

石炭灰質非焼成型人工骨材のコンクリートへの適用性（その2）

－開発した人工骨材を用いたコンクリートの特性－

中部電力(株) 電力技術研究所 正会員 ○安藤 兼治 電力技術研究所 洞口 和史
電力技術研究所 木村 正彦 電力技術研究所 杉山 武
東海コンクリート工業(株) 技術開発部コンテックグループ 新海 由貴

1. はじめに

ここでは前報（その1）で製造した石炭灰質非焼成型の人工骨材のうち、良好な結果を示した人工骨材4,5（表-1に再掲）を用い、一般に建築などにおいて良く使用される水セメント比40～55%程度のコンクリートについて、市販品を用いたコンクリート文献データと共に、コンクリート骨材としての使用可能性を把握するために行った試験結果の概要を報告する。

2. コンクリートの試験範囲および、その使用材料と配合ならびに、その配合の考察

人工骨材4を用いた国土交通省が定める基準『人工軽量骨材を用いる軽量コンクリートの使用基準および性能判定基準』に従う配合4A～D（表-2）のコンクリートについて、その判定基準値と比較・検討した。更に、高強度域で評価するため、人工骨材5を用い水セメント比を40%まで高性能AE減水剤により小さくした配合5E（表-2）のコンクリートについて、圧縮強度などの試験、および凍結融解試験を行った。

その使用材料には普通セメント、天竜川産の川砂、および人工骨材を用い、その特性値を表1に示す。

なお、この人工骨材4、5は、JIS A 5002 の強度区分4に該当している。その配合は、国土交通省が定める使用基準に従うAE剤を用いた配合4A～D、および、高性能AE減水剤を用いる配合5Eを、スランプ等の所要の特性値が得られるよう決定した。

表1 コンクリートに用いる骨材の特徴

	粗骨材（人工骨材）				細骨材
	骨材4	骨材5	市販品 ¹⁾	市販品 ²⁾	川砂
最大寸法(mm)	20	20	15	15	5
表乾密度(g/cm ³)	1.98	1.88		1.63	2.61
絶乾密度(g/cm ³)	1.74	1.62	1.29		2.58
吸水率(%)	13.8	16.1	27.0	24.5	1.36
単位容積質量(kg/L)	1.131	1.060	0.78		
実績率(%)	65.4	65.4	60.4	60.7	
粗粒率				6.36	2.77

一般にこの配合は所要のワーカビリティが得られる範囲で粗骨材量を最大にするよう決められる。そこで、市販の軽量骨材を用いたコンクリートの標準配合の参考値が示されている文献²⁾のデータに今回の5配合データを図1に追加して比較した。これより、今回の配合は単位粗骨材かさ容積がスランプ、水セメント比の見地から、4A～Dで多く、逆に5Eでやや少ない結果であるが、概ね良い配合といえる。

表2 コンクリートの配合条件とその配合

配合記号 No	配合条件				フレッシュコンクリートの特性値						コンクリートの配合 : 単位量(kg/m ³)					
	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	セメント (kg/m ³)	スランプ	空気量 (%)	温度 (°C)	W/C (%)	S/a (%)	重量 (kg/m ³)	W	C	S	G (人工骨材)	高性能 AE 減水剤	AE 剤
4A	15±2	5.5 ±1.5		400±6	15.8	4.8	21.0	45.0	38	2027	180	400	638	790		0.08
4B	15±2			350±6	16.5	4.8	21.0	51.4	40	2019	180	350	688	783		0.07
4C	21±1			400±6	20.8	4.5	21.0	48.8	41	2021	195	400	672	734		0.08
4D	21±1			350±6	20.8	4.6	21.0	55.7	43	2016	195	350	723	727		0.07
5E	18±2		40			17.2	5.0	21.0	40	46	2044	154	385	803	679	2.695

3. 人工骨材を粗骨材に用いたコンクリートのおよその特性

国土交通省の使用基準に従う配合4A～Dのコンクリートは、表3のとおり、気乾単位容積重量および、現在試験中の付着試験を除き、性能判定基準値を満たしている。すなわち、圧縮強度、引張り強度、ブリージング、乾燥収縮による長さ変化率は、基準値内にある。一方、高性能AE減水剤高強度用いた配合4Eの性能判定基準、圧縮強度、ヤング率、凍結融解試験、単位粗骨材かさ容積

連絡先：名古屋市緑区大高町字北関山 20-1 中部電力(株)電力技術研究所構築 T 安藤兼治 TEL 070-5970-8128

コンクリートは水セメント比が小さいので、強度が高く、凍結融解抵抗性が 300 サイクルで相対動弾性係数 94、重量変化率 0.59 となった。これは相対動弾性係数が劣化の指標である 60%を下がることなく、耐凍害性が高い。

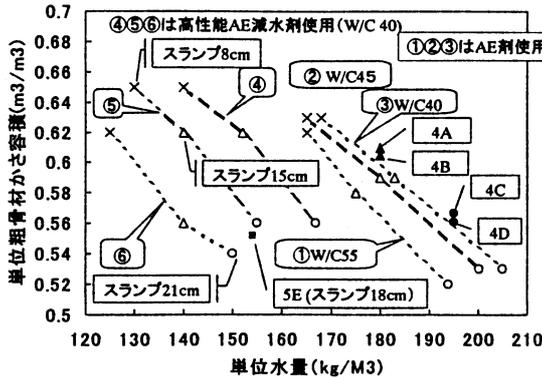


図 1 単位水量と単位粗骨材かさ容積

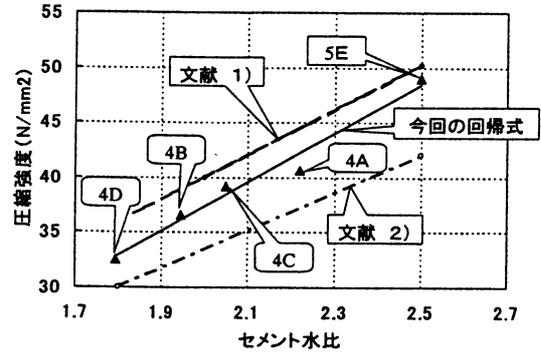


図 2 圧縮強度とセメント水比

表-3 コンクリートの試験範囲と性能判定基準およびその値

配合 No (規格)	フリージング cc/cm ²	気乾単位容積重量 (t/m ³)	圧縮強度 N/mm ²	引張り強度 材令 28 日 N/mm ²	減少率 (%) 材令 91 日	
			材令 28 日	日	長さ	重さ
4 A		2.004	40.6	3.41		
規格値		1.9 以下	32 以上	2.4 以上		
4 B		1.999	36.6		0.086	5.1
規格値		1.9 以下	27 以上		0.09 以下	
4 C	0.20	1.978	39.2		0.092	4.9
規格値	0.5 以下	1.9 以下	28 以上		0.10 以下	
4 D	0.26	1.985	32.5	3.09		
規格値	0.5 以下	1.9 以下	23 以上	2.0 以上		
5 E		2.112	49.0	3.40	0.091	3.3

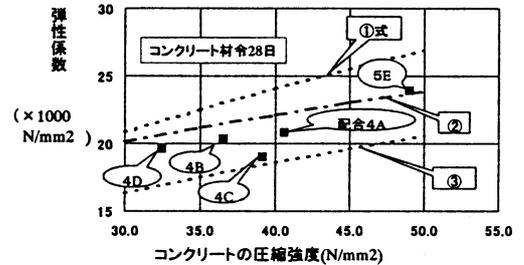


図 3 石灰灰質固化物を用いたコンクリートの弾性係数と強度

このコンクリートについて、圧縮強度とセメント水比で整理すると、図 2 のとおり、概ね比例関係にある。そして、その今回の試験値は、文献の中で比較用に採用された市販の軽量骨材を用いたコンクリートのうち、やや大きい強度を示す文献 1)、および、やや小さい強度を示す文献 2) の中間に位置している。

そしてまた、圧縮強度と比較した弾性係数は、図 3 のとおり友澤・野口の③式の値よりもやや大きく、RC①式よりも小さく、NEW RC ②式に近い値になっている。

$$E = 21000 \times (\gamma / 24)^{1.5} \times (F_c / 20)^{0.5} \quad \text{①式} (F_c 36 \text{ N/mm}^2 \text{ 以下に適用}) \quad \gamma: \text{コンクリートの単位容積重量}$$

$$E = 33500 \times (\gamma / 24)^2 \times (F_c / 60)^{1/3} \quad \text{②式} (F_c 36 \text{ N/mm}^2 \text{ 以上に適用}) \quad E: \text{ヤング係数、} F_c: \text{圧縮強度}$$

$$E = 12100 \times F_c^{0.456} \quad \text{③式}$$

これらの人工骨材 4,5 を粗骨材に用いた強度特性などの結果は、市販の軽量骨材を用いた場合とほぼ同等であり、今回、開発した人工骨材がコンクリートへの適用可能性があることを示唆している。

4. 終わりに

この人工骨材を用いたコンクリートは、重量が 2.0kg/l 程度で砂利と市販の軽量骨材との間にある。そしてこの人工骨材の製法がほぼ固まってきた。今後は製造プラントにおける品質の安定化などの更なる製法の改良を図りつつ、この人工骨材に適した用途の調査・開発を進めていきたい。

参考文献

- 1) 加藤将裕、他：高強度人工骨材を用いたコンクリートの研究 (その 1~3)、日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国)、1999 年 9 月
- 2) 高羽 登、他：各種混和剤を用いたコンクリートの調合に関する実験、(その 1~5)、日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東)、1993 年 9 月