

切槽式换拱方法在隧道病害整治中的应用

倪宏伟,张俊儒

(西南交通大学土木工程学院,四川成都 610031)

【摘 要】 成昆线耳足一号隧道全长 270.26m,由于山体滑坡,在 K384 + 845.31 ~ K384 + 910.31 段约 65m,拱顶大范围下沉侵入净空,严重影响了列车的正常行驶。文章论述在隧道整治中,采用切槽式换拱方法的施工组织方案,以及针对设计中的拱圈形状进行优化计算的方法。

【关键词】 拱圈优化; 病害整治; 换拱

【中图分类号】 U457+.3

【文献标识码】 B

1 工程概况

成昆线耳足一号隧道位于成昆线下普雄车站至拉白车站区间,全长 270.26m,隧道中心里程 K384 + 865.44,隧道全部位于圆曲线上。在 K384 + 845.31 ~ K384 + 910.31 段,由于山体滑坡,拱顶大范围下沉侵入净空,严重影响了列车的正常行驶。

2 病害整治设计与施工

2.1 换拱设计方案

由于耳足一号隧道多次受到山体滑坡的影响,衬砌严重侵入隧道净空。为保证施工的安全性,在满足隧道基本建筑界限的前提下,适当缩小衬砌断面,使内轨顶面距拱顶的距离缩小到 6.4m,接触网以简单悬挂方式悬挂。换拱方案为凿除原拱圈混凝土 40cm,新嵌入 C20 钢筋混凝土 20cm。如此,一方面加固拱圈,另一方面扩大了衬砌净空。

2.2 切槽换拱施工方案

- (1) 为确保列车的正常行驶,施工前首先对既有线路进行整修及技术处理,同时获得一定的施工空间;
- (2) 在施工地段安装防护台车,保证过往列车的安全行驶;
- (3) 注浆加固围岩;

- (4) 待注浆凝固达到设计强度后,对原衬砌进行切割凿除。切槽宽度为 20cm,各槽之间的中心距为 50cm。在进行拱圈切割凿除时应遵循以下原则: 为防止相邻切槽施工时拱圈内应力重分布导致的不利影响,应采取跳槽切割的方法; 在已切除原衬砌部位安设格栅钢架,并在拱脚处打设锁脚锚杆,然后进行混凝土灌注; 待相邻切槽的新灌混凝土达到设计强度后,再凿除切槽之间的混凝土进行更换,以达到换拱的目的。
- (5) 待所有拱圈更换完毕后,对既有线路进行恢复。

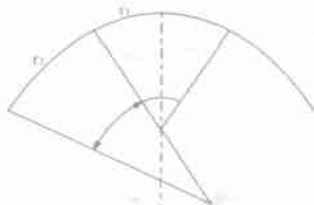


图1 新嵌拱圈拟合图

3 拱圈优化比拟

3.1 拱圈的设计

新嵌拱圈设计中,在保证内轨顶面距拱顶 6.4m 不变的情况下,对拱圈断面进行设计,为了使拱圈受力合理,拱圈由四段圆弧组成,呈

左右对称分布,使圆弧 r_1 和圆弧 r_2 在交点处连接光滑连续,这可以避免应力集中现象的发生,如图 1 所示。

3.2 拱圈比拟

结合隧道的实际,在保证隧道净空的情况下,对三种拱圈断面进行优化比拟,如图(2)所示。

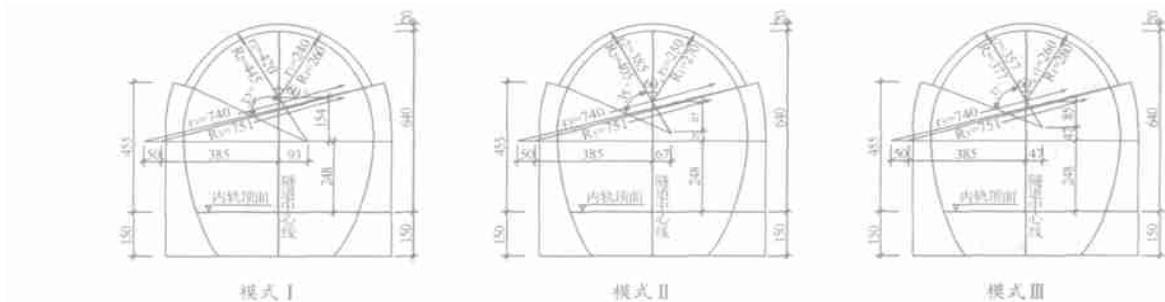


图2 三种拱圈拟合图比较

3.3 新嵌拱圈承载力计算

3.3.1 计算模式选取

拱圈截面采用 20cm × 20cm;隧道最大埋深 19m,按照

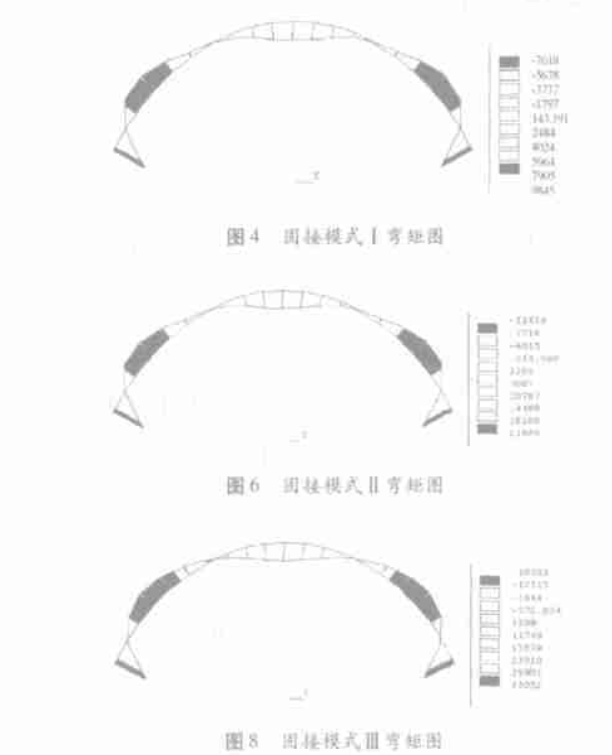
[收稿日期] 2004 - 01 - 17

[作者简介] 倪宏伟(1978 ~),硕士生。

《铁路隧道设计规范》(TB10003 - 2001) 4.1.4 条应按浅埋隧道设计;K384 + 845.31 ~ K384 + 910.31 段围岩级别 Ⅱ级;隧道围岩压力的确定,为安全计,视作用在隧道拱圈上的垂直压力等于上覆岩层的全部重力,均匀分布时,垂直压力 q (kPa) 为: $q = \gamma \cdot h$

侧向水平压力 e (kPa) 为: $e_1 = \gamma \cdot h \cdot \lambda$;
 $e_2 = \gamma \cdot (h + h_i) \cdot \lambda$
式中: $\lambda = \tan^2(45^\circ - \varphi_0/2)$; h_i 为拱圈高度, m; γ 为围岩重度, kN/m³; h 为隧道深度,指隧道顶至地面的距离, m; φ_0 为围岩计算摩擦角。

拱脚可按铰接和固接两种模式进行计算,其计算简图如图 3 所示。结合实际的施工情况,宜采用固接模式进行计算。



图中可以比较三种拱圈形式的受力情况,计算得各截面上全部为受压轴力,并且变化不大,各截面上得弯矩值也较小。通过比较模式 I 的拱圈受力最合理,所用材料最少,达到了既经济,又合理的目的。

3.3.4 拱圈截面的验算

对所选的固接模式 I 取三种不利截面进行验算,其计算结果如表 1 所示。由于 $e \leq 0.2h$ (h 为截面高度),系抗压强度控制截面承载能力,故按混凝土矩形截面偏心受压构件的抗压强度进行验算。

表 1 三种不利截面验算结果					
拱角支撑模式	弯矩 (N·m)	轴力 (N)	偏心距 e (m)	0.2h (m)	安全系数
固接模式	9845	632807	0.016	0.04	0.86
	5964	429590	0.014	0.04	0.93
	7618	587648	0.013	0.04	1.27

由上表的计算结果可知,C20 混凝土结构并不能满足

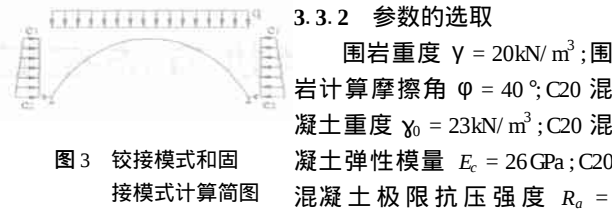
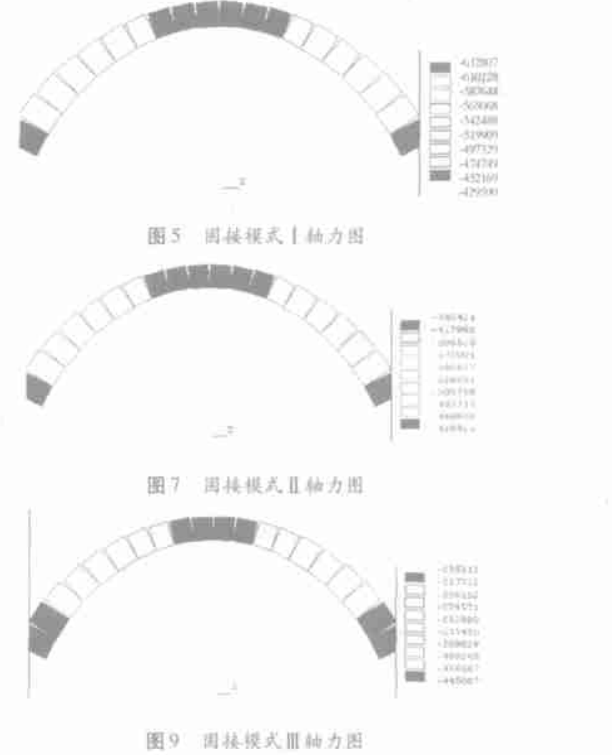


图 3 铰接模式和固接模式计算简图

3.3.2 参数的选取

围岩重度 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$; 围岩计算摩擦角 $\varphi = 40^\circ$; C20 混凝土重度 $\gamma_0 = 23 \text{ kN/m}^3$; C20 混凝土弹性模量 $E_c = 26 \text{ GPa}$; C20 混凝土极限抗压强度 $R_a = 15.5 \text{ MPa}$; C20 混凝土极限弯曲抗压强度 $R_w = 19.4 \text{ MPa}$ 。



《铁路隧道设计规范》(TB10003 - 2001) 11.1.1 条规定的安全系数 2.0,需对原设计进行变更。考虑到增加衬砌厚度对原始围岩的扰动过大,所以在保持原设计断面的情况下,采用增大混凝土标号的办法,经验算 C50 混凝土其安全系数 $K = 2.03$,这样既可以满足设计要求,又方便施工。

4 结 论

本文提出了在不侵入隧道净空的情况下,进行隧道拱圈优化设计的方法,这样既节省原材料、工时,又可得到经济、安全的拱圈模式;文中描述了在隧道病害整治中的切槽式换拱施工组织方案,它对在不中断行车的情况下进行隧道加固整治具有一定的参考价值。

参 考 文 献

[1] 铁道部第二勘测设计院. 铁路工程设计技术手册(隧道) [M]. 北京:中国铁道出版社,1995.
[2] 铁道部. 铁路隧道设计规范[S]. 北京:中国铁道出版社,2001.