

第3問 次の表は、光波測距儀による距離測定について、ある距離に対しての各測定誤差(標準偏差)の値を表している。この表の誤差を距離に比例するものと距離に比例しないものとに分けた場合、距離に比例するものの誤差として、最も近い値は、後記1から5までのうちどれか。

誤差の種類	誤差 (標準偏差)
定数誤差(測距儀本体)	± 2 mm
定数誤差(反射鏡)	± 3 mm
変調周波数誤差	± 3 mm
致心誤差(測距儀本体)	± 1 mm
致心誤差(反射鏡)	± 1 mm
気象測定誤差	± 4 mm

- 1 ± 3 mm
- 2 ± 4 mm
- 3 ± 5 mm
- 4 ± 6 mm
- 5 ± 7 mm

第3問 <解答：3>

光波測距儀に関する問題で「距離に比例するものの誤差」である。この誤差は2つしかないので丸暗記しておけばよい。

表中の「定数」と書いてある誤差が「距離に比例しない」のは当然で、さらに致心誤差は測距儀・反射鏡が測点中心に設定されないときの誤差であるからこれも比例しないのがわかる。

以下に、残りの誤差について解説する。

1. 気象測定の影響

気象測定では気温と気圧(時には水蒸気圧も)を測定するが、これは空気の屈折率による光速度遅延の影響を取り除くために行うものである。

空気の屈折率は、実生活ではさほど大きいとは言えないが、真空中で絶対の光速度と比較すると空気中での速度遅延の影響は少なくない。そこで測定行路が長ければ長いほどこの影響は「距離に比例」することになる。

2. 変調周波数の誤差

光波測距儀は極短時間で周期的に明るさを変化させ、この強度変調の波長の個数を数えることによって距離を算出するものである。(GPS 測量における疑似距離算出に搬送電波の波長を使っているが波長の個数を数えるという手法は全く同じである)

すると、変調周波数が変化すると個数計測も変化するので、距離に比例する誤差となる。

なお、測定光の波長そのものは短すぎるため、これをカウントするには原子時計でも使わなければ不可能である。このため、このような強度変調方式が編み出された。

両誤差の影響

変調周波数誤差 ± 3 mm、気象測定誤差 ± 4 mm であるから、距離に比例する誤差は ± 5 mm となる。($\sqrt{3^2 + 4^2}$)

このようなときにも、Pythagoras の定理が使える。実際には**誤差伝播の法則**といって、その種類毎の誤差を二乗したものを延々加算した総和の平方根であるが、本問では変数は二個だけなので誤差伝播の法則をあまり意識しなくてもよい。通常、統計学でいう**分散**の平方根を「標準偏差」と呼んでいるが、ここでは「平均二乗誤差」のことである(厳密には定義される誤差の分布範囲がそれぞれの用語で違う)。