

アスファルト

第26巻 第137号 昭和58年10月発行

137

特集・アスファルトの品質と供給

今後の石油需給情勢について	真山治信	1
重質油対策の動向	川村孔一	6
アスファルト品質の変遷と将来動向	関根幸生	14
アスファルト燃料の現状について	角屋直行	21

座談会

アスファルトの品質と供給をめぐって	司会 多田宏行	25
-------------------	---------	----

〈工事々務所長シリーズ・その18〉

白河以北……………21世紀の星	縣 保佑	36
アスファルト舗装技術研究グループ・第14回研究報告		39
セッションⅠ：舗装設計	西沢典夫	40
〈用語の解説〉 フルデプスアスファルト舗装	小島逸平	51
CBR（試験）		
ゴム入りアスファルト	井町弘光	52
熱可塑性樹脂入りアスファルト		
統計資料・石油アスファルト需給統計資料		54
アスファルトゼミナール・福岡市開催のお知らせ		20

ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会
JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

今後の石油需給情勢について

—アスファルト供給動向について—

真 山 治 信*

1. はじめに

昭和48年の第1次石油ショックをはじめその後の第2次石油ショック等を経た結果、わが国のみならず世界各国の経済成長およびエネルギー構造等に重大な影響と変化をもたらしてきたことは、いまさら他言を要しない。加えて本年3月にはOPECロンドン総会で原油価格5ドル値下げと生産上限を決定するなど、原油情勢は依然として不安定要素を含んでいるといわざるを得ない。必要原油の殆んど全部を輸入に頼っているわが国にとっては、引続き重大な関心を持って今後の動向と影響に注目していかなばならないし、現在大きな課題となっている「石油代替エネルギーの開発」「省エネルギーの浸透」「産業構造の変化」等による石油製品需要構造の変化と相俟って、今後とも適切な対応が要求されているところである。

既に、政府においては現在総合エネルギー調査会（通産大臣諮問機関）で昨春策定（57/4）の長期エネルギー需給見通しの改定作業に入っており、また石油業界とし

ても石油連盟においてこのほど（58/6）長期石油・エネルギー需給見通しをまとめたところでもある。

そこで本稿ではこの石油連盟見通しを背景に、今後のアスファルト供給動向について展望してみたい。順序として、①世界全体の石油需給、②わが国の石油需給、③同アスファルトの供給動向、の要領で追ってみることにする。（昭和58年7月15日現在記述）

2. 世界全体の石油需給見通し

表一1は今回石油連盟がまとめた昭和75年（2000年）までの世界全体の経済成長、総エネルギー需要および石油需要などの基本的見通しである。おもな結果は次の通りである。

ア. 原油価格は1990年台に入って実質2%程度の上昇率となる。

イ. 経済成長率は2%台の低成長安定型が続く。

ウ. 省エネ浸透で総エネルギー需要伸び率は1%台。

エ. 代エネ導入で石油需要はほとんど伸び悩む。

表一1 世界全体の経済成長及びエネルギー需要見通し

		実 績 値		予 測 値				年 平 均 伸 び 率 (%)						
		1973	1982	(参考) 1985	1990	1995	(参考) 2000	82/73	(参考) 85/82	(参考) 90/85	90/82	95/90	(参考) 2000/95	(参考) 2000/90
前 提	実質原油価格（'82年価格）	5.0	33.4	25.4	25.4	28.0	31.0	23.5	Δ 8.7	0	Δ 3.4	2.0	2.0	2.0
	名目原油価格（ドル/バレル）	2.7	33.4	29.0	36.1	51.4	73.1	32.2	Δ 4.6	4.5	0.8	7.3	7.3	7.3
	世界消費者物価指数	76.1	189	21.6	26.9	34.9	45.1	10.6	4.5	4.5	11.5	5.3	5.3	5.3
予 測	鉱工業生産指数	98	125.0	136.6	158.5	181.5	204.0	2.7	3.0	3.0	3.0	2.7	2.4	2.6
	GNP（'75年価格，10億ドル）	5,124	6,473	6,955	7,976	9,044	10,087	2.6	2.6	2.8	2.7	2.5	2.2	2.4
	先 進 国	3,678	4,310	4,649	5,285	5,948	6,592	1.8	2.6	2.6	2.6	2.4	2.1	2.2
	O P E C	218	328	337	398	460	517	4.6	0.9	3.4	2.4	2.9	2.4	2.7
	非OPEC	627	892	987	1,151	1,316	1,482	4.0	3.4	3.1	3.2	2.7	2.4	2.6
	共 産 国	606	903	982	1,142	1,320	1,496	4.5	2.8	3.1	3.0	2.9	2.5	2.7
結 果	総エネルギー需要(百万トン)注1	5,284	5,797	6,258	7,029	7,726	8,324	1.0	2.6	2.4	2.4	1.9	1.5	1.7
	石油需要(百万バレル/日)注2	57.0	54.9	56.2	59.8	61.5	61.2							
	(百万トン)	2,850	2,745	2,810	2,990	3,075	3,060	Δ 0.4	0.8	1.2	1.0	0.6	Δ 0.1	0.2
	自由世界(百万バレル/日)注3	47.9	45.4	46.2	49.8	51.5	51.2							
	(百万トン)	2,395	2,270	2,310	2,490	2,575	2,560	Δ 0.6	0.6	1.5	1.2	0.7	Δ 0.1	0.3

注1. 生産=需要。

注2. '73年はB.P.統計、'82年はIEAベース。

注3. '85年以降共産国需要は1,000万バレル/日と推定。

*さなやま・はるのぶ 東亜燃料工業(株) 企画部

そして表-2は同じく石油連盟見通しによる石油需給であるが、結論的にいえば表中の原油可採年数からも明らかな通り、この期間中での供給上の制約はないとしている。ただし今後の需給基調としては、原油価格の動向とも絡んで次の通り推移するものとみている。

表-2 世界全体の石油需給見通し

		1982年	1985年	1990年	1995年	2000年
前 提	原油価格 (ドル/バレル)					
	実質価格 (1982年価格)	33.4	25.4	25.4	28.0	31.0
	名目価格	33.4	29.0	36.1	51.4	73.1
予 測 結 果	原油価格変動率 (%)	—	▲8.7	0	2.0	2.0
	実質インフレ率	—	4.5	4.5	5.3	5.3
予 測 結 果	石油需要 (世界, 百万バレル/日)	54.9	56.2	59.8	61.5	61.2
	(自由世界 ")	45.6	46.2	49.8	51.5	51.2
	石油新規発見量 (億バレル/年)	200 ~ 500 (実績)	250	220	180	
	可採年数 (確認埋蔵量/原油生産量)	34.7	34.0	32.9	32.0	31.1

期間	原油需給	原油価格
~1985	需給緩和状態が続く	名目価格横ばい (実質値下げ)
~1990	需要増も非OPEC供給増で需給やや緩和	実質価格横ばい
~2000	非OPEC供給力頭打ち, 共産圏輸出余力ネックで需給均衡	実質価格2%上昇

(参考) 可採年数推移 (5ヶ年平均)

	確認埋蔵量	原油生産量	新規発見量	可採年数(年)
			世界	世界
1950~54	1,046.6	44.8	167.6	23.14
55~59	2,216.2	63.8	338.6	34.42
60~64	3,059.0	89.4	198.4	34.44
65~69	3,862.0	130.6	386.2	29.58
70~74	6,130.4	187.8	531.8	32.68
75~79	6,596.0	215.2	245.4	30.78
80~82	6,631.3	205.0	299.7	32.43

一方、参考までに海外の専門機関等がもっとも近い時点——ただし、

表-3 各機関の長期石油需給見通し (自由世界)

(単位: 百万バレル/日)

等がもっとも近い 時点——ただし、 殆んどが昨年中の ものであるが—— でまとめたものを 簡単に一覧にした のが表－3である。 本年3月の原油価 格値下げ以前のま	1979 (過去最高)		1980		1985		1990		1995		2000		
	需要	供給	需要	供給	需 要	供 給	需 要	供 給	需要	供給	需要	供給	
	① D. O. E (1982. 3)	52.1	53.2	49.6	49.7	48.9	48.9	50.4	50.4			51.0	51.0
	② D. O. E (1982. 8)												
	③ SHELL (US) (1982.3)												
	④ SOCAL (1982. 5)												
	⑤ PRINC (1982. 8)												
	⑥ I E A (1982. 10)												
	⑦ CONOCO (1983. 4)												
	⑧ 石油連盟 (1983. 6)					46.2	46.2	49.8	49.8	51.5	51.5	51.2	51.2

(注) *は、1982年値である。

(参考) 経済成長率見通し

機関名	1980	1985	1990	1995	2000
DOE		3.1	2.5		
Shell (高ケース)		3.0	3.25	3.25	
(低ケース)		1.75	2.75	2.5	
SOCAL	1982	3.5	3.5		
PRINC		3.2			
IEA (高ケース)		2.6	3.2	3.2	
(低ケース)		2.4	2.7	2.7	
石油連盟	1982	2.7	2.5	2.4	

(注) DOE : Department of Energy (US)
 Socal : Standard Oil Company of California
 PRINC : Petroleum Industry Research Foundation
 Incorporation
 IEA : International Energy Agency
 CONOCO : Continental Oil Company

高目の見方を組んでいる結果なのである。しかしながら、この点に関しては開発途上国としても政情不安あるいは外貨収入減による財政悪化等の側面があって、実際のところIEAの見通しを達成することは非常に難しいのではないかと一般には受け止められており、IEA自体でも近い時点での下方修正を必要とするのではないかとみられている。

3. わが国の石油需給見通し

表一4～6は今回の石油連盟がまとめたわが国の経済見通しと一次エネルギー需要見通しの概要である。具体的な数値は表中の通りであるが、考え方の骨子は次の通りである。

(1)経済見通し

- GNP……………輸出および内需主導型であるが、輸出は貿易摩擦、内需は省力化等による労働需給の緩和、で大きな増加は期待できない。また民間投資および政府投資等も過剰設備、財政難とともに期待薄。
- 物価賃金………素材産業の供給過剰、賃上げ率の鈍化等でいずれも安定化。
- 産業構造………基礎産業停滞。組立加工型産業伸長。

(2)一次エネルギー需要見通し

- GNP原単位………産業構造の変化（エネルギー多消費型素材産業の低迷）および省エネ浸透によりGNP原単位低下。

表一4 わが国の経済見通し

	85/82	90/85	95/90	2000/95	90/82	95/82	2000/82
GNP（実質）	3.7	3.1	2.8	2.5	3.3	3.1	2.9
（名目）	6.5	7.6	8.4	8.1	7.2	7.6	7.8
卸売物価	0.9	4.9	6.1	6.1	3.0	4.2	4.7
消費者物価	3.0	4.9	6.2	6.1	4.2	3.5	5.3

表一5 わが国の一次エネルギー需要見通し

一次エネルギー供給＝需要 （億kl）	50年度 3.87	55 4.27	57 3.91	65 4.50	70 4.84	75 5.18
同上 増加率 （%）	55/50 2.0	57/55 Δ4.5	57/50 0.1	65/57 1.8	70/65 1.5	75/70 1.4
対GNP弾性値	0.37	—	0.02	0.55	0.54	0.56
1人当りエネルギー需要 （kl/人）	50年度 3.51	55 3.69	57 3.32	65 3.68	70 3.88	75 4.06
GNP原単位 （百万kl/兆円）	2.60	2.29	1.93	1.71	1.60	1.52
同 上 低減率 （構造変化省エネ率%）	55/50 Δ2.7	57/55 Δ7.2	57/50 Δ4.2	65/57 Δ1.5	70/65 Δ1.3	75/70 Δ1.0

表一6 わが国の一次エネルギー供給内訳

年 度 種 別	昭和55年度		昭和56年度		昭和57年度		昭和65年度		昭和70年度		昭和75年度	
	実 数	構成比 （%）	実 数	構成比 （%）	実 数	構成比 （%）	実 数	構成比 （%）	実 数	構成比 （%）	実 数	構成比 （%）
石 油 （うち国内石油） （うちLPG）	2.85億kl 〔 50万kl〕 〔1,400万t〕	66.4	2.61億kl 〔 45万kl〕 〔1,492万t〕	63.6	2.40億kl 〔 48万kl〕 〔1,566万t〕	61.4	2.50億kl以上 〔100万kl〕 〔2,070万t〕	55.6以上	2.61億kl以上 〔150万kl〕 〔2,323万t〕	54.0以上	2.75億kl以上 〔180万kl〕 〔2,500万t〕	53.1以上
水 力 〔 一般 〔 揚 水	1,900万kw 1,080万kw	5.6	1,932万kw 1,228万kw	5.8	1,940万kw 1,395万kw	5.6	2,094万kw 1,704万kw	5.3	2,195万kw 1,888万kw	5.2	2,248万kw 2,448万kw	5.1
地 熱	30万kl	0.1	32万kl	0.1	37万kl	0.1	54万kl	0.1	89万kl	0.2	128万kl	0.2
石 炭 （うち国内石炭） （うち一般炭）	9,240万t 〔1,810万t〕 〔2,130万t〕	16.7	9,782万t 〔1,747万t〕 〔2,479万t〕	18.3	9,660万t 〔1,747万t〕 〔2,890万t〕	18.9	10,841万t 〔1,747万t〕 〔3,992万t〕	18.1	11,235万t 〔1,747万t〕 〔4,322万t〕	17.4	11,427万t 〔1,747万t〕 〔4,409万t〕	16.6
原 子 力	1,570万kw	5.0	1,628万kw	5.6	1,736万kw	6.9	2,946万kw	9.7	3,867万kw	10.9	4,746万kw	12.6
天 然 ガ ス （うち国内分） （うちLNG）	2,590万kl 〔 22億m ³ 〕 〔1,680万t〕	6.0	2,663万kl 〔 21億m ³ 〕 〔1,723万t〕	6.5	2,759万kl 〔 20億m ³ 〕 〔1,798万t〕	7.1	4,889万kl 〔 33億m ³ 〕 〔3,274万t〕	10.9	5,826万kl 〔 33億m ³ 〕 〔3,892万t〕	12.0	6,273万kl 〔 38億m ³ 〕 〔4,174万t〕	12.1
新エネルギー他	70万kl	0.2	80万kl	0.1	90万kl	0.1	110万kl	0.3	125万kl	0.3	153万kl	0.3
供 給 合 計	4.29億kl	100.0	4.10億kl	100.0	3.91億kl	100.0	4.50億kl	100.0	4.84億kl	100.0	5.18億kl	100.0
需 要 合 計	4.29億kl		4.10億kl		3.91億kl		4.50億kl		4.84億kl		5.18億kl	

- ・種別構成……………経済性等優位による石油代替エネルギーの拡大（原子力、天然ガス等）

つぎに表一7は同じく石油連盟がまとめた石油需要見通しの概要である。燃料油全体および油種別の需要構造の特徴は以下の通りである。

(1)燃料油全体

- ・輸送用燃料（ガソリン、ジェット燃料、軽油）は堅調に需要増加、その他はほぼ横ばい程度。
- ・この期間中（昭和75年迄）の燃料油合計の需要レベルは昭和55～56年水準に回復する程度。
- ・中間四品（ジェット燃料、灯油、軽油、A重油）の構成比は昭和65年度まで上昇、以後はほぼ横ばいで推移。

(2)油種別

- ・ガソリン……………乗用車・軽貨物車中心に保有台数増加、需要は堅調に推移。
- ・ナフサ……………エチレン製品輸入（石油化学用）、LPG・LNGとの競合（ガス・肥料用）で需要横ばい。
- ・ジェット燃料……………航空輸送堅調で需要堅調。
- ・灯油……………（産業用）産業活動の低迷、省エネ、代エネ転換等で大巾増は望めず。（民生用）経済性比較で電気・都市ガス

へのシフト化が高まる。

等で需要は微増で推移。

- ・軽油……………輸送量の伸び、ガソリン車からのシフトにより需要は堅調に増加。

- ・A重油……………工業用は代エネ圧力で期待薄、運輸・船舶部門中心に需要は微増。

- ・B・C重油……………（電力用）

原子力・LNG中心の代エネ増加で需要低迷、ただし電力需要鈍化で代エネ設備計画ズレ込み等による既設石油火力の寿命も若干延びる。

（その他用）

大口素材産業での脱石油はほぼ一巡。

等で昭和65年度を底に以後微増。

そしてこれらの結果から、原油需給関係については「全体的にみて供給上に特別の制約は起らない」と結論づけている。つまり、今後わが国では石油製品の需要構造の変化はあるものの全体の水準でも昭和55～56年程度の回復にしか過ぎないものであること、海外各専門機関等の見通しでも「世界全体は需給緩和から需給均衡型」としているのが大勢であること、などを参考指針に上げている。

表一7 わが国の石油需要見通し

（単位：千kl）

油種	年度	55	56	57	65	70	75	平均伸率(%)				構成比(%)			
		(実績)	(実績)	(速報実績)	(予測)	(予測)	(予測)	65/57	70/65	75/70	75/57	57	65	70	75
揮発油		34,543	35,286	35,359	40,434	43,331	45,927	1.7	1.4	1.2	1.5	19.1	21.2	21.5	21.7
ナフサ		26,299	23,071	21,601	21,398	21,649	21,896	▲0.1	0.2	0.2	0.1	11.9	11.2	10.8	10.4
ジェット燃料油		2,967	2,854	2,766	3,305	3,588	3,841	2.5	1.7	1.4	1.8	1.5	1.7	1.3	1.8
灯油		23,565	23,637	21,981	23,764	24,922	26,152	1.0	1.0	1.0	1.0	12.1	12.4	12.4	12.4
軽油		21,563	21,774	22,056	25,096	27,010	28,948	1.6	1.5	1.4	1.5	12.1	13.1	13.7	13.7
A重油		21,082	20,135	19,022	19,438	19,860	20,369	0.3	0.4	0.5	0.4	10.4	10.2	7.7	7.6
												(36.1)*	(37.4)*	(37.5)*	(37.5)*
B・C重油		79,200	67,750	59,279	57,783	60,909	64,310	▲0.3	1.1	1.1	0.4	32.6	30.2	30.3	30.4
重油計		100,282	87,885	78,301	77,221	80,769	84,679	▲0.2	0.7	0.7	0.7	43.0	40.4	10.1	10.0
燃料油計		209,219	194,507	182,064	191,218	201,269	211,443	0.6	1.0	1.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0
電力用原油		14,057	14,592	13,295	8,000	5,000	5,000	▲6.2	▲7.0	0.0	▲5.3				
NGL		4,347	4,224	3,736	2,688	2,188	2,188	▲4.0	▲4.0	0.0	▲2.7				
合計		227,623	213,323	199,095	201,916	208,457	218,631	0.2	0.6	1.0	0.5				

* ジェット燃料油、灯油、軽油、A重油の合計

4. アスファルトの供給動向

さて以上のような石油需給情勢の中でアスファルトの供給動向はどうなるかという課題であるが、結論から言えば、製品市場での適正な価格形成を不可欠の条件として、「アスファルトの供給は今後とも必要とする需要相当は確保できる」ということに尽きると考えられる。その大きな理由は、すでに述べた原油需給環境を背景にここ当分はわが国の必要とする原油購入について、少なくとも量的面で産油国側の供給力に大きな制約は起らないとみられるからである。もちろんアスファルト生産は品質面の理由から一部の限定された原油油種を必要としているので、正確には原油油種別のミクロ的需給見通しをきっちりと煮つめないといけないものであるが、因みに今後の推定必要量（仮にアスファルト需要については道路用をほぼ横ばい、燃料用新規増を若干見込んだとして）と過去の実績動向から大まかに考察してみても、産油国側での供給力に特別の問題が起るような数字にはとてならないのである。

それでは供給面での問題は全くないのかとなるとそうではなく、はっきり言えば我が国でのアスファルト生産が採算的に適合するか否かで問題の有無が左右されるものであって、言い換えればアスファルト生産の採算性さえ確保出来れば今後のアスファルト供給は全く不安はないのである。たしかに石油産業は一つの原料から多種製品（揮発油、灯油、重油等）を生産する連産品構造であり、各々の市場での価格体系も異っているため全体での採算性適合で可とする考え方もなくはないが、良質安価な製品を長期安定供給する責務に応えるためにも各々の製品ごとに適正な採算性がとり得る条件でなければならないのである。そしてそのための構造要因として、①

原油油種（価格および製品収率差）、②精製設備（工程および規模差）、③製品市場（需要および価格差）、等があげられるが、とりわけ製品市場での需要量と価格水準が石油精製業個々の意志決定に大きな決め手となっているのである。

もちろん石油業界自体のコスト合理化等の努力が一方で必要であることはいうまでもない。すなわち、①設備運転等の効率化（過剰設備の廃棄、流通合理化等）、②需要構造変化への対策（最適原油油種の選択、既存設備での軽質油収率向上、軽質油生産設備の増強、重質油対策等）など、いわゆる今日叫ばれている石油産業の構造改善対策がそれであって、同時にこのことは需要低迷あるいは代エネ競合という厳しい現在の環境下において石油製品すべての安定供給を計るがための責務ともなっているものである。

ということで今後のアスファルト供給動向については産油国側の原油供給力には殆んど問題はなく、むしろわが国石油精製業がアスファルト生産をとりまく諸条件の中でどう対応し得るかに問題の有無がかかっており、その意味ではアスファルトの市場における適正な価格水準がより強く期待されているのである。

5. あとがき

石油需給情勢について当面もっとも注目を要するのは原油価格動向である。というのは、今回の石油連盟見通しにしてもあるいは海外専門機関のものにしても、実際のところこの原油価格の先行如何んですべての展望が一変するほどの影響度を持っているからである。そういう意味では一つの参考にしかならず引続き今後の動向を見守っていくしか術はない。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

重質油対策の動向

川 村 孔 一*

1. 重質油対策の必要な背景

我国の石油産業をめぐる情勢は、2度にわたる石油危機を経て急激な変化をたどった。OPEC諸国による数次にわたる原油価格の値上げは、世界的な長期不況を導びくとともに、省エネルギーへの努力及び代替エネルギーへの転換を促進し、石油の需要を急激に減少させた。我国に於ては、とりわけ電力・鉄鋼・セメント等を中心として原子力・LNG・石炭等への転換が強力に推進されたために、産業用C重油の需要が激減し、石油精製各社はC重油ネックによって原油処理を大幅に減少せざるを得ない状況となった。原油常圧蒸留装置の稼働率は表-1に示す様に57年には55%台に迄落ち込む状況となり、

58年5月の石油審議会に於て約100万BPSDの設備廃棄が決められ、本年10月より我国の原油蒸留装置の能力は594万BPSDから497万BPSDに削減される事になった。

当初中間留分（ジェット燃料・灯油・軽油・A重油）の大幅な伸びを想定して中間留分増産対策が推進されて来たが、現状では中間留分の需要はそれ程伸びていないにもかかわらず、C重油の大幅需要減により表-1に示す様に、年々C重油の生産得率が落ちて来ており、中間留分の構成比は相対的に大きくなって来ている。58年度の石油供給計画による今後5年間の見通しでも、表-2に示す様に、燃料油内需は横ばいであるのに対し、中間

表-1 原油処理量、製品得率の推移及び見通し

年 度	実 績 推 移						58年度(推)見込み				
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
原油処理量(千BPCD)	4,284	4,293	4,296	3,919	3,536	3,276	3,093	3,141	3,170	3,194	3,204
トッパー稼働率(%)	72.1	72.3	72.3	66.0	59.5	55.1	62.2	63.2	63.8	64.3	64.5
製品得率(VOL%)											
ガソリン・ナフサ	24.1	23.9	23.9	24.4	25.2	25.5	25.5	25.6	25.9	26.2	26.5
中間留分	27.3	28.8	30.0	31.0	33.1	34.8	35.8	36.9	37.4	38.0	38.6
B・C重油	40.4	39.6	37.9	36.2	33.6	31.0	30.3	29.5	28.7	27.8	26.9
合 計	91.8	92.3	91.8	91.6	91.9	91.3	91.6	92.0	92.0	92.0	92.0

表-2 58年度(推)燃料油内需見通し

(単位:千kl)

年 度	57(実勢)	58	59	60	61	62	年平均伸率 (62/57)(%)
ガソリン	35,389	35,702	36,612	37,454	38,293	39,072	+ 2.0
ナフサ	21,544	20,106	20,567	20,992	21,350	21,760	+ 0.2
ジェット	2,764	2,683	2,790	2,887	2,978	3,067	+ 2.1
灯油	22,084	22,413	22,801	23,140	23,457	23,802	+ 1.5
軽油	22,071	22,341	23,112	23,837	24,515	25,142	+ 2.6
A重油	19,064	18,114	18,295	18,751	19,229	19,682	+ 0.6
B重油	2,761	1,937	1,743	1,550	1,375	1,218	△ 15.1
C重油	56,615	51,946	52,247	51,824	50,975	50,051	△ 2.4
内 需 計	182,292	175,242	178,167	180,435	182,172	183,794	+ 0.2

* かわむら・こういち 日本石油化学技術部

留分需要は暫増し、B・C重油の需要は今後も減少を続けると見ており、これを輸入ナフサ・輸入重油を除いた対原油製品得率に直すと、表-1に示す様にB・C重油の得率は57年度の31%から62年度には27%を切る状況となる。

一方輸入原油の性状は、石油危機当時は産油国の良質原油温存策やメキシコ原油等の政策的な重質原油の引取り等によって、重質化傾向を見せていたが、最近では原油の需給緩和を反映して軽質原油が入手しやすくなったため、重質化傾向は一段落している状況にある。しかし世界の原油埋蔵量の中では重質原油の割合が多いので、いずれは再び重質化傾向を示す事が当然予想される。又、現状よりも軽質油と重質油との価格差が開いてくれば、逆に重質油を分解して軽質油を製造する事も経済的に採算にのると考えられる。従って、製品の軽質化と原油の重質化と云う相反する要求を満たすために、今後いかに残油得率を減少させて軽質油の供給を確保して行くか、即ち重質油対策が石油精製にとって当面の大きな課題である。

2. 重質油対策の現状

C重油の生産得率を下げて中間留分の供給を確保するために、従来より石油製品の規格改訂、既存設備の運転条件の改善や改造による中間留分の増産、重質油対策のための新プロセスの導入等の対策が推進されて来ており、又、長期的対策として重質油対策技術の開発が重質油対策技術研究組合や民間各社により行なわれているので、以下にその概要を紹介する。

2-1 石油製品規格の改訂

石油製品の規格は、従来余裕を見すぎて決められているものもあり、これを見直して実用上問題のない範囲で

改訂する事ができれば、大きな設備投資なしで中間留分の増産が可能となる。この目的で54年度より順次、C重油の動粘度の改訂を始めとする表-3に示す様な改訂が実施されており、これらは需用家側の協力も得て効果を上げて来ている。

2-2 既存設備の運転条件の改善及び設備改造

設備面の対策としては、まず既存の常圧蒸留装置、FCC、脱硫装置の運転条件の改善及び設備改造による中間留分増産対策があげられる。

(1) 常圧蒸留装置の深絞り運転

原油中に含まれる灯油・軽油留分を無駄なく採取する事が中間留分増産のための第1歩であり、又、効果も大きい。このため従来の省エネルギー1本やりの運転が見直されて、トッパーやバキュームでの深絞りや精留度の改善が行なわれており効果を上げている。

(2) FCCの増強

FCCは、本来減圧軽油留分からガソリンを製造することを主目的とした装置であるが、運転条件をマイルドにしたり、中間留分志向の触媒を使用する事により、表-4に示す様にガソリン収率を下げて、LCO(A重油留分)の得率を上げることができる。FCCは他の装置に比べて、比較的能力増強が容易なため、現在迄に殆ん

表-4 FCC収率例

(原料：脱硫中東減圧軽油 単位：Vol %)

	ガソリン生産型	中間留分増産型
LPG	17	16
ガソリン	65	50
LCO	16	30
スラリー	5	7
計	103	103

表-3 石油製品規格の改訂

改訂年月	油種	改訂内容	効果
1979. 12	軽油	流動点規格：新に特1号(+5℃以下)の銘柄追加	軽油留分の増産
	A重油	暖候地用の流動点規格(10℃以下)を追加	軽油留分の増産
	C重油	動粘度規格の分類を従来の2品種(150 cSt. 400 cSt)から3種(250, 400, 1000 cSt)に増加させると共に高粘度化した	粘度調節用の中間留分の節減
1981. 3	ジェット燃料	折出点の規格を緩和(50℃→47℃等)すると共に銘柄を従来の4程から3種(1, 2, 3号)に整理した	ジェット燃料の増産
1982. 3	灯油	初留点を150℃以上から145℃以上に変更、寒候用の1号灯油の煙点を23以上から21以上に変更	灯油留分の増産
1983. 4	軽油	1号、特1号の90%留出温度を350℃以下から360℃以下に変更	軽油留分の増産

どの会社に於て、ガソリン収量を一定に保ったままLCOの収量を上げるための改造工事（ポンプ、熱交、抽出ライン等の機器の増強）が行なわれた。

更に、解媒が改良されてメタル汚染に強いものが出廻って来た事により、原料の減圧軽油に南方系の低硫黄常圧残油や直接脱硫重油を1部混合してFCCで分解する事も数社で行なわれている。

(3) 脱硫装置のマイルドクラッキング運転

脱硫装置と水素化分解装置は本質的には同じプロセスであるが、一般に水素化分解装置は脱硫装置に比べて運転条件が苛酷である。C重油の需要減少により脱硫装置の稼動が下って、装置の能力(LHSVが小さくなる)や水素製造装置に余裕が出て来たので、運転条件をシビアにして分解率を上げる事により、脱硫装置を分解装置として活用する事が考えられた。これが各社で行なわれつつあるマイルド・ハイドロクラッキングであり、一般的には原料油中の重質留分の20~35 Vol %を軽質留分として回収できる。装置の改造としては精留塔周りの改造(軽油留分抽出し段の追加、ポンプ増設等)、精留塔の新

表-5 マイルド・クラッキング収率例

(原料:中東減圧軽油 単位:Vol %)

	脱硫運転	マイルド・クラッキング
ナフサ	0.5	5.0
軽油	5.0	28.0
脱硫重油	95.0	68.5
計	100.5	101.5
水素消費量(SCF/BBℓ)	400	460

設、遊休蒸留塔の活用等を行なって中間留分を採取したり、脱硫触媒に1部分解型触媒を組合せて、できるだけ分解率を上げる事等が行なわれており、中間留分の増産に効果を上げている。収率比較の1例を表-5に示す。

2-3 重質油軽質化装置の導入

軽質化装置の新設は第2次石油危機後の需要激減を反映して、1時ほとんど中断した状況となっていたが、既存設備の運転条件の改善及び改造等による対応のみではC重油得率減少及び中間留分増産対策として不十分となって来たため、FCCの他に55年以後MDDW(接触脱ろう装置)、ディレイド・コーカーVRDS(減圧残油脱硫装置)、ビスブレーカー等の重質油軽質化装置の新設が行なわれる様になった。表-6に軽質化装置の能力推移を、表-7に最近の軽質化装置の新設状況(予定は新聞情報)を示す。

表-6 重質油軽質化装置能力の推移 (単位:BPSPD)

年 度	FCC	間接脱硫	直接脱硫	熱分解
50	329,100	910,500	364,000	15,000
51	329,100	956,500	394,000	57,000
52	343,100	956,500	424,000	57,000
53	346,100	981,700	424,000	57,000
54	358,600	981,700	424,000	57,000
55	358,600	981,700	459,000	64,800
56	418,100	981,700	459,000	64,800
57	429,100	981,700	484,000	64,800
58(見込)	439,100	981,700	484,000	84,800

表-7 最近の軽質化装置の新設状況

時期	装置名	製油所	能力(BPSPD)
51/4	ユリカ	ユリカ・袖ヶ浦	21,000
51/6	直接脱硫(UNION)	丸善・千葉	30,000
51/7	間接脱硫(ER&E)	東亜・川崎	46,000
51/9	フレキシコカー(ER&E)	"	21,000
52/6	直接脱硫(UNION)	丸善・千葉	30,000
54/10	FCC (ER&E)	丸善・堺	15,000
55/4	ディレイド・コーカー	興亜・麻里布	7,800
55/6	MDDW(MOBIL)	出光・千葉	6,000
55/8	直接脱硫(GULF)	アジア共石・坂出	28,000
57/11	VRDS (CRC)	日石精・室蘭	25,000
58/5	ビスブレーカー	日石精・根岸	20,000
(予定)			
59/9	水素化分解(IFP)	出水・北海道	15,000
59/9?	FCC (SHELL?)	西部・山口	20,000
59/12	FCC (ER&E)	ゼネ石・堺	30,000
60/5	FCC (?)	知田・名古屋	10,000

2-4 重質油対策技術の開発

中間留分増産志向の重質油対策技術を開発する目的で、昭和54年度に重質油対策技術研究組合が設置されて、表-8に示す様な技術開発がすすめられて来た。開発途上の技術も多く、これらのプロセスが実用化されるには、まだかなりの期間を必要とするものと思われる。実用化を推進するために、新たに57年度より早期に実現の可能性のあるプロセスを選んで、実証化プラントによるプロセス研究が開始されている。

3. 今後の重質油処理の考え方

3-1 石油製品の合理的利用

石油製品を最大限に利用するとの観点から、使用目的にふさわしい品質・性状の石油製品を利用して行く事が重質油対策として非常に有効であり、かつ最もコストをかけないですむ方法である。このため先に述べた石油製品の規格改訂を今後も推進する必要があるが、製品の規格の見直しには限界があるので、今後は更に一歩進めて、現在の石油製品の枠にとらわれず、使用目的に合致した、より合理的な新たな石油製品を検討して行く必要がある。既に下記の3件については通産省の委託研究等で、

利用可能性の調査・研究が行なわれている。

(1) 生焚き原油代替としてのナフサ・C重油混合燃料
原油生焚きを削減する事ができれば、原油中の中間留分を活用することができる。このため通産省の指導及び電力業界の転換努力によって、電力用燃料消費における生焚き数量は表-9に示す様に年々減少して来ている。しかし、この生焚き原油の転換分が、石油代替の他のエネルギーに振替わったのでは、C重油の減産には効果がない。図-1に示す様に、生焚き原油の代りにナフサ・C重油混合燃料を電力で使用してもらえれば、原油中の

表-9 電力用生焚き原油量の推移

(単位：千kl)	
年 度	実 績
52	25,727
53	25,017
54	21,750
55	16,828
56	17,253
57	14,994
58(推)	17,403

表-8 重質油対策技術研究組合の研究テーマ

1. 分解技術の開発 (57年度で終了)
 - (1) 残油流動接触分解技術 ①日鉱, 鹿島, 日立 ②三石 ③日石
 - (2) 残油水素化分解技術 ①出光 ②丸善, 大協, アジア
2. 劣質残渣の製鉄への利用技術の開発(57年度で終了。但し(2)については、58年度迄継続)
 - (1) コークス原料への利用及び高炉吹込み技術 神鋼, 新日鉄, 住金, 日新, 鋼管
 - (2) 還元ペレットの製造技術 神鋼, 興亜, 出光
 - (3) 人造粘結材の製造技術 川重, 川鉄, 川化, シェル
3. 劣質残渣の燃焼技術の開発(57年度で終了) 電中研, 石播, 日立, 三菱重, 石油14社
4. 重質油残渣物有効利用技術の開発
 - (1) 都市ガス用高カロリーガス製造技術 大ガス, 出光, 丸善
 - (2) 低廉水素製造技術 TEC, 鹿島
5. 重質油対策技術の実用化開発(1, 2は57年度より開始, 3~5は58年度より開始)
 - (1) 残油接触分解技術の第1テーマ実用化開発 日石精
 - (2) 残油水素化分解技術の第1テーマ実用化開発 出光
 - (3) 残油接触分解技術の第2テーマ実用化開発 日鉱, 鹿島
 - (4) 残油水素化分解技術の第2テーマ実用化開発 丸善, アジア, 大協
 - (5) 残油熱分解技術の実用化開発 富士, 千代田, 住金, ユリカ

⑤58年度生焚き見込量17,403千ℓを
仮に全量南方LS原油として試算

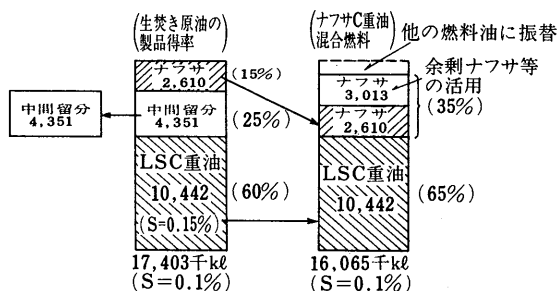


図-1 ナフサ・C重油混合燃料の効果

中間留分を有効に活用できる。原油から中間留分を採取した残りのナフサ・C重油のみでは、いおう分が原油より若干高くなるので、いおう分を合わせるためには今後余剰傾向で推移すると考えられるLSRを更に調査すれば良い。

仮に58年度の生焚き原油が全量ナフサ・C重油の混合燃料に振替わるものとする、実に435万ℓの中間留分が増産される計算になる。話半分としても当分の間は中間留分対策がいらないと云う事になるのだが、価格の問題があるため時々実現は難しいようである。

(2) ワイドレンジ家庭用燃料

我国では家庭用燃料として灯油 (沸点範囲 145~270℃) が使用されており、この沸点範囲のものが大量に原

油から抜かれてしまうので、灯油の次の留分、即ち軽油は流動点がネックとなってトッパーでは規格の沸点範囲一杯に軽油を採取することができない。そこで欧米等で使用されている暖房用燃料並みの広い沸点範囲を有する留分 (例えば灯油から軽油に至る留分) を灯油の代りに家庭用燃料として使用する事ができれば、流動点の低い灯油が軽油に1部混合されるので、軽油の流動点を下げる事ができる。図-2に示す様に、その分だけ重質分を軽油として採取できるので、結果として同一原油から中間留分を増産できて効果は大きい。もちろん、これを実現するためには現在使用されている灯油ストーブ等の燃焼機器で種々のテストを行なって、どの程度迄重質化できるか検討する必要がある。更に新しい燃料のための燃焼器具の改造・開発等の研究、流通経路の検討等が必要になるが、これは今後の中間留分増産対策の利用面からの大きな柱になるものと考えられ、研究成果が期待される。

(3) アスファルト燃焼

C重油は減圧残油 (アスファルト) を中間留分 (又は相当品) で薄めたものが主体であり、C重油の代りにアスファルトを燃料として使用する事ができれば中間留分が節約できて、中間留分対策として効果がある。アスファルトは高粘度であるため、C重油の代りに燃焼するには、炉や加熱装置等の改造が必要となるが、重質油組合の研究テーマにも取り上げられて研究が行なわれ、又、既に1部の製油所・需要家で使用され効果を上げている。

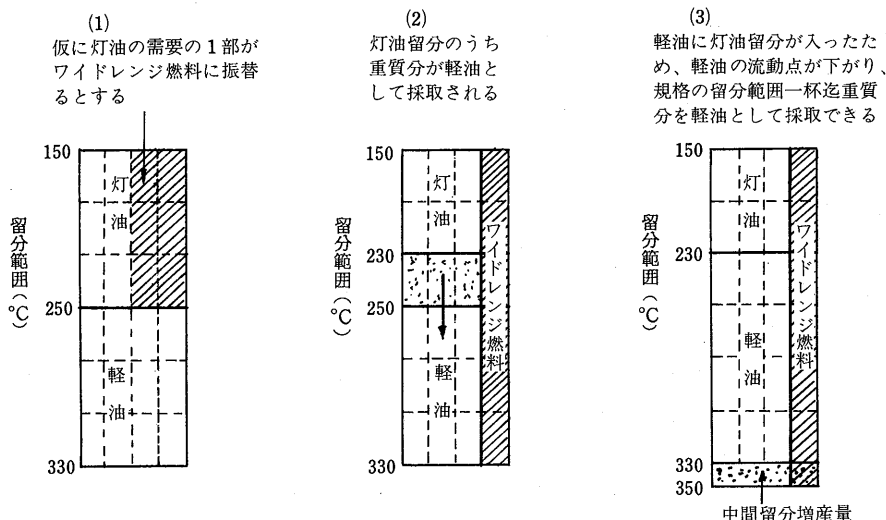


図-2 ワイドレンジ家庭用燃料の効果

尚、アスファルトを燃料として使用する場合、排ガス中の SO_x 、 NO_x 対策が必要となるが、C重油の需要は既にピーク時の35%以上も減少しており、総排出量は確実に減少しているので、今後は総量規制の考えをとって、燃料のS%、N%あるいは排出濃度を規制するという現在の方法は見直されるべきではないかと考える。

3-2 重質油分解プロセスの選択

重質油分解プロセスの建設は膨大な設備投資を必要とする。今後重質油分解プロセスとして、どのプロセスを選択して行くかは、個々の会社・製油所の置かれる状況によって当然異なってくるが、石油精製の収益を大きく左右する重要なテーマである。重質油分解プロセスには種々のプロセスがあるが、その特徴を表-10に示す。中間留分の中で、既にA重油は余剰となりつつあり、中間留分対策としては灯軽油の増産に焦点が絞られて来たので、分解製品の品質が、今後のプロセス選択の重要なファクターとなろう。

(1) 熱分解

ビスブレーカーは比較的建設費が安く欧米に於て実績

が多いが、分解率を上げると製品の安定性に若干の問題を生じる可能性があるため、軽質化の補助手段として使用される事が多い。

コーキング法は分解率が高く、特に米国に於て多くの装置が稼動しているが、分解油の安定性が悪く、又、副生するコークス、低カロリーガス等の処分の問題もあり、我国に於ては特殊なケースを除いて仲々選択されにくい。

(2) FCC

中間留分対策の切り札としてこれ迄各社で既設装置の改造・増強が行われて来た。C重油の得率を下げるのに効果的なプロセスであるが、製品がガソリンとA重油であり、ガソリンの増産及び販売が可能な状況下であれば、最も有利なプロセスである。既設FCCで残油を混合処理する場合、コーク・メークが増えて、その分張込量が減少するが、アメリカに於てはガソリンの需要低迷に伴ってFCCに余裕が出て来たので、FCCを残油の分解に活用するための検討が盛んに行なわれている。我国に於てもFCCでの残油の処理は今後広く行なわれる様になるものと予想される。

表-10 重質油軽質化プロセスの比較

プロセス	軽質油得率	製品性状	副製品	建設費
溶剤脱れき	— (DAOとSDAアスファルトに分ける)	脱れき油は水素化処理が必要	SDAアスファルト	中
熱分解				
ビスブレーカー	小 (残油粘度低下効果)	分解率を上げると残油の品質に題が出る。	—	小
コーカー	大 (液収率はディレイド・コーカーよりフルイド・コーカーの方が大)	分解軽油は性状改善のため高度の水素化が必要	コークス	中
ユリカ	大	分解軽油は高度の水素化が必要	ピッチ	中
接触分解				
FCC	大 (液収率大、ガソリン収率大)	分解軽油のセタン価低い	—	中
残油FCC	大 (VGOのFCCに比べてスラリー、コークス収率大)	分解軽油のセタン価低い	(スチーム)	中
水素化分解				
マイルド・クラッキング	小 (残油は粘度低下)	分解軽油のセタン価が若干低い。脱硫率大。	—	小(改造)
留出油	大 (選択性に富み、液収率大)	品質の良い分解製品が得られる。	—	大
残油	中 (液収率大)	分解率を上げると残油の性状が悪化する。	—	大
ガス化				
フレキシコーカー	大 (生成コークスをガス化する)	分解軽油は高度の水素化が必要	低カロリーガスコークス	大
部分酸化	— (製品はガス)	製品は CO 、 H_2 が主体のガス	(スチーム)	大

(3) 水素化分解

減圧軽油、脱れき油等のアスファルテン分を含まない留分を原料とした水素化分解法は分解製品の品質が良く、特に高品質の灯油を直接増産できる唯一のプロセスである。製品収率に対する自由度も大きいので、灯軽油の増産に焦点を絞った場合、最適のプロセスであるが、過酷な運転条件を要するため建設費が高い。脱硫装置に比べると水素消費量もかなり多くなるが、製品収率が110～120%と高いので、これは相殺されてあまり不利な要因とはならない。従って今後の軽質化の動向を考えた場合何らかの形で水素化分解プロセスが関与してくるものと思われる。短期的には既設の直・間脱硫装置を最大限利用する形でマイルドクラッキングが更に推進され、将来は我国に於ても水素化分解装置が順次建設されて行くものと予想される。

残油の水素化分解法は、海外では既にH-oil, LC-Fining, BOC Unibon 等の実装置が既に稼動中であるが、触媒を含めて、まだ開発途上にあると考えられ、今後、信頼性及び経済性の高い技術の開発に期待がかけられている。

3-3 直接分解と間接分解

分解装置を原料別に考えると、図-3に示す様に、アスファルトを含む留分（常圧残油、減圧残油）と含まない留分（減圧軽油、分解軽油、溶剤脱瀝油等）に分けられる。アスファルテン分や金属分、硫黄分、窒素分等の不純物を多く含んだ残油を直接分解する事は、効果は大いだが、先にも述べた様にまだ技術的に全く問題がない

とは云い切れず、またコストも高い。これに対してアスファルトを含まない留分の分解（これを直接脱硫と間接脱硫の例に習って間接分解と云う事にする。）は、既に技術的に完成されており、直接分解に比べるとコストも安い。

ここで我国で生産されているC重油の調合材を調べて見ると、常圧残油が調合材としてかなりの割合を占めており（56年度の石連調査では約2,800万kl, 約37%）、更にカットバック材としては減圧軽油留分も使用されている。これは現状では、まだ間接分解原料油がC重油中に大量に残っており、C重油中の減圧軽油留分を採取して分解原料とし、カッター材は分解軽油に置換える事により、技術的に困難な直接分解を行なわなくても、C重油の生産を大幅に減少できる事を意味している。

従って、当面は間接分解により軽質化を行ない、その不足分は規格の改訂や、余剰アスファルトの利用の推進等でカバーして行くのが、最も経済的な方法ではないかと思われる。

間接分解の効果を更に上げるためには溶剤脱瀝法、ビスブレーカー、コーカー等の前処理装置を組合せて、減圧残油からアスファルテン分の少い分解原料油をできるだけ多く採取する事が必要となってくる。この場合、分解装置の運転条件は当然より苛酷になるが、それでも直接分解に比べればまだマイルドであり、将来はこの前処理装置との組合せが、プロセス選択上の重要なファクターになるものと考えられる。

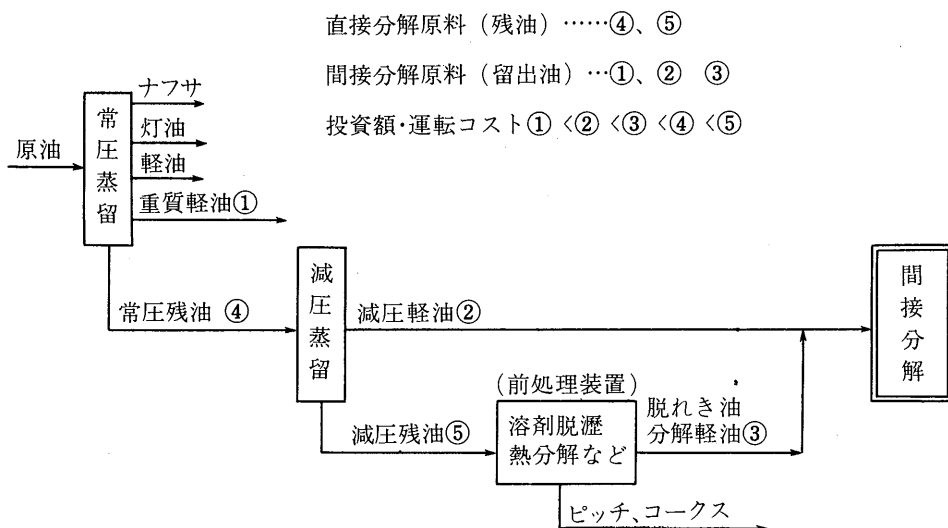


図-3 直接分解と間接分解

4. 重質分解のアスファルトへの影響

4-1 供給面での影響

これ迄述べた様に軽質化装置を作らずに、石油の利用面で軽質化に対処して行く事が最も経済的な重質油対策である。その中でも特に、アスファルト需要の拡大を図る事は最も効果的な方法であり、C重油の需要が減少すればする程、逆にアスファルトの潜在供給能力は上る事になる。又、今後石油精製側で設備対応を推める場合、当面は間接分解が主流になると考えられるが、この場合残った減圧残油をC重油にするためには、せっかく分解製造した中間留分の1部をカットバック材として使用しなければならず、製品の1部が再びC重油に戻ってしまう。従って減圧残油をアスファルトとして使用する量が増えれば増える程、間接分解の効果が上る。

アスファルトの需要は政府の公共事業投資に大きく左右され、緊縮財政を反映して、表-11に示す様に53年の520万トン进行ピークとして、その後減少傾向を示しているが今後の需要の拡大に大きな期待がかけられている。

表-11 石油アスファルト内需実績推移 (単位:千トン)

年 度	ストアス	ブローン	合 計	燃 焼 用
51	3,840	264	4,104	—
52	4,477	288	4,765	—
53	4,903	314	5,217	—
54	4,795	343	5,138	—
55	4,416	287	4,703	—
56	4,283	275	4,558	4
57	4,147	260	4,407	187
Ⓔ 58見込	4,001	256	4,257	527

4-2 品質面での影響

今後当分の間は、間接分解中心の重質油対策が推進されるものと考えられるので、直留の減圧残油はそのまま残り、アスファルトの製造工程は従来と変わらない。更に原油が重質化傾向にあると云う事は、一般的にはアスファルト採取に適した原油種が増えると云う事であり、又、減圧蒸留装置でのストレートアスファルト採取時には、従来通り、要求品質確保のために徹底した品質管理が行なわれるので、アスファルトの品質には影響がないと考えられる。

しかし、将来更に軽質化をすすめる必要が生じた場合には、間接分解の効果を上げるために、間接分解装置に

溶剤脱瀝 (SDA)、ビスブレーカー、コーカー等の前処理装置を組合せてを運転する事が当然考えられる。この場合SDAアスファルトや熱分解ピッチ、コークス等の分解残渣が生成するが、これらの残渣は、装置の運転の苛酷度を上げれば上げる程、残炭分が増えて劣質なものとなり、C重油に混合すると、調合性 (コンパティビリティ) や貯蔵安定性が悪くなるので、C重油の製造を前提とする場合には、C重油に調合しても問題が発生しない程度に分解率を抑えて運転する必要がある。残油の水素化分解でも残渣油は同じ様な傾向を示す。従ってこれらの装置を分解率を上げて運転する場合は、残渣を特殊燃料とするか、部分酸化装置の原料 (分解装置の水素原料、ガス化等) にする等の処分方法を検討しなければならない。

現状では、これらの分解残渣は一般にアスファルトの規格に合格しないので、単体でアスファルトとして使用する事は困難である。しかし、PDAアスファルトが1部のストレートアスファルトに混合使用されている様に、これらの残渣が特殊アスファルトとしてたとえば舗装用以外の特用途に1部混合活用できれば、分解コストの低減に大きく貢献するので、今後の重要な研究課題である。

5. おわりに

原油処理の激減に伴ない製品の軽質化を如何にすすめるか、如何に適切なプロセスを選択するかは会社の収益を大きく左右する重大な課題であるが、同時に、国民経済的な視野から考えて、何が最も石油を有効に使用する方法であるかも併せて検討する必要がある、これは我々技術者に課せられた重大な使命である。

この重質油対策に関連して、アスファルトの需要家の1部の方が、今後重質油分解が推進されると、アスファルトの供給がタイトになると心配されていると云う話を聞いているが、先にも述べた様にアスファルトの需要が堅調であれば、石油精製側としては高価な設備投資をしなくて済むので、設備投資にからむコストアップ分を考えなくて済み、国民経済的に見ても好ましい。何とか設備投資をしなくて済ませるために、石油の合理的な利用法、とりわけアスファルトの新規用途について、今後の研究の成果に期待したい。

アスファルト品質の変遷と将来動向

関 根 幸 生*

1. はじめに

我国における道路舗装材料としてのアスファルトは、その舗装材料中に占める割合によって明らかなとおり、きわめて重要な位置づけにあり、舗装関係者にとって、その品質及び供給の将来動向は深い関心の寄せられるところと考えられる。

ここでは、アスファルトの品質面における変遷に直接の係わりを持つ我国輸入原油油種及び製造技術の変遷、さらにこれらの将来動向について論じる。

2. アスファルト製造法の変遷

舗装用アスファルトの製造法は大別すると次の3法に分けられる。

- (1) 蒸留法
- (2) ブレンド法
- (3) セミブローイング法

蒸留法は原理的には原油中に含まれるガソリン等の軽質分とアスファルトとの沸点差を利用して蒸留塔塔頂より軽質分を追出し、塔底から所望の性状のアスファルトを濃縮、採取する方法である。この方法は各種のアスファルト製造法のうちでも、最も効率的であるところから、古くからアスファルト製造の主流として利用されて来ており、今後もその流れに変化は起こらないと考えられる。ただ、同じ蒸留法であっても、昭和32年頃以前においては回分式蒸留が主体であったが、その後は急速に連続式にとってかわり、現在では回分式は全く行なわれていない。回分式では同じ針入度の製品を得るのに、比較にならない程の長時間の加熱を要し、したがって得られる製品は熱により劣化が起り耐候性も劣るなど欠点があったが、連続式での製品にはこのような懸念は無い。その意味でアスファルト製造技術は大巾に改善されて来たと言える。

ブレンド法は例えば針入度 200 のアスファルトと針入度 60 のアスファルトを混合して針入度 80 のアスファルト

に調整するといった方法で、重油等を加えて硬いアスファルトを軟化させる、いわゆるカットバックアスファルトとは全く異なる方法である。この方法は、単独ではアスファルト含有量が低く、所望の針入度まで濃縮するのが困難な原油からアスファルトを採取する場合などに適用できるが、後述するように実際にはわざわざ、そのような原油を原料とするまでもなく、アスファルト含有量の高い原油をアスファルト採取用に使用することにより通常の蒸留法を適用するのが普通である。したがって、實際上、ブレンド法によるアスファルトが市場に出るケースは今後共、ほとんど有り得ないと考えられる。

ただし、ブレンド法の一変形とみなされるプロパン脱瀝アスファルトを混合した製品は一部市場に出廻っており今後も絶対量は少ないものの製造されと考えられる。本法は、潤滑油基油の製造にプロパン脱瀝法が盛んに導入されはじめた昭和43年頃から副生する脱瀝アスファルトの利用を図る目的でアスファルト製造法として新たに適用され始めた方式であるが、本方式による製品アスファルトが蒸留法による製品と実用上相違のないことは過去の実績が雄弁に物語っている。

蒸留法、ブレンド法がいわば物理的アスファルト製造法であるのに対し、セミブローン法は、それに若干化学的方法を加味したものと言える。ブローイング法は、元来、極端に感温性の低い性質が要求される防水工事用アスファルト等の製造法として発展した方法であり、加熱した原料油中に空気を吹込むことにより空気中の酸素によりレジン分等を酸化、重縮合などの化学反応でアスファルテンに転化し、アスファルトを構造的にゲル化させる方法である。本法も、蒸留だけでは所望の硬さに濃縮することのできない原料等に適用することが可能であるが、蒸留法に比し、はるかにコスト高となるため、メーカーの好んで選択する方法ではない。過去、ごく一部に本方式による製品が一般舗装用アスファルトとして市販された例もあるようであるが、コスト的に見ても明らかに不利であり、永続性のあるものではなく、今後も本方式による製品が付加価値の高い特殊製品（例えば耐流動

* せきね さちお 丸善石油㈱研究所

用のAC-100等)以外の汎用品として出廻ることは無いと考えられる。

以上見て来たとおり舗装用アスファルト製造法の主流は過去、将来に亘り、あくまで蒸留法であり、これにごく僅かのブレンド法による製品が加わるパターンに変化の余地は無いと言える。

3. 舗装用アスファルト品質の変遷

アスファルトの品質が、その製造法に依存する要素のあることは否定できない。しかしながら既に見たとおり、製造法としては蒸留法が大部分であり、ごく僅かに脱瀝アスファルトを用いるブレンド法が行なわれるに過ぎないところから、実質上アスファルトの品質を支配する因子は原料としての原油油種の推移に外ならない。事実、戦後におけるアスファルト品質の推移も、我国への輸入原油油種の推移と直接的な係わりがあったことは万人の認めるところである。その意味から、アスファルトの品質を考える場合、輸入原油油種の変遷を抜きにすることはできない。

3.1 輸入原油油種の推移

図-1は戦後から最近に至る我国輸入原油油種構成比の推移である。図-1によれば、我国における処理原油中、いわゆる中間基(または混合基)原油とされる中東系原油は常に全体の70%以上を占めていることが判る。また、いわゆるナフテン基(またはアスファルト基)原油に属する北アメリカ原油(サンノースキンバーレイ、コーリンガなど)は戦後一時期僅かに輸入されているものの、昭和34~35年頃を境に実質上その後はと断えている。更に、パラフィン基原油といわれる南方原油も常に10~20%程度の比率で輸入されており、特に公害対策基本法の施行

によりイオウ酸化物排出に関する環境基準が設置された昭和42年頃以後急増していることが見られる。

また中東系原油の中味についてもアメリカ原油の輸入がと断えた昭和34、5年頃にはクウェートが大きな比重を占め、その後、イラン、アラビア、クウェートの主要3原油油種時代を経て40年頃からイラン原油主体の時代となっている。同時にカフジ油田開発の成功により40年頃からカフジ原油が大きな位置を占めるようになっていく。

昭和48年の第1次石油ショック後はアラビア原油が再び構成比を上げ、逆にイラン原油の構成比が低下する傾向を示し、昭和55年にばつ発したイラン・イラク戦争を契機とする第2次石油ショック以後はイラン及びクウェート原油の輸入はほとんどと断えるといった変化を示した。

更に図-1において注目されるのは、昭和50年頃から、その他中東系の占める割合が急激に増加していることである。これらは主にアラブ首長国連邦のアブダビ原油、マールバン原油等のいわゆる中質系原油と呼ばれるものである。

今後の我国への輸入原油の推移予測等は本特集の別稿で述べられているので、詳しくは触れないが、相当の想像を絶する突発的事件が起ったとしても中東系主体の構成は変わり得ないと考えられる。ただ、国内燃料油需要構成の大巾な変革や、石油製品の価格体系などを考えると、中東系そのものを含めた原油の多様化は一展進むものと考えられる。

3.2 アスファルト採取原油の変遷

それでは我国、戦後におけるアスファルト採取原油はどの様に推移して来たであろうか。各石油精製業者がアスファルト採取にどのような原油を使用して来たかを示す統計資料は全くないため、やや定性的な話しになるの

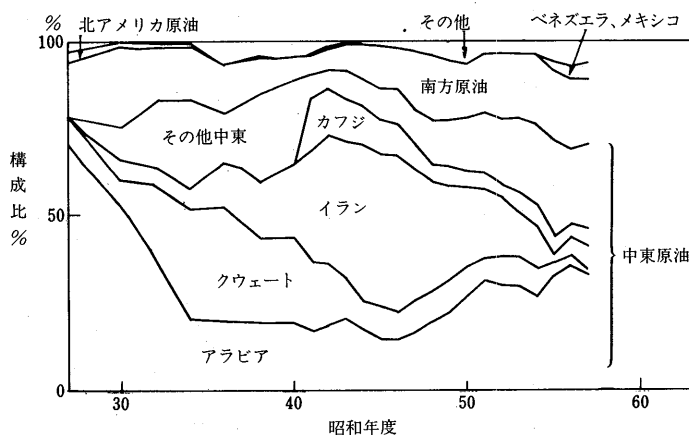


図-1 我国輸入原油構成比の推移

は止むを得ないところとしてお許し願いたい。

ただ、はっきりしていることは、アスファルトの生産量そのものは図-2に示すように著しく増加しているものの、原油輸入量の推移もほぼ同じパターンで推移していること、すなわち、原油からのアスファルトの得率とすれば図-3に示すとおり、常に僅かに1.5~2%の範囲であるに過ぎないことである。したがって、昭和34~5年頃までの間、僅か2%強のアメリカ産原油からのアスファルトで、ほぼ国内需要を満たし得た訳である。このことは逆に、輸入原油油種がいかに多様化しようとも、その中から、アスファルト生産に適した原油油種を選択的にアスファルト生産にあてることは全国スケールで見ると、なんら問題はないことを意味する。加えて、アスファルト含有量が低く、得られるアスファルトもワックス分が比較的多いなど、アスファルト採取原油として好適と言えない中東系中質系原油から得られる残渣油は逆に低イオウであり、重油基材として貴重な存在である。これらより更にパラフィニックな南方原油は一層その傾向が強い。したがって、中東系中質原油や、更には南方系原油からアスファルトを採取することは精製業者にと

って、経済性の面からも全く不利なことであり、とりうる可能性はない。いわんや、パラフィニック原油の残渣をブローイングして一般用アスファルトを生産するというようなことはアスファルトの価格体系が根底からくつがえることがない限り有り得ないことである。

精製業者にとっても、イオウ分が多く、重油基材とす

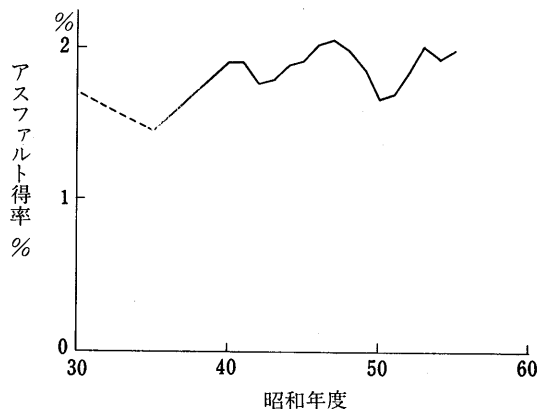


図-2 アスファルト得率(対原油)の推移

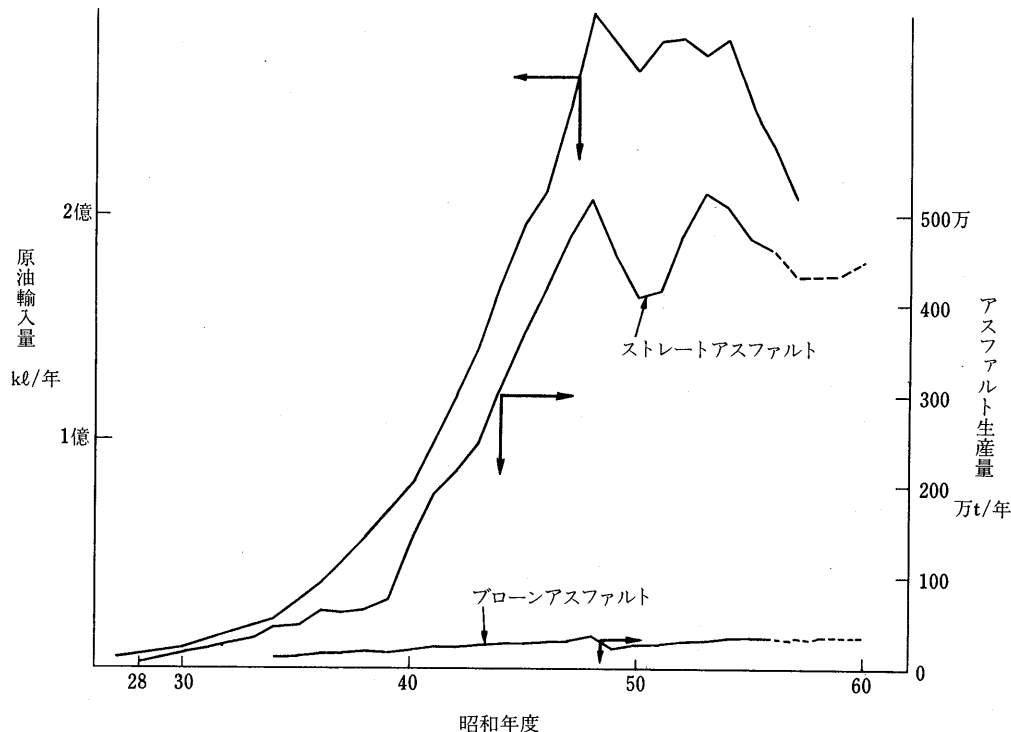


図-3 我国原油輸入量、アスファルト生産量の推移

るためには高いコストを掛けて脱硫しなければならずしかもアスファルト含有量が比較的多く、アスファルトは採取し易い重質原油を選択的にアスファルト採取用に向けることが有利であり、当然の流れとなる。幸いなことに、この種の原油から得られるアスファルトは性能的にも優れており、したがって従来からそのような選択のもとにアスファルトの生産が行われて来た。

具体的には北米系原油の入手し得た時期は当然、これらアスファルト採取に向け、その後、昭和34～5年頃から40年頃まではクウェート中心、その後はカフジ、アラビヤヘビー、イランヘビー（ガッチサラン）等が中心に用いられごく最近にイランヘビーがこれらの中から脱落して今日に至っている。今後も、我国のアスファルト採取原油としてはカフジ、アラビヤヘビーが中心で、一部それ以外の中東系原油更にはメキシコ原油等が占める図式は当分変わることはないと推定される。

3.3 アスファルト品質の推移

戦後使用されて来た主要原油種系アスファルトの性状を表一に示す。また図一4にこれらの温度－粘度関係を示す。

表一1、図一4から明らかなとおり、ナフテンベースのサンノーキンと、中間基の中東系では、性状において相当の乖離が認められる。主たる相違点を列挙すると次のとおりである。

- (1)中東系製品は針入度指数 (P.I.) がやや高い。すなわち、ナフテン系は中東系より、構造的によりゾル的である。
- (2)伸度－温度特性が異なる。ナフテン系では10℃以上の伸度が大である反面、5℃以下では小。中東系は10℃での伸度が小なる傾向があるが、より低温ではナフテン系よりむしろ大なる値を示す。
- (3)同一針入度で比較するとナフテン系は、同一温度での粘度が低い。
- (4)その他ワックス含有量、組成等においても相違がみられる。

これらの相違が実用性能上に及ぼす影響については、一旦、置くとして、少なくともナフテンベースから中東系に切換えられた当時の需要家のとまどいは想像に難くない。この“とまどい”が昭和36年度の第1次舗装要綱改訂における伸度－温度関係の特性に基づくいわゆるAB

表一1 各種舗装用アスファルトの性状

区 分		ス ト レ ー ト ア ス フ ェ ル ト								セミブローン	
項 目	原 油	サンノーキン		カ フ ジ		クウェート		アラビアン・ヘビー	アラビアン・ライト	イラン・ヘビー	クウェート
針入度 25℃		74	85	71	83	80	93	97	101	78	83
軟化点 ℃		44.0	45.0	48.5	46.5	46.0	46.0	46.5	44.0	46.0	49.0
針入度指数		-1.7	-1.4	-0.8	-0.9	-1.2	-0.7	-0.4	-1.1	-1.3	0.0
伸度, cm, 15℃		100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	55.0
10℃		100+	100+	25.0~39.0	63.0~75.0	100+	100+	100+	100+	30.0~49.5	15.0
5℃		0.5-	0.5-	6.5~7.2	5.7~6.0	8.6~10.2	8.4	7.5	8.5	5.8~6.6	6.0
蒸発量, %			0.12	0.00		0.00				0.00	
蒸発後針入度, %			87	93		92				93	
四塩化炭素可溶分, %		99.9	99.9	99.9	99.9	99.9				99.9	99.8
薄膜加熱質量変化, %					+0.02		-0.06	-0.06	-0.05		
薄膜加熱後針入度, %					50		61	64	60		
比重, 25/25℃			1.016	1.025	1.030	1.030				1.012	
*ワックス量, ℃			1.1 (Acid法)	1.61	1.82	1.72	1.84			2.17	1.90
フラース脆化点, ℃				-18	-13	-15	-14	-14		-12	
粘度, c. p. 160℃		54.5		153	119	130	109	104		99	154
100℃		1250		3700	3250	2700	2600	2875		1800	4600
c. s. 135℃		150.0					366.2		305.4		472.5
組成, アスファルテン %			13.9	23.9		19.8				19.8	
(B&M法), レジル %			48.1	57.0		70.8				59.8	
オイル %			38.0	18.7		9.4				20.4	
エーテルアスファルテン %				17.2	15.0	10.0	9.6			10.4	

* ホルデ法

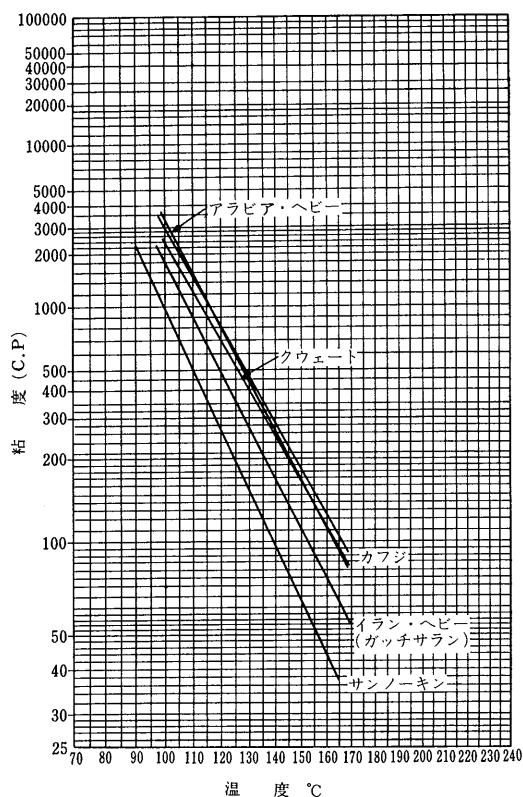


図-4 主要原油系アスファルトの温度-粘度関係

C区分の採用に結び付いたものと考えられる。

一方、表-1、図-4によれば中東系主要アスファルト採取原油からのアスファルトは細かく見れば相互に若干の相違点も見られるものの、全体的にはほぼよく似た性状であると言えよう。

このほか、昭和36年前後のごく短期間、しかもごく限られた数量のセミブローンタイプの製品が生産されたケースもあったもののようであるが、この場合も純然たるパラフィン基原油を原料としたのではなく、恐らくは中東系を用いたと考えられる。

一例として表-1にクウェート系セミブローン品の性状をも示したが、これによれば、中東系ストレート品にくらべ更にP.I.が高く、高温伸度が小、高粘度等の特徴があることが判る。

これら原油種または製法の異なるアスファルト相互の実用性能上の差違については、これ迄にも多くの研究がなされているが、ここではそれらにつき、詳しく述べる余裕はない。しかしながら細部でそれぞれ一長一短はあるものの、ユーザーの新しいタイプのアスファルトへの馴れ、例えばナフテンベースから中東系への交換に伴な

う混合、施工温度の変更など施工技術面でのくふう、更にはメーカー側のできるだけ均質な製品出荷への努力等が相まって、いづれの系統の製品をも使いこなして来ており、実用性能としても大きな違いがないことは、これ迄の実績により充分証明されていると考えられる。

昭和42年における要綱第2次改訂では先のABCタイプ区分が廃止されている（但し15°C伸度を100以上としていることによりセミブローンタイプ及び中東系軟質原油からの製品は排除されている）ことも、中東原油系の中間基の製品が十分に使いこなされて来た証拠とも言えよう。

更に、その後における施工業者を主体とする技術上の改善努力の積み重ねなどにより、中東系アスファルトの実用性能に対する評価は基本的には確立しているものと考えられる。

4. 舗装用アスファルト規格の変遷

ここでは以上の記述のまとめとして戦後における舗装用アスファルト規格の変遷について簡単にまとめてみる。

表-2に我国の舗装用アスファルト規格を代表する舗装要綱規格とJIS規格（JIS-K-2207）の戦後における変遷の要点を、アスファルト生産関連主要事項と対比して示した。

表-2に示すとおり昭和25年の舗装要綱発行に伴ない日本道路協会により制定された規定が戦後における舗装用アスファルト規定の最初のものである。ただし、内容的には昭和7年制定の日本標準規格第173号（石油製品）及び昭和16年制定の臨時日本標準規格第59号（石油製品）の石油アスファルト規定の流れをくむものと思われ、項目、数値等に特に明確な思想は感じられない。

アスファルトの規格の面からは戦後、30年代前半までは黎明（れい）期と言え、兎も角、規格を整備しようという段階であったようである。

続く30年代前半から36年頃迄はアスファルト採取原油のナフテン基から中東系への移行に伴なう混乱期で、それが要綱での伸度によるA、B、C区分の採用、JISでの甲、乙区分の採用となって表われている。

アスファルト採取原油が中東系のみを集約化された昭和40年頃からは規格の方も、上記A、B、C区分、甲、乙区分の廃止と共に整備、調整期に入り、需要家側のアスファルト品質に対する要求の適確化とメーカー側の製造、品質管理体制の確立とが相まって、徐々に実用上、有意な規格へと整備されつつ、今日に至っていると言えよう。

表-2 舗装用アスファルト規格の変遷

年代 (昭和)	舗装要綱 (舗装用石油アスファルトの規定)	JIS K 2207 (石油アスファルトの規定)	アスファルト生産 関連主要事項
1950(25)	アスファルト・セメントの規定制定 ○針入度別等級採用(25℃, 100 g, 5 sec)。 ○引火点, 蒸発減量, 蒸発後針入度 %, 伸度 (25℃), 四塩化炭素可溶分規定。		ナフテン基原油によるアスファルト製造 ↓ セミプロリン製品製造 ↓ 中間基(混合基) ↓ 原油によるアスファルト採取 ↓ PDA混合アスファルトの製造 ↓ Ac 100の開発 ↓ 第2次石油ショック
1956(31)		石油アスファルトのJIS制定(JIS-K 2207) ○針入度級採用(25℃, 100 g, 5 sec)。 ○軟化点, 伸度(10, 15, 25℃), 蒸発量, 蒸 発後針入度 %, 四塩化炭素可溶分, 引火 点規定。	
1960(35)		第1回改正 ○40~60, 60~80, 80~100, 100~120級に 対し伸度による甲, 乙区分採用。伴ない伸 度規定細分化。	
1961(36)	第1回改訂 ○伸度によるA, B, C区分採用(5, 10℃ 伸度追加, A, B, C毎に細分化規定)。 ○軟化点規定採用。 ○蒸発減量規定を厳格化。	確認	
1966(41)		確認, 改正案(石油連盟案)提示	
1967(42)	第2回改訂 ○A, B, C区分廃止, 15℃伸度は残存。 ○40~60級, 150級以上を除外。 ○針入度級毎に軟化点範囲規定。 ○針入度級毎に, 蒸発減量, 蒸発後針入度 %, 引火点等で厳格化。		
1969(44)		第2回改正(昭和41年の石連案通り) ○甲, 乙区分の廃止。15, 25℃伸度残存(但 し数値一部変更)。 ○軟化点等級別に細分化, 範囲規定。 ○蒸発量規定一部変更。	
1972(47)	暫定規格での運用開始 ○アスファルト品質一般規定の厳格化 ○60~80, 80~100級に集約。 ○蒸発後針入度比, 薄膜加熱減量, 比重, 規 定導入。 ○軟化点, 蒸発後針入度 %, 引火点, 規定厳 格化。 ○高温粘度-温度関係データ添付義務付。		
1975(50)	第3回改訂(暫定規格の正式規格化) ○100~120級, 120~150級復活, その他は 暫定規格と同じ。	確認	
1978(53)	第4回改訂 ○40~60級復活, 120~150級削除。 ○蒸発減量, 蒸発後針入度 %, 削除。 ○引火点一部(100~120級)厳格化。 ○四塩化炭素可溶分を三塩化エタン可溶分に 変更。		
1980(55)		第3回改訂 ○40~60級以上の高針入度級の軟化点, 60~ 80級伸度, 全等級引火点を厳格化。 ○比重, 薄膜加熱関連項目(質量変化率, 針 入度変化率), 蒸発後針入度比追加規定。 ○蒸発量数値一部変更, 表示方法変更。 ○四塩化炭素可溶分を三塩化エタン可溶分に 変更。 ○高温粘度データ添付義務付け。	

5. おわりに

従来からアスファルトの品質に対してユーザー側に漠然とした不信感、不安感の存在したことは認めざるを得ない。その背景には誤解もあるが、例えば使い慣れて来たナフテン系アスファルトから、種々事情はあるにせよ、説明不十分なまま、一方的に中東系に変換してきたといったメーカーサイドの独善性に対するとがめもあったと思われる。今後、メーカーとしてはユーザーとの緊密な連絡のもとで十分な理解を得ながら良好な製品の安定供給に一層の努力を払う必要があると考えられる。

一方、需要家側においても、かつてのナフテン系製品と変らない実用性能を有することが確認されており、しかも、将来とも我国アスファルトの中心をなすことが間違いない中東系アスファルトに対して充分なご理解を願いたい。

更に加えるなら、将来とも中東系が主流ではあるものの国家的観点からのエネルギー供給における危険分散、需要構成にマッチした原油指向、さらにはより安価な原油指向等により原油多様化に拍車の掛る傾向にあることにも理解を願い、それらに基づき発生する懸念なしとしないアスファルト品質の若干のバラツキ（言うまでもなく、規格内での）等に対応するいわば応用技術の向上に努められることを希望したい。

参考文献

- アスファルト, 23 No.125 p.9 (1980)
- 石油統計年報 (通産省)
- 石油業界の推移 (石油連盟)
- 石油資料 (石油通信社)

第48回アスファルトゼミナールは 来春、2月3日(金)福岡市で開催します

開催場所 福岡市 大手門会館
開催日時 昭和59年2月3日(金)
開催内容 課題と講師については目下準備中

1. 「道路整備の動向」
2. 「最近の石油情勢と今後の課題」
3. 「九州地方における道路整備の動向」
4. 「アスファルト乳剤による表面処理の適用性」など

開催案内状は本年11月末～12月上旬に全国へ配布します。また本誌第138号(12月)にも開催要綱を掲載。

受講料 3,000円

主催 社団法人日本アスファルト協会
協賛 社団法人日本アスファルト乳剤協会

アスファルト燃焼の現状について

角 屋 直 行*

1. はじめに

わが国の石油製品需要は、近年大きな構造変化を遂げつつある。第一に、経済の成長率低下、石油代替エネルギーへの転換、省エネルギーの進展、産業構造の変化等により、需要は最近急速に減退しており、中・長期的にも大幅な需要の拡大は期待できない状況にある。第二に、このような需要の減退は、産業向けを中心とするナフサ、B・C重油に集中的に現われているのに対し、民生主体のガソリン、中間留分の需要は、比較的堅調に推移している。これらのことより、石油製品の需要構造は、急速なテンポで中・軽質化しつつあり、このような傾向は更に進展していくものと予想される。

これらの需要構造の変化に対し、石油メーカーは、短期的対策として現有設備の改良、装置運転条件の変更等により対応しつつあるが、中・長期的には重質油分解装置という新たな設備的対応を図っていかざるを得ない状況下にあると予想される。しかしながら、重質油分解装置の設置には、多大な設備コストとある程度のリードタイムが必要である。

このような状況下で、重質油の有効利用、白油増産、燃料コスト低減を目的とした短期的な施策の1つとして現在最も注目されているのがアスファルト燃焼である。

このような背景を踏まえて、当社では昭和54年末よりいち早くボイラー燃料を従来のハイサルC重油からアスファルトに転換し、3年半を経過している。

本稿は、当社のアスファルト燃焼の状況紹介とアスファルト燃焼の現状について述べる。

2. アスファルト燃焼について^{1),2)}

2.1 アスファルト燃焼における問題点

C重油からアスファルトへの転換にあたっては、次の点に留意する必要がある。

(1) 貯油、送油システムの改善

計装機器、配管等の燃料固化による詰り防止及び燃料貯蔵タンクの耐熱性の向上対策

(2) 最適燃焼条件の把握

(3) 排煙処理対策の実施

燃料中の硫黄、窒素、残留炭素分の増加によるSOx、NOx及びばいじんの増加に対する対策

(4) 低・高温腐食防止対策の実施

当社では、これらの検討の結果、発電用ボイラー燃料の転換を果したもので、以下にその状況を述べる。

2.2 アスファルト燃焼の一例

(1) 設備の概要

アスファルト燃焼ボイラーならびに付属設備の概略仕様を表一1、表一2に示す。なお、C重油からアスファルトへの燃料転換時、ボイラーの設備改造は行っていない。

表一1 ボイラーの主な仕様

項 目	設 計 仕 様
型 式	三菱CE単胴放射型 自然循環ボイラー (屋外型)
蒸 発 量	250t/h (MCR)
蒸 気 圧 力	最高使用圧力 145kg/cm ² 常用圧力 130kg/cm ²
蒸 気 温 度	最高使用温度 545℃ 常用温度 540℃
通 風 方 式	強制通風 二段燃焼 (OFA) 装置付
空 気 予 熱 器	ニングストローム型 高温側 耐食銅板 低温側 エナメル銅板
給 水 温 度	節炭器入口 208℃
空 気 温 度	空気予熱器出口 272℃
排 ガ ス 温 度	節炭器出口 350℃
燃 焼 装 置	オイル、ガス混焼型 バーナー各12本 コーナーファイヤー方式 バーナーチルティング方式
スーツプロアー	長板差型 5セット
伝 熱 管 材 費	節炭器、蒸発管、一次S/H STB 42 二次、三次 S/H STB 42, SUS 321

* かどや・なおゆき 出光興産㈱製造部

(2) 燃料油性状

アスファルトの代表性状と従来使用していたC重油の一般性状を表-3に示す。また温度と動粘度の関係を図-1に示す。

(3) アスファルト燃焼のフローと改造点

アスファルト燃焼のフローを図-2に示す。

アスファルト燃焼での主な改造点は次の通りである。

- ① アスファルトポンプ、配管及びラインミキサーの新設。なおラインミキサーは、C重油との混合も考慮して設置したものである。
- ② アスファルトタンクの基礎の改良。
- ③ アスファルトラインの保温強化。
- ④ 容積式流量計、安全弁のスチームジャケット化。
- ⑤ 隔膜式圧力計、流量計の採用。
- ⑥ バーナーチップの取換え。

これらの改造による留意点は、バーナー元で適正粘度

を確保するための油温（約 200℃）で取扱えるように設計し、計装機器、配管等の燃料固化による詰り防止を図ったものである。

(4) 燃焼状況

- ① 燃焼状態は、バーナー元での動粘度を適正值に保つことにより、特に従来のC重油と変わらない。

表-3 アスファルトの燃料性状

項目	単位	C 重 油	燃焼用アスファルト	
			クウェート原油ベース	アラビアンライト原油ベース
比重(15/4℃)		0.975	1.024	1.017
動 粘 度	cSt	(at100℃) 45.0	(at100℃) 1,440	(at 100℃) 800
流 動 点	℃	0	45	40
炭 素 分	wt%	85.2	84.1	85.0
水 素 分	wt%	10.9	10.2	10.2
硫 黄 分	wt%	3.7	5.3	4.4
窒 素 分	wt%	0.24	0.38	0.35
灰 分	wt%	0.02	0.03	0.03
残留炭素分	wt%	16.2	20.7	20.0
バナジウム	ppm	46	86	80
ニ ッ ケ ル	ppm	10	39	—
ナトリウム	ppm	10	13	25
発 熱 量	kcal/kg	10,190	9,900	10,130

表-2 付属設備の主な仕様

項 目	設 計 仕 様
燃 料 タ ン ク	型式 コーンルーフ 基礎 パーライトセメント 貯油量 500kl 加熱方式 蒸気加熱コイル 温度 180℃ 保温 珪酸カルシウム
燃 料 ポ ン プ	型式 容積式ジャケット型 容量 20kl/h 圧力1313kg/cm ² 温度 180℃
重 油 加 熱 器	型式 サンロッド蒸気加熱
排煙脱硫装置	型式 三井ケミコ式 湿式ベンチュリー型 ガス量 50万 m ³ /h 処理 SO ₂ 量 1,500 m ³ /h 脱硫率 97% 吸収剤 水酸化マグネシウム 副産品 SO ₂ ガス
集 じん 機	型式 湿式電気集じん機 容量 65万 m ³ /h 荷電 120 kV 600 mA

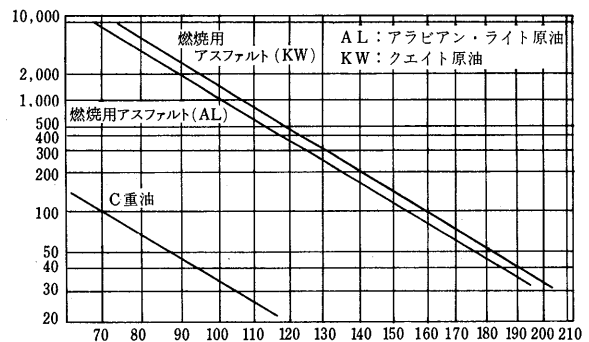


図-1 温度と動粘度の関係

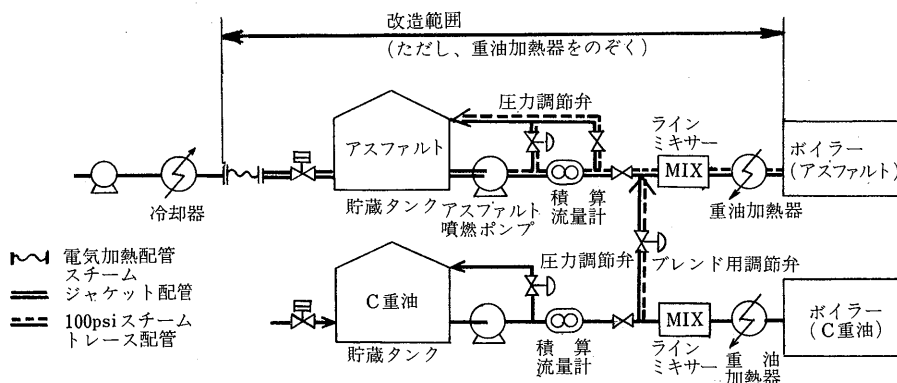


図-2 アスファルト燃焼設備フローシート

② 燃え切りの改善とばいじんの発生を極力抑えるために、排ガス中の O_2 %を従来よりも0.3~0.5%程度高目としている。

③ アトマイズ蒸気量が増加したために、バーナーチップの噴霧孔径を3.8φから4.6φに変更した。

④ バーナー先端口でのカーボン付着量は、若干多くなるが、運転上支障なく、清掃インターバルも従来と変化ない。

⑤ 計器類の作動、制御性も良好で計器タップライン等の詰りは発生していない。

(5) NO_x の発生

① ボイラー負荷と NO_x

ボイラー負荷と NO_x の関係を図-3に示す。

② 排ガス O_2 濃度と NO_x

排ガス O_2 濃度と NO_x の関係を図-4に示す。

図より O_2 濃度の低下が NO_x 抑制に効果のあることがわかる。

(6) ばいじん発生

アスファルトでは、従来のC重油に比べ残留炭素分が増加するため、ばいじん量も多い。ばいじんの発生には他の要因もあるが、ほぼ同一条件下で燃焼した場合のデータを図-5に示す。

(7) ボイラー効率について

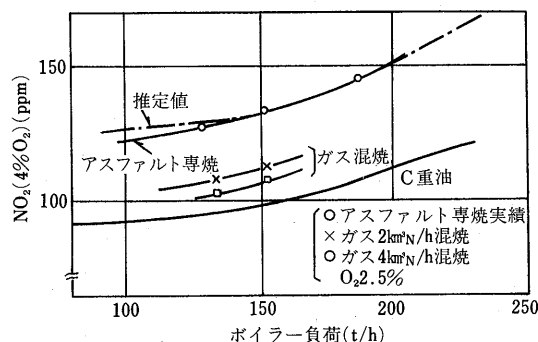


図-3 ボイラー負荷と NO_x

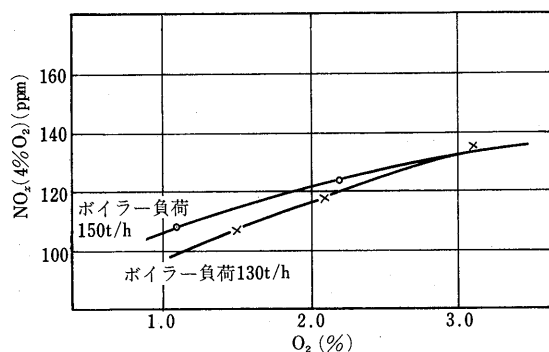


図-4 排ガス O_2 と NO_x

燃焼転換により、ボイラー原単位（単位蒸発量当りの燃料使用量）に有意差はない。

(8) 腐食

伝熱管、バーナーまわり、煙道ダクト等いずれもスケール付着、腐食の増加傾向は認められない。また煙道のすすのたい積も従来のC重油と同程度で増加は認められない。

以上述べたように、アスファルト燃焼は既存の燃焼技術で十分対応しうるものである。

3. アスファルト燃焼の現状について

資源エネルギー庁の『58年度石油アスファルト内需見通し』（表-4）によれば、石油アスファルトの内需量は、公共事業の不振に伴う道路向けストレートアスファルトの減少が足を引っ張り、総計425万7千トン（燃焼用アスファルトは除く）、対前年度比96.6%と低迷が見込まれている。これに対し燃焼用アスファルトは52万7千トン、対前年度比277.4%と伸び率的には驚異的な数字となって注目をあびている。

この燃焼用アスファルトは、従来のハイサルC重油の代替エネルギーとして現在までに4社の大口需要家を使用している状況にある。

一般に燃焼用アスファルトの品質は、通常のストレートアスファルトとほぼ同等の品質を有している。

参考までに燃焼用アスファルトと舗装用アスファルトとの性状比較を表-5に示す。この燃焼用アスファルトは、通常では軽油を粘度調整剤としてブレンドし、ハイサルC重油として使用しており、一方では、舗装用アスファルトの生産基材として使用されているものである。

このような燃焼用アスファルト出現の背景としては、次のようなことが考えられる。先にも述べたように昨今の石油をとりまく環境の急激な変化により、C重油需要

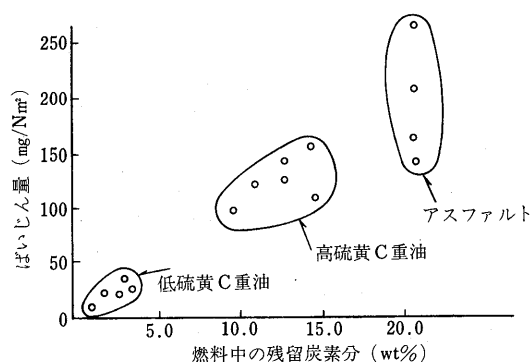


図-5 残留炭素分とばいじん量

表-4 昭和58年度 石油アスファルト内需見通し(品種別明細)

(単位:千トン)

項目 年度	内 需 量					燃焼用	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	ストレートアスファルト			ブローン アスファ ルト	合 計	燃焼用	
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			道路用	工業用	計				
52	4,242	235	4,477	288	4,765	0	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.8	112.4	116.6	109.1	116.1	—	
53	4,639	264	4,093	314	5,217	0	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.4	112.3	109.5	109.0	109.5	—	
54	4,618	177	4,795	343	5,138	0	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.5	67.0	97.8	109.2	98.5	—	
55	4,232	184	4,416	287	4,703	0	90.0	3.9	93.9	6.1	100.0	91.6	104.0	92.1	83.7	91.5	—	
56	上 期	1,977	104	2,081	135	2,216	0	89.2	4.7	93.9	6.1	100.0	94.3	118.0	95.2	97.6	95.4	—
	下 期	2,103	99	2,202	140	2,342	4	89.8	4.2	94.0	6.0	100.0	98.5	107.0	98.7	94.2	98.4	—
	計	4,080	203	4,283	275	4,558	4	89.5	4.5	94.0	6.0	100.0	96.4	110.3	97.0	95.8	96.9	—
57	上 期	1,865	96	1,961	124	2,085	45	89.4	4.6	94.0	6.0	100.0	94.3	92.3	94.2	91.9	94.1	—
	上 期	2,098	88	2,186	136	2,322	142	90.4	3.8	94.2	5.8	100.0	99.8	88.9	99.3	97.1	99.1	3550.0
	計	3,963	184	4,147	260	4,407	187	89.9	4.2	94.1	5.9	100.0	97.1	90.6	96.8	94.5	96.7	4675.0
58	上 期	1,788	97	1,885	123	2,008	267	89.1	4.8	93.9	6.1	100.0	95.9	101.0	96.1	99.2	96.3	593.3
	下 期	2,016	100	2,116	133	2,249	260	89.6	4.5	94.1	5.9	100.0	96.1	113.6	96.8	97.8	96.9	183.1
	計	3,804	197	4,001	256	4,257	527	89.4	4.6	94.0	6.0	100.0	96.0	107.1	96.5	98.5	96.6	281.8

(注) 1. 57年度上期まで実績, 下期実勢である。

表-5 燃焼用アスファルトと舗装用アスファルトの性状比較

項 目	カ フ ジ 原 油 ベ ー ス	
	燃焼用アスファルト	舗装用アスファルト 60/80 グレード
比 重 (15/4℃)	1.0218	1.0327
針入度	170	69
軟化度 (℃)	43.0	50.0
残留炭素分(wt%)	20.1	21.0
硫黄分 (wt%)	5.04	5.28
炭素分 (wt%)	82.3	83.4
水素分 (wt%)	10.1	10.7
窒素分 (wt%)	0.41	0.44
動粘度 (wt 120℃ cSt)	521	1040

家の間では省エネルギー, 燃料コスト低減を目的とし, C重油から価格の安い代替燃料への転換が行われてきた。一方, 石油メーカーとしてもC重油の需要減退とからみ, アスファルトを軽油との混合でハイサルC重油として需要家に供給するよりも, 白油増産, 重質油の有効利用という観点でアスファルトを単体で使用してもらいたいというニーズがあることから, 石油メーカーと需要家のニーズが一致し, アスファルト燃焼が行なわれることになったものである。

アスファルトを単体で使用するメリットとしては以下の通りである。

- ① 需要家の燃料コスト低減がはかれる。
- ② 付加価値の高い軽油を粘度調整用として使用しなくても良いことになり, 需要構造の中・軽質化への対応が可能となる。

ただし, このアスファルトを使用する場合の問題点としては, 先にも述べたように, 従来のハイサルC重油に比較し高粘度であり, 硫黄分も高いため, これを燃料として需要家が使用する場合には, 加温タンク, 加温受入れライン, 排煙脱硫, 排煙脱硝, 集じん装置など, かな

りの設備投資が必要であり, コスト的な面からもハイサルC重油を大量使用している大口需要家でないとは燃料コスト低減メリットが生まれないと考えられ, しかも運搬は, アスファルト船を使用するため臨海工場に限られるなどの制約があり, すべての需要家にただちに適用できるというものではない。

以上のように, 燃焼用アスファルトは, 短期的に見て需要家ならびに石油メーカーともにそれぞれメリットがあり, ここしばらくはある程度の需要量で推移するものと考えられる。しかし, 中・長期的に見れば, 重質油分解装置の導入, C重油とアスファルトの価格変動等により, そのメリットについては不透明であるが, 燃焼用として供給されるアスファルトの品質については, より高粘度化したアスファルトになるものと考えられる。よって今後ともさらに高粘度化したアスファルトの燃焼技術開発が必要と考えられる。

4. おわりに

以上述べたようにアスファルト燃焼は, 既存の燃焼技術で十分対応可能であり, 短期的には一層促進されるものと考えられる。今後は, さらに高粘度化したアスファルトでの燃焼技術の開発が望まれ, 将来に備えることが必要と考える。

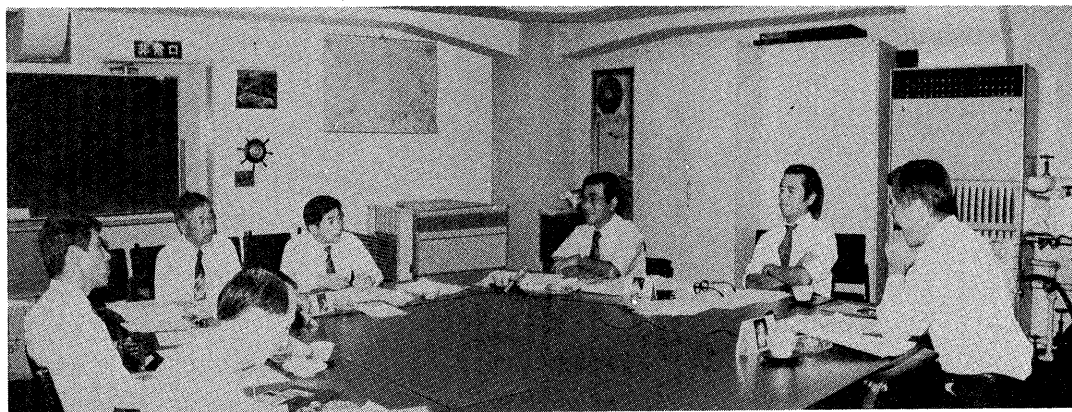
—以上—

(参考文献)

- 1) 掘野 勝喜, 省エネルギー, 34, (3), 72 (1982).
- 2) 同上, ペトロテック, 4, (12), 1131 (1981).

座談会

『アスファルトの品質と供給をめぐる』



司会・多田 宏行

(50音順)

荒井 孝雄

太田 健二

真山 治信

関根 幸生

蒔田 実

東京湾横断道路研究会事務局長

日本舗道技術研究所第三研究室長

日瀝化学工業技術課長

東亜燃料工業企画部企画第二課長代理

丸善石油研究所第一研究室主事

建設省土木研究所地質化学部長

多田 今日は、アスファルトをめぐる諸問題に関する論文を読ませていただいて、議論をしようということでお集まりいただいたわけですが、まず、原油動向とアスファルトの供給性といったことで、わが国の原油輸入量、ここにきて減っているようですけれども、最近の動向はどうなっているのでしょうか。

☆原油動向とアスファルトの供給性☆

真山 昭和48年のオイルショックを契機に情勢ががらりと変わった。数量で申し上げますと48年のオイルショックの年、これが石油輸入量のピークなんですけれども、その時が約2億9千万klです。

それが57年は2億1千万klで、約8千万klくらいのダウンになった。昭和45～46年が2億から2億2千万klですから、現在は、だいたい10年くらい前の時点のレベルということですね。

多田 年間輸入量を毎秒で見ると、どのくらいになりますか。

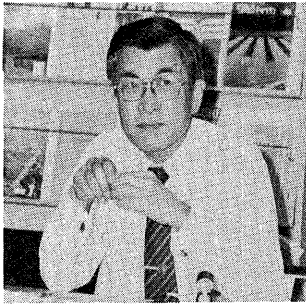
関根 毎秒6.3klですね。

真山 それで先行きの見通しですが、政府、石油連盟その他のところで出しておりますが、大勢として今後10～20年のレンジでは、石油はほぼ横這いという需要の見方ですね。

多田 原油はでかいタンカーで運ばれてきますが、あれはどっか1カ所で満杯にしてくるものですか、それとも、あっちこっちで集荷してくるものですか。

真山 いろいろ特殊な場合もあるかと思いますが、原則として複数にしますと、技術の問題、コストの問題等からみて、それはできたら避けたいところなんです。ただ、積み出し港が同じで、井戸が違う場合というようなことはありますね。

多田 だいたい1カ所から同じようなものを持ってく



多田 宏行氏

くるということですね。ところで、日本に来てタンクに入れるわけでしょう。その時も分けて貯蔵しているのですか。

真山 オイルショックの時に戻りますけれども、一時、供給ソースを多角化しようという動きがありましたね、量的不安ということから。そういうことで、非常に多種多様な油種を購入するようになった経緯があるんですね。それから現在は石油はダブついて買手市場になりまして、今度は逆に採算性という経済性の観点から、各油種を多様化して持ってくるというようなニーズが出てきて、結局背景は異なるんですが、ここずうっと非常に多種多様な原油が持ってこられて、一製油所で処理されている、ということですね。

多田 かつタンクでごちゃまぜになっているということでしょう。

関根 製油所によっては、処理している原油油種が20以上にもなるところがあるんです。原油タンクというのは、10万klとか、そういうものですね。そういうものを20も30も作っておけるスペースもないわけですね。ですから混ざるわけですが、ただ無茶苦茶に混ぜるということとはけっしてしませんで、たとえば、非常にパラフィニックなものはパラフィニックなもの、重質系のアスファルトをつくりやすいものはそういうもの、また中質系のものは中質系のもの、ということで混ぜており、5つ6つとか10くらいのタンクに集約しなければならないですから、その中での選別というのはやるわけです。ただし個々のタンクでみれば、基本的にはまず混合している、というふうに考えていただいていると思います。

荒井 アスファルトを非常に取りやすい原油があると思うんですが、そういう原油を選択的にといいますか、アスファルトをつくるために当てるということは考え難いわけですか。

関根 いやいや、そんなことはないです。それはむしろ

る常識的にやられていることです。アスファルトの含有量が多くて、しかも品質が良い、というのは、われわれとしてもアスファルトを取るのが有利なわけですから、アスファルトの採取用に向ける。ただし、アスファルトだけつくっていたんでは、アスファルトが溢れるんで、重油にも使うけれども、アスファルトをつくる原油というのは、かなり特定されていると考えてもらったほうが正しいですね。

太田 アスファルトの品質とか、性状は原油と切っても切れない関係があるということですが、そうするとアスファルトの製造に適するような原油は、同じようなタンクに入れておくということですか。

関根 そうです。アスファルトを製造するのに適した原油は、それ向きのタンクに入れるということです。それで常時アスファルトばかりつくっているわけではなくて、燃料ももちろんつくりますけれども、アスファルトを特定の原油からつくるということは、製油所によって若干状況は違うと思いますが、基本的には同じだと思います。

真山 要するに、アスファルトというのは、製油所においては、一つの特長なものを取るということでは、共通した原則になっているわけですね。だからアスファルト採取原油というのは、他の原油とは混ぜないということとは、何処の製油所でも守られております。

多田 良く言えばそうなんだけれども、逆に意地悪く言えば、継子扱いされているようなことはないんですか。

真山 アスファルト採取原油からアスファルトのみを生産するという狭い見方からすれば、それだけ経済性の問題が、製油所とか、石油会社としては、非常に負担がかかるわけですね。

多田 全体の僅か2%かそこらですからね。

関根 いまのご発言はちょっと私よくわからないんですが、継子扱いをされるというのは、僅か2%のものを取るために、わざわざそういう原油を持ってきて処理するのは非常に不合理だからどうでもいいや、ということではやられているんじゃないか、ということであればそれは違うと思うんです。アスファルトを取りやすい原油ばかりを輸入したんでは、需要構造に合わないんで、高くても軽いものを買ってこなければならない。その中で当然重いものも必要なわけで、その使い分けをしている、というふうに理解願えばいいと思います。

荒井 いま2%の話が出たんですが、潜在的にアスファルトというものはどの程度取れるものですか。

関根 中東系で言えば、原油を持ってきて、ナフ

サ・灯油・軽油というのを取った残りが、だいたい原油に対して50%くらいあるんです。それを今度は減圧にかけて、そして潤滑油とか、FCC（流動接触分解）の原料とか取るわけで、そのあとがだいたいアスファルトなんです。これは原油によって違うんですけれども、多いものだと、対原油で、20%とか、少ないので10%ですね。極端に多いのはこれ以上のものもあります、メキシコ原油なんかはべらぼうに多いんですけれども。ならしをとるとすれば20%くらい取れるということです。ただし、全部、舗装用アスファルトの規格項目を満足するものかという、そうじゃない。だからその中でセレクションはしなければならぬ、ということです。

荒井 潜在的には相当ある、ということですね。

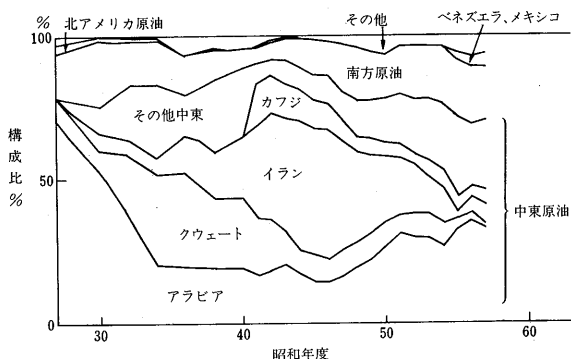
関根 潜在的には、十分にあるんです。

荒井 それを聞いて安心しました。（笑）

真山 つまり、わかりやすくいえば、常圧蒸溜装置で約半分、さらに減圧蒸溜装置でまた半分ということですから、結局原油に対しては25%とか20%となる。たとえば数字だけで計算すれば、いま約2億klの原油を処理すれば、その約2割として、4千万トン、このうちアスファルト採取原油の構成比を仮に20~30%にすると800~1200万トンという数字になって、現在の約2倍から2倍半程度となります。もちろん他の条件を全く無視した単なる理論値ですが。

蒔田 ちょっと確認させていただきたいんですけれども、現在アスファルトを取るに適した原油というのは、全輸入量の何%位になっているんですか。

関根 これは私の書いている下の図一1で見て下さい。輸入原油の構成比ですが、カフジとか、クウェート、アラビア、アラビアには軽いものもありますので、これ全部だということはないんですけれども、ここに書いている、その他中東、というのがあるでしょう。これを除く中東原油から、だいたいアスファルトが取れるんです……。



図一1

ですからまず30から40%近い原油は、アスファルトを取れば取れる原油と考えていいと思います。

蒔田 そうしますと、そのうちの輸入量の30から40%の原油の20%は、アスファルトとして取ろうと思えば取れるということですね。

関根 アスファルト分の多い、たとえばアラビアンヘビーとかカフジとか、そういうものですね。だからイラン系ですと約10%になりますが、しかしそれにしても、かなりの量が潜在的にはあるということですね。

多田 原油からアスファルトをつくろうと思えばどれだけつくれるか、という話がありましたけれども、逆にアスファルトを全然つくらぬですませる方法があるのか、ということはどうですか。

関根 それは技術的にはあります。具体的には、河村さんのレポート（本号6ページ参照）の中に詳しく書かれておりますけれども、たとえばコーキングだとか、それから現在、東亜石油で持っている、フレキシコカーですか、そういう装置、こういうのは、アスファルトを全部ガスにするとかコークスにするとかして、アスファルトをまったくつくらぬ、という装置なんです。

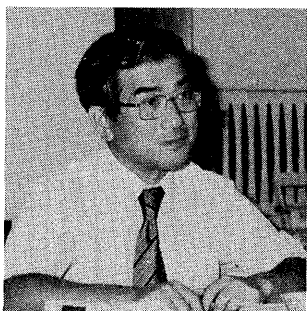
多田 ちょっと確認しておきたいんですけれども、いままでアスファルトと言っていたのは、舗装用アスファルトというつもりでのアスファルトだ、ということではないですね。

蒔田 現状ではアスファルトの潜在供給の可能性というのは、非常に安心出来る量があるということですが、今後、原油油種の輸入の多様化というようなことが予想されるわけですが、アスファルトの採取に適した原油の輸入という点から、将来の油種は、どういうふうに考えられるのでしょうか。

真山 これまでの実績を一すみてほしいんですが、48年と57年とでは、量は約8千万kl落ちているわけなんですけれども、このうち、油種別に分析してみますと、アスファルト採取原油、つまりアラビアンヘビー、クウェート、カフジ、イラン系ヘビーが48年の時点では、約8千7百万klで、構成比で33~34%だったわけですね。これが56~57年の時点で、約3千6百万klで、構成比で18%強くらいになっているわけです。

ここで何を申し上げたいかということ、いまの数字からもおわかりの通り、アスファルト採取原油の比率がかなり減ってきている、ということが統計的には証明されるわけです。

ではこれからどうなるかということですが、石油の需要は横這いだろうということからみますと、原油



蔭田 実氏

の油種別区分も、それほど大きな変化にはならないだろうと判断してもいいのではないか。また原油の処理量が、今後もし予想以上によく増えていくというのであれば、それはまた重質原油が増えるということであって、アスファルト供給力ということから考えれば、なんら不安はない、という判断をしてよいのではないかと思いますね。

蔭田 そうしますと、輸入量、それから油種共、アスファルト供給に関してはあまり心配ない、ということですが、さきほど関根さんのお話で、アスファルトをまったく取らないで、原油を全部処理することも可能である、ということになりますと、設備関係がいまどうなっているかが気になるんですが。今後アスファルトを採取する設備と採取しない設備がどういうことになるのか。需要からいうと、アスファルトを取らないで、中間溜分の得率を高めるためとか、あるいは熱分解装置をさらに加えるということになりますと、アスファルトを製造する設備の設備率が年々下がってくる、ということはないんでしょうか。

多田 問題は、アスファルトが引続き安定供給し得るか、そのための設備は将来とも大丈夫か、ということでしょうね。

関根 結論的にはそれは全然心配はないと思います。ということかといいますと、はっきり言わせて、石油業界としては、アスファルトはできるだけつくりたくないんですが、しかしそのためにはコストがかかるわけです。特にアスファルトができないような設備というのは、重質油処理センター構想とか、いくつかありまして、アスファルトレスの製油所をつくらうということですが、しかしこれはまだ技術的にも問題があるし、それ以上に、設備投資が数千億になるんですね、センターで。

多田 ということは、アスファルトをある程度つくったほうが経済的には有利ということですか。

関根 それはもう絶対有利なんです。アスファルトをつくる設備が古くなって使えなくなってしまう、ということもありましたけれども、これは逆なんです。古くなれば償却が終わりますから、アスファルトをつくる設備としては非常に有利なわけです。古くなったからアスファルトをやめるということは絶対ないんです。蒸留装置が、もともとアスファルトをつくるということと同時に、他の原料もつくるといって、多目的な装置なんですけれども、蒸留というのは、石油精製の中の装置としては非常に安い装置なんです。重質油を分解しようとなると、数千億という金がかかるんですけども、アスファルトをつくるためだけにもし投資するのであれば、せいぜい百億もあれば十分出来るわけですね。その意味では、アスファルトをつぶすという必要は何もないわけです。また今すぐにそんな大きい金をかけて分解をやらなければならないというニーズはないわけですね。

蔭田 ただ、数年はそういうことだ、というお話のようにも聞けるわけですね。(笑)それで、当面の話にしろ、さきほど軽質油分の得率を上げるために、既存設備の運転上の努力をなさるといえることは、いずれもアスファルトを少なくする努力のように聞こえるわけですね。

逆に言いますと、約2%のものを取るための設備を稼動するということは、とりもなおさず、採算上、やや割高になっていくというようなことではないですか。

関根 そういうことではないんです。アスファルトは「かす」だという説に対して、いやあればちゃんとリファインしているんだ、と私どもは常に申し上げているわけです。リファインのコストとしては、重質油を熱をかけたり、いろいろな工程を通して分解してガソリンをつくらったりするのに比べれば、もう断然安いわけですよ。だから、われわれ製油所サイドとしては、できるだけアスファルトをそのまま、なんにも処理しないで、追加的なコストをかけないで、アスファルトとして売れば、一番いいわけなんです。ところがそれだけアスファルトの需要がない、そして逆に軽質油が足りない、しょうがないから、一生懸命にアスファルトをある程度分解していきましようということ。そうかといって、じゃ全部分解してアスファルトをつくらないほうがいいかということ、そんなことはけっしてないわけです。それは将来とも、そんなに変わらないですよ、10年、20年のタイムスパンで考えた場合……。

真山 新しい二次設備の増強というのは、非常に高いコストになりますからね。だから、そういうことを必要としない環境のほうが、本当はむしろ歓迎している、と

ということなんですよ。

関根 アスファルトの収率の高い原油がコストもかからないし、取りやすいし、しかもアスファルトの品質としてもいいということですね。

☆アスファルトの製造と品質☆

多田 とはいうものの、原油の種類によって、出来たアスファルトが多少差異があるという説がなきにしもあらずなんです、そのへん実態はどうなのでしょう。

関根 これはむしろわれわれのほうから、使っていたに教えていただきたいんです。たしかに、原油油種が違えば、厳密な意味でいえばアスファルトの品質は違う、ということは言えると思うんです。ただ、要綱のスペックにしても、JISのスペックにしても、幅がありますので、その幅の中には十分収まる。そういう意味では品質にそんな大きな変動はない。ということですが、個々の原油、たとえばアラビアンヘビー、それからイランヘビーなどは、温度粘度を計れば若干ずれがあるとか、組成が若干違うとか、こういうことはあるわけですね。ただ一応目安はなんといっても規格ですから、規格に入るということをまず前提で考えて、その意味で大差はない。ただし個々には違うということは当然あると思うんです。だからそれが原油油種が若干変わって、ロットで若干違うという時に、使う側でどれほどの違いがあるのか、たとえばパフォーマンス的にどう違うのか、そのへんとのからみがわかると、より原油のセレクションも厳密に出来る余地があるわけですね。

多田 規格を一層しabarることによって、所期の目的を達せられるならば、規格を改善すればいいだけの話なんですけれどもね。

関根 ただむやみにシビアにすればいいというものではないと思うんですね、規格というものは。要するに、パフォーマンス的に満足出来る範囲で、シビアにすると

いることが必要であろう……。それが、何をどうすればいいか、ということがあれば、それはまた考えようがあるんじゃないかと思うんですけれどもね。

太田 アメリカのAIに行ったんですけれども、その時に、アメリカには、舗装用アスファルトの規格が4種類あるんですね。ASTMでいいますと、針入度等級のもの(D-946)、粘度等級のもの(D-3381)があり、粘度等級の中に、原アスファルトの60℃粘度によるものが2規格、回転薄膜試験後のアスファルトの60℃粘度による規格が1つ、計4種類の規格があります。それでなぜ4種類あるのかと質問すると、オイルショック以来、いろんな原油が入ってくるから、規格が一つでは対応できない、という話があったんですけれども、そういう問題はどうか。

関根 いまお話にあった規格がどのように使い分けられているのか詳細には判らない点もありますが、例えば、60℃粘度分類による規格が3種類も設けられているのは、原油の産地の違いによって、どの規格を適用するかを使い分けるという意味もあるようです。

また、アメリカは、以前から原油の輸入はしていましたが、中東系は非常に少なかった……。ところが、オイルショック以後は、アメリカにも多量の中東系が入ったものだから、それもアスファルトの原料に使っているわけですね。したがって、従来のナフテンベースのものと、中東系のものが共存している。これら多様な原油系のアスファルトに対応するため、数多くのスペックが必要だという背景もあると思います。

蒔田 ということは、日本の36年の要綱の規格の時代がいまのアメリカだ、ということでしょうか。34~35年までは、アメリカ系原油だったが、それを境に中東系が入ってきたというので、伸度の規格が設けられ、A・B・Cと区別していた。伸度による区分はアスファルトの性能の差を見るよりも、むしろ油種の差を見るような規格であったように思いますね。あれが42年の要綱ではなくなったということは、そういう問題がわが国では解決しているということです。

関根 アメリカがいま、日本の36年の状況か、というのはちょっと違うと思うんです。といいますのは、日本の場合にはアメリカの原油がずうっと来てて、そればかりでアスファルトをつくっていたのがほんとに切れた。そこで今度は中東ばかりになった。だから、使っているものは、常にどちらか一方なんです。ところがアメリカの場合には、依然としてアメリカ系のものも使っていて、その中に中東系のものが入ってきた、ということ



太田 健二氏



荒井 孝雄氏

共存状態なんですね。だからアメリカのほうが、そういう意味からすれば、非常に幅の広いものが、スペックは違うにしても使われている、というのが現状なんじゃないですか。だからむしろアメリカのほうがいま全体としては混乱していると思います。

太田 アメリカはスペックを4種類くらい変えないと合わない、というような状況なんですかね。

関根 そういう面もあるということではないですか。

太田 一方、アスファルトを製造出来るような原油は同じタンクに入れる、というお話があったんですけども、私ども要綱の舗装用アスファルトに合格するものを使っておりませんが、それでも、製油所とか、メーカーが違ってくると、ゴムとか、樹脂等による改良効果が違ってくるんですね。あるいは乳剤にした場合に、乳化の状態が違うとか、幾ら条件を一定にしても。このへんはどこらへんに原因するんでしょうかね。

真山 代表的なアスファルト採取原油は、さっき申し上げた4種類ということですね。各石油会社さんの、製油所単位で見た場合、その4種類の中で複数というのはまずあり得ないと思いますよ。1製油所の中であれば1油種だと思います。

多田 差が顕著だと、どうするの……。

太田 顕著の場合には、製造技術のほうも変えますけれども、アスファルトのほうを選択します。ただ施工のほうですと、そのプラントの付近にあるアスファルトは限られますから、施工上でカバーするということが必要になるかもしれませんね。

蒔田 そういった面では、施工上、どうも性格の違ったアスファルトがあるな、要綱上の規格は同じであっても、使い方の違うものがあるなというようなことを、最近お気づきになることがありますか。

荒井 煙が出やすいとか、臭いが違うとか、そういう違いは多少なりともありますよね。

真山 それはたとえば、伸度とか、針入度という物差しじゃなくて、もう少し別な観点から、クウェートならクウェート、カフジならカフジ、アラビアンヘビーとか、何か別の角度からの評価をしないと、という話に発展していく話になるんですかね、そのへんは。

荒井 針入度、軟化点が中心で、補正的なことは一切抜きでやっていますね。ですからいま太田さんの言われる、乳剤が作りやすいとか、悪いとか、改質アスファルトが作りやすいとか、そういうあれが出てくるんじゃないですかね。

関根 もちろん石油サイドはアスファルトを取る原油というのはかなり限定はしますけれども、基本的には原油というのは多様化する方向にありますからね。いままでたとえば対象原油が4だったのが、数年先には5になるとか、ということはある得ると思うんです。だからそういう意味で、それはあり得るものだということ。それで本号の私の書いた最後のところで、それぞれ技術の向上に努めてほしい、ということを書いたんですけどもね。(笑) 基本的なところは、きちっとやるけれども、その中での、枝葉のところでの品質の違いというのは、技術でうまくやってもらうということを考えていただきたいのです。

荒井 逆にこちらから聞きたいのは、メーカーのほうでは、組成的なものは、もうまったくいじれないものですか、そのへんはどうでしょうか。

関根 これは基本的には、コストということになってくるわけですね。原油がいまは28ドルくらいですか、そうするとCIFで1キロリッター4万5千円くらいになるんですね。それがアスファルトの価格はいま持ち届けで4万5千円程度とかいわれているわけですね。処理をしてできてきたものが原油とほとんど変わらん、というような現状で、品質の改善をせいと言われても、正直言って無理な話だと思うんです。(笑)

蒔田 原油油種によって若干の違いが出てくる、それはわかるんですけども、その他に製造設備によって、出てくるアスファルトの品質が若干違うというような点はないんでしょうか。たとえば、本来のストレートの他に、数種のストレートを混ぜ合わせて、要綱上の規格に合うようにするブレンド法もある、それから最近では一部PDAが混ざったアスファルトが、ストレートアスファルトとして出廻っている、というようなことがある…。

これはむしろ、原油油種よりも製造条件からくる差だと思いますが、そのへんはいかがでしょうか。

関根 PDAのアスファルトについては、本号にも発

表しておりますけれども、これは実績もありますし、われわれとしては、何も変わらないと思ってきているわけです。特にPDAだからということでクレームが出たという話も聞きませんしね。だから逆に、もし使われる側で何かPDA系とストアスでは違うんじゃないか、ということがもしあれば、具体的に、こういう点が違うということを言っていたくといひですけれどもね。

蔦田 それについて、使い方のうで品質に違いがありそうだという荒井さんの話がありました、油種よりも、むしろそういった、製造上の違いからくる質の差というのがあつたという可能性はないのでしょうか。

荒井 それがあるのかもしれませんが、私どもでは、これがPDAが入っているとかというのは……。

蔦田 関根さんは、実績上問題ないとおっしゃっているけれども、実は問題はあつたかも知れないということは……。

荒井 私のほうからでは、それが区別ができないわけですね。

蔦田 PDAの入つたアスファルトであるかどうかの区別はしていないということですね。

多田 しかし、仮に使つてみて具合が悪い、首を傾けるようなことがあつたとしたならば、早速アスファルト屋さんに試験をしてもらつたというような、ユーザー側もまめにメーカーと連絡を取る必要がありますね。漫然と、どうもおかしいんじゃないか、という説でもって、犯人がいけないにもかかわらず、いるが如きことになつてもまずいでしょうからね。

関根 石油サイドとしても、そのへんをいい加減にしてはいかんと思うんですよ。クレームとして上がつてきましたら、営業的に処理しちゃうということは避けるべきだと思いますね。もし本当にPDAが問題があるとなれば、そのへんは正確につかまなければならないわけで

すから、もし品質上に問題があつたら、いろいろデータを集めて、統計的に技術面から判断をしていかなければならないと思いますね。そこまでの判断はまだされてないのかも知れない……。しかし、私らの認識としては、PDAを出したところから、集中的にクレームが出たということは、特に聞いていませんし、そういう意味でPDAというのは、もう実績もあるし、問題が品質的にはないんじゃないか、と考えているわけです。

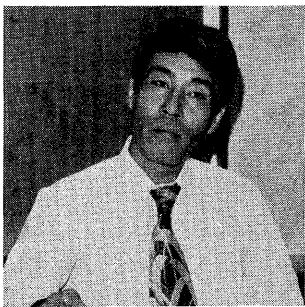
蔦田 その点はいへん重要だと思います。中間溜分の得率を上げるために、間接分解は当面の技術としてもかなり行われる。そうするとその場合の間接分解の効率を上げるために、いわゆる溶剤脱瀝のアスファルトが多く出てくる可能性がありますね、そのひとつがPDAだと思ふんですけれども。SDAアスファルトというのが今後出てくるんだとすれば、実はそういうものが入つたアスファルトは品質的にどうなるか、やはり詰めて整理していかないと、問題を起こす可能性があると思うんですけれども。

関根 おっしゃる通りです。ただ基本的には、PDAあるいはSDAと言ってもいいんですけれども、これは投資コストのかかる大変な装置なんですよ。設備費はSDAは安いとありますけれども、他の水素化分解とかに比較して安い、ということで設備投資はものすごくかかるものなんです。だから、できることなら、こんなものはやりたくないわけです。ですから、いますぐにSDAがどこどこ出来て、それをアスファルトにどんどん混ぜていかなければならない、という状態はこないと思います。

むしろわれわれとして、石油サイドとして研究しているのは、SDAをやるにしても、出てきたピッチを、たとえば直接ボイラーで燃すとか、そういう技術の開発を一生懸命やっているわけです、アスファルトに使うということなしに処理をしたいということ。また、やるとしても、設備投資を考えたら、かなり先のことで、すぐやるというものじゃないですね。

太田 ただ、河村さんの論文で、重質油分解のアスファルトへの影響、ということで、当分は間接でやるけれども、将来はSDAとか熱分解とか、そういうことでやらざるを得ないだろう。その時には、分解のピッチとか、分解残渣とか、こういうのをうまく処理するために、アスファルトに混入できたら……というような書き方がありますよね。なんかそういうのが徐々にアスファルトの品質に影響してくるんじゃないか、という危惧を持っているんですがね。





関根 幸生氏

関根 非常にロングレンジの、20年、30年というタイムスパンで考えた時には、やっぱりそういうことは考えておかねばならないと思いますが…。石油会社の一部でも、そういう SDA アスファルトを舗装用アスファルトに混ぜたらどうなるか…、ピッチを混ぜたらどうなるか…、これは研究しているわけです。ただ当面の10年というような時間で考えた時に、そういうものをアスファルトの中に入れなければならない必然性があるのか、どうか、私はないと思っておるんですけどもね。

真山 10年とか、そこらへんの期間でお話する限りにおいては、そのへんの心配は、まだまったくないと思いますね。

☆アスファルトの品質の改良☆

多田 原油油種が多様化する、精製方法もいろいろになる。必然的にアスファルトの品質もさまざまに変化するだろうということ。これはユーザー側とすると、いまより悪くなるんじゃないか、というような説をなす人もいられるでしょう。それは杞憂であるとしても、現在の舗装用アスファルトの置かれている立場からすれば、耐流動、耐摩耗というところで、これは石とのからみ合わせの問題もありますから、一言には言えないけれども、問題なしとしない。したがって、より一歩進めて、より良いアスファルトをつくらうじゃないか、という試みがなされているわけですね。具体的には改質アスファルトなんていうのがその一つですけれども。アスファルトの改質化に対しての、メーカーの姿勢といいますか、お考えはいかがでしょう。

関根 いまさら言うまでもないんですけども、アスファルトの基本的な物性から考えて、クラックと流動が大きな2つの問題なわけですね。しかしこれを同時に100%クリアするものを求めても、これは私は無理だと

思うんです。

基本的には、アスファルトの一番の利点を生かしていく研究が必要だと思うんです。

ですから、アスファルトの品質を技術的に改善するという余地はあると思いますよ。その一つの動きが、いま言われた AC-100 ですね。これも8年間やって、いろいろ成果はあがってきていると思うんです。ただしこれも、そういうアスファルトは永久に使えるというものはけっしてないわけですね。これを永久に使えるようなアスファルトに改善しようといったって、これは無理な話だと思うんです。

ただし、コストとパフォーマンスとのからみで改善する余地があるか、という面に関しては、まだあると思うんです。その場合にはあくまでも、モノの値段がついてこない、いまのものと同じ値段で、非常に品質のいいものを出せと言われても、これはできない相談ですからね。そこらへんが一番基本的に難しい問題だと思うのです。むしろアスファルトはもうあまり値段があがらない、しかし品質はいまの程度である、その中でどう使いこなしていくか、というような考え方というのも一つあると思うんですね。

多田 しかし、ユーザー側の声としては、多少お値段は張っても、よりパフォーマンスの高いものを、というムードになってきているんじゃないでしょうかね。

蒔田 そうだと思いますね。やはり社会資本としての道路舗装がかなりの程度に整備された今日、材料が安いからといって頻繁に打ち変えを行なう、というような状況ではないと思うんですね。特に施工費まで込みでみると、材料費はその中の一部であるということ……。

多田 補修に伴う社会的費用を考慮に入れたら相当のものになりますからね。

関根 AC-100 というのは、ストアスに比べてかなりコストがかかっているわけですね。設備も、必ずしも全部の会社が持っているわけではございませんね。そういう面で、どこの会社もつくらうと思えば、設備投資もしなければならないし、かなりたいへんです。だからそれが、需要が伸びるという、具体的な数字として、どんどん使われてくれば、そしてそこその値段が付くものであればメーカーとしては、どんどん生産する気持ちはありますから、やると思うんです。さらにもっといいもの、ということであれば、もっとコストかけて考える余地もあるわけですね、それぞれの用途に応じた……。

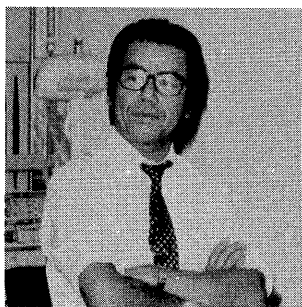
真山 私は前から考えていることなんですけど、アスファルトというものは、石油製品、燃料油なんかと違っ

て、一時にエネルギー源で燃焼してしまうものではありませんからね。これはかなり恒久的に供用する社会資本としての公共のものですからね。私の価値観からいきますと、いまの多田さんのお話のように、付加価値の高い、高品質のものをつくって、かなり価値も価格も高いものにして、かつ供用性を長く持たせる、という方向こそ、私はアスファルトの正しいいきかたではないかと思うんです。

多田 他の商品というのは、新型を作りました、さあ買って下さい、ということとくるんだけど、アスファルトというのは、新製品をつくったから使って下さい、というのはあんまり聞かないんですよ。（笑）

関根 メーカーから言いますと、一つ要素があるのはまた値段の話にもなるんですけども、もう一つは対原油で2%そこそこしかないということですね。それに対して、ものすごく研究投資をして、品質改良するというのは効率的でない、という面はたしかにあるわけですね。それといままでなんといっても値段がついてこなかった、ということですね。これが基本的にいまの状態にしている一つの原因じゃないかと思います。われわれはアスファルトで暴利をむさぼろうとは思ってないんですけども、アスファルトも一応商売として出来るという価格体系がきちっとすれば、それなりの品質の問題は当然考えていく筈なんです。そのへんのからみだと思うんです。

蒔田 現在のアスファルトの値段というのは、ガソリンと比べてどうなんだ、ということだと思うんです。たかが1.5とか2%のものを製造するから、単価的にはガソリンよりも高くしないと設備の稼働その他の条件で、設備投資を償却したにしてもペイしないんじゃないか、という気がするんですね。ですから税金を外して、ネットの価格というのは、現在ガソリンと比較して、アスファルトは何割位になっているんでしょうか。



真山 治信氏

関根 4割くらいですかね。ガソリンで、リッター90円くらいのはずですからね、税金を外して。

一方アスファルトは、持ち届けで4万5～6千円程度ですか、だから半分くらいですよ。それでアスファルトをつくるのに、コストはガソリンの半分かという、そのへんは、石油製品の製造コストというのは、だすのは難しいんですけどもね。要するにアスファルトといっても、アスファルトをつくるためにその装置を動かしているというものでは、必ずしもないわけですね。ガソリン等をつくると同時にアスファルトが出来てくる、ということですから、その精製費を全部アスファルトに載せたら、アスファルトは高いものになりますね。

太田 そうすると、メーカーの計算の仕方によってはかなりフレキシブルであるということですか。

関根 ただ、原油よりも安いとか、原油とそこそこだということはおかしいと思うんですね。

太田 外国と比べてはどうなんですか。

関根 それは後で調べて入れることにします。すくなくとも日本みたいにべらぼうに安くはないはずですよ。

太田 アメリカでは、原油と各製品との比較のグラフがありますね。原油の値段、アスファルトの値段というふうに……。

蒔田 そのへんが問題の基本なんじゃないかという気がしますね。メーカーにしわよせして、それに期待しようというのは、虫のいい話だと思うんで、リーズナブルな値段というのはやっぱりあると思うんですね。そうすると、メーカーさんとして見合う値段というのはどのくらいになるのかな、ということですがね。

関根 それはここで議論することは難しいと思うんですがね。ただ、お話しがあったリーズナブルな価格といわれるものは、原油、精製、流通等の諸コストを適正に反映した価格ということになると思いますが、これは、各企業毎に事情が違うので、一律にはきめられないわけです。

真山 石油会社の経済性ですが、非常に特徴的なことは、流動的な背景に成り立っているということです。それはどういうことかという、まず原油の価格、為替問題は説明するまでもありませんが、いま基準原油というのは軽質溜分のアラビアンライトなんですよ、これとアスファルト原油であるアランビアンヘビーを比較してみても、しばらく前までは、だいたい1ドル、アラビアンライトのほうが高かった。ところがここ1～2年の状況はどうかというと、3ドル、アラビアンライトが高い。そういう油種間価格差があって、しかもそれすらも安定

的でない。それから当然、製品の収率分が違ふ。そういうことから、油種間の経済性を考えた選択が常時重要な課題となっている。それから石油製品の生産面で、ガソリンから、灯油、軽油、重油、潤滑油、アスファルト等市場でどれだけの需要量があるか、そしてそれぞれの価格水準がどうなっているかということで生産方針が決定される。そういうことで非常に流動的な基盤なんですよ。ただメーカーとしては、どんな時でも必要最低限の価格は、維持できなけりゃ、困るんですよ。

蒔田 そうすると、さきほどの多田さんのお話に戻り現在、道路舗装に対しかなり高品質のものを要求してきている。こういうニーズに応える材料として、それに合った値段がつくということを前提にして、原油油種を選んだり、あるいは製造設備に工夫をするとかでは、アスファルトの品質改善の可能性というのはまったくないのでしょうか。

多田 たとえば、何か違うものを加えとかという方法でなければできないものかどうか。

関根 アスファルトは、原油のセレクションだけではこれは極めて限定されているわけですね。従来のナフテンベースのもの、昔の。これは一むかし、アスファルトとしてよかったという評判があるんですが、じゃパフォーマンス的に、いまの中東系とどう違うかという、非常に説明しがたい程度の差ではないかと思うんです。本質的にこちらが優で、片方は並だ、というようなものではない。たとえば、松・竹・梅とあるとすれば、真中へんでそうかわりが判然としない、多少の違いがあるという程度の差だと思うんです。だから原油油種を選んで、アスファルトの品質を追っかけていっても、これはもう極めて限界がある。

ですから、もしアスファルトの品質をより以上良いものに持っていこうとすれば、いまの AC-100 みたいなああいう努力、もしくはさらに添加物を考えると、こ

ういう方向になるわけですね。たとえば、やや古い話ですが、特殊なアスファルト、北海道の寒冷地向けのアスファルトですが、これなんか、いわゆる触媒アスファルトですが、これはコストを随分かけていますけれども、寒冷地に向けたアスファルトというのが出来るわけですね。だから、汎用のもので、かつ非常に品質がいいということになると難しいでしょうが、ある程度特殊なもので、コストをかけて、いろいろなものを添加してやっていくという方向では、相当の品質改善の余地はあるだろうと思いますね。

多田 買ってくればつくるよ、ということではなくて、良いものをつくったから、これを使わなければ損だよ、というような姿勢でメーカーも今後研究開発を是非していただきたいものですね。

蒔田 高度の品質のアスファルト舗装ということで、現在、改質アスファルトの検討がいろいろ行われている。実は土木研究所でも、そういう種類の研究をやってきているわけです。とにかくニーズにできるだけ応えられる、できるだけ良いもの、という観点から、アスファルトの性質を改善するために、添加物を加えて物性を変えようと努力している。その場合に、加えるゴムあるいは樹脂が改質材の主たるものになるんですが、実は混ぜられるアスファルトの改質材との相性という点で、アスファルトの品質というのがたいへん気になる。

ですから、アスファルトの性質と樹脂の相性ということで、まだまだ品質改善の可能性というのは、今後ともいろいろな余地を残しているんじゃないか。ですから、アスファルト舗装は期待出来る、という話をしたいわけなんですね。

そういう意味で、メーカーとユーザーとの情報交換、どういう種類のアスファルトですよ、それを使ったらどうなりましたよ、というような交通整理をすることによって、まだまだアスファルト舗装というのは将来良くなっていく、ということを私は期待したいと思うんです。そういう意味の技術的な交流といいますか、情報交換というのが今後必要だと思いますね。

多田 今日の会合が、まさにその一つですね。

太田 原油油種によって違ってくるということ、われわれもそういう経験をしておりますのでね。やはりメーカーとの共同研究というようなことも必要かと思えますね。

多田 本号の論文と今日の座談会を通じて、読者のみなさんに、アスファルトの置かれている実態が、かなり明確にといいますか、ざっくばらんに披露されたと思う



んですが、いまお話で出てましたように、お互いの疑問点をぶっつけ合う機会は、今後、ますます必要になるだろうと思いますね。

荒井 施工側からみますと、今後リサイクリングが増えると思いますが、それでメーカーがどのような考えをお持ちなのか、ということを知りたいということと、リサイクリングがうまくいくには、やはりアスファルトの品質そのものが、ある程度いいものでなければ、というのが私の感想なんですけれどもね。

真山 リサイクリング自体のことについて、感じたことを申し上げれば、アスファルトに限らず、これは省資源、省エネルギーの効率化という観点からも、あるいは公害対策の問題からも、すべてに共通した正しい道筋だと思えますね。

問題は、そういう背景だから、より高度なと言いますか、それに比べられるだけの品質規格といえますか、そういうものを維持していかなければならないということになりますと、われわれ供給側も慈善事業ではありませんから、再三出ているように、ユーザーと供給側との間で、もう少しコンタクトしていった、適正な環境条件をつくっていくことが先決ではないでしょうか。

多田 リサイクリング向きのアスファルトというのはどういうものなんだ、ということをメーカー側に助言する、ということも必要でしょうね。

関根 仮にリサイクリング用には、この原油のこのアスファルトがいいよ、ということになったとしても、いまの値段で、その原油油種のものだけ供給せいと言われても、ここらへんは無理な話になると思うんですね。

多田 そもそもリサイクリング向きアスファルトというのは、存在するのでしょうか。

関根 これは基礎研究の段階でしょうね。

太田 さきほど、アスファルトの化学組成はどれもコントロールできない、という話がありましたから、それと連動してくると思いますね。

蒔田 私はこう思ってますね。アスファルトというのは、これから一つの舗装用の素材と考えなければならぬ。だから、ユーザーサイドで使用目的に応じて素材であるアスファルトに別の素材を組合わせて、それぞれのニーズのレベルに応じたものをいろいろ用意していくことが、今後必要じゃないか、という気がしてならないんですけれどもね。

関根 それはまったくその通りだと思いますね。要求は多種にわたるわけでしょう。それを製油所でつくりわけてやるということは実際上できないんですよ。です

から、ある程度素材としての性状が、たとえばスペックなりでコンスタントに安定して出す。その素材をどう使いこなすかというのは、ワンステップおいた次のレベルを主体に、もちろんわれわれもいろいろな協力はするんですけれども、完成品として石油会社が出すというのではなくて、いまお話のような、そういう考え方が一番効率的だと思うんですね。

蒔田 ただ、釘さしておきたいのは、素材であっても、あるレベル以上の適性のあるものをということですね。

真山 素材といったって、一つの製品には違いないわけですからね。だから、いずれにしても、ユーザーサイドのリクワイメントと、供給する側のそれなりの条件もあるわけですから、そこで接点を見いだしていくということでしょうね。

多田 ユーザー側の要求というものを、具体的に明確にする必要はある。そしてそれにいかに対応するかということですね。コストの問題はその次の問題としてあるということ。

真山 供給側も、これはこういうことで当面できませんよとか、はっきりと出すべきことは出すということでしょうね。そうしないと本当のところが埋まらないと思いますね。

☆まとめ☆

多田 そろそろ予定の時間も経過したので、この辺で今日の座談会のまとめをして、しめくりたいと思います。

まずアスファルトの供給については、石油製品需要構造の変化などに対応したアスファルト分解設備などが、将来的には採り入れられる可能性はあるものの、当面、それがアスファルトの供給に影響を及ぼすほどのことはない。つまり、アスファルトの供給は、価格が適正であれば心配ないと判断できるようです。

また品質面でも、原油の多様化によるアスファルト採取対象原油の範囲が若干広がる可能性はあっても、少なくとも、現在の品質レベルは充分維持されるということでしょう。

このほか、素材としてのアスファルトの特長をより生かすためには、今日の座談会のようなメーカーとユーザー間の忌憚のない意見交換、情報交換、技術交換の重要性が改めて認識できたことも、今回の企画の大きな収穫であったと思います。

今日はどうも長時間ありがとうございました。

白河以北……21世紀の星

縣 保 佑

建設省福島工事々務所長

暑い夏

今年の夏は、アメリカやヨーロッパに負けず劣らず、全国的に猛暑となったようだ。岐阜市の39.4℃を始めとして、各地で気象台開設以来の最高気温を記録したのではないだろうか。

当地福島は過去3カ年連続して冷夏が続き、事実小生も昨年8月に赴任して以来冬の寒さは覚悟していたものの、夏は大して厳しくもなくむしろ爽やかな時期を過したと記憶している。しかし、今年は7月下旬から4年振りに暑い暑い、風もなくうだるような本来の福島の夏となり、連日36℃前後の日々が続いている。

一般に猛暑は、地形やフェーン現象等の気象上の様々の要因によると思われるが、わが国における最高気温記録と7～8月における最高気温出現日数の順位をみると、わが福島は見事上位にランクされ、全国的にみても名古屋、京都に次ぐ暑い地域であるようだ。

詳しい気象上の分析はともかく、確かに福島市周辺部は、平地の標高は60m前後であるにもかかわらず、東にはわが国の代表的な隆起状準平原地域をなす阿武隈山地

が全体的に600～700mの高度で連なり、北から西にかけては標高1,700～2,000mクラスの吾妻山、安達太良山等で知られる奥羽山脈がそびえて完全な盆地を形成しており、この地形を一寸頭に描いただけでも、とても涼しい風が巡って来そうな気がしない。

しかし、4年振りの暑さで米作は平年並みを確保できそうであるし、その他、桃、梨、リンゴ、ブドウといった当地の特産物も一段と甘さを増すかと思うと、満更やせ我慢でなく暑い夏もこれが自然の姿かと何かにつけて涼しい顔で頑張ろうと思っている。

福島工事々務所の概要

暑さにかまけて御紹介が遅れましたが、当福島工事々務所は大正8年に阿武隈川改修事務所として創設され、数次にわたる変遷の後昭和27年より福島工事々務所とされ、現在は道路については一般国道4号及び13号の改築と管理(85km)、115号の一次改築については権限代行事業、河川については阿武隈川上流の改修と管理(129km)、さらには福島市西部の直轄砂防事業等を所掌しています。

日本における最高気温記録順位

順位	気温	地名	起 日
1	40.8℃	山 形	1933年7月25日
2	40.2℃	宇 和 島	1927年7月22日
3	40.1℃	酒 田	1978年8月3日
4	39.9℃	名 古 屋	1942年8月2日
5	39.6℃	〃	1942年8月3日
6	39.1℃	福 島	1942年8月15日
6	39.1℃	新 潟	1909年8月6日
7	39.0℃	甲 府	1946年7月16日

注：気象官署の記録による

7・8月における最高気温出現日数順位

(1931～1970年の合計)

順 位	1	2	3	4	5	6
36℃ 地名	京 都	名古屋	甲 府	福 島	和歌山	岐 阜
以上 日数	161	159	97	94	77	57
37℃ 地名	名古屋	京 都	福 島	和歌山	甲 府	岐 阜
以上 日数	61	48	31	27	22	17
38℃ 地名	名古屋	福 島	京 都	甲 府	岐 阜	和歌山
以上 日数	22	5	3	3	3	2

このうち道路の改築工事についてみると、4号は昭和6年に直轄工事が開始されて以来幾多の経過を経て昭和39年度に一次改築を完了し、現在は増大する交通量や地域の交通安全に対処するため現道の4車化やバイパス整備を進めています。とくに今秋には昭和43年から着手した福島南バイパス（安達郡安達町～福島市杉妻町間の19.6 km、このうち終点福島市側6.9 kmは4車線整備済、残る12.7 kmは暫定2車線）が全線供用の運びとなります。

一方、13号については昭和9年から直轄工事に着手し、昭和41年には後で述べる栗子道路が完成し、現在は福島市内の輻輳する交通事情の解消と西部地域の新たな土地利用の進展を期して、環境施設帯を含む巾員40 mの福島西道路（計画延長6.4 kmのバイパス）の整備に昨年からは着手したところです。

また、これらの直轄管理国道とは別に、115号の土湯道路の整備を進めています。115号は浜通りの相馬市を起点として県都福島市を経て標高1,240 mの土湯峠を越えて猪苗代町に至る知事管理の国道ですが、土湯峠の前後24 kmは一次改築未了で、冬期5カ月間は4 mを越す積雪のため交通は途絶され、本県北部の進展に大きな障害となっています。このため、昭和55年から奥羽山脈を標高1,060 mで延長3,360 mのトンネルにより横断し、全体計画を19.4 kmとする一次改築計画に着手し、メイントンネルを含む中央部の5.2 kmを建設省で、前後を福島県でそれぞれ分担して整備することとなり、今年末にはいよいよ猪苗代側からメイントンネルの掘削に着手することとしています。

栗子道路と土湯道路

このような幹線動脈の整備の歴史を辿るとき、とくに佳境に入った土湯峠の改修に照らして、栗子峠の改修に想いを馳せてみると、先人の数々の知恵と労苦には全く頭の下る想いばかりです。

福島から山形、秋田方面に抜ける経路は、もともと奥州街道の桑折（福島市の北部、伊達郡桑折町）から分岐し、小坂峠を越えて宮城県七ヶ宿に至る羽州街道が中心

で、往時には山形、新庄、秋田、津軽などの諸大名の参勤路ともなっていた。しかし、15世紀になって当時米沢盆地、福島盆地を支配していた伊達氏により、福島から板谷峠を始めとする山間峡谷の険しい山道で米沢に至り上山で羽州街道に合流する米沢街道がひらかれ、現在の一般国道13号栗子道路の原形となった。この米沢街道は米沢藩の大名のみが参勤路として利用していたという。

明治9年、時の山形県令三島通庸（のちの福島県令、内務省土木局長、警視總監）は、米沢を始めとして山形方面と福島方面の産業、文化の交流基盤として米沢街道に代る新道建設を計画し、板谷峠の東北5 kmにある栗子峠（標高890 m）の開さくに着手した。

この新道建設には、オランダから測量技師を招き、米国から削岩機を購入し、東西から掘り進んだ坑道は少しの誤差なく合致するなど、当時としては画期的な技術と労力が傾注され、明治13年に延長876 m、幅5.45 m、高さ3.64 mの素掘トンネルが完成した。明治14年、明治天皇が東北地方巡幸の折この新道を通られ、万世大路という名を戴き晴れて天下の大道となった。

三島県令の当時の苦労と、国及び民を思う心が次の歌によく表わされていると思う。

「開け行く 国の為とて 今日もまた
重ねて越ゆるも 栗子山かな」

「行き通う 民の為とて 足曳の
山の穴道 ふみ分けにけり」

その後、昭和9年には直轄工事により栗子道路の改修が始められ、隧道は自動車交通にも見合うよう盤下げ切り上げが行なわれたが（延長870 m、幅員6.5 m、高さ4.5 m、コンクリート巻）、冬期の積雪は厳しく相変らず冬期交通は不能のままであった。

戦後本格的な自動車交通時代を迎えた昭和30年に入り、ようやく抜本的な改築が計画され、気象、地質、トンネルの長さ等々の数々の検討が加えられ、昭和36年から現

ルートによる改良工事が始められ、近代的な防災設備を完備した西栗子（2,675 m）、東栗子（2,376 m）の長大トンネルを含む通年交通可能な道路が昭和41年に完成した。

今、1日7,500台の交通量をさばくこの道路を管理する立場から、東名高速道路日本坂トンネルの火災事故の例などを踏まえて万全の管理体制と施設を維持、確保すること、長期的には高速交通時代への対応としてさらにどのような整備に心がけていくべきか、また吾妻山系の火山地帯で難工事が予想されないとも限らない土湯トンネルの掘削工事を控えて、往時とは比べもつかない近代的な技術、機械等のかかえて、無事貫通の時を迎えたいなどなどと思う今日此頃です。

白河以北……21世紀の星

福島県北の特産物のひとつに桃がある。毎年季節になると妙齡のミスピーチが何人か選ばれ、まさに桃色のワンピースを着て銀座や首相官邸へ参上したりして本県産の桃のPRに努めている。

東京にいるときは、北海道のスズランとか弘前のリングとか同様の地方色豊かなPRをよく見聞きすることがあった。その時は“ああ、スズランの咲く季節かな”などと何とはなしにローカルの雰囲気にはほえましく感じたものだった。

一年たったいま、地元紙やテレビで毎日ミスピーチの活躍振りを見聞きしていると、今までと違って“大いに売り込んで下さいよ”とか“東京だったらもっと新宿とか原宿に行ってもPRとしては面白いのに”などと結構“その気”（地方的発想）になっているのである。

仕事柄、直轄による道路、河川の整備は、ローカルでなくその影響するところはかなりグローバルなものであり、またそのことが期待されもし、そのような見方からの物の判断が必要であるが、毎日地元の人達の要望を伺ったり地元首長さん方と打合せ等を繰り返していると、種々の現実を踏まえた下からの積み上げもまた重要であり、これをグローバルな物差しに叶うよう如何に味付けしたら良いかなどと、仕事のうえでも結構“その気”になっているのである。

ところで、明治10年初期自由党幹事であった林 正明は、戊辰戦争に敗けて維新を迎えた東北地方を「東北人は無気力にして、ふがいなし。白河以北一山百文」とけなしたことがある。

確かに歴史的、地形・地理的、気候的に見れば東北地方は、他の地方に比べてこれまではハンデを負っていたとも考えられる。しかし、東北縦貫道、東北新幹線が開通し、今後横断道等が逐次整備されて来れば、地形・地理的なハンデは問題とされないし、水、土地等の資源はむしろ逆に恵まれている。さらに、積雪地といえども欧米諸国の先進都市では当地方以上の緯度にあたり、寒さの中で文明の歴史を築いて来ているところも多く、これも絶対的ハンデとはならないはずである。

このことは、いいかえればまさに「白河以北……21世紀の星」ともいえ、事実三全総でも東北の時代を謳っているのである。

これからも、21世紀に向けた公共基盤整備の立場に立って、当地方が本当に21世紀の星となるよう、“その気”になって毎日頑張っていきたいと思う。

〔昭和58年8月記〕

☆

☆

☆

☆

☆

☆

「アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議（２）」

前回（135号）では、この国際会議に発表された全論文の概要を紹介した。当研究グループにとって、60編程度の論文の概要紹介を作成するのは比較的簡単である。

1人2編受け持てば済んでしまうからである。

しかし、締切日までに全編がそろえるということは、メンバー1人1人の責任感があって初めて実現できるものであろう。当研究グループでは、それが当然の習慣となっており、筆者のひそかに誇りとするところでもある。

今回からセッションごとのとりまとめを行なう。各セッションに発表された論文は10編程度であるが、それぞれの論文が生み出された背景には、著者らはもとより過去の研究者の膨大な蓄積がある。それらも含めて研究の動向をまとめるのが担当者に与えられた課題である。大

変な労力を必要とすることは言うまでもない。是非、御一読いただきたいと思う。

当研究グループの発足は昭和52年11月にさかのぼる。この雑誌ができ上る頃、ちょうど満6年を迎える。その間、人数やメンバーに変動があったが、成長の一途をたどってきたと言えよう。最初、広く感じた協会の会議室も、最近では座る場所がなくなる場に出席者が多くなってきた。グループ全体の平均年齢は年々若くなっていくようであり、現在31才か32才ぐらいであろうか。発足当時、若手と自称していたメンバーもOBと呼ばれるようになり、現在、筆者が最年長のようなのである。そろそろ、勇退勧告が来るか？。

（阿部 頼政）

表一 アスファルト舗装技術研究グループ

阿 部 頼 政	日本大学理工学部土木工学科	竹 田 敏 憲	東京都第二建設事務所
秋 本 隆	日産化学工業㈱	田 中 輝 栄	東京都土木技術研究所
阿 部 栄 三	シェル石油㈱アスファルト部	谷 口 豊 明	大林道路㈱技術研究所
阿 部 忠 行	東京都第一街路整備事務所	丹 羽 和 裕	㈱パスコ道路調査部
荒 井 孝 雄	日本舗道㈱技術研究所	寺 本 哲	東京工業大学工学部土木工学科
安 崎 裕	建設省大臣官房技術調査室	栃 木 博	日本道路公団試験所土工試験室
飯 田 章 夫	日本道路公団名古屋建設局企画調査課	中 村 州 章	日本道路公団試験所舗装試験室
池 田 拓 哉	建設省土木研究所舗装研究室	西 沢 典 夫	大成道路㈱技術研究所
井 上 武 美	日本舗道㈱技術研究所	野 村 健一郎	大成道路㈱技術研究所
大久保 高 秀	首都高速道路公団工務部設計技術課	野 村 敏 明	日産化学工業㈱技術研究所
太 田 健 二	日産化学工業㈱技術課	林 誠 之	日本石油㈱中央技術研究所
大 坪 義 治	日産化学工業㈱関東営業所	八 谷 好 高	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室
亀 田 昭 一	日本大学理工学部土木工学科	羽 山 高 義	日本舗道㈱工事開発部
古 財 武 久	大成道路㈱技術研究所	姫 野 賢 治	東京工業大学工学部土木工学科
佐 藤 喜 久	鹿島道路㈱東京支店技術部	福 手 勤	運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所
塩 尻 謙太郎	東亜道路工業㈱総合技術研究所	松 本 俊 雄	日本大学理工学部土木工学科
東海林 更二郎	日本舗道㈱工事開発部	山 梨 安 弘	日産化学工業㈱
鈴 木 秀 敏	日産化学工業㈱技術研究所	吉 村 啓 之	前田道路㈱技術研究所
田 井 文 夫	日本道路㈱技術研究所		

セッション I：舗装設計

西 沢 典 夫*

1. まえがき

舗装の構造設計法は、従来の経験的手法にかわって多層弾性理論による設計法が実用化されつつあり、『第5回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議』（以下文中では第5回構造会議と略す）では各国から多くの理論的構造設計法が提案されている。さらに、この流れは舗装管理システム（以下文中では PMS と略す。）の開発へ進んでおり、舗装の設計を計画から維持修繕まで含めた広い概念でとらえる努力がなされている。

理論的な舗装の設計法は基本的には図-1 に示すようなフローで進められるが、多層弾性理論は、各層の応力やひずみを求めるための単なる計算手段であり、理論的舗装設計法が経験的手法に代わって実用化されるためには、設計条件および設計基準値が十分に現場条件を反映したものでなければならない。

本稿は、このような観点から、『第5回構造会議』の Session I の論文を中心に、各国の理論的設計法によるプログラムの概要、設計条件、および疲労寿命の予測、

永久変形の予測に分けて取りまとめ、さらに、構造設計プログラムと PMS との関連について考察したものである。

2. 各国の構造設計プログラム

多層弾性理論を用いた構造設計法は、Burmister によって実用化への突破口が開かれて以来、コンピュータのめざましい発達と普及を原動力に、シェルの BISTRO、BISAR、あるいは CHEBRON といった弾性解析プログラムが開発されたことによって非常に身近なものとなった。これらのプログラムは、多層弾性理論による解析プログラムとして各国の理論的構造設計法に組み込まれており、短期間のうちに多層弾性理論による構造設計プログラムが発達したことに大きく貢献している。

第5回構造会議 Session I に発表された論文から、プログラム名が記されているものの概要を示すと表-1 の通りである。

表-1 各国の構造設計プログラム

著 者 名 (国 名)	プログラム名 (解析プログラム)	特 徴
J. F. Shook ら ²⁾ (アメリカ)	DAMA (CHEVRON)	A. I. の MS-1 で使用しているプログラムで、経済性評価まで考慮されておりシステムに近い内容である。実用性を考え、設計チャートを準備しており、実測データによる検証も多い。
S. F. Brown ら ¹⁾ (イギリス)	ANPAD (CHEVRON)	CHEVRON, PONOS, CUDAM といったサブルーチンプログラムにより、応用範囲が広いプログラムとなっている。
J. Verstraeten ら ³⁾ (ベルギー)	—— (MTC-093)	合理的設計法と実用的設計法に別けて、実用性を持たせている。疲労則と永久変形則の精度を向上させた。
G. Battiatto ら ⁴⁾ (イタリア)	AGIP	アスコン層の応力ひずみ解析に粘弾性理論を適用。荷重条件に移動荷重を採用し速度による影響を考慮している。
I. Gschwendt ら ⁸⁾ (チェコスロバキア)	—— (LAYMED)	舗装カタログを準備し設計を容易にした。経済性、材料、技術の地域特性も考慮できる。
P. Autret ら ¹²⁾ (フランス)	ALIZE III	Burmister 理論に基づく多層弾性体モデルを採用した。材料特性と施工性にともなう確率論的変動を考慮した。

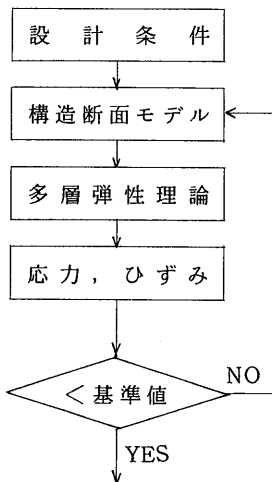


図-1 構造設計の基本フロー

*にしざわ のりお 大成道路開発東技術試験所

3-2 材料特性

舗装材料に使用されるアスファルト混合物、粒状材、及び路床材は、粘弾性あるいは、塑性的性状を持つ材料であるが、多層弾性理論においては、実際に作用する荷重の載荷時間が非常に短く、変位が小さいことを前提条件とし、この場合には各材料は弾性的に挙動すると考えて計算を行なう。

弾性計算のための舗装モデルは、コンピュータプログラムが発達によって2層からn層までほぼ自由に計算できるが、一般的には、アスファルト層—路盤—路床の3層構造として取り扱われる。

(1) 路床材料

路床材料の弾性係数 (E_3) は、三軸試験から求める例⁵⁾、あるいは、次式のように塑性指数 (IP) を用いて求める例³⁾がある。

$$E_3 \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 430 / (IP + 0.175) \dots\dots\dots(5)$$

しかし、一般的には、Heukelom, Foster, Jones らが提案した CBR 値からの換算式

$$E_3 \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 100 \text{ CBR} \dots\dots\dots(6)$$

によるものが多い。¹⁾²⁾³⁾¹⁰⁾

(2) 路盤材料

路盤材料の弾性係数 (E_2) は表-3のように定数であたえられている場合と路床材料の弾性係数 (E_3) との関係式で求める場合がある。また、竹下²⁰⁾が提案した、 $E_2 = 500 \text{ CBR}$ によれば、一般的な粒状材では E_2 が1000~5000kg/cm²の範囲にあり、表-2に示す各関係式から一般的な条件範囲 ($E_3 = 500 \sim 2000 \text{ kg/cm}^2$, $h = 10 \sim 20 \text{ cm}$) で計算した E_2 の値は、1000~4000kg/cm²となることを考慮すると路盤材料の弾性係数の範囲は、各国によりあまり大差ないと考えられる。

(3) アスファルト混合物

アスファルト混合物の弾性係数 (E_1) は荷重条件 (載荷速度あるいは時間) および環境条件 (温度) に影響され、 $10 \sim 5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度のかかなり広い範囲で変化する。

表-3 粒状路盤の弾性係数とポアソン比

著者 (国名)	弾性係数 (E_2) () 内はkg/cm ² 換算値	ポアソン比
J. Verstraeten ら ³⁾ (ベルギー)	200 MN/cm ² (2000kg/cm ²)	0.3
G. Battiatto ら ⁴⁾ (イタリア)	$250 \times 10^{-6} \text{ Nm}^{-2}$ (2500kg/cm ²)	0.5
Frederick, T. Hsia ら ⁵⁾ (アメリカ)	$E_2 = E_3 \cdot (1 + 10.52 \log H_2 - 2.10 \log E_3 \log H_2)$	0.4
J. F. Shook ら ²⁾ (アメリカ)	$E_2 = K_1 \theta^{K_2}$ ただし、 θ : bulk stress	—
Shell	$E_2 = K_2 E_3$ ただし、 $K_2 = 0.2 h_2^{0.45}$ $2 < K_2 < 4$	0.35

したがって設定された各条件に適した弾性係数を選定しなければならない。

シェルの設計法では路床面上の圧縮ひずみ (ϵ_z) の計算には、 ϵ_z が最も大きくなる場合の E_1 として、10500 kg/cm²、アスファルト層下面の引張りひずみ (ϵ_r) の計算には、疲労寿命に最も影響が大きい値として、63450 kg/cm² (10°C) を採用している。

M. W. Witczak らはアスファルト混合物の弾性係数を材料物性と試験条件を変数とした実験式で求めている。

$$E = f (P_{200}, f, V_v, \eta_{70^\circ F}, T, V_b) \dots\dots\dots(7)$$

ここで、 E_1 : 動的弾性率 (アスファルトコンクリートのスティフネス)

P_{200} : No. 200 ふるい通過率 (%)

f : 載荷周波数

V_v : 空隙率

$\eta_{70^\circ F}$: 70°Fにおけるアスファルトの粘度

T : 温度

V_b : アスファルト容積

同様に、S. F. Brown ら¹⁾は、骨材間隙率 (VMA) とアスファルトのスティフネス (S_b) に対してアスファルト混合物のスティフネス (S_m) を次式で求めている。

$$S_m = S_b \cdot \left[1 + \frac{7.5 - 2.5 \text{ VMA}}{n (\text{VMA} - 3)} \right]^n \dots\dots\dots(8)$$

$$n = 0.83 \log [4 \times 10^4 / S_b]$$

また、I. Gschwendt ら⁸⁾は図-3のように、アスファルトの種類別に弾性係数と温度の関係で設計チャートを作成している。

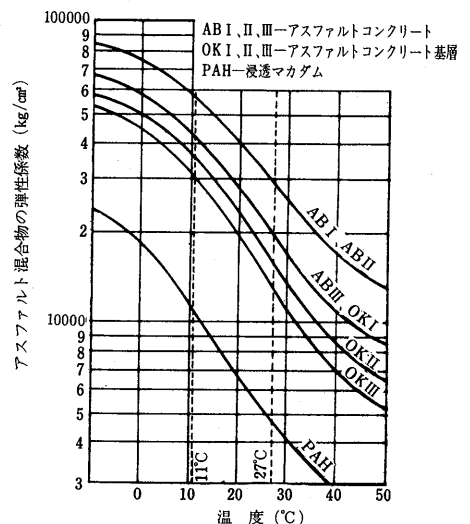


図-3 アスファルト混合物の種類による弾性係数と温度の関係

3-3 環境条件

環境条件は特に凍結融解が路床、路盤の弾性係数に及ぼす影響、および気温とアスファルト混合物の弾性係数の関係について考慮されている。

J. F. Shook ら²⁾は、図-4に示すような凍結融解モデルを考え、路床の弾性係数を期間毎に修正している。

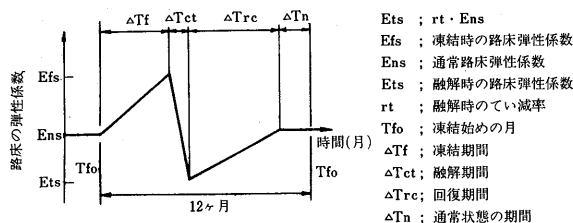


図-4 凍結融解モデル

アスファルト混合物の弾性係数に影響する舗装体の温度と気温の関係について、Witczak らは次式を採用している。

$$MMPT = MMAT \left[1 + \frac{1}{(Z+4)} - \frac{34}{(Z+4)+6} \right] \dots\dots\dots(9)$$

ここで、MMPT：月平均舗装温度

MMAT：月平均気温

Z：舗装表面からの深さ

また、S. F. Brown ら¹⁾は、

$$\text{年平均舗装温度} = 1.47 \times (\text{年平均気温}) \dots\dots\dots(10)$$

としている。

アスファルト混合物の物性に対する温度の影響をできるだけ厳密に設計に反映させるためには、季節毎あるいは月毎に温度を区分することが考えられるが、シェルの設計法の考え方によると、アスファルト混合物の物性に影響を及ぼす要因は他にも多くあり、それらの影響を含めるとそれほど厳密に考える必要はないとし、わだち掘れ量の算定の場合には図-5のように、“重みをつけた年

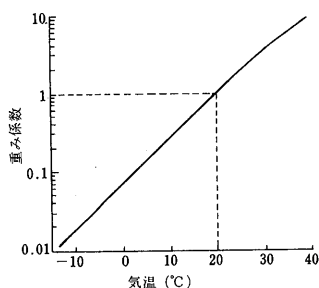


図-5 温度の重み曲線

平均温度”を用いている。

以上、設計条件について大略を述べたが、特にアスファルト混合物は環境条件、荷重条件によって性状が非常に変化するため、国によって問題となる破壊形態が異なる。(例えば、ヨーロッパでは寒冷時における摩耗あるいはひびわれといった破壊パターン、日本では流動によるわだち掘れが顕著)したがって、各国それぞれの環境を考慮して設計条件を選択しなければならない。

4. 疲労寿命の予測

設計で考慮されるアスファルト舗装の破壊は、大部分、永久変形による破壊と、クラックによる破壊である。クラックによる破壊には、低温時の温度応力に起因するクラックも含まれるが、大部分は繰り返し荷重による疲労破壊とみなすことができる。

アスファルト舗装の疲労については多くの研究が発表されているが、それらの主なものを取りまとめた田井の文献²¹⁾によれば、疲労寿命と要因の影響は、表-4に示す通りである。

室内試験においては、舗装の疲労破壊は、供試体の破壊あるいは応力またはひずみの応答の異常によってその時点のある程度明確に確認出来る。しかし、実際の舗装では室内試験と同様な判断はできず、数種類の破壊形態を総合した供用性という形で疲労寿命を定義づけている。

一般的には現場の疲労寿命は、AASHO 道路試験結果から導かれた、サービス指数 (PSI) が 2.5 に落ちた時点の繰り返し回数を採用している。

ここで、疲労寿命予測の設計プログラムとして、A. F. Bissada ら¹⁰⁾のフローチャート(図-6)をもとに疲労予測について考察を進める。

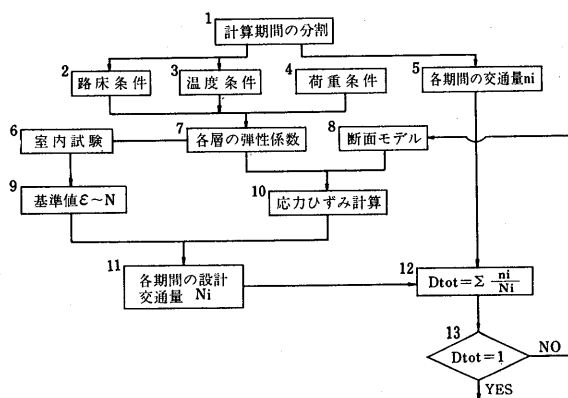


図-6 疲労寿命予測フローチャート

表-4 疲労要因，試験方法，疲労寿命の定義

要 因	要 因 の 変 動	Monismithら	Pell ら	Pell ら	※1	DJK ら	DJK ら	Raithby ら	Maupin ら	Verst rseten ら	Jimenez ら
荷 重	ビームの曲げ	○ (注-2)				○	○				
	回転片持ちばりの曲げ		○								
	片持ちばりの曲げ				※1		○ (角すい合)			○ (角すい合)	
	円板の曲げ										○
	円柱の引張り～圧縮		○					○			
重	角柱の引張り～圧縮										
	版上のタイヤ走行					○					
	応力制御	○	○			○		○		○	○
	制式 歪 制 御					○			○		
	荷重 単一載荷	○	○			○		○			○
重	複合載荷										
	サイン波		○			○		○		○	○
	ブロック波	○									
	ハーパー-サイン波										
	連続載荷 (休止時間無)		○	○, *		○	○, - (注-2)	○ +	○	○	
環 境	不連続載荷 (載荷および休止時間)	○				○					
	応力および歪レベル	- (注-2)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	高～低										
	高～低			*			-				+
	水										
混 合 物	供用中の材料特性の変化										
	針入度	+		*					-		+
	軟化点		+						-		
	アスファルト量									+	
	骨 粒 度	* (注-2)									
材 質	密粒範囲内の上限～下限										
	花こう岩～石灰岩～破碎した砂利	*									
	砕石～砂利		+								
	スモース～ラフ	+									
	表面性状	+									
物 質	アスファルト量	+									+
	変げき率	+	+								
	高～低										
	低～高	+	+								
	スチフィネス	+	+						-		
疲労寿命 (くり返し回数で示す) の定義 (注-1)											
※1 ○ (角すい合) ※2.3に示す (注-1) 疲労寿命の定義のA～Eは次のとおりである。 A: 供試体が完全に破断したとき, B: 供試体表面をクラックが横切ったとき, C: スチフィネスが初期値の60%に低下したとき, D: 応力 (歪) が初期値の50% (2倍) に低下 (増加) したとき, E: たわみが急激に増加したとき (たわみ～くり返し回数の関係図から求める)。 (注-2) 表中の○印は各研究者が使用した試験方法を示す。+印, -印は, 要因の変動に対し, 疲労寿命がそれぞれ増加, および減少することを示す。また *印は, ほとんど影響されないことを示す。											

図-6の1で計算期間を分割し、2~5. のような各設計条件を設定するがこれらの設計条件にもとづいて、室内試験結果から弾性係数、ポアソン比を仮定する。荷重条件の中で、荷重時間および休止時間が疲労寿命に与える影響については、Monismith⁽¹⁶⁾、Raithby⁽¹⁷⁾、Dijk⁽¹⁸⁾、Pell⁽¹⁹⁾らによって研究されており、Dijkらは、荷重休止時間の増加とともに疲労寿命は連続荷重の場合の最大約10倍まで増加するとしている。

また、J. Verstraeten⁽³⁾は、合理的設計法で休止時間を考慮しており、応力の振幅と休止時間をランダムに変動させた室内疲労試験結果(図-7)から、標準軸数(N)と商業車台数(Nc)の関係は休止時間を考慮しない場合の $N = 1.57 Nc$ に対し、考慮した場合には $N = 0.22 Nc$ となり、疲労寿命が7倍に増加している。さらに、横断方向の荷重分布を考慮した場合には、

$$0.08 Nc < N < 0.22 Nc \quad \cdots \cdots (11)$$

としている。したがって最大20倍にも疲労寿命が増加する。

このように、荷重条件は疲労寿命に大きな影響を与えるが定説には至っておらず研究段階にとどまっている。

室内疲労試験結果から導かれる設計基準値は、弾性解析からアウトプットされる路床上面の圧縮ひずみ(ϵ_z)および、アスファルト層下面の引張りひずみ(ϵ_r)に対し設定される場合が多いが、その他の因子として、路床路盤の圧縮応力、アスファルト層の引張り応力、あるいはせん断応力を採用している場合もある。

路床上面の圧縮ひずみは永久変形の累積を限度内におさえるために用いられ、AASHO 道路試験結果からPSIが2.5まで落ちた時点の繰り返し回数(N)に対して次式のように表わされる。

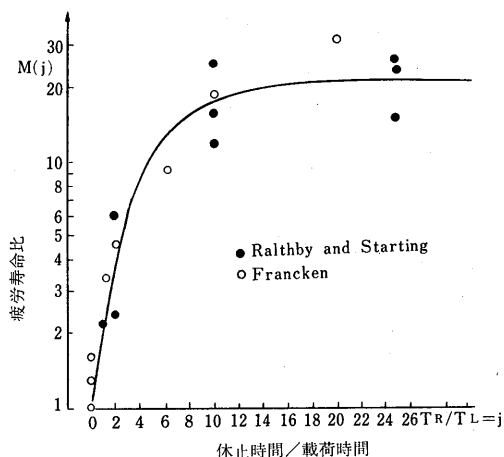


図-7 休止時間/荷重時間と疲労寿命比の関係

$$\epsilon = \ell (1/N)^m \quad \cdots \cdots (12)$$

係数 ℓ , m については、表-5に示すような値が用いられる。

なお、Shell, Chevron, Nottinghamについて比較すると図-8に示すようである。

表-5 係数 ℓ , m の値

	ℓ	m
Shell	2.8	0.25
Chevron	1.05	0.223
Nottingham	2.16	0.28
J. Verstraeten	1.1	0.23
A. F. Bissada	2.5	0.25

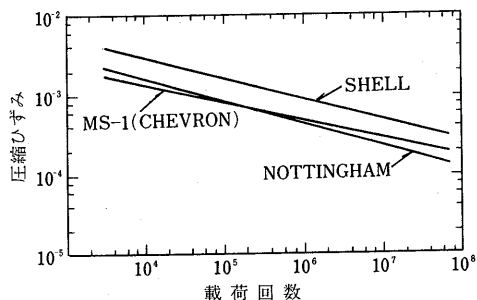


図-8 各設計法における路床面上の圧縮ひずみ基準値

アスコン下面の引張りひずみについては多くの室内試験結果から、一般に次式が導かれている。

$$N = K_2 \cdot \epsilon^{n_2} \quad \cdots \cdots (13)$$

これは(12式と同様な形であるが、(12)式のNはAASHO道路試験から求められた疲労寿命回数であるのに対し、(13)式のNは室内疲労試験からもとめた疲労破壊回数であることに大きな違いがある。したがって(13)式は他の因子(実験条件)を含んだ一般式に修正されて使用される場合が多い。

J. F. Shook⁽²⁾はアスファルト混合物の動弾性係数($|E^*|$)について、アスファルト容積(V_b)、空隙率(V_v)を加味した次のような実験式を導いている。

$$N = 18.4 C \cdot [4.325 \times 10^{-3} (\epsilon_r)^{-3.291} \cdot$$

$$|E^*|^{-0.854}] \quad \cdots \cdots (14)$$

$$C = 10^M, M = 4.84 [V_b / (V_v + V_b) - 0.69]$$

同様に、S. F. Brown⁽¹⁾は、軟化点(SP)とアスファルト容積(V_b)を考慮して次式を導いている。

$$\log \epsilon_t = \frac{14.39 \log V_B + 24.2 \log SP - 40.7 - \log N}{5.13 \log V_B + 8.631 \log SP - 15.8} \dots\dots\dots(15)$$

図-6の12.で Miner 則を用いて累積ダメージ(Dtot)を求めている。これは設定された断面モデルに対して求められた各期間の設計繰返し数 (Ni) と、設計条件から推定した各期間の交通量 (ni) の比を設計年数にわたって累積したものが1になった時の断面モデルが適正であるとするもので舗装体のひずみを変化させる要因 (温度、軸重、弾性係数等) が疲労特性に与える影響を累積するために広く適用されている。

しかし、Dtot = 1 を適正とする考え方は舗装においては定まったものではなく、Frederik T. Hsia ら⁵⁾は、供用実績から累積破壊程度 DLf = 1 として設計した場合には、空隙率6%のときは合理的であったが、実際の現場では空隙率9%程度が多く、この場合には、DLf = 3 とすると、同等の疲労寿命となったとしている。

Miner 則を使用して累積疲労を算出する方法は、舗装のような種々のレベルの荷重が作用する場合には便利であるが、Dtot = 1 が適正であるかは今後の研究課題であり、したがって Miner 則は何らかの補正を加えた形で利用されと思われる。

5. 永久変形の予測

舗装の永久変形は、基本的には Monismith らが示したように、舗装各層の永久変形の総和であり次式のような概念で説明される。

$$\delta q(x, y) = \sum (\epsilon q \Delta Zi) \dots\dots\dots(16)$$

ここで、 δq : (x, y) 平面における i 地点の
わだち掘れ

ϵq : 深さ $[Zi + (\Delta Zi/2)]$ における
永久歪の平均値

ΔZi : i 層の深さ

このような考え方は、J. Verstraeten ら³⁾によっても実用的設計法で用いられており、永久変形量の総和(d)は次式で与えられている。

$$d = \sum_{i=1}^n \Delta di = \sum_{i=1}^n \Delta hi \times fi (N) \dots\dots\dots(17)$$

$$\Delta hi = \frac{6.14}{Ei} [F(Zi') - F(Zi'')] = \frac{6.14}{Ei} \Delta Fi \dots\dots\dots(18)$$

ここで、 Δhi : i 層の変形量

Ei : i 層の弾性係数

Fi : 変形係数

しかし、『第5回構造会議』の論文では、永久変形予

測のテーマは、主としてアスファルト層の流動によるわだち掘れに重点が置かれており、したがって弾性理論から離れた考え方で進められている。

路床の永久変形は、前章で述べたように繰返し回数と圧縮ひずみの関係から基準値を設定し、設計交通量に対する路床上面の圧縮ひずみが基準値を上回らないような断面厚さとして対処している。

アスファルト混合物の流動は、アスファルトの粘性成分に依存するため、レオロジー的性質を表すスティフネスの概念が導入される。このため永久変形予測の研究は、繰返し三軸試験およびクリープ試験を用いた手法が多く、混合物の配合、応力レベル、温度、載荷速度、載荷時間、載荷回数等をパラメーターとした実験式からわだち掘れ量を予測する。これらの研究については、山内が取りまとめた文献⁽²³⁾があるので参照されたい。また、シェルの設計法では図-9に示すフローチャートでわだち掘れ深さを求めるが、これについては、阿部の文献⁽²²⁾によって詳しく紹介されているので参照されたい。

繰返し三軸試験を用いた永久変形予測は、J. Verstraeten ら³⁾が示しており、混合物の種類、応力、周波数、

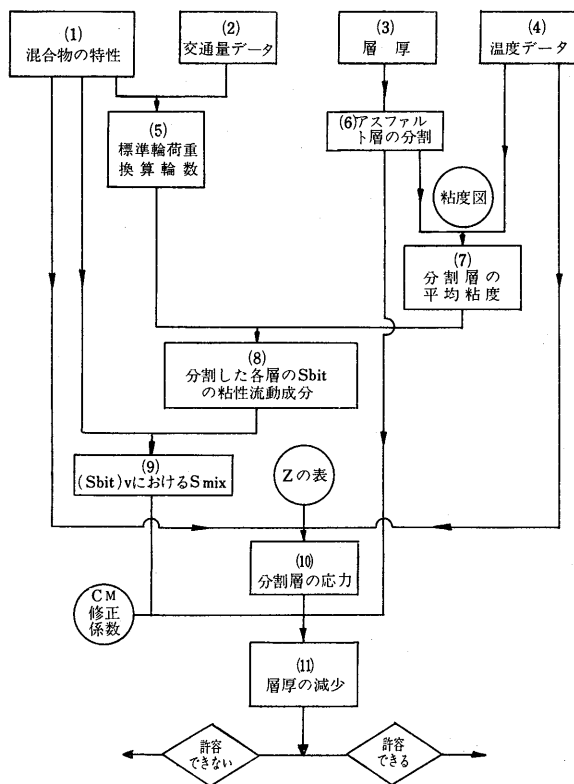


図-9 わだち掘れ深さを求めるフローチャート

温度をパラメーターとした結果（図-10）から次式を導いている。

$$\epsilon_p(t) = A \left(\frac{t}{10^3} \right)^B = \frac{C(\sigma_1 - \sigma_3)}{|E^*|} \left(\frac{t}{10^3} \right)^B \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$F = 5.5 \times 10^{-2} \left(1 - 1.02 \frac{V}{V_L - V} \right)$$

ここで、 $\epsilon_p(t)$: 時間 t における永久歪

A : 配合率及び実際条件による係数

B : 係数 (0.14 ~ 0.37)

C : 係数

$|E^*|$: アスファルト混合物の動弾性係数

σ_1 : 軸方向応力 (t の関数)

σ_3 : 側圧 (一定)

V_L : アスファルト容積

V : 空隙率

また、粘弾性理論を取り入れたプログラムとしては VE SYS が挙げられるが『第5回構造会議』の論文の中では、G. Battiatto ら⁴⁾が、永久変形予測のサブプログラム MÔREL を用いて粘弾性解析を行っている。これは、アスファルト混合物の粘弾性状をマックスウェルモデルで想定し、クリープコンプライアンスはクリープカーブが直線となる長時間載荷時の値を用いる。図-11のように、温度、速度毎に深さ方向の永久歪 (ϵ_{zz}) を積分してわだち掘れ量 (U_z) を求め、さらに図-12に示すノモグラフ

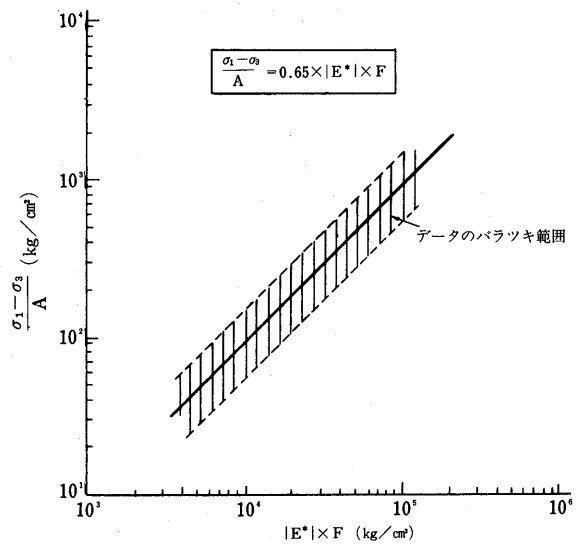


図-10 $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{A}$ と $|E^*| \times F$ の関係

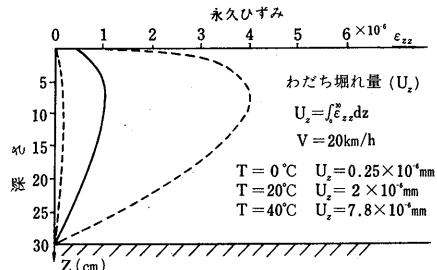


図-11 深さ方向の永久変形量

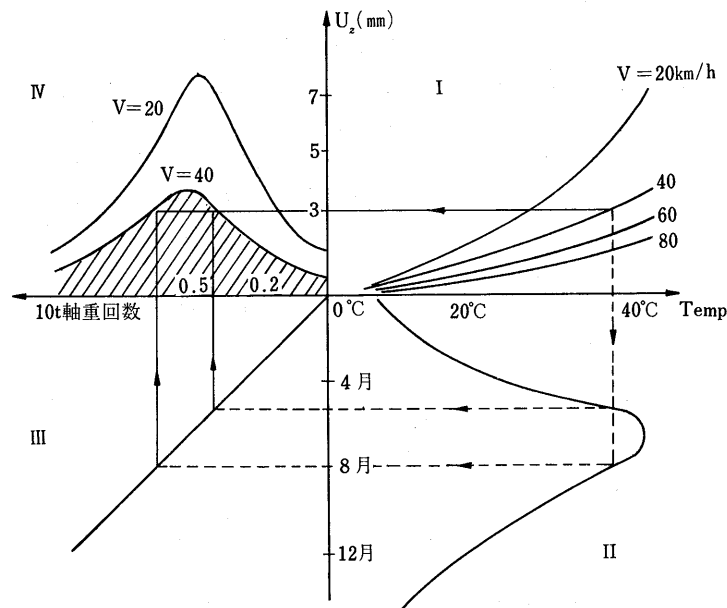


図-12 わだち掘れ深さを求めるノモグラフ

で月別のアスコン層温度および年間の標準軸重 (10 t) 回数を考慮して年間わだち掘れ量を求める。

アスファルト混合物の永久変形予測は、このような粘弾性理論によって、スティフネスあるいはクリープコンプライアンスといった材料特性を用いてわだち掘れ量を計算する手法が主流であるが、試験方法および条件によりかなり異なった計算過程が使われているため、汎用性のある予測法を求めるのは難しいのが現状のようである。

6. 舗装管理システムへの展開

前章までは弾性理論による構造設計プログラムについて述べてきたが、ここで、舗装管理システム (PMS) との関連について若干触れておく。

従来の経験的構造設計法から理論的構造設計法の実用化への緒となった多層弾性理論も、構造設計システムからみればごく一部を占めるサブプログラムに過ぎなくなっている。同様に構造設計プログラム自体も PMS の開発に伴って、そのサブプログラムとして組み込まれている。

PMS の概念では、舗装の設計は、計画から設計、施工、供用さらに維持修繕を含めた流れのなかで、最も経済的な舗装構造を決定するとともに、維持修繕計画、費用計算など行政的な分野も含んで捕えられている。Finn らは、PMS の概念を図-13 のようなフローチャートで示しているが、この中で構造設計プログラムに相当するのは斜線で示したブロックにすぎない。しかし、前章までの構造設計システムに比較すると、PMS の中では考慮される設計条件が非常に多くなり、しかもそれらが相互に影響し合って複雑な流れとなると同時に、供用性予測が非常に重要となってくる。これは PMS の概念が維持修繕計画まで含めた経済性比較を目的とするためである。

PMS を最初に実用化した、Texas Flexible Pavement Design System (FPS) は、供用性予測を PSI と舗装のたわみ量の関係から求めている。また、FPS から改良発展した SAMP あるいは VESYS などのシステムでは、AASHO 道路試験結果から導き出された PSI を供用性予測の指標としている。PSI は次式のように表わされる。

$$PSI = A_0 + A_1 \log (1 + SV) + A_2 \cdot RD^2 + B \sqrt{C + P} \dots \dots \dots (20)$$

ここで、SV : 平坦性, RD : わだち掘れ,

C + P : ひびわれ率,

A₀ A₁ A₂ B : 係数

したがって、疲労予測、永久変形予測の精度が非常に重要である。

なお、PMS については阿部の文献⁽²⁴⁾ がその概要を、また竹田の文献⁽²⁵⁾ が具体例として SAMP-5 についてそれぞれ詳細にまとめているので参照されたい。また、『第 5 回構造会議』では、Session IV において PMS を取り扱っており、後日アスファルト誌に紹介される予定である。

7. あとがき

以上、理論的構造設計法について、『第 5 回構造会議』Session I の論文から取りまとめた。

理論的構造設計法は多くの国で積極的に実用化の研究が進められているが、現状としては、実用化されているプログラムも現場から収集されたデータにより頻繁に改良が加えられており、経験的手法と併用されているようである。したがって、理論的手法が今後経験的手法に替わって実用化されるためには、次の二つの問題の解決が急務である。

(1) 供用条件を十分に反映できる設計基準値を確立する。

(2) 材料特性を表わす各種実験式と供用条件の相関を把握する。

各国の研究は大部分これらを目的として行なわれており、検証データによって供用予測と良好な相関を得ている研究も多い。

我が国においても、理論的構造設計法について研究が進められているが、現場における認識はまだ遅れており実際の設計で試みられた例は少ない。このため、各国の検証データの豊富さに比較するとやや立ち遅れている。

理論的構造設計法の実用化に必要な上記 2 項目は、現場の供用結果から得られることを考えれば、今後、研究者と現場技術者の緊密な協力が求められる。

最後に、本稿をまとめるにあたり、御指導いただいた日本大学阿部頼政助教授に誌面をかりて御礼申しあげる。

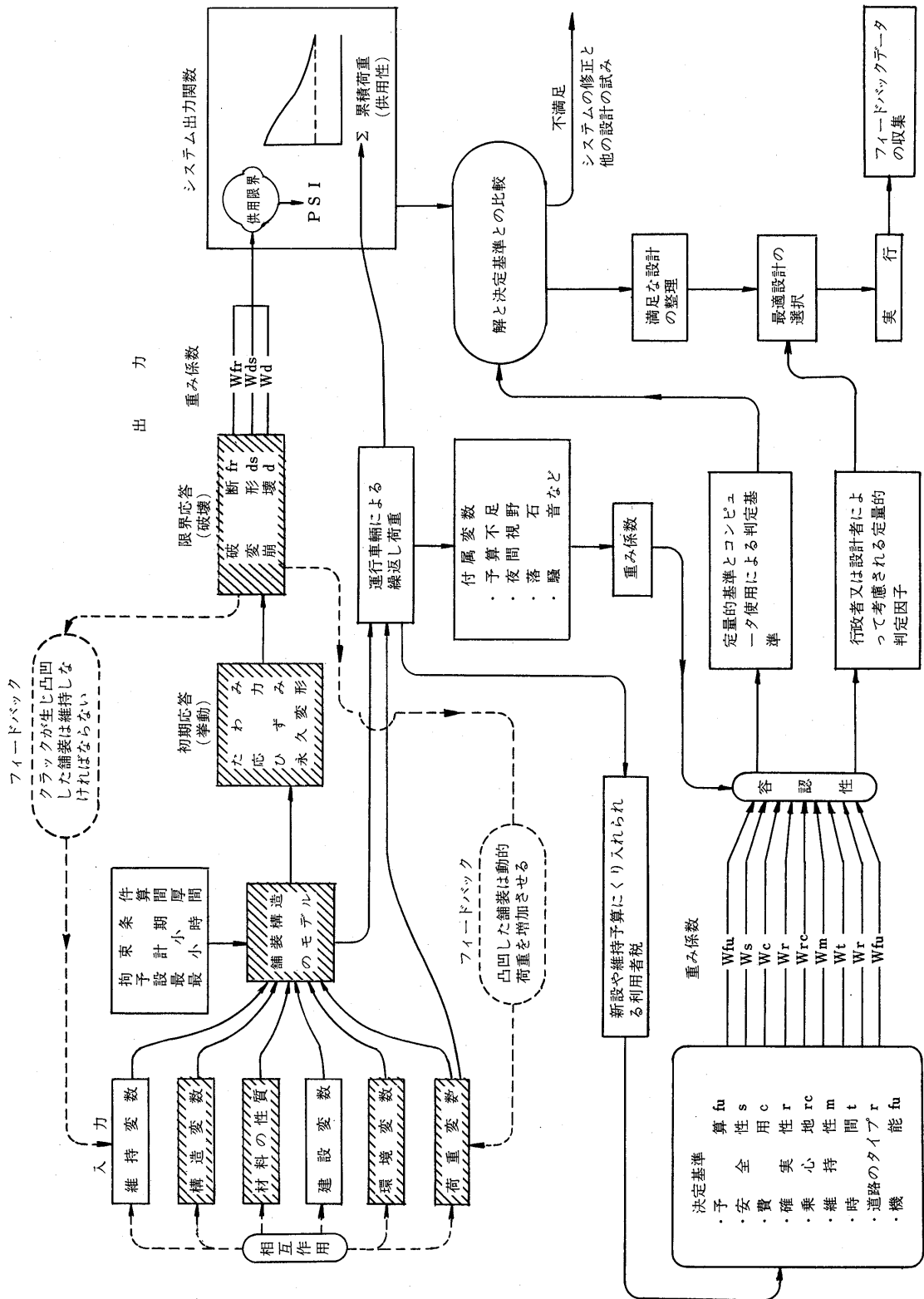
☆

☆

☆

☆

図-13 舗装管理システムの概念図



(1)～(13)は第5回構造会議, Session I の発表論文, その他は, 筆者が参考とした文献である。

- 1) S.F.Brown, J.M.Brunton & P.S.Pell, "The Development and Implementation of Analytical Pavement Design for British Conditions"
- 2) J.F.Shook, F.N.Finn, M.W.Witczak & C.L. Monismith, "Thickness Design of Asphalt Pavements - The Asphalt Institute Method"
- 3) J.Verstraeten, V.Veverka & L.Francken, "Rational and Practical Designs of Asphalt Pavements to Avoid Cracking and Rutting"
- 4) G.Battiato and C.Verga, "The AGIP Viscoelastic Method for Asphalt Pavement Design"
- 5) F.T.Hsia, H.H.Richter & J.W.Padgett, "Mechanistic Design for Timber Haul Pavement"
- 6) N.W.Lister, W.D.Powell & R.T.N.Goddard, "A Design for Pavement to Carry Very Heavy Traffic"
- 7) F.L.Roberts, H.von Quintus & W.R.Hudson, "Design Procedure for Premium Flexible Pavements"
- 8) I.Gschwendt & I.Poliacek, "Pavement Design Optimization by an Analytical Method"
- 9) R.L.Lytton, C.H.Mchalak and T.Scullion, "The Texas Flexible Pavement Design System"
- 10) A.F.Bissada, S.K.Hamdani & H.R.Guirguis, "Design Criteria of Asphalt Pavement Structures at High Service Temperatures"
- 11) C.R.Freeme, J.H.Maree & A.W.Viljoen, "Mechanistic Design of Asphalt Pavements and Verification Using The Heavy Vehicle Simulator"
- 12) P.Autret, A.B.De Boissoudy and J.P.Marchand, "ALIZE III Practice"
- 13) F.Wolff, "Design of Pavements in Tropical Regions with The Finite-Element Method"
- ⑭ 阿部頼政『アスファルト舗装の構造設計における最近の動向(2)』アスファルト 115
- ⑮ C.L.Monismith, K.E.Secor & E.W.Blackmer, "Asphalt mixture behaviour in repeated flexure" A.A.P.T. Vol. 30
- ⑯ J.A.Deacon & C.L.Monismith, "Laboratory flexural-fatigue testing of Asphalt-Concrete with emphasis compound-loading tests" H.R.R. No 158
- ⑰ K.D.Raithby & A.B.Sterling "The Effect of Rest Period on The Fatigue Performance of a Hot-Rolled Asphalt Under Reversed Axial Loading" A.A.P.T. Vol. 42 1973
- ⑱ W.van Dijk & W.Visser "The energy approach to fatigue for pavement design" The Annual Meeting of A.A.P.T. 1977
- ⑲ P.S.Pell & I.F.Taylor "Asphaltic road materials in fatigue" A.A.P.T. Vol. 38
- ⑳ 竹下春見『解説アスファルト舗装(2)』アスファルト 9～50 p 7～12 (1966)
- ㉑ 田井文夫『アスファルト舗装の疲労クラック』アスファルト 117 p 24～36
- ㉒ 阿部頼政『アスファルト舗装の構造設計における最近の動向(3)』アスファルト 116 p 14～23
- ㉓ 山内幸夫『アスファルト舗装のわだち掘れ』アスファルト 117 p 37～45
- ㉔ 阿部忠行『舗装管理システムについて』アスファルト 122 p 2～12
- ㉕ 竹田敏憲『SAMP-5 (Systems Analysis Method for Pavements) アスファルト 126 p 26～38

フルデプスアスファルト舗装

道路舗装の路床（改良路床の場合も含む）の上の全ての層に、アスファルト混合物を用いた舗装のことを、フルデプスアスファルト舗装（Full-Depth Asphalt Pavement）という。

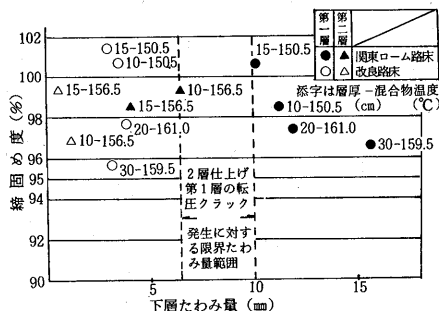
類似したものに、デープストレングスアスファルト舗装（Deep-Strength Asphalt Pavement）、デープリフト舗装（Deep-lift Pavement）、シックリフト舗装（Thick lift Pavement）等がある。

デープストレングスアスファルト舗装は、路盤から上の部分に、厚さ6インチ（約15cm）以上のアスファルト混合物層を有する舗装のことである。

デープリフト舗装とは、路盤や（表層+基層）の1層仕上り厚さを、4インチ（約10cm）以上で施工する構成層を有する舗装のことである。

シックリフト舗装は、デープリフト舗装と同様に、1層仕上りの厚さで分類した路盤寸法を有する舗装のことである。

アスファルト舗装要綱では、フルデプスアスファルト舗装の適用は、路床土のCBR＝5％以上の場合としている。これは、図－1の例で示すように、路床支持力が小さい区間でのシックリフト工法によるアスファルト安定処理路盤では、転圧クラックの発生が避けられない、30cmの施工では下層緑部の締固め度が低くなるので、路床改良が必要である、等の関係がわかり、これらを参考に決めた経緯がある。しかし、現在、日本アスファルト協会では、フルデプスアスファルト舗装技術指針（案）をとりまとめ中である。ここではその後の実績から（イ）、適用範囲はCBR＝2以上とする（ロ）、CBR＝5％未満の場合は15～30cmのワーキングテーブルを設ける（ハ）、舗装の設計は、アスファルト舗装要綱で示されている交通量区分とCBR区分に応じたT_Aを満足する設計を行えばよい。等の判断を基に整理されている。



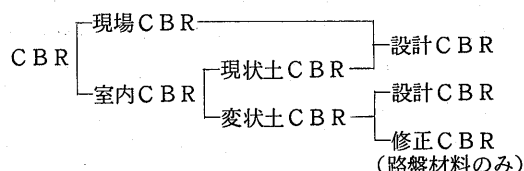
図－1 下層たわみ量と締固め度の関係

CBR（試験）

CBR（試験）とは、道路舗装の路床および路盤の材料強度を評価する値（試験）のことである。CBRは、カリフォルニア支持力比（California Bearing Ratio）の略称であり、アスファルト舗装の破壊調査の解析から、破損の原因となっている路盤の強化を図るために、一定強度以上の材料を使用する必要性から、路盤材料の強度を簡易に比較する試験法として考え出された貫入試験のことである。

通常は、直径5cmの貫入ピストンが0.25cmだけ貫入した時の荷重と標準荷重（1370kg）との比を百分率で表わして比較することが多い。

CBRは、路床および路盤や、試験を実施する場所等使用目的に応じて図－1のように分類できる。



図－1 CBRの分類

現場CBRとは、自然状態での地盤強度を測定するために実施する試験であり、試験方法はJIS A1211に規定されている。

室内CBRは、貫入量と膨張量を測定するために実施する試験である。

設計CBRは、自然含水比の状態では3層67回突固めによるCBRのことである。

変状土CBRは、骨材の最大粒径が19.1mm以下5層55回、38.1mm以下では3層92回突固めによるCBRのことである。

修正CBRは、路盤材料を最適含水比の状態では、3層92回、42回、17回に突固めてCBR試験を行い、最大乾燥密度の95％に相当するCBRのことであり、試験方法はアスファルト舗装要綱付録4－1で規定されている。

CBRが測定しにくい軟弱な地盤では、コーンペネトロメータによる貫入抵抗の値（qc）から次式を用いてCBRを推定する場合がある。

$$\text{CBR} = 0.0117 \text{qc}^2 + 0.21 \text{qc} + 0.341$$

一方、多層弾性理論を利用した舗装のたわみ量解析などに使用する路床土の弾性係数（E）（kg/cm²）はE＝（50～100）CBRの値を用いる場合が多い。

〔小島逸平 建設省土木研究所舗装研究室〕

ゴム入りアスファルト

ゴム入りアスファルトは、アスファルトにゴムを添加した改質アスファルトで、アスファルトの感温性状や粘弾性状及びタフネス・テナシティで表される凝集力・粘着力を改善することにより、アスファルト混合物の高温での流動低抗、低温での可とう性、耐摩耗性などを改良するものである。

使用されるゴムは、天然ゴム（NR）の他、スチレン・ブタジエンゴム（SBR）、クロロプレンゴム（CR）、スチレン・インプレングム（SIR）などの合成ゴムに加え最近では熱可塑性ゴム（thermo plastic rubber）と呼ばれるスチレン・ブタジエン・スチレン共重合体（SBS）スチレン・インプレングム・スチレン共重合体（SIS）なども利用されている。これらのゴムは種類により固型、粉末又はラテックスの形で用いられる。ゴム入りアスファルトの製造方法には、プラントミックス方式とプレミックス方式とがあり、プラントミックスはアスファルトプラントのバグミル中にゴムを直接添加するもので、碎石、砂、石粉を空練りし、アスファルトを噴射した直後にゴムを添加混合しゴムアスファルト混合物を製造するものである。この方式では主にSBRラテックスが利用されているが、熱可塑性の粉末状のゴムも用いられている。短い混合時間で均一に溶解分散する必要があるため、舗装用SBRラテックスには比較的粘度の低い固型分50%のものが用いられる。アスファルトに対する添加量は6～10%（固型分3～5%）である。一方、プレミックス方式は予め工場アスファルトにゴム（固型又はラテックス）を混合したゴムアスファルトを製造し、これをアスファルトプラントに供給するもので、この方式では輸送、貯蔵中にゴムが分離したり、品質が変化しないようゴムアスファルトの配合、製造条件を選定する必要がある。

ゴムアスファルトの優れた性能を供用面で十分発揮させるためには施工管理の面でも十分な配慮が必要である。特にゴムアスファルト混合物は、一般の混合物と比較して粘性が高いため、混合・転圧時の温度管理に注意し、転圧不足による空隙率の増加で、供用性能が大幅に低下することのないよう管理する必要がある。細粒度アスコン（アスファルト量6.6%）でゴム添加量3～7%の場合、2%の締め固め率の低下で動的安定度は約50%になるというデータも示されている。（アスファルトNo.129、24～25参照）

熱可塑性樹脂入りアスファルト

熱可塑性樹脂は加熱すると溶解流動して可塑性をもち冷却すると固化するもので加熱溶解、冷却固化のくり返しが可能な樹脂である。アスファルトも熱可塑性の材料であるため、アスファルトと混合性の良い熱可塑性樹脂を組み合わせることによりアスファルトの物理的性状を改良することができる。アスファルトの改質に用いられる主な樹脂は、エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂（EVA）、エチレン・エチルアクリレート共重合体（EEA）、エチレン・プロピレン共重合体（EPR）、ポリエチレン（PE）、アタクチックポリプロピレン（APP）などであるが、アスファルトとの相溶性、改質効果など実用性の点でEVA、EEAが最も有効と考えられており、市販の熱可塑性樹脂入りアスファルトの多くに使用されている。樹脂のアスファルトに対する添加量は一般に2～10%で、粉末状の樹脂をアスファルトプラントのバグミル中に直接投入するプラントミックス方式と、樹脂入りアスファルトを工場製造するプレミックス方式とがある。樹脂による改質効果は粘度、軟化点の増加及び感温性の低下によりアスファルト混合物の流動低抗など主として高温性状を改質することができる。更に耐摩耗性など低温性状を改良するために樹脂とゴムを併用することもある。樹脂入りアスファルトはゴム入りアスファルトと同様に施工時の温度管理に十分注意を払う必要があり、一次転圧を早めに行ない温度低下による空隙率の増加を防ぐよう配慮する。また樹脂入りアスファルトは粘度が高いため配合設計においてバインダー量を多めにしても十分な安定度が確保できるので、耐久性の点からもバインダー量を多く使用することが望ましい。樹脂入りアスファルトの性状例を以下に示す。

表 樹脂入りアスファルトの性状例（添加量5%）

項 目	ポリマーの種類	ストレート アスファルト	EEA	EVA
針入度 (25℃)		78	51	61
軟化点 (℃)		46.5	58.0	64.0
伸度 (7℃) cm		100+	0	75.4
タフネス (25℃) kg・cm		29	92.5	112
テナシティ (25℃) kg・cm		2.7	1.2	49.8
セイボルトフロール(180℃)sec		32	131	89
P I		-1.05	0.67	2.33

（出典：アスファルトNo.129）

（出光弘光 シェル興産(株)中央研究所）

☆1983年改訂版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、
毎年改訂発行しております。

ただいま予約受付中です。

日本アスファルト協会・発行

『アスファルト・ポケットブック』 1983年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文72ページ・実費領価 1部 500円(送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申込み下さい。

主 な 内 容

- | | |
|---------------------|--------------|
| ○石油アスファルトの生産実績 | ○昭和55年度の道路予算 |
| ○石油アスファルトの需要推移 | ○道路の現況 |
| ○石油アスファルトの需要見通し | ○道路整備5ヵ年計画 |
| ○石油アスファルトの製造及び流通 | ○参考資料 |
| ○石油アスファルトの生産場所及び油槽所 | ○石油供給計画 |
| ○石油アスファルトの製造原油 | ○主要諸国の道路事情 |
| ○石油アスファルトの品質規格 | ○データーシート |
| ○石油アスファルトの用途 | ○住 所 録 |
| ○石油アスファルトの価格 | ○会員名簿 |
| ○道路投資額と石油アスファルト需要 | ○関連官庁・関連団体 |

最近のアスファルト事情 1983年版

B5・48ページ・¥500(送料は実費)

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。
広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。
申込先 105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル
日本アスファルト協会

目 次

- | | | |
|-------|-------------|-------------------|
| ★需 要 | ★課 題 | 臨時石油アスファルト需給等対策会議 |
| 用 途 | ★参考資料 | 道路予算 |
| 需要の推移 | 品質規格 | 世界の原油確認埋蔵量 |
| ★供 給 | 試 験 法 | 原油輸入量の推移 |
| 生 産 | 品質管理 | 原油価格 |
| 流 通 | アスファルト舗装の特長 | 石油需給計画 |
| 施 策 | | |

＜石油アスファルト需給統計資料＞ その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千t）

項目 年度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対 前 年 比 度 度	輸 入	合 計	内 需	対 前 年 比 度 度	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
50 年 度	182	4,086	(89.4)	0	4,268	4,015	(87.6)	13	4,029	236	4,265
51年度上期	236	2,104	(97.2)	0	2,340	2,045	(99.2)	18	2,060	266	2,326
51年度下期	266	2,050	(106.7)	0	2,316	2,058	(105.2)	4	2,062	256	2,318
51 年 度	236	4,154	(101.7)	0	4,390	4,103	(102.1)	22	4,122	256	4,378
52年度上期	256	2,284	(108.6)	0	2,540	2,320	(113.6)	0	2,320	227	2,547
52年度下期	227	2,506	(122.1)	0	2,733	2,445	(118.8)	0	2,445	287	2,732
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53年度上期	287	2,661	(116.5)	0	2,948	2,636	(113.6)	0	2,636	312	2,948
53年度下期	312	2,568	(102.6)	0	2,880	2,582	(105.6)	0	2,582	297	2,879
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54年度上期	297	2,624	(98.6)	0	2,921	2,576	(97.7)	0	2,576	348	2,924
54年度下期	348	2,440	(95.0)	1	2,789	2,562	(99.2)	2	2,564	236	2,800
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55年度上期	236	2,374	(90.5)	0	2,610	2,323	(90.2)	12	2,335	278	2,613
55年度下期	278	2,346	(96.1)	1	2,625	2,380	(92.9)	9	2,389	240	2,629
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56年度上期	240	2,244	(94.5)	0	2,484	2,215	(95.4)	5	2,220	266	2,486
57. 1～3月	240	1,104	(103.8)	0	1,344	1,089	(99.6)	9	1,098	226	1,324
56年度下期	266	2,354	(100.3)	0	2,620	2,347	(98.6)	14	2,361	226	2,587
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57. 4 月	228	404	(89.8)	0	632	313	(86.9)	4	317	316	633
5 月	316	316	(101.3)	0	632	300	(96.2)	1	301	331	632
6 月	331	316	(106.8)	0	647	358	(105.9)	0	358	289	647
4～6月	228	1,036	(97.9)	0	1,264	971	(96.1)	5	976	289	1,265
7 月	289	381	(89.9)	0	670	394	(92.5)	0	394	277	671
8 月	277	356	(98.6)	0	633	380	(104.4)	0	380	253	633
9 月	253	376	(93.8)	0	629	385	(101.3)	3	388	240	628
7～9月	289	1,113	(93.8)	0	1,402	1,159	(96.2)	3	1,162	240	1,402
57年度上期	228	2,149	(95.8)	0	2,377	2,130	(96.2)	8	2,138	240	2,378
10月	240	462	(114.4)	0	702	458	(109.0)	1	459	235	694
11月	235	413	(96.3)	0	648	430	(105.9)	1	431	215	646
12月	215	423	(101.4)	0	638	465	(107.6)	0	465	172	637
10～12月	240	1,298	(103.8)	0	1,538	1,353	(107.6)	2	1,355	172	1,527
1 月	172	309	(105.1)	0	481	263	(115.4)	1	264	217	481
2 月	217	360	(116.9)	0	577	326	(103.5)	0	326	251	577
3 月	251	499	(99.3)	0	750	529	(96.8)	7	536	213	749
1～3月	172	1,167	(105.7)	0	1,339	1,118	(102.7)	8	1,126	213	1,339
57年度下期	240	2,466	(104.8)	0	2,706	2,471	(105.3)	10	2,481	213	2,694
57 年 度	228	4,561	(99.2)	0	4,789	4,545	(99.6)	18	4,563	213	4,776

〔注〕 (1)通産省エネルギー統計月報 58年3月確報
(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

＜石油アスファルト需給統計資料＞ その2

石油アスファルト内需実績（品種別明細）

（単位：千t）

項目 年月	内 需 量					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	計	合 計	ストレート・アスファルト		ブロー ンアス ファルト	計	合 計	ストレート・アスファルト		ブロー ンアス ファルト	計	合 計
	一般用	工業用				一般用	工業用				一般用	工業用			
50 年 度	3,574	190	3,764	251	4,015	89.0	4.7	93.7	6.3	100.0	84.8	143.9	86.6	104.1	87.5
51年度上期	1,828	93	1,921	124	2,045	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	97.6	120.8	98.5	110.7	99.2
51年度下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.6	103.6	105.5	100.7	105.2
51 年 度	3,630	209	3,839	264	4,103	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.6	110.0	102.0	105.2	102.2
52年度上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.6	121.5	114.0	105.6	113.4
52年度下期	2,166	122	2,288	157	2,445	88.6	5.0	93.6	6.4	100.0	120.2	105.2	119.3	112.1	118.8
52 年 度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53年度上期	2,355	136	2,491	145	2,636	89.3	5.2	94.5	5.5	100.0	113.4	120.3	113.8	110.7	113.6
53年度下期	2,283	131	2,414	168	2,582	88.4	5.1	93.5	6.5	100.0	105.2	107.4	105.3	109.6	105.6
53 年 度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54年度上期	2,309	100	2,409	167	2,576	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8
54年度下期	2,311	75	2,386	176	2,562	90.2	2.9	93.1	6.9	100.0	101.2	57.3	98.8	104.8	99.2
54 年 度	4,620	175	4,795	343	5,138	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.6	65.5	97.8	109.6	98.5
55年度上期	2,099	87	2,186	137	2,323	90.4	3.7	94.1	5.9	100.0	90.9	87.0	90.7	82.0	90.2
55年度下期	2,134	96	2,230	150	2,380	89.7	4.0	93.7	6.3	100.0	92.3	128.0	93.5	85.2	92.9
55 年 度	4,233	183	4,416	287	4,703	90.0	3.9	93.9	6.1	100.0	91.6	104.6	92.1	91.5	91.5
56年度上期	1,977	103	2,080	135	2,215	89.3	4.7	93.9	6.1	100.0	94.2	118.4	95.2	98.5	95.4
57. 1～3月	963	57	1,020	69	1,089	88.4	5.2	93.7	6.3	100.0	99.7	111.8	100.2	92.0	99.6
56年度下期	2,105	103	2,208	139	2,347	89.7	4.4	94.1	5.9	100.0	98.6	107.3	99.0	92.7	98.6
56 年 度	4,082	206	4,288	274	4,562	89.5	4.5	94.0	6.0	100.0	96.4	112.6	97.1	95.5	97.0
57. 4 月	269	24	293	20	313	85.9	7.7	93.6	6.4	100.0	84.1	133.3	86.7	90.9	86.9
5 月	256	25	281	19	300	85.4	8.3	93.7	6.3	100.0	91.8	192.3	96.2	95.0	96.2
6 月	317	22	339	19	358	88.6	6.1	94.7	5.3	100.0	105.7	129.4	106.9	90.5	105.9
4～6 月	842	71	913	58	971	86.7	7.3	94.0	6.0	100.0	93.7	147.9	96.4	92.1	96.1
7 月	347	25	372	22	394	88.1	6.3	94.4	5.6	100.0	90.6	125.0	92.3	95.7	92.5
8 月	338	22	360	20	380	88.9	5.8	94.7	5.3	100.0	103.7	169.2	106.2	80.0	104.4
9 月	340	22	362	23	385	88.3	5.7	94.0	6.0	100.0	100.6	100.0	100.6	115.0	101.3
7～9 月	1,025	69	1,094	65	1,159	88.4	6.0	94.4	5.6	100.0	95.1	125.5	96.6	90.3	96.2
57年度上期	1,867	140	2,007	123	2,130	87.7	6.5	94.2	5.8	100.0	94.4	135.9	96.5	91.1	96.2
10 月	403	31	434	24	458	88.0	6.8	94.8	5.2	100.0	105.2	238.5	109.6	100.0	109.0
11 月	376	31	407	23	430	87.4	7.2	94.6	5.4	100.0	101.3	258.3	106.3	100.0	105.9
12 月	398	43	441	23	464	85.8	9.2	95.0	5.0	100.0	102.6	204.8	107.8	100.0	107.4
10～12月	1,177	105	1,282	70	1,352	87.0	7.8	94.8	5.2	100.0	103.1	228.3	107.9	100.0	107.5
1 月	197	43	240	23	263	74.9	16.4	91.3	8.7	100.0	106.5	226.3	117.6	95.8	115.4
2 月	260	44	304	22	326	79.8	13.5	93.3	6.7	100.0	94.2	275.0	104.1	95.7	103.5
3 月	470	39	509	20	529	88.8	7.4	96.2	3.8	100.0	93.6	177.3	97.1	90.9	96.9
1～3 月	927	126	1,053	65	1,118	82.9	11.3	94.2	5.8	100.0	96.3	221.1	103.2	106.2	102.7
57年度下期	2,104	231	2,335	135	2,470	85.2	9.3	94.5	5.5	100.0	100.0	224.3	105.8	97.1	105.2
57 年 度	3,971	371	4,342	258	4,600	86.3	8.1	94.4	5.6	100.0	97.3	180.1	101.3	94.2	100.8

〔注〕(1)通産省エネルギー統計月報 58年 3月確報

(2)工業用ストレート・アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3)一般用ストレート・アスファルト＝内需量合計－(ブローンアスファルト＋工業用ストレート・アスファルト)

(4)工業用ストレート・アスファルトに燃焼用アスファルトを含む。

(5)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

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	(104) 東京都中央区八重洲2-4-1	03 (277) 6 4 6 0
大 協 石 油 株 式 会 社	(104) 東京都中央区八重洲2-4-1	03 (274) 5 2 1 1
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 東京都港区赤坂5-3-3	03 (585) 9 4 3 8
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 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3-6	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2-6-2	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 (593) 6 1 1 8
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	(107) 東京都港区赤坂6-1-20	03 (588) 9 6 1 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 東京都港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 4 1 2
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 ア ス フ ァ ル ト 株 式 会 社	(102) 東京都千代田区平河町2-7-6	03 (234) 5 0 2 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 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) 東京都千代田区有楽町1-12-1	03 (211) 1 4 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	(985) 宮城県仙台市港5-1-1	02236 (5) 8 1 4 1

〔ディーラー〕

● 北 海 道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10-4	011 (281) 3 9 0 6	日 ア ス
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
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011 (231) 5 9 3 1	出 光
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6	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
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (261) 7 9 5 7	三 石
(株)トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1	共 石
葛井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1	丸 善

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
● 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) 1101 日 アス
(株)木畑商会仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-17	0222 (22) 9203 共 石
株式会社 亀 井 商 店	(980-91)宮城県仙台市国分町3-1-18	0222 (64) 6077 日 石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231 三 石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2-1-30	0222 (23) 4866 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) 1011 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 (3) 3293 共 石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3-1-1	0222 (25) 1491 三 石
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3-3-5	0222 (63) 5951 三 石
竹中産業(株)新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	0252 (46) 2770 シェル
常盤商事(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1-8-19	0222 (24) 1151 三 石
● 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) 8011 日 アス
朝日産業株式会社	(103) 東京都中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (669) 7878 日 アス
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) 3001 シェル
富士興産アスファルト株式会社	(107) 東京都港区赤坂1-5-11	03 (585) 7601 日 アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4-26-5	03 (432) 2891 丸 善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2061 共 石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1-8-7	03 (478) 3501 日 アス
伊藤忠燃料株式会社	(107) 東京都港区赤坂2-17-22	03 (584) 8555 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) 0161 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) 3191 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) 8231 出 光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2-3-5	03 (504) 1528 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) 1131 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) 6290 三 石
三井物産石油株式会社	(101) 東京都千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7111 極 東 石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3471 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 (213) 5871 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) 6101 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) 7151 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) 7691 出 光
菱東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2-7-16	03 (281) 2030 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座6-7-18	03 (571) 5921 三 石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1-20-2	03 (348) 6241 三 石
三徳商事(株)東京支店	(101) 東京都千代田区神田紺屋町11	03 (254) 9291 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) 7131 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) 3961 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) 4271 昭 石
住商石油アスファルト株式会社	(160-91)東京都新宿区西新宿2-6-1	03 (344) 6311 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) 1632 三 石
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	(160) 東京都新宿区西新宿2-7-1	03 (342) 6391 共 石

社団法人 日本アスファルト協会 会員

社 名	住 所	電 話
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) 3 4 0 1 日 アス
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 日 アス
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2-13-5	03 (273) 3 5 5 1 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) 8 1 5 1 日 アス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 共 石
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区揚場町9	03 (269) 7 5 4 1 丸 善
ユニ石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1-4-1	03 (503) 4 0 2 1 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) 6 4 1 1 昭 石

● 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) 1 1 1 1 日 アス
丸 福 石 油	(933) 富山県高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 シェル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町ト25	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
三谷商事株式会社	(910) 福井市中央3-1-5	0776 (20) 3 1 1 1 モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区城西4-28-11	052 (521) 9 3 9 1 日 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) 5 0 1 1 日 石
三徳商事(株)名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2 7 8 1 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) 7 7 2 1 日 アス
株式会社 沢 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (361) 7 1 5 1 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) 3 5 1 4 三 石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 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) 1 5 6 5 シェル
株式会社 田 中 石 油 店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776 (35) 1 7 2 1 昭 石
富安産業株式会社	(930-11) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 共 石

● 近 畿

赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4-304	06 (374) 2 2 7 1 モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4-17-18	06 (538) 2 7 3 1 日 アス
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
飯野産業(株)神戸営業所	(650) 神戸市中央区江戸町98	078 (391) 8 9 6 5 共 石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5 1 9 5 日 アス
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1-43	06 (252) 5 8 5 6 日 アス
木曾通産(株)大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 日 アス
北坂石油株式会社	(590) 大阪府堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6 5 8 5 シェル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1 6 0 8 シェル
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1-1-5	06 (343) 1 1 1 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2 5 5 1 共 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 出 光
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
菱油販売(株)大阪支店	(550) 大阪市西区新町1-4-26	06 (534) 0 1 4 1 三 石
三徳商事株式会社	(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) 兵庫県西宮市久保町2-1	0793 (34) 3 3 2 3 三 石
(株)シェル石油大阪発売所	(552) 大阪市港区南市岡1-11-11	06 (584) 0 6 8 1 シェル
梅本石油(株)大阪営業所	(550) 大阪市西区新町1-12-23	06 (351) 9 0 6 4 丸 善

社 名	住 所	電 話
横 田 瀝 青 興 業 株 式 会 社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0 5 5 5 共 石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町 5-9	0822 (44) 6 2 6 2 日 アス
富 士 商 株 式 会 社	(756) 山口県小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3 2 1 0 シェル
共 和 産 業 株 式 会 社	(700) 岡山県岡山市蕃山町 3-10	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0 3 5 0 日 アス
● 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 (771) 7 4 3 6 日 アス
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 三 石
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
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前 4-3-22	092 (431) 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
(株) 南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴 1-1-5	092 (721) 4 8 3 8 日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 香川県仲多度郡多度町家中 3-1	08773 (3) 1 0 0 1 三 石
菱 油 販 売 (株) 九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王 1-17-11	093 (661) 4 8 6 8 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 日 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 日 アス
(株) シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町 3-5-1	0886 (22) 0 2 0 1 シェル

編集顧問

多 田 宏 行
萩 原 浩
松 野 三 朗

編集委員

阿 部 忠 行	太 田 健 二	関 根 幸 生	林 誠 之
荒 井 孝 雄	河 野 宏	戸 田 透	藤 井 治 芳
飯 島 尚	小 島 逸 平	中 島 守 博	真 柴 和 昌
井 町 弘 光	真 山 治 信	南 雲 貞 夫	吉 兼 秀 典

アスファルト 第 137 号

昭和58年10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 廣業社

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

ASPHALT

Vol. 26 No. 137 OCTOBER 1983

Published by

THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION