測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

☯12-15 土方計算（Earthwork）

1.土方體積計算法

A. 法：最常採用，尤其是道路工程。

$$V=\frac{A_1+A_2}{2}\times L$$

B. 法：

$$V=A_M\times L$$

C. 法：

$$V=\frac{(A_1+4A_M+A_2)}{6}\times L$$

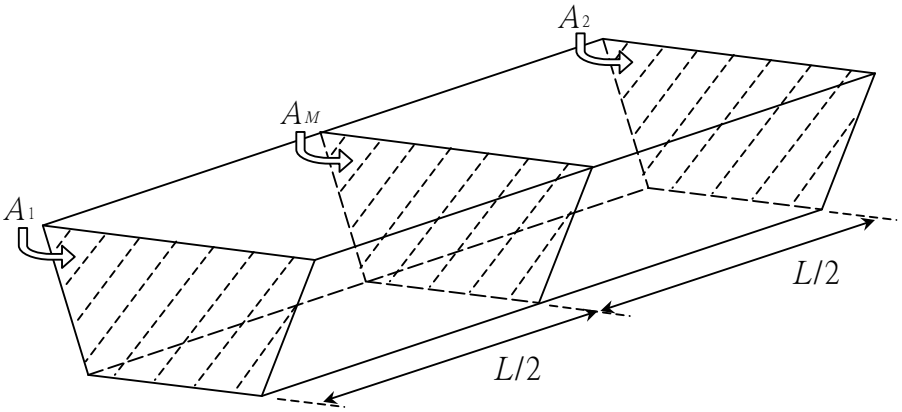


圖 12-15-1 土方體積圖

2.橫斷面之間距

A.橫斷面間距 L 通常取相等，且 $L=$ m。

B.在地形驟變處，可以增測橫斷面。

3.橫斷面面積求法

A. 法

❶水準截面

用於地面水平時

$$A=\frac{(2m+b)c}{2}$$ 或

$$A=(sc+b)c$$

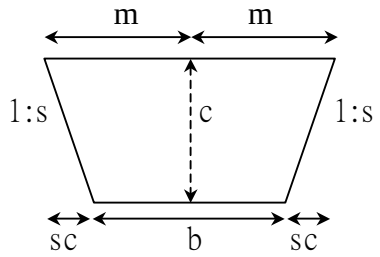


圖 12-15-2 水準截面

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

❷ 點水準截面

用於地面坡度相同時

$$A=\frac{\left(\frac{b}{2s}+c\right)(m+n)}{2}-\frac{b^2}{4s}$$ 或

$$A=\frac{b(h+k)}{2}+shk$$

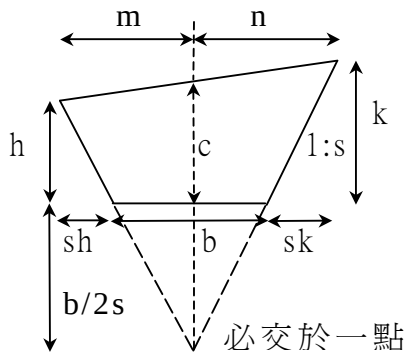


圖 12-15-3 二點水準截面

❸ 點水準截面

用於中心樁左右地面坡度不同時

$$A=\frac{c(m+n)}{2}+\frac{b(h+k)}{4}$$

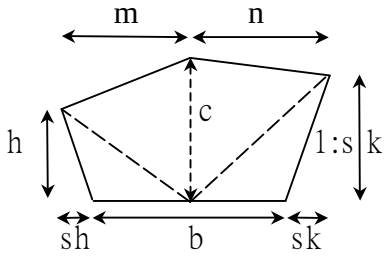


圖 12-15-4 三點水準截面

❹ 點水準截面（不規則斷面法）

用於地面坡度變化多時，可以分爲

a. 法

①將斷面分成數個三角形，最好使其至少有一邊爲水平或垂直。

②分別量出其底與高，個別求面積，再合計總面積。

③有相同底之三角形（相鄰之三角形），可以合併計算其面積。

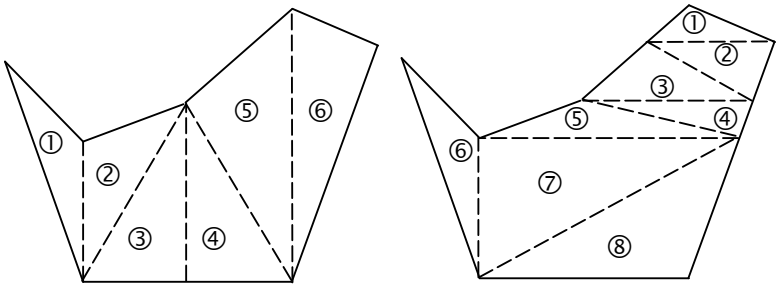


圖 12-15-5 三角形法

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

b.　　法

①將斷面以水平和垂直線分成數個梯形。

②分別量出其底與高，個別求面積，再合計總面積。

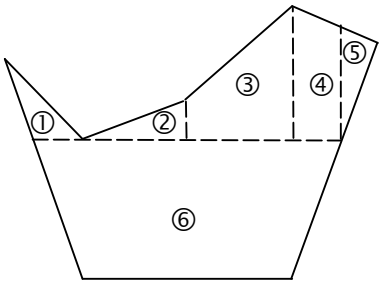


圖 12-15-6 梯形法

c.　　法

①將斷面任意分成數個三角形。

②分別量各邊邊長，個別求面積，再合計總面積。

③儘量使三角形的底與高相等（接近正三角形），避免太扁長。

$$A=\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s=\frac{1}{2}(a+b+c)$$

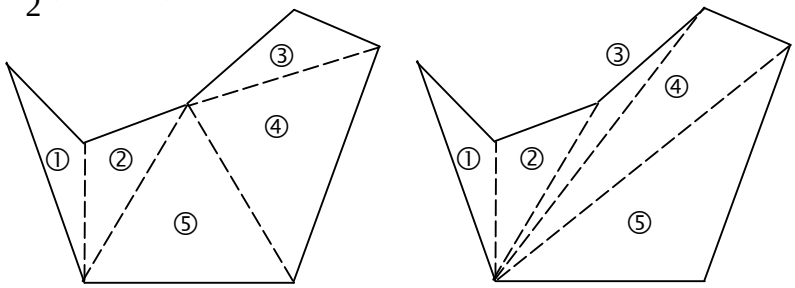


圖 12-15-7 三邊法

B.　　法

❶將斷面繪於方格上，計算方格總數。

❷此法計算最爲簡便，但　　最差。

$$\text{面積}A=17(\text{佔有完整方格之數量})\times 1+30(\text{佔有部份方格之數量})\times\frac{1}{2}=32$$

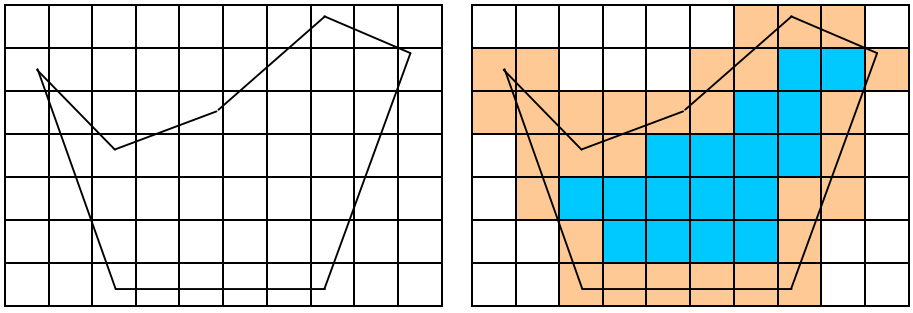


圖 12-15-8 方格法

C.　　法（　　法）

❶利用（電子）求積儀，沿圖形外圍繞一圈，即可求得圖形面積。

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

❷此法對不規則斷面最適宜。



圖 12-15-9 求積儀

D.　　法（等高量距法、累距法）

❶在斷面圖上畫平行線，將所有平行線之　　累加起來，再乘以平行線之　　，即可求得圖形面積。

❷此法間距越　　越精確。

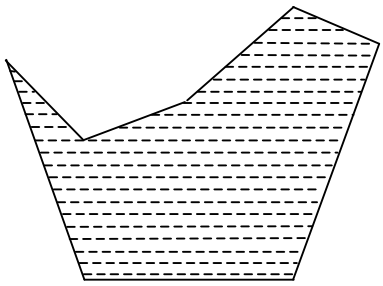


圖 12-15-10 積分法

E.　　法

❶將斷面圖平放於數位板上。

❷以滑鼠順時針方向，在變化點（P_1、P_2、P_3、…）上按左鍵，最後一點（P_7）按右鍵結束。

❸電腦將自動閉合至原點（P_1），並計算所圍之面積，顯示於螢幕上。



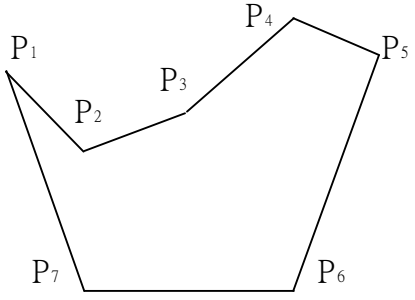


圖 12-15-11 數位板法

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

F.　　法（估面積法）

❶依據設計資料，至現地測量變化點（P_1、P_2、…P_7）之座標。

❷依座標計算面積。

❸此法　　較佳。

$$A=\frac{1}{2}\begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \cdots & x_7 & x_1 \\ y_1 & y_2 & y_3 & \cdots & y_7 & y_1 \end{vmatrix}$$

$$=\frac{1}{2}\left|(x_1y_2+x_2y_3+\cdots+x_7y_1)-(x_2y_1+x_3y_2+\cdots+x_1y_7)\right|$$

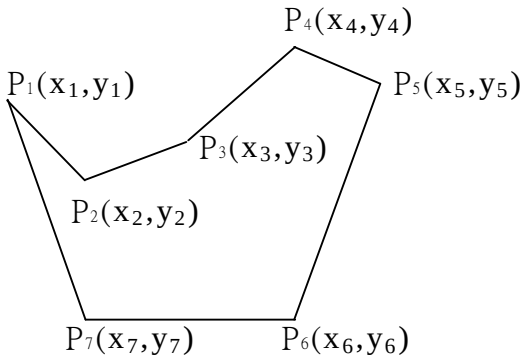


圖 12-15-12 座標法

4.有挖有填斷面之面積與體積

A.分別計算挖方與填方之面積。

B.計算體積時，挖填方亦分開計算。

❶若下一個斷面有挖也有填，則

$$\text{挖方體積}V_C=\frac{A_{C1}+A_{C2}}{2}\times L$$

$$\text{填方體積}V_F=\frac{A_{F1}+A_{F2}}{2}\times L$$

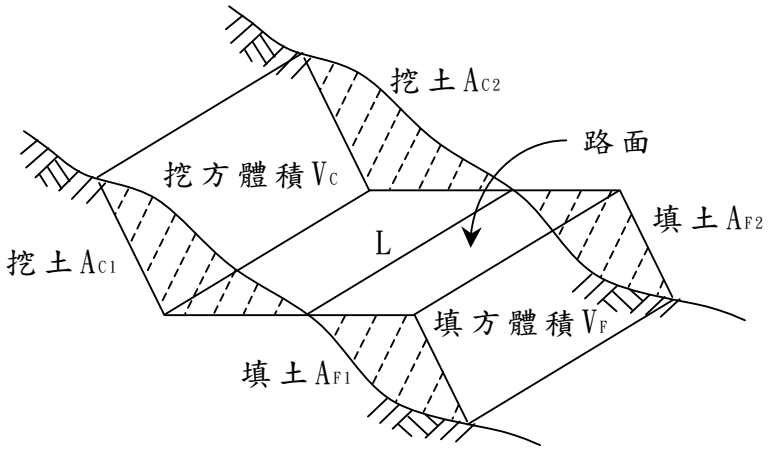


圖 12-15-13 有挖有填的斷面

❷若下一個斷面只有挖方，則令 $A_{F2}=$　。

❸若下一個斷面只有填方，則令 $A_{C2}=$　。

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

例 12-15-1 求挖土土方體積

已知道路橫斷面如圖 12-15-14 所示，求挖土土方體積。（施著工程測量 p.113）

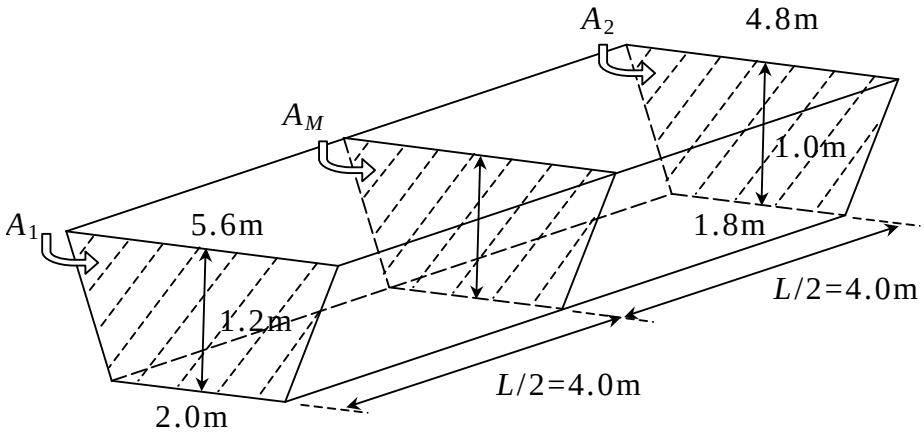


圖 12-15-14 道路體積圖

解：1.先求各斷面之斷面積

$$A_1=\frac{(5.6+2.0)\times 1.2}{2}= \qquad m^2$$

$$A_2=\frac{(4.8+1.8)\times 1.0}{2}= \qquad m^2$$

$$A_M=\frac{\left[\frac{(5.6+4.8)}{2}+\frac{(2.0+1.8)}{2}\right]\times\frac{(1.2+1.0)}{2}}{2}= \qquad m^2$$

2.求體積

A.平均斷面法

$$V=\frac{A_1+A_2}{2}\times L$$

$$=\frac{4.56+3.30}{2}\times 8.0$$

$$= \qquad m^2$$

B.中央斷面法：

$$V=A_M\times L$$

$$=3.905\times 8.0$$

$$= \qquad m^2$$

C.稜柱體公式法：

$$V=\frac{(A_1+4A_M+A_2)}{6}\times L$$

$$=\frac{(4.56+4\times 3.905+3.30)}{6}\times 8.0$$

$$= \qquad m^2$$

測绘信息网http://www.othermap.com网友整理

例 12-15-2 求挖土土方斷面積

已知道路橫斷面如圖 12-15-15 所示，設計路寬 b=12m，中心樁處挖土深度 c=1.5m，橫斷面地面坡度 1：s’ =1：20，挖土邊坡坡度 1：s=1：2，求挖土土方斷面積。

（施著工程測量 p.104）

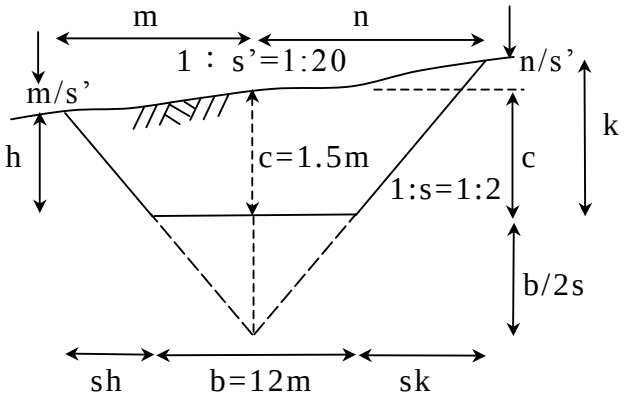


圖 12-15-15 道路橫斷面圖

解：1.已知

$b = 12m$

$c = 1.5m$

$s = 2$

$s' = 20$

2.求左側之 m、h

$$\begin{cases} m = \frac{b}{2} + sh \\ c = \frac{m}{s'} + h \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{12}{2} + 2h \\ 1.5 = \frac{m}{20} + h \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{90}{11} = 8.18m \\ h = \frac{12}{11} = 1.09m \end{cases}$$

3.求右側之 n、k

$$\begin{cases} n = \frac{b}{2} + sk \\ c = k - \frac{n}{s'} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = \frac{12}{2} + 2k \\ 1.5 = k - \frac{n}{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = \frac{90}{9} = 10m \\ k = \frac{40}{20} = 2m \end{cases}$$

4.求斷面積

$$A = \frac{\left(\frac{b}{2s} + c\right)(m+n)}{2} - \frac{b^2}{4s} = \frac{\left(\frac{12}{2\times 2} + 1.5\right)(8.18+10)}{2} - \frac{12^2}{4\times 2} = \quad m^2$$ 或

$$A = \frac{b(h+k)}{2} + shk = \frac{12(1.09+2)}{2} + 2\times 1.09\times 2 = \quad m^2$$