

既有城市高架桥桥梁桩基检测与病害处理

公彦海

济南市道路和桥隧服务中心

摘要: 为确保既有城市高架桥桥梁桩基的稳定性,以实际地区既有城市高架桥桥梁为例,利用声测管进行桥梁桩基混凝土结构内部缺陷检测,通过检测分析桩基结构性能后判定桩基结构性能为Ⅲ类桩。而后采用注浆加固方式进行桥梁桩基病害处理。通过对处理后对桩基进行再次检测,结果表明,基于1号桩与2号高应变检测结果发现,注浆加固后桥梁桩基极限端阻力、极限侧摩阻力、极限承载力等参数均符合加固标准。

关键词: 城市高架桥; 桥梁工程; 桩基检测; 病害处理

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.045

引言

交通事业高速发展的阶段,既有城市高架桥桥梁作为重要设施,对整个交通事业的发展存在重要意义,并且近年来建设速度逐步加快,发展速度提升。但在既有城市高架桥桥梁使用的环节容易造成一系列的病害问题,导致结构损坏、老化等情况,对既有城市高架桥线路的运行造成很大影响。为防止既有城市高架桥桥梁出现严重的病害问题,采取预防性的措施,规避病害缺陷,提高既有城市高架桥桥梁的运营水平。与此同时,针对既有城市高架桥桥梁出现的病害采取针对性的加固措施,避免出现病害进一步扩大的危险,也能使其性能恢复到良好的状态。

一、既有城市高架桥桥梁桩基病害影响

既有城市高架桥桥梁桩基是城市高架桥桥梁的基础承载结构部分,关系到城市高架桥桥梁运行的稳定性以及可靠性。如果桩基结构出现严重的病害问题,造成结构承载力下降,耐久性不足,引发严重的事故,造成巨大损失和人员伤亡的问题。桩基出现的病害问题产生的影响非常严重,具体可从如下几个方面进行分析:一是:病害发生导致桩基结构的承载力不足。在既有城市高架桥桥梁发生桩基投入使用的环节,受到车辆、自然荷载、环境因素的共同作用,造成桩基结构的损坏、性能下降等情况,如果不能及时采取加固措施,造成结构无法正常使用,引发严重的风险,对道路交通的通行产生不利的影

响。比如,桩基出现沉降病害后,城市高架桥列车运行时出现严重的晃动、颠簸等,对乘客舒适度造成影响,也会产生严重的脱轨、倾覆等一系列事故^[1]。

二、既有城市高架桥桥梁桩基检测分析

本文选择城市高架桥桥梁展开分析,其桩体直径1.0m,长度40m,使用C45混凝土制作,内部埋设3根声测管,检测步距为200mm。分析该城市高架桥桥梁桩基混凝土结构的缺陷以及病害问题,得出如下结论:

(一) 桩基合格情况

桩基合格时(即Ⅰ类桩),该类型桩体测量的环节声波速度在4300~5100m/s之间,测量的过程中获得的波列图完整,声时、波幅波形状态良好,并且运行的环节并未出现严重的衰减变化。通常来说,选择3个检测断面进行分析,如果声学参数符合上述要求,则判定为良好的状态。

(二) 桩身混凝土离析

桥梁结构桩体混凝土离析的问题比较常见,也是目前检测环节重点关注的指标。如果混凝土结构的离析问题比较轻微,则测量后点位的传播速度为3700~4300m/s。该环节中波列图出现明显的变化,首波完整度不足,波幅、波形出现严重的畸变,声时为150~160 μ s。如果该类型缺陷在某个检测剖面影响范围并不大,说明整个桩身的性能符合要求,基本不需要进行修复处理。如果检测环节多个剖面都出现该问题,则判定桩身合格,为Ⅱ类桩。

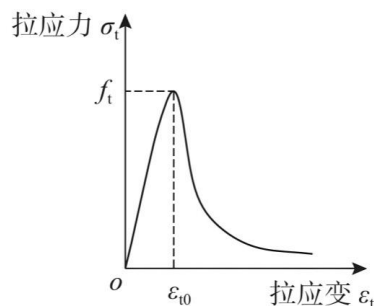


图1 桩身混凝土拉应力曲线图

对于桩身结构离析非常严重时,纵波速度会明显下降,处于3000~3700m/s之间。与此同时,在测量后波列图变化非常明显,首波畸变较为明显,声时、波幅衰减比较剧烈,声时增长超210 μ s。如果出现该缺陷,单一检测剖面范围比较小,桩基性能基本合格,但经过多个剖面检测时发现各位置都出现严重问题,再利用钻芯

取样法进行复核检测,了解桩身结构的性能是否达标。如果检验结果显示强度不足设计标准,桩基性能判定不达标,为Ⅲ类桩。

(三) 桩身混凝土严重夹泥

既有城市高架桥桥梁桩基工程中,比较容易忽视的问题是桩底混凝土夹泥问题。该情况多数都出现在桩底结构部位,但有些也会造成桩身部位的坍塌,对桩基结构的性能造成较大影响。桩底混凝土夹泥情况严重时,测量后纵波速度明显下降,通常保持在1900~2500m/s之间。该环节检测后波列图变化非常明显,甚至都不能测量出首波声时,波幅、波形等处于直线的状态,声时显著增长,在290 μ s左右。

桩底混凝土夹泥的问题比较普遍,主要是因为施工工艺方面存在缺陷所造成的,也有可能是储料斗、钢闸板下部没有设置隔水装置引发的。该缺陷问题对桩身的影响较为普遍,影响范围在1~3m之间,甚至给3个检测剖面造成影响。对该问题来说,判定桩基结构性能不达标,确定为Ⅲ类桩。根据上述检测结果,在桩基结构施工的环节严格控制施工工艺方案,保证桩底混凝土结构性能合格,进而提高桩基结构的稳定性、可靠性,城市高架桥桥梁的运行功能不受影响。

三、既有城市高架桥桥梁桩基检测病害处理分析

(一) 开孔

由于本桥梁项目的地质条件为花岗岩地质,如果使用传统钻孔方式无法达到成孔效果。基于现场的检测和加固施工要求,本项目使用气动潜孔锤开展钻孔作业。与传统钻孔方式进行对比,该方式钻孔时扭矩相对较小,钻孔压力也比较小,可达到自动排渣的效果,进一步提高转动钻进效率,钻进作业效果符合施工要求。

(二) 放置注浆管

气动潜孔锤钻孔结束后,使用25mm的PHC注浆管插入到孔内,采取均匀分布布置方式,间隔20cm安装。

(三) 封底、回填桩孔

管桩封底操作开始后,进入到封底的关键性时期。在该环节中选择使用C30细石混凝土进行封底施工,各位置封底效果合格。该类型混凝土材料具备一定的膨胀性,可有效填充管桩底部的细小缝隙,桩体结构的牢固性、密实度符合要求。在封底结束后即可进行中粗砂的回填施工,主要目的是保证桩身结构、周边环境的稳定性合格。但也要注意,现场回填的环节保持动作轻柔,防止杂物等进入到结构内部对桩身结构性能造成危害影响。上述工作结束后即可进行注浆检查工作,使得注浆环节畅通,防止出现堵塞的问题。通常来说,使用清水冲洗管桩内部,防止内部存在残留物、杂质等影响灌浆作业效果,注浆作业顺利完成。

按照施工工艺要求,在封底结束的3天后,对管桩底部封闭效果展开全面检查,落实各项检查措施,使

得封底效果合格。在检查的过程中应确保封底达到规定技术标准,再开展现场注浆作业,进而提高注浆水平。注浆操作环节加强水泥浆液的水灰比控制,将其设定在0.5~0.6之间,使得浆液性能合格,各项指标达到工程标准。注浆施工作业量控制尤为关键,根据现场计算确定,同时还要满足《公路与桥涵工程地基基础设计规范》的相关要求,使得注浆作业性能合格,达到科学性、稳定性的要求。

(1) 选择合适注浆设备是提升注浆水平的关键,本项目使用BM150。注浆作业施工时,压力满足注浆作业要求。在注浆环节同时配套使用储浆罐、搅拌机、注浆管等设备,使用普通硅酸盐42.5水泥作为注浆材料,提高注浆水平。

(2) 现场注浆作业开始后,加强注浆压力控制是保证注浆效果合格的关键。注浆压力的大小对注浆效果存在直接影响,也关系到既有城市高架桥桥梁桩基加固效果。根据以往工程经验,在目前注浆加固的环节,将注浆压力设定为2~5MPa之间。该范围是经过大量经验验证确定的,能保证注浆浆液进入到规定部位,渗入到土层以及岩石孔隙内,使得桩基加固效果达标,桩基结构的稳定性合格。

在注浆作业开始后,注浆压力并不是固定的,随着浆液的流动以及土层渗透性逐步减小。对该问题来说,可根据现场施工要求合理调整浆液的水灰比,利用增加或者减少水泥使用量的方式,使得浆液黏稠度、流动性改变,并且保证注浆压力在规定范围内,提高注浆效果。除此之外,注浆环节返浆问题比较普遍,也就是浆液从注浆孔内流出。对于该问题来说,需立即停止注浆作业,采取间歇注浆方式解决返浆问题。从实际情况分析,停止注浆结束后间隔15min,然后瞬时加压1h,使浆液压力增高,进入土层以及岩石结构内。上述操作环节再次进行注浆施工,直到最后形成完整的注浆体,结构加固效果合格。

(3) 注浆作业开始后,确定终止注浆条件是保证注浆效果合格的关键。一是:当注浆压力达到预设值后,但注浆量并未满足工程要求,此时要特别注意注浆效果。为使得注浆作业合格,该环节通常将注浆量提升到规定值的5/4作为现场终止注浆的条件。该方式能保证注浆效果达到标准,防止注浆过量而产生严重的风险事故。二是:注浆压力没有达到预设参数值,而注浆速率也没有出现明显下降的趋势。该现象的出现,说明现场注浆作业的环节存在某种阻碍因素的影响。对这种情况来说,选择使用间歇注浆方式可有效解决。间歇注浆时将间隔时间控制在30~60min之间,从而确保注浆压力逐步累积达到设计标准要求。在间歇注浆时,注浆孔内注入设计要求的30%浆液,各位置达到均匀、连续的要求。三是:注浆作业环节随时关注加速度、压力等

方面变化。在注浆环节使得两者之间保持稳定性，并达到预设参数值，说明注浆效果达到要求，可作为终止条件。根据理论、经验方面进行精准把握注浆结束时机，从而使得注浆效果合格。

四、注浆效果分析

对本项目施工的环节分析注浆效果，随机选择2根管桩进行试验分析，编号为1、2。通过量化分析，在注浆作业前、后进行静荷载试验，确定管桩技术参数，具体参数可见表1。

表1 选取管桩技术参数

| 桩号 | 桩长 /m | 桩径 /mm | 承载力特征值 /kN | 桩端持力层 |
|----|-------|--------|------------|-----------|
| 1 | 42.0 | 600 | 1800 | 海洋沉积层 |
| 1 | 52.0 | 600 | 1800 | 砂质黏土（冲积层） |

（一）高应变检测结果

针对本项目桩基结构试验来说，选择使用桩基动测仪进行高应变检测，数据可见表2。

表2 高应变检测结果（单KN）

| 桩号 | 注浆前 | | | 注浆后 | | |
|----|---------|--------|---------|---------|--------|---------|
| | 极限端阻力 | 极限侧摩阻力 | 极限承载力 | 极限端阻力 | 极限侧摩阻力 | 极限承载力 |
| 1 | 3189.50 | 689.51 | 3879.54 | 3469.45 | 709.41 | 4179.48 |
| 2 | 3859.60 | 729.46 | 4589.64 | 4244.90 | 749.61 | 4994.93 |

经过对表2数据进行分析，发现注浆工艺对管桩的承载力性能有直接的影响。对于01号桩体来说，注浆前极限端阻力3189.50kN、极限侧摩阻力689.51kN、极限承载力3879.54kN。在注浆结束之后，上述各项指标都有明显提升，分别为3469.45kN、709.41kN、4179.48kN。上述各项数据提升较为明显，说明在注浆加固结束后，整个桩体结构的稳定性、可靠性提升较为明显。对于2号桩体，在试验结束后各项数据也有明显提升。注浆作业前极限端阻力3859.60kN、极限侧摩阻力729.46kN、极限承载力4589.64kN；注浆加固结束后，各指标分别为4244.90kN、749.61kN、4994.93kN。通过对各项数据进行分析，注浆加固结束后，桩体结构的承载力提升较为明显，满足既有城市高架桥梁的运行要求。

为能够更加精准评估桩体加固后对于承载力提升方面的影响，在注浆结束后采用堆载法进行静载试验。现场施工的环节使用压重平台反力装置和两台最大加荷为3600kN的320t千斤顶提供荷载，使用RS-JYB测量系统进行实时测量，具体数据可见表3。

表3 静载检测结果

| 桩号 | 注浆前 | | | 注浆后 | | |
|----|------------|-----------|--------|------------|-----------|--------|
| | 桩顶最大沉降 /mm | 桩顶回弹量 /mm | 回弹率 /% | 桩顶最大沉降 /mm | 桩顶回弹量 /mm | 回弹率 /% |
| 1 | 24.9 | 11.7 | 48.89 | 17.8 | 9.2 | 51.9 |
| 2 | 23.7 | 12.30 | 52.10 | 15.1 | 9.9 | 66.1 |

（二）效果分析

（1）经过对高应变的检测结果展开分析，在既有城市高架桥桥梁桩基注浆加固作业结束后，桩体结构的承载力性能提升较为明显，极限端阻力提升幅度比较大。虽然极限侧摩阻力也有一定的提升，但提升幅度相对较小，只有2%~3%。通过该数据可以分析，注浆加固后对桩体结构的承载力提升有较高的优势，从而保证整体结构满足既有桥梁的正常运行要求。

（2）既有城市高架桥桥梁桩基注浆加固结束后，经过静载试验检测，加固完成后桩基沉降量有所下降，下降幅度达到30%。从目前的实验结论进行分析，注浆加固后桩体结构承载力提升较为明显，桩基结构的沉降量有所降低，各项性能参数改进比较明显，桩基结构运行效果合格，满足既有桥梁的运行需求。

结语

综上所述，既有城市高架桥桥梁作为重要交通基础设施，关系到城市高架桥交通运行的效果以及稳定性，所以进行桩基检测以及病害处理尤为关键。目前在桩基检测的环节选择先进检测技术，通过声波测试方式了解桩基结构的性能是否达到工程要求。与此同时，经过检测发现桩基结构存在病害问题后，采取注浆加固措施，提高桩基结构的承载力、稳定性等多方面参数，提升桩基性能。在本项目进行既有城市高架桥桥梁桩基加固处理后，发现桩基结构的承载力提升比较明显，沉降量有所降低，极限侧摩阻力并未有较大变化。说明注浆加固后对桩基结构性能改善比较明显，符合既有城市高架桥桥梁的运行需求，确保其运行的可靠性、稳定性达标。

参考文献

- [1] 罗云烈, 鲁传恒, 陶华飞, 等. 多种检测方法在软土地区桥梁桩基检测中的综合应用[J]. 城市道桥与防洪, 2023, (11): 215-218+326.
- [2] 刘明, 黄凯. 桥梁桩基检测技术分析[J]. 运输经理世界, 2023, (31): 71-73.
- [3] 孙杰. 高应变动力测试技术在桥梁桩基检测中的应用[J]. 交通世界, 2017, (12): 90-91.
- [4] 朱启标. 桥梁桩基露筋病害原因分析及处理[J]. 福建交通科技, 2020, (02): 107-108+117.
- [5] 杨斌, 刘国庆, 刘扬, 等. 松花江涉水桥梁基础病害调查与治理[J]. 中国科技信息, 2018, (23): 79-80+83.