

アスファルト

第33巻 第167号 平成3年4月発行

167

特集・アスファルト混合物の品質

特集にあたって	飯島 尚	1
アスファルト合材工場について	宇佐見 寛	3
アスファルト混合物の品質基準	安崎 裕	8
仮設プラントからのアスファルト混合物の品質について	鶴窪 廣洋	12
再生アスファルト混合物の品質について ～東京都における品質管理の現況～	鈴木 勲	27
アスファルトプラントにおける品質管理	山下 弘美	34
アスファルト混合物の事前審査制度	竹田 秋雄	44
アスファルトプラントにおける自主管理制度について	跡地 幸進	46

〈アスファルト舗装技術研究グループ・第7回報告〉

アスファルト舗装工学を目指して(4)	姫野 賢治	51
舗装の乗心地評価と生体反応	樋戸 靖暢・湯川ひとみ	52
〈工事事務所長シリーズ・その44〉		
郡山に赴任して	岡崎新太郎	69
〈用語の解説〉		
路面評価	小島 逸平	71
混合物のスチフネス	高橋 正明	72
総目次第163号～第166号(平成2年度)		74
〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料		77

ASPHALT

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

特集にあたって

飯 島 尚

建設省土木研究所企画部長

プラントにおけるアスファルト混合物の生産を含めて、広くアスファルト舗装に関する品質管理の歴史を溯ると、以外なことにコンクリート舗装にゆきつくようである。さらに、コンクリート舗装の品質管理の考え方も、戦後のダムコンクリートの生産管理にその起源があると考えてよいようである。

ダムの現場では専ら発注者が自ら良質な材料を選別し、機械の性能に応じて所要の品質のコンクリートを作り出すために工程分析や統計解析を駆使して種々な努力がなされていた。昭和31年に刊行されたセンメトコンクリート舗装では基本的にはこのようなダムコンクリートを作る時の手法が導入されたものといえる。

当時舗装といえば殆どがコンクリートであり、しかも直営工事が多かったことから「自から材料の選別、混合、施工までを行なう」ための手法として充分な威力を發揮し、その後の技術の発展に大いに寄与した訳である。しかし、30年代から40年代にかけて直営工事が請負工事へと移行し、しかもコンクリートプラントが定置化し、発注者が自ら作り出すことがなくなつてからは品質管理の方法も当初の姿からはやや様相を異にすることとなる。その後、コンクリート舗装要綱に規定する品質管理の方法も何回かの改訂を経て、現実とのすり合わせが行なわれて今日に至っている。例えば受入れ時の品質の確認や配合設計時の割り増し率の取り方など生コンプレントからの通常使われるコンクリートと異なる事項があり、「自ら生産、施工、検査する」方法と「生産と施工を他者に委ね、検査は自ら行なう」方法の中間の考え方になっているように思われるるのである。

扱て、アスファルト舗装の品質管理は初期の要綱ではプラントおよび現場作業の監督検査にふるい分けや針入度、温度等の試験項目が示されているものの、回数や規準までは示されてはいなかった。そして、これらの項目や、回数が詳細に規定されるのは昭和42年要

綱から本格的に取り入れられることとなったものである。

つまり、「自ら生産、自ら施工する」という歴史は極く初期において見られたが、大半は「生産と施工を他者に委ね、検査は自ら行なう」方式となっている訳であり、基本の考え方には「自ら生産し、自ら管理、検査を行なう」方式の思想が色濃く残されているように考えられるのである。後者の方法は時代の流れにそつ当然の帰結であり、最近では各作業工程がさらに分業化していることから一連の工程の各段階における品質管理の方法も大きく変わって来ていると考えられる。しかし基本的には前述のように初期における考え方で処理ようとすることから、バランスのとれない品質管理が行なわれることも見受けられる訳である。

ここでアスファルト舗装の品質管理の基本的な考え方を整理すると次のとおりとなる。

- ① 生産と施工に必要な品質管理は発注者の検査に合格するよう受注者が行なうものである。
- ② 品質標準としての規格値が定められている。
- ③ 品質管理のための諸試験が即検査試験ではなく、検査のために用いる一つの手段であること。
- ④ 工事の規模によって品質管理試験の項目や頻度が2段階に分けられている。
- ⑤ 品質管理に用いる試験方法が標準化されていること。
- ⑥ 手順としては一般的に基準試験、品質管理、検査の流れとなり、基準試験では用いる材料や機械の確認を行ない、それらを用いた施工段階で品質管理を行なう。最後に発注者による検査が行なわれる。

次に検査であるが、一つは抜取り検査であり、一つは日常の品質管理データを利用する方法であるが、一般的には日常の品質管理を利用することが多い。この際に発注したにも乍ず自ら生産し、自ら施工するとい

う考え方から品質管理の項目と頻度を実体以上に要求する場合があり、簡素化が必要になっている訳である。特に、最近のように人手不足、工事量の増大、熟練工不足という工事をとりまく環境が一段と厳しくなっている一方で、プラントの定置化、施工機械の高性能化が図られつつあることから、これまで以上に品質管理手法を簡素化し、わかりやすい体系にするための努力が必要になっているよう思われる所以である。

扱て、今月号はアスファルト混合物の品質管理について特集号を組んでいる。前述のように品質管理のあり方をめぐり、種々な検討がなされているが、ここでは、アスファルトプラントにおける混合物の品質を中心にして一部で施工されている新しい試みを紹介し、品質管理に対する認識を深めて戴くことを意図している。

まず「アスファルト合材工場について」では、一般型、再生型合計1890基のプラントの現状について、設備の傾向、製造、販売の面から分析している。さらに今後の課題について1) 計画面から、2) 人的配慮の面から述べており、女性の活用等にふれていることも注目される。

「アスファルト混合物の品質基準」では、アスファルト舗装要綱で示される品質を確保するための配合設計及び混合物製造の留意点あるいは品質のあり方が示されており、さらに作業簡素化の一環として新しい測定法にもふれるなど今後の品質管理のあり方を考える上で多くの示唆に富む内容となっている。「仮設プラントからのアスファルト混合物の品質について」は、高速道路における事例であり、通常工事規模が大きくなること、経済性等の理由から仮設プラントが使用される場合が多い。この際の品質管理項目や頻度、基準、留意事項、実例及び改善のためのいくつかの提案がのべられている。特に「とがり」、「ひずみ」等の考え方の導入は注目される事項であろう。

「再生アスファルト混合物の品質について」では発注サイドから見たリサイクルプラントにおける再生混合物の品質基準について東京都の実情をふまえて記述されている。再生アスファルト混合物の位置付け、使用区分と使用実績、品質管理の位置付け、管理基準、検査基準、及び管理試験結果が要領よく述べられている。特に検査基準では「試験」、「照合」、「確認」の方法が示され、公的機関や製造者等の試験機関での試験を含めて機能的な方法が述べられている。舗装工事の請負者とアスファルト混合物の生産者を区別して考える必要性からの現実的な対応であると考えられる。

「アスファルトプラントにおける品質管理」では、品質管理に係わる近年の動向と現状、問題点、舗装工事の分業化への対応、工事規模と品質管理のあり方等品質管理全体にかかわる記述となっている。特にプラントにおける自動計量や印字記録、ミルシートの検討、リアルタイムの測定機器の開発の提言など今後の「品質管理の高度化」へ向けて具体的な事項が示されており、有用な内容となっている。

「アスファルト混合物の自主管理の実例」では、プラントの事前審査制度と自主管理制度が述べられている。事前審査制度は建設省が技術開発の促進普及のために広く活用している技術審査証明事業を若干アレンジして地建単位で進めている制度であると考えられる。この制度とこれまでのアスファルト工事における基準試験のうち、プラントに関する試験項目を組合せたユニークな方法であり今後の活用が大いに期待できるものである。

以上のように、各論文ともいずれも中味の濃いものであり、これから品質管理の合理化、高度化を進める上で極めて有用な情報を与えるものである。それぞれの現場での品質管理の改善に役立てられるよう希望するものである。

アスファルト合材工場について

宇佐見 寛*

はじめに

「アスファルト合材工場の実情について」という題名を頂いたが、そもそも、アスファルト合材工場なる言葉は、何時の間にか出来上がっているという感じであり、未だに公式の場では混合所といわれている。

このことは、この設備に関する一般的認識（位置付け）を端的に表していると思われるが、アスファルト混合物製造供給設備をマクロな視点から見て、現在における問題点について言及した。

1. 混合所（アスファルトプラント＝APと略す）の歴史

我国にAPが設置されたのは、文献によると大正10年春ワーレン型ポータブル1000ヤードが輸入されたと

なっており、昭和10年頃には国産の2～5t/hのポータブル型式が国産されている。

年代を追って主なAPの変遷を記すと、次の如くなる。

2. APの現状

現在、殆どのAPはその配置が固定化され、各県別の分布は平成2年3月末現在、表-1の如くである。

一般AP：1778基（再生兼用AP142基を含む）

再生AP：118基

このAP総数を能力別分布でみると表-2の如くなり、58年度と平成元年度を比較すると図-1の如くである。

A P の 変 遷	
大正10年（輸入）	12 t / h
大正11年（輸入）	25 t / h
昭和10年（国産）	2～5 t / h
昭和25年（国産）	12 t / h
（）	
昭和28年（米軍）	75～150 t / h
昭和31年（輸入）	40 t / h
（）（輸入）	20 t / h
昭和32年（国産）	30 t / h
昭和34年（輸入）	60 t / h
昭和36年（輸入）	100 t / h
（）（国産）	60 t / h
昭和42年（輸入）	120 t / h
（）	
昭和43年	
昭和45年（国産）	
昭和48年（輸入）	210 t / h
昭和49年（国産）	180 t / h
昭和52年（国産）	
昭和53年（国産）	

*うさみ ゆたか（社）日本アスファルト合材協会常務理事

表-1 県別AP分布表

No.	都道府県	プラント基数(基)			No.	都道府県	プラント基数(基)		
		一般	再生	計			一般	再生	計
1	北海道	289	6(10)	295	24	福井	14	3(3)	17
	北海道計	289	6(10)	295	25	滋賀	17	1(-)	18
2	青森	45	1(1)	46	26	京都	24	6(2)	30
3	岩手	50	1(1)	51	27	大阪	30	6(11)	36
4	宮城	24	3(1)	27	28	兵庫	35	4(3)	39
5	秋田	36	3(1)	39	29	奈良	12	-(-)	12
6	山形	27	- (1)	27	30	和歌山	35	-(-)	35
7	福島	37	- (3)	37		近畿計	167	20(19)	187
	東北計	219	8(8)	227	31	鳥取	15	-(-)	15
8	茨城	25	2(6)	27	32	島根	22	-(-)	22
9	栃木	19	4(1)	23	33	岡山	30	3(3)	33
10	群馬	25	1(-)	26	34	広島	25	2(4)	27
	計	69	7(7)	76	35	山口	29	- (2)	29
11	埼玉	33	10(3)	43		中國計	121	5(9)	126
12	千葉	33	8(8)	41	36	徳島	20	-(-)	20
13	東京	21	6(2)	27	37	香川	17	-(-)	17
14	神奈川	34	13(2)	47	38	愛媛	28	1(1)	29
15	山梨	21	- (-)	21	39	高知	24	-(-)	24
16	長野	51	2(2)	53		四国計	89	1(1)	90
	計	193	39(17)	232	40	福岡	62	6(2)	68
	関東計	262	46(24)	308	41	佐賀	26	-(-)	26
17	新潟	51	3(27)	54	42	長崎	49	-(-)	49
18	富山	29	2(-)	31	43	熊本	55	-(-)	55
19	石川	18	2(2)	20	44	大分	30	-(-)	30
	北陸計	98	7(29)	105	45	宮崎	37	-(-)	37
20	岐阜	26	1(10)	27	46	鹿児島	73	-(-)	73
21	静岡	47	5(9)	52		九州計	332	6(2)	338
22	愛知	78	12(19)	90	47	沖縄	26	-(-)	26
23	三重	24	1(2)	25		沖縄計	26	-(-)	26
	中部計	175	19(40)	194		全国計	1,778	118(142)	1,896
(注) 再生プラント基数の()は兼用プラント					前年	1,778	97(136)	1,875	

数である。

表-2 AP能力(t/h)別基数表

規模 年度	計 (基)	~30 (t/h)	~45 (t/h)	~60 (t/h)	~90 (t/h)	~120 (t/h)	~150 (t/h)	~180 (t/h)	~240 (t/h)
58	1,732	481	213	877	82	72	2	4	1
59	1,785	420	224	902	106	79	4	4	2
60	1,834	467	232	948	96	85	2	3	1
61	1,853	442	223	975	116	90	-	4	2
62	1,844	420	230	974	115	99	-	4	2
63	1,875	415	227	1,002	114	110	-	5	2
元	1,896	403	214	1,011	131	128	-	7	2

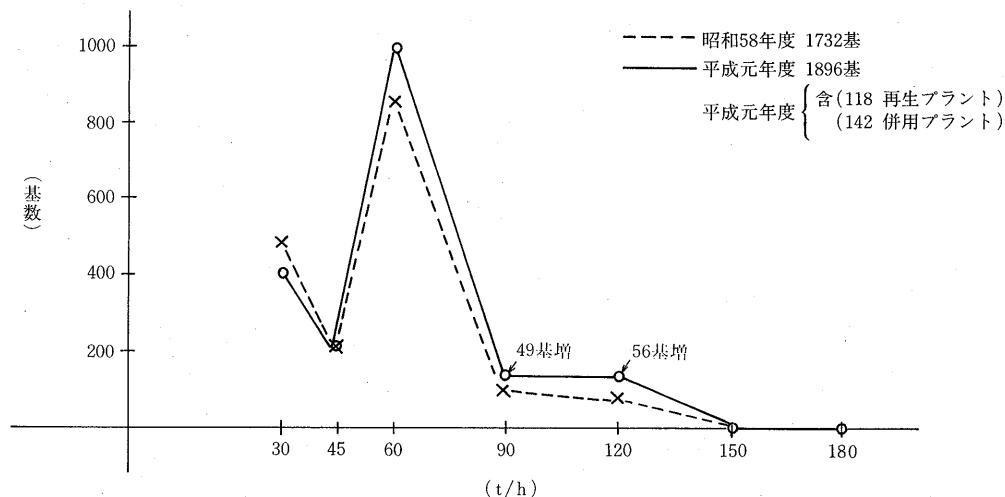


図-1 昭和58年／平成元年 能力別基数比較図

3. 設備上の傾向

1) 表-2並びに図-1からみられる如く、APは

逐年大型化の傾向にある。

2) 表-3の如く製品の貯蔵サイロ（ホットストレージサイロ）が増えている。

（昭和40年頃に米国では合材運搬車の効率向上が主たる目的でAPにホットストレージサイロが併設されるようになり、更にサテライトサイロも散見された。我国では昭和44年頃から試用が始まったが、混合物の酸化と分離に対する対策もあり設置が遅れた。我国における設置目的

は、公害対策、APの運転効率向上、労働時間短縮、出荷瞬発力付与等が主となり、現在では、合材種類に対応して3～4本程度の併設が多くなっている。）

3) 公害防止型（屋内収容）が増えている。

4) 遠隔操作型（操作室分離）が増えている。

5) 再生プラント（兼用も含め）が表-4の如く増えている。

（廃材のリサイクルは増加の傾向にあるが、廃材の品種がランダムに集積されているので、再生骨材にアスファルト含有率や、粒度のバラツ

表-3 ホットストレージサイロの設置状況

単位：基

容量 年度	~30t	~50t	~60t	~80t	~100t	~120t	~140t	~150t	~200t	合計
60	—	1	0	2	26	10	—	3	—	42
61	2	1	3	5	28	25	—	2	2	68
62	—	—	—	1	32	30	1	—	—	64
63	—	—	—	—	16	15	2	—	—	33
元	—	—	—	—	21	24	2	3	—	50
計	2	2	3	8	123	104	5	8	2	257
(2年度)	—	1	1	2	30	36	2	4	0	(76)

（注）平成2年度は見込み数字である。

表-4 再生合材の伸び

年 度 項 目	59	60	61	62	63	元
プラント数（基）	44(45)	40(84)	83(81)	93(95)	97(136)	118(142)
製造量（千t）	2,018	2,706	3,194	4,065	4,859	5,720

（注）基數は専用と兼用（）の数字である。

キ、混入異物等があり、新混合物製造よりも品質管理面で難しさがある。また、ブルースモッグ対策〔加熱方法、再生骨材混合率等〕については充分な配慮を要する。)

6) 表-5にみられる如く販売量が漸増している。
(製造量に占める販売分)

4. APの合材製造、販売状況

平成元年度の各県における状況は表-6の如くである。

表-5 自家用と販売用の変化 単位:千t

年 度	計	自家用	販売用	販売用 自家用
昭和58年	73,610	33,940	39,670	1.17
59	66,011	31,321	34,690	1.11
60	63,692	29,150	34,542	1.18
61	66,190	29,851	36,339	1.22
62	71,193	31,092	40,101	1.29
63	73,019	32,108	40,911	1.27
平成元年	75,072	32,614	42,458	1.30

表-6 平成元年度アスファルト合材製造数量

No.	都道府県	合材製造数量(千t)			対前年比(%)			No.	都道府県	合材製造数量(千t)			対前年比(%)		
		自社用	販売用	計	自社用	販売用	計			自社用	販売用	計	自社用	販売用	計
1	北海道	5,715	1,435	7,150	93.2	102.5	94.9	24	福井	196	586	782	80.7	109.1	100.3
	北海道計	5,715	1,435	7,150	93.2	10.5	94.9	25	滋賀	253	797	1,050	78.8	125.7	109.9
2	青森	664	590	1,254	114.7	94.1	104.0	26	京都	354	768	1,122	88.5	85.3	86.3
3	岩手	779	556	1,335	104.1	138.3	116.1	27	大阪	732	2,670	3,402	102.2	111.1	109.1
4	宮城	757	1,004	1,761	97.6	93.7	95.3	28	兵庫	937	1,943	2,880	119.1	120.5	120.0
5	秋田	616	327	943	95.7	112.8	101.0	29	奈良	68	272	340	101.5	99.6	100.0
6	山形	656	484	1,140	94.0	123.5	104.6	30	和歌山	236	164	400	106.8	127.1	114.3
7	福島	633	977	1,610	92.4	107.6	101.1		近畿計	2,777	7,199	9,976	100.8	110.9	107.9
	東北計	4,106	3,937	8,043	99.4	106.7	102.9	31	鳥取	166	392	558	115.3	113.3	113.9
8	茨城	633	1,267	1,900	101.9	107.7	105.7	32	島根	304	238	542	100.3	104.4	102.1
9	栃木	778	775	1,553	99.4	98.1	98.7	33	岡山	361	824	1,185	111.4	102.2	104.9
10	群馬	470	943	1,413	80.8	99.7	92.5	34	広島	501	897	1,398	108.9	89.4	95.6
	計	1,881	2,985	4,866	94.7	102.5	99.3	35	山口	516	438	954	106.2	104.0	105.2
11	埼玉	763	3,287	4,050	88.2	106.8	102.7		中国計	1,850	2,787	4,637	107.7	99.4	102.6
12	千葉	818	2,329	3,147	102.8	102.6	102.6	36	徳島	207	320	527	102.0	140.4	122.3
13	東京	557	2,348	2,905	95.5	106.3	104.1	37	香川	312	321	633	111.4	101.9	106.4
14	神奈川	1,039	3,016	4,055	107.0	99.7	101.5	38	愛媛	525	299	824	84.8	150.3	100.7
15	山梨	302	167	469	94.1	97.1	95.1	39	高知	303	174	477	105.2	102.4	104.1
16	長野	566	902	1,468	88.6	110.3	100.8		四国計	1,347	1,114	2,461	96.9	122.1	106.9
	計	4,046	12,048	16,094	96.9	104.1	102.2	40	福岡	1,212	1,331	2,543	115.5	101.1	107.5
	関東計	5,927	15,033	20,960	96.2	103.8	101.5	41	佐賀	421	171	592	119.9	164.4	130.1
17	新潟	1,227	1,135	2,362	97.0	109.7	102.7	42	長崎	468	281	749	116.4	160.6	129.8
18	富山	505	446	951	88.3	103.5	94.8	43	熊本	481	875	1,356	97.6	121.2	111.6
19	石川	359	465	824	98.4	100.0	99.3	44	大分	490	282	772	116.7	95.9	108.1
	北陸計	2,091	2,046	4,137	95.0	106.0	100.1	45	宮崎	306	416	722	92.7	93.9	93.4
20	岐阜	594	929	1,523	109.2	96.7	101.2	46	鹿児島	383	778	1,161	134.4	83.0	95.0
21	静岡	832	1,464	2,296	104.1	101.2	102.3		九州計	3,760	4,135	7,895	112.9	103.6	107.8
22	愛知	2,666	1,424	4,090	134.0	74.9	105.1	47	沖縄	356	269	625	84.4	106.3	92.6
23	三重	594	685	1,279	111.2	105.4	108.0		沖縄計	356	269	625	84.4	106.3	92.6
	中部計	4,686	4,502	9,188	121.2	90.8	104.1		全国計	32,614	42,458	75,072	101.6	103.8	102.8

(注) 製造数量は千トン未満四捨五入した。

前 年 32,108 40,911 73,019 103.3 102.0 102.6

5. 今後の課題

今後の課題については、製造供給に係わる問題点について包括して触れることが必要と考えるので、思いつくまま並べてみた。

1) APに対する基本的な見方を改める必要がある。

法律（都市計画法、同施行令）に「周辺の地域の環境の悪化をもたらすおそれがある工作物」として、特定工作物の筆頭に明示されていること。

何故に、このような指定を受けているのか、また、今後もこれでよいのか、検討の必要がある。

① 設備に対する注力（研究又は設備投資等）が不足であったのか。

② 設備注力に魅力がなかったのか。

③ 官民或いは土木と機械、電気等、異分野間の協力的雰囲気に乏しいのか。

④ 現場からの改善提案が乏しいのか。

⑤ 寡黙な勤勉性の故なのか。

⑥ PR不足なのか。

（例えば、アスコン廃材から有害な汚水がないかと疑っている人が官民共に多い。→関係者以外では実態がわかっていない。）

2) 人的配慮

APの労働環境として次の問題がある。

① 3K（汚い、危険、きつい）の職場

- ・都市圏においては交通規制等で24時間操業のAPが多いが、2交替勤務が一般的である。3交替制ができないか。
- ・事前に計画できる休暇が少ない。
- ・シャワー室、宿舎等、付属厚生設備が貧弱である。
- ・故障時の修理体制に問題がないか。

② マンネリ化した品質管理

- ・同じ仕事の繰返しに対する悩み（不満）がある。

（技術者として品質管理職場と工事監督職場の比較）

これらに関しては、勤務体制や労働時間管理改善は勿論、設備上検討改善すべき事項等、種々の課題が多いと考える。

（自動化、遠隔操作、遠隔監視、修理外注、品質管理の見直し、品質管理自動化等）

特に、

- ・再生材利用の拡大

・製品貯蔵（ホットストレージサイロ）の増加等、新たな事象に対する品質管理の在り方も含めた対策が必要である。

これらの問題点を解決していく為には設備投資が増加するが、装置工業的な視点に立って少し長い眼で生産性向上、省力化、コスト削減、品質管理、企業イメージ向上等の効果を上げるよう、発想の転換が必要でなかろうか。

例えば、生産設備以外の部分が大事なことも、先進産業の工場群に見ることができる。

書画の先生が「書画で大事な処は、空白部分である」と言っているが、参考に値する言葉である。

先進産業界は勿論、既存の一般産業界においても各企業は研究開発に人材を配し、費用をかけている。

表面的には変化が見えなくても、中味は時々刻々と変化進歩している。我々は他の産業社会からも知見を得て、参考技術を積極的に取り入れなければ、社会の進歩から取り残される。

おわりに

建築の現場においては、クレーンの操作員、或いは、鉄筋工、更には大型ダンプ運転手まで女性の進出がみられる。

APの操作員にも女子が応募する時代となっている。

「近頃の若い者などと申すまじく候」とはいつの時代にも通ずる言葉であるが、若い者のやる気を醸成するように、新しい時代に即した職場を作ることが大切である。

工場という名にふさわしいものにならなければ、果たして、アスファルト合材が21世紀に舗装材料として生き残れるだろかとも思われる。

自動車産業が、先進の米国に追いついたように、その道路建設にかかるアスファルトプラントも先進国を追い抜き、環境悪化の元凶から外れたいものである。

参考文献

社)日本アスファルト合材協会発行「アスファルト合材統計年報」



アスファルト混合物の品質基準

安崎 裕*

1. はじめに

アスファルト舗装の良否は、単にアスファルト混合物に用いられる材料の選択や配合設計の適否だけではなく、アスファルト混合物の製造の良否や施工の良否にも大きく影響を受ける。このため、アスファルト舗装工事の発注に際しての仕様では、材料の規格のみならず、できあがった舗装の品質に関する規格も定められている。

ここでは、発注者の立場からみた、アスファルト混合物の品質基準について述べてみたい。

2. アスファルト舗装における管理と検査

アスファルト混合物の品質管理と検査の必要性が一般に認識されだしたのは、名神高速道路の工事以来であったといわれている¹⁾。これは、当時のわが国の舗装事業量が急速に拡大し、工事形態も、それまでの発注者が設計し、施工管理も行う直営工事から、施工管理は受注者に委ねる請負工事へと転換していくこと、およびこのわが国初の高速道路工事が世銀借款を導入したことにより国際入札として発注されたため、仕様と契約との関係を一層、明確にすることが必要になつたためでもあろう。

昭和42年版のアスファルト舗装要綱および昭和45年版のアスファルト舗装工事共通仕様書では、舗装工事の請負化を反映してきて、アスファルト舗装工事で受注者が行う品質及び出来形の管理と発注者が行う検査とを分離してくるようになった。

すなわち、品質および出来形の管理は、発注者の検査基準（合格判定値）に合格するように受注者が“自主的”に行うものであって、発注者は受注者の行う工事の施工手順や管理の内容には関与する必要はなく、できあがったものが所要の品質を満たしているかどうかで、受取の可否を判断することにしたものである。

アスファルト舗装工事で通常行われている計量規準

型抜取り検査では、ある品質検査項目の不良率が p 、平均値が μ である1工事単位（ロット）において、そのロットが良いロット（不良率 p_0 または平均値 μ_0 ）であるにかかわらず、これを悪いロット（不良率 p_1 または平均値 μ_1 ）と判断して不合格にしてしまう確率（生産者危険率）が α （一般には5%）以下になるよう、また、良いロットであるにかかわらず、これを悪いロットと判断して合格にしてしまう確率（消費者危険率）が β （一般には10%）以下になるように、サンプルの大きさ（n）と合格判定値（ X_L または X_u ）が定められている（図-1）。ここで、限界となる不良率としてアスファルト舗装要綱では、 p_0 として表層・基層用の加熱アスファルト混合物で5%，路盤で7%を、また p_1 としては表・基層で25%，路盤で30%を採用している。

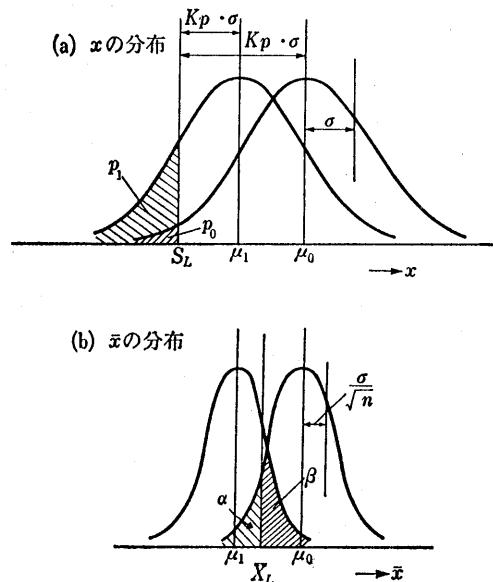


図-1 下限規格値が指定された場合の検査ロットの分布

*あんざき ひろし 建設省土木研究所舗装研究室長

また、昭和53年のアスファルト舗装要綱の改訂では、基準試験の考え方が導入されたことのほか、検査においてそれまでの発注者が直接行う抜取り検査のみによる検査から、従来の手法をも維持しつつ、その他の方法として、受注者が行っている品質管理データを用いた抜取り検査による方法をも容認するようになった。

これは、従来の検査方法が小数とはいって、破壊検査とならざるを得ないため、適切に実施されている施工中の膨大な管理データを無作為にサンプリングして、その値から合否を判定することにより従来の破壊試験を伴う抜取り検査に見えるものである。ただ、この方法はあくまでも便宜的なもので、検査により舗装が著しく破損する場合や何らかの理由により検査用の試料採取が困難な場合において発注者の判断により実施されるものであり、管理データがその工事の内容を的確に反映していることが前提条件となるものである。したがって、検査に管理データを用いる場合には、発注者は施工管理のためのデータ測定が適切に実施しているかを確認する必要がある。しかし、この場合においても管理と検査は目的が異なるものであり、管理のための限界を示す規準値と検査のための合格判定値とは全く異なることに留意し、発注者は受注者の行う管理の内容に不当に干渉するものであってはならない。

3. アスファルト混合物の品質

アスファルト舗装の破損は、路面の亀甲状のひびわれや沈下などに伴う段差などの構造的な破損と表層混合物の摩耗やすべり摩擦抵抗の低下などの機能的な破損とに大別される。アスファルト混合物の品質の良否あるいは選択の適否は、これらの破損の双方に対して、影響を及ぼすので、その品質の確認は大切である。

図-2は直轄国道での修繕を行った舗装の補修原因を示したものであるが、表層あるいは基層におけるアスファルト混合物の流動と摩耗がそれぞれ約4割を占め、ひびわれを主たる補修原因とするものが残りの2割のほとんどを占めている。これらの破損形態はいずれも混合物の品質性状に大きく影響されるものであり、その意味でもアスファルト混合物の品質の保持の重要性は高い。

現行のアスファルト舗装要綱における品質に関する検査項目は表-1に示すとおりである。これらの項目に限ってアスファルト舗装の供用性との関係についてみてみよう。

(1) アスファルトの配合

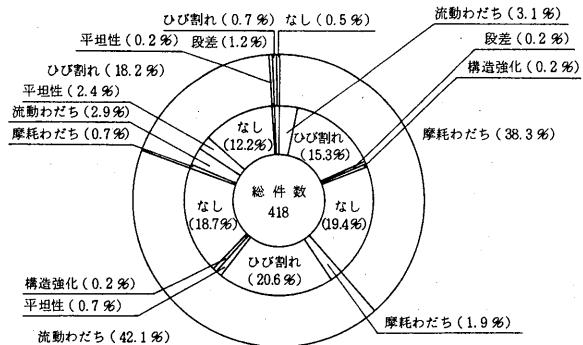


図-2 直轄国道における補修原因²⁾

表-1 アスファルト舗装工事の品質検査項目と合格判定値

工 程	検 査 項 目	合格判定値 X_{10} (個々の測定値)
下層路盤	厚さ 締固め度	$\pm 1.5\text{cm} (\pm 4.5\text{cm})$ 以内 95%以上
粒度調整 碎石路盤	厚さ 粒度 2.5mm 粒度 75 μm 締固め度	$-0.8\text{cm} (-2.5\text{cm})$ 以内 $\pm 10\%$ 以内 $\pm 4\%$ 以内 95%以上
瀝青安定 処理路盤	厚さ 粒度 2.5mm 粒度 75 μm アスファルト量 締固め度	$-0.5\text{cm} (-1.5\text{cm})$ 以内 $\pm 10\%$ 以内 $\pm 4\%$ 以内 -0.8% 以上 95%以上
セメント、石灰 安定処理路盤	厚さ 粒度 2.5mm 粒度 75 μm アスファルト量 締固め度	$-0.8\text{cm} (-2.5\text{cm})$ 以内 $\pm 10\%$ 以内 $\pm 4\%$ 以内 -0.8% 以上 95%以上
基 層	厚さ 粒度 2.5mm 粒度 75 μm アスファルト量 締め固め度	-0.3cm 以内 (-0.9cm 以内) $\pm 8\%$ 以内 $\pm 3.5\%$ 以内 -0.55% 以上 96%以上
表 層	厚さ 2.5mm 粒度 75 μm 粒度 アスファルト量 締め固め度 平坦性(%)	-0.2cm 以内 (-0.7cm 以内) $\pm 8\%$ 以内 $\pm 3.5\%$ 以内 -0.55% 以上 96%以上 2.4mm 以内

アスファルト舗装要綱には、9種類（最大粒径の違いを含めると11種類）の加熱アスファルト混合物の種

類とそれに対応するマーシャル試験の基準値が示されており、設計者は舗設箇所の気象、交通条件に適した混合物を選定するようになっている。

これだけ、混合物の種類が規定されていることは、粒度によってアスファルト混合物の性状が大きく異なることの反映もある。

図-2でも示されているように、発注者のアスファルト混合物の品質に関する最大の関心は流動や摩耗に対する抵抗性の高い混合物を如何につくるかに向けられている。混合物の流動抵抗性を室内試験で確認する方法としてホールドラッキング試験(WT試験)の有用性が確認された(図-3)ことを受けて、その標準試験方法が提案された⁴⁾他、舗装要綱でも流動対策を行う箇所で用いられる混合物に対してはWT試験による動的安定度(DS)の目標値が示されている。また、スパイクタイヤに対する混合物の摩耗抵抗性の評価にはスパイクラベリング試験が使われる。しかし、スパイクラベリング試験機を保有する機関は少なく、種類も同一でないので各機関の試験データをそのまま他の機関での配合設計に適用することはできないが、試験方法を同一にし、かつ同一配合による供試体を用いた比較試験から得られた補正係数を用いることによって他の機関のデータを利用することが出来ることがわかる⁵⁾。

これまで各機関で行われてきた研究による流動性抵抗、摩耗抵抗性に優れるアスファルト混合物の配合設計上の留意点をまとめると、表-2のようになる。

(2) 締固め度

アスファルト舗装における締固め不足は、混合物中のアスファルトが空気や水に曝される機会を多くするため、アスファルトの老化や剥離の速度が速まり、舗装の耐久性を損なうことになる。要綱では加熱アスファルト混合物の締固めの合格判定値を表-1にも示す

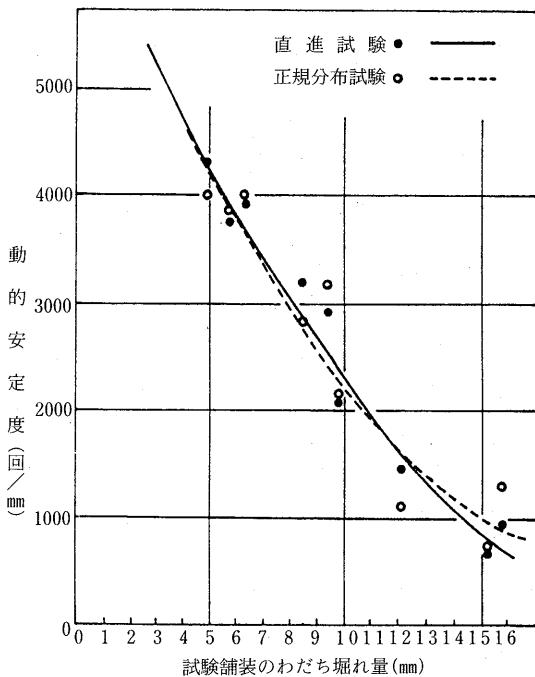


図-3 幕張舗装のわだち掘れ量と動的安定度の関係⁴⁾

ように96%している。これは、鉄輪ローラの転圧によって得られる締固めのほぼ限界値に近いことおよび、交通荷重による自然転圧によってその舗装がフラッシュしない適度の空隙を有するよう考慮していることによる。

図-4は関東以北の直轄国道におけるアスファルト混合物の締固め度と摩耗量との関係を図示したものである。この調査では、締固め度を1%上げると、スパイクタイヤ等による舗装路面の摩耗量をスパイク装着車通過台数100万回当たり2~3mm程度減らすことを示している。このため、北陸地建の仕様書では表層の締固めの基準値を要綱の値より1%高くしている。

表-2 アスファルト混合物の配合設計における流動及び摩耗対策

流動 対 策	アスファルトの種類	高温粘度の大きいバインダー(ストアス40/60、改質アスファルトなど)の採用
	アスファルト量	少な目にする(OAC-0.3~0.5%)
	粒 度	最大粒径(13→20mm)、粗骨材量を多くする(40~50%)、ギャップ粒度の採用
摩耗 対 策	アスファルトの種類	骨材把握力に優れた改質アスファルトの採用
	アスファルト量	多めにする
	粒 度	最大粒径(13→20mm)、粗骨材量を多くする(40~50%)、ギャップ粒度の採用
骨材の品質		硬質骨材を用いる(製鋼スラグなど)

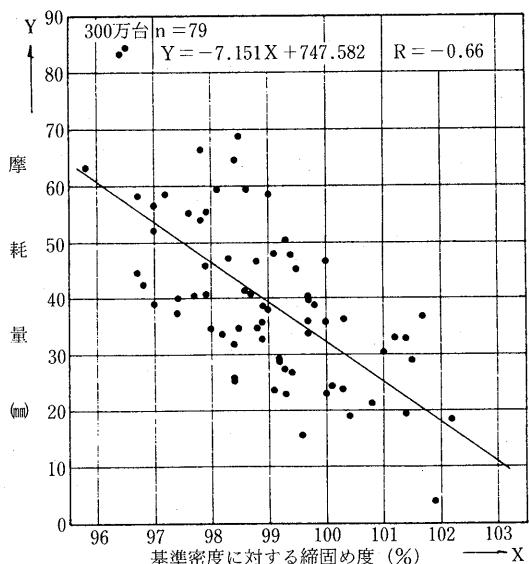


図-4 アスファルト舗装の供用直後の締固め度と摩擦量との関係⁶⁾

4. アスファルト混合物の今後の品質管理

昭和63年の舗装要綱の改訂に際して、全国のアスファルトプラントで昭和61年および62年に製造されたアスファルト混合物の実態調査を行った。その結果⁷⁾によると調査対象となった749箇所のプラントで要綱に示されている混合物はいずれもある程度の数のプラントで製造されている（最も頻度の小さい混合物でも全国のプラントの12%で製造実績がある）。一般には、粗粒（20）、密粒（20）、密粒（13）、密粒（13F）の混合物について製造実績ありとするプラントが多く、その他他の混合物については地域差がみられる。

現行の舗装要綱ではアスファルト混合物の配合設計を工事毎に行うのが原則となっている。しかしながら、アスファルト混合物の粒度については、特殊なものを除き標準配合化しつつあるのが実態であり、また、これらの混合物は、プラントの自動化の進展と相当量に達する製造実績に裏打ちされて安定した品質のものが製造されている。このことから、一部の地域では、限られた種類の混合物については定期的に行う配合試験データを用いて工事毎の配合設計を省略することを試行している。このような一般的な混合物の標準配合化は、プラントでの混合物製造データの自記記録の保存と第3者機関によるプラント検査（設備検査、配合試験）による確認が行える体制が出来れば全国的に普及するものと考えられる。

また、先にも述べたように品質管理や検査は破壊検査によることが多い。しかし、このことは、品質確認のためとはいって、折角つくったものを壊すものであり、他に変えられる方法があれば発注者としても避けたい方法である。現在改訂作業中のアスファルト舗装要綱では、これらのこと考慮して、アスファルト混合物の粒度やアスファルト量の確認にはプラント自記記録データと管理データを用いて現場でのコア採取は、極力減らす方向にすることおよび混合物の締固め度管理にR I 密度計の部分的な採用を検討している。ただ、わが国で一般的に用いられているR I 密度計は線源の放射線強度が規制されているため、精度が必ずしも十分でなく、それのみに頼ることは問題がある。今後、測定手法の改善や他の方法との併用によって解決される問題といえよう。

参考文献

- 1) アスファルト舗装講座II, 日満化学工業KK, 昭和52年, p.606
- 2) 耐流動耐摩耗対策の選定手法に関する調査研究, 第42回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集, p.6, 昭和63年10月
- 3) アスファルト混合物の配合設計・材料に関する幕張試験舗装および室内実験による研究, 土木研究所資料第923号, p.123, 昭和49年
- 4) ホイールトラッキング試験方法の改善に関する研
- 究報告書, 土木研究所資料第2401号, 昭和61年
- 5) 耐流動耐摩耗対策の選定手法に関する調査研究, 第44回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集 p.23, 平成2年11月
- 6) アスファルト舗装締固め度と冬期摩耗の実態調査報告書, p.45, 昭和61年10月, 建設省技術管理業務連絡会舗装部会摩耗分科会
- 7) アスファルト混合物の実態調査結果の解析, 土木研究所資料第2780号, 平成元年

仮設プラントからのアスファルト混合物の品質について

鶴窪廣洋*

1.はじめに

我が国の高速自動車国道の平成2年12月末現在の開通延長は、4771kmに達し、一日平均利用交通も275万台を越えている。今後11,520kmの供用に向けまた、供用路線の維持管理を含めて高速道路に対するお客様のニーズが高度化し、多様化する中、安全で快適な高速道路の建設及び管理に取組んでいるところである。供用後、舗装路面は厳しい気象条件及び交通荷重を受けることから、高速道路の改良に要する費用の内、舗装に関する費用の比率が全体の20%以上を占めている。一方交通量も供用と共に増加傾向にあり、路面の補修工事による交通の阻害を来すことから、丈夫で長持ちさせる舗装を造ることが維持補修工事に伴う規制回数が減り、お客様サービス及び人手不足の解消につながっていくものと考えられる。これらの観点からアスファルト混合物の品質管理は、舗装の耐久性に及ぼす影響が大きく、重要なテーマである。

仮設プラントからの混合物という点から、仮設プラントでの留意点、材料選定からアスファルト混合物が仮設プラントによって出荷され本施工に至るまでの手順、並びに品質管理の実例及び品質管理に対する一提案について以下に述べる。

2.仮設プラント

2.1 仮設プラント

高速道路の建設において、アスファルト混合物は工事規模に応じて、工程及び経済性等から仮設プラントでの製造か、定置プラントでの購入にするかを検討する。仮設プラントは、アスファルト安定処理路盤、基層及び表層混合物との併用で使われるのが一般的であり、工事の規模、現場の条件及び施工機械などのバランスを考え選定されている。仮設プラントは下層路盤の進捗及び土工工事からの路床引渡し状況から判断し適切な時期に組立てられ、表層が完了すると共に解体さ

れる。なお、大規模工事では180~240t/hrのものも設置されることもある。設置された仮設プラントが稼働している状況を写真-1に示す。

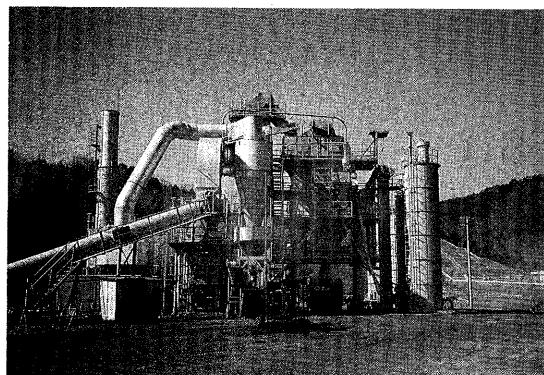


写真-1 仮設プラント全景

2.2 仮設プラントでの留意点

仮設プラントに限らず定置プラントでも同様であるが、プラントにおけるチェックポイントを図-1のバッチプラントの機構図に沿って表-1に示す。また、アスファルト混合物の品質管理を行う上で、ストックヤードを含めプラントの点検管理状況について巡回指導時に指摘された事項として、表-2のようなものがある。

表-2 品質管理巡回における仮設プラントの指摘事項

項目	内容
材 料 す る 貯 蔵 の に	(1) プラント内への土分のもちこみに注意すること。 (2) 材料名の標示を行うこと。 (3) 骨材ストックヤード内の材料について、異種材料の混入がみられる。 (4) 骨材ストックヤード前面の整地及び排水処理不良。 (5) 骨材ストックヤードの隔壁不良。 (6) 細骨材雨水防止用屋根シート掛。
品 そ 質 の 管 理 他	(1) 計量器の調整。 (2) 印字記録整備。 (3) アスファルト計量後の0点補正を行うこと。 (4) 骨材の偏平対策を行うこと。

*つるくば ひろみ 日本道路公団試験所 舗装試験室長

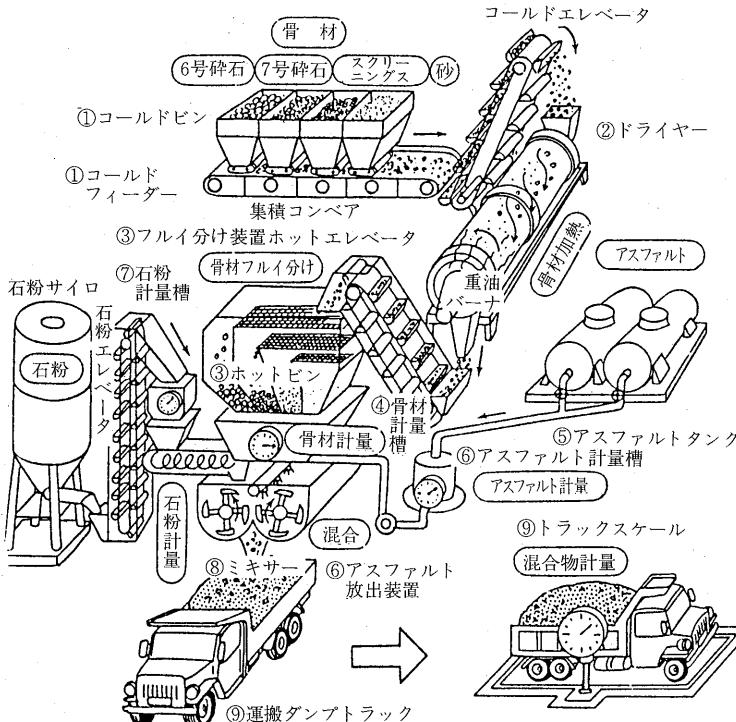


図-1 パッチ式プラント機構

表-1 プラントのチェックポイント

①コールドビン、コールドフィーダー	④骨材計量槽、計量器	⑦石粉計量槽、計量器、石粉サイロ
<ul style="list-style-type: none"> 材料の分離はないか 骨材が混りっていないか 異物が混ざっていないか 適度に材料が搬入されているか フィーダはキャリブレーションされたか ゲートの開きは正しくセットされているか 骨材のつまりはないか 	<ul style="list-style-type: none"> 計量器は仕様にあっているか 計量器の検査はしたか 計量槽は拘束されないでぶらさがっているか 計量槽骨材放出後計量器は“零”になっているか ホットビン配合割合どうり計量されているか ダストは均一に計量されているか 	<ul style="list-style-type: none"> 石粉は乾燥状態で貯蔵されているか 石粉計量器は仕様どおりか。また検査はしたか 石粉、ダスト同一計量器のとき規定の石粉量を計量しているか 石粉放出タイミングは守られているか 石粉放出後計量器は“零”になっているか
②ドライヤ	⑤アスファルトタンク	⑧ミキサー
<ul style="list-style-type: none"> 骨材は適当に加熱されているか 骨材は適当に加熱された温度になっているか ドライヤはプラント各部の働きとバランスしているか 	<ul style="list-style-type: none"> 指示された温度に加熱されているか タンクの検尺はなされたか タンクに異物ははいっていないか 仕様通りのアスファルトが搬入されているか 温度指示装置の精度はチェックしたか 	<ul style="list-style-type: none"> ミキサー投入量は過剰または不足ぎみになっているか 骨材→石粉→アスファルトの投入順序になっているか ドライ、ウェットのタイムは守られているか ミキサーゲートからもれはないか ミキサー各部は良好な状態で調整されているか 混合温度は指示温度内にはいっているか 混合むらはないか 混合物排出時材料分離はおきていないか
③フルイ分け装置、ホットビン	⑥アスファルト計量槽計量器、アスファルト放出装置	⑨トラックスケール、運搬トラック
<ul style="list-style-type: none"> スクリーンにつまりはないか スクリーンはすりへりまたはやぶれていらないか 骨材の送りに不規則または過剰になっていないか オーバーフローの骨材はホットビンにはいっていないか ビンの材料の量のバランスがとれているか ビンの骨材温度指示装置は正しくセットされているか 温度指示装置の精度はチェックしたか 	<ul style="list-style-type: none"> 計量器は仕様どおりかまた検査はしたか 計量槽は拘束されないでぶらさがっているか アスファルト吐出量はチェックしたか アスファルト放出タイミング、放出時間は守られているか アスファルト放出後計量器は“零”になっているか 	<ul style="list-style-type: none"> トラックスケールの検査はしたか トラックスケールは仕様どおりか トラックから混合物のこぼれはないか シート掛をしているか トラックの荷台に過剰な油がついていないか バッチ量と計量値と差はないか

3. 高速道路建設における品質管理

土木工事における品質管理は、一般的の製品のように規格に対し、不良品が出ないよう製造過程で問題点を発見し、これを改善出来るのに比べ、工事の最終段階では、手戻り出来ないことが多い、例え出来たとしても非常に費用がかかるため、施工過程の各段階毎に品質管理しつつ、施工することが重要である。

3.1 品質管理試験及び頻度

舗装工事に当って材料選定から本施工までの試験は、施工管理要領基準集(日本道路公団)に示されており試験項目は

- ①路盤準備上、粒状路盤上、セメント安定処理路盤工の材料試験及び混合物の配合試験
- ②アスファルト混合物等の材料の基準試験及び混合物の配合試験
- ③試験練りにおける試験

④試験舗装における試験

⑤本施工における日常管理試験

があり、各試験項目に対し、試験方法、頻度、規定値が定められており、詳細は本要領による。

なお、本要領の頻度は、一般的な標準を示したものであり、「①初期段階で作業が定常的でない、②管理限界に異常接近、③品質・出来型に均一性を欠く、④特

殊工法、機械、混合物の使用、重要箇所の施工⑤材料、施工法、出来型の不安定」な場合、現場の状況に応じ条件の変更を行う。

3.2 品質管理基準

前項3.1品質管理試験における品質管理及び出来型基準並びに配合設計標準粒度範囲をそれぞれ表-3、4に示す。

表-3 品質管理及び出来型基準

規 定	項 目	加熱アスファルト安定処理路盤工		基 層	表 層	摘要
		タイプI	タイプII			
材 料 規 定	見かけ比重	—	—	表・基層の細骨材(2.36mm通過)同規定 (注) 4.75mmふるいに残留する骨材が対象で、細長い石片とは、幅に対する長さの比が3倍以上、うすべらな石片とは厚さに対する幅の比が3倍以上のものをいう。	2.5以上	
	吸水量	3.5%以下	4.5%以下		3.0%以下	乾燥重量百分率
	すり減り減量	40%以下	40%以下		30%以下	
	安定性試験	20%以下	25%以下		12%以下	
	軟い石片の含有量	—	—		5.0%以下	
	細長いまたはうすべらな石片の含有量	—	—		25%以下	
マ リ シ ャ ル	塑性指數	6以下	8以下	NP	表・基層に用いる細骨材(2.36mm通過)同規定 大型車交通量3,000台/日・方向以上 大型車交通量3,000台/日・方向未満 表層タイプII、一般地域はタイプI	
	アトス針入度(1cm)	重交通	—		60—80	
	中・軽交通	—	—		80—100	
	摩耗を受ける地域	—	—		80—100	
試 験 規 定	突回数	重交通	50	75	大型車交通量3,000(台/日・方向)以上	
	固め	中・軽交通		50	大型車交通量3,000(台/日・方向)未満	
	摩耗を受ける地域	—		50	表層タイプII、一般地域はタイプI	
	安定度(kg)	400以上	300以上	600以上		
	フロー値(1/100cm)	15~45	15~45	15~40	20~40	
規 定	空げき率(%)	3~10	3~12	3~6	3~5	
	飽和度(%)	—	—	65~80	75~85	
	水浸マーシャル残留安定度(%)	75以上	50以上	75以上	60°C 48時間	
記録印字	計量器自動計量記録装置付きのプラント	自動計量記録装置に印字される最小値は計量器秤量の1/200以下			1バッチ毎の混合時間、バッチ番号、骨材、フライヤー、アスファルト計量値。混合物の種別及び材料種別毎集計する機能を有すること	
現場配合からのずれ	骨材の通過重量百分率(%)	ふるい目4.75(mm) 2.36(mm) 600(μm)300(μm) 150(μm) 75(μm)	±8 — — ±3	±5 ±4 ±3 ±1.5		
	アスファルト量(%)	±0.3	—	±0.3		
	混合温度(°C)	±14	—	±14		
	現場締固め度	96%以上				
	計画高からのずれ	2cm以下	—	—		
	道路中心線に平行な任意の20m以内の2地点における計画高からのずれの差	2cm以下	—	—		
仕上規定	仕上がり厚さ	設計厚の90%以上	設計値の+10% ~-5%		+10%	
	プロフィル・インデックス(Pr1)(cm/km)	—	—	5以下	8mプロフィルメーター	
	構造物部	—	—	8以下	伸縮装置部を除く	

表-4 配合設計標準粒度範囲

ふるいの呼び寸法	ふるい通過重量百分率 (%)					
	加熱アスファルト安定処理路盤		基層	表層		
	タイプI	タイプII		タイプI	タイプII	20mm
53 (mm)	100	100				
37.5 "	95~100	95~100				
26.5 "	70~100	70~100	100			100
19.0 "	55~90	55~100	95~100	100	100	95~100
13.2 "	—	—	70~90	95~100	95~100	75~95
9.5 "	30~70	30~100	60~83	75~95	75~95	68~88
4.75 "	17~55	17~100	42~67	55~75	52~72	
2.36 "	10~42	10~100	30~53	38~58	40~60	
600 (μm)	5~28	5~40	15~30	21~36	25~45	
300 "	3~22	3~25	9~22	13~25	16~33	
150 "	—	—	4~14	6~16	8~21	
75 "	1~10	1~10	3~7	4~8	5~12	

タイプIは一般の場合を対象とし、タイプIIは摩耗を受ける地域を対象としたもの。

重交通の場合の表層2.36mmフルイ通過量43~45%。

4. 骨材選定から試験舗装までの手順

4.1 骨材及び配合試験

- ①骨材及び配合試験は骨材、フィラー、アスファルトの物理性状試験が完了し、表-3、4の品質基準等に合格することを確認して、材料を選定する。
- ②粒度3種類程度選定（中心、粗、細）
- ③アスファルト量5種類程度（各粒度）についてマーシャル試験を行い表-3の品質管理基準のマーシャル規定値から最適アスファルト量(O.A.C.)を求める。
- ④O.A.C.を中心に3点のアスファルト量について水浸マーシャル試験で表-3の残留安定度をクリア一するかチェックする。

4.2 試験練り

配合設計が決まり、使用するプラントが検査の結果、合格となったら試験練りを行う。

(1) 試験練りの主な目的

- ①試験舗装粒度（配合割合）及びアスファルト量の決定
- ②プラントでの混合条件（バッチ混合量、混合時間、混合温度など）の決定

(2) 試験練りの手順

試験練りの手順を図-2に示す。

(3) 試験練りでの決定事項

- ①試験舗装実施粒度（配合割合）及びアスファルト量（通常粒度2種、出来れば1種）、アスファルト量2種にしづり込む。

② プラントでの管理目標

- i) 時間当たりの混合物生産量
- ii) 1バッチ当たりの混合量
- iii) 混合時間
- iv) アスファルトの加熱温度
- v) 混合温度
- vi) アスファルトプラントにおける混合物の廃棄限界

4.3 試験舗装

(1) 試験舗装の目的

- ①現場配合程度（J.M.F=Job Mix Formula）とアスファルト量の最終決定
- ②敷均し、転圧などの施工条件の決定
- ③実際に使用する材料、施工機械、人員編成、施工方法などに基づく予行的な施工による施工標準の現場作業員への習熟、徹底
- ④施工管理上の問題点の事前把握

(2) 試験舗装の手順

試験舗装の手順を図-3に示す。

(3) 試験舗装の工区割と施工例

試験舗装の工区割りと施工例を図-4に示す。

(4) 試験舗装での決定事項

- ①現場配合粒度（J.M.F）とアスファルト量の決定
- ②施工方法及び施工条件
 - i) 敷均し温度と転圧温度
 - ii) 転圧方法（機種、回数、順序、速度……平坦性と密度に注目）

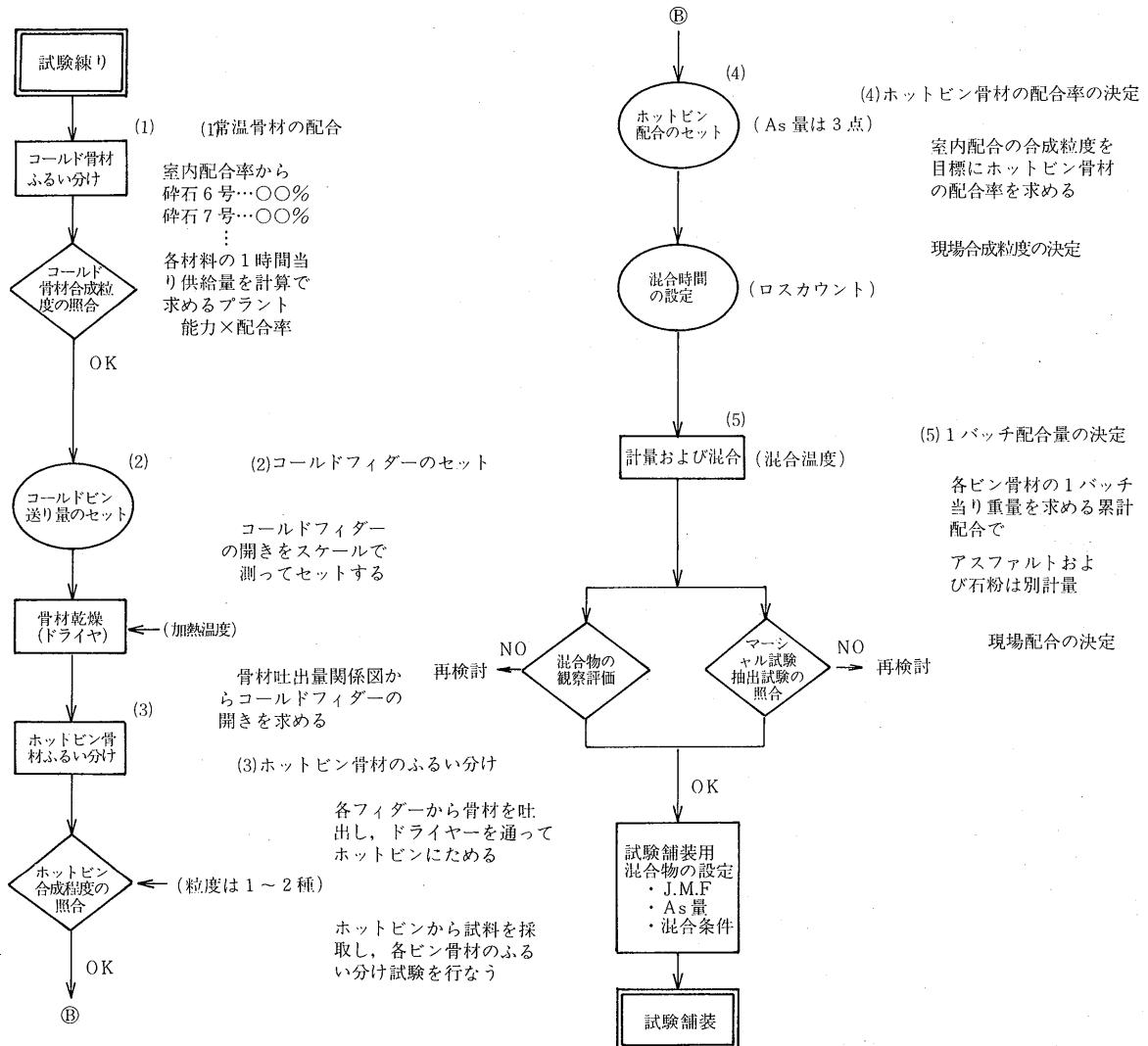


図-2 試験練りの手順

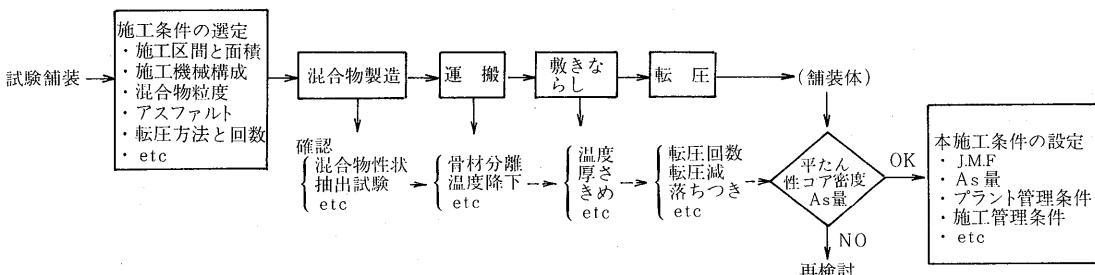


図-3 試験舗装の手順

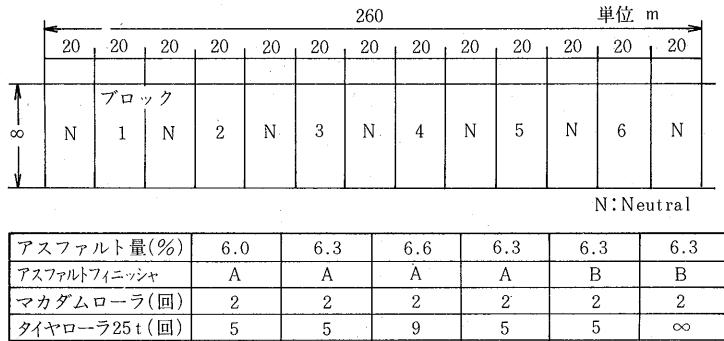
- iii) 転圧減（余盛りの決定）
- iv) ジョイント施工法、端部及び狭小部の施工法
- v) 混合物の廃棄限界

5. 品質管理手法及び実例

5.1 品質管理手法

(1)品質管理の目的

- ①欠陥を未然に防ぐ



(注) 転圧回数は片面

図-4 試験舗装の区間わりと施工例

- ②バラツキを出来るだけ少なくする
 - ③工事に対する信頼性を高める
 - ④標準作業を確立する
 - ⑤新しい問題点の発見とその対応
- (2)品質管理の体系及び手法

前項4で述べた骨材選定から本施工を機能的に品質管理及び出来型管理を行うための体系を表-5に示す。また、プラント及び施工現場で行われる品質管理の手法として

- ①管理図……工程が安定しているか
 - ②ヒストグラム……製品が規格値の範囲内であるか
- について形状とその判定法を図-5, 6に示す。

5.2 品質管理の実例

表-6に示す工事における品質管理の実例を前項5.1の手法の内、ヒストグラムについて述べる。

ヒストグラムと共に表示される基本統計量は、次の式で求めたものである。

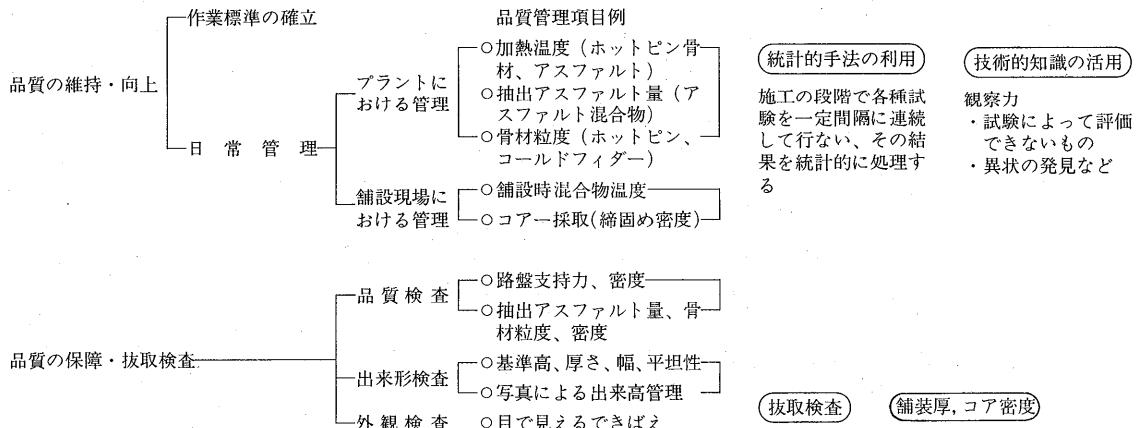
データ数	n
最小値	$\min \{X_i\}$
最大値	$\max \{X_i\}$
平均値	$\bar{x} = \sum_{i=1}^n X_i / n$
標準偏差	$s = \sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2 / (n-1)}$
ひずみ	$\sqrt{b_1} = \sum (X_i - \bar{x})^3 / (s^3 \cdot n)$
とがり	$b_2 = \sum (X_i - \bar{x})^4 / (s^4 \cdot n) - 3$

なお、前項5.1の判定法以外にひずみ及びとがりの考え方を導入した。

表-6 工事概要

工 事 量 数 量	工事名 工事延長(m) 種 類	概要		
		A	B	C
ア混 ス フ 合 ル 物 (ton)	アスファルト 安定処理路盤	21,000	24,200	27,900
	基層	16,300	20,100	17,900
	表層	13,100	13,600	18,000
	計	50,400	57,900	63,800

表-5 品質及び出来型管理体系



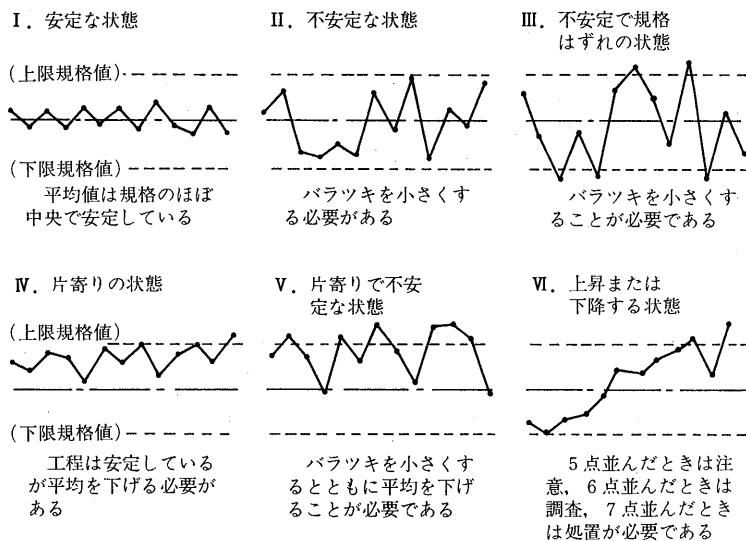


図-5 管理図の形状と判定法

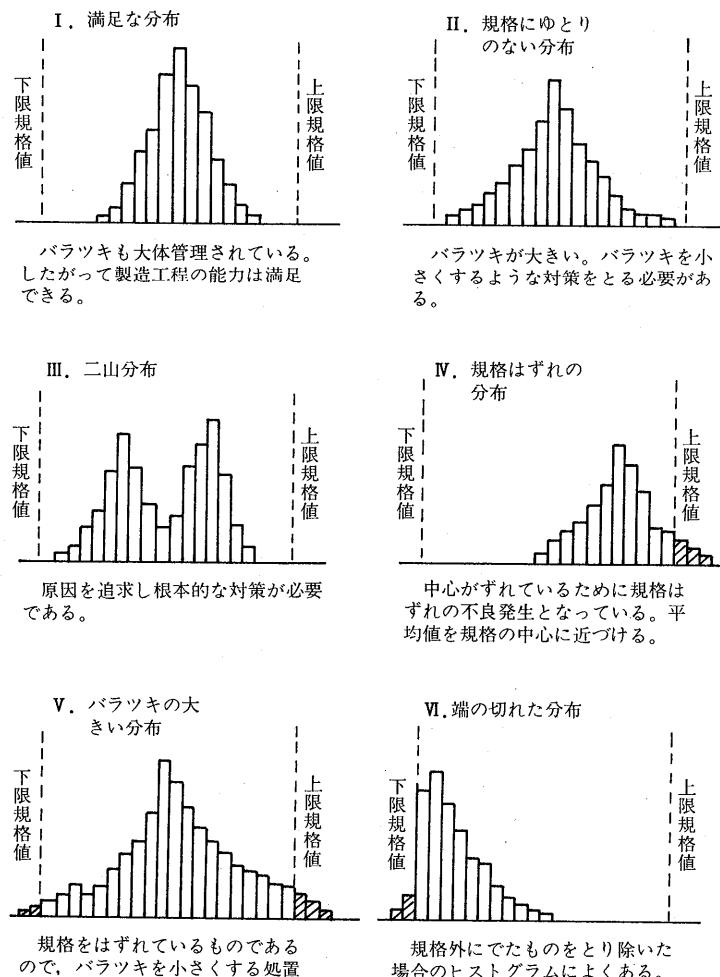


図-6 ヒストグラムの形状と判定法

①ひずみは、分布が左右対称のとき0になり、右に裾を引くときは正に、左に裾を引くときは負になる。

②とがりは正規分布のとき0で正規分布より山がとがり、裾が長く延びているとき正になる。山高帽子のように山が平で、裾が切れているとき負となる。

とがりが正の大きい値を示すときは、分布型がとがっているというより、外れ値（平均から特に離れた値）が含まれる場合が多い。

③ひずみやとがりが0から大きく離れているときは、外れ値の表示機能を利用して詳しく調べる必要がある。各工事の配合設計から本施工までの試験結果及び本施工における品質管理を表-7に示す。なお、このうち表層工の品質管理のヒストグラムの抜粋は図-7のとおりである。

3つの工事を縦列、品質規定項目横列に並べてある。品質規定項目は全て規定内にはあるが、ヒストグラムの形状は裾の広いもの、不連続なものと工事毎の品質管理の実態が伺われる。

表-7 配合試験等結果及び品質管理（その1）

工事名	項目	工程	規定値	配合設計等					品質管理（ヒストグラム）						
				配合設計		試験練り		試験施工	決定値	データ数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	
粒度 %	2.36 (mm)	アス安定処理		32.4	—	34.1	—	32.4	30	—	—	—	—	—	
		基層		41.4	—	41.4	—	41.6	42	2.9	42.300	41.000	43.197	0.455	
		表層		45.7	—	45.7	—	45.7	45	18	43.600	45.000	44.456	0.318	
	0.075 (mm)	アス安定処理		3.0	—	3.2	—	3.1	6	42	1.800	3.400	3.045	0.268	
		基層		5.0	—	5.0	—	5.2	5.0	29	4.700	5.100	5.228	0.243	
		表層		5.6	—	5.6	—	5.6	6.0	18	6.100	6.566	6.322	0.117	
アルト量 %	アスファルト量 %	アス安定処理		4.0	4.5	4.1	4.4	4.7	4.4	—	26	4.320	4.437	4.403	0.031
		基層		5.0	5.5	—	5.4	—	5.4	5.4	14	5.387	5.442	5.405	0.014
		表層		6.0	6.5	6.0	6.3	6.6	6.3	6.3	15	6.300	6.383	6.328	0.019
	見掛け密度 g/cm³	アス安定処理		2.412	2.428	2.599	2.586	2.574	2.586	—	130	2.419	2.455	2.434	0.006
		基層		2.487	2.469	—	2.372	—	2.472	—	—	—	—	—	—
		表層		2.453	2.435	2.453	2.442	2.431	2.442	—	—	—	—	—	—
安定度 kg	アス安定処理	400以上	872	908	831	895.8	922	892	—	130	858.000	998.000	932.300	34.622	
		基層	600以上	944	959	—	1109	—	974	100	848.000	1287.000	1062.250	91.097	
		表層	600以上	922	988	906	926	932	920	80	968.000	1139.000	1634.613	39.073	
	空げき率 %	アス安定処理	3~10	7.6	6.2	7.1	6.3	5.1	6.3	22	5.600	6.300	5.868	0.176	
		基層	3~6	5.7	4.5	—	4.0	—	4.2	17	3.700	4.200	3.971	0.140	
		表層	3~5	44	3.2	4.2	3.5	2.9	3.6	11	3.000	3.900	3.555	0.294	
A	フロー値 1/100cm	アス安定処理	15~45	29	31	32.4	35.0	37.8	35.4	130	21.000	34.000	27.785	3.287	
		基層	15~40	28	29	—	33	—	28.8	100	23.000	37.000	30.170	3.467	
		表層	20~40	28	29	32	35	35	35	80	23.000	36.000	27.575	2.407	
	飽和度 %	アス安定処理	—	55.3	63.3	57.7	62.3	68.7	623	22	62.300	65.200	63.995	0.759	
		基層	65~80	66.9	73.8	—	75.8	—	74.9	17	74.900	78.100	76.035	0.889	
		表層	75~85	75.8	82.4	76.7	80.6	84	80.1	11	78.800	83.300	80.382	1.430	
B	残留安定度 %	アス安定処理	75以上	87.3	94.1	90.5	95.1	95.3	95.1	—	—	—	—	—	
		基層	75以上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		表層	75以上	—	—	89.9	89.7	92.3	90.2	—	—	—	—	—	
	コア密度 g/cm³	アス安定処理	—	—	—	—	—	—	—	125	2.378	2.473	2.430	0.017	
		基層	—	—	—	—	—	—	—	108	2.298	2.411	2.344	0.016	
		表層	—	—	—	—	—	—	—	87	2.278	2.353	2.310	0.012	
C	締固め度 %	アス安定処理	96以上	—	—	—	—	—	—	125	98.100	101.600	100.006	0.627	
		基層	96以上	—	—	—	—	—	—	108	97.100	101.600	98.858	0.648	
		表層	96以上	—	—	—	—	—	—	87	96.900	100.000	98.154	0.466	
	コア厚さ cm	アス安定処理	+90%	—	—	—	—	—	—	125	7.200	9.820	8.546	0.797	
		基層	-5~+10%	—	—	—	—	—	—	108	5.700	6.600	6.239	0.585	
		表層	-5~+10%	—	—	—	—	—	—	87	3.800	4.400	4.112	0.552	

表-7 配合試験等結果及び品質管理（その2）

工事名	項目	工程	規定値	配合設計等						品質管理(ヒストグラム)								
				配合設計			試験練り		施工	決定値	データ数	最小値	最大値	平均値	標準偏差			
B		粒度 (mm) %	アス安定処理	31.5	32.3	31.4	31.2	31.6	31	—	—	—	—	—	—	—		
			基層	41.8	41.8	41.8	41.8	42.1	42	78	41.000	42.200	41.600	0.320	0.049	-1.245		
			表層	45.4	45.4	45.4	45.4	42.1	45	44	44.300	46.400	45.305	0.442	0.060	-0.090		
		アスマルト量 (%)	アス安定処理	4.1	4.6	4.3	4.1	4.2	5	—	—	—	—	—	—	—		
			基層	5.6	—	5.6	—	5.5	6	78	4.800	6.300	5.591	0.291	-0.321	-0.135		
			表層	6.2	—	6.2	—	5.5	6.3	44	5.800	6.800	6.332	0.240	-0.408	-0.525		
		見掛け密度 (g/cm³)	アスマルト量	4.0	4.5	4.1	4.4	4.7	4.4	4.4	26	4.399	4.436	4.420	0.014	-0.548	-1.531	
			基層	5.0	5.5	5.1	5.4	5.7	5.4	5.5	23	5.398	5.451	5.416	0.107	0.511	-1.145	
			表層	6.0	6.5	6.0	6.3	6.6	6.3	—	16	6.295	6.350	6.320	0.021	0.209	-1.727	
		安定度 (kg)	アス安定処理	2.628	2.586	2.428	2.442	2.449	2.442	—	130	2.422	2.461	2.443	0.006	0.032	1.063	
			基層	2.363	2.377	2.336	2.377	2.386	2.381	2.385	135	2.374	2.407	2.388	0.006	0.276	-0.100	
			表層	2.366	2.366	—	—	—	2.380	—	75	2.367	2.393	2.381	0.005	-0.199	0.189	
		空げき率 (%)	アス安定処理	400以上	929	960	1034	1103	1160	1103	—	130	986.000	1300.000	1141.515	59.206	-0.248	0.105
			基層	600以上	—	—	1111	1146	1197	1160	1197	135	1043.000	1286.000	1174.385	52.363	-0.308	-0.501
			表層	600以上	1251	1214	—	—	—	1323	—	75	1043.000	1386.000	1251.840	61.779	-0.910	1.477
		フローアルト (1/100cm)	アス安定処理	3~10	7.3	6.2	6.7	6.7	5.0	5.7	—	130	5.000	6.500	5.689	0.220	-0.012	0.979
			基層	3~6	5.5	4.2	5.2	4.4	3.6	4.2	3.9	135	3.200	4.500	3.934	0.255	-0.243	-0.114
			表層	3~5	4.0	3.3	—	—	—	3.0	—	75	2.500	3.500	2.968	0.201	-0.015	0.140
		飽和度 (%)	アス安定処理	15~45	30	30	28	30	31	29	—	130	20.000	33.000	27.338	2.547	-0.487	-0.048
			基層	15~40	26	29	21	24	28	24	26	135	21.000	35.000	27.667	3.280	0.185	-0.639
			表層	20~40	32	33	—	—	—	31	—	75	21.000	34.000	27.027	2.716	-0.032	-0.540
		残留安定度 (%)	アス安定処理	—	56.3	63.1	59.1	64.6	69.2	64.7	—	130	61.500	67.700	64.768	0.968	0.058	0.422
			基層	65~80	67.6	75.0	69.2	73.9	78.5	74.8	76.5	135	73.500	79.700	76.145	1.241	0.323	-0.179
			表層	75~85	77.3	81.9	—	—	—	82.9	—	75	80.600	85.500	83.119	0.972	0.069	0.314
		コア密度 (g/cm³)	アス安定処理	75以上	94.4	98.5	91.7	97.7	98.8	97.6	—	—	—	—	—	—	—	
			基層	75以上	86.1	89.3	82.3	86.2	91.1	85.9	91	—	—	—	—	—	—	
			表層	75以上	—	—	—	—	—	92.2	—	—	—	—	—	—	—	
		締固め度 (%)	アス安定処理	96以上	—	—	—	—	—	—	—	69	2.430	2.506	2.458	0.016	0.895	1.260
			基層	96以上	—	—	—	—	—	—	129	2.321	2.488	2.414	0.026	1.055	2.556	
			表層	96以上	—	—	—	—	—	—	63	2.360	2.380	2.370	0.005	0.107	-0.772	
		コア厚さ (cm)	アス安定処理	+90%	—	—	—	—	—	—	63	99.400	102.500	100.528	0.634	0.919	1.294	
			基層	-5~+10%	—	—	—	—	—	—	129	97.200	101.800	99.871	0.702	-0.396	1.739	
			表層	-5~+10%	—	—	—	—	—	—	63	99.100	100.000	99.522	0.207	0.116	-0.736	
		C	アス安定処理	30.6	30.6	32.8	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			基層	41.6	41.3	42.3	42	32	40.800	42.100	41.431	0.239	-0.058	1.168	—	—	—	
			表層	45.4	45.4	44.9	45	30	45.300	46.300	45.870	0.287	-0.336	-1.036	—	—	—	
			アス安定処理	5.9	5.6	5.4	6	42	5.400	6.300	5.633	0.169	1.373	3.649	—	—	—	
			基層	5.8	5.5	5.8	5.5	32	5.000	5.200	5.109	0.073	-0.136	-1.199	—	—	—	
		アスマルト量 (%)	アス安定処理	4.0	4.5	4	4.3	4.6	4.3	—	—	—	—	—	—	—	—	
			基層	5.0	5.5	—	5.4	—	5.4	—	—	—	—	—	—	—	—	
			表層	6.0	6.5	6.0	6.3	6.6	6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	
		見掛け密度 (g/cm³)	アス安定処理	2.542	2.522	2.540	2.529	2.517	2.390	—	125	2.362	2.415	2.389	0.008	0.139	1.628	
			基層	2.361	2.379	—	2.381	—	2.382	—	20	2.378	2.391	2.384	0.003	0.459	-0.557	
			表層	2.358	2.359	2.359	2.362	2.361	2.372	—	75	2.345	2.389	2.372	0.008	-0.590	0.969	

表-7 配合試験等結果及び品質管理（その3）

工事名	項目	工程	規定値	配合設計等						品質管理(ヒストグラム)							
				配合設計		試験練り		試験施工	決定値	データ数	最小値	最大値	平均値	標準偏差	ひずみ	とがり	
C	安定度 (kg)	アス安定処理	400以上	979	1002	1020	1033	1056	1080		125	959.000	1292.000	1108.384	62.205	1.126	-0.049
		基層	600以上	1033	1139	—	1198	—	1192		20	1135.000	1213.000	1186.550	18.894	-0.837	0.469
		表層	600以上	1033	1037	1030	1093	1083	1123		75	998.000	1252.000	1114.600	43.227	-0.055	0.755
	空げき率 (%)	アス安定処理	3~10	7.5	6.0	6.8	5.7	5.6	5.5		25	5.300	5.900	5.580	0.158	0.255	-0.499
		基層	3~6	5.5	4.0	—	4.1	—	4.1		20	3.700	4.200	3.985	0.131	-0.408	-0.860
		表層	3~5	4.1	3.4	3.9	3.3	3.0	3.1		15	2.900	3.600	3.160	0.180	0.631	0.072
C	フローカー (1/100cm)	アス安定処理	15~45	26	28	27	28	29	29		125	24.000	40.000	30.088	3.045	0.663	0.194
		基層	15~40	25	28	—	26	—	26		20	26.000	29.000	27.800	0.951	0.028	-1.400
		表層	20~40	28	35	27	29	32	26		75	21.000	35.000	27.293	2.760	0.258	-0.345
	飽和度 (%)	アス安定処理	—	55.4	63.6	57.5	63.7	68.2	65.0		25	63.100	65.800	64.612	0.737	-0.466	-0.586
		基層	65~80	68.2	76.2	—	75.6	—	75.6		20	75.100	77.600	76.130	0.642	0.589	-0.577
		表層	75~85	77.1	81.7	77.8	81.4	83.4	82.9		15	80.800	83.600	82.407	0.752	-0.332	-0.540
C	残留率 (%)	アス安定処理	75以上	81.9	85.1	80.9	83	84.8	—								
		基層	75以上	95.4	76.2	—	—	—	—								
		表層	75以上	91.7	92.5	95.8	94.5	92.8	—								
	コア密度 (g/cm³)	アス安定処理									124	2.341	2.428	2.379	0.015	0.379	0.476
		基層									123	2.316	2.416	2.361	0.019	0.042	0.312
		表層									99	2.315	2.371	2.344	0.011	-0.233	-0.159
C	締固め度 (%)	アス安定処理	96以上								124	97.900	101.500	99.473	0.626	0.387	0.418
		基層	96以上								123	97.000	101.200	98.906	0.775	0.139	0.528
		表層	96以上								99	96.000	99.700	98.564	0.803	-2.184	5.578
	コア厚さ (cm)	アス安定処理	+90%								124	7.200	10.425	8.571	1.169	1.763	4.344
		基層	-5~+10%								123	5.700	6.600	6.146	0.303	0.081	-1.462
		表層	-5~+10%								99	3.800	4.400	4.254	0.163	-1.082	0.308

① 加熱骨材粒度 2.36mm

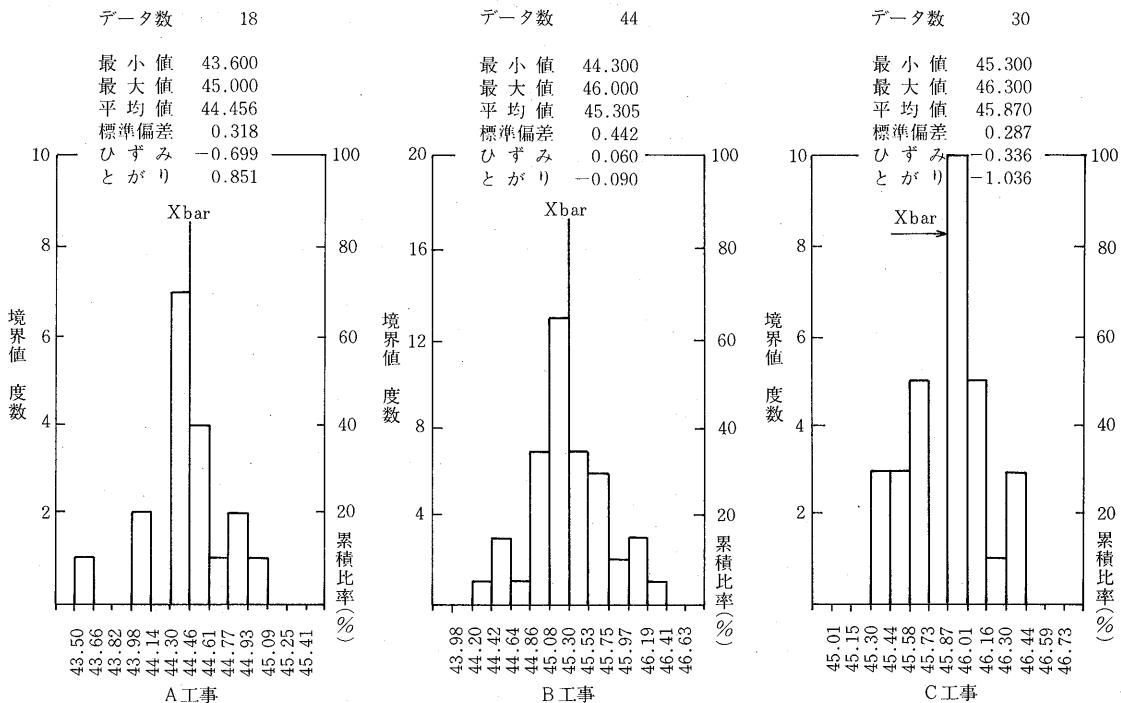
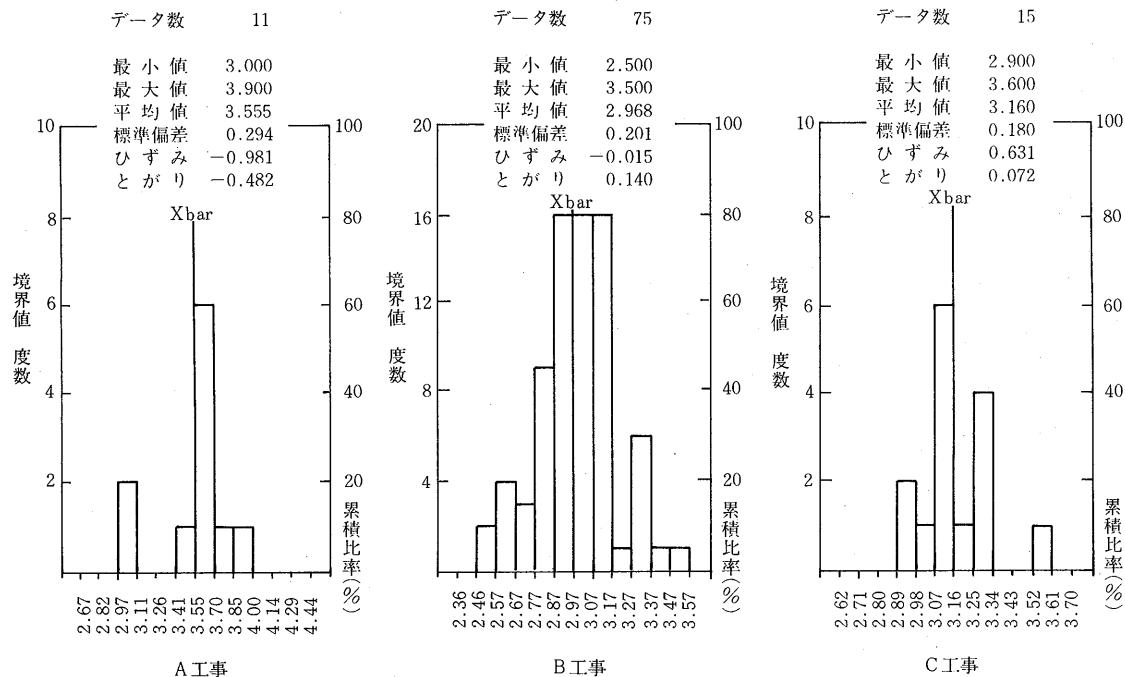


図-7 表層工事別ヒストグラム（その1）

② マーシャル空げき率



③ コア密度

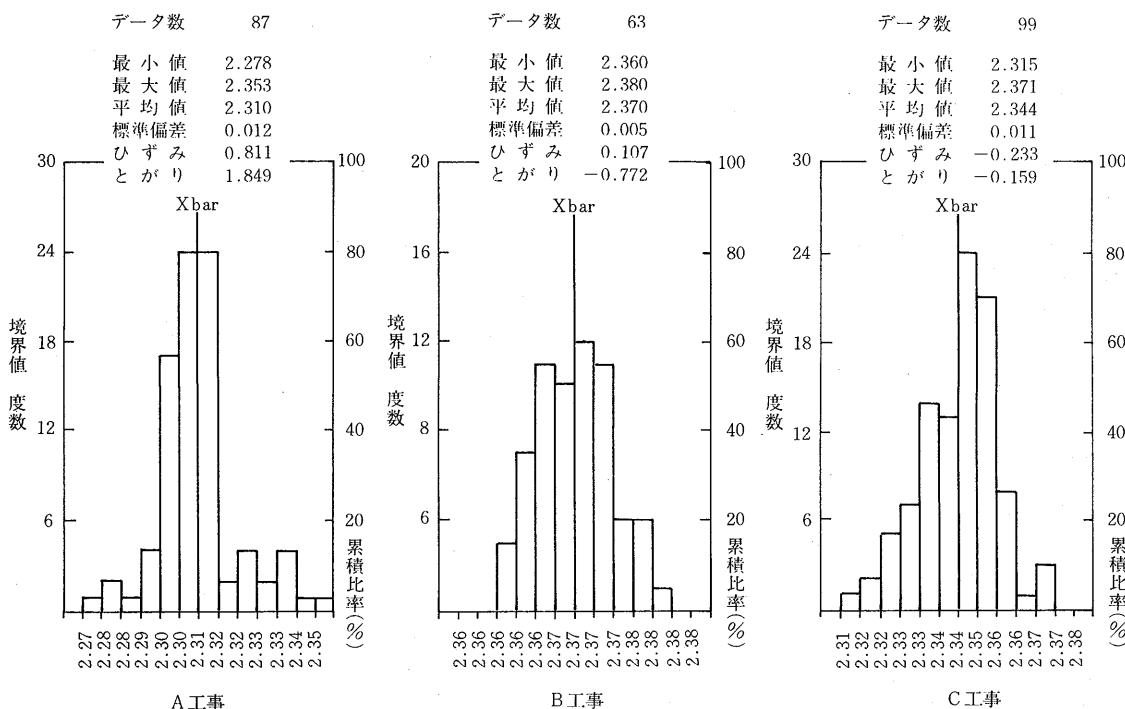
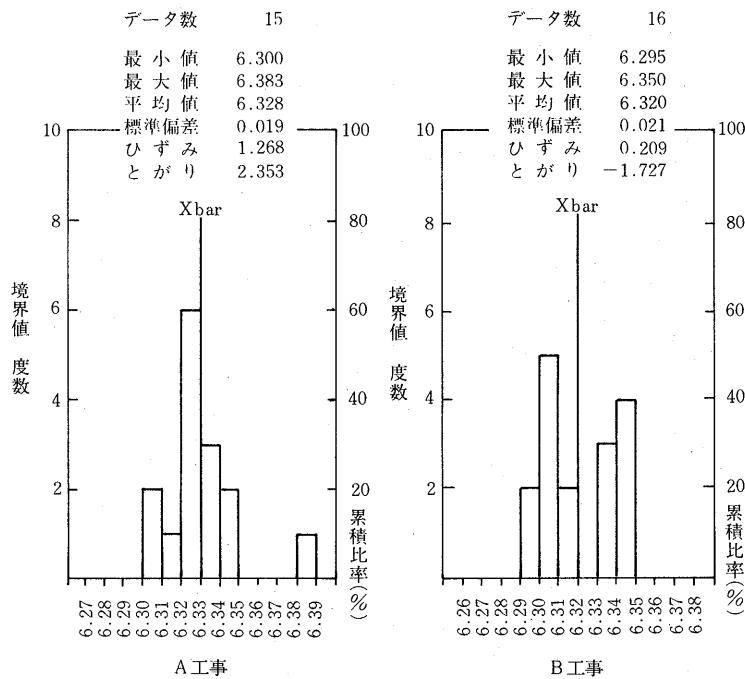


図-7 表層工事別ヒストグラム（その2）

④ アスファルト量



⑤ コア締固め度

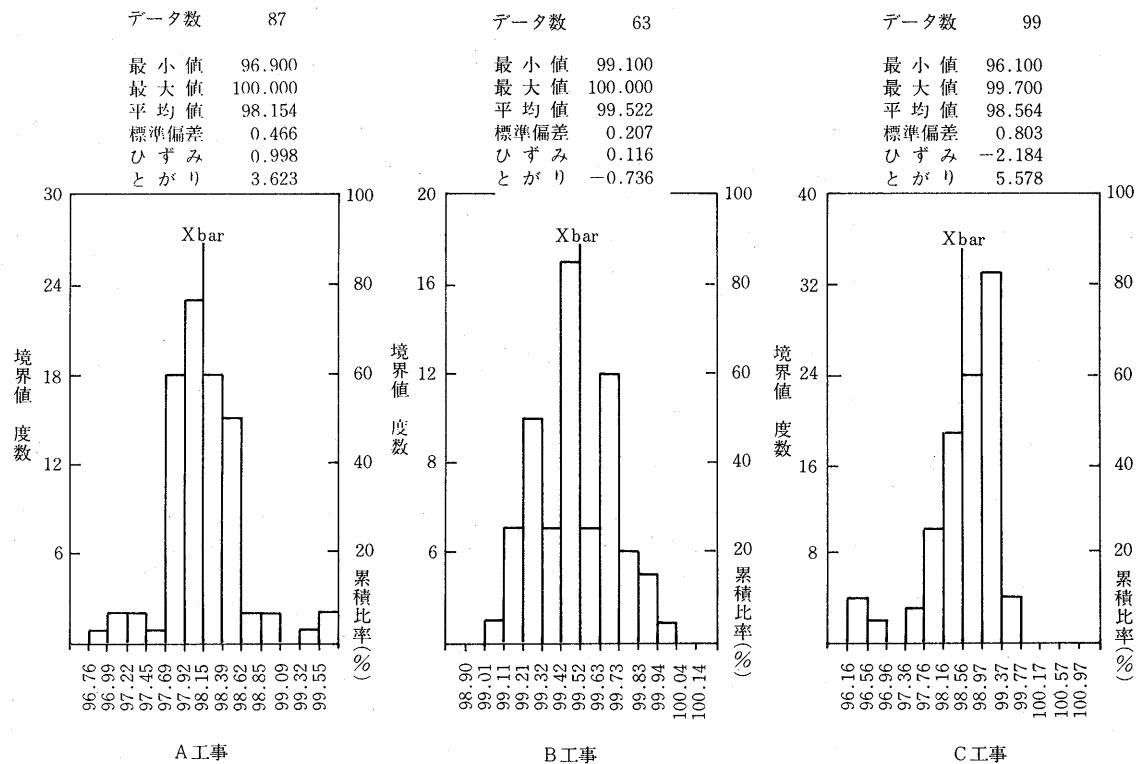


図-7 表層工事別ヒストグラム（その3）

⑥ コア舗装厚さ

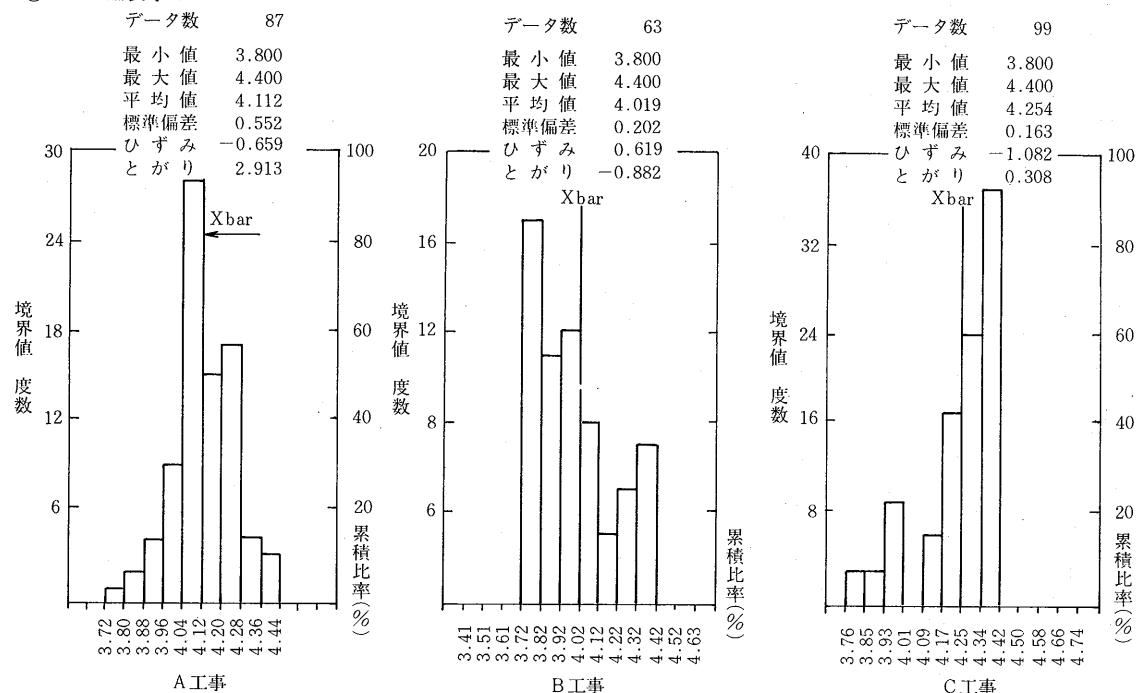


図-7 表層工事別ヒストグラム（その4）

6. 品質管理への一提案

アスファルト混合物は、仮設プラントでの材料ストックから混合、運搬、舗設と各行程の中で品質の良否の影響を受ける。

アスファルト混合物（アスコン）は、生コンに比べ生きている（放置すれば、老化し、使い過ぎるとわだち掘れを起こす）。また温度にも敏感でアスファルト量が0.5~1.0%，締固め数%の違いで、性状が極端に変る大変な代物を扱っていることはたかが~されど~のアスファルト舗装の難しさがある。

アスファルト舗装の10年の設計に対し、同時供用区間であっても両隣りは10年以下のものもあるが1.5倍以上長持ちしている区間が随所にあることも事実である。それは材料を吟味し、配合、施工、品質管理を十分行なった所ではないかと思慮される。人手不足、省力化の叫ばれている時代また、安全で快適な道路を目指すために、丈夫で長持ちする舗装を造ることが、これらを解消する一要素であることは、はじめに述べた通りである。今後よりよい品質管理を行う上からも品質管理の一提案として表-8に挙げてみた。

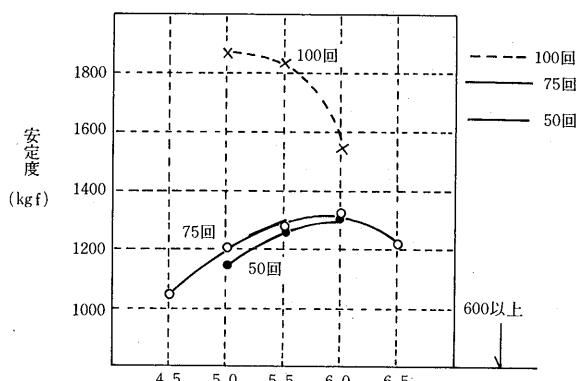
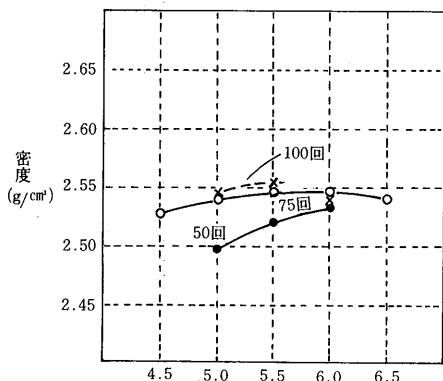


図-8 マーシャル突固め回数と密度・安定度

表-8 品質管理に対する一提案

項目	細目	提案	摘要													
配合試験	<ul style="list-style-type: none"> ○マーシャル試験共通範囲の中央値 ○空げき率の中央値 ○マーシャル試験100回突固め ○回収ダストの使用限界 	<ul style="list-style-type: none"> ○共通範囲の下限及び上限値の適用法(わだち、ひびわれ) ○マーシャル中央値のアスファルト量より一般的に0.2~0.3%少な目(重交通区間) ○一例であるが100回突きは75回突きに比べ密度は殆んど上らない(+1%)が安定度は非常に高く(140%)なった。 ○公害対策のため、集塵機の性能向上により回収ダスト量が増え、アスファルト混合物の流動等に対する使用限界の確認及び対策(例、使用石粉量減らせないか?) 	図-8													
品質規定	<ul style="list-style-type: none"> ○締固め度96% ○空げき率 ○道路のレベルによる締固め規定値の引上げ ○混合物中の許容含水比 	<ul style="list-style-type: none"> ○アスファルト混合物は感温性が高く温度の影響を受けると共に、老化する難しい性状を持っているため、土のように強度評価が全てとは思われないが、例えば路床で上下部では締固め度95%、90%に対応する修正CBR10、5%以上となっており、アスファルト混合物は、例えば表層の安定度は室内100%のマーシャル試験において600kg以上の規定に対し、締固め度96%の最低ではいくらを求めているのか? ○ホイルトラッキング試験機での供試体作成の締固め度は100±1%となっており、96%の動的安定度(D.S)はかなり低い値となる。 ○上記同様室内100%の締固めの、例えば表層で空げき率3~5%の中央値4%に対し、96%締固めでは7~8%になり、老化、わだち堀れに悪影響を与える。 ○表層及び基層は重交通、中軽交通によりマーシャル突固め回数が75回、50回とエネルギーは異なるが、室内100%の密度と最低の96%との開きがあっては75、50回いずれにおいても、締固め96%では空げき率の高い混合物になっているものがあり、道路のレベルにより突固めエネルギー以外に締固め基準値を高めることが高品質の混合物となると考えられる。 ○マーシャル100回突固めの採用。 ○高吸水使用骨材の場合アスファルト混合物がもたつくこともあり規定化(米ミシガン洲0.05%以下を目標) 	図-9,10													
締固める方法	<ul style="list-style-type: none"> ○締固め機械の開発 ○有効な温度管理のためのロードヒーティング機械等の使用 	<ul style="list-style-type: none"> ○ハイコンパクションフニッシャーの開発により初期段階で締固め最低限近くまで締固められるようになったが、一次転圧の振動ローラーの使用も功を奏しているがこれを更に振動が垂直方向に伝わり(ダム厚撒生コンクリート使用)又ジャイレトリー効果のある振動ローラー等の開発(省力化)。 ○上記機械の開発と共に施工厚が薄かったり、冬季施工では温度が低下し、締固め効果を十分發揮出来ないため、アスファルトの老化を抑える範囲でのロードヒーティング、保温マット(ろ布)、コーティング等の開発(風の日の温度低下著しい)。 														
即応性のある品質管理	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="width: 15%;">プラント 練上り混 合物</td> <td style="width: 15%;">粒度</td> <td>開発されているようであるが普及に至らず</td> </tr> <tr> <td>アスファルト量</td> <td>RIによるアスファルト量検出</td> </tr> <tr> <td>温度</td> <td>運搬車の荷箱全体のシートカバー及び保温槽の改発</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="width: 15%;">現場</td> <td>温度</td> <td>ローラーに赤外線温度計等を設置し、表面温度標示を見てオペレーターが適切に転圧するような機械の開発</td> </tr> <tr> <td>締固め</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・コンパクションメーター(締固め管理) ・RI密度測定器 </td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・電磁波(タック・プライムコート中に反応する粉体混入) ・アスコン層全厚もチェック(各層の側丈が累加されていないか) </td> </tr> </table>	プラント 練上り混 合物	粒度	開発されているようであるが普及に至らず	アスファルト量	RIによるアスファルト量検出	温度	運搬車の荷箱全体のシートカバー及び保温槽の改発	現場	温度	ローラーに赤外線温度計等を設置し、表面温度標示を見てオペレーターが適切に転圧するような機械の開発	締固め	<ul style="list-style-type: none"> ・コンパクションメーター(締固め管理) ・RI密度測定器 	厚さ	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁波(タック・プライムコート中に反応する粉体混入) ・アスコン層全厚もチェック(各層の側丈が累加されていないか) 	
プラント 練上り混 合物	粒度		開発されているようであるが普及に至らず													
	アスファルト量		RIによるアスファルト量検出													
	温度	運搬車の荷箱全体のシートカバー及び保温槽の改発														
現場	温度	ローラーに赤外線温度計等を設置し、表面温度標示を見てオペレーターが適切に転圧するような機械の開発														
	締固め	<ul style="list-style-type: none"> ・コンパクションメーター(締固め管理) ・RI密度測定器 														
	厚さ	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁波(タック・プライムコート中に反応する粉体混入) ・アスコン層全厚もチェック(各層の側丈が累加されていないか) 														
	<ul style="list-style-type: none"> ○仕上りについて職人的な目、ワーカビリティー重視を見直す。 	<p>アスファルト量、細骨材粒度の現場配合からのずれの巾を狭める。 例:アスファルト量土の3%→0.15%(計器高精度化している)</p>														

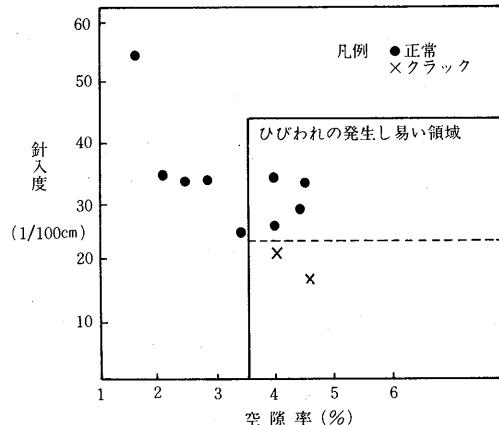


図-9 針入度と空隙率がひびわれに及ぼす影響

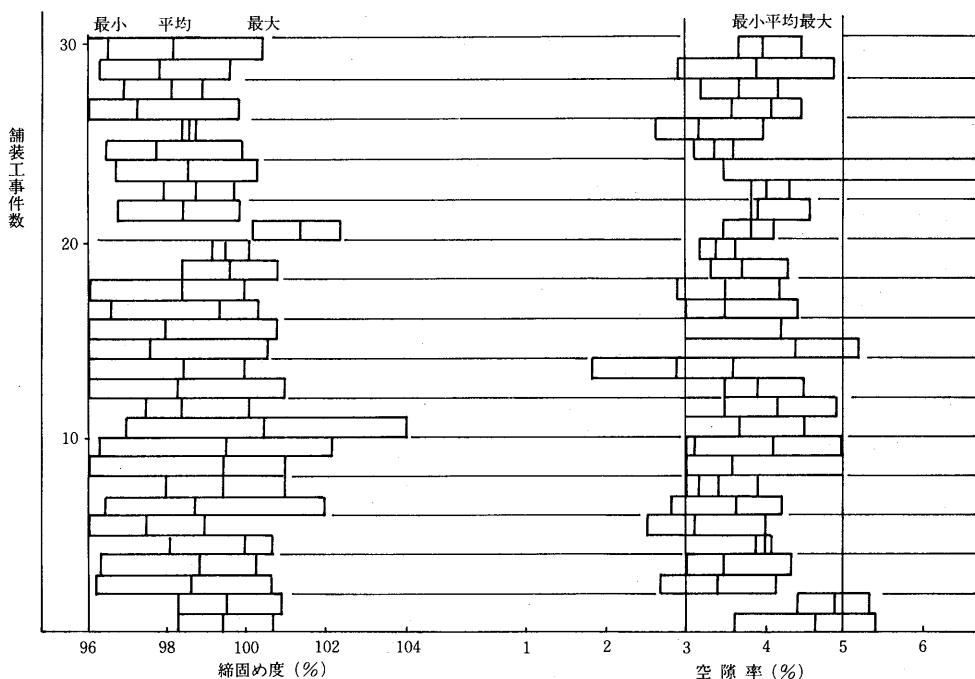


図-10 補設後の締固め度及び空隙率の分布

7. あとがき

アスファルト混合物の品質は、使用材料の吟味、仮設プラントでの材料のストック状態、混合、運搬、舗設等各行程の中で材質、粒度、温度、締固め等を要因に品質の良否が人的配慮も含めて供用後の舗装に種々の影響を及ぼしている。

従って、安定したアスファルト混合物を定期的に出

荷するため、プラントでの品質管理を十分行い、生みの混合物は高品質に且つ、育ての舗設で供用後耐久性のある混合物として生かせるよう、アスファルト混合物の製造と現場施工をリンクさせた品質管理の向上に努めることが、重要と考えられる。今後の品質管理の一助になれば幸いである。

— 参考文献 —

- 1) 日本道路公團：土木工事共通仕様書（1989. 11）
- 2) " : 設計要領第一集 (1973. 4)
- 3) " : 施行管理要領基準集 (1987. 4)
- 4) 日本道路公團：技術手帳 〈アスファルト舗装Q & A〉 (1985)
- 5) 日本道路公團：技術手帳 〈アスファルト舗装Q & A〉 (1986)

再生アスファルト混合物の品質について

～東京都における品質管理の現況～

鈴木 勲*

1. はじめに

再生アスファルト混合物の品質と新規アスファルト混合物の品質の相違は、再生アスファルト混合物の品質が原材料となる再生骨材の品質に大きく影響を受けることである。

再生骨材の品質は舗設当初のアスファルトの性状やその後の供用履歴に依存している。そのため、再生骨材を原材料として再使用するにあたっては、その品質を的確に把握することと混合物の品質管理がより重要である。

再生アスファルト混合物の品質管理は日本道路協会の「舗装廃材再生利用技術指針（案）」及び「アスファルト舗装要綱」に基本的な事項のほか標準的な詳細が記載されており、大部分についてはこれに準拠するところである。しかし、それぞれの地域の実情に応じて運用している所も多く、東京都においても同様である。

ここでは東京都における再生アスファルト混合物の使用に至るまでの経緯と品質管理及び検査基準の概要そして再生アスファルト混合物の使用実績と品質の現況について述べることとする。

2. 再生アスファルト混合物の位置付け

2.1 再生アスファルト混合物使用の経緯

東京都では、資源を有効利用し、建設廃材の処分地の不足に対処するなど、社会的要請に応える観点から道路舗装廃材の再利用を図るために、昭和50年度から舗装廃材使用の検討がなされてきた。

当初は、路盤材料への再生利用から取組み、順次、再生アスファルト混合物の再生利用へと拡大し、都建設局道路管理部及び都土木技術研究所等を中心に試験施工を実施し、追跡調査を行なって検討してきた。

その後、都建設局において、昭和53年3月「道路舗装廃材再生利用検討技術委員会」を設置し、同年7月

に「再生アスファルト混合物実施計画」（第一部会）が出され、道路管理部の試験施工を引継ぐと共に新たに試験舗装を実施し、その実用化について調査検討を行なった。

その結果、物理性状等に新規材料との顕著な差異が認められなかったことから、再生材料の等値換算係数を新規材料と同等とした。また、耐久性等については、今後引き続き検討することしながら、舗装廃材の再生利用について一応の成算を得たので、昭和55年6月に再生粒度調整碎石及び再生アスファルト混合物（粗粒アスファルト混合物①、アスファルト処理混合物）について暫定仕様書を制定し、積極的に使用するよう努めてきた。

なお、この時の粒度規定は図-1¹⁾に示すように、新規材料に較べて全体に上限値の規定を若干弛めた、範囲の広いものであった。

その後、昭和56年6月に施工現場からのアンケート調査を実施して施工性及び品質等の検討を行なうなど、調査検討を重ねて、昭和58年度には、土木材料仕様書に掲載して普及を図った。

昭和59年7月に「舗装廃材再生利用技術指針（案）・日本道路協会」が発刊されたことに伴い、東京アスファルト合材協会など各方面からの意見を参考にするなどして、昭和60年3月31日付けをもって従来の暫定仕様書は廃止すると共に、昭和60年度から新たに「土木材料仕様書」に再生アスファルト混合物（密粒アスファルト混合物①、粗粒アスファルト混合物②）及び再生アスファルト処理混合物を規定し、「舗装廃材再生利用技術指針（案）」との整合を図り今日に至っている。

2.2 再生アスファルト混合物の使用区分と使用実績

再生アスファルト混合物の交通量区分に対する使用区分は表-1²⁾に示すように、基層においては、交通量区分Cまで使用範囲を許容しているが、表層では交通

*すずき いさお 東京都土木技術研究所 主任研究員

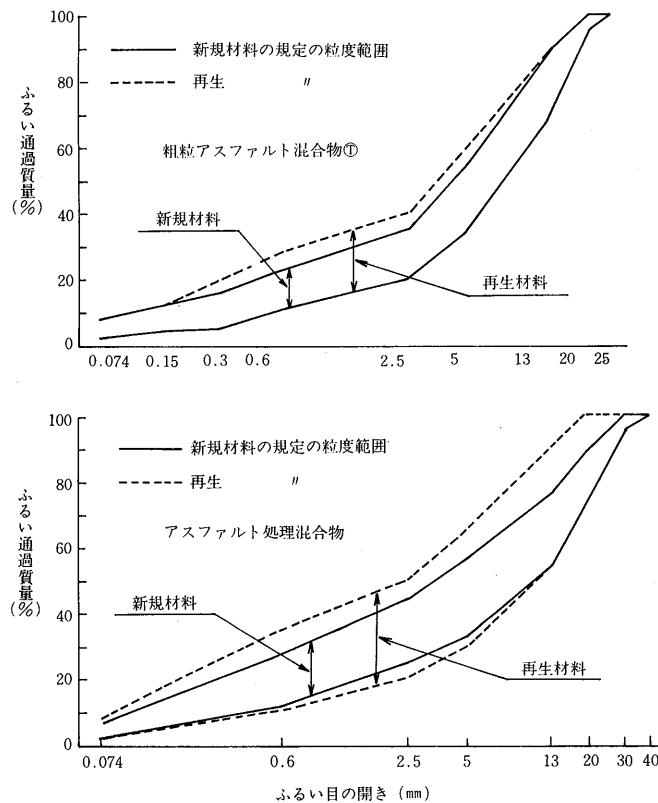


図-1 再生アスファルト混合物の粒度（当初）

表-1 再生アスファルト混合物の使用区分²⁾

層名 材料名 交通量区分	表層	基層	上層路盤
	再生密粒アス ファルト混合 物①	再生粗粒アス ファルト混合 物①	再生アスファ ルト処理混合 物
L	○	—	—
A	○	○	○
B	○	○	○
C	×	○	○
D	×	×	○

○：使用可 ×：使用不可 —：適用外

量区分B迄としているなど、品質に対する耐久性や信頼性などから、交通量区分によって現在のところ使い分けている。

再生アスファルト混合物の使用実績(建設局所管工事)は図-2³⁾に示すように、表層(再生密粒アスファルト混合物①)としての使用は昭和60年度から始り、その後、若干の増加傾向はあるものの、昭和63年度においては

使用量1万5千トンと密粒アスファルト混合物全体の10%程度である。

基層(再生粗粒アスファルト混合物①)としては、昭和59年度では、その使用構成比が50%程度であったものが63年度には基層用の粗粒アスファルト混合物①全体の60%，使用量も21万6千トンと増加している。

また、アスファルト混合物全体としても、昭和63年度に約40%の23万1千トン程度使用されている。

なお、昭和59年度当時の再生プラントからの試験依頼は11プラント程度に過ぎなかったが、平成元年度では、25プラントと増加している。

今後、長期供用性の実績から再生アスファルト混合物の耐久性が確認されれば、交通量の適用区分が緩和されると共に、更に使用量が増大することは明らかである。

3. 東京都における品質管理

3.1 品質管理の位置付け

発注者としての都側の品質管理の位置付けは、舗装工事全体を管理する施工管理の中の1部門として工程管理、出来形管理と共に包含されている。

施工管理とは、工事目的物を、図面及び仕様書(発注者の設計図書)で定められた規格を満足させると共に、工期内に経済的、かつ安全に完成させるための手段である。従って、本来は施工管理は請負者が自らの責任において行うものであり、その方法については請負者の自主性に委ねられるべきである。

しかしながら、施工過程における出来形、品質等の管理の善し悪しが、工事目的物の質に大きな影響を与えるものである。このため、出来形、品質等の管理に関しては、最小限度、発注者としての要求を設計図書に明示し、適正な施工の確保を期するものである。

都建設局の施工管理に関する規定は、土木工事施工

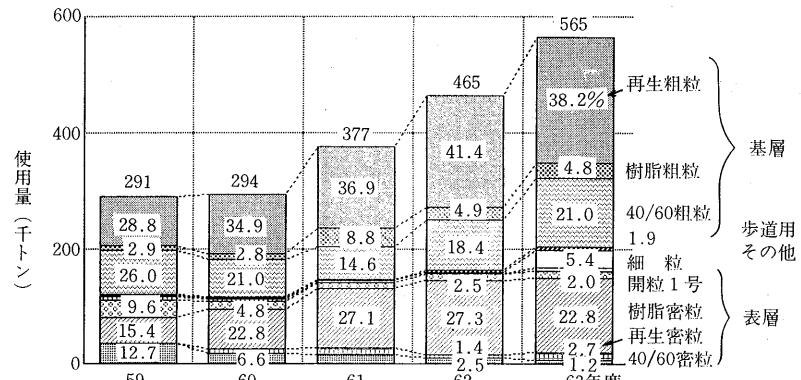


図-2 アスファルト混合物の種類別使用量の構成比の推移²⁾

管理基準をはじめ東京都土木工事標準仕様書、土木材料仕様書、工事記録写真撮影基準等があり、出来形の管理基準、品質の規格値、その他管理事項については、おおむね網羅されている。

ここで、工程管理は着工前に請負者から提出された施工計画書の実施工程表に基づいて行なうものであり、出来型管理は設計図書に定められた管理基準により実施するものである。ここでは、品質管理に限定して述べることとする。

現在東京都におけるアスファルト混合物を供給する製造会社数は26社であるが、道路舗装の請負会社数は1673社（登録会社数）である。この数字から推してプラントを所有する請負者が舗装工事を受注することは、極く僅かであり、その殆どの請負者はアスファルト混合物を製品として生産者から購入して使用していることが容易に理解できる。

このことは、請負者が製造時の品質管理に直接関与できない事を示している。従って、東京都としては舗装工事の請負者とアスファルト混合物の生産者を区別して考える必要性が現実的な対応として定着してきている。

そこで、アスファルト混合物の検査及び品質管理のための主な分担事項について以下の様に整理し区分している。

① 生産者が行なうべき事項

- 材料試験
- 配合の決定
- 品質管理
- 基準密度の設定値提出

② 請負者が行なうべき事項

- 現場着温度のチェック
- 転圧終了時の温度測定
- 粒度アスファルト量の試験試料の採取、試験研究機関への送付
- 基準密度の確認

③ 東京都が行なうべき事項

- 材料及び配合の承諾
- 粒度アスファルト量の試料採取の指示
- コア採取の指示
- 基準密度の承諾
- 試験結果による合否の判定

3.2 品質管理基準

再生アスファルト混合物の品質管理は、生産者が試験を行ない、日々管理の記録を作成し提供するもので東京都としては、「土木工事施工管理基準」の中で表-2に示す品質管理項目と試験方法、頻度について最小限の基準⁴⁾を設けている。

また、再生アスファルト混合物の品質管理の基準値

表-2 品質管理基準⁴⁾

試験（測定）項目		試験（測定）方法	頻度
再生混合物の製造前	再生骨材のアスファルト抽出後の骨材粒度	JIS A 1102	1回／製造前
	旧アスファルト含有量	舗装試験法便覧（3-9-6）	
	旧アスファルト針入度	舗装試験法便覧（3-9-7）JIS K 2207	
	再生骨材の洗い試験で失われる量	舗装廃材再生利用技術指針（案）（3-2〔注3〕）	
再生混合物の製造中	再生用添加剤 (60℃動粘度、引火点、薄膜加熱後粘度比、薄膜加熱質量変化率)	JIS K 2283 JIS K 2265 JIS K 2207	1回／1ロット（供給者別）
	再生アスファルト針入度	JIS K 2207	1回／製造前
	旧アスファルト含有量	舗装試験法便覧（3-9-6）	1回／500t 但し、1日間の製造量が500t未満の場合は、1回／2日
	旧アスファルト針入度	舗装試験法便覧（3-9-7）JIS K 2207	
再生混合物の製造後	再生骨材の洗い試験で失われる量	舗装廃材再生利用技術指針（案）（3-2〔注3〕）	自記記録による。 抽出による場合 1回／1日 自記記録による場合 全数 但し、混合物製造開始直後及び500tに1回は抽出を併用し、自記記録と対比し確認する。
	混合温度		
	再生混合物の骨材粒度及び再生アスファルト量	舗装試験法便覧（3-9-6） JIS A 1102	
	再生混合物から回収した再生アスファルト針入度	舗装試験法便覧、JIS K 2207	1回／混合物製造開始直後及び1回／500t
再生混合物の貯蔵	再生骨材使用率		自記記録（全バッチ）
	混合物の密度（基準密度）	舗装試験法便覧（3-7-7）	2回／1日 午前・午後
	混合物の温度		1回／車（車の出発時）

については「土木材料仕様書」の中で使用材料の品質⁵⁾を規定している。

新規アスファルト混合物との相違点は、表-3、表-4に示す再生骨材の品質と再生添加剤の品質規定が追加されていることである。なお、この品質規定は舗装廃材再生利用技術指針（案）と同一内容である。

表-3 再生骨材の品質管理基準値⁵⁾

旧アスファルト含有量	%	3.8以上
旧アスファルト針入度(25℃)	1/10mm	20以上
洗い試験で失われる量	%	5以下

表-4 再生添加材の品質管理基準値⁵⁾

動粘度(60℃)	cSt	80~1,000
引火点	℃	230以上
薄膜加熱質量変化率	%	±3以内
薄膜加熱後の粘度比(60℃)		2以下

その他、マーシャル試験に対する基準値として表-5に示す再生アスファルト混合物の物理性が与えられており、この基準値は新規材料と同じである。但し、舗装廃材再生利用技術指針（案）と若干異なっている。

このように、新規材料の品質管理に較べて、その原材料が複雑かつ多様であることから、製造前及び製造中の原材料に対する管理項目が多くなっているが、その他の項目については、アスファルト混合物として新規材料とまったく同じ扱いである。

3.4 検査基準

発注者側の品質管理には、発注者と請負者との間で契約の適正な履行を確保するために交わされる請負契約の中で規定される経理上の検査としての側面をも持っている。これは、主に設計図書に記載された基準に添ったものであるか否かのチェックであり、技術的基準に照して検査を行なうことにある。

東京都では土木材料に関しては、「建設局材料検査実施基準」が制定され、道路舗装関係の技術的基準類がこれを補完している。

再生アスファルト混合物の検査の技術的基準⁵⁾を示すと表-6のとおりである。

この中で、検査方法の品質の欄は、検査の種類を指示しているもので、「試験」、「照合」、「確認」の3つに検査方法が分類されている。

①試験を行う検査とは、外観、形状、寸法、重量、品質管理上の成績表等について検査職員が、観測判定するほか、理化学的性質について、試験研究機関の試験を受けさせて判定する。

この場合の試験研究機関とは、原則として東京都の試験研究機関を指定するものとし、該当する機関が委嘱すべき試験を行なっていない場合又は試験研究機関の所在地が、材料の搬入経路から特に離れている等利用に不便な場合は、国立、公立の試験研究機関、大学の研究室、公益法人の試験施設その他これらに準ずる機関が指定できる。この場合は検査職員の立合いは要

表-5 再生アスファルト混合物の基準値⁵⁾

項目	種類	再生密粒アスファルト混合物①	再生粗粒アスファルト混合物①	再生アスファルト処理混合物
安定度	kgf	800以上	800以上	400以上
フロー値	1/100cm	20~40	20~40	20~40
密度	g/cm ³	2.33以上	2.35以上	2.33以上
空げき率	%	3~6	3~7	3~12
飽和度	%	70~85	65~85	—
突固め回数	回	表裏、各75		
突固め温度	℃	再生アスファルトの動粘度が300±30cSt (セイボルトフロール秒で140±15) になる温度		

表-6 検査の技術的基準⁵⁾

品名	検査方法			検査の技術的基準						
	検査職員	品質	数量	試料採取単位	試料採取量	試料省略限度	試験を省略できる項目	試験を省略できない項目	照合・確認を試験にかえた場合に行なう項目	現場で試験を行なう項目
再生アスファルト混合物	再生密粒①	監督員	試験	出来形	200 t	4 kg	30 t	回収した再生アスファルトの針入度	粒度・アスファルト量	—
	再生粗粒①	監督員	試験	出来形	350 t	4 kg	50 t			—
再生アスファルト処理混合物	監督員	試験	出来形	500 t	4 kg	100 t	回収した再生アスファルトの針入度	粒度・アスファルト量	—	—

しない。

上記以外の試験設備を有する製造業者等で試験を行なう場合は検査職員等の立合いが必要となる。

②照合による検査とは、外観、形状、寸法、重量、品質管理上の成績表等について検査職員が、観測判定するほか、理化学的性質について、JISマーク等の表示又は、JIS等に基づく規格証明書を現品と照合して判定する。

③確認による検査とは、外観、形状、寸法、重量、品質管理上の成績表等について検査職員が観測して判定する。

再生アスファルト混合物の検査の方法は、表-6に見られるように、いずれも「試験」による検査に該当している。

回収した再生アスファルトの針入度については、プラントの品質管理試験をもって検査値に代え、試験を省略することができるが、粒度、アスファルト量については必ず抜取りによる試験を行なわなければならない「試験を省略できない項目」となっている。

粒度、アスファルト量の検査の基準値は表-7に示す配合設計と同じ粒度が適用される。この場合、粒度組成については、全てのふるい目について規格値を満足するものでなければならないとしており、東京都独自のものとなっている。但しこれは新規材料も全く同じ方法で行なわれている。

表-7 粒度組成⁵⁾

ふるい 目の開き	種類	再生密粒アスファルト 混合物①	再生粗粒アスファルト 混合物①	再生アスファルト処理 混合物
ふ	37.5 mm	—	—	100
る	31.5 mm	—	—	95~100
い	26.5 mm	—	100	—
通	19 mm	100	95~100	75~90
過	13.2 mm	95~100	70~90	55~70
質	4.75 mm	55~70	35~55	33~57
量	2.36 mm	35~50	20~35	25~45
(%)	600 μm	18~30	11~23	12~28
	300 μm	10~21	5~16	—
	150 μm	6~16	4~12	—
	75 μm	4~8	2~7	2~6
再生アスファルト量 (%)	5.2~6.2	4.3~5.3	3.0~5.0	

このように、再生アスファルト混合物は、検査においても使用材料が新規材料と違うだけで、その物理性、粒度配合並びに品質の扱いまで、何等新規材料と変わらないものとなっている。これらの品質保証があつて等

値換算係数も新規のアスファルト混合物と同等の扱いとなっている。

4. 品質管理試験結果の現況

アスファルト混合物の試験は、(財)東京都駐車場公社材料試験室が主に品質試験を行なっており、平成元年度の試験結果⁶⁾から、再生アスファルト混合物の品質について述べると以下のようである。

4.1 骨材の粒度

再生アスファルト混合物の粒度曲線を図-3に示す。

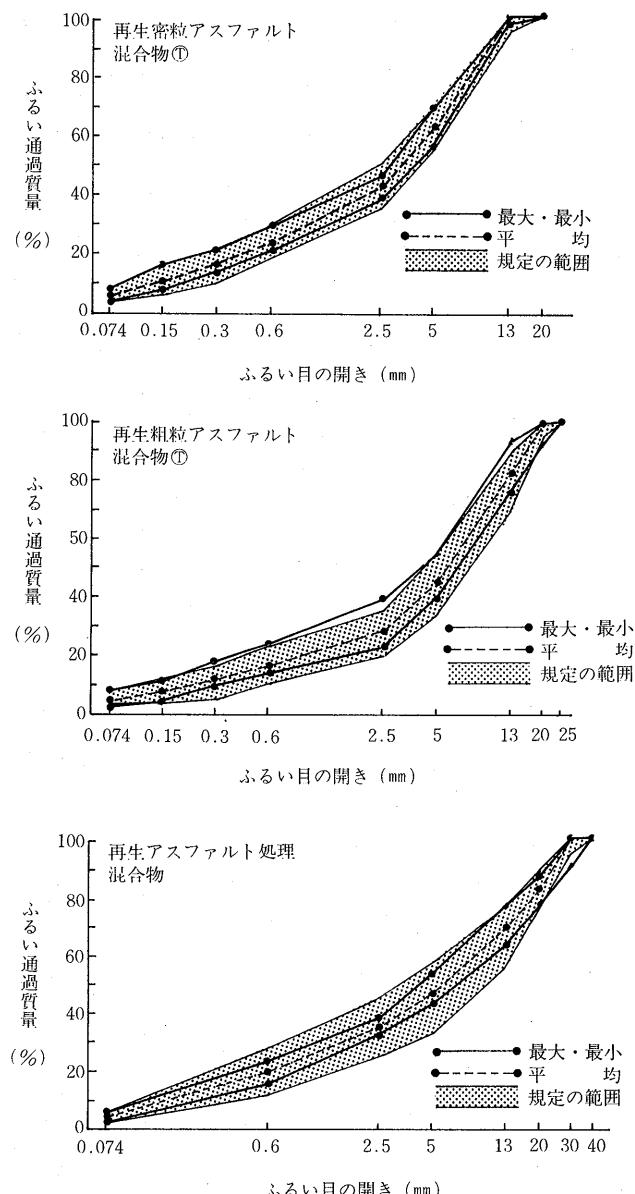


図-3 再生アスファルト混合物の粒度

再生アスファルト混合物の骨材粒度の平均値はいずれも規定の粒度範囲の中央値を示しており、全体の偏りは見られないが、若干、再生粗粒アスファルト混合物①のばらつきが大きい。

4.2 アスファルト量

アスファルト量のばらつきを確率密度曲線で示すと、図-4のようである。

再生材料と新規材料を比較すると、いずれも、新規材料よりも再生材料の方がピークが高く、ばらつきが小さいことを示している。アスファルト処理混合物のピークは規定粒度範囲の中央値(μ)より若干アスファ

ルト量の多い方に寄っている。

4.3 アスファルト混合物の密度

粗粒アスファルト混合物の密度のヒストグラムを図-5に示す。

これらの試験値については、基準密度が示されていないのでその適否は明らかでないが、再生材料と新規材料を比較すると、平均値ではいずれも 2.37 g/cm^3 と同じであるが、再生材料の方が標準偏差が小さく、ばらつきが少ない結果となっている。

4.4 アスファルト混合物の不適合率

表-8は、5年間のアスファルト混合物の不適合率

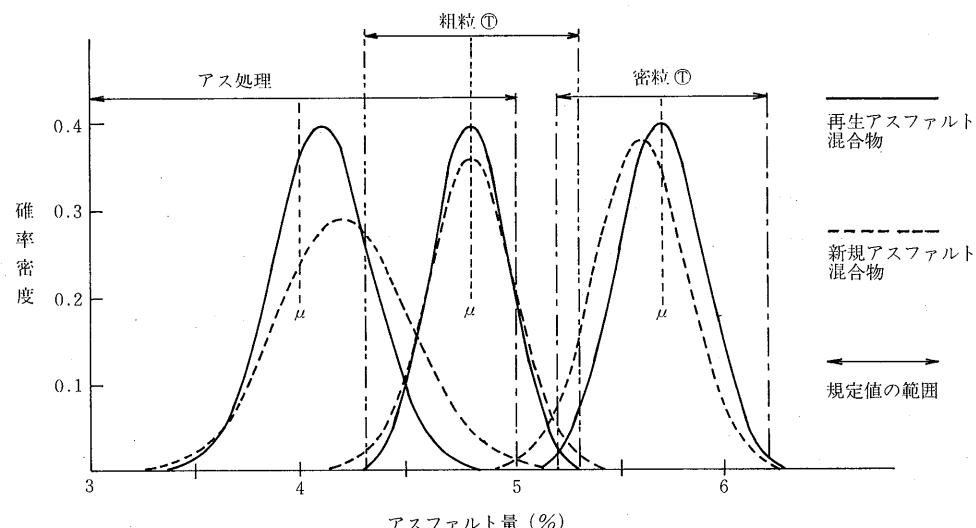


図-4 アスファルト量の確率密度

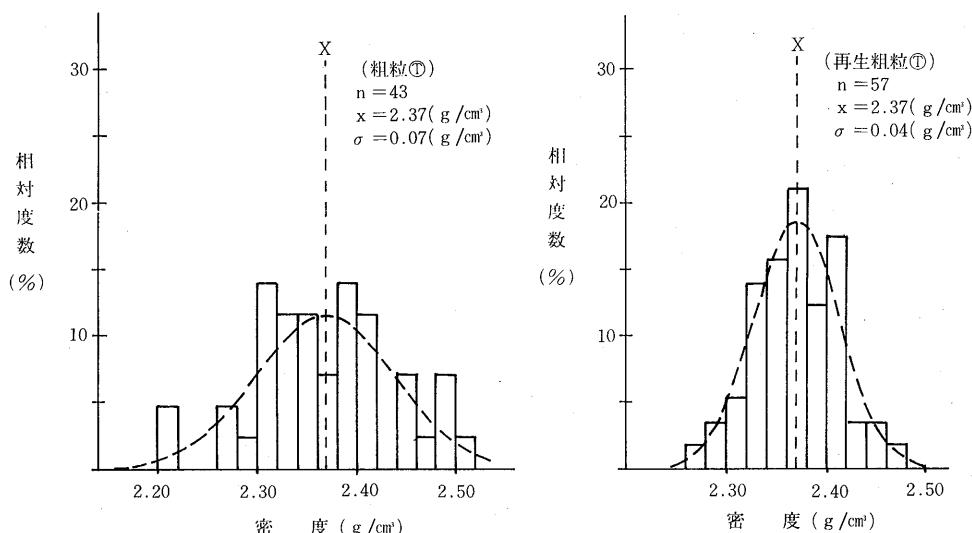


図-5 アスファルト混合物の密度

表-8 アスファルト混合物の不適合率

種類	年度	昭和60	61	62	63	平成元
密粒アスファルト混合物①	再生	15.4 (26)	0 (45)	0 (43)	5.5 (73)	0 (80)
	新規	5.3 (452)	4 (440)	2.2 (503)	1.6 (515)	0.6 (627)
粗粒アスファルト混合物①	再生	3.5 (141)	1.9 (202)	2.7 (258)	2.4 (286)	2.3 (306)
	新規	1.6 (194)	4.9 (213)	0.3 (316)	0.6 (326)	0.9 (453)
アスファルト処理混合物	再生	5.3 (19)	6.1 (34)	3.8 (53)	0 (27)	3.3 (30)
	新規	23.3 (30)	9.5 (49)	12.7 (55)	0 (40)	5.9 (34)

単位 % () 試料数

を示したもので、これによると再生アスファルト混合物が土木材料仕様書の規定に不適合となったものは、各年度によって変動は有るが、試料数の多い再生粗粒アスファルト混合物①で見ると、1.9~3.5%の不適合率で推移しており、新規アスファルト混合物に較べて若干、高い不適合率となっているが、再生アスファルト処理混合物では、逆に再生材料の方が良い結果となっている。また、密粒アスファルト混合物①では、再生アスファルト混合物の製造開始当初は不適合となるものが多かったが、その後は不適合率が減少している。

以上のように、必ずしも再生アスファルト混合物の品質が新規アスファルト混合物に較べてばらつきが大きいとは言えない結果となっている。

5. おわりに

発注者側の品質管理はしばしば検査と重複し、検査と品質管理が必ずしも明確に分けられていない。従つて、再生アスファルト混合物に限らず、発注者側の品質管理に対する考え方は監督検査としての色彩が強いものとなっており、監視効果を狙ったものが多く含まれている。

最近の薬液注入工事などの例に見られるように、一部請負者の不正行為が業界全体のマイナスイメージとなって、発注者側が品質管理に対して身構えるような残念な結果を生むことになる。

このようなことが検査体制の強化につながり、相互不信から品質管理の本来目的を逸脱した検査のための検査になることは、官民含めた舗装界全体の損失であり最も避けなければならないことである。

アスコンプレントの全自動化は早くから導入されており、今後、プラントの全自動配合管理など、品質管理の全自動化も進む中で、発注者側の検査体制については旧態依然としたものが多い。これらの現状を認識し、検査を必要最小限に止めて信頼関係の上に立ったものとしなければならない。

そのためにも、アスコンプレントの自主管理制度を確立して、これに裏付けられた事前審査制度やアスコンプレントの認定制度の採用など、品質管理及び検査方法の合理化を図る検討が早急に必要であると考える次第である。

— 参考文献 —

- 1) 東京都建設局；昭和58年 土木材料仕様書，1983
- 2) 東京都建設局；平成元年度 道路工事設計基準，1989
- 3) 川島力、阿部忠行、鈴木勲；生コン及びアスファルト混合物の品質の動向，平成元 都土木技研年報，P.183~194，1989
- 4) 東京都建設局；土木工事施工管理基準，1989
- 5) 東京都建設局；平成元年 土木材料仕様書，1989
- 6) 東京都土木技術研究所、財東京都駐車場公社材料試験室；工事用材料の品質調査結果について，平成元年度，1990

☆

☆

☆

☆

☆

☆

アスファルトプラントにおける品質管理

山 下 弘 美*

1. まえがき

第17回日本道路会議（昭和62年）特定課題に「舗装の品質管理のあり方」が取り上げられた。その課題では舗装工事の小規模化や分業化の実態に合ったアスファルト舗装の品質管理のあり方が論ぜられた。現アスファルト舗装要綱（昭和63年）にこの特定課題の成果の一部が反映され、印字記録による管理がより強く推奨され、品質管理業務の省力化への期待が持たれた。

ところが、最近のアスファルトプラントの品質管理業務は昭和62年当時のそれと変りなく、相変わらず繁雑な業務が続いているのが実情であり、印字記録による管理業務の省力化の期待が裏切られた結果となっている。これは現要綱へ導入された印字記録による管理手法が、品質管理の最前線で充分に活かされていない運用の悪さも一因となっていることによる。本文では、運用の悪さから発生する問題点なども取扱いながら、再び舗装工事の小規模化、分業化の実態にあったアスファルトプラントにおける品質管理のあり方に迫ってみることにする。

なお、再生加熱アスファルト混合物の製造プラントにおける品質管理のあり方については割愛した。

2. 品質管理に係わる近年の動向

ここでは、品質管理に係わる近年の動向として、アスファルト舗装要綱をはじめとする技術基準類の動向と現況、ならびにアスファルトプラント（以下プラントと略す）の設備、管理システムの動向の2つの視点からまとめてみる。

2.1 技術基準類の動向と現況

表-1はアスファルト舗装要綱におけるプラントでの品質管理について記述をとりまとめたものである¹⁾。昭和42年改定版より昭和63年改訂版までの記述の変遷から伺われる動向として以下の点が挙げられる。

(1) 管理項目と頻度は昭和42年版から昭和63年版ま

で変わっていない。

- (2) 昭和50年版まで“規格値”として示されていたが昭和53年版では“標準的な管理の限界”となり、さらに昭和63年版では“管理の限界の一例”として示されており、次第に品質管理を受注者にまかせる記述となってきている。
- (3) 昭和53年版から粒度およびアスファルト量の管理に印字記録による方法が採用され、昭和63年版では記述の上で抽出試験による場合よりも優先する記述となっている。
- (4) 小規模工事の際に行う管理項目は表中*印のものであるが、昭和53年版までは「小規模工事については*印のついた項目のみについて行う」となっているが、昭和63年版では「小規模工事などでは*印のついた項目のうち必要なもののみ行う」に変わっており、自由度が増した記述となっている。
- (5) 要綱の「管理と検査」は主に中規模以上の工事を対象としているが、この中規模以上の工事として昭和53年版までは「アスファルト混合物の全トン数が3000 t以上」と定義されているが、昭和63年版ではこの記述がない。ただし、昭和63年版においても「中規模以上の工事（アスファルト舗装工事仕様書〔I〕を適用する）」と記されていることから、共通仕様書の定義である「アスファルト混合物の全トン数が3000 t以上」が現要綱でも生きていることとなる。共通仕様書（解説）は昭和54年に改訂されたままである。

昭和63年版（現要綱）はこの改訂に先立ち、昭和62年10月に行われた第17回日本道路会議の特定課題「舗装の施工管理のあり方」の結論を受ける形で改訂が行われた。本会議の結論をとりまとめ表-2に示す²⁾。昭和63年版での管理の項における主な改訂点は以下のとおりであった³⁾。

*やました ひろみ 日本道路㈱取締役技術部長兼技術研究所長

表-1 プラントにおける品質管理に関するアスファルト舗装要綱の変遷

		昭和42年改訂版				昭和50年版				昭和53年改訂版				昭和63年改訂版					
品質管理項目と頻度および規格値								品質管理項目と頻度および標準的な管理の限界								品質管理項目と頻度および標準的な管理の限界の一例			
工種	項目	条件	頻度	規格値 (U.L.)	項目	条件	頻度	規格値 (U.L.)	項目	試験方法	頻度	標準的な管理の限界	項目	頻度	標準的な管理の限界	項目	頻度	標準的な管理の限界	
アスファルト	アスファルト	アスファルト	随時	アスファルト	アスファルト	アスファルト	随時	アスファルト	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録		
温度*	温度*	温度*	温度*	温度*	温度*	温度*	温度*	温度*	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録	自記記録		
粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*	粒度*		
加熱アスファルト	1日 1~2回	1日 1~2回	12% ±5%	2.5mm 0.074mm フルイ フルイ	2.5mm 0.074mm フルイ フルイ	1日 1~2回	12% (±5%)	2.5mm 0.074mm フルイ フルイ	抽出試験の場合 ふるい分け ふるい分け試験、 または骨材および 石粉の計量値印字 記録と No.1ホットビンの 0.074mm 通過量に よる。	抽出試験の場合 ふるい分け 1~2 回/日	2.5mm : ±12% 0.074mm : ±5%	印字記録 : 全数	印字試験の場合 骨材累積最終ビン計 量値骨材がその基準 値の±6%以下である とともに、 2.36mm : ±0.01× Wa×(11.3~0.06S) 75μm : 石粉量は、 ±0.01×W×F× (0.30~0.013F)	印字記録 : 全数	印字試験の場合 骨材累積最終ビン計 量値骨材がその基準 値の±6%以下である とともに、 2.36mm : ±0.01× Wa×(11.3~0.06S) 75μm : 石粉量は、 ±0.01×W×F× (0.30~0.013F)	印字記録 : 全数	印字記録 : 全数	印字記録 : 全数	
混合物	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	アスファルト量*	付録4-10 の抽出試 験、また は全計量 値および アスファ ルト計量 値による。	付録4-10 の抽出試 験、また は全計量 値および アスファ ルト計量 値による。	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%	アスファ ルト量* ±0.9%
	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*	外観*		

表-2 第17回日本道路会議特定課題「舗装の施工管理のあり方」結論

1. 現在の舗装工事における管理の実態	2. 現状に即した望ましい施工管理への提案	3. 今後の課題
<p>① 工事規模の大小に係わらず現行のアスファルト舗装要綱でいう中規模工事の管理規定が、適用されている場合がある。</p> <p>② 小規模な舗装工事の場合、従来行われてきた施工管理手法では、試験結果をその後に反映しにくくなっている。</p> <p>③ 混合物の製造を行う者と、現場の施工を行う者とが明確に分離されてきたことにより、施工者が工事全般にわたって施工管理を行うことが実態にそぐわなくなってきた。</p> <p>④ 舗装廃材再生利用など、新しい工法に関する施工管理手法の確立が十分になされていない。</p> <p>⑤ 施工者が行うべき管理の内容が、必要以上に細かく仕様書などで規定されている場合がある。</p>	<p>① 中規模工事以上の通常の工事では、現時点では、現行のままでも特に問題がない。しかし、工種、規模、工法の多様化に対応する管理規定の設定や、所要の品質の確保に必要な管理の内容の一層の強化を図ると共に、必要に応じて管理項目の簡素化や規格値の見直しも行う。</p> <p>② 小規模工事などでは、新たに、同種工事における従来の経験や蓄積データに基づく作業標準を定め、作業機械などの定期点検による所要の機能と精度の保持を通して事前チェックにより施工管理を行う。</p> <p>③ 混合物の製造などにみられる舗装工事の業務の分離に対して、施工者と材料・混合物の供給者との管理の分担と責任の範囲を整理する必要がある。</p> <p>④ アスファルト混合物の製造では、品質管理の項目や計測順度の簡素化を図るために、発注機関による工場の定期的な審査、公的な第三者機関による品質の保証などを含め、自主管理制度の導入について検討する。</p> <p>⑤ 施工管理の合理化を図るため、例えば、RI ゲージによる密度管理等のような非破壊試験・プラントにおける自記録計の活用などを行う。また、リアルタイムで管理できる敷きならし、絞り機械などの活用を推奨する</p>	<p>① 舗装工事の多様化に対応した管理内容の改善</p> <p>② 業務の分離に対する管理の分担と責任の範囲の明確化</p> <p>③ 新しい管理手法の導入</p>

- ① 加熱アスファルト混合物の配合設計において同一の材料と配合によって良好な結果を得ている過去の配合設計例がある場合にはマーシャル安定度試験を省略し、その設計例を用いることができる。また混合所において混合物の種類に応じた標準配合を設定している場合は実績を考慮してこれを設計配合とすることができる。
- ② 小規模な工事などにおいては従来の管理試験を行っていたのでは試験結果をその後の施工に反映しにくいのでこのようの場合には作業標準を設定しそれに基づいて施工がなされているかどうかで管理することができる。
- ③ 新しい管理試験方法などの採用に関し、より省力的およびリアルタイムな管理を目指す。このように舗装要綱は時代を追って管理の省力化、合理化を目指して変化し、舗装の品質管理をとりまく環境としては前進が見られる。同時に第17回日本道路会議において発表された自主管理制度と、これに伴なう混合物の事前審査制度⁴⁾もその後広がりを見せてきており実際に運用されているケースあるいは適用を検討しているケースが増加しつつあり、この点でも前進が見られている⁵⁾。
- また、わが国の舗装工事の中では大規模工事を対象としていると考えられる日本道路公団の「施工管理要領等基準集」(平成元年11月)においてもプラント管理の合理化として、特に以下の2点の改訂が行われ前進が見られている。
- ① 近年原油の精製技術の進歩により、規格値からはずれるアスファルトは皆無となっていることか

ら、ストレートアスファルトの物理性状は、メーカーが提出する品質証明書をチェックするのみとし、原則として物理試験を廃止した。

- ② アスファルト量の確認として従来は抽出試験とトラックスケールの計量値等で確認していたが、近年のセンサー技術やコンピュータの進歩に伴い、自動計量記録装置の計量精度が著しく向上していることから、リアルタイムに品質管理に反映されない(試験に約2日を要する)抽出試験を廃止し、省力化ならびに安全性を重視して自動計量記録を全面的に採用することとした。

表-3は各県等の自治体が定めるアスファルト舗装の品質管理基準の実態をとりまとめたものである。いずれの自治体もほぼ同じような管理基準を定めていることがわかる。これらをとりまとめると以下のことが言えよう。

- ① 各自治体が定めている品質管理項目はアスファルト要綱で示しているものに比較し、さらに細かい規定をしている。たとえば要綱では印字管理の際以外にはホットビンの管理(1ビンのみ)は示されていないが、各自治体のほとんどがホットビン粒度を管理項目として規定している。
- ② 配合設計結果報告書は工事単位ごとに提出し、日付をその都度変えて提出している。大半の自治体では混合物の種類ごとに1~2回/年の配合設計で済ませることができるが、原則として工事ごとに配合設計を要求している自治体もある。
- ③ 抽出試験用試料として現場コアを規定している自治体が約半数あり、その試験の実施者として公

表-3 各自治体の管理基準(その1)

地域・自治体略号	北 海 道			東 北			北 陸			関 開			東 中 部		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
配 報 設 計	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	年1回の事前審査により1年間有効	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	工事単位毎 日付はその都度	
ホ ッ ト ピ ナ 粒 度	1～2回／年	1～2回／年	工事毎	2回／年	1回／年	工事毎	2回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年
ア ス フ ア ル ト 抽 出 度	な し	な し	な し	あ り	あ り	な し	あ り	あ り	あ り	あ り	あ り	あ り	あ り	あ り	あ り
温 合 物 密 度	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ
温 度 関 係	骨 材	自 記 記 録	自 記 記 録	な し	1回／1時間	な し	1回／1時間	な し	1回／1時間	な し	1回／1時間	1回／1時間	1回／1時間	1回／1時間	1回／1時間
混 合 物	ア ス フ ア ル ト	同 上	同 上	1回／1時間	同 上	同 上	同 上	同 上	1回／1時間	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
入 荷	ア ス フ ア ル ト 針 入 度 (ミルシートで代用)	月1回	1回／2時間	1回／2時間	1回／1時間	同 上	午前・午後各1回	ト ラ ッ ク 1 台 ご と	ト ラ ッ ク 1 台 ご と	同 上	ミルシート	ミルシート	ミルシート	ミルシート	ミルシート
材 質 関 係	ア ス フ ア ル ト 敷 化 点	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
ア ス フ ア ル ト 伸 度	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
現 場 抽 出 試 料 の 採 取 方 法	な し	な し	な し	延長1kmごとに各層3箇のコア採集	コア採取	通常なし、国庫補助の場合のみ試料採取	コア採取	コア採取	コア採取	コア採取	な し	な し	な し	な し	な し
コア 及 び 抽 出 試 験 方 法 (公共機関、自社管理、他社管理)	コアは自社管理 抽出はなし	コアは自社管理 抽出はなし	公的機関	公的機関（国庫補助工事のみ）	公的機関、自社管理	公的機関、または他社で監督員立会	公的機関	公的機関	公的機関	公的機関	自社管理	自社管理	自社管理	自社管理	自社管理
現 場 採 取 ホ イ ル ト ラ ッ プ 試 験	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し
プラント採取アスファルト試験	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	な し	1 回 / アスファルト 50 t	な し	な し	な し	な し	な し	な し

表-3 各自治体の管理基準(その2)

地域・自治体略号	近畿		中 国		四 国		九 州	
	J	K	L	M	N	O	P	Q
報 告 書	工事単位毎	工事単位毎	工事単位毎	工事単位毎	工事単位毎	工事単位毎	工事単位毎	作成日付は固定
頻 度	工 事 每	工 事 每	工 事 每	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年	1回／年
用紙指定の有無	あ り	な し	あ り	あ り	な し	な し	な し	あ り
ホ ッ ト ビ ン 粒 度	な し	1回／1日	1回／1日	特記で指示1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日
ア ス フ ア ル ト 抽 出	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日	1回／1日
混 合 物 密 度	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	基 準 密 度 のみ	2回／1日
骨 材	4回／日	1回／1時間	1回／1時間	1回／1時間	な し	1回／1時間	な し	1回／1時間
温 度 関 係	ア ス フ ア ル ト	4回／日	同 上	同 上	な し	同 上	な し	1回／1時間
混 合 物	トラック1台ごと	同 上	同 上	同 上	1回／1時間	トラック1台ごと	1回／1時間	トラック1台ごと
ア ス フ ア ル ト 針 入 度	ミルシート	ミルシート	ミルシート	ミルシート	な し	な し	ミルシート(工事毎)	ミルシート(1回／年)
入 荷 材 質 関 係	ア ス フ ア ル ト 軟 化 点	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
ア ス フ ア ル ト 伸 度	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上
現場抽出試料の採取方法	現場コア提出	な し	コア採取	1個以上／工事	な し	コア採取	試料(4kg)採取し 1回／1000m ³ (工事により1回／ 1500m ³)コア採取	試料(4kg)採取し 1回／1000m ³ (工事により1回／ 1500m ³)コア採取
コア及び抽出試験方法 (公共機関、自社管理、 他社管理)	公共機関	自社管理	自社管理 公共機関(抽出(随時))	公共機関	自社または公共機関 (指示された場合)	自社管理	公共機関または 指定機関提出	公共機関または 自社管理
現場採取ホイールラッキ ング試験	な し	な し	改質アスコン 出荷時作成	な し	な し	な し	試験練り時	自社管理
ア プ ラ ン ト 採 取 ア ス フ ア ル ト 試 験	な し	な し	な し	な し	な し	な し	自社管理	自社管理

的機関を指定しているケースも多く、検査の補助手段としているように見受けられる。コアのような少量の試料でアスファルト量はともかく、粒度についてまで判定しようすることには疑問が残るが、一部では試料を4kg程度採取する方法を行っており、検査の手法としてはより妥当な方法にしている所もある。

受注者にとって、実際に件数の多い、これら各自治体の工事でこのように管理の内容が規定されていることは表-2中の「1. ⑤施工者が行うべき管理内容が必要以上に細かく仕様書などで規定されている場合がある」に該当し、現在の品質管理業務を繁雑にしていく一因であると考えられる。

2.2 プラントの設備、管理システムの動向

近年、プラントは、定置化が促進され、プラントの総台数は漸減し、総能力は漸増するという、プラントの集約化と大型化が進んでいる。また、生産合材の他社への販売比率が50%以上と高くなり分業化も進展している。同時に環境対策を考慮した都市型プラントと呼ばれる近代化プラントも増えつつあり、従来の工事用プラントの概念から、いわゆる工場としての性能・機能が要求されている。

プラントをとりまく環境の変化は以上のようにまとめられるが、最近のプラントの設備、管理システムについて言及している文献により、プラントの動向を以下に簡単にまとめてみることとする。

(1) プラント自記録計によるアスファルト量及び配合粒度の管理⁶⁾

建設省土木研究所機械施工部機械研究室では、アスファルト舗装における施工管理手法の合理化のため、プラントの自記録計によるアスファルト量及び配合粒度管理について、その精度の確認を行った。その結果、自記録計による測定値は、アスファルト量、配合粒度とも設計値に対して高い精度を示し、抽出試験と同等以上であったと述べている。(図-1, 2参照)

また管理手法としては換算式によらず、粒度分布に対応したビン計量値による管理とすることが望ましく、プラント検査による精度保証の必要性を述べている。

自記録計の普及率は地域により異なり、自記録計の印字による検査を行っている北海道ではほぼ100%普及しているが全国レベルで見るならば半数あるいはそれをやや上回る程度と考えられる。自記録計について、その規格(最小目盛りと許容誤差)などをはっきりさせ、定期検査を義務付けるなどの措置を徹底す

れば、この記録は管理のみならず検査に十分使用できると判断できるデータではないだろうか。

(2) コンピュータを使用した管理システム⁷⁾

古谷らはプラントにおけるコンピュータを利用した品質管理システムとして以下の3つを報告している。

① 配合設計におけるデータ処理システム

② 日常管理におけるデータ処理システム

③ エキスパートシステムによる異常診断システム

これらにより、品質管理業務の自動化、省力化が行なえ、熟練試験員がいなくても、どこよりも品質管理業務が遂行できるシステムであるとしている。一方、報告書様式が発注者側で統一されていないため、出力したデータをさらに定められた様式に転記しなければならない等、品質管理の合理化を行なう上でいくつかの問題が存在することを指摘している。

(3) プラントの自動粒度管理システム⁸⁾

吉兼は、ドラムドライヤミキシング方式のプラント

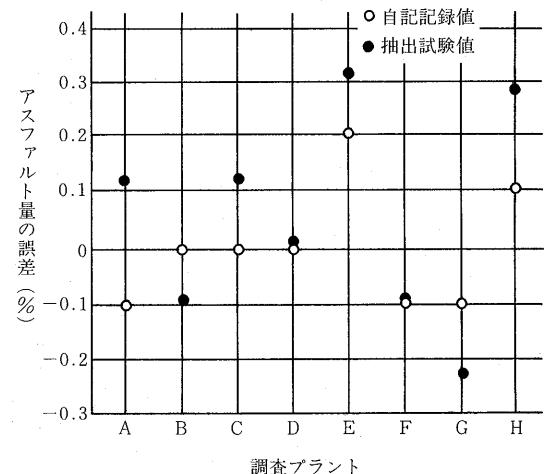


図-1 設計アスファルト量に対する誤差⁶⁾

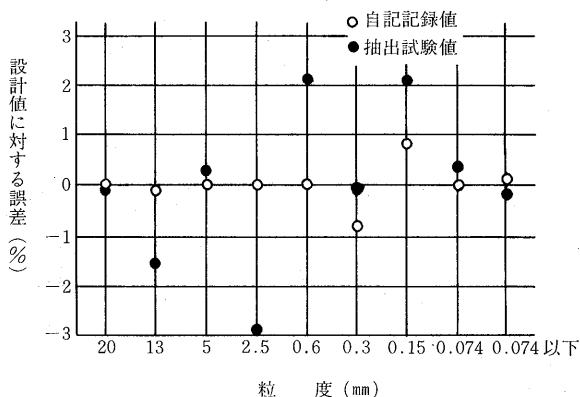


図-2 設計配合に対する誤差⁶⁾

に自動粒度管理装置を装備し、図-3に示すように混合物粒度が設計値に対し、十分に小さい変動範囲内にあるよう管理するシステムを報告している。本方式は通常のバッチ式プラントの自動管理システムとしても利用でき、従来の試験誤差の大きい抽出試験による検査よりも、全数検査に匹敵する品質管理データを利用する方が、より合理化が図れると指摘している。

3. 品質管理の現況と問題点

2ではプラントでの品質をとりまく環境としては、一步前進が見られたことを述べたが、実際にプラントで品質管理を担当している者の意見としては、昭和62年当時より大きい省力化が進行しているという感触は全くないというのが実情である。依然として、工事毎に提出する配合設計書、試験練りへの対応に追われ、膨大な量の品質管理試験結果のとりまとめに追われる毎日が続いている。因みに配合設計書から品質管理試験までの一連の関連事項をまとめた報告書を月平均10冊程度提出している。このあたりの実情については、(社)日本アスファルト合材協会の技術委員会が行った実態調査報告^{9),10)}に詳しいので、ここでは別の角度から

その実情に迫ってみることにする。

3.1 舗装工事の分業化と品質管理

1) 舗装工事の分業化

昭和45年頃からプラントをめぐる環境の変化¹¹⁾からプラントの定置化が進み、大規模工事を除いた舗装工事の分業化が始まった。

すなわち、かつては一般の舗装工事も大規模工事と同様にプラントは工事のための一施設であり、プラントでの品質管理はその工事のためのものであったが、定置プラントの普及につれて一つの定置プラント（合材工場）から幾つもの工事現場に合材を供給する施工体制が定着するようになった。その結果として大部分の舗装工事は合材を生産し販売する合材工場と舗設現場とに分業されることになり、プラントにおける品質管理も本質的な変換をせざるを得ない状況にある。

注)かつて業界の先輩達から“プラントを持たなければ、舗装業者と言えないよ”とよく言われた。それは工事毎に仮設プラントを移動しながら工事を施工していた当時の施工体制を背景とした言葉である。他から合材を購入することは特別な事であった。

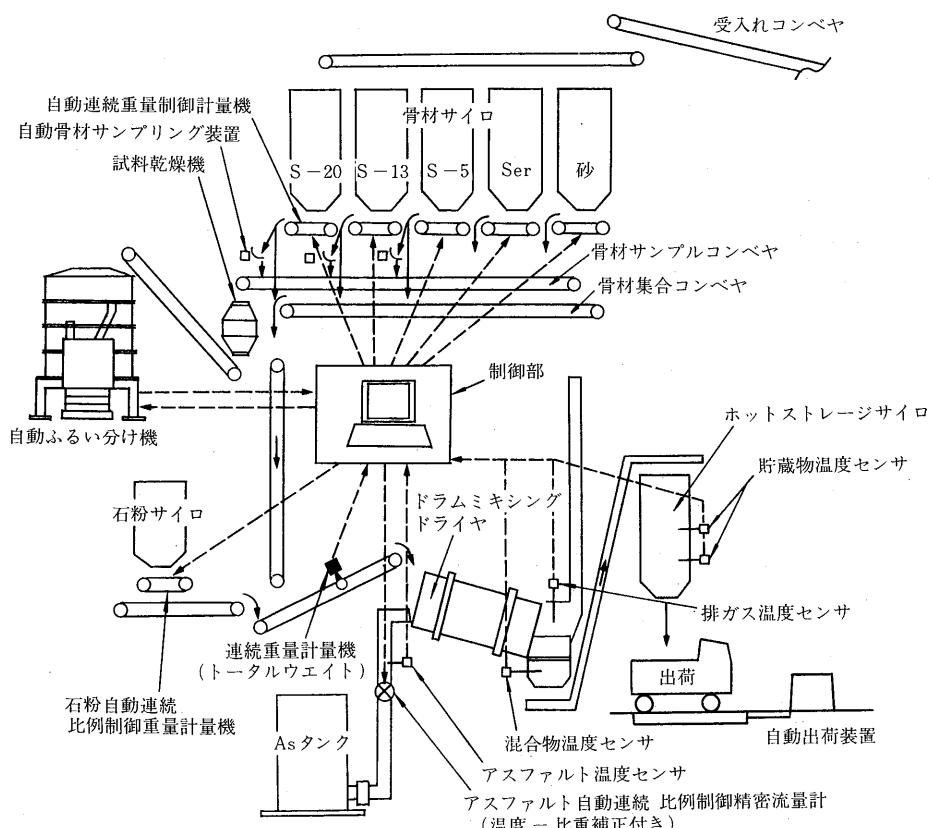


図-3 DMプラントにおける自動配合管理システムの概要⁸⁾

2) 舗装の分業化への対応

元来、要綱の品質管理、検査は端的に言えば1)で述べた分業化への経緯などから、工事は中規模以上、合材は仮設プラントから供給されたものという前提でまとめられたものである。

舗装工事の小規模化については、2)で述べたように、要綱の2度の改訂で印字記録による管理が導入されるなどの進歩はあったが、工事の分業化によって発生する品質管理、検査の問題への対策は昭和63年版要綱(現要綱)においても十分に検討されていないようである。現要綱の品質管理、検査においては合材はその工事のために仮設されたプラントで生産されるという前提をもかなり引きずっており、プラントでの品質管理は工事単位に対し実施するものとしてまとめられている。このような背景から工事規模の大小に関係なく、工事毎に材料試験、配合試験、試験練り、日常管理の報告^{9),10)}が行われているのである。

不特定多数の工事現場を対象とした品質管理と、特定の限られた工事現場を対象とした場合のプラントでの品質管理は本質的に異なるものである。前者の場合は、対象とする工事現場の平均的な情況を念頭においていた管理を行わざるを得ないが、後者の場合は特定の工事現場の情況にあわせて合材を出荷すべく管理目標を定める。言いかえれば、合材販売という立場からは、前者の場合は一般に市販する製品で、後者の場合は特別注文の製品ということになる。

舗装工事の分業化によるプラントでの品質管理に与える影響は工事規模が小さくなる程大きい。中規模以上の工事の場合、合材量が多いことから工事の分業化体制の中でも、特別な注文に近い品質管理が可能であり、品質管理業務の上でも、特に障害になることはない。

小規模工事の場合は、合材量も少ないこともあって、工事製品として品質管理をせざるを得ないのが実情である。ところが、工事規模の大小に関係なく、工事単位の品質管理を行うことが建前となっているので、工場製品としての品質管理結果を、工事単位の品質管理に組替えるところに種々の問題が発生している。この組替えのための業務量が大きく、3の冒頭にあげたような様相となる。少なくとも、小規模工事の場合のプラントでの品質管理に関しては、工事製品として品質管理をせざるを得ないのが実情であることを念頭において、より合理的な品質管理、検査の方法を早急に検討する必要がある。

3.2 小規模工事における品質管理

2)で述べたように、現要綱で印字記録による管理が推奨されたことにより、小規模工事での品質管理の合理化、省力化の可能性が高くなつた。図-4によれば、印字記録の普及率は、50%程度である。プラントにおける品質管理の大部分は、小規模工事における問題である。小規模工事では、中規模以上の工事における品質管理より一層、リアルタイムな管理が望まれる。印字記録による管理はリアルタイムな管理を可能ならしめる有力な武器である。それにも拘らず、その普及率は北海道を除いて、50%程度というのは、印字記録による管理効果を充分に活かせない問題として品質管理データを検査資料として利用するということが挙げられる。

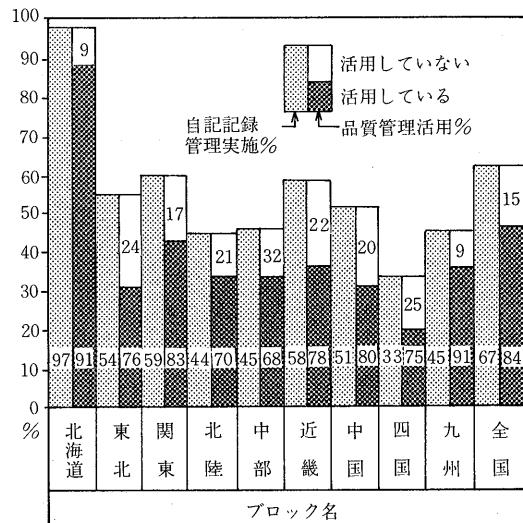


図-4 自記記録管理実施と品質管理への活用の割合¹⁰⁾

現要綱では、発注者の判断により、品質管理データを検査資料として用いることが出来ることになっている。これは、中規模以上の工事においては、実質的に問題は少ないが、小規模工事の場合は問題となる。混合物にかかる検査項目は粒度とアスファルト量の2項目である。小規模工事ではこれらの品質特性に関する標準的な管理限界を印字記録で管理することになっているが、運用上検査では印字記録によるデータを認めていない場合が多い。結果として、発注者からの要請があることを想定して検査のための粒度試験、抽出試験を実施することになり、印字記録装置を設けることによる省力化は期待できなくなる。

小規模工事においては、検査にも印字記録データを

用いることを検討する必要がある。もし、印字記録を検査に用いることになれば、現在問題となっている品質管理業務の繁雑さは相当に緩和されると想定される。

3.3 品質管理の関連事項の整備

品質管理の合理化、省力化には、品質管理にかかわる事項の統廃合が必要であろう。要綱の品質管理の内容が、それに関連する基準等と不整合のため、充分に生かされないで品質管理業務の省力化が妨げられていることがある。印字記録による管理が地方によっては活用されていないのはその一例といえるだろう。関連事項としては、各発注機関の仕様、品質管理項目、頻度、さらに管理限界、土木共通仕様書の品質管理基準、そして検査の項目とその内容などが挙げられる。

① 品質管理項目、頻度、管理限界の整理、統合

2で述べたように、発注機関によってそれらの内容が異なっており機関によっては、合材工場での製品としての品質管理にそぐわないようになっている。

② アスファルト混合物の仕様の整理、統合

要綱の混合物は9種類であるが、図-5によると、16種類以上の合材を出荷しており、品質管理業務の繁雑さを助長し、合材の製造ミスを誘発している。

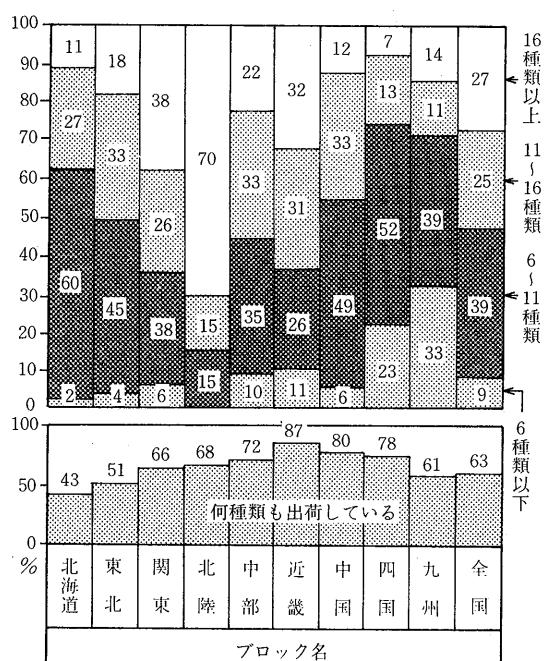


図-5 出荷合材の多種類（上段図）と同一粒度範囲の多種混合物（下段図）出荷の割合¹⁰⁾

③ 報告書式の統一

発注機関により報告書の様式が異なるため、同じ内容のものを、それぞれの書式に合わせることになり、出荷合材の種類の多さと重なり、管理業務が繁雑化するのである。また、これは、コンピュータ利用の大きな障害となっている。

④ アスファルト舗装工事共通仕様書の品質管理基準の合理化

現行の品質管理基準は、仮設プラントで一工事の施工という前提にたっている。合材工場での品質管理に適合した品質管理基準に変更し、品質管理の合理化を図る。⁴⁾

以上、主たる関連事項を列挙したが、大部分の項目が本質的な問題でなく、運用上の問題であることに着目すべきである。

4. 提 言

プラントにおける品質管理に関する問題は、舗装工事の小規模化、分業化による舗装工事の体質変化への不十分な対応と関連の技術基準、仕様等の運用の悪さから発しているといつても過言でない。

舗装工事の分業化の影響を最もうけている小規模工事における品質管理を中心として幾つかの提案を試みる。これらの提案は、品質管理の合理化、省力化そして自主管理への移行のためのとりあえずの対策案でもある。

- ① 基準試験、配合設計は事前審査制度をより積極的に採用する。
- ② 検査は抜取り検査を原則とし、どうしても管理データによる検査となる場合は特記仕様書に明記する。
- ③ アスファルト量、粒度は印字記録による管理とし、検査にも使用できるようにする。
- ④ プラント検査の結果、特に印字記録の関連計量器、装置の検査結果の取扱い方の検討。
- ⑤ 品質管理の関連基準、仕様書等の統廃合を行う。
- ⑥ アスファルト舗装工事共通仕様書の改訂が必要。
- ⑦ 混合物の種類を整理し、同じ種類の混合物と分類されるものは、発注者によらずプラント毎の標準配合を使用する。これにより管理は工事単位の対応でなく工場ベースの管理データを提出するものとする。
- ⑧ 書類の簡素化、様式の統一を図り、ミルシートをより広範に認める。

- ⑨ リアルタイムに測定可能な試験機器の開発。
品質管理、検査にも使用でき、測定結果を自記記録で表示できる試験機器の開発が必要である。

5. あとがき

プラントにおける品質管理は舗装工事における品質保証を確実にするための重要な業務の一つであるが、その業務につくことを避ける技術者が多くなっており、最近の人手不足がその傾向に一層拍車をかけている。先に挙げたような品質管理上の種々の不合理さから品質管理業務が必要以上に繁雑で、夜遅くまで残業までして書類を仕上げ、発注者側もその膨大な書類のチェックに汗を流すという現状は決して望ましいものでない。本来、受注者が搬入材料の品質、プラントの機能や性質、規模などを参考して設定されるべき品質管理項目や頻度が発注者によって決められている場合が多い。このことは技術者の腕を振る領域を狭めてしまうばかりでなく、プラントの機能や性質の改良、向上への意欲を削ぐ一因にもなりかねない。

プラントの品質管理担当者がもっと自分の仕事に意義を見出せるような品質管理体制の構築が急がれる。本文ではできるだけ最近の実情を踏まえ述べたつもりであるが、云いたりきれない部分もあるかもしれない。御批判、御叱正賜れば幸いである。

— 参考文献 —

- 1) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱、昭和42年、昭和50年、昭和53年、昭和63年
- 2) 第17回日本道路会議結論、道路昭和62年12月
- 3) 池田：アスファルト舗装要綱の改訂について、舗装 Vol.24, No.2, 1989
- 4) 浜本：北陸地方におけるアスファルト混合物の製造管理と施工管理について、第17回日本道路会議特定課題論文集、昭和62年
- 5) 日本道路公団技術部：施工管理要領の改訂概要、日本道路公団技術情報第87号、1987年4月
- 6) 杉山、村松：アスファルト舗装における施工管理手法の合理化、土木技術資料 32-8, 1990
- 7) 古谷、佐藤、芳野：アスファルト合材工場における品質管理の合理化、道路建設、1989年6月
- 8) 吉兼：アスファルトプラントの自動粒度管理システム、舗装 Vol.25-7, 1990
- 9) (社)日本アスファルト合材協会：アスファルト合材工場の品質管理に関する実態調査報告、平成2年10月
- 10) 技術委員会：アスファルト合材工場の品質管理に関する実態調査結果、アスファルト合材17号、1991.1
- 11) 山下弘美：アスファルト舗装の施工管理の実態と今後の展望アスファルト、Vol.28, No.144 (1985年)
- 12) 浜本勲：北陸地方におけるアスファルト混合物の製造管理の施工管理について、第17回日本道路会議特定課題論文集、昭和62年

砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3刷 B5版・64ページ・実費価格500円（送料実費）

目次		
1. 総説	3. 路盤	5. 維持修繕
1-1 はじめに	3-1 概説	5-1 概説
1-2 歴青路面処理の対象となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順
2. 構造設計	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡回
2-1 概説	4. 表層	5-4 維持修繕工法
2-2 調査	4-1 概説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧
2-3 設計の方法	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格
2-4 設計例	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例(D-2工法)
2-5 排水	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質、出来形の確認

アスファルト混合物の事前審査制度

竹田秋雄*

1. はじめに

アスファルト混合物については、土木工事共通仕様書で配合設計、現場配合及び基準密度は、工事毎に監督職員の承諾を受けるものと規定されている。これによって、それぞれ各種試験を行うことは同一プラントにおいても重複することもあり不必要なことが多い。このため、北陸地建は、信頼される合材の納品という観点にたって、業界側に混合物の自主管理制度を指導し、引き続き施工管理の合理化、簡素化を狙いとした事前審査制度の導入を図ったものである。

2. 事前審査制度の施行

(1) 自主管理制度の確立

合材協会では、品質管理委員会を組織し、会員の自主的な品質の確認と、その推進、強化を行い信頼される合材の出荷に向けて、混合物の自主管理制度を発足させた。

この制度は、協会が官・学・民と意見調整し制定したアスファルト合材工場自主管理制度要領に従い、各工場が自主的に工場管理及び品質管理を実施しているものである。

(2) 事前審査制度への移行

この管理制度が確立され品質が向上し安定性、均一性が確保され軌道にのったことから、北陸地建は、昭和63年度からこの制度と併行した事前審査制度実施要領を作成し、直轄工事においては当分の間、事前審査で承認を受けたプラントで合格した混合物に限り各種試験を行わなくてもよいことにした。

事前審査は、当該年度分を前年度末に合材協会を通じて、各プラントから供試体を提出させ、諸試験は、北陸技術事務所がこれを行うものとした。

又、その試験結果は、北陸地建の審査委員会が審査

をし合否を決め、事前審査の承認は企画部長が行い、承認書をアスファルト合材協会に送付する。これを受けた各プラントはその需要にこたえ、出荷と合わせ自主管理データを付して、各現場へ提出する。

(3) 評価

この承認を受けたプラントからの納入品を使用する場合は、仕様書の規定にかかわらず自主管理データを監督職員に提出すればよく、品質管理上の省力化が図られている。このように、事前審査制度は、混合物について、各合材工場において配合設計等の諸試験を行い、品質管理委員会の予備審査を経て、北陸地建の承認を受けた場合は、使用できるものでの次のような利点があげられる。

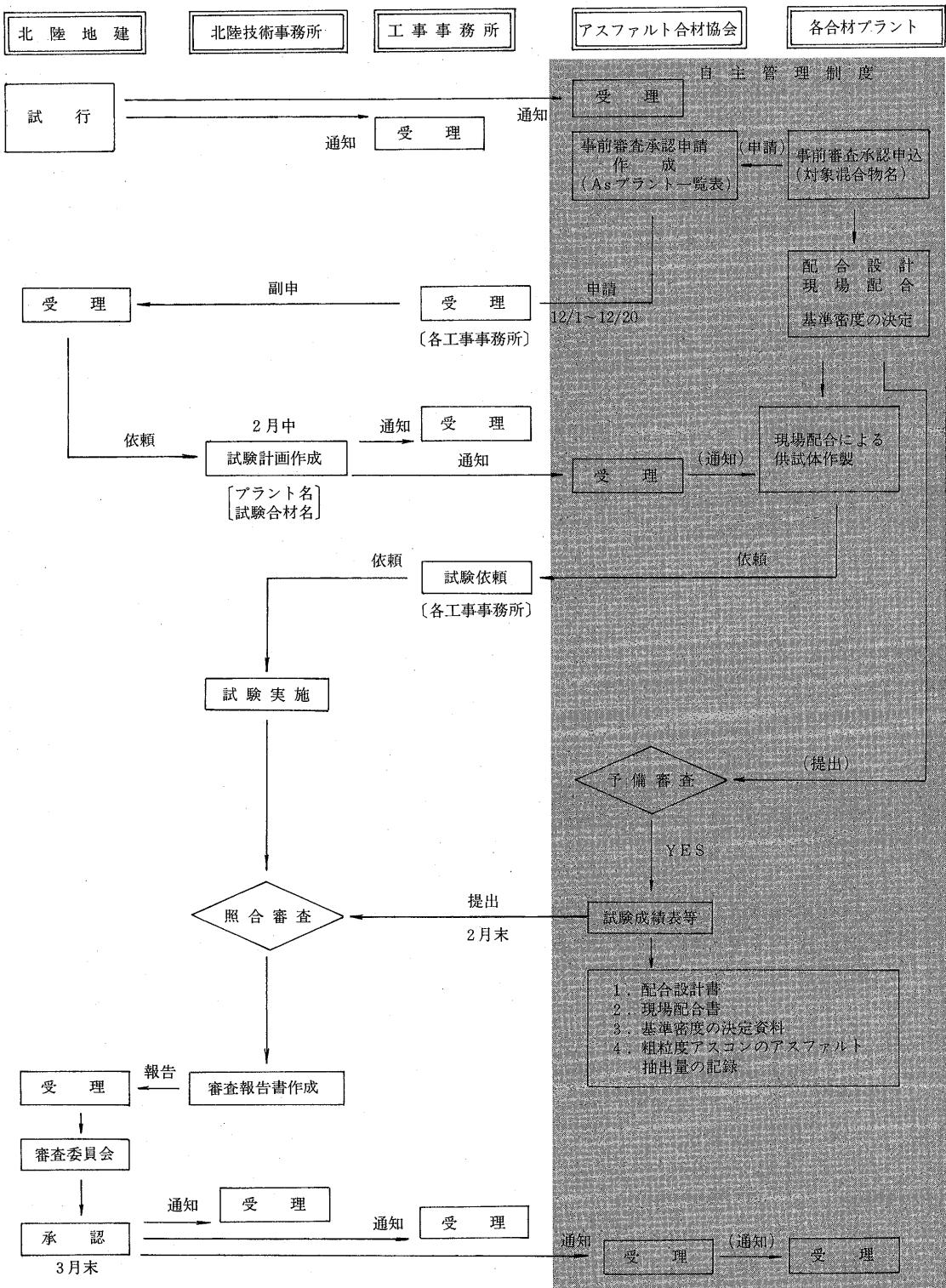
- ① 合材工場における最低限の品質管理体制が確立されていること。
- ② 各合材工場の品質管理体制の格差が是正されたこと。
- ③ アスファルト混合物の品質に対する信頼性が向上されたこと。
- ④ 合材工場における品質管理の資料整理の統一と簡素化が図られたこと。
- ⑤ アスファルト混合物の品質の安定性、均一性が確保されたこと。

3. 今後の方針

この制度が導入されたことにより、上記利点①-⑤の他、工事着手時における監督職員、現場代理人等の業務が大幅に省力化できたこと。その分、施工計画等、他の主要業務に専念できるなど利点が大きい。このため、北陸地建としてこの制度を大いに推奨しさらに普及させることを念頭に当分の間最大限これを活用し、運用していくことにしている。

*たけだあきお 北陸地方建設局 技術管理課長

アスファルト混合物の事前審査制度実施フロー



アスファルトプラントにおける自主管理制度について

跡 地 幸 進*

1. はじめに

アスファルト混合物（以下合材という）は、道路工事においては主要材料に位置づけられ、セメントコンクリートと並んで製造と施工が一体となって管理しなければならない特殊な技術を必要とする材料である。

合材は温度低下等の面でプラントと舗装現場の時間距離を長くとれない事から、昭和30年代までは現場の近辺にプラントを仮設する事が多かったが、道路整備事業の進展により合材の需要が増大されてきたこと、道路の整備の促進により運搬が容易になった事等でプラントの定置化が図られた。

さらに、技術開発によりプラントの設備や機能が大幅に高まり、プラント技術者の研鑽と管理技術の普及で品質の向上と安定が図られてきた。

特に、主要材料である碎石、砂等の供給は一定の地区からに限られるようになり、また、碎石の製造設備の機能向上により品質の安定がみられるようになった。

合材の品質は、骨材の物理的性状や粒度分布及び、バインダーの性状が基本となり、配合比と合材温度の製造管理に左右される。

近年、各企業において順次プラントの合理化や自動化等と共に品質管理の高度化が図られてきた。

しかし、合材に関する発注者の仕様や基準等の内容においては、一部で昔の現場仮設時代の名残りと見受けられる管理項目や管理頻度、方法等があり、工事完成検査に関する各種資料の作成や管理、チェック方法等において、現状のプラント設備や管理体制等の実情から不適当と見られる点があり、さらに、提出資料の量も多く簡素化を図る必要がある。

また、合材の種類や規格は発注者ごとに相違があるため、発注者の工事ごとに関係資料をとりまとめて提出している現状である。

このような現状と官民共通の技術者不足にかんがみ、当協会では北陸地建及び新潟県土木部等のご指導を得

て、会員各プラントの実態調査や自主管理制度の具体的な技術上の諸問題と運営等について昭和59年度から検討し、昭和60年4月には品質管理委員会を新たに設置し、その下部機関として専門的な事項を審議、検討し委員会の業務の実質運営を図る“技術部会”も併せて設置した。

富山県及び石川県のアスファルト合材協会においても新潟県にならって、昭和61年度に各々品質管理委員会が設置された。

2. 自主管理制度の経緯

前項で述べた背景から自主管理制度がスタートし、図-1に示す流れで現在に至っている。

3. 自主管理制度

3.1 自主管理制度の内容と手続き

自主管理を実施するために、〔品質管理委員会規定〕を制定し、他の委員会にみられない公正、厳格な内容とした。

内容は、目的、組織のほか立入調査、指導と勧告等と手続き方法を規定している。

次に、自主管理の実態をチェックする〔立入調査要領〕を定め、総則、立入調査準備、立入調査基準からなっており、調査員間のバラツキがないように配慮するほか、改善意見を述べるようにしている。

また、プラントが毎日実施する〔自主管理制度〕を制定した。

要領の内容は、総括管理と個別管理からなり、総括管理には技術者数と熟練者数及び関係業務の資格者状況、合材出荷量等のほか、品質管理や技術力向上を図るための技術等の研修、研鑽の実態を管理する事にしている。個別管理は、原材料の試験と管理、配合設計、現場配合、設備や機器、合材の品質、添加物の品質と受取等の各項目毎に詳細な管理基準に規定して

*あとじ こうしん 新潟県アスファルト合材協会品質管理委員会委員長

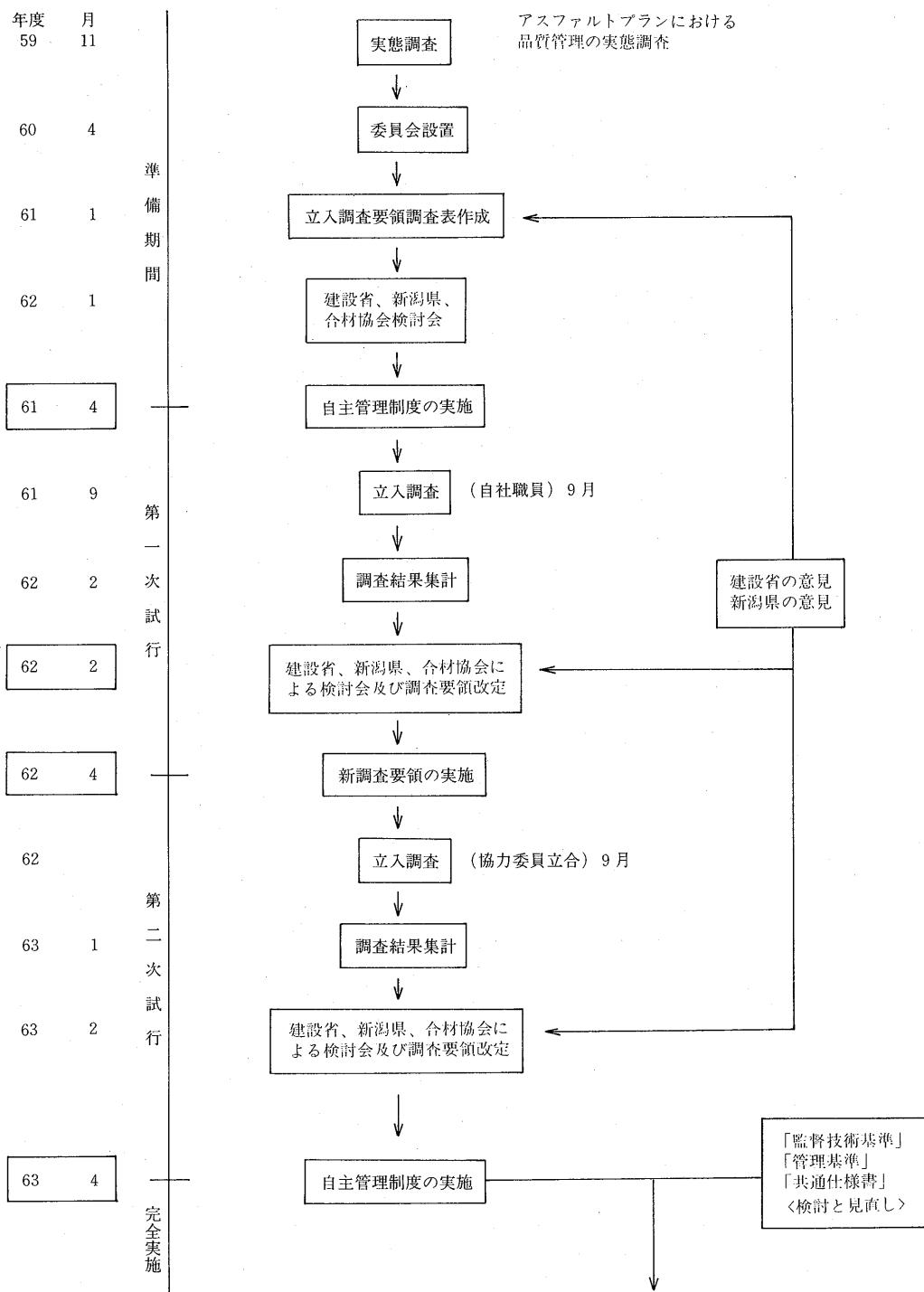


図-1 自主管理制度実施の経緯

いる。

管理項目や管理基準、品質規格等については、当面は、関係公共工事に全て満足する事を基本にした内容としており、従来の工事毎のものと異なるものがあり若干手間のかかるのが問題点として当初から上げている。協会としては、毎年関係機関と技術懇談会を実施しており、自主管理要領に沿うように仕様や基準等の改善を要望し改善の方向にむかっている。

3.2 自主管理制度のしくみ

自主管理制度は当該プラントから出荷する合材の品質を保証するために、プラントは自主管理要領に従い、自主的に工場の管理、運営及び品質管理を実施するものである。

協会の品質管理委員会は、公共工事の材料（合材）として品質が確保されているかを、毎年1回以上協会の調査員と品質管理委員会の立合による立入調査で、管理状況と品質の実態を確認し、その結果を品質管理委員会で評価し、各プラント及び関係機関に通知すると共に、必要に応じて指導、助言または改善勧告を行っている。

当協会が施行している自主管理制度の体系は、図-2に示すとおりである。

3.3 立入調査

立入調査は、協会の調査員が1~2名で行い、同時に品質管理委員会の技術部会委員が全プラント数の約3分の1(15~17プラント)について、立入調査の立合を行い調査結果の信頼性と客観性の向上に努めており、このほか、必要に応じて関係官庁等の専門技術者が立合えることにしていている。

(1) 総括調査

プラントの合材出荷量、技術者数と経験年数、技術者の関係各種資格及び技術者の研修や研究会などの参加等の実態を調査する。

(2) 個別的管理事項調査

① 原材料の品質

骨材、石粉、アスファルトの品質管理状況及びそのデーターが、アスファルト舗装要綱や工事仕様書の規格を満たしているかを試験成績表で調査する。

② 配合設計

- ・代表的な合材数種について、舗装要綱法によつて適切に行われているか調査する。
- ・As量及び粒度の決定が、交通条件、気象条件等の地域特性を考慮しているか調査する。

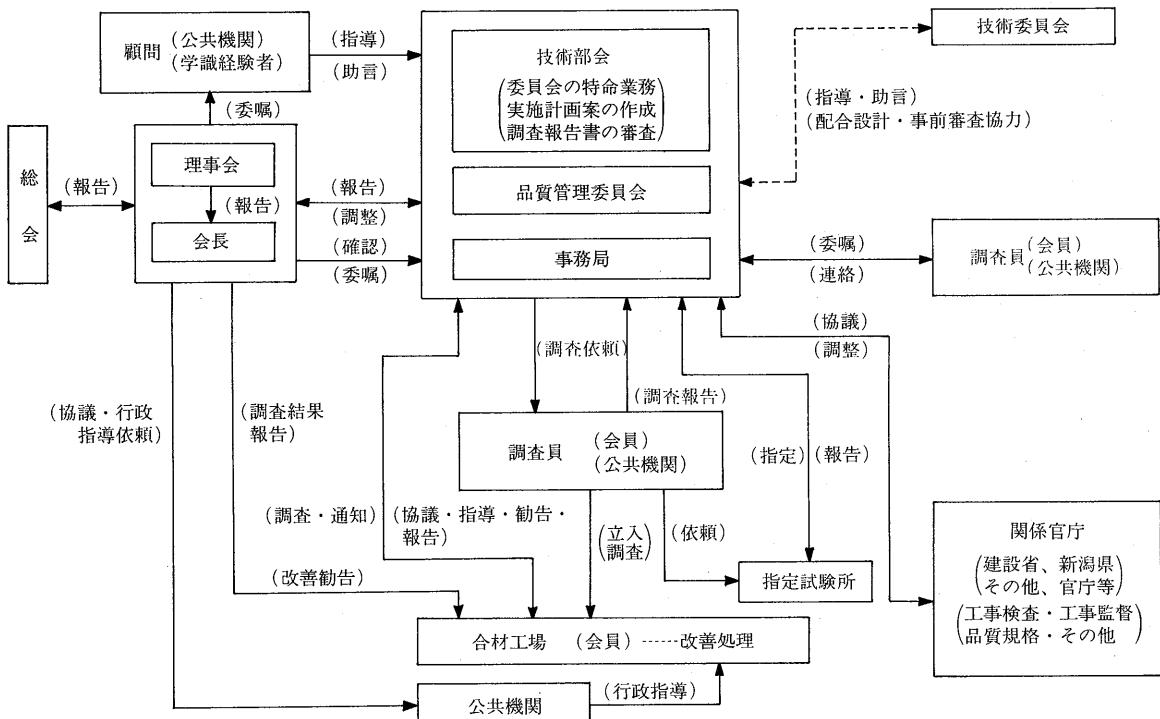


図-2 新潟県アスファルト合材協会の自主管理制度の体系

- ・発注機関の仕様を満足しているか調査する。

③ 現場配合

- ・現場配合が配合設計に適合し、舗装要綱法によって設定されているか調査する。
- ・立入調査時に1配合を選び、パンチカードからホットピンの配合率を調査、確認する。
- ・設定した混合温度、混合時間が規格値の範囲に入っているか調査、確認する。
- ・配合に異状が認められた場合は、マーシャル試験を行い性状を確認し、配合設計値との関連を調査する。

④ プラントの設備、機器

- ・計量装置の計器等に誤差や異状がないか、管理状況が良いかを検査記録等で調査する。
- ・骨材貯蔵設備等が有効に機能しているかを調査する。
- ・材料試験の装置や器具の管理状況、計量器具の精度に異状がないかを調査する。

⑤ 合材の品質

合材の抽出アスファルト量、抽出粒度分布及び、合材温度が規格値を満たしているかを、試験成績表や管理表と管理図で調査する。

⑥ 添加物の管理

添加物の品質、添加量を管理資料や写真で調査する。

(3) 総合評価

品質管理委員会は、立入調査結果から各プラントの自主管理制度を各項目毎に検討し、総合評価を行って各企業（プラント）に通知する。この場合に改善を要する場合は改善意見、又は改善勧告を附す。

3.4 自主管理制度の施行に伴う効果

自主管理制度を施行した事による効果について、若干問題が残っているものの、次の事項について効果があった。

- (1) 各プラントの品質管理体制が統一的に画一化され、各プラント間、各工事間の品質管理の格差が縮少された。
- (2) 合材の品質に対する信頼性が向上した。
- (3) 各プラントにおける合材の品質管理方法や、資料整理の統一化と簡素化が図られた。
- (4) 合材の製造、品質管理等について、各発注機関の統一した認識が深まりつつある。
- (5) 地域特性等を生かした合材の取扱いが容易になった。

(6) 会員の品質管理技術が一体的に向上し、協会全体の底上げにつながりレベルアップに寄与した。

(7) 配合設計等が協会の自主管理制度の定着化によって、事前審査制度を実施する基盤ができ、新潟県につづいて北陸地建では制度の施行ができた。これによって、工事監督職員や現場代理人等が他の業務に専念でき省力化が図られた。

4. プラント技術者の研修、研鑽

自主管理制度を推進するために、事前の実態調査を実施したところ、技術力、管理力等技術者の状況において、企業間、プラント間に格差や手法等に相異がある事がわかった。技術者の技術研鑽は高度な社内研修や部外講習会等への派遣等に心を配っている企業もあった。

これらの状況から、協会として品管担当者会議のほかに自主管理制度施行2年目から“技術者研修会”を毎年実施し昨年までに4回の実施をみた。

研修の内容は、毎回、自主管理制度とその考え方、実践上の問題点等を必須テーマとし、ほかに、主なものとして次のテーマについて研修した。

- ① 舗装廃材の再生利用
- ② 合材プラントの原価管理
- ③ コンピューターによる最新自動プラント
- ④ 産地別の骨材性状と特性（試験の解析）
- ⑤ 細粒度ギャップアスコンの配合設計の現状
- ⑥ プラントの品質管理機器の現状
- ⑦ ゴム系添加剤と管理及び問題点
- ⑧ プラントの点検と整備
- ⑨ 合材出荷の現状と課題
- ⑩ 最近のAsバイダーとその性状
- ⑪ 配合設計の事前審査制度のしくみと運用
- ⑫ 特別講師による、『公共事業の現状と課題』『会場近郷の歴史や開発』等

以上が主なもので、研修の企画としてテーマの時間割と研修生の親睦を図るために1泊2日の日程で、県内を上、中、下越の三地方を巡回する事にしている。

研修に参加した若い研修生は、最初は初対面の人が多く、回を重ねる毎に夜の懇親会を通じて良き仲間になっていった。

懇親会の成果として、ほとんどの人が酒のオカズはプラントでの仕事の話、自主管理制度の話で、互いに先生になったり、生徒になって、バンザイが終っても遅くまで話がはずんでいた。

特に、私共協会の委員が、この席で現場の担当者と直かに本音の話ができ、自主管理制度の実態を知り今後の活動方針を考える上の最良の機会であった。

5. 今後の課題

この自主管理制度の定着化により、品質の向上と安定供給を背景とし配合設計の事前審査制度が施行され、本年春で3回目となった。今後の課題といいくつか上げられるが、そのうち、土木工事共通仕様書、品質管理基準、完成工事検査資料の改善、合理化について、自主管理要領の内容と適合させる事である。

協会では、As合材の品質を保償するために、設備や機器の点検整備及び仕様材料の品質チェックを重点に管理している。仕様書等では合材の品質を証明するために、合材の抽出試験結果(As量、粒度分布)を唯一のものとしている。これは、以前のような古い型式で混合精度の低いプラント時代の管理、確認方式を踏襲した方法であり、新しい型式の設備で協会の責任で自主管理をしている現状にそぐわないものと考えている。

自主管理制度は、品質保償の方法として日々の出荷合材の代表的なものについて、抽出試験等の管理データを基に、配合設定値に対しプラント混合の精度が(+)(-)の変動量が規格値を満たしているか、また、その精度がどんな値を示しているかを管理表と管理図

で確認し、この管理結果で品質を保償しようとするものである。

従って、工事完成の提出書類として、当該工事に出荷した月(1ヶ月毎)の管理図で合材の品質を確認して合否を判定できないかと考えている。なお、この管理図の実態、根拠について、協会の立入調査で確認し品質管理委員会に報告、審議して判定しており、さらに、配合設計の事前審査の申請時に立入調査の結果判定を附しており、品質保償として十分と考える。

このほか、次の課題として、合材種類の統一化と減少を図り、品質管理基準、品質規格等について、発注官庁が、国、県、市町村等に関係なく同一のものに統一し、プラント管理の合理化と省力化を図りながら、品質の安定と向上に努めたいと考えている。

今日、すべての工事が請負化され、工事発注当局において、施行者の提出する管理資料を技術的に評価、判定する能力が減っており、現状では数値の見比べだけで合材のもつ本質的な見地からの判断をする事がむづかしく、合材の専門的な技術者の参加が必要である。

この現状を補完するのが、合材協会の責任で経験豊富な技術者を中心とした自主管理制度であると自負している。このため、協会や企業の負担をできるだけ少なくする制度の運用が肝要である。

石油アスファルト統計月報

B5:16ページ ¥500(送料は実費)毎月1日発行

アスファルトに関する統計
資料を網羅し、月毎に発行す
る統計月報です。

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

社団法人 日本アスファルト協会
アスファルト統計月報係

— 目 次 —

- 石油アスファルト需給実績
- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト地域別月別販売量
- 石油アスファルト品種別通産局別月別販売量
- 石油関係諸元表

アスファルト舗装工学を目指して(4)

姫野 賢治*

建築物、橋梁、ダムなどの構造物は、供用中その当初の機能の質が低下することはほとんどなく、むしろ構造的な強度の低下からやがては使用に耐えなくなるという特徴をもっている。補修ももっぱら安全性の立場から構造的な判断に基づいて行われることが多い。たとえば、川の上に架けられた1つの道路用の鋼橋を例にとると、その上を交通車両が走行できること自体が本来の機能であり、金属疲労で溶接部に亀裂が入ったり、ペイントがはげおちた場合などは、特にその機能の質が低下したと考えるよりは、あくまでもその橋梁が橋梁として存在しうるか否かの構造的な問題であると判断される。建設当初は予想もしなかったような大重量の車両が作られ、その橋梁上を走行できないようなことがあっても、それは橋梁の機能の質が低下したわけではなく、あくまで外的環境が若干変化したに過ぎない。

このように、建築物は倒壊せずに利用者に社会生活の場を与え、ダムは決壊せずに上流からの水を溜め、そして、橋は落ちることなくその上を通過する交通を支えることが本来の使命であり、これらの使命が果たせなくなるまでの機能の質の低下はあまり大きくはない。人間にたとえれば、建築物にとっての倒壊、ダムにとっての決壊、橋にとっての落橋が、その後生き返ることのない死に相当するものであり、それまでは建設当初とほぼ同程度の機能をもち続けていると言い得るであろう。しかも、大きな特徴として、その死の意味は比較的明瞭であり、これらの構造物の設計基準は、安全率という概念の助けを借りながらも、非常に厳格な力学的な手法に支えられているのが普通である。

これに対し、舗装の場合は上のような構造物とは根本的に事情が異なる。すなわち、建設後、その本来もっている機能の質そのものが徐々に低下し、維持工事、修繕工事はもっぱらこの低下した機能の回復を目的に行われる。「構造的な支持力の回復」というような言い方もときどきなされるが、これはあくまでも機能を支えるための構造であり、舗装が舗装でなくなってしまうというような強い意味合いはない。また、一般構造

物と対比させて、「やがて死を迎えるに耐えられなくなる」という類の表現もしばしばとられるが、これはあくまでも観念的な言い回しであって、いつこの死を迎えたかを明確に規定することは必ずしも容易ではない。

このような背景から、舗装の善し悪しの評価は直接にはもっぱら機能の評価を中心に行われてきた。すなわち、「安全性」の立場からすべりが、また、「快適性」の立場から平坦性が議論されるようになり、またこれらに間接的に影響を及ぼすさまざまな因子が着目されるようになった。

ところが、この「安全性」とは何か、「快適性」とは何かという議論になると、われわれ舗装技術者にはあまりなじみがないのが本音ではないか。おそらく、AASHO道路試験の重要な成果の1つに挙げられる路面の破損の程度とこの「快適性」との関係づけやこれに類した何らかの指標を持ち出して、そこから議論を開始する場合が多いものと思われる。

今回の研究報告は、この、舗装～車両～乗員が一体となったシステムを根元的に分析して、そもそも「快適性」とは何なのかという疑問に端を発した根本の議論をして頂いた。日本道路公団試験所の榎戸氏と鹿島道路技術研究所の湯川氏との2年掛かりの労作である。

われわれ技術者にとっていろいろな点に疑問をもつことは大変重要だと思う。先人の血と汗の結晶としてさまざまな研究成果が財産として残され、そのうちのいくつかはいろいろな技術基準などにも取り込まれている。その中には普遍的な真理もあるうし、その時代の環境だけにしかなじまないものもあるうし、その時代の技術水準では画期的ではあっても現在ではもう古いものもあるう。これらをはっきりさせるためにも、今回の報告のように根元に立ち帰って全ても議論し直す姿勢が重要と思う。

*ひめの けんじ 北海道大学土木工学科助教授

舗装の乗心地評価と生体反応

榎戸 靖暢*・湯川 ひとみ**

1. はじめに

現在までに道路利用者や道路管理者による路面の主観的な評価と、客観的な性状とを結び付ける研究が多くなされ、その結果に基づいて舗装を評価するための指標が提案されている。1950年代に始まった舗装の乗心地の研究は、一時期あまり注目されることがなかったが、社会生活の向上に伴い乗心地に質を求める余裕が生まれた結果、最近再び新たな視点からの研究が始まっている。

一般に、舗装の評価はそのパフォーマンスの概念を通じて行われる。パフォーマンスとは、その舗装がある期間にわたり交通に供しうる能力であり、平均的な道路利用者の主觀により主に快適性、安全性の観点から定められる「サービス水準」や、道路管理者の主觀により主に維持修繕の必要性から定められる「維持管理水準」などの指標によって決定される。この舗装の交通に供しうる能力つまりサービス性能あるいはその累計であるパフォーマンスの概念は AASHO の Carey と Irick により提案され、以後各国の各機関においてさまざまな工夫がなされてきた。しかしながら、道路利用者、道路管理者の人間工学的な舗装の評価、つまり舗装－自動車－人間の相互作用で特徴づけられるような運動に対する応答やクラック、パッティング、景観などに代表される外観に対する応答が考慮されているかどうかは疑問が残る。そこでここでは舗装の乗心地評価と人体の生体反応について紹介する。

本報告の第2章「乗心地評価の開発経緯」では舗装の乗心地に関する研究の経緯を紹介すると共に、路面の凹凸によって生じた振動－乗心地が、その時代にはどのような受取られ方をしていたのかについて考えてみた。第3章「乗心地と生体反応」では、乗心地のメカニズムについて、人体の振動に対する反応を中心紹介する。さらに、第4章「乗心地評価の人間工学」では、振動－乗心地が舗装の評価システムの中でどの

よう的位置付けられるべきかについて考察し、乗心地評価システムの具体的な研究事例を紹介する。

2. 乗心地評価の開発経緯

舗装の乗心地を評価する試みは1950年代に Janeway や Zeller 等によって始められている。

Janeway は、道路を走行したときの路面の凹凸による車内の振動を一定の基準で測定しこれを乗心地係数値とし、乗心地係数と感覚的評価の関係を求めた一般的な値の範囲と測定された乗心地係数値を比較することで、舗装がどのレベルにあるかを評価する方法を提案した。

また、Zeller は上下加速度と人間の耐久限度の関係に着目した疲労限界時間という振動暴露量の時間概念を導入し、これにより舗装を評価する方法を提案している。

これらの研究を踏まえ、当時日本でも建設省、日本道路公団等において、Janeway や Zeller の方法による検討が行われた。さらに、建設省土木研究所の市原らは、道路の上り下りの勾配を考慮した独自の乗心地評価方法を提案している^{1,2)}。

この時期の乗心地評価は、どちらかと言えば、異なる道路・路面状況の比較手段として用いられており、乗心地評価そのものと舗装の路面性状を関連付けるという意味では用いられていない。またこの当時は、周波数分析のような方法を利用することが計算機の能力上困難であったため、普通走行中の各1秒間の最大値の読み取りで全体を代表させるという方法に頼らざるを得ず、長い区間を公正に評価する一般的な方法にはなり得なかったものと思われる。

人間にとての乗心地と路面の客観的な性状の関係を定量化するための舗装の体系的な調査は1950年から10年間の歳月をかけて行われた AASHO 道路試験に始まり、この中で PSI (Present Serviceability Index)

*えのきど やすあき 日本道路公団試験所 交通環境試験室主任

**ゆかわ ひとみ 鹿島道路技術研究所

という指標が定義された。

AASHO 道路試験では道路技術者、自動車運送業者、車両製造業者などによって構成されたグループが実際の道路での走行試験を実施し、図-1に示す形式のカードを用いた5点法による舗装のサービス水準の採点を行った。この直接の採点値を測定時サービス個人評価 (IPSR : Individual Present Serviceability Rating) と呼び、この評価値を特定のメンバーについて平均したものと測定時サービス性能評価 (PSR : Present Serviceability Rating) とし、その舗装のサービス水準を規定する指標として舗装の評価を行った³⁾。

図-1 測定時サービス性能個人評価の測定用カード³⁾

AASHO 道路試験では、この評価値が路面の凹凸に関する路面性状値を表現しうるものと考え、路面の各性状値との相関を調べた。(図-2, 3, 4) PSR を目

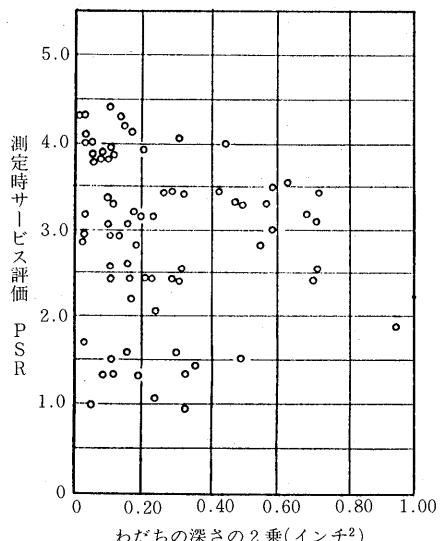


図-3 測定時サービス評価と (わだち深さ)²
: 74のアスファルト舗装³⁾

的変数、路面の各性状値を説明変数として重回帰分析を行い、この回帰式によって求められる PSR の推定値を測定時サービス指数；PSIとした。

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log_{10}(1 + \bar{SV}) - 1.38 \bar{RD}^2 - 0.01 \sqrt{c + p}$$

ここで \bar{SV} : 車輪通過位置における凹凸度の分散の平均値

c : 舗装路面のひび割れ度 ($ft^2/1000ft^2$)

p : 舗装路面のパッキング度 ($ft^2/1000ft^2$)

\bar{RD} : わだち掘れ深さ (in)

また、それぞれの PSR の値の時の舗装が許容しうるか否かに対する回答を集計し(図-5, 6), PSR が2.9

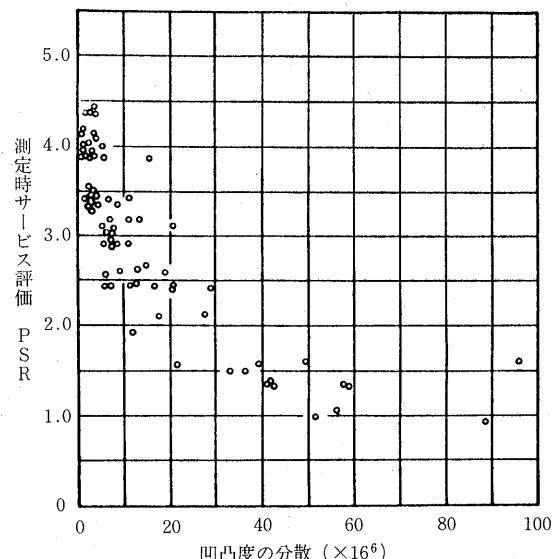


図-2 測定時サービス評価と凹凸度の分散：74のアスファルト舗装³⁾

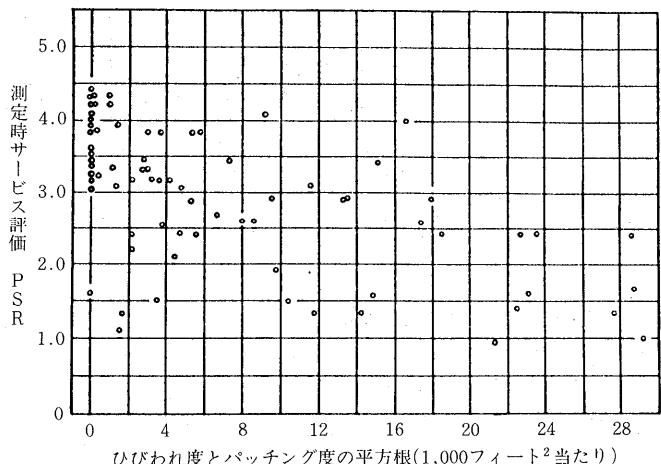


図-4 測定時サービス評価と $\sqrt{c + p}$: 74のアスファルト舗装³⁾

以上あれば50%の人が是認し、2.5以下では50%が否認していることから、PSRに対応するPSIの値が2.5に低下した場合にはオーバーレイ等を行って舗装の平坦性を回復する必要があるものとした。

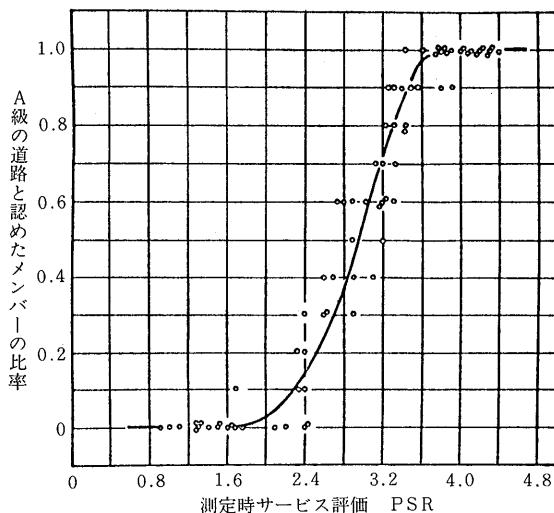


図-5 サービス性能調査（承認の割合）：74のアスファルト舗装³⁾

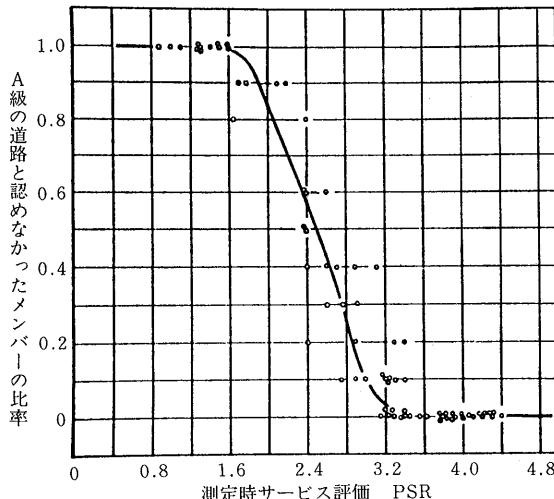


図-6 サービス性能調査（不承認の割合）：74のアスファルト舗装³⁾

AASHO道路試験では、道路利用者に与える快適性の度合を判断する尺度として舗装の評価を行っており、PSIという普遍的な数値によってサービス水準を評価可能したことから後に数多くの機関で同種の試みが行われた。

舗装の平坦性とサービス水準の間にPSIのような評価式が成立すると、その後は、いかに的確にかつ迅速

に測定を行うかという、測定装置の開発に主体が移り、乗心地そのものと舗装の関係は追求されなくなってしまった。以降、平坦性測定値と修繕時期の関係は重視されても、本来の乗心地が問われることは少なくなり、特に追跡調査の箇所でもない限り、平坦性の測定はしゅん功時の検査ぐらいにしか行われなくなっている。

一方、わが国では1970年代頃から供用性に関する評価手法の検討がなされ、1970年代の後半になり、交通量の増大に伴う車両騒音による道路周辺への公害が取りざたされると、道路交通振動の問題が注目された。この対策として、舗装の保全によりその振動の低減を図る必要性から、道路交通振動によって舗装の修繕時期を検討する試みが行われている⁴⁾。低周波振動による人体への悪影響が問題視されるようになるのもこの時期である。

現在日本では、わが国の実情にかんがみ、AASHO道路試験結果を参考として、道路維持修繕要綱(1978年)の中でアスファルト舗装の供用性を算定する次の式を規定している⁵⁾。

$$PSI = 4.53 - 0.518 \log_{10} \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2$$

ここで σ : 縦断方向の凹凸の標準偏差 [mm]

c : ひび割れ率 [%]

D : わだち掘れ深さの平均 [cm]

また、建設省でも、AASHOのPSIを参考にして、維持管理指標 MCI (Maitenance Control Index) を1981年に発表している⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

AASHOのPSIが道路利用者の乗心地を数量化したものであったのに対し、MCIは道路管理者の目から見た路面性状の良し悪しを数量化することに主眼が置かれている。

$$MCI = 10 - 1.48 C^{0.3} - 0.29 D^{0.7} - 0.47 \sigma^{0.2}$$

$$MCI_0 = 10 - 1.51 C^{0.3} - 0.3 D^{0.7}$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23 C^{0.3}$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54 D^{0.7}$$

ここで c : ひび割れ率 [%]

D : わだち掘れ量の平均 [mm]

σ : 縦断凹凸量 (平坦性) [mm]

AASHO道路試験では評価班によるPSIという主観的な乗心地の評価値に基づいて舗装の評価が行われていることから、PSRと路面の平坦性の相関が強く(図-4)，これを反映したAASHOのPSIも路面の平坦性による感度の強いものとなっている。しかしながら、個々の道路にAASHO道路試験で行われたような評価班による評価を行うには無理があり、感覚的な主観に

基づく乗心地などの評価が多少悪いからと言って、修繕の必然性があるのかと問われた場合、平坦性の数値をもって説得することは難しいという行政的な状況もあり、その後の評価式では乗心地に相関の強い平坦性の感度が下がっている。個々の路面の性状が単独に変化した場合の指標評価値の変化量を計算して既往の舗装路面の評価指標の感度の比較した結果を図-7, 8, 9に示す⁹⁾。この図からも明らかにAASHO道路試験のPSIは路面の平坦性を表す \bar{SV} (凹凸度の分散)によつ

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + \bar{SV}) - 1.38 \bar{RD}^2 - 0.01 \sqrt{C + P}$$

\bar{SV} : 凹凸度の分散の平均値
 C : ひびわれ度 ($ft^2/1000 ft^2$)
 P : パッチング度 ($ft^2/1000 ft^2$)
 \bar{RD} : わだち掘れ深さ(in)

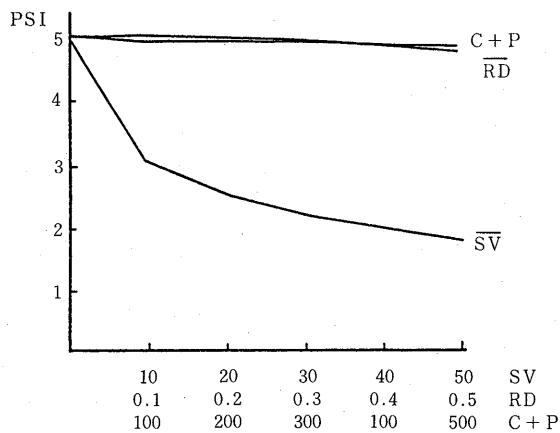


図-7 評価指標の感度・PSI (AASHO 道路試験)⁹⁾

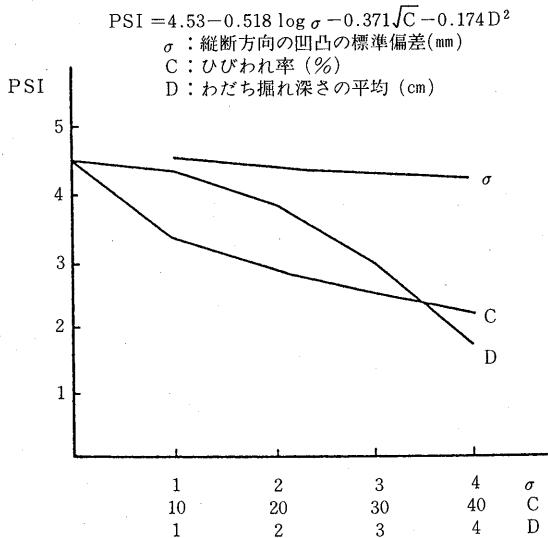


図-8 評価指標の感度・PSI (道路維持修繕要綱)⁹⁾

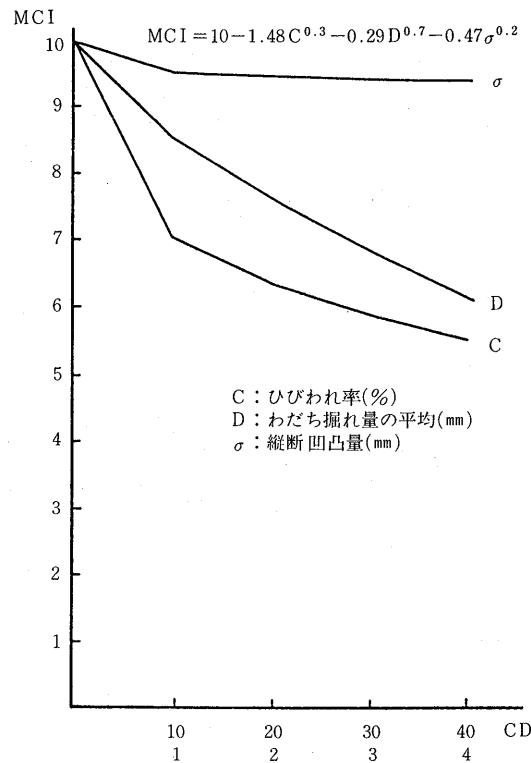


図-9 評価指標の感度・MCI (建設省)⁹⁾

て大きく変化するが、その後の道路維持修繕要綱のPSIや建設省のMCIでは、縦断方向の凹凸量(平坦性)による影響は小さく、主にひびわれとわだち掘れの量によって舗装の評価が左右されていることがわかる。

ここで、舗装の評価の原点に立ち返って見ると、舗装は道路管理者から見た維持管理水準の確保と、道路利用者から見た乗心地を主としたサービス水準の要求が両方とも満たされてはじめて本来の舗装のパフォーマンスが保たれるものと考えられる。

PSI, MCI等の評価指標は路面性状値による評価式を用いて評価指標を客観的に評価可能なものとしたが、同時に、これらの評価値には道路利用者の人間工学的な要因を含み難いものともした。

このことを改善すべく、最近、走行中の車両の動的特性(車両システム、速度、路面の縦断凹凸の波長と振幅に対応した周波数と加速度など)を踏まえ、振動による人体の生体反応とその暴露量に対する国際基準(ISO 2631)を利用して、人間工学的な乗心地を舗装の評価の中に取り入れようとする研究が試みられている。

この内容について、くわしくは第4章で触れるものとし、その前に、乗心地評価の前提となる、振動一生体反応—乗心地の関係について次章に紹介する。

3. 乗心地と生体反応

3.1 車両の運転と疲労

前章において、AASHO の PSI は平坦性の影響を強く受けていること、また PSR と路面の縦断凹凸との間に強い相関関係があることを述べたが、このことは日本道路公団が昭和60~62年に行った調査結果にも見られる⁹⁾。

この調査では、AASHO 道路試験と同様な、道路利用者のアンケート調査及び従来の測定方法による路面

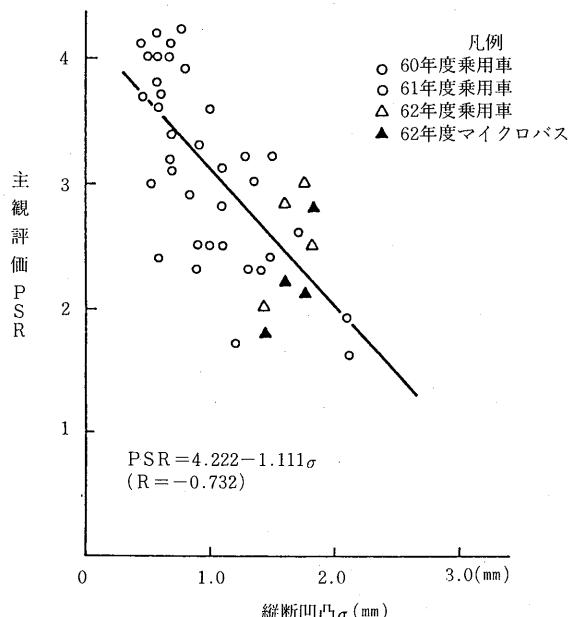


図-10 客観的測定値 ($3 m\sigma$) と主観評価の関係⁹⁾

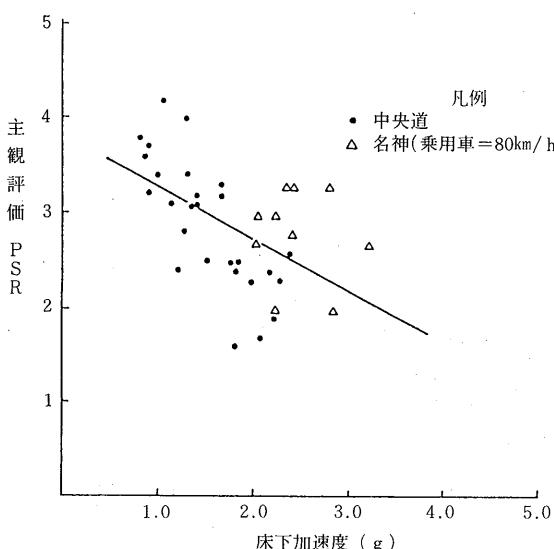


図-11 床下加速度と主観評価の関係⁹⁾

性状値の測定に加え、加速度計による平坦性の測定が行われた。

この結果、道路利用者の乗心地（主観評価 PSR）と縦断凹凸に強い相関があり（図-10）、床下加速度との間にも同様の相関関係が見られた。（図-11）また、わだち掘れに関しては、現状の大きさでは乗心地にはそれほど影響していないことが確認された。（図-12）

さらに同調査では、車種による評価点への影響や、走行速度による評価点への影響についても調査を行い、乗用車に比べマイクロバスの方がその評価点が低い傾向にあること、速度が上がるに連れて評価点が低くなっていることを報告している。

本報告では、これらの現象を振動に対する人体の生体反応という面から見て行きたい。

運転によって身体のどの部位が最も疲労しやすいかについて、名神高速道路の利用者300人について調査した結果を図-13に示す¹⁰⁾。この結果では、眼が最も多く、次いで首筋、肩、腰の順で疲労を感じていることを報告している。最も疲労を感じやすい眼については後述の理由で舗装の平坦性の影響による乗心地とは直

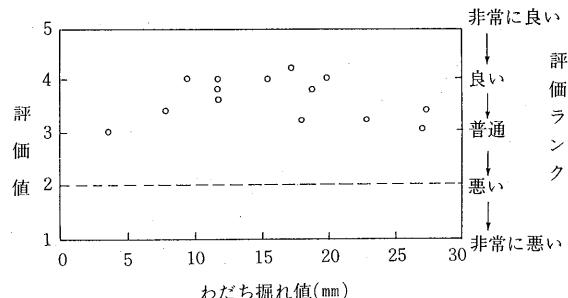


図-12 わだち掘れと PDR の関係⁹⁾

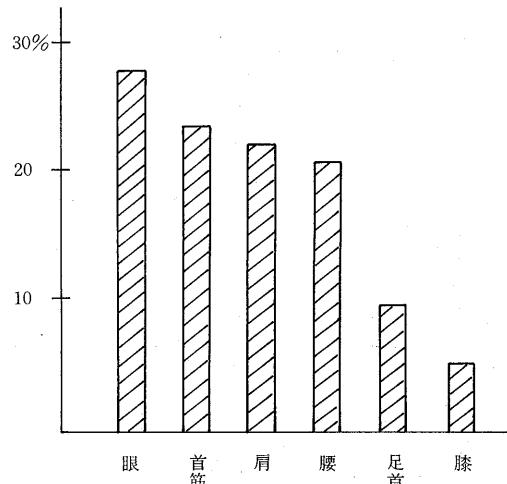


図-13 運転による疲労部位¹⁰⁾

接関係しないと思われるが、首筋、肩、腰というように、疲労・乗心地は主として脊柱を中心とする上半身の振動による影響によって生じていると考えられる。

振動と各種の愁訴の関係は、Magid と Coermann (1960) によって報告されており（図-14），脊柱を中心とする部位ではおおむね10Hz以下の振動において愁訴を訴えていることが知られている¹¹⁾。

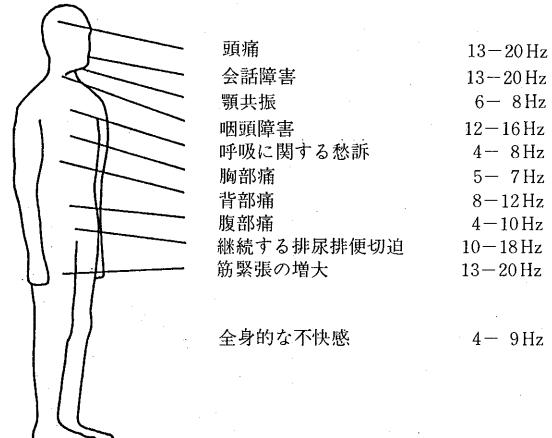


図-14 刺激振動数と種々の器官領域における愁訴との関係 (Magid と Coermann 1960)¹¹⁾

車に乗った人間はひとつの振動系と考えられる。文字どおり車はタイヤ、サスペンション、ボディー、シートからなる3次元の振動系であるが、人体も骨格、筋肉等からなる振動系と考えられる。通常、車には座った姿勢で乗っているものと考え、また、立った姿勢では膝バネ系で振動が大幅に軽減されることから、本報告では椅坐位の振動応答のみを対象とした。

以下に、人体という振動系の個々の特性について紹介する。

3.2 椅坐位における振動応答

Dieckmann (1956)，及び Lehmann と Dieckmann (1956)，Coermann と Okada (1964)，Vogt (1968)，Miwa (1975)，及び Mertens (1978) は、いずれも椅坐位における垂直方向Z-軸振動刺激中のインピーダンスを測定した。これらの結果は、国際基準ISO 5982 (1981, 図-15) に含まれている。この図から人間の力学的共振点が5 Hz付近に存在することがわかる¹¹⁾。

また、上下振動を受ける人体のエネルギー代謝率に関する研究(図-16)から、エネルギー代謝率R.M.R. の最大値はほぼ5~6 Hzで生じており、エネルギー代謝率からみてもこの付近の振動が人間にとて負担と

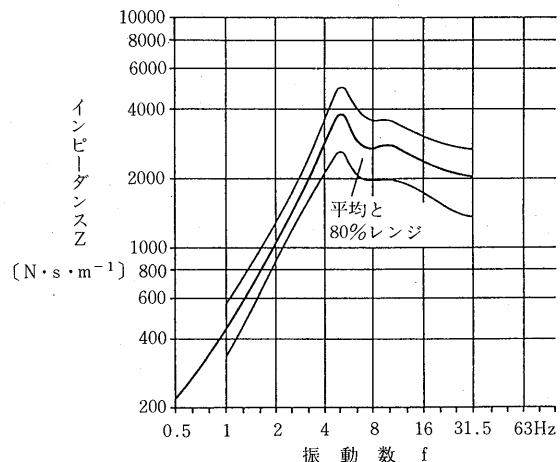
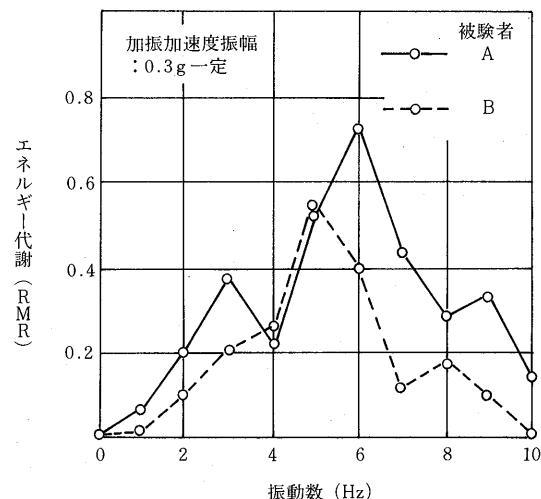


図-15 椅坐位の人体のインピーダンス (ISO5982)¹¹⁾



$$R.M.R. = \frac{(\text{単位時間に消化したエネルギー}) - (\text{安静時単位時間に消費するエネルギー})}{(\text{人間が正常覚醒時、単位時間に必要とする最小エネルギー})}$$

図-16 振動を受ける人間のエネルギー代謝¹²⁾

なっていることがわかる¹²⁾。

このことから、人間の上下振動に対する生理的に見た共振点が4~6 Hz付近に存在し、人間の力学的共振点ともほぼ一致することがわかる。

これは、人間は4~6 Hz付近の上限振動に最も強く愁訴を感じやすいということであり、この周波数を中心に乗心地を検討すればよいことを意味している。

3.2.1 垂直方向 (Z-軸) 刺激

椅坐位の全身振動に対する生体反応については前節のとおり、4~6 Hz付近に共振域があり、この振動域に対して人間が最も乗心地の優劣を感じている。

Dupuis と Hartung (1980) は椅坐位の姿勢と振動伝

達と振動数の関係について検討している。(図-17, 18) この研究から、4 Hz の共振振動数においては、自然の弛緩した椅坐位より、まっすぐの椅坐位において平均して振幅の増大があることがわかっている¹¹⁾。

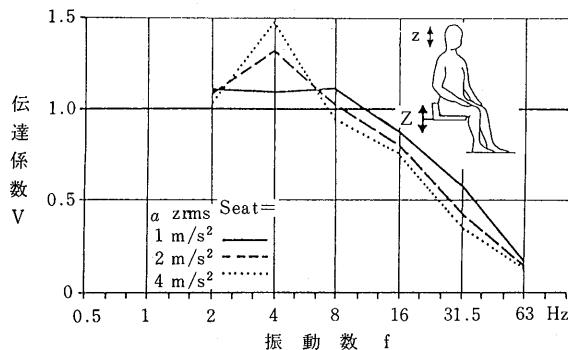


図-17 垂直方向Zの振動中の垂直姿勢における椅子から頭への振動伝達と振動数の関係 (Dupuis と Hartung 1980)¹¹⁾

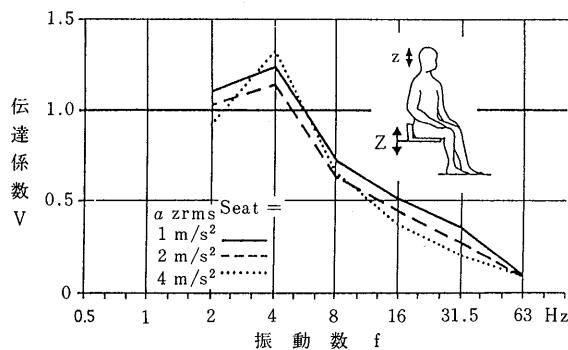


図-18 垂直方向Zの振動中の“自然の”姿勢における椅子から頭への振動伝達と振動数の関係 (Dupuis と Hartung 1980)¹¹⁾

また、Coermann は、被験者が緊張した場合とリラックスした場合について検討した結果、被験者の緊張度合によってその結果は大きく影響を受けており、リラックス時の応答が緊張時に比べ減衰が低く、また緊張時は高い周波数帯 (10Hz 以上) でも 0.7~1 位の高い伝達率を示すことを示している¹²⁾。(図-19)

一般的に椅坐位における姿勢の型は振動伝達に関して大きな影響をもつと考えられる。

3.2.2 水平方向 (X-軸, Y-軸) 刺激

Dieckmann (1985) は、水平方向の振動刺激がある時には、垂直振動の成分が同時に発生し、頭の橈円運動を起こすことを確認している。

また、Dupuis と Hartung (1980) は水平振動での頭への振動伝達と周波数の関係を検討しており (図-20,

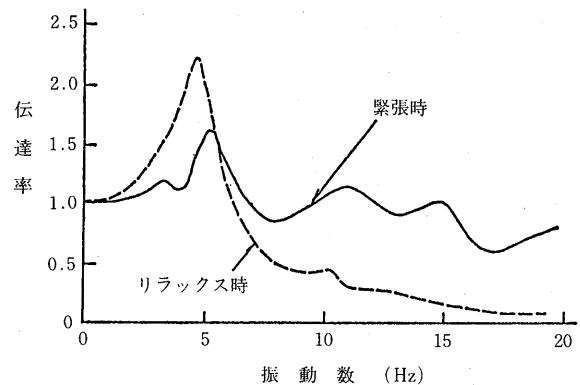


図-19 上下振動を受ける人体の振動特性
(Coermann)¹²⁾

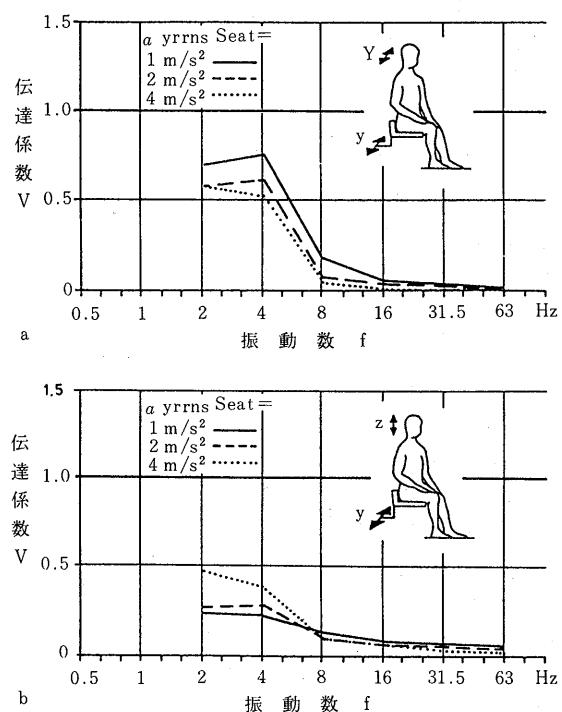


図-20 水平方向Yにおける振動中，“垂直”位の椅子から頭への振動伝達と振動数¹¹⁾

21), これらの研究から、X と Y 方向の振動強度は、通常 Z 方向の 50~70% の量に相当するもので、垂直振動におけるものよりずっと少ないとういことがわかっている¹¹⁾。

このことは、わだち掘れのある道路においても、わだち掘れに沿って走行している分には左右への振動発生は少ないとえに、たとえわだち掘れでハンドルを振られてもその影響は垂直振動の半分程度であることから、乗心地に関してわだち掘れの影響の少ないことを予想させる。

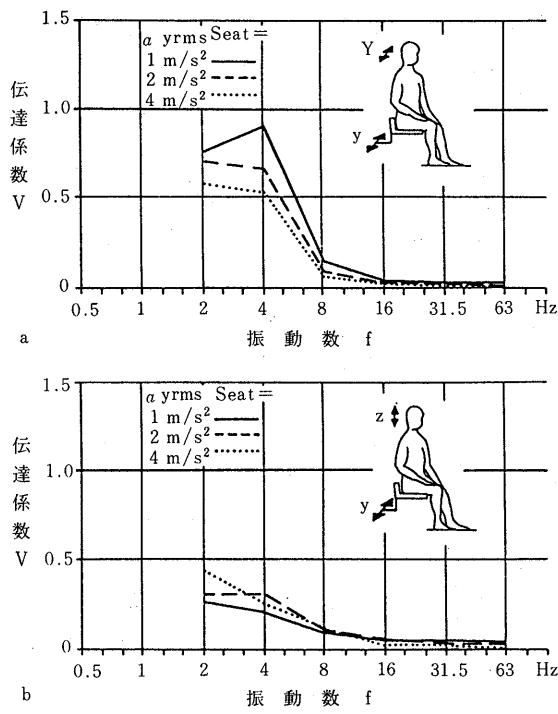


図-21 水平方向Yにおける振動中，“自然”位の椅子から頭への振動伝達と振動数¹¹⁾

3.2.3 身体各部の振動応答

(1) 脊柱の振動応答

図-22に垂直方向Zにおける椅子から腰部脊柱(LS)と頸部脊柱(CS)への振動伝達と振動数の関係を示す。

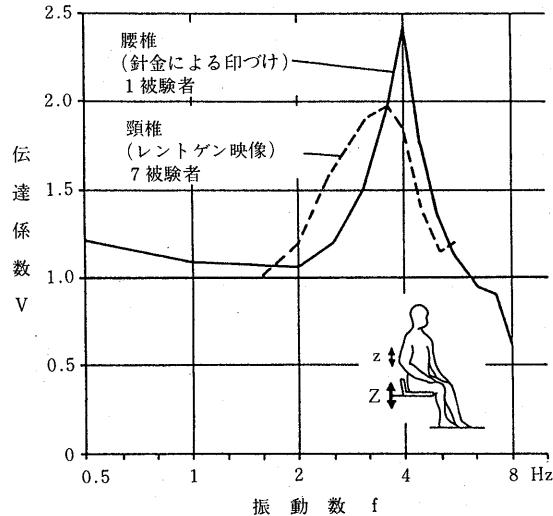


図-22 垂直方向Zにおける椅子から腰部脊柱(LS)と頸部脊柱(CS)への振動伝達と振動数の関係(Dupuis1969)¹¹⁾

す。頸部脊柱は、振動数の増大とともに3.5Hzに共振ピークをもつ振動振幅の増大と、その後の低下を示す。また、腰部脊柱は4 Hzに最大値をもつ2~6 Hzの間に共振を持ち、4 Hzにおいては振動振幅は240%まで増大する¹¹⁾。

これは言い換れば、共振ピークを発生させるような条件のもとでは、機械的な測定では10mmの段差であっても人体では24mm相当の衝撃として感じるということであり、乗心地においては路面の凹凸量を単に測定値でもって考えられないことを意味している。

(2) 内蔵器官の振動応答

NickersonとCoermann(1962)は犬を用いた実験を行い、この動物実験の結果と人間の場合のデータとを比較し、人間では3~5 Hzの共振振動数と減衰係数0.2~0.25をもって胸部と腹部の内蔵は振動することを示した。

また、DupuisとChrist(1966)は正弦波振動およびランダム振動の際の胃の振動応答を求め、4.5Hzではほぼ2倍となることを示した¹¹⁾。(図-23)

内蔵器官も脊柱と同様に共振域では大きな振動の増幅がもたらされている。

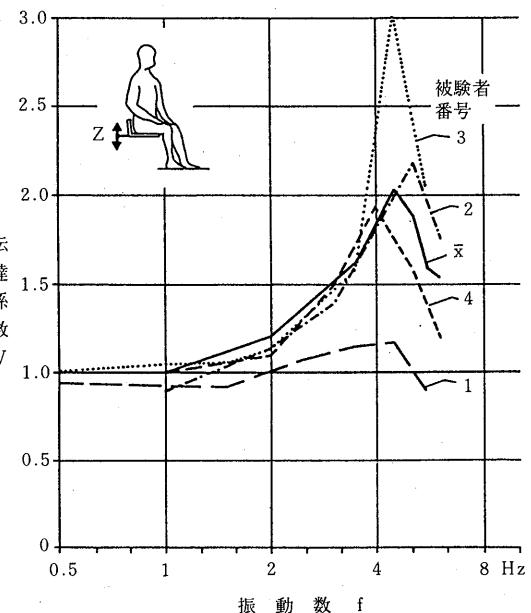


図-23 垂直方向Zの振動中の椅坐位における胃の振動振幅と振動数の関係(ChristとDupuis1966)¹¹⁾

(3) 眼の振動応答

1938年、Coermannは、視覚の程度について測定し、一定の加速度のもので、とくに視覚の強い障害は、25~40

Hzと60~90Hzで現れることを確認した。

また、DupuisとHartung(1979, 1980)の行った実験によれば、眼の振動応答は図-24のようになっており、20.25Hzに最大の共振をもち、12.5Hzと31.5Hzの間で眼球振動に明らかな増大があり、最大の增幅伝達はV=1.23であった¹¹⁾。車の走行時に発生する振動の周波数特性は主に20Hz以下であり、20Hz以上の振動は少ないことから、眼の振動による疲労と舗装の乗心地の間には直接的な因果関係は薄いと考えられる。

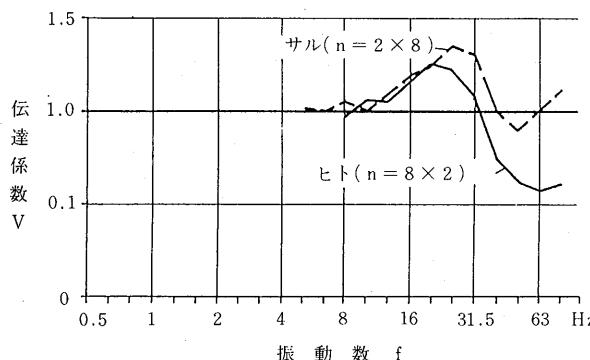


図-24 Z方向の振動中の頭蓋骨から眼球角膜への振動伝達と振動数の関係 (DupuisとHartung 1979, 1980)¹¹⁾

(4) 聴覚の振動応答

機械的振動による聴覚への影響のうち、大部分の波は人体表面で反射される。しかし、低周波域の強度な空気振動は頭部における機械的振動を生み出し、それは骨伝導により内耳および他の感覚器に直接的に伝達される。

ピーク周波数 (Hz)	最大振幅増幅 (倍)
4	2.2
4	2.4
4.5	2.0
20.25	1.23
不明	不明

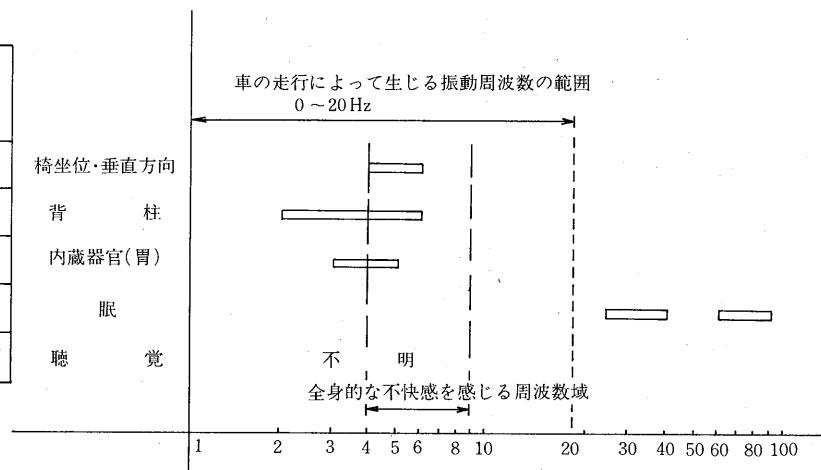


図-25 振動に対する人体の周波数特性

Okadaら(1972)は椅子座における全身振動と騒音の複合影響の研究を行い、聴力閾値は1および4Hzにおいて、音のみの影響に対し約1.5dB移動していることを明らかにした。

しかしながら、音の強さ、帯域、振動の加速度、振動数および暴露時間に各研究者による設定された条件が大きく異なり、一般的に有効かつ普遍的な結論は見出されていない¹¹⁾。

以上、人体の振動に対する周波数特性をまとめると図-25のようになる。

3.3 振動による不快性の評価（振動暴露量と不快性の関係）¹¹⁾

機械的振動の主観的不快性の評価に関する研究は、MeisterやJanewayによるもの(図-15)以降多くの研究者によって検討され、「K値」を初めて「感覚量」として定義したDiekmann(1957)の研究や、Dupuisの労働現場における機械的振動の測定と分析の方法に関する有益な研究(1981)，並びに、労働現場における機械的振動の医学的評価の現状に関する有益な研究(1980)等(図-26)を反映して、国際基準ISO2631(1978)にまとめられている。(図-27, 28, 29)

数方向に同時に発生する振動に対しては他方向の振動数で重みづけした振動刺激の2乗和の平方根で表される“ベクトル和”によって(Griffin, Whitham 1977)，また、周期的振動の複合状態(Hansson, Whikstrom 1981)，ランダム振動については、振動数で重みづけされた加速度について、各振動周波数バンドの値を2乗し、それを総和し、そして最後にその平方根を求めるこによって影響量を得る方法が提唱されている。

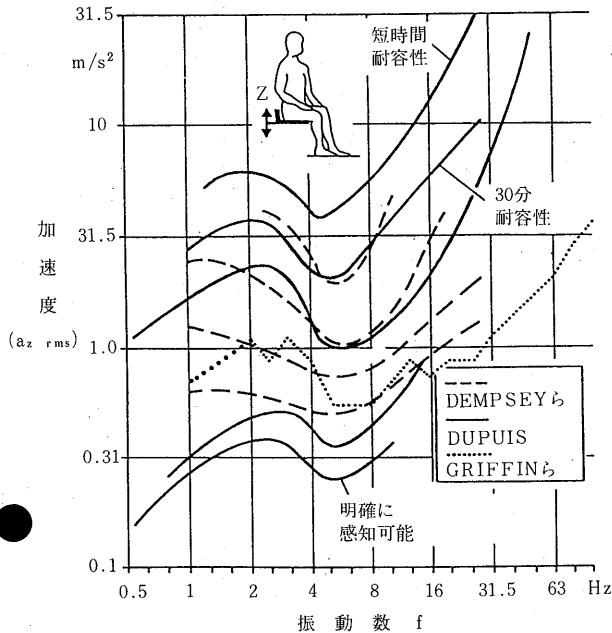


図-26 椅坐位における垂直方向Zの機械的振動の等強度感覚と振動数の関係(Dupuis1969; Dupuisら1972; Dempseyら1979)¹¹⁾

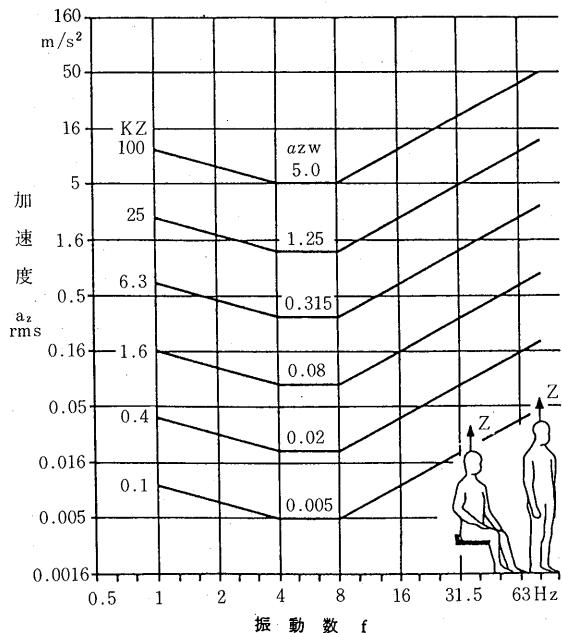


図-27 Z方向の振動に対する振動数で重み付けした曲線(椅坐位および立位)(ISO 2631)¹³⁾

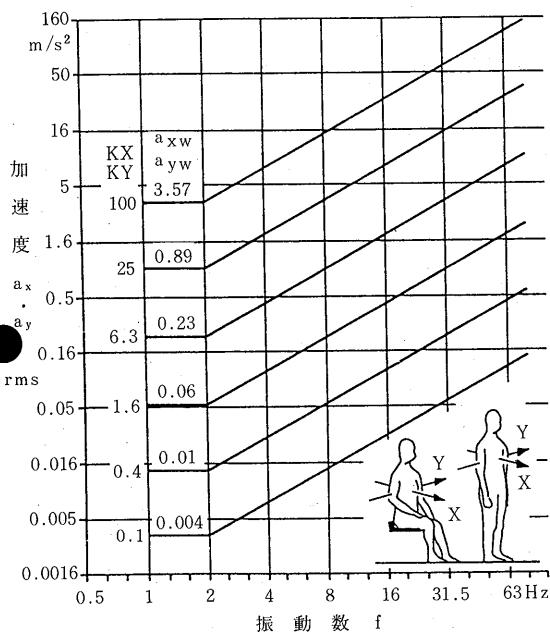


図-28 X, Y方向の振動に対する振動数で重み付けした曲線(椅坐位および立位)(ISO 2631)¹³⁾

これらの方針により振動による不快性を客観的に評価することができる。

しかしながら、ISO 2631は、基本的には一方向のみの振動刺激を対象に作成されたものであり、一方向以上

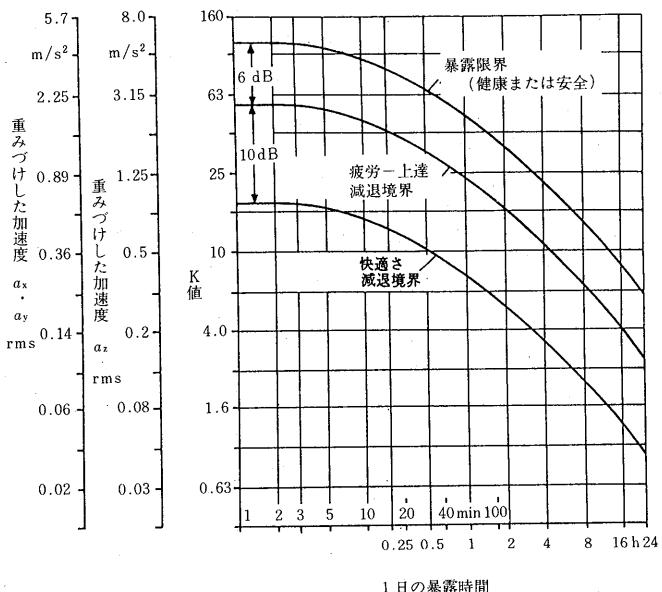


図-29 重み付けした加速度rmsによる1日の暴露時間の評価(ISO 2631)¹³⁾

の振動の同時的影響、暴露の休止の影響、単一衝撃と振動を含む著しい衝撃の影響等については十分な知見がなく、今後の研究が必要である。

4. 乗心地評価の人間工学

人間工学的な乗心地の概念を舗装の評価システムの中に取入れる方法として、図-30のような全体像を考える。

ひとつは、人体そのものをひとつの測定器と考え、舗装の供用性が乗心地の許容範囲にあるかどうかを評価する系であり、もうひとつは従来からの工学的な意味で舗装が機能を保っているかどうかを評価する系である。

ある。これに加え、わだち掘れ、クラック、すべり、段差等の路面状況によって道路利用者が受ける不安あるいは危険感を評価する系が考えられないでもないが、不安・危険感といった要素は従来の工学的な基準値の中で考慮されていると考えれば、評価システムとしては上記のふたつの系を考え、それぞれの系による評価値が一定の区間、たとえば舗装の修繕が通常行われる距離、において所定の基準値をどちらか一方の系で下

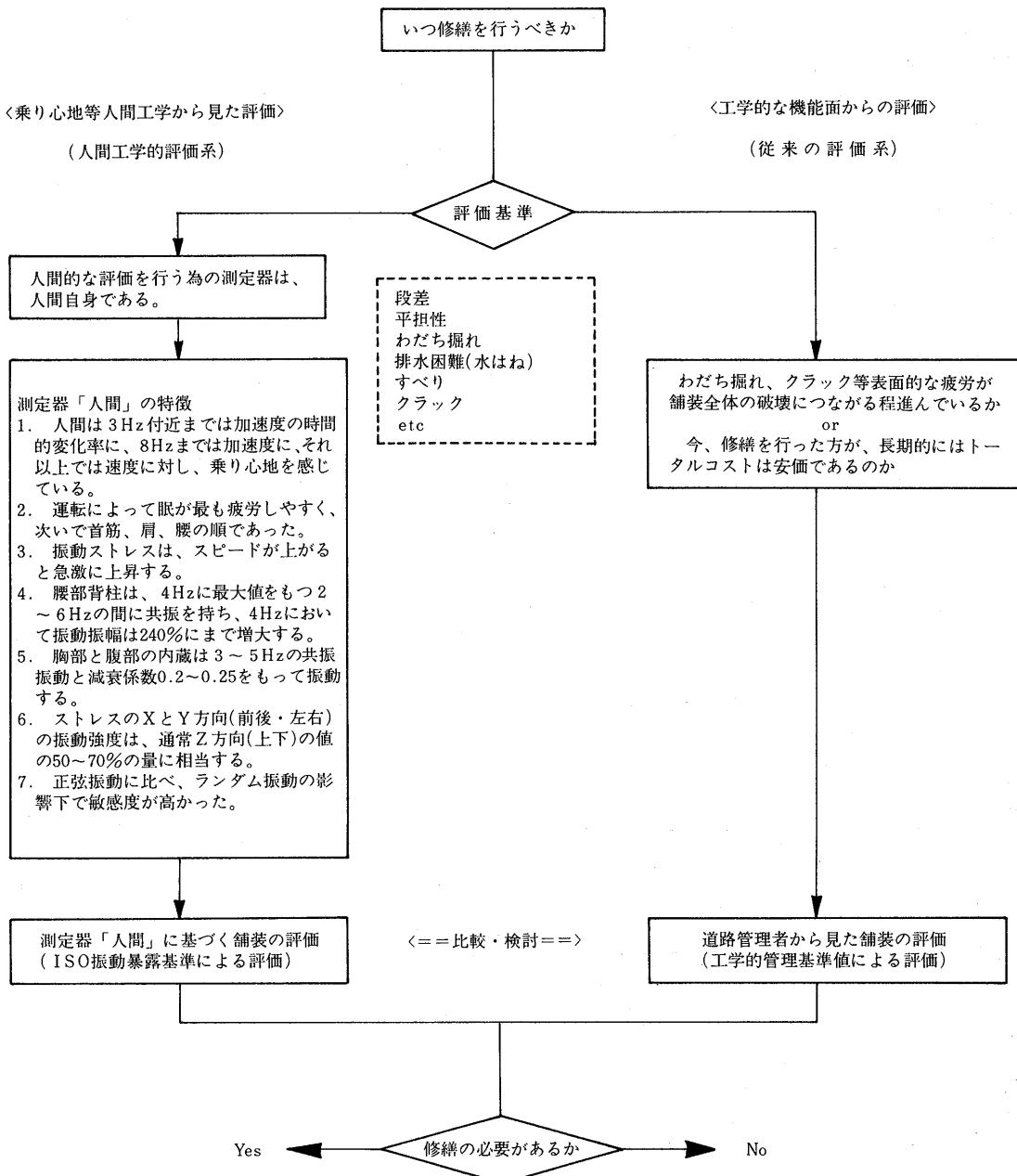


図-30 舗装評価システムの全体像

まわった時をもって、修繕時期と考えればよいと考える。

人間をひとつの測定器と考える評価系について、全身振動の生体反応と主観的な乗心地の評価の概念を、客観的なものとして乗心地評価システムの中に取込むためには、振動にさらされる車上の人間の環境条件を標準化し、同一条件で舗装を評価しなければならない。

こうした評価の手法として、車両の動的特性をモデル化し、道路の平坦性を波長と振幅にみなした外力に対する車両の応答を求め、これを車体の加速度に変換し、この加速度に曝された人体の生体反応を指標として、道路の乗心地を検討する方法が試みられている。

4.1 振動モデル

自動車の突起物乗り越し時に床面に加速度計を取り付けてボディ部の上下振動を計測すると図-31に示すような結果が得られる。これはボディ部の振動が2種類の振動の合成から成っていることを示しており、通常低い周波数の振動をバネ上の、高い周波数の振動をバネ下の自由振動と考える。車に乗った人体の上下方向の振動モデルを図-32のように考えれば、一般的な乗用車ではバネ上固有振動数が1.2~1.5Hz、前輪側バネ下固有振動数が10~17Hz、後輪側バネ下固有振動数が10~17Hz位となっている¹²⁾。このモデルを基に車の周波数特性を求める図-33のようになり、前述の人間の愁訴を訴える周波数（乗心地の善し悪しを強く感じる周波数）と一般的な走行時に生じる周波数帯が一致していることがわかる。

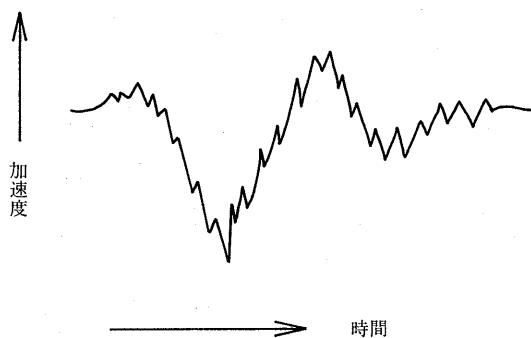


図-31 突起物乗り越し時の振動¹²⁾

4.2 周波数分析と振動暴露評価基準を用いた乗心地の評価

Meisterは図-34に示す評価基準を作成している。これは25名の被験者によって振動台上で評価されたものを6種類の領域に分けたものである。Janewayはこの図で、"はっきりと感ずるが不快ではない"という2の

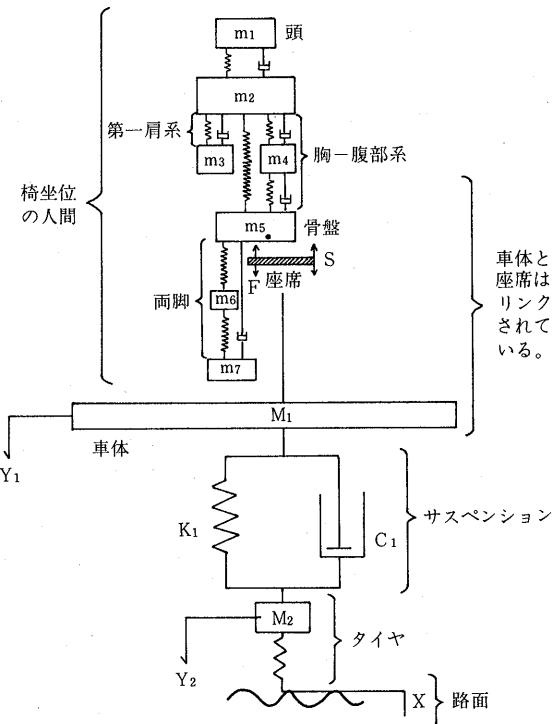


図-32 車に乗った人体の振動モデル

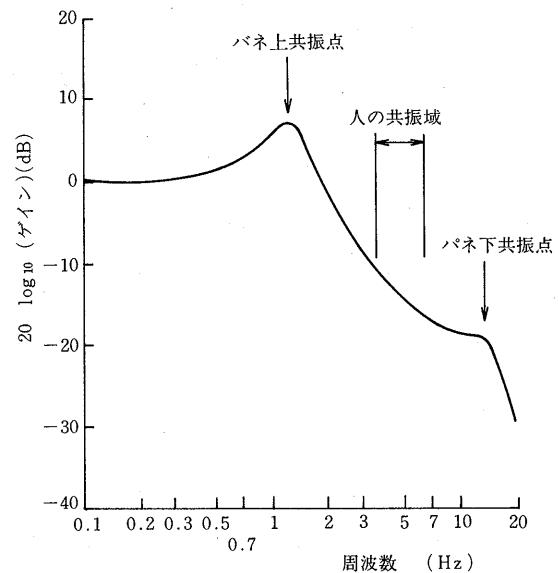


図-33 車と人体の周波数特性¹²⁾

領域と"やや不快と感ずる"という3の領域の境界を乗心地限界曲線として提案した。人間は3Hz付近までは振動台のジャーカ (Jerk; 加速度の時間的变化率)に対し、また8Hz付近までは加速度に対し、それ以上では速度に対して乗心地を感じている¹³⁾。

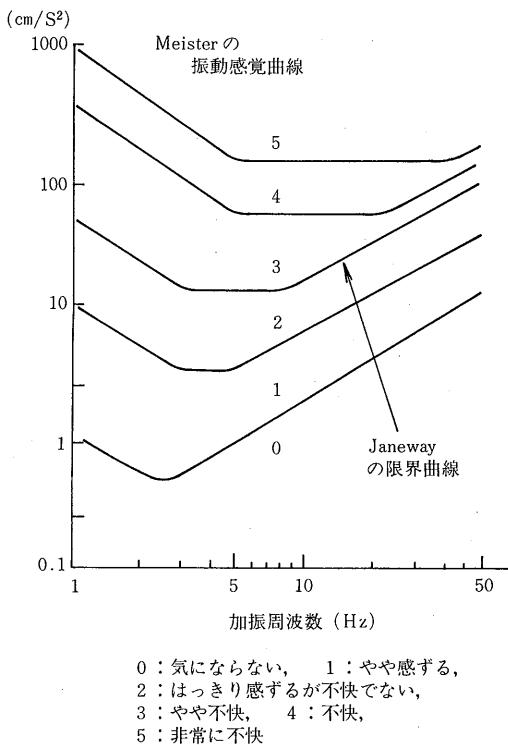


図-34 Meister の振動感覚曲線と Janeway の乗心地限界曲線¹²⁾

乗心地限界曲線について見ると、人間が最も乗心地を感じていると考えられる 4 ~ 6 Hz 付近は加振周波数（走行速度が上がれば路面の凹凸が同じであっても加振周波数は大きくなる）が変わっても乗心地限界は一定であり、乗心地の評価は加速度（上下振動の大きさ）によって変化している。

このことから、乗心地に影響する主たる要因は車両に生じた上下振動であり、この振動によって人体に加えられる加速度の量と質をもって、乗心地を評価することが妥当であると考えられる。また、このことは、同じ路面の凹凸量であっても、その道路が主に使われる速度によって乗心地の評価が変わってくることを意味している。

実際に車の走行に伴って生じたランダム振動を評価する方法には、平均値、絶対平均値、自乗平均値、rms 値、周波数分析、パワースペクトル、頻度分析等の方法がある。

ここでは、周波数ごとに生体反応の重み付けを行った ISO 2631 を用いた乗心地評価システムを考えるために、周波数分析と rms 値を用いた方法を説明する。

加速度計等によって測定された、時間的に変化するランダム振動は、コンピュータを用いて高速フーリエ変換され図-35 に示すように、1/3 オクターブあるいはそれ以下の多数の異なるフィルタによっておのおのの範囲の中にある成分だけが取り出され、直流に変換されて出力される。この出力値を縦軸に取って周波数ごとに表したもののが同図の右端の周波数スペクトルである。さらに個々の周波数スペクトルについて、各帯域中心周波数に対する rms 値に変換し、これを図-36 のように ISO の振動暴露評価基準図（同図は図-29 に示したものを、疲労-上達減退境界を暴露時間ごとに表したもので、共に ISO 2631 に規定されている）に重ね合わせる。これを周波数ごとに重み付けし、2乗和の平方根を単位距離について求めれば、これがその道路の乗心地を客観的に表す指標となると考えられる。

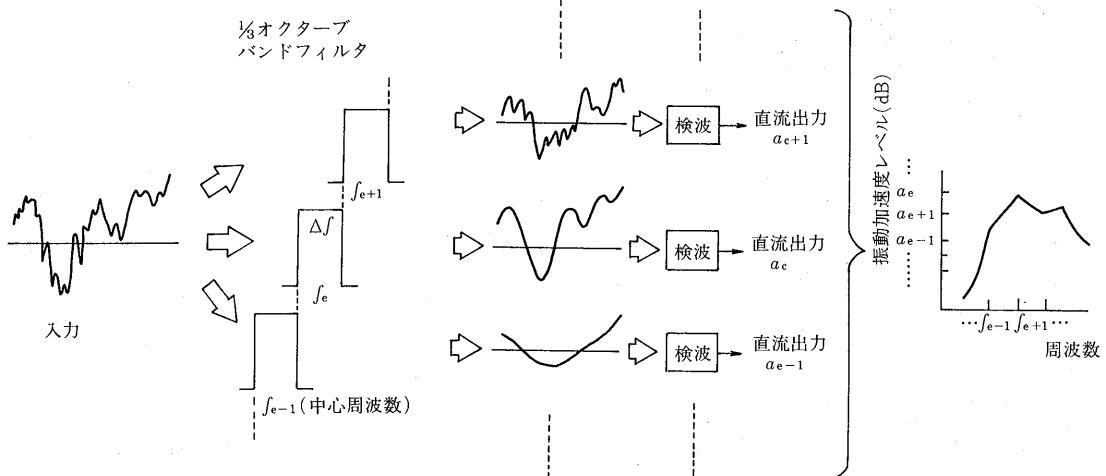


図-35 周波数分析の概念

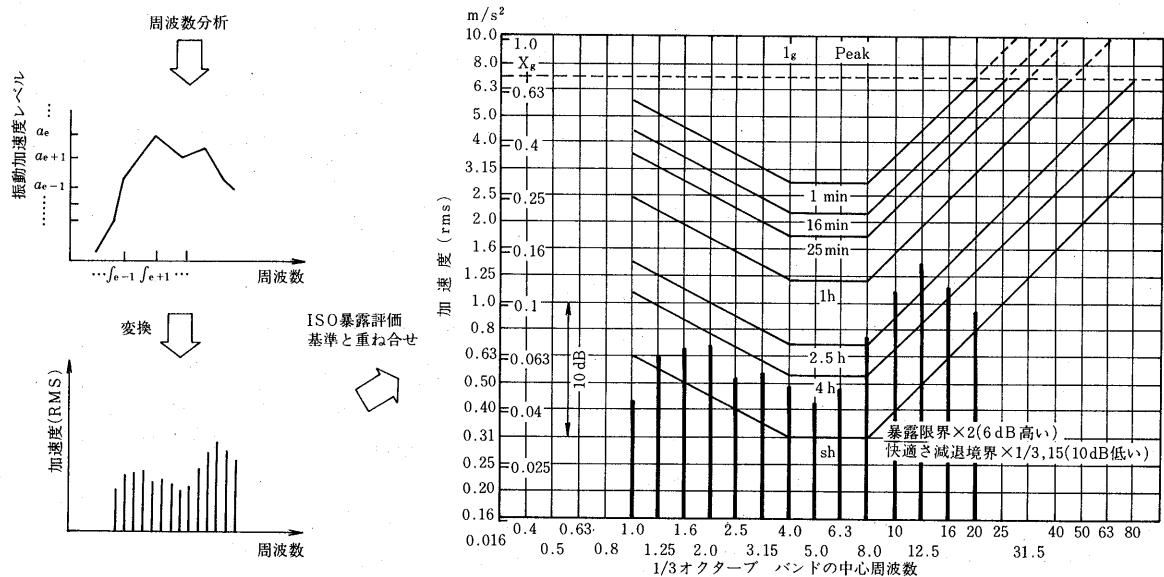


図-36 ISO 2631振動暴露評価基準を用いた乗心地の評価

同様な考えに基づくものに James の例がある¹⁴⁾。

rms 値(実効値) ; 振動レベルの 2 乗の時間平均値の平方根で表され、振動のエネルギーと関係し、振動の障害能力を表す。

$$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [X(t)] dt^2}$$

ここで $X(t)$; 振動加速度レベル

T ; 時間

この乗心地評価の指標を図-30に示したようなシステムの中で位置付けてやれば、人間工学的な要素を加味した舗装の評価システムが可能と思われる。

また、NASA (National Aeronautics and Space Administration) ; アメリカ航空宇宙局)では、図-37に示すように、この評価を縦断凹凸による垂直方向だけでなく、横方向、水平方向、回転、縦ゆれの個々の組み合わせ、及びこれを走行中の騒音とその組み合せの継続時間とから、車両走行時の乗心地を評価しようとする試みが行われている。NASA では、これら個々の不快を表す値の 2 乗和の平方根を求め、この合計された不快を表す代表値を、図-38に示すスケールによって最終的に評価する方法が取られている。図中の不快スケール 1.0 は、道路利用者の 50% が乗心地に不満を持つ状況に相当するものとし、"不快閾"と名付けられている¹⁵⁾。

このように、概念としての乗心地評価システムはある程度方向が見いだされているが、車種による振動伝

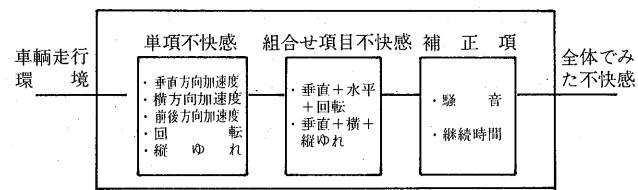


図-37 NASA の走行快適度モデルの概念¹⁵⁾

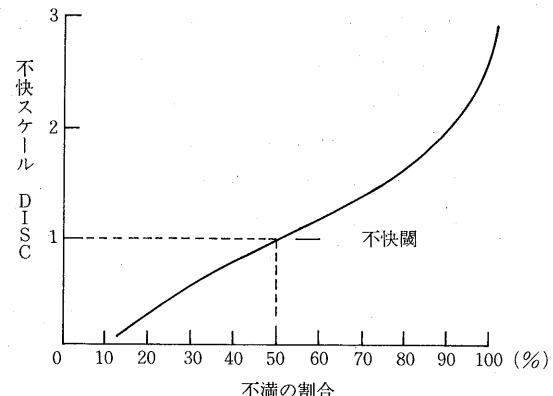


図-38 道路利用者の不満割合を閾値とした不快感¹⁵⁾

達の違いや、振動暴露の休止の影響等を含んでいない ISO 振動暴露評価基準の問題等、主観的な評価要素をシステムの中に客観的なものとして取り入れるに当たって、自動車一人間のどこに標準を置けばよいかについては不明であり、今後の研究が望まれる。

5. あとがき

今回の報告は、1950年代の Janeway や Zeller の研究

以来舗装の分野ではほとんど顧みられることのなかつた、舗装－自動車－人間の問題を扱ってみた。何分にも30年近くブランクのある内容のため、筆者の憶測を骨子に過去の文献からの引用の塊になってしまったことは自責の念に堪えない。死者に鞭打つことになるか、

あるいは蘇らせることになるか、過去、質より量であった道路整備が、1990年代には質を求められるものと考え、あえて紹介する次第である。

今回の原稿をまとめるに当り、多くの助言、ご指導を頂いた北海道大学姫野助教授に感謝の意を表します。

— 参考文献 —

- 1) 市原薰, 松浦義満, 金泉昭: 路面の凹凸と乗心地係数について (その1 ラフネスインデックスと乗心地), 土木技術資料, vol8, No.7, 1966, p23
- 2) 市原薰, 松浦義満, 金泉昭: 路面の凹凸と乗心地係数について (その2 各種路面の乗心地係数), 土木技術資料, vol8, No.8, 1966, p33
- 3) AASHO 道路試験, セメント協会, 昭和41年 (Appendix F "The Pavement Serviceability-Performance Concept", The AASHO Road Test, Report 5 Pavement Research 金谷重亮: 交通に対する舗装供用性－設計の成否概念, 高速道路と自動車, vol7, No.2, 1964, p45)
- 4) 達下文一, 阿部忠行: 重交通都市道路舗装の維持管理, 舗装, 昭和56年5月, p22
- 5) 道路維持修繕要綱, 日本道路協会, 昭和53年7月
- 6) 建設省道路局国道第一課, 建設省土木研究所: 舗装の維持修繕の計画に関する調査研究, 第33回建設省技術研究会報告, 1979, p99
- 7) 建設省道路局国道第一課, 建設省土木研究所: 舗装の維持修繕の計画に関する調査研究, 第34回建設省技術研究会報告, 1980, p241
- 8) 建設省道路局国道第一課, 建設省土木研究所: 舗装の維持修繕の計画に関する調査研究, 第35回建設省技術研究会報告, 1981, p187
- 9) 舗装の評価に関する研究 報告書(3), 高速道路調査会, 昭和63年2月
- 10) 青木光子: ドライバーの衛生学, 美津穂出版, 1975, p198
- 11) H.デュピイ, G.ツェレット著, 松本忠雄, 岡田晃他訳: 全身振動の生体反応, 名古屋大学出版会, 1989
- 12) 景山克三, 景山一郎共著: 自動車力学, 理工図書, 1985
- 13) International Standards Organization: Guide for evaluation of human exposure to whole-body vibration, 2nd edition, ISO2631, 1978
- 14) J.C.Wambold: Road Roughness Effects on Vehicle Dynamics, ASTM STP884, 1985, p179
- 15) M.G.Pottingen他: A Review of Tire/Pavement Interaction Noise and Vibration, ASTM STP929, 1986, p183



郡山に赴任して

岡崎 新太郎

建設省東北地方建設局
郡山国道工事事務所長

〈福島県内 2度目の勤務、part1〉

郡山に赴任したのは昭和63年11月。それから早2年以上たつ。昭和から平成への移り変りもこの郡山の地で味わうこととなった。

私しにとて福島県内の勤務は今回で2度目。前回は今を去るちょうど10年前、福島工事事務所に勤務した。両方合わせて4年以上福島県民ということになる。

2度目の勤務で特にうれしく感じたことがふたつある。ひとつは当時、福島工事事務所の調査係長として設計、計画等に携わった事業が、この10年間で着実に実施に移されているのを見近に見られることである。

4号福島南バイパス、舟場町交差点等、いろいろ検討したものが現在一部完成し、地域の方々等に活用され、大いに効果を發揮している。特に、121号土湯道路については、一昨年9月の開通式に出席することができた。本道路については、当時、事業化に向けてルート、構造の決定や、環境庁、林野庁との調整が大変だったので、現在、山並にすばらしいハイウェイが築かれ、冬期積雪時も24時間交通が確保されているのを見ると非常に感慨深い。仕事それぞれ達成した時の喜びには大きなものがあると思うが、建設事業は規模や社会的インパクト等がとりわけ大きいので、完成した時それに携わった人々は非常に大きな感激に浸れるのではないかと思う。これから社会人になるような若い方々に対しても、こういった感激を語って行きたいと思っている。

ふたつ目は、当時お世話になった地元の方々、特に福島県庁の職員に再び会え、また、一緒に仕事ができることである。お酒を飲んでも昔の話にすぐ花が咲くし、気心も多少なりともわかりあっている。今後とも地域発展のため議論を活発に行っていきたいと思っている。

〈福島県内 2度目の勤務、part2〉

次に社会の変化について、特に感じたことがこれも

ふたつある。それは県内における急速な高速交通体系整備の進展と、各市町村における地域の活性化、村おこし運動の活発化である。

初めに高速交通体系整備について述べると、まず、10年前は東北新幹線がなかった。確か1時間毎に上野、仙台間に特急が走っていたが、ひどい混雑様で、また、時間も今の倍かかっていた。現在、上野・郡山間はわずか1時間20分、特急列車の本数も3倍増である。また、福島県は首都圏に近いため、今まで空港建設がされなかつたが、平成5年3月には福島空港開港の運びである。北海道並びに中部以西との連絡が飛躍的に良くなるであろう。

10年前、高速交通施設として整備されていたのは東北縦貫道のみであったが、各インター周辺にはどっと工場等が進出しており、高速道路整備のインパクトの大きさに感じ入ったものである。その高速道路も、縦貫道に加え、常磐道がいわき市まで昭和63年に開通し、さらに、四倉まで整備計画区间間に組み入れられた。また、磐越道はすでに全線整備計画区间間に組み入れられており、昨年、郡山、磐梯熱海間が開通した。さらに平成4年には会津坂下まで延伸される予定である。やや大げさな言い方をすれば、県内の高速交通体系整備の進展は、10年前とは隔世の感があると言えよう。まさしく当地域は南東北であると同じに北関東でもあるといった感じが一層強くなつて来た。

第2に高速交通体系整備とも関係するが、市町村における地域活性化運動の活発化である。

福島県は全体的に見れば人口は順調な増加傾向にある。しかし県土が大変広いため（北海道、岩手県に次いで3番目。東京、埼玉、千葉、神奈川の1都3県を合わせたよりやや広い）、地域間の格差も大きい。紙面の都合上、県全体の詳細な説明は省かせて頂くが、当郡山国道工事事務所管内（中通り地方の南半分と会津地方）について大雑把に言えば、中通り地方の4号線沿いは人口増加及び経済発展が著しい。会津地方につ

いっては、会津若松市以北は人口はさげ止まってほぼ一定の状態であるが、南会津はいぜん人口減少が著しい。しかし、管内いずれの地域も市町村における地域活性化の動きは活発である。まず、人口、経済の伸びとも著しい中通り地方について言えば、4号沿線の各市町村は全て、工場、住宅団地の建設に力を入れているが、共に完成を待たず完売となるケースが多いようである。住宅団地の買い手はその相当の割合が首都圏に暮す人々のことである。時おり新幹線ホーム等で、夫が家族をこちらに残し東京に単身赴任しているとも思える風景に出食わす。これらの市町村は文化、スポーツ施設等の整備や、住民の文化、サークル活動に対する支援等、住民が暮しやすいよう種々工夫を行っている。

一方、人口減少の著しい南会津においてもリゾート開発で村おこしをと、地域活性化の動きは活発である。ある村長さん云く、「昔と違い、民間活力等を活用して村おこしができないと住民に突き上げられる世の中になつた。村長も大変だ。」そうである。リゾート開発で最近できたあるスキー場では、シーズン中、村人の数倍のスキーパークが訪れ、村民だけでは対応し切れなくなり、東京の人材派遣会社に人を回してもらっているとのことである。しかし、リゾート開発全てがうまくいってはいないようだ。ある首長さん云く、「中央民間企業と第三セクターを組んでも、我々市町村は人材、資金、ノウハウ等の面でとても企業に亘していけない。企業側に圧倒的にリードされてしまい、なかなか地元の思惑どおりにならない」。その他、我々の立場から言わせて頂くと、これらリゾート開発には高級過ぎるもののが多過ぎるように感じる。高級なものも必要ではあ

るが、県内に住む我々が使い易い施設をもっと造ってもらいたい。南会津のリゾート開発も一般国道400号尾頭トンネル開通が大きく影響しており、中通り地方と同様、やはり道路整備によるところが多い。いずれにせよ、福島県の各市町村は首都圏から近いという利点を生かし、活発に村おこしを行っている。

〈郡山のこと〉

私は福島県2度目であるが、妻子は初めてである。そういうこともあって休日、県内を中心にあちらこちら家族で歩く。そこでおもしろい事に気が付いた、というより再確認した。それは、極端に言えば郡山だけ江戸時代以前の歴史が無いことである。白河市、須賀川市、二本松市、三春町、会津若松市等々、郡山周辺の市町村にはそれぞれ豊富な近世以前の史跡があるが、郡山市だけそれがスッパリと抜けている。そう、郡山市は明治以後大きく発展した都市なのである。近世以前に城下町や商業都市であった都市、或は、明治以後県庁が置かれた都市以外で、これまでに発展した都市は日本では極めてまれとのことである。現在、郡山の人口は31万人を超えさらに増加の一途であるが、その歴史を簡単にひも解けば以下のとおりである。

近世、奥州街道の宿場町だった郡山は「安積三万石」と言われながらも水利の便が極めて乏しく、荒野のまま放置されていた。明治の初め、福島県と郡山の富商が興した開成社は、当時、周辺部落の入合地であった開成山地域の開拓に熱心に取り組み、灌漑池や道路の整備を進めた。また、県内外から自力開墾者として移

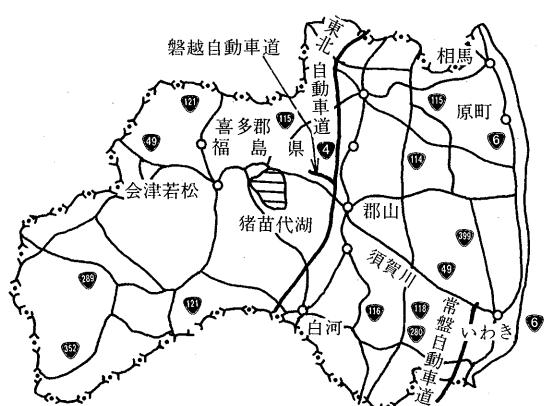


図-1 福島県道路網図

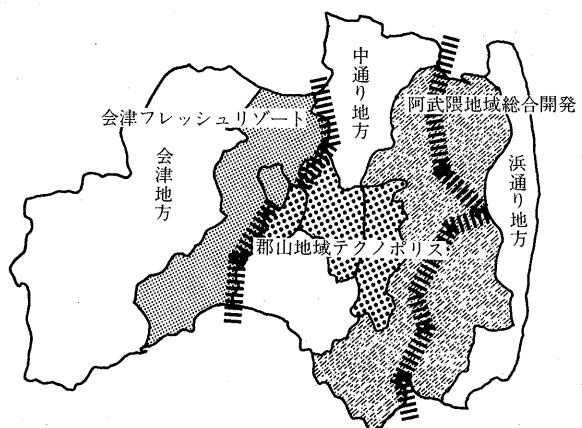


図-2 福島県の開発計画

ってきた人々の努力もあって、かつてのこの不毛の地は次第に姿を変え、明治9年には桑野村が誕生した。

この開拓の成功が時の政府を動かし、猪苗代湖から水を引き、広大な安積平野を灌漑するという安積疏水事業が、明治政府の第一号国営事業として明治12年にスタートした。疏水事業によって水利の便が開かれることが約束されると、職を失った旧武士が士族授産の政策のもとに全国から移住して来た。また、安積疏水は農業用水はもとより、猪苗代湖と安積平野に約300mの高低差があるため水力発電にも利用され、郡山には絹糸、紡績、機械、化学工業、窯業、木材業などが発達し、大小の工場が相次いで建ち並ぶこととなった。

明治20年に東北本線上野・郡山間が開通し、次いで磐越西線、東線、水郡線が次々と敷設され、郡山は鉄道交通の要衝ともなり、物資の集積地としても栄え、商業も著しく発達した。

昭和の時代に入り、戦時体制への突入とともに軍需産業の隆盛が見られたが、昭和20年4月の大空襲により壊滅的打撃を受け終戦を迎えた。しかしながら市民の開拓者精神は郡山を戦後いち早く立ち上がらせた。昭和39年に新産業都市の指定を受け、40年には安積郡の町村と田村郡3町村と合体合併し、全国有数の広域都市となった。

昭和61年には郡山市を中心に2市2町1村を圏域とする郡山地域テクノポリスが国から承認され、昭和63年には同市を含む8市町村を区域とする会津フレッセリゾートが地域承認を受け、郡山市は現在福島県の経済県都としてますます発展の度合を深めている。

以上が郡山市の略歴であるが、郡山は新興都市らしくかなり活気がある。ある人によれば「現在活躍している人で元々の郡山出身者は非常に少ない。周辺町村より一旗揚げようとして出てきた人が多い。」のことである。そういえば歴代市長は皆他地域出身の方々である。しかし、ここで私しなりに少々難点を言わせて頂ければ、市全体としてのまとまりに少々欠けているのではないかと思う。皆それぞれ自分の思う方向に勢いよく進まれているが、もう少し市全体の立場に立て大同団結し、そのエネルギーをアメニティーに富む街づくりのため結集できたら良いと思う。また、ひとりひとりが郡山をビジネスの場としてだけ考えるのでなく生活環境の場としても考え、街にもっとゆとりとおおいを持たせていこうと思えば、いい街になって

いくのではないか。この点、現市長さんは大変力を入れており、頑張られているように思う。県内でよく言われていることであるが「仕事は郡山市で、リタイア後は福島市で」。「仕事もリタイア後も郡山で」と思えるようになれば最高であろう。

〈道路づくりについて〉

当事務所は一般国道4号、49号の改築管理、121号大崎道路の権限代行改築事業を担当している。都市部から山岳部に至るまで、事業は多種多様に及んでいる。

道路事業の実施に当って考慮しなければならないことは非常に多岐に渡るが、以下、自分なりに特に留意していることを3点ばかり述べる。

(1) 地域活性化への寄与

限られた予算の範囲で地域づくり、都市づくりに如何に効果的に寄与するか。この問題を考えるとき、わかりきったことかも知れないが、やはり地域の声を良く聞くこと、及び、道路はネットワークとして機能するので、国、県、市、それぞれの道路管理者間で事業展開についてよく調整を図ることではないかと思う。

郡山市と周辺の市町村を圏域とするパーソントリップ調査が昭和61年度から63年度まで3箇年かけて行われた。そこでは圏域の今後の発展動向を踏まえ、将来の交通予測が行われ、それに対する長期的な交通施設計画が検討されている。そして現在求められているのは、この調査結果を如何に実際の事業に移して行くかということである。このような観点から一昨年、県、市と相談して郡山都市圏道路網勉強会を組織した。メンバーは国、県、市の道路部局及び市の都市開発部局であり、局の道路調査官に座長をお願いしている。勉強会では、まず、今後の都市整備の考え方について市から説明を受け、それに対し道路管理者側からその立場に立っての意見を述べ、町づくりについての議論を行うとともに、各道路事業の進め方について意見交換を行っている。年に数回実施している。各道路管理者にはそれぞれ予算の制限や、より広域的な事業展開の観点もあり、議論を行うに当ってなかなかむずかしい面もあるが、この会で何かきちんと結論を出しそれをオーネライズするというよりも、まず自由に意見を述べ合おうということで活発に議論を行っている。

ゆくゆくは、郡山のみならず他の地域でもこういった勉強会を設けたいと思っている。

（2）景観、デザイン面の配慮

現在、道路は単に機能面のみならず、景観やうるおい、親しみといったものも求められている。建設施設は規模が大きく、従って地域のシンボル的存在となることが多い。このような観点から周辺景観との調和に配慮しつつ、特に橋梁、トンネル等の大型構造物にデザインを施している。現在、橋梁壁高欄にモザイク画をはめ込んだり、トンネル坑口に地域の花を模したデザイン等を施したりしているが、ここでは一例として、昨年11月に開通した一般国道49号宮古橋の景観整備を紹介する。

宮古橋は会津地方最大の河川である阿賀川（下流の新潟県に入ると阿賀野川と呼ばれる）に架かる延長約320mの橋梁であるが、いずれ取り壊しの運命にある旧橋は地域のシンボルとして人々に非常に愛着が持たれていた。地域の方々はこの橋を見ると「ああ、故郷に帰って来た」と思うようである。そこで、新橋建設に当っては、単なる車の通行のための施設としてではなく、生活の中のステージとなる橋づくりを目指して、地域の人々が磐梯山をはじめとする山々や田園風景や阿賀川の眺望を楽しめるように、また、会津地方の自然、文化、風土等を再確認できるように、そして道路利用者も休憩を取れるような施設づくりを目指した。具体的には、まず親柱には「磐梯山と会津丘陵に囲まれた会津盆地に稲が咲く」をイメージし、磐梯山を模した親柱に地域特産の稲のレリーフをはめ込んだ。高欄には地域の町村木である「桜」と「いちょう」のレリーフと、地域の物産品である「身知らず柿」と「鮎」のレリーフを配した。また、本橋梁はその前後に旧道敷がありかなりまとまった面積が利用できることから、そこにミニパークを設けた。テーマを「会津地方の自然と生活」とし、「みち」を散策しながら市町村の樹木及び自然、歴史、文化を知ることができるようとともに、磐梯山の勇姿や阿賀川の風景を楽しめるようにした。将来的にはパークの一画に道路情報を提供する施設の設置を考えている。

（3）人にやさしい道づくり

郡山に来て、よく積雪地帯からバスベイ設置の要望が出されるのに気が付いた。交通円滑化がその主目的ではあるが、それに加えバスを待つ人に水はねがかかるないようにとの理由も大きい。路面がシャーベット

状態にある時、路肩や狭い歩道でバスを待つ人は水はねで大変だそうである。小学生がびしょびしょにぬれて帰宅するという話もよく聞く。道路の改築や管理に当り、自動車や歩行者に対してもできるだけ安全で快適であるよう、十分気をつかっていきたい。

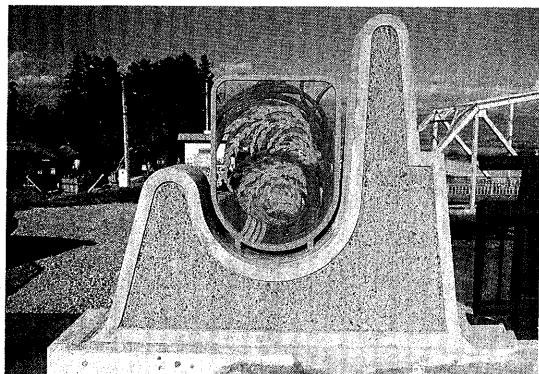


写真-1 親柱



写真-2 高欄レリーフ「身知らず柿」

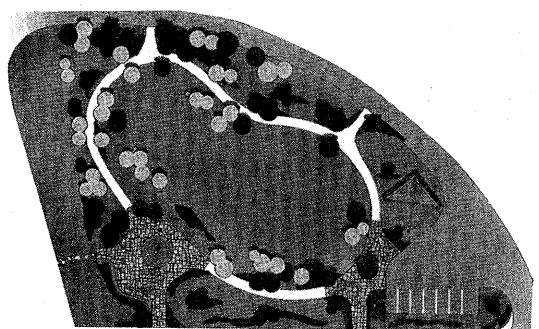


写真-3 ミニパーク

路面評価

アスファルト舗装の維持修繕を行うために路面の性状を機能的な面と構造的な面で評価することを路面評価といふ。

路面性状のうちひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸、すべり抵抗等機能的な性状は個々の指標を基に維持修繕の管理水準の判定や維持修繕工法選択のための判定が表-1や図-1のように定量化されていることから、維持修繕の位置づけはそれらの値を直接使用することが可能である。しかし、実際の損傷は、縦断凹凸のある路面にひびわれが発生するように複合的な損傷度の評判や、わだち掘れ25mmとひびわれ20%の区間のどちらが優先順位が高いかなどの優劣を判断する必要があるため、舗装の供用性を総合的に表わす指標を定めることが研究された。その結果、道路維持修繕要綱におけるPSI、建設省のMCI、日本道路公団のMI、東京都のCRD等の指標が適用されている。特に一般国道の維持修繕計画の策定に用いられているMCIは、技術者の総合判断とともに路面の供用性を10点法で採用し、こ

れと客観的に測定されるひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸の各測定値の重回帰式として求められたもので次式で示される。

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.8}$$

ここに、MCIは次の3要素より求めた標準指標でCはひびわれ率(%)、Dはわだち掘れ(mm)、 σ は縦断凹凸(mm)で表わす。

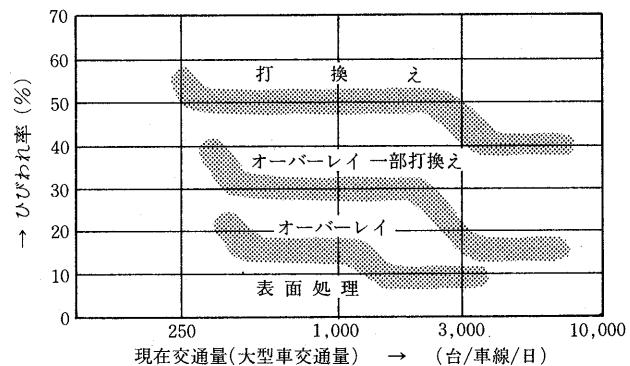


図-1 ひびわれ率、現在交通量と維持修繕工法の関係 (日本道路協会)

表-1 維持修繕の管理水準 (日本道路協会)

項目 道路の種類	わだち 掘れお よびラ ベリン グ (mm)	段差 (mm)		すべり 摩擦係数	縦断方向の凸凹 (mm)	ひびわ れ率 (%)	ポット ホール 径 (cm)
		橋	管渠				
自動車専用道路	25	20	30	0.25	8mプロファイル 90(PrI) 3mプロファイル 3.5(σ)	20	20
交通量の多い一般道路	30~40	30	40	0.25	3mプロファイル 4.0~5.0(σ)	30~40	20
交通量の少ない一般道路	40	30	—	—	—	40~50	20

(注1) 段差は自動車専用道路の場合は15mの水系、一般道路の場合は10mの水系で測定する。

(注2) すべり摩擦係数は、自動車専用道路の場合は80km/h、一般道路の場合は60km/hで、路面を湿潤状態にして測定する。

(注3) PrIは、プロファイルメータで記録した凸凹の波の中央に±3mmの帯を設け、この帯の外にはみだす部分の波の高さの総和を測定距離で除した値である。

(注4) 走行速度の高い道路ではここに示す値よりも高い水準に目標値を定めるとよい。

次いで、舗装の構造的な診断を行うことによって舗装の疲労度合、破損のレベルを評価し、維持修繕のための工法なり時期を判定するために構造評価を行う。

舗装の構造的な評価のためには表-2に示すような計測手法を用いて測定される路面のたわみ量が用いられる。このたわみ量の大きさにより、構造の健全度を直接的に評価したり、また弾性理論適用により、舗装各層の弾性係数、応力、ひずみを計算し、舗装構造の検討を行なうようにしている(図-2参照)。

(小島逸平 熊谷道路(株)技術研究所)

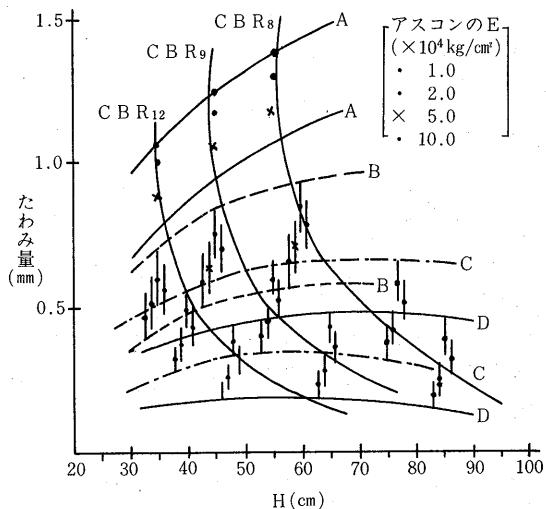


図-2 BISAR解析によるたわみ量の評価

表 2 測定装置の概要(井上 正ほか)

荷重条件	たわみ量測定装置(開発国)	荷重条件別の測定装置概要
静的荷重	ベルケンマンビーム (米国)	荷重下のビーム先端の動きを手元のゲージで読み、ビーム支持点と先端、ゲージまでの長さの比で、ビーム先端の沈下量を求める。
低速移動荷重	デフレクトグラフ(ラクロア)(フランス) トラベリングデフレクトメータ(米国)	車体に取りつけられたたわみ測定装置先端が後輪(デュアルタイヤ)の間に入り、荷重下のたわみ量を測定できるようになっている。
振動荷重	ロードレーダ ダイナフレクト サンバー (米国)	静荷重を上下運動もしくは円運動することで慣性力を発生させ、載荷輪を通して舗装に伝える。センサーで検出した振動速度をたわみ量に変換する。ロードレーダ、ダイナフレクトはトレーラ型で牽引される。これに対してサンバーは大型のバン内部にたわみ測定装置がとりつけてある。
衝撃荷重	フォーリング・ウェイト・デフレクトメータ(FWDと略す)(オランダ)	重りを落下させることで路面に衝撃を与えて路面のたわみ量を計る。

用語の解説

混合物のスチフネス

アスファルト混合物のスチフネス S_m は、次の3つのファクターによって決定される。

- ・含有されているアスファルトのスチフネス S_b (N/m^2)ただし $S_b > 5 \times 10^6 N/m^2$ であること。
- ・混合物中のアスファルトの容積 $V_b \%^{vol}$
- ・混合物中の全骨材の容積 $V_g \%^{vol}$

このなかで V_b や V_g の供用温度域における変化は無視できるほど小さいので、 V_b や V_g は混合物の種類によって一定であると考えてよい。したがってあるアスファルト混合物のスチフネスは含有されているアスファルトのスチフネスによって決定されるといえる。この関

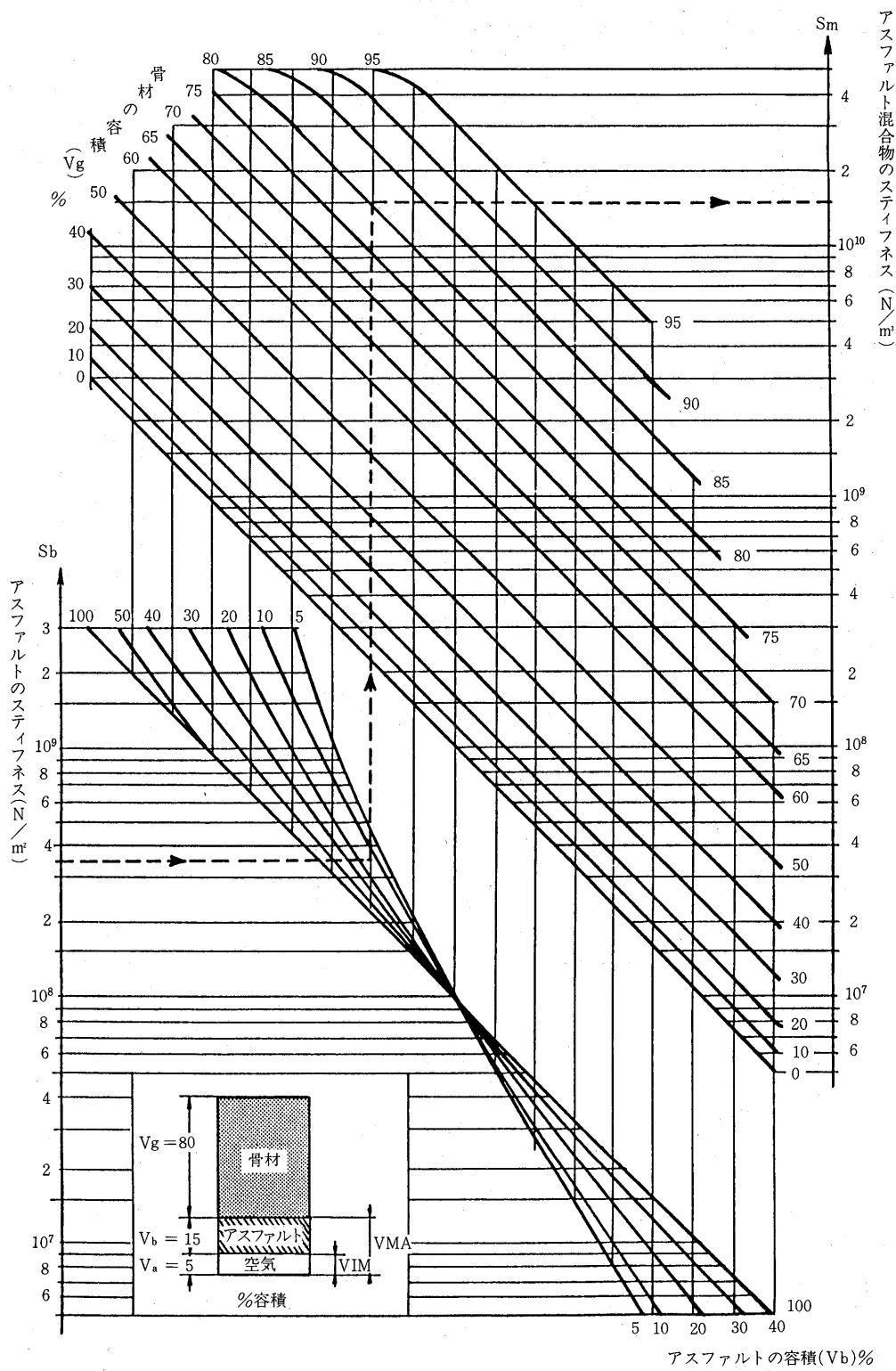
係をノモグラフにしたもののが発表されており、これを別図(和訳)に示す。

いま $V_b = 15\%$, $V_g = 80\%$ のアスファルト混合物で、その中のアスファルトのスチフネスが $S_b = 3.5 \times 10^8 N/m^2$ であった場合、ノモグラフを点線のようにたどることによりアスファルト混合物のスチフネスを $S_m = 1.5 \times 10^{10} N/m^2$ と求めることができる。

(高橋正明 潤青化学(株)中央研究所)

参考文献

F. Bonnaure et al, A new Method of Predicting the Stiffness of Asphalt Paving Mixtures, AAPT, 36, p91 (1977)



アスファルト混合物のスチフネスを求めるノモグラフ
(Bonnaure et al, 1977)

総目次 第163号～第166号（平成2年度）

アスファルトの研究〔品質・規格・試験など〕

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
〈資料〉平成元年度市販アスファルトの性状調査	技術委員会	165	56～59	平成2.10（1990）

アスファルト需給・統計関係の解析

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		164	94	平成2.7（1990）
(統計資料：石油アスファルト需給統計その1（総括表），同その2（内需、品種別表）毎号巻末に掲載)				

道路舗装・舗装用アスファルト

表題	執筆者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
特集・舗装技術に関する雑感・官公庁における舗装の研究活動 特集にあたって 舗装とのしがらみ 舗装行脚と先達・畏友 舗装雑感 私の舗装経歴 舗装は“道路の顔” 技術分業 アスファルト舗装思いつくまま 理想と現実の狭間で 「この道、28年」 現勢傍観 寒冷地の舗装タイプ 記憶を頼りの放言 プラント、今昔 首都高速道路公团における舗装の研究活動 都市街路における舗装研究～振動そして陥没～ アスファルトに伴う私の回想 アスファルトとの付き合い 行政と研究 都市道路に携わりながら 私と舗装 三十年 私の舗装遍歴 快適な空の旅をめざして 舗装雑感 私の体験的舗装考 アスファルト舗装の調査研究 舗装との出会い	姫野 阿部 飯島 田中 野田 井伊 伊内 金久 熊河 小川 近佐 竹達 田戸 野八 福藤 松峰	163	1 2～4 5～6 7～8 9～11 12～13 14 15～16 17～18 19～20 21～22 23～24 25～26 27 28 29～30 31～32 33～34 35～36 37～38 39～40 41 42～44 45～46 47～48 49～50 51～52 53～54	平成2.4（1990）
特集・舗装技術へのエレクトロニクスの応用 特集にあたって 舗装技術とパソコン 東京都における舗装維持補修計画支援のシステム化について 施工管理とエレクトロニクス 室内試験とエレクトロニクス プラントとエレクトロニクス 施工機械とエレクトロニクス 舗装の評価とエレクトロニクス～主として路面性状測定について～	安崎 姫野 賢治 下文 増古 吉高 柴崎	164	2 3～19 20～24 25～28 29～36 37～43 44～48 49～54	平成2.7（1990）

道路舗装・舗装用アスファルト

表題	執筆者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
特集・機能性舗装 特集にあたって 排水性舗装の車道への適用 低騒音舗装 透水性舗装の河川への対応 凍結抑制舗装について 歩きやすい舗装 磁性体の誘導機能性舗装への適用 外部空間のデザイン手法と舗装材について 舗道にて	飯島 尚裕 安崎 一文 達喜 鈴木良雄 小林喜一・鈴木良雄 川村和幸・二ノ宮秀彦 岩井立雄 坂口陸男・谷本誠一 山内文雄 石田勝大 田中輝栄	165	1 2~4 5~7 8~10 11~16 17~22 23~31 32~34 35~36	平成2.10(1990)
特集・舗装技術に関する雑感・民間における舗装の研究活動 特集にあたって アスファルトと付合って 私のアスファルト履歴 黒もの研究の遍歴 ステップバイステップ 私のアスファルト30年 白と黒の狭間で 舗装遍歴雑感 アスファルトとの出会いから舗装の研究へ 舗装と生産技術 振り向けばそこに…… 舗装との係わり、人と出会い 舗装雑感 随想 私とアスファルト アスファルト舗装雑感 舗装と私 過去・現在・未来 舗装と私 舗装研究雑感 永遠の課題・供用性評価 舗装研究への夢を語ろう アスファルトの特性の実感 舗装技術における複合化について そしてこれから 転身(化学から土木へ) 若造のたわ言 舗装技術の魅力とPR 私の専門は? 私のスライドアルバム 一技術者と品質管理 舗装技術ひとつじ 研究雑感 舗装文献との戦い	河野 野井 木島 荒井 荒飯 井井 加加 北久 高古 小金 白陶 田谷 丹千 南野 野野 羽原 原藤 藤蔵 増松 松山 山之 吉吉	166	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34	平成3.1(1991)
報文・東北地方における表層混合物の選定について	小原務・相場仁哉	163	55~60	平成2.4(1990)
報文・中国の舗装用アスファルト	沈金安	163	61~66	平成2.4(1990)

アスファルト舗装技術研究グループ・研究報告

表 題	執 筆 者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
アスファルト舗装工学を目指して(1) アスファルトの組成分析 ブレンドによるアスファルトの製造 アスファルトの劣化	姫野 賢治 谷口 豊明・伊藤達也 久下 晴巳 谷口 豊明・伊藤達也	164	54 55~60 61~66 67~82	平成 2.7 (1990)
アスファルト舗装工学を目指して(2) 交通荷重の測定とその利用	姫野 賢治 峰岸順一・金井利浩 村山雅人	165	37 38~48	平成 2.10 (1990)
アスファルト舗装工学を目指して(3) 各国のオーバーレイ設計法	姫野 賢治 藤田 仁・小林孝行 増山幸衛・泉秀俊 富田弘樹・吉村啓之	166	35 36~59	平成 3.1 (1991)

講座・連載シリーズ

表 題	執 筆 者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
工事各務所長シリーズ 千葉の時代 時代への対応に感じるこのごろ	加島 裕夫	163	67~69	平成 2.4 (1990)
雑感～奈良のこと、道のこと～	菊川 滋	164	83~85	平成 2.7 (1990)
建設事業のイメージアップと酒田工事事務所の3大スローガン	西川 和廣	165	49~51	平成 2.10 (1990)
越前の峠道	中村 俊行	166	60~63	平成 3.1 (1991)

用語の解説

表 題	執 筆 者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
フィラー 4大組成分 (Four Main Fractions)		163	70 71~72	平成 2.4 (1990)
舗装データバンク アスファルト・スリップレイヤー (Bitumen Slip Layer) スチフネス・ノモグラフ (Stiffness Nomograph)	小島 逸平 (舗装関係)	164	86~88 89~91	平成 2.7 (1990)
排水性舗装 アスファルトルーフィング	高橋 正明 (石油アスファルト関係)	165	52~53 54~55	平成 2.10 (1990)
コンクリートの配合 引張／圧縮／曲げ試験 (アスファルト混合物の)		166	64~66 67~69	平成 3.1 (1991)

その他一般【協会事業活動・時事解説・随想など】

表 題	執 筆 者	号数	ページ P~P	発行年月(西暦)
総目次 第 159号～第 162号 (平成元年度)	編集委員会	163	74~76	平成 2.4 (1990)
会長就任のご挨拶	高島 陽一	164	1	平成 2.7 (1990)

平成 2 年度に発行された本協会出版物

書名 概要	発行年月(西暦)
毎年(月)改訂している定期刊行物 I. アスファルト・ポケットブック (ポケットブック版・本文72ページ) II. 日本のアスファルト事情 (A5版・本文48ページ) III. 石油アスファルト統計月報 (B5版・〃 16ページ)	毎年 8月発行 毎年 11月発行 毎月 1日発行

<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	内 需 量				対 前 年 度 比				
	ストレート・アスファルト		燃 焼 用 アスフ アルト	ブ ロ ン アスフ アルト	合 計	ストレート・アスファルト		燃 焼 用 アスフ アルト	ブ ロ ン アスフ アルト
	道 路 用	工 業 用				道 路 用	工 業 用		
53年 度	4,639	264	4,903	—	314	5,217	109.4	112.3	109.5
54年 度	4,617	177	4,794	—	343	5,137	99.5	67.0	97.8
55年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.7	103.4	92.1
56年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0
57年 度	3,943	185	4,128	187	260	4,575	96.6	91.6	96.4
58年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	95.7	100.0
59年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8
60年度上期	1,766	72	1,838	389	112	2,339	92.2	91.1	92.2
60年度下期	1,973	67	2,040	522	134	2,696	94.7	80.7	94.1
60年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.9
61年度下期	2,155	175	2,330	673	125	3,128	109.2	261.2	114.2
61年 度	3,980	241	4,221	1,238	237	5,696	106.4	173.4	108.8
62年度上期	1,949	98	2,047	520	114	2,681	106.8	148.5	108.2
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.9	149.1	110.1
62年 度	4,253	359	4,612	995	255	5,862	106.9	149.0	109.3
63年度上期	1,987	166	2,153	464	117	2,734	101.9	169.4	105.2
63年度下期	2,319	255	2,574	504	141	3,219	100.7	98.1	100.4
63年 度	4,306	421	4,727	968	258	5,953	101.2	117.3	102.5
7~9月	1,070	127	1,197	231	59	1,487	104.0	162.8	108.1
元年度上期	2,043	151	2,194	424	115	2,733	102.8	91.0	101.9
10月	420	11	431	85	25	541	104.5	15.5	91.1
11月	427	78	505	83	24	612	98.8	269.0	109.5
12月	440	63	503	87	24	614	100.2	233.3	107.9
10~12月	1,287	152	1,439	255	73	1,767	101.0	120.6	102.8
2. 1月	189	59	248	84	20	352	106.8	113.5	108.8
2月	266	51	317	78	21	416	99.6	78.5	95.5
3月	575	33	608	93	23	724	95.7	253.8	99.0
1~3月	1,030	143	1,173	255	64	1,492	98.6	110.0	99.8
元年度下期	2,317	295	2,612	510	137	3,259	99.9	115.7	101.4
元年 度	4,360	446	4,806	934	252	5,992	101.2	105.9	101.6
2. 4月	417	9	426	79	20	525	107.5	100.0	107.3
5月	326	58	384	64	20	468	118.5	966.7	136.7
6月	343	49	392	60	21	473	110.6	544.4	122.9
4~6月	1,086	116	1,202	203	61	1,466	111.6	483.3	120.6
7月	390	57	447	66	21	534	102.6	121.3	104.7
8月	336	49	385	79	19	483	99.4	104.3	100.0
9月	337	47	384	84	24	492	95.7	142.4	99.7
7~9月	1,063	153	1,216	229	64	1,509	99.3	120.5	101.6
2年 度上期	2,149	269	2,418	432	125	2,975	105.2	178.1	110.2
10月	406	62	468	81	25	574	96.7	563.6	108.6
11月	412	42	454	83	23	560	96.5	53.8	89.9
								100.0	95.8
									91.5

[注] (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報2年11月確報

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

(3) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－(ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストレート・アスファルト)

(4) 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 度	供 給					需 要					
	期初在庫	生 産	対前年 度 比	輸 入	合 計	内 需	対前年 度 比	輸 出	小 計	期末在庫	合 計
53年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,217	(109.5)	0	5,217	297	5,514
54年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,137	(98.5)	2	5,139	236	5,375
55年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.6)	21	4,724	240	4,964
56年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,575	(100.3)	18	4,593	213	4,806
58年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,339	(93.0)	0	2,339	294	2,633
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
61年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,128	(116.0)	0	3,128	235	3,363
62年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,696	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.7)	0	3,181	274	3,455
62年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,734	(102.0)	0	2,734	287	3,021
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,219	(101.2)	0	3,219	219	3,438
63年 度	274	5,904	(100.2)	0	6,178	5,953	(101.6)	0	5,953	219	6,172
7~9月	331	1,532	(106.5)	0	1,863	1,487	(103.0)	0	1,487	372	1,859
元年度上期	219	2,895	(105.1)	0	3,114	2,733	(100.0)	0	2,733	372	3,105
10月	372	518	(95.0)	0	890	541	(96.3)	0	541	349	890
11月	349	621	(106.5)	0	970	612	(107.9)	0	612	357	969
12月	357	574	(104.4)	0	931	614	(105.9)	0	614	317	931
10~12月	372	1,714	(102.1)	0	2,086	1,767	(103.5)	0	1,767	317	2,084
2. 1月	317	368	(100.8)	0	685	352	(103.8)	0	352	332	684
2月	332	408	(90.1)	0	740	416	(94.8)	0	416	322	738
3月	322	681	(104.1)	0	1,003	724	(98.8)	3	727	276	1,003
1~3月	317	1,457	(99.0)	0	1,774	1,492	(98.7)	3	1,495	276	1,771
元年度下期	372	3,170	(100.6)	0	3,542	3,259	(101.2)	3	3,262	276	3,538
元 年 度	219	6,066	(102.7)	0	6,285	5,992	(100.7)	3	5,995	276	6,271
2. 4月	276	581	(99.7)	0	857	525	(106.5)	0	525	330	855
5月	330	429	(111.4)	0	759	468	(133.7)	0	468	287	755
6月	287	457	(115.4)	0	744	473	(117.4)	0	473	267	740
4~6月	276	1,467	(107.6)	0	1,743	1,466	(117.7)	0	1,466	267	1,733
7月	267	538	(104.1)	0	805	534	(103.3)	0	534	271	805
8月	271	548	(110.3)	0	819	483	(100.0)	0	483	335	818
9月	335	493	(95.2)	0	828	492	(101.0)	3	495	321	816
7~9月	267	1,579	(103.1)	0	1,846	1,509	(101.5)	3	1,512	321	1,833
2年 度上期	276	3,046	(105.2)	0	3,322	2,975	(108.9)	3	2,978	321	3,299
10月	321	554	(106.9)	0	875	574	(106.1)	0	574	301	875
11月	301	535	(86.2)	0	836	560	(91.5)	0	560	273	833

(注) (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報2年11月確報

(2) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B5版・132ページ・実費領価 ￥3,000(送料実費)

申込先(社) 日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7
和孝第10ビル

アスファルト舗装の破損は、ひびわれ(cracking)とわだち掘れ(rutting)に代表されますが、弊協会においては、流動によるわだち掘れ現象の軽減を目的に昭和50年より研究に着手し、中間の各時点における成果は当協会機関誌「アスファルト」その他に発表しておりますが、研究全体の結論が得られたので、その集大成として本冊子をとりまとめたもので関係者必読の書としておすすめします。

目 次

1. 研究の概要	4.4 高速曲げ試験
1.1 文献調査	4.5 水浸マーシャル安定度試験
1.2 室内試験	4.6 試験結果のまとめ
1.3 試験舗装	4.7 品質規格の設定
1.4 研究成果	5. 試験舗装による検討
2. 舗装の破損の原因と対策	5.1 概 説
2.1 アスファルト舗装の破損の分類	5.2 実施要領
2.2 ひびわれ(Cracking)	5.3 施工個所と舗装構成
2.3 わだち掘れ(Rutting)	5.4 追跡調査の方法
3. セミブローンアスファルトの開発	5.5 使用アスファルトの性状
3.1 概 説	5.6 アスファルト混合物の性状
3.2 市販ストレートアスファルトの 60℃粘度調査	5.7 第1次および第2次試験舗装の 供用性状
3.3 製造方法の比較	5.8 第3次試験舗装の供用性
3.4 セミブローンアスファルトの試作	5.9 アンケート調査
3.5 試作アスファルトの特徴	5.10 試験舗装のまとめ
3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係	6. むすび
3.7 薄膜加熱による性状変化	資料
4. セミブローンアスファルトを用いた 混合物の性状	1. セミブローンアスファルトの規格(案)
4.1 概 説	2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
4.2 マーシャル安定度試験	2.2 60℃粘度試験の共通試験
4.3 ホイールトラッキング試験	3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装 施工基準

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B5版・42ページ・実費価格 ￥800（送料実費）

申込先（社）日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7
和孝第10ビル

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデプス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

弊協会のアスファルト舗装技術委員会においてフルデプス舗装の厚さ設計の基準化とシックリフト工法の標準化に関して鋭意検討され、ここに「フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）」がとりまとめられ出版されました。

フルデプス舗装は、舗装厚が薄く、工種が单一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、また、アスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデプス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針（案）を、フルデプス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

目 次

1. 総 説	3-4 アスファルト混合物
1-1 フルデプス・アスファルト 舗装の定義	4. 路床および路盤
1-2 適用範囲	4-1 概 説
2. 構造の設計	4-2 路 床
2-1 舗装の構造	4-3 路 盤
2-2 設計の方法	5. 表層および基層
2-3 排 水	6. 品質管理および検査
3. 材 料	6-1 概 説
3-1 概 説	6-2 出来形および品質の管理
3-2 歴青材料	6-3 検 査
3-3 骨 材	7. 記 錄

アスファルト統計史

B5版・187ページ・実費額価 ¥3,000(送料実費)

申込先 (社)日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7
和孝第10ビル

我が国において、アスファルトが利用されてきたのは紀元前にまでさかのぼることが出来ます。

当時の利用目的は、防水・接着剤等に用いられていたようですが、今日では、道路用を始めとして工業用・燃焼用と色々な用途に用いられるようになり、需要量も増大してまいりました。

当協会の調査委員会において、我が国のアスファルト統計について資料の収集・整理に努めて参り、「アスファルト統計史」を30周年記念として出版いたしました。

アスファルトに関する統計としては、我が国唯一の資料であり、内容的にもきめ細かく取りまとめられており、関係者必携の書としておすすめします。

目 次

I. 生産量

1. アスファルト年別生産量

2. アスファルト品種別月別生産量

3. 石油アスファルト月別生産量

4. 石油アスファルト品種別月別生産量

II. 内需量（販売）

1. アスファルト販売量

2. アスファルト品種別月別販売量

3. 石油アスファルト月別内需量

4. 石油アスファルト品種別月別内需量

III. 輸出入

1. アスファルト年別輸入・輸出量

2. アスファルト月別輸入・輸出量

IV. 在庫量

1. 石油アスファルト年別在庫量

2. 石油アスファルト月別在庫量

3. 石油アスファルト品種別月別在庫量

V. 販売量

1. 石油アスファルト品種別針入度販売量

2. 石油アスファルト品種別荷姿別販売量

3. 石油アスファルト地域別月別販売量

社団法人 日本アスファルト協会会員

(五十音順)

社名	住所	電話
[メーカー]		
出光興産株式会社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03(3213)3134
エッソ石油株式会社	(107) 港区赤坂5-3-3	03(3585)9438
鹿島石油株式会社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03(3265)0411
キグナス石油株式会社	(104) 中央区京橋2-9-2	03(3535)7811
キグナス石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044(266)8311
九州石油株式会社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03(3502)3651
共同石油株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03(3224)6298
極東石油工業株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3270)0841
興亜石油株式会社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03(3241)8631
コスモ石油株式会社	(105) 港区芝浦1-1-1	03(3798)3200
三共油化工業株式会社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03(3284)1911
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03(3503)4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593(45)2111
西部石油株式会社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03(3215)3081
ゼネラル石油株式会社	(105) 港区西新橋2-8-6	03(3595)8300
東燃株式会社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03(3286)5111
東北石油株式会社	(985) 仙台市港5-1-1	022(363)1111
日本鉱業株式会社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03(3505)8530
日本石油株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03(3502)1111
富士興産株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03(3580)3571
富士石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03(3211)6531
三菱石油株式会社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03(3595)7413
モービル石油株式会社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03(3244)4691
[ディーラー]		
● 北海道		
コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011(281)3906コスモ
萬井石油株式会社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011(518)2771コスモ
株式会社 トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(281)2361共石
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011(241)1561三石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011(231)2895日石
株式会社 南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011(231)7587日石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011(231)4501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)3976コスモ

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話
● 東 北		
有限会社 男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185(23) 3293共
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022(264) 6111日 石
株式会社 木畑商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022(222) 9203共 石
コスモアスファルト㈱仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022(266) 1101コスモ
正興産業株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-3	022(263) 5951三 石
竹中産業株式会社 新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	025(246) 2770昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町1-1-10	022(262) 7561共 石
常盤商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区上杉1-8-19	022(224) 1151三 石
中西瀝青株式会社 仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022(223) 4866日 石
株式会社 南部商会仙台出張所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022(223) 1011日 石
ミヤセキ株式会社	(980) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022(257) 1231三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-1	022(225) 1491三 石
● 関 東		
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03(3669) 7878コスモ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03(3553) 3001昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03(3497) 6660九 石
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂2-17-22	03(3584) 8555共 石
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03(3269) 7541コスモ
株式会社 木畑商会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03(3552) 3191共 石
共立石油株式会社	(101) 千代田区神田西福田町3	03(3256) 6355共 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(3551) 8011コスモ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03(3363) 8231出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03(3551) 7131コスモ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03(3254) 9291昭和シェル
新日本商事株式会社	(101) 千代田区神田錦町2-5	03(3294) 3961昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03(3578) 9521出 光
大洋商運株式会社	(103) 中央区八重洲1-8-5	03(3245) 1621三 石
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03(3251) 0185昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿2-6-5	03(3356) 8061モービル
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03(3342) 6391共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03(3496) 8691富士興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門1-13-4	03(3591) 3401富士興
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋1-5-12	03(3274) 2751三 石
東新瀝青株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03(3273) 3551日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03(3552) 8151コスモ
東和産業株式会社	(174) 板橋区坂下3-29-11	03(3968) 3101共油化
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03(3272) 3471日 石
株式会社 南部商会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03(3213) 5871日 石
日石丸紅株式会社	(104) 中央区築地5-4-14	03(3541) 4015日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03(3915) 7151昭和シェル
日東石油販売株式会社	(104) 中央区新川2-3-11	03(3551) 6101昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛎殻町1-17-2	03(3661) 4951モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03(3580) 5211富士興

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
富士鉱油株式会社	(105) 港区新橋4-26-5	03(3432)2891コスモ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03(3274)2061共石
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03(3478)3501富士興
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03(3293)4111モービル
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03(3293)7111極東石
三菱商事石油株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-2	03(3210)9702三石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東糸屋町30	03(3256)3441昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03(5687)1421三石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03(3345)8205三石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03(3271)7691出光
● 中 部		
コスモアスファルト(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052(851)1111コスモ
株式会社澤田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052(361)7151コスモ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市糀屋町11-12	0542(55)2588昭和シェル
三徳商事株式会社名古屋支店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052(452)2781昭和シェル
株式会社三油商會	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052(231)7721コスモ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543(66)1195モービル
新東亜交易株式会社名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052(561)3514富士興
竹中産業株式会社福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766(22)1565昭和シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井市毛矢2-9-1	0776(35)1721昭和シェル
株式会社トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052(581)3585共石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764(29)2298昭和シェル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052(211)5011日石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762(21)6121三石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766(22)2860昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776(20)3134モービル
● 近畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06(374)2271モービル
飯野産業株式会社神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078(333)2810共石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06(372)0031出光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06(364)7212コスモ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4~	0862(33)1500共石
コスモアスファルト(株)大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06(538)2731コスモ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822(44)6262コスモ
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06(394)1551昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792(77)5001共石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862(41)3691三石
スーパーストロングインターナショナル(株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06(303)5510昭和シェル
正興産業株式会社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078(322)3301三石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864(73)0350富士興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06(358)5531三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792(85)2551共石
中西瀝青株式会社大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06(316)0312日石
平井商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06(252)5856富士興

社団法人 日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
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) 5195富士興
富士商株式会社	(756) 小野田市稻荷町6539	08368 (3) 3210昭和シェル
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771昭和シェル
株式会社松宮物産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608昭和シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073コスモ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555共石
株式会社菱芳礦産	(671-11) 姫路市広畠区西夢前台7-140	0792 (39) 1344共石
● 四国・九州		
伊藤忠燃料株式会社 九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851共石
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111共石
大分九石販売株式会社	(870) 大分市中央町1-1-3	0975 (34) 0468九石
株式会社カシダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111昭和シェル
株式会社九菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868三石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7436コスモ
サンヨウウ株式会社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615富士興
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131富士興
株式会社トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1645共石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881日石
株式会社南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838日石
西岡商事株式会社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001三石
畑砂油株式会社	(804) 北九州市戸畠区牧山新町1-40	093 (871) 3625コスモ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255昭和シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561昭和シェル

編集顧問

多田宏行
藤井治芳
松野三朗

編集委員

委員長：河野 宏	副委員長：真柴和昌
阿部忠行 今井武志	田井文夫 姫野賢治
荒井孝雄 菅野善朗	鶴窪廣洋
安崎 裕 栗谷川裕造	戸田 透
飯島 尚 小島逸平	二宮嘉朗
磯部政雄 白神健児	野村敏明

アスファルト 第167号

平成3年4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 03-3502-3956

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 03-3571-0997(代)

印刷所 アサヒビジネス株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-5563-0123(代)

ASPHALT

Vol. 33 No. 167 APRIL 1991

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION