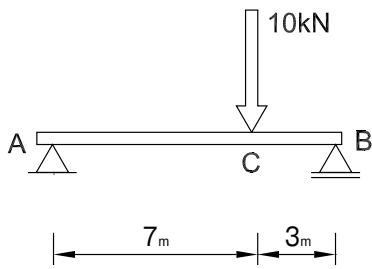


静定ばりの反力 《演習A》

A 1 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



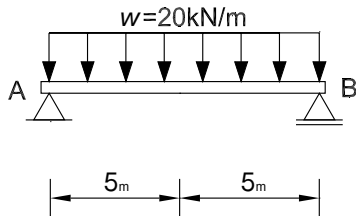
$$\Sigma M_{(B)} = R_A \times (1) - 10 \times (2) = 0$$

$$R_A = \frac{10 \times (3)}{(4)} = (5) \text{ kN}$$

$$\Sigma V = R_A + R_B - (6) = 0$$

$$R_B = (7) - (8) = (9) \text{ kN}$$

A 2 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



等分布荷重を集中荷重に換算する。

$$P' = 20 \times (1) = (2) \text{ kN}$$

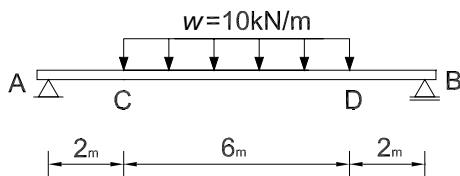
$$\Sigma M_{(B)} = R_A \times (3) - (4) \times 5 = 0$$

$$R_A = \frac{(5) \times 5}{(6)} = (7) \text{ kN}$$

$$\Sigma V = R_A + R_B - (8) = 0$$

$$R_B = (9) - (10) = (11) \text{ kN}$$

A 3 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



等分布荷重を集中荷重に換算する。

$$P' = 10 \times (1) = (2) \text{ kN}$$

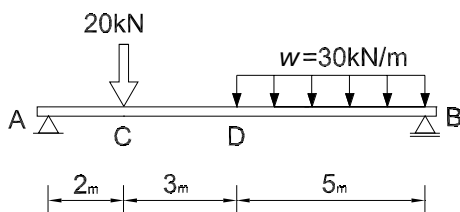
$$\Sigma M_{(B)} = R_A \times 10 - (3) \times (4) = 0$$

$$R_A = \frac{(5) \times (6)}{10} = (7) \text{ kN}$$

$$\Sigma V = R_A + R_B - (8) = 0$$

$$R_B = (9) - (10) = (11) \text{ kN}$$

A 4 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



等分布荷重を集中荷重に換算する。

$$P' = 30 \times (1) = (2) \text{ kN}$$

$$\Sigma M_{(B)} = R_A \times 10 - 20 \times 8 - (3) \times (4) = 0$$

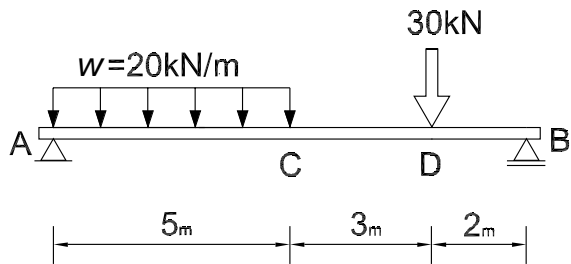
$$R_A = \frac{20 \times 8 + (5) \times (6)}{10} = (7) \text{ kN}$$

$$\Sigma V = R_A + R_B - 20 - (8) = 0$$

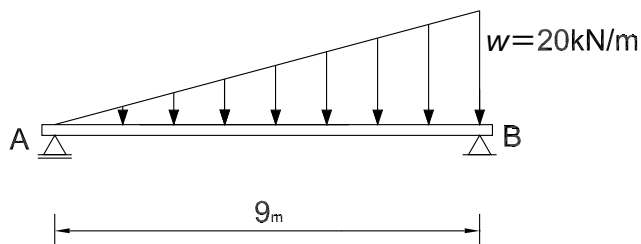
$$R_B = 20 + (9) - (10) = (11) \text{ kN}$$

静定ばりの反力 《演習 B》

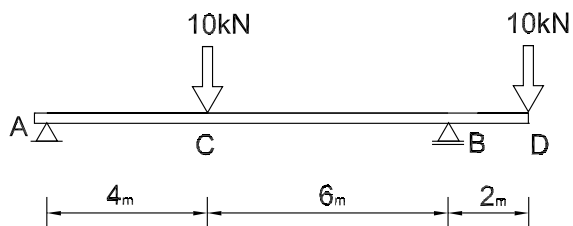
B 1 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



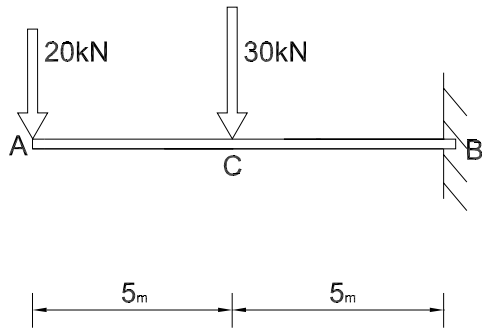
B 2 単純ばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



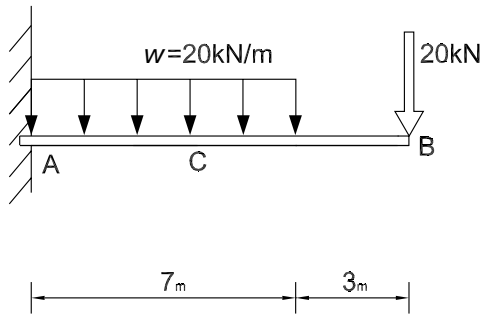
B 3 張出しばりの反力 R_A , R_B を求めよう。



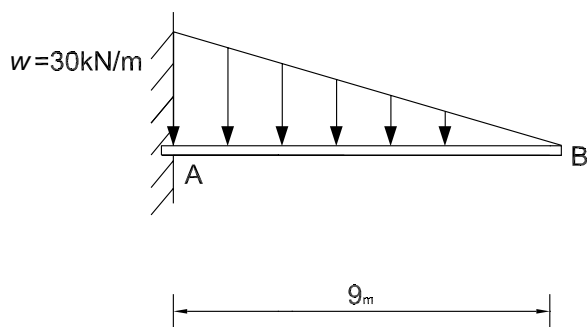
B9 片持ちばりの反力 R_B , モーメントの反力 M_B を求めよう。



B10 片持ちばりの反力 R_A , モーメントの反力 M_A を求めよう。



B11 片持ちばりの反力 R_A , モーメントの反力 M_A を求めよう。



静定ばりを解く 《演習A》

A 1 下図の単純ばりを解こう。



(1) 反力を求めよう。

等分布荷重を集中荷重に換算する。

$20 \times 4 =$ (①) kN となり, 作用点は点Bから (②) m の位置になる。

$\Sigma M_{(B)} = 0$ より

$$R_A \times 10 - 10 \times 8 - 80 \times 2 = 0$$

$$10R_A =$$
 (③) , $R_A =$ (④) kN

$\Sigma M_{(A)} = 0$ より

$$10 \times 2 + 80 \times 8 - R_B \times 10 = 0$$

$$10R_B =$$
 (⑤) , $R_B =$ (⑥) kN

(2) せん断力を求めよう。

$$S_{AC} = R_A =$$
 (④) kN

$$S_{CD} = R_A -$$
 (⑦) = (⑧) kN

$$S_B = R_A -$$
 (⑦) $- 80$
 $=$ (⑨) kN

せん断力の符号が正から負に変化する位置 (点Dからの距離) c は,

$$R_A - 10 - 20 \times c = 0 \quad c =$$
 (⑩) m

これらの値を用いてせん断力図を書く。

(3) 曲げモーメントを求めよう。

$$M_A = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_B = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_C = R_A \times 2 =$$
 (⑪) kN · m,

$$M_D = R_A \times 6 - 10 \times 4 =$$
 (⑫) kN · m

曲げモーメントが最大となるのはせん断力の符号が正から負に変化する位置

$$M_{\max} = R_A \times (6 + c) - 10 \times (4 + c) - 20 \times c \times \frac{c}{2} =$$
 (⑬) kN · m

これらの値を用いて曲げモーメント図を書く。

A 2 下図の張出しばりを解こう。



(1) 反力を求めよう。

$$\begin{aligned} \Sigma M_{(B)} = 0 \text{ より} \\ -30 \times 8 + R_A \times 6 - 120 \times 4 + 45 \times 2 = 0 \\ 6R_A = \text{①}, R_A = \text{②} \text{ kN} \\ \Sigma M_{(A)} = 0 \text{ より} \\ -30 \times 2 + 120 \times 2 - R_B \times 6 + 45 \times 8 = 0 \\ 6R_B = \text{③}, R_B = \text{④} \text{ kN} \end{aligned}$$

(2) せん断力を求めよう。

$$\begin{aligned} S_{CA} &= -30 \text{ kN} \\ S_{AD} &= -30 + R_A = \text{⑤} \text{ kN} \\ S_{DB} &= -30 + R_A - 120 = \text{⑥} \text{ kN} \\ S_{BE} &= -30 + R_A - 120 + R_B = \text{⑦} \text{ kN} \end{aligned}$$

これらの値を用いてせん断力図を書く。

(3) 曲げモーメントを求めよう。

$$\begin{aligned} M_C &= 0 \text{ kN} \cdot \text{m}, M_E = 0 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_A &= -30 \times 2 = \text{⑧} \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_D &= -30 \times 4 + R_A \times 2 = \text{⑨} \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_B &= -30 \times 8 + R_A \times 6 - 120 \times 4 \\ &= \text{⑩} \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

曲げモーメントの絶対値が最大となるのは点

⑪) と点 ⑫) である。

これらの値を用いて曲げモーメント図を書く。

(4) 反曲点の位置を計算して求めよう。

AD間で点Cから位置xの曲げモーメント M_x は

$$M_x = -30x + 105(x - 2) = 75x - 210$$

$x = H_1$, $M_x = 0$ を代入

$$0 = 75 \times H_1 - 210$$

$$H_1 = \text{⑬} \text{ m}$$

DB間で点Cから位置xの曲げモーメント M_x は

$$M_x = -30x + 105(x - 2) - 120(x - 4)$$

$$= -45x + 270$$

$x = H_2$, $M_x = 0$ を代入

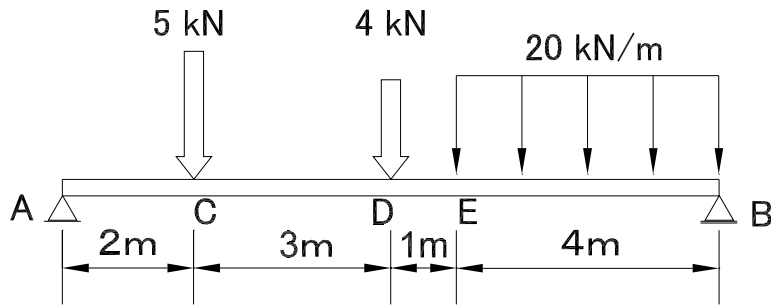
$$0 = -45 \times H_2 + 270$$

$$H_2 = \text{⑭} \text{ m}$$

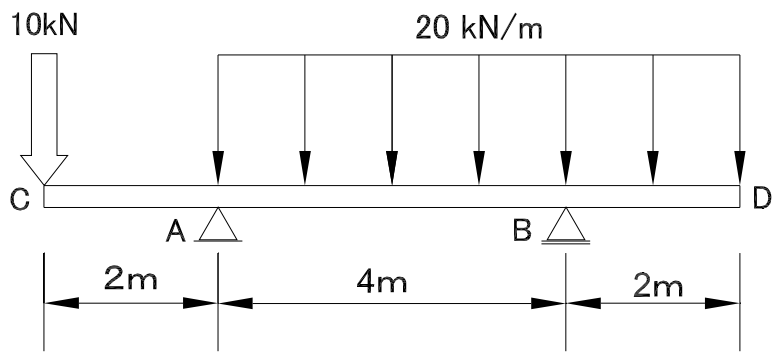
これらの値を用いて変形概略図を書く。

静定ばりを解く 《演習 B》

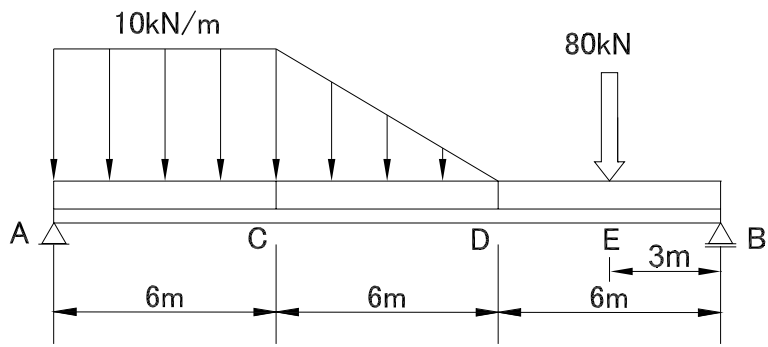
B 1 下図の単純ばりを解こう。



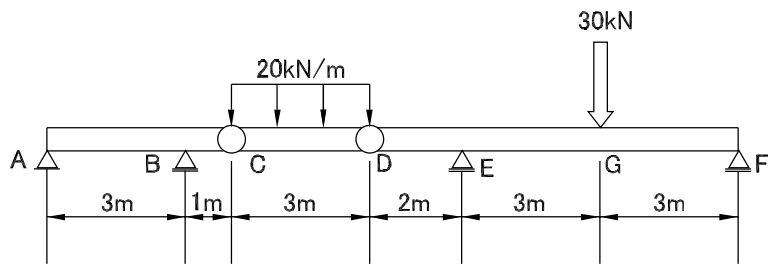
B2 下図の張出しばりを解こう。



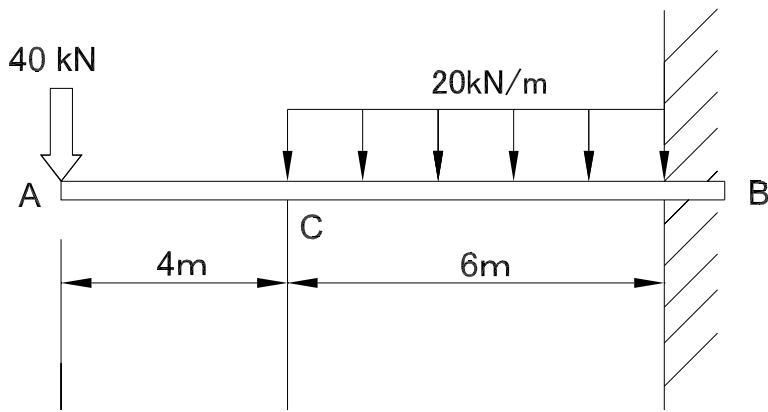
B 3 下図の間接荷重ばりを解こう。



B 4 下図のゲルバーばりを解こう。

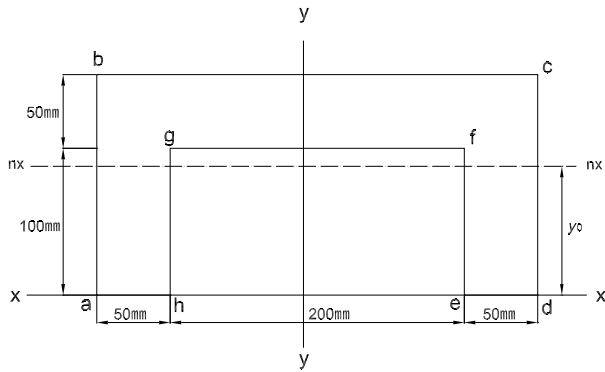


B5 下図の片持ちばりを解こう。



部材断面の性質 《演習 B》

B 1 図のような断面について、次の各問に答えてみよう。



(1) 断面 a ~ h の面積 A を求めよう。

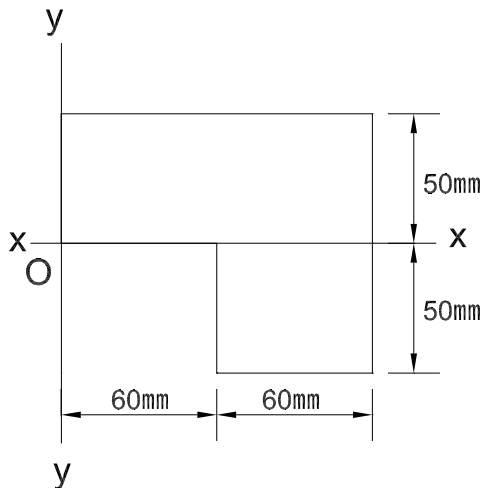
(2) 断面 a ~ h の $x - x$ 軸に関する断面一次モーメント Q_x を求めよう。

(3) 図心の位置 y_0 を求めよう。

(4) $x - x$ 軸に関する断面二次モーメント I_x を求めよう。

(5) 図心軸 $nx - nx$ に関する断面二次モーメント I_{nx} を求めよう。

B 2 図のような断面の図心 $G (x_0, y_0)$ の位置を求めよう。



A4 閉合トラバース測量を行ったところ、次に示す観測結果を得た。閉合誤差および閉合比を求めよう。

測線長の総和： $\sum \ell = 250\text{m}$ ，緯距の総和： $\sum L = 0.013\text{m}$ ，経距の総和： $\sum D = 0.008\text{m}$

緯距の誤差： $E_L = (①) \text{ m}$ ，経距の誤差： $E_D = (②) \text{ m}$

閉合誤差： $E = \sqrt{(③)^2 + (④)^2} = (⑤) \text{ m}$

閉合比： $R = \frac{(⑥)}{(⑦)} \div \frac{1}{(⑧)}$

A5 結合トラバース測量を行ったところ、次に示す観測結果を得た。閉合誤差および閉合比を求めよう。

測線長の総和： $\sum \ell = 300\text{m}$ ，緯距の総和： $\sum L = 46.5\text{m}$ ，経距の総和： $\sum D = 72.5\text{m}$
 既知点 A の座標： $(X_A, Y_A) = (15.000, 25.000)$
 既知点 B の座標： $(X_B, Y_B) = (61.512, 97.493)$

緯距の誤差： $E_L = (X_A + \sum L) - X_B$
 $= \{(①) + (②)\} - (③) = (④) \text{ m}$

経距の誤差： $E_D = (Y_A + \sum D) - Y_B$
 $= \{(⑤) + (⑥)\} - (⑦) = (⑧) \text{ m}$

閉合誤差： $E = \sqrt{(⑨)^2 + (⑩)^2} = (⑪) \text{ m}$

閉合比： $R = \frac{(⑫)}{(⑬)} \div \frac{1}{(⑭)}$

A6 閉合トラバース測量を行ったところ、次に示す観測結果を得た。各測線の緯距・経距の調整量を求めよう。

	測線	距離 ℓ [m]	緯距 L [m]	経距 D [m]	緯距の調整量 e_L [m]	経距の調整量 e_D [m]
1	AB	116.250	- 67.350	94.750	(④)	(⑧)
2	BC	105.300	84.500	62.830	(⑨)	(⑩)
3	CD	90.750	68.620	- 59.400	(⑪)	(⑫)
4	DA	130.400	- 85.800	- 98.160	(⑬)	(⑭)
	合計	442.700	- 0.030	0.020	(⑮)	(⑯)

測線 AB について

緯距調整量： $e_{L1} = -\frac{E_L}{\sum \ell} \ell_1 = -\frac{(①)}{(②)} \times (③) = (④) \text{ m}$

経距調整量： $e_{D1} = -\frac{E_D}{\sum \ell} \ell_1 = -\frac{(⑤)}{(⑥)} \times (⑦) = (⑧) \text{ m}$

第3章 高低の測量

《要点》

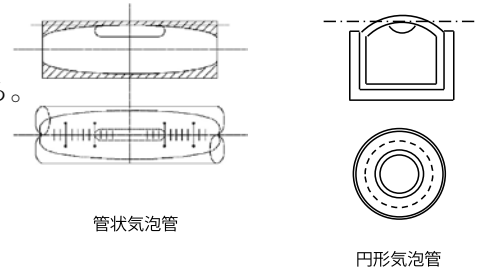
1. 直接水準測量の器械とその特徴

(1) レベル

- ア チルチングレベル … 円形気泡管を用いて器械をほぼ水平にする。
高低微動ねじを用いて視準線を水平にする。
- イ 自動レベル（オートレベル）… 円形気泡管を確認しながら器械をほぼ水平にすれば自動補正機構により視準線が水平になる。
- ウ 電子レベル … 標尺の目盛の読み取りを自動化したもの。標尺はバーコード式を用いる。

(2) 気泡管

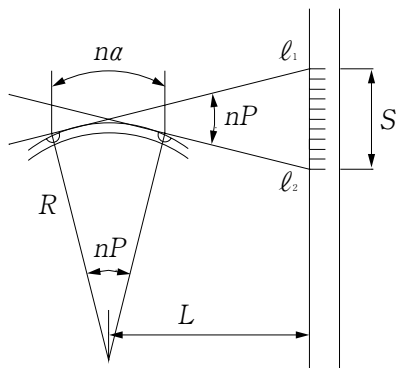
- ア 管状気泡管：感度がよいため主気泡管として用いる。
- イ 円形気泡管：感度が劣るので管状気泡管の補助として用いる。



管状気泡管

円形気泡管

(3) 気泡管の曲率半径と感度



気泡管の曲率半径

$$R \doteq \frac{naL}{S}$$

L ：器械から標尺までの距離

a ：気泡管1目盛の長さ

n ：気泡の動いた目盛数

S ：標尺の読みの差

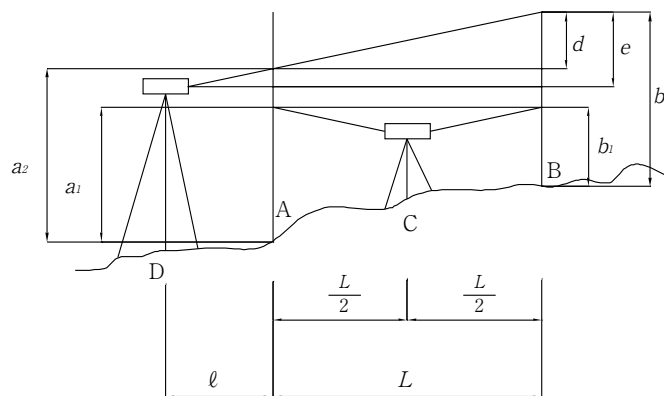
気泡管の感度

$$P = 206265'' \times \frac{S}{nL}$$

(4) 標尺（スタッフ）

- ア 引き抜き式 イ 折り曲げ式 ウ バーコード式

2. 杭打ち調整法



気泡管の調整：気泡管軸線と視準線とを平行にする。

- (1) 検査：点Aと点Bの標尺の読みを a_1 , b_1 と a_2 , b_2 とすれば、 $a_2 - a_1 = b_2 - b_1$ のときは調整の必要がない。
- (2) 調整： $a_2 - a_1 \neq b_2 - b_1$ のとき、点Dから点Bを視準した標尺の読みが、 $b_2 \rightarrow b_2 + e$ となるように調整する。

$$d = (a_2 - a_1) - (b_2 - b_1) \text{ とすれば,}$$

$$\text{調整量 } e \text{ は, } e = \frac{L + l}{L} \times d \text{ となる。}$$

ただし、 L = AB間の水平距離

l = AD間の水平距離

第4章 基準点測量

《要点》

1. 基準点と基準点測量

基準点は地球上の正確な位置や高さの基準となる点であり既に位置や高さが測定され位置座標が定められている電子基準点や標識などが設置され表示されている。

基準点測量は様々な測量を行うための位置の基準とする新点を設置する測量であり、既に設置してある基準点に基づいて行う測量である。

2. 基準点測量の方法

GNSS 測量は、GNSS 衛星から発信される電波を GNSS 受信機で受信し位置や高さを測定する測量方法である。結合多角方式は、複数点における各点において新点との角と距離を観測する測量方式である。

3. 測量計画

実施計画の準備、実施計画書、選点図および平均計画図を作成する。

4. 踏査・選点、測量標の設置

踏査・選点により基準点を地上に明示するため測量標を設置する。また新点の位置には原則として永久標識を設置し測量標設置通知書を作成する。

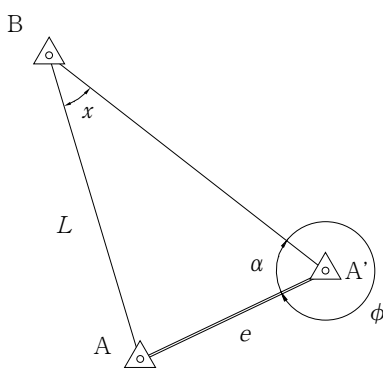
5. 観測

トータルステーションによる観測は、水平角観測、鉛直角観測、距離測定は、1 視準で同時に行う。

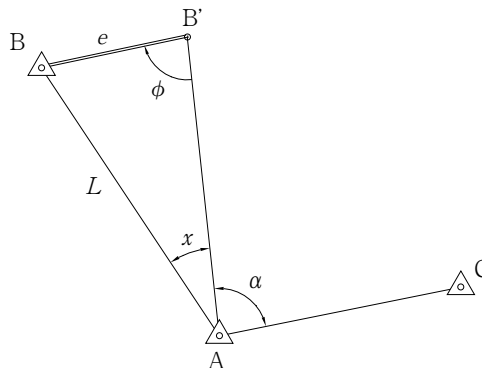
GNSS 測量には、スタティック法・短縮スタティック法・キネマティック法がある。

6. 角の偏心観測

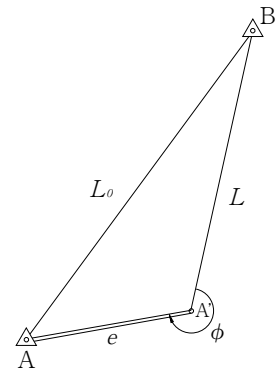
(1) 基準点に器械が据え付けられない場合 (2) 基準点を視準できない場合 (3) 距離が測定できない場合



$$x = \rho \frac{e}{L} \sin \alpha \quad (\rho = 206265'')$$



$$x = \rho \frac{e}{L} \sin \phi$$



$$L_0 = \sqrt{L^2 + e^2 - 2Le \cos \phi}$$

7. 計算

(1) 方向角を計算し座標を求める。

(2) 各測定値の路線長が異なる場合は、各測点からの軽重率を考えて座標の最確値を求める。

$$\text{軽重率 } p_A : p_B : p_C = \frac{1}{L_1} : \frac{1}{L_2} : \frac{1}{L_3}$$

$$X \text{ 座標の最確値} = \frac{p_A X_A + p_B X_B + p_C X_C}{p_A + p_B + p_C}$$

$$Y \text{ 座標の最確値} = \frac{p_A Y_A + p_B Y_B + p_C Y_C}{p_A + p_B + p_C}$$

