

电绝缘锚固体系的试验研究

周红梅 朱万旭 李霖 庞忠华 陈钰烨

(柳州欧维姆机械股份有限公司 广西柳州 545005)

摘要:本文通过遵循FIB建议,分别对传统的金属波纹管孔道锚固体系、OVM.M15ZH型电绝缘型锚固体系的动态电阻值进行长期监测试验,并对OVM.M15ZH型电绝缘型锚固体系的施工工法的可操作性进行验证。试验结果表明,OVM.M15ZH型电绝缘型锚固体系的施工工法与常规锚固体系的施工工法一样方便、可靠;传统的金属波纹管孔道锚固体系的动态电阻值基本保持不变,OVM.M15ZH型电绝缘型锚固体系的动态电阻值则随着时间的推移呈上升趋势。试验结果为下一步采用OVM.M15ZH型电绝缘型锚固体系可对预应力筋受腐蚀情况进行无损监测,提供一定的参考和依据。

关键词:电绝缘 锚固体系 耐腐蚀 动态电阻 无损检测

1 前言

随着预应力技术的逐步发展和完善,预应力混凝土结构被广泛应用于土木工程的诸多领域。尽管总体而言,预应力混凝土结构的耐久性、安全性是比较好的,但仍需清醒认识到:目前预应力混凝土结构大多作为桥梁、铁路等大型基础设施的主要受力部件,一旦其耐久性失效,轻则停用维修,重则梁塌路垮。而导致预应力混凝土结构的耐久性失效的原因,通常是由于预应力筋受腐蚀失效引发的。因此,FIB(国际结构混凝土协会)在2005年对后张预应力筋的耐久性问题作了规定,并根据预应力系统耐腐蚀性能的大小分成了三种体系:PL1,传统的金属孔道;PL2,塑料波纹管孔道;PL3,塑料波纹管孔道+电绝缘的锚固体系(EIT)。

FIB指出对于在PL1体系中预应力筋易受到的6大因素的腐蚀:

- (1) 来自周围环境的氯化物(氯离子);
- (2) 杂散电流(直流电);
- (3) 金属溶解电解质;
- (4) 材料的氢脆;
- (5) 微动疲劳;
- (6) 电接触。

在PL1体系中这些腐蚀因素难以用无损技术进行检测,最终锈蚀引发结构的瞬间破坏,严重的影响结构的安全性和可使用年限。而采用PL3

体系能很好的防止和监测预应力筋的腐蚀问题,并且有以下几大优势:整个系统密封性能好,避免氯化物侵蚀预应力筋;隔绝杂散电流接触预应力筋;允许检测,可采用无损检测技术对结构进行控制和监测;增强结构的安全性和耐久性。

FIB指出,通过试验室试验以及工程应用,在意大利以及瑞士的应用证明在后张预应力中使用电绝缘型锚固体系是成功的,该体系用简单、可靠的测量手段对结构的腐蚀防护提供了可靠的信息。而在瑞士从1993年起至今约有120座结构(主要是桥梁)安装了电绝缘型锚固体系,并且该国国家铁路局(Swiss Federal Railway authorities)和交通部(Swiss department of Transport)(针对直流电轨道方面)要求必须使用电绝缘型锚固体系。

2 工作原理

2.1 工作原理图

根据FIB建议检测系统工作原理图见图1:

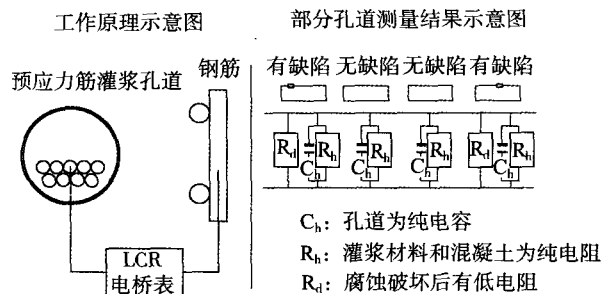


图1 检测系统工作原理图

2.2 评测方法

按照FIB建议, 预应力筋张拉灌浆完成后, 随着时间的推移, 动态电阻值越来越大, 呈上升趋势, 一旦有下降的趋势则是预示着预应力筋有腐蚀, 开始了早期预报提示。

瑞士于2007年对不同条件下使用电绝缘型锚具的实际电阻值做了规定:

(1) 当电阻 $R > 20\Omega$ 时, 预应力筋与混凝土中钢筋不接触, 不存在微动疲劳;

(2) 应以电阻 $R=50k\Omega$ m为临界值进行长期监测;

(3) 当结构中存在杂散电流, 应要求电阻 R 不小于 $150k\Omega$ m。

3 OVM.M15ZH电绝缘型锚固体系

我公司遵循FIB的建议, 研制了新型的OVM.M15ZH电绝缘型锚固体系, 其由电绝缘型锚具、塑料波纹管和无损检测系统组成。

3.1 电绝缘型锚具

电绝缘型锚具由普通锚板、夹片、螺旋筋和OVM.M15ZH型电绝缘锚垫板组成, 其中OVM.M15ZH型电绝缘锚垫板由芯板、电绝缘的超高性能混凝土和喇叭管组成。芯板为中空铸铁或铸钢件, 其与工作锚板接触, 并将预应力传递给外周的超高性能混凝土; 超高性能混凝土有效地包络住芯板, 并将预应力传递、分散给预应力混凝土构件; 喇叭管则由电绝缘性能优异、化学稳定性优良、耐久性能好的高分子材料塑制而成。

3.2 塑料波纹管

塑料波纹管有以下优异性能:

(1) 提高预应力筋的防腐保护, 可防止氯离子入侵而产生的腐蚀;

(2) 不导电, 可防止杂散电流腐蚀;

(3) 密封性能好, 不生锈;

(4) 提高预应力筋的耐疲劳性能。

3.3 可随时监测的无损检测系统

无损检测系统由测量仪器—LCR电桥表和若干电缆线构成, 其特点在于:

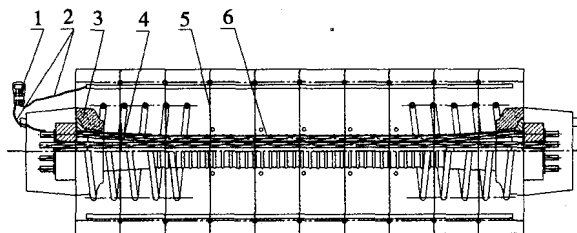
(1) 无传感器: 钢绞线和混凝土结构中的钢筋即是传感器;

(2) 可实现质量控制: 在结构整个寿命期间任何时候都可迅速测量其动态电阻和电容。电阻值在灌浆完成后是不断的增大, 一旦减少时就等于预警预应力筋腐蚀产生。

4 试验研究

4.1 试验方案

4.1.1整个测量试验方案示意图见图2, 试验预埋见图3、图4, 上面两束为PL1体系, 常规的铸铁锚垫板及金属波纹管, 下面两束为PL2体系, OVM.ZHM15型电绝缘锚固体系。



1、LCR电桥表 2、引出电缆线 3、OVM.M15ZH锚垫板
4、螺旋筋 5、钢筋网 6、塑料波纹管

图2 监测工作连接示意图

4.1.2 试验目的

通过进行实际施工模拟试验, 以达到以下目的:

(1) 检验OVM.M15ZH电绝缘型锚固体系施工工法的可能性;

(2) 检验无机有机缓凝材料的施工工艺的可能性;

(3) 对比传统的金属波纹管孔道和电绝缘型锚固体系的动态电阻、电容值;

(4) 检验即时监控的可能性。

4.2 试验步骤

(1) 将预埋件(锚垫板、波纹管、钢筋网上的电缆线等)、模板以及钢筋如图3、图4、图5安装好;

(2) 浇注混凝土;

(3) 张拉预应力筋, 预埋预应力筋电缆线, 封锚;

(4) 真空辅助灌浆;

(5) 测量数据。

4.3 试验数据

动态电阻长期监测数据见图6、图7、图8、图9。

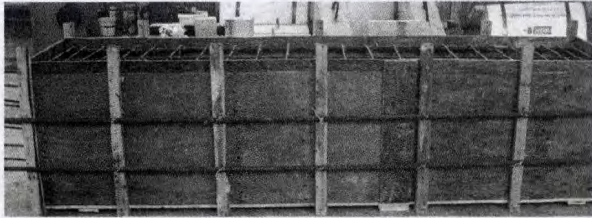


图3 预埋完成的试件外观

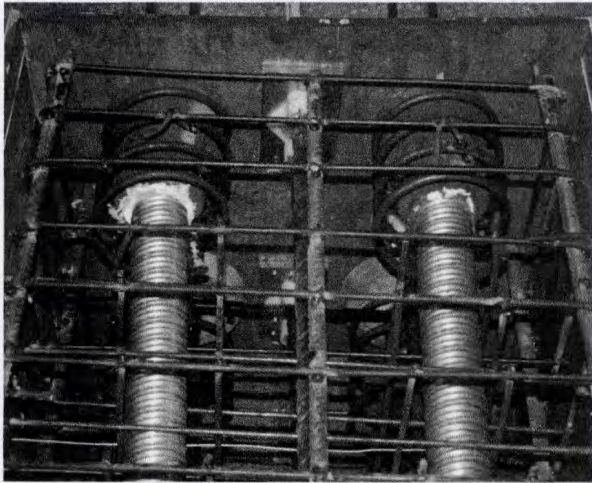


图4 内部锚下部分

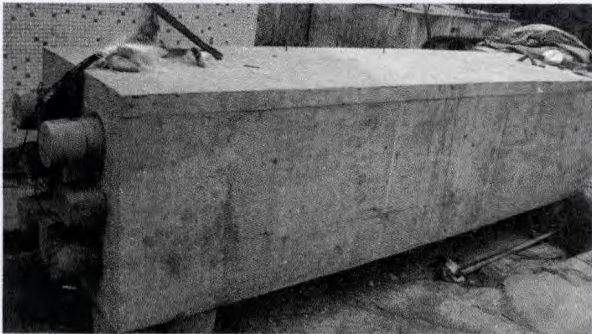


图5 施工完成后的外观图

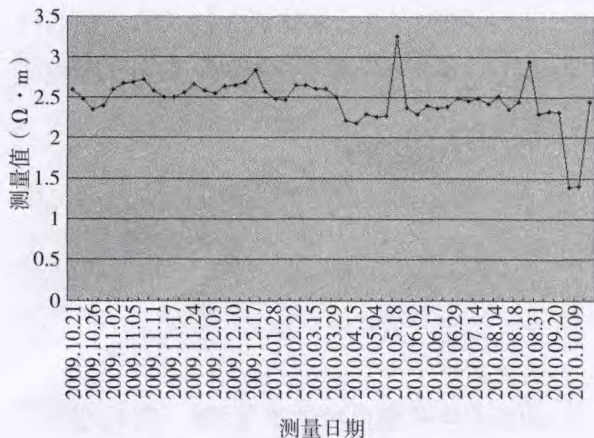


图6 1# (PL1体系) 测量数据图

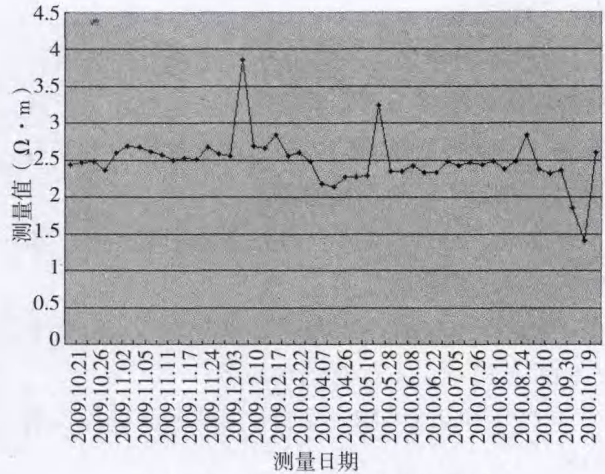


图7 2# (PL1体系) 测量数据图

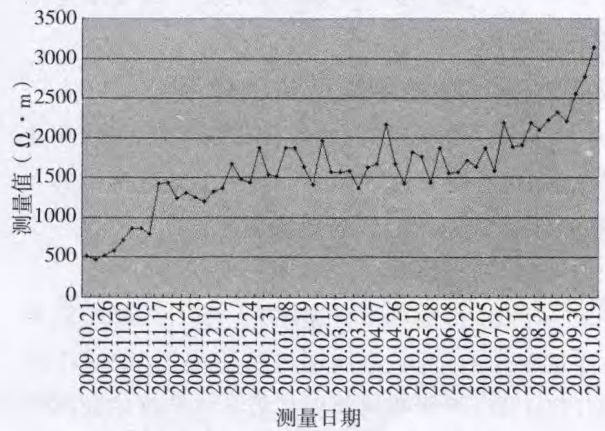


图8 3# (PL3体系) 测量数据图

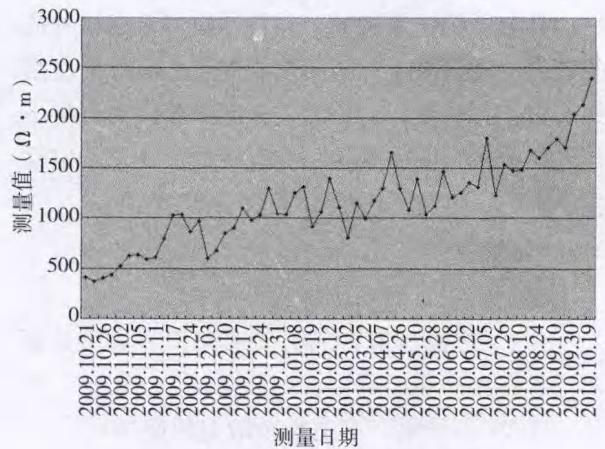


图9 4# (PL3体系) 测量数据图

5 结论

从试验中可以得出以下几点结论:

- (1) OVM.M15ZH绝缘型锚固体体系施工与其它锚固体体系一样方便可靠;
- (2) 从数据上可以看出, PL1体系电阻值数据基本上是不变化的, 都在初始值周围上下波

动；而PL3体系的电阻值数据则在预应力筋张拉灌浆完成后一直不断的往上涨，一年多以来，涨了5倍以上。

(3) 从数据上看，国内测量的动态电阻数值偏低，但是整体上涨的趋势都是一样的，对于这种检测的方法是有效的，可行的。因此该体系可以进一步提高其绝缘性，优化系统。

(4) 该体系即时监控方便可行，数据可靠。

2010.9月在玉港高速跨海大桥预制预应力梁上应用了该锚固体系，目前在施工监测之中。预

(上接第5页)

1987年QM体系研制成功时，与其配套的埋入件锚垫板、螺旋筋和孔道，只是参考国外产品尺寸摘录应用，因其业经多年实践，安全无虞。若干年后，我国招标中常取“最低价中标”，导致产品尺寸屡屡缩减，预应力锚固区的安全储备随之不断下降。近年更有减小锚板尺寸和“简化”加工工艺的现象。这些情况应引起锚具标准编制人员的高度重视，工程业主或招标单位切勿因小失大，一旦锚固区突然压坏，工程不能验收，损失难以挽回。设计院不应默认那些缩小尺寸的埋入件。铁道部的认证部门已开始强力扭转这一危险趋势。

国际上主要的先进标准都将锚固区的安全性一并作出规定，强制性的条件包括三项，即：

(1) 预应力筋-锚具组装件的静载试验；(2) 预应力筋-锚具组装件的疲劳试验；(3) 包含锚垫板、抗裂钢筋及孔道等预埋件的锚固区荷载传递试验。这三项试验涵盖了锚具钢绞线的动静力性能及预埋件和混凝土的承压性能，基本要求完整。此外，还有一些辅助试验也须完成。但是，它不能称作“锚具标准”，国际预应力混凝土协会(FIP)、欧洲标准及美国标准，均称其为“后张预应力体系”的验收标准或认可准则。这与中国的标准分类办法不完全吻合，建议中国GB/T 14370标准在下次修订时，将“预应力体

系”这一较全面的范畴引入标准之中，从而顺理成章地作出“锚固区荷载传递试验”的规定。为了确保预应力体系的安全度，新标准完全可以对产品作出一些标准化的规定，并赋予“标准化产品”的类别，倡导优胜劣汰。

参考文献

- [1] The International Federation for Structural Concrete. Fib technical bulletin 33.2005[S]. prepared at the fib workshop at Zurich.October 2004.
- [2] M.Della Vedova, B.Elsener, L.Evangelister. Corrosion Protection and Monitoring of Electrically Isolated Post-Tensioning Tendons [C]. Proceedings of the Third European Conference on Structural Control ,3ESCS,12-15July 2004.
- [3] Measures to ensure the durability of post-tensioning tendons in bridges, guideline of the Swiss Federal Roads Authority and Swiss Federal Railways[M], edition 2001.

系”这一较全面的范畴引入标准之中，从而顺理成章地作出“锚固区荷载传递试验”的规定。为了确保预应力体系的安全度，新标准完全可以对产品作出一些标准化的规定，并赋予“标准化产品”的类别，倡导优胜劣汰。

关于荷载传递试验，我国还需要探索，国际上的规定不完全一致。我国在“慢速循环荷载试验”和“单次加载试验”方面，要获取探讨性试验的技术资料，以作为国家标准修订的依据，同时还应考虑国际上互认的可能性。可以相信，荷载传递试验如列入国家标准，并在全国的预应力结构工程中普遍贯彻，诸如铁路公路桥梁、大型预应力建筑结构、特种结构等工程的预应力锚固区，其安全性将会回归到正常的科学水平。

参考文献

- [1] GB/T 14370-2007 预应力筋用锚具、夹具和连接器等[S]. 北京：中国标准出版社. 2008.01
- [2] GB/T 5224-2003 预应力混凝土用钢绞线[S]. 北京：中国标准出版社.
- [3] ASTM A416-02 Standard specification for steel strand, uncoated seven-wire for prestressed concrete.
- [4] FIP Recommendations for Acceptance and Application of post-tensioning systems. March 1981
- [5] FIP Recommendations for the acceptance of post-tensioning systems. June 1993
- [6] 冯大斌, 裴彊, 朱莹. 关于当前预应力钢绞线硬度与锚具夹片的匹配建议[J]. 预应力技术, 2010年第4期