

# 土力学讲义

П. Г. 庫茲明講

高等教育出版社



# 土 力 学 讲 义

И. Г. 庫茲明讲

清华大学工程地质及基础工程教研组译

高等教育出版社

本书系根据苏联土力学专家 П. Г. 庫茲明(Кузьмин)在北京为全国有关高等学校教师、生产部門及研究机构人員作短期讲学时所写的讲稿翻譯整理而成的。

本书共分七章,系統地闡述了土力学的基本原理,并有重点地介紹了苏联在这方面的最新理論和实验成就。例如,关于放射性同位素在土力学方面的应用,从理論到方法作了詳尽的介紹。又如按极限状态进行地基設計,环形基础下地基中的应力計算,粘土类土中的起始水力坡降,用触探法和用电容法測砂类土的密度,以及用球形模試驗測粘性土的抗剪强度等,在一般同类书籍中提得很少或沒有提到的問題和方法,都在本书中或书末所附的問題解答中作了扼要而清楚的敘述。

本书可以作为高等院校有关专业的教学参考书;对从事于土力学和地基基础方面的工作人員和科学研究人員也是一本十分有价值的参考书。

## 土 力 学 讲 义

П. Г. 庫茲明讲

清华大学工程地質及基础工程教研組譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7号

(北京市书刊出版业營業許可證出字第054号)

京华印书局印裝 新华书店发行

統一书号 15010.797 开本 850×1168 1/32 印張 11 4/16 繪圖 1

字數 267,000 印數 0001—3,000 定价 (7) 半 1.60

1959年8月第1版 1959年8月北京第1次印刷

## 序

本书是在北京清华大学为中华人民共和国高等建筑及工业学校“土力学地基基础”教研组的教师和科学研究人员讲课时的讲稿。

在本书中，作者力图在较高的理论水平上为广大读者清晰而扼要地阐述土力学的基本原理，并且力求在现代的研究土和计算地基基础的先进方法基础上来叙述这些原理。

作者谨向清华大学校长蒋南翔同志表示诚挚的谢意，他为本书的编写创造了良好的条件。清华大学工程地质及基础工程教研组主任陈梁生教授除了校阅本书的底稿之外，还给予了其他方面的帮助，在此也向他表示深切的感谢。最后向将本书译成中文并对本书作了全面整理工作的清华大学助教周景星同志和教研组的其他同志也表示诚挚的谢意。

技术科学后补博士，副教授

И. Г. 庫茲明

# 目 录

序 .....	iii
緒論 .....	1
第一章 土的成分 .....	17
§ 1-1. 土骨架 .....	17
§ 1-2. 土中水的种类和特性 .....	22
§ 1-3. 土中的气相 .....	28
第二章 作为建筑物地基材料的土的物理特性 .....	29
§ 2-1. 用实验方法决定的土的物理特性 .....	29
§ 2-2. 用理论方法求得的土的物理特性 .....	34
§ 2-3. 土的稠度 .....	39
第三章 应用放射性射线测定土的密度和含水量 .....	43
§ 3-1. 关于放射性同位素的若干知识 .....	44
§ 3-2. 对采用放射性同位素方法测定土的密度和含水量方面所完成工作的 概述和评价 .....	52
§ 3-3. 用 $\gamma$ 射线穿透法按密度标准测定土的密度的理论前提 .....	58
§ 3-4. 实验研究 .....	71
§ 3-5. 关于在土的现场研究方面采用放射性同位素方法的几项建议 .....	96
§ 3-6. 利用具有不同能量的 $\gamma$ 量子的 $\gamma$ 射线来透射土层以同时测定土的密 度和含水量的新方法 .....	108
§ 3-7. 在土力学中应用放射性同位素的远景 .....	115
第四章 作为地基材料的土的力学特性 .....	118
§ 4-1. 土的变形过程的特征及其在渗压仪中的试验 .....	118
§ 4-2. 压密定律 .....	127
§ 4-3. 根据渗压仪试验的结果求土的变形模量 .....	129
§ 4-4. 用渗压仪试验求黄土和黄土类土的沉陷性 .....	133
§ 4-5. 侧压力系数 .....	136
§ 4-6. 在试坑、探井和钻孔中做土的解荷载试验 .....	139
§ 4-7. 土的荷载试验结果的整理 .....	148
§ 4-8. 从土的荷载试验的结果求变形模量 .....	149
§ 4-9. 土的人工充水荷载试验的步骤 .....	150

§ 4-10. 层流渗透定律	152
§ 4-11. 粘土类土中的起始坡降	155
§ 4-12. 土中压力的种类	162
§ 4-13. 土中水作用在土骨架上和作用在建筑物上的静压力	163
§ 4-14. 运动中的土中水的动水压力	168
§ 4-15. 土的自重压力——天然压力(常驻压力)	170
§ 4-16. 土的抗剪强度	183
§ 4-17. 平面剪切的应力状态(M. H. 戈里特什滕教授的论证)	191
§ 4-18. 实验室内的剪力试验方法	192
§ 4-19. 抗剪强度与剪切变形的关系	194
<b>第五章 土中应力分布理论</b>	<b>204</b>
§ 5-1. 在集中力的作用下, 线性变形半无限体中任何一点处的附加压力和位移的问题	205
§ 5-2. 线性变形半空间体内部受集中力作用时, 在半空间体里面任何点上引起的附加应力和位移	222
§ 5-3. 通过矩形均布荷载角点的轴线上地基中的应力	235
§ 5-4. 圆形和环形基础下地基压缩应力的分布	237
§ 5-5. 土的各向异性和非均质性对其应力分布的影响	244
§ 5-6. 刚性基础下的应力分布(接触问题)	251
<b>第六章 结构物全部稳定沉降的决定</b>	<b>263</b>
§ 6-1. 用分层综合法求结构物的总的稳定沉降	266
§ 6-2. 连续荷载下土层的沉降	271
§ 6-3. 按土的等值层法计算结构物的沉降	272
§ 6-4. 按叶戈罗夫法计算结构物的沉降	278
§ 6-5. 沉降随时间的滞减	288
§ 6-6. 房屋及工业结构物的沉降极限值和沉降差	290
<b>第七章 土的极限应力状态理论及其在工程实践中的应用(极限平衡理论)</b>	<b>298</b>
§ 7-1. 概述	298
§ 7-2. 在局部荷载作用下土中应力状态的各个阶段	305
§ 7-3. 某点上的应力	307
§ 7-4. 极限平衡的微分方程式	315
§ 7-5. 边缘临界荷载	316
§ 7-6. 作用于土上的极限荷载	322
<b>问题解答</b>	<b>336</b>

## 緒 論

### “土力学地基基础”的发展簡史

“土力学地基基础”这门課的名称就規定了它是以建筑物的地下部分,也就是基础,与建筑物地基土之間的相互作用問題作为研究对象。

研究这种相互作用的直接任务是:决定基础的需要砌置深度、地基的計算强度以及基础的必要尺寸,以保証建筑物的安全和正常运用。为此必須計算地基的穩定程度。因此,“土力学地基基础”是一門計算-理論性的科学,有它自己的研究領域,亦即解决建筑物安全存在和正常运用的必要条件的一个方面。

直接埋藏在目前地表面附近的复盖土层,通常不适于作为地基,因为它的性質和成分很不均匀,土的形成过程也尚未結束,而且在冬季会冻结,夏季会融化,并常为人类活动所破坏。

因此,地表上层不能作为建筑物的可靠地基。这就是在所有情况下都必須把基础埋置在地表底面以下的原因。

我們可以将利用作为地基的土分成截然不同的两大类型:

1. 整体的岩石和半岩石(岩浆岩或沉积岩)。它們的强度决定于分子間的内聚力,其力学特性与一般的建筑材料沒有差別。

2. 疏松分散的岩石,亦即通常所謂的土。这类岩石不是連續体,而是由許多单独的固体顆粒所組成,在这些顆粒之間沒有联结,或联结的强度比起顆粒材料本身的强度要少很多倍。

这类岩石的碎散性使土具有孔隙。孔隙在外力作用下发生变化。

显然,对第二类岩石(土)应加以特殊的考慮和研究,因为分散

性和不同的形成条件使这类岩石作为建筑物地基时具有特殊的力学特性。

人类从事建設已經有数千年的历史,在这几千年里,用以满足人类各种需要的建筑物底下都造有基础。建筑物不同的构造特点、尺寸和荷載,要求建造不同种类的基础。在某些情况下,基础可以从建筑物整个构造中截然划分出来。在另外的一些情况下,基础与建筑物的其他部分結合在一起,很难准确地划出那一部分結構可以称为基础。例如,在水工建筑物、桥墩、擋土牆等情况,我們就不能把結構物和基础截然分开来。最著名的水利工作者和基础建造者之一的 H. M. 格尔謝凡諾夫教授說:“水工建筑物就是合理設計的基础”。这句话并不是偶然的。

但在这两种情况下(亦即有明显的基礎結構的情况和基礎結構是全部或部分地与上部結構結合在一起的情况下),建筑物中都必須有一部分是为了将荷載散布到地基上去,亦即将荷載从建筑物遞給地基。这就是說,每个建筑物都要有基础,将荷載傳到位于地表下一定深度处的地基上。

“土力学地基基础”作为一門完整的成熟的計算-理論性学科,形成还不很久。自从完整地建立主要观点并提出可用以决定基础主要尺寸的工程計算原理以来,到目前大概也只有 30 年的時間。

在这不久的時間以前,我們对于基础底下所发生的現象以及有关土和建筑物的相互作用的知識,几乎完全沒有,或者只有非常简单的和原始的。

在这段几千年的時間里,基础工程問題所以能够获得正确的解决,是依靠了工程直觉的成功运用,或者是采用了很大的强度安全系数。

在古代人类的概念中,岩石被認為是建筑物唯一可靠的地基。但是随着人类文化要求的增長,他們需要建筑各种各样的公共建



筑，而且建筑本身开始带有普遍性，这样就不仅在岩石上而且也要在其他的土上进行建筑。当然，建筑只好通过比拟的方法，根据以往建筑的成功經驗来决定土的安全荷載。

在过去的年代里，房屋和結構物的建筑技巧，包括地基基础的建筑技巧，都是掌握在个别的高明的建筑巨匠手中。

今天在中国还保存着一些壮丽的建筑物（艺术建筑的古迹），这些建筑物的平面尺寸和高度都很大，同时傳給地基的荷載也很大。

这首先說明我們的祖先对建筑物发生事故的原因已有很清楚的概念，在很多情况下他們能够采取一些重要的措施，这些措施的正确性为以后的发展所証实。

但是可以肯定，尽管在某些个别的情况下建筑大师創造出很高超的建筑形象，可是建筑得不成功的、甚至于发生事故的建筑物，如果不比建筑成功的建筑物还多的話，也是不在少数。

大量不成功的建筑說明建筑技巧的經驗沒有用准确的科学知識来加以丰富。

显然，那时候的建設者为了避免由于地基基础所引起的失敗，喜欢把房屋和結構物建造在他們所熟知的、經過經驗驗證了的整体的大块岩基上。

有趣的是这些我們认为早已陈旧的观点迄今还保留在国外的**高楼建筑實踐中**。

在国外，例如在紐約，已有的高楼建筑总是选择岩石作为地基。

当岩石埋藏在靠近地表面时，自然就使建筑者选择它作为高层樓房的地基。

在有岩石的情况，建筑者的任务只在于挖除局部破碎的表层。除了求岩石的瞬时抗压强度外，不需要进行任何地質勘查和实验

室試驗工作，也不必进行与决定基础結構尺寸有关的复杂計算。

基础一般設計成单独柱基的型式，它們支承在由几排交叉的鋼梁所組成的、包有混凝土的鋼格床上。

在旧金山、海灣两岸的高层楼房，都是建造在桩或沉箱上面，桩和沉箱再把荷載傳到岩基上。

旧金山地区的典型上部土层是处于塑性状态的淺藍色粘土。这种土的一般厚度达 30 米，下面通常是破散的岩石。

在旧金山也是选择岩石作为地基，把桩打到岩基上或把沉箱降到岩基上。在芝加哥，高层楼房的基础通常用开口沉井的方法（所謂芝加哥法）建造在岩基上。

在芝加哥，基础的設計也是遵循陈規进行，只要选择圓形沉井的直徑，使井有足够的面积傳布压力，不至于超过允許压力范围就可以了。

在欧洲，建筑高层楼房的例子只是个别的。

为了更好地了解这门課程的內容，并清楚地了解这门課程的任务，那怕只是很簡單地追述一下在地基基础方面从古至今一些观点的发展历史也是必要的。

在古老的神話中就提到說，庙宇受到风吹雨打，只是因为它是建造在石头上所以才不倒塌。

羅馬的建築師維特魯威（Витрувий 公元前一世紀）在他的著作“論建筑”一书中对于地基基础的建造曾經这样說：“建造房屋的基础，应开挖到坚硬的岩石（母岩），把基础砌置在坚硬的土层上；建筑基础用的材料和施工質量應該是良好的；基础的尺寸应比上面的牆稍大”。

以后（1570），帕拉吉奧（Палладио）在他的著作“建筑四卷”中，警告建筑者說：“在建筑方面所发生的錯誤中，要算与基础有关的錯誤危害性最大，因为它使整个建筑物破坏，而且糾正非常困

难。这就是为什么建筑师应该对这个课题给以很大的注意。

在俄国“国民学校”1789年出版的民用建筑指示书中，对初学建筑的建筑者提出这样的指示：“在建筑地基基础上不要吝惜材料”。

目前大多数的建筑者认为，引起建筑和结构物发生事故的原因通常是基础的问题。这种看法是很有根据的，因为事故的统计证明大部分的事故总是在某种程度上与地基基础有关。

所有这样不同时代的不同建筑师的劝告和指示表明，当时在地基基础方面的科学知识是极为贫乏的。

过去只是利用与已往成功的建筑经验相比拟的办法来决定地基的耐压力。当然，类似这种决定土的承载力的方法并没有什么深奥的科学根据，只能说是“猜测”。

今天我们十分了解，用这种方法是困难的，而且并不总是可靠的。

因此，过去时代的建筑师只限于提出各种警告，而完全没有具体指出应该如何建筑，如何才能可以避免不成功的建筑。

这样，就逐渐产生了成立专门的学科“地基和基础”的必要性。

大型工厂、城市桥梁和铁路公路桥梁、巨型海港和河川水工结构物等的建筑，对土木工程，特别是对“地基和基础”提出了很高的要求。在许多建筑工程中已经不能仅仅用简单的结构形式来解。很多时候，需要采用到目前为止还只是用于少数个别情况下的结构。这就要求对这种复杂的结构及其建造方法进行仔细的研究并加以推广。由于对土的特性还知道得不够，地基和基础还成为建筑工程中薄弱的环节之一。因此需要进一步研究与建筑物基础的建造和设计有关的理论和实践问题。

要求确定土与建造在它上面的建筑物之间的相互联系和相互作用的规律。

需要把建筑技巧，特别是“地基和基础”的建筑技巧发展成为一門建立在科学和技术所累积起来的知識和經驗的基础上的工程科学。

应当使建筑技巧不仅为具有多年建筑經驗的、“深知其奧妙”的建筑师所掌握，而且也應該为剛从学校出来的青年工程师所掌握，使他們有可能在日常工作中大量采用有足够根据的解决方法。

要圓滿地解决所有这些問題需要很多年的时间。这样，在十八世紀后期出現了解决地层和結構物互相作用的第一个理論。

在1773年，庫倫(Кулон)的奠定散体理論基础的第一部著作在法国发表了。庫倫第一次在自己的著作中建立了极限平衡理論的主要原則，他首先把这个理論用于計算擋土牆后的土压力。

在填土面是一个水平面、牆的后壁是垂直而且絕對光滑的情形下，庫倫从使牆上反力最大时的滑动平面所构成的棱体处于极限平衡的假定出发，定出了擋土牆所受的土压力。与其說当时庫倫說希望找出真正的滑动平面，不如說他是耽心不要使計算压力小于牆上实际所受的压力。

應該指出，庫倫理論并不总是被实验資料所証实。在这里需要強調指出，对于主动土压力，根据准确的現代理論和实验材料所得的結果与庫倫的答案相差不大，对于垂直面的擋土牆則結果一致。至于被动土压力，特别是內摩擦角以及土与牆間的摩擦角很大时，庫倫理論的誤差是完全不能允許的(大好几倍)。

同世紀的末叶，在克隆斯塔特地方的掘堡建筑中，俄国上校工程师帕烏克尔(Паукер)根据散体理論导出了建筑物基础安全埋置深度的公式。以后英国人兰金(Ренкин)也得到了类似的公式。

應該說帕烏克尔公式目前我們已經不用，因为它忽略了很多重要的因素，例如基础的寬度、土的各种物理力学特性等，因而結果很不准确。对基础下土的穩定問題有必要作进一步研究。从十

八世紀後半叶，建築者開始對設計基礎的計算方法和決定地基可靠性的方法進行大量的研究。

在建築物的地基計算中，大部分仍然是以庫倫的散體理論作為基礎。

但是庫倫理論是非常簡單而片面的，它不能夠解釋建築實踐者在土的強度和穩定性方面所觀察到的各種現象。

而且散體理論的結論常常與自然界所發生的最簡單的現象發生矛盾。這種矛盾使工程師的要求不能得到滿足並迫使他們在地下建築物的計算和設計方面尋找更準確的理論解決方法。歸根結底，所有這些都趨向於使計算更準確而複雜。但是當散體理論仍然作為這些計算的基礎時，地基基礎的理論計算要有重大的進展是不可能的。

俄國的工程師在地基和基礎這門科學上有很卓越的貢獻。在這方面，應該提到 1889 年俄國著名的工程師 В. И. 庫就莫夫 (Кудюмов) 所完成的極有名的有關地基穩定的實驗室研究。直到目前，庫就莫夫的這項工作在實驗的安排和實驗的做法上仍被認為是研究地基中所發生的現象的古典方法。

“地基和基礎”這門課程是首先在俄國開出來的，以後在其他國家里也開出這門課。

還在 1863 年的時候，作為“建築技藝”中的一篇，以大尉工程師 М. И. 格爾實凡諾夫 (Герсеванов) 和 В. М. 卡洛維奇 (Карлович) 的講稿的形式出版了一本有關地基基礎建築的厚冊子。在 1869 年，В. М. 卡洛維奇第一次開出“地基和基礎”這門課。當然，那時候這門課基本上是敘述關於施工各種方法，並且實質上是“建築技藝”中的一部分，但是很明顯，在這個時期俄國的工程師就已經對基礎工程這個很重要的問題給以很大的注意。

應該指出，在國外第一個類似的著作，亦即布連涅克 (Брэнн-

ок)的“地基基础讲义”是在 1887 年出現的，也就是說比卡洛維奇的要晚十八年。

在英国，杰科比(Джекобы)和戴維斯(Девис)的“桥梁和房屋的地基和基础”讲义的第一版是在 1914 年发表。

可以想象，布連涅克对卡洛維奇的书是知道的，而且这本书对他的工作亦必然是有所帮助的。布連涅克在 1877 年曾被以一个著名专家的身份邀到俄国当跨越涅瓦河的彼得格拉大桥工程的顧問，以后他又参加了制訂跨越涅瓦河、第聶伯河等大河的一系列桥梁的设计工作。

Л. 布連涅克在俄国逗留了四年后回到德国。

在他逗留俄国的四年時間內，布連涅克参加了地基基础方面的工作，他对卡洛維奇的书是不会不知道的。

有理由可以推断，布連涅克的书在生产趋向和在材料的編排方面一定在很大的程度上受卡洛維奇的书的影响。

由于某些原因卡洛維奇的著作沒有被翻成外文，而布連涅克的书却被翻成欧洲所有国家的文字，并在各个国家中得到广泛的流傳。

应该指出，在从前各国对俄国的科学是重視的。俄国的工程师和学者所进行的大量工作使地基和基础工程的理論研究取得了新的成就。在这些工作中，除了前面所提到的 В. И. 庫就莫夫的研究以外，还应该提到工程师 П. 列別金斯基(Лебединский)的見解，他在 1894 年提出的关于桩基的工作条件的見解直到今天还在这类基础的设计中基本上被采用着；也应该提到 В. К. 德莫哈夫斯基(Дмоховский)教授关于桩的靜載力的研究，Н. М. 格尔实凡諾夫教授关于水工建筑物的稳定性的研究和根据动力試驗結果决定桩承载力方法的研究。此外，也不能不提出 П. А. 閔那也夫(Миняев)在 1916 年发表的关于散粒体中的应力分布的著作，在这本著

作中他第一次从理論上和實驗上証明了可以在散粒体中应用彈性理論求应力和变形。实际上，这是建立新的一門科学——土力学——的第一步。

在实现五年計劃的年代里，“地基基础”及其相邻的課程在苏联得到了特別迅速的发展。在这些年代里，蓬勃发展的建設工程要求加强創造性的工作。

在十月革命之后，苏联在建設的規模上，在建筑物的龐大上，以及在建筑的投資上，都超过所有的大的資本主义国家。

在建立了苏維埃政权以后，在苏联建立起了成千的工厂，几十个新的城市，整个国家都布滿着新的鐵路公路和水道交通网。

建造巨型的工厂、宏偉的水工結構物、大的桥梁以及尺寸和荷載都很大的民用和公共建筑的基础以及巨型机械和車床的基础，就須要从新的方向来提出和解决地基建筑的問題。

在这方面的要求一年比一年增长。1928年在苏联的一些城市（各馬格涅托哥尔斯克和諾沃庫茲涅茨克等）建造馬丁炉車間时，建筑者就已經碰到每根柱的荷載达2400—2500吨的問題。

过了5年（1933），在建筑莫斯科地下鉄道的地下車站时，每根柱子的荷載高达3300吨。

又經過5年，即1938年，苏联的建筑者完成了苏維埃宮高层部分的基础工程，这时候每根柱子的荷載已經达到龐大的数目，即14,500吨。

现在苏联政府决定把苏維埃宮的建筑地点作些更动，要在莫斯科市的西南部的軟基上进行建筑。

目前摆在苏联工程师面前的任务是如何解决在压縮性地基上（軟基）建造紀念B. II. 列宁苏維埃宮的基础的問題。

与荷載迅速提高的同时，对于地基可靠性的要求也更复杂了。

目前苏联的建筑者和中华人民共和国的建筑者應該准备着去

解决复杂的問題。

这种准备应该是建立在对基础周围的、作为建筑物地基的介质(亦即土)有深刻而不断的研究上。

研究土的结构, 土的物理力学特性以及基础底下土内的应力、应变和其他物理过程, 使我们有可能迅速而正确地解决蓬勃发展的建筑事业对建筑者所提出来的問題。

解决这些问题的工具之一就是新的有关土的科学——土力学。土力学根本上改变了关于土的强度的概念, 从而使在这以前还没有充分利用的土的强度得以发挥出来。

在实现伟大的建设计划中所产生的大量工程问题的解决使土力学在苏联蓬勃发展起来。

从前的法规和规范已经不能使苏联的建筑满意, 因为必须更好地利用作为建筑物地基材料的土的性质。

苏联学者(H. M. 格尔谢凡诺夫、B. B. 索科洛夫斯基、B. Л. 弗洛林、Г. И. 帕克洛夫斯基、H. A. 崔托维奇、Л. E. 波里兴等), 考虑了世界科学的资料(庫倫、达西、布什涅斯克、特查基、卡薩格蘭地和克茲第等人的工作), 进行新的研究, 结果提出并解决了一系列对建筑实践十分重要的新的問題。

在这里首先应该提到经过详尽研究的计算建筑物地基中的应力状态的方法和估计预期沉降及沉降随时间发展过程的方法。

对建成的大量建筑物的沉降观测结果进行了分析, 并在这个基础上订出了最大许可沉降值、许可沉降差以及许可倾斜、弯曲和扭曲等。这些许可值的大小首先取决于建筑物对不均匀沉降的敏感性。

在这种情况下, 建筑物是作为大部分受挠曲的空间结构来加以考虑的。

根据上述, 在地基和基础的设计中, 应体现下列基本原则:



1. 作为建筑物基地的土是自然历史的产物，需要加以詳細的工程地質研究。

2. 承受建筑物荷载的地基不應該和基础以及整个建筑物完全分开来研究。

在設計和建造地基基础时，應該考慮到地基基础之間以及它們和建筑物各部分之間的相互关系。

3. 选择地基使其能保證建筑物的强度和穩定性的唯一正确准則是基础的許可沉降量和基础各点的許可沉降差，它們必須是該具体建筑物为保持其强度及正常运用所能接受的。

在可壓縮土层(軟土)上設計地基基础时，應該寻找新的使建筑物本身能适应当地土的条件的解决办法(即采用必要的結構方式保證結構物的强度和剛度等)来代替昂貴的、把基础放到壓縮性較小的深层土上的方法。

这样，关于建筑物和地基土的共同作用的近代概念，根本地改变了各种不同建筑物的地基基础的設計和施工方法。所有的建筑物按其對不均匀沉降的敏感性(决定于結構的剛度)可以分成下列三类：

1. 絕對剛性的建筑物(各烟囱、高炉、灯塔、水塔、桥墩、大体积的水工建筑物等)。

这类建筑物很少发生不均匀沉降，而只有傾斜才对这类建筑物有重要的意义。

絕對剛性的建筑物無論在什么条件下也不会发生弯曲，因为它们自己能够均衡地基的变形，使它趋向于平均沉降值，这时候在地基中发生压力的重分布。

2. 对沉降敏感的建筑物(如鋼筋混凝土框架樓房，大的鋼筋混凝土框架結構和連續結構，工业、民用及公共建筑等)。弯曲对这类建筑物有很大的意义。