

影响现场测定锚口摩阻损失的常见问题

蒋业东 陈钰焯 谢雄文 韦 伟 温朝臣

(柳州欧维姆机械股份有限公司 柳州 545005)

摘 要:在桥梁预应力钢绞线张拉施工过程中,对锚口摩阻损失进行现场试验测定,并根据试验结果调整张拉力,是准确控制有效预应力的重要措施。准确测定现场锚口摩阻损失,以保证设计张拉力的准确施加,对确保工程质量具有重要意义。通过结合多起现场测定摩阻损失试验异常事例和经验,总结分析了影响现场测定锚口摩阻损失的常见问题并提出解决方案。

关键词:锚口摩阻 损失 预应力 试验

1 引言

在预应力构件中,张拉端锚具处的预应力筋由孔道伸入喇叭管(锚垫板)时将有一个转角,安装锚具后再次出现一个转角,因而在张拉时在转角处均会产生摩擦损失;当采用限位自锚张拉时,存在由于夹片逆向刻划预应力筋而引起张拉应力的损失;上述损失统称为锚口摩阻损失,也有称之为锚口和喇叭口摩阻损失、锚口和锚垫板摩阻损失、锚固端摩阻损失等。

在桥梁预应力钢绞线张拉施工过程中,要求现场进行试验测定锚口摩阻损失,并根据试验结果调整张拉力,以便保证准确控制施加预应力的要求。在铁道部发布的TB/T 3193-2008《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器技术条件》标准中,明确要求锚具的摩阻损失和喇叭口摩阻损失合计不宜大于6%,并给出了具体的试验方法:“本项试验可在混凝土试件或张拉台座(长度均不小于4m)上进行,混凝土试件锚固区

配筋及构造钢筋按结构设计要求布置,锚垫板及螺旋筋应安装齐备,试件内管道应顺直。试验两端安装千斤顶及传感器,张拉力按 $0.8 f_{pk} \cdot A_p$ 取值,用两侧传感器测出锚具和锚垫板前后拉力差值即为锚具锚口摩阻损失和锚垫板摩阻损失之和,以张拉力的百分率计,试验用的试件不应少于3个。每个锚具进行两次张拉测试,取平均值为测试结果”。并附试验装置示意图(见图1),为锚口摩阻损失的测定和计算提供了依据。

2 实验室测定OVM锚具锚口摩阻损失情况

2.1 试验对象

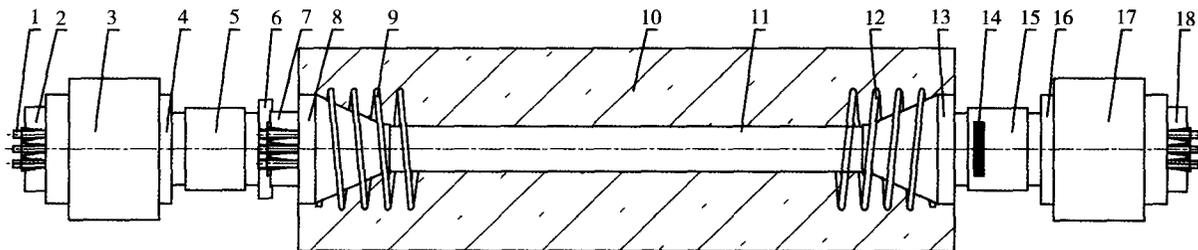
OVM锚具系列: M15-4\7\9\12\15\19\37

2.2 试验方法

试验按TB/T 3193-2008《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器技术条件》进行。

2.3 试验组件安装

图2为试验装置示意图,图3为试验现场图片。



1-预应力筋 2、18-工具锚 3-主动端千斤顶 4、16-对中垫环 5-主动端传感器
6-限位板 7-工作锚 8、13-锚垫板 9、12-螺旋筋 10-混凝土试件 11-预埋管道
14-钢质约束环(内径与管道直径一致,以避免预应力筋在固定端锚垫板处产生摩阻)
15-固定端传感器 17-固定端千斤顶

图1 锚口摩阻损失试验装置示意图

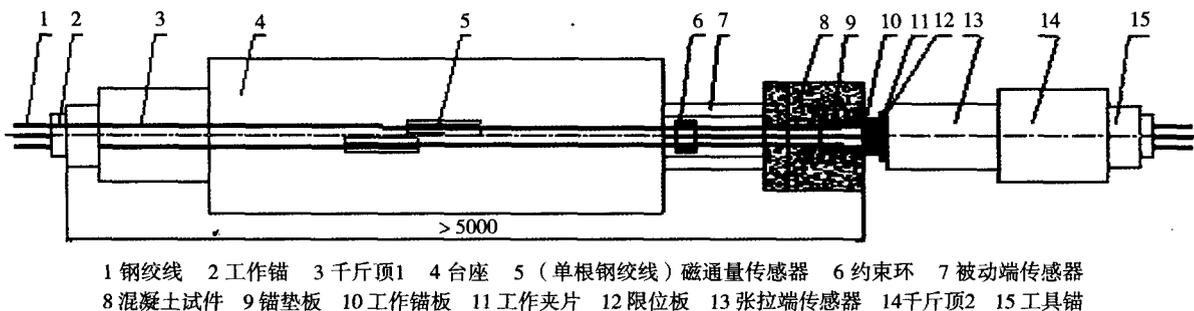


图2 OVM锚口摩阻损失试验装置示意图

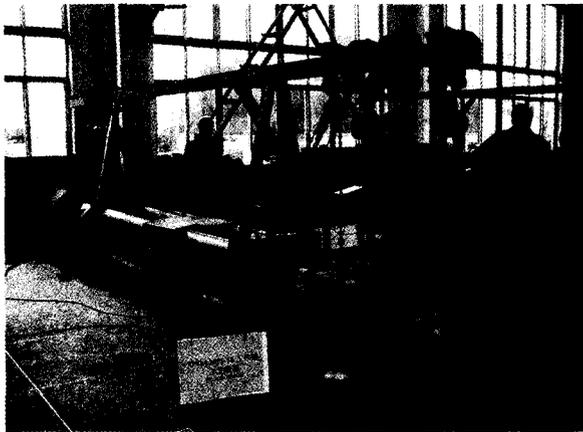


图3 OVM锚口摩阻损失试验图片

2.4 试验结果(见表1)

表1 OVM锚具系列锚口摩阻损失试验结果

OVM锚具系列	平均摩阻损失(%)
M15-4	0.63
M15-7	1.80
M15-9	2.40
M15-12	1.73
M15-15	1.93
M15-19	2.74
M15-37	2.37

从试验结果看,锚口和喇叭口摩阻均满足不大于6%的标准要求。

3 现场常见问题及分析处理

在OVM锚具实际应用过程中,接到一些工地的反馈,他们在工地现场所测锚口摩阻损失试验结果超出标准6%的要求,甚至有的达到百分之十几的损失,要求协助分析处理。通过处理这些现场测试锚口摩阻损失偏大的案例和经验,总结分析出现场测定锚口摩阻损失的几个常见问题并提出解决方法。

3.1 测力传感器端面受力不均或支撑不足引起的测力误差

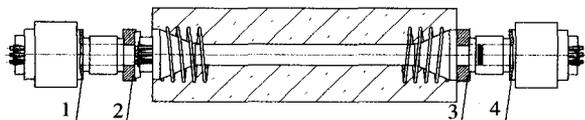
目前,现场所用测力传感器一般是电阻应变式测力传感器,它利用电阻应变效应测量力的大小,主要是在弹性元件上粘贴电阻应变片作为敏感元件,并通过与之配套的测量仪表直接显示测量力值。当其弹性体受力不均或支撑不足时,很容易引起测量误差。2010年7月曾处理的一起摩阻偏大的现场摩阻试验,就是因为测力传感器受力不均或支撑不足所引起的测力误差。

2010年7月接到中铁某局东莞制梁厂反馈,他们在进行9孔和13孔锚口和喇叭口摩阻试验时,锚口和喇叭口摩阻损失结果达到13%左右,摩阻严重偏大,要求去现场协助处理。到达试验现场后,初步了解到,试验用混凝土试件尺寸为 $450 \times 450 \times 5000\text{mm}$,两端预埋有锚垫板和螺旋筋,采用内径为 $\phi 85\text{mm}$ 的PVC塑料管成孔,制作良好,并未发现不利因素;但经进一步仔细检查后发现,锚垫板端面有较清晰的压痕,承压面很小,应是传感器部分压在锚垫板上所致。经询问,所用千斤顶为YCW350B型千斤顶,穿心孔径为 $\phi 175\text{mm}$,安装止口为 $\phi 250\text{mm}$;测力传感器为SC3000kN型数字式测力传感器,内径为 $\phi 130\text{mm}$,外径为 $\phi 186\text{mm}$;并未在此垫垫环,而锚垫板9孔安装锚板止口为 $\phi 148\text{mm}$,13孔安装锚板止口为 $\phi 172\text{mm}$,传感器端面均只有部分与锚垫板接触,且由于锚垫板承压部分为直接铸造成型面,平面度不高;与此同时在千斤顶端也仅垫有一块厚度为25mm的钢环,此钢环由梁厂现场直接切割打磨而成,无对中止口,表面也十分粗糙。因此,分析摩阻偏大可能是由于传感器受力不均所引起的测力误差,

于是让他们准备垫环，重新进行试验。

由于工地现场条件有限，只有25mm的钢板，切割打磨后将其作为垫环垫在锚垫板与传感器间，再次进行了9孔和13孔试验，通过两次试验，摩阻结果分别为9.1%和12%，仍然偏大。但在试验结束后发现25mm垫板均发生了较大变形，说明此垫环刚度不够造成支撑不足，需制作专用垫环重新进行试验。

OVM公司为此制作了专用垫环，厚50mm，热处理30~40HRC，两面均设计有止口或凸台，可便于对中安装。采用专用垫环再次进行了试验，试验组装图如图4，其结果为：9孔测得锚口摩阻损失为5.46%；13孔测得锚口损失为4.14%；均符合标准要求。



1、4-千斤顶与传感器间垫环 2-限位板与传感器间垫环
3-锚垫板与千斤顶间垫环

图4 现场锚口摩阻损失试验时增加垫环安装示意图

通过该工程所测得的试验结果（表2、表3）可知，通过配套专用垫环，能有效消除传感器端面受力不均或支撑不足引起的测力误差，确保试验所测摩阻损失的准确性。目前，由于工地现场条件有限，很多现场锚口摩阻试验都会出现传感器端面受力不均或支撑不足的问题，造成所测锚口摩阻损失不准确。笔者建议在现场进行锚口摩阻试验前，应充分重视该因素的影响，提前准备专用垫环进行试验。

3.2 预埋孔道弯曲变形造成的孔道摩阻损失

现场测定锚口摩阻损失，都是预先制作混凝土试件进行试验，制作混凝土试件时，往往由于预埋孔道定位不准或绑扎不稳，浇注混凝土后造成孔道弯曲变形，增加了孔道摩阻，造成锚口摩阻损失偏大，甚至严重超出规范要求。2008年湖南某工地反馈其在现场测得的锚口摩阻损失达到14%，亟待解决。技术人员到达现场后，经仔细查看后发现其预埋的波纹管严重弯曲，从一端无法看透过另一端。于是要求工地重新制作混凝土试件，保证预埋孔

道顺直，之后所测锚口摩阻损失正常。

保证预埋孔道形状完好，能有效消除或减小孔道摩阻损失对测定锚口摩阻损失的影响，因此，要求在制作混凝土试件时，定位钢筋应适当加密，且要求定位准确、绑扎牢固；预埋孔道的刚度较好，不易变形，不应有接头，也可用内径相同的厚PVC管代替。

表2 9孔锚口和喇叭口摩阻损失试验结果比较

配垫环情况	试验情况	第一次 (%)	第二次 (%)	平均 (%)
没配专用垫环	第一组	13.93	13.71	13.82
	第二组	14.97	14.86	14.92
	第三组	14.00	13.72	13.86
配25mm厚垫环	第四组	9.14	9.06	9.10
	配有专用垫环	5.39	5.53	5.46

表3 13孔锚口和喇叭口摩阻损失试验结果比较

配垫环情况	试验情况	第一次 (%)	第二次 (%)	平均 (%)
没配专用垫环	第一组	15.81	15.39	15.60
	第二组	16.17	16.17	16.17
	第三组	16.36	16.95	16.65
配25mm厚垫环	第四组	12.34	11.83	12.09
	配有专用垫环	4.32	3.95	4.14

3.3 预埋孔道偏小引起摩阻损失增大

2009年，广深港客运专线某工区进行OVM.M15-22锚具现场锚口摩阻试验时，测得的锚口摩阻损失达12%，严重偏大。到现场分析处理时，在查看预制的混凝土试件后发现，其所用预埋成孔的PVC管径偏小，与锚垫板不匹配（如图5）。经向现场人员了解后得知，现场试验时采用了内径为 $\phi 100\text{mm}$ 的PVC管，而OVM.M15-22锚具本应配用内径为 $\phi 120\text{mm}$ 的波纹管，导致配合尺寸相差较大，且没有通过喇叭连接头进行延长过渡连接，造成钢绞线在锚垫板喇叭口处的折角偏大，从而使得所测锚口摩阻损失偏大。

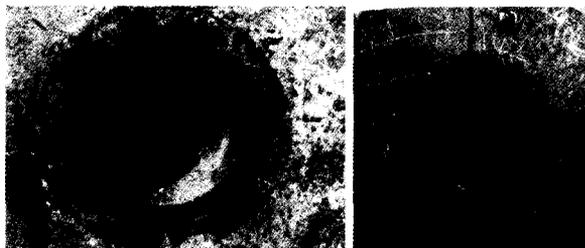


图5 现场预制混凝土试块两端情况

3.4 限位板不配套或安装孔位偏差所引起摩阻损失增大

2009年,广深港客运专线某工区进行OVM.M15-19锚具的现场锚口摩阻损失测定试验,其结果锚口摩阻损失为10.4%,实测值比设计值(6%)偏大4.4%。施工方要求协助查找原因。经现场对预制混凝土试件、所用锚具(锚垫板、工作锚板和夹片)及限位板等进行检查后,发现试验所用限位板并非OVM公司配套的限位板。了解后得知,由于该工程曾是由其它锚具厂家中标供货,因在应用过程中出了事故,才改用OVM公司的锚具产品,试验时操作的工人还是采用原锚具厂家的限位板配套OVM公司锚具进行试验,而这个限位板虽然与OVM公司锚具的排布方式一致,但孔间距排布为34mm,比OVM公司排布间距33mm大(如图6),造成所测OVM.M15-19锚具锚口摩阻损失偏大。

目前,许多施工公司经过多年的施工积累,经常库存有许多不同厂家的限位板,很容易造成用错限位板的情况,应该加强库存管理和施工管理,保证不同厂家产品区分存放,锚具和限位板对应使用,确保施工质量。

同一厂家的锚具和限位板,在安装时也应注意:必须根据孔位排布情况——对应。若安装时出现偏差,孔位不对使得钢绞线出现弯折,轻则摩阻损失增大,重则会引起钢绞线断裂,需特别重视。



图6 工地现场其它厂家与OVM限位板比较照片

4 小结

本文结合当前预应力工程实例中,现场测定锚口摩阻损失易出现的常见问题进行总结分析,并提出了相应的解决方案。事实上,造成现场测定锚口摩阻损失结果出现偏差的不确定因素非常多,需具体问题具体分析,本文仅是针对产品在试验室测定锚口摩阻损失符合标准,而在现场测定却过大、设备经检无误的情况进行分析,其中经验供其他相关工程技术人员参考借鉴。

参考文献

- [1] 中华人民共和国铁道行业标准. TB/T 3193-2008 铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器技术条件[S]. 北京:中国铁道出版社,2008
- [2] 中华人民共和国行业标准. JTG/T F50-2011 公路桥涵施工技术规范[S]. 北京:人民交通出版社,2011
- [3] 王宏. 客运专线32m后张法预应力混凝土箱梁摩阻试验研究[J]. 国防交通与技术,2009(4)
- [4] 王涛,张汉平,钟穗东,叶劲平. 桥梁预应力摩阻试验方法和研究[J]. 科学技术与工程,2009:9-19
- [5] 高进军. 高精度测力传感器的设计[J]. 计理与测试,2007:24-8
- [6] 王永红. 电阻应变片粘贴位置对测量结果的影响[J]. 硫磷设计,1997(1)

信息视窗

缓粘结预应力体系在新疆斯木塔斯水电站面板坝成功应用

近日,新疆伊犁州昭苏县斯木塔斯水电站面板坝上成功试验了缓粘结预应力体系,这是缓粘结预应力筋在世界水电站面板坝上的首次应用。

面板坝试验块为两部分:一部分在副坝(尺寸:高19米、宽12米、厚0.3米);另一部分设在主坝(尺寸:高130米、宽12米,厚度0.5米),两块混凝土强度等级均为C30。布设高强度低松弛直径 $\phi 15.2$ 缓粘结预应力钢绞线,其极限抗拉强度标准值1860MPa,弹性模量为 $E_s=1.95 \times 10^5$ MPa;预

应力筋设计张拉控制应力为 $0.75f_{ptk}=0.75 \times 1860=1395$ MPa。试验用缓粘结预应力钢绞线用量由天津冶金集团中兴盛达钢业有限公司提供,预应力锚具和张拉机具为柳州欧维姆机械股份有限公司提供。

缓粘结预应力筋在面板坝上的应用,可以将普通钢筋的用量减少25%以上,达到减轻整体重量和环保的作用,还能有效提高水库大坝的抗震、防裂性能。

(付委)