

水中施工用アスファルトマスチックの合理的な配合設計法の検討

日本道路(株)技術部 正会員 ○野々田 充、坂口 陸男

1. はじめに

アスファルトマスチック(以下マスチック)は、昭和40年前後において盛んに技術導入及び研究・開発されたが、港湾分野でマスチック工法自体の適用が少なく、過去の方法論が必ずしも明確でなかった為、少数の経験者による経験重視で各種の決定が行われており、技術の伝承面からも問題が生じている。現状の材料状況や施工機械の状況を踏まえ、誰にでも合理的に判断できる手法が求められている。先の報告¹⁾で目標粒度を選定する方法で容易に配合設計できるこ

表一1. 経験的な目標と粒度範囲及び経験As量とFM

粒径	遮水グラベルマスチック			固結グラベルマスチック			遮水サンドマスチック			固結サンドマスチック		
	目標	下限	上限	目標	下限	上限	目標	下限	上限	目標	下限	上限
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	98	95	100	98	95	100	100	100	100	100	100	100
10	94	87	97	94	87	97	100	100	100	100	100	100
5	76	66	87	78	65	88	100	100	100	100	100	100
2.5	57	42	72	58	43	73	98	95	100	97	95	100
1.2	50	38	63	48	36	64	84	75	90	84	75	90
0.6	44	34	55	41	30	54	70	58	80	70	57	80
0.3	38	28	48	34	24	45	57	47	67	55	44	65
0.15	31	24	40	25	17	34	45	35	55	40	32	48
0.074	25	21	29	18	13	25	33	29	37	28	24	32
経験As量	15.0	12.0	18.0	14.0	11.0	17.0	20.0	18.0	22.0	18.0	16.0	20.0
F. M.	4.1	4.8	3.4	3.9	4.6	3.3	2.2	2.7	1.7	2.1	2.6	1.7
(2)式	15.6	14.0	17.3	12.9	11.0	15.7	18.8	17.1	20.5	16.9	15.3	18.5
(3,4)式	15.2	14.6	15.9	14.2	13.4	15.2	19.3	17.7	21.0	17.5	15.8	19.1

注) F. M. は、#200残留物の材料について粒度より算出した。As量は、重量配合。

注) 粒度の上下限と経験的なAs量の上下限は一致しない。それぞれ独立した範囲である。

大粒径5mmと捉えていた(現在は、As用細骨材として最大粒径2.5mm)。②As量算定式(経験式)の検証が十分でなかった。③細骨材の状況が悪化し、粒度・粒径の良い材料が確保できなくなった(今は、人工砂“2～3種”の細骨材を組合わせて粒度を合成しているが、細骨材の粒径は鋭角に富み流動性を悪化させている)。④単一の細骨材の変動がマスチック全体の品質変動につながった(今は、細骨材を合成するので全体的な品質変動は小さくなった)。⑤流動性を現場的に計測できる試験が無く、経験者の目視判断と温度管理に頼っている(熟練技術の継承)。⑥昔はクッカ車の性能が悪く、安全を見込んでより高温の施工がされていた(温度コントロール性能が高まった)。

3. 過去のAs量の算定式^{2) 4)}

Asの針入度40～100、As量が約16～20%の範囲における目安として、“As(%)=27-5×FM, D/As=1.0～1.2, S(%)=100-(As+F)”——(1)式。ここで、S:砂の量(%), F:石粉の量(%), D:#200通過量。これも砂の粒度をFMに代表させ、As量を算定する方法である。”D=0.8×F, D=1.1×A”と想定し、表一1の粒度からこの方法による試算結果を表一2に示した。固結サンドマスチック

表一2. (1)式による試算例

重量配合	固結サンドマスチック		
	目標	下限	上限
As量	16.5	14.0	18.5
F量	22.7	19.3	25.4
S量	60.8	66.7	56.1

(以下サンド)の現在の経験的なAs量(表一1)は、過去の算定式(1)の結果(表一2)に比べて0～2%程度多い値を示している。これは細骨材形状が時代とともに鋭角化した為、必要な余剰As量が増加してきたと考えられる。

4. 比表面積法によるAs量算定式

常温As混合物のAs量算定式は、昔から良く用いられた手法である。算定式の作成は、①各粒径の比表面積をキーワード アスファルトマスチック、配合設計、粒度、アスファルト量算定式、実績率

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋1-6-5 日本道路(株)技術部 TEL03-3571-4896(FAX3289-1656)

設定、②各粒度の配分量から粒数を算出し、③①と②から総比表面積を算出し、④間接的にA s 被膜厚を算出する。⑤これらと各混合物の経験的なA s 量を比較することにより、⑥調整係数を求め、⑦各粒度における係数とした。この様にして、マスチック(全混合物)・グラベルマスチック(以下グラベル)・サンドについての以下の3式を得た。

$$A s \text{ (マスチック)} = (0.18 a + 2.93 b + 885.0 c + 14154 d + 226500 e + 3822700 f) / 10000000 + 5.9043 \text{——— (2)式}$$

$$A s \text{ (グラベル)} = (0.07 a + 1.17 b + 354.0 c + 5661.7 d + 90600 e + 1529100 f) / 10000000 + 11.339 \text{——— (3)式}$$

$$A s \text{ (サンド)} = (0.18 a + 2.94 b + 885.0 c + 14154 d + 226500 e + 3822700 f) / 10000000 + 6.4653 \text{——— (4)式}$$

ここで、A s : 混合物重量に対するA s の重量百分率(%), a : 2.5mm フリにとどまる骨材の重量百分率(%), b : 2.5mm フリを通過し、0.6mm フリにとどまる骨材の重量百分率(%), c : 0.6mm フリを通過し、0.3mm フリにとどまる骨材の重量百分率(%), d : 0.3mm フリを通過し、0.15mm フリにとどまる骨材の重量百分率(%), e : 0.15mm フリを通過し、0.074mm フリにとどまる骨材の重量百分率(%), f : 0.074mm フリを通過する骨材の重量百分率(%)。

結果を表一1(下段)に示す。経験A s 量に対して概ね±2%程度に収まっている。(2)式よりは、(3,4)式の方が適合性は高い。

5. 実績率からの検討

当社の技研の標準材料で、各配合別に目標粒度を狙った合成粒度を組み、(2,3,4)式でA s 量を算定した。マスチックは本来、独立した空隙が1%前後残留するが、ここでは空隙0%と仮定し、(3,4)式のA s 量についてS・F・A s 率(容積配合)を算出した。合成粒度の細骨材分(S)で単体を実測し、実績率を求めた。単位容積を100%とした場合、実績率を細骨材のS率に換算したときのマスチック全体の容積比率を”余剰量”として算出した。実績率の残りの空隙容積を100%とした場合、フィラー・ビチューメン(以下FA)容積比率を”余剰率”として算出した。これらの結果を表一3に示す。”余剰量・余剰率”共に100%を超えた分が施工上必要なFA量である。余剰量は、120~146%の範囲にある。余剰率は、160~217%の範囲にある。遮水型は、余剰量で約140%、余剰率で約210%。固結型は、余剰量で約120%、余剰率で約160%。グラベルは、サンドに比べ実績率が高いのでFA量が少なく、遮水用は、固結用に比べ施工上の充填性能や変形特性を求められるので、FA量が多くなっている。余剰なFA量については、施工性(流動性)からの検討が必要である。

6. 混合物としての検討

表一3の配合骨材に(2)式のA s 量を添加し、混合物を作成後、基本性状試験を実施した。試験方法・基準値は、文献⑤に従った。結果を表一4に示す。いずれも基準値内にあり、基本性状は満足した。

7. まとめ ①現状のアスファルト混合物の

骨材状況に見合った、アスファルト量算定式を提案した。②余剰率から見ると細骨材の骨材間隙率の約1.6~2.1倍のFAを充填する配合であることが理解できた。③マスチック混合物は、いずれも基本性状試験を満足した。④本手法は、粒度範囲の検討が十分でないので、当面は目標粒度に限って適用すべきである。⑤細骨材は、粒度変動抑える点から複数材を合成することが望ましい。⑥今後は、マスチックの流動性のからの検討が必要である。

参考文献①土木学会第62回年次学術講演会、「5-129 再生骨材を用いた遮水用アスファルトマスチックの基本性状について」、②ASPHALT, Vol. 6, No. 31「各種の流し込みアスファルトについて」、③舗装, Vol. 42, No. 8「アスファルトプラントアンケート調査による混合物用骨材の実態」、④土地改良事業計画設計基準, 第3部設計, 第14編水利アスファルト工(前編), 農林省農地局, 昭和42年2月制定、⑤アスファルトマスチック技術マニュアル, 平成20年版, 海洋アスファルト工法研究会、

表一3. 合成粒度の配合と実績率

粒径	遮水グラベル	固結グラベル	遮水サンド	固結サンド
13	100.0	100.0	100.0	100.0
5	77.0	77.0	100.0	100.0
2.5	56.1	57.1	100.0	100.0
0.6	45.4	43.1	72.0	72.6
0.3	37.3	31.6	54.9	51.8
0.15	30.9	22.6	41.0	35.3
0.074	24.9	18.0	33.0	28.0
(2)式	15.6	12.9	18.7	16.8
(3,4)式	15.2	14.1	19.3	17.4
単体	1.808	1.811	1.546	1.540
実績率	67.1	67.1	57.5	57.2
S率	48.4	56.0	39.5	45.2
F率	19.6	13.9	21.9	19.2
(3,4)As率	32.0	30.1	38.6	35.6
余剰量	138.5	119.8	145.5	126.4
余剰率	217.0	160.4	207.2	161.6

表一4. 各混合物の基本性状試験結果

基本性状試験	遮水グラベル	固結グラベル	基準値	透水サンド	固結サンド	基準値
比重	2.177	2.189	2.0以上	2.044	2.093	1.95以上
圧縮強度(N/mm2)	3.38	3.35	1.0以上	5.44	5.76	1.0以上
曲げ強度(N/mm2)	3.80	3.69	1.0以上	6.42	6.69	1.0以上
たわみ量(mm)	11.0	9.4	5mm以上	12.3	11.2	5mm以上

注)試験温度:グラベル;15℃、サンド;10℃