

# 和食ダムコンクリートの配合選定試験

1070532 平林 貴澄

要旨：今日におけるダム建設の状況は、良好な条件を備えたダムサイトの減少、また環境保全やコスト縮減といった社会的要請により、その設計・施工技術や使用材料等さまざまな角度から合理化への努力が求められている。本論分は、まず、調査による砕石工場の選定・骨材比較試験を行い、コンクリート試験により、スランブ値・空気量調整及び最適細骨材率に関する実験を行い、耐久性及び経済性を考慮した示方配合をそれぞれの区分ごとに決定した。その結果、各区分のコンクリートとも十分なワーカビリティを有する配合を選定することが出来た。

**Key Words** : ダムコンクリート、骨材選定、配合試験、ワーカビリティ、示方配合、VC 試験

## 1. はじめに

現在、高知県安芸郡芸西村に重力式コンクリートダムが設計・建設が進められている。



図-1 和食ダム位置図

和食ダムは二級河川和食川水系和食川の高知県安芸郡芸西村馬ノ上字西谷地先に計画されている多目的ダム（洪水対策・安定した用水の供給・村の上水道の確保）であり、高さ 51.0 m、堤頂長 121.5 m、堤体積 64,000 m<sup>3</sup> の近年建設される中においては中規模程度のダムである。

## 2. 目的

工事開始後に供給可能と考えられる砕石工場を 3 社に絞り、それらの骨材を用いて物理試験を行う。

耐久性及び経済性を有する配合条件を各区分別に選定する。また、決定した示方配合のその他の性状を把握することも目的である。

## 3. 配合区分

配合区分は全部で 4 種類（内部、外部、構造用及び鉄筋構造コンクリート）に定められている。（図-2）

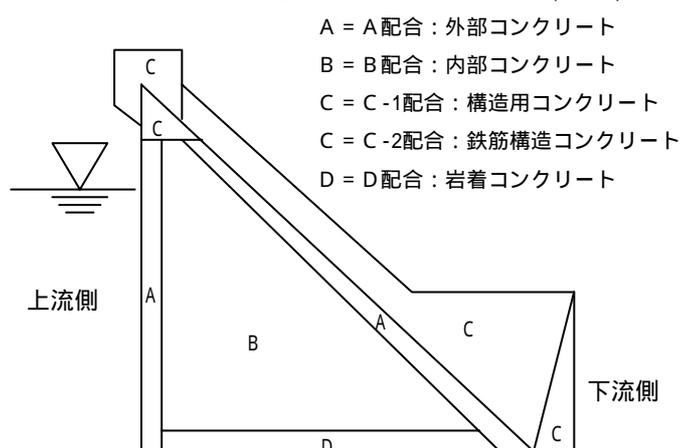


図-2 コンクリートの配合区分

## 4. 使用材料の選定

セメントについては発熱性、単位水量の低減、さらに、他ダムでの使用実績等を考慮して中庸熱フライアッシュセメント（フライアッシュ置換率 30%）を使用した。

混和剤は、使用実績や単位水量の低減が期待できることなどの理由により、AE 減水剤遅延型を採用することとした。

いずれも高知県が建設した坂本ダムや以布利ダムで使用されて良好な結果が得られている。

今回の配合試験に使用した石灰岩砕石は、高知県が建設した鏡ダムで使用された実績があり、また、一般の JIS 表示許可を得ている生コン工場で長期間利用されていることを勘案しても、材質として特に問題はないと判断できる。

表-1 使用材料表

種類(割合)	使用材料
セメント	中庸熱フライアッシュセメント
混和剤	AE 減水剤遅延型
細骨材(7:3)	石灰砕砂+海砂
粗骨材(36:32:32)	石灰砕石(80~40mm、40~20mm、20~5mm)

## 5. 実験概要

### 5.1 骨材選定

石灰砕砂のふるい分け試験の結果を、コンクリート標準示方書<sup>1)</sup>により示される細骨材の粒度の標準と比較すると、図-3に示すようにふるいの呼び寸法5~2.5mmと0.3~0.15mmの粒度が少なく、2.5~1.2mmの粒度が多い結果となった。細骨材を粒度の標準の範囲に近付けるため、砕砂に海砂を混合して粒度調整を行うこととした。

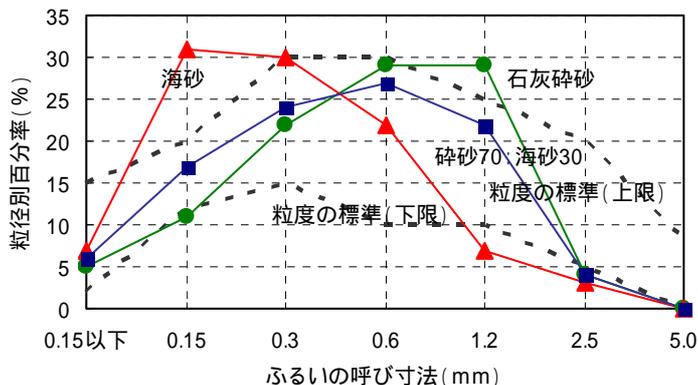


図-3 粒度別百分率の比較

粗骨材の粒度分布を図-4に示す。粗骨材の粒度は、40~20mmの粒度区分のものは、ふるいの呼び寸法30mm以上のものがJIS規格の通過量の上限值を上回る結果であったが、試験で定めた分級別の混合割合に調整することにより、標準の粒度を得ることができた。

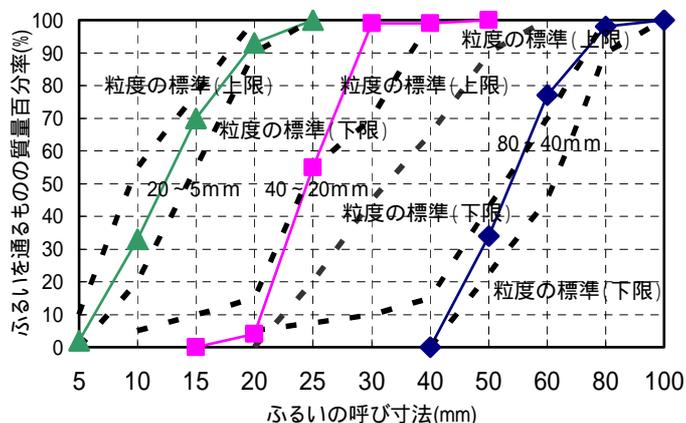


図-4 粗骨材の百分率

### 5.2 配合条件の選定

配合条件は作業に適するワーカビリティを持つ範囲内で選定し、所要の強度、単位容積質量、耐久性、水密性、硬化の際の温度上昇が小さく、さらに、単位水量を少なくなるように配合条件を定めた。

### 5.3 基準配合の設定及び試験練り

結合材量は、配合設計の標準、過去の実績等を参考に決定した。

試験練りの手順はまず、予備練りで1バッチ練り、次にスランプと空気量の調整を1~2バッチ練った後、単位水量とAE補助剤の目安をつけ最適細骨材率の調査を行い、再度最適細骨材率でスランプと空気量の調整をした。

スランプの調整は、次の方法を目安として補正、調整を行った。

単位水量 1.2%の増減    スランプ 1 cmの増減  
 細骨材率 1%の増減    スランプ 1 cmの減増

各配合の試験練りを繰り返し行い、フレッシュコンクリートの性状(表-2)であるスランプ値によって、最適s/a及び配合を決定し、併せてVC試験を行った。(図-5、6、7、8)

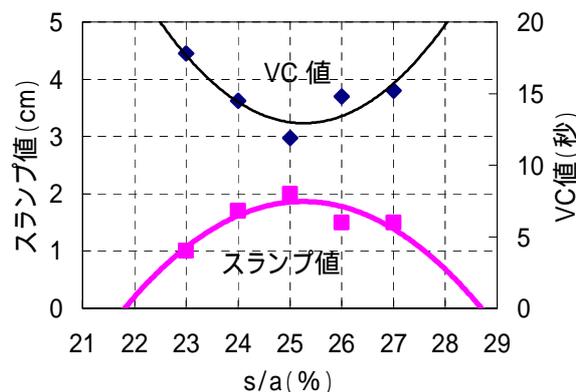


図-5 スランプとVC値の関係グラフ(A配合)

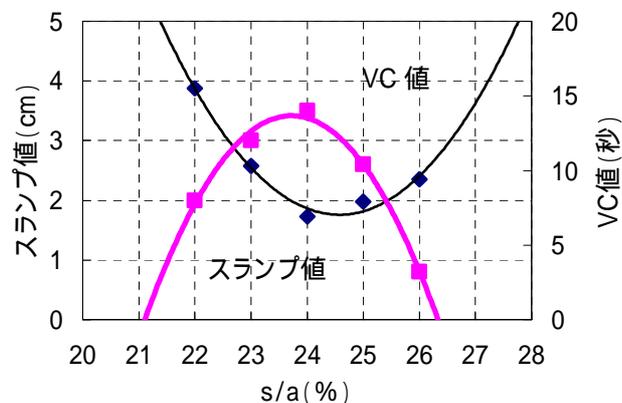


図-6 スランプとVC値の関係グラフ(B配合)

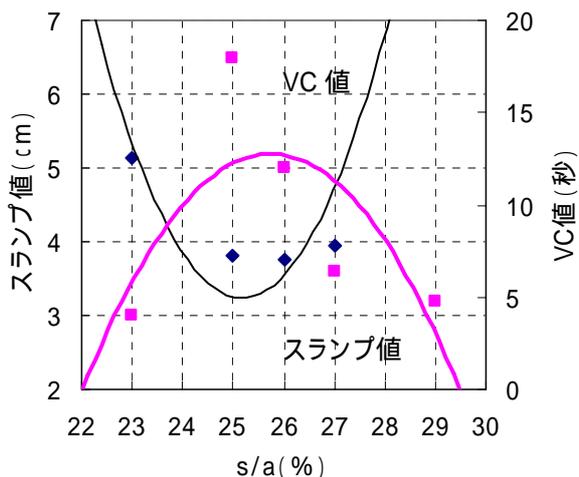


図-7 スランプと VC 値の関係グラフ (C-1 配合)

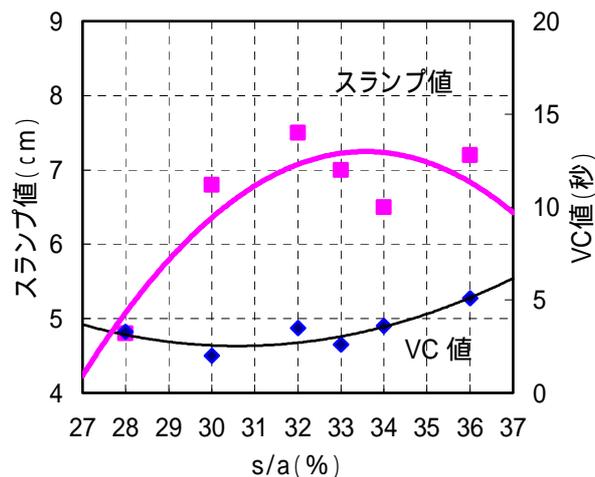


図-8 スランプと VC 値の関係グラフ (C-2 配合)

表-2 フレッシュコンクリートの性状

種類	目標値		単位結合材料 (kg/m <sup>3</sup> )	水結合材比 W/C+F (%)	細骨材率 s/a (%)	実測値				
	スランプ (cm)	空気量 (%)				スランプ (cm)	VC 値 (秒)	空気量 (%)	練り上り温度 ( )	単位容積質量 (kg/m <sup>3</sup> )
A	3.0±1	5.0±1	210	47.1	25.0	3.0	9.9	4.4	23.0	2,355
B	3.0±1	5.0±1	140	67.1	24.0	3.0	4.2	5.4	23.0	2,414
C-1	6.0±1	5.0±1	240	47.5	25.0	6.3	5.2	4.8	23.0	2,348
C-2	8.0±1	4.0±1	291	47.5	32.0	7.7	2.7	3.5	23.0	2,386

フレッシュコンクリート試験で VC 試験を行ったが、VC は本来ゼロスランプコンクリートで使用される器具であり、有スランプのダムコンクリートで使用されることは無かった。今回、VC 値とスランプ値の間には高い相関関係を見出すことができた。

#### 4.4 圧縮強度

設計基準強度 (材齢 91 日) が A,B 配合で 14N/mm<sup>2</sup>、C-1,C-2 配合で 21N/mm<sup>2</sup>とされており、安全度を増すため、割り増し係数 1.12 を設計基準強度に乘算し、配合強度を設定した。

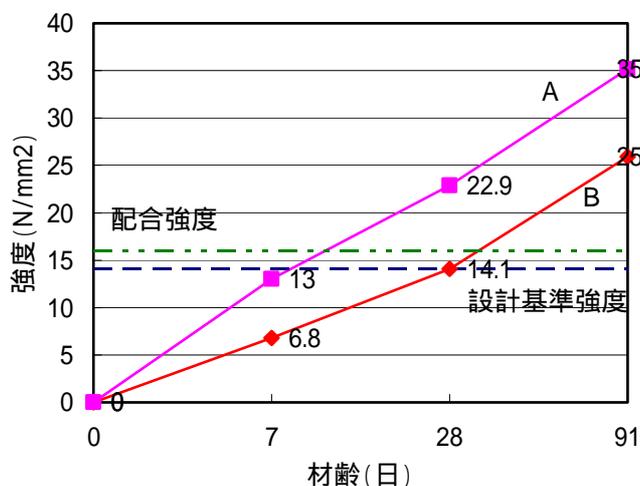


図-9 圧縮強度 (A,B 配合)

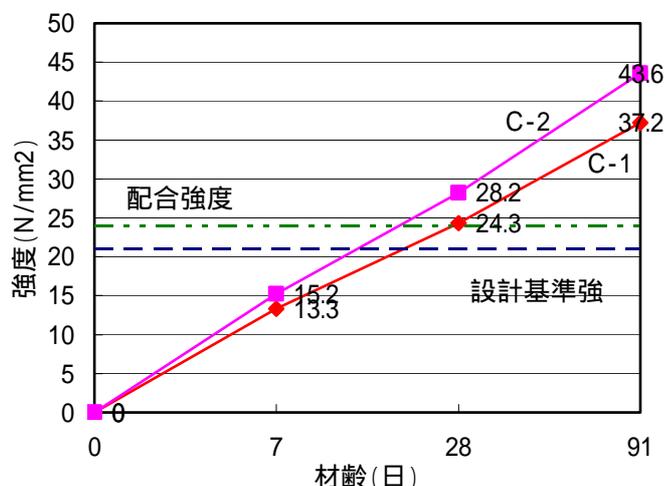


図-10 圧縮強度 (C-1,2 配合)

内部配合以外は材齢 28 日において、すでに設計基準強度を超えている。内部配合においても材齢 91 日より、設計基準強度及び配合強度を満足しているので問題は無い。以上の結果より、A,B,C-1,C-2 配合において配合強度を十分満足した。

圧縮強度の実測値は、供試体の 3 本の平均値である。それぞれの強度結果を表-3 に示す。

ここで、材料の品質を評価するため変動係数を算出した。一般のコンクリートの変動係数は材齢 28 日において、5.0%以内が良好とされている。

表-3 圧縮強度試験結果及び変動係数

種 類	圧 縮 強 度 (N/mm <sup>2</sup> )			変 動 係 数 (%)		
	材齢 7 日	材齢 28 日	材齢 91 日	材齢 7 日	材齢 28 日	材齢 91 日
	実測平均	実測平均	実測平均			
A	13.0	22.9	35.2	2.2	2.8	3.0
B	6.8	14.1	25.9	1.2	3.6	4.4
C-1	13.3	24.3	37.2	3.7	6.0	9.6
C-2	15.2	28.2	43.6	1.9	3.9	2.7

#### 4.5 静弾性係数

静弾性係数はコンクリート標準示方書<sup>1)</sup>において、25～30kN/mm<sup>2</sup>程度以上とされている。静弾性係数結果を表-4 に示す。

表-4 静弾性係数試験結果及び変動係数

種 類	静弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	変動係数 (%)
	材齢 91 日	
	実測平均	材齢 91 日
内部コンクリート	39.4	4.4

#### 5. 結論

フレッシュコンクリートの試験結果より、スランプ値と VC 値の相関が極めて大きかった。

要求されたスランプ値及び空気量も、目標値を満足しているので問題ない。

圧縮強度及び静弾性係数も十分にクリアしているので問題ない。

以上の結果より、すべての試験結果を満足した上で、表-5 に示す示方配合が決定した。表-5 に示す示方配合は、すべての種類において和食ダムコンクリートの配合として最も良好な配合であるといえる。

表-5 和食ダムコンクリートの決定示方配合

種 類	水結合材比 W/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )									
			水 W	結合材		細骨材 S		粗骨材 G			減水剤	AE 剤
				セメント C	フライ ッシュ F	砕砂	海砂	20 mm	40 mm	80 mm		
								5 mm	20 mm	40 mm		
A	47.1	25.0	99	147	63	370	154	514	514	578	0.525	60A
B	67.1	24.0	94	98	42	368	154	540	540	608	0.350	30A
C-1	47.5	25.0	114	168	72	374	156	491	491	552	0.600	30A
C-2	47.5	32.0	138	204	87	432	180	662	662		0.728	10A

#### 参考文献

- 1) 土木学会：「コンクリート標準示方書」 [ダムコンクリート編] 2002
- 2) 建設省河川局開発課：「改訂・コンクリートダムの細部技術」1992
- 3) 高知県土佐清水市土木事務所：「以布利ダム報告書」 2001