

美国PTI标准钢绞线锚固体体系认可试验要求

裴 骥¹ 田 园²

(1 中国建筑科学研究院 北京 100013 2 杭州浙锚预应力有限公司 杭州 311402)

摘 要:针对锚固体体系性能试验中缺少美国标准的参考内容,摘译美国后张预应力学会(PTI)1998年发布的《预应力后张体系的验收标准》(Acceptance Standards for Post-Tensioning Systems),补充完善夹片式钢绞线锚固体体系的认可项目的内容,供国内行业内生产、科研和认证单位参考。

关键词:锚具组件 静载试验 动载试验

DOI: 10.13211/j.cnki.pstech.2016.05.008

前言

中国的预应力混凝土技术研究和工程实践,始自上世纪50年代,对锚固体体系的性能试验都是主要参考欧洲技术进行的,主要标准有:(1)英国标准,“后张法结构用预应力锚具性能规程”(BS 4447-1973);(2)国际预应力混凝土协会的建议,“后张预应力体系验收建议”(FIP 1981、1990、1993);(3)欧洲标准化委员会发布的欧洲标准,“后张预应力体系的力学性能试验”(EN 13391-2004);(4)欧洲技术认可组织EOTA发布的“后张预应力体系的技术认可准则”(ETAG 013,2002)等。中国的国家标准“预应力筋用锚具、夹具和连接器”(GB/T 14370-)1993、2000、2007和2015历次版本也多参考欧洲标准,参考美国标准的内容较少。美国关于预应力体系的标准有两份,其一为美国国家公路和运输协会(AASHTO)发布的“LRFD桥梁施工规范”其中第10章为预应力部分的标准;具有半官方性质。其二为美国后张预应力学会(PTI)发布的“预应力后张体系的验收标准”(1998);条文具体易操作,与AASHTO规范无矛盾。

欧洲、美国和国际各标准都是针对“预应力体系”制订的,体系中包含预应力筋、锚具(连接器)、锚垫板、预埋钢筋、孔道护套等,有时还包括张拉、灌浆设备等。而中国的标准是锚具、夹具和连接器的产品性能标准,与欧美不完全对口。例如预应力筋—锚具组装件的静载试验,欧美规定的组装件合格与否,同时包含了预应力筋和锚具两种组件的因素;而中国标准则用

来只判定锚具合格与否,往往并不追究预应力筋是否有问题。

近年来,中国的预应力工程越来越多走出国门,外国监理往往提出采用美国标准进行试验的要求。而我国的锚具生产厂和试验认可单位对美国标准并不清楚,希望希望能够了解美国的标准要求。

美国后张预应力学会(PTI)1998年发布了《预应力后张体系的验收标准》(Acceptance Standards for Post-Tensioning Systems),内容包括预应力材料、锚垫板、组装连接作用、孔道护套、质量鉴定试验和安装设备,涉及面很广泛。该标准列出了《预应力体系认可试验要求项目摘要》,给出了预应力锚固体体系认可试验的项目要求和试验数量。本文将主要介绍夹片式钢绞线锚固体体系的认可项目部份的内容。

1 锚具组件的静载试验

用于有粘结和无粘结预应力混凝土结构的锚具,应进行下列试验:

1.1 钢绞线试验

1.1.1 试验要求

预应力钢绞线必须符合美国ASTM A 416“预应力混凝土用1×7型无涂层钢绞线的标准规程”。

环氧涂层钢绞线必须符合美国ASTM A 882“1×7型环氧涂层钢绞线的标准规程”。用于涂层的钢绞线应满足ASTM A 416的要求。

符合ASTM A 886要求的刻痕钢绞线可以用于地锚。

上述ASTM规程适用于最新版本。

1.1.2 试验数量

钢绞线试件应根据不同规格、不同等级和不同生产厂家的产品来取样,并且每个试件要从不同盘卷上截取。如果有三根试件成功通过了质量鉴定试验,则应肯定试验的钢绞线按第1.1节的要求其力学性能和松弛性能符合现行ASTM A 416标准的规定。

1.2 特殊型(即铸造型——译注)锚垫板的试验

PTI标准的C3.2.2条认为满足FIP“后张体系验收建议”的锚具,也可以被认为满足了这条要求。

1.2.1 试块尺寸

取决于锚垫板的形状,试块应是一个正方形或矩形棱柱体,其中应包含有代表性的预应力筋、预埋件,包括喇叭管和管道。

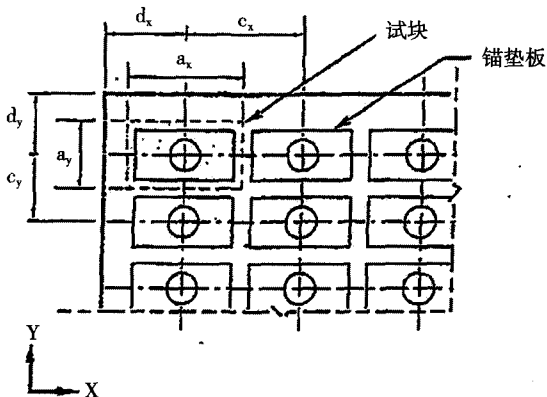
试块还应满足下列要求:

(1) 试块各方向的宽度和深度应取用下面两个数值的较小值:

(a) 从锚垫板中心线到混凝土结构表面的最小边距的两倍。

(b) 锚垫板中心到中心间隔的最小值为3in。(参见图1)

【译注:试块横截面尺寸是根据锚具已经在混凝土结构上的布置尺寸确定的。】



如	则
$2d < c$	$a=2d$
$2d > c$	$a=c+2 \times 3 \text{英寸}$

a_x, a_y ——试块横截面尺寸

c_x, c_y ——锚垫板中心到中心的最小间隔距离

d_x, d_y ——锚垫板中心到混凝土结构边缘的距离

图1 试块截面

(2) 采用试验机加载,且只包含单个锚具及其局部承压区的试块,其长度至少应为横截面较大边长的两倍。

(3) 采用张拉试验预应力筋束进行加载,且两端各包含一个锚具及其局部承压区的试块,其长度至少应为横截面较大边长的四倍。

(4) 局部承压区中的钢筋,应能代表真实结构要求的局部承压区钢筋。

(5) 试验时混凝土的强度,不应超过体系规定的张拉预应力时最小强度,当为普通混凝土时也不应超过龄期28天的圆柱体试块强度的85%,当为轻质混凝土时不应超过这一强度的70%。

1.2.2 试验程序

试验荷载应通过试验机或较大规格的预应力钢绞线束加在锚板上、或锚具螺帽上。荷载应分阶段达到极限抗拉强度最小值(MUTS)的40%,再加载到80%。当荷载达到40%MUTS时,应该持荷10min,以便检验裂缝情况。当荷载达到80%MUTS时,应该持荷1h。然后再加载到极限抗拉强度最小值MUTS的120%,之后,再增加荷载,直到试块破坏,或加载到试验设备所能提供的最大荷载为止。(译注:MUTS为“Minimum Ultimate Tensile Strength”的缩写。)

1.2.3 验收标准

(1) 当荷载达到40%MUTS时,试块混凝土裂缝宽度不应超过0.002in(即0.05mm)。

(2) 持荷80%MUTS 1h,混凝土裂缝宽度不应超过0.010in(即0.25mm)。

(3) 荷载达到120%MUTS时,试块不应破坏。

1.2.4 试验数量

适用于每一规格预应力束的特殊型锚垫板,如果相同的三个试块成功通过了质量鉴定试验,就可以证实满足了第1.2节的要求。每件锚垫板试件应取自不同炉号。(用钢板焊接加工的基本型锚垫板,如能符合原PTI标准第3.1节的设计标准,就不要求进行质量鉴定试验。)

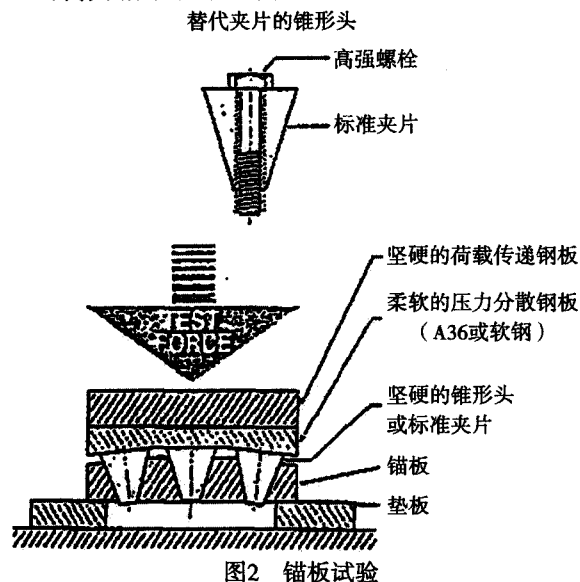
1.3 锚板试验

1.3.1 锚板试验要求

锚板的承载能力是否充分,应通过静载试验来证实(试验装置参见图2)。试验数量在第1.3.2节中规定。锚板应该满足下列要求:

(1) 在荷载达到预应力筋极限抗拉强度最小值的95% $MUTS$ 之后并释放荷载,锚板顶部表面的永久挠度,不应超过净跨(等于锚垫板的承压面孔径)的 $1/600$ 。所做试验的锚板,其支承状态应和在锚具组装件时相仿。也可用标准体系的夹片拉试件的钢绞线以施加荷载。

(2) 在静载试验中,对锚板施加的荷载,应直到锚垫板破坏,或荷载达到试验设备的最大荷载值。这个试验应模拟预应力筋力作用于夹片上的传力情形。破坏力至少应达到 $120\%MUTS$ 。



1.3.2 试验数量

对应于每种规格预应力筋的锚板,如果成功通过了三个试件的质量鉴定试验,就应证实其性能满足了第1.3节的要求。每件锚板试件均应取自不同的热处理炉号。

1.4 钢绞线与夹片的配合试验

1.4.1 钢绞线—夹片连接作用的性能要求

钢绞线—夹片连接作用应采用单根钢绞线—夹片组装件试验。对每种钢绞线和各种夹片的组合,都要进行单独的试验。主要考虑以下几个因素:

- 夹片性能
- 钢绞线尺寸
- 强度等级
- 生产厂家

为了达到试验的目的,钢绞线和夹片应组装在由相同材料和具有相同锥形孔尺寸及表面光洁度的锚板上。

第1.4.2节规定了试验数量。50%的试验应在锥形锚孔内涂抹钼基润滑油;另外50%的试验不应在锚孔中涂抹润滑油,这代表体系允许的最粗糙锚孔的状态。

单根钢绞线—夹片连接作用应满足以下试验要求:

静载试验中,单根钢绞线—夹片连接作用,试验在持荷达到该种钢绞线实际极限抗拉强度的95%仍能正常锚固,钢绞线在破断前的延伸率应达到2%。

1.4.2 钢绞线—夹片连接作用的试验数量

由每种钢绞线、每种夹片和每种锚孔组合的单根钢绞线—夹片连接作用试件,均应满足下述要求:

用于有粘结和无粘结预应力体系的锚具静载试验,每一种试件至少进行30个试件的连续试验,并满足第1.4.1节的试验要求。试验应使用相同的试验设备和试验程序,只是15次试验应在涂有润滑油的锚孔中完成,另外15次试验在无润滑油的糙面锚孔中完成。

2 锚具组件的动载试验

用于无粘结预应力混凝土结构的锚具,应进行动载试验:

2.1 钢绞线与夹片的配合试验要求

动载试验中,单根钢绞线—夹片连接作用应能承受至少500,000次的循环荷载试验,循环荷载为钢绞线实际抗拉强度的60%至66%;然后,试件再承受钢绞线实际抗拉强度40%至80%的循环荷载试验。试件钢丝不应断裂。

2.2 试验数量

对于无粘结体系的动载试验,应满足上述第2.1节的要求完成4个试件的成功试验。试验应使用相同的试验设备和试验程序,只是两次试验应在涂有润滑油的锚孔中完成,另外两次试验应在无润滑油的干燥锚孔中完成。

3 锚固体系的质量鉴定试验

3.1 用于有粘结和无粘结混凝土体系时应进行的试验

静载试验的要求和试验数量。

用于有粘结和无粘结体系时,预应力锚固体系的质量鉴定试验:

对于每一规格的预应力筋,都要求进行一次有代表性的将预应力筋埋入混凝土块体的足尺试验。此项试验应将预应力筋的全部零件,包括局部承压区加强钢筋,诸如螺旋筋、正交网片筋和混凝土表层钢筋,按要求予以设置。测试力应由本体系专用的张拉千斤顶设备进行施加,以证实其适配性。

(1) 混凝土测试块体的尺寸应符合第1.2.1节的规定。

(2) 试验程序应符合第1.2.2节的规定,只是在千斤顶张拉力达到钢绞线极限强度最小值MUTS的80%后,应该继续增加到至少95%MUTS。

(3) 混凝土裂缝尺寸应符合下述规定:

(a) 当千斤顶张拉力达到40%MUTS时,混

凝土裂缝宽度不应超过0.002in(即0.05mm)。

(b) 持荷80%MUTS1h,混凝土裂缝宽度不应超过0.010in(即0.25mm)。

(c) 张拉力达到95%MUTS时,试块不应破坏。

3.2 用于无粘结混凝土时应进行的试验

动载试验的要求和试验数量。

对于每一规格的预应力筋,都要求进行一次有代表性的足尺预应力筋试验,包括锚具组装件和连接器组装件(如果使用连接器的话)。预应力筋应经过500,000次的60%MUTS至66%MUTS的循环荷载和50次的40%MUTS至80%MUTS的循环荷载,预应力筋不出现破坏。

注:本文参考了董建伟的译稿《PTI预应力后张体系的验收标准》。

信息视窗

《预应力技术》约稿函

《预应力技术》前身为《OVM通讯》和《海威姆预应力技术》。《OVM通讯》创刊于1997年,《海威姆预应力技术》创刊于2000年。2004年,两刊合并为《预应力技术》。由中国科学技术发展基金会欧维姆预应力技术发展基金和柳州欧维姆机械股份有限公司联合主办,双月发行,截止至2015年12月已发行113期。刊名由我国著名桥梁专家、两院资深院士李国豪题写。目前,《预应力技术》在业内已具有较大的影响,被CNKI中国期刊全文数据库、SWIC中文科技期刊数据库和Airiti Library(台湾华艺线上图书馆)等数据库全文收录。

一、办刊宗旨:为预应力技术行业提供一个学术讨论的园地,以便利于交流预应力技术经验,活跃预应力学术气氛,推广预应力技术的应用,促进预应力技术的发展。

二、栏目设置:《预应力技术》开辟预应力技术工程设计与施工、预应力产品开发与应用、预应力技术研讨与交流,新技术、新材料、新结构、新产品的介绍与信息等栏目,刊登国内外有关预应力方面的技术文章与报道。它的发送对象为我国高等院校、科研部门、设计施工单位及有关专家、学者、工程技术人员。

三、征稿对象:凡工作或研究方向涉及预应

力技术,包括桥梁、建筑、水利水电、岩土锚固等领域的广大专家、学者及工程技术人员。

四、来稿须知:

1、为了提高办刊质量,本刊长期向国内外的专家、学者、工程技术人员等征集稿件。来稿一经发表,编辑部按规定支付稿酬,并赠送样刊,欢迎您投稿并来函来电。

2、来稿不涉及保密、署名无争议等,文责自负。本刊有权对文稿进行删改,如不同意删改,请投稿时注明,本刊因工作量大,请作者自留底稿,恕不退稿。

3、来稿请附作者简介,内容包括出生年月、性别、职称、职务、学历、主要荣誉及联系方式(通讯地址/邮编/电话/电子邮箱)。投稿2个月如如无接到采用通知,可另行处理。

《预应力技术》编辑部

稿件寄送及联系地址:广西柳州市阳和工业园阳惠路1号《预应力技术》编辑部

邮编:545006

电话:0772-3116594

传真:0772-3116594

电子信箱:yyljs@ovm.cn

联系人:王英 陆劭红