

## 資料- 3

### 法面掘削工事の安全管理に関する施工提案書見本

法面掘削工事の安全管理に関する施工提案書を書く際の、見本として使っていただくようにしたい。見本は詳細にしているので、現場の状況に応じて、変更して使って欲しい。

資料- 3 法面掘削工事の安全管理に関する施工提案書見本

一般県道 号 線 地区  
道路法面对策工事に伴う安全管理計測

計 画 書

平成 21 年 月

株式会社 建設

株式会社 地質コンサルタント

目 次

- 1 . 計画概要
- 2 . 対象法面、工事の概要と計測計画
- 3 . 安全管理レベル判定
- 4 . 計測計画
- 5 . 計測システム計画
  - 5 - 1 システム構築の基本方針
  - 5 - 2 導入システムの概要と特徴
  - 5 - 3 各観測方法について
- 6 . 安全管理基準と体制
  - 6 - 1 安全管理基準
  - 6 - 2 安全管理体制

## 1. 計画概要

### (1) 計画場所

市 町 地区 一般県道 号 線

### (2) 目的

本計画は、市 町 地区 一般県道 号 線の道路法面对策工事に際して、工事期間中の斜面災害に対する道路通行者（第三者）および工事作業員の安全を確保することを目的に各種計測機器を設置し、安全監視体制を構築するものである。

### (3) 計画数量

- ・ 伸縮計設置（データ収録、警報機能付き） 1 箇所
- ・ 地盤傾斜計設置（データ収録、警報機能付き） 1 箇所
- ・ 雨量計設置（データ記録機能付） 1 箇所
- ・ 警報装置設置 1 式
- ・ 各種計器による観測 1 式
- ・ データとりまとめ 1 式

### (4) 計画作成者

株式会社 地質コンサルタント

住所： 市 町 1-2-3 TEL：012-234-5678

担当技術者： 太郎、 一郎

### 【解説】

- ・ 計画数量に示した各種計器については、過去データから今後の挙動を類推するためのデータ収録機能と、測定データが基準値以上になった場合に外部警報装置との連動を含めた警報を発令する機能を有する計器導入を基本とする。
- ・ 一般的には、データ収録のみ自動で、データ回収は手動で行う、半自動計測タイプを導入すればよい。
- ・ ただし、現場が現場事務所から遠く離れていたり、データ回収作業の人手がない、あるいは交通量が多く、万が一を想定して工事関係者間でタイムリーにデータを共有したいとのニーズがある場合は、初期段階からデータ送信も含めた全自動計測タイプ（有線、無線問わずデータ送信機能付き）の計器導入が望ましい。

## 2. 対象法面、工事の概要と計測計画

対象法面の概況は、「一般県道 号 線 町 地区 地質調査報告書」によれば、以下のとおりである。(図2 - 1 参照)

- ・ 法面の地質は、第三紀泥岩、シルト岩の互層で、法面上方から道路に向かって約 35° 前後の「流れ盤構造」となっている。
- ・ 対象法面は、昭和 40 年代の道路改良工事の際に切土され、のり面下方に重力式擁壁、のり面上方に吹き付けコンクリートが施された。
- ・ 平成 年夏の集中豪雨の影響で地すべりが発生した。地すべりの規模は幅 30m、高さ 35m、すべり面深さ 5m である。泥岩中の風化層理面をすべり面としている。
- ・ 地すべりの影響で擁壁が道路側に傾斜し、吹き付けコンクリート面に亀裂が発生している。法面上方の地盤には地すべりに起因した段差 (30~50cm 程度) が認められる。これは地すべり頭部の滑落崖と考えられる。
- ・ 過去の地すべり変位は、昨年度まで実施している地すべり頭部の伸縮計測定結果で 10mm/年程度であり、現在小康状態である。

道路法面对策工事では、片側交互通行による交通の確保を行ったうえで、次のような工種が予定されている。

- ・ 既設吹き付けコンクリート撤去工 + 切土工 + グラウンドアンカー工 (逆巻き)
- ・ 既設擁壁撤去工
- ・ 新設擁壁工
- ・ 仮設防護柵設置工

### 3. 安全管理レベル判定

現地法面を「安全管理レベル判定ガイドライン（全国地質調査業協会）に従い、安全管理レベル判定を行った。別紙表1は本法面の安全管理レベルチェックシートである。

チェックシートの得点が63点となっており、現地の状況と合わせて考えて、レベルAの管理が必要であると判断した。

#### 現地の警報：データ回収は手動の半自動計測システム

コメントは基本的に不要である。

#### 現地の警報 + 関係者データ共有：データ回収を自動化の全自動計測システム

また、現地は供用中の道路であり、法面掘削工事中に崩壊が発生すると供用中の通行車輛に大きな被害が及ぶことが考えられた。したがって、レベルAAの計測結果を関係者で共有できるようにして、かつ伸縮計の移動量が基準値を超えた場合、関係者の携帯電話にメール通報ができるようにした。

### 4. 計測計画

上記工事中に地すべりが再発することが懸念されることから、図2-1に示す位置において、地すべりの動きを把握し、道路利用者の安全確保ならびに工事関係者の警戒・避難のため、以下の計測を行うこととする。

伸縮計による地すべり変位計測：

法面上方の地すべり頭部の滑落崖に伸縮計1箇所を設置し、地すべりの滑落の兆候を把握する。一方、新設擁壁工の床掘り時に局所崩壊の可能性があることから、グラウンドアンカー施工後に伸縮計を擁壁工上部の法面に適宜移設・転用する。

傾斜計による擁壁の傾斜計測：

地すべりによる背面土圧の影響で、道路方向に傾斜している擁壁の傾斜量を常時計測し、擁壁転倒の兆候を把握する。傾斜計は、傾斜が著しい擁壁（1箇所）に設置する。

雨量計による雨量観測：

地すべりの動きと降雨の関係を把握し、道路通行規制や施工安全管理の目安に用いる。雨量計の設置箇所は、斜面付近樹木直下を避け、上空が開けた箇所とする。

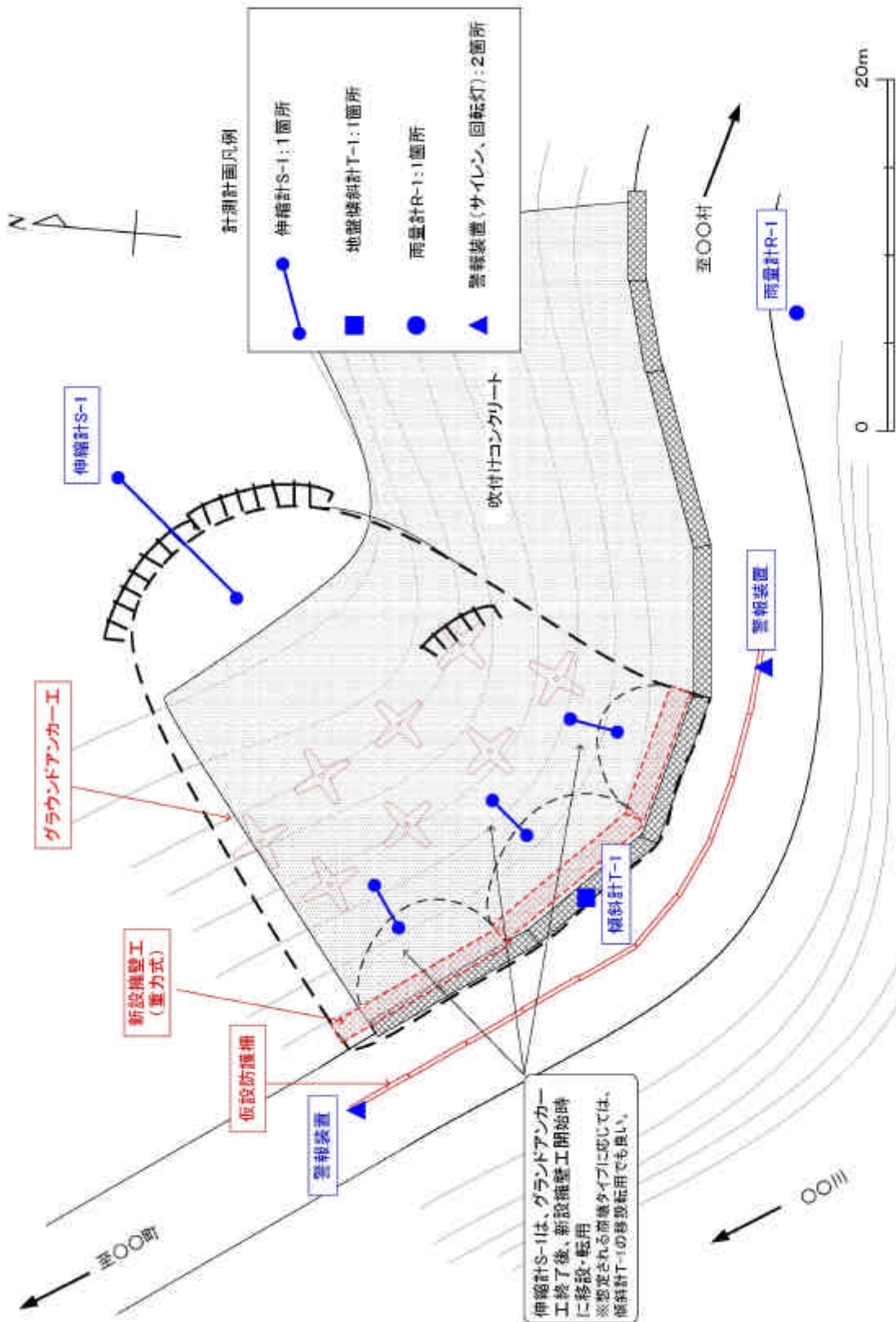


図2-2 工事区域の計測計画平面図

## 5 . 計測システム計画

### 緊急性が低い場合の計画例：データ回収は手動の半自動計測システム

#### 5 - 1 システム構築の基本方針

安全監視体制に資するための計測システムを構築するにあたり、基本方針を以下に示す。

- ・再発の危険性の高い地すべりを対象としていることから、前述した計測項目については、週に1回はデータ回収を行い、速やかにグラフなどに整理し、地盤の挙動に細心の注意を払うこととする。
- ・地すべりが再発し、崩壊の危険性が高まった際、現地の工事関係者に直ちに警報装置によって警戒・避難情報を通報するものとする。
- ・可能な限りメンテナンスフリーのシステムとする。

#### 5 - 2 導入システムの概要と特徴

上記基本方針に合致する導入システムの概念図を図5 - 1に示す。当該現場に導入するシステムの概要・特徴を以下に示す。

- ・伸縮計、地盤傾斜計および雨量計の各種データは、計測地点に設置したデータロガーに自動収録する。
- ・伸縮計、地盤傾斜計の収録データは、データロガーから外部メモリーなどで回収し、表計算ソフトなどでグラフ化する。
- ・伸縮計、地盤傾斜計には変位・傾斜の基準値が設定でき、基準値以上の値が認められた場合は、瞬時に自動的に警報装置に信号を送り、警報装置が起動する。
- ・電源は、消費電力が大きい警報装置以外は全てバッテリー（DC12V）とする。

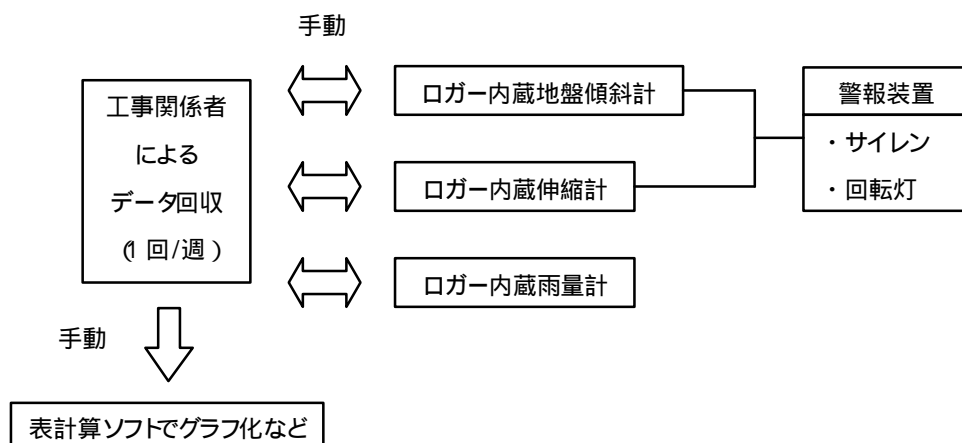


図5 - 1 導入システムの概念図例(半自動観測)



**緊急性の高い場合の計画例：データ回収を自動化の全自動計測システム**

5 - 1 システム構築の基本方針

安全監視体制に資するための計測システムを構築するにあたり、基本方針を以下に示す。

- ・地すべりの再発の危険性の高く、災害時の影響が多大であることから、前述した計測項目については、全て自動化し、極力リアルタイム的な監視が行えるようにする。
- ・計測項目全てについて、数値データや検知情報が、工事関係者間で共有できるシステムとする。
- ・地すべりが再発し、崩壊の危険性が高まった際、現地の工事関係者に警戒・避難情報を通報するとともに、遠隔地の工事関係者にも同じ情報が伝わるものとする。
- ・各種観測項目のデータ変化に応じて、測定頻度設定変更の自由度が効くような機構とする。
- ・可能な限りメンテナンスフリーのシステムとする。

5 - 2 導入システムの概要と特徴

上記基本方針に合致する導入システム（インターネットを利用した自動計測システム）の概念図を図5 - 1に示す。当該現場に導入するシステムの概要と主な特徴を以下に示す。

- ・伸縮計、地盤傾斜計および雨量計の各種データは、計測地点に設置したデータロガーに自動収録する。
- ・収録データおよび変位等の検知情報は、定期あるいは不定期（異常検知時など）に、無線通信を利用し、インターネットデータセンターのサーバーに自動送信する。
- ・データセンターのサーバーに蓄積した各種データあるいは異常検知時の情報は、インターネットを通じて、インターネット閲覧機能を有するパソコン画面上（あるいは同機能を有する携帯端末）に数値一覧あるいはグラフとして表示する。
- ・各種データが基準値を超過した場合の警戒・避難情報や変位検知情報について、インターネットを通じ、工事関係者にEメールで自動通報する。
- ・崩壊発生は、瞬時に現場関係者に伝える必要があることから、伸縮計や傾斜計の検知により起動する警報装置（回転灯とサイレン）を設置する。
- ・電源は、消費電力が大きい警報装置以外は全てバッテリー（DC12V）とする。

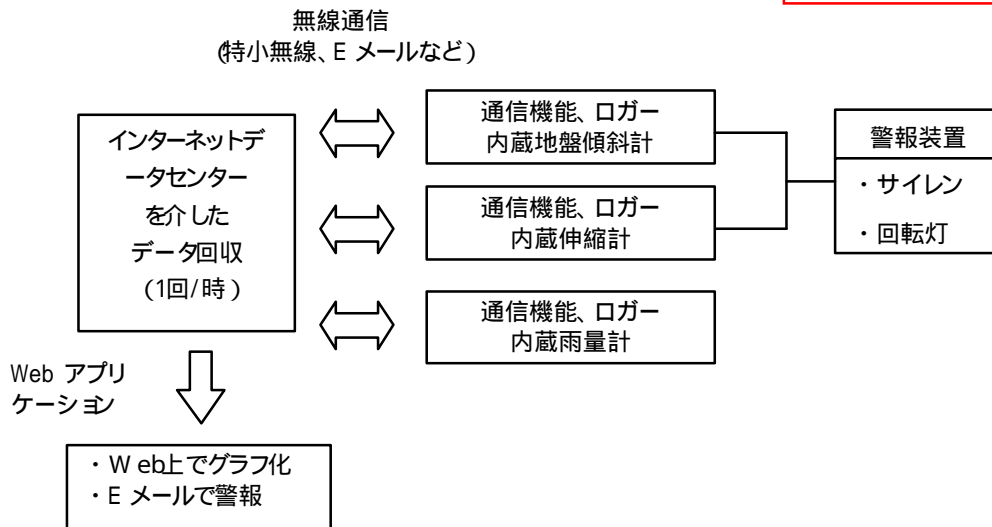


図5 - 1 導入システムの概念図例（全自動計測）

【解説】

- ・ データ収録方法については、本文で示したロガー内蔵型計測器の他、複数の計測器データを収録可能な**多チャンネル型ロガー**を導入する方法もある。計測器～ロガー間を**ケーブル（有線）で結ぶ方式を導入する場合は、ケーブルを介して計器にダメージを与える誘導雷対策**（光ファイバーによる通信、耐雷装置などの導入）を確実に行う必要がある。最近、計測器～ロガー間を無線通信で結ぶ製品も販売されているので、計測条件とコストを踏まえ、どのタイプを導入するかを検討することが望ましい。
- ・ データの自動回収方法は、導入のしやすさから**通信機能付ロガー**の採用が挙げられる。通信方式には、**既設の通信回線（光ファイバーなど）やNTT回線といった有線方式**、あるいは**携帯電話会社の無線パケット通信サービス**を使う方法もある。現場通信条件やコストを踏まえて、最適な通信方式を選定することが望ましい。
- ・ 回収したデータは、緊急性のない場合は表計算ソフトで整理すればよいが、緊急性が高く、データ回収後直ちに発注者や工事関係者に報告する場合、データ整理やグラフ表示まで自動化しておくことが便利といえる。この場合、**データ回収を含めたデータ整理専用ソフトをPCに組み込む方法（スタンドアロン方式）やインターネット閲覧ソフト（ブラウザ）を利用した閲覧方法（Webブラウザ方式）**がある。データの共有化の範囲や情報共有の即時性の必要性の有無を踏まえ、現場に即した方式を導入することが望ましい。

5 - 3 各計測方法について

**緊急性の高い場合の計画例：データ回収を自動化の全自動計測システム**

各観測項目の計測方法について、計測目的、使用する計測機器仕様、計測機器設置概要の順に、次ページ以降に示す。

伸縮量計測

地盤傾斜量計測

雨量計測

計測目的

地すべりの動き(変位、伸縮量)を監視することを目的とする。

2. 使用する計測機器、計測方法

地すべりの伸縮量観測に使用する機器は、ロガー機能、データ送信機能、およびセンサー機能が一体化した伸縮計(株製)を採用する。この伸縮計は、地盤の伸び(縮み)をワイヤーの引っ張り(緩み)によるプリー回転に置き換え、回転量測定センサーで伸縮量を測定するものである。伸縮量計測の他、温度の測定も可能である。これらのデータをロガーに収録するとともに、定期あるいはしきい値超過時にデータをEメール送信する。表-1に機器の仕様を示す。また、計測機器の外観を図-1に示す。

表 - 1 伸縮計の主な仕様

MODEL 番号:	(株製)	
センサータイプ	伸縮 :インダクトコーダ、温度 :半導体温度センサー	
測定範囲	傾斜角 :約880mm (周長約220mm x 4回転) エンドレスタイプ、温度 : -10 ~ 50	
測定分解能	伸縮 :約 0.02mm、温度 :0.1	
測定精度	傾斜角 :±0.2%FS、温度 :±0.5	
データメモリ	約 13000 データ分、リチウム電池にてバックアップ約 8 年	
動作電圧	DC10 ~ 12V (外部電源仕様)	
動作温度	-10 ~ 50	
消費電流	測定時	140mA 以下
	通信時	100mA typ.
	スリープ時	130 μA 以下
適応回線	パケット通信回線 (NTTドコモ網専用)	
使用温度範囲	-10 ~ 50 (結露なきこと)	
保護構造	IP53 相当 (ただし風雨等を受けないカバー内に設置することを推奨)	
ケース材質	アルミニウム合金	
外形寸法	100 x 210mm	
重量	約 1.5kgf	



図 - 1 伸縮計の外観

3. 計測機器設置

図 - 2に伸縮計の設置概要を示す。図に示すようにワイヤー（インバー線）保護を目的とした塩ビ管固定のための固定台を設置する。

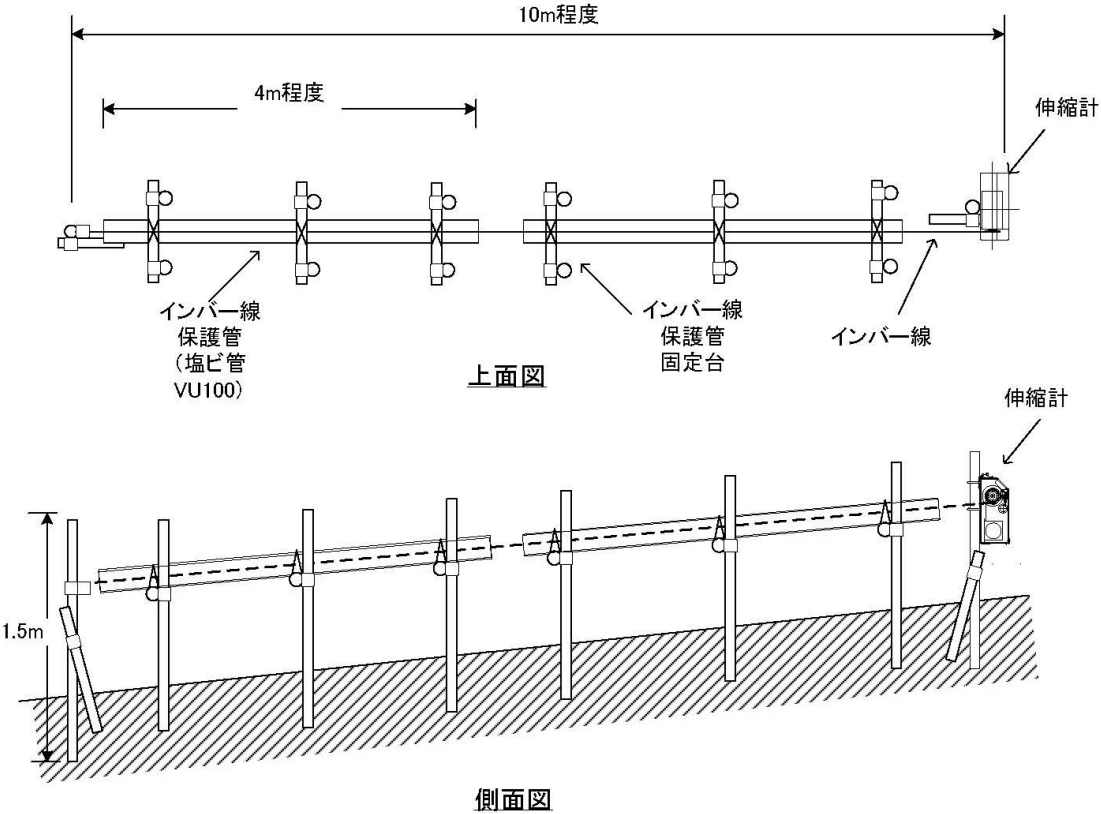


図 - 2 伸縮計の設置概要図

1. 計測目的

擁壁の傾斜を測定することで、擁壁の転倒につながる地すべりの兆候を把握する。

2. 使用する計測機器、計測方法

地盤傾斜量計測に使用する機器は、ロガー機能、データ送信機能、およびセンサ機能が一体化した傾斜計（ 株製 ）を採用する。この傾斜計は、2方向（X成分、Y成分）の傾斜を同時に観測する他、温度の測定も可能である。これらのデータをロガーに収録するとともに、定期あるいはしきい値超過時にデータをEメール送信する。表 - 1に機器の仕様を示す。また、計測機器の外観を図 - 1に示す。

表 - 1 地盤傾斜計の主な仕様

MODEL 番号：		（ 株製 ）
センサータイプ	傾斜：インクリネーションインダクトコーダ、温度：半導体温度センサ	
測定範囲	傾斜角 0 ~ ±7°、温度：-10 ~ 50	
測定分解能	傾斜 約 0.001°、温度 0.1	
測定精度	傾斜角：±1.5%FS、温度：±0.5	
データメモリ	約 13000 データ分、リチウム電池にてバックアップ約 8 年	
動作電圧	DC10 ~ 12V（外部電源仕様）	
動作温度	-10 ~ 50	
消費電流	測定時	140mA 以下
	通信時	100mA typ.
	スリープ時	130 μA 以下
適応回線	パケット通信回線（NTTドコモ網専用）	
使用温度範囲	-10 ~ 50（結露なきこと）	
保護構造	IP53 相当（ただし風雨等を受けないカバー内に設置することを推奨）	
ケース材質	アルミニウム合金	
外形寸法	100 x 210mm	
重量	約 1.5kgf	

計測項目：地盤傾斜量



図 - 1 地盤傾斜計の外観

### 3. 計測機器設置

図 - 3に計測機器の設置概要図を示す。ベースプレートをアンカーボルトで擁壁面に固定する。傾斜計本体はベースプレートに専用金具で固定する。地盤傾斜計は直射日光を避けるため、バッテリーと共にプラスチックケースで覆う

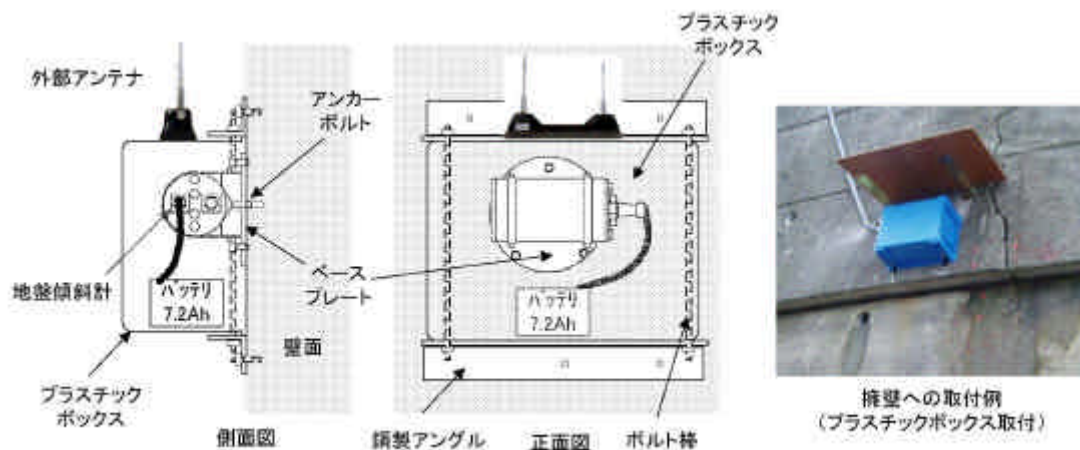


図 - 3 地盤傾斜計設置概要図

1. 計測目的

地すべりの発生誘因である降雨量を測定し、地すべりと降雨（および水位）との関係を把握するために行う。また、降雨時の作業実施 継続の判断材料としての降雨情報を得ることを目的とする。

2. 使用する計測機器、計測方法

雨量計側に使用する機器は、雨量計側に一般的に利用されている転倒ます型雨量計（ 製作所製）を使用する。転倒枳型雨量計のデータ（パルスデータ）の収録と送信には、データロガー機能内蔵のデータ通信ユニット（ 株製）を採用する。このデータ通信ユニットは、転倒ます雨量計からのパルスデータを雨量に換算し、ロガーに収録するとともに、定期あるいはしきい値超過時にデータをEメール送信する。下表にそれぞれの仕様を示す。また、計測計器の概要図を図 - 1に示す。

表 1 転倒ます型雨量計の主な仕様一覧

MODEL 番号：	（ 製作所製）
受水口径	200mm
1 転倒雨量	0.5mm
精度	± 3%以内
出力	0.5mm/パルス（無電圧 a 接点）
接点時間	0.1 ~ 0.18 秒（気象庁検定規格）

表 2 雨量計用ロガー内蔵データ通信ユニットの主な仕様一覧

MODEL 番号：	（ 株製）	
接続雨量計	転倒ます型雨量計	
雨量表示単位	1 転倒 0.5 又は 1.0mm 単位で設定可能、デフォルトは 0.5mm	
最大測定雨量	4095mm (1mm/ 転倒ますを使用した場合で測定時間間隔の間)	
データメモリ	約 13000 データ分、リチウム電池にてバックアップ約 8 年	
動作電源電圧	8V ~ 14V (標準は 12V バッテリー を使用)	
消費電流	測定時	60mA 以下 (12V動作時)
	通信時	100mA typ. (12V動作時)
	スリープ時	12V 130 $\mu$ A 以下
適応回線	パケット通信回線 (NTTドコモ網専用)	
使用温度範囲	-10 ~ 50 (結露なきこと)	
保護構造	IP40 相当 (屋内又はボックス内に設置するものとする)	
ケース材質	本体 :アクリル変形塩ビ (PVC)	
外形寸法	本体 220(W) × 120(H) × 50(D)	
重量	本体 約 0.6kg	



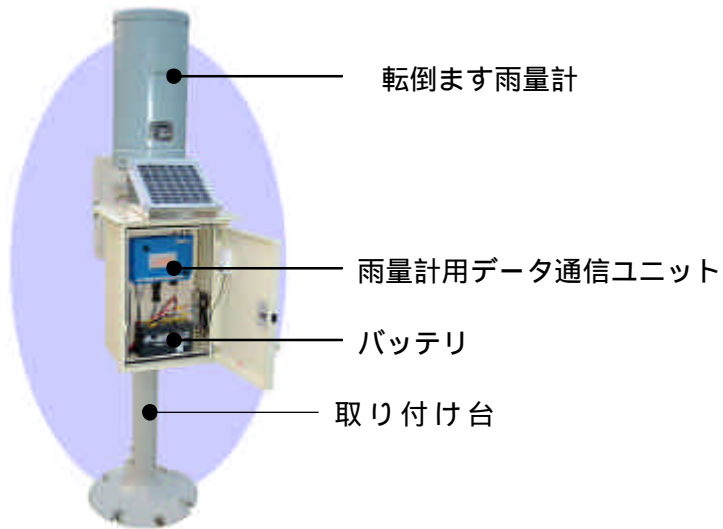


図 - 1 雨量計の外観

### 3. 計測機器設置

計測機器の設置は次の通りである。

- ・ 設置箇所は、周囲上空 (45 度範囲内 )に障害物がない場所を選ぶ。
- ・ 設置箇所を平坦に整形するとともに、コンクリート柵にモルタルを流し込んだコンクリート基礎を設置する。コンクリートが固まる前に固定用ボルトを配置する。
- ・ 取り付け台を基礎面に設置し、ボルトにナットで固定する。

## 6. 安全管理基準と体制

計測データの安全管理上の意味を持たせるため、あらかじめ管理上の目安（基準値）を定めておく必要がある。そして、この目安を踏まえ、異常値確認時にどのような体制を取るべきかを事前に決めておくことが必要かつ重要といえる。ここでは、既往研究成果に基づいて、工事中及び平常時の「注意体制」および「警戒体制」の2段階の安全管理基準値を設定する。

### 6 - 1 安全管理基準

#### (1) 伸縮計による管理基準値

地すべりや斜面崩壊のクリープ的挙動に着目した斉藤迪孝の実証的研究成果より、地すべりや斜面崩壊の警戒レベルとして、表6 - 1の指標が示されている。

表6 - 1 歪み速度からの直感的判断（斉藤迪孝(1992)）

$10^{-7}/\text{min}$ 以下	日常変化
$10^{-7}/\text{min}$ 以上	いちおう要注意
$10^{-6}/\text{min}$ 以上	要警戒
$10^{-5}/\text{min}$ 以上	嚴重警戒、崩壊覚悟

ここで、表6 - 1のいちおう要注意レベルを注意体制の安全基準値に、要警戒レベルを警戒体制の安全基準値に、それぞれ適用する。

上記を踏まえ、伸縮計のインバー線長を10m（10,000mm）とした場合、歪み速度  $10^{-7}$  レベル（いちおう要注意レベル）の変位速度は次のとおり。

$$\underline{10^{-7} \times 10,000 \times 24 \times 60} \quad 1.4(\text{mm}/\text{日})$$

同様に、歪み速度  $10^{-5}$  レベル（要警戒レベル）の変位速度は次のとおり。

$$\underline{10^{-5} \times 10,000 \times 24 \times 60} \quad 14.4(\text{mm}/\text{日})$$

#### (2) 傾斜計による管理基準値

傾斜計の管理基準値は、菅原紀明による地表面傾斜計を用いた斜面の安定度評価法の提案を参考に、各体制に入る傾斜角速度の基準値を表6 - 2、次のように算出した。ここで、表6 - 2の「崩壊の危険があり、要警戒」を注意体制の安全基準値に、「嚴重警戒、崩壊覚悟」を警戒体制の安全基準値に、それぞれ適用する。

- ・ 注意体制：傾斜角速度  $10^{-4}(\text{rad}/\text{日})$  21(秒/日) 0.006(度/日)
- ・ 警戒体制：傾斜角速度  $10^{-3}(\text{rad}/\text{日})$  3.4(分/日) 0.06(度/日)

表 6 - 2 傾斜角速度と斜面の安定度評価の関係 (菅原紀明(2000))

傾斜角速度 (rad/d)	斜面の安定度評価
$10^{-1}$	緊急避難
$10^{-2}$	嚴重警戒, 崩壊覚悟
$10^{-3}$	崩壊の危険があり, 要警戒
$10^{-4}$	崩壊の可能性をもつ斜面変動
$10^{-5}$	日常斜面変動

以上の検討結果から、管理基準値の例を表 6 - 3 にまとめる。

表 6 - 3 計測結果による管理基準の例

測定器	注意体制	警戒体制
伸縮計	変位速度 1.44mm/日	変位速度 14.4mm/日
傾斜計	傾斜角速度 0.006 度/日	傾斜角速度 0.06 度/日

**【解説】**

- ・ 伸縮計の変位や傾斜計による傾斜角の基準値については、上記の記載例以外にも、旧道路公団などの関係機関により、実際の災害などに基づいた経験的な値が出されている。どの値を採用するかは、現地の法面の崩壊機構や天候、施工条件、安全条件に基づき、最終決定する必要がある。
- ・ 一度決定した管理基準値は、計測結果に基づき、法面の挙動や天候、施工状況や安全条件を踏まえ、適宜見直す必要がある。

## 6 - 2 安全管理体制

注意体制時および警戒体制時の対応内容を表 6 - 4 のとおり提案する。実際に安全管理体制を取る際には、地元自治体や住民の理解を得る必要がある。

表 6 - 4 計測結果による安全管理体制例

体制	行動内容
注意体制	<p>工事を一時中断、作業員は工事区域外に退避。</p> <p>変位・傾斜角速度の累積傾向の有無を確認。また、工事区域周辺の地盤、構造物の変状を目視確認</p> <p>日中は警備員を道路上に配置し、警戒体制になり次第直ちに通行規制が取れるような体制とする。</p> <p>夜間、休日に基準値が超過した場合、全面通行規制、迂回路を指定した上で、 の作業実施</p>
警戒体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工事を中止し、作業員は工事区域外へ退避</li> <li>・ 警戒体制の安全管理基準値を下回り、かつ速度値の累積傾向が認められなくなるまで、昼夜道路を全面通行規制</li> </ul>

### 【解説】

- ・ 安全管理体制の内容は、厳しすぎると地域社会に過度な負担を強いることになる一方で、甘くなると人命に大きな影響を与えかねない。そのため、慎重に決める必要がある。
- ・ 刻一刻と変わる法面の挙動や天候、施工状況や安全条件を踏まえた危険回避の手段を、行動内容の中に適宜盛り込む必要がある。

### < 参考文献 >

#### ・ 伸縮計

齊藤迪孝(1992)：実証土質工学, pp153-160, 技報堂出版（他に引用多数）

#### ・ 傾斜計

菅原紀明(2000)：地表面傾斜計を用いた岩盤斜面の安定度評価法の提案：応用技術年報, pp87-101