

既有柱式墩增设盖梁施工技术

陈益炜¹, 丁南南², 陈 军¹

(1. 杭州市市政工程集团有限公司, 浙江 杭州 310000; 2. 浙江大陆建筑特种工程有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 既有柱式墩增设盖梁施工技术是在墩顶增设盖梁位置植入螺杆并安装钢盖梁, 然后在钢盖梁上安装支座, 并通过 PLC 同步顶升系统将桥梁梁体从原支座受力体系转移至新支座受力体系上。经过对既有柱式墩增设盖梁的处理后大大提高了桥梁的抗倾覆能力, 改善了桥梁的受力状况。其相关技术参数可供同行参考。

关键词: 柱式墩; PLC 同步顶升系统; 增设盖梁

中图分类号: U443.22; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)11-0261-05

Construction Technology for Adding Bent Cap to Existing Column Piers

CHEN Yiwei¹, DING Nannan², CHEN Jun¹

(1. Hangzhou Municipal Engineering Group Co., Ltd., Hangzhou 310000, China; 2. Zhejiang Dalu Construction Special Engineering Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: The construction technology for adding bent cap to existing column piers is to implant screw rods at the position where the bent cap is added on the pier top and install a steel bent cap, and then install the bearings on the steel bent cap. And the bridge girders are transferred from the original bearing force system to the new bearing force system through the PLC synchronous jacking system. After the treatment of adding bent cap to the existing column piers, the anti-overturning ability of the bridge is greatly improved, and the stress condition of the bridge is improved. The relevant technical parameters can be used as a reference for peers.

Keywords: column piers; PLC Synchronous Jacking system; addition of bent cap

0 引言

自新中国成立后,我国经历了几次基础建设的高潮。受当时社会经济条件、设计习惯等因素制约,我国早期设计的桥梁下部结构习惯采用单柱式桥墩,这种桥梁的缺点就是抗倾覆能力差,当有超载车辆沿桥梁外侧单向行驶时极易造成桥梁侧翻事故。我国已经有桥梁侧翻事故的相关新闻报道,如:1010 无锡高架桥侧翻事故(江苏无锡一高架桥突然发生垮塌)。之后,国内各大科研院所陆续开展了提高桥梁抗倾覆能力的相关研究,如:南昌大学提出了“一种为既有独柱墩桥梁增设的抗倾覆结构”,其主要思路是在独柱墩两侧的小盖梁上设置挡块及连接的钢弹簧。

收稿日期: 2025-03-10

作者简介: 陈益炜(1984—),男,学士,高级工程师,一级注册建造师,从事道桥施工管理工作。

通信作者: 陈军(1979—),男,硕士,正高级工程师,一级注册建造师,集团公司总工程师,从事道路桥梁施工管理工作。电子邮箱: 7081286@qq.com

本文以现有单柱式桥墩受力特点出发,研究了单柱式桥墩工作原理及其破坏机理,提出了在现有柱式墩增设盖梁的施工技术。

1 施工技术原理

本施工技术的工作原理是在墩柱靠近桥梁下部位置处增设盖梁,即在墩顶位置植入螺杆、安装钢盖梁,最后在钢盖梁和墩柱接触面浇筑混凝土,在原墩柱顶面形成一个新的盖梁,并与现有墩柱形成整体共同受力;利用 PLC 同步顶升技术对梁体整联进行顶升,然后进行支座转换,使得原墩处桥梁结构从原来的单点支撑变为多点支撑,从而提高桥梁的抗倾覆能力,消除柱式墩桥梁侧翻的安全隐患。

2 施工工艺流程

现有柱式墩增设盖梁的施工工艺流程如图 1 所示。

3 施工操作要点

3.1 施工准备

(1) 对墩柱现场情况进行调查,熟悉工程实施

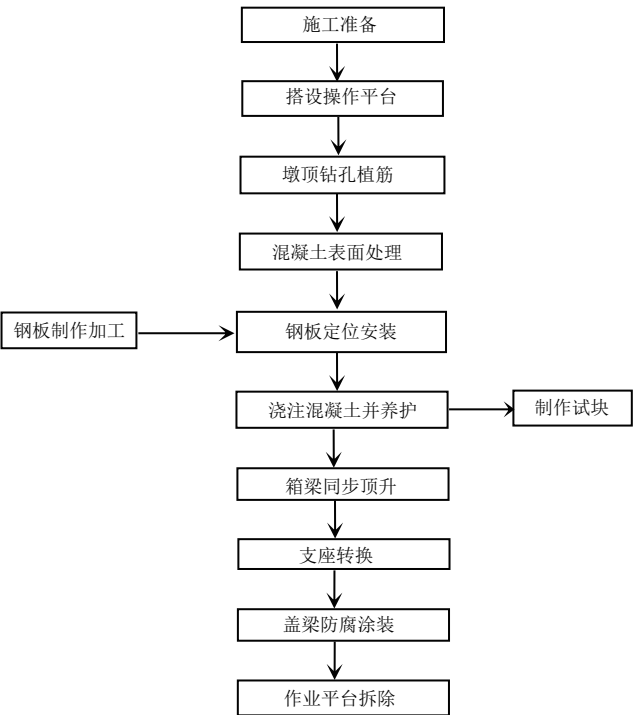


图1 现有柱式墩增设盖梁施工工艺流程图

环境。

(2)熟悉施工图纸、规范等相关文件;编制现有柱式墩增设盖梁专项施工方案,经公司、监理单位、建设单位等相关单位审批同意后组织实施,实施前需进行书面的安全技术交底。

(3)采购工程材料,选择合适的机械设备,对拟进场的材料进行验收报验,对投入的机械设备进行维护保养。

3.2 搭设操作平台

(1)操作平台的主要作用是为施工人员提供施工作业的空间。在平台上进行墩顶混凝土表面处理、植筋、钢板安装焊接、混凝土浇筑、梁体同步顶升、支座转换等。根据桥梁现场情况及桥墩位置,可分为水上作业平台和陆地操作平台两种。

(2)水上作业施工平台搭设

水上作业施工平台是利用水中现有墩柱,在水中墩柱拟增设盖梁位置的下方采用钢板、工字钢等焊接形成作业平台,具体如图2所示。工作平台由支撑架和钢板工作平台两部分组成。支撑架采用工字钢梁,在工字钢梁一端与弧形箍板进行焊接,工字钢梁与箍板连接阴角处焊接1 cm厚钢板作为牛腿支撑。弧形箍板末端弯折出一块45°夹角的侧板,侧板背面焊接10 mm厚加劲板。侧板上设置螺栓孔,采用高强螺栓将两块箍板与现有墩柱箍紧牢固。为保证工作平台安全稳定,在每根工字钢梁下设置斜向

钢支撑。钢板工作平台采用1 cm厚钢板按墩柱形状裁切后平铺在支撑架上,钢板工作平台与支撑架采用螺栓或焊接连接。在钢板工作平台四周设置1.2 m高防护栏杆,栏杆可采用普通钢管进行搭设。

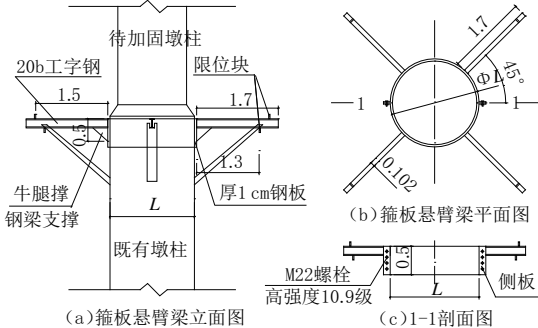


图2 箍板悬臂梁平台结构示意图

水上作业施工平台采用驳船或轮船将平台构件运至墩柱位置进行现场拼装。先在船上搭建好作业平台,然后利用手拉葫芦将拼装好的作业平台安装至墩柱上,调整箍板位置,拧紧高强度螺栓,将两块箍板与立柱牢固箍紧。

(3)陆上作业施工平台搭设

当陆上墩柱增设盖梁施工受地面交通、现场环境等因素限制时,施工平台形式可以与水上作业施工平台相同,以减少盖梁施工对地面交通等的干扰;当陆上作业施工场地空旷,条件允许时,作业施工平台可采用满堂脚手架的形式进行,以降低施工成本。

3.3 钻孔植筋

钻孔植筋施工工艺为植筋孔放样定位→钻孔→孔道清理→注胶→植筋。

墩顶植筋孔定位放样(见图3(a)),根据拟增设盖梁螺杆位置测放出植筋孔位,然后进行钻孔(见图3(b))。植筋钻孔采用冲击式电钻钻孔成孔,孔位应避让墩柱内主筋钢筋,孔深与锚固螺杆埋设深度相同,孔径比锚固螺杆大2~3 mm。孔道清孔先用鬃毛刷进行清理,再用空压机吹去孔底碎片、灰尘和水汽,孔内应保持干燥;孔道清理后进行注胶,将植筋胶沿孔道由孔底向上进行灌注,灌注量一般灌注至孔深2/3处即可;然后慢慢插入锚固螺杆,螺杆插入前应清除表面污物,螺杆应沿一个方向缓慢旋转拧入至孔底,如图3(c)所示,孔口溢出的多余植筋胶应清除干净。

3.4 墩顶四周混凝土表面处理

根据施工图纸及现场盖梁测量放样确定墩顶四周混凝土凿除范围。先凿除墩顶四周混凝土的表层砂浆,使粗骨料外露,再用钢丝刷清除表面浮浆及表

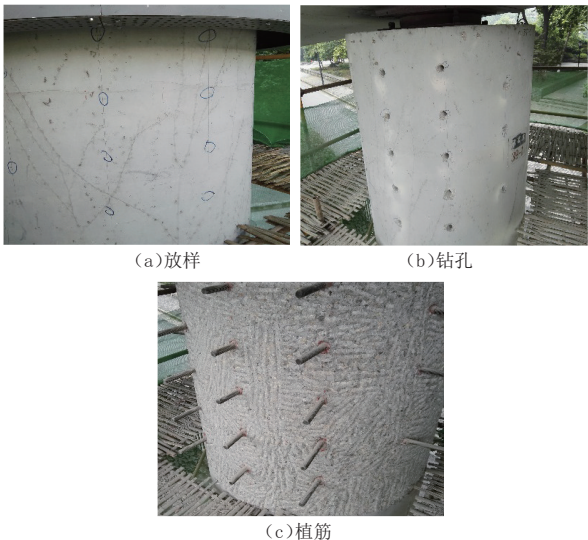


图3 钻孔植筋施工工艺各环节照片

面松散碎石,最后用清水冲洗掉表面粉尘。

3.5 钢板制作、安装及现场焊接

盖梁采用钢包混凝土盖梁结构,盖梁钢板在工厂下料制作加工,加工完成后运至现场分片进行安装并在现场进行焊接。

钢板加工制作要严格按照设计图纸要求进行下料加工,并在加工过程中经常对钢板尺寸进行抽检,确保符合图纸及现场要求。

现场墩顶植入的螺栓可能因避让墩柱钢筋,实际位置与设计会有偏差,因此钢板上的螺栓孔在工厂加工时暂时不予施工,待钢板安装时在现场根据螺栓实际位置进行开孔。如图4所示,钢板螺栓孔开孔先用纸板(或泡沫板)将螺栓位置拓印在纸板(或泡沫板)上,然后根据纸板(或泡沫板)上螺栓位置再在钢板上定位开孔,螺栓孔直径比锚固螺杆大2~3 mm。



图4 钢板定位及安装

钢板现场安装采用手拉葫芦的方式将钢板吊至预定位置并进行临时固定,然后进行现场焊接施工。施工前应提前进行焊接工艺评定。其焊接工艺及相应参数应与工程实际制作中所采用的相同。焊接操

作人员必须具备相应操作上岗资质,无上岗证者不得执行焊接施工。

新增盖梁均采用2 cm厚的Q235钢板进行现场焊接安装,构件各钢板之间连接采用电弧焊焊接,焊缝等级不低于I级。考虑焊接高温对植筋胶的不利影响,在构件焊接时应当采取有效的降温措施,例如将冰水浸泡过的毛巾包裹在露在外面的部分螺杆等。

盖梁上钢板靠近墩柱位置应预留浇筑混凝土所需的灌浆孔及出浆口,同时对盖梁内侧钢板表面进行清理并粗糙处理,涂抹混凝土界面剂,保证混凝土浇筑后有效粘结。

3.6 混凝土浇筑、养护及试块留置

(1)混凝土采用流动性能良好的细石混凝土或灌浆料,混凝土的材料配合、拌和运输、现场灌注等方面均应满足设计及规范的要求。

(2)混凝土灌注采用混凝土输送管从灌注口灌入,直至混凝土灌满从出浆口流出。

(3)混凝土振捣采用附着式振捣器进行振捣;附着式振捣器安装在钢盖梁两侧,作业前,应对附着式振动器进行检查和试振;振捣时每次振动时间不应超过1 min,当混凝土表面泛浆不再冒气泡或呈水平状即可停止振动;混凝土振捣不得在混凝土初凝后再次振捣。

(4)混凝土浇筑过程中按规范要求留置标准养护试块。

(5)混凝土浇筑结束后对混凝土表面进行覆盖保湿养护,养护时间需满足规范要求。

3.7 梁体同步顶升及支座转换

待盖梁内混凝土强度满足规范要求时即可进行梁体顶升和支座更换转换施工。梁体同步顶升采用PLC同步顶升系统进行。

3.7.1 顶升数据确定

(1)竖直顶推力主要由桥梁自重和车辆的活载两部分组成,桥梁自重主要包括梁体质量、铺装层质量、防撞栏质量及其它附属设施质量。为了保证顶升的安全可靠,千斤顶的吨位应留有安全系数,一般取1.2~1.6。

(2)竖直顶升高度根据后续支座转换施工空间需要确定,一般2~3 cm即可。

(3)同步最大偏差值依据桥梁跨度、宽度,梁体材料的弹性模量等因素确定,一般以设计提供值为准。

3.7.2 解除约束

竖直顶升施工过程中,可能会遇到各种约束力,竖直顶升中遇到的约束主要包括:(1)避振杆;(2)伸缩缝;(3)其他约束。在竖直顶升过程中若约束力解除不彻底或有遗漏,则可能会导致桥梁不能顺利顶起或者顶起过程中产生应力集中,破坏梁体结构。

3.7.3 布设千斤顶和监控设备

(1)布设竖直千斤顶:综合考虑盖梁顶面面积、墩柱下部桩基础、千斤顶布置位置等条件,一般采用原桥盖梁顶面作为顶升基础,在顶升前应对盖梁进行检查。千斤顶采用小吨位、多顶点对称布置(见图5)。千斤顶布设于拟增支座两侧,同一支座两侧的千斤顶为一组,采用并联连接,以使每个千斤顶内的压力保持一致,千斤顶一般选用超薄轻型千斤顶。

根据盖梁到底板的高度设置临时垫块,临时垫块可采用混凝土垫块或者钢垫块,垫块必须平整,并达到设计要求强度,垫块与盖梁接触面需铺设薄层细料以填充缝隙,垫块与盖梁间不得有间隙,以避免临时垫块压碎或变形。

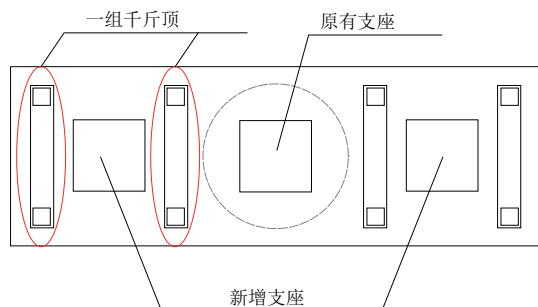


图5 千斤顶平面布置图

(2)布设监控设备:监控设备主要有应力、应变片和位移计,布设在每个支座的两侧,每个监控传感器必须保证工作正常并达到设计精度要求,在试顶升中对所有监控设备进行检验,如有异常及时排除,布设位置如图4所示。

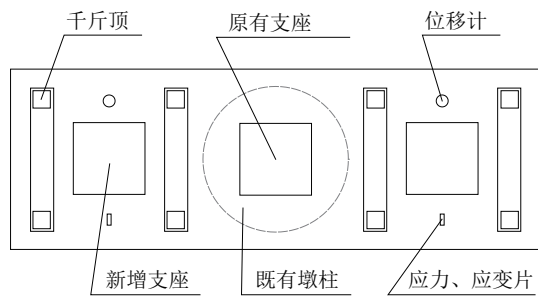


图6 监控设备布设位置

监测的主要内容包括:(1)应力监控;(2)挠度监控;(3)位移监控;(4)梁体、桥面及其它附属设施的监控。

桥梁顶升是一个动态的过程,随着桥梁梁体的抬升,梁体的应力/变形、支座的应力/变形等都会发生相应变化,过程中需要对这些变化进行实时的监控,确保桥梁顶升安全。

3.7.4 安装调试PLC系统

PLC同步顶推系统由计算机控制系统、检测传感器、液压顶推系统等几个部分组成。

PLC系统调试的主要内容有:(1)控制系统检查:包括计算机系统及调试检查;各路电缆线及其接线的安全性检查;控制器及其附件安装连接检查;数据通讯线路检查;PLC控制系统运行检查。(2)液压顶推系统检查:包括油缸安装检查;泵站与油缸之间的油管连接检查;油箱液面检查;备用液压油检查;各类阀门的工作状况检查;液压系统运行检查,液压系统对控制指令反应检查。(3)监测系统检查:包括百分表安装检查;各传感器系统检查;系统升降灵活度检查;光栅尺的工作情况检查等。(4)工作初始数值的设定与读取:系统初始数值的加载由项目总工程师会同现场技术人员共同确定并报监理工程师确定,然后由系统操作员输入PLC顶推系统。

3.7.5 试顶升与称重

在正式顶升之前,为了解和熟悉整个顶升系统的工作状态,应先进行称重和试顶升,试顶升高度一般控制在2 mm左右。

称重的主要作用是为在顶升前测定每个顶升节点处千斤顶的实际荷载。称重时根据计算的顶升荷载,采用逐级加载的方式在1~2 mm的顶升高度内,通过反复调整该组千斤顶的油压,以确定同组千斤顶的顶升油压值。将测定的实测值与理论计算值进行比较,计算其差值,如差异较大,应根据现场实际情况进行原因分析,剔除掉人为因素和设备故障因素后进行重新称重后根据实测值对初始数值进行相应的调整。

称重结束后即可进行试顶升,试顶升的主要作用是校核称重的结果,校核PLC同步顶推系统整体姿态、桥梁结构位移、监测系统的工作状态等情况,为后面正式顶升提供依据。

3.7.6 同步顶升施工

试顶升结束并观察确定无问题后,进行桥梁的正式顶升。同步顶升最大顶升速率应控制在1 mm/min左右。顶升应按阶段顶升,顶升行程遵循先短后长的原则,即第一阶段顶升行程宜短,一般为2 mm,而后可以适当延长至4 mm。每一个阶段结束

后,将数据报于现场指挥小组,若无异常情况则进行下一步顶升,若有异常情况则须要待异常情况分析解决后方可进入下一步顶升。顶升到位后对千斤顶进行自锁。

顶升注意事项:

(1)因为不封闭交通,需要在道路上设置施工警示牌,必要时可暂时封闭交通。

(2)顶升过程中,应设置部分位移监控点,由人工读数,以防止因监控系统故障而导致危险发生。

3.7.7 支座转换

梁体顶升至预定位置后即可进行支座更换和增设施工。

对墩顶旧支座进行更换,新支座应和旧支座同型号同规格;增设的支座应和旧支座顶面相同标高,以确保梁体落下后共同受力工作。支座上下面应水平,与梁体和盖梁接触应严密、牢固。

支座转换施工完后,缓慢落下梁体。落梁过程是顶升过程的逆操作,尤其需要加强应力、挠度的监控,确保梁体的安全。

3.8 盖梁防腐涂装

钢盖梁表面涂装是影响钢构件使用耐久性的重要工序,必须足够重视。根据盖梁所处环境,防腐涂装一般包括表面净化处理、喷砂除锈、表面粗糙度、底漆、中间漆、面漆等几道工序。

(1)表面净化:采用有机溶剂或金属清洗剂清洗干净钢构件表面的油污,要求钢构件表面无锈斑、无污物、无油水及其它可能危害构件后续防腐涂装的物质(如可溶性盐等)。

(2)喷砂除锈及表面粗糙:根据施工图纸要求对钢构件进行喷砂除锈,采用喷砂机除去钢构件表面的锈蚀、焊渣等溅射物及原防腐涂层,表面粗糙应满足规范及设计图纸要求。

(3)封闭处理(包括底漆、中间漆、面漆等多道工序):采用刷涂、滚涂、高压无气喷涂等方法进行封闭;钢构件外表面第一道封闭涂层可采用滚涂或刷涂的方式进行,其余封闭涂层应采用高压无气喷涂设备进行封闭涂装,以确保钢构件表面整体颜色无

色差。

封闭涂层的主要指标是涂层厚度和附着力。其中第一道封闭底漆厚度较低,其它各道封闭均应达到设计要求,采用磁性测厚仪进行检查;封闭涂层附着力采用划格法进行检查,至少应达到1级以上。

3.9 作业平台拆除

(1)盖梁防腐涂装完成并通过验收后,即可进行作业平台拆除。

(2)水上作业平台拆除:拆除前先清理完平台上的物件,防止拆除过程中掉落;拆除采用驳船或轮船进行,利用手拉葫芦吊住箍板悬臂梁,然后松开高强度螺栓,将箍板悬臂梁拆下并缓缓吊放到船上。

(3)陆上作业平台拆除:严格按方案及规范要求进行拆除,根据搭设顺序先搭后拆的原则进行逐层拆除。拆除前先清理完平台上的物件,防止拆除中掉落。

4 结 语

通过对桥梁既有柱式墩增设盖梁,并进行支座转换,使得原墩处桥梁结构从原来的单点支撑变为多点支撑等的施工处理后大大提高了桥梁的抗倾覆能力,有效改善了桥梁结构的受力状况和工作状态,使桥梁结构受力状态更趋于稳定,从而提高了桥梁使用寿命。

随着社会经济的发展和道路交通的日趋增多,对早期建设的单墩桥、独柱桥的改造势在必行,本施工技术为今后类似工程提供指导,具有一定的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 陈军,周松国,周永福.水下钻孔桩增大截面加固施工技术[J].城市道桥与防洪,2016(7):199-201;215.
- [2] 田钦,廖金莲,童治豪,等.一种为既有独柱墩桥梁增设的抗倾覆结构:中国,CN202020224951.8[P].2021-01-05.
- [3] 江苏无锡一高架桥突然发生垮塌.央视网.2019-10-10报道
- [4] 聂小勇,王焕珍,周松国,等.顶推沉井装置及其施工方法:中国,CN201910184620.8[P].2019-03-12.
- [5] 张爱平,周松国,杨胜利,等.单墩同步整体顶升板式支座更换施工工法:杭州市市政工程集团有限公司,建质[2011]154号[Z].2010-06-12.