

再生半水石膏を用いた再生アスファルト混合物の循環資材としての性能評価

福岡大学 学生会員 松永 岳
 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 (株)NIPPO 正会員 松木 重夫 吉中 保 非会員 大城 謙次

1.はじめに 現在、様々な廃棄物が処分される最終処分場は、処分費用の高騰や土地の逼迫等の問題を抱えている。廃石膏ボードは中間処理後に管理型処分場への処分が義務付けられている建築廃材であり、今後も廃棄量の増大が懸念されている¹⁾事から廃石膏ボードのリサイクル技術の開発は急務である。そこで本研究では、廃石膏ボードから生成される再生石膏に着目し、アスファルト混合物フィラー材の代替材として再利用する技術の確立を目指している。著者ら²⁾はこれまで再生石膏を新規アスファルト混合物に代替した際の材料特性に関する検討を行い、材料特性について知見を得ている。そこで今回は再生アスファルト混合物への再利用に着目し循環資源としての評価を行った結果について報告する。

2.実験概要

2-1 実験に用いた試料 供試体には、骨材として6号砕石、7号砕石、粗砂、細砂、石粉および再生半水石膏を使用し、アスファルトとしてストレートアスファルト 60-80 を使用して広く一般的に再生利用が行われている密粒アスファルト混合物(0-13)を作製した。**表-1**に各種骨材の物理特性値を示す。また、著者らがこれまでに作製した再生石膏混入混合物を破砕したものを再生骨材として(以下:石膏混入 R 材)使用した。また比較対象として通常のアスファルト混合物塊を破砕し(以下:通常 R 材)使用した。石膏混入 R 材は屋外暴露条件下において1年間養生したものであり十分劣化されていないため、炉乾燥によって強制劣化を行った。劣化に対する指標としては針入度を採用し、通常 R 材の針入度である 20[1/10mm] を目標針入度と設定して劣化を行った。**図-1**には骨材の粒径加積曲線を示す。

2-2 実験条件 新規混合物の供試体作製条件を**表-2**に示し、再生混合物について**表-3**に示す。また、**図-2**に供試体作製条件について図示する。**図-2**に示すように新規混合物ではフィラー材中の石膏と石粉の配合率を 0, 25, 50, 75, 100%と変化させ配合を行った。再生混合物では、R 材と新材の混合比を変化させ、また同時に新材のフィラー材も変化させて供試体を作製した。新材と R 材の配合率は、認定合材の再生材配合率が一般的に 50%と設定されていることから、0, 15, 30, 45, 60%と変化させた。新材のフィラー材では石粉 100%と石膏 100%の2条件に設定し配合を行った。また、各供試体におけるアスファルト量(以下:As 量)は、新規混合物石膏混入率 0%時の最適アスファルト量(以下:OAC)である 5.0%と、各供試体における OAC の 2 条件において供試体を作製した。試験としては、標準マーシャル試験(以下:MT 試験)を採用した。なお、これらの供試体作製および、アスファルト混合物に関する試験は全て舗装調査試験法便覧³⁾に従っている。

表-1 各種骨材の物理特性値

項目	骨材				フィラー材		基準値
	6号砕石	7号砕石	粗砂	細砂	石粉	半水石膏	
密度(g/cm ³)	2.747	2.749	2.621	2.635	2.710	2.589	-
吸水率(%)	0.65	0.93	1.33	1.27	-	-	3.00以下
水分(%)	-	-	-	-	0.3	4.9	1.0以下
	0.075	0.425	2.00	4.75	19.0	75.0	

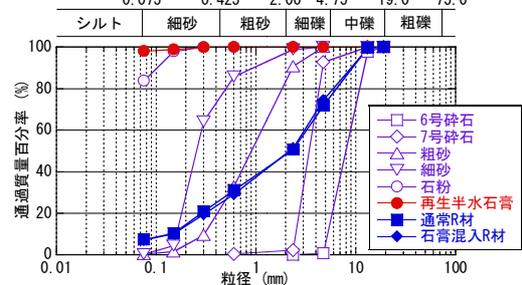


図-1 骨材の粒径加積曲線

表-2 新規混合物供試体の作製条件

供試体名	混合物種	フィラー材配合比 (対フィラー-%)		石膏混入率 (対フィラー-%)	試験項目
		石粉	再生半水石膏		
新規-石膏	新規密粒	100	0	0	標準MT
		75	25	25	
		50	50	50	
		25	75	75	
		0	100	100	

表-3 再生混合物供試体の作製条件

供試体名	R 材	フィラー材	再生材配合率 (対全骨材-%)	石膏混入率 (対フィラー-%)	試験項目
通常R材+石粉		石粉		0	標準MT
通常R材+石膏	通常R材	石膏	15	85.0	
				70.0	
石膏混入R材+石粉	石膏混入R材 (対フィラー50%)	石粉	30	55.0	
				40.0	
				7.5	
				15.0	
石膏混入R材+石膏	石膏	石膏	60	22.5	
				30.0	
				92.5	
				85.0	
				77.5	
				70.0	

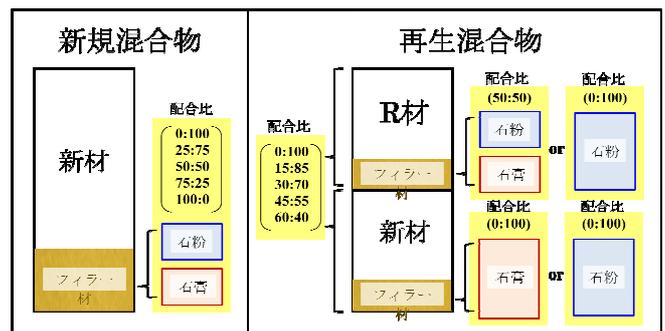


図-2 実験条件

3.結果及び考察

3-1 石膏が再生 As 混合物に与える影響 図-3に As 量を 5.0% で一定とした場合の空隙率と石膏混入率の関係を示す。新規混合物では、石膏混入率の増加に伴い急激な上昇傾向を示し、石膏混入率 100%で基準値を満足していない。これは、石膏混入率が増加するに従い石膏が As を吸収し、As 量が増加している事を示している。通常 R 材+石膏では石膏混入率の増加に伴い微小であるが低下する傾向を示し、全ての配合において基準値を満足していない。これは、新規と同様に新材と

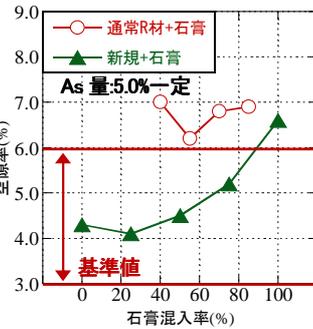


図-3 空隙率と石膏混入率

して配合された石膏が As を吸収した事に起因すると考えられる。また新規の石膏混入率 100%よりも空隙率が大きな原因として、R 材の As 劣化の影響であると考えられる。次に安定度と石膏混入率の関係を図-4 に示す。新規では石膏混入率の増加に伴い変化しない傾向を示し、全ての配合において基準値を満足した。通常 R 材+石膏では、石膏混入率の増加に伴い安定度が低下傾向を示した。これは安定度が As 量の影響を受け難い指標である事が原因であると考えられる。また、全ての配合において基準値を満足している事がわかる。

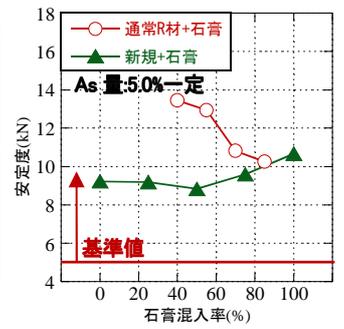


図-4 安定度と石膏混入率

3-2 新材として配合した石膏と R 材に含まれる石膏の性状の違い 図-5 に R 材配合率と OAC の関係について示す。通常 R 材+石膏では、R 材配合率の増加に伴って OAC は増加傾向を示し、R 材配合率 60%で OAC が 0.3%程度増加している。この原因として R 材に付着している As の耐用期間中における劣化が挙げられる。石膏混入 R 材+石膏では、R 材配合率の増加に伴い上昇傾向を示し、R 材配合率 60%で OAC が 0.5%程度増加している。したがって、石膏混入 R 材に含まれる石膏による OAC の増加効果は R 材混入率 60%で 0.2%程度だと考えられる。また、石膏混入 R 材において R 材配合率 60%で石膏混入率は 30%である。これに対し、図-6 に示す OAC と石膏混入率の関係を見てもわかるように、新材としての石膏の OAC 増加効果は石膏混入率 30%で 0.3%である事から、石膏混入 R 材に含まれる石膏と、新規混合物に含まれる石膏の性状は異なり、新材としての石膏に比べて石膏混入 R 材としての石膏の方が As を吸収しにくく、OAC の増加は小さいと言える。

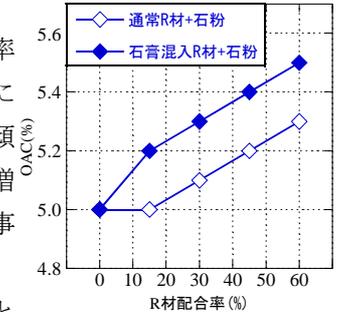


図-5 OAC と R 材配合率

3-3 実施工における石膏の最大混入量 通常 R 材+石膏および石膏混入 R 材+石膏が石膏混入率の増加に伴う各 MT 値の変化に着目し、実施工における石膏の最大混入量を検討する。まず、OAC と石膏混入率の関係を図-6 に示す。通常 R 材+石膏および石膏混入 R 材+石膏では、両者共に高い OAC を示した。これは石膏のアスファルト吸収効果および R 材に含まれるアスファルトの劣化によるものであると考えられる。空隙率と石膏混入率の関係を図-7 に示す。新規では石膏混入率の変化に伴って低下する傾向を示し、通常 R 材+石膏および石膏混入 R 材+石膏では微小な増加傾向を示しているが、全ての配合において基準値を満足した。これは、各配合において OAC によって配合を行った事で混合物内にアスファルトが十分に存在し空隙を充填した事に起因すると考えられる。安定度と石膏混入率の関係を図-8 に示す。新規、通常 R 材+石膏および石膏混入 R 材+石膏は低下する傾向を示したが、全ての配合において基準を満足した。以上より OAC で配合した場合、石膏混入率及び R 材混入率共に 100%配合が可能であり、認定合材として認められる R 材配合率 50%においても、石膏混入 R 材を含む再生アスファルト混合物において、そのフィラーに対して石膏混入率 70%程度まで使用する事が可能と言える。

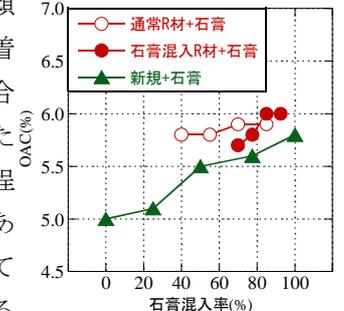


図-6 OAC と石膏混入率

4.結論 1)最適 As 量で配合した場合、石膏を 100%配合しても全ての基準を満足する混合物を作製する事が可能である。ただし、アスファルトが対骨材比で 1.0%程度増加する。2)R 材に含まれる石膏は新規石膏と比べ性状が異なり、アスファルト吸収率が下がる。3)実施工では、石膏混入率 70%程度まで使用する事が可能である。

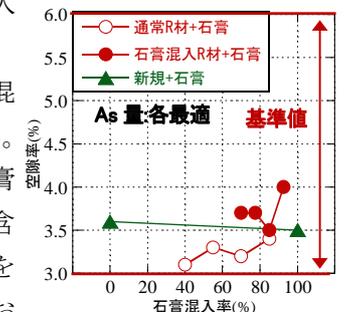


図-7 空隙率と石膏混入率

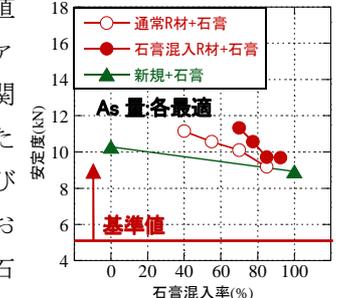


図-8 安定度と石膏混入率

参考文献 1) 廃石膏ボードの対応策について, <http://www.gypsumboard-a.or.jp/countermeasure.pdf>. 2) 松永ら: 再生石膏のアスファルト混合物への有効利用性の検討, 平成 23 年度土木学会第 66 回年次学術講演会, V_366, pp.731-732, 2011. 3) 舗装調査・試験法便覧(社団法人日本道路協会、平成 19 年度版)