

# 城市轨道交通节段拼装式双U型-箱型 连续梁桥静力试验研究

马忠政

(上海轨道交通十号线发展有限公司,201101,上海//教授级高级工程师)

**摘要** 以上海轨道交通17号线为工程背景,研究节段拼装式双U型-箱型截面连续梁桥的静力特性。结果表明:双U型-箱型截面连续梁桥的结构变形、截面应力与理论预测基本一致;U型梁截面应变沿梁高近似呈线性变化;静力加载作用下U型梁截面应力横向分布基本均匀,底板存在较弱的剪力滞效应。

**关键词** 城市轨道交通;双U型-箱型连续梁桥;节段拼装;静力试验

**中图分类号** TU311.1;U448.21+5

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2019.03.006

## Static Test of the Precast Segment Double-U Box Continuous Girder Bridge for Urban Rail Transit

MA Zhongzheng

**Abstract** Based on the engineering background of Shanghai rail transit Line 17, the static behaviors of precast segment double-U box continuous girder bridge for urban rail transit are studied. It shows that the structural deformations and cross-sectional stresses of the double-U box girder are basically the same as the theoretical prediction; the U beam cross-sectional strain changes linearly along the height of girder; under static load test, the stress transverse distribution of U beam cross-sectional stress is approximately uniform, however, a weak shear lag effect on the bottom of double-U box girder exists.

**Key words** urban rail transit; double-U box continuous girder bridge; precast segment; static test

**Author's address** Shanghai Rail Transit Line 10 Development Co., Ltd., 201101, Shanghai, China

城市轨道交通双U型-箱型梁具有结构特殊、受力复杂等特点,特别是底板横向取消预应力钢束后,其横向抗裂性能以及整体受力能否满足目前设计运营的要求等问题还不明确<sup>[1]</sup>。同时,该结构目前在我国城市轨道交通工程中应用较少,且尚无成

熟和系统的设计经验可供借鉴。因此,本文选取在世界上首次采用双U型-箱型连续梁桥的上海轨道交通17号线为工程背景,研究节段拼装式双U型-箱型截面连续梁桥在施工过程及静力加载试验下的静力特性,为评估可能出现的施工误差影响和施工方法改进提供重要数据。研究结论可为双U型-箱型截面主梁在城市轨道交通建设的推广运用提供可参考的试验性资料。

## 1 节段拼装式双U型-箱型梁构造特点

上海轨道交通17号线工程设置了中跨分别为50 m、55 m和70 m的3跨连续双U型梁<sup>[2]</sup>。双U型-箱型梁墩顶截面采用U型与箱型结合截面,跨中截面采用U型截面。17号线双U型-箱型连续梁的典型桥梁立面图及截面图如图1所示。双U型-箱型梁采用工厂预制和现场悬臂拼装施工,在0#节段及合龙段两侧采用湿接缝联结,在其余预制节段间采用胶接缝联结。17号线按6节车辆编组设计,重车轴重为160 kN,单线重车共24个轴。

## 2 静力试验过程

### 2.1 施工过程跟踪监测

本文选取30 m+50 m+30 m的3跨双U型-箱型截面预应力混凝土连续梁桥为研究对象,并在施工过程中对其进行应力跟踪监测。全桥选取S1—S4湿接缝截面和J1—J10胶接缝截面作为主梁施工过程中的应力跟踪监测截面,具体位置如图2所示。典型截面纵向应力测点布置示意如图3所示。全桥共设置194个应力测点。

### 2.2 静力加载试验

试验采用堆载法进行静力加载,按荷载效率系

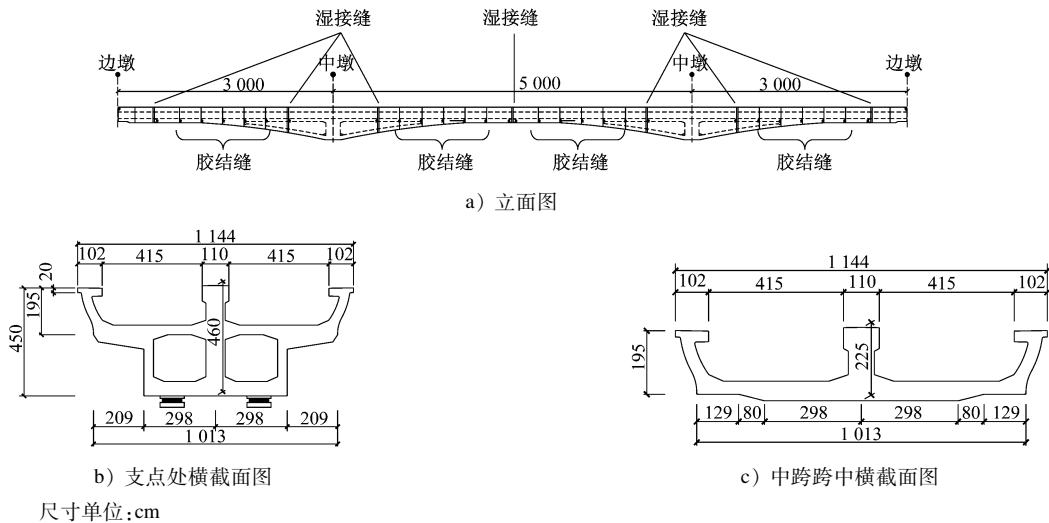


图 1 17 号线双 U 型-箱型连续梁典型立面图和横截面图

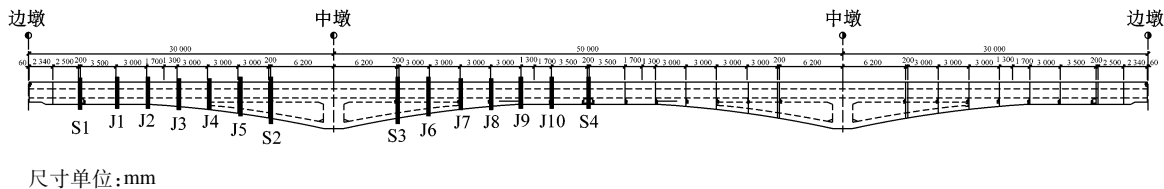
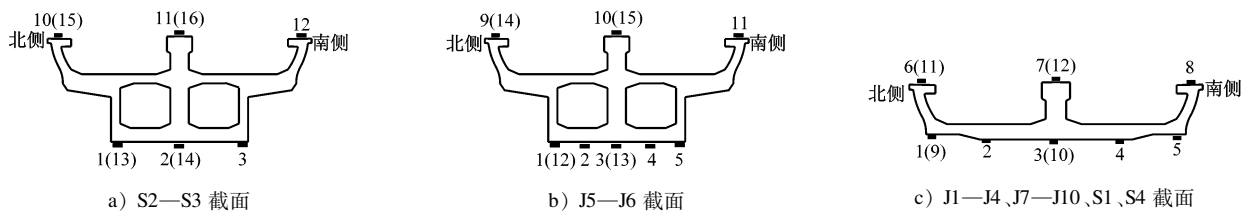


图 2 连续梁桥在施工过程中的应力监测截面位置示意图



注:括号外的测点编号代表湿接缝或胶接缝的后侧;括号内的测点编号代表湿接缝或胶接缝的前侧

图 3 双 U 型-箱型截面纵向应力测点布置及编号示意图

数  $\eta$  来确定试验的最大加载值,且  $\eta$  应满足《铁路桥梁检定规范》<sup>[3]</sup> 的要求(该值范围为 0.80 ~ 1.00)。为了解决双 U 型-箱型梁结构在大于设计荷载作用下的静力性能,在  $\eta$  为 1.2、1.4 和 1.6 情况下,对连续梁进行了静力加载试验。测试部位与测点布置如图 4~5 所示。

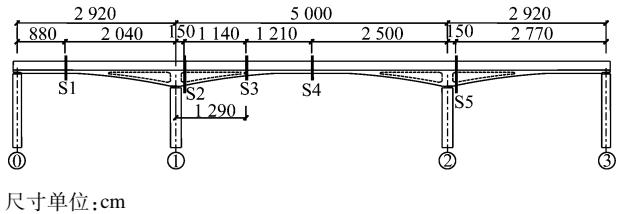


图 4 静力加载试验测试部位示意图

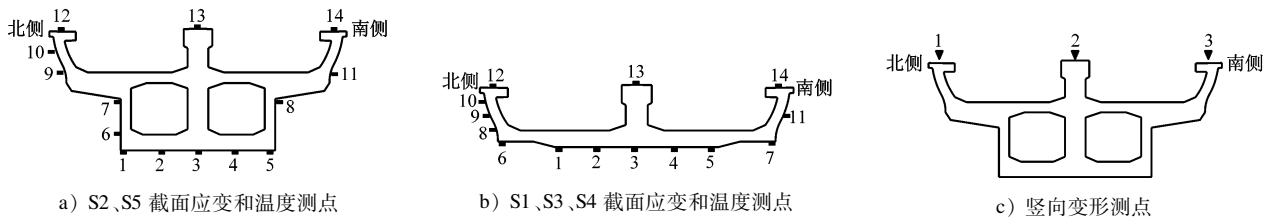


图 5 静力加载试验测点布置示意图

### 3 结果分析

#### 3.1 施工过程中的静力特性

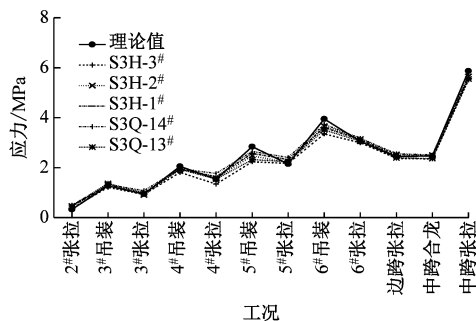
图 6 为施工过程中双 U 型-箱型梁梁顶、底板应

力的理论与实测结果比较。结果表明:

(1) 梁体应力状态良好,应力实测结果与理论值变化规律基本一致。

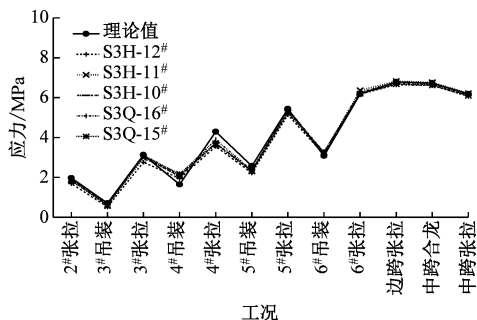
(2) 预应力张拉后,U 型梁顶缘和箱梁底板应

力状态理论与实测结果基本一致,表明各施工阶段主梁的实际预应力度和刚度符合设计要求。



注:H代表湿接缝的后侧,Q代表湿接缝的前侧

a) 中跨 S3 截面 U 型梁底板各测点应力



b) 中跨 S3 截面 U 型梁顶缘各测点应力

图6 施工过程中双 U 型-箱型梁梁顶、底板应力的理论与实测结果比较图

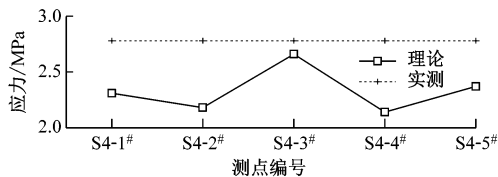
### 3.2 静力加载试验下的静力特性

图7、图8分别为静力加载作用下 U 型梁底板应力与竖向变形纵向分布情况以及 U 型梁截面应力沿梁高分布情况。结果表明:在静力加载作用下,U 型梁顶缘应力与截面竖向变形分布基本均匀;箱梁底板应力分布不均匀,存在较弱的剪力滞效应<sup>[4]</sup>;U 型梁横向变形的实测结果与理论计算值相吻合,主梁横向变形分布基本对称,表明桥梁结构刚度满足设计要求;静力加载作用下载面应力沿梁高近似呈线性变化趋势,基本符合平截面假定<sup>[4]</sup>。

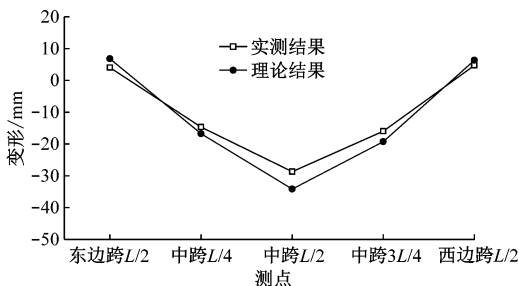
## 4 结论

通过对节段拼装式双 U 型-箱型连续梁桥在施工过程及静力加载试验下的静力特性进行研究,得到以下结论:

(1) 双 U 型-箱型梁的静力特性与一般梁较



a) U 型梁底板应力



b) U 型梁横向变形分布

图7 中跨 U 型梁跨中静力加载作用下应力与竖向变形纵向分布图

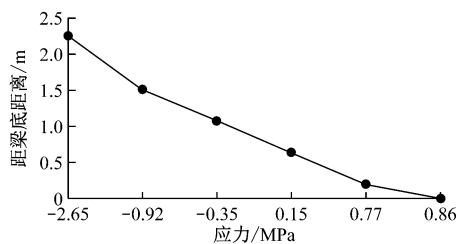


图8 静力加载作用下 S1 截面的应力沿梁高分布情况

为类似;

(2) 截面应变沿梁高近似呈线性变化,符合平截面假定;

(3) 静力加载作用下梁截面应力横向分布较为均匀,且箱梁底板存在较弱的剪力滞效应。

## 参考文献

- [1] 王彬力. 城市轨道交通 U 型梁系统结构受力行为研究[D]. 成都:西南交通大学,2008.
- [2] 黄振兴. 轨道交通新型连续 U 梁设计研究[J]. 城市防洪与道桥, 2017(2):106.
- [3] 中华人民共和国铁道部. 铁路桥梁检定规范:铁运函[2004]120号[S]. 北京:中国铁道出版社,2004.
- [4] 项海帆. 高等桥梁结构理论[M]. 北京:人民交通出版社,2001:122-124.
- [5] 陈常松,颜东煌,陈政清,等. 混凝土振弦式应变计测试技术研究[J]. 中国公路学报. 2004,17(1):29.

(收稿日期:2017-05-03)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—51030704