

内,达到满足设计建筑物地基稳定、承载力及容许沉降的要求。我们通过工程实践,对塑料排水板的应用进行了探讨。

2 工程实例

2.1 地质情况

乍(浦)嘉(兴)苏(州)高速公路浙江段工程项目全长 53.832 km(含互通式立交匝道在内总长为 68.093 km),它是沪宁和沪杭两条高速公路的连接线,其走向呈“A”字形。高速公路所经区域,南临钱塘江河口杭州湾,北接太湖,在地貌上属于杭嘉湖平原区的冲海积和冲湖积两个亚区。沿线地质土层分布大致为:表部 0.70~4.00 m 为软~硬塑状亚粘土或粘土,系地表硬壳层,其下为流~软塑状淤泥质亚粘土,为本工程主要软土层,其厚度最小为 3 m,多数路段厚度<15 m,最厚处达 25.40 m;上中部为硬塑状亚粘土,局部粘土,厚薄不均,下中部为稍密~中密状亚砂土;下部为软~硬塑状亚粘土,局部夹亚砂土。

根据土工试验结果,主要软土层淤泥质亚粘土的物理力学指标为:天然含水量 38%~50%,孔隙比 1.02~1.25,压缩系数 1 MPa^{-1} 左右,压缩模量 2~3 MPa,快剪 C 值 7~24 kPa,快剪 ϕ 值 $1^\circ \sim 6^\circ$, $[\sigma_0] = 70 \sim 80 \text{ kPa}$, $\tau_i = 15 \sim 20 \text{ kPa}$ 。由于软土层含水量高,孔隙比大,压缩性大,强度低,物理力学性质很差,修建高速公路路堤势必发生路堤失稳滑坍和沉降变形,导致公路破坏,因此,必须进行加固处理。

2.2 设计要求

本工程全线均为软弱地基,需进行软基处理的里程达 41.49 km,占路基总长度的 73.10%。处理方法中采用塑料排水板处理的路段长度为 30.95 km,占软基处理里程的 74.60%,设计总根数为 66.33 万根,累计长度为 783.05 万 m。

塑料排水板设计平面以梅花形布置,横向布置至路堤坡脚外 1 m,板间距为 1.20~1.70 m,板深度为 5~25 m。塑料排水板采用两种规格,当设计深度<15 m 时,厚度为 4 mm,要求纵向通水量 $>30 \text{ cm}^3/\text{s}$;设计深度 $\geq 15 \text{ m}$ 时,厚度为 4.50 mm,要求纵向通水量 $>45 \text{ cm}^3/\text{s}$;宽度均为 100 mm,路堤砂砾垫层厚度为 50 cm,塑料排水板在砂砾垫层中的埋留长度应 $\geq 30 \text{ cm}$ 。塑料排水板芯板要求采用非再生的聚乙烯材料,滤膜采用粘合型涤纶无纺土工布。设计预压期一般为 10 个月(个别地段为 8 个月或 12 个月)。

2.3 施工

2.3.1 塑料排水板质量检验

塑料排水板材料的质量直接影响地基处理的效果,所以,必须经过严格检验,确认符合设计要求后方可使用,这是从源头把关。

采购塑料排水板应按设计要求进行。对塑料排水板的检查验收必须严格按照行业标准《塑料排水板质量检验标准》(JTJ/T257-96)执行,其中:外观质量检验主要为外形与断面尺寸、板芯、滤膜 3 项;性能指标检测主要为纵向通水量、复合体抗拉强度与延伸率、滤膜抗拉强度与延伸率、滤膜渗透系数、滤膜等效孔径等 5 项。

2.3.2 施工技术要点

施工工艺恰当与否,直接关系到塑料排水板的排水效果。本工程要求,施工前,施工单位必须编制施工组织设计,并进行塑料排水板打设试验,通过试验,调整好插板机的性能,确定合理的工艺程序,提出施工质量控制方法及注意事项,经监理工程师认可批准后方可实施。本工程的主要工艺程序如下:

1) 摊铺下层砂砾垫层:打设塑料排水板前,在整平的原地面上,先铺设 1/2 厚度的砂砾垫层,为打设塑料排水板提供较好的操作场地。

2) 定位:按测量放样的平面位置,将插板机就位,调整导架垂直度及深度标记,将套管对准桩位。

3) 穿靴:将塑料排水板从空心套管中穿入,将其端部穿过管靴,使塑料排水板与靴头连接贴紧固定,并使其在插入过程中能阻止土体进入套管。

4) 插入:启动卷扬机,将套管和塑料排水板振动插入土中,至设计深度后关机。

5) 提升:启动卷扬机,提升套管,由于土的挤压作用,管靴与塑料排水板一同留在土体中。套管提出地面后,剪断塑料排水板,插板机即可移位。

6) 摊铺上层砂砾垫层:一个区段的塑料排水板验收合格后,应及时用砂砾材料仔细填满打设时在板周围形成的孔洞,并尽快按设计要求摊铺好上层砂砾垫层,整平压实。

2.4 施工注意事项

塑料排水板的施工,除应严格按照行业标准《塑料排水板施工规程》(JTJ/T256-96)执行外,尚应重点注意以下事项:

1) 塑料排水板打设过程中,严禁出现扭结、断裂、撕破滤膜及污染等现象。

2) 施工中防止泥土、杂物等进入套管内,堵塞输

水通道,一旦发现须及时清除。

3) 打入地基的塑料排水板宜为整板,当进尺长度不够时,不允许使用搭接延续塑料排水板,以保证塑料排水板打设后的排水性能。

4) 当地质情况变化,无法按设计要求打设时,必须经现场监理人员认可同意后方可变更打设标高。

5) 塑料排水板的顶部应伸入砂砾垫层不小于 30 cm,使其与砂砾垫层贯通,保证排水畅通;并将其保护好,以防机械、车辆进出时受损,影响排水效果。

2.5 施工质量控制

目前,我国塑料排水板的施工常常出现层层分包现象,打设塑料排水板的施工队伍多为小型(个体)施工企业,施工机具无定型产品,多为改制的打设机械。因此,控制好施工质量至关重要,它是保证软基处理效果的关键环节。施工质量主要应从以下 3 项指标加以控制:

1) 平面位置

《塑料排水板施工规程》规定塑料排水板的平面位置允许偏差为 ± 10 cm。对平面位置的控制较为直观。施工前,应以路堤中心桩和边桩为基准,按设计要求进行测量放样,确定打设位置并标明显标记,要求板位偏差不宜大于 ± 3 cm,每个区段的塑料排水板总量应与设计要求数量相同,避免由于累计误差而减少行列数量,方能控制好平面位置。

2) 垂直度

《塑料排水板施工规程》规定塑料排水板的垂直度允许偏差为 $\pm 1.5\%$ 。施工中,主要依靠插板机的导架在打设过程始终与地面保持垂直来控制。插板机上应设置导架垂直度调正装置,保证插板机的平衡度和垂直度。并在施工过程中随时注意检查。

3) 打设标高

打设标高是施工质量控制中最难控制的重要指标。施工中对打设标高的控制,通常采用在套管上标定设计深度标记的方法,用以控制打设标高。但是,由于土质条件、施工机具、操作水平等多种因素的影响,施工中常因管靴脱落或因套管进泥,在提升套管时发生塑料排水板“回带”现象,致使打设标高达不到设计要求,给施工质量留下隐患。目前,在国内外的塑料排水板施工中都普遍存在不同程度的“回带”现象。为此《塑料排水板施工规程》规定打设时回带长度不得超过 50 cm,且回带的根数不宜超过打设总根数的 5%。但现行的检测方法是难以严格控制这些指标的,解决这道难题的途径是必须研制先进、有效、科学的检测手段

和施工技术,如研究开发适应不同土质的管靴,尽量减少施工中的回带现象;研究开发记录打设深度、根数、总延米数及回带情况的自动记录装置,才能确保控制施工质量。

3 加载预压控制标准

塑料排水板必须与加载预压相结合才能起到排水固结作用。高速公路软基处理的加载预压通常都是利用路堤荷载进行的,有欠载、等载、超载预压 3 种方式;经过足够时间的加载预压,地基沉降趋于稳定符合设计要求,方可进行路面结构层的施工。

本工程对路堤填筑施工、沉降与稳定监测制定了控制标准,采取了有效的施工措施,确保加载预压取得较好效果。

3.1 填筑速率控制

路堤填筑施工过程中,应严格控制填筑速率,以免由于加载过快而造成路堤失稳破坏。要求填土高度 < 3 m 时,按 1.5 m/月的填筑速率控制;填土高度 ≥ 3 m 时,按 1 m/月的填筑速率控制,即每填筑一层(0.25 m)间隔时间不得少于 7 d。同时,结合沉降速率控制。

3.2 地基变形控制

沉降速率和水平位移速率是地基变形反映的重要指标,其与填筑速率是相互关联的,填筑速率越快,则沉降速率和水平位移速率越大,越容易导致路堤失稳破坏,因此,必须同时结合起来控制。在施工实践中以控制沉降速率为主,水平位移速率为辅。要求沉降速率每天不大于 15 mm;水平位移速率,边桩控制在每天不大于 3 mm,测斜管最大位移点控制在每天不大于 5 mm。当发现沉降或水平位移突增或超过控制标准时,应加密测次,实行动态跟踪,分析原因,研究对策,迅速改变异常状况。必要时应采取减缓填筑速率甚至暂停填筑,待变位速率减小到控制标准以内才可继续填筑施工。

3.3 沉降稳定标准

设计预压期一般为 10 个月(个别地段 8 个月或 12 个月),这个时间实际上是个变数,应根据施工过程中实测的沉降情况进行调整,可以延长或缩短。如何证明路堤达到基本稳定?我们认为必须达到以下要求:① 按《公路软土地基路堤设计与施工技术规范》(JTJ017-96)规定,预压期不宜小于 6 个月;② 沉降速率连续 2 个月 ≤ 5 mm;③ 桥头路段地基固结度 $> 90\%$,一般路段地基固结度 $> 85\%$ 。若达到上述标准,

则说明预压期可满足设计要求,路堤沉降基本稳定,能进行路面结构层施工。

3.4 监测措施

路堤填筑施工过程中,必须进行沉降和稳定监测。本工程 9 个标段均设有监测组专项进行沉降观测。在施工期间,每填筑一层进行一次沉降观测,填筑间歇期间每 3 d 观测一次。路堤填筑完成后,预压期间,第 1 个月每隔 1 周观测一次,第 2 个月每隔 15 d 观测一次,从第 3 个月开始每隔 1 个月观测一次,直至预压期结束。通过监测措施,根据观测数据调整填筑速率,预测沉降趋势,确定预压卸载时间及路面结构层施工时间,确保路堤施工的安全和稳定。

4 处理效果

本工程在两年的路堤施工和预压过程中,基本达到了路堤稳定和安全,保证了工程质量符合规范要求,仅发生一处桥头由于填筑速率过快而导致路堤失稳滑坍的情况。全线共设置监测断面 416 个,截至预压期结束,符合控制标准要求的断面达到 83.30%,预压期结束距路面结构层动工尚有 2~3 个月时间,接着利用这段时间进行了路堤预抛高的施工,将进一步加速路堤的沉降和地基的固结,势必更好地达到处理效果,使路面工程竣工时的标高符合设计标高要求。

目前,由于路面结构层刚开始施工,需在一年半后建成通车。因此,我们的监测数据和分析研究仅是初步的。在路面结构层施工期间及建成通车后还将继续跟踪监测,以便总结完整的数据和研究成果,对塑料排水板法的处理效果得出较为完善、合理的认识。

5 结语

1) 本工程的实践表明,塑料排水板具有排水性能好、质量稳定、施工方便、工效高、费用低、对土层的扰

动少等优点,同时,塑料排水板又是工厂化生产,质量波动小,不易折断,故排水固结效果有保证。塑料排水板的技术经济效益是显著的,尤其是深层软基处理中效果更好,是一项具有发展前景的软基处理技术。

2) 塑料排水板施工系隐蔽工程,由于在施工中普遍存在不同程度的“回带”现象,致使打设标准很难控制,又缺乏科学的检测手段来监测。据研究资料介绍,近年我国有关科研部门已研制成功一种“智能型板长自动记录仪”,并在工程中应用,一改过去依靠人工操作的落后现状,使施工水平上了一个新的台阶。使用这种仪器,能在不改变现有施工机械、不增加施工难度的情况下,自动准确记录每根塑料排水板的实际打设长度,以及每天打设的根数和总用量;施工操作人员能通过仪器进行自检,也为监理人员的质量抽检及科学管理提供了有效的工具。为此,笔者建议,今后修改有关技术规范时,应明确规定在插板机上必须安装自动记录仪或其他可靠的检测控制仪器;或在修改之前,在工程招标文件中明确规定这一条款,凡具备此条件的施工单位方可进行塑料排水板的承包施工,以便确保工程质量。

3) 塑料排水板排水预压法也有其缺陷,即预压期时间较长,一般需 10~12 个月,这对施工工期较短的建设项目难以满足要求。为加快施工进度,同时又获得较好的加固处理效果,施工中加载预压不宜采用欠载方式(尤其是桥头路段),应尽量采用等载或超载预压,效果更好。同时,应研究有效的施工措施或新技术,使塑料排水板的应用不断改进和完善。

参考文献:

- [1] 交通部第一公路勘察设计院. 公路软土地基路堤设计与施工技术规范(JTJ017-96)[S]. 北京:人民交通出版社, 1997.
- [2] 第三届塑料板排水法加固软基技术研讨会论文集[C]. 南京:河海大学出版社, 1996.

祝广大作者、读者

新年快乐 万事如意!

本刊杂志社全体编辑