

苏嘉杭高速公路张家港大桥竖向预应力筋断裂机理分析

沈惠荣 吴培松

【摘要】张家港大桥主桥为40+70+40(m)的预应力混凝土连续箱梁结构,采用三向预应力体系,张拉0号块竖向预应力筋时,发生断裂,本文通过力学模式假定,分析断裂机理,并提出施工控制对策。

【关键词】竖向预应力 断裂机理 控制对策

1、概述

张家港大桥是苏(州)嘉(兴)杭(州)高速公路上的一座跨越张家港运河航道的桥梁,桥梁全长1007.56m,主桥为40+70+40m的预应力混凝土连续箱梁结构,采用悬臂浇筑法施工,主桥两侧为25m先简支后结构连续的预应力混凝土T梁。主桥上部结构为变截面单箱单室,垂直腹板,单箱顶宽13.5m,底宽6.8m,翼缘板长3.35m,支点处梁高3.8m,跨中梁高2.0m,主墩下部结构采用薄壁式墩身,过渡墩采用双柱式桥墩,均采用钻孔灌注桩基础。设计荷载为汽超-20级,挂车-120。

2、预应力设计

箱梁采用三向预应力体系:纵向预应力钢束采用平、竖弯相结合的方式布置,两端张拉;横向预应力钢束以直线形式布置于顶板上缘,一端采用固定锚预埋于翼板,在另一端张拉;竖向预应力钢束以直线形式布置于腹板中心,下端预埋,在箱梁顶面张拉。预应力钢筋:主桥箱梁纵向采用公称直径15.24mm,公称面积140mm²钢绞线,标准强度 $R_s^b=1860\text{MPa}$,张拉控制应力为 $0.75R_s^b$,主桥箱梁横向采用公称直径12.7mm,公

称面积98.71mm²钢绞线,标准强度 $R_s^b=1860\text{MPa}$,张拉控制应力为 $0.75R_s^b$,竖向采用 ϕ^*25 精轧螺纹粗钢筋,张拉控制应力为331kN。锚具:主桥箱梁纵向采用OVM15系列锚具,横向采用OVM BM13系列锚具,竖向采用YGM-25型锚具。

3、竖向预应力筋张拉施工与断裂

当0号块混凝土强度达到设计张拉要求时,施工单位首先完成纵向预应力钢束的张拉,紧接着张拉竖向预应力筋,张拉程序:0→初拉力→1.05F_k(持荷5分钟)→F_k,在张拉完成后张拉千斤顶回油时预应力筋断裂,相继发生10根预应力

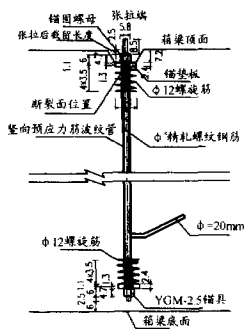


图1 预应力筋断裂位置图

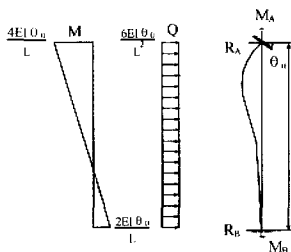
沈惠荣:苏州市苏嘉杭高速公路建设指挥部工程师
吴培松:中交第二公路勘察设计研究院高级工程师

力筋断裂,未能及时发现并得到处理的原因是部分预应力筋断裂具有迟后性,断裂全部发生在同一位置(如图1)。

4、竖向预应力筋张拉断裂机理分析

发生竖向预应力筋张拉断裂后,首先对施工工艺、竖向预应力筋材质和控制张拉力进行分析(千斤顶和油泵标定),未发现异常,根据预应力筋断裂具有迟后性的特点和断裂发生位置,认真检查了施工现场,发现张拉端预埋锚垫板预埋位置误差较大(表2)。经过分析认为,竖向预应力筋张拉断裂与预埋锚垫板倾斜有关,并对此进行了理论分析。

(1) 力学模式假定



注: B为锚固端; A为张拉端。L为竖向预应力筋长度。

(2) 截面A弯拉应力分析

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$$

$$\sigma_1 = M_A / W = 4RE \theta_0 / L$$

$$M_A = 4EI \theta_0 / L$$

$$W = \pi R^3 / 4$$

$$I = \pi R^4 / 4$$

$$E = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$$

$$L = 3.15 \text{ m}$$

$$R = 25 \text{ mm}$$

$$\sigma_2 = F/A = 674.6 \text{ MPa}$$

$$F = 331 \text{ kN}$$

$$A = \pi R^2 / 4$$

计算分析表明,当 θ_0 大于 3°C 时,竖向预应力筋截面A最大拉应力超过精轧螺纹钢抗拉强度(980MPa)。

(3) 截面A剪应力分析

$$\tau_{\max} = 4Q/3A$$

$$Q = R_A \cos \theta_0$$

$$R_A = 6EI \theta_0' / L^2$$

计算分析表明,当 θ_0 大于 3°C 时,竖向预应力筋截面A最大剪应力 $\tau_{\max} = 7 \text{ MPa}$,拉应力是竖向预应力筋断裂的根本原因,而剪应力只构成不利影响。

5、防止竖向预应力筋断裂的施工控制对策

预应力混凝土连续箱梁结构三向预应力体系设计中,竖向预应力普遍采用下端预埋,箱梁顶面张拉。由于竖向预应力筋本身的刚性,锚具、竖向预应力筋和梁顶锚垫板三者的预埋精度显得十分重要。在施工过程中要着重处理好以下几种情况:

(1) 设置必要的全方位定位钢筋,确保各预埋件的埋设精度,做到二平一竖(上下两端锚垫板需设置在同一平面并与竖向预应力筋垂直)。

(2) 梁顶锚垫板在浇筑混凝土时易走动。

表2 预埋锚垫板倾斜调查表

预应力筋编号	69	64	63	62	69	67	65	63	65	64
锚垫板误差(mm)	8	8	6	9	11	7	9	7	11	9
锚垫板倾斜($^\circ\text{C}$)	3.81	3.81	2.86	4.29	5.23	3.34	4.29	3.34	5.23	4.29

可以加设临时锚固螺母并与锚垫板临时固结。

(3) 如箱梁分底腹板与顶板两次施工, 由于第二次浇筑时锚具下埋端已完全固定, 竖向预应力筋本身在自由状态下(上端不固结)如已发生倾斜, 可以相应调整梁顶锚垫板的埋设角度。

(4) 张拉预应力筋前, 检测各预埋件的埋设精度, 并试安装锚固螺母, 检查锚固螺母、竖向预应力筋和预埋锚垫板三者的吻合性。如发现不符, 应立即对锚垫板处理。

6、讨论

精轧螺纹钢钢筋广泛使用于预应力混凝土连续梁、及预应力混凝土连续刚构等结构中作竖向预应力筋, 在实际施工中, 竖向预应力筋的预埋

或多或少存在误差, 张拉端的应力远远超出设计张拉控制应力, 当误差值不于立即引起竖向预应力筋断裂时, 这将在结构埋下长期的质量隐患, 因此有必要在施工规范中提出竖向预应力筋张拉时预埋精度的控制值(与预应力筋的直径和长度有关)。

参考文献

1. 范立础主编, 预应力混凝土连续箱梁桥, 北京: 人民交通出版社, 1998
2. 《公路桥涵施工技术规范》人民交通出版社, 1998

越南某工程中国考察团 圆满结束在中国的考察

12月3日, 越南某工程中国考察团一行19人结束了在中国的参观考察, 启程回国。

该考察团此行主要是就某工程的技术问题到我厂考察、交流。11月27日下午, 该考察团在我厂厂长助理方中予的陪同下由南宁乘汽车抵柳, 沿途方助理介绍了南柳高速路上的一些工程实例, 引起了越南客人的极大兴趣。11月28日~29日, 在我厂技术中心会议室, 由王柳平书记和有关领导、技术人员组成的接待小组与越南客人进行会谈、交流, 双方相互介绍了各自的情况后, 就有关越南某工程的技术问题向我厂咨询, 我厂技术负责人、技术人员就有关某工程的技术原理、类似工程的经验等用生动的多媒体方式向客人进行了解答、介绍。越南客人表示, OVM产

品在质量、价格、技术服务等方面已经树立了很好的形象, 他们对OVM产品与技术十分信任, 因而在某工程中全面选用了OVM系列产品; 这次考察, 柳州OVM的技术人员的技术介绍使她们受益非浅。在此期间, 越南客人兴致勃勃地参观了我厂的各分厂、试验中心、成品库、OVM展厅、缆索公司。此后, 越南客人到达上海考察了同济OVM预应力研究中心, 与相关技术人员进行了座谈、交流, 并参观了上海杨浦大桥、东方明珠电视塔、南浦大桥等工程。

(临风)

