測量機器と測量のやり方

2014.09.16

チーフ会議

都丸

加速器で良く使う測量機器

水平レベルを測る

ティルティングレベル
（気泡水準式）

ティルティングレベル
（オートレベル）

墨出しを行う

レーザー墨出し器

角度を測る

セオドライト

距離を測る

レーザー距離計

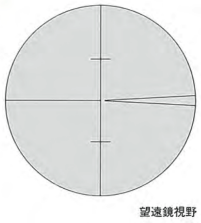
距離と角度を測る

トータルステーション

レーザートラッカー

オートレベル　*-水平レベルを測る-*

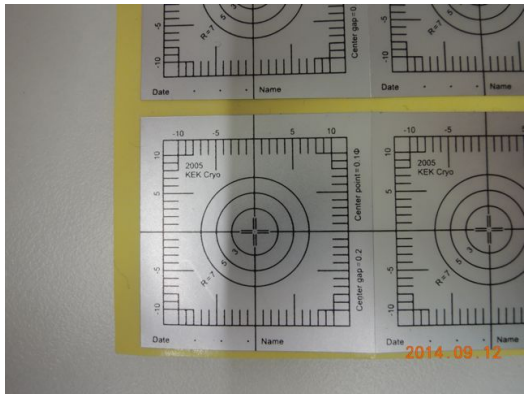
KEK 低セで2台保有。



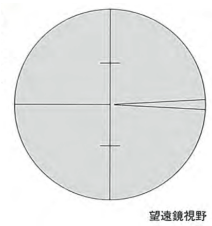
こういう視準線が内部に設けられている望遠鏡。
この視準板が振り子状になっていて、測量器が
水平に設置されていなくても常に水平視準を保つ
ように工夫されているものがオートレベル。

例えば、測量対象①の高さを対象②
に写したり、測量ロッド（金尺でもよい）
を2つ用いて①と②の高さの違いを
測ったりするのに用いる。
~0.1mm@10mくらいの精度。

我々が製作する実験機器では、フランジの中心線など
何かしらの基準にはケガキを入れることが多い。
このようなケガキをもちいて水平を出したり、高さを合わせ
たりする。KAGRA Cryostatでも、ビームダクト接続フランジ
端部に水平・鉛直のケガキを入れてある。
ただし、ケガキは非常に見えにくいので、KEKでは左のよう
なターゲットシールを貼って使う事が多い。



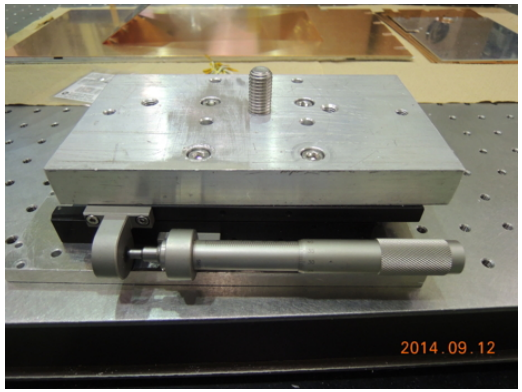
セオドライト　*-水平・垂直の角度を測る-*　*KEK低セ1台保有*

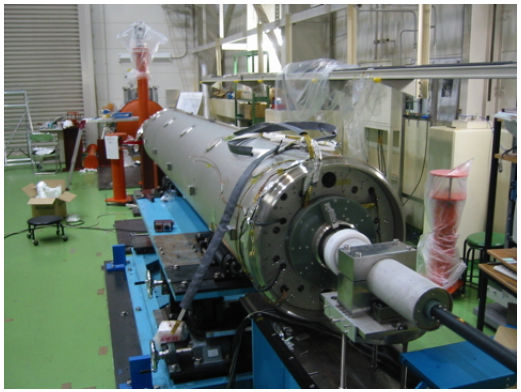


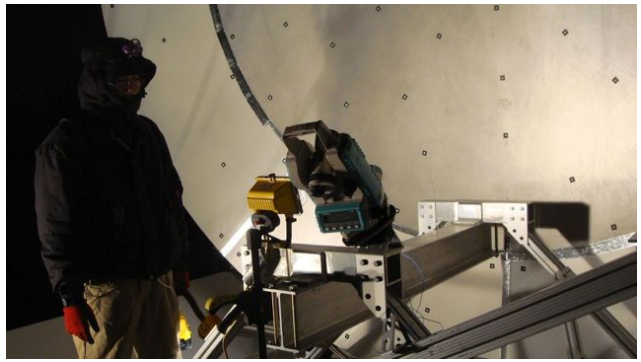
視準付の望遠鏡が水平面内・垂直面内を回転出来るようになっており、エンコーダーで回転角度を読み取る。

セオドライトの用途：

- 角度しか測れないので、標尺と組み合わせて三角測量することで距離を割り出す。
- ハイグレードの電子水準器付のものならレベル出しにも使える。
- オートレベルとは反対に鉛直方向の直線性を出すのに使う。
  2軸型の測量器はその直交性で精度が制限されるので、
  実は1軸のみ使う直線出しが一番精度が出る。0.1mm@10mくらい。
  その場合、測量器、基準点1，2を一直線に並べる必要があるので、
  Xステージ付のセオドライト台座を作り、測量器を直線上に乗せる。





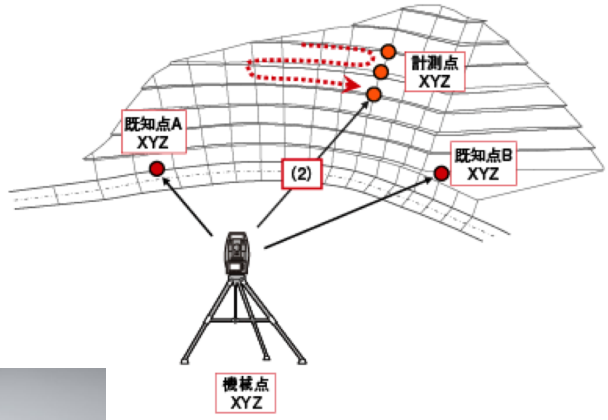


トータルステーション

Leica TS30, KAGRA 1台保有

レーザー距離計付のセオドライト。
これだけで測点の座標を決定出来る。

- 高度な測量のネットワークを組むことが可能。
- 長距離でも測定が出来る。
  カタログ値では最大3.5km。



- Corner Cube Reflector (CCR) を用いる事で
  高い距離精度 (0.6mmくらい) が得られる。
  また、CCRを用いる事で作業効率があがる。

- Non-CCRでも距離測定が出来る。
  〜2mmくらいの精度。

- 自動追尾も可能。

ケガキなどを見る望遠鏡としても、プリズムを用いる事も、距離を測ることも出来る。
KAGRAの施設建設では一番出番が多いかも。

レーザートラッカー

Leica AT401, KAGRA 1台保有

レーザービームとCCRの組み合わせで距離・角度を測量する測量ロボット。

- 極めて高精度の測量が可能。車や飛行機、ロケットなどの製造時に使われる。
  公称 ±15um + 6um/m、最大320m。

- 極めて高度な測量のネットワークを組むことが可能。特に曲線系やトンネルなどの測点ネットワークを組むのに優れている。

- Auto Trackingで作業性は抜群によい。

- 必ずCCRを用いる必要がある。よって、あらかじめCCRの設置場所を機器上に設けておく必要がある。

- 左図のようなプローブを用いると、アーム型3次元測定器のような使い方が出来る。残念ながらAT401は非対応だそう。

しかし、1/2”, 1/4”のCCRを用いて類似のことが出来そう。

まとめ

KAGRAではおよそ以下のように測量器を使い分けると良いと思われる。

- あまり精度を必要としない真空チェンバーの設置や設置位置の確認
  → トータルステーション、オートレベル
- 機器のケガキ等、基準位置を他の場所あるいはレーザートラッカー基準座に写す
  → トータルステーション、オートレベル
- 繰り返し測量を行う機器、精密にアラインメントする機器、形状等を計測したい機器
  → レーザートラッカー