



建筑业农民工职业技能培训教材
土建工程系列

混凝土工

CONCRETER

建设部干部学院 主编

依据《国家职业标准》及住房和城乡建设部颁布的
《土木建筑职业技能岗位培训计划大纲》要求编制

华中科技大学出版社

www.hustpas.com 中国·武汉

建筑业农民工职业技能培训教材

混凝土工

建设部干部学院 主编

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是按原建设部、劳动和社会保障部发布的《职业技能标准》、《职业技能岗位鉴定规范》内容,结合农民工实际情况,系统地介绍了混凝土工的基础知识以及工作中常用材料、机具设备、基本施工工艺、操作技术要点、施工质量验收要求、安全操作技术等。主要内容包括混凝土工基础知识,混凝土施工机具,混凝土的组成材料,混凝土配合比设计,混凝土工程施工,预制构件施工,预应力混凝土施工,混凝土工的安全生产。本书做到了技术内容最新、最实用,文字通俗易懂,语言生动,并辅以大量直观的图表,能满足不同文化层次的技术工人和读者的需要。

本书是建筑业农民工职业技能培训教材,也适合建筑工人自学以及高职、中职学生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工/建设部干部学院 主编

—武汉:华中科技大学出版社,2009.5

建筑业农民工职业技能培训教材.

ISBN 978-7-5609-5300-7

I. 混… II. 建… III. 混凝土施工—技术培训—教材 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 049564 号

混凝土工

建设部干部学院 主编

责任编辑:岳永铭

封面设计:张 璐

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)武昌喻家山

邮 编:430074

发行电话:(022)60266190 60266199(兼传真)

网 址:www.hustpas.com

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:710mm×1000mm 1/16

印张:7.5

字数:151千字

版次:2009年5月第1版

印次:2009年12月第2次印刷

定价:13.00元

ISBN 978-7-5609-5300-7/TU·587

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

《建筑业农民工职业技能培训教材》

编审委员会名单

主编单位:建设部干部学院

编 审 组:(排名按姓氏拼音为序)

边 嫒 邓祥发 丁绍祥 方展和 耿承达

郭志均 洪立波 籍晋元 焦建国 李鸿飞

彭爱京 祁政敏 史新华 孙 威 王庆生

王 磊 王维子 王振生 吴月华 萧 宏

熊爱华 张隆新 张维德

前 言

为贯彻落实《就业促进法》和(国发〔2008〕5号)《国务院关于做好促进就业工作的通知》文件精神,根据住房和城乡建设部[建人(2008)109号]《关于印发建筑业农民工技能培训示范工程实施意见的通知》要求,建设部干部学院组织专家、工程技术人员和相关培训机构教师编写了这套《建筑业农民工职业技能培训教材》系列丛书。

丛书结合原建设部、劳动和社会保障部发布的《职业技能标准》、《职业技能岗位鉴定规范》,以实现全面提高建设领域职工队伍整体素质,加快培养具有熟练操作技能的技术工人,尤其是加快提高建筑业农民工职业技能水平,保证建筑工程质量和安全,促进广大农民工就业为目标,按照国家职业资格等级划分的五级:职业资格五级(初级工)、职业资格四级(中级工)、职业资格三级(高级工)、职业资格二级(技师)、职业资格一级(高级技师)要求,结合农民工实际情况,具体以“职业资格五级(初级工)”和“职业资格四级(中级工)”为重点而编写,是专为建筑业农民工朋友“量身订制”的一套培训教材。

同时,本套教材不仅涵盖了先进、成熟、实用的建筑工程施工技术,还包括了现代新材料、新技术、新工艺和环境、职业健康安全、节能环保等方面的知识,力求做到了技术内容最新、最实用,文字通俗易懂,语言生动,并辅以大量直观的图表,能满足不同文化层次的技术工人和读者的需要。

丛书分为《建筑工程》、《建筑安装工程》、《建筑装饰装修工程》3大系列23个分册,包括:

一、《建筑工程》系列,11个分册,分别是《钢筋工》、《建筑电工》、《砌筑工》、《防水工》、《抹灰工》、《混凝土工》、《木工》、《油漆工》、《架子工》、《测量放线工》、《中小型建筑机械操作工》。

二、《建筑安装工程》系列,6个分册,分别是《电焊工》、《工程电气设备安装调试工》、《管道工》、《安装起重工》、《钳工》、《通风工》。

三、《建筑装饰装修工程》系列,6个分册,分别是《镶贴工》、《装饰装修木工》、《金属工》、《涂裱工》、《幕墙制作工》、《幕墙安装工》。

本书根据“混凝土工”工种职业操作技能,结合在建筑工程中实际的应用,针对建筑工程施工材料、机具、施工工艺、质量要求、安全操作技术等做了具体、详细的阐述。本书内容包括混凝土工基础知识,混凝土施工机具,混凝土的组成材料,混凝土配合比设计,混凝土工程施工,预制构件施工,预应力混凝土施工,混凝土工的安全生产。

本书对于正在进行大规模基础设施建设和房屋建筑工程的广大农民工人和技术人员都将具有很好的指导意义和极大的帮助,不仅极大地提高工人操作技能水平和职业安全水平,更对保证建筑工程施工质量,促进建筑安装工程施工新技术、新工艺、新材料的推广与应用都有很好的推动作用。

由于时间限制,以及编者水平有限,本书难免有疏漏和谬误之处,欢迎广大读者批评指正,以便本丛书再版时修订。

编 者

2009年4月

目 录

第一章 混凝土工基础知识.....	1
第一节 钢筋混凝土结构简介.....	1
一、钢筋混凝土结构特点	1
二、钢筋混凝土结构分类	2
第二节 混凝土.....	5
一、混凝土的组成和分类	5
二、混凝土的性能及混凝土试块的留置	6
三、商品混凝土.....	10
第二章 混凝土施工机具	12
第一节 运输机具	12
一、手推车.....	12
二、机动翻斗车.....	12
三、混凝土搅拌输送车.....	12
第二节 泵送机具	16
一、混凝土泵	16
二、泵车.....	17
三、泵送管道.....	18
四、布料设备.....	19
第三节 混凝土搅拌机	20
一、锥形反转出料混凝土搅拌机.....	20
二、锥形倾翻出料混凝土搅拌机.....	21
三、立轴强制式混凝土搅拌机.....	22
四、卧轴强制式混凝土搅拌机.....	22
第四节 振捣机具	23
一、插入式振动器.....	23
二、附着式振动器.....	26
三、平板式振动器.....	27
四、振动台.....	28
第三章 混凝土的组成材料	29
第一节 水泥	29
一、通用硅酸盐水泥种类及组分.....	29
二、常用水泥的性能和适用范围.....	29

第二节 骨料	31
一、细骨料技术要求	31
二、粗骨料技术要求	31
第三节 水	32
一、混凝土拌和用水质量要求	32
二、混凝土拌和用水选择	32
第四节 外加剂	33
一、外加剂的作用	33
二、常用外加剂的种类及适用范围	33
第五节 掺和料	38
一、活性掺和料	38
二、非活性材料	40
第四章 混凝土配合比设计	41
第一节 概述	41
一、基本要求	41
二、设计步骤	41
第二节 设计参数	42
一、强度	42
二、水灰比	43
三、稠度	44
四、砂率	44
五、用水量	45
六、水泥用量	46
第三节 计算方法	46
一、假定容重法	47
二、绝对体积法	47
第四节 试配与调整确定	48
一、试配	48
二、调整	49
第五章 混凝土工程施工	50
第一节 混凝土施工准备	50
一、技术准备	50
二、材料、机具、人工的准备	50
三、交接检查	51
四、钢筋混凝土保护层要求	51

五、混凝土施工缝设置与处理	52
第二节 混凝土搅拌与运输	56
一、混凝土搅拌	56
二、混凝土运输	58
第三节 混凝土浇筑	59
一、混凝土基础浇筑	59
二、混凝土柱和墙浇筑	62
三、混凝土梁浇筑	66
四、肋形楼板浇筑	68
五、其他现浇构件的浇筑	69
第四节 混凝土养护、拆模	70
一、混凝土养护	70
二、混凝土拆模	73
第五节 混凝土泵送施工	73
一、混凝土泵送的技术要求	73
二、混凝土泵送	74
第六节 大体积混凝土施工	75
一、大体积基础的浇筑	76
二、预防大体积混凝土裂缝的措施	77
第七节 清水混凝土工程施工	78
一、清水混凝土简介	78
二、施工工艺	79
第八节 混凝土季节施工	82
一、冬季施工	82
二、暑期施工	89
三、雨季施工	90
第九节 混凝土施工缺陷处理	90
一、蜂窝	91
二、露筋	91
三、孔洞	91
四、夹渣	92
五、疏松	92
六、裂缝	92
第六章 预制构件施工	93
第一节 现场预制构件施工	93

一、现场预制构件的平面布置	93
二、现场预制构件的操作要点	94
第二节 预制构件装配施工	95
一、二次浇筑	95
二、接头和拼缝	95
第七章 预应力混凝土施工	96
第一节 先张法预应力施工	96
一、先张法张拉工艺流程	96
二、预应力筋的张拉程序	96
三、混凝土浇筑与养护	97
四、预应力筋放张	97
第二节 后张法预应力施工	98
一、后张法张拉工艺流程	98
二、预应力筋的孔道留设	98
三、后张法预应力筋张拉程序	98
四、孔道灌浆	99
第八章 混凝土工的安全生产	100
第一节 材料运输	100
第二节 混凝土浇筑与振捣	100
第三节 混凝土养护	101
附录	
附录一 混凝土工职业技能标准	102
附录二 混凝土工职业技能考核试题	105
参考文献	109

第一章 混凝土工基础知识

第一节 钢筋混凝土结构简介

一、钢筋混凝土结构特点

1. 钢筋混凝土结构的优点

(1) 钢筋混凝土结构与钢结构相比,钢筋混凝土结构的耐火性能较好,因为混凝土包裹着钢筋,混凝土的传热性能较差,在火灾中将对钢筋起着保护作用,所以使其不致很快达到软化温度而造成结构整体破坏。

(2) 在钢筋混凝土结构中,尤其是现浇钢筋混凝土结构的整体性较好,其抵抗地震、振动以及强烈爆炸时冲击波作用的性能较好。

(3) 由于新拌和的混凝土的可塑性较好,所以可根据需要浇制成各种形状和尺寸的结构。

(4) 在钢筋混凝土结构中,混凝土的强度是随时间而不断增长的,同时,钢筋被混凝土所包裹而不致锈蚀,所以,钢筋混凝土结构的耐久性是很好的。此外,还可根据需要,配制具有不同性能的混凝土,以满足不同的耐久性要求。因此,钢筋混凝土结构不像钢结构那样,需要经常性的保养和维修,其维修费用极少,几乎与石材相同。

(5) 在钢筋混凝土结构所用的原材料中,砂、石所占的分量较大,而砂、石易于就地取材。在工业废料(如矿渣、粉煤灰等)比较多的地区,可将工业废料制成人造骨料(如陶粒),用于钢筋混凝土结构中,这不但可解决工业废料处理问题,还有利于环境保护,而且可减轻结构的自重。

(6) 钢筋混凝土结构的刚性较大,在使用荷载下的变形较小,故可有效地应用于对变形要求较严格的建筑物中。

2. 钢筋混凝土结构的缺点

(1) 钢筋混凝土结构的截面尺寸一般较相应的钢结构大,因而自重较大,这对于大跨度结构、高层建筑结构以及抗震都是不利的。

(2) 抗裂性能较差,在正常使用时往往是带裂缝工作的。

(3) 建造耗工时较大;施工受气候条件的限制。

(4) 现浇钢筋混凝土需耗用大量木材。

(5) 隔热、隔声性能较差。

(6) 修补或拆除较困难。

这些缺点在一定条件下限制了钢筋混凝土结构的应用范围。但是,随着钢筋混凝土结构的不断发展,这些缺点已经或正在逐步得到克服。例如,采用轻质高强混凝土以减轻结构自重;采用预应力混凝土以提高构件的抗裂性(同时也可减轻自重);采用预制装配结构或工业化的现浇施工方法以节约模板和加快施工进度。

二、钢筋混凝土结构分类

1. 钢筋混凝土框架结构

该结构是由混凝土梁和柱组成主要承重结构的体系。其优点是建筑平面布置灵活,可形成较大的空间,在公共建筑中应用较多。

框架有现浇和预制之分,现浇框架多用组合式定型钢模现场进行浇筑。为了加快施工进度,梁、柱模板可预先整体组装然后进行安装。预制装配式框架多由工厂预制,用塔式起重机(轨道式或爬升式)或自行式起重机(履带式、汽车式)进行安装。装配式柱子的接头,有榫式、插入式、浆锚式等,接头要能传递轴力、弯矩和剪力。柱与梁的接头,有明牛腿式、暗牛腿式、齿槽式、整浇式等。可做成刚接(承受剪力和弯矩),也可做成铰接(只承受垂直剪力)。装配式框架接头钢筋的焊接非常重要,要控制焊接变形和焊接应力。但框架结构属于柔性结构,其抵抗水平荷载的能力较弱,而且抗震性能差,因此其高度不宜过高,一般不宜超过 60 m,且房屋高度与宽度之比不宜超过 5。混凝土框架结构如图 1-1(a)所示。

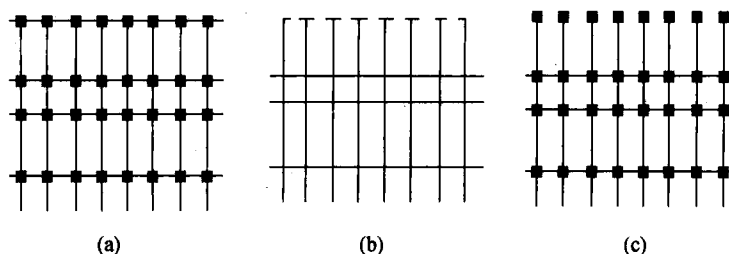


图 1-1 钢筋混凝土常规三大结构

(a) 框架结构; (b) 剪力墙结构; (c) 框架剪力墙结构

2. 混凝土剪力墙结构

该结构是利用建筑物的内墙和外墙构成剪力墙来抵抗水平力。这类结构开间小,墙体多,变化少,适于居住建筑和旅馆建筑。剪力墙一般为钢筋混凝土墙,厚度不小于 14 cm。剪力墙结构可以采用大模板或滑升模板进行浇筑。这种体系的侧向刚度大,可以承受很大的水平荷载,也可承受很大的竖向荷载,但其主要荷载为水平荷载,高度不宜超过 150 m。混凝土剪力墙结构如图 1-1(b)所示。

3. 混凝土框架-剪力墙结构

剪力墙结构侧向刚度大,抵抗水平荷载的能力较大,但建筑布置不灵活,难以形成较大的空间;框架结构的建筑布置灵活,可形成大空间,但侧向刚度较差,抵抗水平荷载的能力较小。基于以上两种情况,将两者结合起来,取长补短,在框架的某些柱间布置剪力墙,与框架共同工作,这样就得到了一种承受水平荷载能力较大,建筑布置又较灵活的结构体系,即框架-剪力墙结构。在这种结构体系中,剪力墙可以是预制钢筋混凝土墙板,也可以是现浇钢筋混凝土墙板,还可以是钢桁架结构。这种结构的房屋高度一般不宜超过 120 m,房屋的高宽比一般不宜超过 5。一般情况下,剪力墙如为现浇钢筋混凝土墙板,多用大模板或组合式钢模进行现场浇筑,框架部分以用组合式钢模板进行现场浇筑为宜。混凝土框架剪力墙结构如图 1-1(c)所示。

4. 混凝土板柱结构

混凝土板柱结构是由混凝土柱和大型楼板构成主要承重结构的体系。通常可采用升板法施工,即先吊装柱,再浇筑室内地坪,然后以地坪为胎膜就地叠浇各层楼板和屋面板,待混凝土达到一定强度后,再在柱上安设提升机,以柱作为支承和导杆,当提升机不断沿着柱向上爬升时,即可通过吊杆将屋面板和各层楼板逐一交替地提升到设计标高,并加以固定。钢筋混凝土板柱结构如图 1-2 所示。

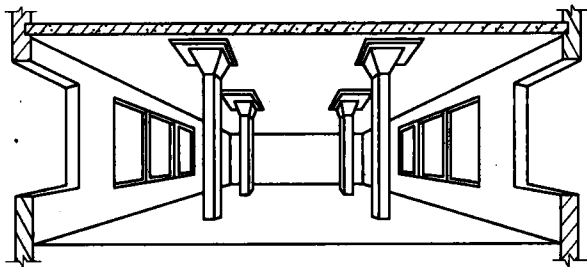


图 1-2 钢筋混凝土板柱结构

5. 钢筋混凝土筒体结构

该结构是由一个或几个筒体作为承重结构的高层建筑结构体系。水平荷载主要由筒体承受,具有很大的空间刚度和抗震能力。该体系还可分为核心筒体系(或称内筒体系)、框筒体系、筒中筒体系和成束筒体系。核心筒的内筒多为现浇的钢筋混凝土墙板结构,如高度很大用滑升模板施工较为适宜;筒中筒结构体系,如为钢筋混凝土结构,则建筑高度很大,用滑升模板施工是较好的施工方法。这种结构体系,建筑布置灵活,单位面积的结构材料消耗量少,是目前超高层建筑的主要结构体系之一。筒体结构如图 1-3 所示。

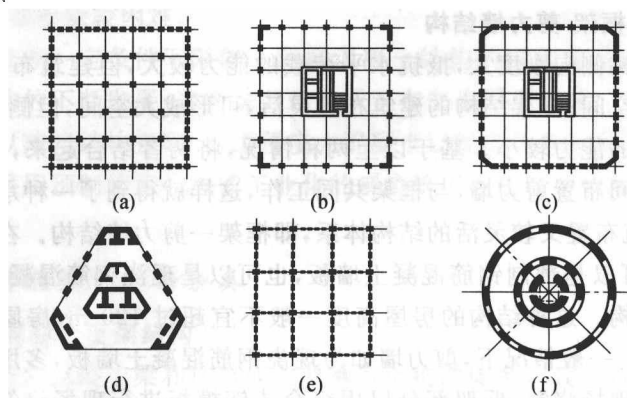


图 1-3 筒体结构

(a)框筒;(b)筒体-框架;(c)筒中筒;(d)多筒体;(e)成束筒;(f)多重筒

6. 混凝土大跨度结构

跨度较大的混凝土结构,如桥梁、高大空间建筑等,一般采用预应力混凝土结构形式。

7. 混凝土单层厂房结构

混凝土单层厂房结构如图 1-4 所示。

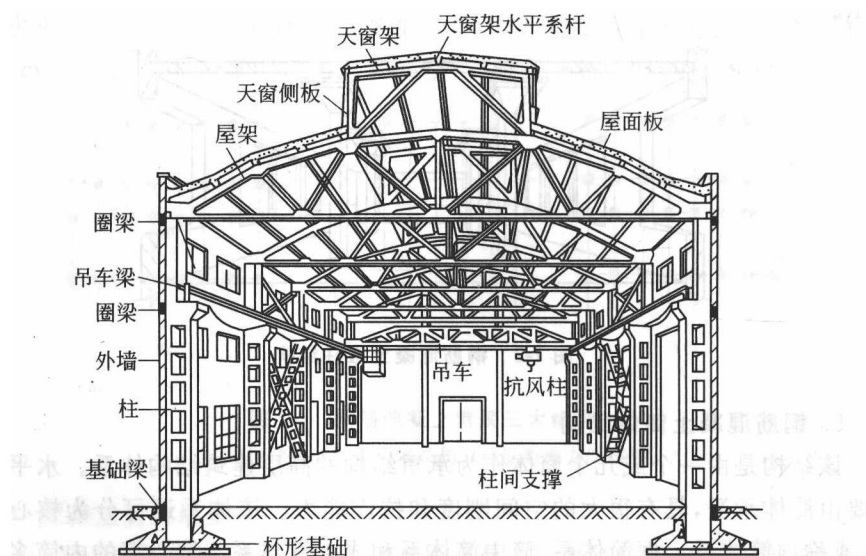


图 1-4 单层工业厂房的结构组成

(1)排架结构。厂房中除了基础是在现场浇筑之外,柱、吊车梁、连系梁、屋架及屋面系统等都采用预制装配。

(2)刚架结构。梁、柱均采用整体现浇。

第二节 混凝土

一、混凝土的组成和分类

1. 混凝土的组成

混凝土的基本组成材料是天然砂、石子、水泥和水,为改善混凝土的某些性能还常加入适量的外加剂或外掺料。

在混凝土中,砂、石起骨架作用,因此称为骨料。水泥和水形成的水泥浆,包裹在砂粒表面并填充砂粒间的空隙而形成水泥砂浆,水泥砂浆又包裹在石子表面并填充石子空隙。在混凝土硬化前,水泥浆起润滑作用,赋予混凝土拌合物一定的流动性,便于施工。硬化后,则将骨料胶结成一个坚实的整体,并产生一定的力学性能。混凝土结构如图1-5所示。

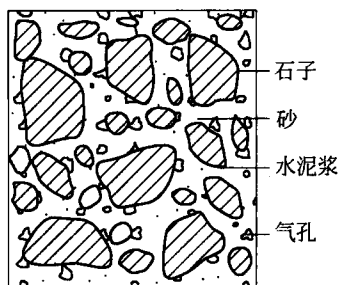


图 1-5 混凝土结构图

混凝土的技术性质在很大程度上是由原材料的性质及其相对含量决定的。同时也与施工工艺(搅拌、成型、养护)有关,因此,我们必须了解其原材料的性质、作用及其质量要求,合理选择原材料,才能保证混凝土的质量。

2. 混凝土的分类

混凝土的类型日益增多,它们的性能和应用也各不相同。混凝土的类型主要有。

(1)按表观密度分类。

1)特重混凝土:表观密度大于 2500 kg/m^3 。主要用于防辐射工程的屏蔽材料。

2)重混凝土:表观密度在 $1900 \sim 2500 \text{ kg/m}^3$ 之间,主要用于各种承重结构。

3)轻混凝土:表观密度在 $500 \sim 1900 \text{ kg/m}^3$ 之间,包括轻骨料混凝土(表观密度在 $800 \sim 1900 \text{ kg/m}^3$)和多孔混凝土(表观密度在 $500 \sim 800 \text{ kg/m}^3$),主要用于承重结构和承重隔热制品。

4)特轻混凝土:表观密度在 500 kg/m^3 以下的多孔混凝土和用特轻骨料(加膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、泡沫塑料等)制成的轻骨料混凝土,主要用作保温隔热材料。

(2)按用途分类。

主要有结构用混凝土、耐酸混凝土、耐碱混凝土、耐热混凝土、防护混凝土、

道路混凝土、大坝混凝土、收缩补偿混凝土、装饰混凝土等。

此外,随着混凝土的发展和工程的需要,还出现了膨胀混凝土、加气混凝土、纤维混凝土等各种特殊功能的混凝土。

随着混凝土应用范围的不断扩大,混凝土的施工机械也在不断发展。泵送混凝土、商品混凝土以及新的施工工艺给混凝土施工带来很大的方便。

(3)按胶结材料分类。

1)无机胶结材料混凝土:水泥混凝土、石膏混凝土、水玻璃混凝土等。

2)有机胶结材料混凝土:沥青混凝土、聚合物混凝土等。

3)无机与有机复合胶结材料混凝土:聚合物水泥混凝土、聚合物浸渍混凝土。

(4)按混凝土的结构分类。

1)普通结构混凝土:以碎石或卵石、砂子、水泥和水制成的混凝土为普通混凝土。

2)细粒混凝土:由细骨料和胶结材料制成,主要用于制造薄壁构件。

3)大孔混凝土:由粗骨料和胶结材料制成。骨料外包胶结材料,骨料彼此以点接触,骨料之间有较大的空隙。主要用于墙体内隔层等填充部位。

4)多孔混凝土:这种混凝土无粗细骨料,全由磨细的胶结材料和其他粉料加水拌成的料浆,用机械方法或化学方法使之形成许多微小的气泡后再经硬化制成。

二、混凝土的性能及混凝土试块的留置

1. 混凝土的性能

混凝土从制作到制得成品都要经历拌和物、凝结硬化及硬化后三个阶段,掌握这三个阶段混凝土的性质特征,对于选择施工方法、控制质量将大有益处。

(1)混凝土拌和物的基本性能。

1)和易性的概念。

混凝土拌和物应具有一定的弹性、塑性和黏性。这些性质综合起来通常叫做和易性(稠度)。和易性是混凝土拌和物的一种综合性的技术性质,包括黏聚性、流动性和保水性三方面的含义。

黏聚性是指混凝土拌和物所表现的黏聚力。这种黏聚力使混凝土在受作用力后不致出现离析现象。

流动性是指混凝土拌和物在自重或施工机械振捣的作用下,产生流动并均匀密实地填满模板各个角落的能力。它可以影响施工捣实的难易和浇筑的质量。流动性一般以坍落度的大小来表示。

保水性是指混凝土拌和物保持水分不易析出的能力。保持水分的能力一般

以稀浆析出的程度来测定。

混凝土拌和物的和易性是用坍落度或工作度(干硬度)来表示的。

2) 坍落度的测定方法。

将混凝土的拌和物分三层装入用水润湿过的截头圆锥筒内,每层高度应稍大于筒高的 $1/3$,并用弹头形捣棒插捣 25 次,在插捣上面两层时,应插捣至下层表面为止。插捣时不要冲击。

捣完后,刮平筒口,将圆锥筒慢慢垂直提起,将空筒放在锥体混凝土试样旁边,然后在筒顶上放一平尺,量出尺的底面至试样顶面中心之间的垂直距离(以 cm 或 mm 计),此距离即为混凝土拌和物的坍落度,如图 1-6 所示。

3) 工作度的测定方法。

混凝土的工作度也是表示混凝土拌和物和易性的一种指标。它是测定混凝土拌和物在振动状态下相对的流动性,适用于低流动性混凝土或干硬性混凝土。其测定方法如下:

将混凝土标准试模($200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$)固定在标准振动台上;再将底部直径略小的截头圆锥筒(除去踏板)放进标准试模内,上口放置装料漏斗(图 1-7),将混凝土拌和物按坍落度试验方法分三层装捣,然后取去圆锥筒;开动振动台,直至模内混凝土拌和物充分展开而表面呈水平为止。从开始振动到混凝土拌和物表面形成水平时的延续时间(秒),称为混凝土的工作度。

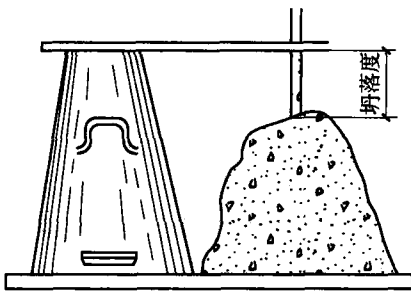


图 1-6 混凝土坍落度的测定

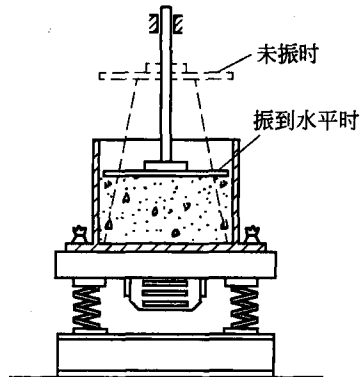


图 1-7 混凝土工作度的测定

应当注意,同一次拌和的混凝土拌和物的坍落度或工作度应测两次,取其平均值作为测定结果。每次须换用新的拌和物。如果两次测得的结果,坍落度相差 2 cm 以上,工作度相差 20% 以上,则整个测定须重做。

4) 影响混凝土和易性的主要因素。

① 水泥浆量:在一定范围内,水泥浆量越多,混凝土拌和物流动性越大。但

如水泥浆量过多,不仅流动性无明显增大,反而降低黏聚性,影响施工质量。

②水灰比:水灰比不同,水泥浆的稀稠程度也不同。一般在水泥浆量不变的条件下,增大水灰比,即减少水泥用量或增加用水量时,水泥浆就变稀,使水泥浆的黏聚性降低,流动性增大。如水灰比过大,使水泥浆的黏聚性降低过多,就会泌水,影响混凝土质量。相反,如水灰比过小,水泥浆较稠,采用一般施工方法时也难以浇筑捣实。故水灰比不能过大,也不能过小。一般认为水灰比在 0.45~0.55 的范围内,可以得到较好的技术经济效果,和易性也比较理想。

③砂率:指砂的用量占砂石总用量的百分数。在一定的水泥浆量条件下,如砂率过大,则混凝土拌和物就显得干稠,流动性小;如砂率过小,砂浆量不足,不能在石子周围形成足够的砂浆层以起润滑作用,也会影响黏聚性和保水性,使拌和物显得粗涩,石子离析,水泥浆流失。为保证混凝土拌和物的质量,砂率不可过大,也不可过小,应通过试验确定最佳砂率。

此外,水泥种类和细度,石子种类及粒形和级配,以及外加剂等,都对拌和物和易性有影响。

(2)混凝土在硬化过程中的性能。

混凝土的凝结硬化要经历初凝、终凝到产生初期强度等三个过程,这主要是靠水泥的水化作用来实现。水泥的水化反应放出热量,使混凝土升温,将会出现初期体积变化和可能出现裂缝现象。了解混凝土在这一阶段的性质,对于控制混凝土的施工质量大有益处。

1)混凝土拌和物入模之后,从流动性很大到逐渐丧失可塑性,转化为固体状态,这个变化过程叫凝结。凝结又分为初凝和终凝。

①初凝是混凝土拌和物由流动状态变为初步硬化状态的。不论什么混凝土都必须在初凝前浇筑振捣完毕,否则影响混凝土的施工质量。

②终凝是指混凝土从逐步硬化状态到完全变成固体状态,并且具有一定强度。终凝之后的混凝土不可再扰动,否则会降低混凝土的强度。这时应加强养护,不得使混凝土内部水分过早或过快地蒸发掉。否则将同样会降低混凝土的强度。

2)为了使混凝土和砂浆有充分的时间进行搅拌、运输、浇筑或砌筑,要求水泥不宜过早开始凝结。

3)施工完毕,则希望尽快硬化,具有强度。国家标准规定:硅酸盐水泥和普通水泥的初凝时间不得早于 45 分钟,终凝时间不得迟于 12 小时。

4)实际上,我国生产的水泥初凝时间一般为 1~3 小时,终凝时间为 5~8 小时。

(3)混凝土硬化后的性能。

硬化后的混凝土应具有足够的强度、耐久性、抗渗性和抗冻性以及较小的收