

利用 BIM 技术在设计阶段解决钢筋碰撞问题

陈佳龙 王喜贺 马泽 林子云

吉林大学交通学院

DOI:10.12238/btr.v5i3.3960

[摘要] 一种基于BIM技术的钢筋桥梁局部钢筋碰撞检测方法。首先根据设计图纸进行数据准备,确认所需材料。接下来利用Revit软件搭建桥梁钢筋模型;随后进行钢筋碰撞检测,将Revit软件中的碰撞检测模型导入至Navisworks软件中;然后运行碰撞检测,在Navisworks软件里设置碰撞参数,之后进行运行碰撞检测;其次输出碰撞报告,找出钢筋碰撞的具体位置参数,返回Revit软件进行钢筋碰撞的参数化规避。力求在项目的设计阶段解决钢筋碰撞的问题,减少施工阶段不必要的麻烦。

[关键词] BIM技术; 钢筋; 碰撞

中图分类号: TG335.6+4 **文献标识码:** A

Using BIM Technology to Solve Rebar Collision Problems in the Design Phase

Jialong Chen Xihe Wang Ze Ma Ziyun Lin

Transportation College of Jilin University

[Abstract] A method for collision detection of local steel bars in steel bridges based on BIM technology. , First prepare the data according to the design drawings and confirm the required materials. Next, use Revit software to build a bridge reinforcement model; then perform reinforcement collision detection, import the collision detection model in Revit software into Navisworks software; then run collision detection, set collision parameters in Navisworks software, and then run collision detection; secondly Output the collision report, find out the specific position parameters of the reinforcement collision, and return to the Revit software for parametric avoidance of the reinforcement collision. Strive to solve the problem of steel bar collision in the design stage of the project and reduce unnecessary troubles in the construction stage.

[Key words] BIM technology; reinforcement; collision

1 研究背景

BIM是基于公共标准化建设项目的兼具物理特性和功能特性的数字化模型,是从建设项目的概念设计开始到运营维护的全生命周期可做出任何决策的可靠共享信息资源。一个完整的BIM模型可以做到全方位地展示工程项目各个阶段的建筑信息。近年来,BIM技术在很多领域得到应用,但大多数用于房屋建筑领域。而BIM在桥梁领域的应用却未得到全面的开发,只有部分桥梁工程得以应用。在桥梁工程项目设计阶段初期,设计者通过运用BIM技术,可以事先检查桥梁工程项目当中是否存在设计缺陷和问题,并且及时加以改进,使桥梁工程的后期施工成本下降,降低资源浪费现象的发生。

国内外学者对BIM技术与桥梁工程项目的结合应用已有一定的研究,但是在BIM技术建模钢筋碰撞的检测不全面、不具体的问题上始终没有给出具体的解决方案。任泽民等提出了基于BIM技术的型钢混凝土施工优化流程,在设计阶段通过改变配筋率和钢筋间隙来避免钢筋碰撞;在施工阶段。改变钢筋焊接位

置和混凝土浇筑方式的更新来优化钢筋数量不足带来的问题。但是只是对型钢与钢筋碰撞做出了分析,对于其他位置的钢筋碰撞问题依旧没有给出详细的解决方案。钱搏健等基于Revit桥梁的钢筋建模方法进行了分析,对建模时的钢筋采用,如何布置钢筋做出了指导。但对钢筋碰撞的检测与规避问题并未给出相关详细的解答。

一个完整桥梁工程钢筋使用数量十分庞大,钢筋种类繁多,当我们将这些独立的构件拼装在一起时就会产生节点处钢筋产生碰撞的问题。施工时,为了避开设计时梁、柱钢筋的碰撞,会临时调整钢筋位置,但这样会导致规范的要求不符合,影响结构受力,甚至影响混凝土的浇筑。我们可以在设计阶段利用节点三维参数化模型在三维立体的空间进行钢筋的可视化排布及可视化避让,避免钢筋碰撞问题。

通过采用Naviswork有限元软件对建立的桥梁工程模型进行钢筋碰撞检测,具体流程如下图1所示。根据不同形状的构件设置不同的碰撞条件。

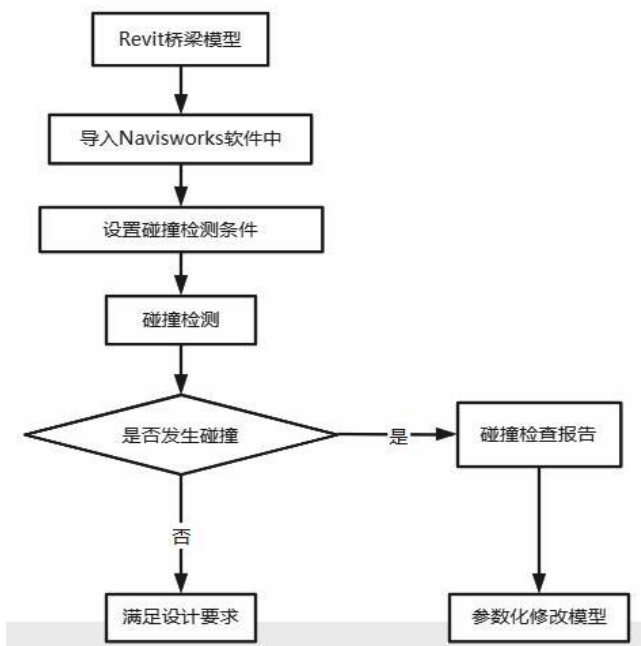


图 1

Navisworks碰撞原理

实际建筑过程中发生的建筑可分为球体或圆柱体等规则形状结构体之间的简单碰撞与有非规则形状结构体之间的复杂碰撞,下面对两种类型碰撞分别介绍。

2 简单碰撞

简单碰撞即是两碰撞对象其中之一为圆柱体或球体的碰撞,当进行碰撞检测时可先设定规定间隙值 L ,再测定球体的球心与另一碰撞对象最短距离 R ,最短距离 R 减去球体半径 r 的值与 L 进行比较,若 $R-r>L$ 则没有发生碰撞;当 $R-r<L$ 则发生碰撞。一般设置 L 为零。

软碰撞的实现:当进行软碰撞时可根据需要设置 L 数值,当在管道等场所有一定间距要求时设置 L 为正值,当有一定嵌入允许值时设置 L 为负值。

3 复杂碰撞

3.1 几何分析: 不规则元素的近似算法: 包围盒

工程中元素发生碰撞,有时候两元素是规则形状的碰撞,但有的时候例如各种型钢的元素的形状不是规则形状,如果直接对不规则元素进行碰撞检测更麻烦并且效率低下,所以就有一个近似的算法,就是在物体外侧加上包围盒。

3.2 定向包围盒OBB

本软件采用OBB(Oriented bounding box)定向包围盒算法处理不规则复杂模型,简单的说,它就是包围模型的最小盒子,是根据模型的几何形状来决定包围盒的大小和方向,无需和坐标轴垂直,方向是任意的,这是它的特点。

当面对不同精度需求时,对模型进行分层次的OBB处理则可以按照所需精度把模型分为多个凸多面体的组合,由此完成了对模型的几何分析。在进行包围盒处理划为许多小凸多面体后需进行分离轴测试。

3.2.1 将碰撞检测报告整理成excel表格形式,在Revit软件中根据碰撞点的坐标,通过变更钢筋数目或调整碰撞钢筋单元所在的位置,在保证结构强度要求的同时进行对钢筋碰撞的规避。

3.2.2 重复上述步骤,直至再无钢筋碰撞为止。

3.3 项目实例

3.3.1 工程概述。鄂州市汽李线东沟大桥位于湖北省鄂州市梁子湖区东沟镇,是跨长港的大型钢构桥梁。起点里程K31+438.371,终点里程K31+587.811。设计为预应力混凝土变高度连续梁桥,桥面宽12m,桥梁设三跨,跨径为40+60+40m。东沟大桥设计主要内容包括东沟大桥主桥主梁、拱肋、承台、桩基等。

3.3.2 东沟大桥模型的搭建。根据CAD二维图纸在Revit软件上进行精确化等比例建模(图2)。Revit建模过程由局部到整体,逐层展开。在桥梁建模时先将桥梁的全部构件在族中建立完成,再将构件依次摆放进入设有轴网和标高的桥梁项目中。为下一步的桥梁钢筋模型的搭建提供数据支撑。

3.3.3 箱梁参数化模型。(1)模型几何参数。以东沟大桥的变截面箱梁为例进行参数化设计,由于变截面箱梁每个截面的参数不同,所以需要采用放样融合和空心放样融合进行创建。在族样板中选择公制轮廓样板,进行轮廓参数化创建。轮廓分为内轮廓和外轮廓,外轮廓选用参照平面和模型线进行绘制起外形,并添加尺寸标注和约束,内轮廓同理。

(2)钢筋参数化。变截面箱梁的钢筋较为复杂。变截面箱梁钢筋包括箍筋、纵筋、斜筋等。在箱梁纵截面设置剖面线,得到箱梁横截面图。依照图纸进行布筋后使用阵列命令,并设置间距和数量参数。由于变截面箱梁的截面不断变化,需要使用不同钢筋集命令是钢筋形状及大小沿着截面大小变化,得到箱梁钢筋模型。

3.4 工况设计

3.4.1 复杂节点处的钢筋碰撞问题优化。(1)将钢筋族载入节点中,当钢筋为直钢筋时,梁与梁钢筋之间发生碰撞。对于这种复杂节点梁与梁之间的碰撞问题主要采取避让的方法,即将钢筋族参数化,进而改变钢筋形状,让钢筋能够产生一定的弯折角度,从而产生避让的效果。

当碰撞发生在梁与柱交接处的时候,我们可以通过整体更改钢筋的释放位置来规避钢筋碰撞。

这种方法的优点是可以将保护层的厚度控制在合理的范围之内,使构件获得良好抗弯、剪、扭的性能。但在工程中,局部弯折钢筋制造比较麻烦,制作人员定制局部弯折的钢筋的意愿不强,所以较难在工程中得到广泛使用。

(2)钢筋为直钢筋时可通过将减小箍筋大小,并将纵筋向构件中心方向移动,达到避免碰撞的效果。

这种方法的优点是较为方便,只需改变钢筋的大小和位置,不需另制新的形状的钢筋。但缺点也十分明显,如果需要保证必要的混凝土保护层厚度的情况,则无法沿着截面周边布置钢筋,降低构件的抗扭能力。如加大混凝土保护层厚度,将导致混凝土

构件有效钢筋布置面积减小,则钢筋间距必然变小,会使混凝土的抗拉性能大大降低,导致混凝土结构的不稳定,也大大的降低了混凝土结构的承载能力,严重时会引起事故。

3.4.2非节点处的钢筋碰撞优化。当钢筋碰撞由于设计失误或建模失误在非节点处发生碰撞时,在满足设计的结构性能要求的前提下,钢筋碰撞优化具有一定的规则:

当纵向钢筋和竖向钢筋碰撞时,应优先适当调整横向钢筋的位置。

当纵向钢筋和横向箍筋碰撞时,应优先适当调整竖向钢筋的位置。

纵向、横向、竖向钢筋自身一般不会发生碰撞,所以不再进行碰撞检。根据上述规则对钢筋碰撞位置进行合理优化,进行优化后的构造筋功能不受影响,保障了梁钢筋的结构性能,在施工之前发现并解决了这一问题,避免了设计问题。

4 结语

本文以东沟大桥为工程背景并结合BIM技术的理念,提出了基于Revit建模软件的桥梁钢筋模型的参数化设计流程,以模型为载体来存储和传递设计信息,最终形成一个可用于桥梁生命周期管理的BIM模型,本章的主要研究成果和结论如下:

(1)对国内外BIM技术的研究现状进行了分析,总结了BIM技术在国内桥梁工程领域的研究与应用以及桥梁参数化建模、并在Neiswork在检测不规则图形等技术方面也有一定的研究。

(2)结合东沟大桥桥型的特点,对东沟大桥的箱梁、桩基、承台、桥墩等构件进行了参数化设计,扩展了桥梁构件的族库,同时也为桥梁钢筋模型的参数化设计提供了参数依据。

(3)提出了基于Revit建模软件的桥梁钢筋模型的参数化设

计流程,通过对Revit软件的二次开发,提取桥梁构件的参数信息并自动计算构件截面轮廓。根据钢筋在不同部位的分部特点进行分类设计,结合Winform(窗体应用程序)对工作界面进行了开发最终通过输入类型、尺寸信息以及保护层厚度钢筋、分部数量和分部间距等参数实现了钢筋模型的参数化设计功能,并完成了东沟大桥全桥钢筋模型的搭建。

(4)分析了Revit软件中明细表的不足之处和钢筋出图的问题所在,通过Neiswork软件的二次开发,实现了对桥梁复杂节点钢筋进行了碰撞检测分析,通过分析报告,并为设计师在桥梁优化设计时提供依据和修改方案。

[参考文献]

[1]江连军,孔富荣,郭成超,等.一种土建BIM工程量模型的构建方法[P].中国专利:CN112395677A,2021-02-23.

[2]张媛琦,朱绍能,翁泉飞.BIM模型的碰撞检测方法、装置及电子设备[P].中国专利:CN113434932A,2021-09-24.

[3]王嘉.BIM中碰撞检测算法的研究[D].湖南科技大学,2018.

作者简介:

陈佳龙(2000--),男,蒙古族,内蒙古赤峰人,本科在读,研究方向:道路桥梁与渡河工程。

王喜贺(2001--),男,汉族,内蒙古通辽人,本科在读,研究方向:道路桥梁与渡河工程。

马泽(2000--),男,汉族,辽宁鞍山人,本科在读,研究方向:道路桥梁与渡河工程。

林子云(2000--),男,汉族,四川南充人,本科在读,研究方向:道路桥梁与渡河工程。