

文章编号:1000-582X(2003)10-0127-04

立交桥施工中 WDJ 钢管脚手架的受力分析*

严薇, 刘杨

(重庆大学土木工程学院, 重庆 400045)

摘要:在立交桥、高架桥和人行天桥的建设过程中,作为施工模板支撑的脚手架搭设常遇到承载力不足,脚手架失稳等问题,根据现浇钢筋混凝土立交桥施工过程中此类脚手架的搭设情况,以实际工程中常用的 WDJ 碗扣式钢管脚手架为对象,运用有限元程序 ANSYS 进行分析,着重研究桥梁腹板位置变化、桥梁高度变化对脚手架受力的影响,同时对风荷载作用下的脚手架和隔梁位置下的脚手架进行受力分析,提出通常情况下 WDJ 碗扣式钢管脚手架的选用形式,为脚手架工程的安全施工提供一定的帮助。

关键词:碗扣式钢管脚手架; 计算宽度; 搁置位置

中图分类号:F406.15

文献标识码:A

随着城市化进程的加快,城市交通也获得了前所未有的发展机遇。各种立交桥、高架桥和人行天桥的建设日益增多。在建设过程中,由于没有规范的计算方法和理论的指导,在脚手架设置中有很多问题。文章主要研究现浇钢筋混凝土立交桥施工中碗扣式钢管脚手架的实际受力和理论计算方法,根据我国现有相关规范^[1-6],计算时使用大型通用有线元程序 ANSYS。

1 荷载

脚手架在使用过程中可能承受以下几种荷载:箱梁自重+模板自重+施工活载;隔梁自重+箱梁自重+模板自重+施工活载;风载;风载+模板自重。脚手架自重由程序考虑。脚手架是临时性设施,按规范规定其荷载值乘 0.85 的折减系数。

1.1 箱梁自重+模板自重+施工活载

在实际工程中,立交桥或高架桥通常是由两部分独立的箱梁组成,笔者的计算模型取其一半,即独立的一个箱梁来计算。箱梁一般构造见图 1。

箱梁主要由底板、腹板和顶板组成。在施工过程中,箱梁由二次浇筑而成,即先浇筑箱梁的底板和腹板,待箱梁混凝土强度达 75% 以上后,再浇筑盖板。当二次浇筑盖板时,腹板与底板已具备一定强度,可承

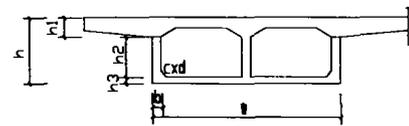


图 1 箱梁构造图

载盖板部分荷载,脚手架实际所承受的荷载已比第一次浇筑时减少,所以导荷时只考虑腹板、底板及其他荷载,不考虑盖板自重。当浇筑盖板时,盖板两边悬挑部分的脚手架按计算所得的脚手架尺寸依次搭设。

1.2 隔梁自重+箱梁自重+模板自重+施工活载

沿桥长方向,每隔一定距离要设置隔梁,隔梁为实体,自重较大,其下的支架要加密,此处的支架不仅承担箱梁自重、模板自重、施工活载,还要承担隔梁自重。

1.3 风荷载

风荷载按照公式 $W_k = \beta_z \mu_s \mu_z W_0$ ^[1] 计算。脚手架为临时性设施,规范规定 W_k 要乘 0.7 的折减系数。 W_k 为风荷载标准值, β_z 为风振系数取 1, μ_s 为风载体型系数取 1.3, μ_z 为风压高度变化系数(0~5 m 取 0.8, 5~10 m 取 1.0, 10 m 以上取 1.25), W_0 为基本风压取 0.3 KN/m²。

当脚手架同时承受风载和模板时,还应考虑模板

* 收稿日期:2003-06-22

作者简介:严薇(1964-),女,贵州省贵阳市人,重庆大学副教授,主要从事建筑施工及工程项目管理的研究。

自重和由于侧模的存在而引起的集中风载的影响。即底模产生的均布线荷载、两端模板产生的集中荷载、侧模引起的集中风载。

当支架较高时,风载作用下,受风面积较大,若立杆出现拉力,可能导致支架整体倾覆。根据规范要求,须计算不计入模板自重时风载作用下的脚手架内力,以及计入模板自重时风载作用下的脚手架内力。

1.4 模型导荷方式

模型的导荷方式由模板、木枋、脚手架的布置方式决定,沿桥长方向模板构造见图2。

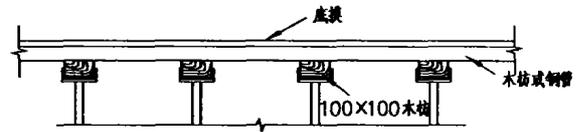


图2 箱梁底模简图

建立一个连梁的模型,跨数和跨度根据脚手架横向(箱梁宽度方向)的杆件布置确定,将底板导算为线荷载,满跨布置在脚手架各跨,同时将腹板导算为线荷载加在相应的位置上。求出连梁各支座反力,将其作为节点荷载施加到对应的模型节点上,如表1所示。

表1 脚手架立杆内力计算表

箱梁宽度/m	底层立杆轴力从边节点到中节点/KN					加载示意图
	1	2	3	4	5	
8.0	19.972	24.777	13.681	26.248	—	
	12.328	31.157	15.431	17.893	31.205	
7.2	22.765	21.103	16.665	31.847	—	
	14.414	30.035	13.676	25.959	—	
6	22.962	20.096	24.422	—	—	
	14.460	29.784	16.010	32.406	—	

2 模型建立

此类脚手架沿桥长均匀搭设,类似于普通建筑结构中的满堂式梁板支架,为空间结构,其特点是排数多,无已成建筑与其有效联接。由于碗扣脚手架的横立杆联系刚性不大,且其所受荷载以竖向为主,水平荷载仅考虑风载,其值很小,故在建模时取垂直桥长方向的一榀脚手架作为研究对象,即在 ANSYS 中使用 BEAM3 单元建成平面模型。因碗扣的约束非全刚性,故将横杆的惯性矩折减为 15%。因支架直接支承于地面上,不能约束其转动,故支座取为铰。

3 计算

设脚手架组合规格为 $A \times B \times C$, A 为横杆间距, B 为立杆横向间距, C 为立杆纵向间距。施工中常用组合规格为 $1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m}$ 和 $1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 。在此仅以 $1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m} \times 1.2\text{ m}$ 规格的计算

为例。WJ 支架单肢受压设计荷载 $[N]$ 取 30 KN。

3.1 腹板位置变化对支架受力的影响

箱梁宽度随桥梁宽度而定,腹板位置随箱梁宽度的变化而变。箱梁宽度小于 6 m,通常设一孔,有两片腹板;箱梁宽度在 6~8 m 间,设两孔,有三片腹板。脚手架杆件均有模数,考虑脚手架的对称布置,中腹板始终位于立杆正上方或位于脚手架两根立杆跨中,以下针对这两种布置方式进行计算,设箱梁高 2.0 m,宽度分别取 6.0 m、7.2 m、8.0 m,底板厚 0.2 m,腹板厚 0.35 m,桥梁高 30 m,计算结果见表 1。

由表 1 看出,腹板位于节点上时,引起此节点下方支座力增大,即腹板越靠近节点对支架的受力越不利。三块腹板都靠近跨中比三块腹板都靠近支座的受力更有利。中间腹板支承在跨中,两边腹板位于节点上方比中间腹板位于节点上方,两边腹板位于横杆中间受力有利。

3.2 脚手架高度变化对其内力的影响

为比较在相同荷载下脚手架高度降低对立杆内力的影响,通过以下算例进行比较。为充分考虑横杆的协调作用,计算采用空间模型。脚手架计算取长8.4 m,宽8.4 m,高分别为30 m、24 m、18 m、16 m;箱梁宽8 m,高2 m,底板厚0.2 m,腹板宽0.35 m,计算结果见表2。

表2 不同高度脚手架的内力比较表 kN

脚手架高/m	三个最大立杆轴力		
30	27.661	27.522	26.343
24	26.596	25.526	25.924
18	25.531	25.530	25.505
16	24.466	24.534	25.080

从表2可以看出,随着脚手架高度降低、自重减小,立杆最大内力呈减小趋势。

3.3 风荷载作用下的倾覆计算

以脚手架高30 m,宽8.4 m为例,风荷载在脚手架中引起的内力计算结果见表3。

表3 风荷载内力计算表 kN

加载形式	底层立杆轴力从边节点到中节点							
	1	2	3	4	5	6	7	8
风载+模板自重	0.916	6.529	6.589	6.612	6.612	6.595	6.655	8.648
风载	2.972	5.789	5.871	5.874	5.814	5.873	5.824	5.970

由表3看出,脚手架在风荷载作用下立杆中没有出现拉力,当脚手架高度低于30 m,宽度为8.4 m时不会发生整体倾覆。在以上的计算中仅考虑了受风面为脚手架杆件的情况,若现场在支架上悬挂标语或广告牌,则风荷载增加得很多,应进行计算并采用相应措施。

3.4 隔梁下脚手架受力分析

隔梁是沿桥长方向每隔一定距离将箱梁浇注成实体,其自重增大许多,作为支撑的脚手架需要加密并进行验算。为与无隔梁桥段脚手架组合规格配套,设加密后的脚手架组合规格为0.6 m×0.6 m×1.2 m,高30 m;隔梁沿桥长方向厚0.6 m,考虑最不利情况隔梁高为1.8 m、2 m,宽分别为4.5 m、6 m、7.2 m、8 m,计算结果见表4。

表4 隔梁下脚手架底层立杆轴力表

隔梁尺寸/m	底层立杆轴力从边节点到中节点/KN								脚手架计算宽度/m
	1	2	3	4	5	6	7	8	
宽4.5、高1.8	8.893	14.248	15.067	11.034	9.945	9.642	—	—	6
宽6、高2.0	18.475	20.747	18.914	19.017	20.503	23.280	—	—	6
宽7.2、高2.0	13.770	20.027	19.902	18.250	17.910	18.158	19.525	21.870	8.4
宽8.0、高2.0	15.796	20.467	18.843	18.465	18.366	18.699	19.975	22.152	8.4

由表4可知, $N_{max} \leq [N] = 30 \text{ KN}^{[2]}$,将脚手架加密成0.6 m×0.6 m×1.2 m能满足施工要求。

4 结果分析

由以上计算可得到以下结论:

腹板的搁置位置对脚手架的受力有很大影响,当箱梁的三块腹板都靠近脚手架跨中时,对脚手架受力最有利。如不能满足,则应使中间腹板位于支架跨中。施工单位可通过调节脚手架与箱梁腹板的相对位置来降低脚手架内力。

脚手架无通道情况下,随脚手架高度降低,自重的减少,内力呈减小趋势。

在不悬挂大面积外加物的状态下,风荷载对支架的影响不大。

隔梁下脚手架加密成0.6 m×0.6 m×1.2 m时,承载力满足要求,方便施工且最经济。

根据大量计算给出常见情况下可选用的WDJ型脚手架组合规格,见表5。适用于箱梁底板厚 $\leq 0.2 \text{ m}$ (箱梁宽8 m、高2 m时箱梁底板厚取0.3 m),脚手架高度 $< 30 \text{ m}$ 的情况。

表5 WDJ型脚手架组合规格选用表

脚手架规格	2.0	1.8	1.6	1.4及以下	支承方式
8.0	1.2×1.2×1.2	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	中间腹板位于跨中
7.2	1.2×1.2×1.2	1.2×1.2×1.2	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	三个腹板都靠近跨中
6.0	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	1.2×1.2×1.5	中间腹板位于跨中,两边腹板靠近支座
4.5	—	1.2×1.2×1.2	1.2×1.2×1.2	1.2×1.2×1.5	两边腹板在跨内

参考文献:

- [1] JGJ130 - 2001, 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范[S].
- [2] 杜荣军. 建筑施工脚手架实用手册(含垂直运输设施). 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [3] CJJ77 - 98, 城市桥梁设计荷载标准[S].
- [4] JTJ023 - 89, 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 1989.
- [5] JGJ021 - 2001, 公路桥涵设计通用规范[S].
- [6] GB50204 - 92, 混凝土结构工程施工及验收规范[S].

Strength Analysis of the WDJ STEEL Scaffold in the Construction of Crossroads

YAN Wei, LIU Yang

(College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

Abstract: During the construction of crossroad, problems are often confronted such as insufficient to the load bearing, off-balance of scaffold, etc. When trestle and pedestrain are used as the model of construction. According to this kind of building of scaffold in the process of the construction of overpasses, this article makes WDJ scaffold used in the practical construction the target, and analyzes it through ANSYS. The article primarily studies the position change of the bridge on sternum and the effect caused by the change of the altitude of bridge on the force of scaffold. And also it analyzes the force of scaffold under the load of wind and that under this location of the baffle plate. It puts forward the choices of WDJ scaffold in the usual circumstances, which provides help to the safe construction of the scaffold.

Key words: WDJ scaffold; the width of calculation; the position of abeyance

(编辑 姚 飞)

(上接第 127 页)

The Discussion of Group Incentive Model

LIAO Bing¹, YANG Xiu-tai¹, ZHANG Wen-han¹, ZHANG Xun²

(1. College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China;
2. China Merchants Bank, shanghai Branch, Shanghai 200027, China)

Abstract: Based on forthcoming incentive theory, a new group incentive model is made on the base of classic incentive theories, Which are requirement - arrangement theory and Expectation Theory. This model include three factor: Expectation, Job - Feasibility and Requirement - Satisfaction. The article illustrates the principle of group incentive function principle from five aspects: Group Status, Group Achievement, Group Culture, the Harmonization of Group Member and Member incentive. Group incentive must pay attention to exterior incentive and interior incentive. In the end, the article gives some theories of group incentive in enterprises, Which are to make group purpose, to evaluate group rate, to cultivate group culture, and to amplify group coherence.

Key words: incentive theory; group; group - incentive

(编辑 姚 飞)