

盾构隧道施工对临近市政桥梁影响的数值分析

王俊

湖南联合城市建设集团有限公司, 湖南 株洲 412000

[摘要] 城市交通网络的完善使得盾构隧道施工面临更复杂的施工环境, 受到工艺的影响, 盾构隧道施工会给附近建筑、设施基础稳定性造成一定干扰。为此, 文章以市政桥梁为研究对象, 分析盾构隧道施工对临近市政桥梁影响的数值。结合具体施工案例, 研究盾构隧道施工对临近市政桥梁的影响程度, 并依照分析结果, 给出降低施工干扰的防护措施。保护桥梁设施, 确保盾构隧道施工顺利进行。

[关键词] 盾构隧道; 市政桥梁; 数值模拟

DOI: 10.33142/sca.v2i6.927

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

Numerical Analysis of Influence of Shield Tunnel Construction on Adjacent Municipal Bridges

WANG Jun

Hunan United City Construction Group Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan, 412000, China

Abstract: The improvement of urban transportation network makes shield tunnel construction face more complicated construction environment, which is affected by the process. Shield tunnel construction will cause certain disturbance to the stability of nearby buildings and facilities. To this end, the article takes the municipal bridge as the research object, and analyzes the value of shield tunnel construction on the impact of adjacent municipal bridges. Combined with the specific construction case, the degree of influence of the tunnel construction on the adjacent municipal bridge is studied, and according to the analysis results, the protective measures to reduce the construction interference are given. Protect the bridge facilities and ensure the smooth construction of the shield tunnel.

Keywords: shield tunnel; municipal bridge; numerical simulation

引言

盾构施工是我国隧道工程建设的主流技术手法, 相对而言, 其施工安全性及施工效率更高, 能够有效减轻隧道施工对地面建筑及活动的干扰。盾构隧道施工对临近市政桥梁的影响首先作用在周围岩土, 然后影响桥基的稳定性, 带来桥体变形、开裂等风险。因此在盾构隧道施工前, 必须结合施工参数、当地岩土特点及邻近桥梁分布情况, 合理预估施工风险, 并采取相应措施加以控制。

1 工程案例背景简介

1.1 工程概况

某城市轨道交通3号线2期工程位于城市三环位置, 附近有城市立交桥, 且某施工路段从桥体下通过。隧道设计宽度12.5m, 为单管双线复合衬砌盾构隧道。整个盾构隧道施工全长3257.6m, 坡度范围在-8.7%~+11.5%之间。其中1892m左右距离的坡度较大, 其余均为缓坡。隧道顶板平均下埋14m, 最深路段覆土厚度在18.9m, 最浅路段覆土厚度在12.1m。施工设备为直径12.98m的盾构机, 最小转弯半径在600m, 最高可适应4%的坡度和9bar的土压。

1.2 临近桥梁概况

该项目临近某立交桥, 该桥全长1228m, 位于城市新区交通枢纽。桥面距离地面平均高度在8m, 宽度为10m。隧道穿部分两桥墩之间间距40m, 桥墩的下埋深度均为38m, 直径1.2m。桥墩主体材料的C50钢筋混凝土, 保护层25mm厚。

1.3 地质条件分析

施工当地土壤主要为填土、粉质粘土、全风化花岗岩等, 地势相对平坦。城市内仅存在一条大型水系支流, 但距离该施工地点位置较远, 土层含水量不高, 强度基本满足盾构隧道施工要求。

2 盾构隧道施工对临近市政桥梁影响数值分析

2.1 分析对象选取

前文提及, 盾构隧道施工通过影响施工周围土体, 进而干扰桥基的稳定性。因此本文选取的分析对象包括土体对

桥基的影响、隧道与桥基之间的水平距离、隔离系统的设置情况,最终将整个盾构隧道施工过程分为三个阶段,分别分析其给桥梁造成的影响数值。结合建模分析结果,找出最佳的盾构隧道施工方案,并采取一定的防护措施,尽量将施工给附近桥梁的影响控制在最小范围内。

2.2 影响数值分析

2.2.1 土体与桥基接触参数对桥基形变的影响

分析参数的选择包括桥基的抗剪强度、抗压强度、抗剪黏聚力、抗压黏聚力、抗剪摩擦角以及抗压摩擦角^[1]。给出三组实验数值,第一组为:抗剪强度=抗压强度= 4.56×10^8 kPa、抗剪黏聚力=抗压黏聚力= 6×10^8 kPa、抗剪摩擦角=抗压摩擦角= 10° ;第二组为:抗剪强度=抗压强度= 2.28×10^8 kPa、抗剪黏聚力=抗压黏聚力= 3×10^8 kPa、抗剪摩擦角=抗压摩擦角= 5° 。第三组不存在黏聚力和摩擦角。

计算得出土体与桥基接触参数与桥桩竖向变形之间的关系,有以下规律:土体与桥基间接触参数越高,桥桩竖向变形程度越高;土体与桥基间接触参数越高,桥桩纵向沉降的程度越大。也就是说,三组实验数据当中,最大纵向变形发生在第一组,最大纵向沉降发生在第三组。在横向变形的分析上,三组参数实验数据分别为 3.22、3.31 和 3.26mm,差距不明显,说明接触参数与桥基横向变形之间的关系不大。

2.2.2 隧道与桥基之间距离对桥基形变影响

选取横向距离分别为 2、4、6、8m,对隧道与桥基之间距离与桥基变形之间的关系进行分析。变形参数仍然选择桥基纵向沉降、纵向变形及横向变形。

观察计算结果,发现如下结论:①桥基纵向沉降程度随着隧道与桥桩水平距离的增大而降低,沉降程度依次为 18.11、16.45、12.36 和 8.27mm。②桥基纵向变形程度与盾构隧道及桥桩水平距离间的关系不明显,变形程度介于 3.48~4.57mm。③桥基横向变形程度随着隧道与桥桩水平距离的增大而降低,虽表现出一定的规律性,但整体看来影响程度较小,最大横向变形为 3.39mm,发生于间距 2m 时。总结看来,盾构隧道与市政桥梁之间的横向距离越大,其施工给桥梁结构造成的影响越小。因此在实际施工中,可结合现场条件,适当增加隧道与桥梁间距,以此来确保施工安全。

2.2.3 隔离系统设置情况对桥基形变的影响

隔离系统的设置即是为了降低盾构隧道施工给周围市政桥梁造成的干扰。本次研究选取的隔离桩长度为 20m,桩身直径为 1.2m,其他参数与桥桩相同。设置四组对比参数,分别将隔离桩设置在距盾构隧道边缘 1、2、3m 的位置,配合一组不设置隔离桩实验。

对实验数据进行分析。从设置隔离桩的三组数据来看,隔离桩与盾构隧道边缘的水平距离与桥桩的纵向沉降、纵向变形及横向变形之间均不存在明显的规律关系。但对比前三组分析数据及未设置隔离桩的数据,发现设置隔离桩后,桥梁的沉降程度要明显更低。例如,设置隔离桩的三组实验桥梁纵向沉降程度在 1.12~1.56mm 之间,而未设置隔离桩的桥梁沉降达到 11.24mm。隔离桩设置与否对桥梁纵向形变及横向形变的发生程度未有明显改变。因此,在盾构隧道施工过程中,可通过设置隔离桩的方式,减轻施工造成的地质沉降程度,进而降低地质变动对市政桥梁结构的影响。尤其在施工当地土壤较松、含水量大的软土层工况下,隔离桩的设置更加必要。

2.2.4 盾构隧道施工过程对桥基变形的影响

将盾构隧道施工过程分为三个阶段,即初始阶段、穿越桥面中轴线阶段、完全通过阶段。通过桥梁桩基变形程度、受力情况、土层变形及土层受影响范围的分析,研究盾构隧道不同施工阶段,给市政桥梁及周围土层造成的影响。

分析结果为:第一,盾构施工越接近桥体位置,桥梁结构的变形程度越大;第二,盾构隧道施工不同阶段导致的桥梁轴向受力情况无明显差别;第三,当盾构施工进展到桥面中轴线位置时,土层发生形变的程度最大,土层沉降程度也最明显,达到 18.37mm。第四,盾构隧道施工过程中,对周围土层的纵向影响范围在盾构直径的 3.2 倍左右,横向影响范围大概为盾构隧道直径的 2.8 倍。盾构隧道施工会导致周围土层受到一个从中间开拱的力,中间部分受剪力作用而发生撕裂,两边部分因拉力作用而被破坏。且这种力会通过土壤作用到临近市政桥梁结构上。

3 盾构隧道施工对临近市政桥梁影响控制方案

3.1 优化施工管理

本工程采用全过程施工管理方案,结合信息化施工监测平台,实现盾构隧道施工的实时化监控。对施工方案、人员安排、推进参数等进行重新审核,依照盾构隧道施工对临近市政桥梁的影响程度,对施工方案进行优化。全面检查盾构机及相关辅助设备的性能参数及运行状态,以防止在盾构推进过程中因设备故障、漏浆等问题,导致施工无法顺利进行。

3.2 开展施工试验

为确保盾构施工在穿过立交桥阶段的施工安全,决定在穿桥施工之前,选取长度为150m的试验路段,再一次对施工参数进行适当的调整和优化,在确保盾构隧道施工质量的同时,将对立交桥的影响降到最低。首先,采用0.10MPa掘进压力进行低压作业,完成全部试验施工路段后,再使用0.12~0.14MPa的压力进行保压施工。该方法能够确保隧道推进速度,并减轻对周围土层的损害。其次,适当提高注浆液中膨润土的添加量,确保在注浆液凝固后能够达到更高的强度标准。加入膨润土后,注浆液的润滑程度提高,可有效降低发生管路堵塞的概率。再次,从盾构隧道顶部开始二次注浆作业,充分填充管片上层空隙,防止管片上浮。最后,试验施工过程中,定期对掘进线路进行核对,防止出现过大的线路偏差,确保盾构推进过程精确、平稳。

3.3 施工过程控制

当施工至立交桥下部空间时,保证注浆作业与推进作业的同步性,并在脱出盾尾的第5环,通过管片间注浆孔进行二次注浆。若匝道之间的距离较小,每2环进行一次补注浆作业,对土层沉降程度进行控制。选择在交通压力较轻的时段进行施工,如夜间或清晨,降低施工区域承受荷载,依照盾构施工距桩基的距离,选择对桥梁进行交通管制或封闭交通。在桥墩墩柱位置设置垫板、千斤顶、钢支架等支护工具,以降低桥体上部结构及下部结构的沉降差,改善上部结构受力,减轻施工影响。

4 结论

随着隧道工程数量的增加及盾构技术的进一步普及,临近市政桥梁施工、穿越桥梁施工的情况也会随之增加。分析计算盾构隧道对临近市政桥梁影响数值,并将其作为一项施工限制条件融入到施工方案设计当中。从根源入手,优化盾构施工方案,减轻施工给桥梁设施及正常交通活动造成的影响。不断完善城市交通系统,并提高盾构隧道施工水平。

[参考文献]

- [1]何志军.盾构隧道施工测量技术的探讨[J].建材与装饰,2019(22):291-292.
- [2]董必成.桥桩施工对邻近地铁盾构隧道的影响与控制研究[J].工程建设与设计,2019(13):154-155.
- [3]贾少春.盾构隧道下穿黄河施工对已建桥梁基础的影响模拟[J].城市轨道交通研究,2019,22(06):76-79.

作者简介:王俊(1986-),本科生,工程师。