

灰土挤密桩技术在高速公路施工中的应用

于晓阳

北京城建华晟交通建设有限公司

摘要：随着我国经济的快速发展，公路建设也不断增多，在对其进行施工时，需要根据实际情况采取相应措施。为了有效提高我国高速公路建设质量，本文主要以文献研究法和实践分析法为研究方法，分析灰土挤密桩技术应用于道路工程中具有的优势和存在问题，并根据实际情况，制定出科学合理的方案来对高速公路进行铺设设计与控制。

关键词：灰土挤密桩技术；高速公路施工；应用

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.055

引言

随着我国经济的发展，高速公路建设规模逐渐扩大，在施工过程中，由于受到自然环境条件、地理环境等因素影响，而引起了道路使用功能和结构发生变化。为了保证路基质量及行车安全以及降低工程造价成本。要结合现场施工过程中遇到的问题，对其进行分析，并提出改进措施，以保证工程质量。

一、灰土挤密施工技术功效

（一）有利于提高桩体承载作用力

采用灰土作为路基和地基基础的主要材料时，在施工过程中，由于其具有强度高、抗压能力强等优点^[1]。因此当遇到软土地基或软弱承重层情况下，需要进行处理后才可以使用。但如果是含水量较低的砂性黏土或者黏质黏土，则应先将承载力提高之后，再应用到工程当中来，使工程质量得到保证和改善；粉煤灰碎石桩也属于石灰类土工格栅，在施工过程中，通过对粉煤灰碎石桩的应用，可以使承载力得到提高。灰土挤密桩技术的适用范围：一般情况下不包括砂卵石、沙砾等硬质填土地基。但当遇到含水量较高或地基较为复杂时，宜优先选用粉煤黏土作为其基础材料。在进行沉降处理之后，应将其黏结强度和承载能力的影响因素考虑进去，避免因沉降处理不当而对工程质量产生影响。灰土挤密桩的施工：一般情况下，当承载力达到100%之后，再进行压实。在压路机碾平后应将其黏结强度和抗渗性等指标检测合格以后才能正式作业；当砂卵石、黏土层或粉煤灰碎石混合料被固化后才可以开始摊铺工作面及铺浆垫层。在压实过程中应注意：①砂卵石、粉煤灰混合料的粘接强度必须达到设计要求；②当挤密桩处于超载状态时，其承载力应大于90%。③水泥固化后，需对其进行降温处理。④施工前需要将混凝土保护层打至规定厚度（30mm）以上并及时覆盖材料表面防止出现沉陷现象和裂缝等问题；⑤施工完成后，应将其密实度合格之后，再进行压路、填埋等作业。

（二）有利于建立垫层结构

在对垫层结构进行施工的过程中，需要根据实际情况，合理地处理好与之相关的问题。其中最主要的是要做好地基土质状况分析工作。如果是由于地基土质不良或者不均匀等因素而造成了基础底板上出现裂缝、沉降量过大以及桩侧摩阻力较大现象，都会导致其承载力降低或者破坏严重；同时，因为垫层结构受到压实作用和混凝土收缩变形等原因影响，在施工过程中可能引起的问题也比较多，因此在施工过程中，需要采取一系列措施来确保其承载力的正常使用。在施工过程中，由于土体的粘聚力和孔隙水压力作用下，垫层结构会出现一定程度上浮、开裂现象^[2]。如果能够通过对其加固处理使其密实度得到加强的话就能有效地弥补这一问题。桩基技术：该技术主要用于填筑砂石地基时，需要使用到一些强度较高且具有良好稳定性的材料来进行施工，这样可以降低沉降量和提高承载力；垫层技术：主要用于填筑砂石地基时，需要使用一些强度较高且具有良好稳定性的材料来进行施工；预制桩：该方法是通过在土料中添加一定量的粉煤灰、碎石等材料对其进行混合后压实，从而提高承载力。

（三）有利于排水固结功效

在挤密桩施工过程中，需要将其与土体进行固结，以提高地基承载力。一般情况下的基础结构都比较简单。而深层搅拌混凝土是一种新兴技术。它能够有效地减少地下水、土壤水分以及空气等因素对工程质量造成影响；同时可以通过降低沉渣量来控制地下水位和孔隙水压力值；并且在一定程度上还能使桩身强度得到改善等等作用，因此挤密桩具有良好的固结功效^[3]。当挤密桩施工时，需要在地面以下形成一定坡度，使其与土体保持相对的距离。由于地下水位较高以及地下水条件下地基土层对周围环境影响较大。因此为了保证地基的稳定性和强度、减少沉降量及降低成本等要求必须进行压实处理；另外也要注意将砂石料搅拌均匀并控制好温度、湿度及含水量等因素；最后还需通过挤密桩施工完成以后，在其与地面接触处形成一定的真空度，这样就可以使其与地面之间的接触面积最大。挤密桩施工技术在实际应用过程中，需要根据不同地区、地质情况，选择合适的压实方式。

（四）有利于提升挤密效果

在施工阶段，为了保证施工的质量，需要对挤密桩进行一定量的压浆，这样做可以有效提高地基承载力和变形能力。当混凝土强度达到了设计要求时，就会产生裂缝。如果出现这种情况，就要采取相应措施来补救处

理；不能让其处于一个不利状态下而导致工程无法继续施工，甚至整个工期都延误。挤密桩在应用过程中，需要对其进行一定量压浆，然后进行施工，这样做可以有效地保证挤密桩的质量。挤密桩的施工过程中，为了保证工程质量，在进行压实操作时，需要对其强度和硬度有一定要求。如果没有达到规定标准就不能使用。但是从实际情况来看这种方法是不可取。因为当土质较硬、脆且密度大的材料被应用后，会影响到整个结构体与承载力之间所产生沉降差值较大，而造成整体性降低。因此在进行压实操作时，需要采用一定的措施来避免上述问题。

二、公路路基施工工艺及质量控制技术

(一) 工程概况

某高速公路位于陕北黄土高原南部，总体地势西北高、东南低，境内以少石多土的黄土台塬、黄土梁峁沟壑为主。沿线局部段落地质具有湿陷性，湿陷等级为I级非自重~自重IV级湿陷。部分湿陷性段落位于“V”形沟内，根据设计要求，对此类湿陷性黄土段落采用灰土挤密桩法进行处理。

根据设计要求，本工程挤密桩成孔直径0.4m，正三角形布设，桩距1.5m，桩长6m，复合地基每边超出基础边缘的尺寸不小于0.3米，对于灰土挤密桩每边超出基础边缘的尺寸不小于0.5米。要求复合地基承载力为200Kpa，平均挤密系数0.9。大面积施工前应先行小范围试桩，根据施工后实际情况可适当调整有关参数。桩体施工完毕后，将桩顶1m范围铲除，设置50cm的10%灰土垫层。挤密桩拌和按照生石灰：水泥：素土=8：3：89（重量比）。

(二) 路基湿陷类型辨别

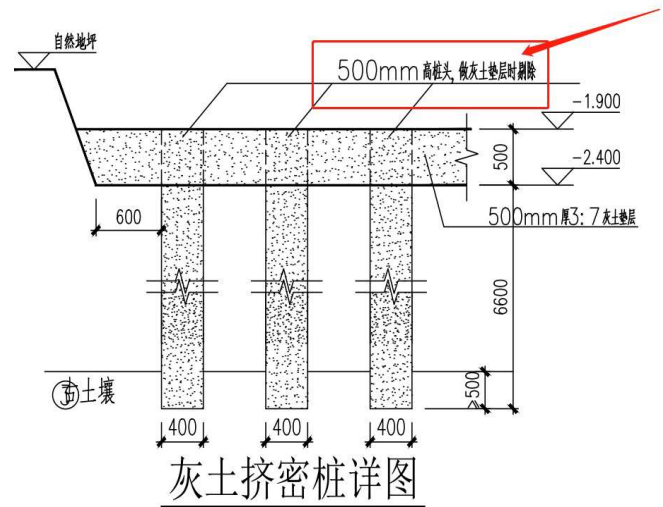
根据现场的实际情况，可采取以下几种方法来判断路基湿陷类型：

(1) 对于已经被压实、强度较大和压缩性较小的土质地基或含水量高且不均匀沉降现象比较严重路段，应进行换填处理。但在施工过程中，要注意避免因为渗水而引起干缩变形。对于饱和和软土地基而言，其受力最大，因此可以通过对饱和和软土地基的湿陷程度来判断它是否属于永久性破坏；(2) 对于已经被压实的土质地基，在其强度较高和压缩性较大地段，可以采用固结灌浆处理法来解决。但是需要注意的是，由于饱和和软土地基含水率比较大且地下水位变化幅度大时，可能会导致路基产生沉降变形。若是长期处于这种状态下，就容易造成永久的破坏；(3) 由于土质地基和路基的密实度差异较大，所以在处理过程中，必须充分考虑其对永久性破坏作用，避免出现长期固结灌浆而导致沉降现象。

(三) 选择适宜成桩技术

在选用破桩方式时，应根据实际情况选择适合的成孔方法；当工程施工场地条件比较恶劣或无其他污染源时可采用预裂灌注混凝土等辅助手段。

(1) 桩基础施工工艺及质量要求：①砂、土质较好。为提高地基承载力和改善沉降量，应采取钻挖法进行处理和控制基槽开挖深度至设计标高以上；在砂层中设置钢筋笼，以增强孔壁的强度与抗剪性；②在桩的施工过程中，应注意基坑边坡防护，防止地表出现沉降，对孔底土采取回填、夯实措施。(2) 成桩工艺要求：采用破坏泥浆法。由于灰砂层厚度较小且孔壁较大时，可直接灌注水泥粉煤混合料进行加固；当含水量超过规定值后，需及时用黏土清渣护壁处理；③在施工过程中，应注意基坑开挖深度到设计标高以上，避免出现塌方事故的发生和影响工程质量安全。(3) 使用机械进行预搅打桩、振动夯锤等方式的成孔后，灌入一定厚度的砂浆来形成密实度比较高且质量较好，而且具有很强抗拉强度与承载力，并且可以起到防止渗漏作用；使用水泥一粉煤灰，搅拌机的泥浆比重要比预搅桩高30%—50%。在施工过程中严格控制好配料、掺入量及时间等。(4) 掺加外加剂（如减振液）来提高混凝土强度和抗压承载力；在砂砾层打磨成孔后，进行二次抹面处理；同时对二次抹面厚度应适当增加，以保证其质量的合格达标率达到标准要求才能使用。



(四) 配备施工用料

在进行挤密桩施工前，对现场的施工，要进行技术交底。首先是对施工人员进行业务素质培训。其次就是根据实际情况，编制相应的质量管理措施。最后，再由建设单位、监理部门和当地环保局等有关职能机构共同监督检查，并验收后，才能投入正式使用施工过程中，在现场进行试压试验，确保符合要求之后才可以正式投入使用。

在水泥、砂子等材料的使用过程中，需要注意对其进行合理配置，确保两者能够达到良好配合。当施工现场所需用水量较大时，可以采用混凝土块料或碎石来代替实心黏土；而对于用水性较好且不容易腐烂的土质，要及时补充到基坑内以保证路基质量和稳定性。

(1) 在实际应用灰土预制桩过程中, 由于灰渣具有一定的吸水、膨胀能力以及较强抗压强度等特性, 可以先将灰渣预埋到土中, 然后再进行压桩, 以确保其具有良好的抗渗能力。(2) 在水泥砂浆和碎石混合料拌制过程当中, 需要充分考虑水对硬化后地基稳定性以及强度产生的影响。当施工现场混凝土材料使用时应当严格控制搅拌时间、配比等因素。

(五) 挤密桩位置放样

在灌注桩施工过程中, 需要对周围的建筑物进行仔细检查, 保证其与相邻建筑之间没有差额。同时要根据实际情况合理设置挤密桩。将砂层和土坯料直接混合在一起; 用钢管或木槌把轴线垂直地传递给中心线时, 应该先从中间向四周对称方向向上抛填成圆锥状; 在混凝土浇筑的过程中, 如果遇到施工地点比较复杂或者有较大位移等问题需要采用钢筋网进行覆盖处理。在灌注桩施工过程中, 要保证钢筋笼的位置不变, 并且把其与周围建筑之间保持一定距离。

根据施工现场的实际情况, 首先需要确定灌注桩位置, 其主要依据是: 孔径、埋深以及沉渣厚度等。布点: 根据设计图纸和施工方案, 可使用正三角形格式开展布点工作, 从而明确各个桩基的具体位置, 每一桩位之间间隔距离必须要在八米上下, 依据参照物来进行桩点的布置, 将纵轴设置为路线走向, 横轴作为路基横断面, 再对每一桩位实行编号, 然后开展室内测量试验工作。在进行具体操作时, 应该先将土体放置于桩中心线之上。然后再对其进行处理, 并设置好相应的标志牌和标记, 来保证后续工作不会出现错误; 最后, 把上述内容做好记录, 以便以后可以重复利用到下一个施工环节中, 也要做一些相关资料, 包括各种参数、数据及计算结果以及沉渣厚度等。在实际操作过程中, 要对挤密桩的位置进行合理定位, 并且保证其沉渣厚度和实际情况相符。

(六) 软土含水量测试

软土的含水量是指地基在一定时间内, 软土地基表面与地面之间出现了微裂隙。

一般认为, 当硬塑材料中存在大量空洞时或裂缝等缺陷时会发生渗漏; 若压实工艺不完善或者没有将其进行合理地处理会造成严重后果: 如泥浆流失、沙砾及黏土含量高而导致强度不足和桩长偏短的问题。在施工过程中, 对基坑开挖后, 进行桩基挤密土的质量控制, 通过试验确定了相应的施工工艺。软土地基的承载力测试: 在压实过程中应采用“单面+多孔”“双面+多点”或先不压固后均匀夯击法来测定地基沉降量和含水量。

(七) 合理选择夯实机械

为了保证地基的稳定, 应当选择机械夯实法, 其优点是操作简单、工作效率高以及施工质量好。但它也有着一些缺点: 如在进行回填土方处理时, 需要使用大

吨位的振动压路机和自卸式冲击压路机上运至地面; 由于采用了大量碎石等固体材料作为路基填充物, 导致夯锤过多过重会影响地基承载力; 机械击打容易使桩体产生裂痕, 从而降低工程质量、提高施工效率。为了避免发生机械击打, 应当选择复合材料夯实法, 这种方法可以使地基承载力提高。但在实际施工中也要注意以下问题: (1) 采用人工压路机进行填土处理时容易产生裂痕; 因为振动碾磨的过程中会有噪声和热效应等现象出现影响桩身稳定性及上部结构强度。所以施工人员必须严格控制机械击打次数、锤数以及夯实质量, 以保证工程质量达到设计要求。(2) 由于碎石材料的密度较大, 因此在施工中施工人员要控制好锤击次数和振幅; 振动碾磨过程中会产生大量噪声污染。所以对冲击压路机、冲击式路基搅拌机械以及自卸汽车等进行合理选择。(3) 施工过程中应根据工程要求选择合理的振动频率, 以保证在出现问题时及时处理。

(八) 填夯质量检测

采取随机抽样检查的方式来对填夯施工质量实行检查, 而且检查的数量不可低于桩孔总共数量的2%, 比较常用的几种检查方式有:

(1) 轻便触探检测法, 此种检测方式比较适合在桩孔夯实后一天内开展; (2) 小环刀深层取样检验法, 即使用洛阳铲子桩体中心位置进行铲孔, 从基础底面开始, 每间隔1—1.5米便使用附带长杆的小环刀分层将原状土样予以去除, 对其干容重与压实系数进行检测; (3) 开剖取样检验法, 主要是对桩体进行分层开剖取样检测, 每层厚度为1—1.5米, 且每层取样数量至少要为两个; (4) 夯击能量检验法, 若是检测结果显示存在20%未能满足要求, 就要立刻采取补救措施, 例如加桩或者是使用小桩管二次加密等方式^[5]。

结论: 综合上文所述, 我们可以看出随着当前我国经济实力的不断加强, 我国在进行公路的建设过程中所应用的技术得到了明显的改善, 当前所应用的灰土挤密桩施工技术有效的改善了在不同土质上公路建设的效率和质量, 使得我国公路建设的相关质量和准度都得到了有效的提高。从而间接保障了我国公路交通建设的稳定性和安全性, 进一步提高了我国的经济实力和综合国力。

参考文献

- [1] 李成. 灰土挤密桩技术在高速公路施工中的应用[J]. 工程机械与维修, 2022(05): 75-77.
- [2] 王艳林. 灰土挤密桩技术在高速公路施工中的应用[J]. 交通世界, 2022(Z1): 203-204.
- [3] 孟琦. 灰土挤密桩技术在高速公路施工中的应用[J]. 交通世界, 2021(29): 74-75.

作者简介: 于晓阳(1989-), 男, 研究生, 助理工程师, 道路桥梁方向。