

箱梁腹板开裂与竖向预应力质量的探讨

陈湘林

摘要 探讨预应力混凝土箱梁腹板开裂的现象,寻求避免开裂的方法,提高竖向预应力施工质量,特别是竖向压浆的质量。

关键词 预应力砼箱梁 腹板开裂 预应力损失 管道压浆

预应力砼箱梁结构在我国大、中型跨径桥梁中广泛被采用。近年来发现箱梁出现开裂的现象相当严重,特别是箱梁腹板开裂占了一定的比例。

一、箱梁腹板开裂的原因分析

箱梁开裂的桥梁往往在竣工通车后十年左右,开裂情况比较严重的,裂缝宽度在0.25mm以上,裂缝贯通腹板厚度,多发生在腹板的薄弱部位,如预留的过人孔和通气孔,裂缝呈倾斜向,明显表现出斜截面上抗主拉应力不够。个别桥梁,通车一年后就发现裂缝,并逐渐扩展,影响到桥梁的正常使用。

箱梁腹板开裂的原因是相当复杂的。近十多年来,路桥交通量迅猛增长,车辆载重超载现象严重,加之当时技术标准偏低,设计时对结构构造、主拉应力等问题考虑不周,施工中中对质量要求不严,质量管理及监理体系不健全,桥梁竣工通车后,桥面损坏未及时维修或随意加厚加载,少数桥在桥下建房,改变了桥梁原设计的应力状态。

二、关于设计方面的建议

如何避免胶板裂缝的出现,在设计和施工工艺方面提出以下建议。

2.1 箱梁腹板不宜设计太簿。不能过份地追求结构的轻巧,腹板厚度不仅从理论上要通得过,对砼的收缩和徐变,以及温度变化引起结构的应力重分配等问题,要考虑充分;对混凝土这种复合材料,本身结构不均匀,以及考虑施工中不可预见的因素应留有足够的应力储备。腹板上的通气孔对消除温差影响是必要的,如果腹板本身强度有富余,通气孔对腹板截面的削弱是微不足道的。

2.2 加强构造钢筋是防止裂缝的有效措施。构造钢筋一定要配好,钢筋间距不能大,钢筋直径不宜太小。对于腹板构造钢筋,还应根据腹板的高度,在腹板箍筋中间设置腰部的连接钢筋,将腹板内外两层钢筋网连接形成整体,虽然增加钢筋数量很少,但起的作用很大。

2.3 纵向预应力的弯索是大跨径连续梁、连续刚构箱梁抗主拉应力的重要部分。因为纵向预应力吨位大,弯曲在腹板上的作用是非常大的,所以能够弯的,尽量弯,虽然给施工带来一定的困难,但实际操作是能做到的。

2.4 竖向预应力是抵抗剪应力和主控应力的关键。没有设置预应力的腹板,开裂更为严重。对于腹板厚度在40cm以上,应该考虑设置两排,箱梁竖向预应力筋应该充分考虑预应力锚固损失问题。例如顶推箱梁,一般梁高3m,计算伸长值只有8.5mm,而损失一般有3mm,甚至更大。损失主要是螺母与精轧螺纹钢筋的间隙损失和锚垫板与螺母锚固损失。箱梁竖向如果采用镦头锚或者楔片群锚预应力体系,钢丝松弛和锚固损失则更大,造成实际预应力所剩无几,也是不可取的。

三、竖向预应力筋压浆质量问题

预应力压浆,特别是竖向预应力压浆一直存在效果不理想的问题。竖向预应力筋设计一般采用如图1构造。 $\phi 32$ 精轧螺纹钢筋,45mm的金属波纹管或簿铁皮管。

压浆存在的主要问题:

(1)进浆不通。由于管道簿,砼浇注时造成干扰,使进浆管脱落,排气孔堵塞。

(2) 压浆不饱满。竖向压浆一般采用常规的压浆设备和方法,压浆机排量大,压力大,水泥浆水灰比偏大,而竖向预应力管道又小又短,需要浆量很小,压浆的时间就是一瞬间,通和不通就是这么一下,既没有补救措施,又没有持压装置,水泥浆必然会分泌、沉淀,造成上端总有一段空隙部分,而这一段恰恰又是锚头的关键部位,空隙和锈蚀将留下隐患。

(3) 压浆起不到粘结、握裹作用。由于预应力钢筋本身刚度大,周边面积小,不象钢丝和钢绞线预应力筋那样刚度小,周边面积大,多根互相作用,只要压浆饱满,就能起到握裹和防锈蚀作用。我们曾经做过试验,将已张拉并压浆的竖向筋进行放张,伸长量基本上回缩了。如将套管直径加大,握裹力不一定加强,而对腹板断面削弱加大。

四、国内、外关于竖向筋的情况和信息

4.1 1989年湖南省长沙湘江北大桥试用过无粘结预应力筋(见图1)。由于当时对竖向预应力筋压浆质量的怀疑,在主孔斜拉桥和边孔顶推连续梁几段箱梁腹板中,试用了无粘结预应力筋。后来,引起争议很大。由于对竖向有粘压浆质量存在的问题认识不足,对无粘结筋的设计理论也认识不深;加上当时无粘结筋施工工艺过于草率,试用很快就停止了。

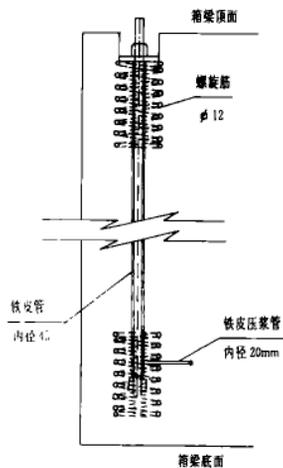
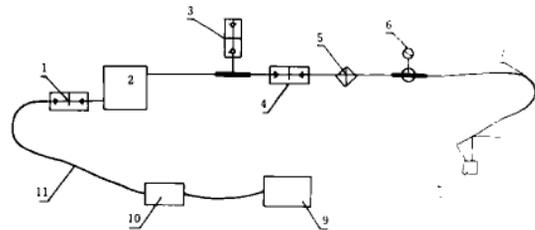


图1 竖向预应力筋压浆设计图

4.2 针对竖向预应力的压浆质量难以保证,铁路部门提出一种新型预应力筋工艺——缓粘结预应力筋。即在预应力筋上包裹一层缓凝结砂浆,要求这种包裹砂浆安装到结构上,25天后逐渐硬化。张拉锚固前如无粘结,在张拉锚固完成后,逐

渐硬化,产生粘结,最终形成有粘结筋,缓粘结筋是一种具有无粘结筋施工工艺特点的有粘结筋。在设计计算和工艺操作方面有其自身特点:摩阻损失计算时,要考虑缓凝结砂浆同预应力筋之间的摩阻;在工艺操作上要求缓粘结筋必须在工艺规定的时间内完成张拉锚固,才能保证预应力的正常建立。为了保证包裹砂浆具有良好的缓凝效果,对包裹层工艺要求高。

4.3 真空灌浆工艺(见图2)。目前国外尤其是欧洲已开始普遍采用这种工艺,并且起到了良好的效果。我公司承建的南京长江二桥主桥斜拉索塔上采用了这种工艺。技术和主要设备都是瑞士VSL公司进口的。工艺是从水泥浆的拌制入手。配合比是压浆质量的一个主要因素。所以采用专用搅拌设备,水泥浆内加外掺剂,使水泥浆的水灰比在0.3—0.4,且增塑、微膨胀。管道密封性要求高,采用新型的成孔材料——塑料波纹管,压浆过程采用又压又吸的工艺,压浆效果良好,但工艺要求高,费用昂贵。



图中:1. 球阀 2. 构件 3. 球阀 4. 球阀 5. 过滤器
6. 真空压力表 7. 高强度橡胶管 8. 真空泵 9. 搅拌机
10. 灌浆泵 11. 输浆胶管

图2 真空灌浆施工装置布置图

4.4 1997年《桥梁建设》第3期,发表了铁道部大桥局桥梁研究院周履教授的《无粘聚力筋与体外力筋预应力混凝土桥梁的发展历程和现状》一文。列举了无粘结与有粘结两种预应力混凝土结构的优缺点,并指出“由于体外力筋无粘聚力筋防腐措施的改进,促进了结构形式和施工工艺的发展;另一方面是由于管道压浆的后张梁质量的可靠性受到怀疑……,引导人们去更多地考虑先张法及无粘结体外力筋的后张法混凝土结构”。该文在无粘聚力筋预应力砼结构的设计计算方面,对锚具、连接器、套管、防腐包裹材料的技术要求,对构造的细节方面都作了详细介绍,还介绍一些国外有代表性的桥梁实例。

五、关于竖向预应力筋压浆工艺的设计

5.1 仍采取有粘钢筋工艺。在学习国外先进工艺的基础上,使材料、设备逐步国产化,降低成本,完善和改进压浆工艺。

(1)确保竖向压浆管道畅通牢固,并在张拉端设置持压装置(见图3)。在两头锚垫板上焊接一节长6cm的钢管,这样增强了锚垫板的承压刚度,将竖向筋的波纹管固定在钢管内,并用胶布密封。在固定端管旁焊一节小钢管,将压浆塑料管插入,使进浆管牢固,上面锚垫板上斜钻一孔,与管内相通,作为排浆孔,并插一根小塑料孔引出来,并有80cm作为持压长度,张拉锚固后,用高标号砼密封张拉端。

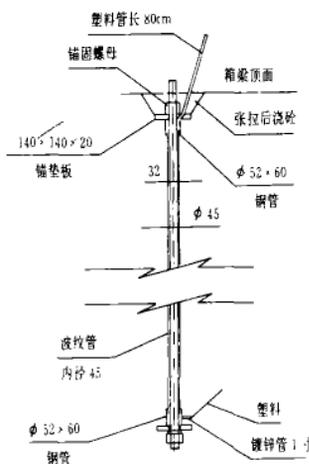


图3 有粘结竖向预应力筋结构图

(2)提高水泥浆质量。与真空灌浆法相同,在水泥浆中加外渗剂,使水灰比在0.3—0.4,且增塑,微膨胀。

(3)改进压浆工艺,改变过去用大压浆机压浆方法,研制一种专用小型压浆机,要求排浆量小,压力均匀持速,使压浆过程有一个具体时间完成。在北方农村打农药的机子基础上进行改进,排浆量比其大,并改人工操作变为电机自动。

5.2 竖向预应力筋采用部分粘结、部分无粘结的组合结构(见图4)。即在预应力两端都采用有粘结,中部部分采用无粘结,为弥补无粘结的不足,适当配备构造钢筋。下面固定端另增加30cm左右钢筋不套管,作为锚固端的补充,这一段距离在箱梁底板与腹板相交的承托范围内,另外,张拉端上方40cm范围,设置压浆锚固部分,用环氧树脂砂浆来填充,或者拌好环氧树脂砂浆,在张拉

时,涂在钢筋上,增加锚固力。工作都在桥面上进行,操作方便,质量易控制。

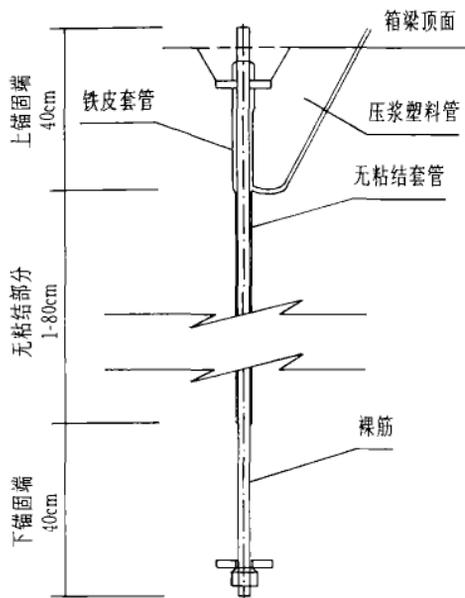


图4 竖向预应力筋有粘结、无粘结组合示意图

结束语:

预应力施工质量,特别是压浆质量,在桥梁结构中确实还存在不少问题。过去设计人员认为,这完全是一个施工工艺问题,作为施工人员认为按照设计的去做,效果怎么样也不管,这个问题应该引起桥梁界的重视了。这里除合理设计,改进工艺,精心施工,规范质量管理体系外,还有一个经济问题,应该合理地确定预应力构件的造价,要办好事,该花的钱必须花,不要只顾眼前利益,适得其反,这类教训国内外已经够多了,工程一个一个地搞好,一劳永逸,使桥梁结构安全、牢固,造福人民,更好地为经济建设服务。

参考文献:

1. 周履,无粘结力筋与体外力筋预应力混凝土桥梁的发展历程与现状,《桥梁建设》(1997.3)。
2. 张杏芬,无粘结预应力粗钢筋在北大桥的试用。《湖南交通科技》(1991.3)。
3. 严文清等,一种新型的预应力筋工艺——缓粘结预应力筋。《桥梁建设》(1994.4)。
4. 杨高中等,连续刚构桥在我国的应用和发展。《公路》(1998.6)。
5. 帅长斌等,樟树大桥施工简介。《公路》(1996.11)。
6. 唐小萍等,真空灌浆工艺在预应力混凝土结构中的应用研究。2000年中国土木工程学会年会论文集。