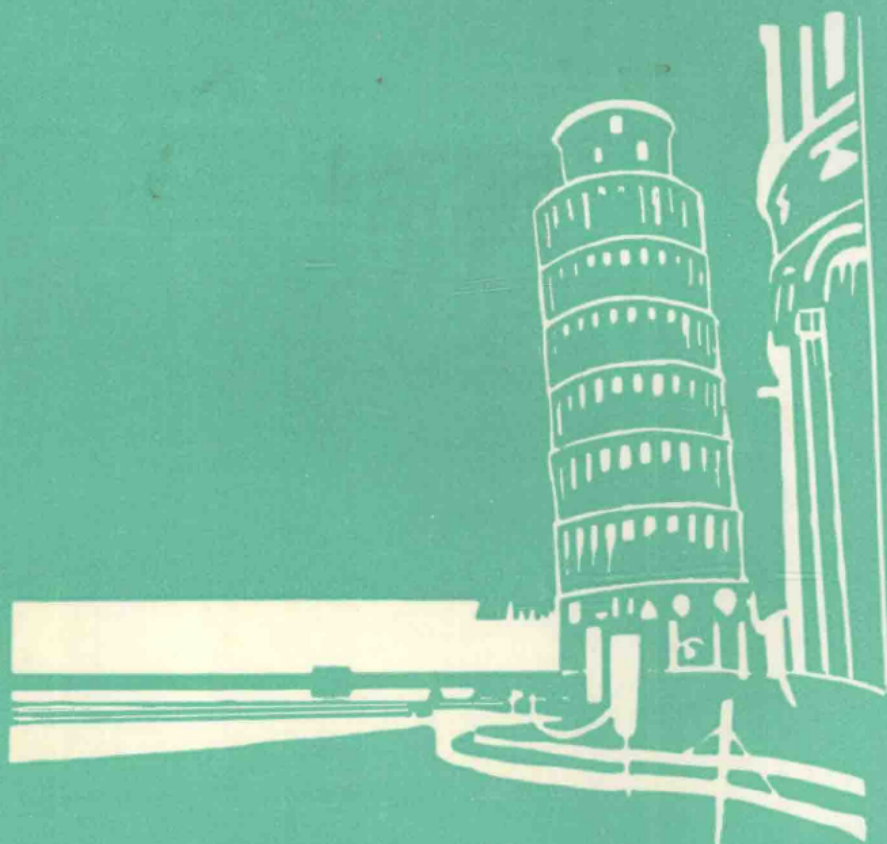


全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

建筑物诊断、加固、改造与维修论文集

上册

(江苏 南京)



全国现代结构研究会

一九九四年十月

全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

建筑物诊断、加固、改造与维修论文集

上 册
(江苏 南京)

韩选江 陈德文 主编

全 国 现 代 结 构 研 究 会

一九九四年十月

全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会

论文集编选委员会

主	任：	汪达尊		
付主	任：	章天恩	谢醒悔	
主	编：	韩选江	陈德文	
编	委：	汪达尊	韩选江	陈德文
		章天恩	林平洲	陈宝康
		谢醒悔	李延和	徐炳锋
责任编辑：		徐炳锋	叶燕华	

前 言

根据全国第三届现代结构技术交流会与会专家教授及代表的建议,全国现代结构研究会于一九九四年十月三十日至十一月三日在南京建筑工程学院召开全国建筑物诊断、加固、改造与维修学术讨论会。

会议收到来自全国二十五个省市的设计、施工、科研、教学等单位的作者撰写的 100 余篇论文,经过研究选择了其中的 86 篇汇编成册提供同行参考。另外,本次大会还邀请了五位专家教授作了五个主题报告,报告内容也刊入论文集中。因此,本论文集共收录了 91 篇学术论文。

现将论文按以下七个部分进行编排出版:(一)主题报告;(2)建筑物的诊断与鉴定;(三)建筑结构的抗震分析与加固;(四)建筑结构的补强与加固;(五)建筑物的增层与改造;(六)建筑物的维修与保护;(七)基础工程与其他问题。文集最后还刊登了几个生产厂家的介绍,以方便同行加强专业联系。

在编选过程中,限于时间和水平,均按作者修改的原稿排印,畅所欲言,充分交流各种观点,活跃整个学术气氛,百家争鸣,相互促进,共同提高。另外,对于作者的工程实践,也尊重工程进行时采用的新、老规范的客观情况。对我们选编工作中如有不当之处,敬请读者原谅和不吝指正。

我们深信,经过这次学术盛会的广泛交流和本论文集的发行,对提高我国在建筑物诊断、加固、改造和维修领域内的专业工作者的诊断、鉴定能力和设计、施工水平,将会起到积极的推动作用。

韩选江 陈德文
一九九四年十月十二日

目 录

上 册

(一)主题报告

1. 现代予力砼结构设计概论.....	谢醒悔	1
2. 高强与高性能混凝土的应用及发展动态.....	蒋永生	10
3. 论旧房改造	汪达尊 汪廷奎	17
4. 旧房处理方案——改建、维修或新建优选中的量化计算	侯 昶	22
5. 浅谈空间资源开发中的有关工程问题.....	韩选江	28

(二)建筑物的诊断与鉴定

6. 火灾后砼强度现场检测方法的试验研究.....	李延和 闵明保 高本立	43
7. 钢筋砼工业厂房火灾后的检测分析和加固处理.....	曾宪纯 张 灏	50
8. 钢筋砼结构构件应急可靠性鉴定.....	卓尚木	58
9. 旧有建筑物检测与评价.....	赵挺生	67
10. 现浇钢筋混凝土变截面及连续式吊车梁的可靠性鉴定及粘贴钢板加固	吴宝智	71
11. 木构件强度检测仪测试误差与可靠度的研究	杨于北 李自强	75
12. 混合结构温度裂缝分析及处理	王稼琛 梁仁旺 裘以惠 史美筠	79
13. 混凝土裂缝系统分析与评价专家系统研究	李大林	83
14. 某单位恒温楼墙体裂缝的原因分析	杨太文	90
15. 某屋盖大梁工程事故分析	赵传智	93
16. 砖混住宅承重墙体承载力等级快速判别法	丛正霞 韩英杰 唐岱新 李小安	100
17. 钢筋砼梁板结构裂缝剖析处理	沈 洪	105
18. 既有砌体结构或构件抗压强度合理取值研究	李金山 黄秀云	110
19. 砼保护层测试结果的数理统计方法	薛 育	115
20. 大体积混凝土建筑物的施工质量鉴定及分析	贾兆武	118
21. 变形测量在旧工业厂房诊断中的应用	吕永平	123
22. 结构构件的损伤程度及其影响因素的灰关联分析	叶燕华	129
23. 棉纺厂厂房结构的质量评价	林宗凡 刘仲洲	136

(三)建筑结构的抗震分析与加固

24. 论初始位移.....		
.....	张双来 董义成 党素华 吴立果 张桂芸 张继宁	141
25. 抗震设计新理论中的“惯性支座”及“鞭梢效应”问题的讨论.....		
.....	张双来 张桂芸 董义成 张继宁 党素华 吴立果	148
26. 建筑抗震加固新技术及其工程应用	周 云 刘 季 张伯龙	155

27. 薄形细筋预应力混凝土抗震加固技术研究简介	王海岗	朱友山	王耀武	161
28. 多层砖房抗震加固工程实例浅析	胡树森	王 彤	刘冀钢	166
29. 多层砖房组合抗震墙的计算	高聚英	邵立 森	赵玉龙	171
30. 排毒塔加固改为烟囱的设计			黄典宏	177
31. 建筑物加层中的层间隔震方法	施卫星	王 群		183
32. 木构架体系古建筑抗震性能分析	黄建设	黄秀云		188
33. 古建筑抗震能力评估及震害预测	黄秀云	李金山		193
34. 中国古建筑中的减震和隔震设置		刘中罕		198
35. 水源路商场营业楼的改造及抗震加固设计	张国堂	邵立 森	胡志强	205

(四) 建筑结构的补强与加固

36. 高效预应力加固技术	项剑锋	210
37. 预应力加固法设计计算方法的研究	李延和 陈 贵 秦新刚 郑 备 忻 建	217
38. 南京中央商场结构加固设计	陈德文	228
39. 高效能结构补强混凝土的工程应用		
.....	袁迎曙 袁广林 姜利民 刘启康 徐步芝 钱 钢	234
40. 化学灌浆结构补强应用研究	李其康 张国堂 李春占	240
41. 砼内部钢筋锈蚀机理兼论 21 米双拼式钢筋砼屋架加固	刘永继	246
42. 屋面梁裂缝处的加固方法	刘 琳 佟晓馨 胡晓新	255
43. 预应力混凝土空心楼板加固的几种方法	苏余晴 管立夫	260
44. 钢筋砼现浇楼板加固与补强方案简介	杨太文	264
45. 济南某厂仓库楼板补强加固工程实例	张以毅	268
46. 某厂房加固分析及处理	熊金根	272
47. TN 混凝土结构加固方法的试验研究	邓天宇 黄小许 唐智勇	279
48. 浅谈淮阴面粉厂车间结构加固	李 剑	288
49. 几个工程事故处理实例	叶漫霖 王学坤 吴西伦 郭树茂	292

下 册

(五) 建筑物的增层与改造

50. 五层砖混结构整体顶升底部加层技术	侯伟生	陈振建	潘耀民	龚一鸣		302
51. 外套框架加层的探索与实践	孙伟民	韩选江	任国华			308
52. 大跨度外套框架增层结构设计			胡允樨			312
53. 施工中房屋进行增层的设计方法	汪恒在	汪跃进				318
54. 唐山市百货商场增层改造项目的技术处理		刘金生				322
55. 旧房加层及内部分隔改造的设计与施工		周云亮				326
56. 建筑物加固改造实例介绍		崔秉安				330
57. 关于目前广州地区建筑改造工程中的若干问题		陈 进				335
58. 旧厂房改造扩建结构设计简介	曾 侠	庞国良				342

59. 在承载状态下增设钢筋混凝土柱和墙梁	米庆佐	345
60. 大型油罐基础纠偏技术研究与应用	贾庆山	351
61. 广州市某八层框架结构住宅楼纠倾及基础加固方案初探	许良	356
62. 房屋 layered 改造中的供暖系统设计	李春占	364
63. 地震区框架结构上加大空间房屋的设计实例	刘琳 赵英民	370
64. 某营业楼的 layered 结构设计	沈飞 陈曙	379
65. 浅谈大跨度砌体结构底层托空技术	冯军 陈曙	383
66. “迭合连续式楼板”在老楼楼面改造中的计算和运用	范廷证	392

(六) 建筑物的维修与保护

67. 中国的城市房屋建筑灾害与减灾对策	王晓鸣	399
68. 扬州五亭桥的修缮	潘德华	405
69. 扬州旌忠律寺大殿的修缮	孙世同	410
70. 房屋建筑诊断和维修、加固措施	陈博华	414
71. 屋面渗漏原因分析与对策	周德江	419
72. 屋面渗漏原因与预防途径	张德元	422
73. 福州“五四”游泳馆工程加固	李玉汕	425
74. 盐化工厂蒸发器支承结构系统加固的有效途径	陈延辉 常溪洁	430
75. 某厂房增设天窗的可行性研究	杨新华 梁江波	435
76. 某厂 4000 吨高位储水池缺陷诊治	李亚平 梁江波	439

(七) 基础工程与其他问题

77. 试论沉井的工程应用	钟孝武 黄祥镛 方道星	444
78. 圆截面挡土桩配筋的简化计算	李钧民	449
79. 拆除老油罐建造大型油罐的工程问题	贾庆山	457
80. 佳市粮油加工厂锅炉房改建的基础设计简述	郭新 李美霜 邱阳	462
81. 某小砌块住宅楼不埋板式基础不均匀沉降事故分析与处理	黄泽德 黄翊兴	465
82. 常州国贸基坑侧向土压力的测试与分析	卫龙武	470
83. 砂井—强夯法加固饱和软粘土的机制初探	赵建国 朱文凯	476
84. 双灰砂桩在地基处理中的应用	刘利民	481
85. 工业建筑的设计和生产使用管理中若干问题的探讨	杨雅轩	490
86. 在有碱—骨料反应的混凝土工程中影响破坏程度的因素	金钦华	497
87. 混凝土中钢筋的半电池电位试验方法	薛育	502
88. 高寒林区毛石拱桥的工程实践	连城璧	506
89. 某冶炼厂泄漏电流的检测	孙健 杜雷	510
90. 国外测试技术之新发展	宋永祥 黄粤	516
91. 用静压桩加固某办公楼条基不均匀沉降	董世江	522

现代予力砼结构设计概论

谢醒悔

浙江省科技咨询中心预应力大跨建筑技术服务部

[内容提要]本文论述以下几个问题:(1)予力技术是现代结构设计的重要组成部分;(2)予力结构选型的重要性和方案的适宜性;(3)予力结构分析计算的特点 1 引入“索梁概念”;(4)无粘束应用理论存在的问题;(5)开展予力束的测力与监控是现代结构的迫切需要;(6)予力束材料及张锚体系,论述目前国内常用体系性能,介绍适用于现代予力结构的优良张锚体系——高强铸锚束(2M)体系的特点和参数。

[术语定义]予力技术——人们为达到某种目的而改善结构受力状态和构件截面性能,主动地给予结构施加影响力(外力、内力、变形等)的技术。索梁概念——以予力索为主要手段的予力结构,视为索结构和梁结构共同承担结构承受的荷载。予力度——指索结构承担荷载与结构总荷载之比值。

一、予力技术是现代结构设计的重要组成部分

(1)现代结构设计是继承传统设计经验,结合现代科技成果,形成综合性、定量性和多元性的交叉科学。从感性的、经验的、被动的、静态的手工式的基础上,上升为理性的、优化的、主动的、动态的电脑自动化的辅助设计方法。

现代予力砼结构是从一般的预应力砼概念中扩展而来。它是以予力技术为主要手段改善结构整体受力状态和构件、截面的性能,主动地给予结构施加影响力(外力、内力、变形等),提高结构使用性能,施工方便,使用安全,经济耐久。

予力在时间上、空间上、数量上、可调性等方面,均要在设计时综合考虑和优化安排,这是结构设计广泛应用的有效手段。它使设计由被动的静态的过渡为主动的动态的,由必然王国向自由王国过渡。综观现代结构的实践,无不广泛地应用了予力技术。一些大跨度桥梁房屋、核电站等结构,如不借助予力技术,甚至无法建成。

(2)结构设计的发展。一般预应力砼概念,是从材料性能方面出发的。即素砼,(抗压强度高,抗拉性能差)→加筋砼(增加抗拉筋)→采用高强砼及钢材(变形大,开裂)→施加予力,提高构件抗裂,减少结构变形。从结构设计的发展来看,由截面应力核校,→承载力的确定→荷载传递→内力的调整→结构报警→安全控制→结构物的生存力综合评估→结构方案的决策→优化设计。这是结构设计的范围,给设计者提供广阔的创作思路。

如果说,现代预应力砼结构在我国 80 年代是指高强钢材,高强砼的广泛应用,部分预应力砼设计概念的传播,向整体预应力结构发展。那么,90 年代应继续发展予力技术是结构优化设计的重要手段。把各种予力结构统一为索梁(架)结构共同工作的组合结构体系。从根本上克服目前无粘束砼与实践的不协调状况。

我国预应力概念是在 50 年代苏联规范和教科书的基础上建立起来的。设计规范针对构件截面校核,很少涉及予力结构设计指南。大专院校教科书多是规范条文公式解说、缺少理论阐

述与创新。我国予力技术走向国际,需要我们结构工作者,作出巨大努力。当前,我们应重视予力技术的理论实践研究,大力推广予力技术的应用,简化结构计算。结构工程师应把主要精力放在创造优秀的结构方案方上来。

预应力砼分类。根据《FIP 实用设计建议》按任何荷载组合下应力状态定义为:全预应力——沿预应力筋方向没有达到消压极限状态。限值预应力——拉应力没有达到砼抗拉张度的设计值。部分预应力——对砼拉应力没有限制。根据我国《GBJ10—89》砼设计规范的分类,按使用要求,裂级控制分三级:一级——严格要求不出现裂缝的构件,按荷载短期效应组合计算,构件受拉区不出现拉应力。二级——一般要求不出现裂缝的构件,按荷载长期效应组合计算,构件受拉边不出现拉应力;而按短期效应组合计算,构件受拉边允许出现拉应力,但不超过 αf_{tk} 。此处, α 为砼拉应力限制系数 $\alpha=0.3-1.0$, f_{tk} 为砼的极限拉应力。三级——允许构件出现裂缝,最大裂缝宽度不超过允许值。

根据我国《部分预应力砼结构设计建议》的分类,对预应力度定义为:

受弯构件 $\lambda=M_0/M$

受拉构件 $\lambda=N_0/N$

此处 λ ——预应力度

M_0, N_0 ——消压弯矩、消压轴力。

M, N ——使用荷载短期组合下控制截面产生的弯矩、轴力。

预应力度 λ 的范围,可从全预应力过渡为钢筋砼。

全预应力 $\lambda \geq 1$,

部分预应力 $1 > \lambda \geq 0$,

钢筋砼 $\lambda = 0$,

以上对预应力砼的分类,把全预应力、部分预应力和钢筋砼连续起来的概念,对设计思路有所开拓,但仅是结构构件截面的局部性质,未涉及予力砼结构设计的全貌。

由于予力结构的概念的扩展,引入“索梁(架)概念”。因此,予力度的定义是指予力索的承担的荷值与结构构件承担总荷载的比值。这些概念真实地反映予力技术是现代结构重要组成部分的实质。

二、结构选型

(1)结构设计首要任务是方案设计,概念构思。方案设计难度大,需要有丰富实践经验和较高理论水平。结构工程师主要精力仔细研究结构总体性能,局部破坏的影响,考虑环境因素,使用要求,以及工程质量,工期和造价,进行全面分析和优化取舍。

予力砼结构,优先采用先张预制构件与后张现浇整体相结合方案,在自重恒载作用下,结构是静定时,梁柱为铰接;在变载及水平力作用下,节点整体连接,梁柱刚性结合。

大跨度结构优先采用体外配索,索板梁,索板、索壳等钢与砼组合结构。当钢结构改为钢与砼予力结构时,钢材可省 20~35%,费用可降低 15—25%。

常用结构采用予力技术,跨度加大一半,土建造价基本持平,使用效果显著改善,可取得良好社会效益。

(2)结构跨度的适用性。

目前,多层房屋的柱网跨度为6~8m。采用予力技术后,跨度扩大到18m还是经济的。当框梁中穿过管道时,跨度扩大到36m,仍是适宜的。从结构观点看,跨度24m—60m时,采用“层高结构”,(墙梁、墙架),上弦下弦均为楼层,其间距为6m~15m的大开间,充分利用建筑结构层高的空间,获得明显综合效益。

高层建筑现浇楼板跨度9m内时,宜采用予力实心板,跨度9~18m,宜采用予力密肋板梁。

(3)构件跨高比的选择。对于予力构件的跨高比没有严格限制。从经济和美观出发,梁板的高跨比宜大些,砼用量少些,显得轻巧。跨高比过大,对荷载变化,予力位置以及温度变化会变得相当敏感,对振动影响也更为显著。

跨高比的选择,需考虑荷载的性质、大小、结构的边界条件,构件的截面形式,跨度大小,材料的弹性模量与阻尼特征等因素,简单地规定合理跨高比是困难的。不过,根据长期的实践和经验的积累,提出结构的经验适用的跨高比,作为设计的指南,还是需要的。

一般予力板梁结构高度为普通板梁高度的50~70%。表1列出的跨高比可供设计参考之用。

予力板梁跨高比 表1

恒载:变载	予力度	跨高比		
		板	小梁	大梁
1:0.25	0.75~0.80	50~55	35~40	25~30
1:0.5	0.70~0.75	45~50	30~35	20~25
1:1.0	0.65~0.70	40~45	25~30	16~22
1:1.5	0.60~0.65	35~40	22~27	14~18
1:2.0	0.55~0.60	30~35	20~25	12~15

当荷载以恒载为主,并为予力索所承受时,跨高比一般可不受限制。对于有振动荷载时跨高比宜取小值。

(4)构件截面形式。供受弯构件选择的截面有矩形、T形、I形和箱形(空心)等。独立矩形截面的外形简单,模板省,常用于跨度较小,梁高较低($h \leq 1000\text{mm}$),梁腹高宽比一般为1~3.5。

T形梁用得最广泛,体形简单,经济,适用跨度较大,梁高一般不大于2000mm。腹高宽比2~6。

工形(箱形)梁,多用于预制构件。当为现浇时,模板稍为复杂。梁腹高大于1500mm。腹高宽比5~15,最大为25。腹宽预制时大于60mm,现浇时大于120mm。当腹板内有予力索时,腹宽大于2倍孔道直径。

无粘束砼梁宜采用T形和工形截面,受压区高度,宜控制不超过翼缘厚度。框架梁加。当梁跨度大于15m的多跨框架梁,为了使跨中与支座的配筋合理,采用中支座处梁端加。加梁跨

中高度可较一般等截面梁高小 20~50%，梁支座处高度跨中为 $(1.1 \sim 1.3)h$ 长度为 $(0.1 \sim 0.25)l$ 。内力分析，可忽略影响。

(5) 予力索的配置：一般尽可能与弯矩图形一致。实际上，弯矩图因荷载情况的变动而变动。因此，应按恒载(GK)与变载(QK)不同，采用不同的线型布置。

曲线束，适于恒载为主的情况，即 GK/QK 为 2。对于 GK/QK 为 1 时，配曲线束加正弯矩直线束。对于 GK/QK 为 0.5 时，配曲线束加正负弯矩的上下直线束。对于 GK/QK 小于 1/3，以及连续三跨以上的束，宜配上下直线束而不配曲线束。

折线束的弯曲半径，对钢丝束的强度有影响，对摩擦力以及砼局部压应力也有影响。因此；规范一律规定曲线束的最小半径为 4m。折线束的弯折半径的最小曲率，没有具体规定，一般可按以下原则确定，即孔道直径 30 倍，钢绞线直径 100 倍或钢丝直径 250 万倍。

予力索在平板结构中，不论平面形状如何以单向传力布置为宜，不沿用钢筋砼平板的双向板传力配筋方式，这样计算简化，施工方便。单向密肋板比双向密肋板自重轻，费用省在规则的柱网楼板中，按单向板和梁构件布置予力束，是特别有效的。

三、予力结构分析与计算

(1) 予力砼结构分析，常视予力索为砼梁的整体的一部分，沿用梁的平面假定的经典理论。对于现代予力的砼结构的分析，必须引入非平面假定，视予力索与梁各为独立构件、结构考虑。予力砼结构的分析计算，国内外尚无统一定义和模式。总的趋向视予力为外力作用于结构上，引入等效荷载概念，平衡荷载原则叠加分析，概念明确，为超静梁板壳和框架的计算，提供一条简便途径。

(2) 索梁概念。以予力索(束)为手段的予力结构，我们引入索梁概念，由索构件与梁构件组合的结构，共同承担荷载。索的构造设置，可以在构件内部或在外部索轴与构件同向布置，也可异向布置，或平面布置或空间布置索的线形可以是直线、折线和曲线。索的传力系统可以是独立的，与构件有点联结(无粘束)、连续联接(有粘束)、也可是与构件合一。结构分析方法不受一般梁理论的约束，不受结构材料的限制。在构件计算上，索按索的特性构造和计算。梁按梁的截面构造计算，这种索梁概念，可为结构设计方案开创新思路，为予力结构理论研究提高，予力技术普及推广开辟新途径。

(3) 索梁共同承受荷载的计算方法，可分为三步。第一步：根据静、变荷载比，确定索承担的荷载份额和予力度。按表 1 确定梁跨高比，计算予力的大小，束的截面和构造，第二步，梁在极限荷载和予力视为外力作用下，按普通砼结构分析梁的内力和构造配筋。第三步，需要时，进行正常使用极限状态的验算。一般情况下，被索承受的荷载，可不考虑它对结构在使用荷载下产生挠度、裂纹的影响。这样，予力结构计算同现行的普通砼设计基本一致。可从繁琐计算中解脱出来。

(4) 高层建筑结构的分析。一般予力索仅分担垂直荷载的一部分时，就不参加高层结构的整体分析，只是参与所在层垂直荷载作用下的局部分析。因此，具体设计中，可先利用现有程序进行整体分析，再与予力所在层的分析计算结果组合，然后进行普通钢筋的配置。这样，设计者能全面地直观看到予力的实际作用效果。对于高耸结构施加纵向和斜向予力时，应将予力纳入结构竖向分析过程中。

四、无粘束的应用

(1) 无粘束予力砼结构的机理。砼构件内的无粘束,在锚固点之间,它永久地可以与周围砼发生相对滑动,这与有粘束的本质不同。无粘束不宜视为梁板截面的一部分,它是索与板共同工作的组合结构,即索梁体系^③,承受外载。现有国外国内有关无粘束砼结构分析原则,截面计算方法、规程、规范大多沿用梁的平面假定,采用线性回归的方法统计所得的公式,计算无粘束的极限应力增值,是模糊地凑出来的。试验结果差别大,解释不同,得出不同的计算公式。从 Warwarld 等人的无粘束极限应力增量简化公式,到美国 ACI318—89 规范、英国 1985 年 B. S8110 规范、加拿大 CAN3—A23.3—M84 规范反映不同因素的影响;而新西兰 NAS3101 规定、德国 DIN 4227 规定则为常数增量。我国 1992 年无粘束预应力砼结构技术规程(报批稿),在此问题上,根据几个科研所和学院的试验结果,提出无粘束极限应力与予力束和非予力筋的综合配筋指标的线性影响的公式,也无更多的新意。

无粘束砼梁的试验试件,基本上是简支单跨的“统计关系公式”计算极限应力增量,不加限制地用于多跨连续配束的结构中,在变载不利组合中,无粘束应力增量,远比单跨两端锚固时增量小。

在结构分析上,目前把无粘束同有粘束一样看待,非常不妥当。大家都知道,连续结构内力传递和分配,是按刚度和变形递减而进行的,其影响较近;而索的内力传递是常值,传递到锚固点而不变,两者是不一致的。多跨连续梁的连续无粘束,在局部不利荷载作用下,索的内力增加较慢,甚至很少增加;索增加的内力必等值传至邻跨,将产生反荷载效应,又另增加梁的不利组合内力,梁的安全度要降低。

总的来说,目前无粘束在梁板结构中应用的理论基础是不完善的。当引入索梁概念之后,上述一些问题,可得到较好的解决。

(2) 提高有效予力值的措施

无粘束的有效予力值是结构安全的基础,这与有粘束不同。因为有粘束的承载力与有效予力值不直接反映,它只影响构件的裂纹开展和结构变形,提高无粘束的有效予力值,是人们普遍关心的问题。一般可采取以下措施:

1) 提高予力束张拉控制应力值,过去规范规定后张予应力控制应力为 $0.65f_{ptk}$,现在提高为 $0.7f_{ptk}$,超张拉不大于 $0.75f_{ptk}$ 是适宜的。有的工程提高到 $0.8f_{ptk}$,容易发生拉断事故,而且松弛加大,利少而弊大,过高张力是不可取的;

2) 减少钢材的松弛,采用低松弛钢材,适量的超张拉,分阶段重复张拉,是提高有效予力值的有效措施,对结构有利无害;

3) 减少曲线束的总弯曲角,采取分段张拉措施;

4) 减少砼收缩影响,采取分段施工、留后浇带、加强砼养护、配制无收缩砼等措施。

5) 选用锚具变形小,予力束内缩量小而又能分批、重复张拉的锚具体系,如铸锚束、镦头锚等等。

6) 对于多跨连续配束结构,张拉后采取措施增锚固点,尽量减少束的传力长度。开展予力束的测力与监控工作是现代予力结构的迫切需要。

新的《砼结构工程施工及验收规范》GB50204—92,对予力工程的予力筋张拉锚固后的实

际予力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为 $\pm 5\%$ ，这对无粘束予力工程非常需要。目前一般张拉施工条件没有这方面的测力与监控手段。我们必须在不长时间内达到规范的要求。

随着予力工程监测工作的开展，施工条件逐步改善，技术水平不断提高，并为设计提供过去难以获得的工程实测数据，改良设计、发展现代结构是非常有意义的科研活动，为推动我国技术进步将产生显著的效果。

从 1991 年以来，我们在江西上钱体育中心 27m 框架及 14m 挑梁，上海国际购物中心予力组合网架，泉州华侨体育中心网架湖州游泳馆 20m 框架，无锡毛纺一厂四层 24m 框架以及上海闸北新区里昂花园的 32m 过街楼予力拱架等工程进行张拉控制测力，多次张拉调整，直接指导施工张拉操作。有的装有长期观测仪表，系统了解予力情况，效果很好。由于测力传感器需求月增，故铸锚束(ZM)体系配套测力传感器测力范围 0~240KN 到 0~2400KN 已批量生产，成本逐步降低，现场测监费用增加不多，一般工程均能接受。

五、予力束材料及张锚体系

予力结构所用材料及其张锚体系，对结构的使用性能与安全有直接关系。先张法优先选用调质热处钢筋，后张法主要选用高强钢丝、钢绞线。张锚体系应与予力材料相匹配。

1)予力钢材性质，除极限强度、屈服强度符合标准外，如延伸率指标低，张拉时易断，结构安全度会降低；现代予力结构需严格控制予力损失，对钢材的松弛要求；采用不同锚夹具对钢材提出附加要求，如镦头锚、铸锚要作可镦性检验，夹片锚、锥塞锚对钢材的直径公差和硬度要求，直径太粗硬度小则钢材易刻痕。折线束对钢材的冷弯应合格等等。

2)张锚体系。国内外种类繁多，已有一百余种，常用不过十余种，但多是大同小异。主要为两种类型：一为支承式锚具，如镦头锚、铸锚、螺丝杆锚等，这类锚具在锚固过程中，滑移量小，特别适于短束的锚固，可重复张拉，但下料长度要求严格控制。一为楔紧式锚具，用于锚固钢线的二片三片的夹片锚和钢丝的锥形锚，锚固过程滑移量大，应力损失大，由于钢绞线直径和硬度变化，锚具加工公差和予紧力的大小，均影响予力工程质量和锚固效率，其优点是对断料长度要求不严，张拉操作简便。对于无粘束带油采用夹片锚，锚固效率分散性大，应引起张拉人员重视。

- 1)锚具按锚固性能分为两类：
 - I 类锚具：适于承受动载、静载的予力结构；
 - II 类锚具：仅适用于有粘束予力结构，且锚具只能处于予力束应力变化不大部位。
- 2)锚具的静载锚固性能试验，由予力束和锚具组装成试件，长度不少于 3m。测定锚具其效率系数 η_a 和极限拉力时的总应变 ϵ 。应符合下表数值。

表 2

锚具类别	锚具效率系数	极限拉力时的总应变
I	≥ 0.95	≥ 2.0
II	≥ 0.9	≥ 1.7

锚具效率系数 η_a 按下式计算:

$$\eta_a = \frac{F_{apu}}{\eta_p \times F_{apu}^c}$$

式中: F_{apu} ——予力束锚具装试件的实测极限拉力(KN)

F_{apu}^c ——予力束锚具组装试件中各根予力钢材计算极限拉力之和(KN)

η_a ——予力束的效率系数。钢丝、钢绞线取 0.97,冷拉筋取 1.00。

3)锚具组装件的动载试验,都经过循环次数 50 次周期荷载试验。动载试验是为研究或确定予力束组装件的疲劳特性而提出的。无粘束在其全长度内应力有变化,因此,无粘束是唯一要做动载试验的。在有粘束中,只有应力的局部变化发生,因此只需知道予力钢材的疲劳性能即可。此时,锚具设置在无应力变化载应力变化很小部位。

4)锚具尚应符合下列规定:

- (a)当予力束锚具组装件达到实测极限拉力时,全部零件不得出现裂缝及破坏;
- (b)除能满足分级张拉及补拉外,且具有能放松予力束的性能;
- (c)锚具或其附件上设置灌浆孔道的截面能使浆液通畅。

(3)钢丝束锚具:

1)钢质锥质锥锚(GZ),构造较为简单,操作方便,由于经常发生滑丝断丝现象,重要构件很少采用。

2)镦头锚(DM)下料长度控制严,镦头质量直接影响予力束的安全,工地制束,质量不易控制,曲线束应力不均,张拉易断丝,本锚具可以分批张拉及补拉,并具有放松予力束的性能。

3)铸锚束(ZM)体系见附录)是国内外优良锚具体系之一,是浙江予应力大跨建筑技术服务部获奖专利成果项目。主要用于斜拉、桥梁、悬索结构中,近来在建筑工程中广泛使用,取得良好效果。铸锚束吸收多种锚具的优点,锚固效率高、对钢不刻痕,张拉不滑丝,延性好、整束受力均匀,试件破坏,断在钢丝本身上。由于束集中在车间内制造,质量易于控制,可按设计要求供应各种类型、规格的成品束(如粘束、无粘束、防火、防腐等束)。必要时,铸锚束可在车间内逐步来进行予拉,予拉力为束在使用荷载下的最大内力的 1.2 倍,或 $0.7 \sim 0.75 f_{ptk}$ 。

这是保证索结构束的质量最有效的措施。铸锚束成卷运送,简化工地予力工程现场工作量,加速工程进度。

4)钢绞丝锚具。常用的有 $JM_1 \times M_1 QM$ 及 OVM 等几种,均属夹片锚。 $JM_1 \times M$ 张拉时有顶压装置,锚固后滑移易于控制。但不便补张或放松。 $QM_1 OVM \times M$ 差不多,但不用顶压器,靠钢绞线回缩自锚,滑移量大常不均,可以分批张拉,可分段张拉,张拉操作简便,由于现场组装张拉,曲线束难以保持等长,应力因而难以均匀。

1994 年 8 月 18 日

附录:高强钢丝铸锚束(ZM)体系

目前,我国预应力结构应用已很广泛,由于粗筋强度低,焊接性能差,经常发生断筋事故,经济效益亦差,限制预应力结构的发展,采用高强钢丝束代替粗筋,势在必行。钢丝束的墙部锚

具是关键。国内常用的钢质锥形锚具,锥形螺杆锚具和敦头锚等,各有其应用范围,尚难满足使用提出较高要求。

铸锚束(ZM)体系是近年来研制的锚具体系。钢丝束头用合金铸为整体,束的受力均匀,能充分了挥钢丝的延性。试验证明,试件破坏均在锚头外的钢丝本身上,达到钢丝等强度的要求。获国家发明铜牌奖,国家专利。

铸锚束体系的承载能力范围大。束的能力从 220KN 到 9721KN。根据工程设计要求,束的极限能力还可扩大。

铸锚束集中制造,质量易于控制,成本可以降低。成卷运送工地,施工极为方便。浙江已有专业制束厂家,按设计要求供应各种类型的铸锚束成品(有粘结束,无粘结束,防蚀防火束等)。

铸锚束能满足土木建筑工程中各种预应力结构提出的要求,已广泛用于大型厂房、桥梁以及悬索结构中,取得良好效果。特别是圆形、球形结构的环向预应力束,配合径向张拉方法,较其他预应力体系为优。

本体系按束径大小分为 18 级,有 ZM-A、ZM-B、ZM-C 三种型式,供不同结构选用。有关具体应用技术,可向浙江省科技咨询中心,预应力大跨建筑技术服务部联系。

铸锚束(ZM)体系主要参数

表 1

序号	型号(ZM) 束经(d _o)	φ5 根 数 (n)	束极限 能力 P _u (KN)	束最大张 拉力 P _y (KN)	穿束孔径		单排端孔 最小间距 mm S
					直线 孔 mm D _d	端扩 孔 mm D _b	
1	15	7	220	165	38	45	70
2	20	12	376	282	48	58	80
3	25	19	596	447	54	70	100
4	30	27	847	635	63	82	120
5	35	37	1160	870	70	94	140
6	40	48	1505	1129	78	108	160
7	45	62	1994	1467	87	120	180
8	50	76	2333	1786	95	132	200
9	55	93	2916	2188	102	142	220
10	60	110	3450	2586	110	150	240
11	65	130	4076	3058	120	170	240
12	70	150	4704	3528	130	182	280
13	75	173	5425	4069	140	195	300
14	80	197	6178	4638	150	210	320
15	85	223	6993	5245	160	222	340
16	90	250	7842	5880	170	235	360
17	95	280	8780	6586	180	250	380
18	100	310	9721	7291	190	260	400

注： 1. 束极限能力相当于钢丝标准强度，为 1.60KN/mm^2

2. 最大张拉力相当于束极限能力的 0.75 倍

3. 采用拉力千斤顶张拉

高强与高性能混凝土的应用及发展动态

东南大学 蒋永生

前 言

近二十多年来,国内外将高强混凝土作为重点课题广泛进行了试验研究和工程应用。继1979年在美国芝加哥召开了国际“高强混凝土专题讨论会”后,又在1987年和1990年先后在挪威和美国召开了两次“高强混凝土应用”国际学术讨论会。我国从70年代以来,由于高效减水剂的研制成功和应用,为在普通工艺条件下配制高强砼提供了有利条件,极大地促进了我国高强砼的研究和应用。1992年成立“高强混凝土技术委员会”的同时,召开了第一次全国高强混凝土学术讨论会,紧接着于1993年提出了C50—C80等级的高强砼结构设计指南及施工指南(讨论稿),使推广应用的范围迅速扩大。

近年来一些发达国家提出了具有新概念的混凝土,即高性能混凝土(HPC—High Performance Concrete)。设计HPC的目的,在于通过对混凝土材料的若干性能的改善,具有高施工性、高体积稳定性、高耐久性及足够的力学强度。美国、加拿大、日本等国家都在八十年代后期或九十年代初,列为国家项目进行研究、应用和开发。今年初我国国家自然科学基金会将“高强与高性能混凝土材料的结构与力学性能研究”列为重点项目,由清华大学组织国内许多高层次单位参加攻关,可望迅速达到国际水平。

本文就所掌握的信息并结合自身的工作,介绍高强与高性能混凝土应用和发展动态,共同努力推广应用这一新技术。

一、高强与高性能混凝土的特点及发展趋势

高强混凝土的重要特点是耐久、强度高、变形小,能适应现代工程结构向大跨、重载、高耸发展和承受恶劣环境条件的需要。用高效减水剂配制的高强混凝土一般具有塌落度大和早强的性能,便于浇注和加快模板周转速度。

高强混凝土抗压强度高,可大幅度提高受压构件的承载力,减小截面尺寸。由于可减少受弯构件截面混凝土受压区高度,从而可用增大配筋率来提高受弯承载力或降低构件的截面高度。截面尺寸的减小意味着可降低结构自重,进而减轻地基基础的负担。减小截面尺寸,对房屋建筑来说,可增加使用面积和有效空间;对桥梁则意味着增加桥下净空或降低两岸路堤标高;对地下建筑而言,可减少挖土量。采用高强混凝土可以取得显著的经济效益。

高强混凝土材料致密坚硬,因而抗渗抗冻性能均优于普通强度混凝土,可用于有海水侵蚀、高流速冲刷等恶劣环境,尤其可作为使用年限大于设计基准期的基础设施工程中。

高强混凝土材料及其应用中,应注意克服延性比普通混凝土差的问题;同时,针对混凝土质量易受生产过程中各种环境因素影响的情况,加强质量管理。