

预制梁与节段拼装梁的方案比选及造价分析

宋梦阳

(中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要 在国外,特别是在东南亚国家的城市建设中,约70%的桥梁由预制节段拼装法建造。但与此同时,工程师们仍在探索预制节段拼装更多的应用范围及经济实用性。在国内,随着我国经济的快速发展,铁路建设需要跨越的基础设施也越来越多,铁路建设需要更多的大跨度桥梁。文章结合某国外铁路项目工程,对简支梁、刚构两种桥型在节段预制拼装方面进行了关于经济性能方面的分析与研究。

关键词 简支梁;连续刚构桥;预制拼装;造价分析

中图分类号: TU723

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0064-03

铁路桥梁作为交通的重要载体,是道路交通网络中不可或缺的组成部分。不同的国家在进行桥梁设计时须精准对服务主体的具体需求做充分的调研,确切地把握服务对象的投资预算,作为设计主体应当有针对性地提出合理的技术方案^[1]。而桥梁的安全性、实用性、耐久性等方面,则需要参考各类桥梁的设计标准及规范。本文以海外工程高速发展为背景,对简支梁、连续刚构桥两种桥梁的设计选型、施工特点造价分析展开研究,以供今后类似的海外工程参考。

1 工程概况

本项目高速铁路连接线主要通过冲积平原、海积平原、阶地、丘陵,全线地势上整体呈西北低、东南高特征,海拔10m~100m,地势整体起伏不大,相对高差普遍小于100m,最高山为春武里丘陵,最低为泰国湾。线路沿线地貌可分为海积平原、冲积平原、阶地、丘陵等类型。本线特殊土主要为软土和松软土等,海积平原及冲积平原区均为第四系地层所覆盖,普遍发育深厚层软土、松软土,软土层具有天然含水量较高,天然孔隙比较大,快剪强度较低,压缩系数较大的特点,多属中、高压缩性土,路基工程需对地基进行加固处理,拟采用CFG桩、管桩以及桩网结构、预压等措施加固。

2 桥梁结构类型研究

2.1 简支梁

整孔简支梁具有受力明确、结构形式简单、抗扭刚度大、运营及维护成本低、使用过程中噪声较小等优点^[2]。基于我国高速铁路建设的施工特点和技术要求,综合考虑简支梁的预制、运输及架设水平,我国的简

支梁主要以整孔预制架设的施工方式进行施工^[3]。预制架设的简支梁由于采用梁场集中预制,不仅梁体质量得以保证,还可以大大提高桥梁的施工效率,节省工期,在施工场内运架梁配合得当的情况下,架桥速度可一天3孔。

2.2 连续刚构桥

连续刚构桥是基于T构桥的基础发展起来的一类桥梁结构形式。近年来,随着我国城市轨道交通技术的迅猛发展,对桥梁的跨越要求也逐渐增大,主要的影响因素有环境、地质、投资、工期等。基于上述原因,我国在桥梁设计中逐渐接纳连续刚构桥作为高架线路的设计桥型之一。例如,北京首都国际机场线07标段跨温榆河桥段的连续刚构桥,跨径为(38+53+38)m;深圳地铁龙岗线跨机荷立交处预应力混凝土连续刚构,跨径为(40+68+40)m。事实证明,连续刚构桥不仅跨越能力大,由于其无伸缩缝和支座的特点,同时还能提高行车的舒适性,减少桥梁在运营期间的维护工作量。

3 施工方案研究

3.1 整体预制

目前,国内外高速铁路桥梁施工多采用四种工艺:支架现浇施工法、整孔预制架设施工法、移动模板施工法和节段拼装梁施工法。其中,在中国的高铁建设中主要以整孔预制箱梁架设施工法为主。整孔预制梁的技术优势有:(1)整孔预应力简支箱梁预制工序简单、预应力体系简单且在场内进行张拉,施工环境好,箱梁质量安全有保障。(2)整孔预应力简支箱梁架设,各工序操作简单、适应性强、安全可控,机械化、工

厂化程度高。(3)多样化的整孔箱梁运架设备类型,可满足不同地域内复杂工况施工,其针对性较强。(4)以 SPJ900 型架桥机为例,该架桥机针对地貌特征复杂,施工作业环境恶劣等条件。^[4]

3.2 节段预制拼装

节段预制拼装桥梁具有以下六大技术优点:(1)质量得以保证,外形美观。(2)对交通及环境适应性好。节段重量轻,节段长度小,运输方便,预制梁场选址灵活。(3)受季节变换造成的温差影响较小,有效缩短施工工期,为桥梁提前竣工提供先决条件。(4)混凝土受收缩和徐变的影响小,桥梁线形容易控制,行车条件好。(5)安全优势。采用节段预制拼装技术对技术人员的工作水平有较高的要求,人员素质需求普遍较高,能有效提高施工的安全性,可提供较好的安全记录。(6)在干旱缺水地区具有良好的适应性。胶接缝节段预制拼装梁作业时,对水的需求量较小,特别适用于干旱缺水区域的施工。

3.3 孔跨的布置

结合国内简支梁常规孔跨布置,同时依据项目工点高速铁路工程的实际需求,本研究拟定研究跨度分别为 35m、40m、45m 简支梁方案,3×35m、3×40m、3×45m 刚构进行对比。通过不同跨度的对比分析,得出最经济合理孔跨布置方案。

4 工期分析

4.1 整孔箱梁预制周期

表 1

单项工序	所需时间(小时)
清理模型及安装支座板、防落梁	2
吊入底腹板钢筋	1
安装内模	5.5
吊入顶板钢筋及钢筋拼装	10
灌注混凝土	6
养护至 33.5MPa	60
养护至 43.5MPa (包括初张拉及拆模)	36
初张拉	2
提梁出模型	1.5
清理模型及安装支座板、防落梁	2
总计	124h

通过以上各主要工序耗时,按照设置 5 个梁场对标段内的全部箱梁预制任务,每个梁场配置 8 套模型,每个梁场月平均制 40 孔计算。正线 161km 桥梁,采用 35m 简支梁时,共计 4600 孔,预计 23 个月可完成全部梁的预制;采用 40m 简支梁时,共计 4025 孔,预计 20 个月可完成全部梁的预制;采用 45m 简支梁时,共计 3578 孔,预计 18 个月可完成全部梁的预制。

4.2 节段梁预制工期分析

表 2

单项工序	所需时间(小时)
匹配梁就位,待浇梁测量	3
模型清理,侧模安装	2
钢筋笼入模	2
内模安装	2
预埋件安装	2
混凝土浇筑及养护	18
脱内模,现浇梁数据采集	2
总计	31

通过以上各主要工序耗时,同样按照设置 5 个梁场对标段内的全部箱梁预制任务,每个梁场配置 24 套模型,每套模型月产量 18 个节段,每个梁场月平均制 432 孔计算。正线 161km 桥梁,采用 3×35m 连续刚构桥时,扣除墩顶现浇部分,每联梁合计 24 个节段,则全线共计 36800 个节段,预计 17 个月可完成全部梁的预制;采用 3×40m 连续刚构桥时,扣除墩顶现浇部分,每联梁合计 30 个节段,则全线共计 40250 个节段,预计 19 个月可完成全部梁的预制;采用 3×45m 连续刚构桥时,扣除墩顶现浇部分,每联梁合计 36 个节段,则全线共计 42933 个节段,预计 20 个月可完成全部梁的预制。

综上可以得出,整孔架设简支梁与预制节段拼装的连续刚构在工期的比较上没有较大的可比性,两类桥型均可通过对孔跨的调整与选择满足适当地提高施工进度。

5 经济性比较

综合考虑桥梁的梁部和下部结构的整体性,在桥梁结构造价分析时,本文结合了项目所处地带的实际地质特征,分别对软土地区和砂土地区进行总造价分析,从而得出各方案经济性差异,得出软土地区和砂土地区推荐梁型和基础方案。

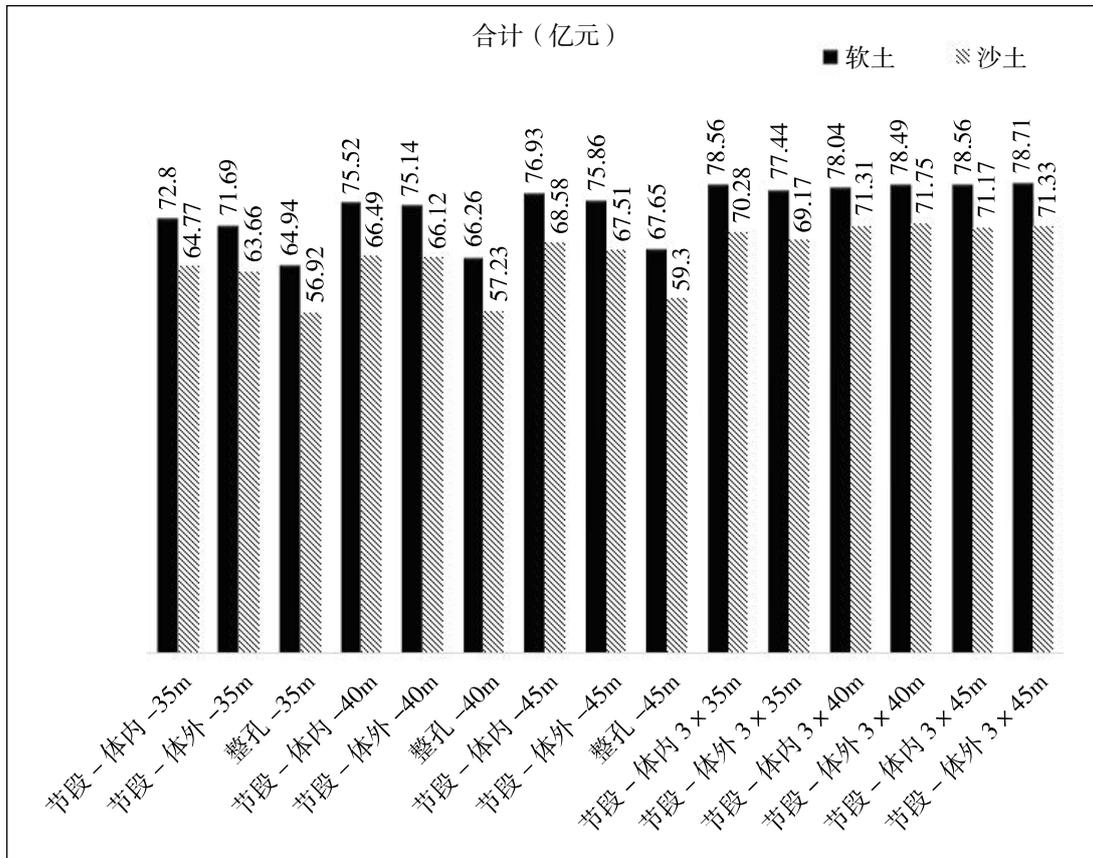


图 1

本文主要从制梁工艺、工期及经济性等方面对整孔预制箱梁、节段拼装简支梁、连续梁进行了比较分析，从工艺适应性、工期保证性、经济合理性、质量可控性等角度出发，对于城市之间线路，更适合使用整孔预应力箱梁；对于大跨度桥梁、城市人口密集区桥梁、小曲线半径桥梁、对环保要求高地区可采用节段拼装梁进行架设。

经济性方案，无论是软土地区还是砂土地区，整孔预制架设简支梁方案均较节段拼装简支梁及节段拼装连续刚构更具优势，整孔预制简支梁方案较节段拼装简支梁方案造价节省 10%~12%，较节段拼装连续刚构方案造价节省 20%~26%。

6 结论

从工程项目的经济性角度出发，无论是软土地区还是砂土地区，整孔预制架设简支梁方案均较节段拼装简支梁及节段拼装连续刚构经济性更具优势，整孔预制简支梁方案较节段拼装简支梁方案造价节省 10%~12%，较节段拼装连续刚构方案造价节省 20%~26%。综合考

虑东南亚地区整孔预制架设及节段拼装施工技术等因素，本项目桥梁宜采用以整孔预应力箱梁为主，节段拼装梁为辅，两种制运梁技术相结合的施工方案；如因地理位置施工受限，无法设置梁场的情况，则建议采用节段拼装梁施工方案。

参考文献：

- [1] 许三平. 中国铁路桥梁“走出去”的几点思考 [J]. 铁道标准设计, 2021, 65(03): 93-98, 130.
- [2] 王维康. 预制节段拼装 PC 连续刚构桥无支座体系设计要点研究 [J]. 智能城市, 2021, 07(04): 21-22.
- [3] 姜文恺, 曾敏, 张学强, 等. 宜昌至郑万高铁联络线黄柏河特大桥节段拼装整体式刚构桥设计 [J]. 世界桥梁, 2020, 48(S1): 57-61.
- [4] 任凯. 节段预制拼装建造连续梁桥方案比选及造价分析 [J]. 铁路工程技术与经济, 2017, 32(02): 31-34.