

浸透量および浸潤線の簡易観測手法による 機能診断のための技術資料（案）

－土地改良区等の職員向け－



写真：簡易観測装置の設置事例

平成31年3月

農林水産省農村振興局

目 次

1.	基本事項	参考 3
2.	観測施設の設置とデータ観測	参考 6
3.	観測データの評価	参考 21

1. 基本事項

(1) 目的

堤体の観測施設が十分に整備されていない長期供用アースフィルダムの管理者は、浸透量、浸潤線の計測が重要であると認識しているものの、構造上(堤体内の構造が不明)や経費・人員の問題から観測施設の設置は困難といった状況がある。このため、施設管理者の負担を極力軽減しつつ、長期供用アースフィルダムの安全性を把握するための簡易観測手法について、新たに観測施設を設置する場合の留意点や堤体の浸透量や浸潤線などの情報を簡易的に調査・分析する手法を技術資料としてとりまとめる。

(2) 対象施設

堤体の観測施設が十分に整備されていない長期供用アースフィルダムを対象とする。

(3) 対象者

上記対象施設を管理している土地改良区等の施設管理者を対象としています。

(4) 日常点検の流れにおけるデータ観測の位置づけ

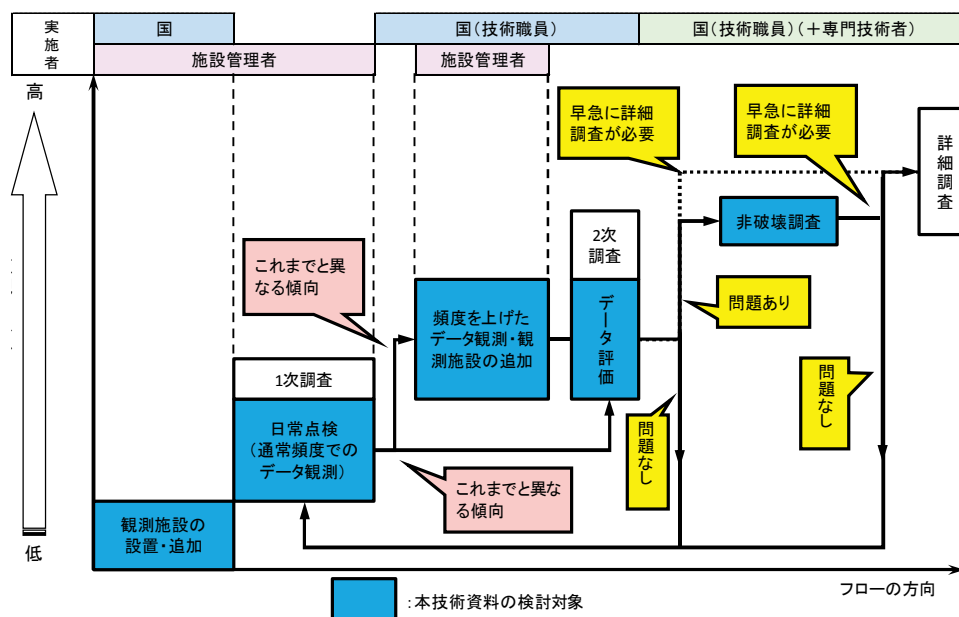


図-1.1 アースフィルダムの点検の流れにおけるデータ観測の位置づけ

（５）データ観測の意義

長期供用アースフィルダムの堤体の安全性を確認する手法を「定性的な手法（＝目視点検）」と「定量的な手法（＝データ分析・評価）」に大別する。

「定性的な手法」は、堤体外部からの目視点検によるため、堤体内部の劣化状況を把握することは困難であるが、継続観測データの分析による「定量的な手法」によれば、観測データには堤体内部の劣化が反映されているため、より早く堤体の劣化を把握することができる場合がある。

一方、観測データの値が長期間変化しない、あるいは、貯水位に応じて規則的に変化すること等が確認できれば、堤体が正常な状態にあることを具体的なデータでもって確認することが可能となる。

継続的なデータ観測は、堤体内部の劣化を早期に把握するうえで有効な手段である。

（６）計測項目と計測回数の標準

ダムの計測は、堤体及び基礎地盤の挙動が定常状態になるまでの期間等から、第１期、第２期、第３期に３区分される。本技術資料で対象とする長期供用アースフィルダムは、基本的に第３期に相当する。

以下に、第３期におけるフィルダムの計測項目と計測回数の標準を示す。（土地改良事業計画設計基準設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕（平成１５年４月改定））

表-1.1 フィルダムの計測項目と第３期における計測回数の標準

タイプ及び高さ		浸透量	変形	浸潤線	備考
ゾーン型	70m未満	月１回	(3月1回)		◎第3期で()を付したものは半年ごとに1回としてよい。
	70m以上	月１回	3月1回		
均一型	—	月１回	(3月1回)	3月1回	

《観測頻度と観測のタイミングの工夫》

ア) 観測開始直後の観測頻度

貯水池に水があり雨の影響のない状態での浸透量及び浸潤線の定常状態の値を把握するため、堤体及び基礎地盤の挙動が定常状態になるまでの期間である第２期に相当する頻度での観測を行うことが望ましい。これにより、浸透量及び浸潤線の観測値が、降雨後、どれくらいの日数で一定になるかを把握する。

表-1.2 フィルダムの計測項目と第２期における計測回数の標準

タイプ	浸透量	変形	浸潤線
ゾーン型	週１回	月１回	
均一型	週１回	月１回	月１回

イ) 観測タイミングの工夫

観測のタイミングを工夫し、直前の降雨からア)で把握した日数が経過した降雨の無い日に観測を行うなど、事前に観測データに与える降雨の影響を排除しておくことが望ましい。また、毎回朝 9 時などの決まった時間に観測する定時観測を行うことが望ましい。

(7) 観測データ分析に必要なその他指標

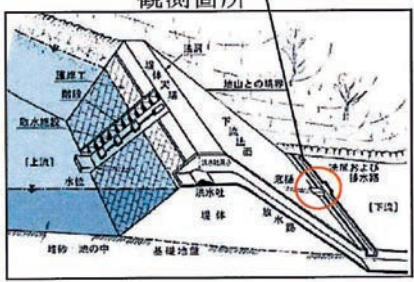
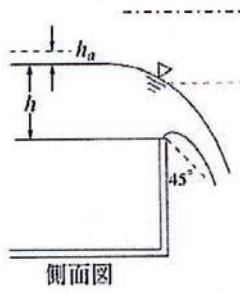
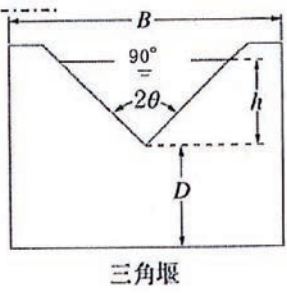
浸透量及び浸潤線とも、貯水位と降雨量の影響を受けるため、浸透量と浸潤線の観測を行う際には、貯水位と日降雨量の観測データも記録しておく必要がある。

2. 観測施設の設置とデータ観測

(1) 簡易なデータ観測手法

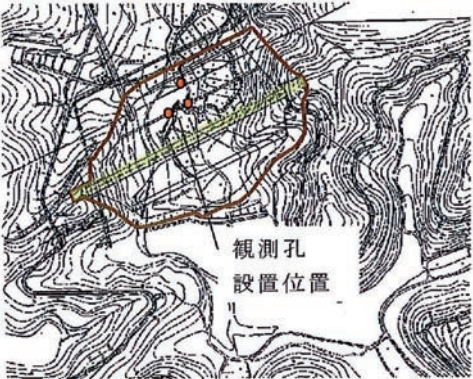
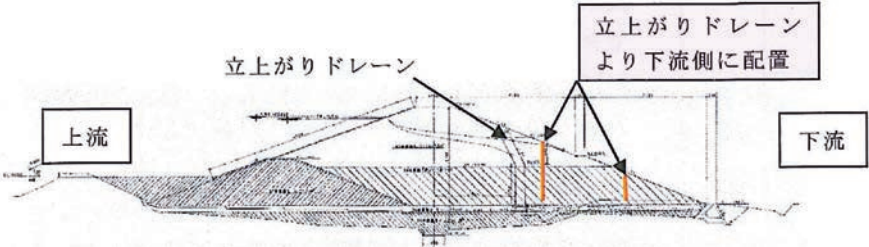
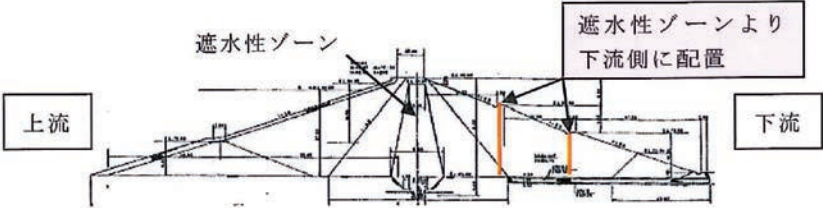
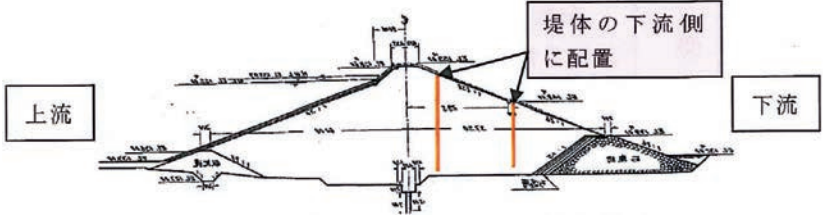
長期供用アースフィルダム安全性を評価するための計測を的確かつ効率的に行うため、観測施設の設置や観測にあたっての留意点等について整理する。なお、堤体に観測施設を設置する場合には、観測点位置や観測孔配置等について、国の担当者に相談し決定するものとする。

ア) 浸透量

項 目	内 容
観測点位置	① 堤体内部への追加施設の設置は困難なため、既存の小排水路等に観測点を設置することを基本とする。 ② 堤体直下流に排水のための小水路が設置されている場合、その最下流点を観測点とする。堤体下流に小水路等はないが、浸透してきた水が集まる沢等がある場合、浸透水を集める簡易な装置を設置し観測点とする。 ③ ②に該当しない場合、堤体下流に浸透水を集めるための小水路(U字溝)を敷設し、その最下流点を観測点とすることを検討する。
観測手法	① 漏水量浸出箇所の下流部に三角堰を設置し越流水深を計測する。  図-2.1 観測箇所位置図  写真-2.1 観測イメージ 下図に示す越流水深(h)を測定し記録する。越流水深(h)は、三角堰地点よりやや上流の水深であることに留意する。  側面図  三角堰 図-2.2 三角堰 (越流水深)

項 目	内 容
観測手法	② 上記のような小水路が堤体下流に存在しない場合は、浸透水が地表に出てくる沢を土のう等により堰上げ、三角堰を設置し越流水深を計測する。三角堰の設置が困難な場合は、土のうの間にパイプ等を設置し浸透水を1点に集め、容器（バケツ等）が一杯になるまでの時間を計測する。  写真-2.2 簡易観測装置の例
《参考》 施設設置 費用概算 額	① 小水路区間に三角堰を設置するための角落としを追加する改良を加え施設設置する場合・三角堰の材料費を加えたとしても数万円程度と想定。 ② 写真2のような簡易観測装置の場合は、設置費用は少額。 ③ 新たな小水路の設置が必要な場合、堤体長分のU字溝が必要(参考:内側深さと幅がそれぞれ15cm、長さ1mのU字溝価格は約2千円)(2011年単価)。
観測機器	自動 ① 三角堰の場合 流量を自動観測するには、流速および水深を測定する必要がある。三角堰の場合、越流水深が分かれば、流量を計算することができるため、水深を自動観測する装置について検討する。  写真-2.3 自動水位観測装置の例 写真3は、水圧式の自動水位観測装置の一例である。写真3左のセンサーを水路に取り付け、写真3右の測定装置に接続し、現地に据え付ける。1mmの分解能であり、測定間隔は、1秒間隔から24時間間隔まで設定可能である。(2011年度参考価格約20万円)電源は電池式であるため、1回/月の頻度で現地に設置している観測装置からデータを引き抜く際に、電池残量を確認する必要がある。 ② 簡易観測装置の場合 水深測定は困難である。
機側	① 三角堰の場合 三角堰の越流水深を測定する場合、三角堰にゲージを設置するまたは、市販の定規等により測定可能である。 ② 簡易観測装置 バケツと秒数を測定可能な時計で測定可能である。

イ) 浸潤線

項 目	内 容
観測孔配置	① 観測孔は設計基準を踏まえ、最大断面のドレーン材下流側に2箇所、堤軸方向にさらに1箇所設置する。 ② 立上がりドレーン、遮水性ゾーンを有するダムの場合は、それらが機能し下流側の堤体内水位が低下していることを確認するため、立上がりドレーンや遮水性ゾーンより下流側に設置する。 ③ 観測孔の深度については、堤体内に堤体のゾーン区分、ドレーンの有無や形状を考慮し、設置目的に配慮して決定する。 ④ また、堤体表面に湧水等が確認されている部分がある場合は、浸潤線の傾向を把握するため、その付近上流に観測孔を設置する。
	 図-2.3 平面図
	 図-2.4 断面図(立上がりドレーンを有するダム)
	 図-2.5 断面図(遮水性ゾーンを有するダム)
	 図-2.6 断面図(立上がりドレーン、遮水性ゾーンのいずれも有しないダム)

項 目		内 容
観測孔の設置方法		① ボーリング実施にあたっては、堤体に圧力をかけ過ぎない等、細心の注意を払い行う。 ② 堤体内に宙水が存在する例が多いことから、ボーリングを行う際には、宙水の有無を確認し慎重に行う。 ③ 「浸潤線計測用パイプには、地上から 3m を除く全長にストレーナー(小孔)を開け、目詰まり防止のフィルタを巻く。また、地上から 3m の埋め戻しは雨水が浸入しないよう水密性に注意する。」(土地改良事業計画設計基準設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕Ⅱ-379)を基本とする。 ④ 堤体内に宙水が存在する場合は、浸潤線水位を観測できるよう、③のストレーナーの長さや位置を工夫する。 ⑤ 「パイプ上端は堤体表面より 15cm 程度高くし、管頂部に保護キャップを設け雨水がパイプから浸入しないような構造とする。」(土地改良事業計画設計基準設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕Ⅱ-379) ⑥ 「パイプの下端は、原則として基礎地盤に届く位置とする。」(土地改良事業計画設計基準設計「ダム」技術書〔フィルダム編〕Ⅱ-379)
計測手法		「巻き尺の先端に水面感知用ピックアップをつけて、これをパイプ内につり下げる。ピックアップが水面についたときのブザー音、電気抵抗の変化等によってその位置を決め、その時の巻き尺を読み取る。」(土地改良事業計画設計基準「ダム」技術書〔フィルダム編〕Ⅱ-379)
施設設置費用概算額		10m 深の観測孔を従来型のボーリング(内径 86mm)により掘削する場合は 33 万円程度(2011 年単価)。 「打込み式水位観測装置」(内径 20mm)にて設置する場合、25 万円程度(2011 年単価)。なお、観測管等の材料費価格により、設置価格は変動する。
観測機器	自動	浸透量の三角堰の場合と同様、浸潤線観測孔内の水位を自動観測可能である。
	機側	写真 4 は、ロープ式水位計の一例である。ロープ式水位計(ピックアップ先端外径 12mm)の価格は、5 万円程度(2011 年単価)。 写真-2.4 ロープ式水位計の例

(2) 観測データの入力・計算結果出力シート

次頁以降の様式により、観測したデータを記録・分析する。様式の構成及び使用法は、以下の表のとおりである。シートの表の行が不足する場合は、行のコピーを行い表の下に貼り付け適宜追加する。なお、②以降の観測結果シートの「2. 計算結果」の表には、数式が設定されているため、直接入力を行わない。

ア) シートの構成と使用法

構 成	使 用 法
①観測結果入力シート (現場持参・入力用)	●このシートを現場に持参し、観測結果を記録する。 ■三角堰等で越流水深を測定する場合は、「三角堰越流水深 (mm)」の列に測定した水深を記入する。 ■バケツ等の容器により容器が一杯になる時間を測定する場合は、「容量 $\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$ の容器が一杯になる時間 (秒)」の列に測定した秒数を記入する。この場合、容器の容量を該当する空欄に記入する。 ■浸潤線の測定は、巻き尺の先端に水面感知用ピックアップをつけて、これを各浸潤線観測パイプ内につり下げ、ピックアップが水面についたときのブザー音、電気抵抗の変化等によってその位置を決めた時の巻き尺の読みを「観測点 1 (m)」に記録する。観測点が複数ある場合は、「観測点 2 (m)」 「観測点 3 (m)」に記入する。 ●観測結果が記録されたシートを持ち帰り、パソコン上の表計算ソフトのシートに観測結果を入力する。
②計算結果出力シート (浸透量: 三角堰による 観測結果)	●「1. 条件入力」部分に、「水路内幅 B」と「水路底から三角堰下端までの長さ D」を入力する。 ■「浸透量 ($\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$)」の列へ、計算結果が出力される。
③計算結果出力シート (浸透量: バケツ等の容 器による観測結果)	●「1. 条件入力」部分に、「容器一杯の容量 (リットル)」を入力する。 ■「浸透量 ($\frac{\text{リットル}}{\text{秒}}$)」の列へ、計算結果が出力される。
④計算結果出力シート (浸潤線)	●「1. 条件入力」部分に、「観測点 1」に浸潤線観測点標高を入力する。(観測点が複数ある場合は、「観測点 2」、「観測点 3」に同様にする。) ■「観測点 1」の列へ、計算結果が出力される。(観測点が複数ある場合は、「観測点 2」、「観測点 3」にも同様に出力される。)

※1: 三角堰等で越流水深を計測する場合、この列に記録してください(パケツ等の容器で秒数を計測する場合は記入不要)
 ※2: パケツ等の容器で秒数を計測する場合、この列に記録してください(三角堰等で越流水深を計測する場合は記入不要)
 ※3: 巻き尺の先端に水面感知用ピックアップをつけて、これを各浸潤線観測パイプ内につり下げ、ピックアップが水面についたときのブザー音、電気抵抗の変化等によってその位置を決めた時の巻き尺の読みを記録してください。

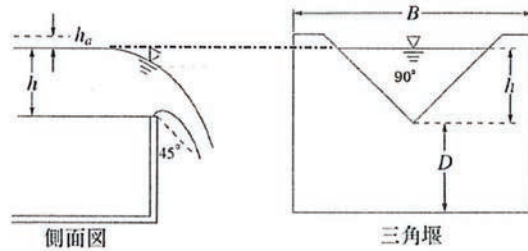
②計算結果出力シート(浸透量:三角堰による観測結果)

1.条件入力

ダム名称:

三角堰諸元入力	
水路内幅B	m
水路底から三角堰下端までの長さD	m

「水路内幅B」と「水路底から三角堰下端までの長さD」を入力



B: 水路内幅(m)、D: 水路底から三角堰下端までの長さ(m)、h: 越流水深(m)
Q: 流量(m³/s)、C: 変数

【90年度三角堰の流量公式(沼知・黒川・淵沢公式)(JIS B8302)】
(改訂六版 農業土木ハンドブック基礎編P83)

$$Q = C h^{5/2}$$

$$C = 1.354 + 0.004/h + (0.14 + 0.2/D^{0.5}) \times (h/B - 0.09)^2$$

適用範囲は、 $0.5 \leq B \leq 1.2\text{m}$ 、 $0.1 \leq D \leq 0.75\text{m}$ 、 $0.07 \leq h \leq 0.26\text{m}$ (ただし、 $h \leq B/3$)

2.計算結果

観測 年月日	貯水位 (m)	三角堰 越流水深h (m)	浸透量 ($\frac{\text{cm}}{\text{秒}}$)

④計算結果出力シート(浸潤線)

1.条件入力

ダム名称:

浸潤線観測点標高		
観測点1		m
観測点2		m
観測点3		m

観測点（浸潤線観測孔上端）の標高を入力

【浸潤線観測点配置図】※浸潤線観測点位置の記載されたダム堤体平面図及び横断面図を添付する。

浸潤線観測点位置の記載された
ダム堤体平面図

浸潤線観測点位置の記載された
ダム堤体横断面図

2.計算結果

観測 年月日	貯水位 (m)	浸潤線水面標高(m)		
		観測点1	観測点2	観測点3