

挿入型傾斜計の取扱方法



株式會社 東京測器研究所

目 次

1 . 仕様及び寸法 -----	3
2 . 使用材料及び工具-----	6
3 . 設置要領 -----	7
3 .1 ボーリング孔に設置する場合 -----	7
3 .2 角パイプによるガイド管設置の場合 -----	12
4 . 計算方法 -----	16

1. 仕様及び寸法

(1) センサ仕様

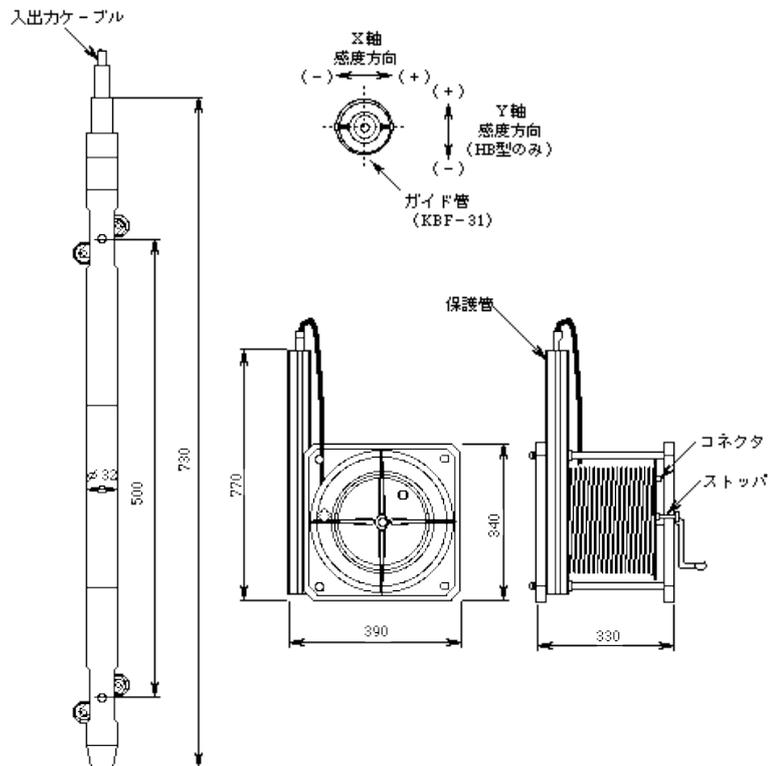
挿入型傾斜計、KB - GB (1軸用) / KB - HB (2軸用) の仕様を表 - 1 に示す。

(表 - 1 挿入型傾斜計の仕様)

型名	KB - 5GB	KB - 10GB	KB - 5HB	KB - 10HB
容量	±5°	±10°	±5°	±10°
測定軸数	1方向		2方向	
定格出力	約 1 mV/V (2000 × 10 ⁻⁶)			
非直線性	0.5 %RO			
相互干渉	-		2 %	
許容温度範囲	- 20 ~ + 60			
入出力抵抗	350			
推奨印加電圧	2 V 以下			
許容印加電圧	5 V			
入出力ケーブル	9mm 0.5 mm ² 4心シールド ビニールケーブル(検尺付) 50 m		9mm 0.3mm ² 8心シールド ビニールケーブル(検尺付) 50 m	
本体重量	2.1 kg		2.8 kg	
総重量	13 kg		21 kg	

(2) 寸法

挿入型傾斜計、KB - GB (1軸用) / KB - HB (2軸用) の外観寸法を図 - 1 に示す。



(単位: mm)

(図 - 1 挿入型傾斜計の外観寸法)

(表 - 2 デジタル インクリノ アナライザ DIA-200の仕様)

測定点数	KB-GB接続時:1点 KB-HB接続時:2点
適用変換器	1軸挿入型傾斜計 KB-5GB ,KB-10GB 2軸挿入型傾斜計 KB-5HB ,KB-10HB
ブリッジ電源	定電流方式 11.4 mA(350 で4V)
ブリッジ抵抗	350 ± 10
測定範囲	±1900.0 × 10 ⁻⁶ ひずみ
分解能	0.1 × 10 ⁻⁶ ひずみ
確度	±(0.1 %rdg + 4 digit)(23 ± 3)
温度係数	±0.005 %rdg /
経年変化	±0.04 %rdg
サンプリング速度	50 Hz / 60 Hz 地域切り換え式(50Hz:0.6秒 / 点、60Hz:0.5秒 / 点)
ホール設定	8ホール
プログラム	各ホール毎に設定可
基準データ	基準データナンバの設定
深度	1~99.5 m(0.5m ステップで設定可)
ピッチ	0.5 m ,1 m ,2 m(深度が 50m 以上の場合は 1 m ,2 m)
モード	X ,X - X ,XY ,X - X Y - Yの 4 種類
仮想不動点	0~9.5m(0.5mステップで設定可)
演算機能	区間変位、累積変位(リスト、グラフ化可能)
データメモリ	
機能	測定データの記録、再生
記録内容	測定データ、時刻データ
データ容量	1ホール当たり最大 400データ(設定による)
データ保存期間	約 3カ月(電池満充電時)
インターフェース	RS - 232C
表示	液晶表示(160 × 128 ドット、26 桁 × 16 行)
表示内容	測定データ、演算結果、グラフ、設定リストなど
プリンタ	
印字内容	測定データ、演算結果、グラフ、設定リストなど
印字方式	感熱シリアルドット方式、32 桁 / 行、192 ドット / ライン
印字速度	約 0.7 行 / 秒
適合用紙	P - 80S(紙幅 80 mm、10 m / 巻)
防水性能	IP - 54(ふたを閉じた状態にて)
使用温湿度範囲	0 ~ +50 85 % RH 以下(結露を除く)
電源	充電器 / AC アダプタPS 670 Mまたは内蔵電池
連続使用時間	内蔵電池にて約 20 時間(23 ± 3 、プリンタ不使用、電池満充電時)
外形寸法	340(W)× 150(H)× 270(D)m m(突起部を除く)
重量	約 5.5 kg

2 . 使用材料及び工具

(1)使用材料

挿入型傾斜計(試験成績書含む)、ガイド管、ガイド管キャップ(頭部キャップ、底部キャップ)、ガイド管ソケット、リベット、普通ポルトランドセメント、ベントナイト、水、粘着テープ、VMテープ、ビニールテープ、木杭、バインド線、工業用紙ウエス(キムワイブ , J Kワイパーなど)

(2)使用工具

リベット、電動ドリル、高速カッター(金ノコ)、電気攪拌機、グラウト注入ポンプ及びホース、グラウト練り混ぜ用水槽、スパナ、ペンチ、振動ドリル(10 mm コンクリート用ドリル)、ドライバ、ハンマ、巻尺、コードリール

(3)チェック用計器その他

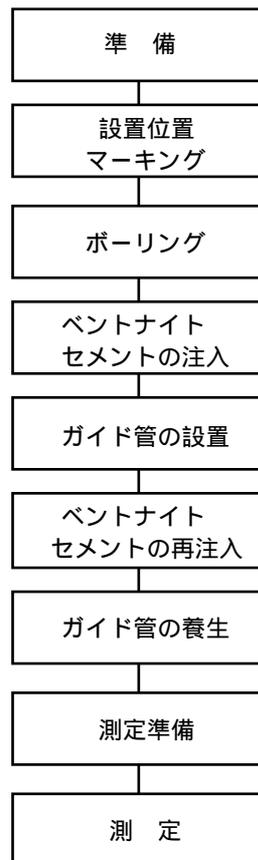
専用測定器(DIA - 200)、静ひずみ測定器(TC - 31 K など)、テスタ(印加電圧 50 V以下で使用)、データシート、黒板、カメラ、延長ケーブル(防水オス - オスコネクタ付)

3 . 設置要領

3 . 1 ボーリング孔に設置する場合

ガイド管をボーリング孔に設置する場合、その削孔径は、 86 mm がよい。また、グラウトホース（通常 20 mm 程度）をガイド管に沿わせる場合や削孔用のケーシングパイプをガイド管埋設後に抜き取る場合は、 86 mm 以上の削孔径が必要となる。

図 - 4 に挿入型傾斜計の設置の作業手順のブロック図を示す。



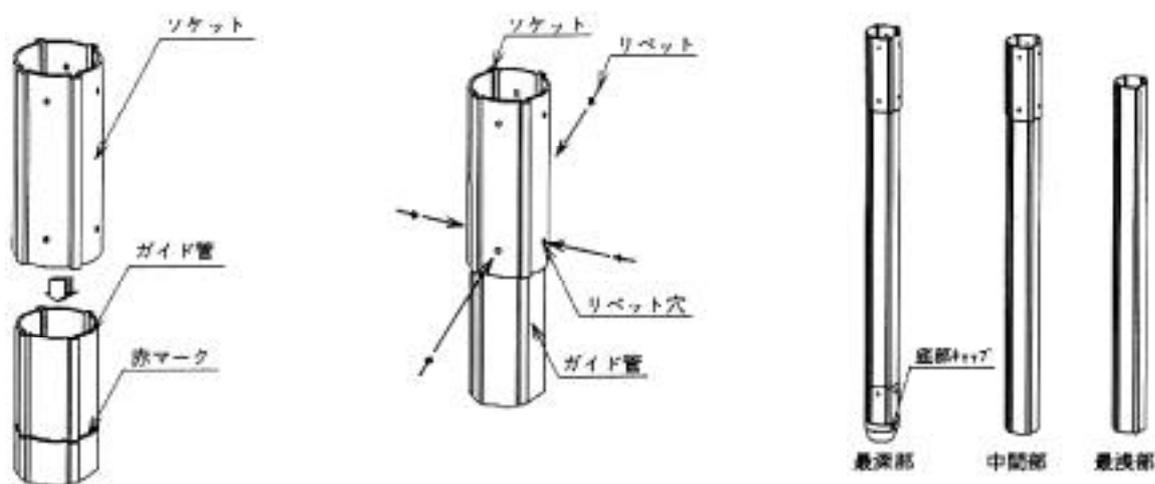
(図 - 4 挿入型傾斜計の設置の作業手順)

各工程の作業詳細を以下に説明する。

(1) 準備

使用するガイド管・ソケット・ガイド管底部キャップを予め接続し、ガイド管にドリル穴(ドリル径 3.3 mm)を開ける。

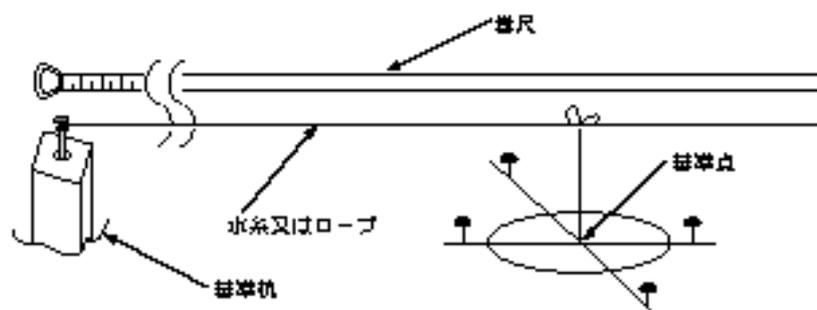
底部キャップ及びガイド管上部のソケットは、予め接続しておいてかまわないので、リベットで固定し継目部分のソケットに付属の粘着テープを押さえつけるように巻き付け、その上に付属のビニールテープを巻き付けて止水処理を行う。



(図 - 5 ガイド管の準備)

(2) 設置位置のマーキング

設置位置を出す基準点となるものが無い場合は、基準杭から、水系やロープなどを張り、設置位置をマーキングする。マーキングはカラープレーや釘などを使用する。



(図 - 6 マーキング)

(3) ボーリング(付帯工事)

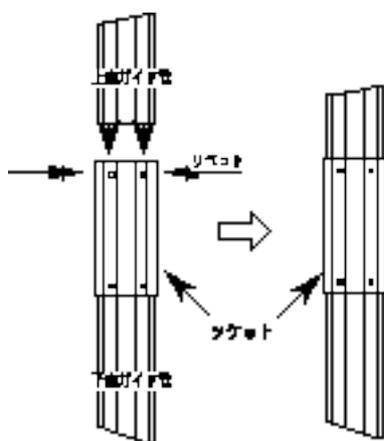
ボーリング径は 86 mm 以上、深さは設置位置より 50 cm 程度深く掘る。また、ケーシングパイプの必要性の有無及び施工方法は土質などの条件で変わるので、施工業者との打ち合わせにより、不透水層の深さなどを考慮して、設置方法を決定する。

(4) ベントナイトセメントの注入

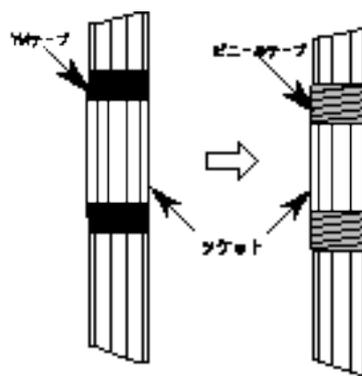
ベントナイトセメントの成分は(ベントナイトセメント重量比 水：セメント：ベントナイト、1:0.3:0.05)とする。以上の材料を練り混ぜ槽に入れ、電動攪拌機で練り混ぜる。練り上がったベントナイトセメントを注入ポンプ及びホースを用いて、ボーリング孔に必要な量の5～6割程度、注入する。

(5) ガイド管の設置

- (a) (1)で準備したガイド管を使用する。
- (b) 底部キャップを付けたガイド管をボーリング孔に建て込む。
- (c) 接続部が作業しやすい高さに達したらガイド管を保持し、下段ガイド管のあらかじめ取付けておいたソケットの溝に合わせて、上段ガイド管を下段ガイド管に当たるまで確実に挿入する。ソケットにあるリベット穴に合わせてガイド管にドリル穴をあけ、リベットを打ち込む。
- (d) 継目部分のソケットに付属の粘着テープ(VMテープなど)を押さえつけるように巻き付け、その上にビニールテープを巻き付けて止水処理を行い、ボーリング孔に建て込む。



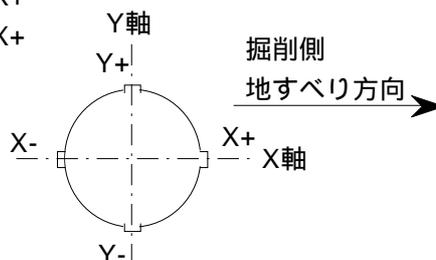
(図 - 7 ガイド管の接続)



(図 - 8 接続部の止水処理)

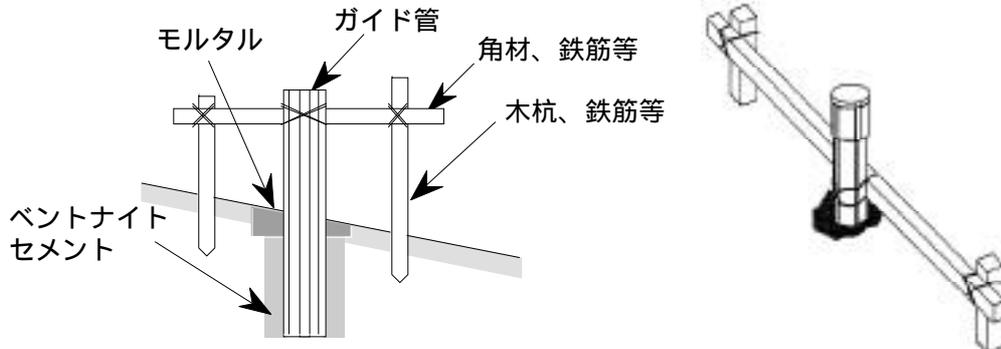
- (e) 上項 (c) の要領でガイド管の接続を繰り返しながら規定深度まで建て込む。ガイド管が長くなり浮力で浮き上がってきたときには、清水を入れバランスをとりながら建て込む。
- (f) 規定深度までの建込みが終了したらガイド管の溝を測定する方向に合わせる。ベントナイトセメントが硬化した後では方向を変更することは不可能なので、十分注意する必要がある。

例： 掘削側に傾いて X+
地すべり方向に傾いて X+



(図 - 9 ガイド管の設置方向)

- (g)不足分のベントナイトセメントを注入する。
- (h)ガイド管に泥水や砂利が入るのを防ぐため、ガイド管に頭部キャップを被せる。また、ベントナイトセメントが完全に硬化するまで(最低2～3日)の間に、ガイド管が浮き上がったり溝の方向がズレないようにガイド管を固定する。

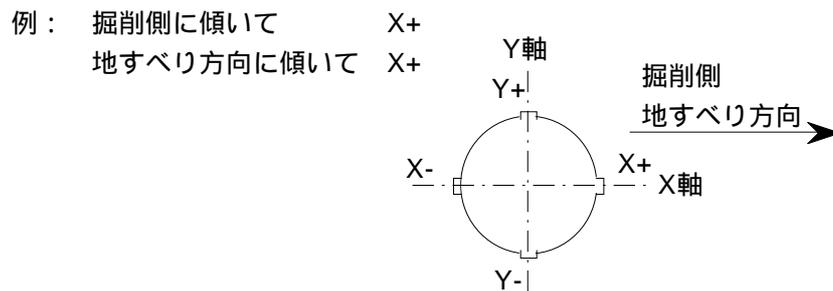


(図 - 10 ガイド管の養生)

(6)測定準備

挿入型傾斜計は傾斜計本体・傾斜計保護管とケーブル巻取ドラムからなり、ケーブル巻取ドラムには50mの入出力ケーブルが巻かれている。入出力ケーブルには、傾斜計受感部中心からの距離(単位m)を示す目盛がある。ケーブル巻取ドラムの入出力コネクタに専用測定器D I A - 2 0 0またはひずみ測定器(T D S - 3 0 3、3 0 2 など)を結線し、入出力ケーブルの目盛を測定深度に合わせてガイド管内に降ろし測定を行なう。

- (a)傾斜計本体に示してある極性を確認する。ガイド管の直交する溝の方向(X 軸、 Y 軸)と極性(+、 -)を決め、ガイド溝の X(+)に傾斜計の X(+)を合わせて測定した値を X + とする。次に傾斜計を180°回転し、ガイド溝の X(-)に傾斜計の X(+)を合わせて測定した値を X - とする。傾斜計が2軸の場合は、Y方向についても同様の取り決めを行なう。



(図 - 11 ガイド管の極性図)

- (b)ケーブル巻取ドラムの回転止めストッパをゆるめ、ケーブルを測定深度分引き出す。この時傾斜計は外部からの衝撃から守るため保護管に入れたままにしておく。
- (c)回転止めストッパを締めドラムを固定し、測定器のケーブルをケーブル巻取ドラムの入出力コネクタに結線する。

(7)測定

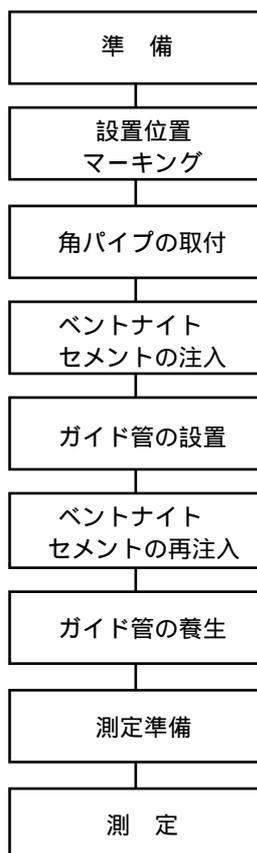
傾斜計を保護管から取り出し極性を確認して、先に決めたX+(Y+)の測定を行なう。

- (a)ガイド管の頭部キャップをはずし、ガイド管溝X(+)に傾斜計のX(+)側のローラを沿わせてガイド管の底部まで降ろす。
- (b)傾斜計をガイド管内の温度環境に慣らすため10～15分程度放置し、測定器の指示値が安定することを確認する。
- (c)各深度の測定は、ケーブルを引き上げながらケーブルに取り付けてある目盛をガイド管先端に合わせ、指示値が安定するのを確認してから行なう。傾斜計が2軸用の場合は、ケーブル巻取ドラムにX方向、Y方向の切り替えスイッチがついているので、X+、Y+を切り替えながら測定する。
- (d)X+(Y+)の測定終了後、X-(Y-)の測定を行なうため傾斜計を一旦ガイド管より抜き、180°回転してガイド溝X(-)に傾斜計のX(+)側のローラを沿わせて、ガイド管の底部まで降ろす。
- (e)上項～の要領で各深度の測定を行なう。
- (f)全ての測定が終了したら、測定器をケーブル巻取ドラムの入出力コネクタからはずし、傾斜計を保護管に入れケーブルを巻取り、回転止めストッパを締めドラムを固定する。
ガイド管内に泥水や砂利が入るのを防ぐため、ガイド管に頭部キャップを被せる。

3.2 角パイプによるガイド管設置の場合

角パイプ(100×100mm)を鋼材(H鋼材、鋼矢板など)や連壁となる鉄筋かごに取付ける。

図 - 1 2 に挿入型傾斜計の設置の作業手順のブロック図を示す。



(図 - 1 2 挿入型傾斜計の設置の作業手順)

各工程の作業詳細を以下に説明する。

(1) 準備

使用するガイド管・ソケット・ガイド管底部キャップを予め接続し、ガイド管にドリル穴(ドリル径 3.3 mm)を開ける。

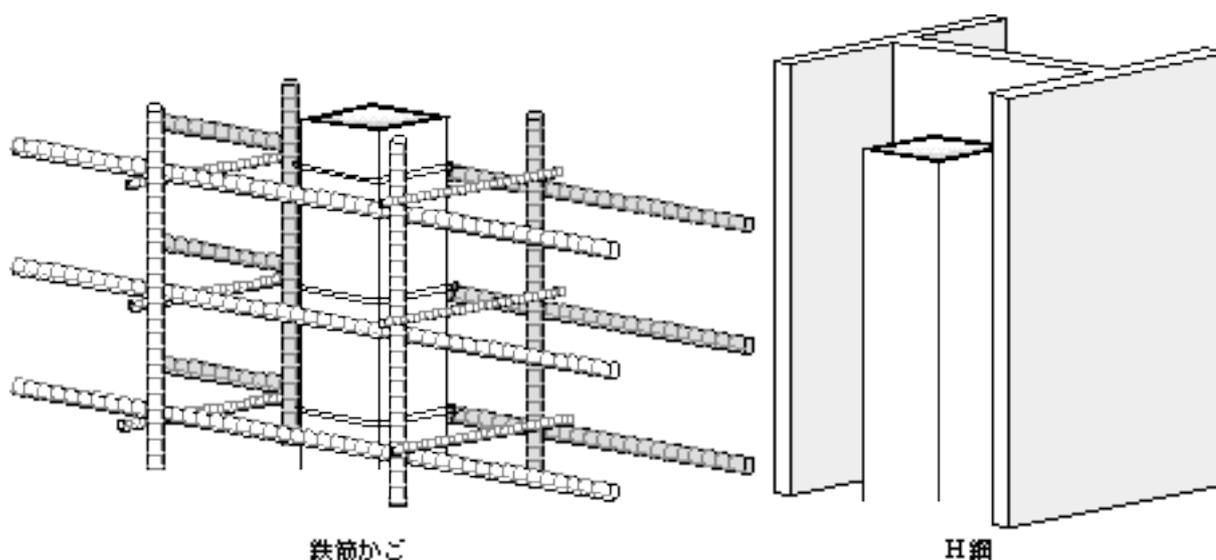
底部キャップ及びガイド管上部のソケットは、予め接続しておいてかまわないので、リベットで固定し継目部分のソケットに付属の粘着テープを押さえつけるように巻き付け、その上に付属のビニールテープを巻き付けて止水処理を行う。

(2) 設置位置のマーキング

マーキングはカラースプレーやチョークなどを使用する。

(3) 角パイプの取付(付帯工事)

角パイプ(100×100mm)を鋼材(H鋼材、鋼矢板など)や連壁となる鉄筋かごにバインド線などで取付ける。鋼材に角パイプを取付ける場合には溶接して取付ける。



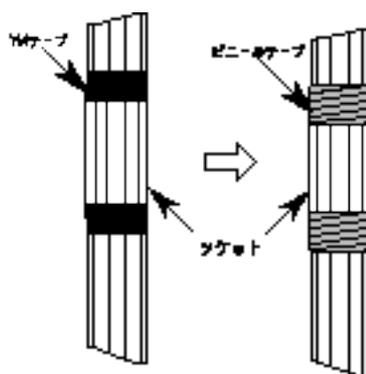
(図 - 13 ガイド管の設置)

(4) ベントナイトセメントの注入

ベントナイトセメントの成分は(ベントナイトセメント重量比 水:セメント:ベントナイト、1:0.3:0.05)とする。以上の材料を練り混ぜ槽に入れ、電動攪拌機で練り混ぜる。練り上がったベントナイトセメントを注入ポンプ及びホースを用いて、ボーリング孔に必要量の5~6割程度、注入する。

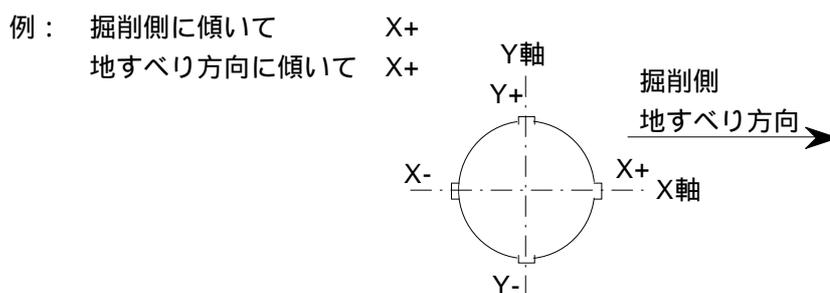
(5) ガイド管の設置

- (a) (1)で準備したガイド管を使用する。
- (b) 底部キャップを付けたガイド管を角パイプに建て込む。
- (c) 接続部が作業しやすい高さに達したらガイド管を保持し、下段ガイド管のあらかじめ取付けておいたソケットの溝に合わせて、上段ガイド管を下段ガイド管に当たるまで確実に挿入する。ソケットにあるリベット穴に合わせてガイド管にドリル穴をあけ、リベットを打ち込む。
- (d) 継目部分のソケットに付属の粘着テープを押さえつけるように巻き付け、その上にビニールテープを巻き付けて止水処理を行い、角パイプに建て込む。



(図 - 14 接続部の止水処理)

- (e) 上項 , の要領でガイド管の接続を繰り返しながら規定高さまで建て込む。
- (f) 規定高さまでの建込みが終了したらガイド管の溝を測定する方向に合わせる。ベントナイトセメントが硬化した後では方向を変更することは不可能なので、十分注意する必要がある。



(図 - 15 ガイド管の設置方向)

- (g) 不足分のベントナイトセメントを注入する。
- (h) ガイド管に泥水や砂利が入るのを防ぐため、ガイド管に頭部キャップを被せる。また、ベントナイトセメントが完全に硬化するまで(最低2~3日)の間に、ガイド管が浮き上がったり溝の方向がズレないようにガイド管を固定する。

(6)測定準備

挿入型傾斜計は傾斜計本体・傾斜計保護管とケーブル巻取ドラムからなり、ケーブル巻取ドラムには50mの入出力ケーブルが巻かれている。入出力ケーブルには、傾斜計受感部中心からの距離(単位m)を示す目盛がある。ケーブル巻取ドラムの入出力コネクタに専用測定器DIA-200またはひずみ測定器などを結線し、入出力ケーブルの目盛を測定深度に合わせてガイド管に降ろし測定を行なう。

- (a)傾斜計本体に示してある極性を確認する。ガイド管の直交する溝の方向(X軸、Y軸)と極性(+、-)を決め、ガイド溝のX(+)に傾斜計のX(+)を合わせて測定した値をX + とする。次に傾斜計を180°回転し、ガイド溝のX(-)に傾斜計のX(+)を合わせて測定した値をX - とする。傾斜計が2軸の場合は、Y方向についても同様の取り決めを行なう。
- (b)ケーブル巻取ドラムの回転止めストッパをゆるめ、ケーブルを測定深度分引き出す。この時傾斜計は外部からの衝撃から守るため保護管に入れたままにしておく。
- (c)回転止めストッパを締めドラムを固定し、測定器のケーブルをケーブル巻取ドラムの入出力コネクタに結線する。

(7)測定

傾斜計を保護管から取り出し極性を確認して、先に決めたX+(Y+)の測定を行なう。

- (a)ガイド管の頭部キャップをはずし、ガイド管溝X(+)に傾斜計のX(+)側のローラを沿わせてガイド管の底部まで降ろす。
- (b)傾斜計をガイド管内の温度環境に慣らすため10~15分程度放置し、測定器の指示値が安定することを確認する。
- (c)各深度の測定は、ケーブルを引き上げながらケーブルに取り付けてある目盛をガイド管先端に合わせ、指示値が安定するのを確認してから行なう。傾斜計が2軸用の場合は、ケーブル巻取ドラムにX方向、Y方向の切り替えスイッチがついているので、X+、Y+を切り替えながら測定する。
- (d)X+(Y+)の測定終了後、X-(Y-)の測定を行なうため傾斜計を一旦ガイド管より抜き、180°回転してガイド溝X(-)に傾斜計のX(+)側のローラを沿わせて、ガイド管の底部まで降ろす。
- (e)上項(b)~(d)の要領で各深度の測定を行なう。
- (f)全ての測定が終了したら、測定器をケーブル巻取ドラムの入出力コネクタからはずし、傾斜計を保護管に入れケーブルを巻取り、回転止めストッパを締めドラムを固定する。ガイド管内に泥水や砂利が入るのを防ぐため、ガイド管に頭部キャップを被せる。

4 . 計算方法

(1) 角度の求め方

計測したデータをまず鉛直軸からの角度に変換する。

$$= \frac{X_{+i} - X_{-i}}{2} \cdot f$$

: 測定角度
 X_{+i} : 計測データ (表)
 X_{-i} : 計測データ (裏)
 f : 校正係数 $\text{deg./}1 \times 10^{-6}$

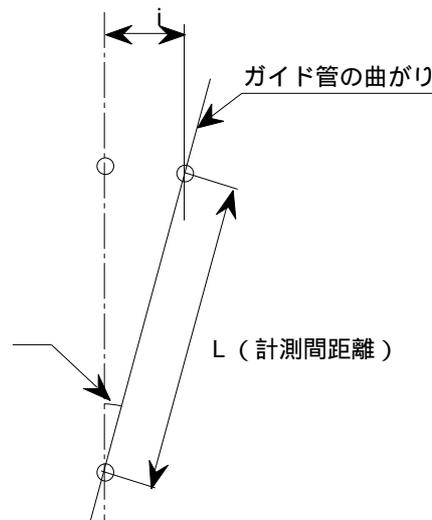
(2) 区間変位の求め方

区間変位量 i は、計測間距離を L とすれば、

$$i = L \cdot \sin$$

i : 区間変位量
 L : 計測間距離 (Pitch)

$$= L \cdot \sin \frac{X_{+i} - X_{-i}}{2} \cdot f$$



(図 - 1 6 区間変位の算出)

基準日(初期値設定日)からの変化量 d_i は以下の式から求める。

$$d_i = L \cdot \sin \left\{ \left(\frac{X_{+i} - X_{-i}}{2} - \frac{X_{+0i} - X_{-0i}}{2} \right) \cdot f \right\}$$

d_i : 基準日からの変化量
 X_{+0i} : 基準日 (初期値設定日) の測定値 (表)
 X_{-0i} : 基準日 (初期値設定日) の測定値 (裏)

(3) 累積変位の求め方

累積変位は以下の式から求める。

$$D_i = \sum_{i=0}^n d_i \quad (i = 0, 1, \dots, n)$$

d_i : 基準日からの変化量

D_i : 累積変位