

某跨铁路立交桥转体桥墩顶顶板崩裂 加固结构分析

梁善斋

(湖北交投高速公路发展有限公司, 湖北 武汉 430051)

摘要: 某跨铁路立交桥转体桥在转体施工前进行顶板束张拉时, 中横梁附近顶板倒三角混凝土发生崩裂。针对此病害提出了在箱室内部破损区域增设 20cm 钢筋砼套拱的加固方案, 并通过对该加固设计方案的结构分析。从计算结果得出加固方案总体上能满足在转体桥施工及使用阶段的结构变形及受力要求, 主梁后补混凝土在梁体落架时, 会出现较大纵向拉应力, 因此后补混凝土结构普通钢筋直径的选择和布置方式应充分考虑, 避免裂缝的出现以保证后续施工质量和施工安全。

关键词: 转体桥; 墩顶顶板; 崩裂; 结构分析

中图分类号: TV21

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2021) 11—0149—03

1 引言

某跨铁路立交桥转体桥全长 140m, 与铁路交叉交角为 79.1° 。桥跨按正交布置, 主桥采用 70+70mT 型钢构桥, 搭设支架现浇施工, 桥梁宽度 26.9m。上跨铁路立交桥转体长度采用 (65.5+65.5) m, 主梁浇筑完成后逆时针转体 79.1° , 全桥转体重量约 13800 吨。

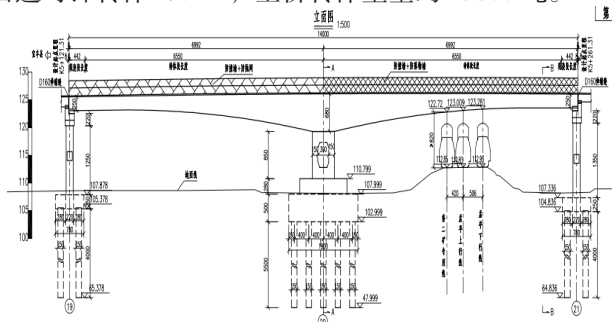


图 1 某跨铁转体桥立面图

上部结构采用单箱三室斜腹板箱形截面, 中支点中心梁高 6.8m, 端部中心梁高 2.5m, 梁底线形按二次抛物线变化。下部结构主桥 (20# 墩) 采用墩梁固结, 单箱双室单柱矩形空心墩, 桥墩高 8.5m, 横桥向壁厚 1.8m, 顺桥向壁厚 1.5m, 横桥向宽度 12.0m, 纵桥向宽度 6.0m; 主墩承台厚 5.0m, 其中转体施工阶段厚 4.0m, 余下 1.0m 在转体施工完成后现浇。承台平面尺寸为 23.0m (横桥向) × 19.0m (顺桥向), 承台下设置 30 根 $\Phi 1.5\text{m}$ 钻孔灌注, 桩长 55m, 桩顺桥向间距 4m, 横桥向间距 4m。承台采用 C50 混凝土, 桩基为 C35 水下混凝土。过渡墩采用四柱式高低盖梁结构, 高度最小处 2.2m。柱墩采用矩形墩, 顺桥向宽 2m, 横桥向宽 1.8m, 横向间距 6.0m。矩形承台尺寸为 7.8m (顺桥向) × 2.8m (横桥向), 厚

度为 2.5m, 承台系梁宽 2.2m, 承台下设置 8 根 $\Phi 1.5\text{m}$ 钻孔灌注桩, 纵向桩间距 5.0m。

2 病害描述

2021 年 3 月 5 日, 箱梁开展预应力张拉工作。至 2021 年 3 月 16 日 15 时, 中支点处大里程侧中箱室内中横梁与中腹板交接处, 顶板倒三角处产生了明显的开裂情况。具体病害情况如下。



图 2 预应力束拉崩现场照片

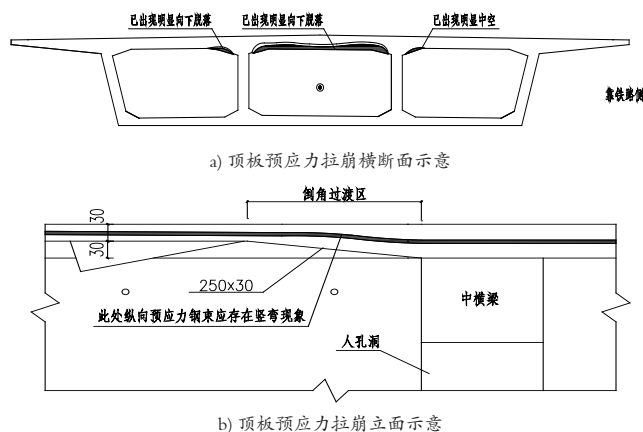


图 3 中横梁附近顶板倒三角预应力束拉崩示意图

3 加固方案

针对上述病害，采用加固方案如下：

在箱室内部破损区域增设 20cm 钢筋砼套拱，对箱梁破损区域起到一定的支撑和传力作用。根据破损情况不同，在预应力钢束弯折点处设置 1 ~ 2 道横隔板，通过横隔板自身较大刚度承担钢束在此位置的径向力，横隔板需与腹板可靠连接。新增套拱、横隔板与箱梁破损区域间采用布置钢筋、植筋、同步浇筑高强无收缩自密实灌浆料的方式进行锚固连接，与健康混凝土间采用凿毛植筋的方式锚固连接。

4 加固后结构分析

计算软件采用 Midas Civil，建立梁单元模型进行计算。把整个桥梁结构离散为 40 个单元共有 42 个结点，根据施工程序分为 8 个施工阶段对施工过程进行模拟计算。第一批顶板束张拉控制应力按照设计顶板钢束伸长量减小 7mm 推算求出。结构离散图和预应力钢束图如下图所示。

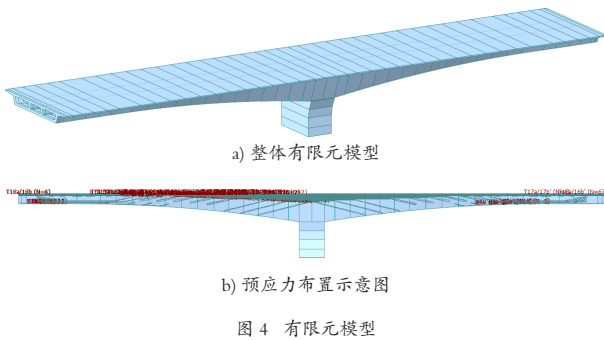


图 4 有限元模型

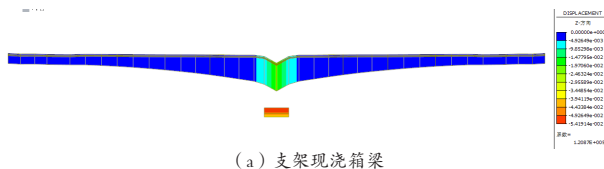
将全桥上部结构施工过程划分为 8 个施工阶段，见下表。

表 1 施工阶段划分明细表

施工工况号	工况描述
1	桥墩
2	支架现浇箱梁
3	3月5日~3月16日预应力张拉
4	加固施工
5	箱梁剩余应力张拉并落架
6	转体，现浇箱梁施工
7	二期荷载
8	运营 10 年

4.1 位移计算结果

在主梁加固后，模拟支架浇筑的施工状态，在混凝土浇筑前提供施工预拱度，一方面确保主梁成桥内力满足设计要求，另一方面使主梁线形光滑平顺。关键施工阶段的主梁挠度线形见下图。



(a) 支架现浇箱梁

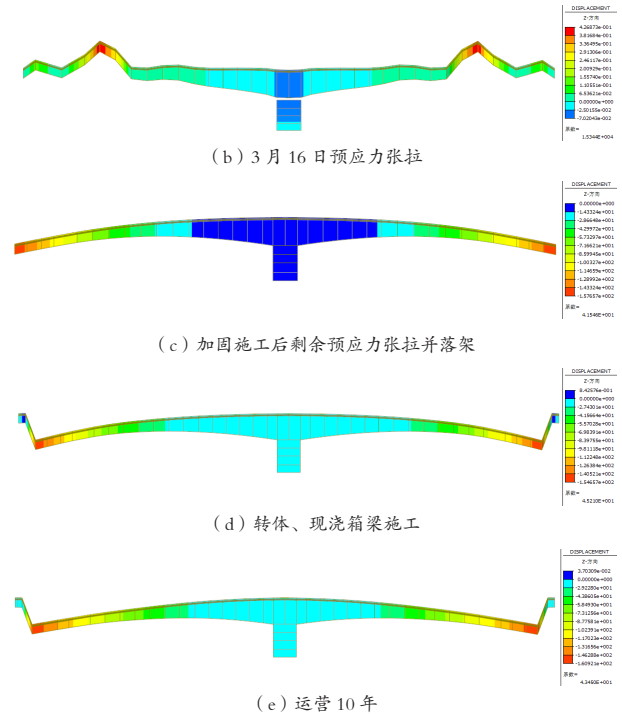
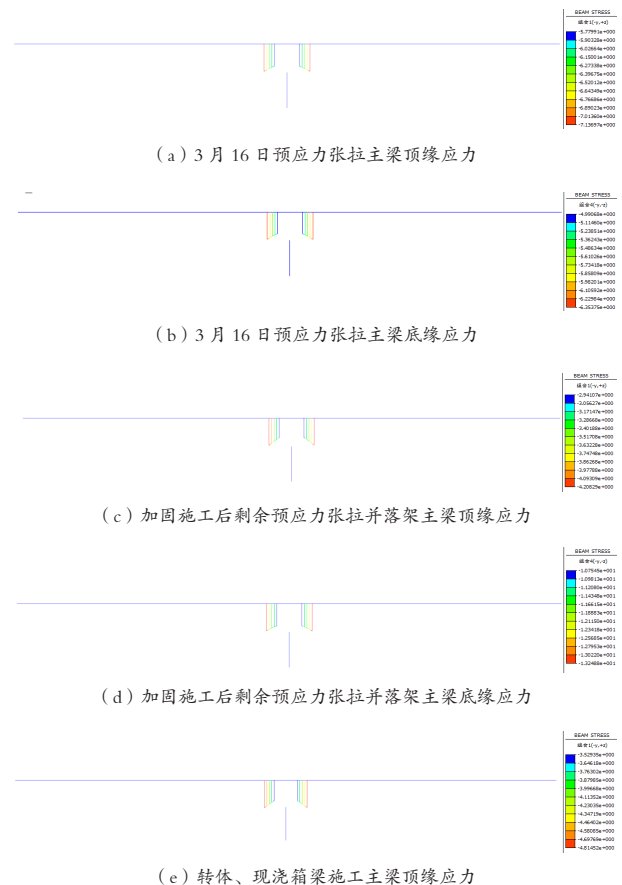


图 5 施工过程中主墩竖向变形 (单位: mm)

4.2 应力计算结果

施工过程中，主梁破损段的最大拉应力为 0.002MPa，最大压应力为 -13.60MPa。施工过程中，主梁上下缘的应力分布见下图。



(e) 转体、现浇箱梁施工主梁顶缘应力

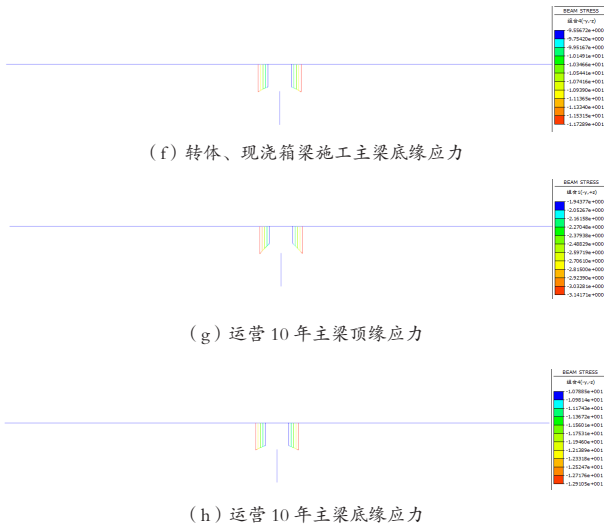


图6 施工过程中主梁破损段应力 (单位: MPa)

施工过程中,主梁加固段的最大拉应力为 2.04MPa;主梁最大压应力为 -1.93MPa。施工过程中,主梁上下缘的应力分布见下图。

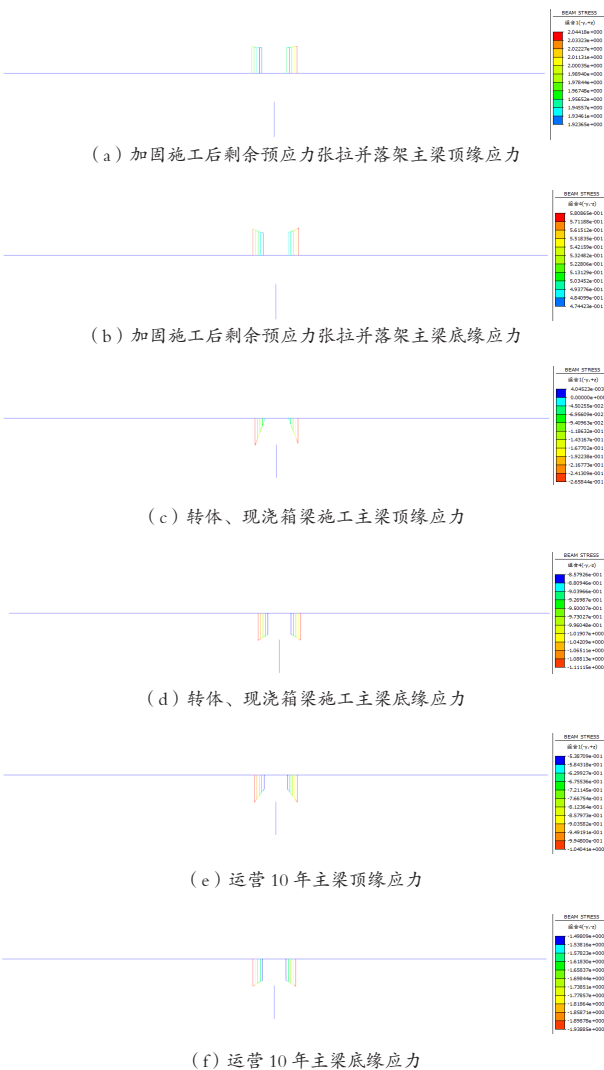


图7 施工过程中主梁加固段应力 (单位: MPa)

4.3 小结

(1) 在箱梁加固施工过程中,主梁最大竖向变形为 -160.92mm,与原成桥状态主梁最大竖向变形差距较小;

(2) 在箱梁施工过程中,主梁结构施工过程中最大拉应力为 0.77MPa,小于 $1.15f_{tk} = 3.15\text{MPa}$;最大压应力为 -16.59MPa,小于 $0.7f_{ck} = 24.85\text{MPa}$,箱梁的截面承载力满足规范要求;

(3) 在加固及后期施工过程中,破损区的主梁既有结构最大拉应力为 0.002MPa,小于 $1.15f_{tk} = 3.15\text{MPa}$;最大压应力为 -13.60MPa,小于 $0.7f_{ck} = 24.85\text{MPa}$,箱梁的截面承载力满足规范要求;

(4) 在加固及后期施工过程中,破损区的主梁后补混凝土结构最大拉应力为 2.04MPa,小于 $1.15f_{tk} = 3.15\text{MPa}$;最大压应力为 -1.93MPa,小于 $0.7f_{ck} = 24.85\text{MPa}$,箱梁的截面承载力满足规范要求。

5 结论

本文针对某跨铁路立交转体桥在转体施工前中横梁附近顶板倒三角预应力束,提出了在箱室内部破损区域增设 20cm 钢筋砼套拱的加固方案,通过对加固设计方案的计算分析可知:

(1) 基于现有的结构病害假定状态,加固方案总体上能满足在转体桥施工及使用阶段的结构变形及受力要求;

(2) 主梁后补混凝土结构施工完成后,在梁体落架工况时,会出现较大纵向拉应力。考虑到本加固方案的思路及施工实际情况与理论计算情况的偏差,后补混凝土结构普通钢筋直径的选择和布置方式应充分考虑,避免裂缝的出现。

参考文献:

[1] 张联燕,程懋方,陈俊卿,谭帮明.桥梁转体施工[M].人民交通出版社,2001.
 [2] JTG D60-2015,公路桥涵设计通用规范[S].
 [3] DG-J08-2220-2016-T,桥梁水平转体法施工技术规范[S].
 [4] JTG3362-2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
 [5] JTG 3650-2020,公路桥涵施工技术规范[S].