

V-24 産業廃棄物のみで製造したコンクリートの基礎性状

徳島大学大学院 学生会員 ○栗田 工
 阿南工業高等専門学校 正会員 堀井 克章
 阿南工業高等専門学校 多田 孝
 阿南工業高等専門学校 寺野 伸吾

1. はじめに

わが国では、石炭灰や高炉スラグなどの産業廃棄物を大量にセメント・コンクリートの原材料や道路の路盤材料などとして有効利用している。しかし、電力安定供給を目指した石炭火力発電所の増設によって石炭灰が急増しており、現在はほぼ全量が活用されている高炉スラグなども建設投資の削減によって需要と供給のバランスが崩れつつある。また、老朽化した建設構造物の増加で解体によって発生するコンクリート塊が増加中であり、再生骨材として道路用にリサイクルされている現状を打破する新たな用途が求められている。

本研究では、環境負荷の高いセメントや天然骨材を全く使用せず、産業廃棄物のみでコンクリートをつくることを目的として、石炭火電から出るフライアッシュや回収石こう、製鉄所から出る高炉スラグおよび建設廃材のコンクリート塊を砕いた路盤用の再生骨材を用いてコンクリートを製造し、その諸性状を調査した。

2. 実験概要

コンクリートに使用した材料は、フライアッシュⅡ種（記号 F、密度 2.33g/cm³）、回収石こう（G、2.29g/cm³）、高炉スラグ微粉末 4000（B、2.91g/cm³）、高炉スラグ細骨材（BS、2.75g/cm³、吸水率 2.34%）、路盤用再生粗骨材（RG、2.32g/cm³、吸水率 9.52%）、高炉スラグ粗骨材（BG、2.42g/cm³、吸水率 6.02%）および阿南市上水道水（W、1.00g/cm³）である。配合を示した表-1 中の配合名は、水結合材比(%)： $W/(F+B+G)$ —フライアッシュ混入率(%)： $F/(F+B)$ —石こう混入率(%)： $G/(F+B)$ —粗骨材を表す。

表-1 コンクリートの配合

配合名	単位量 (kg/m ³)						
	W	F	B	G	BS	RG	BG
40-50-10RG	210	239	239	48	675	787	0
50-50-10RG	210	191	191	38	792	784	0
60-50-10RG	210	159	159	32	898	758	0
50-25-10RG	210	95	286	38	802	794	0
50-75-10RG	210	286	95	38	781	774	0
50-50-05RG	210	200	200	20	793	785	0
50-50-15RG	210	183	183	55	791	783	0
40-50-10BG	210	239	239	48	675	0	821
50-50-10BG	210	191	191	38	792	0	818
60-50-10BG	210	159	159	32	898	0	790

練混ぜは、通常のコンクリートで使用するパン型強制練りミキサを使い、水を除く全材料を一括投入して 30 秒間空練りした後、水を投入して 2 分間攪拌して行った。練り上がり温度が約 14℃となったフレッシュコンクリートは、スランブ試験（JIS A 1101）、空気量試験（JIS A 1128）およびブリーディング試験（JIS A 1123）を行った。また、硬化コンクリートは、動弾性係数試験（JIS A 1127）、圧縮強度試験（φ 10×20cm 円柱、JIS A 1108）、引張強度試験（φ 10×20cm 円柱、JIS A 1113）および表面色試験（φ 10×2cm 円板、JIS Z 8722、L*a*b*表色系）を行った。これらの供試体は、突き棒や振動台で締め固め、脱型後所定材齢まで 20℃水中湿潤養生を行った。なお、強度試験後の供試体を利用して走査電子顕微鏡観察も行った。

3. 実験結果および考察

フレッシュコンクリートの試験結果を示した表-2 より、廃棄物のみで製造したコンクリートの密度はセメントを使用する通常のコンクリートよりもやや小さく、水結合材比やフライアッシュ混入率の増加および石こう混入率の減少で流動性が増し、フライアッシュ混入率の減少および石こう混入率の増加でブリーディングが減少することがわかる。また、スラグ粗骨材よりも再生粗骨材を使用したコンクリートの方が流動性は低く、ブリーディングが少ないこともわかる。これらは、材料の密度、粒度粒形、反応性などによると思われる。なお、空気量はスラグ粗骨材や再生粗骨材を使用したどちらのコンクリートも 1%程度で、AE 剤を使用しない通常のコンクリートとほぼ同程度といえる。

表-2 フレッシュコンクリートの性状

配合名	単位容積質量 (g/cm ³)	スランブ (cm)	空気量 (%)	ブリーディング率 (%)
40-50-10RG	2.20	9.3	1.0	1.71
50-50-10RG	2.21	18.0	0.9	4.56
60-50-10RG	2.22	19.7	0.8	3.67
50-25-10RG	2.22	12.5	0.8	3.24
50-75-10RG	2.18	21.7	0.7	7.82
50-50-05RG	2.21	21.2	0.9	5.22
50-50-15RG	2.20	18.6	0.7	2.33
40-50-10BG	2.23	16.3	1.4	4.77
50-50-10BG	2.24	21.2	1.2	9.66
60-50-10BG	2.25	19.9	1.2	11.10

硬化コンクリートの試験結果を示した図-1～図-3より、廃棄物のみで製造したコンクリートは硬化して材齢28日で10N/mm²以上の圧縮強度が得られ、再生粗骨材使用の場合は伸び悩むがスラグ粗骨材を使用した場合は材齢28日で20N/mm²以上の圧縮強度を容易に得られることがわかる。この粗骨材による強度差は、両者の内部組織を撮した写真-1よりどちらにも水和生成物が確認できるので、粗骨材自身の強度や反応性などの影響と思われる。なお、圧縮強度と引張強度の比は、いずれの配合でも1/10程度となり、通常のコンクリートとあまり違いのないことがわかる。

また、廃棄物のみで製造したコンクリートは、通常のコンクリートと同様に圧縮強度と動弾性係数との間に高い相関がみられ、両者の関係を指数式で表すことが可能といえる。なお、再生粗骨材を使用したコンクリートの動弾性係数が、スラグ粗骨材を使用したものに比べて若干小さいのは、粗骨材の吸水率や密度の違いにみられるように緻密さの違いによると思われる。一方、廃棄物のみで製造したコンクリートは、通常のコンクリートと異なって彩度を有しており、湿潤養生を続けると明度のL*値や赤緑彩度のa*値が減少し、黒くなるとともに緑色が強くなる傾向がみられた。これは、フライアッシュのポゾラン反応、スラグの潜在水硬性や硫黄成分などによると思われる。また、この明度と圧縮強度との間には相関がみられ、両者の関係を一次式で表すことができるため、明度も動弾性係数と同様にコンクリートの強度推定に利用可能といえる。

4. まとめ

本研究より、フライアッシュ、回収石こう、高炉スラグ微粉末・細骨材・粗骨材、再生粗骨材などの産業廃棄物のみでも、通常のコンクリートと同じ方法で同様な性状を有するコンクリートが製造できることを確認した。しかし、強度や色彩などに問題があり、通常の工法で実用化するにはさらに検討が必要と思われる。

本研究を遂行するにあたり、徳島大学橋本親典教授ならびに新日鐵高炉セメント(株)前田悦孝氏にご協力頂くとともに、科学研究費補助金(基盤研究C一般14550875)を使用しました。関係各位に謝意を表します。

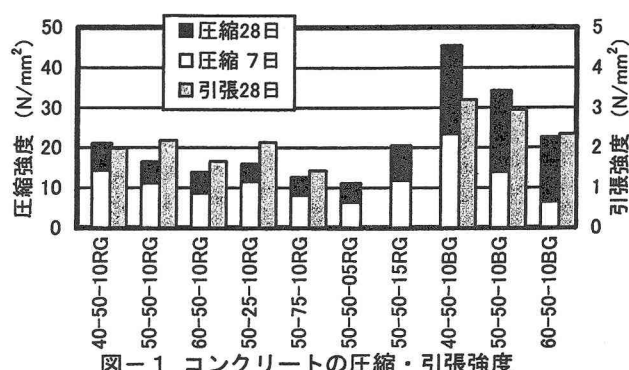


図-1 コンクリートの圧縮・引張強度

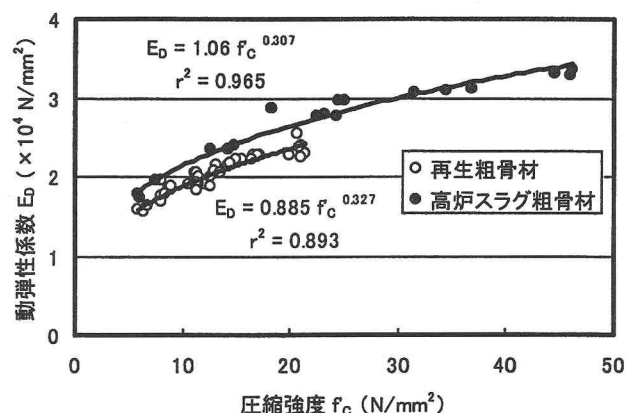


図-2 圧縮強度と動弾性係数との関係

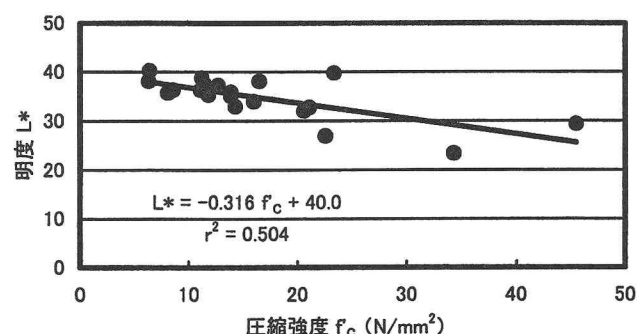
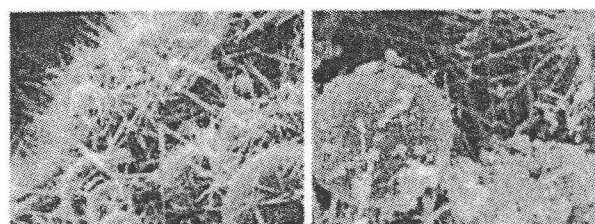


図-3 圧縮強度と明度との関係



再生粗骨材使用 高炉スラグ粗骨材使用
写真-1 コンクリート内部のSEM(×2000)