

百 科 小 叢 書 第 六 十 七 種

道 路

劉 友 惠 著



書 館 出 版

甲800

£240

道路

目次

緒論

第一章

道路總論	七
------	---

第一節

道路的形狀	七
-------	---

第二節

道路對於行車的影響	八
-----------	---

第三節

鋪路	一一
----	----

第四節

築造鋪路所用的材料	一四
-----------	----

第五節

鋪路的基礎	一〇
-------	----

第二章 各種的道路……………二四

第一節 道路的分類……………二五

第二節 石塊路……………二六

第三節 木塊路……………三一

第四節 煉磚路……………三五

第五節 地瀝青路……………三八

第六節 混凝土路……………四五

第七節 碎石路……………四八

第八節 瀝青麥克登路……………五八

第九節 瀝青面路……………六〇

第十節	石子路·····	六一
-----	----------	----

第十一節	其他的鋪路·····	六三
------	------------	----

第三章	郊外道路的築造·····	六八
-----	--------------	----

第一節	線路的踏查·····	六八
-----	------------	----

第二節	預測·····	六九
-----	---------	----

第三節	線路的計劃·····	七〇
-----	------------	----

第四節	曲線·····	七〇
-----	---------	----

第五節	坡度·····	七二
-----	---------	----

第六節	幅員·····	七三
-----	---------	----

第七節	橫斷面·····	七四
-----	----------	----

第八節	土工·····	七四
-----	---------	----

第九節	涵洞及橋梁·····	七六
-----	------------	----

第十節	線路的設定·····	七七
-----	------------	----

第四章	市街道路的築造·····	七九
-----	--------------	----

第一節	市街道路的計劃·····	七九
-----	--------------	----

第二節	街路的排列·····	七九
-----	------------	----

第三節	幅員·····	八一
-----	---------	----

第四節	坡度·····	八一
-----	---------	----

第五節	橫斷面·····	八二
-----	----------	----

第六節	十字街口·····	八二
-----	-----------	----

第五章 道路的附屬構造……………八四

第一節 人路……………八四

第二節 邊石……………八五

第三節 排水設備……………八七

第四節 行列樹……………九一

第六章 道路的管理……………九二

第一節 概說……………九二

第二節 改築……………九二

第三節 養路……………九二

第四節 修理……………九三

道路

緒論

道路是在兩個地方之間，用人力在地面上開闢的一條線路，供我們兩地交通的用。當往昔未開化的時代，人們都是逐水草居住，衣食住三種仰給於附近的天然物，不知道有無相通，也不知道人類的親睦，老死不相往來，所以並無需道路的必要。到了中古時代，人類的智識漸漸發達，物質上和精神上的慾望漸次擴充；曉得人類要合力共作互相幫助，於是乎有村落，有市鎮，有家族，有部落，開了交際的端緒；並且附近的產物不能滿足他的生活，要將別地方的取來供給給他，於是乎有貨物的交換和買賣，生出商賈的制度；這一來兩地的行旅往來，貨物運搬，日見發達，道路的必要就隨之發生了。可是在這時代，器械的智識尙是幼稚，交通的方法大都是徒步騎馬坐轎

等：拿步行作他的本位，間或用了簡單的車輛補助他；所以道路也只是簡簡單單的，隨土地的狀況鑿成一條線形，勉強可以通行就罷，隨他高高低低灣灣曲曲；路面也只是天然的泥土，下雨時渾泥不堪，天晴時塵沙四起；古人常說「行路難」，道路的不完全程度就可想見了。降到近世時代，各種智識更見發達，社會的組織也完全了，人事交通也複雜了，科學的程度也高了；道路也就隨時代的要求漸次進化：由高高低低灣灣曲曲的羊腸小徑，變成平平坦坦的康莊大道；近數十年來更是加意研究，生出許多新法，務使交通益見便利迅速，這個總算是物質文明的一個成績呵！

對於陸地的交通機關，從前只有道路一種，可是自蒸氣機關發明以後，跟着就有鐵路的發明，這要比道路便利迅速得多，在交通史上可算得闢了新紀元，當時大家都把注意引到這方面去，道路的進步不免大受影響。然而事實上建造鐵路，要巨額的經費，維持他也要相當的耗用，在行旅頻繁貨物衆多的大都會之間，固然大是合算，若到次等的地方，往往收支不能相抵；所以鐵

路只好作爲連絡遠距離的交通幹線，不能到處都有；至於此外的近距離交通，要算道路是最簡便的了，所以道路是鐵路的很必要的補助機關，藉此可以將鐵路的勢力更是擴大；這兩種的關係：就如人身上的大動脈大靜脈，和許多小血管一般，各有各的作用，相互而行，絕對不能偏廢的。尤其近十年來，汽車大見發達，道路造法也更加改良，就是稍遠的交通也不見得比鐵路遲鈍；可是築造的時日既速，所用的經費又省，差不多的地方總是合算的；所以近來對於道路的熱度，又日見加高了。此次歐洲大戰的時候，用汽車隊利用道路運輸的地方極多，這不是一個明白的證據嗎？

道路的需要，固然如上所述是從社會的發達生出來的；可是就反面說來，道路的築造，很可以作爲促進社會發達的一個手段。譬如有個荒僻的地方，氣候風景是很好的，物產是很豐富的，離這大都會是不遠的；可是沒有完全的道路可以和附近的大都會彼此交通，往來很是不便，當

然人人都不去過問；荒涼始終還是荒涼，發達二字是無從說起的。若是有人把他和大都會連絡的道路修築得完美，使汽車馬車都可自由通行；那末當然就有人避都會的齷齪，到那裏遊玩，到那裏居住，漸漸就成了一個村落一個城鎮；其間就有人知道他的出產。又有道路運輸的便利，當然會把他運銷到外地去；這一來來往的人更是加多，商賣的店鋪也四處林立，豈不就成了一个大都會嗎？據這樣看來，完善的道路越多，各地的發達越更速；拿道路的良否多少，就可以推測國家的進步程度了！我國內地各處的風氣不開通，實業不發達，其主要原因，實在是沒有完善的道路——更不必說到鐵路的話——輔助他的緣故。就舉礦業一道講來：我國的好礦山，像西北幾省幾乎遍地皆是；可是未見有甚人去開採，就是有也多半失敗；推其原因，固然因為缺乏科學知識的緣故居多；然而往往因為山路崎嶇，得用人力或馬力來輾轉運送，算來運費比挖取的費用還大，因此不能得利的也不少；這豈不是沒有完善的交通機關的毛病嗎？幸而近來我國人士

漸漸知道這種病原，竭力想去補救；所以甚麼長途汽車路呵，甚麼兵工路呵的聲浪，幾乎要振破耳鼓，這總算是一種好現象呵！

說到我國從來的道路築造法，是並無科學的觀念，極幼稚的；多半是在泥土中，就原有地勢闢成一條通路，他的幅員普通不過五六尺，就是所謂官馬大路也不過是十來尺；可是他的兩傍大概比他高，道路本身恰如河底一般，一遇水患侵蝕，就把路面漸次破壞起來，把幅員漸次縮小下來；我國的國民性又是富於創業弱於守成的，要想有人時常去修理他，這是絕無僅有的；所以一到年代久遠，竟變成一個泥溝了。間或有講究的，路面用石板鋪上防他的破壞；可是石板下面，並沒有堅固的基礎來支持他，遇着土地軟弱的地方，石板就格外下沈；所以年久失修的時候，路面的高低不齊也是很利害的。還有一節，我國的道路，從來是拿步行做主體，並不着重行車的；所以山路的地方，只照着山的傾斜開闢罷了，就是講究的石板路，也不外用石板疊成石梯而已；其

餘彎曲的利害，幅員的狹窄，也都是這種原故。可是在今日交通的情勢看來，車輛是必不可少的利器，我國的築路舊法，對於這層，已經是背道而馳不合時用，其他的諸多缺點更不必說了！現在我們對於這種原始的法子，當然不能滿足，總要用適合現代情勢的新法來改造他；可是歐美的造路法，比我們進步得多，所以本書以後所述，都是依着他們的辦法。

歐洲的道路，在希臘時代已經就很發達，客則慈人所造的道路尤其完善。降至羅馬時代，更加着意改良，不惜勞力和金錢去築造他；學巴比倫的市街道，都是造得很堅固，很耐久的，他的基礎是用好幾層的大石，排水的溝道也很完全，講到他的講究的地方，就是現在各國的街道比不上他的也不少，在道路史上算是很有名的。到了十八世紀的末葉，有兩個道路大家——一個名叫麥克登一個名叫特爾福——按出用碎石築路的新法，把從來的舊法推翻，可算是道路的革命；照這種新法所造的路，就叫做麥克登路，特爾福路；直到現在還用着的；不外以後更加研究，

此外又生出石路木路等等的新法來；近來還有一種叫做地瀝青路，算是更見進步比較完善的道路，現在各國都漸次用他，將來恐怕各種的道路都要居於淘汰之列，一時要讓他獨步呢！

第一章 道路總論

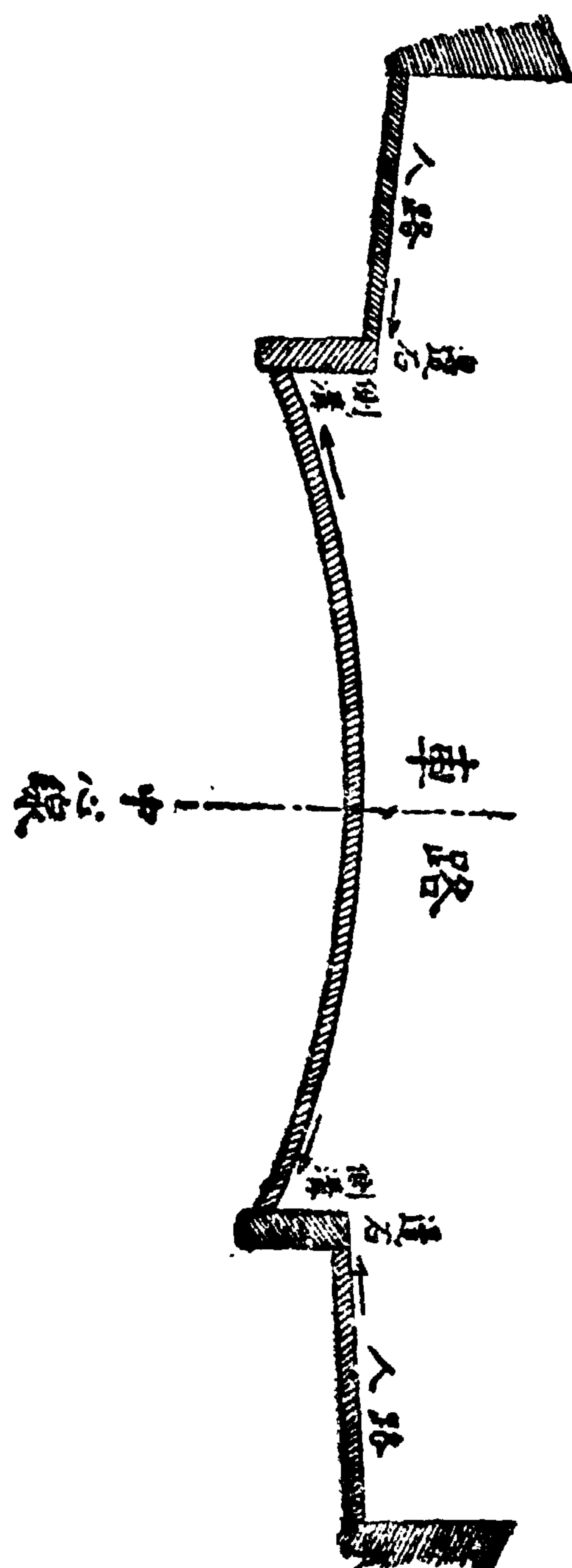
第一節 道路的形狀

新式的道路，都是將步行的和行車的分開，前者叫做人路，後者叫做車路；普通的辦法，大概把車路放在中間，人路放在車路的兩傍。車路和人路當然要有很分明的界限，使他們不會混同，並且所有來到路面上的水，有使他從速流去，以免停積在路面上的必要；所以普通道路的橫斷面形狀，就如第一圖所示，車道的中央最高，漸次向兩旁邊低斜下去，到了和人路分界的地方，特地高出幾寸，做成一層層的頂上，就是人路的起點，由此又漸次高斜上去。這樣一來，人路和車路有這個做界限，當然很是明瞭，而且這個層的下面成了溝形，又是最低的地方，當然各處所有的

水都向這裏流來，由此再使他流到別處去，就算排水的目的達了。這樣的地方叫做側溝；在這側溝的地方，人路既然高出幾寸成了層形，他的尖角當然是很容易毀壞的；所以稍爲講究的，都特別用一系列的石條來保護他，這個叫做邊石。

第二節 道路對於行車的影響

現在的道路，都是拿行車做本位的，所以要把車輛在道路上行走時所受的抵抗——就是所用的力氣——說一說。



第一圖

路面的凹凸 路面若是有了凹凸，車拉到這地方，當然要由低的地方，超過高的地方，再到低的地方；就是說要把車輛抬高又放下，這豈不格外費力麼？況且由高處落到低處的時光，因為車的載重，當然要把路面衝撞一下，這豈不是更把路面破壞了嗎？

車輪的陷沒 路面的支持力薄弱的時候，車輪就要陷沒進去；陷沒越深，拉車所用的力氣越大，這是自不待言的，可是車輪的半徑越大，車輪的幅員越寬，當然車輪和地面接觸的地方越大，換言之就是把同一車輛的重量，分布到很大的路面上去；這一來各點所受的重量減輕下來，就是不十分強固的路面，也可以支持下去了。所以對於車輪陷沒的辦法，一方面當然得把路面做得堅固，一方面也要注意到車輪的半徑和幅員，使他不要太小太窄。外洋各國對於這點，都有一定制限，就是這個緣故；我國的市政機關，也要注意到這點纔好！

路面的摩擦 車輛在路上走動的時候，車輪和路面接觸的地方就生摩擦力，在極平坦的

道路上，拉車也得用力，就是要打破這摩擦力的緣故。摩擦力的大小，當然因路面的性質不同，據學者的實驗說來，路面愈硬愈滑的愈少；譬如在水平的鐵軌路上只要一頭馬可以拉的貨物，在地瀝青路上就要一頭半，在上等的圓石路上就要七頭，土路上就要二十頭，砂路上就要四十頭，其餘的就可想而知了！

道路的斜坡 道路的斜坡，最是妨礙交通的；上坡的時候無異把車輛抬高，下坡的時候無異把車輛放下。在水平的路上，要使車輛走動，只要有大過摩擦力的力量就穀了；在上坡的時候，此外還要加上把他抬高的力氣，況且摩擦力不過重量的幾十分之一，抬高的力氣可是要和他重量一樣；據理論上講來，抬上一尺的高度，可以抵得推走二十尺的平路，斜坡的費力程度，就可想而知了！所以一條平坦的道路中間，若有一個地方有陡坡，因這個的影響，車輛的載重就減少了許多。至於下坡的時候，似乎可以儉省了許多力氣，可是在平路上用的力氣已經預備了，儉省

下來有何益處？還有一節，若是斜坡太陡，路面的摩擦力不能支持他的重量，車輛便要往下滑；這時候要用相當的氣力往上拉，不然越滑越快甚是危險；現時各種大車輛都備一種叫做制動機，就是防止這種滑動的，這樣看來，豈不也是無益有損的嗎？斜坡既是這樣不利，所以造路的人設了一種制限坡度，就是說：無論如何不要使道路的斜坡，比這種坡度更陡。制限坡度是因交通的程度不同，譬如在交通頻繁的地方就來得小，偏僻的地方就大；舉日本的規定說來，國道的制限坡度是三十分之一，——水平距離每三十尺斜坡升高或降下一尺的意思。——縣道的是二十五分之一。

第三節 鋪路

最簡單的道路，是就原有的土地用泥土築成道路的形狀，這個普通叫做土路。土路不過粗具道路的形式，不特極易毀壞常要修理，並且行走的時候感到種種不便，在交通頻繁的地方是

很不適當的；所以普通多把路面用各種材料鋪上，這就叫做鋪路，鋪上的材料叫做鋪料。鋪路的目的，第一是要阻止路面上的水不至浸入到下面去，並且使車輛的重量分布到全體的道路上。第二是要做一種平滑的路面，使摩擦力減少，車馬的往來可以安全並且快速。所以鋪路的必要條件：（一）要不透水，（二）要耐久不容易磨滅，（三）要摩擦力小，（四）要馬蹄好走，（五）要隨便何種坡度都可合用，（六）不發騷音不生灰塵，（七）要容易洗掃，（八）要價廉。

鋪路的種類固然很多，可是到底用那一種好？這個選擇的問題，非是依着道路的性質和位置，由各方面總合起來，不能決定的；如今且把主要的點說說。第一要講適宜。就是說：要合着用這個道路的地方的狀況。所以農業地適用的鋪路，未必在商業地也能適用；或且重貨往來的鋪路，未必就可用在住家的地方。拿歐美的實例講來，重貨往來的地方，石塊路很是相宜；住家的地方要清靜，所以地瀝青路木塊路很相宜；郊外的道路又是碎石路合算。第二要講合意。就是說：要使

通行人來到這地方，覺得很清爽很安逸纔好。這個當然要又潔淨又好走的平滑的鋪路。第三要講效用。就是說：使用他的利益。這個可以拿貨物在這路上通行所要的費用，作比較的標準；這類費用，大部分就要算車馬的損耗，和時間的損失了。第四要講安全。若是拿地瀝青路，石塊路和木塊路三種比較起來，地瀝青和木塊是溼的時候很滑，乾的時候最見安全；石塊和他們是正反對的。所以遇着下雨的時光，馬蹄在地瀝青和木塊上面是很容易傾跌的；這種鋪路面上，往往用細砂撒上，就是防他太滑的意思。第五要講耐久。路面因為貨物的通過，漸漸地破損，所以時常要修補的；可是越用越久，破損的程度越利害，終後就有與其把他一一的修補起來，勿寧從新築造反為合算的時候；像這樣由新造起到重造止的期間，做叫道路的壽命。壽命的長短，和通過的貨物的數量固然大有關係，可是鋪路材料的耐久性也是很密切的；若是拿壽命期間內所通過的貨物的數量做標準，就可以將各種鋪路的耐久程度比較出來了；據實驗的平均數說來，上等石板

路的耐久性最大，可以經得二三十年，其次是地瀝青，大約十年乃至十四年，木塊只經得三年乃至七年而已。第六要講費用。要造良好的鋪路，當然要很大的費用；可是因為籌款的關係上，不能如願相償的很是不少，所以我們總要努力去儉省他。可是若只圖目前築造費的低廉，去用那容易損壞的鋪路，到了後來各種的損失就要加多，反轉是不經濟；所以這裏所謂節省，是對於所用的築造費用，有最大的利益的意思，並不是只說少用築造費的。再具體的講來，就是說：我們須得把築造費的利息，修理的費用，清道撒水的費用，貨物運搬的費用，——車馬的損壞，時間的損失，勞力的消費等等，——損害的費用，——因為道路不潔發生惡疫所受的損害，以及因為灰塵音響等所受精神上和物質上的損害等，——通盤打算起來纔可以的！

第四節 築造鋪路所用的材料

鋪路普通所用材料，是石塊或碎石，木塊或木板，地瀝青，煉磚和砂等等，我們須把他們的性

質研究研究！

就一班講來，合於鋪路材料的性質：第一要有相當的硬度。可是上述各種材料的破壞強度，普通在每平方吋三噸半乃至七噸之間——就是說：材料的一平方吋面積上，要加上三噸半乃至七噸的壓力來強壓他，方能把他弄碎——實際道路上所用最大的滾壓機不外十噸————這一個可算得道路所受最大的壓力——每平方吋所受的壓力算來，遠在他的破壞強度以下，所以對於這個問題普通都可及格的。第二要吸水的分量少。各種材料大概都有多少的吸水性質，他的程度和耐久性是大有關係的；這個因為吸到內部的水分，遇着寒冷就要凝結起來，把原體積增加，生出很大的破壞力的原故；有人說這種作用和用一個每平方吋十噸重的鐵槌敲下去一樣；總而言之，因為內部所吸收的水分的漲縮，生出破壞的原因，這是明確的事實。可是一班緻密的物質，他的吸水程度普通來得少，輕鬆的來得多，所以鋪路的材料總是緻密的好。如今我們再

把上述各種的材料，一樣一樣分開來說一說：

石材 鋪路所用的石材，多是花崗岩，砂岩，石灰岩，火成岩的幾種。花崗岩是一種火成岩，石英長石雲母是他的主要成分；他的耐久性固然和他的成分有關係，可是大概都是很耐久很堅硬的；他的重量平均一立方呎有百七十磅左右。砂岩是砂粒由石灰質或黏土質結合成的；他的堅硬程度和耐久性，是與結合物的性質很有關係；他的重量平均每立方呎有一百五十磅內外。石灰岩是石灰的碳酸化物，普通有若干的不純物在內；石灰岩用在邊石或無甚重貨的碎石路，還可以過得去，若是用在石塊路是不適當的；因為他的磨損不是一律，一塊一塊就很容易動搖，並且受霜雪的危害也大的緣故。火成岩是不成層的火山岩的總稱，普通由長石輝石等所成的；火成岩很是強硬不容易裂開，所以把他敲碎用在碎石路上，甚見適當；可是石塊路上是不好用的。

地瀝青 地瀝青的種類甚多，普通都只叫做地瀝青，極容易混淆，所以要把他區別一下：液

狀地瀝青是一種的炭水素化合物，普通單叫做瀝青的就是這種；這個由天然產生的也有，或是由煤油中提煉出來。煤油中除這種地瀝青之外，還含有若干的柏油；所以有時煤油及柏油，就和這液狀地瀝青混同了。固體地瀝青是液狀地瀝青和極細的礦物結合起來的，普通單叫做地瀝青的就是這種；這個又可以分做土狀，彈性和固形三種，並且都有天然和人造的區別。天然的就是自然而成石灰岩或砂岩中，含着瀝青的；人造的就是拿砂及石粉，調在地瀝青膠中，造成固體的。精製地瀝青是把各種地瀝青熱到華氏三百度，除去水分和含雜物，成了純淨的液體地瀝青的；市上所賣裝在木桶內的，都是這種，可是用在地瀝青鋪路上，往往嫌他太硬。地瀝青膠是一種黏液狀的地瀝青，他的黏度和品質，恰合地瀝青鋪路用的。

木料 鋪路所用的木料種類甚多，硬的軟的都有。英國多用樅木松木。美國多用杉木松木等；這個雖是容易磨滅，可是並不傷馬蹄，而且出產很多價錢便宜，所以多用他。歐洲用桤榆等；榆

木雖是很強硬，可是容易變成光滑，用在鋪路上不甚適當的。鋪路所用的木料，要很強硬的，木理緻密的，沒有節和其他腐爛的，木汁很少的；還有一節，木料多少都會吸收水分，因為這水分的有無，木料就起了漲縮的變化，釀成破壞的原因，壽命因此短縮許多，所以木料的吸水力是愈少愈好。

煉磚 煉磚是由黏土燒成的。鋪路的煉磚，要用珪酸多，石灰少，經得高熱的黏土；燒出磚來，要堅硬，性質並且不太吸水的纔好。普通燒透的磚，無甚重貨的地方很可以用得；可是因為溼氣和霜雪的影響，就不免要崩壞的。就鋪路合用的煉磚的性質講來：（一）要不受酸的作用；（二）四十八點鐘內所吸收的水分，要在他的重量的六百分之一以下；（三）磨他的時候要不會就磨光；（四）他的面要粗糙的；（五）敲起來要有銅鐵的聲音；（六）把他打破來看，要有均勻的細面，並且沒有氣孔和砂子在上面；（七）敲他的邊角，要不會剝落；（八）要硬而不脆的。

水泥 水泥又叫做水門汀，用水調起來有很強的連結力，所以鋪路上用化來合縫的甚多；可是實地所用的，都是用二倍或且三倍的砂參進去，這個就叫做膠泥。膠泥再加上碎石，就是混凝土；現在工程上面，用混凝土的地方很多，鋪路的基礎多半都用着他，別地方用他的也不少。水泥有天然和人造兩種；天然的強度很弱，所以現在所用都是人造的。人造的水泥，就是用石灰石和黏土配合起來燒成粉的；如今且把判斷他的好壞的要點說一說：（一）水泥的顏色，普通是綠灰色或是青色，帶些黑色也好，若是黃灰色紅色就不對；（二）用顯微鏡看的時候，形狀像玻璃粉，而且很細的纔好；（三）重量越重越好，普通的一立方呎有八十乃至九十磅，八十磅以下的就很弱；（四）凝結的時間有長的有短的，這個可以由用的地方選擇他；（五）水泥用水調成泥狀放在空中，若是他因為膨脹生了龜裂，這就不好，不是成分不妥，就是燒得不透的緣故；但是有時因為收縮也會生龜裂的，這個到不妨事；（六）用水泥和三倍的砂，做成泥膠放在空中，四禮拜之後，他

的耐壓強度每平方吋要有一千七百磅以上，耐張強度要有二百五十磅以上，纔算合格。

砂 砂是崩壞的岩石所成的，大小不一；可是道路上所用的，要在一分以內。砂的用處，是在做碎石路或是石塊路的基礎，和鋪料合縫間的填料。——就是道路基礎上面鋪上一層砂，這上面方把石塊鋪上，這樣砂層叫做褥——因為砂是不能壓縮的，若是一部分受了壓迫，就會移到他處去；所以用他做褥的時候，能穀隨石塊的厚薄變動他的厚薄，使路面齊整，並且可以把路面的壓力傳到下面的基礎上去。這種用處的砂，要乾燥、細粒、潔淨、有角的纔好；不然就不能和鋪料密接，失了壓力傳達的效力，路面就要不平起來。此外的用處，就是和水泥調成膠泥或是混凝土。這種的砂要有角的，大大小小各種都有，並且含着黏土的纔好；因為黏土可以填充砂和水泥間的空隙，使他們更是黏緊。砂的重量，乾燥的一立方呎有八十磅乃至百十五磅。

第五節 鋪路的基礎

鋪路的做法，不是把鋪料直接鋪在原有的地面上就可以的，一定要先在地面上做些預備的工程，使他有支持路面的重量的能力纔行；這種工程叫做基礎，鋪路的好壞和基礎是很有關係的。基礎若是薄弱，無論上面的鋪料如何堅實，鋪法如何講究，都會發生不均勻的沈下，路面不平起來。如今且把好基礎的要件說一說：（一）要沒有植物之類會榮枯的東西，因為這種東西枯下來，就會腐敗的；（二）基礎要很乾燥的，就是說：地中的排水要很完全的，因為水一透到下面，就侵入弱的地方，便發生陷落；（三）地面要用滾路機滾壓得很均勻很堅實；（四）這樣滾壓好的地面上，要有一層不透水不會壓縮的材料鋪上，使地面和鋪路下面的連絡隔斷。

因為土地的性質的不同，所以基礎的種類和他的做法也種種不一；可是勿論如何，地面總要由排水把他弄得很乾燥，由滾壓把他弄得很堅實纔好。如今把各種的基礎分說一下：

土的基礎 土的基礎是最壞的，因為他會保留水分的緣故；所以非是十分不得已，還是不

用他的好；可是勿論如何，也得把他滾壓得很堅實纔好。

木筒及束枝的基礎 用樹的細枝，箍成三四尺長四五寸徑的九條，叫做束枝。在土地很溼的地方，可以用這束枝或是木筒鋪上，作為基礎；但是若是水分不很多，木料有時乾有時溼，那就容易朽爛，是不妥的。

煤渣等的基礎 在煤渣，鑛渣，破磚，瓦片之類可以容易到手的地方，將原有地面挖去一尺多深，把這類的東西填築上，也可以成個基礎；這個固然不是很完全的辦法，可是比土基礎好得多了。

砂石子及碎石的基礎 這等東西不會保留水分，對於這方面固然是很好的；可是他們本來是沒有凝結力的，對於重壓和磨滅的抵抗就很弱；所以除了碎石路和地瀝青路以外，對於那塊頭的鋪料，在合縫地方，就顯出這種弱點，一受貨物的振動，一塊一塊就離開沈陷下去；因為這

個緣故，這等基礎多半只用在碎石路和地瀝青路上。這等基礎的做法，是先把土地表面挖去一層，然後把他一樣厚的鋪上，再撒上水，用滾壓機滾實就是。他的厚薄，普通是鋪上十二吋，滾壓成八吋；滾壓最好勻做兩層，就是說：先鋪上六吋，滾壓成四吋的一層，後再照樣做第二層。

混凝土的基礎 除了碎石路之外，鋪路的基礎比混凝土再好的是沒有的。混凝土是連成一塊的東西，能殼支持很大的重量，並且很是耐久；所以他的築造費用雖是很大，可是修理的費用可以大大的減少，結局算起來還是經濟的。混凝土基礎的厚薄講來，在排水完善的地方，有六吋厚就殼了；若是在溼的地方，或是黏土層的地方，就要十二吋左右；在這種地方，最好先用砂或是石子築上一層之後，再把混凝土層築上。混凝土是水泥、砂和碎石調合成的；他們的比例普通用在基礎上的是一、三、六——就是水泥一分、砂三分、碎石六分的意思——再好些用一、二、四的也有。所用的碎石，要堅硬、有角的好；大小約在二吋內外，最好是把一時到三吋大大小小的

混同着用。混凝土的調法，是先把水泥和砂配好，調勻之後，加上水再調一調，然後加上碎石又調得很均勻纔罷。他的調合，用鏟子由人力調的也有，用混合機由器械調的也有；可是用器械的又快又勻，比人力的好得多。調合的時候最要注意的，就是加水的分量：太多也不好，太少也不好；可是這個要看天氣和所用的材料的情形，沒有一定的標準，全憑熟練罷了。調好的混凝土，要用容器運到要鋪他的地方，把他鋪上，然後再用鏟子把他築實纔行。鏟子普通是木製的，下面有六七吋大，用鐵帽套上；他的重量要有三十五磅左右纔好。築的程度，要到表面有水浸出來纔好。並且厚的地方，要分做二三次纔好；就是說鋪上一層築好之後，再鋪上第二層照樣築去；若是基礎是六吋厚，當然只要做一層，更厚的就要把他分作二三層了。這樣築好之後，非得經過一晝夜，決不可許人在上面走動。

第二章 各種的道路

第一節 道路的分類

道路依他的位置大體可以分做兩種，就是：郊外道路和市街道路。郊外道路：就是都會和村鎮之間的路，所以延路兩旁，多半是田地，原野或是山陵，溪谷，不大有人烟的路也來得長，幾里幾十里乃至幾百里都有。市街道路：就是都會內部縱橫互相連絡的路，所以兩旁都有高樓巨厦巍立着，很是熱鬧，通行是極頻繁的；可是大概都不很長，至多不過幾里而已。他們的性質既有這樣不同的地方，當然他的造法也不盡是一樣。若把他們主要的異點講來：第一就是兩旁的情形不同，所以他們的附屬設備自然各有出入；第二就是重要的程度不同，所以他們的品位也不一樣。——具體的說來，市街道路是在繁華富腴的地方，所以要比郊外道路造得講究些。——可是除了這兩點之外，在大體上看來，築造的根本方法沒有甚麼區別，所以本章以下所述的，他們都可適用；至於不同的地方，另外在下章分說。

道路再依路面的模樣分類起來，又可以分做有縫的和無縫的兩種。以前所說的鋪路，就嚴格的意義講來，是只指有縫的說的；可是普通除了泥路之外，就是無縫的也統說在內。這兩種之中，再依他所用材料和造法細分起來：那末屬於有縫的，有石塊路、木塊路、煉磚路等等；屬於無縫的，有混凝土路、地瀝青路、碎石路、石子路、煤渣路等等；以下就照這樣的分類，一一分說下去。

第二節 石塊路

用石塊鋪路，從古就有的；西洋最古的羅馬石路，——距今約二千五百多年前，羅馬人所築的，——就是把不規則的大石塊鋪在混凝土基礎上面；我國以前也多用長方形的石塊來鋪路。——普通叫做石板路。——可是大的石塊，表面很容易磨滅得很光滑，並且因為地的支持力不平均很容易動搖，對於各種的交通機關很是不適當；所以依着多年的經驗，漸次改革下來，遂變成現今的石塊路如以下所說：

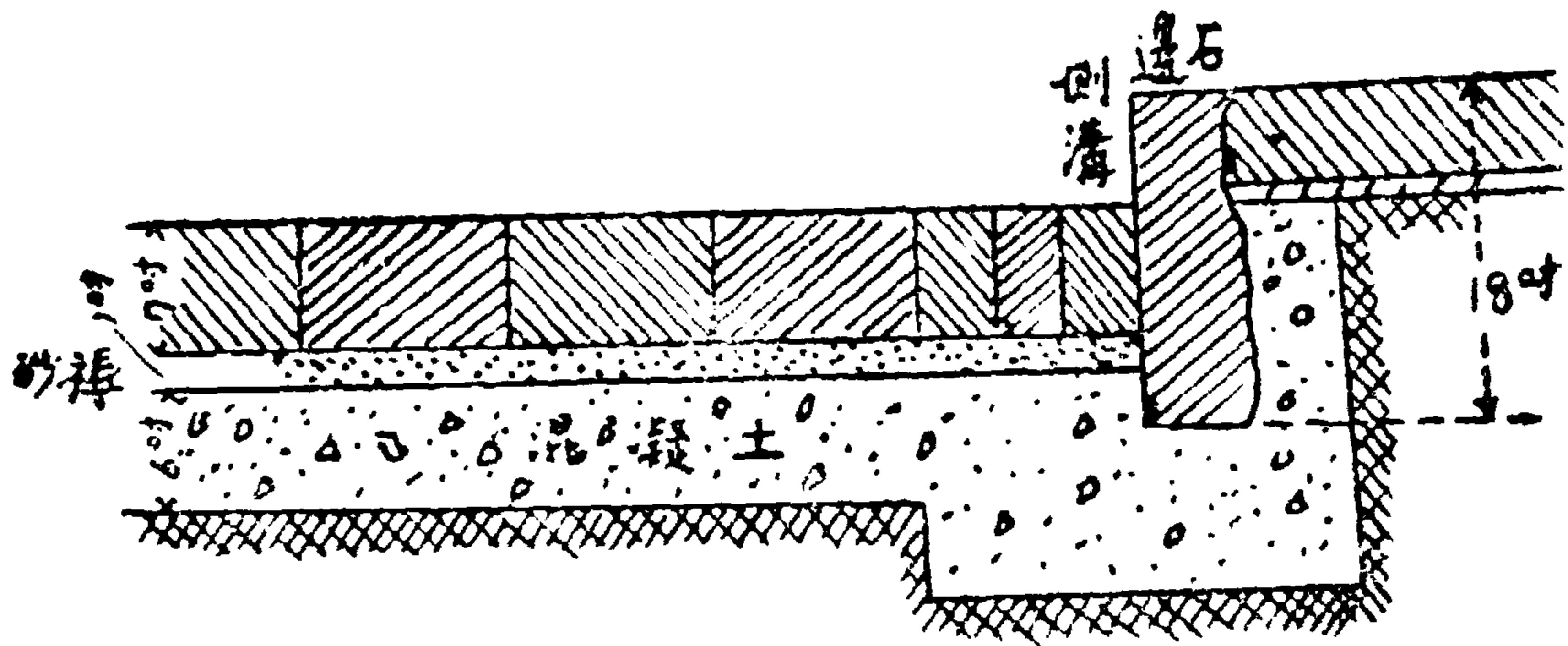
石塊路是用長方形的小石塊，依着規則的排列法，鋪在預先所造的基礎上，如第二圖所示。基礎是要不會沈下的，不會透水的；普通多半用六吋厚的混凝土。這種基礎的上面，再鋪上一層四分三吋厚的乾燥潔淨的細砂，——就是所謂砂褥，用來調和石塊的厚薄，和傳播路上的重量。——然後方把石塊鋪上，用築鎚把他築得很堅實的。築的時候，若有石塊沈下去的，就要把這塊從新拿起，再鋪些砂放下去，總要把路面弄得一樣平纔可以的。但是築實，只要把石塊築到不會沈下爲度，決不可把高的硬撞下去，使這地方的路基隔外受壓；若是這樣，日後貨物通行的時候，路面就反轉生出凹凸來；所以築鎚的重量不可超過五十磅，直徑要在三吋以上。這樣鋪好之後，石塊間的縫更要拿材料填充起來；使石塊不會因貨物的振動而動搖起來，並且使路面的水不會透到下面去。填充的材料，最好用地瀝青，可是普通儉省的多半用砂而已。

石塊的材料，普通都用花崗石；因爲他比別的耐久，平均的壽命約有十五年左右；若用砂

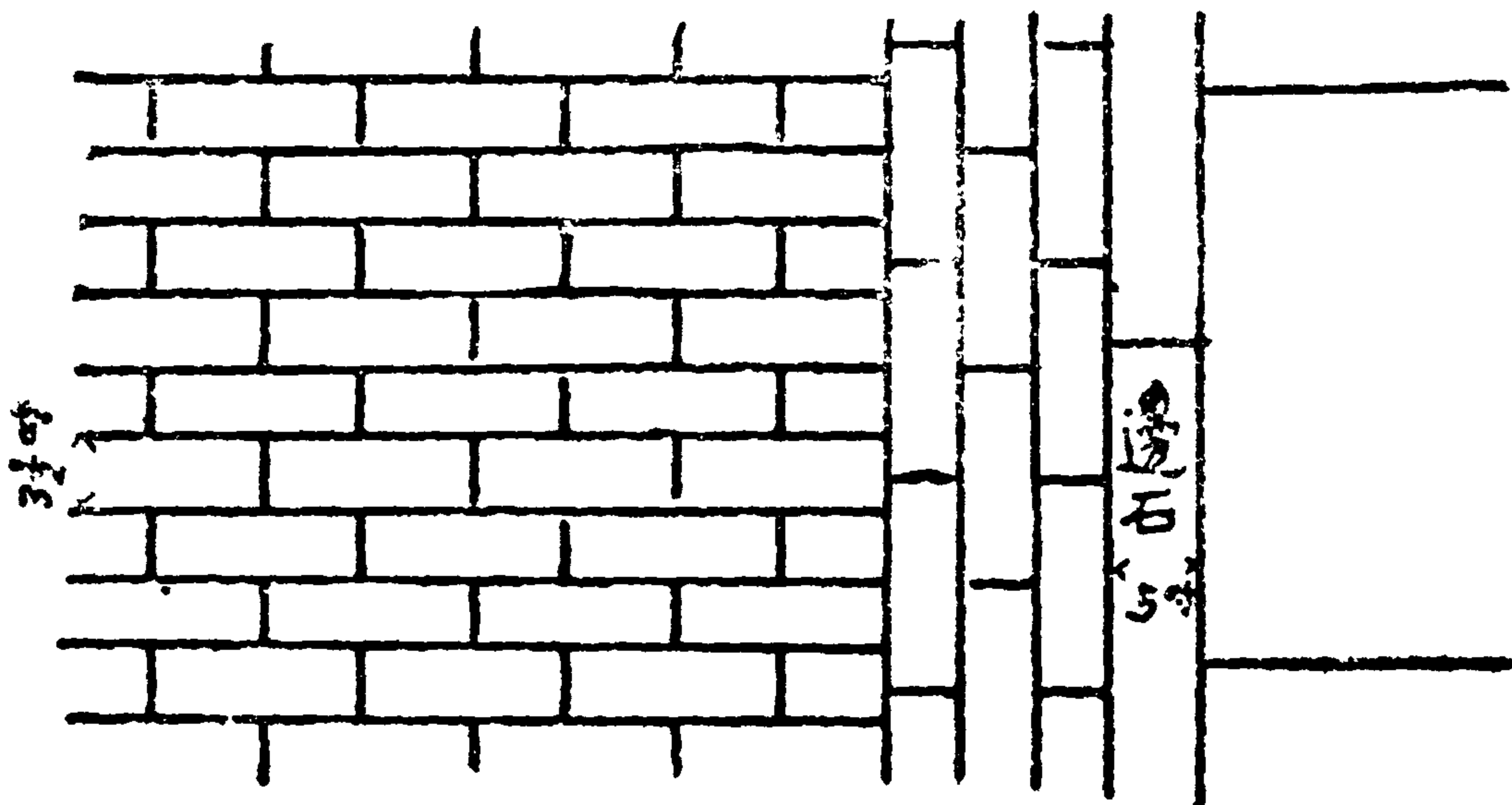
第二圖

石塊路

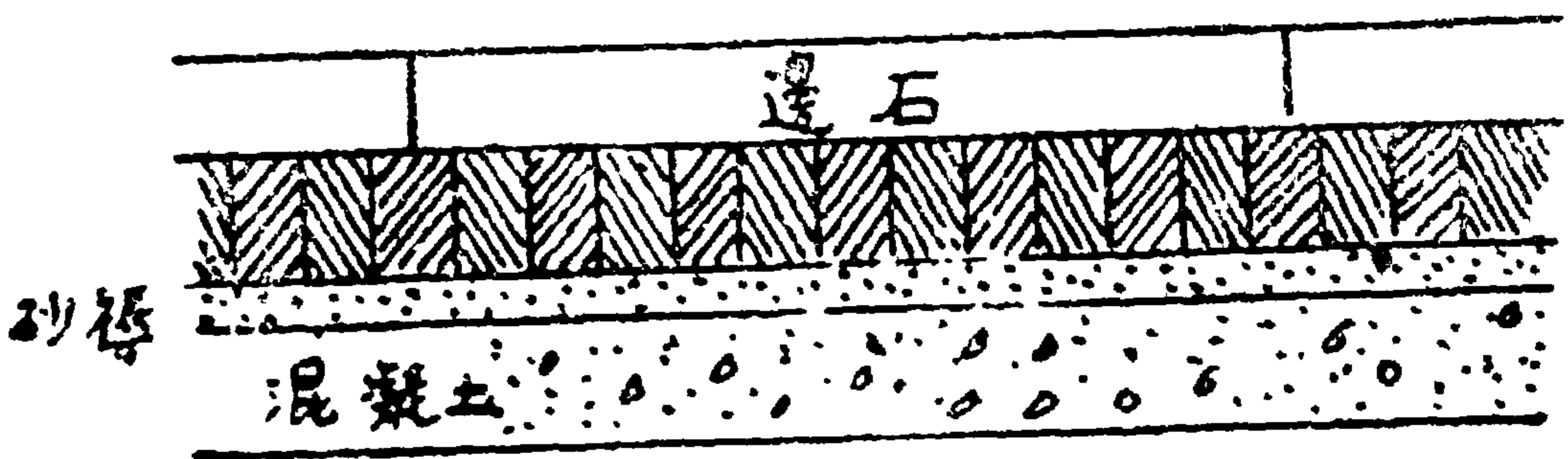
道路



橫斷面圖



平面圖



縱斷面圖

或石灰石，就不過三數年而已。對於石塊的尺寸，學者之間議論很多；可是就一般認為很適當的講來：厚是五吋乃至七吋，長是九吋乃至十二吋，寬是三吋以下；各邊都要很齊的，上下左右四面都要很平的纔好。

石塊的排列法，普通是把長邊排在和道路中心線成直角的方向，做成平行的橫列；所有短邊的合縫，前後列要互相交錯纔好。此外有排成斜列的，可是這種排列法的結果不大好，就是說：磨滅的程度不均一，行走也不方便，也難鋪，所以都不用他。至於道路交叉的地方，因為交通的方向多半在此轉灣，斜列的又似乎妥當些；第三圖和第四圖所示，就是交叉點的兩種排列法。又道路兩旁側溝的地方，因為流水的方向是和中心線平行，所以順着邊石要排三行直列的石塊，如第二圖所示。

石塊路的築造費，當然因築造的種類和地方的物價各有不同；可是就各地的統計講來：最

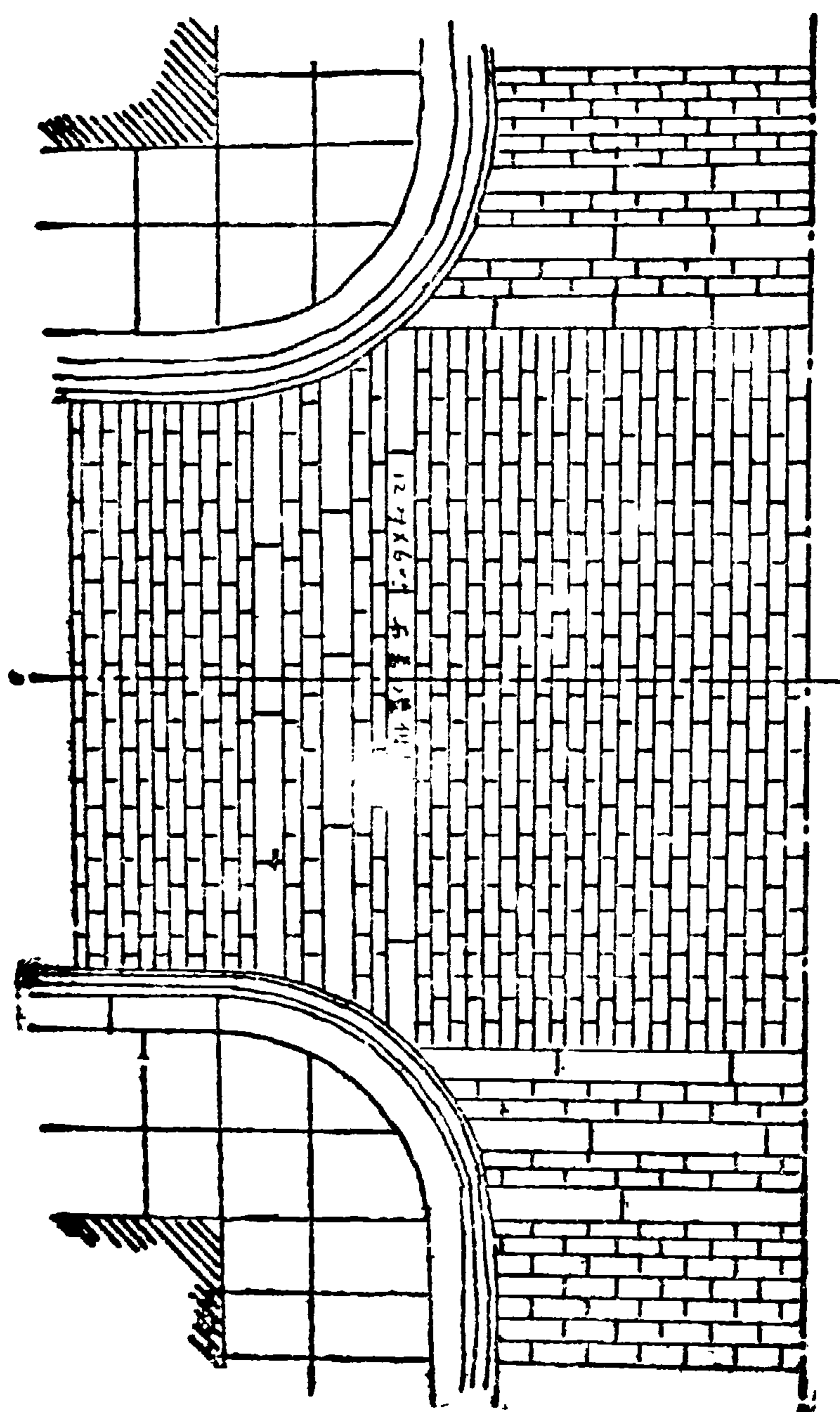
賤的，路面每方——一丈見方的面積叫做一方，——約二十元，最貴的六十元，普通的大概不過三十元而已。養路費，每年每方約三角乃至八角。

最後把石塊路的優點和

劣點說一說：優點是（一）可以用在各種的斜坡上；（二）對於各種的貨物都很適當；（三）非常耐久，不必時常修理；（四）立

第三圖

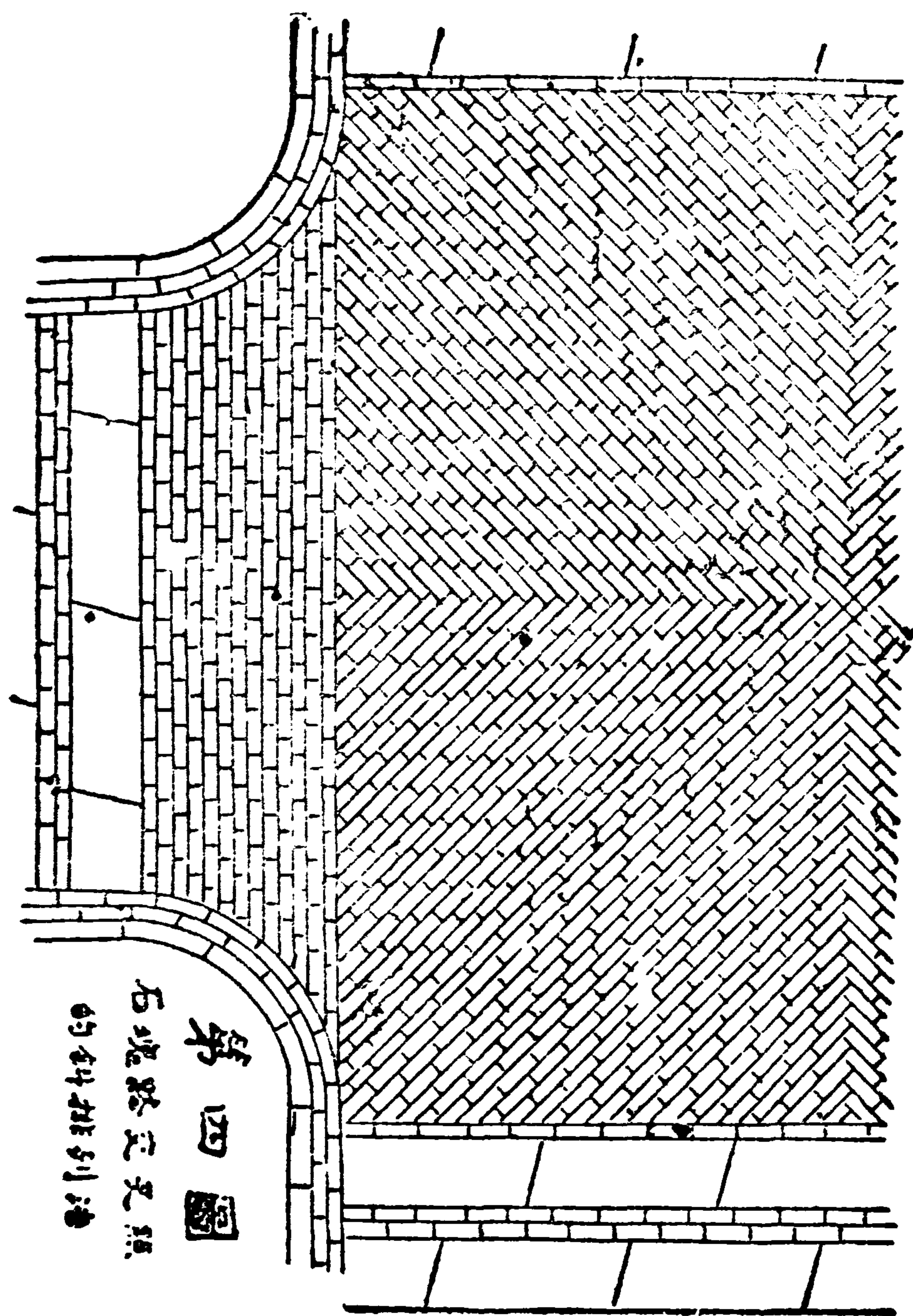
石塊路交叉點的直排列法



脚穩固；(五)不大生塵土，容易打掃。劣點是(一)無論天氣如何都嫌太滑，很容易傷着蹄脚；(二)車馬走動的時候，振動很利害，坐的人不大愉快；(三)通行的時候，很嘈雜的，對人的神經有害。

第三節 木塊路

木塊路，在歐美各國用的很多；可是歐洲用的結果很好，



第四圖

石塊路鋪設
的斜排列法

美國用的結果不大好；這個是因為歐洲的造法和所用的木料，比美國的好的緣故。

木塊路也是和石塊路一樣，在基礎上鋪一層砂褥，把木塊安上築實，再用材料把合縫填充起來；第五圖所示就是他的橫斷面。基礎當然要不會沈下，不會透水的混凝土；可是在美國，多半只在地面上鋪一層砂，再排上一兩層的木板，所以他的結果很壞。合縫的寬窄和填充的材料，在木塊路很是重要，因為木材遇着水很會脹大——膨脹的程度，大約每八呎可以膨脹一吋——若是縫的間隙太小，就會壓到兩旁的邊石，或是中央隆起起來；若是太大，因貨物的壓力就把木的纖維向四方擴大去，毀壞起來；這兩種現象是互相矛盾的，所以一方面務必用膨脹少的木料，一方面用不透水的填充材料，使他浸水的機會減少。最好的方法，是如第六圖所示，用地瀝青填在縫的下部，再用膠泥填在上部。地瀝青的作用，是防水，和利用他的彈性來調和木料的膨脹；膠泥的作用，是保護地瀝青，使他不為日光所曬，和防止纖維的擴張。

第五圖

邊石 木塊路的橫斷面



第二章 各種的道路

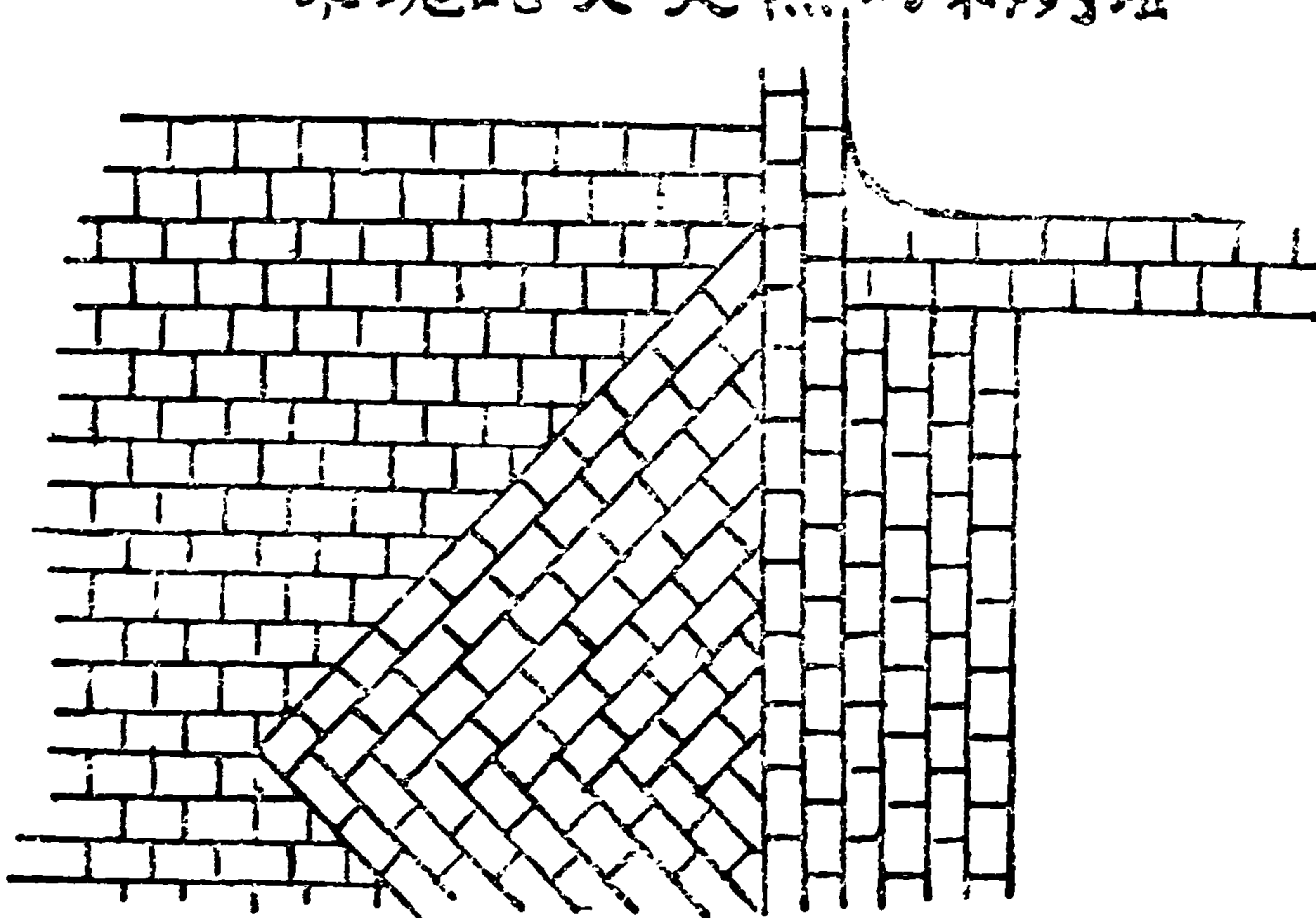
第六圖

木塊路的填縫方法



第七圖

木塊路交叉點的排列法



木塊所用的材料，種類甚多，要看地方的出產；普通多用杉木，松木等。品質要堅固、乾燥、沒有裂痕和節的；可是木材一般都會吸收水分容易朽腐的，所以要用防腐劑來保護他，就是說把種種的藥品貫進去，使他不曾吸收水分，或是排除他中間所蓄的木汁。——生的木材內中常含一種白汁，最容易誘發朽腐的原因。——防腐劑之中，最通用的就是苦列烏蘇油。木塊的樣式也很多，有圓形的、有方形的，此外還有菱形、六角形、八角形種種；可是由經費講來形狀是簡單的好，所以方形用得最多，其次就的圓形。他們的尺寸：普通方形的，厚是六吋，長是九吋乃至十二吋，寬是三吋，這幅員是愈窄愈妙；圓形的，厚和徑都是六吋。木塊的排列法，是和石塊一樣不用再說了；交叉點的地方，也有用第七圖所示的排列法。

木塊路的壽命，拿倫敦的實例講來是五年乃至十九年，美國是三年乃至七年，各地平均起來約有十年之譜。築造費，最賤的是每方約二十元，最貴的約七十元，普通平均約二十五元之譜。

養路費，依木材有無防腐劑大不相同，每年每方自四角到四元都有；也有歸包工人包辦的。

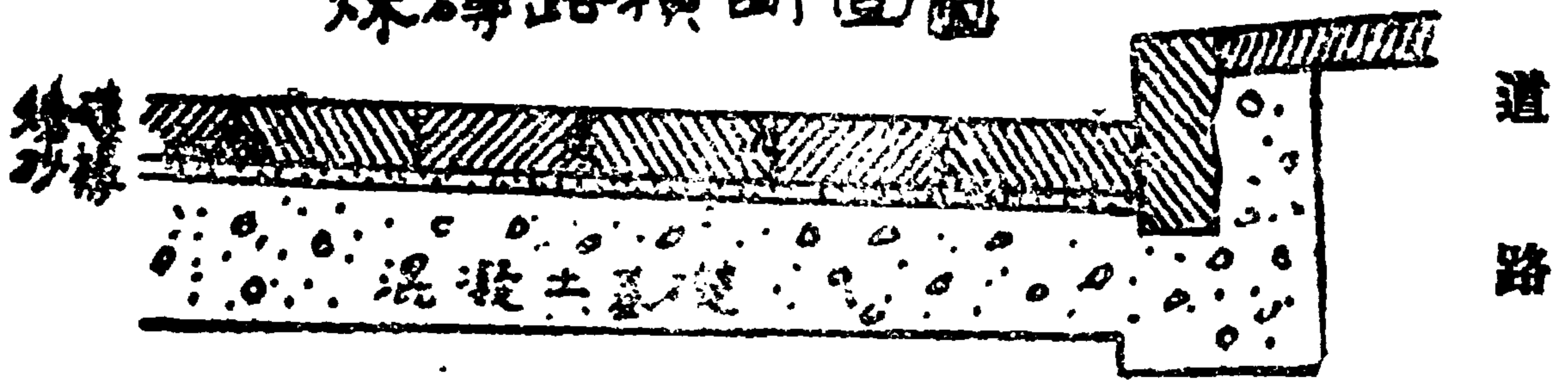
木塊路的優點是：（一）立脚穩固；（二）行車所受的抵抗力，比石塊路少，比土瀝青路只多些微；（三）對於各種貨物都適當；（四）坡度到百分之五止可以用得；（五）塵土少；（六）嘈雜的聲音沒有；（七）築造費比較的不貴，而相當耐久。他的劣點是：（一）打掃困難；（二）有時很滑，使人馬不安全；（三）修理的時候要多費時間；（四）容易吸收溼氣；（五）動物的大小便中的微生蟲，很容易寄生，對於衛生不好。

第四節 煉磚路

用磚鋪路是很前就有的，近來各地用他的結果都很好。他的鋪法是和石塊路等一樣不必再說；基礎也是用混凝土的好，再不然用破磚築起來也可以；合縫最好用膠泥，或是地瀝青膠泥，那末路面就很平滑耐久。第八圖至第十圖所示，就是他的構造和排列法。

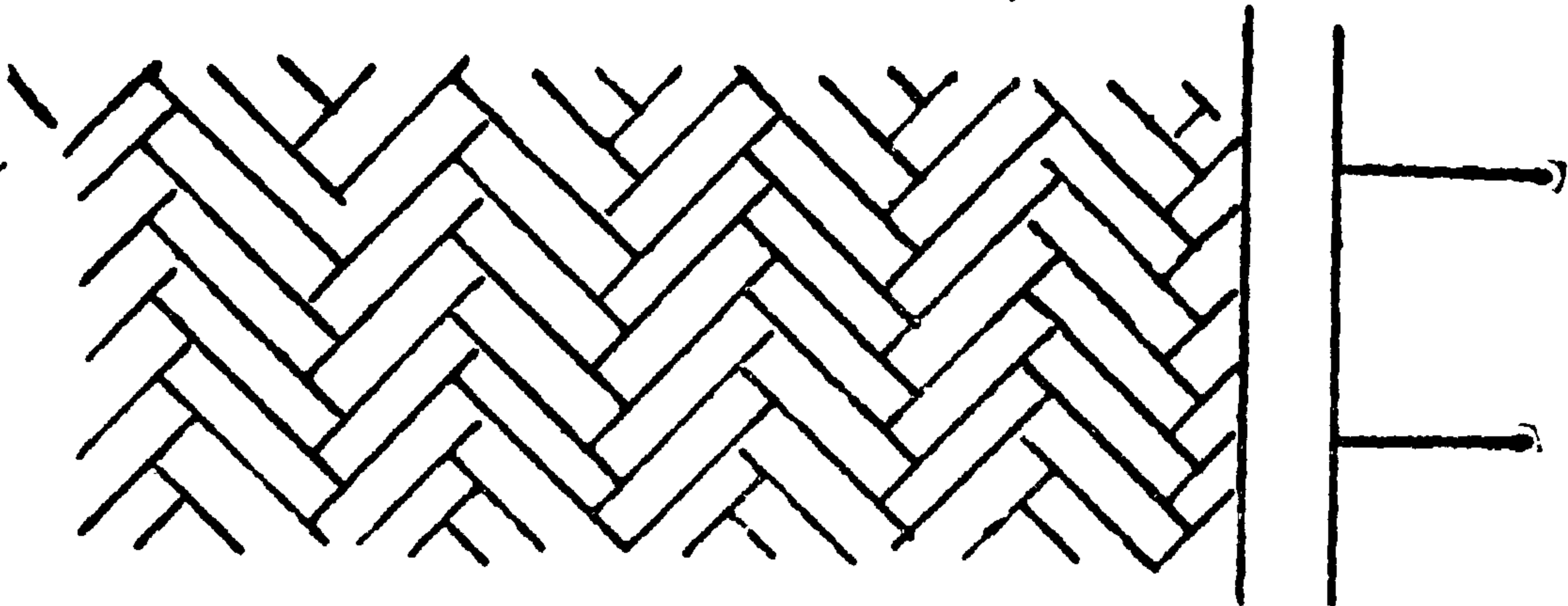
第八圖

煉磚路橫斷面圖



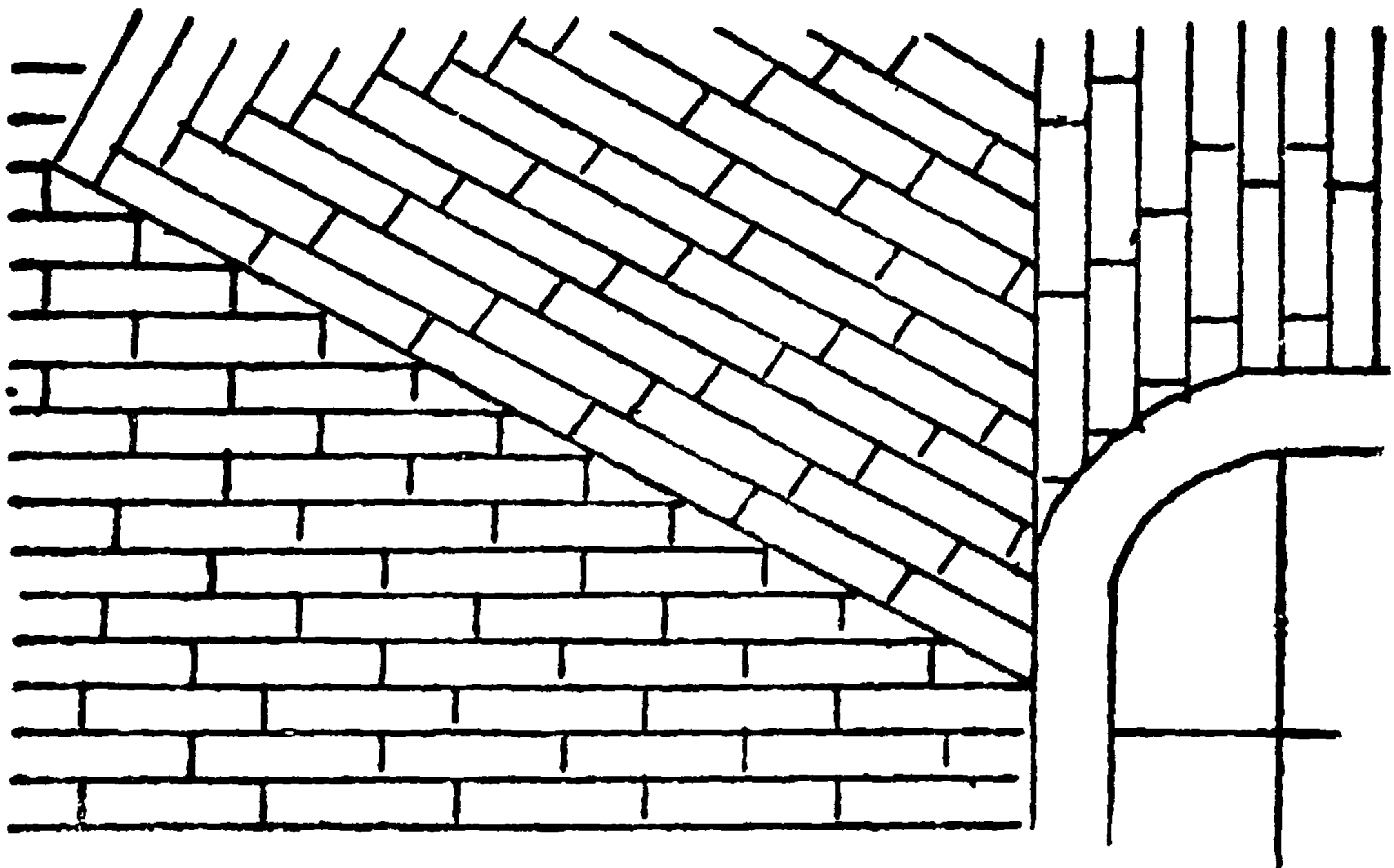
第九圖

煉磚路平面圖



第十圖

煉磚路交叉路的排列法



鋪路用的煉磚，要堅固不脆，緻密不受霜雪作用的纔好。他的形狀和尺寸，務必和普通在建築上所用的一樣；因為這樣可以和普通的一齊燒，價錢來得便宜，並且壞的可以移到建築上去用。

煉磚的壽命，很長的都有；像勒札蘭特地方的，已經有百多年了；在美國，已經過了二十年左右，還是很好的也很多。他的築造費，最便宜的是每方約八元半，最貴的約二十二元，普通平均約在十二三元左右。養路費的統計雖然不大完全，可是比較別種的路是很少的。

煉磚路的優點是：（一）抵抗力少；（二）立腳穩固；（三）沒有不快的聲音；（四）各種的坡度都可用；（五）塵土少；（六）容易打掃和修理；（七）不大吸水；（八）很美觀；（九）磚是各地都有，所以很容易趕造；（十）對於普通的貨物也很耐久。他的唯一的缺點，就是品質不齊；往往有鬆的，軟的混在裏面，因此一霜害路面就不平起來。比較起來，煉磚路在郊外強過木塊路或是碎石路，在街路

強過石塊路的也不少。

第五節 地瀝青路

地瀝青路，由他的構造可以分做地瀝青片路和地瀝青塊路二種；可是普通的大概都是地瀝青片路，所以單叫做地瀝青路的是指着這種；如今把他們分開來說。

一、地瀝青片路

地瀝青路，是西曆一八三八年在巴黎纔着手用的，算是近代的路；後來逐漸地發達起來，現在幾乎全球都有了。其所以發達得這樣速，是因為比他種的路，比較的適合現代交通的程度的緣故。

地瀝青路是屬於無縫路的。大凡無縫路的構造，基礎之上都有二層；就是說：在基礎上面先築上一層之後，再築上第二層的；前者叫做連結層，——這個和有縫路的沙褥相當，——後者叫

做耗損面。但是貨物不重的地方，間或有把連結層略去。地瀝青路當然也是這樣，第十一圖所示，就是他的構造的幾個例。

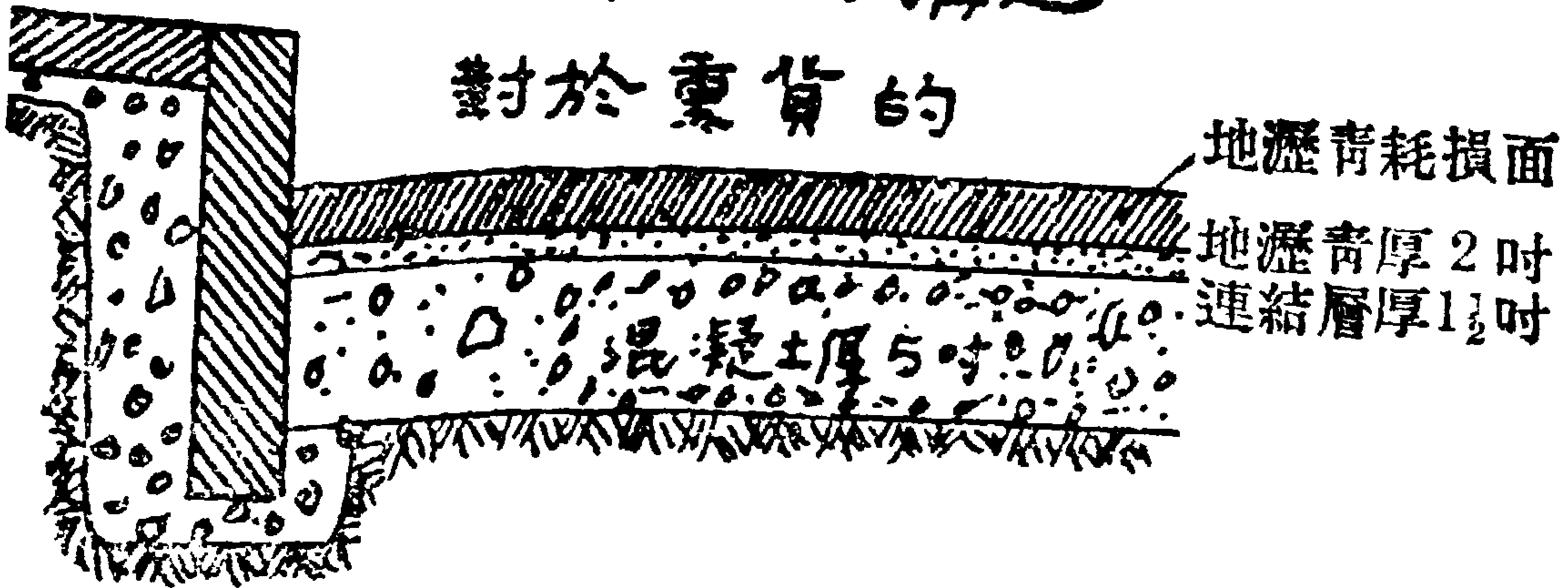
地瀝青路的基礎，是絕對要不會沈下的；因為地瀝青自己是很軟，沒有抵抗重量的能力，若是基礎軟弱，地瀝青便要受貨物的壓力粉碎起來。普通所用的基礎，有水泥混凝土和地瀝青混凝土——用地瀝青代水泥的，——的兩種，可是這兩種都各有利害。水泥混凝土的，因為基礎和路面的結合不甚固，所以修理的時候容易把路面揭去；然而有時路面會在基礎上滑動，變成波形不規則的表面，並且有時因溫度的激變會生龜裂。地瀝青混凝土的，是基礎和路面合成一塊，不容易分離，所以修理的時候很覺困難；然而不會有變成波形或生龜裂的事，並且價錢也便宜。這兩種基礎之外，近來多把舊來的碎石路，石子路，以及石塊道煉磚路等等的鋪路作他的基礎；換言之，就是說：在這等鋪路上，再蓋上地瀝青層，把他們改成地瀝青路。

第十一圖

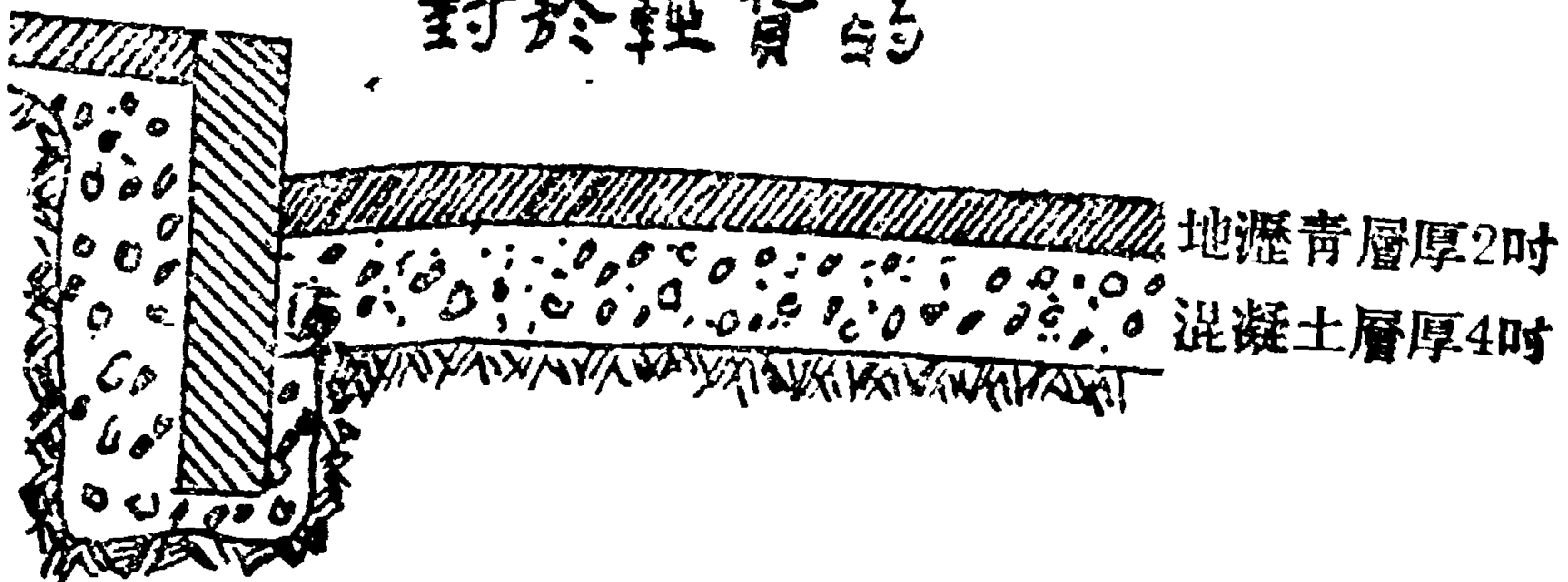
地瀝青路的構造

道路

對於重貨的



對於輕貨的



碎石基礎的



路層所用的材料，是用地瀝青膠作主要的成分，再加上各種副成分混合起來的。副成分，在連結層是碎石和砂，或且單是碎石；在耗損面是細砂和石粉，——講究的用水泥，——或且爲節省砂的分量的起見，更加上些石子的也有。至於這等成分的分量，當然因路的狀況和材料的性質不能一定；可是普通的，地瀝青膠是百分之九乃至十三，石粉是六乃至十二；又在同一地方，連結層的地瀝青分量，要比耗損面的少。這等材料，在鋪設之前要把他混合起來；可是在冷的時候，他們絕對不能互相黏結，所以要把他們熱一熱。混合的順序，是先把地瀝青放在鐵鍋中，熱到華氏三百度乃至三百二十五度，一方面把砂和石子的分量秤準，傾入炙熱器，熱到華氏三百五十度乃至三百七十五度；然後把他們傾入混合機，加上填料調勻，再把鐵鍋中的地瀝青加上攪勻，傾入手車運到鋪設的地方去。混合時所應當注意的是：（一）材料要純粹，（二）分量要準，（三）始終要維持一樣的熱度。

路層的鋪設法，是在基礎上先把連結層的材料鋪上一吋乃至一吋半厚，用五噸乃至八噸的滾壓機壓縮到十分之六；然後再把耗損面的材料鋪上一吋半乃至二吋厚，用五噸乃至十噸的滾壓機滾壓到完全堅實止；至於遇着構造物的地方——譬如陰井、邊石等——就用烙鐵燒熱把他烙實。小規模不能置辦滾壓機的地方，也有專用這烙鐵的。用滾壓機的時候，最緊要的是滾了又滾，要滾壓好幾次；速度也不要太快，恐怕傷到路面，大約每時間所滾的面積要在四十方以下。鋪設中所最注意的，是一切行動都要敏捷；沒有鋪好以前，決不可使材料冷下來。這樣鋪好之後，路面再用水泥或石灰粉撒上便算完功。

地瀝青在一定期間——大約二年之譜——之內，有相當的彈性；貨物通行的時候，只會壓縮下去，不會磨耗；這是比他種特長的。至於他的壽命，因為用種種的法子養他，所以真正的壽命不能知道。克尼海物氏說是：「地瀝青路若是不大去修理，他的壽命不過五六年，無論如何十年

以內必要新造的。」可是拿各處的實例講來，有的已經用過十九年，雖常有修理，並沒有壞。大凡地瀝青路的失敗，多半是因為基礎薄弱，不然路面雖時常會生凹處，只要把這部分修理起來，是可以用得很久。築造費，最低的是每方十二元，最高的是三十二元，普通約在十五元之譜。養路費普通是歸包工人包辦，含在築造費之內；保險年限，大概是五年乃至十五年。

地瀝青路的優點是：（一）抵抗力少；（二）比較的沒有聲音；（三）不透水；（四）容易打掃；（五）不生塵土；（六）各種貨物都適當；（七）車輛不會振動；（八）可以迅速的鋪設他；（九）耐久；（十）容易修理。劣點是：（一）因天氣的變化有時很滑；（二）遇着高熱會軟下去發生波狀面，遇着寒冷又會粉碎或是裂開；（三）遇着水分過多的時候，有時會分解起來，所以撒水不可過多；（四）不好用在坡度比百分之二·五更陡的地方；（五）遇着壞的地方要從速修理，不然就要大壞起來。

二、地瀝青塊路

地瀝青塊路，是用地瀝青膠和小碎石做成方塊來鋪設的。這個在一八六九年美國的桑港首先用過，當時因原料和造法不良，結果不大好；可是後來漸次改良，現在用他的很不少了。

地瀝青塊的成分，是地瀝青膠百分之八乃至十二，石粉八乃至十，半吋徑的小碎石七十八乃至八十四，或且再加上十乃至十三的水泥。塊的做法，是把這等材料熱到華氏三百度，調勻之後，裝入模型，用強大的壓力把他壓成方塊的形狀，然後用水把他冷卻一下。塊的尺寸，普通是長十二吋，寬四吋乃至五吋，厚三吋乃至四吋；一塊的重量約在二十二磅乃至二十四之譜。這種地瀝青塊，就和石塊等一樣，把他鋪在強固的基礎上就是了。

地瀝青塊路的築造費，拿美國的例講來，平均每方約二十八元左右。

這兩種地瀝青路的優劣講來，塊路的優點是：（一）表面粗糙，立腳穩當；（二）可以用在斜坡上；（三）無需設備和熟練的工人，所以鋪設和修理是很容易的；（四）有合縫，不至因為收縮有分

離的事；(五)可以在原料產地製好運到他處，較爲便當。他的劣點是：(一)打掃困難；(二)水會滲到基礎上去；(三)有嘈雜的聲音；(四)因貨物的經過，邊緣容易損傷，路面就生出不平，耐久性也就減少；(五)塊來得厚，因此多用料，費用來得大。

第六節 混凝土路

混凝土的基礎，是很早就有了；可是用混凝土做路面，是一九〇六年在美國纔實行的；後來逐漸發達，現在只算美國已經有一萬多哩了。

混凝土路的基礎，是要堅固乾燥的。普通在土質良好的地方，只把原有地面弄齊，用滾壓機滾實就可以的；若是土質是黏土之類，就要把原有的地面挖去一層，鋪上碎石、石子、鑛渣等，再用滾壓機壓實。但是基礎的表面，是要和路面的形狀一樣的。

路面的做法有兩種，就是：注入法和混合法。注入法，是在基礎上鋪上一層碎石，把他滾壓到

六吋厚；然後在這上面，把水泥一分砂二分的膠泥，用有壓力的注射器，注入到石縫裏面去；這膠泥要把碎石間的空隙全行填滿纔可以的。這樣的一面注入，一面用滾壓機滾壓他，最後再用黃石大的石子鋪一薄層，用注射器把膠泥注上滾實，這六吋厚的碎石層，有時把他分作四吋厚的基礎層，和二吋厚的耗損面兩層，勻兩次鋪設的也有。混合法，是把預先混合好的混凝土鋪在基礎上，用人工把他鎚實；混凝土的比例普通是一、二、四或且一、二、五、三；厚是六吋。對於這種做法，有時也把他分作兩層的也有，就是先用一、二、五、五的混凝土鋪四吋厚，鎚實作為基礎層，即時就再蓋上一層二吋厚混凝土——他的比例，因所用材料種種不同，可是普通多半一、二、四、或是一、二、五、三——鎚實作為耗損面。勿論是一層是兩層，鋪好之後，他的表面要用泥鎚把他弄平，再用刷子弄成澀面，然後再用劃線的器具，劃成各種格子。混凝土凝結的時候是要收縮的，所以有時會生龜裂，因此也有做上伸縮縫的；伸縮縫的作用，是把混凝土分成小部分，各部分都完全

分離不相連絡，使收縮的影響只限於這小部分之內，發生龜裂的機會可以減少。伸縮縫，普通用鐵板或是瀝青紙插在混凝土之間，把他分開就是了；直的方向多半是放在邊石附近，橫的是每二十五呎乃至百呎一個。混凝土路築好之後，一兩週間之內，是絕對不能許人通行，並且表面還要撒上一層砂，或是用草蓆蓋上，天天撒些水，保護他。

上述的做法之外，還有把混凝土做成方塊形，和石塊一樣，鋪成路面的；或且混凝土中間放上各種鐵網的。

混凝土路用的年代很淺，後來又多半用瀝青面——第九節參照——蓋上；除了不得法的失敗外，至今還未聽說有從新翻造的事。所以他的壽命不能確知；可是就混凝土的性質講來，總是很耐久的。築造費，每方是七元五乃至十五元，平均是十元左右。

混凝土路的優點是：（一）造法不難，材料各地都有；（二）勿論冷熱晴雨都很適宜；（三）站脚

穩固；（四）容易打掃；（五）修理的機會少，並且容易；（六）不生塵土；（七）夜間可以看得見。劣點是：（一）會生龜裂，有時雖是很細，可是很有害的；（二）路面有細塵的時候，遇着雨天會滑；（三）太堅硬缺乏彈性，所以振動利害；（四）有嘈雜聲音；（五）往往局部會分解起來生出凹洞；（六）移動地下埋設物——譬如自來水管溝路之類——的時候，要翻開路面甚見困難。

第七節 碎石路

碎石路是西曆一七六四年在法國最初建造過的，以後漸次傳到各國，都用起來到現在，雖然有種種道路的發明，可是就簡單，廉價的點講來，除泥路之外，還要算他第一；所以在郊外道路，無需十分講究的地方，大半都用着他；猶其近來我國各地的長途汽車路，差不多都是用他。

碎石路的造法，因時代和地方各有不同；可是根本上分別起來，不外兩種，就是：特爾福式和麥克登式。其中猶其麥克登式用的最多，所以往往把碎石路叫做麥克登路。如今且把他這兩種

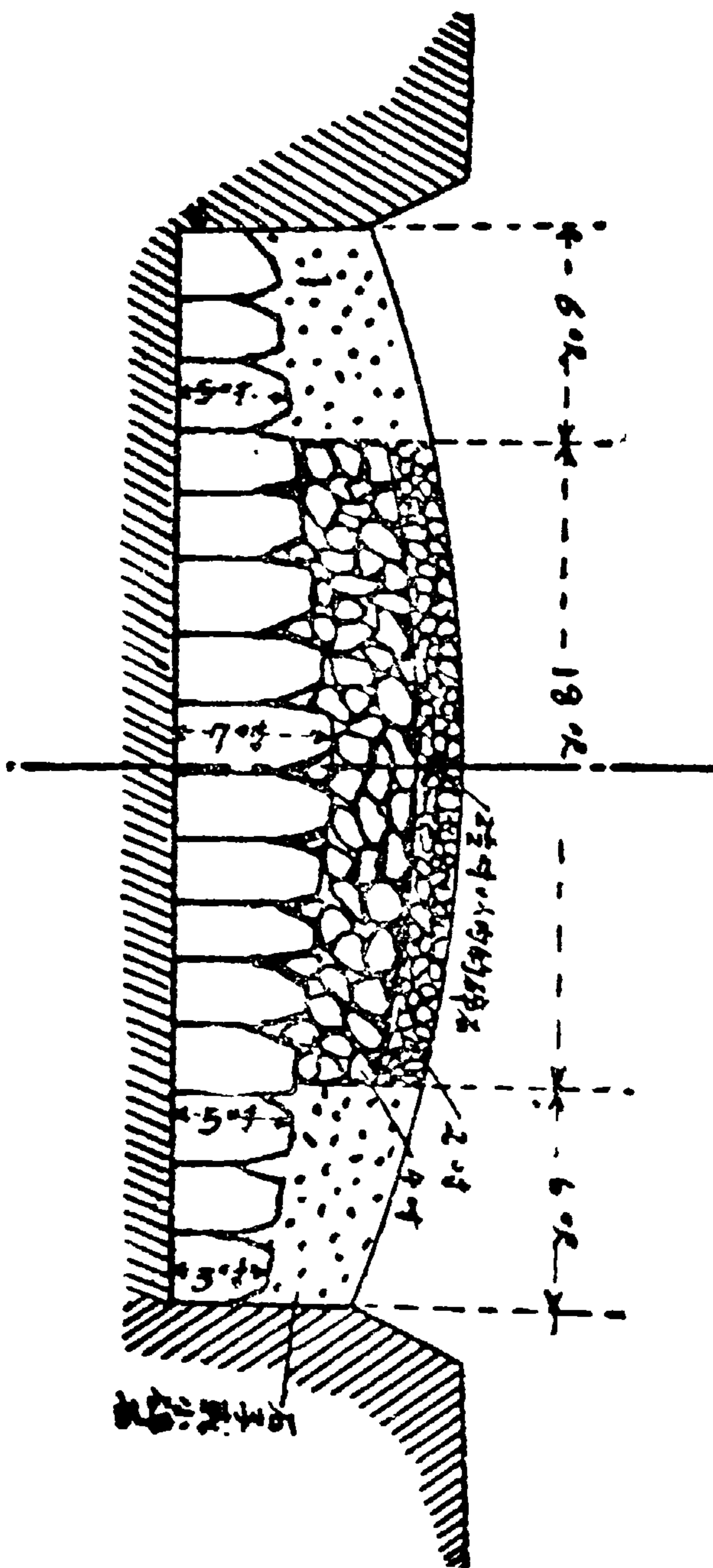
做法說一說：

特爾福式，是如第十二圖所示，先把地面做成水平，然後用人工把較大的石塊，緊緊密密地鋪上一層，做爲底層；鋪的時候，要把大的面靠地，小的面朝上，並且把最長的邊排在橫的方向；可是上方的邊長最大不能超過四吋，路的中央要七吋，由中央起九呎的地方要五吋，十五呎的地方要三吋，所有上方的參差不齊，用鐵鎚把他敲去；石塊之間的縫隙，用小鐵鎚把小石片填上，全體做成中央比兩傍高四吋的曲面。底層做好之後，在中央十八呎之間，用硬質碎石鋪上四吋厚，任車馬往來把他踐壓堅實；然後再鋪上二吋，做成六吋厚的碎石層；所用的碎石，務必要正方形的，最大的要在二吋半以內。至於中央十八呎以外的兩傍道路，就用碎石或潔淨的石子鋪上，使全體路面成爲中央高六吋的曲面。最後再用黏土或潔淨的石子。在全體路面上鋪一吋半厚。據特氏所說，這種道路的幅員，有三十呎就穀了；所以上述的做法，都是以三十呎爲標準的。

麥克登式，是如第十三圖所示，並不用大塊碎石，只將地面做成和路面同形的曲面——在三十呎的道路中央比兩傍高三吋左右——後，把大小三吋以內的碎石鋪上四吋厚，任車馬往來把他踐壓堅實；然後再同樣的鋪上一層四吋厚，又任車馬踏實做為底層；最後在這上面再鋪上一層一吋以內的碎石約二吋厚，就算完工了。此種做法，麥氏把他叫做三次做法。據他說：像這樣小塊碎石，經往來的車馬一壓就自然而然犬牙

第十三圖

特爾福式碎石路



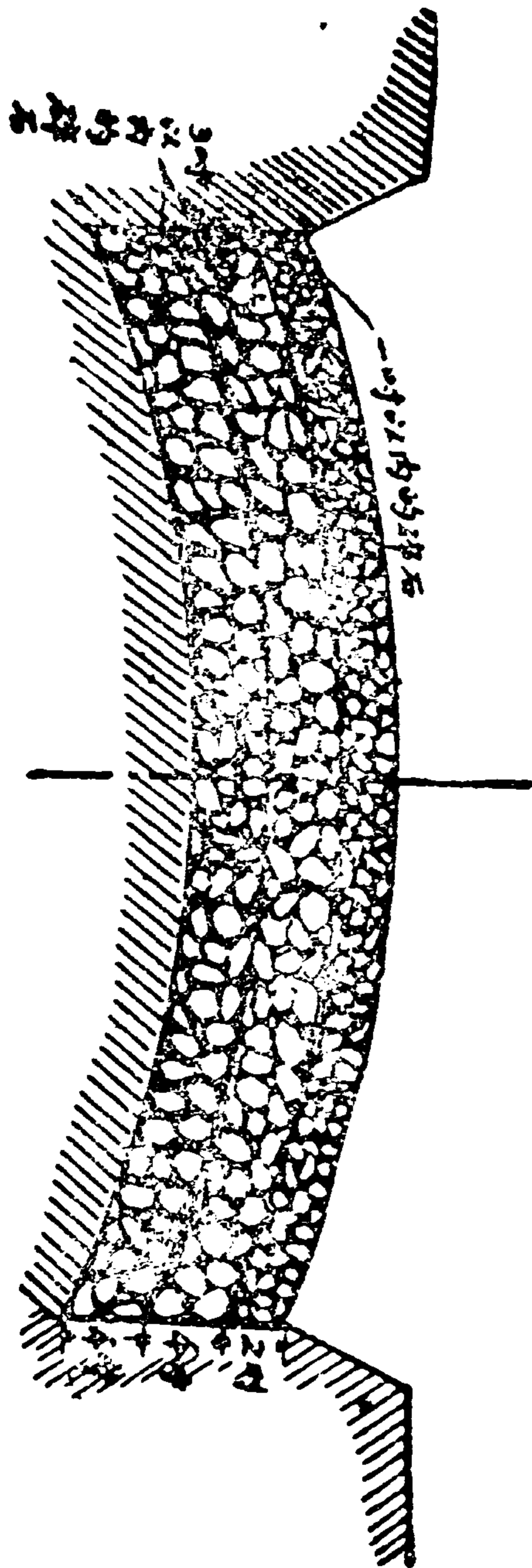
相錯的互相嵌緊起來；所有壓碎的石粉，都填塞在縫隙裏，就變成不透水的堅層了。

這兩種做法，雖然各有各的特長，可是劣點也都有的。特爾福式的劣點是：（一）底層的石縫，勿論如何注意用小石填

塞，總還留着很大的縫隙；這一來底層成了排水的機關，路面上的水盡蓄在地面上，因此石塊就沈落下去，打散了上層的結合，全路變成泥土和石塊的混合物了。（二）底層的石塊，比上層的來得大，所以力強；若是用着堅硬的石料，那末上層的碎石，在貨物和底層兩個硬東西中間輾來輾

第十三圖

麥克當式碎石路



去，是極易粉碎的。(三)底層用大石塊，所以築造費也就大的許多；此式不能流行的原因大半在此。麥克登式的劣點是：事實上縫隙太多，——普通縫隙占容積的一半，就是十分滾壓也有四分之一——不能如麥氏所主張的不會透水；所以遇着地面潮濕的時候，地面的泥就由縫隙上昇，路面的碎石因重量的壓力陷下泥裏去，往往變成泥石的混合物。他所以能流行，是因為他的工程簡單，和築造費低廉的緣故。

因為他們舊來的做法都不很完全，所以現在實地上多把他稍為改變一下，使可以合現代交通的用；如今且舉幾個例說說：

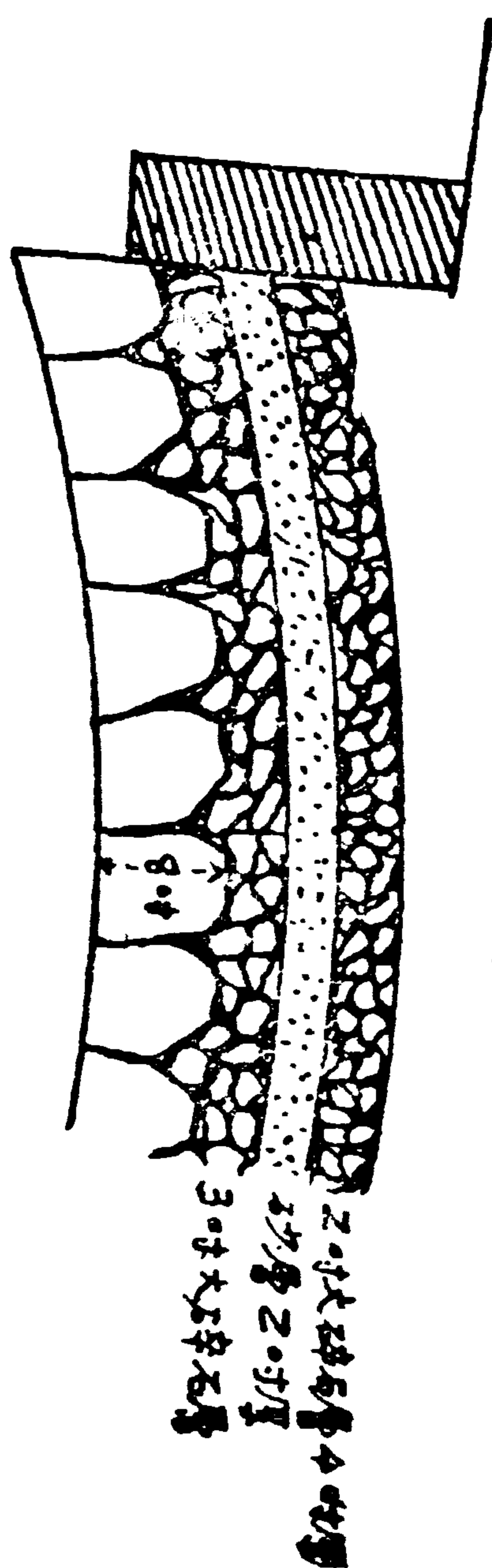
現代特爾福式，是把地面做成有相當的傾斜，然後和舊法一樣用人工排上八吋厚的石塊；在這上面全體鋪一層大小三吋以內的碎石層，用滾壓機滾實後，再鋪一層一時半厚的砂層，再滾實；這上面又鋪一層二吋大小的碎石四吋厚，滾實，再鋪上砂又滾實；最後鋪一層潔淨的砂，撒

上水，把他滾壓得很光滑的，然後把路面的砂掃去。第十四圖所示就是他的斷面。

現代麥克登式，是把地面滾實之後，鋪一層石子滾實；再鋪上碎石層再滾實；最後用砂和黏土鋪在面上，撒上水把他滾得很粘連的；第十五圖所示，就是他的例。至於詳細的地方，各國的標準又各有不同。英國的一等街路，是在滾實的地面上，鋪一層舊磚，舊混凝土或碎石十二吋厚，滾成九吋，作為硬心層；再鋪上五吋的石子，滾成三吋，使硬心層的縫隙盡行填滿；其次方把三吋大小的碎石鋪上兩層，各三吋厚，各經滾壓，共成四吋；這上面再撒上半吋厚的砂和水，滾實。美國的一等

第十圖

現代特爾福式碎石路

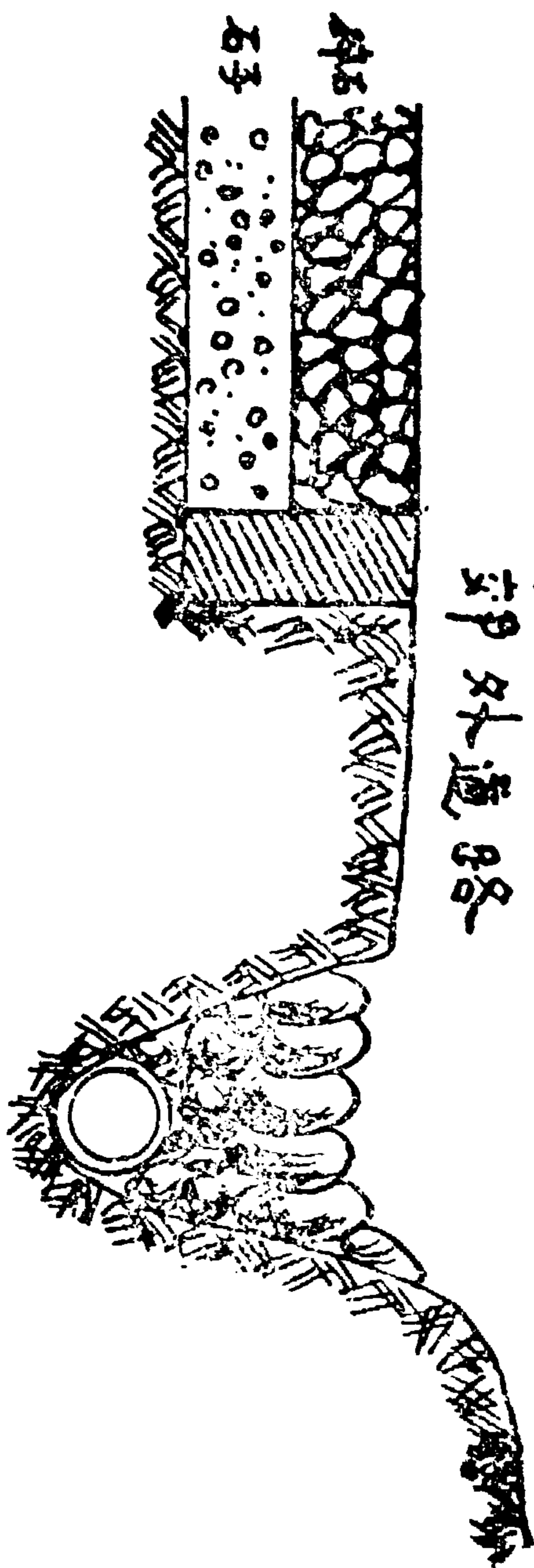


街路，是地面上鋪十吋厚的硬心層，滾成七吋；再鋪五吋的石子，滾成三吋；再鋪碎石兩層，各三吋厚，滾成四吋；表面用砂，黏土和水的混合物，蓋上四分三吋乃至一吋厚，再把他滾實。

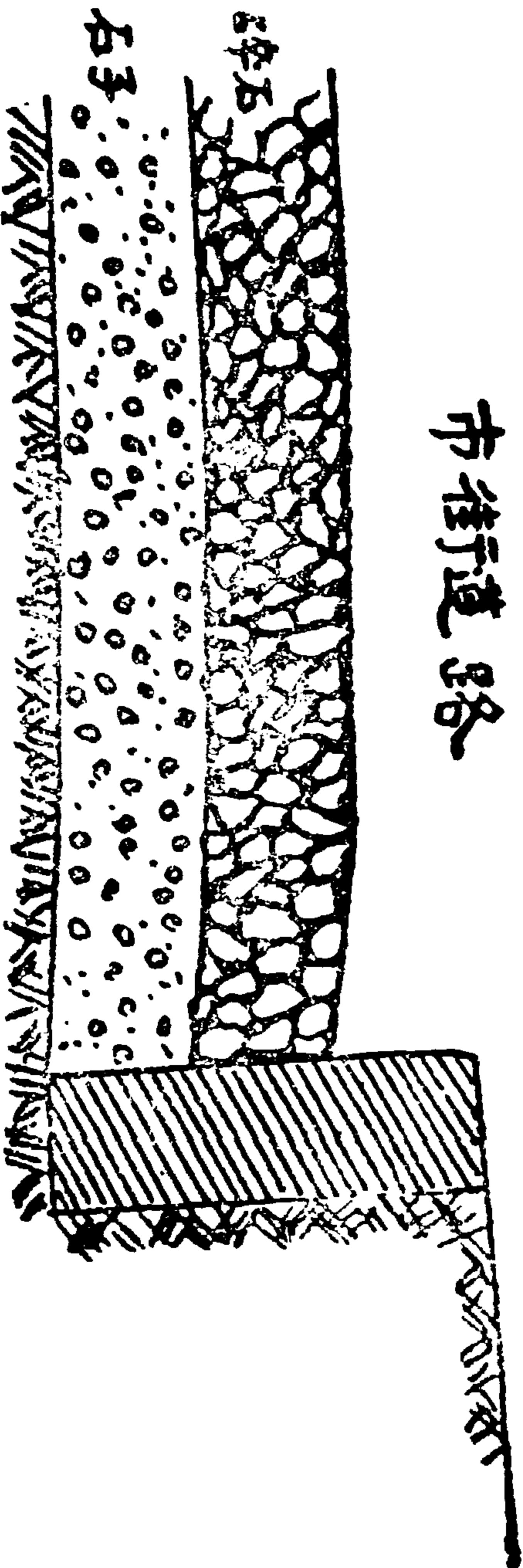
至於築造碎石路時，要注意的是：（一）除去路面的有機物；（二）斟酌土質和碎石層的厚薄，要把地面的泥挖去一層；（三）地

第十五圖

現代麥克登式碎石路
郊外道路



市街道路



下的排水要完善；（四）碎石要潔淨，並且大小各種都有；（五）用砂或石子，填塞空隙的地方。

石料務必用附近的，可是對於貨物重多的道路，有時由遠地運好石頭來，反轉合算的也有。石料的性質，要堅硬、有彈性、有接合性——磨滅所生的粉末，有黏着力的——的爲上；可是堅硬的往往很脆容易粉碎，所以彈性是最要緊的。石材普通多是花崗岩；最適當的要算是石英質砂石及硅化砂石，和石灰岩的混合物；因爲前兩種是很堅硬，並且有彈性，石灰岩又有接合性的緣故。

石材的敲碎，由人工用鐵鎚敲碎的也有，用碎石機壓碎的也有；可是用碎石機的，石料糟踐很多，並且大小不能如意，稜角也少，所以還是手敲的好。碎石的大小，是要看石材的種類如何；像花崗岩，砂石，最大不可過一吋半，石灰岩就可以用到三吋；但是碎石愈大，空隙就愈多，一方面敲碎的費用就愈少。

碎石層的厚薄，當然因石料的性質和貨物的分量不同；可是普通的麥克登，有十呎就穀了。但是傾斜的地方，是可以比平路薄些的；照河恩氏的規定說來：坡度在百分一以內的是十吋，在百分一乃至四之間的是八吋，百分四以上的是六吋。

碎石層壓實的方法，計有三種，就是：（一）依往來車馬的踐壓；（二）用人馬拖的滾子滾壓；（三）用滾壓機滾壓。第一法，不特往來的車馬很受損害，石料往往飛散到各處去，損耗也很多，並且不大堅實，雨天會成濘泥，是很不妥的。第二法，固然好些，可是費用很大，並且由滾子滾實的地方，往往會給馬蹄攪鬆，也不大適當。第三法，是最經濟，成績最好的，不外要設備費而已；滾壓機的重量，八噸乃至三十噸都有，普通十噸的最是合用。

碎石路的損壞原因很多。因為車馬的往來和霜雪的侵蝕，路面常要磨滅的，尤其排水不良，基礎薄弱的地方更見利害。其次若是中央部分的隆起過多，車馬的往來往往集中在中央；這一

來中央部分因爲馬蹄的踐踏，就生圓形的穴洞，叫做窪洞；又因爲重車的滾輾，就生溝形的陷落，叫做輪溝；遇着下雨的時候，水就積在這等地方，滲透到下面去，把碎石層鬆動破壞起來。還有汽車這東西，也是很傷路面的；因爲他的速度很大，並且他的動力是來自車輪把路面推着走的；因此橡皮輪和路面之間，發生一種吸收力，很容易把碎石攪鬆，並且一旦攪鬆之後，從這地方起依次的株連下去，破壞力算是很大很速的；近來汽車日見加多，碎石道的養路就日見困難了。因爲這等緣故，碎石路的養路比他種鋪路更見繁難，也更見重要；如今且把要點說一說：（一）每一定期間要把路面耙開，添上所耗損的碎石滾實；（二）路面要保他平滑，容易瀉水，遇有窪洞和輪溝的發生，要立刻就把他補好；（三）每年當春秋二季路面稍軟的時候，要滾壓一次；（四）路面碎石現露時，要鋪上些細砂，石粉等填料，增加他的黏結；（五）要時常把路面打掃乾淨。

碎石路的築造費，最貴的是每方十元，最賤的是二元，平均約需五元。養路費，因交通的狀態，

和所用的材料、及造法的良否大不相同；拿各國大都會的例講來，每年每方約需二三元左右。

碎石路的優點是：（一）立腳穩固；（二）若是養路良善，車馬的抵抗力是很少的，並且很是爽快；（三）不大有嘈雜的聲音；（四）築造費低廉。劣點是：（一）雨天時候泥土很多，晴天時候灰塵很大；（二）重貨多的地方，養路費很大；（三）打掃困難。

第八節 瀝青麥克登路

對於重貨的交通，麥克登路是很易損壞，養路費也多，所以近來有加些瀝青在碎石層的，這叫做瀝青麥克登路。

這種路，普通是分做四吋厚的底層，和二吋厚的面層二層；他的做法種種不一，如今舉一例說說：把底層的碎石鋪上之後，蓋上一層四分三吋厚的砂，把他的縫隙填滿；在這上面布上瀝青底層，隨後就將面層鋪上滾實；滾壓之間，面層的碎石自然往下去，所以瀝青就上昇到縫隙裏來。

了。滾好之後，再布上第一層瀝青層，撒上二分一乃至四分三吋厚的石屑，繼續的再把他滾實；經過些時，再照樣的布第二層瀝青層，撒上石屑滾實。還有一種簡單的做法，是把底層和第二層的瀝青層略去，只布一層瀝青的。瀝青的分量，底層是每方約四加倫，第一層是六加倫半，第二層是二加倫。這種工作，最好是在暖和的晴天，並且要把瀝青和碎石都熱到三百六十度，鋪設之間也不要使他冷下來纔行。造好之後，要經過兩三天纔能許車馬來往。

這路所用的瀝青料種種不一，用地瀝青膠，或地瀝青油的也有，用各種柏油的也有，或是這等的混合物也有；不外用在第一層的，要比第二層的滲透度——侵入碎石層裏去的力量——大些，融化的溫度高些纔好。所用的碎石要比較軟些，因為使他和柔軟的瀝青可以相和；至於碎石的大小，純用一時或一時半大的也有，用四分一乃至一時四分一各種混合起來的也有。

瀝青料的分布法，簡單的只裝在鐵罐內，用人工各處傾注；規模大的，就用重力分布器或壓

力分布器。勿論何種，都有分布不大均勻的毛病，所以分布之後，普通要用刷子把他理勻。

築造費，比較普通麥克登路，每方要多用一元五乃至二元五左右。

第九節 瀝青面路

近來往往在原有各種鋪路上面，蓋一層瀝青料的很多，這叫做瀝青面。這種辦法，只要用些微費，就能穀把各種鋪路當地瀝青路用，甚是經濟，所以很見流行。這瀝青面，無論何種鋪面都適用；不外對於碎石路或石子路尤其合宜，所以用在這兩種路的尤其多些。

做瀝青面之先，必需將路面修理平整，用刷子把他打掃潔淨，加瀝青的時候，路面並要很乾燥的；不然因為這塵土和水氣，瀝青就不能和路面黏結，終歸失敗；所以做工要在好天，並且要把交通遮斷——若在繁華地方，交通不能全行斷絕的，也要把半邊的交通遮斷——路面預備好之後，把熱好的瀝青料布上，用刷子理勻，放着兩三天等他凝結；若是交通太繁須得就用的，就要

在這上面撒一層黃砂或八分一乃至二分一吋大小的石屑，滾實。瀝青料的分量，是每方一乃至二加倫；瀝青面太厚的，容易失敗，所以用二加倫的，務要把他分作兩三次。砂石屑的分量，每方約二十五磅乃至七十五磅之譜，瀝青料的分布法，和前節所述一樣，不必贅述；不外這種地方用壓力分布器的好。

所用瀝青料，地瀝青油，地瀝青膠，柏油，或這等的混合物都有；此外還有各種名稱的專賣特許品，譬如很有名的達比亞等，就是這類。

瀝青面的壽命是很短的，大概一兩年得改造一次，交通繁的地方，一年改造兩次的也有；可是改造時候，所需瀝青料的分量，只要有新造的一半就穀了。築造費，最貴的是每方八角五，最廉的是一角四，平均約五角左右。養路費每方年約二三角。

第十節 石子路

天然產生的石子，雖然比不上碎石的好；可是材料來得低廉的地方，對於輕貨的交通，用他鋪路的也不少。

做法是把地面的排水弄好，並且弄成所要的路形之後，鋪上石子，用二噸的滾壓機滾實。鋪石子的時候，要注意把大的放在下面，不然，小的石子就漸漸地沉沒下去。滾壓的程度，是到石子不會往前推動為止；滾壓之間，並要撒些水——不可太多——助他的固結。石子層，普通是中央八吋厚，兩旁六吋；最好是把他分做兩三層鋪設和滾實。

石子要含着鐵性黏土的，因為石子自己沒有連結力，要靠他來固結的。水邊的石子多半很圓滑的，就有黏土，甚難固結起來，甚不合用；不得已時，可把他敲成兩半邊，再加上容積八分一的粘土。至於其他的不純物——草根，泥砂等——是不妥的，所以有時把他篩成潔淨的也有。石子的大小，以一時半為度；大小各種混合的為妙。

石子路做好之後，相當時期之內可以不必修理，可是養路是時刻要注意的；遇有窪洞和輪溝，就要拿各處散落的石子補上；若是能於每數十丈存些石子來填補他，並且分段設一個監視人，更見妥善。

石子路是要黏土來固結他的，可是黏土和天氣很有關係，雨天就變成泥，晴天就裂開把小石子分離起來；所以石子路對於不乾不濕的地方纔是適用。築造費每方最貴的是五元半，最廉的是一元。

第十一節 其他的鋪路

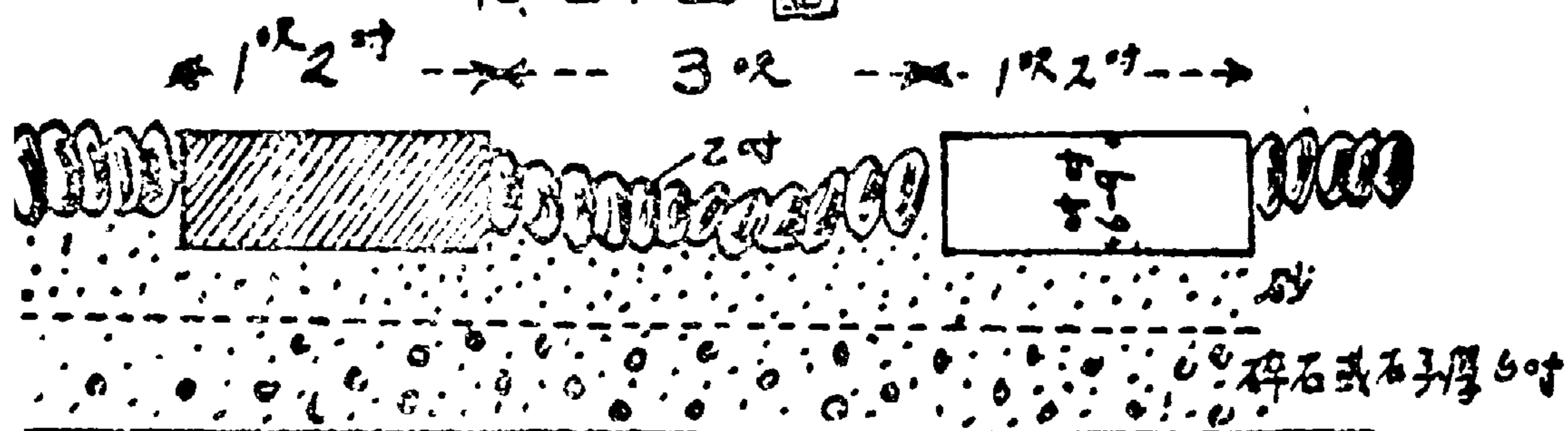
普通的鋪路，大概如上述的幾種，此外還有些特種不大用的，略爲說說：

橡皮路 美國各處和英國倫敦，有用橡皮混些沙來鋪路的；他的結果極好，可以載重貨，免灰塵，潔淨無聲，並且不會停留雨水，可是築造費就不免貴些；倫敦的例是每方一百十元。

第十六圖

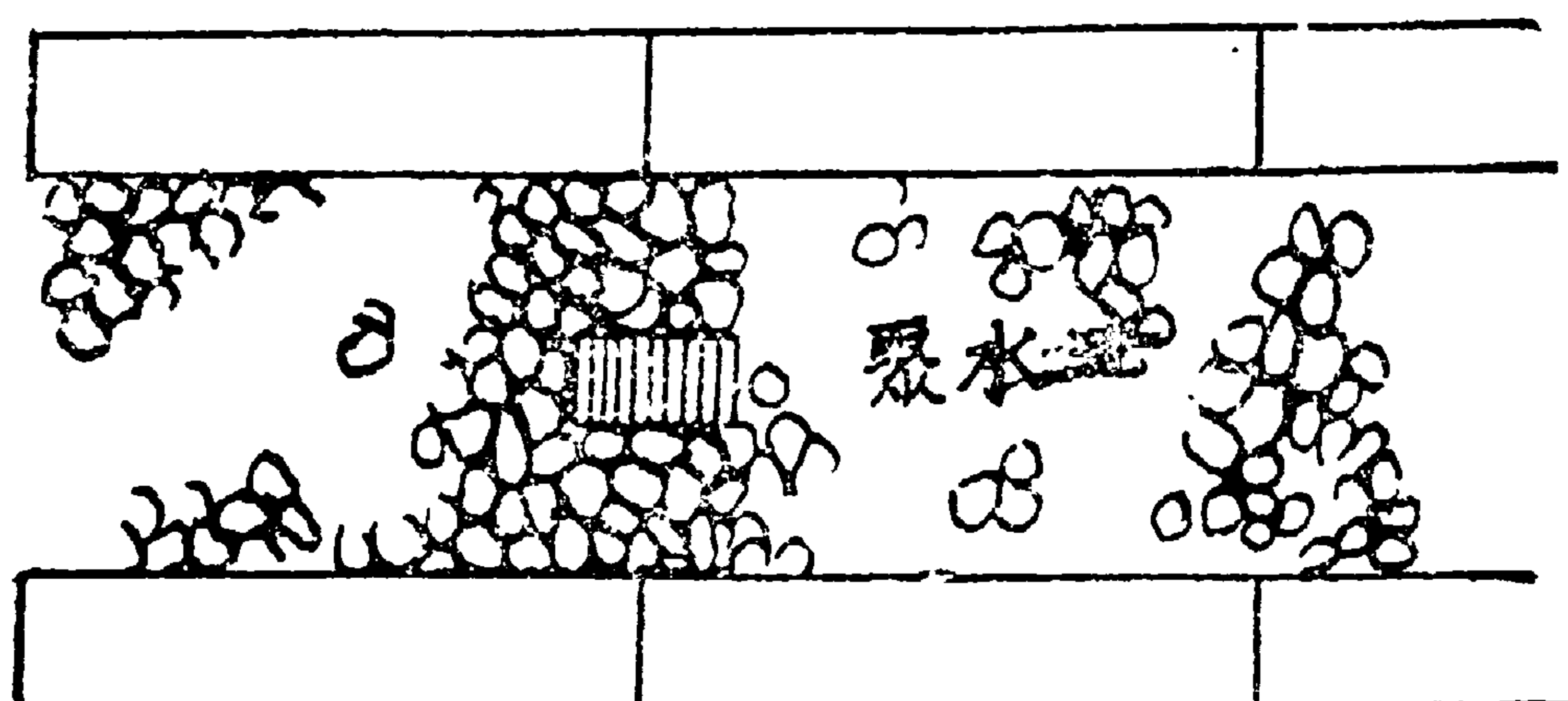
石軌路

橫斷面圖

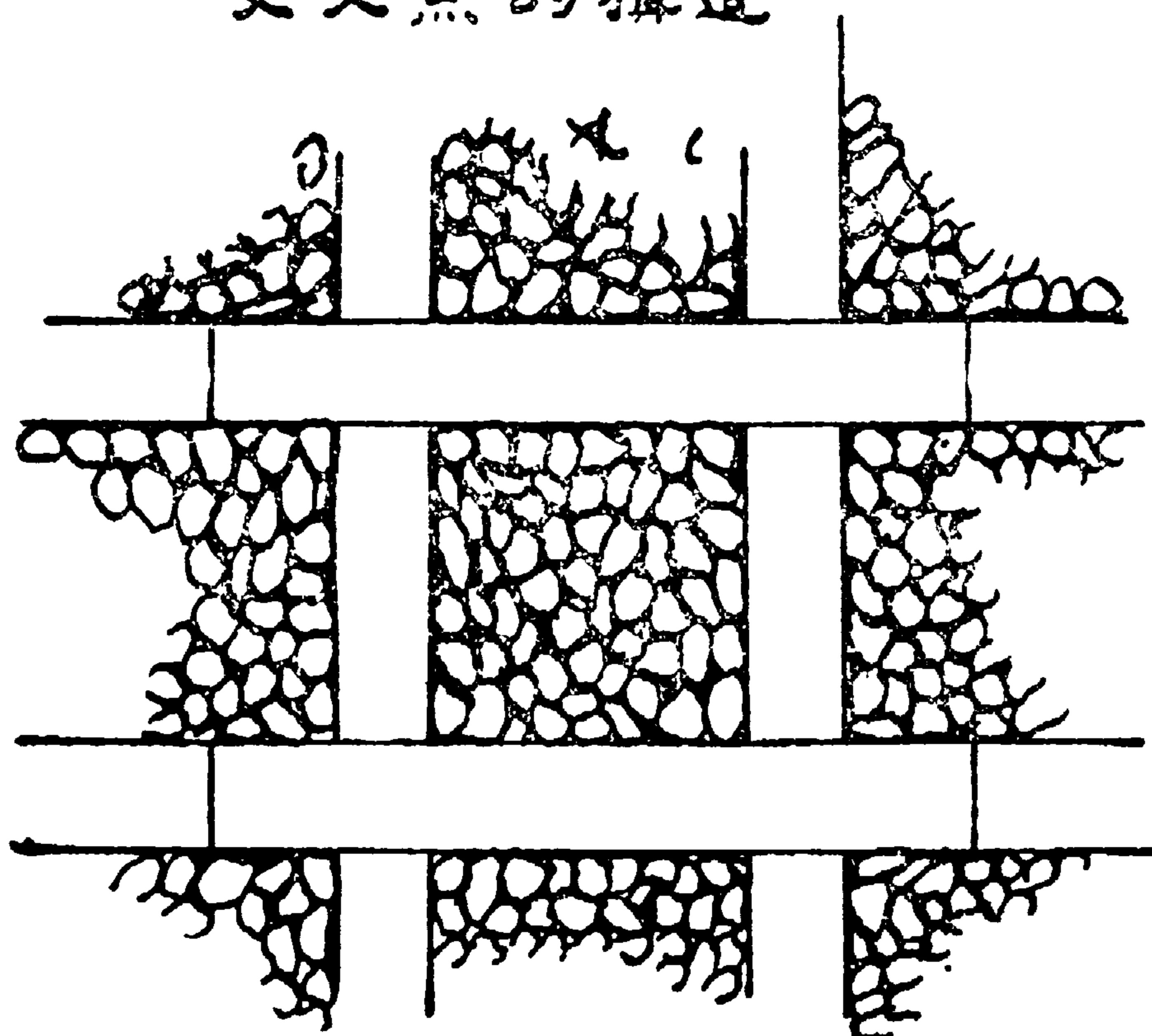


道
路

平面圖



交叉点的構造

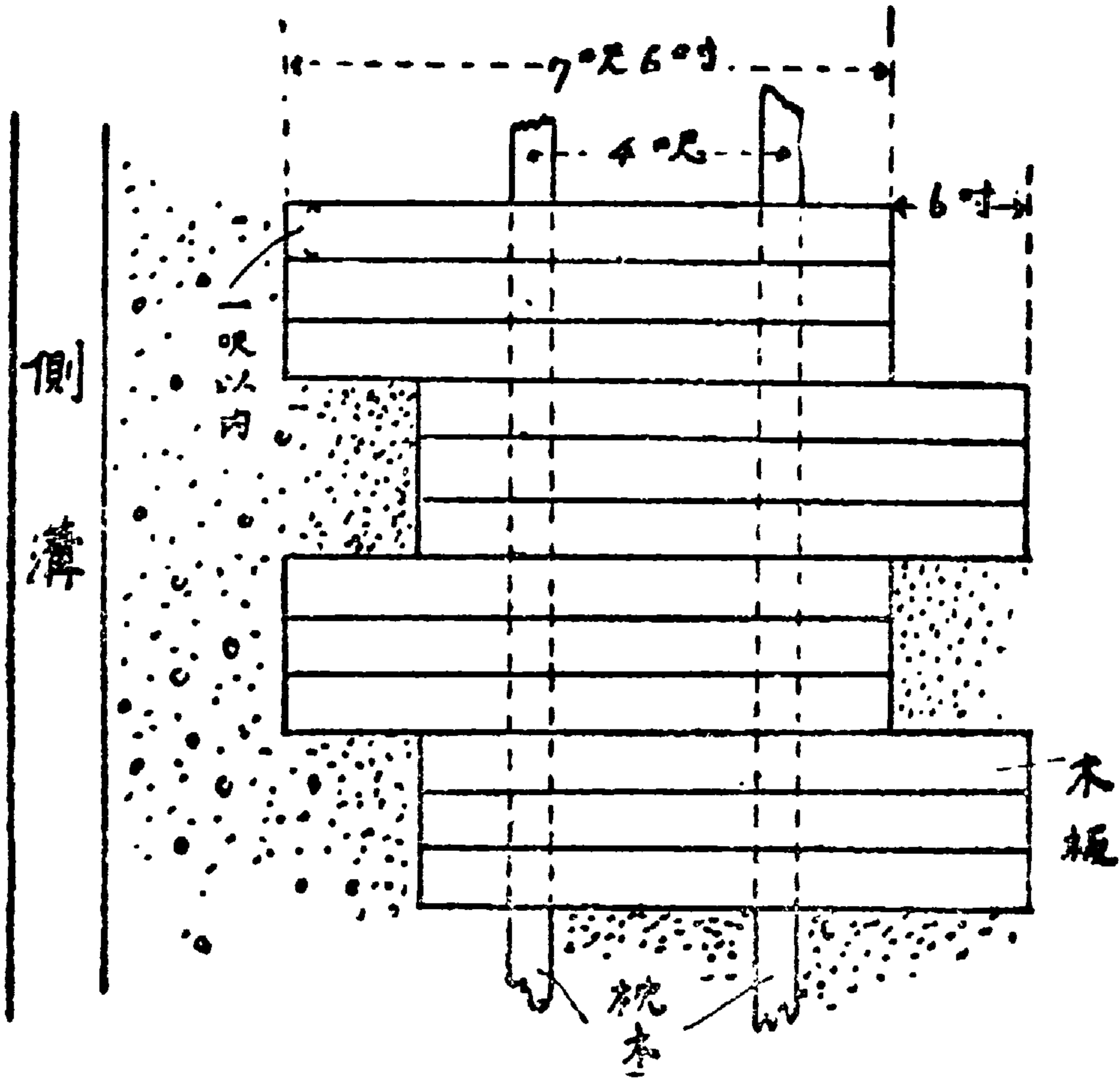


石軌路 這是如第十六圖所示，在碎石或石子基礎之上，鋪一層砂；這上面按着車輪通過的地方，鋪兩條闊一尺五乃至二尺，厚六吋乃至九吋的石條；其餘的地方，用土砂或是石子填築平坦。這樣車輛可以在石軌上行走，和木塊路，石塊路無異；人馬是在土砂或石子路上行走，不會滑；所以可以經得重的貨物。講到築造費，是比石塊路等廉得多，不過容易損壞，算是他的劣點。

木板路 別種材料難得，木材很多的地方，用板鋪路也是一法；這個對於不良的地基，或是重貨的交通，很是適當，不過磨損的時候很覺不快。做法是如第十七圖所示，在傾斜的土基礎上，道路中央先埋二條平行的枕木，然後把木板釘在上面。兩枕木的距離，普通是四吋，寬是一尺，厚是四吋乃至六吋；板厚三四吋，寬在一吋以內，長有八呎就可以了。鋪板時須注意的，是板和路面要互相密接；又每三四塊板，左右的位置要錯開五六吋如圖所示，這樣道路中央就成了八呎寬的木板路了。又木板的上面最好鋪些小石子，或是粗砂，那末就可輕減磨滅。

第十七圖

木板路



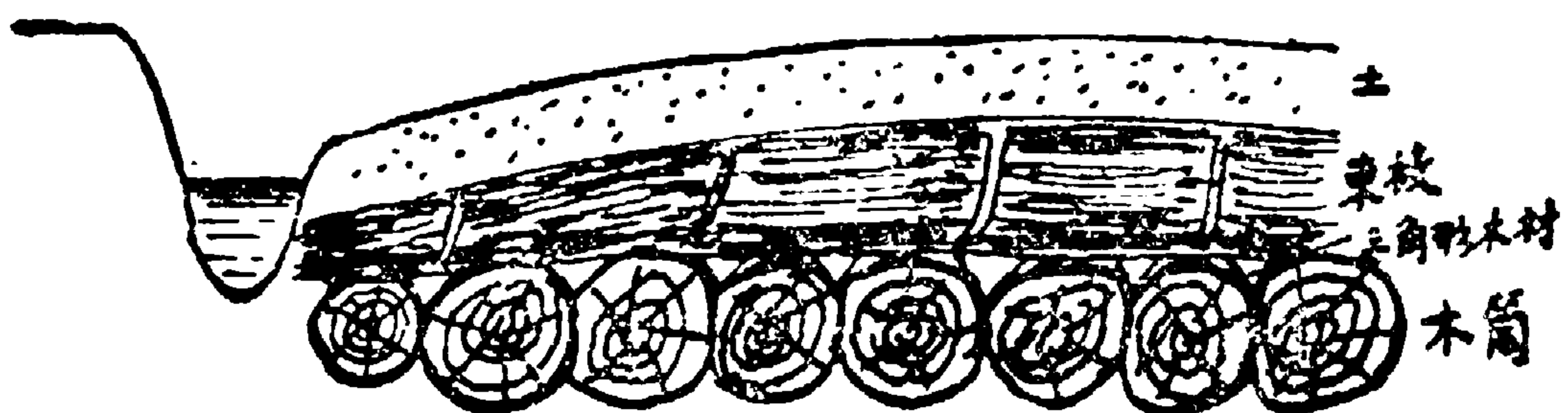
道路

木筒路

木料多的時候，
遇着很潮溼的
爛泥地方，用木
筒鋪路是很便
宜的。做法是如
第十八圖所示，
把木筒順着線
路方向排列在
地面上，合縫的

第十八圖

木筒路



六十六

窪溝用三角的木材填滿，在這上面鋪一層束枝，再蓋上一層土就是了。

煤渣路 煤渣是各處都有，拿來鋪路是很經濟的。做法是把煤渣中的雜物揀去，大的敲碎，鋪在做好的基礎上約十吋厚，把他滾實。煤渣路走來是很爽快的，可是沒有連結力，不能載重，易生輪溝，並且起風時會飛散到四處去。

鑛渣路 在煉鑛所附近地方，用鑛渣鋪路也是很便當的；鑛渣是很可以支載重貨，並且耐久，只是缺乏接合性，很容易磨損，所以有時用石灰石參進去。

土砂路 土砂路是最惡劣的路，可是最經濟的。做法是對於砂的地質，把黏土和進去；對於黏土的地質，把砂和進去。就是說：將地面弄成所要的形狀之後，鋪上黏土或是砂，用犁耙和勻滾實。因為水是很能增加他們的連結力，所以工作最好是在雨後。無論如何，土砂路是要十二分乾燥纔行；因此排水要弄得很完全，通風也很必要，——對於這點，路旁種樹甚不相宜，——坡度也

要陡些。普通講來，路線的坡度是在三十分一乃至百二十五分一之間，中央向兩旁的橫坡度，要在二十分一以上。

第二章 郊外道路的築造

第一節 線路的踏查

郊外道路是連絡都會或村落的道路。可是他的位置如何，是和築造費，養路費，以及運輸費很有關係的；所以造路之先，必須詳細慎重的調查這兩地之間的地勢和交通的狀態等等；然後選定幾條比較線路，考究一番，決定一條最好的線路。這種事業叫做踏查；這是最重要的，所以必定要工程師自己下手。

踏查的要點，就築造費方面講來是：（一）要線路短；（二）要土工少；（三）要橋梁少；（四）要保護工程少；——譬如順山邊過的路線，怕雨水把山腹砂土沖下，一定要用石垣保護他——（五）

要地基好。就運輸費方面講來：（一）要坡度小；（二）要線路直。可是這等條件，不能兼備的居多。譬如：遇着山嶺重疊的地方，要節省土工，坡度就不得不用大些；要把坡度改小，就不得不用彎曲的線路把路延長；諸如此類，要斟酌情形捨此取彼的。

踏查時所用的器械，以簡單爲尙，測方向是用懷中羅盤儀，測高低用手攜水平儀，測距離用步測計；若是更能帶着附近的地圖，或熟悉地理的嚮導者，就更妙了。

第二節 預測

踏查之後，要把所選定的幾條比較線，用測量器械實地測一測；這叫做預測。預測可以分做三部。第一是地圖；就是說：在線路兩旁相當距離之內，所有一切地勢的高低，河流的所在，道路鐵路的位置，以及村落森林等等，都測下來，畫成地圖，作決定路線的參考。第二是高低；這是用水平儀，由一定的標準點起，順着線路的中心線，每隔百呎乃至二百呎，測他的高低；——就是說比標

準點高若干或低若干，——把這等各點的高低，表示在圖上的叫做縱斷面；又由中心線各點，順着線路直角方向，把兩旁的高低測下，表在圖上的叫做橫斷面；這兩種斷面，對於土方的計算，線路坡度的決定是必不可少的。第三是記錄；這是將地質，河流的速度，洪水的高度等等，所有地圖和斷面上不能備載的記下來，作計劃的參考。

第三節 線路的計劃

由踏查和預測所得的材料，要考究一番，決定一條線路；並且把築造的樣式——譬如路要多少高，甚麼地方應該架橋，甚麼地方應該如何的保護，如何排水等——規定下來；依此更算出土方的數量，材料的數量。以及各種的費用，作成預算。這種事業叫做計劃，這是要專門智識的，如今且把要點略說如下；

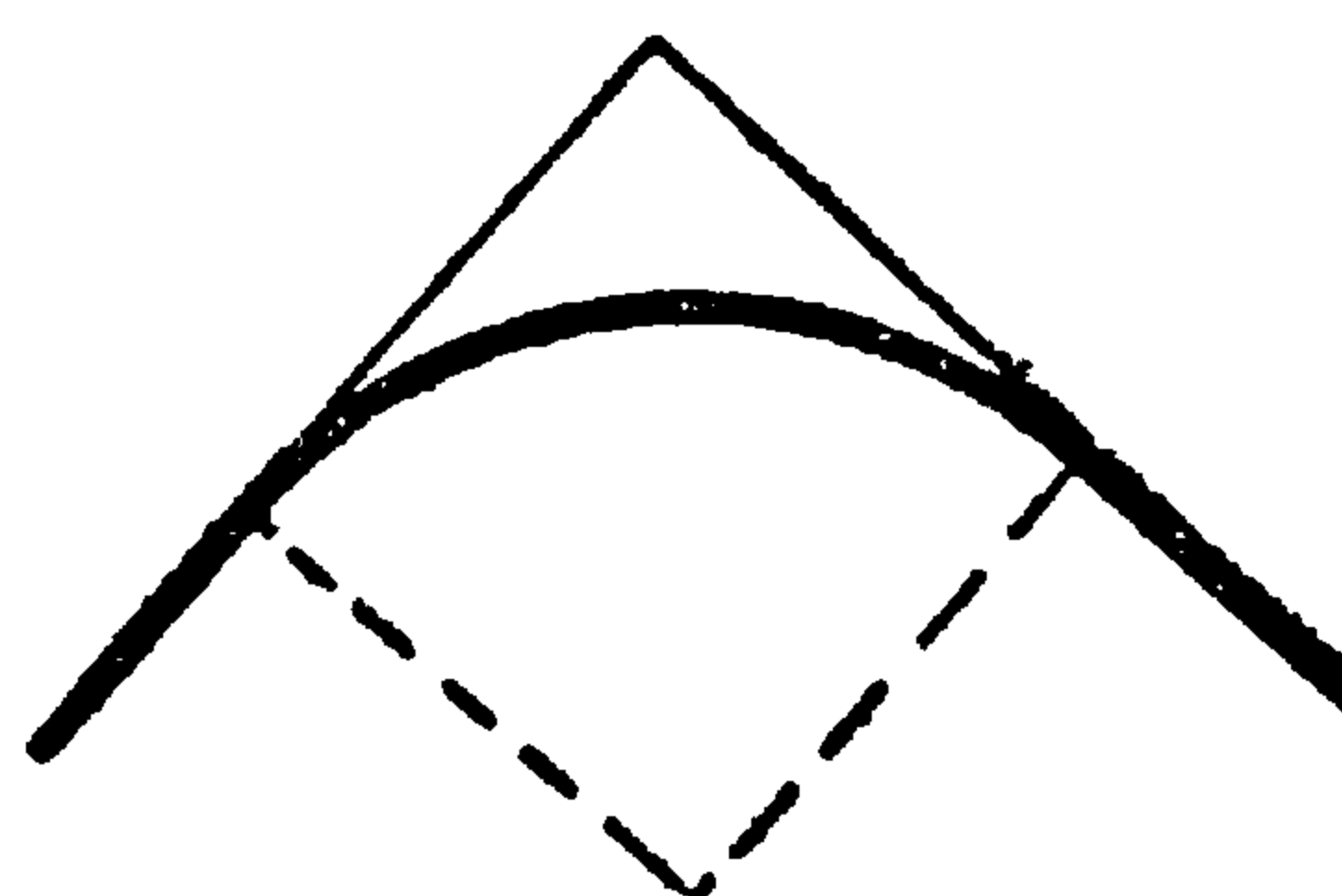
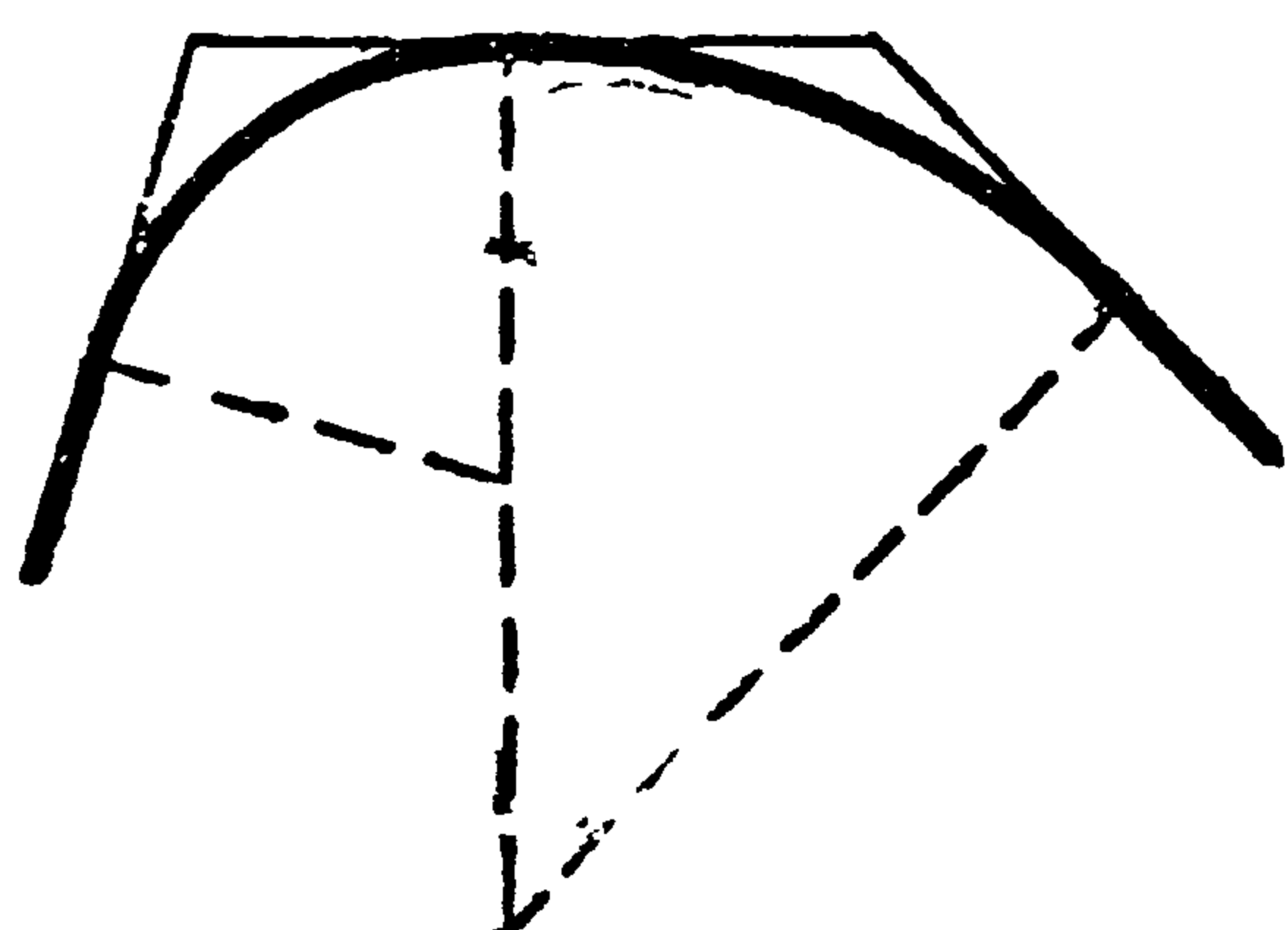
第四節 曲線

第廿圖

第十九圖

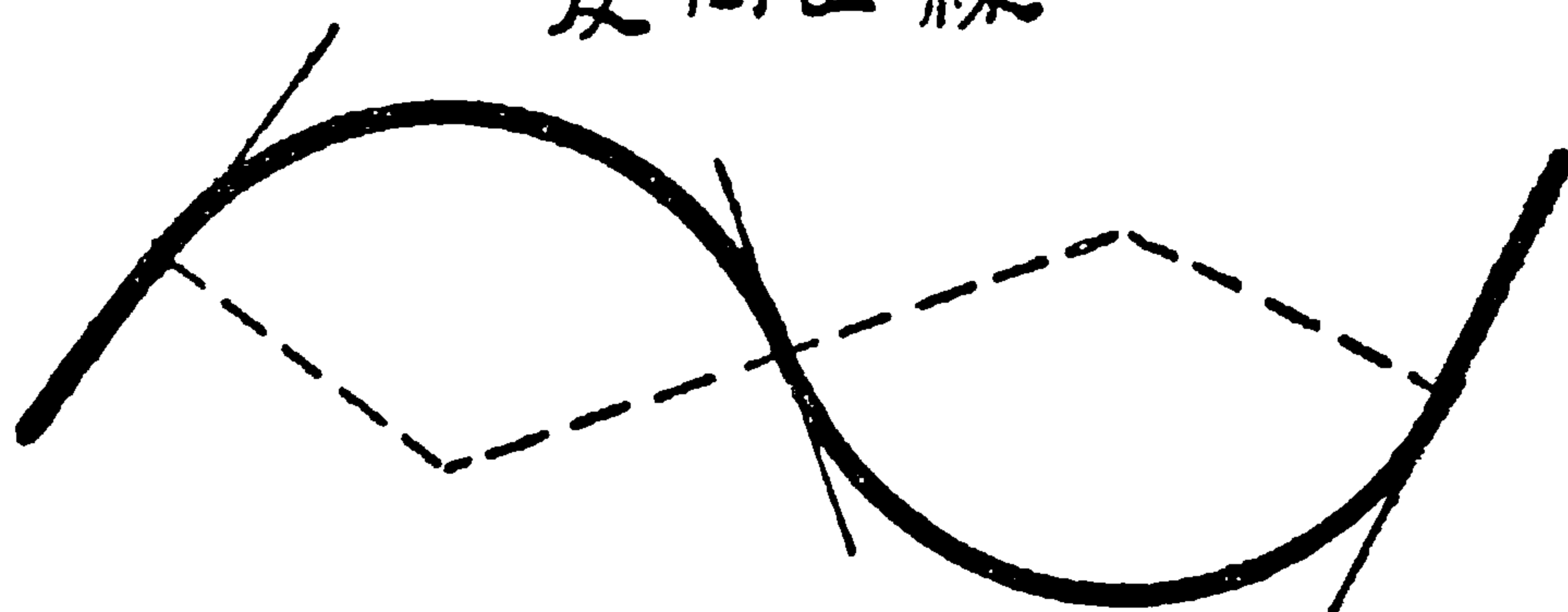
複心曲線

單心曲線



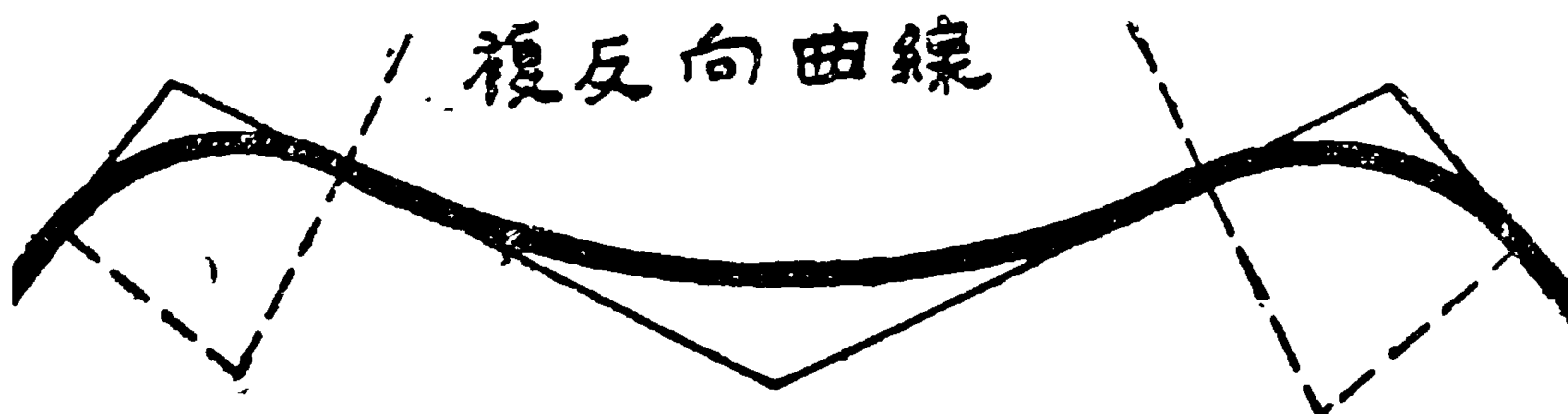
第廿一圖

反向曲線



第廿二圖

複反向曲線



道路固然最好是直線；可是因爲地勢或其他的關係，——就如爲緩和坡度起見，特把線路迂迴之類。——路線往往非轉彎不可。對於這種轉彎地方，若是用兩條直線接連起來，車馬到此就要急轉方向，極易發生危險；所以其間必定要插一段曲線，如第十九圖所示，使方向慢慢地轉換過來。曲線普通是用圓弧，圓的半徑越大越安全，普通所用的至少要在五十呎以上。圓弧曲線之中，因他各種的配置，又有種種的區別。如第十九圖，只用一種圓弧的，叫做單心曲線；如第二十二圖，用兩種圓弧，在同一方向連接起來的，叫做複心曲線；如第二十一圖，兩圓弧在反對方向連接起來的，叫做反向曲線；又如第二十二圖的，叫做複反向曲線。反向曲線更加危險，所以他的半徑最小要在百二十呎以上。

第五節 坡度

坡度就是縱斷面上的斜坡，普通是用水平距離和他兩端高低的差的比來表示的，譬如百

呎之間，高低的差有四呎，坡度就是一比二五（ $1:25$ ）。道路的坡度，固然是因地制宜，可是有最大和最小兩種的制限。最大坡度，是由運輸費用的經濟，和交通的危險規定出來的，這當然是因貨物的性質和鋪路的種類各有不同，可是普通對於快速的貨物是一比五〇，緩慢的貨物是一比二〇。最小坡度，是由排水的必要上規定出來的，這也是因排水的狀況不能一定，普通是一比一二五乃至二〇〇。

第六節 幅員

道路的幅員，是愈大愈妙；大的對於交通可以輕減危險，並且多受日曬風吹，容易乾燥，可是築造費是和幅員成正比例的，所以普通只要使車馬可以安全交通，人們可以自由往來就穀了。車路必要的幅員，最少要使二輛車可以並行通過；車的幅員平均約八呎，再加兩邊的餘裕各一呎，共計十九呎，所以最小要二十呎。若是車路之外，不另設人路，——普通郊外道路，不設人路的

實居多數。——兩旁還要各加五呎，那末最小要三十呎了。

第七節 橫斷面

路面上的雨水欲使趕速流到兩旁去，道路的中央常要比兩旁高些，這樣中央加高叫做路冠。道路越好，路冠是越小；路冠高度和車路幅員的比講來：土路最大是四十分一，地瀝青路最小是八十分一；可是路冠高的，車馬常多在中央來往。車路的有效幅員事實上就因此減小。因這路冠關係，對於橫斷面的形狀，就生出各種主張；普通是用圓弧，或是兩旁用二直線，中央一部分用圓弧連結他，最好是用拋物線。

第八節 土工

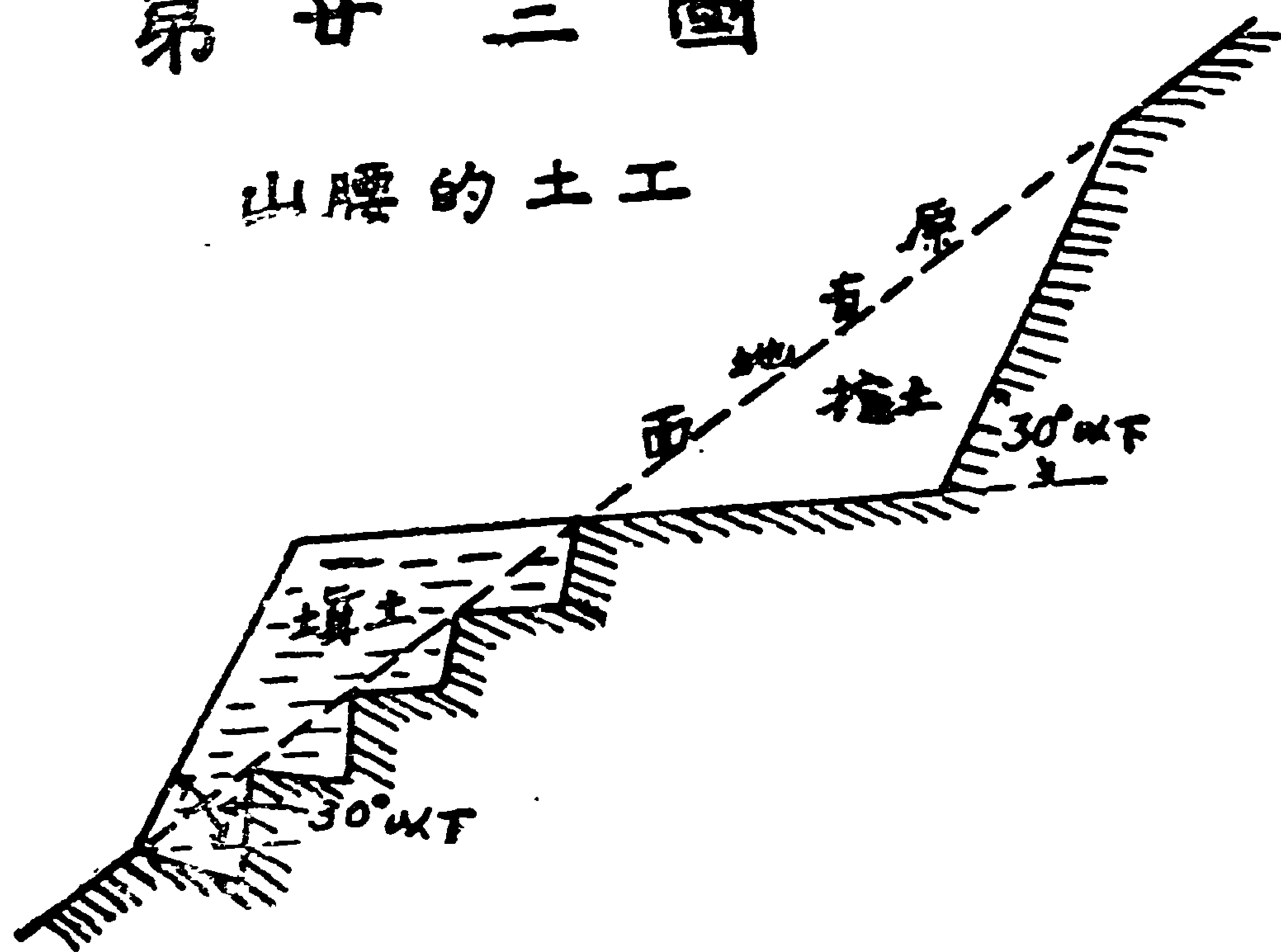
地面常有高低，要把高的挖去，低的填高，做成所預定的平坦道路，這種工程叫做土工。土工可以分做挖土和填土兩種。土工的分量，對於築造費有極大的影響，所以計劃的時候，務要想法

把土工極力節省。——往往把坡度加大，或是把線路迂迴，都是爲節省土工的緣故。——他的第一祕訣，就是務必使挖土的分量和填土的分量相等，道路通過山腰的時候，通常要如第二十三圖所示挖一半填一半，就是根據這個原則。

道路通過平原時，因爲恐怕大水淹着路，往往把路基填高一二呎。像這等填土多挖土少的時候，就要在附近挖個坑，把土取來；最妙的辦法，是順着路旁挖個溝，既可取土，又可以利用他來排水，算是一舉兩得。若是挖土比填土多，就要在附近尋個地方，堆積廢土。

第 廿 三 圖

山腰的土工



勿論填土挖土，他的側面至少要有三十度以下的傾斜，不然就不能安定，會塌下去。填土要水平的一層一層築去，不可一起堆上；有時側面還鋪些草皮，或栽些小灌木，或是築造石垣來保護他，使他無崩場的危險。這種保護工，就是挖土的側面也很必要。

第九節 涵洞及橋梁

道路橫斷水路的時候，路基下面要有通過水流的構造；這種工程，對於小的水路叫做涵洞，大的就是橋梁。橋梁涵洞都是要專門學問，不是幾句話可了；但是涵洞比較的簡單些，並且用的很多，所以稍把大略說一說：

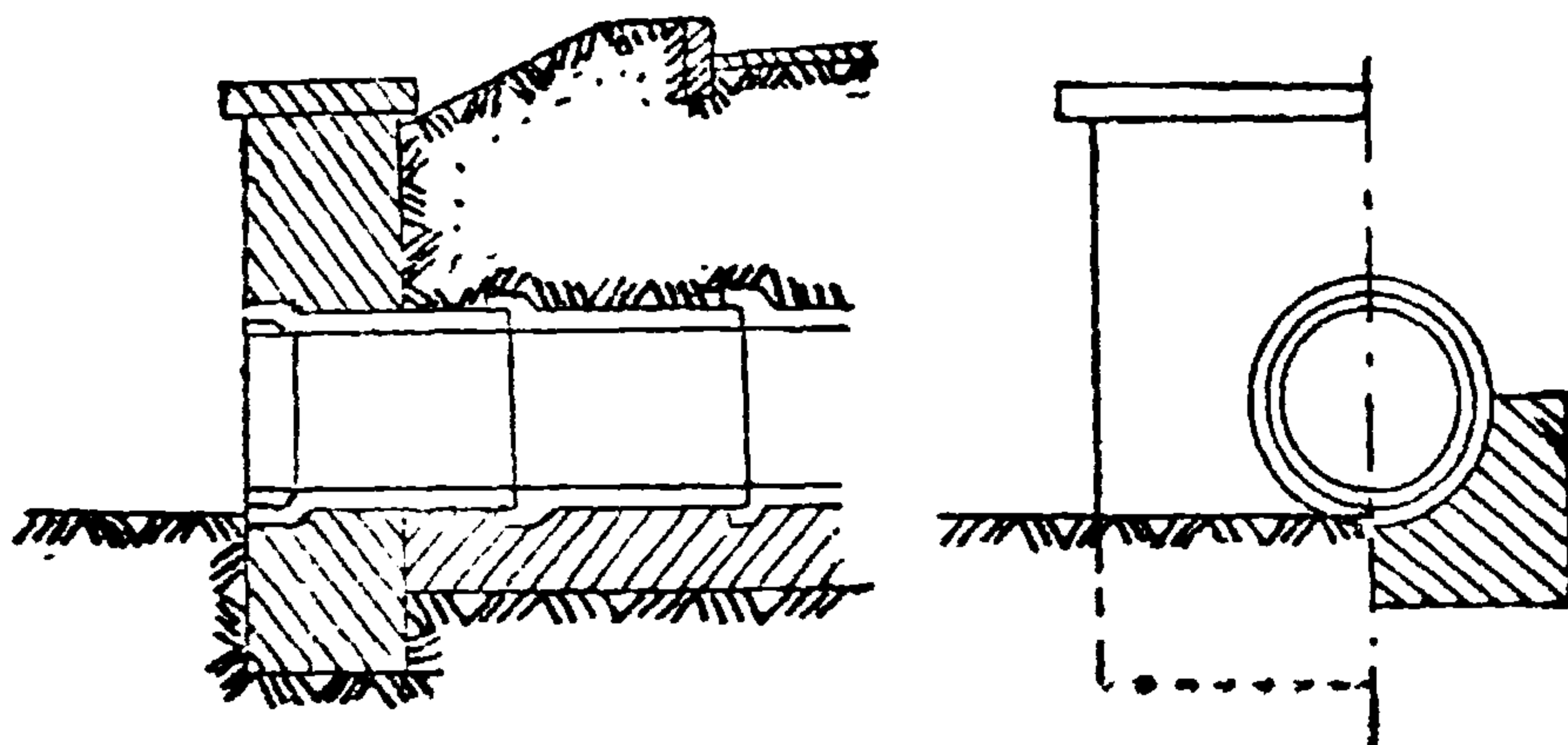
涵洞簡單的，就是用瓦管或鐵管或水泥管埋在地下；稍大些的，用石材或是混凝土，造成方形或拱形的涵洞，埋設下去。第二十四圖所示，就是各種涵洞的構造。涵洞的大小，完全由水路的水量，根據水理學計算出來，和道路自身無甚關係。

第十節 線路的設定

第廿四圖

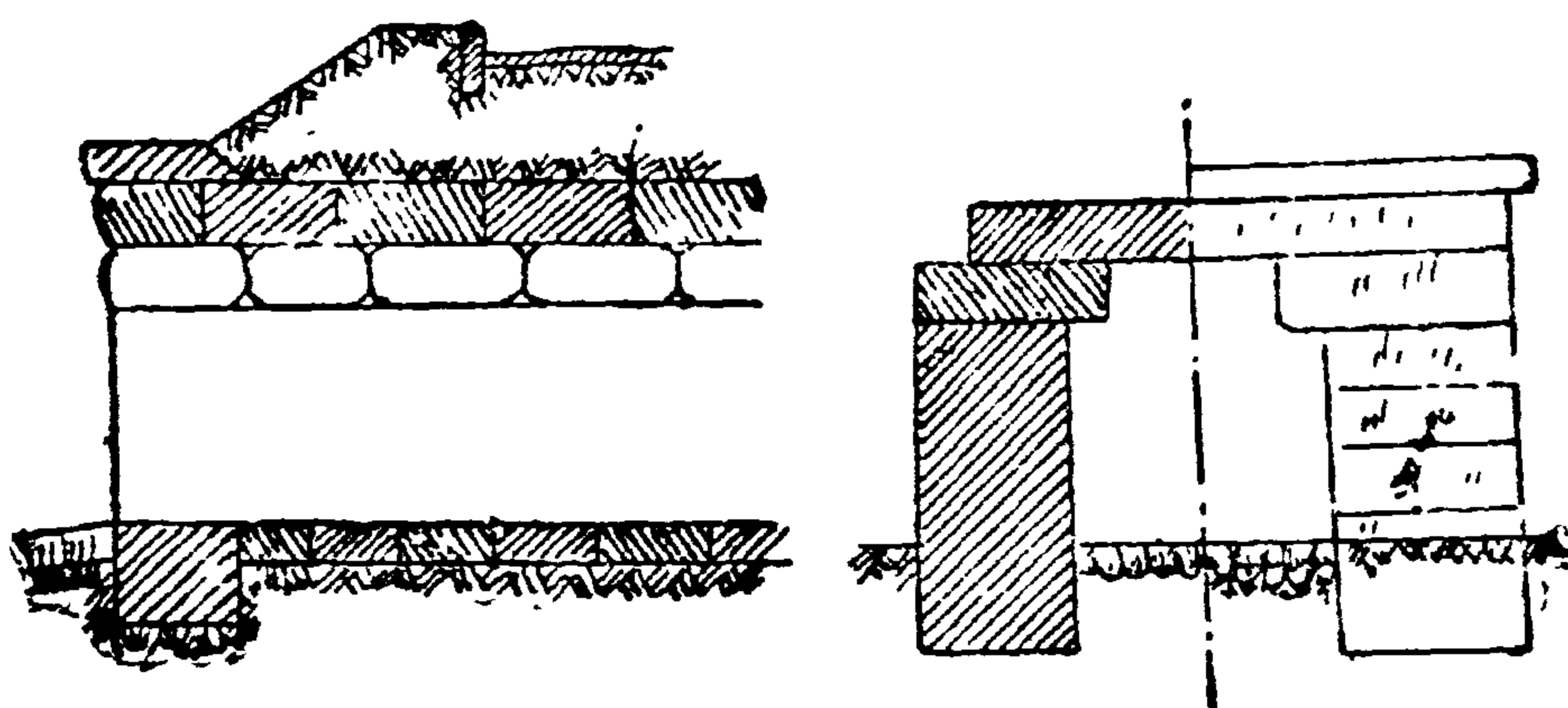
各種涵洞

管涵洞

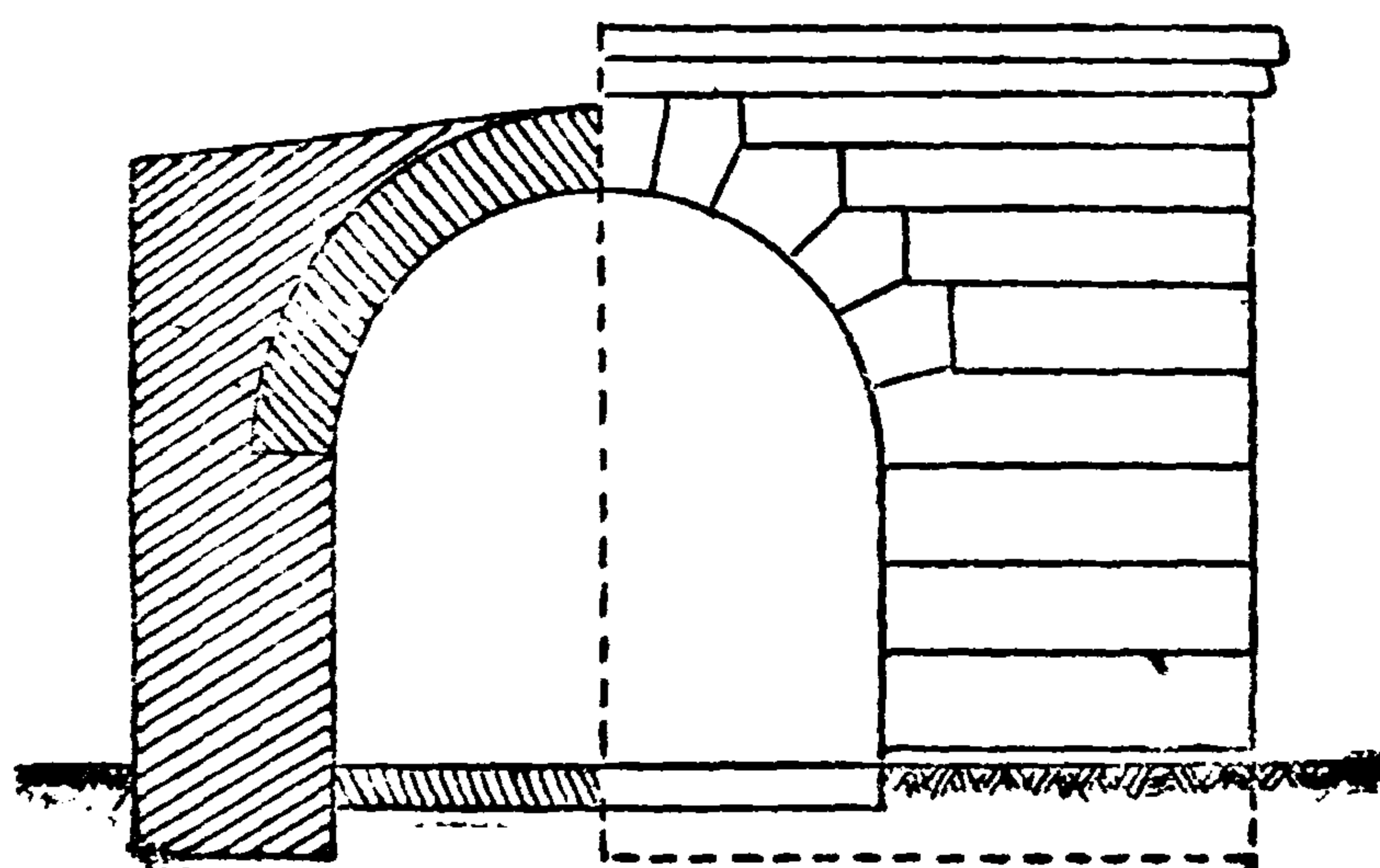


方形涵洞

24



拱形涵洞



第廿五圖

築造縱断面圖

土及石子挖
取...方

填土...方

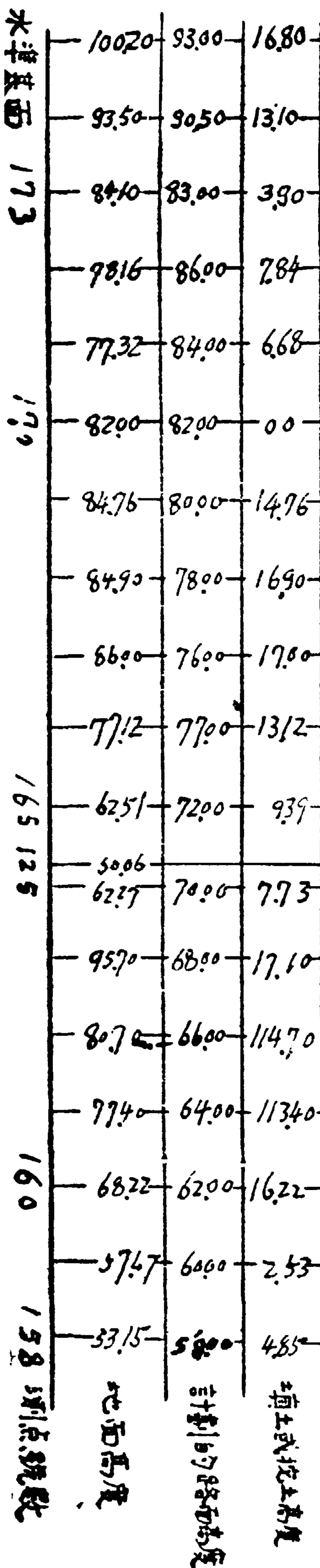
岩石掘鑿...方

填土...方
橋梁第...號

挖土...方

250:100

2:00:100



依上述各項把道路計劃之後，根據預測的材料，作成如第二十五圖所示的築造縱斷面圖，並築造橫斷面圖以及平面圖。然後將圖上重要的各點，——譬如曲線的起點及終點等，——以及每一一定距離的點，用測量器械，按照圖樣精確的移在地上，並在各點埋打木樁作記號；於是乎就可以根據這等木樁，按照圖樣築造起去。

第四章 市街道的築造

第一節 市街道的計劃

市街的位置，全靠着專門工程師觀察過去和現在的狀況，並預料將來的發達和擴張，決定下來的。本來街路是以便利和安樂為主眼，所以地基的高低，和路面的坡度，以及衛生的影響，排水的狀況，都要顧到纔行。至於測量計算製圖等等的手續，和郊外道路一樣，可以不必再說。

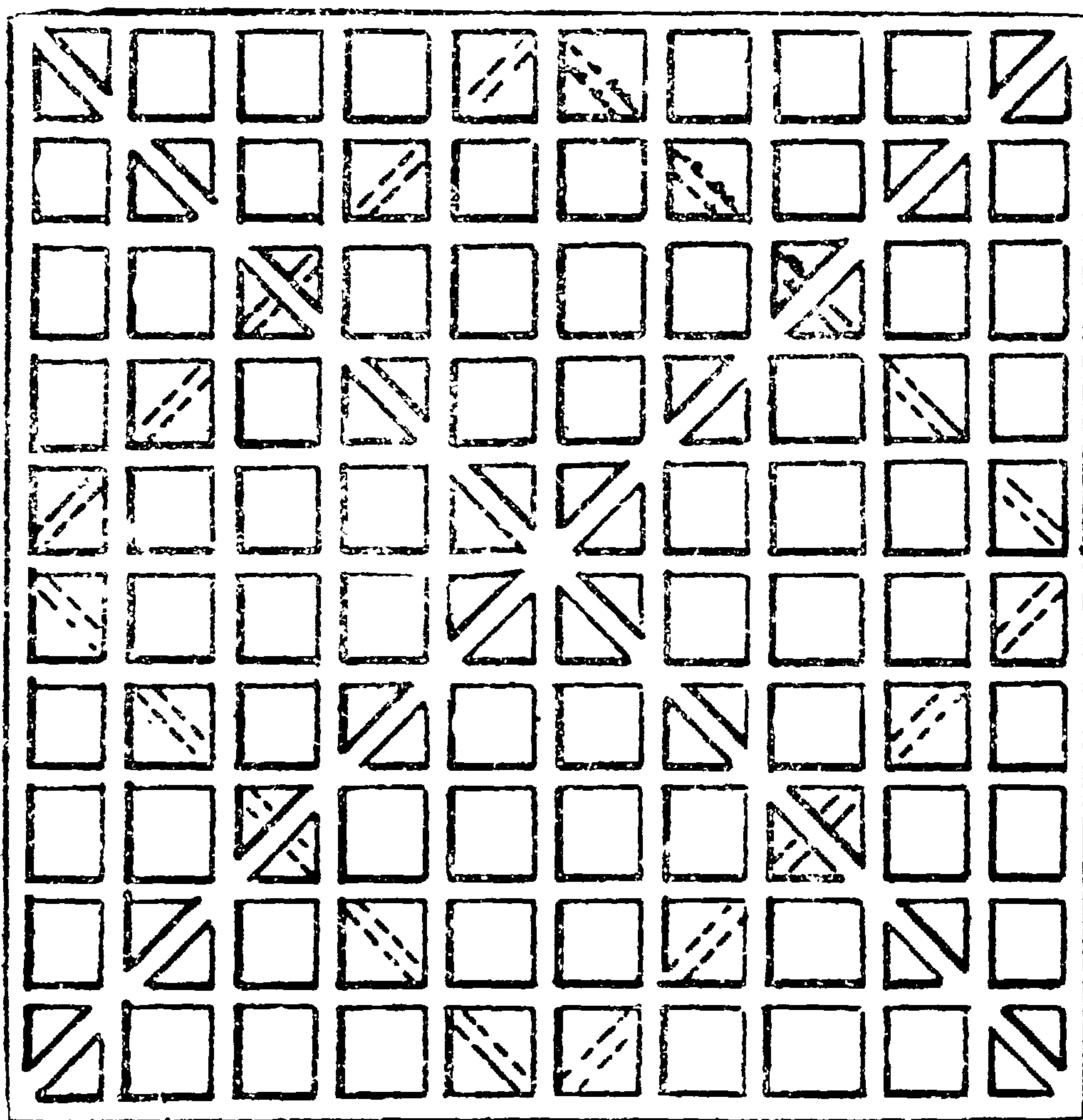
第二節 街路的排列

市街的地勢平坦的居多，所以街路多半是直線，交叉也是直角，可是因為從來的關係，彎曲綜錯也不少。市街常有幾個中心。——最繁華，人們來往最多的地方，——市街計劃的目的，是要把市街按着一定的組織，齊齊整整的排列起來，並且使各地方和中心的交通都很短捷。

市街的組織，有方形，斜線形，和圓形的三種。可是最普通最簡當的，是方形和斜線形的混合，就是在方形的排列中，由

第廿六圖

街路排列



中心再放幾條斜線到各處去；第二十六圖就是這種組織的一例。

第三節 幅員

街路的幅員，是依着市街的性質——譬如住家的，或是商業的之類，——和貨物的數量不能一律；普通多把全體市街分作若干等級，挨次規定下來。可是照從來的經驗講來，市街的發達往往不能預料，從前所定的幅員，到了現在覺得太窄的，很是不少；所以寧可規定寬些，一時雖只造一部分也可以，——譬如對於十丈的路，一時只把中央三丈做成鋪路，其餘仍舊是土路，——總要留着將來擴張的餘地纔妥。實地上的例講來，各國都不甚一致；華盛頓的是最大百六十呎，最小八十呎；紐約的，是最大百呎，最小六十呎；倫敦的，是最大八十呎，最小十二呎。事實上對於商業繁盛的地方，車路八十呎，人路各二十呎，合計百二十呎，是必要的。

第四節 坡度

街路的坡度，是無一定規則的，只要顧慮着兩旁房屋的高低，再斟酌前章所述的最大最小坡度就是了。但是十字街的地方，因為要使排水順暢，兩路坡度的相互關係，是不可不考究的。

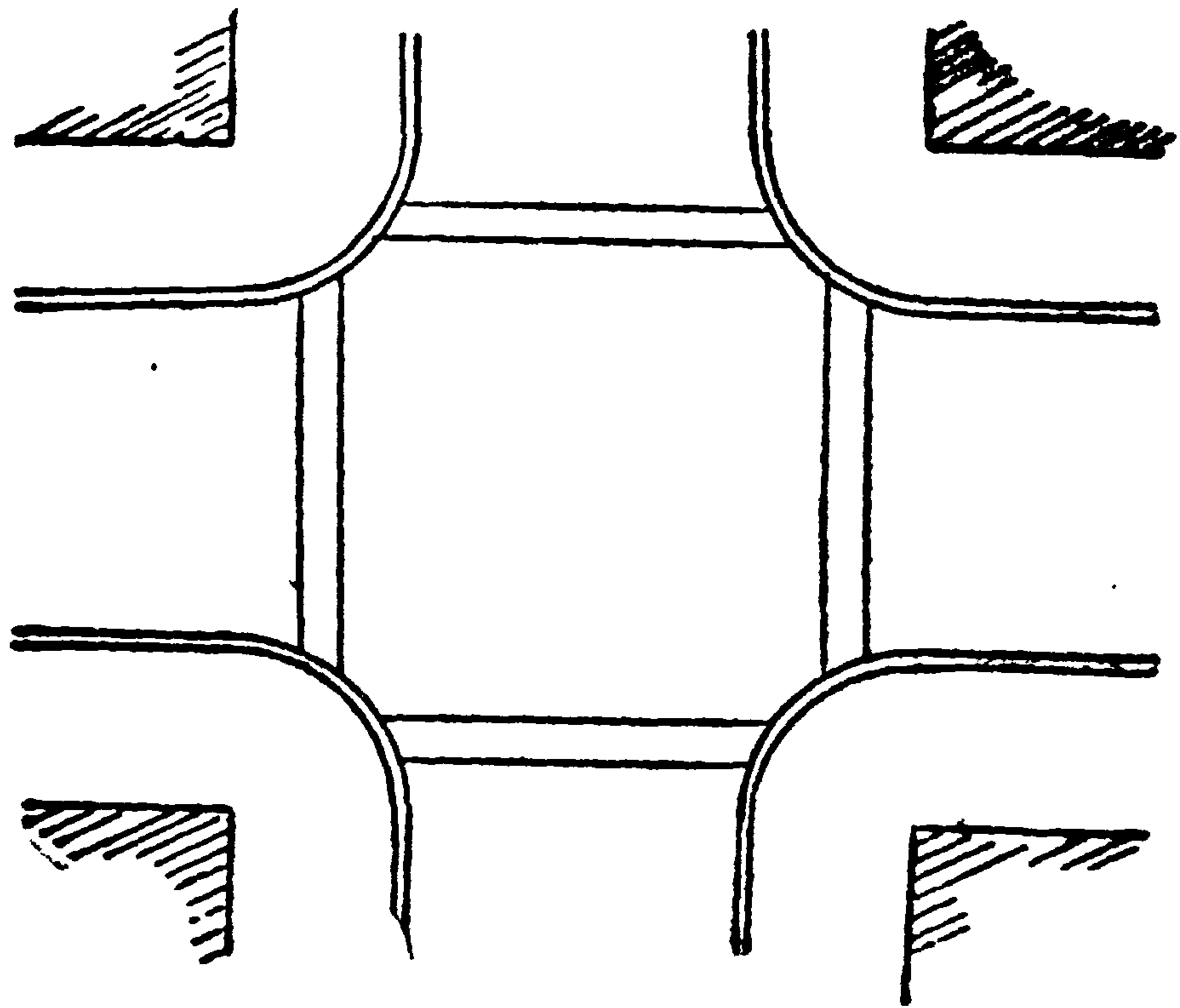
第五節 橫斷面

街路的橫斷面，大體和郊外道路一樣，中央有路冠，向兩旁傾斜下去；路冠的高度，普通是和邊石一樣，就是說中央和邊石的頂面是一樣高。橫斷面的形狀，多半是用拋物線形。

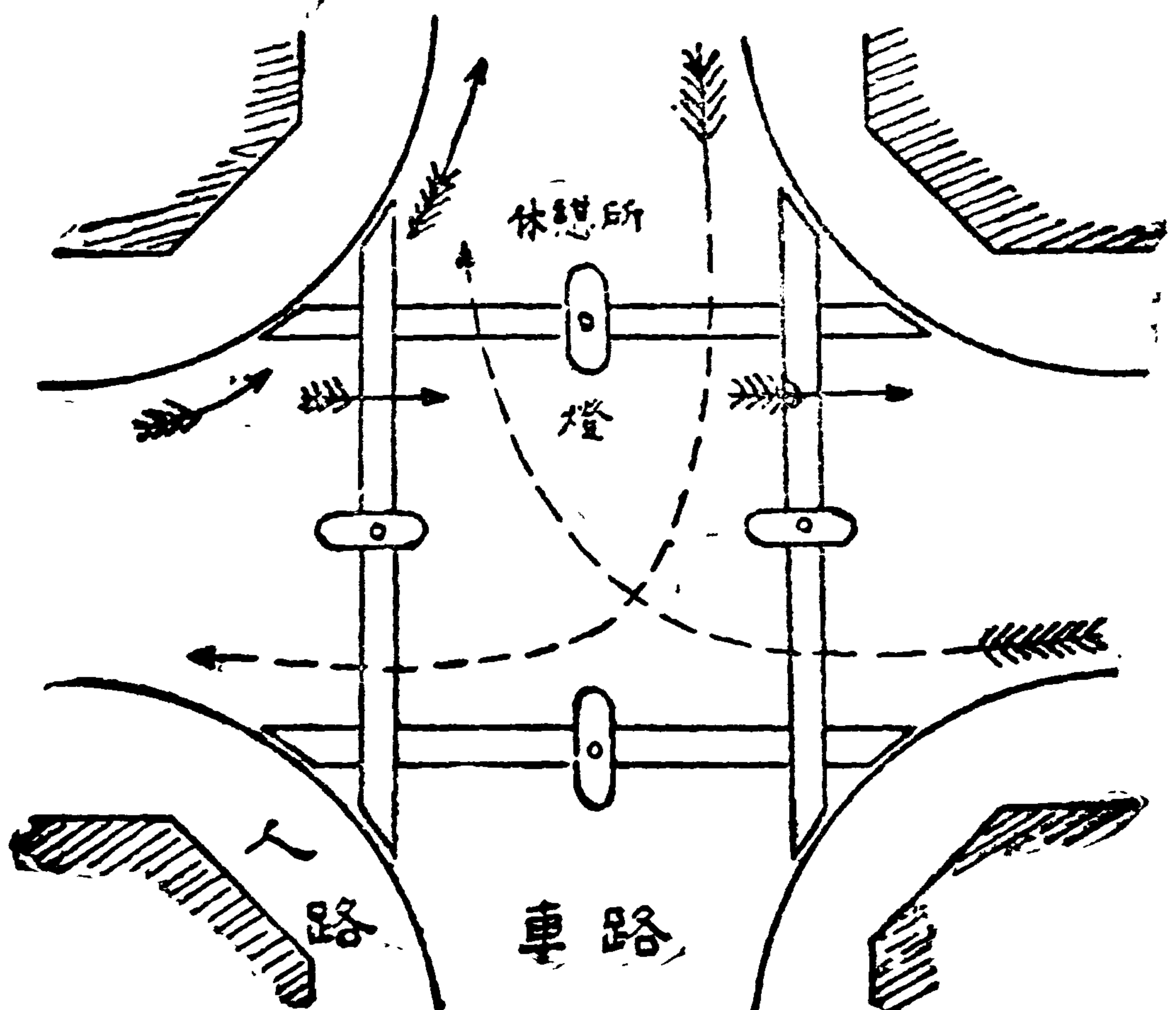
第六節 十字街口

由從來的經驗講來，十字街口是很難的，因為四方面的車馬都聚集到此地，並且速度格外緩慢，極易停積；所以在這地方要把幅員擴大些纔妥。還有一層，步行的人們在此要穿過車路，就是把幅員加寬，還是危險；所以最好在車道的中央，四方各設個休憩所，點上燈，使人們可以在此躲避。休憩所普通是寬四呎長十二呎，邊緣用邊石圍繞，使他比路面高出幾吋。第二十七圖是普

第廿七圖
普通的十字街口



第廿八圖
完全的十字街口



通的十字街口，第二十八圖就是格外加寬設着休憩所的形狀。

第五章 道路的附屬構造

第一節 人路

前幾章所說的都是車路，如今特把專爲步行而設的人路說一說：在郊外道路，人路不一定都有，可是在街路是必不可少的。人路雖然沒有重貨的來往，可是對於霜雪，溼氣的作用，是和車路無異；所以人路和車路只是效用不同，築造的方法是沒有大差異的。

人路的幅員，要使通行安樂，是愈寬愈妙；事實上在商業繁盛的地方，最少要車路幅員的三分之一，在住宅和市外街路，用到車路幅員的二分之一。橫斷面的傾斜，要使路面水容易流到側溝去纔妥；普通用的是百分一，比這個更陡的，在結冰時候，步行者就不免有些危險。

人路的基礎，和車路一樣，也是要堅固的；不然，就沈陷下去，使路面不平。

人路的鋪料的必要條件是：（一）平坦，可是不可過滑；（二）不吸溼氣，容易乾燥；（三）不易磨滅或剝落；（四）不着塵土；（五）耐久。所用的材料，是石材，木材，煉磚，混凝土，地瀝青，石子等，猶其地瀝青的最見適當，用混凝土的也很多。地瀝青的，是很耐久很爽快，並且不會過滑；材料是地瀝青和碎石及砂，厚有一吋以上就設了。混凝土的，是很耐久，容易乾燥，並且價格也低廉；他的做法是用塊形，就是說：先在地面上鋪一層碎石或石子，搥實之後放上木框，把混凝土倒進搥實，做成六平方吋乃至三十平方呎的混凝土塊；合縫的地方，留些餘隙作伸縮的地步，塊的厚是一吋以上乃至四吋，路面常劃成各種格子，防他滑。

第二節 邊石

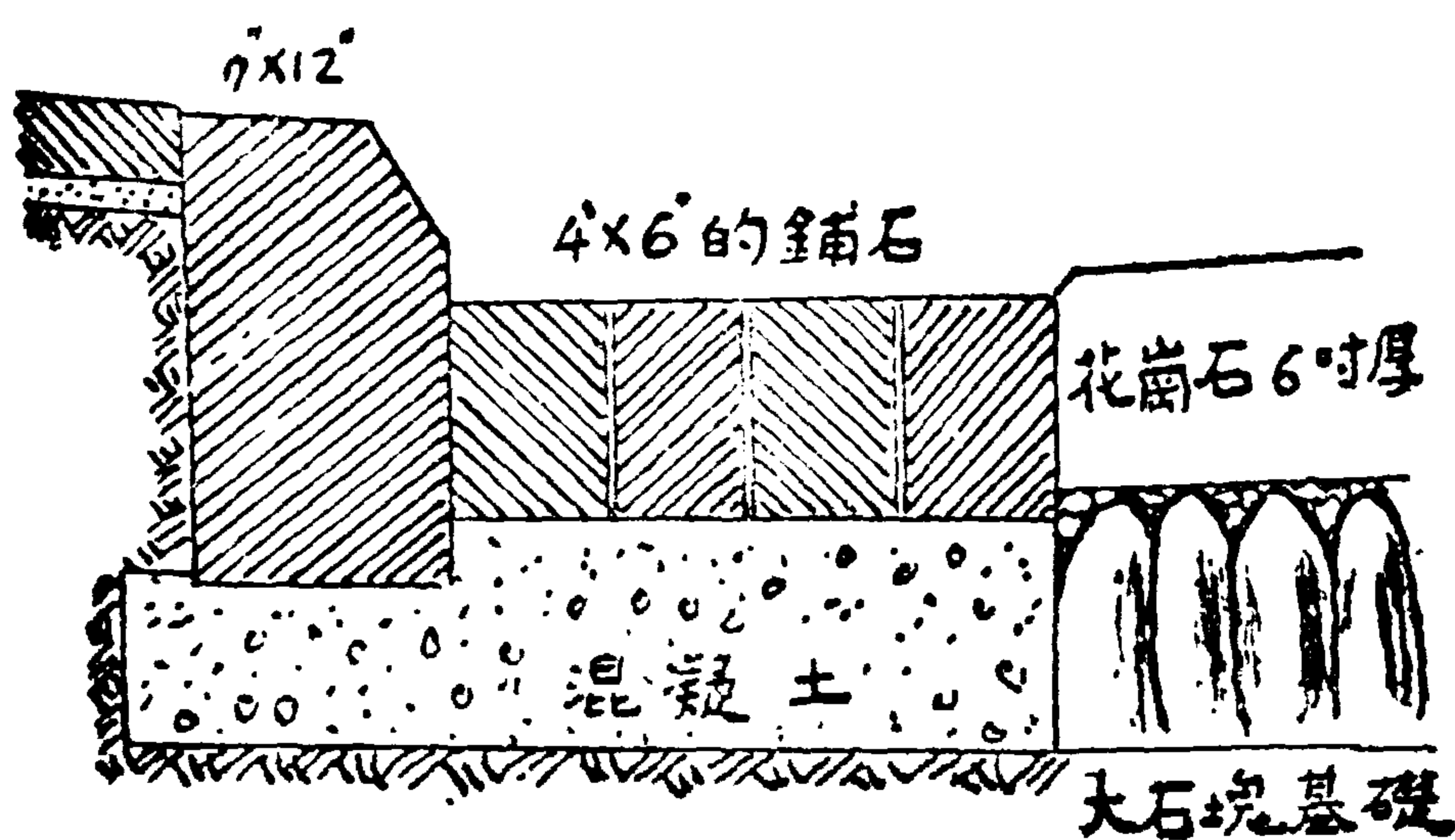
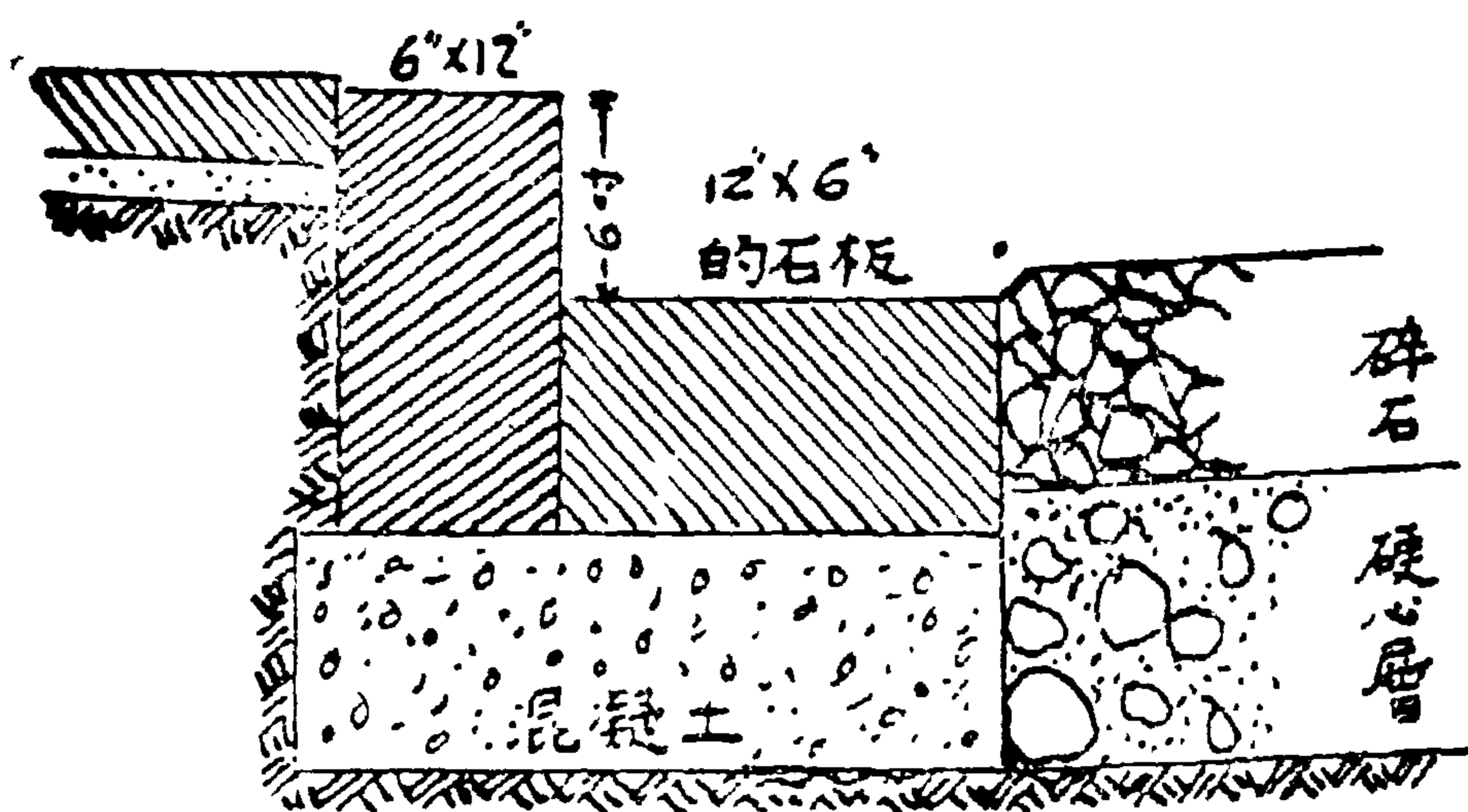
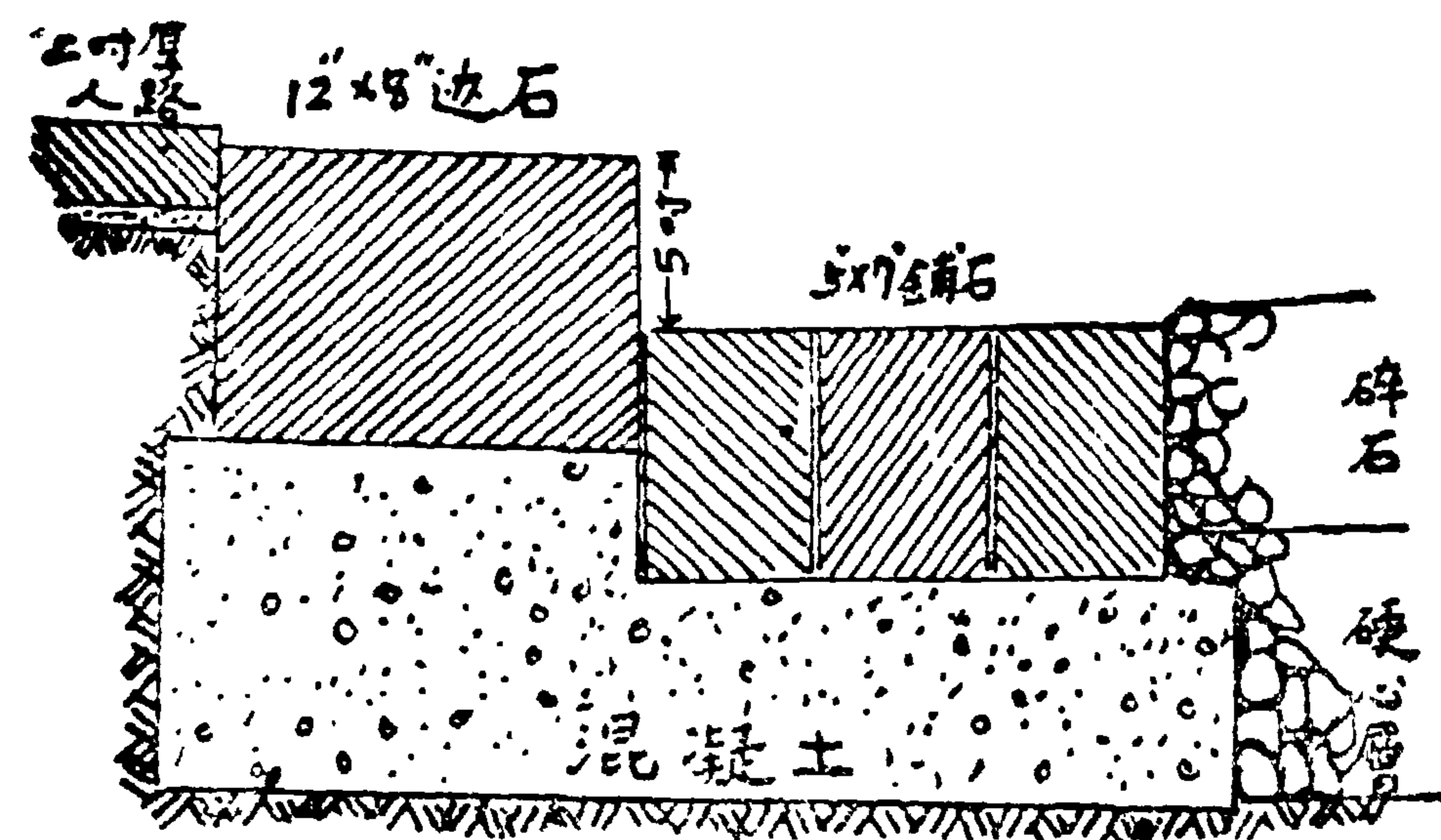
有人路必定有邊石。所用的材料，普通是石材或混凝土，其餘用煉磚——特爲燒成邊石形狀的，——鑄鐵等的也有。邊石的形狀和尺寸，種種不一；用石材的，至少高要八吋以上，寬要四吋

第廿九圖

道路

八十六

以上。邊石的基礎要着實堅固，不然，就要沈下或是顛倒，所以普通都是混凝土。又邊石的埋設，是



要很熟練
很注意的，
因為他的
高低和傾
斜，是做
路的標準，
稍為有點
動搖都不
可。第二十

九圖就是邊石的尺寸,形狀,和基礎做法的幾個例。

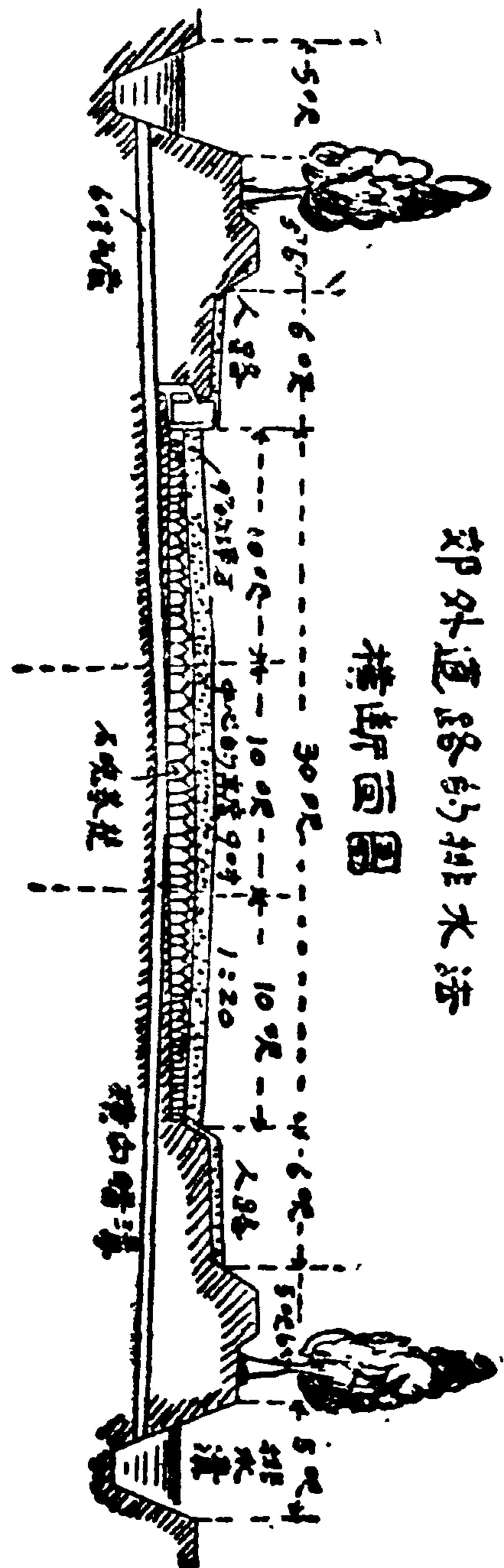
第三節 排水設備

道路的水,有由路面來的雨水,和存在路身的地下水兩種;所以排水可以分做路面排水和地下排水。排水的方法,普通路面的就是側溝,地下的是用暗溝;這等側溝和暗溝的構造,以及他們所收聚的水的排

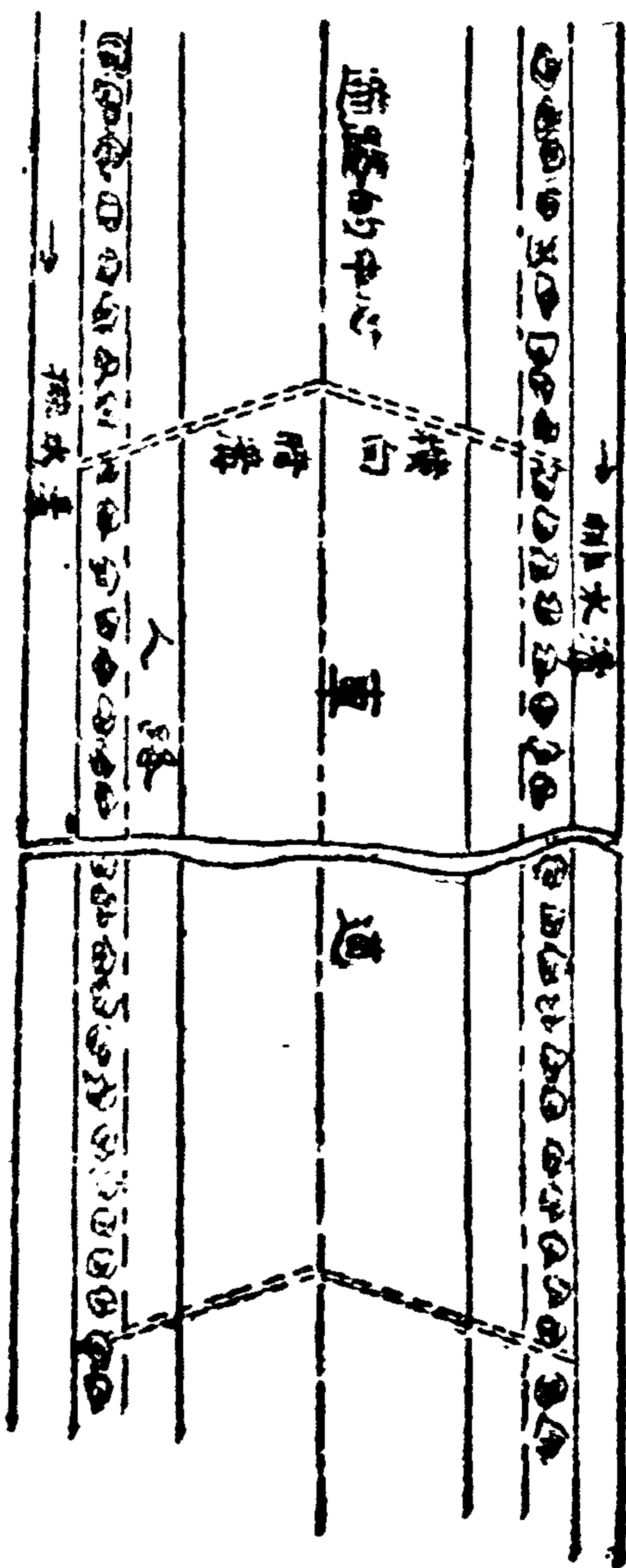
第三十圖

郊外道路的排水法

橫斷面圖

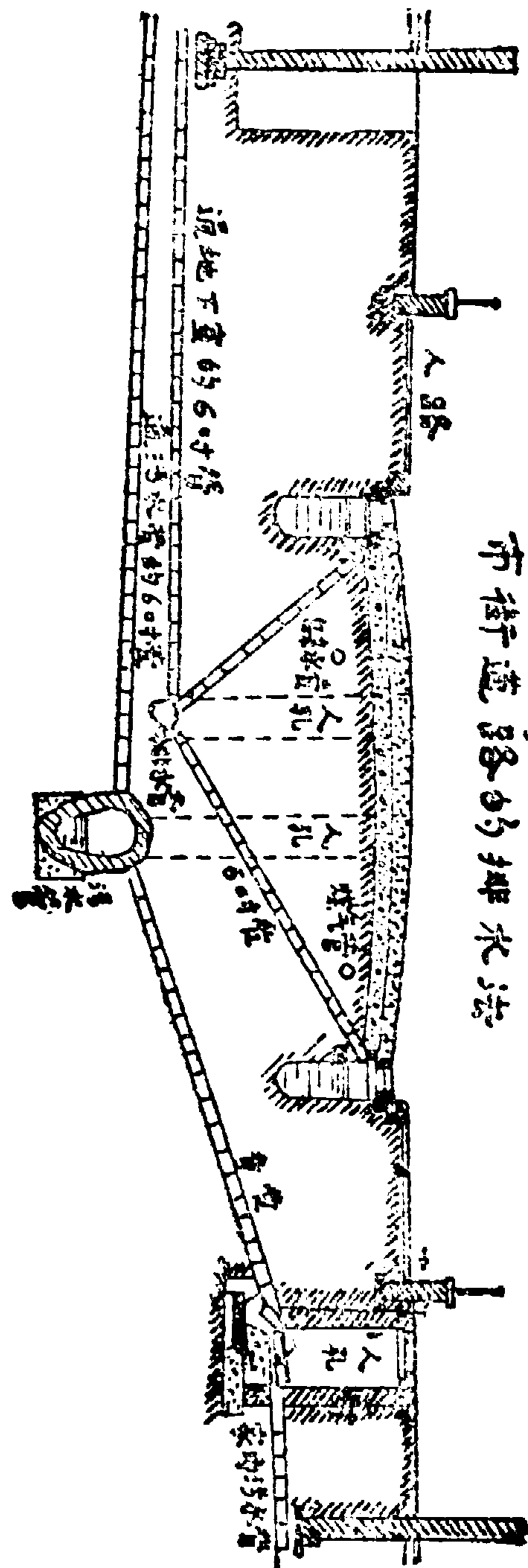


平面圖



洩法，又因郊外道路和市街道路稍有不同，這純是因爲道路的性質和周圍的狀況兩不相同的緣故。郊外道路的側溝，普通不用邊石，暗溝是橫向的，這等的水，大概引到設在路旁的排水溝，排洩到別處去；市街道的側溝都有邊石，暗溝多半是縱向的，——這是因爲地中的埋設物甚多的緣故，——這等的水是引到埋設在路中央的排水管裏去；第三十圖和第三十一圖就是郊外道路和市街道排水法的一例。

側溝 側溝要有可以收容一切路面水的容積，普通深是六吋以上十吋以下。不用邊石的，



郊外道路排水法

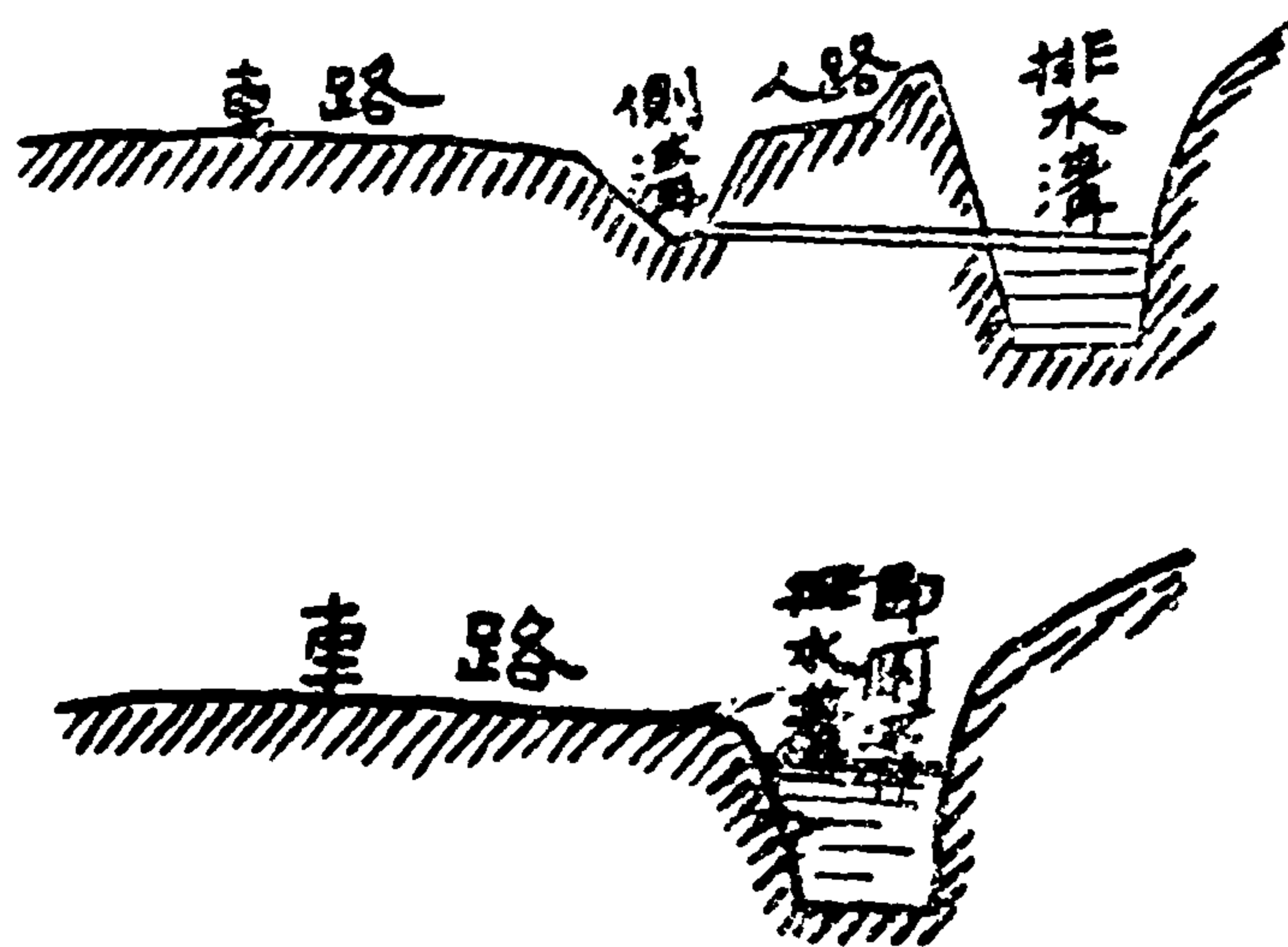
第三十圖

就是在車路和人路交界地方，做成半圓形的溝，鋪一層九石保護他，每隔一二百呎用瓦管等通到排水溝去；若是沒有人路的地方，再簡單的就並不另設側溝，只用排水溝一種；第三十二圖所示就是他們的模樣。有邊石的，普通如第二十九圖所示，由邊石和車路斜面構成溝形；在這地方的車路，特爲用石板或是煉磚，順着路線方向鋪十二吋乃至十八吋闊，以便流水；在這種側溝之中，每距數百呎設一個三四呎深二三呎方的井，叫做陰井；側溝的水一旦聚到陰井之後，由連絡的管送到排水管去。

暗溝 暗溝要埋設在基礎面以下二呎多深的地方；橫向的是用六十分一以上的傾斜，通到排水溝去；縱向的，是照着路線的傾斜埋設，另用管和排水管連絡。至於他的配置，橫向的，是平

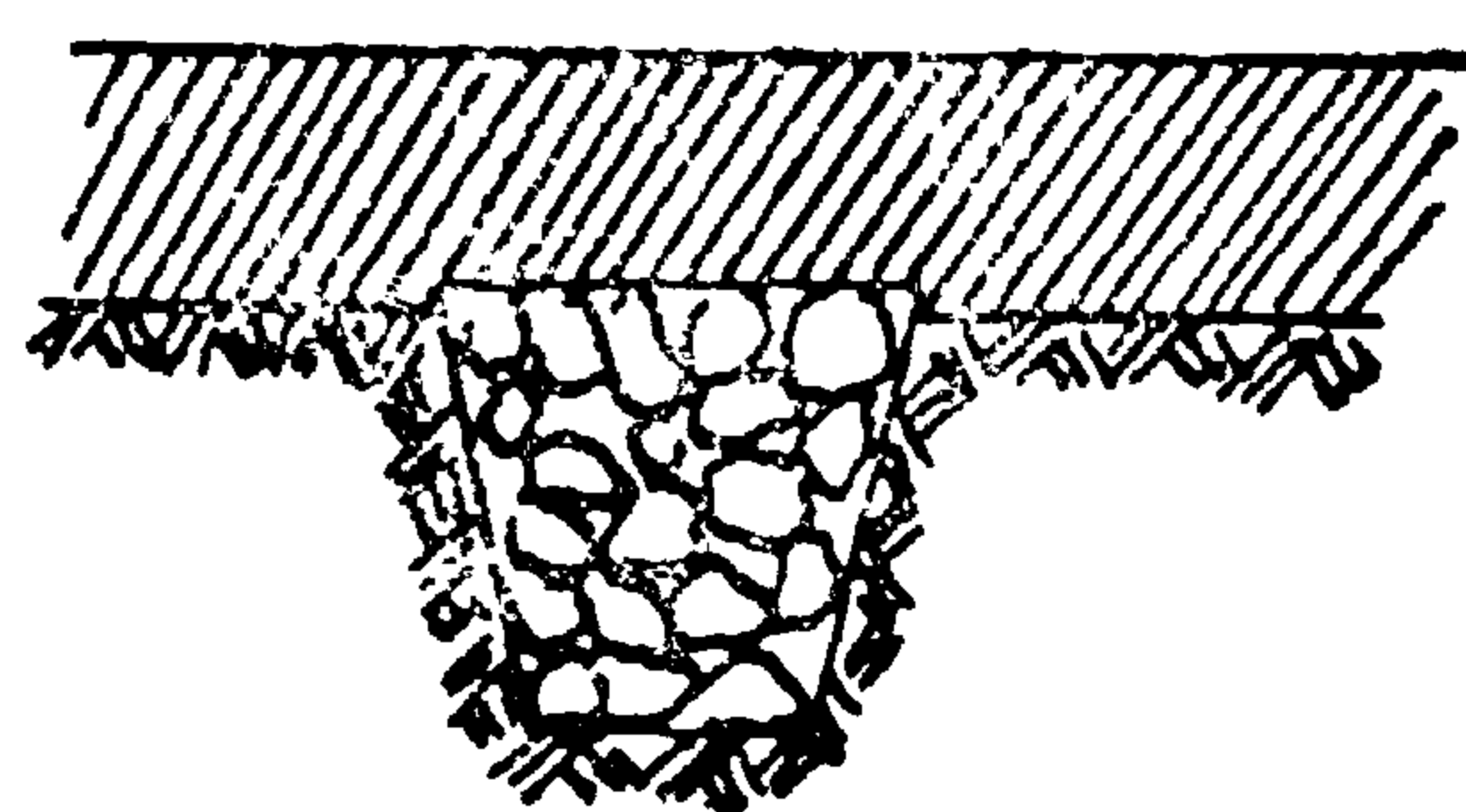
第 卅 二 圖

側 溝

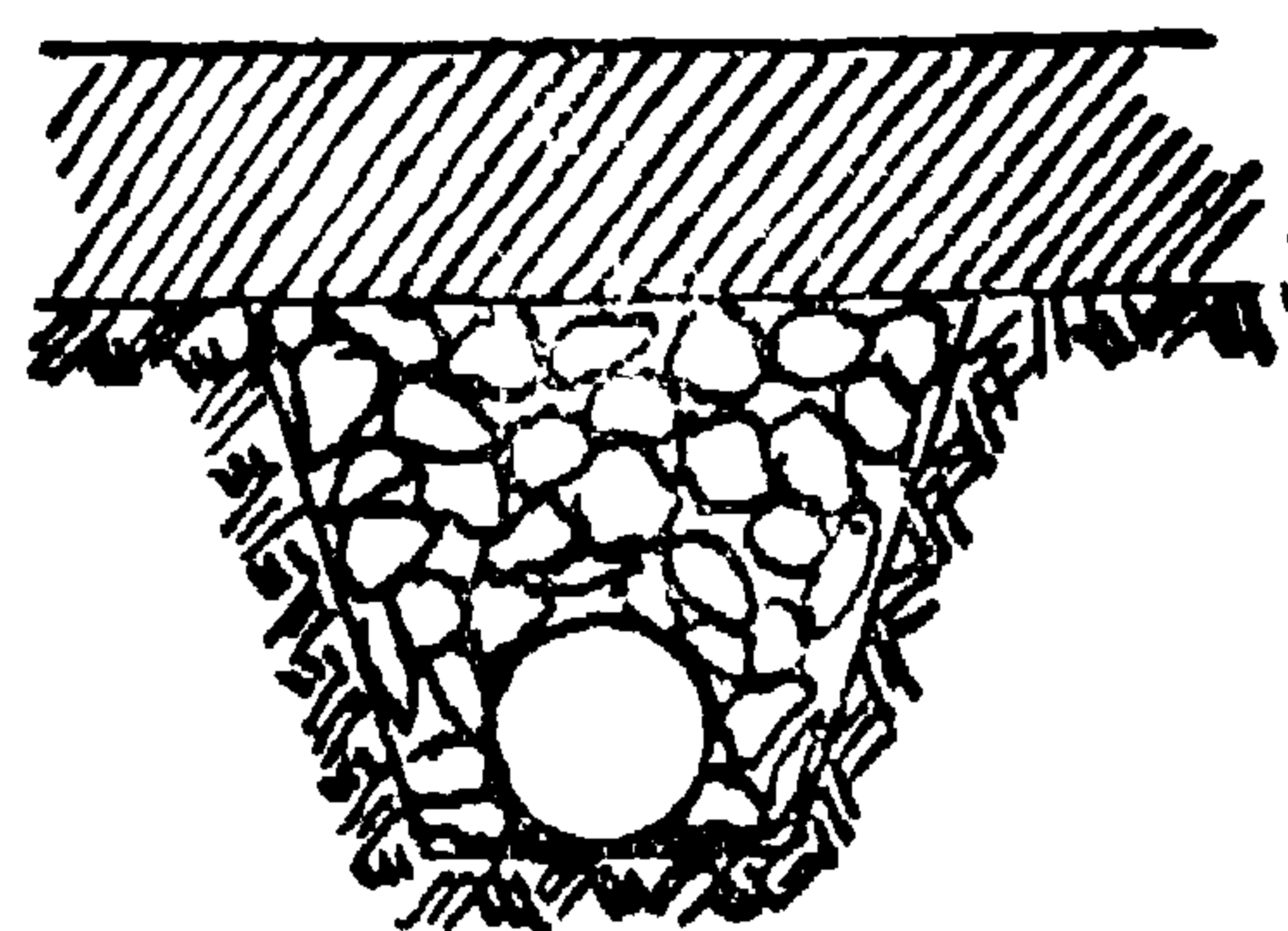


均每百五十呎一條，地質壞的地方，每二三十呎設一條的也有；縱向的是設在中央。暗溝的構造有種種；簡單的是如第三十三圖所示，梯形溝中用碎石填滿就是，這個叫做盲暗溝；最便當的是如第三十四圖所示，

第三十三圖
盲暗溝



第三十四圖
瓦管暗溝



溝底排一列瓦管，其餘空處用碎石填滿，這個叫做瓦管暗溝。

排水溝 排水溝普通是二三呎深，他的斷面要能容納一切的水量。他的構造，普通是如第三十二圖所示，在路旁——有人路的設在人路外，——挖成梯形的溝；可是有時因恐他為泥土等所淤塞，把他排在側溝下面，溝底埋設瓦管，空隙用碎石等填滿，如第三十五圖所示的也有。

排水管 這是依路線的

傾斜埋設在路中央的管，簡單

的用瓦管，其餘用鐵管或是混

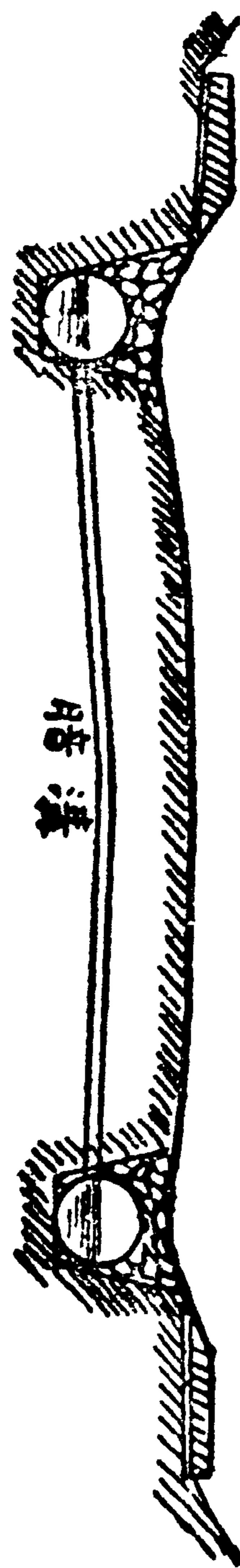
凝土管；有時不另設此管，合併

在污水管裏去的也有。

第四節 行列樹

道路的兩旁，常要栽種一兩排樹木，叫做行列樹。他的作用是：（一）增加美觀；（二）依枝葉所蒸發的溼氣調和熱度；（三）防止日光的直射；（四）吸收有機物；（五）輔助排水。可是又有人說他：妨害空氣的循環，以及日光和空氣的乾燥作用；又說由枝葉滴下的雨水，是濘泥的原因。

行列樹的種類，要堅牢，不容易枯萎，不生蟲的落葉樹爲妙；銀杏，楊柳，槐樹等是適當的。德國



排水五圖

也有種果樹的，這個可以出些息，補助道路的經費。樹的間隔，普通是三十呎乃至五十呎；時常要人去培養，收拾他，並且保護着不許人把他傷損。

第六章 道路的管理

第一節 概說

無論新舊的道路，若是不去管理他，只是漸漸地惡化起來，更說不到改善了，所以歐美各國，都設着道路局專門管理他；我國道路的惡劣，也是沒有當真去管理他的緣故。如今把管理的事業分說如下：

第二節 改築

舊來的道路，往往有諸多缺點，主要的講來是：（一）路線的多餘彎曲；（二）坡度太大；（三）排水不良；（四）路面不完全；（五）幅員太小等。這等缺點，依着築造當時的狀況，或且可以耐久過去，

可是漸次的發達，就生出非改善不可的要求來；所以當局者要時常調查交通的程度，和道路的狀態，應必要的程度去改築他。

第三節 養路

道路受着貨物的滾壓，天然的作用，是漸次會毀損的，所以要時常注意着，保持他的原狀，這就是養路。養路主要的事項，是修理破損，打掃和撒水的三件，至於養路的辦法，完全叫人包辦的也有；工料叫人包辦，由管理者供給器械，派人監督的也有；完全自營的也有。

第四節 修理

遇着破損的地方——譬如窪洞輪溝等，——得用材料去填補他，鋪料漸次磨滅，厚度減少的時候，得添上鋪料補充，這都是屬於修理範圍之內。至於做法，在各種道路已詳述過，不用贅說

第五節 打掃

道路的打掃，不特在養路上甚見必要，就是對於人的健康上也有多大的影響，可是事實上不易實行的也不少。打掃的方法有三種，就是：（一）日間用人打掃；（二）夜間用人打掃；（三）夜間用器械打掃。打掃的辦法，也有四種，就是：（一）完全包辦；（二）單包工；（三）單包人馬的糞便；（四）完全自營。

此外雪的排除，養路上也是必要的；若是任他自然溶化，不特有礙交通，并且路面大受影響。英法各國取包辦制度的居多。

打掃之外，對於不透水的鋪路，有時用自來水沖洗路面，使泥土的沉積全部除去，也是一種辦法；現在英法各國多有實行。

第六節 撒水

撒水的目的，是在鎮壓塵土，並使空氣清涼。撒水的方法，用皮帶引出自來水的也有，用特製

的撒水車的也有，水的分量，當依鋪路的性質和氣候不同，大概每方每次要五六加倫，至於撒水的回數，一日約三四回，夏天多些，冬天少些。

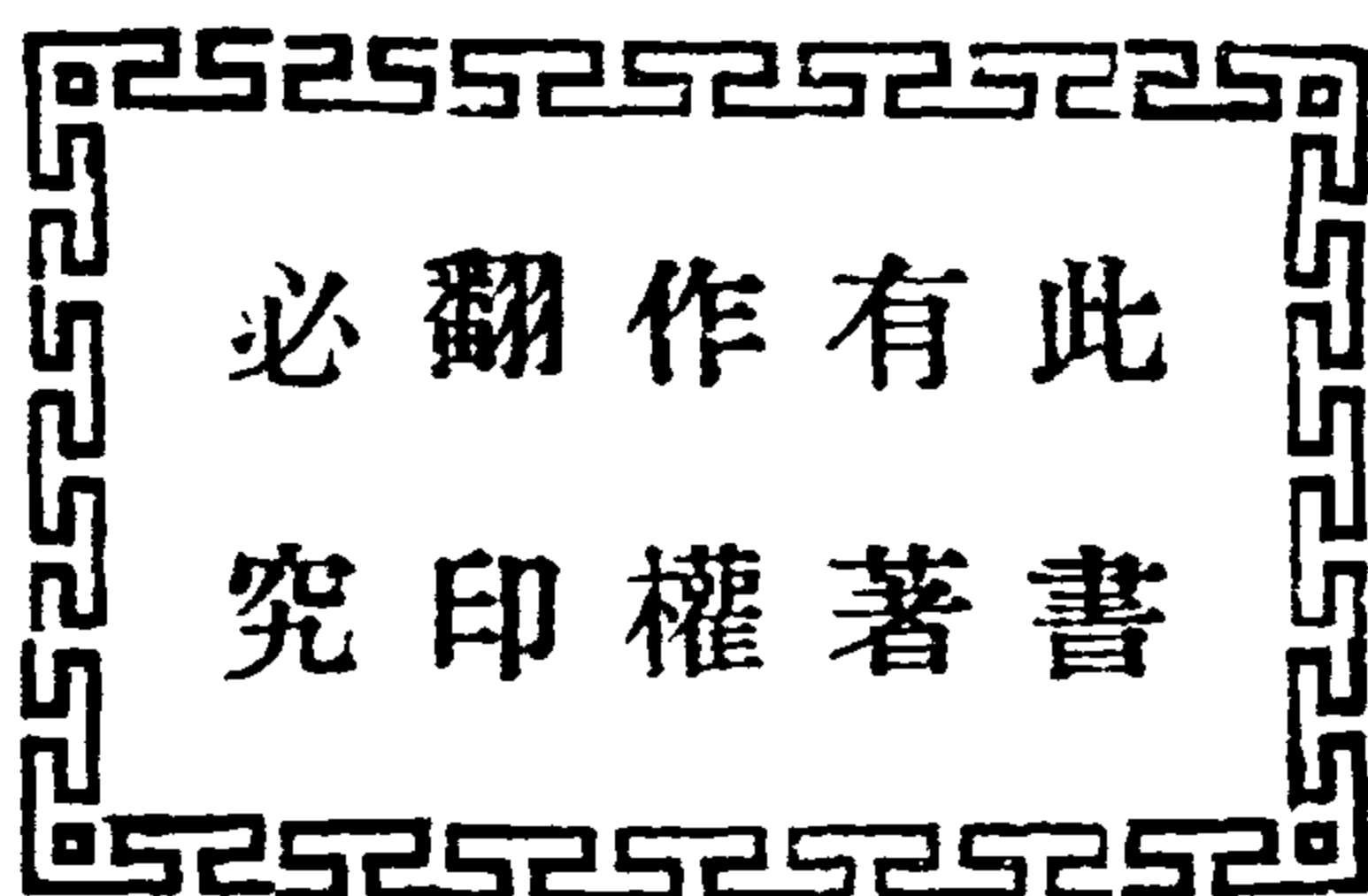
Universal Library

R o a d s

The Commercial Press, Limited

All rights reserved

中華民國十三年十月初版



(百科小叢書第六十七種)
(每輯十二種定價大洋壹元伍角)
道 路 一 冊

(每冊定價大洋貳角)
(外埠酌加運費匯費)

著者 劉 友 惠

發行者 商務印書館

印刷所 上海北河南路北首寶山路 商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市 商務印書館

分售處 北京天津保定奉天吉林龍江
濟南太原開封鄭州西安南京漢口
杭州蘭谿安慶蕪湖南昌
長沙常德衡州成都重慶瀘縣
福州廣州潮州香港梧州雲南
貴陽張家口 新嘉坡

百科小叢書

本叢書由各科專家主編。用淺顯的文字，興趣的方法，介紹必要的智識。定價低廉，極易購致。已出四輯，每輯十二冊，配裝一匣，合售洋一元五角。詳目及零售價如左：

◀ 第一輯 ▶

氣象學	中國地勢變遷小史	銀行要義	中國關稅問題	細菌	近時國際政治小史	資本主義與社會主義	棉	實驗設計教學法	煤	美學淺說	法蘭西文學
竺可楨	李四光	楊端六	馬寅初	胡先驕	周鯁生	岑德彰	過探先	芮佳瑞	謝家榮	呂澂	楊袁昌英
二角	一角	一角	一角	一角	二角	一角	二角	二角	二角	一角	一角

◀ 第二輯 ▶

法律	修辭格	平民主義	貨幣淺說	通俗相對論大意	現代歐美市制大綱	經濟思潮小史	哥倫布	曆法	中國商業小史	汽機發達簡明史	全國一週
周鯁生	唐 鈺	李大釗	楊端六	費 祥	顧彭年	李澤彰	劉麟生	林 炯	王孝通	孔祥鵠	謝 彬
一角	二角	一角	一角	二角	二角	一角	一角	一角	二角	一角	二角

◀ 第三輯 ▶

自然地理學	放射淺說	合作銀行論	應用統計淺說	原子論淺說	內分泌學大意	細胞學大意	地震學	火山學	道爾頓制原理	林業淺說	學校劇
-------	------	-------	--------	-------	--------	-------	-----	-----	--------	------	-----

張資平	程瀛章	吳頌皋	壽毅成	李書華	顧壽白	薛德清	翁文灝	章鴻釗	芮佳瑞	林驤	范壽康
二角	一角	一角	二角	一角	一角	一角	二角	一角	二角	一角	一角

◀ 第四輯 ▶

社會論	人類之過去現在	及未來	新生命論	遺傳與優生	氣候與健康	營養化學	學齡兒童智力測驗法	消費合作綱要	成本會計概要	作文論	荷馬	造形美術
-----	---------	-----	------	-------	-------	------	-----------	--------	--------	-----	----	------

劉延陵	上官奎登	費鴻年	劉雄	顧壽白	鄭貞文	程浩	王效文	楊肇遇	葉紹鈞	王希和	錢福生
一角	二角	二角	二角	一角	二角	二角	二角	一角	一角	一角	一角

商務印書館發行

