

【摘要】盾构施工经常遇到高架道路或跨河桥梁的深桩基础。在穿越过程中应尽可能减少对桩周围土体的扰动,以减少对桩身结构的影响以及避免造成桥梁沉降。针对上海市轨道交通7号线沪南路-白杨路区间近距离穿越王家浜桥桥桩的特例,介绍了穿越过程中通过各种监测手段来调整盾构机各项施工参数,确保了桩基的完好与安全。

【关键词】地下隧道土压平衡式盾构钻孔灌注桩保护土压力计同步注浆量

1 工程概况

王家浜桥位于上海市浦东新区北蔡镇,为沪南公路跨越王家浜的一座桥梁,桥梁由东、西两幅独立桥梁构成。正在建设中的轨道交通七号线沿沪南公路,在原桥位下部穿越东、西两幅桥梁,老桥的桩基础妨碍盾构的推进,所以推进之前需要拆除两侧的老桥(上部结构、下部结构、拔除 $\phi 800$ mm,长30 m的钻孔灌注桩)。新建桥梁为单跨30 m的简支梁桥,新桥桩基为 $\phi 800$ mm的钻孔灌注桩,北侧桩长49 m,南侧桩长45 m。钻孔灌注桩与隧道净距最小距离1.6 m。

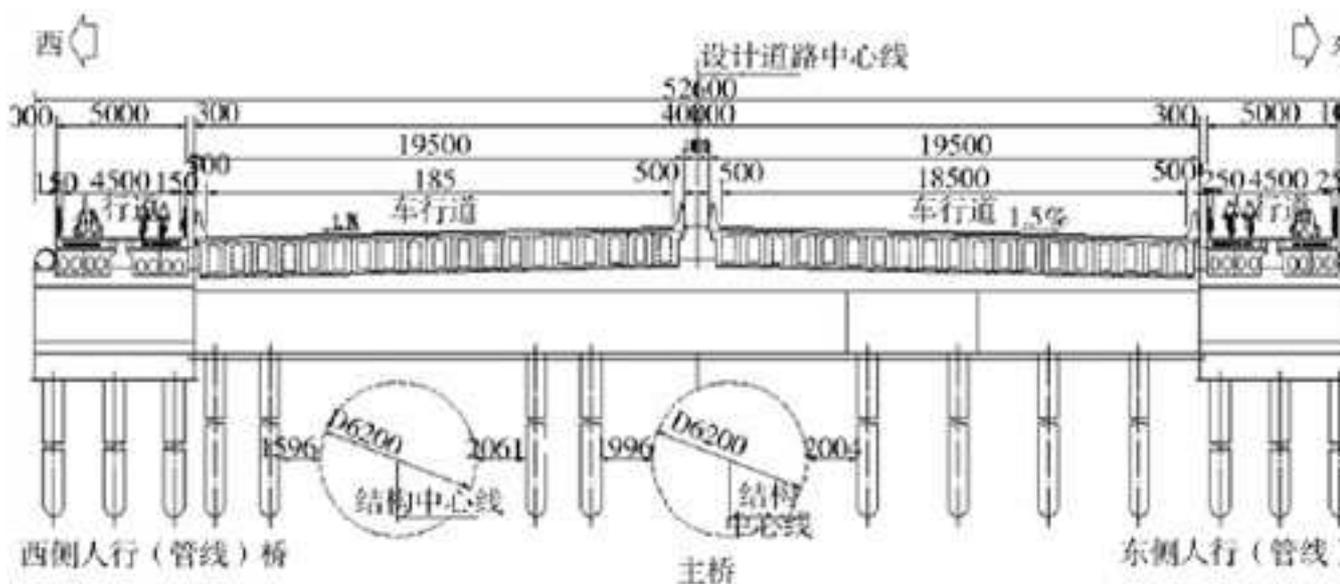


图1 桥台横断面

2 工程特点和要求

(1)受工程进度影响,盾构机穿越钻孔桩时,钻孔桩成桩仅一个多月时间。为避免盾构机穿越造成地面下沉而引起桥台混凝土结构破坏,桥台暂缓施工,待盾构穿越后再制作。钻孔桩顶部暴露,变成活动端,减少了盾构穿越钻孔桩结构的影响,也为对钻孔桩的监测提供了条件。

(2)受区间隧道影响,留给钻孔桩的平面位置非常有限,桩位布置较困难,所以钻孔桩设计长细比较大。设计担心 $\phi 6.34$ m的盾构机从距离只有1.6 m的 $\phi 800$ mm钻孔桩旁经过会对结构产生破坏,要求施工单位必须有手段保证钻孔桩不受破坏。

3 施工监测措施

3.1 监测目的

盾构机在到达桥桩前,土压力设置过大,出土量少,会对前方土体进行挤压,土压力升高,钻孔桩原本四周平衡的受力状态发生了改变。在推进方向一侧增加了荷载,如果把长49 m的钻孔桩当成地基梁,单侧局部荷



载过大,桩体会产生裂缝,严重时,会发生断桩现象。反之,土压力设置过小,会产生局部超挖,盾构机前面土体坍塌,钻孔桩四周受力平衡也会被打破,反侧土体也会给桩身提供附加荷载,造成桩体破坏。压浆量过大、过小也会发生相应情况。根据以上分析,在桩身不同深度设置土压力监测计,通过调整盾构机各项参数,来减小桩周围土压力的变化,以减少对桩周围土体的扰动,达到保护钻孔灌注桩的目的。

3.2 监测点的设置

3.2.1 土压力监测

在隧道二侧靠近钻孔桩的土体中,共布置 6 个土压力监测孔。每孔在深度-4.5 m、-9.5 m、-12.6 m 三个不同位置布置 3 只土压力计。监测孔采用钻机成孔,钻孔 $\phi 110\text{ mm}$,深度 17 m。土压力计固定在由四根 $\phi 22\text{ mm}$ 钢筋焊接的钢筋骨架内(图 2、图 3)。



图 2

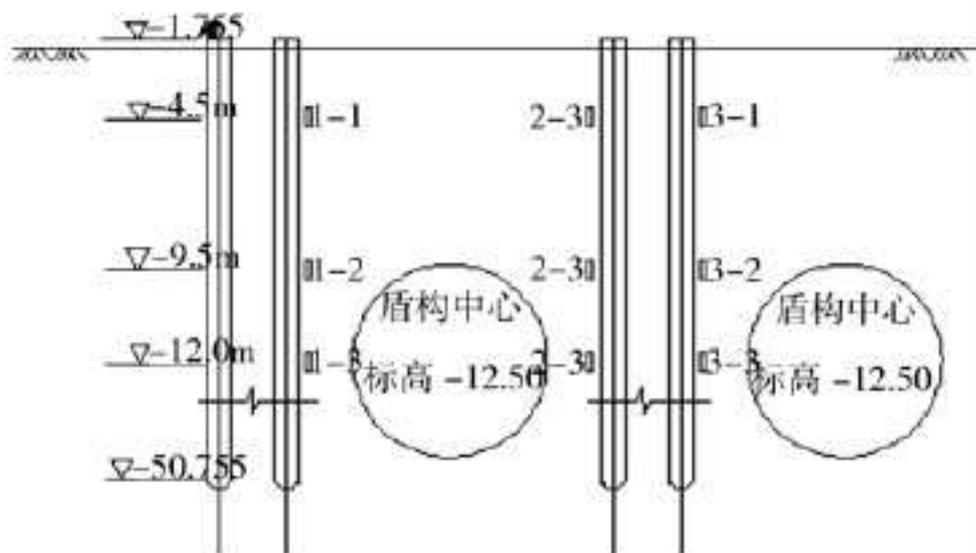


图 3 土压力计的固定位置



监测频率为每天早中晚各一次,压力变化较大时,每小时一次,直至稳定。

3.2.2 钻孔桩桩顶沉降、移位观测,地面沉降监测

每个钻孔灌注桩中心布置一个中心点。测量盾构推进时,盾构两侧钻孔桩中心点相对位置变化并进行沉降观测。盾构推进轴线上每 5 m 布置一个地面沉降观测点,桥台轴线上布置一组断面沉降监测点。通过对这些数据的分析来调整盾构机参数。

4 盾构机控制

4.1 控制掘进速度

在盾构机机头距离钻孔桩 15 m 时降低推进速度,控制盾构机的推进速度基本保持在 2 cm/min。此速度保证了出土量、正面土压力、螺旋机压力稳定,保证了注浆均匀、及时。

4.2 严格控制正面土压力,注浆量和注浆压力。

盾构机头部距离钻孔桩 15 m 时,盾构机正面土压力设定为 0.21 MPa,随着接近钻孔桩,土压力值有所上升,变化最大的读数从 0.159 MPa 到 0.178 MPa,变化量 0.019 MPa,土压力值整体上升,地面隆起 2 mm,钻孔桩之间距离增大 2 mm。根据此情况,降低正面土压力到 0.20 MPa,效果明显,监测到的土压力有所回落,地面不再隆起。然后通过调整盾构机正面土压力值,使土压力监测值变化量不大于 0.02 MPa。盾构机盾尾穿越钻孔桩后,注浆开始对桩周围土体产生影响,此时同步注浆量为 2.4 m³,泥浆稠度 9 cm,注浆压力 0.3 MPa。监测到的土体压力最大的增大 0.013 MPa,地面沉降稳定,钻孔桩之间距离没有变化。根据此情况,相应减少注浆量到 2.3 m³,监测到的土压力值不再上升。

盾构机穿越北侧钻孔桩时,根据南侧穿越各项参数,正面土压力为 0.20 MPa,压浆量为 2.3 m³。实际结果土压力值变化较小,变化量均小于 0.02 MPa。

以下为盾构机穿越前后土压力计实测读数(表 1)。

表 1

测点编号	初读书	终读数	变化量
TY1- 1	0.14	0.158	0.018
TY1- 2	0.13	0.141	0.011
TY1- 3	0.13	0.133	0.003
TY2- 1	0.10	0.112	0.012
TY2- 2	0.12	0.14	0.02
TY2- 3	0.14	0.147	0.007
TY3- 1	破坏	破坏	
TY3- 2	0.16	0.172	0.012
TY3- 3	0.14	0.15	0.01
TY4- 1	0.08	0.10	0.02
TY4- 2	0.13	0.143	0.013
TY4- 3	0.16	0.172	0.012
TY5- 1	0.08	0.097	0.017
TY5- 2	0.11	0.129	0.018
TY5- 3	0.12	0.133	0.013
TY6- 1	0.08	0.091	0.011
TY6- 2	0.13	0.123	- 0.007
TY6- 3	0.08	0.089	0.009

4.3 其他注意事项



(1)确保盾构掘进过程中盾尾不漏浆,防止由于漏浆导致的注浆不足,使沉降变大。如发生漏浆情况及时在管片背后垫海绵,并将头部浆液清理干净。实际穿越时,通过盾尾油脂采用进口油脂、控制泥浆稠度小于9 mm、盾构机姿态与管片吻合良好等手段,防止了漏浆现象的发生。

(2)各工种协同工作,避免各行其事。首先,沉降监测人员依照隧道推进进度执行测量计划,以约定的时间、频率对各沉降观测点进行测量,并准确记录,及时上报。继而,由技术部门及时将观测数据进行综合比较,调整盾构掘进参数,并将结果(包括监测资料)及指令及时通知钳工、施工员、泥浆工和测量工。

(3)加强穿越期间的质量、安全管理工作。在平时严格执行质量管理保证体系文件的基础上,进一步加强穿越期间的质量管理工作。施工员严格控制管片拼装平整度,管片高差不超过4 mm,管片拼装后由质量员认真检查。拼装过程中,通过转换推进模式,控制正面土压力降低不超过0.2MPa。盾构穿越前严格控制轴线偏差,如发生偏差后,纠偏时限制每次纠偏量,减少纠偏造成的土体损失。穿越期间,测量人员加强对隧道轴线方向、管片坡度、沉降量等的监测,及时上报。同时,加强安全管理,安全员和施工员做好吊索具平时检查工作,钳工带头负责设备的维修和保养,特别是桁车、电瓶车刹车检查以及盾构机械设备检查,尽可能减少故障停机,确保盾构连续平稳掘进。

5 结果

钻孔桩无沉降,桩顶相对位移+3 mm,推进过程中地面最大累计沉降量+6.3 mm。盾构推进穿越王家浜桥后,对新桥靠近隧道的四根桩进行了小应变测试,测试结果全为I类桩,桩身结构完整,无缺陷。

6 结语

根据本工程特点,具备条件对钻孔桩周围土体进行监测来控制盾构机各项参数,通过不断调整参数,成功的保护了既有桩基,为今后设计单位遇到该问题时提供了一些设计参考依据。1.6 m的穿越距离对于刚成桩一个月的 $\varphi 800$ mm钻孔桩桩体的影响是完全可以施工手段控制住的,保证桩体完好。本工程 $\varphi 800$ mm钻孔桩桩径较小,长细比较大,如果有条件可以将桩径设计的更大些,这样抵抗能力会大大加强。

