

# 成都铁路枢纽北环上行线滑坡治理

成都铁路枢纽工程指挥部 李勤良 向 焰  
成都铁路局工程管理中心 赖均伟

【摘 要】 本文介绍了成都铁路枢纽北环上行线工程滑坡产生的原因、治理方案的确定、施工方案的选择,以及施工有关问题,并谈了几点认识体会,供今后工程规划、设计、施工参考。

【关键词】 滑坡 圆形抗滑桩 治理

## 1 工程概况

成都铁路枢纽新建北环上行线 BDK334+700~+790 段为从预留接点处牵出部分,左侧与北环下行线及达成下行线并行,线间距仅 4m。北环下行线与达成下行线均为电气化运营线,行车密度大;线路两侧设有接触网软横跨杆座,施工安全压力大,见图 1。

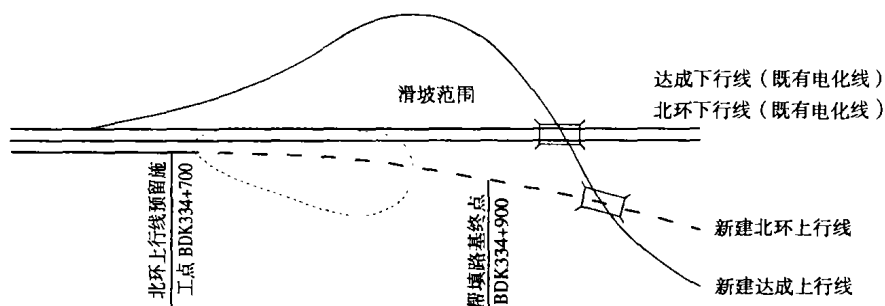


图 1 北环滑坡段平面示意

新建北环上行线 BDK334+700~+790 段原设计为帮填路堤,填方高达 12m,右设 3m 高路肩墙,墙基座落在既有路堤边坡上。在施工挡土墙时,因基底承载力不足,变更为 L 型钢筋混凝土挡土墙;基底承载力仍达不到设计要求,又变更为 4m 高混凝土坡脚挡土墙;施工时检查墙的基底承载力、结构尺寸及混凝土强度均满足设计要求。挡土墙于 2004 年 6 月下旬施工完毕,7 月初开始填筑路基,7 月 18 日凌晨 4 时,当路堤填筑至路肩下 1.5m 时突然发生滑坡,填土下沉向外滑移,挡土墙向外推移,并从中间沿竖向折断破坏,原水沟外挤,既有线涵洞开裂,田地隆起。经过分析研究,采用圆形抗滑桩有效地治理了滑坡。

## 2 产生滑坡的原因

### 2.1 地质情况

本段路堤位于微丘槽谷地带,地表为水田,地层从上至下依次为人工填筑土  $Q_4^{nl}$  (1~12m)、 $Q_4^{del}$  黏土 (3~7m)、 $Q_4^{al+pl}$  粉砂 (2~2.5m)、 $Q_2^{gl+al}$  卵石土 (2~6m),最下层为  $J_2$  泥岩夹砂岩,见图 3。

## 2.2 滑坡体组成

滑坡体主要由人工填筑土与黏土组成,土质不均。

## 2.3 滑坡产生的主要原因

该段路基下有一约2.5m厚软塑状含水饱和的黏土软弱层是产生滑坡的主要内因。根据滑坡发生后的钻探资料分析,该段原地表为 $Q_4^{del}$ 黏土,表层为硬壳层,呈硬塑状,下层呈流塑状;该处雨季地下水位升高,使土体的抗剪强度降低,这也是促使滑坡发生的因素之一。在既有路堤边坡上帮填加载是产生滑坡的直接外因。由于新建路堤帮填高度大,随着帮填荷载逐渐增大,地基中的软黏土产生排水固结,使路堤基底产生不均匀沉降,致使既有路堤纵向开裂;另外还由于填筑速度太快,地基中软黏土的固结度不足,在填土压应力 $\sigma_1$ 的作用下产生的侧向应力 $\sigma_3$ ,把软黏土向侧面挤出,致使地基土产生侧向滑动;当路堤开裂和地基滑动相结合形成贯通的滑动面后,便产生了本滑坡。

## 3 治理方案的确定

由于滑坡处于平原微丘地带,汇水面广,无法引排疏干地下水,土质改良工程量也大,而相对来讲抗滑桩具有对原有路堤扰动性小、可靠性高、适应性强、圬工量少、布置灵活等特点,故决定采用抗滑桩治理滑坡。但若采用矩形抗滑桩,则只能用人挖孔。而滑坡地段地下水位高,人工挖孔无法实施,故矩形桩方案不可行,只有采用圆形抗滑桩,用钻孔机械按钻孔灌注桩工艺施工,桩身截面钢筋布置见图2。

主要工程措施:在BDK334+697~+775段路堤坡脚设圆形抗滑桩27根,桩间距3m,直径1.5m,桩长18、19、20m不等,桩底嵌入泥岩不少于4m;路堤边坡坡面设浆砌片石骨架护坡,骨架内喷播植草防护,坡脚设排水沟截排地表水,填筑路堤边坡时分层铺设双向土工格栅加固路基,桩顶设4m宽平台及横向排水坡,桩顶以上填土重新翻挖填筑夯实,见图3。

## 4 施工方案的选择

圆形抗滑桩具有地质复杂、钢筋数量多、布筋不均匀、侧向受力等特点,有一定的施工难度,选择施工方案一定要慎重考虑。根据地质情况,可采用冲击钻机、旋转钻机或旋挖钻机施工。

若采用冲击或旋转钻机配合施工,需埋设钢护筒深10m以上,只能采用护筒跟进法施工或双层钢护筒,桩孔要穿过砂层及软弱黏土层,容易出现坍孔、断桩、缩径事故,成孔风险较大,并且要加工卷制钢护筒,钢材用量大;同时受工期控制,一般情况下每机成桩1根需3~4d,则需要配备钻机3~4台,另加25t吊车1台,震动锤1个,卷板机1台(另需增加钢护筒加工场地),而现场紧邻既有线,场地狭小,不能满足多台机械同时施工的要求;还由于桩孔密集,必须间隔2根以上跳孔施工,场地内钻机、吊车往返走动频繁,影响施工进度,施工组织困难;且施工时护壁泥浆用量大,泥浆池占地大,对环境污染大。

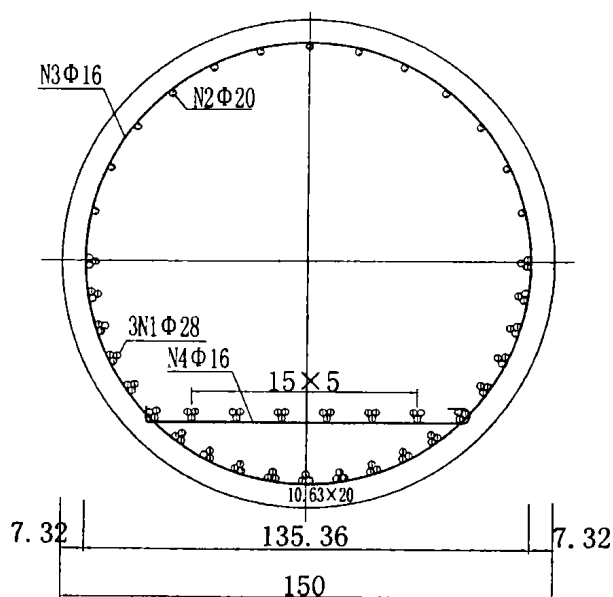


图2 桩身钢筋布置

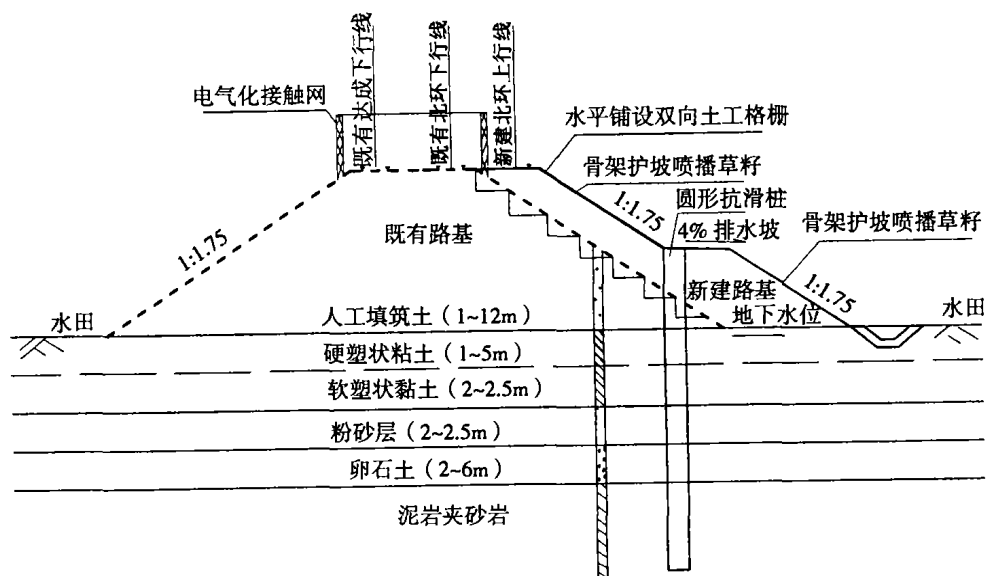


图3 主要工程措施示意

若采用旋挖钻机,它自带钢套筒,直接护壁到底,混凝土施工安全性高,质量容易保证;一般情况下,平均每机成桩1根仅需1d,其他施工机械仅需1台25t吊车与之配合,且不需泥浆及制浆设施,现有场地能够满足施工要求。

经过综合分析比较,决定采用旋挖钻机施工方案。

## 5 施工质量控制重点

目前,虽然钻孔灌注桩施工设备有了很大改进,施工工艺较为成熟,但因钻孔和灌注水下混凝土的施工质量控制直观性差,任何一道工序出了问题都将带来严重的后果。必须保证桩的质量万无一失。故结合本工程特点,将桩身钢筋焊接、混凝土质量、导管的埋深控制等作为质量控制重点。

### 5.1 钢筋焊接质量控制

抗滑桩主要起抗弯、抗剪的作用,对钢筋焊接质量要求较高,故必须设专人检查焊接质量。同时由于抗滑桩钢筋数量众多,钢筋笼长达18~20m,均需两根钢筋对焊接长,所以只能在加工场内对焊好后,整体吊装入孔。

### 5.2 混凝土质量控制

施工前要做好混凝土配合比及外加剂选定工作。

施工混凝土时必须要有试验人员在场监督,确保混凝土按设计配合比配料;因钢筋密集,数量众多,碎石不宜过大,以2~3cm为宜,骨料级配要合理,水泥标号不宜低于425号普通硅酸盐水泥,确保混凝土的拌和质量、主筋保护层厚度和桩身灌注质量。

### 5.3 导管埋深及套管拆除控制

水下混凝土严格按照有关操作规程施工,混凝土导管的第一节底管长度不小于5m,要控制首批混凝土数量,确保第一批混凝土能将导管埋入混凝土1m以上,要根据桩径予以核定。

混凝土管提升及拆除控制。混凝土要连续灌注,灌注时必须有技术人员全程值班,并做好水下混凝土灌注施工记录,掌握混凝土灌注进度,随时测量并调整导管埋深,随着桩内混凝土面的不断升高,需适时提升、并及时拆除导管。具体要求是必须保证混凝土测量频率,混凝土每升高2m至少测一次孔深,保证导管埋深在2~4m内;拆卸导管前须用测绳测定混凝土面的高度,以确定提管高度及拆管节数;严禁提管过快、过长或埋管过深而人为地造成埋管、断桩等质量事故。

套管提升及拆除控制。一般要保证混凝土导管出口在旋挖钻机套管底部1m以上(见图4),以便使灌注混凝土在套管内翻浆,减少对周围孔壁的扰动,以防缩孔;同时要根据地质情况提升及拆除套管,尽量避免在不良地层中(流砂层、流塑状泥土层等)停管与拆管;提升套管通过不良地层时,提速度要平稳缓慢,以免使滑动面处不稳定的黏土层扰动而挤压收缩,引起缩径或断桩事故。

#### 5.4 其他注意问题

吊装偏心钢筋笼入孔时,一定要注意钢筋笼的放置方向;为了保证笼体起吊垂直,须先计算出其重心位置;清孔时要注意泥浆比重,因旋挖钻机有钢套管护壁,不会发生坍孔,故泥浆浓度可降低至 $1.1\text{kg/l}$ 以下,以利于混凝土灌注。

其他施工要点及问题处理同一般钻孔桩施工。

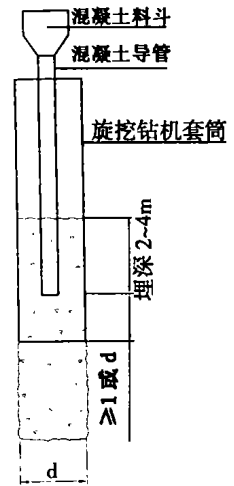


图4 导管埋深与套管位置

#### 6 安全控制要点

加强观测,确保运营线安全。该滑坡施工安全的重点是既有线的行车安全问题,因既有线与新建北环上行线的线间距最小处仅有4m,列车通过时的震动会促使滑坡加速发展,故需设置观测桩,对运营线及接触网基座进行监测,做好防护与记录,发现问题及时处理,确保运营线行车安全。

对滑坡采取卸载等临时措施,控制滑坡发展。因填土加载是造成滑坡发生的直接原因,故处理滑坡时首先要对路堤填土进行卸载,并对既有路堤及接触网基座进行加固、防护。

#### 7 工程效果

抗滑桩及路基施工完毕后,经无损检测桩的质量良好,符合设计要求;通过设点观测,桩顶无推移现象,路基稳定,滑坡得到控制,治理工程取得了良好效果,达到了预期目的。

#### 8 认识和体会

(1) 一个好的设计方案不仅仅要满足使用要求,还要经济合理,更要切实可行,否则就是空中楼阁。实践证明,采用圆形抗滑桩处理软弱及流砂地质的滑坡,设计方案是经济合理的,施工是可行的,加固效果是显而易见的。

(2) 做工程规划设计时,前期工程应当考虑后续工程必然发生的问题。假若北环线前期施工设计时,将上行线帮填路基部分纳入前期施工设计范围,如今就不存在帮填路堤造成的工程滑坡,以及既有线旁施工的安全压力了。

(3) 设计前一定要做好地质勘探及设计调查工作,齐全地收集基础资料,这是设计的前提,否则就会事倍功半,而且还会造成更大的浪费。

(4) 合理的施工方案是确保各项效益的关键。尤其在建筑市场竞争日趋激烈,竞相压低标价、降低利润的趋势下,切不可盲目地投入大量机械设备,要采取切实可行的低投入的施工方案,才是确保效益的根本。

(5) 机械设备的改进使地下桩的设计施工技术不断提高,施工质量更能得到保证;同时合理地选择施工设备,也是保证工期、质量、效益的有效措施。本工点的实践证明,通过方案比选采用旋挖钻机施工,节省了投入,确保了质量与工期。

(6) 工程施工前一定要制订施工质量控制要点和技术交底清楚,这是确保工程质量的关键。