

廃タイヤ焼却灰の有効利用を考えた再生密粒度アスファルト混合物への適用性の検討

福岡大学工学部 学生会員 關峻也
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗 古賀千佳嗣
 株式会社福岡建設合材 正会員 福岡大造

1. はじめに 国内における廃タイヤは年間約 100 万トン発生しており、新タイヤへの再利用に加え燃料として使用されている。また、木片等と混合した廃タイヤの燃焼により発生する廃タイヤ焼却灰(略記:WTA)は、日本国内で年間約 3 万トン発生している¹⁾。WTA は紫外線抑制効果のあるカーボンブラックを多く含有し、舗装材として使用した際の紫外線による劣化抑制が期待され、資源の有効利用も考えられる²⁾。著者ら³⁾は、これまでに WTA をアスファルト混合物(略記:As 混合物)のフィラー材として混合した場合は、置換率 80% まで適用可能を示している。本報告では、新骨材を使用した As 混合物と、現在出荷量の約 7 割を占める再生 As 混合物(略記:R 材)に WTA を添加材として使用した As 混合物の適用性について検討を行った結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 使用材料 混合物として密粒度 As 混合物(13mmTop)及び再生密粒度 As 混合物(13mmTop)の 2 種類を用いた。密粒度 As 混合物(13mmTop)では、アスファルトバインダに StAs60/80 を使用した。骨材は、6 号砕石、7 号砕石、粗砂、細砂、フィラー材として石粉を用い、混合物供試体の作製精度向上のため、6 号砕石を A, B の 2 種類に分類し使用している。ここで、6 号砕石 A 及び再生材 A は、13.2mm ふるいを通過し 9.5mm ふるいに残留するものであり、6 号砕石 B 及び再生材 B は、9.5mm ふるいを通過し 4.75mm ふるいに残留するものである。再生密粒度 As 混合物(13mmTop) ではバインダに再生骨材に適した StAs80/100 を用いた。また、新材の骨材に加え、再生材 A, B, C, D を混合した。各再生材の骨材は、再生材 C は、4.75mm ふるいを通過し 2.36mm ふるいに残留するものであり、再生材 D は 2.36mm ふるいを通過するものである。表-1 に骨材配合率を示す。また、表-2 に石粉と WTA の物理特性を示す。WTA は、石粉に比べ浸水膨張率及び塑性指数が高く、水分の影響を受けやすい材料である。

2-2 実験方法 本検討では、舗装調査・試験法便覧より、標準マーシャル安定度試験により WTA を添加材として用いた際の As 混

合物の材料特性の把握を行った。標準マーシャル安定度試験の供試体作製は、事前に 140℃の炉乾燥器に入れた骨材を 160℃で加熱、バインダを投入して混合し、150℃で両面 50 回の突き固めを行う。供試体は規定により、直径 100mm、

高さ 63.5±1.3mm の円柱形供試体となるようにする。供試体は、24 時間常温にて静置し、脱型後、直径、高さ、空中重量、水中重量、表乾重量を測定し、密度の算出を行う。試験直前に 60℃の恒温水槽にて 30 分間の水浸養生し、載荷速度 50mm/min にて標準マーシャル安定度試験を行い、安定度及びフロー値を算出する。また、WTA の最大添加率は、針入度試験結果³⁾より、アスファルト品質管理基準を満たす範囲である 2%とした。

2-3 実験条件 表-3 に実験条件を示す。今回、WTA の添加材としての適用性を検討するにあたり、新材及び R 材に供試体全体の重量比に対する外割りで 1, 2%の添加率とした。添加 As 量は、新材と R 材における各最適 As 量とした。検討試験として標準マーシャル安定度試験を行った。

表-1 骨材配合率

骨材種類	粒径 (mm)	配合割合 (%)			
		新材		R材	
6号砕石	A	13.2-9.5	35.5	15.0	25.0
	B	9.5-4.75			
7号砕石		4.75-2.36	18.0		10.0
粗砂		2.36通過	26.0		12.0
細砂		-	13.0		6.0
フィラー		-	7.5		4.0
R材	A	13.2-9.5	-	-	4.3
	B	9.5-4.75	-	-	8.1
	C	4.75-2.36	-	-	7.8
	D	2.36通過	-	-	22.7
計			100.0		100.0

表-2 石粉と WTA の物理特性

	石粉	WTA
密度 (g/cm ³)	2.734	2.210
塑性指数 Ip	N.P.	8.9
浸水膨張率 (%)	-	6.9
水分量 (%)	0.1	0.2
未燃カーボン (%)	-	40~50
カーボンブラック (%)	-	8.0

表-3 実験条件

供試体条件		使用バインダ	添加 As 量 (%)	R材配合割合 (%)	R材 As 含有量 (%)	検討試験
WTA 添加率 (%)						
新材	単体	StAs 60/80	5.3	-	-	標準マーシャル安定度試験
	添加材+1.0%					
	添加材+2.0%					
再生材	単体	StAs 80/100	5.6	43	5.8	
	添加材+1.0%					
	添加材+2.0%					

3. 実験結果及び考察 図-1 に WTA 添加率と密度の関係を示す。図-1 より、両条件を比較すると密度に関して大きな変化はみられなかった。しかし、新材に関して WTA を添加することにより若干の密度増加がみられた。これは、新材は全て新しい骨材に WTA を外割で添加することで攪拌混合時に WTA が間隙部分に充填され、わずかな密度増加が生じたと考える。これに対し、R 材は繰返し使用された骨材を使用しているため、粗骨材に付着した細粒分や骨材にアスファルトが被膜しており、WTA を添加しても密度変化に影響を及ぼさなかったと考えられる。図-2 に WTA 添加率と空隙率の関係を示す。新材と R 材を比較すると、新材に WTA を添加した際は空隙率が低くなる結果を示した。これらは、図-1 に示す新材の密度変化によりアスファルト混合物における空隙が変化したためであると考えられる。図-3 に WTA 添加率と飽和度との関係を示す。新材に WTA を添加材として添加した場合、緩やかな増加傾向を示し、R 材添加材として適用した場合は、ほぼ一定の値を示した。両条件とも規定値を満足するものとなった。図-4 に WTA 添加率と安定度の関係を示す。安定度に関し、いずれの条件においても規定値の 4.9kN 以上は十分満足する結果が得られた。R 材に WTA を添加した場合が安定度は若干高く推移するが、大きな変化はみられなかった。図-5 に WTA 添加率とフロー値の関係を示す。新材に添加材として WTA を添加した場合、WTA 添加によりフロー値は低下することがわかった。また、WTA を R 材添加材として適用した際は、R 材のみの場合に比べ増加することがわかった。しかし、規定値の 20~40(1/100mm)内に推移していることから問題ないことが確認された。これらの結果より、WTA を添加材として適用した際における、新材、R 材の大きな変化は見受けられず、R 材においても WTA は添加材としての適用性に期待の持てる結果となった。

4. まとめ 1) WTA の As 混合物への有効利用を検討した結果、混合物の材料・強度特性から添加材としての適用性に期待できる結果を示した。2) WTA を R 材添加材として使用する場合、新材使用時と同等の材料・強度特性を確保できることが明らかとなった。

5. 今後の課題 WTA の As 混合物添加材としての利用は、舗装の紫外線劣化抑制効果に期待ができるカーボンブラックを多く含有することから、紫外線抑制効果についての検討を行う予定である。

【参考文献】 1) 樫本ら：圧縮型廃タイヤを利用した地中遮断壁の振動低減特性に関する基礎的研究，第 43 回地盤工学研究発表会，pp.2193-2194，2008。 2) 山口ら：アスファルト材料の紫外線劣化とカーボンブラック添加効果，土木学会舗装工学論文集第 8 巻，pp.251-260，2003。 3) 西ら：紫外線劣化抑制に着目したタイヤ燃料由来焼却灰のアスファルト舗装材料としての有効利用，第 27 回廃棄物資源循環学会研究発表会，pp.175-176，2016。

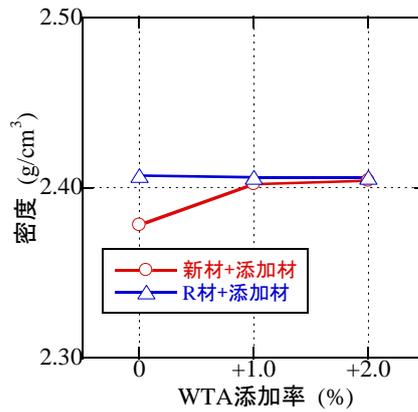


図-1 WTA 添加率と密度

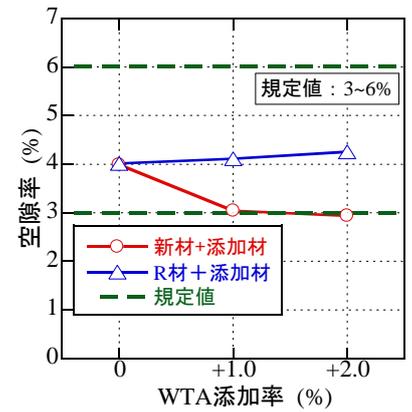


図-2 WTA 添加率と空隙率

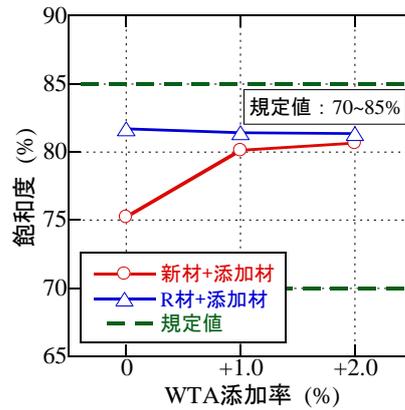


図-3 WTA 添加率と飽和度

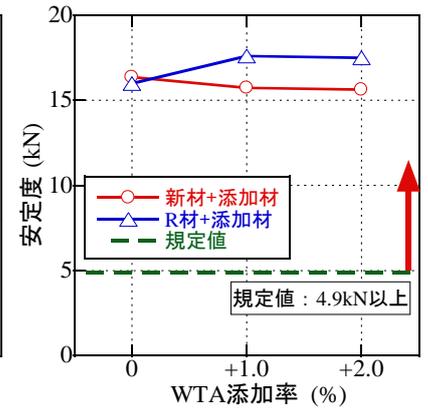


図-4 WTA 添加率と安定度

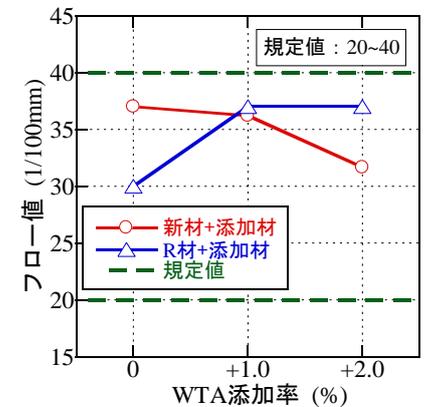


図-5 WTA 添加率とフロー値