

深基坑局部桩间出现流砂处理技术

李雪齐 王佳乐

北京市机械施工有限公司, 北京 100045

[摘要] 在一些深基坑施工过程中, 常会遇到流砂问题出现, 造成支护边坡局部出现孔洞, 严重情况还可能造成基坑周边地面塌陷、支护结构坍塌、周边建筑物倾斜等事故。文章针对北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心(指廊)工程在深基坑桩间支护施工过程中遇到的桩间流砂问题以及所采取的处理措施进行了总结。

[关键词] 深基坑; 桩间流砂处理; 新机场

Treatment Technology of flowing Sand between Local piles in Deep Foundation Pit

LI Xueqi, WANG Jiale

Beijing Machinery Construction Co., Ltd., Beijing, China 100045

Abstract: During the construction of some deep foundation pit, the problem of flow sand is often encountered, which causes the local occurrence of holes in the supporting side slope, which can also cause the ground collapse of the foundation pit, the collapse of the supporting structure and the inclination of the surrounding buildings. In this paper, the problems of inter-pile sand-flow encountered during the construction of deep foundation pit and the treatment measures taken are summarized in this paper.

Keywords: Deep Foundation Pit; Sand treatment between piles; New Airport

1 工程概况

北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心工程, 该工程位于永定河北岸, 北京市大兴区榆垓镇、礼贤镇和河北省廊坊市广阳区之间。航站楼中南指廊下方有3条轨道交通穿越, 轨道交通基坑深度为18.95米, 采用“上部放坡+下部护坡桩+预应力锚杆”支护结构, 护坡桩桩间采用编钢筋网喷射混凝土的支护形式。

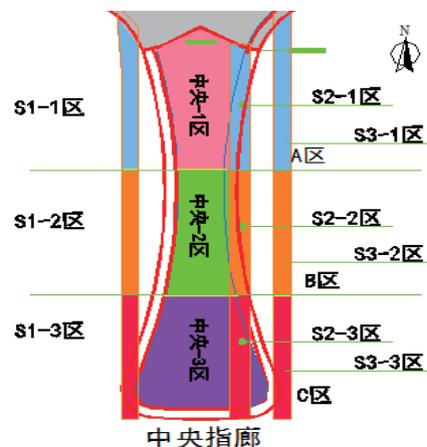


图1: 中南指廊与轨道交通施工区划分平面图

2 工程地质情况

2.1 地形地貌

工程位于永定河冲洪积扇扇缘地带, 区内地形地貌较简单, 主要为冲积、洪积平原。总体地形开阔, 地势较平坦, 地面标高21.00~23.00m左右(正负零24.55, 北京独立标高)。

2.2 地层情况

基坑开槽范围土层主要为: 粘粉-砂粉填土①层、粉砂-砂粉②层、粘粉②1层、砂粉②3层、有机质-泥炭质黏土-重粉粘③层、粉砂-细砂③2层、粘粉-砂粉④层、重粉粘-粘粉④1层、细砂④2层、细砂-粉砂⑤层、

粉粘 - 重粉粘⑥层。桩身穿越砂层厚度合计约 10.1m。

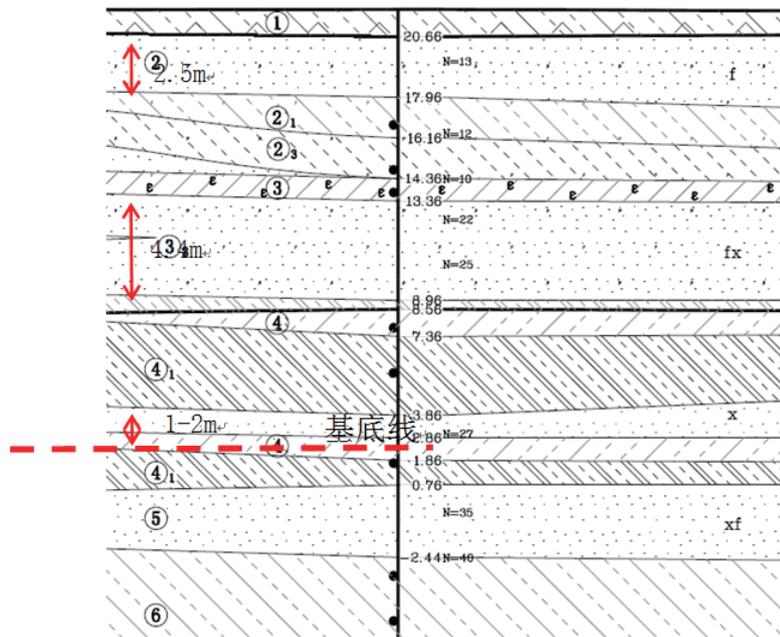


图2: 典型地质断面

2.3 水文地质情况

地下水类型	描述	静水位标高 (m)	水位埋深 (m)
上层滞水①	其含水层主要为粘质粉土-砂质粉土③ ₁ 层、粉砂-细砂③ ₂ 层透水性一般	10.52~11.42	11.13~12.03
层间潜水②	其含水层主要为细砂④ ₂ 层及细砂-粉砂⑤层,透水性较好	3.22~8.8	13.75~19.33
承压水③ ₁	含水层主要为细砂-粉砂⑥ ₃ 层及细砂-中砂⑦层,透水性较好	4.79~6.83	15.72~17.76

表1: 地下水分布情况表

根据勘探报告,场区分布 3 层地下水,分别为上层滞水①、层间潜水②和承压水③。

3 设计阶段思路

3.1 基坑支护设计阶段

根据地质工程勘察报告上所显示的情况,在基坑开挖深度范围内存在砂质土层并含有丰富的地下水,基坑需经过一个雨季和一个冬季,传统的桩间挂钢板网的支护不能满足工程的需要。

(1) 鉴于上述情况,设计时将传统的钢板网替换成 $\Phi 6.5@200 \times 200$ 钢筋网,钢筋网用 $\Phi 16$ 的“T”型钉固定在坡面土体上。

(2) 设置 $\Phi 16$ 横向和纵向压筋,纵向压筋在横向压筋内侧。横向压筋固定:锚筋锚入护坡桩不小于 100mm,固定在护坡桩上,并与纵向压筋焊接。横向加强筋竖向间距 0.2m,确保牢固。

(3) 若采用膨胀螺栓植入护坡桩方法,则需保证横筋与螺栓的焊接长度(长度不小于 3cm,双面搭接焊)及焊接质量。

(4) 最后在面层编网喷射 C20 碎石混凝土,厚度约为 60mm,水泥原材为 P.O.42.5 水泥,并掺入速凝剂。

(5) 支护桩桩间渗水严重部位,桩间设置排水管,将桩体背后渗水引流至集水坑中。

4 施工中出现流砂的情况

该工程中施工中遇到的流砂总体来说分为三种情况:

(1) 开挖过程中遇到上层滞水和层间潜水的流砂。

(2) 开挖过程中遇到承压水层的流砂。

(3) 由于 2016 年 7 月 20 日的特大暴雨,至基坑隧道被大雨浸泡,深基坑桩间未完成喷射混凝土部位,被大雨浸泡后,积水抽去,细砂粉砂层产生的流砂。

5 施工过程中流砂的处理

5.1 上层滞水和层间潜水引起的流砂处理

很多工程在支护过程中都会遇到上层滞水和层间潜水引起的流砂情况，这种流砂相比承压水引起的流砂问题处理难度低。处理措施及方法如下：

(1) 根据施工进度总体要求，根据人员的数量及施工效率划分施工段，合理的安排桩间护班组作业人员，保证开挖出的工作面随挖随护，减少裸露时间。

(2) 开挖技巧，在这种流砂稍慢的情况下，机械开挖的高度竖向一般控制在 1.5 米左右。开挖长度不宜过大，确保施工人员能快速的完成。

(3) 对上层滞水和层间潜水的封堵与引流，可用洛阳铲在含水层位置打孔，在引流管(例塑料管)预埋部位钻眼，用细纱布将预埋部位缠好，插入用洛阳铲成型的孔中，起到阻砂导水的作用，防止流砂流动继续扩大。再用编织袋装土，封堵已扩大的孔洞。

(4) 在混凝土面层预拌料中加入适量的速凝剂，以加快混凝土的凝固。



图3 滞水及潜水流砂处理实景图

5.2 承压水引起的流砂处理

(1) 该工程基坑底部施工过程中遇到③层承压水层，虽然周边进行了管井抽排，但对本层水效果不明显。这种情况比较棘手，基本是机械一开挖流砂就会很快从桩间坍塌下来。在施工过程中，首要的先检查降水井的工作状态，水位的具体情况。

(2) 在开挖时，采取了减小竖向开挖分层措施，每层的开挖深度不宜超过 0.5 米，具体高度可根据现场试挖情况确定。开挖预留明沟排水沟，并辅助管井减压。

(3) 之后用导水管加编织袋装土封堵，桩间放裁剪合适的三合板打孔，用膨胀螺栓加钢筋焊接形成固定面。之后快速的喷射混凝土。首次有可能无法形成完整的护坡面，需多次补喷。



图4：承压水层流砂处理实景图

5.3 暴雨浸泡后的深基坑桩间流砂处理

(1) 被大雨浸泡后，因雨量大浸泡时间长，积水抽排后易出现大量的流砂与桩间脱落的现象。首先处理过程

与前述流程相似。雨后脱落面积较大时，考虑桩间脱落后土体的稳固性，在用编织袋填堵的过程中，预埋压浆管，管头打孔处理用胶带封孔。待封堵完成后用水泥浆注浆加固。

(2) 尚有另一种情况，桩间因小面积且持续性时间较长不易被发现的流砂，会形成桩间支护外表完整，用工具敲击会发现后面实则已形成空洞的情况。这种情况也需引起重视，必须在较高一些的位置开辟洞口，向内分层填筑土方或砂石料，并分层注浆，以避免内部塌方面积扩大到地表，造成安全隐患。这种情况务必要严格控制填充分层厚度及天成速度，建议按照每天 1-2m 控制，防止填充过快，填料未凝结自稳定，反而增加面层荷载造成，面层坍塌。



图5：大雨浸泡破坏后实景图



图6：大雨浸泡破坏后实景图

5.4 支护桩桩间渗水严重，桩间及桩后土体大面积脱落的情况

(1) 将桩间土方做人工处理，掏土成弧形；

(2) 用装土的编织袋或草袋紧密堆放，填充于弧形桩间；

(3) 桩体做 20mm 左右的钻孔，其深度约为 80mm，上下间距为 300mm，再将 $\Phi 16$ 钢筋插入钻孔中，使得其与桩体、编织袋成为一体，钻孔抹灰封闭；

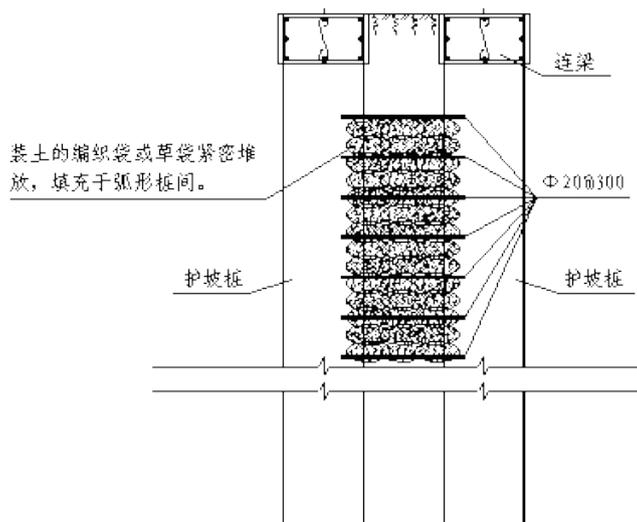


图7：桩间渗水处理措施立面示意图

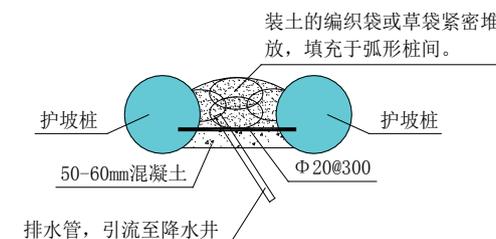


图8：桩间渗水处理措施剖面示意图

(4) 在桩间渗水部位插入排水管, 将渗水流引入集水坑中, 再将其排到基坑外;

(5) 最后在面层编网喷射混凝土(混凝土为 C20 碎石混凝土, 厚度约为 60mm。若后期在非排水管的部位出现微量渗水时, 对渗水部位采取人工抹灰。

5.5 桩间、桩背后发生流砂、流土, 坑周地面开裂塌陷的情况

(1) 桩顶卸载措施, 卸载范围: 桩顶往西 25m, 南北向 20m, 标高为桩顶以上。

(2) 采取桩间加挡土板, 水平方向留置注浆管, 注浆管插入土体不小于 1.0m ($\Phi 48$ 钢管, 插入土体部位设置出浆孔)。注浆管水平间距为 0.5m, 竖向间距为每层混凝土浇筑高度。

(3) 运用混凝土泵车进行灌注, 需泵车将泵送管下放到踏孔位置, 由上部孔洞部位向内浇筑 C15 混凝土(添加早强剂, 坍落度要求不小于 220mm), 混凝土应分层浇筑, 每层浇筑高度不应大于 2.0m, 浇筑过程中加强对锚杆自由段的保护, 并随时观测周边情况。

(4) 上部孔洞填充密实后, 进行注浆管注浆工作, 采用 P. O. 42.5 水泥并掺入灌浆料。

6 结束语

通过北京新机场指廊工程中针对流砂问题的处理, 有以下几点体会:

(1) 流砂问题一定要防微杜渐, 发现小苗头后第一时间要进行堵砂疏水, 防止流砂越冲越大, 处理难度增大。

(2) 要合理的根据施工工期来安排施工人员各道工序必须紧密衔接。控制支护面开挖分层分段非常重要。应尽可能的合理安排作业分段, 使得工作面与作业人员相匹配, 做到随挖随护, 减少支护面裸露时间。遇到流砂情况, 不能盲目追求施工速度要及时处理, 以免造成更大的损失与安全隐患。

(3) 严格控制降水设施施工质量及过程运行监控, 从源头减少流砂问题。

(4) 务必做好雨季施工充分的准备工作。雨季施工应要提前关注天气变化, 对于暴雨等极端天气常发时期, 应提前在基坑内挖设集水坑, 下放水泵, 减少现场积水。

[参考文献]

[1] 徐凤昌, 董锋, 陈洪泳. 深基坑施工渗水、流砂等病害分析和处理[J]. 上海国土资源, 2007, 28(1): 33-35.

[2] 汪仕旭, 杨雪强. 土钉与钢管桩在深基坑处理流砂中的应用[J]. 土工基础, 2011, 25(5): 4-7.

[3] 张凯, 冯科明. 某基坑出现流砂局部失稳原因分析及处置[J]. 岩土工程技术, 2017, 31(2): 105-108.

[4] 李会涛. 深基坑围护桩间漏水原因分析及处理措施[J]. 科技信息, 2013(23): 346-346.

[5] 彭典华, 胡励耘. 浅谈基坑隔水帷幕设计及帷幕漏水流砂处理技术[J]. 广东土木与建筑, 2009(11): 6-8.

[6] 王煜娇. 人工挖孔桩施工技术及施工中几个特殊问题的技术处理[J]. 科技资讯, 2006(14): 56-57.

作者简介: 李雪齐(1989-), 毕业学校: 中国地质大学; 现就职于北京市机械施工有限公司任技术员。王佳乐(1978-), 毕业学校: 北京广播电视大学; 现就职于北京市机械施工有限公司任项目经理。