

2. 観測実施概要

2.1. 計器概要

2.1.1. 地下水位観測

(1) 地下水位計（手動）

地下水位計（手動）の観測は、手ばかり式（ロープ式・触針式）水位計を用いて観測員が観測孔内の地下水位を測定した。水位計を観測孔内に挿入した際に、水位計先端のセンサーが水面に接触すると電子音が鳴る仕組みを用いた。

以下に観測に用いる手ばかり式水位計の形状および仕様について示す。

表 2.1 地下水位計（手動）の形式

種別	型式	メーカー	摘要	台数
ロープ式水位計	WL100	アルファ光学(株)	100m 計	1
ロープ式水位計	WL150	アルファ光学(株)	150m 計	1

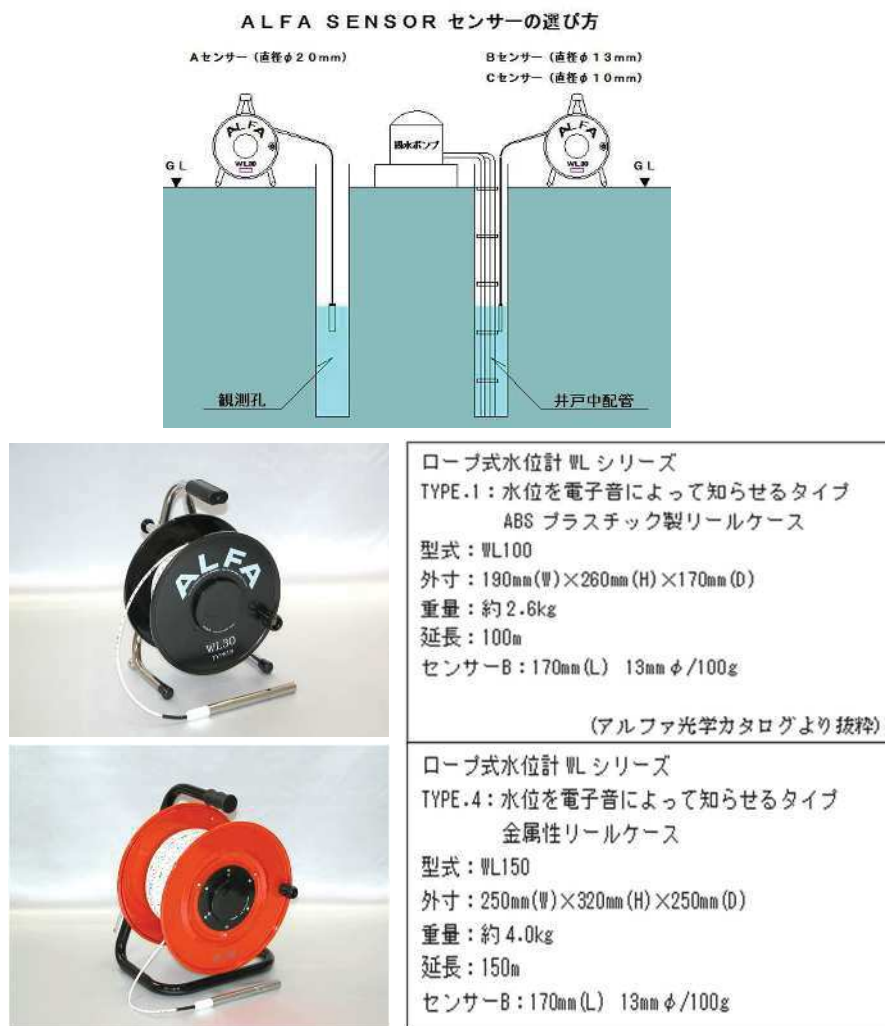


図 2.1 ロープ式水位計（上段：WL100 下段：WL150）

(2) 地下水位計（自動・半自動）

地下水位計（自動・半自動）は、水圧式水位計をボーリング孔内に設置して使用する。測定原理は、観測孔内の水位センサに生じる水圧を計測し、水位計設置深度と水圧により算出された地下水位が電気信号に変換され、地上のデータログに水位データが集積される。データログに集積された水位データは、自動のデータについては管理支所に転送され、半自動のデータは専用機器あるいはSDカードを用いて現地で回収した。

また、自然観測された水位と実際の水位の値との誤差の有無を確認するため、水位データ回収時に手ばかりによる半自動水位計観測値の数値チェックを行った。

現地には、表 2.2 に示す3種類の地下水位計（センサ・データログ）が設置されている。

表 2.2 地下水位計（半自動）の形式

計器	種別	型式	メーカー	摘要
地下水位計 1	水位センサ・データログ	S&DL mini 4800	応用地質(株)	別途バロメータを用いた大気圧補正を実施
地下水位計 2	水位センサ	PS シリーズ	(株)測商技研	—
	データログ	SD1M シリーズ	(株)測商技研	—
地下水位計 3	水位センサ	DS-1	(株)オサシ・テクノス	—
	データログ	NetLG-001N	(株)オサシ・テクノス	—

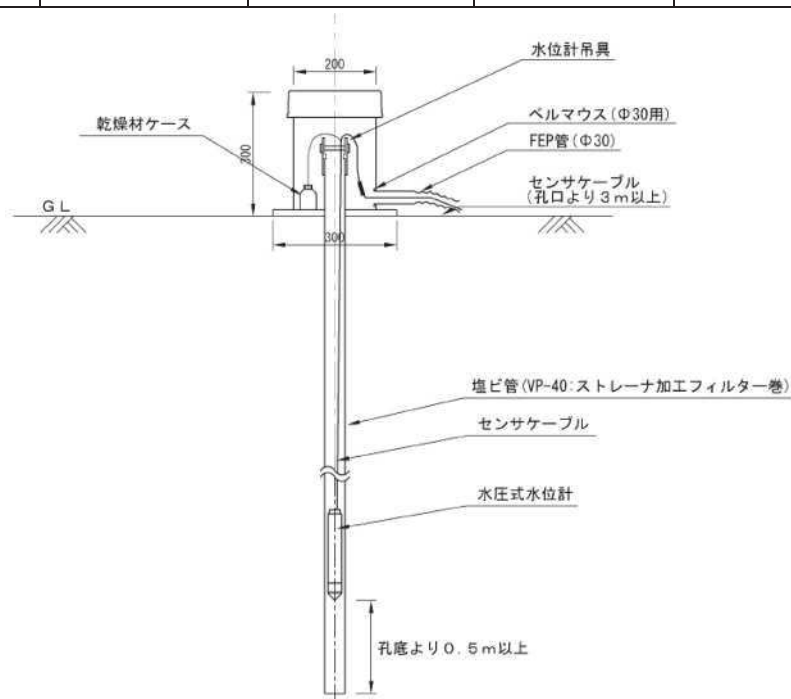


図 2.2 地下水位計の設置模式図

1) S&DL mini

本機器は、観測孔内の地下水位以深に投入し絶対水圧を測定することで地下水位を求める。測定された絶対水圧は、林地区 HB-371-2 中継ボックス内の大気圧計（バロメータ）を使用し補正するため、大気圧データの回収も併せて実施した。本機器の仕様を表 2.3 に本体外観形状を図 2.3 に示す。

表 2.3 S&DL mini 水位計の仕様

項 目	仕 様
水位測定範囲	水深 9m、バロメータ（大気圧補正用）
水位測定用圧力センサ精度	0.1%F.S.
水位分解能	0.1、0.3、0.6、0.9、3.0cm
水位計動作温度範囲	0～40℃（但し、凍結なきこと）
温度計範囲	-20～50℃
温度計センサ精度	±0.3℃
温度計分解能	0.1℃
電池寿命	6～8 年（10 分間隔測定時）
時計誤差	気温 20℃で 1 日に 1 秒以下
通信方式	USB/RS232C（S&DL mini クレードル利用）
メモリ容量	水位、温度各 40,000 測定
測定間隔	0.5 秒、1～99 秒(1 秒単位)、1～99 分(1 分単位)、1～99 時間（1 時間単位）
寸 法	φ 22×L150mm
質 量	135 グラム
本体材質	ステンレス
ダイアフラム材質	ステンレス



図 2.3 S&DL mini 水位計の外観

2) PS シリーズ水位センサ及び SD シリーズデータロガ

本位センサ（PS シリーズ）は、大気圧変動や標高差による誤差が発生しない大気圧補正ケーブルを使用した半導体圧力式水位検出器である。水位センサ（PS シリーズ）で計測された水位データは、地上に設置されているデータロガ（SD1M シリーズ）に集積される。本機器の仕様及び本体外観形状を図 2.4 及び図 2.5 に示す。

規格及び性能	
測定範囲	1.5m～200m
精度	0.1%
材質	SUS316
使用温度範囲	0～+50℃
保証圧力	FS×1.5
印可電圧	DC9～30V
出力	0～4V
外形寸法	φ19×150mm
重量	198g
ケーブル	ポリウレタンφ8mm



図 2.4 水位センサ（PS シリーズ）の仕様および外観
（株式会社 測商技研のカタログより抜粋）

SD1Mシリーズ共通仕様	
チャンネル数	1CH
使用メディア	SDメモリーカード（データ区画に使用）
観測可能日数	*1参照
測定インターバル	1, 2, 5, 10, 15, 20, 30分 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36, 48, 96, 168時間
警報接点出力 （型式による）	オープンコレクタ出力 MAX：DC50V / 50mA
通信機能 （オプション）	RS232C / RS485 / モデム内蔵 より選択
電源電圧	DC8V～14Vもしくは単3乾電池6本
消費電流	待機時：0mA 動作時：100mA以内
動作温度範囲	-20℃～50℃
外形寸法	164×198×91mmMAX
※通信オプションが付いた場合は、単3乾電池を電源として使用できません。	



図 2.5 データロガ（SD1M シリーズ）の仕様および外観
（株式会社 測商技研のカタログより抜粋）

3) DS-1 及び NetLG-001N

水位センサ（DS-1）は、大気圧変動や標高差による誤差が発生しない大気圧補正ケーブルを使用した半導体圧力式水位検出器である。水位センサ（DS-1）で計測された水位データは、地上に設置されているデータログ（NetLG-001N）に集積される。本機器の仕様及び外観計上を図 2.6、図 2.7、表 2.4 に示す。

・名称	: 半導体圧力式水位検出器
・型番	: DS-1
・測定範囲	: 0～10m、0～20m、0～50m、0～100m
・出力信号	: DC37.5mV/3.75V (最大10Vまでの印加電圧に比例)
・測定精度	: ±0.1%FS (非直線性+ヒステリシス+再現性含む)
・温度特性	: ±0.09%FS/10℃
・温度補償範囲	: 0～30℃
・許容過負荷	: フルスケール×4倍
・本体材質	: SUS316L
・受圧部材質	: ハステロイ
・外形寸法	: φ25×127mm
・重量	: 約120g
・専用ケーブル材質	: ポリウレタン (大気開放パイプ内蔵) φ8mm



図 2.6 水位センサ（DS-1）の仕様および外観

(株式会社 オサシ・テクノス社 製品仕様書より抜粋)

表 2.4 データログ（NetLG-001N）の仕様

駆動電源	外部電源 DC5V～15V または リチウム電池 CR123A 1本×2 (メイン・サブ)
消費電流	待機時: 0.1mA 以下 (平均) 水位測定時: 20mA 以下 OSNET 通信時: 35mA 以下
外形寸法	100H×120W×62D (寸法公差±1mm)
重量	約 500g
使用温度範囲	－20℃～＋55℃ (結露無きこと)
耐雷サージ性能	±4kV (1.2/50 コンビネーション波形) 試験規格: IEC61000-4-5 接地条件: D 種接地
耐静電気性能	接触放電 ±8kV、気中放電 ±15kV 試験規格: IEC61000-4-2 準拠

(株式会社 オサシ・テクノス社 製品仕様書より抜粋)



図 2.7 データログ（NetLG-001N）の外観

(株式会社 オサシ・テクノス社 製品仕様書より抜粋)

2.1.2. 孔内傾斜計（手動）

孔内傾斜計（手動）の観測は、ガイドパイプ（専用ケーシングパイプ）の孔内に通信ケーブル及び指示計に接続したプローブを挿入し、パイプの変形を測定することにより、すべり面の位置、すべりの方向、移動量を把握するものである。本業務で使用した機器を表 2.5 に示す。

表 2.5 孔内傾斜計（手動）の形式

種別	型式	メーカー
プローブ	デジタル Q-TILT200	応用地質(株)
通信ケーブル	傾斜計ケーブル 100m	応用地質(株)
指示計	デジタル Q-TILT ハンディーターミナル	応用地質(株)

観測は、観測孔の全延長にわたって 50cm 間隔の指示値を読み取ることによって行う。観測はプローブの方向を反転させて 2 回行い、2 回の測定データによりプローブ固有の誤差を補正する。測定原理及び固有誤差の除去原理を図 2.9 に示す。

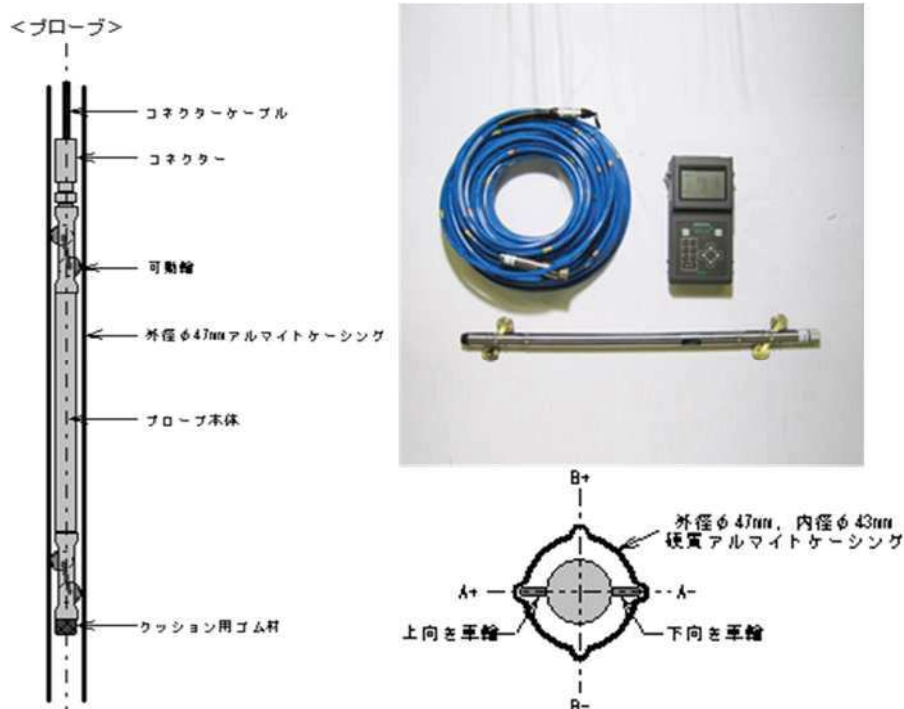


図 2.8 挿入式孔内傾斜計機器概要図

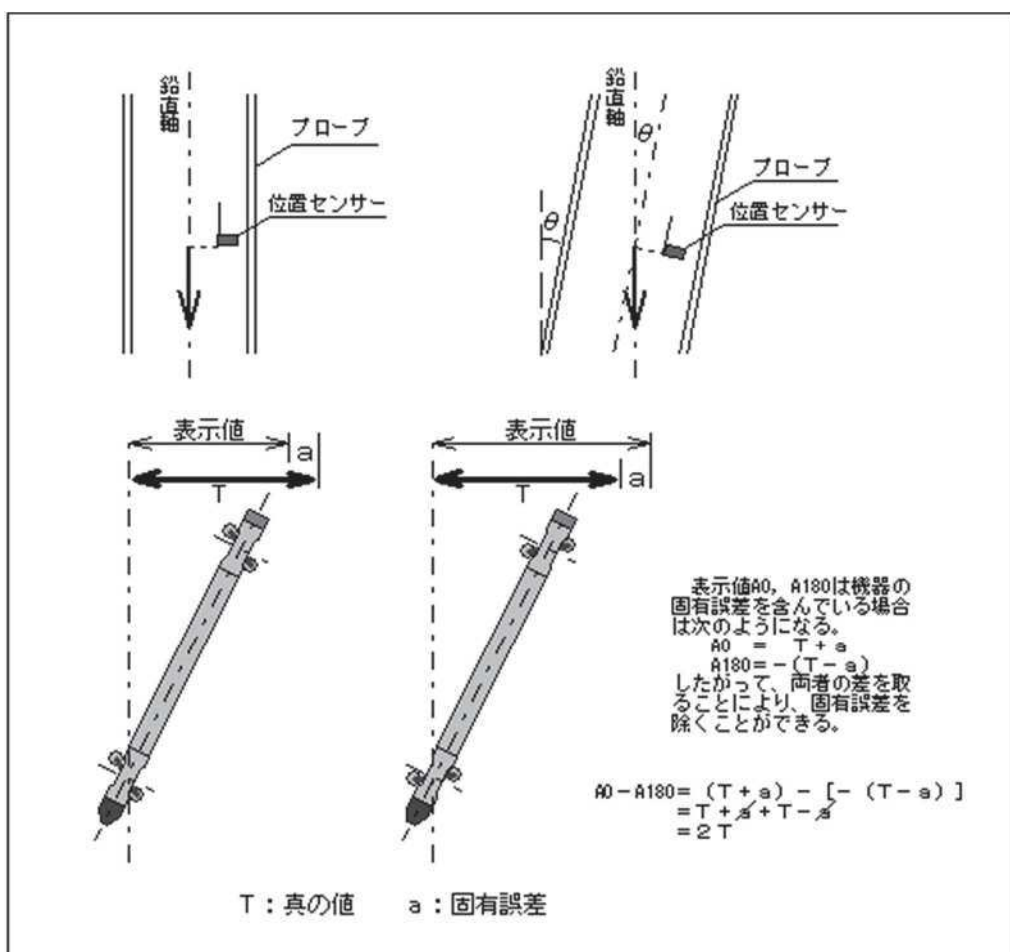


図 2.9 孔内傾斜計測定原理模式図

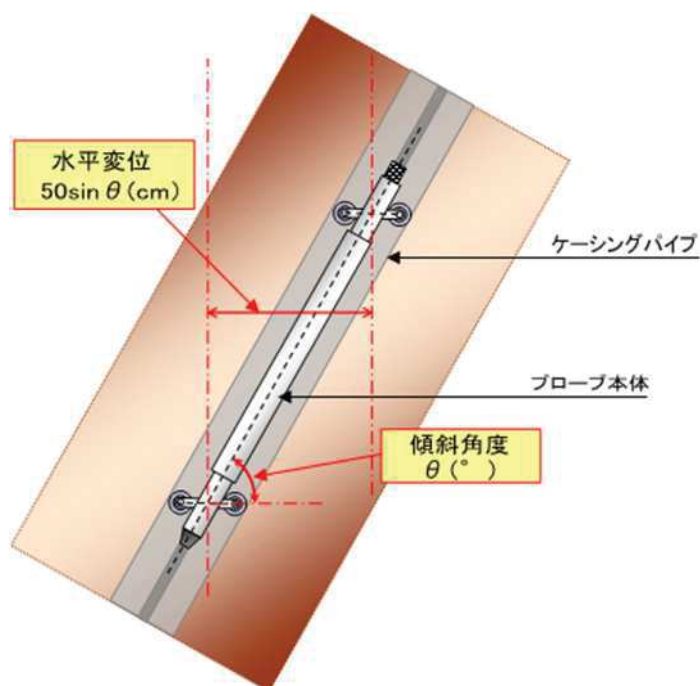


図 2.10 孔内傾斜計模式図（拡大図）

プローブの測定区間は上下の車輪間 50cm であり、この区間の水平変位は $50 \times \sin \theta$ (cm) で求めることができる。これに対して、データ収録器の指示値 T は $2.5 \times \sin \theta$ で示される (図 2.9 参照)。

固有誤差を除去することにより $AO - A180 = 2T(5 \times \sin \theta)$ となるため、これを 10 倍すれば 50cm ごとの水平変位が cm 単位で求められる。観測孔の孔底を不動点とし、孔底から 50cm ごとの水平変位を累積することにより、各深度の不動点に対する変位を求める。孔内傾斜計 (手動) の観測にあたっては、「地すべり地における挿入式孔内傾斜計計測マニュアル ((独) 土木研究所他著)」を参考に、観測、測定値の検定、補正作業等を行う。

2.1.3. パイプ歪計

パイプ歪計は、塩化ビニル管に歪ゲージを貼付け、防水被覆をしたものであり、歪ゲージに接続したリード線の先端で、各深度の歪量を測定できる。地すべりの滑動によりボーリング孔に固定挿入された塩ビ管がたわむとパイプの一面が縮み、その反対が伸びる。この曲げ歪みによって歪ゲージに生じた電気抵抗を歪量に換算する。歪ゲージはパイプ側面に、2方向（山側、谷側）、1 m間隔で貼付されている。パイプ歪計は地表部に設置されているデータロガーに接続されており、観測データはデータロガーに蓄積される。蓄積されたデータは管理支所へ転送される。機器の仕様及び外観を図 2.11～図 2.13 に示す。

表 2.6 パイプ歪計の形式

種別	型式	メーカー	摘要
データロガ	NetLG-301N	(株)オサシ・テクノス	データロガに集積された連続データ

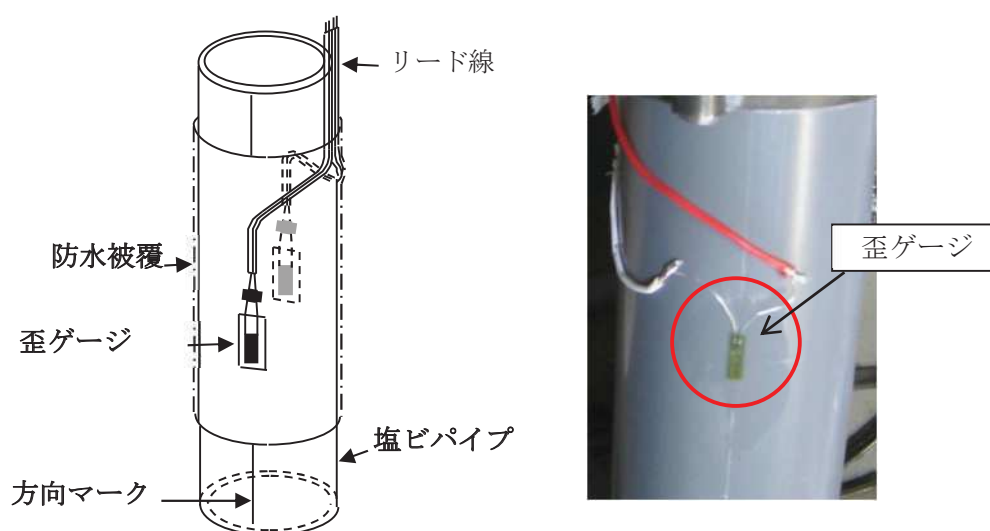


図 2.11 パイプ歪計（歪計ゲージ）模式図及び外観

形式	NetLG-301N
電源	外部電源 DC5V～15V または リチウム電池 CR123A×2
温度範囲	-20～+55° C(結露無き事)
測定範囲	歪計：±25,000 μ ストレイン
分解能	水位：1cm または 1mm 選択 歪計：1 μ ストレイン
外形寸法	223H×355W×90.5Dmm
重量	約 2.5kg



図 2.12 データロガ (NetLG-301N) の仕様及び外観

(株式会社オサシ・テクノス カタログより抜粋)



<データロガ (NetLG-301N) >

図 2.13 機器設置状況

2.1.4. 縦型伸縮計（自動・半自動）

縦型伸縮計は、ボーリング孔内のすべり面より深部（不動層）に測定ワイヤの先端を固定し、地すべり等の移動に伴って引き込まれるワイヤの長さによって、地盤の変動量を計測する。計測データは、地上に設置されたデータログに集積され、自動のデータについては管理支所に転送され、半自動のデータは専用機器あるいは SD カードを用いて現地で回収する。現地には、表 2.7、図 2.14 に示す計器（伸縮計・データログ）が設置されている。機器の仕様及び外観を表 2.8、図 2.15 に示す。

表 2.7 縦型伸縮計（半自動）の形式

計器	種別	型式	メーカー
伸縮計	伸縮計・データログ	SLG-100A	(株)オサシ・テクノス

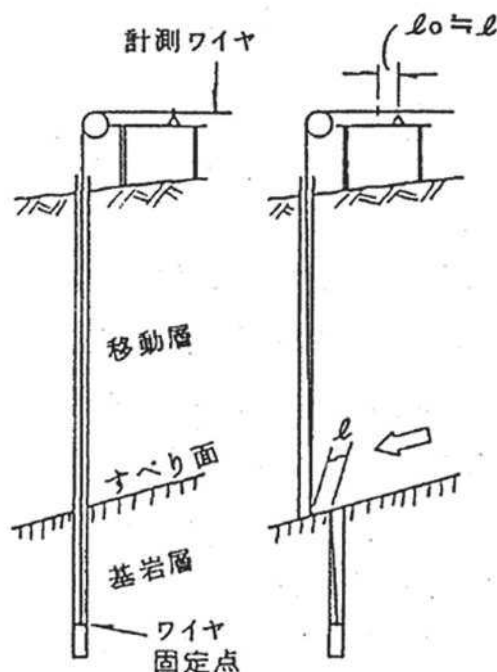


図 2.14 縦型伸縮計概念図

斜面防災対策技術協会「地すべり観測便覧 平成 24 年 10 月」P170 より引用

表 2.8 縦型伸縮計の仕様

(株)オサシ・テクノス	
型名	SLG-100A
検出方式	多回転エンドレス型デュアルポテンシオメータ
電源	リチウム電池 CR123A×2
メモリカード	SD および SDHC
測定範囲	0～1000mm
ワイヤ引出長	約 1.2m
分解能	0.1mm
張力	約 17.7N(1.8kgf)
外形寸法	130(W)×216(D)×130(H)mm
重量	約 1.7kg
(株)オサシ・テクノス取扱説明書より抜粋	



〈SLG-100A (株)オサシ・テクノス〉

図 2.15 縦型伸縮計・データロガの外観

(株式会社 オサシ・テクノス カタログより抜粋)

2.1.5. 地盤伸縮計（自動・半自動）

地表伸縮計は、移動土塊と不動土塊の境界や地すべりにより発生したクラックなどを挟んで、地表の2点間の距離の変化を測定・記録することにより、地すべり土塊の移動状況を調査するものである。

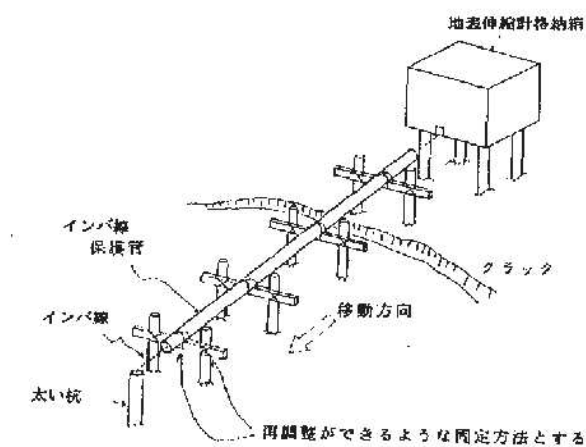


図 2.16 地表伸縮計設置模式図

斜面防災対策技術協会「地すべり観測便覧 平成 24 年 10 月」P117 より引用

表 2.9 縦型伸縮計（半自動）の形式

種別	型式	メーカー
伸縮計・データログ	SLG-100A	(株)オサシ・テクノス



〈SLG-100A (株)オサシ・テクノス〉

図 2.17 地盤伸縮計・データログの外觀

(株式会社オサシ・テクノス カタログより抜粋)

2.1.6. 変位杭計測

(1) 4級基準点測量

変位杭の座標を把握するため、結合多角方式あるいは単路線方式により4級基準点測量を実施する。変位杭 RTK（リアルタイム キネマティック：Real Time Kinematic）観測法は、既知点（基準点、固定点）から無線や携帯電話等により送信された補正観測データと、新点（変位杭）で取得された GNSS 電波により2点間の基線ベクトルを求め、瞬時に新点の座標値を計算し、移動局のコンピュータ上に表示させるものである。トータルステーションを用いた場合と比較して、見通し基準点が不要となる点がメリットであり、全体の作業効率が上昇する。

表 2.10 GNSS 測量の観測方法一覧

4級基準点測量

観測方法	観測時間	データ取得間隔	摘 要
スタティック法	120分以上	30秒以下	1～2級基準点測量(10km以上)
	60分以上	30秒以下	1～2級基準点測量(10km未満) 3～4級基準点測量
短縮スタティック法	20分以上	15秒以下	3～4級基準点測量
キネマティック法	10秒以上※1	5秒以下	3～4級基準点測量
R T K 法 ※3	10秒以上※2	1秒	3～4級基準点測量
ネットワーク型 R T K 法 ※3	10秒以上※2	1秒	3～4級基準点測量
備 考	※1 10エポック以上のデータが取得できる時間とする。 ※2 FIX 解を得てから10エポック以上のデータが取得できる時間とする。 ※3 後処理で解析を行う場合も含めるものとする。		

国土地理院「作業規定の準則 第2章基準点測量 第5節 観測」より引用

(2) 4 級水準測量（手動）

一定の高さ精度を持って盛土の標高値を監視するため、水準測量を実施する。水準測量は、一般的に直接水準測量と間接水準測量に区分され、今回は、レベルと標尺を用いて、直接高低差を観測する直接水準測量を実施する。

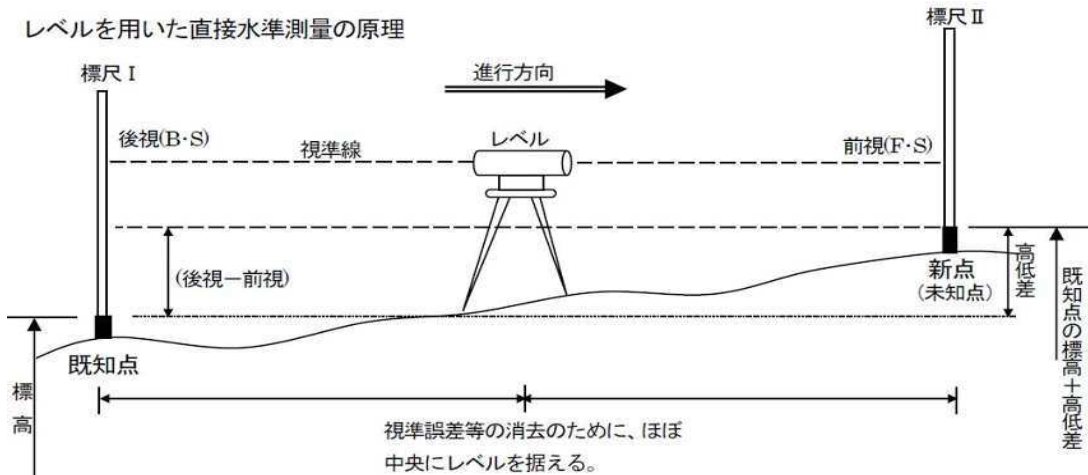
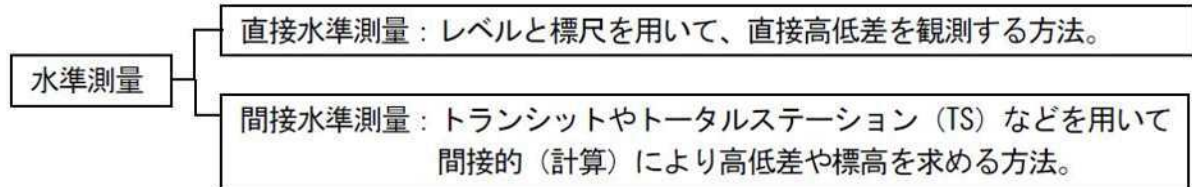


図 2.18 水準測量の原理

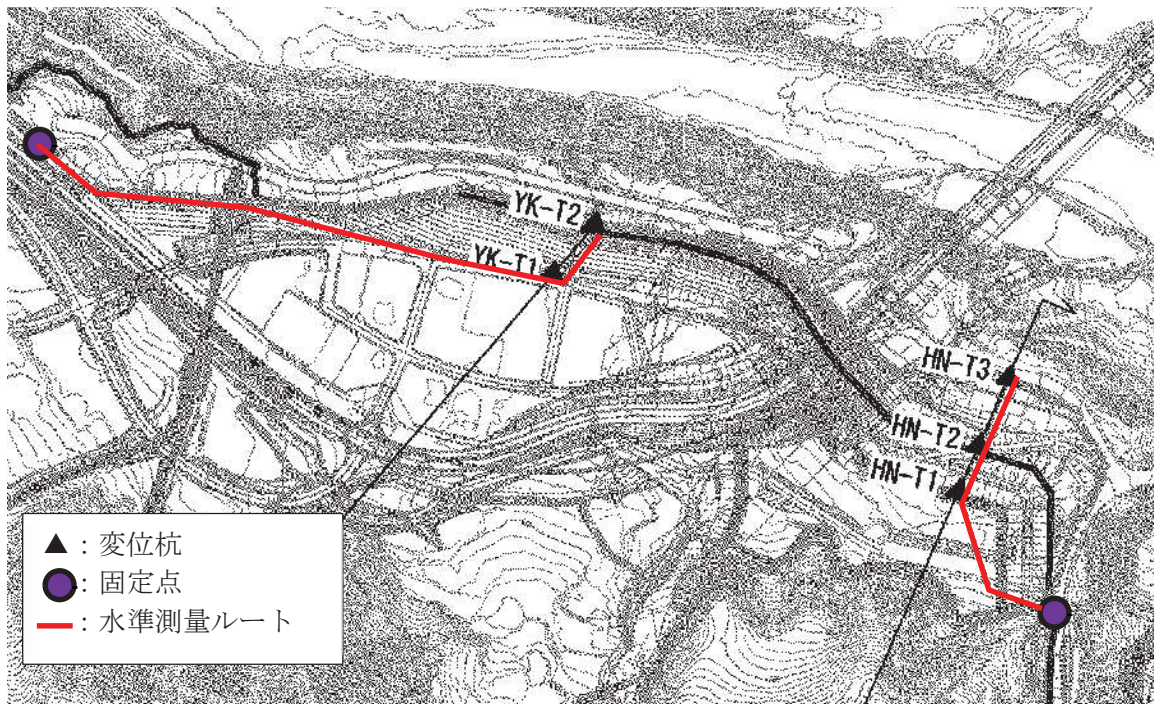


図 2.19 水準測量計画の例（横壁①地区、東中村①地区）

2. 2. 資料整理方法

2.2.1. 地下水位計

地下水位は標高表示とし、該当観測孔のボーリング柱状図を併記し整理する。また、発注者より貸与される近隣の雨量観測所における日雨量との相関関係、貯水位との相関関係を求める。

なお、絶対圧タイプの地下水位計にて観測した地下水位は、林地区(HB-371-2)に設置されているバロメータにて計測された大気圧により補正作業を行う。

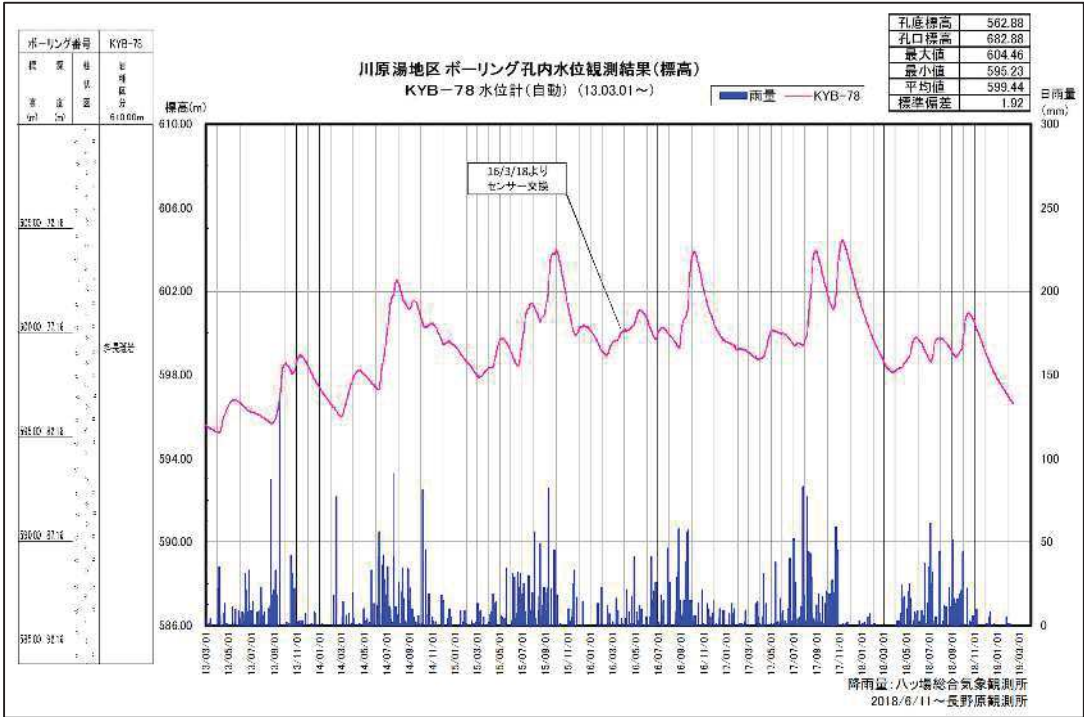


図 2.20 地下水位計変動図(例)

2.2.2. 孔内傾斜計

孔内傾斜計の資料整理は、「地すべり地における挿入式孔内傾斜計計測マニュアル,(独)土木研究所/応用地質(株)/坂田電機(株)/日本工営(株)共著,平成22年」に準拠する。過年度業務の方針に準拠し、各孔の観測データの0点適正深度は最深点とし、実変位を抽出する。実変位をもとに、孔内傾斜計変動図を作成する。変動図は時系列表示とし、当該観測孔のボーリング柱状図、日雨量データ、貯水位データを併記する。

孔内傾斜計の変動種別は文献・基準等に明記されていないため、表2.11に示す地盤伸縮計の変動種別に準拠し、整理する。

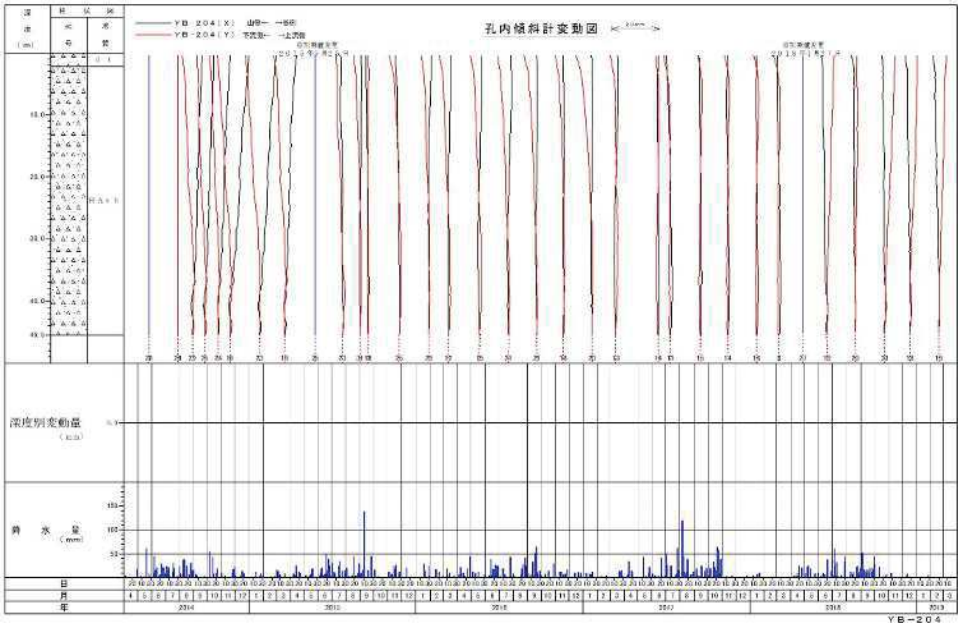


図 2.21 孔内傾斜計変動図(例)

表 2.11 孔内傾斜計変動種別一覧

変動種別	日変位量 (mm)	累積変位量 (mm/月)	一定方向へ の累積傾向	総合判定	
				変動判定	活動性ほか
変動 A	1 以上	10 以上	顕 著	確 定	活発に運動中、 表層・深層すべり
〃 B	0.1~1	2~10	やや顕著	準 確 定	緩慢に運動中、粘質土・ 崩積土すべり
〃 C	0.02~0.1	0.5~2	ややあり	潜 在	継続観測が必要
〃 D	0.1 以上	な し (断続変動)	な し	異 常	局所的な地盤変動・ その他

国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所「地すべり防止技術指針及び同解説 平成20年4月」
P29より引用（地盤伸縮計の変動種別を利用）

2.2.3. パイプ歪計

パイプ歪計の観測データは、時系列表示とし、当該観測孔のボーリング柱状図、日雨量データ、貯水位データを併記した変動図を作成する。パイプ歪計の観測結果は、

表 2.12 に示す変動種別に準拠し、整理する。

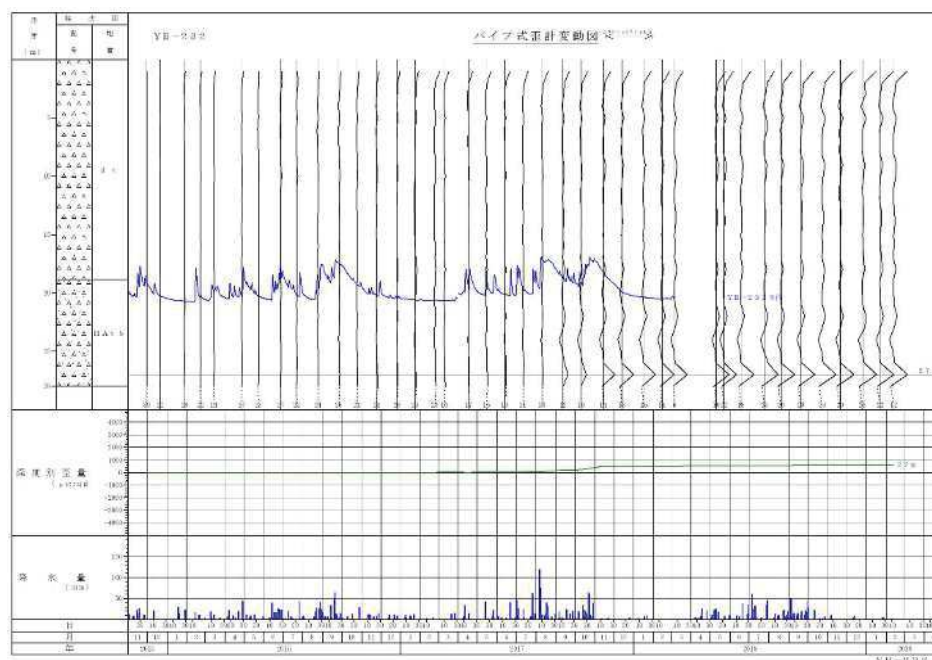


図 2.22 パイプ歪計変動図(例)

表 2.12 パイプ歪計変動種別一覧

変動種別	累積変動値 (μ /月)	変動形態		すべり面存在 の地形・地質 的可能性	総合判定	
		累積傾向	変動状態		変動判定	滑動性ほか
変動 A	5,000 以上	顕著	累積	あり	確定	顕著に活動している岩盤～崩積土すべり
" B	1,000 以上	やや顕著	累積	あり	準確定	緩慢に活動しているクリープ型地すべり
" C	100 以上	ややあり	累積 断続 攪乱 回帰	あり	潜在	すべり面存在有無を断定できないため、継続観測が必要
" D	1,000 以上 (短期間)	なし	断続 攪乱 回帰	なし	異常	すべり面なし 地すべり以外の要因

国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所「地すべり防止技術指針及び同解説 平成 20 年 4 月」

P20 より引用

2.2.4. 縦型伸縮計・地盤伸縮計

縦型伸縮計および地盤伸縮計の観測データは、時系列表示とし、日雨量データ、地下水位、貯水位データを併記した変動図を作成する。縦型伸縮計および地盤伸縮計の観測結果は、表 2.13 に示す変動種別に準拠し、整理する。

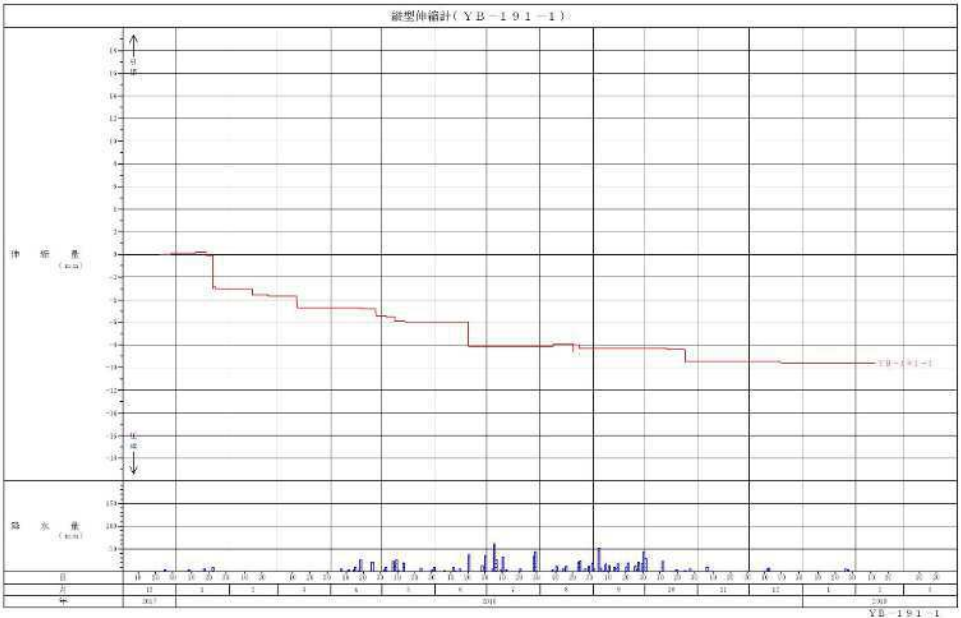


図 2.23 縦型伸縮計変動図(例)

表 2.13 縦型伸縮計・地盤伸縮計変動種別一覧

変動種別	日変位量 (mm)	累積変位量 (mm/月)	一定方向へ の累積傾向	総合判定	
				変動判定	活動性ほか
変動 A	1 以上	10 以上	顕 著	確 定	活発に運動中、 表層・深層すべり
〃 B	0.1～1	2～10	やや顕著	準 確 定	緩慢に運動中、粘質土・ 崩積土すべり
〃 C	0.02～0.1	0.5～2	ややあり	潜 在	継続観測が必要
〃 D	0.1 以上	な し (断続変動)	な し	異 常	局所的な地盤変動・ その他

国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所「地すべり防止技術指針及び同解説 平成 20 年 4 月」
P29 より引用

2.3. 観測実施時期および観測頻度

2.3.1. 基本的な観測実施頻度

観測の実施について、自動観測データは1回/月、孔内傾斜計・変位杭等の手動観測は1回/3ヶ月の頻度で概ね等間隔となるよう観測を実施した。

2.3.2. 貯水位に応じた観測実施時期の調整

手動観測は、観測孔の標高が低い箇所は貯水の上昇・下降に伴い水没したり再び現れたりを繰り返すため、貯水位の変化に応じて観測の時期を1ヶ月ずらすなどの調整を行い非水没時に観測を行った。観測時期の調整は、貯水位が洪水貯留準備水位から満水に向けて上昇を開始する9月～10月、3月～4月に行った。10月、4月に観測を予定していた標高の低い手動観測箇所について、それぞれ貯水位上昇前の9月末、3月末に観測を実施した。該当箇所を以下に示す。

2020年 10月→9月に変更

地区	計器	観測孔
久森沢	孔内傾斜計	HB-315
勝沼	孔内傾斜計	HB-361-1
横壁小倉	孔内傾斜計	YB-239
川原湯地区①	孔内傾斜計	KY-C2
川原湯地区①	変位杭	KY-T1
川原湯地区①	変位杭	KY-T2
川原湯地区①	変位杭	KY-T3
川原湯地区①	変位杭	KY-T4
川原湯地区①	変位杭	KY-T5
川原湯地区③	変位杭	KY-T9
川原湯地区③	変位杭	KY-T10
川原湯地区③	変位杭	KY-T11
川原湯地区③	変位杭	KY-T12
川原湯地区③	変位杭	KY-T13
東中村地区①	変位杭	HN-T1
東中村地区①	変位杭	HN-T2
東中村地区①	変位杭	HN-T3
横壁地区①	変位杭	YK-T1
横壁地区①	変位杭	YK-T2
川原畑地区①	変位杭	KB-T1
川原畑地区①	変位杭	KB-T2
川原畑地区①	変位杭	KB-T3

2021年 4月→3月に変更

地区	計器	観測孔
横壁小倉	孔内傾斜計	BV-5
横壁地区	孔内傾斜計	KYB-260-1
川原湯地区①	孔内傾斜計	KY-C2
川原湯地区③	孔内傾斜計	KY-C6
川原湯地区①	変位杭	KY-T1
川原湯地区①	変位杭	KY-T2
川原湯地区①	変位杭	KY-T3
川原湯地区③	変位杭	KY-T9
川原湯地区③	変位杭	KY-T10
川原湯地区③	変位杭	KY-T11
川原湯地区③	変位杭	KY-T12
小倉地区①	変位杭	OG-T1
小倉地区①	変位杭	OG-T2
小倉地区①	変位杭	OG-T3
東中村地区①	変位杭	HN-T1
東中村地区①	変位杭	HN-T2
東中村地区①	変位杭	HN-T3
横壁地区①	変位杭	YK-T1
横壁地区①	変位杭	YK-T2
横壁地区②	変位杭	YK-T3
川原畑地区①	変位杭	KB-T1
川原畑地区①	変位杭	KB-T2

2.3.3. 観測体制の移行

地すべり等斜面、代替地の観測体制は、試験湛水時の監視体制の移行基準等を参考に、基準値を超過した場合に観測頻度を増やすなどの対応を計画としていたが、本業務における観測の結果、基準値の超過は認められず観測体制の変更は生じなかった。

2.4. 観測精度管理

2.4.1. 地下水位計

地下水位計（半自動）は、データログに蓄積された地下水位データの妥当性を確認するため、データ回収時に手ばかりで地下水位観測を行い、地下水位計（半自動）と手ばかりの観測値の水位差を整理した。整理結果は巻末資料に添付した。

2.4.2. 孔内傾斜計

孔内傾斜計の観測データの精度管理表を巻末資料に整理した。孔内傾斜計の固有誤差（計測値の標準偏差）が、孔内傾斜計マニュアルによる基準値内にあるか確認を行った。