

扁平宽幅现浇箱梁桥横梁计算分析

王军伟

中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075

[摘要] 为了研究无支座单箱多室宽幅现浇箱梁横梁受力情况, 旨在简化横梁静力计算便于工程实践, 以一联三跨等截面宽幅无支座现浇箱梁桥为例, 使用 midas Civil 2019 程序按照空间实用理论简化为平面杆系模型进行计算分析, 为同类单箱多室现浇箱梁横梁的设计计算提供参考。

[关键词] 宽幅无支座现浇箱梁; 中横梁; 端横梁

DOI: 10.33142/ec.v3i6.2085

中图分类号: U448.213

文献标识码: A

Calculation and Analysis of Crossbeam of Flat Wide Cast-in-situ Box Girder Bridge

WANG Junwei

CCCC First Highway Consultants Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract: In order to study the stress of single-box, multi-room wide-cast cast-in-situ box girder without support, the purpose is to simplify the static calculation of the cross-beam and to facilitate engineering practice. Taking a three span continuous cast-in-place box girder bridge with uniform cross-section and no support as an example, the Midas civil 2019 program is used to simplify it into a plane bar system model according to the space practical theory, so as to provide reference for the design and calculation of the same kind of single box multi chamber cast-in-place box girder beam.

Keywords: wide cast-in-situ box girder without support; middle beam; end beam

引言

近年来随着公路、城市道路的建设发展, 人们对桥梁美学的认知和要求也越来越高, 特别是城市高架桥梁、立交桥梁, 必须考虑减少用地, 避开桥下道路及地铁、管线等地上及地下工程的影响, 桥墩的布设受到了更多的限制, 从而造成桥下墩柱设置空间过小, 箱梁悬臂增大, 横梁加长而梁高受限, 因此, 人们越来越多的采用扁平的具有流线性的宽幅箱梁。

1 工程概况

某现浇桥梁结构采用 3×35 m 等截面连续梁, 桥宽 32.5m。桥梁上部结构采用无支座等截面移动模架现浇箱梁。箱梁为单箱四室斜腹板截面, 顶宽 32.5m, 底宽 22.3m, 两侧翼缘宽 3.75m。箱梁底板采用等厚度布置, 腹板由支点向跨中逐渐减少, 支点处中腹板厚为 80cm, 边腹板厚为 70cm; 跨中中腹板厚为 50 cm, 边腹板厚为 42cm。箱室顶板厚度为 30 cm, 翼缘板端部厚度 20 cm, 根部厚度 66 cm。全桥采用无支座设计, 箱梁采用移动模架逐孔浇筑施工。如图 1。

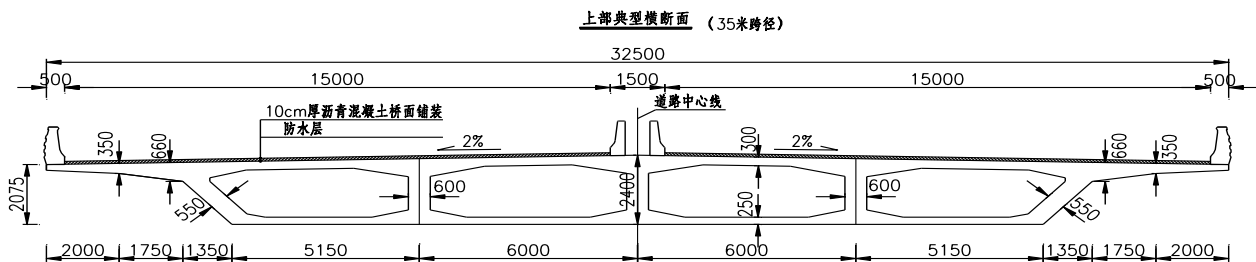


图 1 跨中横断面 (单位: mm)

2 横梁简化计算方法

2.1 计算原理

首先建立整桥有限元模型, 计算横梁处的内力。然后分别提取端、中横隔梁为隔离体, 建立横梁的平面杆系有限元模型, 根据整体模型计算结果反算横梁恒荷载; 活载通过车列横向布载的形式进行加载, 对横梁进行强度和抗裂验算。

2.2 计算模型及受力分析

考虑到横梁两侧的顶、底板在横隔梁受力时会与其协同工作，同时经过三维有限元程序的大量计算表明，横梁的矩形截面通常只承担了其中一部分荷载，其余的荷载效应由横隔梁两侧的加腋板及箱梁顶、底板共同承担。故采用较为符合横梁实际受力的方法进行计算：中横梁截面形式取矩形块及向两侧延伸 4 倍顶、底板厚度组成的“工”形截面；端横梁截面形式取矩形块及向单侧延伸 4 倍顶、底板厚度组成的“匚”形截面。

结构所受恒载的 80%以集中力的形式作用于各腹板中心，横梁中腹板恒载分配力比边腹板恒载分配力要大，取边腹板的 1.2 倍，恒载的 20%以分布力的形式作用于桥面全宽。根据力的平衡原则，在全桥纵向模型计算出横梁处反力 F 大小后，利用下列公式计算得到各情况下集中载荷 F1、F2 及分布荷载 q 的大小。

$$\left. \begin{aligned} n_1 F_1 + n_2 F_2 &= \eta(F - G) \\ q \times l &= (1 - \eta) \times (F - G) \\ F_1 &= 1.2 F_2 \end{aligned} \right\}$$

式中：η 为腹板集中力所占竖向荷载的比例；G 为横梁自重；n1、n2 分别为中腹板及边腹板个数；l 为横梁长度。

对于中横梁，由上式计算得到中腹板作用的集中力 F1=4022kN，边腹板作用的集中力 F2=3352kN；横梁桥面全宽作用的分力 q=172kN/m。活载则以单列车道荷载在横梁出产生的反力 P 作为车轮轴重，然后在横梁横向有效区域内进行加载，单车道活载反力 P=512kN。

按照平面杆系进行计算，结构离散共划分单元 68 个，支承线间距取 6.0m。由于采用无支座设计，梁底支座采用全固结设置，结构离散图见下图 2：

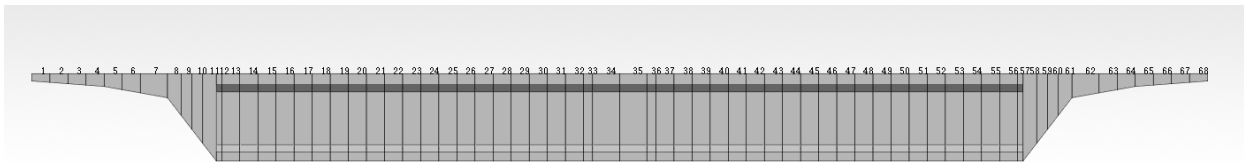


图 2 横梁计算有限元模型图

3 中横梁的计算与分析

3.1 持久状况正截面抗弯强度验算

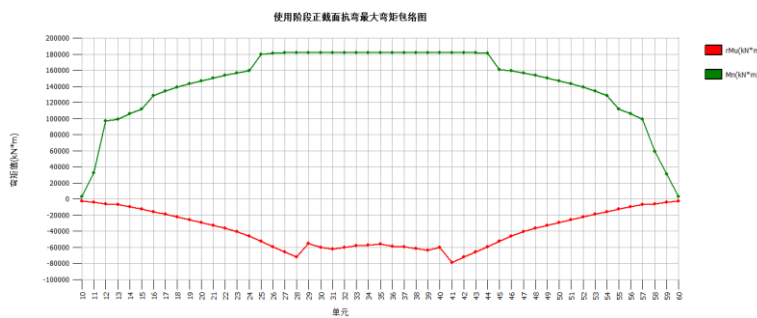


图 3 正截面抗弯验算-最大弯矩包络图

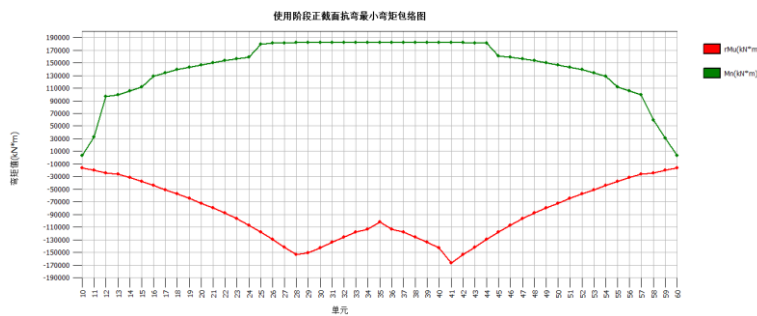


图 4 正截面抗弯验算-最小弯矩包络图

由图 3、4 可知，支承位置（墩梁固结处）墩顶负弯矩控制截面设计，中横梁各截面的抗力均大于截面最大弯矩效应值，持久状况正截面抗弯强度验算满足设计要求。

3.2 持久状况正常使用阶段抗裂验算

横梁构件按照部分混凝土 A 类构件进行设计，具体结果见下图 5、图 6：

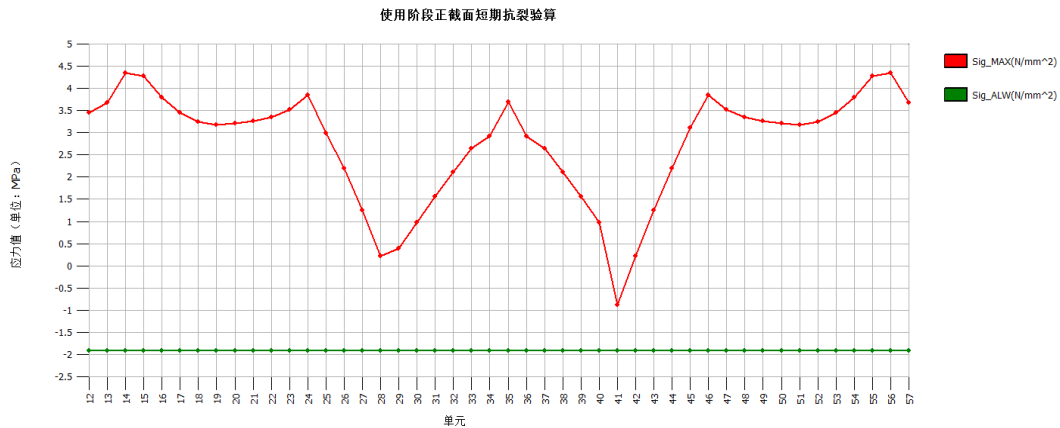


图 5 作用频遇组合正截面抗裂验算(单位: MPa)

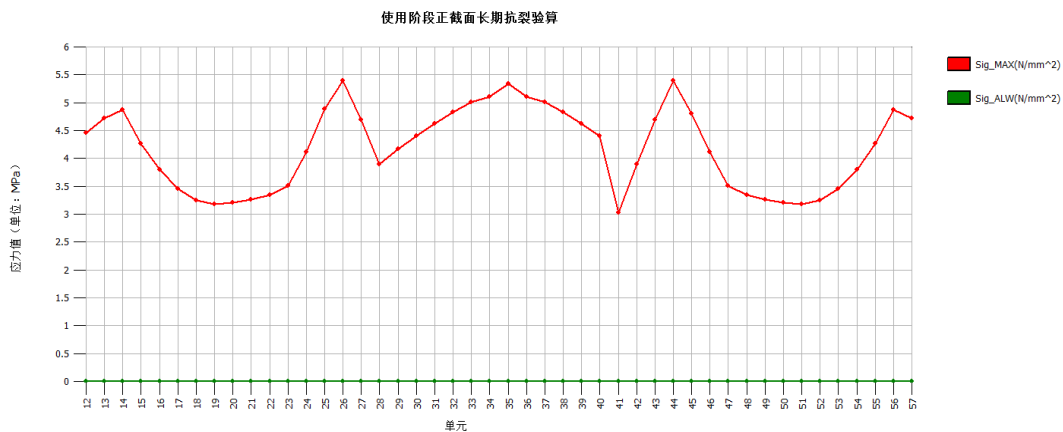


图 6 作用准永久组合正截面抗裂验算(单位: MPa)

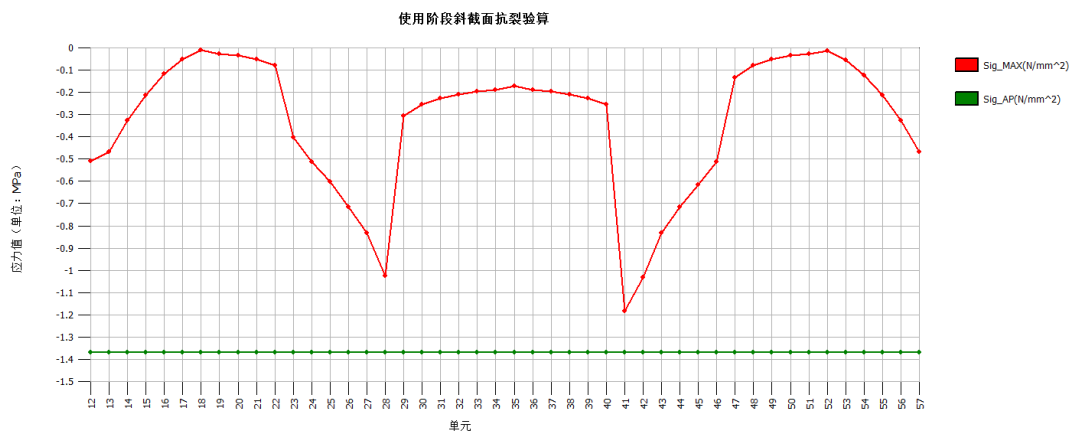


图 7 使用阶段斜截面抗裂验算 (单位: MPa)

由图 5、6 可知，正常使用阶段作用频遇组合和作用准永久组合下，计算结果均能满足规范要求；由图 7 可知，正常使用阶段斜截面抗裂验算能满足规范要求。

4 端横梁的计算与分析

4.1 持久状况正截面抗弯强度验算

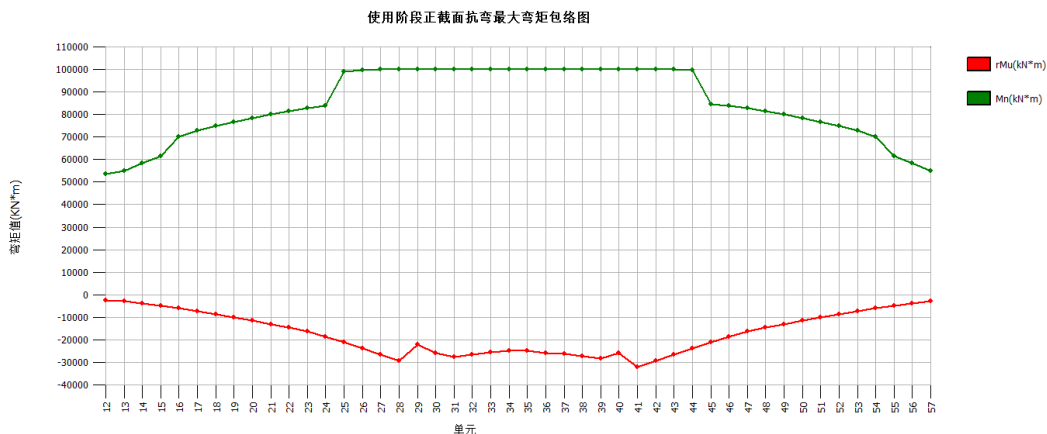


图8 正截面抗弯验算-最大弯矩包络图

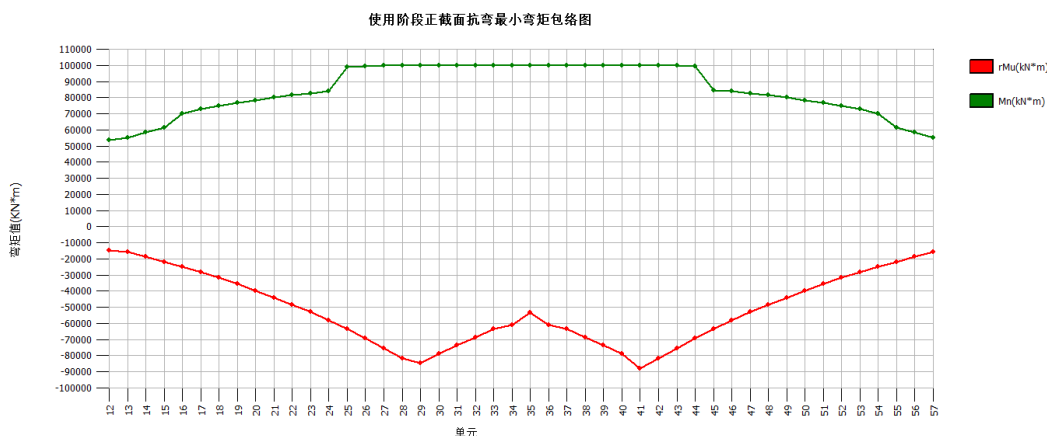


图9 正截面抗弯验算-最小弯矩包络图

由图8、9可知，支承位置（墩梁固结处）墩顶负弯矩控制截面设计，中横梁各截面的抗力均大于截面最大弯矩效应值，持久状况正截面抗弯强度验算满足设计要求。

4.2 持久状况正常使用阶段抗裂验算

横梁构件按照部分混凝土A类构件进行设计，具体结果见下图10、图11：

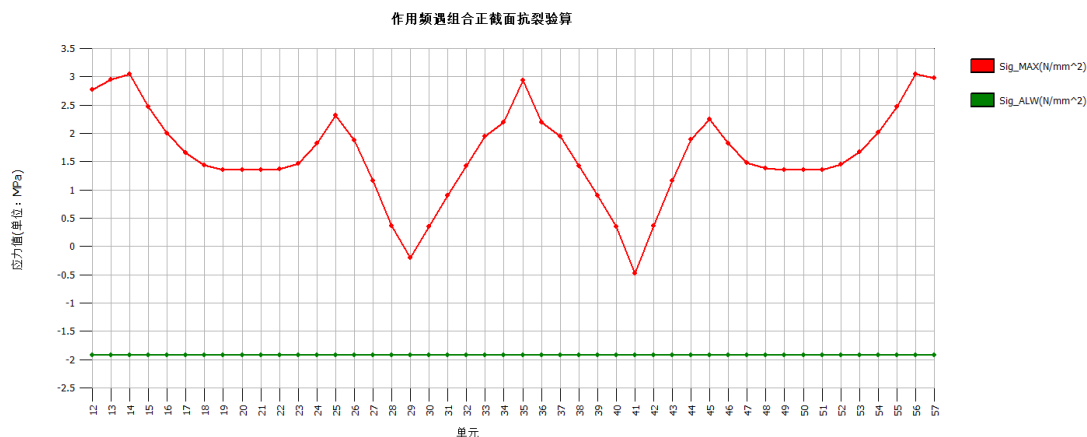


图10 作用频遇组合正截面抗裂验算(单位：MPa)

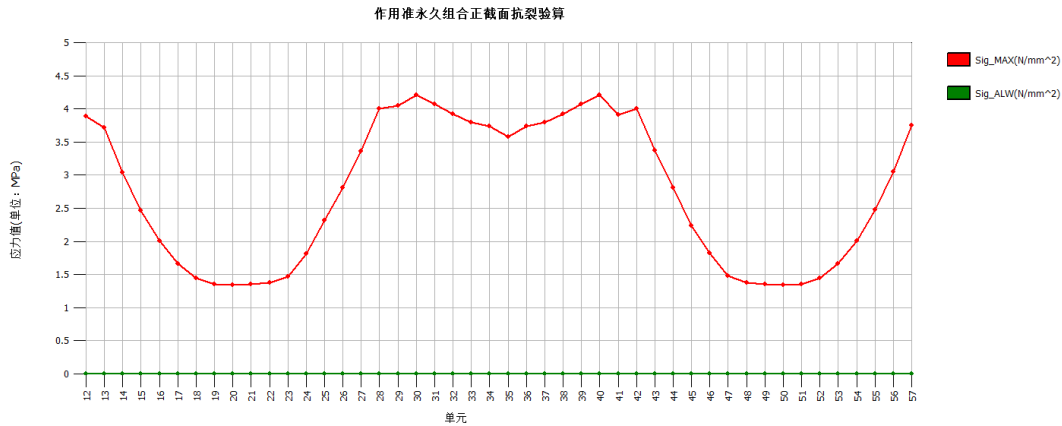


图 11 作用准永久组合正截面抗裂验算 (单位: MPa)

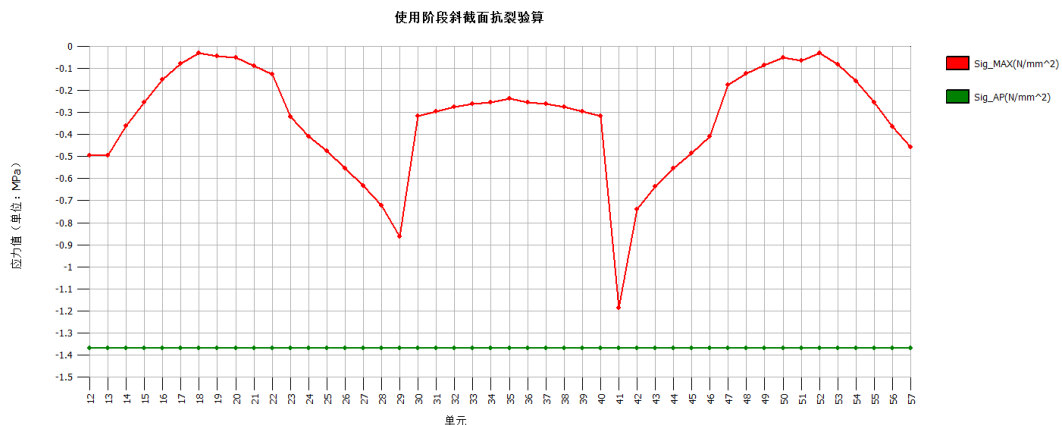


图 12 使用阶段斜截面抗裂验算 (单位: MPa)

由图 10、11 可知, 正常使用阶段作用频遇组合和作用准永久组合下, 计算结果均能满足规范要求; 由图 12 可知, 正常使用阶段斜截面抗裂验算能满足规范要求。

结束语

本文结合工程实例, 利用有限元分析软件采用杆系模型对无支座单箱多室宽幅现浇箱梁的横梁进行计算分析, 旨在为同类桥梁的设计及计算提供参考, 通过以上的计算分析得出以下几点结论:

(1) 通过计算结果可知, 端、中横梁正截面抗弯、使用阶段抗裂均能满足规范要求。

(2) 此类桥梁受限于支座间距过小, 箱梁悬臂增大, 横梁过长而梁高受限, 支点位置控制横梁设计, 若采用常规等截面设计不易计算通过, 可以考虑纵桥向支点位置适当加大横梁梁高, 横向钢束尽量靠横梁上侧布设, 以达到满足设计规范的目的。

(3) 本桥横梁腹板传递的恒载效应及恒载分配比例是基于实体计算结果分析得来的, 对于类似的常规结构设计计算具有一定的参考意义; 但对于一些截面形式不同的特殊重要结构, 建议首先建立实体模型以分析结构的真实受力情况, 以保证结构设计的安全性。

[参考文献]

- [1] 叶见曙. 结构设计原理[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.
- [2] 官亚峰. 箱梁横隔梁计算方法研究[J]. 中外公路, 2010, 30(4): 140-144.
- [3] 杨红录. 箱梁横隔梁计算方法的探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2005(2): 58-60.
- [4] 单晓方. 箱梁横隔梁的简化计算方法及在工程中的应用[J]. 广东公路交通, 2006(3): 42-44.
- [5] 林峰. 预应力混凝土常规箱梁横梁计算模式探讨[J]. 现代交通技术, 2018, 15(4): 56-58.

作者简介: 王军伟 (1989.9-), 男, 陕西省西安市雁塔区, 汉族, 研究生 (硕士) 学历, 工作方向为桥梁工程。