斜交框架地道桥的参数分析

王庆贵
(江苏泰康工程咨询监理有限公司,江苏 盐城 224000)

摘要:基于平面杆系模型和空间板壳模型,对斜交框架双孔地道桥进行受力特性分析,探讨了两种计算模型的适用性。基于空间板壳模型,对结构宽跨比、斜交角度、地基的基床系数进行参数分析,得出结构参数对整体受力的影响规律。

关键词:斜交角;地道桥;板壳有限元;参数分析;基床系数
中图分类号:U448.27　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671-5322(2013)01-0075-04

随着现代化立体交通的发展,地道桥在城市交通网络中发挥了越来越大的作用[1-3]。地道桥多采用框架结构的型式,整体性好。设计人员习惯采用平面杆系程序分析[4-6],对于斜交角度较大时,并不适用,此时应采用空间板壳有限元程序分析。大跨度斜交地道桥经常出现顶板、侧墙开裂等问题,设计层面解决开裂问题,就必须研究计算模式和力学参数的合理选用。因此,分析不同计算模式下框架地道桥在不同参数条件下的受力特点,总结其变化规律,具有重要的现实意义。

1 模型建立

1.1 计算对象

计算对象选择某具体工程实例,然后进行适当简化,这样更具有现实意义。某城市快速路上的下穿城市道路立交工程,结构型式为双孔框架式。地道桥总宽度为46 m,长度为29 m,总高度为6 m,顶板厚110 cm,底板厚120 cm,边墙厚100 cm,中墙厚80 cm,顶板加腋倒角为150 cm×50 cm,底板加腋倒角为75 cm×75 cm。上行道路为城市快速路,横向布置为5 m人行道+36 m机动车道+5 m人行道,双向8车道。铺装采用10 cm沥青混凝土+10 cm防水混凝土,顶板上覆盖土层平均厚度为1.2 m,侧墙土体容重取19 kN/m^3,内摩擦角为35°。地基为处于硬塑状态的粉质粘土,基床系数可取50 000 kN/m^3。

1.2 计算荷载

恒载应计入顶板上覆土重及桥面铺装、栏杆等,侧墙承受的土侧压力按主动土压力计算,采用梯形荷载输入,为简便起见,参数分析时不考虑地下水的影响。

整体升降温按10 ℃考虑,混凝土的收缩效应等效为降温15 ℃计算。

汽车荷载均采用城-A级,冲击系数取用0.3,人群荷载按城市桥梁设计规范取值,上层道路汽车荷载引起的土侧压力采用等代土层厚度考虑。

1.3 模型建立

对于正交地道桥桥,设计习惯采用单位宽度的横向框架建立平面杆系模型进行分析。对于斜交地道桥,斜交角较大必须考虑斜交后的横向弯矩和弯扭耦合效应,一般可取斜向宽度的横向框架建立平面杆系模型进行分析,更精确地按照板壳理论建立三维的空间板壳模型进行分析。本文拟建立两种模型,以资对比,讨论杆系模型和板壳模型在不同条件下的适用性(见图1),然后分别在两种模型上探讨各种参数条件下的地道桥结构的内力变化规律。

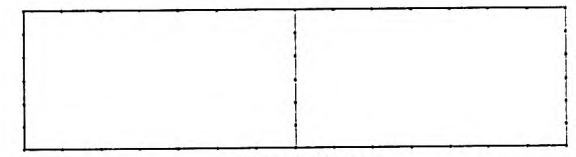
2 计算模式

采用midas/civil有限元分析软件分别建立不同斜交角度下地道桥的平面杆系模型和空间板壳有限元模型。平面杆系模型的计算跨度取斜长,地基按半无限体假定考虑,符合温克尔弹性地基

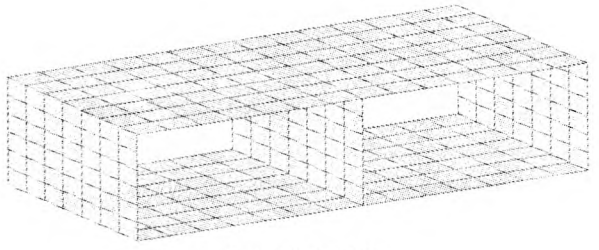
收稿日期:2013-02-10
作者简介:王庆贵(1975-),男,江苏建湖人,工程师,主要研究方向为道桥技术。

万方数据

梁的基本假定。不同计算模式下的地道桥顶板弯矩结果对比情况如表1所示。底板的弯矩计算结果与顶板类似,不再列出。



a 平面杆系模型



b 空间板壳模型

图1　框架式地道桥的计算模式

Fig. 1　The calculation mode of frame underpasses bridge

表1　不同计算模式下的顶板弯矩对比情况

Table 1　Compares the roof bending moment under different computing model

斜交角	计算模式	跨中 kN×m	钝角 kN×m	锐角 kN×m	中支点 kN×m
0°	空间	615	-394	-394	-1 151
	平面	563	-400	-400	-1 149
15°	空间	693	-419	-380	-1 163
	平面	574	-437	-437	-1 181
30°	空间	792	-456	-340	-1 148
	平面	599	-536	-536	-1 266
45°	空间	837	-503	-363	-1 114
	平面	629	-664	-664	-1 375
60°	空间	910	-542	-358	-1 082
	平面	654	-785	-785	-1 479
75°	空间	941	-568	-356	-1 060
	平面	650	-869	-869	-1 562

荷载作用下,斜交地道桥顶板最大弯矩方向并非垂直与上部路线方向,而是垂直自由边方向,随着斜交角的增大其位置也逐步从跨中位置向钝角处移动。因此,对于空间板壳模式,跨中最大弯矩并非出现在$L/2$处,而是偏向钝角边。从表中可以看出:对于跨中弯矩,平面杆系模式计算结果偏小,而对于中支点和边支点的弯矩,平面杆系模式计算结果又偏大。平面计算模型无法反映钝角处与锐角处的弯矩差异,也无法反映顶板或底板的横向弯矩和扭矩。随着斜交角的增大,横向弯矩和纵向弯矩的比重逐步增大,从表2可以看出,顶板跨中最大正弯矩、边支点和中支点处的弯矩均变化较大,因此,大斜交角时,横向弯矩不容忽视,此时应该采用空间模型进行分析计算和配筋设计。

表2　不同角度下的顶板横向弯矩

Table 2　Transverse bending moment of roof under different angles

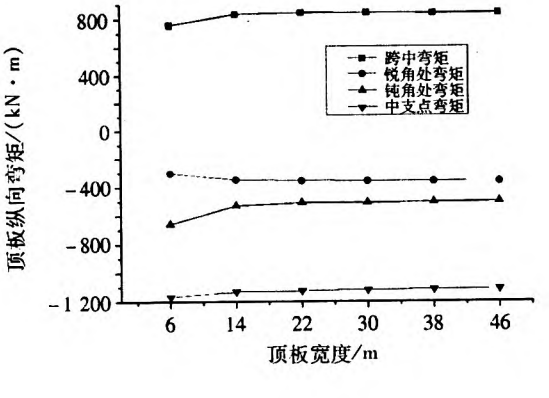
斜交角	跨中	钝角	锐角	中支点
0°	14	-38	-38	-16
15°	36	-144	31	-87
30°	80	-276	61	-247
45°	125	-413	62	-427
60°	162	-529	54	-574
75°	193	-605	46	-668

3　参数分析

斜交地道桥的内力计算结果除了受斜交角的影响外,也与其它一些结构参数密切相关,如宽跨比、地基土的基床系数等。下面基于空间板壳模型,重点探讨结构宽跨比、斜交角度、地基的基床系数对于结构整体受力的影响规律。

3.1　宽跨比

以斜交角为45°的空间板壳模型为基准,保持地道桥的跨径总长29 m不变,宽度分别取14 m、22 m、30 m、38 m、46 m。不同宽度下顶板内力变化情况如图2所示,底板内力变化规律与之类似。从图中可以看出,随着宽度的增加,顶板纵向弯矩稍有变化后逐渐趋于稳定,且变化量较小,说明宽度变化对顶板纵向弯矩和横向弯矩的影响都不大。



万方数据

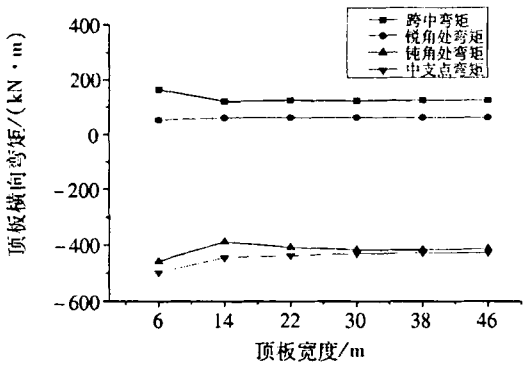


图 2　顶板宽度变化时的顶板内力变化情况

Fig. 2　Internal force of roof change with the width of roof

3.2　斜交角度

保持地道桥的跨径总长 29 m 不变,宽度 46 m 不变,考虑的斜交角度分别为 0°、15°、30°、45°、60°、75°,不同角度下顶板内力变化情况如图 3 所示,底板内力变化规律与之类似。

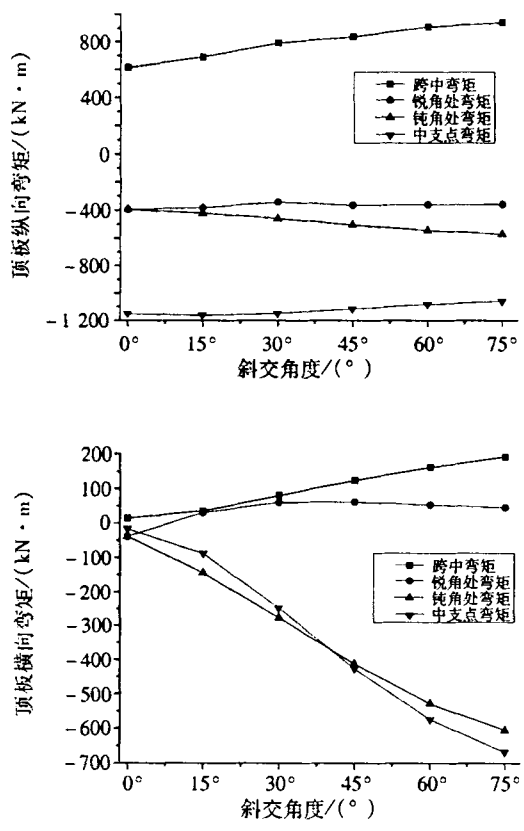


图 3　斜交角度变化时的顶板内力变化情况

Fig. 3　Internal force of roof change with oblique angle

从图 3 可以看出,当地道桥宽度和跨度一定时,随着斜交角的增大,跨中最大弯矩逐渐增大,中支点处的纵向负弯矩逐渐减小,而中支点处的横向负弯矩却逐渐增大。横向弯矩随着斜交角的增大发展较快,设计时应重视横向的配筋设计。钝角处的纵向弯矩和横向弯矩均随着斜交角的增大而增大,而且跨中的正弯矩产生的位置也逐渐向钝角处转移,因此,设计时钝角区应该加强配筋以满足受力要求,且要双向配置。

3.3　基床系数

温克尔地基模型要求结构的底面必须与地基完全接触,通常地道桥在长期荷载作用下不会出现结构与地基分离的现象。选取 5 种不同的地基基床系数,分析不同弹性地基条件下地道桥的内力变化规律。

以斜交角为45°的空间板壳模型为基准,基床系数分别取 5 000 kN/m^3、10 000 kN/m^3、50 000 kN/m^3、100 000 kN/m^3、500 000 kN/m^3、1 000 000 kN/m^3,不同基床系数下顶底板内力变化情况如图 4 所示,图中横向坐标采用对数坐标。

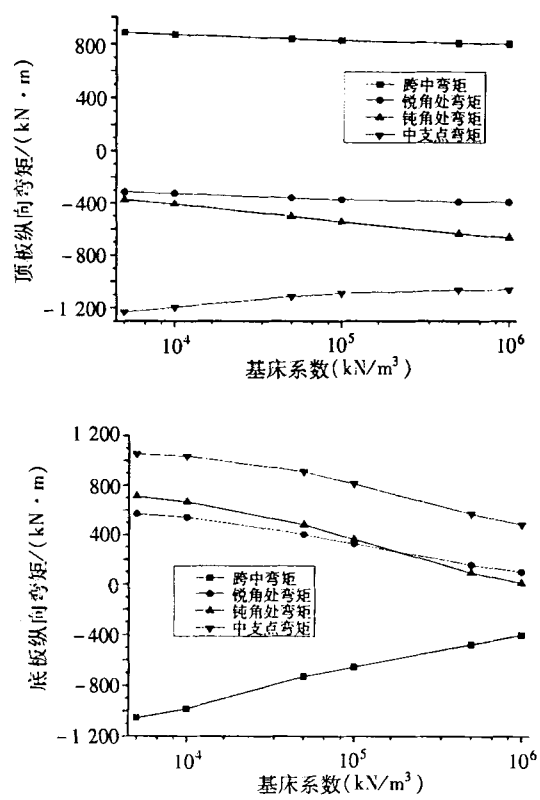


图 4　基床系数变化时的顶底板内力变化情况

Fig. 4　Internal force of roof change with coefficient of subgrade reaction

万方数据

从图4中可以看出,基床系数的改变对顶板内力影响较小,而对底板内力影响较大。总体来说,基床系数越大,结构整体刚度越大,结构变形越小,底板内力也越小。

4 结论

通过平面杆系模型和空间板壳模型计算结果的对比以及主要结构参数的参数分析,得出如下一些有益的结论:

(1)对于大斜交角地道桥,适宜采用空间板壳模型进行计算,以全面考虑结构的纵向和横向受力情况,从设计源头上预防开裂问题。

(2)宽度变化对结构恒载受力影响不大,但应考虑活载在宽度上的实际分布情况。

(3)随着斜交角的增大,结构最大弯矩向钝角区转移,钝角区承受较大的双向弯矩,应重视该处的配筋设计。(4)基床系数对顶板受力影响较小,对底板受力影响较大。基床系数越大,底板受力越均匀,且量值越小。

参考文献:

[1] 谢敏杰. 某大斜交角度框架地道桥的设计与分析[J]. 石家庄铁道大学学报:自然科学版,2012,25(2):15-18.
[2] 陈旭. 斜交框架桥受力分析及配筋设计的研究[D]. 北京:北方工业大学,2012.
[3] 潘文怡. 斜交框架地道桥的设计探讨[J]. 铁道标准设计,2009(6):79-81.
[4] 王丽,季日臣,伊新芳,等. 斜交框架地道桥的力学特性[J]. 甘肃科学学报,2009,21(1):132-134.
[5] 聂利英,吴鸿庆. 钢筋混凝土地道桥力学特性的研究[J]. 兰州铁道学院学报,2001,20(3):19-24.
[6] 杨功勤. 地道桥的设计及施工[D]. 成都:西南交通大学,2002.

Parameters Analysis of Skew Frame Underpass Bridge

WANG Qing-gui
(Jiangsu Taikang Engineering Supervision Co., LTD, Yancheng Jiangsu 224000, China)

Abstract: Based on the plane frame model and spatial shell model, the skew frame underpass bridge with two spans is analyzed for its mechanical characteristics. The applicability of the two kinds of calculation models is discussed. With the given spatial shell model, some parameters such as structure width - span ratio, skew angle and foundation coefficient of subgrade reaction are analyzed in detail. Then the influence laws of structure parameters on the structure mechanical characteristics are obtained.

Keywords: skew angle; underpass bridge; shell finite element; parameters analysis; coefficient of subgrade reaction

(责任编辑:沈建新)

万方数据