

软土地区路基设计和处理应注意的问题

文/王兵

软土具有含水量高、孔隙比大、渗透性小、压缩性高、抗剪强度低、触变性等不利的工程地质,因此在软土地区设计高等级公路,多年来一直是公路设计者的一个重大难题。软基上修建高等级公路,首先要进行正确的路线设计、路基设计及选择合理的处理方法。

软土地区路线设计

● 尽可能选择软土分布范围最窄、软土层最薄的地段通过。

● 尽量选择靠近山丘、地势较高以及取土条件较好的地段通过。

● 在宽阔的软土平原上,路线应尽量远离河流、渠道或湖塘。

● 路线沿古盆地或河谷软土地带进行时,应避免从中部通过。

● 在低缓丘陵地区,路线不宜通过封闭或半封闭洼地。

● 路线行经山间谷地软土时,应避免从基底横向坡度较陡处通过。

● 纵断面设计要综合考虑软土地基、地下水位、桥涵最小高度以及路基的极限高度,避免过高或过低的路基。

软土地区路基设计

● 路基在施工期间和使用期间应是稳定的,不能因填筑荷载、施工机械和交通荷载的作用而引起破坏,也不应给桥台、涵洞、挡土墙等构造物及沿线各种设施带来过大的变形。

● 为避免路基沉降造成涵洞、挡土墙等构造物变形破坏,应首先考虑提前填筑路基,在其充分沉降后再修筑构造物的方案。

● 为避免路面的变形破坏,以及连接桥梁、涵洞等构造物的引道路基产生不均匀沉降,高等级公路应严格控制在规定年限内的工后剩余沉降量。在高速公路上,对工后15~20年的剩余沉降量,通常采用如下标准:一般路段30cm,桥头10cm;过渡段沉降坡差小于2‰。

● 在软土层厚且沉降历时较长的地区及大范围的软土地区,有时很难使工后剩余沉降量控制在要求的范围内,或者虽能控制但极不经济,应考虑采用设置桥头搭板、铺筑临时性路面、加强养护的分期修建方案。

● 在有一定厚度硬壳层的软土地基上,不宜直接修筑填土高度小于2~2.5m的低路基。这种低路基在交通荷载作用下,可使路面发生较大的不均匀沉降,特别是当软土地基不均匀,重型车辆交通量较大时,更加明显。

● 为保证路基稳定或控制工后剩余沉降,需采取相应的处理措施。在选择处理措施时,应考虑地基条件、公路条件及施工条件,尤其要考虑处理措施的特点,对地基的适用性和效果,以确定符合要求的处理措施。

● 当软土地基比较复杂或工程规模很大、沉降控制的精度要求较高时,应考虑在正式施工之前,在现场修筑试验路基,并对其稳定和沉降情况进行观测,以便根据观测结果选择适当的处理措施或对原来的处理方案进行必要的修正。

软土地基处理的步骤

首先要搞清地基工程地质和水文地质条件,这是搞好设计、施工的基础。地基处理方案的确定一般按下列步骤进行。

● 搜集详细的工程地质、水文地质及地基基础的设计资料。如地形及地质成因、地基成层状况;软土层厚度、不均匀性和分布范围;持力层位置及状况;地下水情况及地基土的物理和力学性质。

● 根据地基处理的目的(如解决路基变形或稳定性问题)、使用要求(如工后沉降量及差异沉降量)、结构类型、荷载大小等,并结合地形地貌、地层结构、土质条件、地下水特征、周围环境和相邻建筑物等因素,初步选定几种可供参考的地基处理方案。

● 对初步选定的各种地基处理方案,分别从处理效果、材料来源、机具条件、施工进度、环境影响等方面进行认真的技术经济比较,根据安全可靠、施工方便、经济合理的原则选择最佳处理方案。

● 对已选定的地基处理方案,根据道路等级和场地复杂程度,可在有代表性的场地上进行相应的现场试验,通过试验检验设计参数和处理效果。若达不到设计要求时,应查找原因,采取措施或修改设计。试验工程的修筑也可为大规模施工积累经验,提供设计依据和控制指标。

地基处理方法和适用范围

高等级公路软土地基常用处理方法、加固原理和适用范围简述如下。

排水固结法(预压法)

在软土地基中设置竖向排水系统(如插置塑料排水板、袋装砂井或设置普通砂井)和水平向排水系统(砂垫层),在逐级填筑路基荷载作用下使地基土体排水固结,产生固结沉降使土体强度增长、地基承载力提高,并可有效减小工后沉降。若采用大于路基及工作荷载的预压荷载,则称为超载预压。超载预压可进一步减少工后沉降,并可减小次固结沉降。适用于软粘土、淤泥和淤泥质土地基。

强夯法

采用质量为10~40t的夯锤从高处自由落下,地基土在强夯的冲击力和振动力作用下振实、挤密,可提高地基承载力,减少沉降。适用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土、粘性土、湿陷性黄土、杂填土和素填土地基。

深层搅拌法

利用深层搅拌机将水泥或石灰和地基土原位搅拌,形成圆柱状、格栅状或连续墙水泥土增强体,即形成水泥土桩复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。深层搅拌法分喷浆搅拌法和喷粉搅拌法

两种,又称粉喷法、粉搅拌法。适用于淤泥、淤泥质土和含水量较高且地基承载力标准值不大于120kPa的粘性土、粉土等软土地基,用于处理泥炭土或具有侵蚀性的地下水,宜通过试验确定其适用性。

振冲置换法

利用振冲器在高压水流作用下边振边冲在地基中成孔,在孔内填入碎石、卵石等粗粒料且振密成碎石桩。碎石桩与桩间土形成复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。适用于不排水且抗剪强度不小于20kPa的粘性土、粉土、饱和黄土和人工填土地基。

沉管碎石桩法

采用沉管法在地基中成孔,在孔内填入碎石、卵石等粗粒料形成碎石桩。碎石桩与桩间土形成复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。适用于不排水且抗剪强度不小于20kPa的粘性土、粉土、饱和黄土和人工填土地基。

强夯置换法

边填碎石边强夯,在地基中形成碎石墩体,由碎石墩、墩间土以及碎石垫层形成复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。适用于人工填土、砂土、粘性土和黄土、淤泥和淤泥质土地基。

石灰桩法

通过机械或人工成孔,在软弱地基中填入生石灰块或生石灰掺合料,通过石灰的吸水膨胀、放热以及离子交换作用改善桩周土的物理力学性质,并形成石灰桩复合地基,以提高地基承载力,减小沉降。适用于杂填土、软粘土地基。

低强度混凝土桩复合地基法

在地基中设置低强度混凝土桩,与桩间土形成复合地基。适用于各类深厚软弱地基。

EPS超轻质料填土法

聚苯乙烯板块(EPS)容重只有土的1/50~1/100,并具有良好的强度和压缩性能,用于填料,可有效减小作用在地基上的荷载,需要时也可置换部分地基土,以达到更好的效果。适用于软弱地基。

加筋土法

在土体中埋置土工合成材料(土工

织物、土工格栅等)、金属板条等,形成加筋土垫层,增大压力扩散角,提高地基承载力,减小沉降。适用于各种软弱地基。

选择处理方法应考虑的条件

选择处理方法时,首先必须研究地基处治的理由、目的,然后考虑地基的性状、道路的标准、对周围环境的影响等,选择符合要求且最经济的方法。选择处理方法应考虑如下条件:

地基条件

应根据软土的物理力学性质和地基的构成情况,来选择合理的处理方法。如软土层浅而薄,则固结沉降量小,而且在短时间内能停止沉降,滑动破坏的危险性一般也很小,所以应用简单的表层处理法;对于薄层软土(3~4m以下)之间夹有可供排水的砂层(厚度大于5cm)时,经常不需采用竖向排水体法或挤实砂桩法,一般只采用表层处理法;对顶部有4m以上的砂层,下部为软土的情况,一般稳定不成问题,所以可采用竖直排水体法;对于基底倾斜的路基,软土层厚的一边沉降大,这个方向发生滑动的危险性也大,在这种地基上,不均匀沉降也会促进滑动,因此要尽可能减少沉降量,通常采用挤实砂桩法和石灰桩法,在软土层厚的一边,桩的间距密些;薄的一边稀疏,以使沉降均匀。

道路条件

道路等级越高,路面平整度要求也越高,对沉降处理措施要求越严格。对于路基与构造物连接的路段,剩余沉降有可能由于台后填土的纵向推力,致使桥台基础发生较大的位移甚至破坏桥台基础。因此,软土路基必须验算桥台的纵向稳定性,并采取加固措施。常用处理方法如下:

● 预压法。首先采用路基压重法,待地基强度提高后,再挖去路基,然后修筑桥台。

● 溜坡桥台。预先填筑护坡或压重路基,待路基稳定后,再在路基上修筑桥台。

● 减轻路基荷载。选用轻质路基或使用箱形涵洞和波纹管,减轻台背路基荷载,以减小桥台位移,同时减小路基沉

降量。

● 板桩法。在台背采用板承法,在支承板或摩擦桩上设置板,在板上修筑路基。

● 桥头搭板。为消除构造物与路基之间的错台,一般将搭板设置在路面铺砌层下面,如沉降量大,则板应设在更深的位置。

● 修补路面。如果出现错台,也可采用修补路面、纠正高差的方法。

施工条件

应考虑工期、材料、施工机械等情况。

周围环境

应考虑施工对周围环境的影响,如噪音、振动、地基的变化、地下水的变化、排出的泥水或使用的化学药剂对地下水的污染等。

结束语

软土地基处治的方法很多,各种方法都有它的适用范围。具体的工程地质条件千变万化,对地基处理的要求不尽一致,而且施工部门采用的机具、当地的材料都会不同,因此必须进行具体分析,从地基条件、处理要求、处理范围、工程进度、材料机具等方面进行综合考虑,以确定合适的处治方法。

软土地基处治的工程费用有时是十分昂贵的,且一旦选择方法错误,就达不到好的效果,因此进行综合考虑时必须注意尽力选择经济的方法。

在施工过程中,必须注意施工质量和处理效果的检验,以保证工程质量。在施工期内和施工完成后应按要求做好监测工作,并尽量采用可靠的手段来检验处理效果。

在开发、引用新的地基处理方法,或者对不同的处理方法作比较时,宜在大规模施工以前进行小型现场试验来检验可靠性,并获得必要的施工控制指标和施工经济指标。

本文作者系河北省交通勘察设计研究院工程师