

論文 タイヤチップ^①, 石炭燃焼灰混入コンクリートの基礎物性岡崎 一寛*¹・森 二三人*²・長崎 洋*³・森本 博昭*⁴

要旨：タイヤチップ，石炭燃焼ボイラーから排出される灰を用いたコンクリートについてその使用量及び品質を変化させ，基本的な試験を実施した。その結果，灰には未燃カーボンが50%程度含まれる為，フレッシュ時に所定の空気量を得るにはかなりのAE剤を要し，添加量によっては遅延やブリーディングの注意が必要であるが，セメント質量の1.5%を添加した場合には普通コンクリートとほぼ同等な性状を示した。

キーワード：産業廃棄物，リサイクル，タイヤチップ，未燃カーボン，着色剤

1. はじめに

近年，下水汚泥焼却灰や都市ゴミ・焼却灰といった公共性の高い施設から排出される副産物のみならず，企業のISO14000シリーズ取得に伴い，企業の生産活動等から排出される副産物についてもコンクリートに適用しようとする動きが活発である。本論で対象とするのはタイヤメーカーから排出されるタイヤチップ，石炭燃焼灰（以下廃タイヤカーボンと記す）であり，未燃カーボンが50%程度含まれる為，コンクリートに使用した場合，脱型してしばらくは黒色系の着色剤を入れたように黒みを呈するのが特徴である。しかし廃タイヤカーボンを使用したコンクリートに関する事例は一部で報告¹⁾があるが，まだ一般的でなく基礎的な物性に関するデータも乏しい為，本論では廃タイヤカーボンを使用したコンクリートの基礎的な物性を確認するため各種試験を実施し，通常のコンクリートとの比較を行った。

2. 廃タイヤカーボン

2.1 廃タイヤの発生量及びリサイクル状況

（社）日本自動車タイヤ協会によると'98年

の廃タイヤの発生量は97万5,000トであり，リサイクル率は87%である。このうち原形または加工利用分は36%，熱利用分は51%である。本論で対象とする廃タイヤカーボンは熱利用分の4%（3万9千ト）を占めるタイヤメーカー工場の発電用ボイラーから排出されるものである。従来廃タイヤカーボンは最終処分場へ廃棄されていたが，最近ではセメントメーカーがセメント焼成窯での原燃料として引き取っている状況にある。しかし，昨今の景気後退を背景としたセメント業界の生産縮小も懸念され，安定した利用先を探すことは重要な課題である。

2.2 タイヤチップ，石炭燃焼ボイラー

あるタイヤメーカーでは廃タイヤを石炭の代替燃料として使用する火力発電設備を利用しており，結果として電気集塵機で集められた廃タイヤカーボンが燃料として使用した質量の8%程度発生している。燃料の混合比率は質量比でタイヤチップと石炭で1:6である。

2.3 廃タイヤカーボンの物理，化学的性質

廃タイヤカーボンの成分には有害量の重金属類は含まれておらず，コンクリートとした後にも重金属類の溶出は認められなかった。

*1 昭和コンクリート工業(株)技術開発部開発課（正会員）

*2 昭和コンクリート工業(株)技術開発部開発課課長

*3 岐阜大学工学部土木工学科

*4 岐阜大学教授 工学部土木工学科 工博（正会員）

廃タイヤカーボンの走査型電子顕微鏡による写真を写真-1に示す。廃タイヤカーボンの粒子の形状は不定形であり、表面には無数の細孔のようなものが確認できる。廃タイヤカーボンの化学成分を表-1に示す。なお Na_2O 、 K_2O についてはそれぞれ0.2%、0.1%が検出されたが微量であった為、表中からは省略した。また試験に使用した3種類の廃タイヤカーボンの未燃カーボン分、平均粒子径、比表面積、比重を表-2に示す。

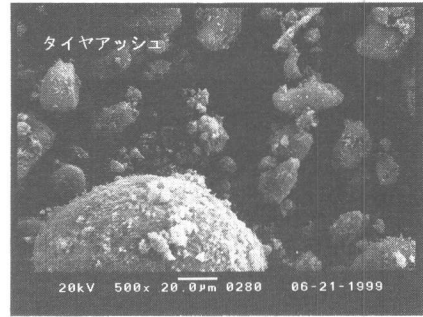


写真-1 廃タイヤカーボン

表-1 廃タイヤカーボンの化学成分

C (%)	SiO ₂ (%)	ZnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)
43~52	20~23	5~6	4~6	2~5	2

表-2 廃タイヤカーボン分析結果

サンプリング日	H11/9/1	9/8	9/20
未燃カーボン分(%)	49.1	42.0	45.5
平均粒子径(µm)	4.4	5.9	9.5
比表面積(m ² /g)	98	93	78
比重	2.100	2.102	2.084

3. 試験の概要

3.1 使用材料

(1)セメント 普通ポルトランドセメント

3社等量混合 比重 3.16

(2)細骨材 大井川水系産川砂 比重 2.58

粗粒率 2.74

(3)粗骨材 岡崎産碎石(5~20mm) 比重 2.68

(4)混和材 廃タイヤカーボン

(5)混和剤 AE減水剤標準形 I EX20

AE剤 I種 FA10(1), AE200

3.2 コンクリートの配合

試験に使用するコンクリートの配合条件は目標スランプ 12 ± 2.5 cm, 目標空気量 5.5 ± 1.0 %, 廃タイヤカーボンはセメント質量に対して添加し、細骨材の容積で置換することとした。廃タイヤカーボンは絶乾状態で使用し、フライアッシュ用 AE 剤を使用した。また粒子表面の細孔の存在や未燃カーボンが多く含まれる為、フレッシュコンクリートにおいてはスランプが減少し、また空気量が添加されにくいと推測された

為、所要スランプならびに空気量を得るために以下の手法にて調整を行うこととした。

(1)AE 減水剤は一定値(C×0.2%)とした上でスランプの低下に対しては単位水量を増加することで調整する。

(2)空気量は AE 剤にて調整する。

配合種類として水セメント比50%の1ケース、廃タイヤカーボンをセメント質量の0.1.5.3%を使用する3ケース、サンプリング日の異なる廃タイヤカーボン3種類について、すべての組合せを実施した。表-3に配合種別を示す。

表-3 配合種別

配合種別	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	混和材添加率 (C×%)	単位質量(kg/m ³)						
				水 W	セメント C	廃タイヤカーボン F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤	
									AD	AE
N50	50	43.3	0.0	158	316	0	779	1059	0.632	0.009
Cb50-1.5(9/1)	50	41.4	1.5	167	332	4.98	727	1068	0.663	0.481
Cb50-1.5(9/8)										0.501
Cb50-1.5(9/20)										0.332
Cb50-3.0(9/1)	50	39.0	3.0	178	351	10.53	664	1080	0.702	1.053
Cb50-3.0(9/8)	50	39.2	3.0	176	347	10.42	672	1081	0.695	1.042
Cb50-3.0(9/20)	50	39.1	3.0	177	349	10.48	667	1081	0.699	0.699