

杭州彩虹快速路西延明挖隧道渗漏水治理实践

郭玉达

杭州市建设工程质量安全监督总站, 浙江 杭州 310005

[摘要] 文章以杭州彩虹快速路西延工程 6 座明挖隧道工程为案例, 对运行后的明挖隧道出现的渗漏水原因进行分析, 针对不同位置、不同渗漏水量等情况的渗漏水治理, 阐述不同的治理方法, 为类似明挖隧道和其他地下工程的渗漏水治理方法积累经验。

[关键词] 明挖隧道; 渗漏水; 原因分析; 治理

DOI: 10.33142/ec.v6i9.9390

中图分类号: U455

文献标识码: A

Practice of Water Leakage Control in the West Extension Open Cut Tunnel of Hangzhou Rainbow Expressway

GUO Yuda

Hangzhou Construction Engineering Quality and Safety Supervision Station, Hangzhou, Zhejiang, 310005, China

Abstract: The article takes the six open cut tunnels of the Hangzhou Rainbow Expressway West Extension Project as a case study to analyze the causes of leakage water in the open cut tunnels after operation. Different treatment methods are elaborated for leakage water treatment in different locations and different leakage volumes, accumulating experience for similar open cut tunnels and other underground engineering leakage water treatment methods.

Keywords: open cut tunnel; water leakage; cause analysis; control

引言

地下和隧道工程中混凝土结构漏水一直是建筑行业难以完全解决的常见质量问题。它不仅影响了项目的功能使用, 而且降低了项目的耐久性。在隧道渗漏水治理过程中, 往往由于选择的治理方法不恰当, 渗漏水现象无法得到根治。本文将杭州彩虹快速路西延明挖隧道渗漏水缺陷治理方面的实践经验加以总结, 以供同类工程参考。

1 工程概况

杭州彩虹快速路西延工程, 东起之江大桥麦岭沙互通西侧, 西至富阳城区, 全长约 17 公里。工程采用一级公路标准, 主路兼顾城市快速路功能, 设计速度为 80 公里/小时, 采用双向六车道规模, 辅路兼顾城市主干路功能, 设计速度为 60 公里/小时。彩虹快速路西延全段共设 6 座隧道: 分别为 1 号、2 号、3 号、4 号、5 号和 6 号隧道。与杭富线合建段隧道暗埋段采用单箱三室两层~三层钢筋混凝土矩形框架结构, 非合建段隧道暗埋段采用单箱三室单层钢筋混凝土矩形框架结构, 中间廊道宽 1.5m, 标准段结构总宽度约 31.5m, 采用明挖顺作法施工。隧道正式通车运行两年后, 陆续出现局部渗漏水情况。

2 隧道防水设计

隧道结构防水等级为二级, 顶部不允许滴漏, 结构表面可有少量湿渍, 泵房及配电房为一级, 不允许渗水, 结构表面无湿渍。隧道主体结构顶、底板及侧墙均采用抗渗

等级 P8 防水砼。隧道结构底板、侧墙均采用 1.2mm 厚高分子 (P 类) 预铺式冷自粘防水卷材辅助外防水。隧道顶板采用聚氨酯涂料 (非接缝处为 3 度 2 厚, 接缝处为 3 度 3 厚) 辅助外防水。隧道变形缝采用中埋式钢边橡胶止水带+外贴式橡胶止水带防水; 施工缝防水采用单组份聚氨酯微膨胀密封胶+4mm 厚止水钢板中埋防水。

3 渗漏水缺陷分类

运行后隧道内出现不同程度的渗漏水缺陷, 主要为三类情况: 一是顶板局部点漏 (或滴漏) 及变形缝、施工缝滴漏 (或线漏) 现象。二是侧墙裂缝渗漏水、侧墙变形缝、施工缝渗漏水, 且由于渗漏水下流后在防撞墙上聚集后, 顺防撞墙下漏。三是路面局部返水。

根据结构渗漏水大小现象进行相应的分类, 便于针对不同的渗漏水现象进行相应的渗漏水治理。

表 1 渗漏水现象分类

现象	定义
湿渍	地下混凝土结构背水面, 呈现明显色泽变化的潮湿斑
渗水	地下混凝土结构背水面有水渗出, 墙壁上可观察到明显的流挂水迹
水珠	地下混凝土结构背水面的顶板或拱顶, 可观察到悬垂的水珠, 其滴落间隔时间超过 1min
滴漏	地下混凝土结构背水面的顶板 (拱顶), 渗漏水的滴落速度至少为 1 滴/min。
线漏	地下混凝土结构背水面, 呈渗漏水成线或喷水状态

4 渗漏水原因分析

根据上述缺陷情况,其产生的原因分析如下:

(1)顶板、侧墙等局部点漏(滴漏)大部分由于主体结构砼在浇捣中浇捣不良、骨料集中、骨料离析、模板漏浆、震捣不密实而产生砼表面存在蜂窝、麻面,甚至空洞,在装饰前未加以准确处理或处理不彻底引起后期的渗漏水现象。

(2)混凝土裂缝类渗漏水其成因原因复杂,前期裂缝产生主要受混凝土收缩徐变、温度变化、养护龄期、体系转换、应力释放等主要原因而引起。后期则主要是荷载变化(特别是动荷载变化)、结构自身变化与稳定、温度变化、收缩徐变、地基基础不均匀沉降等综合原因作用下产生裂缝,并且裂缝的渗漏水又受地下水的变化而变化,因此部分结构裂缝产生后并不一定会产生渗漏水,但产生渗漏水的概率极大,而渗漏水产生的时间是难以预估的。

(3)变形缝漏水:变形缝是伸缩缝、沉降缝和地震缝的统称。建筑物经常在外在因素的作用下发生变形,导致开裂甚至破坏。变形缝是为这种情况保留的结构缝。一般变形缝都会采取防、排水措施,因防、排水措施失效而在该部位产生的漏水。(4)隧道混凝土结构通过施工缝、变形缝结构串联在一起引成长距离的构筑物。在荷载(特别是动荷载)、温度变化、收缩、地基基础不均匀沉降等的作用下产生各类裂缝。地下水通过裂缝进入隧道内从而产生渗漏水现象。

5 堵漏材料选择

根据主体结构渗漏水原因、结构部位、材料性能指标及以往施工经验,计划选用高渗透性环氧灌浆剂,作为堵漏材料进行封堵。水平施工缝、环向裂缝、其他施工缝、结构裂缝以及渗漏点等,均采用高渗透性环氧灌浆剂进行堵漏。

(1)主要使用材料简介,堵水型高渗透性环氧灌浆剂

①材料产品简介。内部结构水平施工缝以及环向裂缝采用堵水型高渗透性环氧灌浆剂。该产品是以环氧树脂为主剂,配以多种化学材料改性而成的一种堵水型高渗透性堵漏补强浆液,广泛应用于建筑裂缝修补和补强。

②该产品主要特点:

A、可灌性好(可灌0.4mm以下微缝),粘度低,强度高,可在干燥或潮湿的基面及结构内使用。

B、有优良的耐水防水性,耐酸碱腐蚀,可作防水材料防腐材料使用。

C、使用方便,可根据工艺要求调节材料的固化时间等性能。

(2)无溶剂堵漏环氧灌浆剂

①材料产品简介。通过对环氧树脂进行改性以增加

其韧性并赋予其一定的表面活性,然后向改性的环氧树脂中加入活性稀释剂并搅拌均匀,得到组分a。通过曼尼奇反应,合成了一种新的改性胺固化剂,并加入促进剂混合均匀,得到了组分B。将组分A和B按一定比例(8:1质量比)混合,制备出粘度适中的高强度无溶剂环氧树脂堵剂。

②该产品主要特点:

可灌性好(可灌0.4mm以上裂缝),是一种固化快、在有水条件下具有较强粘结强度的新型堵漏材料,黏度适中、可灌性好(可灌0.4mm以上裂缝)。

(3)封缝材料的特点及技术性能

封缝材料采用改性环氧聚合物水泥封缝材料。

该材料是由特种水泥、改性纤维素、石英粉、粘稠剂、密度剂、分散剂等材料配制成聚合物水泥材料,施工时加15~20%的改性环氧(低粘度)配制而成。

①产品特点:

A、能带水堵漏和防水,凝固时间可调,一般6~8分钟;B、耐久性好、无溶出物、耐腐蚀性好、无腐蚀性、无毒无味、属环保材料;C、抗渗抗裂性好、强度高、粘结力好、是粘贴瓷砖、马赛克和大理石优质材料;D、施工方便、工期短、高效快捷,且环保。

6 渗漏水治理方法

渗漏水治理主要有三方面的内容:施工缝(含裂缝、冷缝)的渗漏水,混凝土分散点渗漏水,变形缝渗漏水等部位渗漏水。

6.1 施工缝(含裂缝和冷缝)的渗漏水治理

(1)施工缝的调查(含裂缝、冷缝)

拆除覆盖装饰板,对裂缝的位置、长度、宽度、深度、渗漏水量和变化进行调查,并对裂缝进行综合评定。

(2)裂缝渗漏水治理分类(施工缝、裂缝、冷缝统称裂缝)

第一类:渗漏水不明显,只有潮湿,只采用开小槽封堵,不需要采用注浆;

第二类:裂缝渗漏水明显,采用开小槽封堵和注浆相结合的方法;

(3)渗漏水治理程序:

裂缝治理分类——开槽——清洗——封槽——沿缝两侧钻斜孔——清孔——埋设注浆嘴——试调注浆压力——注浆——注浆检查——拆管——封孔

6.2 分散点渗漏水治理

(1)无明水——潮湿点治理措施

治理原则:采用封堵,不需要采用注浆。

治理方法:

①潮湿位置先钻眼孔,孔径30mm,孔深30mm,不得用人工钻孔,用钻孔机钻孔,电锤凿除孔中混凝土;

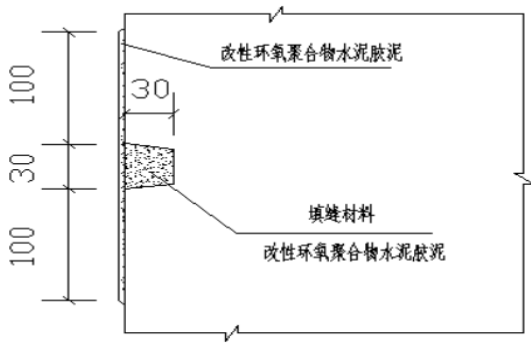


图1 潮湿点治理示意

②孔位周围潮湿范围内凿毛;
(2)有明水渗漏水治理措施
治理原则:采用注浆和封堵相结合。
治理方法:

①渗漏水点直接钻孔,孔深200mm,孔径10~12mm;

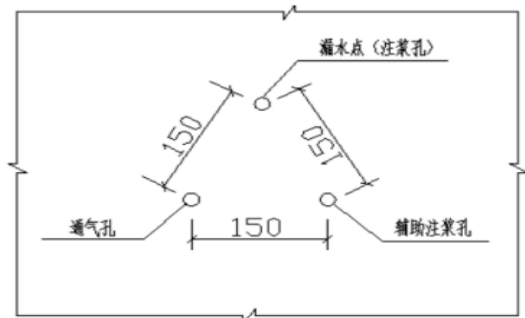


图2 注浆孔位置控制

②在渗漏水点注浆孔位外缘再钻两个孔,一个为辅助注浆孔,孔深150mm,孔径10~12mm,另一个辅助孔为排气孔,孔深150mm,孔径10~12mm;

6.3 变形缝渗漏水治理

治理方法:拆除、清槽、埋管、封闭、注浆、修整、填缝、粘贴、引排、恢复。

治理程序:

(1)针对渗漏点,拆除覆盖装饰板以及不锈钢集水盒等覆盖物,纵向长度按渗漏水情况而定,一般不小于1.5~2m单侧。(2)槽体内安装注浆嘴,并用堵漏材料临时固结注浆嘴。(3)注浆:采用堵水型高渗透性环氧灌浆剂或无溶剂堵漏环氧灌浆剂,在注浆过程中严禁加溶剂。

(4)结构体顶部和墙体安设不锈钢排水槽,采用螺栓固定,钢板与混凝土结合部位应密贴,再采用单组份聚氨酯建筑密封胶封严。

- ①C30主体结构钢筋混凝土
- ②钢边橡胶止水带
- ③原嵌缝填料
- ④新嵌缝材料(优质发泡高压聚乙烯闭孔泡沫塑料条)
- ⑤隔离纸

- ⑥单组份聚氨酯建筑密封胶(高模量)
- ⑦不锈钢排水槽
- (5)恢复装饰板材料

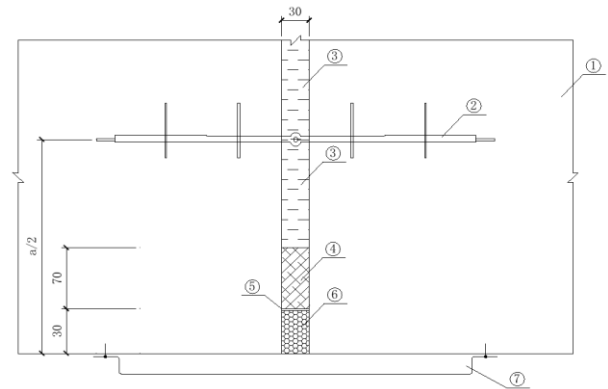


图3 变形缝治理示意

6.4 路面局部返水处理

路面局部返水现象主要有以下几方面原因,一是底板变形缝存在渗漏水现象,二是底板局部存在渗漏点渗水,三是由于隧道坡度原因且受钢筋砼路缘石阻挡排水不畅而引起路面局部返水现象。

治理方法:

(1)采用电镐凿除原钢筋砼路缘石(长度根据返水情况而定)深度至沥青砼层以下,观察分析渗漏水的来源及水量,根据来源点及渗漏水的大小来确定最终的处理方案。

(2)对底板变形缝、底板局部渗漏水点采用电锤钻孔(深度根据渗漏水大小而定,一般选取40~50cm左右),埋管注浆,具体方法见前面所述。

(3)对水量不大,且无明显水压、流速的,则沿钢筋砼路缘石在隧道坡度的下游的路肩上斜向开槽,先将道路沥青层下方的积水排除。

(4)积水基本排干后在开槽位置埋设直径30~50的导流管道排水。

(5)采用高标号速凝砂浆对开槽位置进行封堵,封堵过程中严禁堵塞导流管。

对水量较大,采用以上方法无法根治,则可在隧道内底板设置盲沟导流。

暗埋段处变形缝渗漏水通过在暗埋段变形缝处增设槽钢及路面外侧增设纵向排水管将渗漏水排到截水沟,流到废水泵房后排出。暗埋段变形缝处阴影范围处垫层及路面沥青层需凿除,安装8型镀锌槽钢(槽钢坡度为向路面外侧1.5%),隧道路面外侧槽钢跟 $\phi 100$ HDPE管采用 $\phi 100$ 三通相连接(起点为弯头连接),连接处用土工布包裹,防止泥沙或混凝土进入。预埋纵向 $\phi 100$ HDPE管阴影范围已施工的垫层需先进行凿除,确保预埋纵向 $\phi 100$ HDPE管纵向坡度大于0.3%,施工后再回填垫层及路面沥青层。

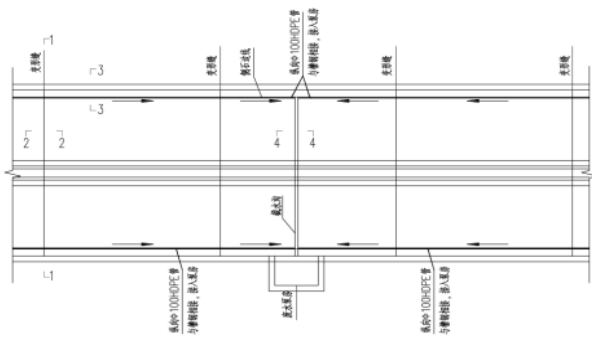


图4 增设排水盲沟示意

治理方法:

(1) 在底板上按盲沟位置、尺寸放线, 采用拉槽机对其盲沟位置进行切割并使用风镐凿出其位置, 沟底应按底板坡度找坡, 严禁倒坡。

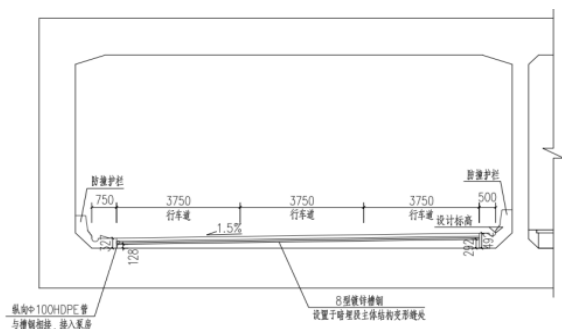


图5 横向槽钢设置示意

按盲沟宽度用人工或机械对沟底及沟壁进行找平, 按盲沟尺寸成型。沿盲沟壁底人工铺设分隔层(土工布)。分隔层在两侧沟壁上口留置长度, 应根据盲沟宽度尺寸, 并考虑相互搭接, 不少于10cm确定。分隔层的预留部分应临时固定在沟上口两侧, 并注意保护, 不应损坏。

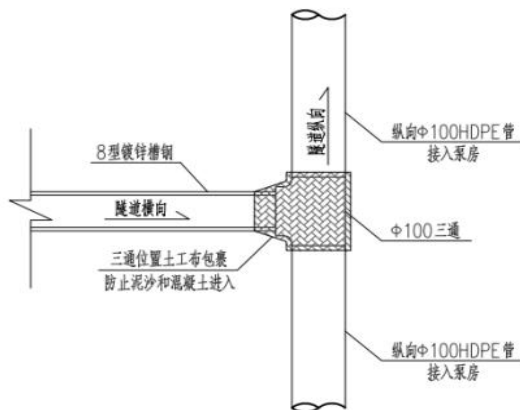


图6 槽钢与纵向排水管连接

在铺好分隔层的盲沟内人工铺粗砂垫层, 铺设时必须按照排水管的坡度进行找坡, 此工序必须按坡度要求做好, 严防倒流。必要时应以仪器试测每段管底标高。

(4) 铺设排水管, 接头处先用砖头垫起, 连接处用土工布包裹以铅丝绑平, 并用沥青胶和土工布涂裹两层, 撤去砖、安好管, 拐弯用弯头连接。

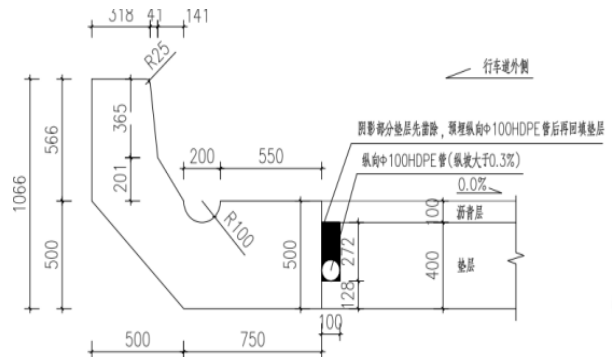


图7 纵向排水管设置图

(5) 排水管安装好后, 经测量管道标高符合设计要求, 即可继续铺设细石子滤水层。石子铺设应使厚度、密实度均匀一致, 施工时不得损坏排水管。

(6) 盲管设置完成后, 后再回填垫层及路面沥青层。

(7) 盲沟出水口应每隔30m设置1道40cm*20cm的导流沟或者导流管进行引流。

6.5 防撞墙表面渗漏水治理

防撞墙表面渗漏水主要是由于侧墙渗漏水下流后在防撞墙上集中, 且原预留在防撞墙上的边沟及垂直排水管堵塞后, 引起渗漏水外溢直接从防撞墙上流下。

治理方法:

(1) 治理前先检查侧墙的渗漏水情况, 根据渗漏水的情况不同先进行钻孔、埋管、注浆处理, 具体方法见前面所述。

(2) 对原预埋的垂直排水管道及水平排水边沟进行清理、疏通, 确保排水畅通, 局部排水边沟进行加宽、加深处置。

(3) 对已经堵塞无法疏通的垂直排水管道或者原未预留排水边沟的位置采用电镐在钢筋砼防撞墙开槽, 重新埋设50mm导流管道, 上部连接变形缝不锈钢集水盒底部或者纵向排水边沟(排水沟处局部加大引成沉淀池形状), 下部连接路面排水边沟。

(4) 采用高标号速凝砂浆对开槽位置进行封堵, 封堵过程中严禁堵塞导流管。

(5) 封堵约30min后进行复压抹面收面。

(6) 收面完成后采用与原防撞墙一样的油漆进行装饰, 确保无色差。若因基面未干燥导致存在色差, 则下周再进行再次油漆装饰。

7 结束语

通过对明挖隧道的渗漏水的原因分析, 结合注浆材料自身特性, 针对不同渗水量、不同结构部位渗漏点选择

合理方法进行渗漏水治理后,隧道原位置未发现再次渗漏情况,取得了较好的治理效果。彩虹快速路隧道渗漏水治理的实践经验,对类似明挖隧道和其他地下工程的渗漏水治理具有借鉴价值。

[参考文献]

- [1] 龚晓南,郭盼盼.隧道及地下工程渗漏水诱发原因与防治对策[J].中国公路学报,2021,34(7):1-30.
[2] 蒲春平,孙耀南.隧道与地下工程渗漏水现状及其防治

措施综述[J].世界隧道,1999(1):45-49.

[3] 何忠明,彭振斌,胡贺松,等.浅谈运营隧道漏水整治[J].施工技术,2005,34(11):45-57.

[4] 陶西贵,李少红,张凡.隧道工程渗漏水检测与治理[J].施工技术,2007,36(3):51-53.

作者简介:郭玉达(1979.6-),男,大学本科,毕业院校:盐城工学院专业:土木工程;高级工程师,主研方向:工程技术、工程管理。