

西兰公路太峪黄土隧道充填注浆技术

周 焯 冷曰梅 (铁道部第十九工程局 辽宁辽阳 111000)

摘要 黄土隧道衬砌后,回填密度差、空隙多,潜在隐患大。本文以太峪黄土隧道为例,介绍了充填注浆的实践经验,质量检验表明,注浆起到了充填、加固、止水的效果。

关键词 黄土 隧道 充填注浆 经验

中国图书资料分类法分类号 U 459.2

作者简介 周焯 男 24 岁 工程师 隧道工程

1 概况

太峪隧道位于陕西省彬县太峪镇境内,全长 1 238 m,设计采用同曲率单心圆,最大开挖高度 9.2 m,宽度 13 m,埋深 8~160 m,纵坡 2.46%。洞身范围内地层主要为中更新统(Q_2)老黄土,土质坚硬致密,节理裂隙发育中等,层理少见,无软夹层,属 II、III 类围岩。

该隧道采用先拱后墙分部开挖,钢架木支撑相结合临时支护,人工模注混凝土。施工过程中木支撑间隙较大,难以回填密实,拱顶表现尤为突出,潜在隐患大,因而要求对隧道衬砌后空隙进行充填注浆。

该隧道黄土围岩经土工试验天然含水量较高(20%),大孔结构已退化,无湿陷性,强度高,稳定性好。若选用注浆机每小时最大出浆量 8 m^3 ,注浆管直径 38 mm,注浆液对围岩最大冲击压力为 75.8 kPa,小于围岩的凝聚力(293 kPa)对围岩不会造成动力学破坏。另外沉降观测数据表明,衬砌后积水对隧道沉降无明显影响。

2 注浆工艺

根据隧道跨径大、水文地质较复杂、黄土围岩特性以及衬砌施工情况,将隧道划分成不同注浆目的的若干区段,分别确定布孔方案、注浆顺序,并采用不同配比的浆液,力求取得预定的注浆效果。

2.1 浆液试配

根据该隧道具体特点,采用水泥、细砂、粉煤三种材料配制浆液。加入粉煤灰有利于包裹和润滑集料,系统稳定性强,易于泵送,可减少注浆材料费用。

粉煤灰粒径小于 0.15 mm,水泥采用 425 号普通硅酸盐水泥,三种配比的浆液在室内试验数据见表 1。

2.2 注浆参数

该隧道为素混凝土衬砌,规范要求注浆压力为 0.2~0.3 MPa,通过对注浆压力损失测试,注浆表压控制在 0.3~0.5 MPa,对衬砌和围岩均构不成破坏。

2.3 注浆标准

注浆结束标准:在注浆管路畅通的条件下,注浆压力正常值时其注入量为零,延续 10 min,这时可认为所注孔已注满。

质量检验标准:钻检查孔注浆,检查孔为总注浆孔数的 5%,每个注浆段至少应有 2 个孔。检查浆液为纯水泥浆,水灰比为 2:1。在注浆压力下吸浆量小于 10L 为合格;7 d 后钻孔取芯,注浆固体致密可认为质量合格。

2.4 布孔

根据衬砌施工情况,一般注浆段长 30~40 m。布孔依据浆液的流动性、注浆可控性和确保填料到位原则,左右边墙各布设 2 条钻孔走向线,I 序孔距、II 序孔距各为 6~8 m,I 序孔距路面 1.5~1.7 m,I 序孔和 II 序孔高差为 2 m,如图 1 所示;拱部

表 1 注浆液试验数据

编号	配合比				抗压强度/MPa		结石率	用途
	水泥	细砂	粉煤灰	水	7d	28d		
1	1	1	—	0.6	18.4	29.7	0.97	加固段拱部、渗水段
2	1	1.3	0.3	1.0	13.6	21.6	0.95	加固段边墙
3	1	1.5	1.0	1.5	3.4	5.7	0.93	充填段拱、墙

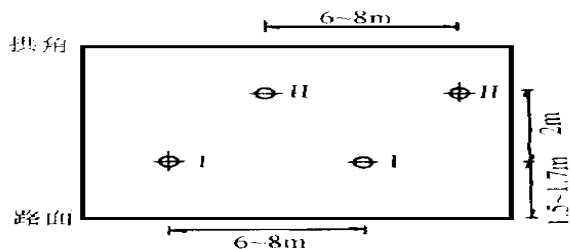


图 1 边墙布孔示意图

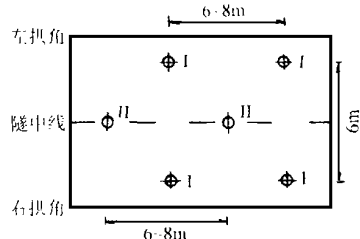


图 2 拱部布孔示意图

孔布设 3 条钻孔走向线, 钻孔呈菱形分布, I 序孔距和 II 序孔距各为 6~8 m, I 序孔沿隧中线左右对称布设, 对称孔距 6 m, II 序孔布设在正拱顶, 如图 2 所示。

在隧道内壁所布钻孔需统一编号、记录空间位置、测量衬砌厚度和空洞大小后, 方可压浆。

2.5 注浆

注浆顺序原则上先墙后拱, 从下坡方向往上坡方向, 先 I 序孔, 后 II 序孔。相邻的同序孔高差 15 cm, 先注下坡方向, 上坡方向孔作为观察孔; II 序孔施注中可对 I 序孔所注浆液进行补充。钻孔前期为勘察孔, 后期为工艺孔或观察孔, 这种注浆顺序能观察到浆液充填的有效高度, 利于达到预期充填效果。

注浆施工工艺流程为: 搅拌机拌制干料, 人工制浆, 经 4 mm 筛网注入贮浆筒, 注浆; 达到注浆结束标准, 取出注浆管封堵孔口。

施注过程中采用风力搅拌, 定时用稀浆清洗管路, 可大大减少堵管现象。

2.6 特殊地段注浆

K3+252~264 为原塌方段, 衬砌后拱部有 2 处滴水成线, 边墙渗水严重。该段注浆以止水为目的。为了有效控制水路, 采用间隔注浆。在施注边墙、拱部时积水从施工缝隙大量涌出, 间歇注浆使浆液充分置换出积水。采用间隔、间歇注浆, 把围岩水流控制在右 K3+255 和左 K3+263 两泻水孔处。

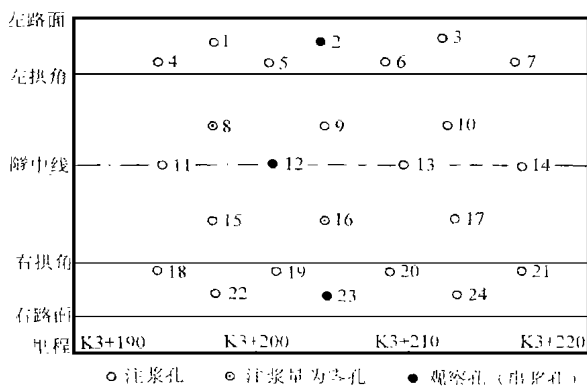


图 3 K3+190~220 注浆段钻孔内壁展示图

3 注浆资料分析

如图 3 所示, K3+190~220 注浆段共 24 个钻孔, 16 个工艺孔, 4 个注浆量为零孔, 3 个观察孔(串浆孔)。注浆孔平均间隙为 4.3 cm, 估算注浆量为 32.3 m³, 实际注浆量为 35.6 m³, 充填体积为估算空洞体积的 1.1 倍, 达到预期注浆效果。注浆数据表明, 拱部空隙大, 衬砌背后空隙导通, 注浆量明显偏大, 且先注孔浆量偏大。

全隧道注入水泥 1 200 t, 细砂 1 500 t, 粉煤灰 800 t, 每平方衬砌背后平均注浆 0.051 m³。

4 注浆质量检查及效果

按前述质量检查标准, 全隧道拱部布设检查孔 60 个, 左右边墙布设检查孔 60 个, 拱部检查孔平均间距 20 m, 边墙检查孔平均孔距 40 m, 全部达到检查标准要求, 认定合格。

注浆前隧道拱部渗漏水共 48 处, 注浆后剩下 4 处渗水, 止水效果明显。

5 结束语

隧道设置了 30 个沉降观测点, 注浆后 7 d 的二等水平观测数据表明, 对 Q₂、Q₁ 黄土围岩隧道充填注浆, 只要在技术上作好充分准备是可行的和有效的。通过质量检查和表现现象表明, 太峪隧道常压注浆起到了加固、充填、止水的预期效果, 为在相似条件下的隧道充填注浆提供了实践经验。

(收稿日期 1999-02-04)

用旋喷冒浆测控旋喷体液固含量及喷射直径

韦讲汉 (煤炭科学研究总院西安分院 710054)

摘要 对旋喷体进行定量分析是十分必要的。本文以实践经验,结合数学方法对旋喷冒浆进行定量分析,以确定旋喷体的液固含量、旋喷孔口冒浆量、旋喷喷射直径,取得了好的效果。

关键词 旋喷冒浆 液固含量 喷射直径 定量分析

中国图书资料分类法分类号 TU 473. 14

作者简介 韦江汉 男 42 岁 工程师 工程地质

1 引言

在旋喷注浆施工过程中,必然有一定量的混合浆从孔口溢出,形成冒浆。冒浆是旋喷浆液与被切割搅拌土体的混合浆。在粘性土层中,这种混合浆的成分和状态在桩孔内外基本是一致的,桩孔内的混合浆凝固后即形成旋喷体。因而结合旋喷水泥浆(液)和被搅拌土体(固),对冒浆物理参数进行测量,即可确定旋喷体内液固体含量、孔口冒浆量,同时亦可确定旋喷效果,即旋喷喷射直径的大小。

据国际、国内有关文献资料,目前旋喷冒浆仅能定性地检验旋喷效果,尚不能定量分析。本文综合多年旋喷施工的实践经验,归纳出对冒浆定量测量,并通过数学计算,确定旋喷体的液固含量及喷射直径的方法途径。

2 混合浆中液固含量及冒浆量的定量分析

基本设定:

- a. 混合浆由两部分组成,其一是孔口冒浆,其二是桩孔内混合浆;
- b. 旋喷混合浆是均质的;
- c. 一定旋喷段内,土层是均质的,旋喷体成圆柱状。

旋喷混合浆质量是水泥浆和被搅拌土体(即旋喷土体)质量之和;在旋喷土体处于饱和状态,即 $S_r = 100\%$ 时,其体积亦是二者体积之和:

$$W_{SL} = W_{FL} + W_{FG}, \quad (1)$$

$$V_{SL} = V_{FL} + V_{FG}, \quad (2)$$

式中 W_{SL} —— 混合浆的质量, t;
 W_{FL} —— 水泥浆质量, t;
 W_{FG} —— 被搅拌土体质量, t;
 V_{SL} —— 混合浆体积, m^3 ;
 V_{FL} —— 水泥浆体积, m^3 ;
 V_{FG} —— 被搅拌土体体积, m^3 ;
 S_r —— 土体饱和度。

由质量、体积、体积质量三者的关系式:

$$W_{SL} = V_{SL} d_{SL}, \quad (3)$$

$$W_{FL} = V_{FL} d_{FL}, \quad (4)$$

$$W_{FG} = V_{FG} d_{FG}, \quad (5)$$

式中 d_{SL} —— 混合浆体积质量, t/m^3 ;
 d_{FL} —— 水泥浆体积质量, t/m^3 ;
 d_{FG} —— 土体体积质量, t/m^3 ;

设液固比 P 为:

$$P = \frac{W_{FL}}{W_{FG}}, \quad (6)$$

结合上述 6 式,可得液、固二者质量及液固比计算

PACKING-AND-GROUTING TECHNIQUE FOR TAIYU LOESS TUNNEL OF XI'AN-LANZHOU HIGHWAY

Zhou ye Leng yuemei (No. 19 Engineering Bureau of the Ministry of Railway)

Abstract After the lining of loess tunnel, the backfill bensity is poorer, with more pores and more potential hidden danger. Taking the Taiyu loess tunnel as an example, the practical packing-and-grouting experience is introduced. The quality check indicated that the packed, reinforced and water-sealed effectivenesses are attained by the grouting.

Keywords loess; tunnel; packing-and-grouting; experience