

国外预应力混凝土 工程实践指南

庄军生等 编译

中 国 铁 道 出 版 社

国外预应力混凝土 工程实践指南

庄军生等 编译

中国铁道出版社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书汇编了国际预应力混凝土协会工程实践委员会近十年来有关工程实践指南方面的资料,其内容包括后张预应力混凝土施工技术准备;预应力体系;预应力管道压浆;预应力施工安全措施和质量控制、质量保证等预应力混凝土施工技术;预应力钢材的防护技术;预应力混凝土地锚及混凝土结构的修补、加固等应用技术。

本书全面介绍了当前国际上预应力工程实践方面的新的发展和应用技术,可供从事土木工程设计、施工及研究的工程技术人员和大专院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

国外预应力混凝土工程实践指南/庄军生等编译. —北京:
中国铁道出版社,1997

ISBN 7-113-02706-7

I. 国… II. 庄… III. 预应用混凝土-世界-指南 IV. T
U528.571-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12720 号

中国铁道出版社出版、发行

(北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑 王俊法 封面设计 翟 达

中国铁道出版社印刷厂印刷 各地新华书店经售

开本:787×1092 1/32 印张:11.625 字数:258 千

1998 年 3 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 1—1000 册

ISBN7-113-02706-7/TU · 552 定价:31.80 元

序

《国外预应力混凝土工程实践指南》全面汇编了国际预应力混凝土学会(FIP)工程实践委员会近十年来有关工程实践方面的资料。铁道部科学研究院程庆国、张琳、庄军生等同志为国际预应力混凝土学会工程实践委员会的成员,多年来曾先后从FIP工程实践委员会得到大量有关FIP工程实践指南方面的资料。这些技术资料对于指导我国的预应力混凝土工程实践具有很重要的参考价值。为了将国际上预应力混凝土施工的先进经验及时介绍给我国的工程技术人员,经征得FIP工程实践委员会现任技术秘书丹麦的L. Q. Hartøft先生的同意,我们组织了铁道部科学研究院桥梁室有关同志,将其中一部分资料翻译汇编成册出版。

本书编译的内容包括后张预应力混凝土施工技术、预应力钢材的防护技术和预应力混凝土应用技术等几部分。有关后张预应力混凝土施工技术中包括了:施工技术准备(庄军生译黎国清校)、预应力体系验收建议(高路彬、庄军生译,庄军生校)、管道压浆(铁科院信息所译,庄军生校)、施工安全措施(铁科院信息所译,张士臣校)和质量保证及质量控制(庄军生译,黎国清校)。预应力钢材的防腐系由FIP第2委员会和第4委员会共同编写,其内容包含了预应力钢材的腐蚀机理、腐蚀的探测、腐蚀防护措施及有关防护实例(庄军生译,黎国清校)。预应力混凝土应用技术中介绍了预应力地锚的设计与施工建议(黎国清、张士臣译校)和混凝土结构的修补及加固技术(庄军生、张士臣、黎国清、杨梦蛟、孙璐、张佐汉、张玉玲、朱宏光、戴福忠译,庄军生、李本安、殷宁骏审定),全书由

庄军生同志进行审定。

本书全面介绍了当前国际上预应力混凝土的施工、防护和应用技术,可供从事土木工程的设计、施工及研究的工程技术人员和大专院校有关专业师生参考使用。

国际预应力混凝土学会工程实践委员会前任主席瑞士的 P. Matt 先生、现任技术秘书丹麦的 L. Q. Hartøft 先生和中国土木工程学会混凝土及预应力混凝土学会副理事长张琳研究员多年来不断给我们提供有关技术资料,在此谨向他们致以衷心的感谢!

庄军生

1997. 4. 15

目 录

第一篇	后张预应力施工的技术准备·····	1
第二篇	后张预应力体系验收建议·····	19
第三篇	后张预应力混凝土管道压浆·····	45
第四篇	后张预应力混凝土施工安全措施·····	75
第五篇	后张预应力混凝土结构的质量保证和质量 控制·····	83
第六篇	预应力钢材的腐蚀防护·····	105
第七篇	预应力地锚设计与施工建议·····	231
第八篇	混凝土结构的修补与加固·····	281

第一篇

后张预应力施工的技术准备

目 录

1. 序	3
2. 组 织	4
3. 设计步骤	6
4. 材料的采购	9
5. 机 具	12
6. 施 工	13
7. 商务条件	17

1 序

1.1 适用范围

本指南的目的在于从技术和商业的观点提出检验条款的详细说明。它包括在一般压浆的后张预应力混凝土结构体系中使用的预应力材料的供应和安装。

本指南不包罗万象,它应和各国现存的规范及 FIP(国际预应力协会)的其他出版物一起使用。

【解释】

本指南不提供有关使用不压浆的无粘结预应力筋、外部后张预应力缆索,或高强度纤维束的施工工艺的特殊要求。其他的 FIP 出版物为这些方法和适当的材料提供附加的参考信息。

1.2 定义

添加剂:除水泥和水以外,任何用于改善压浆材料特性所掺入的材料称为添加剂。

锚具:为了保持在被张拉的预应力筋上的力,并将此力传递到混凝土上所需要的全部部件和材料组成的装置,可区分为主动(张拉)锚具和被动(固定式)锚具。

锚固区:与一个独立的锚具相关的混凝土结构部分,在锚固区内较高的局部应力被减小到通常容许的压应力。

有粘结预应力筋:预应力筋张拉后被压浆,从而在预应力筋、压浆材料和混凝土之间建立粘结。

标定:确定一个测量仪器读数的过程。

连接器:连接两根预应力筋,使之成为一根预应力筋。

回缩(锚具装置):锚具在张拉过程中或在传力到混凝土

的过程(或之后)中,在锚具部件和(或)预应力筋之间的相对位移。

管道(成孔):管道中可铺设预应力筋,并允许预应力筋和周围混凝土之间产生短时的相对位移,管道中剩余的空间可在以后用灰浆或类似的材料填充。

灰浆:由水泥、水含或不含添加剂组成的一种液体混合物。

压浆管和排气管:连接在管道、锚具或连接器上,设在混凝土内部或外部用于通过灰浆、水或空气的小管。

预应力钢材:包括高强度钢丝、钢绞线和钢筋。

后张法:在混凝土达到要求的抗压强度后张拉预应力筋形成预应力混凝土的一种方法。

质量保证:质量保证(QA)是为了确保规定的质量预先计划或设想的过程。

质量控制:质量控制是为了保证最终产品的质量,采用经批准的生产流程,对生产进行连续监控的过程。

预应力筋:铺设在管道、空心的空间内或用任意一种方法能自由放置,且最终能和周围混凝土建立粘结的预应力钢丝、钢绞线或钢筋。

预应力筋—锚具组装件:带有锚具的预应力筋。

2 组 织

2.1 一般要求

后张预应力体系的成功实施要求在任何工序上人员的认真努力地工作。应确定任务、责任和承包关系,建立一个协调的资料库。特别应重视以下几项要求。

- 准确地理解设计意图；
- 仔细地分析设计细节；
- 使用适宜的材料、机具和辅助设备；
- 雇佣能胜任工作的监理和有资格的施工队伍；
- 资料的记录。

【解释】

一个项目的设计与施工一般包括以下组成部分。

- 甲方——业主或业主利益的代理人；
- 顾问工程师——对设计负责，一般由业主雇佣；
- 主承包商——按照合同图纸和技术要求对整个施工负责；
- 预应力承包商——向主承包商负责提供和安装后张预应力体系；
- 材料供应商——向主承包商或预应力承包商负责提供实施后张预应力施工用料；

根据实际项目情况，可以由一个单位或多个单位来承担施工。

2.2 质量保证

规程要求建立一个正式的质量保证体系(QA)和质量控制体系(QC)。技术要求应依据现行的国家标准，并应说明质量控制应达到的水准：

详细的规定参见 FIP 出版的《后张预应力混凝土结构的质量保证和质量控制》一书。

【解释】

质量保证体系只能通过提交书面的说明来实现，通常采取“质量保证细则”的形式。材料、机具的质量和施工人员的素质的核实，应通过质量控制体系来实现，该质量控制体系必须

经过充分的检查和文件资料的核准。

2.3 文件资料

材料和施工质量应有书面记录,包括施工执照、记录单、检验单和施工日志等。技术要求应指明在说明书适当章节中提交要求的文件资料。

2.4 安全防护措施

在全部施工过程中必须注意保证施工安全。在技术要求中应包括适当的安全指示,为雇员和工作人员提供一个安全的工作条件。

【解释】

FIP出版的“后张预应力施工安全防护措施”提供了安全防护的常用内容,要达到安全的工作环境的基本条件如下:

- 明确的责任和职权范围;
- 充分理解并讲清项目的技术要求;
- 职业知识和施工队伍的良好培训。

安全施工条件主要包括:

- 良好的通行条件;
- 适当的工作平台;
- 安全围栏;
- 传动装置的有效防护和安全玻璃罩;
- 千斤顶周围的安全屏障或远离预应力筋后方部位的警戒线。

3 设计步骤

3.1 总体设计步骤

设计计算应遵循相关的国家规范和规程。本建议的目的

是确保需要的后张预应力的的大小和它们的位置。

全部张拉工作应按照设想和设计要求确定施工程序,这些要求应在技术要求和图纸上明确标注,并应包括:

- 材料;
- 与后张预应力施工有关的荷载;
- 采用的施工顺序;
- 张拉力、定位、偏差和最小混凝土保护层厚度;
- 预定的预应力损失;
- 提供使用的特种防腐措施;
- 为克服锚具劈裂力、预应力筋偏移和偏心在构件上产生的力所需设置的普通钢筋。

【解释】

应由有能力胜任的人员从事预应力布置的细节设计

劈裂应力存在于单个预应力锚具之下,其主要取决于混凝土的截面尺寸、锚下总预应力的的大小方向和位置。

3.2 体系选择

在一些没有后张预应力体系证明书的国家,应参考 FIP 出版的《后张预应力体系的验收》。当要求提供体系参数证据时,可参照以下的明确规定:

- 提供试验的型式和验收标准;
- 试样的尺寸;
- 验收以前合乎要求的试验;
- 除了强制性重复试验外,材料来源和等级变化的可能性。

【解释】

随着大吨位后张预应力筋的出现,完全按预应力筋的能力进行疲劳试验可能受到限制,因为完全按大尺寸试件进行

试验可能花费太大,设计者也可以用以前的令人满意的试验数据来替代。

3.3 后张预应力设计细节

后张预应力的细节设计是将总体设计转化为可供施工需要的设计。

后张预应力细节设计要给出施工图或其他恰当的形式,可供使用的细部设计如下。

- 预应力筋的铺设和它们的水平和垂直截面布置;
- 预应力筋的尺寸和性能,以及锚具的类型;
- 抵御锚下应力区域的局部配筋;
- 成孔管道的形式、直径和材料;
- 压浆管、排气管和排水管的位置、尺寸和细部构造;
- 预应力管道定位系统和定位网架;
- 预应力钢材的尺寸、类型和等级;
- 连接器的细部及其布置;
- 张拉顺序、千斤顶荷载、张拉伸长量和锚具的布置;
- 需要预留的管道和锚板。

【解释】

FIP 出版的预应力束的张拉:“力-伸长量的关系”一文为在设计中铺设预应力束提供了有价值的资料。必须注意两个独立的管道和管道组之间预应力束的分组和间距。在锚固区单个锚具下面会出现劈裂应力。

张拉技术文件应包括图样说明,如一端或两端张拉及张拉顺序,张拉顺序应包括有关合理的张拉、放张或在任何中间阶段停止张拉的要求,在确定的设计或施工条件下,应考虑为在最终阶段提供增加张拉力的可能性。

4 材料的采购

4.1 预应力钢材

用于后张预应力筋的高强度钢丝、钢绞线和钢筋应遵循国内和国际上被确认的预应力混凝土用钢材的现行标准。材料的质量和物理机械性能应由生产厂家提供证明。

最少的试验数量和抽样方法应依据所选择的标准由专家确定,如需要附加试验和/或抽样,需作明确规定。所有的预应力筋在预应力束的制作和安装期间应加识别标记,如有必要需注明包装和防护的出处。

通常选择预应力钢材时应提供以下试验结果,作为每批材料工厂供货证明的一部分。

- 熔炼和识别编号;
- 材料的等级和形式;
- 公称直径;
- 公称钢材面积;
- 公称质量;
- 破断荷载或抗拉强度;
- 屈服强度;
- 最大荷载下的伸长量;
- 应力应变关系;
- 代表性试样的松弛特性。

【解释】

如果需要单独在试验室做试验或进一步的力学性能试验如疲劳、耐久性或松弛试验,应在此阶段指明。

4.2 锚具和连接器

预应力筋的锚具和连接器的设计应适应在张拉时混凝土的实际强度的需要,锚具和连接器部件也必须和所使用的预应力钢材的等级、尺寸相匹配。

锚具和连接器应该能够对预应力筋的所有元件同时提供设计张拉力或分阶段所需的张拉力,需要时还应规定有关卸锚的措施。

【解释】

混凝土强度、锚具中距和边距以及锚固区钢筋的配置,必须考虑锚固体体系的良好特性。卸锚措施可作为锚具的专门特性要求。

4.3 管道

管道强度必须能足以保持其形状,并抵抗施工中的破坏、穿透或变形。

管道应有足够的柔性,以便能适应特殊形式的预应力筋铺设的需要。

管道、管道连接件及其与锚具、压浆管和排气管的连接应能保证压浆密实。必须规定管道所用材料类型及其最小厚度。在需要通过粘结传力给周围混凝土的地方应采用波纹管。为便于压浆,管道必须有足够的尺寸和截面积。

【解释】

通常使用柔性的和半刚性的波纹管,它们由带钢制成,对于较小的预应力筋,带钢最小厚度为 0.2mm;对于较大的预应力筋,带钢厚度为 0.6mm,是否采用镀锌材料应由当地标准来决定。

厚壁钢管或由聚乙烯和聚丙烯制成的塑料管,也可以用作特殊需要的管道。

管道横截面面积至少为预应力筋截面的两倍。

有关管道的进一步技术要求可参考 FIP“预应力混凝土预应力筋的压浆”一文。

4.4 压浆材料

压浆材料是水泥和水的混合物,也可以掺入添加剂。压浆材料不得含有对预应力钢材有害的物质。对压浆材料的特殊性能要求应由设计及环境条件来决定。

通过选用材料和配比的试拌试验确定压浆材料的性质。压浆用水泥应使用波兰特水泥,尽可能用袋装供货。水泥应采用新鲜料并不得有结块。

水应使用清洁的水,尽可能使用公共水源的水。水中不应含有对预应力钢材及水泥浆有害的成份,在炎热气温条件下拌合水应冷却。

添加剂需经过证实不含有大量对预应力钢材和水泥有害的化学成份时才允许使用。

【解释】

在特殊情况下,如在大直径的管道中才允许使用骨料。

压浆材料的重要特性包括流动性、膨胀性、泌水性、密度和强度。

用相同性质和配比的水泥、水和添加剂,在相似的环境条件下进行试拌试验是很重要的。

已知的有害物质如“水中含有氯盐、硫酸盐、硝酸盐和有机物质。在公共水源的水不易使用的地方,必须通过化学分析来确定所用的水是否合乎需要。为保证水泥浆恰当的温度,有必要采用冷却拌合水。

如果使用添加剂,可提供在低含水量时浆体的流动性、使泌水量减小到最低程度、在需要时并可提供缓凝和膨胀性。