

· 建筑施工 ·

砼结构工程施工质量通病对其耐久性的影响

董华洲

(中石化第五建设公司,兰州,730070)

摘 要 本文理论联系实际,论述了钢筋砼结构的工作原理、钢筋锈蚀与砼耐久性的关系、以及砼结构施工通病对其耐久性的影响。并提出了消除砼质量通病的几点建议。

关键词 砼结构 质量通病 钢筋锈蚀 砼耐久性 钢筋钝化 砼的碳化

影响砼耐久性的原因很多,但在正常条件下,砼结构的耐久性破坏主要是由于钢筋的锈蚀所导致。而在砼结构的施工中,由于人为的原因造成很多质量通病,给砼结构的耐久性破坏留下了不可估量的隐患。这些隐患的危害性至今没有引起施工者的足够重视。为了惩前毖后,有利于质量通病的治理,笔者将从微观角度出发,联系施工实际,谈谈砼结构的耐久性问题。

1 钢筋砼结构的工作原理

钢筋和砼是两种物理、力学性能完全不同的材料。砼的抗压能力较强,而抗拉能力很弱(抗拉强度仅为抗压强度的 $\frac{1}{9} \sim \frac{1}{18}$)。钢筋的抗拉和抗压能力都较强。两者之所以能有效地结合在一起工作,主要是硬化后的砼和钢筋之间有一种良好的粘结力;其次,钢筋与砼的温度线膨胀系数接近(钢为 1.2×10^{-5} ;砼为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$)。这样,当产生温度变化时,不致产生大的温度应力,而破坏两者之间的粘结。

有试验表明,钢筋与砼之间的粘结力由三部分组成:因为砼收缩紧紧握固钢筋而产生的摩擦力;因砼颗粒的化学作用而产生了砼与钢筋之间的胶接力;由于钢筋表面凹凸不平与砼之间产生机械咬合作用。其中,机械咬合作用占总粘结力的一半以上。如果钢筋与砼之间的粘结一旦遭到破坏,则两者协同工作的能力就会受到明显的影响。结构的承载能力就降低甚至完全丧失,导致结构的破坏。

所以,国家规范中对受拉或受压钢筋砼构件,规定了受力钢筋端头必须有足够的锚固长度,以满足粘结力的要求。

2 钢筋锈蚀与砼耐久性的关系

2.1 砼对钢筋的保护作用

试验资料表明,当钢筋处于PH值大于11.8的碱性介质中,并在此介质中能引起钢筋锈蚀的盐类浓度

低于达到危险的程度时,钢筋就可以保持钝化状态。而砼在硬化过程中,约 $\frac{1}{3}$ 左右的水泥生成了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,这种 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的一部分在硬化的水泥浆体中结晶,另一部在其孔隙中以饱和水溶液的形式存留。因此,砼本身就是一种高碱性(PH 12.6)的材料,自然它对钢筋能起到很好的保护作用,使其在砼结构的设计寿命期内不会生锈。

2.2 砼的碳化和钢筋锈蚀机理

2.2.1 砼的碳化

砼是处在大气中的,大气中的 CO_2 时刻在向砼中渗透和扩散,不断与砼中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 和 H_2O

这种中和反应从砼结构的外表开始,由表及里缓慢进行,逐渐使砼丧失强碱性(PH < 9),这种现象叫做砼的碳化。

2.2.2 钢筋锈蚀的机理

导致砼中钢筋锈蚀的原因有两个,一是由于砼碳化,使其失去对钢筋钝化层的保护作用。当砼的碳化深度达到钢筋的位置时,钢筋表面的钝化层被破坏,钢筋在水和氧气的作用下就产生了电化学腐蚀,这就是钢筋锈蚀的开始;二是在外界条件(海水等)和施工掺入了带氯离子的外加剂,氯离子是钢筋锈蚀的活化剂,当它在砼中的含量超过0.4%,钢筋即开始锈蚀。这是砼中钢筋锈蚀的机理与过程。

2.3 钢筋锈蚀与砼的耐久性

砼中的钢筋锈蚀后,其锈蚀物体积发生2~4倍的膨胀,从而产生很大的膨胀应力,使脆性的砼保护层沿纵向钢筋的方面龟裂。这些裂缝的出现又更加快了钢筋锈蚀的速度,锈蚀量不断加大,引起砼保护层脱落、钢筋外露、砼和钢筋的粘结力减弱直至消失。砼与钢筋两者就无协同工作的条件,最终导致结构破坏。

3 砼结构施工通病对其耐久性的影响

3.1 钢筋的砼保护层厚度对砼结构耐久性的影响

在砼结构的施工中,由于操作者不严谨(如钢筋安装绑扎时借位、浇筑砼前钢筋与模板之间不加放垫块等)造成砼保护层厚度薄厚不均,甚至为零的情况屡见不鲜。对这个问题的危害性,还未能引起施工人员的重视。据有关试验资料介绍,砼对钢筋的保护作用延续时间为:

$$t = \frac{m_0}{2 \cdot D \cdot P} \cdot C^2 \quad (1)$$

式中 t ——砼对钢筋保护作用延续时间(腐蚀时间);
 D ——介质在砼中的有效扩散系数,该值表示了砼的渗透性;
 P ——外界腐蚀介质的浓度;
 m_0 ——砼吸收介质的能力,它与水泥用量、成份、水化程度、孔结构等有关;
 C ——砼保护层厚度。

由上式可以看出,砼对钢筋的保护时间与砼保护层厚度的平方成正比。因此,砼保护层厚度对砼结构的耐久性影响之大是显而易见的了。

另外,从力学作用的角度来分析,砼保护层的厚度大了,将使构件截面有效高度 h_0 减小,因 h_0 与截面的承载能力 M_P 成平方关系。

$$\text{即 } M_{p\max} = 0.4bh_0^2 f_{cm}$$

式中 $M_{p\max}$ ——构件承受最大弯矩;
 b ——构件横断面的宽度;
 h_0 ——构件截面的有效高度;
 f_{cm} ——砼的弯曲抗压强度。

对厚 80mm、砼为 C20、板配筋 $\phi 10$ 、砼保护层由 15mm 增大到 25mm 的单向板进行强度验算(具体计算过程略),则承载能力降低了 30.56%。说明砼保护层大了会大大影响结构的承载能力。由于承载能力的降低,使结构的变形增大、裂缝扩展,从而加快了砼结构中钢筋的锈蚀速度,砼保护层开裂,导致结构耐久性降低。所以,要保证结构的耐久性能满足设计要求,必须首先要在施工过程中确保砼保护层厚度的准确性,偏大或偏小都会降低结构的耐久性。

3.2 砼的密实度对其耐久性的影响

施工中管理上的低标准是造成砼密实度不好的根本原因。其具体表现有如下几个方面:其一,施工前不搞或者不认真搞模板设计,无支模的排板图。所以,支模操作者心中无数,操作时随意性较大,模板排序比较乱,支模不到位的情况出现较多。尤其梁柱支模中问题最为突出。如果端头(或梁柱交接处)部位支模不到位,往往留有几公分至十几公分的情况时有发生,面对

这些支不到位的地方不认真进行处理,随使用砖块、水泥袋子等东西临时进行封堵;由于对模板不认真整修,边肋不直等原因,造成柱、梁阳角和板底模板隙缝宽度过大,浇筑砼前又不进行处理。这些问题的存在,使砼浇筑时漏浆严重,造成柱角、梁头和板底的砼疏松不密实。这些部位又恰恰是受力钢筋的位置。其二,为了浇筑砼时操作方便,随意加大砼的水灰比,增加其流动性。这样就造成了砼孔隙增多、密实度下降的不利情况。特别是冬期施工,水灰比对砼的强度影响非常突出。其三,规范规定砼自由倾落高度不应超过 2m,浇筑竖向结构时不大于 3m 高度。这一条施工中遵守不严的也较多。特别是竖向结构用泵送砼时,超高度下灰的现象较突出。这些不正确的违规操作使砼产生了离析,形成了大孔疏松体。

砼的密实度直接影响砼的强度和耐久性。密实则强度高,耐久性好;疏松则强度低,耐久性差。因为,砼疏松不密实腐蚀性介质能渗透和扩散,砼碳化加快,缩短了对结构内钢筋的有效保护时间,钢筋锈蚀的时间缩短,这样就使结构的砼因钢筋的锈蚀而引起破坏,耐久性降低。特别值得注意的是梁端接近主筋的锚固区部位,如果有以上所谈问题的存在,则降低钢筋的锚固效果,严重者甚至危及到结构的安全使用。所以,我国规范规定:“不允许钢筋锚固区有露筋现象。”

3.3 新浇砼的养生对砼耐久性的影响

按规范要求,砼浇完后视具体气温等情况在 12h 以内要覆盖浇水养护。一般砼要求养生 7d;掺缓凝剂砼、抗渗砼要求养生 4d。可是在施工中执行还是不够严格,不是不覆盖进行养生,就是养生时间不够,甚至不养生。这样使砼早期失水而干裂,水泥水化不充分,砼变疏松,强度降低。使砼碳化加快,结构内钢筋锈蚀提前,砼结构的耐久性降低。

4 体会和建议

4.1 由造成质量通病的诸原因来分析,主要还是管理不到位。所以要治理这些通病,首先要从组织上采取切实可行的措施,完善质量管理体系,落实质量责任制,做到严字当头,贯彻执行质量三上(即施工上规范;操作上规程;检查上标准。)的原则。为此,建议把以上例举出的施工质量通病纳入“特殊过程”进行控制。制订出专门的技术组织措施,不折不扣的贯彻执行,道道工序有人负责把关,特别是专职质检人员,要进行必要的旁站监督检查,做到万无一失。

4.2 笔者在长期的施工实践中,对省内外很多施工现场做过观察,现场搅拌砼能做到砂、石、水泥车车过磅的还是少数,大多数单位都是在先过磅(下转第 46 页)

第三步战略目标,针对影响我国现代化建设进程的重大问题进一步明确我国科技工作的战略思想,把我国的科技发展放在实现第三步战略目标的首要位置。

4 施工企业如何迎接知识经济时代

知识经济对面临改制的我国大中型国有施工企业既是一次机遇,也是挑战,要结合改制调整经营结构,改进企业管理。近二十年来,我国施工企业在新技术、新材料、新工艺的开发和运用上取得了丰硕成果,不少施工企业还编制出了先进的项目管理软件,并成功地运用在国家重点建设工程。建筑产品的科技附加值已日益增大,智能化的大厦和工厂不断建成,这是我国改革开放和施工企业科技进步的结果,也是建筑施工企业中知识经济特征的体现。为更好地适应知识经济时代的到来,施工企业应在科技进步和管理革命上狠下功夫,否则,我们将会被时代所淘汰。

在科技进步方面,我们要从以下几个方面采取措施:

第一,要注重培养和造就适应知识经济时代的科技人才。

现代科学技术的发展使人们的思想观念和人类文明产生新的变革,对人的素质提出了更高的要求。如果说二十世纪仍然属于“财富源于物质资源”的时代。那么二十一世纪将完全进入“财富源于人力资源”的崭新时代,企业的竞争归根到底是人才的竞争,谁拥有掌

握先进思想技术的人才及高素质的职工队伍,谁就在市场竞争中处于战略主动地位,谁就不会被知识经济时代所淘汰。因此必须善于发现人才,团结人才,使用人才,凝聚人才。

第二,面向市场、面向经济开展科技创新。对于日益复杂和先进的智能化工厂或建筑物,我们只有根据市场要求,不断开发新的施工机县、施工工艺、施工方案,正确掌握新材料的使用,才能增强企业的竞争实力。

在管理革命方面,我们应从以下几个方面采取措施。

第一,建立以人为本的企业管理体系,使人才成为企业知识的创造主体及运行载体。

第二,开发和运用适合企业实际,满足市场需要的企业管理软件,积极推行智能化管理。

第三,管理为企业的知识资产,加强对知识产权的保护。

此外,对企业管理者来说,最重要的是学习。知识是一种目的性的无形资产,学习是有形的手段,唯有通过学习才能为向知识经济时代迈进打下基础。很难想像,一个不具备现代最新科学技术及管理知识的人能领导好一个走向新世纪的企业。

(收稿日期:1999-10-09)

(上接第39页)第一车时,在车子厢板上画上一个标记,以后都是按标记装料,不再过磅。实际上是按体积比配料,误差太大。为了杜绝这些违规操作造成的质量隐患,我建议在有条件的地区取消或限制现场搅拌砼,强行推广商品砼;没有条件的地区,酌情可适当放宽政策,但要有严格的,能保证砼质量的可操作的技术措施。

4.3 从技术的角度来说,为了提高砼结构的耐久性,应开发使用高强和高性能砼。因为它的耐久性、使用寿命要比普通砼高的多。据有关资料介绍,C60以上的砼基本上就不碳化,从这个意义上讲,砼结构内钢筋可以长期处于稳定而不锈蚀的状态,砼结构的耐久性也因此而得到增加。从目前国内的情况看,北京、上海、广州等沿海开放城市,高强和高性能砼已广泛使用,而内地,特别是西北等边远地区差距较大,开发应用很少。我建议国家建设部、各地区建筑业行政主管部门,是否应对这些落后地区采取一定的扶持政策和一些强制性的规定,要求限期采用高强和高性能砼。因为高性能、高强砼是提高砼结构耐久性的需要,也是

砼结构向高技术发展的必然方向。

5 结束语

国家对基本建设的投资最基本的要求是投入少产出多,高效益。而建筑产品的高质量、长寿命,是实现这个高效益的基础,砼结构又是建筑产品的核心、支柱,更是基础之基础。因此,提高砼结构的耐久性,最大限度的延长其正常使用寿命,对国民经济的高速发展起着举足轻重的作用。所以,做为国家支柱产业的建筑业,就应义不容辞的认真总结过去,开创未来。只要大家坚持认真的工作态度,以往施工中存在的质量通病一定会彻底被根治,只要同行们敢于开拓,高科技的领域就会有我们的创新。

参考文献

- 1 黄可信等编译. 钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀与保护. 中国建筑工业出版社, 1983年;
- 2 曹双寅. 钢筋混凝土结构的等耐久性设计. 工业建筑. 1990. 9;
- 3 牛狄涛等. 锈蚀开裂前混凝土中钢筋锈蚀量的预测模型. 工业建筑. 1996. 4;

(收稿日期:1999-10-09)