

柳州市某公路隧道衬砌设计

罗 成

(铁道第四勘察设计院柳州设计研究院,广西柳州 545007)

摘 要:结合柳州市某公路隧道工程,介绍公路隧道浅埋隧道围岩压力的计算和复合式衬砌的设计,总结了隧道衬砌的设计经验,供同类工程参考。

关键词:公路隧道;复合式衬砌;浅埋隧道;荷载结构法;弹性抗力

中图分类号:U451.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)05-0044-02

1 工程简介

新建柳州市某公路隧道位于柳州市郊区,南环路北侧,穿越水车岭,最大埋置深度 60 m,双车道隧道,全长 227 m。

2 地质概况

隧址处由第四系残积(Q_4^d)粘土及下石炭统大塘阶(C_{1d})生物灰岩、中石炭统大埔组(C_{2d})白云岩组成。

隧址处于柳江背斜东翼边缘地带,场地西侧 1 400 m 处为南北向的波庙断层,东南侧约 80 m 处为一北东向、倾角 75° 、倾向隧址的逆断层,场地地质构造较为简单。

场地工程影响范围内无常年地表水和地下水,只在雨后一定时间内存在地表洼地积水及地下裂隙滞水。

场地属岩溶弱发育区,沿岩石表面及裂隙面发育,岩溶形态为溶孔及溶隙,溶洞不发育。

隧址及其附近山体陡峭,岩体裂隙、节理极为发育,岩体破碎,峭壁及坡面上危岩分布较多,具备崩塌、落石发育的地形条件和物质条件;隧道出口存在岩堆。

隧址所处地区设计基本地震加速度为 0.05 g (相当于地震基本烈度 VI 级);设计特征周期为 0.35 s 。

由上述围岩特性及埋深,可将围岩分段划分为 III、IV、V 级。

3 主要技术标准

道路等级:城市支路 I 级;道路宽度:11 m;隧道建筑限界净高:4.5 m;设计行车速度:30 km/h。

4 衬砌设计及选型

收稿日期:2006-02-27

作者简介:罗成(1977-),男,广西玉林人,助理工程师,从事桥梁、隧道设计工作。

洞身衬砌按喷锚构筑法(新奥法)原理设计,采用复合式衬砌,复合衬砌以喷混凝土和锚杆为主要初期支护,模筑混凝土为二次衬砌,初期支护为主要承载结构,二次模筑混凝土为承载结构的一部分。根据隧道埋深及围岩级别的不同,洞身衬砌共设计三种类型:S5、S4、S3。初期支护参数根据围岩级别及工程地质条件,按工程类比法初步拟定,详见表 1。

表 1 复合式衬砌初期支护参数表

围岩级别	支护参数
III	10 cm 厚喷射混凝土,拱部设 $\phi 8$ 钢筋网,间距 $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$, $\phi 22$ 砂浆锚杆, $L=2.5\text{ m}$, 间距 $120\text{ cm} \times 120\text{ cm}$ (环 \times 纵),梅花形布置。
IV	21 cm 厚喷射混凝土,配置 $\phi 8$ 钢筋网,间距 $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$, 格栅钢架 80 cm , $\phi 22$ 砂浆锚杆, $L=3.0\text{ m}$, 间距 $120\text{ cm} \times 120\text{ cm}$ (环 \times 纵),梅花形布置。
V	25 cm 厚喷射混凝土,配置 $\phi 8$ 钢筋网,间距 $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$, 格栅钢架 60 cm , $\phi 25$ 中空注浆锚杆, $L=4.0\text{ m}$, 间距 $100\text{ cm} \times 100\text{ cm}$ (环 \times 纵),梅花形布置。

S5 复合式衬砌用于 V 级围岩浅埋地段,初期支护以钢架、中空注浆锚杆、钢筋网及喷射混凝土组成,二次衬砌为厚 45 cm 有仰拱的混凝土结构。

S4 复合式衬砌用于 IV 级围岩地段,初期支护以格栅钢架、锚杆、钢筋网及喷射混凝土组成,二次衬砌为厚 35 cm 有仰拱的混凝土结构。

S3 复合式衬砌用于 III 级围岩地段,初期支护以锚杆、钢筋网(拱部设置)及喷射混凝土组成,二次衬砌为厚 35 cm 的混凝土结构。

5 结构计算

根据规范要求, III 级围岩复合式衬砌的二次衬砌属于安全储备,按构造要求设计, IV、V 级围岩中复合式衬砌二次衬砌为承载结构,应进行计算,而 IV、V 级围岩一般位于洞口,属于浅埋地段,应采用荷载结构法计算,围岩压力按浅埋隧道计算^[1]。

5.1 设计荷载

计算围岩压力前,必须先判断隧道是深埋还是浅埋,^[1]垂直均布压力: $q = 0.45 \cdot \gamma \cdot 2^{s-1} \omega$

荷载等效高度: $h_q = \frac{q}{\gamma}$

IV~VI级围岩中,深埋和浅埋隧道的分界高度: $H_p = 2.5h_q$

式中: γ ——围岩重度(kN/m^3);

s ——围岩级别;

ω ——宽度影响系数, $\omega = 1 + i(B-5)$;

B ——隧道宽度。

经计算,IV级围岩中, $h_q = 6.48 \text{ m}$, $H_p = 16.2 \text{ m}$,而S4复合式衬砌最大埋深 $H=26 \text{ m}$,最小埋深 $H=13 \text{ m}$ 。当 $H=26 \text{ m}$ 时,属于深埋隧道,其垂直均布压力: $q = \gamma h = 175 \text{ kN/m}^2$,水平均布压力: $q_{\text{水}} = 0.25q = 43.75 \text{ kN/m}^2$;当 $H=16.2 \text{ m}$ 时, $h_q < H \leq H_p$,

其垂直均布压力: $q_{\text{浅}} = \gamma H(1 - \frac{H}{B_i} \lambda \tan \theta) = 355.6 \text{ kN/m}^2$,水平侧压力: $e_1 = \gamma H \lambda = 66.9 \text{ kN/m}^2$, $e_2 = \gamma h \lambda = 109.5 \text{ kN/m}^2$,则水平均布压力为: $e = (e_1 + e_2)/2 = 88.2 \text{ kN/m}^2$ 。

式中: λ ——侧压力系数;

$$\lambda = \frac{\tan \beta - \tan \varphi_c}{\tan \beta [1 + \tan \beta (\tan \varphi_c - \tan \theta) + \tan \varphi_c \tan \theta]}$$

$$\tan \beta = \tan \varphi_c + \sqrt{\frac{(\tan^2 \varphi_c + 1) \tan \varphi_c}{\tan \varphi_c - \tan \theta}}$$

B_i ——隧道坑道宽度(m);

φ_c ——围岩计算摩擦角,IV级围岩中,

$\theta = (0.7 \sim 0.9) \varphi_c$;

h ——隧道坑底至地面的距离(m)。

由上可知,衬砌受力最不利为埋深 $H=16.2 \text{ m}$ 时。根据新奥法原理,复合式衬砌中初期支护为主要承载结构,二次模筑混凝土为承载结构的一部分,二次衬砌按承受30%的围岩压力计算^[3],得S4复合式衬砌计算荷载为:

垂直均布荷载: $355.6 \times 0.3 = 106.68 \text{ kN/m}^2$

侧压力: $88.2 \times 0.3 = 26.46 \text{ kN/m}^2$ 。

V级围岩荷载等效高度: $h_q = 13 \text{ m}$,深埋和浅埋隧道的分界高度: $H_p = 32.5 \text{ m}$,S5复合式衬砌最大埋深 $H=13 \text{ m}$,最小埋深 $H=5 \text{ m}$,属于浅埋隧道,且 $H \leq h_q$,按式 $q = \gamma \cdot H$ 计算垂直均布压力,侧向均布压力 $e = \gamma(H + \frac{1}{2H_i}) \tan^2(45 - \frac{\varphi_c}{2})$,二次衬砌按承受50%的围岩压力计算^[3],得S5复合式衬砌计算荷载为:垂直均布压力 $q = 175.5 \text{ kN/m}^2$,侧压

力: $e = 23.35 \text{ kN/m}^2$ 。

式中: γ ——隧道上覆围岩重度(kN/m^3);

H ——隧道埋深,指坑顶至地面的距离(m);

H_i ——隧道高度。

5.2 结构内力计算

采用荷载结构法计算隧道衬砌的内力和变形时,把隧道结构视为一个在荷载作用下的位于弹性地基上的结构,应通过考虑弹性抗力等体现围岩对衬砌变形的约束作用。弹性抗力的大小及分布,可采用局部变形理论,由 $\sigma = k \delta$ 计算^[2]。

式中: σ ——弹性抗力的强度(MPa);

k ——围岩弹性抗力系数;

δ ——衬砌变形朝向围岩的变形值(m),变形朝向洞内时取零。

弹性抗力的分布多数情况按径向分布处理,以弹簧表示。计算简图见图1:

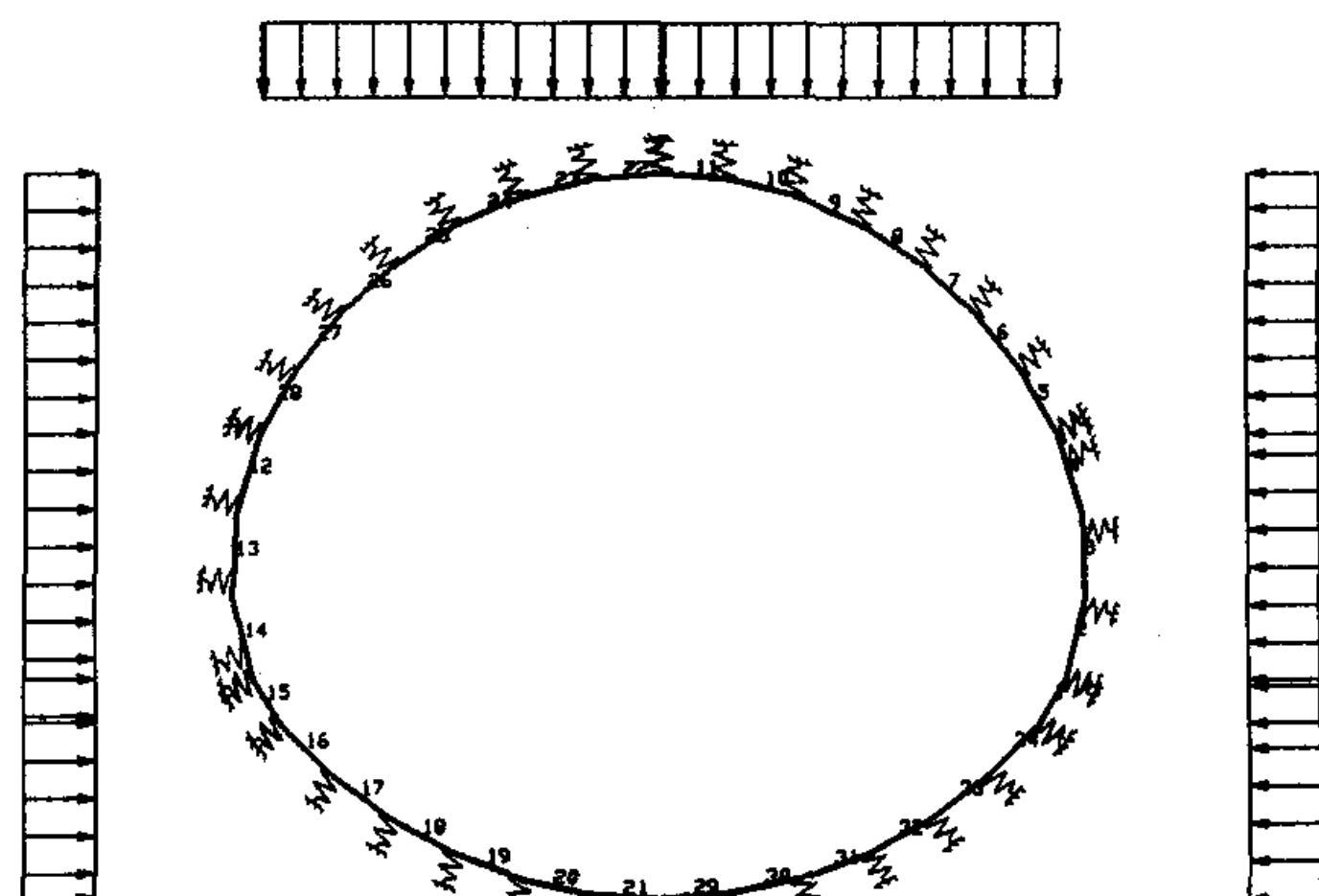


图1 弹性抗力发布图

5.3 衬砌截面强度检算

隧道结构按破损阶段法验算构件截面的强度,(1)轴向力偏心矩验算: $e_0 = M/N \leq 0.45h$ 。(2)承载能力验算:当 $e_0 \leq 0.20h$ 时,系抗压强度控制承载能力,按式计算,当 $e_0 > 0.20h$ 时,系抗拉强度控制承载能力,按式 $kN \leq 1.75 \varphi_c R_l b h / (6e_0/h - 1)$ 计算。

式中: M ——弯矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);

N ——轴向力(kN);

R_a ——混凝土的抗压极限强度;

R_l ——混凝土的抗拉极限强度;

K ——安全系数;

b ——截面宽度(m);

h ——截面高度(m);

φ ——构件纵向弯曲系数;

α ——轴向力的偏心影响系数。

经计算,所选截面尺寸拱部不满足抗拉强度要求,拱部需采用钢筋混凝土结构,主筋选用 Φ

城乡公交一体化实施探讨

吴公勇,胡光明

(华中科技大学交通科学与工程学院,湖北武汉 430074)

摘 要:随着农村路网的发展和社会主义新农村建设的实施,农村客运日益不能满足城乡居民出行需求。该文阐述了公交一体化的内涵,分析了城、乡客运公共交通,对城乡公交一体化的实施进行了探讨,并以嘉兴市为例介绍了城乡公交一体化的实施情况。

关键词:城乡公交;一体化;实施;管理

中图分类号:U126 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)05-0046-03

0 前言

随着十一五规划的实施、社会主义新农村的建设及农村经济的发展,我国小城镇建设的步伐和城市化进程逐渐加快,农村公路的等级逐步提高,乡镇之间、城乡之间的联系日益紧密,其间的人员流动的规模和范围逐渐扩大,人员流动频繁,从而带来了城乡之间、乡镇之间客流量的增加,客流密度增大。而现阶段公路客运的发展虽然在一定程度上满足了城乡居民的出行需求,但在城市化进程和城镇建设的加快过程中逐渐显露了农村(乡镇)客运的一些问题,如运力不足、严重超载、居民出行时无车可乘等。这些问题的存在对城镇建设和发展起着极大的阻碍作用,为了更好的适应农村和城镇经济的发展、加快城乡间的融合,合理地利用已建成的“村村通公路”等资源,有必要对城、乡之间和乡、镇之间的客运进行统一协调规划,

逐步在农村(乡镇)内或城、乡间建立起合理的公共交通系统,实现城乡公交一体化。

1 城乡公交一体化的内涵

城乡公交一体化是实现城乡经济社会协调发展的实战措施,其含义[1]是指将城区公交与农村公交作为一个有机整体进行考虑。一体化的公共交通体系应当包括两个基本内容:一是线路的一体化,即妥善安排城区公交线路和城乡公交线路以及中转站的位置,使人们能够方便地在各线路之间换乘;二是运营、管理的一体化,即由统一部门调度、管理、安排发车时间,确定合理站点、站距,更方便地满足城、乡居民的出行需求。

“城乡一体化”中“城”指城市市区、县域城区等,“乡”指城乡结合部、城市郊区、乡(镇)、乡(镇)居民集中区等。目前城市市区的公共交通线网较为完善,道路等级水平高,公共交通工具种类较多,基本满足出行者在市区内的出行需求。而农村主要以公路客运为主,班次少,线路少,道路等级低,这与农村城镇化和建设社会主义新农村所产生影响。

(3)新奥法设计复合式衬砌中初期支护的作用不仅在于保证施工的安全,而且是整个永久支护系统的一个重要组成部分,因而应按永久结构物要求进行施工质量控制。

(4)复合式衬砌主要采用工程类比法设计,并通过理论分析进行验算,而实际的地质情况更为复杂,隧道开挖工程中,岩层可出现意想不到的情况,故在施工中必须做好超前观测和监控量测,不断调整完善隧道支护参数及施工方案设计。

收稿日期:2006-04-17

作者简介:吴公勇(1983-),男,湖北十堰人,硕士研究生,从事交通运输规划与管理研究工作。

20@200。

6 结语

(1)荷载结构法计算是把荷载分为被动的弹性抗力与主动的侧压力,计算表明,通过改变K值,对结构计算影响十分显著,在K值固定的条件下,只改变主动侧压力值,对结构安全度的影响并不十分显著,因此在确定弹性抗力系数时要非常慎重。

(2)弹性抗力系数不完全是围岩的特征值,它受到承载面大小、形状以及荷载大小的影响,还直接受到施工方法的影响,一个减小震动的开挖会给出较高的弹性抗力系数,而过度爆破所得到的K值要低一些,因此,改善施工质量也将对计算结

参考文献

- [1]《公路隧道设计规范》(JTG D70-2004)[S].
- [2]关宝树.隧道工程设计要点集[M].人民交通出版社,2003.
- [3]《铁路工程设计技术手册》隧道[M].中国铁道出版社,1995.