

预制波形钢腹板PC工字梁构成 连续箱梁桥创新技术

汤 意

(河南省交通规划勘察设计院有限责任公司 河南郑州 450052)

摘 要:文章介绍了40米~60米跨径的波形钢腹板PC连续箱梁由预制的波形钢腹板PC工字梁构成连续箱梁桥创新技术:即通过将波形钢腹板PC连续箱梁横断面先“化整为零”为两个波形钢腹板PC工字梁单元,再将预制的两两工字梁单元通过横向湿接缝连接“化零为整”形成波形钢腹板PC连续箱梁。

关键词:波形钢腹板PC工字梁 波形钢腹板PC连续箱梁 创新技术 应用

引言

钢-混凝土组合结构桥梁既能克服钢桥和混凝土桥梁的弱点,又能发挥各自优点,近二十年来得到了飞速的发展。根据法国1990~1993年所建桥梁上部结构的统计,公路组合结构桥梁在跨径30~110米范围内最有竞争力,在60~80米跨径范围内占有率达85%,有明显优势。在桥梁建设造价上,跨径40~80米范围内,钢-混组合梁比PC梁更经济,具有显著的推广应用价值。波形钢腹板PC组合箱梁是用波形钢板代替混凝土腹板形成的一种钢-混组合结构,它充分发挥了钢-混组合结构的优势:

(1) 腹板采用波形钢板,减轻箱梁自重,相应减少了作用在下部结构的荷载,工程造价可降低10~20%;

(2) 可彻底解决混凝土箱梁腹板开裂问题,耐久性能好;

(3) 由于波形钢腹板不抵抗轴向力的作用,所以能有效地对混凝土顶、底板施加预应力,改善了结构性能,充分发挥了钢材和混凝土材料的效率;

(4) 施工快捷简便。由于采用波形钢腹板,免除了在混凝土腹板内预埋波纹管道的繁杂工艺,相应减少了钢筋和模板的拼装、拆除作业,缩短了施工工期。

(5) 桥梁造型美观,抗震性能好。

1986年法国建成了世界上第一座波形钢腹板PC组合箱梁桥—Cognac高架桥。日本在20世纪80年代末从法国引进波形钢腹板PC组合箱梁桥技

术,于1993年修建了其国内的第一座波形钢腹板PC简支梁桥—新开桥,随后又建造了银山御幸桥、本谷桥以及矢作川桥等一系列桥梁,使其由最初的简支梁发展到连续刚构、斜拉桥等,截面也由等高度发展为变高度。日本大力鼓励国内设计人员在主要高速公路中采用这种结构形式。目前,日本已建和在建的波形钢腹板PC组合箱梁桥已近200座。其他国家如挪威、委内瑞拉、德国以及韩国也将波形钢腹板PC组合箱梁结构这一结构应用于其桥梁建设中。

国内波形钢腹板组合梁桥起步较晚,但近年来发展较快,据不完全统计,截止2010年底国内已建成了13座波形钢腹板PC组合箱梁桥(见表1),在建6座波形钢腹板PC组合箱梁桥(见表2)。2010年10月河南省交通规划勘察设计院有限责任公司编写颁布了国内第一部《公路波形钢腹板预应力混凝土箱梁桥设计规范》(河南省地方标准DB41/T 643-2010)。

1 影响中等跨径波形钢腹板PC组合箱梁桥推广的技术因素

40~60米跨径桥梁在我国应用广泛,40~60米中等跨径钢-混组合结构桥梁比PC梁更经济,具有显著的经济和社会效益。但目前40~60米跨径波形钢腹板组合箱梁桥主要采用现浇箱梁或预制组合小箱梁结构形式,影响了其经济性和推广应用的空间。

现有40~60米跨径波形钢腹板预应力混凝土箱梁采用现浇和预制安装两种施工方法。

采用现浇法搭设支架或采用悬臂浇筑法施工

表1 国内已建成波形钢腹板PC组合箱梁桥

序号	桥名	建成日期	结构形式
1	江苏淮安长征人行桥	2005	(18.5+30+18.5)米 波形钢腹板组合箱梁人行桥
2	河南光山泼河大桥	2005	4×30米 波形钢腹板组合连续箱梁
3	重庆永川大堰河桥	2006	25米 波形钢腹板简支梁
4	青海三道河桥	2006	50米 波形钢腹板简支梁
5	宁波甬新河桥	2006	部分波形钢腹板PC组合箱梁桥
6-7	山东东营银座桥B桥、C桥	2007	变截面波形钢腹板组合箱梁人行桥
8-11	河北邢台郭守敬桥和钢铁路桥等4座桥	2009	(17+35+17)米 波形钢腹板组合箱梁桥
12	河北衡水大广高速6号桥	2010	4×25米 波形钢腹板组合箱梁桥
13	河南南乐大广高速卫河大桥	2010	52米 波形钢腹板连续箱梁桥

表2 国内在建波形钢腹板PC组合箱梁桥

序号	桥名	跨径布置(m)	桥面宽(m)	结构型式
1	鄞城黄河公路大桥	70+11×120+70	13.5	单箱单室连续梁桥
2	新密溱水路大桥	30+70+30	50	双单箱室无背索斜拉桥
3	深圳平铁大桥	80+130+80	27.5	双单箱室连续梁桥
4	深圳南山大桥	80+130+80	27.5	双单箱室连续梁桥
5	郑州桃花峪黄河大桥跨大堤桥	75+135+75	16.25	单箱单室连续梁桥
6	南京四桥滁河大桥	56+96+56	16	单箱单室连续梁桥

不能够实现箱梁构件的标准化和工厂化施工,现场作业及施工难度较大,施工周期长,同时底板混凝土和下连接件的结合部由于操作空间狭小,混凝土浇注工作难度较大,可能会影响到组合结构结合部混凝土的施工质量和结构耐久性。

目前采用在预制厂标准化预制安装的波形钢腹板PC箱梁为40米跨径的组合小箱梁。为满足常规安装设备安装重量要求箱梁均采用组合小箱梁构件,虽然各工序和施工质量都有较好保证,但预制的波形钢腹板预应力混凝土小箱梁每片箱梁横向宽度小,腹板数量多,钢材用量大,经济性降低;特别是随着预制箱梁跨径的增大,每片箱梁安装重量也随之增加,常规施工设备已很难满足安装要求。这些问题给该类结构的推广应用造成了一定的困难。

2 由预制的波形钢腹板PC工字梁构成的连续箱梁技术

为了更好地发挥40~60米中等跨径波形钢腹板预应力混凝土箱梁的技术经济效益,并且能够标准化工厂化施工,我公司研发了一种由预制的波形钢腹板PC工字梁构成连续箱梁桥创新技术:即通过将波形钢腹板PC连续箱梁横断面先“化整为零”为两个波形钢腹板PC工字梁单元,再将预制的两两工字梁单元通过横向湿接缝连接“化零为

整”形成波形钢腹板PC连续箱梁。

2.1 技术特点

(1) 预制的波形钢腹板PC工字梁单元经过纵、横向现浇混凝土连接,形成连续整体闭合箱梁,断面刚度相对较大,具有承载能力高、变形小、行车舒适的优点。

(2) 波形钢腹板PC连续箱梁桥二期恒载和活载由形成的箱梁承担,预制的波形钢腹板PC工字梁仅需承担结构自重和施工荷载,故每片工字梁截面尺寸小,安装重量轻,常规施工设备就能满足安装要求。相应又扩大了波形钢腹板预应力混凝土箱梁跨径适用范围,具有独特的结构优势。

(3) 结构关键部件波形钢腹板PC工字梁采用预制,根据需要,其体内预应力既可采用后张法工艺,也可采用先张法施工工艺。通过现浇连接形成整体箱梁,实现了将波形钢腹板预应力混凝土箱梁化整为零施工,扩大了预制安装施工方法的应用范围,利于工厂化加工,有效保证了施工质量,加快了施工进度。波形钢腹板PC工字梁构件采用波形钢腹板组合结构,充分发挥了钢材和混凝土材料的使用效率,减少了混凝土量,节能环保,经济性好。

2.2 实施方案

将多个波形钢腹板PC工字梁单元架设安装于

桥梁墩台上后(见图1),将横桥向相邻波形钢腹板PC工字梁单元的预制混凝土顶板、预制混凝土底板、预制混凝土横梁或横隔板的横向钢筋与对应的现浇构件内钢筋固定连接后,通过在相邻预制混凝土顶板之间浇筑现浇混凝土顶板、在相邻预制混凝土底板之间浇筑现浇混凝土底板,在相邻预制混凝土横梁或横隔板之间浇筑现浇混凝土横梁或横隔板后即形成闭合箱梁(见图2),将相邻两孔闭合箱梁之间通过浇筑现浇混凝土纵梁连接,张拉并交叉锚固闭合箱梁内的体外预应力筋张拉,拆除临时支座,进行体系转换,形成连续箱梁(见图3)。根据桥宽不同,桥横向可由单个或多个闭合箱梁构成,箱体间的连接方式和波形钢腹板PC工字梁单元间的连接方式基本相同。

3 经济指标对比

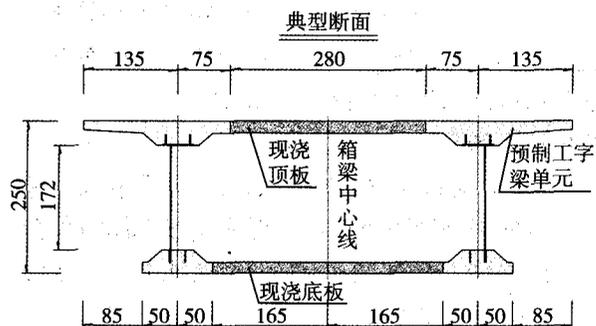


图2 横向两个波形钢腹板PC工字梁单元连接形成闭合箱梁

表3 材料用料指标对比

材料用量指标上部结构	混凝土(m^3/m^2)	预应力钢材(kg/m^2)	普通钢筋(kg/m^2)	波形钢腹板(kg/m^2)
40m波形钢腹板箱梁(后张)	0.65	22.1	142.4	90.2
40m波形钢腹板箱梁(先张)	0.65	13.7	154.1	90.2
40m小箱梁	0.64	22.7	124.7	-
(部颁)40mT梁	0.93	23.8	171.6	-
50mT梁	0.81	31.9	216.2	-
(中交二院)50mT梁	0.75	25.9	133	-

4 结语

波形钢腹板PC组合箱梁桥是一种经济、高效、环保、施工简便的桥梁形式,符合“安全、适用、经济、美观、耐久、环保”的设计原则。由预制的波形钢腹板PC工字梁构成波形钢腹板连续箱梁桥技术充分发挥了波形腹板PC箱梁结构的优点,具有受力性能好、材料利用率高、施工简便快捷、经济效益显著的特点,相信此项技术的推广应用必将打开波形钢腹板PC组合箱梁桥在我

经济指标对比见表3。

我公司正在申报由预制波形钢腹板PC工字梁构成连续箱梁桥创新技术的国家发明专利,同时正在编制40~60米跨径波形钢腹板PC工字梁构成波形钢腹板连续箱梁设计通用图。

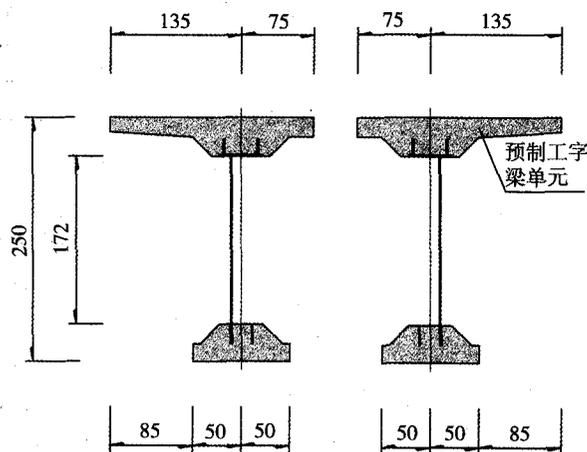


图1 横向两个波形钢腹板PC工字梁单元

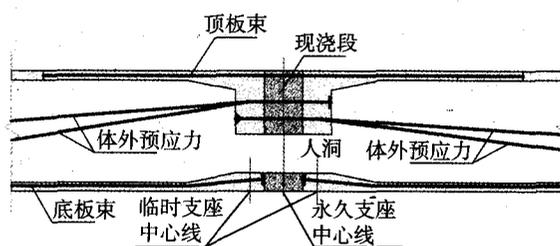


图3 现浇混凝土纵梁连接形成连续箱梁

国中等跨径桥梁应用的发展空间,对我国中等跨径桥梁上部结构朝轻型化方向发展、提高桥梁的抗震性能,降低工程造价,实现桥梁建设节能降耗和可持续发展都具有重要的现实意义。

参考文献

- [1] 万水,汤意,王劲松.波形钢腹板PC组合箱梁结构特点分析与试验研究[J].南京理工大学学报,28(5),2004.
- [2] 刘玉攀.组合结构桥梁[M].北京:人民交通出版社,2005.1
- [3] 徐强,万水.波形钢腹板PC组合箱梁桥设计与应用[M].北京:人民交通出版社,2009.10
- [4] 史永吉等.复合结构技术的发展及其在桥梁上的应用[J].桥梁,2010.6