

文章编号:1671-8879(2005)05-0054-03

公路隧道防渗漏质量控制

刘立国¹, 董小昆²

(1. 长安大学 建筑工程学院, 陕西 西安 710061; 2. 陕西省高速公路建设集团公司, 陕西 西安 710054)

摘 要:为控制公路隧道的渗漏,结合工程实践研究了公路隧道的防渗漏问题,提出防渗漏工作应贯穿于隧道施工全过程的思路。给出施工过程中防渗漏环节的质量控制方法,重点介绍 CPE 防水板、排水管、纵向排水盲沟的施工要点及高抗渗耐蚀二次衬砌混凝土的应用。研究结果表明,公路隧道的防渗漏工作,应该向前扩展至铺设防水层之前的开挖和初期支护阶段,向后延伸至二次衬砌阶段。

关键词:公路隧道;防渗漏;高抗渗耐蚀混凝土;质量控制

中图分类号:U459.2

文献标识码:A

Quality control of leakage prevention in highway tunnel

LIU Li-guo¹, DONG Xiao-kun²

(1. School of Civil Engineering, Chang'an University, Xi'an 710061, China;

2. Shaanxi Province Expressway Construction Group Corporation, Xi'an 710054, China)

Abstract: This paper studies the seepage prevention in highway tunnel with the experience. It is pointed out that the measures of defending seepage in highway tunnel should be applied to the overall construction of tunnel. The results of study show that the work of defending seepage in highway tunnel should be expanded to the stage of excavation and initial protective support before paving waterproof layer, and extended to the secondary lining stage. The quality control methods of defending seepage, such as CPE waterproof board, drain pipe, longitudinal blind drain, and the application of high impervious anticorrosion secondary lining concrete, are introduced. 2 figs, 6 refs.

Key words: highway tunnel; permeation/leakage prevention; high impervious anticorrosion concrete; quality control

0 引 言

公路隧道通常设有照明、通风、电话、监控等电器设备,一旦出现渗漏,将会对这些设备带来严重的损坏;同时,公路隧道的渗漏,也会对行车安全和隧道的寿命造成极大的威胁。由此可见,隧道不渗漏是保证隧道能否长期使用、保证行车安全的重要条件,是衡量隧道整体质量的重要指标之一。

通过现场观察和多年来隧道防排水实践,发现公

路隧道的渗漏集中在地下水丰富、围岩破碎、地质突变、施工中曾出现过塌方的地段及衬砌混凝土施工时所留设的施工缝处。究其原因有:①防水层的铺设存在严重质量问题,如锋利的岩面或挂网钢筋将防水层刺穿而又未及时修补、防水层搭接尺寸过窄、粘接不牢固、不严密、防水层柔韧性差易老化变脆等;②排水板、排水管的施作存在问题。对较集中的地下水,未按照以排为主的原则进行施工;③衬砌混凝土的抗渗性能较差,未达到对混凝土结构自身防水的要求;④

收稿日期:2004-11-20

作者简介:刘立国(1963-),男,江苏常州人,长安大学讲师。

衬砌混凝土的施工存在问题,如混凝土振捣不密实、施工缝处理不细致、止水带的安装位置及安装方法不恰当等^[1~5]。

为此,本文提出公路隧道的防渗漏工作应贯穿于隧道施工全过程的思路,即:在隧道施工中,以隧道防渗漏为工作重点,将此工作向前扩展至铺设防水层之前的开挖和初期支护阶段,向后延伸至二次衬砌阶段,并针对环境水质情况,因地制宜地采取“以排为主,防、排、堵相结合”的综合治理原则,达到排水畅通、防水可靠、经济合理、不留后患的目的。在隧道衬砌材料的选用上,应采用高抗渗耐蚀混凝土作为二次衬砌材料,以确保隧道不渗漏。

1 开挖和初期支护

开挖过程中为减少对围岩的震动和破坏,获得较好的开挖轮廓线,减少超、欠挖,在围岩条件允许的情况下,尽可能采用光面爆破和预裂爆破方式,也为后期铺设防水层提供一个良好基面。

对围岩破碎及围岩稳定性较差地段,开挖完成后应及时对暴露的新鲜岩面进行锚喷处理。锚杆孔深度根据现场情况确定,一般为1.5~3 m,锚杆采用 $\Phi 25$ 螺纹钢筋,用专用速硬锚固包锚固,挂网采用 $\Phi 8$ 钢筋,与锚杆焊接牢固并使钢筋网紧贴岩面。挂网完成后,及时进行喷射混凝土工作,喷射混凝土强度不低于C20,分层喷射。

第一次喷射厚度拱部为3~5 cm,墙部5~6 cm。太薄易回弹,太厚易发生流坍、脱落。两次喷射间隔以10 min为宜,时间过短易流脱,过长不易与前层附着。当喷射时间间隔超过2 h,应采用高压水润湿后,分层喷射直至达设计厚度并将钢筋网覆盖,伸出喷射混凝土层外的锚杆端部,用乙炔焰割断或剪断,以免戳穿防水层。锚喷完成后,及时进行围岩变形的监控量测工作。

初期支护完成后,在洞壁渗漏水处及时安设排水板,对渗水量较大和较集中处,可用风枪向围岩内打孔3~5 m,使水从孔内集中引出,外用 $\Phi 100$ 半圆形排水管,将柱状涌水延隧道环向向下引入纵向排水盲沟。排水管安装完毕后,可喷射高标号水泥砂浆将其封闭,注意风压不易过大,以免击穿排水管。

2 防水层施工

防水层的施工是整个隧道防渗漏的关键之一,应在围岩变形趋于稳定后施工。防水层一般分2层,里层为 $450\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 无纺土工布,与喷射混凝土面相贴,起渗水和缓冲作用;外层应选用具有耐老化、抗腐蚀、

延伸性好、抗渗性好、阻燃、不易破裂、施工简便等特点的防水材料。一般采用 $300\sim 500\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ 厚度为1~2 mm CPE防水板,铺设于土工布与二次衬砌混凝土之间,起防水作用。CPE防水板主要指标:拉伸强度纵横向 $\geq 10\text{ MPa}$,断裂伸长率 $\geq 300\%$ 。

防水卷材的拼接工作可在洞外进行。土工布幅宽1.5~2 m,沿宽度方向用麻包针及尼龙线缝接至10 m左右。接缝处搭接不小于10 cm CPE。防水板幅宽2 m,沿其幅宽方向用专用胶粘接或者热熔粘接至10 m左右,搭接宽度不小于10 cm。

二次衬砌台车就位后,将防水卷材置于台车钢拱圈与喷射混凝土面之间,卷材下端固定于纵向盲沟内侧,然后用卷扬机缓缓提升卷材沿隧道环向展开,展开2 m高后浇筑混凝土,并始终保持与混凝土浇筑面有2 m左右高差。防水卷材纵、环向松弛度应控制在1.2 m左右,以确保浇筑混凝土后防水层与岩面紧贴。防水卷材的铺设应从钢拱圈断面两侧同时铺设,混凝土的浇筑也应对称逐层浇筑,以免钢拱圈单侧压力过大,产生偏斜。

CPE防水板施作可按以下步骤(图1):①钢筋、锚杆等凸出部分,切断后用锤铆平,抹砂浆素灰;②补喷混凝土使其表面平整圆顺,凹凸量不超过 $\pm 5\text{ cm}$;③在初期支护表面将土工布用热熔衬垫贴上,然后用射钉锚固,射钉长度大于50 mm,平均拱顶3~4钉/ m^2 ,边墙2~3钉/ m^2 ;④铺设CPE防水板时,采用手动专用熔结器热熔在衬垫上,两者粘接剥离强度不得小于防水板抗拉强度的80%;⑤CPE防水板之间采用专用粘接剂或者热熔粘接,结合部位大于10 cm。

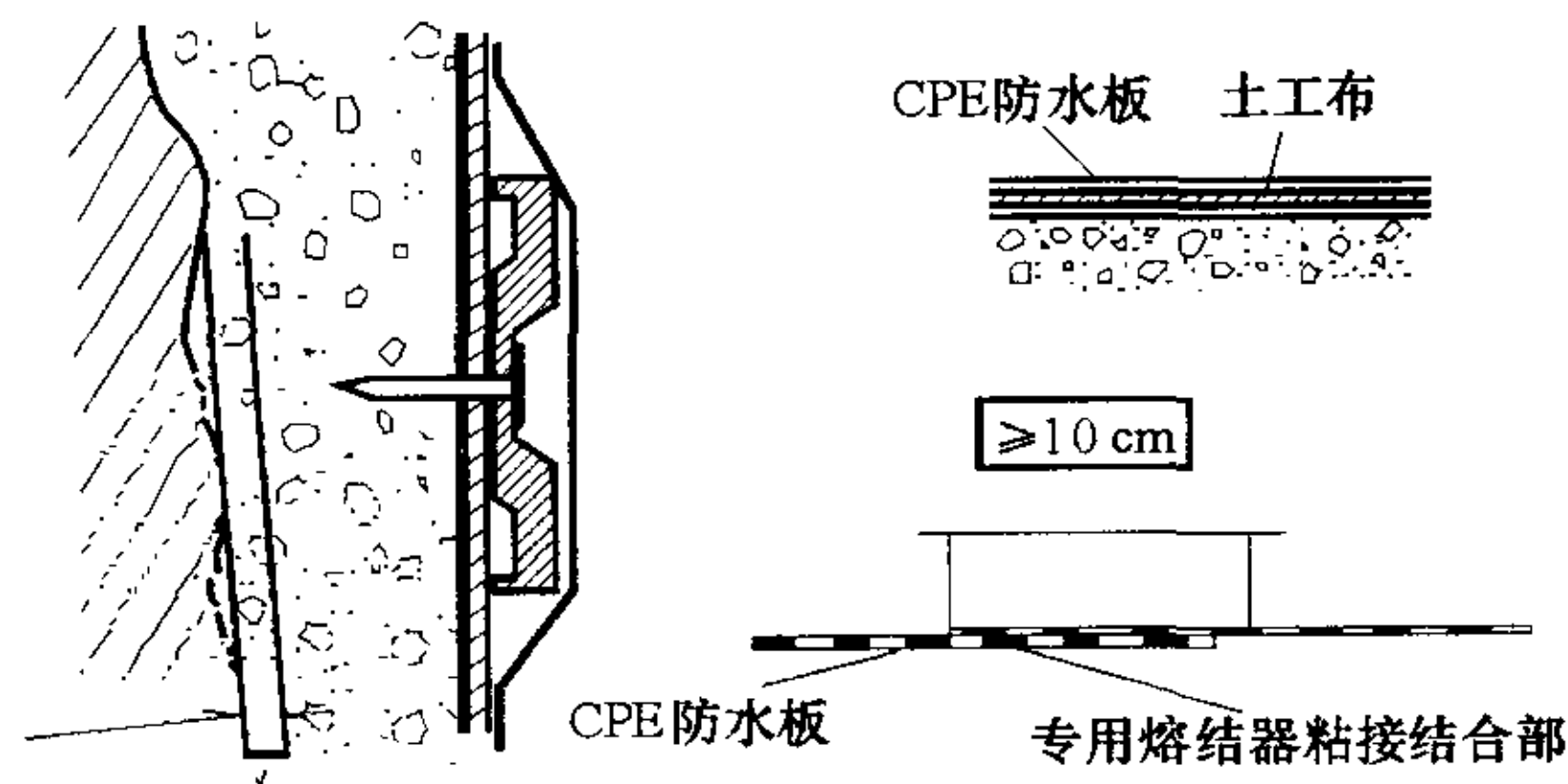


图1 防水板铺设固定工艺

3 纵向排水沟管

隧道纵向排水一般采用中心排水沟管或者在行车道边缘两侧设纵向排水沟,把衬砌外围的水排出隧道外。由于地下水析出矿物质、泥砂等,尤其是石灰岩地区由于水的侵蚀而形成高强度的结晶物极易堵塞沟管,最终导致排水系统薄弱环节渗漏。因此,在衬砌墙脚沿隧道纵向全长与隧道同坡度设置

PVC $\Phi 160 \times 4$ mm 上半断面带眼孔排水管,眼孔直径 6~8 mm,纵横向 10 cm 梅花状布孔。为了便于对排水管定期采用管道疏通机及时疏通,在二次衬砌墙脚纵向间隔 50~100 m 对称布置检查维修孔。排水管流出的水经检查孔由横向 PVC $\Phi 160 \times 4$ mm 排水管与行车道边缘排水沟或者中心排水沟管连通排出隧道外。为了便于维修边缘排水沟或者中心排水沟管,沿纵向每隔 200~250 m 设一处沉淀检查井(图 2)。

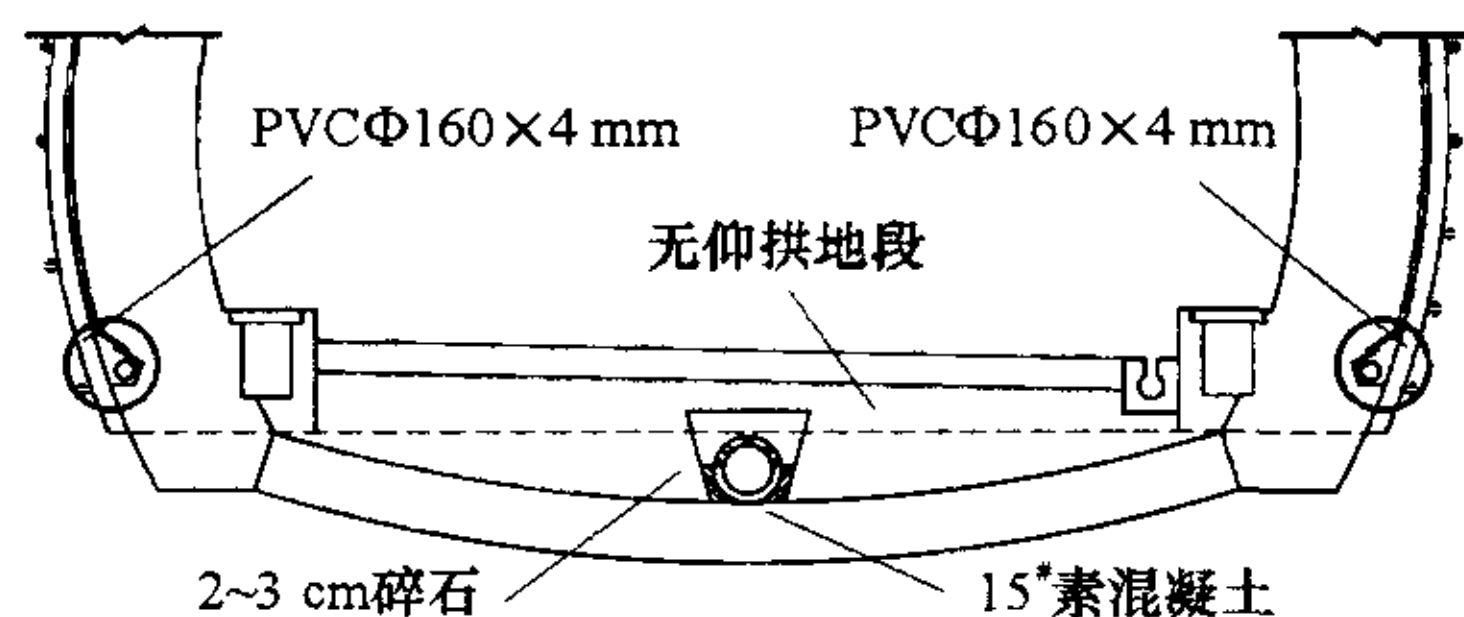


图2 隧道纵横向排水系统

4 二次衬砌混凝土的浇筑

根据衬砌台车具体情况,二次衬砌混凝土可每段浇筑 8~10 m,每段混凝土之间设置橡胶止水带。

施作止水带时,在衬砌混凝土设计厚度一半处,预埋双排水 $\Phi 12$ 钢筋,钢筋一端夹于挡头板固定,另一端将止水带的一半用铁丝固定于预定位置,以保证浇筑混凝土时,止水带不跑位。止水带的另一头紧贴于挡头板内侧。挡头板拆除后,将紧贴于挡头板的一半止水带整理顺平,用铁丝穿在预埋钢筋上固定,以保证止水带平顺设置于两段混凝土中部。

二次衬砌混凝土可采用掺入粉煤灰和减水剂的高抗渗耐蚀性能混凝土,该混凝土已在数条公路隧道中使用,具有较强的抗渗与耐蚀作用^[6]。

混凝土材料。水泥:普通硅酸盐水泥,标号不低于 42.5;砂:河砂,含泥量不大于 0.5%;砂石:采用卵石或碎石,坚硬无风化,最大粒径 40 mm,一级连续级配;粉煤灰:热电厂湿排灰,负压筛析筛余量 46%;其他各项指标应接近和达到二级灰指标,掺入量为水泥用量的 25%。外加剂:T18-0 型减水剂,掺量为水泥用量的 0.5%。参考配合比:水泥:粉煤灰:砂:石=1:0.25:2.85:3.64,水灰比为 0.55,坍落度 14~18 cm。

经试验,该混凝土 28 d 强度为 28.1 MPa,28 d 抗渗指标 $S > 20$ 。

浇筑混凝土时,从衬砌台车两侧对称浇筑,高差 < 50 cm,分层厚度 < 30 cm。采用插入式振捣棒,振捣时间每插点不超过 30 s,振捣棒移动间距不超过 30 cm,插入下层混凝土 5~10 cm。挡头板应接缝严密,并在此处仔细振捣,防止止水带跑位。拱顶封

顶混凝土适当降低水灰比,施工中可用比拱顶混凝土厚度尺寸略小些的木板,做成长边 1.5~3 m 的等腰三角形模板置于拱顶。混凝土封顶时,边浇筑,边振捣,边沿隧道纵向退出三角形模板,直至混凝土封顶完成。

5 结 语

隧道防渗漏应贯穿于隧道施工各个过程,从开挖、初期支护及排水板、排水管的安装,到二次衬砌混凝土浇筑等各环节。应环环把关、严格控制。用该控制方法施工的 312 国道丹凤段武关、资峪岭隧道等,工程完工通车 2~3 a 后,经有关方面组织专家检查,无一处渗漏现象,表明该公路隧道防渗漏质量控制方法有效可行。

参考文献:

References:

- [1] 熊世龙. 浅议公路隧道防水设计[J]. 公路, 2001, (2): 95-98.
XIONG Shi-long. Approach to waterproof design for highway tunnel[J]. Highway, 2001, (2): 95-98.
- [2] 苏彦鸿, 黄振明. 城市道路隧道防水措施与对策[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2002, 22(4): 37-38.
SU Yan-hong, HUANG Zhen-ming. Waterproofing of urban tunnels[J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2002, 22(4): 37-38.
- [3] 吕康成, 王大为, 崔凌秋. 隧道复合式衬砌防水层工作性态试验研究[J]. 中国公路学报, 2000, 13(4): 79-82.
LÜ Kang-cheng, WANG Da-wei, CUI Ling-qiu. Test research on working behaviour of water-proof layer in composite linings of highway tunnels[J]. China Journal of Highway and Transport, 2000, 13(4): 79-82.
- [4] 祝和权, 李海燕. 隧道渗漏水综合治理技术的研究[J]. 中国铁路, 2004, (5): 42-45.
ZHU He-quan, LI Hai-yan. A study on the comprehensive administration technology of tunnel seepage[J]. China Railways, 2004, (5): 42-45.
- [5] 刘同朝. 二郎山隧道二次衬砌施工的质量控制[J]. 公路, 2000, (12): 58-60.
LIU Tong-chao. Quality controlling in the lining-rebuilding projection of Er Langshan tunnel[J]. Highways, 2000, (12): 58-60.
- [6] 刘立国, 方 珍. 隧道用高抗渗耐蚀混凝土的试验研究[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(4): 58-61.
LIU Li-guo, FANG Zhen. Test study on highly impermeable erosion-proof concrete used in tunnel construction[J]. Journal of Xi'an Highway University, 2001, 21(4): 58-61.