

废泥浆压滤固化再利用处理技术

严竣, 李兴华, 盛雅楠

(中交路桥华东工程有限公司, 上海市 200120)

摘要: 采用正反循环回旋钻技术成孔的桥梁钻孔灌注桩, 施工过程中会产生大量的废泥浆, 传统的处理方式如直接排放、就地填埋、集中外运等都会对环境造成极大影响, 选用废泥浆压滤固化再利用处理技术。从设备选型对比、压滤固化流程及再利用等方面进行分析后, 认为此工艺可以避免废泥浆采用传统方式处理对环境造成的污染及对土地资源的侵占, 并能降低工程成本, 提高了施工进度, 从而实现对桩基施工废泥浆的重复利用, 符合高质量绿色施工的理念。

关键词: 废泥浆; 压滤固化; 再处理; 绿色施工

中图分类号: TU993.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)03-0183-03

0 引言

软土地区一般采用正反循环回旋钻成孔工艺, 此方法需配备一定规模的泥浆池, 一般不小于桩孔体积的3倍, 泥浆经过多次重复使用后其性质逐渐变差, 不能使用时成为废弃泥浆, 弃浆属于胶体, 短期内稳定, 极易影响土壤环境、形成安全隐患^[1]。以往常用的针对废弃泥浆的处理方法主要有直接排放法、坑内密封法, 集中外运堆积法、固化法等^[2]。直接排放法操作简单, 将废泥浆排放至附近的水域网, 此种做法会对环境造成极大污染, 随着文明施工及环境保护要求的提高, 目前已很少使用^[3]。就地填埋法是将泥浆池中的泥浆直接回填素土, 此法一般用于山区项目, 对土地资源造成一定浪费。集中外运堆积法是将泥浆用运输车或运输船拉到指定位置堆积处理, 倒运成本高, 同时侵占了多余的土地资源, 泥浆中的有害成分可能造成环境的污染。

目前高质量绿色生态环保施工已成为行业发展趋势, 因此通过技术创新手段对资源回收利用势在必行, 本文对废泥浆采用压滤固化再利用处理, 以解决废泥浆对土壤环境质量及水域网造成污染的问题。

1 工程概况

某高速公路工程位于江苏中部长江南岸。项目主线全长5.2 km, 涉及两个互通区, 主线桥梁4座,

收稿日期: 2022-10-27

作者简介: 严竣(1995—), 男, 工学学士, 工程师, 从事公路桥梁施工工作。

匝道桥梁16座, 全线桩基734根, 均采用正反循环回旋钻成孔工艺, 施工过程中产生大量泥浆, 因临近长江, 无法采用传统解决方法, 故在项目中将废泥浆采用压滤固化再利用的技术进行处理。

2 设备选型

2.1 设备分类

滤机按组成滤室的过滤元件不同可分为板框式压滤机和厢式压滤机。厢式滤板和板框式滤板的比较见表1。

表1 滤板形式对比表

滤板形式	强度	操作便利性	进料孔设置
厢式滤板	滤板结构强度大, 过滤压力为2~2.8 MPa	卸料时只需拉动厢式滤板, 节省时间	进料口设于滤板中间, 孔径大不易堵塞
板框式滤板	滤板结构强度相对较小; 过滤压力为0.3~1.6 MPa	卸料需要繁琐过程, 时间为厢式滤板的2倍	进料口设于滤板上方, 孔径较厢式小, 过滤流程长, 易偏压损坏滤板

2.2 压滤机基本要求

(1) 设备使用前, 应进行空负荷运转, 时间半小时左右, 确保设备能够正常使用。

(2) 固化设备的主要参数为处理量, 固化设备额定处理量和理论生产率应在10~30 m³/h。

(3) 离压滤机搅拌主机的粉尘源头(即固化剂、外加剂、水泥等辅料经计量后投入搅拌机的进料口处)的下风口50 m、高1.7 m处的粉尘浓度不应大于10 mg/m³。对于全封闭的压滤机还应在主机上加装吸尘装置。

(4) 压滤机应配备残余物料清洗回收、污水处理等装置。

(5)压滤机应能同时具有手动和自动两种形式,产品检验项目及基本要求见表2。

表2 压滤机检验项目及要求

检验项目		基本要求
液压系统调试	空车运行	无漏油、无噪声
	压紧力	压紧板压紧时最高压力 22 MPa
	保压	压降速度 1 MPa/10 min
整机滤室密封性	滤板密封面间隙	压紧力 25 MPa 时小于 0.25 mm
	水压试验	压紧力 22 MPa, 打入 1.0 MPa 水压密封面无喷射现象,允许由于过滤介质的毛细作用而产生的渗漏现象
电控系统调试	手动控制系统	实现各手动按钮工作命令、按钮灵敏度
	自动保压系统	电接点压力表指针到上限自动停车,到下限时自动启泵
整套系统	噪声	无碰撞噪声

3 压滤法泥浆固化

3.1 压滤法泥浆固化程序

以厢式压滤机为例,其固化施工程序见图1。

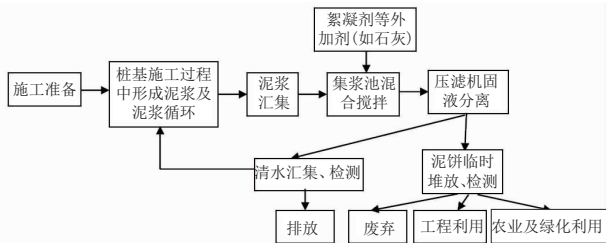


图1 压滤法泥浆固化程序图

3.2 施工准备

计算泥浆池体积,泥浆池按照2d完成的桩基成孔体积的3倍计算,再乘以充盈系数,一般砂性土取1.15,黏土取1.2,系数可适当放大,增加泥浆存储量,确保施工效率^[4]。

固化设备设置于泥浆池旁,并靠近支便道,方便设备及废泥浆固化后形成的泥饼转运。设备基础采用20 cm C20混凝土硬化处理。

根据施工现场的实际情况设计现场泥浆池平面布置。每个泥浆池分沉淀池、储浆池,在中间设泥浆通道。沉淀池与桩基钻孔用泥浆槽连接,泥浆在桩基钻孔与储浆池间循环。固化设备采用输送管将过滤产生的清水汇集至清水池,在固化设备旁设置泥饼坑。场地布置见图2。

厢式压滤机安装完成后应进行调试,保证运行正常。

3.3 泥浆制备

泥浆是桩孔施工中的冲刷液,主要作用是清洗孔底,携带钻渣平衡压力,护壁防塌孔,润滑和冷却

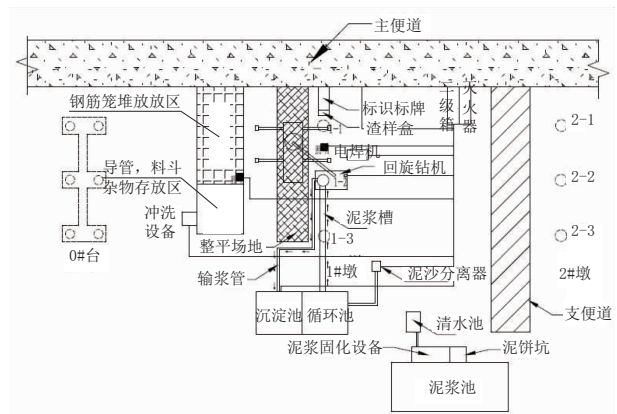


图2 施工场地平面布置图

钻头,根据本工程地质情况,使用原土造浆,在施工中根据实际情况配以优质黏土或膨润土。

在沉淀池泥浆达到一定厚度后,采用压滤设备固化处理。

3.4 集浆池混合搅拌

泥浆与外加剂在集浆池内充分融合。泥浆固化所用的外加剂为生石灰粉、聚丙烯酰胺、聚合氯化铝等材料^[5]。应根据固化泥浆量,在施工现场存储足够数量的外加剂以满足压滤施工进度要求。

3.5 厢式压滤机泥浆压榨

(1)进料压榨

泥浆与外加剂(生石灰、絮凝剂等)混合搅拌后,通过渣浆泵打入到压滤机中进行快速压榨,按不同型号的压滤机进行进料控制。厢式压滤机是由两块相同的滤板相合而成,进料孔放在滤板,利用滤布两边的压力差,迫使物料中绝大部分水分透过滤布流出机体外,而物料被阻隔在滤室内形成滤饼,以达到过滤目的。

(2)清水收集及泥饼清运

通过泥浆压榨,清水从滤板侧边水嘴流向设置好的水槽,水槽再外排至清水池。经压榨固化的泥饼通过人工控制按钮进行卸落。泥饼落入事先挖好的泥饼坑,定时清运。卸泥速度是保证压滤速度的关键。本项目采用1500型程控液压厢式压滤机,滤室数量124套,滤板125块(含头尾固定板),滤饼厚度30 mm,单次可处理24 m³泥浆,用时50 min,卸料产生泥饼体积约7.5 m³,以每块滤板6 s的速度松板卸泥,卸泥时间需要16 min。

3.6 泥饼及清水处理

通过挖机将泥饼装至运输车运至事先规划的指定地点,按施工方案的要求进行废弃或再利用。含有氢氧化钙的废水不能直接用于饮用或土壤农业灌溉

等,需经过药剂中和处理^[4],并检测合格后可按下文4.1节要求进行排放。多次循环的水应定期检测其水质,对于高碱含量的水,应稀释后才能循环施工。

4 废弃与再利用

4.1 水的排放与再利用

排入《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)^[6]中Ⅲ类及以上和《海水水质标准》(GB 3097—1997)中二类及以上海域的水,执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的一级排放标准,可就近经排水系统排放至附近河塘、河流或海域中。排入《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅳ类、Ⅴ类和《海水水质标准》(GB 3097—1997)中三类海域的水,执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的二级排放标准,可就近经排水系统排放至附近河塘、河流或海域中。排入到设置二级污水处理设施的城镇排水系统的污水,执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)中的三级排放标准,可直接排放到就近的城镇排水系统中。

如当地未设置二级污水处理设施,排入到附近排水系统的水应满足一级或二级排放标准。符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中水质要求的,可以用于施工用水或农业灌溉。絮凝剂含量较高的水,可以重复用于泥浆固化施工^[7]。

4.2 泥浆及固化物的废弃

少量未经处理的泥浆可以采用就地填充、掩埋和自然沉降等就地处理。就地处理的泥浆应不含有对土壤环境有害的污染物,泥浆就地处理深度不宜超过80 cm,并在处理界限处竖立明显标志。废弃的固化物应不含有对环境有害的污染物。固化物废弃前,应充分考虑对环境的影响并充分征求当地居民和政府主管部门的意见。固化物废弃后,宜进行表面绿化处理,可选择种草、植树等方式进行。

4.3 泥浆及固化物再利用

(1) 袋装充填

当固化物的塑性指数和含水率小于或略大于河塘清淤后基底原状土时,可采用编织袋装固化物后,手摆土袋进行河塘基底处理,手摆土袋处理的厚度不大于50 cm,并应采用木桩或钢筋固定防止土袋滑移。固化物装袋可用于施工临时筑坝工程、水利、水系改造加固工程以及防洪工程。当用于永久工程时,土袋质量需满足一定的耐久性要求。固化物装袋可用于非浸水重力式挡墙回填土的基底回填处理,也

可以用于非浸水混凝土轻型挡墙的填筑施工,用于这些部位的回填时,应做好孔隙填塞处理。

(2) 土基填筑

当固化物的土质为粉质土,不宜用于二级及以上公路的填筑施工。如果用于二级以上公路的填筑施工,应进行改良处理。固化物的土质具有膨胀性时,进行改良后可用于路基中部及以下部位填筑^[8]。固化物的最小承载比应用于路基填筑时,应满足表3的规定。

表3 固化物最小承载比 单位:%

填料应用部位(路面底面以下深度)/m	高速公路、二级 一级公路 公路 公路				
	上路床	0~0.3	8	6	5
下路床	轻、中及重交通	0.3~0.8	5	4	3
	特重、极重交通	0.3~1.2			
填方路基	上路堤	轻、中及重交通	0.8~1.5	4	3
	特重、极重交通	1.2~1.9			
下路堤	轻、中及重交通	>1.5	3	2	2
	特重、极重交通	>1.9			
零填及挖方路基	上路床	0~0.3	8	6	5

(3) 农业及绿化用土

当固化物拟用于农业用土时,应进行固化物重金属含量检测,检测方法按《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618—2018)中给定的方法执行。固化后的固化物对环境质量要求标准以重金属污染物镉、汞、砷、铅、铬在土中含量限值表示,见表4。当固化物中重金属含量不超过表4的控制限值时,固化物可用于农业耕种土。

表4 固化后固化物中重金属控制限值 单位:mg/kg

序号	污染物	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	1.5	2.0	3.0	4.0
2	汞	2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷	200	150	120	100
4	铅	400	500	700	1 000
5	铬	800	850	1 000	1 300

用于农业耕种土时,应按制定位置整平、粉碎,并应与现场水利及排水系统融合,做好排水、灌溉的基础设施完善工作。用于工程绿化用土时,宜进行固化物中重金属含量检测,当重金属含量超过表4限值且拟进行绿化的现场条件与当地水系贯通时,需进行重金属对水系环境影响评估。

(下转第189页)

为更细化确定盖梁张拉端侧面混凝土的应力情况,当边排钢束外边距 $b=292.5\text{ mm}$ (OVM 厂家建议值的 1.5 倍)时,加入考虑普通钢筋的影响(见图 14、图 15)。

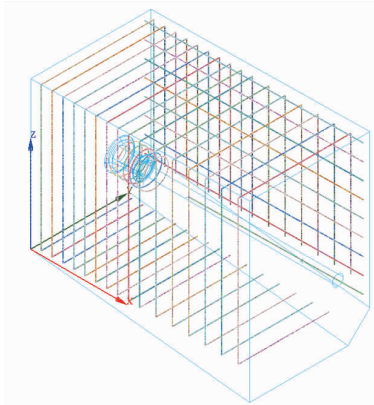


图 14 考虑箍筋和分布钢筋后盖梁计算模型

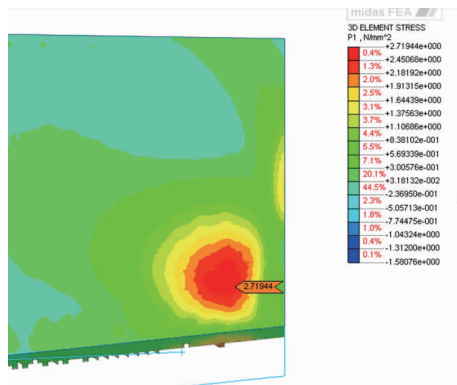


图 15 考虑普通钢筋后盖梁外侧面应力图

计算结果表明,此工况下盖梁张拉端侧面混凝土最大拉应力调整为 2.72 MPa,说明盖梁端部普通钢筋的布置能有效减少侧面混凝土拉应力。

综合可得,(1)钢束锚固端距离混凝土边缘距离越大越有利于梁端混凝土的抗裂;(2)盖梁端部普通

钢筋的布置对梁端混凝土抗裂有着重要影响。

5 结论与建议

对该工程剩余预应力盖梁的张拉施工进行了跟踪调查,结果显示盖梁张拉端均未再出现开裂现象。

为避免后续类似工程中出现同类型问题,建议细化预应力盖梁张拉端的设计细节,具体如下:

(1)建议近张拉端钢束线形设计为与盖梁端面垂直形式,以避免台阶状锚槽的开设,简化锚槽及锚下钢筋形式。

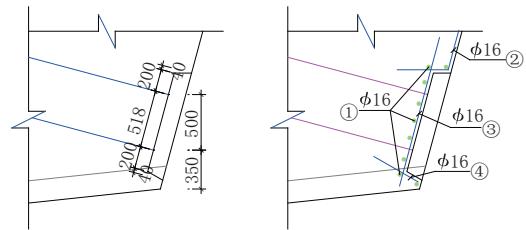


图 16 直线形锚槽示意图

(2)盖梁外侧边排钢束与盖梁边的距离根据张拉时混凝土的实际强度控制,并在 OVM 厂家建议值基础上适当加大富余量。

(3)明确盖梁主筋与张拉端锚具间的相互避让方式及主筋弯起形式,推荐按图 7 形式执行。

(4)明确锚具及锚下螺旋钢筋规格满足《公路桥梁预应力钢绞线用锚具、夹具和连接器》(JT/T 329—2010)要求。

参考文献:

- [1] 刘思维. 预应力混凝土盖梁端部裂缝成因分析[J]. 城市道桥与防洪, 2014(6): 142-144.
- [2] JTG 3362—2018, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] 李国平. 预应力混凝土结构设计原理[M]. 北京: 人民交通出版, 2002.

参考文献:

- [1] 马娟, 屈撑囤, 李珊, 等. 废弃泥浆无害化处理的研究与展望[J]. 辽宁化工, 2014, 43(9): 1190-1192.
- [2] 王文丽. 废泥浆固化技术在公路工程的应用[J]. 交通世界, 2021(7): 67-68.
- [3] 吴尚东, 陈权盛, 吴鸿, 等. 废弃泥浆的固化处理及路用性能研究[J]. 公路交通技术, 2021, 37(4): 70-75.
- [4] 周莉, 闫相明, 周星中. 应用厢式压滤机进行桩基废弃泥浆固化处理[J]. 建筑施工, 2021, 43(4): 668-670.
- [5] 韩永利. 泥浆固化处理技术在桥梁桩基施工中的应用[J]. 交通世界, 2019(23): 145-146.
- [6] GB 3838—2002, 地表水环境质量标准[S].
- [7] 平洋, 油新华, 马庆松, 等. 工程废弃泥浆快速无害化处理研究[J]. 施工技术, 2020, 49(7): 114-116.
- [8] 吴鸿. 公路工程施工废弃泥浆的无机固化处理与资源化利用技术研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.

(上接第 185 页)

5 结语

本文对桥梁桩基施工过程中的废泥浆压滤固化再利用处理技术做了详细阐述,项目选用 1500 型程控液厢式压滤机对废泥浆进行处理,经过压滤机压榨,分离出的清水和泥饼分别处理回收利用,清水经处理检测合格后直接排入当地河塘,泥饼经处理检测合格后用于互通三角区内做种植土。

此技术对工程的施工质量、节能减排、成本节约、环境保护等带来了显著效果。压滤泥浆固化再处理应用前景广阔,在实际工程中的应用将得到进一步推广。