

基本館藏

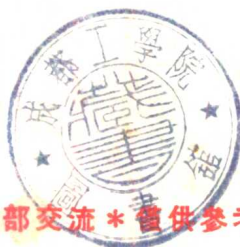
18447

高等學校交流講義

土學及土力學

上 冊

清華大學陳櫟生編



(內部交流 * 僅供參考)

中華人民共和國高等教育部教材編審處

土 學 及 土 力 學

書號 180639 上 冊

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 上 海 廠 印 刷

一九五五年一月上海第一次印刷
印數 1,700

字數 96,000
定價 羊6.900

本書下冊誤印爲“土力及土力學”，
特此更正。

441.219

5(3)323

7542

7542

陳

TK.11

土學及土力學

上 冊

第一章 緒論	1
第二章 土的生成	10
第三章 土的組成	18
第四章 土的粒徑組合和按照粒徑組合的分類方法	50
第五章 土內骨架，水和空氣間的相互作用	71
第六章 土的彈性和塑性變形	93

土學及土力學講義

第一章 緒論

I-1 土對於公路建築的意義

組成地殼外層的土是分佈最廣的建築材料。許多建築物（例如公路的路堤、土壩等等）是用土築成的；而一切建築物的重量最後都是由土（地基）來承受的。

土對於公路建築的意義超過它們對於其他建築的意義，公路的行車面建築在路堤上面，而土是構成路堤的材料（圖 a），土經過技術處理，具有所需要的性能後，也用於建造路面（圖 I-1, b）。在低級公路（在我國目前佔公路里程的絕大部分），汽車直接在土的行車面上行駛（圖 I-1, B）。

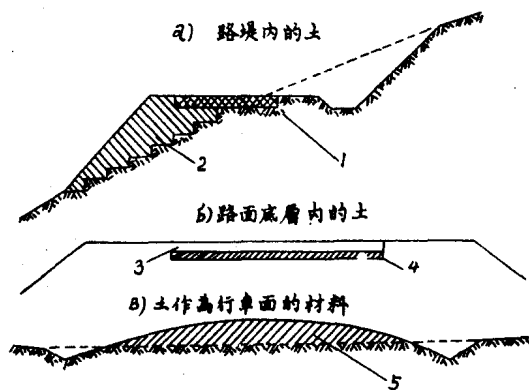


圖 I-1. 在公路建築中土的應用

1. 天然岩層作為路堤；2. 填土作為路堤；3. 瀝青路面；4. 經水泥加固的土作為底層；5. 壓實的土的行車面。

在公路建築中，土處在複雜的自然條件底下。路堤受氣候（溫度及濕度）季節性變化的影響。由於這個影響，特別是在凍結和融化的季節，路堤和路基內部產生一系列的變形。在設計公路的時候必須避免有害的沉降。

來往行駛的車輛在公路上產生極多次數的重複荷載。在不同的濕度下，重複荷載有時使土壓緊，有時使土破壞（在路面上形成輪溝，土磨成灰塵等等）。

由於上述的特點，構成路堤和路面的土，比之工業和民用房屋的地基是處在較複雜的條件底下（在後者，土的溫度和濕度一般固定不變）。公路專家既需要知道一般工業及民用建築物地基內土的工作條件，又需要知道公路路堤和路面內土的特殊的工作條件。

公路專家必須能夠採取積極的措施，改善土的工作條件並加強土對於外力影響的抵抗，使它們達到高度的穩定。

改善土的工作條件的措施主要在於：

1) 排水；2) 隔絕水的滲入；3) 隔絕低溫的侵入；4) 按照土對於水的不同穩定性將它們放在路堤的適當地位。增加土對於外力抵抗的措施在於：1) 改變它們的組成（級配）；2) 加以適當技術處理，提高它們的力學強度和對於水的穩定性。

為完成上述的任務，公路專家必須具備下列知識：1) 土的物理和物理化學性質；2) 土在不同條件下對於所受荷載的反應；3) 改善土的性質的方法。

I-2 關於土的一般概念

1. 關於地殼構造的基本知識

地球固體的外殼（岩界）由各種岩石組成。它的一般厚度估計在50至120公里之間。岩界內層（玄武岩層）富於矽和鎂。它過渡到地球的鐵-鎳內心。岩界外層（花崗岩層）富於矽和鋁。它一方面受發源於地球內部各種內力（地球內部熱量，地殼昇降，火山作用）的影響；另一方面，受各種外力（太陽熱量，水界、氣界、和生物界的機械

和化學作用)的影響。

接近地面堅固的大塊岩石，在外力作用下經過機械的和化學的風化。風化不限於陸地的表面，海底的岩石也經受風化。地殼中目前正經受風化的部分和在地史過去年代裡經過風化而生成的部分構成風化區。岩石在風化區的壓力和溫度條件下經過機械的碎裂作用和化學變化，從而產生膠質。風化區的厚度在地球各部分很不一律。它與風化的強度與當的地質歷史有關，有時到達幾百公尺。

Б土與工程建築

地殼的那個部分，在它內部可以察覺晝夜的和季節性的溫度變化，並可以察覺含有溶解的氧和碳酸氣的水的循環，叫做現代風化區。各種建築物（房屋、橋、壩、公路建築等等）的基礎通常設立在現代風化區內的岩層上面。運河、隧道、地下水道一類建築經常也是造在現代風化區內。公路路堤、土壩和其他土建築物通常也是從現代風化區內的岩層取得建築材料。因為上述原因，М.М.斐拉托夫 (Филатов) 教授把現代風化區看作土層 (Толща грунтов) 的全部。

在現代風化區內部發生極其複雜的物理和化學變化：岩石機械的崩解，矽酸鹽分解並轉變為碳酸鹽，礦物的氧化和水化，固體物質被溶解以及其他變化。

在現代風化區最近地面的一層最初生長低級的植物，以後生長高級的植物或動物。這樣，土層的表面部分受到有機物的作用而形成土壤。土壤層是地球最外面的一層薄皮，它的厚度一般不到1.5-2.0公尺。但是人類為着生存和繁榮必須依靠而善于利用它。在修建各種建築物，特別當修建公路和飛機場（在這些建築中時常用到土壤）時，必須考慮到土壤的特殊組成和構造。

按照М.М.斐拉托夫教授的意見，土層在地殼構造中所佔的地位可以用圖 I-2 表示。

在現代工程建築中，時常遇到幾乎未經風化的岩層突出或接近地面。它們是建築物最好的地基，對於地下建築也是最有利的岩層。幾

乎未經風化的大塊岩石叫做石質土。

根據上述地殼的構造和現代工程的實踐，我們可以給土如下的定義：土是組成岩界外層的那些岩石，它們一般經受風化（其中最靠近地面的受形成土壤各種因素的作用），對於它們的研究一般與它們用於工程建築時的強度和穩定性有關。

I-3. 土學和土力學

土學和土力學是一門科學，它研究土與工程建築有關的性質及其內部所發生的各種過程。更詳細點說，土學和土力學研究下列各項：

1) 土的物理和物理化學性質以及這些性質與土的生成和層積條件之間的關係；

2) 在建築物的設計與施工中應用關於土的性質的資料；

3) 改善土的性能藉以增進建築物功用的方法。

必須指出，石質土具有甚高的強度，當它們用做建築物的地基時，建築者對於它們的強度一般沒有疑問。當石質土用做建築物建築材料時，它們的性能通常根據材料力學的方法決定。

因為這樣，土學和土力學實際上不研究石質土的物理機械性質。土學和土力學主要研究那些土，它們的性質是在物理和化學風化中形成的。今後當講到土的時候，我們通常指那些遭受風化未經膠結的土。

土學和土力學是新興的科學。對於它們的創立和發展，俄國和蘇聯學者的貢獻是首要的。但是，由於創立不久，它們對於許多有關工程建設的問題還不能夠詳盡的給以解決。在處理許多實際問題時，還

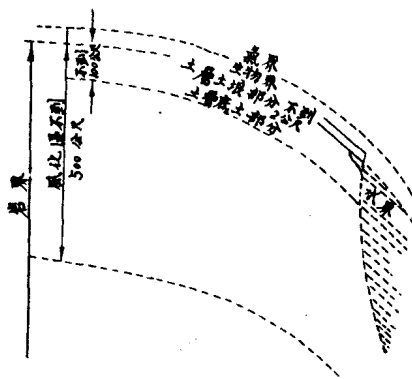


圖 1-2 岩層構造 (根據 M. M. Ф. НАЗАРОВ)

不能充分考慮到土的複雜的性質，而必須做出許多簡化的假定（例如在黏土微管昇高理論中和建築物沉降計算中所做的許多假定）。

對於土學和土力學進一步的發展，我國科學家和工程師必須在學習蘇聯的基礎上負起一部分責任。

4) 我國古代人民利用土的成就及人民政府對於土的科學的重視

早在兩千年以前我國人民對於分佈在極為廣大的地域內的土壤就做出了很科學的分類。禹貢（大約出版於戰國至後漢初年間，是敘述我國古代地理的一冊偉大著作）對於當時土壤的分佈，肥力及利用情況，作了有價值的記載，如表 I-1 所示。

表 I-1. 中國古代土壤（按照禹貢）

禹貢州名	今省區	土 壤	肥 力	利用情況
冀州	河北、山西	白壤	厥田惟中(第五)	厥賦惟土(第七)
兗州	山東西部	黑壤	田中下(第六)	賦貞作(第九)
青州	山東半島	白墳, 海濱廣斥	田上下(第三)	賦中上(第四)
徐州	蘇北及皖魯邊區	赤埴墳	田上中(第二)	賦中中(第五)
揚州	江浙、皖南	塗泥	田下下(第九)	賦下上(第七)
荊州	湖南、湖北	塗泥	田下中(第八)	賦上下(第三)
豫州	河南	壤、上下墳壚	田中上(第四)	賦上中(第二)
梁州	四川	青、青黎	田下上(第七)	賦下中(第八)
雍州	陝西	黃壤	田上上(第一)	賦中下(第六)

從禹貢的記載，我們知道我國古代人民早就按照土壤的顏色（白、黑、赤、青、黃等），質地及地形（壤、墳、埴、壚、塗泥等）將土壤分成類別。就在今天，土壤的顏色，質地和地理條件仍然是土壤命名分類的重要根據表 I-1 中所列我國古代人民對於土壤肥力的鑑定，根據現代學者們研究，大體上也是正確的（陳鳳恩，中國土壤地理，1951）。

我國古代人民利用土作為建築材料也是富有成就的。他們早就用土築牆、築台，並發明製造磚瓦的方法，在水利工程方面利用土的成就更足以說明我國古代人民對於土有豐富的知識。

根據歷史記載，我國古代人民還在兩千多年以前就已經在旱潦和交通障礙的鬥爭中，

表現了開鑿渠道、建築堤壩的優良技術。

有名的大運河工程是在元前五世紀就開始的。比這個還早，元

前六世紀吳國人民開了一條運河，從太湖

通到長江。這條運河由吳子胥設計，因此

叫做胥溪。同樣古老而更有工程意義的一

條運河叫做靈渠（今名興安運河）。這條運

河位在廣西興安附近，連絡湘江和桂江。它

是在秦朝水利工程師史祿領導之下而開鑿的，目的在於運糧。史祿在

湘水上游築分水壩分導湘江的水，使流入桂江。渠長30里，設36個陡

門（船閘）。在灌溉方面，元前三世紀，工程師鄭國在陝西關中開鑿

渠道300里，灌溉鹵地“450萬畝”，使關中在很長的時期中成為我國古代最富庶的區域。在防洪方面，禹貢有關於築堤的記載。我國築

堤技術，經過歷代人民的不斷改進，是極可稱道的。對於選擇築堤地址、築堤用土和取土地點，對於選擇堤的斷面、對於土的夯打和堤的驗收保養，我國古代人民都深入研究而富有成績（鄭肇經著：河工學，

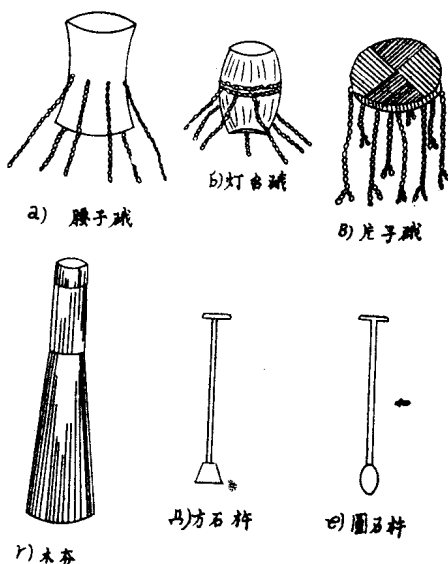


圖1-3. 我國古代夯土工具

下冊，1948，第六版，第六章）。圖 I-3 示我國古代人民所創造的夯土工具的形成。這些夯土工具到今天還很有用。

近百年以來，我國受帝國主義侵襲，科學技術進展極慢。土的科學更少人注意。前中央地質調查所雖然成立較早，但對於土的科學在工程建築上的應用未嘗注意。前中國地理研究所和各省土壤調查機構對於土壤的調查略有成績。國民黨政府的水利部、鐵道部、交通部和和其他工程機構，技術上依賴各個帝國主義國家，對於土的科學漠不關心。

全國解放以後，黨和毛主席領導全國從事三年恢復、十年建設。與經濟和國防建設有密切關係的土的科學已經得到普遍的重視。為保證基本建設的順利進行，中央財政經濟委員會在 1951 年公佈，凡進行基本建設，施工之前必須有設計，設計之前必需取得充分的地質資料。為解決有關工程建築的地質問題，地質部內設立了土壤試驗室。建築工程部和許多其他負責建設部門也都先後成立了土壤試驗室。在教育方面，地質學院設工程地質專業，對於土的科學有比較深入的訓練。工科大學和學院中，土木類和水利類各專業學生也都要學習土的科學。

現代的土的科學在我國歷史還太短。隨着我國經濟和國防建設的發展，土的科學必然也將得到不斷的發展。

5) 俄國及蘇聯學者對於土的科學的貢獻

對於土的科學的創立和發展，俄國和蘇聯學者的貢獻有決定性的意義。偉大的十月社會主義革命之後，尤其是在斯大林五年計劃期間，隨着社會主義建設蓬勃開展，土的科學的發展特別迅速。

早在 1801 年，俄國科學家 Н. И. 福斯 (Фусс) 在世界上第一次提出了關於輪溝生成的理論分析。俄國工程師 Е. 格拉娃契夫 (Головацкий) 在 1870 年出版了一本著作，叫做關於土路的穩定。在這本著作中，他闡述了土對運輸荷載的抵抗與水文條件及土的密實程度之間的關係，並闡述了土中粗細不同的各個組成部分（例如，礫石、砂、黏土）對於土路表面抵抗力所起的作用。

在 1879 年至 1881 年間，俄國學者進行了關於土內應力分佈最初的

實驗研究。這些研究証明當時在全世界流行的一種看法，那就是基礎壓力按照一定的角度向下擴散平均分佈於地基的水平斷面上的看法，是錯誤的。這些試驗鼓勵了當時的科學家應用彈性理論研究土內應力的分佈。俄國的有名學者B.И.庫就莫夫(КУРЮМОВ)教授在1889年應用模型研究基礎下沉時地基內土粒位移的情況。庫就莫夫教授的研究在1912至1915年間得到П.А.閔那葉夫(Миняев)教授的發揚。

俄國科學家是土壤學的奠基者。俄國地質學家B.В.達庫卡葉夫(ДАКУЧАЕВ)在上世紀七十年代創立了科學的土壤學。在本世紀初年K.K.格多遜奇(ГЕДРОЙЧ)應用膠質化學的結論於土壤研究上，引起了當時學者對於土壤吸收能力的探討。格多遜奇的研究結果以後經M.斐拉托夫教授應用於改善路基土壤。

在偉大的十月社會主義革命之後，土的科學在蘇聯的發展突飛猛進。蘇聯科學家B.Р.威廉士(Вилиямс)研究了土壤的統一生長過程(САМЫЙ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС)，土壤透水性 and 吸水性的發展，土壤和底土構造的形成等。這些研究在土用於工程建築、有關水文條件和穩定性的許多問題上提供了正確的看法。B.В.達庫卡葉夫和B.Р.威廉士等人的研究成果，對於1948年蘇聯部長會議所通過的有歷史性意義的改造大自然的偉大計劃的實現提供了一個重要條件。

在蘇聯土力學作為研究土受力後所引起的反應這樣一個獨立的科學主要是在十月社會主義革命之後成長起來的。初期的研究多半有關汽車公路的設計。成立於1923年的集中管理地方運輸科學研究所(以後改組成為公路科學研究所ДОРНИИ)應用土壤學家的經驗進行了有關公路建築土的性質的研究。在П.А.傑馬欽斯可夫(ЗЕМЯТЧЕНСКОВ)、С.М.姆拉夫梁斯可夫(МУРАВЛЯНСКОВ)、М.М.斐拉托夫、Н.Н.伊凡諾夫(ИВАНОВ)和B.В.奧赫欽(ОХОТИН)等人的領導下，這個機構制訂並執行了有關公路土廣泛複雜的研究計劃。

十月社會主義革命以後，在有關建築物地基土的性質的研究上，H.М.格實凡諾夫(ГЕРСЕВАНОВ)教授與其學生有極大的貢獻。格實凡

諾夫教授的著作土體動力學基礎對於土力學的發展有特殊的意義。在這個著作裡，他深入的分析了飽和（充滿水分）土變形的原理。格實凡諾夫教授的學生們在1930年以後組織許多科學研究機構（ВИАС, ВОАГСО等），進行了理論和實驗廣泛的研究，為大規模建設服務。

在土的物理方面，А. Ф. 列別傑夫 (Лебедев), Г. И. 帕克羅夫斯基 (Покровский) 和 Н. А. 崔多維奇 (Цытович) 等人有特殊的貢獻。列別傑夫教授研究土內水和空氣的規律，並區分了土內水的不同狀態。帕克羅夫斯基應用統計物理學的方法研究土，得到一系列有價值的結論，說明土受力時及水分變化時的物理過程。他改進了用模型研究土的應力應變的方法。崔多維奇教授在凍土的層積和物理機械性質方面得到極有價值的發現。

衛國戰爭中在蘇聯土的科學得到了進一步的發展。大量的軍事汽車運輸在不利的季節可以通過土路，這個經驗說明土路路面，在得到合理的保養的條件下，可以發揮甚大的承載能力。戰後由於必須在短時間內恢復被破壞了的房屋並進行新建築，使基礎建築方法更加完善。

必須指出，蘇聯土的科學發展的特點在於土力學與自然歷史的土學得到密切結合。許多現象過去從純機械觀點研究（微管昇高，

土的黏性，內摩阻力等），現在從物理化學方面考慮，內容豐富得多了。這說明蘇聯學者在土的科學方面的成就，如同在其他科學部門一樣，與他們善於使用惟一科學的辯證唯物論方法從事科學研究是分不開的。

第二章 土的生成

1. 形成土的過程

組成土層的岩石在地球上不同地點有許許多多的類別，這是因為在現代和過去地質年代裡所發生的地質過程各地不同。第四紀沉積在土層的組成中佔特別重要的地位。不過，在有些地點，第四紀沉積十分薄，比較古老的水成岩（有時甚至火成岩和變質岩）突起成為土層的主要部份。

在岩界外層，來歷不同的岩石經受變化（風化），變化的方向是使得它們的組成和性質更能適應所在地點的熱力條件。

大塊岩石在風化過程中破碎，成為或大或小的個體。這些個體受重力作用從高處向低處移動，地球表面只有很小一部份是由留在母岩原地的風化產物所覆蓋。大部分風化產物經過運搬，沉積在距離原地或遠或近的地點，構成水成岩的大部份。經風化、運搬和重新沉積的岩石在沉積地點，從新受各種外力的作用；例如：受重力的作用壓緊，受水的沖洗；帶走可溶的化合物；再風化和再運搬等等。

土層的表層，除受水和空氣的作用外，並與繁殖在地球上的生物互相影響，其結果，土的組成和性質都發生重大的變化，成為土壤。

生物的發展在土層範圍內產生有機土（例如泥炭）。

組成土層的岩石，在受天然風化和成壤過程（形成土壤的過程）的同時，還受人類有意識的活動的影響，發生進一步的變化。人類的有意識活動，包括農業的、建築的和灌溉的各種措施，產生耕耘的土壤和其他經人工改變的土壤，它們的組成與性質和天然的土有很大的差別。

2. 岩石的風化過程及產物

a) 物理風化及產物

物理風化使大塊岩石碎裂。產生物理風化的最主要力量是各種氣候因素——溫度日差、降水、風、冬季水的凍結等等。

在大陸性氣候地區和山區，溫度日差很大，引起岩石的不勻脹縮，發生裂縫使它們逐漸崩裂成為碎塊。

在寒帶和溫帶地區，水的反覆凍結和融化，對於岩石產生很大的破壞作用。水凍結時，體積增加，對於岩石產生很大的力。

特別在乾旱的大陸性氣候地區，鹽分從岩石裂縫內水溶液中分離出來，結成晶體，產生類似水凍結時的作用。

流水、風、和冰在風化過程中也產生重要的作用；它們從岩石表面搬移走風化產物，使岩石暴露，便利風化作用侵入岩石原來的較深部分。

粗粒岩石經過強烈的破壞，分裂成為角狀的碎塊。片狀的變質岩、砂岩和石灰岩，分裂成為板狀的碎塊。這些碎塊經過流水和風的搬運和磨耗，逐漸變成圓形。

物理風化的結果產生砂、礫石和其他粗粒的土。

1) 礫石和其他粗粒的土——礫石是岩石風化產物的堆積，它的顆粒一般是圓形的，直徑在2至40公厘之間。礫石的礦物組成一般與母岩同樣，可能有很多種。

下面是另外一些粗粒的岩石，性質與礫石相似，但是顆粒形狀或大小不同：圓石 (Галечник)，圓形，直徑小於100公厘；碎石 (Горный щебень)，角狀，直徑10—100公厘；角豆礫 (Песба)，角狀，直徑2—10公厘；漂石或頑石 (Балуи)，岩石很大的碎塊，圓形。

2) 砂——砂是由粒徑一般在0.05至2公厘之間的顆粒所組成。隨着礦物組成的不同，砂分為石英的，雲母的，長石的等等。

積在母岩原來地點的殘留砂，顆粒是角狀的，粗細顆粒混雜不分。經過流水或風的搬運、磨耗和沉積砂取得圓形，而且粗細顆粒分開沉積。

Б) 化學風化及產物

化學風化與物理風化同時發生並互相加強。物理風化使土與周圍媒質的接觸面積加大，因而促進了化學風化的進行。化學風化的結果

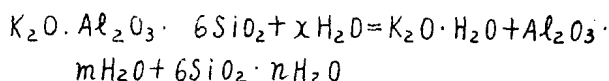
也在許多方面促進物理風化的進行。

化學風化即是岩石在大氣各種因素（水及其所溶解的物質，包括氧和碳酸氣）的作用下改變化學組成。岩石在水的作用下，它的礦物成分被溶解、水解或水化。溶解的碳酸氣加強水作為溶媒的能力。碳酸氣與岩石溶液內的鐵（二價及三價）、鎂、鈣、錳、鈉、鉀各種游子互相作用，產生碳酸鹽及重碳酸鹽。這些鹽以後隨着它們不同的溶解度和化學穩定性而遭遇不同的命運。

化學風化在濕而熱的氣候條件下，表現特別強烈。

做生物和植物的根分泌碳酸和許多種有機酸，在化學風化中起重要的作用。

鋁矽酸鹽（長石和雲母）化學風化的結果產生黏土礦物。長石由於水解產生黏土礦物的變化可以下面公式表明。



公式右方各種產物中，氫氧化鉀很容易碳化（變為碳酸鹽），被水沖走。矽酸和三氧化鋁一部分保留下來成為獨立的膠質，另一部分化合成為鋁矽酸（高嶺土 $2H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 及其他高嶺土類和微晶高嶺土類黏土礦物）。

與產生黏土礦物同時，化學風化使岩石風化產物內集聚矽酸以及氧化鐵和氧化鋁的水化物。這些化合物，在岩界外層的條件下，具有很高的熱力和化學穩定性，因此集聚起來成為風化的最後產物。

化學風化的結果，也產生大量的可溶的鹽，這些鹽被水沖走。

黏土和壤土——黏土和壤土都是鋁矽酸鹽岩石物理和化學風化的產物，它們含有多量片狀的黏土礦物顆粒。

在黏土的組成中，粒徑小於 0.005 公厘的顆粒佔全部重量 25% 以上。黏土的一個重要特徵是它們的性質隨含水量的變化而發生明顯的改變。密實的乾黏土很難鬆碎或切開，工作的困難近於石塊。吸收水後，黏土體積增加，軟化，變成很膠黏而易於範模。純粹的黏土是白

色(高嶺土)或灰色的。含有氧化鐵的水化物時，黏土呈現紅色或棕色。黏土有時含有很多的碳酸鹽(CaCO_3 和 MgCO_3)。

砂質黏土與黏土不同，它們含有較少的粒徑小於0.005公厘的顆粒(佔全部重量12—25%)。砂質黏土，由於含有較多的粗粒，具有一定程度的砂性。

3. 風化產物的運搬和沉積

在地殼外層的大部分面積上堆積着水成岩，組成水成岩的岩石，受重力、流水、風和水的作用，被運搬、被沉積。隨着沉積地桌的不同，水成岩分做大陸和大海沉積，前者包括湖泊和河川沉積。

а) 大陸沉積

第四紀的大陸沉積構成土層的大部分。隨沉積過程中不同的運搬力量，大陸沉積分為下列各類：

1. 殘留土——這一類土是岩石物理和化學風化的產物，未經任何力量運走，積留在母岩的所在地。殘留土主要產生在分水區。

2. 重積沉積物(Рельювий)——這一類土沉積在坡地，特別在坡脚上。雨水和融化的雪水，匯成小流，慢慢地冲刷土中的小顆粒，集聚而成這一類土。

3. 扇形沖積沉積物(Проливий)——這一類土沉積在山麓，由於山洪(暴雨洪流)沖積岩石的風化產物而成。

4. 沖積土——這一類土沉積在河床、泛濫地和小谷的底上，由於流水沖走土粒，在流速減低時沉積而成。在寬闊有台地的河谷範圍內，常會遇見現代的沖積土與古老的沖積土並列。

沖積沉積的特點在於：(一)同一層內土粒的粗細比較相近；(二)砂、黏土、礫石及其他土層或體積(Линз)互相更疊。在有些情形當細粒土在慢慢流的水裡下沉時，所產生的沉積可以沒有層次，這樣的沉積在下列地桌可以遇見：(一)河流的泛濫地，上面生長草類植物；(二)河口。

粗細顆粒分開很好的砂和礫石的堆積是取得公路材料良好的地桌。

5. 冰積土——這一類土是由於冰川的作用而產生的，冰川前進