D 型新简支便梁结构分析

Structure Analysis of D-type Newly Simply Supported Stool Beam

张维烈¹ 刘政豪²

Weilie Zhang¹ Zhenghao Liu²

1.西安市曲江新区管委会工程建设中心
中国·陕西 西安 710061;

2.中交投资有限公司
中国·北京 100029

1. Xi'an Qujiang New Area Management
Committee Engineering Construction Center,
Xi'an, Shaanxi, 710061, China;

2. CCCC Investment Company Limited,
Beijing, 100029, China

【摘要】新型 12m 施工便梁适用于新建桥梁下穿既有铁路线施工,单跨使用跨度为 10m。根据施工需要纵梁可拼接组成多跨连续梁,同时,采用横抬梁支撑。通过对常规的施工便梁进行优化改进,新 D 型施工便梁不仅安全而且施工更加便捷,有效提高施工效率。基于有限元理论对新 D 型简支施工便梁进行系统分析,通过计算该新型简支便梁的承载力及稳定性,研究结果证明 D 型新简支便梁安全可靠、经济便捷,为今后新建桥梁跨线施工提供了理论支撑和有效指导作用。

【Abstract】The new 12m construction beam is suitable for the construction of the new bridge under the existing railway line, with a single span of 10m. According to the construction needs, the longitudinal beam can be spliced to form a multi-span continuous beam, which is supported by transverse beam. Through the optimization and improvement of the conventional construction beam, the new d-type construction beam is not only safe, but also more convenient and effective to improve the construction efficiency. Based on the finite element theory, this paper makes a systematic analysis of the new d-type simply supported beam in construction, and calculates the bearing capacity and stability of the new d-type simply supported beam. The research results prove that the d-type simply supported beam is safe, reliable, economical and convenient, which provides theoretical support and effective guidance for the construction of new Bridges in the future.

【关键词】简支便梁;承载力;稳定性;纵梁;横抬梁

【Keywords】simply supported stool beam; bearing capacity; stability; longitudinal beam; transverse beam

【DOI】10.36012/etr.v2i1.967

1 引言

简支施工便梁的工作原理是在需要跨越交通线路的两侧建立临时支撑,然后在临时支撑上方安置 D 型简支施工便梁^[1]。这种结构形式的加固维修施工等工作简单便捷,同时,施工效率大大提高,施工结束只需要拆除便梁即可恢复通行。一般 12m 新 D 型施工便梁的主要性能包括线间距满足 4~5.5m,适用于道砟厚度 $\geq 75\text{cm}$ 的线路,横梁间距统一按 670mm,横抬梁采用焊接箱型结构,长度为 12m;横抬梁垂直于纵梁设置,

其间距 $\leq 9\text{m}$;横抬梁的跨度 $\leq 7.6\text{m}$,可横抬线间两片纵梁。新型施工便梁的出现使得地道桥施工更加方便快捷,保证施工的安全可靠。

2 D 型施工便梁结构

2.1 计算参数

钢材自重 78.5kN/m^3 ;容许应力 Q345B;弯曲容许应力为 210MPa ,轴向应力为 200MPa ,剪应力为 120MPa ;钢材弹性模量取 $2.1 \times 10^5\text{MPa}$;剪切模量取 $8.1 \times 10^4\text{MPa}$;泊松比为 0.3;

列车荷载:CH-NL(NL-活载)汽车冲击系数取 1.3。

2.2 简支便梁结构图

根据现场情况,并结合现有线路间距及施工便梁构造,施工便梁平面布置图及横断面如图 1 和图 2 所示。

图 1 平面布置图(单位:mm)

图 2 横断面布置图(单位:mm)

3 D 型施工便梁结构分析

3.1 模型建立

根据 12m 施工便梁施工图可知,横抬梁间距为 9m,建立单跨 9m 简支便梁模型,其离散图如图 3 所示。其中,纵、横梁之间共节点,横抬梁和纵梁之间通过弹性连接约束,横抬梁与桩顶连接部位按铰接处理。

图 3 单跨 9m 简支便梁模型离散图

3.2 结构计算分析

通过对模型加载进行其承载力和稳定性验算,加载类型包括移动荷载和荷载组合,检验荷载作用下简支便梁的结构

是否满足规范要求^[4]。

3.2.1 整体受力分析

移动荷载下单跨 9m 简支便梁位移情况如图 4 所示。

图 4 移动荷载下单跨 9m 简支便梁位移图(单位:mm)

由上图 4 可知,移动荷载作用下,纵梁最大位移为 $1.83\text{mm} < 9000/900 = 10\text{mm}$,纵梁刚度满足规范要求。标准组合下单跨 9m 简支便梁横梁最大弯曲应力 233.2MPa 大于弯曲容许应力 210MPa ;最大剪应力为 98.2MPa 小于容许剪应力 120MPa 。因为该施工便梁为临时结构,横梁最大弯曲应力为 233.2MPa ,小于弯曲应力设计值 295MPa ,所以该结构安全。

3.2.2 横抬梁稳定性及抗倾覆分析

对于单跨 9m 简支便梁,单线列车荷载作用下制动力: $T = 0.1 \times (220 \times 5 + 92 \times 1.5) = 123.8\text{kN}$ 。根据板单元网格划分结果:每个接触面按 9 个节点荷载考虑,则每个节点荷载 $f = (2 \times 128.8) / (4 \times 9) = 6.9\text{kN}$,横抬梁底部与桩顶为螺栓连接按铰接处理。建立横抬梁板单元模型如图 5 所示。

图 5 横抬梁板单元模型离散图

由图 5 可知,制动力作用下横抬梁最大位移为 1.01mm ,TOP 面最大范梅塞斯应力为 116.9MPa ,TOP 面最大剪应力为 61.8MPa 。BOT 面最大范梅塞斯应力为 158.4MPa ,BOT 面最大剪应力为 76.3MPa ,满足规范要求。制动力作用下横抬梁一阶屈曲稳定系数为 29.7 大于经验系数 4.0,则整体稳定性满足要求。

在单线列车荷载作用下,制动力 $T = 123.8\text{kN}$ 。标准组合下,横抬梁最小支反力 $N = 673.7\text{kN}$ 。单线列车荷载作用下,按最

不利考虑制动力 T 由 2 片横抬梁承担,考虑不均匀系数 1.2,则分配到单片横抬梁上的制动力 $T_1=1.2 \times 123.8/2=74.28\text{kN}$ 。标准组合下作用在横抬梁顶部支反力 $N_1=2 \times 673.7=1347.4\text{kN}$ 。横抬梁抗倾覆计算图式如图 6 所示。

图 6 横抬梁抗倾覆计算图式(单位:mm)

横抬梁抗倾覆稳定系数 $\lambda=(0.185 \cdot N_1)/(0.66 \cdot T_1)=5.08 > 2.0$ 。双线列车荷载作用下,按最不利考虑制动力 T 由 2 片横抬梁支撑,考虑不均匀系数 1.2,则分配到单片横抬梁上的制动力 $T_1=(2 \times 1.2 \times 123.8)/2=148.56\text{kN}$ 。标准组合下作用在横抬梁顶部支反力 $N_1=4 \times 673.7=2694.8\text{kN}$ 。横抬梁抗倾覆稳定系数 $\lambda=5.08 > 2.0$,则抗倾覆满足规范要求。

3.2.3 标准组合下纵梁稳定性分析

根据上述计算结果,梁横端部最大剪力: $F_V=56.5\text{kN}$,中间横梁端部最大剪力: $F_V=75.4\text{kN}$ 。根据纵梁板单元网格划分结果:每个接触面按 28 个节点荷载考虑,则端横梁每个节点荷载 $f=2.02\text{kN}$ 。纵梁底部与横抬梁连接处通过螺栓连接,接触面积取 $0.3\text{m} \times 0.45\text{m}$,模型中按铰接处理。利用 Midas/Fea3.0 建立纵梁板单元模型如图 7 所示。

图 7 纵梁板单元模型离散图

由图 7 可知,标准组合下,纵梁最大竖向位移为 4.07mm ,TOP 面最大范梅塞斯应力为 308.2MPa ,TOP 面最大剪应力为 151.7MPa 。BOT 面最大范梅塞斯应力为 293.8MPa ,BOT 面最大剪应力为 148.0MPa ,纵梁最大主压应力为 461.7MPa 。标准组合下纵梁一阶屈曲稳定系数为 7.11 大于经验系数 4.0,则整体稳定性满足要求。

4 结语

通过计算分析 D 型新施工简支便梁结构研究发现:①对于单跨 9m 简支便梁支撑位置处易出现应力集中现象,应适当加强纵梁支撑位置处构造措施^[3]。②在横抬梁与桩顶连接位置、横抬梁与纵梁连接处,建议加密肋板设置、施工便梁两端应设置不小于 10m 的便梁过渡段,以保证施工便梁内力的有效传递。

参考文献

- [1] 景明.运梁车作用下桥建组合地铁车站受力分析与监测[J].铁道建筑,2018,58(11):57-61.
- [2] 沈李.窄基角钢塔重力二阶效应力学分析与结构研究[D].合肥:合肥工业大学,2018.
- [3] 陶庆东,刘跃国.体内体外混合预应力配束连续刚构桥力学性能对比分析[J].施工技术,2017,46(2):63-68.