

公職王歷屆試題 (106 薦任升等考)

106年公務、關務人員升官等考試、106年交通事業鐵路、公路、港務人員升資考試試題

等級：薦任

類科(別)：土木工程

科目：土壤力學(包括基礎工程)

一、一現場夯實土壤，其試驗室之夯實數據如下表所示：

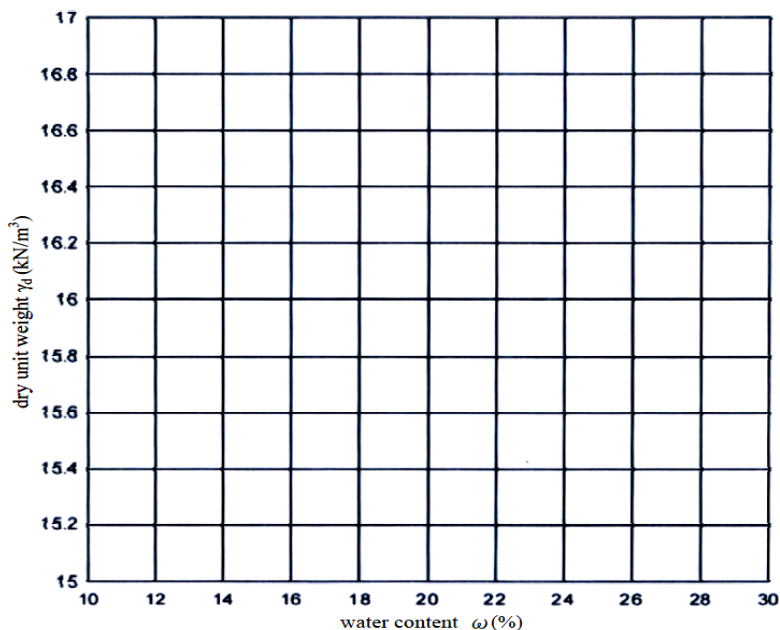
土壤編號	濕單位重(kN/m^3)	含水量(%)
1	18.64	14
2	19.24	16
3	19.66	18
4	19.81	20
5	19.85	22
6	19.69	24

若規範要求此土壤需達95%之相對夯實度，且含水量必須控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 之間。現場試驗針對夯實土壤挖一體積為 944 cm^3 之孔洞，其所得到的濕土重為 17 N 、乾土重為 14 N ，請回答下列問題：(每小題5分，共25分)

(一)請由下圖決定出本夯實土壤之最大乾單位重(kN/m^3)為何？最佳含水量 ω (%)為何？相對夯實度為何？此相對夯實度是否有達到規範之要求？(13分)

(二)若夯實土壤之比重為2.7，則飽和度為何？若土壤在固定單位重下達到完全飽和，則含水量 ω 為何？(8分)

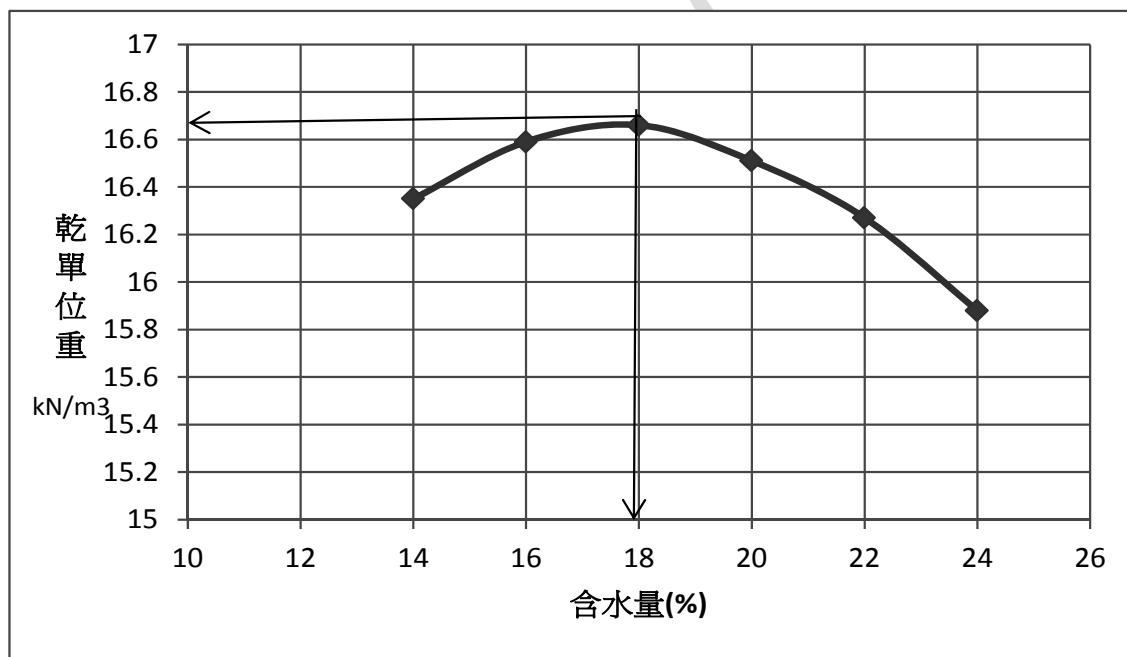
(三)現場控制試驗(field control test)可分為破壞性(destructive)與非破壞性(non-destructive)兩種檢測方式，請分別各列舉出兩種求現地密度之方法。(4分其試驗室之夯實數據如下表所示：



【擬答】：

(一)

土壤編號	濕單位重(kN/m ³)	含水量(%)	乾單位重(kN/m ³)
1	18.64	14	16.35
2	19.24	16	16.59
3	19.66	18	16.66
4	19.81	20	16.51
5	19.85	22	16.27
6	19.69	24	15.88



由上圖可知最佳含水量為 18%，最大乾單位重為 16.68kN/m³

$$\gamma_m = \frac{W}{V} = \frac{17}{0.000944} = 18.01 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

故乾單位重 $\gamma_d = \frac{18.01}{1 + 3/14} = 14.83 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

$$R = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d \max}} \times 100\% = \frac{14.83}{16.68} \times 100\% = 88.92\% < 95\% \text{ (不合格)}$$

(二)

$$e = \frac{G_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.7 \times 9.81}{14.83} - 1 = 0.786$$

$$S = \frac{G_s w}{e} = \frac{2.7 \times (3/14)}{0.786} = 73.6\%$$

若飽和則含水量為

$$w = \frac{G_s}{e} = \frac{0.78}{2.7} = 0.289 = 28.9\%$$

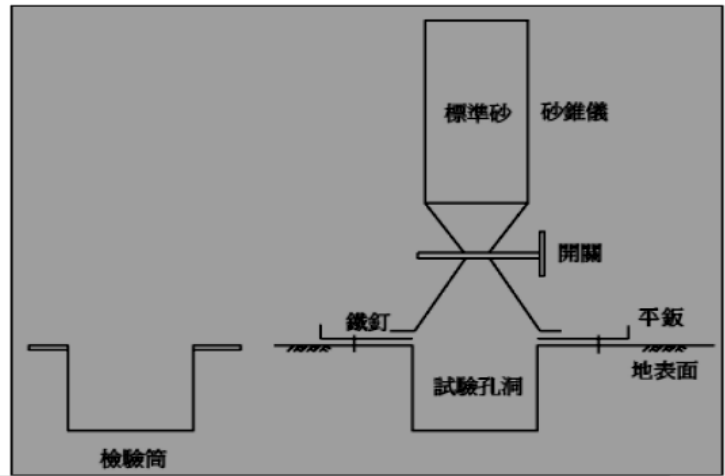
(三)

在工地夯實的過程中，知道土壤夯實之單位重是否已達到要求的規格非常有用。工地量測夯實土單位重(工地密度試驗)可用於檢驗填築完成底層或基層之壓實度是否合乎範。測定工地密度有三種即砂錐法、橡皮薄膜法及核子密度法。

其中砂錐法與橡皮薄膜法屬於破壞性試驗

而核子密度法屬於非破壞性試驗

1. 砂錐法 (Sand cone Test)

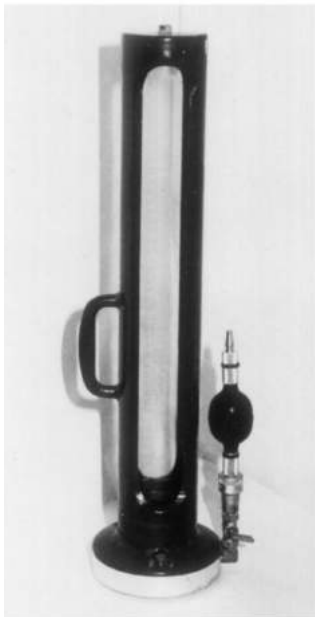


2. 橡皮氣球法 (ASTM 標準序號 D-2167)

橡皮氣球法與砂錐法相似；挖一個小洞，然後測得挖出土壤之濕重與含水量。但是，孔洞之體積是將裝水之橡皮氣球從一個體積標定之容器中擠入孔洞，從橡皮氣球內水的體積變化來推算孔洞的體積。夯實土壤之乾單位重可用公式(6.27) 來決定。下圖顯示一個與橡皮氣球配合使用，體積標定之容器。

3. 同位素密度儀

同位素密度儀是量測夯實土壤之乾單位重常用的方法。密度儀可以從地表或在鑽孔中使用。它使用一同位素放射源。同位素會發出Gamma 射線，此Gamma 射線穿過夯實土壤而反射至密度儀之感測器。在反射的過程中緊密土壤會比疏鬆土壤吸收更多放射線。因此，同位素密度儀根據所接受到Gamma射線的多寡來決定，單位體積內之濕土重與單位體積內所含之水重。夯實土之乾單位重即是將單位體積內濕土重中減掉所含之水重。下圖顯示一同位素密度儀照片



二、一海浦新生地土壤由地表至GL.-5 m 為正常壓密軟弱黏土層，其下方為一厚10 m 之細砂層，地下水位於地表面。取該區地表下2.5 m 深度黏土於實驗室進行壓密試驗，試體厚2 cm，試體頂部及底部均可自由排水，若達成90%壓密度(U)需5 分鐘，請回答下列問題：

(一)求此黏土之壓密係數(單位為m²/day)。(5 分)

(二)若於此一海浦新生地上進行整地計畫，大規模填土厚度2 m，假設填土瞬間完成，求此黏土層分別於填土後20 天及200 天發生之沉陷量。(20 分)

(黏土層之 $\gamma_{sat} = 19 \text{ kN/m}^3$ ， $Cc/(1+e_0) = 0.15$ ；填方之 $\gamma_t = 18 \text{ kN/m}^3$)

($T_v \leq 0.217 (U \leq 52.6\%)$ 時， $U = (4T_v/\pi)^{0.5} \times 100\%$ ； $T_v > 0.217 (U > 52.6\%)$ 時，

$U = [1 - 10^{-(\frac{0.085 + T_v}{0.933})}] \times 100\%$:U為壓密度(%), T_v 為時間因子)

【擬答】：

(一)

$$T_{90} = \frac{C_v t_{90}}{H_d^2} \quad C_v = \frac{H_d^2 T_{90}}{t_{90}} = \frac{(0.01)^2 \times 0.848 \times 24 \times 60}{5} = 2.44 \times 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{day}$$

(二)

黏土層中間的大地應力

$$\sigma_0 = 2.5(19 - 9.81) = 22.975 \text{ (kPa)}$$

填土所造成應力增量

$$\Delta\sigma = (2)(18) = 36 \text{ (kPa)}$$

$$S_c = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'_{av}}{\sigma'_0} = 0.15(500) \log \frac{22.9 + 36}{22.9} = 30.8 \text{ cm}$$

$$T_v = \frac{2.44 \times 10^{-2} (20)}{(2.5)^2} = 0.078$$

$$U = (4T_v / \pi)^{0.5} \times 100\% = (4(0.078) / \pi)^{0.5} \times 100\% = 31.54\%$$

20 天發生之沉陷量

$$S_{(20\text{天})} = 0.3154(30.8) = 9.72 \text{ cm}$$

200 天發生之沉陷量

$$T_v = \frac{2.44 \times 10^{-2} (200)}{(2.5)^2} = 0.78$$

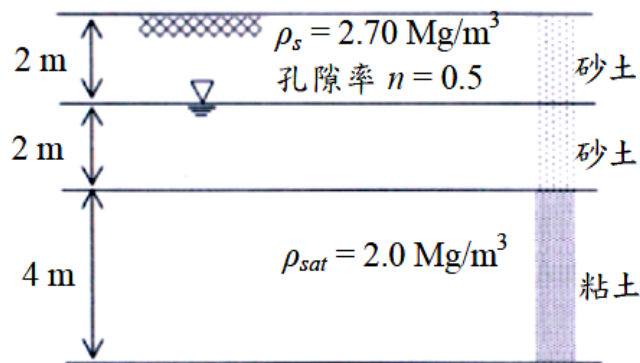
$$U = [1 - 10^{-\frac{0.085 + T_v}{0.933}}] \times 100\% = [1 - 10^{-\frac{0.085 + 0.78}{0.933}}] \times 100\% = (1 - 0.118) \times 100\% = 88.2\%$$

$$S_{(200\text{天})} = 0.882(30.8) = 27.17 \text{ cm}$$

三、一土樣試體取自下圖中粘土層之中央（亦即距地表 6 m 處），因取樣解壓而引致之 Skempton 孔隙水壓力參數 A 為 0.9。地下水位在地表下 2 m 處。假設該粘土試體之有效內摩擦角 $\phi' = 25^\circ$ 。

(一) 試估算該試體從取樣管取出時，其孔隙水壓力改變多少？（15 分）

(二) 試估算該試體在取樣後但試驗前之水平及垂直有效應力各為何？（10 分）



【擬答】：

(一)

1. 取樣前試體情況

$$r_{sat} = 2000 \times 9.8 = 19.6 \text{ kPa} ; \phi' = 25^\circ$$

$$n = 0.5, e = 1, \gamma_d = 1.35 \text{ Mg/m}^3$$

$$r_d = 1350 \times 9.8 = 13.23 \text{ kPa} \quad r_{1sat} = 1850 \times 9.8 = 18.13 \text{ kPa}$$

$$k_0 = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin 25^\circ = 0.58$$

$$A = 0.9$$

$$r_{2sat} = 2 \times 9.8 = 19.6 \text{ kPa}$$

公職王歷屆試題 (106 薦任升等考)

$$\sigma'_v = 2 \times 13.23 + 2 \times (18.13 - 9.81) + 2 \times (19.6 - 9.81) = 62.68 \text{ kPa}$$

$$u_0 = r_w \times z = 9.81 \times 4 = 39.24 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_h = k_0 \sigma'_v = 0.58 \times 62.68 = 36.35 \text{ kPa}$$

$$\sigma_h = \sigma'_h + u_0 = 36.35 + 39.24 = 75.59 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v = 2 \times 13.23 + 2 \times (18.13) + 2 \times (19.6) = 101.92 \text{ kPa}$$

2. 取樣後試體情況

$$\therefore \sigma'_v = \sigma'_h = 0$$

$$\therefore \Delta \sigma_v = -101.92 \text{ kPa} \quad \Delta \sigma_h = -75.59 \text{ kPa}$$

$$\Delta u = B[\Delta \sigma_h + A(\Delta \sigma_v - \Delta \sigma_h)] = 1.0 \times [-75.59 + (0.9) \times (-101.92 + 75.59)] = -99.29 \text{ kPa}$$

$$\therefore u_w = u_0 + \Delta u = 39.24 - 99.29 = -60.05 \text{ kPa}$$

(二)

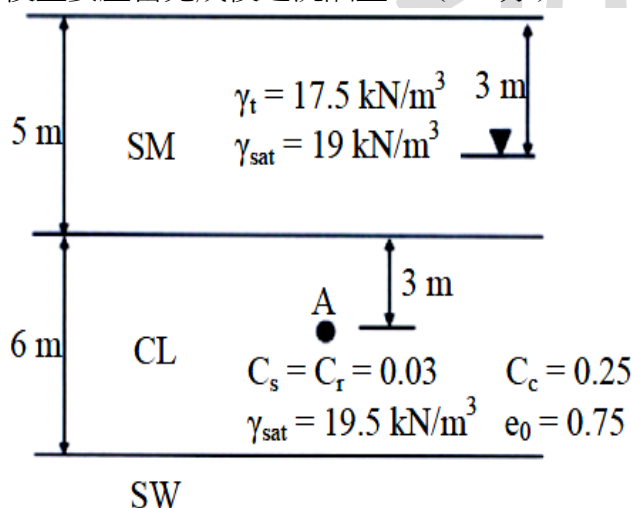
$$\sigma'_v = \sigma_v - u_w = 0 - (-60.05) = 60.05 \text{ kPa}$$

$$\sigma'_h = \sigma_h - u_w = 0 - (-60.05) = 60.05 \text{ kPa}$$

四、下圖為一沖積層地層土壤分佈，地下水位位於地表下 3 m。第一層粉質砂土 (SM) 地下水位以上之單位重為 17.5 kN/m³。6 m 厚正常壓密黏土 (CL) 位於砂土層下方。黏土層以下為 5 m 厚砂土層 (SW)。此地層興建一建築物，長及寬分別為 10 m 及 5 m，載重為 80 kPa，建築物基礎經開挖 4 m 後開始構築，回答下列問題：

(一) 依 2:1 應力傳遞法，求黏土層厚度中央點 (A 點) 因建築物載重導致之垂直應力增量。(10 分)

(二) 若黏土層中央之垂直應力增量可代表黏土層之平均應力增量。若建築物載重配置均勻，且基礎結構勁度高，無不均勻沉陷發生。不考慮基礎結構勁度之效應，求黏土層於建築物加載後主要壓密完成後之沉陷量。(15 分)



【擬答】：

$$(一) \Delta \sigma_m = \frac{80 \times 5 \times 10}{(5+8)(10+8)} = 17.09 \text{ kPa}$$

(二)

$$\sigma_0 = 17.3(3) + 2(19 - 9.81) + 3(19.5 - 9.81) = 99.95 \text{ kPa}$$

NC clay

$$S_c = \frac{(0.25)600}{1+0.75} \log \frac{99.95+17.09}{99.95} = 5.88 \text{ cm}$$