

ロックフィルダムフィルター材の粒度検討と盛立試験による品質確認事例

(株) 大林組 正会員 ○梅原由貴 久保貴士
鎌田知仁 羽田武司

1. はじめに

ロックフィルダム建設時における堤体材料の品質管理は、堤体の安定性を確保するために非常に重要であり、厳しい品質管理基準が設けられる。一方、堤体に用いられる材料は膨大な量であり、原石山にて採取される堤体材料の物性・分布状況を調査段階で完全に把握することは困難である。施工時には、この不確実性・不均一性を理解した上で堤体材料の品質を確保しなければならない。当報文では、ロックフィルダムのフィルター材に関して地盤の不確実性により生じた課題とその解決策を紹介する。

2. 安威川ダム建設工事におけるフィルター材の課題

ロックフィルダムのフィルター材は、コア材の流出を防止するとともにロックゾーンへのスムーズな排水をするために重要な材料である。その粒度についてはコア材の粒度との関係による基準（フィルター則や Sherard 基準¹⁾、表-1)が存在する。

大阪府茨木市に建設中の安威川ダムにおいても、設計段階で材料採取地の土質試験結果からコア材粒度を決定し、コア材粒度との関係からフィルター材の粒度を決定した。しかし実際に施工を開始すると、採取されるコア材の中には調査時の予想と異なるものもあり、物性値のばらつきが存在した。このため、実際のコア材粒度に対応するフィルター材粒度を再検討する必要性が生じた。また、工程確保のために地盤の不確実性リスクに対応でき効率良い施工方法が必要となった。

3. フィルター材粒度と製造方法の再検討

上記を踏まえ、フィルター材粒度を再検討した。図-1 に、施工時に採取したコア材（-25mm 材）と再検討にて決定したフィルター材の粒度分布を示す。室内透水試験等による検討過程で、当現場のフィルター材の場合、フィルター則の細粒分規定「細粒分含有率 $F_c < 5\%$ 」を満たすとフィルター材が満たすべき透水性の条件である現場透水係数 $k=1 \times 10^{-2} \sim 10^{-4} \text{ cm/s}$ を満たせないとわかった。碎石であるフィ

表-1 フィルター材に関する基準¹⁾

フィルター則	(a)	フィルター材料の 15% 粒径 D_{F15} フィルターで保護される材料の 15% 粒径 D_{B15}	> 5 (透水則)
	(b)	フィルター材料の 15% 粒径 D_{F15} フィルターで保護される材料の 85% 粒径 D_{B85}	< 5 (不透水則)
	(c)	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)	
	(d)	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)	
	(e)	フィルター材料は粘着性のないもので、 $200\mu(0.074\text{mm})$ 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		フィルター材料の 15% 粒径 $D_{F15} \leq 0.7\text{mm}$	(米国陸軍工兵隊基準)

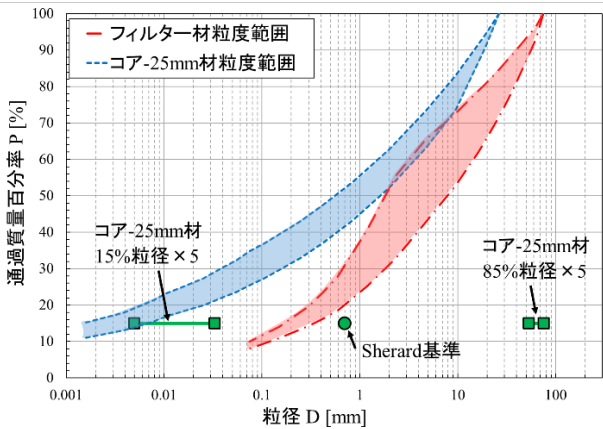


図-1 再検討で決定したフィルター材粒度

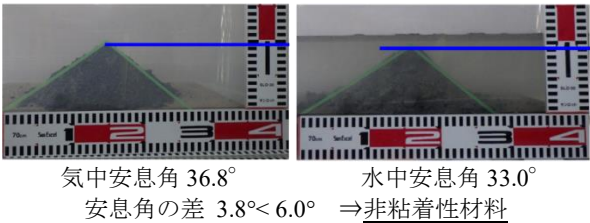


図-2 サンドキャッスル試験結果

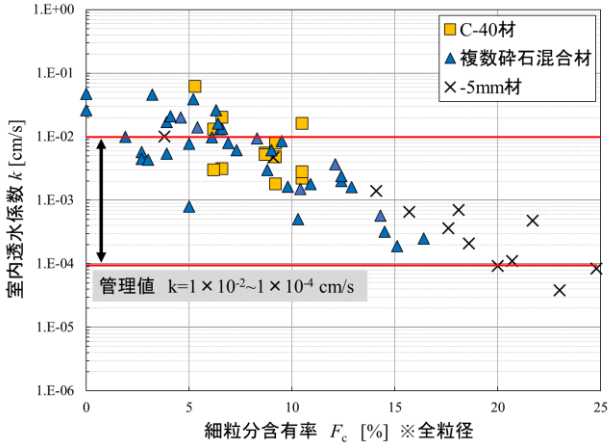


図-3 細粒分含有率と室内透水係数の関係

【キーワード】 ロックフィルダム，フィルター，フィルター則，粒度，サンドキャッスル試験，盛立試験
【連絡先】 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組 技術研究所 地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

ルター材の粒度分布や粒子形状の影響で、 F_c に対し k が大きくなったと考えられる。既往文献 2)に倣い、 F_c が5%以上であっても、非粘着性で十分な排水性能を有していれば、フィルター材として使用できると考えた。そこで、サンドキャスル試験（気中安息角と水中安息角の比較試験、図-2）を行い、非粘着性を確認することで F_c 規定の緩和方策について検討した。コア材の塑性指数の確認もした上でフィルター材の F_c を見直し、8%程度と設定した。 F_c の決定にあたっては、フィルター材粒度検討にて実施した各種室内透水試験結果（図-3）を参考とした。フィルター材の製造元である砕石工場から購入したc-40材や複数粒径材料の混合材、5mm以下材のみで試験した場合などの結果をまとめたものである。

また、フィルター材の製造方法も再検討した。採取されるコア材の粒度が変動した場合、それに合わせたフィルター材粒度の再調整が必要となる可能性がある。当初は購入原石を現場内プラントで破碎して製造する予定であったが、ストックパイルで製造する方が敷均し層厚の変更による粒度調整が効きやすいと考えた。そこで、砕石工場4社より6種類の異なる粒径の材料を購入し、場内でストックパイルし混合する方法に変更した。これにより、層厚調整だけで粒度の微調整が可能となったほか、現場内プラントの維持管理が不要となった。ストックパイル作業ではGNSS付きブルドーザーを利用し効率化を図っている。

4. 現場盛立試験による品質・施工性確認

変更した粒度と製造方法で作製したフィルター材で要求品質を確保できるか、現場盛立試験により確認した。粒度の測定結果を図-4に、現場透水試験（変水位法、 ϕ 600）の結果を図-5に、盛立試験時の11tローラーによる転圧回数と現場透水試験による透水係数 k の関係を図-6に示す。図-4より、変更した製造方法により目的の粒度が得られることを確認した。図-5,6より今回盛立試験を行った層厚60cm、11tローラーによる6回転圧という仕様により、必要な透水性を確保できることを確認した。

5. まとめ

ロックフィルダムフィルター材の品質確保と施工の効率化・工程確保を目的に、粒度再検討と製造方法の変更を行った。粒度検討では、フィルター材等の基準に加え、その非粘着性についても確認試験を行って品質が確保される粒度を決定した。製造方法については、現場内プラントによる製造ではなく、複数粒径の砕石を購入・混合する製造方法に変更した。これにより材料のばらつきに柔軟に対応できるフィルター材製造体制を確立した。

【謝辞】本論文をまとめるにあたり、大阪府安威川ダム建設事務所にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1): ダム技術センター;「多目的ダムの建設」,2005. 2): 上坂, 山口; フィルタ材料の非粘着性判定のための実験的研究, ダム工学, Vol.11, No.1, 2001

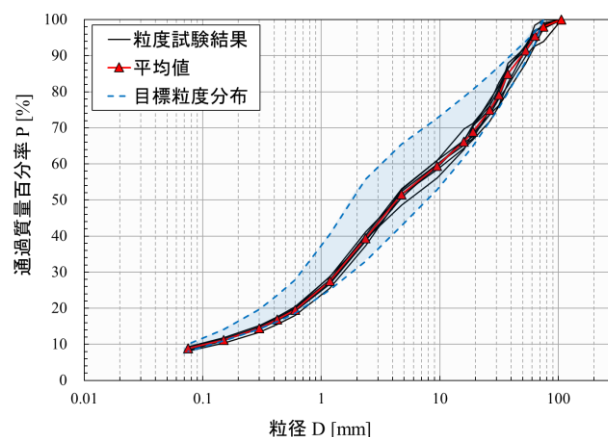


図-4 盛立試験で製造されたフィルター材粒度

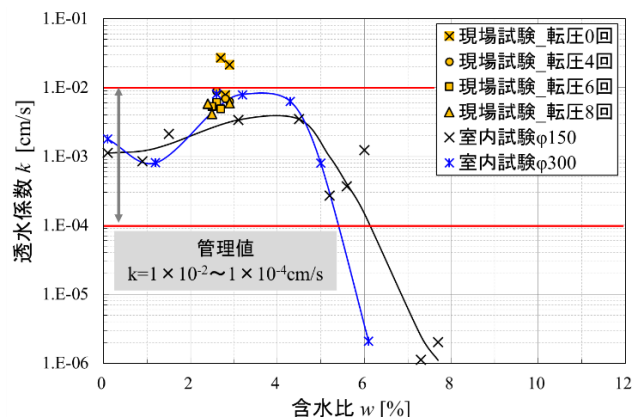


図-5 盛立試験における現場透水試験結果

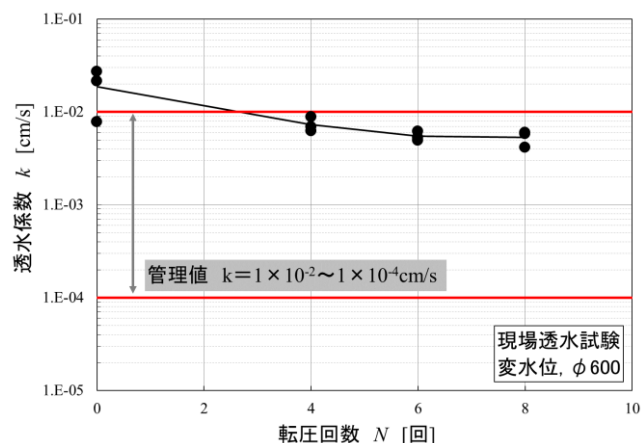


図-6 11t ローラーによる転圧回数と透水係数の関係