

影响夹片式锚具锚固性能的综合因素之我见

10
36-39

周明华

TU757.2

【摘要】笔者从大量不同品种的夹片式锚具试验中发现,影响夹片式锚具锚固性能的因素不仅与锚具本身质量有关,而且与钢绞线的质量和力学性能有关。笔者认为锚具本身的质量固然重要,但由于目前钢绞线的极限强度居高不下,对锚具的影响不可低估。因此,制约钢绞线的强度和提提高钢绞线的产品质量已成当务之急。

一、概述

众所周知,后张预应力张拉锚固体系是由锚具和预应力钢筋组合而成,缺一不可。若两者组合和匹配达到最佳状态,其锚固性能就能达到国家标准GB/T14370-93中规定的一类锚具要求,即锚固效率系数 $\eta_a \geq 0.95$ 、总极限应变值 $\epsilon_{mu} \geq 2.0\%$ 。就目前国内用量最大的逐根独立锚固的夹片式锚具而言,要都能满足这一要求,还是有相当距离的。由于使用时,锚具不可能指定选择钢绞线,同样钢绞线也不可能指定选择锚具,所以要做到两者最佳状态的组合与匹配是有难度的。这主要涉及到我国锚具和钢绞线生产的总体水平不高。由于生产厂家众多,加之生产技术的差异,原材料的来源不同和质量不稳定。所以其产品规格、尺寸、生产工艺和性能指标等做不到完全统一,而导致产品质量有较大的差异,从而增加了许多影响锚具锚固性能指标的不确定因素。

过去我们总认为,锚具的锚固性能一旦不合格,主要归咎于锚具的质量不行,只从锚具方面找原因,而忽略了钢绞线对锚具锚固性能的影响,这是片面的,可以说是不公平的。试验证明两方面因素都有,而且有时钢绞线的影响很突出。

笔者长期从事锚具的检测工作,近两年来做了大量不同品种的夹片式锚具试验,尤其是南京长江二桥和苏北高速公路建设中的多孔夹片式锚

具和扁锚,试验中发现不少问题,本人从检验的角度,结合我国的锚具和钢绞线的生产状况,谈一谈个人看法,供专家们参考。

二、独立锚固的夹片式锚具的生产和质量状况

(一) 生产现状

夹片式锚具从70年代后期在我国推广应用以来,目前已广泛应用于房屋结构、桥梁、港口、水工、大坝和核电站等,随着国家对基础设施投资力度的加大,用量逐年大幅度增加,据不完全统计,截止1998年底,夹片式锚具的年产量已超过一亿孔,按每孔30元计算,年产值为30亿元以上,而1993年年产量仅300万孔。锚具生产厂家已发展到近百家,仅柳州、合肥、开封三地号称全国三大锚具城,有生产厂近60多家,江苏有9家。其他分布在上海、浙江、湖南、四川、东北等地,现在还有继续扩大的趋势。特别是中央政府今年确定了西部地区大开发的政策,而且重点是交通基础设施的投资,因此锚具的年产量还将大幅度增加。

(二) 夹片式锚具的品种和质量现状

1、品种

按孔数分为单孔锚和多孔锚两大类,目前最多可做到54孔。按几何形状分为圆锚和扁锚。按夹片形式可分为二片式和三片式。工作锚广泛采用二片式。二片式夹片又可分为开变形槽和不开变形槽的两种。按齿形可分为粗齿和细齿两大类,一般工作锚采用粗齿,工具锚采用细齿。

周明华 东南大学土木工程学院高工

2、夹片式锚具的质量现状

由于锚具的生产利润比较高,近几年有一哄而上的趋势。可以说全国除了原来生产历史较长的少数几个厂家质量还可以之外,大部分厂家生产质量还不能说得上过关,不要说达到国家标准规定的一类锚具,就是要达到二类锚具要求都很困难。要是按国家标准严格检验的话,这绝不是危言耸听,整个质量现状就是这样。1993年锚具的国家标准颁布以前,因为没有标准可依,当然谈不上对锚具有检验的要求,只要生产出来就可以用。这就避免不了出现豆腐渣工程。根据交通部有关调查资料获悉,我国已建成使用的预应力箱形桥梁,没有一座桥的箱形底板不出现裂缝,当然这里有设计原因、有施工原因,但不能排除锚具质量的原因。1996年12月建成通车的广东某高速公路上建有的17座桥梁中,通车三个月以后发现有14座桥梁出现不同程度的裂缝。重庆是山城,特点是桥梁多,1998年重庆彩虹桥倒塌之后,重庆市有关部门组织调查了重庆市的近百座桥梁,调查发现大部分桥梁存在问题,以致重庆人现在似乎是谈桥色变,担心走到哪座桥上会塌下去。1998年10月沈四高速公路青阳河大桥出现事故后,引起国务院和交通部领导的高度重视。当然这些工程中出现的问题,不能完全归咎于锚具质量问题。但是锚具的质量好坏是专家们关心的热点问题之一。因为锚具对后张预应力桥梁结构来说是生命线部件,是直接影响到桥梁结构有效预应力的建议及桥梁寿命的重要因素。1999年7月国验收黄石和铜陵长江大桥时,参加验收的专家们与以往不同的是,特别关心的问题是锚具、波纹管 and 孔道灌浆的质量问题。显然提出这一问题的原因是与已建成的预应力桥梁普遍出现裂缝有关。

3、影响锚具生产质量的主要因素

① 材料的选用

材料是产品质量的源头,材质的优劣对锚具

夹片的影响较大,即使是同一钢号、生产厂家不同,材质差别也会很大,从而会导致锚具生产质量不稳定。例如夹片材料20CrMnTi,国内有好几家特种钢厂生产(黄石、西宁、北京等)、质量较好的一家,价格较贵,经常供不应求。一些缺乏实力的厂家从成本角度考虑而选用价廉质劣的材料,生产的锚夹片当然难以通过检验。

② 锚具的技术含量很高,生产锚具必须有资质

不同品种锚具的规格、尺寸(锚板的直径、厚度)和夹片的形式、尺寸、角度、齿形等技术参数都是由设计确定的,技术含量很高,不可随意生产,必须按设计图纸加工,生产锚具必须有资质。但是我国的锚具生产只有少数几个大厂有设计研究和技术开发能力,还有少部分厂家联合了科研设计部门或大专院校进行了产品设计和开发,或购买技术专利。但还有相当一部分厂家根本不具备生产条件,什么也不懂,技术力量也没有,也盲目地生产锚具,其质量是可想而知的。

③ 锚夹片的热处理工艺和硬度指标

热处理的目的是为了提高锚具零件的硬度,由于热处理工艺的不同,再加之材料选用的差别大,热处理对锚夹片硬度影响随之增大。国家标准GB/T14370-93,包括建设部和交通部行业标准对锚夹片的硬度只规定了要检查和抽样比例,但对具体硬度指标未作具体规定。所以目前硬度检验主要依据生产厂家的企业标准规定。而生产厂家的企业标准规定很不统一,归纳起来有三种:HB、HRC、HRA。厂家确定硬度标准的依据是什么?我们在检验中发现,全国只有OVM等少数厂家能说清楚确定硬度标准的依据,其企业标准和产品质保书也比较规范,而其他大部分厂家可以说是照抄照搬。

三、预应力钢绞线的生产和质量现状

由于预应力钢绞线的规格和力学性能对锚具的锚固性能有不可低估的影响,所以有必要介绍

一下我国钢绞线的生产和质量现状。

我国预应力钢绞线生产有近40年历史,最早开发生产的是天津金属制品厂(现在是天津钢丝一厂和钢丝二厂),品种和强度等级也有所增加。国家冶金部先后颁布过两次国家标准,即GB5224-85和GB5224-95。

改革开放以后,钢绞线生产有了很大的发展,先后从国外引进了19条低松弛钢绞线生产线,主要分布在沿海地区,其中江苏有四家厂7条生产线。最早引进的是江西新华金属制品有限公司,采用的标准是美国ASTM A416-90a(98a)标准,生产用的原材料82KB在90年代末期,基本上依赖进口。主要来自日本神户钢铁公司,所以钢绞线质量还比较稳定。1999年下半年国家经贸委发文停止进口,一律使用国产原材料。主要供应厂家有宝钢、鞍钢、马钢、沙钢等。这些厂家的产品质量、价格差距较大。生产钢绞线的厂家如何选用?首先追求低价格,然后再考虑产品质量,或者是两者兼顾混合选用,所以从1999年下半年以来,钢绞线质量波动较大。其中存在的主要问题是钢绞线的根限强度居高不下,1860级的最高达到2050MPa,普遍在1960~2000MPa左右。主要原因是原材料的强度居高不下。据上海宝钢介绍,82KB原材料 $\Phi 12.5$,冶金部规定强度1170MPa,其钢绞线强度能控制在1860~1950MPa之间。而目前实际强度均在1230MPa以上,其钢绞线强度肯定大于1950MPa以上。但由于我国国家标准和美国标准ASTM中规定强度 ≥ 1860 MPa,延伸率 $\geq 3.5\%$ 均为合格产品,而对其强度的上限未作任何限制。

四、影响夹片式锚具锚固性能的综合因素

(一) 钢绞线对夹片式锚具的影响

1、钢绞线强度影响

独立锚固的夹片式锚具是按钢绞线极限强度1860MPa计算的承载力设计的,而目前钢绞线极限强度普遍在2000MPa左右,其屈服强度已接近

1860MPa,多次试验证明,钢绞线的延伸率很难做出来,导致钢绞线在夹片切口处剪断。

2、钢绞线的表面硬度影响

通常情况下,钢绞线强度在1860~1950MPa范围内,其表面硬度为HRC44-48左右,夹片设计硬度为HRC58-64,两者硬度之差 \geq HRC10以上,其组合与匹配最佳。若夹片的硬度达不到设计要求,两者硬度差 \leq HRC10以下,容易产生滑丝现象。由于目前的钢绞线极限强度普遍在2000MPa上下,其表面硬度相应增高,根据硬度检测结果,其硬度值达到HRC55以上,即是夹片硬度达到设计要求HRC60上下,其硬度控制 $<$ HRC10以下,在这种情况下,不仅会出现滑丝现象,还会引起夹片跟进不一和钢绞线剪坏现象。

举例:1999年10连徐高速公路某段应用了安徽某两厂家的锚具,钢绞线强度大于1990MPa,两家锚具均未通过,后来改用强度 ≤ 1930 MPa的钢绞线都通过了。

2000年3月宁靖盐高速公路某标段,应用安徽某厂家的锚具,采用4个厂家的钢绞线做试验,其中三家的钢绞线未能通过,强度大于1960MPa以上,换了一家强度1910MPa的钢绞线做过去了。

(二) 锚具本身质量对其锚固性能的影响

1、锚具锚孔的锥度尺寸和夹片角度尺寸的配合

锚孔的锥度(角度)尺寸和夹片角度尺寸的加工过程是技术含量比较高的过程,如果达不到设计要求,超过设计误差范围其组合和匹配将达不到最佳状态,其锚固性能肯定做不过去。而且这种误差很难发现。1999年5月我们检验苏南某高速公路使用的安徽某厂生产的4孔和5孔锚具,钢绞线强度1930MPa,做了2组6束,一束未能做过去。后来厂家自己检查发现夹片的角度误差偏大,是由于外圆磨床轴偏心造成的,找出原因纠正后,复检都做过去了。

2、扁锚的几何尺寸的影响

扁锚是交通部公路规划院在铜陵长江大桥建设中开发应用的,短短几个月中,目前在桥梁建设和房屋结构中已得到广泛应用。工程实践中发现扁锚亦有许多不完善之处,应用时要看用在结构的什么部位,不可到处乱用。

扁锚目前有2孔、3孔、4孔、5孔等四种形式,2孔和3孔问题不大,主要是4孔和5孔扁锚板及锚板边孔的几何角度,按设计 requirements 是3.5~5度,钢绞线在端部分布成扇形状。但实际产品的几何角度,多数达不到设计要求而偏小。现场张拉时是逐根张拉独立锚固。而做锚固性能试验时是逐根预紧、整束张拉,一般情况下很难通过。

其次就是锚板上的孔,加工时不成一条线,而有偏位现象,这样张拉时容易产生偏心受力,试验时劈成两半,最近宁靖盐高速公路施工中也出现过、非常危险。

3、锚夹片的硬度对锚固性能的影响

① 夹片的硬度的影响

根据夹片的设计硬度指标HRC58-64或HRA78-84,通过热处理必须达到,否则很难锚住。但是,也不能再提高,否则夹片会开裂甚至碎掉。试验中已出现过。

② 锚板硬度的影响

对于锚板的硬度要求,一般为HRC17-30或HB200-300,但目前有一种降低硬度要求的趋势,甚至对锚板不热处理。市场上已有这种产品出现,锚板采用的材料有区别,一般采用40Cr。对锚板降低硬度以后,会否产生大的锚具变形影响,目前还没有试验数据来证明,笔者认为,锚板的硬度可以适当降低,但不可以取消硬度指标的要求。

五、几点建议

1、锚具生产性能有资质,政府主管部门必须归口管理和严格审查,无资质厂家坚决制止。

2、锚具生产必须规范化,对材料的选用和质量要求规范中必须强行规定。

3、锚夹片的硬度指标,规范中没有的必须给予补充规定。

4、加强对锚具的质量检测和监控,无检测报告不准施工,坚决杜绝伪劣锚具进入市场。

5、钢绞线的生产,其极限强度的上限必须加以限制,强度等级1860MPa的其上限不能大于1950MPa。若钢绞线的强度等级今后发展到2000MPa或2100MPa,其锚具的设计也应跟上。否则两者很难配合。

(上接第21页)

伸长值: 钢丝束 1束=113.7mm

2束=95.5mm

3束=80.2mm

钢束 11束=73mm

12束=53.6mm

四、加固后的效果

整体加固完毕后进行载重试验,用四辆30t载重卡车分两排行驶通过测得,T梁悬臂端部的挠度为3.96mm,设计值为17mm。跨中梁底部挠度为3.67mm,设计值为14mm。实测值均小于设

计值,达到和超过了加固的要求,证明用体外预应力加固该险桥是成功的。

通过这次以芜湖中江桥的加固过程,收益不少,当然在某些节点的处理上,采用其它一些新材料可能更简单,这将在以后加固险桥时改进探讨,总之,用体外预应力法来加固危桥是一种既方便又经济的加固方法。

注: 本文原载于2000年5月东南大学华东预应力技术联合开发中心、江苏省土建学会预应力学术委员会《迎接新世纪的华东预应力技术论文集》。