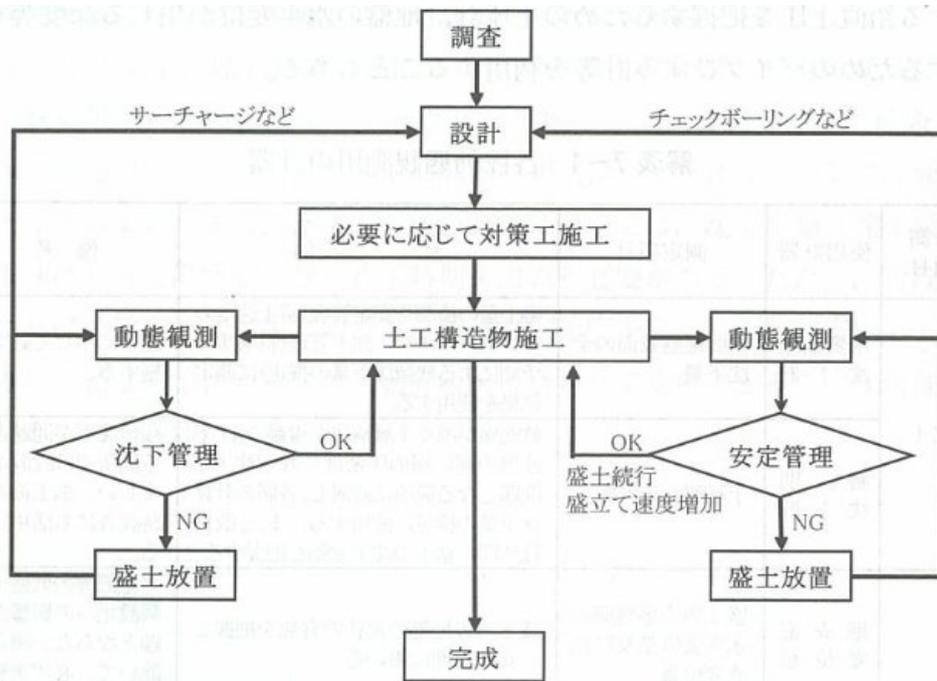


3.7 動態観測計画

(1) 軟弱地盤の動態観測

軟弱地盤における土構造物の施工および軟弱地盤対策工の実施にあたっては、原則として情報化施工を行います。なぜなら、設計時の予測と実際の挙動が一致しないことが少なくなく、予想外の変形が生じたり、破壊が発生してしまうことがあるためです。これは、調査・設計及び施工中に多くの不確定要素が内在していることによります。

このような不確定要素を施工段階で得られる情報によって補い確実に計画構造物を完成させるために、施工時に適切な計測器を配置して得られた動態観測情報に基づいて施工にフィードバックすることを情報化施工といいます。



解図 7-4 軟弱地盤における情報化施工の実施フロー

軟弱地盤における情報化施工の実施フロー

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」より

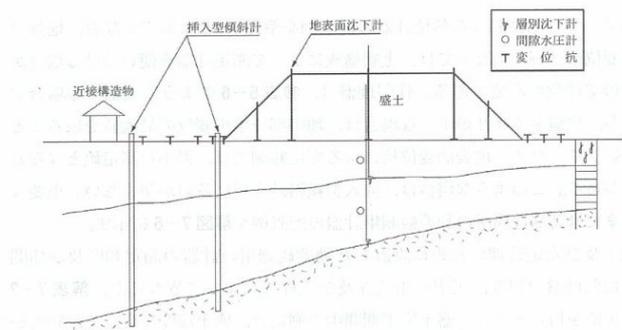
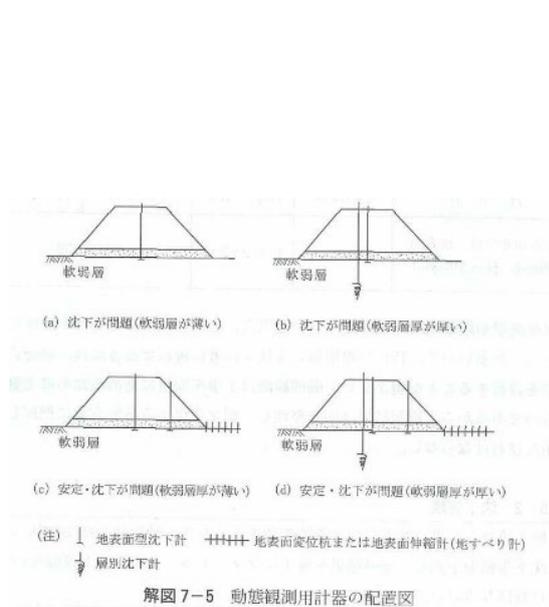
各種動態観測用計器

解表 7-1 各種動態観測用の計器

計測項目	使用計器	測定項目	目的	備考
沈下	地表面型沈下計	軟弱地盤表面の全沈下量	盛土量の検測や安定管理(盛土速度のコントロール)、沈下管理(将来沈下予測による残留沈下量の推定)に測定結果を使用する。	施工に際して必ず実施する。
	層別沈下計	土層別の沈下量	軟弱層が厚く土層構成が複雑で、沈下速度の違い層の圧密度や残留沈下が問題となる箇所に設置し、各層の計算沈下量の検証に使用する。また、改良柱体間の粘土の沈下挙動を把握する。	残留沈下が問題となる箇所では設置が望ましい。施工後の追跡調査にも活用できる。
変位	地表面変位杭	盛土周辺地盤面の水平変位量及び鉛直変位量	盛土周辺地盤の変状の有無を把握して安定管理に用いる。	平地部等の低盛土で隣設地への影響が問題とならない場合を除いて、必ず実施する。
	地表面伸縮計(自記式地すべり計)	盛土周辺地盤面の水平変位量	盛土周辺地盤の変状の量を自動で計測して安定管理に用いる。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
	挿入型傾斜計	盛土周辺地盤の地中水平変位量	安定管理に用いる。盛土の進行に伴う土層別の水平変位量を把握する。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
間隙水圧	間隙水圧計	土層別の間隙水圧	粘土の圧密による強度増加は、圧密度で評価される。沈下量と間隙水圧では間隙水圧の方が遅れる傾向にあり、沈下量と合わせて総合的に圧密度を把握する。	試験施工等、確実な圧密の進行を把握する必要がある場合に実施する。

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」より

観測機器配置および観測頻度の目安

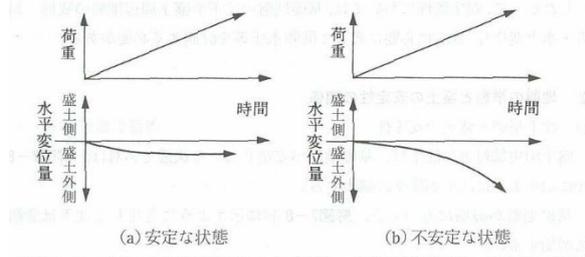


解表 7-2 測定の頻度と期間の目安

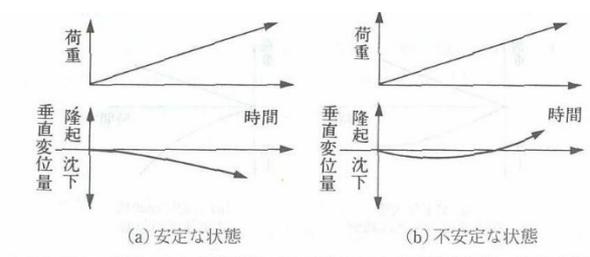
計器の名称	盛土期間中	盛土完了後 1ヶ月まで	盛土完了後 1~3ヶ月まで	3ヶ月以降
沈下計	1回/1日	1回/2~3日	1回/1週	1回/1ヶ月
地表面変位杭、地表面伸縮計、挿入型傾斜計	1回/1日	1回/2~3日	必要の都度	

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」より

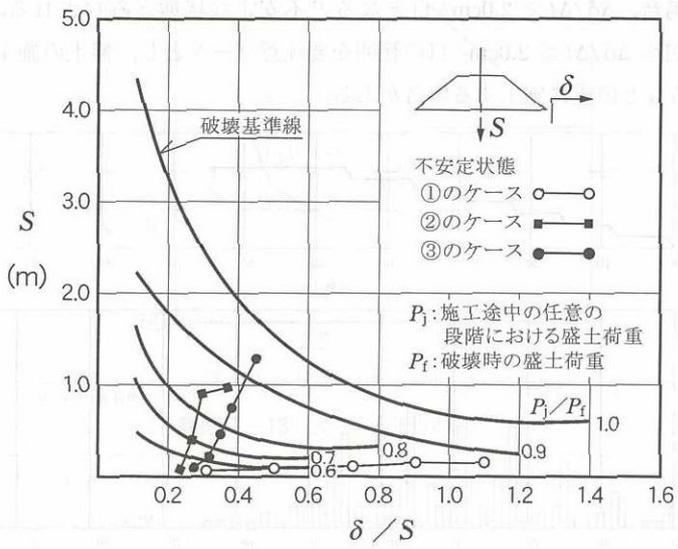
施工時安定性の管理方法例



解図7-9 盛土のり尻周辺地盤の水平変位の変化と基礎地盤の安定性の関係



解図7-10 盛土のり尻周辺地盤の鉛直変位の変化と基礎地盤の安定性の関係

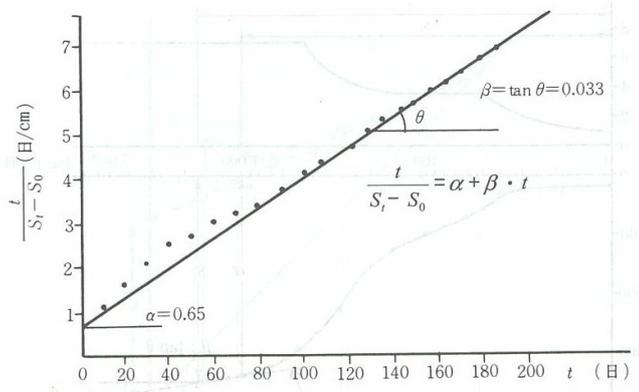


S : 盛土中央沈下量 (cm), δ : のり尻水平変位量 (cm)

解図7-11 S~ δ/S 管理図³⁾

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」より

盛土後の沈下管理方法例



参図7-2 双曲線法におけるパラメータの推定の例

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」より

(2) のり面の動態観測

斜面崩壊が発生、あるいは発生が見込まれるのり面・斜面では、斜面崩壊に対する危機管理や、被災範囲や避難範囲決定、対策検討を目的として動態観測を実施します。

目的1：斜面崩壊の兆候を事前に察知するため ⇒危機管理

目的2：崩壊箇所ボーリング調査※を補足し崩壊・すべりの範囲やすべり発生機構の解明する
⇒被災範囲や避難範囲決定・対策検討

※崩壊箇所でのボーリング調査の目的

→土質地質の把握だけでなく、多目的に活用できる

- 地質情報・・・直接確認できる唯一の方法
- コア採取・・・移動土塊や不動土塊を直接観察、地層構成の把握、土質、岩質、硬軟、含水等直接観察 →すべり面判定 移動土塊・不動土塊判定
- 計測機器の埋設・・・地すべり計測
⇒地中変位計（地中ひずみ計・地中傾斜計） 地下水位計等

動態観測は、適切な場所で適切な機器を設置し、適切な頻度で観測を実施する必要があります。

代表的な観測機器の種類

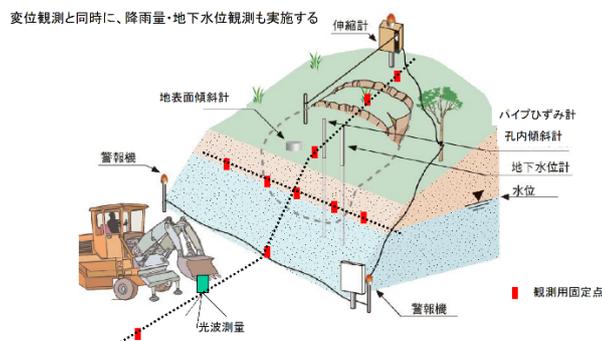
1) 地表面変動計測 ⇒ 地表面の動きを計測

- ①抜き板計測（応急的）
- ②地表面伸縮計観測
- ③固定点観測（光波測距儀による変位測量）

2) 地中変動・その他計測 ⇒ 地中の動きを計測【主にボーリング孔を利用】

- ④地中傾斜計（孔内傾斜計）計測
- ⑤地中ひずみ計（パイプひずみ計）計測
- ⑥地下水位観測

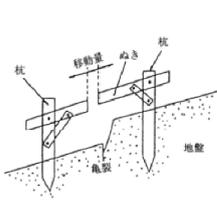
2-3.観測機器の位置



「出展？」

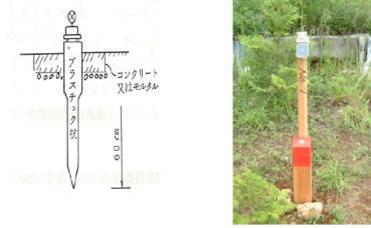
2-4. 抜き板観測

応急的移動量測定—簡易的な移動量測定



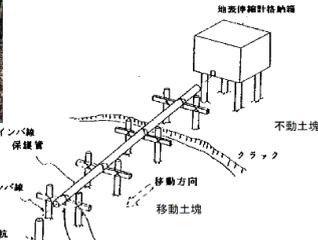
- ・電線を挟んで設置
- ・抜き間の移動量を測定
- ・最近では抜き間に目盛りを設置して測定している

2-6. 固定点観測(光波測距儀)



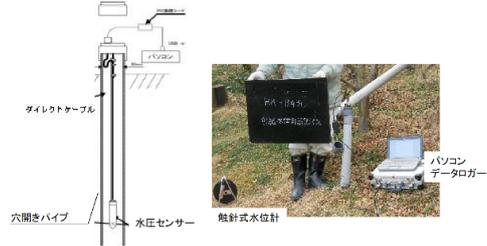
- ・固定点を不動箇所と移動箇所を設置し、固定点の移動量を測定(光波測量)
- ・最近では、規模にもよるがGPS観測も行われている

2-5. 地表面伸縮計



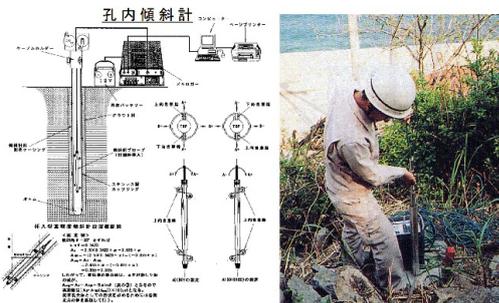
- ・電線を挟んで設置
- ・地表面亀裂間の移動量を測定
- ・警報機(点滅灯・サイレン)と連絡すれば、周辺に警報を通知することが可能

2-10. 地下水観測



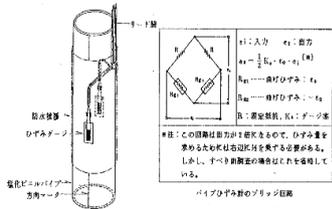
- ・穴開きパイプ(スクリーンパイプ)をボーリング孔利用して設置し、孔内水位を測定
- ・水位観測は直接的に触針式水位計で測定する方法や水圧センサーを設置し水圧を測定する方法による観測が行われている

2-8. 地中傾斜計(孔内傾斜計)

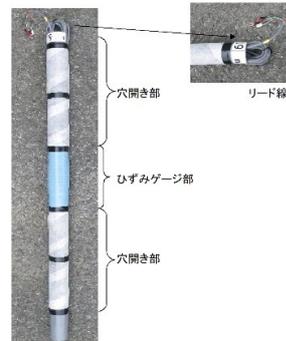


孔内傾斜計測定器

2-9. 地中歪計(パイプ歪計)



パイプひずみ計の構造¹⁾



ひずみ観測孔パイプ

様々な斜面動態観測機器の例

「出展確認中」より

緊急対応例

のり面・斜面の異常・災害の発生時 → 二次災害を第一に考慮する
 ・危険性の判断
 ・一般交通・周辺施設・人への影響を考慮

- ①変状の確認と点検
- ②適切な位置に 計測機器を設置・観測監視(モニタリング)

③計測機器による警報・変状状況により崩壊の危険性が高い

- ・関係機関への連絡・通行規制・避難勧告
- ・応急対策など
(部分的な排土・仮排水設置・押え盛土)

【立入り制限 判定値例; 土工指針】
 ・すべり: 地盤伸縮計で2mm/時以上が2時間以上連続
 ・滑落: 危険速度2~5mm/時以上

【徴候例】
 ・末端部の崩壊が連続している
 ・地鳴りや振動が連続している



【変状確認のポイント】

- ①表層崩壊・落石: 表層の崩壊跡や崩壊土砂の堆積、あるいは落石が散在する場合
- ②ガリ浸食: 表流水による表層の新しい浸食
- ③パイピング孔: 径数 cm 程度の降雨時に湧水が噴出する孔
- ④陥没: 斜面内の凹地で溝状の場合が多い
- ⑤はらみ出し: 斜面の変形で上部斜面に引張り亀裂を伴う場合がある
- ⑥根曲がり・立枯れ: 斜面の移動に伴う樹木の生育異常(根曲がり)や根茎の切断による立枯れ
- ⑦亀裂: 開口した亀裂でも古くなると目詰まりして不明瞭になるので小段差の分布にも注意する
- ⑧構造物の変状: 擁壁の目地ずれ、路面の亀裂など

土砂法面の主な点検項目	岩盤法面の主な点検項目
①法面の変状 ・はらみ出し、ずれ、亀裂 ・崩壊 ②法面の安定性 ・浸食 ・亀裂への粘土介在 ・抜け落ちそうな玉石 ・パイピング孔の出現 ・湧水、しみ出し	①法面の変状 ・ずれ、亀裂 ・崩壊 ②法面の安定性 ・流れ盤 ・亀裂への粘土介在 ・風化の進行が著しい ・湧水、しみ出し ・浮石
<共通事項> ・法面小段・上部斜面の変状や計測管理による計測結果の異常有無の記載 ・全ての観察結果を勘案し異常時対応の必要性確認 ・備考欄には亀裂等の大きさ、湧水量、雨量などを記入	

- ・斜面下より安全性を確認しながら、徐々に斜面頭部へ変状確認を行うこと

③警戒避難基準例：地盤伸縮計

	要注意	警戒	避難	立入禁止
基準値	1日 1mm 以上	1日 10mm 以上	時間 2mm 以上を 2時間 継続または、1時間 4mm 以上	1時間 10mm を概ねの目安 とし、専門家の意見によ り判断する。

- ・ 移動量の累積性も考慮すること
- ・ 近傍の災害事例を考慮して、基準値の判定を行うこと

【崩壊までの時間予測例：斉藤】 2次クリープから予測-実際の崩壊までの余裕時間	
$\log_{10} tr = 2.33 - 0.916 \cdot \log_{10} \varepsilon \pm 0.59$	tr : クリープ破壊時間
	ε : ひずみ速度 (10^{-4} /分)
$\varepsilon = (\Delta l / l) / \Delta t$	l : 杭間の距離(mm)
	Δl : Δt で変化した移動量(mm)
	Δt : Δl の移動に要した時間(分)