

真空辅助压浆在预应力工程中的应用

徐明兴

(龙岩市龙长高速公路有限公司, 福建 龙岩 364000)

摘 要:介绍了真空辅助压浆施工方法的工艺原理,说明了其工艺流程,指出该方法对解决预应力施工中压浆不饱满问题有实用价值。

关键词:桥梁;预应力;真空压浆;塑料波纹管;施工组织设计

中图分类号:U445.55

文献标识码:B

文章编号:1671-2668(2005)03-0107-03

随着我国基础建设的蓬勃发展,预应力砼技术得到了广泛应用和长足进步。对于永久性后张法预应力砼结构,应力的传递和防腐蚀都是依靠管道压注水泥浆体的包裹粘结作用实现的。普通的后张法预应力孔道压浆由于浆体材料单一、水灰比大、施工工艺缺陷且在施工中无法及时有效地对施工质量进行评价、控制而存在诸多隐患:①水泥浆容易离析、泌水且硬化后收缩形成空隙,致使预应力粘结效果不好,影响应力的传递;②灌入的稀浆体本身含有较多气泡,灌浆过程中往往受浆体稠度、管道长短、大小、高低及机具的工作性能的影响,压浆速度不均匀,容易与管道中空气混合在预应力管道最高点及锚固端部形成局部孔隙,成为水及其他有害物质的

渗透通道,造成预应力筋高应力状态下快速腐蚀,形成多米诺骨牌效应。本文对真空辅助压浆中预应力管道材料、浆体性能、施工工艺及在桥梁工程中的应用进行探讨。

1 真空辅助压浆工艺原理

真空辅助压浆工艺是在传统压浆的基础上,将原有的金属波纹管改进成塑料波纹管,并将预应力筋的塑料波纹管的连接设计为全封闭形式,利用真空泵清除预应力孔道内的空气,使孔道内达到负压状态(0.1 MPa 左右的真空度),然后压浆机以正压力(≥ 0.7 MPa)轻松地将水泥浆注入预应力孔管中,并采取措施使其压浆饱和度达到 95% 以上。

片面地考虑预应力的作用,而减少其保护层,尤其是在变截面梁底板顺桥向呈弯曲时,更容易产生底板砼保护层劈裂。②未采取抗径向力或抗径向力设置不足,在变截面梁底板为抛物线形,底板张拉时,会产生向下的径向分布荷载,如果底板保护层过薄,又未采取足够的抗径向应力措施,容易引起砼劈裂。

2) 施工原因。对已设置的波纹管保护不够,受到局部重载,形成折曲,张拉时引起向下的分力,尤其在过早张拉、砼强度还未足够时。

施工过程中施工人员对抗径向力钢筋的设置认识不够,减少或安装错误而引起砼保护层劈裂。贵阳某座连续刚构桥梁,在张拉底板预应力束时,合龙段附近底板砼保护层大面积劈裂(1~2 m²),原因是在施工过程中,抗径向力钢筋设置不够且抗径向力钢筋未与顶、底两层的横向钢筋相连,此现象是引起底板砼保护层劈裂的主要原因之一。

5 结束语

一座桥梁从建成到使用,牵涉到设计、施工、监理、运营管理等各个方面。本文仅从设计、施工方面分析预应力砼桥梁裂缝的产生原因及对桥梁的危害。严格按照国家有关规范、技术标准进行设计、施工和监理,是保证结构安全、耐用的前提和基础。在运营管理过程中,进一步加强巡查和管理,及时发现和处理问题,也是相当重要的环节。

参考文献:

- [1] JTJ 023-85,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [2] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].

收稿日期 2005-03-21

PT-PLUSTM塑料波纹管具有以下特点:① 绝缘性能,可防电焊、气割作业碰伤钢绞线,杜绝意外质量事故发生;② 密封性,采用正确连接方法,用真空泵抽吸管道内空气,真空度可达90%以上,真空压力可稳定在-0.08 MPa左右不变;③ 适应性,耐酸、碱,不亲水,不因环境变化如空气湿度、悬臂施工周期长而产生自身腐蚀,通过适当调整材料配比即可满足特殊施工环境要求;④ 变形协调性能,特别

适应小半径的弯束、u形束及异形束,防止因大弯折条件下波纹管径压缩、堵塞致使穿束困难、摩阻系数增大、预应力张拉延伸量不够、压浆不畅、断丝,局部变形可在一定措施下自行恢复。

为准确控制预应力张拉效果,反映真实有效的预应力状态,有必要合理测定PT-PLUSTM塑料波纹管道的摩阻系数 μ 和孔道偏差系数 K 。表1为某大桥工程采用PT-PLUSTM塑料波纹管时管道

表1 孔道摩阻试验统计

项目		各孔道试验数据							
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
孔道参数	夹角 α (rad)	0.777/102.163				0.777/110.188			
	索长 x (m)								
实测值	张拉端拉力 F_0 /kN	4 882.5	4 882.5	4 882.5	4 882.5	4 882.5	4 882.5	4 882.5	4 882.5
	锚固端拉力 F_x /kN	3 612.0	3 948.3	3 726.5	3 645.6	3 754.6	4 033.7	3 597.2	3 517.9
	有效系数 F_x/F_0	0.740	0.809	0.763	0.747	0.769	0.826	0.737	0.721
	$C = Kx + \mu_0$	0.217 8				0.219 7			
理论值	C /摩阻系数	0.14				0.001			
	有效系数 F_x/F_0	0.769 8				0.763 7			
计算值	摩阻系数	0.248				0.000 2			
	有效系数 F_x/F_0	0.764 6				0.763 1			
	与理论值的偏差/%	-0.68				-0.08			

注:① 为更好地判别孔道中的 μ 和 K 值,应增加测试的孔道数,用最小二乘法计算 μ 和 K 值;② 可用张拉伸长值校核 μ 和 K 值,使用时在水平方向张拉应适当提高初始应力

摩阻试验结果。

2 水泥浆体配合比

高性能水泥浆应具有稳定的工作性能、良好的力学性能、体积稳定性、抗氯离子渗透、收缩和徐变小等性能,据此确定设计配合比原则为“二低二少一多”(二低:低水灰比、低泌水率;二少:孔隙少、收缩少;一多:组成材料多)。

合适的水泥浆应是:① 拌和后的流动度为17~25 s,浆体经过250 m管道运行后,在管道出口处流动度不小于15 s;② 水灰比不大于0.36;③ 泌水性最大不超过3%,拌和后3 h泌水率为2%,且泌水在24 h内重新全部被吸回;④ 初凝时间 ≥ 2.5 h,体积变形率2%;⑤ 水泥浆在凝固前具备一定的膨胀作用,使浆体灌入后能适当地胀满整个孔道,特别是钢绞线异形部位、孔道弯折处及竖向压浆部位,同时还具备硬化中期(14 d)微膨胀,但微膨胀率小于10%;⑥ 水泥浆强度不低于50 MPa(设计要求)。

水泥浆体原材料:① 水泥,高标号普通硅酸盐水泥;② 拌和水,饮用水(同施工现场);③ 外掺剂,

HF辅助剂;④ 阻锈剂,瑞士西卡901。

某工地经过多组试验确定的水泥浆体原材料及配合比见表2,拌制的水泥浆性能指标见表3。

表2 水泥浆体配合比

材料	产品	重量/kg	材料	产品	重量/kg
水泥	Po42.5R	1 500	HF辅助剂	合肥威胜利	65
水	饮用水	495	阻锈剂	瑞士西卡901	45

注:HF型真空辅助压浆专用助剂具有超塑、膨胀、减水、早强等综合作用

表3 水泥浆体性能指标

稠度/s	3 d强度/MPa	28 d平均强度/MPa	膨胀率/%	泌水率/%
17	32	74.9	0.18	2.6

3 真空辅助压浆的工艺流程

完成张拉工序后,切断外露的钢绞线,注意保证钢绞线外露量 ≤ 25 mm→清理承压板上装配螺孔M12内的水泥浆,必要时重新清理螺纹→用钢丝刷清理锚座底面的水泥浆,保证锚座底面平整→清理

盖帽的平面和密封槽,在密封槽内均匀涂一层玻璃胶,装入“O”型橡胶密封圈,并在锚座平面的商标处涂玻璃胶→装配盖帽,将螺栓加垫片对齐位置旋入螺孔内,注意保证排气口垂直朝正上方,排气口处用“G3/4”闷头加密封带旋紧→在两端锚座上安装压浆管、球阀和快换接头,检查并确保所安装阀能安全开启及关闭→确定抽吸真空端及压浆端→在安装完盖帽及设备后拧开排水口,利用高压风将管道内可能存在的水分吹出→将接驳在真空泵负压容器上的三向阀的上端出口用透明喉管连接到抽真空端的快换接头上→在正式真空压浆前,用真空泵试吸真空→开始真空辅助压浆,启动真空泵,开启出浆端接在接驳管上的阀门,关闭入浆端的阀门,抽吸真空度要求达到 -0.1 MPa 以上的负压值→启动压浆机并压出残存在压浆机及喉管的水分和气泡,检查所排出水泥浆的稠度,待满意的水泥浆从喉管排出后,暂停压浆机并将压浆喉管通过快换接头接到锚座的压浆快换接头上→保持真空泵启动状态,开启压浆端阀门并向管道压注已搅拌好的水泥浆→待水泥浆从出浆端接往负压容器的透明喉管压出时,检查所压出水泥浆的稠度,直至稠度一致及流动顺畅后,关闭出浆端阀门,暂停压浆机→开启置于压浆盖上的出气孔,开动压浆机,直至水泥浆从出气孔流出,且流出的水泥浆稠度一致及流动顺畅时,暂停压浆机,密封出气孔→开动压浆机,保持压力于 0.7 MPa ,持压 3 min →关闭压浆机及压浆端阀门,完成压浆→清洗连接至负压容器上的透明喉管→确保负压容器内水泥浆不超过容量的 50% ,并定时将负压容器拆开,倾倒容器内水泥浆,清洗容器→在完成当日全部压浆后,必须将所有压浆喉管、压浆机、负压容器、透明喉管、三向球阀等进行清理→安装在压浆端及出浆端的球阀可在压浆后 24 h 内拆除并进行清理,清洗时将球阀用扳手拆开,在阀门保持关闭状态时(扳手与阀体成 90°),用细长棒轻敲即可退出阀内不锈钢球,清洗后涂上黄油即可重复使用。切勿用力将已注满水泥浆的球阀扳手开启,否则将会弄断扳手与不锈钢球连接的铜轴。

4 压浆效果评价和检测

为检验采用真空辅助压浆饱满度,完善压浆操作工艺,解决压浆过程中存在的问题,在某工地现场

进行了长达 260 m 管道压浆模拟试验。为确保大桥预应力压浆施工质量,在模拟压浆后,采取以下质量评估方法:① 24 h 后,开启两端盖帽排气孔堵头,两孔内浆体饱满密实,无明显凹陷气孔;②浆体凝固后,将观察孔盖拆开,管内充满浆体;③压浆试件 3 h 泌水率为 1.8% , 24 h 后浆体未有明显收缩;④ 4 d 后,切割取样,分别在靠近两端及中间部位 5 点取样,孔道内充满水泥浆,每根钢绞线之间均充满浆体,截面密实、均匀、无空洞、无气泡,表面光滑平整。

5 结束语

真空压浆的优点:①可消除普通压浆法引起的气泡,同时,孔道内残留的水和原有的空气被清除,混夹在水泥浆中的气泡和多余的自由水亦被排出,增强了浆体的密实度;②可消除混在浆体中的气泡,避免有害水积聚在预应力筋附近,防止预应力筋腐蚀;③浆体中的微沫浆及稀浆在真空负压下率先流入负压容器,待稠浆流出后,孔道中浆体的稠度即能保持一致,使浆体密实度和强度得到保证;④孔道在真空状态下,避免因孔道高低弯曲而使浆体自身形成压头差,便于浆体充盈整个孔道,尤其是一些异型关键部位,对于弯型、U型,竖向预应力筋更能体现真空灌浆的优越性;⑤真空压浆的过程是一个连续且迅速的过程,缩短了灌浆时间;⑥作为一种全面的技术,真空辅助压浆要求施工现场具有高水平的质量,包括高水平的管理人员和操作队伍。

由于这种方法的性质决定了施工中必须进行高水平的质量控制,所以采用正确的工艺是使用此项技术的前提,采用配套的预应力锚具组零件、成孔性能良好的塑料波纹管,使用专用设备、专用浆体外加剂、标准化的施工规范流程及专业施工人员都是保证工艺得以正确实施必不可少的条件。

参考文献:

- [1] JTJ 023-85,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [2] JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] 华东预应力中心.现代预应力混凝土工程实践与研究[M].北京:光明日报出版社,1989.