

骨材間隙率に基づく加熱アスファルト混合物の 容積配合設計法の提案

郡司保雄¹・井上武美²・赤木寛一³

¹正会員 ニッポメックス株式会社代表 (〒331-0052 埼玉県大宮市三橋6-70)

²正会員 工博 日本舗道株式会社取締役技術研究所長 (〒001-0014 東京都品川区東品川3-32-34)

³正会員 工博 早稲田大学理工学部土木工学科教授 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 58-205)

アスファルト混合物の配合設計は現在マーシャル安定度試験法による。これは昭和36年(1961年)に改訂されたアスファルト舗装要綱に採用されて以来現在に至るまで用いられてきた。最近になって、わだち掘れ現象に代表される不具合に対し、安定度による配合設計法を疑問視する現況にあること。さらに、SUPERPAVEにおいて提示された容積配合設計法が注目され、これが配合設計の趨勢になる方向に至っている。ここで提案する配合設計法は、アスファルト混合物の物理的特性である骨材間隙率が計算で推定できることから、骨材粒度を暫定的に決めて最初に間隙率を推定し、アスファルト添加後の残留空隙率や要求する各特性値を予め予測して後、確認試験を行って決定配合とする配合設計法である。

Key Words :VMA , air void ratio , compaction , asphalt pavement , volumetric mix design.

1. はじめに

加熱アスファルト混合物(以下,As混合物)には、ひび割れ抵抗性があり、わだち掘れが起き難いものが望まれる。このためには、骨材の間隙にアスファルトを充填して必要な飽和度を満足し、さらに残留空隙を確保することが必要である。

この配合設計法はマーシャル安定度試験の実施と結果の評価、そして、既往の供用結果等での経験を加味して配合を選定してきたのが従来の方法であった。これに対し、より合理的に配合設計を実施できることを目的に、以下の事項を筆者らは明らかにして報告してきた。

As混合物中の骨材の間隙(以下,VMA)を推定できる間隙比推定式を誘導¹⁾した。

広範なVMAをもつ各種As混合物の最終のVMAを間隙比推定式により事前に推定できる²⁾こと。

As混合物のわだち掘れのパフォーマンスを推定できる力学特性であるホイトラッキング試験のDS値を、計算で求めたVMAから算出した計算空隙率で推定できる³⁾こと。

As混合物の室内での締固め方法は、As混合物の種類による細粒分の割合で区分できる⁴⁾こと。

などである。本論文は、これらの結果を基にAs混

物のVMAを誘導した間隙比推定式によって計算し、従来のマーシャル法によらない合理的な配合設計法を提案するものである。

2. 提案する容積配合設計方法の概念

As混合物の締固め機構は、土質力学における土の締固めに類似した考え方ができる。土の締固め機構における含水比はAs混合物のアスファルト量(以下,As量)に相当し、乾燥密度は実際密度、締固めエネルギー(ランマの重量と落下高と突固め回数)はマーシャルランマの突固め(以下,M締固め)回数やSHRPジャイレトリコンパクタ(以下,SGC)の回転数に相当させると、ゼロ空隙曲線(ここでは飽和度100%)は間隙比推定式で計算した対象粒度の最終VMAに相当するとみなせる。(尚、このVMAにAs量を全量添加すると空隙率ゼロとなることからである)。そして、この最終VMAが間隙比推定式で計算により求められることから、適用箇所に適合するAs混合物の最大As量が推定できることである。

そこで、As混合物の配合設計は、粒度曲線から間隙比推定式により求めた最終VMAに、必要なAs量を添加し、適正な空隙率を確保した場合について、所要の締固めエネルギーを与えて供試体を作成し、

その測定密度からVMAを計算し、それが計算によって求めた最終VMAよりどの程度大きく、安全側にあるかを比較検討することで、耐久性のあるAs混合物が達成できると考えたものである。

このように、この配合設計法の進め方は総て容積で計算・評価して配合設計をすることとなるため「容積配合設計法」と称することができる。また、このようにして求めたAs混合物の配合は供用に伴うVMAの変化があっても、その比が変化しないことから、従来から用いられてきた重量比によらず、VMAの変化、すなわち、As混合物の容積変化を最終VMAを把握して設計しているため僅かとすることができる点でも容積配合と称し得る。

3. 提案する容積配合設計法の実際

配合設計の手順をフローチャートで示し、次に、NAPAが示したSMA混合物の配合設計ガイドライン⁵⁾の設計例を説明できることを示し、そして、具体的な考え方を配合設計の例で示した。

配合設計例のAs混合物の種類は、まず、アスファルト舗装要綱で示される一般道路に通常用いられている密粒度アスファルト混合物(13)(以下、13密粒)で示すこととした。13密粒の場合はその粒度範囲内に5粒度を作成し、各々の粒度に間隙比推定式を適用してVMAを求め、このVMAから必要な空隙率を確保できるAs量を逆算し、これが適正と考えられる範囲にあるか確認し、適正と判断された配合について供試体を作製し、目標通りとなっているかを判断して定めるとした配合設計法である。

(1) 配合設計法の手順

ここで、配合設計法の手順をフローチャートで示すと図-1のとおりであり、フローチャートの個々の内容は以下のとおりである。

As混合物の種類は道路種別や適用箇所および地域を考慮して決めることは従来どおりで特に変わりはない。

材料の選定は一般的な骨材とする。混合物の種類によっては特殊な材料の使用も考慮する。また、力学特性に優れた値を要求される場合はバインダーの種類についても検討する。

数種の骨材配合比率を選定して合成骨材とし粒度範囲内で3種以上の粒度を求める。

各々の粒度から間隙比推定式を用いてVMAを計算する。

混合物の種類により必要となるVMAが異なり、その種類に応じたVMAの最小値を満足するかをチェックする。(たとえば、通常の13密粒では約

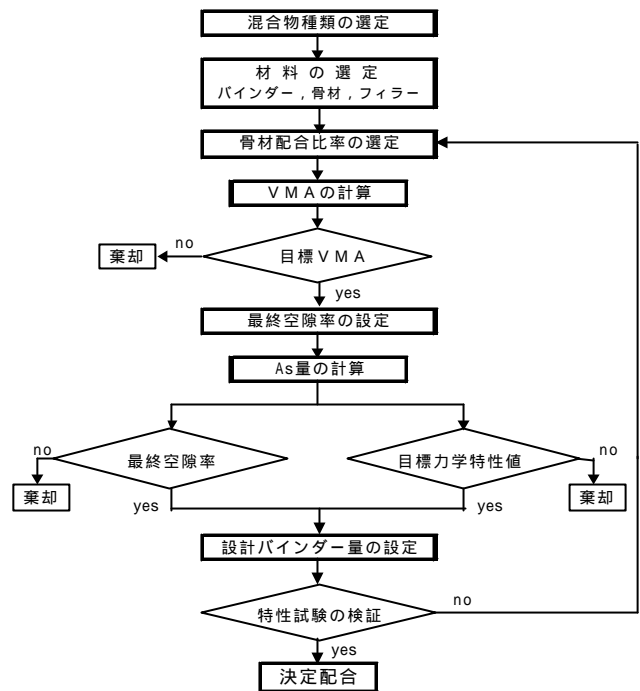


図-1 配合設計のフローチャート

16.5%以上が、排水性舗装As混合物では約30%以上であり、グースAs混合物では18%以下とするなどである。）

この要求されるVMAを満足しない粒度の場合は選択した骨材配合比率を棄却する。

必要なVMAを満足する合成粒度について、最終目標空隙率2.5%をVMAから差し引いた空隙をAs量で充填するとしてAs量を逆算する。これを、開発した計算プログラムを用いて計算する。なお、最終目標空隙率は通常のAs混合物の場合2.5%としたがAs混合物の種類により異なる。

ここで、設計As量を決める前に、設計As量の近辺でその量を少量づつ変化させて残留空隙率の変化の傾向を計算で求め、最終目標空隙率2.5%が得られるAs量であるかを検討する。

また、その混合物が要求する力学特性との関連も照査する。(たとえば、耐流動特性などである) この配合で供試体を作製し、各特性値(VMA、空隙率、飽和度、DS値など)を確認する。このときの目標密度は最大密度の98%とする。ここで、最大密度は空隙率が2.5%となる理論最大密度である。

尚、供試体作製での締固め方法は、粒度の細粒分によりマーシャル突固めかジャイレトリーかを選び、突固め回数あるいは旋回数は大型車の累積交通量により変えるようにする。さらに、条件を満足しない場合は骨材配合比率の選定まで戻って計算をやり直す、という配合設計法である。

(2) N A P Aの配合設計例での検討

米国では重交通のわだち掘れ対策に砕石マストックアスファルト混合物（以下，SMA）が有効であると評価し，その実績を踏まえNAPAが実験を行って，その配合設計のガイドライン⁵⁾を表-1として示している．SMAの耐久性は，砕石間の噛み合わせで得た骨格の間隙（VCA_{DRC}）をマストックモルタルで充填し，さらに，残留空隙を確保するようにして得られるものが適切であるとしている．これを，筆者らが誘導した間隙比推定式を用いて，各特性値（VMA，空隙率，VCA_{DRC} など）を計算・検討した結果⁶⁾を表-1に併記した．これは，NAPAが示したガイドラインとは殆ど同一とみなせる．

ここで，NAPAが示した配合設計において，その合成骨材の最終VMAを計算により求め，As量を差し引いて最終の計算空隙率を推定できることとなり，かつ所要のAs量設定を可能にしたことである．これは，NAPAが示した各特性値に対し，それらを計算で求めることができることを説明したことになる．このように，NAPAの実験例をここで提案する配合設計法で的確に説明できることが解った．

(3) 配合設計々算

具体的なAs混合物として，大型車交通量区分Cに用いる13密粒を採用し，その配合設計例を示した．配合に用いた骨材の粒度は表-2に示したとおりである．アスファルト舗装要綱に示された13密粒の2.36mm通過容積率の粒度範囲35～50％を4等分し，表-2に示した各骨材を用いて骨材配合比率を変化させ，配合1から配合5を作成した．そして，それぞれ計算した粒度を表-3に併記し，粒度曲線を図-2に示した．尚，2.36mm通過容積率は粒度範囲内で4等分されているが，その他の部分では幅広い粒度範囲内に均等に分散させることは難しいため，最大，最小粒径ではほぼ一致させている．

次に，配合1から配合5までの粒度についてそれぞれVMAを計算し，それを表-3に併記した．この結果，暫定目標VMAとした約16.5％以上を概ね満足する配合は配合1，2および3である．ここで，配合3，4および5について暫定As量6.2％として空隙率を求めると，配合3（中央粒度）で空隙率2.9％と計算される．そして，粒度3より上限粒度の場合は空隙率がさらに減少し，飽和度も約85％程度となる．これら配合はAs量6.2％とした場合，わだち掘れを生じ易いことが既往経験から解り，配合4および5は棄却するのが妥当であると判断される．

As混合物においてはこの最終VMAの状態にAsを添加すると，この容積分だけVMAを充填するので

表-1 実験値（NAPA）と計算値の比較表

	実験値	計算値	差
骨材比重	2.715	2.714	0.001
理論密度g/cm ³	2.468	2.462	0.006
A量(質量%)	6.4	6.4	0
A量(容積%)	15.1	15.1	0
ファイバー%	0.3	--	--
空隙率%	4.0	3.8	0.2
VMA%	18.1	18.9	-0.8
VCA%	35.7	35.6	0.1
VCA _{DRC} %	40.8	40.7	0.1
・骨材粒度の4.75mm通過容積率=21.8％			
・計算値のVCA _{DRC} =21.8+15.1+3.8=40.7％			

表-2 使用骨材粒度（通過容積百分率 %）

フルイ目	砕石6号	砕石7号	Scr	粗砂	細砂	石粉
19.000	100.0					
13.200	95.0	100.0				
4.750	2.0	95.0	100.0			
2.360	0.0	3.0	98.0	100.0	100.0	
0.600		0.5	51.0	45.0	70.0	100.0
0.300		0.0	33.0	25.0	45.0	99.5
0.150			18.0	10.0	12.0	98.5
0.075			10.0	3.0	5.0	84.0
比重	2.680	2.713	2.690	2.690	2.720	2.750

表-3 骨材配合，合成粒度および計算特性値

配 合		下限値 (要綱)	配合1 (下限)	配合2 (下中間)	配合3 (中央)	配合4 (上中間)	配合5 (上限)	上限値 (要綱)
骨材配合比率%	砕石6号		40.0	37.5	35.0	32.5	30.0	
	砕石7号		24.0	23.0	22.0	21.0	20.0	
	Scr		12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	
	粗砂		9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	
	細砂		9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	
	石粉		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
粒度・容積通過率%	19.000	100	100	100	100	100	100	
	13.200	95	98.0	98.1	98.2	98.4	98.5	100
	4.750	55	59.4	61.9	64.4	66.9	69.4	70
	2.360	35	36.3	39.8	43.2	46.7	50.1	50
	0.300	10	16.1	17.3	18.5	19.7	20.9	21
	0.150	6	9.9	10.4	10.9	11.4	11.9	16
骨材平均比重	0.075	4	6.9	7.1	7.3	7.6	7.8	8
	As密度g/cm ³		1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	
	計算VMA%		17.4	16.9	16.4	16.1	15.7	
	暫定As量(外割%)		6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	
	暫定As量(内割%)		5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	
	理論密度g/cm ³		2.464	2.464	2.465	2.465	2.465	
計算As容積%	理論最大密度g/cm ³		2.365	2.381	2.394	2.405	2.415	
	計算As容積%		13.4	13.5	13.6	13.6	13.7	
	計算空隙率%		4.0	3.4	2.9	2.4	2.1	
	計算飽和度%		77.0	79.9	82.5	84.9	86.9	

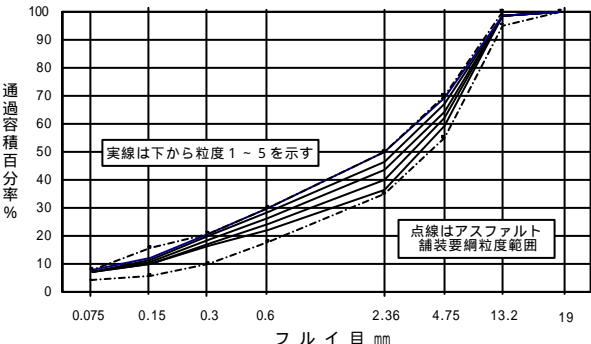


図-2 13密粒アスコンの粒度曲線

表-4 配合3のAs添加による特性値の変化

As%	基礎計算				密度計算 g/cm ³		容積計算 %		
外割	As密度	As量%	骨材比重	VMA%	理論密度	理論最大	As容積%	空隙率%	飽和度%
5.5	1.03	5.213	2.698	16.4	2.488	2.378	12.0	4.4	73.2
5.6	1.03	5.303	2.698	16.4	2.484	2.380	12.3	4.2	74.5
5.7	1.03	5.393	2.698	16.4	2.481	2.382	12.5	4.0	75.8
5.8	1.03	5.482	2.698	16.4	2.478	2.385	12.7	3.8	77.2
5.9	1.03	5.571	2.698	16.4	2.474	2.387	12.9	3.5	78.5
6.0	1.03	5.660	2.698	16.4	2.471	2.389	13.1	3.3	79.8
6.1	1.03	5.749	2.698	16.4	2.468	2.392	13.3	3.1	81.2
6.2	1.03	5.838	2.698	16.4	2.465	2.394	13.6	2.9	82.5
6.3	1.03	5.927	2.698	16.4	2.461	2.396	13.8	2.7	83.8
6.4	1.03	6.015	2.698	16.4	2.458	2.398	14.0	2.4	85.2
6.5	1.03	6.103	2.698	16.4	2.455	2.401	14.2	2.2	86.5

表-5 配合1～5のAs添加による特性値の変化

配 合	As%	基 礎 計 算				密 度 計 算		容 積 計 算		
	外割	As密度	As量%	骨材比重	VMA%	理論密度	理論最大	As容積%	空隙率%	飽和度%
配 合 1	6.8	1.03	6.367	2.697	17.4	2.445	2.379	14.7	2.7	84.4
配 合 2	6.6	1.03	6.191	2.697	16.9	2.452	2.389	14.4	2.5	85.0
配 合 3	6.3	1.03	5.927	2.698	16.4	2.461	2.396	13.8	2.7	83.8
配 合 4	6.1	1.03	5.749	2.698	16.1	2.468	2.403	13.4	2.6	83.5
配 合 5	5.9	1.03	5.571	2.698	15.7	2.475	2.408	13.0	2.7	82.7

表-6 最終目標空隙率を設定してAs量と各特性値を求める計算表

	計算	配合			配合1	配合2	配合3	配合4	配合5
		各特性値	記号	計算式	(下限)	(下中間)	(中央)	(上中間)	(上限)
理論計算	基礎計算	As密度 (kg/cm ³)	D _a		1.030	1.030	1.030	1.030	1.030
		骨材平均比重	G _t		2.697	2.697	2.698	2.698	2.698
		計算VMA%	V _{ma}		17.4	16.9	16.4	16.1	15.7
		最終目標空隙率%	V _v		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	補助計算	計算As容積%	V _{am}	V _{ma} - V _v	14.9	14.4	13.9	13.6	13.2
		計算密度 (kg/cm ³)	D _{tc}	(V _{am} *D _a +(100-V _{ma})*G _t)*100	2.381	2.390	2.398	2.404	2.410
		計算As量(内割)%	W _{acu}	V _{am} *D _a /D _{tc}	6.453	6.205	5.991	5.809	5.659
		計算As量(外割)%	W _{acs}	W _{au} /(100-W _{au})	6.898	6.615	6.373	6.168	5.998
	設計計算	設計As量(外割)%	W _{ads}	W _{as} の少数第2位以下を切り捨て	6.8	6.6	6.3	6.1	5.9
		設計As量(内割)%	W _{adu}	W _{ads} /(100+W _{ads})*100	6.4	6.2	5.9	5.7	5.6
		理論密度 (kg/cm ³)	D _t	100/(W _{ads} /D _a +(100-W _{ads})/G _t)	2.445	2.452	2.461	2.468	2.475
		理論最大密度(kg/cm ³)	D _{tm}	(100-V _{ma})/(100-W _{adu})*G _t	2.379	2.389	2.396	2.403	2.408
		設計As容積%	V _{ad}	D _{tm} *W _{adu} /D _a	14.7	14.4	13.8	13.4	13.0
		最終空隙率%	V _{vd}	V _{ma} -V _{ad}	2.7	2.5	2.7	2.6	2.7
		最終飽和度%	F _{ad}	V _{ad} /V _{ma} *100	84.4	85.0	83.8	83.5	82.7
		96%密度 (kg/cm ³)	D _{t96}	D _{tm} *0.96	2.284	2.294	2.300	2.307	2.311
判断基準目安	密度・空隙率・飽和度	96%の空隙率%	V _{v96}	100-(D _{t96} *100-V _{ad} *D _a)/G _t -V _{ad}	6.2	6.1	6.2	6.2	6.3
		96%の飽和度%	F _{a96}	V _{ad} /(V _{ad} +V _{v96})*100	70.2	70.3	68.9	68.3	67.4
		97%密度 (kg/cm ³)	D _{t97}	D _{tm} *0.97	2.307	2.318	2.324	2.331	2.336
		97%の空隙率%	V _{v97}	100-(D _{t97} *100-V _{ad} *D _a)/G _t -V _{ad}	5.4	5.2	5.3	5.3	5.4
		97%の飽和度%	F _{a97}	V _{ad} /(V _{ad} +V _{v97})*100	73.3	73.5	72.1	71.6	70.7
		98%密度 (kg/cm ³)	D _{t98}	D _{tm} *0.98	2.331	2.342	2.348	2.355	2.360
		98%の空隙率%	V _{v98}	100-(D _{t98} *100-V _{ad} *D _a)/G _t -V _{ad}	4.5	4.3	4.4	4.4	4.5
		98%の飽和度%	F _{a98}	V _{ad} /(V _{ad} +V _{v98})*100	76.7	76.9	75.7	75.2	74.3

空隙量は減少する．ここで，容積配合設計方法の考え方には次の2方法が考えられる．

それは，As量を先に決めて空隙率を計算する場合，必要な空隙率を確保し，VMAからそれを差し引いた空隙量に相当するAs量を逆算する場合である．そして，ここで提案する容積配合設計法ではの方法をとっている．

の場合の例として，配合3にAs量を外割として添加したものを表-4に，配合1～5の許容最大As量を外割として添加した場合の総括表を表-5に示した．

表-4では配合3のAs量添加の変化に伴う各特性値の理論密度，理論最大密度，空隙率および飽和度などが計算されている．これを，空隙率からみみると，As量6.3%超過で空隙率2.5%以下になるのでわだち掘れの危険性があることなどが解る．また，As量の変化に対して空隙率が通常目標とされている3.5～4.0%の下限値をとると，As量5.9%で飽和度も約80%以下となり，安全側にあると判断される．

また，表-3の配合4および配合5の下段で示した暫定As量6.2%を減少させて，表-5で示すようにAs量を6.1%および5.9%に変更すると，最終の残留空隙率が2.5%以上となり，飽和度も85%以下となつて安全側であることが解る．

このように，As量と残留空隙率の関係を検討しながら配合設計を行うの方法は，この両者のバランスを考慮しながら設定する点で問題が残る．

(4) 配合設計の検討

VMAを知ってAs量と残留空隙率の関係を検討するものの，提案した配合設計では，目標最終空隙率を定めてAs量を検討する方法をとる場合でも，VMA，空隙率，理論最大密度および締固め密度などの関係を把握して行うこととなる．

表-6に，棄却した配合4，5も含めた配合1から配合5に最終目標空隙率2.5%とした計算結果の例を示した．ここでは，先の配合1～5の基礎計算として，別途開発したプログラムで計算したVMAを示し，最終目標とする空隙率を2.5%としてAs量を逆算すると，外割の計算As量が求められる（これを表-6では補助計算として示した）．ここで，計算As量の少数点第2位以下を切り捨て，それぞれ外割の設計As量を定める．次いで，内割りAs量に換算し，設計計算として，理論密度，理論最大密度，最終空隙率および最終飽和度などを計算する．

このようにして求めたVMA，理論最大密度，空隙率および飽和度は実験からではなく計算で求めたものである．そして，これはAs混合物が最終的に安

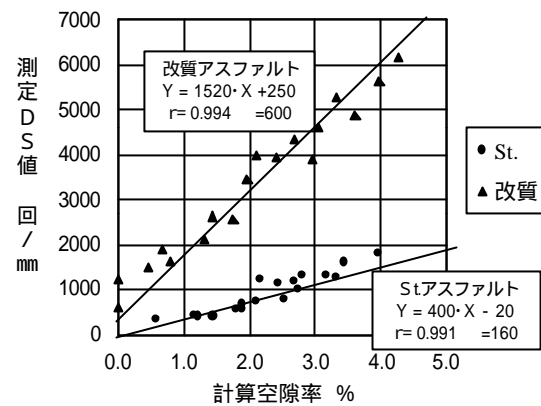


図-3 計算空隙率とD50値の関係

定したとみなした状態の各特性値である．

そこで，配合設計の実際は，施工条件および供用条件を考慮した室内締固めエネルギーでの空隙率の適正值を提示することである．

SHRPのSUPERPAVEにおける容積配合設計法の提案は，As混合物の締固めにSHRPジャイレトリコンパクタ（以下，SGC）を用いたことにある．そこでは，累積交通量ごとのSGCの回転数Nによって規定した空隙率（Initial，Design，Maximum）を得るNを定め，各々のNでの締固め度は舗設現場のフィニッシュ通過後89%以下，ローラ転圧後96%以下，交通供用の設計期間後98%以下に相当するとしている．そして，この100%密度は最大回転数300回の密度としているので，ここでいう理論最大密度に相当し，通常の理論密度ではない．これは筆者らの報告¹⁾で検証されている．

そこで，提案している配合設計法の理論計算から求まる理論最大密度の98%を，配合設定の目標密度とした．そして，締固め方法は現行のM締固めとSGC締固めを比較⁴⁾すると，合成骨材の粒度において2.36mm通過容積率で30%以下は従来のM締固めで対応できることが解っている．しかし，30%以上の細粒分の多い粒度ではM締固め密度は理論最大密度の98～96%程度の範囲にあり，M締固めでは十分に締まらないことである．

このようなことから，供試体作製での締固め方法の選択が必要であり，ここではSGCとした．そこで，締固め方法と回転数についてはSUPERPAVEのDesign Manualの改訂案⁷⁾を参考として交通量区分により，M締固め50～75回突き固めをSGC50～125回に相当するとした．そして，その回転数は交通量区分C（設計累積交通量）から100回とした．

表-6の下段に示した判断基準は，理論最大密度に対する締固め度における供試体の密度，空隙率および飽和度であり，室内および現場を含めて管理基準

設定の目安を示したものである。

ここで、配合3で表-6の下段の判断基準では、理論最大密度の98%の空隙率が4.4%で最終空隙率2.7%より1.7%大きくなっている。これは、通常室内および現場での最大密度は理論最大密度の98%以上にはならないことから、室内の空隙率が最終空隙率2.5%より2.0%程度大きいAs混合物は交通荷重の繰り返しに対して耐久性の保証が期待できるからである。

ホイールトラッキング試験については、最終空隙率とDS値の関係³⁾を図-3に示したが、この配合3で最終空隙率2.7%であることからDS値は約1000回/mm(ストレートアスファルト使用)が予測される。これが要求DS値に満たない場合は、特殊なバインダーの使用を検討する。

このようにして、配合3を試験配合とし、ストレートアスファルトを用い、As量6.3%で供試体を作製し、これら特性値の確認ができたならそれを決定配合とする。本設計例では、ほぼ計算(判断基準の98%密度)で求めた値に近い結果が得られた。なお、各特性値が要求に満たない場合はフローチャート(図-1)の骨材配合比率の選定まで戻って設定を繰り返す配合設計方法である。

4.まとめ

本提案によりAs混合物の配合設計は、既往のマーシャル安定度試験法の問題点を解消して、今後の趨勢であるSUPERPAVEの容積配合設計を補完し、未だ実験に頼る内容を補正し得る配合設計法である。これは、SMA混合物をNAPAが実験で示した配合設計のガイドラインを、提案している配合設計法で説明できること、そして、13密粒の配合設計例で示した如く、従来の実験によるプロセスを最

小化することも達成できる。そして、配合設計するAs混合物の各特性値の最適値を知り、適用実態を知っての配合設計を可能にすることにも特徴がある。また、耐荷性能での耐久性を求められる混合物においては、その舗装構造、用途、目的により、施工時の転圧を減少させることの判断、さらに、転圧が難しくまた転圧を要しない場合などの未経験分野の判断も可能にできる方法でもある。

本配合設計法を広範に適用しつつ、まだ暫定判断値の部分の修正し、適用目標を明らかにしてこの基準値の有効さを確認・検証しながら、それら結果を本配合設計法で修正・説明して行きたい。

参考文献

- 1) 郡司保雄, 井上武美, 赤木寛一: 骨材粒度に基づく加熱アスファルト混合物の骨材空隙率推定法に関する研究, 土木学会論文集, N0.648/V-47, pp.191-202, 2000.0.5.
- 2) 郡司保雄, 井上武美, 赤木寛一: 加熱アスファルト混合物の骨材空隙率の検討, 土木学会舗装工学論文集, 第4回, pp.143-150, 1999.12.
- 3) 郡司保雄, 井上武美, 赤木寛一: SMA混合物のVMAと力学特性に関する一考察, 第55回年次学術講演会, 2000.9.
- 4) 井上武美, 郡司保雄: アスファルト混合物の締固めに関する一考察. 舗装, 35-2, 2000.
- 5) NAPA: *Designing and Constructing SMA Mixtures*, State-of-the-Practice, 1999.
- 6) 郡司保雄, 井上武美, 赤木寛一: NAPA推奨のSMA混合物配合設計法のVMA計算法による検証, 第55回年次学術講演会, 2000.9.
- 7) 新田弘之: Superpaveの最新情報, 道路建設, 1999.10.

PROPOSED VOLUMETRIC MIX DESIGN METHOD FOR HOT MIX ASPHALT BASED ON THE CALCULATED VOIDS IN MINERAL AGGREGATE

Yasuo GUNJI, Takemi INOUE and Hirokazu AKAGI

The Marshall stability test has been used in Japan as the mix design method for hot mix asphalt since 1961 when this method was adopted in the "Manual for Asphalt Pavement". Recently, this method has been considered to be an empirical one that can especially design a durable mixture which is rut resistant. We, therefore, propose a rational mix design method whose procedure is to calculate the voids in mineral aggregate from the aggregate gradation then add the necessary asphalt content to get an appropriate air voids ratio of the mixture. The required material properties are checked in both this calculation and in the actual compacted specimens.