

工地地基 土壤性質檢驗規程

全蘇建築工程地基
與基礎科學研究院 著

中央交通部航務工程總局 譯



人民交通出版社

工地地基 土質性質檢驗規程

中國建築工程質量管理協會 編

中國建築工程質量管理協會 編



中國建築工程質量管理協會

工地地基土壤性質
檢驗規程

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ
СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ
НА МЕСТЕ ПОСТРОЙКИ.

本文件係蘇聯「全蘇建築工程地基與基礎科學研究院」(ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ) 所編寫，於 1933 年由蘇聯國家建築出版局(ГОССТРОЙИЗДАТ) 出版，內容詳述地質調查、地質鑽探、土壤分析與載荷試驗，以及觀測建築物沉降等等的原則與方法，確為工地地基土壤檢驗方面有系統的文件。在前目土壤鑽探工具及工地分析土壤的設備均不夠齊備的條件下，採用本文件作為工作上之準繩極為合宜。爰接受蘇聯專家沙士可夫同志的推薦予以譯出；我局在土壤鑽探與檢驗方面的工作即以本規程為依據，希望今後能在實際工作中，積累經驗；並繼續學習蘇聯新近成就，以待修訂。此外，文件後面附載工地土壤性質檢驗報告書格式，以供工作人員之採用。

編譯時間匆促，內容與名詞如有不恰當之處，希讀者隨時提供意見，以便修正。

中央交通部航務工程總局

一九五三年九月

目 錄

序 言	1—1
I 概 論	2—5
II 基本規則	5—8
III 地區的一般地質調查	8—8
IV 在各個建築物下的詳細地質鑽探工作	9—12
V 土壤物理特性	12—14
VI 土壤載荷試驗	14—18
VII 觀測建築物沉降的組織	18—20
附 錄	
附錄1. 繪製建築地區地形平面圖的技術規範	21—22
附錄2. 建築工程中的鑽探規範	22—26
1. 總則	22—23
2. 鑽孔	23—25
3. 探坑	25—26
附錄3. 土壤圖例	26—26
附錄4. 簡單物理性質的確定	26—39
含水量	28—29
容 重	29—31
比 重	31—32
孔隙度與孔隙比	32—33

塑性指數	33—34
顆粒組合（篩分法，魯特闊夫斯基分析法）	34—38
自然坡角	38—39
浮脹性	39—39
附錄5. 土壤載荷試驗用的平台與儀器	39—48
載荷用平台	39—41
測量沉降量用的儀器	41—42
克羅勃斯型儀器	42—46
用遊標卡尺測量沉降量	46—48
用槓桿型儀器測量沉降量	48—48
附錄6. 土壤載荷試驗進程序及其報告	49—61
在露天探坑內作土壤載荷試驗	49—54
濕潤土壤載荷試驗程序	54—58
在鑽孔內作土壤載荷試驗	58—61

附件：工地地基土壤性質檢驗報告書採用格式

序 言

近代的建築工程，由於建築物的規模和土壤所支承的載荷總量均在顯著增長着，因此必須認真地、有科學根據地來解決地基和基礎的問題。這些問題的要求就是：要在技術上正確地並在經濟上合理地來選擇建築工程的地區，並在已選好的地區上為這種建築物打下簡單的、能夠保證這些建築物正常使用的基礎。

但是，到目前為止，全蘇建築工程地基研究院的規定中有許多的例子說明，雖然有各個機關大規模地進行了專門的檢驗工作，花費了很多的資金，但是這些檢驗對於解決所存在的問題並未能提供出可靠的資料。這種現象之所以產生是因為在檢驗的時候，事先缺乏仔細的考慮，對所要建築的建築物和施工地區的地質條件缺乏事先的研究。

結果，沒有預料到的現象阻礙了某些建築工程的順利進行。因此，只有正確地執行檢驗，方能解決現存的問題，才能保證迅速地施工。

蘇聯在地基和基礎方面進行科學的檢驗工作所獲得的現有成就迫使我们必須改變工程地基土壤性質檢驗的工作，使所得結果接近於地基和基礎的實際情況，及適合於近代科學的發展。

本規程的目的：

1. 給建築工作者們擬出解決上述問題的最簡單的途徑；
2. 指出在工地檢驗工程地基土壤性質時，所應當考慮的基本問題；
3. 在實際的建築工程中，採取統一的土壤檢驗方法，以便能夠集中使用蘇聯在地基和基礎方面大規模建築的經驗。

I 概 論

蘇聯國民經濟的改造成就和進一步發展係以佔據大面積的傳佈強大荷重至土壤的大工業為基礎。

建築工作者應當設計和建造足以保證能正常地使用的建築物，因此，需要研究對於承載該建築物荷重的土壤所呈現的許多問題。

第一個問題 大家都曉得，我們的建築物是建造在土壤上面，但是深處土壤的性質很少有可能是同樣的，而是由形成土層的各種不同地層所構成的。成層的過程可能是由於地層有部分斷裂及沿斜坡滑動所致（地層坍塌）。這種現象的存在與工程建築無關，但是工程建築可能引起這種現象，這是因為建築工程破壞了土質的一般均衡條件。地下水將石灰石石膏等岩層分解後，在地壳的內部造成空洞。由於空洞的逐漸增大和在該處建造建築物增加了載荷，這種空洞便會發生塌陷的危險。

因此，在建築之前，進行建築時和建築完竣之後，建築工作者首先必須查明土壤成層的過程和能够引起破壞土質穩定性的情況。

第二個問題 每種土壤的結構是看它的組成部份當初是怎樣形成的（形成的過程）而定。問題在於：當溫度變化、地下水升降、局部出水（這種情況在建築物使用時經常發生的）及其他情況時，在載荷下的土壤結構是否穩定。

第三個問題 因近代化的建築物所佔據的面積是很大的，在這樣大的面積裡不可能有嚴格均一的土壤。建築物各個不同的地點，在載荷的作用下，土壤的壓縮情形如何和有那些因素對沉降的性質和大

小有影響。防止建築物變形的主要因素是建築物各部分達到最小的沉降差，尤其是鋼筋混凝土剛構，負擔起重機載荷的結構等更為重要。從這個觀點上來看，很有必要在施工前明確如何來解決這些問題和怎樣進行檢驗工作，以便查明影響建築物壽命的土壤基本特性。

經過檢驗以後，並根據建築物本身的結構即可解決傳遞壓力於土壤上的方法問題。在這種情形下，建築工作者必須估計以下一系列的問題：

1. 在土壤內壓力傳佈的深度如何，也就是說，壓力是否只局限在2~3公尺範圍以內，或是依據基礎面積的大小而達到不同的深度。

實際上就是說，當直接在基礎下面具有一層緊密的，像要求那樣堅固的土壤，是否就可以放心，或是說還必須查明下臥層土壤的特性？

2. 假如在基礎底面下是由粗料組成的土壤，如礫石和砂，或是由細料組成的土壤，如細粒砂或粘土時，按時的沉降將是怎樣的情況？實際上就是說，假如在建築物下面的土壤是具有同樣的最後沉降量，只是沉降速度不同，當忽視時間的影響時，建築物在同一的時間裡，由於有着不同沉降量的緣故，便不可避免地會發生裂縫。

3. 沉降量是否不僅與載荷有關，而且也 and 基礎的形狀和面積有關，即是，如果修建的全部基礎不問面積大小，在該面積上所受的單位壓力是相同的，那末是否就可以達到同一的沉降？

4. 土壤容許壓力的大小是否只與土壤的種類有關係，還是與建築物的整體性和建築物結構對於不平衡沉降的感應性也有重大的關係？

上述的情況指出，要解決所造建築物傳佈壓力到土壤上的問題，就不僅要考慮到建築物地基的土壤，並且要涉及建築物結構的全部問題。

因此就會有興趣去研究地基與基礎學是如何逐漸發展起來的，以及如何考慮上列問題的意義。

地基和基礎學直到最近為止，還沒有脫離單憑直覺的範圍。

甚至直到目前，關於土壤檢驗採用載荷試驗的方法，大多數還是借用築路專業範圍內的，這種檢驗工作的重點只是研究地層表面的穩定性，因此，採用小型的承載座（Штамп）就夠了。很多的建築工作者們認為上述已經相當普及的土壤載荷試驗是解決建造地基問題的完全的經驗，甚至他們還企圖在地質構成和土壤結構的穩定性不夠了解的情況下，採用面積為 30×30 平方公分的承載座或者再小一些的承載座來解決全部的問題，並獲得足夠良好的結果。如果未能如願，甚至遭到意外，便採用打樁地基或是加深地基的複雜而高價的辦法。經常發生的現象就是很多建築工作者們將經驗與計算砂土擠出的公式配合應用，並對這些經驗發生了很認真的印象，而完全抹煞了當在解決這些問題時所必須考慮的一些主要問題。

在近15~20年來，基礎和地基的學問由很多實驗的和理論的工作所豐富起來，創立了建築物基礎科學的開端。上述的工作揭露了載荷下土壤壓縮的基本過程，並指出了沉降的性質和沉降的速度決定於土壤的孔隙和充填在孔隙中的含水量。在單位面積上的同樣壓力下，含水的擠出愈慢，沉降亦愈慢，因為地基土壤可不致於被擠出。

因此，在大粒的砂中修建建築物時，全部的沉降是很快的，而在粘土土壤上修建建築物時，建築物的沉降在竣工後可延續一年之久。水在土壤骨架中有着特殊的作用。

由於水的擠出或吸入可以改變土壤骨架支承壓力的大小，因此，當地下水位顯著地變化時，經常在建築物上發現裂縫。土壤骨架中所含的水呈現出毛細管作用的特性（土壤中的孔隙成為毛細管），並將土壤的顆粒之間聯系起來。土壤的顆粒愈微小，毛細管愈細，則在各顆粒之間的聯系亦愈強；隨着含水量的降低，黏聚力便愈增強，粘土土壤是非常顯而易見的。某些種類的土壤一經浸濕便能破壞其黏聚性（例如，用肉眼能看清結構的黃色砂質黏土），如果這類土壤位於載荷的下面，那末在不均衡或局部浸濕時增加對它的壓實，便成為呈現裂縫的原因。將具有天然含水量，表面未變形的和結構未破壞的土壤試

樣放到一杯水裡很容易看出失掉黏聚性的現象。可以土壤浸濕的速度來說明這種黏聚性的程度。

在考慮表徵建築物地基土壤的全面性問題時，本規程所提出的方案提出了根據上述情況研究工程地基土壤性質的問題。本規程僅包括融化土壤的問題（不是永久冰凍的），並未涉及土壤上的動載荷，因為永久冰凍的和在動載荷作用下的土壤完全是另外的一種研究課題。因此，下列乃是本規程的基本原則：

1. 研究在天然狀態下的土壤，也就是原有結構未被破壞的土壤，因為土壤結構的破壞常常根本改變了土壤的性質；

2. 確定土壤孔隙度的物理特性，其在建築物範圍內的同一性和在含水量變化影響下的穩定性；

3. 在檢驗深層的土壤下臥層時，用最小的 50×50 平方公分面積的承載座確定與土壤物理特性相一致的土壤軟韌性。

此外，本規程規定了建築地區的工程地質調查，各個建築物下的土壤鑽探及確定土壤軟韌性的方法，應根據這些方法進行工程地基土壤的檢驗工作。

在基礎範圍內的許多問題，近代科學研究的結果尚未獲得確切的解答，因為所得結果與建築物下土壤的實際情況相對照的資料尚嫌不足。唯一的方法是積累和系統化日常的建築經驗，根據這些經驗再來明瞭目前還不明瞭的問題。

本規程規定了各種資料的統一確定方法，並在積累經驗資料時，必須從建築開始時就觀測建築物的沉降。

II 基本規則

第1條 在着手設計以前，必須在建築工地按本規程進行地基土壤檢驗，此項檢驗費用包括在建築物造價中。

第2條 本規程是暫行性質，可供民用及工業建築之用。

第3條 工地地基土壤性質檢驗應解決下述諸問題：

1. 確定整個地區各個地層的一般地質構造，並查明地質構造的穩定性，即有無土壤坍陷現象，可溶性土層等等；
2. 從修建建築物基礎的觀點來查明所選地區在技術上和經濟上的合宜性；
3. 在每座重要建築物下詳細地判定土壤的種類、物理和力學特性；
4. 根據檢驗資料選定各個建築物的基礎形式，而在天然地基的情況下，按照建築物結構及其對不均衡沉降的感應性來規定土壤的容許壓力；
5. 爲了檢查已進行的檢驗和根據檢驗所作決定的正確性起見，佈置最重要建築物的沉降情況觀測至沉降完全穩定爲止。

第4條 檢驗須按事先擬出的計劃進行，並劃分爲三個階段：

第一階段 預定按本規程第3條1及2兩項解決問題；

第二階段 按本規程第3條3及4兩項；

第三階段 按本規程第3條第5項。

檢驗的第一階段 擬訂計劃須根據事先研究關於該地區的文獻資料、地形觀察、天然層的暴露、採料坑、水井及其他地下水在地面的出口等所了解的知識。在特殊的情況下，用少數不深的探坑、探孔和深溝，由鑽探工作者觀察獲得了解。

檢驗的第二階段 擬訂計劃須根據研究第一階段所獲得的資料和該建築物的設計資料，並要考慮到由於設計的條件，和建築物使用所引起的可能在建築物完工後改變土壤天然結構的因素（地下水的昇降、廢氣的溫度等等）。

檢驗的第三階段 擬訂計劃須依照本規程第七章，根據建築物的施工設計。

第5條 進行檢驗要有建築地區的總平面圖（帶等高線）。平面圖的測製根據荐用的技術規範來進行（本規程附錄1）。

第6條 工地地基土壤性質檢驗包括以下各種工作：

1. 地區的一般地質調查；
2. 用鑽孔和探坑探查各個建築物下的土壤；
3. 在工地和試驗室裡確定土壤的物理特性，以資鑑定土壤的性質；
4. 用載荷試驗進行土壤試驗，以供確定土壤在載荷下的沉降性質和沉降量。

第7條 檢驗的範圍視當地已有的地質的研究情況與所造建築物的重要性而規定。後者依照 KOMCTO 的技術經濟分類和建築物結構對不均衡的沉降的感應性確定之。

註：重要建築物是指：傳佈於地基土壤較大壓力的鋼筋混凝土結構，佔據大面積並承擔相當大的不均衡載荷的建築物，承受被大風載荷作用的高層結構，機械設備下的基礎，對沉降特別敏感的結構等等。

第8條 根據地方條件之不同，檢驗的範圍按以下各項確定之：

1. 在不够熟悉的或在地質複雜的地區建造新建築物時，必須依照本規程第6條進行全面的檢驗；
2. 在已有建築物且一般地質已了解的地區建造重要建築物時，僅須依照本規程第6條2, 3, 4三項進行檢驗。在技術性質特別的條件下，如鄰近建築物發生變形，地下水狀況劇烈改變，或在池塘填平的地點及其他情況，應進行全面的檢驗；
3. 對於低層民用建築與其他類似建築，僅需作土壤鑽探（本規程第6條第2項），儘可能再按本規程第6條第3項進行。土壤容許壓力由建築設計的統一標準確定之。

註：對於低層民用建築可採用住宅型號與住宅有類似的有效載

荷的建築，此種建築，在牆基下的壓力為 $2.0-2.5$ 公斤/平方公分。

第9條 檢驗工作應保證研究的土壤的天然狀態，即其用作建築物地基時之形態，並需在熟練的工程師直接領導下進行。

註：如果採用打樁地基，需打試檢樁，依照「工地打試樁及其試驗規程」進行檢驗。

III 地區的一般地質調查

第10條 一般的地質調查包括以下各項：

1. 編製地形的一般敘述，並指出其發展特性（地球形態學）；
2. 當地區位於河岸附近時，要確定洪水的邊界線；
3. 查明凍結深度（最好是根據當地氣象台的資料）；
4. 記敘地下水出口與暴露於地面的情形；
5. 系統整理當地地質的文獻資料；
6. 確定地層的組成一直到未經風化的岩盤，由很大面積範圍內物理性質的同一性和結構的密實程度來區別之；

註：如果岩盤很深（大於25公尺），則查明地層至第一層全面積堅實的密實厚土層。

2. 第四紀以前的古代沉積和冰川堆積的厚層均作為岩盤。

7. 查明地層和各種不同地層相互交疊的情況，及形成的年代（層位學）；
8. 查明透水層以及判定透水層水位、水源、壓力大小和鄰近貯水池的聯系；
9. 確定土壤地層的穩定性和有無形成坍陷、地層溶解、突然崩塌及其他現象的條件。

第11條 調查工作直接在劃作建築地區的範圍內進行。如果該地區是由天然界限，整個地形與必須確定地下水位與鄰近貯水池的

關係來決定，則調查範圍應予擴大。

註：如果施工地區位於河岸上或水池的岸邊，有被水流或波浪冲刷的危險，則還須進行研究河流或水池的情況，並測量靠近岸邊的深度（河流洪水以前，洪水時期及洪水以後）。

第12條 在土壤的透水層位於淺層的地區，尚須進行專門的水文地質調查，以資確定地下水的狀況、流量、流速與流向。

第13條 調查的結果照一般地質報告的格式編製，附繪地質斷面圖、各個鑽孔的地質柱狀截面圖、外露部份地形圖及其他。上述資料在根據「建築設計的統一標準」判定土壤容許壓力的條件下，可作為擬製建築物設計草圖之根據。

第14條 地區一般調查的全部工作，建議在建築工作者與地質學者或水文地質學者的共同領導下，按照工程地質調查一般採用的方法進行，或委託專門機構辦理。後者是按照該機構所規定的方法進行工作。

IV 在各個建築物下的詳細地質鑽探工作

第15條 在各個建築物下鑽探土壤層作為一般調查的補充，有下列目的：

1. 在所造每座建築物範圍內，與按照土層厚度以及土壤種類查明地層的層次，各層的同性和壓實程度；
2. 確定地下水水位；
3. 製出建築物基礎線的土壤地質斷面圖；
4. 詳細地研究按照設計草圖用作天然地基的地層位置。如果按照設計草圖是採用打樁地基，那末要研究被地基所貫穿的地層，以及支承打樁地基地部的地層。

第16條 鑽探土壤用鑽孔與探坑進行，依照土壤種類，地層性質與其含水程度而定，在粘土土壤中，如含水量不大時，必須作土壤的探坑檢查，以資查明在未擾動狀態下所有遇到的土層情況。如地下水流很大，挖掘探坑僅至地下水面為止。探坑的數目規定不少於鑽孔總數的 $\frac{1}{6}$ ，並在任何條件下不少於兩個。

註：當土壤層突然傾斜時，用探坑一探溝進行鑽探。

第17條 鑽孔沿着基礎線佈置在建築物周圍附近。鑽孔的佈置應當保證查明地層的傾斜與平展。在層次大致均勻的土層內，鑽孔間距離規定不大於150公尺，而在不均勻的土層（楔尖形的、扁豆形的等等）則不大於30公尺，並在所有的轉折點上加打輔助鑽孔。如為獨立的建築物，鑽孔總數不得少於四個。

第18條 鑽孔深度規定至離地面最近的有支撐能力的緊密土層（硬粘土與砂質粘土、粗砂、礫石、石灰石、結晶粒狀岩層等等）頂面以下1~2公尺，此土層是在地區的一般調查時所查明的。

第19條 低層民用建築及按照結構和有效載荷種類與其類同的工業建築，當緊密土層接近天然地面並缺乏一般地質調查資料時，鑽孔深度不應少於自基礎底部標高以下三倍的基礎寬度。

第20條 當建築面積很大時，每隔3~4個規定深度（如本規程第18及19條所規定者）的鑽孔，在最能表現地質特徵的點上，要鑽到岩盤，但至少相隔200~250公尺。

第21條 所有鑽孔（探坑與探孔）應測有孔口各土層和地下水水位的標高。未經測量標高的孔口不許探挖。

第22條 用鑽孔的方法鑽探土壤應用保證土壤在取出時最少變形的工具進行，因此，建議採用內徑100公厘和100公厘以上的套管。套管的最小直徑用89公厘（按照從前的分級）。

註：用於不太重要的建築物與鑽探深度不大時，允許用直徑75公厘的套管進行鑽探。

第23條 鑽孔工作要在通至鑽孔底的套管內進行。不允許不用套管。

註1. 如果地下水與壓實的緊密土壤位於深層時，套管的插入允許自該地區所規定的基礎初置深度開始。

2. 在鑽探岩盤，譬如硬粘土、石灰岩和結晶粒狀岩層時，毋須插入套管。

第24條 在含水量不大的土層內鑽探時，每隔半公尺取土樣一次，而在有地下水與含水量很大的土層中，則每隔0.25公尺取樣一次。爲了確定含水量，要從同一鑽孔中的土層內，每隔一公尺取樣一次。

第25條 挖掘探坑時，在靠近土層的底部、頂部與中部，選取未經擾動結構的整塊土樣，其尺寸爲 $15 \times 15 \times 10$ 公分，但挖掘縱深每隔一公尺至少取樣一次。

上述土樣用以檢查鑽孔資料與測定孔隙度。同時從同一地點選取土樣用以測定含水量。

第26條 在鑽探工作中取出的土樣，保存在一般採用的鑽探器具中（箱、袋）。專爲測定含水量用的土樣裝入帶有磨砂玻璃塞子，容積爲50~100立方公分的玻璃瓶內，並立即用臘封固。

註：由探坑內取出的土樣裝入玻璃瓶時應完全裝滿，並應設法保持土壤的天然結構。

第27條 在鑽探工作時，要注意查明所有的透水層水位，因此，當含水量有顯著變化時，規定至少間歇半小時。在間歇的時間裡，查明含水量的顯著變化是否由於流動的地下水的緣故。

下列要點必須記明並指出日期：

1. 土壤含水量有顯著變化處的深度；
2. 初現出水的深度（表現出地下水水位）；
3. 鑽孔內穩定水位的深度，此穩定水位是經過至少半小時對於水位變化的觀察所測定的，並用抽水機抽水作檢查所確定的（測定地下水水位）。

鑑於這些資料非常重要，故應保證及時地並準確地測量