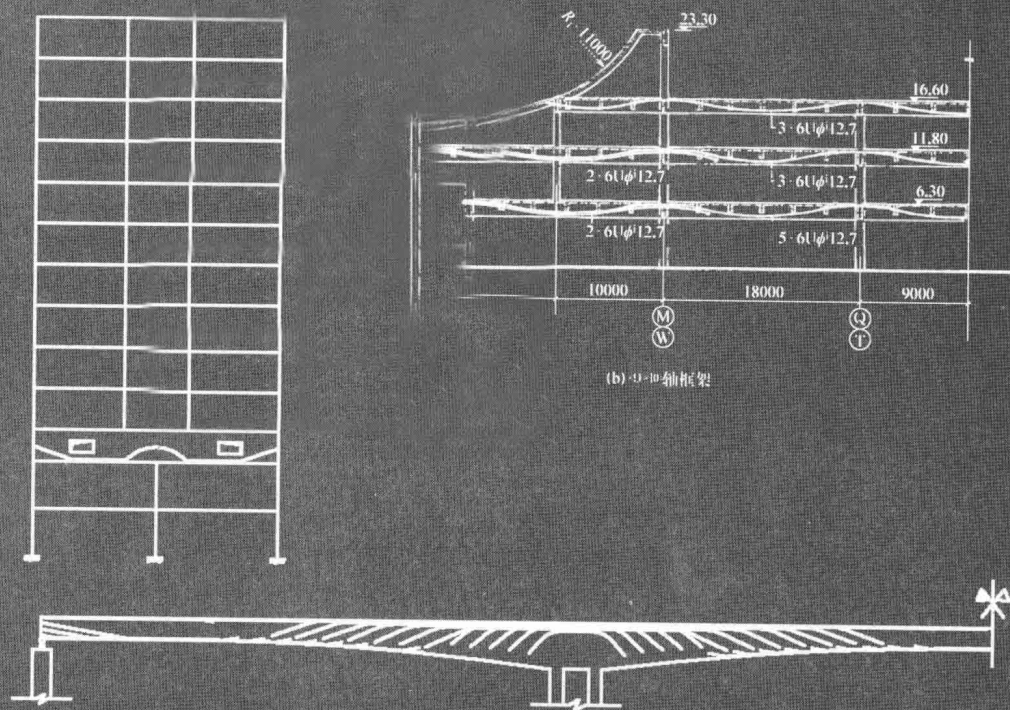


“十一五”国家重点图书出版规划项目

现代预应力结构体系 与设计方法

吕志涛 编 著

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



前 言

我国的预应力混凝土(Prestressed Concrete, 简称 PC), 自 20 世纪 50 年代中期从欧洲引进, 经吸收消化并推广应用以来, 已走过了 50 多个年头。在这 50 多年中, 我国预应力混凝土的发展, 经历了三个时期:

第一时期(1956~1964 年), 将预应力混凝土作为当时的三大新结构技术加以推广。其特点是: 材料以中强钢材(冷拉Ⅱ级钢筋、低碳冷拔钢丝)及 C30 混凝土为主; 推广应用预应力混凝土的主要目标是节约钢材, 以预应力混凝土结构构件代替钢结构构件, 如屋架、吊车梁等; 在铁道建设中, 以预应力钢弦混凝土轨枕代替方木轨枕等。设计计算方法, 则以苏联的《预应力钢筋混凝土结构设计规程》(CH10—57)为主。

第二时期(1965~1977 年), “文革”时期, 大搞结构改革, 全国城乡大力推广低碳冷拔钢丝和中小预应力混凝土结构及构件。浙江、江苏、湖南、山东四省编制了冷拔丝 PC 规程(红皮书), 极具中国特色。在这一时期, 也开始研制高强预应力钢材(高强钢丝和钢绞线以及Ⅳ级低合金钢筋)和预应力张拉设备。

第三时期(1978 年至今), 改革开放以来, 我国进入了现代预应力混凝土大发展时期。在这 30 多年的发展中有不少显著特点: 材料广泛采用高强钢材和高强度等级混凝土; 预应力混凝土由构件发展到结构; 结构体系的研究和应用广泛开展, 大跨度、大空间预应力混凝土结构和多、高层预应力混凝土建筑, 以及特种预应力混凝土工程大量建成; 结构体系多种多样; 预应力的应用范围进一步扩大。预应力混凝土在桥梁建设中的应用更为突出。T 形和箱形截面预应力混凝土简支梁桥、超静定的连续梁桥、连续刚构桥等一座座桥梁在祖国的江河湖海上架起, 使天堑变为通途。在这一时期, 预应力混凝土结构至少有以下六大特点:

- ① 应用高强材料: 高强钢丝、钢绞线(1860 级)及高强度等级混凝土(C50、C60 及以上)。
- ② 预应力混凝土由单个构件和静定结构发展到框架、连续梁等超静定结构。
- ③ 部分预应力概念的引入。
- ④ 无粘结预应力混凝土及体外预应力混凝土的采用。
- ⑤ 预应力混凝土的应用范围不断扩大, 尤其成了解决高(电视塔、高层建筑)、大(大跨

度、大空间结构)、重(重载、重型传力梁、转换层结构)、特(核电站安全壳、水池、囤仓)等工程以及桥梁工程的主要结构。

⑥ 预应力还成为桥梁和建筑结构加固改造的重要技术。

此外,在这一时期,预应力张拉设备不仅实现了国产化,而且做到了系列化、标准化。同时,出现了预应力结构设计咨询单位和预应力专业施工公司。

然而,当前我国各地预应力混凝土的应用和发展是不平衡的。究其各种不同原因,其中一个主要因素是有的设计人员较易受国外设计者的影响,大搞“新奇特”建筑,推行钢结构,并认为钢结构是绿色材料,混凝土不是绿色材料。实际上,这种观念是不正确的,更是误导。混凝土现在是、未来也仍将是主要的工程结构材料。可以这么说,混凝土是工程结构的基石。美国、法国等发达国家在工程建设中也仍然是以混凝土为主要的结构材料。另一个主要原因是预应力混凝土技术较为复杂,不少建筑施工企业对其熟悉程度不如非预应力混凝土结构;其设计比普通混凝土结构、钢结构难掌握;并且,改革开放以来,我国各地设计人员设计任务一直很重,以致设计预应力结构有点“得不偿失”。加上现有设计规范和高校教材都偏重计算,较少阐述结构体系和设计方案的选择,因此设计人员较少选用预应力结构。其实,我们只要重视概念设计、构造设计,简化计算预应力结构的设计应用还是简便易行的。

鉴于上述,作者编著了这本《现代预应力结构体系与设计方法》。在这本书中,既总结了现代预应力混凝土结构体系,也阐述了设计计算方法,同时选编了我们完成的部分研究成果及工程实例。在此特别说明,本书的编写出版是基于编著者及其同事、研究生在前几年完成的国家自然科学基金重点项目“现代预应力混凝土结构体系与计算理论”(59338130)(东南大学和清华大学、西南交通大学、重庆大学共同承担,以编著者为首申报并完成)以及编著者承担过的建设部、教育部和江苏省下达的一些科研项目和课题。同时,还选编了华东预应力中心和南京东大预应力公司前几年参与完成的部分预应力工程成果、论文和报告。

在本书的编著和出版过程中,得到了多方面的大力帮助和支持,特别是我的博士生潘钻峰(他编写并打印了多章内容,还帮忙查询了不少参考资料),南京东大预应力公司王琴英(她不仅帮助找了不少参考资料,还打印了大部分书稿)。没有他们的大力支持、帮助和督促,本书是不可能及时出版的。

尽管本书的编写出版计划和考虑已有多,但是真正着手编写时却匆匆。因此,书中难免有不少缺点甚至错误,衷心希望读者批评指正。

吕志涛

2010年8月

目 录

第 1 篇 现代预应力混凝土结构体系

第 1 章 绪论	003
1.1 预应力混凝土的发展简史	003
1.2 预应力混凝土材料	004
1.2.1 混凝土材料	004
1.2.2 预应力钢筋	005
1.2.3 对无粘结预应力筋的要求	014
1.2.4 高性能纤维增强复合材料预应力筋	015
1.2.5 灌浆材料	016
1.3 几个预应力概念	016
1.3.1 先张法	016
1.3.2 后张法	016
1.3.3 有粘结预应力混凝土结构	017
1.3.4 无粘结预应力混凝土结构	017
1.4 张拉控制应力及预应力损失	017
1.4.1 预应力筋的张拉控制应力	017
1.4.2 预应力损失计算	018
第 2 章 现代预应力混凝土结构体系	029
2.1 多层建筑结构	029
2.1.1 多层框架结构	029
2.1.2 多层板柱-剪力墙结构	031
2.2 大跨低层建筑结构	033
2.2.1 门式刚架结构	033

2.2.2 井式梁板和交叉梁板结构	033
2.3 高层建筑结构	034
2.3.1 引言	034
2.3.2 大跨高层框架结构	035
2.3.3 高层建筑转换层结构	038
2.3.4 巨型框架高层建筑结构	049
2.3.5 悬挂结构高层建筑	051
2.4 大开间住宅建筑结构	053
2.5 预制预应力混凝土建筑结构体系	054
2.6 预应力混凝土桥梁结构	054
2.6.1 公路桥梁常用的结构形式	055
2.6.2 我国预应力混凝土桥梁的新发展	057
2.7 特种结构及其他	059
2.7.1 预应力混凝土电视塔	059
2.7.2 核电站安全壳设计概要	064
2.7.3 预应力水处理构筑物	067
2.7.4 预应力混凝土筒仓	068
2.8 预应力钢结构	069
2.8.1 预应力钢结构的优点	069
2.8.2 预应力钢结构的发展	069

第2篇 现代预应力混凝土结构设计方法

第3章 预应力混凝土构件弯剪扭承载力及局部承压计算	073
3.1 概述	073
3.2 预应力混凝土受弯构件正截面承载力计算	073
3.2.1 弯曲破坏形态	074
3.2.2 变形协调分析方法——精确计算方法	075
3.2.3 《混凝土结构设计规范》计算方法	076
3.3 受拉截面承载力计算	080
3.3.1 预应力混凝土受拉截面破坏过程	080
3.3.2 计算公式	081
3.4 预应力混凝土梁及开洞梁的斜截面承载力计算	083

3.4.1 斜裂缝出现问题	083
3.4.2 预应力对受剪承载力的有利作用	083
3.4.3 预应力对抗剪强度的影响因素	084
3.4.4 斜截面抗剪强度计算公式	085
3.4.5 预应力开洞梁的抗剪强度	089
3.5 预应力混凝土受扭构件承载力计算	092
3.5.1 预应力对受扭截面的有利作用	092
3.5.2 纯扭转	092
3.5.3 弯矩、剪力和扭矩共同作用	092
3.5.4 轴力和扭矩共同作用	094
3.5.5 剪力和扭矩共同作用	094
3.6 局部承压计算	095
3.6.1 锚固区的应力研究	095
3.6.2 局部受压的破坏机理	096
3.6.3 计算公式	097
第4章 超静定预应力混凝土结构	100
4.1 概述	100
4.2 次弯矩	101
4.3 次弯矩的计算	101
4.3.1 弯矩-面积法	101
4.3.2 等效荷载法	103
4.4 对次弯矩问题的若干讨论	105
4.5 压力线概念	107
4.6 线性变换和吻合束	108
4.7 大跨度部分预应力混凝土多层框架设计简述	110
4.7.1 概述	110
4.7.2 设计要点	110
第5章 部分预应力混凝土	115
5.1 部分预应力混凝土的历史与发展	115
5.1.1 部分预应力混凝土在国外的的发展	115
5.1.2 部分预应力混凝土在国内的发展	116
5.2 部分预应力混凝土(二级和三级)结构的优点	117
5.3 裂缝控制等级及预应力度	119

5.3.1	裂缝控制等级	119
5.3.2	预应力度	120
5.4	二级结构和三级结构的设计原理	121
5.4.1	二级结构的设计原理	121
5.4.2	三级结构的设计原理	121
5.5	开裂截面的分析	122
5.6	设计实例	124
5.7	裂缝控制的其他方法	128
5.8	三级梁的挠度计算	128
5.9	预应力度指标	128
第6章	无粘结预应力混凝土结构	130
6.1	概述	130
6.2	无粘结预应力混凝土结构的材料与锚固体系	131
6.2.1	混凝土材料及无粘结预应力筋	131
6.2.2	锚固系统	132
6.3	无粘结预应力混凝土受弯构件的性能及计算	134
6.3.1	无粘结受弯构件与有粘结受弯构件的性能对比	134
6.3.2	混合配筋无粘结部分预应力混凝土受弯构件的性能	135
6.3.3	无粘结预应力筋的应力及强度取值	136
6.3.4	无粘结预应力混凝土受弯构件应力计算	138
6.3.5	无粘结预应力混凝土受弯构件变形、裂缝及疲劳强度验算	140
6.4	无粘结预应力混凝土楼盖形式及经济跨度	141
6.4.1	预应力混凝土板的形式	141
6.4.2	单向板的设计	143
6.4.3	四周支撑的双向板设计	144
6.4.4	四周支撑刚度对双向板弯矩分布的影响	145
6.5	预应力混凝土平板结构设计	146
6.5.1	平板结构的性能	146
6.5.2	平板结构中预应力筋的布置和有关构造	148
6.5.3	等代框架法	151
6.6	无粘结预应力混凝土平板结构设计实例	156
6.6.1	结构概况	156

6.6.2	结构设计参数	157
6.6.3	预应力筋估算	157
6.6.4	预应力损失计算	158
6.6.5	预应力引起的综合弯矩	159
6.6.6	竖向荷载下内力分析	161
6.6.7	使用阶段平板结构的性能研究	162
6.6.8	平板结构的承载力计算	165
6.6.9	张拉端局部承压	167
6.7	无粘结预应力技术的早期应用和实践	168
第 7 章	体外预应力混凝土结构	172
7.1	概述	172
7.2	体外预应力结构的计算	174
7.2.1	概述	174
7.2.2	张拉控制应力及体外预应力损失计算	175
7.2.3	预应力筋增量计算	177
7.2.4	体外预应力筋的偏心距变化计算	180
7.3	正截面承载力计算	181
7.3.1	预应力混凝土梁的正截面承载力计算	181
7.3.2	体外预应力混凝土梁极限承载力简化分析	183
7.3.3	体外预应力混凝土梁极限状态精确分析	185
第 8 章	预应力钢-混凝土组合结构	190
8.1	概述	190
8.1.1	预应力钢-混凝土组合结构定义	190
8.1.2	预应力钢-混凝土组合结构的优、缺点	191
8.1.3	预应力钢-混凝土组合结构的截面形式	191
8.1.4	预应力组合梁中剪力连接件的布置	191
8.1.5	预应力组合梁的布束形式	192
8.2	预应力钢-混凝土组合梁的工作机理及受力性能	193
8.2.1	预应力组合梁的主要工作机理	193
8.2.2	预应力组合梁力学性能的主要影响因素	194
8.3	简支预应力钢-混凝土组合梁	196
8.3.1	设计原理	196
8.3.2	设计计算	197

8.4 预应力连续组合梁	201
8.4.1 设计原理	201
8.4.2 截面应力分析	202
8.4.3 设计要求	202
8.5 预应力组合梁的抗剪设计	203
第9章 现代预应力混凝土结构的抗震设计	204
9.1 预应力混凝土结构在地震中的表现	204
9.1.1 概述	204
9.1.2 预应力混凝土结构在历次地震中的表现	204
9.1.3 预应力混凝土结构的震害评价及分析	206
9.2 预应力混凝土结构的抗震性能	206
9.2.1 概述	206
9.2.2 预应力混凝土梁的延性及提高措施	206
9.2.3 预应力混凝土柱的抗震性能	207
9.2.4 预应力混凝土框架节点在反复荷载下的性能	207
9.2.5 预应力混凝土框架结构的模拟动力试验	208
9.3 预应力混凝土结构抗震设计方法与建议	209
9.3.1 国外预应力混凝土结构抗震设计方法及建议	209
9.3.2 《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)中的规定	210
9.3.3 《预应力混凝土结构抗震设计规程》(JGJ 140—2004)中的规定	211
9.3.4 对规范的进一步讨论	217
第10章 预制预应力混凝土框架结构	221
10.1 概述	221
10.1.1 我国住宅产业的现状	221
10.1.2 预制混凝土结构的特点	221
10.1.3 预制混凝土框架结构的主要形式	222
10.1.4 预制预应力混凝土装配整体式框架(世构体系)	225
10.2 世构体系的设计	227
10.2.1 一般规定	227
10.2.2 世构体系抗震构造要求	228
10.2.3 连接构造	230

第3篇 现代预应力混凝土结构工程实例

第11章 工业建筑	237
11.1 上海某厂大跨度部分预应力混凝土多层框架结构工程	237
11.1.1 工程概况	237
11.1.2 内力计算	238
11.1.3 截面设计	241
11.1.4 施工工艺	241
11.1.5 经济效益	242
11.2 珠海玻璃纤维厂大跨度多跨门式刚架结构工程	243
11.2.1 结构设计	243
11.2.2 试验	246
11.2.3 施工	248
11.2.4 结语	249
11.3 合肥精毛纺织厂多层三跨预应力混凝土框架结构工程	250
11.3.1 工程概况	250
11.3.2 结构设计	250
11.3.3 结构施工	254
11.3.4 结束语	256
11.4 安徽纺织一厂预应力混凝土框架柱	256
11.4.1 工程概况	256
11.4.2 预应力柱设计	257
11.4.3 柱端构造	259
11.4.4 预应力柱施工	259
第12章 民用建筑	261
12.1 北京永安公寓无粘结预应力混凝土板墙结构工程	261
12.1.1 工程概况	261
12.1.2 结构设计	262
12.1.3 施工工艺	262
12.1.4 结语	263
12.2 大开间灵活隔断住宅结构体系	264
12.2.1 大开间住宅在国内的应用概况	264
12.2.2 预应力楼板工程实例	265

第 13 章 公共建筑	270
13.1 闵行影剧场预应力混凝土三向网格梁屋盖结构工程	270
13.1.1 工程概况	270
13.1.2 设计计算	270
13.1.3 模型试验、张拉顺序和工程实测	275
13.1.4 设计及工程实测中的一些问题	275
13.1.5 结语	276
13.2 珠海拱北口岸大跨度多跨双向预应力混凝土框架结构工程	276
13.2.1 工程概况	276
13.2.2 结构设计	278
13.2.3 分段流水施工	280
13.2.4 特长预应力束施工	280
13.3 南京水利科学研究院潮汐试验厅大跨度大开间预应力混凝土框架结构工程	282
13.3.1 工程概况	282
13.3.2 结构设计	282
13.3.3 结构施工	285
13.3.4 结语	286
13.4 南京状元楼预应力转换层结构研究	287
13.4.1 工程概况	287
13.4.2 预应力转换层结构方案	287
13.4.3 预应力转换结构模拟试验与分析	288
13.4.4 预应力转换结构设计及构造措施	288
13.4.5 预应力施工	290
13.5 南京金山大厦转换梁的实测及分析	290
13.5.1 工程概况	290
13.5.2 实测方法	292
13.5.3 实测结果	292
13.5.4 理论分析	292
13.5.5 建议	295
13.6 北京西站主站房 45 m 跨预应力钢桁架设计与施工	295
13.6.1 工程概况	295
13.6.2 设计简述	296

13.6.3	预应力施工	298
13.6.4	工程总结	299
13.7	南京站客运服务楼大跨度无粘结预应力混凝土扁梁框-剪结构工程.....	300
13.7.1	工程概况	300
13.7.2	结构设计方案	300
13.7.3	结构设计主要技术措施	303
13.7.4	地下室预应力结构设计要点	304
13.7.5	基础结构设计	305
13.7.6	预应力施工技术	305
13.7.7	该结构体系的经济评价结果	306
第 14 章	桥梁工程	307
14.1	苏通大桥辅桥 268 m 预应力混凝土连续刚构	307
14.1.1	大跨径预应力混凝土连续刚构的纵向预应力设计	307
14.1.2	苏通大桥辅桥连续刚构设计概述	308
14.1.3	主梁 C60 高强高性能混凝土收缩徐变实验	310
14.1.4	施工关键技术	312
14.2	南京长江四桥节段预制拼装连续刚构	314
14.2.1	概述	314
14.2.2	节段预制拼装连续刚构基本构造	316
14.2.3	节段预制拼装连续刚构混凝土材料及施工过程	317
第 15 章	特种结构	319
15.1	南京电视塔工程	319
15.1.1	工程概况	319
15.1.2	预应力结构形式及配筋	320
15.2	仪征化纤公司体育场部分预应力混凝土雨篷设计与施工	322
15.2.1	结构设计	322
15.2.2	工程实测	325
15.2.3	预应力施工	326
15.3	南京世纪塔结构工程	326
15.3.1	工程概况	326
15.3.2	世纪塔结构概念设计与研究	327
15.3.3	塔的结构设计与研究	331
15.3.4	拱的设计与研究	331

15.3.5	索的设计与研究	332
15.3.6	世纪塔结构的检测	333
15.4	珠江水泥厂大型后张预应力混凝土筒仓	335
15.4.1	筒仓结构设计	336
15.4.2	筒仓预应力施工	339
15.5	南京上元门水厂圆形水池预应力工艺	340
15.5.1	单根镦头锚具	340
15.5.2	分段切向张拉	341
15.5.3	径向补张技术	342
15.6	南京市桥北污水处理系统一期超长矩形预应力水池结构	343
15.6.1	工程概况	344
15.6.2	有限元模拟分析	344
15.6.3	现场测试结果及比对分析	348
15.6.4	结论	349
第 16 章	工程结构预应力加固与改造	351
16.1	钢筋混凝土连续梁体外预应力筋加固的试验与计算	351
16.1.1	加固前的钢筋混凝土 T 形连续梁的主要性能	351
16.1.2	体外张拉预应力筋的设计	352
16.1.3	试验测量内容及试验过程	353
16.1.4	试验结果简述	354
16.1.5	加固梁的计算分析	355
16.2	预应力技术在春晖堂改造工程中的应用	358
16.2.1	加固改造方案	358
16.2.2	加固改造设计计算	360
16.2.3	主要施工技术	361
	主要参考文献(1)	363
	主要参考文献(2)	365

现代预应力结构体系与设计方法

第 1 篇

现代预应力混凝土结构体系

第 1 章 绪论

第 2 章 现代预应力混凝土结构体系

第 1 章 绪 论

1.1 预应力混凝土的发展简史

预应力混凝土是这样一种配筋混凝土：它为了克服混凝土抗拉强度过低的弱点，于使用前，通过张拉预应力筋使混凝土截面受到预压应力，且其大小和分布可全部或部分地抵消结构构件中由外荷载所产生的拉应力。

预应力原理，很早以前，人们就在日常生活中应用。譬如图 1-1 所示盛水的木桶。它是用铁箍或竹篾缠绕桶板并箍紧，因此在盛水之前，铁箍或竹篾预先受有拉力，而桶板侧向预先受有压力。在 1886 年和 1888 年，美国工程师 P. H. 杰克逊(P. H. Jackson)和德国工程师 C. E. 杜林(C. E. Doebling)分别独立获得了用钢筋加强楼板、使混凝土受荷前产生压应力的专利。但是，这些预应力混凝土的先驱者们并没有真正成功，因为那时的钢筋强度不高，其中的预应力被随后产生的混凝土收缩和徐变引起的预应力损失消耗殆尽了。

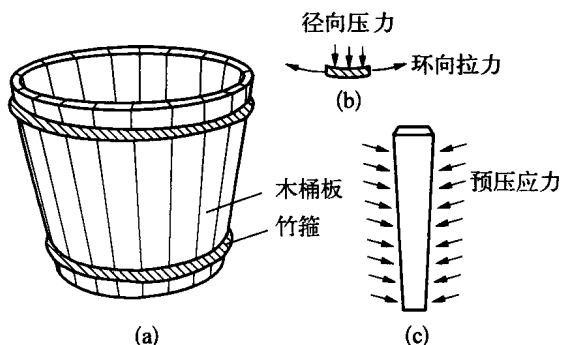


图 1-1 具有套箍的木桶

预应力混凝土的现代发展应归功于法国工程师 E. 弗列西奈(E. Freyssinet)。他在 1928 年成功地将高强钢丝用于预应力混凝土，并于 1939 年创造出可靠的张拉方法及在端部用锥形锚的锚固方法。之后，才使得预应力混凝土得到广泛的实际应用。随后，比利时学者 G. 麦涅尔(G. Magnel)、德国学者 F. 莱翁哈特(F. Leonhardt)、苏联学者 V. 米哈依洛夫(V. Mikhailov)、英国学者 P. W. 爱培尔斯(P. W. Abeles)等相继发展了预应力混凝土。第二次世界大战之后，欧洲各国大力推广应用预应力混凝土于房屋与桥梁工程。美国从 1949 年开始，则经历了一个不同的发展过程。他们采用环向预加应力于储罐和水池，后推行直线预应力到混凝土梁或板中。美籍华人林同炎(T. Y. Lin)教授是美国预应力混凝土的杰出代表，他提出了著名的荷载平衡法设计原理，同时设计建造了大量出色的预应力混凝土桥梁和房屋建筑工程，因而被誉为“预应力先生”。

在我国，首先由中国建筑科学研究院(以杜拱辰教授为代表)和中国铁道科学研究院(以

程庆国教授等为代表)于1956年从欧洲引进预应力混凝土,并引领全国的发展。东南大学则为预应力混凝土在我国的发展和应用作出了杰出贡献。徐百川、杨宗放和吕志涛等教授是该校的突出代表。早在1957年,他们就已经在校内研制出了圆筒形预应力高压釜。特别在改革开放之后,他们在大力培养博士生和硕士生、开展理论和工程研究的同时,还组建了华东预应力中心和南京东大预应力公司,实行产学研结合,积极支持和协助生产单位设计和建造各种现代预应力工程,大大推动了现代预应力混凝土在我国的发展和应用。

今天,我国预应力混凝土已广泛应用于建筑结构、公路和铁路桥梁、地下结构、电杆、电视塔、核电站安全壳、海洋工程、压力容器,以及水池、水塔、大吨位围船等领域,甚至还解决了连钢结构都难以解决的结构物的建造问题。如核电站安全壳,直径有40~50 m,若采用钢结构,安全壳壁厚要数十厘米甚至1 m厚,那么厚的钢板无法轧制出来,即使轧制出来也无法弯曲和焊接成壳,而采用预应力技术建造预应力混凝土核安全壳,则可彻底解决这一难题。因此,30多年前,美籍华人林同炎教授曾说过:“目前是预应力混凝土世界。”

1.2 预应力混凝土材料

预应力混凝土结构所用的基本材料通常和钢筋混凝土相同,即以钢筋和混凝土为主,但是预应力混凝土结构必须采用高强度材料,同时两种材料的强度也要相匹配,以保证其成为有效、适用的受力结构,充分发挥其优势。

1.2.1 混凝土材料

混凝土的种类很多,在预应力混凝土中一般采用以水泥为胶结材料的混凝土。对预应力混凝土而言,混凝土应具有高强度且早期强度高、变形小,包括收缩和徐变要小的特性。另外,轻质、高性能也成为预应力混凝土的主要指标。

(1) 混凝土的强度要求

预应力混凝土采用高强度混凝土的原因,首先是为了能够与高强度预应力钢筋相匹配,这样可以充分发挥材料的强度,从而能够有效减小构件的截面尺寸和自重,以适应大跨度结构的要求;其次是高强度混凝土具有较高的弹性模量,从而具有更小的弹性变形和与强度有关的塑性变形,达到减少预应力损失的目的。此外,高强度混凝土具有更高的抗拉、局部承压强度及与钢筋的粘结力,故能推迟混凝土裂缝出现,有利于预应力钢筋锚固。预应力混凝土不仅应强度高而且也要早期强度高,以便尽早施加预应力,提高构件的生产效率和设备的利用率。

目前,我国预应力混凝土采用的强度一般为40~80 MPa(28 d立方体抗压强度),但强度大于60 MPa的混凝土用得较少。发达国家工厂预制的预应力混凝土一般为60~80 MPa(圆柱体抗压强度),个别已接近100 MPa。

为了配制高强度、低收缩的混凝土,20世纪60年代初推广采用干硬性混凝土,可在水泥用量不变的条件下提高混凝土的强度和早期强度。干硬性混凝土的水灰比较小,因