



混凝土工基本技术

HUNNINGTUGONG JIBEN JISHU

1846
5

金盾出版社

混凝土工基本技术

尹国元 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书介绍了混凝土工应知应会的基本知识和操作技术。内容包括混凝土的基本概念,混凝土的类别及其基本性质,混凝土的组成材料及其技术要求,混凝土配合比的设计,混凝土的搅拌及运输,混凝土的浇筑、养护、质量检查及缺陷防治等。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土工基本技术/尹国元编著. —北京:金盾出版社,
1995.10

ISBN 7-5082-0028-4

I. 混… II. 尹… III. 混凝土-混凝土施工-工程技术 IV.
TU755

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号 (地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:8214039 8218137

传真:8214032 电挂:0234

封面印刷:北京文物出版社印刷厂

正文印刷:机械工业出版社印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:7 字数:152千字

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

印数:1—21000册 定价:5.50元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

混凝土是现代建筑工程中的主要建筑材料。本书主要介绍建筑业中混凝土工应知、应会的基本知识和实际操作技术。

本书共分十一章,包括:混凝土的基本概念,混凝土的类别及其基本性质,混凝土的组成材料及其技术要求,混凝土配合比的设计,混凝土的搅拌及运输,混凝土的浇筑,混凝土的养护,特种混凝土,混凝土的季节施工,混凝土的质量检查及缺陷的防治,班组的管理知识等。书末附有普通混凝土常用配合比参考表,以便读者查阅。

本书编写过程中,得到了北京建筑工程学校的有关领导和老师的支持帮助,特此致谢。限于编者水平,书中难免有不妥或错误的地方,敬请读者批评指正。

编 者

1994. 10

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 混凝土的基本概念	(1)
第二节 我国混凝土技术的发展前景	(3)
第二章 混凝土的类别及其基本性质	(5)
第一节 混凝土的分类及其特性	(5)
第二节 混凝土构件的受力分析	(16)
第三节 钢筋混凝土构件的特点	(28)
第四节 预应力混凝土的特点	(30)
第三章 混凝土的组成材料及其技术要求	(33)
第一节 水泥	(33)
第二节 骨料	(38)
第三节 水	(45)
第四节 外掺剂	(45)
第四章 混凝土配合比的设计	(52)
第一节 试验室配合比的设计	(52)
第二节 特殊性能混凝土配合比的设计	(63)
第三节 混凝土配合比设计计算实例	(70)
第五章 混凝土的搅拌及运输	(77)
第一节 混凝土的搅拌	(77)
第二节 混凝土的运输	(87)
第三节 泵送混凝土的技术措施及操作要点	(91)
第六章 混凝土的浇筑	(97)

第一节	混凝土浇筑的基本要求	(97)
第二节	混凝土的振捣	(102)
第三节	整体结构的浇筑方法	(108)
第七章	混凝土的养护	(115)
第一节	自然养护	(115)
第二节	加热养护	(117)
第三节	混凝土的拆模要求	(120)
第八章	特种混凝土	(124)
第一节	耐化学腐蚀混凝土	(124)
第二节	耐热混凝土	(135)
第三节	防水混凝土	(139)
第九章	混凝土的季节施工	(152)
第一节	冬期施工	(152)
第二节	暑期及雨季施工	(169)
第十章	混凝土的质量检查及缺陷的防治	(172)
第一节	混凝土的质量要求	(172)
第二节	混凝土质量缺陷和防治	(177)
第十一章	班组管理知识	(187)
第一节	概述班组的施工管理	(187)
第二节	施工方案的编制	(196)
附录	普通混凝土常用配合比参考表	(203)

第一章 概 述

第一节 混凝土的基本概念

混凝土是一种人造石材，它是由胶凝材料、粗细骨料和水按一定比例拌合均匀，经浇捣、养护而成。平常所说的混凝土，是指用水泥作胶凝材料，加入适量的骨料和水拌制后，经硬化而成的人造石材，故又称水泥混凝土或普通混凝土，简称混凝土。

混凝土和天然石材一样，能承受很大的压力，就是说它的抗压强度很高，但它抵抗拉力的能力却很低，大约为抗压能力的 $1/10$ 。混凝土这种受拉时易断裂的缺陷，大大限制了它的使用范围，如图 1-1(a)所示。为了弥补这一缺陷，可在构件的受拉区配上抗拉能力很强的钢筋，与混凝土共同受力，并各自发挥其特性，从而使构件既能受压，也能受拉，如图 1-1(b)所示。这种配有钢筋的混凝土，叫做钢筋混凝土。混凝土和钢筋混凝土已广泛地应用于工业、农业、交通、国防、水利、市政和民用等方面的基本建设工程。

混凝土能被广泛地应用于建筑工程，是由于它具有如下的特点：

1. 混凝土的优点：

(1) 混凝土的拌合物具有良好的可塑性，可以浇筑成任意形状和尺寸的构件或构筑物。

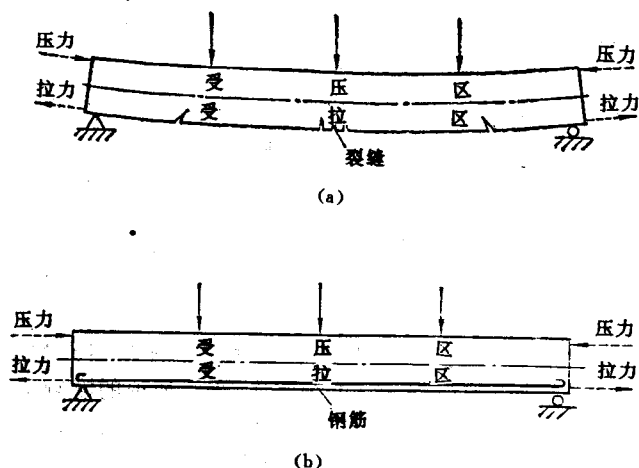


图 1-1 混凝土与钢筋混凝土特性示意图

(a)混凝土梁或板受力示意 (b)钢筋混凝土梁或板受力示意

(2)调整 and 改变混凝土的组成成分,可以使混凝土具有不同的物理、化学及力学性能,以满足工程的需要。

(3)混凝土具有很高的抗压强度。

(4)混凝土具有很好的短时耐火性,遇火灾只能损伤其表面,不易损伤其内部结构。

(5)混凝土具有良好的耐久性,对于一般自然环境的干湿冷热变化、风吹日晒雨淋、摩擦碰撞都有较强的抵抗能力,使用寿命可达 50 年以上。

(6)制作混凝土结构耗能少,环境污染小,维修费用低。

(7)混凝土原材料来源广泛,易获得,成本低,施工简单。

2. 混凝土的缺点:

(1)自重大,运输安装不方便。

(2)抗拉、抗折强度低,易干缩、产生裂缝,属脆性材料。

(3)现浇成型需大量模板,浇筑后需一定的养护条件及时间,因而增加了费用,延长了工期。

(4)现浇混凝土受气候影响很大,尤其冬季低温对混凝土的凝结硬化很不利,必须采取适当措施。

(5)混凝土的加固维修较困难。

混凝土按照用途不同,又可分为普通混凝土、水工混凝土、海工混凝土及道路混凝土等。按照特殊用途,混凝土还可分为耐热混凝土、纤维增强混凝土、聚合物混凝土、自应力混凝土以及耐酸(碱)混凝土等。

根据结构构件不同的受力特点,普通混凝土又可设计成素混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土。

第二节 我国混凝土技术的发展前景

混凝土及钢筋混凝土结构出现在我国已有近 100 年的历史。解放前,由于我国是一个半封建半殖民地国家,科学不发达,工业基础又十分薄弱,我国自己进行的土建工程甚少,混凝土及钢筋混凝土技术非常落后。解放后,随着我国社会主义建设的发展,钢筋混凝土的应用也有了较大的发展。无论是在工业与民用建筑中,还是水工、港工、桥隧或道路中的应用都十分广泛。施工技术也从现场浇捣到预制装配,从普通钢筋混凝土到预应力钢筋混凝土,都有了巨大的发展。在混凝土的强度等级、品种、生产与施工工艺、材料组分以及基本理论的研究等方面,也有较大的进展,基本上满足了现阶段我国经济建设的需要。

根据预测,混凝土将会得到更大的发展,它仍将是下个世纪最主要的建筑材料,在我国将逐步建立起混凝土工业,并仍

将为建材工业体系中最重要的重要组成部分。

我国水泥产量和混凝土产量,随着经济建设事业的不断发展,也将有大幅度的提高,水泥与混凝土产量将分别达到年产十亿吨和几十亿立方米的水平。

随着科学技术的进步,对材料科学的基础研究,复合材料力学、组分、工艺的研究,外加剂新品种的研究和应用,材料及工艺标准规范的研究,生产工艺控制方法及计量的研究等工作将会进一步开展,加之水泥与混凝土生产技术和水平管理的逐步提高,将使混凝土的强度等级、品种不断增多,用途不断扩大。将会使混凝土科学技术水平以更快的速度向前发展,可望在短期内赶上或超过世界先进水平。

第二章 混凝土的类别及其基本性质

第一节 混凝土的分类及其特性

一、混凝土的分类

混凝土是由胶凝材料、粗细骨料和水,按适当比例配合而成,有时按需要掺入一定的化学外加剂或掺和剂,经均匀搅拌、硬化而成的一种人造石料。由于其成分不同,性质各异,将生产出很多不同种类的混凝土。

(一)按胶凝材料的不同划分 按胶凝材料的不同,可分为以下三类:

1. 无机胶凝材料混凝土:有水泥混凝土、石膏混凝土和水玻璃混凝土等。
2. 有机胶凝材料混凝土:有沥青混凝土、聚合物胶凝混凝土(又称为树脂混凝土)等。
3. 有机与无机复合胶凝材料混凝土:有聚合物水泥混凝土和聚合物浸渍混凝土。

(二)按混凝土的容重划分 按混凝土的容重划分,可分为以下四类:

1. 特重混凝土。容重大于 2700kg/m^3 的混凝土。
2. 普通混凝土。容重在 $1900\sim 2500\text{kg/m}^3$ 的混凝土。
3. 轻混凝土。容重在 $1000\sim 1900\text{kg/m}^3$ 的混凝土。

4. 特轻混凝土。容重小于 1000kg/m^3 的混凝土。如加气混凝土、泡沫混凝土属于这类特轻混凝土。

(三)按使用的功能划分 混凝土按使用功能一般可分为结构混凝土、耐酸碱混凝土、耐热混凝土、防水混凝土、海洋混凝土以及水工混凝土等。

(四)按配筋情况划分 混凝土按配筋情况一般可分为无筋混凝土(又称素混凝土)、钢筋混凝土、预应力混凝土、劲性钢筋混凝土、纤维混凝土以及钢丝网水泥等。

(五)按施工工艺划分 混凝土按施工工艺一般可分为普通浇筑混凝土、泵送混凝土、喷射混凝土及离心成型混凝土等。

(六)按流动性划分 混凝土按其流动性一般可分为塑性混凝土、干硬性混凝土、半干硬性混凝土、流动性混凝土以及大流动性混凝土等。

二、混凝土的特性

混凝土从制作到制得成品都要经历拌合料、凝结硬化及硬化后 3 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。

(一)混凝土拌合料的基本性质 混凝土搅拌后尚未凝结硬化的混合料称为拌合料,又称为新拌制的混凝土。新拌制的混凝土应具有一定的弹性、塑性和粘性。这些性质综合起来通常叫做和易性(稠度)。

1. 和易性的概念。和易性是混凝土拌合物一种综合性的技术性质,包括流动性、粘聚性和保水性三方面的含义。

(1)流动性,是指混凝土拌合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。流

动性的大小,反映混凝土拌合物的稀稠程度,故又称稠度。它可以影响施工捣实的难易和灌注的质量。流动性一般以坍落度的大小来反映。

(2)粘聚性,是指混凝土拌合物所表现的粘聚力。这种粘聚力使混凝土在受作用力后不致出现离析现象。

(3)保水性,是指混凝土拌合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。

混凝土拌合物的和易性是用坍落度或工作度(干硬度)来表示。

2. 坍落度的测定方法:

(1)将混凝土的拌合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,在插捣其他两层时,应插捣至下层表面为止。插捣时不要冲击。

(2)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),即为混凝土拌合物的坍落度,如图 2-1 所示。

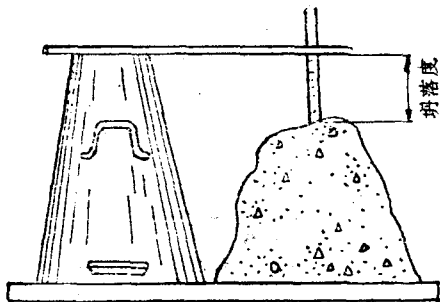


图 2-1 混凝土坍落度的测定

3. 工作度的测定方法:混凝土的工作度也是表示混凝土拌合物和易性的一种指标。它是测定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:

(1)将混凝土标准试模(20cm×20cm×20cm)固定在标准振动台上,其振动频率为 3000 ± 200 次/(min),有荷载时振幅为 0.35mm。

(2)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(如图 2-2),将混凝土拌合物按坍落度试验方法分三层装捣,然后取去圆筒。

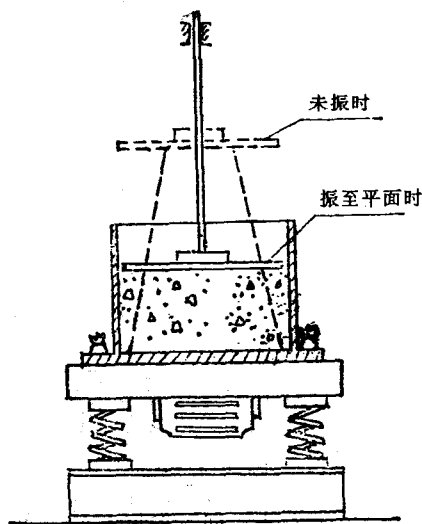


图 2-2 混凝土工作度测定

(3) 开动振动台,直至模内混凝土拌合物充分展开而表面呈水平为止。从开始振动到混凝土拌合物表面形成水平时的延续时间(以 s 表示),称为混凝土的工作度。

应当注意,同一次拌合的混凝土拌合物的坍落度或工作度应测两次,取其平均值作为测定结果。每次须换用新的拌合物。如果两次测得的结果,坍落度相差 2cm 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,混凝土拌合物流动性越大。但如水泥浆量过多,不仅流动性无明显增大,反而加大泌水率,降低粘聚性,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。在一般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,使水泥浆的粘聚性降低,流动性增大。如水灰比过大,使水泥浆的粘聚性降低过多,保水性差,就会出现泌水现象,影响混凝土质量。反之,如水灰比过小,水泥浆较稠,采用一般施工方法时也难以灌筑捣实。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,则砂石总表面积及空隙率增大,混凝土拌合物就显得干稠,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起润滑作用,也会使坍落度降低,并影响粘聚性和保水性,使拌合物显得粗涩,石子离析,水泥浆流失。为保证混凝土拌合物的质量,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、石子种类及其粒形和级配,以及

外加剂等,都对拌合物和易性有影响。

(二)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。水泥的水化反应将放出热量,使混凝土升温,将会出现初期体积变化和裂缝现象。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将大有益处。

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

(1)初凝。混凝土拌合物由流动状态变为初步硬化状态叫初凝。初凝这一概念十分重要,因为,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。混凝土从逐步硬化状态,到完全变成固体状态,并且具有一定强度叫终凝。终凝这一概念也十分重要。因为,终凝之后的混凝土不可再振动,否则会破坏已形成的内部结构,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。否则将会影响水泥的水化反应,也同样会降低混凝土的强度。

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。施工完毕,则希望尽快硬化,具有强度,不致拖延施工工期,故终凝时间又不宜过迟。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45min,终凝时间不得迟于12h。实际上,我国生产的这两种水泥初凝时间一般为1~3h,终凝时间为5~8h。

2. 混凝土初期的性能和变化:

(1)混凝土初期的体积变化。当混凝土在干燥空气中硬化时,混凝土中的水分会逐渐蒸发散失,使水泥石中的凝结胶体

逐渐干燥而收缩,这称为混凝土的干缩;当混凝土长期在水中硬化时,由于水泥水化充分,内部游离水充满混凝土颗粒之间的孔隙和毛细孔道,混凝土会发生微量的膨胀,这称为混凝土的湿胀。混凝土这种湿胀、干缩变形现象都是由于混凝土中水分的变化而引起的。其湿胀值很小,不会引起混凝土的破坏。混凝土干缩变形对构筑物的危害较大,它可使混凝土表面出现较大的拉应力,从而引起表面开裂,而影响混凝土的耐久性。

影响混凝土干缩的因素:

①水泥用量、水灰比及水泥品种。混凝土中用水量与干缩值有着密切关系,当用水量增加一定百分数时,混凝土干缩值增加这个百分数的两倍或数倍。减少用水量是减少干缩值的首要措施。

一般来说,低水灰比多采用富配合,但由于水泥用量高,单位用水量也高。在这种条件下,由于富配合较高的用水量 and 水泥用量而增大的收缩值超过了由于低水灰比而减少的收缩值。因此,采用富配合低水灰比的混凝土有时比贫配合高水灰比的收缩值还大。所以,在混凝土配制中应控制水泥的用量和水的用量,降低混凝土的收缩值。

水泥的品种不同,它的矿物组成成分也有区分。水泥水化后,产生胶体和晶体,在一般情况下,胶体多于晶体。胶体在干湿作用下会产生很大的体积变化,而晶体一般不受干湿作用影响。可见胶体的数量和性质在很大程度上决定水泥在水化和干燥时的收缩值。

一般情况下,高标号水泥颗粒较细,收缩较大。矿渣水泥、火山灰水泥配制的混凝土干缩较大;粉煤灰水泥配制的混凝土干缩较小;矾土水泥配制的混凝土干缩较快。所以,在混