

預制混凝土桩

由
岑
好



2
1994

中国水泥制品工业协会
预制混凝土桩专业委员会

新 装 备

管桩生产用DTJ-1型钢筋镦头机

由南京复合材料总厂水泥制品机械厂研制的DTJ-1型新型钢筋镦头机,一九九四年五月通过了东南大学、南京市经委和南京市科委组织的鉴定,经检测,该机的基本性能已达到了日本同类产品的水平,完全可以满足制造高强预应力混凝土管桩的工艺要求。

主 要 特 点

1. 动力源采用气泵,压缩空气经气液转换增压以后作用于增压缸,对钢筋进行夹持和镦头,运行平稳,无振动,镦头力大,便于钢筋在较低温度下镦头,对环境无污染,动力源简单。
2. 采用程序控制可控硅给钢筋头部加热,确保钢筋头部晶相组织不会破坏,从而保证镦头部位强度损失最小,不会出现裂纹、烂头等缺陷。
3. 小型、轻便、气冷和可移动操作。
4. 耗电、耗气量小,无需另加变压器。
5. 对于由直线切割机切出的钢筋,无需任何调整,加工出的头也不会歪斜。
6. 工作速度快,每个镦头仅15秒左右。
7. 可以镦多种规格的钢筋,仅需换一种模具。
8. 内有稳压电路,对主电压的波动有高的抵抗力。
9. 价格便宜,仅为日本同类产品的二分之一。

主 要 技 术 指 标

- | | | | |
|--------------|--------------------|--------------------------|-------------|
| 1. 空气压缩机: | 功率:3.7kW | 压力:9.5kg/cm ² | 流量:400l/min |
| 2. 输入电压: | AC380V±5%(两相),50Hz | | |
| 3. 钢筋直径范围: | Ø7.0~Ø11.5mm | | |
| 4. 最大加热电流: | 5500A | | |
| 5. 最大输入功率: | 11kVA | | |
| 6. 最大夹紧力: | 50t | | |
| 7. 最大镦力: | 16t | | |
| 8. 钢筋头部强度损失: | ≤5% | | |
| 9. 冷却方式: | 风冷 | | |
| 10. 环境温度: | -5℃~+40℃ | | |
| 11. 相对湿度: | ≤85% | | |
| 12. 总重量: | 950kg | | |

中国水泥制品工业协会预制混凝土桩 专业委员会通讯地址

江苏省苏州市三香路162号

国家建材局苏州混凝土水泥制品研究院

联系人:金 舜 薛万银

邮政编码:215004 电报挂号:1646

电 话:(0512)8282594、8286251

传 真:(0512)8285793

征 稿 启 示

中国水泥制品工业协会预制混凝土桩专业委员会会刊《预制混凝土桩》第一期终于同大家见面了,为了使这株新苗茁壮成长,并充分发挥她为企业服务、传递信息、交流技术、介绍经验等方面的作用,我们热忱欢迎广大读者踊跃投稿,在会刊上交流预制混凝土桩生产、施工及检测等方面的技术,介绍深化改革与生产管理经验、有关国内外科技情况和经济信息、物资信息、生产装备信息或开发新产品、新工艺、新技术、新材料、新设备等方面的消息,以促进我国预制混凝土桩行业向前发展。来稿一经选用,将按本刊有关规定给予稿酬。

资 料 信 息

预制混凝土桩专业委员会组织到一批GB13476—92《先张法预应力混凝土管桩》国家标准,欢迎企事业单位及科研院所订购。

责任编辑:金 舜 薛万银

蒋元海 匡红杰

江泽民总书记为'93中国质量意识高层论坛题词：

树立质量法制观念 提高全民质量意识

江泽民

一九九三年八月四日

朱镕基副总理致'93中国质量意识高层论坛的贺信

欣闻“'93中国质量意识高层论坛”召开，谨向会议表示热烈的祝贺！

改革开放以来，我国的产品质量有了很大的提高，企业已逐渐意识到提高产品质量的重要性，但是产品质量的问题并未真正解决，必须引起全社会的重视。今年9月1日，《产品质量法》将正式实施，这将对推动我国产品质量的提高、质量管理的加强，起到积极的作用。尤其重要的是，要形成一个全体人民都关心质量的社会风气，增强全民族的质量意识，这样才能把我国的产品质量管理提高到一个新水平。

祝会议圆满成功！

朱镕基

一九九三年七月二十八日

BAY51/10

1. 管桩用压蒸与非压蒸早强、高强砼	(1)
2. 预应力混凝土管桩的承载力计算	(4)
3. 浅谈我国质量管理的发展趋势	
——“质量管理与质量保证”系列标准介绍	(9)
4. 再谈“PHC”管桩的制作与施工	(12)
5. 高强混凝土板桩	
——日本最近开发生产的一种新型桩材	(18)
6. PHC管桩生产中几个值得探索的工艺问题	(21)
7. 关于预应力管桩的质量问题	(27)
8. 在蒸压预应力高强混凝土管桩配料中掺加磨细砂的研究	
	(34)
9. 压蒸水泥混凝土强度和微观性能的研究	(38)
10. 浅谈我国管桩钢模的现状	(41)
11. 中国水泥制品工业协会三届二次常务理事扩大会议纪要	
	(44)
12. 中国水泥制品工业协会预制混凝土桩专业委员会工作会议	
纪要	(46)

管桩用压蒸与非压蒸早强、高强砼

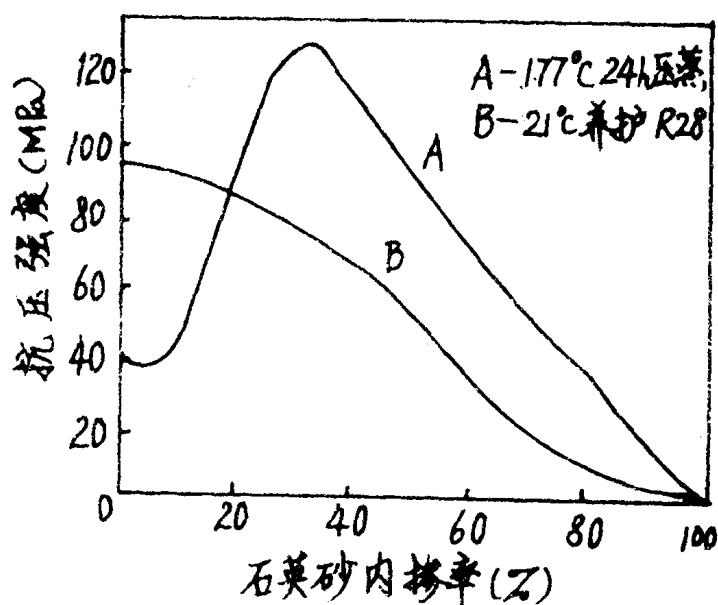
中国工程院院士 清华大学 吴中伟教授

一、压蒸早强、高强砼

预应力高强砼(PHC)桩多采用压蒸砼,例如广州羊城管桩公司用525硅酸盐水泥经初期常压蒸养,脱模强度50~60MPa,再经压蒸养护,出釜砼强度控制在 98 ± 3.92 MPa,超过了PHC标准的强度指标。又苏州砼水泥制品研究院用525硅酸盐水泥掺加超塑化剂,水灰比 < 0.3 ,经过压蒸养护的236组圆筒形试件,测得抗压强度为 84.1 ± 3.3 MPa,达到PHC棉砼的强度指标。

水泥砼经过压蒸养护,非但能达到很高的强度,还有体积稳定性与抗化学侵蚀好的优点,因此久已被桩、管等高强砼制品和石棉水泥制品工业所采用,现在更广泛地用于多孔、轻质砼制品。

压蒸工艺历史悠久,早在1912年R. J. Wig 即发表压蒸砼论文,30年代中叶C. A. Menzel 进行了系统研究,特别对于掺加足量的磨细石英砂的重要性,提出下列曲线,至今为研究者引用。(图1),



图中指出如纯硅酸盐水泥不掺石英砂,压蒸后强度低于常温湿养28天强度;如只掺加少量(如内掺5~10%)则压蒸后强度将更低;而在最佳掺量(内掺约30~40%,或为水泥量的40~70%)时,强度将超过常温 R_{28} 很多,并具有最佳的密实性与耐久性;但是如再增加石英砂掺量,强度将较快地下降,这一研究结果,对我国PHC桩的生产有重要意义。

近20年来,H. F. W. Taylor 等不少水泥化学家通过大量压蒸水化产物的物化研究,对上述结果作了论证,总的结论是压蒸得到高强度是由于生成大量的11A托勃莫来石

晶体和适当的晶胶比,晶体本身具有高的强度和稳定性,晶体之间有适量的凝胶粘结,得到了整体高强度。如不掺石英砂,当温度超过125℃,水化凝胶转变为晶粒粗大的 α - C_3S 水化物,温度超过165℃时生成 $C_3S \cdot H_2$ 均使强度下降,如掺加少量(10%)石英砂,将阻止 $Ca_2(OH)_2$ 生成,增加 α - C_3S ,使强度降到最低。再加多石英砂,可使11A托勃莫来石晶体增多而提高强度直至最高值。但如石英砂掺量超过水泥的70%以后,留下来未反应的石英砂使强度和耐

(2/60)
CS(4-1/2)
1/2(减少)

久性较快地降低。掺加适量石英砂还能加快C₃S和β-C₂S的水化作用,有利于强度的增长。

当石英砂掺量为最佳时(如为水泥量的65%),静停2h后,用不少于1.5h升温到175℃(9~10气压),恒温至少8h,再用1.5h降温,所得强度可达到1.2R₂₈。

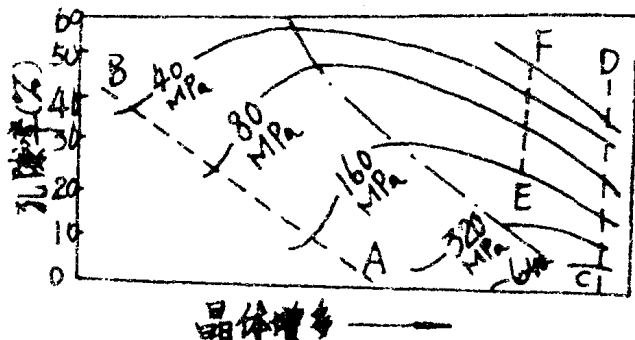


图2 不同孔隙率下晶胶比与强度关系(趋势)

AB——净浆常温; EF——压蒸; CD——压蒸

至于最佳晶胶比,近年也有不少研究,观点不一,加拿大、英国学者提出随孔隙率不同来改变晶胶比(孔隙率高时凝胶量多些强度高,反之则晶体多些强度高。)Taylor用下列孔隙率、晶体增量与等强线的圆来表示(图2),此图大约指出晶胶比与强度的变化趋向,可供参考。等强线峰点连线是最佳强度线,其左需增多晶体,其右需增多凝胶体。因此,建议PHC桩的压蒸砼注意下列事项:

1. 必须掺加足量磨细石英砂,以内掺20~30%为佳(等量取代水泥20~30%)。

2. PHC桩带模蒸养,对静停和升温速度无严格要求。在压蒸开始时因砼强度已较高(>35MPa)也可快速升温以缩短周期,当压蒸工艺采用早期快速升压时,最高蒸汽压力应提高10~15气压,但降压应逐渐进行,以免不含失水过多,到达常压(100℃)后应防止迅速降温以防开裂。

3. 现在尚无压蒸专用水泥,可用普通水泥或纯硅酸盐水泥,如水泥中已掺有较多活性混合材,应另选定石英砂掺量和最佳压蒸制度,以求得高强与经济。

4. 由于11A托勃莫来石在170~185℃饱和蒸汽中是介稳的,它由CSH(I)生成,又渐渐向硬硅钙石(C₂SH)转变而降低强度。所以过分延长恒温期是不利的,称为“过压蒸”。

5. 提高压蒸效率,缩短周期的途径有:

(1)加高蒸汽压力,有人试验在200~225℃(15~25气压)下,升温2~4h,不须恒温,立即进行2~4h降温,也能得到高强,但设备投资要增加。

(2)苏联用掺加晶胚来提高效率

压蒸砼由于结晶组分多,晶胶比合适,Ca(OH)₂少因此抗渗、抗化学侵蚀、体积稳定性均优于常压养护砼,对于海水和盐碱地区用桩最为有利。但结晶组分多的高强砼,韧性一般较差,不利于反复冲击,必要时可在桩端加适量碳纤维或碳纤维,可提高抗冲击能力几十倍以上。又压蒸砼的粘结力较差,必须用螺纹钢筋以增加握裹力。

二、非压蒸早强、高强砼

番禺桥丰水泥制品公司用铁铝酸盐水泥与高效减水剂试生产一批PHC桩,在室温(32℃)下7~9小时脱模强度超过45MPa,水养3天强度达80MPa,与该公司正常生产用二次蒸养桩(静停2h,升温2h,75℃恒温2h,降温2h,脱模强度62MPa,180℃压蒸6h,强度81.2MPa),同样符合PHC对强度的要求。

除用铁铝酸盐水泥以外,还有几个途径,可不用压蒸得到符合PHC或PC桩时强度的要求,在我国可选择采用或研究开发。

1. 停通水泥不用蒸养

指按厂蒸压养护 <70℃, 大同体强 5-25 MPa 比 <500 kg/m³.
F=1. 出蒸强度 520 MPa. 脱模放时

525以上硅酸盐水泥,低水灰比,坚洁集料,掺加高效减水剂或早强高效减水剂,不经蒸养,能够达到下列强度指标: $R_{cu}>40\text{MPa}$, $R_{7-14}>60\text{MPa}$,能够满足PC桩对强度的要求。现浇经常能达到上述指标,甚至用425普通硅酸盐水泥 $470\sim 500\text{kg/m}^3$, $W/C=0.35$,高效减水剂(减水率20%)1%,能够达到 $R_{cu}>40\text{MPa}$, $R_{7-14}>70\text{MPa}$ 。

2. 普通水泥、低温蒸养

为了提早脱模和缩短出厂时间,可采用 $45\sim 55^\circ\text{C}$ 的低温蒸养在12h左右达到脱模强度,以后继续低温蒸养达到 60MPa ,满足PC桩的要求,这种工艺在我国有较大意义,既免去压蒸,又节约投资与能耗,简化工艺。关于蒸养最高温度问题,大家已注意到对于 C_3S 、 C_4A 较高的高标号硅酸盐水泥,不宜用 $>60^\circ\text{C}$ 的蒸养,因将降低蒸养后强度值和后期强度值,对于加热升温过程中的结构破坏影响砼的强度和密实度,也已有些认识,但对 $<60^\circ\text{C}$ 的蒸养制度还缺少研究,用得很少。

在硅酸盐水泥中掺加适量活性细掺料如硅灰、优质粉煤灰、沸石岩等,采用较高温度的蒸养,也能达到PC桩强度指标,可通过试配选定。

3. 碱激发矿渣

在苏联已应用多年,我国也已开始研究开发,制作早强高强砼,其早强性能尤突出: $R_{cu}>30\text{MPa}$, $R_{1d}>40\text{MPa}$, $R_{7d}>54\text{MPa}$, $R_{28d}>60\text{MPa}$,重庆建筑大学与南京化工学院得到 $R_{cu}>70\text{MPa}$,除早强、高强外,还有极好的耐久性。

碱激发矿渣取得高性能的机理是: NaOH 、 KOH 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等碱激发剂使水淬矿渣中铝、镁、钙玻璃结构中的 $\text{Si}-\text{O}$ 、 $\text{Al}-\text{O}$ 键断开,使硅铝离子加快溶出;当有石膏存在时,生成 AFt ,加快矿渣水化(激发)。用天然或工业副产品硫酸钠进行激发,可同时提供 OH^- 与 SO_4^{2-} ,成本也低。碱激发矿渣的最终生成物是钠、钙铝硅酸盐、钠铝硅酸盐、钠钙铝铁硅酸盐等沸石,均是造岩矿物,因此有很高的耐久性。

这种早强水泥,有可能用于非蒸养制品,当掺加硅灰等优质活性细掺料后,可以与硅酸盐水泥同用,制得早强高强砼。

4. Pyramid(金字塔水泥)

这是专利名称,在美国已用了10年,也是以早强、高强与耐久为特点,用以修筑路面,厚度比普通砼可减小30%($25\text{cm}\rightarrow 18\text{cm}$),安全使用期增加4倍,浇筑后4小时通汽车,6小时飞机升降。也可用于制品工业,其基本组分是:烧高岭土、矿渣、粉煤灰、硅灰与碱,再与硅酸盐水泥(55~65%)共同使用,专利提出几十种推荐配合比,其中达到较高的强度值为: $R_{cu}=45\text{MPa}$, $R_{1d}=57\text{MPa}$,以及 $R_{1d}=28\text{MPa}$, $R_{7d}=67\text{MPa}$, $R_{28d}=80\text{MPa}$ 。

三. 结 论

1. PHC桩用压蒸砼能够在3天内施打,并具有耐久性好等特点,已在国内外大量生产,但国内各厂必须抓紧掺加石英砂,并进一步探索晶胶比的优化,使PHC桩的使用性能和经济效益得到进一步提高。

2. 非压蒸砼同样能满足PC桩的要求,研究和采用低温蒸养,可以提前桩的出厂时间。

3. 用铁铝酸盐水泥等早强、高强水泥制作PHC和PC是可行的。

优质外加剂(如FDN)对早强高标号十分重要

新心提 1941. 子 10. 15 时代 12 接头 接着 打 50-60 m. 长 12 大 桥. 第 12 号 1/16 第 15 号
 强 度. 非 力. 提 白 强 度. 60 代 试 后 强 度. 66 年 又 强 度 试. 69 年 又 强 度 试
 强 度 试 后 强 度 试. 30-55 m. 改 因 15. 强 度 试. 强 度 试 后 强 度 试.
预应力混凝土管桩的承载力计算
 重 细 方 案 提 用.
 打 桩 荷 载 试 验

铁道部丰台桥梁工厂 富文权

内 容 提 要

国内外预应力混凝土桩的设计方法不尽相同。本文采用的破损阶段法,概念简明,便于对比换算。建工系统新颁规范中的符号、术语及材料强度取值等都有较大改动,并能通用。在此基础上,本文对预应力混凝土管桩的承载力问题进行了讨论并举例作了计算。

现行《铁路桥涵设计规范》(TBJ2—85)对于钢筋混凝土结构设计采用容许应力法,对于预应力混凝土结构采用破损阶段法。现行建筑工程《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)则采用“以概率理论为基础的极限状态设计法”国外在混凝土桩设计中,容许应力法和破损阶段法都有采用。按不同规范(方法)计算的管桩,力学性能不会相同。但管桩通常是作为“商品”生产并供应“市场”的,包括铁路建筑工程,工民建工程,以及由国外设计的涉外建设工程。经过研究,本文采用了概念比较简明,计算结果也便于同其它规范(方法)对比或换算的破损阶段法来计算预应力混凝土管桩的承载力。GBJ10—89规范新制订的符号、术语以及材料强度取值等多具有通用意义,但比过去有较大改动。故本文在参照执行中特作了适当解释。

一、管桩设计的基本参数

1. 材料强度取值

(1) 离心混凝土

以C50和C60的两个强度等级为例,其强度标准及弹性模量如表1所列。

表1 离心混凝土①的强度标准值(MPa)及弹性模量(MPa)

强 度 等 级 ②			C50	C60
强度标准值③	轴心抗压④	f_{ck}	38	46
	弯曲抗压⑤	f_{cmk}	42	51
	抗 拉⑥	f_{tk}	3.3	3.7
弹 性 模 量 ⑦			E_c	E_c
			34.5×10^3	36.0×10^3

(2) 碳素钢丝($\varnothing 7$ mm预应力筋)

钢丝抗拉强度标准 $^{\circ}(f_{pk})$ 取为1,400MPa,钢丝弹性模量 $^{\circ}(E_s)$ 取为 200×10^3 MPa。

(3) 弹性模量比

钢丝弹性模量与混凝土弹性模量的比值(d_s)。

对于C50混凝土, $\alpha_{E,50} = \frac{200 \times 10^3}{34.5 \times 10^3} = 5.8$;

对于C60混凝土, $\alpha_{E,60} = \frac{200 \times 10^3}{36.0 \times 10^3} = 5.6$ 。

注:①GBJ10—89规范注明:离心混凝土设计强度取值“应按专门规定取用”,但目前尚无此规定。

②“强度等级”这个词由“标号”改来。在GBJ10—89和GBJ107—87《混凝土强度检验评定标准》中,将标号(R)改为强度等级(C),立方体试件边长由20cm改为15cm,改概率定义为“用标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度”;亦即是,强度等级(C用立方体抗压强度标准值 $f_{m,k}$ 表示)相当于强度总体值的平均值(μ)减去1.645倍标准差(σ), $f_{m,k} = \mu - 1.645\sigma$ 。

③材料强度标准值(f_k)按《建筑结构设计统一标准》(GBJ68—84)所给的定义, $f_k = \mu - 1.645\sigma$;统计资料分析表明,这个“材料强度标准值是对应于材料强度的极限质量水平”的,“也就是说,当材料强度符合公式所定义的标准值时,可近似地认为在质量上等同于极限质量水平”。GBJ10—89中的混凝土强度标准值(f_k)就是取等同于TJ10—74《钢筋混凝土结构设计规范》中的标准强度(R^b)或等同于TBJ—85中的极限强度的。

④混凝土轴心抗压强度标准值(f_{ak})按GBJ10—89,与立方体抗压强度标准值($f_{m,k}$)有这样的对应关系:

$$f_{ak} = 0.8 \times 0.88 \times 0.95 \times (0.95 \text{ 或 } 0.90) f_{m,k}$$

系数0.8是考虑棱柱体与立方体的强度换算关系,0.88是考虑经验及试验误差等“从偏于安全出发”所附加的,0.95是考虑立方体标准试件尺寸改变(20cm→15cm)所引起的折算关系,括号内0.95或0.90则是对于C50或C60高强混凝土的脆性特征所附加的安全考虑。

混凝土管桩设计既然是采用破损阶段法,使用一个总安全系数来概括各种影响“使用安全”的有关因素,所以对于混凝土轴心抗压强度标准值(f_{ak})就可取用混凝土的“实际的”最高(极限)抗压强度,而将“从偏于安全出发”所附加的系数0.88和0.95(或0.90)另行消溶进总安全系数之中,于是可列式:

$$f_{ak} = 0.80 \times 0.95 f_{m,k} = 0.76 f_{m,k}$$

对于C50,取 $f_{ak} = 0.76 \times 50 = 38 \text{ MPa}$;对于C60,取 $f_{ak} = 0.76 \times 60 = 46 \text{ MPa}$ 。

⑤混凝土弯曲抗压强度标准值(f_{mk}),按GBJ10—89,根据近年来的试验研究取为 $f_{mk} = 1.1 f_{ak}$ 。

⑥混凝土轴心抗拉强度标准值(f_{tk}),按GBJ10—89,C50和C60的 f_{tk} 各取为2.75和2.95。但对于管桩设计,如果把GBJ10—89中的“偏于安全”的系数(0.88)和“脆性特征”系数(0.95或0.90)均消溶进总安全系数之中,则C50和C60的轴心抗拉强度标准值(f_{tk})就可分别取为

$$2.75 \times \frac{1}{0.88 \times 0.95} = 3.3 \text{ MPa 和 } 2.95 \times \frac{1}{0.88 \times 0.90} = 3.7 \text{ MPa}$$

⑦混凝土弹性模量(E_c)取值与GBJ10—89相同。

⑧碳素钢丝没有明显的物理流限,GBJ10—89对其强度标准值(f_{sk})“采用国家标准规定的极限抗拉强度”。据此原则,管桩设计对 $\phi 7 \text{ mm}$ 钢丝的强度标准值(f_{sk})暂取为钢厂的出厂保证强度(1,400MPa)。

⑨钢丝弹性模量(E_s)取与GBJ10—89的相同的值,即“根据国内有关单位的试验研究,将

碳素钢丝的弹性模量 E_s 由 $1.8 \times 10^5 \text{MPa}$ 提高 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ 。

2. 管桩截面特征值

三种型号管桩截面特征值如表2所列。

表2 预应力管桩截面特征值例

管 桩 型 号		Ø400~90	Ø550~100	Ø550~120
截 面 尺 寸	外 径 $d(\text{mm})$	400	550	550
	内 径 $d_1(\text{mm})$	220	350	310
	壁 厚 $t(\text{mm})$	90	100	120
截 面 面 积 $A(\text{mm}^2)$		87,700	141,400	162,100
预 应 力 筋 (Ø7mm)钢丝	配筋面积 $A_p(\text{mm}^2)$	616	924	924
		(16×38.5)	(24×38.5)	(24×38.5)
	配置周径 $d_p(\text{mm})$	323	473	473
换 算 截 面	配筋率 $p(\%)$	0.70	0.65	0.57
	面积 $A_0(\text{mm}^2)$ C50	90,700	145,800	166,500
	C60	90,500	145,700	166,400
	惯性矩 $I_0(\text{mm}^4)$ C50	$1,180.9 \times 10^6$	$3,880.0 \times 10^6$	$4,162.4 \times 10^6$
	C60	$1,179.2 \times 10^6$	$3,874.8 \times 10^6$	$4,157.2 \times 10^6$
	弹性抵抗矩 $W_0(\text{mm}^3)$ C50	$5,905 \times 10^3$	$14,109 \times 10^3$	$15,136 \times 10^3$
	C60	$5,896 \times 10^3$	$14,090 \times 10^3$	$15,11 \times 10^3$

注:螺旋筋(Ø5)保护层厚30mm,预应力(Ø7)保护层厚35mm。

3. 预应力值

表2三种型号管桩的预应力值(估算)如表3。

表3 三种型号管桩的预应力值

		Ø400-90	Ø550-100	Ø550-120	备 注
混凝土有效 预压应力	$\sigma_{pc} = N_{pc} / A_0 (\text{MPa})$	5.5	5.0	4.5	预应力损失(σ_l)参照 GBJ10-89 规范估计: 1. 锚垫缝隙压缩, σ_{l1} 估60MPa; 2. 钢丝应力松弛, σ_{l2} 估60MPa; 3. 混凝土收缩徐变, σ_{l3} 估70MPa; 合 计 σ_l 估为190MPa.
钢丝有效预 拉应力	$\sigma_{pc} = \sigma_{con} - \sigma_l (\text{MPa})$	810	789	811	
钢丝有效张 拉力或混凝 土有效预压力	$N_{pc} = \sigma_{pc} \cdot A_p (\text{KN})$	499	729	749	
钢丝张拉控 制拉应力	$\sigma_{con} = \sigma_{pc} + \sigma_l (\text{MPa})$	1,000	979	1,001	
钢丝张拉控 制拉力	$N_{con} = \sigma_{con} \cdot A_p (\text{kN})$	616	905	925	

二、预应力管桩的极限承载力

1. 管桩的极限抗压力

管桩在轴心压力作用下的极限抗压力(N)的算式如下,算例列于表4。

$$N = f_{ck} A - (\sigma_{pc} + \epsilon E_s) A_p (N)$$

式中, ϵ_c 为混凝土达极限强度时的压应变, 取 0.002; 其作符号意义同前。

2. 管桩的极限抗弯弯矩

参考 GBJ10-89 及 TJ10-74, 设管桩在偏心压力作用下正截面的等效应力图块如图 1 所示, 据此可以推导管桩的极限承载力—轴向抗压力 (N) 和抗弯弯矩 (M) 的算式如下:

$$N = f_{cm} A \alpha - f_{ps} A_s (1 - \alpha) - (\sigma_{pe} - \epsilon_c E_s) A_s \alpha \quad (N)$$

$$M = f_{cm} A \frac{(r_1 + r_2)}{2} \cdot \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} + f_{ps} A_s r_s \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} - (\sigma_{pe} - \epsilon_c E_s) A_s r_s \frac{\sin \pi \alpha}{\pi} \quad (N \cdot mm)$$

式中的符号意义同前 (或见图 1)。

$$\text{当 } N = 0 \text{ 时, } \alpha = \frac{f_{ps} A_s}{f_{cm} A + f_{ps} A_s - (\sigma_{pe} - \epsilon_c E_s) A_s} \quad (rad),$$

这时的 M 为管桩在纯弯作用下的限抗弯弯矩 (见表 4)。

表 4 三种型号预应力混凝土管桩的极限承载力 (计算值) 容许承载力 (参考值) 及安全系数 (参考值)

		Ø400-90		Ø550-100		Ø550-120	
		C50	C60	C50	C60	C50	C60
轴心 抗压	极限抗压值 N (计算值) (kN)	3080	3782	5014	6145	5780	7077
	容许抗压值 (参考值) (kN)	1000~1200	1200~1500	1600~2000	2000~2400	1900~2300	2800~2800
	安全系数 (参考值)	3.08~2.57	3.15~2.52	3.13~2.51	3.07~2.56	3.04~2.51	3.08~2.53
抗弯 (纯弯)	极限抗弯弯矩 M (计算值) (kN·m)	125.7	128.1	276.3	280.7	268.6	271.8
	抗裂弯矩 M_{cr} (计算值) (kN·m)	67.2	71.3	152.0	161.7	167.0	167.6
	容许抗弯弯矩 (参考值) (kN·m)	55	58	125	130	125	130
	(安全系数 参考值)	极限抗弯	2.29	2.21	2.21	2.16	2.15
		抗裂	1.22	1.23	1.22	1.24	1.26
轴心 抗拉	极限抗拉值 T (计算值) (kN)	862.4		1293.6		129.3	
	容许抗拉值 (参考值) (kN)	500		730		750	
	安全系数 (参考值)	1.72		1.77		1.72	
	有效预压力 (附列) (kN)	499.0		729.0		749.4	

注: 表列容许承载力及安全系数是一般情况下的参考值, 宜由工程设计单位根据工程结构性质、打桩施工质量控制情况, 以及基桩静载试验结果等具体条件适当确定。

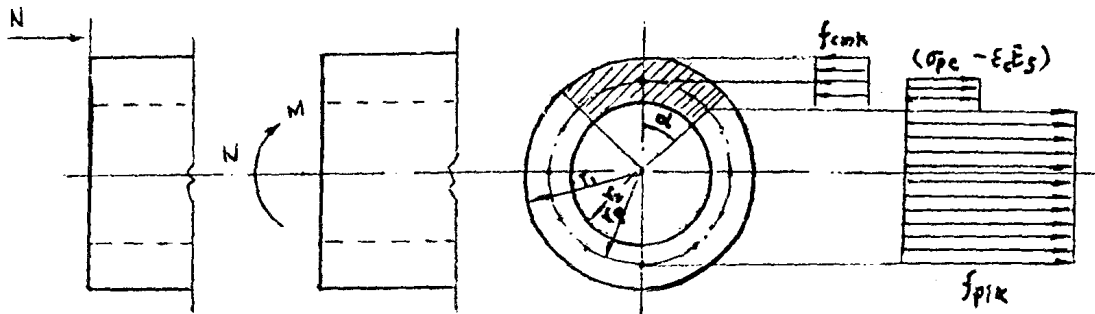


图 1 管桩偏心压力作用下的等效应力图块

将 $\pi \alpha$ 在 $0 \sim 180^\circ$ 之间按一定间隔(如每隔 10°)取值,分别计算 N 、 M 值,可绘出代表管桩在偏压下的极限承载力的 $N-M$ 相关图(如图2)。

3. 管桩的抗裂弯矩

(1)管桩在纯弯作用下的抗裂弯矩(M_{cr})的算式如下,算例列于表4。

式中, γ_m 为抵抗矩塑性系数,按GBJ10—89, $\gamma_m = 2 - 0.4d_1/d$,其余符号意义同前。

(2)管桩在轴向压力及弯矩共同作用下的抗裂弯矩(M_{cr}),随轴压力(N)的增加而增加:

$$M_{cr} = (N/A_0 + \sigma_p)W_0 + f_{te} \cdot \gamma_m W_0$$

($N \cdot \text{mm}$)

Ø550~100管桩(C50)在有轴向力(N)作用下的抗裂弯矩值(M_{cr})见图2。

4. 管桩的抗拉力

管桩的极限抗拉力(T)可认为等同于钢丝组的极限拉力,即 $T = f_{ps} A_p(N)$,计算例列于表4;管桩的容许抗拉力宜取钢丝组的有效预压力($\sigma_{pe} A_p$),即不使混凝土产生拉应力,亦不考虑利用混凝土的抗拉强度。

三、预应力管桩的容许承载力

1. 安全系数

混凝土桩的安全系数虽然具有重要现实意义,但都主要是根据经验选取,随意性比较大。国外某些预应力桩的轴压安全系数竟有3.0、3.5、4.5等多种。我国50年代修建武汉长江大桥时曾对丰台桥梁工厂的普通混凝土管桩进行过试验研究,对轴压安全系数建议取3.3(建议容许荷载取为极限荷载的0.3倍)①。在其后的《铁路桥涵设计规范》(1965,1975,1985)及建筑工程有关规范(TJ10—74,GBJ10—89)中,多未对此作出专门规定,而若将混凝土桩按照一般的轴心受压构件考虑(有的设计就是这样处理的),则安全系数取在2.0左右。

注:①《管桩基础》,1959.1。

与一般的轴心受压构件或建筑构件相比,混凝土桩有其固有的特殊性:打桩锤击后有可能引起某些“内伤”或“疲劳”现象;进桩方位或桩节接长难免产生某些偏差,从而对承载力产生不利影响;高强度混凝土桩临受压破坏时具有脆性特征;打桩入土后的桩身质量难于检查。如发生问题,则难于维修加固。所以,对于混凝土桩在轴压作用下的安全系数一般宜偏大。当然,打入地下的基桩也有其有利因素:打桩锤击等于是对混凝土桩进行了逐根严格的考验(动载冲试验);地下土层大多潮湿,有利于水泥的持续水化和混凝土强度的持续增长,混凝土内部的细裂缝缺陷也有可能得到某种程度的愈合。

在几十年来的实践经验和对国内外有关资料研究的基础上,笔者认为,对于预应力混凝土管桩在轴压作用下的安全系数,似没必要如国外取得那样高(3.5~4.5),但也不宜等同于一般建筑构件取在2.0左右;即使从基桩在土层中的沉降条件考虑,一般尚需要保有不低于2.0的安全系数。过去二十几年推荐的轴压安全系数是3.0~2.5,现在看来,在一般情况下,

(下转11页)

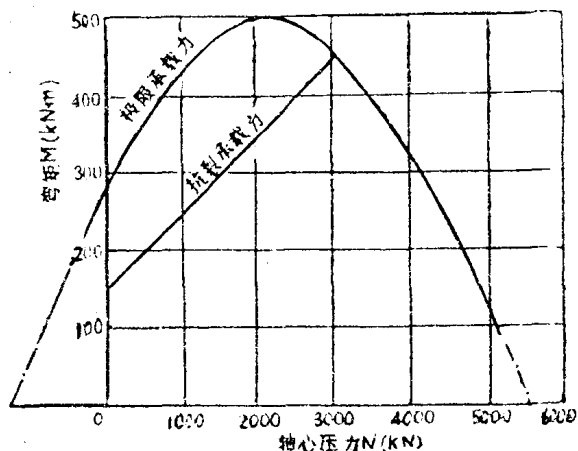


图2 管桩在偏心压力作用下的 $N-M$ 相关图例($\Phi 550 \sim 100$, C50)

浅谈我国质量管理的发展趋势

——“质量管理与质量保证”系列标准介绍

国家建材局苏州混凝土水泥制品研究院 金 舜

一、简述“质量管理与质量保证”系列标准及质量管理的发展趋势

ISO9000“质量管理与质量保证”系列国际标准是国际标准化组织质量管理与质量保证技术委员会(简称ISO/TC176)经过10年多的努力于1987年3月颁布的,ISO9000系列标准,是各国质量管理和标准化专家们,在分析研究国际上先进标准和先进管理经验基础上,对科学管理和实践的总结与提高,既全面、系统、完整又简明扼要;为进一步开展质量管理与质量保证,为企业建立健全质量体系提供有力的科学指导。贯彻实施ISO9000系列标准已形成国际潮流;至今,直接采用ISO9000系列标准作国家标准的已有58个国家,包括欧共体国家、美国、印度、日本、新加坡、泰国和马来西亚等国家,在西欧,有82%的公司熟悉该标准,有64%的公司申请评审和注册;该标准亦被欧洲测试和认证组织(EOTC)用作开展工作的基础;许多大公司,特别是跨国公司如大众汽车、杜邦、雷诺等已制定了实施ISO9000标准的规划;在国际贸易中ISO9000标准也得到广泛使用,可以说,ISO9000标准是任何一个企业通往国际贸易市场参与竞争的通行证,使世界上主要工业国家的质量管理和质量保证工作走上了规范化的新高度。

我国在1988年颁布了“GB/T10300”“质量管理与质量保证”系列国家标准,该标准等效采用ISO9000系列国际标准;经过四年的工作,在总结的基础上,根据国家经济形势发展需要,经过研究修改,于1992年重新颁布了等同采用ISO9000系列国际标准的GB/T19000系列国家标准,这套国家标准的颁布标志着我国的质量管理工作开始向标准化、国际化迈进了一步,即质量管理工作标准化、国际化,这是我国质量管理工作的的发展趋势。

下面简单介绍“GB/T19000质量管理与质量保证”系列国家标准:

GB/T19000系列标准包括GB/T19000、19001、19002、19003、19004:

(1)“GB/T19000”即“质量管理与质量保证、质量管理与质量保证标准的选择和使用指南”:

该标准是指导如何应用GB/T19000系列标准的标准;它介绍了系列标准的结构、分类、质量管理、质量保证、质量控制和质量体系等基本质量术语的定义,规定了在合同环境和非合同环境两种不同情况下,企业对质量体系系列标准的应用方法,特别对三个不同质量保证模式的应用,从产品的设计复杂化、制造复杂化、安全性和经济性等方面提供指南。

(2)GB/T19001“质量体系——开发设计、生产、安装和服务的质量保证模式”;

GB/T19002“质量体系——生产和安装的质量保证模式”;

GB/T19003“质量体系——最终检验和试验的质量保证模式”;

这是供需方在合同环境下选用的三种质量保证模式标准,它们对生产方如何落实质量

管理职能、质量体系的建立和运行、检验与试验、不合格产品的控制和质量纪录等作出详细规定。

(3)GB/T19004“质量管理和质量体系要素指南”：

这是指导企业建立质量体系的标准。它从企业内部质量管理的实际需要出发，详细规定了企业质量体系应包括的基本要素，提出了企业建立一个有效的质量体系的原则。该标准从企业的质量方针、质量目标到如何确立质量体系结构，从评价质量体系有效性的质量成本到设计质量、采购质量、过程控制和质量责任等方面都作了具体规定。

这里，要指出的是该系列国家标准不是要把所有企业的质量体系执行同一模式，而是以标准的形式进行指导。每个行业具体企业的质量体系可因行业特点、产品类型、生产工艺的不同而各有区别，但是都应服从于质量管理的基本原理和一般规律。

由苏州院国家水泥砼质检中心牵头编制的行业标准水泥砼制品企业“质量管理和质量体系要素——指南”就是根据GB/T19004，结合我国水泥砼制品行业的特点，将质量体系的各要素，各质量职能具体化，增强可操作性，编写成行业标准，以指导本行业企业建立质量体系所用。

总之，该系列标准总结了国际上多年来质量管理和质量保证的研究和实践成果，科学地阐述了质量体系的基本构成。我国该系列标准的颁布是先进的质量管理的引进，必将推动我国企业质量管理水平的提高。

二、实施“质量管理和质量保证”系列国家标准的现实意义

1. 实施该系列标准，是企业不断提高产品质量，提高产品市场竞争能力，增强企业生存发展机能的有效措施。

当前全国继续加快改革开放，加大改革力度，企业都面临转换经营机制，走向市场，参与市场竞争的挑战，许多企业家发现，若要企业在市场竞争中立于不败之地，就必须增强企业自身素质，而这种素质往往集中反映在企业的质量意识和质量保证能力上，所以就必须贯彻该系列标准。

从另一方面看，产品质量是企业的生命，是企业多种活动的综合反映；在质量形成过程中，影响质量因素很多，企业必须建立有效的质量体系，控制各种因素，减少或消除质量缺陷的产生；一旦产生也能及时发现并纠正，这样才能使产品质量持续稳定，才能使企业形成应有的质量保证能力，才能避免因质量低造成经济效益差和对社会与人身安全的重大后果，以及因质量事故而带来的高成本。从全国看，产品“质量低、消耗高、效益差”，长期不能扭转的原因之一，就是质量意识不强，在内部没建立完善的质量体系。据统计：近八年全国产品抽查合格率约80%，其中10%在生产过程中报废了，一年要损失约2000亿元，这亦是造成有些产品成本居高不下，缺乏竞争力的重要因素。再看我们水泥砼制品行业，虽然近年来发展较快，在数量、品种及应用范围上已成为世界上最多国家之一，但从近几年国家抽查结果看，行业总体产品合格率低于全国水平10个百分点以上，产品质量状况是不尽人意的，质量现已成为行业发展的主要问题之一，目前管桩还未进行国家级抽查，但当前质量问题应引起充分注意。因此针对行业质量意识不强，质量第一没体现在生产、营销、服务全过程中，人员素质不高、设备陈旧，没很好建立完善质量体系的情况，贯彻该系列标准，确是一项有效措施。

2. 为扩大开放，发展外向型经济提供国际通用语言，迎接复关后国际市场的挑战

随着我国扩大开放步伐加快，外向型经济的发展，国际贸易的不断扩大，三资企业的增

多,尤期是即将恢复我国在国际关贸总协定缔约国地位,复关后,中国市场也成为国际市场一部份,企业不仅面临国内市场竞争,也要面临国际市场的挑战。到时,我们企业原有的廉价劳动力的优势及来自国家的保护都不会起到决定企业命运的作用。企业的产品要进入市场,最终要落实到你进入市场的产品质量和产品质量保证能力的先进性、可靠性上,而ISO 9000系列标准是被作为相互认可的技术基础,作为确认质量保证能力的依据。再看我们行业近年来有的产品例如管桩、电杆等已外销,甚至到国外建厂,参与国际市场竞争,因此推行等同采用ISO9000系列标准的GB/T19000系列标准必将会帮助企业健全质量体系,提高企业质量意识和质量保证能力,增强企业适应市场竞争的素质,迎接国际市场的挑战。

3. 贯彻该系列标准,将进一步深化全面质量管理,使我国质量管理提高到新的水平

自1979年以来,大力推广全面质量管理(TQC),这对于提高产品质量,增强企业素质,提高质量管理水平起到了积极作用。但在推行中存在公式化、形式化倾向已成为深化TQC管理障碍;为此,有必要通过贯彻系列标准,使企业质量管理实现规范化,从人治转向法治,由被动转为主动,由自发分散管理转到自觉、系统的科学管理上来,使TQC的管理进一步深化,使我国质量管理提高到新的水平。

4. 推行系列标准,有利于保护用户的利益

由于企业贯彻了系列标准,建立起完善的质量体系,使影响质量的因素始终处于受控状态,稳定地生产达标的产品,这无疑对用户利益是最有效的保护。

5. 推行该系列标准,为在我国开展质量体系认证和加速产品质量认证工作提供标准

为了更好地参与国际市场的竞争,我国于1992年8月成立了国家统一的认证管理机构——国家质量认证办公室,并已决定GB/T19000系列标准作为认证标准,所以等同采用ISO 9000的GB/T19000系列标准的颁布正是适应了我国企业质量体系 and 产品质量认证工作的需要。

综上所述,当今的市场竞争,即是产品质量的竞争。一个产品的质量能否长期、稳定地保持在一个较高的水平,主要取决于其质量保证能力上,因此企业就是要用该系列标准装备自己,给用户从开发设计到售后服务提供质量保证能力,使企业的质量管理和质量保证能力跟上国际潮流,使企业取得质量认证,使企业在激烈竞争中以质取胜,使企业的经济效益得到可靠保障。同时我们可以看到,我国质量管理工作的发展趋势,通过实施GB/T19000系列标准开始向标准化、国际化发展,必将使我国的质量管理工作上到一个新的台阶!

(上接 8 页)

仍然是适宜的(表4),并宜于由工程设计单位根据具体工程情况具体确定。

对于预应力管桩的受弯安全系数,考虑到在受弯破坏前有较好的韧性和显著的挠曲变形,取低些,一般取2.0左右,并宜于连同抗裂安全系数一并考虑。过去二十几年来推荐的系数是:抗弯2.2;抗裂1.4,现在看来,除抗裂系数可稍调低外,其它基本上适宜(表4)。

2. 容许承载力

将三种型号的预应力管桩的容许承载力(参考值)列于表4;为便于研究对比,亦将极限承载力(计算值)及相应的安全系数(参考值)汇集于此表中。

再谈“PHC”管桩的制作与施工

上海三航混凝土制品公司 王 重

高强预应力离心混凝土管桩(简称PHC桩),近两年来已在全国范围内广泛应用,生产厂(公司)已发展到近六十家。一年可提供各种规格管桩800~1000万米,现已应于高层建筑、水工码头工程、跨江大桥、城市立体高架桥等领域,随着高层建筑的不断掘起(30层~90层),对基础桩的质量要求也愈来愈高,基桩长度从30米至80米不等,一般的预制方桩、钻孔灌注桩、冲孔桩已不能适应,所以给PHC桩提供了很广阔的应用市场,同时也给生产厂提出了新问题,要求生产各种规格高品质的管桩来适应用户要求。

目前全国用管桩最多的地方为珠江三角洲及香港、澳门地区,此地区均属于沉积平原,地质情况较差,一般超过七层的建筑物都需要打桩,高层建筑物桩尖一般都要打入硬砂层(静力触探PS值在12~20MPa,标准贯入度桩N63.5,35~60击),打桩时要穿过软土层又要穿硬土层,所以桩要承受打桩时产生的压应力及垂直拉应力(3~6MPa),这些都对PHC管桩提出了特殊的要求。但因各地情况不一,地质条件不同,施工设备各异,对管桩的要求也不一样,因此管桩的规格很难统一,但管桩发展方向是:多规格、大口径、长管节、高质量。下面谈谈我国管桩发展现状及存在的问题。

一、国产管桩结构现状

我国管桩生产虽然起步较晚,但发展比较快,几年时间已经达到了可以生产建筑市场上需要的各种规格管桩,与其它国家相比,规格、品种上略高一筹。

品种:PC管桩:混凝土强度C60以上,C80以下

PHC管桩:混凝土强度C80以上

单端板桩节:接桩采用电焊接桩

双端板桩节:接桩采用螺栓接桩

规格:直径:Ø300~Ø1000mm

长度:L=5000~15000mm

抗裂弯矩:100~1900kN·m

单桩结构承载力:1500~8000kN

从产品结构上看还是合理的,可以适应各种结构建筑物的要求,从市场需求方面也可以满足用户需要,但从发展前景来看,管桩的结构应进一步调整改进。

1. 单节长度应适当加长。目前管桩节单节长度在5~15米之间,但有些厂家管节最长只做到8m,10m,对桩基要求较深的地区一根桩要5~6节组成,打桩时有个能量损失问题(如新规范规定桩接头不能多于4只),另外还有成本问题,同样做一节桩。长管节要比短管节成本低。对水工建筑物来讲,这个长度也显得太短,第一个接头在泥面以上或嵌固以上,这样就牵涉到受力问题及焊接接头防腐蚀问题。要很好的解决此类问题,则应当加长管桩单节长度(单节长15~25米),这样既可以解决受力及防腐问题,又可以解决端头板价格摊消,使成本降低。

2. 组合配桩。我们在打桩中进行了大量的动测试验,发现打桩拉应力最大点一般都在整根桩的1/3处,而打桩压应力最大一般在最上面一节桩的顶段,尤其是软土地基更加明