

新建隧道下穿既有公路的结构安全性分析

江建坤, 俞涛, 丁海洋

(浙江省交通规划设计研究院, 浙江 杭州 310006)

摘要:以乌岩山隧道下穿甬台温高速公路为例,采用连续介质模型对隧道近距离下穿公路过程进行有限元计算分析,探讨了施工过程中新建隧道下穿既有公路的结构受力状况以及隧道初期支护的安全性,结果表明:初期支护拱墙部位强度满足要求,而墙脚部位偏薄弱。

关键词:新建隧道;下穿;结构安全性;乌岩山隧道;甬台温高速公路

中图分类号:U458 文献标志码:A 文章编号:1006-7647(2013)S1-0036-02

1 工程概述

甬临线宁海梅林至山河段改道工程——乌岩山隧道位于浙江省宁海县境内,为双洞单向行车双车道(上下行分离)隧道,隧道长度左右线各为485m和551m。

隧道设计主要技术标准^[1]如下:道路等级一级公路;设计速度80 km/h。

隧道ZK9+064—ZK9+112及YK9+092—YK9+140段下穿甬台温高速公路(左右线与高速公路相交处高速公路桩号分别为K89+466.5、K89+519.5),隧道拱顶距高速公路路面最小距离5.7m,高速公路中央分隔带处地下管线距离隧道拱顶最小净距仅为4.64m。

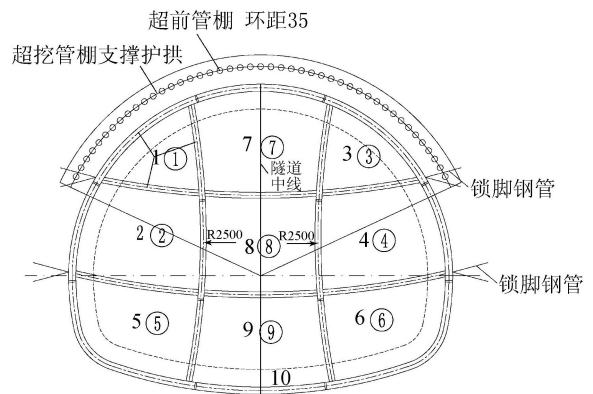
乌岩山隧道下穿甬台温高速公路浅埋暗挖段设计采用双侧墙预留核心土法施工。拱部采用 $\varnothing 108\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ 热轧无缝钢管超前支护和 $\varnothing 42\text{ mm}$ 超前小导管补充预注浆支护,不设系统锚杆,超前管棚长55m,环向间距35cm,超前小导管长4.5m,纵向间距按2.5m一环布置;初期支护采用25cm厚C25喷混凝土+ $\varnothing 6\text{ mm}$ 双层钢筋焊接网(15m \times 15cm)+H175型钢拱架,钢拱架按纵向间距0.5m一榀布置;二衬采用60cm厚C25模注钢筋混凝土。

2 隧道初期支护安全性评价

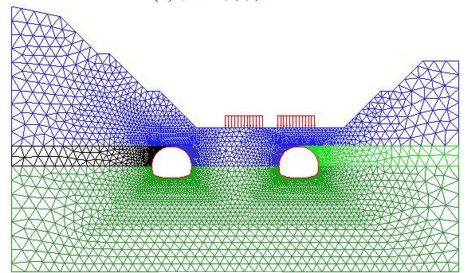
2.1 初期支护计算模型

隧道初期支护计算模式为地层结构法,根据设计施工方案(图1),采用同济曙光软件进行施工过

程分析。整个开挖过程分为20个施工步,每个施工步细分成2个增量步,根据经验增量步1(对应开挖)和增量步2(对应喷锚支护衬施做)的应力释放系数分别为0.1和0.8。



(a) 施工方案



(b) 计算模型

图1 乌岩山隧道设计图施工方案

该计算模型初期支护受力最不利工况为左洞初期支护封闭成环(图2)、拆除钢支撑二衬未施做、初期支护独立承受地层及车辆荷载的不利情况等。

2.2 最不利工况计算分析

对初期支护强度校核按如下方法进行:轴力由

压构件考虑,钢拱架承担 $0.273N$ 和 M ; 根据 JTG/T D70—2010《公路隧道设计细则》规定,基本可变荷载组合下,按压弯构件计算,钢结构抗拉压标准强度 $K_g = 2$,混凝土抗压极限强度 $K_{ly} = 2.4$ 。将计算所得的内力数据分别代入对应公式中,若对应的公式符合则满足要求,否则不满足。

2.3 分析结论及建议

由计算结果可知:初期支护拱墙部位强度满足要求,墙脚部位偏薄弱。为进一步提高安全性,建议初期支护 C25 喷混凝土厚度由 25 cm 调整为 28 cm,边墙部增加系统锚杆(管)。

全~强风化花岗岩未扰动之前坚硬、干燥、自稳能力强,而暴露于掌子面后遇水易膨胀软化,自稳能力迅速下降,且花岗岩易球形风化,风化球的存在使土石分布不均匀,结构易产生不均匀沉降,对此设计施工应高度重视。建议施工从山河岭端掘进,避免反坡施工,同时及时处理拱脚积水,加强基础承载力的监测,必要时对风化花岗岩基础进行注浆加固,以防隧道不均匀或整体沉降。

应重视掌子面的开挖及拱顶围岩的稳定,杜绝坍方现象发生,特别是封道与未封道交界处。因而超前管棚、小导管的施工质量及注浆效果至关重要。同时掌子面稳定对减小隧道沉降量及防止坍方也至关重要,应注意掌子面的及时封闭(必要时加锚杆)。

长管棚超前支护作为地下工程的辅助施工方法,是为了在恶劣和特殊条件下安全开挖,而预先提供增强地层承载力的临时支护方法,对控制塌方和抑制地面沉降有明显的作用,是防止地中和地面结构物开裂、倒塌的有效方法之一。鉴于本工程的特殊性,为保证甬台温高速公路正常运营,建议超前大管棚采用 $\varnothing 150 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$,管棚中增设钢筋笼,以提高管棚的超前支护能力。

3 结 语

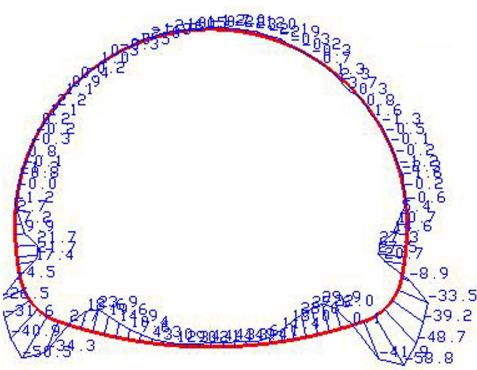
在隧道设计施工过程中,对于下穿既有公路或既有建筑物的安全性必须予以足够的重视。在设计过程中,应事先探明隧道周边围岩状况,再根据结构计算得出相应的结构优化参数,切忌只靠单一的主观经验判断。

在施工过程中应根据地质情况适当加强超前支护,同时增加初期支护的刚度,以减小开挖施工过程中隧道坍塌的风险,充分确保隧道在施工及长期使用状况下的结构安全性。

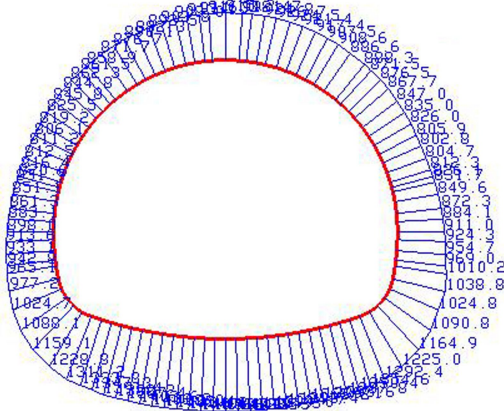
参考文献:

[1] JTG D70—2004 公路隧道设计规范[S].

(收稿日期:2012-12-05 编辑:胡新宇)



(a) 弯矩(单位:kN·m)



(b) 轴力(单位:kN)

图2 左洞初期支护最不利工况

钢拱架与喷射混凝土共同承担,而弯矩仅由钢拱架承担,通过计算各自的内力后再进行强度校核。

假设进行强度验算截面的轴力以及弯矩分别为 N 、 M ,则喷射混凝土承担的轴力为

$$N_h = N \frac{A_h E_h}{A_h E_h + A_s E_s}$$

喷射混凝土承担的弯矩为

$$M_h = 0$$

钢拱架承担的轴力为

$$N_s = N \frac{A_s E_s}{A_h E_h + A_s E_s}$$

钢拱架承担的弯矩为

$$M_s = M$$

喷射混凝土及钢拱架强度校核按综合系数法进行。

喷射混凝土截面压力应满足如下要求:

$$K_{lr} N_h \leq \alpha R_{lr} A_h$$

钢拱架压应力应满足如下要求:

$$R_{gr} \geq K_g \left(\frac{N_g}{A_g} + \frac{M_g}{W_g} \right)$$

钢拱架拉应力应满足如下要求:

$$R_{gl} \geq K_g \left(\frac{N_g}{A_g} - \frac{M_g}{W_g} \right)$$

代入设计参数得喷射混凝土承担 $0.727N$ 。按轴心受