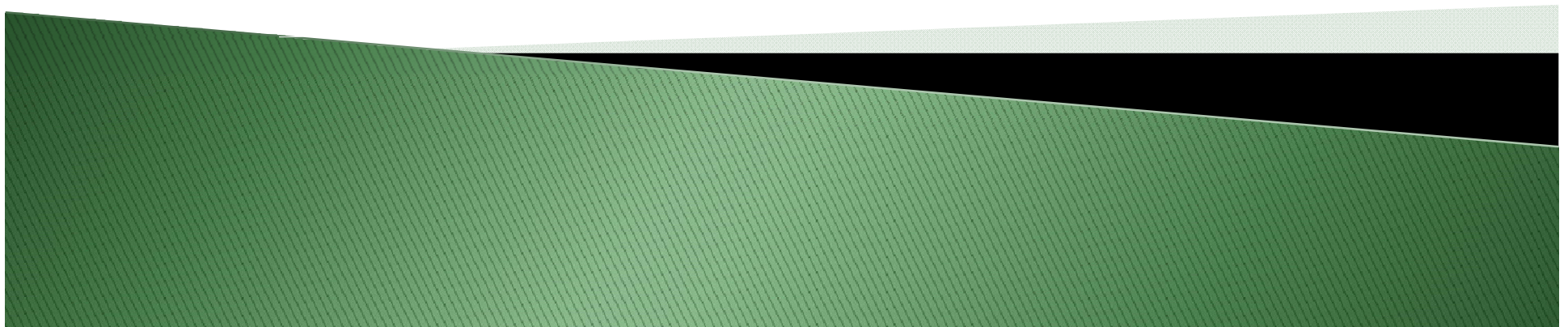


# 軟弱地盤対策工 動態観測システム



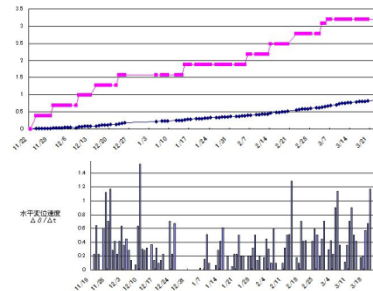
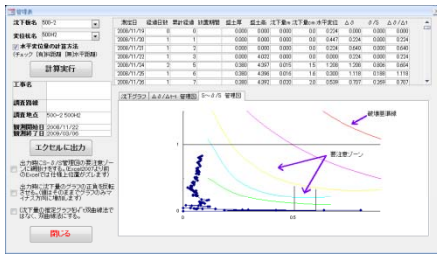
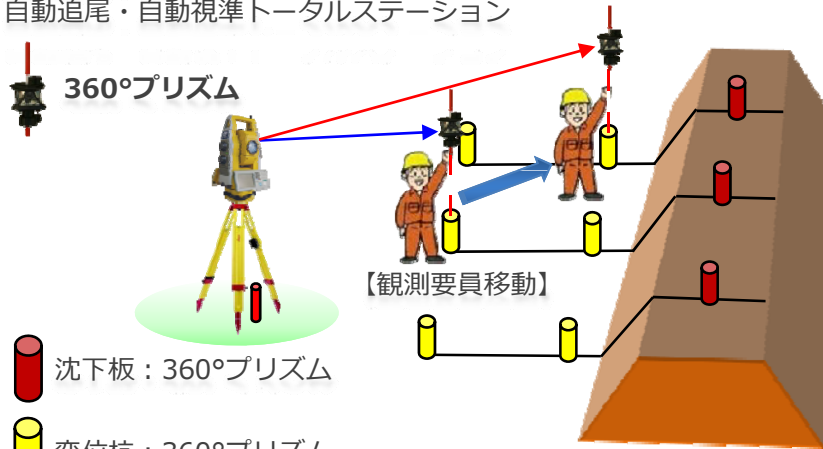
# 品質管理に関する技術的所見

## 路体盛土・路床盛土における盛土材料の品質管理および盛土の施工管理

当該工区は軟弱地盤地であることが想定されます。  
盛土の品質管理の一環としてトータルステーションを用いた動態観測の提案が可能と  
思われます。

### 360°プリズムによる動態観測手法

観測要員：1名  
自動追尾・自動視準トータルステーション



### 軟弱地盤対策工管理システム

### 軟弱地盤動態観測システムとは？

自動追尾・自動視準トータルステーションを用いることで沈下板・変位杭のワンマン観測を実現し、観測時に取得したデータ（sima形式）を直接パソコンに取り込み専用ソフトウェアにて安定管理帳票を出力するものです。

### 期待される主な効果

観測、データ取り纏め両面において効率化を図ることが可能となり、**速やかな盛土の挙動把握が可能となります。**

### NETIS登録技術（HK-070014-A）

岩崎はこの動態観測から安定管理帳票取りまとめまでの一連の流れを平成20年1月にNETIS（新技術情報提供システム）に登録いたしました。

### ◆ 盛土の安全性向上及び

盛土の施工スピードに寄与します。

### ◆ 本トータルステーションは動態観測のみならず

様々な測量作業への活用が可能です。

# 泥炭性軟弱地盤の分布図

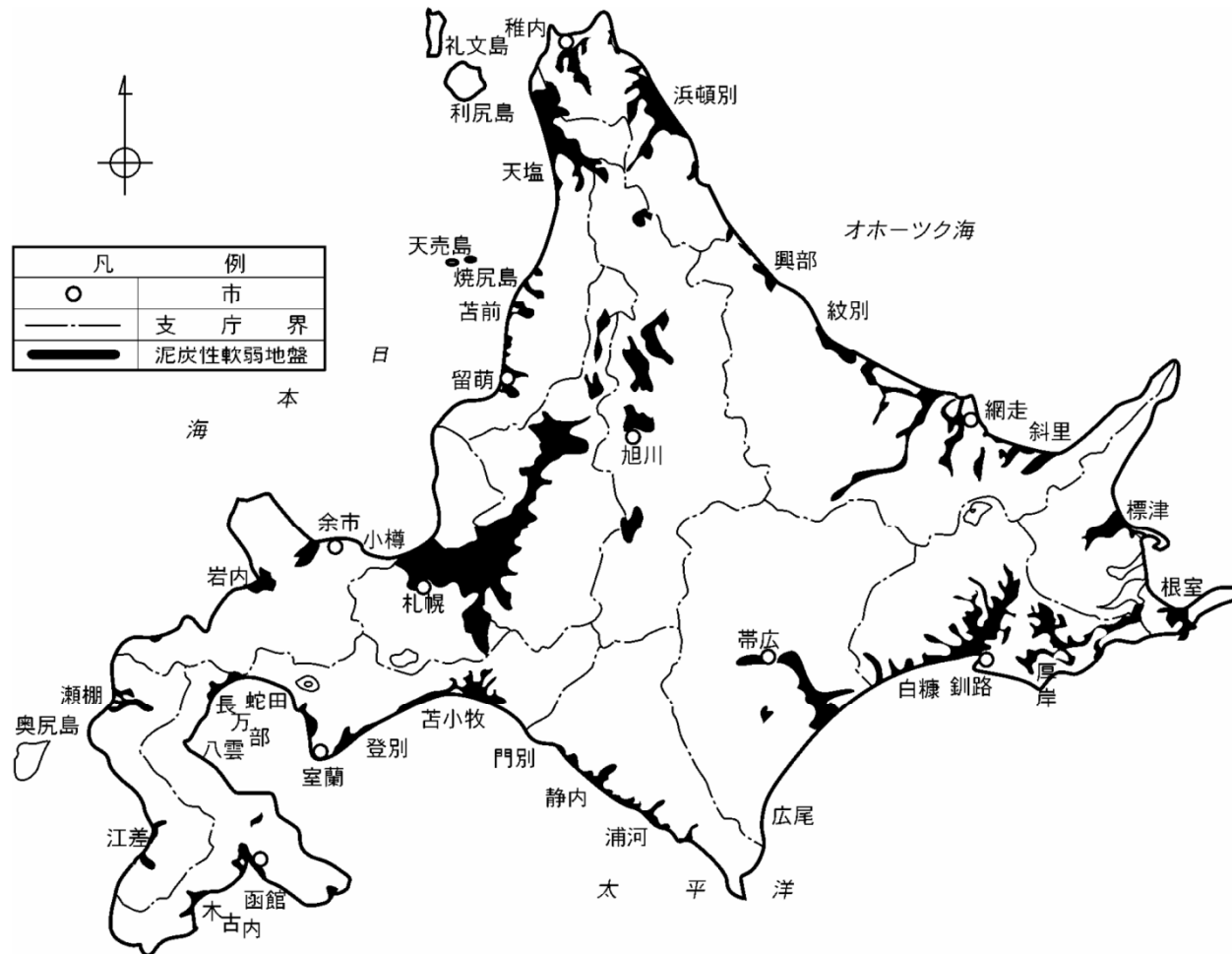
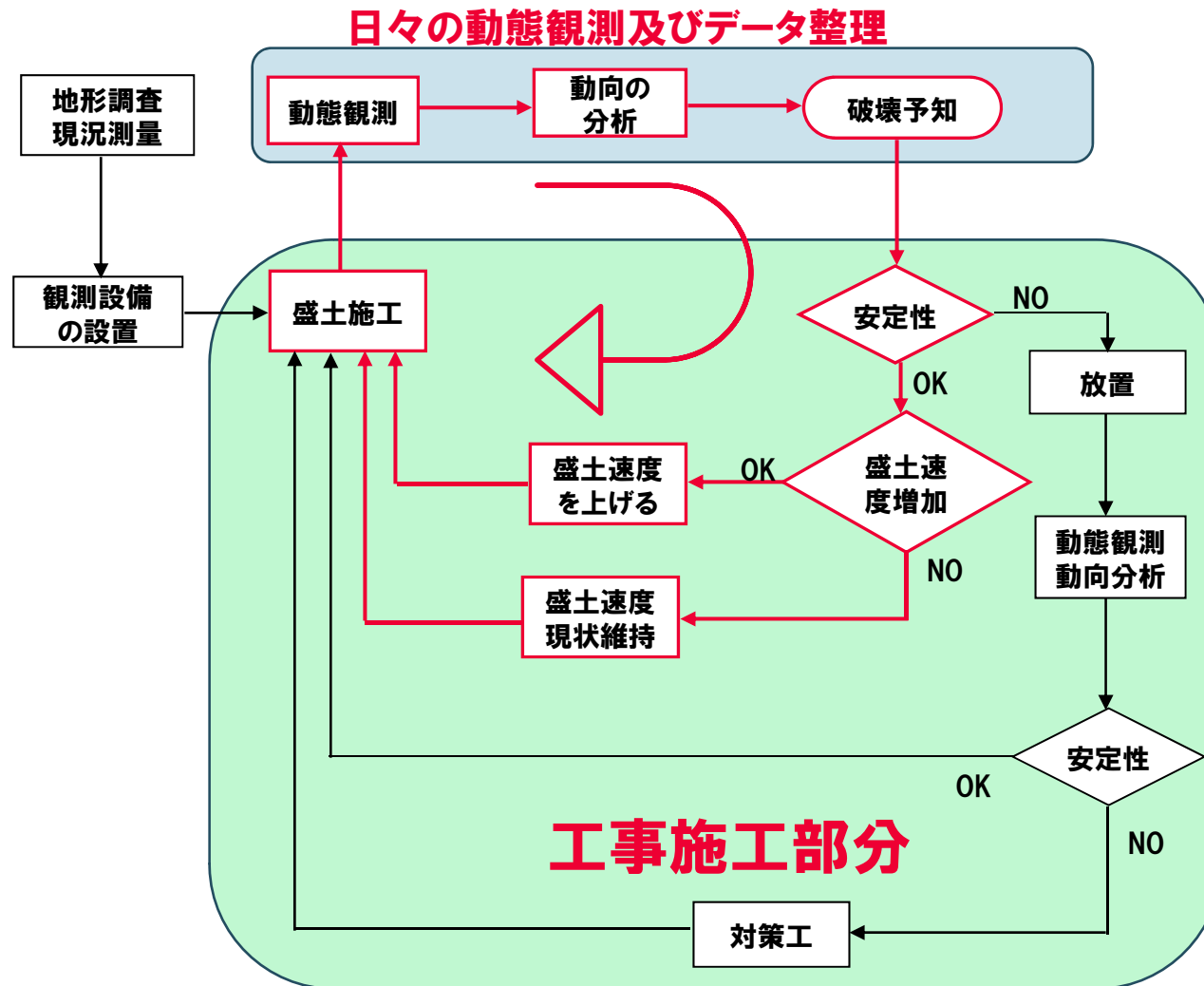


図 1.1 北海道の泥炭性軟弱地盤分布図

独立行政法人 北海道開発土木研究所;泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル,平成14年3月,P.3

# 軟弱地盤地における盛土施工時のフロー



動態観測により得られた安定管理データを元に盛土破壊の危険性の有無を判断し、盛土速度をコントロール。

動態観測及びデータ整理のスピードは盛土の施工スピードに影響を与える重要な管理である。

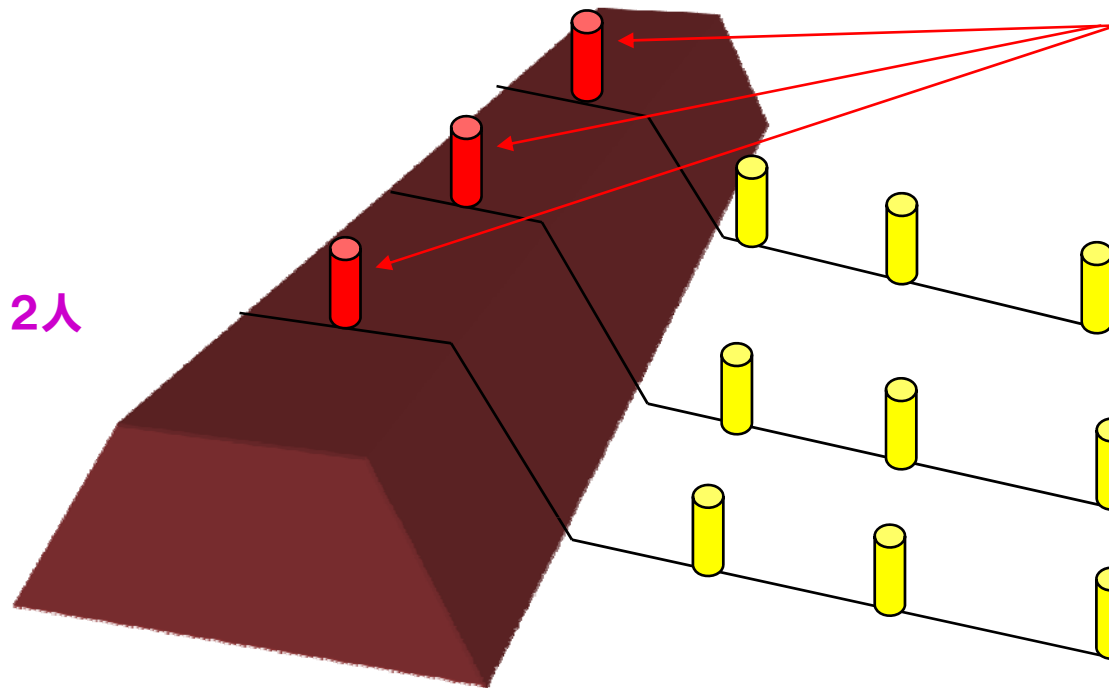
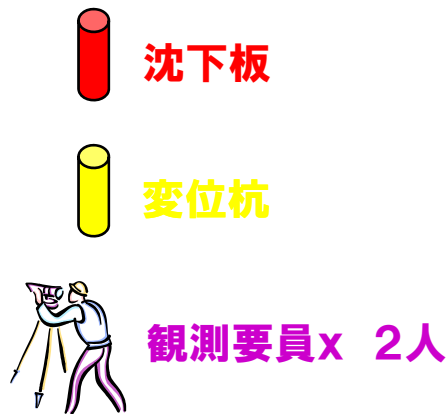
# 観測頻度

動態観測用の計器の測定は、以下の頻度を標準とするが、基礎地盤に変状が生じ始めた事が予想される場合は適宜、監督員と協議して観測頻度の変更を検討する。

	対策 施工中	盛土 期間中	終了後 1ヵ月	1～3ヵ月	3ヵ月～	測定期間
沈下板	1回/日	1回/日	1回/2～3日	1回/週	1回/月	工事期間まで
変位観測杭	1回/日	1回/日	1回/2～3日	—	—	終了後1ヵ月まで

軟弱地盤対策工施工中(真空圧密脱水工、パーティカルドレーン工など)及び盛土施工中は毎日沈下板、変位杭を観測する必要があり、作業所においては観測に要する負担が多であった。

# 従来の観測手法



- ・沈下板観測: レベルを用い最低2名にて観測、また盛土延長が長い工区では数回にわたりレベルのTPが発生していた。
- ・変位杭観測: 光波、スチールテープなどを用い最低2名にて観測、光波を用いた場合は1測線ごとに光波を据え付け、観測する必要があったため、多大な工数を必要とした。
- ・沈下板・変位杭観測: 観測手0.5人工、観測助手0.5人工
- ・安定管理データの整理: 0.5人工

※沈下板: 50点、変位杭50点(従来法実績値)とした場合。



# 従来の動態観測の流れ

## ●沈下板観測

- KBM(仮ベンチ)を毎日盛土天端に設け沈下板観測し、読み値(機械高、観測箇所読み値)を野帳に記入。
- 観測すべき沈下板の設置区間が長い場合はレベルのTP(ターン)が発生していた。

## ●変位杭観測

- 1測線ごとの不動杭に光波を据付け、変位杭を観測し点間距離を野帳に記入していた。

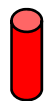
## ●データ整理

- 沈下板の読み値の計算、及び変位杭点間距離をEXCELに入力していた。
- ※出力帳票:実測時間沈下量曲線、 $\Delta\sigma/\Delta t$ 管理図、 $S\sim\sigma/S$ 管理図

従来は動態観測0.5日、データ整理0.5日と丸一日かかる労力の大きい作業であった(沈下板、変位杭計100点規模の場合)。



## 固定プリズムを用いた手法



沈下板



固定プリズム



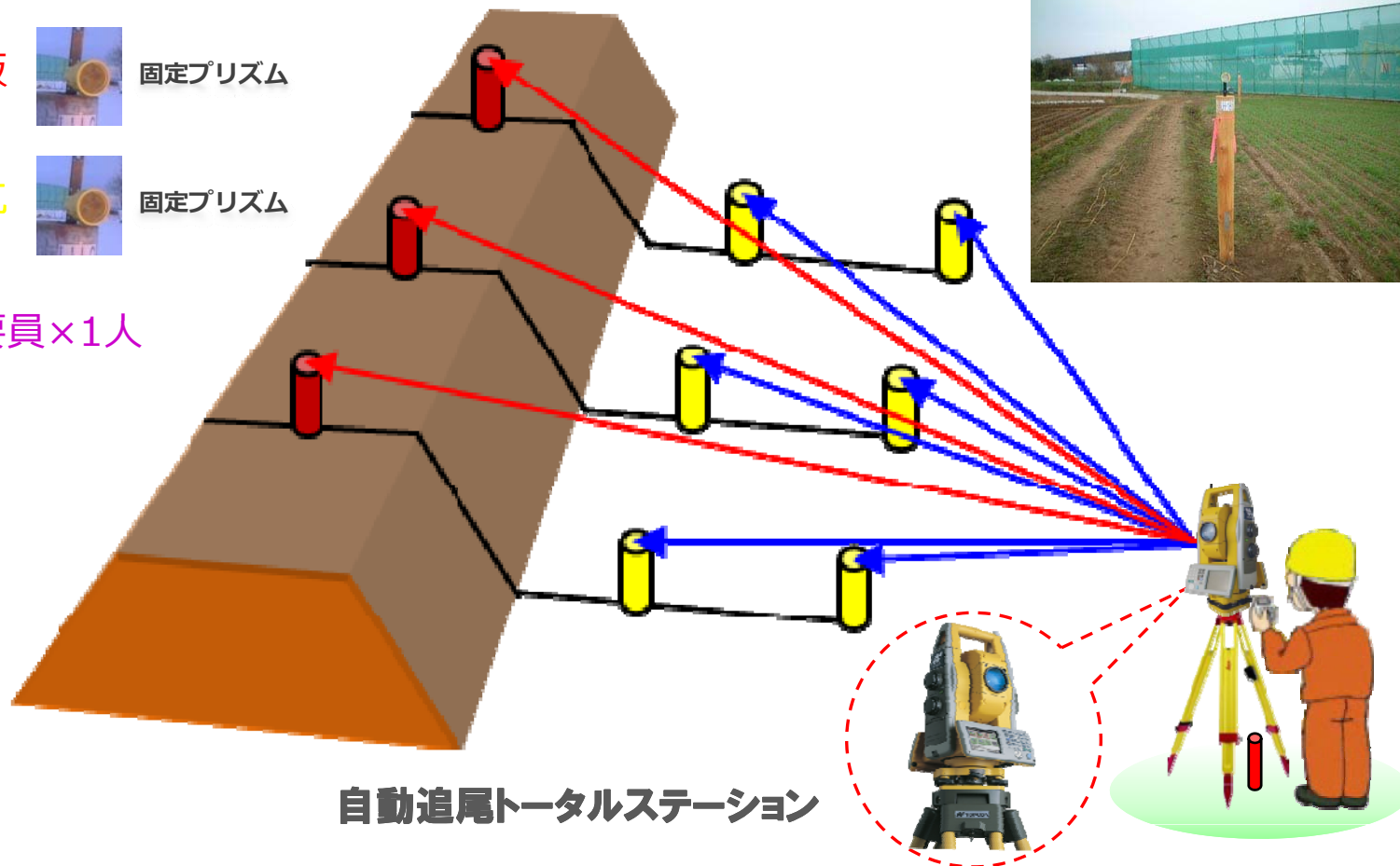
変位杭



固定プリズム



観測要員×1人



自動追尾トータルステーション

- ・ 沈下板観測：定点観測用プリズムを事前に沈下板全箇所を設置する。  
TSの自動視準機能を利用することで、沈下板観測の大幅なスピードアップが望める。
- ・ 変位杭観測：定点観測用プリズムを事前に変位杭全箇所を設置する。  
TSの自動視準機能を利用することで、変位杭観測の大幅なスピードアップが望める。





## 360°プリズムを用いた手法



沈下板



360°プリズム



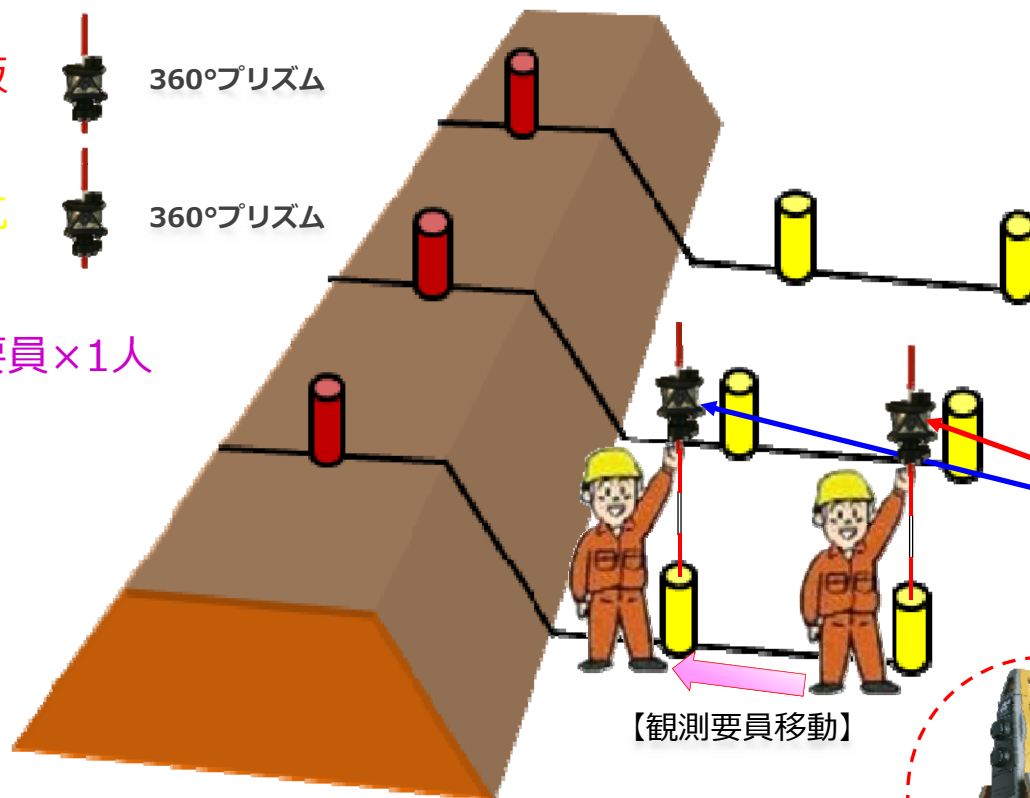
変位杭



360°プリズム

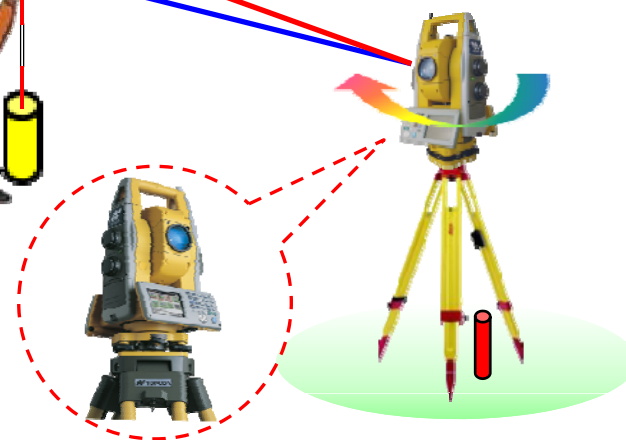


観測要員×1人



【観測要員移動】

自動追尾トータルステーション

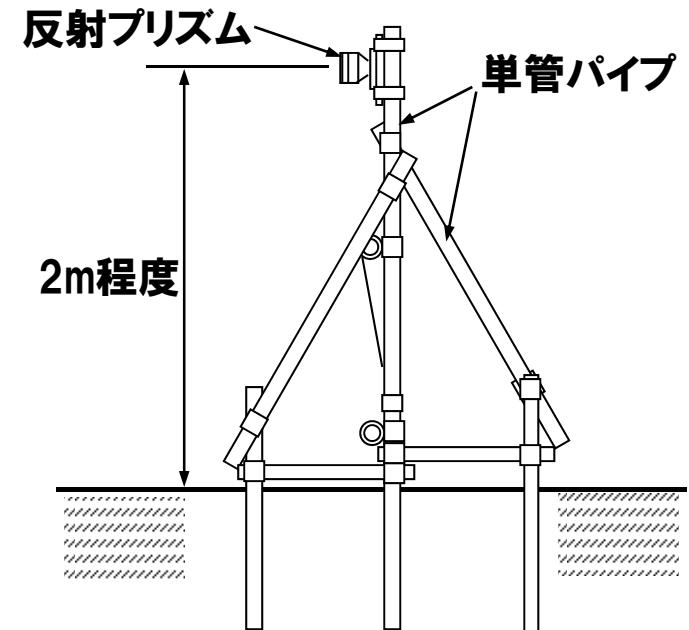


- ・ 沈下板観測：360°プリズムを用い、観測手自ら沈下板近傍に立ちプリズムを据え付ける。TSの自動追尾機能を利用することでワンマン観測を行う。
- ・ 変位杭観測：360°プリズムを用い、観測手自ら変位杭近傍に立ちプリズムを据え付ける。TSの自動追尾機能を利用することでワンマン放射観測を行う。

# 観測例1(バック点)

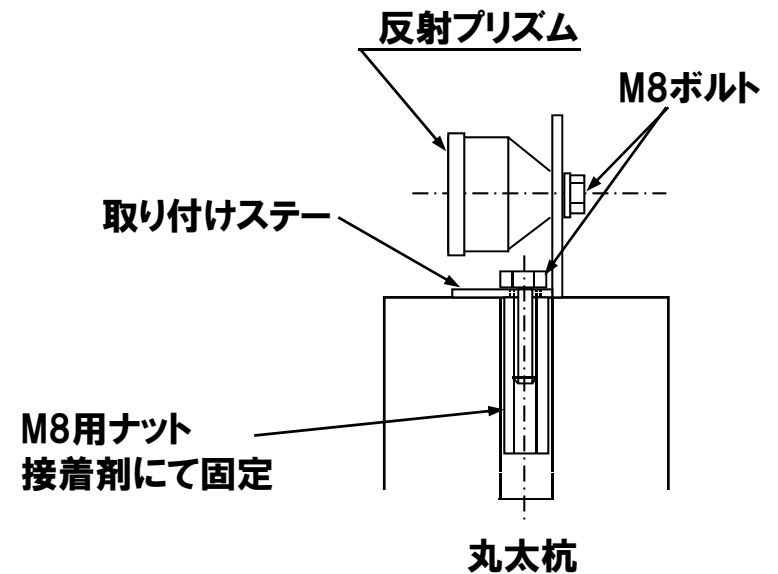
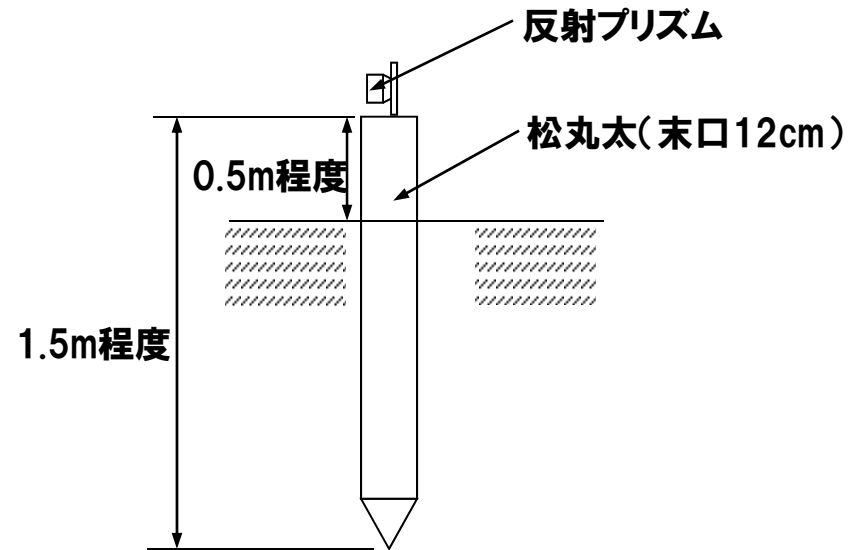


## バック点設置例



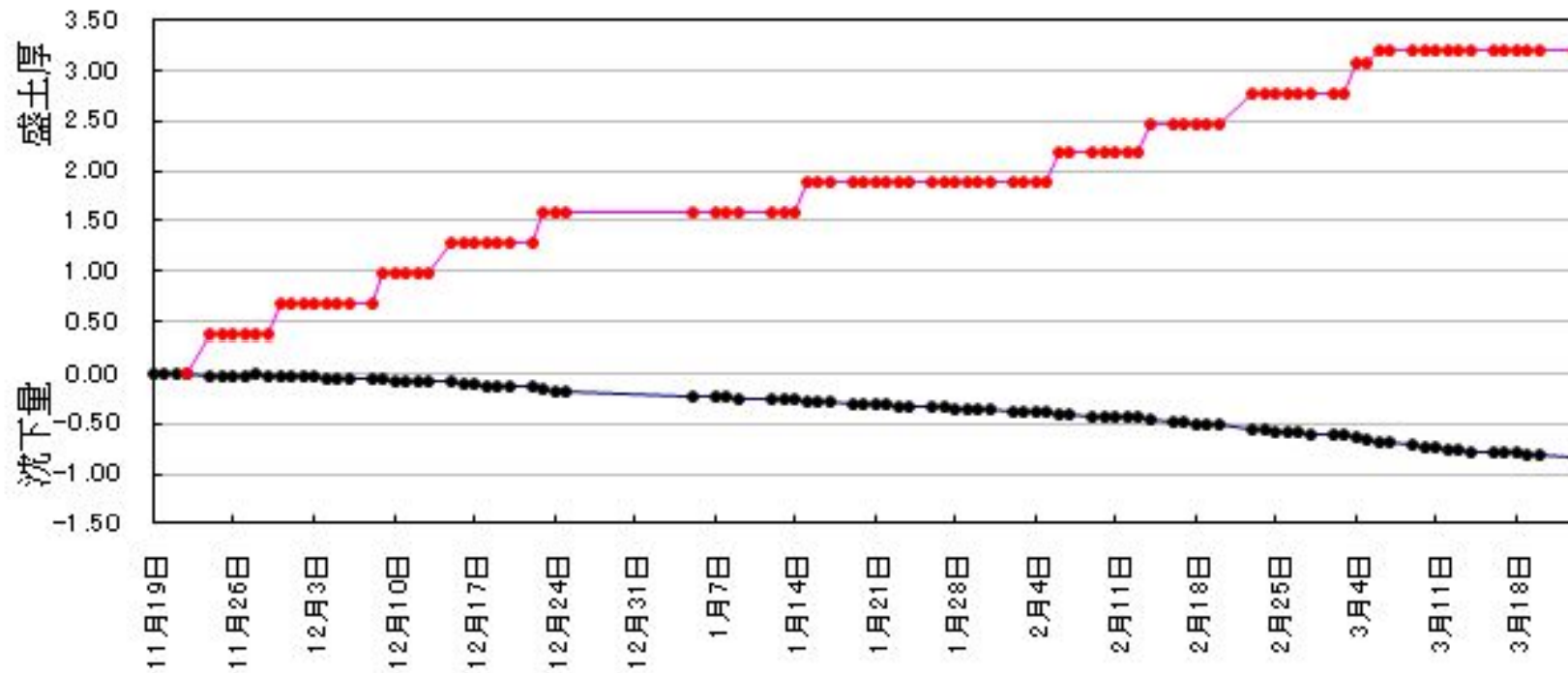
TSの機械点座標の自己補正機能(後方交会法)を利用するため、バック点をL側、R側各々3点設置。冬期観測(積雪)を考慮し、ミラー高をかせいだ事例。

# 観測例2(変位観測点)



# 管理図1

## 実測時間沈下量曲線



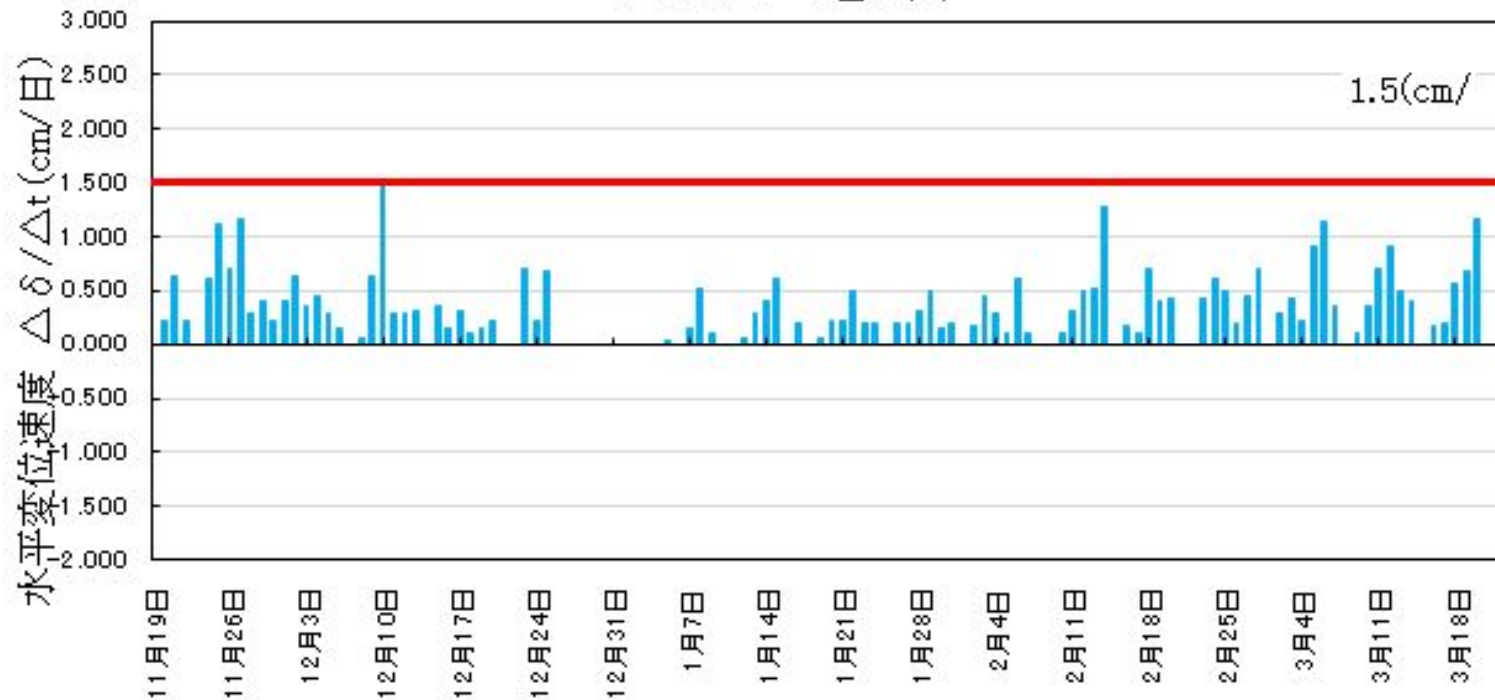
盛土施工厚の増厚に伴い、沈下量が増加する状況を示した曲線。  
沈下板観測データを元に算出。

# 管理図2

## 水平変位量の時間的変位に注目する方法

### 栗原らの方法

$\Delta\delta/\Delta t$ -t 管理図

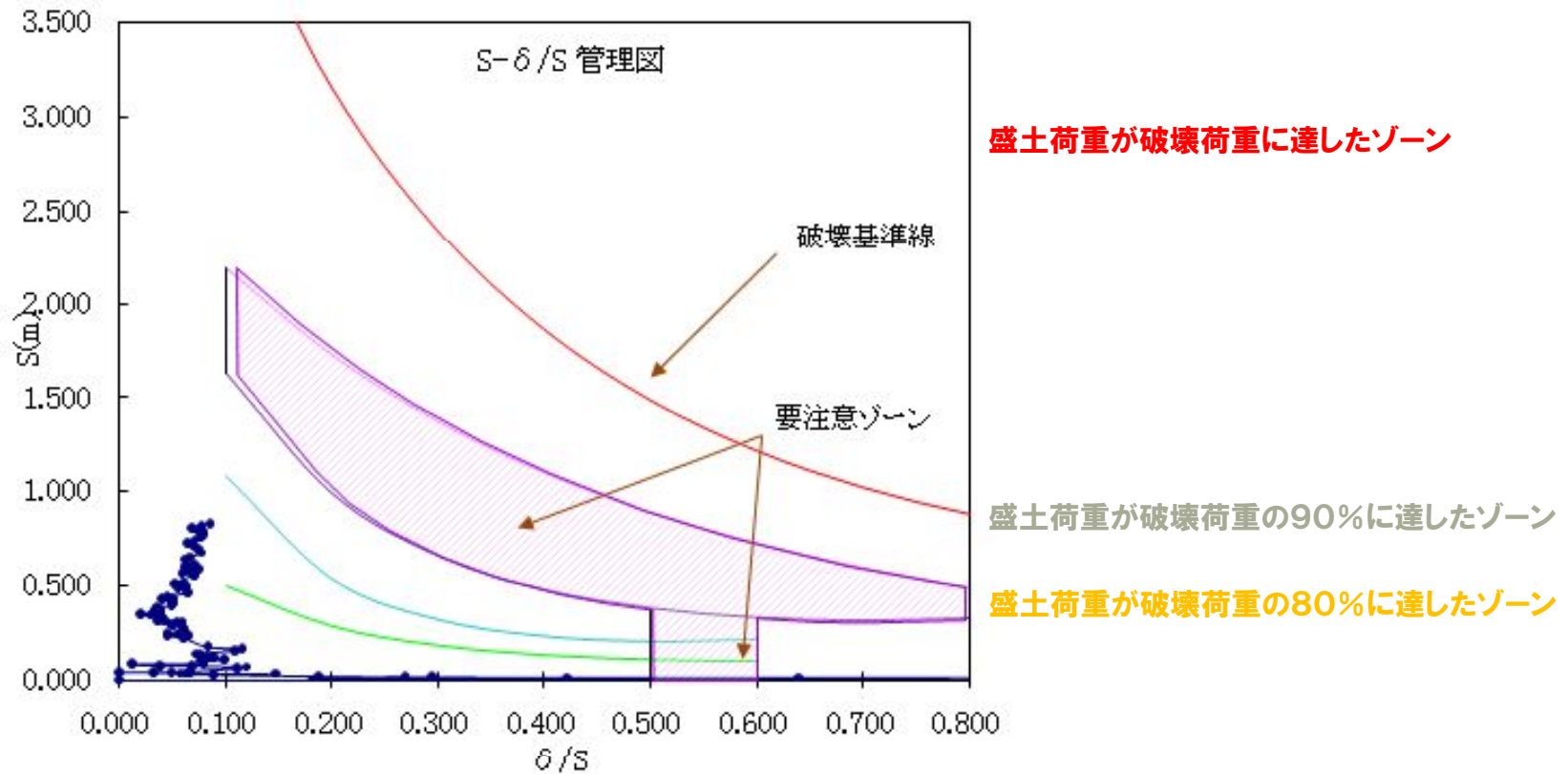


盛土载荷に伴う水平変位速度  $\Delta\sigma/\Delta t$  (cm/日) がある一定値を超えると盛土が不安定、または破壊につながることから、破壊の兆候を把握する定量的な指標。  
 (1.5cm/日)  $\leq$  水平変位速度  $\Delta\sigma/\Delta t$  (cm/日) を要注意ゾーンに設定。  
 変位杭観測値を元に算出。



# 管理図3

## 沈下量 $S$ と水平変位量 $\sigma$ /沈下量 $S$ の関係を用いる方法( $S \sim \sigma/S$ 管理図) 松尾・川村の方法

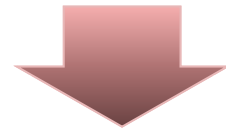


盛土施工に伴い、軌跡が右側に向かうと地盤の水平変位が大きくなり、破壊曲線に近づく。  
逆に軌跡が左側に向かうと安定状態となる。  
沈下板観測値及び変位杭観測値を元に算出。  
要注意ゾーン: 盛土速度を遅くし、慎重に施工する。  
危険ゾーン: 盛土の施工を中止し監督職員と協議する。  
場合によっては盛土の一部を撤去し対策検討を行う。



# 新技術を用いるメリット

- 自動追尾自動視準機能を有するTSを用いることでワンマン観測が可能となる。また安全管理上のメリットも見込める。
- 高い角度精度を有するTSを用いることで変位杭観測において放射観測が可能となり、1測線毎の機械設置作業が減少する。また、上記精度により沈下板観測も可能となる。
- 測量データを直接PCに取り込みデータ整理をすることで記入ミスや記入モレが減少するとともに安定管理データ整理の効率も向上する。



これらの効率化を図ることで盛土の挙動を速やかに把握することが可能となるため、

- 効率的な盛土の実施(施工スピードに寄与)**
- 盛土量の適切な判断による安全性の向上**