

SMA混合物のVMAと力学特性に関する一考察

ニッポメックス(株)代表

正会員 郡 司 保 雄*

日本舗道(株)技術研究所所長

正会員 井 上 武 美**

早稲田大学理工学部土木工学科教授

正会員 赤 木 寛 一***

1. はじめに

加熱アスファルト混合物（以下、As混合物）の骨材間隙率（以下、VMA）は耐久性を考慮した配合設計において重要な特性とされている。

SHRPが提示したSUPERPAVE¹⁾の容積配合設計方法では、設計交通量に応じてAs混合物の耐久性に必要なAs量とし得るよう最大粒径毎にVMAの最小値を示している。

As混合物の配合設計において、今まで実験結果だけからしか求めることができなかったVMAを予め知ることができれば、配合設計を適切に行えるとして、筆者らは骨材粒度からVMAを推定する間隙率計算式を提案し²⁾、検証してきた³⁾。

そしてVMAに加えてAs混合物のDS値が配合設計時に推定可能であれば、DS値とわだち掘れ量(RD値)との関係⁴⁾からAs量が推定でき、物理的にも力学的にも耐久的なAs混合物とすることができることとなる。

ここで、SMA(Stone Matrix Asphalt) 混合物について、SGC(SHRP Gyrotory Compactor)で締固めた供試体を作成し、力学特性としてマーシャル安定度およびホイールトラッキング試験の動的安定度(DS値)

を測定し、VMAとの関係を検討した結果、As混合物のDS値と計算VMAから算出した計算空隙率との間に相関関係を見いだした。この結果、提案した間隙率計算式からAs量と空隙率を求めることで、耐久的なAs混合物の配合設計が可能と推測されたので報告する。

2. SMA混合物のVMAとDS値

実験対象をSMA混合物とし、力学特性としてはマーシャル安定度とDS値とし計算VMAとの関係を検討した。

2.1 実験概要と結果

骨材は通常使用している砕石6号、7号、スクリーングス(Scr)、粗砂、細砂および石粉とし表-1に示す。配合はSMAの標準粒度範囲を参考とし、この範囲を5等分したものである⁵⁾。合成粒度は比重補正を行い容積粒度に換算した。これらを表-2に示す。

使用バインダーはストレートアスファルト60~80および改質バインダーの2種類とし、検討粒度に対するAs量はマーシャル試験結果の最適As量(OAC)を中心にその前後のOAC±0.3%の3種類とした。SGC締固め仕様はモールド径10cm、回転角度1.25°、圧力588.6kPa(6kgf/cm²)および最大回転数300回とした。ここで、合成粒度を示した表-2の粒度にバインダーを添加して作成した供試体のDS値を測定した。その試験結果を表-3に示す。

表-1 使用骨材の粒度と比重

粒径mm	砕石6号	砕石7号	Scr	粗砂	細砂	石粉
13.200	100.0					
4.750	0.0	100.0				
2.360		0.0	100.0	100.0	100.0	
0.600			51.1	46.5	68.4	100.0
0.300			32.7	25.1	24.7	99.9
0.150			18.2	15.5	3.7	98.3
0.075			11.7	3.9	1.2	83.7
比 重	2.680	2.713	2.691	2.694	2.741	2.782

表-2 骨材配合と合成粒度(容積率)

配 合 材 種	上 限		上 中 間		中 央		下 中 間		
	砂のみ	S _{cr} 入	砂のみ	S _{cr} 入	砂のみ	S _{cr} 入	砂のみ	S _{cr} 入	
骨材配合率%	砕石6号	50.0	50.0	55.0	55.0	60.0	60.0	65.0	65.0
	砕石7号	15.0	16.0	13.7	14.0	12.5	12.0	11.3	10.5
	Scr	—	9.0	—	9.0	—	9.0	—	7.5
	粗砂	10.0	7.0	9.0	5.8	8.0	4.5	7.0	4.3
	細砂	10.0	5.0	8.5	4.2	7.0	3.5	5.5	2.7
石粉	15.0	13.0	13.8	12.0	12.5	11.0	11.2	10.0	
粒度容積通過率%	13.200	100	100	100	100	100	100	100	100
	4.750	49.7	49.7	44.7	44.7	39.7	39.7	34.9	34.8
	2.360	34.7	33.8	31.1	30.8	27.3	27.8	23.5	24.3
	0.600	26.3	24.1	23.6	22.0	20.8	19.9	18.1	17.5
	0.300	19.8	18.8	18.0	17.3	16.1	15.8	14.2	14.1
	0.150	16.5	15.6	15.2	14.4	13.7	13.2	12.2	11.9
	0.075	13.0	12.2	11.9	11.3	10.8	10.4	9.6	9.4
比 重	2.699	2.696	2.697	2.694	2.695	2.692	2.693	2.691	

キーワード：アスファルト混合物、VMA、SMA、DS値、空隙率

連絡先：* 〒331-0052 埼玉県大宮市三橋6-70 ニッポメックス(株) TEL048-622-9631 FAX048-622-9632

** 〒140-0002 東京都品川区東品川3-32-34 日本舗道(株)技術研究所 TEL03-3471-8541 FAX03-3450-8806

*** 〒168-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 58号館205 早稲田大学理工学部土木工学科 TEL03-5286-3405 FAX03-5272-0695

表-3 VMA・空隙率とDS値の関係-総括表

As	No	配合	理論		As			測定値 (SGC締固)		計算値		WT試験
			密度g/cm ³	%	密度g/cm ³	空隙率%	VMA%	VMA%	空隙率%	DS回/mm		
ストレート アスファルト	1	上限	2.470	5.8	2.393	3.130	16.893	15.643	1.880	670		
	2	上限	2.460	6.1	2.421	1.568	15.980	15.643	1.231	400		
	3	上限	2.449	6.4	2.404	1.833	16.889	15.643	0.587	330		
	4	上限	2.472	5.7	2.404	2.735	16.268	16.279	2.746	1020		
	5	上限	2.461	6.0	2.419	1.700	15.883	16.279	2.096	750		
	6	上限	2.450	6.3	2.437	0.537	15.365	16.279	1.451	400		
	7	上中	2.462	6.0	2.391	2.868	17.055	16.629	2.441	1130		
	8	上中	2.451	6.3	2.377	3.016	17.848	16.629	1.796	560		
	9	上中	2.440	6.6	2.423	0.710	16.182	16.629	1.157	410		
	10	上中	2.463	5.9	2.372	3.697	17.657	17.139	3.179	1300		
	11	上中	2.452	6.2	2.393	2.421	17.027	17.139	2.533	790		
	12	上中	2.442	6.5	2.395	1.916	17.163	17.139	1.892	570		
	13	中央	2.456	6.1	2.332	5.067	19.462	17.846	3.452	1600		
	14	中央	2.446	6.4	2.392	2.202	17.239	17.846	2.809	1310		
	15	中央	2.435	6.7	2.376	2.436	18.110	17.846	2.172	1230		
	16	中央	2.458	6.0	2.351	4.360	18.528	18.122	3.954	1800		
	17	中央	2.448	6.3	2.355	3.781	18.593	18.122	3.310	1270		
	18	中央	2.437	6.6	2.391	1.888	17.338	18.122	2.672	1170		
改質 アスファルト	19	上限	2.445	6.4	2.409	1.471	16.663	15.643	0.451	1500		
	20	上限	2.434	6.7	2.412	0.914	16.748	15.643	0.000	1230		
	21	上限	2.424	7.0	2.392	1.305	17.776	15.643	0.000	620		
	22	上限	2.457	6.0	2.422	1.429	15.742	16.279	1.966	3460		
	23	上限	2.446	6.3	2.412	1.402	16.365	16.279	1.316	2100		
	24	上限	2.436	6.6	2.418	0.721	16.328	16.279	0.672	1880		
	25	上中	2.454	6.1	2.406	1.966	16.501	16.629	2.094	4000		
	26	上中	2.443	6.4	2.403	1.655	16.838	16.629	1.446	2630		
	27	上中	2.433	6.7	2.406	1.100	16.924	16.629	0.804	1640		
	28	上中	2.459	5.9	2.364	3.879	17.966	17.139	3.051	4600		
	29	上中	2.449	6.2	2.410	1.575	16.314	17.139	2.400	3940		
	30	上中	2.438	6.5	2.396	1.715	17.100	17.139	1.754	2570		
	31	中央	2.464	5.8	2.365	4.002	17.874	17.846	3.974	5630		
	32	中央	2.453	6.1	2.370	3.372	17.898	17.846	3.321	5290		
	33	中央	2.442	6.4	2.393	2.004	17.177	17.846	2.673	4340		
	34	中央	2.462	5.8	2.356	4.294	18.156	18.122	4.260	6180		
	35	中央	2.451	6.1	2.359	3.748	18.263	18.122	3.608	4900		
	36	中央	2.440	6.4	2.361	3.242	18.404	18.122	2.961	3900		

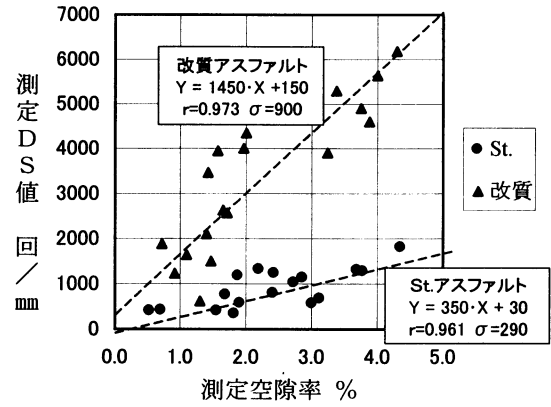


図-1 測定空隙率とDS値の関係

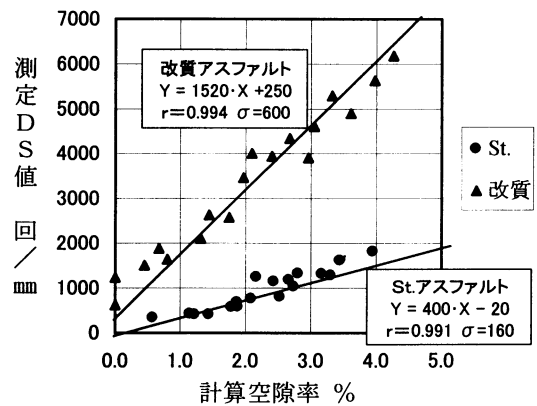


図-2 計算空隙率とDS値の関係

2.2 実験結果の考察

表-3の計算VMAは、筆者らが提案した空隙率計算式を用いて骨材粒度から求めた値で、計算空隙率はこのVMAからAs量を差し引いた値である。空隙率（測定および計算）とDS値の関係を示した結果が図-1および図-2である。図-1の測定空隙率とDS値には、空隙率の増加に対しDS値の増大傾向は見られるものの相関係数rは小さく、標準偏差σは大きくなっている。一方、図-2に示すとおり、計算空隙率とは強い相関関係がみられた。

ここで、骨材粒度から計算により求めた最終VMAで、各々の粒度の良好な一定の骨格構造が形成されているとみなすと、As量の増加につれDS値は低下する筈である。一方、測定空隙率は表-3にみる如く骨格構造が、アスファルト量による締固め効果のばらつきによってか、不均一であり空隙率データに違いが生じているものの、DS値はAs量増加により低下している。この空隙率の差はAs混合物が舗設され交通転圧をうけて最終の空隙率で安定した状態になる筈と考えれば、この計算空隙率とDS値の関係で評価し得ることも可能であると考察した。

3. まとめとあとがき

SMA混合物について、筆者らが提案している空隙率計算式を用い、最終VMAから計算した特性値と力学特性の関係を検討した。その結果、As混合物の耐久性の指標の一つであるホイールトラック試験のDS値を計算VMAから算出した計算空隙率によって推定可能であることが解った。また、バインダーの種類がDS値に及ぼす影響も把握できた。しかし、従来の力学特性であるマーシャル安定度との関係は殆どないことも解った。

参考文献

- 1) R.J.Caminsky 他: *The Superpave Mix Design Manual for New Construction and Overlays*, SHRP-A-407, National Research Council (1994)
- 2) 郡司, 井上, 赤木: 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, (2000.5月号掲載予定)
- 3) 郡司, 井上, 赤木: 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 (1999)
- 4) 土木研究所資料: 耐流動耐摩耗対策の選定手法に関する調査研究報告書, 第3010号, 建設省土木研究所舗装研究室 (1991)
- 5) 荒井, 井上: 砕石マッシュへのジャイレトリコンパクタの適用検討, 舗装 (1998.9)