

不同桩径桥梁桩基托换整体结构的受力及变形分析

杨晓利 魏刚

中国电建集团铁路建设有限公司, 北京 海淀 100044

DOI:10.33142/ec.v2i1.118

[摘要]依托福建某地铁线盾构隧道下穿桥梁桩基的主动托换工程, 针对桩基托换种类多、数量较大, 桥梁结构自重大, 桩基托换过程中对变形控制要求严格, 部分新桩距离原有桥梁桩基较近, 桩基施工过程中及托换过程中采取有效措施较小施工对原有桩基的扰动和变形控制难度较大, 本文通过对托换桩梁式结构体系设计参数进行对比分析, 通过三维数值模拟来研究分析托换体系的不同桩径下整体结构的受力及变形分布情况, 并在此基础上对托换桩梁式结构体系设计参数进行优化设计。

[关键词]盾构隧道; 桩基托换, 不同桩径, 受力及变形分析

Research on Construction Technology of Earth Pressure Balance Shield Tunneling Through Bedrock

YANG Xiaoli WEI Gang

PowerChina Construction Co.,Ltd, Beijing 100044, China

Abstract: Relying on fujian wire shield tunnel in a certain place in bridge pile foundation underpinning construction actively, in view of the pile foundation underpinning variety, quantity is larger, the bridge structure since the major, strict in deformation control during the process of pile foundation underpinning, part of the new pile distance closer to the original bridge pile foundation, pile foundation construction process and underpinning to take effective measures in the process of construction of small disturbance and deformation control of the existing pile foundation is difficult, this article through to pile underpinning beam structure design parameters were analyzed, through the analysis of the three-dimensional numerical simulation to study the underpinning system under the different diameter of the overall structure of the stress and deformation distribution, On this basis, the design parameters of the underpinning pile beam structure system are optimized.

Keywords: shield tunnel; pile underpinning; Different diameter, stress and deformation analysis

在地铁建设过程中, 地铁隧道往往不可避免地在现有建筑物下方地基中穿过。桩基础作为最普遍的建筑(构)物的基础形式, 隧道施工将减弱甚至破坏这些桩基的承载力, 其不仅障碍了隧道的施工, 还增加了施工的难度, 且对建筑物自身的安全威胁也不容忽视。为了保护现有建筑物安全, 必须在现有建筑物下方设计建造一个托换结构, 使建筑物荷载从原桩基安全地转移到新托换结构上。

本文由于盾构隧道穿越既有市政桥梁引桥, 其中该桥涉及的桩基托换工程分别为C匝道、F匝道, 地处交通要道, 交通流量大, 托换桩基数量较大, 桥梁结构自重大、桩基托换过程中对变形控制要求严格, 因部分新桩距离原有桥梁桩基较近, 桩基施工过程中及托换过程中采取有效措施较小施工对原有桩基的扰动是本工程施工的重难点;

1 工程概况

XX引桥为城市互通式立体交叉系统, 其中该桥涉及的桩基托换工程分别为C匝道、F匝道。C匝道桥梁上部结构为多跨钢筋混凝土连续箱梁桥(两箱), 桥面宽11m。F匝道桥梁上部结构为多跨钢筋混凝土连续箱梁桥(单箱), 桥面宽7m。本标段累计涉及托换桩基7根, 编号依次为C15、C17-2、C18、F5、F7-1、F8、F9, 桩基为单桩单柱钻孔灌注桩, 如图1。



图1 托换桩基平面布置图

2 工程地质及水文地质条件

地质勘查过程在此处靠近 C17-2 桩附近进行了勘查, 钻孔编号为 MBZ2. twgym-01, 桩基托换范围内隧道埋深 28.1m, 钻孔揭示该区域地质条件自上而下依次为 5.8m 杂填土层、2.5m 粉质粘土层、3.1m 细沙层、3.7m 圆砾层、3.0m 卵石层、10.0m 中风化泥质粉砂岩层, 地下水位线位于地面以下 5.6m。

表 1 托换桩基明细表

桩号	桩径(m)	桩长(m)
C15	1.0	22.9
F5	1.2	25.4
F7-1	1.4	25.2
F8	1.2	22.9
F9	1.5	25.0
C18	1.6	24.0
C17-2	1.5	24.6

3 结合本工程环境条件, 分析工程重难点如下:

XX 桥作为福州市交通要道, 桥梁结构自重大、交通流量大、桩基托换过程中对变形控制要求严格;

被托换桩基桥下净空范围为 3.4m ~ 10.6m, 同时该区域桥梁多层次立交, 对托换方案、新桩成桩设备、旧桩处理设备的选择影响较大;

因部分新桩距离原有桥梁桩基较近, 桩基施工过程中及托换过程中采取有效措施较小施工对原有桩基的扰动是本工程的重点;

桩基托换施工完成后, 对侵入隧道的废桩处理需结合工程环境特点进行刀盘刀具改造, 是本工程施工的难点。

本文采用桩梁式托换, 即是用新的托换桩和托换大梁组成的托换结构, 来截断并且替代既有建筑物的原桩基础。最常见的托换形式是“二托一”扁担式托换, 见图 2。托换梁通过被托换建筑物的柱子相连接, 使原建筑物的上部荷载通过托换大梁传递到托换桩上, 然后就可以截除原桩。

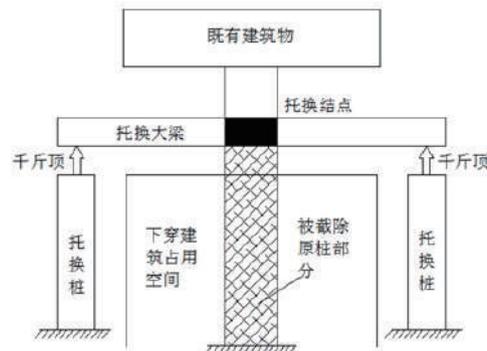


图 2 桩梁式主动托换结构示意图

4 不同桩径截桩后的新桥桩体系进行计算分析

本文分别对托换桩基直径 $D=0.8\text{m}$, 1.0m , 1.3m , 1.5m , 1.7m , 1.9m 的截桩后的新桥桩体系进行计算分析, 从而进行托换桩基直径的优化设计, 并且设托换桩长度为 24m, 托换主梁梁高 2.5m, 托换次梁梁高 2.0m, 托换主梁宽 2.5m, 托换次梁宽 2.5m。托换桩基各直径下的截桩后桥桩体系的有限元模型如下图所示 3 所示。

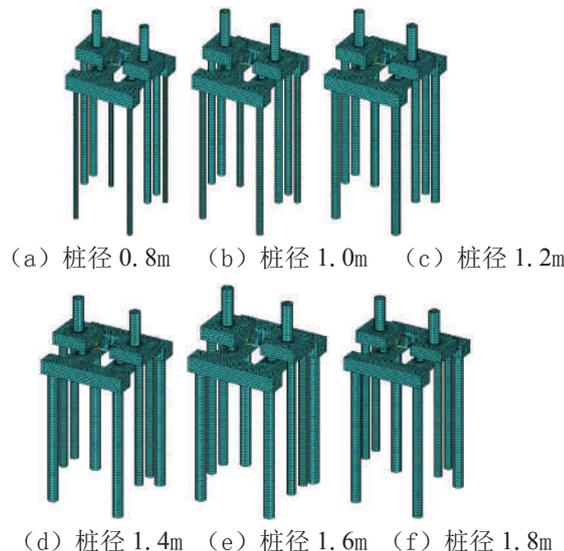


图3 不同桩长有限元模

为分析比较不同托换桩基桩对桥梁沉降的影响,这里选择被托换桩顶面作为分析目标面,分析荷载步为截桩后(Time4),研究其竖向位移及应力分布情况,图4为截桩后不同桩径下被托换桩顶面处的竖向位移分布曲线图。

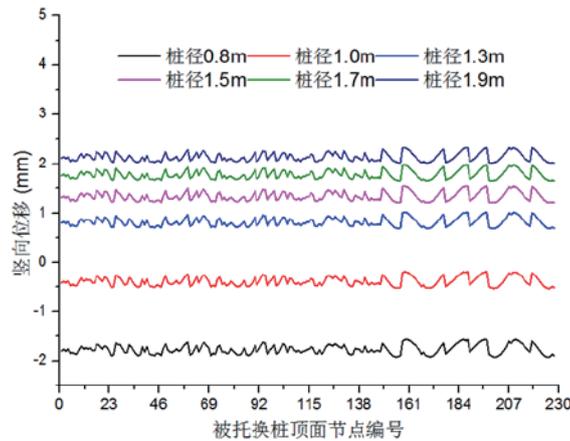


图4 不同桩径下被托换桩桩顶节点竖向位移分布

从图4可知,在不同桩径的情况下,在截桩过后,被托换桩桩顶节点竖向位移变化趋势是相同的。桩径0.8m和1.0m时,其竖向位移均为负值,即被托换桩处下沉,桩径1.3m增加到1.9m时,其竖向位移均为正值,即被托换桩处上拱,由于顶升位移为正,被托换桩桩顶竖向位移值越大,表明位移差越小,即当桩径越大,被托换桩基处的上拱越小,这样会减小托换梁梁顶的负弯矩,同时减小墩柱的轴力。为了更直观的了解桩径对被托换桩桩顶节点竖向位移的影响,图5给出被托换桩桩顶节点竖向位移平均值。

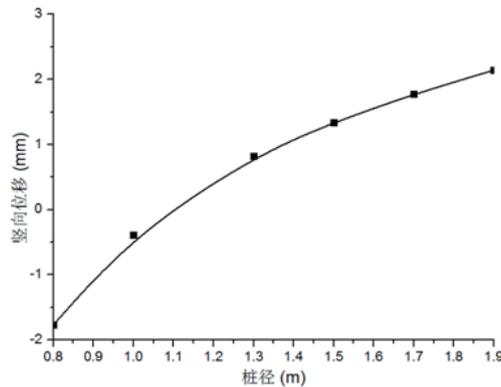


图5 不同桩径下被托换桩桩顶节点竖向位移均值分布

由图5可知,随着桩径的增加,竖向位移均值在逐渐增大。由于顶升位移为正,被托换桩桩顶竖向位移值越大,表明位移差越小,即桩径越大对结构越有利。图6为截桩后不同桩径下被托换桩顶面的竖向应力分布曲线图,图7为截桩后不同桩径下被托换桩桩顶节点竖向应力均值分布曲线图。

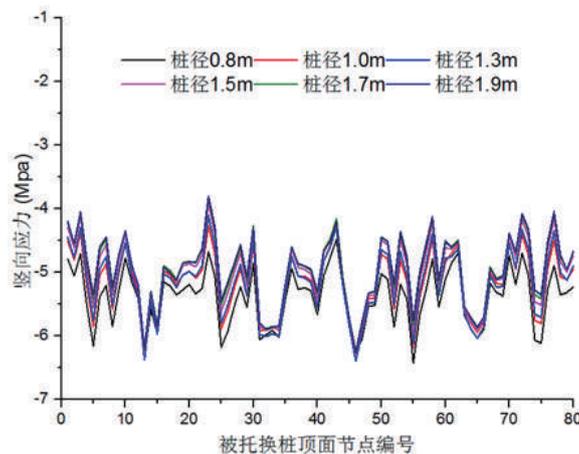


图6 不同桩径下被托换桩桩顶节点竖向应力分布

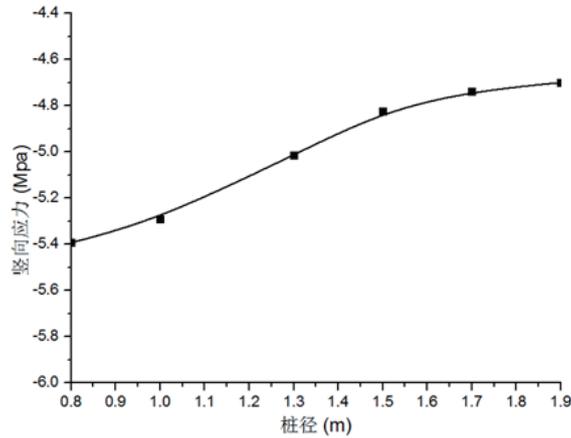


图7 不同桩径下被托换桩桩顶节点竖向应力均值分布

由图6、7可知，桩径越大，被托换桩处的竖向应力越小，当桩径从0.8m增加到1.5m时，竖向应力从-5.4MPa减小到-4.75MPa，减小趋势明显，但是当桩径超过1.5m后，被托换桩桩顶处竖向应力减小趋势放缓，特别是当桩径从1.7m增加到1.9m时，被托换桩桩顶处竖向应力从-4.72MPa减小到-4.70MPa，应力优化不明显。

图8为截桩后不同桩径下被托换桩顶面的Mises应力分布曲线图，图9为截桩后不同桩径下被托换桩桩顶节点Mises应力均值分布曲线图。

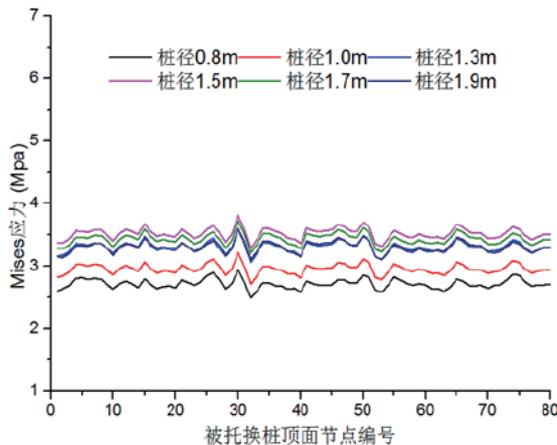


图8 不同桩径下被托换桩桩顶节点Mises应力分布

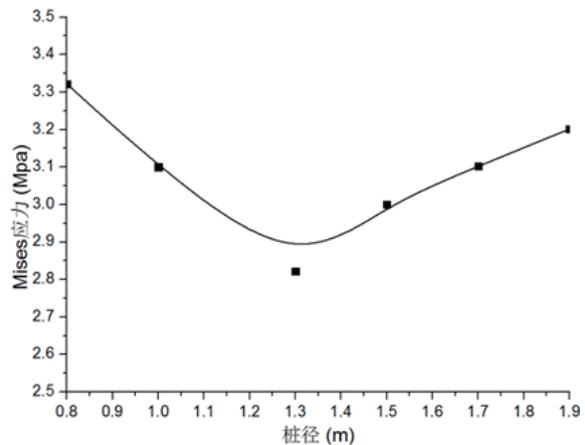


图9 不同桩径下被托换桩桩顶节点Mises应力均值分布

5 结论

由图8、9可知，不同桩径下被托换桩桩顶节点Mises应力分布规律大致相同。当桩径从0.8m增加到1.5m时，被托换桩桩顶节点Mises应力随之减小。当桩径从1.5m增加到1.9m时，被托换桩桩顶节点Mises应力随之增大。即随着托换桩桩径的增加，被托换桩桩顶处Mises应力先减小后增大。说明桩径在1.3m左右Mises应力最小，该工况下应力状态最理想。

随着桩径的增加，被托换桩桩顶处节点的竖向位移均值在逐渐增大，竖向应力均值越小，Mises应力均值先减小后增大。从沉降和应力分析结果知，桩径越大，桩基承载力越好，考虑材料经济等因素，桩径1.5m较优。

[参考文献]

- [1] 潘健, 易介民. 地铁隧道穿越桥梁桩基的托换施工技术[J]. 广东土木与建筑, 2010, 02: 48-50-56.
- [2] 张燕霞, 郑七振, 徐前卫, 马忠政. 地铁隧道穿越桥梁桩基的托换施工技术[J]. 工程建设与设计, 2009, 12: 112-115.
- [3] 丁红军, 王琪, 蒋盼平. 地铁盾构隧道桩基托换施工技术研究[J]. 隧道建设, 2008, 02: 209-212.
- [4] 马忠政, 马险峰, 徐前卫, 王磊. 盾构穿越桥梁桩基的托换及除桩施工技术研究[J]. 地下空间与工程学报, 2010 (01): 105-111.