

经验交流：隧道衬砌混凝土裂缝原因注册建筑师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/552/2021_2022__E7_BB_8F_E9_AA_8C_E4_BA_A4_E6_c57_552180.htm 随着国民经济的发展,山岭地区新建公(铁)路越来越多,隧道工程所占的比例逐步增大。隧道二次衬砌施工普遍采用整体式钢模板台车、泵送混凝土施工工艺,但混凝土硬化过程中产生的裂缝不仅影响了美观,还给工程质量留下了隐患。施工中必须采取合理的工程技术措施,控制和减少混凝土中裂缝的数量和宽度。本文分析了混凝土裂缝产生的原因,提出了缓解裂缝产生的措施,并介绍了几种常见的裂缝治理方法。

1. 裂缝的类型

隧道衬砌混凝土裂缝类型主要有：干缩裂缝、温度裂缝、外荷载作用产生的变形裂缝、施工缝处理不当引起的接茬缝等。

1.1 干缩裂缝

混凝土在硬化过程中水分逐渐蒸发散失,使水泥石中的凝结胶体干燥收缩产生变形,由于受到围岩和模板的约束,变形产生应力,当应力值超过混凝土的抗拉强度时,就会出现干缩裂缝。干缩裂缝多为表面性的,走向没有规律。影响混凝土干缩裂缝的因素主要有：水泥品种、用量及水灰比,骨料的大小和级配,外加剂品种和掺量。

1.2 温度裂缝

水泥水化过程中产生大量的热量,在混凝土内部和表面间形成温度梯度而产生应力,当温度应力超过混凝土内外的约束力时,就会产生温度裂缝。裂缝宽度冬季较宽,夏季较窄。温度裂缝的产生与二次衬砌混凝土的厚度及水泥的品种、用量有关。

1.3 荷载变形裂缝

仰拱和边墙基础的虚碴未清理干净,混凝土浇筑后,基底产生不均匀沉降;模板台车或堵头板没有固定牢固,以及过早脱模,或脱模时混凝土受到较大的外力撞击等都容易产生变形裂缝。荷载变

形裂缝在隧道衬砌混凝土病害中占有的比例逐年增大,已经引起了广大工程技术人员的重视。

1.4 施工缝（接茬缝）施工过程中由于停电、机械故障等原因迫使混凝土浇筑中断时间超过混凝土的初凝时间,继续浇筑混凝土时,原有的混凝土基础表面没有进行凿毛处理,或者凿毛后没有用水冲洗干净,也没有铺水泥砂浆垫层,就在原混凝土表面浇筑混凝土,致使新旧混凝土接茬间出现裂缝。

2. 裂缝形成的原因分析

混凝土裂缝形成的原因非常复杂,往往是多种不利因素综合作用的结果。据有关统计,施工不规范造成的混凝土裂缝占80%左右,材料质量差或配合比不合理产生的裂缝占15%左右,设计不当引起的裂缝可能占5%。

2.1 设计粗糙,建设、监理单位工作随意性大

由于多方面的原因,勘察设计单位无法深入地开展地质勘探工作,隧道围岩类别评价及支护结构设计缺乏科学依据,带有一定的盲目性。个别建设单位限于自身管理和专业技术水平的欠缺,任意变更原设计。少数工程由业主的内部人员组成监理机构,监理工作失去了独立性。随着建筑市场的规范,这些问题会逐步得到解决。

2.2 施工工艺或现场操作不规范

a. 隧道开挖成型差,衬砌混凝土厚度严重不均匀;欠挖或初期支护侵入衬砌限界,造成衬砌混凝土厚度不足。个别隧道衬砌混凝土背后存在脱空现象。

b. 未开展监控量测工作,仅凭经验来确定二次衬砌的施作时间,安全可靠性能差,造成二次衬砌超设计荷载承受围岩压力。

c. 混凝土生产时原材料计量误差大,尤其外加剂的掺加随意性大,没有根据砂、石料的实际含水率及时调整施工用水量,造成混凝土水灰比增大。在混凝土运输及泵送过程中加水的现象也比较普遍。

d. 采用整体式钢模板台车施工,混凝土浇筑时不振捣或漏振,混凝土均质性差。

e. 盲目追求施工进度,随

意提前脱模时间,使低强度混凝土过量承受荷载,破坏了混凝土结构。脱模后没有进行混凝土的潮湿养护。f. 夏季施工时砂、石料露天堆放,无切实有效的降温措施,混凝土入模温度高。冬期施工时采取的防寒保温措施不力。

2.3 原材料质量差、配合比设计不合理

水泥品种选择不当,安定性不良,不同批次的水泥混用。碎石、砂级配差,含泥量超标,碎石中石粉含量大,针、片状物过多,影响了水泥与骨料的胶结。进行配合比设计时,忽视水泥用量增多对混凝土品质的影响,错误认为水泥用量越多,混凝土强度越高。对掺合料和外加剂的选用缺乏专业技术人员的指导,往往达不到预期的效果。

3. 混凝土裂缝的治理

混凝土作为多组材料组成的脆性材料,裂缝的存在是客观的。作为施工单位应加强衬砌混凝土的施工管理,避免或减少混凝土裂缝的产生。对于出现的裂缝,应认真分析原因,分清是有害裂缝还是无害裂缝,并对有害裂缝进行处理,防止裂缝继续发展,影响衬砌结构的稳定。

3.1 细微裂缝

隧道衬砌混凝土表面常出现一些没有扩展性的细微裂缝,这种裂缝是稳定的,一般可自愈,不会影响结构的使用和耐久性。从美观考虑,可先清洗干净裂缝表面,然后涂刷环氧树脂浆液二至三遍,最后用刮抹料、调色料处理混凝土表面,使其颜色与周围衬砌混凝土颜色一致。

环氧树脂浆液配比,环氧树脂 : 501稀释剂 : 二甲苯 : 乙二胺 = 1 : 0.2 : 0.35 : 0.08。刮抹料配比,水泥 : 细砂 : 水 = 1 : 2 : 0.35。调色料配比,水泥 : 白水泥 : 107胶 = 5 ; 3 : 1。施工时应经试验确定。

3.2 贯通性裂缝

贯通性裂缝的危害较大,必须采取有效的治理方法。沿裂缝方向凿成宽5cm、深3cm的V形槽,在槽内骑缝每隔0.5m钻一孔,孔深为衬砌厚度的1/2或2/3,一般不少于15cm,并不得穿透衬砌以防跑浆。用清水冲洗干净槽

内的杂物及粉尘,在孔内插入 $\phi 10$ 的压浆管,利用环氧树脂水泥砂浆锚固,用灰刀将砂浆压实抹光。环氧树脂砂浆配比,环氧树脂:水泥:细砂:乙二胺:二丁酯=1:1.6:3.2:0.1:0.12,其中乙二胺是固化剂,二丁酯是稀释剂。待环氧树脂砂浆有一定的强度后,以0.15MPa~0.2MPa压力压入水泥-水玻璃浆液或环氧树脂浆液。压浆结束后在0.2MPa压力下压水检查压浆效果。裂缝表面用刮抹料和调色料处理。

3.3 密集裂缝 衬砌背后有空洞或衬砌厚度不足引起的密集裂缝,必须进行防水和地层加固处理。

沿裂缝两侧每隔1.2m~1.5m交错布点,凿成10cm×10cm大小深5cm的方槽,用风动凿岩机钻孔,孔深3m,安装WDT25中空注浆锚杆,注入水泥砂浆,灰砂比1:(3~5),水灰比1:1,施工时由下往上逐级注浆,注浆压力以0.4MPa~0.6MPa为宜。注浆结束后,另凿新孔在0.6MPa~1.0MPa压力下压入纯水泥浆检查注浆效果,当达到规定压力而砂浆压不进时,即认为已经注满。注浆24h后安装锚杆垫板,用环氧树脂砂浆抹平方槽,表面用刮抹料和调色料处理。

4. 预防或缓解混凝土裂缝的措施

4.1 提高设计精度 加强工程前期地质工作,为设计提供详尽的工程地质、水文地质勘探资料,提高设计的质量。

4.2 把好材料进场关,严格控制原材料的质量和技术标准。

4.2.1 水泥 施工现场多使用普通硅酸盐水泥,但应尽量减少单位水泥用量。不同品牌、不同规格、不同批次的水泥不能混用。

4.2.2 碎石 根据泵送管路的内径,尽可能选用较大粒径的碎石。严格控制含泥量 1%,针、片状物含量 15%,粒径以5~31.5mm为宜,最大不超过40mm。

4.2.3 砂 采用级配良好的中砂,细度模数应为3.0~2.3,粒径小于0.315mm的颗粒含量所占比例宜为15~20%,严格控制含泥量在3%以内。为方便混凝土的运输、泵送和浇筑,

砂率取35%~45%。4.2.4 水 最好选用饮用水。当采用其他水源时,应按国家现行《砼拌合用水标准》(JGJ63)的规定进行检验,PH值应大于4。水灰比越大,混凝土的干燥收缩越大。严格控制泵送混凝土的用水量是减少裂缝的根本措施。施工中水灰比在0.45~0.55之间,混凝土入泵塌落度控制在 (12 ± 2) cm。4.2.5 掺合料 推广掺加粉煤灰和膨胀剂的双掺技术,等量替代水泥,以减少水泥用量。对强度等级C25以下的混凝土,粉煤灰掺量一般为水泥用量的10%~15%,膨胀剂掺量为水泥用量的8%~12%,具体掺量需经试验确定。

a. 粉煤灰比表面积小,需水量低,不仅能有效降低混凝土的干燥收缩值,还可以改善混凝土的流动性、粘聚性和保水性。在水泥中掺入原状或磨细粉煤灰后,可以降低混凝土中水泥的水化热,推迟水化热峰值的出现,减少绝热条件下的温升,有利于控制温度裂缝的产生。粉煤灰的掺加在水工大体积混凝土施工中应用比较广泛,由于认识、技术上的原因,目前在山岭隧道施工中应用较少。

b. 掺加适量的膨胀剂可以补偿混凝土的收缩,增加密实度,提高混凝土防渗抗裂能力。

4.2.6 外加剂 高效减水剂能够有效减少拌合用水,降低水化热,延缓水化热释放速度,从而减少温度裂缝,但掺量过多,会引起混凝土的肿胀和开裂。施工时必须慎重选择外加剂的品种和掺量。

4.3 严格混凝土施工工艺

a. 提高钻眼技术水平,优化钻爆参数,提高光面爆破效果,加强隧道开挖断面检测,严格控制超欠挖,为衬砌施工创造良好的条件。

b. 二次衬砌施作时间,应在围岩和初期支护变形基本稳定时进行。当围岩变形较大、流变特性明显,需提前进行二次衬砌时,必须对初期支护或衬砌结构进行加强。

c. 混凝土的拌合 严格按施工配料单计量,定期检查校正计量装置。加强砂石料含水率

检测,及时调整拌合用水量。 控制混凝土的入模温度。夏季施工时,当气温高于32℃时,砂石料、搅拌机应搭设遮阳棚,用冷水冲洗碎石降温。尽量安排在夜间浇筑混凝土。

d. 混凝土的灌注 混凝土在运输和泵送过程中严禁加水。 适当放慢灌注速度,两侧边墙对称分层灌注,到墙、拱交界处停1h~1.5h,待边墙混凝土下沉稳定后,再灌注拱部混凝土。 混凝土灌注过程中必须振捣,提高混凝土的密实度和均质性,减少内部微裂缝和气孔,提高抗裂性。

e. 混凝土的脱模、养护 混凝土拆模时的强度必须符合设计或规范要求,严禁未经试验人员同意提前脱模,脱模时不得损伤混凝土。 传统的混凝土洒水养护方法,增加了隧道内的文明施工难度,洒水也不均匀,使混凝土早期强度得不到保证。建议使用喷涂混凝土养护液的方法进行养护。把建筑师站点加入收藏夹 100Test 下载频道开通,各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com