

V-14 石炭灰を主原料とした人工骨材を用いたコンクリートの基礎的性状

日本国土開発 正会員 庄司芳之 大成建設 正会員 宇治公隆
奥村組 正会員 松田敦夫 清水建設 正会員 熊野知司
三菱マテリアル 正会員 鳴瀬浩康 住友建設 正会員 土居洋一

1. はじめに

近年、電力需要の増大とともに火力発電所から発生する石炭灰量は増加する傾向にあり、この石炭灰の有効利用方法に関して様々な分野で検討が成されている。その中の一つとしてコンクリート用骨材への利用が考えられている¹⁾²⁾。今回検討を行った人工骨材は、石炭灰を主原料とし、ベントナイトと石灰石微粉末を補助原料とした焼成型の高強度人工骨材（以下、FA 骨材と略称）であり、比重が比較的小さいものの高強度コンクリート用骨材として使用も可能なものである²⁾。本報では、水セメント比 40～60%の範囲で、このような高強度人工骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状および硬化物性について、通常の碎石（以下、NA 骨材と略称）を用いたコンクリートと比較検討した結果を述べる。

2. 試験概要

2. 1 使用材料

試験に使用した材料を表-1に、粗骨材の品質の詳細を表-2にそれぞれ示す。なお、FA 骨材の絶乾比重による区分は、JIS A 5002「構造用軽量コンクリート骨材」の種類Hに相当する。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント（3銘柄混合） 密度 3.16g/cm ³	
細骨材	大井川水系陸砂，比重 2.60，粗粒率 2.77	
粗骨材	NA 骨材	青梅産砂岩系碎石，20～5mm 比重 2.65，粗粒率 6.62
	FA 骨材	石炭灰系高強度人工骨材，20～5mm 比重 1.85，粗粒率 6.77
高性能 AE 減水剤	ポリアミン酸エーテル系と架橋ポリマーの複合体	
AE 減水剤	ポリカルボン酸化合物およびポリオール複合体	

表-2 粗骨材の品質

項 目	NA 骨材	FA 骨材
絶乾比重	2.63	1.81
表乾比重	2.65	1.85
24 時間吸水率(%)	0.72	2.23
粗粒率	6.62	6.77
単位容積質量(kg/l)	1.56	1.14
実積率(%)	59.3	63.0

2. 2 配合

コンクリートの配合を表-3に示す。各コンクリートの配合は、目標スランプ 8 cm および 12 cm，目標空気量 4～5%が得られるように，W/C=50，60%の場合には混和剤（AE 減水剤）添加率を一定とし単位水量を変化させて，40%の場合には混和剤（高性能 AE 減水剤）添加率を調整して決定した。

2. 2 練混ぜ方法

コンクリートの練混ぜには、容量 100ℓの強制 2軸ミキサを使用した。W/C=50，60%の場合は材料を一括投入した後空練りを 10 秒，本練り 60 秒行い、40%の場合にはモルタル練りを 60 秒，本練り 90 秒行った。

表-3 コンクリートの配合

配合 記号	粗骨材 の種類	目標 スランプ (cm)	W/C (%)	粗骨材 かさ容積 (m ³ /m ³)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ³)				混和剤
						水	セメント	細骨材	粗骨材	
FA-50-8	FA 骨材	8 ± 2.5	50	0.64	42.8	153	306	785	746	250ml/C=100kg 注 1
FA-40-12		12 ± 2.5	40	0.60	42.6	165	413	731	699	C×0.4% 注 2
FA-50-12			50	0.63	43.4	155	310	793	734	250ml/C=100kg 注 1
FA-60-12			60	0.64	43.3	160	267	801	746	250ml/C=100kg 注 1
NA-50-12	NA 骨材		50	0.63	44.8	170	340	788	991	250ml/C=100kg 注 1

注 1：AE 減水剤 注 2：高性能 AE 減水剤

キーワード：石炭灰，人工骨材，圧縮強度

〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL. 0462-85-4871 FAX. 0462-86-0946

3. 試験結果と考察

3. 1 フレッシュ性

フレッシュコンクリートの試験結果を表-4に示す。FA-50-12とNA-50-12の試験結果から、FA骨材を用いた場合、所要のスランプを得るための単位水量はNA骨材を用いた場合に比べ10%程度(15kg/m³)小さくできることが分かる。これはFA骨材の形状が丸みをおびている効果と言える。しかしながら、ブリーディング量は単位水量が少ないに関わらずFA骨材を用いた場合が若干多い結果となった。これは、セメント量や細骨材率の違いの影響と考えられる。また、FA骨材を用いた場合の単位容積質量は2000kg/m³前後であり、通常コンクリートに比べ15%程度軽くできていることが分かった。

3. 2 硬化物性

硬化コンクリートの試験結果を表-5に示す。同表から、W/C=50%の条件では、FA骨材とNA骨材の圧縮強度の発現性は大きな差がないことが分かる。また、FA-40-12の試験結果に示されるように、通常コンクリートに比べ軽くても、材齢28日で60N/mm²を超える高強度が得られることが分かる。図-1には、FA骨材を用いた場合のセメント水比と圧縮強度の関係を示す。FA骨材を用いた場合も、セメント水比と圧縮強度は直線関係にあるが、水セメント比が小さい条件では材齢28日から91日の強度の伸びが小さい傾向にあることが分かる。

図-2に、圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。同図から、FA骨材を用いた場合の静弾性係数はNA骨材を用いた場合に比べて若干小さく、圧縮強度が大きくなってもあまり増大しない傾向にあることが分かる。コンクリートの静弾性係数が骨材の性質に大きく影響されることが示されていると言える。

材齢28日における圧縮強度に対する引張強度の比は、FA骨材を用いた場合1/14~1/18の範囲内にあり、NA骨材に比べてわずかに小さかったが、曲げ強度の比は両者とも1/8程度の値であった。

4. おわりに

本試験の結果、石炭灰を主原料とした高強度人工骨材をW/C=40~60%のコンクリートに使用した場合、所要のスランプを得るための単位水量を一般の碎石を用いた場合に比べて、10%程度低減できることが分かった。また、圧縮強度、引張強度、曲げ強度は、碎石を用いた場合とほぼ同程度の値になるが、静弾性係数に関しては強度との関係で傾向がやや異なることが分かった。

本試験は、(財)石炭利用総合センターの補助事業(被補助者：太平洋セメント(株))の一部であり、また、「高強度人工骨材コンクリート研究会」(会長：電源開発(株)、顧問：長瀧重義新潟大学教授)の成果の一部を取りまとめたものである。ここに付記して謝意を表する。

[参考文献]

- 1) 河村ら：石炭灰を原料とした人工骨材を用いたコンクリートの強度特性，土木学会第53回年次学術講演会，pp438~439，平成10.10
- 2) 曾根徳明：石炭灰で創る高強度人工骨材，セメント・コンクリート，No.618，pp122~129，1998.8
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書〔施工編〕，7章 マスコンクリート，1996.9

表-4 フレッシュコンクリートの試験結果

試験No	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	単位容 積質量 (kg/m ³)	ブリーディング 量 (cm ³ /cm ³)
FA-50-8	7.5	5.2	19.5	1979	0.19
FA-40-12	12.5	5.0	20.0	2005	0.09
FA-50-12	11.5	5.6	20.5	2000	0.18
FA-60-12	13.0	5.5	20.5	1972	0.22
NA-50-12	11.5	4.8	20.0	2294	0.16

表-5 硬化コンクリートの試験結果

試験No	圧縮強度 (N/mm ²)			弾性係数 (kN/mm ²)			引張強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
	7日	28日	91日	7日	28日	91日	28日	28日
FA-50-8	34.0	49.6	54.8	25.3	28.4	29.0	—	—
FA-40-12	45.9	61.8	64.3	25.8	27.6	28.6	3.50	6.42
FA-50-12	32.3	48.0	55.9	24.9	27.0	27.6	3.00	5.98
FA-60-12	22.2	37.5	48.4	22.5	25.9	27.3	2.66	5.48
NA-50-12	35.9	48.2	56.6	26.6	29.7	33.4	3.55	5.91

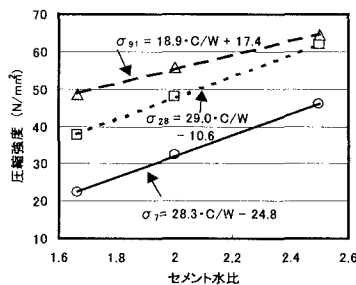


図-1 セメント水比と圧縮強度の関係

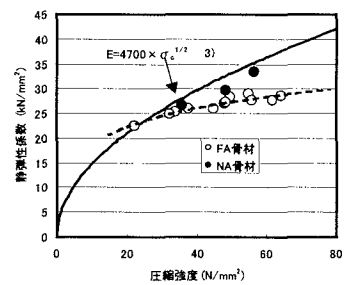


図-2 圧縮強度と静弾性係数の関係