

242404

水文地質工程地質通俗讀物

談談土質分析

張之一 著

563
131

地質出版社

水文地質工程地質通俗讀物

談談土質分析

著 者 張 之 一

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

发行者 新 華 書 店

印刷者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕40号

印數(京) 1—4800册 1958年4月北京第1版

開本 $31'' \times 43''^{1/32}$ 1959年4月第1次印刷

字數 5000 印張 4

定價(8) 0.05元 統一書号: T15638-606

目 录

一、前言.....	1
二、几种主要的土质分析项目及指标.....	2
三、指标的应用.....	5

談 談 土 質 分

一、前 言

隨着祖國大規模經濟建設的開展，各地都在大興土木水利工程。如開挖運河渠道、修建廠房以及大型的水電站如三門峽、新安江等。這樣對工程地質工作也就提出了要求，必須確切的回答這個地區的工程地質條件問題，能不能在這地方興修水利工程或其他建築物，要採取些什麼樣的措施。要回答這一問題，除了進行地質勘探等一系列工作，還必須分析作為地基的土或岩石的物理力學性質，從而在這一切資料的基礎上作出相應的結論，因此土質分析工作是工程地質工作中不可缺少的一部分。

在進行土質分析前必須將對象弄清楚，什麼是我們所說的“土”？在工程地質中所說的土和平時我們所說的土壤完全是兩回事。土壤一般只是指地表土，那兒腐植質、細菌較多，只用來種庄稼，而不是作為建築物的地基。工程地質當中所指的土是位於土壤之下的風化帶岩石。其中包括第四紀沉積物松散岩石，如砂、亞粘土、粘土及較古老的堅硬、半堅硬岩石。

由於我們日常所遇到的土一般多為松散岩石，而它作為建築物的地基來說，較之堅硬岩石是具有最小的堅固性和不利條件，因此必須展開對土的組成成分及其性質的研究。本

文也只談談对松散岩石如何进行土質分析，都有那些指标，这些指标又有那些用途，这样可以具体的了解到土質分析是现代工程地質工作中重要組成部分。

二、几种主要的土質分析項目及指标

土是由三个部分組成的——固体、液体、气体。固体即指土的顆粒（矿物質）；液体是指土中所含之水；气体是留于土中空隙的空气或其它气体。三者的比例关系是不断变化的。进行土質分析也就是要研究土的組成成分、性質及各种指标。

最重要的土質分析項目及指标有下列几种：

1. 矿物成分的分析。土顆粒是由各种不同成分和不同性質的矿物及岩石碎屑組成的。这些矿物可分为两大类：一是原生矿物，一是次生矿物。属于原生矿物的有石英、長石、云母等。次生矿物是岩石經過化学风化作用后的产物，如蒙脫土、高岑土等。膠結土的粘土顆粒部分都是由这些次生矿物所組成，因此研究这些矿物組成对土的物理力学性質的影响是很重要的。在过去这种影响往往被人所忽略，举例來說，云母具有較大的可塑性，石英則没有什么可塑性。又如粘土矿物蒙脫土易吸水，所以压缩性大而滲透性及抗剪强度弱。顆粒的大小与矿物成分也有很大关系。如高岑土的顆粒一般是从0.2微米到1微米（ $1\text{微米} = \frac{1}{1000}\text{公厘}$ ），而蒙脫土的顆粒多半是 $< 0.2\text{微米}$ ，所以粒徑相同而矿物成分不同

的土，其物理力学性質差別很大。一般的矿物分析方法有显微鏡鑑定、染色法等。最新的研究粘土矿物的方法有差热分析法、X光分析、电子显微鏡等。

2. 顆粒成分分析。土的顆粒大小不一。我們把2—0.05公厘的顆粒叫砂土顆粒；0.05—0.002公厘的叫粉土顆粒；而<0.002公厘的叫粘土顆粒。把土大致分为这三种粒級是基于它們具有不同的性質。如砂子透水性強而粘土透水性則很小等。

將土样分成不同的粒級叫做顆粒分析。最簡單的顆粒分析方法有篩析法，即用不同孔徑的篩子將土分成几个粒級，但这只适用于砂土。而粘土类土則采用比重計法、移液管法等。这些方法都是根据不同大小的固体在液体中有着不同的下降速度的原理来进行的。顆粒分析的結果是將各粒級的含量用百分比表示。

3. 含水量。土中多少都含有水，究竟有多少？土的含水量(w)数值以充填空隙之水重与干土重之百分比表示之。干土重是指在105°C时烘至恒重的土重。通常將在天然状态下土的含水量叫天然含水量，风干状态时为吸湿含水量。

4. 容重。这是每單位体积內土的重量，用下式表示：

$$\gamma = \frac{g}{V}$$

式中 γ ——容重 (克/立方公分)；

g ——湿土重；

V ——湿土之体积。

5. 比重。这也是土的一项重要的物理性指标。系指固体

顆粒的重量與同體積蒸餾水在4°C時的重量之比。它的數值決定於土的顆粒的礦物組成成分。砂子的比重較小約2.65克/立方公分，因為石英的比重是2.65，而它是砂的主要組成部分。粘土的比重多在2.70克/立方公分以上，這是因為重礦物增多的緣故。如含鐵的礦物比重為4，有機物的比重是1.2—1.4。當土中含有有機物時則大的比重值降低。

6. 孔隙度。在土中多留有孔隙，肉眼不易察見，但黃土的孔隙竟有大至0.2公厘的，因此稱為大孔隙土。孔隙度可用下式求得：

$$n\% = \frac{V_n}{V} \cdot 100$$

式中 n ——孔隙度%；

V_n ——孔隙體積；

V ——土的總體積。

7. 最大分子吸水量。土的顆粒表面有一層薄膜水，這部分水即使在超過重力7萬倍的離心力的作用下也不會被排除掉，這就叫做最大分子吸水量，它用濕度表示。它隨著土的顆粒變小而增大。

9. 可塑性。當粘土類土與水作用時則發生狀態上的變化，可以由固體狀態變為可塑狀態甚至到液體狀態，當土由可塑狀態變為液體狀態時的濕度叫塑性上限或液限。而當土由可塑狀態變成固體時的濕度稱做塑性下限或塑限。上下限之差即土呈可塑狀態存在時的濕度間隔範圍，稱做塑性指數。

9. 崩解。當土樣完全浸於水中時，水對土起着一種破壞作用。如砂性粘土常呈粉末狀迅速崩潰。粘土顆粒之間的結

構較為堅固時，則土樣小塊剝落或甚至沒有變化。做這試驗時要注意土樣崩解的性質（塊狀抑粉末狀）以及崩解的速度。

10. 滲透。一般的土都具有透水性。但砂性土的透水性較好，而粘性土的透水性很小。這種土的透水性能以滲透系數來表示，即指在單位時間內在單位水压梯度下通過單位橫剖面的水量，一般以公分/秒表示之。滲透系數可在野外條件下測量（如注水、抽水等試驗），也可在實驗室內進行。後者來得快而且費用較省。

11. 壓縮性。土受到外力作用時便產生變形，當受到垂直壓力如建築物的荷重時，便發生壓縮現象，體積變小。堅硬岩石即使在每平方公分幾百斤壓力下幾乎仍不變形。沉陷主要是因為土的顆粒靠緊、空隙減小的緣故。土的這種性能用壓縮系數 a 表示之。

$\left(a = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_1}{p_2 - p_1} \text{公分}^3/\text{公斤}\right)$ 。

12. 土的抗剪強度。土的顆粒之間具有摩擦力及凝聚力。砂性土只具有摩擦力，而凝聚力實際上等於零。當將土裝於由兩個盒子組成的剪切儀時（其下部固定不動），在一定的垂直壓力下開始施以水平拉力，到一定程度時土則被剪斷。抵抗剪切的力量叫抗剪強度，用內摩擦角 α 或摩擦系數及內聚力 C 表示之。

三、指标的應用

以上所談到的是土的一些特性以及為研究和測定這些性質而確定的一些指標。現在談談這些物理力學性質指標究竟

如何运用到工程建設中去，他們有些什麼意義。

就从土的抗剪强度說起，我們知道修建堤坝后上游下来的水会对堤坝产生水平压力，为了要計算建筑物的稳定性，能不能被水冲走，便一定要测定作为地基的土的剪切力。它的大小往往决定了建筑物地基、擋土牆及任何其它土工建筑物的稳定問題。

压缩系数(a)是用来评价土的压缩性的。当 $a > 0.1$ 公分²/公斤时土为强压缩性，而 $a < 0.005$ 公分²/公斤时土则为弱压缩性。压缩試驗之所以需要进行，是因为建筑物的地基的土并不完全是均匀的，因此土的压缩性也不全同，或即使土质均匀但建筑物荷载不一而引起土的不均匀沉降，因而影响了建筑物的安全条件，縮短了寿命。有时我們便看到这种情况：某地的建筑物发生裂隙，或是傾斜，这多半就是因为地基不等量沉降的緣故。所以必須在實驗室或野外进行这种試驗。它需要几个小时或几天才能完成。而实际上作为地基的土的压缩要经过好几年才能稳定。野外荷载試驗不如在室内进行的簡便。

对于黄土來說由于它具有大孔隙。故在同样荷重下浸水后也会发生沉陷現象，我們叫它为湿陷。用来评价湿陷性的指标是下沉系数 s_m 。

渗透系数有什么用呢？当水庫充滿了水时由于土具有透水性，因而水便从坝底下或繞坝流到下游去。灌溉渠道充水后水也会向两边滲入。这种現象一方面使水量减少，另一方面也影响到边坡及坝基的稳定性問題，所以必須測出土的渗透系数，从而进行計算。又如挖矿坑、淺井等水由四面八方

向坑內涌入。要計算涌水量或排水量也必須先測得滲透系数，它還能用來計算人工降低地下水位。

崩解量也是土的抗水性指标之一，它具有极大的实际意义，可用来估价运河斜坡、路堤、露天基坑的稳定性。如水库边缘被水浸湿失去稳定性时，就会发生崩潰、滑动。

顆粒分析結果是具有很大的实际意义的。首先可以根据它来进行土的分类，如將土分为粘土、亞粘土、亞砂土、砂土等。利用顆粒分析結果也能根据經驗公式近似地得出滲透系数。同时这粒度成分指标还能用来确定滲透水冲走細顆粒的可能性。还有可以用来评价复盖在道路上或作路基以及作为其它建筑材料的适合性。最后还可以根据粒度成分来选择由鑽孔抽水时过滤器的最合理孔径。

測定土的可塑性也是有很大意义的。塑性指数同样也可以用来进行土的分类，如土的塑性指数 <7 时划为亞砂土， $7-17$ 时划为亞粘土， >17 时則为粘土。另外利用塑性上下限与天然湿度的比較，可以大致地測定基坑壁和路堑边坡上的稠度、强度和稳定性。

土的容重可以用来計算其它間接指标，如孔隙比(ϵ)、干容重(δ)及饱和度(W_n)等。但更重要的是在計算土質斜坡的稳定性問題时要用到它。容重还用来計算土工作量，掘泥机的掘斗容积，擋土牆所受的土压力。

土的比重一方面用来間接說明土的矿物組成，另一方面也用来計算其它間接指标如孔隙比等。孔隙比 $\epsilon = \frac{1-\delta}{\delta}$ ；

δ ——比重； δ ——干容重。

土的孔隙度可用来判定土的密度。如同一类土的粒度成分相同，而孔隙度不一，那就说明颗粒排列方式不一样。它亦可用来按经验公式近似地计算土的渗透系数。

最大分子吸水量可以用来进行土的分类和给水度的计算。

*

*

*

土质分析工作的重要性及各种指标的具体应用已见上述。要注意的是在工程地质工作中不应盲目的进行全部土质分析项目，应视目的在于解决什么问题而决定要进行那些试验项目。这样才能节省时间、人力及物力。

目前掌握土质分析试验的人员极为缺乏，这是与我国全面大跃进的形势不相称的。希望在这一方面也要破除迷信，迎头赶上去。

