術の進歩改善に寄与することを目的として、日本アスファルト協会論文賞を制定し、別記のとおり原稿を募集しております。奮ってご応募下さいようお願い申し上げます。

なお応募原稿の他に、「アスファルト」誌に掲載された論文をも本論文賞の選考対象とすることに致します。

募 集 要 領

1. 昭和52年度・研究論文主題

『アスファルトならびにアスファルトの利用技術に関する研究』（註）既発表、未発表を問わない。

2. 原稿枚数 本文 400字詰 30枚以内（表・図などの添付資料は枚数外）
3. 応募締切日 昭和53年3月末日
4. 送り先 （社）日本アスファルト協会論文賞係
5. 賞 入選第1席 1篇 賞状、賞状額、副賞6万円
入選第2席 1篇 賞状、副賞3万円
佳作 若干 賞状、副賞1篇 2万円
6. 発表表（予定） 本協会「アスファルト」誌 第116号（6月）
7. 論文賞選考委員

委員長	谷 藤 正 三	本協会名誉会長
委員	多 田 宏 行	建設省道路局国道第二課長
	南 雲 貞 夫	建設省土木研究所舗装研究室長
	武 藤 喜 一 郎	本協会企画委員長
	真 柴 和 昌	本協会技術委員長

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 和孝第10ビル

電話 東京 03(502) 3956

〈車〉への憧れ

寺田章次*

10月の中頃、チョットした不注意から怪我をしてしまった。山路の急に幅が狭くなっている個所で足を踏みはずしてしまった。4 m程の崖から落ち、斜面をさらに6～7 m転がり落ちて、大きな岩に全身をぶっつけて止った。転落した直後は大したことは無いと思っていたが、現地の救急病院に収容され、翌日に郡山市内の病院に転送、そのまま2週間ばかりの入院生活となってしまった。

入院中多くの方々から心暖まる御見舞をいただいたが、その中でも特に嬉しかったのが、増川宏一著の「将棋」という本を差し入れて貰ったことと、私のチェス仲間がチェスの駒と盤を持って入院中の無聊を慰めにきてくれたことだ。「将棋」という本は、将棋の起源、日本将棋と世界各国の将棋との比較などについて考察したもので、以前から読みたいと思っていたものだ。

全世界で楽しまれているチェスと同様に将棋は、紀元前五世紀頃に古代インドで発明されたチャトラング（四人制将棋）が起源であるといわれている。しかし、駒に敵味方の色分けの区別が無い、相手から取った駒を味方の駒として使用できるなどチェスとかなり異なる点もある。どうしてそのような相違点が生じたのか、そのうちゆっくり暇をみつけて研究してみたいと思っていた。ところが思いがけない事故により、その機会が巡ってきた。

入院生活のつれづれに読み進むうちに、「香車」の説明の個所で引っ掛ってしまった。

著者は次のように書いている。「将棋の駒で最も不可解なのは香車である。車¹⁾はもちろん、古代インドで将棋が創成された時のモデルとなった二輪の戦闘用車である。将棋の香車は『二中歴』²⁾に記されている、最初から前方にどこまでも進める駒である。飛車、角行の無い時期の駒の性能としては異常なほど強力であった。しかし、不思議なことに古代律令制国家にしろ平安時代にしろ、日本では戦車はまった

く使用されていない。……古代の記録に〈車持部〉の記事がみえ、渡来人が車製造の技術を伝えたのであろうと考えられるが、実際には車は使用されなかったようである。やっと平安時代になって、貴人の乗用として牛車に使用されたにすぎない。そうすると戦車が日本では使用されなかったのに将棋の駒にのみ車が使用されていることになる。インドからの将棋の伝播の過程で東南アジア諸国では〈車〉の駒は〈舟〉の駒に変化したのに、なぜ日本の将棋だけが〈車〉のままなのか—日本に伝えるためには船が欠くべからざるものであったにもかかわらず—中国の南岸を経由してもたらされたためか、中国、朝鮮の文化、技術の直接の影響のゆえか、今後の解明を待たなければならないだろう。」

確かに、盤上の両端に置かれる駒、将棋では「香車」、チェスでは「ルーク(Rook)」に当たる駒は不思議な駒で、各国でその意味するところが異なっている。どうしてそうなったかについて以前チェスに関する本で読んだことがある。どの本であったろう？早速家内にチェスに関する蔵書の中から思い当たる数冊を病室に持ち込ませ〈車〉と〈舟〉に関する詮索を始めた。

「チェスの駒」(マーケット、ビーソン共著)という本には、「チャトラング（四人制将棋）には古代インドの軍隊を擬して、王、象、馬、舟（後に〈車〉に変化）及び兵士の四種類の駒があった。」と書いてある。そして、春における融雪と夏における豪雨がガンジスやパンジャブの広大な平野を一年のうちかなりの期間氾濫させるので、〈舟〉はこの模擬軍隊において重要な役割を果たしているのだと述べている。確かに、チャトラングには〈舟〉の形をしている駒がある。

「チェスの本」(リヨネ著)という本には、「チャトラングと呼ばれるこのゲームでは、8×8=64のマスの目上で四人の競技者が各人のために戦いました。競技者は順にさいころを振って競技をします。さい

*建設省東北地方建設局 郡山国道工事事務所長

ころの目は駒(王, 象, 馬, 舟または四人の兵士のうちの一人)を示し, その駒は必ず動かさなければなりません。」と書いてある。

「チェス」(ラスカー著)という本には,「回教徒がチェスをヨーロッパに持ち込んだとき, 戦車が実際の戦に用いられなくなってかなりの期間が経っていたので, 戦車に相当する駒は塔または城と呼ばれる駒(英語で<ルーク>と呼ばれる)駒に変えられていた。」と書いてある。

「楽しいチェス読本」(ロフリン著)という本には, この駒に関して,「ラジア(Ladia)とは, 古代ロシア語でポートという意味を持っており, アジア諸国でルーフと呼ばれていたものがスラブに入って変化したものとされています。ルーフとはお伽噺に出てくる巨大な鳥のことで, スラブ民族の現実的な性質がこの幻想的な名称を受けつけず, ラジアとなったのでしょうか。ヨーロッパではこの駒を要塞, 塔といった意味を持つ言葉で呼ばれています。」と書いてある。

こうなってくるとさっぱり解からなくなってしまった。「香車」の起源が怪しくなってきた。ある人は<車>といい, ある人は<舟>といい, さらに, <お伽噺に出てくる巨大な鳥>という人まで出てきてしまった。いずれが正しいのか? 残念ながら病室ではこれ以上の探求は無理と観念した。

ところで, これだけ詮索して面白いことに気がついた。回教徒にしてもスラブ民族にしても現実には合わない駒の名称を現実には合うように変えてしまったことである。どういうわけか我が日本民族だけが実際に用いられたことの無い駒を擬戦に取り入れ, 使い続けているのである。我が日本民族は, 回教徒やスラブ民族と異なって現実離れしたところがあるのだろうか? 増川氏によれば, 古代インドから伝播した順に今問題にしている「香車」に当たる駒を比較してみると, 北インド(車), 南インド(舟), セイロン(舟), ビルマ(車), マレー(車)となっているとのことである。どうやら東南アジアにおいても香車に当たる駒は, それぞれの民族の現実にあった名称に変えて使われたようだ。そうするとどうして日本民族だけが?

白村江の戦, 源平合戦等において<舟>が実戦で決定的な役割を演じているのに, どうして我が国の

古代社会において実在もしない戦車を擬戦に用いたのであるか?

増川氏もその可能性を示唆している中国, 朝鮮の文化, 技術の直接の影響のゆえなのかとも考えてみた。確かに, 中国将棋には<車あるいは俥>, 朝鮮将棋には<車>という駒はあるが<舟>という駒はない。ところが, 中国将棋には火炮を意味する<炮>, 朝鮮将棋には投石機を意味する<包>という駒があるが, 日本将棋にはこれに当たる駒はない。もし, 我が祖先が<車>を中国, 朝鮮経由で擬戦に取り入れたのだとすると何故<炮>あるいは<包>を取り入れなかったのかという疑問にぶつかってしまう。何時間も考えてみたがどうしても解らない。<車>は何処からきたのだろうか? どうして実在もしない<車>を我が祖先は使い続けたのだろうか?

ところがある日突然ひらめいたのだ!——もしかしたら我が祖先は, 白村江の海戦で唐の水軍に痛めつけられた以上の敗北を戦車を用いた陸戦で受けたのではなかろうか? また, 炮によって, あまり脅威を受けなかったのが我が祖先は, 炮を無視してしまったのかもしれない。我が祖先は, 実戦において馬を牽かせた戦車の上で槍をふるい矢をはなつ敵に大敗を喫したので, その強さを擬戦を通じて子孫に伝えようとしたのだ。それに比べ<舟>はあまりにもありふれた戦力だったので, 擬戦に取り入れる必要はなかったのかもしれない。

この仮説を検証するために, 早速「日本の歴史」(中央公論社)を取り寄せて調べてみたが, 我が祖先が<車>によって大敗したという史実は見つからなかった。西暦 663 年の白村江の戦いに関して,「陸上では新羅軍の驍騎が唐軍の先鋒となって百濟軍の精騎を破った。」と記述してあるが, <車>に関する記述はなかった。驍騎なら勇捷なる騎兵で, 将棋の桂馬, <馬>³⁾のことである。残念ながら我が仮説は証明されない。これは時間をかけて検証することにした。

いずれにしても, 我が祖先は現実的な<舟>より非現実的な<車>を擬戦に取り入れたのだ。増川氏も述べているように我が国の古代においては, ①馬が比較的少なかったこと, しかも小形及び中形馬であったこと, ②地形が複雑で山坂が多く, 大和盆地は湿地帯で道路が(全国的にも)充分整備されていなかったこと, ③真円にし, 長時間の疾駆に耐える

車の製造の技術的水準の低さなどから戦いに〈車〉を用いることはできなかったはずである。

我が祖先は、なんらかの理由により、この〈車〉に憧れて、何時の日にか〈車〉が現実のものとなって野山を疾駆することを夢みて擬戦に取り入れたに違いない。そして今日、我々は①馬の代りに内燃機関を、②全国的に整備された道路網を、③長時間の疾駆に耐える車体を持つに至り、我が祖先が憧れた〈車〉を戦いのためにではなく、日常生活のために持つことができるようになったのだ。我が祖先が、「香車」に託した夢が現実のものになったのだ。それには、数十馬力のパワーを持つ車が毎時 100 キロメートルを超える速さで走ることができる道路を作り得ようになった我々道路屋の力が大いにあずかっていると考えた。その道路を立派に舗装する技術を確立したアスファルト舗装屋さんは大したものだと、その時は考えなかった。これは失礼！

ところで、ここまで考えてどうも道路屋の我田引水的な話になってきたと気になりだした。家内の第三者的意見を聞いてみようかなと思った。しかし止めた。東京から郡山に転勤してきたばかりの頃、電車、バス等の公共交通機関が不便なことに根を上げたのか〈車〉の運転を習いたいと言っていたのを思いだしたからである。彼女も〈車〉に憧れている！ここで、我が祖先の〈車〉への憧れ論を持ち出すと、藪蛇になってしまう。というわけで第三者的意見は聞かずじまいになってしまった。

閑話休題、皆様のお陰を持ちまして、2 週間にわたる入院生活、1 週間の自宅療養を経て、勤務に復帰することができ、我が祖先の憧れの的であった、〈車〉（いささか道路屋のこじつけ的な感じではあるが、身内の理屈として看過してほしい。）が、安全かつ円滑に走ることができる道路づくりに元気にはげんでいるこの頃である。ところが〈車〉に乗って現場をあちこちと見て歩くうちに今度は「香車」の動きが気になりだした。

道路がかなり整備されてきた現代において、〈車〉が直進のみで縦横無尽に盤上を走り廻ることができないのはどうしてなのだろうか？チェスでは「香車」に当たる「ルーク」は縦横に好きなマス目に行けるではないか！「香車」の動き方を変える運動が津々浦々に生じてこないのはどういうわけか？さては、

私が思っている程道路整備は進んでいないのかな？それにしても〈車〉が猪突猛進型の動きしかできないのは困ったものだ。擬戦で〈車〉を猪突猛進に扱っていたのでは実戦（交通戦争）でもそのように扱われてしまう。昔の〈車〉ならいざしらず、現代の〈車〉はバックもカーブもお手のものなのに！もしかしたら回教徒やスラブ民族や東南アジアの諸民族と異なり、我が日本民族は現実性に欠けるのではなからうか？あるいは案外と保守的なところがあるのかな？などと自問自答しているところである。

ところで、趣味のほうは、「チェスは、恋や音楽のように男を幸せにする力を持っている。」といわれているが、恋は男を盲目にするがゆえに、音楽は音痴なるがゆえに目もくれず、ゲーテが、「チェス・ゲームは知力の試金石である。」といっていることにかこつけて、もっぱらチェスを楽しんでいる。しかしながら、西独首相ほどの胆力も冷静さもなく、² 2 分間の銃撃戦の後の沈黙。戦いの終結。西ドイツの勝利の決定的瞬間。シュミット西独首相は、その時ハンブルク市長を相手に首相室でチェスをさしていたという。首相がナイト⁴⁾をつまみ上げた時、電話が鳴った。「仕事は終わりました」⁵⁾というわけにはいかない。アメリカ人のチェス・プレーヤーとのゲームで、ルークの行き場所がなくなって、破れかぶれとばかりにルークを突き捨てたら“*Oh, Kamikaze attack!*”といわれたところで、目がさめた。

将棋の香車とチェスのルークの動かし方を混同してしまったのだ。夢の中で良かった。やはり〈車〉の動かし方は万国共通にしてほしいものだ。

- 1) 「香車」の香は、佳宝を示す形容詞なので、実体は「車」である。
- 2) 「二中歴」は、西歴1120年代の終り頃の書とされている歴史、習俗事典である。
- 3) 「桂馬」の桂は、「香車」の香と同様に佳宝を示す形容詞なので、実体は「馬」である。
- 4) 「ナイト」は、将棋の「桂馬」に当たる駒であるが、その動き方は桂馬と異なり、縦横斜めの八方向に桂馬飛びができる。
- 5) モガジシオ空港において、西ドイツの特殊部隊がテロリストを鎮圧したときのことである。(週刊新潮11月10日号より引用)

石油アスファルトの需給動向について

石油製品需要想定委員会
石油アスファルト小委員会

はじめに

石油アスファルトの需給動向については、毎年3月に翌年度の石油アスファルト需要見通し、10月に当該年度の需要見直しが通産省資源エネルギー庁より公表される。その内容は本協会誌「アスファルト」にもその都度掲載されているが、53年1月以降季刊毎に石油アスファルトの需給動向について最新の情勢をお知らせすることとする。

1. 昭和53年1～3月期の生産・出荷・在庫 生 産

今期の生産見通し	1,107千トン
前年同期生産実績	977千トン
伸び率	113.3%

今期の出荷見通し

内需見込	1,061千トン
前年同期内需量	913千トン
伸び率	116.2%

在 庫

期初在庫	210千トン（前年同期 196千トン）
期末在庫	256千トン（前年同期 256千トン）

2. 昭和52年度道路整備事業費と

一般ストレート・アスファルト

本年度は、年度当初の経済見通し主要経済指標が途中で改訂を余儀なくされ、特に実質国民総生産と国際経常収支は予想外の実績見込みとなった。そこで内需拡大の方策として、公共投資の上期契約率73%、いわゆる前倒し発注と、大型補正予算の編成（一次補正：52年10月下旬成立、二次補正：53年2月上旬成立見込）で道路整備事業も大幅に増額された。また、自治省所管の臨時都道府県道整備事業債 1,500億円が初めて実施され、一般ストレート・アスファルトの需要量は、当初見込 3,857千トンに 331千トン増加して、4,188千トンが見込まれている。

道 路 整 備 事 業 費			一般ストレート・アスファルト	
当	初	37,539億円		3,857千トン
52年6月都道府 県道臨時起債	1,500億円	39,039億円	119千トン増	3,976千トン
52年11月 一次補正予算	2,169億円	41,206億円	212千トン増	4,188千トン
（一般道路 有料道路	1,338億円 838億円）			

3. 在庫の推移

石油アスファルトの在庫は、その流通機構の中で石油メーカー段階でしか在庫能力がない。

流通機構は比較的単純で、メーカーからユーザーの間に介在する一次店・二次店の機能は、金融機能と配給機能の一部がその役割であり、在庫機能はない。

また需要家の在庫能力も現状では使用量の0.6日分程度であり、ランニングストックとしての最少限度の数量を確保できていない。

石油アスファルトの適性在庫量は「20日分」といわれているが、昭和52年度の在庫量と在庫日数は下表の通りである。

石油アスファルトの需要に対し、円滑な供給を行うに必要な在庫量はメーカー段階の20日分と、需要家段階で2～3日分の在庫量が必要である。昨年8月以来、翌月の内需量に対する在庫数量は15日分程度に減少しており、一部遠隔地での荷繰状況に混乱を生じた。

今期は、期初在庫より期末在庫は若干増加する見込であるが、問題は第二次補正予算成立後、実需要量の増加が今期中にどの程度の数量増となる

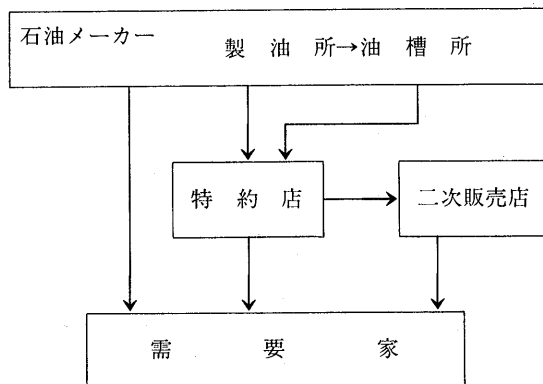
月 別	月末在庫数量	在庫日数
4	255千トン	23.2日
5	279	24.8
6	245	18.3
7	265	22.2
8	257	18.3
9	227	15.6
10	214	14.3
11	216	14.7

出所：10月まで 石油統計月報

11月まで 需給速報

〔注〕過去の在庫数量・在庫日数は

本号「石油アスファルトの流通」参照



か、それによって期末在庫は減少があるかも知れない。

なぜ在庫日数が15日分程度に落ち込んでいるか、要因は、需要量の伸び率が当初予測を大幅に上廻ったことと（項目2の要因）、それに対する生産面のフォローが遅れ勝ちであることの2点である。

4. 石油アスファルトの生産

石油アスファルトの生産は小廻りがきかない。

石油精製は装置産業の彩たるものであり、製油所における原油の処理量、処理原油の種別、製品を含めた油種バランス、品質の安定性、採算性の確保等を総合的に検討の上、工場の操業計画が立案され、常時3～4ヵ月先まで各月の運転が決められている。

ある時期にアスファルトの生産計画を変更するためには、前記の総合的検討の結果、増産が可能と判断されてから、3～4ヵ月目に順調に生かされるというリードタイムが必要である。

アスファルトを原料とする活性炭の製造(2)

工 藤 一 至*

1. 緒 言

前回は、アスファルトが石炭と並んで、将来といわず現在既に重要な活性炭原料となっていること、ただアスファルトの場合、その物理的・化学的性質から、何としても熱的に安定な固体炭材に改質しなければならないこと、この段階を克服すれば、粉碎・分級など通常の原料調整、炭化、賦活からなる既存の活性炭製造工程に沿って、アスファルトから活性炭を製造し得ることを述べた。

そこで、本稿では、最も技術的な配慮を必要とするアスファルトの前処理方法に力点を置いて、アスファルトを原料とする活性炭の製造一般について述べる。

2. 前処理方法の選択

アスファルトは、石炭に比べると著しく融点の低い物質である。前処理操作の必要性はここから始まる。物理的あるいは化学的に処理して、できる限り融点を高め、熱的に安定な高分子量化をはからなければならない。そのための方法としては、

- (1)熱を加えて炭化反応を促進する。
- (2)公知のアスファルト製造法を応用する。
- (3)化学物質を添加して改質する。

という3通りの方法が考えられる。

著者が活性炭を手掛けてまだ日の浅かった頃、アスファルトの炭化を試みたことがあったが、炭化物の収率は低く、かつ脆弱なものであった。この炭化物をさらに賦活してみたが、一般市販活性炭の性能に及ぶものではなかった。1)

第2の方法は、公知のアスファルト製造方法をそのまま応用して、アスファルトの高分子量化をはかろうとするものである。

また、第3の方法は、一般に重質油の炭化に際し、酸素、硫黄、窒素などの不純物が少なく、かつ芳香性に富んだ原料を、メソフェースが十分発達するような条件下で炭化すれば、電極材料などに適当な組式構造の炭素物質が得られ、これとは反対の原料および反応条件を選択して炭化すると組織構造の乱れた無定形の構造となり、したがって孔隙構造の発達が見られるようになるとの報告²⁾もあり期待がもたれた。

このようなアスファルトを原料に活性炭を製造しようとの開発研究を、丸善石油(株)、出光興産(株)、大協石油(株)、三菱石油(株)の四社が、時期を同じくして進めていたことは、国内の石油需給構造の今日から将来を見通したとき、偶然とはいえ誠に当を得たものであった。

三菱石油(株)は、アスファルト製造法の一つ、溶剤抽出法によるアスファルトの処理を試みた。

単体の硫黄³⁾、硫酸^{4),5)}、かせいソーダ⁶⁾などとの反応によって、アスファルトはコークス様の高融点炭化物に変ることが知られている(添加するこれらの化学物質を、以後、前処理剤と呼ぶ)。

出光興産(株)は、これらの前処理剤の中から最も入手が容易な硫黄の添加を手掛け、丸善石油(株)は、硫酸をはじめ一連のスルホン化剤の添加を思考した(なお、丸善石油(株)は、アスファルトを硫黄で処理する方法についても研究を行ない、自社独自の特許⁷⁾を所有している)。また、大協石油(株)は、アルカリ金属水酸化物またはアルカリ金属炭酸塩の添加による活性炭製造を検討した。

これらの前処理剤でアスファルトを前処理するとき、単に反応させるだけであれば、反応生成物(賦活工程用炭化物——簡単に賦活用炭材と呼ぶ)は、破碎して賦活するか、さもなければ造粒後に賦活しなければならない。しかしながら、この前処理反応を、ある種の反応媒体を用いて行なうと、アスファルトは、反応の過程で適当な大きさの粒子となって賦活用炭材として直ちに炭化、賦活工程に送りこむことができることも分った。便宜的に前者を乾式法、後者を湿式法と呼ぶことにする。

これらの方法のいずれを採用するかはここでは問わないことにして、これから一つ一つ眺めることにしたい。

3. 溶剤抽出法(三菱石油(株)⁸⁾)

この方法は、溶剤脱歴アスファルトの製造方法を発展させたものと見ることができる。すなわち、石油の減圧蒸留残渣油または石油アスファルトをプロパン、ブタン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタンなどの中から1種類または2種類以上を溶剤として用い、得られる抽出残渣(沈澱した瀝青物質)が飽和分5 wt. %以下、軟化点140~300℃、針入度1以下の性状をもつように溶剤抽出を行なう。抽出条件は、原料アスファルト対溶剤比1:3~1:13、

*丸善石油(株)研究所

温度50～150℃、圧力30～45kg/cm²である。この抽出操作によって、原料アスファルトから分子量300～700程度の比較的低分子の飽和分が除去される。処理後のアスファルト（抽出残渣）は、熱軟化溶解性が著しく低下しており、粉碎、成形後、酸化性雰囲気中で不融化、不活性雰囲気中で炭化、そして水蒸気または炭酸ガスによって賦活され、粒状活性炭となる。

しかしながら、原料アスファルトの種類、溶剤の種類および抽出条件によっては、抽出処理後のアスファルトの飽和分が5 wt.%以下であっても軟化点が140℃以上に達しない場合がある。その場合には、このアスファルト（抽出残渣）に200～300℃で空気を吹き込み、酸化脱水素反応による重縮合反応によって軟化点を高める。あるいは、塩化アルミニウム、塩化鉄、塩化銅、塩化亜鉛、リン酸化合物の存在下に接触的に重合させたり、このような塩類を添加することなく熱して、熱重合反応によって融点を140℃以上に高める。いずれの場合も、空気を吹きこむことはせず、100～500℃で処理する。このような処理の後には、前述の工程にしたがって粒状活性炭を得ることができる。

4. 乾式法

4.1. アスファルト——硫黄法（出光興産^{9),10)}

出光興産⁹⁾が手掛けたこの方法の工程図を図-1に示す。本法による粒状活性炭の製造では、(1)加硫（前処理工程）——(2)造粒——(3)炭化——(4)賦活の4工程に大別される。前回述べた活性炭の一般的な製造工程に、(1)加硫の工程が加わったに過ぎない。また、石炭を原料として球形活性炭を製造する場合の石炭微粉碎工程がこれと対応し、工程数において変るところはない。

(1) 加硫

アスファルトと硫黄をほぼ等重量混合し、210～250℃で約1時間反応させ、加熱しても軟化溶解しない多孔性反応生成物を約150%の収率（対アスファルト）で得る。

(2) 造粒

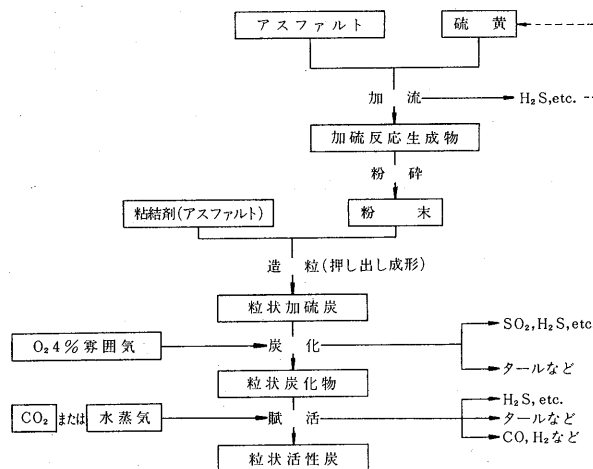
加硫工程反応生成物を粉碎して粘結剤（アスファルト）を適量加え、押し出し成形法によって2～3mm径のペレットに加工する。粘結剤の添加は、成形の目的ばかりでなく、炭化工程以後、製品活性炭に至るまで、成形粒子の強度を保つための素地となるものである。

(3) 炭化

製品活性炭の強度を高めるために、上記ペレットを窒素または窒素-空気混合ガス雰囲気中で、400℃付近まで徐々に加熱（3℃/min）し、炭化を促進する（炭化収率約60%）。

(4) 賦活

図-1 粒状活性炭製造工程（押し出し成形法）—出光興産⁹⁾



炭化を終ったペレットは、水蒸気、二酸化炭素またはこれらの混合ガス雰囲気中800～1,000℃で賦活する。

炭化、賦活両工程とも回転炉、すなわち前回述べた装置形式でいうならば、横型移動層形式の反応装置が採用される。

出光興産⁹⁾では、以上の工程を全く変更することなく、造粒工程に創意工夫を凝らした方法についても報告している。

押し出し成形法は、成形活性炭の機械的強度（特に、圧縮強度）を高めるには良い方法であるが、加硫処理したアスファルトの粉碎、粘結剤との捏和、造粒など造粒工程がやや煩雑である。そこで考えられたのは、図-2に工程を示した方法であった。

すなわち、加硫反応途中にあるアスファルト（従って、アスファルトにはまだ熱軟化溶解性が残留している）を反応未完結のまま反応器から取り出し、一旦冷却した後、適当な粒径（20～35メッシュ）に破碎する。これを比較的回転速度の早い回転炉に入れ、粒子に回転運動を与えながら加硫反応を完結させる。この場合の反応生成物は、極めて球に近い形状を有し、機械的強度も充分なものである。転動造粒中は、熱軟化溶解性が残っている粒子相互の融着を防止する目的で、既に加硫反応を終った粉状反応生成物を加えておく。これは、また一種の熱媒体としての働きもあり効果的である。

かくして造粒（この場合は造球が適当）が終れば、炭化・賦活工程は、前述の方法により容易に実施できる。

今また石炭から出発した場合と比較してみると、前回の図-8中、「熱間造球」の工程に相当するもので、この点でもアスファルトから活性炭を製造する工程が石炭の場合と類似していることを理解できる。

4.2. アスファルトーアルカリ金属塩法(大協石油㈱¹¹⁾)

大協石油㈱が開発した乾式法による活性炭製造法ではアスファルトにアルカリ金属水酸化物またはアルカリ金属炭酸塩(主としてナトリウム塩、カリウム塩)を1種または2種以上添加混合し、430~650℃の反応温度において熱処理を行ない、アスファルトの炭化を促進する。反応後は十分に水洗、乾燥し、賦活用炭材とする。こうして得られた炭化物は、既に400~1,000m²/g程度の表面積を有するが、さらにこれに濃度85wt.%程度の正リン酸を加えて湿潤状態とし(例えば、炭化物10gに2mlの割合で添加)、その後水蒸気賦活を行なう。すなわち、この例は、前回述べた薬品賦活法とガス賦活法を併用した活性炭に分類されるものである。

5. 湿式法

次に考えられる粒状賦活用炭材の製造方法は、何らかの反応媒体を用いる場合である。このような造粒方法の活性炭製造への応用については、ピッチを原料として、これに懸濁剤を含む水を分散媒として加熱下にピッチを溶融分散させて球状のピッチを得、次いでこれを不融化、炭化する方法が知られている¹²⁾。

このような造粒方法に着目した出光興産㈱では、前節で述べたアスファルトの加硫工程と造粒工程を同時に行なうことを考えた。また、一方、丸善石油㈱は、分散媒の代りに、種々の溶媒を用いて粒状の非溶融性アスファルトを作ること成功した。基礎反応と反応媒体の使い方は異なるけれども、目的は変らない。

5.1. 懸濁法¹⁰⁾—出光興産㈱—

基本の反応は、アスファルトの硫黄による脱水素縮合、硫黄による架橋反応など、前節で述べた乾式法の場合と同じである。製造工程を図-3に示した。

粒状炭材は次のようにして作られる。内容積3ℓの電磁誘導型攪拌式オートクレーブにアスファルト(減圧蒸留残油)および硫黄を重量比1:1の割合(各100~150g程度)で仕込み、これに懸濁剤としてポリビニルアルコールPVA(重合度約500)0.3~1%水溶液を分散媒として1.8ℓ加えた。次に、オートクレーブを加熱し、150℃付近から約500r.p.m.で攪拌し、所定の反応速度(230~250℃)に達した後は900r.p.m.以上に上げ、所定時間(40~50分)攪拌を続ける。所定時間経過後、加熱を止め冷却する。取り出したオートクレーブ内容物から粒状の炭材を分離し、水洗、乾燥後賦活用炭材とする。

反応時の攪拌速度は、反応器の形状、寸法、攪拌翼の形状、寸法などによって決まるもので固定的なものではない。また、生成する粒状炭材の粒径分布は、原料配合比、PVA水溶液の使い方、攪拌速度などによって任意

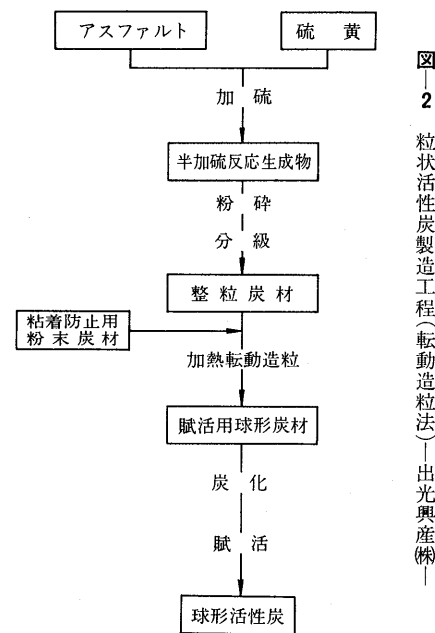
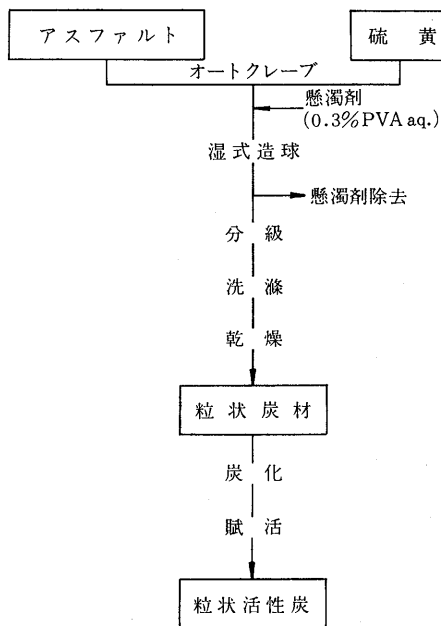


図-3 粒状活性炭製造工程(懸濁法)—出光興産㈱—



に調整できる。

5.2. 溶媒法¹³⁾—丸善石油㈱—

丸善石油㈱は、アスファルトを溶媒に溶かし、硫酸、発煙硫酸などのスルホン化剤で処理する方法によった。製造工程を図-4に示した。

アスファルトの溶媒として、例えば、1,1,2-トリクロロエタンのような塩素化炭化水素溶媒を用いた。アスファルトに対し約10倍量（重量比）の溶媒にアスファルトを溶かす。反応器を攪拌しながら、これに対アスファルト5～10倍量（重量比）の濃硫酸（発煙硫酸を用いる場合は1～2倍量）を徐々に加え、約100℃で1～3時間反応させる。反応後、溶媒は蒸留して回収する。回収率は約98～99%と良好であり、反応前後における性状の変化はほとんど見られなかった。生成した粒状炭材は、何ら手を加えることなく炭化、賦活することができる。このようにして用いる溶媒の性質について考えてみると、

(1)硫酸、発煙硫酸のような前処理剤（スルホン化剤）

に対し化学的に安定であること、

(2)回収が容易で繰返して使えること、

(3)安価に入手できること、

(4)生体毒性がなく、取り扱いが容易なこと、

などがその要件であることが分る。

トルエン、軽油、ナフサなどを溶媒とした場合は、前処理剤が、アスファルトに対するよりも溶媒と選択的に反応するようで、固体炭材の生成を見ないか、あるいは生成したとしてもアルコールランプの炎を近づけただけで溶融し、賦活用炭材としては不適當なものであった。

このほか、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、 C_{10} ～ C_{21} のワックスなど、種々の純粋炭化水素溶媒を使ってみたが、これらの中では、 C_7 ～ C_9 のノルマルパラフィン類が溶媒として適當であった。さらに、溶媒の一般

化という点からは、ラフィネート（芳香族抽出残渣油）もアスファルト溶媒として使うことができた。

以上に述べた丸善石油㈱の方法においても、前述の出光興産㈱の場合と同様に、溶媒量、攪拌速度などの操作条件の変更によって、生成炭材の粒径分布を調節することができる。

6. 粒状炭材の賦活

このようにして得られた粒状炭材は、適当な装置と操作条件下で炭下、賦活され活性炭となる。丸善石油㈱では、単段もしくは多段の流動層炉による活性炭を試作したが、装置形成が異なろうとも、アスファルトから得た活性炭はいずれも、かさ密度0.4～0.5 g/ml、比表面積1,000～1,500 m²/g、メチレンブルー脱色力150～300 mlなど市販品と十分比較できるものであった。

7. アスファルトの種類について

アスファルトは、製造方法によってストレートアスファルト、溶剤脱瀝アスファルト、ブローンアスファルトなどその種類も多く、また組成も相違することは周知の通りである。このようなアスファルトに対し、これまで述べてきた活性炭製造工程は、一般的なものとして通用するであろうか。

この命題に対する一つの解として、著者ら¹⁴⁾は、溶媒の存在下にアスファルトを硫酸で処理する場合について、アスファルトの組成（アスファルテン、オイル、レジン）

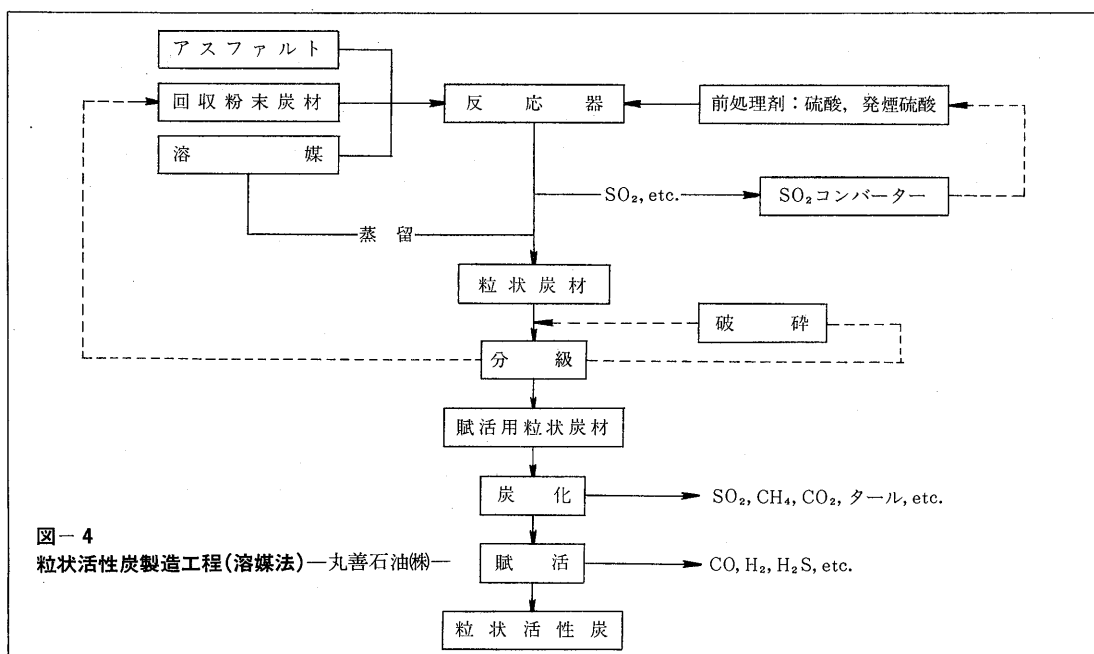


図-4
粒状活性炭製造工程(溶媒法)―丸善石油㈱―

と硫酸使用量の関係を調べたことがある。

硫酸等の前処理剤でアスファルトの前処理を行なって生成した炭材が次の炭化、賦活工程で熱軟化溶解を起こさない、そのような高融点炭材を得るために必要な前処理剤の使用量は経験的に決定していたが、それは原料アスファルト中のアスファルテン含有率と生成した炭材の加熱減少量（熱天秤を用いて測定する）とから定量的に求められることがわかった。すなわち、前処理後のアスファルトを350～550℃、窒素雰囲気中で加熱したときの重量減少量が試料炭材の28%以下になるようにアスファルトを前処理したときの前処理剤の使用量が、そのアスファルトに対する必要最少量であり、アスファルテン含有率の高いアスファルトほど、前処理剤の必要最少量が少なくなることを明らかにした。そして、この考え方は、アスファルテン含有率のことなる2種類のアスファルトを配合して炭材を製造する場合にも応用でき、アスファルテン含有率の調節によって前処理剤としての酸の使用量を削減することも可能にするものであった。

8. 工程副産物の処理

8.1. 廃ガス処理

アスファルト前処理工程で発生するガス中の硫黄は、系外に排出することなく処理し、クローズド・システムで循環使用する。すなわち、アスファルトを単体硫黄で処理する場合の硫化水素は、クラウス法によって処理し、単体硫黄として回収する。また、硫酸等のスルホン化剤で前処理する場合の亜硫酸ガスは、コンバーターによって三酸化硫黄とし、適宜再使用する。

8.2. 回収粉状炭材の利用

アスファルトの前処理工法において、アスファルトは目的サイズの炭材粒子に完全にはならない。必ず粒径分布が存在する。これをどのように処理するかは、活性炭の製造コストに影響を及ぼす。すなわち、著しく小さな炭材粒子、また大き過ぎて不適当な炭材粒子の再利用を考えなければならない。例えば、32メッシュの篩目を通してような小さな炭材粒子はそのまま、一方、8メッシュの篩目よりも大きな炭材粒子は粉碎して、ともにアスファルトの前処理工程にフィード・バックしてやればよい。著者の経験では、溶媒、前処理剤等の使用量を変えることなく原料アスファルトに対し20%まではこのような回収粉状炭材を添加して粒状炭材の製造ができる。さらに工夫すれば、この添加率はもっと高められるであろうから、結果的に損失となるアスファルトはないことになる。また、炭化、賦活工程からも微粉末の炭材あるいは活性炭が回収されるが、これらも再度粒状化させることができ、ここにも湿式のアスファルト前処理法の特

色を見ることができる。

9. 結 言

アスファルトを原料とする活性炭製造法の実際について、溶剤抽出法、乾式法（1.アスファルト-硫黄法、2.アスファルト-アルカリ金属塩法）、湿式法（1.懸濁剤を用いたアスファルト-硫黄法、2.溶媒を用いたアスファルト-スルホン化剤法）のそれぞれを概説した。

そして、これらの諸法について共通していえることは、

- (1) 粒状活性炭が得られること。
- (2) 粒径を任意に調整できること、ことに湿式法では造粒工程が不要になること。
- (3) 炭材は装置形式にとらわれずに炭化、賦活できること。
- (4) 回収される微粉末炭材などは、造粒工程または前処理工程で完全に粒状化でき、アスファルトの損失がないこと。
- (5) これらの諸法はアスファルト一般に適用できること。などで、製品活性炭の性状は一般市販品と比較して遜色がなく、アスファルトが活性炭原料として、今後ますます有用な原料となり、利用されるであろうことを述べた。

以上、二回にわたってアスファルトを原料とする活性炭の製造について述べてきたが、この拙稿が多少とも読者のお役に立つ機会があれば幸甚である。

文 献

- 1) 工藤, 寺田, 横川, 三戸岡, 白尾, 石橋, 野田, 燃協誌, 55, 749～755(1976)
- 2) 真田, 石油誌, 18, 643(1975)
- 3) U. S. Pat., 2,585,454(1952)
- 4) U. S. Pat., 2,809,938(1957)
- 5) U. S. Pat., 2,900,351(1959)
- 6) 山口, 松田, 深尾, 嶋田, 石油誌, 18, 176(1975)
- 7) U. S. Pat., 4,024,076
- 8) 三菱石油(株), 特開昭50-146,594
- 9) 井尻, 花村, 村川, 安村, 小田, 早川, 田仲, 石油誌, 20, 31～37(1977)
- 10) 井尻, 花村, 村川, 安村, 小田, 早川, 田仲, 石油誌, 20, 38～44(1977)
- 11) 大協石油(株), 特開昭48-34,095
- 12) 日本特許, 806,722(51.3.8)
- 13) Amemiya, T., Miyake, H., Yokogawa, A., Mitooka, M., Mitsui, S., Ishibashi, K., Kawabata, J., Tazaki, Y., Bulletin of the J.P.I., 17, 143～149(1975)
- 14) 工藤, 寺田, 横川, 三戸岡, 石橋, 燃協誌, 55, 1006～1013(1976)

社団法人 日本アスファルト協会会員

社	名	住	所	電	話
〔メーカー〕					
ア	ジ	ア	石	油	株
式	会	社	(100)	東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (506) 5 6 4 9
大	協	石	油	株	式
会	社	(104)	東京都中央区八重州5-1-1	03 (274) 5 2 1 1	
エ	ッ	ソ	ス	タ	ン
ダ	ー	ド	石	油	株
式	会	社	(107)	東京都港区赤坂5-3-3	03 (584) 6 2 1 1
富	士	興	産	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1	
富	士	興	産	ア	ス
フ	ァ	ル	ト	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区永田町2-4-3	03 (580) 0 7 2 1	
富	士	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1	
出	光	興	産	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区丸の内3-1-1	03 (213) 3 1 1 1	
鹿	島	石	油	株	式
会	社	(102)	東京都千代田区紀尾井町3	03 (265) 0 4 1 1	
興	亜	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区大手町21-6-2	03 (270) 7 6 5 1	
共	同	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区永田町2-11-2	03 (580) 3 7 1 1	
極	東	石	油	工	業
株	式	会	社	(100)	東京都千代田区大手町1-7-2
03	(270)	0	8	4	1
丸	善	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区大手町1-5-3	03 (213) 6 1 1 1	
三	菱	石	油	株	式
会	社	(105)	東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (501) 3 3 1 1	
モ	ー	ビ	ル	石	油
株	式	会	社	(100)	東京都千代田区大手町1-7-2
03	(244)	4	3	5	9
日	本	鉱	業	株	式
会	社	(107)	東京都港区虎ノ門2-10-1	03 (582) 2 1 1 1	
日	本	石	油	株	式
会	社	(105)	東京都港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1	
日	本	石	油	精	製
株	式	会	社	(105)	東京都港区西新橋1-3-12
03	(502)	1	1	1	1
三	共	油	化	工	業
株	式	会	社	(100)	東京都千代田区丸の内1-4-2
03	(284)	1	9	1	1
西	部	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区丸の内1-2-1	03 (216) 6 7 8 1	
シ	ェ	ル	石	油	株
式	会	社	(100)	東京都千代田区霞が関3-2-5	03 (580) 0 1 1 1
昭	和	石	油	株	式
会	社	(100)	東京都千代田区丸の内2-7-3	03 (231) 0 3 1 1	
昭	和	四	日	市	石
油	株	式	会	社	(100)
03	(211)	1	4	1	1
谷	口	石	油	精	製
株	式	会	社	(512)	三重県三重郡川越町大字高松1622
0593	(64)	1	2	1	1
東	亜	燃	料	工	業
株	式	会	社	(100)	東京都千代田区一ツ橋1-1-1
03	(213)	2	2	1	1
東	北	石	油	株	式
会	社	(983)	宮城県仙台市中野字高松238	02236 (5)	8 1 4 1

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
〔ディーラー〕		
● 北 海 道		
アサヒレキセイ (株) 札幌支店	(064) 札幌市中央区南4条西10-1003-4	011 (521) 3 0 7 5 大 協
中西瀝青 (株) 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2 8 9 5 日 石
(株) 南部商会 札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7 5 8 7 日 石
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (261) 7 4 6 9 丸 善
(株) 沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3	011 (221) 5 8 6 1 丸 善
(株) トーアス 札幌営業所	(064) 札幌市中央区南15条西11	011 (561) 1 3 8 9 共 石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21-411	011 (643) 6 1 1 1 丸 善
● 東 北		
アサヒレキセイ (株) 仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3-3-3	0222 (66) 1 1 0 1 大 協
中西瀝青 (株) 仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4 8 6 6 日 石
(株) 南部商会 仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (23) 1 0 1 1 日 石
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852(4)3293 共 石
竹中産業 (株) 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2 7 7 0 シェル
● 関 東		
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (551) 8 0 1 1 大 協
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4-4-13	03 (553) 3 0 0 1 シェル
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 丸 善
富士油業 (株) 東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富士興産アス
伊藤忠燃料株式会社	(160) 東京都新宿区新宿3-4-7	03 (347) 3 9 6 1 共 石
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4-26-19	0488 (22) 0 1 6 1 シェル
株式会社 木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1 5 2 8 三 石
丸紅石油株式会社	(102) 東京都千代田区九段北1-13-5	03 (230) 1 1 5 2 モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 9 0 三 石
三井物産石油販売株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (504) 2 2 7 1 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重州1-2-1	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南部商会	(100) 東京都千代田区丸の内3-4-2	03 (212) 3 0 2 1 日 石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2-8-3	03 (551) 6 1 0 1 シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巣鴨3-39-4	03 (915) 7 1 5 1 昭 石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
菱東石油販売株式会社	(101) 東京都千代田区外神田6-15-11	03 (833) 0 6 1 1 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4-2-14	03 (564) 1 3 2 1 三 石
三徳商事 (株) 東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1-3-7	03 (861) 5 4 5 5 昭 石
株式会社 沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1-7-2	03 (551) 7 1 3 1 丸 善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2-7	03 (294) 3 9 6 1 昭 石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1-7-4	03 (761) 4 2 7 1 昭 石
住商石油株式会社	(160-91) 東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6 3 1 1 出 光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3-7	03 (245) 1 6 3 2 三 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0185 シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1-6	03 (274) 2751 三石
株式会社 トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町2-1-1	03 (501) 7081 共石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3401 富士興産アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿南2-3-15	03 (719) 0345 富士興産アス
東京菱油商事株式会社	(160) 東京都新宿区新宿1-10-3	03 (352) 0715 三石
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2-19-18	03 (409) 3801 三共・出光
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3551 日石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8151 大協
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2-10	03 (269) 7541 丸善
宇野建材株式会社	(241) 横浜市旭区笹野台168-4	045 (391) 6181 三石
ユニ石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1	03 (503) 4021 シェル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3-21-21	03 (582) 6411 昭石
横米アスファルト販売株式会社	(220) 横浜市西区高島2-12-12	045 (441) 9331 エッソ

● 中 部

アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1111 大協
千代田石油株式会社	(460) 名古屋市中区栄1-24-21	052 (201) 7701 丸善
富士フソー株式会社	(910) 福井市下北野町東坪3字18	0776 (24) 0725 富士興産アス
丸 福 石 油	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860 シェル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市中区庭町2-38	052 (521) 9391 富士興産アス
中西瀝青(株)名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011 日石
三徳商事(株)名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781 昭石
株式会社 三油商会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721 大協
株式会社 沢田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7151 丸善
新東亜交易(株)名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3514 三石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195 モービル
竹中産業(株)福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0776 (22) 1565 シェル
株式会社 田中石油店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1721 昭石

● 近 畿

赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市淀川区中津3-10-4-304	06 (374) 2271 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区北堀江5-55	06 (538) 2731 大協
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5531 三石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3-20	06 (441) 5159 富士興産アス
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771 シェル
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5856 富士興産アス
関西舗材株式会社	(541) 大阪市東区横堀4-43	06 (271) 2561 シェル
川重商事株式会社	(651-01) 神戸市生田区江戸町98	078 (391) 6511 昭石・大協
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南通4-26-906	06 (581) 7216 大協
北坂石油株式会社	(590) 堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6585 シェル
株式会社 松宮物産	(522) 彦根市幸町32	07492 (3) 1608 シェル

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話	
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本 2-14-17	06 (301) 8 0 7 3	丸 善
三 菱 商 事 (株) 大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通 1-15-1	06 (343) 1 1 1 1	三 石
中 西 瀝 青 (株) 大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島 3-18-21	06 (303) 0 2 0 1	日 石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎 5-8-2	06 (372) 0 0 3 1	富士興産アス
大 阪 菱 油 株 式 会 社	(541) 大阪市東区北浜 5-11	06 (202) 5 3 7 1	三 石
株 式 会 社 菱 芳 砒 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台 7-140	0792 (39) 1 3 4 4	共 石
三 德 商 事 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区新高 4-1-3	06 (394) 1 5 5 1	昭 石
(株) 沢 田 商 行 大 阪 支 店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1 9 2 2	丸 善
正 興 産 業 株 式 会 社	(662) 西宮市久保町 2-1	0793 (34) 3 3 2 3	三 石
(株) シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通 1-25-1	06 (343) 0 4 4 1	シェ ル
梅 本 石 油 (株) 大阪営業所	(550) 大阪市西区新町北通 1-17	06 (351) 9 0 6 4	丸 善
山 文 商 事 株 式 会 社	(550) 大阪市西区土佐堀通 1-13	06 (443) 1 1 3 1	日 石
横 田 瀝 青 興 業 株 式 会 社	(672) 姫路市飾磨南細江995	0792 (35) 7 5 1 1	共 石
アサヒレキセイ(株) 広島支店	(730) 広島市中町 5-9	0822 (44) 6 2 6 2	大 協
富 士 商 株 式 会 社	(756) 山口県小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3 2 1 0	シェ ル

● 四 国・九 州

アサヒレキセイ(株) 九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼 1-3-52	092 (77) 7 4 3 6	大 協
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町 1-40	093 (871) 3 6 2 5	丸 善
平 和 石 油 (株) 高松支店	(760) 高松市番町 5-6-26	0878 (31) 7 2 5 5	シェ ル
今 別 府 産 業 株 式 会 社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4 1 1 1	共 石
入 交 産 業 株 式 会 社	(780) 高知市大川筋 1-1-1	0888 (22) 2 1 4 1	シェ ル
伊 藤 忠 燃 料 (株) 福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前 3-2-8	092 (444) 8 3 5 3	共 石
株 式 会 社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町 1-3	0992 (24) 5 1 1 1	シェ ル
九 州 菱 油 株 式 会 社	(805) 北九州市八幡区山王町 1-17-11	093 (661) 4 8 6 8	三 石
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前 1-9-3	092 (43) 7 5 6 1	シェ ル
中 西 瀝 青 (株) 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神 4-1-18	092 (771) 6 8 8 1	日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 香川県多度津町新町125-2	08773 (2) 3 4 3 5	三 石
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町 5-8	0886 (53) 5 1 3 1	富士興産アス
三 陽 ア ス フ ァ ル ト 株 式 会 社	(815) 福岡市南区上盤瀬町55	092 (541) 7 6 1 5	富士興産アス
(株) シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町 1-10	0886 (22) 0 2 0 1	シェ ル

☆編集委員☆

阿 部 頼 政	高 見 博	藤 井 治 芳
石 動 谷 英 二	多 田 宏 行	松 野 三 朗
牛 尾 俊 介	田 中 宏	真 柴 和 昌
加 藤 兼 次 郎	南 雲 貞 夫	武 藤 喜 一 郎
黒 崎 勲	萩 原 浩	

アスファルト 第 114 号

昭和53年 1 月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門 2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 広業社

〒104 東京都中央区銀座 8-2-9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT

Vol. 21 No. 114 JANUARY 1978

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION