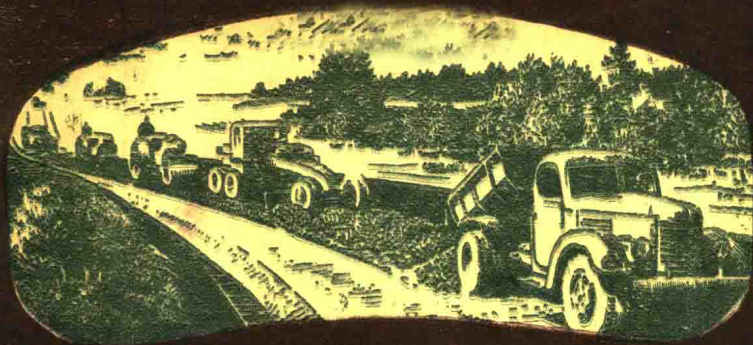




砾石道路

C.A. 馬 羅 佐 夫 著
T.H. 列 甫 恰 諾 夫 斯

符 浩 譯
王 乃 仁 校

人民交通出版社

礫石道路是利用当地材料修建的，取材方便，造价便宜。
在本書中談到了礫石道路的备料、施工与养护等各方面的問題。可供道路工長、初級技術員及县乡建設干部学习参考之用。

統一書号：T15944·1214-京

礫 石 道 路

С.А.МОРОЗОВ, Г.Н.ЛЕВЧАНОВСКИЙ

ГРАВИЙНЫЕ ДОРОГИ

АВТОТРАНСИЗДАТ

МОСКВА, 1956

本書根据苏联汽車運輸与公路部出版社1956年莫斯科俄文版本譯出

符 浩譯 王乃仁校

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

新 華 書 店 发 行

公 私 合 营 慈 成 印 刷 工 厂 印 刷

1957年9月北京第一版 1957年9月北京第一次印刷

开本：787×1092_{毫米} 印張：1_又張

全書：27,000字 印数：1—1200册

定价(9)：0.14元

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六号)

873
ML

目 录

礫石材料是怎样形成的.....	2
开采礫石.....	3
为什么要將礫石材料分类和選擇它的級配.....	12
礫石鋪砌层的式样.....	16
礫石道路的机械化施工.....	17
什么叫做施工流水作业法和礫石道路施工时 如何采用这种方法.....	26
礫石路面的修理与养护.....	31

我們生活上的一切，都与交通運輸有密切关系，由于我們每天用它，所以就沒有注意到它。到我們手上的任何东西，都是由馬車或火車、汽車或輪船运来的。

流水般的車輛，在无穷无尽的公路上不断地行駛着。他們輸送着旅客、各式各样的商品和农产品。

鐵路与公路，通航河流与运河，好比人体的大动脉和微細血管。这一生动的比喻，也正确地反映了作为運輸組成部分之一的公路的意义。那里要是修建了公路，那里的文化生活就会迅速发展，就会建立起居民区和大小工厂。

現在在我們国家里，正在大量地开垦荒地和大規模地开采矿山。从前复盖着杂草的千百万公頃的土地，現在已迅速地变成了良田；在寂靜荒凉的草原上，許多市鎮和新的城市以閃电般的速度成長起来了。一望无边的辽闊草原地区都已开垦了，而且种上了庄稼。

由于开垦荒地的苏維埃爱国主义者們的英勇劳动，使我們国家增产了千百万吨农产品。为了能及时地運輸这些农产品，就要大量地修筑各种型式的公路。

在这本小冊子里我們向讀者介紹如何修筑礫石道路。采用礫石道路的最大优点是它的工程造价比較低。这种道路無論是在南方或是在北方，在气候潮湿地区或是在炎热而干燥的地区，都可以建筑成功。一言以蔽之，凡是能够找到礫石的地方都可以修筑礫石道路。礫石道路經得起风霜雨雪，也不受严寒的損害。礫石道路的施工不需要复杂的机器或装备。

礫石道路的缺点是每晝夜通行車輛在500輛以上时，它的磨損就很大。在这种情况下，礫石道路很快地被磨損，它的表面出現大小坑槽，并发生其他的损坏情况。

因此，当路上的行車密度每晝夜达到1,000輛时就必須进行表面处治。当交通量进一步增加而礫石层有足够的厚度时，再用貫入

法进行处理。这样就能获得平坦而坚实的路面。这种路面在使用时期内不会扬尘,并且經受得住每晝夜达3,000輛的行车密度而不至被破坏。如果交通量更大时,就必須在礫石路面上鋪筑双层瀝青混凝土或水泥混凝土的鋪砌层。

礫石材料是怎样形成的

差不多一切岩石都是遭受分解而变成砂和粘土的;这种分解是由于风、水和阳光的影响造成的。

风把植物的种子吹到岩层上,植物的根系在岩石內的孔隙和裂縫里繁殖起来,分泌出各种不同的酸素,結果使岩石遭到破坏。

流进岩石縫隙中的水,遇冷后就冻结成冰。这时,它的体积就会显著地增大,产生很大的应力,这种应力甚至可使十分坚固的岩石遭到破坏。此外,水能將岩石的易于溶解的組成部分溶解并帶走,因而增大了岩石的孔隙率,促使岩石加速的破坏。由于上述原因,在山脚就积聚了大小不同的石块的岩堆。其中一种相当大的石块,就叫做礫石。这样就形成山礫石或开采的礫石,其特征是顆粒具有銳角。山礫石的本身成分中,有大量的砂与粘土杂质。有时,礫石遭到水的冲刷,并被水冲到旁的地方。在这时候,礫石即按大小分开。大块的礫石沉在急流中,而小块的即重量輕一些的礫石,則被帶到較远处并沉落在緩流的地点。因为在向前滚动的时候,各个礫石彼此撞击和磨擦,使礫石变成了圓形。这样积聚在河床中的石料,我們把它叫做河礫石。

不是任何礫石堆都宜于开采的。在用工业方法采掘礫石材料时,必須要有大量的蘊藏量;組織具有地方意义的采石场时,蘊藏量一定要不少于50,000立方公尺;至于供修建道路之用的沿綫采石场,則石料的蘊藏量只要有2,000~5,000立方公尺就够了。

这时，用来开采与篩分礫石材料的移动式机械化設備具有特殊的意义。在天然情况下，礫石冲积层常是埋藏在厚薄不一的土层下，这种土层我們叫它做复盖层。因此，为了要在地表层取得礫石，必須先除去复盖层。

开 采 礫 石

在开采礫石采料场以前，先要进行礫石产地的調查。勘探工作包括地形測量与繪制地形平面图，用坑探（挖試坑或探井）或鑽探的方法确定复盖层的厚度，以及編繪地質断面图。試坑是矩形的坑，其面积为 1.2×0.6 公尺，深达 $0.8 \sim 1$ 公尺，坑壁应垂直。試坑应按采石场开采面积排成固定的行列——平行的行列。这些行列成直角交叉或銳角交叉。試坑行列之間的距离为 $20 \sim 100$ 公尺，根据开采面积与礫石材料埋藏的情况决定。按照試坑之間的距离与試坑的深度，按照礫石层的厚度和地形測量的資料，就能繪出礫石（应予开采的）蘊藏的地質断面图，最后定出复盖层。按平面图与断面图可以定出开挖复盖层（就是清除复土）的工作量、复盖层的最小厚度、适宜的开采地点、运出礫石的道路以及获得开采礫石（采石场）的机构所必需的其他資料。

礫石的开采方法 开采方法的选择、施工的組織和某种設備的采用，是由許多条件来决定的，其中最重要的条件是礫石产地在河流或湖泊附近的位置情况（能否被水淹沒）、淹沒的程度、要求的生产率等等。

根据这些条件，礫石开采方法可分为不用水的和用水的：

不用水的开采方法 当礫石开采量較小，且夾杂雜質不多，而在采石坑道中不必对采集的礫石料进行加工时，則采用不用水的开采方法。

当礫石材料含有无用的杂质（象粘土質和粉土質的顆粒）时，应在采石坑道进行礫石材料的加工工作，以清除这些无用的杂质。在鋪筑礫石道路工程的高度机械化水平情况下，礫石的开采工作也应全部机械化。

正确选择采石坑道的位置、装載的工作面及适当的设备，就可以大大的簡化工作和降低工程費用。

当开挖礫石时，若开采面与装載面不在同一个平面上，而且开采面位于装載面的上面时，那末，就可利用这种条件，即礫石自动滾下的条件来装运。这时装置一个特制的斜槽，讓礫石沿斜槽落进装料斗，然后再装入运输工具（如汽車、拖拉机拉的挂車等），图1是一个在采石场装載石料的示意图。

在开采礫石时，可采用机械化的方法：可利用單斗挖掘机、导索鏈运设备开采和装运礫石。用輪式鏈运机或推土机开采，并用动力装卸机或特制的装載设备把开采出来的礫石装入运输工具。

选择那一种机械化的方法，由以下的几个主要条件决定：开采面的布置情况（其断面是垂直的抑是陡斜的坑壁或是水平的表面），采石场的淹沒程度以及能否在无水地方設置挖掘机的情况，礫石材料的密实程度，采石场的必要生产量等。

在开采狭窄的垂直坑壁的礫石场时，以采用單斗挖掘机为宜。

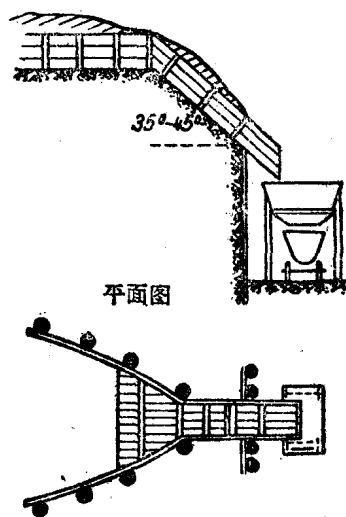


图1 采石场装載示意图

利用这样的挖掘机可以开采相当密实的礫石材料。可以采用正向或反向鏟單斗挖掘机。在大多数场合証明使用拉索式采掘机更为适宜。拉索式采掘机具有很多的优点。当其設于采掘层的頂面时，可以开挖地下水位略低于开采頂面时的含水礫石层；开采水下礫石；向不与开采坑道在同一高度上的汽車中或火車中裝卸礫石。

正向鏟挖掘机从下往上挖采开采层，并設置在开采层地面上。运输路綫也設置在同一地面上。开采較周圍地面都高的丘陵地区情况中的礫石时，使用正向鏟的挖掘机更为有效。

使用正向鏟挖掘机和拉索式采掘机时，所規定开挖道的寬度，应以能保証挖掘机在工作时的旋轉角最小为最好。只能在特殊情况下使用挖掘机的极限旋轉角度，即 180° 的旋轉角度。

在开挖礫石时，根据工作量的需要，可以采用0.25~1.0立方公尺或更大容量的鏟斗的挖掘机。如果所开采的礫石材料中有較大块的石料，則采用更大容量的鏟斗。

当开挖表面較平而礫石材料十分松散（不是密实的）时，用导索鏟运设备进行采挖最为适宜。

导索鏟运设备（图2）的結構很簡單，主要是由首柱与尾塔所

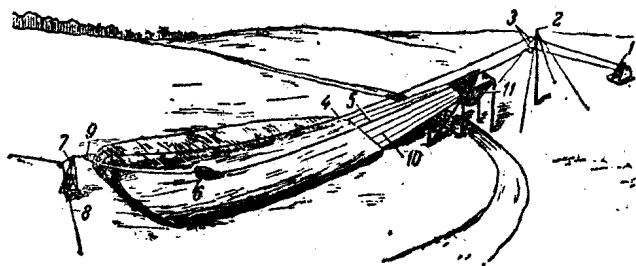


图2 用导索鏟运设备挖槽形礫石料场的示意图

- 1—絞車；2—首柱；3—导向滑車；4—回索；5—牽索；6—鏟斗；
7—尾塔；8—鏟碇索；9—尾滑車；10—卸料斜槽；11—裝料口

組成。用首柱与尾塔来固定滑車系，牽索及回索即通过这些滑車。

牽索及回索与鏟斗及絞車相連接（絞車用来移动鏟斗）。当鏟斗被絞車帶動而向前移动时，就能裝滿礫石材料，沿卸載台將礫石材料运入料斗。

采用导索鏟运設備之所以方便的原因，是因为使用它不但能开挖复盖层，且对开采礫石层也很方便。此外，导索鏟运設備不仅可在无水的采石场上使用方便，也可以在开挖深度不大，而在采石场中可选择干地来安裝塔架与裝載設備的潮湿礫石采料场上使用。

用导索鏟运設備不論是按平行的采挖法或輻射采挖法，都能开挖很寬的开采面。当按平行的方法开采时，首柱和尾塔随开采面的进度移动；当按照輻射法开采时，首柱 2（參看图 2）在整个半圓形开采面全部开采完毕前并不移动。裝料斗是用来把石料裝进运输工具的，料斗的大小是根据鏟运机鏟斗的容量和运输工具的載重量来决定的。小容量鏟斗的挖掘機，其首柱可以安裝在拖拉机上，絞車所需的动力由拖拉机供給。裝料斗可以裝在拖拉机的拖車上。

导索鏟运設備可用来开采較設首柱地面为高或低的采石场，其能挖的深度較拉索式采掘機所能挖的深度还深。

当开采面的通行寬度够，而且能用輪式鏟运机来运出礫石材料时，則可采用輪式鏟运机。

輪式鏟运机可以开采不大的礫石料场，并且可以把石块运往中間选料料斗或直接进入裝卸料斗中。必須注意，輪式鏟运机不能用来开采坚实的礫石材料以及有巨大圓石的礫石材料。

为了开采礫石料场，也可以使用推土机（图 3）。开采礫石与砂的机械化工作，在这种情况下，并不需要有什么复杂的設備，只要有傳送帶料斗和篩孔为 5 公厘的石篩就行了。

礫石材料与砂开采过程的程序如下：

第一台推土机 1 进行剝落复盖层工作，它把表面复盖的土壤，

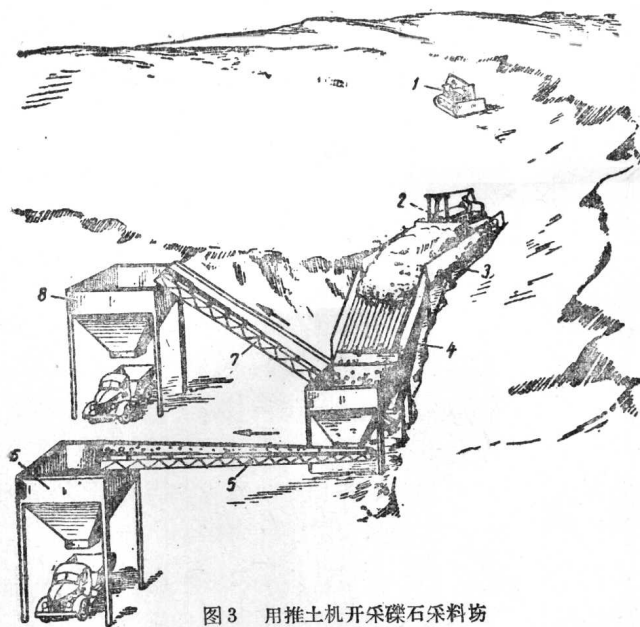


图3 用推土机开采礮石采料场

推集成堆，使礮石材料的表面露出。第二台推土机 2 把礮石材料沿斜槽推到斜筛 3 上，石料落筛后即可将大小石料分开，大礮石留在筛上，小于 5 公厘的颗粒（砂）就从筛孔漏下，落到选料漏斗 4 中。从这里借传送带 7 运进装卸料斗 8 中。大于 5 公厘的石料（礮石）沿斜筛上面进入第二个选料斗。从这里，用传送带 5 将其运进第二个装卸料斗 6 中。如果选料斗是固定式的，那末，推土机就以辐射开挖方法进行工作；如果选料斗是能够移动的时，那就采用平行开挖法进行工作。礮石与砂通过装卸料斗 8 与 6 装入自动倾卸汽车中、然后自动倾卸汽车把它运到路线附近。

如开采面深度已超过挖掘机按安全条件进行工作时的深度时，可以采用推土机配合正向挖掘机进行工作。这时候，推土机挖推开

采面上部，將礫石推落到山脚下，也就是將礫石推落到挖掘机工作的地点。

水力开采的方法 水下的砂与礫石可用浮式联动机械来进行开采。这种联动机械是由吸泥船、挖泥船与正鏟單斗挖掘机或單吊斗的抓土机組成的。

使用單斗挖泥机把礫石裝在平底駁船上。如礫石层不深时，使用正向挖掘机，如很深时，則用吊斗抓土机。

多斗挖泥船也可作为把礫石裝到平底船上的机械用或作运送开采出来的材料之用，这时它將开采出来的材料送入泥漿管，再由泥漿管直接輸送到岸边的料庫內或选料裝置上。

干的或水下的礫石层可以用水力机械化的方法来开采，这种开采的方法是最簡單的。

水力机械化开采的过程就是用冲泥机冲击礫石材料，使之变为漿体，并把泥漿輸送到卸泥坊堆成堆。

用冲泥机射出的水头冲击开采道中的礫石材料，这时冲泥机安置在开采道的上面（图4）或者是在开采道边上（图5）。当从上

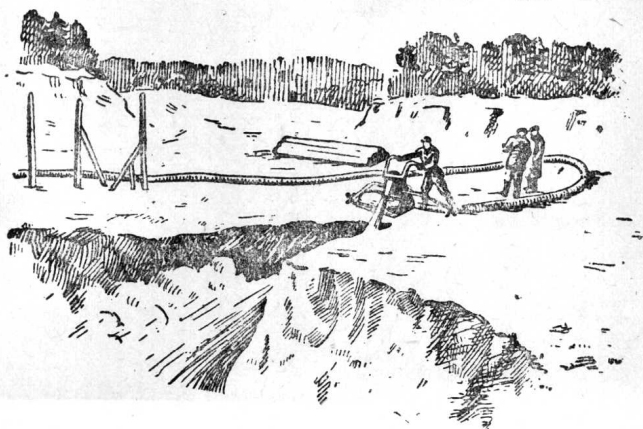


图4 自上而下冲出斜溝



图5 从下面冲击土壤

而下开采礫石时，就是說冲泥机安放在开采道上面的时候，則开始先冲出一縱向斜溝，作为向开采道中溜送泥漿之用。然后把此溝的两边冲寬。

当从下向上开挖开采道时（冲泥机安置在开采道边上），先在开采道边上冲出一水平的裂口，此裂口穿过开采道的道壁，并將其崩塌。在將开采层冲長 6~10公尺后，再將冲泥机向前移动。

一般是用兩台冲泥机进行冲击土壤的工作，这样就可以在迁移冲泥机时，不至中断射水工作。

冲泥机所需要的水是由水泵房經压力輸泥管輸来的，水泵房則設在水庫附近。

由开采道輸送泥漿到堆集地点所用的方法根据地形决定。当地面有必要的坡度时，就可以讓泥漿順着溜泥溝或溜泥槽自行流送。溜泥槽是用木板拼成，將拼板鋪在簡單支架上。由于溜泥槽的側牆与槽底会很快地为泥漿磨損，因此用厚25公厘的木板鑲面，以便易于根据鑲板磨損程度，定期更換。

如果地面坡度大大地超过了保証泥漿能以順溜泥槽正常流动所必需的坡度时，就要利用吸泥机將泥漿压入压力輸泥管而后再排出。

在这种情况下，应当在开采道附近的地方設置泥漿貯存池(图 6)。这种泥漿貯存池的用处是使吸泥机可以繼續將泥漿池的泥漿吸送到卸泥地点。在卸泥地点設置泥漿沉淀池。在这里泥漿的流速降低了，而礫石的顆粒也在此沉落。此时大块礫石在沉淀池入口处沉落，而小块的礫石則在較远的距离外沉落。有时要將大块与小块礫石分开，因此就要設置兩個沉淀池，用以作为分选礫石之用：一个設置在大顆粒能以沉落的地方，另一个設置在小顆粒沉落的地方。不含礫石的廢水讓它流入滲水井去。

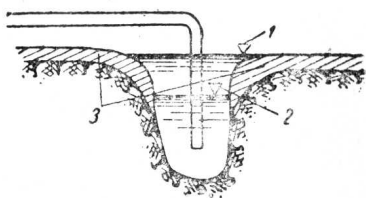


图 6 用作轉吸泥漿到旁处去的泥漿貯存池

1—泥漿的高泥面； 2—泥漿的正常泥面；

3—应定时冲洗的礫石沉积

开采水下的礫石与砂，可用吸泥设备进行。吸泥设备由以下各部分组成：輸泥管、浮船、吸泥船、动力裝置、集泥管、絞岩器、

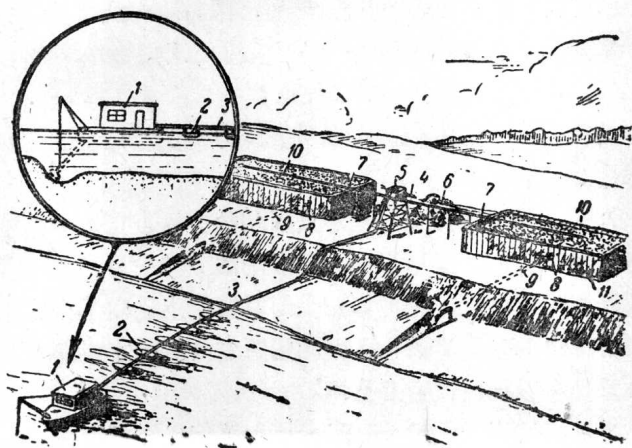


图 7 吸泥船工作示意图

高压輸泥管、移动吸泥的裝置（操縱吸水閥及吸泥船控制樁的絞車）。浮式吸泥船的示意图示于图 7。

吸泥船 1 用吸泥泵吸入礫石材料并把它送入浮船 2 上的輸泥管 3 中，以輸至岸边选料厂的料斗 5 中。礫石沉落到料斗的底部，而帶水的砂就沿輸送細顆粒泥漿的溜泥槽 7 进到堆料坊 10。礫石由料斗 5 沿斜槽 4 落到露天料堆 6。貯砂仓有隔水牆 11。在这里，小顆粒的砂向下沉落，而水則进入集水井 8 中，然后再由排水管 9 流出。

开采水下采石坊时，吸泥船的位置系根据水面的寬度、采石坊距航道的距离、礫石层在平面上的位置及其他当地的条件决定。

吸泥船在松软岩层处工作时，一般不用絞岩器而用开溝法。

在密实礫石层的河底上进行开采工作时，吸泥船应当备有絞岩器。当用絞岩器进行工作时，有两种控制吸泥船的方法：一种是以錨控制（纜索控制）；另一种是以樁控制。所謂控制设备即是在吸泥船移动时，能保持絞岩器与土經常接触的设备。纜索控制设备只用于小型吸泥船，但以樁控制设备較好。当用这一种方法工作时，吸泥船由船前两个控制錨控制，在吸泥船后部有兩根鋼筋混凝土樁，此樁沿导套垂直移动。將一樁吊升时，吸泥船即被絞車拉向第二控制錨的方向。船体即繞另一根插在河底的樁向一方轉动，因此絞岩器也作平面的弧形轉动。此后，將以前吊升的樁下落进入河底，同时并將以前下落河底的樁吊升，这时絞岩器即随船向反方向回轉，并作与前反方向的平面弧形轉动。以后再將河底樁吊升，另一樁下落，繼續进行工作。

只用两个錨即可代替 5 个錨（当用纜索控制时），同时当船繞樁轉动时并不必移动船的位置，是樁式控制工作法的优点。用这个控制方法时，絞岩器不能离开开挖道，因而吸泥船能不停地工作。

用吸泥船采集砂与礫石混合料时，可于工作进行中同时进行顆粒分选工作（即將不同大小的顆粒分开），其方法是用泥漿中的水

来作这项工作。也可以利用岸上的固定分选设备、颗粒分选船或在吸泥船上的颗粒分选船上进行分选工作。

由岸上固定分选设备将选料运进装卸斗中，用以减轻向火车及汽车中的装载工作。

如用船装载选礫石材料时，则在船上进行分选工作。这时吸入的礫石混合料用吸泥泵通过输泥管送进分选运料船中。

设在吸泥船上的分选设备是最简单的一种，因为在这种情况下，可以不需要浮架的输泥管。

为什么要將礫石材料分类和选择它的級配

在鋪筑礫石道路时，用粗颗粒的礫石与較細的砂与粘土拌合成混合料，这样礫石与土壤拌合成的混合料就叫做礫石材料。

筑路用的礫石材料的級配，必須合于規定要求。有时在天然情况中的礫石层中，就偶尔能遇到合于筑路用的礫石材料。但是也常在自然中遇到不合筑路要求的材料。这时就必须把不要的部分从礫石材料中篩分出去，或者用人工添加新的粒料，以补足它所缺少的颗粒。

礫石材料的颗粒級配，就設計来说是所有一切工作的主要工作。在礫石材料中各种尺寸粒料的相对含量，我們叫它作礫石材料的級配量，其含量以百分数表示。礫石材料的颗粒級配的决定方法与土壤相同。

粗颗粒的含量用篩分法决定。篩分的方法是将所取的礫石材料試样放在一組篩孔大小不同的大篩上（2、5、10、20和60公厘）加以篩分。礫石材料的平均試样重量应不少于5公斤。

由通过2公厘篩孔的礫石中取出平均試样（25~50克），按分析土壤之一方法作进一步分析。最后算出的颗粒級配应使与100%

的礫石材料顆粒總含量相符合。

必須指出，不是各種礫石顆粒對道路都有同樣的意義。在礫石路面使用過程中的觀察結果表明，粗顆粒（大於10公厘的）不宜於作為建築鋪砌層的材料，因為各個粗顆粒之間，缺少粘結性。用粗顆粒礫石鋪成的路面，在汽車行駛的影響下很快就被破壞。在礫石混合料中有大量的砂（1~0.5公厘）也是不好的，因為在這種情況下，各個顆粒間的粘結性得不到保證。在礫石混合料中容許有大量的中等顆粒，因為有這種中顆粒，就可以使混合料的物理力學性質不會變壞。

天然礫石材料的級配絕大部分不是不同的。甚至於在同一礫石層中也是不一樣的。

H.B. 奧爾納斯基教授根據夾雜砂土的（砂、塵土和粘土）顆粒，質量和數量按粒徑分類成表1。

表 1

H.B. 奧爾納斯基教授作的礫石材料分類表

按粒 徑分類	礫 材 料 名 稱	礫 石 材 料 的 級 配 成 分 %		
		大於10公厘者	10~2公厘	小於2公厘
I	粗 粒	50以上	50以下	50以下，砂多於塵土； 粘土不大於5
II	中 粒	50~20	80以下	50以下，砂多於塵土； 粘土不大於8
III	細 粒	20以下	30以上	50以下，砂多於塵土； 粘土不大於10
IV	土 的 砂 的	50以下	50以上	砂多於塵土；粘土不 大於10
V	塵 土 的	同 上	—	同 上，但塵土多於砂
	礫 石 土 壤	30以下	—	70以上；粘土不大於 10

對礫石道路狀況多次觀察證明：當用某一種顆粒級配的礫石材

料作的路面而能得到很高的質量时，这种級配的材料我們叫它做**最佳礫石材料**，也就是最好的礫石材料。如果在礫石材料中顆粒本身相当坚硬，而在各顆粒間又有一定的粘結性时，这种材料也是最佳的礫石材料。

礫石顆粒在各方面都应当尽可能要同样大小。鱗狀或平板狀的碎片不易压实，所以只容許有极少的数量（不超过 $1 \sim 2\%$ ）。以礫石的粗顆粒为骨架而在粗顆粒間空隙部分填以細砂与粘土的顆粒，这样礫石材料就可以得到最好的粘結性和最大的密实度。填充礫石顆粒間空隙的沙土混合料的成分，必須尽可能使它接近于道路土壤的最佳級配。因此，在最佳級配礫石材料中，不仅要有礫石与砂的大顆粒，而且要有細小的尘土与粘土顆粒。但是，在这种情况下，最佳的土壤只不过是礫石粗粒間的填充料，在整个礫石体积中，細顆粒的相对含量是非常少的。

修筑礫石基层及不用結合料处治的鋪砌层时，应采用相当于最佳礫石混合料的礫石材料，这种最佳礫石混合料的成分見表 2。

除了礫石材料的顆粒級配外，礫石本身質量也很影响礫石道路的强度。

礫石还必须具有一定程度的耐冻性。这种性質是一种很重要的条件，因为用于鋪砌层的礫石材料，如果没有足够的耐冻性，个别的礫石顆粒就会因冻融的結果而被破坏或发生剝落。由于这样，礫石鋪砌层就不会形成整体而会遭到破坏。

在空隙和裂縫中能以含水的礫石顆粒，其耐冻性很小。礫石材料的这种性質叫做吸水性質。吸水率是以石料試样重量的百分数計算。根据技术规范的規定，礫石的吸水率不能超过重量的 5% 。