

V-13

石炭灰を主原料とした人工骨材を用いた高強度コンクリートの基本特性

前田建設 正会員 渡部 正 太平洋セメント 正会員 曾根徳明
 電発コール・テック・アント・マリン 大島一男
 熊谷組 正会員 河村彰男 飛鳥建設 津崎淳一

1. はじめに

近年、コンクリート骨材を製造するための天然資源の枯渇、骨材採取による環境破壊が問題とされるようになってきており、天然碎石に代わる骨材の開発が望まれている。また、石炭火力発電所からの石炭灰発生量は年々増大しており、その処理方法や有効利用方法が課題となっている。このような背景のもと、石炭灰を原料とした人工骨材(以下、高強度人工骨材と称す)の利用研究が多数行われるようになってきた^{例えは1)}。

本研究では、この高強度人工骨材を用いた高強度コンクリートの基本特性について、天然碎石と人工軽量骨材との比較検討を行ったものである。

2. 試験概要

2. 1 使用材料

使用材料およびその諸元は表-1、表-2に示すとおりとした。高強度人工骨材は、石炭灰にベントナイトと石灰石微粉末を混合し、膨張させることなく焼成したものであり、JIS A 5002「構造用軽量コンクリート骨材」の粗骨材Hに相当するものである。人工軽量骨材は、膨張性頁岩を原料とした非造粒型の市販品である。

表-1 使用した骨材

骨材の種類		最大寸法(mm)	絶対密度(g/cm ³)	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)	単位容積質量(kg/L)	実積率(%)	粗粒率
粗骨材	高強度人工骨材	20	1.81	1.85	2.23	1.14	63.0	6.77
	人工軽量骨材	15	1.29	1.64	27.0	0.78	60.4	6.35
	碎石(砂岩)	20	2.63	2.65	0.72	1.56	59.3	6.62
細骨材	大井川水系陸砂	5	2.56	2.60	1.67	1.74	68.0	2.77

表-2 使用したセメントおよび混和剤

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
混和剤	ホリカルボン酸系高性能AE減水剤
AE助剤	アルキルアリスルホン酸化合物系陰イオン界面活性剤

2. 2 配合および練混ぜ方法

配合は、表-3に示すとおりとし、配合要因は、水セメント比および粗骨材種類とし、単位水量は全て一定とした。スランプあるいはスランプフローの調整は、高性能AE減水剤

の添加量にて行った。コンクリートの練混ぜは、容量100ℓの水平二軸ミキサを使用して図-1の方法にて行った。

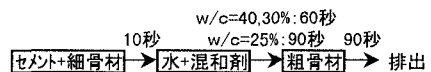


図-1 練混ぜ方法

表-3 コンクリートの配合

水セメント比(%)	粗骨材種類	スランプ(スランプフロー)(cm)	粗骨材かさ容積(m ³ /m ³)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)						スランプ(cm)	空気量(%)	単位容積質量(kg/m ³)	温度(℃)
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	AE助剤				
40	高強度人工	12±1	0.60	42.6	165	413	731	699	0.4	0.004	12.5	5.0	2,005	20.0
	高強度人工	21±2	0.58	44.6	165	413	806	675	0.8	0.002	21.0	5.8	2,008	20.0
	軽量	21±2	0.58	47.0	165	413	806	450	1.0	0.002	21.0	5.2	1,981	21.5
	碎石	21±2	0.58	47.8	165	413	819	912	1.1	0.004	22.0	5.0	2,301	19.5
30	高強度人工	50±5	0.56	42.7	165	550	684	653	1.8	0.004	53.0	5.8	2,050	20.5
	軽量	50±5	0.56	45.3	165	550	725	435	2.0	0.004	55.0	4.8	2,027	21.5
	碎石	50±5	0.56	46.1	165	550	738	880	2.2	0.004	54.5	4.8	2,340	21.0
25	高強度人工	60±5	0.54	41.5	165	660	627	629	3.5	0.008	59.0	4.4	2,091	22.0

*)セメント量に対する百分率(%)

キーワード：石炭灰、人工骨材、軽量、圧縮強度、高強度コンクリート、静弾性係数

〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 TEL.03-3977-2246 FAX.03-3977-2251

3. 試験結果および考察

3. 1 高性能 AE 減水剤の添加量

フレッシュコンクリートの試験結果を表-3に示す。いずれの配合も、目視では流動性、材料分離抵抗性は良好であった。

高性能 AE 減水剤の添加量は、碎石、軽量骨材、高強度人工骨材の配合順に少なくなり、高強度人工骨材の配合は、碎石の配合より 20～30%少ない添加量となった。これは、高強度人工骨材が球形であることから、流動性を改善する効果を有していることを示している。したがって、高性能 AE 減水剤の添加量を同一とした場合には、単位水量ならびに単位セメント量を減少できることを示しており、より有利な配合を選定できるといえる。

3. 2 硬化物性

セメント水比と圧縮強度の関係を図-2に示す。水セメント比が 30%、40%の場合、高強度人工骨材と碎石を用いた配合とでは圧縮強度が同程度であり、軽量骨材の配合はそれらより小さい値を示した。

骨材種類別の比強度(圧縮強度/単位容積質量)を図-3に示した。このように、比強度は、高強度人工骨材を用いた配合が最も大きくなった。高強度人工骨材を用いた配合の単位容積質量は、表-3に示したとおり約 2,000kg/m³であり、通常コンクリートより 15%程度小さいが、比強度は碎石を用いた配合より大きい値を示した。よって、高強度人工骨材を用いた配合は、軽量化、高強度化という両性質を同時に発揮できるという特徴を有しているといえる。

圧縮強度と静弾性係数の関係を図-4に示す。同一強度で比較すると、静弾性係数は、僅かではあるが軽量骨材、高強度人工骨材、碎石の配合順で大きく、静弾性係数に対しては、骨材の性質が影響しているといえる。

4. まとめ

試験の結果、石炭灰を主原料とした高強度人工骨材を、水セメント比 25～40%の高強度域で用いた場合、骨材形状が球形であるという特徴から、碎石や市販の軽量骨材を用いた配合より、高性能 AE 減水剤の使用量が低減でき、より有利な配合を選定できることが分かった。圧縮強度は碎石を用いた配合と同程度であり、高強度コンクリートへも適用できることが分かった。しかし、静弾性係数は若干小さくなる傾向を示した。一方、比強度は、高強度人工骨材を用いた配合は、碎石や従来の人工軽量骨材を用いた配合より大きくなり、軽量化と高強度化を同時に満たすことができる特性を有していることが分かった。

本研究は、(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:長瀬重義新潟大学教授)の成果をまとめたものである。付記して謝意を表する。

〔参考文献〕1)例えば 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

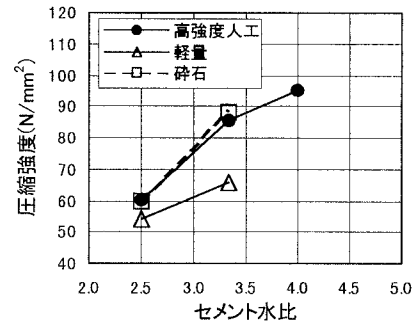


図-2 セメント水比と圧縮強度

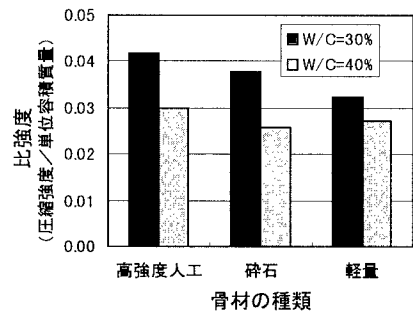


図-3 骨材種類別の比強度

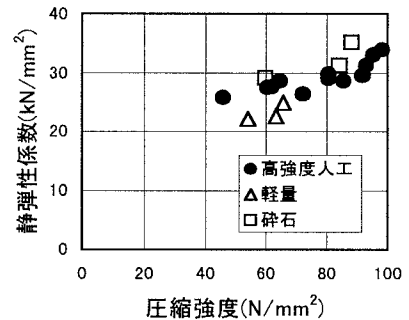


図-4 圧縮強度と静弾性係数