

# 影响喷射混凝土质量的常见通病

牛玉战,马克相

(中铁十六局四处,北京 101400)

**摘 要:**分析了喷射混凝土质量常见病害产生的原因,提出了相应的解决措施。

**关键词:**喷射混凝土;管理;施工;常见通病

喷射混凝土是利用压缩空气,把按一定比例配合的混凝土拌和料,通过喷射机的管路及喷嘴,用高速、高压的形式喷射到岩基表面,并迅速凝结、硬化与岩基粘结成整体。该技术混凝土凝结硬化快、整体性能好,不受模板几何尺寸等环境因素的影响。我国自 20 世纪 60 年代起采用该技术至今已有 30 多年的发展史了,对我国各种地下工程的初期支护、造型复杂的薄壁结构以及防水抢险等工程领域,都显示出了其独特的功能和明显效益,从而做出了很大贡献。

在施工方法上,也由过去单一的干喷法,发展到现在的裹砂法、湿喷法等施工方法,大大提高了工程质量,在我国乃至世界各种地下工程施工中,已成为不可缺少的施工方法。但是在我们的日常施工过程中,由于种种原因,在某些工程中,往往忽视了某些关键工序中的细微性和严谨性,而形成习惯性盲目作业,给工程带来人为病害,而且形成常见性通病,使质量下降。混凝土开裂、空洞、起壳甚至塌方,造成巨大的经济损失。

我们通过多年来对多座隧道的初期支护施工观察,造成隧道初期支护质量事故的原因,主要体现在喷射混凝土的强度以

及喷射厚度两大因素,喷射混凝土的强度与厚度直接影响到初期支护的功能和效应。影响喷射混凝土初期支护强度与厚度的因素往往是很多的,但究其利害程度以及常见性,可粗略归纳为如下几种。

## 1 原材料的选择

忽视了集料的品质以及水泥与速凝剂的相融性。喷射混凝土原材料包括:水泥、砂子、石子、水以及速凝剂等,提供能满足工程质量要求的原材料,是保证喷射混凝土强度的主要前提。

喷射混凝土选用的粗细集料应是品质坚硬,级配良好,粒径适中,不含杂质的洁净材料。

(1) 细集料不能过粗或过细,细度模数应  $> 2.5$ 。砂子过细时,将会使粉尘增多,混凝土干缩增大。过粗时,则会增加喷射回弹量。

(2) 粗集料,应根据输送管的管径粗细选择质地坚硬、粒径适宜、颗粒级配为连续级,便于泵送的粗骨料。避免使用间断级配、针片状颗粒含量超过标准,可泵性差的粗骨料。

水泥品种与等级的选择主要应满足工程使用要求,但还应

向 SW260°, 倾角 30°。查明了该地区地质条件,找出最不利路基稳定地质因素是构造面和节理优势发育面,于是采取和构造面节理优势发育面正交或大角度斜交办法进行改线,这样就能避开这些不利因素影响,从而确保路基边坡稳定,对于地下水出露,采取加深排水沟办法,尽量降低地下水位治理,效果不错。又如:县道川中公路在选线时,虽穿越山岭重丘区,路线经过地段地质条件极为复杂,既从滑坡体、岩石堆穿过,又经过软弱地带垭口等不良地质地段,但经过慎密水文工程地质调查工作,查明了地质条件,并据以采取必要的工程措施,对滑坡路段以浅埋方式自滑坡体上方通过,减轻滑坡上方压力。在岩堆路段,在下方用路堤加挡土墙方式,加强岩堆稳定性。对垭口处,注意岩层产状及水的影响,使线路走向避开岩层产状和水对路基不稳定的影响。该路段虽然历经多年暴风雨袭击和车辆压辙,依然正常使用。

## 3 结束语

水文工程地质调查研究是公路规划、设计和施工的基础,没有高质量的水文工程地质调查,不可能有合理的规划设计和施工,也就不能保证建筑物经济合理、安全可靠和正常使用。只要弄清建设区域地质条件,根据地质条件来选线设计,就能预防地

质灾害发生,确保公路质量,保证公路畅通。否则,就会使地质灾害频出,交通易于中断。为了查明公路建设路段地质条件,地质工作者主要应从如下几方面去着手:

(1) 以工程地质测绘为主,因为公路线往往很长,在人力、物力不足情况下(这点在地方公路建设中尤为突出),不可能作详细地质工作,只能以工程地质测绘为主,查明沿线地层岩土性质,地质构造、水文地质条件及岩土的物理力学性质指标。当路基通过陡于 1:2.5 的斜坡地段时,尚应查明上覆土层与基岩接触面的横向坡度和弱结构面的分布特点。根据地质条件提供合理路线走向。

(2) 对于那些上覆覆盖层太厚的地段,因为地质测绘往往不能达到要求,应布置一定勘探点,以了解下部地质情况。

(3) 对于桥梁勘测,应以钻探为主。查明桥涵基底的地层结构,岩性特征,土的物理力学性质及容许承载力;查明对构造物有危害的不良地质现象类型、分布、规模、发育程度,特别要注意隐蔽空洞对墩台的影响;查明河床及两岸水文地质条件,确定地层渗透系数,判明地下水对基础的侵蚀性,基坑发生涌水、流砂的可能性;查明河流的变迁及两岸的冲刷情况。

考虑水泥与速凝剂的相融性,不同品种的水泥对同一种速凝剂的适应性是有差异的,它与水泥成分的矿物组成、石膏掺量、混合材料种类与掺量以及磨细程度都有很大关系。水泥中 C3S 和 C3A 含量高,石膏含量少,混合材料质好,颗粒磨细程度高者,则同速凝剂的相融性就好,能够速凝、快硬,所以应优先选用 C3S 和 C3A 含量高的硅酸盐以及普通硅酸盐、等级应 32.5R 的水泥,做为喷射混凝土的胶凝材料。

对于原材料的选择,首先应对材料的品质以及适应性等做认真试验,通过试验结果分析对比,以确定选用合适的材料,力求材料质量合格、性能合理。但是在工地材料进场时,某些工点有时会出现行政干预盲目购进,或者某些材管人员贪图小便宜,不顾工程需要随意采购,造成材料型号不符、材质低下、以次充好等现象,给工程质量带来潜在危害。

## 2 速凝剂管理不善,受潮变质

由于工地条件受限,以及保管人员对其性质的认识不足,个别工点往往对速凝剂的管理不规范,防潮措施不到位任意堆码,而造成部分速凝剂受潮。尤其在我国南方地区雨水较多,气候潮湿的环境中施工,则更加突出。

速凝剂大部分是由铝酸盐类、烧碱、石灰等按照一定的比例配合而成的干燥粉末状材料,极易受潮。当处在潮湿环境中,将吸收到空气中的水分,而发生化学反应,其中的主要组分,铝酸钠即水解成氢氧化铝和氢氧化钠,然后又与速凝剂中的其它组分发生反应,生成新的化合物,促使速凝剂效果降低,大大降低速凝剂的作用。

## 3 速凝剂掺量与掺加方法不规范、精度差

速凝剂的掺量也是影响喷射混凝土凝结时间与强度的因素,其掺量低于试验标准值时,虽对其喷射混凝土强度影响小;但喷射混凝土的凝结时间、瞬间粘结度,尤其在地质恶劣或工程抢险中,都无法满足快凝的要求。掺量超过试验标准值时,虽对凝结时间、瞬间粘结度都有利,容易喷射成型;但对喷射混凝土的强度,尤其是后期强度,则随着速凝剂掺量的增加而降低。

速凝剂的掺加方法大致分为先掺法和后掺法两种。先掺法即将速凝剂、水泥、砂、石集料一起拌合,然后输送到湿喷机内进行喷射。后掺法,即先将水泥、砂、石集料一起拌合,把拌合料运至喷射作业点喷射机旁,加入速凝剂再行拌合。

采用先加法掺用速凝剂时,往往随着运输距离的长短,即拌合料在喷射前,停放时间的不同,喷射混凝土的速凝效果及其强度增长,都将有很大的差别。经试验证明(见表1),拌合物停放时间越长,影响越大,各龄期混凝土强度也降低越大。其原因就是拌合料中,砂、石集料本身含有一定的水分,促使速凝剂与水泥在喷射前就产生作用,部分水化凝结,在喷射的时候,这部分已水化的混凝土结构体,便遭到破坏,致使喷射效果及混凝土后期强度明显降低。

采用后加法,虽然解决了先加法的拌合物停放时间问题,但在掺加速凝剂时,拌合物的计量又难以准确把握。工地上,尤其在长大隧道施工中,由于受场地条件限制,喷射现场不易设立自动拌合站的情况下,一般都采用后掺法,洞外拌合,洞内掺加的办法,大都用斗车的容量计算拌合料重量,往往存在较大的差异,速凝剂的掺加出入较大,有个别工点,甚至凭目测估计,使误差相应

增大,喷射出的混凝土的强度高低不同,变异较大,从而影响喷射混凝土的质量。

## 4 光面爆破不到位洞室轮廓不规则

光面爆破效果差,洞室断面成型不好,凹凸不平,在喷射混凝土时,便导致超挖处混凝土喷层过厚,而欠挖处混凝土喷层又过薄。厚的部位自重增加,在石质破碎的情况下,容易掉落。薄的部位,敷喷表面,形不成均匀的喷射混凝土整体,起不到支承围岩,使支护结构受力均匀分担,阻止稳定块体塌落的作用。

表1 掺加速凝剂的混凝土拌合物停放时间对强度的影响

速凝剂掺量 (%)	环境温度 (°C)	配合比			水泥品种等级	拌合物停放时间 (min)	抗压强度值 (MPa)		
		水泥	砂	石			1天	3天	28天
4	24	1	2.05	2.05	P.032.5R	0	9.1	14.3	24.2
4	24	1	2.05	2.05	P.032.5R	30	8.4	13.4	22.8
4	24	1	2.05	2.05	P.032.5R	60	6.3	11.3	16.6

## 5 施工队偷工减料不按规范施工

施工队为了自己眼前的经济利益,当管理不善,技术值班薄弱时,往往善于钻空,投机取巧,给工程留下隐患。

### 5.1 隧道超挖时随意回填

当隧道爆破超挖时,超挖部分,随意利用片石干码堆砌,表面敷喷,使初期支护混凝土喷射层与岩体分离,成夹层孤立存在,不能与岩石粘接、咬合,形不成整体。

### 5.2 锚杆的长度与数量

锚杆与喷射混凝土配合使用,形成初期支护,能够有效的抑制围岩变形,使隧道周围形成支承围岩本身的承载环,起到围岩卸载的作用,意义相当重大。但是,施工队在施工过程中,有时往往少斤短两,违反设计要求,尤其在围岩稍好的条件下,凭经验、凭感觉、进行锚杆施工,甚至盲目蛮干,随意降低锚杆标准,减少锚杆长度与数量,使锚杆起不到所需要的作用,而造成滑落、掉块、坍塌等现象,初期支护不能长时间暴露,为了安全,必须使二次衬砌紧跟其后,失去了初期支护的功效。

## 6 喷射手操作技能差,熟练程度低。

喷射手的操作技艺与熟练程度是喷射混凝土作业获得成功的关键。一个合格的操作手能够凭经验、目测、观察、调节用水量、使混凝土具有适宜的稠度,并灵活掌握喷嘴与受喷面的距离,及喷射顺序,而且使喷射角度尽可能接近 90°,从而获得最大的喷射压力和最小的回弹率,以保证混凝土的密实度。

但是,在实际操作过程中,有时往往会选用一些新手上岗作业,对于不同的受喷面,内外角隅部位的喷射距离、角度、水灰比的掌握,以及喷射顺序与步骤的处理,都缺乏经验,而造成了喷射混凝土松散、强度降低、回弹量增大、浪费材料。

近几年来,通过贯标认证工作的贯彻执行,施工管理工作大部走向规范化、制度化,能够坚持以质量第一,严把质量关,按照设计规范施工。在此提出以上通病,只是为了让那些在工程管理不善,施工混乱的单位,引以为戒,克服不良现象,不断提高工程质量、避免发生人为的工程质量事故,更好地为社会主义建设创造出更加辉煌的成果。