

国外某贝雷桥安全通行能力分析

吴政¹ 刘巧林¹ 张攀威² 刘质²

1 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司 2 中国电建集团国际工程有限公司

DOI:10.18686/btr.v1i2.1522

[摘要] 对孟加拉污水处理厂现有贝雷桥安全通行能力进行了分析,确定了现有贝雷桥存在的安全隐患、提出了确保安全的措施和对策,为安全实施“一带一路”主体工程提供了依据和保障。

[关键词] 贝雷桥; 通行能力分析; 一带一路

1 工程简介

孟加拉达舍尔甘地污水处理厂是南亚地区最大的污水处理厂,处理能力为50万立方米/天。这是习近平主席访问孟加拉期间见签的EPC总承包项目,是中国电建国际在重点国别的项目之一,是“一带一路”上重要的、以改善当地环境和民生的重要工程,开工日期为2017年8月1日。进场必经路上有两座当地房地产开发商在2010年修建的贝雷桥。污水处理厂建设期间有大量的机械设备、配件和建筑材料运输车辆需通过该桥,该桥的安全通行能力对保障污水厂的建设十分重要,为此本文对使用中的贝雷的安全通行能力进行了必要的结构分析,为确保后续安全施工提供了依据。

2 现有贝雷桥工况

2.1 设计施工情况

现有贝雷桥采用是孟加拉国吉大港某桥的设计,完建于2010年,该桥的拥有者为当地的房地产开发商为EHL。



图1 厂区必经路上贝雷桥全景

2.2 贝雷桥基本尺寸

(1) 上部结构。总跨度30.6m,桥面行车道宽度3.36m,内侧总宽度3.82m;桥外侧总宽度为5.12m。主梁有11根,

高度为380mm,次梁高度130mm,每个横断面有9根。

(2) 贝雷架。单个贝雷架长度为3.05m,高度为1.34m,总共有20个贝雷架,桥面每一侧有10个。

(3) 桩。每个桥台有9个钢筋混凝土桩,桩基直径为750mm,桩深度为25m。

(4) 承台。桩上部的承台厚度为900mm,宽度为6米,垂直河道方向为5.3m。

2.3 贝雷桥用材料

钢材屈服强度为550MPa,抗拉设计强度为275MPa,抗剪强度为208MPa。桩身和桥台分别采用C25和C30混凝土。

2.4 设计交通荷载

设计交通荷载采用AASHTO HS20-44。即采用20吨半拖挂车荷载,轴重为145kN。

设计集中荷载为80kN,设计剪切荷载为110kN,车道荷载为9.35kN/m。

2.5 通行现状及后续规划

目前,因为工程建设需要,运输建材及大型机械设备等车辆需从该桥通行,最高荷载曾达100吨。同时,该桥为唯一通行通道,交通密度较大。尤其是夜间重型车辆通行频繁,对桥梁运行考验巨大。

按照达卡市近远期区域规划,计划将该区域打造成新城区。目前该区域房屋、道路等工程建设较多,建材运输车辆显著增多。预计近期或远期可能通行的车辆将包括大量重型运输卡车,平均荷载约50吨左右。

2.6 桥面实测挠度

2.6.1 超载

2017年上半年在厂区附近有一座在建的升压站,其变压器总重量为88吨。共有两个18米长的运输变压器的拖车通过该桥。考虑拖车重量,施加在现有贝雷桥上的交通荷载高达100吨。

2.6.2 挠度

2017年10月对现有贝雷桥的挠度进行了测量,结果见图2。

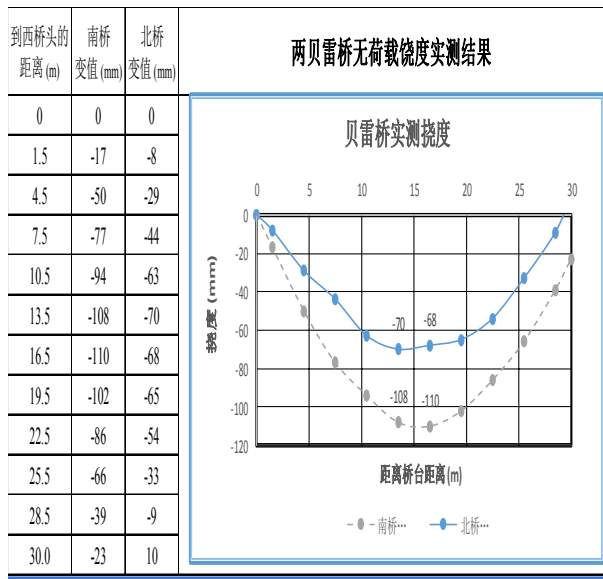


图2 两座贝雷桥实测挠度

3 分析采用的标准

对现有贝雷桥安全评价采用的标准为 AASHTO LRFD 桥梁设计规范。分析采用的是正常使用状态的荷载。因风荷载、地震荷载和温度荷载不影响贝雷桥的通行能力, 故分析中未予以考虑。

4 主梁承载能力分析

4.1 主梁有限元分析

作用在主梁的均布荷载和集中荷载见图 3 和图 4, 由此产生的弯矩和剪力见图 5 和图 6。桥面未考虑冲击荷载。

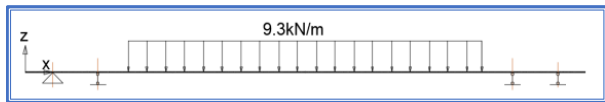


图3 主梁均布荷载

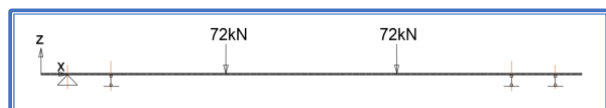


图4 主梁轴重荷载

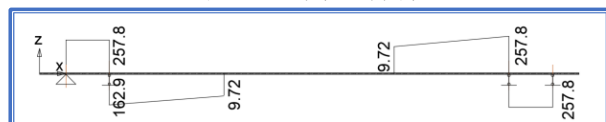


图5 主梁剪力图

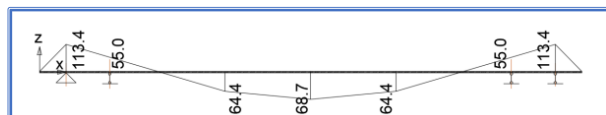


图6 主梁弯矩图

4.2 主梁分析

图 6 显示, 跨中部的弯矩和剪力最大。根据计算分析, 跨中部支座位承担 63% 的荷载, 外侧的支座承担 37% 的荷载。

主梁分别在集中荷载和车道荷载作用下, 其跨中部将产生 21mm 的位移, 在集中荷载和车道荷载联合作用下将产生 32mm 的位移。

在上述荷载作用下, 跨中部的最大弯矩为 82MPa 小于钢材的设计强度 275MPa。

5 贝雷架承载能力分析

5.1 贝雷桥桁架梁反力

所有的荷载需通过主梁向下传递到桁架梁上。按照 AASHTO 标准在贝雷桥上布置了 4 种交通荷载, 荷载在主梁上的反力分析见图 7-图 11, 图中包含了 100 吨极端荷载作用的工况。

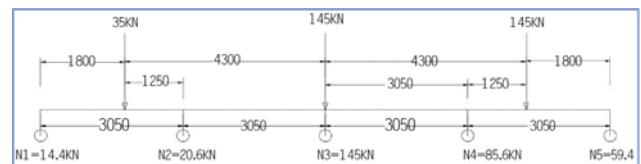


图7 荷载工况 1 及桁架主梁反应分析

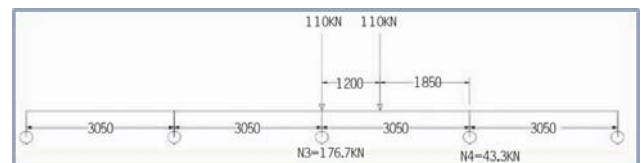


图8 荷载工况 2 及桁架主梁反应分析

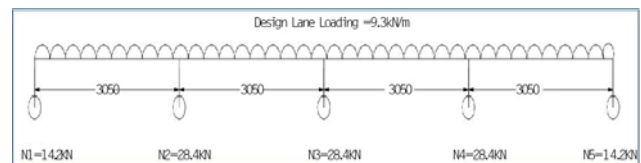


图9 荷载工况 3 及桁架主梁反应分析

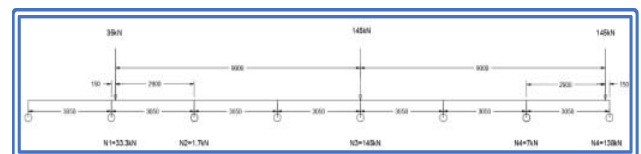


图10 荷载工况 4 (疲劳荷载) 及桁架主梁反应分析

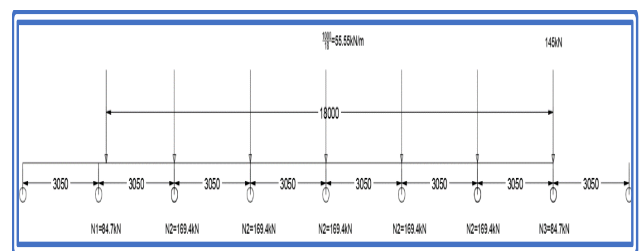


图11 荷载工况 5 (极端荷载) 及桁架主梁反应分析

5.2 贝雷架有限元分析

根据上图建立了有限元模型见图 12。在工况 1 下的变形、弯矩、剪力和应力图见图 13-图 16。



图12 桁架梁模型

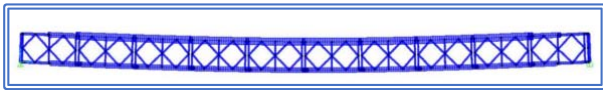


图13 在荷载工况1做模型的变形图

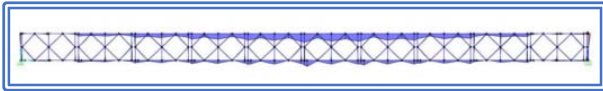


图14 在工况1下的弯矩图

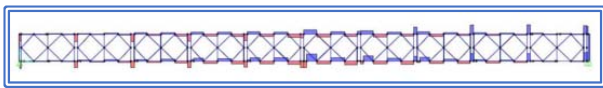


图15 在工况1下的剪力图

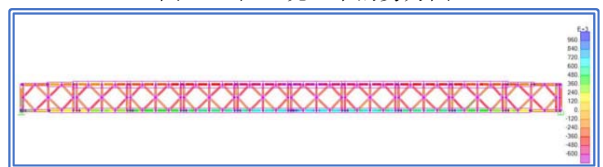


图16 在工况1下的应力图

5.3 贝雷架在正常荷载作用下结构分析

根据线弹性有限元模型分析,对贝雷桥在正常荷载作用下进行了有限元结构分析,结果如下:①贝雷桥中下部的位移均大于38.25mm,这意为着原设计的贝雷桥的位移超出了美标规定的限值(30600mm/800)。②桁架梁上部和下部的最大应力小于钢材的设计强度;③除极端荷载之外,工况1的弯矩和剪力大于其它工况;④杆件的应力均小于设计值;⑤原设计充分利用了材料的特性,应力大的部位,构件厚度大,应力小的部分,构件厚度下。原贝雷桥设计基本上是经济合理的。

5.4 贝雷架在异常荷载作用下分析

贝雷桥架在异常荷载作用下的弯矩、剪力和应力图见图17-19。

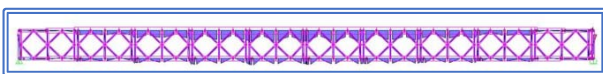


图17 贝雷桥在极端荷载作用下的弯矩图



图18 贝雷桥在极端荷载作用下的剪力图

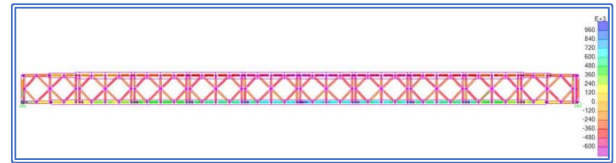


图19 贝雷桥在极端荷载作用下应力图

分析结果表明:①在异常荷载作用下,贝雷桥的中部的最大挠度达到146.5mm;②实测结果表面,贝雷桥中部的挠度为110mm。说明桥中部的挠度有36.5mm的弹性回复,而110mm是贝雷桥的非弹性挠度,无法恢复。③在极端荷载作用下,局部点最大的应力可达到311MPa超出设计值强度13%左右,但小于钢材的屈服强度。

6 提高现有贝雷桥使用寿命的措施

桥梁正常的设计寿命一般为50年,由于该贝雷桥的刚度不足,若继续安全使用该桥的话需采取的措施有:①若在贝雷桥上下部各增加一个同类型的构件,根据分析在正常荷载作用下,桥面最大位移将减少23%。在异常荷载作用下,杆件最大弯曲应力可控制在246MPa。②若在贝雷桥上部增加二根同类型的构件,在其下部增加一个同类型的构件,则该桥梁将满足通行异常车辆荷载的通行能力;③以上是满足20吨荷载的设计,若通行50吨正常荷载,根据计算需在桥的中部增加桥墩,将该桥变为双简支梁或连续梁,但需检查验证现有桥梁两侧桥台的承载能力。

7 结论

(1)现有贝雷桥有较好的超载能力,但因自身的刚度的不足,在超载作用下已产生较大的并且是不可恢复的变形。

(2)贝雷桥内侧的桁架所承担的荷载大于外侧。

(3)考虑当地每年都有贝雷桥出现失事的报道,考虑该桥将运输超出原设计通行能力的需要,最终采用最为彻底和最为稳妥的方案,即将现有的桥上部结构替换为钢筋混凝土桥,彻底解决现有桥梁通行能力不足的问题。为安全实施“一带一路”主体工程提供有效保障。

[参考文献]

- [1]宋楠.道路桥梁设计与施工中的安全性与耐久性[J].交通世界,2018,(18):78-79.
- [2]卜宝卿.道路桥梁设计中的隐患及解决措施分析[J].工程建设与设计,2018,(13):166-167+170.
- [3]李杰,陈准,江莹莹,等.基于可靠度理论预应力混凝土桥梁使用寿命预测研究[J].世界桥梁,2015,43(06):51-57.