

ため池調査時の現場透水試験方法の選定について

株式会社カミナガ ○浜端研吾, 矢田純

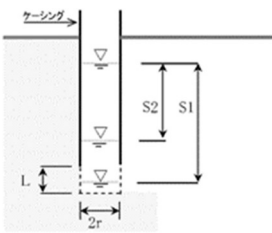
1. はじめに

ため池の調査業務において、現況堤体及び基礎地盤で現場透水試験を実施し、透水性を把握することは重要な調査目的のひとつである。実際に調査現場で透水試験を実施する際は、試験区間の地質性状に基づき試験方法を選定する必要があり、地質性状に適さない試験方法を選定してしまうと満足な試験結果が得られないことがある。本報告では、これまでにため池調査現場で行った様々な現場透水試験の結果を比較して、試験方法の選定について考察する。

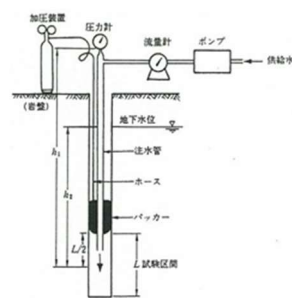
2. 試験方法

今回比較に用いる試験方法の概要及び特徴は、図-1及び表-1に示すとおりである。

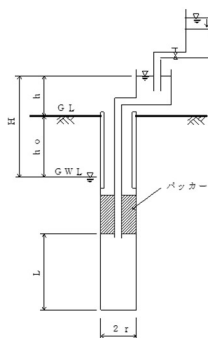
(1) ケーシング法



(2) パッカー法



(3) 静水圧法



透水係数の算出式

(1)

$$k = \frac{(2.3 \times 2r)^2}{8L} \times \log \frac{2L}{2r} \times \frac{\log \frac{S_1}{S_2}}{t_2 - t_1}$$

(2) (3)

$$k = \frac{2.3q}{2\pi LH} \log \frac{L}{r}$$

図-1 試験方法の概要図¹⁾

表-1 試験方法の特徴

方法	メリット	デメリット
ケーシング法	単価が安い 使用する器材が最も少ない パッカーが効かない土層で実施可能	透水係数が高いと精度が落ちる 土層により地下水の汲み上げが容易でない
パッカー法	岩盤で試験可能	単価が高い 風化岩ではリークすることがある 風化状況によっては注入圧力の設定が困難
静水圧法	適用範囲が広い 常時満水位相当の水頭にて試験が可能	使用する器材が最も多い 透水係数が低すぎると送水できない 歩掛がない

3. 試験結果の比較方法

試験データは、計15ため池のボーリング総数43本、試験データ数143個を集計したものである。

試験データの比較方法について、今回比較する試験データは同一深度で実施したものではないため、得られた透水係数を単純に比較することはできない。

そのため、試験区間のボーリングコアの性状(土質区分)から、図-2透水性の試験方法と適用性²⁾を用いて透水係数の範囲を概略推定し(表-2)、実際に得られた試験値と一致するか検討した。

透水性	透水係数 k (m/s)									
	1.00E-11	1.00E-10	1.00E-09	1.00E-08	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-04	1.00E-03	1.00E-02
対応する土の種類	実質上不透水		非常に低い		低い		中位		高い	
	粘性土 (C)		微細砂、シルト、砂-シルト-粘土混合土 (SF) [S-F] (M)		砂および礫 (GM) (GP) (SP) (G-F)		砂および礫 (GM) (GP) (SP) (G-F)		清浄な礫 (GW) (GP)	
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験		変水位透水試験		定水位透水試験		特殊な変水位透水試験			
透水係数を間接的に測定する方法	圧密試験結果から計算		なし				清浄な砂及び礫は粒度と間隙比から計算			

図-2 透水性の試験方法と適用性²⁾

表-2 土質と推定した透水性

ボーリングコアの土質	透水性
粘性土	実質上不透水
亀裂の多い岩盤	非常に低い～低い
砂質粘土	
砂質シルト	
粘土混り砂	
礫混り砂	中位～高い
砂礫	

4. 試験値との比較と考察

試験方法ごとの現場試験結果の分布状況を図-3～図-5に示し、試験方法ごとに明らかな不一致となった区間の要因について考察する。

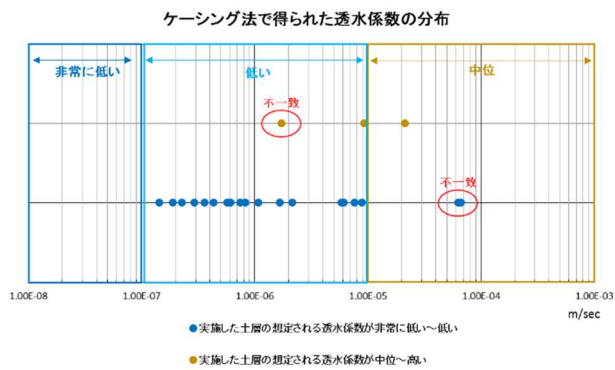
(1) ケーシング法

総データ数23、一致数19、不一致数4、一致率83%という結果になった。今回の比較結果では、データ数が最も少なかったものの最も高い一致率であった。

不一致となった区間に共通する特徴はみられないが、ケーシング法を採用した土層は、パッカーの使用が困難となる軟弱な粘土層や緩い砂礫層等である。そのため、コアの土質区分による推定範囲と試験値が一致しなかったものと考えられる。

また、地下水位が確認できない箇所では回復法での試験が実施できないうえ、透水係数が高い地盤では孔内水位の変化が大きく、測定精度が落ちるため適切な透水係数が得られない可能性がある。よって、堤体や基礎地盤

からの漏水が疑われるため池では、適用しがたい方法といえる。



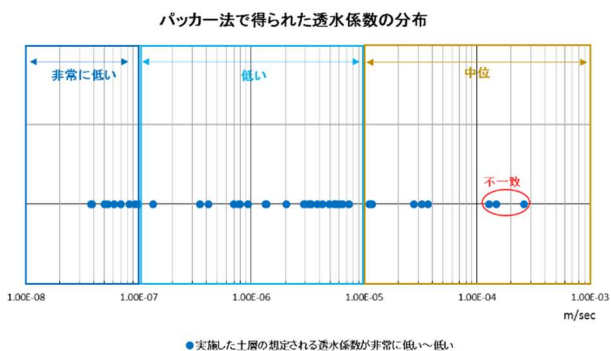
試験方法	総データ数	一致	不一致	一致率
ケーシング法	23	19	4	83%

図-3 ケーシング法で得られた透水係数の分布図

(2) パッカー法

総データ数47、一致数36、不一致数11、一致率77%という結果になった。不一致となったのは、未固結地盤で実施した区間に集中しており、亀裂の少ない岩盤では良好な結果が得られている。

不一致となった区間の特徴は、盛土及び強風化層等の未固結地盤で実施した場合に、想定される透水性より試験値が有意に高くなることである。これは、送水圧を段階的に上昇させて時間ごとの送水量を計測するという試験の原理から、締まっていない土層で実施するとめらかな H-q 曲線が描けなかったり、やや高めめの透水係数が得られるケースも考えられる。



試験方法	総データ数	一致	不一致	一致率
パッカー法	47	36	11	77%

図-4 パッカー法で得られた透水係数の分布図

また、ボーリングコアの性状から低い透水係数が推定される区間でも、実際には高い透水係数が得られる場合がある。例えば、写真-1に示すような砂質粘土状を呈する堤体盛土で、極端に緩んだ部分は見られなくても、 $1.0\text{E-}04$ (m/s) オーダーの高い透水係数が得られることもある。したがって、未固結地盤への適用にあたっては、送水圧力の適切な設定など留意が必要な方法といえる。



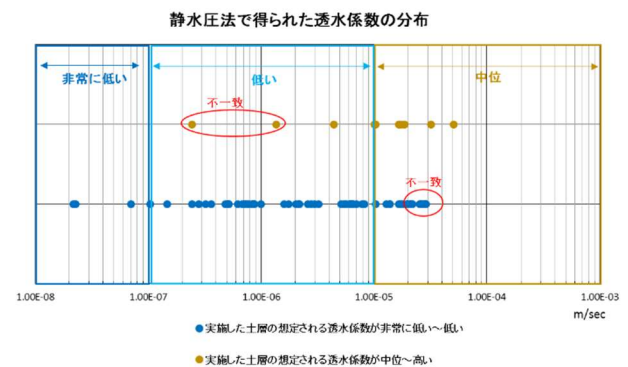
写真-1 不一致となった区間のコア写真の例

(3) 静水圧法

総データ数76、一致数53、不一致数23、一致率70%という結果になった。

不一致となった区間に共通する特徴として、漏水が見られるような緩い堤体盛土であることが挙げられる。そのため、コアの土質区分から推定される透水係数の範囲と試験値が一致しないものと考えられる。また、静水圧を一定に保ちながら試験区間に注入し、時間あたりの送水量を計測するという試験の原理上、パッカー法に比べると孔壁の目詰まりの影響を受けやすい。そのため、清水による孔内洗浄を確実に実施する必要がある。

なお、透水係数が高い地盤でも測定精度が落ちないため、未固結地盤で採用されるケーシング法よりも適用範囲が広いといえる。



試験方法	総データ数	一致	不一致	一致率
静水圧法	76	53	23	70%

図-5 静水圧法で得られた透水係数の分布図

5. まとめ

考察結果を基に、試験方法の選定についてまとめる。

(1) ケーシング法

パッカーの使用が困難な土層で透水性が低いもの ($k < 1.0\text{E-}05$ (m/s))

(2) パッカー法

基礎地盤(亀裂の少ない岩盤)

(3) 静水圧法

堤体盛土

基礎地盤(未固結層～強風化岩～亀裂のやや多い岩盤)

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会編:地盤調査の方法と解説,
p. 512～614, 2013. 3
- 2) 地盤工学会編:地盤材料試験の方法と解説
p. 450, 2013. 3