

混凝土施工 与检测关键技术

HUNNINGTU SHIGONG YU JIANCE GUANJIANJISHU

主 编 武钦风



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

混凝土施工与检测关键技术

主 编 武钦风
副主编 韩三幸 武 伟

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

本书从混凝土基础知识逐渐展开,对普通混凝土、常用特殊混凝土及所用原材料的技术性质、影响因素、使用范围、施工要点、质量控制、检验规则、配合比设计和常用的试验检测项目的试验方法等内容进行详细的阐述,同时针对混凝土施工过程中常见的问题进行解析。

本书突出实用性和规范性,具有明显的工具功能,适用于施工管理人员、技术人员、质检人员、试验检测人员及监理人员的日常自修,也可作为混凝土工程建设队伍整体业务素质提高的培训教材,可起到立竿见影的作用。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土施工与检测关键技术/武钦风主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015.2

ISBN 978-7-5603-4956-5

I. ①混… II. ①武… III. ①混凝土施工 ②混凝土施工—质量检验
IV. ①TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 231900 号

策划编辑 王桂芝

责任编辑 何波玲

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 22.5 字数 542 千字

版 次 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4956-5

定 价 78.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

每一混凝土结构、每一建设工程,都有一定的寿命和特定的社会使命,对于建设工程而言,百年大计,质量第一,预防为主。因此,我们每一位建设者都同时肩负着社会责任和保护国家、人民生命财产安全的责任。作为建设者必须清醒地认识到这一点,必须以自己的聪明才干、辛勤劳动和一丝不苟的态度对待工程质量,不可有半点的懈怠和掉以轻心,否则就是谋财害命,就是犯罪。近年来,不少工程质量事故给国家、人民生命财产带来了无法弥补的巨大损失和惨痛教训,给我们的建设者们频频敲响警钟。

混凝土是建设工程最重要的组成部分,用途极其广泛。混凝土工程遍及我国疆土各个角落,工程浩大纷繁、所处环境各异。严寒酷暑、干旱潮湿等不同地理环境对混凝土会产生不同的影响。正因为这些影响因素的错综复杂,所以对混凝土及组成混凝土材料的要求也多种多样。为了适应不同环境下不同要求的需要,我国统一管理,统一标准,制定了相应的有关混凝土的国家技术标准,各行业也制定了各行业的技术标准。这些标准之间尽管原则相通,但也有所不同、各有侧重,造成实际工作中使用和查找的诸多不便。为此,为了实际应用的方便和准确,作者根据自己多年的实践经验和理论思考编写了本书。

本书具有以下两个特点:

1. **突出针对性和规范性。**本书以国标为主,铁标为辅,部分内容参照建设部等行业标准,在使用中要注意区别。对使用国标的建设工程与铁路工程可直接采用本书观点。

2. **注重实用性和广泛性,便于查找和应用。**本书基于相关标准、文献的精华及工程技术人员长期实践的经验进行编写,系统介绍了“两标”覆盖的混凝土及其工程建设必备的理论知识和关键技术,力求做到内容丰富、覆盖面宽、涉及面广;以条款形式分析解答混凝土应用中常见的问题,通俗易懂,具有明显的实用性和工具性,便于查找和直接应用。

混凝土施工关键技术是重要的也是复杂的,想用一两本书的篇幅来承载和容纳所有混凝土工程及所用原材料这一庞大的系统工程知识,都是勉为其难的。加之作者认识水平和学识能力有限,尽管竭力尽心,不敢疏忽,但难免还会存在疏漏及不妥之处。在此,恳请选用该书的朋友们不吝赐教,提出宝贵的意见和建议,待今后再版时补充修正,使之臻予完善,以飨读者。

衷心希望本书能在我国的混凝土工程建设中有所贡献,并能成为广大建设者的忠实伙伴和得力助手。

作 者

2014年7月

目 录

第一章 混凝土	1
第一节 混凝土的基本知识	1
一、混凝土、混凝土组成图及内部结构	1
二、结构混凝土	2
三、混凝土结构	3
四、混凝土的 4 个发展阶段	3
五、混凝土工程施工的 10 大关键环节	3
六、决定混凝土工程质量最重要的两大因素	3
七、提高混凝土工程质量的两大措施	4
八、优质经济的混凝土必须同时满足的 4 个方面要求	4
九、获得优质经济混凝土的 3 大基本条件	4
十、混凝土强度等级划分及依据、混凝土试件的制作及养护	4
十一、混凝土的分类	9
第二节 普通混凝土及常用的特殊混凝土	9
一、普通混凝土范畴内的各种混凝土定义	9
二、普通混凝土中有特殊要求的混凝土	10
三、常用的特殊混凝土	14
第三节 水泥混凝土的技术性质	43
一、混凝土拌合物的工作性	43
二、硬化后混凝土的性质	49
三、长期性和耐久性	53
第四节 混凝土性质的影响因素及预防措施	53
一、混凝土工作性的影响因素	53
二、混凝土强度的影响因素	55
三、混凝土弹性模量的影响因素	59
四、混凝土耐久性和长期性的影响因素	59
第五节 混凝土的施工	69
一、混凝土的施工搅拌	70
二、混凝土的运输	71
三、混凝土浇筑	71

四、混凝土振捣	72
五、混凝土的养护	73
第六节 混凝土的检验规则及生产管理控制	76
一、混凝土的检验规则	76
二、混凝土生产管理控制水平	78
第七节 混凝土强度检验评定及合格性评定	80
一、混凝土强度检验评定	80
二、混凝土强度的合格性评定	83
三、混凝土强度评定与合格性评定要点	83
第二章 混凝土原材料	85
第一节 水泥	85
一、水泥及水泥的分类	85
二、通用硅酸盐水泥 6 大品种的定义、代号及强度等级	89
三、通用硅酸盐水泥技术指标及解析	89
四、水泥强度的产生及水化热	92
五、通用硅酸盐水泥强度等级划分依据及方法	93
六、通用硅酸盐水泥 6 大品种的检验规则	93
七、通用硅酸盐水泥合格判定	94
八、水泥包装及标志	94
九、水泥的运输与储存	94
十、水泥受潮程度鉴别与处理	95
十一、水泥的应用	95
第二节 集(骨)料	98
一、集(骨)料的含义	98
二、集料的主要技术性能及其对混凝土性能的影响	98
三、粗骨(集)料(石子)	101
四、细骨(集)料(砂)	106
五、粗、细集料(石子、砂)验收规则	109
第三节 矿物掺合料	113
一、定义	113
二、掺合料与外加剂的区别	113
三、矿物掺合料的分类	113
四、矿物掺合料活性的分类	114
五、矿物掺合料在混凝土中的效应	114
六、混凝土中常用的几种矿物掺合料的品种及性能	114

七、在使用惰性掺合料时应注意的问题	120
八、矿物掺合料的检验规则	120
九、用于水泥和混凝土砂浆中粉煤灰的标志、包装、运输及储存	123
十、用于水泥和混凝土砂浆中的粉煤灰试验方法	123
第四节 高强高性能混凝土用矿物外加剂	127
一、高强高性能混凝土用矿物外加剂的定义	127
二、高强高性能混凝土用矿物外加剂的分类、等级划分、代号及标记	127
三、高强高性能混凝土用矿物外加剂的技术要求	128
四、高强高性能混凝土用矿物外加剂的检验规则及合格判定、复验	128
五、高强高性能混凝土用矿物外加剂的包装、标志、运输及储存	128
六、高强高性能混凝土用矿物外加剂的试验方法	128
第五节 外加剂	132
一、外加剂的定义	132
二、外加剂的主要功能和分类	133
三、外加剂的主要技术性能	134
四、外加剂的种类、代号、定义、功能及适用范围	141
五、外加剂的应用及解析	144
六、外加剂的检验规则	155
七、影响水泥和外加剂适应性的主要因素	158
八、应用外加剂注意事项	158
第六节 混凝土用水	158
一、混凝土用水的定义	158
二、混凝土用水的技术要求	159
三、检验方法	160
四、检验规则	160
五、结果评定	161
六、铁路混凝土工程拌和用水的检验要求	161
第三章 混凝土配合比设计	162
第一节 混凝土配合比设计简介	162
一、概述	162
二、对设计工作者的建议	162
三、配合比设计的几个主要环节	162
四、普通混凝土配合比设计流程	163
五、配合比表达方式	165
六、混凝土配合比设计方法	165

第二节 施工配合比	181
一、施工配合比的含义	181
二、施工配合比的换算原则	181
三、施工配合比的换算步骤	181
四、施工配合比与理论配合比的区别	182
第三节 普通混凝土配合比设计和施工配合比换算范例	182
一、普通混凝土配合比设计范例	182
二、施工配合比换算范例	187
第四节 配合比设计中的问题解析	188
一、混凝土的试配强度	188
二、混凝土的水胶比	188
三、混凝土用水量	188
四、胶凝材料用量	189
五、砂率	190
六、试拌和调整	191
七、初步配合比及其作用	191
八、基准配合比及其作用	191
九、初步理论配合比的含义	191
十、理论配合比	191
十一、初步配合比、基准配合比、初步理论配合比、理论配合比的区别	191
十二、混凝土掺用引气剂的要求、掺量及作用	192
十三、保证混凝土耐久性的重要手段	192
十四、石子的规格和品种与水泥用量的关系	192
十五、施工配合比换算中如何计算含水率	192
十六、确定配合比的 3 个参数	194
十七、确定最佳砂率的方法	194
十八、限制石子的最大粒径及其目的	194
十九、控制混凝土的最大、最小水泥用量	194
二十、配制低强度等级的混凝土最好不用高标号水泥	195
第四章 施工用混凝土及组成混凝土材料的试验	196
第一节 概述	196
一、混凝土试验	196
二、混凝土组成材料的试验	196
第二节 试验基础知识	197
一、试验检测工作的目的	197

二、试验检测工作关键的术语含义	197
三、抽样检验的类型	199
四、随机抽样的 4 种方法	199
五、技术标准的含义	200
六、试验检测必须掌握的 3 大技术	200
七、运算规则	201
八、数字修约	201
九、极限数值及表示极限数值的基本用语	203
十、测定值或其计算值与标准规定的极限数值作比较的方法	204
十一、测试过程中的误差、准确度、精密度、精确度及有效数字的概念	204
十二、试验数据统计分析的一般方法	207
十三、可疑数据的判断和舍弃	208
十四、数据的表达	209
第三节 混凝土的试验方法	211
一、混凝土力学性能试验	211
二、长期耐久性试验	220
三、混凝土拌合物性能试验	225
第四节 水泥试验	234
一、水泥细度试验	234
二、水泥胶砂流动度测定方法	236
三、水泥密度试验	237
四、水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法	238
五、水泥比表面积测定方法(勃氏法)	244
六、水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)	247
第五节 细骨料(砂)、粗骨料(石子)试验方法	253
一、细骨料(砂)的试验方法	253
二、粗骨料(石子)试验方法	264
第六节 外加剂试验方法	277
一、概述	277
二、掺外加剂的混凝土拌合物性能试验方法	279
三、掺外加剂的硬化混凝土性能试验方法	282
四、混凝土外加剂对水泥的适应性检测方法	283
第五章 混凝土施工过程中常见问题解析	285
一、混凝土分项工程	285
二、常用材料的单位质量	285

三、混凝土施工前必须做好的准备工作	286
四、地基清理应注意的事项	286
五、在岩石地基上灌筑混凝土时应事先将地基处理平整	286
六、灌筑混凝土前对模板的处理	286
七、严格控制水胶比的目的及施工中要经常测定砂子含水率的原因	286
八、引起混凝土强度波动的主要因素	287
九、混凝土质量管理内容	287
十、质量控制与质量检验的区别	287
十一、混凝土质量检验的内容	287
十二、现场混凝土坍落度的调整	288
十三、混凝土离析与泌水	288
十四、混凝土“假凝”和“速凝”现象的原因及预防	289
十五、外加剂与水泥及混凝土的相容性(适应性)	290
十六、影响混凝土拌合物和易性的主要因素	291
十七、混凝土拌合物和易性的 3 个指标及其作用	291
十八、多加水对混凝土拌合物和易性的影响	292
十九、提高混凝土拌合物的流动性的措施	292
二十、骨料(砂、石)对混凝土拌合物性质的影响	292
二十一、影响混凝土拌合物凝结时间的主要因素	293
二十二、混凝土有关温度的控制	293
二十三、混凝土有关拆模的规定	293
二十四、高温季节施工对混凝土性能的影响	294
二十五、干热气候条件下施工的混凝土的特点	295
二十六、冬季施工和炎热施工时混凝土的特点及应采取的措施	295
二十七、混凝土早期受冻对混凝土强度的影响	296
二十八、混凝土因冻融作用而遭到破坏的原因及预防措施	296
二十九、混凝土渗水的原因及其预防措施	297
三十、混凝土产生麻面、蜂窝、空洞的主要原因	297
三十一、高度较大的结构构件混凝土强度上部低、下部高的原因	298
三十二、混凝土产生“松顶”的原因及其预防措施	298
三十三、常见混凝土裂缝的种类、特征、区别、产生原因及预防	298
三十四、冬期混凝土施工的要求	300
三十五、混凝土拌合物的运输时间应尽量缩短	301
三十六、混凝土拌合物经远距离运输至浇筑现场应再测定坍落度	301
三十七、避免混凝土拌合物在运输过程中发生离析、漏浆、泌水和坍落度	

损失的措施	301
三十八、浇筑混凝土时应注意的事项	301
三十九、不同降雨等级下混凝土施工采取的措施	302
四十、振捣混凝土的作用	302
四十一、混凝土在潮湿养护后再放置在干燥处,对强度的影响	303
四十二、灌注混凝土时要留有一定数量试件的原因	303
四十三、在泵送混凝土时引起泵管堵塞的原因	304
四十四、喷射混凝土的特点及其在施工中常出现的问题	304
四十五、喷射混凝土的最佳水灰比的选定	305
四十六、满足道路混凝土的特殊要求应采取的措施	305
四十七、直接在结构构件上检验混凝土质量的方法	305
四十八、关于水泥使用的要求	306
四十九、膨胀水泥的特点和用途	306
五十、白色硅酸盐水泥与普通硅酸盐水泥的区别	307
五十一、不同水泥不能随意掺和使用	307
五十二、快硬硅酸盐水泥的特点及用途	307
五十三、高铝水泥的特点和用途	307
五十四、大坝水泥的特点和用途	308
五十五、抗硫酸盐硅酸盐水泥的用途	308
五十六、矿渣水泥、火山灰质水泥和粉煤灰水泥的特点	308
五十七、水泥中氧化镁(MgO)和三氧化硫(SO ₃)的危害	309
五十八、水泥受潮对水泥性质的影响	309
五十九、河砂、海砂和山砂的区别及其配制混凝土时应注意的事项	310
六十、砂石中泥土、三氧化硫和有机物质对混凝土性能的危害	310
六十一、砂子粗细对混凝土拌合物和易性的影响	310
六十二、砂子体积随含水率的变化而发生胀缩现象	311
六十三、砂子的含水状态	311
六十四、混凝土中砂石级配必须符合规范要求	311
六十五、砂的级配区及其特点	311
六十六、碎石中存在山皮与水锈(风化)对混凝土性能的影响	312
六十七、用碎石配制的混凝土比用卵石配制的混凝土强度较高的原因	312
六十八、石灰石碎石比花岗石碎石配制的混凝土抗折强度高的原因	312
六十九、对混凝土粗骨料强度检验有用压碎指标来代替立方体 强度的趋势	312
七十、酸类、盐类和海水对混凝土的侵蚀作用	313

七十一、引气剂能引气的原因	313
七十二、减水剂的作用	313
七十三、混凝土中 M 减水剂(木钙)掺量过多对混凝土的影响	314
七十四、盐类外加剂对混凝土强度的影响	314
七十五、三乙醇胺在混凝土中的作用	314
七十六、速凝剂促使硅酸盐水泥速凝的原因	315
七十七、早强剂和速凝剂使混凝土的后期强度增长的原因	315
七十八、使用含有碱分的外加剂时应注意的事项	315
附录一 回弹仪检测技术	316
一、基本规定	316
二、回弹仪检测	333
三、回弹值计算	335
四、由回弹值换算混凝土强度的方法	335
五、构件或结构混凝土强度计算	336
附录二 现场实体混凝土强度与回弹结果强度的粗略比较方法	338
附录三 跳桌安装及标定	339
附录四 试料层体积的测定方法	340
附录五 砂的表观密度试验(简易法)	341
附录六 砂的含水率试验(快速法)	342
参考文献	343

第一章 混凝土

第一节 混凝土的基本知识

一、混凝土、混凝土组成图及内部结构

(一) 什么是混凝土

广义的混凝土,指由胶凝材料(无机材料如水泥、石灰,有机材料如沥青)、骨料(集料)及水、外掺料、外加剂按一定比例拌和并在一定条件下凝结硬化而成的一种复合材料的总称。一般所称的混凝土为水泥混凝土,即由水泥、骨料(砂石)、外加剂、外掺料及水按适当比例拌和成型,并在一定条件下凝结硬化而成的人造石材。骨料总体积占混凝土体积的 60%~80%,水占 13%~23%,胶凝材料为 7%~17%,另外还有少量的气体存在(1%~3%)。

混凝土可简写成“砼”,这是结构学家蔡方荫教授提出的,它的寓意为“人工石”。

骨料(集料)通常为砂石的总称,石子又称为粗骨料,砂称为细骨料。

混凝土是一种碱性脆性材料,能耐一定浓度的碱,但在酸性水溶液的环境及潮湿条件下有缓慢的侵蚀作用。混凝土的抗压强度很高,但其他强度较小,如抗折能力很小,仅为抗压强度的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}$ 。

(二) 混凝土组成图

混凝土由粗、细集料构成骨架,水泥石分布在集料颗粒表面,将它们胶结为具有强度的整体。混凝土结构组成如图 1.1 所示。

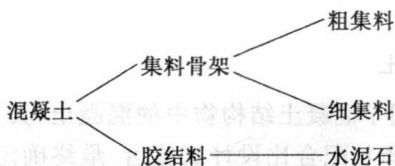


图 1.1 混凝土结构组成

(三) 混凝土内部结构

1. 悬浮—密实结构

统一考察粗、细集料颗粒整体的紧密堆积,按粒子干涉理论,为避免次级颗粒对前级颗粒密排的干涉,前级颗粒之间必须留出比次级颗粒粒径稍大的空隙供次级颗粒排布。按此组合的混凝土,经过多级密实虽然可以获得较大的密实度,但是各级集料均被次级集料所隔开,不能直接靠拢而形成骨架,形成悬浮—密实结构,其结构如图 1.2(a)所示。这种结构的

新拌混凝土具有较小的内摩擦力,易于泵送振捣,但是弹性模量、抗折强度、收缩、徐变等性能不佳。

2. 骨架—空隙结构

当混凝土中粗集料所占的比例较高,细集料很少时,粗集料可以相互靠拢形成骨架。但由于细颗粒数量过少,不足以填满粗集料之间的空隙,因此形成骨架—空隙结构,如图 1.2 (b)所示。除了透水混凝土等特殊场合,应当避免这种结构,因为其防水、抗化学介质渗透的能力差。

3. 密实—骨架结构

当集料中断去中间尺寸的颗粒,既有较多数量粗集料可形成空间骨架,同时又有相当数量的细集料可填实骨架的空隙时,形成密实—骨架结构,如图 1.2(c)所示。这种结构的新拌混凝土有较高的内摩擦阻力,不易泵送,但弹性模量、抗折强度高,收缩、徐变小。

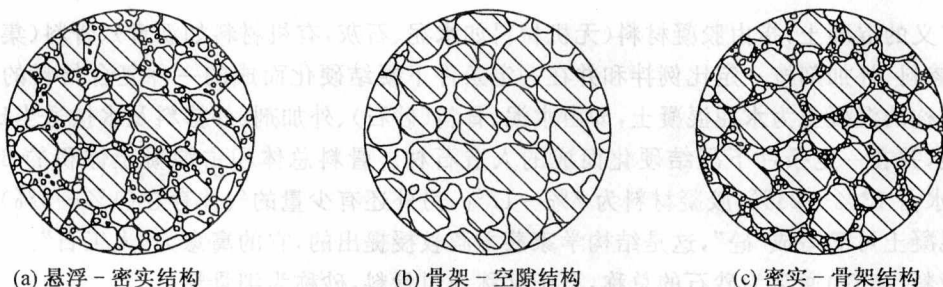


图 1.2 混凝土内部结构

由以上分析可知,粗、细集料的级配和堆积状态对混凝土的结构和性能有重要影响,而水泥石是将粗集料胶结成整体的关键。因此水泥水化形成水泥石的过程、水泥石的结构以及集料与水泥石的界面是混凝土内部结构的决定因素。

水泥混凝土材料是建设工程中用量最大的材料,它广泛应用于工业和民用建筑以及交通、水利、能源、海洋、市政等工程。

二、结构混凝土

(一)什么是结构混凝土

笼统地说结构混凝土是用于混凝土结构物中的混凝土,具体地讲是由水泥、砂石、掺合料、外加剂、水经过认真的选择与配合比设计试验后,最终确定的科学的配方,然后根据配方,进行严格配料、搅拌、运输、浇筑、振捣、养护、质量检验与验收等各个环节,最终形成各种混凝土结构的混凝土。实际所说的混凝土,只有用于混凝土结构中才有意义,而混凝土本身只是一种复合材料的总称。

配合比是结构混凝土的核心和基础,因为在进行配合比设计过程中,已涵盖混凝土的全部,如材料组成、比例、工艺、性能检测等,最终成为组成各种性能可控的混凝土材料。

(二)结构混凝土与混凝土的区别

结构混凝土与混凝土的区别在于,结构混凝土具有针对性能和用途的可控性,即按人们的意志去调控,并形成一套管理方法,使之在工程建设中发挥更大作用。而混凝土只是一种

人造石材或者说是一种复合材料的总称。

(三)原材料在结构混凝土中的含义和作用

原材料是指组成混凝土的各种材料,一般包括水泥、矿物掺合料、砂、石(卵石、碎石)、外加剂、水等。

原材料的作用:水泥和矿物掺合料(总称为胶凝材料)遇水后发生水化反应,使之凝结硬化,将砂、石胶结成为整体形成强度的作用,同时也起到填充砂、石的空隙作用。砂、石主要有两种作用:一是骨架作用;二是填充作用。砂填充石子的空隙,小石子填充大石子的空隙,大石子是骨架的主体,而砂、石则形成骨架体系。掺合料和外加剂能改善混凝土拌合物和硬化后混凝土的性能,使其能够发挥更大作用。

三、混凝土结构

混凝土结构是以混凝土为主制成的结构物或构件,包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、现浇结构及装配式结构。

素混凝土结构是由单一的混凝土组成的混凝土结构或布置少量的不作为受力钢筋的混凝土,如起连接作用和传力作用等。

钢筋混凝土结构是在混凝土中布置一定量钢筋的混凝土结构。

预应力混凝土结构是由混凝土与预应力钢筋、钢丝、钢绞线等组成的并在混凝土施工前或施工后的一定时间内需对预应力筋实施预应力(对预应力给予规定的拉应力,即张拉),使预应力筋与混凝土共同抵抗外来力作用的混凝土结构。张拉分为先张法和后张法。先张法是在混凝土施工前对所布置的预应力筋实施张拉的方法;后张法是在混凝土施工后当混凝土强度达到要求(至少 $\geq 75\%$)时实施对所布置的预应力筋实施张拉的方法。

现浇结构是现浇混凝土结构物的简称,是在现场支模并整体浇筑而成的混凝土结构。

装配式结构是装配式混凝土结构物的简称,是以预制构件为主要受力构件,经装配、连接组合而成的混凝土结构。

四、混凝土的 4 个发展阶段

随着科学技术的不断发展,混凝土经历了 4 个发展阶段:一是混凝土材料科学探索时期;二是干硬性混凝土、预应力及预制混凝土时期;三是外加剂使用和流动性混凝土时期;四是高强度和高性能混凝土时期。目前高性能混凝土是混凝土技术前沿领域,已用于某些领域,但还处于研究和开发之中。

五、混凝土工程施工的 10 大关键环节

混凝土工程施工的 10 大关键环节(工序):原材料选用、进场原材料管理、配合比设计、施工配合比换算、搅拌、运输、浇筑、振捣、实体养护和质量检查。

六、决定混凝土工程质量最重要的两大因素

原材料的选用和施工技术、管理是决定混凝土工程质量最重要的两大因素。

七、提高混凝土工程质量的两大措施

(1)首先充分重视混凝土各组成材料的质量和配比,把好材料验收关并严格执行配合比。

(2)必须加强全面的施工管理和监督力度,使施工的每道工序符合标准和规范要求,充分体现质量第一,预防为主的原则。

八、优质经济的混凝土必须同时满足的 4 个方面要求

一是强度,二是耐久性,三是工作性,四是经济性。

九、获得优质经济混凝土的 3 大基本条件

(1)选择适宜的原材料,既要考虑就地取材,便利易得,又要考虑质地优良,满足工程要求。

(2)选择适宜的混凝土配合比,使配合比不仅满足各项技术要求,而且应最大限度地节约水泥。

(3)加强施工控制,使优质经济的混凝土能在工程中充分实现,这在很大程度上取决于施工过程中的配料、搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等环节。如果忽视其中任何一个环节,都将导致混凝土质量出现问题,甚至使混凝土结构受到破坏。

十、混凝土强度等级划分及依据、混凝土试件的制作及养护

(一)混凝土强度等级划分

目前混凝土强度等级(GB 50164—2011)划分为 C10, C15, C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60, C65, C70, C75, C80, C85, C90, C95, C100 共 19 个等级,其中小于等于 C55 的混凝土较常用。

(二)混凝土强度等级划分依据

混凝土强度等级(GB 50164—2011)划分依据是根据混凝土立方体抗压强度标准值确定强度等级。表示方法用符号“C”和立方体抗压强度标准值两项内容表示。

立方体抗压强度标准值是指按标准方法制作和养护的边长为 150 mm 的立方体试件,在 28 d 养护龄期,采用标准试验方法测得的抗压强度总体分布中的一个值,强度低于该值的百分率不超过 5%(即具有 95%的保证率的抗压强度),以 MPa(N/mm²)计。标准试件是指边长为 150 mm×150 mm×150 mm 的立方体试件。抗压强度是指单位面积上能够承受的压力或抵抗压力破坏的能力。

混凝土强度是混凝土的力学性质,表征其抵抗外力作用的能力,混凝土强度一般指混凝土立方体抗压强度。

(三)混凝土试件的制作及养护(标准方法)

1. 混凝土试件的制作

混凝土试件的制作分立方体、棱柱体和圆柱体试件制作 3 种。

(1)一般规定。

①成型前,应检查试模尺寸并使其符合规定;试模内表面应涂一薄层矿物油或其他不与混凝土发生反应的脱模剂。

②在实验室拌制混凝土时,其材料用量应以质量计。水泥、掺合料、水和外加剂的称量精度为 $\pm 0.5\%$,骨料为 $\pm 1\%$ 。

③取样或实验室拌制的混凝土应在拌制后尽可能短的时间内成型,一般不宜超过15 min。

④根据混凝土拌合物的稠度确定混凝土成型方法,坍落度不大于70 mm的混凝土宜用振动振实;大于70 mm的宜用捣棒人工捣实。检验现浇混凝土或预制构件的混凝土,试件成型方法宜与实际采用的方法相同。

(2)混凝土立方体、棱柱体试件的制作及试件尺寸。

①用振动台振实制作试件应按下述方法进行:

a. 将混凝土拌合物一次装入试模,装料时应用抹刀沿各试模壁插捣,并使混凝土拌合物高出试模口。

b. 试模应附着或固定在振动台上,振动时试模不得有任何跳动,振动应持续到表面出浆为止,不得过振。

②用人工插捣制作试件应按下述方法进行:

a. 混凝土拌合物应分两层装入模内,每层的装料厚度大致相等。

b. 插捣应按螺旋方向从边缘向中心均匀进行。在插捣底层混凝土时,捣棒应达到试模底部,插捣上层时,捣棒应贯穿上层后插入下层20~30 mm,插捣时捣棒应保持垂直,不得倾斜,然后应用抹刀沿试模内壁插拔数次。

c. 每层插捣次数按在10 000 mm²截面积内不得少于12次。

d. 插捣后应用橡皮锤轻轻敲击试模四周,直至插捣棒留下的空洞消失为止。

注:插捣棒为 $\Phi 16$ mm $\times$ 600 mm,端部呈半球形光圆金属制品。

③用插入式振捣棒振实制作试件应按下述方法进行:

a. 将混凝土拌合物一次装入试模,装料时应用抹刀沿各试模壁插捣,并使混凝土拌合物高出试模口。

b. 宜用直径为25 mm的插入式振捣棒,插入试模振捣时,振捣棒距试模底板10~20 mm且不得触及试模底板,振动应持续到表面出浆为止,且应避免过振,以防止混凝土离析,一般振捣时间为20 s。振捣棒拔出时要缓慢,拔出后不得留有孔洞。

④成型完毕的试件表面应刮除试模上口多余的混凝土,待混凝土临近初凝时,用抹刀抹平。

⑤立方体、棱柱体试件尺寸:

立方体试件尺寸有100 mm $\times$ 100 mm $\times$ 100 mm,150 mm $\times$ 150 mm $\times$ 150 mm,200 mm $\times$ 200 mm $\times$ 200 mm。

常用棱柱体试件尺寸有100 mm $\times$ 100 mm $\times$ 300 mm,150 mm $\times$ 150 mm $\times$ 300 mm,200 mm $\times$ 200 mm $\times$ 400 mm,150 mm $\times$ 150 mm $\times$ 600 mm,150 mm $\times$ 150 mm $\times$ 550 mm。

(3)圆柱体试件的制作。

①圆柱体试件的种类有直径为100 mm、150 mm和200 mm 3种,其高度是直径的两