

低品質原石骨材を用いたダムコンクリートの長期暴露試験

独立行政法人水資源機構 正会員 ○市川 滋己

独立行政法人水資源機構 正会員 藤田 将司

独立行政法人水資源機構 正会員 木戸研太郎

1. 目的

大量の骨材を一度に用いる大規模コンクリートダムの建設においては骨材原石を採取する原石山をダム事業のなかで開発し、原石を採取し、骨材を製造するのが一般的である。一方でこの原石を採取し、骨材を製造する費用がダムの建設費において大きな割合を占めていることも事実である。特に原石山の地質状況が良好でない場合には廃棄岩が増加し、骨材調達コストが増大することになる。そのため、ダムの分野では、コスト削減及び改変面積に低減による環境負荷軽減のため、低品質骨材の有効活用を進めてきた。コンクリート標準示方書ダムコンクリート編における品質標準においても吸水率と安定性損失量に関する品質緩和規定が設けられている。本報は、この品質緩和規定によって使用が可能となった骨材を使用したダムコンクリートの大型供試体を含めた供試体の長期暴露試験の結果について報告するものである。

2. 試験概要

ダムコンクリートは部位によって使用するコンクリート配合を使い分けている。ダム堤体の表面部の外部環境に直接に曝される部位には、凍結融解抵抗性を有する耐久性に優れたコンクリート（外部コンクリート）を使用することになっている。凍結融解抵抗性に優れた骨材を使用して、所定の空気量を有し、水結合材比が60%以下ということ条件を満足すれば、耐凍害性を有するダムコンクリートであるとされている。今回の試験においては、品質が若干劣る骨材を使用したダムコンクリートの実環境下における劣化の有無を確認するため、ダム設置箇所において長期暴露試験を行っている。

使用骨材は表-1に示す骨材A～Dの4種類を用いている。また、コンクリート配合は、骨材Aについては外部コンクリート相当の配合、及び水結合材比をコンクリート標準示方書に示された上限値60%としたものの2種類の配合を、骨材B～骨材Dについては水結合材比60%とした1種類の配合である。なお、いずれのコンクリートもフルサイズ換算での空気量は3.0±1.0%である。

供試体は配合毎に表-3に示すものを作製し、養生後、暴露地点に運搬・設置した。

表-1 使用骨材の品質

		G1 150～80mm	G2 80～40mm	G3 40～20mm	G4 20～5mm	S 5～0mm
表乾密度 (g/cm ³)	骨材A	2.62	2.61	2.61	2.61	2.6
	骨材B	—	2.63	2.63	2.63	2.64
	骨材C	—	2.67	2.68	2.68	2.66
	骨材D	2.7	2.71	2.7	2.69	2.67
吸水率 (%)	骨材A	0.75	1.08	1.27	1.69	1.64
	骨材B	—	1.67	1.82	1.96	2.17
	骨材C	—	0.81	0.92	1.35	1.83
	骨材D	0.27	0.59	0.52	1.02	1.57
微粒分量 (%)	骨材A	0.2	0.5	0.6	1.9	4.3
	骨材B	—	0.2	0.8	1.6	5.6
	骨材C	—	0.2	0.5	1.2	3.3
	骨材D	0.3	1	1.4	1.6	5.3
すりへり減量 (%)	(粒度区分)	(B区分)	(C区分)	(E区分)	(F区分)	
	骨材A	16.7	16	13.8	14.5	
	骨材B	13.9	17.2	10.5	11.2	
	骨材C	16.3	18	19.1	16.3	
	骨材D	12.9	13.7	24.6	21.5	
安定性損失 質量 (%)	骨材A	0	5.4	8.3	15.1	2.2
	骨材B	—	0.1	2.7	2.3	1.1
	骨材C	—	11.5	5.6	15.5	2.6
	骨材D	5.1	15	9	6.4	1.2
有機不純物	骨材A					淡黄色合格
	骨材B					無色合格
	骨材C					無色合格
	骨材D					無色合格
粘土塊量 (%)	骨材A	0.17	0.01	0.02	0.39	0.88
	骨材B	—	0.04	0.05	0.04	0.08
	骨材C	—	0.01	0.06	0.12	0.02
	骨材D	0.03	0.11	0.1	0.32	0.28

表-2 コンクリート配合

配合名		粗骨材 最大寸法 Gmax	空気量 (%)	水結合材比 W/C+F (%)	混和材率 F/C+F (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)								
							水 W	結合材 C+F	細骨材 S	粗骨材				混和剤	
										G1 15080	G2 8040	G3 4020	G4 2005	AE 減水剤	AE 剤
A-1	骨材A使用 外部コンクリート配合	150	3.0	47.6	30	28	100	210	580	299	449	374	374	0.525	適量
A-2	骨材A使用 W/C+F=60%配合	150	3.0	60.0	30	28	109.6	182.7	580	299	449	374	374	0.457	適量
B	骨材B使用 W/C+F=60%配合	150	3.0	60.0	30	28	109.6	182.7	589	310	464	387	387	0.457	適量
C	骨材C使用 W/C+F=60%配合	150	3.0	60.0	30	28	109.6	182.7	589	302	452	377	377	0.457	適量
D	骨材D使用 W/C+F=60%配合	150	3.0	60.0	30	28	109.6	182.7	589	307	461	384	384	0.457	適量

キーワード ダムコンクリート, 低品質原石, 長期暴露試験, 動弾性係数, 超音波伝播速度, 共鳴振動数

連絡先 〒338-0812 埼玉県さいたま市桜区神田 936 独立行政法人水資源機構総合技術センター TEL 048-711-0381

暴露地点は、地点A：埼玉県秩父市大滝地内、地点B：群馬県利根郡みなかみ町藤原地内のダム周辺の2地点とした。暴露状況例として、地点Bの状況を写真-1に、暴露地点の外気温を図-1に示す。なお、地点Bは冬季には冠水及び積雪があり、凍結融解作用を受ける期間は比較的短くなる条件の地点である。



写真-1 地点Bの暴露状況

表-3 暴露供試体一覧

	コンクリートブロック・供試体サイズ別符号			
	1×1×1m	0.5×0.5×0.5m	φ125×H250mm	100×100×400mm
	フルサイズ コンクリート	80mm スクリーニング配合 コンクリート	40mm スクリーニング配合 コンクリート	20mm スクリーニング配合 コンクリート
骨材A使用外部 コンクリート	I-○	A-○	a-1-○	a-2-○
骨材A使用 W/C+F=60%配合	II-○	B-○	b-1-○	b-2-○
骨材D使用 W/C+F=60%配合	III-○	—	—	—
安山岩骨材 W/C+F=60%配合	—	C-○	c-1-○	c-2-○
河床砂礫骨材 W/C+F=60%配合	—	D-○	d-1-○	d-2-○
供試体作製時期	H17.6~9	H19.7~9	H19.7~9	H19.7~9
暴露開始時期	H17.11	H20.12	H20.12	H20.12

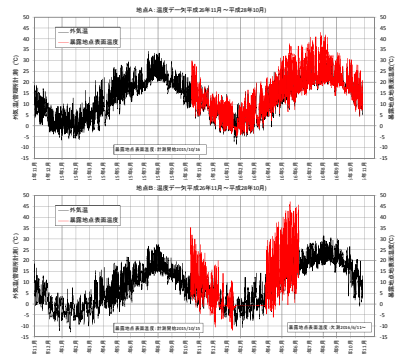


図-1 暴露地点の温度変化

3. 計測方法

コンクリート品質の変化は、動弾性係数にて把握することとし、大型のブロック供試体(1×1×1m)及び(0.5×0.5×0.5m)については超音波の伝播速度を図-2の計測箇所を計測し式-1に基づき動弾性係数を、柱供試体及び角柱供試体についてはJISA1127に基づく方法で1次共鳴振動数を計測し、動弾性係数を求めた。

$$E=(V^2 \times \rho \times (1+\mu)(1-2\mu))/(g \times (1-\mu))$$

ここに、V:伝播速度、 ρ :密度(2.3 t/m³:固定)、 μ :ポアソン比(=0.2:固定)、g:重力加速度(=9.8m/s²)

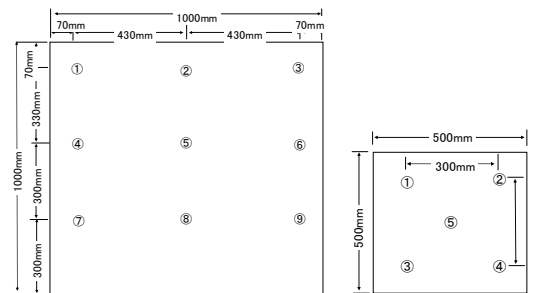


図-2 コンクリートブロックの計測箇所

4. 計測結果

計測結果として、骨材Aを用いた外部コンクリートの供試体(0.5×0.5×0.5mのブロック、φ125mm 円柱供試体及び100×100×400mm 角柱供試体)の経年変化を暴露供試体の代表として、図-3に示す。

この結果によると、大型のブロック供試体及び角柱供試体については相対動弾性係数が水中養生の供試体と同じであり、また暴露開始前に比較してほぼ同等であり、劣化は生じていないと判断される。一方、円柱の供試体の相対動弾性係数は、水中養生の供試体が一定値を保持しているが地点A及び地点Bともにはじめの4年目までにおよそ85~90%程度まで低下し、その後一定値を示している。地点Aと地点Bでは円柱供試体の結果から、若干地点Aの方が劣化の進展が早いと判断可能な結果が得られている。

5. まとめ

低品質原石から製造した骨材を使用したダムコンクリートの長期暴露試験を実施中である。計測の結果、大型ブロック供試体においてはこれまで9年間の現地暴露では劣化の兆候は認められておらず、コンクリートが健全であることが確認された。計画では今後90年間は暴露供試体の状態を継続して計測する計画としており、引き続きコンクリートの状態について注視していきたいと考えている。

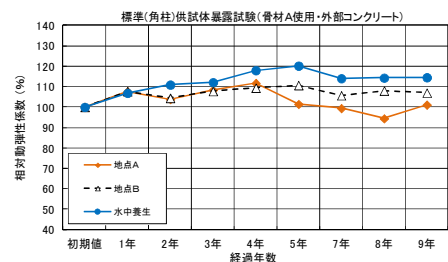
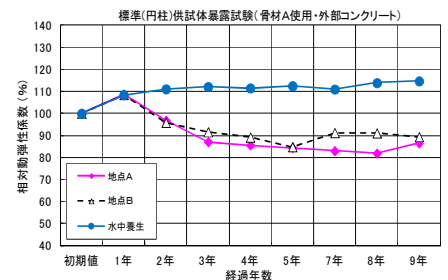
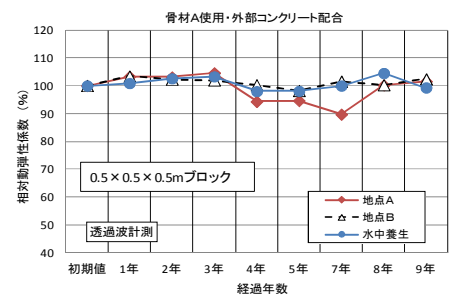


図-3 暴露供試体計測結果

(外部コンクリート配合)