

不中断交通条件下大跨盖梁的改造设计与应用

邵彬

[上海公路桥梁(集团)有限公司, 上海市 200433]

摘要:以某改建大跨盖梁为研究对象,在理论计算和有限元模拟的基础上,对改造后的大跨度盖梁的加固方案进行了比较和优化,以满足现行设计规范的要求。工程实践表明,在保证交通通行的前提下,通过加设临时支撑缩小盖梁跨径,重建结构的受力体系,可以安全方便地切断和改造大跨度盖梁,成果可供同类项目参考。

关键词:改造;大跨盖梁;预应力解除;交通通行;加固;缩小跨径

中图分类号: U443.32

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0131-04

0 引言

预应力混凝土盖梁因施加预应力,计算跨径较普通钢筋混凝土盖梁显著增大,常被设计为两到三跨框架结构应用在桥梁建设中。后期改造或升级时,如需分跨(段)拆除,其首要工作就是解除预应力。在极限状态设计时,预应力的存在与否对盖梁结构安全(强度)、正常使用指标(裂缝、挠度等)均起不可或缺的正向效应。若解除预应力,结构抗力降低,结构可能局部损坏甚至整体破坏,造成灾难性后果,因此对解除预应力后的盖梁进行验算并按需加固至为重要。

本文以上海某桥梁 P39# 桥墩预应力混凝土盖梁分段拆除为例,对保留段按照正常通行条件进行加固验算,论证了不同加固方案的效果,比选出最优方案并进行了工程应用,为上海地区类似的预应力混凝土盖梁改造提供参考。

某盖梁构造及计算参数

1.1 盖梁构造

P39# 预应力混凝土盖梁按两跨三柱布置,总长度 38.8 m,计算跨径为 18 m+11.8 m,东侧悬臂长度 3.9 m,西侧悬臂长度 5.1 m。截面为等截面倒 T 型,截面高度 2.8 m。盖梁立面及断面布置见图 1,图中阴影部分需拆除,剩余部分保留且需交通通行。

盖梁混凝土强度等级为 C40,配置 2 排共 6 Φ 15.2-12 通长钢束。截面下缘配 18 根 Φ 28 HRB335 钢筋,T 肋上缘配 2 排共 16 根 Φ 28 HRB335 钢筋见图 2。

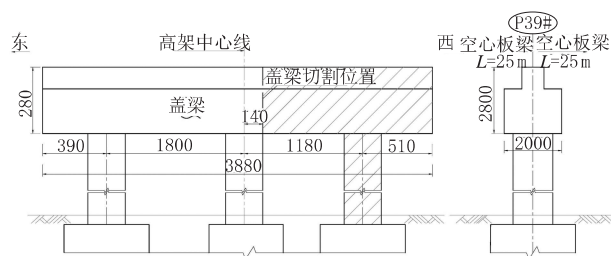


图 1 盖梁立面布置图(单位:cm)

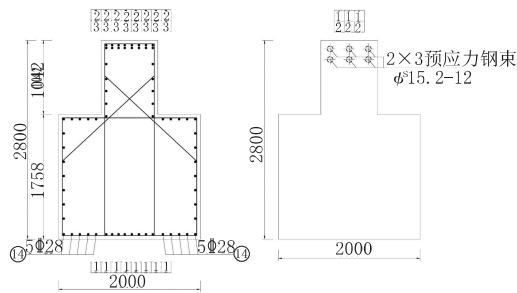


图 2 盖梁配筋、配束断面图(单位:cm)

1.2 计算参数

采用 Civil 2019、CDN2019 对 P39# 预应力混凝土盖梁进行有限元建模,按施工工序建立相应施工阶段,分析时考虑盖梁初始位移、温度等影响因素。

模型中作用的荷载及取值:

(1)结构重要性系数: $r_0=1.0$ 。

(2)恒载:盖梁上主梁、铺装等荷载均按实际构造尺寸计入。其中混凝土容重 26 kN/m^3 ,沥青混凝土容重 25 kN/m^3 。

(3)汽车荷载:车辆荷载横向加载,车重取顺桥向单车道支点反力值。汽车制动力按“15 通规”相应规定取值。

(4)温度:按升温、降温 20°C 考虑。

(5)基础沉降:结构已运营 20 a,基础已沉降到位,模型中不予计入。

荷载组合均按“15 通规”相应规定执行^[1]。

收稿日期: 2021-01-18

作者简介:邵彬(1983—),男,本科,工程师,从事桥梁设计与管理工作。

2 加固思路

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)^[2](以下简称“18桥规”)对结构承载能力计算作了如下规定:

$$\gamma_0 S \leq R = R(f_d, a_d)$$

式中: S 为结构作用组合效应设计值; R 是构件承载力设计值,即抗力值; f_d 为材料强度设计值; a_d 为几何参数设计值。

可见,对结构的加固可以从减小效应和增大抗力两个方面进行。在本项目中,剩余单跨盖梁上的荷载设计值无法减小,可增加盖梁支点使荷载效应减小;另一方面,增大混凝土强度、增加截面配筋也无法实现,可行的是增大盖梁截面来增大抗力。因此,适合本项目的加固方法有两种:缩小跨径法^[3-6]或增大截面法。

3 加固验算及方案比选

3.1 切割后未加固前盖梁计算

原盖梁采用的是有粘结预应力体系,在盖梁切割之后会残余有部分预应力,但此预应力所起效应无法具体量化,故切割之后的盖梁按钢筋混凝土结构验算。采用 Midas Civil2019、CDN2019 建立有限元模型,模型与构造图纸一一对应,荷载及边界条件按实际设定,模型见图3。

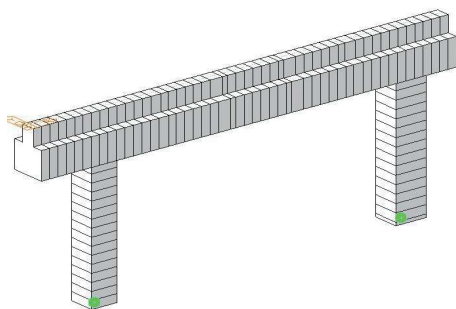


图3 切割未加固盖梁模型

切割后未加固前钢筋混凝土盖梁验算结果见图4。由图4可知,未加固时,盖梁截面抗弯和抗剪承载力均不满足要求。

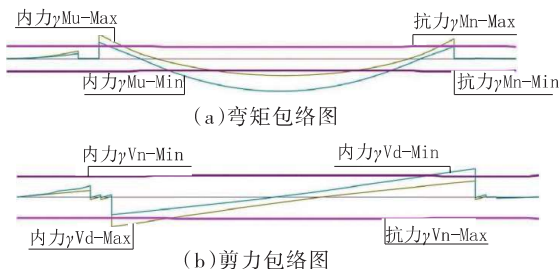


图4 持久状况承载能力极限状态强度验算结果图

盖梁在立柱顶缘和跨中下缘均开裂,且最大裂缝宽度远超规范限值0.2 mm,见图5,不满足规范要求。

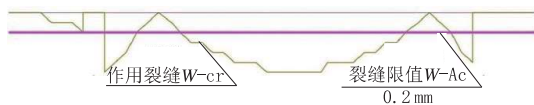


图5 正常使用极限状态裂缝结果图

3.2 缩小跨径法加固后盖梁计算

在盖梁下新增4根钢筋混凝土支撑柱,截面为正方形,边长80 cm,截面每边配置8根Φ20 HRB400钢筋,见图6。

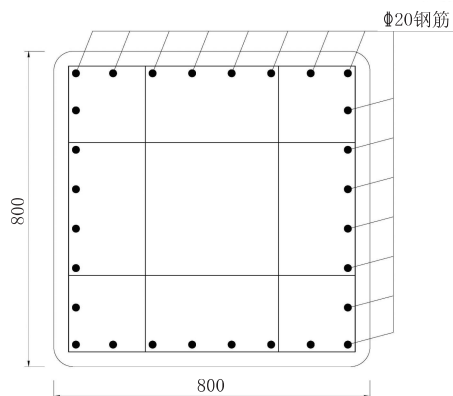


图6 支撑柱配筋断面(单位:mm)

支撑柱基础采用承台桩基础,承台高1.5 m,平面尺寸12.2 m×1.4 m,承台顶标高同老桥承台标高。承台下设4根Φ1.0 m钻孔灌注桩,桩长58 m,与支撑柱同心布置。支撑柱总体布置及加固模型见图7、图8。

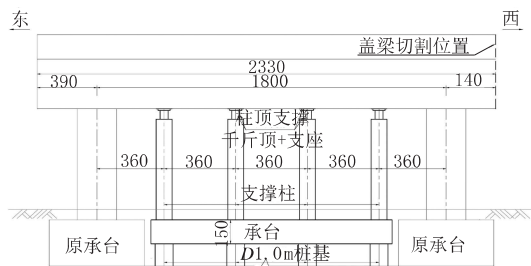


图7 支撑柱接承台桩基础立面布置图(单位:cm)

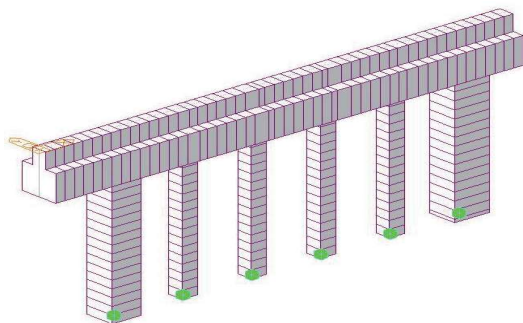


图8 盖梁加固模型—缩小跨径法

经计算,盖梁持久状况承载能力计算结果见图9。可知,加固后,盖梁截面抗弯和抗剪承载力均满

足规范要求。

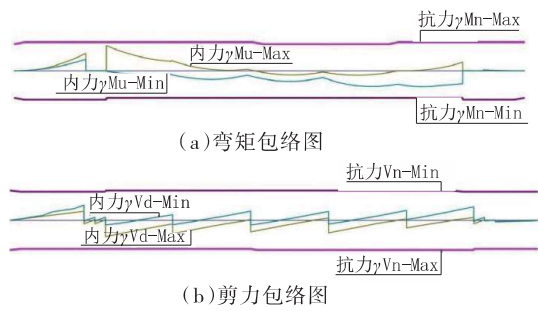


图9 持久状况承载能力极限状态强度验算结果

正常使用极限状态下计算结果见图10,盖梁在立柱顶缘和跨中下缘均开裂,最大裂缝宽度为0.164 mm,满足不大于0.2 mm规范限值要求。

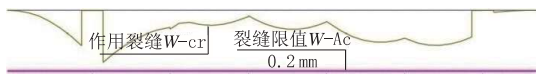


图10 正常使用极限状态裂缝结果

3.3 增大截面法加固后盖梁验算

盖梁原设计高度为2.8 m,在盖梁受拉区增设1.2 m加厚层,加厚宽度与盖梁底面等宽,沿盖梁全长增设。加厚层下缘布置3排Φ28 HRB400钢筋。

主筋穿越立柱时,在立柱对应位置种植同直径钢筋,搭接及锚固长度均按规范标准执行。构造、配筋及植筋位置、盖梁加固模型见图11、图12。

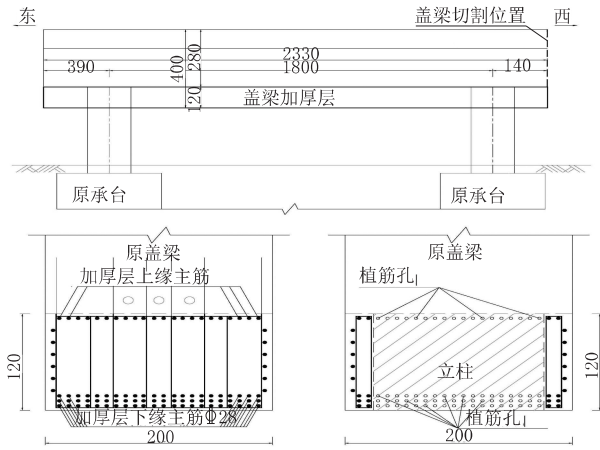


图11 增大截面法盖梁构造及配筋图(单位:cm)

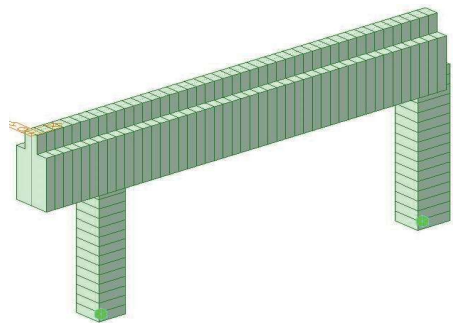


图12 盖梁加固模型—增大截面法

经计算,盖梁持久状况承载能力计算结果见图13。由图13计算结果可知,加固后,盖梁截面抗弯和

抗剪承载力均满足要求。

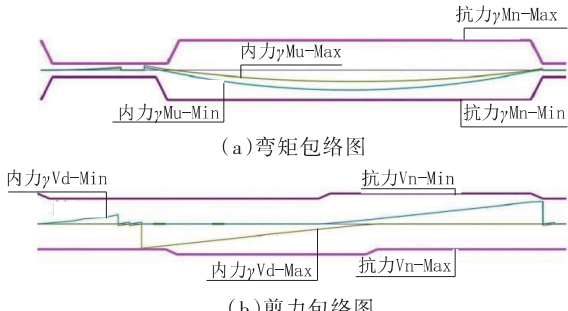


图13 持久状况承载能力极限状态强度验算结果

正常使用极限状态下,盖梁在立柱顶缘和跨中下缘均开裂,最大裂缝宽度为0.169 mm,见图14,满足不大于0.2 mm的限值要求。

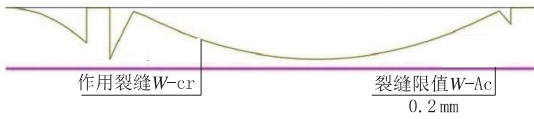


图14 正常使用极限状态裂缝结果

3.4 方案比选

通过对两种加固方法理论计算分析,缩小跨径法、增大截面法均起显著作用,盖梁跨中弯矩削峰效果显著,盖梁内力显著改善,持久状况承载能力极限状态下的强度验算和正常使用极限状态下的裂缝验算均满足规范要求,加固效果明显。

两相比较,增大截面法因加厚截面内主筋需穿柱而过,且主筋为三排小间距布置,对应区域立柱满布植筋孔,实际施工较为困难,质量难以保证;且增大截面法会引起恒载相应增加,对加固不利。因此对P39#盖梁切割之后加固方法选用缩小跨径法。

4 工程应用

在工程应用中,为确保立柱始终作为上部盖梁的有效支撑,在柱顶均设置有千斤顶,见图15。为掌握切割后各项指标,对盖梁进行了全天候实时监控。监测传感器布置点位见图16。



图15 盖梁加固现场图

4.1 支撑柱竖向应变监控结果

支撑柱应变监控结果见图17。由图17可知,支

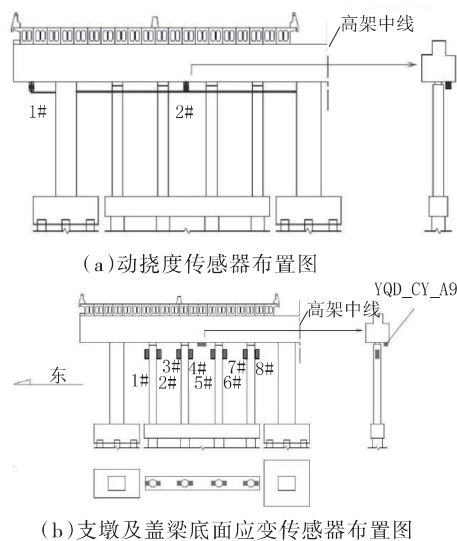


图 16 监测传感器布置图

撑柱竖向应变连续变化且整体稳定,应变数值合理。未出现明显趋势性变化,未出现瞬时超幅现象,支撑柱均起到预期支撑作用。

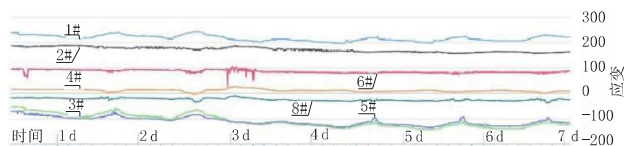


图 17 桥墩竖向应变监测结果

4.2 盖梁跨中底部应变监控结果

盖梁跨中底部应变监控结果见图 18。由图 18 可知,盖梁梁底应变随环境温度变化而变化且整体趋于稳定,未出现瞬时超幅现象。盖梁下缘钢筋应力均未超过规范限值仍为弹性受力。

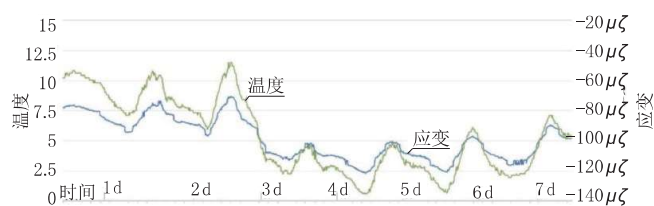


图 18 盖梁跨中底部应变监测结果

4.3 盖梁动挠度监控结果

盖梁跨中动挠度监控结果见图 19。由图 19 可知,切割第二段后跨中盖梁挠度绝对值 -0.836 mm ,最大下挠量 0.391 mm ,受温度影响往复波动,距离

最低级 3.6 mm 预警有较大富余,整体数据稳定。

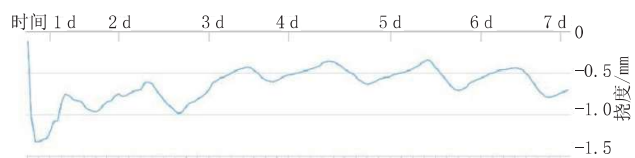


图 19 盖梁跨中动挠度监控结果

4.4 盖梁裂缝监控结果

盖梁切割前存在数条既有裂缝;盖梁切割后,现状裂缝未继续开展。盖梁两侧均未出现明显新增裂缝。

据监控结果,在切断了预应力筋改变了原有结构后,支撑柱及时被动受力,新的结构传力体系快速且有效形成,结构处于新的稳定状态,既有裂缝均停止开展,同时无明显新增裂缝出现。

5 结 论

本文以改建的大跨预应力钢筋混凝土盖梁为研究对象,分别采用缩小跨径法和增大截面法进行了加固验算,经过综合分析后选用了缩小跨径法作为本工程加固方案。

增设临时支墩后,盖梁受力显著改善,承载能力间接提高,结构安全稳定,达预期加固效果。不足之处在于加固验算过程无法对残余预应力进行可靠的量化,因此暂未考虑其所起的作用。

工程实践证明,采用缩小跨径法可以在保证交通通行的条件下,安全、方便地完成大跨盖梁的截断和改造,成果可供同类项目参考。

参考文献:

- [1] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
- [2] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] 郇真,湛乐强.“缩径法”在桥梁盖梁加固中的应用研究[J].公路与汽运,2015(3):208-209.
- [4] 湛润水,胡钊芳,帅长斌.公路旧桥加固技术与实例[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [5] JTG D62—2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [6] JTG 3363—2019,公路桥涵地基与基础设计规范[S].