

簡便な現場透水試験法とその適用性の検討

独立行政法人 土木研究所 正会員 豊田光雄 正会員 金子裕司

1. はじめに

筆者らの一人は、フィルダム・コア材料の現場密度および含水比の分布特性についての統計的締固め管理手法を基本とした「リアルタイム品質管理システム」を提案した¹⁾。しかし、コア材料では締固め密度に加え、透水係数の管理も重要である。コア材料の現場透水試験は、通常、直径 30～40cm、深さ 20～30cm 程度の試験孔を掘削して行われている。この試験では、地盤への水の流入が定常近くになるには、注水開始から 20 日以上かかるという報告²⁾もあるが、現状では遮水性評価という観点からは安全側の判断として、それを約 1 日と割切って、その後に透水試験を行うことが多い。この場合でも試験には準備等を含めて約 2 日間を要し、品質管理を迅速化するうえで大きな障害となっている。

このような背景から、現場透水試験を従来よりも大幅に簡易化して試験時間を短縮し、締固め密度管理と同様に、「リアルタイム品質管理システム」に組み込むことを目指して簡便な現場透水試験法(以下、簡便法と呼ぶ)を考案した³⁾。ここでは、実際のコア材料の盛立場で簡便法の適用性を検討した結果について報告する。

2. 簡便法の試験装置

簡便法は、小口径の試験孔(直径 4cm、深さは締固め厚さに同じ)をドリルで削孔し、試験孔に注水してから吸水養生をしないで変水位法による透水試験を行うものである。その試験装置の概要を図 - 1 に示す。本装置では、以下の点を考慮して水位測定を自動化している。

- (1) 水位の経時変化を高精度で追跡できること。
- (2) 現場作業に耐える堅牢なシステムであること。
- (3) 軽量、コンパクトで、操作が容易であること。
- (4) パソコンへデータを転送し、データ処理が簡単にできること。

水位計センサには、とくに上記(1)の条件を重視して、磁歪式リニア変位センサを採用した。水位計モニタは、水位計センサを動作させるためのコントローラ、電源ユニット、データロガーで構成されている。試験手順を図 - 2 に示す。測定時間は 2 時間である。

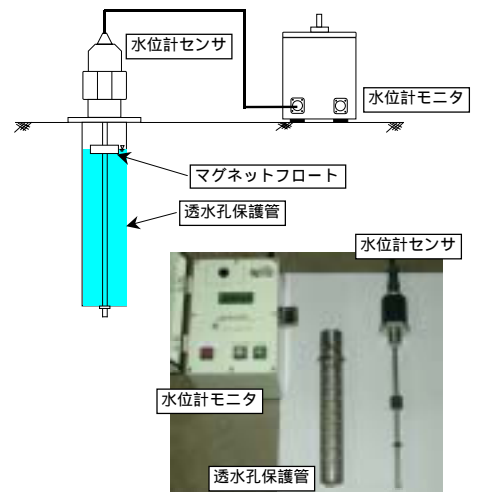


図 - 1 試験装置の概要

3. 試験結果と考察

試験は CY ダムのコア材料の盛立場において、品質管理試験として行われた従来の現場透水試験(以下、従来法と呼ぶ)と並行して実施した。測点数は施工 1 ロット当り簡便法 5 点、従来法 3 点である。ただし、両試験はお互いにできるだけ近傍で行なわれているが、試験位置は同一ではない。

図 - 3 は簡便法で測定された水位変化の一例である。測定開始からしばらくは水位低下がやや大きい、ある時点から水位はほぼ一定の速度で低下している。全てのケースで、試験結果はこの例に示すような水位低下傾向を示しており、平均約 30 分で低下速度はほぼ一定になった。この水位低下速度がほぼ一定となった区間の時間～水位関係の回帰直線から、USBR の変水位法の式を用いて透水係数を算出し、水温 15 のときの値に換算している。

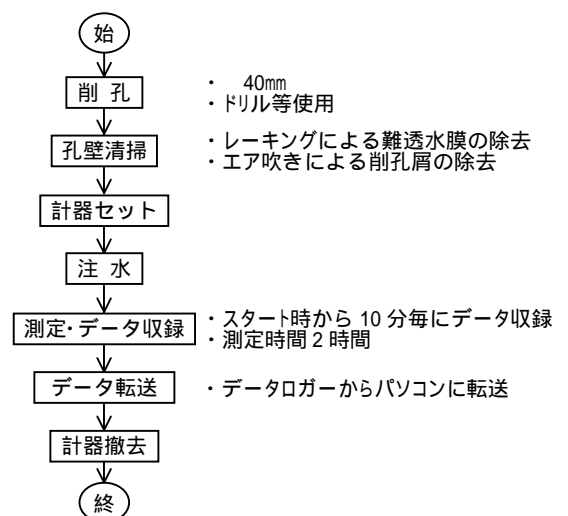


図 - 2 試験手順

キーワード 透水係数、簡便法、技術開発、コア材料、フィルダム

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 独立行政法人 土木研究所 水工研究グループ TEL029-879-6781

図 - 4 は、約 2 年間の施工期間で得られた、両試験法による透水係数を対比して示したものである。簡便法と従来法の比較では、ロット No.30 を除いたすべてのケースで、簡便法が従来法に比べ同等もしくは大きな透水係数を示している。簡便法が従来法を下回ったのはロット No.30 しかないので、このロットでは試験法の差よりも、試験地盤の影響(ばらつき)が大きく現れたものと推定される。図 - 5 に全ロットの対数透水係数(透水係数の常用対数)の偏差分布を示す。これは、各ロットで対数透水係数とそのロット平均値の差を求め、全てのロットについて集めたものである。透水係数のロット内変動は正規分布に近い形になっている。次に、簡便法のロット間変動とロット内変動の全体変動に対する割合(寄与率)を求めると、それぞれ約 70%、30%となり、ロット間変動がロット内変動よりも 2 倍以上大きい結果となった。すなわち、ロット内変動よりも材料(粒度)のロット間変動が大きいことを示している。

図 - 6 には簡便法と従来法のロット平均値の相関を示している。一点を除いて、簡便法は従来法に比べ最大で 3 倍程度、平均で 2 倍くらい高めに評価している。簡便法の透水係数が大きめにでる理由としては、簡便法が試験時間を 2 時間としているのに対して、従来法では 1 日吸水養生後、翌日 1 日の測定を実施しており、この試験時間の違いや試験孔寸法の違いによる影響が考えられる。

4.まとめ

今回考案した簡便法は、試験時間をできる限り短縮して多点数の試験ができるように、試験をコンパクトにして省力化することを意図したものである。透水係数は密度と同様に、測定箇所によってばらついているのが普通である。このため、ひとつの施工ロットの透水係数を適確に評価するためには、データの数をできるだけ増やす必要がある。また、「リアルタイム品質管理システム」において、密度と同じレベルでの速さで締固め状態を判定するためには、試験時間の短縮は避けて通れない課題である。今回の結果をみる限り、簡便法でも従来法に匹敵する精度で現場透水係数を評価できる見通しが得られたと考えられる。当面、実務で運用する場合には、従来法との換算係数を設定してもよく(係数の値は平均で 2 程度)、簡便法の管理限界を定めてもよい。今後、透水試験の点数を合理的に設定するため、簡便法のデータを蓄積して、透水係数の統計的な性質について調べる必要がある。

参考文献 1)豊田光雄：フィルダム・コア材料のリアルタイム品質管理システムの開発、第 57 回土木学会年次学術講演会概要集,2002.9 2)社団法人地盤工学会：「地盤調査法」,pp307～308,1995.7 3)豊田光雄、金子裕司：簡便法による現場透水試験の適用、第 37 回地盤工学研究発表会,2002.7

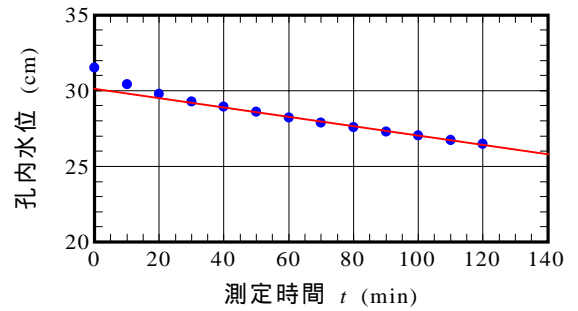


図 - 3 孔内水位変化の一例

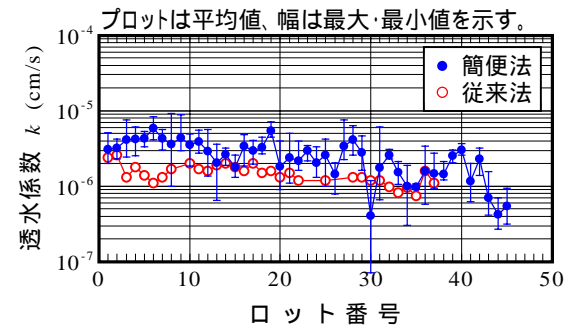


図 - 4 透水係数のロット間変動

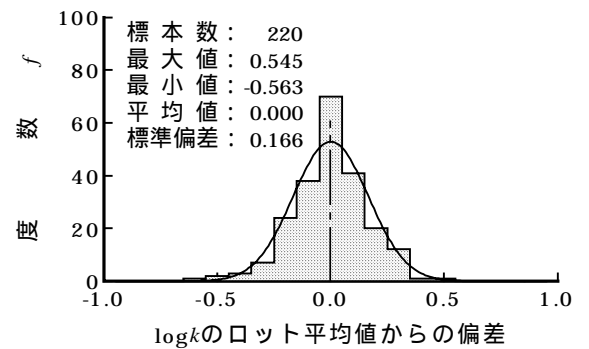


図 - 5 偏差分布のヒストグラム

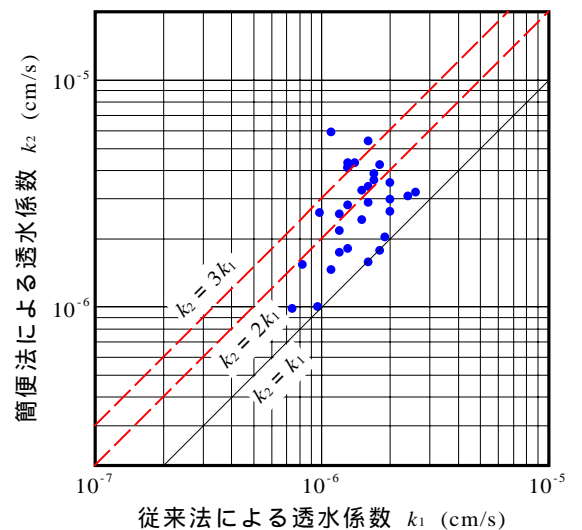


図 - 6 透水係数の相関