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

日本道路㈱技術部 正会員 ○野々田 充、新井 俊隆
 レインボーコンサルタント㈱ 三浦加寿夫

1. はじめに

道路分野においては、アスファルト混合物の再資源化率は98%に達している。近年、海面埋立による廃棄物処分場建設において、遮水材料としてアスファルトマスチック(以下マスチックと呼ぶ)が活用されるようになってきた。しかし、港湾分野において、特に海中に使用する材料については、未だリサイクル材の適用があまり進んでいない。一般の道路舗装からのアスファルトコンクリート発生材を用い、配合設計等を実施して、その基本性状を室内実験で確認した。

2. 試験方法

材料基準について、マスチックの捨て石固結工法については公的な基準¹⁾があるが、遮水工法の場合は一般に経験的な基準²⁾を準用している。港湾分野では各骨材の配合範囲の基準はあるが、道路分野の様な粒度範囲の考え方はない。ここでは、旧アスファルトの回復目標針入度を60にする軟化剤量を算定し、必要な新規添加バインダー量からこの軟化剤量を差し引いた量を新ストレートアスファルト60/80の添加量とした。骨材について、各骨材の配合範囲を組み合わせ、粒度範囲を仮設定し、この中央粒度を目標として、道路分野のリサイクル手法により配合設計を実施した。評価試験としては、港湾分野のマスチックの基準試験である比重・曲げ・圧縮試験を実施し、性能確認試験として加圧透水試験を実施した。

3. 試験条件

使用材料は、当社の埼玉合材センターの材料を用いた。比重試験は、表乾比重である。曲げ試験は、4*4*16cmの供試体をスパン10cm・載荷速度20mm/min。試験温度は、サンドマスチック(以下サンドと呼ぶ)が10℃で、グラベルマスチック(以下グラベルと呼ぶ)が15℃で実施した。圧縮試験は曲げ試験の試験片を用いて、4*4cmの載荷ヘッド・載荷速度20mm/minで同様に各試験温度で実施した^{1) 2)}。加圧透水試験³⁾の試験条件は、以下の検討結果により飽和時間(養生時間)6日・試験時間1時間とした。この条件で、透水量が0の場合、“透水係数 1×10^{-8} 以下”と表現した。

1) 透水時間(実試験時間)の検討

一般の透水係数の算定式は、

$$k = \frac{Q}{A \times t} \times \frac{1}{h} = \frac{Q \times 4 \times L}{d \times d \times \pi \times Ht \times Tt}$$

右辺に値を代入すると $Tt = 21.23$ (min)

ここで k: 透水係数; 1×10^{-8} (cm/s)と仮定
 d: 供試体直径; 10cm
 L: 供試体高さ; 5cm
 Ht: 試験圧力水頭; 50m
 Q: 透水量; 判定可能量を1ccとする
 Tt: 加圧透水時間(s)

2) 飽和時間(養生時間)の検討

$i = H/L$: 動水勾配

$V = k \times i$: 見かけの流速

$$Ts = \frac{L}{V} = \frac{L \times L}{k \times Hs}$$

右辺に値を代入すると $Ts = 5.79$ (day)

ここで k: 透水係数; 1×10^{-8} (cm/s)と仮定
 Hs: 飽和する為の圧力水頭; 50m
 L: 供試体高さ; 5cm
 Ts: 飽和するまでの到達時間(s)

4. 試験結果及び考察

旧アスファルトの針入度は21で、新アスファルトの針入度は68であった。使用した骨材及び分級された再生骨材の粒度を表-1に示す。旧アスファルト含有量は、「R13-5」が3.31%、「R5-0」が6.21%

キーワード 透水係数, アスファルトマスチック, リサイクル, 再生骨材, 遮水

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋 1-6-5 日本道路㈱技術部 TEL03-3571-4896 (FAX3289-4489)

であった。サンド・グラベルの各合成粒度及び仮粒度範囲等を表一2に示す。サンドについて「R5-0」が10%で粒度範囲の限界になった。グラベルは、「R13-5」と「R5-0」の混合比を変化させることにより粒度範囲内の合成粒度を組むことが出来た。各配合の混合物のバインダー量は、表一3の値(新規骨材)と同じにした。軟化剤は、道路分野で用いられているオイル系再生添加剤(表一4)を用いた。各配合の混合物の基本性状結果を表一5に示す。新アスファルトの針入度が比較的低い為か、一般的なたわみ量に比べ小さかった。「軟化剤有り」

表一1. 使用骨材の粒度

フルイ目	6号	7号	SC	粗砂	細砂	石粉	R13-5	R5-0
20	100	100	100	100	100	100	100	100
13	98.7	98.1	97.8	97.5	97.5	95	94.4	100
5	71.1	69.9	68.2	66.9	67.5	55	36	96.5
2.5	45.3	49	47.6	51.9	45	30	25.4	62.8
0.6	37.1	37.7	36.6	39.2	37.5	25	17.8	34.1
0.3	32.6	33	32.7	34.1	31.5	23	13.5	24.1
0.15	28.1	28.7	28.9	29.1	28	21	9	14.6
0.075	24.1	24.3	24.6	24.2	25	20	6.3	9.9

表一2. マスチックの合成粒度及び粒度範囲

NO.	サンド					グラベル					
	1, 2, 4, 3, 5			目標粒度	仮粒度範囲	6, 7, 9, 8, 10			目標粒度	仮粒度範囲	
	R0%	R10%	R30%			R0%	R30%	R50%			
20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	98.7	98.1	97.8	97.5	95
5	100	99.7	99	100	100	100	71.1	69.9	68.2	67.5	55
2.5	96.9	94	87.9	97.5	95	100	45.3	49	47.6	45	30
0.6	73	71.5	71.5	72.5	65	80	37.1	37.7	36.6	37.5	25
0.3	58.8	58.5	58.7	57.5	50	65	32.6	33	32.7	31.5	23
0.15	44.6	44.7	43.4	46	37	55	28.1	28.7	28.9	28	21
0.075	36.3	36.4	35.6	35.5	27	44	24.1	24.3	24.6	25	20

の混合物は、旧アスファルト含有量の20%を(外割り)添加した。軟化剤の有無にかかわらず各試験結果は基準値を満足していた。比較的大量の新アスファルトを添加するためと考えられる。しかし、再生骨材を利用した混合物は、強度が増大する傾向にあり、たわみ量が小さくなる傾向にある。軟化剤添加により、たわみ量はやや回復する傾向にある。各配合の加圧透水試験結果を表一6に示す。いずれの混合物も透水量0であり、遮水品質面から見て十分な性能を有していた。品質面から十分なNo. 3, 5の混合物は、サンドの仮粒度範囲の2.5mm通過量のみを逸脱している。仮粒度範囲の設定が厳しすぎる可能性もあり、今後は、施工性等の面からの検討も必要である。

表一3. 新材による標準的な配合²⁾

	6号碎石	7号碎石	砂	石粉	アスファルト
サンド	0%	0%	50%	30%	20%
グラベル	20%	20%	20%	25%	15%

表一4. 再生添加剤の品質⁴⁾

項目	標準的性状	試験値
動粘度(60°C)	80~1000	213 (cst)
引火点	230以上	270°C
薄膜加熱後の粘度比(60°C)	2以下	1.29
薄膜加熱質量変化率	3~-3	-0.28
密度(15°C)	報告	1.013
組成分	アスファルテン	0
成分	飽和分	報告
成分	芳香族分	46.3
成分	レジン	48.1
成分		5.6

表一5. 各混合物の基本性状試験結果(基準は2)に準拠)

NO.	種類	軟化剤	再生材混入率	供試体密度		曲げ強度		たわみ量		圧縮強度	
				データ	基準	データ	基準	データ	基準	データ	基準
1	サンド	無し	0%	2.025	1.95	2.52	1	8.53	5mm	4.45	1
2	ド(試験温	有り	10%	2.021	以上	2.63	N/mm ² 以上	8.08	以上	4.31	N/mm ² 以上
3	度		30%	2.033		3.22		6.81	5.02		
4	10°C)		10%	2.011		2.67		7.07	3.76		
5	度	30%	2.015		2.04	6.54	3.87				
6	グラベル	無し	0%	2.205	2	2.96	2	5.89	5mm	4.62	2
7	ド(試験	有り	30%	2.205	以上	3.26	N/mm ² 以上	5.14	以上	5.62	N/mm ² 以上
8	度		50%	2.203		3.44		5.61	5.73		
9	15°C)		30%	2.192		2.92		6.62	3.28		
10	度	50%	2.195		2.42	6.64	3.97				

5. まとめ

1) 粒度範囲や目標針入度を仮設定することにより道路分野でのリサイクル手法が海洋分野においても適用可能である。2) 新規の追加アスファルト量が多い為、軟化剤を用いなくてもいずれも基準を満足した。3) いずれの混合物も1×10⁻⁸以下であり、遮水材料としての基準値(1×10⁻⁷以下)を十分満足する。4) 室内実験結果から見るとリサイクル材の適用は十分可能と考えられる。今後機会を見て、実物レベルでの適用実験を行う方向で検討したい。

表一6. 加圧透水試験結果

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
種類	サンド					グラベル				
軟化剤	無し			有り		無し			有り	
再生材混入率	0%	10%	30%	10%	30%	0%	30%	50%	30%	50%
透水量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
透水係数	1×10 ⁻⁸ 以下									

参考文献

- ①港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻), 平成17年4月, (社)日本港湾協会、②アスファルトマスチック技術マニュアル, 平成17年版, 海洋アスファルト工法研究会、③土木学会第58回年次学術講演会, 「VII-158アスファルトマスチックの界面透水性の実験的検討」、④舗装再生便覧, 平成16年2月, (社)日本道路協会