

“十三五”国家重点图书出版规划项目

材料科学研究与工程技术/预拌混凝土系列

《预拌混凝土系列》总主编 张巨松

自密实混凝土

SELF-COMPACTING CONCRETE

张巨松 李 晓 主编

非
外
借



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

“十三五”国家重点图书出版规划项目

材料科学研究与工程技术/预拌混凝土系列

《预拌混凝土系列》总主编 张巨松

自密实混凝土

SELF-COMPACTING CONCRETE

张巨松 李 晓 主编

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

内 容 简 介

作为《预拌混凝土系列》丛书的重要组成部分,本书从自密实混凝土原材料、结构及形成、配合比设计、生产与施工、性能、应用等方面全面介绍了自密实混凝土材料。书中通过收集整理自密实混凝土常见工程问题与案例,将基本理论知识与工程实际相结合,内容丰富,实用性强。

本书适合作为混凝土从业者的入门指导书,也可用作无机非金属材料专业本、专科学生的教学参考书。

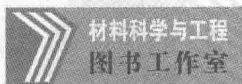
图书在版编目(CIP)数据

自密实混凝土/张巨松,李晓主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2017.8

ISBN 978-7-5603-6547-3

I. ①自… II. ①张… ②李… III. ①混凝土
IV. ①TU528

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 073256 号



责任编辑 何波玲

封面设计 卞秉利

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 黑龙江艺德印刷有限责任公司

开 本 660mm×980mm 1/16 印张 9.75 字数 152 千字

版 次 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-6547-3

定 价 38.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

丛书序

混凝土从近代水泥的第一个专利(1824年)算起,发展到今天近两个世纪了,关于混凝土的历史发展大师们有着相近的看法,吴中伟院士在其所著的《膨胀混凝土》一书中总结道,水泥混凝土科学历史上曾有过3次大突破:

(1)19世纪中叶至20世纪初,钢筋和预应力钢筋混凝土的诞生。

(2)膨胀和自应力水泥混凝土的诞生。

(3)外加剂的广泛应用。

黄大能教授在其著作中提出,水泥混凝土科学历史上曾有过3次大突破:

(1)19世纪中叶,法国首先出现的钢筋混凝土。

(2)1928年,法国 E. Freyssinet 提出了混凝土收缩徐变理论,采用了高强钢丝,发明了预应力锚具,成为预应力混凝土的鼻祖、奠基人。

(3)20世纪60年代以来,出现层出不穷的外加剂新技术。

材料科学在水泥混凝土科学中的表现可以理解为:

(1)金属、无机非金属、高分子材料的分别出现。

(2)19世纪中叶至20世纪初无机非金属材料 and 金属材料的复合。

(3)20世纪中叶金属、无机非金属、高分子材料的复合。

可见人造三大材料,即金属、无机非金属和高分子材料在水泥基材料中,于20世纪60年代完美复合。

1907年,德国人最先取得混凝土输送泵的专利权;1927年,德国的 Fritz Hell 设计制造了第一台得到成功应用的混凝土输送泵;荷兰人 J. C. Kooyman 在前人的基础上进行改进,1932年成功地设计并制造出采用卧式缸的 Kooyman 混凝土输送泵;到20世纪50年代中叶,德国的 Torkret 公司首先设计出用水作为工作介质的混凝土输送泵,标志着混凝土输送泵的发展进入了一个新的阶段;1959年,德国的 Schwing 公司生产出第一台全液压的混凝土输送泵,混凝土泵的不断发展和促进泵送混凝土的快速发展。

1935年,美国的 E. W. Scripture 首先研制成功了以木质素磺酸盐为主要成分的减水剂(商品名“Pozzolith”),1937年获得专利,标志着普通减水剂的诞生;1954年,制定了第一批混凝土外加剂检验标准。1962年,日本花王石碱

公司服部健一等人研制成功了 β -萘磺酸甲醛缩合物钠盐(商品名“麦蒂”),即萘系高效减水剂;1964年,西德的 Aignesberger 等人研制成功了三聚氰胺减水剂(商品名“Melment”),即树脂系高效减水剂,标志着高效减水剂的诞生。

20 世纪 60 年代,混凝土外加剂技术与混凝土泵技术结合诞生了混凝土的新时代——预拌混凝土。经过半个世纪的发展,预拌混凝土已基本成熟。为此,我们组织编写了《预拌混凝土系列丛书》,希望系统总结预拌混凝土的发展成果,为行业的后来者迅速成长铺路搭桥。

本系列丛书内容宽泛,加之作者水平有限,不当之处敬请读者指正!

张巨松

2015 年 3 月

前 言

混凝土是人类有史以来最大宗的材料之一,自密实混凝土是一种高流动性的混凝土,这种诞生于日本,光大于欧洲的混凝土近年来在国内得到了长足的发展,自密实混凝土的生产与应用范围越来越广泛。但是,目前国内自密实混凝土技术在工程应用中缺乏系统性、指导性资料和工具书,而本书的编写主要是希望解决自密实混凝土技术推广应用的诸多问题,从而指导土建工程中自密实混凝土的生产与应用。

本书是一本建筑材料类工程用书,主要是面向从事混凝土及其制品生产、应用行业的工程技术人员。本书在编写过程中立足于工程实际,着重就自密实混凝土关键技术问题进行了分析和阐述,并收录了一些典型工程实例,可作为自密实混凝土在各种工程应用中的技术性参考。

本书由沈阳建筑大学张巨松、李晓编写,具体内容包括原材料、自密实混凝土结构及形成、自密实混凝土的配合比设计、自密实混凝土的生产与施工、自密实混凝土的性能及自密实混凝土的应用。

本书在编撰过程中收集整理了很多国内外前辈、同行的成果与经验,在此对他们在自密实混凝土方面的卓越工作及成果表示诚挚的致谢。

由于编者水平有限,虽经过多次修改,但未尽人意之处在所难免,敬请各位读者批评指正,以期使本书进一步完善。

编 者

2016 年 11 月

目 录

绪论	1
0.1 自密实混凝土的发展	1
0.2 术语与符号	3
第1章 原材料	6
1.1 胶凝材料	6
1.2 骨料和水	9
1.3 化学外加剂	13
1.4 纤维	14
第2章 自密实混凝土结构及形成	15
2.1 混凝土结构	15
2.2 结构形成	16
第3章 自密实混凝土的配合比设计	22
3.1 基本要求	22
3.2 设计方法	23
3.3 设计步骤	25
3.4 特种自密实混凝土配合比设计	33
3.5 设计实例	34
第4章 自密实混凝土的生产与施工	46
4.1 自密实混凝土制备	46
4.2 自密实混凝土运输	48
4.3 自密实混凝土输送	49
4.4 模板施工	50
4.5 浇筑	59

4.6 养护	62
4.7 质量检验与验收	63
4.8 特殊自密实混凝土的生产	64
第5章 自密实混凝土的性能	69
5.1 拌合物的性能	69
5.2 硬化混凝土的性能	81
5.3 耐久性	93
第6章 自密实混凝土的应用	102
6.1 建筑工程	104
6.2 铁路工程	124
6.3 桥梁工程	131
6.4 隧道工程	134
6.5 电力工程	138
附录 自密实混凝土相关标准	141
参考文献	143

绪 论

人类对混凝土这一材料的应用可以追溯到古老的年代,其所用的胶凝材料包括黏土、石灰、石膏、火山灰等。19 世纪 20 年代出现了硅酸盐类水泥,以其作为胶凝材料的混凝土可以满足工程所需要的强度和耐久性,而且原料丰富,价格低廉,因而广泛应用于建筑行业。

0.1 自密实混凝土的发展

1900 年,万国博览会上钢筋混凝土材料崭露头角,在建筑材料领域引起了一场革命。1918 年,艾布拉姆发表了著名的计算混凝土强度的水灰比理论,钢筋混凝土开始成为塑造这个世界景观的重要材料。

20 世纪 80 年代,日本为了解决混凝土结构的耐久性问题和熟练建筑工人匮乏而导致工程质量下降问题,由日本东京大学教授冈村甫(Okamura)最早提出“免振捣的耐久性混凝土”,由小泽(Ozawa)和前川(Maekawa)做了相应的基础研究。1996 年,冈村甫首次将这种混凝土命名为自密实高性能混凝土(self-compacting high performance concrete),其关键技术是通过掺加高效减水剂和矿物掺合料,在低水胶比条件下,大幅度提高混凝土拌合物的流动性,同时保证良好的黏聚性、稳定性。

发展到今天,自密实混凝土(self-compacting concrete, SCC)被定义为一种高流动性且具有适当粘度的混凝土。它不离析,能够在自身重力作用下自行密实,属于高性能混凝土的一种。其突出特点是拌合物具有良好的工作性能,即使在配筋密集和浇筑形状复杂的条件下,仅依靠自重而无需振捣或少振捣便能自动流平,并均匀密实填充成型和包裹钢筋,为施工操作带来极大方便。适合于浇筑量大、浇筑高度大、钢筋密集、有特殊形状等的工程;特别适用于难以浇筑甚至无法浇筑的部位,可避免出现因振捣不足而造成的空洞、蜂窝、麻面等质量缺陷;同时,还可提高混凝土质量、改善施工环境、加快

施工进度、提高劳动生产率、降低工程费用等。与普通混凝土相比,其强度等级越高,优势就越明显。因此,自密实混凝土被称为“最近几十年中混凝土技术最具革命性的发展”。

国外自密实混凝土的应用已日趋广泛。1994 年底,日本已有 28 个建筑公司掌握了自密实混凝土的技术。2004 年,自密实混凝土总应用量已超过 250 万 m^3 ,并且呈现逐年增加之势。目前,日本正在致力于将自密实混凝土从特种混凝土发展成普通混凝土。典型的工程应用实例是跨度为 1 990 m 的明石海峡大桥(悬索桥),该桥的两个锚碇分别使用了 24 万 m^3 和 15 万 m^3 强度为 25 MPa 的自密实混凝土。由于采用了自密实混凝土,使得锚碇的施工工期由 2.5 年缩短为 2 年,缩短工期 20%。近年来由于在日本不断有采用自密实混凝土成功的工程实例,美国等西方国家也开始注意该项技术。在美国,为了保证混凝土的浇筑质量以保证钢筋和混凝土的整体性,在钢筋密集的钢筋混凝土和几何形状复杂的结构中,也使用自密实的混凝土,但强调仍需要适当的振捣以确保混凝土足够密实。美国西雅图 65 层的双联广场钢管混凝土柱,28 d 抗压强度为 115 MPa,是迄今为止自密实混凝土应用中强度最高的实例。该工程由于采用了超高强度自密实混凝土,从底层逐层泵送,无振捣,降低了结构成本的 30%。

我国自密实混凝土发展起步较晚,从 1995 年开始,北京、深圳、济南等城市也开始有工程陆续使用自密实混凝土,但总的来说浇筑量还很少。自密实混凝土主要用于地下暗挖、密筋、形状复杂等无法浇筑或浇筑困难的部位,解决扰民、缩短工期等施工问题。近年来我国自密实混凝土发展应用较为迅速,应用领域也进一步拓展,从房屋建筑扩大到水利、桥梁、隧道等大型工程。其中具有代表性的工程实例有北京首都机场新航站楼部分结构、西单北大街东侧商业区改造的工程等,均取得了较好的技术、经济和社会效益。为了解决国内工程应用中缺乏指导性文件,技术标准空缺,不利于该技术的推广等问题,中国工程建设标准化协会已编制了《自密实混凝土应用技术规程》(CECS 203:2006),2012 年 3 月住房和城乡建设部又颁布了《自密实混凝土应用技术规程》(JGJ/T 283—2012),推荐给工程建设、施工和使用单位采用。

自密实混凝土的优点突出,其应用前景非常广阔,但由于开发与应用的历史较短,尚存在种种不足,包括以下几方面:

(1) 自密实混凝土配合比设计方法缺乏对不同设计、施工要求以及使用不同外加剂情况的综合考虑,经济性考虑不足。

(2) 自密实混凝土所用的外加剂缺乏明确的标准。

(3) 自密实混凝土由于采用低水胶比,且掺入较多的具有相当活性的矿物细掺合料,从而引起混凝土的自收缩,使混凝土内部结构受到损伤,而产生微裂缝。

(4) 自密实混凝土由于掺入大量的高效减水剂,其物理力学性能和耐久性是否发生变化及其变化规律还不是很明确。

(5) 自密实混凝土的材料成本要略高于普通混凝土,这也成为应用自密实混凝土的主要障碍。

虽然自密实混凝土依然存在很多需要完善的方面,但其适用于大多混凝土结构和施工条件是毋庸置疑的,其应用前景非常广阔。冰岛建筑研究院的Wallkevik先生预言:“将来有一天,所有混凝土都会变成自密实混凝土。”

0.2 术语与符号

0.2.1 自密实混凝土术语

自密实混凝土(self-compacting concrete):具有高流动性、均匀性和稳定性,浇筑时无需外力振捣,能够在自重作用下流动并充满模板空间的混凝土。

填充性(filling ability):自密实混凝土拌合物在无需振捣的情况下,能均匀密实成型的性能。

间隙通过性(passing ability):自密实混凝土拌合物均匀通过狭窄间隙的性能。

抗离析性(segregation resistance):自密实混凝土拌合物中各种组分保持均匀分散的性能。

坍落扩展度(slump-flow):自坍落度筒提起至混凝土拌合物停止流动后,测量坍落扩展面最大直径和与最大直径呈垂直方向的直径的平均值。

扩展时间(T500)(slump-flow time):用坍落度筒测量混凝土坍落扩展度时,自坍落度筒提起开始计时,至拌合物坍落扩展面直径达到 500 mm 的

时间。

J 环扩展度(J-ring flow):J 环扩展度试验中,拌合物停止流动后,扩展面的最大直径和与最大直径呈垂直方向的直径的平均值。

离析率(segregation percent):标准法筛析试验中,拌合物静置规定时间后,流过公称直径为 5 mm 的方孔筛的浆体质量与混凝土质量的比值。

0.2.2 自密实混凝土通用符号

1. 自密实性能等级

F_m ——粗骨料振动离析率;

PA——坍落扩展度与 J 环扩展度之差;

SF——坍落扩展度;

SR——离析率;

VS——扩展时间(T500)。

2. 体积

V_n ——每立方米混凝土中引入的空气体积;

V_g ——每立方米混凝土中粗骨料的体积;

V_s ——每立方米混凝土中细骨料的体积;

V_m ——每立方米混凝土中砂浆的体积;

V_p ——每立方米混凝土中除粗、细骨料后剩下的浆体体积;

V_w ——每立方米混凝土中水的体积。

3. 质量

m_b ——每立方米混凝土中胶凝材料的质量;

m_{ca} ——每立方米混凝土中外加剂的质量;

m_g ——每立方米混凝土中粗骨料的质量;

m_s ——每立方米混凝土中细骨料的质量;

m_m ——每立方米混凝土中矿物掺合料的质量;

m_w ——每立方米混凝土中用水的质量。

4. 密度

ρ_b ——胶凝材料的表观密度;

ρ_c ——水泥的表观密度;

ρ_g ——粗骨料的表观密度；

ρ_m ——矿物掺合料的表观密度；

ρ_s ——细骨料的表观密度；

ρ_w ——拌合水的表观密度。

5. 强度

$f_{cu,0}$ ——混凝土配制强度值；

f_{ce} ——水泥的 28 d 实测抗压强度。

6. 其他

α ——每立方米混凝土中外加剂占胶凝材料总量的质量分数；

β ——每立方米混凝土中矿物掺合料占胶凝材料总量的质量分数；

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度；

γ ——矿物掺合料的胶凝系数；

γ_c ——混凝土的重力密度；

Φ_s ——单位体积砂浆中砂所占的体积分数。

第 1 章 原材料

自密实混凝土原材料包括胶凝材料、粗细骨料、水、外加剂及其他掺合料。为了获得预期性能,必须采用符合标准的原材料,按照合理的配比制备自密实混凝土。自密实混凝土拌合物的性能取决于浆体和骨料的性质与含量。当骨料的性质与含量一定时,优化浆体的粘度和屈服剪切应力,即可获得满意的拌合物工作性。

1.1 胶凝材料

1.1.1 水泥

配制自密实混凝土宜优先采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。根据自密实混凝土的性能要求,适于配制自密实混凝土的水泥应具有以下特性:

(1)水泥应具有与外加剂(特别是减水剂)的良好适应性,标准稠度需水量应较低,其制备的浆体在低水灰比下能获得较好的流动性、黏聚性、保水性。

(2)水化热低、水化放热速度慢,凝结时间符合要求。优先选择 C_3A 和碱含量小的水泥。

(3)水泥强度等级根据自密实混凝土的试配强度等级选择,其早期强度发展满足需要,28 d 强度达到自身等级要求。

一般来说,自密实混凝土比普通混凝土水泥用量多、水泥强度等级高,并且水泥技术指标应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175)的规定。当采用其他品种水泥时,其性能指标应符合国家现行相关标准的规定。

有抗渗要求的自密实混凝土按设计要求选用水泥强度等级不低于 32.5 级,不得使用过期或受潮结块水泥。有抗冻要求的自密实混凝土应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,不宜使用火山灰质硅酸盐水泥。高强度等级的自密实混凝土应选用质量稳定、强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥或普通硅

酸盐水泥。泵送施工的自密实混凝土应选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥,不宜使用火山灰硅酸盐水泥。大体积自密实混凝土应选用水化热低和凝结时间长的水泥,如低热矿渣硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等,当采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时,应采取相应措施延缓水化热的释放。冬期施工的自密实混凝土应优先选用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥,强度等级不低于 42.5 级。当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月(快硬硅酸盐水泥超过一个月)时,应进行复验,并按复验结果使用。在钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构中,严禁使用含氯化物的水泥。

总之,除了要求低水化温升的大体积自密实混凝土需要选用中热或低热水泥外,应优先选用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和强度等级不低于 32.5 级的矿渣硅酸盐水泥。使用矿物掺合料的自密实混凝土,宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。自密实混凝土所用的水泥品种在有特殊要求时,可根据设计、施工要求以及工程所处环境确定。一般情况下,自密实混凝土宜选用通用硅酸盐水泥,不宜采用铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等凝结时间短、流动性经时损失大的水泥。

1.1.2 矿物掺合料及外加剂

现行对自密实混凝土的性能要求,使用单一的水泥胶凝材料已无法满足实际需要。矿物掺合料成为配制自密实混凝土的必要条件之一。矿物掺合料可以提高混凝土拌合物的流动性、黏聚性和保塑性,调节混凝土拌合物的和易性,减少水泥用量和水化热,控制混凝土硬化过程中的温升速度和幅度。其自身还可以与水泥熟料矿物水化生成物发生二次火山灰反应,参与水化过程,提高混凝土后期强度,改善其内部结构,提高混凝土的耐久性,并且还能抑制碱-骨料反应的发生。矿物掺合料的细度和吸水量是重要的参数,一般认为直径小于 0.125 mm 的矿物掺合料对自密实混凝土更有利。常用的矿物掺合料包括粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和硅灰。

粉煤灰是热电厂排放的废弃物,一般要求为 I、II 级灰,45 μm 方孔筛筛余 $\leq 12\%$,需水量比 $\leq 95\%$,烧失量 $\leq 5\%$ 。粉煤灰的掺入可以使混凝土结构更致密,后期强度及结构耐久性也不断提高;同时,可降低水泥的用量,使水

化热的峰值降低,有利于大体积混凝土的施工和避免混凝土结构开裂。另外由于粉煤灰的价格便宜,可有效降低自密实混凝土的配制成本。但粉煤灰的加入会降低混凝土硬化体的抗碳化性。配制自密实混凝土采用的粉煤灰应符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)的规定。

粒化高炉矿渣粉比粉煤灰的活性更高。磨细高炉矿渣掺入混凝土的作用类似于粉煤灰掺入混凝土的作用,但其抗离析性差。配制自密实混凝土采用的粒化高炉矿渣粉应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)的规定。

硅灰又称硅微粉,也称微硅粉或二氧化硅超细粉,一般情况下统称为硅灰。它是在冶炼硅铁合金和工业硅时产生的 SiO_2 和 Si 气体与空气中的氧气迅速氧化并冷凝而形成的一种超细硅质粉体材料。硅灰为灰色或灰白色粉末,是非结晶相无定形圆球状颗粒,且表面较为光滑,有些则是多个圆球颗粒粘在一起的团聚体。微小的球状体可以起到润滑的作用,但它的比表面积很大(一般为 $20\,000\text{ m}^2/\text{kg}$ 以上)。掺加高效减水剂,使硅灰充分分散后,其润滑作用才能够显现出来,颗粒之间的形态效应才可以置换更多的自由水。随着硅灰掺量的增加,可以提高浆体的保水性和黏聚性,避免离析、泌水的发生,有效降低自密实混凝土泵送阻力。但硅灰掺量过大时,自密实混凝土拌合物过于粘稠,流动性降低。硅灰对自密实混凝土硬化体的强度增长十分有利,与此同时硅灰还可以降低材料质量、配料准确性等波动对混凝土强度的影响,降低自密实混凝土强度配制的敏感性。总之,硅灰对自密实混凝土的作用和机理较粉煤灰更为复杂,其性能应符合现行国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T 18736)的规定。

沸石粉主要成分是火山熔岩形成的一种架状结构的铝硅酸盐矿物,含有一定的活性二氧化硅和三氧化硅。沸石粉可以与水泥熟料矿物水化产物氢氧化钙发生反应,生成胶凝性物质。在一定掺量范围内,沸石粉在提高混凝土力学性能方面优于粉煤灰,在拌合物流动性方面劣于粉煤灰,而且可以促进水泥水化完全,使混凝土内部结构更加致密,耐久性提高。用于配制自密实混凝土的沸石粉应符合国家标准《高强高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T 18736)的规定。

超细石粉是由石灰石、白云石、花岗岩等经过超细粉磨后制得的,细度很

小。超细石粉本身是一种惰性掺合料,几乎不参与水化反应。超细石粉的掺入,增加了自密实混凝土的细颗粒量,增大了固体的比表面积与水体积的比例,从而降低了混凝土拌合物的泌水和离析倾向,而且超细石粉能增加拌合物浆体的松软度,从而改变了混凝土的和易性。混凝土拌合物随着石灰石粉掺量的逐步增加,和易性越来越好;同时,随着石灰石粉掺量的增加,自密实混凝土的填充性及间隙通过性逐步变好。但工程实践证明,当其掺量大于胶凝材料总质量的20%时,自密实混凝土中易出现黏性增大、流动性减缓现象,混凝土拌合物的和易性、力学性能及经济性均略有降低。在石灰石粉掺量范围内,将骨料级配与石灰石粉相结合,选择骨料最佳级配和合理砂率来配制混凝土,可以更加有效地增加混凝土的密实性,减少质量缺陷,还改善了工作性、耐久性、力学性能及工程实体感观,提高了自密实混凝土拌合物和易性、可泵性及工作效率。

掺用矿物掺合料的目的是调节混凝土的施工性能,提高混凝土的耐久性,降低混凝土的水化温升。不同的矿物掺合料对混凝土工作性和物理力学性能、耐久性所产生的作用既有共性,又不完全相同。根据复合材料的“超叠效应”原理,可依据混凝土所处环境、设计要求、施工工艺要求等因素,经试验确定矿物掺合料的种类及用量,取长补短,全面改善自密实混凝土拌合物的需水量及和易性,提高混凝土硬化体的强度,减少收缩,提高耐久性。

自密实混凝土中掺用常用矿物掺合料的质量应符合现行国家标准规定,掺量应通过试验确定,当采用其他品种矿物掺合料时,必须有充足的技术依据,并应在使用前进行试验验证。有抗渗要求的自密实混凝土宜掺用矿物掺合料。配制高强自密实混凝土时,应掺用活性较好的矿物掺合料,且宜复合使用矿物掺合料。泵送自密实混凝土宜掺用粉煤灰或其他活性矿物掺合料。大体积自密实混凝土应掺用可减小水泥水化热的掺合料。

1.2 骨料和水

自密实混凝土对骨料的要求很高,必须考虑自密实混凝土拌合物的流动性、离析、泌水等因素。颗粒越接近圆形,针、片状含量越少,级配越好,比表面积就越小,空隙率就越小,混凝土拌合物的流动性、抗离析性及自密实性就