

## 点高法による土量計算

### <試験合格へのポイント>

点高法による土量計算はH9年度を最後にその出題はない。特に三角形法を用いた土量計算はH4年度が最後の出題であり26年ぶりの出題となった。特に公式を覚える必要はないが計算方法を理解することが大切である。

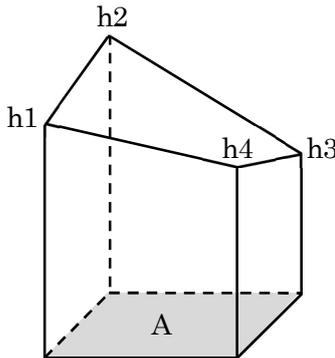
#### 1. 点高法による土量計算の方法

点高法による土量計算とは、盛土（又は切土）する敷地を長方形（又は三角形）に分割し、その交点の高さを測り計画高との高低差を求め、計算によって必要な土量を求める方法である。

分割する形状により、長方形法と三角形法に分かれる。

#### 2. 長方形法（長方形・正方形に区分した場合）

一般の四角柱の体積は（底面積）×（高さ）によって求めることができる。しかし、次図のように四隅の高さが互いに異なる場合は平均高を求めこれに底面積をかける必要がある。



$$(H) = \frac{(h1+h2+h3+h4)}{4}$$

$$V = A \times H$$

ここで、H（平均高）、V（四角柱の体積）とする。

次図のように、ある土地の土量を計算するため、その敷地を $m \times n$ （等面積）の長方形①～⑤に分割し、それぞれの長方形の交点の高さ（計画高までの高低差）を計算した。

ここで、 $ha1 \sim ha5$  は1つの長方形のみが持つ高さ、 $hb1 \sim hb4$  は2つの長方形が共有する高さ、 $hc1$  は3つの長方形が共有する高さ、 $hd1$  は4つの長方形が共有する高さとする、長方形①～⑤の土量は、次の式で表すことができる。

$$V = \frac{S}{4} (\Sigma ha + 2\Sigma hb + 3\Sigma hc + 4\Sigma hd)$$

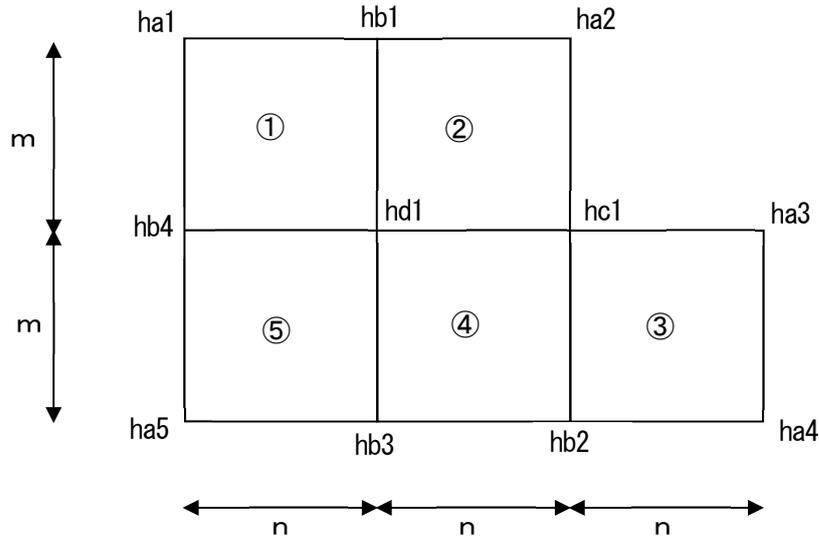
$\Sigma ha$  : 1個の長方形のみの高さの合計

$\Sigma hb$  : 2個の長方形が共有する高さの合計

$\Sigma hc$  : 3個の長方形が共有する高さの合計

$\Sigma hd$  : 4個の長方形が共有する高さの合計

S : 長方形1つの面積（ここでは、 $m \times n$ ）



< 証明 > ※覚える必要はない

前図を用いて考えると、分割した長方形の体積 $V_1 \sim V_5$ は、次のように計算される。

- ①  $V_1 = m \times n \times \{(ha1+hb1+hd1+hb4) / 4\}$  … 面積×四隅の高さ/4 (高低差の平均)
  - ②  $V_2 = m \times n \times \{(hb1+ha2+hc1+hd1) / 4\}$  … 面積×四隅の高さ/4 (高低差の平均)
  - ③  $V_3 = m \times n \times \{(hc1+ha3+ha4+hb2) / 4\}$  … 面積×四隅の高さ/4 (高低差の平均)
  - ④  $V_4 = m \times n \times \{(hd1+hc1+hb2+hb3) / 4\}$  … 面積×四隅の高さ/4 (高低差の平均)
  - ⑤  $V_5 = m \times n \times \{(hb4+hd1+hb3+ha5) / 4\}$  … 面積×四隅の高さ/4 (高低差の平均)
- ここで、 $V = V_1+V_2+V_3+V_4+V_5$  であるため、これをまとめると、

$$V = \{(m \times n) / 4\} \times \{(ha1+ha2+ha3+ha4+ha5) + (hb1+hb4+hb1+hb2+hb2+hb3+hb4+hb3) + (hc1+hc1+hc1) + (hd1+hd1+hd1+hd1)\}$$

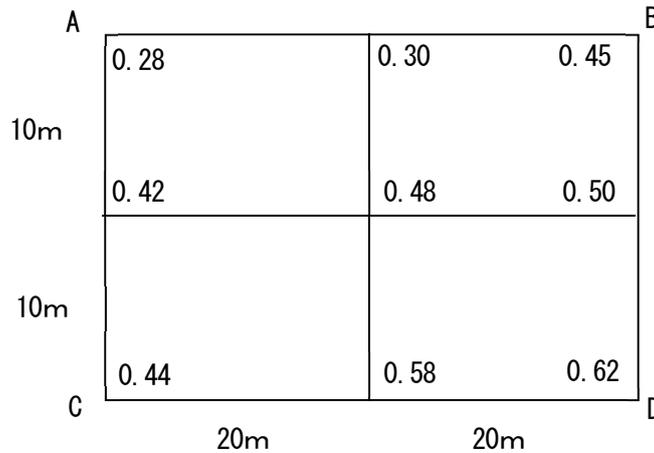
となるため、 $(m \times n) = S$  とすると、次の式が成り立つ。

$$V = \frac{S}{4} (\Sigma ha + 2\Sigma hb + 3\Sigma hc + 4\Sigma hd)$$

3. 点高法（長方形法）による土量計算（例題）

水平に整地された長方形の土地ABCDにおいて水準測量を行ったところ、地盤が不当沈下していたことが判明した。水準測量を行った点の位置関係及び沈下量（m単位）は、下図に示すとおりである。盛土により、もとの地盤高にするには、どれだけの土量が必要か。最も近いものを次の中から選べ。

ただし、土地の平面形の変化及び盛土による新たな沈下の発生はないものとする。また、土量は、下図に示すとおり土地ABCDの面積の等しい4個の長方形に区分して、点高法により求めるものとする。



< 解答 >

問題文にある図は隣り合った長方形で共有される辺と頂点である、中央の頂点はすべての長方形で共有される。すると長方形ごとに平均沈下量を求める必要はなく、共有された頂点ごとに平均を求め単位面積（ $10\text{m} \times 20\text{m} = 200\text{m}^2$ ）をかけるだけで算出できる。

$$\Sigma ha \text{ (共有されない隅点の総和)} : 0.28\text{m} + 0.45\text{m} + 0.62\text{m} + 0.44\text{m} = 1.79\text{m}$$

$$\Sigma hb \text{ (2個に共有される隅点の総和)} : 0.30\text{m} + 0.50\text{m} + 0.58\text{m} + 0.42\text{m} = 1.80\text{m}$$

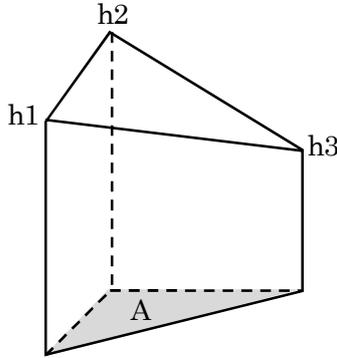
$$\Sigma hc \text{ (3個の長方形に共有される隅点の総和)} : 0 \text{ (長方形の組合せにはない)}$$

$$\Sigma hd \text{ (4個に共有される隅点の総和)} : 0.48\text{m}$$

$$V = \frac{(10 \times 20)}{4} \times (1.79 + 2 \times 1.80 + 4 \times 0.48) = 50 \times 7.31 = 365.50 \text{ m}^3$$

4. 三角形法（三角形に区分した場合）

一般の三角柱の体積は（底面積）×（高さ）によって求めることができる。しかし、次図のように四隅の高さが互いに異なる場合は平均高を求めこれに底面積をかける必要がある。



$$(H) = \frac{(h1+h2+h3)}{3}$$

$$V = A \times H$$

ここで、H（平均高）、V（三角柱の体積）とする。

図のように、ある土地の土量を計算するため、その敷地をm×n（等面積）の三角形①～⑧に分割し、それぞれの三角形の交点の高さ（計画高までの高低差）を計算した。

ここで、三角形①～⑧の土量は、次の式で表すことができる。

$$V = \frac{S}{3} (\Sigma ha + 2\Sigma hb + 3\Sigma hc + 4\Sigma hd + 5\Sigma he + 6\Sigma hf + 7\Sigma hg + 8\Sigma hh)$$

$\Sigma ha$  : 1個の三角形のみの高さの合計

$\Sigma hb$  : 2個の三角形が共有する高さの合計

$\Sigma hc$  : 3個の三角形が共有する高さの合計

$\Sigma hd$  : 4個の三角形が共有する高さの合計

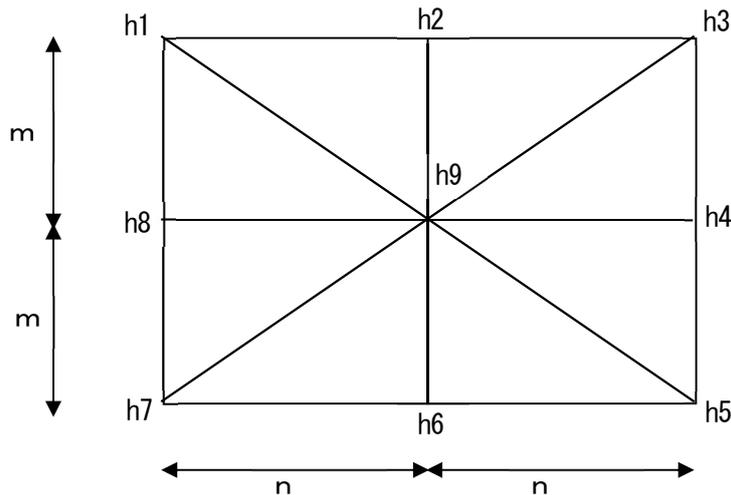
$\Sigma he$  : 5個の三角形が共有する高さの合計

$\Sigma hf$  : 6個の三角形が共有する高さの合計

$\Sigma hg$  : 7個の三角形が共有する高さの合計

$\Sigma hh$  : 8個の三角形が共有する高さの合計

S : 三角形1つの面積（ここでは、(m×n)/2）



5. 過去問題 (H30-No25)

図 25 に示すような宅地造成予定地を、切土量と盛土量を等しくして平坦な土地に地ならしする場合、地ならし後における土地の地盤高は幾らか。最も近いものを次の中から選べ。

ただし、図 25 のように宅地造成予定地を面積の等しい四つの三角形に区分して、点高法により求めるものとする。また、図 25 に示す数値は、各点の地盤高である。

なお、関数の値が必要な場合は、巻末の関数表を使用すること。

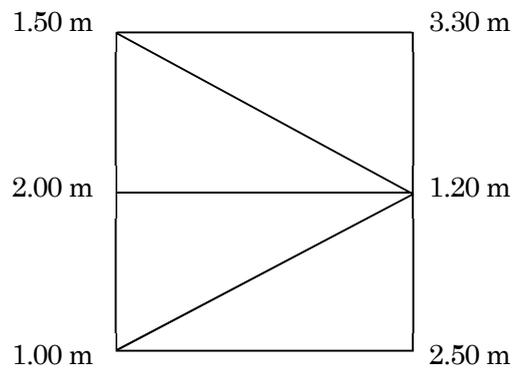


図 25

1. 1.63 m
2. 1.73 m
3. 1.84 m
4. 1.92 m
5. 2.03 m

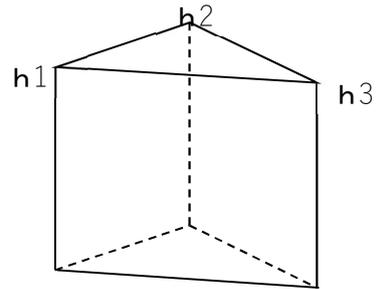
<No25 : 応用 (点高法) : 解答>

点高法による平均高さの計算問題である。点高法とはメッシュに切った交点の高さ (標高) の平均値を求め、これに底面積を掛けて土量計算を行う手法で三角形法と四角形法がある。この問題は土量計算 1 歩手前の平均高さを求める問題である。

次の考え方で解けばよい。

図のような  $h_1 \sim h_3$  までの高さを持つ三角柱を考えると、その平均高さ ( $h$ ) は次のようになる。

$$h = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3}$$



問題文の図を次のように①～④の三角柱と考え、次のように計算すればよい。

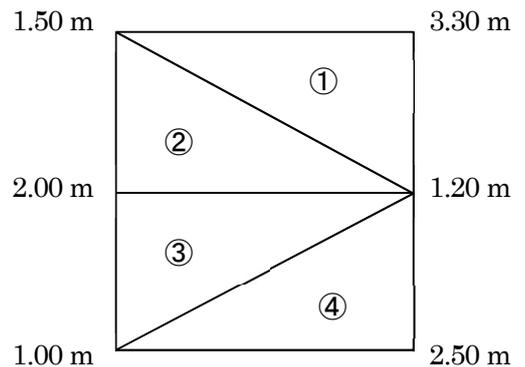
$$\text{①の平均高さ} = \frac{1.50 + 3.30 + 1.20}{3} = \frac{6}{3} = 2.000\text{m}$$

$$\text{②の平均高さ} = \frac{1.50 + 2.00 + 1.20}{3} = \frac{4.7}{3} = 1.567\text{m}$$

$$\text{③の平均高さ} = \frac{2.00 + 1.20 + 1.00}{3} = \frac{4.2}{3} = 1.400\text{m}$$

$$\text{④の平均高さ} = \frac{1.00 + 1.20 + 2.50}{3} = \frac{4.7}{3} = 1.567\text{m}$$

$$\text{①～④の平均高さ} = \frac{2.000 + 1.567 + 1.400 + 1.567}{4} = \frac{6.534}{4} = 1.6335 = 1.63\text{m}$$



また、前式をまとめると次のようになる。

$$\text{平均高さ} = \frac{4 \times 1.2 + 2 \times (1.50 + 2.00 + 1.00) + 1 \times (3.30 + 2.50)}{3 \times 4} = \frac{19.60}{12} = 1.63\text{m}$$

この式は4つの三角柱が共有する高さ、2つの三角柱が共有する高さ、1つの三角柱のみが持つ高さをそれぞれ加え、4個の三角柱の高さを平均するため、 $4 \times 3 = 12$  で割り平均値を求めている。

よって、最も近い値は1となる。

解答： 1