

フィルダムコアゾーンにおける現場透水係数と地盤剛性の計測・評価事例

(独)水資源機構 正会員 ○坂本 博紀
 (独)水資源機構 正会員 坂井田 輝
 鹿島建設(株) 正会員 小林 弘明
 鹿島建設(株) 正会員 小原 隆志

1. はじめに

フィルダムのコアゾーンの締固めは、所要の乾燥密度と透水係数を確保するため、粒度、含水比、締固めエネルギー(以後 **Compaction Energy Level, CEL**)を適切に管理して施工を実施するとともに締固め後の盛立面において現場密度試験と現場透水試験を行いその品質を確認している。これらの現場試験の実施には一定の試験時間と労力が必要で、特に現場透水係数には概ね1日の時間を要するため、より簡易な方法で信頼性も確保出来る評価方法の確立が望まれている。

本稿は福岡県内に(独)水資源機構が建設中の小石原川ダムにおけるコアゾーンの現場盛立試験から得られた含水比変化に対する変形係数(地盤剛性指標)と現場透水係数の変化傾向を整理し、地盤剛性指標を用いた現場透水係数の間接評価手法についての検討結果を報告するものである。

2. 試料および盛立試験仕様

表-1に盛立試験のケースを示す。使用材料は強風化岩由来の礫混じり粘性土であり、細粒分含有率 F_c 値が55%程度の細粒材と F_c 値が8%程度の粗粒材を乾燥重量比1:2.5で混合した材料であり、全て同一のストックパイルから切崩し混合した材料である。盛立試験の施工含水比については、標準プロクター1Ecの最適含水比に対して-1.6%~+2.2%で実施し、透水係数が品質管理基準を満足しない範囲も含めて締固め土の地盤剛性の変化を確認した。

3. 現場試験結果

事前に実施した室内突固め試験(JIS A 1210)と突

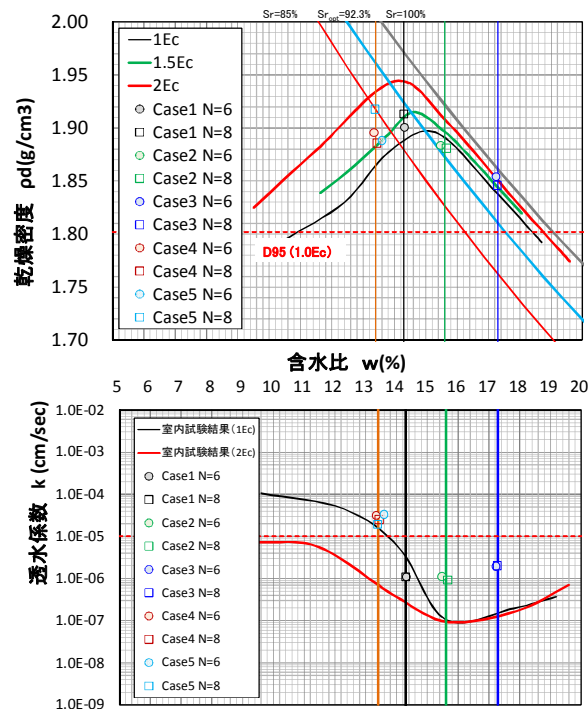
表-1 試験ケース一覧

	転圧機械	仕上り厚	転圧回数 N	含水比 w (-37.5mm粒度)	備考
Case1	10t級平滑振動ローラ	30cm	6.8	14.3%	Wopt(1.5Ec)+0.3%
Case2	10t級平滑振動ローラ	30cm	6.8	15.6%	中間含水比
Case3	10t級平滑振動ローラ	30cm	6.8	17.3%	湿潤側
Case4	10t級平滑振動ローラ	30cm	6.8	13.4%	乾燥側
Case5	19t級平滑振動ローラ	30cm	6.8	13.5%	乾燥側

※ $w_{opt}(1Ec)=15.1\%$, $w_{opt}(1.5Ec)=14.6\%$

き砂法による現場密度試験(JGS1611)の結果および室内透水試験(JIS A 1218)と現場透水試験(JGS1316)の結果を図-1に示す。各現場試験は各転圧回数で5点実施しており、図-1には平均値をプロットしている。ただし、現場試験では $D_{max}=150mm$ 、室内試験では $D_{max}=37.5mm$ であり、現場試験では場所による礫率がばらつくことから、これらの影響を取り除いて同一粒度で比較するために、現場密度試験の結果をWalker-Holtzの礫率補正式によって $D_{max}=37.5mm$ 試料の値に換算して、室内試験結果と比較している。図-1より、Case1~4の $N=8$ では、乾燥密度 ρ_d は1.5Ecの突き固め曲線付近に分布しており現場のCELは1.5Ec程度であることが分かる。また、含水比が1.5Ecの乾燥側のCase4,5では透水係数が品質管理基準を満足していない。

転圧後の変形係数の計測結果と現場透水係数の関係を図-2に示す。変形係数の計測は落球探査法¹⁾に

図-1 現場試験と室内試験の比較 (ρ_d , k)

キーワード フィルダム, コアゾーン, 盛立試験, CEL, 飽和度

連絡先 〒868-0019 福岡県朝倉市上秋月 1373 番地 1 (独)水資源機構 朝倉総合事業所 TEL 0946-25-1100

より実施した。

図-2(a)より透水係数が品質管理基準を満足していない Case4,5 では変形係数が高い値を示すことが分かる。現地の転圧状況は Case1~3 では転圧回数の増加に伴い、転圧面が湿潤する状況やローラが通過する際に転圧面が沈み込む挙動が確認されている。Case4,5 では転圧回数が増えても転圧面は乾燥状態のままで、ローラの沈み込みはほとんど見られず、ローラが跳ねる場面も確認されている。図-1 より Case1,2,3 では飽和度が平均値で 85%以上の範囲に分布することが確認されている。比較的含水比の低い Case1 では転圧回数の増加とともに変形係数が上昇したのちに低下する現象が確認されており¹⁾、転圧により間隙が小さくなる過程で変形係数は一次的に上昇するがその後、土中間隙が飽和に近づくにつれて軟化することを示していると考えられる。

図-2(b)より変形係数と透水係数の相関は下に凸の曲線を描くことが分かる。この理由は図-3 を見ることで解釈できる。図-3は含水比 W と現場乾燥密度 ρ_d 、現場透水係数 k 、現場変形係数 E の相関を比較したものである。 W と ρ_d 、 k の関係性は室内試験と同様であり、 E は W の増加に伴い締固め土に含まれる水分量が増加するため小さくなる。変形係数の低減の過程で最適含水比付近において乾燥密度の最大値と透水係数の最小値が発生するため、図-2 の透水係数と変形係数の相関は下に凸の曲線を描くのである。ただし、この関係性は「粒度と CEL を一定に管理された遮水材料の締固め」において成立する特性であることに注意が必要である。小石原川ダムでは盛立試験から推定される現場の CEL (約 1.5Ec) を考慮し、含水比の管理範囲を $W_{opt} (@1Ec) - 0.8\% \sim W_{opt} (@1Ec) + 2.2\%$ で設定しており、この範囲における変形係数は $2.0 \sim 6.0 \text{MPa}$ 付近で、透水係数は $1.0 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 付近で推移すると想定される。

4. まとめ

小石原川ダムのコアゾーンの盛立試験において含水比の変化に応じた変形係数と透水係数の変化傾向を確認した。これらの関係性は土質と CEL の変化の影響を受けることに留意する必要があるが、土質（粒度）と CEL が適切な範囲内に管理された条件下であれば、変形係数が一定値以下であることを確認することで現場透水係数が品質管理基準を満足することを間接的に把握することが可能と考えられる。また、CCV に代表される地盤剛性を面的に確認する手法と組み合わせることで透水係数の面的管理を実現できる可能性があり、これらについても取り組んでいく予定である。

参考文献

- 1) 辻良祐, 藤崎勝利, 吉田輝, 小林弘明, 小原隆志, 坂本博紀(2017): 変形係数と飽和度に着目した締固め管理手法の提案. 土木学会第 72 回年次講演

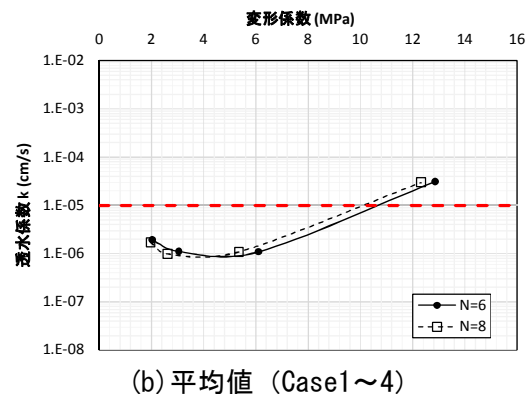
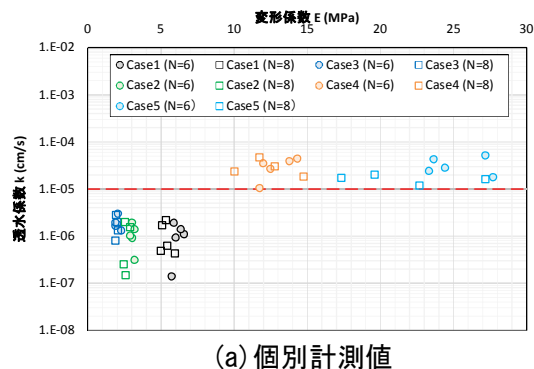


図-2 現場透水係数と変形係数の関係

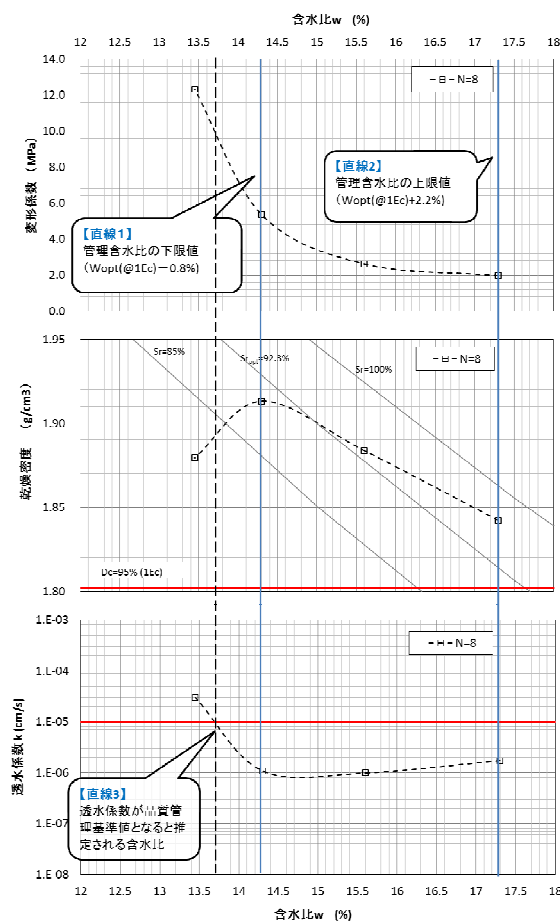


図-3 含水比・乾燥密度・透水係数・変形係数の関係（現場試験）