

## 高速公路隧道工程防水施工技术应用研究

陈长林

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 随着时代的进步, 我国的公路建设取得了长足的进展。尤其是在高速公路建设中, 隧道的防水施工技术显得尤为关键。为确保隧道防水施工安全、可靠的开展, 施工单位应采用先进、高效的技术方法和施工材料, 还要注重不同区域的联系, 再合理把握工程施工特点及技术要点, 严格控制施工质量, 这在很大程度上可以提高高速公路隧道工程的建设效果, 人们的出行安全也可得到有效保障。针对此, 本篇文章围绕高速公路隧道工程防水施工技术的应用展开分析和探讨。

[关键词] 高速公路; 隧道工程; 防水施工技术

DOI: 10.33142/aem.v5i1.7797

中图分类号: U455.4

文献标识码: A

## Study on Application of Waterproof Construction Technology in Highway Tunnel Engineering

CHEN Changlin

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the progress of the times, Chinese highway construction has made considerable progress. Especially in the construction of highway, the waterproof construction technology of tunnel is particularly critical. In order to ensure the safe and reliable development of tunnel waterproof construction, the construction unit should adopt advanced and efficient technical methods and construction materials, pay attention to the connection between different areas, reasonably grasp the characteristics and technical points of the project construction, and strictly control the construction quality, which can greatly improve the construction effect of the highway tunnel engineering, and effectively ensure the safety of people's travel. In view of this, this article analyzes and discusses the application of waterproof construction technology in highway tunnel engineering.

**Keywords:** highway; tunnel engineering; waterproof construction technology

### 引言

如今, 我国高速公路飞速发展, 公路隧道不断增多, 而高速公路对防水处理的要求也越发严格, 不仅要做到滴水不渗, 还要杜绝漏水问题。由于高速公路隧道的渗水、漏水会严重侵蚀隧道衬砌与通风、照明等设备, 路面积水还会影响行车环境、降低车速, 所以要想保证公路隧道的长期使用, 并保证车辆的行驶安全, 隧道必须做到不渗、不漏, 而防水处理得好坏直接关系着隧道建设质量, 所以施工单位应高度重视防水施工技术的应用。

### 1 工程概况

隧道左幅起讫桩号 ZK2+740-ZK5+030, 隧道总长度接近 2300 米, 右幅起讫桩号 YK2+737-YK5+055, 隧道总长度达到 2320 米。不同等级围岩长度的分布情况如下表所示。

表 1 各等级围岩长度的分布情况

| 围岩等级        |    | III | IV   | V   | 总计   |
|-------------|----|-----|------|-----|------|
| 围岩长度<br>(米) | 左幅 | 254 | 1713 | 313 | 2300 |
|             | 右幅 | 236 | 1796 | 268 | 2320 |

在这个隧道工程中, 围岩级别分为 III、IV、V 三级。由于岩溶发育较为显著, 施工人员必须进行科学的地质预报工作, 以防止溶洞涌水和突泥等潜在危险。此外, 该工程的水文地质条件如下: 地下水主要来自基层孔隙水和裂

隙水, 同时受到降雨渗透补给的影响。

### 2 高速公路隧道施工的特点

#### 2.1 施工难度大

在我国高速公路中, 隧道工程发挥着重要作用, 隧道工程的施工质量直接关系到高速公路的交通安全与路面的使用寿命, 只要确保隧道工程施工质量与效果, 高速公路工程的经济效益、社会效益可以大幅提高。但在实际施工过程中, 由于施工十分复杂, 难度较大, 工程很容易出现安全事故, 如隧道渗水、坍塌等。受到施工地质条件的影响, 施工单位无法精准分析、预测地质变化情况, 这在很大程度上增加了工程施工的风险, 对施工人员的生命安全也造成了威胁。一直以来, 隧道施工塌方事故频繁发生, 施工单位很难预测塌方的具体情况, 施工期间安全隐患不断增多, 这严重影响了隧道工程的施工质量, 还延误了施工进度, 对整个高速公路工程的使用、发展十分不利。

#### 2.2 存在很多不安全因素

在高速公路隧道工程施工过程中, 由于地质条件和环境恶劣, 施工期间存在许多不可预见的不安全因素, 特别是地质条件, 这是施工单位必须重点关注的问题, 因为地质条件直接影响着隧道施工及其进度。而且施工环节还易遇到地下水问题, 还易发生施工区域内岩石结构变动等情

况,这都影响着工程施工与发展。如果施工单位没有及时处理这些问题,极易产生不良因素,也会为工程施工带来安全隐患,在此背景下,施工人员的人身安全得不到保障,工程的建设、发展无法预期,对高速公路工程的发展、使用也有不小的影响。通常情况下,工程施工前单位需要开展现场勘察与检测工作,经过场地调查、查阅资料等不仅能发现工程潜在的风险,通过多方位检查,再落实有效措施,也可最大程度避免安全事故,而隧道工程的施工可以顺利、稳定地开展,施工效果和质量也能得到保障。

### 2.3 隐蔽性工程多

由于高速公路隧道施工涉及范围广泛,存在大量隐蔽性工程,这极大程度地增加了工程施工的复杂性<sup>[1]</sup>。从整体角度分析,隧道工程属于地下工程,对时效性有着一定的要求,而且隐蔽工程十分复杂,各施工环节环环相扣,只有高效、优质地完成前一节施工,才可进入下一道工序,在此过程中,任何一道工序出现问题,都会影响其他工序的施工效果。而且实际检测的过程中,很难发现隐蔽性工程存在的问题,如果单位无法及时采取有效措施,这会严重影响工程施工的质量和效果。

### 2.4 时效性高且环境较为恶劣

在高速公路隧道施工过程中,由于周围岩石层的变化较大,加上水文地质的复杂性,施工单位必须采取有效的措施来解决这些问题,同时也要特别注意工程的及时完成,以确保项目的顺利完成。隧道工程施工面临着极其恶劣的环境,空间有限,许多工序,如开挖、支护、防排水处理等,都会出现交叉施工的情况,这极大地增加了施工的复杂性,使得整个工程的完成变得更加困难。此外,隧道施工中难免遇到岩石条件相对较差的地段,致使施工质量很难达到工程要求,而且工程开挖过程中,因施工环境处于半封闭状态,内部存在严重的污染情况,这对施工人员的身体健康十分不利。

## 3 高速公路隧道工程的防水措施及材料的作用

### 3.1 隧道工程防水措施

为了更好地控制隧道内的水渗透,施工单位应根据实际情况,采用多种措施,包括:在锚喷支护与二次衬砌之间铺设 EVA 复合防水材料,沿着隧道的全长及断面,每隔 10 米安装一道贴附式盲沟,并在施工缝处设置背贴式止水带,以达到最佳的防水效果。此外,二次衬砌必须使用 M-25 级别的防水材料,并采用分层加固技术,以确保隧道内的水能够沿着环路流动,穿过纵向碎石盲沟,最终汇入边沟,从洞口溢出,这可有效地防止水渗漏,隧道的安全性和可靠性也可提高。通过建立一个完善、有效的防水和排水系统,我们可以确保隧道的安全性和稳定性。

### 3.2 防水材料的作用

首先,背贴式止水带能够有效地阻止二次衬砌混凝土施工缝处的渗漏,因为这一部位的防水性能较差,施工单

位使用这一材料可以有效避免渗水漏水发生<sup>[2]</sup>。其次,采用贴附式塑料盲沟,可以将防水板表面的水分排放到墙壁两侧的碎石盲沟中,并且可以与无纺布一起应用于初期支撑和二次衬砌混凝土之间,进一步提高释压水囊的效果。再者,无纺布作为一种常用的防水材料,可以有效缓冲开挖凹凸不平的情况,从而保护防水板免受损害。此外,EVA 复合防水板是隧道工程防水施工中的关键,因为它能有效隔离隧道内部的水,并且在布置通风、照明等预埋件时,防水板必须具备良好的阻燃性,以防止电焊火花烧坏。

最后,二次衬砌防水混凝土是隧道工程的重要组成部分,它能有效阻挡渗漏的水分,并且具有良好的抗渗性能。一般来说,混凝土的强度等级达到 C25,抗渗性能也超过 S6。为了确保隧道内的空气流通良好,施工时应采取有效的防排水措施,如在隧道内沿着环向铺设半圆管,在两侧的墙壁上安装波纹管,以有效地排除水分。一般 3 米一道,每道一根,但是在突水段、涌水段等特殊情况下,应该保证每道两根,然后使用 PVC 横向排水管将水排至中心排水沟,最终全部排出洞外,这可有效减少静水压力,确保隧道安全、稳定地运行。

## 4 高速公路隧道工程防水施工的流程

### 4.1 明确防水板、无纺布尺寸

鉴于防水板和无纺布的宽度存在一定的局限性,因此,施工单位必须根据实际情况,精准地选取其最大宽度,即 1.2 米,并且要求每次混凝土衬砌长度不低于 10 米,以此来降低搭接次数,加速施工进度,从而达到保证工程防水施工质量的目的。

### 4.2 防水板、无纺布的洞外场地试拼接与洞内防水层施工

首先在洞外场地试拼接的过程中,施工单位需要在隧道洞外选择一块平整的场地,其规格大约为 15 米\* 30 米。在这块场地上,每次衬砌使用的防水层由两个 10 小块组成,并且要进行搭接处理,以确保防水板的完整性。施工人员在整平处理后,要在表面涂抹 3 厘米厚的砂浆层,并将其彻底清扫干净,不能留下任何硬杂质,以免破坏防水板。施工单位还要将两块防水板紧密粘合在一起,这是隧道工程防水施工的关键步骤,如果操作不当,很可能会出现接头渗漏的问题。一旦粘合完成,施工人员还需要对洞内防水板进行处理。

在洞内防水层施工中,施工人员需要将 EVA 复合防水板铺设在初衬与二衬间,这是隧道内部的首道防水措施,铺设防水板的过程中需要从拱顶开始,直到拱脚处。二次衬砌 C25 混凝土掺加抗裂防水混凝土膨胀剂,其防渗标号应在 S6 以上,这是第二道防水措施。为了确保隧道洞内的防水层建设和衬砌混凝土的顺利进行,施工单位应该在施工缝和变形缝处安装中埋式塑料止水带,并且在衬砌台车安装完毕后,再进行浇筑混凝土。

施工过程中,单位在定位吊挂台架后需要修整初期支

护的喷射混凝土面,喷射混凝土面不可出现锚杆接头或钢筋端头外露,尤其是凸出的硬棱角,施工人员需要凿除,凹进部位也要做好补喷处理,这可保证混凝土表面光滑、整洁,吊挂面的平整度也可得到保障。如果喷层表面存在漏水问题,施工单位还要进行引排处理。其次,在设置塑料盲沟的过程中,施工单位需要使用射钉枪将其固定在喷射混凝土面上,以确保其牢固可靠。再者,在进行防水板和无纺布吊挂施工时,施工单位需要借助台架测量吊挂点防水板吊绳间距,一般控制在 0.8 米\*1 米,并将其固定在防水板背面,横向吊点应小于吊绳点,然后使用冲击电钻按照布点逐一打眼,最后楔入木楔,以确保施工质量。在本次工程中,孔眼直径为 2 厘米,深度约为 5 厘米,木楔外端应与孔眼保持平整。接着,施工单位需要将铁钉钉入木楔中,深度为 4 厘米,外露长度为 3 厘米<sup>[3]</sup>。完成这些操作后,施工单位需要将防水板的中心线对准隧道拱顶的中心,然后将卷好的防水板提起,从拱顶向两侧边墙逐一捆绑在木楔铁钉上,最后将铁钉打弯,以避免铁钉刺破防水板。施工单位在粘结衬砌接头处时,应当严格遵守规定的工艺流程,以确保接头处的粘结质量达到最佳水平。为了确保防水效果,接头的搭接宽度必须达到 10 厘米,两侧的焊接宽度必须超过 2.5 厘米,并且必须保持接头处的清洁,避免出现任何气泡或空隙。此外,为了提升接头的稳定性,必须采用比普通材料更坚硬的材料,并且将垫圈和绳扣安装在固定点,固定点的间隔大约为 0.7 米,距离侧墙的间隔大约为 1.2 米,而且在凹凸不平的地方需要添加固定点,以便在浇筑混凝土时,板面能够与喷射混凝土完美地结合。此外,施工单位需要检查吊挂完毕的防水板,确保防水板没有破漏处,在其接缝处质量达到规定标准后可以移动吊挂台架。最后,施工单位需要安排专人检查防水层,如果防水层出现破损或漏焊问题,检查人员需要明确标记,以便补修。同时在防水层检查合格后,在监理单位签认后可投入下一道工序施工。

### 4.3 安装背贴式止水带

在衬砌台车到位后,施工单位需在衬砌端头设立封堵模板并安装止水带,封头板应平分止水带,还要顶紧防水板,确保止水带位置精准并与中心施工缝对齐,在牢固封头板后可以避免跑模问题。而在立模并绑扎钢筋的过程中,施工单位需要留意不可损坏已经铺设完成的防水层。

### 4.4 二次衬砌抗渗混凝土施工

首先,施工单位必须仔细考虑混凝土的强度、抗渗性能及其他相关要求,确定最佳的施工配合比,例如 302:

689:1202=1:2.28:3.98,只有达到规定的标准,才能保证施工质量。经过 28 天的抗渗测试,即使是在 1.2 兆帕的高压下,也未发生任何渗漏的情况。经过改进,该材料的抗渗性能显著优于 S12,这也达到了超过 S6 这一要求,经过严格的检验,发现所使用的材料、强度和抗渗性能都达到了国家规定的最高标准<sup>[4]</sup>。为了确保施工质量,施工单位采用了先进的搅拌机,并且使用了自动配料机,以确保混凝土的均匀性和精确度。

## 5 施工效果

基于高速公路隧道工程情况,二衬防水混凝土施工工作已结束,经过两年的雨季考验,工程没有出现渗水、漏水问题,由此可见,这一防水措施有效且适合此工程使用,严格把控施工各工序的质量,可以提高工程防水效果。尽管施工期间涉及很多防水材料的施工操作,但经科学安排,并未影响二衬混凝土的施工进度,每月单口全断面衬砌平均达到 60 米,混凝土衬砌完成后单位无需开展压浆处理,这也优化了工程施工工序,还缩减了施工进度。

## 6 结束语

综上所述,高速公路隧道的防水施工对于其外观的完整性、稳固性和安全性都至关重要。因此,施工单位在施工过程中,要充分利用自身的技术优势,不断完善和更新施工技术,根据实际情况调整施工方法,加强施工安全管理,并严格执行监督措施,从而保证高速公路隧道的防水施工质量和效果。

### 【参考文献】

- [1]王兴安.高速公路隧道工程防水施工技术应用研究[J].工程技术研究,2022,7(20):74-76.
  - [2]翟欢乐.高速公路隧道工程防水施工技术要点研究[J].居业,2022(1):38-40.
  - [3]周扬.防水技术在公路隧道工程施工中的应用研究[J].建筑与装饰,2019(19):127-132.
  - [4]张伟.防水技术在公路隧道工程施工中的应用研究[J].四川建材,2019,45(7):119-120.
  - [5]邓果禅,肖鹏.径向注浆技术在某高速公路隧道养护防水施工中的应用浅析[J].科技资讯,2018,16(29):41-42.
  - [6]宋之恒.高速公路隧道工程施工技术应用探讨[J].建材与装饰,2017(15):252-253.
- 作者简介:陈长林(1980.8-),男,2013年1月毕业吉林大学土木工程专业,现任重庆北新融建建设工程有限公司党总支委员,副总经理,副高级工程师,一级建造师(公路、市政专业)。