

市政 BIM 正向设计中结构计算应用探讨

季鑫宇

(重庆市设计院有限公司, 重庆市 400015)

摘要: BIM 正向设计在市政工程中还处于探索阶段, 结构计算也是其中必不可少的部分。现利用 Revit 与 Autodesk Robot Structural Analysis(下文简称 Robot)的双向“无缝连接”数据交互模块, 将 BIM 模型与结构计算模型串联起来, 保证两个模型的一致性, 提高设计效率。依托市政工程中常见的连续弯箱梁结构, 将 Midas 与 Robot 的计算结果进行对比, 验证了 Robot 软件的可行性, 并提出了针对该软件的应用总结与探讨, 希望能为 BIM 正向设计提供一点有益的参考价值。

关键词: BIM 技术; 正向设计; 结构计算; Robot

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)08-0310-03

0 引言

BIM 技术提出至今已过去十几年, 首先在建筑行业得到了大力推广, 并以其可视化、信息化等突出的特点在水运工程、公路工程、市政工程等基础设施建设领域不断发展、创新。BIM 技术是传统基建行业与大数据、人工智能、物联网等高新技术融合的一个重要切入点, 因此 BIM 技术在基建领域中的推广相当必要。

目前, BIM 技术的应用普遍先使用二维 CAD 设计, 然后根据 CAD 图纸建立 BIM 模型, 并以此模型进行展示、模拟、分析、检查等应用。这种 BIM 逆向设计的解决方案只是 BIM 发展的一个阶段, BIM 技术的应用应该往正向设计的方向发展。针对市政工程而言, BIM 正向设计是在高精度数字三维地形(dem)环境中, 直接利用 BIM 软件进行道路选线、道路平纵设计、结构设计等。

BIM 技术在市政工程中的应用存在几个难点: 一是 BIM 软件从欧美引进与国内规范结合不紧密; 二是市政道路为带状结构体量大, 对电脑性能要求高; 三是市政道路多含复杂空间结构, 标准化、参数化难度大, 加之软件局限性, 从而加大了建模难度^[1]。因此, 市政工程的 BIM 正向设计难度很大, 其中的结构设计、计算就是难点之一。

1 应用路线

目前的设计方法中, 结构计算方面通常是根

据 CAD 设计图纸单独建立有限元计算模型进行计算分析。在 BIM 正向设计方法中, 为了保证计算结果的准确性, 提高设计效率, 需要将 BIM 模型与结构有限元模型统一起来, 保持两个模型的一致性。

因此, 在 BIM 正向设计中的结构计算方面, BIM 模型与有限元模型需要具有良好的数据交互性。现主要探讨基于 Autodesk 平台的 BIM 正向设计结构计算应用路线。Robot 与 Revit 建模软件具有良好的数据交互性, 能够实现双向“无缝连接”^[2]。该应用路线主要利用 Revit 软件在结构板块中建立结构模型, 并且可以同时生成结构分析模型。然后, 在该分析模型中建立边界条件设置各节点的连接方式, 添加荷载工况, 完成一致性检查后可以直接将该分析模型传递到 Robot 结构计算软件中。在 Robot 软件中, 可以继续对各结构的截面形状、材料、边界条件、荷载工况、荷载组合等进行调整修改, 完成设置后可以进行结构计算分析。该应用路线如图 1 所示。

Robot 进行计算分析后, 可以将计算后的结果、模型传递回 Revit, 完成 BIM 模型更新, 并进行之后的配筋设计等。

2 Robot 与 Midas 计算对比

市政工程中的结构计算多采用 Midas、桥梁博士、ANSYS 等有限元软件。Robot 软件在市政工程中应用较少, 现依托市政工程中常见的连续弯箱梁结构对比分析 Robot 与 Midas 的计算结果。

2.1 项目概况

某项目匝道桥上部结构采用 3×30 m 连续弯箱梁, 一期恒载混凝土容重 $\gamma=26$ kN/m³, 桥面铺装均布

收稿日期: 2020-12-24

作者简介: 季鑫宇(1992—), 男, 工学硕士, 工程师, 从事 BIM 技术、结构设计工作。

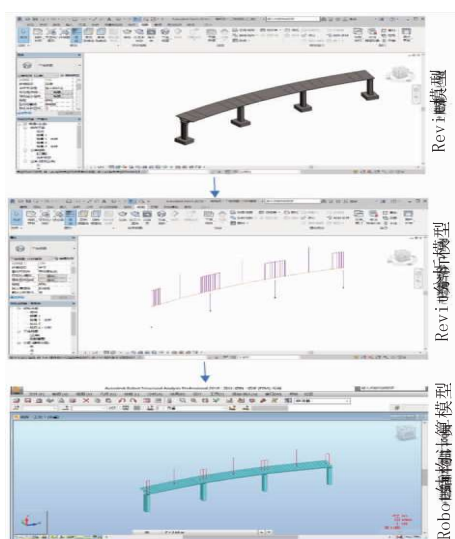


图1 结构计算应用路线图示

荷载 38.2 kN/m, 护栏均布荷载 15.0 kN/m, 基础不均匀沉降 0.5 cm 计, 整体升温取 12.3℃, 整体降温取 -20℃。

2.2 结构计算模型

Robot 分析模型直接由 Revit 传递过来, 保证了 BIM 模型与有限元模型的一致性。Robot 分析模型继承了 BIM 结构模型的几何特性; 材质信息; 节点连接方式、支撑类型等边界条件; 结构自重、二期恒载等荷载工况。该分析模型可以在 Robot 软件中继续进行修改、调整, 并根据荷载组合规范进行荷载组合, 为分析计算做准备。

2.3 分析结果对比

为了验证 Robot 软件在市政工程结构计算方面的可行性、适用性, 利用 Midas 软件的计算结果与 Robot 进行对比分析。根据城市桥梁荷载标准^[3]并按荷载分项系数组合^[4]计算, 对比结果如下。

2.3.1 总位移

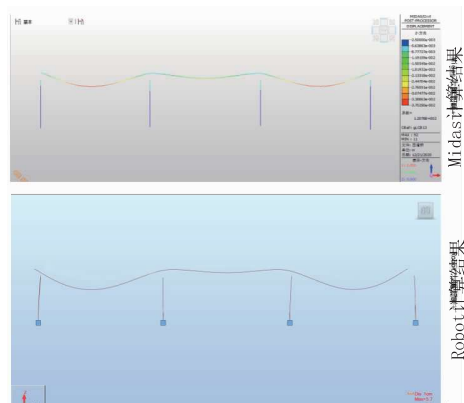
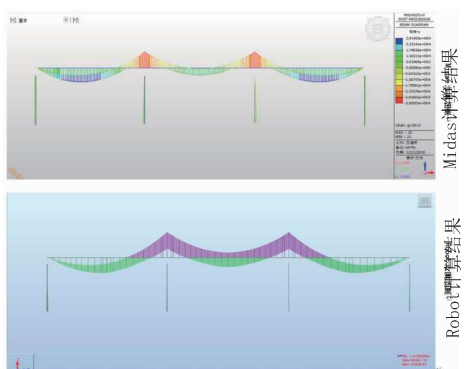
匝道桥上部结构的总位移 D_z 对比如图 2 所示。Midas 计算结果的总位移 D_z 为 -3.7 cm, 最大位移出现在箱梁第一、三跨跨中位置; Robot 计算结果的总位移 D_z 为 -3.7 cm, 最大位移出现在箱梁第一、三跨跨中位置。由此可见, 两种计算结果的总位移基本一致。

2.3.2 M_y 弯矩包络图

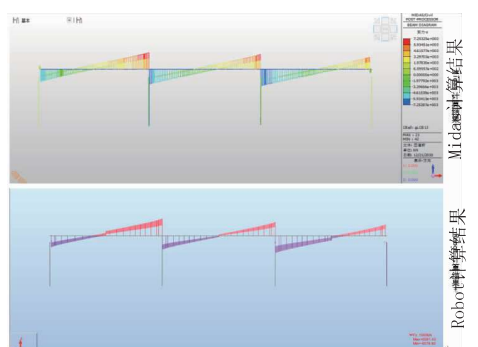
该弯箱梁的 M_y 弯矩包络图对比结果如图 3 所示, 两种计算结果显示的包络图形状基本一致。最大正弯矩都出现在第一、三跨跨中位置, 最大负弯矩出现在第二、三支柱位置处。

2.3.3 F_z 剪力包络图

该弯箱梁的 F_z 剪力包络图对比结果如图 4 所示,

图2 总位移 D_z 图示图3 M_y 弯矩包络图

两种计算结果显示的包络图形状基本一致。Midas 软件的 F_z 计算结果最大值为 -7 252 kN, Robot 软件的 F_z 计算结果最大值为 -6 579 kN。两种结果误差为 9%, 结果相差不大。

图4 F_z 剪力包络图

通过总位移 D_z 、 M_y 弯矩包络图、 F_z 剪力包络图的对比, 可以验证 Robot 计算结果的可行性。

3 应用总结与探讨

结构计算分析在设计工作中是十分重要的部分, BIM 正向设计需要将 BIM 模型与结构有限元模型统一起来, 使两个模型具有一致性、交互性的特点, 以达到提高设计效率、保证计算准确的目的。

(1) Robot 与 Revit 具有良好的“无缝连接”数据交互模块, Revit 结构计算模型可直接传递于 Robot

进行计算,Robot 也可将计算结果返回于 Revit 中。

(2)Robot 的计算结果与 Midas 进行对比后,验证了 Robot 软件在市政工程常见结构计算中的可行性。

(3)Robot 软件来源于国外,其部分内容需修改调整。

(4)Revit 软件的空间曲面造型能力不足,市政工程中具有复杂空间曲面的结构在 Revit 中无法建立,也就不能与 Robot 进行交互。该复杂结构可尝试直接在 Robot 中建立有限元模型或者借助其他有限元软件进行计算并利用中间模型文件格式进行交互。

4 结 语

本文提出了市政工程 BIM 正向设计中的结构计算应用路线,通过 Revit 建立 BIM 模型,从而同时生

成 Revit 的分析模型,并传递到 Robot 结构计算软件进行计算。

通过对 Robot 与 Midas 两个软件的计算结果进行对比分析,验证了 Robot 软件在市政工程常见结构计算中的可行性。

由于市政工程呈带状、体量大等特点,BIM 正向设计涉及诸多问题,本文仅仅就结构设计计算部分提出了探讨,以望能够提供一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 梁庆学,李新星,熊诚. BIM 技术在市政道路设计中的应用及难点及分析[J].城市道桥与防洪,2018,3(3):43-46.
- [2] 季鑫宇. 基于 BIM 技术的大水位差架空直立式码头设计方法研究[D].重庆:重庆交通大学,2019.
- [3] 俞志国.城市桥梁与公路桥梁的荷载标准设计对比分析[J].城市道桥与防洪,2018,5(5):123-125.
- [4] 党栋.公路桥梁设计荷载及其组合研究[D].西安:长安大学,2012.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com