

湿陷性黄土地基处理方法及工程应用探讨

王建刚

兰州新区职业教育园区建设投资发展有限公司 甘肃兰州 730000

摘要: 湿陷性黄土是指在上覆土层自重应力作用下, 或者在自重应力和附加应力共同作用下, 因浸水后土的结构破坏而发生显著附加变形的土, 它也是黄土的一种, 属于特殊土, 有些杂填土也具有湿陷性。其广泛分布于我国东北、西北、华中和华东部分地区的黄土多具湿陷性。在湿陷性黄土地基上进行工程建设时, 必须考虑因地基湿陷引起附加沉降对工程可能造成的危害, 选择适宜的地基处理方法, 因此本文主要研究探讨了湿陷性黄土地基的常规处理方法及其适用条件。

关键词: 湿陷性黄土; 处理方法; 适用条件

Treatment method and engineering application of collapsible loess foundation

Jiangang Wang

Lanzhou New Area Vocational Education Park Construction, Investment and Development Co., LTD

Abstract: collapsible loess refers to the soil under the action of the self-weight stress of the upper weight stress and the additional stress of the soil. It is also a kind of loess, which belongs to the special soil, and some mixed filling soil is also collapsible. The loess widely distributed in northeast China, northwest China, central China and east China is mostly collapsible. When conducting engineering construction on collapsible loess foundation, we must consider the possible harm of additional subsidence caused by foundation subsidence, and choose the appropriate foundation treatment method. Therefore, the conventional treatment method and applicable conditions of collapsible loess foundation are mainly discussed.

Keywords: collapsible loess; treatment method; applicable conditions

一、引言

湿陷性黄土地基的湿陷特性, 会对结构物带来不同程度的危害, 使结构物大幅度沉降、开裂、倾斜, 甚至严重影响其安全和使用。而目前我国湿陷性黄土地基处理方法还处于初级阶段, 本文将对湿陷性黄土地基处理方法及其适用范围进行研究讨论。

二、湿陷性黄土在物理力学性能指标上的特点

(一) 颗粒组成

1、我国湿陷性黄土的颗粒主要为粉土颗粒, 占总重量约50~70%, 而粉土颗粒中又以0.05~0.01mm的粗粉土颗粒为多, 占总重约40.60%, 小于0.005mm的粘土颗粒较少, 占总重约14.28%, 大于0.1mm的细砂颗粒占总重在5%以内, 基本上无大于0.25mm的中砂颗粒。由于湿陷性的土壤具有较好粘结作用, 所以在进行处理时可通过加入一定量钙质材料来提高抗压强度。颗粒组成的不同, 对湿陷性黄土地基材料所产生的影响也是不一

样。在实际处理中, 如果选择了粒径相同、形状相差较大或者形状差别大的细砂颗粒作为填料的话会导致水分流失严重。因此采用不同粒度和尺寸比密实易接近或大于均质时可以有效提高土体强度, 当粗颗粒之间空隙大小 $>0.05\text{mm}$ 时可使湿陷性黄土地基具有较好的抗压能力, 且能充分将水排出而不会产生渗漏现象。

2、由于颗粒的组成不同, 在湿陷性黄土地基处理中, 对其地基稳定性和强度要求也不尽相同。如果土层比较密实时就可以使用粉砂或者碎石来进行增强, 若是土壤较软则需要加入水泥等材料使之更加紧密结合从而达到更好地效果; 而对于室外基层来说最重要的是要选择合适的粘土、粗细沙以及含泥量不同的颗粒组成。

(二) 界限含水率

1、界限含水率是指黏性土从一个稠度状态过渡到另外一个稠度状态时的分界含水率, 也称稠度界限。它是为了确定粘性土由流动状态, 可塑状态和半固体状态、

固体状态相互转化时的分界含水率，它是土工试验中的粘性土基本指标之一。由于含水率不同，土体分别处于流动状态、可塑状态、半固体状态、固体状态。流动状态和可塑状态的分界含水率称为土的液限，可塑状态和半固体状态的分界含水率称为土的塑限。黄土的湿陷性主要是由于水文地质条件、气候因素等原因引起，在处理中应根据当地情况采取不同的措施，如果该地区有较高程度上含水量变化，则可以采用超前缓坡和固结灌浆处理法。

2、黄土在处理过程中，会发生含水率的变化，一般情况下都是通过湿陷性来体现。如果是含水量较大的话就需要将其进行压实，若是含有较多水分时或者有一定湿度的时候则可以使用干夯法对其进行压实处理。但是当我们选择了湿陷性土地基之后再考虑到的是土壤自身具有很高程度内涝以及渗透性能较弱等缺点，因此在实际操作过程中要根据具体情况来决定采取哪种土质作为地基基础。

（三）比重、容重及孔隙比

1、当黄土的比重较大时，容重和孔隙比会增大，在一定程度上增加了湿陷性地面承载能力，如果含水量比较低的话就需要进行渗滤处理。由于水文地质条件、施工方法及场地环境等因素影响下形成的空隙大小也不同，因此要根据现场情况确定最佳密实度值来满足工程要求。当砂土中含有大量细小颗粒时可以适当加高孔隙率，以减少水分蒸发和提高透气性，从而降低湿陷性地面承载力。

2、在不同的湿陷性黄土地基处理方法中，孔隙比和容重是影响其工程造价及施工难度最主要因素。由于细砂颗粒含水量高，且易受湿度、温度变化而改变，同时也会导致土体膨胀，因此为了降低成本并保证质量要求必须选择适量的湿陷性黄土材料对地基进行加固以防止产生沉降变形等情况。

（四）含水率和饱和度

1、含水率和饱和度是湿陷性黄土地基物理、化学性质的重要指标。一般情况下，土体中孔隙结构越稳定，抗压强度就越大，但当其超过一定值后将会发生渗流现象。如果土壤中有较多杂质或颗粒较大时（如粘土）则会导致渗透水量增加，而其中含有大量细小灰尘粒或者黏附在孔隙表面并使水滴聚集于毛细管的时候称为含水率偏大区（即土质吸力小于饱和度）。

2、含水率和饱和度的值越大，渗流损失就越严重，因此，在湿陷性黄土地基处理时应尽可能选择较少的细砂颗粒进行填充。由于水是流动中不可缺少的物质所以可以把它加入到细砂颗粒当中，但是如果使用了不均匀或者过于软化水泥材料而造成孔隙堵塞则会导致渗透坡过大从而使含水量逐渐增大；当水分进入到饱和度值大于10%时，渗流损失就会越大进而影响其稳定性和质量问题。

（五）压缩性

1、湿陷性黄土地基材料在一定程度上是有压缩性能的，由于土层性质、水文特性以及气候环境等因素，其压缩模量会随着时间变化而发生变化。所以，当含水量较低时（比如：30℃以下）可以使用软化或者硬塑状态下进行填充；当含水分含量比较高时（如砂质粘土和泥炭灰岩中）则需要加入大量热矿粉来提高湿陷性土的压缩性能。

2、湿陷性黄土地基具有非常高的压缩性能，在使用过程中，需要通过压片机对其进行压力加载，如果没有压实或者是压制量不够的话就会产生较大程度上水化作用。由于含水量较多而导致软土层和硬质粘土之间发生了相互作用力变大从而破坏地基结构使之变形进而造成地面坍塌等现象都属于湿陷性黄土地基压缩问题的范畴，在使用过程中，需要通过不同材料性质、强度进行选择与应用。

三、处理方法及适用条件

（一）垫层法

垫层法是在湿陷性黄土地基上进行的，它是通过在湿陷性黄土地基上铺设一定厚度的石灰或者石粉，然后再将其掺入到水泥砂中形成一层比较薄且稳定的基层。该方法一般适用于对渗透系数较大并且有一定程度孔隙分布、渗透性差或渗流作用下的边坡。采用垫层法时需要注意的是当垫层厚度达到了湿陷性黄土地基土料的抗压强度后，再进行地基处理。但是这种方法需要施工方进行现场勘查之后才能正式开始工程建设工作，而且因为该土质一般都是松散状、流动性较强并且具有不均匀沉降性等特点而被广泛采用在我国南方地区使用。

（二）强夯法

强夯法是利用高强度的材料，通过土体进行夯实，使地基承载力得到进一步提升，该方法在施工过程中需要对密实度和含水量做出合理控制。在实际施工过程中要严格控制好每一个环节，如果有部分土质比较弱、且存在较厚软夹层等特殊状况时可利用此方法对其加以解决；若部分土壤含水量高或含有湿陷性黄土地基本身具备较大湿陷度则可以使用强夯法来解决问题。这种方法适用于较厚、强度大且含水率高并且密实度较大和地基承载能力较强以及有特殊状况（如断裂带）或软弱夹层中形成等具有不同性质及特点的地面工程项目。

（三）挤密法

挤密法是指在湿陷性黄土地基上铺设碎石桩，将地基的基层与压实材料一起铺筑，在该方法下当土层处于较低或者比较高的状态时再进行填缝处理，这种方法可以有效地防止水灰比过大而造成地面出现开裂现象。由于在这种方法下进行施工时需要用到很多设备、泥土等材料，所以如果使用此方法的话会大大提高工作量和工

程费用，但是由于该技术具有操作简单方便、对场地要求不高以及可以重复利用等优点被广泛用于湿陷性黄土地基处理中去。

（四）预浸水法

预浸水法是将准备好的湿陷性黄土用石灰石粉或煤灰石等工业原料按比例加入到混合料中，在一定温度下，用水冲洗干净后进行压实。待混合物完全溶解之后再将其中含有的水分全部倒入填缝板上，然后利用搅拌机均匀加泥（约为1m左右）使其充分浸没水中形成一个个水孔即成了预浸水面，接着再用石灰和煤灰石等材料将预湿性黄土中的水分排出。该方法可以使土壤表面形成一层水泥膜层，在一定程度上能够起到防渗、保温效果，并且由于灰土本身具有较大强度和稳定性等特点使得其对地面沉降也有很好地控制作用，该方法适用于较平坦地区。

（五）桩基础

桩基础是在普通的地基上，通过钢筋或混凝土将上部荷载传递到土层中去的一种临时性结构。由于其具有一定强度和刚度等优点，常被用于处理湿陷性黄土地基。该方法可使沉降速率大大提高、避免因地面下沉而引起地基隆起变形，同时还可以减少对软土地基的扰动率及工后位移量，保证桩体与基础之间有足够的距离。在我国，桩基础的应用广泛，是一种比较常见且较为常用的地基处理方法，但是因为不同地区、地质条件以及气候环境等原因都会对其产生一定影响，如果采用这种方式进行设计施工的话就需要选择一些具有良好性能和承载能力较好的桩体。

四、湿陷性黄土地基处理的主要方法

（一）换土垫层法

换土垫层法是将土壤与不同性质混合均匀后加入石灰浆水拌匀以后直接分层铺摊到基层上形成一层很薄地软化底层，当达到一定厚度时就可以把湿陷性黄土地基表面作为一个过渡带来处理，这样做的好处在于施工工序简单方便快捷且易于操作。在进行施工时需要注意：对于那些比较复杂或者有一定深度要求且容易变形、并且易积水和渗水严重地区可以采用该方法；如果土壤中存在孔隙或裂缝，就不能使用换土垫层法。

（二）素土挤密桩法

素土挤密桩法是在复合地基处理中，将其作为一个独立的单元，然后对该部分进行加固，使之成为一种新形式、具有一定强度和刚度的压实混凝土，该法施工时可以根据实际情况选择适宜地粒径。该法具有设备简单、操作简便等特点，由于该方法可以有效地控制地面沉降速度以及工程造价较低且能保证城市建设与开发利益最大化而被广泛采用。素土挤密桩法适用于处理地下水位以上的粉土、黏性土、素填土、杂填土和湿陷性黄土等

地基，可处理地基的厚度宜为3~15m。当以消除地基土的湿陷性为主要目的时，可选用素土挤密桩法，当地基土的含水量大于24%、饱和度大于65%时，应通过试验确定其适用性。

（三）振冲碎石桩法

振冲碎石桩法是在湿陷性黄土地基上采用振动的方式来处理地基，通过对沉降时间和位移等进行控制，使其能够具有较好的承载能力。该法首先通过振动冲击锤产生激振效应和地震，利用静电搅拌机进行连续碾压后形成桩孔结构来增加抗震效果；然后在碎石中加入适量的石灰可以起到增强的目的，提高地基承载力及稳定性和强度。该施工技术具有成本低、效率高且工程量小等优点。其主要应用于黄土地基处理中，在我国已经得到了广泛应用：采用振动沉降法来提高地基土抗剪强度；通过振冲震动的方式增强桩身压缩性；使用碎石冲击成孔灌注桩方法对软硬粘土进行加固。

（四）深层搅拌桩法

在我国，该方法适用于湿陷性黄土地基处理，其原理是利用深层搅拌桩的机械作用将水泥砂浆与软化点作为地基基础承载能力来进行固结和加固处理，从而使沉降量减小、地基稳定系数提高以及增强了渗透变形等问题得到解决。这种方法主要用于砂层较低、地面没有积水或有孔洞存在时；土壤含水量高且不均匀导致软土地基上渗流压力大而产生坑外水现象；同时也适用于淤泥质土的加固过程中，因为它具有施工方便等优点被广泛使用在工程当中并取得良好效果。

五、总结

通过对不同湿陷性黄土地基处理方法的比较，并对比了每种方式在实际工程中应用效果，湿陷性黄土地基具有良好的渗流能力。湿陷性黄土地基处理方法采用了不同的材料，对其进行研究，最终得到了一种新的处理方案。通过该工程实例可以看出：在我国很多地区都存在一定程度上“山高水远、沟深”现象，从实际效果来看经过比较试验发现，在相同强度下土层可以达到较好地抗压和渗透性能等综合指标。

参考文献：

- [1]葛晓东.工程项目的湿陷性黄土地基处理[J].工程管理, 2022, 2(4): 12-13.
- [2]宋平平.湿陷性黄土地基处理方法的分析及在工程中的应用[J].建材发展导向, 2019, 17(4): 3.
- [3]吴爱平.湿陷性黄土地基湿陷机理及地基处理方法的探讨[J].砖瓦世界, 2019(14): 1.
- [4]朱志伟.湿陷性黄土地基处理方法及在工程项目中的应用研究[J].建材与装饰, 2018(49): 2.
- [5]赵谦.一种新的湿陷性黄土地基处理方法在工程上的应用[J].建筑工程技术与设计, 2018.