

昭和コンクリート工業（株） 正会員 岡崎一寛
岐阜大学工学部 正会員 森本博昭

1. はじめに

タイヤメーカー工場の火力発電設備から副産物として排出されるタイヤチップ，石炭燃焼灰（以降廃タイヤカーボンと記す）は未燃カーボンの含有量が約 50%と非常に高く，コンクリートに使用した場合には黒みが付与される。この色調はカーボン自体の安定性の問題等から長期的には期待できないが¹⁾²⁾，まだ汚れの付着していないコンクリートの白さを抑えるという点では，ある程度有効であると考えられる。しかしコンクリートへの適用を考えた場合，副産物利用による諸性質への影響はもちろんのこと，大量の未燃カーボンへ AE 剤が吸着されるなどの問題がある。このような廃タイヤカーボンを利用したコンクリートについて一部で報告はあるが，極端なワーカビリティの低下が確認されており³⁾，それは廃タイヤカーボンの形状や吸水性に起因するのではないかと筆者らは考えている。本論は前述の要因が圧縮強度および長さ変化に与える影響について考察を述べるものである。

2. 試験概要

(1)使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.16，配合表中 C と表示），粗骨材は 5～20mm の碎石（比重 2.68），細骨材は川砂（比重 2.58，F.M.=2.74），廃タイヤカーボン

は絶乾品（比重 2.1，比表面積 90m²/g）を使用した。廃タイヤカーボンの成分を表-1 に，電子顕微鏡写真を写真-1 に示す。また，混和剤としてオキシカルボン酸系の AE 減水剤（AD と表示），一般的な AE 剤（AE1 と表示）とフライアッシュ用 AE 剤（AE3 と表示）を使用した。配合は目標スランプ 12±2.5cm，目標空気量 5.5±1.0%，廃タイヤカーボンの添加はセメント質量に対して 0，1.5，3.0%の 3 水準とし，細骨材の容積で置換した。また水セメント比は 45，50，60 の 3 水準について実施した。

(2)試験方法

コンクリートの練り混ぜには，容積 55 リットルの強制攪拌ミキサーを用い，水（混和剤）を除く材料を一括に投入し 30 秒間空練りした後，水を投入して 90 秒間練り混ぜた。圧縮強度試験はφ10×20cm の供試体を使用し，JIS A 1108-1999 に準じて材齢 7，28 日に実施した。長さ変化試験は 10×10×40cm の供試体を使用し，JIS A 1129-1993 に準じて実施した。

3. 試験結果および考察

表-2 に配合種別およびフレッシュ時の性状を示す。廃タイヤカーボンの添加に伴い，ワーカビリティが極端に低下した為，単位粗骨材量を変化させて単位水量が最小となるように調整を行った。廃タイヤカーボン中に含まれる未燃カーボンは予想どおり AE 剤を吸着し，配合種別の C，F，I では AE 剤の添加量が過大となった為，凝結遅延が生じた。また，廃タイヤカーボンはその形状の為かハンドスコップから落ちにくかった。スランプおよび単位容積質量の経時変化について 90 分間測定したが，廃タイヤカーボンの影響は特に確認できなかった。このことか

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



写真-1 廃タイヤカーボン

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

連絡先：岐阜県岐阜市長住町 10 丁目 600 番地 3，TEL058(255)3339，FAX058(255)3371

表-2 配合種別およびフレッシュ時の性状

配合種別	水セメント比 (%)	粗骨材かさ容積 (%)	廃タイヤカーボン添加率 (C×wt%)	単位量(kg/m ³)					フレッシュ時の性状			
				W	C	AD	AE3	AE1	SL (cm)	Air (%)	凝結時間	
											始発	終結
A	45	0.665	0	162	360	0.720		0.013	12.0	5.5	6:25	8:15
B		0.673	1.5	173	382	0.763	0.572		12.5	5.4	8:20	10:50
C		0.680	3.0	186	406	0.812	1.300		12.0	5.4	21:35	23:25
D	50	0.660	0	158	316	0.632		0.009	11.9	5.6	6:30	8:50
E		0.668	1.5	167	332	0.663	0.481		11.9	4.8	7:55	10:25
F		0.675	3.0	178	351	0.702	1.053		13.2	5.7	17:10	19:50
G	60	0.650	0	160	267	0.534		0.006	12.5	5.0	6:40	9:00
H		0.658	1.5	165	273	0.545	0.395		11.4	5.3	7:25	10:10
I		0.665	3.0	168	280	0.560	0.783		11.2	5.0	12:15	15:05

ら廃タイヤカーボンの吸水は直後に起こり、その後は変化しないことが確認された。図-1に圧縮強度試験から求まるセメント水比と圧縮強度の関係を示す。図より廃タイヤカーボンを添加したコンクリートについても Lyse のセメント水比説がほぼ成立していることが分かる。また強度が普通コンクリートに対して同等であった理由として、廃タイヤカーボンの吸水によって起こるセメントペーストの濃縮と廃タイヤカーボン自体は強度に寄与しないとする両者の相互作用が考えられる。また、水セメント比 50%における長さ変化試験から求める長さ変化率を図-2に示す。質量変化率についてはグラフを省略するが、乾燥期間4週で-1.8%前後であり D, E, F 間の相違はほとんど認められなかった。長さ変化率についてはセメントペースト量の増加により E, F において若干の収縮量の増加が認められた。

4. まとめ

以上の結果より、まとめると以下ようになる。

- (1)本試験の範囲内では廃タイヤカーボンを添加しても圧縮強度は普通コンクリートと同等であった。
- (2)本試験ではワーカビリティの低下に対して、単位水量を増加した為、長さ変化を若干増大させた。

【謝辞】本試験の実施にあたり多大な貢献を頂いた竹

本技研サービス（株）、竹本油脂（株）の皆様方、ならびに廃タイヤカーボンに関する試験を御協力頂いたアイ・ディー・コーポレーション（株）、東洋ゴム工業（株）の皆様深く感謝致します。

【参考文献】

- 1)近藤高規, カラーコンクリートの着色技術の現状と課題, コンクリート工学 Vol.32, No.8, pp24-32, 1994.8
- 2)Dr.Ursula Kundgen, Gerald Buchner, BET Betonwerk+Fertigteile-Technik, Concrete Precasting Plant and Technology, BFT7/96
- 3)伊藤誠吉, 池田元孝, 田中秀志: 廃タイヤ・カーボンを添加したコンクリートの性状, 第10回生コン技術大会研究発表論文集, pp45-48, 1999

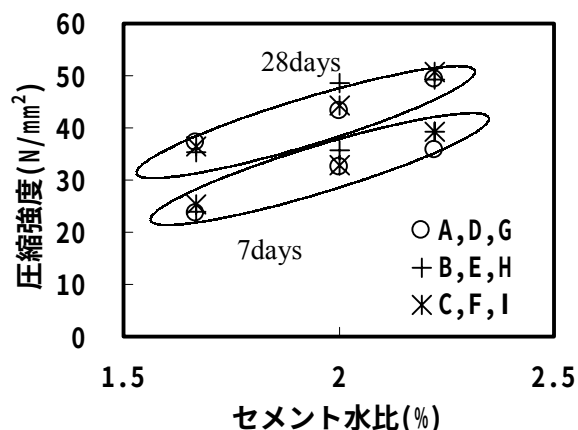


図-1 セメント水比と圧縮強度の関係

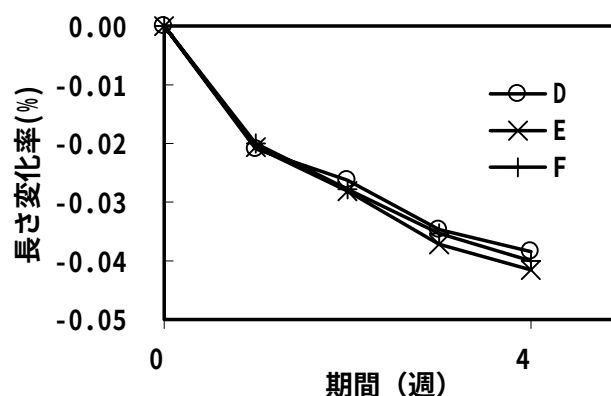


図-2 長さ変化率