

# 浅谈隧道喷射混凝土施工的几点质量控制方法

孟庆双

(中铁十三局集团第四工程有限公司)

**摘要:**结合工程实例简要论述喷射混凝土施工过程中加强对原材料、配合比、拌和、施工接缝处理、养护等薄弱环节的控制,减低回弹率和粉尘率,提高喷射混凝土的强度、抗渗、抗腐蚀、抗碳化等品质。

**关键词:**新奥法施工 喷射混凝土 回弹率和粉尘率 质量控制  
**中图分类号:**F407.9 **文献标识码:**A

随着科学技术的发展,大量的新材料、新工艺、新设备、新技术不断应用于工程中。同时,隧道施工技术也在超长、大跨度、防水、穿过不良地层等方面取得了长足的进步,涌现出了大量的科技成果,特别是作为新奥法施工工艺标志的锚喷构筑法更是如此,锚喷构筑法在技术上有采用速度较快、支护及时、施工安全;支护质量较好、强度高、密实度好、防水性能较好;省工,操作较简单,支护工作量减少;施工灵活性很大,可以根据需要分次喷射混凝土追加厚度,满足工程设计与要求等优点,但在具体操作中却有很多方面容易被忽视。

## 1. 原材料的控制

1.1 拌和用水:工程中多以饮用水作为拌和用水,而PH值小于4的酸性水和含硫酸盐量(按 $SO_4^{2-}$ 计算)超过水量1%的水、含有影响水泥正常凝结与硬化的有害物质的其它水均不得使用。

1.2 水泥:为保证喷射混凝土的凝固时间,并与速凝剂有较好的相容性,所用水泥应

具有强度高、抗渗性和耐久性好,应优先选用425号以上的普通硅酸盐水泥,其次是矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥,在地质条件复杂的隧道中应采用早强水泥;使用前应做强度鉴定实验,对于水泥的存放严禁受潮和结块,也不得把不同规格、厂家的水泥混合使用。

1.3 骨料:混凝土的强度除了取决于骨料的强度外,还取决于水泥浆与骨料的粘结强度,同时骨料的表面越粗糙,界面粘结强度越高,因此用碎石比用卵石好。实验表明在一定范围内骨料的粒径越小分布越均匀混凝土的强度越高,骨料最大粒径的减小,不仅增加了骨料与水泥浆的粘结面积,而且容易拌和均匀,骨料周围有害气体减少,水膜减薄,从而提高了混凝土的强度。

1.4 外加剂:为了降低用水量,降低回弹率和粉尘率,使喷射混凝土早凝早强,必须使用外加剂,主要是速凝剂,应采用符合质量要求,并对人体危害性很小的速凝剂,掺加速凝剂之前,应做与水的相容性实验及水泥净浆速凝效果实验,初凝不应大于5min,终凝不应大于10min,注意速凝剂平时保持干燥勿受潮变质。在喷射混凝土中添加速凝剂的目的是使喷射混凝土速凝,以减少回弹量,促进早强,因此,掺速凝剂喷射混凝土性能必须满足设计要求。一般速凝剂最佳掺量约为水泥重量的2%~4%,实际使用时拱部可用2%~4%,边墙可用2%,过多的掺量对喷射混凝土反而不利,这是因为速凝剂虽然加速了喷射混凝土的凝结速度但也阻止了水在水泥中的均匀扩散,使部分水包裹在已凝结的水泥中,硬化后形成气孔,另一部分水泥因得不到充足的水分进行水化反应而干缩,从而产生裂纹,另外速凝剂的掺入应均匀。

1.5 活性掺和料:水泥水化是一个逐步发展的过程,在28天的龄期中,水泥的实际利用率仅占60%~70%,而另外的未水化的水泥中的Cao后期遇水后生成Ca(OH)<sub>2</sub>,产生体积膨胀,给后期强度带来不利影响。利用活性掺和料代替部分未水化的水泥,不仅可以降低成本,最主要的是可以利用活性材料中的活性成分(主要是 $Si_2O$ 与 $Al_2O_3$ )与水泥水化产物Ca(OH)<sub>2</sub>进

行二次反应,生成含水硅酸钙与含水铝酸钙,新生成的水化产物不仅提高了喷射混凝土的强度和致密性,而且提高了其抗冻抗渗抗腐蚀等性能。这一类活性掺和料主要是粉煤灰和沸石粉,掺量约为水泥重量的10%~20%。

## 2. 喷射混凝土配合比的设计与控制

喷射混凝土的配合比不同于普通混凝土的配合比,需要根据其施工工艺来选择,本文主要讲述C20喷射混凝土潮喷法的配合比的设计方法。为了减少回弹量需要较高的砂率,砂率增加了,集料的总面积就增大了,就要求用更多的水泥来包裹集料表面,以满足喷射混凝土的强度要求,水泥用量越大,喷射混凝土就越容易干缩、开裂,同时成本也增加,因此首先确定水泥用量,根据经验水泥用量宜为:375~450Kg/m<sup>3</sup>,其次确定砂率,宜选用粗砂或中砂(细砂将增加干缩裂缝),砂率宜为:45%~55%,砂率过高或过低均易造成堵管、回弹量大、强度低、且收缩大等缺点,再次确定水灰比,水灰比宜为:0.4~0.5,水灰比过小,会产生粉尘大,回弹量多、粘结力低,喷层会产生干斑、砂窝等现象;水灰比过大,强度低、速凝效果差、喷层流淌、滑移、坍塌等,另外要注意根据施工环境的温度、周围岩壁类别、施工队伍的施工水平做相应的调整。

## 3. 喷射混凝土应加强养护

养护是喷射混凝土施工中的一个重要环节。在正常养护条件下,混凝土强度随龄期延长而增大,其原因是由于胶凝材料的不断水化,而水化速度与环境温度和湿度有关。由于经常放炮和通风导致隧道内的温度较高,喷射混凝土周围的空气相对来说比较干燥,加上混凝土的水化热引起的混凝土内部温度较高,将其表面水分很快就蒸发掉,进而引起水泥石“毛细管”中水分继续蒸发。喷射混凝土中水泥与水接触的时间短及范围有限,与混凝土相比水泥水化的程度更低。喷射混凝土的凝结过程也是水泥进一步水化的过程,水泥的水化反应必须在有水的条件下才能发生,水泥水化因为水泥石缺少水分不能继续进行,还因毛细管引力作用在混凝土中引起收缩。此时的喷射混凝土强度还很低,收缩引起的拉应力将使混凝土开裂,破坏了混凝土结构,影响混凝土强度的继续增长,并且停止水化将使水化物不能进一步向水泥石的毛细孔填充,还将影响混凝土的抗渗性

## 结束语:

喷射混凝土在隧道施工中应用已经非常广泛,喷射混凝土的质量直接影响着结构受力、防护、耐久性等情况。所以对喷射混凝土施工,必须按质量控制系统的要求,通过各种措施强化质量意识、加强质量管理、制定操作规程,使喷射混凝土在隧道防护中发挥越来越重要的作用。

## 参考文献

《隧道施工新技术手册》 主编:张京等 长征出版社  
2003年5月第一版

有不同的理论,但对具体的预防和改善还是比较统一,同时,在实践中应用也是比较好的,具体施工中要靠我们多学习,多观察,多比较,出现问题后多分析,多总结,结合多种预防

处理措施,此类问题是可以避免的。