

廃タイヤ焼却灰のアスファルト混合物への有効利用の検討

福岡大学工学部 学生会員 西 将太郎
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗 古賀千佳嗣
 ㈱福岡建設合材 非会員 福岡大造 今国宏則 黒蔵俊英

1.はじめに 近年、日本では廃タイヤが年間約 100 万トン発生している。主な再生資源として、高い発熱量を持ち、排出ガスが石油エネルギーよりもクリーンであり、石炭よりも安価であることから、発電所等での補助燃料として再利用されているため、廃タイヤのリサイクル利用率は 90%前後と非常に高い利用率となっている¹⁾。しかし、廃タイヤの熱利用により生じる廃タイヤ焼却灰は、年間約 3 万トン発生している。廃タイヤ焼却灰は重金属を含むため、処理費用が高価な管理型最終処分場での処分が義務付けられており、その処分費用は大きな課題となっている。このため、廃タイヤ焼却灰の新たな有効利用方法の開発が急務となっている。一方、廃タイヤ焼却灰中にはカーボンブラックと呼ばれる非常に軽量の煤状の物質が含まれており、主にゴムへの添加剤として使用することで、補強効果や紫外線劣化抑制効果を発現することが知られている^{2),3)}。そこで本研究ではこの廃タイヤ焼却灰をアスファルト混合物中のフィラー材の代替材として用い、その有効利用の可能性について実験的に検討した結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いたアスファルト混合物 実験には、密粒度アスファルト混合物 (13mm Top) を用い、使用した骨材の配合割合を表-1 に示す。バインダにはストレートアスファルト 60/80 を用いた。表-2 にフィラー材に用いた石粉と廃タイヤ焼却灰の物理特性を示す。廃タイヤ焼却灰は、その多くがカーボンにより構成されており、吸水性の高い塑性物質である。

表-1 骨材配合率

材料種	配合率 (%)
6号碎石	36.3
7号碎石	23.0
粗砂	23.0
細砂	10.0
フィラー材	7.7
計	100.0

2-2 試験方法 廃タイヤ焼却灰の利用が混合物の材料特性に与える影響について、マーシャル試験とカンタブロ試験を行った。マーシャル試験では、直径 100mm、厚さ 63.5±1.3mm の円筒形混合物供試体を作製し、60℃一定の恒温水槽にて、標準試験では 30 分、水浸試験では 48 時間の水浸後に、規定の荷重速度 50mm/min にて荷重を行い、安定度及びフロー値を求めた。カンタブロ試験では同様の供試体を使用し、ロサンゼルス試験機により回転・落下を 300 回繰り返すことで、試験前後の供試体重量を測定することにより得た骨材飛散損失率から、混合物の骨材飛散抵抗性の検討を行った。

表-2 フィラー材の物理特性

試験項目	材料種	石粉	廃タイヤ焼却灰
比重		2.734	3.215
塑性指数 I _p		非塑性	8.9
浸水膨張率 (%)		無	6.9
水分量 (%)		0.1	0.2
剥離抵抗性		適	適
加熱変質性		無	無
未燃カーボン (%)		無	40~50

2-3 実験条件 本検討では、廃タイヤ焼却灰がアスファルト混合物の強度変形特性を把握するために、表-3 に示すように従来フィラー材に使用している石粉と廃タイヤ焼却灰との配合率を 6 条件に分けて検討を行った。今回、アスファルト混合物

表-3 安定性及び耐水性に関する試験条件

フィラー中の廃タイヤ焼却灰配合率 (%)	アスファルト量	検討試験項目
0	5.5%一定 及び 各最適アスファルト量	標準マーシャル試験 水浸マーシャル試験 標準カンタブロ試験 水浸カンタブロ試験
20		
40		
60		
80		
100		

作製において、フィラー中の配合割合を変化させたため、各配合において最適アスファルト量が異なる。図-1 に各配合時における最適アスファルト量を示す。廃タイヤ焼却灰配合の変化において、最大で約 0.7%の差が生じる。これは吸水性の高い廃タイヤ焼却灰が材料混合時にアスファルト分を吸収することが原因であると思われる。そこで本研究では、廃タイヤ焼却灰無添加時の最適アスファルト量 5.5%の場合と各配合時の最適アスファルト量において廃タイヤ焼却灰がアスファルト混合物に与える力学特性の影響を検討した。また、アスファルト混合物作製後の、水浸による吸水などの状態変化も考えられるため、各試験において水浸後の供試体についても検討を行った。

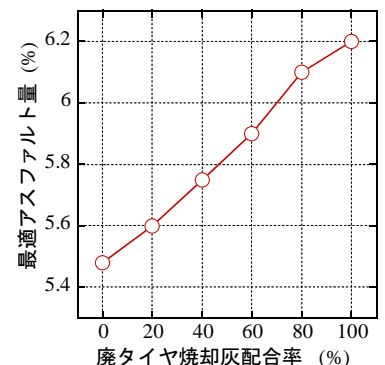


図-1 廃タイヤ焼却灰配合率と最適アスファルト量の関係

3. 結果及び考察

3-1 安定性への影響

図-2に廃タイヤ焼却灰配合率と安定度の関係を示す。アスファルト量 5.5%一定及び各最適アスファルト量で作製した混合物共に、安定度は 17～18kN 付近で一定であった。これより、廃タイヤ焼却灰の配合は、安定性に影響がないことがわかった。しかし、図-3に示す廃タイヤ焼却灰配合率と密度の関係では、アスファルト量の配合量が異なる両条件共に、廃タイヤ焼却灰の配合率が増加することで混合物密度は低下している。アスファルト量5.5%一定にて作製した混合物は、石粉よりも比重の重い廃タイヤ焼却灰の配合率が増加したことで、アスファルト混合物全体の密度が低下したと考えられる。一方、配合別各最適アスファルト量にて作製した混合物は、廃タイヤ焼却灰の増加に伴いアスファルト量が増加したため密度が低下したと考えられる。廃タイヤ焼却灰をフィラー材の代替材として使用することで、安定性には影響を及ぼさないが、密度を低下させることが明らかとなった。

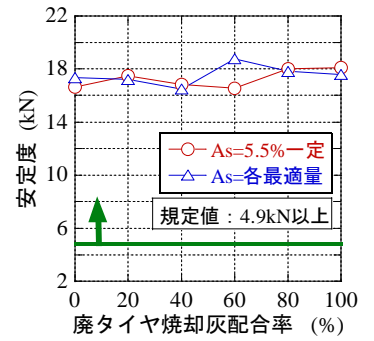


図-2 廃タイヤ焼却灰配合率と安定度の関係

3-2 耐水性への影響 図-4に廃タイヤ焼却灰配合率と残留安定度の関係を示す。アスファルト量 5.5%一定及び配合別各最適アスファルト量にて作製した混合物の残留安定度は、廃タイヤ焼却灰配合率 0～80%間では、規定値 75%を十分に満足していることから、廃タイヤ焼却灰のフィラー材としての使用は、一般密粒アスファルト混合物と変わらない耐水性を持つことがわかった。しかし、廃タイヤ焼却灰配合率 80%以上の配合では、残留安定度が大きく低下している。これは図-3より、廃タイヤ焼却灰の配合率の増加に伴うアスファルト混合物全体の密度の低下が原因と考えられる。混合物の密度低下により、材料中の骨材が水分による影響を受けやすくなったことで、残留安定度が大きく低下したと考えられる。

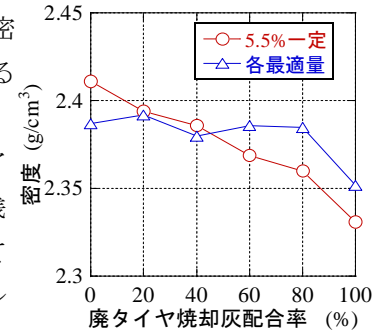


図-3 廃タイヤ焼却灰配合率と密度の関係

3-3 骨材飛散抵抗性への影響 図-5(a), (b)に廃タイヤ焼却灰配合率と骨材飛散損失率の関係を示す。(a) 標準カンタブロ試験結果より、アスファルト量 5.5%一定及び配合別各最適アスファルト量にて作製した混合物は、規定値の 15%以下を十分に満足しており、骨材飛散抵抗性への影響がない。しかし、水浸カンタブロ試験では、廃タイヤ焼却灰配合率 80%を超えると骨材飛散損失率が大きく上昇し、規定値 15%を超える。この原因となったのも、廃タイヤ焼却灰の配合率の増加に伴う混合物密度が低下したため、水浸に伴う影響を受けやすくなり、混合物を構成する材料間の接着力や付着力が低下したことで、骨材飛散損失率が大きく上昇したのだと考えられる。また、配合別各最適アスファルト量にて作製した混合物よりも、アスファルト量 5.5%一定の混合物の骨材飛散損失率が高い値を示している。これは、アスファルト量 5.5%一定にて作製した混合物では、アスファルト量が低かったため、バインダの粘性が低くなったことが考えられる。

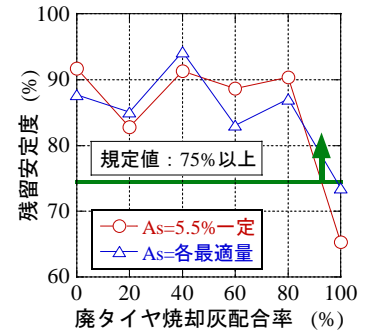


図-4 廃タイヤ焼却灰配合率と残留安定度の関係

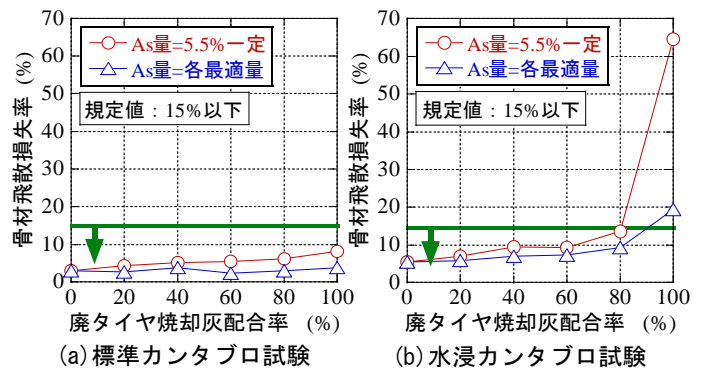


図-5 廃タイヤ焼却灰配合率と骨材飛散損失率の関係

4. まとめ 1)廃タイヤ焼却灰をフィラー材の代替材として用いた場合、いずれも安定度は高く、規定値を満足することがわかった。2)耐水性の影響では、廃タイヤ焼却灰の配合率の増加に伴い、密度が低下することから、残留安定度は低下し、廃タイヤ焼却灰配合率 80%を超えると、規定値を満足することはできなかった。3)骨材飛散抵抗性への影響は、残留安定度同様、水分の影響を受け、廃タイヤ焼却灰配合率 80%を超えると規定値を満足できなかった。また、アスファルト量の多い配合別各最適アスファルト量の方が骨材飛散損失率が低いことがわかった。以上より、廃タイヤ焼却灰配合率 80%までであれば、フィラー材の代替材として使用する可能性が示唆された。

(参考文献) 1) 石田ら：燃焼における炭化水素からのエアロゾル生成過程，エアロゾル研究，Vol.12, No.3 Autumn, pp.175-182, 1997. 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, 2003.12