

V-54 重量コンクリート用骨材に関する1、2の実験

○竹中技術研究所 正会員 神山行男
竹中技術研究所 正会員 吉岡保彦
竹中原子力本部 山本雄一

1. はじめに

近年、原子力の平和利用に関する研究・開発が盛んとなり、各種の放射線取扱い施設が建設されている。これに伴い、遮へい体として重量コンクリートの需要も増加しているが、重量コンクリート用骨材としての磁鉄鉱石は枯渇の方向にあり、年々入手は困難になってきている。本研究は、このようなすう勢にかんがみ、新たな重量コンクリート用骨材の供給源として、鉄鋼原料として輸入されている外国産赤鉄鉱石に着目し赤鉄鉱石の重量コンクリート用骨材としての適用性について検討したものである。

2. 対象とした赤鉄鉱石

現在、わが国に鉄鋼原料として輸入されている鉄鉱石は、11ヶ国29鉱山にのぼり、この内の90%以上が赤鉄鉱石である。本研究では、これら輸入赤鉄鉱石の化学成分、物理的性質及び粗鉱埋蔵量等について予備調査を実施し、その調査結果に基づいて、ブラジル・カラジャス鉱山産及び南アフリカ・イスコール鉱山産赤鉄鉱石を実験対象として選択した。

3. 骨材に関する実験

選択した2種類の赤鉄鉱石について、まず、重量コンクリート用骨材としての基礎物性に関する試験を実施した。実施した試験項目及び方法を表-1に示す。

試験結果は表-2に示すようであって、いずれの赤鉄鉱石も重量コンクリート用骨材として必要な4.3以上の比重を有し、単位容積質量及び実積率も大きく、有機不純物や塩化物等の有害物は土木学会標準の規定値を下回り、重量コンクリート用骨材として十分使用可能であることが確認された。しか

表-1 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
ふるい分け試験	JISA 1102
比重及び吸水率試験	JISA 1109 JISA 1110
粘土塊試験	JISA 1137
単位容積質量及び実積率試験	JISA 1104
洗い試験	JISA 1103
有機不純物試験	JISA 1105
塩分含有量試験	土木学会基準

表-2 骨材の試験結果

骨材産地	骨材種別	比重		吸水率 (%)	粘土塊量 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	洗い試験により失われる量 (%)	粗粒率 F.M	有機不純物	塩化物 (NaClとして) (%)
		表乾	絶乾								
カラジャス	粗骨材	4.34	4.23	2.78	0	2.488	58.9	0.7	6.42		
	細骨材	4.33	4.26	1.93	0	2.795	65.8	17.1	2.56	標準色より濃くない	0.00123
イスコール	粗骨材	4.76	4.48	0.53	0	2.803	59.2	0.6	6.07		
	細骨材	4.55	4.74	1.54	0	2.931	65.4	8.1	4.02	標準色より濃くない	0.00036

表-3 コンクリートの試験項目及び方法

区分	試験項目	試験方法
フレコンクリート	スラブ	JISA 1101
	空気量	JISA 1118
	単位容積質量	JISA 1116
	コンクリート温度	棒状温度計
硬化コンクリート	圧縮強度	JISA 1108
	ヤング係数	差動トランス法
	引張強度	JISA 1113
	曲げ強度	JISA 1106
	乾燥比重	65℃, 1g/2days 28日間屋内放置

表-4 コンクリートの配合

配合番号	骨材産地	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/A (%)	単位量 (kg/m³)				
				セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
1-1	カラジャス	45	40	433	195	1178	1739	1.080
1-2		50	41	390	195	1233	1745	0.975
1-3		55	42	355	195	1283	1744	0.888
2-1	イスコール	45	45	404	182	1413	1807	1.010
2-2		50	46	364	182	1471	1806	0.910
2-3		55	47	331	182	1526	1799	0.828

表-5 フレッシュコンクリートの試験結果

配合番号	骨材産地	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/A (%)	スラブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	生コンクリート 単位容積質量 (kg/l)
1-1	カラジャス	45	40	1.0	2.8	24.0	3.611
1-2		50	41	3.1	2.7	26.0	3.639
1-3		55	42	3.5	3.0	25.0	3.668
2-1	イスコール	45	45	3.7	1.0	25.5	3.668
2-2		50	46	3.5	1.2	23.0	3.879
2-3		55	47	3.6	1.3	25.0	3.936

し、赤鉄鉱石は表面に酸化した微粉分が大量に付着しているため、粒度及び洗い試験損失量は規定値をはずれていた。

4. コンクリートに関する実験

コンクリートに関する実験は、過去の施工例を参考にして、スランブを3～5cmと一定とし、水セメント比を45%、50%及び55%の3水準として、表-3に示す基礎的な力学特性及び乾燥比重等について試験を行った。

試し練りを繰返し所要の品質条件を満足したコンクリートの配合を表-4に、また、フレッシュコンクリートの試験結果を表-5に示す。

表-4及び5において、先に述べたように微粉分が多いため、磁鉄鉱石を骨材として用いたコンクリートに比べて単位水量は10～20 kg/m³も多くなり、特に微粉分の多いカラジャスを用いたコンクリートは水セメント比45%では粘性が大となり水量を増加しても所要のスランブが得られなかった。

次に硬化コンクリートの力学特性に関する試験結果は表-6に示すようであって、材令28日の圧縮強度はカラジャス、イスコールいずれを用いたコンクリートの強度も磁鉄鉱石を用いたコンクリートの400～500kg/m²に比べて著しく大となった。しかし、その他のヤング係数、引張強度及び曲げ強度等は過去の磁鉄鉱石を骨材として用いたコンクリートとほぼ同等の値を示した。

乾燥比重試験の結果は表-7に示すようであって28日

屋内に放置した場合で3.5～3.9、65℃で重量減少量が1g/2day以下になるまで乾燥した場合で3.4～3.8と、一般に重量コンクリートに要求される乾燥比重3.2～3.4を十分満足した。

5. まとめ

今回の実験結果から、カラジャス、イスコールいずれの赤鉄鉱石も、重量コンクリート用骨材として十分使用可能であるとの見通しを得た。しかし、今回行った実験は基礎的なごく限られた範囲のものであり、赤鉄鉱石を重量コンクリート用骨材と実用化するためには、さらに、今後赤鉄鉱石の微粉分の処理方法等を含めた広範囲な実験・検討を進める必要が認められた。

表-6 硬化コンクリートの試験結果

配合 番号	水セメ ント比 (%)	細骨材 率 (%)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	供試 体 番号	圧縮強度 (kg/cm ²)			ヤング係数 ($\times 10^5$ kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	曲げ強度 (kg/cm ²)
						7日	28日	91日			
1-1	45	40.0	1.0	2.8	1	490	632	623	4.86	27.6	65.6
					2	525	605	708	4.38	26.0	66.8
					3	538	630	674	4.38	33.2	63.0
					平均	518	622	668	4.61	28.9	65.1
1-2	50	41.0	3.1	2.7	1	457	523	541	4.38	36.4	66.3
					2	452	572	604	4.29	32.2	62.6
					3	454	529	582	4.42	27.5	53.5
					平均	454	542	576	4.36	32.0	60.8
1-3	55	42.0	3.5	3.0	1	405	505	543	4.49	28.8	57.5
					2	439	511	457	4.48	26.7	54.9
					3	424	495	538	4.35	30.0	64.9
					平均	423	504	513	4.44	28.5	59.1
2-1	45	45.0	3.7	1.0	1	424	424	580	5.02	29.5	64.8
					2	434	536	596	5.02	36.7	65.1
					3	427	529	590	4.95	39.4	54.2
					平均	428	496	589	5.00	35.2	61.4
2-2	50	46.0	3.5	1.2	1	403	511	548	5.01	33.0	68.4
					2	363	518	516	4.79	30.9	56.4
					3	404	518	598	4.90	31.9	64.9
					平均	390	516	554	4.90	31.9	63.2
2-3	55	47.0	3.6	1.3	1	335	444	513	4.37	25.9	53.1
					2	339	457	515	4.76	27.9	49.5
					3	347	445	461	4.86	26.5	50.8
					平均	340	449	496	4.66	26.5	51.0

表-7 乾燥比重試験結果

乾燥条件	骨材 産地	水セメント 比 (%)	生コンクリート 比重	乾燥比重	減少量
28日 屋内 放置	カラ ジャ ス	4.5	3.611	3.601	0.010
		5.0	3.639	3.584	0.055
		5.5	3.668	3.588	0.080
	イス コ ール	4.5	3.868	3.898	0.000
		5.0	3.879	3.843	0.036
		5.5	3.936	3.918	0.018
65℃ 1g/2days 乾燥	カラ ジャ ス	4.5	3.611	3.478	0.133
		5.0	3.639	3.465	0.174
		5.5	3.668	3.485	0.183
	イス コ ール	4.5	3.868	3.784	0.084
		5.0	3.879	3.774	0.105
		5.5	3.936	3.811	0.125