维普资讯 http://www.cqvip.com



文章编号:1009-6825(2007)04-0318-02

# 复杂地质条件下隧道口边坡地质灾害研究

杨伟锋 周 韬

**摘 要**:介绍了几种隧道口边坡的主要地质灾害形式,对其形成原因和特殊的发生机理进行了分析,并结合工程实例,对隧道口边坡深滑的预警和处理方法进行了阐述,为现场施工和相关的事故处理提供了思路。

**关键词**:隧道,边坡,地质灾害

**中图分类号**:U457.2

**文献标识码**:A

近几年来,我国的高速公路不断向边远地区延伸,而这些地区普遍地形复杂、地质条件恶劣,为保证整体工程的顺利完工,安全经济的修筑隧道成为关键问题。其中,由于入口处地质条件的复杂性和多样性,实施开挖必然会严重影响边坡的稳定性,从而对隧道工程的安全、按时完工造成严重的消极影响,故这是工程上亟需解决的问题。同时,由于隧道口边坡灾害的复杂性和多样性,使得相应的处理手段复杂,这就要求对各种灾害情况进行全面了解,从而选择最为合理、经济的处理方法,这也是文中将要重点阐述的问题。

## 1 隧道口边坡的主要地质灾害及其形成原因

### 1.1 隧道口施工对后续工程的重要影响

隧道口是整个隧道施工的开始,它能否安全、按时完工决定了整个隧道工程是否能够顺利完工:

1)隧道口为隧道后续工程提供施工面。从功能上而言,隧道口完全、合理的完工才能为隧道的后续开挖及衬砌提供好的工作面。

2)隧道口是控制工期和安排施工计划的重要依据。由于前期地质勘测无法完整、准确的描述隧道的围岩地质条件,必须要求在开挖的同时进行同步地质勘测,以适时调整设计方案和施工步骤。期间隧道口的开挖将提供最为重要的依据。

3)隧道口常常位于岩、土交界处,两种不同的地质材料相互影响,机理复杂,处理难度大,据统计表明,60%的隧道塌方发生在隧道口处。

4)隧道口边坡容易发生地质灾害,严重的如:大面积的深层滑动,会给隧道施工带来毁灭性的后果。

### 1.2 隧道口边坡的主要地质灾害

综上所述,隧道口施工是整个隧道施工的关键步骤,而隧道口边坡地质灾害的预防与整治也越来越引起工程界的关注,综合目前国内外所发生的隧道口边坡地质灾害,主要有以下几种情况[1]:

1)塌陷。由于洞口的开挖,边坡的变形,往往会导致塌陷的发生。在降水强烈的地方,由于水的侵蚀,更加容易导致这种现象的发生,进而影响隧道拱顶的变形。

2)浅滑。由于支撑力的下降或者在水的侵蚀下,土层内的粗颗粒被带走,导致边坡在土层内发生较浅的滑动。通常这种浅滑仅仅发生在土层内。

3)倾覆。由于隧道口的开挖,对边坡扰动,使得边坡内部土、岩体的摩擦角、粘聚力下降,而产生的地质灾害,水的侵蚀会加剧这种情况的发生。

4)深滑。这是最为严重的地质灾害之一,由于岩土分界面的存在,承载能力较弱的土层容易沿着岩体表面往下滑动,这种滑动发生时,边坡表面并无异常情况出现,即其所测位移数据无太大变化,故难以识别,但是深滑一旦发生,往往对整体工程造成很大的破坏,故特别值得注意。

同时,隧道口边坡还容易发生孤石跌落等一系列影响施工安全的地质灾害。严格来说,隧道口的边坡地质灾害具有一般边坡的共性,但也有其特殊的发生机理[2]:

1)隧道口的地质情况复杂,通常是岩石和土混合,两种材料交界面往往是受力的薄弱面,在外力较大的情况下,会发生相互脱离。

2)由于隧道开挖的进行,衬砌往往难以及时建立,就会导致整体结构承载力不够,这也是造成隧道口边坡失稳的一个重要原因。

3)隧道的开挖强烈的破坏了边坡岩体、土层的自稳性能,使其摩擦角、粘聚力下降,这是其区别于普通边坡失稳的另一个重要的原因。

在以上情况发生的同时,雨水的冲刷则加剧了隧道口边坡失稳的可能性。由于隧道口边坡失稳的特有原因,对之进行处理不仅仅要利用普通边坡加固的方法,而且要针对上述原因,采取特殊的手段进行处理,以下将结合工程实例具体阐述对深滑的预警和处理方法。

## 2 隧道口边坡深滑的预警和处理方法

### 2.1 隧道口边坡深滑预警及相关工程实例

某高速公路隧道在中导洞贯通后由于进入雨季,雨水对其入口边坡强烈冲刷,现场监测表明其隧道入口处标段 K6+734 处拱顶沉降突然变大,且连续 3 d 有加大的趋势,此处标段正位于岩体、土层交界处;边坡观测数据并无异常。现场监测方认为此处边坡很可能发生了深滑,发出了深滑预警。业主即组织设计、施工、监理、监测、勘探方进行分析,并征求相关专家意见,认可了监测方的深滑预警,同时认为:由于强烈降雨的影响,导致土层深处较粗重的颗粒沿岩、土交界面流出,从而导致深层滑动的发生。在此基础上,采取了注浆处理,阻止了边坡进一步滑动的发生,排除了一次安全隐患。

由此可以发现,深层滑动虽然难以从边坡表面的观测数据上体现,但是结合隧道内的监测数据仍然可能提前预警。

### 2.2 隧道口边坡深滑处理实例

某公路隧道在掘进一定里程后,其洞口内进 40 m 处的坡面突然发生最大深度 6.5 m,半径为 3.2 m 的坍塌,且坍塌洞底向隧道口处有较大倾斜,而普通坍塌其洞底一般不会向隧道口处倾斜,

**收稿日期**:2006-08-12

**作者简介**:杨伟锋(1979- ),男,助理工程师,广西建筑综合设计研究院工程咨询所,广西 南宁 530011

周 韬(1977- ),男,助理工程师,中国·城市建设研究院东莞分院,广东 东莞 523009

维普资讯 http://www.cqvip.com



文章编号:1009-6825(2007)04-0319-02

# 半柔性复合路面灌浆技术研究

罗灵先 陈富强

**摘 要**:介绍了半柔性复合路面的研究思路和灌浆技术,通过对其设计原理以及水泥胶浆配合比设计的分析,论述了灌浆技术的关键所在,并探讨了半柔性复合路面室内试验与施工现场的差异以及值得改进的地方,旨在为半柔性复合路面的施工及进一步理论研究提供依据。

**关键词**:半柔性复合路面,灌浆技术,水泥胶浆
**中图分类号**:U416.221 **文献标识码**:A

随着我国经济的蓬勃发展,各个等级公路建设进入又一个新的高潮期,公路总里程在逐年大比例增加。在我国交通总体规划中,水泥混凝土路面的比例应小于20%,对于城市道路,20 km内采用水泥混凝土路面,20 km以外则不宜采用,可见,沥青混凝土路面占的比重是相当大的。目前,我国高等级公路路面约90%是沥青混凝土路面。但在公路建设取得巨大成就的同时,公路运营过程中由于温度、行车荷载、材料老化等综合因素作用,其面层在不同时期会产生各种病害,必须根据病害特点和周期性对公路进行预养护、矫正性养护、中修、大修养护。各种养护新工艺也应运而生,如雾封层(Fog-seal),罩面封层(Overlay seal),稀浆封层(Slurry seal),开普封层(Cape seal),微表处(Micro-surfacing)宏表处(Macro-surfacing)和同步碎石封层技术等。然而正如改革开放初期过多地注意到经济发展而没有给予环境保护问题过多关注一样,路面破坏后再修复其代价无疑是巨大的。因此,探索一种经久耐用、行车舒适、经济合理的路面将具有广阔的应用前景。在国外,半柔性路面已不鲜见,然而在我国,除了水泥混凝土路面,沥青混凝土路面有较多研究外,关于半柔性路面的研究正处在起步阶段。

文中依托某高速公路试验路(长500 m)采用半柔性路面的工程实例,通过对其设计原理的阐述,以及水泥胶浆配合比设计的分析,探讨了灌浆技术的关键所在,旨在为半柔性复合路面的施工以及进一步理论研究提供依据。

## 1 半柔性复合路面研究现状

### 1.1 半柔性复合路面技术

半柔性复合路面是一种新型路面形式,由于其模量处于刚性和柔性之间,因此亦叫半柔性或半刚性路面。国内外可供参考的资料和经验相对缺乏。国外主要依据经验来设计基体混合料,但由于各国的材料生产存在诸多不同,施工中也就很难保证材料组成的稳定性,应用十分不便。

### 1.2 半柔性复合路面研究思路

试验的基本思路是:以一定的指标为参照,把基体沥青混合料和胶浆分开依据试验进行单独设计。然后把胶浆灌入基体,进行路用性能检验的有关实验,分析数据,从而最终确定最优的基体沥青混合料及水泥胶浆的配合比,实现复合路面的设计。

本研究选用重交通70号沥青,与实体工程沥青材料一致。以孔隙率为主要指标,稳定度和流值作为次要指标,确定各因素与目标指标的关系,从而设计出符合期望孔隙率(20%)的沥青混合料。由于其稳定度和流值均需要通过基体和水泥胶浆来共同承担,因此,本研究在基体混合料设计中以马歇尔稳定度大于

---

同时,发现隧道口断面处附近有大量含泥沙水流出,由此可以判断边坡可能发生了深滑。

为了消除隐患,在保证安全的前提下将损失降到最小,工程各方采取了一系列措施,包括在坍塌处底部进行注浆,堵塞水流渠道;用混凝土填埋坍塌处,防止雨水进一步的侵袭;在坍塌口下方沿坡面进行深层注浆;在隧道内部喷锚;保护隧道口处岩柱,同时加快洞内衬砌的施工。经过一系列处理,保证了工程的顺利进行。由此可见,对隧道口边坡的深滑处理,必须内外结合,而且要特别注意防水。

## 3 结语

隧道口边坡地质灾害的发生有其特有的原因,一旦发生必须采取慎重合理的处理方法,同时加强预警是很好的避险方法。

**参考文献**:

[1]JTG D70-2004,公路隧道设计规范[S].
[2]JTJ 042-94,公路隧道施工技术规范[S].

# Research on the geological disaster in the side slope of tunnel at the complex geological conditions

YANG Wei-feng ZHOU Tao

**Abstract**: It introduces the key geological disaster types in n the side slope of tunnel, analyzes the related reasons and the special generating principle, and represents the pre-warning and treatment methods of the deep side slope slip intunnel face combined with project example, which will supply ideas to the field construction and corresponding accidents treatment.

**Key words**: tunnel, side slope, geological disaster

---

**收稿日期**:2006-08-11
**作者简介**:罗灵先(1975- ),男,工程师,广东冠粤路桥有限公司,广东 广州 510635
陈富强(1978- ),男,重庆交通大学土木建筑学院硕士研究生,重庆 400074