第5章　本体設計検討（材料採取工）

本業務では、実施工時における基礎岩盤面や岩盤透水性、割れ目の組合せの変更等に伴い発生した、設計検討や施工計画、数量、図面、積算資料等の修正を行った。

本章では、上記検討のうち、材料採取工に関連する検討結果をとりまとめた。また、本業務において材料採取工に関連する項目としては以下の検討を行った。

○フィルター材施工時試験結果の整理

5.1　フィルター材施工時試験結果の整理

実施工時においてフィルター材は砕石工場からの購入材と石粉を混合して製造する計画としており、室内試験を行った結果、以下のことが明らかとなった。

・室内試験において透水係数を 1×10^{-3}cm/s 以下にしようとした場合、細粒分含有率 Fc=5%以下を緩和させる必要がある。

・非粘着性試験では細粒分含有率 15%程度まで非粘着性を確認できた。

上記状況を踏まえ、フィルター材の細粒分含有率を 15%程度まで緩和し透水性を低く抑える場合と､透水性が前者よりも高くなるがフィルター則を満足させる場合とで、フィルター材としてどちらが適した材料と判断することができるかを判断することを目的にフィルター材の施工時試験結果を整理した。

なお、本検討後、整理した内容を基に発注者にて有識者との協議を行い、フィルター則を満足することを優先して試験を進めることとなっている。

次頁以降に、実施工時におけるフィルター材粒度分布に関する説明資料を示す。

（次頁以降の資料では細粒分含有率 Fc=15%でも非粘着性が確認された内容を記載しているが、細粒分の流出等が懸念されることから Fc=8%として試験を進めている。）

安威川ダム　フィルター材粒度分布について

【相談事項】

・室内試験において透水係数を 1×10^{-3}cm/s 以下にしようとした場合、細粒分含有率 Fc=5%以下を緩和させる必要がある。

・非粘着性試験では細粒分含有率 15%程度まで非粘着性を確認している。

⇒（確認事項）フィルター材の細粒分含有率を 15%まで緩和可能か

あるいはフィルター則を満足していれば透水性が高くても問題ないか

フィルター則及び Sherard 基準と試験結果の概要

フィルター材料		Fc=8%	Fc=13%
フィルター5則	$\frac{\text{フィルター材料の15\%粒径}(D_{F15})}{\text{フィルターの保護される材料の15\%粒径}(D_{B15})}$ ＞5（透水則）	○	○
	$\frac{\text{フィルター材料の15\%粒径}(D_{F15})}{\text{フィルターで保護される材料の85\%粒径}(D_{B85})}$ ＜5（パイピング則）	○	○
	フィルター材料の粒度曲線は、保護される材料の粒度曲線とほぼ平行であることが望ましい（平行則）	○	○
	フィルターで保護される材料が粗粒材料を含む場合は、その材料の粒径 25mm 以下の部分について(a)及び(b)を適用する（-25mm 規定）	○	○
	フィルター材料は粘着性のないもので、200＃（0.074mm）ふるいを通過する細粒分を 5%以上含んではならない（細粒分規定）	△	△
Sherard	$D_{15}\leqq0.7$(mm)	○	○
室内透水試験（Wc=5～6%、1Ec）		1×10^{-2}cm/s ～ 1×10^{-3}cm/s	1×10^{-3}cm/s ～ 1×10^{-4}cm/s

※コア材透水係数：1×10^{-5}cm/s 以下(現場透水試験)

※ロック材透水係数：1×10^{-3}cm/s 以上(現場透水試験)

Sherard の基準

グループ	細粒分含有率 A（%）	設計基準（適切な安全率を加味してある）
(a)	85～100	$D_{15}/d_{85}\leqq5$
(b)	40～ 85	$D_{15}\leqq0.7$(mm)
(c)	0～ 15	$D_{15}/d_{85}\leqq4$
(d)	15～ 40	$D_{15}\leqq0.7+(40-A)(4\times d_{85}-0.7)/25$(mm)

1．フィルター材構成とフィルター粒度

○フィルター材については、当初ロック材を破砕して製造する計画としていたが、材料の安定した製造を目的として、規格材料の混合によって製造することとした。

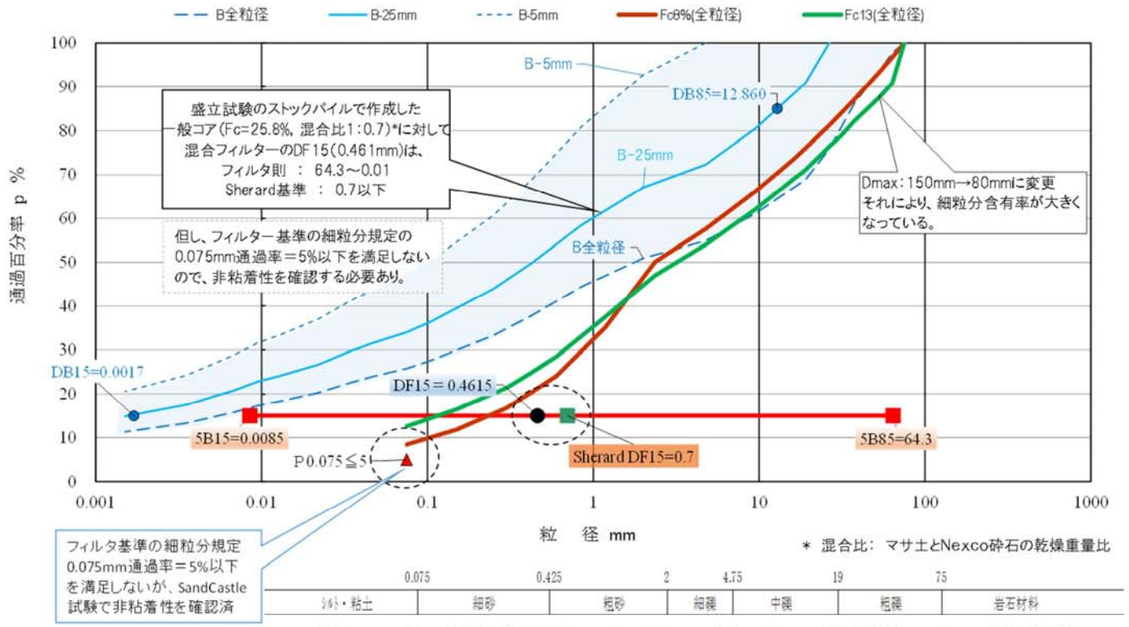
○フィルター材は、**砕石工場からの購入材と Fc 調整材として石粉を混合**して製造している（砂岩・粘板岩）。

○最大粒径は、撒き出し時の材料分離を防止するため、Dmax＝80mm（JIS Z 8801 呼び寸法 75mm）としている。

○**細粒分含有率 15%とした場合でも非粘着性を確認している。**

２．コア材粒度とフィルター材粒度範囲

コア材についても現在試験実施中であるが、盛立試験のストックパイルで作成した粒度分布と、試験で確認したフィルター材の粒度分布との関係は下図に示すとおりである。

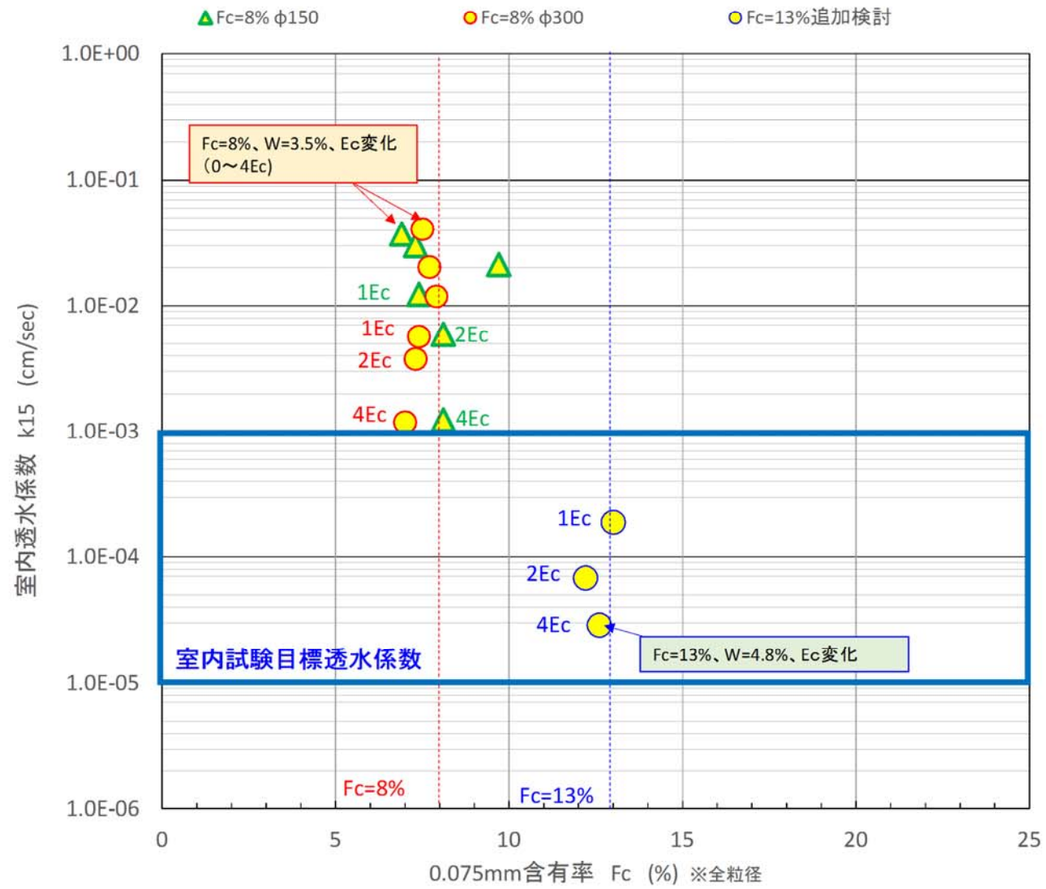


※フィルター則はブレンドコアの-25mm 材、sherard は基準の-5mm 材で検討
※コア材粒度分布は盛立て試験実施中

一般コアの粒度分布とフィルタ則

３．細粒分含有率と透水係数の関係

室内試験結果において W=5～6%以下で透水係数を 1×10^{-3}cm/s～1×10^{-5}cm/s としようとした場合、Fc=15%程度まで増やす必要がある。



4．非粘着性判定試験

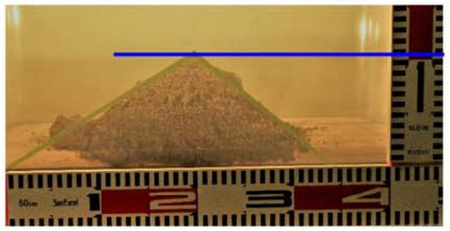
フィルター材の非粘着性判定試験については、Fc=15%としても非粘着性であることを確認している。

非粘着性判定試験結果（Fc=8%）

気中安息角試験			水浸安息角試験			α1 － α2（度）		判定 ※2
試料状態	気中安息角 α1(度)		試料状態	水中安息角 α2(度)				
気乾状態 W=3.0%	1	32.1	気乾状態 W=3.8% Ec100% 突固め	1	30.5	1	1.6	α1-α2=約0～6度
	2	34.1		2	28.2	2	5.9	非粘着性材料 OK
	平均	33.1		平均	29.4	平均	3.8	

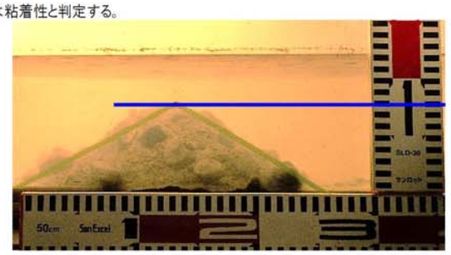
※1 試験方法は、『フィルタ材料の非粘着性判定のための実験的研究：上坂・山口』（ﾀﾞﾑ工学 Vol.11 No.1 2001 41）を参考にした。

※2 α1-α2の値が約0～6度の場合は非粘着性、負(-)の場合は粘着性と判定する。



α1-1＝ arctan(2 ×10.5/33.5)= 32.1 度

気中安息角試験状況



α2-1＝arctan(2 ×7.5/25.5)= 30.5 度

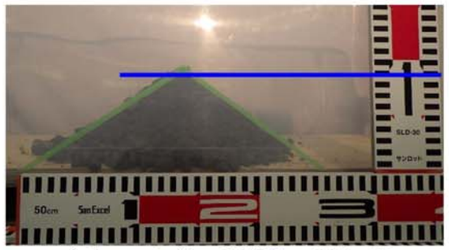
水中安息角試験状況

気中安息角試験			水浸安息角試験			α1 － α2（度）		判定 ※2
試料状態	気中安息角 α1(度)		試料状態	水中安息角 α2(度)				
気乾状態 W=3.0%	1	33.2	気乾状態 W=3.8% Ec100% 突固め	1	32.1	1	1.1	α1-α2=約0～6度
	2	32.7		2	29.5	2	3.2	非粘着性材料 ok
	平均	33.0		平均	30.8	平均	2.2	

※1 試験方法は、『フィルタ材料の非粘着性判定のための実験的研究：上坂・山口』（ﾀﾞﾑ工学 Vol.11 No.1 2001 41）を参考

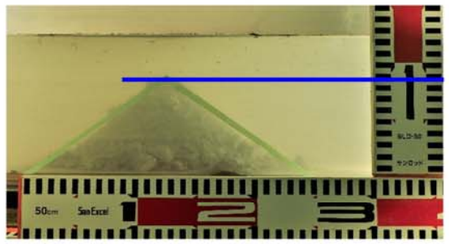
※2 α1-α2の値が約0～6度の場合は非粘着性、負(-)の場合は粘着性と判定する。

非粘着性判定試験結果（Fc=15%）



α1-1＝ arctan(2 ×8.5/26)= 33.2 度

気中安息角試験状況



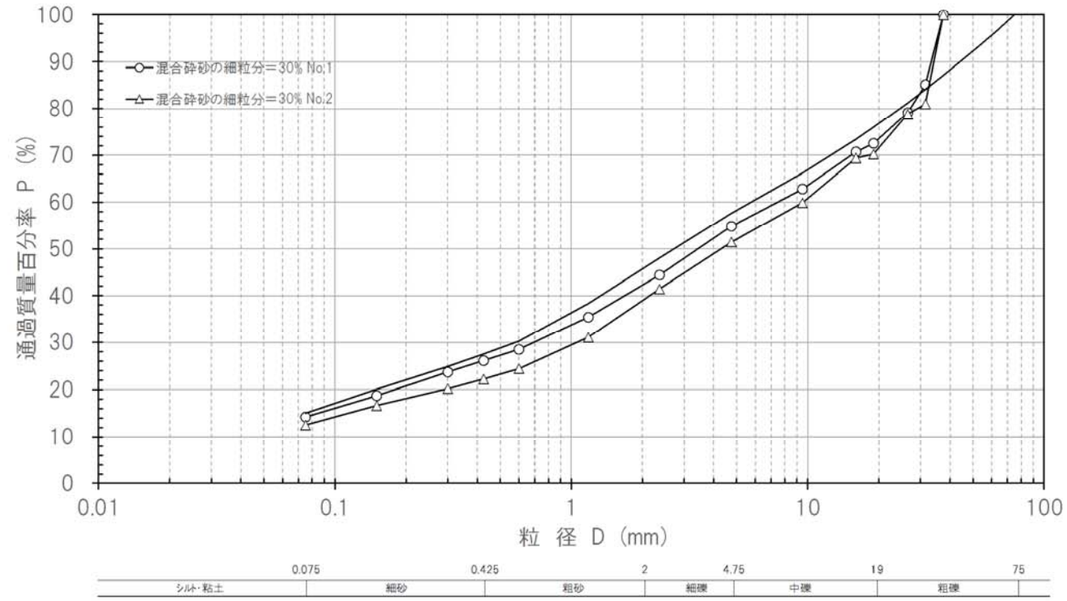
α2-1＝ arctan(2 ×8/25.5)= 32.1 度

水中安息角試験状況

Fc=15%材料の非粘着性判定試験に用いた材料の粒度分布

盛 立 材 料 の 粒 度 分 布

試験名： 安威川ダム建設工事 フィルター材混合試験(1) 試料番号： Dmax75m タルボット指数(n)＝0.2 混合砕砂の細粒分(Fc)＝30% 試験日： H29.6.



※上記 Fc=30%は 2.5mm材の細粒分含有率を示しており、混合材料の全体粒径に対する Fc は Fc=15%である。

（参考）フィルター材細粒分含有率の事例

ダム名	事業者	竣工年	材料	最大粒径	細粒分含有率
山口	水資源機構	1998 年	花崗岩	不明	3.1～6.9(平均 6.0%)
神谷	兵庫県	2000 年	火山礫凝灰岩 凝灰角礫岩	細粒： 60mm 粗粒：150mm	5%以下
山王海	東北農政局	2001 年	輝緑岩	40mm	10%以下
小田	東北農政局	2005 年	結晶片岩	75mm	5%
徳山	水資源機構	2007 年	輝緑凝灰岩 河床砂礫	150mm	5%
留萌	北海道開発局	2009 年	玄武岩	150mm	5%
大保脇	沖縄総合事務局	2010 年	千枚岩、海砂	150mm	8%
胆沢	東北地整	2013 年	段丘堆積物 石英安山岩	200mm	6%