

# 「舗装工事における品質管理手法の検討」の概要

—平成4年度分—

野竹俊雄\* 川村和幸\*\*

## はじめに

近年、国民のニーズの高度化に伴って、道路舗装にもより品質の高いものが求められるようになってきている。このため、舗装工事における品質管理はますますその重要性を高めている。

舗装工事における品質管理には、プラントおよび路上における材料・混合物の品質管理、施工現場における出来形・品質の管理などがあるが、品質の高い舗装を築造するためには、工事の各段階において適切な品質管理を行うことが重要である。

しかしながら、品質管理の基準となる管理・検査規定は、(株)日本道路協会発行の「アスファルト舗装要綱」の規定に従っているが、そこに示されている管理・検査の方法、基準値などは従来からほとんど変わっていない。そのため、プラントや施工技術の進歩によって、それらの管理・検査規定が実態に合わなくなっていることが考えられ、それらの妥当性を改めて検証する必要がある。

このような現状から、建設省技術研究会の指定課題として、舗装工事における品質管理方法の合理化の検討、現行の管理・検査規定などについて平成3～4年度の2カ年で見なおしを行ったものである。本報告は、平成4年度分のアスファルト舗装の再生舗装工事の内、再生プラントに関する概要を述べるものである。

## 1. 再生舗装工事の現状

現在、舗装のストックは、道路事業の進展によって大きく増加したが、それに伴って老朽化

も進み、更新の時期を迎える舗装も多くなってきている。

舗装の修繕工事においては、老朽化し、破損の生じた既設舗装を撤去する機会が多く、その際生じる舗装発生材の処分が大きな問題点となっていた。このため、舗装発生材を有効に活用し、廃棄物を発生させない再生舗装工法が開発され、現場への適用が進められてきている。また、平成3年には「再生資源の利用の促進に関する法律」が制定され、再生舗装工法はますます注目を集めるようになってきている。

再生舗装工法は対象とする層、材料の混合方法によって図-1のように分類され、それぞれの工法は以下のように定義づけられる。

プラント再生舗装工法：舗装発生材などを定置式の混合所（再生混合所）において再生し、道路舗装に利用する工法

路上表層再生工法：路上において既設アスファルト混合物を加熱、かきほぐし、必要に応じて新しいアスファルト混合物や再生用添加剤などを加え、これを敷均しおよび転圧して新たに表層または基層をつくる工法

路上再生路盤工法：路上において既設アス

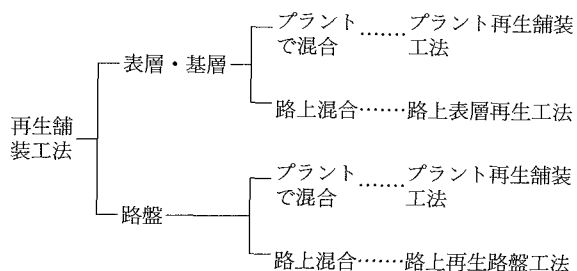


図-1 再生舗装工法の分類

\*維持管理研究室副室長 \*\*同室長

ファルト混合物を破碎し、これをセメントやアスファルト乳剤などの安定処理材と既設粒状路盤材料などとともに混合、転圧して新たに路盤をつくる工法

## 2. 再生舗装工法の品質管理上の問題点

再生舗装工法に関する代表的な技術基準には、表-1に示すようなものがある。

再生舗装工法の品質管理にあたっては、材料、配合、施工などの面で各種の問題点が考えられる。まず、再生プラントにおける再生材の製造にあたっては、以下のような問題点が考えられる。

### (1) 原材料の不均一性

再生材の原材料である舗装発生材が生じる工事現場は不特定多数の個所であり、原材料の粒度分布、旧アスファルト含有量、旧アスファルトの針入度などの性状が著しく異なる場合が多い。

### (2) 配合の複雑さ

再生材の製造においては、原材料の性状を改善するために、再生加熱アスファルト混合物の場合は再生用添加剤、新アスファルト、補足材などを加える。このため、配合が複雑となり品質管理はむずかしく、品質のばらつきが大きくなる恐れがある。特に、再生アスファルト量については、旧アスファルト、新アスファルト、再生用添加剤の合計となり、しかも旧アスファルト量は必ずしも正確に測定できないだけにその品質管理にはむずかしいものがある。

### (3) 旧アスファルトの針入度試験

再生加熱アスファルト混合物の配合設計を行うためには、再生骨材中の旧アスファルトの針入度を測定しなければならない。しかし、現在用いられているアブソン抽出試験により旧アスファルトを抽出し、その針入度を求めるという

試験方法には、所要時間、熟練度、安全性、試験誤差などの点で問題がある。

## 3. 再生プラントにおける品質管理

アスファルトコンクリート再生骨材を再生加熱アスファルト混合物の材料として用いる場合、2で述べたように、再生骨材の粒度やアスファルト量、アスファルトの針入度といった品質の変動が再生加熱アスファルト混合物の品質に大きく影響する。特に、表・基層に用いる再生加熱アスファルト混合物の場合は要求される品質が高く、これを満足するためには再生骨材の品質変動をできるだけ正確に把握していなければならない。ここでは、再生材の中でも特に再生加熱アスファルト混合物を取りあげ、再生骨材の品質と再生加熱アスファルト混合物の品質の実態調査を行い、現行の品質管理手法の妥当性について検討を行うものである。

### (1) 再生骨材の品質

表-2に調査対象プラントおよび混合物を、表-3に対象混合物の再生骨材の合成粒度およびアスファルト量を示す。

粒度、アスファルト量ともに両側基準値で管理されており、アスファルト舗装要綱に示されているそれぞれの表・基層用アスファルト混合物の管理限界値は、

2.36 mm 通過量：±12%

75 μm 通過量：± 5%

アスファルト量：± 0.9%

である。

表-3に示された品質の $\sigma_{n-1}$ に着目してみると、75 μm 通過量では最大でも1.213であり、管理限界値に対して約24%の変動である。よって、そのばらつきが正規分布に従っていると仮定すると、 $4\sigma_{n-1}$ の範囲まで管理限界内にあることになり、99%以上のロットが、管理限

表-1 再生舗装工法の技術基準 (社)日本道路協会発行)

工 法	技 術 基 準	発行年月
プラント再生舗装工法	舗装廃材再生利用技術指針 (案)	昭和59年 5月
路上表層再生工法	路上表層再生工法技術指針 (案)	昭和63年11月
路上再生路盤工法	路上再生路盤工法技術指針 (案)	昭和62年 1月

注) 舗装廃材再生利用技術指針 (案) は、プラント再生舗装技術指針に改訂中

表-2 調査対象プラントおよび混合物

地 建 名		所在地	混合方式	再生骨材 配合率 (最大)	再生骨材 分級種別	混 合 力 (t/h)	調査対象 混合物	再生骨材 配合率
東 北	A社	宮 城 県	ドラム式	100	13-5,5-0	60	密粒13F	89
	B社	宮 城 県	ドラム式	85	13-5,5-0	25	密粒13F	74
関 東	A社	神奈川 県	ドラム式	100	20-13, 13-5,5-0	60	密粒13 粗粒20	100 100
北 陸	C社	新 潟 県	バッチ式	30	13-0	60	密粒13 粗粒20	21 21
	D社	新 潟 県	バッチ式	30	13-0	70	密粒13 粗粒20	21 20
中 部	E社	愛 知 県	ドラム式	100	13-0	120	密粒13 粗粒20 アス安20	49 48 47
近 畿	F社	大 阪 府	バッチ式	37.5	13-0	240	密粒13	20
中 国	D社	広 島 県	バッチ式	50	13-0	105	密粒13	21
	G社	広 島 県	バッチ式	50	13-0	120	密粒13	32
九 州	D社	福 岡 県	ドラム式	100	13-5,5-0	60	密粒13	100
	H社	福 岡 県	ドラム式	100	13-0	60	密粒13	60

表-3 再生骨材の配合時の品質

混合物種	再生骨材 配合率	2.36mm 通過量 (%)		75 $\mu$ m 通過量 (%)		アスファルト量 (%)	
		$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	100	29.21	0.448	5.48	0.315	3.729	0.038
2	100	43.48	0.528	7.08	0.234	4.612	0.120
3	21	49.62	5.430	6.80	0.583	6.994	0.515
4	21	55.10	4.748	7.70	0.616	6.962	0.438
5	20	61.68	7.183	6.74	0.684	5.790	0.255
6	21	57.84	8.257	8.38	1.213	6.618	0.216
7	20	53.73	4.413	7.58	0.970	5.846	0.531
8	100	47.21	1.254	6.90	0.457	4.509	0.221
9	60	54.04	1.505	8.03	0.498	4.883	0.193
10	89	61.39	3.008	9.01	0.640	5.124	0.223
11	74	51.69	5.407	7.83	0.496	4.925	0.362
12	49	55.23	3.277	8.81	0.779	4.951	0.335
13	48	51.24	6.025	7.91	0.872	4.475	0.297
14	47	52.02	4.159	8.03	0.662	4.417	0.249
15	21	48.88	2.721	7.69	0.775	5.767	0.271
16	21	54.72	2.801	7.80	0.081	4.800	0.215

界値を満たすこととなる。同様に、2.36 mm 通過量およびアスファルト量についても検討すると、それぞれの  $\sigma_{n-1}$  の最大値は、

2.36 mm 通過量の場合：8.257  
アスファルト量の場合：0.531  
であり、これらはそれぞれの管理限界値と比較

すると  $1.45 \sigma_{n-1}$ ,  $1.65 \sigma_{n-1}$  に相当する。よって、これらのロットが管理限界値内に存在する確率はそれぞれ約 85%, 約 90% となり、どちらも表・基層用の混合物の満たすべき割合である 95% を満たしていない。ただし、これらの最大値を示している再生混合物はいずれも再生骨材配合率が 20% 程度であり、混合物全体からみた場合、この再生骨材のばらつきの影響はそれほど大きくないと考えられる。

次に、再生骨材の分級方法による品質の比較検討を行った。表-4~6 には、プラントにおける分級種別の再生骨材の品質を示す。表中の「プラント内」とは、再生骨材全体の品質のばらつ

きをプラント間のばらつきとプラント内のばらつきの 2 要因に分けて分散分析を行った結果判明したプラント内のばらつきである。

プラント内のばらつきを比較してみると、表-7 のようになる。この表を見ると、明らかに 5 mm フルイでふるい分けられた再生骨材の方が安定した品質を示していることがわかる。

表-8 には、5 mm でフルイでふるい分けられた再生骨材 (13-5 mm), (5-0 mm) を混合物の配合設計を行う際に合成した再生骨材 (13-0 mm) の品質を示す。表-4 の再生骨材 (13-0 mm) の品質と比較すると、明らかに品質が安定していることがわかる。

表-4 再生骨材 (13-0 mm) の品質

プラント	2.36mm 通過量 (%)		75 $\mu$ m 通過量 (%)		アスファルト量 (%)	
	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	52.36	5.609	7.25	0.738	6.978	0.451
2	54.76	7.986	7.56	1.268	5.979	0.299
3	53.73	4.413	7.58	0.970	5.846	0.531
4	54.04	1.505	8.03	0.498	4.883	0.193
5	51.69	5.407	7.83	0.496	4.295	0.362
6	53.08	4.269	8.31	0.850	4.647	0.383
7	48.88	2.721	7.69	0.775	5.767	0.271
プラント内	52.72	4.260	7.85	0.702	5.411	0.356

表-5 再生骨材 (13-5 mm) の品質

プラント	2.36mm 通過量 (%)		75 $\mu$ m 通過量 (%)		アスファルト量 (%)	
	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	23.82	0.590	—	—	3.610	0.053
2	25.88	3.279	4.36	0.429	3.364	0.319
3	30.57	3.843	5.23	0.557	3.562	0.310
4	14.27	0.226	3.03	0.067	3.030	0.067
プラント内	23.67	2.269	4.21	0.408	3.435	0.203

表-6 再生骨材 (5-0 mm) の品質

プラント	2.36mm 通過量 (%)		75 $\mu$ m 通過量 (%)		アスファルト量 (%)	
	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	72.52	0.984	10.16	0.535	6.172	0.054
2	87.67	1.754	11.56	0.767	6.634	0.294
3	80.47	3.215	5.23	0.557	3.562	0.310
4	72.02	4.034	9.86	0.117	6.005	0.278
プラント内	77.04	2.471	9.40	0.493	5.709	0.228

表-7 品質のプラント内のばらつきの比較

	2.36mm 通過量	75 $\mu$ m 通過量	アスファルト量
再生骨材 (13-0mm)	4.260	0.702	0.356
再生骨材 (13-5mm)	2.269	0.408	0.203
再生骨材 (5-0mm)	2.471	0.493	0.228

表-8 合成した再生骨材 (13-0 mm) の品質

プラント	2.36mm 通過量 (%)		75 $\mu$ m 通過量 (%)		アスファルト量 (%)	
	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	29.21	0.448	—	—	3.729	0.038
	43.48	0.528	—	—	4.612	0.120
2	47.21	1.254	6.9	0.457	4.509	0.221
3	61.39	3.008	9.01	0.640	5.124	0.223
4	54.72	2.801	7.8	0.081	4.800	0.215
プラント内	47.20	1.946	7.90	0.456	4.554	0.179

(2) 再生混合物の品質

前節で検討した再生骨材に対応する再生混合物の品質 (2.36 mm 通過量およびアスファルト量) を、表-9 に示す。再生骨材の品質のうち 75  $\mu$ m 通過量に関しては、品質のばらつきが他の品質と比較してそれほど大きくなく、管理限界値を十分満足していたことからここでの検討の

対象外とした。再生骨材を 13-0 mm で管理しているプラントでは、再生骨材率が全体としては低く、13-5,5-0 mm で管理しているプラントでは最大 100% と高くなる傾向にある。これは、再生骨材の粒度をできるだけ細かく管理した方が再生骨材の品質が安定するため、新規の材料によって品質の安定を図る必要がないから

表-9 再生混合物の品質

混合物番号	混合物種	ふるい分け方	再生骨材配合率	2.36mm 通過量 (%)			再生アスファルト量 (%)		
				設定	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$	設定	$\bar{X}$	$\sigma_{n-1}$
1	粗粒20	13-5,5-0	100	28.5	28.8	0.39	4.7	4.70	0.04
2	密粒13	13-5,5-0	100	42.8	42.5	0.81	5.4	5.41	0.02
3	粗粒20	13-0	21	31.7	28.3	0.99	5.3	5.25	0.15
4	密粒13	13-0	21	52.0	54.5	1.18	6.6	6.77	0.15
5	粗粒20	13-0	20	30.3	30.5	2.35	4.9	5.03	0.33
6	密粒13	13-0	21	52.1	55.5	1.57	5.5	5.88	0.08
7	密粒13	13-0	20	42.6	43.3	2.43	5.8	5.72	0.16
8	密粒13	13-5,5-0	100	46.0	46.0	1.78	5.5	5.48	0.20
9	密粒13	13-0	60	43.3	42.9	1.09	5.7	5.56	0.07
10	密粒13F	13-5,5-0	89	54.2	53.4	1.11	5.6	6.19	0.05
11	密粒13F	13-0	74	53.5	55.1	0.95	5.9	6.24	0.05
12	密粒13	13-0	49	42.8	43.9	1.92	5.9	5.77	0.09
13	粗粒20	13-0	48	29.0	29.9	1.63	4.6	4.70	0.14
14	AS安20	13-0	47	33.2	33.6	1.55	3.8	3.99	0.12
15	密粒13	13-0	21	45.1	45.6	1.92	5.9	5.86	0.15
16	密粒13	13-5,5-0	21	47.9	48.8	0.80	5.6	6.07	0.10

であろうと考えられる。

逆に、再生骨材を 13-0 mm で管理している場合、表-5 においてロットが管理限界値内に存在する割合が表・基層用混合物が満足すべき値 (95%) を満足していないものも存在したが、その再生骨材配合率は 20% 程度であり、表-9 を見る限り管理限界の条件を満足しないような混合物は存在せず、よりばらつきの少ない新規の骨材によって 2.36 mm 通過量が調整されていることがわかる。

再生骨材のふるい分けの方法によって再生混合物の品質が影響を受けることがわかったが、混合物種による影響については表-9 を見る限り、明確な差は見られなかった。

#### 4. 再生プラントの品質管理の合理化に関する検討

##### (1) 自記記録の適用性に関する検討

アスファルトプラントの自記記録装置は、アスファルト混合物を混合する際、計量される材料の重量を自動的に記録するものであり、これを管理・検査に用いることができれば、大幅な合理化・省力化につながる。

平成 3 年度の検討では、新規の材料を用いた

アスファルト混合物の場合、自記記録による管理・検査は有効であるとの結論を得ている。これを、再生アスファルト混合物にまで範囲を広げることができかどうかの検討を行うものである。

自記記録の品質管理方法としての妥当性を検証するために、自記記録結果と混合物の抽出試験結果を対比し、自記記録が抽出試験の代替試験となるかどうかを検討する (再生骨材配合率 100% の混合物を対象)。

自記記録結果と混合物の抽出試験結果を対比したものが、図-2~4 である (データ数は 30)。縦軸は自記記録結果から混合物配合の際の設定値を差し引いたものであり、横軸は抽出試験結果から設定値を差し引いたものである。表-10 に、それぞれの品質に対する自記記録結果のばらつき具合を示す。これらの図表を見ると、自記記録結果と抽出試験の相関はさほど高くないが、そのばらつきの程度はほぼ同程度であることがわかる。

再生加熱アスファルト混合物の品質管理に自記記録を用いる場合、再生骨材の品質の設定値と実際の値との間に誤差がどの程度であるかが問題となる。ここで示した図表を見る限り、そ

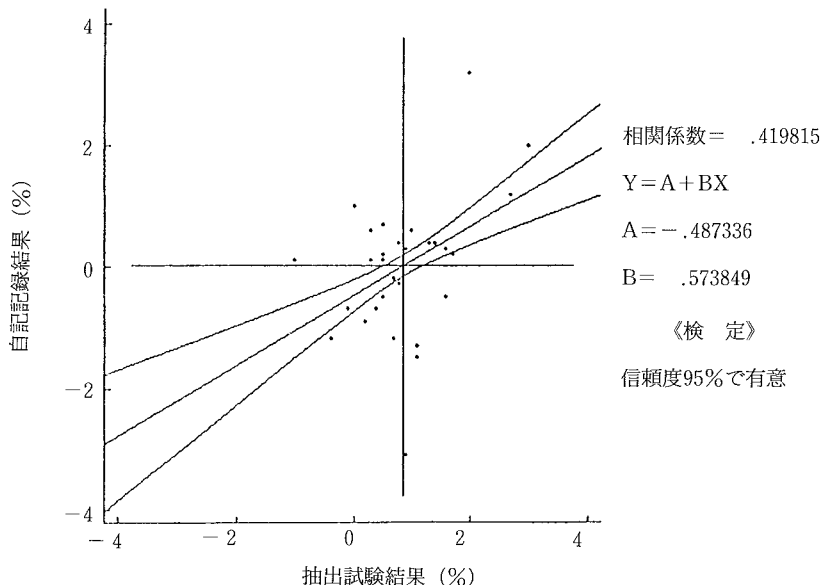


図-2 自記記録結果と抽出試験結果の対比 (2.36 mm 通過量)

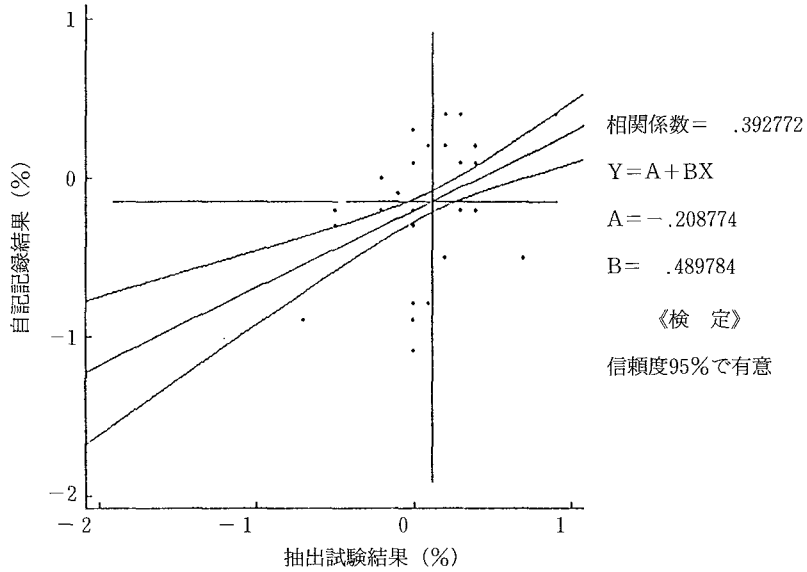


図-3 自記記録結果と抽出試験結果の対比 (75  $\mu$ m 通過量)

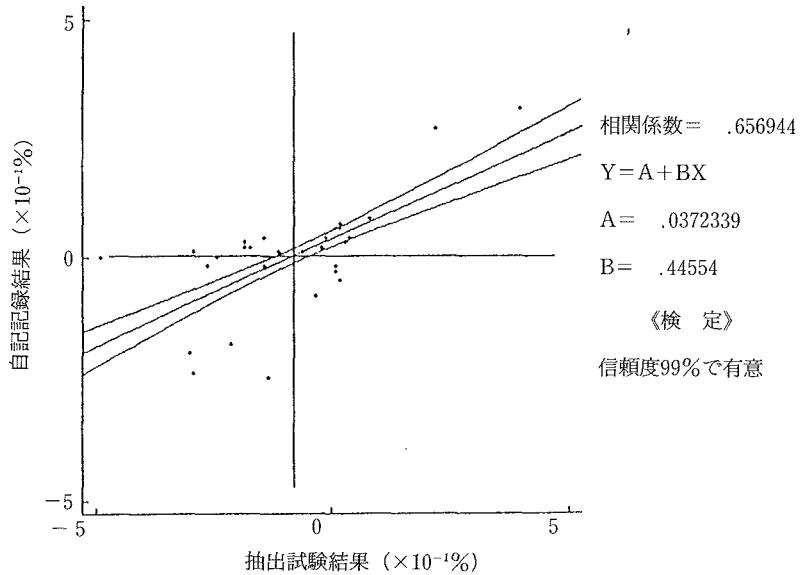


図-4 自記記録結果と抽出試験結果の対比 (アスファルト量)

表-10 自記記録結果・抽出試験結果のばらつき

	2.36mm 通過量 (%)	75 $\mu$ m 通過量 (%)	再生アスファルト量 (%)
自記記録結果	0.821	0.333	0.170
抽出試験結果	1.123	0.416	0.115

の誤差は抽出試験の場合とほぼ同程度であり、  
細かく分級するなどの処置を施し、再生骨材の

品質の安定化を図っていれば、自記記録を用いて  
管理することは管理手法の合理化・省力化の

ためにも有効な手段と考えられる。

一方、アスファルト混合物の品質検査は抜取りコアによる抽出試験で行うことが原則である。自記記録結果が抽出試験結果とさほど相関が高くなかったことを考えると、自記記録を抽出試験の代替試験として採用することにはいくぶん議論の余地があると考えられる。

自記記録を管理・検査方法のひとつとして採用するためには、①計量器の精度の確認、②使用材料の品質の確認が不可欠である。

## (2) 再生骨材の旧アスファルト針入度の推定方法に関する検討

再生加熱アスファルト混合物の配合設計や現場配合の決定において、再生骨材中の旧アスファルトの針入度を知ることは、再生用添加剤や新アスファルトの添加量を設定する上で不可欠である。この旧アスファルトの針入度を知るためには、再生骨材から旧アスファルトをアブソン抽出試験により回収し、これを針入度試験にかけなければならない。

アブソン抽出試験は、

- ①試験に要する時間が長い
- ②試験者の熟練度を必要とする
- ③溶剤が人体に対して有害である
- ④試験精度があまり高くない

などの点で問題が多く、再生アスファルトプラントでいつでも容易に行える試験ではない。

一方、再生骨材の品質は新規の材料に比べてばらつくことが予想されるので、再生骨材の品質はできるだけ頻繁に測定して、再生加熱アスファルト混合物の品質の安定化を図る必要がある。

このような背景から、旧アスファルトの針入度を測定する簡易試験方法の開発が望まれており、アスファルト合材協会で簡易試験方法に関する検討を進めてきた。この結果、マーシャル安定度試験方法を利用して旧アスファルトの針入度を推定する方法が提案されている。提案されている推定式を、以下に示す。

$$Y = -0.0126 X_1 - 1.84 X_2 + 59$$

ここで、Y：再生骨材から回収した旧アスファルトの針入度の推定値 (0.1 mm)

$X_1$ ：再生骨材 (5~0 mm) のマーシャル安定度 (Kgf)

$X_2$ ：再生骨材 (5~0 mm) のマーシャル試験供試体の空隙率 (%)

提案されている旧アスファルト針入度推定式の妥当性を検証するために、今回の調査対象プラントにおいて、回収アスファルトの針入度と

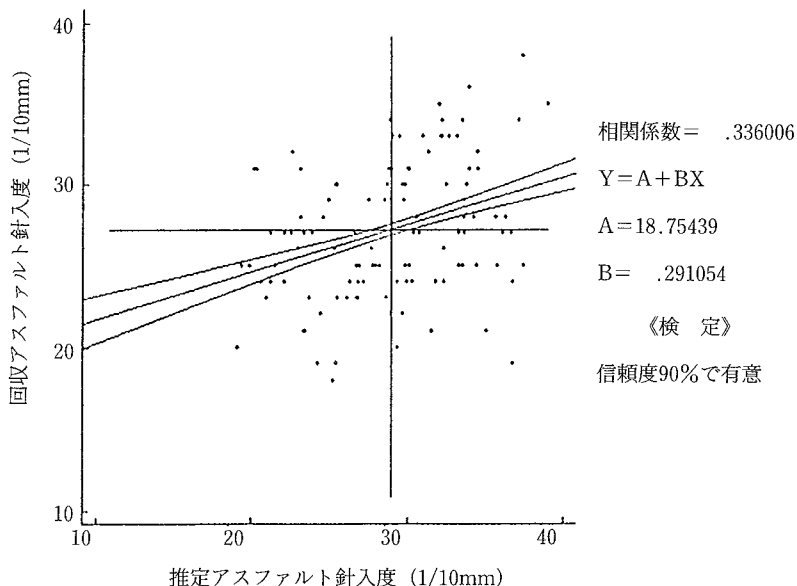


図-5 回収アスファルトの針入度と推定針入度の対比



推定式から算出した針入度を比較した。図-5に対象とした11プラントのうちデータが得られた10プラント(115試料)での調査結果として、回収アスファルト針入度と推定針入度の相関図を示す。両者の相関係数は0.336程度であり、それほど高い値は示していない。

真値のわからない推定であるので、今回の結果から推定式の妥当性を否定もしくは肯定するまでにはいたらなかったが、この推定式を用いることによってアブソン抽出試験や針入度試験の手間が大幅に省力化できるので、その精度の限界を把握した上で管理などに有効に利用することが望まれる。

#### おわりに

本報告は、「舗装工事における品質管理手法の検討」と題して、第46回建設省技術研究会道路

部門指定課題として発表されたものの概要を取りまとめたものである。

今回の検討結果では、必ずしも満足のいく成果を得ることができなかったことや時間的制約もあって、改訂作業が行われた「プラント再生舗装技術指針」に十分に成果を反映させることができなかった。特に、プラントの自記記録については、新材には適用されるものの、再生材については、再生骨材の品質が十分に把握・管理されている場合という条件づきの適用となり、今後さらなる検討が必要と報告されている。

#### 参考文献

- 1) 吉兼 享；「共同試験結果にもとづくマーシャル安定度試験方法による再生骨材の旧アスファルト性状判定方法の検討」, アスファルト合材, 1992年4月.

\*

\*

\*