

# 材齢 35 年を経た七色ダムコンクリートの強度特性

電源開発(株) 茅ヶ崎研究センター 正会員 佐藤 道生  
 茅ヶ崎研究センター 正会員 前田 哲宏  
 (株) 開発設計コンサルタント 技術研究所 非会員 鈴木 世二

## 1. はじめに

七色ダムは和歌山県東部に位置するアーチ重力式コンクリートダムであり、上流の池原ダム、下流の小森ダムと共に熊野川水系北山川の電源開発計画の一環として施工された発電用ダムである。同ダムでは河川維持流量放流設備新設の為、堤体孔あけ工事を実施している。その際に良好な状態の堤体コンクリートブロックが得られた為、同ブロックを対象に強度試験を実施した。本報告は材齢 35 年の七色ダム堤体コンクリートの物性について報告するものである。

## 2. ダム諸元

七色ダムの諸元を表 - 1 に示す。同ダムの着工は昭和 38 年であるが、堤体コンクリートは昭和 39 年 12 月までに打設されており、堤体コンクリートの材齢は約 35 年である。

表 - 1 七色ダム 諸元

形式	中央越流型アーチ重力式コンクリートダム
堤長(m)	200.8
堤高(m)	61.0
堤体積(m <sup>3</sup> )	156,500
着工：昭和 38 年 8 月 竣工：昭和 40 年 7 月	

## 3. 対象試料

七色ダムではダム左岸側非越流部に河川維持流量放流設備を新設するため、ワーキング工法により堤体を上下流方向に貫通する孔あけ工事を実施している。孔あけ時に得られたコンクリートブロックのうち、表層部を含む最下流側のブロック(1.7m×1.7m、深さ約 1.0m)を試験対象とした。試験対象ブロックを写真-1 に示す。このブロックは、ダム天端に近く、南に面することから、ほぼ乾燥状態にあったと推測される。なお、現地の気象条件は、年平均気温 15.5、年間降水量 4118mm(近傍の尾鷲地点の観測)である。七色ダムの配合は、フライアッシュを用いたコンクリート(フライアッシュ置換率 30%)であり、採取位置から判断して本ブロックは外部配合と考えられる。配合を表-2、使用材料を表-3 に示す。

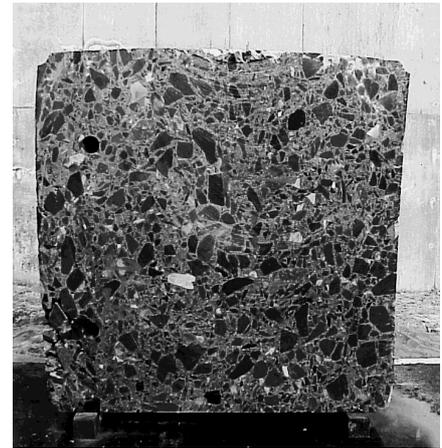


写真-1 試験対象ブロック (1.7m x 1.7m)

## 4. 試験方法

簡易ホーリングマシンを使用し、コンクリートコアを水平且つ上下流方向に採取したのち、各試験に使用する供試体を成形した。コンクリートコアは、強度試験用供試体は 300mm、中性化試験用供試体を 100mm とし、所要の長さに切断した。試験項目及び供試体寸法・数量を表 - 4 に示す。

表 - 2 七色ダムコンクリート配合表

Gmax (mm)	SL (cm)	W/C+F (kg/m <sup>3</sup> )	F/C+F (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
						W	C	F	S	G
150	3± 0.5	51.4	30.0	3± 0.5	24	108	147	63	510	1614

表 - 3 使用材料

セメント	〇社製中庸熱ポルトランドセメント
フライアッシュ	電源開発若松火力発電所産
A E 剤	ピンソールレジン
骨材	粘板岩・粘板岩質砂岩砕石砕砂

## 5. 試験結果

### (1) 強度特性

強度試験の結果を表 - 5 に示す。圧縮強度は 37.4N/mm<sup>2</sup> であり、内部に発生する応力(約 4N/mm<sup>2</sup>)を十分上回る。引張強度は 2.95N/mm<sup>2</sup> であり、圧縮強度の 1/13 と一般的な傾向を示す。ホーリング比も 0.18 と標準的な値である。

表 - 4 試験方法、供試体寸法

圧縮強度試験	JISA1107	300×600mm、3本
引張強度試験	JISA1113	300×300mm、3本
中性化試験	フェノールフタイン法	100×200mm、6本

(2)中性化深さ

中性化深さは、ダム下流側表面部より 100 のコンクリートコアを 6 本採取し、割裂面にフェノールフタイン 1% 溶液を塗布し、表面より着色部分までの深さを 2cm 間隔で測定し、面積平均した。中性化深さは平均値は 1.1cm、最大で 3cm、最小 0.3cm であった。

表 - 5 強度試験結果

圧縮強度	37.4 N/mm <sup>2</sup>
引張強度	2.95 N/mm <sup>2</sup>
静弾性係数	44.0 × 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
動弾性係数	55.2 × 10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
ポアソン比	0.18
単位容積質量	2.489 kg/リットル

6. 考察

(1)強度特性

示方配合検討時の長期強度試験<sup>2)</sup>の結果 (40mm ユィツスリーニング後、150×300mm 円柱供試体に成型し標準養生) と、コア供試体との比較を図 - 1 に示す。一般にコアの圧縮強度は、ユィツスリーニングを施さないこと、供試体寸法の相違、養生の相違等から、標準養生供試体と比較して低下する。因みに既往の事例<sup>1)</sup>を参考に強度低下率を 2 割とした場合の推定値は、材齢 1 年の強度を上回る。コア供試体の圧縮強度は諸条件の相違があるが、材齢 91 日強度を上回ることから健全な状態を保持していると考えられる。図 - 2 はフライッシュ置換率を 0~70% まで変化させた場合のダムコンクリートの強度試験結果<sup>3)</sup>に基づいて、材齢 91 日強度と材齢 1 年までの圧縮強度の伸びを整理したものである。これによると、七色ダムの 91 日以降の強度の伸びはフライッシュを用いたコンクリートの一般的な傾向と一致する。

(2)中性化

フライッシュを用いたコンクリートは、ポゾラン反応の進行に伴い Ca(OH)<sub>2</sub> を消費することから、中性化について不利となる可能性がある。

池原ダム監査廊より採取したコア試料の材齢 34 年時点の分析結果によると、残存 Ca(OH)<sub>2</sub>

量は単位体積あたりの換算値で 0.8% 以下であり<sup>1)</sup>、ポゾラン反応の進行により、Ca(OH)<sub>2</sub> 量が消費されていた。一方、七色ダムの中性化深さをフェノールフタイン法により評価した結果では、中性化深さが 1cm 程度であり、ポゾラン反応の進行による Ca(OH)<sub>2</sub> 量の極端な低下は確認出来なかった。

7. まとめ

コア供試体による強度試験の結果、フライッシュを用いた七色ダムのコンクリートは、材齢 35 年を経た現在においても健全な状態を維持していることが確認された。今後は、空隙径分布の測定、組織観察等を通じて、フライッシュを用いたダムコンクリートの長期材齢における硬化体組織について検討を加えていく予定である。

参考文献 1) 佐藤、小早川、小津: 材齢 34 年を経た中庸熟フライッシュダムコンクリートの硬化体組織と物性、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21, No.2, 1999, pp877-882 2) 電源開発株式会社社内資料: 土木試験報告七色ダムコンクリート試験、1963. 2

3) 永野、鍵本、佐藤: フライッシュ置換率を 60% まで高めたダムコンクリートの開発、電力土木、No.282.1999.7

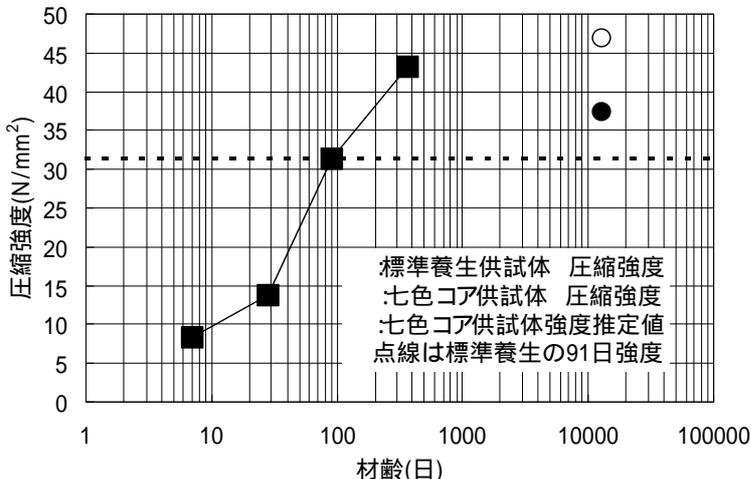


図 - 1 圧縮強度の経時変化

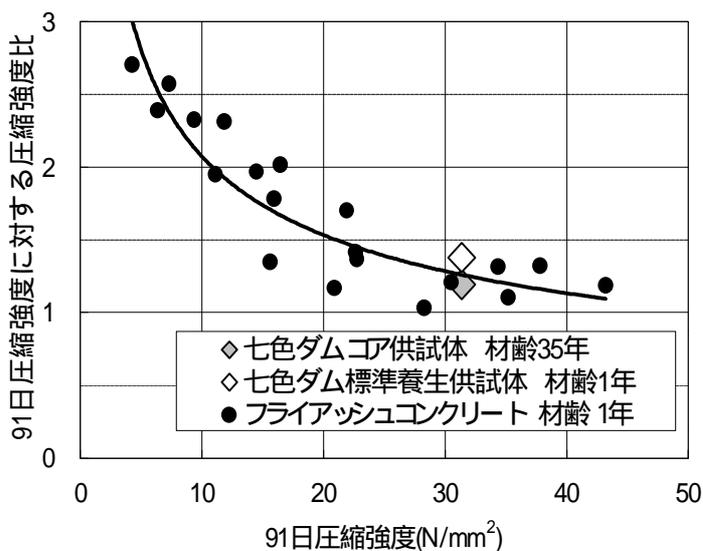


図 - 2 材齢 91 日に対する圧縮強度比