

降低塑料排水板回带率的解决措施

边超, 郭一夫, 刘振中

(天津深基工程有限公司)

摘要: 为有效解决排水板回带问题, 基于老旧塑料排水板打设设备现存的诸多问题, 开展了具有针对性的传统老旧设备施工工艺优化与改进。通过老旧排水板设备更换桩靴、增加自动冲水装置、进板口及板头锚固改造、改善承载条件和加强调平工艺等一系列措施, 有效解决了排水板回带、锚固不牢固、施工精度不高等问题。大幅提升了塑料排水板验收合格率, 降低返工率, 加快工程进度, 有力增强堆场稳定性, 为港口物流运输提供了保障。该工艺创新有效解决了老旧设备问题, 具有重要的实际应用价值, 可在类似工程中推广。

关键词: 塑料排水板; 验收合格率; 回带; 质量管控; 施工质量

0 引言

近年来, 随着城市规模不断扩大, 沿海城市在经济发展过程中, 多采用围海造陆的方式进行土地扩建。这种方法主要是利用疏浚航道淤积物填充海域, 形成建筑地基。然而, 这些建筑地基主要由淤泥与软黏土组成, 呈现出流塑状态, 含水量较高、强度较低。为了确保建筑安全且稳定, 必须对流塑状态的淤泥和软黏土进行加固处理。这种淤泥常常采用真空预压、堆载预压等排水固结法进行加固, 塑料排水板作为这些方法的竖向排水通道, 发挥了重要作用。然而, 塑料排水板打设过程中存在排水板回带、锚固不牢固、施工精度不高等问题, 影响了地基加固的质量。

国内众多学者针对这些问题展开了广泛研究。邱镇华等^[1]探讨了软土地基处理中塑料排水板法的具体运用, 分析了塑料排水板在不同软土地质条件下的适应性, 为工程实践中塑料排水板的选择与应用提供了参考。

但塑料排水板在软土地基处理中的应用仍存在一定局限性。现有研究多侧重单一施工问题的影响及解决措施, 缺乏对复杂地质条件下多种因素的深入分析。本文以盐城港滨海港区物流园基础设施工程地基处理项目为依托, 在充分借鉴学者们研究的基础上, 深入剖析造成塑料排水板回带的主要原因, 并制定针对性解决措施。通过实际应用, 有效提高验收合格率, 取得了良好效果。研究成果可为后续类似软基处理工程中塑料排水板施工提供极具价值的技术参考, 进一步完善塑料排水板在软土地基处理中的应用技术体系。

1 工程概况

盐城港滨海港区物流园基础设施工程地基处理工程场地位于盐城港滨海港区北区通用码头东北侧, 西侧紧临2号物流园, 东侧为1号物流园护岸结构。场地陆域为新近吹填形成, 地势较平坦, 钻孔处测得地面(泥面)高程为+5.9~+6.8 m。

对现场进行勘察后发现, 在此区域内土层的主要成分包含粉质黏土和淤泥等, 对地基没有特殊处理。海相沉积层是一个典型的层状, 包括①₁粉土、①₂粉土、②黏土、③₁粉土、③₂粉土等。地下水潜水稳定水位在+3.30~+5.67 m之间, 平均稳定水位+4.85 m。由于其土壤结构较厚、含水量较高、强度较差、土壤压缩性较高, 导致物流园的地基土壤存在诸多问题。

本工程采用排水板+堆载预压进行地基加固。排水板正方形布置, 其中区域一和区域三排水板间距为0.8 m, 区域二排水板间距为1 m, 打设深度9.85~12.85 m。施工中发现, 塑料排水板的验收合格率低, 仅为89.6%。为此展开研究, 分析原因并提出改进措施以提升验收合格率。

2 塑料排水板打设施工工艺

2.1 施工工艺流程

塑料排水板打设施工工艺为: 施工准备→对塑料排水板桩位场地测量放样→完成插板机组装并移机定位→借助导管将塑料排水板从桩靴穿出→进行排水板打设直至达到规定标高→上拔桩管→切割塑料排水板→对排水板桩孔回填并安装桩靴→移动插板机至下一根排水板施工位置→开展验收工作。

2.2 施工准备

场地整平清除地表垃圾等杂物,回填砂土碾压密实,其顶面形成向两侧 4%排水坡的三角形,其宽度不小于路堤坡脚外 1 m。

2.3 下层排水砂垫层铺设

场地整平后,砂垫层的填筑采用中粗砂。要求中粗砂渗透系数不小于 5×10^{-3} cm/s,并且含泥量须低于 5%,厚度以 0.3~0.6 m 为宜。

2.4 测量放样

为确保施工过程顺畅,避免插板机在打设作业时相互干扰,首先依据施工图纸精准计算打设区域的外边线坐标,据此对施工区域进行划分。然后使用全站仪进行测量放样,用白石灰粉标记出具体点位后,编制打设板位的编号以及板位的施工顺序。

2.5 插板机就位

插板机作业前,需调整套管长度与直径,校正导架垂直度。将排水板从空心套管穿入后,使插板机对中桩位。

2.6 塑料排水板打设

1) 安装桩靴

从插板机内置卷盘上拉出排水板,将其从导管顶部穿入,顺着导管从底部穿出,然后安装桩靴,使桩靴与塑料排水板下端牢固连接。之后将塑料排水板缓慢拔出。

2) 调整垂直度

调整插板机套管的垂直度,使其满足相关规范规定的要求,以保证排水板打设的垂直精度。

3) 标高控制

在打设套管设置明显的深度标记,以便直观掌握打设深度,从而精准控制施工深度。

4) 沉管插板

开动插板机,将沉管下沉至标识处,此时标志着沉管插板达到预定深度。

5) 提升套管

排水板插打至设计深度后,关闭振动器,使桩管停止下沉,进行拔管作业。为使排水板牢固锚定在孔底,避免拔管时带出排水板,开始拔管时速度需缓慢,拔管速度控制在 8 m/min 以内。在拔管过程中,若发现排水板被带出且长度超过 0.5 m 时,必须进行补打。

6) 剪断排水板

按照设计规范要求排水板的外露长度不得少

于 0.3 m。考虑到插板机提升速度较快,需使用锋利刀具迅速将排水板一次性割断。此外,排水板伸出孔口并伸入砂垫层内的长度同样不能小于 0.3 m,以确保排水板与砂垫层顺畅贯通。对于外露部分的排水板,做好妥善保护措施,避免其因遭受损坏或污染而影响排水效果。

7) 检查验收

严格按照质量标准对塑料排水板进行检查验收。发现不合格情况,在距不合格排水板位置 20 cm 处补打 1 块排水板。补打完成后进行复检,直到检验合格后,方可将插板机移动至下一板位继续施工。

3 塑料排水板回带原因分析

塑料排水板打设主要借助插板机施工。在塑料排水板打设过程中,插板机凭借配备了振动锤或者液压装置的钢制套管,针对预先已经标记好的插板孔位进行施工作业。排水板从套管内部穿行而过,并且和位于其端头的桩靴紧密连接在一起。在排水板打设过程中,当套管下沉到能够顶住桩靴时,便会将排水板插入到设计所要求的深度。在提升套管过程中,依靠排水板和土层之间产生的摩擦力将排水板留在土中。当套管从地面完全拔出后,将连续的排水板按照设计要求剪断,如此便完成一次塑料排水板打设操作流程。在实际排水板打设过程中,需要处理的土质状况往往比较复杂,容易出现回带现象,导致回带现象原因可归纳为以下 3 个方面。

1) 淤泥挤入插管内

传统插板机在施工中暴露出一系列问题。塑料板与桩靴连接不牢固以及桩靴密闭性欠佳,使得泥沙能够轻易进入空心套管,不仅造成堵塞,还引发排水板回带。其根源在于传统连接方式和桩靴设计无法有效应对复杂的施工环境,尤其是在面对不同地质条件时,其密封性不足的弊端愈发明显。

2) 排水板无法被土体夹住

套管上提过程因土体自身特性,无法夹紧排水板。当套管提升至特定高度时,该区域土体才会紧紧夹住排水板,致使部分排水板出现回带现象。另外,在借助振动锤促使套管施工下沉时,淤泥易从桩靴与套管之间的缝隙钻入套管内部,进而导致排水板被淤泥裹住,并且与套管的内壁粘连在一起。所以当套管提升时,套管壁对排水

板施加的上拉力大于排水板本身的重量和土体对其向下摩擦力之和, 致使排水板跟随套管一同被拔出, 进而出现回带现象。

3) 上层地质较软

将塑料排水板打设至设计深度后, 由于上层软土地基稳定性较低, 该土体存在含水量大、透水性差的特点, 进而导致整个地基处于不稳定的状态。在这样的情况下, 土体并不能对排水板形成有效的阻力。鉴于排水板自身的重量与其和土体间摩擦力之和小于套管在往上拔起过程中对排水板所施加的上拉力, 所以造成了排水板出现回带现象^[2]。

4 塑料排水板回带的解决措施

4.1 淤泥挤入插管内解决措施

全面更换所有老旧插板机、变形桩靴, 同时增加自动冲水装置(如图 1 所示), 从而解决传统桩靴连接不牢固和密闭性欠佳的问题, 从源头上防止泥沙进入空心套管, 为插板机的高效施工奠定坚实基础。

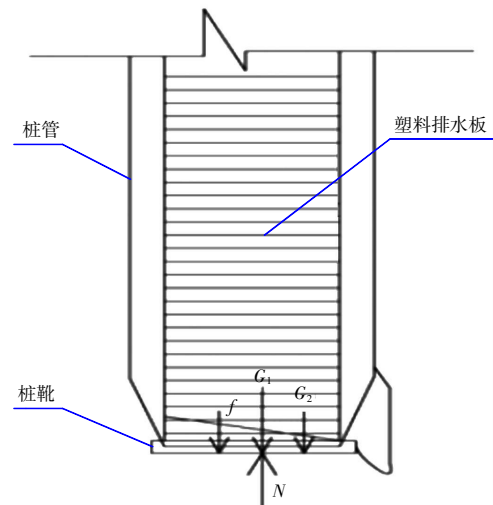


图 1 自动冲水装置图

自动冲水装置在插管沉设期间向插管内注水, 产生额外向下的作用力。其工作原理基于精准的力学计算, 通过公式 $G_1+G_2+f>N$ (式中: G_1 为插管内水的自重; G_2 为桩靴自重与排水板自重之和; f 为土体摩擦力; N 为插管上提时对排水板的摩阻力), 确保注水参数的合理性。不仅在塑料排水板重力方向上增加了力, 还能将挤入桩管内的淤泥排出, 从多个角度降低了排水板回带的风险。自动冲水装置的可调整性更是适应了不同地质条件和施工要求, 极大地拓宽了插板机的应用范围。

传统施工中, 排水板回带问题频繁出现, 导致施工进度受阻, 需要耗费大量时间和人力返工。通过更换桩靴和增加自动冲水装置, 从根本上解决了回带问题, 大大提高了施工效率, 节省了施工时间。

4.2 排水板无法被土体夹住解决措施

在塑料排水板施工中发现, 排水板无法被土体夹住是传统插板机在排水板进板口方面的问题导致的。排水板进板口阻力大, 拖慢了施工进度。在传统施工中, 排水板需要克服较大的阻力才能进入插板机, 增加了设备的负荷, 降低了设备的使用寿命。阻力大容易导致排水板受损, 影响其排水性能。排水板在经过进板口时, 由于受到较大的摩擦力, 容易出现磨损、断裂等问题, 从而降低了排水板的质量, 对工程的整体质量产生潜在威胁。

通过对滚轴结构进行改造, 以适应施工现场排水板形状与尺寸。该装置由 2 组滚轴组成, 可根据现场排水板厚度调节, 确保排水板进入插板机时保持稳定, 降低排水板打设晃动带来的阻力与损坏风险。新增回带观察传感器装置, 可实时监测排水板回带情况。传感器能精确测量排水板位移, 回带长度超设定值即发出信号, 提醒操作人员调整施工参数。此装置可显著减少回带现象, 提高施工质量、加快施工进度。配备强大数据处理系统能快速分析处理传感器采集的数据, 并以直观方式呈现结果, 为操作人员调整参数提供依据。例如, 检测到回带长度增加时, 系统可自动计算合适的插管上提速度与注水压力调整值, 操作人员按提示操作即可。滚轴结构改造及回带监测装置示意图见图 2。

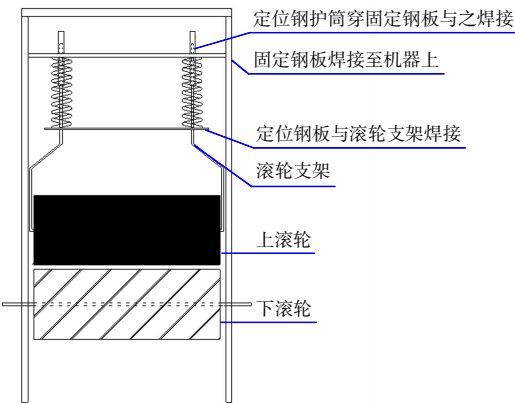


图 2 滚轴结构改造及回带监测装置示意图

此外, 传统的锚固销钉方式过于简单, 无法

提供与排水板之间所需的摩擦力,容易导致排水板出现回带现象。为有效解决这一技术难题,通过对传统锚固销钉进行改良,增加不规则的凸起、凹槽和花纹,成功研究出花式锚固销钉,如图 3 所示。花式锚固销钉可以增加与排水板以及土体的接触面积和摩擦力^[3]。为确保排水板与土体之间能够发挥良好的锚固作用,将钢丝绳两端弄乱,将排水板从插管底部拉出包裹住花式锚固销钉。当排水板裹住花式锚固销钉后,与下部土体的摩擦力大大增加。有助于在土体发生位移等情况时更好地固定排水板的位置,防止排水板被轻易拉出。同时,确保排水板在土体中的稳定性,提高排水板被土体夹住的成功率。

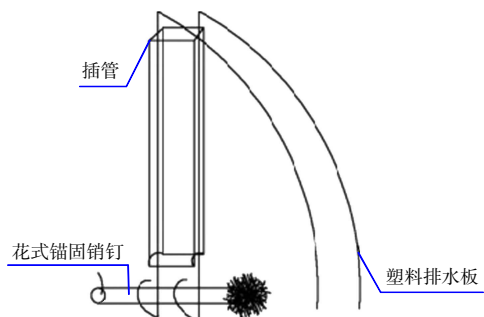


图 3 花式锚固销钉图

4.3 上层地质较软解决措施

在排水板施工中,插板机设备稳定运行对施工质量起着决定性作用。若遇到地质较软的情况,会导致插板机在轨道上行走时轨道下沉,对插板机的稳定性和打设精准度造成严重影响。为了解决这一难题,根据现场实际情况,对设计方案进行了优化,主要采取了以下措施:

1) 增加竹笆:因其具有较高的韧性,能使插板机在施工过程中承受一定重量和压力。同时加入土工布,土工布起到过滤隔离的作用,可以防止土体颗粒的流失,保证地基的稳定性。铺设竹笆及土工布速度快,能有效为插板机施工创造良好条件,无需复杂的设备及工艺。这种工艺成本低、材料来源广、经济效益好,铺设 2 层竹笆大幅度增加了上层地基的稳固性和耐久性,为插板机打设提供了有力保障。该过程使软基处理时间大大缩短,施工效率得到大幅度提高,从而保证了整个项目的工期。

2) 在插板机设备行走轨道下方增加枕木数量:枕木具有良好的弹性与承载能力,可有效分

散插板机自身重量,降低轨道下沉的可能性。同时,插板机自重较大,施工震动难以避免,过大震动会影响其稳定性与打设精准度,而枕木弹性可吸收部分震动能量,减少震动传递,保障插板机平稳作业。传统的工艺方法可能需要对软土地基进行大规模的加固处理,不但工艺复杂、费用高而且工期很长,而且效果不一定理想。而增加枕木这种方法工艺简单方便、针对性强,能直接解决插板机行走过程中存在的实际问题。

5 施工效果

在盐城港滨海港区物流园基础设施工程中,运用了上述一系列针对控制塑料排水板回带的有效措施,并对各个施工区域所打设的排水板质量展开检查。此次检查涵盖的排水板数量共计 1 500 根,经过严格检测评估后,其中合格的排水板数量达到了 1 454 个,不合格的则有 46 个。经计算可得,塑料排水板的合格率高达 96.9%,回带率为 3.1%。排水板出现回带情况的根数并没有超过所打设总根数的 5%,且回带长度均在 0~300 mm 以内,满足设计及规范要求。

6 结语

盐城港滨海港区物流园基础设施工程地基处理项目中,针对塑料排水板机械设备在施工过程中产生问题与土质较软情况,采取了有效的改进措施。针对机械设备问题,采取了更换桩靴并增加自动冲水装置、对进板口及板头进行锚固改造以及采用花式锚固销钉等措施;针对土质较软的状况,采取了增设竹笆层以及在轨道下增加枕木等措施,经实践验证切实可行。塑料排水板打设施工整体进度明显加快,各施工环节衔接更紧凑高效,有效缩短了塑料排水板打设工期,同时施工质量得以保障,打设深度偏差控制在 ± 5 cm 内、垂直度偏差不超过 1%,均达到优秀标准。

考虑项目所处环境和地质条件的复杂性,这些成果在设备优化、工艺调整和问题应对等方面具有重要参考价值,对于类似工程具有参考意义。

参考文献:

- [1] 邱镇华,岑钊,翁明智.减少塑料排水板回带率的研究[J].铁道建筑技术,2014(11):69-71,96.
- [2] 李鹏飞.软土地基处理中塑料排水板法的运用[J].中华民居,2012(3):70-71,65.
- [3] 李会胜,陈鼎.塑料排水板在水运工程中的应用[J].山西建筑,2013,39(20):225-226.